KEITHLEY

Model 2400 Series

2400S-J-900-01 Rev. A / 3-02

A GREATER MEASURE OF CONFIDENCE

2400型ソース・メータ
取り扱い説明書

著作権1998年　ケースレー・インスツルメント社
著作権所有
米国オハイオ州クリーブランド
第2刷　1999年2月
文書番号:2400S-900-01　改訂B

マニュアルの改訂記録について

下記の改訂記録に示すのは、このマニュアルに関するすべての改訂と付録の印刷日です。改訂レベルを表す文字は、マニュアルが次々に更新されるのに応じて、アルファベット順に進みます。改訂と改訂の中間で発行される付録は、重要な変更情報を含んでおり、ユーザー各位はこれを直ちにマニュアルに組み入れてください。新訂版が完成した時には、前回のマニュアル改訂に付随するすべての付録は、新しい改訂版に取り入れてあります。新しい改訂版ごとに、この改訂記録頁の最新のものを入れてあります。

改訂 A (文書番号 2400S-900-01) ..... 1998 年 8 月
改訂 B (文書番号 2400S-900-01) ..... 1999 年 2 月

ケースレー製品の名称はすべて、ケースレー・インスツルメント社の商標または登録商標です。これ以外のブランド名称は、それぞれの所有者の商標または登録商標です。

安全注意事項

この製品と、関連する計測器を使用する前に、次の安全注意事項を守ることが必要です。一部の計測器とアクセサリーは、非危険電圧で使用するのが通常となっていることもありますが、場合によっては危険条件の存在の可能性があるような状況があります。
この製品は、感電の危険を認識し、人身傷害の回避に必要な安全注意事項に精通した有資格の方々による使用を対象としております。製品のご使用に先立ち、操作上の情報を注意深く読んでください。

製品のユーザーは、次の種類に分類することができます。

責任者とは、機器の使用と保守に責任を持ち、仕様と動作限度の範囲内で機器の運転が行われることの確認、操作員が適切な訓練を受けていることの確認に責任を持つ個人またはグループです。

操作員は、製品の目的機能を取り出すために製品を使用します。操作員は、電気安全手順と計測器の適切な使用についての訓練を受けなければなりません。操作員を、感電と危険な活線接触から守らなければなりません。

保守要員は、電源電圧の設定、消耗材料の交換など、製品を稼働状態に維持するための日常手順を実施します。このマニュアルには、保守手順の説明があります。手順には操作員が保守手順を実施してもよい場合には、はっきりと記載してあります。これ以外の場合には、保守手順の実施は、サービス要員が行うことが必要です。

サービス要員は、通電中の回路で作業する訓練を受けており、安全な設置と製品の修理を行います。適切な訓練を受けたサービス要員だけが、設置とサービス手順を実施することが許されます。

感電の危険が存在する場合には、徹底した注意を払ってください。ケーブルコネクタジャックまたはテストフィクスチャに、致死電圧が来ていることがあります。米国規格協会(ANSI)によれば、30V RMS、42.4V ピーク、または60VDC よりも大きい電圧レベルの場合には、感電の危険があります。安全上の習慣としてお奨めできるのは、初めての回路ではどのようなものであれ、危険電圧が存在すると、測定の前には想定することです。

この製品の使用者を、常時感電の危険から保護しなければなりません。上記の責任者は、使用者がアクセスできない状態になっていることと、それぞれの接続点から絶縁された状態にあること、あるいはこのどちらかの状態にあることを確認しなければなりません。一部の場合では、接続部を露出しなければならないので、人体に接触する恐れが発生します。このような状況での製品使用者は、感電の危険から自分自身を保護するように訓練を受けていなければなりません。回路が1000ボルトまたはそれ以上で作動できるものであれば、回路の導電部を露出することは許されません。

国際電気標準会議(IEC)規格IEC 664で説明されているように、ディジタルマルチメータ測定回路(ケースレー175A型、199型、2000型、2001型、2002型、2010型など)は、設備分類IIに属します。これ以外のすべての計測器の信号端子は、設備分類Iに属し、電源配線に接続してはなりません。

スイッチングカードを、制限なし電力回路に直接に接続しないでください。スイッチングカードは、インピーダンス制限ソースとともに使用するためのものです。絶対に、スイッチングカードをAC電源配線に直接に接続しないでください。ソースをスイッチングカードに接続する場合は、カードに入る故障電流と故障電圧を制限するために、保護装置を設けてください。

計測器を操作する前に、適切に接地した電源ソケットに電源コードが接続してあることを確認してください。毎回使用の前に、接続ケーブル、試験リード、ジャンパに摩耗、割れ、断線がないか、点検してください。最大限の安全を確保するために、供試回路に電力供給中の場合には、製品、試験ケーブル、またはこのほかの計測器に触れないでください。ケーブルまたはジャンパの接続または分離、スイッチングカードの設置または除去、ジャンパの設置または除去のような内部変更を行う前には、必ず試験システム全体から電力を除去し、すべてのキャパシタを放電してください。

供試回路の共通側または電力線接地への電流経路を構成する恐れのある物体には、どのようなものであれ、接触しないでください。測定を行う場合は、必ず乾いた手を使い、測定中の電圧に耐える、乾燥した絶縁面に立ってください。

計測器とアクセサリは、その仕様書と操作指示に従って使用しなければなりません。これを怠れば、機器の安全性が損なわれることがあります。

計測器とアクセサリの最大信号レベルは、仕様書と操作情報で規定され、計測器、テストフィクスチャパネル、またはスイッチングカードに示される値を超えないようにしてください。

製品中にヒューズが使用されている場合は、継続して火災の危険を防ぐために同一型式、同一定格のヒューズを交換用に使用してください。

シャシ接続は、測定回路のシールド接続用に限って使用し、安全接地接続に使用してはなりません。

テストフィクスチャを使用する場合は、供試装置に電力を印可する間は、蓋を閉めてください。安全な操作を行うには、蓋のインタロックが必要です。

⏚ ねじがある場合には、ユーザー文書の中で推奨される電線を使用して、このねじを安全接地に接続してください。

計測器に ⚠ の記号があれば、ユーザーはマニュアル中の操作指示を参照する必要があります。

計測器に ⚠ の記号があれば、ノーマルモード電圧、コモンモード電圧の複合効果を含め、この計測器が1000ボルト以上のソースとなること、または1000ボルト以上を測定することが可能です。このような電圧との人体の接触を避けるために、標準安全注意事項を使用してください。

マニュアル中の見出し「警告」は、傷害または死亡に至る恐れのある危険を説明します。そこに記載された手順を実施する前に、関連情報を必ず入念に読んでください。

マニュアル中の見出し「注意」は、計測器に損傷を与える恐れのある危険を説明します。このような損傷は、保証を無効にすることがあります。

計測器とアクセサリは、人体に接続しないものとします。

保守を行う場合には、電源コードとすべての試験ケーブルの接続を外してください。

感電と火災の危険に対する保護を継続して維持するためには、電源変圧器、試験リード、入力ジャックを含む主回路交換部品は、ケースレー・インスツルメントから購入しなければなりません。該当国家安全承認を取得した標準ヒューズは、定格と型式が同じであれば、使用することができます。安全に関係のないその他の部品は、当初の部品と同等であれば、弊社以外の供給者から購入することができます。（一部の特別な部品は、製品の精度と機能性を維持するには、ケースレー・インスツルメントをとおして購入する必要があることにご留意ください）交換部品の適用可否について不明の点があれば、詳細は弊社営業所にお問い合わせください。

計測器の清掃には、湿した布または弱い水性洗剤を使ってください。計測器の外側だけを清掃してください。洗剤を直接計測器につけたり、液体が計測器の中に入ったりこぼれたりしないようにしてください。

目次

1 ご使用の前に

一般事項 1-2
保証について 1-2
連絡先 1-2
マニュアル付録 1-2
安全に関する記号と用語 1-2
検査 1-3
オプションとアクセサリ 1-3
製品の概要 1-5
前面パネル、背面パネルに慣れる 1-6
前面パネルの概略 1-6
背面パネルの概略 1-8
電源投入 1-9
電源接続 1-9
電源投入シーケンス 1-10
電源周波数設定 1-10
ヒューズの交換 1-11
冷却ファン 1-12
ディスプレイ 1-13
ディスプレイフォーマット 1-13
EDIT キー 1-13
TOGGLE キー 1-13
ステータスメッセージとエラーメッセージ 1-14
リモートディスプレイプログラミング 1-14
前面パネル試験 1-14
デフォルト設定値 1-15
ユーザーセットアップの格納と復元 1-15
パワーオン設定 1-15
工場出荷時デフォルト設定値 1-16
リモートセットアップ 1-17
メニュー 1-18
メインメニュー 1-18
設定メニュー 1-20
メニューをナビゲートする場合のルール 1-20

2 接続

接続の概要 2-2
前面 / 背面の端子選択 2-2
DUT との接続 2-3
センス方法 2-4
ガード方法 2-6
センスとガードの選択 2-9

3 基本的なソース - メジャー操作

警告と注意 3-2
操作の概要 3-3
ソース - メジャーの機能 3-3
コンプライアンスリミット 3-5
基本回路構成 3-6
操作上の留意点 3-6
ウオームアップ 3-6
オートゼロ 3-7
V ソース保護 3-7
ソースディレイ 3-8
基本的なソース - メジャー手順 3-10
出力制御 3-10
前面パネルソース - メジャー手順 3-10
リモートコマンドソース - メジャー手順 3-13
メジャーのみ 3-15
シンク動作 3-16
バッテリの充電 / 放電 3-17

4 抵抗測定

抵抗測定設定メニュー 4-2
抵抗測定法 4-2
抵抗測定法の選択 4-3
AUTO 抵抗測定 4-3
MANUAL 抵抗測定 4-4
抵抗センシング 4-5
オフセット補償抵抗 4-6
オフセット補償抵抗の有効（Enable）／無効（Disable） 4-6
オフセット補償抵抗手順 4-7
抵抗ソースリードバック 4-7
6 線抵抗測定 4-8
リモート抵抗プログラミング 4-9
リモート抵抗コマンド 4-9
抵抗プログラミングの例 4-9

5 パルスモード動作（2430 型のみ）

概要 5-2
パルス特性 5-3
パルス幅 5-3
出力オフ時間 5-5
パルスデューティサイクル 5-5
高速パルス出力 5-6
パルスエネルギー限度（10A レンジ） 5-7

パルスモード設定 5-8
前面パネルパルスモード設定 5-8
リモートコマンドパルスモード設定 5-9
基本パルスモード操作 5-10
前面パネルパルス - メジャー手順 5-10
パルス - 抵抗測定 5-12
リモートコマンドパルス - メジャー操作 5-13
パルス - メジャーの留意点 5-14
測定速度 5-14
フィルタ 5-15
オートレンジ 5-15
同時測定 5-15
抵抗ソースリードバック 5-15
トグルキー 5-15
オフセット補償抵抗 5-15
ソースディレイ 5-16
トリガディレイ 5-16
入力トリガ 5-16
出力トリガ 5-17
AUTO 出力オフ 5-17
出力オフ状態 5-17
ソースの投入 5-17
SCPI 信号測定コマンド 5-17

6 ソース - メジャーの概念

コンプライアンスリミット 6-2
コンプライアンスの種類 6-2
最大コンプライアンス値 6-3
コンプライアンスの例 6-3
コンプライアンスリミットの決定 6-4
過熱保護 6-5
過熱の条件 6-5
電力方程式 6-6
ソース - ディレイ - メジャーサイクル 6-8
スイープ波形 6-9
動作境界 6-11
ソースかシンクか 6-11
I- ソース動作境界 6-17
V- ソース動作境界 6-21
ソース I メジャー I とソース V メジャー V 6-23
基本回路構成 6-25
ソース I 6-25
ソース V 6-26
メジャーのみ(V または I) 6-27

ガード 6-28
ケーブルガード 6-28
オームズガード 6-30
ガードセンス 6-32
データフロー 6-34
バッファに関する留意点 6-35

7 レンジ、デジット、速度、フィルタ
レンジとデジット 7-2
レンジ 7-2
デジット 7-4
リモートによるレンジとデジットのプログラミング 7-5
速度 7-6
速度の設定 7-6
リモート速度プログラミング 7-7
フィルタ 7-8
前面パネルフィルタ制御 7-8
リモートフィルタプログラミング 7-10

8 リラティブと演算
リラティブ 8-2
前面パネル REL 8-2
リモート REL プログラミング 8-3
演算 8-3
演算機能 8-3
前面パネル演算 8-6
リモート演算 8-6

9 データストア
データストアの概要 9-2
前面パネルデータストア 9-2
読み取り値の格納 9-2
読み取り値の呼び出し 9-2
バッファ統計 9-3
タイムスタンプフォーマット 9-4
リモートコマンドデータストア 9-5
データストアコマンド 9-5
データストアプログラミングの例 9-6

10 スイープ動作
スイープの種類 10-2
線形階段波スイープ 10-2
対数階段波スイープ 10-3
カスタムスイープ 10-5
ソースメモリスイープ 10-5

スイープの設定と実行 10-9
前面パネルスイープ操作 10-9
リモートスイープ操作 10-12
パルスモードスイープ(2430型のみ) 10-15
前面パネルパルスモードスイープ手順 10-16
リモートパルスモードスイープ操作 10-16

11 トリガリング

トリガモデル(前面パネル操作) 11-2
アイドル状態 11-2
イベント検出 11-4
トリガディレイ 11-5
ソース、ディレイ、メジャーのアクション 11-5
カウンタ 11-6
出力トリガ 11-6
ベンチデフォルト 11-7
操作の要約 11-7
トリガリンク 11-8
出力トリガ仕様 11-8
出力トリガ仕様 11-9
外部トリガリングの例 11-9
トリガの設定 11-12
CONFIGURE TRIGGER メニュー 11-12
リモートトリガリング 11-14
トリガモデル(リモート操作) 11-14
アイドル状態とイニシエートコマンド 11-14
イベント検出 11-16
アームレイヤー 11-16
トリガレイヤー 11-17
トリガディレイ 11-17
ソース、ディレイ、メジャーのアクション 11-18
カウンタ 11-18
出力トリガ 11-19
GPIB デフォルト 11-20
操作の要約 11-20
リモートトリガコマンド 11-21
リモートトリガの例 11-21
パルスモードトリガリング(2430型) 11-22
トリガモデル 11-22
無効のトリガ設定値 11-26

12 リミット試験

リミットの種類 12-2
リミット 1 の試験(コンプライアンス) 12-2

リミット2、リミット3、リミット5-12の試験 12-3
リミット試験モード 12-3
ビンニング 12-3
動作の概要 12-4
グレーディングモード 12-4
ソーティングモード 12-7
ビンニングシステム 12-9
ハンドラインタフェース 12-9
単一素子デバイスビンニング 12-10
多素子デバイスビンニング 12-10
ディジタル出力クリアパターン 12-12
オートクリアタイミング 12-12
カテゴリ・パルス・コンポーネント・ハンドラ 12-13
カテゴリ・レジスタ・コンポーネント・ハンドラ 12-13
リミット試験の設定と実行 12-14
リミット試験の設定 12-14
リミット試験の実行 12-16
リモートリミット試験 12-17
リミットコマンド 12-17
リミット試験プログラミングの例 12-18

13 ディジタル I/O ポート、安全インタロック、および出力設定

ディジタル I/O ポート 13-2
ポートの機器設定 13-2
+5V 出力 13-2
安全インタロック 13-3
出力設定 13-4
OUTPUT メニューの設定 13-4
出力オフ状態 13-5
リモート出力設定 13-7
出力設定コマンド 13-7
出力設定プログラミングの例 13-8

14 リモート動作

リモート動作とローカル動作の差異 14-2
動作の拡張(リモート動作) 14-2
ローカル動作からリモート動作への移行 14-2
リモート動作からローカル動作への移行 14-3
インタフェースの選択 14-3
GPIB バスの動作 14-4
GPIB バス規格 14-4
GPIB バス接続 14-4
一次アドレス 14-6
汎用バスコマンド 14-6

REN (remote enable) 14-7
IFC (interface clear) 14-7
LLO (local lockout) 14-7
GTL (go to local) 14-7
DCL (device clear) 14-8
SDC (selective device clear) 14-8
GET (group execute trigger) 14-8
SPE、SPD (serial polling) 14-8
前面パネル GPIB 動作 14-9
エラーメッセージとステータスメッセージ 14-9
GPIB 状態標識 14-9
LOCAL キー 14-10
プログラミング文法 14-10
コマンド語 14-10
照会コマンド 14-12
大文字と小文字の識別 14-12
ロングフォームバージョンとショートフォームバージョン 14-13
ショートフォームのルール 14-13
プログラムメッセージ 14-14
応答メッセージ 14-16
メッセージ交換プロトコル 14-17
RS-232 のインタフェース動作 14-17
データの送受 14-17
ボーレート 14-17
データビットとパリティ 14-18
ターミネータ 14-18
フロー制御(信号ハンドシェーキング) 14-18
RS-232 の接続 14-18
エラーメッセージ 14-19
プログラミングの例 14-20

15 ステータス体形

概要 15-2
ステータスバイトと SRQ 15-2
ステータスレジスタセット 15-2
待ち行列 15-2
レジスタと待ち行列をクリアする 15-4
レジスタをプログラムし、読み取る 15-5
イネーブルレジスタをプログラムする 15-5
レジスタを読み取る 15-6
ステータスバイトとサービスリクエスト(SRG) 15-7
ステータスバイトレジスタ 15-8
サービスリクエストイネーブルレジスタ 15-9
シリアルポーリングと SRQ 15-9

ステータスバイトとサービスリクエストコマンド 15-10
ステータスレジスタセット 15-11
レジスタビットの説明 15-11
条件レジスタ 15-15
イベントレジスタ 15-16
イベントイネーブルレジスタ 15-16
待ち行列 15-18
出力待ち行列 15-18
エラー待ち行列 15-18

16 コモンコマンド

コマンドの要約 16-2
コマンドの内容 16-3
*IDN? ー識別照会 16-3
*OPC ー動作完了コマンド 16-3
*OPC?ー動作完了照会 16-3
*SAV<NRf> ー保管コマンド 16-4
*RCL<NRf> ー呼び出しコマンド 16-4
*RST ーリセットコマンド 16-5
*TRG ートリガコマンド 16-5
*TST?ーセルフテスト照会 16-6
*WAI ーウェイト - トゥー - コンティニューコマンド 16-6

17 SCPI 測定コマンド

コマンドの要約 17-2
測定機能の設定 17-2
:CONFigure:<function> 17-2
読み取り値の取得 17-3
:FETCh? 17-3
:[:SENSe[1]]:DATA[:LATest]? 17-4
:READ? 17-4
:MEAsure[:<function>]? 17-5

18 SCPI コマンド便覧

内容一覧表 18-2
Calculate サブシステム 18-21
CALCulate[1] 18-21
Select (create) math expression name（数式名称を選択(作成)する） 18-21
Assign unit suffix（単位サフィックスの割り付け） 18-25
Define math expression（数式の定義） 18-26
Enable and read math expression result（数式結果を使用可能にし、読み取る） 18-29
CALCulate2 18-30
Select input path（入力パスを選択せよ） 18-30

Null feed reading（ヌルフィールド読み取り値）..... 18-30
Read CALC2（CALC2 の読み取り）..... 18-31
Configure and control limit tests（リミット試験の設定と制御）..... 18-31
Composite testing（複合試験）..... 18-35
Clear test results（試験結果のクリアリング）..... 18-37
CALCulate3 18-38
Select statistic（統計の選択）..... 18-38
Acquire statistic（統計の取得）..... 18-38
:DISPlay サブシステム 18-40
Control display（ディスプレイ制御）..... 18-40
Read display（ディスプレイ読み取り）..... 18-41
Define: TEXT message（テキストメッセージの定義）..... 18-42
FORMat サブシステム 18-43
Data format（データフォーマット）..... 18-43
Data element（データ要素）..... 18-45
CALC data elements（CALC データ要素）..... 18-49
Byte order（バイト順序）..... 18-49
Status register format（ステータスレジスタフォーマット）..... 18-50
OUTPut サブシステム 18-51
Turn source on or off（ソースをオン状態またはオフ状態にせよ）..... 18-51
Interlock control （インタロック制御）..... 18-51
Output-off status（出力オフ状態）..... 18-52
:ROUTe サブシステム 18-53
Select input jack（入力ジャックを選択せよ）..... 18-53
SENSel サブシステム 18-54
Select measurement fanctions（測定機能の選択）..... 18-54
Select measurement range（測定レンジの選択）..... 18-57
Select auto range（オートレンジの選択）..... 18-59
Set compliance limit（コンプライアンスリミットの設定）..... 18-60
Set measurement speed（測定速度の設定）..... 18-62
Configure and control filter（フィルタの設定と制御）..... 18-62
SOURce サブシステム 18-64
SOURce[1] 18-64
Control source output-off（ソース出力オフの制御）..... 18-64
Select function modes（機能モードの選択）..... 18-65
Select sourcing modes（ソーシングモードの選択）..... 18-65
Select range（レンジの選択）..... 18-66
Set amplitude for fixed source（固定ソースの振幅の設定）..... 18-68
Set voltage limit（電圧リミットの設定）..... 18-71
Set delay（ディレイの設定）..... 18-73
Configure voltage and current sweeps（電圧と電流のスイープの設定）..... 18-74
Configure list（リストの設定）..... 18-80
Configure memory sweep（メモリスイープの設定）..... 18-82

Set scaling factor（倍率の設定）..... 18-84
Sweep and list program examples（スイープとリストのプログラム例）..... 18-85
Soak time（ソーク時間）..... 18-87
Pulse mode delays（パルスモードディレイ(2430型のみ)）..... 18-87
SOURce2 18-88
Setting digital output（ディジタル出力の設定）..... 18-88
Clearing digit output（ディジタル出力のクリアリング）..... 18-90
STATus サブシステム 18-92
Read event registers（イベント読み取りレジスタ）..... 18-92
Program event enable registers（イベントイネーブルレジスタのプログラミング）..... 18-92
Read condition registers（条件レジスタの読み取り）..... 18-92
Select default conditions（デフォルト条件の選択）..... 18-92
Error queue（エラー待ち行列）..... 18-93
:SYSTem サブシステム 18-94
Default conditions（デフォルト条件）..... 18-94
Control remote sensing（リモートセンシングの制御）..... 18-94
Select guard mode（ガードモードの選択）..... 18-95
Initialize memory（メモリの初期化）..... 18-95
Control beeper（ビーパの制御）..... 18-96
Control autozero（オートゼロの制御）..... 18-97
Select power line frequency setting（電源周波数設定の選択）..... 18-97
Error queue（エラー待ち行列）..... 18-98
Simulate key presses（キープレスのシミュレーション）..... 18-99
Read version of SCPI standard（SCPI 規格のバージョンの読み取り）..... 18-100
RS-232 interfaceRS232 インタフェース..... 18-101
Query timestamp（照会タイムスタンプ）..... 18-101
Reset timestamp（リセットタイムスタンプ）..... 18-102
Auto reset timestamp（オートリセットタイムスタンプ）..... 18-102
Auto range change mode（オートレンジ変更モード）..... 18-102
:TRACe サブシステム 18-103
Read clear buffer（バッファの読み取りとクリアリング）..... 18-103
Configure and control buffer（バッファの設定と制御）..... 18-103
Select time stamp format（タイムスタンプフォーマットの選択）..... 18-105
トリガサブシステム 18-106
Clear imput triggers（入力トリガのクリアリング）..... 18-106
Initiate source/measure cycle（ソース - メジャーサイクルの開始）..... 18-106
Abort source/measure cycle（ソース - メジャーサイクルを中断せよ）..... 18-107
Program trigger model（トリガモデルのプログラミング）..... 18-107

A 仕様

2400 仕様 A-3
2410 仕様 A-6
2420 仕様 A-10
2430 仕様 A-14

確度計算 A-19
メジャー確度 A-19
ソース確度 A-19
ソース - ディレイ - メジャー(SDM)サイクルのタイミング A-20
定義 A-20
タイミングダイアグラム A-21

B ステータスメッセージとエラーメッセージ

C データフロー
はじめに C-2
FETCh? C-3
CALCulate[1]:DATA? C-3
CALCulate2:DATA? C-3
TRACe:DATA? C-4
CALCulate3:DATA? C-4

D IEEE-488 バスの概要
はじめに D-2
バスの概要 D-3
バスライン D-5
データライン D-5
バス管理ライン D-5
ハンドシェークライン D-5
バスコマンド D-7
ユニラインコマンド D-8
普遍マルチラインコマンド D-8
アドレス指定マルチラインコマンド D-9
アドレスコマンド D-9
アドレス指定解除コマンド D-9
汎用コマンド D-10
SCPI コマンド D-10
コマンドコード D-10
代表的なコマンドシーケンス D-12
IEEE コマンドグループ D-13
インタフェース機能コード D-14

E IEEE-488 規格、SCPI 規格との合致に関する情報
はじめに E-2

F　コンタクトチェック機能

はじめに F-2
概要 F-2
　説明 F-2
　ブロックダイアグラム F-3
　操作 F-4
スイープとビンニングに関する留意点 F-5
前面パネルと背面パネルの操作に関する追加事項 F-6
　前面パネルコンタクトチェック F-6
　リモートコンタクトチェック F-7

図面目次

1　ご使用の前に

図 1-1　2400 型の前面パネル 1-6
図 1-2　2400 型の背面パネル 1-8

2　接続

図 2-1　端子電圧差(背面パネル) 2-3
図 2-2　2 線接続 2-4
図 2-3　4 線接続 2-5
図 2-4　高インピーダンスガーディング 2-6
図 2-5　ガード付抵抗測定 2-7

3　基本的なソース - メジャー操作

図 3-1　基本ソース - メジャー回路構成 3-6

5　パルスモード動作（2430 型のみ）

図 5-1　パルス周期 5-2
図 5-2　パルス - メジャータイミング 5-3
図 5-3　パルス - メジャータイミング(オートゼロオフ) 5-6
図 5-4　パルスだけのタイミング 5-7

6　ソース - メジャーの概念

図 6-1　ソース - ディレイ - メジャー(SDM)サイクル 6-9
図 6-2　3 種類の基本スイープ波形 6-10
図 6-3　2400 型の動作境界（T_{amb} ≦ 30℃） 6-12
図 6-4　2410 型の動作境界（T_{AMB} ≦ 30℃） 6-13
図 6-5　2420 型の動作境界（T_{AMB} ≦ 30℃） 6-14
図 6-6　2430 型の動作境界（T_{AMB} ≦ 30℃） 6-16
図 6-7　I ソース出力特性 6-18
図 6-8　I ソースリミットライン 6-19
図 6-9　I ソース動作例 6-20
図 6-10　V ソース出力特性 6-22
図 6-11　V ソースリミットライン 6-23
図 6-12　V ソース動作例 6-24
図 6-13　ソース I 6-25
図 6-14　ソース V 6-26
図 6-15　メジャーのみ(V または I) 6-27
図 6-16　高インピーダンス測定 6-29
図 6-17　インサーキット抵抗測定 6-31
図 6-18　ガードセンスを利用するインサーキット抵抗測定 6-33
図 6-19　データフロー前面パネル 6-34

7　レンジ、デジット、速度、フィルタ

図 7-1　移動平均とリピーティングフィルタ 7-9

8　リラティブと演算

図 8-1　電圧係数試験のための接続 8-7

10　スイープ動作

図 10-1　線形階段波スイープ 10-2
図 10-2　対数階段波スイープ(1V から 10V までの 5 点スイープの例) 10-3
図 10-3　カスタムパルススイープ 10-5
図 10-4　代表的なダイオードの V-I 曲線と試験点(目盛りどおりではない) 10-7
図 10-5　ダイオードの V-I 試験のための接続 10-13
図 10-6　ダイオードの V-I 曲線 10-13
図 10-7　パルスモード線形階段波スイープ 10-15

11　トリガリング

図 11-1　トリガモデル（前面パネル操作） 11-3
図 11-2　背面パネルピン接続 11-8
図 11-3　トリガリンク入力パルス仕様 11-8
図 11-4　トリガリンク出力パルス仕様 11-9
図 11-5　DUT 試験システム 11-9
図 11-6　トリガリンク接続 11-10
図 11-7　トリガリンク動作モデルの例 11-11
図 11-8　トリガモデル(リモート操作) 11-15
図 11-9　メジャーアクション 11-19
図 11-10　2430 型のパルスモードトリガモデル(前面パネル操作) 11-23
図 11-11　2430 型のパルスモードトリガモデル(リモート操作) 11-24

12　リミット試験

図 12-1　リミット試験 12-2
図 12-2　グレーディングモードリミット試験 12-5
図 12-3　ソーティングモードリミット試験 12-8
図 12-4　ハンドラインタフェース接続 12-9
図 12-5　ビンニングシステム単一要素デバイス 12-10
図 12-6　ビンニングシステム多要素デバイス 12-11
図 12-7　ディジタル出力オートクリアタイミングの例ライン 1 12-12
図 12-8　ダイオード合格/不合格リミット 12-18

13　ディジタル I/O ポート、安全インタロック、および出力設定

図 13-1　インタロックとディジタル I/O ポート 13-2
図 13-2　試験器具のインタロックの使用 12-3

14　リモート動作

図 14-1　IEEE-488 コネクタ 14-4
図 14-2　IEEE-488 接続 14-5
図 14-3　IEEE-488 コネクタの位置 14-5
図 14-4　RS-232 インタフェースコネクタ 14-19

15　ステータス構造

図 15-1　ソース・メータのステータスレジスタ体系 15-3
図 15-2　16 ビットステータスレジスタ 15-5
図 15-3　ステータスバイトとサービスリクエスト(SRQ) 15-7
図 15-4　標準イベントステータス 15-12
図 15-5　動作イベントステータス 15-13
図 15-6　測定イベントステータス 15-14
図 15-7　疑問イベントのステータス 15-15

18　SCPI コマンドの内容

図 18-1　ASCII データフォーマット 18-43
図 18-2　IEEE754 単精度データフォーマット 18-44
図 18-3　キープレスコード 18-100

A　仕様

図 A-1　事例 I のタイミングダイアグラム A-21
図 A-2　事例 II のタイミングダイアグラム A-22
図 A-3　事例 III のタイミングダイアグラム A-23
図 A-4　事例 IV のタイミングダイアグラム A-23
図 A-5　事例 V のタイミングダイアグラム A-24
図 A-6　事例 VI のタイミングダイアグラム A-24

C　データフロー

図 C-1　データフローブロックダイアグラム C-2

D　IEEE-488 バスの概要

図 D-1　IEEE-488 バス設定 D-4
図 D-2　IEEE-488 ハンドシェークシーケンス D-6
図 D-3　コマンドコード D-11

F　コンタクトチェック機能

図 F-1　ケルビン抵抗エラーの発生源 F-2
図 F-2　コンタクトチェックブロックダイアグラム F-3

表目次

1　ご使用の前に

表 1-1　電源周波数リモートコマンド 1-11
表 1-2　電源線ヒューズ 1-12
表 1-3　工場出荷時デフォルト設定値 1-16
表 1-4　メインメニュー 1-18

3　基本的なソース - メジャー操作

表 3-1　ソース - メジャー機能 3-4
表 3-2　コンプライアンスリミット 3-5
表 3-3　オートソースディレイ 3-9
表 3-4　基本ソース - メジャーコマンド 3-14
表 3-5　基本ソース - メジャープログラミングの例 3-15

4　抵抗測定

表 4-1　基本抵抗測定用リモートコマンド 4-9
表 4-2　基本抵抗プログラミングの例 4-9

5　パルスモード動作（2430 型のみ）

表 5-1　基本パルス - メジャーコマンド 5-13
表 5-2　基本パルスプログラミングの例 5-14

6　ソース - メジャーの概念

表 6-1　コンプライアンスリミット 6-3
表 6-2　コンプライアンスの例 6-4
表 6-3　バッファに関する留意点 6-35

7　レンジ、デジット、速度、フィルタ

表 7-1　レンジコマンドとデジットコマンド 7-5
表 7-2　レンジとデジットのプログラミングの例 7-6
表 7-3　速度コマンド 7-7
表 7-4　フィルタコマンド 7-10
表 7-5　フィルタプログラミングの例 7-10

8　リラティブと演算

表 8-1　REL コマンド 8-3
表 8-2　REL プログラミングの例 8-3
表 8-3　演算コマンド 8-6
表 8-4　電圧係数プログラミングの例 8-7

9 データストア

表 9-1 データストアコマンド 9-5
表 9-2 データストアの例 9-6

10 スイープ動作

表 10-1 対数スイープ点 10-4
表 10-2 スイープコマンド 10-12
表 10-3 スイーププログラミングの例 (ダイオードの試験) 10-14
表 10-4 パルスモード線形階段波スイーププログラミングの例 10-17

11 トリガリング

表 11-1 外部トリガ設定の例 11-10
表 11-2 リモートトリガコマンド 11-21
表 11-3 リモートトリガリングの例 11-22

12 リミット試験

表 12-1 リミットコマンド 12-17
表 12-2 リミット試験プログラミングの例 12-19
表 12-3 リミット試験結果の要約 12-19

13 ディジタル I/O ポート、安全インタロック、および出力設定

表 13-1 出力設定コマンド 13-7
表 13-2 出力設定プログラミングの例 13-8

14 リモート動作

表 14-1 汎用バスコマンド 14-6
表 14-2 RS-232 コネクタのピン接続 14-19
表 14-3 PC シリアルポートピン接続 14-19

15 ステータス構造

表 15-1 レジスタをリセットし待ち行列をクリアするための一般コマンドと SCPI コマンド 15-4
表 15-2 ステータスレジスタ読み取り用データフォーマットコマンド 15-6
表 15-3 ステータスバイトレジスタ・コマンドとサービスリクエスト
イネーブルレジスタ・コマンド 15-10
表 15-4 ステータスバイトプログラミングの例 15-10
表 15-5 条件レジスタコマンド 15-15
表 15-6 イベントレジスタコマンド 15-16
表 15-7 イベントイネーブルレジスタ・コマンド 15-17
表 15-8 レジスタをプログラムし読み取るプログラミングの例 15-17
表 15-9 エラー待ち行列のコマンド 15-19

16　コモンコマンド

表 16-1　IEEE-488.2 によるコモンコマンドと照会コマンド 16-2
表 16-2　*OPC プログラミングの例 16-4
表 16-3　*SAV、*RCL プログラミングの例 16-5
表 16-4　*TRG プログラミングの例 16-6

17　SCPI 測定コマンド

表 17-1　測定コマンドの要約 17-2

18　SCPI コマンドの内容

表 18-1　CALCulate コマンドの要約 18-3
表 18-2　DISPlay コマンドの要約 18-7
表 18-3　FORMat コマンドの要約 18-8
表 18-4　OUTPut コマンドの要約 18-8
表 18-5　ROUTe コマンドの要約 18-9
表 18-6　SENSe コマンドの要約 18-9
表 18-7　SOURce コマンドの要約 18-12
表 18-8　STATus コマンドの要約 18-16
表 18-9　SYSTem コマンドの要約 18-17
表 18-10　TRACe コマンドの要約 18-18
表 18-11　Trigger コマンドの要約 18-19

B　ステータスメッセージとエラーメッセージ

表 B-1　ステータスメッセージとエラーメッセージ B-2

D　IEEE-488 バスの概要

表 D-1　IEEE-488 バスコマンドのまとめ D-7
表 D-2　16 進コマンドコードと 10 進コマンドコード D-10
表 D-3　代表的なアドレス指定マルチラインコマンドシーケンス D-12
表 D-4　代表的なアドレス指定コモンコマンドシーケンス D-12
表 D-5　IEEE コマンドグループ D-13
表 D-6　2400 型インタフェース機能コード D-14

E　IEEE-488 規格、SCPI 規格との合致に関する情報

表 E-1　IEEE-488 のドキュメンテーション要求事項 E-3
表 E-2　結合型コマンド E-4

F　コンタクトチェック機能

表 F-1　コンタクトチェックメニューシーケンス F-6
表 F-2　コンタクトチェックリモートコマンド F-7
表 F-3　コンタクトチェックプログラミングの例 F-7

1
ご使用の前に

- 一般事項－保証に関する情報、連絡先、安全に関する記号と用語、検査、購入可能なオプション品とアクセサリを含めた総合情報を提供します。
- 製品概要－ソース・メータの特長を要約します。
- 前面パネル、背面パネルに慣れる－計測器の制御装置とコネクタについて要約します。
- 電源投入－電源接続、電源電圧設定値、ヒューズの交換、電源投入シーケンスについて説明します。
- 冷却ファン－2410 型、2420 型、2430 型の冷却ファンについて説明します。
- ディスプレイ－ソース・メータのディスプレイに関する情報を提供します。
- デフォルト設定値－工場出荷時のデフォルトセットアップと、ユーザセットアップの格納と呼び出しについて、説明します。
- メニュー－メインメニューと設定メニューのほか、メニューをナビゲートする場合のルールも説明します。

マニュアル付録

計測器またはマニュアルについての改善または変更については、すべて、マニュアルの追記欄で説明します。このような変更事項に必ず目をとおし、マニュアルに取り込んでください。

安全に関する記号と用語

下記の記号と用語が、計測器に表示され、またはこのマニュアルの中で使用されることがあります。

⚠ 計測器にこの記号がついている場合は、マニュアルに記載した操作指示事項を参照する必要があります。

⚡ 計測器にこの記号がついている場合は、端子に高い電圧が存在する可能性があります。このような高い電圧による感電を避けるために、標準安全注意事項に従ってください。

このマニュアルで使用する「警告」の見出しは、人身傷害または死亡の原因となる恐れのある危険を示します。記載した手順を実行する前に、必ず関連情報をすみずみまで読んでください。

このマニュアルで使用する「注意」の見出しは、計測器に損傷を与える恐れのある危険を示し

ます。このような損傷は、保証を無効にすることがあります。

検査

2400型は出荷前に、電気的、機械的に入念な検査を受けています。輸送カートンからすべての品目を取り出したあと、輸送中に発生したと思われる物理的損傷の明白な痕跡がないか、点検してください（注記　ディスプレイレンズには保護フィルムが貼ってあることがあります。このフィルムは取り除くことができます）。損傷がある場合には、出荷担当に直ちに知らせてください。輸送のためにあとで必要になることもあるので、元の梱包カートンを保存してください。どの2400型も、下記の品目を含みます。

- ラインコード付2400型ソースメータ
- 安全試験用リード線（1754型）
- 発注したアクセサリ
- 校正証明書
- 2400型ユーザマニュアル
- 2400型サービスマニュアル
- 2400型サポートソフトウェアディスク、GPIBバス用TestPoint計測器ライブラリとウィンドウズドライバ用LabViewを含む
- 計測器またはマニュアルに改善または変更がある場合には、これを記載したマニュアル付録

マニュアルの追加が必要な場合には、関連するマニュアルパッケージ（例：2400-901-00）を注文してください。マニュアルパッケージは、マニュアルと関連追記事項を含みます。

オプションとアクセサリ

2400型用として、下記のオプションとアクセサリをケースレーは用意しています。

汎用プローブ

8605型高性能モジュール試験リード線－2個の高圧（1600V）試験プローブとリード線で構成されます。試験リード線の端末は、両端に引込シースを備えたバナナプラグです。

8606型高性能プローブチップキット－2個のスペードラグ、2個のワニ口クリップ、2個のスプリングフック試験プローブで構成されます（スペードラグとワニ口クリップの定格は30VRMS、42.4Vピークです。試験プローブの定格は1000Vです）。これらの部品は、8605型のようなバナナプラグ端末を備える高性能試験リード線とともに使用します。

下記の試験リードと試験プローブの定格は30V RMS、42.4Vピークです。

5805型、5805-12型ケルビンプローブ－バナナプラグを端末とする2個のばね荷重式ケルビン試験プローブで構成されます。4端子抵抗測定計測器用として設計してあります。長さは5805型が0.9m、5805-12型が3.6mです。

5806型ケルビンクリップリード線セット－バナナプラグ端末を備える2個のケルビンクリップ

試験リード線（0.9m）を含みます。4端子抵抗測定計測器用として設計してあります。8個の交換用ゴムバンドが1セットとして用意されています（ケースレーP/N GA-22）。

8604型SMDプローブセット－2個の試験リード線（0.9m）で構成されています。それぞれの試験リード線の端末は、一方は表面実装デバイス「グラバ」クリップを、他方は引込シースを備えるバナナプラグとなっています。

低熱雑音プローブ

8610型低熱雑音ショーティングプラグ－1インチ平方の基板に取り付けた4個のバナナプラグで構成され、すべてのプラグの間を短絡するように相互接続されています。

8611型低熱雑音パッチリード線－2本の試験リード線（0.9m）で構成され、それぞれのリード線は、両端引込シース端末のバナナプラグを備えます。これらのリード線は、試験リード線が発生する熱誘起オフセットを、最小限に抑えます。

8612型低熱雑音スペードリード線－2本の試験リード線（0.9m）で構成され、それぞれのリード線は、一方の端末ではスペードラグを備え、他方の端末では引込シース付バナナプラグを備えます。これらのリード線は、試験リード線が発生する熱誘起オフセットを、最小限に抑えます。

ケーブルとアダプタ

7007-1型、7007-2型シールドGPIBバスケーブル－電磁干渉（EMI）を低減するために、シールドケーブルとコネクタを使用して2400型をGPIBバスに接続します。長さは7007-1型が1m、7007-2型が2mです。

8501-1型、8501-2型トリガリンクケーブル－トリガリンクコネクタを使って2400型をほかの計測器に接続します（たとえば7001型スイッチシステム）。長さは8501-1型が1m、8501-2型が2mです。

8502型トリガリンクアダプター－これを使えば2400型の6本のトリガリンクラインのどれでも、標準BNCトリガコネクタを使用する計測器に接続することができます。

8503型DIN/BNCトリガ接続ケーブル－これを使えば2400型のトリガリンク1（電圧計読取完了）とトリガリンク2（外部トリガ）を、BNCトリガケーブルを使用する計測器に接続することができます。長さは8503型が1mです。

ラックマウントキット

4288-1型単一固定ラックマウントキット－単一の2400型を標準19インチラックに取り付けます。

4288-2並列ラックマウントキット－2台の計測器（182、428、486、487、2000、2001、2002、2010、2015、2400、2410、2420、2430、6430、6517、7001の各型）を標準19インチラックに並べて取り付けます。

4288-3並列ラックマウントキット－1台の2400型と1台の199型を標準19インチラックに並べて取り付けます。

4288-4型並列ラックマウントキット－1台の2400型と1台の5.25インチ計測器（195A、196、220、224、230、263、595、614、617、705、740、775型など）を標準19インチラックに並べて取り付けます。

4288-5型二重固定ラックマウントキット－1台のソース・メータと、このほかに1台の高さ3.5インチの計測器(182、428、286、487、2000、2010、2400、2410、2420、2430、6430、7001)を標準19インチラックに並べて取り付けます。

携帯ケース

1050型パッド入り携帯ケース－2400型用の携帯ケースです。ハンドルとショールダストラップが付属します。

製品の概要

2400型は、精密でローノイズ高安定型リードバック付DC電源装置と、ローノイズで再現性の高いインピーダンス5.5桁マルチメータを合体したものです。ソースメータの基本確度は0.012%で、分解能は5.5桁です。5.5桁では、ソースメータはIEEE-488標準バスを介して1秒当たり520個の読取り値を出力します。4.5桁では、1秒当たり2000回までの読取り値を内部バッファに読み込むことができます。2400型は、次のような広いレンジのソースレンジと測定レンジを備えています。

2400型
- ソース電圧: 5μVから210V　　メジャー電圧: 1microVから211V
- ソース電流: 50pAから1.05A　　メジャー電流: 10pAから1.055A
- メジャー抵抗: 100μΩ(< 100μΩ手動抵抗測定の場合)から211Ω
- 最大ソース電力: 22W

2410型
- ソース電圧: 5μVから1100V　　メジャー電圧: 1microVから1100V
- ソース電流: 50pAから1.05A　　メジャー電流: 10pAから1.055A
- メジャー抵抗: 100μΩ(< 100μΩ手動抵抗測定の場合)から211Ω
- 最大ソース電力: 22W

2420型
- ソース電圧: 5μVから63V　メジャー電圧: 1microVから63.3V
- ソース電流: 500pAから3.15A　　メジャー電流: 100pAから3.165A
- メジャー抵抗: 10μΩ(< 10μΩ手動抵抗測定の場合)から21.1MΩ
- 最大ソース電力: 66W

2430型
- ソースDCまたはパルス電圧: 5μVから105V　メジャー電圧: 1μVから105.5V
- ソースDC電流: 500pAから3.15A　　メジャーDC電流: 100pAから3.165A
- ソースパルス電流: 500pAから10.5A　　メジャーパルス電流: 100pAから10.55A
- メジャー抵抗: 10μΩ(< 10μΩ手動抵抗測定の場合)から21.1MΩ
- 最大DCソース電力: 110W
- 最大パルスソース電力: 1.1kW

注記　2400、2410、2420、2430型はY2K対策に準拠しています。

ソース・メータに追加された機能には、次のようなものがあります。

- リモートインタフェースを介して3つの機能すべてを同時に測定する
- ソース-メジャースイープ機能 (線形階段波スイープと対数階段波スイープ、最大2500点までのソーススイープリスト、最大100種類までの計測器セットアップのメモリスイープ)
- プログラマブルIソースまたはVソースを使い、VまたはIをクランプして6-線抵抗測定を行う
- 4象限ソースとシンクを使う動作
- 内蔵合格不合格試験用コンパレータを使って最大12段階までのリミット試験を行う
- 独立型ビンニング動作用ディジタルI/Oまたはコンポーネントハンドラとのインタフェース
- プログラム言語とリモートインタフェース－ソース-メータは、SCPIプログラム言語と2個のリモートインタフェースポート (IEEE-488/GPIBとRS-232) を使用する。
- ケースレー7000シリーズスイッチングハードウェアとのトリガリンクインタフェース
- 数式－最大5個までユーザ定義可能な5個の数式を内蔵 (バスのみ)
- 読み取り値とセットアップの格納－最大2500個までの読み取り値と7個のセットアップ (ユーザデフォルト5個、工場出荷時デフォルト1個、*RSTデフォルト1個) を格納すること、呼び出すことができる。
- カバーを取らずに校正できる－計測器の校正は、前面パネル、リモートインタフェース、どちらからでも可能

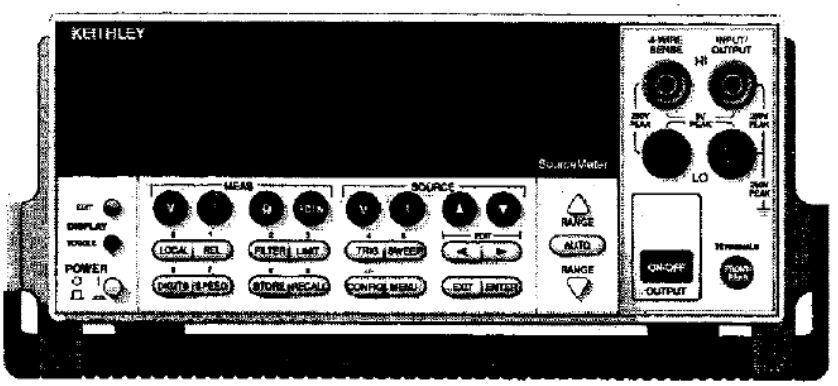
前面パネル、背面パネルに慣れる

注記　このマニュアルに記載されたソース・メータは、どの型式も外観が非常に似ていますので、重複を避けるために、説明には2400型を使います。

前面パネルの概略

2400型ソースメータの前面パネルを図1-1に示します。計測器を操作する前に、下記の略字の解説を十分に読んでください。

図1-1
2400型の
前面パネル



測定（MEAS）機能キー

V	電圧測定
I	電流測定
Ω	抵抗測定
FCTN	演算機能実行

ソース（SOURCE）機能キー

V	ソース電圧（Vソース）
I	ソース電流（Iソース）
▲	ソースまたはコンプライアンスの値を増加します
▼	ソースまたはコンプライアンスの値を減少します

操作キー

EDIT	編集のためにソースまたはコンプライアンスを選択します
TOGGLE	ソースとメジャーの読み取り値のディスプレイ位置をトグルで切り替える、またはVとIの読取り値をディスプレイします。
LOCAL	リモート動作を取り消す
REL	現在の機能での相対的な読み取りを可能にします/禁止します
FILTER	現在の機能についてのデジタルフィルタのステータスをディスプレイし、フィルタのオン/オフをトグルで切り替えます
LIMIT	設定したリミット試験を実行します
TRIG	前面パネルから測定動作をトリガします
SWEEP	設定したスイープを開始します
◀と▶	パラメータ値を変更します、または機能と操作の選択を行います
DIGITS	ディスプレイ分解能の桁数を変更します
SPEED	確度の選択またはNPLCの指定によって測定速度を変更します
STORE	バッファサイズを設定し、読取り値の格納を可能にします
RECALL	格納された読取り値とタイムスタンプをディスプレイします
CONFIG	CONGIGボタン、続いて関連するキーを押し、機能または動作を設定します
MENU	メインメニュー選択にアクセス、メインメニュー選択を設定します 数値を入力する場合は、最小絶対値の読み取り値をクリアするために使用します
EXIT	選択を取り消す。メニュー体系からバックアウトするときに使用します
ENTER	選択を受け入れます

レンジ（RANGE）キー

▲	次に高いレンジに移動します、桁をインクリメントします、次の選択に移動します
▼	次に低いレンジに移動します、桁をデクリメントします、前の選択に移動します
AUTO	測定自動レンジ設定を使用可能または使用禁止状態にします

アナンシエータ

EDIT	編集モードの計測器
ERR	疑わしい読取り値、無効校正ステップ
REM	GPIBバスリモートモードの計測器
TALK	GPIBバスを介してtalkするように呼びかけられた計測器
LSTN	GPIBバスを介してlistenするように呼びかけれれた計測器
SRQ	GPIBバスを介してのサービス要求
REAR	背面の入力/出力コネクタを選択
REL	相対的読取り値をディスプレイ
FILT	デジタルフィルタ使用
MATH	演算機能使用
4W	リモートセンシング使用
AUTO	自動レンジ使用
ARM	ソース-メジャー操作実行中
TRIG	外部トリガソースを選択
*	読取り値格納中

入力/出力コネクタ

INPUT/OUTPUT HIおよびLO	電圧、電流、抵抗のソースとなってこれらを測定する場合に使用します
4-WIRE SENSE HIおよびLO	4線リモートセンシングに使用します

入力/出力制御

ON/OFF	ソースのオン／オフを行います
FRONT/REAR	前面または背面パネルの入力接続を選択します

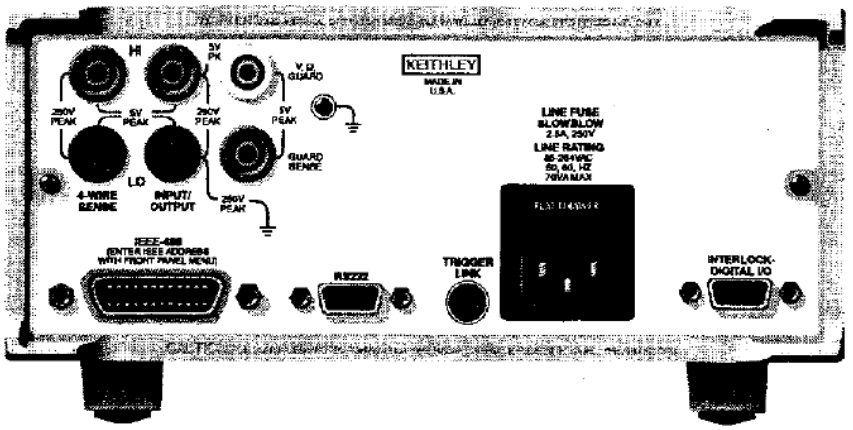
ハンドル

ハンドルを引き出し、希望の位置まで回転します。

背面パネルの概略

2400 型ソースメータの背面パネルを図 1-2 に示します。計測器を操作する前に、下記の略字の解説を十分に読んでください。

図 1-2
2400 型の
背面パネル



入力 / 出力コネクタ

INPUT/OUTPUT HI および LO	電圧、電流、抵抗のソースとなってこれらを測定する場合に使用します
4-WIRE SENSE HI および LO	4 線リモートセンシングに使用します
V, Ω GUARD	ガード測定用のドリブンガード
GUARD SENSE	GUARD OUTPUT リード線の中の IR 降下を補償するために使用します
ねじ付きペムナット	接地（シャーシ）用

警告　INPUT/OUTPUT LO は内部的にシャーシに接続されていませんので、シャーシ接地に対して 250V まで浮くことがあります。

インターロックおよびデジタル入力 / 出力ポート

INTERLOCK-DIGITAL I/O	デジタル出力線、安全インターロック、コンポーネントハンドラ信号のためのコネクタ

電源モジュール

AC ラインコンセントと電源ラインヒューズを内蔵

トリガリンクコネクタ

TRIGGER LINK	トリガパルス送受信用の 8 ピンマイクロ DIN コネクタ。8501-1、8501-2、8502、8504 型のようなトリガリンクケーブルまたはアダプタを使用します。

RS-232 コネクタ

RS-232	RS-232 リモート操作用コネクタ。ストレートスルー DB-9 ケーブル（ヌルモデムケーブルではなく）を使用します。

GPIB バスコネクタ

IEEE-488 INTERFACE	GPIB バスリモート操作用コネクタ。シールドケーブル（7007-1 または 7007-2 型）を使用します。

電源投入

警告　電源投入時には、電圧スパイクがソース・メータの端子に現れることがあります。このような電圧スパイクは危険レベル (42.4V ピーク) に達していることがあり敏感な DUT に損傷を与える可能性があります。ソース・メータの電源投入時には、外部回路や試験リードには絶対に触れないようにしてください。ユニットの電源投入に先立ち、必ず DUT をソース・メータから切り離すのは、よい例です。

警告　感電を防ぐために、導体または導体に接触する DUT に、ユーザが接触できないように、試験用の接続を構成しなければなりません。設置状態の安全を確保するには、導体との接触を防ぐ遮蔽物、隔壁、接地が必要です。操作員の保護と安全は、製品を設置する人の責任です。

警告　ソース・メータを取り扱う時には、ケース左側にあるヒートシンクには絶対にさわらないでください。このヒートシンクは火傷を起こすほどの高温になることがあります。

電源接続

2400 型は、周波数 50 または 60Hz の 85 から 250V までの範囲の商用電圧で動作します。また、ソースメータは 400Hz でも動作しますが、確度仕様は保証されません。商用電圧は自動的に検出されますので、スイッチを設定する必要はありません。現地で利用可能な商用電圧が上記の範囲に適合することを確認してください。

注意　正しくない商用電圧を使って計測器を動作せると損傷を招くことがあり、保証を無効にする可能性があります。

下記のステップを実行してソースメータを商用電力に接続し、スイッチを入れてください。

1. 電源コードを挿入する前に、前面パネル電源スイッチがオフ (0) 位置にあることを確認してください。
2. 付属電源コードの雌側を背面パネルの AC コンセントに接続してください。

警告　2400 型に付属する電源コードは、接地コンセント用の独立接地線を備えています。正しい接続が行われていれば、計測器のシャーシは電源コードの接地線を経由して商用系統の接地に接続されます。接地コンセントを使用しないことが原因となって、感電による人身傷害または死亡が発生する恐れがあります。

3. 前面パネルの電源スイッチをオン (1) の位置まで押して、計測器の電源を投入してください。

電源投入シーケンス

電源を投入すると、2400型はそのEPROMとRAMのセルフテストを行い、すべてのセグメントとアナンシエータを瞬間的に点灯させます。故障が検出されると、計測器は瞬間的にエラーメッセージをディスプレイし、ERRアナンシエータが点灯します（エラーメッセージは付録Bに記載されています）。

注記　2430型では内部のキャパシタ群を充電する必要があります。充電中には「キャパシタ群を充電しています。お待ちください」というメッセージが約10秒間現れます。

注記　計測器の保証期間中に問題が発生した場合には、修理のためケースレー・インスツルメント社に返送してください。

計測器がセルフテストに合格すれば、ファームウェアリビジョンレベルがディスプレイされます。たとえば次のとおりです。

REV A01 A02
ここで　A01は主基板ROMのリビジョンです。
　　A02はディスプレイ基板ROMのリビジョンです。

検出した商用電源周波数（50、60、または400Hz）もディスプレイされます。通信インタフェースステータスも、短時間ですがディスプレイされます。IEEE-488バスが現在の選択インタフェースであれば、識別メッセージには一次アドレスも含まれます。たとえば、一次アドレスが24（工場出荷時デフォルト）であれば、"IEEEAddr=24" というメッセージがディスプレイされます。RS-232インタフェースが選択された場合では、"RS-232" というメッセージがディスプレイされます。

電源投入シーケンスが終わると、計測器は出力オフ（赤色のOUTPUT表示灯が消える）の状態で正常ディスプレイ状態に入ります。出力オフの状態では、"OFF" メッセージがディスプレイされ、読取り値の代わりにダッシュ記号が現れます。

電源周波数設定

工場出荷時には、ソース・メータは電源周波数を感知し自動的に周波数設定を選択するように調整してあります。しかし、電源に雑音が多いと、ソース・メータが電源投入時に間違った設定を選択することがあります。このような状況が発生した場合には、測定読み取り値には雑音が混入し、精度に影響を及ぼすことがあります。電源周波数は、次に示すように前面パネルまたはリモートを経由して、手動で設定することができます。

前面パネル電源周波数

次に示すように、前面パネルから電源周波数を設定してください。

1. MENUキーを押してMAIN MENUをディスプレイしてください。

2. 右の矢印キーを使って、AD-CTRL を選択し、そのあと ENTER を押して A/D CONTROL をディスプレイしてください。
3. LINE-FREQUENCY を選択し、そのあと ENTER を押して LINE FREQUENCY をディスプレイしてください。
4. カーソルを 50Hz、60Hz、または AUTO に合わせて、ENTER を押してください。(400Hz での動作には 50Hz を選択してください)
5. EXIT を押して通常ディスプレイに戻ってください。

リモートコマンド電源周波数

表 1-1 は、電源周波数の制御に使用するリモートコマンドの要約です。これらのコマンドの使用についての詳細は、第 17 部を参照してください。

プログラミングの例
50 または 400Hz での動作
:SYST:LFR 50

自動周波数動作
:SYST:LFR: AUTO ON

表 1-1
電源周波数リモートコマンド

コマンド	内容
:SYSTem:LFRequency<freq> :SYSTem:LFRequency:AUTO<state>	電源周波数を選択せよ (周波数=50 または 60Hz)。 自動周波数を使用可能/使用禁止にせよ (状態=ON または OFF)。

ヒューズの交換

背面パネルのヒューズはソース・メータの電源入力を保護します。電源ヒューズの交換が必要な場合には、次のステップに従ってください。

注意　継続して火災または計測器の損傷を防ぐために、同一型式、同一定格のヒューズを交換用に使用してください。計測器のヒューズが頻繁に飛ぶ場合には、トラブルの原因を突き止め、是正してから、ヒューズを交換してください。

1. ヒューズは AC ソケットの上の引き出しの中にあります (図 1-2)。ヒューズ引き出しの底には小さいつまみがあります。この位置で、刃のついた小さいドライバでヒューズ引き出しをこじ開けてください。
2. ヒューズ引き出しを滑らせながら引いてください。ヒューズ引き出しは、電源モジュールから外に外れないことに注意してください。
3. 引き出しからヒューズを外し、同一種類のものを代わりに取り付けてください (表 1-2)。

4. ヒューズ引き出しを電源モジュールに押し戻してください。

表 1-2
電源線ヒューズ

ソース・メータ	ヒューズ仕様	ケースレー部品番号
2400 と 2410 2420 と 2430	250V,2.5A,5x20mm 250V,3.15A,5x20mm	FU-72 FU-106-3.15

冷却ファン

2410、2420、2430 型では、過熱を防ぐために冷却ファンを使用します。2400 型には冷却ファンがありません。どちらの場合も (ファンがある場合もない場合も)、過熱の防止には適切な換気を維持しなければなりません。適切な換気の維持に関する詳細は、第 3 部の始めに記載してある「警告と注意」を参照してください。

2410 型－電源が入っている間は連続的に運転する定速度ファンを使用します。

2420、2430 型－3 速ファンを使用します。OUTPUT ON の状態では、ファンの速度設定は使用中の電流レンジ (ソースまたはメジャー) によって決まります。

2420 と 2430 のレンジ	ファン速度
10uA, 100uA, 1mA	低速(50%)
10mA, 100mA	中速(75%)
1A,3A,3A/10A(2430)	高速(100%)

OUTPUT が OFF 状態にある場合には、ファンは低速で回転するか、または出力オンのの状態の時に回転していた速度のままで回転します (電流レンジによります)。この速度の選択は、GENERAL MENU の FAN 選択によって設定します。(この部の「メインメニュー」を参照してください)

注記　2420 または 2430 型が過熱した場合には、出力がトリップし、冷却 FAN は高速で回転します (速度選択設定とは無関係に)。詳細については第 6 部の「過熱保護」を参照してください。

ディスプレイ

ディスプレイフォーマット

ソース・メータのディスプレイを使用する主な目的は、ソース値とコンプライアンス値をプログラムし、測定読み取り値をディスプレイすることです。アナンシエータは、読み取り値/メッセージディスプレイの上部に沿う位置にありますが、「前面パネルのまとめ」でこれまでに説明したように、いろいろな動作状態を表示します。

電源投入時には、上部ディスプレイ (主ディスプレイ) は、出力オン状態 (出力がオフ状態の時は "OFF" がディスプレイされます) の測定に使用されます。左下ディスプレイはプログラムしたソース値 (Vsrsc または Isrc) の表示に、また右下ディスプレイはプログラムしたコンプライアンス (Cmpl) リミットの表示に使います。

読み取り値に関する情報をディスプレイするときは、固定小数点または浮動小数点フォーマットの形で、工学単位または科学表記を使用します。メイン MENU の GENERAL/NUMBERS 選択を使って、あとでこの部の「メニュー」で説明するように、ディスプレイフォーマットを選択してください。

工学単位の例:1.23456μA
科学表記の例:1.23456e -6

EDIT キー

ソース値とコンプライアンス値を設定するには、ソース・メータが編集モードに入っていなければなりません。編集モードを選択するには、EDIT キーを押します (EDIT アナンシエータはオン状態)。ソース値またはコンプライアンス値を読み取るために、編集カーソル (点滅している桁) が現れます。ある値を 6 秒以内に編集しないと、編集モードはキャンセルされます。編集モードにある間は、EDIT キーは、ソース値とコンプライアンス値との間で切り替わります。ソース値とコンプライアンス値の設定に関する詳細は、第 3 部を参照してください。

TOGGLE キー

注記　2430 型パルスモードの場合は、TOGGLE キーは使用禁止になります。

出力がオン状態の場合は、上部ディスプレイと左下ディスプレイの読み取り値は、TOGGLE キーが操作します。このキーは、右下のコンプライアンス読み取り値 (Cmpl) には影響を与えません。TOGGLE キーを押すたびに、ディスプレイオプションが順次変わっていきます。

電圧 (V) または電流 (I) 測定機能を選択すると、TOGGLE キーを使って電流と電圧の測定値を同時にディスプレイすることができます。このキーを使えば、ソースとメジャーの読み取り値のディスプレイ位置を、切り替えることができます。

抵抗 (Ω) 測定機能を選択すると、いつでも抵抗測定値が上部ディスプレイに表示されます。TOGGLE キーを使用すれば、プログラムしたソース値、電流測定値、または電圧測定値を左下ディスプレイに表示することができます。

TOGGLE キーを使えば、データストアに格納された読み取り値に関する統計データをディスプレイすることもできます。この機能は、データストア RECALL モードを使って実行されます。

注記　FCTN、REL、または Limits が使用可能になっていれば、TOGGLE キーは使用禁止になります。

ステータスメッセージとエラーメッセージ

ステータスメッセージとエラーメッセージは、瞬間的に表示されます。ソース・メータの動作進行中とプログラミング進行中は、多数の前面パネルメッセージが現れます。主なメッセージは、その性質から見るとステータスまたはエラーに関するもので、付録Bに一覧形式でまとめてあります。

リモートディスプレイプログラミング

ディスプレイは、SCPI:DISPlay コマンドを使って制御することもできます。たとえば、:DISPlay:ENABle: ONOFF を使って、ディスプレイを入れたり切ったりすることができます (「前面パネルディスプレイを使用禁止にする」参照)。また:DISPlay:DIGits<n> は、ディスプレイの分解能を設定します。これらのコマンドの詳細は、第17部を参照してください。

前面パネル試験

メイン MENU の TEST/FRONT-PANEL-TEST を選択し、前面パネルの各種機能を支援してください。試験用の選択項目には次のものがあります。

- KEYS －前面パネルキーの試験を行います。キーを押すとそのキーを識別するメッセージが現れます。EXIT を2回押すと、この試験はキャンセルされます。
- DISPLAY PATTERN －この選択項目を選んで、すべてのディスプレイ画素とアナンシエータをオン状態にしてください。これ以後は、キーを押すと、アナンシエータと各桁のコーナ画素をオフ状態にする、左上のディスプレイディジットの行をオン状態にする、すべてのアナンシエータと各桁の画素をオン状態にする、という一連の試験が順次に繰り返されます。この試験をキャンセルするには EXIT を押してください。
- CHAR SET －この試験は特殊文字を表示します。この試験をキャンセルするには EXIT を押してください。

メニュー詳細はこの部の後半の「メニュー」を参照してください。

前面パネルディスプレイを使用禁止にする

前面パネルディスプレイ回路を使用禁止状態に置き、計測器の動作速度を速めることができます。使用禁止になっている間は、ディスプレイは静止状態に置かれ、次のメッセージが現れます。

FRONT PANEL DISABLED
もとに戻すときは、LOCAL を押してください。

メッセージが伝えるように、すべての前面パネル制御 (LOCAL、TRIG、OUTPUT ON/OFF を除く) は使用禁止となります。

前面パネル制御

前面パネルディスプレイ回路は、DISABLE DISPLAY 設定メニューで制御します。このメニューにアクセスするには、CONFIG、続いて EDIT (または TOGGLE) を押します。オプション (NOW、NEVER、SWEEP、または STORE) を選択するには、◀キーと▶キーを使ってカーソルを所要のオプションに合わせ、続いて ENTER を押してください。

DISABLE DISPLAY のオプションの説明は、次のとおりです。
NOW －このオプションを選択して、今すぐディスプレイを使用禁止にしてください。
NEVER －ディスプレイを使用禁止にしたくないのならば、このオプションを選択してください。
SWEEP －スイープ実行中はディスプレイを使用禁止にしたければ、このオプションを選択してください。スイープの開始とともに、ディスプレイは使用禁止になります。スイープが完了すれば、ディスプレイは自動的に使用可能状態に戻ります。

STORE ーソース - メジャー読み取り値をバッファ格納するときにディスプレイを使用禁止にしたければ、このオプションを選択してください。バッファが使用可能状態になるとともに、このディスプレイは使用禁止になります。格納プロセスが完了すると、ディスプレイは自動的に使用可能状態に戻ります。このオプションを使う場合には、スイープ実行中はディスプレイが使用禁止になることに留意してください。スイープの読み取り値はバッファに自動的に格納されます。

リモートコマンドプログラミング

次の SCPI コマンドを使い、前面パネルディスプレイ回路を使用可能または使用禁止にしてください。

:DISPlay:ENABle OFF　ディスプレイを使用禁止にせよ。
:DISPlay:ENABle ON　ディスプレイを使用可能にせよ。

デフォルト設定値

該当するメニュー選択事項を使えば、各種の計測器セットアップの保管と呼び出し、電源投入設定の定義、あるいは工場出荷時デフォルトの復元を行うことができます。概略は次のとおりです。

ユーザセットアップの保管と復元

以下の手順を利用して、お客様独自のユーザセットアップを 5 種類まで、保管、復元することができます。

セットアップの保管

1. 保管したい各種の計測器動作モードを選択してください。
2. MENU キーを押し、SAVESETUP を選択し、続いて ENTER を押してください。
3. SAVESETUP メニューから、GLOBAL を選択し、続いて ENTER を押してください。
4. GLOBAL SETUP` MENU から、SAVE を選択し、続いて ENTER を押してくださ
5. 保管するセットアップ位置 (0-4)を選択し、続いて ENTER を押してプロセスを完了させてください。

セットアップの復元

1. MENU キーを押し、SAVESETUP を選択し、続いて ENTER を押してください。
2. SAVESETUP メニューから、GLOBAL を選択し、続いて ENTER を押してください。
3. GLOBAL SETUP` MENU から、RESTORE を選択し、続いて ENTER を押してくださ
4. 復元するセットアップ位置 (1-4)を選択し、続いて ENTER を押してプロセスを完了させてください。

電源投入設定

格納したセットアップ (工場出荷時デフォルトまたはユーザセットアップ) のうち、計測器がどれを電源投入設定として採用するかを、次のように定義することができます。

1. MENU キーを押し、SAVESETUP を選択し、続いて ENTER を押してください。
2. SAVESETUP メニューから、GLOBAL を選択し、続いて ENTER を押してください。
3. GLOBAL SETUP` MENU から、POWERON を選択し、続いて ENTER を押してくださ
4. SET POWER-ON DEFAULT メニューから、次の電源投入設定を選択してください。
   BENCH または GPIB (下記参照)、または USER-SETUP-NUMBER
5. ユーザセットアップを電源投入設定として採用するのであれば、ユーザセットアップ番号を選択し、続いて ENTER を押してください。

工場出荷時デフォルト設定値

表 1-3 に要約するように、工場出荷時デフォルトには BENCH (前面パネル) と GPIB (リモート) の 2 組があります。次のようにして、これらのデフォルト条件のどちらかを復元することができます。

1. MENU キーを押し、SAVESETUP を選択し、続いて ENTER を押してください。
2. SAVESETUP メニューから、GLOBAL を選択し、続いて ENTER を押してください。
3. GLOBAL SETUP MENU から、RESET を選択し、続いて ENTER を押してください。
4. 必要に応じて BENCH または GPIB デフォルトを選択し、続いて ENTER を押してプロセスを完了させてください。

表 1-3
工場出荷時デフォルト設定値

設定項目	BENCH デフォルト	GPIB デフォルト
A/D 制御:		
オートゼロ	電源周波数	電源周波数
オン状態	影響なし	影響なし
ビーパ	オン状態	オン状態
データストア	影響なし	影響なし
ディジタル出力 *	15/7	15/7
桁	5½	5½
ファン (2420 および 2430)	出力オン状態	出力オン状態
FCTN	電力 (オフ状態)	電力 (オフ状態)
フィルタ	オフ状態	オフ状態
平均型	反復	反復
カウント	10	10
GPIB アドレス	影響なし	影響なし
ガード	ケーブル	ケーブル
リミット試験:		
ディジタル出力:		
サイズ:	影響なし	影響なし
モード:	グレーディング	グレーディング
ビンニング制御	直ちに	直ちに
オートクリア:	使用禁止	使用禁止
遅延	0.00001sec	0.00001sec
クリアパターン *	15/7	15/7
H/W リミット		
制御	使用禁止	使用禁止
不合格モード:	コンプライアンス状態	コンプライアンス状態
Cmpl パターン *	15/7	15/7
S/W リミット		
リミット 2、3、5-12		
制御	使用禁止	使用禁止
下リミット	-1.0	-1.0
下パターン *	15/7	15/7
上リミット	+1.0	+1.0
上パターン *	15/7	15/7
合格 (すべての試験)		
合格パターン *	15/7	15/7
ソース記憶位置	次	次
EOT モード	EOT	EOT
数	影響なし	影響なし
抵抗ソースモード	オート	オート
オフセット補償抵抗	オフ	オフ

* ディジタル出力サイズが 4 ビットであれば 15
ディジタル出力サイズが 3 ビットであれば 7

表 1-3
工場出荷時デフォルト設定値 (続き)

設定項目	BENCH デフォルト	GPIB デフォルト
出力	オフ	オフ
インタロック	使用禁止	使用禁止
オフ状態	通常	通常
オートオフ	使用禁止	使用禁止
電源投入デフォルト	影響なし	影響なし
パルスモード (2430 型のみ)		
パルス遅延	0.0s	0.0s
パルス幅	0.20ms	0.20ms
レンジ設定 (メジャー)		
オートレンジ	使用可能状態	使用可能状態
Rel	オフ	オフ
値	0.0	0.0
RS-232	影響なし	影響なし
センスモード	2 線	2 線
ソース遅延	1ms	1ms
オート遅延	使用可能状態	使用可能状態
ソース形状 (2430 型のみ)	DC モード	DC モード
速度	通常 (1 PLC)	通常 (1 PLC)
スイープ	直線スイープ	直線スイープ
開始	0V または 0A	0V または 0A
停止	0V または 0A	0V または 0A
ステップ	0V または 0A	0V または 0A
スイープカウント	1	1
スイープ点数	2500	2500
ソースレンジ設定	最適固定	最適固定
電圧保護	NONE	NONE
トリガされたソース		
制御	使用禁止	使用禁止
スケール係数	+1.0	+1.0
トリガリング		
アームレイヤー		
イベント	直ちに	直ちに
カウント	1	1
出力トリガ	ライン #2、オフ状態	ライン #2、オフ状態
トリガレイヤー		
イベント	直ちに	直ちに
カウント	1	1
出力トリガ	ライン #2、オフ状態	ライン #2、オフ状態
遅延	0.0sec	0.0sec

* ディジタル出力サイズが 4 ビットであれば 15
ディジタル出力サイズが 3 ビットであれば 7

リモートセットアップ

下記の SCPI コマンドを使用すれば、リモート経由でセットアップの保管、呼び出しが可能です。

- *SAV と *RCL (第 16 部) を使って、ユーザセットアップの保管と呼び出しを行ってください。
- *RST (第 15 部) を使って、GPIB デフォルトを復元してください。
- :SYSTem:PRESet (第 18 部) を使って、ベンチデフォルトを復元してください。
- :SYSTem:POSetup (第 18 部) を使って、電源投入設定を保管してください。

メニュー

以下の項では、メインメニュー、設定メニュー、メニューをナビゲートする場合のルールを説明します。

メインメニュー

MENU キーを使用して、メインメニューにアクセスし、各種の計測器動作を選択、設定、実行してください。これらには、デフォルトセットアップ条件、通信 (GPIB または RS-232) 校正、前面パネル試験、ディジタル出力状態、オートゼロ、タイムスタンプ、数値ディスプレイフォーマット、ビーパが含まれます。

総合的なメインメニュー体系は、表 1-4 に要約してあります。「メニューをナビゲートする場合のルール」を参考にしてメインメニューのオプションを点検、変更してください。

表 1-4
メインメニュー

メニュー項目[1]	内容	パラメータ
SAVESETUP	セットアップ条件を設定してください。	
GLOBAL	計測器設定値を制御してください。	
SAVE	現在のソース・メータセットアップを記憶位置に保管してください。	0 から 4
RESTORE	ソース・メータをメモリに保管したセットアップに戻してください。	0 から 4
POWERON	電源投入デフォルトセットアップを選択してください。	
BENCH	BENCH デフォルトに合わせて電源を投入してください。	表 1-2 を参照
GPIB	GPIB デフォルトに合わせて電源を投入してください。	表 1-2 を参照
USER SETUP NUMBER	ユーザセットアップに合わせて電源を御投入してください。	0 から 4
RESET	ユニットを BENCH または GPIB デフォルトに戻してください。	表 1-2 を参照
SOURCE MEMORY	メモリスイープソースセットアップ設定を制御してください。	
SAVE	現在のセットアップ設定を記憶位置に保管してください。	1 から 100
RESTORE	記憶位置に保管した設定に戻ってください。	1 から 100
COMMUNICATION[2]	リモートインタフェースを選択、設定してください。	
GPIB	GPIB (IEEE-488 バス) を選択し、一次アドレスを設定してください。	0 から 30 (デフォルト：24)
RS-232	RS-232 インタフェースを選択し、パラメータを設定してください。	
BAUD	ボーレート選択してください。	57600, 38400, 19200, 9600, 4800, 2400, 1200, 600, 300
BITS	データビット数を選択してください。	7 または 8
PARITY	パリティを選択してください。	NONE, ODD, EVEN
TERMINATOR	ターミネータを選択してください。	CR, CR+LF, LF, または LF+CR
FLOW CTRL	フロー制御を選択してください。	NONE または XON/XOFF

表 1-4
メインメニュー (続き)

メニュー項目	内容	パラメータ
CAL3	ソース・メータを校正してください。(サービスマニュアル参照)	
UNLOCK	校正のロックを解除してください。	
EXECUTE	校正ステップを実行してください。	
VIEW DATES	cal の日付とカウントをディスプレイしてください。	
SAVE	校正係数を格納してください。	
LOCK	校正をロックしてください。	
CHANGE PASSWORD	校正パスワードを変更してください。	
TEST	ソース・メータの試験を実行してください。	
DISPLAY TESTS	前面パネルキーとディスプレイ桁を試験してください。	
KEYS	前面パネルキーを試験してください。	
DISPLAY PATERNS	ディスプレイ画素とアナンシエータを試験してください。	
CHAR SET	特殊ディスプレイ文字を試験してください。	
A/D CTRL	オートゼロを制御し、電源周波数を選択してください。	
AUTO ZERO5	オートゼロを使用可能 / 使用禁止にしてください。	
LINE FREQUENCY	電源周波数を設定してください。	50 または 60Hz、または AUTO (オート)
GENERAL	一般動作を選択してください。	
DIGOUT	ディジタル I/O ポートビットパターンを設定してください。	0-15
SERIAL#	シリアル番号、ファームウェアバージョン、SCPI バージョンをディスプレイしてください。	
TIMESTAMP	タイムスタンプをリセットしてください。	YES または NO
FAN (2420 and 2430)	ファン速度制御を設定してください。ALWAYS ー出力オンまたはオフで、ファンは同じ速度で回転します。OUTPOUT ON ー出力オフでファンは低速で回転します (この部の「冷却ファン」を参照)。	ALWAYS または OUTPUT ON
NUMBERS	工学単位または科学表記ディスプレイフォーマットを選択してください。	ENGR, SCIENTIFIC
B　EEPER	ビーパを使用可能または使用禁止にしてください。	

注記

1. トップレベルのメニュー選択は太字にて表示。字下がりはそれぞれの低次サブメニューレベルを示す。
2. リモート操作インタフェースの選択 (GPIB または RE-232)を変更した場合は、ソース・メータはパワーオンリセットを行います。選択したインタフェースのオプションをチェックまたは変更するためには、メニュー体系を再度入力しなければなしません。
3. 校正をロックした場合には、VIEW DATES だけがアクセス可能となります。校正のロックを解除するには、パスワードが必要です。
4. 試験をキャンセルするには、EXIT を押してください。
5. オートゼロを使用禁止にすると、測定確度が低下します。

設定メニュー

設定メニューは多数で、これらのメニューにアクセスするには、まずCONFIGキーを押し、そのあとに必要な機能キーまたはモードキーを押します。たとえば、CONFIGとSOURCEを順に押せば、電圧ソースを設定することができます。設定メニューを使用することができるのは、次の機能と動作モードの場合です。

- メジャー機能 (V, Ω, FCTN)
- ソースVとソースI
- 動作モード；RFL, FILTER, LIMIT, TRIG, SWEEP, DIGITS, SPEED, STORE, RECALL

これら様々な設定メニューについて、このマニュアルの中で、関連する部で詳細に説明します。

メニューをナビゲートする場合のルール

多数のソース-メジャー機能と動作を、前面パネルメニューから設定することができます。これらの設定メニューをナビゲートする場合には、以下のルールを使ってください。

注記　ソースとコンプライアンスを編集するためのルールは、第3部の基本的ソース-メジャー手順に記載してあります。

- メニュー項目を選択するには、カーソルをその項目に合わせ、ENTERを押します。カーソルの位置は、メニュー項目またはオプションが点滅している場所です。◀キーと▶キーがカーソルの位置を制御します。
- 下部の線に矢印が現れていれば、選択項目 (メッセージ) が1つまたはそれ以上あることを示します。適当なカーソルキーを使って、このような項目などをディスプレイしてください。
- ソースまたはパラメータの値のレンジを変更するには、カーソルをレンジデジグネータ (すなわちk、M、Gなど) に合わせ、SOURCE▲キー、SOURCE▼キー、RANGE* キー、RANGE▼キーを使います。次の高域または低域ソースレンジを選択すると、読み取り値が1桁増加または減少することに留意してください。
- パラメータ値をキー入力する時には、カーソルを変更する桁に合わせ、次の中から1つの方法を使用します。

注記　MENUキーを押せばパラメータ値をクリアすることができます。

- SOURCE▲キー、SOURCE▼キー、RANGE▲キー、RANGE▼キーを使って1桁ずつ増減する。
- 数値キー (0から9) を使って選択した桁に数値をキー入力する。
- +- キーを使い、カーソル位置に無関係にソース値極性を変える。

- ブール選択 (ON/OFFとHIGH/LOWなど) を交互に行わせるには、カーソルを選択項目に合わせ、SOURCEまたはRANGEの上向きまたは下向き矢印キーを押します。
- ENTERを押すと1つの変更だけが実行されます。無効パラメータを入力するとエラーが発生し、その入力は無視されます。しかし、レンジ外の値 (過小または過大な値) を入力すると、それぞれ下限または上限が選択されます。
- EXITキーを使用してメニュー体系から抜けます。ENTERキーで入力してない変更は、EXITを押すとキャンセルされます。

2
接続

- **接続の概要**－前面/背面端子の選択とテストフィクスチャインタロックの使用について説明します。
- **DUTとの接続**－DUTとの各種接続方法について説明します。これには4線リモートセンシング、2線ローカルセンシング、ケーブルガードとオームズガード、センス選択とガード選択が含まれます。

接続の概要

警告　感電を防ぐために、導体または導体に接触するDUTに、ユーザが接触できないように、試験用の接続を構成しなければなりません。設置状態の安全を確保するには、導体との接触を防ぐ遮蔽物、隔壁、接地が必要です。操作員の保護と安全は、製品を設置する人の責任です。

警告　電源投入時には、電圧スパイクがソース・メータの端子に現れることがあります。このような電圧スパイクは危険レベル(42.4Vピーク)に達していることがあり、敏感なDUTに損傷を与える可能性があります。ソース・メータの電源投入時には、外部回路や試験リードには絶対に触れないようにしてください。ユニットの電源投入に先立ち、必ずDUTをソース・メータから切り離すのは、よい例です。

警告　出力端子とガード端子には、危険電圧が現れることがあります。傷害または死亡の原因となる感電を防ぐために、出力がオン状態の時(赤色OUTPUT表示灯が点灯)には、ソース・メータとの接続、または接続の取り外しは、絶対に行わないでください。オン状態になっていれば、ON/OFFキーを押して、出力をオフ状態にしてください(OFFメッセージが表示されます)。

前面/背面の端子選択

OUTPUT（HIとLO）端子とSENSE（HIとLO）端子は、前面パネルからも背面パネルからも、アクセス可能です。GUARD、GUARD SENSE、EARTH（シャーシ接地）の各端子には、背面パネルからのアクセスだけが可能です。

前面パネル端子の選択

FRONT/REAR TERMINALSキーは、どの端子セットをソースメータに接続するかを管理するために使用します。このキーを押すと、ソースメータの接続が前面端子と背面端子との間で切り替えられます。"REAR"アナンシエータがオン状態にある場合には、背面端子がソースメータに接続されます。"REAR"がオフの場合は、前面端子が選択されます。

注記　FRONT/REAR TERMINALSキー押すと、OUTPUTはOFF状態になります。

リモートコマンド端子の選択

:ROUTe:TERMinals(第18部)コマンドを使い、リモート(GPIB or RS-232C)を経由して前面パネルまたは背面パネル端子を選択してください。たとえば、次のコマンドを送って背面端子を選択してください。

:ROUTE:TERM REAR

逆に、次のコマンドを送って、前面端子を選択してください。

:ROUTE:TERM FRON

テストフィクスチャインタロック

ソース・メータでは、テストフィクスチャインタロックスイッチを使って、DUTの保護を強化することができます。テストフィクスチャの蓋が開いているときは、ソース・メータの出力はオフ状態になります。しかしソース・メータの出力がオフ状態であることを確認するまでは、電気がきていると考えなければなりません。

DUT との接続

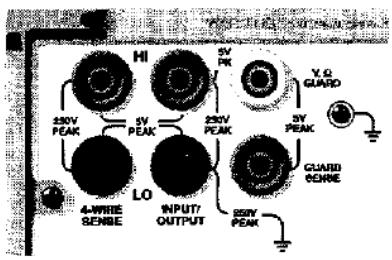
端子間の最大許容電圧差は、ソース・メータのラベルに記載してあります。図 2-1 に示すのは、いろいろな型式のソース・メータの電圧差です。

警告　感電とソース・メータの損傷、またはそのいずれかを防ぐには、図 2-1 に示す最大電圧差を超過しないようにしてください。

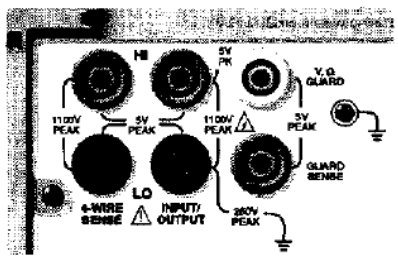
コモンモード電流リミットー図 2-1 に示すように、最大コモンモード電圧 (INPUT/OUTPUT LO とシャーシ接地との間の電圧) は、250V ピークです。感電とソース・メータの損傷、またはそのいずれかを防ぐには、外部コモンモード電圧ソースから取る電流を制限しなければなりません。電流を制限するには、保護インピーダンスまたはヒューズを使用します。

警告　感電とソース・メータの損傷、またはそのいずれかを防ぐには、コモンモード電圧は、外部の場合、次のように制限しなければなりません。
2400 型と 2410 型ーリミットコモンモード電圧を最大 250VDC、1.05A に制限する。
2400 型と 2410 型ーリミットコモンモード電圧を最大 250VDC、3.15A に制限する。

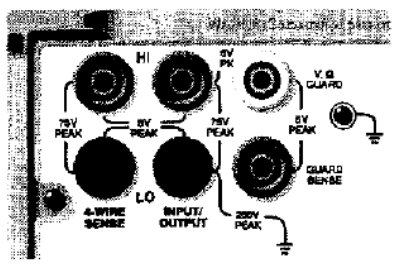
図 2-1
端子電圧差
(背面パネル)



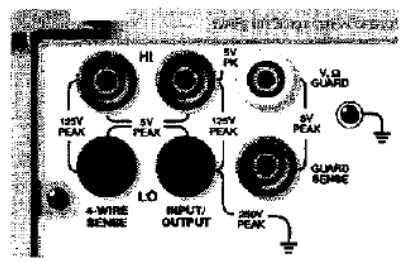
2400 型



2410 型



2420 型



2430 型

注記　*重複を避けるために、この部では代表的なソース・メータの図面を使用します。ただし端子電圧差のラベル表示は、代表的な図面から除外されます。*

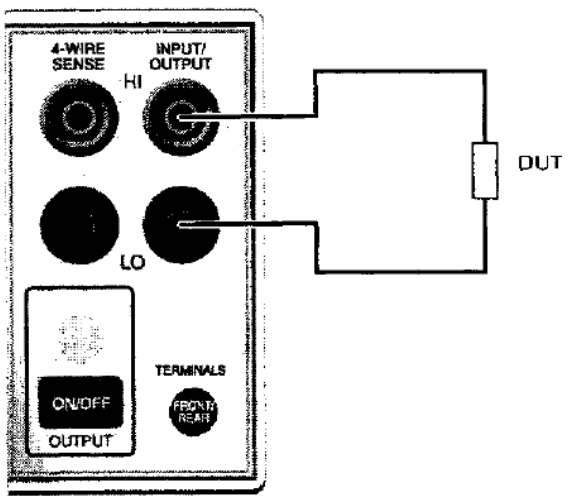
センス方法

基本的なソース・メジャー操作を行うためには、2線ローカルセンス接続（図2-2参照）または4線リモートセンス接続（図2-3参照）を使用します。工場出荷時のデフォルトセンス選択は、ローカルです。センス選択の点検と変更またはどちらかについては、「センス選択」を参照してください。

警告　接地と、選択したINPUT/OUTPUT LO端子との間には、内部接続はありません。したがって、このLO端子には危険電圧 (> 30V rms) が現れることがあります。代表的な例として、このような状態が発生する可能性があるのは、種類を問わず、出力が急速に変化するモードでソース・メータが動作を行う場合です。これに含まれるのは、ZERO出力状態、AUTO-OFF出力状態、または高速パルススイープ動作に伴って発生の可能性のある急速パルス波形です。

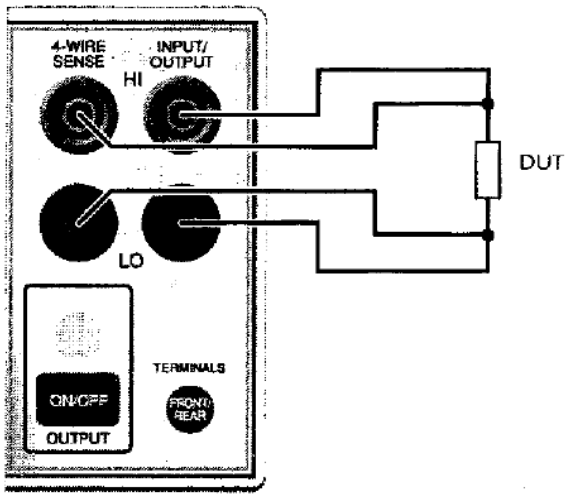
この現象発生を防ぐには (お客様のアプリケーションの場合に可能であれば)、INPUT/OUTPUT LO端子を接地に接続してください。LO端子は、背面パネルのシャーシ接地ねじ端子、または安全接地端子があれば、それに接続してください。前面パネル端子は、背面パネル端子から隔離されていることに留意してください。したがって、前面パネル端子を使う場合は、前面パネルLO端子を接地してください。背面パネル端子を使う場合は、背面パネルLOを接地してください。

図2-2
2線接続



ソース・メータ前面パネル　　センス選択:2線

図 2-3
4 線接続



ソース・メータ前面パネル　　センス選択:4 線

注記　*接続方法だけがセンスモードを決めるわけではありません。ローカルセンシング (図 2-2) の場合、2 線センシングを CONFIGURE V-SOURCE メニューの SENSE MODE オプションから選択しなければなりません。リモートセンシングの場合 (図 2-3) は、4 線センシングを選択しなければなりません。2 線センスモードは、BENCH と GPIB のデフォルトです。*

4 線リモートセンシング

電圧のソースとなり、かつ電圧を測定（メジャー）する場合、またはどちらかの場合は、試験リード線中の IR 降下に付随するエラーが発生することがあります。電圧のソースとなり電圧を測定する場合の確度を最適化するために、4 線リモートセンス接続を使用します。電圧ソースとなる場合、4 線リモートセンシングを使用すれば、確実にプログラム電圧を DUT に供給することができます。電圧を測定する場合、DUT 両端間の電圧降下だけが測定されます。下記のソース - メジャー条件の場合には、4 線リモートセンシングを使用してください。

- 試験回路インピーダンス <1kΩ
- 抵抗、V ソースと V メジャーまたはどちらかの最適確度が要求される

注記　*ソースとメジャー両方についての設計確度は、4 線リモートセンシングを使用する場合に限り、達成されます。*

警告　リモートセンス状態で電圧ソースとして使用する場合には、センスリード線が DUT に接続されていることを確認してください。センスリード線が外れた状態になると、0V がセンスされて、ソースメータはこれを補償しようとして出力電圧を増加します (危険が発生する可能性のあるレベルまで)。いっそうの安全を確保するために、ソースメータが出力する電圧を制限することができます。出力電圧レベルの制限については、第 3 部の「V ソースの設定　保護」を参照してください。

2線ローカルセンシング

2線ローカルセンス接続が利用されるのは、試験リード線のIR電圧降下によるエラーがユーザに許容される場合に限られます。100mA未満の電流レベルでは、通常は、エラーが大きな影響を与えることはありません（試験リード線の抵抗が1Ω未満と想定して）。

直列回路の電流は、ループ中のすべての点で同じですから、リモートセンシングによってIソースまたはIメジャーの確度は向上しません。したがって、ソースメータを電流ソースとして電流を測定する場合は、ローカルセンシングを使用することができます。2線ローカルセンシングの使用が可能になるそのほかの条件は、次のとおりです。

- 試験回路のインピーダンス >=1kΩ。1GΩを越えると、ガーディングも併用する必要があります（「ケーブルガード」参照）
- メジャーのみ（VまたはI）操作

ガード方法

図2-4
高インピーダンス
ガーディング

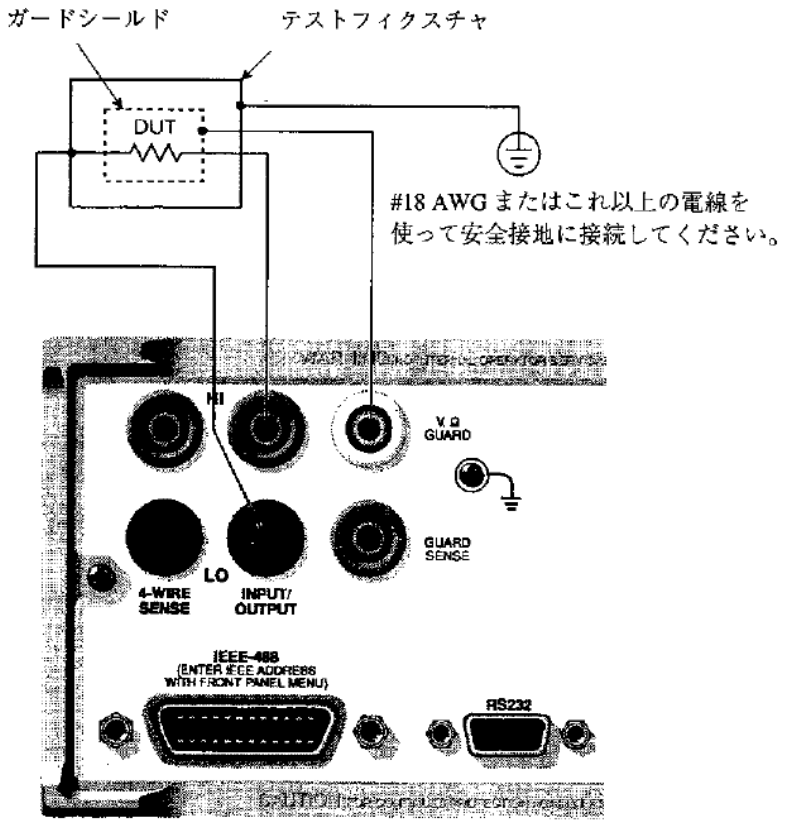
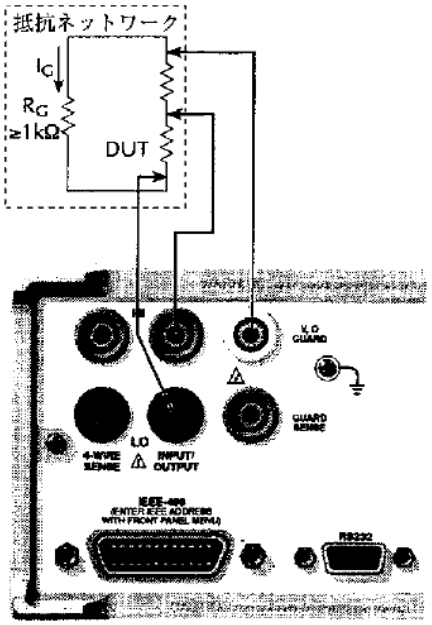
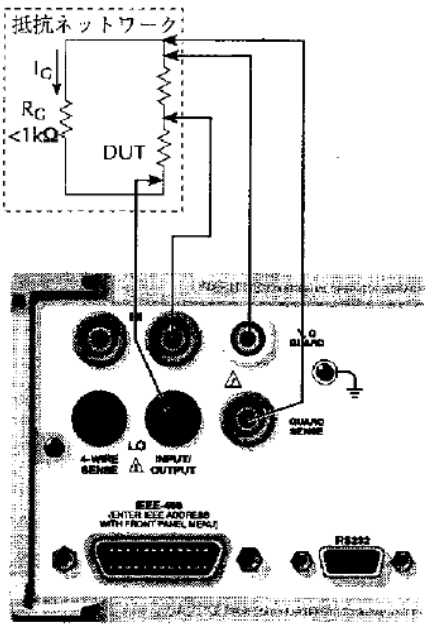


図 2-5
ガード付抵抗測定



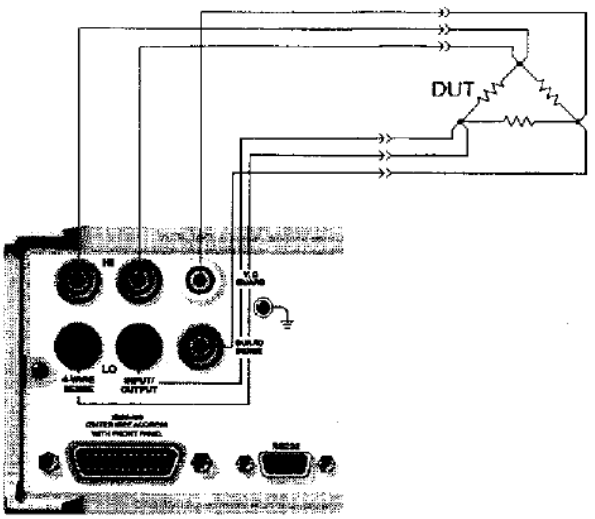
センスの選択:2 線 (ローカル)

A. 基本接続



センスの選択:2 線 (ローカル)

B. ガードセンスを使う接続



C.6-線接続

ケーブルガード

下記のソース - メジャー条件の場合には、図 2-4 に示す高インピーダンス（ケーブル）ガード接続方式を使用してください。

・ 試験回路インピーダンス >1GΩ

この接続方式に適した CABLE ガードを選択しなければならないことに留意してください。ケーブルガードの選択については「ガード選択」を参照してください。

高インピーダンスデバイスを試験する場合には、通常、テストフィクスチャを使用します。テストフィクスチャは雑音を低減し、ガードシールド（またはプレート）上の、危険の恐れがある電圧からユーザを保護します。ガード使用の詳細については、「基本回路設定　ガード」を参照してください。

テストフィクスチャのシャーシは、雑音を少なくするために In/Out LO に接続されていることに留意してください。

オームズガード

下記のソース - メジャー操作の場合には、図 2-5 に示すガード付き抵抗接続方式を使用してください。

・ ほかの寄生リークデバイスが存在する場合に、DUT のインサーキット抵抗測定を行う

この接続方式には、オームズガードを選択しなければならないことに留意してください。オームズガードは、1A レンジ (ソースまたはメジャー) では利用できません。「ガード選択」を参照して、オームズガードを選択してください。

図 2-5 に示すのは、抵抗ネットワークの中の単一抵抗体（DUT）の抵抗を測定するための接続方法です。ガード付き抵抗測定についての詳細は、「基本回路設定　ガード」を参照してください。

ガード付き抵抗測定のための基本接続方式を図 2-5A に示します。ガード抵抗路（R_G）が <1kΩ であれば、GUARD 試験リード線中の IR 降下が大きくなり、抵抗ネットワークでのガード電圧が DUT での出力電圧よりも著しく低くなる恐れがあります。このためにリーク電流が発生し、測定を失敗に導く恐れがあります。GUARD 試験リード線中の IR 降下の影響を打ち消すには、図 2-5B に示すように、GUARD SENSE を抵抗ネットワークに接続してください。ガードセンスを使用すれば、抵抗ネットワークにおけるガード電圧を、確実に DUT での出力電圧と同じにします。

DUT の抵抗が <1kΩ の場合は、SENSE HI と LO を DUT に接続し、リモートセンスを使用可能にして、4 線測定法（リモート測定）を使用する必要があることに留意してください。

注記　ガード電流（I_G）は 50mA 未満でなければなりません。50mA を超過すると、ガード電圧が出力電圧よりも低くなり、測定を失敗に導く恐れがあります。

センスとガードの選択

注記　センスの設定またはガードの設定を変更した場合には、OUTPUT は OFF 状態になります。

センスの選択

ソースメータの SENSE HI と LO の端子を使用する場合には、4 線リモートセンシングを選択しなければなりません。これらの端子を使用しない場合には、ローカルセンシングを選択しなければなりません。センスの選択についての説明は下記のとおりです。センスについての詳細は、第 3 章の「操作の概要」を参照してください。

注記　output が OFF 状態の場合は、センス設定にかかわらず、ソースメーターのデフォルトは 2 線センス（ローカル）モードです。output が ON になると、現在のセンス設定が有効になります。

前面パネルセンスの選択

電源投入に伴い、計測器は 2 線ローカルセンスに自動的に設定されます。センス選択の点検と変更またはどちらかを実行するには、下記のステップに従ってください。

1. CONFIG を押し、続いて SOURCE V、MEAS V、または Ω キーを押してください。ある設定メニューでセンスを変更すると、ほかのメニューすべてにおいてセンスが変更されます。
2. SOURCE V と Ω については、◀キーと▶キーを使用してカーソル（メニュー項目を点滅させる）を SENSE MODE に合せ、ENTER を押してください。

注記　カーソルの位置は、リモートセンスの現在状態を示します。2 線はローカルセンスの選択を示し、4 線はリモートセンスの選択を示します。現在の選択を保持するには、EXIT キーを使用してメニュー体系から抜け出し、次の 2 ステップをスキップしてください。

3. センス選択を変更するには、カーソルを 4 線に合わせてリモートセンスを選択するか、それとも 2 線に合わせてローカルセンスを選択し、ENTER を押してください。
4. EXIT キーを使用してメニュー体系から抜け出してください。

リモートコマンドセンスの選択

:SYSTem:RSENse コマンド (第 18 部) を使い、リモート (GPIB or RS-232C) を経由して、ローカルまたはリモートセンシングを選択してください。たとえば、下記のコマンドを送り、リモートセンシングを使用可能にしてください。

:SYST:RSET ON

逆に、このコマンドを送って、リモートセンシングを使用禁止 (ローカルセンシングをを使用可能にする) にしてください。

:SYST:RSET OFF

ガードの選択

ケーブルガードは、ケーブル (たとえば同軸や3重同軸ケーブル) とテストフィクスチャのための、高インピーダンスガーディングに使用します。オームズガードからは大電流ガード出力が得られるので、これを使ってインサーキットガード付抵抗測定を行うことができます。

前面パネルガードの選択

ガードの選択をチェックまたは変更するときは、下記のステップに従ってください。

1. CONFIGを押し、続いてSOURCE V、SOURCE I、またはΩを押してください。1つの設定メニューでガードを変更すると、ほかの全ての設定メニューでガードが変更されます。
2. ▲キーと▼キーを使って、カーソル (メニュー項目を点滅させる) をGUARDに合わせ、ENTERを押してください。

注記　カーソル位置が示すのは、現在のガード選択 (Ω S または CABLE) です。現在の選択を保持するためには、EXIT キーを使ってメニュー体系から抜け、その先の2つのステップをスキップしてください。

3. ガードの選択を変更するには、カーソルを代替え選択に会わせ、ENTERを押してください。
4. EXIT キーを使い、メニュー体系から抜けてください。

注記　オームズガードは、同軸ケーブルの場合には使わないでください。これを使うと、発振することがあります。1A またはこれより大きいレンジでは (ソースとメジャー)、オームズガードを選択することはできません。

リモートコマンドガードの選択

:SYSTem:GUARd コマンド (第18部) を使い、リモート (GPIB or RS-232C) を経由して、ケーブルまたはオームズガードを選択してください。たとえば、下記のコマンドを送り、オームズガードを使用可能にしてください。

:SYST:GUAR OHMS

逆に、このコマンドを送って、オームズガードを使用可能にしてください。

:SYST:GUAR CABL

3
基本的なソース - メジャー操作

- **操作の概要**－ソース - メジャー機能、コンプライアンスリミット、基本的なソース-メジャー設定を説明します。
- **操作上の留意点**－ウオームアップ、オートゼロ、Vソース保護、ソースディレイを説明します。
- **基本的なソース-メジャー手順**－ソース - メジャー操作ができるように、ソース・メータをセットアップするための基本的な手順を説明します。この手順には、ソース機能、出力値、コンプライアンスリミットの選択、測定レンジと機能の選択、出力のオンオフが含まれます。
- **メジャーのみ**－ソース・メータを測定のみに使用する方法を説明します。
- **シンクの動作**－シンクの動作を説明します。

警告と注意

ソース・メータは、熱を放散するためのヒートシンクを備えています。また、2410、2420、2430の各型は、冷却ファンも備えています。ケースの左側は、黒いフィン付ヒートシンクを露出させるために切り取ってあります。このヒートシンクは熱くなり、火傷を起こす温度に達することがあります。計測器の電源を切っも、ヒートシンクは冷却にかなりの時間を必要としますので、高温状態が続いていると考えてください。

警告　ソース・メータを取り扱うときは、ケース左側にあるヒートシンクには絶対に触れないでください。このシンクは、火傷を起こすのに十分な高温になることもあります。

注記　*冷却ファン運転の詳細については、第1部「冷却ファン」を参照してください。*

過度の熱はソース・メータに損傷を与え、最後にはその性能を低下させることがあります。ソース・メータは、周囲温度が50°Cを越えない環境で使用しなければなりません。

注意　熱の蓄積を防ぎ、仕様どおりの性能を確保するためには、下記の注意事項を守ってください。

- ヒートシンクの放熱能力を低下させないように、じんあい、汚染物がヒートシンクに付着しないようにしてください。
- 底部の冷却ベントの冷却通気路を塞がないようにしてください。プラスチック製の脚を外し、ソース・メータを平坦な面に置くことは絶対に避けてください。ソース・メータが変形しやすい表面(カーペットなど)の上に置いてある場合には、絶対に運転しないでください。底の冷却ベントの通気路を塞ぐ恐れがあります。
- 空気(加熱の有無を問わず)をソース・メータの表面または冷却通気路の中に、またはその上に向けて吹き付けるような装置を、隣接させないでください。この余分な空気流が確度を低下させる恐れがあります。
- ソース・メータをラックに取り付ける場合には、適切な冷却を確保するために、底と側面に十分な空気流が得られることを確認してください。十分な空気流があれば、ソース・メータの各表面から約1インチ以内の空気温度を、どのような運転状態のもとでも設計限度内に維持することができます。
- 大電力消費機器をソース・メータに隣接してラックに取り付けると、過大な加熱を発生させる恐れがあります。ソース・メータの表面の回りで、設計周囲温度を設計限度内に維持しなければなりません。
- ラック取り付けの場合に対流による冷却だけで適切な冷却を確保するための有効な手段の一つは、最高温機器(すなわち電源装置)をラック上部に置くことです。ソース・メータのような精密機器は、ラックの中で温度が最も低い下部に置くようにつとめることが必要です。ソース・メータの下にスペーサパネルを加えれば、十分な空気流を確保することができます。

操作の概要

ソース - メジャーの機能

ソース・メータが下記の動作を行うように、前面パネルから機器設定を行うことができます。
- 電圧ソース－電流と電圧またはどちらかの測定値をディスプレイします。
- 電流ソース－電圧と電流またはどちらかの測定値をディスプレイします。
- 抵抗メジャー－測定値の電圧または電流成分をディスプレイします。

電圧と電流－表 3-1 は、電圧と電流の各機能についての、ソースとメジャーのリミットを示します。最小ソース-メジャーレベルは、次のとおりです。

V ソース	±5μV
V メジャー	±1μV
I ソース	±50pA (2400 型と 2410 型)
	±500pA (2420 型と 2430 型)
I メジャー	±10pA (2400 型と 2410 型)
	±100pA (2420 型と 2430 型)

抵抗－2400 型と 2410 型は、<100 Ω から >200M Ω までの抵抗を測定することができます。2420 型と 2430 型は、<2 Ω から >20M Ω までの抵抗を測定することができます。自動抵抗測定法を採用する場合は、次のレンジを利用することができます。
2400 と 2410 — 20Ω、200Ω、2kΩ、20kΩ、200kΩ、2MΩ、20MΩ、200MΩ
2420 と 2430 — 2Ω、20Ω、200Ω、2kΩ、20kΩ、200kΩ、2MΩ、20MΩ
手動抵抗測定法を採用する場合は、抵抗レンジの変更はできません。抵抗読み取り値は、V/I の結果として得られます。

単一測定 (V または I)－ソース・メータは、電圧計 (V メータ) または電流計 (I メータ) 専用として使用することができます。V メータ専用として使用する場合は、I ソースを出力 0A に設定します。I メータ専用として使用する場合は、V ソースを出力 0V に設定します。
動作レンジ－最大出力電力は次のとおりです。

2400 — 22W (1.05A にて 21V または 105mA にて 210V)
2410 — 22W (1.05A にて 21V または 21mA にて 1100V)
2420 — 66W (1.05A にて 63V または 3.15A にて 21V)
2430 — DC モード：110W (1.05A にて 105V)または 66W (3.15A にて 21V)
　　パルスモード：1.1kW (10.5A にて 105V)

全動作レンジについては、第 6 部「過熱保護」と「動作境界」の項で説明します。

注記　出力過渡回復－負荷電流がステップ変化したあと、V ソースがその原値 (0.1%+ 負荷変動率誤差の範囲内) に回復するのに必要な時間は、<250 μ sec です。オートレンジ調節応答時間または純抵抗性でない負荷に対する二次的な影響は、上記の時間には含まれません。
負荷変動率－V ソースモードでの負荷変動に対する電圧仕様は、0.01%+-1mV です。すなわち 200mV レンジで、負荷電流を 0 からフルスケールまで変化させた場合の誤差は、1.02mV 未満です。計算は次のとおりです。
誤差 =(0.01% x 0.2v) + 1mV = 1.02mV
電流が 0 から 1A まで変化する場合を想定すると、出力インピーダンスは 1.02mΩ に等しくなります (1.02mV/1A = 1.02mΩ)。このレベルに到達できるのは、4 線リモートセンシングを利用する場合に限られます。

表 3-1
ソース - メジャー機能

2400			2410		
レンジ	ソース	メジャー	レンジ	ソース	メジャー
200mV	±210mV	±211mV	200mV	±210mV	±211mV
2V	±2.1V	±2.11V	2V	±2.1V	±2.11V
20V	±21V	±21.1V	20V	±21V	±21.1V
200V	±210V	±211V	1000V	±1.1kV	±1.1kV
1μA	±1.05μA	±1.055μA	1μA	±1.05μA	±1.055μA
10μA	±10.5μA	±10.55μA	10μA	±10.5μA	±10.55μA
100μA	±105μA	±105.5μA	100μA	±105μA	±105.5μA
1mA	±1.05mA	±1.055mA	1mA	±1.05mA	±1.055mA
10mA	±10.5mA	±10.55mA	20mA	±21mA	±21.1mA
100mA	±105mA	±105.5mA	100mA	±105mA	±105.5mA
1A	±1.05A	±1.055A	1A	±1.05A	±1.055A
最大電力 =22W			最大電力 =22W		
2420			2430		
レンジ	ソース	メジャー	レンジ	ソース	メジャー
200mV	±210mV	±211mV	200mV	±210mV	±211mV
2V	±2.1V	±2.11V	2V	±2.1V	±2.11V
20V	±21V	±21.1V	20V	±21V	±21.1V
60V	±63V	±63.3V	100V	±105V	±105.5V
10μA	±10.5μA	±10.55μA	10μA	±10.5μA	±10.55μA
100μA	±105μA	±105.5μA	100μA	±105μA	±105.5μA
1mA	±1.05mA	±1.055mA	1mA	±1.05mA	±1.055mA
10mA	±10.5mA	±10.55mA	10mA	±10.5mA	±10.55mA
100mA	±105mA	±105.5mA	100mA	±105mA	±105.5mA
1A	±1.05A	±1.055A	1A	±1.05A	±1.055A
3A	±3.15A	±6.132A	3A/10A	*	**
最大電力 =22W			最大電力 DC モード：110W(105V, 1.05A) 66W(21V, 3.15A) パルスモード：1.1kW		

*　±3.15A（DC モード）
　　±10.5A（パルスモード）
**　±3.165A（DC モード）
　　±10.55A（パルスモード）

コンプライアンスリミット

電圧ソースとして使用する時、電流を制限するようにソース・メータを設定することができます。逆に、電流ソースとして使用するときには、電圧を制限するようにソース・メータを設定することができます。このようにすると、ソース・メータの出力がコンプライアンスリミットを越えることはありません。表3-2は、レンジ別のコンプライアンスリミットを示します。コンプライアンスリミットの詳細については、第6部を参照してください。

表3-2
コンプライアンスリミット

2400		2410		2420		2430	
測定レンジ	最大コンプライアンスリミット	測定レンジ	最大コンプライアンスリミット	測定レンジ	最大コンプライアンスリミット	測定レンジ	最大コンプライアンスリミット
200mV	±210mV	200mV	±210mV	200mV	±210mV	200mV	±210mV
2V	±2.1V	2V	±2.1V	2V	±2.1V	2V	±2.1V
20V	±21V	20V	±21V	20V	±21V	20V	±21V
200V	±210V	1000V	±1.1kV	260V	±63V	100V	±105V
1μA	±1.0μA	1μA	±1.0μA	10μA	±10.5μA	10μA	±10.5μA
10μA	±10.5μA	10μA	±10.5μA	100μA	±105μA	100μA	±105μA
100μA	±105μA	100μA	±105μA	1mA	±1.05mA	1mA	±1.05mA
1mA	±1.05mA	1mA	±1.05mA	10mA	±10.5mA	10mA	±10.5mA
10mA	±10.5mA	20mA	±21mA	100mA	±105mA	100mA	±105mA
100mA	±105mA	100mA	±105mA	1A	±1.05A	1A	±1.05A
1A	±1.05A	1A	±1.05A	13A	±3.15A	3A/10A	*

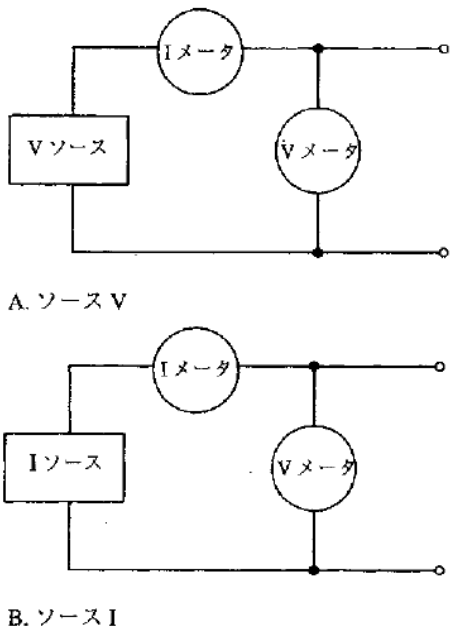
*　±3.15A（DCモード）
　　±10.5A（パルスモード）

基本回路構成

ソース・メータの基本ソース - メジャー回路構成を図 3-1 に示します。電圧ソースとして使用する場合には、電流または電圧を測定することができます (回路構成 A)。電流ソースとして使用する場合には、電圧または電流を測定することができます (回路構成 B)。

回路構成の詳細については、第 6 部の「基本ソース - メジャー回路構成」を参照してください。

図 3-1
基本ソース - メジャー
回路構成



操作上の留意点

次の各項では、ウオームアップ期間、オートゼロ、V ソース保護、ソースディレイについて説明します。

ウオームアップ

ソース・メータの定格確度を確保するには、ソース・メータの電源を入れてから、少なくとも 1 時間のウオームアップを行う必要があります。

オートゼロ

毎回の A/D 変換 (読み取り) 値は、ゼロ測定、基準測定、信号測定という一連の操作から計算します。オートゼロが使用可能状態にある場合は、毎回の読み取り値に対して、これら 3 種類の測定を全部行います。これによって定格確度を確保することができます。オートゼロが無効状態の場合は、ゼロと基準は測定されません。これは測定速度を速めますが、最終的にはゼロドリフトが発生して確度を落とすことになります。オートゼロを無効状態にした場合には、定期的に測定速度を変えてください。

前面パネルオートゼロ

次のような手順で、前面パネルからオートゼロの設定を行ってください。

1. MENU キーを押してください。
2. メインメニューから A/D CTRL を選択し、続いて ENTER を押してください。
3. オートゼロを選択し、続いて ENTER を押してください。
4. ENABLE または DISABLE を場合に応じて選択し、続いて ENTER を押してください。
5. 必要に応じて EXIT を押し、通常ディスプレイに戻ってください。

リモートコマンドオートゼロ

:SYSTEm:AZERo コマンドを使い、リモート (GPIB or RS-232C) を経由してオートゼロを有効または無効にしてください。たとえば、オートゼロを有効にするには、次のコマンドを送ってください。

:SYST:AZER ON

逆に、オートゼロを無効にするには、次のコマンドを送ってください。

:SYST:AZER OFF

V ソース保護

V ソース保護を使用し、ソース・メータが出力することのできる最大電圧レベルを選択してください。利用可能な設定値は、次のとおりです。

ソース・メータ	V ソース保護リミット設定値
2400	20V, 40V, 60V, 80V, 100V, 120V, 160V, NONE (>160V)
2410	20V, 40V, 100V, 200V, 300V, 400V, 500V, NONE (>500V)
2420	6V, 12V, 18V, 24V, 30V, 36V, 48V, NONE (>160V)
2430	10V, 20V, 30V, 40V, 50V, 60V, 80V, NONE (>80V)

これらは許容範囲 5% の絶対値です。パワーオンデフォルトは NONE です。

警告　電圧保護リミットを最低値に設定した場合でも、OUTPUT ON の状態では、ソース・メータの端子に接続してある物体には絶対に触れないでください。OUTPUT が ON の状態では、危険電圧 (>30Vrms) が存在すると考えなければなりません。
DUT (供試デバイス) または外部回路の損傷を防ぐため、電圧保護リミットを越えるレベルに V ソースをプログラムしないでください。
ソース・メータを >30V rms の状態で浮かせる場合は、注意を払ってください。

前面パネル V ソース保護

前面パネルから V ソース保護をプログラムするためには、次のステップに従ってください。

1. CONFIG を押し、続いて SOURCE V を押してください。
2. ディスプレイされた選択項目からPROTECTIONを選択し、続いてENTERを押してください。
3. 希望する保護値を選択し、続いて ENTER を押してください。
4. EXIT を押して通常ディスプレイに戻ってください。

リモートコマンド V ソース保護

:SOURCe:VOLTage:PROTection コマンドを使い、リモート (GPIB or RS-232C) 経由で V ソース保護値をプログラムしてください。(詳細については第 18 部を参照) たとえば、次のコマンドは 2400 型または 2410 型の保護値を 20V に設定します。

:SOUR:VOLT:PROT 20

ソースディレイ

注記　*2430 型パルスモードでは、ソースディレイを使いません。以下の記載事項は、2430 型の動作が DC モードに入っていることを想定します ("Vpls" または "Ipls" のディスプレイが現れる)。DC モードを選択するには、CONFIG を押し、そのあと SOURCE V または I を押し、利用可能メニュー項目から SHAPE を選択し、続いて DC を選択してください。*

ソースディレイオプションは、ソースの安定時間を設定するために使います。このソースディレイは、ソース - ディレイ - メジャー (SDM) サイクルのディレイフェーズです (第 6 部参照)。オートディレイオプションを使えば、ディレイを自動的に設定することができます。ディレイ時間はレンジによって変わります (表 3-3)。

ディレイオプションを使用すれば、000.00000 秒から 9999.99900 秒までのディレイを自動的に設定することができます。手動設定を行うと、自動ディレイは無効となります。

表3-3
オートソースディレイ

2400 Iレンジ	2410 Iレンジ	2420 Iレンジ	2430 Iレンジ	自動ディレイ (ソースV)	自動ディレイ (ソースI)
1μA	1μA	10μA	10μA	3msec	3msec
10μA	10μA	100μA	100μA	2msec	1msec
100μA	100μA	1mA	1mA	1msec	1msec
1mA	1mA	10mA	10mA	1msec	1msec
10mA	20mA	100mA	100mA	1msec	1msec
100mA	100mA	1A	1A	1msec	1msec
1A	1A	3A	3A/10A	1msec	2msec

前面パネルソースディレイ

前面パネルから手動ソースディレイを設定するには、次の手順に従ってください。

1. CONFIG を押し、続いて SOURCE V を押してください。
2. ディスプレイされた選択項目から DELAY を選択し、続いて ENTER を押してください。
3. 希望する DELAY 値を入力し、続いて ENTER を押してください。
4. EXIT を押して通常ディスプレイに戻ってください。

前面パネルから自動ソースディレイを設定するには、次の手順に従ってください。

1. CONFIG を押し、続いて SOURCE V を押してください。
2. ディスプレイされた選択項目から AUTO DELAY を選択し、続いて ENTER を押してください。
3. 必要に応じて ENABLE または DISABLE を選択し、続いて ENTER を押してください。
4. EXIT を押して通常ディスプレイに戻ってください。

リモートコマンドソースディレイ

*SOURce:DELay または SOURce:DELay:AUTO コマンドを使い、リモート (GPIB or RS-232C) 経由でソースディレイをプログラムしてください。(詳細は第 18 部参照)たとえば、次のコマンドは、ソースディレイを 500ms に設定します。

:SOUR:DEL .5

同様にして次のコマンドを送り、オートディレイを使用可能にしてください。

:SOUR:DEL:AUTO ON

基本的なソース - メジャー手順

出力制御

ON/OFF OUTPUT キーを使い、ソース・メータ出力をオンまたはオフ状態にして、ソース・メータ環境を整えてください。出力オフ状態 (高インピーダンス、通常、ゼロ、またはガード) を制御し、計測器を自動出力オフ動作用にプログラムしてください。これらの事項の詳細については、第 13 部を参照してください。

警告　感電を防ぐために、出力がオン状態の時には、ソース・メータとの接続、または接続の取り外しは、行わないでください。オン状態になっていれば、ON/OFF キーを押して、出力をオフ状態にしてください。

前面パネルソース - メジャー手順

下記の手順を使い、ソース・メータの基本ソース - メジャー操作を行ってください。抵抗測定に際しては、第 4 部「抵抗測定」を参照してください。

注記　*2430 型の場合は、下記の手順は DC モード動作の場合に適用します。パルスモード動作は、第 5 部に記載してあります。2430 型がパルスモードに入っている場合 (Vpls または Ipls がソースフィールドにディスプレイされています)は、ソース / パルス設定メニューから DC モードを選択することができます。CONFIG SOURCE V または I を押し、SHAPE メニュー項目を選択し、続いて DC を選択してください。EXIT キーを使って通常ディスプレイに戻ってください。DC モードでは、Vpls または Ipls がソースフィールドに表示されます。*

注記　*下記の手順は、ソース・メータが第 2 部「接続」で説明したように、すでに DUT に接続されていることを前提とします。*

ステップ 1

SOURCE V を押して V ソースを選択するか、または SOURCE I を押して I ソースを選択してください。現在プログラムされているソース値（Vsrc または Isrc）とコンプライアンスレベル（Cmpl）がディスプレイされます。"OFF" メッセージがディスプレイされ、ソースがオフ状態（赤色の ON/OFF 表示灯が消灯）であることを示します。

ステップ 2

ソースレベルとは、選択したソース（V ソースまたは I ソース）の電圧または電流設定です。コンプライアンスリミット設定の目的は、損傷を招くような電流または電圧から DUT を保護することです。V ソースを使用する場合は、電流コンプライアンスが設定されます。I ソースを使用する場合は、電圧コンプライアンスが設定されます。プログラムコンプライアンスは、ソースメータが出力可能な最大絶対値を定義します。

コンプライアンスは、測定レンジによっても決定できることに留意してください。ほかよりも小さいのはどの値かによって、コンプライアンスはプログラム値 (実際のコンプライアンス) で発生することもあり、また現在の測定レンジについての最大コンプライアンス値 (レンジコンプライアンス) で発生することもあります。

たとえば、コンプライアンスを2Vに設定し、200mVの測定レンジを選択した場合、コンプライアンスは210mVで発生します。20Vの測定レンジでは、コンプライアンスは2Vで発生します。実コンプライアンスとレンジコンプライアンスの詳細については、第6部の「コンプライアンスリミット」を参照してください。

注記　ソースとコンプライアンスのレベルを設定するには、ソースメータが編集モード（EDITアナンシエータがON）に入っていなければなりません。編集モードを選択するには、EDITキーを押します。ソースまたはコンプライアンスの読取り値の桁が点滅していれば、ソースメータは編集モードに入っています。6秒以内に編集操作が行われない場合には、編集モードは時間切れとなり、取り消されます。編集モードに戻るには、EDITをもう一度押してください。編集モードに入っている間は、EDITキーによって、ソース読取り値とコンプライアンス読取り値との切り替えが行われます。

SOURCE▲、SOURCE▼、◀と▶の各キーによっても、編集モードは使用可能になります。これらのキーは、最後に選択したフィールドを選択します。

ソース値を編集する場合、ソースは直ちにアップデートされます。これによって、出力がオン状態の間は、ソース値を調整することができます。

ソースメータがスイープを実行中は、ソース値は変更できません。これが発生するのは、出力がONで、SWEEPキーを押すか、抵抗測定状態(OHMS)でオフセット補償(Offset Compensation)が使用可能状態になっているか、またはOFF-COMP-OHMS、VOLT-COEFF、またはVAR-ALPHA機能が使用可能状態にある場合です。

コンプライアンス値を編集する場合、ENTERを押すまで、それとも編集モードが時間切れになるまで、コンプライアンスは更新されません。

EDITは、常に、まずソースフィールドに移行します。ただしスイープ中は別です。この場合には、EDITはコンプライアンスフィールドに移行します。

ソース値とコンプライアンス値は、AUTO Ωモードで編集することができません。

ソースとコンプライアンスのレベルを編集するには、下記のステップに従ってください。

1. EDITを押して編集モードに入ってください。点滅する桁は、どの読取り値（ソースまたはコンプライアンス）が編集のために現在選択されているかを示します。ほかのフィールドを編集したければ、もう一度EDITを押してください。
2. RANGE▲と▼キーを使用して、設定したいレベルを受け入れるレンジを選択してください。最高の確度を得るためには、できるだけ低いソースレンジを使用してください。
3. 所要のソースまたはコンプライアンスレベルを入力してください。読取り値を編集するには、読取り値調整と数字入力の2つの方法があります。

注記　ソース値を0Vまたは0Aにクリアするためには、編集ソースフィールドにある間にMENUキーを押します。

- 読取り値調整－読取り値を調整するために、EDITカーソルキーを使用し、カーソルを適切な位置に合せ、SOURCE▲と▼キーを使用して読取り値をインクリメントまたはデクリメントしてください。
- 数値入力－編集モードに入った場合、カーソルの位置は、読取り値の最上位にあります。この位置から、数字キー（0から9）を使用して、読取り値をキー入力することができます。数字をキー入力するごとに、カーソルの位置は一つ右に移動します。必要であればEDITカーソルキーを使用して、変更する桁にカーソルを合せ、所要の数字キーを押してください。極性を変えるには、読取り値の極性符号にカーソルを合わせる必要がありません。MENUキーを押すとソース値は0Vまたは0Aにクリアされます。

4. これ以外のフィールドを編集するには、EDITを押して所要のフィールドを選択し、ステップ1と2を繰り返してください。
5. ソース値とコンプライアンス値の編集が終われば、ENTERを押すか、それとも6秒待って編集モードから抜けてください。

注記　*コンプライアンスリミット値を入力した場合、ソースメータは、この値を受け入れる最低（最も感度の高い）コンプライアンスレンジに自動的に移行します。*

2400型と2410型の場合は、設定可能な最小コンプライアンスレベルは、0.00100μAと000.200mV(200μV)です。2420型と2430型の場合は、このレベルは、00.0100μA(10nV)と000.200mV(200μV)です。

ステップ3: 測定機能と測定レンジを選択してください

MEAS V（電圧）またはMEAS I（電流）を押して所要の測定機能を選択してください。

ソースを測定する場合（すなわちソースVメジャーV）には、測定RANGEキーを使用してレンジを選択することはできません。選択したソースレンジが測定レンジを決定します。

ソースを測定しない場合（すなわちソースVメジャーI）には、測定レンジは、手動または自動で選択されます。手動レンジ設定を使用する場合、最高の確度を得るためには、できるだけ低いソースレンジを使用してください。自動レンジ設定では、ソースメータは、最高感度測定レンジに自動的に移行します。

電圧測定－電流ソースとして使用する場合には、RANGE▲キーと▼キーを使用して、電圧測定レンジを手動で選択することができます。また、AUTOを押せば自動レンジ設定を選択することができます。電圧ソースとして使用する場合は、RANGEキーは無効になります。

電流測定－電圧ソースとなる場合には、RANGE▲キーと▼キーを使用して、電流測定レンジを手動で選択することができます。また、AUTOを押せば自動レンジ設定を選択することができます。電流ソースとして使用する場合は、RANGEキーは無効になります。

注記　*2400－200VのVソースレンジを選択する場合、最大電流測定レンジは100mAです。1AのIソースレンジを選択する場合、最大電圧測定範囲は20Vです。*

2410－1kVのVソースレンジを選択する場合、最大電流測定レンジは20mAです。1Aまたは100mAのIソースレンジを選択する場合、最大電圧測定範囲は20Vです。

2420－60VのVソースレンジを選択する場合、最大電流測定レンジは1Aです。3AのIソースレンジを選択する場合、最大電圧測定範囲は20Vです。

2430(DCモード)－100VのVソースレンジを選択する場合、最大電流測定レンジは1Aです。3AのIソースレンジを選択する場合、最大電圧測定範囲は20Vです。

注記　測定レンジは、コンプライアンス設定値によっても制限を受けます。たとえば、電圧コンプライアンスが 1V (2V のコンプライアンスレンジ) の場合は、選択可能な最大電圧測定レンジは 2V です。

ステップ 4:

ON / OFF OUTPUT キーを押して、出力をオン状態にしてください。赤色の OUTPUT 表示灯が点灯して出力がオン状態になったことを表示します。

ステップ 5: ディスプレイされた読み取り値を見てください

"Cmpl" ラベルまたはディスプレイされたコンプライアンス設定値のユニットのラベル (すなわち "mA")が点滅する場合は、ソース・メータはコンプライアンス状態にあります。"Cmpl" ラベルが点滅する場合は、実コンプライアンスが発生しています。出力は、ディスプレイされたコンプライアンス値にクランプされます。出力は、現在の固定測定レンジに対する最大コンプライアンス値にクランプされます。たとえば、現在の測定レンジが 2V の場合は、電圧コンプライアンス値に対する単位ラベル (V or I)が 点滅していれば、これは出力が 2.1V にクランプされていることを示します。

ソースメータをコンプライアンス状態から外すには、編集モードに移行し、ソースレベルを低くするか、それともコンプライアンスリミットを大きくします。コンプライアンスリミットを大きくすると、DUT の保護に支障を招くことがあります。

注記　実コンプライアンスとレンジコンプライアンスの詳細については、第 6 部「コンプライアンスリミット」を参照してください。

ステップ 6: 出力をオフ状態にしてください

終了する時には、ON/OFF OUTPUT キーを押して出力をオフ状態にしてください。赤色の OUTPUT 表示灯が消灯します。

リモートコマンドソース - メジャー手順

基本的なソース - 測定手順は、適切なコマンドを正しいシーケンスで送ることにより、リモート (GPIB or RS-232C) 経由でも、実行することができます。以下の項は、基本コマンドをまとめたもので、簡単なプログラミングの例です。

基本ソース-メジャーコマンド

表 3-4 は、基本的なソース - メジャーコマンドをまとめたものです。これらのコマンドの使用法の詳細は、第 18 部を参照してください。

注記　表 3-4 の最初のコマンド (SOURce:FUNCtion:SHAPe DC) は、2430 型のみに適用します。2400、2410、2420 の各型には無効です。

表 3-4
基本ソース - メジャーコマンド

コマンド	内容
:SOURce:FUNCtion:SHAPe DC	DC モード動作を選択してください (2430 型のみ)。
:SOURce:FUNCtion[:MODE] <name>	ソース機能を選択してください (name = VOLTage または CURRent)。
:SOURce:CURRent:MODE FIXed	I ソース用固定ソーシングモードを選択してください。
:SOURce:VOLTage:MODE FIXed	V ソース用固定ソーシングモードを選択してください。
:SOURce:CURRent:RANGe <n>	I ソースレンジを選択してください (n = レンジ)。
:SOURce:VOLTage:RANGe <n>	V ソースレンジを選択してください (n = レンジ)。
:SOURce:CURRent:LEVel <n>	I ソース振幅 (n = アンペアを単位とする振幅) を設定してください。
:SOURce:VOLTage:LEVel <n>	V ソース振幅 (n = ボルトを単位とする振幅) を設定してください。
:SENSe:FUNCtion <function >	測定機能を選択してください (function = "VOLTage" または "CURRent")。
:SENSe:CURRent:PROTection <n>	電流コンプライアンスを設定してください (n = コンプライアンス)。
:SENSe:VOLTage:PROTection <n>	電圧コンプライアンスを設定してください (n = コンプライアンス)。
:SENSe:CURRent:RANGe <n>	電流測定レンジを設定してください (n = レンジ)。
:SENSe:VOLTage:RANGe <n>	電圧測定レンジを設定してください (n = レンジ)。
:OUTPut <state>	出力状態を選択してください (state = ON または OFF)。
:READ?	トリガを行い、読み取り値を取得してください。

ソース - メジャープログラミングの例

表 3-5 は、基本ソース - メジャー手順のコマンドシーケンスをまとめたものです。各ステップが、「前面パネルソース - メジャー手順」の項で記載したステップに対応することに注目してください。これらのコマンドは、ソース・メータを次のように設定します。

- ソース機能とソースレンジ: 電圧、20V
- ソースモード:固定
- ソース出力レベル:10V
- 電流コンプライアンス:10mA
- 測定機能とレンジ:電流、10mA

表 3-5
基本ソース - メジャープログラミングの例

ステップ[1]	アクション	コマンド[2,3]	説明
		*RST	GPIB デフォルトを復元せよ。
1	ソース機能、モードを選択してください。	:SOUR:FUNC VOLT :SOUR:VOLT:MODE FIXED	電圧ソースを選択せよ。 固定電圧ソースモード
2	ソースレンジ、ソースレベル、ソースコンプライアンスを設定してください。	:SOUR:VOLT:RANG 20 :SOUR:VOLT:LEV 10 :SENS:CURR:PROT 10E-3	20V ソースレンジを選択してください。 ソース出力＝10V 10mA のコンプライアンス
3	メジャー機能、メジャーレンジを設定してください。	:SENS:FUNC "CURR" :SENS:CURR:RANG 10E-3	電流測定機能 10mA の測定レンジ
4	出力をオン状態にしてください。	:OUTP ON	測定の前に出力をオン状態にする。
5	データを読み取ってください。	:READ?	トリガを行い、読み取り値を取得せよ。
6	出力をオフ状態にしてください。	:OUTP OFF	

1. 各ステップは、「前面パネルソース - メジャー手順」に記載した前面パネルステップに対応します。
2. コマンドは、定められた順序で送出しなければなりません。
3. 計測器は:READ?のあとにトークしてデータを取得するようにアドレスを設定しなければなりません。

メジャーのみ

在来のソース-メジャー動作の利用に加えて、ソース・メータは、電圧または電流のみの測定に使うことができます。電圧または電流の測定にソース・メータを使用するときは、次のステップに従ってください。

1. ソース - メジャー機能を選択してください。
   電圧のみ測定（電圧計）－ SOURCE I を押して I ソースを選択し、MEAS V を押して電圧測定機能を選択してください。
   電流のみ測定（電流計）－ SOURCE V を押して V ソースを選択し、MEAS I を押して電流測定機能を選択してください。
2. ソースとコンプライアンスのレベルを設定してください。
   「基本的なソース - メジャー手順」のステップ 2 に記載した編集手順を使い、次のようにしてソースとコンプライアンスのレベルを編集してください。
   A. 最低ソースレンジを選択し、ソースレベルをゼロ（0.00000mA または 000.000mV）に設定してください。
   B. コンプライアンスを、予想測定値よりも高いレベルに設定してください。

注意　ソースメータを電圧計として使用する場合、V コンプライアンスは測定しようとする電圧よりも高く設定しなければなりません。これを怠ると、ソースメータに流入する過大な電流によって計測器に損傷を生ずる恐れがあります。

3. レンジを選択してください。

   RANGE▲キーと▼キーを使用し、予想読取り値を受け入れる固定測定レンジを選択してください。最高の確度を得るためには、できるだけ低いレンジを使用してください。
   電流を測定する場合には、AUTO レンジを使用することもできます。ソースメータは、最高感度レンジに自動的に移行します。電圧を測定する場合には、AUTO レンジを使用しないでください（下記の注意を参照）。

注意　ソースメータを電圧計専用として使用する場合には、AUTO レンジを使用しないでください。そして印加信号レベル未満の測定レンジは、絶対に選択しないでください。このような条件のもとでは、大電流が外部ソースから取り込まれます。この大電流は、外部ソースまたは試験回路に損傷を与える恐れがあります。

4. 測定しようとする電圧または電流を接続してください。2 線接続を使って、DUT をソース・メータに接続してください (図 2-2)。
5. 出力をオン状態にしてください。ON/OFF キーを押して出力をオン状態にしてください。
6. ディスプレイから読取り値を求めてください。
7. 終了する時には出力をオフ状態にしてください。

シンク動作

シンクとして動作する場合（V と I が反対の極性を持つ）は、ソースメータは電力のソースとなるのではなく、電力を消費します。外部ソース（すなわちバッテリ）またはエネルギ貯蔵デバイス（すなわちキャパシタ）は、ソースメータの動作を強制的にシンク領域の中に引き込むことがあります。

たとえば、+10V に対してプログラムした V ソースに 12V バッテリ（In/Out HI をバッテリハイ（+ 極）に接続）を接続する場合、第 2 象限（ソース +V とメジャー - I）でシンク動作が起こります。バッテリの充電と放電の詳細に関しては「バッテリ充電 / 放電」を参照してください。

注意　I ソースをシンクとして使用する場合、V コンプライアンスは、必ず、外部電圧レベルよりも高いレベルに設定してください。これを怠ると、ソースメータに流入する過大な電流によって計測器に損傷を生ずる恐れがあります。

注記　*シンク動作リミットは、第 6 部「動作環境」に示してあります。*

バッテリの充電 / 放電

バッテリを充電する場合は、ソースメータはソースとして動作します。バッテリを放電する場合は、ソースメータはシンクとして動作します。バッテリの充電と放電には、V ソースを使用することをお勧めします。充電の場合にも放電の場合にも、下記のステップを実行してください。

1. Input/Output HI をバッテリの正（+）の端子に、Input/Output LO をバッテリの負（−）の端子に接続してください。
2. ソースメータが電圧ソースとなり、電流を測定するように、ソースメータを設定してください。
3. バッテリの充電と放電を行う電流のレベルに I コンプライアンスを設定してください。
4. 適切な電流測定レンジを選択するか、それとも AUTO レンジを使用してください。

バッテリ充電－バッテリを充電するには、バッテリの電圧定格に等しい電圧を出力するように、ソースメータをプログラムしてください。たとえば、10V のバッテリを充電するには、10V のソースとなるように、ソースメータを設定してください。バッテリが完全充電状態に近づくと電流は減少し、最終的にはゼロまたはゼロに近くなります（バッテリ充電完了）。

バッテリ放電－バッテリを放電するには、0V を出力するように、ソースメータをプログラムしてください。この設定では、ソースメータはシンクとして動作し、バッテリを放電させます。バッテリからの電流は、ソースメータの HI 端子に流入し、結果として負の電流を測定することになります。バッテリの放電が進むにつれて、電流は徐々に減少し、最終的にはゼロに達します（バッテリ放電状態）。

注記　*バッテリの充電に V ソースを使うときは、HIGH-IMPRDANCE 出力オフ状態 (第 13 部) を使ってください。この出力オフ状態は、OUTPUT がオフであれば出力リレーを開路します。この回路がこのように開路されいれば、出力オフ状態で外部バッテリは放電しません。*

注意　バッテリの充電と放電、またはどちらかに I ソースを使用する場合には、下記の注意事項を順守しなければなりません。これらの注意事項の順守を怠ると、保証の対象外の損傷がソースメータに発生する恐れがあります。

外部電圧が I ソースの電圧コンプライアンス設定値を超過してないことを確認してください。万一超過すると、過大電流が外部バッテリまたは外部ソースから引き込まれる恐れがあります。

I ソースの出力オフ状態が HIGH-IMPEDANCE に対応して設定されていることを確認してください。この設定によって、OUTPUT が OFF 状態の場合には、出力リレーは開放されます。NORMAL 出力オフ状態が選択された場合は、出力をオフ状態にすると電圧コンプライアンスはゼロに設定されます。このコンプライアンスが 0V になった状態では、過大電流が外部バッテリまたは外部ソースから引き込まれる恐れがあります。高インピーダンス出力オフ状態を選択するには、第 13 部の「出力設定」を参照してください。

4
抵抗測定

- **抵抗測定設定メニュー**－各種の抵抗測定項目の設定を行うための、抵抗測定設定メニューの概要を説明します。
- **抵抗測定方法**－自動、手動の抵抗測定方法と、各種方法の選択について説明します。
- **抵抗センシング**－2線、4線抵抗センシングを説明します。
- **オフセット補償抵抗**－オフセット補償抵抗について説明します。これを使って、低い抵抗を測定するときに、オフセットの影響を受けないようにします。
- **抵抗ソースリードバック**－抵抗ソースリードバックを使用可能状態または使用禁止状態にする方法を説明します。
- **6線抵抗測定**－ソース・メータの6線抵抗測定用のセットアップの基本手順を説明します。この手順を使って、抵抗ネットワークとハイブリッド開路の測定を行うことができます。
- **リモート抵抗測定プログラミング**－ソース・メータを抵抗測定用にプログラムするのに必要な基本リモートコマンドについて説明します。

抵抗測定設定メニュー

注記　2430パルスモード型の場合は、抵抗測定設定メニューから、オフセット補償抵抗を使用可能にすることはできません。しかし、オフセット補償抵抗は、演算機能 (第8部「演算」) として、利用することができます。

CONFIG を押し、続いて Ω を押して、次の抵抗測定設定メニューにアクセスしてください。

- SOURCE － AUTO または MANUAL ソースモードを選択してください。
- SENSE MODE － 2-WIRE または 4-WIRE センスモードを選択してください。
- GUARD － OHMS、または CABLE ガードを選択してください。
- OHMS COMPENSATION －オフセット補償抵抗 (2430パルスモード型には無効) を使用可能または無効にしてください。
- SRC RDBK －ソースリードバックモードを使用可能または無効にしてください。

以下の各項では、上記各項目の詳細を説明します。

抵抗測定法

注記　2430型では、下記の抵抗測定手順は、DC モード動作が選択されていることを前提とします (ソースフィールドには、"Vsrc" または "Isrc" がディスプレイされています)。パルスモード ("Vpls" または "Ipls" がディスプレイされています) の場合に DC モードを選択するには、CONFIG V または I を押し、SHAPE メニュー項目を選択し、続いて DC を選択してください。パルスモード動作の説明は、第5部に記載してあります。

抵抗測定には、自動抵抗測定と手動抵抗測定の2種類があります。自動抵抗測定を使用する場合は、ソース・メータは在来の定電流ソース抵抗計として動作を行います。抵抗測定レンジ (またはオートレンジ) を選択し、ディスプレイから読み取り値を求めてください。

手動抵抗測定の場合は、ソース・メータは V/I 測定法を使用します。所要のソースを設定し、電圧または電流測定レンジを選択したあと、計算による V/I 抵抗読み取り値をディスプレイするため、Ω 測定機能を選択してください。手動抵抗測定の場合は、I ソースまたは V ソースを使ってください。

注記　前面パネル操作で最適の確度を得るために、ソース・メータは V,I 両方を測定し、これらの値を使って抵抗を計算します (ソースリードバックは使用可能状態)。測定したソース値は、プログラムソース値よりも正確です。リモート操作の場合は、測定する機能はユーザによって指定されます。

抵抗測定法の選択

電源を投入した時は、自動抵抗測定法が抵抗測定機能についてのデフォルトです。抵抗測定法の点検と変更またはどちらかを実行するには、下記のステップに従ってください。

1. CONFIG を押し、続いて OHM を押し、抵抗設定メニューをディスプレイしてください。
2. ◀キーと▶キーを使用してカーソル (メニュー項目を点滅させる) を SOURCE に合わせ、ENTER を押してください。

注記　*カーソルの位置は、現在選択されている抵抗測定法を示します。この選択を保持するには、EXIT キーを使用してメニュー体系から抜け出し、次の 2 ステップをスキップしてください。*

3. 測定方法を変更するには、カーソルを代替え選択事項 (AUTO または MANUAL) に合わせ、ENTER を押してください。
4. メニュー体系から抜けるには EXIT を押してください。

AUTO 抵抗測定

AUTO 抵抗測定を行うには、次のステップに従ってください。

注記　*下記の手順は、ソース・メータが第 2 部「接続」で説明したような方法で、DUT に接続されていることを前提とします。*

警告　感電を防止するために、出力がオン状態の時は、ソース・メータへの接続、接続の取り外しは、行わないでください。出力がオン状態であれば、ON/OFF キーを押して出力をオフ状態にしてください。

1. 抵抗測定機能を選択してください。
   MEASΩ を押して抵抗測定機能を選択してください。
2. AUTO 抵抗測定法を選択してください。
   これまでに説明したような方法で、AUTO抵抗測定法を選択してください (「抵抗測定法の選択」参照)。ソース・メータがソース I 測定 V 用に設定されていることに留意してください。測定レンジを基準にして I ソースレベルと V コンプライアンスリミットが決まるので、これらは編集できないことに注意してください。
3. 測定レンジを選択してください。
   RANGE▲キーと▼キーを使用して、予想抵抗読み取り値に適したレンジを選択するか、またはAUTOを押してオートレンジ設定を使用してください。手動レンジ設定を使用する場合は、最も感度の高い (最低の) レンジを選択すれば最高の確度が得られます。オートレンジ設定は、最も感度の高いレンジに自動的に移行します。
4. 出力をオン状態にしてください。
   ON/OFF OUTPUT キーを押して出力をオン状態にしてください。赤色の OUTPUT 表示灯が点灯し、出力がオン状態にあることを表示します。

5. ディスプレイされた読み取り値を見てください。
   最大抵抗レンジから外れると、ソース・メータはコンプライアンス状態に入ります。
6. 出力をオフ状態にしてください。
   終了する時は、ON/OFF OUTPUTキーを押して出力をオフ状態にしてください。赤色のOUTPUT表示灯が消灯します。

MANUAL 抵抗測定

MANUAL 抵抗測定を行うには、次のステップに従ってください。

注記　下記の手順は、ソース・メータが第2部「接続」の項で説明したような方法で、DUTにすでに接続されていることを前提とします。

警告　感電を防止するために、出力がオン状態の時は、ソース・メータへの接続、接続の取り外しは、行わないでください。出力がオン状態であれば、ON/OFFキーを押して出力をオフ状態にしてください。

1. 抵抗測定機能を選択してください。
   MEASΩを押して抵抗測定機能を選択してください。
2. MANUAL 抵抗測定法を選択してください。
   これまでに説明したような方法で、MANUAL 測定法を選択してください(「抵抗測定法の選択」参照)。
3. ソースの設定を行ってください。
   MANUAL 抵抗測定の場合は、ユーザプログラム出力レベルで、Iのソースとすることも、Vのソースとすることもできます。負荷とソース値が最低許容コンプライアンス値を決めます。たとえば、1kΩの抵抗に対して1Vのソースとなっているときは、最低許容電流コンプライアンスは1mA (1V/1kΩ = 1mA) です。1mA未満のリミットを設定すると、ソースはコンプライアンス状態に入ります。ソースを設定する場合は、第3部「基本的なソース - メジャー手順」のステップ1と2を参照してください。

注記　高速設定が必要な場合(すなわち生産試験)には、MANUAL 抵抗測定のためのVソースを使用してください。

4. レンジを選択してください。
   RANGE▲キーと▼キーを使用し、最低固定レンジを選択するか、またはAUTOレンジを使用してください。電流ソースとなる場合には、電圧測定レンジが設定されます。逆に、電圧ソースとなる場合には、電流測定レンジが設定されます。最高の確度は、最も感度の高いレンジで得られます。
   レンジの制限については、第3部の「基本的なソース - メジャー手順」を参照してください。

5. 出力をオン状態にしてください。
   ON/OFF OUTPUTキーを押して出力をオン状態にしてください。赤色のOUTPUT表示灯が点灯し、出力がオン状態にあることを表示します。
6. ディスプレイされた読み取り値を見てください。
   Cmplラベルまたはディスプレイされたコンプライアンス設定値の単位ラベル(すなわち"mA")が点滅していれば、ソース・メータはコンプライアンス状態に入っています。Cmplラベルが点滅していれば、実コンプライアンスが発生しています。出力は、ディスプレイされたコンプライアンス値にクランプされます。たとえば、現在の測定レンジが2Vの場合は、電圧コンプライアンス読み取り値のユニットラベルが点滅していれば、これは出力が2.1Vにクランプされていることを示します。
   ソース・メータをコンプライアンス状態(実またはレンジ)から外すには、編集モードに入り、ソース値を小さくするか、またはコンプライアンス値を大きくします。コンプライアンスリミットを大きくすると、DUTの保護が損なわれる可能性があることに留意してください。レンジコンプライアンス状態にある場合には、測定レンジを高くすると、ソース・メータがコンプライアンス状態から外れることがあります。

注記　実コンプライアンスとレンジコンプライアンスの詳細は、第6部「コンプライアンスリミット」を参照してください。

7. 出力をオフ状態にしてください。

   修了したら、ON/OFF OUTPUTキーを押して電源を切ってください。赤色のOUTPUT表示灯が消灯します。

抵抗センシング

抵抗測定は、2線センシングまたは4線センシングを使って行うことができます(接続についての詳細は第2部を参照)。抵抗測定確度仕様は、4線センシングの使用を基本としていることに留意してください。次の手順を使って、2線または4線センス動作を選択してください。

1. CONFIGを押し、続いてΩを押し、抵抗測定設定メニューをディスプレイしてください。
2. SENSE MODEを選択し、続いてENTERを押してください。
3. 必要に応じて、2-WIREまたは4-WIREを選択し、続いてENTERを押してください。
4. EXITを押して通常ディスプレイに戻ってください。

オフセット補償抵抗

注記　2430型については、次に記載するオフセット補償抵抗測定法は、パルスモードでは無効です。しかし、オフセット補償抵抗は、演算関数として利用できます(第8部「演算」参照)。

熱起電力 (V_{EMF}) が存在すると、低抵抗測定確度が悪影響を受ける可能性があります。このような好ましくないオフセット電圧の影響を受けないようにするには、オフセット補償抵抗測定法を使用してください。

この方法の概略は、まず一定のソースレベルで抵抗 (V/I) を測定し、続いてソースを0に設定した場合の抵抗測定値を引きます。ソースを0に設定すると、ソースレベルは V_{EMF} となります。したがって、V_{EMF} の存在による抵抗が除去されます。

この2点測定法を数式で表現すると、次のとおりです。

オフセット補償 $\Omega = \Delta V/\Delta I$、ここで $\Delta V = V2 - V1$ および $\Delta I = I2 - I1$

V1 はソースを一定のレベルに設定した場合の電圧測定値です。
V2 はソースを0に設定した場合の電圧測定値です。

I1 はソースを一定のレベルに設定した場合の電流測定値です。
I2 はソースを0に設定した場合の電流測定値です。

自動抵抗測定の場合、ソース・メータが適切な電流ソースレベルと電圧測定レンジを選択します。手動抵抗測定の場合は、まず適切なソース (V または I) 値を選択してください。その間は出力をオフ状態にします。ソースをオン状態にすると、出力はプログラムされた値とゼロ (0A または 0V) の間を周期的に循環し、オフセット補償抵抗測定値を求めます。

注記　手動オフセット補償抵抗は、演算操作 (FCTN) としても利用できます。この演算機能を使用すれば、両方のソース値を指定することができます。詳細については、第8部に「オフセット補償抵抗」を参照してください。

オフセット補償抵抗の有効 (Enable) / 無効 (Disable)

オフセット補償抵抗測定は、次のようにして CONFIG OHMS の OFFSET COMPENSATION オプションから、有効または無効にすることができます。

1. CONFIG を押し、続いて OHM を押し、抵抗測定設定メニューをディスプレイしてください。
2. カーソルを OFFSET COMPENSATION に合わせ、ENTER を押してください。
3. カーソルを ON (補償を有効にする) または OFF (補償を無効にする) に合わせ、ENTER を押してください。
4. EXIT キーを使ってメニュー体系から抜けてください。

オフセット補償抵抗手順

注記　下記の手順は、所要の抵抗測定方法 (自動または手動) がすでに選択されており、ソース・メータが第2部で説明したとおりにDUTに接続されていることを前提とします。測定方法を点検または変更する場合は「抵抗測定方法の選択」を参照してください。

1. 出力状態にしてΩ測定機能を選択してください。
2. これまでに説明した方法で、オフセット補償を使用可能にしてください (「オフセット補償抵抗測定の有効 / 無効」参照)。

注記　AUTO抵抗測定を使用する場合は、ステップ5に進んでください。

3. MANUAL抵抗測定の場合は、所要のソース (VまたはI) を設定し、適切なソースレベルを出力してください。コンプライアンスを設定し、測定レンジを選択してください (またはAUTOレンジを使用してください)。詳細については、第3部の「基本的なソース - メジャー手順」のステップ1、2、3を参照してください。
4. 出力をオン状態にし、ディスプレイされたオフセット補償抵抗の読み取り値を見てください。ソースが、プログラムされた出力とゼロの間を往復することに留意してください。

注記　出力をオフ状態にすると、ディスプレイされたソース値がゼロ (0Vまたは0A) になることがあります。通常の場合では、これは、手動抵抗測定モードで前回プログラムされた値です。しかし、出力をオン状態に戻した時には、プログラムしたソース値が記憶されて使用されます。新しいソース値がプログラムされていれば、出力をオン状態に戻した時、ソース・メータは新しいソース値を使います。出力がオン状態の間は、ソース値を変更することはできません。グローバルセットアップまたはソースメモリが格納されていれば、前回プログラムしたソース値が常に使用されます。

5. 終了すれば出力をオフ状態にし、オフセット補償抵抗測定を無効にしてください。

抵抗ソースリードバック

注記　2430型パルスモードの場合は、抵抗ソースリードバックを使用可能状態にすることはできません。

抵抗ソースリードバックが有効な状態では、計測器は抵抗測定に使用した実ソース値を測定し、続いてこの測定値を使って計算値を読み取ります。通常は、最適測定確度を得るためには、抵抗ソースリードバックを有効状態にしておく必要があります。しかし、ソースリードバックを無効にすれば、ソースをコンプライアンス状態にして、有効な抵抗測定を行うことができます。抵抗ソースリードバックを有効または無効にするには、次の手順を使ってください。

1. CONFIGを押し、続いてΩを押してください。
2. SRC RDBKを選択し、続いてENTERを押してください。

3. 必要に応じてDISABLEまたはENABLEを選択し、続いてENTERを押してください。
4. EXITを押して通常ディスプレイに戻ってください。

注記　ソースリードバックが無効では、コンプライアンスフィールドの読み取り値は無効です。

6線抵抗測定

6線抵抗設定を使えば、内部抵抗接続ノードへのアクセスができない場合に、抵抗ネットワークやハイブリッドデバイスの抵抗を正確に測定することができます。4線ケルビン接続とガード付抵抗測定機能を組み合わせて使用すると、内部並列抵抗の影響を除くことができます。内部並列抵抗は、測定確度と測定速度を低下させる恐れがあります。6線抵抗測定用にソース・メータをセットアップする基本手順を以下で説明します。

注記　6線抵抗測定接続については、第2部図2-5Cを参照してください。

1. CONFIGを押し、続いてΩを押して、CONFIG OHMSをディスプレイしてください。
2. SENSE MODEを選択し、続いてENTERを押してください。
3. 4-WIREを選択し、続いてENTERを押してください。
4. CONFIG OHMSメニューからGUARDを選択し、続いてENTERを押してください。
5. OHMSを選択し、続いてENTERを押してください。
6. EXITを押して通常ディスプレイに戻ってください。
7. MEASを押し、続いてΩを押して、抵抗測定機能を選択してください。
8. 適切な測定レンジを選択するか、必要に応じてオートレンジを選択してください。
9. ON/OFF OUTPUTキーを押して、出力をオン状態にしてください。
10. ディスプレイから値を読み取ってください。
11. 作業が終わればON/OFF OUTPUTキーを押して、出力をオフ状態にしてください。

リモート抵抗プログラミング

以下の各項は、リモート (GPIB or RS-232C 経由の) 抵抗測定プログラミングに必要な基本コマンドをまとめたもので、代表的な抵抗測定の場合のプログラミングの一例を示します。

リモート抵抗コマンド

表 4-1 は、基本的な抵抗測定を行うための、リモートコマンドをまとめたものです。これらのコマンドの詳細は、第 18 部を参照してください。

表 4-1
基本抵抗測定用リモートコマンド

コマンド	内容
:SENSe:FUNCtion "RESistance"	抵抗測定機能を選択してください。
:SENSe:RESistance:RANGe <n>	抵抗レンジ (n = レンジ) を選択してください。
:SENSe:RESistance:MODE <name>	抵抗測定モードを選択してください。(name = MANual または AUTO)
:SENSe:RESistance:OCOMpensated <state>	オフセット補償を使用可能 / 使用禁止にしてください (state = ON または OFF)
:SYSTem:RSENse <state>	2 線 /4 線センシング (state = ON で 4 線、OFF で 2 線)
:OUTPut <state>	出力をオンまたはオフ状態にしてください (state = ON または OFF)
:READ?	トリガを行い読み取り値を取得してください。

抵抗プログラミングの例

表 4-2 は、一般的な抵抗測定を行う場合の、コマンドシーケンスをまとめたものです。これらのコマンドの詳細については、第 18 部を参照してください。

- 抵抗測定モードとレンジ:自動、20kΩ
- オフセット補償:オフ
- センスモード:4 線

表 4-2
基本抵抗プログラミングの例

コマンド *	内容
*RST	GPIB デフォルトを復元してください。
FUNC "RES"	抵抗測定機能を選択してください。
RES:RANG 20E3	20kΩ レンジを選択してください。
RES:MODE AUTO	AUTO 抵抗測定モード
:SYST:RSEN ON	4 線モードを使用可能にしてください。
:OUTP ON	出力をオン状態にしてください。
:READ?	トリガを行い、読み取り値を取得してください。
:OUTP OFF	出力をオフ状態にしてください。

5
パルスモード動作（2430 型のみ）

- **概要**－パルスモード動作の概要を説明します。
- **パルス特性**－パルス幅と、パルス周期の出力オフ時間を構成するタイミング特性を説明します。同時に最高速パルス出力を実現する方法を説明します。
- **パルスエネルギー限度 (10A レンジ)**－ 10A (ソースまたはメジャー) レンジについてのパルスエネルギー消費限度について説明します。
- **パルスモード設定**－パルスモード動作の基本的な特性を選択、設定する方法を説明します。
- **基本的なパルスモード動作**－パルスモード運転のための基本的な前面パネル手順を示し、パルス - 抵抗測定の実行方法を説明します。リモート操作のための基本的なコマンドのリストとプログラミングの例を示します。
- **パルス-メジャーの留意点**－通常 (DC モード) 動作とパルスモード動作の差異を説明します。

概要

注記　パルスモードは、2430型に限って利用できます。この部の説明文書は、2400型、2410型、2420型には使用できません。

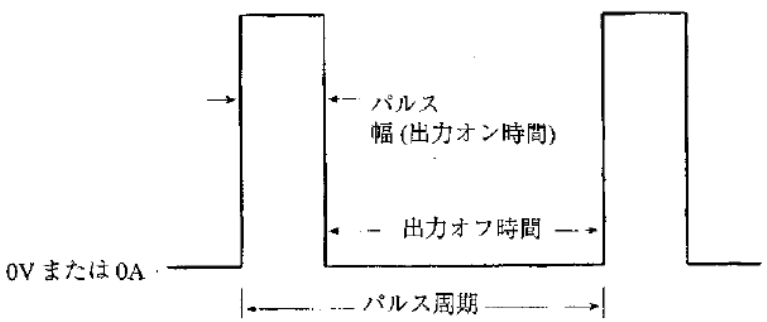
2430型は、パルスモードで運転中は、1個以上のパルスを出力することができます。1個のパルスを形成するには、ある期間にわたって出力をオン状態にし、続いて出力をオフ状態 (0V または 0A) にします。単一パルス周期を図5-1に示します。

2430型は、105Vで最大10.5Aの電流パルスを、10.5Aで最大105Vの電圧パルスを出力することができます。パルス出力の極性は正または負です。固定ソースモードの場合には、出力は、設定パルスレベルとゼロ (0V または 0A) の間を往復します。スイープ動作についての詳細は、第10部を参照してください。

パルスの読み取りができるのは、出力がオン状態にある間に限られます。出力がオフ状態の場合 (0V または 0A) には、読み取りは行われません。リモート(GPIB or RS-232C) 操作の場合は、パルス読み取りを使用禁止にすることができます。

パルスモードにある間は、自動および手動抵抗測定を行うことができます。また、オフセット補償抵抗測定は、演算機能 (FCTN) の形で利用することができます。しかし、パルスモードでは、抵抗ソースリードバックを使用可能にすることはできません。

図5-1
パルス周期



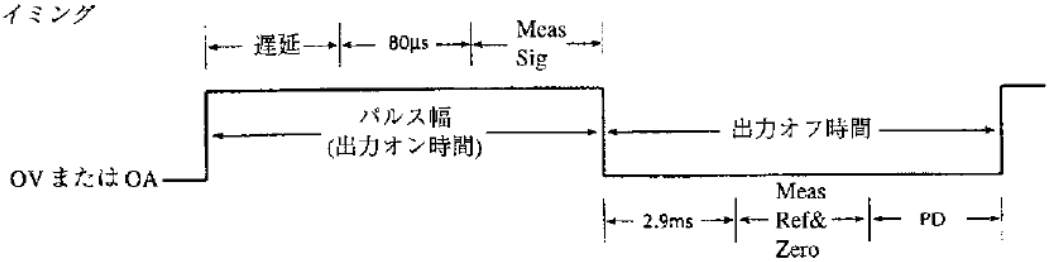
パルス特性

注記　ここでの説明に使う図解には、正極パルスを示します。2430 型は負のパルスも出力可能であることに留意してください。

図 5-1 に示すように、パルス周期は、出力オン時間 (パルス幅) と出力オフ時間で構成されます。ソース・メータの設定状況に応じて、パルス幅は、最小 150μsec から最大 5msec となります。出力オフ時間は、最短で 1.1msec、最長は最大 10,000sec となります。

図 5-2 に示すのは、パルス幅と出力オフ時間を構成するコンポーネントです (最悪の場合)。

図 5-2
パルス - メジャー
タイミング



遅延 = パルス幅遅延
80μs = 最低パルス幅オーバヘッド
Meas Sig = 信号測定

2.9ms = 最低出力オフ時間オーバヘッド
Meas Ref & Zero = 基準とゼロの測定
PD = パルス遅延設定値

パルス幅

パルス幅は、0.15msec から 5.00msec の範囲で設定することができます。しかし、ソース・メータの設定状況によっては、実現不可能なパルス幅もあります。たとえば、信号測定に 1.667msec を必要とするならば、実現可能な最小パルス幅は 1.75msec となります (1.667msec の信号測定時間 +80μsec のオーバヘッド)。したがって、パルス幅設定値が実現可能な値よりも小さい場合は、この設定値は無視されます。

10A レンジ (ソースまたはメジャー) の最大パルス幅は、2.5msec です。設定値が >2.5msec の場合は、ソース・メータはパルス幅を 2.5msec に制限します。

信号測定

パルス読み取り値は、3 つの測定変換部分で構成されます。信号 (パルス) を測定し、精密な内部基準を測定し、最後にゼロ (コモン) を測定します。読み取り値は、これらの測定値から計算されます。

図 5-2 に示すように、信号測定 (Meas Sig) はパルス幅の構成部分の一つです。一方、基準測定とゼロ測定 (Meas Ref & Zero) はオフ時間の構成部分です。測定プロセスはこのように分割されており、そのために可能な限り短いパルス幅を設定することができます。信号測定を行う時間は、ソース・メータの速度設定 (NPLC) と電源周波数によって決まります。

Meas Sig=NPLC/ ライン周波数

ここで　Meas Sig は信号測定に要する時間、
NPLC は現在の速度設定値 (0.004 から 0.100PLC)、
電源周波数は商用電源の周波数 (50 または 60Hz) です。

注記　前面パネル操作の場合、速度設定メニューをディスプレイするには SPEED キーを押します。リモート操作の場合は、:NPLCycles コマンドを使用して速度を設定します。詳細は第 7 部の「速度」を参照してください。

オーバヘッド時間

図 5-2 に示すように、測定プロセスに固有の、若干のパルス幅オーバヘッド時間が発生します。80μsec というのが実現可能な最低オーバヘッド時間です。ソース・メータが追加動作 (たとえば数式計算、リラティブ、格納、スイープなど) を行うように設定してある場合は、オーバヘッド時間は増加します。

パルス幅遅延

パルス幅設定値が、信号測定時間とオーバヘッド時間の和よりも大きい場合には、遅延を利用して所要のパルス幅を実現します。パルス幅遅延は、次のように計算します。

パルス幅遅延 =PW - Sig Meas -80μsec

ここで　PW はパルス幅設定値、
Sig Meas は信号測定時間、
80μsec は最小パルス幅オーバヘッド時間です。

たとえば、パルス幅設定値が 2msec、信号測定時間が 167μsec と仮定します。オーバヘッド時間が 80μsec の場合は、パルス幅遅延は 753μsec となります。

パルス幅遅延 =1msec-167μsec-80μsec=753μsec

注記　パルス幅遅延計算の結果が負の数になる場合は、パルス幅遅延は 0sec に設定します。負の数は、パルス幅設定値が短すぎる (実現不可能) ことを示します。

パルス幅遅延計算の結果が正の数になる場合は、設定可能な最小遅延時間は 60μsec です。たとえば、遅延計算の結果が 33μsec であれば、遅延は 60μsec に設定されます。パルス幅遅延設定の場合の分解能は、10μsec です。

出力オフ時間

基準測定とゼロ測定

これまでに説明したように (「パルス幅と信号の測定」参照)、パルス読み取り値の基準測定とゼロ測定は、パルス周期の中の出力オフ時間に行われます (図 5-2)。これら 2 つの測定を実行する時間は、ソース・メータの速度設定値 (NPLC) と電源周波数によって決まります。

Meas Ref & Zero=2 x NPLC/ 電源周波数

ここで　Meas Ref & Zero は基準とゼロの測定に要する時間、
NPLC は現在の速度設定値 (0.004 から 0.1PLC)、
電源周波数は商用電源の周波数 (50 または 60Hz) です。

オーバヘッド時間

図 5-2 に示すように、ソース - メジャープロセスに固有の、若干のオーバヘッド時間が発生します。2.9ms というのが、出力オフ時間に実現できる最低オーバヘッド時間です。ソース・メータが追加動作 (たとえば数式計算、リラティブ、格納、スイープなど) を行うように設定してある場合は、オーバヘッド時間は増加します。

パルス遅延

パルス遅延 (PD) はユーザが設定します。この値は、0 から 9999.999sec の範囲に設定することができます。

パルスデューティサイクル

デューティサイクルは、パルス周期の中で、出力がオン状態になっている時間の割合です。デューティサイクルは次のように計算されます。

デューティサイクル　=パルス幅 / (パルス幅＋オフ時間)

例えば、パルス幅が 1msec、オフ時間が 9msec の場合、デューティサイクルは次のように計算されます。

デューティサイクル　=1msec/(1msec+9msec)
=1msec/10msec
=0.10
=10%

設定可能な出力オン / オフ時間に左右されますが、パルスデューティはサイクルは <1% から 82% の間に設定することができます。

高速パルス出力

最高速のパルスを実現するには、パルス幅が最短になるよう、また出力オフ時間が最短になるよう、ソース・メータを設定します。これを実現するためには、測定速度を 0.004PLC に設定、パルス遅延を 0sec に設定すること、これ以外の動作 (たとえばリラティブ、数式演算、格納、スイープなど) が行われないことを確認します。

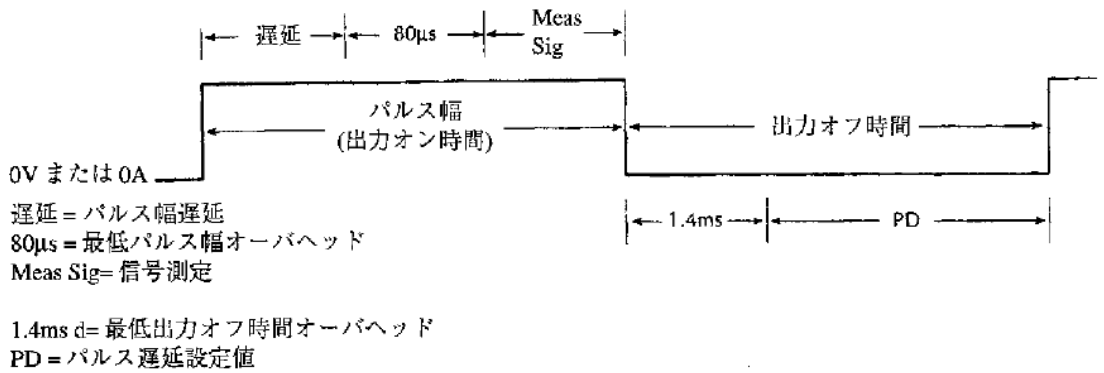
通常のパルス - メジャー動作の場合の最短パルス幅は、150µsec (信号測定に 70µsec+ オーバヘッドに 80µsec) です。最短出力オフ時間は 3.04msec (基準測定とゼロ測定に 140µsec+ オーバヘッドに 2.9msec) です。

オートゼロを使用禁止にすると、パルス速度をさらに速くすることができます (信号測定の場合のみ)。

オートゼロ

出力オフ時間を短縮するには、オートゼロを使用禁止にします。オートゼロを使用禁止にすると、信号だけが測定されます。図 5-3 に示すように、基準とゼロの測定 (通常はオフ時間の一部です) が行われません。また、オフ時間中に発生する最小オーバヘッド時間が 1.4msec に短縮されることにも注目してください。したがって、パルス遅延を 0sec に設定すると、出力オフ時間を 1.4msec まで、短縮することができます。

図 503
パルス - メジャーの
タイミング
(オートゼロはオフ状態)



遅延 = パルス幅遅延
80µs = 最低パルス幅オーバヘッド
Meas Sig= 信号測定

1.4ms d= 最低出力オフ時間オーバヘッド
PD = パルス遅延設定値

オートゼロを使用禁止にすると、最終的にはゼロドリフトがパルス測定の確度を下げることになります。正確なパルス測定が可能な状態に戻るには、オートゼロを使用可能にするか、または速度設定値を変更してください。

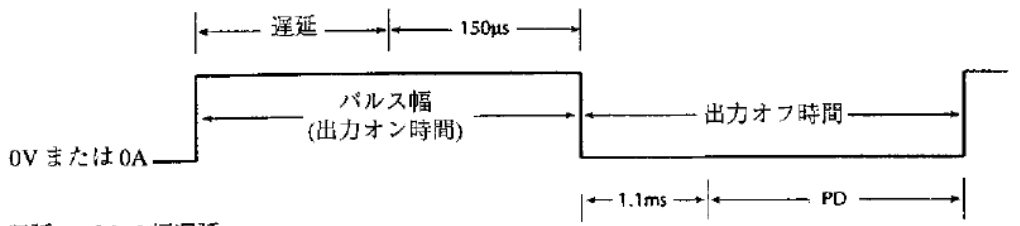
注記 前面パネル操作では、オートゼロの制御には、メインメニューの A/D CONTROLS 項目を使います。リモート操作の場合は、:SYSTem:AZERo コマンドがオートゼロを制御します。詳細はこの部の「操作上の留意点、オートゼロ」を参照してください。

パルスのみ

最高速のパルスを得るには、すべての測定を使用禁止にします。図 5-4 に示すように、信号を測定しない場合は、パルス幅を 150μsec のオーバヘッドまで短縮することができます。基準とゼロの測定を行わないので、出力オフ時間は 1.1msec のオーバヘッドまで短縮することができます。

注記　前面パネル操作で測定を使用禁止にすることはできません。リモート操作の場合は、測定を使用禁止にするには、[SENSe]:FUNCtion:OFF:ALL コマンドを送ります (詳細は第 18 部を参照してください)。

図 5-4
パルスのみ



遅延 = パルス幅遅延
150μs = 最低パルス幅オーバヘッド
Meas Sig= 信号測定

1.1ms = 最低出力オフ時間オーバヘッド
PD = パルス遅延設定値

パルスジッタ

パルスジッタは、設定したパルスオン時間とパルスオフ時間の変動と定義することができます。発生の可能性のあるジッタの大きさは、ソース・メータのセットアップ状態によって決まります。ジッタを最小 (パルスオン時間 <5μsec) にするには、ディスプレイをオフ状態にしてください (第 1 部の「前面パネルディスプレイを使用禁止にする」を参照)。ディスプレイをオン状態にすると、パルスオン時間ジッタは、パルス幅によって決まります。パルス幅 <1msec の場合は、オン時間ジッタは、最大で 20μsec です。パルス幅 >1msec の場合は、オン時間ジッタは、5-40μsec です。

パルスオフ時間のジッタは、積分速度、オートゼロ、オン時間にもよりますが、最大で 1msec です。

パルスエネルギー制限 (10A レンジ)

パルスのエネルギーは、内部のキャパシタバンクから供給されます。パルスごとに、キャパシタからのエネルギを消費します。パルスを発生させたあと、キャパシタは再充電を開始します。キャパシタの再充電に十分な時間が確保される限り、次のパルスは設定した時間に発生します。キャパシタの充電が不十分で、パルスを発生させることができない場合は、計測器は必要な充電エネルギーが得られるまで、待機します。

パルスによる充電エネルギーの消費は、パルス電流とパルス幅によって決まり、次のように表されます。

ここで　Q はパルスが消費する充電エネルギー、
I はパルス電流、
t は出力オン時間 (パルス幅) です。

上記の方程式から、電流が大きく、オン時間が長い、またはどちらかの場合には、エネルギ消費が大きくなり、キャパシタの充電時間は長くなります。

10A レンジ以外のすべてのレンジ (ソースまたはメジャー) では、充電エネルギー消費が十分に小さく、次のパルスの発生予定時間までにキャパシタを再充電することができます。このような急速充電プロセスによって、設定したパルス周期が終始一貫して維持されます (ジッタフリー)。

10A レンジ (ソースまたはメジャー) では、設定したパルス周期は、パルスデューティサイクルが 8% 以下であれば、維持することができます。8% を越えると、次のパルスの発生予定時間までにキャパシタを十分に充電することができません。その結果、パルス周期が長くなり (パルスとパルスの間の充電時間が長くなるため)、一貫性が維持できなくなります (ジッタ)。

10A レンジで一貫したパルス周期を実現するには、デューティサイクルを 8% 以下にするパルスオフ時間を設定してください。たとえば、パルス幅が 2msec であれば、必要なオフ時間は次のように計算します。

パルスオフ時間 =(パルス幅 / デューティサイクル) - パルス幅
=(2msec/8%)-2msec
=25msec-2msec
=23msec

お客様の試験で一貫したパルス周期が必要でない場合には、10A レンジを使えば高速、高エネルギーパルス (デューティサイクル >8%) を出力することができます。パルス遅延時間を 0sec に設定すると、以後の各パルスは、キャパシタが十分に充電され次第、出力されます。

パルスモード設定

前面パネルパルスモード設定

パルスモードの選択とパルス幅、パルス遅延の設定

1. CONFIG 続いて SOURCE V または I を押してください。
2. ディスプレイされた選択項目から SHAPE を選択し、続いて ENTER を押してください。
3. ディスプレイされた選択項目から PULSE を選択し、続いて ENTER を押してください。Pulse Mode を選択すると、メニューのパルス幅とパルス遅延が使用可能になります。
4. ディスプレイされた選択項目から PULSE WIDTH を選択し、続いて ENTER を押してください。
5. 所要のパルス幅の値 (0.15ms から 5.00ms) を選択し、ENTER を押してください。10A レンジ (ソースまたはメジャー) では、パルス幅は内部的に 2.5ms に制限されることに注意してください。
6. ディスプレイされた選択項目から DELAY を選択し、続いて ENTER を押してください。
7. 所要のパルス遅延の値 (0 から 9999.99872sec まで) を選択し、ENTER を押してください。
8. EXIT を押して通常ディスプレイに戻ってください。

パルス測定速度の設定

パルスモードを選択すると、利用可能な NPLC 値がアクセス可能となり、これによってパルス測定速度を設定することができます。

1. SPEED を押してパルス速度メニューをディスプレイしてください。
2. 速度設定値 (0.004 から 0.10) を選択し、ENTER を押してください。

パルスカウントの設定

アームカウントとトリガカウントによって、ソーシングの対象となるパルスの数が決まります。一般に、ソーシングの対象となるパルスの数は、アームカウントとトリガカウントの積です。たとえば、アームカウントが2でトリガカウントが5であれば、出力をオン状態にしたときには10個のパルスにソースが必要となります。しかし、アームカウントを無限大に設定したときは、2430型は、出力がオン状態になると、パルスに対して連続的にソースを提供します。有限値カウント数は、最大2500に制限されていることに注意してください。詳細は第1部の「トリガモデル」を参照してください。

アームカウントを設定するには、次のステップに従ってください。

1. CONFIG に続いて TRIG を押し、トリガ設定メニューをディスプレイしてください。
2. ディスプレイされた選択項目から ARM LAYER を選択し、ENTER を押してください。
3. ディスプレイされた選択項目から COUNT を選択し、ENTER を押してください。
4. 連続パルス出力が必要な場合は、INFINITE を選択し、ENTER を押してステップ6に進んでください。これ以外の場合は、FINITE を選択し、ENTER を押して次のステップに進み、アームカウントを設定してください。
5. 所要のアームカウント値を入力し、ENTER を押してください。
8. EXIT を押してメニューからバックアウトしてください。

トリガカウントを設定するには、次のステップに従ってください。

1. CONFIG に続いて TRIG を押し、トリガ設定メニューをディスプレイしてください。
2. ディスプレイされた選択項目から TRIG LAYER を選択し、ENTER を押してください。
3. ディスプレイされた選択項目から COUNT を選択し、ENTER を押してください。
4. 所要のトリガカウント値を入力し、ENTER を押してください。
5. EXIT を押してメニューからバックアウトしてください。

オートゼロを使用可能 / 使用禁止にする

パルス速度を速くするには、オートゼロを使用禁止にします。しかし、最終的にはゼロドリフトがパルス測定の確度を下げることになります。正確なパルス測定が可能な状態に戻るには、オートゼロを使用可能にするか、または速度設定値を変更してください。

1. MENU を押し、メインメニューをディスプレイしてください。
2. ディスプレイされた選択項目から A/D CTRL を選択し、ENTER を押してください。
3. ディスプレイされた選択項目から AUTO ZERO を選択し、ENTER を押してください。
4. DISABLE または ENABLE を選択し、ENTER を押してください。
5. EXIT を押してメニューからバックアウトしてください。

リモートコマンドパルスモードの設定

リモートコマンドについては、パルスモードを選択、設定するためのコマンドを表5-1に示します。

基本パルスモード操作

注記　以下の手順では、2430 型が第 2 部で説明したように、すでに DUT に接続されていることを前提とします。

警告　高速パルス動作を実行する場合には、選択した INPUT/OUTPUT LO 端子に危険電圧 (>30V rms) が現れることがあります。この感電の危険を取り除くには、LO 端子を大地接地に接続してください。前面パネル端子を使用する場合は、前面パネル LO 端子を接地してください。背面パネルを使用する場合は、背面パネル LO 端子を接地してください。接地接続は、背面パネル上のシャーシ接地ねじ、または安全大地接地があればそこに接続してください。

前面パネルパルス - メジャー手順

注記　下記の手順はお客様が第 3 部の「基本的なソース - メジャー手順」にすでに慣れていることを前提とします。

ステップ 1: パルスモードを選択し、パルス幅とパルス遅延を設定してください。

CONFIG SOURCE V または I を押して、ソース / パルスメニューをディスプレイしてください。SHAPE メニュー項目から PULSE を選択し、ENTER を押してください。そうするとメニュー項目 PULSE WIDTH と DELAY とからパルス幅とパルス遅延を設定することができます。終了すれば EXIT を押し、通常ディスプレイに戻ってください。詳細は「パルスモード設定」を参照してください。

注記　ディスプレイ上のソースフィールドは Vpls または Ipls を読み取り、パルスモードが選択されたことを示します。

ステップ 2: パルス測定速度を設定してください。

SPEED を押すと、利用可能な速度設定値 (0.004 から 0.100PLC) がディスプレイされます。所要の速度を選択し、ENTER を押してください。

ステップ 3: パルスカウントを設定してください。

アームカウントとトリガカウントによって、ソーシングの対象となるパルスの数が決まります。有限カウント数の場合は、パルスカウントはアームカウントとトリガカウントの積です。アームカウントを無限大に設定すると、2430 型は連続的にパルスを出力します。

アームカウントとトリガカウントは、トリガ設定メニューから設定することができます。コンピュータメニューは、CONFIG、続いて TRIG を押すと現れます。アームカウントは、ARM LAYER メニュー項目から設定し、トリガカウントは TRIG LAYER メニュー項目から設定します。詳細は「前面パネルモード設定、パルスカウントの設定」を参照してください。

ステップ4:ソースを選択する

SOURCE V を押して電圧パルスに対するソーシングを行い、または SOURCE I を押して電流パルスに対するソーシングを行ってください。現在プログラムされているパルス値 (Vpls または Ipls) とコンプライアンスレベル (Cmpl) がディスプレイされます。

ステップ5:パルスレベルとコンプライアンスリミットを設定する

このパルスレベルは、選択したソースの電圧または電流設定値です。DUT を破壊的な電流または電圧から保護するために、コンプライアンス値を設定します。V ソースを使う場合は、電流コンプライアンスを設定します。I ソースを使う場合は、電圧コンプライアンスを設定します。コンプライアンスによって、2430 型が出力することのできる最大絶対出力が決まります。

パルスレベルを設定するには、EDIT を押してソースフィールドを選択し、所要のソース値をキー入力してください。コンプライアンスを設定するには、EDIT を押してコンプライアンスフィールドを選択し、所要のコンプライアンス値をキー入力してください。

注記　ソース (パルス) とコンプライアンスのレベル設定の詳細は、第 3 部の「前面パネル ソース - メジャー手順」のステップ 2 に記載してあります。

ステップ6:測定機能とレンジを選択する

MEAS V または MEAS I を押して、所要の測定機能を選択してください。

ソースを測定するときには (すなわちソース V メジャー V)、測定 RANGE キーを使用してレンジを選択することはできません。選択したソースレンジが測定レンジを決めます。

ソースを測定しないときには (すなわちソース V メジャー I)、手動 RANGE キーを使用してレンジ (パルスモードではオートレンジは無効です)を選択してください。最高の確度を得るには、できるだけ低いレンジを選択してください。

注記　100V の V ソースレンジを選択したときには、最大電流測定レンジは 10A です。10A の I ソースレンジを選択したときは、最大電圧測定レンジは 100V です。

注記　測定レンジは、コンプライアンス設定値によって制限されます。たとえば、電圧コンプライアンスが 1V (2V コンプライアンスレンジ) の場合には、選択できる最大測定レンジは 2V です。

ステップ7:出力をオン状態にする

TRIG キーまたは ON/OFF OUTPUT キーを押して、出力をオンにしてください。パルスのソーシングが行われるたびに、赤色の OUTPUT 表示灯が点灯します。パルスオフの期間ごとに、出力はオフ状態になります (赤色表示灯が消えます)。

有限数のパルスを出力するように設定されていれば、最後のパルスに対するソーシングが終われば、出力は使用禁止状態になります。パルスに対するソーシングが行われている間、ON/OFF OUTPUT キーを押せば、いつでも出力を使用禁止にすることができます。

パルス - 抵抗測定

注記　*抵抗ソースリードバックは、パルスモードの場合は使えません。パルス抵抗測定の読み取りを行う場合には、ソースがコンプライアンス状態にないことを確認してください。「抵抗ソースリードバック」については、第4部で説明します。*

AUTO および MANUAL パルス抵抗測定

パルスモードにある間は、2430型は自動または手動の抵抗測定を行うことができます。この部で説明したようにしてパルスモードを選択し設定したあと、第4部の「AUTO 抵抗測定」手順または「MANUAL 抵抗測定」手順を実行してください。

リモート操作の場合は、基本的抵抗測定のコマンドについては第4部の「リモート抵抗プログラミング」を参照してください。

オフセット補償パルス抵抗測定

パルスモードにある間は、オフセット抵抗を演算機能 (FCTN) として利用することができます。この部で説明したようにしてパルスモードを選択し設定したあと、第8部の「演算」を参照し、オフセット補償抵抗測定を実行してください。

リモート操作の場合は、コマンドについては第8部の「リモート演算」を参照し、オフセット補償抵抗測定を実行してください。

リモートコマンドパルス - メジャー動作

基本パルスコマンド

表 5-1 は、パルス - メジャー動作を実行するためのコマンドをまとめたものです。これらのコマンドの利用に関する詳細は、第 18 部を参照してください。

表 5-1
基本パルスコマンド

コマンド	内容
:SOURce:FUNCtion:SHAPe PULSe	パルスモード動作を選択せよ。
:SOURce:PULSe:WIDth <n>	パルス幅を秒で設定せよ (n =0.00015 ~ 0.0050)。
:SOURce:PULSe:DELay <n>	パルス遅延を秒で設定せよ (n =0 ~ 9999.999)。
:SOURce:FUNCtion <name>	ソース機能を選択せよ (name = VOLTage または CURRent)。
:SOURce:CURRent:MODE FIXed	I ソースの場合の固定ソーシングモードを選択せよ。
:SOURce:VOLTage:MODE FIXed	V ソースの場合の固定ソーシングモードを選択せよ。
:SOURce:CURRent:RANGe <n>	I ソースレンジを選択せよ (n = レンジ)。
:SOURce:VOLTage:RANGe <n>	V ソースレンジを選択せよ (n = レンジ)。
:SOURce:CURRent:LEVel <n>	I ソース振幅を設定せよ (n = アンペアで表した振幅)
:SOURce:VOLTage:LEVel <n>	V ソース振幅を設定せよ (n = ボルトで表した振幅)
:SENSe:FUNCtion <function>	メジャー機能を選択せよ (function = VOLTage または CURRent)。
:SENSe:FUNCtion:OFF:ALL	パルス測定を使用禁止にせよ。
:SENSe:CURRent:NPLC <n>	パルス測定速度を設定せよ (n =0.004 から 0.100)。
:SENSe:VOLTage:NPLC <n>	パルス測定速度を設定せよ (n =0.004 から 0.100)。
:SENSe:CURRent:PROTection <n>	電流コンプライアンスを設定せよ (n = コンプライアンス)。
:SENSe:VOLTage:PROTection <n>	電圧コンプライアンスを設定せよ (n = コンプライアンス)。
:SENSe:CURRent:RANGe <n>	電流メジャーレンジを設定せよ (n = レンジ)。
:SENSe:VOLTage:RANGe <n>	電圧メジャーレンジを設定せよ (n = レンジ)。
:ARM:COUNt <n>	アームカウントを設定せよ (n = 1 から 2500 または INFinite)。
:TRIGger:COUNt <n>	トリガカウントを設定せよ (n = 1 から 2500)。
:READ?	パルス出力プロセスを開始 (トリガ) し、パルスの読み取り値を取得せよ。
:INITiate	パルス出力プロセスを開始せよ (パルスの読み取り値は取得されません)。
:ABORt	パルス出力プロセスを停止せよ。

無視された設定値と無効コマンド

パルスモードに入っている場合には、SCPI コマンドの中には、設定値を無視されたり、無効となるものがあります。このようなコマンドは、エラー +831 を発生させます。この影響を受けるコマンドについては、「パルス - メジャーの留意点」で説明します。

パルス - メジャープログラミングの例

表5-2は、パルスを出力し測定するためのコマンドをまとめたものです。表のステップが「前面パネルパルス - メジャー手順」に記載したステップに対応することに注目してください。

表5-2
基本的なパルスプログラミングの例

ステップ[1]	アクション	コマンド[2,3]	コメント
		*RST	GPIB デフォルトを復元せよ。
1	パルスモードを選択し、パルス幅とパルス遅延を設定せよ。	:SOUR:FUNC:SHAP PULS	パルスモードを選択せよ。
		:SOUR:PULS:WIDT 0.002	パルス幅を 2msec に設定せよ。
		:SOUR:PULS:DEL 0.003	パルス遅延を 3msec に設定せよ。
2	パルス測定速度を設定せよ。	:SENS:VOLT:NPLC 0.08	速度を 0.08PLC に設定せよ。
3	パルスカウントを設定せよ。	:TRIG:COUN 25	25 個のパルスを出力するように設定せよ。
4	ソースを選択せよ。	:SOUR:FUNC VOLT	V ソースを選択せよ。
		:SOUR:VOLT:MODE FIXED	固定電圧ソースモード
5	ソースのレンジ、レベル、コンプライアンスを設定せよ。	:SOUR:VOLT:RANG 20	20V ソースレンジを選択せよ。
		:SOUR:VOLT:LEV 10	ソース出力 =10V
		:SENS:CURR:PROT 10E-3	コンプライアンス 10mA
6	メジャー機能とレンジを設定せよ。	:SENS:FUNC "CURR"	電流測定機能
		:SENS:CURR:RANG 10E-3	測定レンジ 10mA
7	出力をオン状態にして、データを読み取れ。	:READ?	25 個のパルスを出力し、25 個の読み取り値を取得せよ。

1. ステップは、上記で説明した「前面パネルパルス - メジャー手順」の前面パネルステップに対応します。
2. コマンドは、示したとおりの順序で送出しなければなりません。
3. 計測器には、:READ?のあとにトークし、データを取得するように呼びかける必要があります。

パルス - メジャーの留意点

高速パルス周期を確保する上で、通常の DC モード動作のいくつかの特性は、パルスモードの場合とは異なっています。

測定速度

パルスモードの場合の測定速度は、0.004 から 0.100PLC までの値に設定することができます。DC モードの場合の速度設定値が >0.10PLC であれば、パルスモードを選択すると、この値は 0.004 に変わります。速度設定値が <0.10PLC であれば、パルスモードを選択しても、設定値は保持されます。パルスモードにおける速度設定値が <0.01PLC であれば、DC モードを選択すると設定値は 0.01PLC に変わります。

リモート操作の場合は、[:SENSe]...:NPLC<b> コマンドのパラメータ値は、0.10 に制限されます。「速度」についての詳細は、第 7 部で説明します。

フィルタ

2430型がパルスモードにある間は、フィルタリングは使用できません。フィルタの設定を行うことはできますが、フィルタの設定を使用可能にすることはできません。FILTER キーを押すと「パルスモードでは無効！」というメッセージが現れます。リモート操作の場合は、[:SENSe] AVERarge[:STATe]<b> コマンド (フィルタを使用可能にするときに使用します) は、エラー +831:パルスモードでは無効　を発生させます。

オートレンジ

パルスモードにある間は、測定オートレンジを使用する (使用可能にする) ことはできません。AUTO レンジキーを押すと、「パルスモードでは無効！」というメッセージが現れます。リモート操作の場合は、[:SENSe]... :RANGe:AUTO<b> コマンド (オートレンジを使用可能 / 無効にするときに使用します) は、エラー +831:パルスモードでは無効　を発生させます。

同時測定

リモート操作の場合、DC モードにある間は、2 個以上の機能を同時に測定することができます。しかしパルスモードに入っている場合には、それぞれのパルスにつき、1 個の機能しか測定できません。[:SENSe]:FUNCtion:CONCurrent<b> コマンド (同時測定を使用可能 / 使用禁止にします) は、エラー +831:パルスモードでは無効　を発生させます。[:SENSe]:FUNCtion[:ON]:ALL コマンドによって抵抗測定機能を選択します。同時測定の詳細は、第 18 部の「SENSe1」サブシステム－測定機能の選択」を参照してください。

抵抗ソースリードバック

DC モード操作の場合は、抵抗ソースリードバックを使用可能にすることができます。計測器は抵抗測定の場合の実際のソース値を測定し、続いてこの測定値を使って読み取り値の計算を行います。パルスモードの場合は、抵抗ソースリードバックを使用可能にすることはできません。「抵抗ソースリードバック」は、第 4 部に記載してあります。

注記　パルス - 抵抗を読み取るときには、ソースがコンプライアンス状態に入ってないことを確認してください。

トグルキー

DC モードの場合、出力がオンの間、TOGGLE キーによってディスプレイの読み取りを操作します。パルスモードの場合は、出力がオン状態になるのは非常に短い期間 (パルス幅) です。したがって、パルスモードでは TOGGLE キーは、無効となります。

オフセット補償抵抗

前面パネルからオフセット補償抵抗測定を行う方法として、2 つの方法があります。そのうち、CONFIG OHMS メニューから使用可能にすることができる方法では、ユーザ設定ソースレベルと 0V または 0A において、2 点測定プロセスが実行されます。この方法は、パルスモードにある間は利用することができます。

演算機能 (FCTN) であるもう1つの方法の場合は、ユーザが2点測定用の両ソースレベルを設定します。この方法はパルスモードで有効です。詳細は第8部の「演算」を参照してください。

リモート操作の場合、演算機能 (:CALCUlate1 サブシステム) としてのオフセット補償抵抗測定は、パルスモードで実行することができます。:SENSe サブシステムからは、オフセット補償抵抗測定を行うことはできません。[:SENSe]:RESistance:OCOMpensated<b> コマンド (オフセット補償抵抗測定を使用可能 / 使用禁止にします) は、エラー +831:パルスモードでは無効　を発生させます。

ソースディレイ

DC モードでは、ソースディレイはソース動作とメジャー動作の間に起こるディレイです。ディレイ期間は、手動で設定可能で、AUTO DELAY を使うこともできます。AUTO DELAY の場合は、ディレイは、機能とレンジに応じて自動的に設定されます。詳細は第3部の「操作上の留意点、ソースディレイ」を参照してください。

パルスモードの場合は、ソースディレイは使用されません。前面パネル操作の場合は、パルスモードを選択すると、ソース DELAY を設定し、AUTO DELAY を選択するためのメニュー項目が、パルス DELAY と PULSE WIDTH を設定するメニュー項目に変わります。したがって、パルスモードにある間は、ソースディレイを設定することはできません。

リモート操作の場合は、ソースディレイを設定することは可能ですが、パルスモードになるとこの設定値は無視されます。無視されるソースディレイ用コマンドには、:SOURce:DELay <n> と :SOURce:DELay:AUTO <b> も含まれます。

トリガディレイ

DC モードでは、トリガディレイは、トリガ動作とパルス動作の間に発生するユーザ設定ディレイです。パルスモードでは、トリガディレイは使用されません。パルスモードにある間はトリガディレイを設定することができますが、トリガディレイは DC モードに戻るまでは、使われることがありません。トリガリングの詳細は、第11部を参照してください。リモート操作の場合は、:TRIGger:DELay <n> によって設定されるディレイは、パルスモードでは無視されます。

入力トリガ

DC モードでは、ソースと、ディレイとメジャー入力イベントデテクタ、またはどちらかを使用可能にすることができます。トリガリングの詳細は、第11部を参照してください。

パルスモードでは、ソースデテクタだけが使用されます。ディレイとメジャーデテクタを使用可能にすることはできますが、無視されます。リモート操作については、:TRIGger:INPut<event list> コマンドを使ってソース入力イベントデテクタを有効または無効にします。ソースデテクタを使用可能にするためには、SOURce パラメータを使用してください。デテクタを使用禁止にするためには、NONE パラメータを使ってください。

出力トリガ

DCモードでは、ソースと、ディレイとメジャー、またはどちらかの動作の後にトリガを出力するように、ソース・メータを設定することができます。トリガリングの詳細は、第11部を参照してください。

パルスモードでは、出力トリガが発生可能になるのは、測定のあとに限られます。ソースとディレイ、またはどちらかの動作のあとにトリガを出力するように、2430型を設定することはできますが、これらの動作はパルスモードでは起こりません。リモート操作の場合は、:TRIGger:OUTPut <event list> コマンドを使って、出力トリガを制御します。出力トリガを使用可能にするためには、SENSeパラメータを使ってください。出力トリガを無効にするには、NONEパラメータを使用してください。

AUTO出力オフ

DCモードの場合は、AUTO出力オフを有効にすると、出力はSDMサイクル毎にオン状態となり、測定完了毎にオフ状態になります。AUTO出力オフの詳細は、第13部の「出力設定」を参照してください。

パルスモードにある間は、AUTO出力オフは常時有効になっています。リモート操作の場合には、:SOURce:CLEar:AUTO OFFコマンドを送って自動出力オフを無効にすることができますが、これは無視されます。

出力オフ状態

パルスモードでは、通常の出力オフを使用します。パルスモードにある間は、ほかのモードのどれかを選択することはできません。リモート操作の場合は、:OUTPut[1]:SMODe<name> コマンド(出力オフ状態の選択に使用します)は、エラー +831:パルスモードでは無効　を発生させます。詳細は、第13部の「出力設定」を参照してください。

ソースの投入

リモートパルスモード操作の場合は、:INITiateコマンドを使って、パルス出力プロセスを始動させます。:READ?コマンドは:INITiateを送ってパルスプロセスを始動させるとともに、パルス読み取り値を取得します。:INITiateコマンドだけではパルスプロセスは始動させるものの、パルス読み取り値はどのようなものであれ、取得しません。パルスプロセスは:ABORtコマンドを送れば、いつでも停止させることができます。

また:OUTPut[1][:STATe]ONを送ることは、:INITiateを送ることとなり、パルスプロセスを始動させます。しかし、:OUTPut[1][:STATe] OFFを使って、パルス出力プロセスを中止させることはできませんので注意してください。

SCPI信号測定コマンド

:CONFigure:<function> コマンドと:MEASure[:<finction>]?コマンドは無効であり、エラー +831:パルスモードでは無効　を発生させます。これらのコマンドは、第17部に記載してあります。

6
ソースーメジャーの概念

- **コンプライアンスリミット**ー実コンプライアンスとレンジコンプライアンス、最大コンプライアンス値、コンプライアンスリミットの決め方などを含めてコンプライアンスリミットを説明します。
- **ソース - 遅延 - メジャーサイクル**ーソース - 遅延 - メジャーサイクルのいろいろな様相とスイープ波形を説明します。
- **過熱に対する保護**ー電力方程式を含め、ソース・メータの過熱防止に関する情報を提供します。
- **動作境界**ーソース動作とシンク動作、I ソースモードと V ソースモード、ソース - メジャーモードに対する電圧と電流の動作境界を説明します。
- **基本回路構成**ーソース I、ソース V、メジャーのみの各動作モードのための、基本回路構成を説明します。
- **ガード**ーケーブルガード、オームズガード、ガードセンスを説明します。
- **データフロー**ー測定読み取り値、演算、リラティブ、リミット動作、バッファにデータを格納する方法を説明します。

コンプライアンスリミット

電圧ソーシングを行うとき、電流を制限するようにソース・メータを設定することができます。逆に、電流ソーシングを行うとき、電圧を制限するようにソース・メータを設定することができます。このようにすると、ソース・メータの出力はコンプライアンスリミットを越えることはありません。

2400 －　電流リミットは 1nA から 1.05A まで、電圧リミットは 200μV から 210V までの値に設定することができます。
2410 －　電流リミットは 1nA から 1.05A まで、電圧リミットは 200μV から 1.1kV までの値に設定することができます。
2420 －　電流リミットは 10nA から 3.15A まで、電圧リミットは 200μV から 63V までの値に設定することができます。
2430 －　DC モード:電流リミットは 10nA から 3.15A まで、電圧リミットは 200μV から 105V までの値に設定することができます。
パルスモード:電流リミットは 10nA から 10.5A まで、電圧リミットは 200μV から 105V までの値に設定することができます。

注記　下記の説明では、「測定レンジ」は、ソース機能の反対である測定機能を指します。電圧ソーシングを行うときは、電流測定レンジが議論の中心となります。逆に、電流ソーシングを行うときは、電圧測定レンジが議論の中心となります。

コンプライアンスの種類

コンプライアンスには「実」と「レンジ」の 2 種類があります。どちらの値が小さいかによって、出力はディスプレイされたコンプライアンス設定値 (実コンプライアンス) にクランプされるか、あるいは固定測定レンジに対する最大コンプライアンス値 (レンジコンプライアンス) にクランプされます。AUTO 測定レンジを選択したときには、レンジコンプライアンスが発生することはありません。このように、レンジコンプライアンスを避けるには、AUTO レンジを使ってください。

注記　2430 型の場合は、AUTO レンジはパルスモードでは無効です。

実コンプライアンス状態にあるときには、ソース出力は、固定測定レンジに対する最大コンプライアンス値 (コンプライアンス値ではありません) にクランプされます。たとえば、コンプライアンスが 1V に設定され、測定レンジが 200mV であれば、出力電圧は 210mV にクランプされます。

最大コンプライアンス値

各測定レンジに対する最大コンプライアンス値は、表6-1に示すとおりです。

表6-1
コンプライアンスリミット

2400		2410		2420		2430	
測定レンジ	最大コンプライアンス値	測定レンジ	最大コンプライアンス値	測定レンジ	最大コンプライアンス値	測定レンジ	最大コンプライアンス値
200mV	±210mV	200mV	±210mV	200mV	±210mV	200mV	±210mV
2V	±2.1V	2V	±2.1V	2V	±2.1V	2V	±2.1V
20V	±21V	20V	±21V	20V	±21V	20V	±21V
200V	±210V	1000V	±1.1kV	260V	±63V	100V	±105V
1μA	±1.0.μA	1μA	±1.0.μA	10μA	±10.5μA	10μA	±10.5μA
10μA	±10.5μA	10μA	±10.5μA	100μA	±105μA	100μA	±105μA
100μA	±105μA	100μA	±105μA	1mA	±1.05mA	1mA	±1.05mA
1mA	±1.05mA	1mA	±1.05mA	10mA	±10.5mA	10mA	±10.5mA
10mA	±10.5mA	20mA	±21mA	100mA	±105mA	100mA	±105mA
100mA	±105mA	100mA	±105mA	1A	±1.05A	1A	±1.05A
1A	±1.05A	1A	±1.05A	3A	±3.15A	3A/10A	*

*　±3.15A（DCモード）
　　±10.5A（パルスモード）

コンプライアンスの例

ソース・メータが実コンプライアンス状態に入ると、コンプライアンスディスプレイのCmplラベルが点滅します。ソース・メータがレンジコンプライアンス状態に入ると、ユニットラベル("mA")が点滅します。下記の例では、太文字のラベルが点滅を示します。

測定レンジ：100mA
コンプライアンス設定:　Cmpl: 075.000 mA　Cmplが点滅していれば実コンプライアンスが発生していることを示します。出力は75mAにクランプされます。

測定レンジ:10μA
コンプライアンス設定:　Cmpl: 075.000μA　mAが点滅していればレンジコンプライアンスが発生していることを示します。出力は10.5μAにクランプされます。

コンプライアンスリミットの決定

有効な状態にあるコンプライアンスはどちらかを決める判定基準は、次のようにまとめることができます。

- コンプライアンス設定値＜測定レンジ＝実コンプライアンス
- 測定レンジ＜コンプライアンス設定値＝レンジコンプライアンス

どちらのコンプライアンスが有効状態にあるかを決めるには、ディスプレイされたコンプライアンスを現在の測定レンジと比較します。正しい測定機能がディスプレイされていることを確認してください。電圧ソーシングを行っているときは、電流測定機能を選択してください。逆に、電流ソーシングを行っているときは、電圧測定機能を選択してください。

コンプライアンス設定値が、現在の固定測定レンジ上の最大コンプライアンス値よりも小さいときは、コンプライアンス設定値がコンプライアンスリミットになっています。コンプライアンス設定値が、測定レンジよりも大きいときは、その測定レンジ上の最大コンプライアンス値がコンプライアンスリミットになっています。

表6-2に示すのは、実コンプライアンスリミットを決める例(2400型)です。表の最初の3つの記入例では、コンプライアンス設定値は150Vです。200V測定レンジでは、実際のコンプライアンスは150Vです(コンプライアンス設定値＜測定レンジ＝実コンプライアンス)。20Vと200mVの測定レンジでは、コンプライアンスは、それぞれ21Vと210mVです(測定レンジ＜コンプライアンス設定値＝レンジコンプライアンス)。同じことが、そのあとの3つの電流コンプライアンス記入例にも適用されます。

表6-2
コンプライアンスの例

コンプライアンス設定値		測定レンジ		実際のコンプライアンス	
ディスプレイのメッセージ	設定値	ディスプレイのメッセージ	レンジ	値	種類
Cmpl: 0.150.000V	150V	---.--- V	200V	150V	実
Cmpl: 0.150.000V	150V	--.---- V	20V	21V	レンジ
Cmpl: 0.150.000V	150V	---.--- mV	200mV	210mV	レンジ
Cmpl: 075.000 mA	75mA	---.---mA	100mA	75mA	実
Cmpl: 075.000 mA	75mA	--.----mA	10mA	10.5mA	レンジ
Cmpl: 075.000 mA	75mA	-.-----mA	1mA	1.05mA	レンジ

測定レンジとコンプライアンス設定値を決めるためには、バスを介して適切なSCPIコマンドを使用してください。これらのパラメータが判明すれば、前に説明したような方法でこれらのパラメータを比較し、測定レンジとコンプライアンス設定値を取得してください。

電流ソーシングを行うときは、下記のコマンドを使って測定レンジとコンプライアンス設定値を取得してください。

VOLTage:RANGe?　　電圧測定レンジを照会せよ。
VOLTage:PROTection　　電圧コンプライアンスリミットを照会せよ。

電圧ソーシングを行うときは、下記のコマンドを使って測定レンジとコンプライアンス設定値を取得してください。

CURRent:RANGe?　電流測定レンジを照会せよ。
CURRent:PROTection?　電流コンプライアンスリミットを照会せよ。

過熱保護

ソース・メータを過熱しないようにするには、適切な換気が必要です。適切な換気の維持の詳細は、第3部の始めにある警告と注意を参照してください。

ソース・メータは過大温度保護回路を備えており、ソース・メータが万一過熱状態になったときには、この回路が出力をオフ状態にします。過熱によって出力がトリップした場合は、この状態を示すメッセージが現れます。ソース・メータが冷却されるまでは、出力状態に戻すことはできません。

注記　*2420型と2430型－過熱状態にある間は、冷却ファンが高速で回転します。*

注意　2420型と2430型－90秒経過してもソース・メータの過熱状態が続いている場合は、"OVER-TEMPERATURE FAILURE!!!" というメッセージが現れることがあります。この場合には、直ちにソース・メータの電源を切り、30分間冷却してください。

ソース・メータをオフ状態にして、すべての冷却通気孔を点検し、塞がれてないことを確認してください。ヒートシンクが高温になって火傷を起こす恐れがありますから、ヒートシンクには触れないようにしてください。

ソース・メータをオン状態に戻したあと、冷却ファンの回転を確認してください。故障メッセージが消えない場合は、修理を容易にするためにキースリーにご連絡ください。故障メッセージが出たままソース・メータを放置すると、装置の損傷に至ることがあります。

過熱の条件

適切な換気が維持されている場合には、ソース・メータが周囲温度30℃でソース(シンクではなく)として動作していれば、過熱は起こりません。

30℃以上では、ソース動作に対してもシンク動作に対しても、高電力レンジを使わなければ、ソース・メータが過熱することはありません。2400型と2410型の場合は、高電力レンジは1Aです。2420型の場合は、高電力レンジは20V、3Aと60V、1Aです。2430型のDCモードでは、高電力レンジは20V、3Aと100V、1Aです。

注記　*ソース動作とシンク動作の詳細は、「動作境界」を参照してください。*

電力方程式

ソース・メータが過熱状態にあるかどうかは、電力方程式を使って判定することができます。

I_{OUT}　= ソース・メータの電流測定値 * (アンペア)
V_{OUT}　= ソース・メータの電圧測定値 * (ボルト)
DC　= デューティサイクル ** (0 から 1) (すなわち 50% = 0.5)
T_{AMB}　= 周囲温度 (0 から 50 ℃)

*　シンク動作の場合は、I_{OUT} または V_{OUT} (しかし両方ともではない) は、負の数でなければなりません。例外は $|I_{OUT}|$ で、これは大きさ (絶対値) を示します。
**　方程式が真であるためには、デューティサイクルが 1 未満でなければならない場合には、最大出力オン時間は 10 秒未満でなければなりません。

2400 型ソース・メータ

1A レンジを使用するとき、ソース・メータが過熱するかどうかを判定するために下記の 2 個の方程式を使うことができます。ソース・メータが過熱しないことを保証するには、どちらの方程式も真でなければなりません。第 1 の方程式の結果は、≦ 150、第 2 の方程式は≦ 120 でなければなりません。

1A レンジの電力方程式

$$\{[(14 \times |I_{OUT}|) - (0.4 \times V_{OUT} \times I_{OUT})] \times 8.5 \times DC\} + T_{AMB} \leqq 150$$

と

$$\{[20 + (|I_{OUT}| \times 36 \times DC)] \times 1.6\} + T_{AMB} \leqq 120$$

2410 型ソース・メータ
1A レンジを使用するとき、ソース・メータが過熱するかどうかを判定するために下記の 2 個の方程式を使うことができます。ソース・メータが過熱しないことを保証するには、どちらの方程式も真でなければなりません。第 1 の方程式の結果は、≦ 150、第 2 の方程式は≦ 120 でなければなりません。

1A レンジの電力方程式

$$\{[(17 \times |I_{OUT}|) - (0.4 \times V_{OUT} \times I_{OUT})] \times 7.1 \times DC\} + T_{AMB} \leqq 150$$

と

$$\{[30 + (|I_{OUT}| \times 42 \times DC)] \times 1.2\} + T_{AMB} \leqq 120$$

2420 型ソース・メータ

高電力電圧レンジ (20V と 60V) のそれぞれについて、2 個の方程式があります。ソース・メータが過熱しないことを保証するには、選択した電圧レンジのどちらの方程式も真でなければなりません。第 1 の方程式の結果は、<-100、第 2 の方程式は <-85 でなけらばなりません。

20V レンジの電力方程式

$\{[(33 \times |I_{OUT}|) - (V_{OUT} \times I_{OUT})] \times 0.7 \times DC\} + T_{AMB} \leq 100$
と
$\{[30 + (|I_{OUT}| \times 40 \times DC)] \times 0.35\} + T_{AMB} \leq 85$

60V レンジの電力方程式

$\{[(76 \times |I_{OUT}|) - (V_{OUT} \times I_{OUT})] \times 0.7 \times DC\} + T_{AMB} \leq 100$
と
$\{[30 + (|I_{OUT}| \times 20 \times DC)] \times 0.35\} + T_{AMB} \leq 85$

2430 型ソース・メータ

高電力レンジ (20V、3A と 100V、1A) のそれぞれについて、2 個の方程式があります。ソース・メータが過熱しないことを保証するには、選択した電圧レンジのどちらの方程式も真でなければなりません。第 1 の方程式の結果は、≦ 100、第 2 の方程式は≦ 85 でなければなりません。

注記　これよりも低い電力レンジでは、下記の方程式は常に真です。

20V、3A レンジの電力方程式

$\{[(33 \times |I_{OUT}|) - (V_{OUT} \times I_{OUT})] \times 0.7 \times DC\} + T_{AMB} \leqq 100$
と
$\{[30 + (|I_{OUT}| \times 40 \times DC)] \times 0.35\} + T_{AMB} \leqq 85$

100V レンジの電力方程式

$\{[(100 \times |I_{OUT}|) - (V_{OUT} \times I_{OUT})] \times 0.7 \times DC\} + T_{AMB} \leqq 100$
と
$\{[30 + (|I_{OUT}| \times 125 \times DC)] \times 0.35\} + T_{AMB} \leqq 85$

ソース - ディレイ - メジャーサイクル

静的なソース動作とメジャー動作またはどちらかの動作に加えて、ソースメータの動作は一連のソース - ディレイ（遅延）- メジャー（SDM）サイクルで設定されることもあります（図 2-1 参照）。それぞれの SDM サイクル中に、下記の動作が行われます。

1. ソース出力レベルを設定する。
2. 遅延を待つ。（ディレイ）
3. 測定を行う。（メジャー）

注記　2430 型パルスモードでは、ソースディレイは使用しません。パルスモードに使用するディレイは、第 5 部に記載してあります。

ソースがオン状態になる（トリガされる）と、約 100μsec のトリガ待ち時間が発生し、そのあと、プログラムされたソースレベルが出力されます。

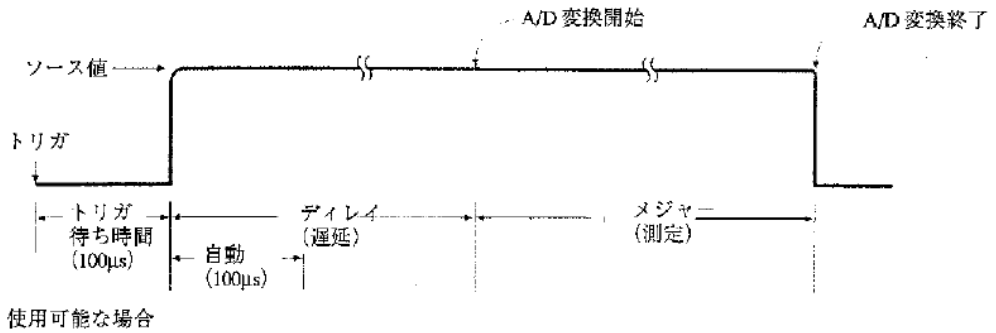
ソース出力がオン状態を継続する限り、トリガ待ち時間は後続の SDM サイクルには含まれないことになります。トリガ待ち時間が発生するのは、出力がオフ状態からオン状態に遷移する場合に限られます。

SDM サイクルのディレイフェーズを利用すると、測定の実行以前にソースを安定させることができます。このディレイ期間は、ソースディレイの設定によって変わります。ソースディレイは、手動で 0000.00000 秒から 9999.99990 秒の間に設定することができます。オートディレイを使う場合は、現在選択しているソースレンジによって、ディレイは変わります。最高の I ソースレンジにあるときは、オートディレイを有効にすると、ディレイは 2msec に設定されます。これ以外のソースレンジ (V または I) にあるときは、オートディレイを有効にすると、ディレイは 1msec に設定されます。ソースディレイの詳細は、第 3 部の「ソースディレイ」を参照してください。

ユーザプログラムによるディレイ（0.0000 から 999.9999sec まで）を利用すれば、外部回路のために長くなった安定時間を補償することができます。出力端から見たキャパシタンスが大きいほど、ソースが必要とする安定時間は長くなります。必要な実際のディレイ時限は、試行錯誤法によって計算または決定することができます。純抵抗について電流レベルが大きい場合には、プログラムによるディレイを 0msec に設定することができます。

測定時間は、選択した測定速度によって決まります。たとえば、速度を 0.01PLC（power line cycles）に設定する場合、測定時間は 60Hz 動作に対して 167μsec となるでしょう。

図 6-1
ソース - ディレイ - メジャー(SDM)サイクル



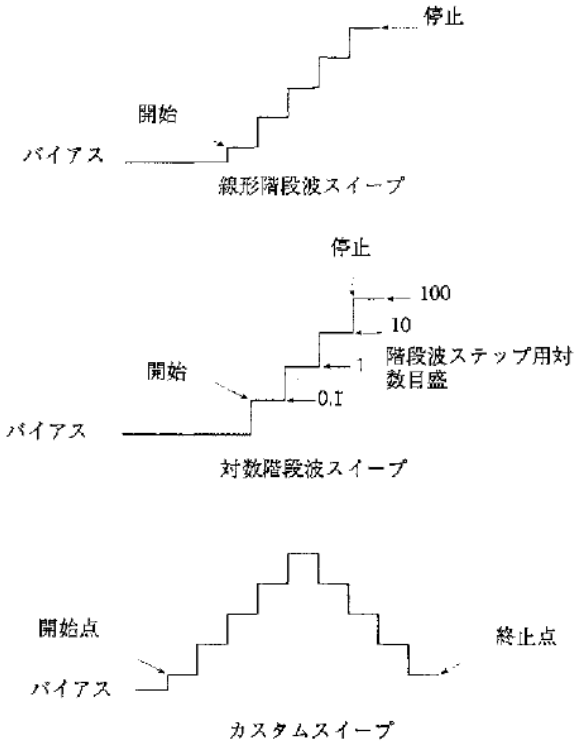
スイープ波形

選択の対象となる基本スイープの種類には、線形階段、対数階段、カスタム、ソースメモリの4種類があります。このうち3種類のスイープを図6-2に示します。線形階段スイープは、開始レベルから停止レベルまで、均等な線形ステップで推移します。対数階段スイープも同様ですが、違う点は、10進当りの指定ステップ数についての対数目盛上で推移していることです。カスタムスイープでは、メジャー点数とそれぞれの点でのソースレベルを指定することにより、お客様独自のスイープを組み立てることができます。ソースメモリスイープの場合は、最大100組のセットアップ設定をメモリに保存することができます。スイープを実行するとき、それぞれのメモリ点でのセットアップが呼び出されます。

スイープのそれぞれのステップ(または点)では、SDMサイクルが実行されます。このように、それぞれのステップ(レベル)で、1回の測定が行われます。それぞれのステップ(レベル)で費やされる時間は、SDMサイクルの設定(すなわちソースディレイ、測定速度)とトリガディレイ(これを使用する場合は)によって変わります。

注記　2430形のパルスモードを使ってスイープを行う場合は、ソースディレイは使いません。パルスモード動作は、第5部に記載してあります。またパルスモードスイープの詳細は、第10部を参照してください。

図 6-2
3 種類の基本スイープ波形



階段スイープの代表的な応用例は、2 端子および 3 端子半導体デバイスの I-V 曲線、リークと電圧の関係、半導体の降伏です。パルススイープが使われる応用例は、熱応答の測定、あるいは電力レベルの維持が供試外部デバイス (DUT) の損傷につながる可能性のある場合などです。ソースメモリスイープが使われる応用例は、複数のソース - メジャーファンクションと数式、またはどちらかが必要となる場合です。

カスタムスイープを利用すれば、デューティサイクル 50% のパルススイープを設定することができます。たとえば、1V には奇数番号点を、0V には偶数番号点をプログラムすることにより、1V パルススイープを設定することができます。スイープを実行する場合には、出力は 1V と 0V の値を交互に取ります。

スイープを実行したあと、データはスイープバッファに記憶されます。このデータには、前面パネルからアクセスすることも、評価のため（すなわちプロッティング）にコンピュータ（リモート操作）に送ることもできます。バッファに格納された読取り値に関する統計的情報は、前面パネルからも取り出すことができます。

動作境界

ソースかシンクか

ソース・メータがどのようにプログラムされるか、また出力には何 (負荷かソースか) が接続されるかによって、ソース・メータは、4つ象限のうちどこでも動作を行うことができます。ソース・メータ各型の4個の動作象限を図6-3から6-6に示します。第1象限 (I) または第3象限 (III) で動作を行っているときは、ソース・メータはソースとして運転しています (VとIは同一極性)。ソースとしてのソース・メータは、負荷に電力を供給します。

第2象限 (II) または第4象限 (IV) で動作を行っているときは、ソース・メータはシンクとして運転しています (VとIは反対極性)。シンクとしてのソース・メータは、電力供給ソースというよりは、むしろ電力を消費します。外部ソース、またはキャパシタまたはバッテリのようなエネルギー蓄積デバイスは、シンク領域での動作を強制することができます。詳細は、「第3部」の「シンク動作」を参照してください。

2400形ソース・メータ

2400型の全体としての動作境界を図6-3に示します。この図では、1A、20Vと100mA、200Vという大きさが通常の値です。ソース・メータの実際の最大出力の大きさは、1.05A、21Vと105mA、210Vです。これらの境界は、目盛りに比例して描いてないことに注意してください。これらの動作境界が有効であるのは、ソース・メータの動作環境の温度が30℃以下の場合に限られます。

注記　*30℃以上では、高電力で運転すると、ソース・メータが過熱状態となり、出力をオフ状態にすることがあります。詳細は「過熱保護」と「電力方程式」を参照してください。*

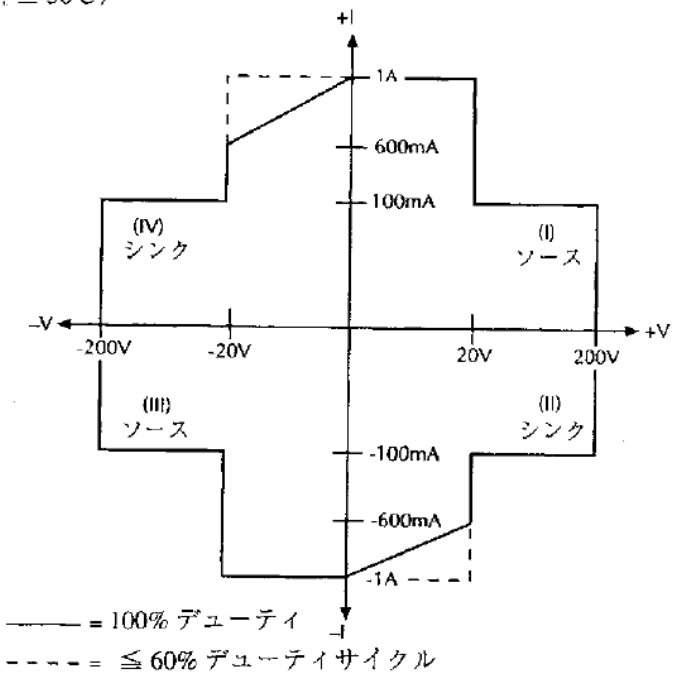
太い実線は、連続出力動作のリミットを示します。第2象限と第4象限 (シンク動作) では1Aレンジに対するリミットが次のようにデレーティングを受けることに注意してください。

1Aレンジーリミットは次のように線形的にデレーティングを受けます。

-1A、20Vからから-0.6A、20Vへ

1A、-20Vからから-0.6A、-20Vへ

図 6-3
2400 型の動作境界（T_{amb} ≦ 30℃）



出力デューティサイクルが 60% 以下に低下すれば、図 6-3 の点線で示すように、シンク動作リミットが復元されます。

2410 形ソース・メータ

2410 型の全体としての動作境界を図 6-4 に示します。この図では、1A、20V と 20mA、1kV という大きさが通常の値です。ソース・メータの実際の最大出力の大きさは、1.05A、21V と 21mA、1.1kV です。これらの境界は、目盛りに比例して描いてないことに注意してください。これらの動作境界が有効であるのは、ソース・メータの動作環境の温度が 30℃以下の場合に限られます。

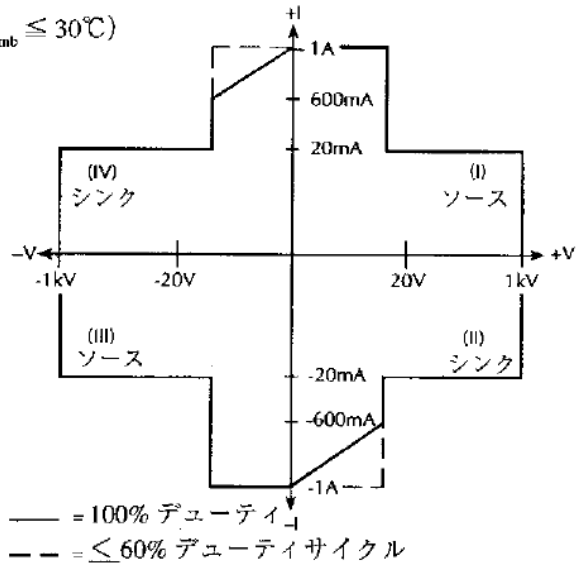
注記　*30℃以上では、高電力で運転すると、ソース・メータが過熱状態となり、出力をオフ状態にすることがあります。詳細は「過熱保護」と「電力方程式」を参照してください。*

太い実線は、連続出力動作のリミットを示します。第 2 象限と第 4 象限 (シンク動作) では、1A レンジに対するリミットが次のように低下することに注意してください。

1A レンジーリミットは次のように線形的に低下します。
　-1A、20V からから -0.6A、20V へ
　1A、20V からから 0.6A、-20V へ

出力デューティサイクルが 60% 以下に低下すれば、図 6-4 の点線で示すように、シンク動作リミットが復元されます。

図 6-4
2410 型の動作境界（$T_{amb} \leq 30℃$）



2420 形ソース・メータ

2420 型の全体としての動作境界を図 6-5 に示します。この図では、3A、20V と 1A、60V という大きさが通常の値です。ソース・メータの実際の最大出力の大きさは、3.15A、21V と 1.05A、63V です。

これらの動作境界が有効であるのは、ソース・メータの動作環境の温度が 30℃以下の場合に限られます。

注記　30℃以上では、高電力で運転すると、ソース・メータが過熱状態となり、出力をオフ状態にすることがあります。詳細は「過熱保護」と「電力方程式」を参照してください。

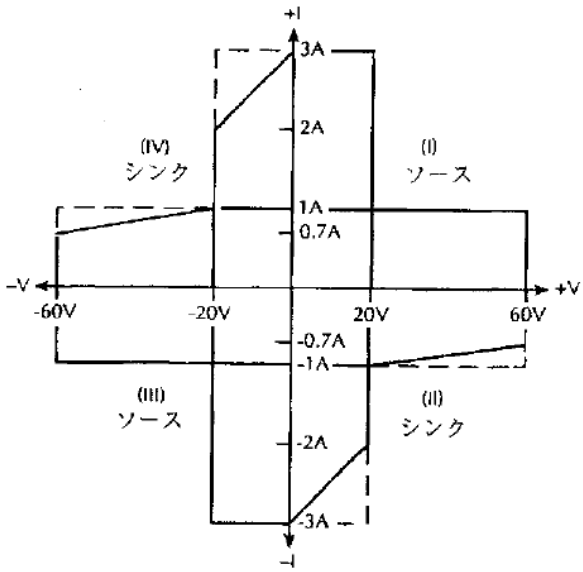
太い実線は、連続出力動作のリミットを示します。第 2 象限と第 4 象限 (シンク動作) では、3A レンジと 1A レンジに対するリミットが次のように低下することに注意してください。

3A レンジーリミットは次のように線形的に低下します。
　-3A、0V からから -2A、20V へ
　3A、0V からから 2A、-20V へ

1A レンジーレンジーリミットは次のように線形的に低下します。
　-1A、20V からから -0.7A、60V へ
　1A、20V からから 0.7A、-60V へ

出力デューティサイクルが 60% 以下に低下すれば、図 6-5 の点線で示すように、シンク動作リミットが復元されます。

図 6-5
2410 型の動作境界（T



2430 形ソース・メータ

2430 型の全体としての動作境界を図 6-6 に示します。DC モードの場合の境界は図 6-6A に、パルスモードの場合の境界は図 6-6B に示します。

DC モード

DC モードの場合の図 6-6A では、3A、20V と 1A、100V という大きさが通常の値です。ソース・メータの実際の最大出力の大きさは、3.15A、21V と 1.05A、105V です。
これらの動作境界が有効であるのは、ソース・メータの動作環境の温度が 30℃以下の場合に限られます。

注記　30℃以上では、高電力で運転すると、ソース・メータが過熱状態となり、出力をオフ状態にすることがあります。詳細は「過熱保護」と「電力方程式」を参照してください。

太い実線は、連続出力動作のリミットを示します。第2象限と第4象限 (シンク動作) では、3A レンジと 1A レンジに対するリミットが次のように低下することに注意してください。

3A レンジーリミットは次のように線形的に低下します。
　-3A、0V からから -2A、20V へ
　3A、0V からから 2A、-20V へ

1A レンジーリミットは次のように線形的に低下します。
　-1A、0V からから -0.5A、100V へ
　1A、0V からから 0.5A、-100V へ

出力デューティサイクルが 60% 以下に低下すれば、図 6-5 の点線で示すように、シンク動作リミットが復元されます。

パルスモード

パルスモードの場合の図 6-6B では、10A、100V という大きさが通常の値です。ソース・メータの実際の最大出力の大きさは、10.5A、105V です。

これらの動作境界が有効であるのは、ソース・メータの動作環境の温度が 30℃以下の場合に限られます。

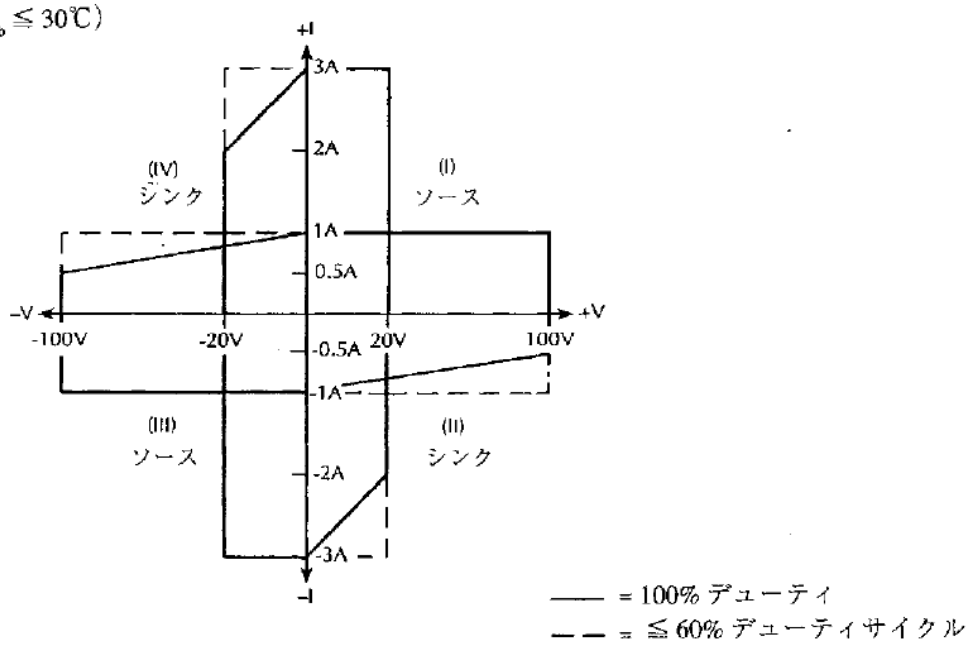
注記　30℃以上では、高電力で運転すると、ソース・メータが過熱状態となり、出力をオフ状態にすることがあります。詳細は「過熱保護」と「電力方程式」を参照してください。

太い実線は、出力デューティサイクル 8% に対するリミットを示します。第2象限と第4象限 (シンク動作) では、10A レンジに対するリミットが次のように低下することに注意してください。

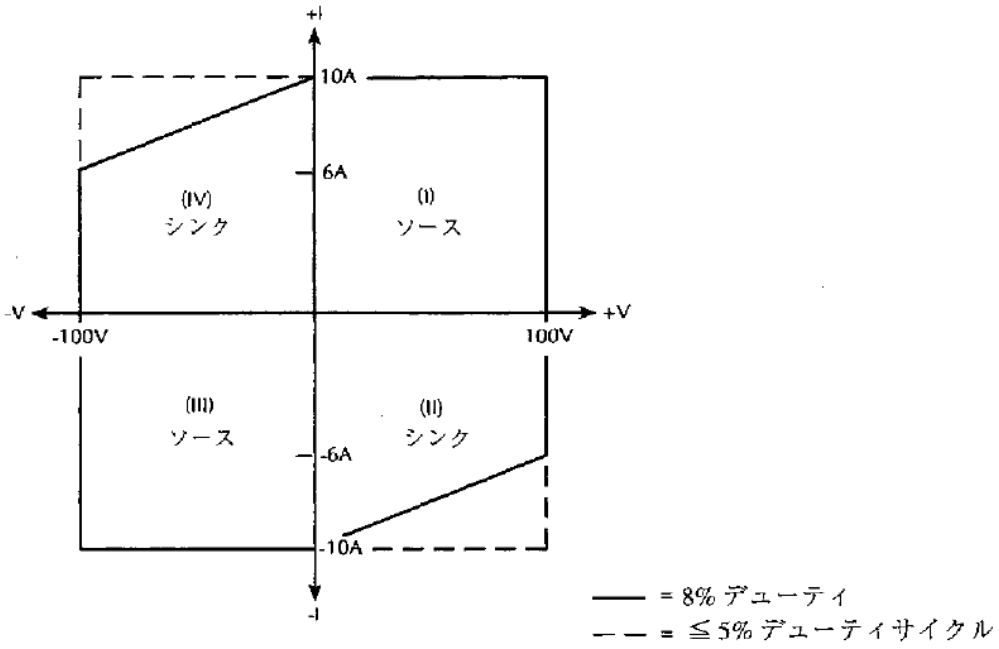
10A レンジーリミットは次のように線形的に低下します。
　-10A、0V からから -6A、100V へ
　10A、0V からから 6A、-100V へ

出力デューティサイクルが 5% 以下に低下すれば、図 6-6B の点線で示すように、シンク動作リミットが復元されます。

図 6-6
2430 型の動作境界（$T_{amb} \leq 30℃$）



A) DC モード



B) パルスモード

I- ソース動作境界

図 6-7 と 6-8 に示すのは、I ソースの場合の動作境界です。第 1 動作象限だけを図示しています。ほかの 3 つの象限での動作も、同様です。

2400 ―図 6-7A は、2400 型 I ソースの場合の出力特性を示します。図示するように、ソース・メータは、210V で 105mA まで、または 12V で 1.05A までを出力することができます。105mA を越える電流に対してソーシングを行う場合には、電圧が 21V に制限されることに注意してください。

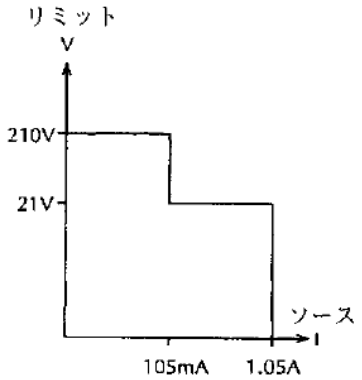
2410 ―図 6-7B は、2410 型 I ソースの場合の出力特性を示します。図示するように、ソース・メータは、1100V で 21mA まで、または 21V で 1.05A までを出力することができます。21mA を越える電流に対してソーシングを行う場合には、電圧が 21V に制限されることに注意してください。

2420 ―図 6-7C は、2420 型 I ソースの場合の出力特性を示します。図示するように、ソース・メータは、63V で 1.05A まで、または 21V で 3.15A までを出力することができます。1.05A を越える電流に対してソーシングを行う場合には、電圧が 21V に制限されることに注意してください。

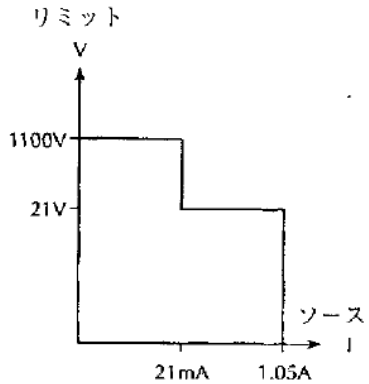
2430 ―図 6-7D は、2430 型 I ソースの場合の出力特性を示します。DC モード (実線) では、ソース・メータは、105V で 1.05A まで、または 21V で 3.15A までを出力することができます。1.05A を越える電流に対してソーシングを行う場合には、電圧が 21V に制限されることに注意してください。図 6-7D の点線は、パルスモードの場合の拡張出力を示します。この値は 105V で 10.5A です。

図 6-8 は、I ソースの場合のリミットラインです。電流ソースリミットラインは、現在選択している電流ソースレンジで最大可能なソース値を表します。たとえば、100mA の電流ソースレンジでは、電流ソースリミットラインは 105mA のところにあります。電圧コンプライアンスリミットラインは、現在有効な実際のコンプライアンスを示します。コンプライアンスは、実コンプライアンスかまたはレンジコンプライアンスのどちらかであることを忘れないようにしてください (「コンプライアンスリミット」参照)。これらのリミットラインは、この動作象限についてのソース・メータの動作リミットを表します。動作点は、これらのリミットラインの範囲内 (またはライン上) のどこにでも、置くことができます。ほかの象限についてのリミットライン境界も同じです。

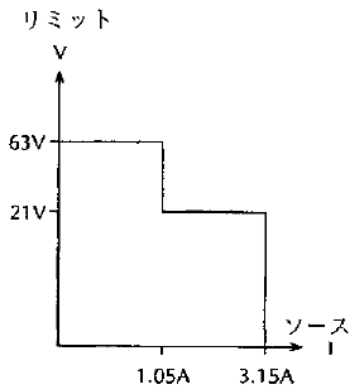
図6-7
Iソース出力特性



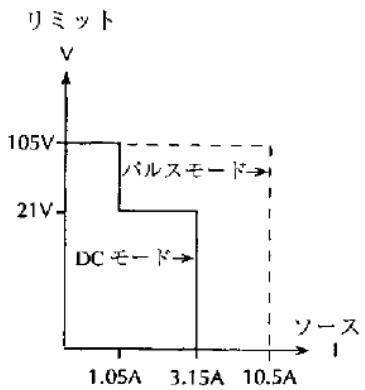
A. 2400型



B. 2410型

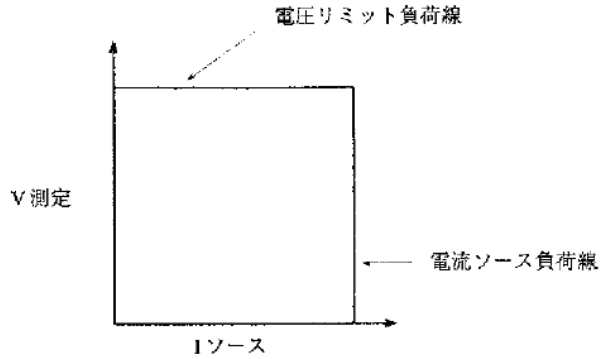


C. 2420型



D. 2430型

図 6-8
I ソースリミットライン



ソース・メータの動作点が境界の内部のどこにあるかは、ソース・メータの出力側に接続する負荷 (DUT) によります。図 6-9 に示すのは、それぞれ 200Ω と 800Ω の抵抗負荷の場合の動作例です。この場合では、ソース・メータは、100mA の電流に対してソーシングを行い、40V に制限するようにプログラムされています。

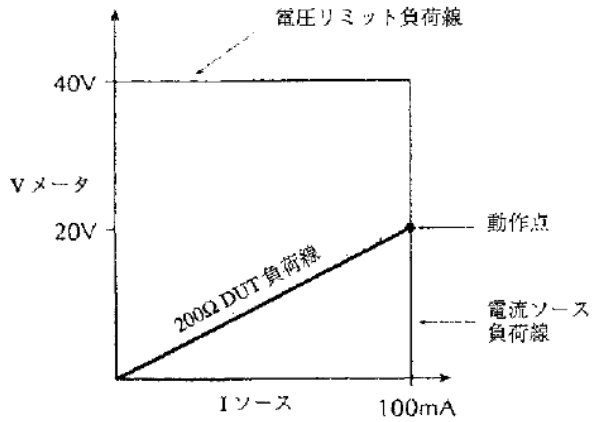
図 6-9A では、ソース・メータは 200 Ω の負荷に対して 100mA のソースとなり、ついで 20V を測定します。図に示すように、200Ω に対する負荷線は、100mA の電流ソース線と 20V で交差します。

図 6-9B は、負荷抵抗が 400Ω に増加したら何が起こるかを示します。800Ω の DUT 負荷線は、ソースメータをコンプライアンス状態に入れる電圧リミット負荷線と交差します。コンプライアンス状態では、ソースメータはそのプログラム電流（100mA）のソースとなることができません。800Ω の DUT については、ソースメータの出力はやっと 50mA です（40V のリミットにおいて)。

注目していただきたいのは抵抗の増加とともに、DUT 負荷線の勾配が大きくなることです。抵抗が無限大（出力端開放）に接近するにつれて、ソースメータは、40V では、事実上 0mA のソースとなります。逆に、抵抗の減少とともに、DUT 負荷線の勾配は減少します。抵抗ゼロ（出力端短絡）では、ソースメータは事実上 0V で 100mA のソースとなります。

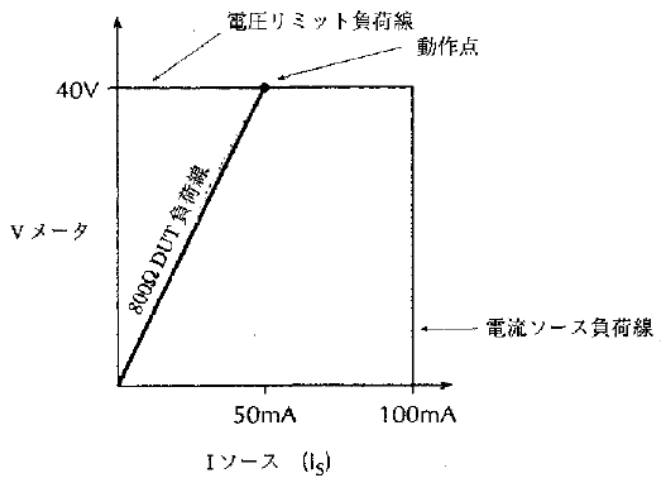
負荷とは無関係に、電圧は 40V というプログラムコンプライアンスを絶対に超過しません。

図 6-9
Iソース動作例



$V_M = I_S \cdot R$
$= (100mA)(200\Omega)$
$= 20V$

A. 正常Iソース動作



$I_S = V_M / R$
$= 40V / 800\Omega$
$= 50mA$

B. コンプライアンス状態のIソース

V- ソース動作境界

図 6-10 と 6-11 は、V ソースの場合の動作境界を示します。第 1 動作象限だけを図示しています。ほかの 3 つの象限での動作も、同様です。

2400 ー図 6-10A は、2400 型 V ソースの場合の出力特性を示します。図示するように、ソース・メータは、1.05A で 21V まで、または 105mA で 210V までを出力することができます。21V を越える電圧に対してソーシングを行う場合には、電流が 105mA に制限されることに注意してください。

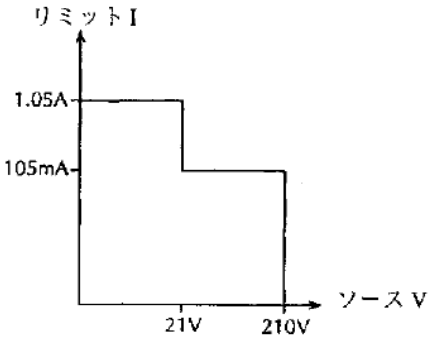
2410 ー図 6-10B は、2410 型 V ソースの場合の出力特性を示します。図示するように、ソース・メータは、1.05A で 21V まで、または 21mA で 1100V までを出力することができます。21V を越える電圧に対してソーシングを行う場合には、電流が 21mA に制限されることに注意してください。

2420 ー図 6-10C は、2420 型 V ソースの場合の出力特性を示します。図示するように、ソース・メータは、3.15A で 21V まで、または 1.05A で 63V までを出力することができます。21V を越える電圧に対してソーシングを行う場合には、電流が 1.05mA に制限されることに注意してください。

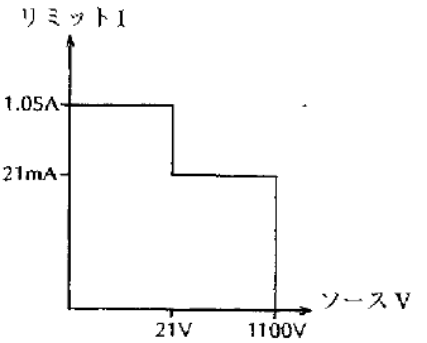
2430 ー図 6-10D は、2430 型 V ソースの場合の出力特性を示します。DC モード (実線) では、ソース・メータは、1.05A で 105V まで、または 3.15A で 21V までを出力することができます。21V を越える電圧に対してソーシングを行う場合には、電流が 1.05A に制限されることに注意してください。図 6-10D の点線は、パルスモードの場合の拡張出力を示します。この値は 10.5A で 105V です。

図 6-11 は、V ソースの場合のリミットラインです。電圧ソースリミットラインは、現在選択している電圧ソースレンジで最大可能なソース値を表します。たとえば、20V の電圧ソースレンジでは、電圧ソースリミットラインは 21V のところにあります。電流コンプライアンスリミットラインは、現在有効な実際のコンプライアンスを示します。コンプライアンスは、実コンプライアンスかまたはレンジコンプライアンスのどちらかであることを忘れないようにしてください (「コンプライアンスリミット」参照)。これらのリミットラインは、この動作象限についてのソース・メータの動作リミットを表します。動作点は、これらのリミットラインの範囲内 (またはライン上) のどこにでも、置くことができます。ほかの象限についてのリミットライン境界も同じです。

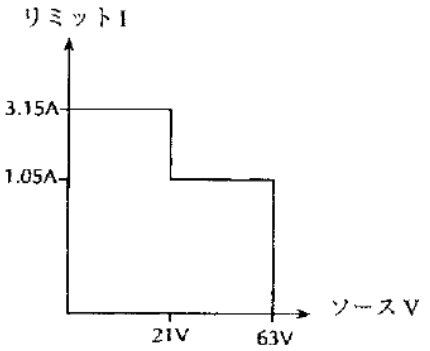
図 6-10
V ソース出力特性



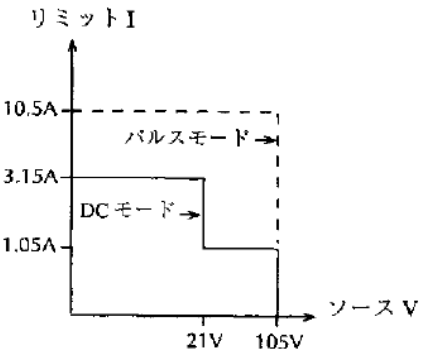
A. 2400 型



B. 2410 型

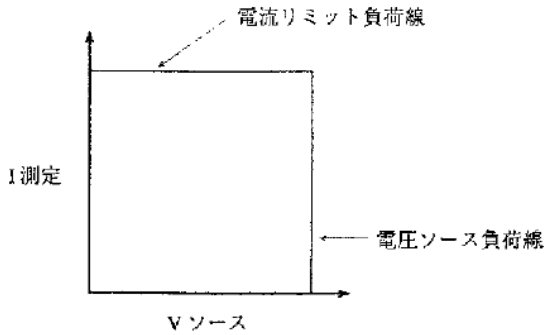


C. 2420 型



D. 2430 型

図 6-11
V ソースリミットライン



境界のどこでソースメータが動作するかは、ソースメータの出力に接続した負荷（DUT）によって決まります。図 6-12 に示すのは、それぞれ 2kΩ と 800Ω の抵抗負荷についての動作例です。これらの例については、ソースメータは 50V のソースとなり、50mA に制限するようにプログラムされています。

図 6-12A では、ソース・メータは 2kΩ の負荷に対して 100V のソースとなり、25mA を測定します。図に示すように、2kΩ に対する負荷線は、50V の電圧ソース線と 25mA で交差します。

図 6-12B は、負荷抵抗が 800Ω に減少したら何が起こるかを示します。800Ω の DUT 負荷線は、ソースメータをコンプライアンス状態に入れる電流リミット負荷線と交差します。コンプライアンス状態では、ソースメータはそのプログラム電圧（50V）のソースとなることができません。800Ω の DUT については、ソースメータの出力はやっと 40V です（50mA のリミットにおいて）。

注目していただきたいのは抵抗の減少とともに、DUT 負荷線の勾配が大きくなることです。抵抗が無限大（出力端開放）に接近するにつれて、ソースメータは、0mA では、事実上 50V のソースとなります。逆に、抵抗の増加とともに、DUT 負荷線の勾配は減少します。抵抗ゼロ（出力端短絡）では、ソースメータは、100mA で事実上 0V のソースとなります。

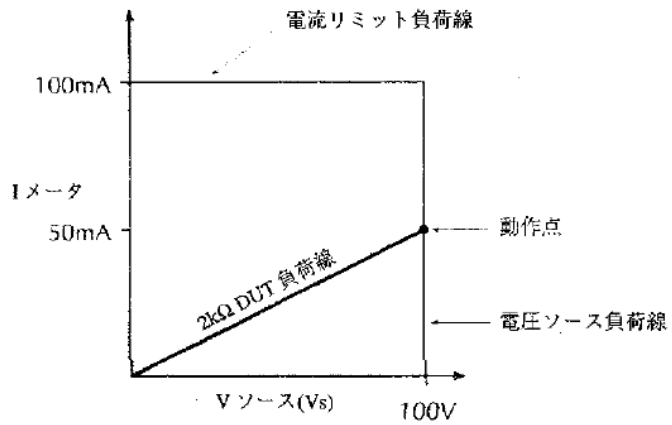
負荷とは無関係に、電流は 50mA というプログラムコンプライアンスを絶対に超過しません。

ソース I メジャー I とソース V メジャー V

ソースメータは、それ自体はソースとなって動作させる機能を測定する能力を備えています。電圧ソースとする場合は、電圧を測定することができます。逆に、電流ソースとする場合は、出力電流を測定することができます。これらの測定ソースの動作については、測定レンジはソースレンジと同じです。

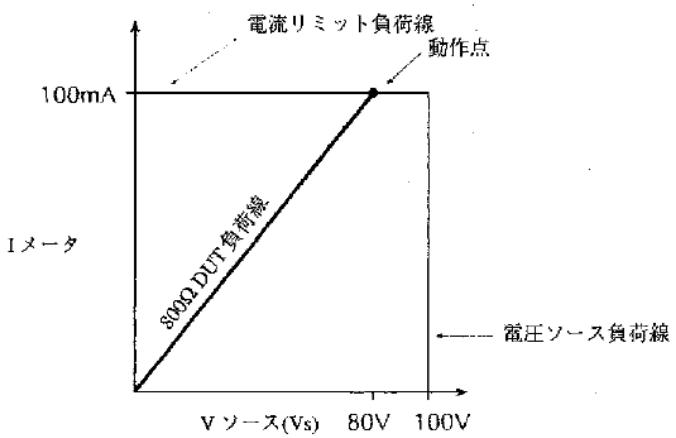
この特長が役に立つのは、ソースをコンプライアンス状態にして動作が行われる場合です。コンプライアンス状態にある場合には、プログラムソース値には到達しません。従って、ソースを測定すれば、実際の出力電圧を測定することができます。TOGGLE キーを使用すれば、3 つの機能（電圧、電流、抵抗）のうち、どの 2 つでも、同時に読取り値をディスプレイすることができます。リモート操作については、これら 3 つの機能すべてを同時に測定することができます（第 17 部、第 18 部参照）。

図 6-12
V ソース動作例



$I_M = V_S / R$
$= 100V/2k\Omega$
$= 50mA$

A. 正常 V ソース動作



$V_S = I_M \cdot R$
$= (100mA)(800\Omega)$
$= 80V$

B. コンプライアンス状態の V ソース

基本回路構成

ソースI

図6-13に示すように電流ソース（Iソース）となるような回路設定の場合は、ソースメータは電圧制限機能を備える高インピーダンス電流ソースとして機能し、電流（Iメータ）または電圧（Vメータ）を測定することができます。

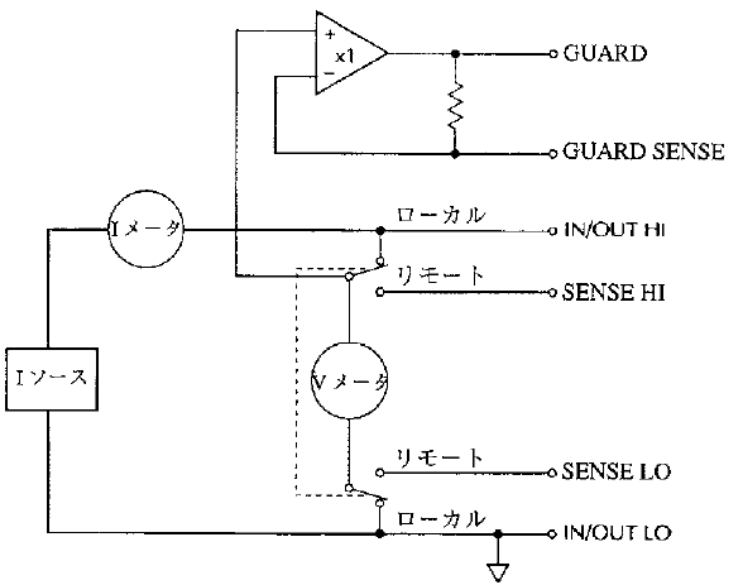
電圧測定の場合には、センス選択（2線ローカルまたは4線リモート）によって測定を行う場所が決定されます。ローカルセンスでは、電圧が測定される場所はソースメータのInput/Output端子です。

4線リモートセンスでは、電圧は、センス端子を使用して直接DUTのところで測定することができます。これによって、試験リード線、またはソースメータとDUTとの間の接続線に発生する電圧降下が除去されます。

注記　電流ソースは、電流ソース確度を高めるためのセンスリード線を必要としませんし、また使用しません。

4線リモートセンシングを選択した場合には、センスリード線を接続しなければなりません。接続しないと誤動作が発生する恐れがあります。センスリード線の接続が外れる恐れがある場合には、過電圧保護（OVP）を使用することができます（第3部の「ソース回路設定　保護」を参照）。

図6-13
ソースI



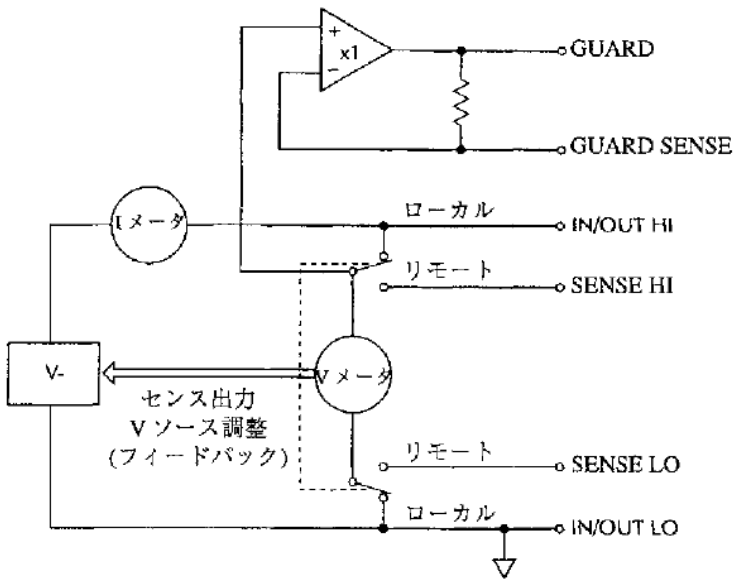
ソースV

図 6-14 に示すように電圧ソース（V ソース）となるような回路設定の場合は、ソースメータは電流制限機能を備える低インピーダンス電圧ソースとして機能し、電流（I メータ）または電圧（V メータ）を測定することができます。

センス回路を使用すれば、出力電圧を連続的にモニタし、必要に応じて V ソースを調整することができます。V メータが電圧をセンスする場所は Input/Output 端子（2 線ローカルセンス）または DUT（Sense 端子を使用する 4 線リモートセンス）であり、V メータはこの電圧をプログラム電圧レベルと比較します。センスしたレベルとプログラム値とが同じでなければ、その差に応じて V ソースは調整されます。リモートセンスは試験リード線中の電圧降下による影響を除き、正確なプログラム電圧が確実に DUT に現れるようにします。

注記　V ソースへの電圧誤差のフィードバックは、アナログ関数です。試験リード線の IR 降下を補償するために、ソース誤差増幅器を使用します。

図 6-14
ソース V



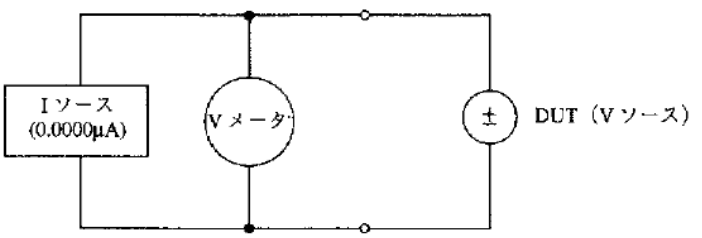
メジャーのみ(V または I)

ソースメータをもっぱら電圧計または電流計として使用するための回路設定を、図 6-15 に示します。図 6-15A に示すように、0A のソースとなり電圧を測定するようにソースメータを設定すれば、ソースメータの回路設定は電圧測定専用になります。

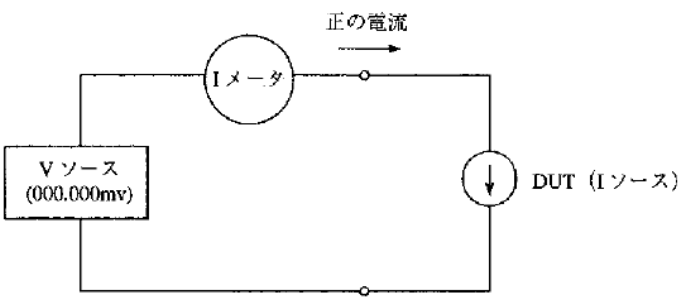
注意　V コンプライアンスは、測定電圧値よりも高いレベルに設定しなければなりません。そのようにしなければ過大な電流がソースメータに流入します。この電流はソースメータに損傷を与える恐れがあります。また、外部電圧を I ソースに接続する場合には、出力をオフ状態にして高インピーダンスモードに設定してください（第 13 部の「出力設定」参照）。

図 6-15B では、0V のソースとなり電流を測定するようにソースメータを設定すれば、ソースメータの回路設定は電流測定専用になります。正（+）の読取り値を得るには、通常の電流の方向は、IN/OUT HI から LO に向かう方向としなければなりません。

図 6-15
メジャーのみ(V または I)



A. 電圧測定専用



注記　IN/OUT HI から流れ出る電流が正の方向であるため、測定結果は正（+）の値となります。

B. 電流測定専用

注記　2 線ローカルセンシングを使用してください。

ガード

警告　GUARD は出力 HI と同じ電位にあります。したがって、出力 HI に危険な電圧が存在する場合には、この電圧は GUARD 端子にも存在します。

ドリブンガード（背面パネル GUARD 端子を利用します）は常に使用可能状態にあり、Input/Output HI（またはリモートセンスの場合は Sense HI）の電圧と同じレベルのバッファ電圧を供給します。ガーディングの目的は、INPUT/OUTPUT HI と LO の間に現れることがあるリーク電流（およびキャパシタンス）の影響を除くことです。ドリブンガードがない場合には、外部試験回路でのリークが大きくなって、ソースメータの性能に悪影響を与える恐れがあります。

リーク電流が発生する恐れのある経路は、寄生リーク経路または非寄生リーク経路です。寄生抵抗の例は、同軸ケーブルまたは 3 軸ケーブルの絶縁体にまたがるリーク経路です。非寄生抵抗の例は DUT に並列に接続した抵抗体を通過するリーク経路です。

ガード出力には、2 つのプログラマブル出力インピーダンスレベルがあります。高インピーダンス（～ 10kΩ）CABLE ガードを使用して、試験回路中のキャパシタンスとリーク電流路の影響を小さくします。抵抗ネットワークの抵抗素子を測定する場合には、低インピーダンス（<1Ω）OHMS ガードを使用して、並列抵抗の影響を相殺します。

ケーブルガード

CABLE ガードを選択すると、正のフィードバックを防止するための高インピーダンス（～ 10kΩ）ドリブンガードが確保されます。正のフィードバックは、シールドケーブルを使用する場合に、発振を発生する恐れがあります。ケーブルガードを使用して、ケーブルとテストフィクスチャのシールドをドライブします。安全バナナプラグ（たとえば 8008-BAN 型）を使用して、ガードをテストフィクスチャまで延長します。テストフィクスチャの中では、DUT を取り巻くガードプレートまたはシールドに、ガードを接続することができます。

警告　傷害または死亡を防ぐために、危険電位 (>30Vrms または 42.4V ピーク) にあるガードプレートまたはガードシールドとの物理的接触を防ぐ安全シールドを使用しなければなりません。この安全シールドは、ガードプレートまたはガードシールドを完全に取り囲み、同時に安全大地接地に接続しなければなりません。図 6-16B には、安全シールドとして使うテストフィクスチャの金属ケースを示します。

テストフィクスチャの内部では、3 軸ケーブルを使用してガードを DUT まで延長することができます。ケーブルの中心導体は In/Out HI 用に、内部シールドはガード用に使用します。そして外部シールドは In/Out LO 用に使用して、安全シールドに接続します (安全シールドは安全大地接地に接続されます)。

ガード電位が 30Vrms (42.4V ピーク) を越えなければ、同軸ケーブルを使うことができます。中心導体は In/Out HI 用に、外部シールドはガード用に使用します。ガード電位がこれよりも高い場合は、先に説明したように 3 軸ケーブルを使用してください。

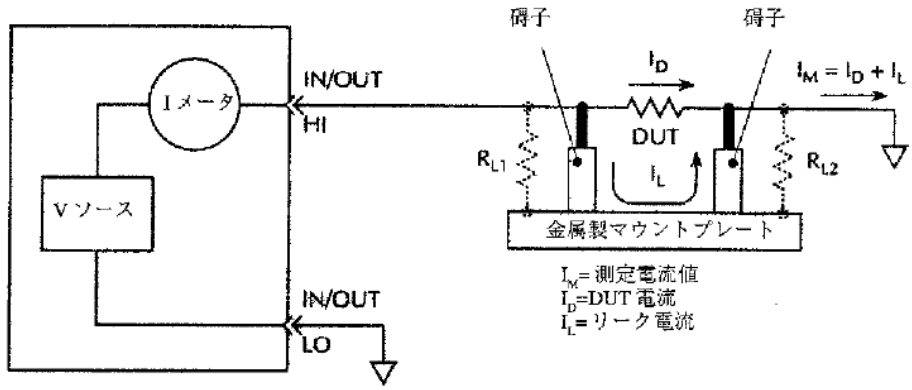
ケーブルガードがテストフィクスチャの中の碍子を通るリーク電流を除去する様子を、図 6-16 に示します。図 6-16A では、リーク電流（I_L）が碍子（R_{L1} と R_{L2}）を通って In/Out LO に流れ、DUT の小電流（または高抵抗）測定に悪影響を及ぼします。

図 6-16B では、ドリブンガードは、碍子の金属ガードプレートに接続されています。R_{L1} のどちらの端の電圧も同じなので（電圧降下 0V）、電流は、リーク抵抗路を通って流れることができません。したがって、ソースメータは DUT を通る電流を測定するだけです。

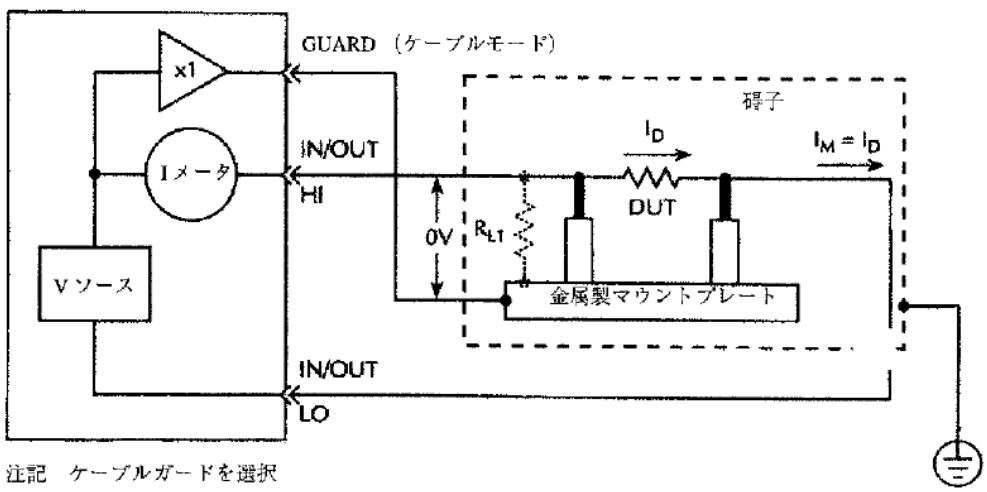
微小電流（<1μA）を供給するソースとなる場合、または微小電流を測定する場合には、ケーブルガードを使用する必要があります。

注記　ガードとともにシールド同軸ケーブル線を使用する場合は、発振を避けるために CABLE ガード設定を使用しなければなりません。CABLE ガードは、工場出荷時デフォルト設定です。

図 6-16
高インピーダンス測定



A. ガードなし



注記　ケーブルガードを選択

B. ガード付き

オームズガード

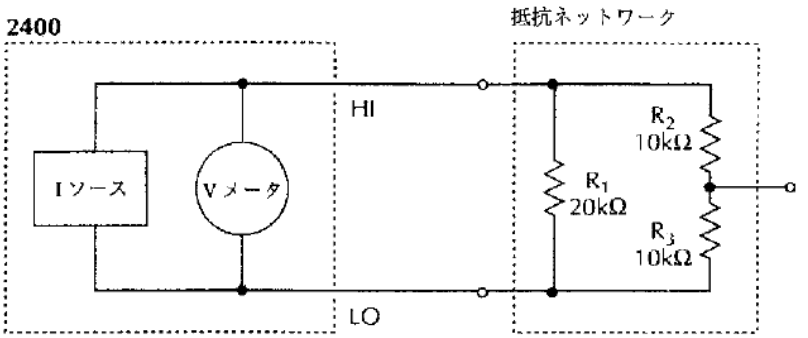
OHMS ガードを選択すれば、低インピーダンス（<1Ω）、大電流（50mA まで）のドリブンガードが確保されます。これによって、ほかの並列抵抗路をそのまま残して DUT のインサーキット抵抗測定を行うことができます。この測定は、デルタまたは Y 回路設定で行うのが普通です。OHMS ガードは、1A の I ソースレンジでは利用できません。

注記　オームズガードは、1A と 3A (2420 型と 2430 型) レンジ (ソースとメジャー) には利用できません。すでにレンジが決まっていれば、オームズガードは選択できません。逆に、オームズガードをすでに選択していると、1A と 3A (2420 型と 2430 型) レンジを選択することはできません。

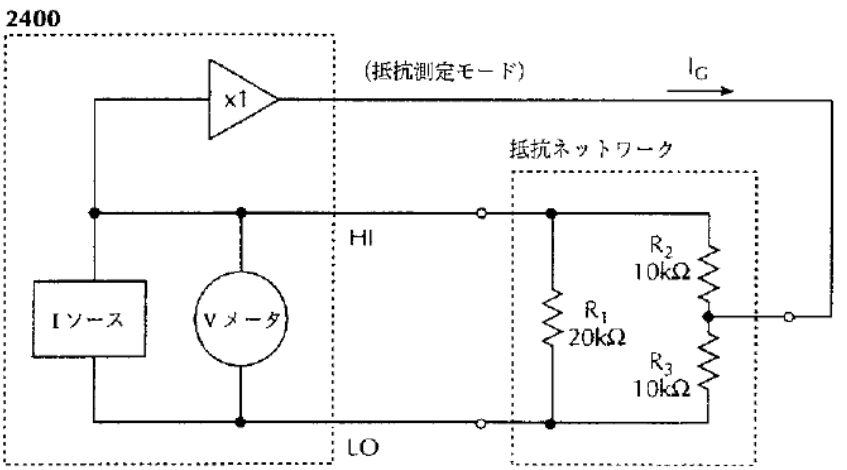
ネットワーク中の単一の抵抗の値を測定しようとすれば、オームズガード回路設定を使用しなければなりません。R1 の測定方法を図 6-17B に示します。R2 のどちら側の電圧も同じなので、この抵抗には電流は流れません。したがって、ソースメータからの全プログラム電流（I_M）が R1 を通って流れます。この時に R1 の両端間の電圧を測定します。そうすると正確な抵抗の読取り値が計算されます。この場合では 20kΩ です。

注記　ガード電流（I_G）は50mAを超過してはいけません。もし超過するならば、ガード電圧は出力電圧よりも低い値に低下し、リーク電流が流れます。したがって、このガード付き抵抗読取り値は正しくない値になります。

図6-17
インサーキット抵抗測定



A. ガードなし



注記　OHMSガードを選択

B. ガード付き

$$I_G = \frac{V_M}{R_3}$$

ガードセンス

GUARD から LO への抵抗路が 1kΩ 未満の場合には、リモートガードセンシングを使用し、GUARD 試験リード線とスイッチングカードのスイッチ接点、またはどちらかの IR 降下を補償する必要があります。

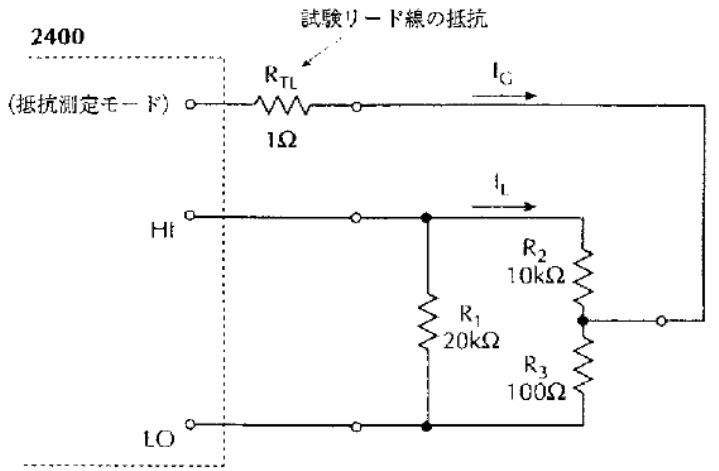
図 6-18A は図 6-17 を若干変更したもので、R3 の値を 100Ω に変更し、GUARD 試験リード線の 1Ω の抵抗（R_{TL}）を示してあります。GUARD から LO までの抵抗路の抵抗が 1kΩ 未満なので、ガード試験リード線（R_{TL}）内の IR 降下は無視できません。R2 の先端に印加されるガード電圧は、この場合には、ソースメータの In/Out HI 電圧よりもかなり低くなります。その結果、リーク電流（I_L）が R2 を流れて、R1 の抵抗測定に悪影響を及ぼします。

ガード試験リード線の IR 降下を補償するために、図 6-18B に示すように GUARD SENSE を接続します。センシングによって、ガード電圧を抵抗ネットワークのところでセンス（測定）することが可能になり、ガード電圧変動率を改善します。リモート的にセンスされたガード電圧がソースメータの出力電圧に達しない場合は、センスされるガード電圧が出力 HI 電圧に等しくなるまで、ガード電圧は増大されます。

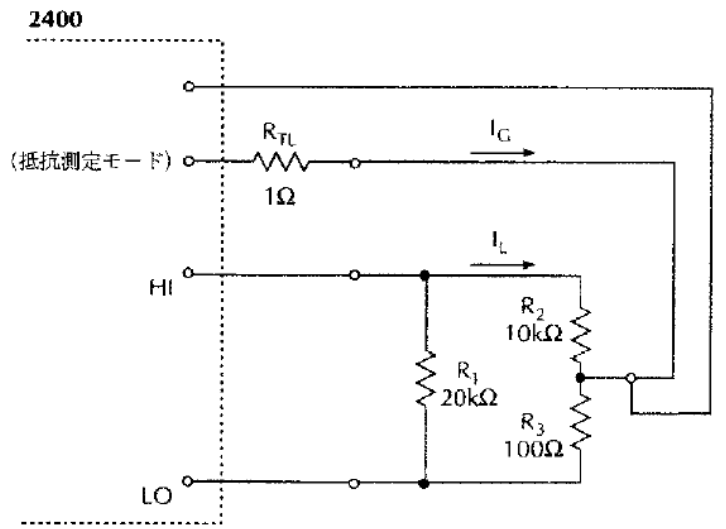
図 6-18 のガード電流（I_G）を確実に 50mA 以下に制限するには、ソースメータの出力電圧が 5V（50mA × 100Ω=5V）を超過してはならないことに留意してください。

注記　ガードセンス動作は自動です。ガードセンスを使用可能または無効にするメニュー選択はありません。
6 線オームズガード測定の場合は、GUARD 出力オフ状態を使ってください。GUARD 出力オフ状態の詳細は、第 13 部の「出力設定」を参照してください。

図 6-18
ガードセンスを利用するインサーキット抵抗測定



A. ローカルガードセンス



B. リモートガードセンス

データフロー

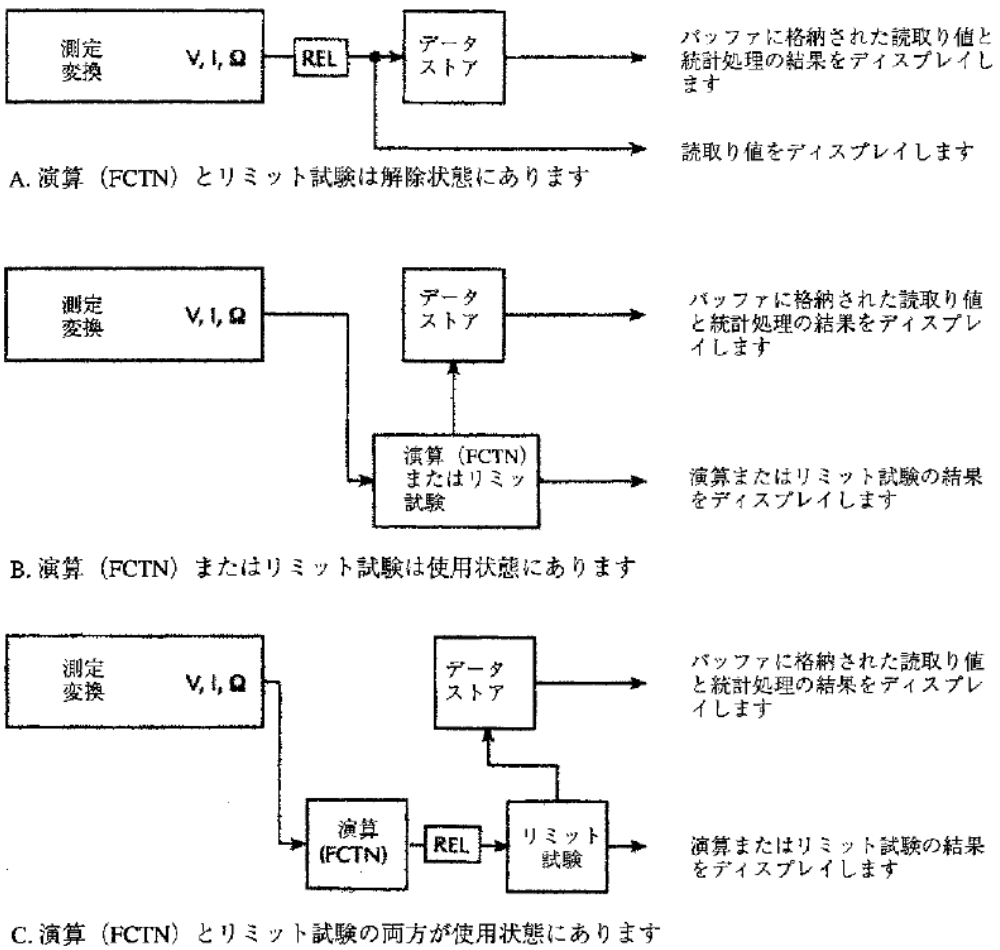
前面パネル操作のためのデータフローの要約を、図6-19のダイアグラムに示します。RELが使用可能な状態にあれば、REL操作の結果は、ほかのブロックに送られることに留意してください。

演算（FCTN）とリミット試験（LIMITS）を使用禁止にした状態では（図6-19A参照）、ソースメータは読取り値をディスプレイします。データストアを使用すれば、これらの読取り値はバッファにも格納され、あとで呼び出すことができます。これらの読取り値についての統計データも呼び出せば利用することができます。

図6-19Bに示すのは、演算またはリミット試験が使用状態にある場合のデータフローです。演算が使用状態にあれば、演算の結果がディスプレイされます。リミット試験が使用状態にあれば、生読取り値が試験の結果（合否）とともに表示されます。先の場合と同じように、これらの読取り値は、データストアにも格納することができます。

図6-19Cに示すのは、演算とリミット試験両方が使用状態にある場合のデータフローです。演算が最初に実行され、次にこの演算の結果についてリミット試験が行われます。演算の結果とリミット試験の結果（合否）がディスプレイされます。図に示すように、これらの読取り値はデータストアにも格納することができます。

図6-19
データフロー前面パネル



バッファに関する留意点

ソース・メータが読み取り値を格納しつつあるときには、設定の変更は、バッファに格納される内容に影響を与えます。これに関して、格納時の留意点と制約事項を表6-3にまとめました。

表6-3
バッファに関する留意点

格納プロセスの開始時における設定	基本測定機能 (V、I、またはΩ) を変更したらどうなるか？	MATH機能を変更したらどうなるか？	RELまたはLIMITSを変更したらどうなるか？
メジャーV、I、またはΩ	バッファは追従する。	V、I、またはΩは格納される。 MATHは格納されない。	V、I、またはΩは格納される。 RELまたはLIMITSは格納されない。
MATH (FCTN) 使用可能にする	バッファは休止する。	OK	MATHは格納される。 RELまたはLIMITSは格納されない。
REL/LIMITS　使用可能にする	バッファは休止する。	バッファは休止する。	OK

表6-3の第1列は、格納プロセス開始時のソース・メータ設定を示します。次の3列は、ソース・メータが読み取り値を格納している間に設定値を変更したらどうなるかを示します。

V、I、またはΩ測定機能の変更

- 選択した1つだけの基本測定機能で作業を開始した場合は、バッファは1つの基本測定機能の変更に追従します。たとえば、ボルトで作業を開始し、電流に変更すると、バッファは電流の読み取り値を格納します。
- MATH、REL、LIMITS、またはそのうちどれかを使用可能にして作業を開始した場合は、基本測定機能が変更されると、バッファは読み取り値の格納を中止します。当初の設定に戻ると、格納は継続します。

MATH機能の変更

- 選択した1つだけの基本測定機能で作業を開始した場合は、MATH機能を使用可能にすることができます。しかしバッファに格納されるのは、計算のうちの電圧、電流、または抵抗の成分だけです。MATH機能の結果は格納されません。
- 1つのMATH機能を使用可能にして作業を開始した場合は、ほかのMATH機能を選択することができます。新しいMATH機能の結果は、バッファに格納されます。
- RELとLIMITS、またはどちらかを使用可能にして作業を開始した場合は、1つのMATH機能を選択すれと、バッファは読み取り値の格納を中止します。当初の設定に戻ると、格納は継続します。

REL または LIMITS の変更

- 選択した 1 つだけの基本測定機能で作業を開始した場合は、REL と LIMITS、またはどちらかを使用可能にすることができます。しかしバッファに格納されるのは、計算のうちの電圧、電流、または抵抗の成分だけです。REL と LIMITS、またはどちらかの結果は格納されません。
- 1 つの MATH 機能を使用可能にして作業を開始した場合は、REL と LIMITS、またはどちらかを使用可能にすると、MATH 計算の結果だけがバッファに格納されます。
- REL と LIMITS、またはどちらかを使用可能にして作業を開始した場合は、REL と LIMITS、またはどちらかを変更することができます。REL と LIMITS、またはどちらかの結果が格納されます。

7
レンジ、デジット、速度、フイルタ

- **レンジとデジット**－最大読み取り値、レンジ設定の制限事項、手動レンジとオートレンジ、ディスプレイの解像度について説明します。
- **速度**－A/D 変換器の積分周期の制御に使う速度設定について説明します。
- **フィルター**読み取り雑音の低減に使用する 2 種類のディジタルフィルタリングについての情報を提供します。

レンジとデジット

レンジ

選択したレンジは、測定可能最大信号にも、測定値の確度にも影響を与えます。出力オフの状態では破線（すなわち --,----μA）がディスプレイされ、測定が行われてないことを表示することに留意してください。

最大読取り値

電圧測定、電流測定、自動抵抗測定の各レンジについてのフルスケール入力は、選択したレンジによって定義されます。たとえば、±2.11V が 2V レンジのフルスケール読取り値であり、±105.5mA が 100mA レンジのフルスケール読取り値です。また、±2.11kΩ が 2kΩ レンジのフルスケール読取り値です。

手動抵抗測定については、ディスプレイの読取り値は V/I を計算した結果です。実際には、抵抗レンジはありません。したがって、ディスプレイの読取り値には、先行ゼロは決して現れません。たとえば、936.236kΩ と測定された抵抗体は、936.236kΩ（分解能 5 1/2 桁）としてディスプレイされます。

入力レベルが最大レベルを超過すると、"OVERFLOW" メッセージがディスプレイされます。

レンジ設定の制約

電圧ソース（ソース V）として使用する場合、電圧測定（メジャー V）レンジを変更するために RANGE キーを使用することはできません。また、電流ソース（ソース I）として使用する場合、電流測定（メジャー I）レンジを変更するために RANGE キーを使用することはできません。このようなソース - メジャー構成の場合は、測定レンジを決めるのは、選択したソースレンジです。

ソース - メジャーレンジの制限事項：

2400 － 200V V ソースレンジを選択する場合、最大電流測定レンジは 100mA です。1A I ソースレンジを選択する場合、最大電圧測定レンジは 20V です。

2410 － 1kV V ソースレンジを選択する場合、最大電流測定レンジは 20mA です。1A または 100mA I ソースレンジを選択する場合、最大電圧測定レンジは 20V です。

2420 － 60V V ソースレンジを選択する場合、最大電流測定レンジは 1A です。1A I ソースレンジを選択する場合、最大電圧測定レンジは 60V です。3A I ソースレンジを選択する場合は、最大電圧測定レンジは 20V です。

2430 － レンジの制限は、ソースモードによって決まります。

DC モード－ 100V V ソースレンジを選択する場合、最大電流測定レンジは 1A です。20V V ソースレンジを選択する場合、最大電流測定レンジは 3A です。1A I ソースレンジを選択する場合は、最大電圧測定レンジは 100V です。3A I ソースレンジを選択する場合は、最大電圧測定レンジは 20V です。

パルスモード－100V Vソースレンジを選択する場合、最大電流測定レンジは10Aです。10A Iソースレンジを選択する場合、最大電圧測定レンジは100Vです。

現在のI-コンプライアンスが、選択可能な最大電流測定レンジを決定します。同様に、現在のV-コンプライアンスが、選択可能な最大電圧測定レンジを決定します。たとえば、I-コンプライアンスが100mAレンジにあれば、選択可能な最大電流測定レンジは100mAです。V-コンプライアンスが2Vレンジにあれば、選択可能な最大電圧測定レンジは2Vです。

手動レンジ設定

ソースVメジャーI、ソースIメジャーV、自動抵抗測定では、RANGE▲と▼キーを使って固定レンジを選択します。利用可能な最大レンジは、対応するコンプライアンスの設定によって決まることに留意してください（「レンジ設定の制約」参照）。

ある特定のレンジで計測器が"OVERFLOW"メッセージをディスプレイした場合には、レンジ内読取り値がディスプレイされるまで、一段上のレンジに切り替えてください。最大の確度と分解能を確保するために、オーバフローを発生しない、できるだけ低いレンジを使用してください。

オートレンジ設定

注記　2430型の場合は、パルスモードにある間は、オートレンジ設定は行えません。したがって、オートレンジ設定に関する下記の情報は、2430型パルスモードには適用できません。

ソースVメジャーI、ソースIメジャーV、自動抵抗測定では、AUTO RANGEを押して自動レンジ設定を使用可能にしてください。自動レンジ設定を選択すると、AUTOアナンシエータが点灯します。自動レンジ設定を選択した場合は、計測器は、印加した信号を測定するのに最も適したレンジを、自動的に選択します。利用可能な最大レンジは、対応するコンプライアンスの設定によって決まることに留意してください（「レンジ設定の制約」参照）。

オートレンジ変更モード

計測器がどのようにしてオートレンジ設定を行うかは、オートレンジ変更モードによって決まります。SINGLEモードでは、ソース・メータが自動レンジ設定を行うのは、読み取りを行ってからに限られます。MULTIPLEモードでは、ソース・メータは、ソース-ディレイ-メジャー(SDM)サイクルのディレイフェーズで、コンプライアンスの自動レンジ設定を行います。これによって、多重ソース・メータシステムにおいて1つのソース・メータがコンプライアンス状態に入る可能性は、最小限に抑えられます。ソース・メータがダウンレンジできるのは、読み取りの完了後に限られます。

注記　SDMに関する情報詳細は、第6部の「ソース-ディレイ-メジャーサイクル」を参照してください。

オートレンジ変更をMULTIPLEに設定すると、ソーク時間をプログラムすることができます。ソーク時間は、1つのループの中でユニットが位置する最初のスイープ点のあとに続く時間量を指定します。ユニットは、このループの中で活発に上方と下方にオートレンジ設定を行い、多重ソース・メータ構成を安定化させます。このプロセスが起こるのは、初期スイープトリガのあとの最初のSDMサイクルの間に限られます。(第11部「トリガモデル」参照) この機能が特に役立つのは、高位レンジからの、複数のダウンレンジサイクルが必要になる場合に、DUTの安定化時間が長くなるような状況 (低電流測定など) です。

注記　ソーク時間をディレイ時間の代わりとして使うのは、初期スイープトリガに続く最初のSDMサイクルのディレイフェーズの間だけです。トリガモデルの概要は、第11部の図11を参照してください。

オートレンジ変更モードの選択

オートレンジ変更モードを設定するには、CONFIGを押し、続いてAUTOを押してください。AUTO RANGE TYPEメニューから、必要に応じてSINGLE SRC MTRまたはMULTIPLEを選択してください。MULTIPLEを選択すると、ソーク時間を入力するように促されます。ソーク時間は0.000sから9999.999sの範囲でプログラムすることができます。

オートレンジリミット

オートレンジ変更モードをサポートするために、オートレンジリミットが含まれています。電圧と電流の場合には、上限はコンプライアンスレンジによって制御され、プログラムすることはできません。これに対してオートオームズモードでは、下限は調整可能です。3つの機能すべてについて、下限をプログラムすることができますが、上限に等しいかそれ以下でなければなりません。下限が上限に等しいと、オートレンジ設定は実質的に使用禁止になります。オートレンジ設定が使用禁止の場合は、手動で下限 (V、I、または抵抗) よりも低いレンジに変更することができ、また上限 (抵抗のみ) よりも高いレンジに変更することができます。

オートレンジリミットの設定

上方オートレンジリミットまたは下方オートレンジリミットを設定するには、CONFIG * またはCONFIG * を個別に押し、続いて◀キーと◀ ▶キーを使って、ULIMITまたはLLIMITのプロンプトのところにリミットを設定してください。VモードとIモードでは上限の設定はできませんが、ユニットはこれら2つの機能の上限をディスプレイすることに注意してください。

デジット

メジャー読取り値のディスプレイ分解能は、DIGITSの設定によって決まります。この設定はグローバルです。すなわち、桁の設定が、すべての測定機能についてのディスプレイ分解能を選択します。

DIGITS設定は、遠隔読取り値のフォーマットには影響を与えません。ディスプレイされた桁の数は、確度または速度に影響を与えません。パラメータは、SPEED設定によって制御されます。

ディスプレイ解像度の設定

ディスプレイ解像度の設定には2つの方法があります。

- DIGITS ー所要の桁数がディスプレイされるまで、DIGITS キーを押してください。
- CONFIG DIGITS ー CONFIG を押し、続いて DIGITS を押してデジットメニューをディスプレイしてください。カーソルを所要の桁数 (3.5、4.5、5.5、または 6.5) に合わせ、ENTER を押してください。

注記　同時測定 (TOGGLE キーを使って2次ディスプレイ上で実行可能) は、常に 5-1/2 桁です。

SPEED を変更すると DIGITS が変わりますが、DIGITS を変更しても SPEED は変わりません。

リモートによるレンジとデジットのプログラミング

表7-1 は、レンジと桁を制御するのに必要なコマンドをまとめたものです。これらのコマンドの詳細は、第 18 部を参照してください。

レンジとデジットのコマンド

表7-1
レンジコマンドとデジットコマンド

コマンド	内容
:SENSe:CURRent:RANGe <n>	手動電流レンジを選択してください (n = レンジ)。
:SENSe:CURRent:RANGe:AUTO <state>	自動電流レンジを使用可能 / 使用禁止にしてください (state = ON または OFF)。
:SENSe:VOLTage:RANGe <n>	手動電圧レンジを選択してください (n = レンジ)。
:SENSe: VOLTage:RANGe:AUTO <state>	自動電圧レンジを使用可能 / 使用禁止にしてください (state = ON または OFF)。
:SENSe:RESistance:RANGe <n>	手動抵抗レンジを選択してください (n = レンジ)。
:SENSe: RESistance: AUTO <state>	自動抵抗レンジを使用可能 / 使用禁止にしてください (state = ON または OFF)。
:DISPlay:DIGits <n>	ディスプレイデジット (n =) を設定してください。

注記　2430 型の場合は、:AUTO レンジコマンドは、パルスモードでは無効です。

レンジとデジットのプログラミングの例

表7-2 はレンジとデジットを制御する場合のプログラミングの例です。ソース・メータのセットアップは次のとおりです。

- ソース機能:電圧
- ソースレベル:10V
- メジャー機能:電流
- 電流レンジ:10μA
- ディスプレイデジット:5-1/2

表 7-2
レンジとデジットのプログラミングの例

コマンド	内容
*RST	GPIB デフォールトを回復してください。
:SOUR:FUNC VOLT	電圧ソース機能
:SOUR:VOLT 10	出力　10V
:SENS:FUNC "CURR"	電流測定機能
:SENS:CURR:RANG 10E-6	10μA レンジ
:DISP:DIG 5	5-1/2 ディスプレイデジット
:OUTP ON	出力をオン状態にしてください。
:READ?	トリガを行い読み取りを取得してください。
:OUTP OFF	出力をオフ状態にしてください。

速度

Speed/Accuracy メニューを使用し、A/D コンバータの積分時間（入力信号を測定する期間）を設定します。積分時間は、利用可能な桁と、計測器の最終読取り速度に影響を与えます。積分時間は、電源サイクル数（NPLC）を基礎とするパラメータを使って指定します。ここで 60Hz の場合の 1NPLC は 16.67msec（1/60）、50Hz と 400Hz の場合の 1NPLC は 20msec（1/50）です。

一般に、最高速の積分時間（FAST　0.01PLC）の場合は、読取りのノイズが増加し、利用可能な桁数が少なくなります。最も長い積分時間（HI ACCURACY　10PLC）の場合は、最大の同相分除去とノイズ除去が確保されます。中間設定は、速度とノイズの間の折衷です。電源投入時のデフォルト速度設定は、NORMAL（1PLC）です。

注記　2430 型パルスモードの場合は、有効な NPLC レンジは 0.01 から 0.1 PLC です。

速度の設定

速度は SPEED ACCURACY MENU を使って設定され、次のような体系を備えています。速度設定の確認または変更を行う場合には、第 1 部の「メニューをナビゲートする場合のルール」を参照してください。

注記　2430 型パルスモードの場合は、速度はパルス速度メニューから設定されます。このメニュー体系は、速度確度メニューのあとにあります。第 1 部の「メニューをナビゲートする場合のルール」を使い、速度設定を点検、変更してください。

速度確度メニュー

SPEED を押してメニューをディスプレイしてください。

- FAST －速度を 0.01PLC に設定し、ディスプレイ分解能を 3 1/2 桁に設定します。
- MED －速度を 0.10PLC に設定し、ディスプレイ分解能を 4 1/2 桁に設定します。
- NORMAL －速度を 1.00PLC に設定し、ディスプレイ分解能を 5 1/2 桁に設定します。
- HI ACCURACY －速度を 10.00PLC に設定し、ディスプレイ分解能を 6 1/2 桁に設定します。

- OTHER －このメニュー項目を使用すればPLCの値を0.01から10まで、どの値にも設定することができます。速度をこのオプションの範囲内に設定する場合には、ディスプレイ分解能は変わりません。

注記　速度設定のあとは、DIGITSキーを使用してディスプレイ分解能を変更することができます。

パルス速度 (NPLC) -2430型パルスモード

SPEEDまたはCONFIG SPEEDを押して速度選択をディスプレイしてください。
0.01 0.02 0.03 0.04 0.05 0.06 0.07 0.08 0.09 0.10

注記　2430型パルスモードのディスプレイ分解能は、速度設定の影響を受けません。

リモート速度プログラミング

速度コマンド

表7-3は、速度を制御するコマンドをまとめたものです。詳細は第18部を参照してください。

注記　1つの機能に対する速度設定は、この機能以外の機能の速度に影響を与えます。

表7-3
速度コマンド

コマンド	内容
:SENSe:CURRent:NPLCycles <n>	電流速度を設定してください (n = PLC、0.01から10)
:SENSe:VOLTage:NPLCycles <n>	電圧速度を設定してください (n = PLC、0.01から10)
:SENSe:RESistance:NPLCycles <n>	抵抗速度を設定してください (n = PLC、0.01から10)

*2430型パルスモードの場合はn = PLC、0.01から10

速度プログラミングの例

適切なNPLCコマンドを使用して速度を設定してください。たとえば、下記のコマンドを送り、電流速度を10PLCに設定してください。

:SENS:CURR:NPLC 10

フィルタ

注記　2430型パルスモードの場合は、フィルタリングは使用しません。したがってフィルタリングは使用可能にすることができません。FILTER キーを押すと、「パルスモードでは無効」というメッセージが現れます。

フィルタ応答を設定することにより、雑音の多い測定を安定化させることができます。2400型はデジタルフィルタを使用しています。このフィルタの動作は、読取り値の変換を基礎としています。ディスプレイ、ストア、または伝送された読取り値は、多数の読取り変換値（1から100個まで）の平均です。

選択の対称となる平均値算出フィルタには、リピーティング型とムービング型との、2種類があります（Fig.7-1参照）。リピーティングフィルタ（電源投入時のデフォルトです）については、スタック（フィルタカウント）は満たされており、変換値を平均して読取り値を生成します。そのあとスタックはクリアされ、このプロセスが繰り返されます。現在のソースレベル以外のソースレベルの読取り値が現在のソースレベルに混じって平均されないように、スイープにはこのフィルタを使用してください。

ムービング型平均算出フィルタは、先入れ先出しスタックを使用します。スタックが（フィルタカウント）がフルになると、測定値の変換値が平均され、読取り値を生成します。それ以後の変換値がスタックの中に入れられるごとに、最も古い変換値が廃棄されます。スタックについて再び平均値算出が行われ、新しい読取り値が発生します。

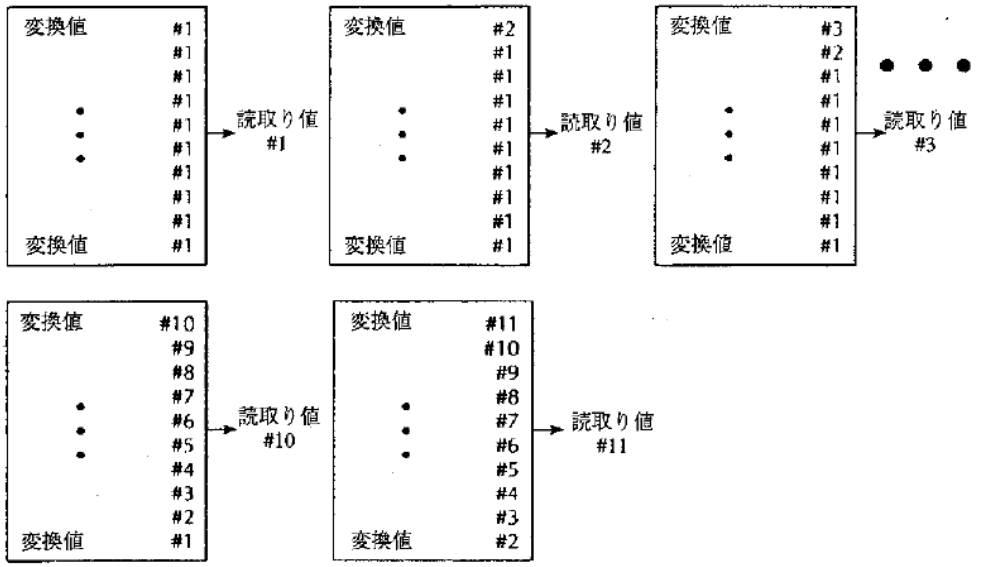
フィルタが最初に使用可能状態になったときは、スタックは空です。スタックがフルになるまでは、フィルタされた読取り値が発生しないことに留意してください。最初の読取り値の変換値はまずスタックに入れられ、そのあとスタックのほかの場所にコピーされてスタックを満たします。したがって、最初にフィルタされた読取り値は、最初の読取り変換値と同じです。そうすると、通常のムービング平均フィルタプロセスは、継続することができます。スタックが新しい読取り変換値で満たされる（スタックにはコピーなし）までは、真の平均値は発生しません。たとえば、図3-1Aでは、スタックを新しい読取り変換値で満たすには、10個のフィルタされた読取り値が必要です。最初の9個のフィルタされた読取り値は、コピーによる読取り変換値を使って計算されます。

前面パネルフィルタ制御

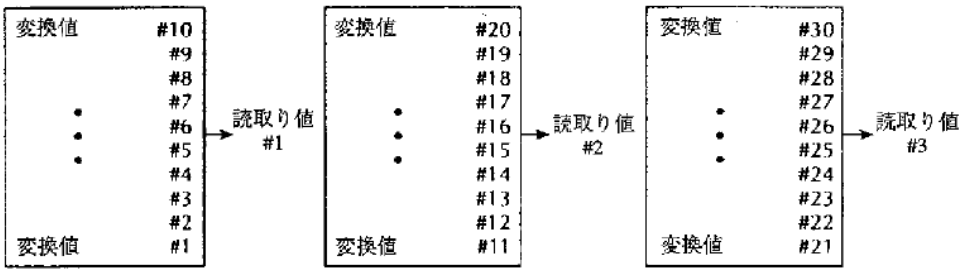
フィルタの設定

フィルタの種類とカウントはCONFIGURE FILTERINGメニューから設定することができ、次のように構成します。第1部の「メニューをナビゲートする場合のルール」を使い、フィルタ設定を点検、変更してください。

図 7-1
移動平均とリピーティングフィルタ



型式　ムービング平均、読取り値=10



型式　リピーティング、読取り値=10

フィルタ設定メニュー

CONFIG を押し、続いて FILTER を押してメニューをディスプレイしてください。

- AVERAGING MODE －このメニュー項目を使って、フィルタの種類 (MOVING または REPEAT) を選択してください。
- AVERAGE COUNT －このメニュー項目を使って、フィルタカウント (1 から 100) を指定してください。

注記　　設定済みのフィルタは、すべての測定機能に対して同じです。

フィルタを使用可能にする

フィルタを使用可能にするには、FILTER キーを押します。「フィルタ使用可能」というメッセージとフィルタカウントが、短時間、ディスプレイされます。フィルタが使用可能な間は、FILT アナンシエータがオン状態にあります。もう一度 FILTER を押すと、フィルタは使用禁止になります。

応答時間

フィルタパラメータでは、フィルタ処理を施した読み取り値のディスプレイ、格納、または出力に必要な時間について、速度と確度が相殺関係にあります。この関係は、速度対確度を考える場合の読み取り変換数と、入力信号の変化に対する応答に影響を与えます。

リモートフィルタプログラミング

フィルタコマンド

表7-4 はフィルタコマンドをまとめたものです。詳細は第 18 部を参照してください。

表 7-4
フィルタコマンド

コマンド	内容
:SENSe:AVERage:TCONtrol <type>	フィルタの種類を選択してください (type = REPeat または MOVing)。
:SENSe:AVERage:COUNt <type>	フィルタカウントを設定してください (n = カウント、1 から 100)。
:SENSe:AVERage <state>	フィルタを使用可能 / 使用禁止にしてください (state = ON または OFF)。

*2430 型パルスモードの場合は、フィルタを使用可能にすることはできません。

フィルタプログラミングの例

表7-5 は、次のようにフィルタ特性をプログラムするためのコマンドシーケンスです、

- フィルタの種類: ムービング平均型
- フィルタカウント
- フィルタ状態:オン

表 7-5
フィルタプログラミングの例

コマンド	内容
*RST	RST デフォールトを復元してください。
:SENS:AVER:TCON MOV	ムービング平均型フィルタ
:SENS:AVER:COUN 20	フィルタカウント:20
:SENS:AVER ON	フィルタを使用可能にしてください。

8
リラティブと演算

- **リラティブ**－オフセットをゼロにする、または読み取り値からベースライン値を減算するために使用するリラティブ (REL) モードについて説明します。
- **演算**－電力、オフセット補償抵抗、バリスタアルファ、電圧係数、偏差率の演算 (FCTN) に関する詳細な情報を提供します。

リラティブ

REL（リラティブ）機能を使用すれば、オフセットを無効にしたり、現在と将来の読取り値からベースライン読取り値を減算することができます。REL を使用可能状態にすれば、その後の読取り値は、次のように、実際の入力値と REL 値との差となります。

ディスプレイされた読取り値 = 実際の入力 - REL 値

ある測定機能について REL 値がいったん確立すると、その値はすべてのレンジについて同じです。たとえば、20V レンジで 5V が REL 値として設定されると、この REL 値は 2V と 200mA においても 5V です。

REL 値を受け入れることのできないレンジを選択しても、オーバフロー状態は発生しませんが、このレンジについての最大許容入力が増えることもありません。たとえば、20V レンジでソース・メータは、>21.1V の入力に対しては、やはりオーバフローします。

注記　REL を使用状態にしたときは、REL アナンシエータが点灯します。測定ファンクションを変更すると REL は解除されます。

前面パネル REL

REL を有効または無効にする

REL キーを押すことにより、REL を使って、ゼロオフセットを無効にしたり、ゼロベースラインを確定したりすることができます。読み取り値 (REL 値となる読み取り値) はそれ自体から減算されます。その結果、ゼロという読み取り値がディスプレイされます。もう一度 REL を押すと、REL は使用禁止となります。

REL 値の定義

選択した測定機能について、固有の REL 値を次のようにして、前面パネルから決めることができます。

1. CONFIG を押し、続いて REL を押してください。現在の REL 値がディスプレイされます。
2. 所要の REL 値を設定してください。(詳細は第 1 部の「メニューをナビゲートする場合のルール」を参照してください)
3. 所要の REL 値をディスプレイした状態で、ENTER を押してください。ソース・メータは REL を使用可能にした状態で、通常のソース - メジャーディスプレイに戻ります。読み取り値は、定義した REL 値を反映します。

リモート REL プログラミング

REL コマンド

表 8-1 は、REL コマンドをまとめたものです。追加情報については、第 18 章を参照して下さい。

表 8-1
REL コマンド

コマンド	内容
:CALCulate2:NULL:OFFSet <n>	ナル (REL) 値を定義してください (n = REL 値)。
:CALCulate2:NULL:STATe <state>	REL を有効 / 無効にしてください (state = ON または OFF).
:CALCulate2:NULL:ACQuire	自動的に REL 値を取得してください (この値はオーバフローしない読み取り値を持たなければなりません)。

REL プログラミングの例

表 8-2 に記載するのは、REL を設定し、使用可能にするためのコマンドです。これらのコマンドは、ソース・メータを次のようにセットアップします。

- REL 値:5
- REL 状態:有効(enabled)

表 8-2
REL プログラミングの例

コマンド	内容
:CALC2:NULL:OFFS 5	REL 値=5
:CALC2:NULL:STAT ON	REL を有効にしてください。

演算

演算機能

ソースメータは演算機能を内蔵しており、次の演算を行います。

- 電力
- オフセット補償抵抗
- バリスタアルファ
- 電圧係数
- 偏差率

電力および偏差率計算機能は、単一の電圧および電流測定値を使用して計算を行います。オフセット補償抵抗、バリスタアルファ、電圧係数の各計算機能は、2点測定を必要とします。

電力

この演算機能は、電圧測定値と電流測定値を使って、次のような方法で電力を計算します。

電力 = V × I

ここで　V= 測定電圧値
　　I = 測定電流値

オフセット補償抵抗

熱起電力 (V_{EMF}) の存在は低抵抗測定確度に悪い影響を与えることがあります。このような不要なオフセット電圧に対処するために、オフセット補償抵抗測定法を使用してください。一般に、この方法では、抵抗 (V/I) を特定のIソースレベルで測定し、そのあとIソースを別のレベル (0とするのが普通) に設定して得た抵抗測定値を減算します。

注記　オフセット補償抵抗は、CONFIG OHMS メニュー体系からも求めることができます。このメニューの Offset-Compensated OHM を使えば、自動的にゼロがソース値の1つとして選択されます。詳細は第4部の「オフセット補償抵抗」を参照してください。

この2点測定法は、数学的には次のように表現されます。

オフセット補償抵抗 = ΔV / ΔI
ここで ΔV = V2 - V1、および ΔI = I2 - I1

- V1 はIソースを特定のレベルに設定する場合の電圧測定値です。
- V2 はIソースを別のレベル (0とするのが普通) に設定する場合の電圧測定値です。
- I1 はIソースを特定のレベルに設定する場合の電流測定値です。
- I2 はIソースを別のレベル (0とするのが普通) に設定する場合の電流測定値です。

2個のIソース値を入力するよう、促されます。(「前面パネル演算」を参照)

バリスタアルファ

この数式を使用して ALPHA (α) を求めます。これは非線形 V-I 曲線上の2個の電圧測定点の対数比で、次のように表されます。

$$\alpha = \frac{\log(I2/I1)}{\log(V2/V1)}$$

ここで、V1 は第1のIソース点での電圧測定値です。
　　V2 は第2のIソース点での電圧測定値です。
　　log (x) 関数は x の絶対値を使います。

この演算機能を設定する場合は (「数式を選択し使用可能にする」参照)、2個のIソース値を入力するように指示されます。

電圧係数

抵抗値の高い、すなわちメグオーム値の高い抵抗体は、印加電圧が変化すると、抵抗値の変化を示します。この効果は、電圧係数として知られています。電圧係数は、印加電圧の単位変化に対する抵抗の変化率で表され、つぎのように定義されます。

$$\text{電圧係数（\%）} = \frac{\Delta R \times 100\%}{R2 \times \Delta V}$$

ここで　$\Delta R = R2 - R1$
$\Delta V = V2 - V1$

R1 は第 1 ソース点での抵抗測定値です。
R2 は第 2 ソース点での抵抗測定値です。
V1 は第 1 ソース点での電圧測定値です。
V2 は第 2 ソース点での電圧測定値です。

電圧ソースとして使用する場合は、2 個の V ソース値を入力するように指示されます。電流ソースとして使用する場合は、2 個の I ソース値を入力するように指示されます（「数式を選択し使用可能にする」参照）。

偏差率

下記の数式計算から、通常ディスプレイの読み取り値とユーザ指定基準値との間の偏差率が得られます。

$$\text{偏差率} = \frac{(X-Y) \times 100}{Y}$$

ここで　X は通常のディスプレイ測定読み取り値、
Y は基準値です。

基準値 (Y) は、ユーザ指定値である場合も、ソース・メータが取得した読み取り値である場合もあります。基準値を設定する場合には、「前面パネル演算」を参照してください。

注記　*読み取り値フォーマットは、±XXX.XXX% に固定されます。*

前面パネル演算

下記のステップを実行して数式を選択し、使用可能にしてください。

1. 数式のための適切なソース (V または I) を選択してください。
2. CONFIG を押し、続いて FCTN を押して数式選択をディスプレイしてください。カーソルを所要の数式に合わせ、ENTER を押してください。
   - 2点数式の場合は、2個のソース値を入力するように促されます。それぞれのソース値を入力してから、ENTER を押してください。
   - 偏差率の場合は、基準値を設定するように促されます。下記の方法を利用することができます。
     - ユーザ指定基準値－所要の基準値を入力し、ENTER を押してください。
     - 基準値の取得－出力をオン状態にして、AUTO レンジキーを押してください。ソース・メータは測定を行い、この測定の読み取り値を基準としてディスプレイします。ENTER を押してこの基準値を選択してください。
3. ON/OFF キーを押し、出力をオン状態にしてください。
4. FCTN キーを押し、選択した数式を使用可能にしてください。MATH アナンシエータがオン状態となり、数式の結果がディスプレイされます。

FCTN が使用可能な場合、2 点数式のスイープは連続的に行われます。毎回のスイープが読み取り値をアップデートします。2 点スイープの実行中は、ソース値を変更することはできません。しかし、レンジキーは活動状態を継続します。

リモート演算

演算コマンド

表 8-3 は、演算機能を制御するコマンドをまとめたものです。これらの演算コマンドとそれ以外の演算コマンドの詳細は、第 18 部を参照してください。

表 8-3
演算コマンド

コマンド	内容
:CALCulate:MATH:NAME <name>	数式を選択してください (name ="POWER", "OFFCOMPOHM", "VOLTCOEF", "VARALPHA")
:CALCulate:STATe <state>	演算を有効にしてください (state = ON または OFF)
:CALCulate:DATA?	演算データを照会してください。

演算プログラミングの例

表8-4に要約したのは、電圧係数試験用の基本コマンドシーケンスです。電圧係数とは抵抗性要素の、印加電圧に対する抵抗の変化を表します。電圧に対するこのような抵抗の変化が、少なくともある程度はほとんどすべての抵抗に見られますが、電圧係数は高抵抗 (>$10^{10}\Omega$)では最も顕著に見られます。DUTの接続については、図8-1を参照してください。

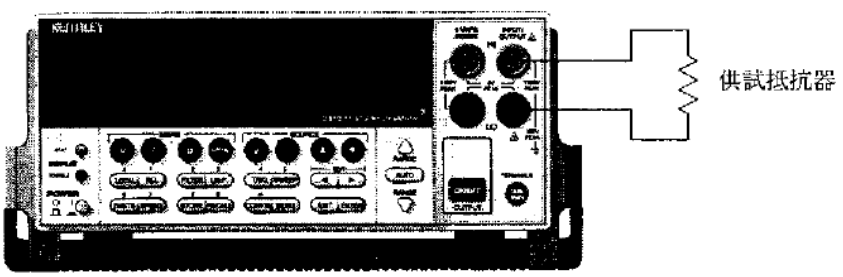
この例ではソース・メータは次のようにセットアップされます。

- ソースファンクション:電圧
- センスファンクション:すべて
- ソースディレイ:1sec
- 開始電圧:10V
- 停止電圧:50V
- 数式:電圧係数

表8-4
電圧係数プログラミングの例

コマンド	内容
*RST	ユニットをGPIBデフォールトにリセットしてください。
:SENS:FUNC:ON:ALL	すべてのセンス機能を有効にしてください。
:SENS:RES:MODE MAN	MANUAL抵抗測定モード
:SOUR:FUNC VOLT	電圧ソースファンクション
:SOUR:VOLT:STAR 10	開始電圧10V
:SOUR:VOLT:STOP 50	停止電圧50V
:SOUR:VOLT:MODE SWE	電圧スイープモード
:SOUR:SWE:POIN 2	スイープ点数＝2
:TRIG:COUN 2	トリガカウント＝2
:CALC:MATH:NAME "VOLTCOEF"	電圧計数数式を選択してください。
:CALC:STAT ON	演算を有効にしてください。
:OUTP ON	出力をオン状態にしてください。
:INIT	スイープをトリガしてください。
:CALC:DATA?	電圧係数データを要求してください。

図8-1
電圧係数試験のための接続



9
データストア

- **データストアの概要**－基本的なデータストア (バッファ) 能力の概要を説明します。
- **読み取り値の格納**－読み取り値を内部バッファに格納する手順を説明します。
- **読み取り値の呼び出し**－バッファに格納した読み取り値を呼び出す場合の詳細な情報を提供します。
- **バッファ統計**－最小値と最大値、平均値、標準偏差、ピークピーク値などのバッファデータについて利用可能な各種統計を説明します。
- **タイムスタンプのフォーマット**－呼び出したバッファ読み取り値のタイムスタンプのフォーマット (絶対値かデルタか) の選び方を説明します。
- **リモートプログラミング**－データストアを制御するコマンドを要約し、プログラミングの一例を示します。

データストアの概要

ソースメータには、2個から2500個までのソース - メジャー読取り値を格納するためのデータストア（バッファ）があります。計測器は、格納プロセスの間にディスプレイされたソース - メジャー読取り値を格納します。それぞれのソース - メジャー読取り値には、バッファ一番号とタイムスタンプも含まれます。コンプライアンス読取り値（Cmpl）は、格納されません。

データストアは、また、バッファに格納された測定読取り値についての統計的データも提供します。データの内容は、最大値、最小値、平均値、標準偏差です。

注記　スイープ中は、読み取り値は自動的にバッファに格納されます。

前面パネルデータストア

読み取り値の格納

読取り値を格納するために、次のステップを実行してください。

1. 所要の機器構成にソースメータをセットアップしてください。
2. STOREキーを押してください。
3. カーソルキー、SOURCE（▲と▼）またはRANGE（▲と▼）を使用して、バッファに格納する読取り値の数を指定してください。
4. ENTERを押してください。アスタリスク（*）アナンシエータが点灯し、データ格納動作を表示します。格納が完了すれば消灯します。
5. 出力をオン状態にして(必要であれば)ユニットをトリガし、読み取りと読み取り値の格納を開始させてください。

読み取り値の呼び出し

バッファに格納した読取り値は、RECALLキーを押すと、ディスプレイされます。ソース - メジャー読取り値はディスプレイの左側に、バッファ位置番号とタイムスタンプは右側に現れます。

バッファ位置番号

バッファ位置番号は、ソース - メジャー読み取り値の記憶位置を示します。位置#0000は、ディスプレイされたソース - メジャー読み取り値が第1記憶位置に格納されていることを示します。リミット試験を済ませている場合は、"P"または"F"がバッファ位置番号の先頭に付けられて、試験の合否結果を示します。リミット試験については、第12部に記載してあります。

タイムスタンプ

バッファに格納された第1のソース - メジャー読み取り値(#0000)のタイムスタンプは、0000000.000秒となっています。それ以後の読み取り値は、絶対またはデルタタイムスタンプフォーマットで呼び出すことができます。絶対フォーマットの場合は、タイムスタンプは、0秒を基準として読み取り値を示します。デルタフォーマットの場合は、タイムスタンプは、ディスプレイされた読み取り値とその前の読み取り値との間の時間を表示します。タイムスタンプフォーマットを設定するには、この部の「タイムスタンプフォーマット」を参照してください。

ほかのバッファ読み取り値のディスプレイ

バッファに格納した上記以外のソース読み取り値をディスプレイするには、所要の記憶位置番号をディスプレイしてください。SOURCE と RANGE の▲キーと▼キーは、位置番号の選択した桁をインクリメント、デクリメントします。カーソルの位置は、◀キーと▶キーによって制御されます。最後に格納した読み取り値を過ぎて前方にスクロールすると、バッファは、最初に格納した読み取り値に行きます。逆に、最初に格納した読み取り値を過ぎて逆の方向にスクロールすると、バッファは最後に格納した読み取り値に行きます。別のキークリックトーンが聞こえれば、これは折返しを知らせます。

また 0 から 9 までの数字キーを使用して、記憶位置番号をキー入力することができます。カーソルを所要の桁に合わせ、所要の数字キーを押してください。そうするとカーソルは、直ちに次の最下位桁に移動します。たとえば、読み取り値 #0236 をディスプレイするには、カーソルをずっと左に置き (MSD)、0、2、3、6 を押してください。バッファサイズを超える数をキー入力すると、最高記憶位置の読み取り値がディスプレイされることに注意してください。

データ呼び出しモードから抜けるには、EXIT を押してください。

バッファ統計

バッファ統計ーデータストアを呼び出した状態で、TOGGLE キーを使用すればバッファ統計がディスプレイされます。TOGGLE キーを使用し、統計の中を順番に進み、、ソースメータを通常のデータストア呼び出し状態に戻してください。いつでも EXIT を押せば、計測器を通常のソース - メジャーディスプレイ状態に戻すことができます。

注記　V、I、Ω、MATH のバッファ統計は、別々に計算、ディスプレイされます。たとえば、抵抗の読み取り値がディスプレイされているならば、ディスプレイされたすべてのバッファ統計に対して、抵抗の読み取り値が基礎となります。

最小と最大

バッファに格納した最小と最大の読取り値をディスプレイします。バッファ位置番号も、これらの読取り値に付随します。必要であれば、このようなバッファ位置に行って、読取り値に関するさらに多くのデータを得ることもできます。

ピークトゥピーク

ピークトゥピーク読取り値をディスプレイします（ピークトゥピーク = 最大値 - 最小値）

平均

バッファに格納したすべての測定読取り値の平均をディスプレイします。平均値の計算には、次の式を使用します。

$$y = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}$$

ここで　y は平均です。
X_i は格納した読取り値、
n は格納した読取り値の個数です。

標準偏差

格納した読取り値の標準偏差をディスプレイします。標準偏差の計算には、次の式を使用します。

$$y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - \left(\frac{1}{n}\left(\sum_{n-1}^{n} X_i\right)\right)^2}{n-1}}$$

ここで　y は標準偏差です。
X_i は格納した読取り値、
n は格納した読取り値の個数です。

タイムスタンプフォーマット

バッファ読み取り値は、絶対タイムスタンプフォーマットまたはデルタフォーマットを使って呼び出すことができます。絶対フォーマットの場合は、タイムスタンプは、0秒を基準として読み取り値を示します。デルタフォーマットの場合は、タイムスタンプはディスプレイされた読み取り値とその前の読み取り値との間の時間を表示します。

下記のステップを実行してタイムスタンプフォーマットを設定してください。

1. 通常ディスプレイモードにある間は、CONFIGを押し、続いてSTOREを押してタイムスタンプの選択事項をディスプレイしてください。
2. カーソルを ABSOLUTE または DELTA に合わせ、ENTER を押してください。

リモートコマンドデータストア

データストアコマンド

表9-1は、データストア操作に関連するコマンドの要約を示します。これらのコマンドの詳細情報は、第18部を参照してください。

表9-1
データストアコマンド

コマンド	内容
:TRACe:DATA?	バッファの内容を読み取ってください。
:TRACe:CLEar	バッファをクリアしてください。
:TRACe:FREE?	バッファメモリステータスを読み取ってください。
:TRACe:POINts <n>	バッファサイズを指定してください (n = バッファサイズ)。
:TRACe:POINts:ACTual?	格納された読み取り値を照会してください。
:TRACe:FEED <name>	読み取りソースを指定してください。Name = SENSe[1](生読み取り値)、CALCulate[1](Calc1 読み取り値)、または CALCulate[2](Calc2 読み取り値)
:TRACe:FEED:CONTrol <name>	バッファを始動または停止してください。Name = NEXT(バッファをいっぱいにして停止)または NEVer(バッファを無効にする)
:TRACe:TSTamp:FORMat <name>	タイムスタンプフォーマットを選択してください。Name =ABSolute (第1のバッファ読み取り値を基準にする)または DELTa(2つのバッファ読み取り値の間の時間)
:CALCulate3:FORMat <name>	バッファ統計を選択してください (name = MEAN, SDEViation, MAXimum, MINimum または PKPK)。
:CALCulate3:DATA?	バッファ統計データを読み取ってください。*

*:TRACe:FEED が:SENSe[1]に設定されている場合は、このコマンドは、V、I、Ω、MATH 各操作の結果を1つ出します。

データストアプログラミングの例

表9-2は、基本的なデータストア操作のコマンドを要約したものです。これらのコマンドは、ソース・メータを次のようにセットアップします。

- 読み取りソース:生読み取り値
- 点数:10
- 取得データ:バッファ読み取り値、平均、標準偏差

注記　適当な状態レジスタビットを読み取ることによりバッファが満杯になる時期を求めることができます。

表9-2
データストアの例

コマンド	内容
*RST	GPIBデフォールトを復元してください。
:SOUR:VOLT 10	ソース10V
:TRAC:FEED SENS	生読み取り値をバッファに格納してください。
:TRAC:POIN 10	10個の読み取り値をバッファに格納してください。
:TRAC:FEEC:CONT NEXT	バッファを有効にしてください。
:TRIG:COUN 10	トリガカウント
:OUTP ON	出力をオン状態にしてください。
:INIT	読み取りをトリガしてください。
:TRACE:DATA?	生バッファ読み取り値を要求してください。
:CALC3:FORM MEAN	平均バッファ統計を選択してください。
:CALC3:DATA?	バッファ平均データを要求してください。
:CALC3:FORM SDEV	標準偏差統計値を選択してください。
:CALC3:DATA?	標準偏差データを要求してください。

10
スイープ作動

- **スイープの種類** － 4 種類の基本的スイープ、すなわち線形階段スイープ、対数階段スイープ、カスタムスイープ、ソースメモリスイープについて説明します。
- **スイープの設定と実行** － スイープの設定と実行のための手順を説明します。この説明はスイープの選択と設定、ディレイの設定、スイープの実行を含みます。
- **パルスモードスイープ (2430 型のみ)** — 2430 型パルスモードのスイープ動作を説明します。

スイープの種類

以下の項で説明する4種類の基本スイープは、次のとおりです。

- 線形階段
- 対数階段
- カスタム
- ソースメモリ

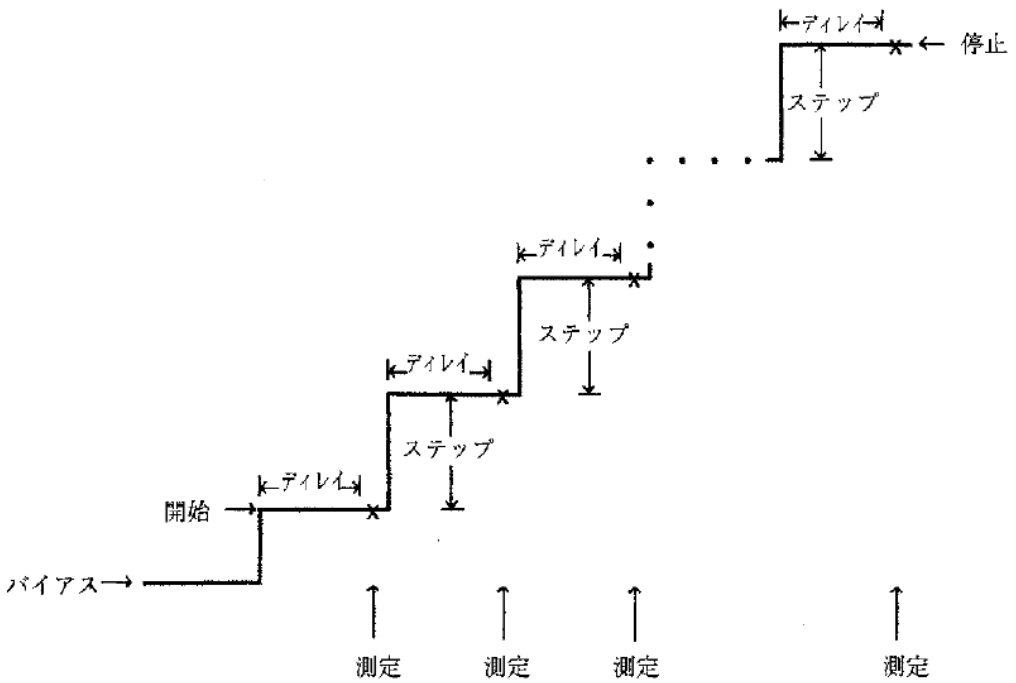
注記　スイープの読み取り値は、自動的にバッファに格納されます。データストア(バッファ)の詳細は、第9部を参照してください。

線形階段波スイープ

図10-1に示すように、このスイープは、開始ソース値から終止（停止）ソース値まで、ステップします。プログラマブルパラメータには、開始ソースレベル、停止ソースレベル、ステップソースレベルが含まれます。

このスイープがトリガされて開始すると、出力はバイアスレベルから開始ソースレベルに移行します。続いて出力は同一ステップで変化し、最終的には停止ソースレベルに到達します。トリガディレイがゼロに設定された場合には、それぞれのステップでの継続時間を決定する要因は、ソースディレイと、測定実行に必要な時間ということになります（NPLC設定）。

図10-1
線形階段波スイープ

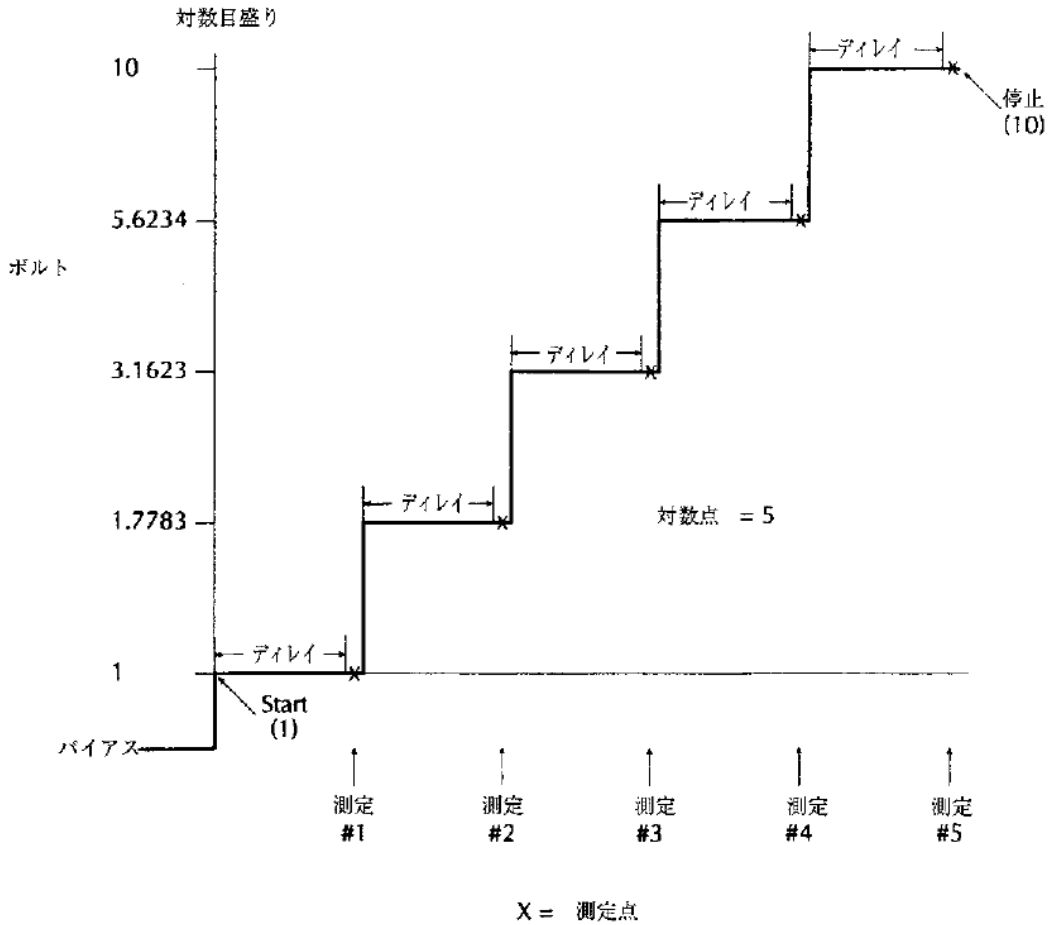


X= 測定点

対数階段波スイープ

このスイープは、前記のスイープに類似しています。しかし、図 10-2 スイープの例に示すように、このスイープのステップ変化は、対数目盛りに乗って行われます。この例は、1 から 10V までの 5 点対数スイープです。

図 10-2
対数階段波スイープ
(1V から 10V までの
5 点スイープの例)



対数スイープのプログラマブルパラメータは、スイープの開始レベルと停止レベル、そして測定点数です。指定された開始、停止、測定点パラメータによって、スイープの対数ステップサイズが決定されます。図 10-2 のスイープのステップサイズの計算は、次のように行われます。

$$\text{Log Step Size} = \frac{\log10(\text{stop}) - \log10(\text{start})}{(\text{Points} - 1)}$$

$$= \frac{\log10(10) - \log10(1)}{(5 - 1)}$$

$$= \frac{(1-0)}{4}$$

$$= 0.25$$

したがって、このスイープの 5 個の対数ステップは、0、0.25、0.50、0.75、1.00 となります。これらの点における実際の V ソースレベルを、下記のリストに示します。V ソースレベルは、対数ステップの真数です。

表 10-1
対数スイープ点

測定点	対数ステップ	V ソースレベル
Point 1	0	1
Point 2	0.25	1.7783
Point 3	0.50	3.1623
Point 4	0.75	5.6234
Point 5	1.0	10

このスイープがトリガされて開始すると、出力はバイアスレベルから開始ソースレベル（1V）に移行し、対称な対数点を通ってスイープします。トリガディレイがゼロに設定された場合には、それぞれのステップでの継続時間を決定する要因は、ソースディレイと、測定実行に必要な時間ということになります（NPLC 設定）。

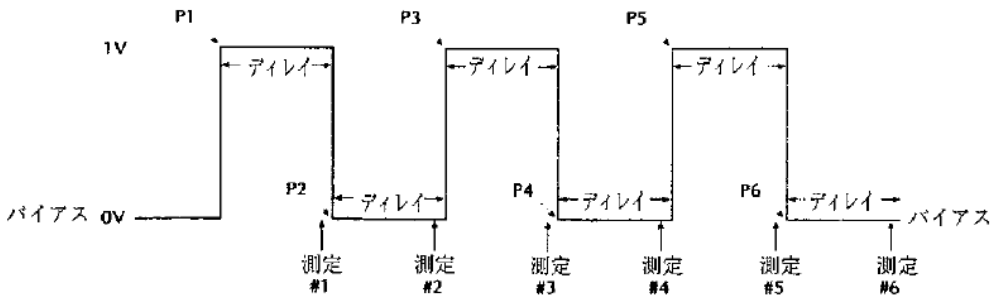
カスタムスイープ

このスイープを使用すれば、カストマイズしたスイープを設定することができます。プログラマブルパラメータには、スイープでの測定点数とそれぞれの点でのソースレベルが含まれます。

このスイープを開始すると、出力は、バイアスレベルからスイープの最初のソース - メジャー点に移行します。このスイープは、ソース - メジャー点をプログラムされた順番に従って通過し、最後のソース - メジャー点を通過したあと、停止します。トリガディレイがゼロに設定されている場合には、それぞれのステップでの継続時間を決定する要因は、ソースディレイと、測定実行に必要な時間ということになります（NPLC 設定)。

カスタムスイープは、デューティサイクルが 50% のパルススイープを発生するように設定することができます。図 10-3 に示すのは､0V バイアスレベルで 3 個の 1V パルスを発生するパルススイープです。このパルススイープは、カスタムスイープとして 6 点を指定することにより設定します。P0、P2、P4 の各点における指定電圧レベルは 1V で、P1、P3、P5 の各点における指定電圧レベルは 0V です。このスイープに対して、3 回は 1V、3 回は 0V、合計 6 回の測定が行われます。

図 10-3
カスタムパルススイープ



ソースメモリスイープ

1 回のソースメモリスイープに対して、最大 100 個までのセットアップ設定をメモリに記憶させることができます。スイープを実行するとき、それぞれの記憶点でのセットアップを呼び出します。このようにすると、複数の機能と数式を 1 回のスイープの中で使用することができます。たとえば、ソースメモリスイープ中の第 1 の点は、電圧ソースとなり電流を測定し、第 2 の点は電流ソースとなり電圧を測定し、最後の点は数式を使用するということもできます。

スイープの設定

ユーザは、メモリロケーションポイントとスイープ開始点を指定します。たとえば、メモリロケーション 98 でスタートする 6 点スイープを指定することができます。このスイープが始まると、メモリロケーション 98、99、100、1、2、3 でのセットアップが呼び出されます。100 を通過してスイープが行われると、スイープは自動的にメモリロケーション 1 に折り返します。このほかのものを含めてスイープ成分は、CONFIGE SWEEPS メニューから設定されます。(「スイープの設定と実行」参照)

セットアップの格納

ソース・メータのセットアップは、MAIN MENU の SAVESETUP (SOURCE MEMORY) オプションから、メモリに保存されます。1 回のソース・メータスイープについてセットアップをメモリに保存するには、次のステップを実行してください。

1. 所要のソース、メジャー、数式の操作、またはいずれかの操作を行うために、ソース・メータの設定を行ってください。
2. MENU を押して MAIN MENU をディスプレイしてください。
   - SAVESETUP を選択してください。
   - SOURCE MEMORY を選択してください。
   - SAVE を選択してください。
   - ▲キーと▼キー、それとカーソルキー(◀と▶)を使い、所要のメモリロケーションをディスプレイし、ENTER を押してください。
   - EXIT キーを使い、メニュー体系から抜け出してください。
3. 次のスイープ点についてソース・メータの設定を行い、ステップ 2 を繰り返してそのセットアップを次のメモリロケーションに保存してください。
4. すべてのスイープについて、ステップ 3 を繰り返してください。

注記　メインメニューの使用に関する詳細は、第 1 部の「メインメニュー」を参照してください。

注記　リモート操作の場合は、第 18 部 SCPI 表の「ソースメモリ」の列のチェックマークがソースメモリに保存した設定値を示します。

スイープの分岐

リミット試験を行いながらソースメモリスイープを使用すると、通常のスイープメモリポイントのシーケンスを変えることができます。これが役に立つのは、初期試験の結果に基づいて別の一連の試験が必要になる場合です。

スイープは、指定したメモリロケーションポイントまで分岐したり、リストの中の次のメモリロケーションまで進むことができます。あるメモリロケーションを指定すると、試験に成功の場合 (PASS 条件) はスイープはこのメモリロケーションまで分岐します。失敗の場合 (FAIL 条件) は、スイープはリスト中の次のメモリロケーションに進みます。NEXT (デフォルト) を選択すると、スイープは、試験の結果 (PASS または FAIL 条件) に関係なく、リスト中の次のメモリロケーションに進みます。

有極性デバイスの試験－ダイオードなどの有極性デバイスの試験は、分岐を利用すると単純化することができます。ダイオードは極性が有りますから、これをコンポーネントハンドラに装着すると時には、注意を要します。ある方向にダイオードを装着すればバイアスは順方向となり、逆の方向に装着すればバイアスは逆方向となります。メモリスイープ分岐を利用すれば、このような装着上の問題は解消します。

たとえば、試験を行うために順方向のバイアスをダイオードにかける必要がある場合には、コンプライアンスから外れれば不合格になるように、コンプライアンスリミット試験を設定することができます。この不合格条件は、ダイオードが順方向のバイアスを受けていることを知らせ、メモリスイープは次のソースメモリロケーションに進み、ここでソース - メジャー動作を実行します。しかし、ダイオードが逆方向に装着されている場合は、コンプライアンス試験は PASS (コンプライアンス状態) となります。合格条件が出れば、スイープはソースの極性が逆転するメモリロケーションに分岐し、ダイオードには再び順方向バイアスをかけてソース - メジャー動作を行います。

この分岐テクニックを利用すれば、極性に対する配慮が不必要になりますので、コンポーネントハンドラへのダイオードの装着が簡単になります。ダイオードが逆方向に装着されていれば、スイープはソース極性を逆転するメモリロケーションに分岐します。

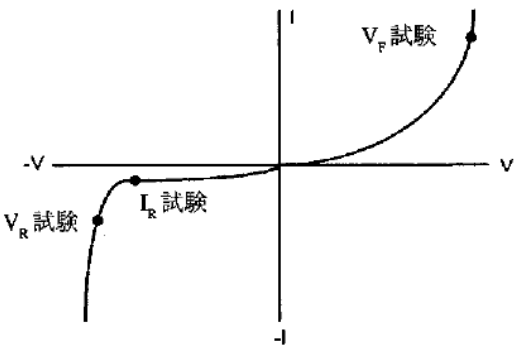
無数のメモリループが不用意に形成されることがありますので、分岐の場合には注意を払わなければなりません。また、単一ソースメモリスイープは、分岐の数に関わりなく、必ず指定された点数をスイープします。

メモリスイープ分岐オプションは、CONFIG LIMITS MENU の PASS (SRC MEM LOC) から設定されます。(詳細は第 12 部の「リミット試験」と「Configure リミット試験」を参照してください。)

ダイオードの試験の例

リミット試験とソースメモリスイープは、ダイオードの試験に使用することができます。ダイオードにについて通常行う 3 種類の試験には、順方向電圧試験 (V_F)、逆方向ブレークダウン電圧試験 (V_R)、リーク電流試験 (I_R) があります。図 10-4 に示すのは、代表的なダイオード曲線上の試験点です。

図 10-4
代表的なダイオードの
V-I 曲線と試験点
(目盛りどおりではない)



順方向電圧試験 (V_F)－この試験では、ダイオードの通常動作レンジ内の指定順方向バイアス電流のソースを提供し、そのあと、発生する電圧降下を測定します。試験に合格するためには、電圧は指定された最小値と最大値の範囲内になければなりません。

逆方向ブレークダウン試験 (V_R)－指定逆電流バイアスに対するソースを提供し、ダイオード両端に発生する電圧降下を測定します。電圧読み取り値を指定最小リミットと比較し、試験の合格 / 不合格状態を決めます。

リーク電流試験 (I_R)－リーク試験は、逆電圧状態のダイオードを通って漏れる低い電流レベルを確認します。指定した電圧に対するソースを提供し、そのあと、発生するリーク電流を測定します。合格ダイオードのリーク電流は、指定最大値以下です。

この試験の例でも、一つ一つのダイオードの取り扱いを簡単にするために、スイープ分岐が利用されます。テストフィクスチャに極性に敏感なダイオードを装着しても、ダイオードには適正なバイアスがかけられます。詳細は「スイープ分岐」を参照してください。

試験プロセス－この試験は7つのSML(ソースメモリロケーション)を利用しますが、それぞれの供試ダイオードには4つのメモリロケーションだけを使用します。ダイオードの装着が正しければ、ロケーション001、002、003での試験が行われます。ダイオードの装着が逆方向であれば、ロケーション001、005、006、007での試験が行われます。4カ所のメモリロケーションをスイープするには、スイープカウントを4に設定しなければなりません。ソースメモリスイープは、次のように要約することができます。

SML 001－コンプライアンス試験
- リミット1試験－コンプライアンス状態にあれば不合格、「合格」条件を得るにはソースメモリロケーション005に分岐します。
- 要約－リミット1試験の設定は、テストフィクスチャでのダイオードの装着が正しければダイオードコンプライアンス試験に不合格となり、動作はメモリロケーション002、003、004での試験に進みます。ダイオードの装着が逆方向であれば、ダイオードはコンプライアンス試験に合格し、動作はロケーション002、003、004の周りに分岐し、ロケーション005、006、007での試験が行われます。ソースメモリロケーション002－順方向電圧試験(ダイオードは正しく装着してあるものとします)

SML 002－順方向電圧試験
- ソースI、メジャーV
- リミット2試験－電圧読み取り値の最小/最大リミット
- 要約－電圧測定と試験の結果(合否)はバッファに格納されます。

SML 003－逆方向ブレークダウン試験
- ソース-I、メジャーV
- リミット2試験－電圧読み取り値の最小/最大リミット
- 要約－電圧測定と試験の結果(合否)はバッファに格納されます。

SML 004－リーク電流試験
- ソース-V、メジャーI
- リミット2試験－電流読み取り値の最小/最大リミット
- 要約－電流測定と試験の結果(合否)はバッファに格納されます。

SML 005－順方向電圧試験
- ソース-I、メジャーV
- リミット2試験－電圧読み取り値の最小/最大リミット
- 要約－この試験はメモリロケーション002での試験と同一です。ただし逆方向に装着したダイオードに適正にバイアスをかけるために、ソース電流の方向は逆です。

SML 006－逆方向ブレークダウン試験
- ソース+I、メジャーV
- リミット2試験－電圧読み取り値の最小/最大リミット
- 要約－この試験はメモリロケーション003での試験と同一です。ただし逆方向に装着したダイオードに適正にバイアスをかけるために、ソース電流の方向は逆です。

SML 007－リーク電流試験
- ソース+V、メジャーI
- リミット2試験－電流読み取り値の最小/最大リミット
- 要約－この試験はメモリロケーション004での試験と同一です。ただし逆方向に装着したダイオードに適正にバイアスをかけるために、ソース電圧の方向は逆です。

試験結果－4点ソースメモリスイープの試験結果は、バッファに格納されます。格納された読み取り値には、RECALLキーを押せばアクセスすることができます。4個の読み取り値の数字それぞれの先頭には、"P"または"F"を付けて、対応する試験での「合格」「不合格」を表します。データストアの詳細は、第9部を参照してください。

スイープの設定と実行

前面パネルスイープ操作

スイープの設定

スイープ設定ニューの体系は次のとおりです。黒丸はスイープメニューの1次項目を示し、ダッシュはメニュー項目ごとのオプションを示します。第1部の「メニューをナビゲートする場合のルール」を使って、次のメニューを一覧し、所要のスイープを選択、設定してください。

CONFIGURE SWEEPSメニュー

CONFIGを押し、続いてSWEEPを押してスイープ設定メニューをディスプレイしてください。

- TYPE－このメニュー項目を使ってスイープの種類を選択してください。
  - STAIR－線形階段スイープを選択すると、START、STOP、STEPの各レベルを入力するよう、促されます。
  - LOG－対数階段スイープを選択すると、START、STOPの各レベルを入力し、測定点数を指定するよう、促されます。
  - CUSTOM－カスタムスイープを選択した状態で、スイープにおける測定点数(#POINTS)と各点におけるソースレベル(ADJUST POINTS)を指定します。オプションがINITの場合は、スイープ中の連続測定点レンジを特定のレベルに設定することができます。たとえば20点のカスタム電圧スイープ(#POINTS = 20)の場合に、点10から15までを1Vに設定したいと想定します。INITオプションを選択したあと、VALUEを+1.000000Vに、START PTを10に、STOP PTを15に設定してください。
  - SRC MEMORY－ソースメモリスイープを選択した状態で、スイープを開始するメモリロケーションSTART点(1がデフォールトです)と、スイープにおけるメモリロケーション点(#POINTS)指定します。点100を通過するように設定すると、スイープは自動的に点1に折り返します。

- SWEEP COUNT －このメニュー項目を使い、スイープの実行回数を指定してください。
  - FINITE －このオプションを使い、結果をデータストアバッファに格納する場合のスイープ実行回数を入力してください。実行可能な最大有限スイープ数は次のようにして決めます。
    最大有限スイープカウント＝2500/スイープ中の #Points
  - INFINITE －このオプションを選択し、設定したスイープを永続的に反復してください。EXIT キーを使ってスイープを止めてください。データはバッファに格納されません。

- SOURCE RANGING －このメニュー項目を使い、ソースレンジ設定 (ソースメモリでは無視) を制御してください。
  - BEST FIXED －このオプションを使うと、ソース・メータは、スイープ中のすべてのソースレベルを収容する単一の固定ソースレンジを選択します。たとえば、2400 型のスイープにおける最小と最大のソースレベルがそれぞれ 1V と 30V である場合、200V のソースレンジが使用されます。
  - AUTO RANGE －このオプションを使うと、ソース・メータは、スイープ中のそれぞれのソースレベルについて、最高感度のソースレンジを選択します。たとえば、1V のソースレベルについては 2V のソースレンジが使用され、3V のソースレベルについては 20V のソースレンジが使用されます。AUTO RANGE のレンジ変更プロセスによって、スイープ中に過渡変化が発生する場合のあることに留意してください。このような過渡変化を許容できない場合には、BEST FIXED ソースレンジを使ってください。
  - FIXED －このオプションを使うと、ソースは、スイープ開始時にオン状態であったレンジに留まります。ソースレンジの範囲を超えるスイープ点については、ソースはそのレンジでの最大レベルを出力します。たとえば、スイープ開始時にソースが 2V レンジあるときには、スイープの全期間にわたり、ソースは 2V レンジに留まります。設定したスイープ点が 1V、2V、3V、4V、5V であれば、スイープは 1V、2V、2.1V、2.1V、2.1V となります。

ディレイの設定

一般に、それぞれのステップ（または点）での継続時間の成分は、ソースディレイと、測定実行に必要な時間です（NPLC 設定）。

注記　2430 型パルスモードの場合は、ソースディレイを使用しません。この場合は、ユーザが設定するディレイは、パルス幅 (オン状態) とパルスディレイ (オフ状態) となります。パルスモードスイープについてはこの部のあとの方で説明します。

ソースディレイは SDM サイクルの一部で、測定に先だってソースを安定させるために使用されます（詳細については第 6 部の「動作の概要　ソース - ディレイ-メジャーサイクル」を参照してください）。

ソースディレイの全継続時間には、オートディレイとユーザ指定ディレイ、またはどちらかが含まれます。オートディレイが有効状態にある場合には、1msec のディレイが使用されます。ユーザプログラマブルソースディレイを使用すると、0000.0000 から 9999.9990 秒までのディレイを加えることができます（これらのディレイの設定については、第 3 部の「ソース設定」を参照してください）。

トリガディレイを使用すれば、あるスイープについて追加ディレイを設定することができます。このユーザ指定ディレイ（0000.0000 から 999.99990 秒まで）は、スイープの SDM サイクル（デバイスアクション）ごとに、その前に発生します。したがって、トリガディレイは、スイープの中で、新しいソース - 点ごとに、その前で実行されます（第 11 部の「トリガモデル」を参照）。トリガディレイの設定については、第 11 部「トリガ設定」を参照してください。

スイープの実行

注記　2430型の場合、下記の手順はDC操作モードが選択されていることを前提とします("Vsrc"または"Isrc"がソースフィールドにディスプレイされます)。パルスモード("Vpls"または"Ipls"がディスプレイされます)にある場合には、DCモードに戻るには、CONFIG VまたはIを押してSHAPEメニュー項目を選択し、続いてPULSEを選択します。EXITキーを使ってメニューからバックアウトしてください。

スイープを実行するには、次のステップに従ってください。

注記　下記の手順は、ソースメータが第2部の「接続」の項で説明したような方法でDUTにすでに接続されていることを前提とします。

警告　高速パルススイープ操作の実行中には、危険電圧(≧30V rms)が、選択したINPUT/OUTPUT LO端子に現れることがあります。この感電の危険を除去するために、LO端子を大地接地に接続してください。前面パネル端子を使用するときは、前面パネルLO端子を接地してください。接地接続を行う場所は、背面パネルのシャーシ接地ねじ、または安全大地接地です。

1. **ソース-メジャー機能を設定する**
   「基本的なソース-メジャー手順」のステップ1から3を実行することにより、ソースメータが所要のソース-メジャー動作を行うように設定してください。
   設定するソースレベルが、スイープのバイアスレベルになります。オン状態になると、出力はスイープ開始まで、このレベルを維持します。バイアスレベルには0Vまたは0Aを使うのが普通です。
   固定測定レンジを使用する場合は、スイープの中のどの測定点もこのレンジに納まることを確認してください。そのほかの場合は、オートレンジ設定を使用してください。

2. **スイープの設定とディレイを設定する**
   「スイープの設定」と「ディレイの設定」の項で説明した方法によって、スイープを選択、設定してください。

3. **出力をオン状態にする**
   ON/OFFキーを押して出力をオン状態にしてください(赤色のOUTPUT表示灯が点灯します)。ソースメータはプログラムバイアスレベルを出力します。

4. **スイープを実行する**
   スイープを実行するには、SWEEPキーを押してください。スイープが終わったあとは、ON/OFFキーを押して出力をオフ状態にしてください。

5. バッファを読み取る
RECALLキーを使用し、バッファに格納されたソース-メジャー読取り値にアクセスしてください。TOGGLEを使用し、統計情報をディスプレイしてください（第3部「データストア」参照）。

リモートスイープ操作

表10-2は、スイープ操作用のリモートコマンドをまとめたものです。これらのコマンドの詳細は、第18部を参照してください。

表10-2
スイープコマンド

コマンド	内容
:SOURce:FUNCtion MEM	メモリスイープモードを選択してください。
:SOURce:CURRent:MODE <name>	電流ソースモードを選択してください :SOURce:CURRent:STARt <n>
	スイープ開始電流を指定してください (n = 電流)。
:SOURce:CURRent:STOP <n>	スイープ停止電流を指定してください (n = 電流)。
:SOURce:CURRent:STEP <n>	スイープステップ電流を指定してください (n = 電流)。
:SOURce:CURRent:CENTer <n>	スイープセンタ電流を指定してください (n = 電流)。
:SOURce:CURRent:SPAN <n>	スイープスパン電流を指定してください (n = 電流)。
:SOURce:VOLTage:MODE <name>	電圧ソースモードを選択してください (name = FIXEd、LIST、または SWEep)。
:SOURce:VOLTage:STARt <n>	スイープ開始電圧を指定してください (n = 電圧)。
:SOURce:VOLTage:STOP <n>	スイープ停止電圧を指定してください (n = 電圧)。
:SOURce:VOLTage:STEP <n>	スイープステップ電圧を指定してください (n = 電圧)。
:SOURce:VOLTage:CENTer <n>	スイープセンタ電圧を指定してください (n = 電圧)。
:SOURce:SWEep:RANGing <name>	スイープスパン電圧を指定してください (n = 電圧)。
:SOURce:SWEep:SPACing <name>	ソースレンジ設定を選択してください (name = BEST、AUTO、または FIXed)。
:SOURce:SWEep:POINts <name>	スイープスケールを選択してください (name = LINear または LOGarithmic)。
:SOURce:SWEep:POINts <name>	スイープ点数を設定してください (n = 点数)。
:SOURce:SWEep:DIREction <name>	スイープ方向を設定してください。Name = UP (開始点から停止点へスイープ) または DOWn (停止点から開始点へスイープ)
:SOURce:LIST:CURRent <list>	I ソースを定義してください (list = I1, I2, ... In)。
:SOURce:LIST:CURRent:APPend <list>	I ソースリスト値を加えてください (list = I1, I2, ... In)。
:SOURce:LIST:CURRent:POINTs?	I ソースリストの長さを照会してください。
:SOURce:LIST:VOLTage <list>	V ソースを定義してください (list = V1, V2, ... Vn)。
:SOURce:LIST:VOLTage APPend <list>	V ソースリスト値を加えてください (list = V1, V2, ... Vn)。
:SOURce:LIST:VOLTage POINTs?	V ソースリストの長さを照会してください。
:SOURce:MEMory:POINts <n>	スイープ点数を指定してください (n = 点数)。
:SOURce:MEMory:STARt <n>	ソースメモリ開始ロケーションを選択してください (n = ロケーション)。
:SOURce:MEMory:RECall <n>	指定したセットアップに戻ってください (n = メモリロケーション)。
:SOURce:MEMory:SAVE <n>	セットアップをメモリに保存してください (n = メモリロケーション)。

スイーププログラミングの例

スイープ操作の例として、ソース・メータを使ってダイオードのI-V特性を発生させる場合を想定しましょう。破壊電圧やリーク電流などの測定を含むダイオードの試験には、多くの場合、単点測定が必要になります。限界部品の品質保証解析のような試験では、詳細な解析を行うためには、完全なI-Vスイープの実行が必要になります。

この試験の目的を達成するには、下記の基本的スイープパラメータを想定してください。

ソース機能:電圧
センス機能:電流
ソースモード:スイープ
開始電圧:600mV
停止電圧:800mV
ステップ電圧:10mV
電流コンプライアンス:100mA
ソースディレイ:100mS

図10-5はこの試験のための代表的な接続、図10-6は体表的なダイオード曲線を示します。ダイオードのアノードはINPUT/OUTPUT HIに、カソードはINPUT/OUTPUT LOに接続することに注意してください。この試験を行うためにダイオードに正しく順方向バイアスをかけるには、このように接続する必要があります。試験接続は、負のスイープ電圧パラメータを使用して、試験接続を逆にすることもできます。

図10-5
ダイオードの
V-I試験のための接続

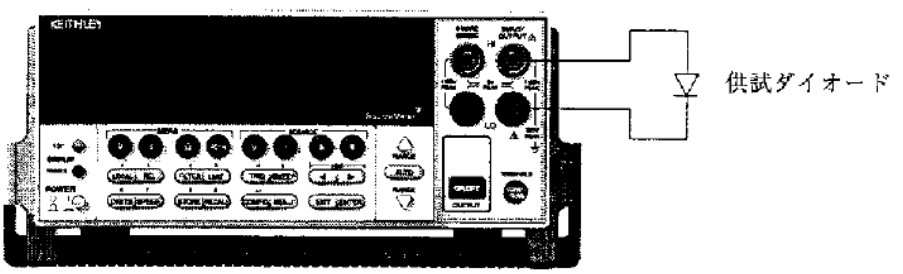


図10-6
ダイオードの
V-I曲線

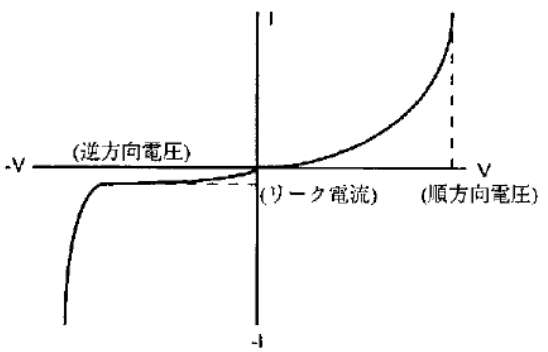


表 10-3 は、上記のダイオードの試験で基本スイープを実行するのに必要な、基本的なリモートコマンドシーケンスをまとめたものです。

表 10-3
スイーププログラミングの例 (ダイオードの試験)

コマンド	内容
*RST	GPIB デフォールト条件を回復してください。
:SENS:FUNC:CONC OFF	同時機能をオフ状態にしてください。
:SENS:FUNC VOLT	電圧ソース機能[1]
:SENS:FUNC 'CURR:DC'	電流センス機能[1]
:SENS:CURR:PROT 0.1	電流コンプライアンス 100mA
:SOUR:VOLT:START 0.6	開始電圧 0.6V
:SOUR:VOLT:STOP 0.8	停止電圧 0.8V
:SOUR:VOLT:STEP 0.01	ステップ電圧 0.01V
:SOUR:VOLT:MODE SWE	電圧スイープモードを選択してください。[2]
:TRIG:COUN 21	トリガカウント = 21 スイープ点数[3]
:SOUR:DEL 0.05	ソースディレイ 50ms
:OUTPUT ON	ソース出力をオン状態にしてください。
:READ?	スイープをトリガし、データを請求してください。

1. 上記の場合には、このコマンドは必要ありません。というのは、ユニットは、これらの動作状態をRST*のあとに想定していますが、プログラミングステップをもれなく示すために、上記のコマンドを含めたからです。
2. このコマンドは、START、STOP、STEP のあとに送るのが普通です。このようにすれば、各コマンドの送出時にスイープが再構築されるために生ずるディレイを避けることができます。
3. トリガカウントは、スイープ中の点数と等しくする必要があります。点数=(停止－開始)/ステップ+1
   SOUR:SWE:POIN?という照会コマンドを使って点数を読み取ることができます。

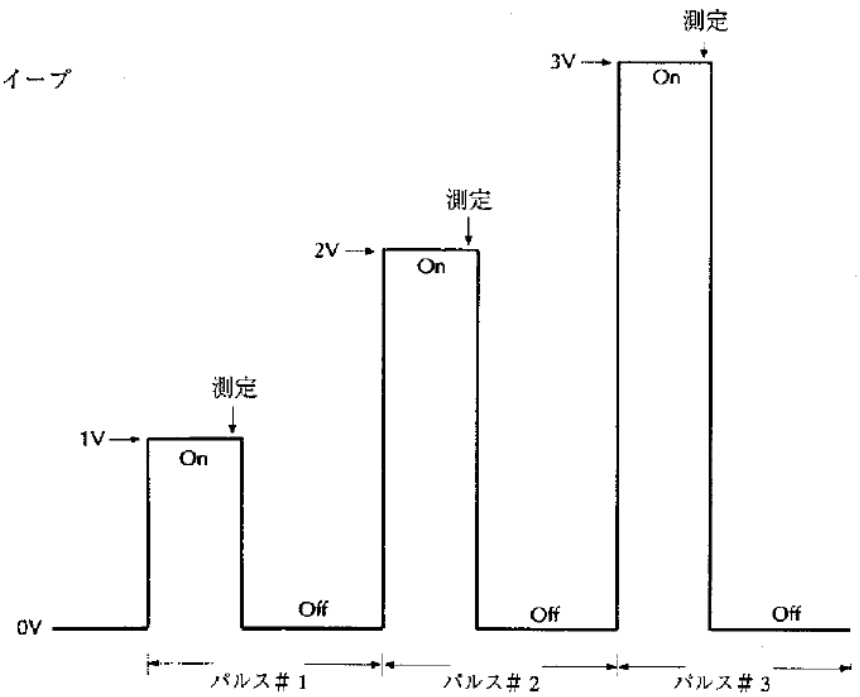
パルスモードスイープ(2430 型のみ)

2430 型をパルスモードで使ってスイープを実行するとき、スイープの各ステップまたは各点は、1 パルス周期で構成されます。一般に、1 パルス周期は、パルス幅 (出力オン時間) と出力オフ時間で構成されます。図 10-7 は、パルスモードの場合の 3 ステップ線形階段スイープの例を示します (開始 =1V、停止 =3V、ステップ =1V)。この 3 個のパルスステップのそれぞれについて、測定値読み取りが行われます。出力オフ時間には読み取りは行われません。

通常の (DC モード) スイープ動作では、ステップごとに費やされる時間の長さは、設定されたソースディレイと、測定時間で構成されます。パルスモードの場合は、ソースディレイは使いません。パルス幅は、パルス幅ディレイ、内部オーバヘッド時間、パルス信号測定時間で構成されます。出力オフ時間は、通常、ゼロと基準の測定時間 (正確なパルス読み取り値の計算に使用)、内部オーバヘッド時間、オプションのパルスディレイで構成されます。

注記　2430 型のパルスモード動作の詳細は、第 5 部に記述してあります。

図 10-7
パルスモード
線形階段波スイープ



前面パネルパルスモードスイープ手順

パルスモードスイープの実行手順の要領は、つぎのとおりです。

注記　*下記の手順は、2430型が第2部で説明したように、すでにDUTに接続されていることを前提とします。*

警告　高速パルス動作中には、選択したINPUT/OUTPUT LO端子に危険電圧(≧30V rms)が現れることがあります。この感電の危険を取り除くには、LO端子を大地接地に接続してください。前面パネル端子を使用する場合は、前面パネルLO端子を接地してください。背面パネルを使用する場合は、背面パネルLO端子を接地してください。接地接続は、背面パネル上のシャーシ接地ねじ、または安全大地接地があればそこに接続してください。

ステップ1:パルスモードを選択し設定する
パルスモードの基本パラメータは、パルス幅、パルスディレイ、パルス測定速度、パルスカウントです。第5部の「パルスモード設定」を参照してパルスモードを選択し、パルスパラメータを設定してください。

ステップ2:コンプライアンスリミットを設定し、測定機能とレンジを選択する
第3部の「基本的なソース-メジャー手順」のステップ1から3に説明する方法で、2430型の動作特性を設定してください。
パルスモードでは、AUTO測定レンジが無効であることに注意してください。選択する固定測定レンジがスイープのすべての測定点を収容できることを確認してください。

ステップ3:スイープを設定する
「スイープの設定」に説明する方法でスイープを選択、設定してください。

ステップ4:スイープを実行する
スイープを実行するにはSWEEPキーを押してください。スイープの最後のパルスのソースとなったあと、出力はオフ状態となり、この状態を維持します。進行中のスイープは、ON/OFF OUTPUTキーまたはEXITキーを押せば、いつでも止めることができます。

ステップ5:バッファを読み取る
RECALLキーを使い、バッファに格納されたソース-メジャー読み取り値にアクセスしてください。TOGGLEを使用して、統計情報をディスプレイしてください(第9部「データストア」参照)。

リモートパルスモードスイープ操作

パルスモード動作のコマンドを第5部の表5-1に、スイープコマンドは表10-2に示します。

表10-4に示すのは、図10-6の3点パルスモード線形階段スイープを実行するための、代表的なリモートコマンドシーケンスです。

表 10-4
パルスモード線形階段波スイーププログラミングの例

コマンド	内容
*RST	GPIB デフォールト条件を回復してください。
:SOUR:FUNC PULS	パルスモードを選択してください。
:SOUR:PULS:WIDT 0.005	パルス幅 5ms
:SOUR:PULS:DEL 0.003	パルスディレイ 3ms
:SENS:VOLT:NPLC 0.1	測定速度 = 0.1PLC[1]
:TRIG:COUN 3	パルスカウント = 3 スイープ点数[2]
:SOUR:FUNC VOLT	電圧ソース機能[1]
:SENS:FUNC VOLT	電流センス機能[1]
:SENS:CURR:PROT 0.1	電流コンプライアンス 100mA
:SOUR:VOLT:START 1	開始電圧 1V
:SOUR:VOLT:STOP 3	停止電圧 3V
:SOUR:VOLT:STEP 1	ステップ電圧 1V
:SOUR:VOLT:MODE SWE	電圧スイープモードを選択してください。[3]
:READ?	スイープをトリガし、データを請求してください。

1. 上記の場合には、このコマンドは必要ありません。というのは、ユニットは、これらの動作状態をRST*のあとに想定していますが、プログラミングステップをもれなく示すために、上記のコマンドを含めたからです。
2. トリガカウントは、スイープ中の点数と等しくする必要があります。点数=(停止－開始)/ステップ +1
   SOUR:SWE:POIN?という照会コマンドを使って点数を読み取ることができます。
3. このコマンドは、START、STOP、STEP のあとに送るのが普通です。このようにすれば、各コマンドの送出時にスイープが再構築されるために生ずるディレイを避けることができます

11
トリガリング

- **トリガモデル**－各種レイヤー、イベント検出、ディレイ、デバイスアクションを含めて、トリガモデルについて説明します。
- **トリガリンク**－入力トリガ、出力トリガ、外部トリガリングの例を含めて、トリガリンクについて説明します。
- **トリガ設定**－トリガ特性の設定方法を詳細に説明します。
- **リモートトリガリング**－リモートトリガモデルについて詳細に説明、トリガコマンドを要約、基本的なトリガリングの例を示します。
- **パルスモードトリガリング**　(2430型)－2430型のDCモードとパルスモードのトリガリングの差異を説明します。

トリガモデル(前面パネル操作)

注記　2430型の場合は、トリガモデルについての以下の説明は、DCモード動作を前提としたものです。パルスモードの場合は、トリガモデルの動作は少し違います。このような差異については、「パルスモードトリガリング(2430型)」で説明します。

図11-1のフローチャートは、前面パネル操作のトリガリングをまとめたもです。トリガモデルは、トリガリングの制御に使うリモートコマンドに倣って作られたものです。(この部の後半で説明する「リモートトリガ動作」を参照)　主要なトリガモデル設定値は、フローチャートに記載してあります。BENCHデフォールトには"+"記号を付けてあることに留意してください。

トリガモデルの一次アクションは、ソース、ディレイ、メジャーです。ソースアクションは、プログラムされた電圧値または電流値を出力し、プログラムされたディレイは、測定実行前のソースの安定化期間を与えます。

トリガモデルは、2つのレイヤー(アームレイヤーとトリガレイヤー)で構成されており、融通性を発揮します。プログラマブルカウンタを使えば動作を反復させることができます。また、各種の入力および出力トリガ動作を利用すれば、ソース・メータとほかの計測器との間でソース-メジャーの同期を確保することができます(トリガリンクを介して)。

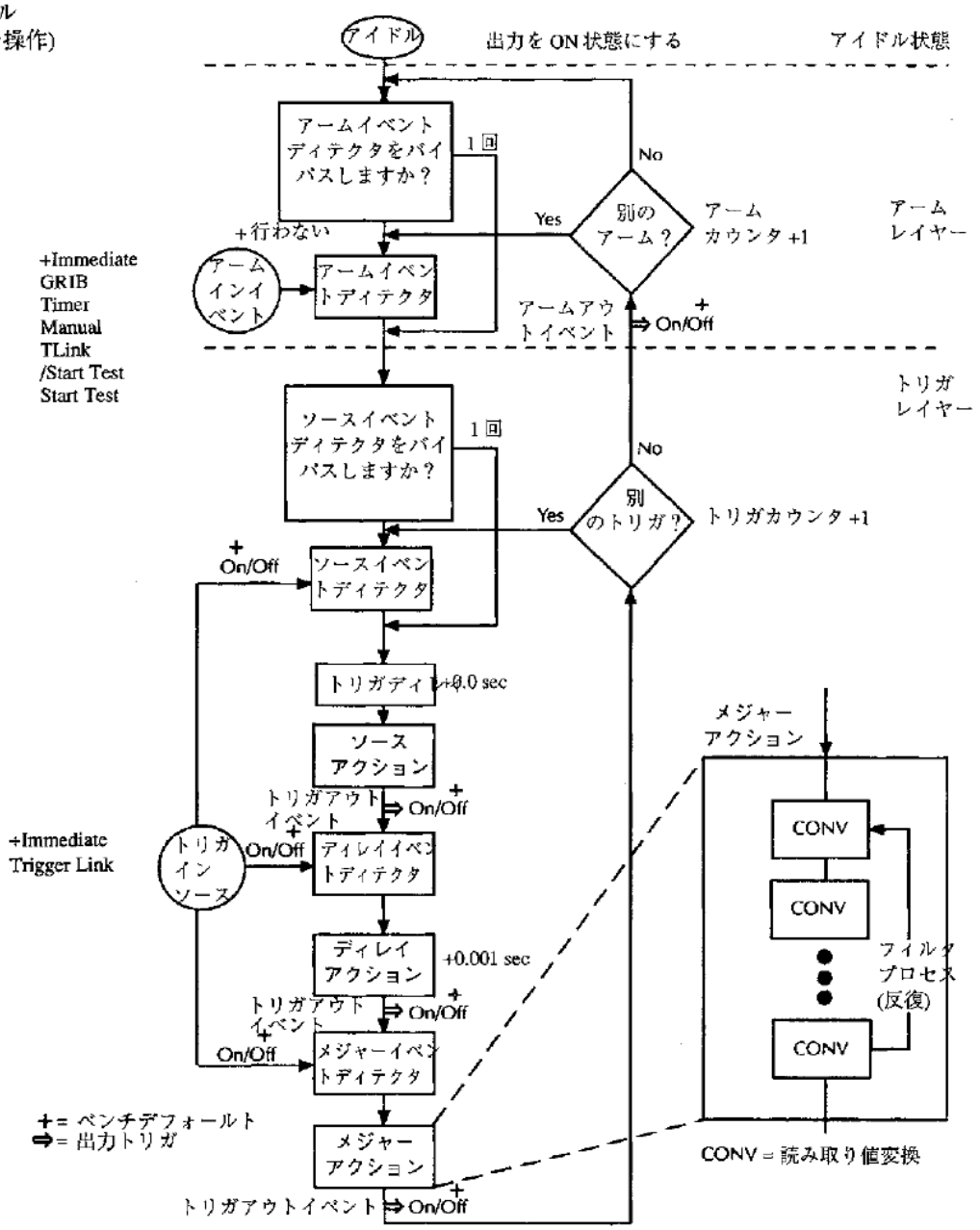
特に示す場合を除いて、トリガモデルのプログラマブル特性の設定は、CONFIGURE TRIGGERメニューから行います。(「トリガリングの設定」参照)

アイドル状態

ソース・メータは、トリガモデルのアームレイヤーまたはトリガレイヤーで動作を行ってないときは、アイドル状態にあります。アイドル状態にあるときは、ARMアナンシエータはオフ状態にあります。ソース・メータをアイドル状態から外すには、出力をON状態にしてください。

ソース・メータは、CONFIGURE TRIGGERメニューのHALTメニュー項目を選択すれば、いつでもアイドル状態に戻すことができます。(「トリガリングの設定」参照)

図 11-1
トリガモデル
(前面パネル操作)



＊ユニットが MULTIPLE モードにある場合は、ソーク時間がディレイ時間の代わりとして使われるのは、ある初期スイープトリガに続く最初の SDM サイクルの間だけです。第 7 部の「オートレンジ変更モード」を参照してください。

イベント検出

一般に、プログラムされたイベントが発生するまで、動作の進行はイベント検出ブロックで遮られます。しかし、イベント検出バイパスを選択したとき（ONCE）は、動作はイベント検出ブロックを迂回します。

アームレイヤー

イベントディテクタバイパス－図11-1に示すように、アームイベントディテクタにはバイパスがあります。このバイパスを使うのは、選択したアームインイベントがTLINKである場合に限られます。このバイパスは、動作を「ジャンプスタート」させるのに使います。イベントディテクタバイパスをONCEに設定した状態では、出力がON状態にされると、アームイベントディテクタのまわりで、ループ状の動作が行われます。

アームレイヤーのプログラマブルアームインイベントの記述は、次のようにして行います。

IMMEDIATE －イベント検出が直ちに行われ、動作を継続させます。

GPIB －バストリガ (GETまたは*TRG) を受信するとイベント検出が行われます。

TIMER －タイマを選択する場合、出力をON状態にするとイベント検出は直ちに行われます。「別のアーム？Yes」を経由するパスを繰り返すごとに、プログラムしたタイマ期間が切れるとイベント検出が行われます。動作が「別のアーム？No」というルートを取ると、タイマはリセットし、再びイベント検出が直ちに行われるようになります。

MANUAL － TRIGキーを押すとイベント検出が行われます。

TLINK －トリガリンク入力線を経由して入力トリガが受信されると、イベント検出が行われます (詳細は「トリガリンク」を参照してください)。TLinkを選択すると、イベントディテクタバイパスをONCEに設定することにより、アームイベントディテクタのまわりでループ状の動作を行うことができます。

/START TEST －ディジタルI/OポートのSOT (試験開始) 線にパルスが印加されて電位がLOW状態になると、イベント検出が行われます。このパルスはハンドラから受信され、リミット試験を開始させます。(第12部「リミット試験」参照)

START TSET －ディジタルI/OポートのSOT (試験開始) 線にパルスが印加されて電位がHI状態になると、イベント検出が行われます。このパルスはハンドラから受信され、リミット試験を開始させます。(第12部「リミット試験」参照)

トリガレイヤー

トリガレイヤーは、それぞれのアクション (ソース、ディレイ、メジャー) に1つずつ、3個のイベントディテクタを使います。

イベントディテクタバイパス－図11-1に示すように、ソースイベントディテクタにはバイパスがあります。このバイパスを使うのは、選択したトリガインソースがトリガリンクである場合に限られます。このイベントディテクタバイパスをONCEに設定した状態では、動作はソースイベントディテクタの近傍に進みます。

トリガレイヤーのプログラマブル・トリガ・イン・イベントの記述は、次のようにして行います。

IMMEDIATE － Immediateを選択する場合には、3個のディテクタについてのイベント検出は、直ちに満足されます。動作はトリガレイヤーを通って進み、ソース、ディレイ、メジャーの各アクションを実行します。

TRIGGER LINK ートリガリンクを選択すると、トリガリンク入力線を経由する入力トリガが受信されると、使用可能状態にあるそれぞれのディテクタでイベント検出が行われます。たとえば、ソースイベントディテクタについてのトリガインイベントがON状態であれば、入力トリガが受信されるまで、動作はこのディテクタでホールドアップされます。しかし、ソースイベントディテクタが使用禁止 (OFF) にされると、動作はホールドアップされません。動作は継続するだけで、ソースアクションを実行します。

トリガリンク・イン・ソースを選択する場合は、イベントディテクタバイパスを ONCE に設定すると、動作はソースイベントディテクタの周辺に移動します (図 11-1 に示すように)。

トリガディレイ

ソースアクションの前に、プログラマブルディレイを置くことができます。トリガディレイは、手動で 0.00000 から 999.99990 秒に設定することができます。このディレイは、SDM サイクルのディレイアクションとは別のものであることに注意してください。ディレイアクションについては、次に説明します。

ソース、ディレイ、メジャーのアクション

ソース・メータの SDM サイクルは、ソース、ディレイ、メジャーの 3 つのアクションで構成されます。

SOURCE アクション－プログラムされた出力電圧または電流レベルの変更であれば、すべて行います。

DELAY アクションーこのプログラマブルディレイを使って、測定実行前にソースを安定させます。これは、手動で 0.00000 から 9999.99900 秒に設定することができます。 あるいはオートディレイを使用可能にすることもできます。オートディレイを使用可能状態にすると、ソース・メータは、選択した機能とレンジに基づくデフォルトディレイ期間を自動的に選択します。

注記　*ディレイアクションは、CONFIGURE V-SOURCE または CONFIGURE I-SOURCE メニューから設定します。(第 3 部の「ソースディレイ」参照)*

MULTIPLE モードでは、ソーク時間がディレイ時間の代わりとして使われるのは、初期スイープトリガに続く最初の SDM サイクルの間だけです。第 7 部の「オートレンジ変更モード」を参照してください。

MEASURE アクション－ SDM サイクルの中の、この相が継続する間に測定プロセスが行われます。リピートフィルタが使用可能状態になっていれば、メジャーアクションの拡大図に示すように、計測器は指定した数の読み取り変換を抜き取り、単一フィルタ処理読み取り値 (測定値) を与えます。移動フィルタを使用する場合、またはフィルタが使用禁止になっている場合は、単一読み取り変換値だけが読み取り値を与えます。

カウンタ

トリガモデル層内で動作を反復させるために、プログラマブルカウンタを使用します。たとえば、10点スイープを行う場合には、トリガカウンタは10に設定することになります。10個のソース - メジャー点のスイープが完了するまで、動作はトリガ層の中に留まります。

仮にスイープを3回反復したい場合には、アームカウンタは3に設定することになります。そうすると3回の10点スイープを行うことができて、合計30のソース - メジャー・アクションを行うことになります。

ソースメータの最大バッファサイズは、読取り値2500個です。したがって、2個のカウンタの積が2500よりも大きくなることはできません。たとえば、2というアームカウントを設定すれば、最大トリガカウントは1250（2500/2）となります。ただしカウントをINFINITEに設定することもできます。無限に設定した場合、最大トリガカウントは2500となります。

注記　あるスイープを構成した場合、トリガモデルの設定値はスイープの開始まで変わりません。スイープの終了後、トリガモデルをリセットし、以前の設定値に戻します。

出力トリガ

ソースメータは、いろいろなトリガモデルアクションのあと、トリガを出力するように（背面パネルトリガリンクコネクタを経由して）、プログラムすることができます。ある出力トリガを使用して、別の計測器をトリガし、ある動作を実行させることができます。詳細については「トリガリンク」を参照してください。

トリガレイヤー出力トリガー各アクション (ソース、ディレイ、メジャー) のあと、ソース・メータの設定を、選択したトリガインソースがトリガリンクとなるときには、出力トリガを送出するようにプログラムすることができます。たとえば、メジャーに対するトリガアウトイベントがON状態であれば、出力トリガがメジャーアクションのあとに送出されます。スキャナと併用する場合には、毎回の測定後の出力トリガは、スキャンにおける次のチャネルを選択するよう、スキャナに信号を送ることができます。

アームレイヤー出力トリガーソース・メータはまた、動作がトリガレイヤーを離れアームレイヤーに戻ったあとに、トリガを出力するようにプログラムすることもできます。この出力トリガは、通常は別の計測器に送られ、スキャンまたはスイープの終了を信号で知らせます。

ベンチデフォールト

ベンチデフォールトは次のとおりです。図 11-1 では "+" 記号で表します。

- アームインイベント =Immediate
- トリガインソース =Immediate
- アームカウント =1
- トリガカウント =1
- トリガディレイ =0.0sec
- ディレイアクション =0.001sec
- ソース・トリガ・イン・イベント =On
- メジャー・トリガ・イン・イベント =Off
- トリガアウトイベント = すべてのトリガアウトイベントは使用禁止(off)
- アームアウトイベント =off
- イベント検出バイパス = なし (どちらのレイヤーも)

出力が ON 状態のとき、ソース・メータはトリガモデルを中心として連続ループ状の動作を行います。毎回のメジャーアクションのあと、トリガモデルの頂部で動作は継続します。出力を OFF 状態にすれば、ソース・メータはアイドル状態に戻ります。

操作の要約

トリガモデルは、各種のソース - メジャーの用途に融通性を与えるように設計されています。代表的な例として、このような融通性を生かして、いろいろなソースレベルで、指定した回数の測定を実行することができます。

たとえば、2 つの V ソースレベル (1V と 2V) でそれぞれ 3 回の測定を行う場合を考えましょう。これを行うには、アームカウントを 2 に、トリガカウントを 3 に設定し、次のように設定した 6 点カスタムスイープを使用してください。

P0000 = 1V
P0001 = 1V
P0002 = 1V
P0003 = 2V
P0004 = 2V
P0005 = 2V

スイープの開始時には動作はトリガレイヤーに入り、1V のソースレベルで 3 回の測定を行います。続いて動作はループを描いてトリガレイヤーに戻り、2V のソースレベルで 3 回の測定を行います。6 つの読み取り値がバッファに格納されます。

スイープの終了後、ソース・メータはアイドル状態に戻らないことに注意してください。動作は、トリガモデルの頂部で継続します。それ以後の測定は、2V レベルで行われますがバッファには格納されません。

カスタムスイープの詳細は、第 10 部の「スイープ動作」を参照してください。

トリガリンク

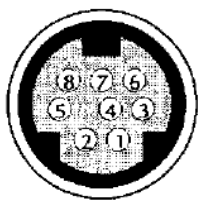
TRIGGER LINK イベントに合わせて構成したトリガモデル層についてのイベント検出を満足するために、入力トリガを使用します（「トリガモデル」参照）。入力が要求するのは、立下りエッジを持ち、TTL に対応するパルスで、図 11-2 に示す仕様を満足するものです。

出力トリガ仕様

ソースメータは、いろいろなトリガモデルアクションのあと、トリガを出力するようにプログラムすることができます（「トリガモデル」参照）。出力トリガは、TTL対応出力パルスを与え、このパルスを使用して、ほかの計測器をトリガすることができます。このトリガパルスの仕様を、図 11-3 に示します。

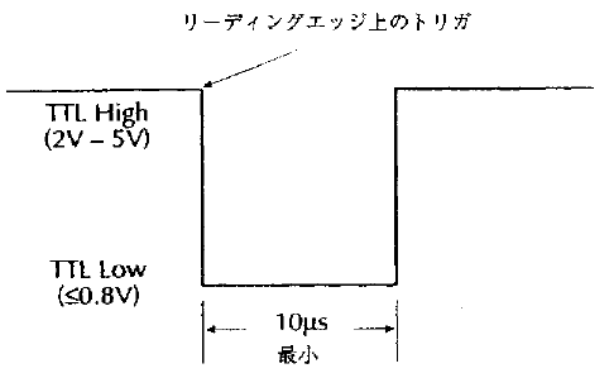
図 11-2
背面パネルピン接続

背面パネルピン配列



ピン番号	内容
1	トリガリンク 1
2	トリガリンク 2
3	トリガリンク 3
4	トリガリンク 4
5	トリガリンク 5(未使用)
6	トリガリンク 6(未使用)
7	接地
8	接地

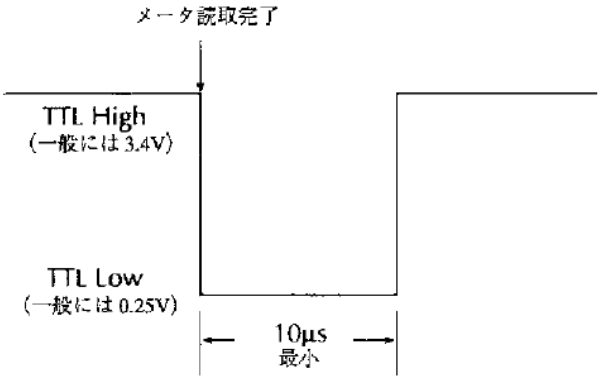
図 11-3
トリガリンク
入力パルス仕様



出力トリガ仕様

ソース・メータは、各種のトリガモデルアクションのあと、トリガを出力するようにプログラムすることができます。(「トリガモデル」参照)出力トリガはTTLコンパチブル出力パルスであり、これを使ってほかの計測器をトリガすることができます。このトリガパルスの仕様を図11-4に示します。トリガリンク線は1mAのソースとなり、最大50mAのシンクとなることができます。

図11-4
トリガリンク
出力パルス仕様



外部トリガリングの例

簡単な試験システムで、スイッチングチャネルを閉じたあと、そのチャネルに接続したDUTの抵抗を測定する場合を考えましょう。図11-5にこのような試験システムを示します。このシステムは、7001/7002型スイッチシステム中の7011型マルチプレクサカードによって開閉される10個のDUTを、ソースメータによって測定します。

図11-5
DUT試験システム

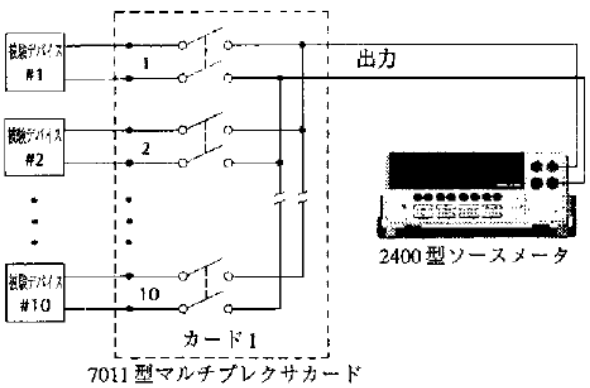
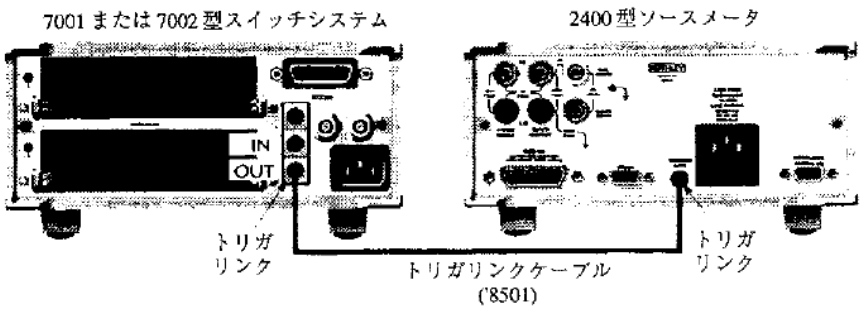


図 11-6 に示すのは、この試験システムのためのトリガリンク接続です。ソースメータのトリガリンクは、スイッチングメインフレームのトリガリンク（IN または OUT）に接続されます。スイッチングメインフレームのトリガがデフォルト値に設定されている場合は、ライン #1 が入力、ライン #2 が出力となることに留意してください。

図 11-6
トリガリンク接続



この例の場合は、ソース・メータとスイッチングメインフレームは、表 11-1 に示すように設定されます。

表 11-1
外部トリガ設定の例

ソース・メータ	スイッチングメインフレーム
ベンチデフォールトは回復済み トリガインイベント = TLINK トリガ入力線 = #2 トリガ出力線 = #1 トリガアウトイベント:MEAS = ON(ほかはすべて OFF) トリガカウント = 10	工場出荷時デフォールト スキャンリスト = 1!1 - 1!10, スキャン回数 = 1 チャネルスペーシング = TrigLink

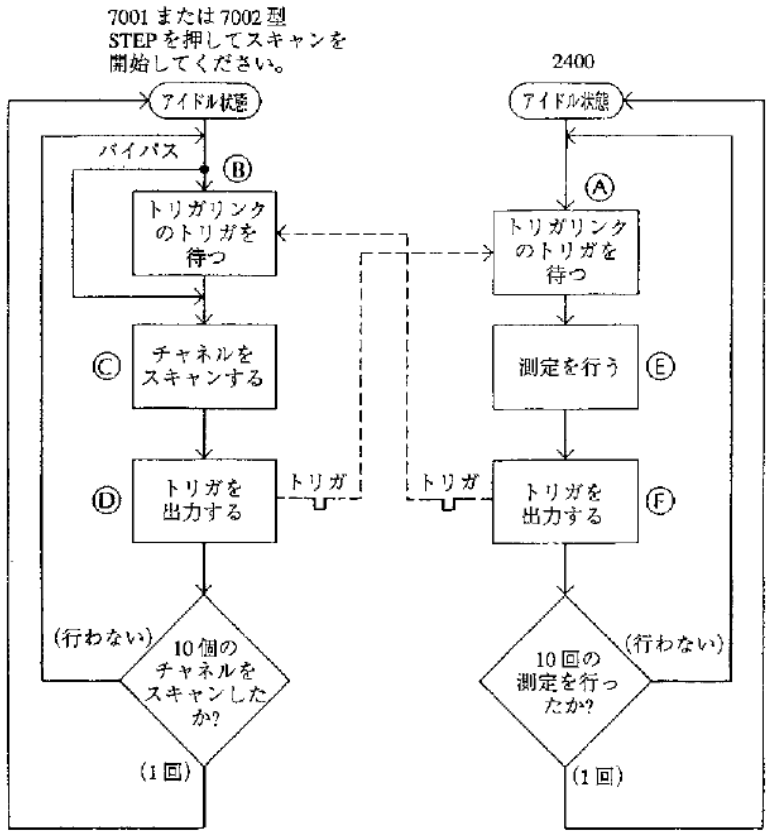
読取り値をソースメータバッファに格納するには、STORE を押し、10 のバッファサイズを設定してください。ENTER を押すと、アスタリスク（*）のアナンシエータが点灯し、バッファが使用されていることを知らせます（詳細については第 9 部「データストア」参照）。

ソースメータの OUTPUT を ON 状態にしてください。ソースメータは、スイッチングメインフレームからの外部トリガを待ちます。

7001/2 型の STEP を押し、アイドル状態から外してスキャンを開始させてください。スキャナの出力パルスがソースメータをトリガし、読取りを行い、読取り値を格納します。そのあと、ソースメータはトリガパルスをスイッチングメインフレームに送り、次のチャネルを閉じます。10 個のチャネル全部をスキャン、測定し、読取り値を格納するまで、このプロセスが継続します。

この試験プロセスの詳細については、以下の各項で説明し、その場合には図 11-7 に示す動作モデルを参照します

図 11-7
トリガリンク
動作モデルの例



A) ソースメータのOUTPUTをON状態にすると、ソースメータはフローチャートの点Aに置かれます。そこで外部トリガを待ちます。

B) STEPを押すと7001/2型はアイドル状態から外され、動作はフローチャートの点Bに置かれます。

C) モデルを初めて通過する場合には、スキャナは点Bで待機しません。その代わりに、スキャナは最初のチャネルを閉じます（点C)。

D) リレーが安定したあと、7001/2型はトリガパルスを出力します。計測器は10個のチャネルをスキャンするようにプログラムされているので、動作は点Bにループバックします。ここで計測器は入力トリガを待ちます。

E) およびF) ソースメータの動作点がAにあるので、7001/2型からの出力トリガパルスがDUT#1（点E）の測定をトリガします。測定が完了すると、ソースメータはトリガパルスを出力し、そのあと点Aにループバックします。

ソースメータから7001/2型にトリガが適用されるとスキャンの次のチャネルをクローズし、ソースメータによるDUT測定をトリガします。10個のチャネル全部をスキャン、測定するまで、このプロセスが継続します。

トリガの設定

トリガリングの設定はCONFIGURE TRIGGERメニューから行います。トリガリングは次のような体系を持ちます。

注記　以下で説明するトリガリングのプログラマブル特性の詳細は、「トリガモデル」を参照してください。

CONFIGURE TRIGGERメニュー

CONFIGを押し、続いてTRIGを押してメニューをディスプレイしてください。(黒丸はメニューの1次項目を示し、ダッシュとスラッシュはオプションを示します。第1部の「メニューをナビゲートする場合のルール」を使って、トリガオプションのチェックと変更を行ってください)

・ ARM LAYER－このメニュー項目を使い、トリガモデルのアームレイヤーを設定してください。

- ARM IN－アームレイヤーの検出イベントを選択するときに使ってください。
  /IMMEDIATE－イベント検出が直ちに行われます。
  /MANUAL－TRGキーを押したときにイベント検出が行われます。
  /GPIB－バストリガ(GETまたは*TRG)を受信したときにイベント検出が行われます。
  /TIMER－当初、イベント検出は直ちに満足されます。その後のイベント検出は、タイマ間隔の経過後に行われます。このアームイベントを選択したあと、タイマ間隔(秒)を指定するよう、促されます。
  /MANUAL－TRIGキーを押したときにイベント検出が行われます。
  /TLINK－このアームイベントを選択したあと、トリガリンクの入力線とイベント検出バイパスの状態を選択するように、促されます。ONCEを選択すると、トリガモデルを通る新しいパスごとに、アームイベントディテクタのまわりで動作が行われます。NEVERを選択すると、動作は常に入力トリガを待ちます。
  //START TEST－ディジタルI/OポートのSOT線にパルスが印加されて電位がロウ状態になると、イベント検出が行われます。
  /STARTTEST－ディジタルI/OポートのSOT線にパルスが印加されて電位がハイ状態になると、イベント検出が行われます。－

－ ARM OOUT－アームレイヤー出力トリガを設定するときに使ってください。
  /LINE－出力トリガのトリガリンク線を選択してください:線は#1、#2、#3、または#4です。
  /EVENT－アームカレイヤー出力トリガを使用可能(ON)または使用禁止(OFF)にしてください。
－ COUNT-FINITE－アームカウントをFINITE(プログラマブルカウント)またはINFINITE(終了しないカウント)のどちらかに指定してください。

・ TRIG LAYER －このメニュー項目を使い、トリガモデルのトリガレイヤーを設定してください。

－ TRIGGER IN －トリガレイヤーの検出イベントを選択するときに使ってください。

/IMMEDIATE －イベント検出が直ちに行われます。

/TRIGGER LINK －このトリガインソースを選択したあと、次の操作を行うよう、順次促されます。

>TRIG-IN TLINK LINE －トリガリンクの入力線 (#1、#2、#3、または #4) を選択してください。

>EVENT DETECT BYPASS －ソースイベントディテクタのバイパスを設定してください。ONCE に設定すると、ソースイベントディテクタのまわりでループ状動作が行われます。NEVER を選択すると、動作は入力トリガを待ちます。

>TRIGGER IN EVENTS －トリガインイベント (SOURCE、DELAY、および MEASURE) を使用可能 (ON) または使用禁止 (OFF) にしてください。トリガインイベントを ON にすると、動作はこのイベントで入力トリガを待ちます。トリガインイベントを OFF にすると、動作には待ちはありません。動作は継続するだけで、適切なアクションを実行します。

注記　2430 型パルスモードでは、DELAY イベントと MEASURE イベントは使いません。したがってこれらのイベントの設定値は無視されます。

－ TRIGGER OUT －トリガレイヤー出力トリガの設定のときに使用してください。

/LINE －出力トリガのトリガリンク線を選択してください:線は #1、#2、#3、または #4 です。

/EVENTS －ソース、ディレイ、メジャーアクションのあとに発生する出力トリガを使用可能 (ON) または使用禁止 (OFF) にしてください。

注記　2430 型パルスモードの場合は、出力トリガが発生するのは、メジャーアクションのあとに限られます。したがって、ソースアクションとディレイアクションに関する出力トリガ設定値は無視されます。

－ディレイ－トリガディレイの時間ディレイ (秒) を指定してください。

注記　2430 型パルスモードの場合は、トリガディレイを使いません。したがってトリガディレイ設定値は無視されます。

－ COUNT －トリガカウントを指定してください。

・ HALT －アイドル状態にソース・メータを戻すときに使ってください。HALT は出力をオフ状態にしません。プログラムしたソースレベルは、OUTPUT 端子で引き続き使用可能です。次のアクションは、ソース・メータをアイドル状態からから外します。

－ 出力をオフ状態にしてもう一度オン状態にする。

－ アームまたはトリガイベントを選択し直す。

－ メニュー体系から抜けて、続いて CONFIG、TRIG の順に押して再度メニュー体系に入る。

リモートトリガリング

注記　2430型の場合は、リモートトリガリングについての以下の説明は、DCモード動作を前提としたものです。パルスモードの場合は、トリガモデルの動作は少し違います。このような差異については、「パルスモードトリガリング(2430型)」で説明します。

トリガモデル(リモート操作)

図11-8のトリガモデルのフローチャートは、リモートトリガ動作をまとめたものです。動作は、トリガサブシステムからのSCPIコマンドによって制御されます。主要なリモートコマンドは、トリガモデルに含まれます。GPIBデフォールトには"+"記号を付けてあることに留意してください。

トリガモデルの一次アクションは、ソース、ディレイ、メジャーです。ソースアクションは、プログラムされた電圧値または電流値を出力し、プログラムされたディレイは、測定実行前のソースの安定化期間を確保します。

トリガモデルは、2つのレイヤー(アームレイヤーとトリガレイヤー)で構成されており、融通性を発揮します。プログラマブルカウンタを使えば、動作を反復させることができます。また、各種の入力および出力トリガ動作を利用すれば、ソース・メータとほかの計測器との間でソース-メジャーの同期を確保することができます(トリガリンクを介して)。

アイドル状態とイニシエートコマンド

計測器がトリガモデルレイヤーの内部で動作を行ってないときには、アイドル状態(ARMアナンシエータはオフ状態)とみなされます。計測器は、アイドル状態にある間は、どのような測定も行うことができません。計測器をアイドル状態から外すには、イニシエートコマンドが必要です。下記のコマンドがイニシエート動作を行わせます。

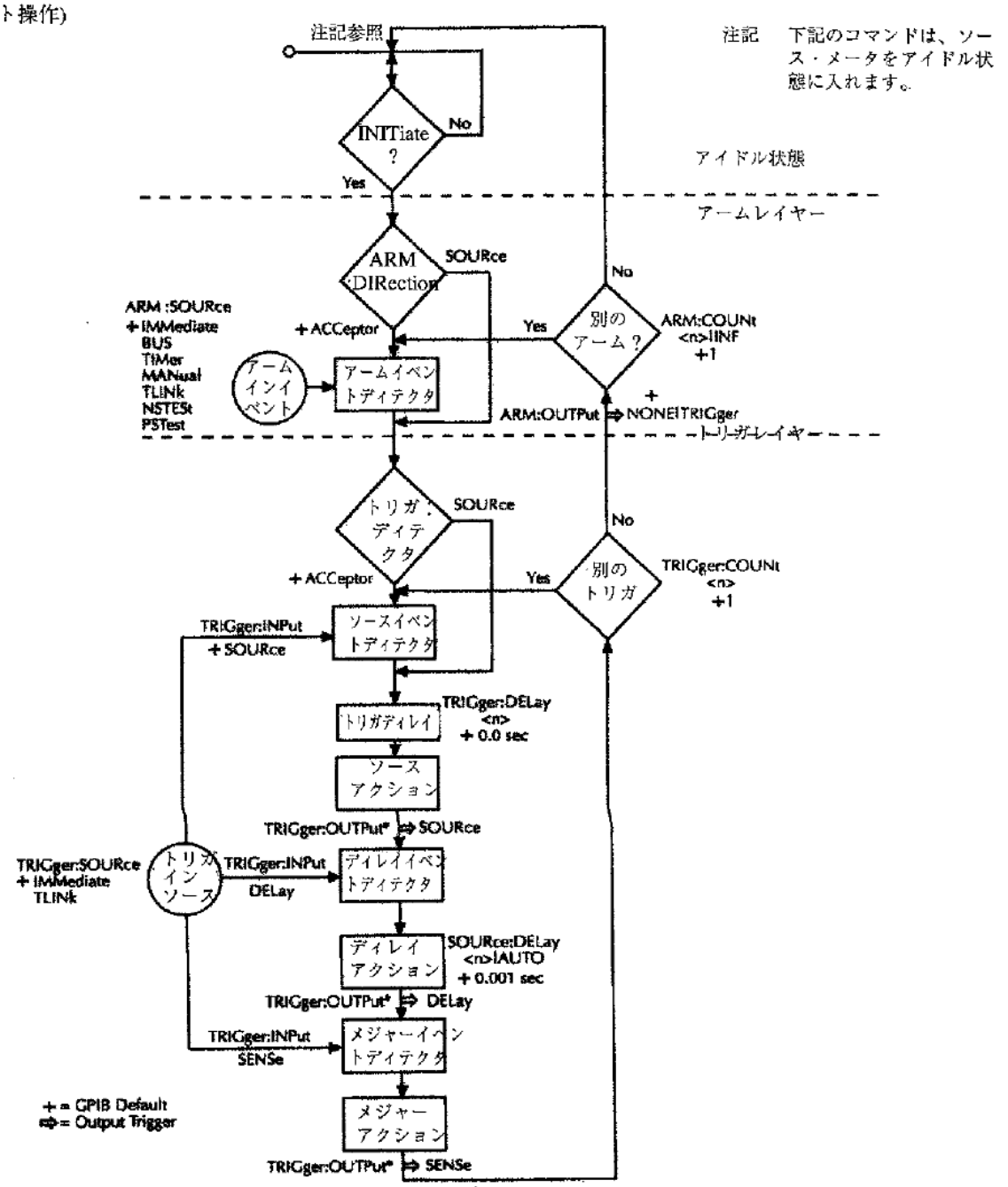
- :INITiate
- :READ?
- :MEASure?

逆に、ユニットが読み取りを行っていれば、ほとんど全部のコマンド(DCL、SDC、IFC、ABORtを除く)が待ち行列の中で待機し、実行されるのは、ユニットがアイドル状態に戻ってからとなります。

自動出力オフが使用禁止になっている場合は(:SOURce1:CLEar:AUTO OFF)、ソース出力をオン状態にしてから:INITiateまたは:READ?コマンドを送らなければなりません。:MEASSure?コマンドによって、出力は自動的にオン状態にされます。計測器がアイドル状態に戻ったあとは、出力はオン状態を継続することに注意してください。

自動出力オフが使用可能になっている場合は(:SOURce1:CLEar:AUTO ON)、上記3つのコマンドのどれでも使って、動作を開始させることができます。ソース出力は、毎回のSDM(ソース-ディレイ-メジャー)サイクルの開始時に自動的にオン状態になり、毎回の測定完了ごとにオフ状態になります。

図 11-8
トリガモデル
(リモート操作)



* TRIGGER:OUYPut の GPIB デフォールトパラメータは NONE です。
** :SYSTem:RCMode MULTiple では、:SOURce[1]:SOAK を使ってプログラムしたソーク時間がディレイ時間の代わりとして使われるのは、初期スイープトリガに続く最初の SDM サイクルの間だけです。詳細は第 18 部を参照してください。

トリガモデルの範囲内で動作を行っている間は (アームインディケータはオン状態)、ほとんどのコマンドは実行されません。ソース・メータがそのプログラムされたソース - メジャー動作のすべてを完了し、アイドル状態に戻ってから、初めて実行されます。IFC (インタフェースクリア)、SDC (選択したデバイスクリア)、DCL (デバイスクリア) の各コマンドは、トリガモデルの範囲内で動作を行っている間は、どのような状況のもとでも実行可能です。これらのコマンドは、ほかのコマンドまたは照会を打ち切ります。

- :ABORt
- :SYSTem:PRESet
- *TRG or GET
- *RST
- *RCL

注記　*SDC、DCL、または:ABORt は、ソース・メータをアイドル状態に入れます。最高速の応答を得るには、SDC または DCL を使ってアイドル状態に戻ってください。*

イベント検出

計測器をいったんアイドル状態から外すと、動作はトリガモデルを通って行われ、ソース、ディレイ、メジャーの各アクションが行われます。

全般的に、プログラムされたイベントが発生するまでは、動作はイベントディテクタのところでホールドアップされます。しかし、イベントディテクタにバイパスがある場合 () は、ループ状の動作がイベントディテクタを中心に行われることに注意してください。

アームレイヤー

イベントディテクタバイパス－図 11-8 に示すように、アームイベントディテクタにはバイパス () があります。このバイパスを使うことができるのは、選択したアームインイベントが TLINk である場合に限られます。バイパスは、動作を「ジャンプスタート」させるために使います。このバイパスを SOURce に設定した状態では、INITiate コマンドが送出されると (出力は ON 状態になると仮定して)、アームイベントディテクタのまわりでループ状動作が行われます。

アームレイヤーのプログラマブル・アーム・イン・イベントの記述は、次のようにして行います。

IMMediate －イベント検出が直ちに行われ、動作は継続することができます。

BUS －バストリガ (GET または *TRG) を受信するとイベント検出が行われます。

TIMer －トリガモデルを初期パスが通ると、直ちにイベント検出が行われます。それ以後の毎回の検出は、プログラムされたタイマ間隔が経過すると満足されます。計測器がアイドル状態に入ると、タイマは初期状態にリセットします。

MANual － TRIG キーを押すと、イベント検出が行われます。ソース・メータが TRIG キーに応答するためには、ソース・メータが LOCAL モードに入っていなければなりません。ソース・メータをリモートから外すには、LOCAL キーを押すか、または LOCAL 24 をバスを介して送ってください。

TLINK －トリガリンク入力線を経由する入力トリガが受信されると (詳細は「トリガリンク」を参照してください)、イベント検出が行われます。TLINk を選択すると、イベントディテクタバイパス (ARM:DIRection) を SOURce に設定することにより、アームイベントディテクタを中心とするループ動作を行わせることができます。

NSTESt ーディジタル I/O ポートの SOT (試験開始) 線にパルスが印加されて電位がロウ状態になると、イベント検出が行われます。このパルスはハンドラから受信され、リミット試験を開始させます。(第 12 部「リミット試験」参照)

PSTest ーディジタル I/O ポートの SOT (試験開始) 線にパルスが印加されて電位がハイ状態になると、イベント検出が行われます。このパルスはハンドラから受信され、リミット試験を開始させます。(第 12 部「リミット試験」参照)

トリガレイヤー

トリガレイヤーは、それぞれのアクション (ソース、ディレイ、メジャー)に 1 つずつ、3 個のイベントディテクタを使います。

イベントディテクタバイパスー図 11-8 に示すように、ソースイベントディテクタにはバイパス () があります。このバイパスを使うのは、選択したトリガインソースが TLINk である場合に限られます。このイベントディテクタバイパスを SOURce に設定した状態では、動作はソースイベントディテクタのまわりで進行します。

トリガレイヤーのプログラマブル・トリガ・イン・ソースの記述は、次のようにして行います。

IMMEDIATE ー Immediate を選択する場合には、3 個のディテクタについてのイベント検出は、直ちに満足されます。動作はトリガレイヤーを通って進み、ソース、ディレイ、メジャーの各アクションを実行します。

TLINK ートリガリンクを選択する場合、トリガリンク入力線を経由する入力トリガが受信されると、使用可能な各ディテクタでイベント検出が行われます。ディテクタを使用可能状態にするには、そのパラメータ名を TRIGger:INPut コマンドに含めます。

たとえば、ディレイディテクタとメジャーイベントディテクタを使用可能にするには、下記のコマンドを送らなければなりません。

TRIGger: INPut DELay, SENSe

上記のコマンドは、そのパラメータ名 (SOURce) がパラメータリストに含まれてないために、ソースイベントディテクタを使用禁止にします。

ソースイベントディテクタを使用禁止にする場合は、動作はホールドアップされません。動作は継続するだけで、ソースアクションを実行します。入力トリガが受信されるまでは、動作はディレイイベントディテクタのところでホールドアップされ、そのあと、別の入力トリガが受信されるまでは、メジャーイベントディテクタのところでホールドアップされます。

トリガディレイ

ソースアクションの前に、プログラマブルディレイを置くことができます。トリガディレイは、手動で 0.00000 から 999.99990 秒に設定することができます。このディレイは、SDM サイクルのディレイアクションとは別のものであることに注意してください。ディレイアクションについては、次に説明します。

ソース、ディレイ、メジャーのアクション

ソース・メータのSDMサイクルは、ソース、ディレイ、メジャーの3つのアクションで構成されます。

SOURCEアクション－プログラムされた出力電圧または電流レベルの変更であれば、すべて行います。

DELAYアクション－このプログラマブルディレイを使って、測定実行前にソースを安定させます。これは、手動で0.00000から9999.99900秒に設定することができます。あるいはオートディレイを使用可能にすることもできます。オートディレイを使用可能状態にすると、ソース・メータは、選択した機能とレンジに基づくデフォルトディレイ期間を自動的に選択します。

注記　:SYSTem:RCMode MULTiple モードでは、:SOURce[1]:SOAK を使ってプログラムしたソーク時間がディレイ時間の代わりとして使われるのは、初期スイープトリガに続く最初の SDM サイクルの間だけです。詳細は第 18 部を参照してください。

MEASUREアクション－SDMサイクルの中の、この相が継続する間に測定プロセスが行われます。リピートフィルタが使用可能状態になっていれば、メジャーアクションの拡大図に示すように、計測器は指定した数の読み取り変換を抜き取り、単一フィルタ処理読み取り値(測定値)を与えます。移動フィルタを使用する場合、またはフィルタが使用禁止になっている場合は、単一読み取り変換値だけが読み取り値を与えます。

カウンタ

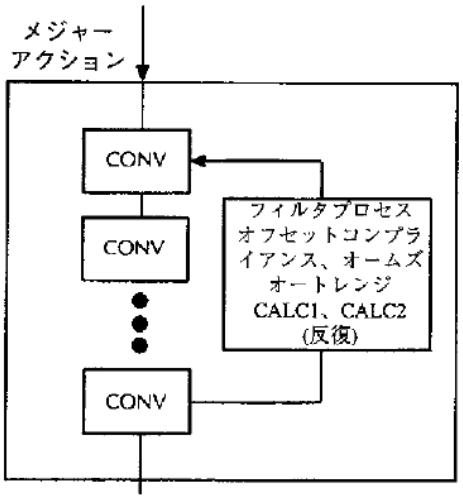
トリガモデル層内で動作を反復させるために、プログラマブルカウンタを使用します。たとえば、10点スイープを行う場合には、トリガカウンタは10に設定することになります。10個のソース-メジャー点のスイープが完了するまで、動作はトリガ層の中に留まります。

仮にスイープを3回反復したい場合には、アームカウンタは3(ARM:COUNt 3)に設定することになります。そうすると3回の10点スイープを行うことができて、合計30のソース-メジャー・アクションを行うことになります。

ソースメータの最大バッファサイズは、読み取り値2500個です。したがって、2個のカウンタの有限値の積が2500を越えることはできません。たとえば、2というアームカウントを設定すれば、最大トリガカウントは1250 (2500/2 = 1250) となります。しかしアームカウントをINFINITEに設定することはできます。アームカウントが無限の場合は、最大トリガカウントは2500です。

注記　前面パネル操作だけの場合、スイープを設定するときには、トリガモデル設定値は、スイープが開始するまでは変化しません。スイープ終了後は、トリガモデルはリセットして前回設定値に戻ります。

図 11-9
メジャーアクション



CONV= 読み取り値変換

出力トリガ

ソースメータは、いろいろなトリガモデルアクションのあと、トリガを出力するように（背面パネルトリガリンクコネクタを経由して)、プログラムすることができます。ある出力トリガを使用して、別の計測器をトリガし、ある動作を実行させることができます。詳細はこの部の始めに説明したトリガリンクを参照してください。

トリガレイヤー出力トリガーソース・メータは、SDM サイクルのそれぞれのアクション(ソース、ディレイ、メジャー) のあとに、トリガを出力するようにプログラムすることができます。出力トリガは、TRIGger:OUTPut コマンドを使って制御します。

たとえば、メジャーアクションのあとにトリガを出力するには、下記のコマンドを送出しなければなりません。

TRIGer:OUTPut SENSe

このコマンドはソース、ディレイの各アクションのための出力トリガを使用禁止にします。それは、これらのアクションのパラメータ名 (SOURce と DELay) がパラメータリストに含まれてないからです。

スキャナと併用する場合、毎回の測定のあとの出力トリガは、スキャンのなかの、次のチャネルを選択するよう、スキャナに信号を送ることができます。

アームレイヤー出力トリガ－図 11-8 に示すように、動作がトリガレイヤーを離れてもう一度アームレイヤーに入ったあとに、トリガを出力するするようにソース・メータをプログラムすることができます。この出力トリガを別の計測器に送り、スキャンまたはスイープの終了を信号で知らせるのが代表的な使い方です。ARM:OUTPut コマンドを使い、この出力トリガを制御します。TRIGger パラメータはトリガを使用可能にし、NONE パラメータはこれを使用禁止にします。

GPIB デフォールト

GPIB デフォールトは次に示すとおりです。これらのデフォールトには、"+" 記号を付けて図 11-8 にも示してあります。

- アームインイベント = Immediate
- トリガインソース = Immediate
- アームカウント = 1
- トリガカウント = 1
- トリガディレイ =0.0 秒 = 0.0 sec
- ディレイアクション = 0.001 sec
- 使用可能イベントディテクタ = ソースイベントディテクタ (ディレイとメジャーの検出は使用禁止)
- 使用可能出力トリガ = なし
- イベント検出バイパス = アクセプタ (両方のレイヤー)

出力を ON 状態 (OUTPut を ON) にして、INITiate コマンドを送ると、ソース・メータは 1SDM サイクルを実行します。測定のあと、ソース・メータはアイドル状態に戻ります。

操作の要約

トリガモデルは、各種のソース - メジャーの用途に融通性を与えるように設計されています。代表的な例として、このような融通性を生かして、いろいろなソースレベルで指定した回数の測定を実行することができます。

たとえば、2 つの V ソースレベル (1V と 2V) でそれぞれ 3 回の測定を行う場合を考えましょう。これを行うには、アームカウントを 2 に、トリガカウントを 3 に設定し、次のようにリストを定義したリストソーシングモードを使用してください。

```
source:list:volt 1, 1, 1, 2, 2, 2
```

トリガモデルを通る第 1 回のパスでは、1V のソースレベルで 3 回の測定が行われます。第 2 回のパスでは、2V のソースレベルで 3 回の測定が行われます。最後の測定のあと、ソース・メータはアイドル状態に戻ります。アームカウント (有限値) とトリガカウントの積が、実行測定回数を決めることに留意してください。この例では、6 回の測定が実行されます (2 x 3)。

リストソースモードの詳細は、第 18 部の「SOURce サブシステム」を参照してください。

リモートトリガコマンド

表 11-2 は、リモートトリガコマンドをまとめたものです。これらのコマンドについては第 18 部で詳しく説明します。ただし広く使用する *TRG コマンドについては、第 16 部で説明します。

表 11-2
リモートトリガコマンド

コマンド	内容
:INITiate	ソース・メータをアイドル状態から外してください。
:ABORt	操作を打ち切り、アイドル状態に戻ってください。
:ARM:COUNt <n>	アームカウントを設定してください (n = カウント)。
:ARM:SOURce <name>	アーム制御ソースを指定してください。Name = 、または PSTest
:ARM:TIMer <n>	アームレイヤータイマ間隔を設定してください (n = 間隔)。
:ARM:DIRection <name>	アームバイパスを制御してください。(Name = SOURce または ACCeptor)
:ARM:ILINe <Nrf>	アームレイヤー入力線を選択してください。(NRf = 入力線 #)
:ARM:OLINe <Nrf>	アームレイヤー出力線を選択してください。(NRf = 出力線 #)
:ARM:OUTPut <event list>	アームレイヤーイベントを選択してください。(イベントリスト = SWEep または NONE)
:TRIGger:CLEar	保留中の入力トリガがあれば、すべてクリアしてください。
:TRIGger:COUNt <n>	トリガカウントを設定してください(n = カウント)。
:TRIGger:DELay <n>	トリガディレイを設定してください (n = ディレイ)。[1]
:TRIGger:SOURce <name>	トリガ制御ソースを指定してください。Name = 、または TLINk
:TRIGger:DIRection <name>	トリガバイパスを制御してください。(Name = SOURce または ACCeptor)
:TRIGger:ILINe <Nrf>	トリガレイヤー入力線を選択してください。(NRf = 入力線)
:TRIGger:OLINe <Nrf>	トリガレイヤー出力線を選択してください。(NRf = 出力線)
:TRIGger:INPut <event list>	トリガ入力レイヤーイベントを選択してください (イベントリスト = 、または NONE)[2]
:TRIGger:OUTPut <event list>	トリガ出力レイヤーイベントを選択してください (イベントリスト = 、または NONE)[3]
*TRG	ソース・メータをトリガしてください (BUS ソースが選択済みであれば)。

1. 2430 型パルスモードの場合は無効 (無視される)。
2. 2430 型パルスモードの場合は、DELay と SENSe パラメータは無効 (無視される)。
3. 2430 型パルスモードの場合は、DELay と SENSe パラメータは無効 (無視される)。

リモートトリガの例

表 11-3 は、基本トリガ動作をまとめたものです。これらのコマンドは、ソース・メータを次のようにセットアップします。

- アームレイヤーソース:バス
- アームレイヤーカウント:2
- トリガレイヤーディレイ:0.1s
- トリガレイヤーカウント:10
- トリガレイヤー出力イベント:ソースおよびセンス
- トリガレイヤートリガリンク出力線:1

ユニットをセットアップしたあと、:INIT を送り、ユニットをアイドル状態から外します。*TRIG を送ってユニットをトリガします。そのあと、ユニットはトリガレイヤーを通って 10 回のサイクル動作を行います。ユニットを 2 回目にトリガするには、2 回目の *TRG が必要です。このあとユニットは、トリガレイヤーを通る第 2 回目のサイクルを完了します。

注記　*第 1 と第 2 の *TRG コマンドの間には、十分な時間を置かなければなりません。これを怠ると、第 2 のトリガが無視されます。*

表 11-3
リモートトリガリングの例

コマンド	内容
*RST	GPIB デフォールトを回復してください。
:SOUR:VOLT 10	10V のソースを用意してください。
:ARM:SOUR BUS	バスアームレイヤーソースを選択してください (*TRG コマンド)。
:ARM:COUN 2	アームレイヤーカウント = 2
:TRIG:DEL 0.1	0.1s のトリガレイヤーディレイ
:TRIG:COUN 10	トリガレイヤーカウント = 10
:TRIG:OUTP SOUR,SENS	出力トリガイベントに対してソーシングを行い、センスしてください。
:TRIG:OLIN 1	トリガ出力線 = #1
:OUTP ON	出力をオン状態にしてください。
:INIT	ユニットをアイドル状態から出してください。
*TRG	第 1 シーケンスをトリガしてください。
*TRG	第 2 シーケンスをトリガしてください。
:OUTP OFF	出力をオフ状態にしてください。
:FETC?	読み取り値を請求してください。

パルスモードトリガリング(2430 型)

2430 型のトリガリングは、DC モードのトリガリングに似ています。しかし、高速パルス出力を実現するために、パルスモードではトリガリングが単純化されています。下記の情報は、DC モードとパルスモードとのトリガリングの違いを説明するものです。

トリガモデル

図 11-10 は、パルスモードの場合の前面パネルトリガモデルを示します。また図 11-11 は、リモート操作の場合のトリガモデルを示します。どちらのトリガモデルも、DC モード用対応モデル (図 11-1、11-8) を単純化したものです。

注記　*下記のトリガモデルに関する情報は、この部の前半で説明した DC モードトリガモデルの操作にお客様がすでに慣れていることを前提とします。*

図 11-10
2430 型のパルスモードトリガモデル(前面パネル操作)

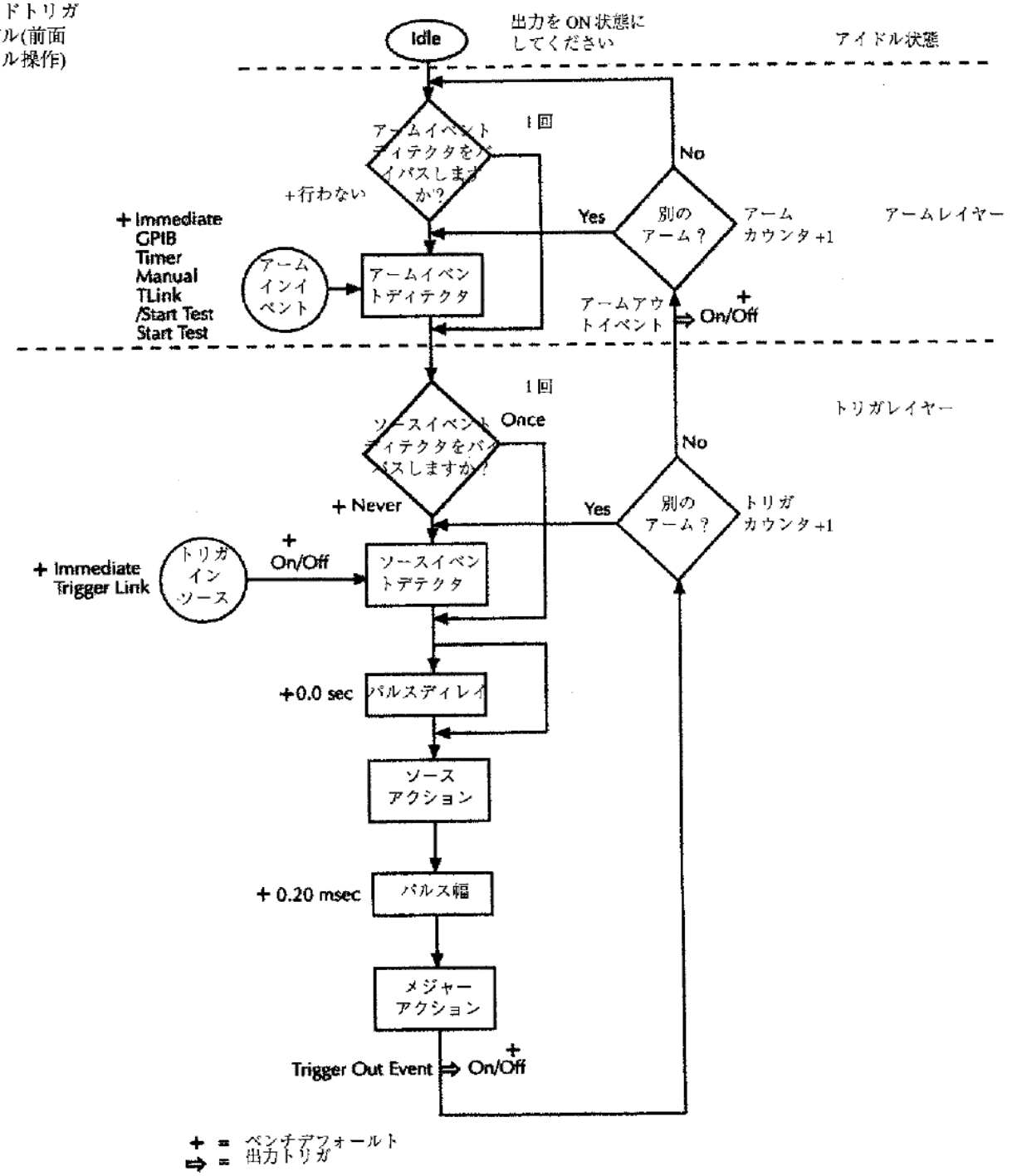
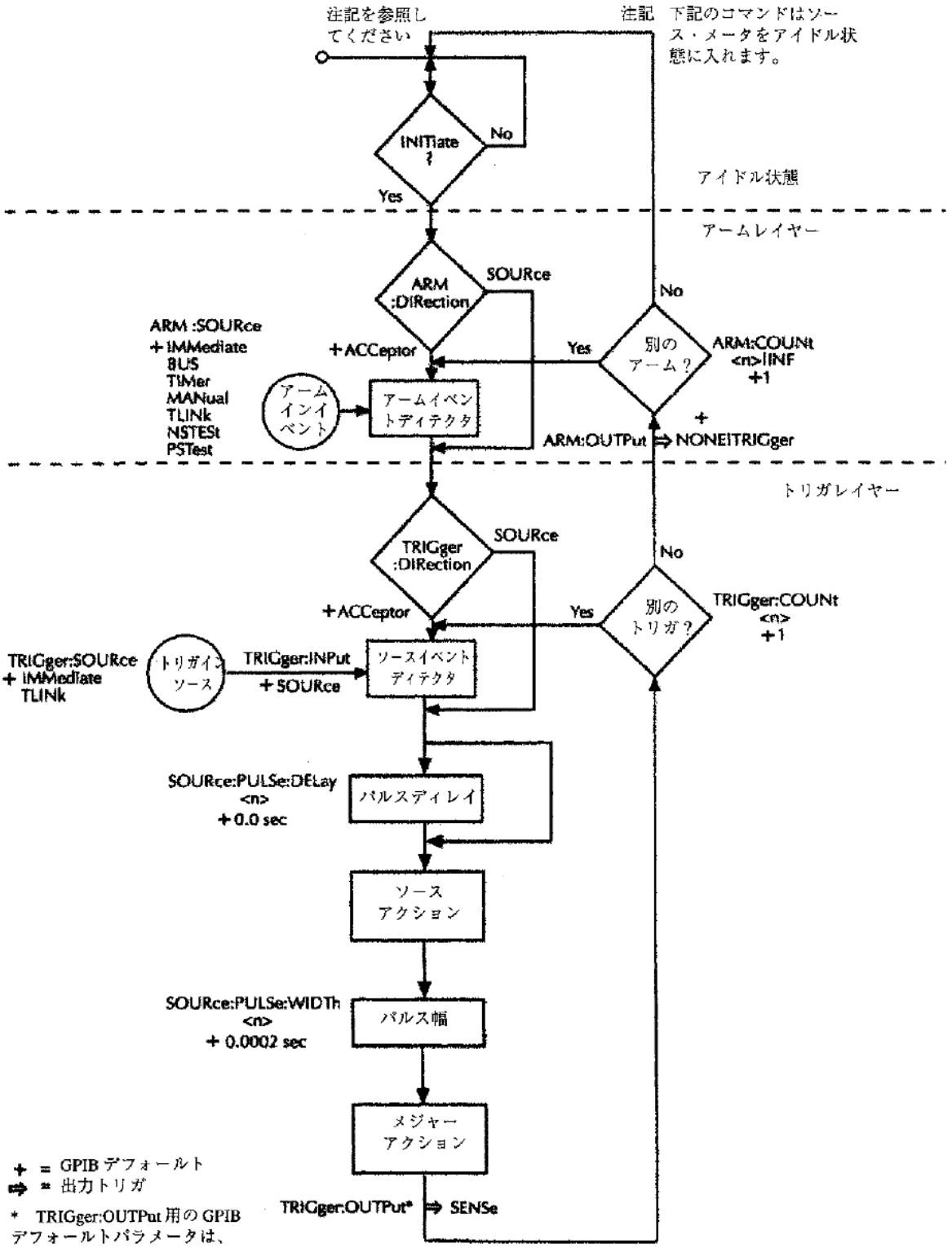


図 11-11
2430 型の
パルスモードトリガ
モデル(リモート操作)



アイドル

DCモード前面パネル操作の場合と同じように、ソース・メータをアイドル状態から外すには、ON/OFF OUTPUTキーを押します。

DCモードリモート操作の場合は、まず出力をオン状態にし、続いてイニシエートコマンドを送って計測器をアイドル状態から外さなければなりません。パルスモードリモート操作の場合は、出力をオン状態にして、:INITiate,:READ?またはOUTPut[1][:STATe]ONを送るとイニシエーションは満足されます。

ソースイベントディテクタ

DCモードの場合は、トリガレイヤーに3個のイベントディテクタを使います。パルスモードの場合は、ソースイベントディテクタだけを使います。ディレイイベントディテクタを使わないのでソースディレイは使わないことに注意してください。

パルスディレイ

DCモードに使うトリガディレイの代わりに、パルスモードはパルスディレイを使います。このディレイはユーザが設定し、パルスオフ時間の一部となります。

イベントディテクションのあと、動作はパルスディレイに移動します。しかし、トリガモデルを通る第1回のパスについては、パルスディレイは図11-10に示すように、バイパスされます。このようなディレイのまわりの初期ループをによって、出力がオン状態になると、直ちにパルスにソースを供給することが可能となります。

ソースアクション

ソースアクションは出力をオン状態にし、パルスのソースを確保します。

パルス幅

パルス幅は出力がオン状態になっている時間の長さです。ソース・メータの設定状態によって、パルス幅は最短0.2m秒から最大5m秒の間で変化します。一般に、パルス幅はディレイ時間と信号測定時間で構成されます。パルス幅タイミングの詳細は、第5部を参照してください。

メジャーアクション

オートゼロを使用可能にした状態では、読み取り値は信号、基準、ゼロの3つの測定値で構成されます。これら3つの測定値を使って、正確なパルス読み取り値を計算します。出力がオン状態の間に、まず信号を測定します。信号測定が完了すると、出力はオフ状態となり、基準測定とゼロ測定が行われます。

オートゼロを使用不能にした状態では、基準測定とゼロ測定は行われません。これを利用すれば、オフ時間を短縮することにより、パルストレインの速度を速めることができます。しかし、ゼロドリフトが発生して最終的には読み取り値が不正確になりますので注意してください。

DCモードの場合は、フィルタリングプロセスはメジャーアクションの一部です。パルスモードでは、フィルタリングは使用されません。

出力トリガ

パルスモードの場合、トリガレイヤーには出力トリガは1個しかありません。使用可能状態にあるときは、出力トリガが発生するのは、パルス読み取りが完了してからになります。出力トリガのあとは、動作はループを描いて戻り、別のパルスを出力して測定するか、またはアイドル状態に戻ります。

無効のトリガ設定値

前面パネル操作

前面パネル操作の場合は、ほとんどのトリガ設定作業は、"CONFIGURE TRIGGER" メニューから行います。このメニューにアクセスするには、CONFIG を押し、続いて TRIG を押します。パルスモード操作の場合は、"TRIG LAYER" についての以下の設定値は無視されます。

ディレイ－トリガディレイは使いません。したがってトリガ DELAY 設定値は無視されます。

トリガインイベント－ソースおよびディレイイベントディテクタは、パルスモードでは使いません。したがって SOURCE と DELAY 設定 (オン / オフ) は無視されます。

トリガアウトイベント－パルスモードの場合は、出力トリガの発生が可能になるのは、メジャーアクションのあとに限られます。したがって SOURCE と DELAY 設定 (オン / オフ) は無視されます。

DC モード場合は、ソースディレイは、ソース設定メニューから設定されます。このメニューにアクセスするには、CONFIG を押し、続いて SOURCE V または I を押します。パルスモードを選択する場合は、ソースディレイメニュー項目 (DELAY と AUTO DELAY) の代わりに、パルス DELAY と PULSE WIDTH メニュー項目を使用します。

リモート操作

下記のコマンドはパルスモードでは無効であるため、無視されます。
:TRIGger:DELay －トリガディレイは、パルスモードでは使いません。
:TRIGger:INPUT DELay と SENSe またはどちらか－ SENSe または NONE パラメータだけが有効です。
:TRIGger:OUTPut SOURce と DELay またはどちらか－ SENSe または NONE パラメータだけが有効です。
:SOURce:DELay と :SOURce:DELay:AUTO －ソースディレイは、パルスモードでは使いません。

12
リミット試験

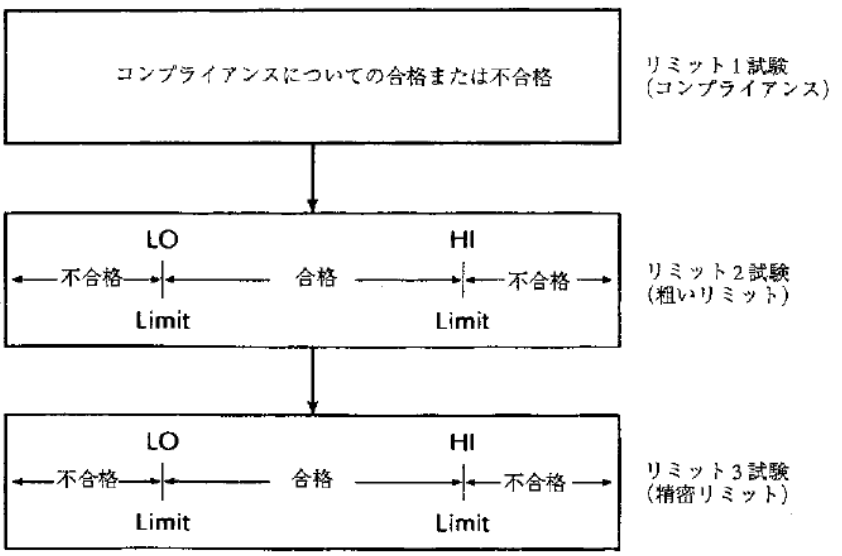
- **リミットの種類**－3種類のリミット、すなわちコンプライアンス、粗いリミット、精密リミットについて説明するとともに、2種類の動作モード、すなわちグレーディング、ソーティングの要約を示します。
- **動作の概要**－グレーディングとソーティングモードの場合の、ビンニング制御と合格/不合格条件について説明します。
- **ビンニングシステム**－ハンドラインタフェースに加えて、単一素子ビンニングと多素子ビンニングの詳細を説明します。
- **ディジタル出力クリアパターン**－ビンニング動作のあとに発生するディジタル出力ビットパターンの詳細を説明します。
- **リミット試験の設定と実行**－リミット試験用にソース・メータを設定する方法を説明し、代表的な試験手順の要約を示します。
- **リモートリミット試験**－リミットコマンドの要約を示し、基本的なプログラミングの例を示します。

リミットの種類

図12-1に示すように、DUTに対して実行可能なリミット試験には、11の方法があります。試験を実行できるのは、その試験が使用可能状態にある場合に限られます。したがって、11の試験のうち、1つだけ、2つ、または全部を行うことができます。これらの試験は、常に、図に示す順序で実行されます。

注記　リミット4はコンタクトチェックオプション専用です。付録Fを参照してください。

図12-1
リミット試験



注記　リミット試験の読み取り値をバッファに格納すると、"P"または"F"が位置番号の先頭に付けられ、試験の合否結果を表示します。バッファについては第10部に記載してあります。

リミット1の試験(コンプライアンス)

この試験は、ソースメータのコンプライアンス状態をチェックします。この試験は、試験リミットとしてプログラムコンプライアンスを使用します。プログラムリミットまたはそれ以上の点で、計測器はコンプライアンス状態に入っています。このリミットよりも下では、計測器はコンプライアンス状態に入っていません。

たとえば、抵抗が1kΩ未満の抵抗体を「合格」としたい場合を想定しましょう。これを行うには、コンプライアンスリミット1Vで1mAを出力するようにIソースを設定し、コンプライアンスについて不合格になるように試験を設定することができます。たとえば、試験される抵抗体が750Ωであれば、出力電圧は0.75V（1mA × 750Ω=0.75V）となります。出力電圧が1Vリミット以下であるため、試験に合格となります。抵抗体が1kΩ（またはこれよりも大きい）場合には、出力電圧は1V（1mA × 1kΩ=1V）となります。1Vのリミットに達しており、ソースメータをコンプライアンス状態に入れるので、試験に不合格となります。

リミット1の試験を使い、ダイオードなどのデバイスの極性を求めます。この試験をソースメモリスイープと併用することにより、デバイスが逆方向に装着してある場合に、指定記憶位置で別のセットアップに分岐することができます。ダイオードの試験の詳細は、この部の終わりに記載するプログラミングの例を参照してください。

リミット2、リミット3、リミット5-12の試験

これらのソフトウェア (S/W) 試験を使用し、DUT が指定された上限と下限の範囲内にあるかどうかを判定します。通常は、リミット2試験は、「粗い」許容差リミットの試験に使い、リミット3とリミット5から12の試験は「精密」許容差リミットの試験に使います。

たとえば、抵抗体を、許容差が1%、5%、>5%の3グループにソートする場合を考えましょう。これを実行するには、リミット2試験を5%のHIリミットとLOリミットに、リミット3試験を1%のHIリミットとLOリミットに設定してください。リミット2に不合格であれば、ハンドラは、DUT を >5% というラベルの区分容器に置きます。リミット2に合格であれば、リミット3試験が行われます。リミット3に不合格であれば、DUT は5%というラベルの区分容器に置かれます。リミット3に合格すれば、ハンドラは DUT を 1% とというラベルの区分容器に置きます。

リミット試験モード

リミット試験の動作モードには、グレーディングとソーティングの2種類があります。リミット1試験 (コンプライアンス) の場合は、動作はどちらの試験モードの場合でもほぼ同じです。リミット1試験に不合格であれば、"FAIL" メッセージがディスプレイされ、この DUT (または DUT 素子) についての試験プロセスは終わります。合格すれば、試験プロセスは次の使用可能なリミット試験に進むことができます。

グレーディングモードを選択した場合は、不合格が発生するまで、それぞれの使用可能なソフトウェア試験 (リミット2、3、5-12) が実行されます。試験に不合格になると、"FAIL" メッセージがディスプレイされ、この DUT (または DUT 素子) についての試験プロセスは終わります。

ソーティングモードを選択した場合は、試験に合格するまで、それぞれの使用可能なソフトウェア試験 (リミット2、3、5-12) が実行されます。試験に合格すると、"PASS" メッセージがディスプレイされ、この DUT (または DUT 素子) についての試験プロセスは終わります。

ビンニング

機器を追加せずに、DUT についてリミット試験を行うことができる場合でも、通常は、ソース・メータをコンポーネントハンドラと併用して、ビンニング動作を実行します。試験プロセスが終わったあと、DUT は割り当てられた区分容器の中に置かれます。

グレーディングモードの場合は、スキャナを追加すればビンニングシステムの自動化をさらに進めることができます。スキャナを使用することにより、試験を反復して (繰り返して) シングルパッケージの個別素子 (すなわち抵抗ネットワーク) を試験することができます。コンポーネントハンドラとスキャナを使うビンニング動作の詳細は、「ビンニングシステム」を参照してください。

動作の概要

グレーディングモード

リミット動作の詳細は、図2-27のフローチャートに示します。試験が実行できるのは、その試験が使用可能状態にある場合に限ります。その試験が使用禁止状態にあれば、動作は次の試験に進みます。以下の解説は、3つのリミット試験がすべて使用可能状態にあり、ソースメータがコンポーネントハンドラに接続されて、DUTのビンニングが可能な状態にあることを前提とします（「ビンニングシステム」参照)。ハンドラを使用しない場合は、デジタル入力/出力(ハンドラインタフェース）作用を無視してください。

リミット試験を適切に設定した状態で、ソースメータの出力をオン状態にし、LIMITSキーを押してください。ハンドラがSOT（試験開始）ストローブパルスをソースメータに送ると、試験プロセスが開始されます。ハンドラを使用しない場合は、試験が開始されるのはLIMITSを押した時であることに留意してください。二度目にLIMITSを押すと、試験プロセスは終了します。

フローチャートに示すように、リミット試験は、測定値変換のあとに行われます。

ビンニング制御

ビンニング制御の種類の選択は、試験プロセスが停止し、該当するビンニング動作が起こる時期を決めます。グレーディングモードの場合、ビンニング制御には即時ビンニングとエンドビンニングの2種類があります。

即時ビンニングー最初の不合格が発生したあと、すべての試験を停止したいときは、即時ビンニングを使ってください。保留中の試験があればすべてキャンセルされ、DUTはこの試験に不合格の場合に割り当てられた区分容器の中に置かれます。不合格が発生しなかったら、すべての使用可能な試験が実行され、DUTは割り当てられた「合格」区分容器の中に置かれます。

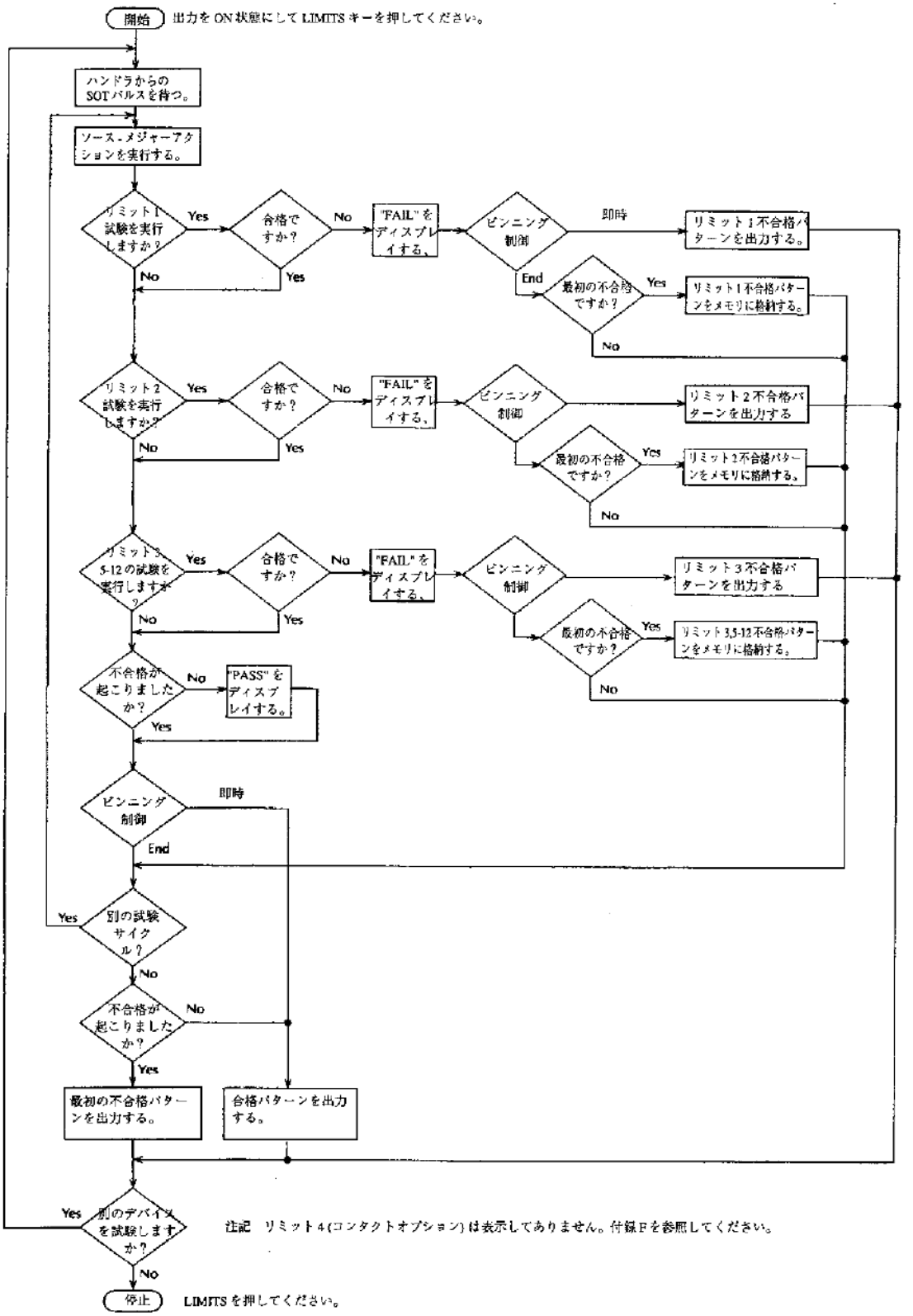
即時ビンニングとスイープを併用すると、異なるデバイスを異なるソースレベルで測定することができます。たとえば、1V、2V、および3Vステップレベルの3点線形スイープを考えましょう。第1のDUTは1Vで試験され、第2のDUTは2Vで、第3のDUTは3Vで試験されます。

エンドビンニングーエンドビンニングを使えば、ビンニング動作の実行前にスイープを終わらせます。不合格の場合は、第1の試験不合格が区分容器の割り当てを決めます。

エンドビンニングとスイープを併用すると、1つのデバイスを異なるソースレベルで測定することができます。たとえば、1.1V、2.2V、および3.3Vソースレベルの3点リストスイープを考えましょう。リミット試験はそれぞれのソースレベルで行われます。3回の試験サイクルを終えたあと、DUTは該当する区分容器の中に置かれます。

スキャナをシステムに加えると、多素子デバイス(すなわち抵抗ネットワーク)の個別素子を試験することができます。たとえば、前回の3点リストスイープを使って3素子抵抗ネットワークを試験することができます。最初の試験サイクル(1.1Vのソースレベルを使う)は、ネットワークの第1素子を試験します。第2試験サイクル(2.2V) はネットワークの第2素子を、最後の試験サイクルはネットワークの第3素子を試験します。3回の試験サイクルが終わったあと、抵抗ネットワークは該当する区分容器の中に置かれます。

図 12-2
グレーディング
モードリミット試験



合格条件

この説明では、すべてのグレーディングモードリミット試験に合格することを前提とします。3種類のリミット試験に合格したあと、"PASS" メッセージがディスプレイされ、動作はビンニング制御決定ブロックにドロップダウンします。

即時ビンニングー即時ビンニングの場合は、試験プロセスは停止します。ソース・メータはコンポーネントハンドラに対して合格パターンを出力し、ビンニング動作を実行させます。

エンドビンニングーエンドビンニングの場合は、動作は「別の試験サイクル？」という決定ブロックにドロップダウンします。DUT パッケージについて追加の試験 (すなわちスイープ) を行うようにプログラムされていれば、動作はループを戻り、次のソース - メジャーアクションを実行します。プログラムされたすべての試験サイクルが順調に完了すれば、ソース・メータは合格パターンをコンポーネントハンドラに出力し、ビンニング動作を実行させます。

別の DUT パッケージを試験するように設定されていれば、ループ動作はフローチャートの頂部に戻り、コンポーネントハンドラから SOT (試験開始) パルスが来るのを待ちます。

不合格条件

不合格が発生すると、FAIL メッセージがディスプレイされ、動作はビンニング制御決定ブロックに進みます。

即時ビンニングー即時ビンニングの場合は、試験プロセスは終結され、この場合の不合格に対する不合格パターンがコンポーネントハンドラに送られ、ビンニング動作を実行させます。

エンドビンニングーエンドビンニングの場合は、第 1 の不合格の不合格パターンがメモリに格納され、動作は「別の試験サイクル？」という決定ブロックにに進みます。DUT パッケージについて追加の試験 (すなわちスイープ) を行うようにプログラムされていれば、動作はループを戻り、次のソース - メジャーアクションを実行します。不合格が発生すると以後の試験は実行されないことに注意してください。

プログラムされたすべての試験が完了すると、ソース・メータはメモリに格納した不合格パターンを出力します。これは、デバイスパッケージの試験中に発生した最初の不合格を反映します。コンポーネントハンドラは、DUT を該当する区分容器の中に置きます。

別の DUT パッケージを試験するように設定されていれば、ループ動作はフローチャートの頂部に戻り、コンポーネントハンドラから SOT (試験開始) パルスが来るのを待ちます。

ソーティングモード

ソーティングモードリミット動作の詳細は、図12-3のフローチャートに示してあります。試験は、使用可能になっている場合に限って、実行されます。使用禁止になっていれば、動作は次の試験に進みます。下記の説明は、DUTのビンニングの場合は、ソース・メータのディジタル出力がコンポーネントハンドラに接続してあることを前提とします。(「ビンニングシステム」参照)　ハンドラを使わない場合は、ディジタル入力/出力(ハンドラインタフェース)アクションを無視してください。

リミット試験を適切に設定して、ソース・メータ出力をオン状態に入れ、LIMITSキーを押してください。コンポーネントハンドラがSOT(試験開始)ストローブをソース・メータに送ると、試験プロセスが始まります。ハンドラを使わないときには、LIMITSを押すと試験が始まることに注意してください。もう一度LIMITSを押すと、試験プロセスは狩猟します。フローチャートに示すように、リミット試験が行われるのは測定値変換のあとです。

リミット1試験(コンプライアンス)の場合は、不合格となれば"FAIL"メッセージが現れ、その時のDUTの試験プロセスが終了します。合格条件の場合は、動作は次の使用可能リミット試験に進みます。しかし、ソフトウェアリミット試験(リミット2、3、および5-12)が使用可能状態になければ、試験プロセスは終了し、"PASS"メッセージがディスプレイされます。

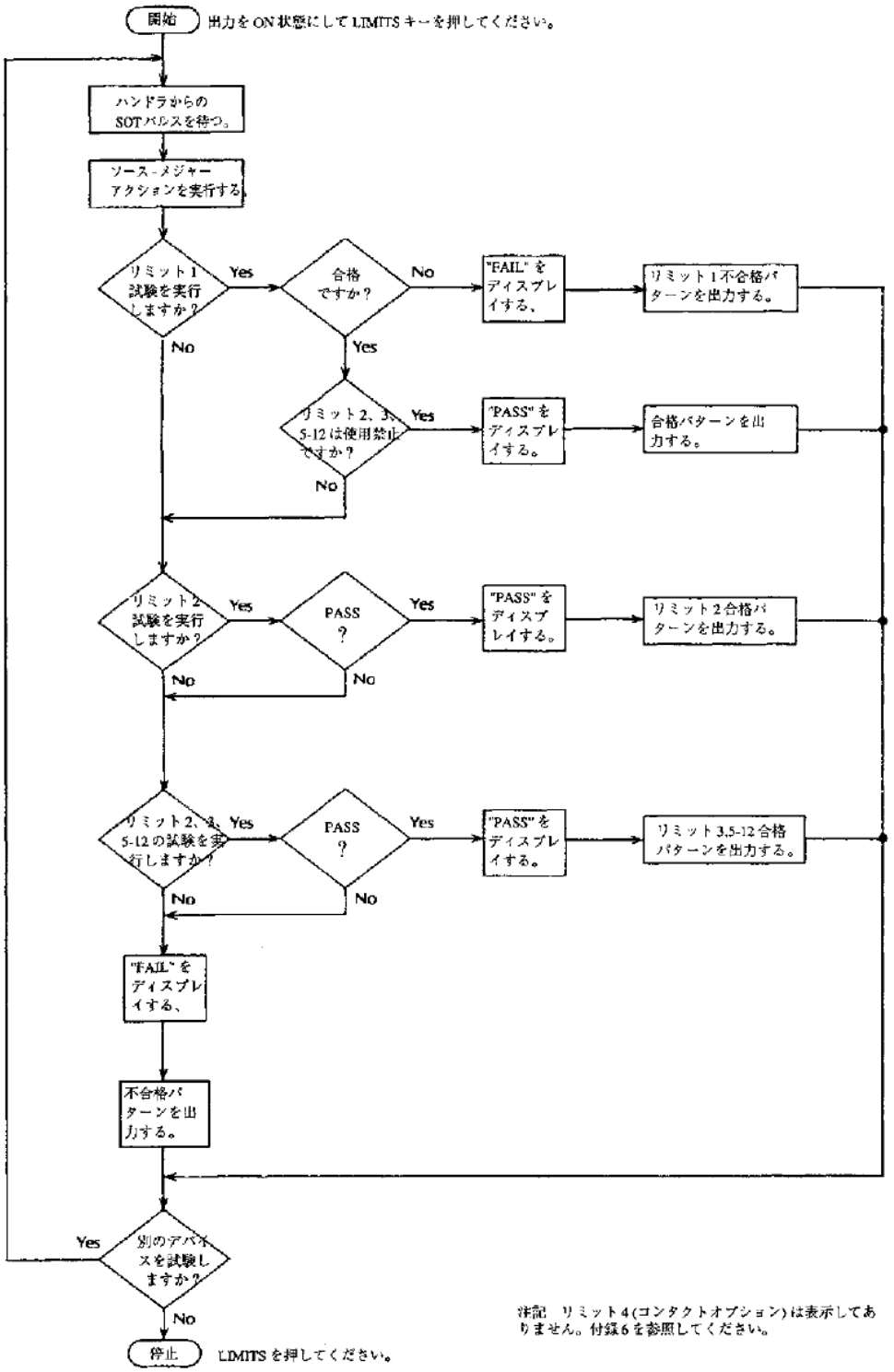
リミット1に合格になることを前提とすれば、使用可能な各ソフトウェアリミット試験は、これらのうち1つに合格するまで、実行されます。ある試験に合格すれば、"PASS"メッセージがディスプレイされ、この場合のDUTに関する保留されリミット試験は、キャンセルされます。すべてのリミット試験に不合格となった場合は、"FAIL"メッセージがディスプレイされます。

ビンニング

ソーティングモードの場合は、即時ビンニングだけが実行可能です。試験プロセス終了後は("FAIL"または"PASS"がディスプレイされる)、該当する出力ビットパターンがコンポーネントハンドラに送出され、ハンドラはDUTを割り当てられた区分容器の中に置きます。

即時ビンニングとスイープを併用すると、異なるデバイスを異なるソースレベルで測定することができます。たとえば、1V、2V、および3Vステップレベルの3点線形スイープを考えましょう。第1のDUTは1Vで試験され、第2のDUTは2Vで、第3のDUTは3Vで試験されます。

図 12-3
ソーティング
モードリミット試験



注記　リミット4(コンタクトオプション)は表示してあ
りません。付録6を参照してください。

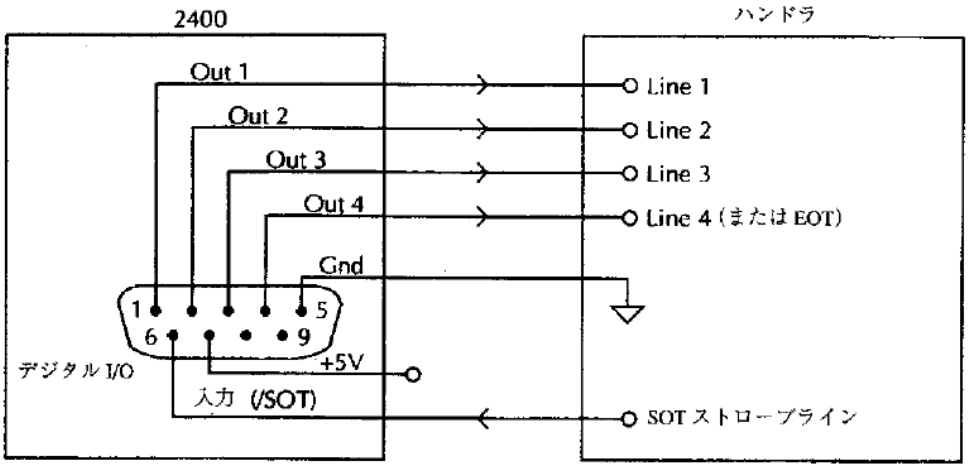
ビンニングシステム

DUTパッケージに対してビンニング動作を行わせるために、ソースメータをコンポーネントハンドラとともに使用することができます。このシステムを使用すると、単一素子デバイス（すなわち抵抗体）を試験することができます。システムにスキャナを加えると、多素子DUTパッケージ（すなわち抵抗体ネットワーク）に対してビンニング動作を行わせることができます。

ハンドラインタフェース

ソースメータは、図12-4に示すデジタルI/Oポートを介して、コンポーネントハンドラとのインタフェースを形成します。このI/Oポートは、出力信号用として4本のライン、入力信号用として1本のラインを備えています。出力ラインを使用し、試験合格/不合格信号をハンドラに送り、ビンニング動作を行わせます。

図2-28
ハンドラインタフェース接続



デジタルI/Oの入力ライン（/SOT）は、試験プロセスの開始を制御するために使用します。START TESTが、トリガモデルのアームレイヤーについての、選択されたアーム事象となる場合は、試験プロセスが開始するのは、/SOTラインをlowレベルに引き下げた時です。IMMEDIATEアームの事象が選択された状態では、試験プロセスはLIMITSキーを押すと同時に開始します（出力はオン状態と想定）。トリガモデルの設定の詳細については、第11部の「トリガ動作」を参照してください。

/SOTラインをハンドラが使用する場合は、/SOTラインが「準備未完了」状態にある間は、このラインはhighレベルに維持されます。ハンドラが準備できた状態（DUTがハンドラの中で適切な位置にある）では、ハンドラは/SOTラインをlowレベルに下げて、試験を開始させます。

ディジタルI/Oの/INTラインは、コンポーネントハンドラがインタロックスイッチを備えてない場合には使うことができます。インタロックを適切に使うと、ハンドラの蓋を開けた時に電力はDUTから除去されます。インタロックに関する動作の詳細は、第13部の「ディジタルI/Oポート」と「インタロック」を参照してください。

これらのデジタルI/Oラインの接続には、ソースメータの背面パネルのDB-9コネクタを使用します。ソースメータへの接続には、標準雌DB-9コネクタを使用する特製ケーブルが必要です。

ライン4は、END OF TEST モードの状態により、EOT (試験終了) または BUSY 信号として使うことができます。(「リミット試験の設定」参照)

ソースメータは、2種類の基本的なハンドラのどちらとも、共用することができます。カテゴリ・パルス・ハンドラとともに使用する場合は、ソースメータは4本のハンドララインのうち、1本にパルスを送ります。そうするとハンドラは、パルスを受けたラインに割り当てた区分容器に DUT を納めます。

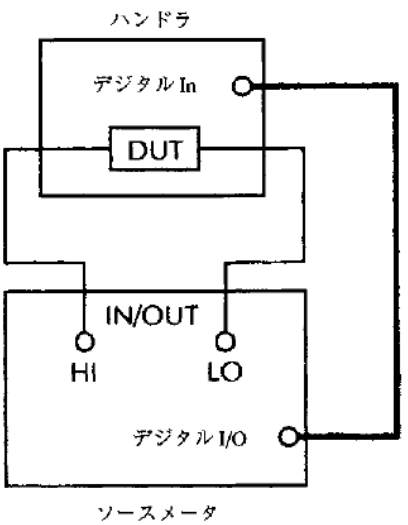
カテゴリ・レジスタ・コンポーネント・ハンドラとともに使用する場合は、ソースメータはビットパターンを、3本のハンドララインに対して出力します。ソースメータが試験終了 (EOT) ストローブパルスを第4本目のハンドララインに送ったあと、ハンドラはこのビットパターンに割り当てた区分容器に DUT を納めます。

図 12-4 と図 12-5 に、2つの基本的なビンニングシステムを示します。どちらのシステムも、適切な区分容器にデバイスパッケージを物理的に納めるためには、ハンドラを必要とします。コンポーネントハンドラは、デジタル I/O ポートを介してソースメータによって制御されます。

単一素子デバイスビンニング

図 12-5 に示すのは、単一素子デバイス（すなわち抵抗体）用の基本ビンニングシステムです。単一試験サイクルを DUT に対して行ったあと、試験結果（合格または不合格）がディスプレイされ、関連するデジタル出力情報がハンドラに送られます。そうするとハンドラは DUT を適切な区分容器に納めます。ハンドラは次の DUT を選択し、試験プロセスは反復されます。

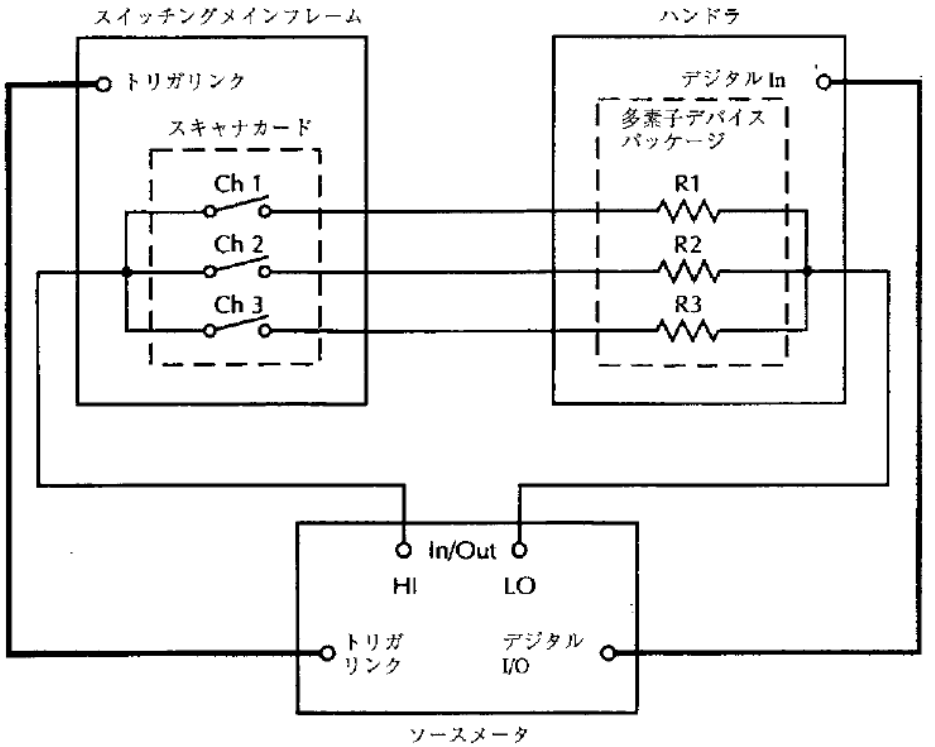
図 12-5
ビンニングシステム
単一素子デバイス



多素子デバイスビンニング

図 12-6 に示すのは、3素子抵抗体ネットワーク試験用の基本ビンニングシステムです。このシステムには、スイッチングメインフレームに設置されたスキャナカードが必要であることに留意してください。スキャナカードスイッチングは、トリガリンクを介して制御されます。このテストシステムにはエンドビニングコントロールが必要なので、グレーディングモードを使用しなければなりません。

図 12-6
ビンニングシステム
多素子デバイス



トリガレイヤーは、毎回の測定のあとにトリガパルスを出力するように設定されています。

スキャナとソース・メータのトリガ動作は、この試験に適するように設定しなければなりません。一般に、スキャナは3チャネルをスキャンするように設定しなければなりません。ソース・メータは、3点スイープを行い、毎回の測定のあと、トリガをスキャナに出力するように設定しなければなりません。詳細は第11部の「トリガリング」を参照してください。

試験プロセスが開始すると、スキャナカードのCh 1が閉じて、R1が測定されます。測定完了後、2つのイベントが同時に発生します。すなわちR1の試験が行われ、ソース・メータはトリガパルスをスイッチングメインフレームに送出し、Ch 1を開きCh2を閉じます。不合格がないことを前提とすると、測定はR2について実行されます。R2の試験の進行中は、Ch 2が開き、Ch 3が閉じます。不合格がないことを再度前提とすると、R3について測定が行われ、続いてR3が試験されます。3個の抵抗体すべての試験の結果が合格であることを前提とすると、デバイスパッケージは合格区分容器の中に置かれます。

ネットワークの抵抗体のどれかが試験に不合格となる場合は、FAILメッセージがディスプレイされ、最初の不合格のディジタル出力情報がメモリに格納されます(ENDビンニング制御の選択を前提として)。スイープが完了すると、ソース・メータはメモリに格納した出力パターンを送出します。これが最初の試験不合格の出力パターンです。コンポーネントハンドラは、DUTパッケージを、この場合の不合格に割り当てられた区分容器の中に置きます。

ハンドラは次の抵抗ネットワークを選択し、同じ試験プロセスが反復されます。

ディジタル出力クリアパターン

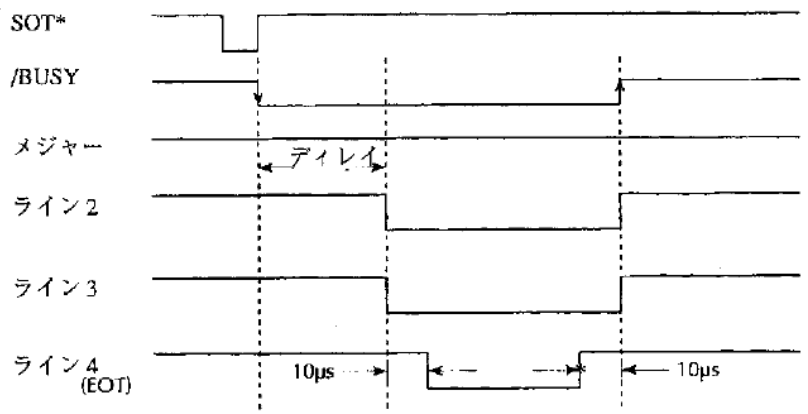
毎回のビンニング動作のあと、デジタル出力をクリアパターンにリセットする必要があります。クリアパターンは、コンポーネントハンドラに対して「ノーアクション」条件となります。

合格または不合格パターンが送出されたあと、デジタル出力を自動的にクリアするように、ソースメータをプログラムすることができます。オートクリアを行う場合には、合格または不合格パターンに対して、必要なパルス幅（ディレイ）を指定しなければなりません。オートクリアを使用しない場合は、GENERAL MENU の DIGOUT オプションを使用して、デジタル出力をそのクリアパターンに戻す必要があります。このオプションは、合格/不合格パターンとパルス幅を設定します。

オートクリアタイミング

下記のタイミングダイアグラムの例 (図 12-7) とその解説は、オートクリア用のディジタル出力ラインの間の関係を説明するものです。

図 12-7
ディジタル出力
オートクリアタイミングの例
ライン 1



SOT ラインにパルスを加えて電位がロウ状態 (図示のとおり) になっていると、トリガモデルの場合は、選択したイベントは、/START TEST でなければなりません。逆にハンドラが SOT ラインにパルスを加えてハイ状態にする場合は、選択したアームイベントは、START TEST でなければなりません。

まず 4 本のデジタル出力ラインがクリアされます（この場合、ラインはすべて high レベルに設定されています)。試験開始（SOT）パルスがコンポーネントハンドらから受信されると、リミット試験が開始されます。試験プロセスが終了すると、合格または不合格パターンがデジタル出力に印加されます。ダイアグラムに示すように、ライン 2、3、4 は low レベルになり、ライン 1 は high レベルの状態を継続します。

合格/不合格パターンのパルス幅（ディレイ）は、コンポーネントハンドラの要求に応じて、0 から 60sec の間（分解能 100msec）に設定することができます。ディレイがライン 4 のパルス幅を指定することに注目してください。ライン 1、2、3 のパルス幅は、実際には 20msec 長くなっています。ライン 4 は、カテゴリ・レジスタ・コンポーネント・ハンドラによって試験終了（EOT）ストローブとして使用されるので、スキューが発生しています。ライン 1、2、3 はビットパターンを確立します。その 10msec あとに、SOT ストローブは、ハンドラに対して、ビットパターンを読取り、ビンニング動作を行うように命令します。この 10msec のオフセットを利用して、正しいビットパターンをハンドラが読み取ったことを確認します。

ハンドラが合格/不合格を読み取ったあと、デジタル出力パターンはクリアパターンに戻ります。

カテゴリ・パルス・コンポーネント・ハンドラ

カテゴリ・パルス・コンポーネント・ハンドラーこの種のハンドラを使用する場合、合格または不合格条件が発生すれば、ソースメータは4本のハンドララインのうちの1本にパルスを送ります。そうするとハンドラは、パルスを受けたラインに割り当てられた区分容器にDUTを納めます。この種のハンドラとのインタフェースを形成する場合には、最大4個のコンポーネントハンドラ区分容器がサポートされます。

ハンドラがlowレベルのパルスを要求する場合には、ソースメータの4個のデジタル出力ラインの電圧は、当初はhighレベルに設定する必要があります。出力ライン上の、このような初期HI、HI、HI、HIクリアパターンは、ハンドラに対して「ノーアクション」条件を表します。というのは、ハンドラはこれらのラインの1つの電圧がlowになるのを待っているからです。たとえば、ある特定の試験不合格が起こったときにハンドラのライン#4にパルスを乗せたい場合には、定義される不合格パターンは、HI、HI、HI、LOとなる必要があります。不合格が発生した場合、ライン#4はlowレベルの状態に引き下げられ、DUTはそのパルスを受けたラインに割り当てられた区分容器に納められます。

ハンドラがhighレベルのパルスを要求する場合は、ソースメータの4本のデジタル出力ラインは、当初はlowレベルに設定しなければなりません。LO、LO、LO、LOクリアパターンは、ハンドラに対して「ノーアクション」条件を表します。定義による合格または不合格ビットパターンによってこれらのラインのうち1本がhighレベルに引き上げられると（すなわちLO、LO、LO、HI）、DUTはそのパルスを受けたラインに割り当てられた区分容器に納められます。

カテゴリ・レジスタ・コンポーネント・ハンドラ

カテゴリ・レジスタ・コンポーネント・ハンドラーこの種のハンドラを使用する場合、合格または不合格条件が発生すれば、ソースメータは3本のハンドララインにビットパターンを送ります。このビットパターンは、DUTの区分容器割当を決定します。合格/不合格パターンが出力されると、ライン#4がパルスを受けます。このEOT（試験終了）パルスは、ビットパターンをハンドラのレジスタにラッチします。そうするとハンドラはDUTを割り当てた区分容器に納めます。この種のハンドラとのインタフェースを形成する場合には、最大8個のコンポーネントハンドラ区分容器がサポートされます。

ハンドラがlowレベルのEOTパルスを要求する場合は、デジタル出力のライン#4は、初期にはhighレベルに設定しなければなりません。EOTラインがlowレベルのパルスを受けると、ビンニング動作が起こります。合格/不合格パターンを定義するためにCONFIG LIMITS MENUを使用する場合は、ライン#4はlowレベルに設定しなければなりません。たとえば、ハンドラが要求する不合格パターンがHI、LO、HIであれば、試験の不合格パターンをHI、LO、HI、LOとなるように定義しなければなりません。試験に不合格になればHI、LO、HIビットパターンがハンドラに送られます。ライン#4がlowレベルになると、ビットパターンはハンドラのレジスタにラッチされ、ビンニング動作が起こります。

逆に、ハンドラがhighレベルのEOTパルスを要求する場合は、デジタル出力のEOTラインは、初期にはlowレベル（オフ）に設定しなければなりません。EOTラインがパルスを受けてhighレベルになれば、ビンニング動作が起こります。

注記　各種の合格不合格条件についてのビットパターンは、CONFIG LIMITS MENUを使って設定されます（「リミット試験設定」参照）。

リミット試験の設定と実行

リミット試験の設定

CONFIG LIMITS MENU をディスプレイするには、まず CONFIG を押し、続いて LIMITS を押してください。リミット設定メニューの体系は次のとおりです。太い黒丸印はリミットメニューの重要項目を示し、矢印はそれぞれのメニュー項目に含まれるオプションを指すことに注目してください。「メニューをナビゲートする場合のルール」を使って、リミット試験を設定してください。

- DIGOUT －このメニュー項目を使って、下記のディジタル I/O 特性を制御してください。
  - SIZE －これを使って 3-BIT または 4-BIT ディジタル I/O ビットサイズを選択してください。3-BIT モードでは、ディジタル I/O ライン 4 は、選択された END OF TEST モードの状態によって、EOT、/EOT、BUSY、または /BUSY 信号となります。4-BIT モードでは、ディジタル I/O ライン 4 は、END OF TEST モードが EOT に設定されていれば、手動で制御できます。
  - MODE －これを使って GRADING または SORTING モードを選択してください。GRADING モードでは、ある読み取り値が合格する条件は、この読み取り値が、使用可能になっている HI/LO リミット許容値すべての範囲内にあることです。ただしこの読み取り値がまずコンタクトチェック (コンタクトチェックオプションのみ) とコンプライアンス試験に合格していることが前提です。ディジタル I/O が駆動される時には、最初のコンタクトチェック、コンプライアンス、HI または LO での不合格時の最初のパターンが伴います。これ以外の場合には、合格パターンが出力されます。GRADING モードでは、区分容器制御モードの選択も行うことになります。IMMEDIATE を選択した場合は、試験プロセスは最初の不合格のあとに停止し、不合格パターンをディジタル出力にのせます。リミット試験のいずれにも不合格にならない場合は、合格パターンが出力にのせられ、試験プロセスは停止します。END を選択した場合は、不合格の発生回数に関係なく、試験プロセスは、プログラムされたスイープが完了するまで継続します。そのため、多素子デバイス (すなわち抵抗ネットワーク) を試験することができます。試験終了後、最初の不合格のビットパターンが出力にのせられます。すべての試験に合格する場合は、合格パターンが出力にのせられます。SORTING モードでは、ある読み取り値が不合格になる条件は、それがオプションのコンタクトチェック試験、コンプライアンス試験に不合格となるか、ディジタル I/O バンドのどの範囲内にもないことです。試験に合格し、リミット 1 または 4 (オプションのコンタクト試験) だけが使用可能である場合には、関連する合格パターンが出力されます。これ以外の場合は、合格となる最初のリミット試験帯域は、その下限パターンを出力します (上限パターンは無視されます)。リミット 1 または 4 に不合格となった場合には、それぞれの不合格パターンが出力されます。リミット 2、3、または 5-12 に合格しない場合には、その不合格パターンが出力されます。SORTING を選択した場合は、ディジタル I/O ビットパターンを設定することもできます (0 から 7 は 3 ビット、0 から 15 は 4 ビット)。
  - AUTO CLEAR －このメニュー項目を使い、ディジタル出力のオートクリアを ENABLE または DISABLE してください。オートクリアを使用可能にしたあと、合格 / 不合格パターンのパルス幅を設定するように促されます (ディレイは 0 から 60.00000 秒)。続いてディジタル出力クリアパターン (0 から 7 は 3 ビット、0 から 15 は 4 ビット) を設定するように促されます。
- H/W LIMITS －このメニュー項目を使用し、リミット 1 (コンプライアンス) 試験の場合の不合格モードを制御、設定してください。
  - CONTROL －これを使って試験を ENABLE または DISABLE してください。
  - FAIL MODE －これを使ってリミット 1 試験の場合の不合格モードを設定してください。IN を選択した場合は、ソース・メータがコンプライアンス状態にあるときには、試験には不合格となります。OUT を選択すると、コンプライアンス状態になければ、試験に不合格になります。また、これを使い、リミット #1 の IN または OUT 試験不合格の場合の、ディジタル出力ビットパターンを指定してください (0 から 7 は 3 ビット、0 から 15 は 4 ビット)。

注記　コンタクトオプションをインストールした場合は、H/W LIMITS を選択すると、コンタクトチェック試験についてのオプションも設定されます。コンタクトチェックの詳細は、付録 F を参照してください。

- S/W LIMITS －このメニュー項目を使用し、LIM2、LIM3、および LIM5 から LIM12 までの試験のリミットを制御、設定し、かつこれらの試験の出力ビットパターンを定義してください。
  - CONTROL －これを使い、試験を ENABLE または DISABLE してください。
  - LOLIM －これを使い、ロウリミットを設定し、グレーディングモードの場合は「不合格」ビットパターンを指定してください (0 から 7 は 3 ビット、0 から 15 は 4 ビット)。
  - HILIM －これを使い、ハイリミットを設定し、グレーディングモードの場合は「不合格」ビットパターンを指定してください (0 から 7 は 3 ビット、0 から 15 は 4 ビット)。
  - PASS －これを使い、ソーティングモード・ソフトウェアリミット試験の場合の「合格」ビットパターンを指定してください。
- PASS －このメニュー項目を使い、PASS 条件に対するアクションを規定してください。
  - DIGIO PATTERN －このオプション項目を使い、ディジタル出力ビットパターン (0 から 7 は 3 ビット、0 から 15 は 4 ビット) を定義してください。グレーディングモードの場合は、このパターンが「すべての試験に合格」条件の合格パターンです。ソーティングモードの場合は、リミット 1 (コンプライアンス) 以外のすべてのソフトウェアリミット試験が使用禁止のときは(0 から 7 は 3 ビット、0 から 15 は 4 ビット)、このパターンがリミット 1 に対する合格パターンです。
  - SRC MEM LOC －このオプションをソースメモリスイープと併用し、PASS 条件が発生した場合の、スイープの中の次の記憶位置点を選択してください。メモリ LOCATION# (1 から 100) を指定することにより、スイープの中の別の点に分岐することができます。
- EOT MODE －このメニュー項目を使用し、EOT (試験終了) または BUSY 信号として働くように、ディジタル I/O ライン 4 の動作を制御してください。
  - EOT －3 ビットモードでは、試験終了時にディジタル I/O ライン 4 上に HI パルスを自動的に出力します。4 ビットモードでは、EOT は自動的に制御されません。
  - /EOT －3 ビットモードでは、試験終了時にディジタル I/O ライン 4 上に LO パルスを自動的に出力します。4 ビットモードでは、EOT は自動的に制御されません。
  - BUSY －ユニットが使用状態にある間に、ディジタル I/O ライン 4HI を設定してください。BUSY を選択する場合は、ユニットはあたかも 3 ビットモードに置かれたような挙動を示します。
  - /BUSY －ユニットが使用状態にある間に、ディジタル I/O ライン 4LO を設定してください。BUSY を選択する場合は、ユニットはあたかも 3 ビットモードに置かれたような挙動を示します。

リミット試験の実行

下記の手順に従ってリミット試験を実行してください。

1. **試験システムを設定してください。**
   これまでに説明したように、試験システムは、DUTをソースメータに接続するだけという簡単なものにすることも（「接続」参照）、ビンニング動作用のハンドラの使用を導入することもできます。試験システムにスキャナを追加すれば、多素子デバイス（抵抗体ネットワークなど）を試験することができます。デジタルI/Oがご使用のハンドラに適した設定となっているか、確認してください。

2. **ソース-メジャー設定を設定しください。**
   「基本ソース-メジャー手順」の1から3を実行することにより、ソースメータを所要のソース-メジャー動作ができるように設定してください。

3. **リミット試験を設定してください。**
   「リミット試験の設定」で説明した方法でリミット試験を選択、設定してください。

4. **出力をオン状態にしてください。**
   ON/OFFキーを押し、出力をオン状態にしてください(赤色のOUTPUT表示灯が点灯します)。

5. **試験プロセスを開始してください。**
   リミット試験を使用可能にするには、LIMITSキーを押してください。デジタルI/Oの/SOTラインをハンドラが使っている場合は、ハンドラがlowレベルパルスを送るまでは、試験プロセスは開始されません。

注記　*"PASS"または"FAIL"メッセージは、それぞれの試験サイクルのステータスを表示しますが、次のような例外があります。*

- NORMAL、HIGH IMPEDANCE、またはGUARD出力オフ状態にあるときには、"OFF"メッセージがディスプレイされます。合格条件、不合格条件は、"P OFF"、"F OFF"としてディスプレイされます。ZERO出力オフ状態にあるときは、"ZER"メッセージがディスプレイされます。合格条件、不合格条件は、"P ZER"、"F ZER"としてディスプレイされます。

- ソースがOVP(過電圧保護)リミットに達すると、"OVP"メッセージがディスプレイされます。合格条件、不合格条件は、"P OVP"、"F OVP"としてディスプレイされます。

6. 試験プロセスを終了してください。
試験プロセスは、LIMITSをもう一度押せば、いつでも終結させることができます。ハンドラを使用している場合は、最後のDUTの試験が終わったあと、試験プロセスは終了します。

リモートリミット試験

リミットコマンド

表12-2はリミット試験を制御するリモートコマンドのまとめです。これらのコマンドの詳細は、第18部を参照してください。

表12-1
リミットコマンド

コマンド	内容
:CALCulate2:FEED <name>	リミット試験入力パスを選択してください (name = 、または RESistance)。
:CALCulate2:DATA?	リミット試験データを取得してください。
:CALCulate2:LIMit:COMPliance:FAIL <name>	リミット1不合格条件を設定してください。 Name = IN (コンプライアンス状態に入って不合格) または OUT (コンプライアンス状態から出て不合格)
:CALCulate2:LIMitX:LOWer <n>	下限Xを指定してください。X=2、3、5-12 (n = リミット)
:CALCulate2:LIMitX:UPPer <n>	上限Xを指定してください。X=2、3、5-12 (n = リミット)
:CALCulate2:LIMit[1]:COMPliance:SOURce2 <Nrf> | <NDN>	リミット1不合格ビットパターンを指定してください (NRf|NDN= パターン)。
:CALCulate2:LIMitX:LOWer:SOURce2 <Nrf> | <NDN>	グレーディングモードの下限X不合格ビットパターンを指定してください。X=2、3、5-12 (NRf|NDN= ビットパターン)
:CALCulate2:LIMitX:UPPer:SOURce2 <Nrf> | <NDN>	グレーディングモードの上限X不合格ビットパターンを指定してください。X=2、3、5-12 (NRf|NDN= ビットパターン)
:CALCulate2:LIMitX:PASS:SOURce2 <Nrf> | <NDN>	ソーティングモードの合格パターンを指定してください (NRf|NDN= ビットパターン)。
:CALCulate2:LIMit[1]:STATe <state>	リミット1試験を有効/無効にしてください (state = ON または OFF)。
:CALCulate2:LIMitX:STATe <state>	リミットX試験を有効/無効にしてください (state = ON または OFF)。
:CALCulate2:LIMit[1]:FAIL	リミット1試験結果を照会してください (0 = 合格、1 = 不合格)。
:CALCulate2:LIMitX:FAIL?	リミットX試験結果を照会してください。X=2、3、5-12 (0 = 合格、1 = 不合格)
:CALCulate2:CLIMits:PASS:SOURce2 <Nrf> | <NDN>	合格ビットパターンを指定してください (NRf|NDN= パターン)。 リミット2、3、5-12が無効であればソーティングモードの場合のみ。
:CALCulate2:CLIMits:FAIL:SOURce2 <Nrf> | <NDN>	ソーティングモードの不合格ビットパターンを指定してください (NRf|NDN= パターン)。
:CALCulate2:CLIMits:PASS:SMLocation <location>	合格ソース記憶位置を指定してください。位置 = NRf (メモリ#) または NEXT (次の位置)。
:CALCulate2:CLIMits:BCONtrol <name>	制御 I/O ポート合格/不合格アップデート。Name = IMMediate (不合格時) または END (スイープ終了)。
:CALCulate2:CLIMits:CLEar	試験結果をクリアしてください。I/O ポートをリセットしてください。
:CALCulate2:CLIMits:CLEar:AUTO <state>	オートクリアを有効/無効にしてください (state = ON または OFF)。

図 12-1（続き）
リミットコマンド

コマンド	内容
:CALCulate2:CLIMits:MODE <name>	ディジタル I/O 制御モードを選択してください (name = GRADing または SORTing)。
:SOURce2:BSOZe <n>	ディジタル I/O ポートビットサイズ (n = 3 または 4) を設定してください。
:SOURce2:TTL <Nrf> | <NDN>	I/O ポートビットパターンを設定してください (NRf|NDN= パターン)。
:SOURce2:TTL4:MODE <name>	ディジタル I/O ライン 4 のモードを設定してください (name = EOTest または BUSY)。
:SOURce2:TTL4:BSTate <state>	BUSY と EOT の極性を設定してください (HI または LO)。
:SOURce2:CLEar	ディジタル出力ラインをクリアしてください。
:SOURce2:CLEar:AUTO <state>	I/O ポートオートクリアを有効 / 無効にしてください (state = ON または OFF)。
:SOURce2:CLEar:AUTO:DELay <n>	オートクリアディレイを設定してください (n = ディレイ)。

* LIMitX = 、、LIMit5 から LIMit12。LIMit14 (コンタクトチェックオプション) は記載してありません。(第 18 部表 18-1 参照)

リミット試験プログラミングの例

ダイオード破壊電圧試験は、合格不合格解析にそのまま適用できる例です。この試験では、小さい電圧の変化に対してデバイスが大きな電流の変化を示し始める逆方向電圧を確認します。同じ現象が起こる順方向電圧の確認にも、しばしば使われます。試験を実行する場合には、特定の電流レベルに対してソーシングを行い、発生する電圧降下を測定します。この電圧降下を一連のリミット値と比較して、ダイオードが試験に合格するかしないか、または廃棄すべきかどうかを判定します。不合格ダイオードの電圧測定値は、さらに狭められたリミット範囲と比較して、より詳細な解析を進めるために QA (品質保証担当) に回す必要があるかどうかを判定します。

この試験に使われるパラメータは次のとおりです。

- ソース機能: 電流
- センス機能: 電圧
- ソース電流: 100mA
- ソースディレイ: 100ms
- リミット 2 上限値：0.85V
- リミット 2 下限値：0.75V
- リミット 3 上限値：0.82V
- リミット 3 下限値：0.78V

図 12-8 は、部品を選別する方法を図示します。電圧が 0.78V と 0.82V の間にあるダイオードは良品と見なされ、リミット試験に合格します。試験の結果、わずかに広い電圧レンジを示すダイオードは、解析のために QA 部門に回します。一方最大の電圧幅を持つダイオードは、廃棄処分とします。

図 12-8
ダイオード
合格 / 不合格リミット

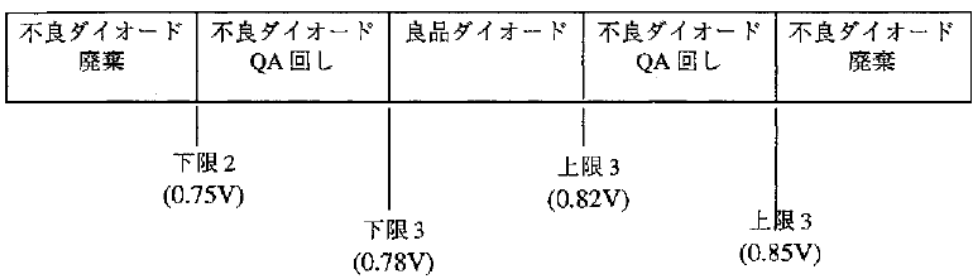


表 12-2 は、上記のダイオードブレークダウンリミット試験を行う場合の、基本的な SCPI コマンドシーケンスをまとめたものです。表 12-3 は合格 / 不合格パラメータをまとめたものです。第 10 部の図 4 に示す試験接続がこの場合にも利用でききることに留意してください。

注記　:CALS2:LIM2:FAIL?および:CALC:LIM3:FAIL?の照会によって戻された値の試験には、追加プログラミングステップが必要です。戻された値が 1 であれば、このリミット試験に不合格であったことを示します。

表 12-2
リミット試験プログラミングの例

コマンド	内容
*RST	GPIB デフォルト条件を復元してください。
:SENS:FUNC:CONC OFF	同時機能をオフ状態にしてください。
:SOUR:FUNC CURR	電流ソース機能
:SENS:FUNC 'VOLT:DC'	電圧センス機能
:SOUR:CURR:TRIG 0.1	トリガした時の出力 100mA
:SOUR DEL 0.1	ソースディレイ 100ms
:CALC2:FEED VOLT	電圧を使ってリミットを比較してください。
:CALC2:LIM2:UPP 0.85	リミット 2 上限値 = 0.85V
:CALC2:LIM2:LOW 0.75	リミット 2 上限値 = 0.75V
:CALC2:LIM3:UPP 0.82	リミット 3 上限値 = 0.82V
:CALC2:LIM3:LOW 0.78	リミット 3 上限値 = 0.78V
:CALC2:CLIM:PASS:SOUR2 1	試験に合格した場合はディジタル I/O ポート = 001 (1)
:CALC2:LIM2:PASS:SOUR2 2	上限 2 に不合格の場合はディジタル I/O ポート = 001 (2)
:CALC2: LIM2:PASS:SOUR2 2	下限 2 に不合格の場合はディジタル I/O ポート = 001 (2)
:CALC2: LIM3:PASS:SOUR2 3	下限 2 に不合格の場合はディジタル I/O ポート = 001 (3)
:CALC2: LIM3:PASS:SOUR2 3	下限 2 に不合格の場合はディジタル I/O ポート = 001 (3)
:CALC2:CLIM:BCON IMM	試験直後にディジタル I/O ポートをアップデートしてください。
:CALC2:LIM1:STAT 0	リミット 1 試験をオフ状態にしてください。
:CALC2:LIM2:STAT 1	リミット 2 試験をオフ状態にしてください。
:CALC2:LIM3:STAT 1	リミット 3 試験をオフ状態にしてください。
:OUTPUT ON	ソース出力をオン状態にしてください。
:INIT	読み取りとリミット試験をトリガしてください。
:OUTP OFF	出力をオフ状態にしてください。
:CALC2:LIIM2:FAIL?	リミット 2 試験結果を照会してください (1 = ダイオードを廃棄してください)。
:CALC2:LIIM3:FAIL?	リミット 3 試験結果を照会してください (1 = ダイオードを QA に送ってください)。

表 12-3
リミット試験結果の要約

ダイオード電圧レンジ	2)試験結果	ディジタル I/O ポート 2 進値	ハンドラ区分容器番号
0.78 ～ 0.82V	合格	0001	1
0.75 ～ 0.78V また 0.82 ～ 0.85V	QA 送り	0010	2
<0.75,> 0.85V	廃棄	0011	3

13

ディジタルI/Oポート、安全インタロック、および出力設定

- **ディジタルI/Oポート**ーディジタルI/Oポート上の各種入力/出力ラインと、外部論理回路の電源として使用できる+5Vラインについて説明します。
- **安全インタロック**ーディジタルI/Oポートを安全インタロックとして使用する方法を説明します。
- **出力設定**ー安全インタロックとしてのディジタルI/Oポートの設定とメイン出力オフ状態の設定について説明します。
- **リモート出力設定**ーディジタルI/Oポートインタロックとメインオフ状態の制御に使うリモートコマンドの概要を説明します。

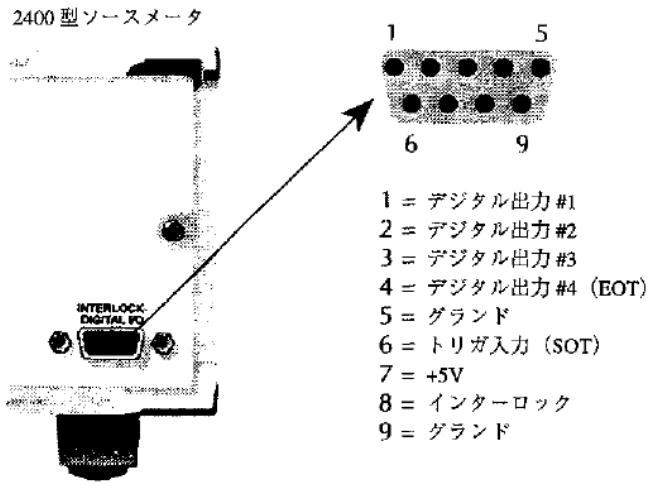
ディジタルI/Oポート

ソースメータにはデジタル入力/出力ポートがあり、リミット試験を行う場合のビンニング動作の実行に使うハンドラなどの、外部デジタル回路の制御に使用します。デジタルI/Oポートは背面パネル上にあり、図3-8に示すとおりです。

ポートの機器設定

ディジタルI/Oポートは背面パネル上にあり、図13-1に示すとおりです。

図13-1
インタロックと
ディジタルI/Oポート



ポートには、4本の出力ラインと1本の入力ラインが用意されています。それぞれのオープンコレクタ出力は、high（+5V）にもlow（0V）にも設定することができます。それぞれの出力ラインは、2mAまでのソース、または500mAまでのシンクとなることができます。リミット試験にカテゴリ・レジスタ・ハンドラを使用する場合、EOT（試験終了）パルスにはライン#4を使用するのが普通です。このソースメータからのパルスは、ビンニング動作を実行するように、ハンドラに信号を送ります。

ハンドラは入力ライン（/SOT）を使用して、リミット試験を開始します。START TESTアームイベントを選択しているときは、ハンドラは、/SOTにパルスを送り、lowレベルに移行させなければなりません。このようにするとイベントが検出されて、試験プロセスを開始します。

ライン4は、選択したEND OF TESTモードに従って、通常のビットパターン、すなわちEOT(試験終了)またはBUSYの信号用として使うことができます。

注記　リミット試験実行の詳細については第12部の「リミット試験」を、ハンドラからのSOT(試験開始)パルスに応答するようにソース・メータをプログラムする場合の情報については第11部の「トリガリング」を参照してください。

+5V出力

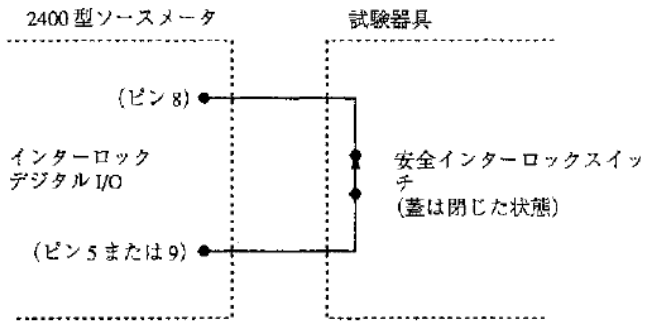
+5V－デジタルI/Oポートは+5Vの出力を供給します。これを使って外部論理回路を駆動することができます。このライン最大電流は、300mAです。このラインは自己復帰ヒューズ（回復時間1時間）によって保護されています

安全インタロック

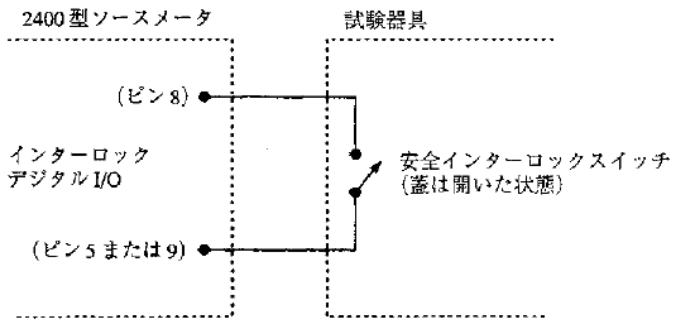
ディジタル I/O ポートには、試験器具インタロックスイッチと併用するためのインタロックラインも用意されています。これを適切に使用すると、試験器具の蓋が開いているときには、ソース・メータの OUTPUT を OFF 状態にすることができます。試験器具インタロックを使う場合の安全に関する重要な情報は、第 2 部の「接続」を参照してください。

インタロックが使用可能（「動作構成」参照）なときには、ソースメータの出力をオン状態にすることができません。ただし、図 13-2A に示すように、スイッチによってインターロックラインを low レベルにして接地する場合は別です。試験器具の蓋が開くと（図 13-2B）、スイッチが開き、インタロックラインは high レベルになり、ソースメータの OUTPUT を OFF 状態に入れます。出力をオン状態に戻すことができるのは、まず試験器具の蓋を閉じ、続いて OUTPUT ON/OFF キーを押す場合に限られます。

図 13-2
試験器具のインタロックの使用



A. ソースメータ OUTPUT をオン状態することができます。



B. ソースメータ OUTPUT をオフ状態することができます。

注記　*安全インタロックはディジタル I/O によって駆動されます。100μs の安定化時間と応答時間を見てください。*

出力設定

出力はCONFIGURE OUTPUTメニューを使って設定され、次のような体系を備えています。太い黒丸印はスイープニューの重要項目を示し、矢印はオプションを示します。第1部の「メニューをナビゲートする場合のルール」を使って、動作オプションの確認または変更を行ってください。

OUTPUTメニューの設定

まずCONFIGを、続いてON/OFFを押して、メニューをディスプレイしてください。

注記　2430型パルスモードの場合は、ディスプレイされるメニュー項目は、INTERLOCKだけです。パルスモードの場合は、出力オフ状態は常にNORMALに設定され、オート出力オフが常に使用可能となっています。

- INTERLOCK－これを使って、デジタル出力のインターロックラインをENABLEまたはDISABLEしてください。このラインは、試験器具の安全インターロックとして使用されます（「デジタルI/Oポート」参照）。
- OFF STATE－これを使って、出力のOFF状態を選択してください（詳細については「出力オフ状態」参照）。
  - HIGH IMPEDANCE－OUTPUTがOFF状態の場合は、出力リレーは開いています。これによって、外部回路はソースメータの入力/出力から切り離されます。
  - NORMAL－OUTPUTをオフ状態にすると、Vソースが選択されて0Vに設定されます。電流コンプライアンスは、現在の電流レンジのフルスケールの0.5%に設定されます。
  - ZERO－VソースOUTPUTをオフ状態にすると、Vソースは0Vに設定されますが、電流コンプライアンスは変わりません。IソースOUTPUTをオフ状態にすると、Vソースモードが選択されて0Vに設定されます。電流コンプライアンスは、プログラムされたソースI値または現在の電流レンジのフルスケールの0.5%の、どちらか大きい方に設定されます。OUTPUTがオフ状態の間に測定が行われ、ディスプレイされます。
  - GUARD－OUTPUTをOFF状態にすると、電流ソースが選択されて0Aに設定されます。電圧コンプライアンスは、現在の電圧レンジのフルスケールの0.5%に設定されます。
- AUTO OFF－これを使ってオート出力オフをENABLEまたはDISABLEしてください。使用可能の場合は、ソース・メータがトリガモデルの範囲内で動作を行っている間は、OUTPUTはオン状態に留まります(ARMアナンシエータはオン状態)。OUTPUTが使用可能の場合は、ON/OFFキーを押すとOUTPUTを使用禁止とし、オート出力オフを使用禁止にします。

出力オフ状態

注記　*2430 型パルスモードでは、出力オフは常に NORMAL に設定されます。*

HIGH IMPEDANCE

この出力オフの状態では、OUTPUT が OFF 状態になると、出力リレーが開きます。これによって、外部回路はソースメータの入力 / 出力から切り離されます。出力リレーの過度の摩耗を防ぐために、出力を頻繁にオンオフする試験（出力オートオフモードなど）にはこの出力オフ状態を使用しないでください。出力がオン状態では、15 秒までのリレー安定化時間があることに注意してください。

NORMAL

この比較的インピーダンスの高い出力オフ状態にある場合には、V ソースが選択され、0V に設定されます。電流コンプライアンスは、現在の電流レンジのフルスケールの 0.5% です。理論的には、V ソースがゼロに設定されていれば、ソース・メータは電力のソースとも、シンクともならないはずです。現実には、ソース値が正確にゼロでないこともあります。したがって、ソース・メータが非常に小さい電力のソースまたはシンクとなっていることがあります。ほとんどの場合、このようなソースまたはシンク電力レベルは、重大なものではありません。

ZERO

この出力オフの状態では、"ZER" メッセージがディスプレイされ ("OFF" の代わりに)、ソース・メータは次のように設定されています。

選択したソースが V ソースである場合

- プログラムされた V ソース値は、ディスプレイに残ります。
- 内部的には、V ソースは 0V に設定されます。
- 電流コンプライアンス設定値は、出力オンの値と同じままです。「実」と「レンジ」コンプライアンス検出はアクティブな状態を続けます。
- 測定が実行され、ディスプレイされます。

選択したソースが I ソースである場合

- プログラムされた I ソース値は、ディスプレイに残ります。
- 内部的には、V ソースが選択され、0V に設定されます。
- 電流コンプライアンスは、プログラムされたソース I 値または現在の電流レンジのフルスケールの 0.5% のうち、どちらか大きい方に設定されます。
- 測定が実行され、ディスプレイされます。

ZERO 出力オフの状態にある間、ソース・メータは I メータとして使うことができます。

ZERO 出力オフ状態は、非常に高速の電圧波を発生する目的で、V ソースと出力オートオフとともに使用されるのが普通です。たとえば、出力オートオフを使用可能な状態にして、0 から +5V までの方形波を発生させることができます。この比較的インピーダンスが低い出力オフ状態では、ソースメータは、外部ソース（すなわち充電済みバッテリまたはキャパシタ）に接続されると、電流を急速に（急速安定時間）消費する（シンクとなる）ことができます。この代わりに、仮に NORMAL 出力オフ状態をこの用途に使用するとすれば、電流の消費は非常に緩やかになり（遅いセットリング時間）、得られるのは歪んだ方形波ということになるでしょう。

警告　ZERO、AUTO-OFF出力状態を利用して高速パルス波形を発生させる場合には、選択したINPUT/OUTPUT LO端子に危険電圧 (>30V rms) が現れることがあります。この感電の危険を取り除くには、LO端子を大地接地に接続してください。前面パネル端子を使用する場合は、前面パネルLO端子を接地してください。背面パネルを使用する場合は、背面パネルLO端子を接地してください。接地接続は、背面パネル上のシャーシ接地ねじ、または安全大地接地があればそこに接続してください。

GUARD

この出力オフ状態では、電流ソースが選択され、0Aに設定されます。電圧コンプライアンスは、現在の電圧レンジのフルスケールの0.5%に設定されます。この出力オフ状態を使う必要があるのは、6線ガード付抵抗測定を行うとき、またはほかの負荷がアクティブソースを使うときです。

注記　*出力をオフ状態にして、出力オフ状態を変更すると、ソースメータは、直ちに、選択した出力オフ状態に入ります。*
電源投入時には、ソースメータは、瞬間的にHIGH IMPEDANCE出力オフ状態に入り、そのあと、選択した電源投入時出力オフ状態に移行します。
加熱したり、インターロックの侵害が発生した場合には、ソースメータはHIGH IMPEDANCE出力オフ状態に入ります。

リモート出力設定

出力設定コマンド

表 13-1 は出力設定コマンドをまとめたものです。これらのコマンドには、インタロックを使用可能、使用禁止にするコマンドだけでなく、出力オフ状態を制御するコマンドも含まれています。詳細は第 18 部を参照してください。

表 13-1
出力設定コマンド

コマンド	内容
:OUTPut:INITerlock:STATe <state>	インタロックを有効 / 無効にしてください (state = ON または OFF)。
:OUTPut:INTerlock:TRIPped?	インタロックトリップ状態を照会してください (1 = トリップ)。
:OUTPut:SMODe <name>	出力オフモードを選択してください (state = HIMPedance, NORMal, ZERO、または GUARd)。[1]
:SOURce:CLEar	出力ソースがアイドル状態の時は、出力ソースをオフ状態にしてください。
:SOURce:CLEar:AUTO <state>	オート出力オフを有効 / 無効にしてください。State = ON (測定後出力はオフ状態) または ON (出力はオン状態を継続)[2]
:SOURce:CLEar:SUTO:MODE <name>	オートクリアモード。Name = ALWays (毎回の読み取り、デフォルト) または TCOunt (トリガレイヤーに入ったとき ON、トリガレイヤーを離れるとき OFF)。

1. 2430 型パルスモードの場合は、出力オフモードは常に NORMal です。ほかの出力オフ状態の一つを選択すると、エラー +831 が発生します。
2. 2430 型パルスモードの場合は、オート出力オフは常に有効です。オート出力をオフに設定することができますが、これは DC モード動作が選択されるまで、無効になりません。

出力設定プログラミングの例

表13-2は出力設定のコマンドシーケンスの一覧です。これらのコマンド使って、ソース・メータを次のようにセットアップします。

- インタロック: 有効
- 出力オフモード: 高インピーダンス
- オートオフモード: オン状態

注記　ディジタルI/Oポートのピン8と9をつなぎ、閉じたインタロックスイッチをシミュレートしてください。このようにしないと、測定を行う時に、ユニットが出力をオン状態にしません。

表13-2
出力設定プログラミングの例

コマンド	内容
*RST	GPIBデフォルトを復元してください。
:SOUR:VOLT 10	出力　10V
:OUTP:INT:STAT ON	インタロックを有効にしてください。*
:OUTP:SMOD HIMP	高インピーダンス出力オフモードを選択してください。
:SOUR:CLE:AUTO ON	オートオフモードを有効にしてください。
:READ?	トリガを行い読み取り値を取得してください。

*ディジタルI/Oポートのピン8と9をつないで閉じたインタロックスイッチをシミュレートしてください。

14
リモート動作

- **リモート動作とローカル動作の差異**－リモート動作の拡張とリモート動作からローカル動作への移行について説明します。
- **インタフェースの選択**－GPIB と RS-232 インタフェースの選択方法を説明します。
- **GPIB の動作**－GPIB のバス規格、バス接続、一次アドレス選択について説明します。
- **汎用バスコマンド**－基本的な GPIB 制御に使用するバスコマンドを説明します。
- **前面パネル GPIB 操作**－GPIB エラーメッセージ、ステータス標識、SCPI コマンドの使用について説明します。
- **プログラミングシンタクス**－コモンコマンドと SCPI コマンドについての基本的なプログラミングシンタクスを説明します。
- **RS-232 インタフェース動作**－RS-232 インタフェースを使って、リモート経由でソース・メータを制御する方法の概要を説明します。

リモート動作とローカル動作の差異

動作の拡張(リモート動作)

前面パネルからは実行不可能ですが、IEEE-488バスとRS-232インタフェースを介して実行可能ないくつかのソース-メジャー動作があり、それを以下に要約します。

数式

前面パネル（FCTN）動作、リモート動作の両方に利用可能な事前定義数式は、4個あります。しかし、リモート動作の場合には、5個までのユーザ定義数式を定義し、合計9個の数式を使用することができます（CALCulate 1サブシステム参照)。

同時測定

TOGGLEキーを使用すれば、2つの機能を同時に測定（ディスプレイ）することができます。リモート動作を利用すれば、3つの機能（電圧、電流、抵抗）すべてについて、同時測定を行うことができます。詳細についてはSENSeサブシステムを参照してください。

注記　2430型ではパルスモードに入っている間は同時測定は不可能です。パルスモード動作の詳細は、第5部を参照してください。

ローカル動作からリモート動作への移行

ローカル動作からリモート動作に移行する時には、次のアクションが起こります。

- ソースメータはソース-メジャー動作を停止し、アイドル状態（ARMアナンシーエタ消灯）に戻ります。
- すべてのスイープ動作が途中で停止します。
- すべてのメニューから抜け出します。
- すべての実行中パネルコマンドが途中で停止します。
- ソース編集とコンプライアンス編集が、使用禁止になります。
- サンプルバッファの中のデータが失われます（すなわち:FETCn?、:CALC1:DATA?、CALC2:DATA?は、リモート動作中に読取りが行われるまで、どのデータも返しません)。
- 同時測定が使用可能になります。
- そのほかの設定は、:TRACeバッファの設定（データストア）を含めて、すべて影響を受けません。

リモート動作からローカル動作への移行

リモート動作からローカル動作に移行する時には、次のアクションが起こります。

- ソースメータはソース-メジャー動作を停止し、アイドル状態（ARM アナンシーエタ消灯）に戻ります。
- すべてのスイープ動作が途中で停止します。
- すべてのユーザ定義ディスプレイメッセージが取消となります。
- ディスプレイが入ります（切ってある場合）。
- ソースオートレンジ設定が解除状態になります。
- 同時測定が使用状態になります。
- 抵抗測定が使用状態になれば、ソースリードバックが使用状態になります。
- ディスプレイは、デフォルトであるトグル状態に設定されます。
- 読取りは継続して行われます（OUTPUT がオン状態の場合）。

インタフェースの選択

2400 型は、下記の 2 つの内蔵リモートインタフェースをサポートします。

- GPIB バス
- RS-232 インタフェース

2 つのインタフェースを同時に使用することはできません。工場出荷時のインタフェース選択は、GPIB バスです。インタフェースの選択ができるのは、前面パネルからに限られます。インタフェースの選択は、不揮発性メモリに格納されます。この選択は電源を切った状態でも、またリモートインタフェースをリセットしたあとでも、変化しません。

GPIB バスは IEEE-488 インタフェースです。2400 型のための、固有のアドレスを選択しなければなりません。このアドレスは、ソースメータの電源が入った時にディスプレイされます。工場出荷時には、このアドレスは、24 に設定されています。

RS-232 インタフェースは、シリアルインタフェースです。このインタフェースのプログラム可能な項目は次のとおりです。括弧の中は、工場出荷時のデフォルト値です。

- ボーレート（9600）
- データビット（8）
- パリティ（なし）
- ターミネータ（CR）
- フロー制御（なし）

インタフェースは、メインメニューの COMMUNICATIONS オプションから選択し、設定します（第 3 部の「メインメニュー」参照）。各インタフェースのプログラム可能な項目の詳細については、「GPIB バスの動作と基準、一次アドレス」と「RS-232 の動作」を参照してください。

注記　インタフェース選択を変更する場合、ソースメータはリセットされて、メニュー体系から抜け出します。選択したインタフェースの確認または変更を行うためには、メニュー体系に再度入る必要があります。

GPIB バスの動作

第 14 部では、GPIB 規格、バス接続、一次アドレス選択について説明します。

GPIB バス規格

GPIB バスは、IEEE-488 計測データバスで、1975 年に IEEE（米国電気学会）が初めて採用したハードウェアとプログラミング規格によるものです。2400 型は、これらの規格に合致します。

- IEEE-488.1-1987
- IEEE-488.2-1992

この規格が定義するのは、計測器へと計測器からのデータの送信に関するシンタクス、計測器がこのデータを解釈する方法、計測器の状態を記録するために存在するレジスタの種類、コモンコマンドのグループです。

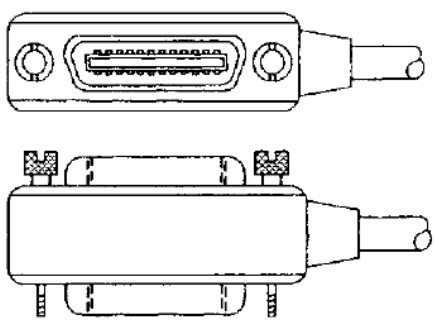
- SCPI 1996.0（プログラマブル計測器用標準コマンド）

この規格は、共通言語プロトコルを定義します。この規格は、IEEE-488-1987.2 よりも、一歩先を進んでおり、計測器のプログラム可能な項目すべてを制御するためのコマンドの、標準的なセットを定義します。

GPIB バス接続

2400 型を GPIB バスに接続するには、図 14-1 に示すような標準 IEEE-488 コネクタを備えるケーブルを使用してください。

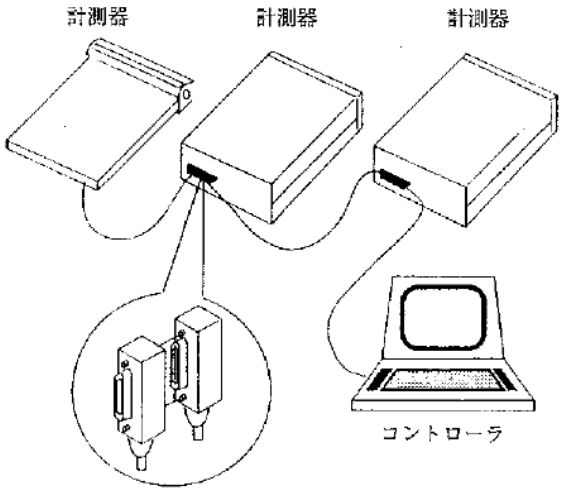
図 14-1
IEEE-488 コネクタ



1 個の計測器に多数の並列接続を行えるようにするには、コネクタをスタックしてください。それぞれのコネクタは 2 個のねじを備えており、確実な接続状態を維持するようになっています。現在の規格はメートルねじの使用を規定しています。これには識別のために濃い色のねじがついています。初期のバージョンは、これと異なるねじを使っていますが、これは銀色です。この種のコネクタを 2400 型では使用しないでください。2400 型はメートルねじ用に設計してあります。

図 14-2 は、複数ユニット用試験システムの代表的な接続方式を示します。

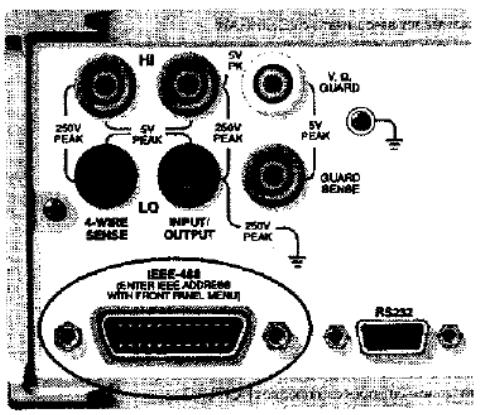
図 4-2
IEEE-488 接続



機械的な損傷の発生を避けるために、どのようなユニットにコネクタをスタックする場合も、3 個までとしてください。

注記　電磁放射による干渉を最小限に抑えるために、シールド付き IEEE-488 ケーブルだけを使用してください。ケースレーが用意しているシールドケーブルは 7001-1 型と 7007-2 型です。

図 14-3
IEEE-488 コネクタの位置



2400型をIEEE-488バスに接続するには、次のステップに従ってください。

1. 背面パネルにあるコネクタに、ケーブルコネクタを合わせてください。コネクタは、合せ方が一通りしかないように設計されています。図14-3は、IEEE-488コネクタの位置を示します。
2. ねじを確実に締めます。締めすぎに注意してください。
3. ご使用の目的に必要なほかの計測器からの追加コネクタを接続してください。
4. ケーブルのもう一方の端がコントローラに正しく接続されていることを確認してください。ほとんどのコントローラはIEEE-488式のコネクタを備えていますが、一部のコントローラでは、別の種類の接続ケーブルが必要になることがあります。IEEE-488バスへの正しい接続方法についての詳細は、ご使用のコントローラの取扱説明書を参照してください。

注記　1本のIEEE-488バスに接続可能なデバイスの数は、コントローラを含め、最大15台です。最大ケーブル長は、20mか、デバイスの数×2mの、どちらか小さい方です。この限界を守らないと、バスが誤動作することがあります。

一次アドレス

2400型は、GPIBのアドレスを24として、工場から出荷されます。電源投入時には、一次アドレスが瞬間的にディスプレイされます。アドレスは、0-30の値に設定することができます。同じアドレスを別のデバイスに、または同一GPIB上のコントローラに割り当てないようにしてください。（通常は、コントローラのアドレスは、0か21。）

一次アドレスの点検と変更、またはどちらでも、メインメニューのCOMMUNICATIONSオプションを使って実行することができます（第1部の「メインメニュー」参照）。

汎用バスコマンド

汎用バスコマンドとは、DCLのように、計測器とは無関係に同一の汎用的な意味を持つコマンドです。表14-1に汎用バスコマンドを示します。

表14-1
汎用バスコマンド

コマンド	ソース・メータへの影響
REN	次回リスンするように呼びかけられたときに有効になります。
IFC	トーカとリスナのアイドル状態に入ります。
LLO	LOCALキーがロックアウトされています。
GTL	リモート動作を取り消します。ソース・メータの前面パネル操作が復旧します。
	リモート動作を取り消します。すべてのデバイスについて前面パネル操作が復旧します。
DCL	すべてのデバイスを既知の条件に戻します。
SDC	ソース・メータを既知の条件に戻します。
GET	トリガを開始します。
SPE, SPD	ソース・メータをシリアルポールします

REN (remote enable)

リモートイネーブルコマンドは、計測器をリモート操作できるようにセットアップするために、コントローラが2400型に送るコマンドです。一般に、バスを介して計測器をプログラムする前に、計測器をリモートモードに入れる必要があります。REN を正しく設定するだけでは、計測器は実際にはリモート状態に入りません。REN を正しく設定したあと、計測器をリモート動作に入れる前には、計測器に listen するように呼びかけなければなりません。

下記のコマンドを使い、読み取りをトリガし、読み取り値を取得するには、ソース・メータはリモート状態に入っていなければなりません。

- :INITiate 続いて:FETCh
- :READ?
- :MEASure?

IFC (interface clear)

IFC コマンドはコントローラによって送られ、ソース・メータをローカル、トーカ、リスナアイドルの各状態に入れます。ユニットは IFC コマンドに応答し、計測器がこれまでに上記の状態の1つに入ったことがあれば、前面パネル TALK または LSTN 表示灯を消灯します。

このコマンドは計測器のステータスを変更しないことに注目してください。設定値、データ、イベントレジスタは変わりません。

オート出力オフが使用可能な状態では (:SOURce1:CLEar:AUTO ON)、出力が自動的にオフ状態になる前に動作が終了すると、出力はオン状態に留まります。

IFC コマンドを送るには、最小 100 μ の間、コントローラが IFC ラインを正しく設定すれば十分です。

LLO (local lockout)

LLO コマンドを使用して、計測器のローカル操作を防止してください。ユニットが LLO を受信したあと、OUTPUT OFF を除いて、前面パネル制御はすべて無効になります。この状態では、LOCAL を押しても前面パネルには制御機能は復活しません。GTL コマンドが前面パネルに制御を復活させます。電源を入れ直しても、ローカルロックアウトを解除することができます。

GTL (go to local)

GTL コマンドを使用して、リモートモードの計測器をローカルモードにします。GTL コマンドは、また、前面パネルキー操作を復活させます。

DCL (device clear)

DCL コマンドを使用して、GPIB インタフェースをクリアし、既知の状態に戻してください。DCL コマンドはアドレスを指定されたコマンドではないので、DCL を実施するようにされたすべての計測器が同時にデバイスクリアされることに留意してください。

2400 型が DCL コマンドを受けると、入力バッファと出力待ち行列をクリアし、保留コマンドを取り消し、ほかのデバイスのコマンドの処理を妨げるコマンドをすべてクリアします。DCL は、計測器の設定値と格納データに影響を与えません。

SDC（selective device clear）

SDC コマンドは、DCL コマンドと基本的には同じ機能を実行する、アドレスを指定されたコマンドです。しかし、それぞれのデバイスが個別にそのアドレスの指定を受けていなければならないので、SDC コマンドは、DCL の場合のようにすべての計測器を同時にクリアするのではなくて、選択したものだけをクリアする方法を提供します。

GET（group execute trigger）

GET は、動作を制御するためのアームイベントとして利用される GPIB トリガです。GET が、プログラムされたアーム制御ソースになっていれば、2400 型はこのトリガに対して反応します。下記のコマンドは、GPIB アーム制御ソースを選択します。

:ARM:SOURce BUS

*注記　:ARM:SOURce BUS を選択した場合は、ソース - メジャー動作を行っている間は（ARM アナンシエータ点灯）、どのコマンド（GET、DCL、SDC、*TRG、:ABORt を除く）も送らないでください。もし送れば、誤動作が発生します。*

計測器のプログラムが終わり、GPIB トリガを待っている時は、下記のプログラムフラグメントが GET を供給します。

SPE、SPD (serial polling)

シリアルポーリングシーケンスを使用して、ソース・メータのシリアルポールバイトを求めてください。シリアルポールバイトには、内部機能に関する重要な情報が含まれています。(第 15 部の「ステータス体系」参照)　一般に、シリアルポーリングシーケンスは、コントローラが使用し、いくつかの計測器のうち、どれが SRQ ラインを使用するかを決定します。しかし、ソース・メータから状態ステータスバイトを求めようとするときは、いつでもシリアルポーリングシーケンスを実行することができます。

前面パネルGPIB動作

この部では、GPIB動作の一部となっている前面パネルの動作項目を説明します。これにはメッセージ、ステータスインジケータ、LOCALキーが含まれます。

エラーメッセージとステータスメッセージ

IEEE-488のプログラミングと関連するエラーメッセージ、ステータスメッセージの一覧については、付録Bを参照してください。計測器は、SRQを発生するようにプログラムすることができ、特定のエラー条件の有無をチェックするために、コマンド照会を行うことができます。

GPIBの状態標識

REM（remote）、TALK（talk）、LSTN（listen）、SRQ（service request）の各アナンシエータは、GPIBのバスステータスを示します。これらのステータス・インジケータそれぞれについて、以下に説明します。

REM

このインジケータは、計測器がリモート状態にある時に現れます。REMは必ずしもREMラインの状態を表示しません。その理由は、REM表示が現れる前に、計測器は、REMがtrueになり、listenするようにアドレスされなければならないからです。計測器がリモート状態にある場合には、LOCALキーを除いて、すべての前面パネルキーはロックアウトされます。REMが消えた場合には、計測器はローカル状態にあり、前面パネル操作が復活します。

注記　LLOが有効な場合は、LOCALはロックアウトされます。OUTPUT ON/OFFは、リモート状態では依然として働いています。ARM:SOURが手動に設定されていると、TRIGキーはリモート状態ではアクティブになります。

TALK

このインジケータが現れるのは、計測器がトーカ活動状態にある場合です。正しいMTA（My Talk Address）コマンドを使用して、ユニットに対し、talkするようにアドレスされ、ユニットをトーク状態にしてください。ユニットがトーカアイドル状態にある場合には、TALKはオフ状態となります。UNT（Untalk）コマンドを送り、ユニットにlistenするようにアドレスされ、またはIFC（インタフェースクリア）コマンドを送ることにより、ユニットをトーカアイドル状態にしてください。

LSTN

この標識が現れるのは、2400型がリスナ活動状態にある場合です。この状態を起動するには、正しいMLA（My Listen Address）を使用して、計測器に対し、listenするように呼びかけます。ユニットがリスナアイドル状態にある場合には、LSTNは消えます。UNL（Unlisten）を送ることにより、ユニットにtalkするように呼びかけるか、またはバスを経由してIFC（インタフェースクリア）コマンドを送ることにより、ユニットをリスナアイドル状態にしてください。

SRQ

1つ以上のエラー条件が発生した場合にサービスレクエスト（SRQ）を発生させるように計測器をプログラムすることができます。この標識が現れる場合は、サービスリクエストが発生しています。この標識が消えるのは、シリアルポールバイトの読取りが終った時、またはSRQ発生の原因となったすべての条件がなくなった時です。詳しくは、第15部「ステータス構造」を参照してください。

LOCAL キー

LOCAL キーは、計測器のリモート状態を取り消し、ローカル動作を復活させます。

またLOCAL キーを押すと、REM 標識が消え、ユーザ定義メッセージがディスプレイされていればこれを通常状態に戻します。

LLO（ローカルロックアウト）コマンドが有効な場合は、LOCAL キーは無効になります。

安全上の理由から、LLO では、OUTPUT キーは依然としてアクティブです。

プログラミング文法

この部の情報は、コモンコマンドと SCPI コマンド、両方の文法に関するものです。ここに記載されてない情報については、IEEE-488.2 規格と SCPI 規格を参照してください。コモンコマンドと SCPI コマンドについての詳細は、それぞれ第 16 部と第 18 部を参照して下さい。

コマンド語

プログラムメッセージは、1 語以上のコマンド語で設定されます。

コマンドとコマンドパラメータ

コモンコマンドと SCPI コマンドは、パラメータを使用することもあれば、使用しないこともあります。いくつかの例を下記に示します。

*SAV <NRf>	パラメータ（NRf）が要求されています。
*RST	パラメータは使用されていません。
:CALCulate:STATe <b>	パラメータ <b> が要求されています。
:SYSTem:PRESet	パラメータは使用されていません。

注記　　コマンド語とパラメータとの間には、少なくとも 1 スペースが必要です。

ブラケット[]ー一部のコマンド語は、ブラケット（[]）で囲まれています。このようなブラケットを使用するのは、プログラムメッセージの中に含める必要のないオプションコマンド語を表すためです。

例

:INITiate[:IMMediate]

ここで使うブラケットは、:IMMediate がオプションであり、必ずしも使用する必要のないことを示します。したがって、上記のコマンドは 2 つの形式のどちらか 1 つで送ることができます。

:INITiate

または

:INITiate:IMMediate

オプションコマンドがブラケットなしで使用されることに注目してください。お客様のプログラムの中でオプションコマンドを使用する場合は、ブラケットを含めないでください。

パラメータの種類－最も広く使用されるパラメータ種類の一部を、以下に示します。

<b>　ブーリアン－これを使って、計測器の動作を使用状態または解除状態にします。0またはOFFは動作を解除状態に、1またはONは動作を使用状態にします。例
:CALCulate1:STATe ON　　Calc 1 数式を使用状態にせよ。

<name>　ネームパラメーターリストに挙げた1つのグループからパラメータネームを選択します。例
<name> = NEVer
　　= NEXt
:TRACe:FEED: CONTrol NEXt

<NRf>　数値表現フォーマット　このパラメータは数値であり、整数（たとえば8)、実数（たとえば23.6)、または指数（2.3E6）で表現することができます。例
:SYSTem:KEY 11　　バスを経由してEXITを押せ。

<n>　数値　数値パラメータは、1個のNRfパラメータ、または下記のネームパラメータ、すなわちDEFault、MINimum、MAXimumのうちの1つで設定することができます。DEFaultパラメータを使用する場合は、計測器は*RSTデフォルト値にプログラムされます。MINimumパラメータを使用する場合は、計測器は最小許容値にプログラムされます。MAXimumパラメータを使用する場合は、計測器は最大許容値にプログラムされます。
:ARM:TIMer 0.1　　タイマを100msecに設定せよ。
:ARM:TIMer DEFault　　タイマを0.1secに設定せよ。
:ARM:TIMer MINimum　　タイマを1msecに設定せよ。
:ARM:TIMer MAXimum　　タイマを99999.99secに設定せよ。

<numlist>　Numlist－リストのために1個以上の演算を指定してください。例
:STATus:QUEue:ENABle（-110:-222）　-110から-222までのエラーを使用可能にします。

<NDN>　非10進数－このパラメータを使用して2進、8進、または16進フォーマットの値を送ります。プレフィックスは、フォーマットの種類を表します。

#Bxx...X　　#Bは2進フォーマットを指定します。
　　xx...xは2進数です(0と1を使う)。
#Qxx...X　　#Qは8進フォーマットを指定します。
　　xx...xは8進数です(値は0から7まで)。

#Hxx...X　　#H は 16 進フォーマットを指定します。
xx...x は 16 進数です (値は 0 から 9 までと A から F まで)。

2 進値の 36 を非 10 進フォーマットで送る例

*ESE#b100100　　2 進フォーマット
*ESE#q44　　8 進フォーマット
*ESE#h24　　16 進フォーマット

アングルブラケット <> ーアングルブラケット (<>) は、パラメータの種類を表示するために使います。ブラケットをプログラムメッセージに含めないでください。例：

:OUTPut <b>

ここで <b> は、ブール型パラメータが要求されることを示します。したがって、選択したソースを使用可能にするには、次のようにコマンドをパラメータ ON または 1 とともに送る必要があります。

:OUTPut ON
:OUTPut 1

照会コマンド

この種類のコマンドは、現在プログラムされているステータスを要求照会します。このコマンドを識別するために、コマンドの基本形の最後に、疑問符をつけます。ほとんどのコマンドが照会形を持っています。例

:ARM:TIMer?　　タイマインターバルを照会せよ。

数値パラメータ（<n>）を要求するほとんどのコマンドは、また、DEFault、MINimum、MAXimum も照会形として使用することがあります。これらの照会形を使用するのは、基本コマンドの *RST デフォルト値と、上限、下限を決めるためです。例

:ARM:TIMer? DEFault　　*RST デフォルト値を照会せよ。
:ARM:TIMer? MINimum　　最小許容値を照会せよ。
:ARM:TIMer? MAXimum　　最大許容値を照会せよ。

大文字と小文字の識別

コモンコマンドと SCPI コマンドは、大文字と小文字を識別しません。大文字を使うことも、小文字を使うことも、あるいは組合せで使うこともできます。例

*RST　　= *rst
:DATA?　　= :data?
:SYSTem:PRESet　　= :system:preset

注記　　*すべて大文字を使用すると、コマンド応答時間がいくらか短くなります。*

ロングフォームバージョンとショートフォームバージョン

SCPI コマンド語は、ロングフォームバージョンでもショートフォームバージョンでも送ることができます。第 18 部のコマンドサブシステム表は、ロングフォームバージョンを使ってコマンドを示します。ただし、ショートフォームバージョンは、大文字で表示されます。例

*SYSTem:PRESet	ロングフォーム
*SYST:PRES	ショートフォーム
*SYSTem:PRES	ロングフォームとショートフォームの組合せ

それぞれのコマンド語は、ロングフォームか、ショートフォームか、どちらかでなければならないことに留意してください。その中間ということはありません。たとえば、:SYSTe:PRESe はイリーガルであり、エラーを発生させます。そのコマンドは実行されません。

ショートフォームのルール

下記のルールに従って、SCPI コマンドのショートフォームバージョンを決めてください。

- コマンド語の長さが 4 文字以下であれば、ショートフォームバージョンは存在しません。
  :auto = :auto

以下のルールは 5 文字以上のコマンド語に適用されます。

- コマンド語の 4 番目の文字が母音（"y" を含む）であれば、その文字とそのあとのすべての文字を削除してください。例
  :immediate = :imm
- コマンド語の 4 番目の文字が子音であれば、その文字は残し、その後ろのすべての文字を落としてください。例
  :format = :form
- コマンドに疑問符（?、照会）か、コマンド語に含まれる非オプション数がある場合には、それをショートフォームバージョンに含めなければなりません。例
  :delay? = :del?
- ブラケット（[]）で囲まれるコマンド語または文字はオプションですから、プログラムメッセージに含める必要はありません。

注記　コマンドに対する応答を速めるには、必ずショートフォームを使ってください。

プログラムメッセージ

プログラムメッセージを設定するのは、コンピュータから計測器に送られた1語以上のコマンド語です。それぞれのコモンコマンドは、アスタリスク（*）を先頭とする3文字の頭文字です。SCPIコマンドは、:STATusサブシステムに分類され、プログラムメッセージを公式化するためにコマンド語がどのように設定されるかを説明するのに使われます。

:STATus	パス（ルート）
:OPERation	パス
*ENABle <NRf>	コマンドとパラメータ
*ENABle?	照合コマンド
:PRESet	コマンド

単一コマンドメッセージ

上記のコマンド構造には、3段のレベルがあります。最初のレベルは、ルートコマンド（:STATus）で設定され、パスとして使用されます。第2のレベルは、別のパス（:OPERation）と1つのコマンド（:PRESet）で設定されます。第3のパスは、パス*OPERationのための1つの命令で設定されます。この構造の中の3個のコマンドを実行するには、次にような3個の独立したプログラムメッセージを送ります。

:stat:oper:enab <NRf>
:stat:oper:enab?
:stat:pres

上記のプログラムメッセージのそれぞれにおいて、パスポインタはルートコマンド（:stat）から出発し、コマンドレベルを下に進み、最後にコマンドが実行されます。

複数コマンドメッセージ

複数のコマンドメッセージがセミコロン（;）で分離してあれば、同じプログラムメッセージの中でこれらのメッセージを送ることができます。以下に示すのは、1個のプログラムメッセージの中の2個の命令です。

:stat:oper;:stat:oper:enab <NRf>

上記のメッセージを送信すると、最初のコマンド語はルートコマンド（:stat）として認識されます。次のコロンが検出されると、パスポインタは下の方の次のコマンドレベルに移行し、コマンドを実行します。パスポインタがセミコロン（;）の後ろにコロンを見れば、パスポインタはルートレベルにリセットし、もう一度はじめから動作を開始します。

同じコマンドレベルにあるコマンドは、完全なコマンドパスを再度キー入力しなくても実行することができます。例

:stat:oper:enab <NRf>;enab?

最初のコマンド（:enab）が実行されたあとは、パスポインタはコマンド構造の第3レベルにあります。:enab?も第3レベルにあるので、完全なパスネームを反復しなくても、これをキー入力することができます。enab?の先頭のコロンが、プログラムメッセージには含まれてないことに注目してください。もしコロンが含まれていれば、パスポインタはルートレベルにリセットして、ルートコマンドが来るのを待つことになるでしょう。:enab?はルートコマンドではないので、エラーが起こるでしょう。

コマンドパスに関するルール

- ルートコマンドがオプションコマンド（たとえば[:SENSe]）でない場合は、それぞれの新しいプログラムメッセージは、ルートコマンドで始まらなければなりません。ルートがオプションコマンドの場合は、次のレベルのコマンド語をルートとして扱えば十分です。
- プログラムメッセージの頭のコロン（:）はオプションであり、必ずしも使用する必要はありません。例
  :statpres = stast:pres
- パスポインタは、コロン（:）を検出すると、次のコマンドレベルに下がります。例外は、パスポインタがセミコロン（;）を検出したときです。セミコロンはプログラムメッセージ内の複数のコマンドを分離するために使用します（次のルールを参照）。
- パスポインタは、セミコロン（;）の直後のコロン（:）を検出すると、ルートレベルに戻り、リセットします。
- パスポインタは、下への移動だけが可能です。パスポインタは、上のレベルに移動することはできません。上のレベルでコマンドを実行するためには、もう一度ルートコマンドから始めることが必要です。

同じメッセージの中でコモンコマンドとSCPIメッセージを使う

コモンコマンドとSCPIコマンドがセミコロン（;）で分離してあれば、同じメッセージの中でこれらのコマンドを使用することができます。コモンコマンドはどのコマンドレベルでも実行することができ、パスポインタに影響を与えません。例

:stat:oper:enab <NRf>;*ESE<NRf>

プログラムメッセージターミネータ（PMT）

それぞれのプログラムメッセージは、LF（line feed ラインフィード）、EOI（end or identify 終了または識別）、またはLF+EOIで終止しなければなりません。いま使用しているコンピュータがこの終止符を与えなければ、パスは立ち往生します。下記の例は、複数コマンドプログラムメッセージをどのようにして終止しなければならないか、その方法を示します。

:outp on <PMT>

コマンド実行に関するルール

- コマンドを実行する順序は、プログラムメッセージの中でコマンドが現れる順序です。
- 無効コマンドはエラーを発生します。実行されないのはもちろんです。
- 複数コマンドメッセージの中で、無効コマンドに先行する有効コマンドは実行されます。
- 複数コマンドメッセージの中で、無効コマンドに続く有効コマンドは無視されます。

応答メッセージ

応答メッセージとは、照会コマンドプログラムメッセージに対する応答として計測器がコンピュータに送ったメッセージです。

応答メッセージを送る

照会メッセージを送ったあと、応答メッセージが出力待ち行列に置かれます。続いて2400型はtalkするように呼びかけられ、応答メッセージが出力待ち行列からコンピュータに送られます。

複数応答メッセージ

同じプログラムメッセージで2個以上の照会コマンドを送る場合（「複数コマンドメッセージ」の項を参照）には、2400型がtalkするように呼びかけられると、すべての照会につての複数応答メッセージがコンピュータに送られます。応答は、照会コマンドを送信した順序で送られ、セミコロン（;）で分離されます。同じ照会の中の複数の項目は、コンマ（,）で分離されます。下記に示す例は、4個の単一項目照会コマンドで設定されるプログラムメッセージに対する応答メッセージです。
0;1;1;0

応答メッセージターミネータ（RMT）

それぞれの応答は、LF（line feed ラインフィード）とEOI（end or identify 終止または識別）で終止します。下記に示す例は、複数応答メッセージの終止方法です。
0;1;1;0 <RMT>

メッセージ交換プロトコル

メッセージ交換プロトコルは、次の2つのルールに要約されます。

ルール1.　2400型に、何をコンピュータに送るかを必ず命令しなければなりません。

計測器からコンピュータに情報を送るには、下記の2つのステップを必ず実行しなければなりません。

1. 関連する照会コマンドを1つのプログラムメッセージで送る。
2. 2400型にtalkするように呼びかける。

ルール2.　まずコンピュータが全部の応答メッセージを受けてから、ほかのプログラムメッセージを2400型に送ってください。

RS-232のインタフェース動作

注記　RS-232に関してプログラム可能な項目（ボーレート、データビット、パリティ、ターミネータ）は、メインメニューのCOMMUNICAIONオプションを使って設定することができます（第1部の「メインメニュー」を参照）。

データの送受

RS-232インタフェースは、8個のデータビット、1個のストップビット、ノーパリティを使用して、データを転送します。これから接続しようとするデバイスもこのような設定を使用することを確認してください。

^C（decimal 3）または^X（decimal 18）で設定される文字列をメーターに送ることにより、データ伝送を中断することができます。これは、未実行の動作をすべてクリアし、未出力の出力をすべて廃棄します。

ボーレート

ボーレートとは、2400型とプログラミング端末が通信を行う速度を指します。以下の使用可能な通信速度から1つを選んでください。

- 57600
- 38400
- 19200
- 9600
- 4800
- 2400
- 1200
- 600
- 300

工場出荷時の選択ボーレートは9600です。

ボーレートを選ぶときには、2400型に接続するプログラミング端末またはプリンタが、選択したボーレートをサポートできることを確認してください。2400型もほかのデバイスも、同一ボーレートに合わせて機器設定しなければなりません。

データビットとパリティ

RS-232 インタフェースは、偶数パリティまたは奇数パリティを使って、またはパリティなしで、長さ 7 または 8 ビットのデータを送受するように設定することができます。

ターミネータ

2400 型の設定を変更して、コントローラに伝送するそれぞれのプログラムメッセージを、下記に示す <CR> と <LF> の組合せのどれかを使って終了させることができます。

<CR>	キャリッジリターン
<CR+LF>	キャリッジリターンとラインフィード
<LF>	ラインフィード
<LF+CR>	ラインフィードとキャリッジリターン

フロー制御（信号ハンドシェーキング）

コントローラと計測器との間の信号ハンドシェーキングを使えば、データ受信の準備ができているかどうかについて、2 個のデバイスに相互に通信させることができます。2400 型は、ハードウェアのハンドシェーキング（フロー制御）をサポートしません。

ソフトウェアのフロー制御は、XON と XOFF という文字の形をとり、RS-232 の FLOW CONTROL メニューから XON-XOFF が選択されると、使用可能になります。2400 型の入力待ち行列が 3/4 以上満たされると、計測器は XOFF コマンドを出します。制御プログラムはこれに応答して、2400 型が XON コマンドを出すまで、文字の送り出しを中止する必要があります。入力バッファのレベルが半分以下まで下がれば、2400 型は直ちに XON を出します。2400 型は、コントローラが送った XON と XOFF を認識します。XOFF は、2400 型が XON を受けるまで、文字の出力を中止させます。到来コマンドが処理されるのは、コントローラから <CR> 文字を受けてからになります。

NONE というフロー制御を選択すれば、コントローラと 2400 型との間には信号ハンドシェーキングは起こりません。受信側デバイスの準備が整う前に伝送されたデータは、失われます。

RS-232 の接続

RS-232 シリアルポートをコンピュータまたはリスニングデバイス（すなわちシリアルプリンタ）のシリアルポートに接続するために、DB-9 コネクタを端末とするストレート接続 RS-232 ケーブルを使用します。ヌルモデムケーブルは、使用しないでください。シリアルポートは、RS-232 規格の、送信ライン（TXD）、受信ライン（RXD）、信号接地（GND）を使用します。図 4-16 には RS-232 用の背面パネルコネクタを示し、表 4-3 はコネクタのピン接続を示します。

ご使用のコンピュータの RS-232 インタフェース用のコネクタが DB-25 であれば、一方の端末には DB-25 コネクタを、他方の端末には DB-9 コネクタをストレート接続（ヌルモデムではありません）したケーブルまたはアダプタを使用する必要があります。

図 14-4
RS-232 インタフェース
コネクタ

背面パネルコネクタ

表 14-2
RS-232 コネクタのピン接続

ピン番号	用途
1	使用しません
2	RXD、データ送信
3	TXD、データ受信
4	使用しません
5	GND、信号接地
6	使用しません
7	RTS、クリアして送信
8	CTS、送信準備完了
9	使用しません

注記　CTS と RTS はいっしょにくくられています。

表 14-3 に示すのは、9 ピン (DB-9) または 25 ピン (DB-25) シリアルポートコネクタをコンピュータ (PC) で使用する場合の、ピン接続識別です。

表 14-3
PC シリアルポートピン接続

信号	DB-9 ピン番号	DB-25 ピン番号
DCD、データキャリア検出	1	8
RXD、データ受信	2	3
TXD、データ送信	3	2
DTR、データ端末準備完了	4	20
GND、信号接地	5	7
DSR、データセット準備完了	6	6
RTS、送信リクエスト	7	4
CTS、クリアして送信	8	5
RI、リングインディケータ	9	22

エラーメッセージ

RS-232 のエラーメッセージについては、付録 B を参照してください。

プログラミングの例

下記のクイックベーシック 4.5 のプログラミングの例は、RS-232 COM2 ポートを経由してソース・メータを制御します。前面パネルメインメニューからの操作で、ソース・メータを RS-232 モードに入れてください (MENU を押し、COMMUNICATION を選択し、RS-232 を選択してください)。通信設定を変更したときは、ソース・メータはリセットしてこの時のモードに入ります。

```
RD$ = SPACE$ (1500)                    'ストリングスペースを設定せよ。
CLS                                    'スクリーンをクリアせよ。
"Set COM2 baud rate to 9600"
"Set no flow control, and CR as terminator"

'シリアルポートパラメータを設定せよ。
'下記の値はソース・メータのデフォルト設定値です。
ComOpen$ = "COM2: 9600, N, 8, 1, ASC, CD0, CS0, DS0, LF, OP0, RS, TB8192, RB192"
OPEN ComOpen$ FOR RANDOM AS #1

'ソース・メータセットアップコマンド
PRINT #1, "*RST"                       '計測器をデフォルトパラメータにリセットせよ。
PRINT #1, ":SENS:FUNC 'RES'"           '抵抗測定機能を選択せよ。
PRINT #1, ":SENS:RES:NPLC 1"           '測定速度を 1PLC に設定せよ。
PRINT #1, ":SENS:RES:MODE MAN"         '手動抵抗測定モードを選択せよ。
PRINT #1, ":SOUR:FUNC CURR"            '電流ソース機能を選択せよ。
PRINT #1, ":SOUR:CURR 0.01"            '10mA を出力できるようにソースを設定せよ。
PRINT #1, ":SOUR:CLE:AUTO ON"          'ソースオート出力オフを有効にせよ。
PRINT #1, ":SENS:VOLT:PROT 10"         '10V のコンプライアンスリミットを設定せよ。
PRINT #1, "TRIG:COUN 1"                '1 つの測定を行うように設定せよ。
PRINT #1, ":FORM:FLEM RES"             '抵抗読み取り値を PC に出力するように設定せよ。

'1 回の読み取りを開始し、結果を印刷せよ。
PRINT #1, ":READ?"                     'トリガを行い 1 つの読み取り値を取得せよ。
LINE INPUT #1, RD$
RD# = "Resistance: " + RD$
PRINT RD$

'クリーンアップを行い、終了せよ。
終了：
CLOSE #1                               'ファイルを閉じよ。
CLEAR                                  'インタフェースクリア
END
```

15
ステータス体形

- **概要**－ソース・メータのステータス体系の、動作から見た概要を説明します。
- **レジスタと待ち行列のクリア**－レジスタと待ち行列をクリア (リセット) するアクションを説明します。
- **レジスタのプログラミングと読み取り**－イネーブルレジスタをプログラムする方法とステータス体系の中のレジスタを読み取る方法を説明します。
- **ステータスバイトとサービスリクエスト (SRQ)**－サービスリクエスト (SRQ) を発生するようにステータスバイトをプログラムする方法を説明します。シリアルポールシーケンスを使って SRQ を検出する方法を示します。
- **ステータスレジスタセット**－4種類のステータスレジスタセット、すなわち標準イベントステータス、動作イベントステータス、測定イベントステータス、および疑問イベントステータスについて、ビット識別とコマンドに関する情報を用意します。
- **待ち行列**－出力待ち行列とエラー待ち行列について、詳細とコマンドに関する情報を用意します。

概要

ソース・メータは一連のステータスレジスタと待ち行列を用意しており、操作員は各種の計測器イベントを監視、操作することができます。ステータス体系は図 15-1 に示すとおりです。ステータス体系の中心は、ステータスバイトレジスタです。このレジスタは、ユーザの試験プログラムを使って読み取ることができ、これによってサービスリクエスト (SRQ) が発生したかどうか、そしてどのようなイベントがそのリクエストを発生させたかを明らかにすることができます。

ステータスバイトと SRQ

ステータスバイトレジスタは、4 個のステータスレジスタセットと 2 個の待ち行列のサマリビットを受信します。これらのレジスタセットと待ち行列は、各種の計測器イベントを監視します。使用可能になったイベントが発生すると、このイベントは、ステータスバイトレジスタの中のサマリビットを 1 に設定します。ステータスバイトのサマリビットが 1 に設定され、対応するイネーブルビットが 1 に設定されると (ユーザがプログラムした形で)、RQS/MSS ビットは SRQ の発生を知らせるように設定されます。

ステータスレジスタセット

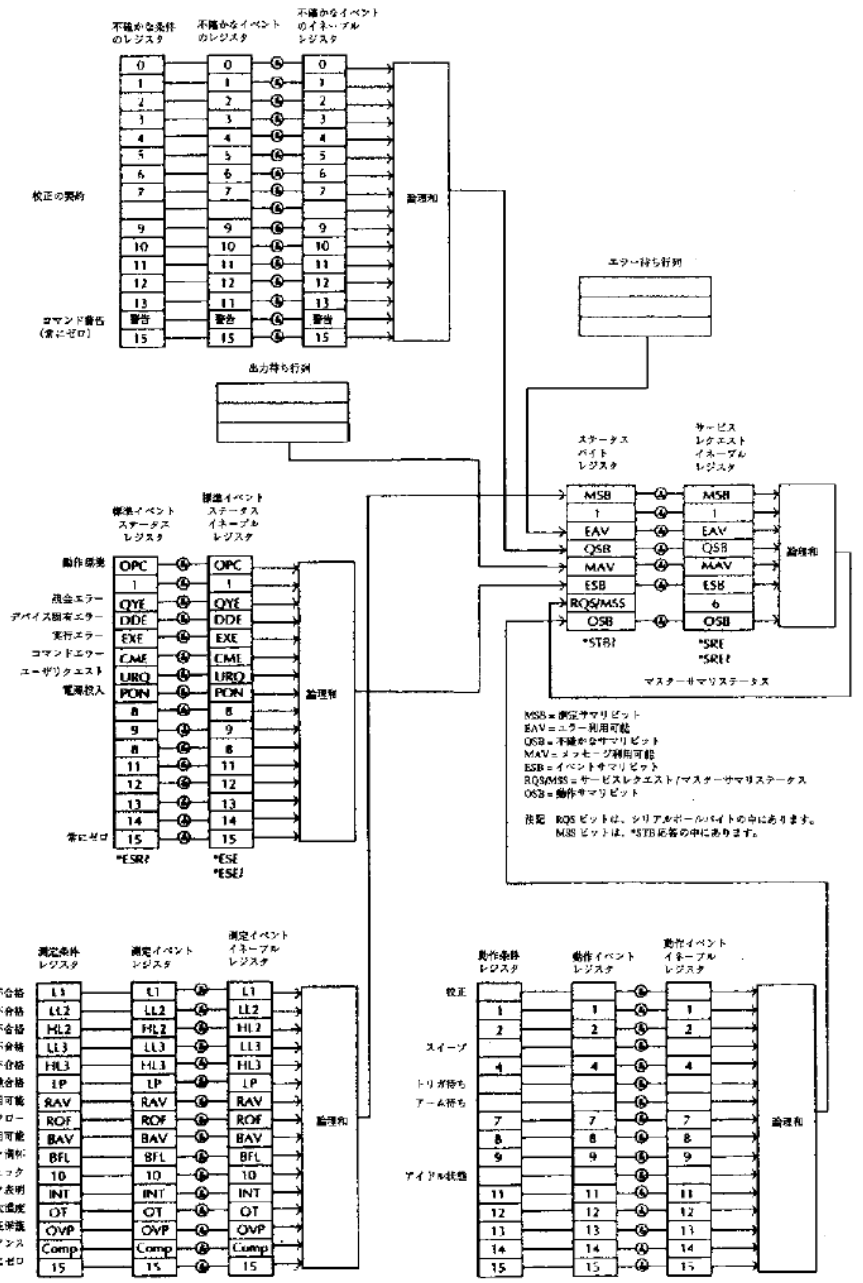
代表的なステータスレジスタセットは、条件レジスタ、イベントレジスタ、イベントイネーブルレジスタで構成されます。条件レジスタは、読み取り専用レジスタであり、常時アップデートを行い、計測器の現在の動作条件を反映します。

1 つのイベントが発生すると、当該のイベントレジスタビットは 1 に設定されます。このビットはレジスタがリセットされるまで、1 にラッチされた状態に留まります。イベントレジスタビットが 1 に設定され、対応するイネーブルビットが 1 に設定されると (ユーザがプログラムした形で)、レジスタの出力 (サマリ) は 1 に設定され、その結果、ステータスバイトレジスタのサマリビットは 1 に設定されます。

待ち行列

ソース・メータは 1 つの出力待ち行列と、1 つのエラー待ち行列を使用します。照会コマンドに対する応答メッセージは、出力待ち行列に置かれます。いろいろなプログラミングエラーとステータスメッセージは、発生の都度、エラー待ち行列に置かれます。待ち行列にデータが含まれる場合は、この待ち行列は、ステータスバイトレジスタの関連サマリビットを 1 に設定します。

図 15-1
ソース・メータの
ステータスレジスタ体系



レジスタと待ち行列をクリアする

ソース・メータをオン状態にすると、ステータス体系中のすべてのレジスタのビットがクリア(リセット)され、2個の待ち行列は空になります。イベントレジスタとイベントイネーブルレジスタをリセットするコマンドと、エラー待ち行列を表15-1の一覧表に示します。これらのコマンドだけではなく、どのイネーブルレジスタでも、レジスタをプログラムする個別のコマンドとともに0パラメータ値を送ることにより、リセットすることができます。

*注記　SYSTem:PRESet と *RTS は、ステータス体系レジスタと待ち行列には影響を与えません。*

表 15-1
レジスタをリセットし待ち行列をクリアするための一般コマンドと SCPI コマンド

コマンド	内容	参照
レジスタをリセットする場合		
*CLS	下記のイベントレジスタの、すべてのビットを0にリセットしてください。 標準イベントレジスタ 動作イベントレジスタ 測定イベントレジスタ 疑問イベントレジスタ	注記1
:STATus:PRESet	下記のイベントレジスタの、すべてのビットを0にリセットしてください。 動作イベントイネーブルレジスタ 測定イベントイネーブルレジスタ 疑問イベントイネーブルレジスタ	注記1
エラー待ち行列をクリアする場合		
*CLS	エラー待ち行列からのすべてのメッセージをクリアしてください。	注記2
:STATus:QUEue:CLEar	エラー待ち行列からのメッセージをクリアしてください。	注記3
:SYSTem:ERRor:CLEar	エラー待ち行列からのメッセージをクリアしてください。	注記3

注記：
1. 標準イベントイネーブルレジスタは、STATus:PRESet または *CLS を使ってもクリアされません。0パラメータ値を *ESE とともに送って、当該のイネーブルレジスタのすべてのビットを0にリセットしてください。(「ステータスバイトとサービスリクエストのコマンド」参照)
2. STATus:PRESet は、エラー待ち行列に影響を与えません。
3. エラー待ち行列をクリアする2個のクリアコマンドのどちらかを使ってください。

レジスタをプログラムし、読み取る

イネーブルレジスタをプログラムする

ユーザによるプログラムが可能なただ一つのレジスタは、イネーブルレジスタです。ステータス体系中のほかのレジスタは、すべて読み取り専用レジスタです。以下で説明するのは、イネーブルレジスタのプログラミングに使用する各種のコマンドのパラメータ値を確認する方法です。実際のコマンドは、この部の後半で説明します (表 15-3 と 15-6 を参照)。

イベントイネーブルレジスタをプログラムするコマンドを送るときには、該当するレジスタの中のそれぞれのビットの所要の状態 (1 または 0) を決定する値もいっしょに送出されます。イネーブルレジスタをプログラムするときには、パラメータ値のフォーマットとして 2 進、10 進、16 進、または 8 進のどれかを使用します。

レジスタのビット位置 (図 15-2 参照) は、2 進パラメータ値を示します。たとえば、ビット B4、B3、B1 を 1 に設定しようとすると、2 進値は 11010 (ここで B4 = 1、B3=1、B1=1、ほかのビットはすべて 0) です。ほかのフォーマットのどれかを使う場合は、2 進数を等価の 10 進数、16 進数、または 8 進数に変換してください。

2 進数　11010　＝　10 進数　26　＝　16 進数　1A　＝　8 進数　32

図 15-2 はそれぞれのレジスタビットについての 10 進加重を含むことに留意してください。ビット B4、B3、B1 を 1 に設定すると、10 進パラメータ値は、これらのビットに対する 10 進加重値の合計となるでしょう (16 + 8 + 2= 26)。

図 15-2
16 ビットステータスレジスタ

A)ビット 0 から 7 まで

ビット位置	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
2 進値	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
10 進値	128	64	32	16	8	4	2	1
加重	(2^7)	(2^6)	(2^5)	(2^4)	(2^3)	(2^2)	(2^1)	(2^0)

B)ビット 8 から 15 まで

ビット位置	B15	B14	B13	B12	B11	B10	B9	B8
2 進値	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
10 進値	32768	16384	8192	4096	2048	1024	512	256
加重	(2^{15})	(2^{14})	(2^{13})	(2^{12})	(2^{11})	(2^{10})	(2^9)	(2^8)

<NDN>(非10進値数) パラメータタイプを使い、非10進値を送信します。これらの値にはヘッダ (#B, #H または #Q) が必要で、これによって送信中のデータフォーマットを識別します。ヘッダの中の文字は、大文字でも小文字でも使えます。<NRf>(数値表現フォーマット) パラメータタイプを使い、10進値を送信します。<NRf> はヘッダを使用しません。次の例は、ビット B5、B3、B2 を 1 に設定する場合の、適切なパラメータシンタクスを示します。

#b101100	2進フォーマット (<NDN> パラメータタイプ)
#h2C	16進フォーマット (<NDN> パラメータタイプ)
#q54	8進フォーマット (<NDN> パラメータタイプ)
44	10進フォーマット (<NRf> パラメータタイプ)

非10進パラメータ値に有効な文字は次のとおりです。

<NDN> フォーマット	有効な文字
2進	1と0
16進	0から9までとAからFまで
8進	0から7まで

レジスタを読み取る

ステータス体系中のレジスタは、関連する照会 (?) コマンドを使用して読み取ることができます。以下では、戻された値 (応答メッセージ) を解釈する方法を説明します。実際の照会コマンドについては、この部の後半で説明します (表 15-3、表 15-4、表 15-7 参照)。

応答メッセージとは、レジスタの中のどのビットが 1 に設定されているかを示す値です。この値 (すでに 2 進化されてない場合は) を 2 進等価値に変換する必要があります。たとえば、100101 という 2 進値の場合は、ビット B5、B3、B0 が 1 に設定されています。

戻される値のフォーマットは、2 進、10 進、16 進、8 進のどれでもかまいません。FORMat: SREGister コマンドを使い、戻された値のためのデータフォーマットを選択します (表 15-2 参照)。

非10進フォーマットの場合は、下記のヘッダの 1 つが戻された値に付随しており、どのフォーマットが選択されたかを示します。

#B = 2 進値のヘッダ
#H = 16 進値のヘッダ
#Q = 8 進値のヘッダ

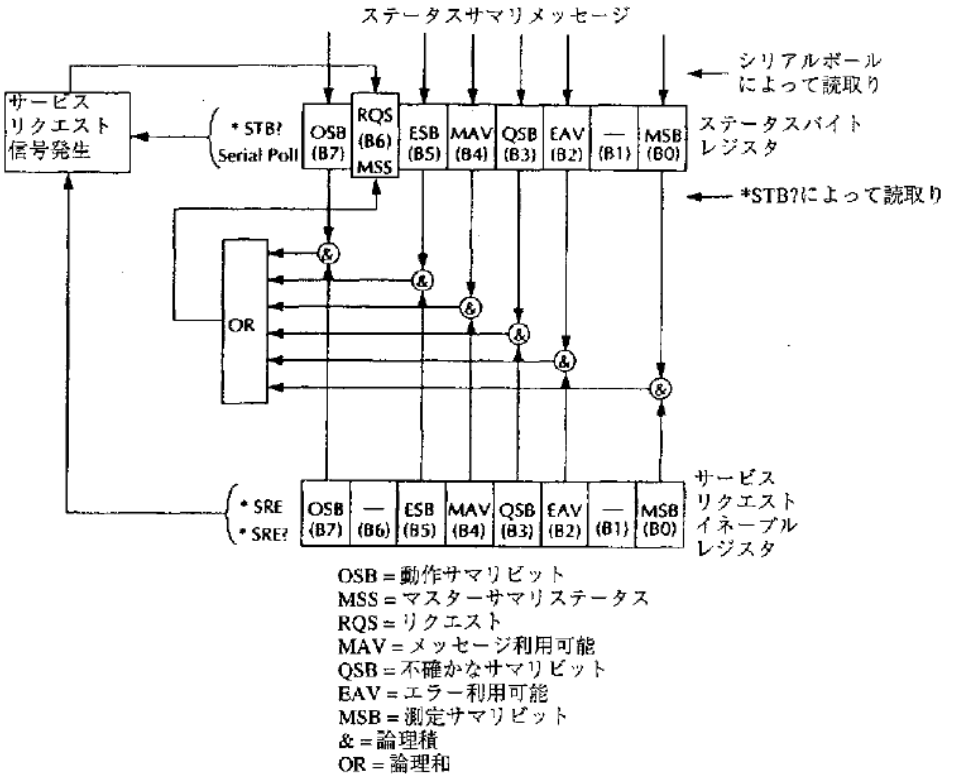
表 15-2
ステータスレジスタ読み
取り用データフォーマットコマンド

コマンド	内容	デフォルト
:FORMat:SREGister <name>	ステータスレジスタを読み取るためのデータフォーマットを選択してください。 <name> = ASCii　10進フォーマット HEXadecimal　16進フォーマット OCTal　8進フォーマット BINary　2進フォーマット	ASCii

ステータスバイトとサービスリクエスト(SRQ)

サービスリクエストを制御するのは、ステータスバイトレジスタとサービスリクエストイネーブルレジスタという、2個の8ビットレジスタです。図4-9は、これらのレジスタの体系を示します。

図15-3
ステータスバイトとサービスリクエスト(SRQ)



ステータスバイトレジスタ

ステータスバイトレジスターステータスレジスタと待ち行列を使用して、ステータスバイトレジスタの関連ビット（B0、B2、B3、B4、B5、B7）を設定またはクリアします。これらのビットはラッチしません。そしてその状態（0または1）を決めるのは、サマリメッセージ（0または1）だけです。たとえば、標準イベントステータスレジスタを読み取ると、そのレジスタはクリアされます。その結果、サマリメッセージは0にリセットされ、これがステータスバイトレジスタ中のESBビットをクリアします。

ステータスバイトレジスタの各ビットの概要は、次のとおりです。

- **ビットB0、測定サマリビット (MSB)**－1に設定されたサマリビットは、使用可能になった測定イベントが発生したことを示します。
- **ビットB1、未使用**
- **ビットB2、エラーアベイラブル (EAV)**－1に設定されたサマリビットは、エラーまたはステータスメッセージがエラー待ち行列の中に存在することを示します。
- **ビットB3、疑問サマリビット (QSB)**－1に設定されたサマリビットは、使用可能になった疑問イベントが発生したことを示します。
- **ビットB4、メッセージアベイラブル (MAV)**－1に設定されたサマリビットは、応答メッセージが出力待ち行列の中に存在することを示します。
- **ビットB5、イベントサマリビット (ESB)**－1に設定されたサマリビットは、使用可能になった標準イベントが発生したことを示します。
- **ビットB6、リクエストサービス (RQS)/マスタサマリステータス (MSS)**－1に設定されたビットは、ステータスバイトレジスタ中の使用可能になったサマリビットが1に設定されたことを示します。
- **ビットB7、動作サマリ (OSB)**－1に設定されたサマリビットは、使用可能になった動作イベントが発生したことを示します。

使い方にもよりますが、ステータスバイトレジスタのビットB6は、サービスのリクエスト (RQS) またはマスタサマリステータス (MSS) のどちらかです。

- ソース・メータのシリアルポールシーケンスを使ってステータスバイト (a.k.a. シリアルポールバイト) を得ようとするときは、B6がRQSビットです。シリアルポールシーケンスの使用法の詳細は、「シリアルポーリングとSRQ」を参照してください。
- ステータスバイトを読み取るために*STB?コマンド (表15-3参照)を使用するときは、B6はMSSビットです。

サービスリクエストイネーブルレジスタ

サービスリクエストの生成を制御するのは、サービスリクエストイネーブルレジスタです。このレジスタはお客様がプログラムしたものです。このレジスタを使うのは、ステータスバイトレジスタのステータスサマリメッセージビット (B0、B2、B3、B4、B5、および B7) によってビット B6 (RQS/MSS) の設定を使用可能にしたり使用禁止にする場合です。図 15-3 に示すように、サマリビットは、サービスリクエストイネーブルレジスタの対応イネーブルビットと、論理的に AND の関係にあります。1 に設定されたサマリビット (1) がイネーブルレジスタの使用可能 (1) ビットと AND 関係にあれば、論理 "1" の出力が OR ゲートに印加され、ステータスバイトレジスタの MSS/RQS ビットを 1 に設定します。

サービスリクエストイネーブルレジスタの一つ一つのビットは、*SRE コモンコマンドを使って設定またはクリアすることができます。サービスリクエストイネーブルレジスタを読み取るには、*SRE?コマンドを使用してください。サービスリクエストイネーブルレジスタがクリアされるのは、電源再投入を行う場合か、ZERO のパラメータ値を *SRE (すなわち *SRE 0) とともに送る場合です。SRQ イネーブルレジスタをプログラムし読み取るためのコマンドを、表 15-3 に一覧形式で示します。

シリアルポーリングと SRQ

0 から 1 に移行する、使用可能状態のイベントサマリビットであればどのビットでも、B6 を設定し、サービスリクエスト（SRQ）信号を発生します。ユーザの試験プログラムの中で、ユーザは定期的にステータスバイトレジスタを読取り、サービスリクエストが発生しているかどうか、発生していれば何が原因になっているかを、チェックすることができます。SRQ が発生した場合、プログラムは、たとえば、リクエストに対応する適切なサブルーチンに分岐することができます。

通常は、サービスリクエストは、2400 型のシリアルポールシーケンスによって管理されます。SRQ が発生しない場合は、ステータスバイトレジスタのビット B6（RQS）はクリアされたままで、シリアルポールが行われたあと、プログラムは正常に進行するだけとなります。SRQ が発生すれば、ステータスバイトレジスタのビット B6 が設定され、シリアルポールが SRQ を検出すれば、プログラムはサービスルーチンに分岐することができます。

シリアルポールは、ステータスバイトレジスタの RQS を自動的にリセットします。これによって、これ以後のシリアルポールは、ほかの種類のイベントによって SRQ が発生してないかをモニタすることが可能になります。シリアルポールのあと、最初の SRQ を発生したイベントレジスタがクリアされていなくても、同じイベントが別の SRQ を発生することがあります。

シリアルポールは、RQS をクリアしますが、MSS をクリアしません。MSS ビットは、すべてのステータスバイトイベントサマリビットがクリアされるまで、残ります。

SPE、SPD (シリアルポーリング)

SPE と SPD の汎用バスコマンドシーケンスを使い、ソース・メータのシリアルポーリングを行います。シリアルポーリングによって、シリアルポールバイト (ステータスバイト) が得られます。代表的な例として、コントローラがシリアルポーリングを使い、これによっていくつかの計測器のうち、どれが SRQ ラインにサービスをリクエストしたかを確認します。

ステータスバイトとサービスリクエストコマンド

ステータスバイトレジスタとサービスリクエストイネーブルレジスタをプログラムし、読み取るコマンドを、表15-3に一覧形式で示します。レジスタのプログラミングと読み取りの詳細は、「イネーブルレジスタをプログラムする」と「レジスタを読み取る」を参照してください。

注記　*サービスリクエストイネーブルレジスタのビットを0にリセットするには、0を*SRE コマンドのパラメータ値として使用してください(すなわち*SRE 0)。*

表15-3
ステータスバイトレジスタ・コマンドとサービスリクエストイネーブルレジスタ・コマンド

コマンド	内容	デフォルト
*STB?	ステータスバイトレジスタを読み取ってください。	
*SRE <NDN> or <Nrf>	サービスリクエストイネーブルレジスタをプログラムしてください。 <NDN> = #Bxx...x　2進フォーマット (それぞれのx = 1または0) = #Hx　16進フォーマット (x = 0から FF) = #Qx　8進フォーマット (x = 0から 377) <Nrf> = 0から255　10進フォーマット	注記
*SRE?	サービスリクエストイネーブルレジスタを読み取ってください。	

* CLSとSTATus:PRESetは、サービスリクエストイネーブルレジスタに影響を与えません。

プログラミングの例ーエラー発生時にMSS (B6) を1に設定する

表15-4に示す第1のシーケンスコマンドは、EAV (エラーアベイラブル) を使用可能にします。無効なコマンドが送られると (ライン4)、ビットB2(EAV) とB6 (MSS) は1に設定されます。最後のコマンドは、2進フォーマット (どのビットが1に設定されているかを直接示す) を使うステータスバイトレジスタを読み取ります。フォーマットを選択するコマンド (FORMat: SREGister) を表15-2に示します。エラーの正確な特性を確認するには、エラー待ち行列を読み取ることが必要です (「待ち行列」参照)。

表15-4
ステータスバイトプログラミングの例

コマンド	内容
*CLS	エラー待ち行列をクリアしてください。
*SRE 4	EAVを有効にしてください。
FORM:SREG BIN	2進フォーマットを選択してください。
*XYZ	エラーを発生させてください。
*STB?	ステータスバイトレジスタを読み取ってください。

ステータスレジスタセット

図 15-1 に示すように、ソース・メータのステータス体系には、標準イベントステータス、動作イベントステータス、測定イベントステータス、疑問イベントステータスという 4 つのステータスレジスタがあります。

レジスタビットの説明

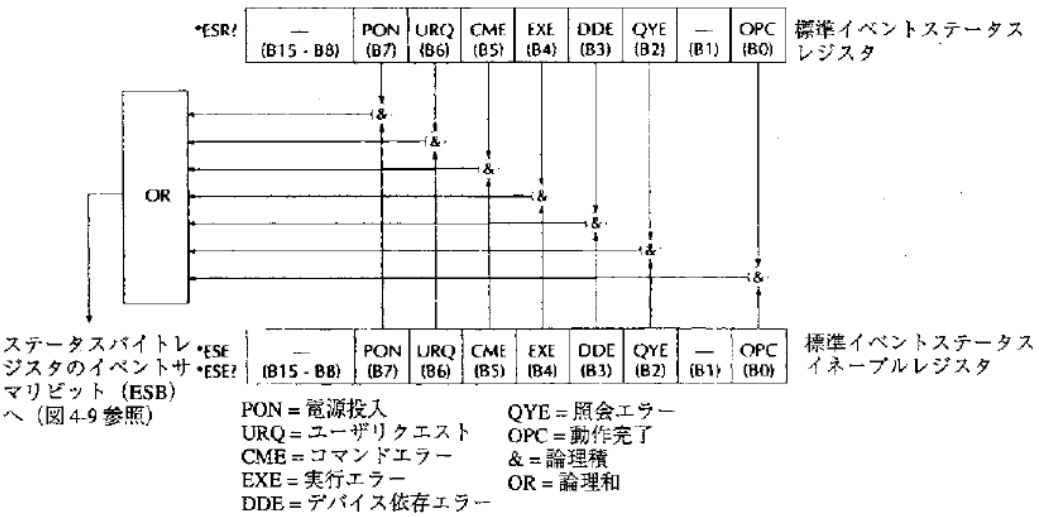
標準イベントレジスタ

標準イベントレジスタで使用するビット (図 15-4 に示す) の内容は、次のとおりです。

- ビット B0、動作完了－1 に設定されたビットは、進行中の選択されたデバイス動作がすべて完了し、ソース・メータは新しいコマンドを受け入れる用意ができていることを示します。このビットが 1 に設定されるのは、*OPC?照会コマンドに応答する場合だけです。*OPC と *OPC?の詳細は、第 16 部を参照してください。
- ビット B1 －未使用
- ビット B2、照会エラー (QYE)－1 に設定されたビットは、ユーザが空の出力待ち行列からデータを読み取ろうとしたことを示します。
- ビット B3、デバイス依存エラー (DDE)－1 に設定されたビットは、内部条件が原因となって、計測器の動作が正しく行われなかったことを示します。
- ビット B4、実行エラー (EXE)－1 に設定されたビットは、コマンドの実行を試みている間にソース・メータがエラーを検出したことを示します。
- ビット B5、コマンドエラー (CME)－1 に設定されたビットは、コマンドエラーが発生したことを示します。

  コマンドエラーは、次のエラーを含みます。
  - IEEE-488.2 シンタクスエラー－ソース・メータが受信したメッセージは、IEEE-488.2 規格で定義されるシンタクスに一致しません。
  - 意味論的エラー－ソース・メータが受信したコマンドは、スペルが誤っていました。またはソース・メータが受信したオプションの IEEE-488.2 コマンドは、実行されませんでした。
  - 機械はプログラム内でグループ実行トリガ（GET）を受け取りました。シリアルポールは、RQS をクリアしますが、MSS をクリアしません。MSS ビットは、すべてのステータスバイトイベントサマリビットがクリアされるまで、残ります。
- ビット B6、ユーザリクエスト (URQ)－1 に設定されたビットは、ソース・メータ前面パネルの LOCAL キーが押されたことを示します。
- ビット B7、パワーオン (PON)－1 に設定されたビットは、このレジスタの前回の読み取り以来、ソース・メータがオフ状態にされ、またオン状態に戻されていることを示します。

図 15-4
標準イベントステータス

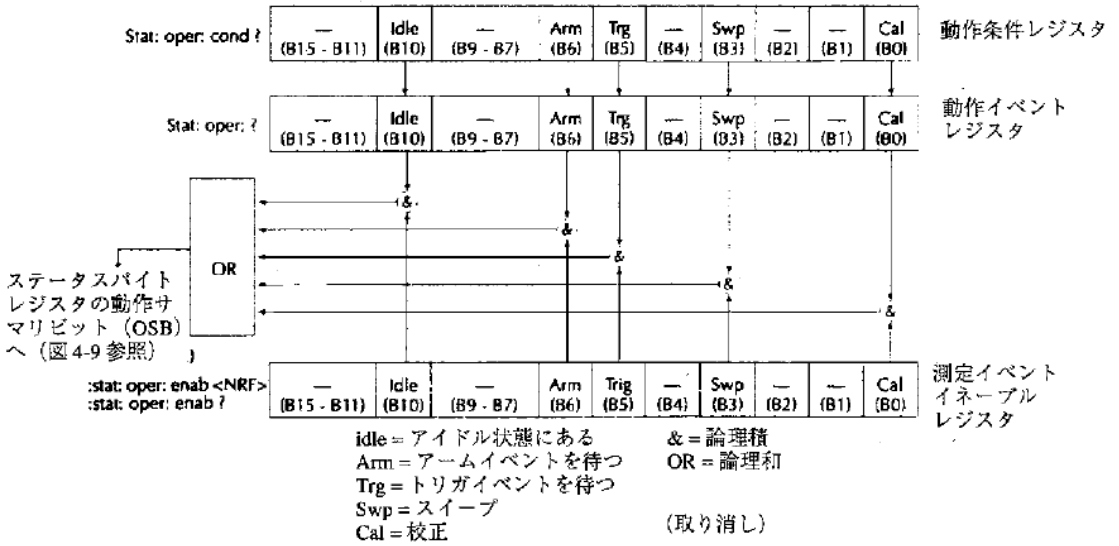


動作イベントレジスタ

動作イベントレジスタ (図 15-5 に示す) に使用するビットの内容は、次のとおりです。

- ビット B0、校正 (Cal) − 1 に設定されたビットは、ソース・メータが校正中であることを示します。
- ビット B1 と B2 − 未使用
- ビット B3、スイーピング (Swp) − 1 に設定されたビットは、計測器がスイープ動作を行っていることを示します。
- ビット B4 − 未使用
- ビット B5、トリガイベント待ち (Trig) − 1 に設定されたビットは、ソース・メータがトリガレイヤーにあり、TLINK イベントの発生を待っていることを示します。
- ビット B6、アームイベント待ち (Arm) − 1 に設定されたビットは、ソース・メータがアームレイヤーにあり、アームイベントの発生を待っていることを示します。
- ビット B7 と B9 − 未使用
- ビット B10、アイドル状態 (Idle) − 1 に設定されたビットは、ソース・メータがアイドル状態にあることを示します。
- ビット B11 から B15 − 未使用

図 15-5
動作イベントレジスタ



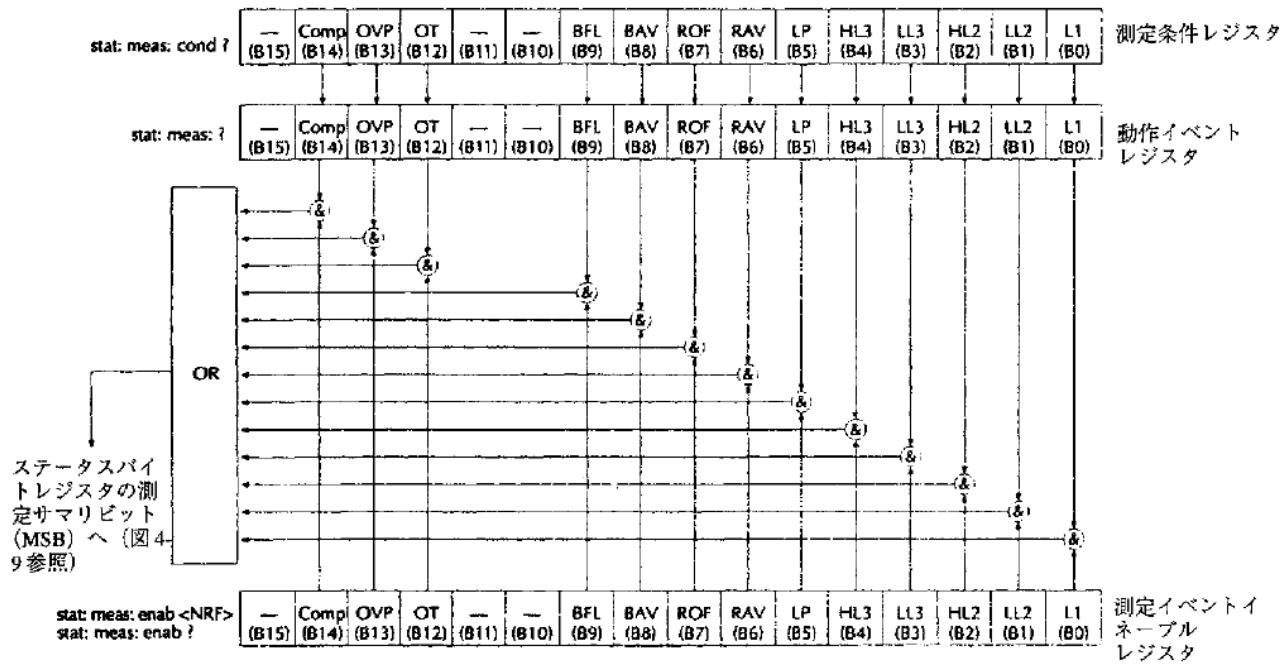
測定イベントレジスタ

測定イベントレジスタ (図 15-6 に示す) に使用するビットの内容は、次のとおりです。

- ビット B0、リミット 1 不合格 (L1)－1 に設定されたビットは、リミット 1 の試験に不合格になったことを示します。
- ビット B1、ロウリミット 2 不合格 (LL2)－1 に設定されたビットは、ロウリミット 2 の試験に不合格になったことを示します。
- ビット B2、ハイリミット 2 不合格 (HL2)－1 に設定されたビットは、ハイリミット 2 の試験に不合格になったことを示します。
- ビット B3、ロウリミット 3 不合格 (LL3)－1 に設定されたビットは、ロウリミット 3 の試験に不合格になったことを示します。
- ビット B4、ハイリミット 3 不合格 (HL3)－1 に設定されたビットは、ハイリミット 3 の試験に不合格になったことを示します。
- ビット B5、リミット合格 (LP)－1 に設定されたビットは、すべてのリミット試験に合格したことを示します。
- ビット B6、読み取りアベイラブル (RAV)－1 に設定されたビットは、読み取りが行われ処理されたことを示します。
- ビット B7、読み取り値オーバフロー (ROF)－1 に設定されたビットは、電圧または電流の読み取り値が選択したソース・メータ測定レンジを越えることを示します。
- ビット B8、バッファアベイラブル (BAV)－1 に設定されたビットは、少なくとも 2 個の読み取り値がバッファの中にあることを示します。
- ビット B9、バッファフル (BFL)－1 に設定されたビットは、トレースバッファが満杯であることを示します。
- ビット 10 －リミット 4- コンタクトチェック (付録 F 参照)
- ビット 11、インタロックアサート (Int)－1 に設定されたビットは、インタロックラインがディジタルロー (アサートされた)状態にあることを示します。ソース出力をオン状態にすることができます。
- ビット B12、過大温度 (OT)－1 に設定されたビットは、過大温度条件が存在することを示します。ソース出力をオン状態にすることはできません。

- ビットB13、過電圧保護 (OVP)－1に設定されたビットは、ソースがプログラムされたレベルに制限されていることを示します。
- ビットB14、コンプライアンス (Comp)－1に設定されたビットは、ソースがコンプライアンス状態にあることを示します。
- ビットB15－未使用

図 15-6
測定イベントステータス



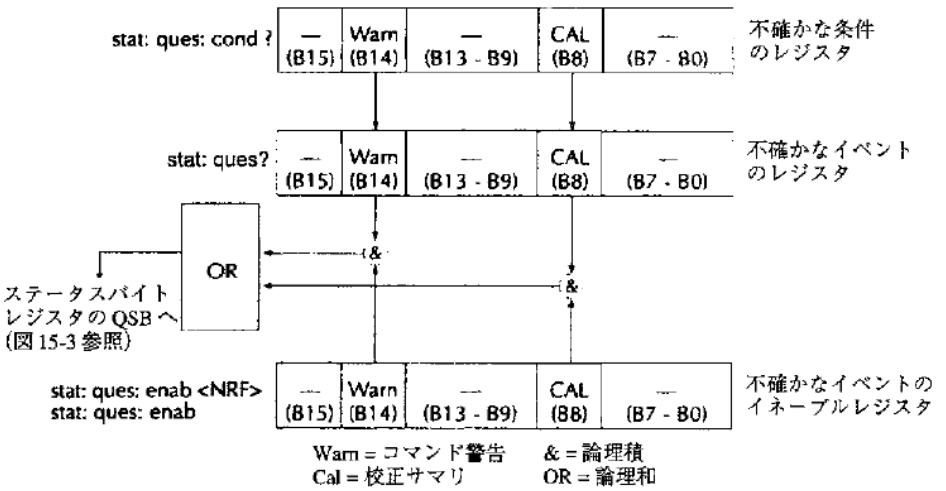
Comp＝コンプライアンス状態にあり
OVP＝過電圧保護リミットに到達
OT＝過大温度
BFL＝バッファ利用可能
ROF＝読取り値オーバフロー
RAV＝読取り値利用可能
LP＝リミット試験合格
HL3＝上限リミット3試験に不合格
LL3＝下限リミット3試験に不合格
HL2＝上限リミット2試験に不合格
LL2＝下限リミット2試験に不合格
L1＝リミット1試験不合格
&＝論理積
OR＝論理和

疑問イベントレジスタ

疑問イベントレジスタ (図15-7に示す) に使用するビットの内容は、次のとおりです。

- ビットB0からB7－未使用
- ビットB8、校正サマリ (Cal)－1に設定されたビットは、無効な校正係数が電源投入シーケンスが進んでいる間に検出されたことを示します。このエラーは、計測器の校正が順調に終わったあと、クリアします。
- ビットB9からB13－未使用
- ビットB14、コマンド警告 (Warn)－1に設定されたビットは、信号指向測定コマンドが無視されていることを示します。
- ビットB15－未使用

図 15-7
疑問イベントのステータス



条件レジスタ

図 15-1 に示すように、それぞれのステータスレジスタセット (標準イベントレジスタセットを除く) は条件レジスタを持っています。条件レジスタとは、リアルタイムの読み取り専用レジスタで、計測器の現在の動作条件を反映するために常時アップデートを行います。たとえば、ソース・メータがこの状態にあると、動作条件レジスタのビット B10 (アイドル) が 1 に設定されます。計測器がアイドル状態から外されると、ビット B10 はクリアします。

条件レジスタを読み取るためのコマンドを、表 15-5 に一覧形式で示します。レジスタ読み取りの詳細は、「レジスタを読み取る」を参照してください。

表 15-5
条件レジスタコマンド

コマンド	内容
:STATus:OPERation:CONDition?	動作条件レジスタを読み取ってください。
:STATus:MEASurement:CONDition?	測定条件レジスタを読み取ってください。
:STATus:QUEStionable:CONDition?	疑問条件のレジスタを読み取ってください。

イベントレジスタ

図 15-1 が示すように、それぞれのステータスレジスタセットは、イベントレジスタを持っています。あるイベントが発生すると、該当するイベントレジスタビットは 1 に設定されます。このビットはレジスタがリセットされるまで、1 にラッチされた状態に留まります。イベントレジスタを読み取ると、このレジスタのビットはクリアされます。*CLS は 4 個のレジスタすべてをリセットします。

イベントレジスタを読み取るためのコマンドを、表 15-6 に一覧形式で示します。レジスタ読み取りの詳細は、「レジスタを読み取る」を参照してください。

表 15-6
イベントレジスタコマンド

コマンド	内容	デフォルト
*ESR?	標準イベントステータスレジスタを読み取ってください。	(注記)
:STATus:OPERation:[EVENt]?	動作イベントレジスタを読み取ってください。	
:STATus:MEASurement:[EVENt]?	測定イベントレジスタを読み取ってください。	
:STATus:QUEStionable:[EVENt]?	疑問イベントのレジスタを読み取ってください。	

注記：電源投入と *CLS はすべてのイベントレジスタを 0 にリセットします。STATus:PRESet は影響を与えません。

イベントイネーブルレジスタ

図 15-1 が示すように、それぞれのステータスレジスタセットはイネーブルレジスタを持っています。それぞれのイベントレジスタビットは、イネーブルレジスタの対応イネーブルビットと、論理的に AND (&) の関係にあります。したがって、あるイベントビットが 1 に設定され、対応するイネーブルビットも 1 に設定されると (ユーザがプログラム下方値で)、そのレジスタの出力 (サマリ) も 1 に設定されます。その結果、ステータスバイトレジスタのサマリビットも 1 に設定されます。

イベントイネーブルレジスタを読み取るためのコマンドを、表 15-7 に一覧形式で示します。レジスタのプログラミングと読み取りの詳細は、「イネーブルレジスタをプログラムする」と「レジスタを読み取る」を参照してください。

注記　0 パラメータ値を関連するイネーブルコマンド (すなわち STATus:OPERation:ENABLe 0) とともに送ることにより、どのイネーブルレジスタのビットでも 0 にリセットすることができます。

表 15-7
イベントイネーブルレジスタ・コマンド

コマンド	内容	デフォルト
*ESE <NDN> or <NRF>	標準イベントイネーブルレジスタを読み取ってください。(「パラメータ」参照)	(注記)
*ESE?	標準イベントイネーブルレジスタを読み取ってください。	
STATus	STATus サブシステム	
:OPERation	動作イベントイネーブルレジスタ	
:ENEBle <NDN> or N<Rf>	イネーブルレジスタをプログラムしてください。	
:ENEBle?	イネーブルレジスタを読み取ってください。	
:MEASurement	測定イベントイネーブルレジスタ	
:ENEBle <NDN> or N<Rf>	イネーブルレジスタをプログラムしてください。	
:ENEBle?	イネーブルレジスタを読み取ってください。	
:QUEStionable	疑問イベントイネーブルレジスタ	
:ENEBle <NDN> or N<Rf>	イネーブルレジスタをプログラムしてください。	
:ENEBle?	測定イベントイネーブルレジスタを読み取ってください。	

パラメータ:

<NDN>	=	#Bxx...x	2 進フォーマット (それぞれの x = 1 または 0)
	=	#Hx	16 進フォーマット (x = 0 から FFFF)
	=	#Qx	8 進フォーマット (x = 0 から 1777777)
<NRf>	=	0 から 65535	10 進フォーマット

注記：電源投入と STATus:PRESet は、すべてのイネーブルレジスタのすべてのビットを 0 にリセットします。*CLS は影響を与えません。

プログラミング例　ー　レジスタセットをプログラムし、読み取る

表 15-8 のコマンドシークエンスは、測定レジスタセットをプログラムし、読み取ります。レジスタは、(直接セットされているビットを示す) バイナリフォーマットを使用して、読み取られます。フォーマットを選択するためのコマンド (FORMat:SREGISTER) は、表 15-2 に示されています。

表 15-8
レジスタをプログラムし読み取るプログラミングの例

コマンド	内容
FROM:SREG BIN	2 進フォーマットを選択して、レジスタを読み取ってください。
STAT:MEAS:ENAB 512	BFL を有効にしてください (バッファ満杯)。
STAT:MEAS:COND?	測定条件レジスタを読み取ってください。
STAT:MEAS?	測定イベントレジスタを読み取ってください。

待ち行列

2400型は、2つの待ち行列を使用します。これらは、先入れ先出し（FIFO）レジスタです。

- 出力待ち行列ー読取り値と応答メッセージを保持するために使用
- エラー待ち行列ーエラーメッセージとステータスメッセージを保持するために使用

上記の2つの待ち行列が、ほかのレジスタとともに、どのような体系を設定するかを、2400型のステータスモデル（図4-4）に示します。

出力待ち行列

出力待ち行列は、計測器の正常動作に関係のあるデータを保持します。たとえば、照会コマンドが送られた場合、応答メッセージは出力待ち行列に入れられます。

データが出力待ち行列に入れられた場合には、ステータスバイトレジスタの中のメッセージ利用可能（MAV）ビットが設定されます。データメッセージは、読取りが完了すると出力待ち行列からクリアされます。出力待ち行列は、空になると、クリアされたと見なされます。空の出力待ち行列は、ステータスバイトレジスタのMAVをクリアします。

適切な照会を送ったあと、2400型に対して、talkするようにアドレスされることにより、出力待ち行列からメッセージを読み取ってください。

エラー待ち行列

エラー待ち行列は、エラーメッセージとステータスメッセージを保持します。エラーまたはステータスイベントが発生すると、エラー/ステータスを定義するメッセージがエラー待ち行列の中に置かれます。

メッセージがエラー待ち行列の中に置かれると、ステータスバイトレジスタのエラーアベイラブル(EAV)ビットが1に設定されます。エラー/ステータスメッセージは、読み取りが終わると、エラー待ち行列からクリアされます。エラー待ち行列は、空になるとクリアされたものと見なされます。空になったエラー待ち行列は、ステータスバイトレジスタ中のEAVをクリアします。

エラー待ち行列は、最大10個のエラー/ステータスメッセージを保持します。エラー待ち行列を読み取るためのコマンドを、表15-9に一覧形式で示します。エラー待ち行列中の、単一メッセージを読み取るとき、「最も古い」メッセージが読み取られ、そのあと待ち行列から除去されます。待ち行列がフル状態になると、メッセージ"350"、すなわち「待ち行列オーバフロー」が最終記憶位置に入ります。電源投入すると、エラー待ち行列は空になります。空になると、メッセージ「0、No Error」が待ち行列に置かれます。

エラー待ち行列のメッセージの先頭には、コード番号が付きます。負(-)の番号を使ってSCPIで定義したメッセージを表し、正(+)の番号を使ってケースレーが定義したメッセージを表します。これらのメッセージは、付録Bに一覧表として示してあります。表15-7に示すように、完全なメッセージ(コードとメッセージ)またはコードのみを読み取るためのコマンドがあります。

電源投入するとすべてのエラーメッセージが使用可能となり、メッセージは発生の都度、エラー待ち行列に入ります。表15-9に示すように、メッセージを使用可能と使用禁止、またはどちらかにするコマンドがあります。このようなコマンドには、<list>パラメータを使用し、使用可能または使用禁止にするメッセージを指定します。メッセージを指定するのは、それぞれのコードです。次の例は、<list>パラメータを使用する場合のいろいろな形を示します。

<list>	=(-110)	単一メッセージ
	=(-110:-222)	メッセージのレンジ (-110 から -222)
	=(-110:-222, -220)	レンジ入力と単一入力 (コンマで分離)

メッセージを使用可能にする場合、リストで指定されてないメッセージは使用禁止になります。メッセージを使用禁止にする場合、リストされたメッセージは、それぞれ、使用可能メッセージリストから除去されます。

注記　すべてのメッセージがエラー待ち行列に入るのを防ぐために、次のようにしてイネーブルコマンドを、ナルリストパラメータとともに送ってください。
STATus:QUEue:ENABle

表 15-9
エラー待ち行列のコマンド

コマンド	内容	デフォルト
STATus	STATus サブシステム	
:QUEue	エラー待ち行列を読み取ってください。	
[:NEXT]?	最も古いエラー / ステータスを読み取り、クリアしてください (コードとメッセージ)。	(注記 1)
:ENABle <list>	エラー待ち行列に入るエラーメッセージとステータスメッセージを指定してください。	
:ENABle?	有効になったメッセージを読み取ってください。	(注記 2)
:DISable <list>	待ち行列に入れないメッセージを指定してください。	
:DISable?	無効になったメッセージを読み取ってください。	(注記 2)
:CLEar	エラー待ち行列から来たメッセージをクリアしてください。	
SYSTem	SYSTem サブシステム	
:ERRor	エラー待ち行列を読み取ってください。	(注記 1)
[:NEXT]?	最も古いエラー / ステータスを読み取り、クリアしてください (コードとメッセージ)。	
:ALL?	すべてのエラー / ステータスを読み取り、クリアしてください (コードとメッセージ)。	
:COUNt?	待ち行列にあるメッセージの数を読み取ってください。	
:CODE	コード番号のみ	
[:NEXT]?	最も古いエラー / ステータスを読み取り、クリアしてください (コードのみ)。	
:ALL	すべてのエラー / ステータスを読み取り、クリアしてください (コードのみ)。	
:CLEar	エラー待ち行列から来たメッセージをクリアしてください。	

注記：
1. 電源投入と *CLS は、エラー待ち行列を空にします。STATus:PRESet は影響を与えません。
2. 電源投入はエラーメッセージを有効にし、ステータスメッセージを無効にします。*CLS と STATus:PRESet は影響を与えません。

プログラミングの例ーエラー待ち行列を読み取る

次のコマンドは得アラー待ち行列を読み取ります。
STAT:QUE?

16
コモンコマンド

- **コマンドの要約**－ソース・メータで使用するIEEE-488.2コモンコマンドのリストを示します。
- **コマンドの内容**－第15部で説明したステータス体系に関連するコマンドを除くすべてのコモンコマンドの詳細な内容を説明します。

コマンドの要約

コモンコマンド (表 16-1 に要約) は、バスに接続したすべてのデバイスに対する共通のデバイスコマンドです。これらのコマンドは、IEEE-488.2 規格に準拠して指定され、定義されます。これらのコマンドの大部分について、この部で詳しく説明します。

注記　ステータス体系と関連のある次のコモンコマンドは、第 15 部に記載してあります。

表 16-1
IEEE-488.2 によるコモンコマンドと照会コマンド

ニーモニック	名称	内容
*CLS	クリアステータス	すべてのイベントレジスタとエラー待ち行列をクリアします。[1]
*ESE <NRf>	イベントイネーブルコマンド	標準イベントイネーブルレジスタをプログラムしてください。[1]
*ESE?	イベントイネーブル照会	標準イベントイネーブルレジスタを読み取れ。[1]
*ESR?	イベントステータスレジスタ照会	標準イベントイネーブルレジスタを読取り、クリアしてください。[1]
*IDN?	識別照会	ユニットの製造者名、形式番号、製造番号、ファームウェア改訂レベルを戻します。
*OPC	動作完了コマンド	すべての未実行コマンドが実行されたあと、標準イベントステータスレジスタの動作完了ビットを設定してください。
*OPC?	動作完了照会	すべての未実行選択デバイス動作が完了したあと、ASCII "1" を出力待ち行列の中に入れます。
*RCL <NRf>	呼び出しコマンド	2400 型を、メモリに格納されたセットアップ設定に戻します。
*RST	リセットコマンド	2400 型を *RST デフォルト条件に戻します。
*SAV <NRf>	保管コマンド	現在のセットアップをメモリに保管します。
*SRE<NRf>	サービスリクエストイネーブルコマンド	サービスリクエストイネーブルレジスタをプログラムします。[1]
*SRE?	サービスリクエストイネーブル照会	サービスリクエストイネーブルレジスタを読み取ります。
*STB	ステータスバイト照会	ステータスバイトレジスタを読み取ります。[1]
*TRG	トリガコマンド	バストリガを 2400 型に送ります。
*TST?	セルフテスト照会	ROM についてチェックサムテストを行い、結果を戻します。
*WAI	ウェイト・トゥー・コンティニューコマンド	それ以前のすべてのコマンドが実行されるまで待ちます。

[1] ステータスコマンドは第 15 部に記載してあります。

コマンドの内容

*IDN? ー識別照会　　識別コードを読みとれ。

この識別コードには、製造者名、型番、シリアルナンバー、ファームウェア改訂レベルが含まれ、下記のフォーマットで送出されます。

KEITHLEY INSTRUMENTS INC., MODEL nnnn, xxxxxxx, yyyyy/zzzzz /a/d

ここで　nnn は型番
xxxxxxx は、シリアルナンバー
yyyyy/zzzzz はディジタルボードROMとディスプレイボードROMのファームウェア改訂レベルを示し、製造日付を含みます。
a はアナログボード改訂レベル
d はディジタルボード改訂レベル

*OPC ー動作完了コマンド　　OPC ビットを 1 に設定せよ。
*OPC?ー動作完了照会　　出力待ち行列に "1" を入れよ。

*OPC が送出されると、標準イベントレジスタ中の OPC ビットは、保留中のコマンド動作がすべて完了したあと、1 に設定されます。*OPC?が送出されると、保留中のコマンド動作がすべて完了したあと、ASCII"1" が出力待ち行列に置かれます。

通常、これらのコマンドのどちらかが、INITiate コマンドのあとに送出されます。INITiate コマンドを使い、測定を行うために計測器をアイドル状態から外します。トリガモデルレイヤーの範囲内で動作が行われている間は、送出コマンド (DCL、SDC、IFC、SYSTem:PRESet、*RST、*RCL、*TRG、GET、ABORt を除く) はすべて、実行されません。

プログラムしたすべての動作が完了すると、計測器はアイドル状態に戻ります。アイドル状態に戻るときに、すべての保留中のコマンド (*OPC と *OPC?またはどちらか) が実行されます。保留中の最後のコマンドが実行されると、OPC ビットと ASCII"1" またはどちらかが出力待ち行列に置かれます。

*OPC プログラミングの例

表 16-2 に示すコマンドシーケンスは、10 回の測定を行います。測定が完了したあと (約 10 秒)、ASCII"1" が出力待ち行列に置かれ、コンピュータの CRT にディスプレイされます。出力待ち行列中の ASCII"1" の有無を計測器に照会するには、追加コードを追加する必要があることに注意してください。

表 16-2
*OPC プログラミングの例

コマンド	内容
*RST	ソース・メータを GPIB デフォルト (アイドル) に戻してください。
:TRIG:DEL 1	トリガディレイを 1 秒に設定してください。
:ARM:COUN 10	5 回の測定を行い停止するようにプログラムしてください。
:OUTP ON	出力をオン状態にしてください。
:INIT	測定を開始してください。
*OPC?	*OPC?を送り、出力待ち行列に照会してください。

* 出力待ち行列中の "1" の有無を試験するのに必要な追加コード

*SAV<NRf> ―保管コマンド　現在のセットアップをメモリに保管せよ。
*RCL<NRf> ―呼び出しコマンド　メモリに格納したセットアップに戻れ。

パラメータ:　0 = メモリロケーション 0
1 = メモリロケーション 1
2 = メモリロケーション 2
3 = メモリロケーション 3
4 = メモリロケーション 4

*SAV コマンドを使い、あとでの呼び出しに備えて、現在の計測器セットアップ設定をメモリに保管してください。*RST の影響を受けた制御は、どのようなものでも、*SAV コマンドを使って保管することができます。*RCL コマンドを使い、計測器を保管したセットアップ設定に復元します。5 個のセットアップ設定を保管し、呼び出すことができます。

ソース・メータの工場出荷時のデフォルトは SYSTem:PRESet で、利用可能なセットアップメモリの中にロードされています。呼び出しエラーが発生すれば、セットアップメモリはデフォルトである SYSTem:RESet に戻ります。

*SAV、*RCL プログラミングの例

表 16-3 は、セットアップの保管、呼び出しに使う基本コマンドシーケンスを要約したものです。現在のセットアップはメモリロケーション 2 に格納されており、GPIB デフォルトは復元され、メモリロケーション 2 のセットアップが呼び出されます。

表 16-3
*SAV、*RCL プログラミングの例

コマンド	内容
*SAV 2	現在のセットアップをメモリロケーション 2 に保管してください。
*RST	GPIB デフォルトを復元してください。
*RCL 2	位置 2 のセットアップを呼び出してください。

*RST ーリセットコマンド

*RST コマンドが送られると、2400 型は下記の動作を行います。

- 2400 型を *RST デフォルト条件（SCPI 表参照）に戻します。
- すべての未実行命令を取り消します。
- これまでに *OPC コマンドと *OPC?コマンドを受けておれば、これらにに対する応答を取り消します。

*TRG ートリガコマンド

*TRG コマンドを使用して、2400 型に対して GPIB トリガを出してください。これはグループ実行トリガ（GET）と同じ効果を持っています。

*TRG コマンドは、動作を制御するイベントとして使用してください。BUS がプログラムされたアーム制御ソースであれば、2400 型はこのトリガに応答します。

注記　　トリガリングに関する詳細は、第 11 部に記述してあります。

*TRG プログラミングの例

表 16-4 に示すコマンドシーケンスは、ソース・メータを、バストリガによって制御できるように設定します。最後のコマンドがバストリガを送りますが、このコマンドが 1 回の測定をトリガします。以後毎回のトリガも、1 回の測定をトリガします。

注記　*:ARM:SOURce BUS を選択した場合には、ソース - メジャー動作が行われている間は、コマンドを送らないでください (*TRG、GET、DCL、SDC、IFC、ABORt を除く)。送れば誤動作が発生します。*

表 16-4
*TRG プログラミングの例

コマンド	内容
*RST	GPIB デフォルトを復元してください。
:ARM:SOUR BUS	BUS 制御ソースを選択してください。
:ARM:COUN INF	アームレイヤーカウントを無限大に設定してください。
:OUTP ON	出力をオン状態にしてください。
:INIT	ソース・メータをアイドル状態から外してください。
*TRG	1 回の測定をトリガしてください。

*TST?ーセルフテスト照会

この照会コマンドを使用して、ROM についてチェックサムテストを行ってください。このコマンドはコード化された結果（0 または 1）を、出力待ち行列の中に入れます。2400 型が talk するように呼びかけられると、コード化された結果は、出力待ち行列からコンピュータに送られます。

戻された値がゼロ（0）であれば、試験に合格したことを示し、それが 1 であれば、試験に不合格であったことを示します。

*WAI ーウェイト - トゥー - コンティニューコマンド
それ以前のすべてのコマンドが実行されるまで待て。

実際には、*WAI コマンドは、2400 型の場合にはノーオペレーションコマンドです。従って使う必要はありません。

デバイスコマンドには 2 種類があります。

- シーケンシャルコマンドーそのコマンドによる動作が、次のコマンドが実行されるまでに終わるようなコマンド

- オーバーラップドコマンドー重複コマンドによるデバイス動作の進行と平行して、以後のコマンドの実行を許すコマンド

*WAI コマンドを使用する目的は、それまでのすべてのオーバーラップドコマンドによるデバイス動作が終了するまで、続きのコマンドの実行を中断するためです。*WAI コマンドは、シーケンシャルコマンドには必要ではありません。

17
SCPI 測定コマンド

- **コマンドの要約**－読取りを設定、取得するのに使うコマンドを要約します。
- **測定機能の設定**－測定機能を設定するコマンドに関する詳細な情報を提供します。
- **読取り値の取得**－後処理読取り値の取得、読取りのトリガ、取得のためのコマンドと、単一測定実行のためのコマンドを説明します。

コマンドの要約

測定コマンドは、読取り値を取得するために使用します。これらの高レベル命令を使用して、測定プロセスを制御することができます。これらのコマンドを、表17-1にまとめます。

表17-1
測定コマンドの要約

コマンド	内容
:CONFigure:<function>	指定した機能での測定ができるように、ソース・メータを設定します。出力はオン状態になります。
:CONFigure?	アクティブ機能を戻します。
:FETch?	最新の読取り値をリクエストします。
:READ?	1回の:INITiateと1回の:FETCh?を実行します。
:MEASure[:<function>]?	1回限り測定モード。1回の:CONFigureと1回の:READ?を実行します。

測定機能の設定

*注記　2430型の場合は、パルスモードでは*CONFigureコマンドは無効です。エラー+831: Invalid in Pulse Modeが発生します。*

:CONFigure:<function>

パラメータ　<function> =　CURREnt[:DC]　電流機能
VOLTage[:DC]　電圧機能
RESistance　抵抗機能

照会　:CONFigure? 選択した機能について照会せよ。

説明　このコマンドは、指定した機能についての測定のための具体的なセットアップに適するように、計測器を設定します。この場合、:READ?コマンドは、指定数の測定をトリガするために使用するのが普通です（:READ?参照）。

このコマンドを送ると、2400型は次のように設定されます。

- 指定された機能を選択します。
- 選択された機能に関連するすべての制御は、*RST値にデフォルトされます。
- トリガモデルのイベント制御ソースは、Immediate（直ちに）に設定されます。
- トリガモデルのカウント値は1に設定されます。
- トリガモデルのディレイは、0に設定されます。
- すべての演算計算は、解除状態になります。
- バッファ操作は、解除状態になります。
- オートゼロは、使用可能になります。
- ソース出力はオン状態になります。

警告　*:CONFIGure を送出するとき、出力はオン状態になります。出力端子に現れる危険電圧に注意してください。*

注記　*このコマンドは、:MEASure?コマンドが送られると、自動的にその中に内包されます。*

読取り値の取得

:FETCh?

説明　この照会は、サンプルバッファに格納された最新の後処理読取り値を請求します（付録Cの「データフロー」参照）。このコマンドを送り、2400型にtalkするように呼びかけたあと、読取り値はコンピュータに送られます。このコマンドは、計測器のセットアップに影響を与えません。

このコマンドは、ソース-メジャー動作をトリガしません。このコマンドは、最新の利用可能な読取り値を請求するだけです。このコマンドが、反復して読取り値を戻すことができることに注目してください。新しい読取り値が現れるまで、このコマンドは古い読取り値を戻し続けます。たとえば、ソースメータが20回のソース-メジャー動作を行ったとしましょう。:FETCh?コマンドはこれら20回のソース-メジャー動作について、読取り値を請求します。ソース-メジャー動作（ARMアナンシエータ点灯）と平行して:FETCh?が送られても、ソースメータがアイドル状態に戻るまでは、このコマンドは実行されません。

取得される読取り値は、どのデータ要素が選択されるか（第18部参照）、そして計測器の現在のプログラムは何をソース-メジャーするようになっているか、によって決まります。メジャーの読取り値の方が、ソース読取り値に対して優先し、ソースメータがソースとなってない、またはメジャー（測定）してない機能には、NAN（not a number）を意味する値+9.91e37が割り当てられます。

たとえば、電圧、電流、抵抗それぞれの読取り値がデータ要素として選択され、計測器はソースVメジャーI（VのソースとなりIをメジャーする）の形でプログラムされていると想定します。:FETCh?が取得した読取り値列には、プログラムされたVソース値と、Iメジャー読取り値が含まれます。抵抗は測定してないため、抵抗の読取り値はNANとなります。

上記の代わりにソースメータがソースVメジャーV（VのソースとなりVをメジャーする）の形でプログラムされていれば、電圧読取り値はVメジャー読取り値となります（プログラムされたVソース値ではありません）。電流の読取り値も、抵抗の読取り値も、NANとなります（電流は測定されてないか、ソースメータがソースとなっていません）。

注記　*:FETCh?コマンドは、:READ?コマンドまたは:MEASure?コマンドが送られると、自動的にその中に内包されます。*

注記　*ソースメータのいろいろな動作ブロックを通って、データがどのように流れるかについての詳細な説明は、付録Cの「データフロー」を参照してください。この説明を読めば、データ読取り用の各種コマンドを使って取得した読取り値の種類がよく分かります。*

:[:SENSe[1]]:DATA[:LATest]?

内容　このコマンドは、最新の読取り値だけを戻すという点を除いては、FETChとまったく同じように働きます。

:READ?

説明　このコマンドを使用して、読取り値をトリガ、取得します。読取り値の数は、トリガモデルをどのように設定するかによって、変わります。たとえば、20回のソース-メジャー動作（アームカウント1、トリガカウント20）を行うように設定した場合は、ソースメータがアイドル状態に戻ったあとに、20組の読取り値が取得されます。

このコマンドが送られると、下記のコマンドが現れた順番で実行されます。

- :INITiate
- :FETCh?

:INITiateコマンドは、計測器をアイドル状態から脱出させることにより、動作を開始させます。

すべてのソース-メジャー動作が完了すると、ソースメータはアイドル状態にもどります。この時、:FETCh?コマンドが実行されます。2400型がtalkするように呼びかけられた時に読取り値はコンピュータに送られ、ディスプレイされます。

オート出力オフが使用禁止になると(:SOURce1:CLEar:AUTO OFF)、出力をオン状態にしてからでないと1回の:READ?を実行することはできません。この場合、ソース-メジャー動作が完了したあとも、出力はオン状態に留まります。

オート出力オフが使用可能な状態では(*SOURce1:CLEar:AUTO ON)、出力は、毎回のSDM(ソース-ディレイ-メジャー)サイクルの開始時にオン状態、毎回の測定のあとにオフ状態になります。

注記　*2430型パルスモードの場合は、:READ?コマンドが送出されると、出力はオン状態になります。*

注記　*ソースメータのいろいろな動作ブロックを通って、データがどのように流れるかについての詳細な説明は、付録Cの「データフロー」を参照してください。この説明を読めば、データ読取り用の各種コマンドを使って取得した読取り値の種類がよく分かります。*

:MEAsure[:<function>]?

パラメータ　<function> =

:CURREnt[:DC]	電流機能
:VOLTage[:DC]	電圧機能
:RESistance	抵抗機能

説明　このコマンドはほかの信号指向測定コマンドを組み合わせ、「1 回限り」の測定を行い、読取り値を取得します。機能を指定しない場合には、現在選択している機能について測定が行われることを留意してください。

このコマンドが送られると、下記のコマンドが現れた順番で実行されます。

- :CONFigure:<function>
- :READ?

:CONFigure が実行されると、計測器は「1 回限り」の測定モードに入ります。詳細については、:CONFigure を参照してください。

:READ が実行されると、その動作が行われます。一般に、もう一つの:ABORt が行われると、続いて:INITiate が、そして最後には FETCh?が実行されて、読取り値を取得します。詳細については、:READ?を参照してください。

:MEASure?が送出されると、ソースはオン状態となり、単一測定が行われます。オート出力オフが使用可能であれば (*SOURce1:CLEar: AUTO ON)、出力は測定完了後にオフ状態になります。オート出力オフが使用禁止であれば (*SOURce1: CLEar: AUTO OFF)、出力は測定完了後もオン状態を継続します。

警告　*オート出力オフを使用禁止にした場合は、1 回限りのソース - メジャー動作の実行後、出力はオン状態に留まります。出力端子に現れる危険電圧に注意してください。*

18
SCPI コマンド便覧

- **内容一覧表**－それぞれの SCPI サブシステムを要約します。
- **SCPI サブシステム**－それぞれの SCPI サブシステムにあるすべてのコマンドについての詳細な情報を提供します。

内容一覧表

表18-1から18-11は、それぞれのSCPIサブシステムで使うコマンドをまとめたものです。次のリストには、SCPIサブシステムと、各コマンドの要約が掲載されている表の番号が記載してあります。

表18-1　CALCulateコマンドの要約
表18-2　DISPlayコマンドの要約
表18-3　FORMatコマンドの要約
表18-4　OUTPutコマンドの要約
表18-5　ROUTeコマンドの要約
表18-6　SENSeコマンドの要約
表18-7　SOURceコマンドの要約
表18-8　STATusコマンドの要約
表18-9　SYSTemコマンドの要約
表18-10　TRACeコマンドの要約
表18-11　TRIGgerコマンドの要約

総合注記

- 任意文字セットを表記するために、ブラケット（[]）を使用します。このような任意文字を、プログラムメッセージの中に含める必要はありません。プログラムメッセージの中では、ブラケットを使用しないでください。
- アングルブラケット（<>）を使用して、パラメータタイプを表示します。プログラムメッセージの中では、アングルブラケットを使用しないでください。
- ブールパラメータ（<b>）を使用して、計測器動作を使用可能または解除状態にします。1またはONは動作を使用可能に、0またはOFFは解除状態にします。
- 大文字は、コマンド語のショートフォームバージョンを示します。
- デフォルトパラメーター記載したパラメータは、特に示す場合を除き、*RSTと:SYSTem:PRESetをデフォルトとします。パラメータに関する注記は、それぞれの表の末尾に記載してあります。
- SCPIーチェックマーク（√）は、そのコマンドとコマンドのパラメータがSCPIで確認されたことを示します。マークのないコマンドは、SCPIのコマンドですがSCPI標準コマンドセットには準拠しません。これはSCPIコンソーシアムによる承認コマンドではありません。1個以上の非SCPIパラメータを使用するコマンドは、注記によって説明することをSCPIは確認しています。
- ソースメモリーチェックマーク(√)は、:SOURce[1]:MEMory:SAVEコマンドを使って、指定したコマンドに関連するパラメータを100カ所のメモリロケーションのどれにでも保管できることを示します。

表 18-1
CALCulate コマンドの要約

コマンド	内容	デフォルトパラメータ	SCPI	ソースメモリ
:CALCulate[1]	CALC1 を制御するサブシステム		√	
:MATH	数式を設定し制御するためのパス		√	
[:EXPRession] <form>	標準数式演算子の記号を使用して数式を定義せよ。		√	
[:EXPRession]?	数式を照会せよ。		√	
:CATalog?	数式名のリストを照会せよ。		√	
:NAME <name>	新しいユーザ定義式の名称を作れ。	Power	√	√
:NAME?	作った名称を照会せよ。		√	
[:DEFine] <form>	:EXPRession <form> コマンドと同じ。		√	
:DELete	ユーザ定義式を削除するためのパス		√	
[:SELected] <name>	指定された式を削除せよ。		√	
:ALL	すべてのユーザ定義式を削除せよ。		√	
:UNITs <name>	数式の単位名称を定義せよ（3 個の ASCII 文字）。	"W "		√
:UNITs?	数式の単位名称を照会せよ。			
:STATe <b>	数式を有効または解除状態にせよ。	OFF	√	√
:STATe?	数式の状態を照会せよ。		√	
:DATA	CALC1 データへのパス。		√	
:LATest?	最新の演算結果だけを戻せ。			
:DATA?	数式の結果を読みとれ。		√	
:CALCulate2	CALC2 を制御するためのサブシステム		√	
:FEED <name>	入力パスを選択せよ;CALCulate[1], CURRent, VOLTage, or RESistance.	VOLT	√	√
:FEED?	CALC2 フィードを照会せよ。		√	
:NULL	REL を設定、制御するためのパス			
:OFFSet <NRf>	REL の値を指定せよ;-9.9e37 から 9.9e37	0		√
:OFFSet?	REL の値を照会せよ。			
:STATe <b>	REL を有効または解除状態にせよ。	OFF		√
:STATe?	REL の状態を照会せよ。			
:ACQuire	自動的に REL 値を取得せよ。			
:DATA	CALC2 データへのパス		√	
:LATest?	最新の REL または LIMIT の結果だけを戻せ。			
:DATA?	CALC2 の演算結果を読み取れ。		√	
:LIMit[1]	リミット 1 試験を制御するためのパス		√	
:COMPliance	リミット 1 試験を設定せよ。			
:FAIL <name>	「不合格」条件を指定せよ;コンプライアンスの中（IN）か、外（OUT）か。	IN		√
:FAIL?	「不合格」条件を照会せよ。			
:SOURce2 <NRf> | <NDN>	出力「不合格」パターンを指定せよ (0 から 7 は 3 ビット、0 から 15 は 4 ビット)	15		√
:SOURce2?	「不合格」ビットパターンを照会せよ。			
:STATe <b>	リミット 1 試験を有効または解除状態にせよ。	OFF	√	√
:STATe?	リミット 1 試験の状態を照会せよ。		√	
:FAIL?	リミット 1 試験の結果を戻せ;0（合格）または 1（不合格）		√	

表 18-1
CALCulate コマンドの要約(続き)

コマンド	内容	デフォルトパラメータ	SCPI	ソースメモリ
:CALCulate2				
:LIMit2	リミット2試験を制御するためのパス		√	
:UPPer	上限を設定せよ。		√	
[:DATA] <n>	上限を指定せよ;-9.999999e20 から 9.999999e20	1	√	√
[:DATA]?	上限を照会せよ。		√	
:SOURce2 <NRf> | <NDN>	グレーディングモードの出力「不合格」パターンを指定せよ (0から7は3ビット、0から15は4ビット)。	15		√
:SOURce2?	「不合格」ビットパターンを照会せよ。			
:LOWer	下限を設定せよ。		√	
[:DATA] <n>	下限を指定せよ;-9.99999e20 から 9. 99999e20	-1	√	√
[:DATA]?	下限を照会せよ。		√	
:SOURce2 <NRf> | <NDN>	グレーディングモードの出力「不合格」パターンを指定せよ(0から7は3ビット、0から15は4ビット).	15		√
:SOURce2?	「不合格」ビットパターンを照会せよ。			
:PASS	ソーティングモードの「合格」パターンを指定するパス			
:SOURce2 <NRf> | <NDN>	出力「合格」パターンを指定せよ (0から7は3ビット、0から15は4ビット)	15	√	√
:SOURce2?	「合格」ビットパターンを照会せよ。			
:STATe <b>	リミット2試験を有効または解除状態にせよ。	OFF	√	√
:STATe?	リミット2試験の状態を照会せよ。		√	
:FAIL?	リミット2試験の結果を戻せ;0 (合格) または1 (不合格)		√	
:LIMit3	リミット3試験を制御するためのパス		√	
:UPPer	上限を設定せよ。		√	
[:DATA] <n>	上限を指定せよ;-9.999999e20 から 9. 999999e20	1	√	√
[:DATA]?	上限を照会せよ。		√	
:SOURce2 <NRf> | <NDN>	出力「不合格」パターンを指定せよ (0から7は3ビット、0から15は4ビット)	15		√
:SOURce2?	「不合格」ビットパターンを照会せよ。			
:LOWer	下限を設定せよ。		√	
[:DATA] <n>	下限を指定せよ;-9.999999e20 から 9. 999999e20	-1	√	√
[:DATA]?	下限を照会せよ。		√	
:SOURce2 <NRf> | <NDN>	グレーディングモードの出力「不合格」パターンを指定せよ(0から7は3ビット、0から15は4ビット).	15		√
:SOURce2?	「不合格」ビットパターンを照会せよ。			
:PASS	ソーティングモードの「合格」パターンを指定せよ。			
:SOURce2 <NRf> | <NDN>	出力「合格」パターンを指定せよ(0から7は3ビット、0から15は4ビット).	15	√	√
:SOURce2?				
:STATe <b>	リミット3試験を有効または解除状態にせよ。	OFF	√	√
:STATe?	リミット3試験の状態を照会せよ。		√	
:FAIL?	リミット3試験の結果を戻せ;0 (合格) または1 (不合格)		√	

表 18-1
CALCulate コマンドの要約(続き)

コマンド	内容	デフォルトパラメータ	SCPI	ソースメモリ
:CALCulate2				
:LIMit4	リミット4試験のパス(コンタクトチェックオプションのみ)			
:SOURce2 <NRf> | <NDN>	出力「不合格」パターンを指定せよ(0から7は3ビット、0から15は4ビット)。	15		
:SOURce2?	「不合格」ビットパターンに照会せよ。			
:STATe <b>	リミット4試験を有効または無効にせよ。	OFF	√	√
:STATe?	リミット4試験の状態を照会せよ。		√	
:FAIL?	リミット4試験の結果を戻せ。0(合格)または1(不合格)		√	
:LIMit5…12	リミット5からリミット12試験を制御するためのパス(注記参照)		√	
:UPPer	上限を設定せよ。		√	
[:DATA] <n>	上限を指定せよ(-9.999999e20から9.999999e20)	1	√	√
[:DATA]?	上限を照会せよ。		√	
:SOURce2 <NRf> | <NDN>	グレーディングモードの出力「不合格」パターンを指定せよ(0から7は3ビット、0から15は4ビット).	15		√
:SOURce2?	「不合格」ビットパターンに照会せよ。			
:LOWer	下限を設定せよ。		√	
[:DATA] <n>	下限を指定せよ(-9.999999e20から9.999999e20)	-1	√	√
[:DATA]?	下限を照会せよ。		√	
:SOURce2 <NRf> | <NDN>	グレーディングモードの出力「不合格」パターンを指定せよ(0から7は3ビット、0から15は4ビット).	15		√
:SOURce2?	「不合格」ビットパターンに照会せよ。			
:PASS				
:SOURce2 <NRf> | <NDN>	ソーティングモードの「合格」パターンを指定するパス出力「合格」パターンを指定せよ(0から7は3ビット、0から15は4ビット)。	15	√	√
:SOURce2?	「合格」ビットパターンを照会せよ。			
:STATe <b>	リミット5試験を有効または無効にせよ。	OFF	√	√
:STATe?	リミット5試験の結果を戻せ。0(合格)または1(不合格)		√	
:FAIL?			√	

注記　LIMit5 から LIMit12 までを使い、リミット5からリミット12までの試験を制御してください。たとえば、LIM5:STAT ON を送りリミット5を有効にしてください。LIM10:FAIL?を送り、リミット10の結果を戻してください。

表 18-1
CALCulate コマンドの要約(続き)

コマンド	内容	デフォルトパラメータ	SCPI	ソースメモリ
:CALCulate2	リミット 1 からリミット 12 までの複合リミット			
:CLIMits	ハンドラにビニング情報を送る時期を指定せよ。			
:BCONtrol <name>	リミット試験が終了したあとか (IMM)、スイープ、リストまたはメモリシーケンス (END) のあとかビニング制御を照会せよ。	IMM		
:BCONtrol?	リミット試験の結果がディジタル I/O ラインを制御するモードを設定せよ (GRADing または SORTing)。			
:MODE <name>	リミット試験の結果がディジタル I/O ラインを制御するモードを照会せよ。	GRAD		
:MODE?	試験結果をクリアせよ。			
:CLEar	最新のリミット試験の結果をクリアし、デジタル I/O ポートを:SOURce2:TTL の設定値に戻せ。			
[:IMMediate]	:INITiate コマンドが送られたら、試験結果のクリアリングを有効または解除状態にせよ。			
:AUTO <b>	オートクリアの状態を照会せよ。	ON		
:AUTO?	「合格」ディジタル出力パターンを定義せよ。リミット 2、3、5-12 試験が無効であればソーティングモードのみ。			
:PASS	出力「合格」パターンを指定せよ (0 から 7 は 3 ビット、0 から 15 は 4 ビット)。			
:SOURce2 <NRf> | <NDN>	「合格」ビットパターンを照会せよ。	15		√
:SOURce2?	次の「合格」ソースメモリスイープ位置を指定せよ (NEXT 位置または 1 から 100)。			
:SMLocation <NRf> | NEXT	「合格」メモリロケーションを照会せよ。	NEXT		√
:SMLocation?	「不合格」ディジタル出力パターンを定義せよ。			
:FAIL	出力「不合格」パターンを指定せよ (0 から 7 は 3 ビット、0 から 15 は 4 ビット)。			
:SOURce2 <NRf> | <NDN>	「不合格」ビットパターンを照会せよ。	15		√
:SOURce2?				
:CALCulate3	CALC3 を制御するためのパス		√	
:FORMat <name>	演算フォーマットを指定せよ;MEAN、SDEViation、MAXimum、MINimum、または PKPK	MEAN	√	
:FORMat?	演算フォーマットを照会せよ。		√	
:DATA?	CALC3 の演算結果を読み取れ。		√	

* 戻された値のフォーマット (ASCII、16 進、8 進、または 2 進) は FORMat:SOURce2<name> を使って設定します。

表 18-2
DISPlay コマンドの要約

コマンド	内容	デフォルトパラメータ	SCPI
:DISPlay			
:ENABle <b>	全面パネルディスプレイをオン状態に、またはオフ状態に入れよ。	(注記 1)	√
:ENABle?	ディスプレイの状態を照会せよ。		√
:CNDisplay	ソース - メジャーディスプレイ状態に戻せ。		
[:WINDow[1]]	上部ディスプレイへのメッセージを探すためのパス		√
:TEXT	ユーザテストメッセージを制御せよ。	(注記 2)	√
:DATA <a>	ASCII メッセージ "a" を定義せよ (20 文字まで)。		√
:DATA?	テキストメッセージを照会せよ。		√
:STATe <b>	メッセージモードを有効、または解除状態にせよ。	(注記 3)	√
:STATe?	テキストメッセージの状態を照会せよ。		√
:DATA?	ディスプレイトップ部分のデータを照会せよ。		
:ATTRibutes?	メッセージ文字の属性を照会せよ;明滅 (1) または明滅なし (0)		
:WINDow2	下部ディスプレイへのメッセージを探すためのパス		√
:TEXT	ユーザテストメッセージを制御せよ。	(注記 2)	√
:DATA <a>	ASCII メッセージ "a" を定義せよ (32 文字まで)。		√
:DATA?	テキストメッセージを照会せよ。		√
:STATe <b>	メッセージモードを有効、または解除状態にせよ。	(注記 3)	√
:STATe?	テキストメッセージの状態を照会せよ。		√
:DATA?	ディスプレイ下部のデータを照会せよ。		
:ATTRibutes?	メッセージ文字の属性を照会せよ;明滅 (1) または明滅なし (0)		
:DIGits <n>	ディスプレイの分解能を指定せよ;4 から 7	6	
:DIGits?	ディスプレイ分解能を照会せよ。		

注記
1. *RST と:SYSTem:PRESet は、ディスプレイ回路には影響を与えません。電力サイクリングを行うと、ディスプレイ回路は有効 (ON) になります。
2. *RST と:SYSTem:PRESet は、ユーザ定義メッセージには影響を与えません。電力サイクリングを行うと、すべてのユーザ定義メッセージは取り消されます。
3. *RST と:SYSTem:PRESet は、メッセージモードには影響を与えません。電力サイクリングを行うと、メッセージモードは解除状態 (OFF) になります。

表 18-3
FORMat コマンドの要約

コマンド	内容	デフォルトパラメータ	SCPI
:FORMat			
:SREGister <name>	ステータスイベントレジスタを読み取るためのデータフォーマットを選択せよ (ASCII、HEXadecimal、OCTal、または BINary)。	ASCii	√
:SREGister?	ステータスイベントレジスタを読み取るためのフォーマットを照会せよ。		
[:DATA] <type>[<,length>]	データフォーマットを指定せよ;ASCII、REAL、32 または SREAL	ASCii	√
[:DATA]?	データフォーマットを照会せよ。		√
:BORDer <name>	バイト順序を指定せよ;NORMal または SWAPped	(注記参照)	√
:BORDer?	バイト順序を照会せよ。		√
:ELEMents			
[:SENSe[1]] <item list>	データ要素を指定せよ (VOLTage、CURRent、RESistance、Time、STATus)。	ALL	
[:SENSe[1]]?	データフォーマット要素を照会せよ。		
:CALCulate <item list>	CALC データ要素を指定せよ (CALC、TIME、または STATus)。	CALC	
:CALCulate?	CALC データ要素を照会せよ。		
:SOURce2 <name>	SOURce2 データフォーマットを指定せよ (ASCII、HEXadecimal、OCTal、または BINary)。	ASCii	
:SOURce2?	SOURce2 データフォーマットを照会せよ。		

注記　バイト順序ー *RST のデフォルトは NORMal です。:SYSTem:PRESet のデフォルトは SWAPped です。

表 18-4
OUTPut コマンドの要約

コマンド	内容	デフォルトパラメータ	SCPI	ソースメモリ
:OUTPut[1]			√	
:STATe <b>	[1]ソースをオン状態またはオフ状態にせよ。	OFF	√	
:STATe?	ソースの状態を照会せよ。		√	
:INTerlock	インターロックを制御するためのパス			
:STATe <b>	インターロックを有効または解除状態にせよ。	OFF		
:STATe?	インターロックの状態を照会せよ。			
:TRIPped?	インターロックトリップ?;1 (yes) または 0 (no)			
:SMODe <name>	出力モードを選択せよ;HIMPedance、NORMal、または ZERO	NORMAL		√
:SMODe?	出力オフモードを照会せよ。			

1.2430 型パルスモードの場合は、出力オフモードは常に NORMAL です。このコマンドは無効です (エラー +831)。

表18-5
ROUTe コマンドの要約

コマンド	内容	デフォルトパラメータ	SCPI	ソースメモリ
:ROUTe				
:TERMinals <name>	入力/出力端子を選択せよ (FRONt または REAR)。	FRONt	√	√
:TERMinals?	入力/出力端子を照会せよ。			

表18-6
SENSe コマンドの要約

コマンド	内容	デフォルトパラメータ	SCPI	ソースメモリ
[:SENSe[1]]	センス1サブシステム		√	
:DATA	SENSe[1]へのパス		√	
[:LATest?]	最新の読み取り値のみ戻せ。			
:FUNCtion	測定機能を選択せよ。		√	
:CONCurrent <b>	2つ以上の機能を同時に測定する能力を有効または解除状態にせよ。解除状態の場合は、電圧機能が有効になる。	ON	√	√
:CONCurrent?	同時発生状態を照会せよ。		√	
[:ON] <function list>	有効にする機能を指定せよ;VOLTage[:DC]、CURRent [:DC]または RESistance	CURRent	√	√
:ALL	すべての機能を有効にせよ（有効が同時発生します)、または抵抗機能を有効にせよ（解除状態が同時発生します)。[1]		√	
:COUNt?	有効になった機能の数を照会せよ。		√	
[:ON]?	有効になった機能のリストを戻せ。		√	
:OFF <function list>	解除状態にする機能を指定せよ;（VOLTage[:DC]、CURRent [:DC]または RESistance）	VOLTage, RESistance	√	√
:ALL	すべての測定機能を解除状態にせよ。		√	
:COUNt?	解除状態になった機能の数を照会せよ。		√	
:OFF?	解除状態になった機能のリストを戻せ。		√	
:STATe? <name>	指定した機能の状態を照会せよ;1（オン状態）または0（オフ状態）		√	

1　2430型パルスモードの場合は、同時測定は常に使用不可能です。このコマンドは無効になります (エラー +831)。

表18-6
SENSeコマンドの要約 (続き)

コマンド	内容	デフォルトパラメータ	SCPI	ソースメモリ
:CURRent[:DC]	電流を設定するためのパス		√	
:RANGe	測定レンジを設定せよ。		√	
[:UPPer] <n>|UP|DOWN	期待電流読み取り値を指定することにより、レンジを選択せよ。[1]	1.05e-4	√	√[4]
[:UPPer]?	レンジを照会せよ。		√	
:AUTO <b>	オートレンジを有効または解除状態にせよ。[2]	ON	√	√[4]
:AUTO?	オートレンジを照会せよ。		√	
:ULIMit?	Iコンプライアンスレンジを戻せ。		√	
:LLIMit <n>	オートレンジ下限を設定せよ (-105e-6 から 105e-6)	1e-6	√	
:LLIMit?	オートレンジ下限を照会せよ。		√	
:NPLCycles <n>	積分速度（単位:ラインサイクル）を指定せよ; 0.01 から 10[3]	1.0	√	√[4]
:NPLCycles?	積分速度を照会せよ。		√	
:PROTection	電流コンプライアンスを設定するパス		√	
[:LEVel] <n>	Vソースの電流リミットを指定せよ[1]	1.05e-4	√	√[4]
[:LEVel]?	電流コンプライアンスリミットを照会せよ。		√	
:TRIPped?	電流コンプライアンス状態にあるか?;1（yes)、0（no)		√	
:VOLTage[:DC]	電圧を設定するためのパス		√	
:RANGe	測定レンジを設定せよ。		√	
[:UPPer] <n>|UP|DOWN	期待電圧読み取り値を指定することにより、レンジを選択せよ。[1]	21	√	√[5]
[:UPPer]?	レンジを照会せよ。		√	
:AUTO <b>	オートレンジを有効または解除状態にせよ。[2]	ON	√	√[5]
:AUTO?	オートレンジを照会せよ。		√	
:ULIMit?	Vコンプライアンスレンジを戻せ。		√	
:LLIMit <n>	オートレンジ下限を設定せよ (-21 から 21)	0.21	√	
:LLIMit?	オートレンジ下限を照会せよ。		√	
:NPLCycles <n>	積分速度（単位:ラインサイクル）を指定せよ;0.01 から 10。[3]	1.0	√	√[5]
:NPLCycles?	積分速度を照会せよ。		√	
:PROTection	電圧コンプライアンスを設定するパス		√	
[:LEVel] <n>	Iソースの電圧リミットを指定せよ。[1]	21	√	√[5]
[:LEVel]?	電圧コンプライアンスリミットを照会せよ。		√	
:TRIPped?	電圧コンプライアンス状態にあるか?;1（yes)、0（no)		√	

1. このコマンドのパラメータ値には、詳細なコマンド参照情報が用意されています。SCPIコマンドの詳細な情報は、この部の最後のコマンド要約表の次に記載してあります。
2. 2430型パルスモードの場合は、オートレンジは無効になります (エラー +831)。
3. 2430型パルスモードの場合は、<n> = 0.004 から 0.10。
4. ソースVがアクティブである場合
5. ソースIがアクティブでオートオームズが無効の場合

表18-6
SENSe コマンドの要約 (続き)

コマンド	内容	デフォルトパラメータ	SCPI	ソースメモリ
[:SENSe[1]]				
:RESistance	抵抗を設定するためのパス		√	
:MODE <name>	抵抗モードを選択せよ;MANual または AUTO	AUTO		√
:MODE?	抵抗モードを照会せよ。			
:OCOMpensated <b>	オフセット補償抵抗測定を有効または無効にせよ。[1]	OFF	√	√
:OCOMpensated?	オフセット補償抵抗測定の状態を照会せよ。		√	
:RANGe	測定レンジを設定せよ。		√	
[:UPPer]	期待抵抗読み取り値を指定することにより、	2.1e5	√	√[7]
<n>|UP|DOWN	レンジを選択せよ。[2]		√	
[:UPPer]?	レンジを照会せよ。			
:AUTO <b>	オートレンジを有効または解除状態にせよ。[3]	ON	√	√
:AUTO?	オートレンジを照会せよ。		√	
ULIMit <n>	オートレンジ上限を設定せよ 。[2]	1.0	√	√
ULIMit?	オートレンジ上限を照会せよ。		√	
LLIMit <n>	オートレンジ下限を設定せよ。[2]		√	
LLIMit?	オートレンジ下限を照会せよ。	2.1e8	√	
:NPLCycles <n>	積分速度（単位:ラインサイクル）を指定せよ; 0.01 から 10。[4]			
:NPLCycles?	積分速度を照会せよ。		√	
:AVERage	デジタルフィルタを設定、制御するためのパスフィ	REPeat	√	
:TCONtrol <name>	ルタの種類を指定せよ;MOVing または REPeat。[5]		√	√
:TCONtrol?	フィルタの種類を照会せよ。		√	
:COUNt <n>	フィルタカウントを指定せよ;1 から 100 まで。[5]	10	√	√
:COUNt?	フィルタカウントを照会せよ。		√	
[:STATe] <b>	フィルタを有効または解除状態にせよ。[6]	OFF	√	√
[:STATe]?	フィルタの状態を照会せよ。		√	

1. 2430 型パルスモードの場合は、このコマンドを使ってオフセット補償抵抗測定を有効にすることはできません。このコマンドは無効です (エラー 831)。
2. このコマンドのパラメータ値には、詳細なコマンド参照情報が用意されています。SCPI コマンドの詳細な情報は、この部の最後のコマンド要約表の次に記載してあります。
3. 2430 型パルスモードの場合は、オートレンジは無効になります (エラー +831)。
4. 2430 型パルスモードの場合は、<n>=0.004 から 0.10
5. 2430 型パルスモードの場合は、フィルタリングは使用しません。このコマンドは無視されます。
6. 2430 型パルスモードの場合は、フィルタを有効にすることはできません。このコマンドは無効です(エラー +831)。
7. 自動抵抗測定が有効な場合

表18-7
SOURce コマンドの要約

コマンド	内容	デフォルトパラメータ	SCPI	ソースメモリ
:SOURce[1]	ソーシング（ソースとなること）を制御するためのパス		√	
:CLEar	ソースをクリアするためのパス			
[:IMMediate]	選択したソースをオフ状態にせよ。			
:AUTO <b>	ソースのオートクリアを有効または解除状態にせよ。[1]			
:AUTO?	オートクリアの状態を照会せよ。	OFF		
:MODE <name>	オートクリアモードを指定せよ (ALWays または TCOunt)。	ALWays		
:MODE?	オートクリアモードを照会せよ。			
:FUNCtion	ソース選択		√	
:SHAPe <name>	2430型のみ－出力モードを選択せよ (DC または PULSe)。	DC		√
:SHAPe?	出力モードを照会せよ。			
[:MODE] <name>	ソースモードを選択せよ;VOLTage、CURRent または MEMory	VOLTage	√	√
[:MODE]?	ソース選択を照会せよ。		√	
:DELay <n>	安定時間（単位　秒）を指定せよ;0 から 999.9999。[2]	0		√
:AUTO <b>	自動安定時間を有効または解除状態にせよ。[2]	ON		√
:AUTO?	自動安定時間の状態を照会せよ。			
:DELay?	ソース安定時間を照会せよ。			
:CURRent	I ソースを設定するためのパス		√	
:MODE <n>	I ソースモードを選択せよ;FIXed、SWEep、または LIST	FIXed	√	
:MODE?	I ソースモードを照会せよ。		√	
:RANGe <n>|UP|DOWN|	固定 I ソースレンジを選択せよ。[3]	1.05e-4	√	√[4]
:AUTO <b>	オートレンジ設定を有効または解除状態にせよ。	ON	√	
:AUTO?	オートレンジ設定の状態を照会せよ。		√	
:RANGe?	I ソースレンジ設定を照会せよ。		√	
[:LEVel]	I ソースレベル（単位　A）を設定せよ。		√	
[:IMMediate]	ただちにレベルを設定せよ。		√	
[:AMPLitude] <n>	電流レベルを指定せよ。[3]	0	√	√[4]
[:AMPLitude]?	電流レベルを照会せよ。		√	
:TRIGgered	トリガするときのレベルを設定せよ。		√	
[:AMPLitude] <n>	電流レベルを指定せよ。[3]	0	√	
[:AMPLitude]?	電流レベルを照会せよ。		√	
:SFACtor <n>	電流スケール係数を設定せよ (-999.9999e+18 から +999.9999e+18)。	1.0		√[4]
:STATe <b>	電流スケール係数を有効/無効にせよ。	OFF		√[4]
:STATe?	電流スケール係数の状態を照会せよ。			
:SFACtor?	電流スケール係数を照会せよ。			

1. 2430型パルスモードの場合は、オートクリアは常に有効になっています。このコマンドは無視されます。
2. 2430型パルスモードの場合は、ソース遅延は使用しません。このコマンドは無視されます。
3. このコマンドのパラメータ値には、詳細なコマンド参照情報が用意されています。SCPI コマンドの詳細な情報は、この部の最後のコマンド要約表の次に記載してあります。
4. ソース V がアクティブである場合

表 18-7
SOURce コマンドの要約 (続き)

コマンド	内容	デフォルトパラメータ	SCPI	ソースメモリ
:SOURce[1]				
:CURRent				
:STARt <n>	I スイープのための開始レベルを指定せよ。[1]	0	√	
:STARt?	電流スイープのための開始レベルを照会せよ。		√	
:STOP <n>	I スイープのための停止レベルを指定せよ。[1]	0	√	
:STOP?	電流スイープのための停止レベルを照会せよ。		√	
:STEP <n>	I スイープのためのステップ値を指定せよ。[1]	0		
:STEP?	電圧スイープのためのステップ値を照会せよ。			
:SPAN <n>	スパンを指定せよ。[1]	0	√	
:SPAN?	スパンを照会せよ。		√	
:CENTer <n>	中心点を指定せよ。[1]	0	√	
:CENTer?	中心点を照会せよ。		√	
:VOLTage	V ソースを設定するためのパス		√	
:MODE <n>	V ソースモードを選択せよ;FIXed、SWEep、または LIST	FIXed	√	
:MODE?	V ソースモードを照会せよ。		√	
:RANGe <n>|UP|DOWN|	固定 V ソースレンジを選択せよ。[1]	21	√	√[3]
AUTO <b>	オートレンジ設定を有効または解除状態にせよ。	ON	√	√[3]
:AUTO?	オートレンジ設定の状態を照会せよ。		√	
:RANGe?	V ソースレンジ設定を照会せよ。		√	
[:LEVel]	V ソースレベル（単位　V）を設定せよ。		√	
[:IMMediate]	指定されたレベルを直ちに(immediate)設定せよ。		√	
[:AMPLitude] <n>	電圧レベルを指定せよ。[1]	0	√	√[3]
[:AMPLitude]?	電圧レベルを照会せよ。		√	
:TRIGgered	トリガするときのレベルを設定せよ。		√	
[:AMPLitude] <n>	電圧レベルを指定せよ。[1]	0	√	
[:AMPLitude]?	電圧レベルを照会せよ。		√	
:SFACtor <n>	電圧スケール係数を設定せよ (-999.9999e+18 から +999.9999e+18)。	0		√[3]
:STATe <b>	電圧スケール係数を有効 / 無効にせよ。	OFF		√[3]
:STATe?	電圧スケール係数の状態を照会せよ。			
:SFACtor?	電圧スケール係数を照会せよ。			
:PROTection	出力電圧を制限するためのパス		√	
[:LEVel] <NRf>	電圧リミットレベルを指定せよ。[1]	(Note 2)	√	
[:LEVel]?	電圧リミットを照会せよ。		√	
:TRIPped?	電圧リミット検出;1（yes）,0（no）		√	

注記

1. このコマンドのパラメータ値には、詳細なコマンド参照情報が用意されています。SCPI コマンドの詳細な情報は、この部の最後のコマンド要約表の次に記載してあります。
2. SYSTEM:PRESet のデフォルトは 40 です。*RST のデフォルトは NONE です。
3. ソース V がアクティブである場合

表 18-7
SOURce コマンドの要約 (続き)

コマンド	内容	デフォルトパラメータ	SCPI	ソースメモリ
:SOURce[1]				
:VOLTage				
:STARt <n>	Vスイープの開始レベルを指定せよ。[1]	0	√	
:STARt?	電圧スイープの開始レベルを照会せよ。		√	
:STOP <n>	Vスイープの停止レベルを指定せよ。[1]	0	√	
:STOP?	電圧スイープの停止レベルを照会せよ。		√	
:STEP <n>	Vスイープのステップ値を指定せよ。[1]	0		
:STEP?	電圧スイープのステップ値を照会せよ。			
:SPAN <n>	スパンを指定せよ。[1]	0	√	
:SPAN?	スパンを照会せよ。		√	
:CENTer <n>	中心点を指定せよ。[1]	0	√	
:CENTer?	中心点を照会せよ。		√	
:SWEep	SWEeep ソースモードを設定せよ。		√	
:SOAK <NRf>	第1スイープ点ソーク時間を設定せよ	0.00000	√	
	(0.00000 から 9999.999s)。		√	
:SOAK?	ソーク時間を照会せよ。		√	
:SPACing <name>	スイープ間隔の種類を選択せよ;LINear または	LINear	√	
	LOGarithmic		√	
:SPACing?	スイープ間隔を照会せよ。		√	
:POINts <n>	スイープ点の数を指定せよ;2 から 2500 まで	2500		
:POINts?	スイープに含まれる点の数を照会せよ。		√	
:DIRection <name>	開始点から終止点（UP）へ、または終止点から	UP		
	開始点（DOWN）へスイープせよ。			
:DIRection?	スイープ方向を照会せよ。			
:RANGing <name>	ソースレンジ設定モード (BEST、AUTO、	BEST	√	
	または FIXed) を選択せよ。		√	
:RANGing?	ソースレンジ設定モードを照会せよ。			
:LIST	LIST ソースモードを設定せよ。		√	
:CURRent <NRf>	Iソース値のリストを作成せよ。[1]			
:APPend <NRf>	Iソース値をリストの末尾に加えよ。		√	
:POINts?	リストの中のソース値の数を照会せよ。			
:CURRent?	Iソースリストを照会せよ。		√	
:VOLTage <NRf>	Vソース値のリストを作成せよ。[1]			
:APPend <NRf>	Vソース値をリストの末尾に加えよ。			
:POINts?	リストの中のソース値の数を照会せよ。			
:VOLTage?	Vソースリストを照会せよ。			

1. このコマンドのパラメータ値には、詳細なコマンド参照情報が用意されています。SCPI コマンドの詳細な情報は、この部の最後のコマンド要約表の次に記載してあります。

表18-7
SOURce コマンドの要約 (続き)

コマンド	内容	デフォルトパラメータ	SCPI	ソースメモリ
:SOURce[1]				
:MEMory	MEMory ソースモードを設定せよ。			
:SAVE <n>	設定値を記憶位置に保管せよ;1 から 100			
:RECall <n>	メモリから設定値を呼び出せ;1 から 100	1		
:POINts <n>	スイープ点数を指定せよ;1 から 100 まで			
:POINts?	スイープ点の数を照会せよ。			
:STARt <NRf>	ソースメモリの開始位置を指定せよ。スイープ (1 から 100)	1		
:STARt?	開始位置を照会せよ。			
:PULSe	2430 型ーパルスモード用のパルスを設定せよ。		√	
:WIDTh <n>	パルス幅 (0.00015 から 0.005 秒)		√	√
:WIDTh?	パルス幅を照会せよ。		√	
:DELay <n>	パルス遅延を設定せよ (0 から 9999.999 秒)。		√	√
:DELay?	パルス遅延を照会せよ。		√	
:SOURce2	デジタル出力ラインを制御するためのパス			
:BSIZe <n>	ディジタル I/O ビットサイズを設定せよ (3 または 4)。	4		
:BSIZe?	ディジタル I/O ビットサイズを照会せよ。			
:TTL				
[:LEVel] <NRf>, <NDN>	デジタル出力パターンを指定せよ。[1]	15		
[:LEVel]?	出力パターンを照会せよ。[2]			
:TTL4				
:MODE <name>	ディジタル I/O モードを設定せよ (EOTest または BUSY)。	EOTest		
:MODE?	ディジタル I/O ライン 4 のモードを照会せよ。			
:BSTate <b>	BUSY または EOT の極性を設定せよ (HI または LO)。	LO		
:BSTate?	BUSY または EOT の極性を照会せよ。			
:CLEar	デジタル出力をクリアせよ。			
[:IMMediate]	TTL 出力パターンに復帰 (クリア) させよ。			
:AUTO <b>	オートクリアを有効または解除状態にせよ。	ON		
:AUTO?	オートクリアの状態を照会せよ。			
:DELay <n>	合格／不合格パターンのパルス幅を指定せよ;0.0000 から 60sec	0.00001		
:DELay?	遅延を照会せよ。			

1. ビットレンジの設定には:BSIZe を使用。デフォルトは 4 ビットの場合は 15、3 ビットの場合は 7 です。
2. フォーマットの設定には FORMAt:SOURce2<name> を使用

表18-8
STATusコマンドの要約

コマンド	内容	デフォルトパラメータ	SCPI
:STATus		(注記1)	√
:MEASurement	制御測定イベントレジスタ		
[:EVENt]?	イベントレジスタを読み取れ。[6]	(注記2)	√
:ENABle <NDN> or <NRf>	イネーブルレジスタをプログラムせよ。	(注記3)	√
:ENABle?	イネーブルレジスタを読み取れ。[6]		√
:CONDition?	条件レジスタを読み取れ。[6]		√
:OPERation	制御動作ステータスレジスタ		√
[:EVENt]?	イベントレジスタを読み取れ。[6]	(注記2)	√
:ENABle <NDN> or <NRf>	イネーブルレジスタをプログラムせよ。	(注記3)	√
:ENABle?	イネーブルレジスタを読み取れ。[6]		√
:CONDition?	条件レジスタを読み取れ。[6]		√
:QUEStionable	制御疑問ステータスレジスタ		√
[:EVENt]?	イベントレジスタを読み取れ。[6]	(注記2)	√
:ENABle <NDN> or <NRf>	イネーブルレジスタをプログラムせよ。	(注記3)	√
:ENABle?	イネーブルレジスタを読み取れ。[6]		√
:CONDition?	条件レジスタを読み取れ。[6]		√
:PRESet	ステータスレジスタをデフォルト状態に戻せ。		√
:QUEue	エラー待ち行列にアクセスするためのパス		
[:NEXT]?	最新のエラーメッセージを読み取れ。	(注記4)	√
:ENABle <list>	エラー待ち行列に対してエラーメッセージとステータスメッセージを指定せよ。	(注記5)	√
:ENABle?	有効になったメッセージを読み取れ。		√
:DISable <list>	エラー待ち行列に置かないメッセージを指定せよ。	(注記5)	
:DISable?	解除状態になったメッセージを読み取れ。		
:CLEar	すべてのメッセージをエラー待ち行列からクリアせよ。		

注記
1. このサブシステムのコマンドは、*RSTと:SYSTem:PRESetの影響を受けません。電源再投入、*CLS、:STATus:PRESetの影響は、次の注記で説明します。
2. イベントレジスター電源投入と*CLSは、すべてのビットをクリアします。:STATus:PRESetは影響を与えません。
3. イネーブルレジスター電源投入と:STATus:PRESetは、すべてのビットをクリアします。*CLSは影響を与えません。SCPI 1995.0 (非10進数) フォーマット (または) を受け入れます。
4. エラー待ち行列ー電源投入と*CLSは、すべてのビットをクリアします。
5. エラー待ち行列メッセージー電源投入は、メッセージリストをクリアします。*CLSと:STATus:PRESetは影響を与えません。
6. レジスタ照会コマンドー応答メッセージのフォーマット (ASCII、16進、8進、または2進) は、現在どのデータフォーマットが選択されているかによります (:FORMat*SREGisterコマンド参照)。

表 18-9
SYSTem コマンドの要約

コマンド	内容	デフォルトパラメータ	SCPI	ソースメモリ
:SYSTem				
:PRESet	SYSTem:PRESet デフォルトに戻れ。		√	
:POSetup <name>	電源投入セットアップを選択せよ;RST、PRESet、または SAV 0-4			
:POSetup?	電源投入セットアップを照会せよ。			
:VERSion?	SCPI の改訂レベルを照会せよ。		√	
:ERRor	エラー待ち行列にあるメッセージを読み取るためのパス (注記 1)			
[:NEXT]?	最も古いエラーを戻し、クリアせよ (コードとメッセージ)。		√	
:ALL?	すべてのエラーを戻し、クリアせよ (コードとメッセージ)。			
:COUNt?	エラー数を戻せ。			
:CODE	エラーコード番号のみを戻すパス			
[:NEXT]?	最も古いエラーを戻し、クリアせよ (コードのみ)。			
ALL?	すべてのエラーを戻し、クリアせよ (コードのみ)。			
:CLEar	メッセージをエラー待ち行列からクリアせよ。			
:RSENse <b>	リモートセンシングを有効または解除状態にせよ。	OFF		√
:RSENse?	リモートセンシングの状態を照会せよ。			
:KEY <n>	キープレスをシミュレートせよ (1 から 31 まで)。図 18-3 を参照してください。			
:KEY?	最後に「押された」キーを照会せよ。		√	
:GUARd <name>	ガードの種類を選択せよ (OHMS または CABLe)。	CABLe	√	
:GUARd?	ガードの種類を照会せよ。			
:BEEPer	ビーパを制御せよ。			
[:IMMediate]	指定周波数（65 から 2e6Hz）で指定継続期間			
<freq, time>	（0 から 7.9 秒）にわたって鳴らせ。			
:STATe <b>	ビーパを有効または解除状態にせよ。	ON		
:STATe?	ビーパの状態を照会せよ。		√	
:AZERo	オートゼロを制御せよ。		√	
[:STATe] <b>	オートゼロを有効または解除状態にせよ。	ON		√
[:STATe]?	オートゼロの状態を照会せよ。		√	
:LFRequency <freq>	ライン周波数を選択せよ;50 または 60（Hz）			
:AUTO <b>	自動周波数を有効または解除状態にせよ。	(Note 3)		
:AUTO?	自動周波数の状態を照会せよ。			
:LFRequency?	ライン周波数を照会せよ。			
:TIME	タイムスタンプ			
:RESet	タイムスタンプをゼロ秒にリセットせよ。			
:AUTO <b>	アイドル状態から抜け出るときタイムスタンプを有効たま解除状態にせよ	OFF		
:TIME?	タイムスタンプを照会せよ。			
:MEMory	メモリを初期化せよ。			
:INITialize	バッテリバックアップ RAM を初期化せよ。		√	
:LOCal	ユニットをリモート状態から外せ（RS-232 のみ）。		√	
:REMote	ユニットをリモート状態に入れよ（RS-232 のみ）。			
:RWLock <b>	ローカルロックアウトを有効または解除状態にせよ（RS-232 のみ）。			
:RCMode <name>	オートレンジをコンプライアンスモードに設定せよ	SINGle		
	(SINGle または MULTiple)。			
:RCMode?	コンプライアンスモードに設定されたオートレンジを照会せよ。			

注記
1. エラー待ち行列のクリアー電源投入と *CLS はエラー待ち行列をクリアします。*RST、:SYSTem:PRESet、:STATus:PRESet は影響を与えません。
2. SCPI との適合性については、:ROUTe:TERMinals コマンドを使用し、入力 / 出力端子を選択してください。
3. 自動ライン周波数設定値は、*RST、:SYSTem:PRESet の影響を受けません。

表 18-10
TRACeコマンドの要約

コマンド	内容	デフォルトパラメータ	SCPI
:TRACe|:DATA	TRACeまたは:DATAをルートコマンドとして使用せよ。	(注記参照)	√
:DATA?	バッファの内容を読み取れ（データストア）。		√
:CLEar	読取り値をバッファからクリアせよ。		
:FREE?	利用可能なバイトと使用中のバイトを照会せよ。		√
:POINts <NRf>	バッファサイズを指定せよ;1から2500		√
:ACTual?	バッファに格納された読取り値の数を照会せよ。		
:POINts?	バッファサイズを照会せよ。		√
:FEED <name>	読取り値のソースを選択せよ;SENSe[1]、CALCulate[1]、またはCALCulate2		√
:CONTrol <name>	バッファ制御モードを指定せよ;NEVERまたはNEXT		√
:CONTrol?	バッファ制御モードを照会せよ。		√
:TSTamp	タイムスタンプフォーマットを設定するためのパス		
:FORMat <name>	フォーマットを選択せよ;ABSoluteまたはΔ		
:FORMat?	タイムスタンプフォーマットを照会せよ。		

注記　:SYSTem:PRESetと*RSTは、このサブシステムのコマンドには影響を与えません。

表 18-11
Trigger コマンドの要約

コマンド	内容	デフォルトパラメータ	SCPI
:INITiate[:IMMediate]	:INITiate[:IMMediate]		√
:ABORt	1 ソース - メジャーサイクルを開始せよ。		√
:ARM	トリガシステムをリセットせよ。アイドル状態に移行します。		√
[:SEQuence[1]]	アームレイヤーをプログラムするためのパス		√
[:LAYer[1]]			√
:COUNt <n>		1	√
:COUNt?	アームカウントを指定せよ;1 から 2500		√
:SOURce <name>	アームカウントを照会せよ。(INFinite = +9.9e37)	IMMediate	√
	制御ソースを指定せよ;IMMediate、TIMer、MANual、BUS、TLINk、NSTESt または PSTest)。		√
:SOURce?	制御ソースを照会せよ。	0.1	√
:TIMer <n>	タイマ間隔を秒で設定せよ;0.001 から 99999.99		√
:TIMer?	タイマ間隔を照会せよ。		√
[:TCONfigure]		ACCeptor	√
:DIRection <name>	バイパスを有効 (SOURce) または解除状態 (ACCeptor) にせよ。		√
:DIRection?	バイパスの状態を照会せよ。		√
[:ASYNchronous]	出力トリガを設定せよ。	1	
:ILINe <n>	入力トリガラインを選択せよ;1、2、3、または 4		
:ILINe?	入力トリガラインを照会せよ。	2	
:OLINe <n>	出力トリガラインを選択せよ;1、2、3、または 4		
:OLINe?	出力トリガラインを照会せよ。	NONE	
:OUTPut <name>	SWEep のあとトリガを出力せよ。またはまったく出力するな。(NONE)		
:OUTPut?	アーム出力トリガのステータスを照会せよ。		√
:TRIGger	トリガレイヤーをプログラムするためのパス		√
:CLEar	保留中の入力トリガがあれば、直ちに(immediate)クリアせよ。		√
[:SEQuence[1]]		1	√
:COUNt <n>	トリガカウントを指定せよ;1 から 2500		√
:COUNt?	トリガカウントを照会せよ。	0	√
:DELay <n>	トリガディレイを指定せよ;0 から 999.9999 (sec) 1		√
:DELay?	ソースディレイを照会せよ。	IMMediate	√
:SOURce <name>	制御ソースを指定せよ;IMMediate または TLINk		√
:SOURce?	制御ソースを照会せよ。		√

1. 2430 型パルスモードの場合は、トリガディレイは使用しません。このコマンドは無視されます。

表 18-11
Trigger コマンドの要約 (続き)

コマンド	内容	デフォルトパラメータ	SCPI
:TRIGger			
[:SEQuence[1]]			
[:TCONfigure]			√
:DIRection <name>	バイパスを有効（SOURce）または解除状態		√
:DIRection	（ACCeptor）にせよ。		√
[:ASYNchronous]	バイパスの状態を照会せよ。		√
:ILINe <n>	出力トリガを設定せよ。	1	
:ILINe?	入力トリガラインを選択せよ;1、2、3、または4		
:INPut <event list>	入力トリガラインを照会せよ。 入力イベントディテクタを有効にせよ (SOURce、DELay、SENSe、または NONE)[1]	NONE	
:INPut?	有効な入力イベントディテクタを照会せよ。		
:OLINe <n>	出力トリガラインを選択せよ;1、2、3、または4	2	
:OLINe?	出力トリガラインを照会せよ。		
:OUTPut <event list>	SOURce、DELay、または SENSe のあと、トリガを 出力（NONE）せよ。またはまったく出力するな。[2]	NONE	
:OUTPut?	出力トリガ発生時期を照会せよ。		

1. 2430 型パルスモードの場合は、SOURce または NONE パラメータのみが有効です。DELay と SENSe パラメータは無視されます。
2. 2430 型パルスモードの場合は、SENSe または NONE パラメータのみが有効です。DELay と SOURce パラメータは無視されます。

Calculate サブシステム

Calculate サブシステムには 3 個のサブシステムがあります。CALC1 サブシステムは数式に、CALC2 はリミット試験に使用され、CALC3 はバッファに格納された読取り値に関する統計的データを提供します。これらのサブシステムのコマンドを、表 5-2 に要約します。

CALCulate[1]　　数式名称を選択（作成）せよ

注記　偏差率（%DEV）はカタログに内蔵数式として含まれていますが、フロントパネルからのみ使用可能です。ただし、偏差率はユーザー定義数式に加えて、リモートオペレーションで使用することができます（「プログラムの例」）。

Select (create) math expression name（数式名を選択（作成）する）

:CATalog?

:CALCulate[1]:MATH[:EXPression]:CATalog　　数式名称のリストを照会せよ

説明　この照会コマンドを使用して、利用可能な数式名称のリストを作成します。このリストに含まれるのは、内蔵した数式名称とユーザが定義した数式名称です。内蔵数式の名称は次のとおりです。
"POWER","OFFCOMP Ω ","VOLTCOEF","VARALPHA"

したがって、:CATalog?コマンドは、ユーザが定義した数式の名称だけではなく、上記の名称を戻します。ユーザ定義数式に名称を割り当てるための:NAME を参照してください。

:NAME<name>

:CALCulate[1]:MATH[:EXPression]<name>　　数式を選択せよ

パラメータ	<name> =	"POWER"	瞬時電力数式
		"OFFCOMPOHM"	オフセット補償抵抗数式
		"VOLTCOEF"	抵抗電圧係数数式
		"VARALPHA"	バリスタアルファ数式
		"ユーザ名称"	ユーザ定義数式に割り当てた名称 ここでユーザ名称は、ASCII 文字で設定されます（10 文字まで）。

照会　:NAME?　　選択した数式を照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、すでに存在する数式（内蔵またはユーザ定義による数式）を選択することができます。すでに存在する数式名称をリストするには、:CATalog?コマンドを使用します。実際の数式を読むには、:MATH?コマンドを使用します。内蔵数式（POWER を除く）は、計算の実行に 2 点スイープを必要とします。「プログラムフラグメント」は、これらの数式のためのソースメータを設定する方法を示します。

新しいユーザ定義数式を作成したいときには、次のステップを順番に行ってください。

1. 必要であれば、計算結果に単位を割り当ててください（:UNITs を参照）。単位は計算のために格納されます。
2. このコマンドを使用して、数式に名称（10個までのASCII文字を使用して）を割り当ててください。
3. *DEFine または EXPRession コマンドを使用して、数式を定義してください。新しい数式は、現在選択されている数式となります。

数式エラー

+801「不十分なベクトルデータ」－ベクトルを完全に満杯にするのに十分なデータを取得する前にアイドル状態に戻った。CALC1 の結果が形成されていません。

+804「数式リスト満杯」－リスト（カタログ）が満杯の時に新しい数式名称を作成しようとした。

+805「未定義数式が存在」－前の数式の名称が未定義の状態で新しい数式名称を作成しようとした。

+806「数式が見つかりません」－名称付の数式で見つけることのできないものを削除しようとした。

+807「この定義は許されません」－これまでに名称を付与してない数式を定義しようとした。

+808「この数式は削除できません」－内蔵数式の一つを削除しようとした（:DELete 参照）。

+809「ソースメモリ位置が改訂されました」－:SOURce:MEMory スイープ位置が、もはや存在しない数式を参照したときに発生します。

+811「演算子または数字ではありません」－有効な演算子または数字を使用しなかったので、無効の数式を定義した。

+812「括弧の不整合」－開放括弧の数字は閉鎖括弧の数字と同じでなければなりません。たとえば、CALC:MATH:EXPR(2*sin(VOLT)はこの種のエラーを発生します。

+813「データハンドルの数字ではありません」－無効な浮動小数点数または VOLT、CURR、RES、または TIME 以外の記号が数式に現れる。

+814「ブラケットの不整合」－ベクトル化された数式指標のためのブラケットの使い方が適切でない。たとえば、CALC1:MATH:EXPR(VOLT[0*CURR[0]) はこの種のエラーを発生します。

+815「括弧が多すぎる」－検出された閉鎖括弧の数が多すぎる。たとえば、CALC1:MATH:EXPR (In(VOLT)はこの種のエラーを発生します。

+816「数式全体がパーズされてない」－ソース・メータが計算する関数を、入力数式が生成しない場合に発生します。

+817「トークンが未知」－無効な関数名を使って数式を定義しようとした。

+818「エラーパージング仮数」－浮動小数点数に無効な仮数がある場合に発生します。
+819「エラーパージング指数」－浮動小数点数に無効な指数がある場合に発生します。
+820「エラーパージング値」－無効な浮動小数点値を入力したときに発生します。
+821「無効データハンドル指標」－無効なアレイ指標値がベクトル化数式に割り当てられた。アレイ指標は 0 から最大 2499 までです。

注記

- 5 個のユーザ定義数式を作ることができます。
- CALC1 が使用状態にある場合に限り、選択した数式を実行することができます（:STATe 参照）。
- 数式がベクトル化されている場合は、ベクトルアレイについてのすべてのソース - メジャー動作が完了するまでは、数式演算の結果は生成されません。
- メモリを初期化する (SYSTem:MEMory:INITialize) と、すべてのユーザ定義数式が削除され、POWER 数式を選択します。

プログラムの例

OFFCOMPOHM、VOLTCOEF、VARALPHA は、数式計算を行うために、2 個のソース - メジャースイープ点を必要とします。下記に示すのは内蔵数式の処理を行うようにソースメータを適切に設定するコードフラグメントです。

電力：

```
*RST
:SENS:FUNC:OFF:ALL
:SENS:FUNC                    "VOLT,"CURR"
:CALC:MATH:EXPR:NAME          "POWER"
:CALC:STAT                    ON
:OUTPUT                       ON
:INIT
:CALC:DATA?
```

オフセットを補償した抵抗：

```
*RST
:SENS:FUNC:OFF:ALL
:SENS:FUNC                    "VOLT,"CURR"
:SOUR:FUNC                    VOLT or CURR
if:SOUR:FUNC VOLT then        :SOUR:VOLT:STAR <n>
                              STOP <n>; MODE SWE
if:SOUR:FUNC CURR then        :SOUR:VOLT:STAR <n>
                              STOP <n>; MODE SWE
:SOUR:SWE:POIN                2
```

```
:TRIG: COUN                    2
:CALC:MATH:EXPR:NAME           "OFFCOMPOHM"
:CALC:STAT                     ON
:OUTPUT                        ON
:INIT
:CALC:DATA?
```

抵抗電圧係数

```
*RST
:SENS:FUNC:ON:ALL
:SENS:RES:MODE                 MAN
:SOUR:FUNC:ON                  VOLT or CURR
if:SOUR:FUNC VOLT then         :SOUR:VOLT:STAR <n>
                               STOP <n>; MODE SWE
if:SOUR:FUNC CURR then         :SOUR:VOLT:STAR <n>
                               STOP <n>; MODE SWE
:SOUR:SWE:POIN                 2
:TRIG: COUN                    2
:CALC:MATH:EXPR:NAME           "VOLTCOEF"
:CALC:STAT                     ON
:OUTPUT                        ON
:INIT
:CALC:DATA?
```

バリスタアルファ

```
*RST
:SENS:FUNC:OFF:ALL
:SENS:FUNC:ON                  "VOLT,"CURR"
:SOUR:FUNC:MODE                CURR
:SOUR:CURR:STAR                <n>:STOP <n>;MODE SWE
:SOUR:SWE:POIN                 2
:TRIG: COUN                    2
:CALC:MATH:EXPR:NAME           "VARALPHA"
:CALC:STAT                     ON
:OUTPUT                        ON
:INIT
:CALC:DATA?
```

偏差率

注記　偏差率はリモート動作用の内蔵数式ではありません。このプログラムの例では、下記の百分率 (PER_DEV) 計算が生成され、10kΩ の抵抗体を試験します。このユーザ定義数式がカタログに追加されます。

PER_DEV = (RES - 10kΩ) / 10kΩ x 100

ここで　RES は DUT の実測抵抗です。
10kΩ は基準値です。

```
*RST
:SENS:FUNC:OFF:ALL
:SENS:FUNC:ON or "RES"
```

:CALC:MATH:UNIT "%"
:CALC:MATH:EXPR:NAME "PER_DEV"
:CALC:MATH:EXPR((RES - 10e3) / 10em) * 100
:CALC:MATH:EXPR:NAME "PER_DEV"
:CALC:STAT ON
:OUTPUT ON
:INIT
:CALC:DATA?

注記　上記の:SOUR:VOLT コマンドと:SOUR:CURR コマンドで参照するパラメータ <n> は、ユーザがプログラムする実際の演算を表します。ほかのすべてのコマンドは、表示されるとおりに入力する必要があります。

:DELete[:SELected] <n>
:CALCulate[1]:MATH[:EXPRession]:DELete[:SELected] <name>　ユーザ定義数式を削除せよ。

パラメータ　<name> = 「ユーザ - 名称」　ユーザ定義による数式の名称

説明　このコマンドを使用して、指定ユーザ定義数式をカタログから除去（削除）します。いったん除去すれば、それ以後は、その数式を選択することはできません。:CATalog?コマンドを使用して、その数式の除去を確認することができます。

たとえば、"math 1" という名称のユーザ定義数式を削除しようとする場合には、下記のコマンドを送ることになります。
:DELete"math 1"

内蔵数式を削除することはできません。削除しようとすると、「この数式は削除できません」というエラーメッセージ 808 が現れます。

:DELete:ALL
:CALCulate[1]:MATH[:EXPRession]　すべてのユーザ定義数式を削除せよ。

説明　このアクションコマンドは、すべてのユーザ定義数式をカタログから除去（削除）します。内蔵数式は影響を受けません。

Assign unit suffix（単位サフィックスの割り付け）

:UNITs <name>
:CALCulate[1]:MATH:UNITs <name>　ユーザ定義計算の単位を指定せよ。

パラメータ　<name> = 単一または二重引用符で囲まれた 3 個の ASCII 文字

照会　:UNITs?　ユーザ定義計算の単位を照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、ユーザ定義数式計算の単位サフィックス名を指定します。単位サフィックス名としては、3 個の ASCII 文字を使用してください。3 文字にならないときは、文字列の中のユニット名の右にスペースを追加してください。たとえば、ユニット名が "Z" であれば、次のような形で送信してください。
:calc:math:unit "Z"

ユニットの名称は、次のように一重引用符の中で囲むこともできます。
:calc:math:unit 'Z'

Define math expression（数式の定義）

[:EXPRession] <form> または[:DEFine] <form>

:CALCulate[1]:MATH[:EXPRession] <form>　　数式を定義せよ。
:CALCulate[1]:MATH[:EXPRession][:DEFine] <form>　　数式を定義せよ。

パラメータ　<form>＝計測器の読取り値、数値、標準数学演算子記号を使用する数式。詳細については説明の項を参照してください。

照会　:MATH?　ユーザ定義数式を照会せよ。

説明　これら2個のコマンドのどれかを使用して、メジャー読取り値とソース読取り値、数値定数、標準数学演算子記号を使用する数式を定義してください。数式を定義したあと、その数式は、:NAME コマンドを使用して作った名称に割り当てられ、選択数式になります。

メジャー読取り値とソース読取り値として有効なパラメータ名称には、次のものがあります。

VOLTage	V メジャーまたは V ソース読取り値を使用せよ。
CURRent	I メジャーまたは I ソース読取り値を使用せよ。
RESistance	抵抗読取り値を使用せよ。
TIME	タイムスタンプ読取り値を使用せよ。

有効な数学演算子とその演算の内容は、次にリストするとおりです。

+	加算
-	減算
*	乗算
/	除算
^	指数
log	対数、底 10
ln	自然対数
sin	正弦
cos	余弦
tan	正接
exp	e^x

注記　*log と ln の演算は、指定した数の絶対値について行います。たとえば log (100) =2 であり log(-100)=2*

数式は、下記の優先順位ルールに従って値を求めます。

1. 括弧に囲まれた数式
2. 単項演算子 (+ と -)
3. (べき乗)
4. (乗算)と /(除算)
5. + (加算)と -(減算)
6. 左から右へ

計算に使用する読取り値は、ソースメータの設定によって変わります。ソースメータがVのソースとなりIをメジャーするように設定されているときは、計算用の電圧読取り値はソース値であり、電流読取り値は電流測定値となります。逆に、ソースIメジャーV用の設定であれば、電流読取り値はソース値、電圧読取り値は電圧測定値となります。

メジャー読取り値が、ソース読取り値に優先します。したがって、ソースVメジャーV用の設定の場合は、計算用の電圧読取り値は、電圧測定値となります（プログラムされたVソース値ではありません)。逆に、ソースIメジャーI用に設定されている場合は、計算用の電流読取り値は電流測定値となります。

ソースまたはメジャーによらない読取り値を使用する計算の結果は、+9.91e37という無効NAN(数ではない）値となります。たとえば、ソースVメジャーVの計算で電流読取り値を使用すると、結果はNANとなります。

ソースIメジャーVの設定を使用する例

:calc:math (volt * curr)　　電圧測定値とIソース値を使用して電力を計算せよ。

計算のための設定を行い、計算が使用可能（:STATe参照）にされたあと、ソース-メジャー動作が行われると結果がディスプレイされます。:data?コマンドを使用して、結果をコンピュータに送ってください。

ベクトル数式

ベクトルを取り入れることにより、数式計算にどの読取り値を使用するかを選択します。プログラムされたすべてのソース-メジャー動作が完了したあと、指定したベクトルが表示する読取り値を使用して、数式計算が行われます。

ベクトル数はブラケット（[]）の中に囲まれ、0から始まります。したがって、ベクトル0がアレイの中での最初の読取り値、ベクトル1は第2の読取り値、以下同様となります。数式の中の最大のベクトル数が、ベクトルアレイのサイズを決定します。

たとえば、ソースメータが10回のソース-メジャー動作を行うようにプログラムされており、次のベクトル数式計算が使用されると想定します。

(volt[3]-volt[9])

上記の式が定義するのは、10個の読取り値で設定されるベクトルアレイです。ソースメータは10回のソース-メジャー動作を行うように設定されているので、計算は10SDMサイクルごとに1つの結果を出すことになります。第4の電圧読取り値（ベクトル3）と第10の電圧読取り値（ベクトル9）を使って、計算を行います。

さて、ソースメータが20回のソース-メジャー動作を行うように設定されていると想定しましょう。ベクトルサイズは10のままですから、読取り値10のアレイ2個が生成されます。個の場合、計算はそれぞれのアレイごとに1つ、合計2つの結果を出します。

第1の結果は、前と同じように、第1アレイの第4と第10の読取り値に基づくものです。第2の結果は、第14と第20の結果に基づくものです。これらは、第2アレイの第4（ベクトル3）と第10（ベクトル9）の読取り値です。

有効な計算結果を取得するためには、完全なベクトルアレイが必要です。上の例で、ソースメータの設定を変更して25回のソース - メジャー動作を行わせようとする場合、第3アレイが不完全なアレイとなります（第1アレイは10個の読取り値、第2アレイは10個の読取り値、第3アレイは5個の読取り値）。ソースメータがアイドル状態に戻ったあと、「ベクトルデータ不十分」というエラーメッセージがディスプレイされ、第3の結果はNAN（+9.91e37）となります。

不完全ベクトルアレイを避けるために、プログラムしたソース - メジャー動作回数（アームカウント×トリガカウント）がベクトルアレイサイズの倍数であることを確認してください。前記の例では、ベクトルアレイサイズは10です。したがって「不完全ベクトルデータ」エラーを避けるためには、プログラムしたソース - メジャー動作回数は、10の倍数（10、20、30、40、以下同様）となることが必要です。

オフセット補償抵抗計算用の下記のベクトル数式は、正しいシンタクスを表します。
:calc:math（(volt[1]-volt[0]) / (curr[1]-curr[0])）

注記
1. ネストされた括弧を使用して、計算に埋め込まれた数式計算を強行させてください（「ベクトル数式」の例を参照）。
2. 計算式の長さは、括弧とホワイトスペースを含めて256文字までです。
3. フィルタを使用する場合、計算に使用する測定読取り値は、フィルタ処理を受けており、計算の結果ではありません。
4. ベクトル計算の場合、REPEATフィルタだけを使用することを推奨します。リピートフィルタを使用する場合には、計算にはベクトル点のフィルタ処理読取り値だけが使用されます。代わりにMOVINGフィルタを使用すると、それぞれのベクトル点は、ベクトルアレイの中の、これまでのすべての読取り値のフィルタ処理平均値を反映します。
5. 計算結果のデータフォーマット（ASCIIまたは2進）を選択するには、:FORMat:DATA?コマンドを使用します（FORMatサブシステム参照）。*RSTと*SYSTem:PRESetデフォルトはASCIIです。
6. ブレース（[]）が数式の外に残されている場合は、その数式がアレイの最初のベクトル点を参照しているものと想定されます（すなわちVOLTは、VOLT[0]と同じです）。

Enable and read math expression result（数式結果を使用可能にし、読み取る）

:STATe <b>

:CALCulate[1]:STATe <b>　　CALC1 を制御せよ。

パラメータ　<b> = 0 または OFF　　CALC1 の計算を解除状態にせよ。
　　1 または ON　　CALC1 計算を使用可能にせよ。

照会　　:STATE?　CALC1 の状態（オンまたはオフ）を照会せよ。

説明　　このコマンドを使用して、CALC1 の計算を使用可能または解除状態にします。使用状態にあるときには、ソースメータがトリガされてプログラムソース - メジャー動作を始めると、選択した数式の処理が実行されます。

ソースメータがアイドル状態に戻ったあと、:CALC1:DATA?コマンド（次のコマンド参照）を使用して、選択数式の計算結果を読み取ることができます。

解除状態にあるときには、:CALC1:DATA?コマンドが、+9.91e37 という NAN（数ではない）値を戻します。

:DATA?

:CALCulate[1]:DATA?　　CALC1 の結果を読み取れ。

説明　　この照会コマンドを使用して、CALC1 の計算の結果を読み取ります。有効な計算結果の最大値は、± 9.9e37 であり、これは（SCPI の定義によれば）無限大です。

スカラ数式（非ベクトル数式）の場合は、このコマンドを使用して、すべてのプログラムソース - メジャー点についての計算結果を戻します。たとえば、20 回のソース - メジャー動作が行われた場合は、このコマンドによって 20 個の計算結果が戻されます。

ベクトル数式の場合は、このコマンドは、指定したベクトル点の計算結果を戻すだけです。

+9.91e37 という無効 NAN（数ではない）が結果として表示されれば、下記の状態が存在することを意味します。
- 数式の中に誤りがある。
- 必要な測定機能が解除状態になっている。
- CALC1 が解除状態になっている（:STATe 参照）。

注記　　ソースメータ内部の各ブロックをデータが流れる状況の詳細な説明については、付録 C の「データフロー」を参照してください。これを読めば、データを読み取るために各種のコマンドを使って取得した読み取り値の種類が、明らかになります。

:LATest?

:CALCulate[1]:DATA:LATest?　　最新の CAL1 の結果を読み取れ。

説明　　このコマンドは、最新の CALC1 の結果のみを戻すという点を除いては、CALC1:DATA?とまったく同じうように働きます。

CALCulate2 リミット試験を設定し制御せよ。

下記のコマンドを使用して、DUTについての3つのリミット試験を設定し、制御します。ビニング動作を行うためにハンドラとともに使用する場合は、ソースメータとハンドラとの通信は、デジタルI/Oポートを経由して行われます。デジタル出力ラインのための、多数の制御項目は、SOURce2サブシステムを使って実施します。これらの制御項目に含まれるのは、デジタル出力ラインの設定とクリアリング、およびパルス幅の設定です。詳細については、「SOURce2サブシステム」を参照してください。

Select input path（入力パスを選択せよ）

:FEED <name>
:CALCulate2:FEED<name> リミット試験の入力パスを選択せよ。

パラメータ <name> = CALCulate[1] CALC1の結果を使用せよ。
VOLTage 測定した電圧読取り値を使用せよ。
CURRent 測定した電流読取り値を使用せよ。
RESistance 測定した抵抗読取り値を使用せよ。

照会 :EFFD? リミット試験の入力パスを照会せよ。

説明 このコマンドを使用して、リミット試験の入力パスを選択します。CALCulate[1]を選択すると、指定したリミットが、CALC1の結果と比較されます。VOLTageを選択すると、リミットは電圧測定値と比較されます。CURRentまたはRESistanceを選択すると、リミットは、電流測定値、抵抗測定値と、それぞれ比較されます。

Null feed reading（ヌルフィード読取り値）

:OFFSet <n>
:CALCilate2:NULL:OFFSet <n> フィードのヌルオフセット（REL）を指定せよ。

パラメータ <n> = -9.999999e20 から 9.999999e20 ヌルオフセット値を指定せよ。

照会 :OFFSet? ヌルオフセット値を照会せよ。

説明 このコマンドを使用すれば、選択したフィードに対するヌルオフセット（REL）を設定することができます。ヌルオフセットが使用可能の場合（:NULL:STATe参照）は、結果は、フィードの読取り値とオフセット値の代数差となります。
CALC2の読取り値 = フィードの読取り値 - ヌルオフセット

:ACQuire
:CALCulate2:NULL:ACQuire 自動的にREL値を取得せよ。

説明 このコマンドは、ヌルオフセット値を自動的に取得します。次に来る利用可能な読み取り値が、オフセット値となります。

:STATe <b>

:CALCulate2:NULL:STATe <b>　　ヌルオフセットを制御せよ。

パラメータ　<b> = 1 または ON　　ヌルオフセットを使用許可にせよ。

0 または OFF　　ヌルオフセットを解除状態にせよ。

照会　　*STATe?　　ヌルオフセットの状態を照会せよ。

説明　　このコマンドを使用して、ヌルオフセットを使用可能または解除状態にします。使用可能の場合は、CALC2 の読取り値は、ヌルオフセット値を含みます（:OFFSet 参照）。解除状態の場合は、CALC2 はヌルオフセットを含みません。

Read CALC2（CALC2 を読み取れ）

:DATA?

*CALCulate2:DATA?　　CALC2 を読み取れ。

説明　　このコマンドを使用して、CALC2 リミット試験に使用した読取り値を取得します。ヌルオフセットが使用可能（ヌルフィード読取り値を参照）であれば、CALC2 の読取り値はヌルオフセット値を含みます。
リミット試験のうち、少なくとも 1 つは、リミット試験読取り値を取得するために、使用状態にする必要があります（「リミット試験の設定と制御　:STATe 参照」）。

注記　　*ソースメータの各動作ブロックを通過するデータの流れの状況の詳細な説明については、付録 D の「データフロー」を参照してください。*

:LATest?

:CALCulate2:DATA:LATest?　　最新の CAL2 の結果を読み取れ。

説明　　このコマンドは、最新のヌルオフセット値のみを戻すという点を除いては、CALC2:DATA とまったく同じうように働きます。

Configure and control limit tests（リミット試験の設定と制御）

:COMPliance:FAIL <name>

:CALCulate2:LIMit[1]:COMPliance:FAIL <name>

パラメータ <name> =IN　ユニットがコンプライアンスに入るとリミット 1 試験に不合格。

OUT　ユニットがコンプライアンスから出るとリミット 1 試験に不合格。

照会　　:FAIL?　　リミット 1 試験が不合格になった時に照会せよ。

説明　　このコマンドを使用して、リミット 1 試験不合格の原因となる条件を指定します。IN を指定する場合は、ソースメータがコンプライアンスに入ると、試験は不合格となります。OUT を指定する場合は、ソースメータがコンプライアンスから出ると、試験は不合格となります。

[:DATA]<n>

:CALCulate2:LIMitx:LOWer[:DATA] <n>　　下リミット x を指定せよ。(X = 2,3,2-12)
:CALCulate2:LIMitx:UPPer[:DATA] <n>　　上リミット x を指定せよ。(X = 2,3,2-12)

パラメータ　<n> = -9.999999e20 から +9. 999999e20 リミット値を指定せよ。
DEFault　　指定下リミットを -1 に設定せよ。
　　指定上リミットを 1 に設定せよ。
MINimum　　指定リミットを -9. 999999e20 に設定せよ。
MAXimum　　指定リミットを +9. 999999e20 に設定せよ。

照会
:UPPer?　　指定上リミットを照会せよ。
:UPPer? DEFault　　*RST デフォルト値上リミットを照会せよ。
:UPPer? MINimum　　最小許容上リミットを照会せよ。
:UPPer? MAXimum　　最大許容上リミットを照会せよ。
:LOWer?　　指定下リミットを照会せよ。
:LOWer? DEFault　　*RST デフォルト値下リミットを照会せよ。
:LOWer? MINimum　　最小許容下リミットを照会せよ。
:LOWer? MAXimum　　最大許容下リミットを照会せよ。

説明
これらのコマンドを使用して、LIMIT 2、LIMIT 3、LIMIT 5 の上下リミットを設定します。実際のリミットは、どの測定機能が現在選択されているか、によって決まります。たとえば、1 μ のリミット値は、電流機能に対しては 1 μ A、電圧機能に対しては 1 μ V です。リミット値は、レンジ依存ではありません。電圧の場合の 2 というリミットは、すべての測定レンジについて 2V です。

:SOURce2<NRf>|<NDN>

:CALCulate2:LIMit[1]:COMPliance:SOURce2 <NRf>|<NDN>　　リミット 1 不合格のパターンを指定せよ。
:CALCulate2:LIMit2:LOWer:SOURce2 <NRf>　　グレーディングモードの場合の下リミット x 不合格のパターンを指定せよ (X=2,3,5-12)。
:CALCulate2:LIMit2:UPPer:SOURce2 <NRf>　　グレーディングモードの場合の上リミット x 不合格のパターンを指定せよ (X=2,3,5-12)。

パラメータ　<NRf> =　0 から 7 (3-bit)　10 進値
0 から 15 (4-bit)　10 進値
<NDN> =　0 から #b111 (3-bit) 2 進値
0 から #b1111 (4-bit)　2 進値
0 から #q7 (3-bit)　8 進値
0 から #q17 (4-bit)　8 進値
0 から #h7 (3-bit)　16 進値
0 から #h17 (4-bit)　16 進値

照会
:SOURce2?　指定リミットに対するソース値を照会せよ。

説明
これらのコマンドを使用して、指定した試験のディジタル出力「不合格」パターン (0 から 7 は 3 ビット、0 から 15 は 4 ビット) を定義します。リミット 2、3、5-12 の「不合格」パターンはグレーディングモードだけに適用されることに注意してください。
試験は次の順序で行われます。
1. リミット 4 試験 (コンタクトオプションのみ。付録 F 参照)

2. リミット試験 1
3. リミット試験 2
   A. 下リミット 2
   B. 上リミット 2
4. リミット試験 x、ここで x = 昇順で 3、5-12
   C. 下リミット
   D. 上リミット

試験シーケンスでの最初の不合格によって、デジタル出力ポートのビットパターンが決められます。試験シーケンスでのそれ以後の不合格は、定義したデジタル出力パターンを変えません。出力値は、2 進値、8 進値または 16 進値で指定できることに留意してください。

下記の表を使用して、所要のデジタル出力パターンのパラメータ値を決めてください。非 10 進パラメータと合わせるために、10 進値を等価な 2 進値、8 進値または 16 進値に変換してください。

OUT 4*	OUT 3	OUT 2	OUT 1	0 進値
L	L	L	L	0
L	L	L	H	1
L	L	H	L	2
L	L	H	H	3
L	H	L	L	4
L	H	L	H	5
L	H	H	L	6
L	H	H	H	7
H	L	L	L	8
H	L	L	H	9
H	L	H	L	10
H	L	H	H	11
H	H	L	L	12
H	H	L	H	13
H	H	H	L	14
H	H	H	H	15

L=Low (Gnd)
H=High (>+3V)
* 3 ビットモードでは OUT4 は使用されません (値 = 0 から 7)

「不合格」条件が発生すれば定義した「不合格」ビットパターンを直ちにデジタル出力に出力するように、ソースメータを設定することができます。また、ソースメータはあるデバイスパッケージについてのすべての試験が完了するまで（動作はトリガレイヤーを離れます）待つこともできます。詳細については、「複合試験 :BCONtrol」を参照してください。

PASS:SOURce2<NRf>NDN

:CALCulate2:LIMitx:PASS:SOURce2 <NRf>|<NDN>　ソーティングモード「合格」パターンを設定せよ (X=2,3,5-12)。

パラメータ	<NRf> =	0 から 7 (3-bit)	10 進値
		0 から 15 (4-bit)	10 進値
	<NDN> =	0 から #b111 (3-bit)	2 進値
		0 から #b1111 (4-bit)	2 進値
		0 から #q7 (3-bit)	8 進値
		0 から #q17 (4-bit)	8 進値
		0 から #h7 (3-bit)	16 進値
		0 から #h17 (4-bit)	16 進値

照会　:SOURce2　プログラムされたソース値を照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、ソーティングモードでの試験 (リミット 2、3、5-12) に合格する場合の、ディジタル I/O ポートの 3 ビットまたは 4 ビット出力パターンを定義します。出力値は、2 進、8 進、または 16 進フォーマットで定義することができることに注意してください。:SOURce コマンドの「説明」の項に示す表を使用して、所要の 10 進ディジタル出力パターンのパラメータ値を決めて下さい。

:STATe<b>

:CALCultae2:LIMit[1]:STATe <b>　リミット 1 試験を制御せよ。
:CALCultae2:LIMitx:STATe <b>　リミット x 試験を制御せよ (X=2,3,5-12)。

パラメータ	<b> = 1 または ON	指定されたリミット試験を使用可能にせよ。
	0 または OFF	指定されたリミット試験を使用禁止にせよ。

照会　:STATe　指定されたリミット試験の状態を照会せよ。

説明　これらのコマンドを使用して、リミット 1、リミット 2、リミット 3、およびリミット 5 からリミット 12 までの試験を使用可能または使用禁止にします。どのようなリミット試験でも、使用可能にされてなければ実行されません。
リミット試験が使用可能になれば、ディジタル I/O ポートは、リミット試験の制御を受けます。すなわち、試験プロセスの結果が、I/O ポート上の出力パターンをアップデートします。

:FAIL?

:CALCultae2:LIMit[1]:FAIL?　リミット 1 試験の結果を読み取れ。
:CALCultae2:LIMitx:FAIL?　リミット x 試験の結果を読み取れ(X=2,3,5-12)。

説明　これらのコマンドを使用して、リミット 1、リミット 2、リミット 3、およびリミット 5 からリミット 12 までの試験結果を読み取ります。
0 = リミット試験合格
1 = リミット試験不合格

応答メッセージ (0 または 1) は、リミット試験の合否だけを知らせます。ミット 2、リミット 3、およびリミット 5 からリミット 12 までの試験については、メッセージはどちらのリミット (上リミットまたは下リミット) で不合格になったのかは、伝えません。どちらのリミットで不合格になったのかを確認するには、測定イベントレジスタを読む必要があります。(「ステータスサブシステム」参照)

リミット試験の結果を読み取っても、試験の不合格表示はクリアされません。不合格をクリアするには、:CLEar コマンドを使います。

Composite testing（複合試験）

PASS:SOURce2<NRf>NDN

:CALCulate2:CLIMits:PASS:SOURce2 <NRf>|<NDN>　　複合「合格」パターンを指定せよ。

パラメータ	<NRf> =	0 から 7 (3-bit)	10 進値
		0 から 15 (4-bit)	10 進値
	<NDN> =	0 から #b111 (3-bit)	2 進値
		0 から #b1111 (4-bit)	2 進値
		0 から #q7 (3-bit)	8 進値
		0 から #q17 (4-bit)	8 進値
		0 から #h7 (3-bit)	16 進値
		0 から #h17 (4-bit)	16 進値

照会　:SOURce2?　プログラムされたソース値を照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、不合格がない場合の、ディジタル I/O ポートの 3 ビットまたは 4 ビット出力パターンを定義します。出力値は、2 進、8 進、または 16 進フォーマットで指定できることに注意してください。:SOURce コマンドの「説明」の項に示す表を使用して、所要の 10 進ディジタル出力パターンのパラメータ値を決めて下さい。

ソース・メータは、「合格」条件が発生すれば直ちに、定義された「合格」ビットパターンをディジタル出力に送るように設定することもできますし、あるいはデバイスパッケージに関するすべての試験が完了するまで、待つこともできます (動作はトリガレイヤーを離れます)。詳細は「複合試験と BCONtrol」を参照してください。

ソーティングモードの場合は、このコマンドは、リミット 2、3、5-12 が使用禁止の場合の、リミット 1 試験 (コンプライアンス) に対する 3 ビットまたは 4 ビット出力「合格」パターンを定義します。

FAIL:SOURce2<NRf>NDN

:CALCulate2:CLIMits:FAIL:SOURce2 <NRf>|<NDN>「不合格」パターンを指定せよ。

パラメータ	<NRf> =	0 から 7 (3-bit)	10 進値
		0 から 15 (4-bit)	10 進値
	<NDN> =	0 から #b111 (3-bit)	2 進値
		0 から #b1111 (4-bit)	2 進値
		0 から #q7 (3-bit)	8 進値
		0 から #q17 (4-bit)	8 進値
		0 から #h7 (3-bit)	16 進値
		0 から #h17 (4-bit)	16 進値

照会　:SOURce2?　プログラムされたソース値を照会せよ。

説明　ソーティングモードの場合には、このコマンドを使用して、不合格がある場合の、ディジタル I/O ポートの 3 ビットまたは 4 ビット出力パターンを定義します。出力値は、2 進、8 進、または 16 進フォーマットで指定できることに注意してください。:SOURce コマンドの「説明」の項に示す表を使用して、所要のディジタル出力パターンの 10 進パラメータ値を決めて下さい。

PASS:SMLocation<NRf>NEXT

:CALCulate2:CLIMits:PASS:SMLocation <NRf>:Next「合格」ソースメモリロケーションを指定せよ。

パラメータ	<NRf> = 1 から 100	メモリロケーションを指定せよ。
	NEXT	リストに含まれる次のメモリロケーション (現在位置 +1)

照会　:SMLocation?　「合格」ソースメモリロケーションを照会せよ。

説明　リミット試験実施に際してソースメモリスイープを使っている間は、スイープは指定メモリロケーションに分岐するか、リストに含まれる次のメモリロケーションに進むことができます。

メモリロケーションが指定されている場合は、試験が順調に進めばスイープはそのメモリロケーションに分岐します (PASS 条件)。失敗した場合は (FAIL 条件)、スイープはリスト中の次のメモリロケーションに進みます。NEXT を選択すれば (デフォルト)、試験結果 (PASS または FAIL 条件) に関係なく、スイープは、リスト中の次のメモリロケーション (現在位置 +1) に進みます。

詳細は、第 10 部の「ソースメモリスイープ」を参照してください。

:BCONtrol<name>

:CALCulate2:CLIMits:BCONtrol <name>　ディジタル I/O ポートの合格 / 不合格アップデートを制御せよ。

パラメータ	< name>=IMMediate	第 1 の不合格が発生したときにアップデート出力
	END	スイープ完了後にアップデート出力

照会　:BCONtrol　いつディジタル出力がアップデートするか照会せよ。

説明　このコマンドを使って、ディジタル出力が「合格」または「不合格」パターンにアップデートされる時期を照会します。「合格」または「不合格」ビットパターンは、ハンドラに対して、試験プロセスを中止し、DUT を該当する区分容器に入れるように命令します。

IMMediate を選択したときは、ディジタル出力は、試験プロセス中の、最初の不合格のビットパターンに直ちにアップデートされます。すべての試験に合格する場合は、出力は「合格」ビットパターンにアップデートされます。

END を選択したときは、ディジタル出力は、ソース・メータがスイープまたはリスト動作を完了するまで、「合格」または「不合格」ビットパターンにアップデートしません。したがって、複数の試験サイクルを DUT について行うことが可能になります。スキャナカードを使用して、多素子デバイス (すなわち抵抗ネットワーク) を試験することができます。たとえば、仮にお客様が END を使わずに、しかもデバイスパッケージ中の第 1 素子が合格したとすると、「合格」ビットパターンが出力されます。試験プロセスは停止し、DUT は区分容器に置かれます。その結果、デバイスパッケージ中のほかの素子は、試験を受けないことになります。

:MODE<name>

:CALCulate2:CLIMits:MODE <name>　ディジタル I/O ポート合格 / 不合格出力を制御せよ。

パラメータ　< name>=GRADing　グレードされた「合格 / 不合格」パターンを出力せよ。
SORTing　ソートされた「合格 / 不合格」パターンを出力せよ。

照会　:MODE?　ディジタル I/O 合格 / 不合格パターンを照会せよ。

説明　このコマンドは、リミット計算がディジタル I/O ラインをドライブするモードを制御します。GRADing モードでは、読み取り値が、使用可能なすべての上 / 下リミット許容値の範囲内であれば、合格です。ただし、読み取り値がリミット 4 コンタクトチェック (コンタクトチェック点のみ) とリミット 1 コンプライアンス試験にまず合格していることが前提となります。ディジタル I/O ラインは、第 1 のコンタクトチェック (オプション)、コンプライアンス、上リミットまたは下リミットの不合格のパターンでドライブされます。これ以外の場合は、CALC2:CLIM:PASS:SOUR2 のパターンが出力されます。

ソーティングモードでは、読み取り値が不合格となる条件は、コンタクトチェック試験とコンプライアンス試験に不合格となるか、それともディジタル I/O 帯域のどの範囲にも入らないことです。試験に合格し、リミット 1 または 4 だけが使用可能な場合は、CALC2:CLIM:PASS:SOUR2 のパターンが出力されます。これ以外の場合は、合格する第 1 のリミット試験帯域が、その LOW:SOUR2 パターンを出力します (UPP:SOUR2 パターンは無視されます)。リミット 1 またはリミット 4 に不合格になる場合は、それぞれの SOUR2 パターンが出力されます。リミット 2、3、5-12 リミット試験に合格しない場合は、CALC2:CLIM:FAIL:SOUR2 のパターンが出力されます。

Clear test results（試験結果のクリアリング）

[:IMMediate]

:CALCulate2:CLIMits:CLEar[:IMMediate]　試験結果をクリアし、ディジタル I/O ポートをリセットせよ。

説明　このコマンドはリミット試験の試験結果 (合格または不合格) をクリアし、ディジタル I/O ポートの出力ラインを:SOURce2:TTL の設定値にリセットします。(「SOURce2 サブシステム」参照)

:AUTO<b>

:CALCulate2:CLIMits:CLEar:AUTO <b>試験結果を得るためにオートクリアを制御せよ。

パラメータ　<b> = 1 または ON　オートクリアを使用可能にせよ。
0 または OFF　オートクリアを使用禁止にせよ。

照会　:AUTO?　オートクリアの状態を照会せよ。

説明　オートクリアを使用可能状態にすると、試験結果はクリアされます。そして:INITiate コマンドが送出されて新しい試験シーケンスが開始されると、ディジタル I/O ポートの出力ラインはリセットします。

これが使用禁止になると、クリアアクションを実行するには、:IMMediate を使わなければなりません。

CALCulate3　　バッファ読取り値の統計データを提供せよ。

Select statistic（統計の選択）

:FORMat <name>
:CALCulate3:FORMat <name>　CALC3 フォーマットを指定せよ。

パラメータ　<name> =　MEAN　バッファの中の読取り値の平均値
SDEViation　バッファの中の読取り値の標準偏差
MAXimum　バッファの中の最大読取り値
MINimum　バッファの中の最小読取り値

照会　:FORMat?　プログラムされた数式フォーマットを照会せよ

説明　このコマンドを使用して、バッファに格納された読取り値についての、所要の統計値を選択します。これらの統計値についての詳細については、第 3 部の「データストア」を参照してください。

バッファに格納された読取り値は、CALC1 の計算の「生の」測定読取り値であることも、また CALC2 の読取り値であるこもあります。:TRACe サブシステムの:TRACe:FEED コマンドを使用して、格納すべき読取り値の種類を選択します。

Acquire statistic（統計の取得）

:DATA?
:CALCulate3:DATA?　CALC3 の結果を読み取れ。

説明　この照会コマンドを使用して、選択した統計操作を行い、その結果を読み取ります。結果は常に ASCII フォーマットで戻されます。

バッファの設定が「生の」測定読取り値を格納する（:TRACe:FEED SENSe 1）ようになっており、複数の機能を測定する場合は、選択した動作はすべての測定読取り値に対して行われます。たとえば、電圧と電流の測定値がバッファに格納されると、どちらの読取り値に対しても、選択した統計操作が行われます。複数の測定機能に対する統計値は、次の順序で戻されます。
電圧に関する統計値、電流に関する統計値、抵抗に関する統計値

バッファに格納された TIME と STATus のデータ要素については、統計操作は行われません。

バッファが CALC1 または CALC2 の結果を格納するように設定されていれば(:TRACe:FEED CALC1 または CALC2)、1 つの結果だけがこの照会コマンドによって戻されます。

注記：

1. バッファにデータがなければ、NAN（数ではない）+9.91e37 が戻されます。
2. 多数の読取り値がバッファの中にある場合は、一部の統計操作の実行時間が長すぎて、バスタイムアウトエラーを発生することがあります。これを避けるには、:calc3:data?コマンドを送り、ステータスバイトレジスタの中の MAV（メッセージ利用可能）ビットが設定されるまで待ち、そのあと、2400 型に対して talk するように呼びかけてください（第4部の「ステータス体系」を参照）。
3. ソースメータの各動作ブロックを通過するデータの流れの状況の詳細な説明については、付録Dの「データフロー」を参照してください。これを参照すれば、データを読み取るためにいろいろなコマンドが取得する読取り値の種類が明らかになります。

:DISPlay サブシステム

ディスプレイサブシステムは、2400 型のディスプレイを制御するもので、その要約を表 5-3 に示します。

Control display（ディスプレイ制御）

:DIGits <n>

:DISPlay:DIGits <n>　　ディスプレイの分解能を設定せよ。

パラメータ	<n> = 4	分解能 3.5 桁
	5	分解能 4.5 桁
	6	分解能 5.5 桁
	7	分解能 6.5 桁
	DEFault	分解能 6.5 桁
	MINimum	分解能 3.5 桁
	MAXimum	分解能 6.5 桁

照会	:DIGits?	ディスプレイ分解能を照会せよ。
	:DIGits? DEFault	*RST デフォルト分解能を照会せよ。
	:DIGits? MINimum	最小許容分解能を照会せよ。
	:DIGits? MAXimum	最大許容分解能を照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、ディスプレイ分解能を設定します。有理数も使用できることに留意してください。たとえば、4.5 桁の分解能を選択する場合に、4.5（5 の代わりに）というパラメータ値を送ることができます。ソースメータは、有理数を整数に丸めます。

:ENABle <b>

:DISPlay:ENABle <b>　　ディスプレイ回路を制御せよ。

パラメータ	<b> = 0 または OFF	ディスプレイ回路を不使用状態にせよ。
	1 または ON	ディスプレイ回路を使用可能にせよ。

照会　:ENABle?　ディスプレイの状態を照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、前面パネルディスプレイ回路を使用可能、不使用状態にします。不使用状態になった場合は、計測器の動作速度は速くなります。解除状態になった場合は、ディスプレイは下記のメッセージを出して静止状態になります。

FRONT PANEL DISABLED

再開するには LOCAL を押してください。

メッセージが知らせるとおり、前面パネルによる制御はすべて（LOCAL と OUTPUT OFF を除く）、不使用状態になります。通常のディスプレイ動作を再開させるには、:ENABle コマンドを使用して、ディスプレイを使用可能にするか、2400 型をローカル状態にします。

:ATTRibute?

:DISPlay:WINDow[1]:ATTRibutes?　属性を照会せよ。上部ディスプレイ
:DISPlay:WINDow2:ATTRibutes?属性を照会せよ。下部ディスプレイ

説明　この照会コマンドを使用して、ディスプレイ上のどの文字が明滅し、どの文字が明滅しないかを調べます。応答メッセージは、指定したディスプレイについての、各文字位置のステータスを知らせます。一次ディスプレイは、20 文字で、二次ディスプレイは 32 文字で設定されます。

1 = 文字は明滅します。
0 = 文字は明滅しません。

たとえば、下記のメニューがディスプレイされ、SAVESETUP オプションが明滅していると想定してください。

MAIN MENU
SAVESETUP COMMUNICAION CAL>

:disp:attr?（上部ディスプレイ）に対する応答メッセージは、次のように 20 個の 0 をディスプレイします。
00000000000000000000

:disp:wind2:attr?（下部ディスプレイ）に対する応答メッセージは、SAVESETUP の文字位置に次のように 1 をディスプレイします。
11111111100000000000000000000000

:CNDisplay

:DISPlay:CNDisplay ソース - メジャーディスプレイ状態に戻れ。

説明　このアクションコマンドを使用して、計測器をソース - メジャーディスプレイ状態（ソース、メジャー、コンプライアンスの読取り値がディスプレイされる）に戻します。たとえば、現在メニュー体系がディスプレイされていれば、このコマンドは、計測器にメニューを抜けさせ、ソース - メジャーディスプレイ状態に戻します。

Read display（ディスプレイ読み取り）

:DATA?

:DISPlay[:WINDow[1]]:DATA?　上部ディスプレイを読み取れ
:DISPlay:WINDow2:DATA?　下部ディスプレイを読み取れ

説明　これらの照会コマンドを使用して、上部と下部のディスプレイに現在ディスプレイされている事項を読み取ります。これらのメッセージの中から 1 つを送り、2400 型に対して talk するように呼びかけたあと、ディスプレイされたデータ（メッセージまたは読取り値）はコンピュータに送られます。

Define:TEXT messages（テキストメッセージの定義）

:DATA? <a>

:DISPlay[:WINDow[1]]:TEXT:DATA <a>　　メッセージを定義せよ;上部ディスプレイ
:DISPlay:WINDow2:TEXT:DATA <a>　メッセージを定義せよ;下部ディスプレイ

パラメータ　<a> = メッセージに使う ASCII 文字
種類: 文字列　　'aa...a' または "aa...a"
不定ブロック　　#0aa...a
確定ブロック　　#XYaa...a
ここで Y =　メッセージ中の文字の数
上部ディスプレイには 20 文字まで
下部ディスプレイには 32 文字まで
X = Y を設定する桁数（1 または 2）

照会　　:DATA?　　定義されたテキストメッセージを照会せよ。

説明　　これらのコマンドは、ディスプレイに使用するテキストメッセージを定義します。上部ディスプレイに使用することができる文字数は 20 文字まで、下部には 32 文字までです。スペースも 1 文字として数えます。メッセージ文字数が規定を越えると、エラーの原因となります。

不定ブロックメッセージになることができるのは、プログラムメッセージ中のただ一つのコマンド、またはプログラムメッセージ中の最後のコマンドです。不定ブロックメッセージのあとに（同じ行で）コマンドを含めると、このコマンドはメッセージの一部としての扱いを受け、ディスプレイされますが実行されません。

:STATe <b>

:DISPlay[:WINDow[1]]:TEXT:STATe <b>　　メッセージを制御せよ;上部ディスプレイ
:DISPlay:WINDow2:TEXT:STATe <b>　メッセージを制御せよ;下部ディスプレイ

パラメータ　<b> = 0 または OFF　　指定したディスプレイに使うテキストメッセージを解除状態にせよ。
1 または ON　　指定したディスプレイに使うテキストメッセージを使用可能にせよ。

照会　　:STATe?　　指定したディスプレイに使うメッセージモードの状態を照会せよ。

説明　　これらのコマンドは、テキストメッセージモードを、使用可能、解除状態にします。使用可能になった場合には、定義されたメッセージがディスプレイされます。解除状態になった場合には、メッセージはディスプレイから除かれます。

GPIB 動作－ユーザ定義テキストメッセージのディスプレイが残るのは、計測器がリモート状態にある間に限られます。計測器をリモート状態から外す（LOCAL キーを押すか、LOCAL27 を送ることにより）と、メッセージは取り消され、テキストメッセージモードは解除状態になります。

RS-232 動作－ユーザ定義テキストメッセージを取り消すことができるのは、このコマンドを使用して、メッセージを解除状態にするか、電源再投入を行う場合に限ります。

FORMat サブシステム

このサブシステムのためのコマンドを使って、データフォーマットを選択し、これを使って計測器の読取り値をバスを経由して転送します。これらのコマンドを表5-4に要約します。

Data format（データフォーマット）

[:DATA] <type>[,length]

:FORMat[:DATA] <type>[,<length>]　データフォーマットを選択せよ。

パラメータ　<type>[,<length>] = ASCii　ASCII フォーマット
REAL,32　IEEE754 単精度フォーマット
SREal　IEEE754 単精度フォーマット

注記　*<length> は、パラメータが ASCII または SREal の場合には使用しません。これはパラメータが REAL の場合のオプションです。<length> を REAL パラメータとともに使用しない場合には、<length> は 32 というデフォルト値（単精度フォーマット）に設定されます。*

照会　[:DATA]?　データフォーマットを照会せよ。

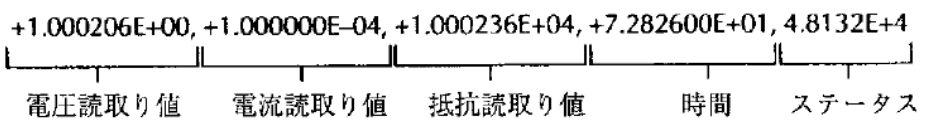
説明　このコマンドを使用して、データフォーマットを選択し、これを使って計測器の読取り値をバスを経由して転送します。RS-232 インタフェースにまたがって使用できるのは、ASCII フォーマットだけです。

注記　*出力文字列用として使用するデータフォーマットの種類にかかわらず、ソースメータは ASCII フォーマットを使用する入力コマンドだけに応答します。*

ASCII フォーマット
ASCII データフォーマットは、操作者が直接読み取ることのできる形で現れます。ほとんどの BASIC 言語は、ASCII の仮数部と指数を簡単にほかのフォーマットに変換します。しかし、変換を成立させるために、若干の速度が犠牲になります。図 18-1 に示すのは、すべてのデータ要素を含む ASCII 文字列の例です（:ELEMents 参照）。

図 18-1 は、また、データ列のバイト順序を示します。:ELEMents コマンドによって指定しないデータ要素は、この文字列に含まれません。2 進フォーマットの場合には、バイト順序を逆にすることができることを憶えてください（:BORDer コマンド参照）。

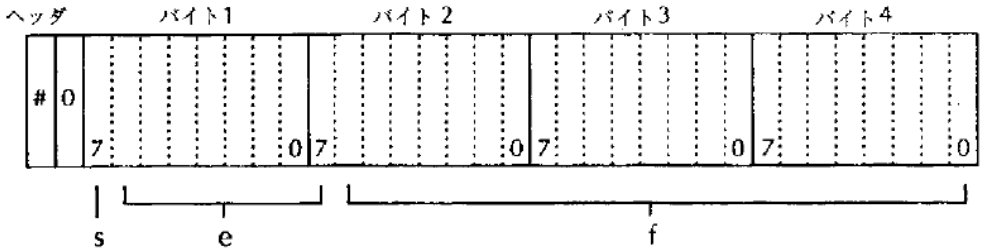
図 18-1
ASCII データフォーマット



IEEE754 単精度フォーマット

REAL,32 または SREal は、2 進 IEEE754 単精度データフォーマットを選択します。図 5-2 に示すのは、それぞれのデータ要素についての正常バイト順序フォーマットです。たとえば、3 個の有効要素を指定する場合、それぞれの読取り値変換についてのデータ列は、3 個の 32 ビットデータブロックで設定されます。各読取り値換算についてのデータ列の前には、ASCII の # 符号の 2 進等価値と 0 で設定する 2 バイトヘッダが先行することに留意してください。

図 18-2
IEEE754 単精度データフォーマット



s = 符号ビット（0 = 正、1 = 負）
e = 指数ビット（8）
f = 小数ビット（23）

正常バイト順序を示します。スワップバイト順序の場合は、バイトは、ヘッダ、バイト 4、バイト 3、バイト 2、バイト 1 というように、逆順で送られます。

ヘッダが送られるのは、毎回の測定変換ごとに 1 回限りです。

2 進転送の間、データがコンピュータに完全に読み取られる (入力される) まで、絶対にソース・メータをアントークしないでください。また、誤動作を避けるために、データ列 (およびターミネータ) の読み取り値は、一括して取得する必要があります。ヘッダ (#0) は、データ列の残りの部分よりも先に、別に読み取ることができます。

転送するバイト数は、次のようにして計算することができます。
バイト = 2 + (Rdgs x 4)
ここで　2 はヘッダ (#0) のバイト数です。
Rdgs は選択したデータ要素の数、アームカウント、トリガカウントの積です。
4 はそれぞれの読み取り値のバイト数です。
1 はターミネータのバイトです。

たとえば、ソース・メータの設定が、10 回のソース - メジャー動作を行い、2 進フォーマットを使って 10 個の電流測定値をコンピュータに送るようになっていると、
バイト =2+(10x4)+1
=43

Data elements（データ要素）

:ELEMents <item list>

:FORMat:ELEMents <item list>　データ列についてのデータ要素を指定せよ。

パラメータ　<item list> = VOLTage　電圧読取り値を含みます。
CURRent　電流読取り値を含みます。
RESistance　抵抗読取り値を含みます。
TIME　タイムスタンプを含みます。
STATus　ステータス情報を含みます。

注記　*リストの中の各項目は、コンマを使って分離しなければなりません（すなわち: ELEMents VOLTage, CURRent, RESistance）*

照会　:ELEMents?　データ列の中の要素を照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、データ列に含める要素を指定し、下記の照会に応答します。
:FETCh?
:READ?
:MEASure?
:TRACe:DATA?

1 個から 5 個全部までの要素を指定することができます。リストの中の各項目は、コンマ（,）を使って分離しなければなりません。これらの要素（図 5-1 に示す）についての説明は、次のとおりです。

注記　*オーバーフロー読取り値は、+9.9E37 と読みます。*

VOLTage －この要素は電圧測定値、またはプログラムされた電圧ソース読取り値を示します。電圧ソースとなりかつ電圧を測定する場合は、この要素は電圧測定値を示します（測定読取り値は、ソース読取り値に優先します）。ソースメータが電圧ソースとならない場合、または電圧を測定しない場合は、+9.91e37 の NAN（数ではありません）値を使用します。

CURRent －この要素は電流測定値、またはプログラムされた電流ソース読取り値を示します。電流ソースとなりかつ電流を測定する場合は、この要素は電流測定値を示します（測定読取り値は、ソース読取り値に優先します）。ソースメータが電流ソースとならない場合、または電流を測定しない場合は、+9.91e37 の NAN（数ではありません）値を使用します。

RESistance －この要素は抵抗測定値を示します。抵抗を測定しない場合は、9.91e37 の NAN 値を使用します。

TIME －各読取り値グループを、ある時点を基準として示すために、タイムスタンプを利用します。相対的タイムスタンプのタイマとしての動作が始まるのは、計測器がオン状態になった時、または相対タイムスタンプがリセットされた時で、これを 0 秒とします（:SYSTem:TSTamp:RELative:RESet）。バスを通って送られたそれぞれの読取り値のタイムスタンプは、開始時点を基準とし、秒で表します。99,999.999 秒のあとは、タイマはゼロにリセットし、あらためてスタートします。

タイムスタンプは、また、バッファの読取り値にも利用することができます。タイムスタンプの基準は、バッファに格納され0秒のタイムスタンプを持つ最初の読取り値（絶対フォーマット）とすることも、あるいはそれぞれの読取り値の間の時間（デルタフォーマット）とすることもできます。:TRACe:TSTamp:FORMat コマンドを使用して、絶対フォーマットまたはデルタフォーマットを選択します。

STATus－ソースメータの動作に関するステータス情報を得るために、ステータスワードを利用することができます。20ビットのステータスワードが10進形で送られ、ユーザがこれを2進相当ワードに変換し、ワードの中のそれぞれのビットの状態を求めます。たとえば、ステータス値が65であれば、この2進等価値は00000000000001000001です。ビット0とビット6は設定されています。

それぞれの状態ビットの意味を以下に説明します。

ビット0（OFLO）－オーバレンジの状態で測定が行われていれば1に設定。
ビット1（フィルタ）－フィルタを使用可能にして測定が行われていれば1に設定。
ビット2（前面/背面）－FRONT端子を選択すれば1に設定。
ビット3（コンプライアンス）－「実際の」コンプライアンス状態にあれば1に設定。
ビット4（OVP）－過電圧保護限界に達していれば1に設定。
ビット5（数式）－数式（calc1）が使用可能であれば1に設定。
ビット6（ヌル）－ヌルが利用可能であれば1に設定。
ビット7（リミット）－リミット試験（calc2）が使用可能であれば1に設定。
ビット8および9（リミット結果）－リミット試験の結果を示す。(下記のグレーディングモードとソーティングモードを参照)
ビット10（オートオーム測定）－オートオーム測定が使用可能であれば1に設定。
ビット11（V-メジャー）－Vメジャーが使用可能であれば1に設定。
ビット12（I-メジャー）－Iメジャーが使用可能であれば1に設定。
ビット13（Ω-メジャー）－Ωメジャーが使用可能であれば1に設定。
ビット14（V-ソース）－Vソースを使用する場合は1に設定。
ビット15（I-ソース）－Iソースを使用する場合は1に設定。
ビット16（レンジコンプライアンス）－「レンジ」コンプライアンス状態にあれば1に設定。
ビット17(オフセット補償)－オフセット補償オームズが使用可能であれば1に設定。
ビット18－コンタクトチェック不合格(付録F参照)
ビット19、20、21(リミット試験結果)－リミット試験の結果を示す(下記のグレーディングモードとソーティングモードを参照)
ビット22(リモートセンス)－4線リモートセンスを選択する場合は1に設定。
ビット23(パルスモード)－パルスモードにある場合は1に設定

リミット試験ビット　ビット8、9、19-21 bは、各種のリミット試験についての合格/不合格条件を示します。グレーディングモードとソーティングモードのビット値については、以下で説明します。(「Calculate サブシステム」に記載の:CALC2:CLIM:MODE と、これに関連するコマンドを参照)

ソーティングモードステータスビット値

結果[1]　ビット#:	21	20	19	9	8	測定イベントステータス[2]
リミット1および4に合格、リミット2、3、5-12は使用禁止	0	0	0	0	0	Bit 5 (LP)
リミット試験1に不合格	0	0	0	0	1	Bit 0 (L1)
リミット試験2に合格	0	0	0	1	0	Bit 5 (LP)
リミット試験3に合格	0	0	0	1	1	Bit 4 (HL3)
リミット試験4に不合格	0	0	1	0	1	Bit 10 (CC)
リミット試験5に合格	0	0	1	0	0	Bit 5 (LP)
リミット試験6に合格	0	0	1	1	0	Bit 5 (LP)
リミット試験7に合格	0	0	1	1	1	Bit 5 (LP)
リミット試験8に合格	0	1	0	0	0	Bit 5 (LP)
リミット試験9に合格	0	1	0	0	0	Bit 5 (LP)
リミット試験10に合格	0	1	0	1	0	Bit 5 (LP)
リミット試験11に合格	0	1	0	1	1	Bit 5 (LP)
リミット試験12に合格	0	1	1	0	0	Bit 5 (LP)
リミット1および4に合格、リミット2、3、5-12は使用禁止	1	1	1	1	1	-

1. リミット4試験は、コンタクトチェックオプションと併用の場合のみ利用可能 (付録F)。
2. 詳細は第15部の「測定イベントステータス」と図15-6を参照してください。

グレーディングモードステータスビット値

結果[1]　ビット#:	21	20	19	9	8	測定イベントステータス[2]
すべてのリミット試験に合格	0	0	0	0	0	Bit 5 (LP)
リミット試験1に不合格	0	0	0	0	1	Bit 0 (L1)
Hiリミット試験2に不合格	1	0	0	1	0	Bit 2 (HL2)
Loリミット試験2に不合格	0	0	0	1	0	Bit 1 (LL2)
Hiリミット試験3に不合格	1	0	0	1	0	Bit 4 (HL3)
Loリミット試験3に不合格	0	0	0	1	0	Bit 3 (LL3)
リミット試験4に不合格	1	0	0	1	0	Bit 10 (CC)
Loリミット試験5に不合格	0	0	0	1	0	-
Hiリミット試験5に不合格	1	0	0	1	0	-

結果[1]　ビット #:	21	20	19	9	8	測定イベントステータス[2]
Hi リミット試験 6 に不合格	1	0	1	1	0	-
Lo リミット試験 6 に不合格	0	0	1	1	0	-
Hi リミット試験 7 に不合格	1	0	1	1	1	-
Lo リミット試験 7 に不合格	0	0	1	1	1	-
Lo リミット試験 8 に不合格	1	1	0	0	0	-
Hi リミット試験 8 に不合格	0	1	0	0	0	-
Lo リミット試験 9 に不合格	1	1	0	0	1	-
Hi リミット試験 9 に不合格	0	1	0	0	1	-
Lo リミット試験 10 に不合格	1	1	0	1	0	-
Hi リミット試験 10 に不合格	0	1	0	1	0	-
Lo リミット試験 11 に不合格	1	1	0	1	1	-
Hi リミット試験 11 に不合格	0	1	0	1	1	-
Lo リミット試験 12 に不合格	1	1	1	0	0	-
Hi リミット試験 12 に不合格	0	1	1	0	0	-

1. リミット 4 試験は、コンタクトチェックオプションと併用の場合のみ利用可能 (付録 F)。
2. 詳細は第 15 部の「測定イベントステータス」と図 15-6 を参照してください。

データ列の読み取り例

図 18-1 に示す ASCII 読み取りストリングの例は、ソース・メータをソース I メジャー V に設定して 10kΩ の抵抗体を測定する場合です。電圧読み取り値は電圧測定値 (1.000236V)、電流読み取り値は電流ソース値 (100Ω)、そして動作が行われたのは、ソース・メータがオン状態になってから (すなわちタイムスタンプがリセットされてから) 72.826 秒後です。48,132 というステータス読み取り値は、状況語のビット 2、10、11、12、15 が 1 に設定されたことを示します。

:SOURce2<name>

:FORMat:SOURce2 <name>　　SOUR" と TTL 応答フォーマットを設定せよ。

パラメータ　<name>=

ASCII	ASCII フォーマット
HEXadecimal	16 進フォーマット
OCTal	8 進フォーマット
BINary	2 進フォーマット

照会　　*SOURce2　応答フォーマットを照会せよ。

説明　　このコマンドは、すべての CALC2:XXXX:SOUR2 と SOUR2:TTL 照会に対する応答フォーマットを、FORM:SREG コマンドを使って設定したフォーマットに類似のやり方で制御します。詳細は「Calculate サブシステム」と「SOURce サブシステム」の項を参照してください。

CALC data element（CALC データ要素）

:CALCulate<item list>

:FORMat:ELEMents:CALCulate <item list>　CALC データ要素を設定せよ。

パラメータ　<item list>=　CALC　CALC1 または CALC2 データを含めよ。
TIME　タイムスタンプを含めよ。
STATus　ステータス情報を含めよ。

注記　*リストの中の項目は、それぞれ、コンマで区切らなければなりません (たとえば: CALCulate CALC,TIME,STAT)。*

照会　:CALCulate?　CALC データ要素リストに照会せよ。

説明　このコマンドを使えば、CAKC1:DATA?と CALC2:DATA?への照会によって、タイムスタンプとステータス情報を検索することができます。このコマンドを使えば、TRACe:FEED を CALC1 または CALC2 に設定したときに、タイムスタンプとステータス情報を検索することもできます。CALC1 と CALC2 の 1 完全な説明については、「Calculate サブシステム」を参照してください。このほか、TIME および STATus 情報の説明は、「データ要素」を参照してください。

Byte order（バイト順序）

:BORDer <name>

:FORMat:BORDer <name> 2 進バイトの順序を指定せよ。

パラメータ　<name> =　NORMal　2 進フォーマットの正常バイト順序
SWAPped　2 進フォーマットの逆バイト順序

照会　:BORDer?　バイト順序を照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、IEEE754 の 2 進フォーマットのバイト順序を制御します。正常バイト順序の場合は、それぞれの要素のデータフォーマットは、次のようにして送られます。
バイト 1　バイト 2　バイト 3　バイト 4（単精度）

逆バイト順序の場合は、それぞれの要素のデータフォーマットは次のようにして送られます。
バイト 4　バイト 3　バイト 2　バイト 1（単精度）

"#0" ヘッダは、このコマンドによって影響を受けません。毎回の測定変換ごとに、ヘッダは常にデータ列の先頭として送られます。

ASCII データフォーマットは、正常バイト順序でなければ送ることができません。ASCII フォーマットを選択した場合は、SWAPped を選択しても無視されます。

注記　*2 進データを IBM PC 適合コンピュータに向けて 2 進データを送信するときは、SWAPped バイト順序を使用しなければなりません。*

Status register format（ステータスレジスタフォーマット）

:SREGister<name>
:FORMat:SREGister <name>　ステータスレジスタを読み取るためのデータフォーマットを設定せよ。

パラメータ	<name>=	ASCII	ASCII フォーマット
		HEXadecimal	16 進フォーマット
		OCTal	8 進フォーマット
		BINary	2 進フォーマット

照会　*SREGister2 ステータスレジスタを読み取るためのフォーマットを照会せよ。

説明　照会コマンドを使って、ステータスイベントレジスタの内容を読み取ります。このコマンドを使って、これらの照会コマンドの応答メッセージフォーマットを設定します。

ステータスメッセージを照会したときは、応答メッセージは、レジスタに含まれるどのビットが 1 に設定されているかを示す値です。たとえば、あるレジスタのビット B5、B4、B2、B1、B0 が (110111) に設定されると、選択されたデータフォーマットに対して次の値が戻されます。

ASCii	55	(10 進値)
Hexadecimal	#H37	(16 進値)
OCTal	#Q67	(8 進値)
BINary	#B110111	(2 進値)

詳細は第 16 部の「コモンコマンド」とこの部の「ステータスサブシステム」を参照してください。

OUTPut サブシステム

このサブシステムを使用して、選択したソースの出力と、インターロックを制御します。これらのコマンドを要約して表5-5に示します。

Turn source on or off（ソースをオン状態またはオフ状態にする）

[:STATe] <b>

OUTPut[1][:STaTe] <b>　ソースをオン状態またはオフ状態にせよ。

パラメータ　<b> = 0 または OFF　　ソースをオフ状態（待機状態）にせよ。
　　1 または ON　　ソースをオン状態（動作状態）にせよ。

照会　　:OUTPut?　ソースの状態を照会せよ。

説明　　このコマンドを使用して、ソース出力をオンまたはオフ状態にします。これのただ一つの例外は、ソースオートクリアが使用状態にある場合です。このモードでは、ソースはSDMの毎回のソース段階の間はオン状態になり、毎回の測定のあとにオフ状態になります（SOURceサブシステムの:SOURce:CLEar:AUTOを参照）。

注記　　*:SOURce:CLEar コマンドもソースをオフ状態にします。*

注記　　*2430型パルスモードの場合は、出力がオン状態になると、計測器はアイドル状態から外されます。*

Interlock control（インターロックコントロール）

:STATe <b>

:OUTPut[1]:INTerlock:STATe <b>　　ハードウェアインターロックを制御せよ。

パラメータ　<b> = 0 または OFF　　インターロックを解除状態にせよ。
　　1 または ON　　インターロックを使用可能にせよ。

照会　　:STATe?　インターロックの状態を照会せよ。

説明　　このコマンドを使用して、ハードウェアのインターロックを使用可能または解除状態にします。使用状態にある場合には、インターロックライン（背面パネルインターロック - デジタル I/O コネクタ）の論理状態が low の状態に引き下げられていないと、ソースをオフ状態に入れることはできません。インターロックラインの論理状態が high の状態に移行すれば、ソースはオフ状態になります。試験器具のインターロックを使用する場合の詳細については、第3部の「インターロックとデジタル I/O」を参照してください。

解除状態にある場合には、インターロックラインの論理状態は、ソースの出力状態には影響を与えません。

:TRIPped?

*OUTPut[1]:INTerlock:TRIPped?

説明　この照会コマンドを使用して、使用可能になったインターロックがトリップしたかどうかを調べます。トリップ状態（"1"）とは、ソースをオン状態に入れることが可能なことを意味します（インターロックラインの論理状態は low）。
ソースをオン状態に入れることができない場合（インターロックラインの論理状態は high）は、"0" に戻ります。

Output-off states（出力オフ状態）

:SMODe

:OUTPut[1]:SMODe <name>　出力オフモードを選択せよ。

パラメータ　<name> = HIMPedance　入力 / 出力の接続を切れ。
NORMal　ソースとコンプライアンスをゼロに設定せよ。
ZERO　ソースをゼロに設定せよ
GUARd　ガードをゼロに設定せよ

照会　:SMODe?　出力オフモードを照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、ソースメータの出力オフ状態を選択します。
HIMPedance を選択した場合は、ソースがオフ状態になると、出力リレーは開きます。これによって、ソースメータの入力 / 出力からの外部回路が断路されます。

注記　出力リレーの過大な摩耗を防ぐために、出力の開閉を頻繁に行う試験には、HIMPedance モードは使用しないでください。

NORMAL を選択した場合は、出力がオフ状態のときはソースメータは比較的インピーダンスが高い状態にあります。この出力オフ状態では、ソース値とコンプライアンス値はゼロに設定されます。

ZERO を選択した場合は、V ソースは低インピーダンスオフ状態となり、I ソースは比較的インピーダンスが高い出力オフ状態となります。この出力オフ状態では、ソースはゼロに設定され、コンプライアンスはプログラムされた値を維持します。電圧コンプライアンスは、現在の電圧レンジフルスケールの 0.5% に設定されます。

GUARd を選択した状態では、I ソースが選択され 0A に設定されます。電圧コンプライアンスは、現在の電圧レンジフルスケールの 0.5% に設定されます。この出力オフ状態を使う必要が起こるのは、6 線ガード付き抵抗測定を行う場合と、アクティブソースを使用するこれ以外の負荷の場合です。

注記　*出力オフ状態の詳細は、第 13 部の「出力設定」を参照してください。2430 型パルスモードの場合は、出力オフ状態は常に NORMal です。*

:ROUTe サブシステム

ROUTe サブシステムは、表 18-5 に要約されています。

Select input jack（入力ジャックを選択せよ）

TERMInals<name>

:ROUTe:TERMInals<name> 前面パネルまたは背面パネル入力 / 出力ジャックを選択せよ。

パラメータ	<name>=	FRONt	前面パネル入力 / 出力ジャック
		REAR	背面パネル入力 / 出力ジャック

照会　:TERMinals　前面 / 背面スイッチ設定状態を照会せよ。

説明　このコマンドを使って、入力 / 出力端子のどの組み合わせを使用可能にするかを選択します (前面パネルまたは背面パネル)。

SENSe1 サブシステム

Sense1 サブシステムを使用して、2400 型のいろいろな測定機能を設定、制御します。コマンドの多くはグローバルであり、一つのコマンドがすべての機能に影響を与えます。一部のコマンドは、特定の機能について、固有のものです。たとえば、それぞれの基本機能（電流、電圧、抵抗）に対して、固有のレンジ設定をプログラムすることができます。

ある機能をまず選択して、それからその機能のいろいろな設定をプログラムする必要はありません。プログラムされた機能を選択するごとに、その機能は、各種のプログラムされた機能を取り込みます。

このサブシステムのコマンドを表5-6 に要約します。

Select measurement functions（測定機能を選択せよ）

:CONCurrent <b>

[:SENSe[1]]:FUNCtion:CONCurrent <b>　　同時測定を制御せよ。

パラメータ　<b> = 0 または OFF　　同時測定を解除状態にせよ。
　　1 または ON　　同時測定を使用可能にせよ。

照会　　:CONCurrent?　　同時測定の状態を照会せよ。

説明　　このコマンドを使用して、2 つ以上の機能を同時に測定する計測器の能力を使用可能にしたり、解除状態にします。使用可能な状態にある場合は、計測器は選択した機能を測定します（[:ON]、:OFF、:ALL を参照）。

使用禁止状態では、一つの測定機能だけが使用可能になります。CONCurrent ON から CONCurrent OFF への移行中は、電圧 (VOLT:DC) 測定機能を選択します。ほかの測定機能は、すべて使用禁止になります。*FUNCTion[:ON]コマンドを使用して、ほかの測定機能の一つを選択してください。

注記　2430 型パルスモードの場合は、同時測定は常に使用禁止です。このコマンドを送るとエラー +831 が発生します。

[:ON] <function list>
:OFF <function list>

[:SENSe[1]]:FUNCtion[:ON] <function list>　　使用可能にする機能を指定せよ。
[:SENSe[1]]:FUNCtion:OFF <function list>　　解除状態可能にする機能を指定せよ。

パラメータ　<function list> =　"CURRent[:DC]"　電流測定機能
　　"VOLTage[:DC]"　電圧測定機能
　　"RESistance"　抵抗測定機能

注記　*リストの中のそれぞれの機能は、引用符（二重または単一）で囲み、コンマで分離しなければなりません（すなわち:func:on"volt","curr"）。*

照会　[:ON]?　使用可能になった機能を照会せよ。
:OFF?　解除状態になった機能を照会せよ。

説明　同時測定が使用可能になった場合、このコマンドを使用して、測定する機能をリストします。[:ON]コマンドを使用して、1つまたはそれ以上の測定機能をリストに含め（使用可能にし）、:OFF コマンドを使用して、1つまたはそれ以上の機能をリストから除きます。

リストの中で指定したそれぞれの機能を、単一または二重引用符で囲まなければならないこと、機能をコンマ（,）で分離しなければならないことに留意してください。例
:FUNCtion "VOLTage", "CURRent" 電圧機能と電流機能を使用可能にせよ。

:FUNCtion:OFF 'VOLTage', 'CURRent' 電圧機能と電流機能を解除状態可能にせよ。
3つの測定機能全部を使用可能または解除状態にするために使用可能な、独立コマンドがあることに留意してください（:ALL 参照）。

同時測定（:CONCurrent 参照）が解除状態になっている場合は、VOLTage がただ一つの使用可能な機能です。ほかの機能はすべて、解除状態になっています。

注記　*2430 型パルスモードでは、一つの機能しか使用可能にできません。2 つ以上の機能を使用可能にすると、エラー -108 が発生します。*

:ALL

[:SENSe[1]]:FUNCtion[:ON]:ALL　すべての測定機能を使用可能にせよ。
[:SENSe[1]]:FUNCtion:OFF:ALL　すべての測定機能を解除状態にせよ。

説明　このコマンドを使用して、すべての測定機能を使用可能または解除状態にします。

使用可能な場合には（:ON:ALL）、電流、電圧、抵抗の測定は、同時測定（:CONCurrent 参照）が使用状態になっていれば、同時に実行されます。同時測定が解除状態になっていれば、抵抗測定機能だけが使用可能です。

:OFF:ALL コマンドは、すべての測定を解除状態にします。

注記　*2430 型パルスモードでは、一つの測定機能だけが使用可能になります。:FUNCtion: ALL を送るとエラー +831 が発生します。*

:COUNt?

[:SENse[1]]:FUNCtion[:ON]:COUNt?　使用可能になった機能の数を照会せよ。
[:SENse[1]]:FUNCtion:OFF:COUNt?　解除状態になった機能の数を照会せよ。

説明　この照会コマンドを使用して、使用可能または解除状態になった機能の数を求めます。

:ON:COUNt?が送られると、応答メッセージは使用可能になった機能の数を表示します。

:OFF:COUNt?が送られると、応答メッセージは解除状態になった機能の数を表示します。

:STATe? <name>

[:SENSe[1]]:FUNCtion:STATe <name>　　指定された機能の状態を照会せよ。

パラメータ　<name> = "CURRent[:DC]"　電流測定機能
"VOLTage[:DC]"　電圧測定機能
"RESistance"　抵抗測定機能

注記　*機能名称は二重引用符または単一引用符で囲まなければなりません（すなわち:func: stat? "volt"）。*

説明　このコマンドを使用して、指定した測定機能の状態を照会します。戻された応答メッセージが "0" であれば、指定した機能が解除状態になっていること、"1" であればその機能は使用可能になっていることを示します。

:RESistance:MODE<name>

[:SENSe[1]]:RESIstance:MODE<name> 抵抗測定モードを選択せよ。

パラメータ　<name>=MANual　手動抵抗測定モード
AUTO 自動抵抗測定モード

照会　:MODE?　抵抗測定モードを照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、抵抗測定モードを選択します。MANual ohms を選択すると、ユーザはソースを設定し、動作の特性を測定しなければなりません。抵抗測定機能を選択したときは、抵抗の読み取り値は、単純に V/I の計算の結果となります。

手動抵抗測定では、レンジは変更できません。

AUTO ohms を選択した場合は、ソース・メータは、抵抗測定機能が選択されていれば、ソース I メジャー V の動作を行うように設定されます。使用する電流ソース値と電圧測定レンジは、選択する抵抗測定レンジによって変わります。

手動および自動抵抗測定の詳細は、第 4 部の「抵抗測定」を参照してください。

:RESistsnce:OCOMpensated<b>

[:SENSe[1]]:RESistsnce:OCOMpensated<b> オフセット補償抵抗測定を制御せよ。

パラメータ　<b> = 1 または ON　オフセット補償を使用可能にせよ。
0 または OFF　　オフセット補償を使用禁止にせよ。

照会　:OCOMpensated　　オフセット補償の状態を照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、オフセット補償抵抗測定を使用可能または使用禁止にします。自動抵抗測定モードを使用するときは、電流ソースレベルは自動的に 1 に設定されます。手動抵抗測定モードを使用するときは、ソース (V または I) の出力レベルを設定しなければなりません。

オフセット補償抵抗測定の詳細は、第 4 部の「オフセット補償抵抗測定」を参照してください。

注記　*オフセット補償抵抗測定が使用禁止になるのは、:MEASure?コマンド(抵抗測定機能)または:CONFigure:RESistance コマンドが送られたときです。*

注記　2430 型パルスモードの場合は、このコマンドを使ってオフセット補償抵抗測定を使用可能にすることはできません。このコマンドを送ると、+831 のエラーが発生します。

Select measurement range（測定レンジの選択）

注記

1. ソースメータが電流ソースとなっている場合は、電流測定レンジを選択することはできません。逆に、ソースメータが電圧ソースになっている場合は、電圧測定レンジを選択することはできません。また、このようなソース - メジャー設定に対しては、オートレンジを使用可能にすることはできません。プログラムされたソースレンジが、測定レンジを決めます。

2. マニュアル抵抗測定状態にあるときは、抵抗測定レンジを選択することはできません（オート抵抗測定モードに入らなければなりません）。

3. 選択可能な最高電流測定レンジは、電流コンプライアンスレンジによって制限を受けます。たとえば、電流コンプライアンスが 50mA（100mA レンジ）に設定されていれば、最高使用可能電流測定レンジは 100mA です。同様に、最高使用可能電圧測定レンジは、電圧コンプライアンスレンジによって制限を受けます。

4. 測定レンジの制約
   2400 － 200V ソースレンジを選択した場合、最高電流測定レンジは 100mA です。1A ソースレンジを選択した場合、最高電圧測定レンジは 20V です。
   2410 － 1kV ソースレンジを選択した場合、最高電流測定レンジは 20mA です。1A または 100mA ソースレンジを選択した場合、最高電圧測定レンジは 20V です。
   2420 － 60V ソースレンジを選択した場合、最高電流測定レンジは 1A です。3A ソースレンジを選択した場合、最高電圧測定レンジは 20V です。
   2430
   DC モード－ 100V ソースレンジを選択した場合、最高電流測定レンジは 1A です。1A ソースレンジを選択した場合、最高電圧測定レンジは 100V です。3A ソースレンジを選択した場合、最高電圧測定レンジは 20V です。
   パルスモード－ 100V ソースレンジを選択した場合、最高電流測定レンジは 10A です。10A ソースレンジを選択した場合、最高電圧測定レンジは 100V です。パルスモードではオートレンジは使用できません。

[:UPPer]<n>

[:SENSe[1]]:CURRent[:DC]:RANGe[:UPPer]<n>|UP|DOWN 電流用のレンジを選択せよ。
[:SENSe[1]]:VOLTage[:DC]:RANGe[:UPPer]<n>|UP|DOWN 電圧用のレンジを選択せよ。
[:SENSe[1]]:RESistance:RANGe[:UPPer]<n>|UP|DOWN 抵抗用のレンジを選択せよ。

パラメータ 2400 型

<n>=	-1.05 から 1.05	期待電流読み取り値
	-210 から 210	期待電圧読み取り値
	0 から 2.1e8	期待抵抗読み取り値
	DEFault	1.05e-4(アンペア)、21(ボルト)、2.1e5(オーム)
	MINimum	-1.05(アンペア)、-210(ボルト)、0(オーム)
	MAXimum	1.05(アンペア)、210(ボルト)、2.1e8(オーム)
	UP	2 番目に高い測定レンジを選択せよ。
	DOWN	2 番目に低い測定レンジを選択せよ。

2410 型

<n>=	-1.05 から 1.05	期待電流読み取り値
	-1100 から 1100	期待電圧読み取り値
	0 から 2.1e8	期待抵抗読み取り値
	DEFault	1.05e-4(アンペア)、21(ボルト)、2.1e5(オーム)
	MINimum	-1.05(アンペア)、-1100(ボルト)、0(オーム)
	MAXimum	1.05(アンペア)、1100(ボルト)、2.1e8(オーム)
	UP	2 番目に高い測定レンジを選択せよ。
	DOWN	2 番目に低い測定レンジを選択せよ。

2420 型

<n>=	-3.15 から 3.15	期待電流読み取り値
	-63 から 63	期待電圧読み取り値
	0 から 2.1e7	期待抵抗読み取り値
	DEFault	1.05e-4(アンペア)、21(ボルト)、2.1e5(オーム)
	MINimum	-3.15(アンペア)、-63(ボルト)、0(オーム)
	MAXimum	3.15(アンペア)、63(ボルト)、2.1e7(オーム)
	UP	2 番目に高い測定レンジを選択せよ。
	DOWN	2 番目に低い測定レンジを選択せよ。

2430 型 DC モード

<n>=	-3.15 から 3.15	期待電流読み取り値
	-100 から 100	期待電圧読み取り値
	0 から 2.1e7	期待抵抗読み取り値
	DEFault	1.05e-4(アンペア)、21(ボルト)、2.1e5(オーム)
	MINimum	-3.15(アンペア)、-105(ボルト)、0(オーム)
	MAXimum	3.15(アンペア)、105(ボルト)、2.1e7(オーム)
	UP	2 番目に高い測定レンジを選択せよ。
	DOWN	2 番目に低い測定レンジを選択せよ。

2430 型パルスモード

<n>=	-10.5 から 10.5	期待電流読み取り値
	-105 から 105	期待電圧読み取り値
	0 から 2.1e7	期待抵抗読み取り値
	DEFault	1.05e-4(アンペア)、21(ボルト)、2.1e5(オーム)
	MINimum	-10.5(アンペア)、-105(ボルト)、0(オーム)
	MAXimum	10.5(アンペア)、105(ボルト)、2.1e7(オーム)
	UP	2 番目に高い測定レンジを選択せよ。
	DOWN	2 番目に低い測定レンジを選択せよ。

照会

:RANGe?	測定レンジを照会せよ。
:RANGe? DEFault	*RST デフォルトレンジを照会せよ。
:RANGe? MINimum	最小レンジを照会せよ。
:RANGe? MAXimum	最大レンジを照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、指定測定機能の測定レンジを手動で選択します。レンジを選択するために、予想される読取り値を指定します。そうすると計測器は、その読取り値を受け入れる最も感度の良いレンジに移行します。たとえば、約 50mV の読取り値を予想する場合は、<n> = 0.05（または 50e-3）とするだけで 200mV のレンジが選択されます。

UP と DOWN パラメータを使用して、レンジを選択することもできます。UP または DOWN の信号が送られるたびに、2 番目に高い、または低い測定レンジが選択されます。最高レンジを使っているときは、UP を送ることは No-Op (動作なし) を意味します。

このようにする代わりに、測定レンジを計測器に自動的に選択させることもできます（:AUTO 参照)。

Select auto range（オートレンジの選択）

:AUTO <b>

[:SENSe[1]]:CURRent[:DC]:RANGe:AUTO <b>	電流用のオートレンジ設定を制御せよ。
[:SENSe[1]]:VOLTage[:DC]:RANGe:AUTO <b>	電圧用のオートレンジ設定を制御せよ。
[:SENSe[1]]:RESistance:RANGe:AUTO <b>	抵抗用のオートレンジ設定を制御せよ。

パラメータ

<b>=	0 または OFF	オートレンジを解除状態にせよ。
	1 または ON	オートレンジを使用可能にせよ。

照会　:AUTO　オートレンジの状態を照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、オートレンジ設定を制御します。オートレンジ設定が使用状態の場合は、この計測器は自動的に最高感度のレンジに移行し、測定を行います。

このコマンドを使用してオートレンジを解除状態にする場合は、計測器は自動選択したレンジに留まります。あるレンジを手動で選択した場合（この前のコマンドを参照）は、オートレンジは解除状態になります。

注記　*2430 型パルスモードの場合は、オートレンジは使用可能にできません (エラー +831)。*

:LLIMit<n>

[:SENSe[1]]:CURRent[:DC]:RANGe:AUTO:LLIMit <n>	電流用のオートレンジ下リミットを設定せよ。
[:SENSe[1]]:VOLTage[:DC]:RANGe:AUTO:LLIMit <n>	電圧用のオートレンジ下リミットを設定せよ。
[:SENSe[1]]:RESistance:RANGe:AUTO:LLIMit <n>	抵抗用のオートレンジ下リミットを設定せよ。

パラメータ	<n> =	-1.05e-6 から 1.05e-6	電流下リミット
		-21 から 21	電圧下リミット
		-2.1e8 から 2.1e8	抵抗下リミット (2400 と 2410)
		-2.1e7 から 2.1e7	抵抗下リミット (2400 と 2410)

照会　:LLIMit　オートレンジ下リミットを照会せよ。

説明　オートレンジ下リミットの主な目的は、SYST:RCM MULT のサポートです。(「システムサブシステム」参照。3 種類の機能すべての下限はプログラマブルであり、上リミットよりも小さいか、等しい値でなければなりません。下リミットが上リミットに等しいときは、オートレンジ設定機能は実質的に使用禁止となります。(下記参照)。オートレンジ設定機能が使用禁止のときは、下リミットよりも低い任意のレンジで使えるよう、手動でユニットをプログラムすることができます。

:ULIMit<n>

[:SENSe[1]]:CURRent[:DC]:RANGe:AUTO:LLIMit?	電流用のオートレンジ上リミットを設定せよ。
[:SENSe[1]]:VOLTage[:DC]:RANGe:AUTO:LLIMit?	電圧用のオートレンジ上リミットを設定せよ。
[:SENSe[1]]:RESistance:RANGe:AUTO:LLIMit?	抵抗用のオートレンジ上リミットを設定せよ。

パラメータ	<n> =	-2.1e8 から 2.1e8	抵抗上リミット (2400 と 2410)
		-2.1e7 から 2.1e7	抵抗上リミット (2400 と 2410)

照会　:ULIMit　オートレンジ上リミットを照会せよ。

説明　オートレンジ上リミットの主な目的は、SYST:RCM MULT のサポートです。(「システムサブシステム」参照)。電圧と電流の場合は、上リミットはコンプライアンスレンジによって制御され、そのため利用できるのは照会という形の場合に限られます。オートレンジ設定機能が使用禁止のときは、上リミットよりも高い任意のレンジで使えるよう、手動でユニットをプログラムすることができます (抵抗測定のみ)。

Set compliance limit（コンプライアンスリミットの設定）

[:LEVel] <n>

[:SENSe[1]]:CURRent[:DC]:PROTection[:LEVel] <n>	電流コンプライアンスを設定せよ。
[:SENSe[1]]:VOLTage[:DC]:PROTection[:LEVel] <b>	電圧コンプライアンスを設定せよ。

パラメータ	<n> =	-1.05 から 1.05	電流コンプライアンスリミットを指定せよ。
		-210 から 210	電圧コンプライアンスリミットを指定せよ。
		DEFault	105 μ A、21V
		MINimum	-1.05 μ A、-210V
		MAXimum	1.05A、210V

2410 型

<n>=	-1.05 から 1.05	電流コンプライアンスリミット
	-1100 から 1100	電圧コンプライアンスリミット
	DEFault	105uA, 21A
	MINimum	-1.05A, -1100V
	MAXimum	1.05A, 1100V

2420 型

<n>=	-3.15 から 3.15	電流コンプライアンスリミット
	-63 から 63	電圧コンプライアンスリミット
	DEFault	105uA, 21A
	MINimum	-3.15A, -63V
	MAXimum	3.15A, 63V

2430 型 DC モード

<n>=	-3.15 から 3.15	電流コンプライアンスリミット
	-105 から 105	電圧コンプライアンスリミット
	DEFault	105uA, 21A
	MINimum	-3.15A, -105V
	MAXimum	3.15A, 105V

2430 型パルスモード

<n>=	-10.5 から 10.5	電流コンプライアンスリミット
	-105 から 105	電圧コンプライアンスリミット
	DEFault	105uA, 21A
	MINimum	-10.5A, -105V
	MAXimum	10.5A, 105V

照会	:LEVel?	コンプライアンス値を照会せよ。
	: LEVel? DEFault	*RST デフォルコンプライアンスを照会せよ。
	: LEVel? MINimum	最小許容コンプライアンスを照会せよ。
	: LEVel? MAXimum	最大許容コンプライアンスを照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、コンプライアンスリミットを設定します。V ソースに対して電流コンプライアンスリミットを設定し、I ソースに対しては電圧コンプライアンスリミットが設定されます。ソース・メータは、これらの指定リミットを越えるレベルに対して、ソースとなることはできません。
:SENSe:CURRent:PROTection[:LIMit]コマンドを使って、V ソースの場合の電流コンプライアンスを設定し、
:SENSe:VOLTage:PROTection[:LIMit]コマンドを使って、I ソースの場合の電圧コンプライアンスを設定します。

注記　現在の測定レンジの 0.1% に満たないコンプライアンスは設定できません。

:TRIPped?

[:SENSe[1]]:CURRent[:DC]:PROTection:TRIPped? 電流コンプライアンスの状態を照会せよ。
[:SENSe[1]]:VOLTage[:DC]:PROTection:TRIPped? 電圧コンプライアンスの状態を照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、ソースがコンプライアンス状態にあるかどうかを調べます。"1" が戻されれば、ソースはコンプライアンス状態です。"0" はソースがコンプライアンス状態にないことを示します。

:CURRent:PROTection:TRIPped?コマンドを使用して、V ソースのコンプライアンス状態をチェックし、:VOLTage:PROTection:TRIPped?コマンドを使用して、I ソースのコンプライアンス状態をチェックします。

Set measurement speed（測定速度の設定）

:NPLCycles <n>

[:SENSe[1]]:CURRent[:DC]:NPLCycles <n>　速度を設定せよ。(PLC)
[:SENSe[1]]:VOLTage[:DC]:NPLCycles <n>　速度を設定せよ。(PLC)
[:SENSe[1]]:RESistance:NPLCycles <n>　速度を設定せよ。(PLC)

パラメータ　<n> = 0.01 から 10　1 積分当たりの電源ラインサイクル数
DEFault　1
MINimum　0.01
MAXimum　10

2430 型パルスモード
<n> = 0.004 から 0.1
DEFault　0.004
MINimum　0.004
MAXimum　10

照会
:NPLCycles?　プログラムした PLC 値を照会せよ。
:NPLCycles? DEFault　*RST デフォルト PLC 値を照会せよ。
:NPLCycles? MINimum　最小 PLC を照会せよ。
:NPLCycles? MAXimum　最大 PLC を照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、測定の積分周期（速度）を設定します。NPLC（電源ラインサイクル数）は、電源ライン周波数を積分周期のベースとすることにより、積分周期を表現します。たとえば、PLC が 1 であれば、積分周期は 1/60（電源ライン周波数 60Hz の場合）であり、16.67msec となります。
これはグローバルコマンドであることに留意してください。したがって、電圧測定速度を 10PLC に設定すると、電流と抵抗の場合も 10PLC に設定されます。

注記　2430 型パルスモードの場合は、速度の設定は 0.004 から 0.1PLC の範囲となります。

Configure and control filter（フィルタの設定と制御）

注記　2430 型パルスモードの場合は、フィルタリングは使用しません。そのため、下記のフィルタコマンドは 2430 型パルスモードでは無効となります。

:TCONtrol <name>

[SENSe[1]]:AVERage:TCONtrol <name>　フィルタの種類を選択せよ。

パラメータ　<name> =　REPeat　リピーティングフィルタ
MOVing　ムービングフィルタ (P348)

照会　:TCONtrol?　フィルタの種類を照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、平均計算フィルタ（REPeat または MOVing）の種類を選択します。これらのフィルタの種類は、第 3 部で説明します（「フィルタモード」参照）。

フィルタが平均する読取り値の数は、:AVERage:COUNt コマンドを使って設定します。:AVERage:STATe コマンドを使用して、フィルタを使用可能、解除状態にします。

注記　*2430 型パルスモードの場合は、このコマンドは無視されます。*

:COUNt <n>

[:SENse[1]]:AVERage:COUNt <n>　フィルタカウントを指定せよ。

パラメータ			
	<n> =	100 まで	フィルタカウントを指定せよ。
		DEFault	10
		MINimum	1
		MAXimum	100

照会		
	:COUNt?	フィルタカウントを照会せよ。
	:COUNt? DEFault	*RST デフォルトフィルタカウントを照会せよ。
	:COUNt? MINimum	最小許容フィルタカウントを照会せよ。
	:COUNt? MAXimum	最大許容フィルタカウントを照会せよ。

説明　これらのコマンドを使用して、フィルタカウントを指定します。一般に、フィルタカウントとは、平均値を求めるために、取得し、フィルタバッファに格納する読取り値の数を指します。フィルタカウントが大きいほど、実行されるフィルタリングは多くなります。

注記　2430 型パルスモードの場合は、このコマンドは無視されます。

[:STATe] <b>

[:SENSe[1]]:AVERage[:STATe] <b>　フィルタを使用状態または解除状態にせよ。

パラメータ			
	<b> =	0 または OFF	デジタルフィルタを解除状態にせよ。
		= 1 または ON	デジタルフィルタを使用状態にせよ。

照会　:STATE?　デジタルフィルタの状態を照会せよ。

説明　これらのコマンドを使用して、デジタル平均計算フィルタを使用状態または解除状態にします。使用状態な場合には、読取り値はフィルタの設定に従って、フィルタ処理を受けます。

注記　2430 型パルスモードの場合は、このコマンドは無効です (エラー +831)。

SOURce サブシステム

このサブシステムを使用して、I ソースと V ソースの設定と制御を行い、それぞれのデジタル出力ラインの論理レベル（high または low）を設定します。このサブシステムのコマンドを表 5-7 に要約します。

SOURce[1]

下記のコマンドを使用し、I ソースと V ソースの設定と制御を行ってください。このサブシステムの末尾には、スイープのプログラム例とリストがあります。

Control source output off（ソース出力オフの制御）

[:IMMediate]

:SOURCE[1]:CLEAR[:IMMEDIATE]　ソース出力をオフ状態にせよ。

説明　このコマンドを使用して、ソース出力をオフ状態にします。プログラムしたすべてのソース - メジャー動作が完了したあと、出力はオフ状態になり、計測器はアイドル状態に戻ります。

オート出力オフが使用可能であれば、ソース出力は自動的にオフ状態になります(次に説明するコマンドを参照してください)。

:AUTO

:SOURCE[1]:CLEAR:AUTO <B>オート出力オフを制御せよ。

パラメータ　<B> = 1 または ON　オート出力オフを使用可能にせよ。
<B> = 0 または OFF　オート出力オフを使用禁止にせよ。

照会　:AUTO　オート出力オフの状態を照会せよ。

説明　このコマンドを使用してソースのオート出力オフを制御します。オート出力オフを使用可能にした状態では、:INITiate (または:READ?または MEASure?) コマンドによって、ソース - メジャー動作が開始します。出力は、毎回 SDM (ソース - ディレイ - メジャー) サイクルの開始時にオン状態となり、毎回の測定の完了後にオフ状態となります。

オート出力オフを使用禁止にした状態では、ソース出力をオン状態にしてからでないと、:INITiate または:READ を使ってソース - メジャー動作を開始させることはできません。:MEASure?コマンドは、ソース出力を自動的にオン状態にします。いったん動作が始まれば、計測器がアイドル状態に戻ったあとでも、ソース出力はオン状態に留まります。オート出力オフ使用禁止状態は、*RST と:SYSTem:PRESet のデフォルトです。

警告　*オート出力オフを使用禁止にした状態では、ソース出力は、プログラムしたすべてのソース - メジャー動作が完了したあとも、オン状態に留まります。出力端子に現れるおそれのある危険電圧に注意してください。*

注記　*2430 型パルスモードの場合は、オート出力オフは常に使用可能状態にあります。このコマンドは無視されます。*

Select function modes（機能モードの選択）

:SHAPe<name>　(2430 型のみ)

:SOURce[1]:FUNCtion:SHAPe<name> 出力モードを選択せよ。

パラメータ　<name>=　DC　DC モードを選択せよ.
PULSe　パルスモードを選択せよ。

照会　:SHAPe?　選択した出力モードを照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、2430 型の出力モードを選択します。DC パラメータは、DC モード動作を、PULSe はパルスモードを選択します。

[:MODE]<name>

:SOURce[1]:CURRent:MODE<name> ソースモードを選択せよ。

パラメータ　<name> =　VOLTage　電圧モードを選択せよ。
CURRent　電流モードを選択せよ。
MEMory　メモリモードを選択せよ。

照会　[:MODE]　選択したソースを照会せよ。

説明　このコマンドを使って、ソースモードを選択します。VOLTage を選択した場合は、V ソースが使用され、CURRent を選択した場合は、I ソースが使用されます。

MEMory を選択した場合は、メモリスイープが実行されます。メモリに保管した動作セットアップ (最大 100 種類) を順番に呼び出すことができます。これによって、複数ソース / メジャー機能をスイープで使うことができます。

Select sourcing mode（ソーシングモードの選択）

:MODE <name>

:SOURce[1]:CURRent:MODE <name>　I ソースの DC ソーシングモードを選択せよ。
:SOURce[1]:VOLTage:MODE <name>　V ソースの DC ソーシングモードを選択せよ。

パラメータ　<name> = FIXed　固定ソーシングモードを選択せよ。
LIST　リストソーシングモードを選択せよ。
SWEep　スイープソーシングモードを選択せよ。

照会　:MODE?　DC ソーシングモードを照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、指定したソースの DC ソーシングモードを選択します。ここで使用する 3 つのモードの説明は、次のとおりです。

FIxed －このDCソーシングモードでは、指定したソースは、固定レベルを出力します。RANGeと:AMPLitudeコマンドを使用して、固定ソースレベルを指定してください（「レンジ選択」と「固定ソースのアンプリチュード設定」を参照）。
LIST －このモードでは、ソースは、リストの中で指定したレベルを出力します。リストの実行の定義と制御のためのコマンドについては、「リストの設定」を参照してください。
SWEep －このモードでは、ソースは電圧スイープ、電流スイープ、またはメモリスイープを実行します「電圧スイープと電流スイープの設定」と「メモリスイープの設定」を参照してください。

注記　*ソースメータがローカル状態に移行するたびに、ソーシングモードはデフォルトのFIXedに戻ります。*

Select range（レンジ選択）

:RANGe <n>

:SOURce[1]:CURRent:RANGe <n>	Iソースのレンジを選択せよ。
:SOURce[1]:VOLTage:RANGe <n>	Vソースのレンジを選択せよ。

パラメータ　2400

<n> =	-1.05から1.05	Iソースレベル（アンペア）を指定せよ。
	-210から210	Vソースレベル（ボルト）を指定せよ。
	DEFault	100μAレンジ（Iソース） 20Vレンジ（Vソース）
	MINimum	1μAレンジ（Iソース） 200mVレンジ（Vソース）
	MAXimum	1Aレンジ（Iソース） 200mVレンジ（Vソース）
	UP	次に高いレンジを選択せよ。
	DOWN	次に低いレンジを選択せよ。

2410

<n> =	-1.05から1.05	Iソースレベル（アンペア）を指定せよ。
	-1100から1100	Vソースレベル（ボルト）を指定せよ。
	DEFault	100μAレンジ（Iソース） 20Vレンジ（Vソース）
	MINimum	1μAレンジ（Iソース） 200mVレンジ（Vソース）
	MAXimum	1Aレンジ（Iソース） 11000mVレンジ（Vソース）
	UP	次に高いレンジを選択せよ。
	DOWN	次に低いレンジを選択せよ。

2420

<n> = -3.15 から 3.15	I ソースレベル（アンペア）を指定せよ。
-63 から 63	V ソースレベル（ボルト）を指定せよ。
DEFault	100 μ A レンジ（I ソース） 20V レンジ（V ソース）
MINimum	10 μ A レンジ（I ソース） 200mV レンジ（V ソース）
MAXimum	3A レンジ（I ソース） 63mV レンジ（V ソース）
UP	次に高いレンジを選択せよ。
DOWN	次に低いレンジを選択せよ。

2430 DC モード

<n> = -3.15 から 3.15	I ソースレベル（アンペア）を指定せよ。
-105 から 105	V ソースレベル（ボルト）を指定せよ。
DEFault	100 μ A レンジ（I ソース） 20V レンジ（V ソース）
MINimum	10 μ A レンジ（I ソース） 200mV レンジ（V ソース）
MAXimum	3A レンジ（I ソース） 100V レンジ（V ソース）
UP	次に高いレンジを選択せよ。
DOWN	次に低いレンジを選択せよ。

2430 パルスモード

<n> = -10.5 から 10.5	I ソースレベル（アンペア）を指定せよ。
-105 から 105	V ソースレベル（ボルト）を指定せよ。
DEFault	100 μ A レンジ（I ソース） 200mV レンジ（V ソース）
MINimum	1 μ A レンジ（I ソース） 200mV レンジ（V ソース）
MAXimum	10A レンジ（I ソース） 100V レンジ（V ソース）
UP	次に高いレンジを選択せよ。
DOWN	次に低いレンジを選択せよ。

照会

:RANGE?	指定したソースのレンジを照会せよ。
:RANGe? DEFault	*RST デフォルトソースレンジを照会せよ。
:RANGe? MINimum	最小許容ソースレンジを照会せよ。
:RANGe? MAXimum	最大許容ソースレンジを照会せよ。

説明

このコマンドを使用して、指定ソースのレンジを手動で選択します。レンジの選択には、使用する予定のソースの概略の大きさを指定します。そうすると計測器はそのレベルを受け入れることのできる最低レンジに移行します。たとえば、3V 程度のレベルのソースになることを予測する場合には、次のようなコマンドを送ります。

:SOURce:VOLTage:RANGe 3

上記のコマンドはVソースに対して20Vレンジを選択します。「パラメータ」の項でリストしたように、MINimum、MAXimum、DEFaultというパラメータを使用することにより、手動でソースレンジを選択することもできます。UPパラメータは、次に高いソースレンジを、DOWNは次に低いソースレンジを選択します。ソースレンジは、計測器が自動的に選択することに注意してください(次に説明するコマンドを参照)。

:AUTO <b>

:SOURce[1]:CURRent:RANGe:AUTO <b> Iソースに対してオートレンジを選択せよ。
:SOURce[1]:VOLTage:RANGe:AUTO <b> Vソースに対してオートレンジを選択せよ。

パラメータ <b> = 0またはOFF オートレンジを解除状態せよ。
1またはON オートレンジを使用状態にせよ。

照会 AUTO? オートレンジの状態を照会せよ。

説明 このコマンドを使用して、指定ソースのためのオートレンジを使用状態または解除状態にします。使用状態の場合は、計測器は指定ソースレベルに対して最も感度の高いレンジを自動的に選択します。解除状態状態の場合は、計測器は、現在乗っているレンジを使用します。

オートレンジは、固定レンジが選択された場合には、解除状態になります(前のコマンド参照)。

スイープモードとリストソーシングモードのBEST FIXEDソースレンジを使用状態にするには、手動で固定ソースレンジを選択し、これによってオートレンジを解除状態にします。スイープまたはリストの最初の点は、BEST FIXEDソースレンジに対してレンジ変更を行い、そのレンジに留まります。BEST FIXEDソースレンジとは、スイープまたはリストのすべてのソース値を受け入れるような、ソースレンジのことです。

Set amplitude for fixed source(固定ソースのアンプリチュードの設定)

[:IMMediate][:AMPLitude]<n>

:SOURce[1]:CURRent[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]<n> Iソースアンプリチュードを直ちに設定せよ。
:SOURce[1]:VOLTage[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]<n> Vソースアンプリチュードを直ちに設定せよ。

パラメータ 2400

<n> =	-1.05から1.05	Iソースアンプリチュード(アンペア)を設定せよ。
	-210から210	Vソースアンプリチュード(ボルト)を設定せよ。
	DEFault	0Aまたは0V
	MINimum	-1.05Aまたは-210V
	MAXimum	+1.05Aまたは+210V

2410

<n> =	-1.05から1.05	Iソースアンプリチュード(アンペア)を設定せよ。
	-1100から1100	Vソースアンプリチュード(ボルト)を設定せよ。
	DEFault	0Aまたは0V
	MINimum	-1.05Aまたは-1100V
	MAXimum	+1.05Aまたは+1100V

2420

<n> =	-3.15 から 3.15	I ソースアンプリチュード (アンペア) を設定せよ。
	-63 から 63	V ソースアンプリチュード (ボルト) を設定せよ。
	DEFault	0A または 0V
	MINimum	-3.15A または -63V
	MAXimum	+3.15A または +63V

2430 DC モード

<n> =	-3.15 から 3.15	I ソースアンプリチュード (アンペア) を設定せよ。
	-105 から 105	V ソースアンプリチュード (ボルト) を設定せよ。
	DEFault	0A または 0V
	MINimum	-3.15A または -105V
	MAXimum	+3.15A または +105V

2430 パルスモード

<n> =	-10.5 から 10.5	I ソースアンプリチュード (アンペア) を設定せよ。
	-105 から 105	V ソースアンプリチュード (ボルト) を設定せよ。
	DEFault	0A または 0V
	MINimum	-10.5A または -105V
	MAXimum	+10.5A または +105V

照会

:CURRent?	I ソースのプログラムアンプリチュードを照会せよ。
:CURRent? DEFault	*RST デフォルトアンプリチュードを照会せよ。
:CURRent? MINimum	最低許容アンプリチュードを照会せよ。
:CURRent? MAXimum	最大許容アンプリチュードを照会せよ。
:VOLTage	V ソースのプログラムアンプリチュードを照会せ　　よ。
:VOLTage? DEFault	*RST デフォルトアンプリチュードを照会せよ。
:VOLTage? MINimum	最低許容アンプリチュードを照会せよ。
:VOLTage? MAXimum	最大許容アンプリチュードを照会せよ。

説明

このコマンドを使用して、固定ソースのアンプリチュードを直ちにアップデートします。リストまたはスイープモードが選択されている場合は、このコマンドは無効です。

注記

ソーシングの:MODE コマンドを使用して、固定ソースを選択します（「ソーシングモードの選択」参照）

手動ソースレンジが現在の選択である場合は、指定したアンプリチュードはそのレンジを超過することができません。たとえば、V ソースが 2V レンジ（オートレンジは解除状態）にあるときは、V ソースのアンプリチュードを 3V に設定することはできません。オートレンジでは、アンプリチュードはソースの性能の範囲内のレベルであれば、どのレベルにでも設定することができます。

MINimum パラメータと MAXimum パラメータが有効になるのは、最高レンジが現在選択されている場合に限ります。低いソースレンジの MINimum パラメータまたは MAXimum パラメータを送ると、エラー -221 が発生します (設定のコンフリクト)。

:TRIGgered[:AMPLitude]<n>

:SOURce[1]:CURRent[:LEVel][:TRIGgered][:AMPLitude] <n>	トリガされた時に固定 I ソースアンプリチュードを設定せよ。
:SOURce[1]:VOLTage[:LEVel][:TRIGgered][:AMPLitude] <n>	トリガされた時に固定 V ソースアンプリチュードを設定せよ。

パラメータ　2400

<n> =	-1.05 から +1.05	I ソースアンプリチュードを設定せよ（アンペア）。
	-210 から +210	V ソースアンプリチュードを設定せよ（ボルト）。
	DEFault	0A または 0V
	MINimum	-1.05A または -210V
	MAXimum	+1.05A または +210V

2410

<n> =	-1.05 から +1.05	I ソースアンプリチュードを設定せよ（アンペア）。
	-1100 から +1100	V ソースアンプリチュードを設定せよ（ボルト）。
	DEFault	0A または 0V
	MINimum	-1.05A または -1100V
	MAXimum	+1.05A または +1100V

2420

<n> =	-3.15 から +3.15	I ソースアンプリチュードを設定せよ（アンペア）。
	-63 から +63	V ソースアンプリチュードを設定せよ（ボルト）。
	DEFault	0A または 0V
	MINimum	-3.15A または -63V
	MAXimum	+3.15A または +63V

2430DC モード

<n> =	-3.15 から +3.15	I ソースアンプリチュードを設定せよ（アンペア）。
	-105 から +105	V ソースアンプリチュードを設定せよ（ボルト）。
	DEFault	0A または 0V
	MINimum	-3.15A または -105V
	MAXimum	+3.15A または +105V

2430 パルスモード

<n> =	-10.5 から +10.5	I ソースアンプリチュードを設定せよ（アンペア）。
	-105 から +105	V ソースアンプリチュードを設定せよ（ボルト）。
	DEFault	0A または 0V
	MINimum	-10.5A または -105V
	MAXimum	+105A または +105V

照会

:TRIGgered	固定ソースについてトリガされたアンプリチュードを照会せよ。
:TRIGgered? DEFault	*RST デフォルトアンプリチュードを照会せよ。
:TRIGgered? MINimum	最低許容アンプリチュードを照会せよ。
:TRIGgered? MAXimum	最大許容アンプリチュードを照会せよ。

説明

このコマンドは、アンプリチュードが直ちにアップデートされないという点を除いては、[:IMMediate][:AMPLitude]コマンドと同じ働きを行います。

このコマンドを使用すれば、ソースメータがトリガされてソース・メジャー動作を行う場合には、アンプリチュードがアップデートされます。たとえば、計測器がトリガレイヤーの中で外部トリガを待っている状態であれば、ソースのアンプリチュードがアップデートされるのは、2400 型が外部トリガを受信してからになります。トリガモデル動作の詳細については、第 4 部の「トリガモデル」を参照してください。

MINimum パラメータと MAXimum パラメータが有効になるのは、最高レンジが現在選択されている場合に限ります。低いソースレンジの MINimum パラメータまたは MAXimum パラメータを送ると、エラー -221 が発生します (設定のコンフリクト)。

Set voltage limit（電圧リミットの設定）

[:LEVel]<n>

:SOURce[1]:VOLTage:PROTection[:LEVel]<n>　V ソースについての電圧リミットを設定せよ。

パラメータ　2400

<n>=	-210 から 210	V ソースリミットを指定せよ。
	20	リミットを 20V に設定せよ。
	40	リミットを 40V に設定せよ。
	60	リミットを 60V に設定せよ。
	80	リミットを 80V に設定せよ。
	100	リミットを 100V に設定せよ。
	120	リミットを 120V に設定せよ。
	160	リミットを 160V に設定せよ。
	161 から 210	リミットを NONE に設定せよ。
	NONE	リミットを 210V に設定せよ。
	DEFault	リミットを 210V(NONE)に設定せよ。
	MINimum	リミットを 20V に設定せよ。
	MAXimum	リミットを 210V(NONE)に設定せよ。

2410

<n>=	-1100 から 1100	V ソースリミットを指定せよ。
	20	リミットを 20V に設定せよ。
	40	リミットを 40V に設定せよ。
	100	リミットを 100V に設定せよ。
	200	リミットを 200V に設定せよ。
	300	リミットを 300V に設定せよ。
	400	リミットを 400V に設定せよ。
	500	リミットを 500V に設定せよ。
	501 から 1100	リミットを NONE に設定せよ。
	NONE	リミットを 1100V に設定せよ。
	DEFault	リミットを 1100V(NONE)に設定せよ。
	MINimum	リミットを 20V に設定せよ。
	MAXimum	リミットを 1100V(NONE)に設定せよ。

2420

<n>=	-63 から 63	V ソースリミットを指定せよ。
	6	リミットを 6V に設定せよ。
	12	リミットを 12V に設定せよ。
	18	リミットを 18V に設定せよ。
	24	リミットを 24V に設定せよ。
	30	リミットを 30V に設定せよ。
	36	リミットを 36V に設定せよ。
	48	リミットを 48V に設定せよ。
	49 から 63	リミットを NONE に設定せよ。
	NONE	リミットを 63V に設定せよ。
	DEFault	リミットを 63V(NONE)に設定せよ。
	MINimum	リミットを 6V に設定せよ。
	MAXimum	リミットを 63V(NONE)に設定せよ。

2430

<n>=	-105 から 105	V ソースリミットを指定せよ。
	10	リミットを 10V に設定せよ。
	20	リミットを 20V に設定せよ。
	30	リミットを 30V に設定せよ。
	40	リミットを 40V に設定せよ。
	50	リミットを 50V に設定せよ。
	60	リミットを 60V に設定せよ。
	80	リミットを 80V に設定せよ。
	81 から 105	リミットを NONE に設定せよ。
	NONE	リミットを 105V に設定せよ。
	DEFault	リミットを 105V(NONE)に設定せよ。
	MINimum	リミットを 10V に設定せよ。
	MAXimum	リミットを 105V(NONE)に設定せよ。

照会

[:LIMit]?	リミットレベルを照会せよ。
[:LIMit]? DEFault	*RST デフォルトリミットを照会せよ。
[:LIMit]? MINimum	最低許容リミットを照会せよ。
[:LIMit]? MAXimum	最大許容リミットを照会せよ。

説明

このコマンドを使用して、V ソースの過電圧保護 (OVP) リミットを設定します。V ソースの出力は、選択したリミットを超過しません。この例外は次のとおりで、2400 型については 160V、2410 型については 500V、2420 型については 48V、2430 型については 80V の電圧値を超過するパラメータ値です。これらの値を超過すると、V ソースはその最大電圧を出力します。OVP リミットは、ソース・メータが I ソースモードにある場合も、強制的に適用されます。

リミットパラメータ値は絶対値であり、正負の出力電圧どちらに対しても有効です。リミットは正の値または負の値で表すことができます。

最小リミット以下の値を指定すると、最小リミットが選択されます。リミットの中間にある値を指定すると、下リミットを選択します。たとえば 4200 型に 110 という値を指定すれば、100V リミットが選択されます。

警告　*電圧保護リミットを最低値 (20V) に設定しても、OUTPUT が ON 状態にあるときには、ソース・メータの端子に接続された物体には絶対に触れないでください。OUTPUT が ON 状態にあるときには、危険電圧 (>30Vrms) が存在すると考えてください。*

DUT (供試デバイス) または外部回路に対する損傷を防ぐには、電圧保護リミットを越えるレベルに V ソースを設定しないでください。

Set delay（ディレイの設定）

注意　2430 パルスモードではソースのディレイは使用されません。よって、次のソースディレイのためのコマンドは無視して下さい。

:DELay<n>

:SOURce[1]:DELay <n>　ソースのディレイを手動で設定せよ。

パラメータ	<n> =0 から 999.9999	ディレイを秒を単位として設定せよ。
	MINimum	0 秒
	MAXimum	999.9999 秒
	DEFault	0 秒

照会	:DELay?	ディレイを照会せよ。
	:DELay? DEFault	*RST デフォルトを照会せよ。
	:DELay? MINimum	最低許容ディレイを照会せよ。
	:DELay? MAXimum	最大許容ディレイを照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、ソースのディレイ（安定時間）を手動で設定します。プログラムソースがオン状態になったあと、このディレイが発生し、ソースレベルは、測定を行うまでに安定な状態になることができます。このディレイは、I ソースに対しても、V ソースに対しても同じであることに留意してください。

このソースディレイをトリガディレイと混同しないでください。ソースディレイはデバイスアクションの一部（SDM サイクル）ですが、トリガディレイはデバイスアクションの前に発生します。詳細については第 4 部の「トリガモデル」を参照してください。

上記の代わりにオートディレイを使用すれば、ソースディレイを自動的に設定することができます（次のコマンド参照）。

:AUTO <b>

:SOURce[1]:DELay]AUTO <b>　ソースのオートディレイを使用状態 / 解除状態にせよ。

パラメータ	<b> =	0 または OFF	オートディレイを解除状態にせよ。
		1 または ON	オートディレイを使用状態にせよ。

照会　:AUTO?　オートディレイの状態を照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、オートディレイを使用状態または解除状態にします。使用状態の場合は、計測器は、現在のソース / メジャーセットアップの設定に適したディレイ期間を自動的に選択します。

説明　このコマンドを使用して、オートディレイを使用可能または使用禁止にします。使用可能のときには、現在のソース / メジャーセットアップ設定に適するディレイ期間が、計測器によって自動的に選択されます (第 3 部表 3-3 参照)。*RST と SYST:PRES デフォルトが ON 状態になります。

Configure voltage and current sweeps（電圧と電流のスイープの設定）

スイープの開始レベルと停止レベルを設定するために、2 つの方法があります。:STARt と :STOP のコマンドを使うことも、:CENT と :SPAN のコマンドを使うこともできます。

注記　*スイープを走らせるには、選択したソースがスイープソーシングモードにあって、トリガカウントは、スイープの中のソース - メジャー点の数と同じでなければなりません。*

:FUNCtion:MODE コマンドを使用して、電流ソース機能または電圧ソース機能を選択してください（「機能モードの選択」参照)。CURRent:MODE または VOLTage:MODE コマンドを使用して、SWEep ソーシングモードを選択してください（「ソーシングモード選択」参照)。トリガカウントは、TRIGger:COUNt コマンドを使用して、設定します（トリガサブシステム参照)。

:RANGing<name>

:SOURce[1]:SWEep:RANGing<name>　ソースレンジ設定モードを選択せよ。

パラメータ　<name> =

BEST	最適固定モードを使用せよ。
AUTO	それぞれのスイープレベルについて最も感度の高いレンジを使用せよ。
FIXed	全体のスイープについて、現在のソースレンジを使用せよ。

照会　:RANGing　ソースレンジ設定モードを照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、スイープ用のソースレンジ設定モードを選択します。BEST を選択すると、ソース・メータは、スイープ中のすべてのソースレベルを収容する単一固定ソースレンジを選択します。前面パネル操作の場合は、これが BEST FIXED オプションとなります。

AUTO を選択すると、ソース・メータは、スイープに含まれる各ソースレベル用として、最も感度の高いソースレンジに移動します。前面パネル操作の場合は、これが AUTO RANGE オプションとなります。

FIXed を選択した場合は、ソースは、スイープ開始時点のレンジに留まります。ソースレンジの範囲を超えるスイープ点については、ソースは、そのレンジの最大レベルを出力します。前面パネル操作の場合は、これが FIXed オプションとなります。

:SPACing<name>

:SOURce[1]:SWEep:SPACing<name>　スイープのスケールを選択せよ。

パラメータ　<name>=

LINear	直線スケール
LOGarithmic	対数スケール

照会　:SPACing　スイープ用のスケールを照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、スイープのスケールを選択します。LINear を選択した場合は、スイープ中のソース・メジャー点での動作は、直線スケールの上で行われます。LOGarithmic を選択した場合は、ソース・メジャー点での動作は、対数スケールの上で行われます。

:STARt<n>
:STOP<n>
:SOURce[1]:CURRent:STARt<n> 開始電流レベルを指定せよ (電流スイープ)。
:SOURce[1]:VOLTage:STARt<n> 開始電圧レベルを指定せよ (電圧スイープ)。
:SOURce[1]:CURRent:STOP<n> 停止電流レベルを指定せよ (電流スイープ)。
:SOURce[1]:VOLTage:STop<n> 停止電圧レベルを指定せよ (電圧スイープ)。

パラメータ　2400

<n> =	-1.05 から 1.05	I ソースレベルを設定せよ (アンペア)。
	-210 から 210	V ソースレベルを設定せよ (ボルト)。
	DEFault	0A または 0V
	MINimum	-1.05A または -210V
	MAXimum	+1.05A または +210V

2410

<n> =	-1.05 から 1.05	I ソースレベルを設定せよ (アンペア)。
	-1100 から 1100	V ソースレベルを設定せよ (ボルト)。
	DEFault	0A または 0V
	MINimum	-1.05A または -1100V
	MAXimum	+1.05A または +1100V

2420

<n> =	-3.15 から +3.15	I ソースレベルを設定せよ (アンペア)。
	-63 から +63	V ソースレベルを設定せよ (ボルト)。
	DEFault	0A または 0V
	MINimum	-3.15A または -63V
	MAXimum	+3.15A または +63V

2430DC モード

<n> =	-3.15 から +3.15	I ソースレベルを設定せよ (アンペア)。
	-105 から +105	V ソースレベルを設定せよ (ボルト)。
	DEFault	0A または 0V
	MINimum	-3.15A または -105V
	MAXimum	+3.15A または +105V

2430 パルスモード

<n> =	-10.5 から +10.5	I ソースレベルを設定せよ (アンペア)。
	-105 から +105	V ソースレベルを設定せよ (ボルト)。
	DEFault	0A または 0V
	MINimum	-10.5A または -105V
	MAXimum	+105A または +105V

照会　:STARt?　スイープの開始レベルを照会せよ。

:STARt? DEFault	*RST デフォルトレベルを照会せよ。
:STARt? MINimum	最低許容レベルを照会せよ。
:STARt? MAXimum	最高許容レベルを照会せよ。
:STOP?	スイープの停止レベルを照会せよ。
:STOP? DEFault	*RST デフォルトレベルを照会せよ。
:STOP? MINimum	最低許容レベルを照会せよ。
:STOP? MAXimum	最高許容レベルを照会せよ。

説明　これらのコマンドを使用して、スイープの開始レベルと停止レベルを指定します。固定（手動）ソースレンジを使用する場合は、スイープの実行には、すべてのソース値を受け入れるソースレンジ（Best Fixed Range）を使用します。1 つ以上のソースレンジを通ってスイープを行う場合は、ソースオートレンジを使用することができます。

スイープを開始する時、ソースは指定開始レベルを出力します。そして SDM サイクルのディレイ期間のあと、測定が行われます。

注記　*2430 型パルスモードの場合は、ソースディレイは使用しません。パルスモードスイープにおけるディレイは、パルス幅とパルスディレイです。詳細は第 5 部と第 10 部を参照してください。*

スイープは、ソースが指定停止レベルを出力するまで、継続します。このレベルで、計測器は再び別の測定を行い（SDM ディレイのあと）、そのあとスイープを停止します。

スイープの中のソース - メジャー点を設定するには、ステップサイズを指定するか（:STEP 参照）、またはスイープの中のソース - メジャー点の数を指定します（:POINts 参照）。

:STARt と:STOP は、:CENTer と:SPAN に結び付けられます。したがって、開始値と停止値が変わったときには、センタ値とスパン値は次のような影響を受けます。

センタ = （開始 + 停止）/2
スパン = 停止 - 開始

:CENTer<n>
:SPAN<n>

:SOURce[1]:CURRent:CENTer <n>	電流スイープの中点を指定せよ。
:SOURce[1]:VOLTage:CENTer <n>	電圧スイープの中点を指定せよ。
:SOURce[1]:CURRent:SPAN <n>	電流スイープのスパンを指定せよ。
:SOURce[1]:VOLTage:SPAN <n>	電圧スイープのスパンを指定せよ。

パラメータ　2400

<n> = -1.05 から +1.05	I ソースレベル（アンペア）を設定せよ。
-210 から +210	V ソースレベル（ボルト）を設定せよ。
DEFault	0A または 0V
MINimum	-2.1A または -420V
MAXimum	+2.1A または +420V

2410

<n> =	-2.1 から +2.1	I ソースレベル（アンペア）を設定せよ。
	-2200 から +2200	V ソースレベル（ボルト）を設定せよ。
	DEFault	0A または 0V
	MINimum	-2.1A または -2200V
	MAXimum	+2.1A または +2200V

2420

<n> =	-6.3 から +6.3	I ソースレベル（アンペア）を設定せよ。
	-128 から +128	V ソースレベル（ボルト）を設定せよ。
	DEFault	0A または 0V
	MINimum	-6.3A または -128V
	MAXimum	+6.3A または +128V

2430DC モード

<n> =	-6.3 から +6.3	I ソースレベル（アンペア）を設定せよ。
	-210 から +210	V ソースレベル（ボルト）を設定せよ。
	DEFault	0A または 0V
	MINimum	-6.3A または -210V
	MAXimum	+6.3A または +210V

2430 パルスモード

<n> =	-21 から +21	I ソースレベル（アンペア）を設定せよ。
	-210 から +210	V ソースレベル（ボルト）を設定せよ。
	DEFault	0A または 0V
	MINimum	-21A または -210V
	MAXimum	+21A または +210V

照会

:CENTer?	スイープの中点を照会せよ。
:CENTer? DEFault	*RST デフォルトレベルを照会せよ。
:CENTer? MINimum	最低許容レベルを照会せよ。
:CENTer? MAXimum	最高許容レベルを照会せよ。
:SPAN?	スイープのスパンを照会せよ。
:SPAN? DEFault	*RST デフォルトレベルを照会せよ。
:SPAN? MINimum	最低許容レベルを照会せよ。
:SPAN? MAXimum	最高許容レベルを照会せよ。

説明

スイープを設定するには、センタとスパンのパラメータを指定します。中点を指定することにより、デバイスの動作点を通ってスイープを行うことができます。スパンは、動作点がスイープの中点にあるときの、スイープ幅を決めます。

たとえば、10V で動作するデバイスの試験で、8V から 12V までのスイープを行う場合を想定しましょう。これを行うには、センタが 10V でスパンが 4V（12-8）になるように指定します。

:STEP または:POINts コマンドを使用して、スイープの中のソース - メジャー点の数を指定してください。

:CENTer と:SPAN は、:STARt と:STOP に結び付けられます。したがって、センタ値

とスパン値が変わったときには、開始値と停止値は次のような影響を受けます。
開始 = センタ - (スパン /2)
停止 = センタ + (スパン /2)

:STEP<n>

:SOURce[1]:CURRent:STEP <n>　ステップサイズを指定せよ（電流スイープ）。
:SOURce[1]:VOLTage:STEP <n>　ステップサイズを指定せよ（電圧スイープ）。

パラメータ　2400

<n> =	-1.05 から +1.05	I ソースレベル（アンペア）を設定せよ。
	-210 から +210	V ソースレベル（ボルト）を設定せよ。
	DEFault	0A または 0V
	MINimum	-2.1A または -420V
	MAXimum	+2.1A または +420V

2410

<n> =	-2.1 から +2.1	I ソースレベル（アンペア）を設定せよ。
	-2200 から +2200	V ソースレベル（ボルト）を設定せよ。
	DEFault	0A または 0V
	MINimum	-2.1A または -2200V
	MAXimum	+2.1A または +2200V

2420

<n> =	-6.3 から +6.3	I ソースレベル（アンペア）を設定せよ。
	-128 から +128	V ソースレベル（ボルト）を設定せよ。
	DEFault	0A または 0V
	MINimum	-6.3A または -128V
	MAXimum	+6.3A または +128V

2430DC モード

<n> =	-6.3 から +6.3	I ソースレベル（アンペア）を設定せよ。
	-210 から +210	V ソースレベル（ボルト）を設定せよ。
	DEFault	0A または 0V
	MINimum	-6.3A または -210V
	MAXimum	+6.3A または +210V

2430 パルスモード

<n> =	-21 から +21	I ソースレベル（アンペア）を設定せよ。
	-210 から +210	V ソースレベル（ボルト）を設定せよ。
	DEFault	0A または 0V
	MINimum	-21A または -210V
	MAXimum	+21A または +210V

照会	:STEP?	スイープのステップサイズを照会せよ。
	:STEP? DEFault	*RST デフォルトレベルを照会せよ。
	:STEP? MINimum	最低許容レベルを照会せよ。
	:STEP? MAXimum	最高許容レベルを照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、線形スイープのステップサイズを指定します。スイー

プを開始すると、ソースレベルは、同じステップで開始レベルから停止レベルまで変化します。それぞれのソースステップ（開始レベルと停止レベルを含む）で測定を行います。

注記　*このコマンドを、対数スイープには使用することはできません。:POINts コマンドを使用して、対数スイープのソース - メジャー点を設定してください。*

設定コンフリクトエラーを避けるために、ステップサイズが開始値よりも大きく、停止値よりも小さいことを確認してください。

線形スイープの中のソース - メジャー点の数は、次のようにして計算することができます。
点数 = [（停止 - 開始）/ ステップ]+1
点数 =（スパン / ステップ）+1

線形スイープのソース - メジャー点を設定するための代替方法としては、:POINts コマンドを使用してスイープの中のソース - メジャー点の数だけを指定するという方法もあります。

:POINts<n>

:SOURce[1]:SWEep:POINts <NRf>		スイープのソース - メジャー点を設定せよ。
パラメータ	<n> = 1 から 2500	ソース - メジャー点の数を指定せよ。
	MINimum	1
	MAXimum	2500
	DEFault	2500
照会	:POINts?	スイープの中のソース - メジャー点の数を照会せよ。
	:POINts?DEFault	スイープ点の *RST デフォルト数を照会せよ。
	POINts?MINimum	スイープ点の最小許容数を照会せよ。
	POINts?MAXimum	スイープ点の最大許容数を照会せよ。

説明　:POINts コマンドは、あるスイープの中の、ソース - メジャー点の総数を指定します。線形スイープの場合は、ソース - メジャー点は、開始レベルと停止レベルとの間で等しい間隔（ステップ）で配列されています。対数スイープの場合は、ソース - メジャー点は、対数スケール上で等しい間隔で配列されています。開始レベルと停止レベルもソース - メジャー点であることに留意してください。

線形スイープのステップサイズは、次のようにして計算することができます。
ステップサイズ =（停止 - 開始）/（点数 -1）
ステップサイズ = スパン /（点数 -1）

対数スイープのステップサイズは、次のようにして計算することができます。

$$\text{対数ステップサイズ} = \frac{\log10(\text{停止}) - \log10(\text{開始})}{(\text{点数} - 1)}$$

スイープのソース - メジャー点を設定するための代替方法としては、:STEP コマン

ドを使用してステップサイズを指定するという方法もあります。

:POINts コマンドと:STEP コマンドが結合していることに留意してください。ソース - メジャー点の数の変更は、ステップサイズを変更することになります。逆に、ステップサイズの変更は、ソース - メジャー点の数を変更することになります。

:DIRection <name>

:SOURce[1]:SWEep:DIRection <name>　スイープの方向を設定せよ。

パラメータ　<name> = UP　　開始点から停止点にスイープを実行せよ。
　　DOWn　　停止点から開始点にスイープを実行せよ。

照会　:DIRection?　　スイープの方向を照会せよ。

説明　通常は、スイープは、開始レベルから停止レベルに向かって走ります。:STARt と:STOP、または:CENTer と:SPAN のコマンドを使用して、これらのレベルを設定します。

このコマンドを使用すれば、スイープの実行方向を変更することができます。DOWn を選択すると、スイープは停止レベルで開始し、開始レベルで停止します。UP を選択すれば、正常な開始点から停止点へのスイープ動作を再開します。

Configure list（リストの設定）

:CURRent <NRF list>
:VOLTage <NRF list>

:SOURce[1]:LIST:CURRent <NRf list>　　I ソースリストを定義せよ。
:SOURce[1]:LIST:VOLTage <NRf list>　　V ソースリストを定義せよ。

パラメータ　<NRf list> =　　NTf,NRf ... NRf

2400
NRf= -1.05 から 1.05　　I ソース値
　　-210 から 210　　V ソース値

2410
NRf= -1.05 から 1.05　　I ソース値
　　-1100 から 1100　　V ソース値

2420
NRf= -3.15 から 3.15　　I ソース値
　　-63 から 63　　V ソース値

2430DC モード
NRf= -3.15 から 3.15　　I ソース値
　　-63 から 63　　V ソース値

2430 パルスモード
NRf= -10.5 から 10.5　　I ソース値
　　-105 から 105　　V ソース値

照会　:CURRent?　　I ソースリストを照会せよ。

:VOLTage?　　V ソースリストを照会せよ。

説明　これらのコマンドを使用して、リストソーシング動作モードに対するソース値（100 まで）リストを定義します。動作が始まると、計測器は、逐次に、リストの中の各電流値またはソース値のソースとなります。それぞれのソースレベルで、1 回の測定が行われます。

下記のコマンドは、電流ソース値 10mA、130mA、5mA を使用する I ソースリストを定義する場合の正しいフォーマットです。
:SOURce[1]:LIST:CURRent 0.01, 0.13, 0.005

手動ソースレンジ設定を利用する場合は、単一レンジの範囲に入らないソース値について、オートレンジを使用することができます。

注記　*ソースリストを実行するためには、選択したソースがリストソーシングモードにあることが必要で、アームカウントとトリガカウントの積は、少なくとも、リストの中のソース点の数と同じであることが必要です。*

:FUNCtion:MODE コマンドを使用して、電流または電圧ソース機能を選択してください（「機能モードの選択」参照）。:CURRent:MODE または VOLTage:MODE コマンドを使用して、LIST ソーシングモードを選択してください（「ソーシングモードの選択」参照）。トリガカウントの設定には、TRIGger:COUNt コマンドを使用します（トリガサブシステム参照）。

:APPend<NRf list>

:SOURce[1]:LIST:CURRent:APPend <NRF list>　　I ソースリストに値を追加せよ。
:SOURce[1]:LIST:VOLTage:APPend <NRF list>　　V ソースリストに値を追加せよ。

パラメータ　<NRf list> =NTf,NRf ... NRf

2400
NRf=　-1.05 から 1.05　　I ソース値
　　-210 から 210　　V ソース値

2410
NRf=　-1.05 から 1.05　　I ソース値
　　-1100 から 1100　　V ソース値

2420
NRf=　-3.15 から 3.15　　I ソース値
　　-63 から 63　　V ソース値

2430DC モード
NRf=　-3.15 から 3.15　　I ソース値
　　-63 から 63　　V ソース値

2430 パルスモード
NRf=　-10.5 から 10.5　　I ソース値
　　-105 から 105　　V ソース値

説明　このコマンドを使用して、すでに存在するソースリストに 1 個以上（100 個まで）

の値を追加します。ソース値はリストの末尾に追加します（複数の追加リストを使用することにより、2500 個までの点をリストに入れることができます)。

:POINts?

:SOURce[1]:LIST:CURRent:POINts　I ソースリストの長さを照会せよ。
:SOURce[1]:LIST:VOLTage:POINts　V ソースリストの長さを照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、指定したソースリストの長さを求めます。応答メッセージは、リストの中のソース値の数を示します。

Configure memory sweep（メモリスイープの設定）

メモリスイープを使用すれば、100 個までのメモリロケーションに格納されたセットアップを使用して、スイープを行うことができます。これによって、マルチプルソース - メジャー動作と数式を使用して、スイープを行うことができます（Calculate 1 サブシステム参照)。

注記　*メモリスイープを走らせるには、メモリ機能を選択しなければならないのと同時に、トリガカウントがスイープの中のメモリ点の数と同じでなければなりません。: FUNCtion:MODE コマンドを使い、MEMory 機能を選択してください (「機能モードの選択」参照)。アームカウント (ARM:COUNt) とトリガカウント (TRIGger:COUNt) は、トリガサブシステムから設定します。*

メモリを初期化すると (:SYSTem:MEMory:INITialize)、1 回のメモリスイープに使う 100 個のメモリロケーションすべてが初期化されて、CALC1 を使用禁止にした場合の、現在のソース・メータセットアップ設定となります。ユーザ定義による数式の代わりに「電力」数式が使用されます。

メモリスイープが、存在しない数式を照会するとき、エラー 809「ソースメモリロケーション改訂」が現れます。メモリスイープは改訂されて、CALC1 を使用禁止にします。

メモリスイープを実行するためには、アームカウントとトリガカウントを、少なくともスイープ中の点数に等しくする必要があります。

:FUNCtion:MODE コマンドを使用して、MEMory 機能を選択してください (「機能モードの選択」参照)。アームカウント (ARM:COUNt) とトリガカウント (TRIGger:COUNt) は、トリガサブシステムから設定します。

:SAVE

:SOURce[1]:SAVE <NRf> 指定したメモリロケーションにセットアップを保管せよ。

パラメータ　<NRf> = 1 から 100　メモリロケーションを指定せよ。

説明　このコマンドを使用して、メモリロケーションに現在の計測器セットアップを保管します。100 個までのセットアップを保管することができます。下記の設定は、それぞれのソースメモリ位置に保管されています。

SENSe[1]:CURRent:NPLCycles
SENSe[1]:RESistance:NPLCycles
SENSe[1]:VOLTave:NPLCycles
SENSe[1]:FUNCtion:CONCurrent
SENSe[1]:FUNCtion:ON
SENSe[1]:FUNCtion:OFF
SENSe[1]:RESistance:MODE
SENSe[1]:RESistance:OCOMpensated
SENSe[1]AVERage:STATe
SENSe[1]:AVERage:TCONtrol
SENSe[1]:AVERage:COUNt
SOURce[1]:FUNCtion:SHAPe(2430 型のみ)
SOURCe[1]:FUNCtion:MODE
SOURce[1]:DELay(2430 型 DC モード)
SOURce[1]:DELay:AUTO(2430 型 DC モード)

SOURce[1]...X...:TRIGgered:SFACtor
SOURce[1]...X...:TRIGgered:SFACtor:STATe
　ここで ...S...=:CURRent または:VOLTage(ソースモードをベースとする)

SOURce[1]:PULSe:WIDTh(2430 型パルスモードのみ)
SOURce[1]:PULSe:DELay(2430 型パルスモードのみ)
ソース値、レンジ、オートレンジ、センス保護、レンジ、オートレンジ
SYSTem:AZERo:STATe
SYSTem:RSENse
ROUTe:TERMinals
CALCulate1:STATe
CALCulate1:MATH[:EXPRession]:NAME
CALCulate2:FEED
CALCulate2:NULL:OFFSet
CALCulate2:NULL:STATe
CALCulate2:LIMit[1]:STATe
CALCulate2LIMit[1]:COMPliance:FAIL
CALCulate2:LIMit[1]:COMPliance:SOURce2

CALCulate2:LIMitX:STATe
CALCulate2:LIMitX:UPPer[:DATA]
CALCulate2:LIMitX:UPPer:SOURce2
CALCulate2:LIMitX:LOWer[:DATA]
CALCulate2:LIMitX:LOWer:SOURce2
CALCulate2:LIMitX:PASS:SOUR
　ここで X = 2、3、5 から 12

CALCulate2:CLIMits:PASS:SPIRce2
CALCulate2:CLIMits:PASS:SMLocation

TRIGger:DELay)2430 型 DC モード)
コンタクトチェックコマンド (付録 F 参照)

所要のセットアップを連続したメモリロケーションに保管したあと (分岐を行わない場合、CALC2:CLIM:PASS:SML 参照)、:POINts コマンドを使用して、処理を実行するスイープ点の数を指定し、また:STARt コマンドを使用して開始点を指定してください。

:POINts <NRf>

:SOURce:MEMory:POINts <NRf>　　処理を実行するスイープ点の数を指定せよ。

パラメータ　<NRf> = 1 から 100　　スイープ点の数

説明　　このコマンドを使用して、スイープ点の数を指定します。たとえば、あるスイープについて 1 から 12 までのメモリロケーションにセットアップを保管する場合、このコマンドを使用して 12 点スイープを指定してください。

STARt<NRf>

:SOURce:MEMory:STArt <NRf>　ソースメモリ開始位置を指定せよ。

パラメータ　<NRf> = 1 から 100　　メモリロケーションを指定せよ。

説明　　このコマンドを使用して、ソースメモリスイープの開始点を指定します。たとえば、メモリロケーション 98 から 5 に保管されたセットアップについては、98 という開始点を指定してください。

:RECAll<NRf>

:SOURce:MEMory:RECall <NRf>　指定したセットアップに戻れ。

パラメータ　<NRf> = 1 から 100　メモリロケーションを指定せよ。

説明　　このコマンドを使用して、指定メモリロケーションに格納されたセットアップにソースメータを戻します。

Set scaling factor（倍率の設定）

:TRIGgered:SFACtor<n>

:SOURce[1]:CURRent[:LEVel]:TRIGgered:SFACtor<n>　　電流スケール係数を設定せよ。
:SOURce[1]:VOLTage[:LEVel]:TRIGgered:SFACtor<n>　　電圧スケール係数を設定せよ。

パラメータ　<n>=-999.9999e+18 から 999.9999e-18　　スケール係数

照会　　:SFACTor　スケール係数を照会せよ。

説明　　:SFAC は、ソース・メータに対して、スケール係数に前回のソースメモリロケーションの値を乗じた値に対してソースとなるように命令します。たとえば、第 1 ソースメモリに 10.0V という値が格納されており (ソース I、メジャー V)、ユニットがソース V メジャー I モードに入っていて:SFAC が 0.1 に設定され使用可能の状態であれば、ユニットは、第 2 ソースメモリロケーションに対して 1.0V を出力します。

注記　　*これらのコマンドが有効なのは、ソースメモリスイープの場合だけです。*

:TRIGgered:SFACtor:STATe<b>

:SOURce[1]:CURRent[:LEVel]:TRIGgered:SFCtor:STATe<b>	電流スケールを使用可能 / 使用禁止にせよ。
:SOURce[1]:VOLTage[:LEVel]:TRIGgered:SFCtor:STATe<b>	電圧スケールを使用可能 / 使用禁止にせよ。

パラメータ　<b>= 1 または ON　　スケールを使用可能にせよ。
0 または OFF　　スケールを使用禁止にせよ。

照会　:SFACtor:STATe?　使用可能な / 使用禁止されたスケールの状態を照会せよ。

説明　:SFAC:STAT は、スケールを使用可能または使用禁止にします。

注記　*これらのコマンドが有効なのは、ソースメモリスイープの場合に限ります。*

Sweep and list program examples（スイープとリストのプログラム例）

Linear voltage sweep（線形電圧スイープ）

1V から 10V までの 1V 刻みの線形電圧スイープ

```
*RST
SOUR:FUNC:MODE VOLT
SOUR:SWE:SPAC LIN
SOUR:VOLT:STAR 1.0
SOUR:VOLT:STOP
SOUR:VOLT:STEP 1.0
SOUR:SWE:POIN? (10 を戻す。)
TRIG:COUN 10
SOUR:VOLT:MODE SWE
INIT
```

Voltage list（電流リスト）

また別の方法として、上記の線形電圧スイープは、次のように電圧リストを使用して実行することもできます。

```
*RST
SOUR:FUNC:MODE VOLT
SOUR:LIST:VOLT 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10
SOUR:LIST:VOLT:POIN? (10 を戻す。)
TRIG:COUN 10
SOUR:VOLT:MODE LIST
INIT
```

対数電流スイープ
1mA から 270mA までの 20 点刻みの対数電流スイープ

```
*RST
SOUR:FUNC:MODE CURR
SOUR:SWE:SPAC LOG
SOUR:CURR:STAR .001
SOUR:VOLT:STOP .27
SOUR:SWE:POIN 20
TRIG:COUN 20
SOUR:CURR:MODE SWE
INIT
```

発生したソース値を次のようにして求めます。
開始:　.001　LOG^{10}（開始）:　-3
停止:　.270　LOG^{10}（停止）:　-.5686
LogStep　= （Log^{10}（停止）-Log^{10}（開始））/（SWE:POIN-1）
　= （-.5676-（-3）/（20-1）
　= .127966513

ここで Log ステップ値を、Log^{10}（開始）と以降の結果それぞれに加えてください。これによって Log^{10} 値で設定されるリストが得られます。次に、それぞれの Log^{10} 値を 10 の累乗数として、実際のスイープ値を計算してください。

値#	Log^{10} 値	スイープ値
1	-3.000000	0.001000
2	-2.872033	0.001343
3	-2.744067	0.001803
4	-2.616100	0.002420
5	-2.488134	0.003250
6	-2.360167	0.004363
7	-2.232201	0.005859
8	-2.104234	0.007866
9	-1.976268	0.010562
10	-1.848301	0.014181
11	-1.720335	0.019040
12	-1.592368	0.025564
13	-1.464402	0.034324
14	-1.336435	0.046086
15	-1.208469	0.061877
16	-1.080502	0.083080
17	-0.952536	0.111549
18	-0.824569	0.149772
19	-0.696603	0.201093
20	-0.568636	0.270000

Current List
また別の方法として、上記の対数電流スイープを行うために、次のように電流リストのスイープ値を使用する方法もあります。

```
*RST
SOUR:FUNC:MODE CURR
SOUR:LIST:CURR 0.001,0.001343,0.001803,0.002420,0.003250,0.004363,0.005859
SOUR:LIST:CURR:APP 0.007866,0.010562,0.01418,0.019040,0.025564,0.03424
SOUR:LIST:CURR:APP 0.046086,0.061877,0.083080,0.111549,0.149772,0.201093,0.27
SOUR:LIST:CURR:POIN? (returns 20)
TRIG:COUN 20
SOUR:CURR:MODE LIST
INIT
```

Soak time（ソーク時間）

:SOAK<NRf>

:SOURce[1]:SOAK<NRf> 多モードソーク時間を設定せよ。

パラメータ <NRf>= ソーク時間 0.000 から 9999.999s

照会 :SOAK? 多モードソーク時間を照会せよ。

説明 SYST:RCMode を MULTiple に設定する場合、OUR:SOAK が指定する時間は、複数ソース・メータ構成を安定させるために、活発に上下にオートレンジ動作を行うループの中で、ユニットが置かれるスイープの最初の点以後の時間です。(「システムサブシステム」参照) このプロセスは、INIT、READ?、または MEAS?コマンドについて、ただ一度だけ実行されます。ソーク時間が特に有用になるのは、高いレンジからの複数ダウンレンジ変化が要求されるときの、低電流測定です。

注記 2430 型パルスモードの場合は、ソーク時間をスイープに使いません。

Pulse mode delays（パルスモード遅延）(2430 型のみ)

:WIDthe<n>

:SOURce[1]:PULSe:WIDTh<n> パルス幅を指定せよ。

パラメータ	<n>=	0.00015 から 0.00500	パルス幅を秒で指定せよ。
		MINIimum	0.00015 秒
		MAXimum	0.00500 秒
		DEFault	0.00015 秒

照会	:WIDTh?	パルス幅を照会せよ。
	:WIDTh? DEFault	*RST デフォルトパルス幅を照会せよ。
	:WIDTh? MINimum	最低許容パルス幅を照会せよ。
	:WIDTh? MAXimum	最高許容パルス幅を照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、2430 型パルスモードの場合の、パルス幅時間を設定します。パルス幅は、出力がオン状態を続ける時間で、信号測定時間を含みます。

パルス幅時間の有効なレンジは、0.15ms から 5ms です。パルス幅の設定は、<0.15ms とすることもできますが、0.15ms が発生するパルス幅の最小値です。10A レンジ (ソースまたはメジャー) では、5ms までのパルス幅を設定することができますが、2.5ms に制限されます。

注記　2430 型パルスモードの詳細は、第 5 部を参照してください。

:DELay<n>

:SOURce[1]:PULSe:DELay<n>　パルス遲延を設定せよ。

パラメータ	<n>=	0 から 9999.99900	パルス遲延を秒で設定せよ。
		MINimum	1 秒
		MAXimum	9999.999 秒
		DEFault	0 秒

照会	:DELay?	パルス幅を照会せよ。
	:DELay? DEFAault	*RST デフォルトパルス幅を照会せよ。
	:DELay? MINimum	最低許容パルス幅を照会せよ。
	:DELay? MAXimum	最大許容パルス幅を照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、2430 型パルスモードの場合の、パルス遲延を設定します。パルス遲延は、パルス周期のオフ時間中に発生し、デューティサイクルの調整に使われます。

注記　2430 型パルスモードの詳細は、第 5 部を参照してください。

SOURce2

下記のコマンドを使用して、デジタル出力ラインの論理レベルを設定し、部品ハンドラに送られるリミット試験出力パターンのパルス幅を制御します。リミット試験は CALCulate2 サブシステムを使って設定、制御されます。リミット試験の詳細については、第 3 部の「リミット試験」を参照してください。

ディジタル出力の設定

[:LEVel]<NRf> <NDN>

:SOURce2:TTL:[LEVel]<NRf>|<NDN>　ディジタル出力パターンを設定せよ。

パラメータ	<NRf>|<NDN=	0 から 7　3 ビット	ディジタル出力値を指定せよ。
		0 から 15　4 ビット	

照会　:TTL? ディジタル出力値を照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、ディジタル I/O ポートの出力ラインの論理レベルを設定します。high に設定した場合には、指定出力ラインの電位は約 +5V となり、low に設定した場合には、出力ラインの電位は 0V になります。

下記の表を使用して、所要のディジタル出力パターンのパラメータ値を求めてください。

OUT 4*	OUT 3	OUT 2	OUT 1	10 進値
L	L	L	L	0
L	L	L	H	1
L	L	H	L	2
L	L	H	H	3
L	H	L	L	4
L	H	L	H	5
L	H	H	L	6
L	H	H	H	7
H	L	L	L	8
H	L	L	H	9
H	L	H	L	10
H	L	H	H	11
H	H	L	L	12
H	H	L	H	13
H	H	H	L	14
H	H	H	H	15

L=Low (Gnd)
H=High (>+3V)
* 0-7 は 3 ビットモード

:MODE<name>

:SOURce2:TTL4:MODE<name>　ディジタル I/O ポートライン 4 のモードを制御せよ。

パラメータ　<name>= EOTEST　ライン 4 を EOT 信号として使用せよ。
BUSY　ライン 4 を BUSY 信号として使用せよ。

照会　:MODE?　ディジタル I/O ライン 4 のモードを照会せよ。

説明　このコマンドは、ディジタル I/O ライン 4 の動作を制御して、3 ビット出力モードにおいて試験終了または使用中信号として働かせます。EOT は、4 ビットモードでは自動的に制御されません (下記の:BSIZe を参照)。同じように、4 ビットモードで BUSY を使用可能にすると、ユニットは、ディジタル I/O ライン 4 をドライブしようとする試みを無視することにより、あたかも 3 ビットモードにあるかのような挙動を示します。

:BSTate<b>

:SOURce2:TTL4:BState<b>　BUSY と EOT の極性を制御せよ。

パラメータ　<b>= 1　EOT/BUSY の極性を high に設定せよ。
0　EOT/BUSY の極性を low に設定せよ。

照会　:BState?　EOT/BUSY の極性を high を照会せよ。

説明　このコマンドは、3 ビットモードで EOT または BUSY 信号の極性を設定します。

:BSIZe<n>
:SOURce2:BSIZe<n>　ディジタル I/O ビットサイズを設定せよ。

パラメータ　<n>= 3　3- ビットサイズを設定せよ。
4　4- ビットサイズを設定せよ。

照会　:BSIZe?　ディジタル I/O ポートのビットサイズを設定せよ。

説明　このコマンドは、ディジタル I/O ビットサイズを 3 または 4 に設定します。3 ビットモードでは、ディジタル I/O ライン 4 は、上記の SOUR2:TTL4:MODE と SOUR2:TTL4:MODE コマンドによって、EOT、/EOT、BUSY、または /BUSY になります。4 ビットモードでは、ディジタル I/O ライン 4 は、SOUR2:TTL4:MODE が EOT に設定されていると手動で制御されます。SOUR2:TTL4:MODE が BUSY に設定されていれば、動作は 3 ビットモードと同じです。

Clearing digital output（ディジタル出力のクリアリング）

[:IMMediate]
:SOURce2:CLEar:AUTO<b>　ディジタル出力ラインをクリアせよ。

説明　このコマンドを使用すれば、ディジタル出力ラインを、:TTL:LEVel コマンドで定義される出力パターンに、直ちに復元することができます。

:AUTO<b>
:SOURce2:CLEar:AUTO <b>　デジタル出力用オートクリアを制御せよ。

パラメータ　<b> = 0 または OFF　オートクリアを解除状態にせよ。
1 または ON　オートクリアを使用状態にせよ。

照会　:AUTO?　オートクリアを照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、デジタル出力用のオートクリアを使用状態または解除状態にします。使用状態な場合は、リミット試験の「合否」出力ビットパターンがデジタル出力ラインを経由してハンドラに送られたあと、出力パターンは自動的にクリアします。

:DELay コマンド（次のコマンド参照）は、リミット試験ビットパターンのパルス幅を指定します。ディレイ経過期間が時間切れになると、デジタル出力はクリアされて、:TTL:LEVel コマンドによってプログラムされた出力パターンに戻ります。

オートクリアを解除状態にした場合は、デジタル出力パターンをクリアすることができるのは、:IMMediate コマンドだけです。

オートクリアは、電源投入時に使用状態に入ります。

リミット試験の詳細については、CALCulate2 サブシステムと第 2 部の「リミット試験」を参照してください。

:DELay <n>

:SOURce2:CLEar:AUTO:DELay <n>　オートクリア用にディレイを設定せよ。

パラメータ	<n> =0 から 60	ディレイ（単位　秒）を指定せよ。
	DEFault	100 μ sec のディレイ
	MINimum	0sec
	MAXimum	60sec

照会	:DELAY?	ディレイを照会せよ。
	:DELay? DEFault	*RST デフォルトディレイを照会せよ。
	:DELay? MINimum	最低許容ディレイを照会せよ。
	:DELay? MAXimum	最大許容ディレイを照会せよ。

説明

このコマンドを使用して、デジタル出力オートクリアのディレイを設定します。このディレイは、ハンドラの要求に従って、リミット試験出力パターンのパルス幅を決めます。ディレイが発生したあと、出力は:TTL:LEVel コマンドによってプログラムされたパターンに戻り（クリアされ）ます。

このディレイは、ライン 4 のパルス幅を定義します。このパルス幅は、カテゴリ・レジスタ・コンポーネント・ハンドラが、EOT（試験終了）ストローブとして使用します。ほかの 3 本のラインのパルス幅は 20 μ sec だけ、長くなっています（ライン 4 がトグルされる 10 μ sec 前、そしてライン 4 がクリアされたあと 10 μ sec）。ライン 4 でタイミングをスューすると、カテゴリ・レジスタ・コンポーネント・ハンドラの「セットアップ」時間と「ホールド」時間が発生します。タイミングについての詳細は、第 3 部の「リミットタイミング」を参照してください。

STATusサブシステム

STATusサブシステムを使って、2400型のステータスレジスタを制御します。これらのレジスタと総合的なステータス体系については、「ステータス体系」の項で説明します。このサブシステムのコマンドを、表5-8に要約します。

注記　*これらのレジスタと総合的なステータス体系については、第15部の「ステータス体系」で詳しく説明します。*

Read event registers（イベント読み取りレジスタ）

[EVENt]?

:STATus:MEASurement[:EVENt]?	測定イベントレジスタを読み取れ。
:STATus:QUEStionable[:EVENt]?	疑問測定イベントレジスタを読み取れ。
:STATus:OPERation[:EVENt]?	動作イベントレジスタを読み取れ。

説明　これらの照会コマンドを使用して、ステータスイベントレジスタの内容を読み取ります。これらのコマンドの一つを送り、ソース・メータに対してトークするようにアドレス指定を行うと、ある値がコンピュータに送られます。この値は、関連するレジスタの中のどのビットが1に設定されたかを示します。

Program event enable registers（イベントイネーブルレジスタのプログラミング）

ENABle <NRf>

:STATus:MEASurement:ENABle <NRf>	測定イベントイネーブルレジスタをプログラムせよ。
:STATus:QUEStionable:ENABle <NRf>	疑問イベントイネーブルレジスタをプログラムせよ。
:STATus:OPERation:ENABle <NRf>	動作イベントイネーブルレジスタをプログラムせよ。

説明　これらのコマンドを使用して、イベントイネーブルレジスタの内容を設定します（図5-6、5-7、5-8）。*ENABleコマンドは、関連レジスタの各ビットの所要の状態（0または1）を決める2進値の10進等価値とともに送られます。

Read condition registers（条件レジスタの読み取り）

:CONDition?

:STATus:MEASurement:CONDition?	測定条件を読み取れ
:STATus:QUEStionabl:CONDition?	疑問レジスタを読み取れ
:STATus:OPERation:CONDition?	動作条件を読み取れ

説明　これらのコマンドを使用して、条件レジスタの内容を読み取ります。

Select default conditions（デフォルト条件の選択）

:PRESet

:STATus:PRESet　レジスタをデフォルト条件に戻せ。

説明　このコマンドを送るときには、下記のSCPIイベントレジスタはゼロ（0）にクリアされています。

1. 動作イベントイネーブルレジスタ
2. イベントイネーブルレジスタ
3. 測定イベントイネーブルレジスタ

注記　*このコマンドは、標準イベントレジスタに影響を与えません。*

Error queue（エラー待ち行列）

[:NEXT]?

:STATus:QUEuel:[NEXT]?　　エラー待ち行列を読み取れ

説明　エラーメッセージとステータスメッセージは、発生と同時にエラー待ち行列に入れられます。この照会コマンドを使用して、上記のようなメッセージを読み取ります。メッセージのリストについては、付録Bを参照してください。

エラー待ち行列は、先入れ先出し（FIFO）レジスタです。待ち行列を読み取るたびに、「最も古い」メッセージが読み取られ、待ち行列から除去されます。待ち行列は10個までのメッセージを保存します。

注記　*:STATus:QUEue[:NEXT]?という照会コマンドは、:SYSTem:ERRor?コマンドと同じ機能を果たします（システムサブシステム参照）。*

:CLEar

:STATus:QUEue:CLEar　エラー待ち行列をクリアせよ。

説明　このアクションコマンドを使用して、メッセージのエラー待ち行列をクリアします。

ENABLe <list>

:STATus:QUEue:ENABle <list>　エラー待ち行列のメッセージを使用状態にせよ。

パラメータ　<list> = （numlist）
ここでnumlistは、エラーに備えて、使用状態にしようとしている指定メッセージリストを指します。

照会　:ENABle?　使用状態になったメッセージのリストを照会せよ。

説明　電源投入とともにすべてのエラーメッセージが使用状態となり、メッセージの発生とともにエラー待ち行列の中に入ります。ステータスメッセージは使用状態にならず、待ち行列の中には入りません。このコマンドを使用して、使用状態にしたいメッセージを指定します。指定を受けないメッセージは解除状態となり、待ち行列に入るのを妨げられます。

DISable <list>

:STATus:QUEue:DISable <list>　エラー待ち行列へのメッセージを解除状態にせよ。

パラメータ　<list> = （numlist）
ここでnumlistとは、エラー待ち行列に入るのを禁止したいメッセージの指定リストをいいます。

照会　:DISable?　解除状態メッセージのリストを照会せよ。

説明　電源投入とともにすべてのエラーメッセージが使用状態となり、メッセージの発生とともにエラー待ち行列の中に入ります。ステータスメッセージは使用状態にならず、待ち行列の中には入りません。このコマンドを使用して、解除状態にしたいメッセージを指定します。解除状態になったメッセージは、待ち行列に入るのを妨げられます。

:SYSTem サブシステム

SYSTem サブシステムには、表 5-9 に要約する各種のコマンドが含まれます。

Default conditions（デフォルト条件）

:PRESet

:SYSTem:PRESet　:SYSTem:　PRESet デフォルトに戻れ。

説明　このコマンドは、前面パネル操作に最も適した状態に計測器を戻します。:SYSTem: PRESet デフォルトは、SCPI 表（表 5-2 から 5-11）にリストしてあります。

:POSetup

:SYSTem:POSetup <name>電源投入時デフォルトをプログラムせよ。

パラメータ

<name> =RST	電源投入とともに *RST デフォルトに移行せよ。
PRESet	電源投入とともに:SYSTem:PRESet デフォルトへ移行せよ。
SAV0	電源投入とともにメモリロケーション 0 に格納されているセットアップに移行せよ。
SAV1	電源投入とともにメモリロケーション 1 に格納されているセットアップに移行せよ。
SAV2	電源投入とともにメモリロケーション 2 に格納されているセットアップに移行せよ。
SAV3	電源投入とともにメモリロケーション 3 に格納されているセットアップに移行せよ。
SAV4	電源投入とともにメモリロケーション 4 に格納されているセットアップに移行せよ。

照会　:POSetup?
:SYSTem:POSetup <name> 電源投入時のデフォルトを照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、電源投入時のデフォルトを選択します。RST を選択した場合は、計測器は電源投入とともに、*RST デフォルト状態に移行します。PRES を選択した場合は、計測器は電源投入とともに、:SYSTem:PRESet デフォルト条件に移行します。デフォルト条件は、SCPI 表（表 5-2 から 5-11）にリストしてあります。

SAV0-4 のパラメータを指定した場合は、計測器は電源投入とともに、*SAV コマンドを使って指定場所に保管したセットアップに移行します。

Control remote sensing（リモートセンシングの制御）

:RSENse <b>

:SYSTem:RSENse <b>　リモートセンシングを使用状態または解除状態にせよ。

パラメータ

<b> =0 または OFF	リモートセンシングを解除状態にせよ。
1 または ON	リモートセンシングを使用状態にせよ。

照会　:RSENse?　リモートセンシングの状態を照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、リモートセンシングを使用状態または解除状態にします。リモートセンシングを使用する場合、DUT への 4 線接続が必要になります。

電圧ソースとなる場合－リモートセンシングが使用状態なときは、出力電圧はDUTでセンス（測定）されます。センスした電圧がプログラムアンプリチュードよりも小さい場合には、センスした電圧がプログラムアンプリチュードに等しくなるまで、Vソースは電圧を増加します。これによって、OUTPUT試験リード線の中でのIR降下を補償します。
リモートセンシングが解除状態の場合は、出力電圧は出力コネクタのところでセンスされます。

電圧を測定する場合－リモートセンシングが使用状態なときは、電圧測定はDUTのところで行われます。これは、2400型とDUTを結ぶ試験リード線に電圧降下が存在しても、これを除去します。
リモートセンシングが解除状態の場合は、電圧測定は計測器の出力コネクタのところで行われます。

抵抗を測定する場合－リモートセンシングが使用状態なときは、4線抵抗測定が可能です。

注記　*センシングの詳細は、第2部を参照してください。*

Select guard mode（ガードモードの選択）

:GUARd <name>

:SYSTem:GUARd <name> ガードモードを選択せよ。

パラメータ	<name> =	OHMS	抵抗ガードモード
		CABLe	ケーブルガードモード

照会　:GUARd?　ガードモードを照会せよ。

説明　1A、3A、および10Aレンジ(ソースまたはメジャー)、またはこのうちどれかを備えるソース・メータには、抵抗ガードは利用できません。CABLEガードは、高インピーダンスガードドライブを用意しており、これを使ってケーブル配線と試験器具中の漏洩電流を除去します。6線抵抗ガード測定を行うときは、GUARD出力状態を使用してください。OUTPut[1]:SMODe GUARdコマンドを使って、GUARD出力オフ状態を選択します。

注記　ガーディングの詳細は、第2部を参照してください。

Initialize memory（メモリの初期化）

:INITialize

:SYSTem:MEMory:INITialize　バッテリバックアップRAMを初期化せよ。

説明　このコマンドを使用するときは、バッテリバックアップRAMを初期化するための次のアクションが発生します。

- TRACe（データストア）データが失われ、バッファサイズは100にリセットされ、タイムスタンプは絶対フォーマットに設定されます。
- SOURce1:LIST:CURRとVOLTは、それぞれ0Aと0Vにリセットされます（1点ごとに）。
- メモリスイープ用の100箇所のメモリロケーションは、すべて初期化されて、ソースメータの現在のセットアップ設定になります。
- 4つの標準saveセットアップ（*SAV0-*SAV4）は初期化されて、ソースメータの現在のセットアップ設定になります。

・　CALC1 ユーザ定義数式は、すべて、削除されます。

Control beeper（ビーパの制御）

[:IMMEdiate]<freq,time>

パラメータ　freq=　65 から 2e6　　周波数を Hz を単位として指定せよ。
　　time=　0 から 7.9　　継続時間を指定せよ。

注記　*周波数と時間値は、コンマで分離しなければなりません (たとえば:syst:beep 100,3)。*

説明　ソース・メータのビーパを使って、指定周波数で指定継続時間にわたって聞こえる可聴信号を発生させることができます (65Hz で 7.9 秒まで)。このビーパを使って、長いスイープの完了を知ることもできます。

例　:SYSTem:BEEPer 500,1　500Hz で 1 秒間ビープせよ。

ビープの継続時間と周波数との関係は、次のように表されます。
最大時間 = 512/周波数

たとえば、周波数 512Hz では、最大ビープ時間は 1 秒です。1 秒よりも長く設定することができますが、その場合でもビープの継続時間は 1 秒間です。

このコマンドを使うためには、ビーパを使用可能にしなければなりません。

:STATe <b>

:SYSTem:BEEPer:STATe <b>　ビーパを使用状態または使用禁止にせよ。

パラメータ　<b> =1 または ON　　ビーパを使用状態にせよ。
　　0 または OFF　　ビーパを解除状態にせよ。

照会　:STATe?　ビーパの状態を照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、ビーパを使用状態または解除状態にします。使用状態な場合は、前面パネルキーが押されたことを知らせるために、短いビープが鳴ります。

Control autozero（オートゼロの制御）

:STATe <b>

:SYSTem:AZero:STATe <b>　　オートゼロを制御せよ。

パラメータ　<b> = 1 または ON　　オートゼロを使用状態にせよ。
　　0 または OFF　　オートゼロを解除状態にせよ。

照会　　:STATe　　オートゼロの状態を照会せよ。

説明　　このコマンドを使用して、オートゼロを解除状態または使用状態にします。使用状態な場合には、確度が最適化されます。解除状態の場合は、確度を犠牲にして速度を増加します。

Select power line frequency setting（電源周波数設定の選択）

:LFRequency <name>

:SYSTem:LFRequency <name>　　電源周波数を選択せよ。

パラメータ　<name> =　　50　　50Hz または 400Hz の設定
　　60　　60Hz の設定

照会　　:LFRequency?　　電源周波数選択を照会せよ。

説明　　このコマンドを使用して、電源周波数設定（50 または 60Hz）を手動で選択してください。400Hz 運転の場合は、50Hz を選択してください。

:AUTO <b>

:SYSTem:LFRequency:AUTO <b>　　自動電源周波数選択を制御せよ。

パラメータ　<b> = 1 または ON　　自動電源周波数選択を使用状態にせよ。
　　0 または OFF　　自動電源周波数選択を解除状態にせよ。

照会　　:AUTO?　　自動電源周波数選択の状態を照会せよ。

説明　　このコマンドを使用して、自動電源周波数選択を使用状態または解除状態にします。使用状態の場合には、ソースメータは電源投入時に電源周波数をセンスし、適切な電源周波数設定を選択します。
電源周波数を手動設定すると（前のコマンド参照）、自動周波数選択は解除状態になります。

Error queue（エラー待ち行列）

注記　エラー待ち行列の詳細は、第15部を参照してください。

[:NEXT]?

*SYSTem:ERRor[:NEXT]?最　も古いエラー (コードとメッセージ) を読み取れ。

説明　エラーメッセージとステータスメッセージは、発生とともに、エラー待ち行列に置かれます。エラー待ち行列は先入れ先出し (FIFO) レジスタであり、10個までのメッセージを保持することができます。このコマンドを送り、ソース・メータに対してトークするように呼びかけたあと、最も古いメッセージがコンピュータに送られ、待ち行列から除去されます。

注記　*:STATus:QUEUE?コマンドは、:SYSTem:ERRor[:MEXT]?と同じ機能を果たします。(「ステータスサブシステム」参照)*

:ALL?

:SYSTem:ERRor:ALL?　すべてのエラー (コードとメッセージ) を読み取れ。

説明　この照会コマンドは、[:NEXT]コマンドに似ています。違う点は、ソース・メータに対してトークするように呼びかけると、エラー待ち行列中のすべてのメッセージがコンピュータに送られることです。すべてのメッセージは待ち行列から除去されます。

:COUNt

:SYSTem:ERRor:COUNt? エラーの数をカウントせよ。

説明　このコマンドを送り、ソース・メータに対してトークするように呼びかけたあと、10進数がコンピュータに送られます。これはエラー待ち行列中の、メッセージの数です。

:CODE[:NEXT]?

:SYSTem:ERRor:CODE[:NEXT]?最も古いエラー (コードのみ) を読み取れ。

説明　このコマンドは、コードが戻されるという点を除けば、[:NEXT]?と同じです。メッセージ自体は戻されません。エラーは待ち行列からクリアされます。

:CODE:ALL?

SYSTem:ERRor:CODE:ALL?　すべてのエラー (コードのみ) を読み取れ。

説明　このコマンドは、コードが戻されるという点を除けば、:ALL?コマンドと同じです。メッセージ自体は戻されません。すべてのエラーは待ち行列からクリアされます。

:CLEar

:SYSTem:CLEar　エラー待ち行列をクリアせよ。

説明　このアクションコマンドを使用して、メッセージのエラー待ち行列をクリアします。

Simulate key presses（キープレスのシミュレーション）

:KEY

:SYSTem:KEY <NRf>　キープレスをシミュレートせよ。

パラメータ　<NRf> =

1	RANGE アップアローキー
2	SOURCE ダウンアローキー
3	左アローキー
4	MENU キー
5	FCTN キー
6	FILTER キー
7	SPEED キー
8	EDIT キー
9	AUTO キー
10	右アローキー
11	EXIT キー
12	V（SOURCE）キー
13	LIMITS キー
14	STORE キー
15	V（MEAS）キー
16	TOGGLE キー
17	RANGE ダウンアローキー
18	ENTER キー
19	I（SOURCE）キー
20	TRIG キー
21	RECALL キー
22	I（MEAS）キー
23	LOCAL キー
24	FRONT/REAR キー
25	---
26	SOURCE アップアローキー
27	SWEEP キー
28	CONFIG キー
29	Ωキー
30	REL キー
31	DIGITS キー
32	ON/OFF キー

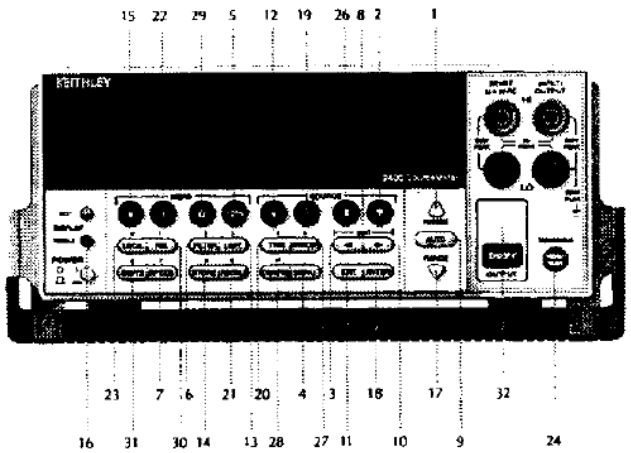
照会　:KEY?　最後に「押された」キーを照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、前面パネルキープレスをシミュレートします。たとえば、電圧測定機能（V）を選択するには、下記のコマンドを送って V（MEAS）キーを押す動作をシミュレートします。

:syst:key15

パラメータのリストには、キープレスコードを番号順に示してあります。:KEY?をバスを経由して送り、また 2400 型には talk するように呼びかけると、最後に押されたキー（物理的に押したキーでも、または:KEY によるものでも）のキープレスコードがコンピュータに送られます。

図 18-3
キープレスコード



パラメータ
<NRf> = 1　RANGE アップアローキー
2　SOURCE ダウンアローキー
3　左アローキー
4　MENU キー
5　FCTN キー
6　FILTER キー
7　SPEED キー
8　EDIT キー
9　AUTO キー
10　右アローキー
11　EXIT キー
12　V（SOURCE）キー
13　LIMITS キー
14　STORE キー
15　V（MEAS）キー
16　TOGGLE キー
17　RANGE ダウンアローキー
18　ENTER キー
19　I（SOURCE）キー
20　TRIG キー
21　RECALL キー
22　I（MEAS）キー
23　LOCAL キー
24　FRONT/REAR キー
25　---
26　SOURCE アップアローキー
27　SWEEP キー
28　CONFIG キー
29　Ωキー
30　REL キー
31　DIGITS キー
32　ON/OFF キー

Read version of SCPI standard（SCPI 規格のバージョンの読み取り）

:VERSion?
:SYSTem:VERSion?　SCPI バージョンを読み取れ。

説明　この照会コマンドを使用して、2400 型が使用している SCPI 規格の、バージョンを読み取ります。たとえば次のようなコードがあります。
1995.0
この応答メッセージは、SCPI 規格のバージョンを示します。

RS-232 interface（RS-232インタフェース）

:LOCal

:SYSTem:LOCal　2400型をリモート状態から外せ。

説明　通常は、2400型は、RS-232が通信に使用されている間は、ローカル状態に入っています。この状態では、前面パネルのキーが使用状態です。しかし、ユーザは、RS-232が通信に使用されている間は、前面パネルキーのロックアウトを希望することもあります（:RWLock参照）。
このアクションコマンドを使用して、2400型をリモート状態から外して、前面パネルキーの操作を使用状態にします。このコマンドはRS-232インタフェースを経由する場合に限り、送信が可能であることに留意してください。

:REMote

:SYSTem:REMote　2400型をリモート状態にせよ。

説明　このアクションコマンドを使用して、2400型をリモート状態に入れます。リモート状態では、フロントパネルキーは、ローカルロックアウトが表明されれば、ロックアウトされます（[RWLock参照）。このコマンドは、RS-232インタフェースを経由する場合に限り、送信が可能であることに留意してください。

:RWLock <b>

:SYSTem:RWLock <b>　フロントパネルキーを解除状態または使用状態にせよ。

パラメータ　<b>=0またはOFF　ローカルロックアウトを解除状態にせよ。
1またはON　ローカルロックアウトを使用状態にせよ。

照会　:RWLock　ローカルロックアウトの状態を照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、ローカルロックアウトを使用状態または解除状態にします。使用状態な場合は、計測器がリモート状態にあれば、前面パネルキーはロックアウト（使用不能）されます（:REMote参照）。解除状態の場合は、前面パネルキーはリモート状態で動作可能となります。
計測器をリモート状態から外すと（:LOCal参照）、前面パネルキーの操作は復活しますが、:RWLockコマンドのステータスは変更されません。
このコマンドは、RS-232インタフェースを経由する場合に限り、送信が可能であることに留意してください。

Query timestamp（タイムスタンプの照会）

:TIME?

:SYSTem:RWLock<b>　タイムスタンプを照会せよ

照会　:TIME?　タイムスタンプを照会せよ。

説明　この照会コマンドによって、現在のタイムスタンプ値が戻されます。

Reset timestamp（タイムスタンプのリセット）

:RESet

:SYSTem:TIME:RESet　タイムスタンプをリセットせよ。

説明　このアクションコマンドを使って、絶対タイムスタンプを0秒にリセットします。また、ソース・メータが毎回オン状態になるたびに、タイムスタンプは0秒にリセットします。

Auto reset timestamp（タイムスタンプのオートリセット）

:RESet:AUTO<b>

:SYSTem:TIME:RESet:AUTO<b>　アイドル状態を抜ける時にタイムスタンプをリセットせよ。

パラメータ　<b>= 1またはON　オートタイムスタンプリセットを使用可能にせよ。
0またはOFF　オートタイムスタンプを使用禁止にせよ。

照会　:RCMode?　使用可能/使用禁止になったオートタイムスタンプリセットの状態を照会せよ。

説明　:RESet:AUTOは、オートタイムスタンプリセットを使用可能または使用禁止にします。使用可能状態にある場合は、トリガモデルのアイドルレイヤーを抜ける時に、タイムスタンプは自動的にリセットします。このコマンドは、2つ以上の読みを取るときにREAD?/INITと併用することを目的とします。

Auto range change mode（オートレンジ変更モード）

:RCMode<name>

:SYSTem:RCMode<name>オートレンジ変更モードを制御せよ。

パラメータ　<name>= SINGle　シングルモード
MULTiple　マルチモード

照会　:RCMode?　オートレンジ変更モードを照会せよ。

説明　このコマンドは、オートレンジ変更モードを制御します。SINGleモードでは、ソース・メータが自動レンジ設定を行うのは、まず読み取りを行ったあとになります。MULTipleモードでは、ソース・メータは、ソース-ディレイ-メジャーサイクルのディレイ相でのコンプライアンス発生と同時に、自動的に上のレンジに移行します。これによって複数ソース・メータシステム中で、1台のソース・メータがコンプライアンス状態に入る可能性を最小にします。ソース・メータが下のレンジに移行できるのは、読み取りを行ったあとに限られます。MULTipleモードでは、:SOUR:SOAKコマンドを使って、ソーク時間を制御することができます。(「SOURceサブシステム」参照) LLIMITとULIMITコマンドを使い、オートレンジリミットを制御できることに留意してください。(「SENSeサブシステム」参照)

TRACe サブシステム

このサブシステムのコマンドを使用して、バッファへのデータ格納条件を設定し、制御します。表5-10にコマンドの要約を示します。
:TRACe |:DATA
バー（|）は、TRACeまたは:DATAを、このサブシステムのルートコマンドとして使用できることを示します。この点から先では、このマニュアルでのドキュメンテーションは、:TRACeを使用します。:DATAの使用を希望する場合は、:TRACeというコマンド語全体を:DATAで置き換えるだけで十分です。

Read and clear buffer（バッファの読み取りとクリアリング）

:DATA?

:TRACe:DATA?　　バッファの内容を読み取れ。

説明　このコマンドを送り、また2400型にはtalkするように呼びかけると、データストアに格納されたすべての読取り値がコンピュータに送られます。
読取り値をバスを経由して送る場合のフォーマットは、:FORMatサブシステムから、制御されます。

注記　*ソースメータのいろいろな動作ブロックを通過するデータフローの状態についての詳細な説明については、付録Dの「データフロー」を参照してください。これを読めば、データを読み取るためにいろいろなコマンドを使って取得した読取り値の種類が明らかになります。*

:CLEar

:TRACe:CLEar　　メモリのステータスを読み取れ。

説明　このアクションコマンドを使用して読取り値のバッファをクリアします。バッファをクリアしないと、以降のストアが古い読取り値に重ね書きされます。それ以降のストアを途中で中止したためにバッファが満杯にならない場合には、一部の「古い」読取り値を引き続きバッファの中で保持することもできます。

Configure and control buffer（バッファの設定と制御）

:FREE?

:TRACe:FREE?　　メモリのステータスを読み取れ。

説明　このコマンドを使用して、格納メモリのステータスを読み取ります。このコマンドを送り、さらに2400型にtalkするように呼びかけたあと、コンマで分離された2個の値がコンピュータに送られます。最初の値はメモリの中で利用可能なバイト数、第2の値は読取り値を格納するために用意してあるバイト数を示します。

:POINts<n>

:TRACe:FEEC,name>　　バッファサイズを指定せよ。

パラメータ　<n>=　1 から 1500　　バッファサイズを指定せよ。
　　MINimum　　1
　　MAXimum　　2500
　　DEFault　　100

照会　:POINts?　　バッファサイズを照会せよ。
　　:POINts? MINimum 最小許容バッファサイズを照会せよ。
　　:POINts? MAXimum　　最大許容バッファサイズを照会せよ。
　　:POINts? DEFault*RST デフォルトバッファサイズを照会せよ。

説明　コンピュータコマンドを使って、バッファサイズを指定します。

:ACTual?

:TRAce:POINts:ACTual?　　格納された読取り値の数を照会せよ。

説明　　この照会コマンドを使用して、バッファの中に格納された読取り値の数を調べます。このコマンドを送り、さらにユニットに talk するように呼びかけたあと、バッファに格納された読取り値の数がコンピュータに送られます。

:FEED <name>

:TRACe:FEED <name>　読取り値のソースを指定せよ。

パラメータ　　<name> =　　SENSe[1]　生の読取り値をバッファに入れよ。
　　CALCulate[1]　　Calc1 の読取り値をバッファに入れよ。
　　CALCulate[2]　　Calc2 の読取り値をバッファに入れよ。

照会　　:FEED?　　バッファフィードを照会せよ。

説明　　このコマンドを使用して、バッファに入れる読取り値のソースを選択します。SENSe[1]を選択すると、格納を行う時に、生の読取り値がバッファに入れられます。

CALCulate[1]を選択すると、数式の計算結果（Calc1）がバッファに入れられます。CALCulate2 を選択すると、Calc2 の読取り値がバッファに入れられます。

TRACe:FEED は、バッファ記憶装置がアクティブな状態では、変更することができません。詳細は第 9 部の「データストア」を参照してください。

:CONTrol <name>

:TRACe:FEED:CONTrol <name>バッファの使用を開始または停止せよ。

パラメータ　<name> =　NEXT　バッファを満杯にして停止します。
NEVer　バッファ格納を解除状態にします。

照会　:CONTrol?　バッファ制御を照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、バッファ制御を選択します。NEXTを選択すれば、アステリスク（*）アナンシエータが点灯し、バッファが使用状態になったことを表示します。格納プロセスが始まるのは、ソースメータがアイドル状態から外されて、ソース-メジャー動作を行うようになる時です。

バッファが指定された数の読取り値アレイ（:POINtsコマンドによって設定された数）を格納すると、アステリスクアナンシエータが消灯し、格納作業が終わったことを表示します。

NEVerを選択すると、バッファへの格納は解除状態になります。

Select timestamp format（タイムスタンプフォーマットの選択）

:FORMat <name>

:TRAce:TSTamp:FORMat <name>　タイムスタンプフォーマットを選択せよ。

パラメータ　<name> =　ABSolute　最初のバッファ読取り値を参照せよ。
DELTa　バッファ読取り値の時間間隔を設定せよ。

照会　:FORMat?　タイムスタンプフォーマットを照会せよ。
このコマンドを使用して、バッファ読取り値のタイムスタンプフォーマットを選択します。ABSoluteを選択したときには、それぞれのタイムスタンプの基準となるのは、バッファに格納された最初の読取り値です。DELTaを選択したときには、タイムスタンプはバッファ読取り値の時間間隔を示します。

トリガサブシステム

トリガサブシステムは一連のコマンドとサブシステムで設定され、トリガモデルを設定します。これらのコマンドとサブシステムを、表5-11に要約します。

注記　*トリガリングとトリガモデルの詳細は、第11部の「トリガリング」を参照してください。*

Clear input trigger（入力トリガのクリアリング）

:CLEar

:TRIGger:CLEar 保留された入力トリガをクリアせよ。

説明　このアクションコマンドを送ると、保留された (ラッチされた) 入力トリガは直ちにクリアされます。ソース・メータを別の計測器がトリガしている間は、ソース・メータが入力トリガを誤って受信し、ラッチして、そのトリガが実行されなくなることがあります。このような保留中のトリガは、それ以降の動作に悪影響を及ぼすことがあります。

外部トリガを使用するときは、TRIGger:CLEar を、ABORT コマンドのあとと、プログラムの始めに送り、そのあと、イニシエートコマンドを送るよう、お奨めします。(:INITiate コマンド参照)

Initiate source/measure cycle（ソース - メジャーサイクルの開始）

:INITiate

:INITiate[:IMMediate]　ソース・メータをアイドル状態から外せ。

説明　このコマンドを使用し、ソース・メータをアイドル状態から外すことにより、ソース - メジャー動作を開始させます。:READ?コマンドと MEASure?コマンドは、イニシエーションも実行します。

オート出力オフを使用禁止にすると (SOURce1:CLEar:AUTO OFF)、ソース出力をオン状態にしてからでないとイニシエーションの実行はできないことに注意してください。:MEASure?コマンドが出力ソースをオン状態にしてから、イニシエーションが実行されます。

警告　*オート出力オフを使用禁止にしておくと、プログラムされたすべてのソース - メジャー動作が完了しても、ソース出力はオン状態を継続します。出力端子に現れる危険電圧 (>-30VDC、ピークピーク 42.4V) に注意してください。*

オート出力オフを使用可能にしておくと、イニシエーションによって、動作は直ちに始まります。ソース出力は、毎回の SDM (ソース - ディレイ - メジャー) サイクルの開始ごとに自動的にオン状態になり、毎回の測定の完了ごとにオフ状態になります。

Abort source/measure cycle（ソース - メジャーサイクルを中断せよ）

:ABORt　　動作を中断せよ。

説明　このアクションコマンドが送られると、2400型は動作を中断し、アイドル状態に戻ります。
アイドル状態にもっと速く戻す方法は、DCLまたはSDCコマンドを使用することです。

オート出力オフを使用可能にしておくと(:SOURce1:CLEar:AUTO ON)、出力が自動的にオフ状態に入る前に動作を終了しても、出力はオン状態を継続します。

Program trigger model（トリガモデルのプログラミング）

:COUNt <n>
:ARM[:SEQuence[1]][LAYer[1]]:COUNt <n>　アームカウントを設定せよ。
:TRIGger[:SEQuence[1]]:COUNt <n>　トリガカウントを設定せよ。

パラメータ　<n>=1から2500　カウントを指定せよ（注記参照）。
DEFault　カウントを1に設定します。
MINimum　カウントを1に設定します。
MAXimum　注記参照。
INFinite　(ARM:COUNtのみ)

注記　*アームカウントとトリガカウントの積は、2500を越えることはできません。*

照会　:COUNt?　プログラムされたカウントを照会します。
:COUNt? DEFault　*RSTデフォルトカウントを照会します。
:COUNt? MINimum　最低許容カウントを照会します。
:COUNt? MAXimum　最大許容カウントを照会します。

説明　このコマンドを使用して、トリガモデルの指定したレイヤーで1つの動作が行われる回数を指定します。

注記　*INFiniteと併用できるのは、ARM:COUNtだけで、FETCh?、READ?、MEAS?、CALC1:DATA?またはCALC2:DATA?は、無限アームカウントと併用できません。INITだけが測定を開始し、スイープを止めるには、インタロック、過電圧、SDC、DCL、またはABORtだけを使う必要があります。*

ARM:COUNt INFiniteは、反復ソース波形、または最後の読み取り値だけが重要な「長い試験に使うことができます。たとえば、ある条件が満足されれば、リミットを使ってインタロックをドライブし、試験を中断することができます。このような場合には、DATA?が試験に対する回答を示します。

:DELay <n>

:TRIGger[:SEQuence[1]]:DELay <n>　トリガレイヤーのディレイを設定せよ。

パラメータ　<n> =0 から 999.9999　ディレイを秒で設定せよ。
DEFault　0 秒ディレイ
MINimum　0 秒ディレイ
MAXimum　999.9999 秒ディレイ

照会
:DELay?　プログラムされたディレイを照会せよ。
:DELay? DEFault　*RST デフォルトディレイを照会せよ。
:DELay? MINimum　最低許容ディレイを照会せよ。
:DELay? MAXimum　最大許容ディレイを照会せよ。

説明　ディレイを使用して、トリガレイヤーでの動作をディレイさせます。プログラムしたトリガイベントが発生したあと、計測器はディレイ期間が経過するまで待機し、そのあと、デバイスアクションを実行します。

注記　*2430 型パルスモードの場合は、トリガディレイを使いません。パルスモードは、パルスタイミングとして、パルス幅とパルスディレイを使います。パルスモードの詳細は、第 5 部を参照してください。*

:SOURce <name>

:ARM[:SEQuence[1]][LAYer[1]]:COUNt <n>　アームイベント制御ソースを設定せよ。
:TRIGger[:SEQuence[1]]:SOURce <name>　トリガイベント制御ソースを設定せよ。

パラメータ　<name> =
IMMediate　直ちにパス動作を完了せよ。
TLINk　Trigger Link トリガをイベントとして選択せよ。
TIMer　タイマをイベントとして選択せよ。
MANual　マニュアルイベントを選択せよ。
BUS　バストリガをイベントとして選択せよ。
STESt　SOT パルスをイベントとして選択せよ。

注記　*トリガレイヤー制御ソースとして利用可能なのは、IMMediate と TLINK だけです。*

照会
:SOURce?　プログラムされた制御ソースを照会せよ。

説明　これらのコマンドを使用して、イベント制御ソースを選択します。IMMediate を選択した場合は、動作は直ちに続行します。
特定のイベントを使用して、動作を制御することができます。TLINK を選択した場合には、トリガリンクを経由してトリガパルスが受信されると、動作は続行します。

注記　*下記の制御ソースは、トリガレイヤーの場合には利用可能ではありません。*

TIMer を選択した場合は、イベントが発生するのは、タイマ間隔の開始点と、そのタイムアウト点です。

たとえば、タイマが 30 秒間隔でプログラムされている場合は、制御ソースを通る最初のパスは直ちに行われます。そうすると、それ以後のアームイベントは、30 秒ごとに発生します。タイマ間隔は:TIMer コマンドを使用して設定します。

MANualを選択した場合は、イベントが発生するのは、TRIGキーを押す時になります。

BUSを選択した場合は、イベントが発生するのは、GETまたは*TRGコマンドがバスを経由して送られる時です。

NSTEStを選択する場合は、イベントが発生するのは、SOT (試験開始) のlowパルスがコンポーネントハンドラからジタルI/Oポートを経由して受信される時です。これはリミット試験に使用されます。

PSTEStを選択する場合は、イベントが発生するのは、SOT (試験開始) のhighパルスがコンポーネントハンドラからジタルI/Oポートを経由して受信される時です。これはリミット試験に使用されます。

:TIMer <n>

:ARM[:SEquence[1]][:LAYer[1]]:RTIMer <n>　アームレイヤータイマの間隔を設定せよ。

パラメータ　<n> =0から99999.99　タイマ間隔を秒で指定せよ。
　　0から9999.999　タイマ間隔を秒で指定せよ。

照会　:TIMer?　プログラムされたタイマ間隔を照会せよ。

説明　これらのコマンドを使用して、タイマの間隔を設定します。タイマが有効なのはタイマが制御ソースとして選択されている場合に限ることに注意してください。

:DIRection <name>

:ARM[:SEquence[1]][:LAYer[1]][:TCONfigure]:DIRection <name>　アームバイパスを制御せよ。
:TRIGger[:SEquence[1]][:TCONfigure]:DIRection <name>　トリガバイパスを制御せよ。

照会　:DIRection?　バイパスの状態を照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、制御ソースバイパスを使用状態（SOURce）または解除状態（ACCeptor）にします。使用状態の場合は、動作は、レイヤーの中を最初にパスするときに制御ソースを中心にしてループを実行します。そのあと、レイヤーの中でのリピートパスは引き留められて、プログラムされた制御ソースイベントを待ちます。

INPut<event list>

:TRIGger[:SEQuence[1]][TCONfigure][:ASYNchronous]:INPut<event list>　イベントディテクタを使用可能にせよ。

パラメータ　<event list>= SOURce　ソースイベントディテクタを使用可能にせよ。
　　DELay　ディレイイベントディテクタを使用可能にせよ。
　　SENSe　メジャーイベントディテクタを使用可能にせよ。
　　NONE　トリガレイヤーのすべてのイベントディテクタを使用禁止にせよ。

注記　リストの中のそれぞれのイベントは、コンマで分離しなければなりません (たとえば trigger:input source, delay, sense)

照会　:INPut?　トリガレイヤーの使用可能なイベントディテクタを照会せよ。

説明　TLINK をトリガレイヤー制御ソースとして選択し、トリガレイヤーのイベントディテクタが使用可能状態にあるとき、入力トリガがトリガリンクを経由して受信されるまで、動作はそのディテクタでホールドアップされます。イベントディテクタが使用禁止の場合は、動作はホールドアップされません。動作は継続し、該当するアクションを実行します。

注記　*2430 型パルスモードの場合は、使用可能になるただ一つのディテクタは SOURce です。イベントリストに DELay と SENSe またはどちらかを含めると、これらのコマンドは無視されます。*

トリガレイヤーイベントディテクタは、INPut コマンドのイベントリストにパラメータ名を含めることにより、使用可能になります。たとえば、ソースイベントディテクタとメジャーイベントディテクタを使用可能にするには、次のコマンドを送ってください。

ディレイイベントディテクタは、DELay パラメータが上記のイベントリストに含まれてないので、使用禁止になります。

注記　*すべてのトリガレイヤーイベントディテクタを使用禁止にするには、NONE パラメータを単独で送出しなければなりません (すなわち trigger:input none)。このパラメータがほかのパラメータとともにリストされていれば、NONE が無視されます。*

:ILINe <NRf>

:ARM[:SEquence[1]][:LAYer[1]][:TCONfigure]:ILINe <NRf> 入力ラインを選択せよ；アームレイヤー

:TRIGger[:SEquence[1]][:TCONfigure]:ILINe <NRf> 入力ラインを選択せよ；トリガレイヤー

パラメータ	<NRf> =	1	ライン #1
		2	ライン #2
		3	ライン #3
		4	ライン #4

照会　:ILINe?　入力トリガラインを照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、トリガリンクの入力ラインを選択します。通常の動作の場合は、トリガリンクの入力と出力 (:OLINe 参照) は、同じラインを共用することはできません。

:OLINe <NRf>

:ARM[:SEquence[1]][:LAYer[1]][:TCONfigure]:OLINe <NRf> 出力ラインを選択せよ；アームレイヤー

:TRIGger[:SEquence[1]][:TCONfigure]:OLINe <NRf> 出力ラインを選択せよ；トリガレイヤー

パラメータ	<NRf> =	1	ライン #1
		2	ライン #2
		3	ライン #3
		4	ライン #4

照会　:OLINe?　出力トリガラインを照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、トリガリンクの出力ラインを選択します。通常の動作の場合は、トリガリンクの入力と出力 (:ILINe 参照) は、同じラインを共用することはできません。

:OUTPut <event list>

:ARM[:SEquence[1]][:LAYer[1]][:TCONfigure]:OUTPut <event list>アームレイヤーイベント
:TRIGger[:SEquence[1]][:TCONfigure]:OUTPUT <event list> トリガレイヤーイベント

パラメータ　アームレイヤートリガ

<event list>:	SWEep	スイープのあとトリガを出力せよ。
	NONE	アームレイヤートリガを解除状態にせよ。

トリガレイヤートリガ

<event list>:	SOURce	ソースレベル設定のあとトリガを出力せよ。
	DELay	ディレイ期間のあとトリガを出力せよ。
	SENSe	測定のあとトリガを出力せよ。
	NONE	トリガレイヤートリガを解除状態にせよ。

注記　リストの中のそれぞれのイベントは、コンマで分離しなければなりません（すなわち:arm:output source, delay, sense）OUTPut<event list>

照会　:OUTPut?　出力トリガイベントを照会せよ。

説明　このコマンドを使用して、トリガリンクの指定出力トリガライン上でトリガパルスが発生する時期を指定します（:OLINe)。
アームレイヤートリガー SWEep を選択した場合には、出力トリガが発生するのはスイープの終わりです。NONE を選択した場合には、アームレイヤートリガは解除状態になります。
トリガレイヤートリガー 1 つのイベントから 3 つのイベントすべてを指定することができます。リストの中のそれぞれのイベントは、コンマ（,）で分離しなければなりません。

SOURce、DELay、MEASure の各イベントは、ソース-ディレイ-メジャー（SDM）サイクルに「関連するものです。これは、トリガモデルのデバイスアクションです（図 4-10 と 4-11 参照)。SOURce を指定した場合は、出力トリガが発生するのは、ソースが設定されたあとです。DELay を指定した場合は、出力トリガが発生するのは、ディレイ期間のあとです。MEASure を指定した場合は、出力トリガが発生するのは、測定のあとです。

注記　トリガを解除状態にする場合は、NONE パラメータを単独で送らなければなりません（すなわち trig:outp none)。このパラメータメータがほかのイベントパラメータのどれかとともにリストに入っていれば、NONE は無視されます。

A
仕様

2400 仕様

ソース仕様[1]

電圧プログラミング確度（ローカルセンスまたはリモートセンス）

レンジ	プログラミング分解能	確度（1年）23℃±5℃ 読取り値の±%＋ボルト	雑音（ピークピーク）0.1Hz-10Hz
200.000 mV	5 μV	0.02% + 600 μV	5 μV
2.00000 V	50 μV	0.02% + 600 μV	50 μV
20.0000 V	500 μV	0.02% + 2.4 mV	500 μV
200.000 V	5 mV	0.02% + 24 mV	5mV

温度係数（0°-18℃と28°-50℃）:+（0.15×確度仕様）/℃
最大出力電力:22W（4象限ソースまたはシンク動作）
ソース/シンクリミット:±21V@±1.05A, ±210V@±105mA
電圧変動率:ライン側:レンジの0.01%　負荷側:レンジの0.1%+100μV
雑音　10Hz-1MHz（p-p）:10mV
過電圧保護:ユーザの選択による値、許容範囲5%、工場出荷時デフォルト値＝40V ロ
電流リミット:単一値で設定した両極電流リミット（コンプライアンス）。最小はレンジの0.1%
オーバシュート:<0.1%（フルスケールステップ、抵抗性負荷、10mA レンジ）

電流プログラミング確度（ローカルセンスまたはリモートセンス）

レンジ	プログラミング分解能	確度（1年）23℃±5℃ 読取り値の±%＋ボルト	雑音（ピークピーク）0.1Hz-10Hz
1.00000 μA	50 pA	0.035% + 600pA	5 pA
10.0000 μA	500 pA	0.033% + 2nA	50 pA
100.000 μA	5 nA	0.031% + 20nA	500 pA
1.00000 mA	50 nA	0.034% + 200nA	5 nA
10.0000 mA	500 nA	0.045% + 2μA	
100.000 mA	5 μA	0.066% + 20μA	
1.00000 A[2]	50 μA	0.27 % + 900μA	

温度係数（0°-18℃と28°-50℃）:+（0.15×確度仕様）/℃
最大出力電力:22W（4象限ソースまたはシンク動作）
ソース/シンクリミット:±105mA@210V, ±1.05A@21V
電流変動率:ライン側:レンジの0.01%
負荷側:レンジの0.1%+100pA
電圧リミット:単一値で設定した両極電圧リミット（コンプライアンス）。最小はレンジの0.1%
オーバシュート:通常は<0.1%（1mA ステップ、RL＝10k Ω、20V レンジ）

1　仕様は105mA以下の連続出力電流に対して有効。>1分の期間にわたって105mAを越える連続動作については、105mAを超過する電流について10%/35mAで確度を下げてください。
2　30℃までは負荷にかかわらず全出力動作（1A）。周囲温度30℃以上の場合は、35mA/℃の割合で軽減し、35mA/Ω負荷の割合で比例配分してください。
　電流シンクとして使用する場合は、23℃で10W（外部電力）まで。23℃以上は、1W/℃の割合で軽減してください。
3　シンクモードの場合は、1μAから100mAまでのレンジについては、確度は（±0.1%+オフセット）。1Aレンジの場合は、確度は±（1%＋オフセット）です。

ソース追加仕様

過渡応答時間:負荷の階段状変動のあと、出力が仕様値に回復するまで最小30μs
コマンド処理時間::SOURce:VOLTage!CURRent<nrf>コマンドの受信のあと、出力が変化を開始するまでに必要な最大時間
　オートレンジ　ON:10ms　オートレンジ　OFF:7ms
出力安定時間:コマンドを処理したあと、最終値の0.1%に達するのに必要な最大安定時間:最小30μs
出力スルーレート:0.5V/μs、200Vレンジ、100mAコンプライアンス。0.08V/μs、0.2V、2V、20Vレンジ、100mAコンプライアンス。
DC浮動電圧:出力は、シャーシ接地から±250Vの範囲で浮動させることができます。
リモートセンス:負荷リード線当たり1Vの降下まで。
コンプライアンス確度:基礎仕様にレンジの0.1%を加えてください。
過大温度保護:内部センス方式温度過負荷保護装置が、ユニットを待機モードに入れます。
レンジ変更オーバシュート:完全抵抗100kΩ負荷へのオーバシュート、帯域幅10Hzから1MHz、隣接レンジ、スムースモード:(100mV)が通常、20V/200Vレンジ境界
最小コンプライアンス値:レンジの0.1%

メジャー仕様

電圧測定確度（ローカルセンスまたはリモートセンス）

レンジ	最大分解能	入力抵抗	確度（23℃±5℃） 1年±(読取り値の%+ボルト)
200.000 mV	1 μV	>10GΩ	0.012% + 300 μV
2.00000 V	10 μV	>10GΩ	0.012% + 300 μV
20.0000 V	100 μV	>10GΩ	0.015% + 1 mV
200.000 V	1 mV	>10GΩ	0.015% + 10 mV

温度係数（0゜-18℃および28℃-50℃):±（0.15×確度仕様）/℃

電流測定確度（ローカルセンスまたはリモートセンス）

レンジ	最大分解能	電圧負担	確度（23℃±5℃） 1年±(読取り値の%+アンペア)
1.00000 μA	10 pA	< 1mV	0.029% + 300 pA
10.0000 μA	100 pA	< 1mV	0.027% + 700 pA
100.000 μA	1 nA	< 1mV	0.025% + 6 nA
1.00000 mA	10 nA	< 1mV	0.027% + 60 nA
10.0000 mA	100 nA	< 1mV	0.035% + 600 nA
100.000 mA	1 μA	< 1mV	0.055% + 6 μA
1.00000 A	10 μA	< 1mV	0.22 % + 570 μA

温度係数（0゜-18℃および28℃-50℃):±（0.15×確度仕様）/℃

抵抗測定確度（4線リモートセンス）

ソースIモード、自動抵抗測定

レンジ	最大分解能	デフォルト 試験電流	通常確度（23℃±5℃） 1年±(読取り値の%+オーム)	改良確度（23℃±5℃） 1年±(読取り値の%+オーム)
<2.00000 Ω	1 μΩ	—	ソースI確度 + メジャーV確度	メジャーI確度 + メジャーV確度
20.0000 Ω	100 μΩ	100 mA	0.098% + 0.003 Ω	0.073% + 0.003 Ω
200.000 Ω	1 mΩ	10 mA	0.077% + 0.03 Ω	0.053% + 0.03 Ω
2.00000 kΩ	10 mΩ	1 mA	0.066% + 0.3 Ω	0.045% + 0.3 Ω
20.0000 kΩ	100 mΩ	100 μA	0.063% + 3 Ω	0.043% + 3 Ω
200.000 kΩ	1 Ω	10 μA	0.065% + 30 Ω	0.046% + 30 Ω
2.00000 MΩ	10 Ω	1 μA	0.11% + 300 Ω	0.049% + 300 Ω
20.0000 MΩ	100 Ω	1 μA	0.11% + 1 kΩ	0.052% + 1 kΩ
200.000 MΩ	1 kΩ	100 nA	0.97% + 10 kΩ	0.3 % + 10 kΩ
>200.000 MΩ	1 MΩ	—	ソースI確度 + メジャーV確度	メジャーI確度 + メジャーV確度

温度係数（0゜-18℃および28℃-50℃):
±（0.15×確度仕様）/℃
ソースIモード、手動抵抗測定:全不確実性＝Iソース確度+Vメジャー確度（4線リモートセンス)。
ソースVモード:全不確実性＝Vソース確度+Iメジャー確度（4線リモートセンス）
6線抵抗測定モード:能動オームガードとガードセンスを使用すれば可能。最大ガード出力電流:50mA（1Aレンジを除く)。
確度は負荷依存性です。計算公式については、取扱説明書を参照してください。
ガード出力インピーダンス:抵抗測定モードで0.1 Ω

1　速度＝通常（1PLC)
2　ゼロ設定が適切であれば、確度は2線または4線モードにも適用されます。
3　4線モード
4　手動抵抗測定モードに限られます。
5　ソースリードバックは使用可能

システム速度

測定[1]

最大レンジ変更速度:75/秒
最大メジャーオートレンジ時間:40ms（固定ソース）[2]
スイープ動作読取り速度（読取り数/秒）、60Hz の場合（50Hz）

速度	NPLC/トリガ起点	メジャー メモリへ	メジャー GPIB へ	ソース-メジャー メモリへ	ソース-メジャー GPIB へ
ファースト	0.01 / 内部	2125 (2010)	1000 (1000)	1825 (1735)	900 (900)
	0.01 / 外部	1275 (1225)	910 (920)	1150 (1115)	830 (835)
ミディアム	0.10 / 内部	510 (435)	510 (435)	480 (420)	480 (420)
	0.10 / 外部	440 (385)	440 (385)	425 (370)	425 (370)
ノーマル	1.00 / 内部	59 (49)	59 (49)	58 (48)	58 (48)
	1.00 / 外部	57 (48)	57 (48)	57 (47)	57 (47)

速度	NPLC/トリガ起点	ソース-メジャー[4] 合格/不合格試験 メモリへ	ソース-メジャー[4] 合格/不合格試験 GPIB へ	ソース-メモリ[4] メモリへ	ソース-メモリ[4] GPIB へ
ファースト	0.01 / 内部	1000 (990)	760 (760)	260 (260)	260 (260)
	0.01 / 外部	940 (910)	710 (710)	255 (250)	255 (250)
ミディアム	0.10 / 内部	400 (355)	400 (355)	200 (200)	200 (200)
	0.10 / 外部	390 (345)	390 (345)	200 (185)	200 (185)
ノーマル	1.00 / 内部	57 (48)	57 (48)	50 (50)	50 (50)
	1.00 / 外部	56 (47)	56 (47)	50 (40)	50 (40)

単一読取り動作読取り速度（読取り数/秒）、60Hz の場合（50Hz）[5]

速度	NPLC/トリガ起点	メジャー GPIB へ	ソース-メジャー[6] GPIB へ	ソース-メジャー 合格/不合格試験[4,6] GPIB へ
ファースト	0.01 / 内部	200 (200)	72 (70)	70 (70)
ミディアム	0.10 / 内部	160 (150)	65 (60)	60 (59)
ノーマル	1.00 / 内部	46 (40)	32 (30)	30 (29)

コンポーネントハンドラインタフェース時間[4,7]

速度	NPLC/トリガ起点	メジャー合格/不合格試験	ソース合格/不合格試験	ソース-メジャー 合格/不合格試験 8
ファースト	0.01 / 外部	0.9 ms (0.95 ms)	0.5 ms (0.5 ms)	3.9 ms (4.0 ms)
ミディアム	0.10 / 外部	2.5 ms (2.75 ms)	0.5 ms (0.5 ms)	5.3 ms (5.75 ms)
ノーマル	1.00 / 外部	17.5 ms (20.75 ms)	0.5 ms (0.5 ms)	20.5 ms (24 ms)

1　電圧または電流測定に適用する読取り速度。オートゼロオフ、オートレンジオフ、フィルタオフ、ディスプレイオフ、トリガディレイ＝0、2 進読取り値フォーマット。
2　純抵抗負荷。1μA と 10μA<65ms
3　1000 点スイープの特性は、ソースを固定レンジに置いた場合のものです。
4　合格/不合格試験は、1 つの上部リミットと 1 つの下部数式リミットを使用して実行。
5　トリガモードはアイドル状態、ディスプレイはオフ。
6　測定を行う前にソースを新しいレベルで再プログラムする時間を含む。
7　START OF TEST 信号の下降エッジから END OF TEST 信号の下降エッジまでの時間
8　:SOURce:VOLTage!CURRent:TRIGgered<nrf> コマンドのコマンド処理時間を含まない。

一般事項

雑音除去

	NPLC	NMRR	CMRR
ファースト	0.01	—	80 dB
ミディアム	0.1	—	80 dB
ノーマル	1	60 dB	120 dB [1]

負荷インピーダンス:通常 20,000pF 台まで安定
コモンモード電圧:250VDC
コモンモード隔離:>10^9 Ω、<1000pF
オーバレンジ:ソース＋メジャーレンジの 105%
入/出力端子とセンス端子との間の最大電圧降下:5 ボルト
最大センスリード線抵抗:定格確度で 1k Ω
センス入力インピーダンス:>10^{10} Ω
ソース出力モード:
　固定 DC レベル
　メモリリスト（混合機能）
　ステア（線形および対数）
ソースメモリリスト:最大 100 点
メモリバッファ:読取り値 5,000 個@5 1/2 桁（2,500 点バッファ 2 個）。選択した測定値とタイムスタンプを含む。リチウム電池によるバッ
　クアップ。
プログラム性:IEEE-488（SCPI-1995.0）、RS-232、工場出荷時デフォルトに加えてユーザ定義による 5 種類の電源投入状態、および *RST
デジタルインタフェース:
　安全インターロック:アクティブロー入力
　ハンドラインタフェース:試験開始、試験終了、カテゴリビット 3 個、+5V@300mA 電源
　デジタル I/O:トリガ入力 1 個、TTL/リレードライブ出力 4 個（33V@500mA シンク、ダイオードはクランプ状態）。
電源:88V から 264Vrms、50-60Hz（電源投入時に自動的に検出）
保証:1 年
EMC:欧州連合指令 89/336/EEC（CE 表示要求事項）、FCC 第 15 部 B 分類、CTSPR11、IEC801-2、IEC801-3、IEC801-4 に適合
　振動:MIL-T-28800E 形式 III 分類 5
ウォームアップ:定格確度まで 1 時間
寸法:高さ 98mm ×幅 213mm ×奥行き 370mm（3 1/2 インチ× 8 3/8 インチ× 14 9/16 インチ）。ベンチ設定の場合:高さ 104mm ×幅 238mm ×奥行き 370mm（4 1/8 インチ× 9 3/8 インチ× 14 9/16 インチ）
重量:3.21kg（7.08 ポンド）
環境:
動作:0゜ -50℃、相対湿度（R.H.）70%、35℃まで。35゜ -50℃の場合は 3%R.H./℃の割合で湿度を軽減してください。
保管:-25℃から 65℃

1　電流レンジのうち最低の 2 レンジを除く。これらのレンジに対しては 90dB

仕様書は予告なく変更することがあります。

2410 仕様

ソース仕様[1]

電圧プログラミング確度 (リモートセンス)

レンジ	プログラミング分解能	確度（1年）23℃±5℃ 読取り値の±%＋ボルト	雑音（ピークピーク）0.1Hz-10Hz
200.000 mV	5 μV	0.02% + 600 μV	10 μV
2.00000 V	50 μV	0.02% + 600 μV	50 μV
20.0000 V	500 μV	0.02% + 2.4 mV	5mV
1000.00 V	50 mV	0.02% + 100 mV	20mV

温度係数 (0℃- 18℃と 28℃ -50 ℃): +-(0.15 x 確度仕様)/℃
最大出力電力:22W (4 象限ソースまたはシンク動作)
ソース / シンクリミット
電圧変動率:ライン側:レンジの 0.01%、負荷側:レンジの 0.01%+1mV
雑音 10Hz - 1MHz (p-p): 代表的な値 20mV　抵抗性負荷
過電圧保護:ユーザの選択による値、許容範囲　5%、工場出荷時デフォルト値 =40V
電流リミット:単一値で設定した両極電流リミット (コンプライアンス)。最小はレンジの 0.1%
オーバシュート:代表的な値 <0.1% (フルスケールステップ、抵抗性負荷、2mA レンジ)

電流プログラミング確度 (ローカルセンスまたはリモートセンス)

レンジ	プログラミング分解能	確度（1年）23℃±5℃ 読取り値の±%＋ボルト	雑音（ピークピーク）0.1Hz-10Hz
1.00000 μA	50 pA	0.035% + 600pA	5 pA
10.0000 μA	500 pA	0.033% + 2nA	50 pA
100.000 μA	5 nA	0.031% + 20nA	500 pA
1.00000 mA	50 nA	0.034% + 200nA	5 nA
20.0000 mA	500 nA	0.045% + 4μA	200 nA
100.000 mA	5 μA	0.066% + 20μA	1 μA
1.00000 A [2]	50 μA	0.27 % + 900μA	100 μA

温度係数 (0℃- 18℃と 28℃ -50℃): +-(0.15 x 確度仕様)/℃
最大出力電力:22W (4 象限ソースまたはシンク動作)
ソース / シンクリミット
電流変動率:ライン側:レンジの 0.01%、負荷側:レンジの 0.01%+1nA
電圧リミット:単一値で設定した両極電圧リミット (コンプライアンス)。最小はレンジの 0.1%
オーバシュート:代表的な値 <0.1% (1mA ステップ、RL=10k Ω、20V レンジ)

1　仕様は 20V で 105mA 以下、1000V で 2mA 以下の連続出力電流に対して有効。>1 分の期間にわたって 105mA を越える連続動作の場合は、105mA 以上については 10%/35mA、1000V では 2mA 以上について 10%/600 μ A の割合で確度を下げてください。
2　30degree C までは負荷にかかわらず全出力動作 (1A)。周囲温度 30degree C 以上の場合は、35mA/degree C の割合で軽減し、35mA/ Ω 負荷の割合で比例配分してください。4 線モード。
電流シンクとして使用する場合は、23degree C で 10W (外部電力) まで。23degree C 以上は、1W/degree C の割合で軽減してください。
3　シンクモードの場合は、1micoroA から 100mA までのレンジについては、確度は (+-0.5%+ オフセット)。1A レンジの場合は、確度は +- (1.5% + オフセット *3)です。

ソース追加仕様

過渡応答時間:負荷の階段状変動のあと、出力が仕様値に回復するまで、代表的な値で 30 μ
コマンド処理時間: :SOURce:VOLTage!CURRent<nrf> コマンド受信のあと、出力が変化を開始するまでに必要な最大時間
オートレンジ ON: 10ms　　オートレンジ OFF:
出力安定時間: コマンドを処理したあと、最終値の 0.1% に達するのに必要な最大安定時間: 代表的な値として 100 μ
出力スルーレート: 500mV/ μ、1000V レンジ、コンプライアンス 20mA。150mV/ μ、20V レンジ、コンプライアンス 100mA。55mV/ μ、2V レンジ、コンプライアンス 100mA。
DC 浮動電圧: 出力はシャーシ接地から +-250V の範囲で浮動させることができます。

リモートセンス: 両方のリードを合わせて 1V の降下まで。
コンプライアンス確度: 基礎仕様にレンジの 0.1% を加えてください。
過大温度保護: 内部センス方式温度過負荷保護装置が、ユニットを待機モードに入れます。
レンジ変更オーバシュート: 純抵抗性 100k Ω負荷へのオーバシュート、帯域幅 10Hz から 1MHz、隣接レンジ、100mV が通常、20V/1000V レンジの境界を除く。
最小コンプライアンス値: レンジの 0.1%

メジャー仕様[1,2]

電圧測定確度 (リモートセンス)

レンジ	最大分解能	入力抵抗	確度 (23℃±5℃) 1年±(読取り値の%+ボルト)
200.000 mV	1 μV	>10GΩ	0.012% + 300 μV
2.00000 V	10 μV	>10GΩ	0.012% + 300 μV
20.0000 V	100 μV	>10GΩ	0.015% + 1 mV
1000.00 V	10 mV	>10GΩ	0.015% + 50 mV

温度係数 (0℃ - 18℃と 28 ℃-50℃): +-0.1x 確度仕様 /℃

電流測定確度 (ローカルセンスまたはリモートセンス)

レンジ	最大分解能	電圧負担	確度 (23℃±5℃) 1年±(読取り値の%+アンペア)
1.00000 μA	10 pA	< 1mV	0.029% + 300 pA
10.0000 μA	100 pA	< 1mV	0.027% + 700 pA
100.000 μA	1 nA	< 1mV	0.025% + 6 nA
1.00000 mA	10 nA	< 1mV	0.027% + 60 nA
20.0000 mA	100 nA	< 1mV	0.035% + 1.2 μA
100.000 mA	1 μA	< 1mV	0.055% + 6 μA
1.00000 A	10 μA	< 1mV	0.22 % + 570 μA

温度係数 (0℃ - 18℃C と 28℃ -50℃): +-0.1x 確度仕様 /℃

抵抗測定確度 (4 線リモートセンス)

ソース I モード、自動抵抗測定

レンジ	最大分解能	デフォルト試験電流	通常確度 (23℃±5℃) 1年±(読取り値の%+オーム) メジャー V 確度	改良確度 (23℃±5℃) 1年±(読取り値の%+オーム) メジャー I 確度
<2.00000 Ω[4]	1 μΩ	—	Source I_{ACC} + Measure V_{ACC}	Measure I_{ACC} + Measure V_{ACC}
20.0000 Ω	100 μΩ	100 mA	0.098% + 0.003 Ω	0.073% + 0.001 Ω
20.0000 Ω	100 μΩ	100 mA	0.11% + 0.006 Ω	0.08% + 0.006 Ω
200.000 Ω	1 mΩ	10 mA	0.09% + 0.12 Ω	0.06% + 0.06 Ω
2.00000 kΩ	10 mΩ	1 mA	0.08% + 0.6 Ω	0.05% + 0.6 Ω
20.0000 kΩ	100 mΩ	100 μA	0.07% + 6 Ω	0.05% + 6 Ω
200.000 kΩ	1 Ω	10 μA	0.07% + 60 Ω	0.05% + 60 Ω
2.00000 MΩ	10 Ω	1 μA	0.12% + 600 Ω	0.08% + 600 Ω
20.0000 MΩ	100 Ω	1 μA	0.12% + 2400 Ω	0.08% + 2400 Ω
200.000 MΩ	1 kΩ	100 nA	0.66% + 24 kΩ	0.4 % + 24 kΩ
>200.000 MΩ[4]	1 MΩ	—	Source I_{ACC} + Measure V_{ACC}	Measure I_{ACC} + Measure V_{ACC}

温度係数 (0℃ - 18℃C と 28℃ -50℃): +-0.1x 確度仕様 /℃
ソース I モード、手動抵抗測定: 全不確実性 =I ソース確度 +V メジャー確度 (4 線リモートセンス)。
6 線抵抗測定モード: 能動オームガードとガードセンスを使用すれば可能。代表的なガード出力電流: 40mA (1A と 1000V レンジを除く)。確度は負荷依存性です。計算公式については、マニュアルを参照してください。
ガード出力インピーダンス: 抵抗測定モードで 0.1 Ω

1 速度 = 通常 (1 PLC)
2 ZERO 設定が適切であれば、確度は 2 線または 4 線モードにも適用されます。
3 4 線モード
4 手動抵抗測定モードに限られます。
5 ソースリードバックは使用可能。

システム速度

測定

最大レンジ変更速度: 70/秒
最大メジャーオートレンジ時間: (固定ソース)
スイープ動作読み取り速度 (読み取り数/秒)、60Hz の場合 (50Hz)。

速度	NPLC/トリガ起点	メジャー メモリへ	メジャー GPIB へ	ソース-メジャー メモリへ	ソース-メジャー GPIB へ	ソース-メジャー 合格/不合格試験[4] メモリへ	ソース-メジャー 合格/不合格試験[4] GPIB へ	ソース-メモリ[4] メモリへ	ソース-メモリ[4] GPIB へ
ファースト	0.01 / 内部	2125(2010)	1000(1000)	1675(1590)	900(900)	1000(990)	760(760)	200 (185)	200(185)
	0.01 / 外部	1250(1210)	910 (920)	1080(1035)	830(835)	940(910)	710(710)	195 (180)	195(180)
ミディアム	0.10 / 内部	510 (435)	510 (435)	475 (410)	475(410)	400(355)	400(355)	155 (140)	155(140)
	0.10 / 外部	440 (380)	440 (380)	415 (365)	415(365)	390(345)	390(345)	150 (135)	150(135)
ノーマル	1.00 / 内部	59 (49)	59 (49)	58 (48)	58 (48)	57 (48)	57 (48)	46 (39)	46 (39)
	1.00 / 外部	57 (48)	57 (48)	57 (47)	57 (47)	56 (47)	56 (47)	46 (39)	46 (39)

単一読み取り動作読み取り速度 (読み取り数/秒)、60Hz の場合 (50Hz)。

速度	NPLC/トリガ起点	メジャー GPIB へ	ソース-メジャー[5] GPIB へ	ソース-メジャー 合格/不合格試験[4,5] GPIB へ
ファースト	0.01 / 内部	200(200)	65 (65)	65 (65)
ミディアム	0.10 / 内部	160(150)	60 (60)	60 (58)
ノーマル	1.00 / 内部	46 (40)	31 (28)	30 (28)

コンポーネントハンドラインタフェース時間[4,6]

速度	NPLC/トリガ起点	メジャー合格/不合格試験	ソース合格/不合格試験	ソース-メジャー 合格/不合格試験[7]
ファースト	0.01 / 外部	0.96 ms (1.07 ms)	0.5 ms (0.5 ms)	4.0 ms (4.0 ms)
ミディアム	0.10 / 外部	2.5 ms (2.8 ms)	0.5 ms (0.5 ms)	5.5 ms (5.75 ms)
ノーマル	1.00 / 外部	17.5 ms (20.85 ms)	0.5 ms (0.5 ms)	20.5 ms (24 ms)

1 電圧または電流測定に適用する読取り速度。オートゼロオフ、オートレンジオフ、フィルタオフ、ディスプレイオフ、トリガディレイ=0、ソースオートクリアオフ、2進読取り値フォーマット。
2 純抵抗負荷。1μA と 10μA レンジ <65ms
3 1000点スイープの特性は、ソースを固定レンジに置いた場合のものです。
4 合格/不合格試験は、1つの上部リミットと1つの下部数式リミットを使用して実行。
5 トリガモードはアイドル状態、ディスプレイはオフ。
6 測定を行う前にソースを新しいレベルで再プログラムする時間を含む。
7 START OF TEST 信号の下降エッジから END OF TEST 信号の下降エッジまでの時間
8 :SOURce:VOLTage!CURRent:TRIGgered<nrf>コマンドのコマンド処理時間を含まない。(訳注　A-5 参照)

一般事項

雑音除去

	NPLC	NMRR	CMRR[1]
ファースト	0.01	—	80 dB
ミディアム	0.1	—	80 dB
ノーマル	1	60 dB	120 dB[2]

負荷インピーダンス:通常 20,000pF 台まで安定
コモンモード電圧:250VDC
コモンモード隔離:>10^9 Ω、<1000pF
オーバレンジ:ソース＋メジャーレンジの 105%
入/出力端子とセンス端子との間の最大電圧降下:5 ボルト
最大センスリード線抵抗:定格確度で 50k Ω
センス入力インピーダンス:>10^{10} Ω
ガードオフセット電圧: 代表的な値として 300μV
ソース出力モード:
　固定 DC レベル
　メモリリスト（混合機能）
　ステア（線形および対数）
ソースメモリリスト:最大 100 点
メモリバッファ:読取り値 5,000 個@5 1/2 桁（2,500 点バッファ 2 個）。選択した測定値とタイムスタンプを含む。リチウム電池によるバックアップ。（バッテリ寿命は 3 年以上）
プログラム性:IEEE-488（SCPI-1995.0）、RS-232、工場出荷時デフォルトに加えてユーザ定義による 5 種類の電源投入状態、および *RST
デジタルインタフェース:
　安全インターロック:アクティブロー入力
　ハンドラインタフェース:試験開始、試験終了、カテゴリビット 3 個、+5V@300mA 電源
　デジタル I/O:トリガ入力 1 個、TTL/リレードライブ出力 4 個（33V@500mA シンク、ダイオードはクランプ状態）。
電源:85 から 250VAC、50-60Hz（電源投入時に自動的に検出）
保証:1 年
EMC:欧州連合指令 89/33/EEC EN 55011、EN 50082-1、EN 61000-3-2、および EN 61000 に適合。FCC 第 15 部 B 分類に適合。
安全性: 欧州連合指令 73/23/EEC EN 61010、UL3111-1 に適合。
振動:MIL-T-28800E 形式 III 分類 5
ウオームアップ:定格確度まで 1 時間
寸法:高さ x 幅 x 奥行き (インチ x インチ x インチ)。ベンチ設定の場合 (ハンドルおよび脚付き): 高さ 104mm ×幅 238mm ×奥行き 370mm（4 1/8 インチ× 9 3/8 インチ× 14 9/16 インチ）
重量:3.21kg（7.08 ポンド）
環境:0 - -50℃、35℃まで相対湿度 (R.H.) 70% (結露しないこと)。35 - 50 ℃の場合は 3%R.H./℃の割合で軽減してください。
動作:0゜-50℃、相対湿度（R.H.）70%、35℃まで。35゜-50℃の場合は 3%R.H./℃の割合で湿度を軽減してください。
保管:-25℃から 65℃

1　)200mV から 20V のレンジ、すべての電流レンジ
2　電流レンジのうち最低の 2 レンジを除く。これらのレンジに対しては 90dB、1kV レンジに対しては 90dB@ 1PLC

仕様書は予告なく変更することがあります。

2420 仕様

ソース仕様

電圧プログラミング確度 (リモートセンス)

レンジ	プログラミング分解能	確度（1年）23℃±5℃ 読取り値の±%＋ボルト	雑音（ピークピーク）0.1Hz-10Hz
200.000 mV	5 μV	0.02% + 600 μV	10 μV
2.00000 V	50 μV	0.02% + 600 μV	50 μV
20.0000 V	500 μV	0.02% + 2.4 mV	500 μV
60.0000 V	1.5mV	0.02% + 7.2 mV	1500 μV

温度係数 (0℃ - 18℃と 28 ℃ -50 ℃): +-(0.15 x 確度仕様)/℃
最大出力電力:66W (4 象限ソースまたはシンク動作)
ソース / シンクリミット: 電流と電圧について公称値の 5% 増し
電圧変動率:ライン側:レンジの 0.01%、負荷側:レンジの 0.01%+100 μ V
雑音 10Hz - 1MHz (p-p): 最大 15mV　抵抗性負荷
過電圧保護:ユーザの選択による値、許容範囲　5%、工場出荷時デフォルト値 =36V
電流リミット:単一値で設定した両極電流リミット (コンプライアンス)。最小はレンジの 0.1%
オーバシュート:代表的な値 <0.1% (フルスケールステップ、抵抗性負荷、10mA レンジ)

電流プログラミング確度 (ローカルセンスまたはリモートセンス)

レンジ	プログラミング分解能	確度（1年）23℃±5℃ 読取り値の±%＋ボルト	雑音（ピークピーク）0.1Hz-10Hz
10.0000 μA	500 pA	0.033% + 2 nA	50 pA
100.000 μA	5 nA	0.031% + 20 nA	500 pA
1.00000 mA	50 nA	0.034% + 200 nA	5 nA
10.0000 mA	500 nA	0.045% + 2 μA	50 nA
100.000 mA	5 μA	0.066% + 20 μA	500 nA
1.00000 A[2]	50 μA	0.067% + 900 μA	50 μA
3.00000 A[2]	150 μA	0.059% + 2.7mA	150 μA

温度係数 (0℃ - 18℃と 28 ℃ -50℃): +-(0.15 x 確度仕様)/℃
最大出力電力:22W (4 象限ソースまたはシンク動作)
ソース / シンクリミット
電流変動率:ライン側:レンジの 0.01%、負荷側:レンジの 0.01%+100pA
電圧リミット:単一値で設定した両極電圧リミット (コンプライアンス)。最小はレンジの 0.1%
オーバシュート:代表的な値 <0.1% (1mA ステップ、RL=10k Ω、20V レンジ)

1　仕様は 105mA 以下以下の連続出力電流に対して有効。1A レンジで >1 分の期間にわたって 105mA を越える動作の場合は、105mA 以上　については10%/100mAの割合で確度を下げてください。3Aレンジで>1分の期間にわたって105mAを越える動作の場合は、105mA 以上については 10%/300mA の割合で確度を下げてください。
2　30℃までは負荷にかかわらず全出力動作。30℃以上の場合と電力シンク動作の場合、またはどちらかの場合は、ユーザマニュアルの電力方程式の項を参照してください。

ソース追加仕様

過渡応答時間:負荷の階段状変動のあと、出力が仕様値に回復するまで、代表的な値で 30 μ。抵抗性負荷
コマンド処理時間: :SOURce:VOLTage!CURRent<nrf> コマンド受信のあと、出力が変化を開始するまでに必要な最大時間
オートレンジ ON: 10ms　　オートレンジ OFF:
出力安定時間: コマンドを処理したあと、最終値の 0.1% に達するのに必要な最大安定時間: 代表的な値として 100 μ　抵抗性負荷。10 μ A から 100mA レンジ
出力スルーレート: 0.14V/ μ、60V レンジ、コンプライアンス 100mA。0.08V/ μ、2V および 20V レンジ、コンプライアンス 100mA。

コモンモード電圧:
リモートセンス: 両方のリードを合わせて 1V の降下まで。
コンプライアンス確度: ソースモードの場合、基礎仕様にレンジの 0.1% を加えてください。シンクモードで 10 μ A から 100mA レンジまでの場合、確度は +-(0.5%+ オフセット *3)です。シンクモードで 1A と 3A レンジの場合、確度は +-(1.5%+ オフセット *3)です。
過大温度保護: 内部センス方式温度過負荷保護装置が、ユニットを待機モードに入れます。
レンジ変更オーバシュート: 純抵抗性 100k Ω負荷へのオーバシュート、帯域幅 10Hz から 1MHz、隣接レンジ、100mV が通常、20V/60V レンジの境界を除く。
最小コンプライアンス値: レンジの 0.1%

メジャー仕様

電圧測定確度 (リモートセンス)

レンジ	最大分解能	入力抵抗	確度（23℃±5℃）1年±(読取り値の%+ボルト)
200.000 mV	1 μV	>10GΩ	0.012% + 300 μV
2.00000 V	10 μV	>10GΩ	0.012% + 300 μV
20.0000 V	100 μV	>10GΩ	0.015% + 1 mV
60.0000 V	300 μV	>10GΩ	0.015% + 3 mV

電流測定確度 (ローカルセンスまたはリモートセンス)

レンジ	最大分解能	電圧負担	確度（23℃±5℃）1年±(読取り値の%+アンペア)
10.0000 μA	100 pA	< 1mV	0.027% + 700 pA
100.000 μA	1 nA	< 1mV	0.025% + 6 nA
1.00000 mA	10 nA	< 1mV	0.027% + 60 nA
10.0000 mA	100 nA	< 1mV	0.035% + 600 nA
100.000 mA	1 μA	< 1mV	0.055% + 6 μA
1.00000 A	10 μA	< 1mV	0.060% + 570 μA
3.00000 A	30 μA	< 1mV	0.052% + 1.71mA

抵抗測定確度 (4 線リモートセンス)

ソース I モード、自動抵抗測定

レンジ	最大分解能	デフォルト試験電流	通常確度（23℃±5℃）1年±(読取り値の%+オーム)	改良確度（23℃±5℃）1年±(読取り値の%+オーム)
<0.20000 Ω	1 μΩ	—	Source I_{acc} + Measure V_{acc}	Measure I_{acc} + Measure V_{acc}
2.00000 Ω	10 μΩ	1 A	0.169% +0.0003 Ω	0.129% +0.0001 Ω
20.0000 Ω	100 μΩ	100 mA	0.098% + 0.003 Ω	0.073% + 0.001 Ω
200.000 Ω	1 mΩ	10 mA	0.077% + 0.03 Ω	0.053% + 0.01 Ω
2.00000 kΩ	10 mΩ	1 mA	0.066% + 0.3 Ω	0.045% + 0.1 Ω
20.0000 kΩ	100 mΩ	100 μA	0.063% + 3 Ω	0.043% + 1 Ω
200.000 kΩ	1 Ω	10 μA	0.065% + 30 Ω	0.046% + 10 Ω
2.00000 MΩ	10 Ω	10 μA	0.068% + 100 Ω	0.049% + 50 Ω
20.0000 MΩ	100 Ω	1 μA	0.249% + 1 kΩ	0.112% + 500 Ω
>20.0000 MΩ	1 kΩ	—	Source I_{acc} + Measure V_{acc}	Measure I_{acc} + Measure V_{acc}
			確度　確度	確度　確度

温度係数（0゜-18℃と 28゜-50℃):+（0.15 ×確度仕様）/℃
ソース I モード、手動抵抗測定: 全不確実性 =1 ソース確度 +V メジャー確度 (4 線リモートセンス)。
6 線抵抗測定モード: 能動オームガードとガードセンスを使用すれば可能。最大ガード出力電流: 50mA（1A と 3A レンジを除く)。確度は負荷依存性です。計算公式については、マニュアルを参照してください。
ガード出力インピーダンス: 抵抗測定モードで 0.1 Ω

1　速度 = 通常 (1 PLC)
2　ZERO 設定が適切であれば、確度は 2 線または 4 線モードにも適用されます。
3　4 線モード
4　手動抵抗測定モードに限られます。
5　ソースリードバックは使用可能。

システム速度

測定

最大レンジ変更速度: 65/秒
最大メジャーオートレンジ時間: (固定ソース)[2]
スイープ動作読み取り速度 (読み取り数/秒)、60Hz の場合 (50Hz)。

速度	NPLC/トリガ起点	メジャー メモリへ	メジャー GPIB へ	ソース-メジャー メモリへ	ソース-メジャー GPIB へ	ソース-メジャー 合格/不合格試験[4] メモリへ	ソース-メジャー 合格/不合格試験[4] GPIB へ	ソース-メモリ[4] メモリへ	ソース-メモリ[4] GPIB へ
ファースト	0.01 / 内部	2125(2010)	1000(1000)	1675(1590)	900(900)	1000(990)	760(760)	200 (185)	200(185)
	0.01 / 外部	1250(1210)	910 (920)	1080(1035)	830(835)	940(910)	710(710)	195 (180)	195(180)
ミディアム	0.10 / 内部	510 (435)	510 (435)	475 (410)	475(410)	400(355)	400(355)	155 (140)	155(140)
	0.10 / 外部	435 (380)	435 (380)	415 (365)	415(365)	390(345)	390(345)	150 (135)	150(135)
ノーマル	1.00 / 内部	59 (49)	59 (49)	58 (48)	58 (48)	57 (48)	57 (48)	46 (39)	46 (39)
	1.00 / 外部	57 (48)	57 (48)	57 (47)	57 (47)	56 (47)	56 (47)	46 (39)	46 (39)

単一読取り動作読取り速度（読取り数/秒)、60Hz の場合（50Hz）[5]

速度	NPLC/トリガ起点	メジャー GPIB へ	ソース-メジャー[6] GPIB へ	ソース-メジャー 合格/不合格試験[4,6] GPIB へ
ファースト	0.01 / 内部	200(200)	65 (65)	65 (65)
ミディアム	0.10 / 内部	160(150)	60 (60)	60 (58)
ノーマル	1.00 / 内部	46 (40)	31 (28)	30 (28)

コンポーネントハンドラインタフェース時間[4,7]

速度	NPLC/トリガ起点	メジャー合格/不合格試験	ソース合格/不合格試験	ソース-メジャー 合格/不合格試験[7]
ファースト	0.01 / 外部	0.96 ms (1.07 ms)	0.5 ms (0.5 ms)	4.0 ms (4.0 ms)
ミディアム	0.10 / 外部	2.5 ms (2.8 ms)	0.5 ms (0.5 ms)	5.5 ms (5.75 ms)
ノーマル	1.00 / 外部	17.5 ms (20.85 ms)	0.5 ms (0.5 ms)	20.5 ms (24 ms)

1 電圧または電流測定に適用する読取り速度。オートゼロオフ、オートレンジオフ、フィルタオフ、ディスプレイオフ、トリガディレイ＝0、ソースオートクリアオフ、2 進読取り値フォーマット。
2 純抵抗負荷。1μA と 10μA<65ms
3 1000 点スイープの特性は、ソースを固定レンジに置いた場合のものです。
4 合格/不合格試験は、1 つの上部リミットと 1 つの下部数式リミットを使用して実行。
5 トリガモードはアイドル状態、ディスプレイはオフ。
6 測定を行う前にソースを新しいレベルで再プログラムする時間を含む。
7 START OF TEST 信号の下降エッジから END OF TEST 信号の下降エッジまでの時間
8 :SOURce:VOLTage|CURRent:TRIGgered<nrf> コマンドのコマンド処理時間を含まない。

一般事項

雑音除去

	NPLC	NMRR	CMRR[1]
ファースト	0.01	---	80 dB
ミディアム	0.1	---	80 dB
ノーマル	1	60 dB	120 dB[1]

負荷インピーダンス:通常 20,000pF 台まで安定
コモンモード電圧:250VDC
コモンモード隔離:>10^9 Ω、<1000pF
オーバレンジ:ソース＋メジャーレンジの 105%
入/出力端子とセンス端子との間の最大電圧降下:5 ボルト
最大センスリード線抵抗:定格確度で 1M Ω
センス入力インピーダンス:>10^{10} Ω
ガードオフセット電圧: 代表的な値として 300microV
ソース出力モード:
　固定 DC レベル
　メモリリスト（混合機能）
　ステア（線形および対数）
ソースメモリリスト:最大 100 点
メモリバッファ:読取り値 5,000 個@5 1/2 桁（2,500 点バッファ 2 個）。選択した測定値とタイムスタンプを含む。リチウム電池によるバックアップ。（バッテリ寿命は 3 年以上）
プログラム性:IEEE-488（SCPI-1995.0）、RS-232、工場出荷時デフォルトに加えてユーザ定義による 5 種類の電源投入状態、および *RST
デジタルインタフェース:
　安全インターロック:アクティブロー入力
　ハンドラインタフェース:試験開始、試験終了、カテゴリビット 3 個、+5V@300mA 電源
　デジタル I/O:トリガ入力 1 個、TTL/リレードライブ出力 4 個（33V@500mA シンク、ダイオードはクランプ状態）。
電源:90V から 250Vrms、50-60Hz、220VA
冷却: 強制空冷、可変速度
保証:1 年
EMC:欧州連合指令 89/33/EEC EN 55011、EN 50082-1、EN 61000-3-2、および EN 61000 に適合。FCC 第 15 部 B 分類に適合。
　振動:MIL-T-28800E 形式 III 分類 5
安全性: 欧州連合指令 73/23/EEC EN 61010、UL3111-1 に適合。
ウオームアップ:定格確度まで 1 時間
寸法:高さ 98mm ×幅 213mm ×奥行き 370mm（3 1/2 インチ× 8 3/8 インチ× 14 9/16 インチ）。ベンチ設定の場合:高さ 104mm ×幅 238mm ×奥行き 370mm（4 1/8 インチ× 9 3/8 インチ× 14 9/16 インチ）
重量:3.21kg（7.08 ポンド）
環境:
動作:0゜-50℃、相対湿度（R.H.）70%、35℃まで。35゜-50℃の場合は 3%R.H./℃の割合で湿度を軽減してください。
保管:-25℃から 65℃

1　最低電流レンジを除く。このレンジに対しては 90dB

仕様書は予告なく変更することがあります。

2430 仕様

ソース仕様[1]

電圧プログラミング確度 (リモートセンス)

レンジ	プログラミング分解能	確度（1年）23℃±5℃ 読取り値の±%＋ボルト	雑音（ピークピーク）0.1Hz-10Hz
200.000 mV	5 μV	0.02% + 600 μV	10 μV
2.00000 V	50 μV	0.02% + 600 μV	50 μV
20.0000 V	500 μV	0.02% + 2.4 mV	500 μV
100.000 V	2.5 mV	0.02% + 12 mV	2.5 mV

温度係数（0°-18℃と 28°-50℃):+（0.15 ×確度仕様）/℃
最大出力電力:22W（4 象限ソースまたはシンク動作）
ソース / シンクリミット:電流と電圧について公称値の 5% 増し
電圧変動率:ライン側:レンジの 0.01%　負荷側:レンジの 0.1%+100μV
雑音　10Hz-1MHz（p-p):最大 50mV、抵抗性負荷
過電圧保護:ユーザの選択による値、許容範囲 5%、工場出荷時デフォルト値 =NONE
電流リミット:単一値で設定した両極電流リミット（コンプライアンス)。最小はレンジの 0.1%
オーバシュート:<0.1%（フルスケールステップ、抵抗性負荷、10mA レンジ）

電流プログラミング確度（ローカルセンスまたはリモートセンス）

レンジ	プログラミング分解能	確度（1年）23℃±5℃ 読取り値の±%＋ボルト	雑音（ピークピーク）0.1Hz-10Hz
10.0000 μA	500 pA	0.033% + 2 nA	50 pA
100.000 μA	5 nA	0.031% + 20 nA	500 pA
1.00000 mA	50 nA	0.034% + 200 nA	5 nA
10.0000 mA	500 nA	0.045% + 2 μA	50 nA
100.000 mA	5 μA	0.066% + 20 μA	500 nA
1.00000 A[2]	50 μA	0.067% + 800 μA	100 μA
3.00000 A[2]/	500 μA	0.059% + 2.8 mA	300 μA
10.0000 A[3]	500 μA	0.089% + 5.9 mA	300 μA

温度係数（0°-18℃と 28°-50℃):+（0.15 ×確度仕様）/℃
最大出力電力:110W (4 象限ソースまたはシンク動作、DC モード)、1100W (4 象限ソースまたはシンク動作、パルスモード)
ソース / シンクリミット:± 105mA@210V, ± 1.05A@21V , +-10.5A@105V2.5ms パルス
電流変動率:ライン側:レンジの 0.01%
負荷側:レンジの 0.1%+100pA
電圧リミット:単一値で設定した両極電圧リミット（コンプライアンス)。最小はレンジの 0.1%
オーバシュート:通常は <0.1%（1mA ステップ、RL = 10k Ω、20V レンジ）

ソース追加仕様

過渡応答時間:負荷の階段状変動のあと、出力が仕様値に回復するまで、代表的な値で30μ。抵抗性負荷
コマンド処理時間: :SOURce:VOLTage!CURRent<nrf>コマンド受信のあと、出力が変化を開始するまでに必要な最大時間
オートレンジON: 10ms　　オートレンジOFF:
出力安定時間: コマンドを処理したあと、最終値の0.1%に達するのに必要な最大安定時間: 代表的な値として100μ。抵抗性負荷。10μAから100mAのレンジ、1Vステップ
出力スルーレート: 0.25V/μ +-30%、100Vレンジ、コンプライアンス100mA。0.08V/μ +-30%、20Vレンジ、コンプライアンス100mA。
コモンモード電圧: 250VDC
リモートセンス: 両方のリードを合わせて1Vの降下まで。
コンプライアンス確度: ソースモードの場合、基礎仕様にレンジの0.1%を加えてください。シンクモードの場合は、10μAから100mAのレンジでは、確度は+-(0.5%+オフセット*3)。シンクモードで1Aと3Aのレンジでは、確度は+-(1.5%+オフセット*3)。
過大温度保護: 内部センス方式温度過負荷保護装置が、ユニットを待機モードに入れます。
レンジ変更オーバシュート: 純抵抗100kΩ負荷へのオーバシュート、帯域幅10Hzから1MHz、隣接レンジ、100mVが通常、20V/1000Vレンジの境界を除く。
最小コンプライアンス値: レンジの0.1%

追加パルスモードソース仕様

最大デューティサイクル: 8%、ハードウェアによる制約、10Aレンジのみ。ほかのレンジはすべて100%。
最大パルス幅: 上昇エッジの90%から下降エッジの90%までの時間5ms、10Aレンジでは2.5ms
最小パルス幅: 300μ、メジャーなし
最小パルス分解能: 代表的な値として40μ、最大100μ、システムジッタによって制約される。
ソース確度: 安定時間とソースレンジ仕様によって決まる。
出力安定時間、0.1%
代表的な値800μの場合　ソースI=10A,10Ωまで、電圧スルーレートによって制約される。
代表的な値500μの場合　ソースI=10A,1Ωまで、電圧スルーレートによって制約される。

出力スルーレート:	電圧(10Ω負荷):	100Vレンジで0.25V/μ +-30%
		20Vレンジ、10Aレンジで0.08V/μ +-30%
	電圧(0Ω負荷):	00Vレンジで0.25V/μ +-30%
		20Vレンジ、10Aレンジで0.08V/μ +-30%

1　仕様は05mA以下の連続出力電流に対して有効。>1分の期間にわたって1Aレンジで105mA以上で動作を行う場合は、105mA以上では、10%/100mAの割合で確度を下げてください。>1分の期間にわたって3Aレンジで105mA以上で動作を行う場合は、105mA以上では、10%/300mAの割合で確度を下げてください。
2　30℃までは負荷に関わらず全出力動作。30degree C以上での動作と電力シンク動作、またはどちらかを行う場合は、ユーザマニュアルの電力方程式の部を参照してください。電源ライン電圧が95V未満の場合は、1Aレンジでは最大電流を0.85Aに、3Aレンジでは2.5Aに制限してください。
3　パルスモードでは10Aレンジのみ。2.5msのパルス幅に限定。最大8%のデューティサイクル。

メジャー仕様[1,2,7]

電圧測定確度 (リモートセンス)

レンジ	最大分解能	入力抵抗	確度（23℃±5℃） 1年±(読取り値の%+ボルト)
200.000 mV	1 μV	>10 GΩ	0.012% + 300 μV
2.00000 V	10 μV	>10 GΩ	0.012% + 300 μV
20.0000 V	100 μV	>10 GΩ	0.015% + 1 mV
100.000 V[1]	500 μV	>10 GΩ	0.015% + 5 mV

温度係数 (0℃- 18℃と 28℃ -50 ℃): +-0.1x 確度仕様 /℃

電流測定確度 (ローカルセンスまたはリモートセンス)

レンジ	最大分解能	電圧負担	確度（23℃±5℃） 1年±(読取り値の%+アンペア)
10.0000 μA	100 pA	< 1mV	0.027% + 700 pA
100.000 μA	1 nA	< 1mV	0.025% + 6 nA
1.00000 mA	10 nA	< 1mV	0.027% + 60 nA
10.0000 mA	100 nA	< 1mV	0.035% + 600 nA
100.000 mA	1 μA	< 1mV	0.055% + 6 μA
1.00000 A	10 μA	< 1mV	0.060% + 570 μA
3.00000 A/	30 μA	< 1mV	0.052% + 1.71 mA
10.0000 A[6]	30 μA	< 1mV	0.082% + 1.71 mA

温度係数 (0℃- 18℃と 28 ℃ -50 ℃): +-0.1x 確度仕様 /℃

抵抗測定確度 (4線リモートセンス)

ソースIモード、自動抵抗測定

レンジ	最大分解能	デフォルト 試験電流	通常確度（23℃±5℃） 1年±(読取り値の%+オーム)	改良確度（23℃±5℃） 1年±(読取り値の%+オーム)
<0.20000 Ω[4]	1 μΩ	—	ソースI確度　メジャーV確度	メジャーI確度　メジャーV確度
2.00000 Ω	10 μΩ	1 A	0.169% + 0.0003 Ω	0.129% + 0.0001 Ω
20.0000 Ω	100 μΩ	100 mA	0.098% + 0.003 Ω	0.073% + 0.001 Ω
200.000 Ω	1 mΩ	10 mA	0.077% + 0.03 Ω	0.053% + 0.01 Ω
2.00000 kΩ	10 mΩ	1 mA	0.066% + 0.3 Ω	0.045% + 0.1 Ω
20.0000 kΩ	100 mΩ	100 μA	0.063% + 3 Ω	0.043% + 1 Ω
200.000 kΩ	1 Ω	10 μA	0.065% + 30 Ω	0.046% + 10 Ω
2.00000 MΩ	10 Ω	10 μA	0.068% + 100 Ω	0.049% + 50 Ω
20.0000 MΩ	100 Ω	1 μA	0.249% + 1 kΩ	0.112% + 500 Ω
>20.0000 MΩ[4]	1 kΩ	—	ソースIACC確度+メジャーVACC確度	メジャーIACC確度+メジャーVACC確度

温度係数 (0 ℃- 18℃と 28℃-50℃): +-0.1x 確度仕様 /℃
ソースIモード、手動抵抗測定: 全不確実性 =I ソース確度 +V メジャー確度 (4線リモートセンス)。
6線抵抗測定モード: 能動オームガードとガードセンスを使用すれば可能。代表的なガード出力電流: 40mA (1A と 1000V レンジを除く)。確度は負荷依存性です。計算公式については、マニュアルを参照してください。最大ガード出力電流: 50mA (1A レンジと 3A レンジを除く)。確度は負荷依存性です。計算式についてはマニュアルを参照してください。
ガード出力インピーダンス: 抵抗測定モードで 0.1OHM

1　速度＝通常 (1 PLC)。0.1PLC については、オフセット仕様にレンジの 0.005% を加えてください。200mV、1A レンジを除き、0.05% を加えてください。3A/10A レンジの場合は、1.5mA を加えてください。0.01PLC については、オフセット仕様にレンジの 0.05% を加えてください。200mV、1A レンジを除き、0.5% を加えてください。3A/10A レンジの場合は、15mA を加えてください。
2　ZERO 設定が適切であれば、確度は 2 線または 4 線モードにも適用されます。
3　4 線モード
4　手動抵抗測定モードに限られます。
5　ソースリードバックは使用可能。
6　パルスモードでは 10A レンジのみ
7　パルスモードでは 0.1PLC の測定に限定されます。

システム速度

測定

最大レンジ変更速度: 65/秒
最大メジャーオートレンジ時間: (固定ソース)[2]
スイープ動作読み取り速度 (読み取り数 / 秒)、60Hz の場合 (50Hz) 。

速度	NPLC/ トリガ起点	メジャー メモリへ		メジャー GPIB へ		ソース - メジャー メモリへ		ソース - メジャー GPIB へ	
ファースト	0.01 / 内部	2080	(2030)	1210	(1210)	1550	(1515)	1010	(1010)
	0.01 / 外部	1250	(1200)	1090	(1050)	1030	(990)	920	(920)
ミディアム	0.10 / 内部	505	(433)	505	(433)	465	(405)	465	(405)
	0.10 / 外部	435	(380)	435	(380)	405	(360)	405	(360)
ノーマル	1.00 / 内部	59	(49)	59	(49)	58	(48)	58	(48)
	1.00 / 外部	57	(48)	57	(48)	57	(48)	57	(48)

速度	NPLC/ トリガ起点	ソース - メジャー[4] 合格 / 不合格試験 メモリへ		ソース - メジャー[4] 合格 / 不合格試験 GPIB へ		ソース - メモリ[4] メモリへ		ソース - メモリ[4] GPIB へ	
ファースト	0.01 /内部	930	(900)	840	(840)	163	(162)	163	(162)
	0.01 /外部	860	(830)	780	(780)	161	(160)	161	(160)
ミディアム	0.10 /内部	390	(343)	390	(343)	132	(126)	132	(126)
	0.10 /外部	375	(333)	375	(333)	130	(125)	130	(125)
ノーマル	1.00 /内部	57	(47)	57	(47)	44	(38)	44	(38)
	1.00 /外部	56	(47)	56	(47)	44	(38)	44	(38)

単一読み取り動作読み取り速度 (読み取り数 / 秒)、60Hz の場合 (50Hz)

速度	NPLC/ トリガ起点	メジャー GPIB へ	ソース - メジャー[6] GPIB へ	ソース - メジャー 合格 / 不合格試験[4,6] GPIB へ
ファースト	0.01 / 内部	256 (256)	83 (83)	83 (83)
ミディアム	0.10 / 内部	181 (166)	73 (70)	73 (70)
ノーマル	1.00 / 内部	49 (42)	35 (31)	34 (30)

コンポーネントハンドラインタフェース時間[4,6]

速度	NPLC/ トリガ起点	メジャー合格 / 不合格試験	ソース合格 / 不合格試験	ソース - メジャー 合格 / 不合格試験 8
ファースト	0.01 / 外部	1.01 ms (1.08 ms)	0.5 ms (0.5 ms)	5.3 ms (5.3 ms)
ミディアム	0.10 / 外部	2.5 ms (2.9 ms)	0.5 ms (0.5 ms)	6.7 ms (7.1 ms)
ノーマル	1.00 / 外部	17.5 ms (20.9 ms)	0.5 ms (0.5 ms)	21.7 ms (25.0 ms)

1 電圧または電流測定に適用する読取り速度。オートゼロオフ、オートレンジオフ、フィルタオフ、ディスプレイオフ、トリガディレイ = 0、ソースオートクリアオフ、2 進読取り値フォーマット。
2 純抵抗負荷。1μA と 10μA<65ms
3 1000 点スイープの特性は、ソースを固定レンジに置いた場合のものです。
4 合格 / 不合格試験は、1 つの上部リミットと 1 つの下部数式リミットを使用して実行。
6 測定を行う前にソースを新しいレベルで再プログラムする時間を含む。
7 START OF TEST 信号の下降エッジから END OF TEST 信号の下降エッジまでの時間
8 :SOURce:VOLTage!CURRent:TRIGgered<nrf> コマンドのコマンド処理時間を含まない。

一般事項

雑音除去

	NPLC	NMRR	CMRR[1]
ファースト	0.01	—	80 dB
ミディアム	0.1	—	80 dB
ノーマル	1	60 dB	120 dB[1]

1　最低電流レンジを除く。このレンジに対しては 90dB

負荷インピーダンス:通常 20,000pF 台まで安定
コモンモード電圧:250VDC、最大 3.15A に外部的に制限されます。
コモンモード隔離:>10^9 Ω、<1000pF
オーバレンジ:ソース + メジャーレンジの 105%
入 / 出力端子とセンス端子との間の最大電圧降下:5 ボルト
ソース / メジャー端子定格:設置カテゴリ I
最大センスリード線抵抗:定格確度で 1k Ω
センス入力インピーダンス:>10^{10} Ω
ガードオフセット電圧: 代表値として 500microV
ソース出力モード:　パルス メモリリスト（混合機能）
　固定 DC レベル　ステア（線形および対数）
ソースメモリリスト:最大 100 点
メモリバッファ:読取り値 5,000 個 @5 1/2 桁（2,500 点バッファ 2 個）。選択した測定値とタイムスタンプを含む。リチウム電池によるバックアップ。（バッテリ寿命 3 年以上）
プログラム性:IEEE-488（SCPI-1995.0）、RS-232、工場出荷時デフォルトに加えてユーザ定義による 5 種類の電源投入状態、および *RST
デジタルインタフェース:
　安全インターロック:アクティブロー入力
　ハンドラインタフェース:試験開始、試験終了、カテゴリビット 3 個、+5V@300mA 電源
　デジタル I/O:トリガ入力 1 個、TTL/ リレードライブ出力 4 個（33V@500mA シンク、ダイオードはクランプ状態）。
電源:100V から 240Vrms、、50-60Hz（電源投入時に自動的に検出）
冷却: 強制空冷、可変速度
保証:1 年
EMC:欧州連合指令 89/33/EEC EN 55010、EN 50082-1、EN 61000-3-2、および EN 61000-3-3 に適合。FCC 第 15 部 B 分類に適合。
安全性: 欧州連合指令 73/23/EEC EN 61010-1 に適合。
振動:MIL-T-28800E 形式 III 分類 5
ウオームアップ:定格確度まで 1 時間
寸法:高さ 98mm ×幅 213mm ×奥行き 370mm（3 1/2 インチ× 8 3/8 インチ× 14 9/16 インチ）。ベンチ設定の場合:高さ 104mm ×幅 238mm ×奥行き 370mm（4 1/8 インチ× 9 3/8 インチ× 14 9/16 インチ）
重量:3.21kg（7.08 ポンド）
環境:
動作:0゜ -50℃、相対湿度（R.H.）70%、35℃まで。35゜ -50℃の場合は 3%R.H./℃の割合で湿度を軽減してください。
保管:-25℃から 65℃

仕様書は予告なく変更することがあります。

確度計算

下記の項目では、センスファンクションとソースファンクションについての確度の計算方法を解説します。

メジャー確度

測定確度は次のようにして計算します。
確度 = ±（読取り値の % + オフセット）
実際の読取り値リミットを計算する例として、20V レンジで 10V を測定する場合を想定します。1 年メジャー電圧確度仕様から、次のようにして読取り値の誤差範囲を計算することができます。

確度　= ±（読取り値の % + オフセット）
= ±[(0.015% × 10V) + 1mV]
= ±(1.5mV + 1mV)
= ± 2.5mV

したがって、実際の読取り値の範囲は 10V ± 2.5mV すなわち 9.9975 から 10.0025V となります。DC 電流測定計算もこれとまったく同じ方法で行い、関連する仕様、レンジ、入力信号値を使用します。

ソース確度

ソース確度も上記と同じように計算しますが、ここではソース仕様を使用することだけが異なります。実際のソース出力リミットを計算する例として、1mA ソースレンジで 0.7mA を測定する場合を想定します。ソース電流 1 年確度仕様から、次のようにして読取り値の誤差範囲を計算することができます。

確度　= ±（出力の 0.034% + オフセット 200nA）
= ±[(0.034% × 0.7mA) + 200nA]
= ±(238nA + 200nA)
= ± 438nA

この場合は、実際の電流出力範囲は 0.7mA ± 438nA すなわち 0.69956mA から 0.70044mA となります。

ソース - ディレイ - メジャー(SDM)サイクルのタイミング

タイミングに関する下記の情報は、ソース・メータがトリガリンクを経由して外部的にトリガされている場合のものです。

事例 I から IV までについては、出力オートオフ機能が使用可能 (:SOURce1:CLEar:AUTO ON) になっているものとし、ソース設定値は、毎回トリガされる SDM サイクルごとに変化します。この説明は、線形、対数、カスタムスイープに適用されます。上記のほかに、この説明は「トリガソース」機能 (:SOURce1:VOLTage:TRIGger または SOURce1:CURRent:TRIGger) を使用する用途にも適用されます。この説明は、メモリスイープ (:SOURce1:MEMory) には適用されません。

事例 V と VI の場合は、出力オートオフ機能が使用禁止 (:SOURce1:CLEar:AUTO OFF) になっているものとし、ソース設定値は、毎回トリガされる SDM サイクルについて同じままです。この設定では、スタティックソースは、どの SDM サイクルも、オン状態を維持します。

定義

トリガ待ち時間

トリガ待ち時間とは、外部トリガイベントが発生した時点から、ソース・メータが該当するアクションを起こす時点までの時間です。この時間は、外部トリガがトリガモデルのトリガレイヤーで検出された時点から、トリガディレイが始まる時点までの時間です。

トリガディレイ

トリガディレイとは、外部イベントが検出された時点から、ソース設定が始まる時点までの時間です。これはユーザプログラマブルディレイの一つで、0000.0000 秒から 999.9999 秒の間で設定可能です。

ソース設定

これはソース DAC を設定するのに必要な時間です。以下の解説では、ソース値が変化しても、レンジと極性は変化しないものとします。

ソースディレイ

これはソース設定と、最初の A/D 変換の開始との間の時間です。このプログラマブルディレイの代表的な使用例は、測定開始に先立ちソースを安定させる場合です。Auto-Delay が使用可能状態になっていると、ユーザプログラマブルソースディレイに 100 μ sec が追加されます。ユーザプログラマブルディレイは、0000.0000 秒から 999.9999 秒の間で設定可能です。

A/D 変換

これは指定した A/D 変換器の相を測定するのに必要な時間です。一般に、電圧または電流の読み取り値を生成するには、3 種類の A/D 相が必要になります。これらの相は、多くの場合、「信号」相、「基準」相、「基準ゼロ」相と呼ばれます。「信号」相は入力信号を測定します。「基準」相と「基準ゼロ」相は、ソース・メータ内部の精密電圧基準と結びついています。これら 3 種類の相すべてを測定することにより、読み取り値に対するゼロドリフトを少なくすることができます。A/D 変換時間は、0.01 電源サイクルを分解能としてプログラムすることができます。

オートゼロが使用可能であれば、ソース・メータがトリガされるごとにこれら3種類の相がすべて測定されます。オートゼロが使用禁止であれば、「信号」相だけが測定されます。したがって、速度が速くなると、長期ゼロドリフトが犠牲になります。

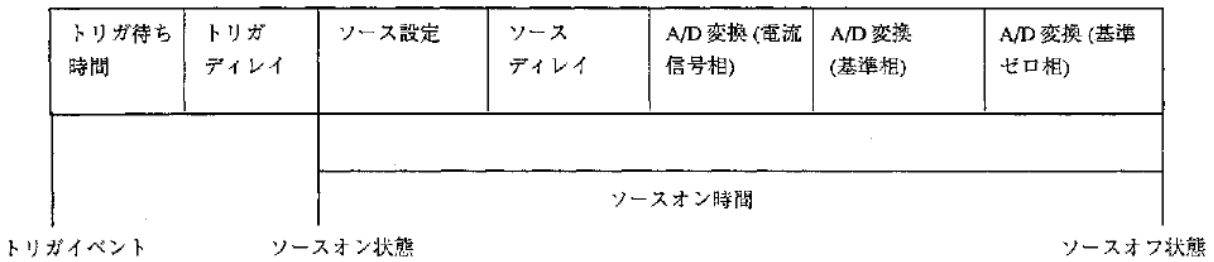
ファームウェアオーバヘッド

これはA/D通信、読み取り値校正、およびSDMサイクルを実行する上で必要な、上記以外の動作と関係のある時間です。この時間は、以下のタイミングダイアグラムでは表示されません。

タイミングダイアグラム

事例I: オートゼロを使用可能にして、単一機能を測定する。

図A-1
事例Iのタイミングダイアグラム



トリガ待ち時間:　最大225μsec
ソース設定:　最大50μsec
A/D変換:　[NPLC設定値x(1/電源周波数)]+185
ファームウェアオーバヘッド:　1.8msec　ソースVの場合
　2.15msec　ソースIの場合

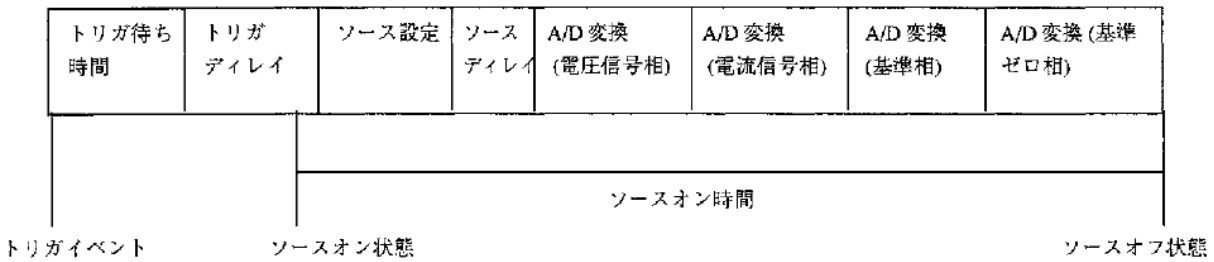
ソースオン時間＝ソース設定＋ソースディレイ＋(3xA/D変換)＋ファームウェアオーバヘッド

例:　ソースディレイ＝225μsec
NPLC設定値＝0.01PLC
電源周波数＝60Hz

ソースオン時間　＝50μsec＋0＋[(3x0.01x1/60)＋185μsec]＋1.6msec
＝2.9msec　ソースVの場合
＝3.25msec　ソースIの場合

事例 II: オートゼロを使用可能にして、2つの機能を測定する。

図 A-2
事例 II のタイミングダイアグラム



トリガ待ち時間:　最大 225μsec
ソース設定:　最大 225μsec
A/D 変換:　[NPLC 設定値 x(1/ 電源周波数)]+185μsec
ファームウェアオーバヘッド:　2.3msec　ソース V の場合
　2.65msec　ソース I の場合

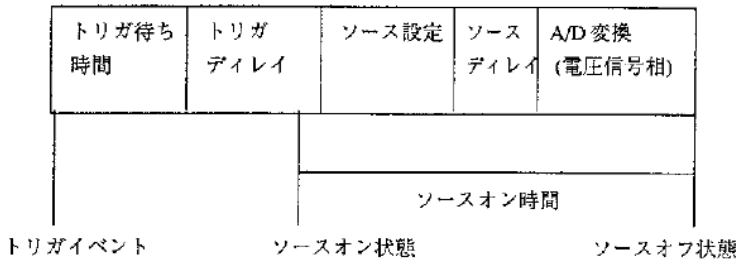
ソースオン時間 = ソース設定 + ソースディレイ +(4xA/D 変換)+ ファームウェアオーバヘッド

例:　ソースディレイ =0μsec
NPLC 設定値 =0.06PLC
電源周波数 =60Hz

ソースオン時間　=50μsec + 0 + [(4x0.06x1/60) + 185μsec] + 2.6msec
=7.1msec　ソース V の場合
=7.45msec　ソース I の場合

事例 III: オートゼロを使用禁止にして、1 つの機能を測定する。

図 A-3
事例 III のタイミングダイアグラム



トリガ待ち時間:　最大 225μsec
ソース設定:　最大 50μsec
A/D 変換:　[NPLC 設定値 x(1/ 電源周波数)]+185
ファームウェアオーバヘッド:　2.3msec　ソース V の場合
　2.65msec　ソース I の場合

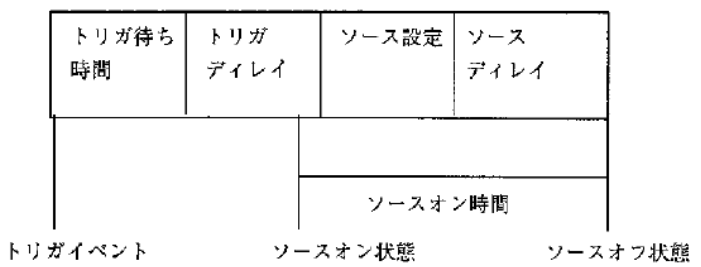
ソースオン時間 = ソース設定 + ソースディレイ +(3xA/D 変換)+ ファームウェアオーバヘッド

例:　ソースディレイ =0μsec
NPLC 設定値 =0.08PLC
電源周波数 =60Hz

ソースオン時間　=50μsec + 0 + [(0.08x1/60) + 185μsec] + 40μsec
=1.85msec　ソース V の場合
=2.2msec　ソース I の場合

事例 IV: オートゼロを使用禁止にして、すべての測定を使用禁止にする。

図 A-4
事例 IV のタイミングダイアグラム



トリガ待ち時間:　最大 225μsec
ソース設定:　最大 50μsec
ファームウェアオーバヘッド:　310μsec　ソース V の場合
　590μsec　ソース I の場合

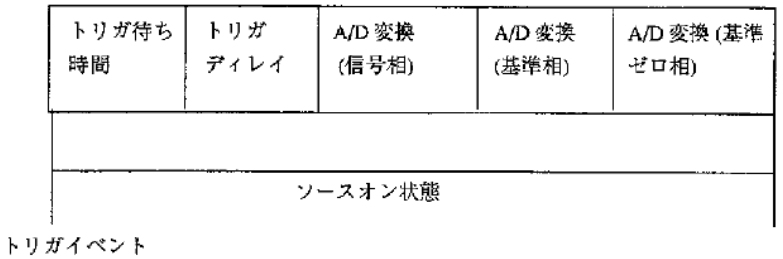
ソースオン時間 = ソース設定 + ソースディレイ +(3xA/D 変換)+ ファームウェアオーバヘッド

例:　ソースディレイ =0μsec

ソースオン時間　=50μsec + 0 + 125μsec
=360μsecc　ソース V の場合
=640μsec　ソース I の場合

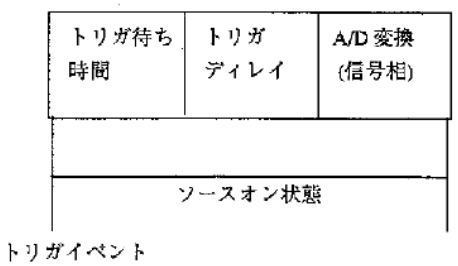
事例 V と VI: 1 つの機能を測定、出力オートオフを使用禁止、ソース設定値の変更なし。

図 A-5
事例 V のタイミングダイアグラム



オートゼロ:　　使用可能
トリガ待ち時間:　最大 500μsec

図 A-6
事例 VI のタイミングダイアグラム



オートゼロ:　　使用禁止
トリガ待ち時間:　最大 100μsec

出力がオン状態になると、ソースはただちにオン状態となり、ソースがオフ状態にされるまで、オン状態を継続します。上記 2 つのタイミングダイアグラムに示すように、スタティックソースは、すべての測定サイクルごとにオン状態に留まります。SDM サイクルのソース - ディレイ部分は省略されます。トリガディレイをゼロに設定した場合は、トリガディレイ時間は、トリガイベントが発生する時点から、ソース・メータが A/D 変換を開始する時点までの時間となります。

B
ステータスとエラーメッセージ

表B-1
ステータスメッセージとエラーメッセージ

番号	エラーメッセージ	イベント
-440	不確定応答のあと、UNTERMINATEDを照会してください	EE
-430	DEADLOCKEDを照会してください	EE
-420	UNTERMINATEDを照会してください	EE
-410	INTERRUPTEDを照会してください	EE
-363	入力バッファオーバラン	EE
-362	プログラムメッセージにフレーミングエラー	EE
-361	プログラムメッセージにパリティエラー	EE
-350	待ち行列オーバフロー	SYS
-330	セルフテスト不合格	EE
-314	メモリ保管/呼び出し機能喪失	EE
-315	メモリ設定機能喪失	EE
-285	プログラムシンタクスエラー	EE
-284	プログラム現在実行中	EE
-282	イリーガルなプログラム名	EE
-281	プログラムを生成することができません	EE
-260	数式エラー	EE
-241	ハードウェア脱落	EE
-230	データが変えられているか、古くなっています	EE
-225	メモリの中にはありません	EE
-224	イリーガルなパラメータ値	EE
-223	データが多すぎます	EE
-221	各設定の間に矛盾があります	EE
-220	パラメータエラー	EE
-215	アームデッドロック	EE
-214	トリガデッドロック	EE
-213	Init無視	EE
-212	アーム無視	EE
-211	トリガ無視	EE
-210	トリガエラー	EE
-202	rtlのために各設定喪失	EE
-201	ローカル状態にある間は無効	EE
-200	実行エラー	EE
-178	許可されてない数式データ	EE

表 B-1
ステータスメッセージとエラーメッセージ

番号	エラーメッセージ	イベント
-171	数式が無効	EE
-170	数式エラー	EE
-168	許可されてないブロックデータ	EE
-161	ブロックデータが無効	EE
-160	ブロックデータエラー	EE
-158	許可されてない列データ	EE
-154	列が長すぎます	EE
-151	列データが無効	EE
-150	列データエラー	EE
-148	許可されてない文字データ	EE
-144	文字データが長すぎます	EE
-141	無効な文字データ	EE
-140	文字データエラー	EE
-128	許可されてない数値データ	EE
-124	桁が多すぎます	EE
-123	指数が長すぎます	EE
-121	数字の中に無効な文字があります	EE
-120	数値データエラー	EE
-114	ヘッダサフィックスがレンジの外	EE
-113	ヘッダが定義されていません	EE
-112	プログラムのニーモニックが長すぎます	EE
-111	ヘッダセパレータエラー	EE
-110	コマンドヘッダエラー	EE
-109	パラメータ脱落	EE
-108	許可されてないパラメータ	EE
-105	許可されてない GET	EE
-104	データ型エラー	EE
-103	無効なセパレータ	EE
-102	シンタクスエラー	EE
-101	無効な文字	EE
-100	コマンドエラー	EE
+100	エラーなし	SE

表 B-1
ステータスメッセージとエラーメッセージ

番号	エラーメッセージ	イベント
	測定イベント	
+100	リミット1不合格	SE
+101	下リミット2不合格	SE
+102	上リミット2不合格	SE
+103	下リミット3不合格	SE
+104	上リミット3不合格	SE
+105	能動リミット試験合格	SE
+106	読取り値利用可能	SE
+107	読取り値オーバフロー	SE
+108	バッファ利用可能	SE
+109	バッファ満杯	SE
+111	OUTPUT インターロック表明	SE
+112	温度リミット超過	SE
+113	電圧リミット超過	SE
+114	ソースはコンプライアンス状態にあります	SE
	標準イベント	
+200	動作完了　SE	
	動作イベント	
+300	デバイス校正中	SE
+303	デバイススイープ中	SE
+305	トリガレイヤーにて待機中	SE
+306	アームレイヤーにて待機中	SE
+310	アイドルレイヤーに再度入ろうとしています	SE
	疑問イベント	
+408	疑問校正	SE
+414	コマンド警告	SE
	校正エラー	
+500	校正の日付が設定されていません	EE
+501	次回校正の日付が設定されていません	EE
+502	校正データが無効	EE
+503	DAC 校正オーバフロー	EE
+504	DAC 校正アンダフロー	EE
+505	ソースオフセットデータが無効	EE
+506	ソース利得データが無効	EE
+507	測定オフセットデータが無効	EE
+508	測定利得データが無効	EE
+509	cal をロックした状態では許されません	EE
+510	cal をアンロックした状態では許されません	EE

表B-1
ステータスメッセージとエラーメッセージ

番号	エラーメッセージ	イベント
	データ喪失エラー	
+601	読取り値バッファデータ喪失	EE
+602	GPIB アドレス喪失	EE
+603	電源投入状態喪失	EE
+604	DC 校正データ喪失	EE
+605	校正データ喪失	EE
+606	GRIB 通信言語喪失	EE
	通信エラー	
+700	無効なシステム通信	EE
+701	RS-232 には ASCII だけを使用	EE
	そのほかのコマンド実行エラー	
+800	記憶装置が稼働中はイリーガル	EE
+801	不十分なベクトルデータ	EE
+802	インターロックが OUTPUT をブロック	EE
+803	OUTPUT をオフの状態では許されません	EE
+804	この数式は削除できません	EE
+805	数式リスト満杯	EE
+806	定義されてない数式が存在します	EE
+807	数式が見当たらない	EE
+808	この定義は許可されていません	EE
+809	この数式は削除できません	EE
+810	ソースメモリーロケーション改訂	EE
+900	内部システムエラー	EE

EE = エラーイベント
SE = ステータスイベント
SYS = システムエラーイベント

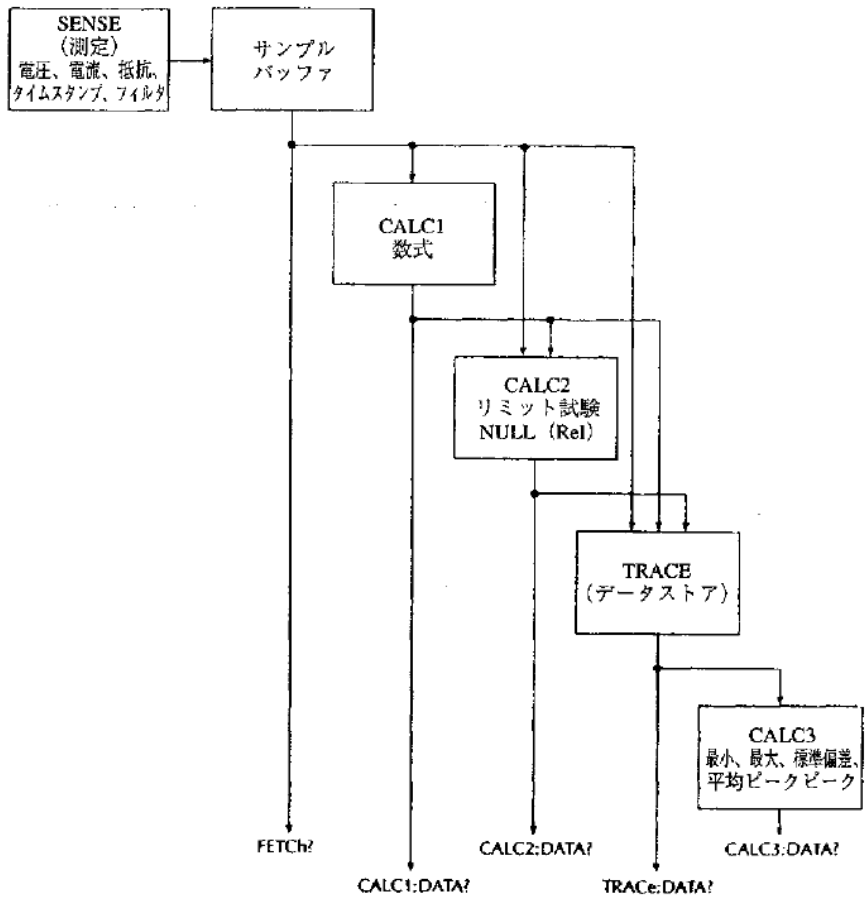
注記　SCPI が確認したメッセージは、第 2 巻「プログラマブル計測器用標準コマンドのコマンド一覧」に記載してあります。:SYSTem:ERRor?コマンドを参照してください。

C
データフロー

はじめに

リモート動作のデータフローを、図C-1に示すブロックダイアグラムに要約します。以下の解説では、このブロックダイアグラムを参照してください。

図C-1
データフローブロック
ダイアグラム



SENSEブロックが表すのは、電圧、電流、抵抗の基本的な測定読取り値です。フィルタが使用状態になれば、読取り値はフィルタ処理を受けます。SENSEブロックは、また、タイムスタンプ用の時間を測定します。

:INITiateコマンドが送られると、プログラムされたソース-メジャー動作数が実行され、それぞれのデータが一時的にサンプルバッファに格納されます。たとえば、20回のソース-メジャー動作が行われたときは、20組のデータがサンプルバッファに送られます。

サンプルバッファから、そのほかのデータフローブロックに利用されるデータは、FORMat:ELEMentsコマンドによって選択されます。すべての素子を選択した場合には、利用可能なデータには、電圧、電流、抵抗それぞれの読取り値と、タイムスタンプ、ステータス情報が含まれます。ある測定機能が使用状態にされない場合は、NAN（数字ではありません）値またはソース読取り値が使用されます（詳細についてはFORMatサブシステムを参照）。

すべてのソース-メジャー動作が完了したあと、ソースメータはアイドル状態に戻ります。

サンプルバッファに格納されたデータは、別のソース-メジャーサイクルがバッファに重ね書きを行うまで、保持されます。ソースメータがローカル状態（REMアナンシエータ消灯）に移行すると、サンプルバッファのデータは失われます。

注記　サンプルバッファにデータが格納されてない状態では、データ読取り用のFETCh?、CALCulate1:DATA?、CALCulate2:DATA?コマンドが、「データが変えられているか、古くなっています」というメッセージをディスプレイします。

FETCh?

このコマンドを使用して、サンプルバッファに格納されたデータを読み取ります。たとえば、サンプルバッファに20個のデータアレイが格納されていれば、FETCh?が実行されると20個のデータアレイすべてがコンピュータに送られます。FETCh?はサンプルバッファの中のデータに影響を与えないことに留意してください。したがって、それ以後のFETCh?の実行は、同じデータを取得します。

READ?コマンドは、まずINITiateを実行し、次にFETCh?を実行します。INITiateは、新しいソース-メジャーサイクルをトリガします。新しいサイクルは、新しいデータをサンプルバッファに入れます。FETCh?は、この新しいデータを読み取ります。MEASure?コマンドは、ソースメータをまず「1回限り」のソース-メジャーモードに入れ、続いてREAD?を実行します。READ?とMEASure?についての詳細は、第4部の「信号指向測定コマンド」を参照してください。

CALCulate1:DATA?

CALCulate 1が使用状態になると、サンプルバッファのデータはCALC1ブロックに送られ、そこで選択した数式の結果が計算されます。CALC1:DATA?コマンドは、この数式の計算結果を読み取ります。たとえば、サンプルバッファの中の20個のデータアレイが10個の数式計算結果を発生させれば、CALC1:DATA?は10個の読取り値（結果）を取得します。

CALCulate2:DATA?

CALCulate2が使用状態になると、CALC2ブロックは、サンプルバッファデータとCALC1数式計算結果を、リミット試験に利用できるようになります。選択したフィードに従って、サンプルバッファデータの電圧、電流、抵抗またはタイムスタンプ読取り値について、リミット試験を行うことができます。あるいは、CALC1の数式計算結果についてリミット試験を行うことができます。NULL（rel）が使用状態になると、リミット試験に使用する読取り値は、ナル動作の結果となります。

CALCulate2:DATA?コマンドは、リミット試験用の読取り値を取得します。

TRACe:DATA?

データストアが使用状態になると、TRACEブロックは、サンプルバッファデータ、CALC1の結果、CALC2の読取り値を、格納用として利用できるようになります。選択したフィードが、どの読取り値グループを格納するかを決めます。
TRACe:DATA?コマンドは、データストアの全内容を読み取ります。

CALCulate3:DATA?

バッファに格納されたメジャー読取り値については、統計情報（最小、最大、平均、標準偏差、ピークピーク）が利用できます。データストアの読取り値がサンプルバッファから直接取り出される場合は、選択した統計計算は、使用状態のすべての機能について、行われることになります。計算結果は、次の固定順序で戻されます。

VOLTage結果、CURRent結果、RESistance結果

TRACEバッファがCALC1またはCALC2を情報源として利用している時は、選択したフィードについて、選択した統計計算が行われます。したがって、データストアに格納された読取り値ごとに、単一の統計結果が取得されます。

CALCulate3:DATA?コマンドは、選択した計算の結果の取得に使用します。

D
IEEE-488 バスの概要

はじめに

基本的に、IEEE-488 バスは、2 台以上の電子デバイスの間の通信システムにすぎません。デバイスというのは、計測器でも、またコンピュータでもよいのです。コンピュータをこのバス上で使用する場合、バスはすべてのデバイスの間での通信のやりとりを監視する役目を果たし、コントローラと呼ばれます。コントローラによる監視の内容は、どのデバイスがトークし、どのデバイスがリスンするかを決めることです。トーカとしてのデバイスは情報を出力し、リスナとしてのデバイスは情報を受け取ります。デバイスを追跡するタスクを単純化するために、それぞれのデバイスに固有のアドレス番号を割り当てます。

バスの上では、トークすることができるデバイスは一度に 1 台に限られ、トークするようにコントローラから呼びかけを受けます。トーク中のデバイスは、アクティブトーカと呼ばれます。トーカからの情報にリスンする必要のあるデバイスは、コントローラから、リスンするように呼びかけを受けます。この場合、それぞれのリスナは、アクティブリスナと呼ばれます。リスンする必要のないデバイスは、リスンしない（アンリスン）ように命令を受けます。アンリスン命令を発する理由は、リスニングタスクがバス時間をふさがないように、バスの情報転送速度を最適化するためです。

制御ラインを使用することにより、トーカからリスナへの情報転送プロセスの中で、ハンドシェークシーケンスが発生します。このハンドシェークシーケンスは、情報転送の信憑性の確認を容易にします。アクティブコントローラ（トーカ）とリスナとの間の基本ハンドシェークシーケンスは次のとおりです。

1. リスナは、リスンする準備が完了したことを表示します。
2. トーカはデータのバイトをバスに乗せ、このデータをリスナが利用できることを表示します。
3. データが利用可能なことを認識したリスナは、そのデータを受け入れ、続いてデータを受け入れたことを表示します。
4. データが受け入れられたことを認識したトーカは、データを送ることを停止し、データが送られてないことを表示します。
5. バスにデータがないことを認識したリスナは、次のデータのバイトを受け入れる準備が完了したことを表示します。

バスの概要

IEEE-488 バスは、しばしば GPIB（汎用インタフェースバス）とも呼ばれますが、これは、過度の数のバスラインを使用せずにデータ転送を最適化するための並列転送媒体として設計されました。この目的に沿うように、このバスは 8 本のデータラインを備えるだけで、これらのラインはデータ用にも、またほとんどのコマンドともいっしょに使用されます。5 本のバス管理ラインと、3 本のハンドシェークラインが、必要な数のバス信号ラインに加わります。

動作制御用の代表的なセットアップを、図 D-1 に示します。一般に、1 つのシステムは、1 つのコントローラと、コマンドを受ける複数の計測器で設定されます。デバイスの動作は、3 つの動作要素、すなわちコントローラ、トーカ、リスナに分類されます。コントローラはその名が示すように、バス上の計測器をコントロールします。トーカはデータを送り、リスナはデータを受け取ります。計測器の種類によって、あるデバイスはトーカだけに、あるデバイスはリスナだけに、またはリスナ、トーカ両方になれます。

コントローラには、システムコントローラと基本コントローラの 2 種類があります。どちらもほかの計測器を制御することができますが、システムコントローラだけがシステムの中では絶対権限を持ちます。2 個以上のコントローラを備えるシステムでは、ある時点でアクティブなコントローラはただ 1 個だけです。ある種のプロトコルを使用して、制御権を一つのコントローラから別のコントローラに渡します。

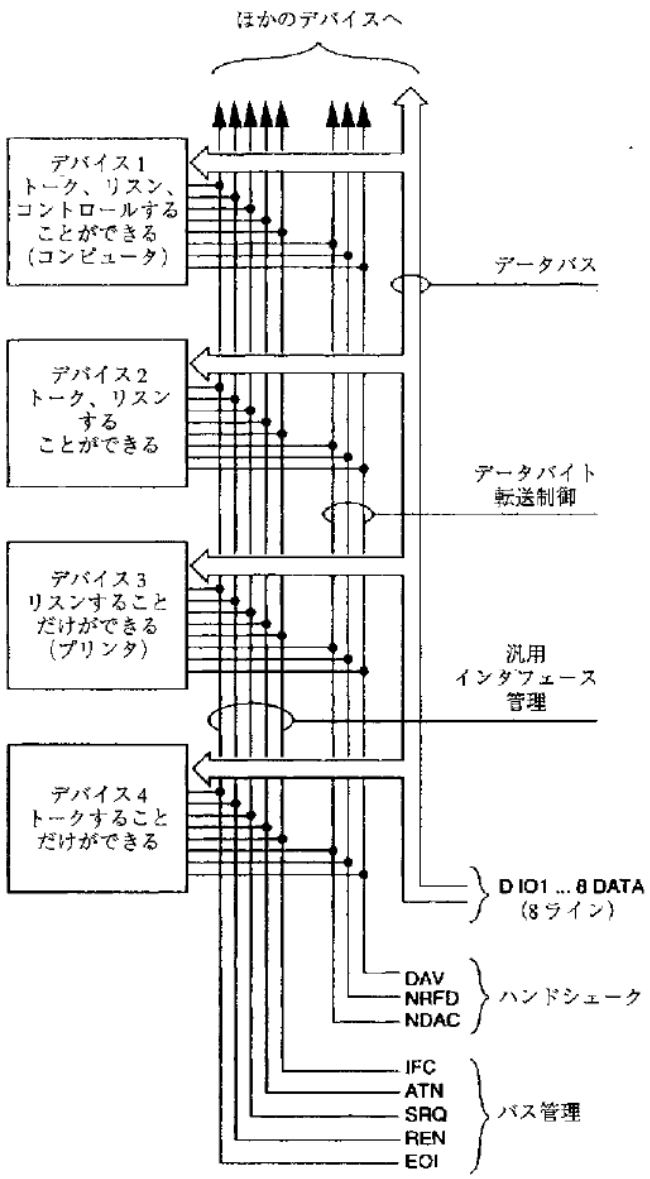
IEEE-488 バスは、コントローラを含め、15 台までのデバイスに限られます。したがって、この限度までであれば、任意の数のトーカとリスナが一度にバス上に存在することが許されます。複数のデバイスが同時にリスンするように命令を受けますが、このバスが受け入れることができるトーカは 1 台だけです。そうでなければ通信はスクランブル状態になるでしょう。

あるデバイスをトーク状態またはリスン状態に入れるには、適当なトークまたはリスンコマンドを送ります。トークコマンドとリスンコマンドは、計測器の一次アドレスから導きます。一次アドレスは、0 と 31 の間のどの値でもとることができ、通常は、背面パネル DIP スイッチを使って設定するか、または計測器の前面パネルからプログラムします。バスを経由して送出される実際のリスンアドレス値を求めるには、一次アドレスと $20 との OR をとります。たとえば、一次アドレスが $16 であれば、実際のリスンアドレスは $36（$36=$16+$20）です。同様に、トークアドレスを求めるには、一次アドレスと $40 との OR をとります。この場合の例では、10 進法 16 という一次アドレスから導いたトークアドレスは、$56（$56=$16+$40）となります。

IEEE-488 規格は、また、二次アドレッシングという、別のアドレッシングモードも含んでいます。二次アドレスの範囲は、$60 から $7F です。ただし、2400 型を含み、多数のデバイスは二次アドレスを使用しませんので注意してください。

あるデバイスがトークまたはリスンするように呼びかけられると、関係するバストランザクションが発生します。たとえば、計測器がトークするように呼びかけられた場合、その計測器はデータ列を一度に 1 バイトずつ、バスに置きます。コントローラがその情報を読み取り、適切なソフトウェアを使用して、その情報を所要の場所に向けます。

図 D-1
IEEE-488 バス設定



バスライン

IEEE-488 バスの信号ラインは、データライン、管理ライン、ハンドシェークラインという、3 種類に分類されます。データラインは、バスデータとコマンドを取扱い、管理ラインとハンドシェークラインは、正しいデータ転送と動作が確実に行われるようにします。それぞれのバスラインはアクティブのときに low で、約 0 ボルトが論理 1（真）を表します。以下のパラグラフは、これらのラインの動作を説明します。

データライン

IEEE-488 バスは、一度に 1 バイトのデータを転送する 8 本のデータラインを使用します。DIO1（データ入力 / 出力）から DIO8（データ入力 / 出力）は 8 本のデータラインで、データとマルチラインコマンドの伝送に使用し、双方向性です。データラインは、low を論理値「真」として動作します。

バス管理ライン

5 本のバス管理ラインは、適切なインタフェースの制御と管理を保証する役目を持ちます。これらのラインを使用して、ユニラインコマンドを送ります。
ATN（アテンション） ー ATN ラインは、このラインの状態がデータバス上の情報の解釈方法を決めるという点で、重要な管理ラインです。
IFC（インタフェースクリア） ーその名が示すように、IFC ラインはバスから計測器をクリアする動作を制御します。
REN（リモートイネーブル） ー REN ラインを使用して、バス上の計測器をリモート状態に入れます。
EOI（終了または識別） ー通常、EOI を使用して複数バイト転送シーケンスの終了の印とします。
SRQ（サービスリケスト） ーこのラインを使用して、デバイスはコントローラからのサービスを請求します。

ハンドシェークライン

バスハンドシェークラインは、インターロックされたシーケンスで動作を行います。この方法は、転送速度に関係なく、信頼度の高いデータ伝送を確実に行います。一般に、データ転送が行われる速度は、バス上の最低速デバイスによって決まる速度です。

3 本のハンドシェークラインのうち 1 本は、ソース（情報を送るトーカ）によって制御されますが、ほかの 2 本は、受け入れデバイス（情報を受け取るリスナ）によって制御されます。これら 3 本のハンドシェークラインの概要は、次のとおりです。

DAV（DATA VALID データ有効）ーソースは DAV ラインの状態を制御し、データバスの情報が有効かどうかを、リスナ側デバイスに表示します。

NRFD（Not Ready For Data データ受け入れ準備未完了）－アクセプタは NRFD の状態を制御します。NRFD を使用して、受け入れデバイスの準備が完了するまで、バイト転送シーケンスを遅らせるように伝送デバイスに信号で知らせます。

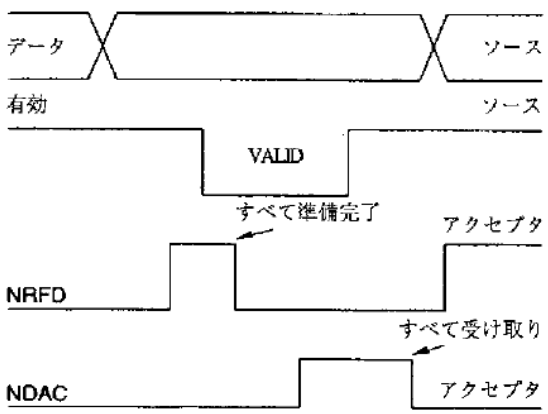
NDAC（Not Data Accepted データ未受け入れ）－ NDAC も受け入れ側デバイスによって制御されます。NDAC の状態は、ソースに、デバイスがデータバイトを受け取ったかどうかを知らせます。

一つのデータバイトについての、ハンドシェークシーケンスの開始から終了までを、図 D-2 に示します。データがデータラインに置かれると、ソースは、NRDF が high の状態ですべてのアクティブデバイスの準備ができているかどうかを確認します。同時に、NDAC は前回のバイト転送から low の状態にあるはずです。これらの条件が満たされてない場合は、ソースは、NDAC と NRFD が正しいステータスに達するまで、待機しなければなりません。ソースがコントローラである場合は、ATN が論理値「真」に置かれてから少なくとも 100nsec の間は、NRFR と NDAC は安定状態を継続しなければなりません。バスに障害が起こる可能性がありますので、多くのコントローラは、タイムアウトルーチンを備えています。これは、何かの理由で転送シーケンスが停止した場合に、メッセージをディスプレイします。

NDAC と NRFD がすべて正しく設定されると、ソースは DAV を low の状態に設定し、データライン上のバイトが有効であることを、受け取り側デバイスに表示します。このあと NRFD は low に移行し、NDAC は、すべてのデバイスがデータを受け取れば、high に移行します。それぞれのデバイスは、その固有の速度で NDAC を開放することができますが、逆に NDAC は、すべてのデバイスがデータバイトを受け取るまでは、開放されず、high に移行しません。

上記で説明したシーケンスを使用して、データ、トークアドレスとリスンアドレス、マルチラインコマンドを転送します。ATN ラインの状態によって、データバスラインが、次のパラグラフで説明するようなデータ、アドレスまたはコマンドを含むかどうかが決まります。

図 D-2
IEEE-488 ハンドシェークシーケンス



バスコマンド

計測器は、IEEE-488 インタフェースをとおして、多数の特別なバスコマンドを受けることができます。この部では、下記のように 3 種類に分類したバスコマンドの目的について、簡単に説明します。

1. ユニラインコマンドーこのコマンドを送るために、関連バスラインを論理値「真」に設定します。たとえば、REN（リモートイネーブル）を表明するには、REN ラインを low（真）に設定することになります。
2. マルチラインコマンドー ATN ラインを論理値「真」（low）の状態で、データラインを経由して送る汎用バスコマンド
3. 汎用コマンドーバス上のすべてのデバイスに共通のコマンド、ATN は high（偽）の状態にして送る
4. SCPI コマンドーバス上のそれぞれのデバイスに固有のコマンド、ATN は（偽）の状態で送る

これらのバスコマンドとその一般的な用途を、表 F-1 にまとめます。

表 D-1
IEEE-488 バスコマンドのまとめ

コマンドの種類	コマンド	ATN ラインの状態	内容
ユニライン	REN（リモートイネーブル）	X	デバイスをリモート動作に設定します。
	EOI	X	伝送の終了の印とします。
	IFC（インタフェースクリア）	X	インタフェースをクリアします。
	ATN（アテンション）	Low	データバスの内容を定義します。
	SRQ	X	外部デバイスによって制御
マルチライン	LLO（ローカルロックアウト）	Low	ローカル操作をロックします。
ユニバーサル	DCL（デバイスクリア）	Low	デバイスをデフォルト条件に戻します。
	SPE（シリアルイネーブル）	Low	シリアルポーリングを使用可能にします。
	SPD（シリアルポールディスエーブル）	Low	シリアルポーリングを使用禁止にします。
呼びかけを受けている	SDC（選択デバイスクリア）	Low	ユニットをデフォルト条件に戻します。
	GTL（ローカルに移行せよ）	Low	デバイスをローカル状態に戻します。
呼びかけを受けてない	UNL（アンリスン）	Low	すべてのリスナをバスから外します。
	UNT（アントーク）	Low	すべてのトーカをバスから外します。
共通	—	High	IEEE-488 互換計測器を共通動作を行うようにプログラムします。
SCPI	—	High	SCPI 互換計測器を個別動作を行うようにプログユニラインコマンド

ユニラインコマンド

ATN、IFC、REN を表明するのは、コントローラだけです。SRQ を表明するのは、外部デバイスです。EOI の表明については、データ転送の方向によって、コントローラが表明する場合も、そのほかのデバイスが表明する場合もあります。以下はそれぞれのコマンドの説明です。それぞれのコマンドを送るには、対応するバスラインの論理値を「真」に設定します。

REN（リモートイネーブル） － REN を送って、バス上の計測器をリモート動作に備えてセットアップします。REN が真であるときは、デバイスはローカルモードから外されます。複数バイト転送シーケンスの最後のバイトを積極的に識別するために使用するデバイス設定により、決まります（?）。したがって、いろいろな長さのデータワードを容易に伝送することができます。

IFC（インタフェースクリア） － IFC を使用して、インタフェースをクリアし、すべてのデバイスをトーカアイドル状態、リスナアイドル状態に戻します。

ATN（アテンション） －コントローラは、アドレスまたはマルチラインコマンドを送りながら、ATN を送ります。

SRQ（サービスリクエスト） －デバイスがコントローラからサービスを要求するときに、そのデバイスは SRQ を表明します。

普遍マルチラインコマンド

汎用コマンドとは、アドレス指定を必要としないマルチラインコマンドを指します。このようなコマンドを実行する機能を備えたデバイスは、すべて、このようなコマンドが送られると、同時にこれらのコマンドを実行します。すべてのマルチラインコマンドと同じように、これらのコマンドも ATN の論理値が真のときに伝送されます。

LLO（ローカルロックアウト） － LOCAL キー、したがってすべての前面パネルの制御機能をロックアウトするために、LLO を計測器に送ります。

DCL（デバイスクリア） － DCL を使用して、計測器をあるデフォルト状態に戻します。通常は、計測器はそれぞれの電源投入状態に戻ります。

SPE（シリアルポールイネーブル） － SPE は、シリアルポーリングシーケンスの最初のステップで、サービスを請求したデバイスがどのデバイスであるかを調べるために使用します。

SPD（シリアルポールディスエーブル） －コントローラは、SPD を使用して、バス上のすべてのデバイスをシリアルポールモードから外します。通常、SPD はシリアルポーリングシーケンスの最後のコマンドです。

アドレス指定マルチラインコマンド

アドレス指定コマンドとはマルチラインコマンドで、その前にはデバイスリスンアドレスを付けなければなりません。このようにして、計測器は、はじめてこのコマンドに応答します。

アドレス指定デバイスだけが、これらのコマンドに応答することに留意してください。コマンドも、コマンドに先行するアドレスも、ATN の論理値を真にして送ります。

SDC（選択的デバイスクリア） － SDC コマンドは、DCL コマンドと実質的に同じ機能を果たします。異なる点は、アドレスを指定したデバイスだけが応答することです。一般に、計測器は、SDC コマンドに応答するときには、それぞれの電源投入時デフォルト条件に戻ります。

GTL（ローカル状態に移行せよ） － GTL コマンドを使用して、計測器をリモートモードから外します。一部の計測器では、前面パネルの制御機能がそれまでに LLO コマンドによってロックアウトされていれば、GTL がこれらの機能のロックを解除します。

GET（グループ実行トリガ） － GET コマンドを使用して、デバイスをトリガし、デバイスの設定により決まる固有のアクション（たとえば値の読み取り）を行わせます。GET はアドレス指定コマンドですが、アドレスを指定しなくても、多数のデバイスが GET に応答します。

アドレスコマンド

アドレス指定コマンドは、2 つの一次コマンドグループと、1 つの二次アドレスグループを含みます。これらのコマンド表明するときには、ATN の論理値は「真」です。

LAG（リスンアドレスグループ） －これらのリスンコマンドは、計測器の一次アドレスから導かれます。これらのコマンドを使用して、デバイスにリスンするように呼びかけます。実際のコマンドバイトを求めるには、アドレスと $20 との OR をとります。

TAG（トークアドレスグループ） －トークアドレスは、一次アドレスから導きます。そのためにアドレスと $40 との OR をとります。トークコマンドを使用して、デバイスにトークするように呼びかけます。

SCG（二次コマンドグループ） －このグループのコマンドは、追加アドレス指定機能を提供します。多数のデバイス（2400 型を含む）は、このコマンドを使用しません。

アドレス指定解除コマンド

コントローラは 2 つのアドレス指定解除コマンドを使用して、トーカまたはリスナをバスから外します。これらのコマンドを表明するときは、ATN の論理値は「真」です。

UNL（アンリスン） － UNL コマンドは、リスナをリスナアイドル状態に入れます。

UNT（アントーク） － UNT コマンドは、これまでにコマンドを受けたトーカがあれば、それをトーカアイドル状態に入れます。

汎用コマンド

汎用コマンドとは、バス上のすべてのデバイスに共通のコマンドです。これらのコマンドには、IEEE-488.2 規格による名称と定義があります。

一般に、これらのコマンドを送るときの形は、1 個以上の ASCII 文字であり、デバイスに共通の動作、たとえばリセットを行うように命じます。IEEE-488 バスがこれらのコマンドを処理する場合のコマンドの形は、これらのコマンドの伝送時には ATN の論理値が「偽」であるという点で、データとなります。

SCPI コマンド

SCPI コマンドは、バス上のそれぞれのデバイスに固有のコマンドです。これらのコマンドは、計測器製造者による名称を持ち、プログラマブル計測器用標準コマンド（SCPI）コンソーシアムの SCPI 規格が定義する計測器モデルに準拠するものです。

一般に、これらのコマンドを送るときの形は、1 個以上の ASCII 文字であり、デバイスに固有の動作、たとえばレンジの設定、リレーの閉路などを行うように命じます。IEEE-488 バスがこれらのコマンドを処理する場合のコマンドの形は、これらのコマンドの伝送時には ATN の論理値が「偽」であるという点で、データとなります。

コマンドコード

データラインを使用する各種のコマンドのコマンドコードを、図 D-3 にまとめます。各種のコマンドの 16 進値と 10 進値を、表 D-2 にリストします。

表 D-2
16 進コマンドコードと 10 進コマンドコード

コマンド	16 進値	10 進値
GTL	01	1
SDC	04	4
GET	08	8
LLO	11	17
DCL	14	20
SPE	18	24
SPD	19	25
LAG	20-3F	32-63
TAG	40-5F	64-95
SCG	60-7F	96-127
UNL	3F	63
UNT	5F	95

図D-3
コマンドコード

D_7 D_6 D_5 D_4						X 0 0 0	コマンド	X 0 0 1	コマンド	X 0 1 0	一次アドレス	X 0 1 1	一次アドレス	X 1 0 0	一次アドレス	X 1 0 1	一次アドレス	X 1 1 0		X 1 1 1	
バイト	D_3 ↓	D_2 ↓	D_1 ↓	D_0 ↓	列 → 行 ↓	0 (A)	0 (B)	1 (A)	1 (B)	2 (A)	2 (B)	3 (A)	3(B)	4 (A)	4 (B)	5 (A)	5 (B)	6 (A)	6 (B)	7 (A)	7 (B)
	0	0	0	0	0	NUL		DLE		SP	0	0	16	@	0	P	16			p	
	0	0	0	1	1	SOH	GTL	DC1	LLO	!	1	1	17	A	1	Q	17	a		q	
	0	0	1	0	2	STX		DC2		"	2	2	18	B	2	R	18	b		r	
	0	0	1	1	3	ETX		DC3		#	3	3	19	C	3	S	19	c		s	
	0	1	0	0	4	EOT	SDC	DC4	DCL	$	4	4	20	D	4	T	20	d		t	
	0	1	0	1	5	ENQ	PPC*	NAK	PPU*	%	5	5	21	E	5	U	21	e		u	
	0	1	1	0	6	ACK		SYN		&	6	6	22	F	6	V	22	f		v	
	0	1	1	1	7	BEL		ETB		'	7	7	23	G	7	W	23	g		w	
	1	0	0	0	8	BS	GET	CAN	SPE	(	8	8	24	H	8	X	24	h		x	
	1	0	0	1	9	HT	TCT*	EM	SPD	)	9	9	25	I	9	Y	25	i		y	
	1	0	1	0	10	LF		SUB		*	10	:	26	J	10	Z	26	j		z	
	1	0	1	1	11	VT		ESC		+	11	;	27	K	11	[	27	k		{	
	1	1	0	0	12	FF		FS		,	12	<	28	L	12	\	28	l		:	
	1	1	0	1	13	CR		GS		-	13	=	29	M	13	]	29	m		}	
	1	1	1	0	14	SO		RS		.	14	>	30	N	14	∩	30	n		≡	
	1	1	1	1	15	SI		US		/	15	?	UNL	O	15	—	UNT	o		DEL	

アドレス指定コマンドグループ　ユニバーサルコマンドグループ　リスンアドレスグループ　トークアドレスグループ

一次コマンドグループ　二次コマンドグループ

2400型は、*PPC（並列ポールの構成）、PPU（並列ポールの構成解除）、
およびTCT（管理せよ）を実行しません。
注記　D0=DIO1 ... D7=DIO8; X= 放置せよ（気にするな）

代表的なコマンドシーケンス

各種のマルチラインコマンドについて、コマンドを正しく送るには特定のバスシーケンスが発生しなければなりません。特に、正しいリスンアドレスを計測器に送ることが、計測器がアドレス指定コマンドに応答する条件です。表 D-3 のリストに示すのは、アドレス指定マルチラインコマンドを送る場合の代表的なバスシーケンスです。この場合では、SDC コマンドが計測器に送られています。UNL は、通常は、シーケンスの一部として送り、ほかのアクティブリスナが存在しない状態を確保します。ATN の論理値は、リスンコマンドに対しても、SDC コマンドバイトそのものに対しても「真」であることに留意してください。

表 D-3
代表的なアドレス指定マルチラインコマンドシーケンス

ステップ	コマンド	-ATN の状態	データバス		
			ASCII	16 進値	10 進値
1	UNL	low レベルに設定	?	3F	63
2	LAG*	low レベルのまま	0	30	48
3	SDC	low レベルのまま	EOT	04	4
4		high レベルに戻る			

* 一次アドレス =16 とします。

表 D-4 に示すのは、代表的な汎用コマンドシーケンスです。この場合では、計測器がアドレスされている間は ATN の論理値は「真」ですが、汎用コマンド列を送っている間は、ATN は high レベルに設定されます。

表 D-4
代表的なアドレス指定コモンコマンドシーケンス

ステップ	コマンド	ATN の状態	データバス		
			ASCII	16 進値	10 進値
1	UNL	low レベルに設定	?	3F	63
2	LAG*	low レベルのまま	0	30	48
3	Data	high レベルに設定	*	2A	42
4	Data	high レベルのまま	R	52	82
5	Data	high レベルのまま	S	53	83
6	Data	high レベルのまま	T	54	84

* 一次アドレス =16 とします。

IEEE コマンドグループ

2400 型がサポートするコマンドグループのリストを、表 F-5 に示します。汎用コマンドと SCPI コマンドは、このリストには掲載してありません。

表 F-5
IEEE コマンドグループ

ハンドシェークコマンドグループ	
	NDAC = データ未受け入れ
	NRFD = データ受け入れ準備未完了
	DAV = データ有効
普遍コマンドグループ	
	ATN = アテンション
	DCL = デバイスクリア
	IFC = インタフェースクリア
	REN = リモートイネーブル
	SPD = シリアルポールディスエーブル
アドレスコマンドグループ	
リスン	LAG = リスンアドレスグループ
	MLA = マイリスンアドレス
	UNL = アンリスン
トーク	TAG = トークアドレスグループ
	MTA = マイトークアドレス
	UNT = アントーク
	OTA = そのほかのトークアドレス
アドレスコマンドグループ	
	ACG = アドレス指定グループ
	GTL = ローカル状態に移行せよ
	SDC = 選択的デバイスクリア
ステータスコマンドグループ	
	RQD = リケストサービス
	SRQ = シリアルポールリケスト
	STB = ステータスバイト
	EOI = 終了

インタフェース機能コード

IEEE-488 規格の一部であるインタフェース機能コードは、計測器が各種インタフェース機能をサポートする能力を定義するためのもので、このマニュアルのほかの場所に記載するプログラミングコマンドと混同しないようにしてください。2400 型のインタフェース機能コードを、表 F-6 にリストします。これらのコードは、2400 型の機能を、次のように定義します。

表 D-6
2400 型インタフェース機能コード

コード	インタフェース機能
SH1	ソースハンドシェーク機能
AH1	アクセプタハンドシェーク機能
T5	トーカ（基本トーカ、トークオンリー、シリアルポール、LAG コマンドの場合、トークするように呼びかけられてない）
L4	リスナ（基本リスナ、TAG コマンドの場合、リスンするように呼びかけられてない）
SR1	サービス請求機能
RL1	リモート / ローカル機能
PP0	並列ポーリング機能なし
DC1	デバイスクリア機能
DT1	デバイストリガ機能
C0	コントローラ機能なし
E1	開放コレクタバスドライバ
TE0	拡張トーカ機能なし
LE0	拡張リスナ機能なし

SH（ソースハンドシェーク機能） － SH1 は、計測器が、データバスを経由するメッセージ / データの転送を開始する能力を定義します。
AH（アクセプタハンドシェーク機能） － AH1 は、計測器が、データバスを経由するメッセージ / データの正しい受け取りを保証する能力を定義します。
トーカ（トーカ機能） － T 機能は、計測器に、データをバスを経由してほかのデバイスに送る能力を与えます。計測器のトーカ機能（T5）が発生するのは、その計測器がトークするように呼びかけられたあとになります。
L （リスナ機能） － L 機能は、計測器に、ほかのデバイスからバスを経由してデバイス依存データを受け取る能力を与えます。計測器のリスナ機能（L4）が発生するのは、その計測器がリスンするように呼びかけられたあとになります。
SR（サービス請求機能） － SR1 は、計測器が、コントローラからサービスを請求する能力を定義します。
RL（リモート / ローカル機能） － RL1 は、計測器がリモートまたはローカルモードに移行する能力を定義します。

PP（並列ポーリング機能）－計測器には、並列ポーリング機能がありません（PP0）。
DC（デバイスクリア機能）－DC1 は、計測器がクリア（初期化）状態に入る能力を定義します。
DT（デバイストリガ機能）－DT1 は、読取り値にトリガをかける 2400 型の能力を定義します。
C（コントローラ機能）－計測器には、コントローラ機能がありません（C0）
TE（拡張トーカ機能）－計測器には、拡張トーカ機能がありません（TE0）。
LE（拡張リスナ機能）－計測器には、拡張リスナ機能がありません（LE0）。
E（バスドライバの種類）－計測器のバスドライバは、開放コレクタ型です（E1）。

E
IEEE-488 規格、SCPI 規格との合致に関する情報

はじめに

IEEE-488.2 規格は、2400 型がこの規格の内容をどのようにして実行するかについての、具体的な情報を要求します。IEEE-488.2 規格（規格 488.2-1987）の 4.9 項には、ドキュメンテーションに関する要求事項が列記されています。表 G-1 はその要求事項の要約であり、情報を提供するか、またはその情報についてのマニュアルを紹介します。表 E-2 には、2400 型が使用する結合型コマンドのリストを掲載します。

2400 型は、SCPI のバージョン 1996.0 に適合します。表 18-2 から 18-11 には、SCPI 確認コマンドと、2400 型が実行する非 SCPI コマンドが掲載されています。

表 E-1
IEEE-488 のドキュメンテーション要求事項

	要求事項	内容または参照先
(1)	IEEE-488 インタフェース機能コード	付録 F を参照。
(2)	アドレスがレンジ 0-30 の範囲外に設定された場合の 2400 型の挙動	無効アドレスを入力することはできません。
(3)	有効アドレスを入力した場合の挙動	アドレスは変わり、バスはリセットします。
(4)	電源投入セットアップ条件	:SYSTem:POSetup（第 5 部）を使って決めてください。
(5)	メッセージ交換オプション	
(a)	入力バッファサイズ	256 バイト
(b)	2 個以上の応答メッセージユニットを戻す照会	なし。
(c)	パーズされると応答を発生する照会	すべての照会（汎用コマンドと SCPI）
(d)	読み取られると応答を発生する照会	なし。
(e)	結合型コマンド	表 G-2 を参照してください。
(6)	SCPI コマンドに必要な機能要素	SCPI コマンドサブシステム表に記載（表 5-2 から 5-11 を参照）。
(7)	ブロックデータのバッファサイズ限度	ブロックディスプレイメッセージ :最大 12 文字
(8)	シンタクスの制約	第 4 部の「プログラミングシンタクス」を参照してください。
(9)	各照会コマンドに対する応答シンタクス	第 4 部の「プログラミングシンタクス」を参照してください。
(10)	規格のルールに従わないデバイス間メッセージ転送	なし。
(11)	ブロックデータ応答サイズ	第 5 部の「ディスプレイサブシステム」を参照してください。
(12)	2400 型が実行する汎用コマンド	第 4 部の「汎用コマンド」を参照してください。
(13)	校正照会情報	サービスマニュアルを参照してください。
(14)	*DDT 用トリガマクロ	適用されません。
(15)	マクロ情報	適用されません。
(16)	*IDN（identification）に対する応答	第 4 部の「汎用コマンド」を参照してください。
(17)	*PUD と *PUD?の記憶領域	適用されません。
(18)	*RDT と *RDT?の資源記述	適用されません。
(19)	*RST、*RCL、*SAV の影響	第 4 部の「汎用コマンド」を参照してください。
(20)	*TST 情報	第 4 部の「汎用コマンド」を参照してください。
(21)	ステータスレジスタ体系	第 4 部の「ステータス体系」を参照してください。
(22)	逐次コマンドまたは重複コマンド	:INIT 以外はすべて逐次コマンドです。
(23)	動作完了メッセージ	*OPC、*OPC?、*WAI　第 4 部の「汎用コマンド」を参照してください。

表 E-2
結合型コマンド

コマンド	変形
:SENSe...:RANGe:UPPER	:SENSe...:RANGe:AUTO
:SENSe...:NPLC	ほかのすべての機能につての NPLC
:SOURce...:STARt	:SOURce...:STEP
	:SOURce...:CENTer
	:SOURce...:SPAN
:SOURce...:STOP	:SOURce...:STEP
	:SOURce...:CENTer
	:SOURce...:SPAN
:SOURce...:STEP	:SOURce...:POINts
:SOURce...:POINts	:SOURce...:STEP
:SOURce...:CENter	:SOURce...:STARt
	:SOURce...:STOP
	:SOURce...:STEP
:SOURce...:SPAN	:SOURce...:STARt
	:SOURce...:STOP
	:SOURce...:STEP
REN, GTL	「リモート動作とローカル動作の差異」の中のリモート動作とローカル動作の移行を参照してください（第 4 部）。
:SYSTem:MEMory:INITialize	:SYSTEM Subsystem のコマンドの説明を参照してください。

...= 有効機能コマンド語（すなわち:VOLT:DC、:VOLT:AC など）

F
コンタクトチェック機能

はじめに

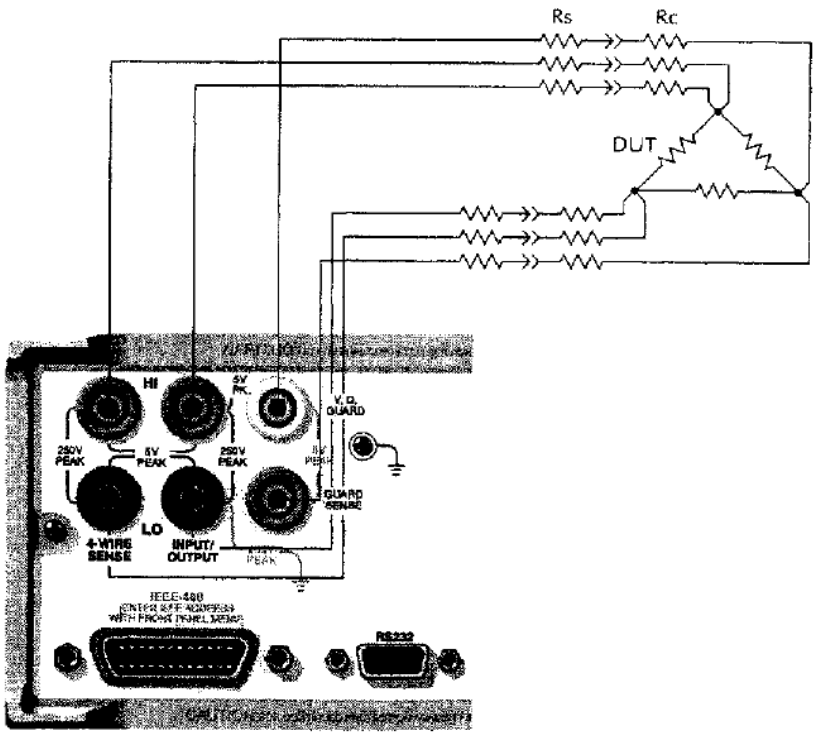
この付録の内容は、2400-C型、2410-C型、2420-C型ソース・メータで利用できる接点チェック機能に関する情報です。

概要

説明

接点チェック機能は、リモートセンス(ケルビン)測定を行う際のフォースリードまたはセンスリードに発生する過大な抵抗により、エラーを伴う可能性のある測定値を検出します。DUTにおける接触不良、スイッチングカードの欠陥リレー接点、長すぎる電線や細すぎる電線などが原因となって、このような抵抗が現れます。これを図F-1に示します。ここでRCはDUTの機械的接触の抵抗、RSはリレーとケーブルの直列抵抗です。

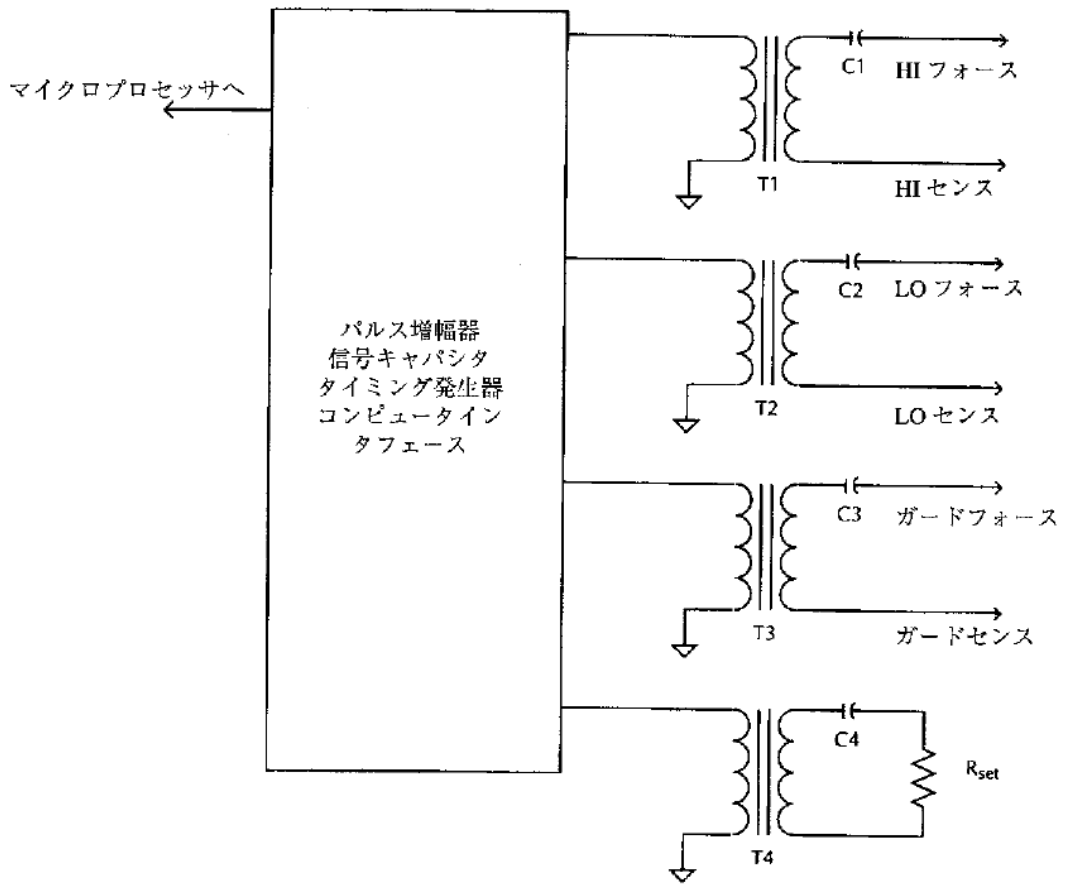
図F-1
ケルビン抵抗エラーの発生源



ブロックダイアグラム

接点チェック回路のブロックダイアグラムを図F-2に示します。マイクロプロセッサが接点チェックパルスを送ります。このパルスは増幅されて、4個の変圧器の一次側をドライブします。変圧器T1からT3の二次側は、HI、LO、GUARDのフォース/センス接点をドライブします。変圧器が介在するため、各入力側相互の絶縁が確保されます。二次側のキャパシタC1からC3までは、フォースリードとセンスリードの間に、高抵抗DCパス、しかも低抵抗ACパスを用意します。変圧器T4は、トリップ点設定抵抗R_{SET}をドライブします。DUT接続部のどれかの抵抗がRSETの値を超過すると、この状態はOPEN LEAD条件と見なされ、マイクロプロセッサに通知されます。スイッチS1またはS2を閉じると、トリップ点の抵抗(R_{SET})が変化することに注意してください。

図F-2
接点チェックブロックダイアグラム



操作

接点チェック機能を使用すれば、DUTへの接続の接触抵抗の値が良好かどうかを、前面パネルと背面パネルで確認することができます。GUARD/GUARD SENSEペア(背面パネル上の)で接点チェックを行わない場合は、このペアを短絡して、正しい機能性を確保しなければなりません。接点チェック機能を働かせるには、ソース・メータをリモートセンス(4線)モードに入れなければなりません。2線モードでも接点チェック機能を使用可能にすることはできますが、実行に移すことはできません。ソースメモリの諸機能を接点チェックと併用する場合は、2線センスモードと4線センスモードを混合して、同一のソースメモリリストに入れることが可能です。2線センス点については、リモートセンスを使用する点のために接点をチェックする間は、接点チェックは行われません。

接点チェック機能が使用可能であれば、3組のソース/センスペアを試験に使うことができます。ある試験で1つのソース/センスペアを使用しない場合には、そのペアには短絡プラグを設けなければなりません。この要求事項以外は、DUTへの通常の接続を、第2部で説明したような方法で実行します。

しきい値抵抗(トリップ)の設定

DUTの接続抵抗がしきい値抵抗設定値(トリップ点)を越えれば、接点チェック試験には不合格となります。しきい値抵抗は2Ω、15Ω、または50Ωに設定することができます。図F-2に示すように、R_{SET}は3個の抵抗体で構成されます。トリップ設定によって、スイッチS1とS2とが開放状態に置かれる場合と、スイッチS1またはS2を閉じる場合とがあります。

接点チェックには、自動抵抗測定、手動抵抗測定どちらも使えます。しきい抵抗値として推奨する抵抗測定レンジを、表F-1に示します。

表F-1
接点チェック用推奨抵抗測定レンジ

レンジ	しきい値抵抗
2Ω	2Ω
20Ω	2Ωまたは15Ω
200Ω以上	2Ω,15Ωまたは50Ω

ドリガモデルの動作

標準トリガモデル(第11部の図11-1と11-8を参照)との関連で見ると、接点チェックが行われるのは、トリガレイヤーの"SOURCEアクション"ブロックの直前です。

注記　2430型パルスモードの場合のトリガモデルを、図11-10と11-11に示します。

トリガモデルの動作の場合と同じように、接点チェックのためのイベントディテクタがあります。接点チェックイベントディテクタを使用可能状態にすると、動作はディテクタのところでホールドアップします。この状態は、接点チェックが実行され、指定したタイムアウト期間が終了するまで、または接点チェックの完了かタイムアウトまで、継続します。接点チェック試験に合格の場合は、イベント検出条件は満たされ、動作は先に進んで"SOURCEアクション"を実行することができます。接点チェックに不合格(オープンリード条件)になると、ソース・メータは設定タイムアウト期間の終了を待ち、そのあとオープンリード不合格信号を出し、先に進んで"SOURCEアクション"を実行します。

接点チェックタイムアウトは、0.00000から999.9990秒に設定することができます。ただしタイムアウトを0秒に設定すると、タイムアウトが使用禁止になることに注意してください。すなわち、接点チェック検出が発生するまで、動作は無期限にホールドアップされることになります。

接点チェックイベント検出を使用禁止にすると、動作は接点チェックイベントディテクタのところでホールドアップされず、接点チェックが行われるのを待ちます。すなわち、イベント検出条件は直ちに満たされます。接点検出が使用禁止状態、またはソース・メータが2線センスモードに置かれている場合は、イベント検出は使用禁止となります。

接点チェック不合格の取り扱い

接点チェックによって検出した故障条件に対処するためには、いくつかのオプションがあります。

- 前面パネルディスプレイは、OPEN LEADの表示をだします。
- :CALCulate2:LIMit4コマンドを使用して、ユーザ定義ビットをディジタルI/Oポートに設定することができます。
- :FORMat:ELEMents:STATUsコマンドのビット18は、オープンリードが発生すると1に設定され、GPIBを介して読み取ることができます。
- 測定条件レジスタのビット18は、GPIBまたはRS-232ポートを介して読み取ることができます。

リミット試験モード

ほかのリミット試験の場合と同じように、接点チェックには、グレーディングとソーティングの、2種類のリミット試験モードがあります。グレーディングとソーティングの、基本的なリミット試験のフローチャート(第12部で図示、説明)に修正を加え、リミット4接点チェックを含めてあります。これを図F-3とF-4に示します。図F-3とF-4を調べると、リミット4試験の動作のフローが、リミット1試験のそれと同じことが分かります。

スイープとビンニングの留意点

通常の電圧または電流スイープとメモリスイープを使って試験を行う場合に、ソースオートクリアが使用可能かどうか、また区分容器の制御が行われるのはいつかにによって、いくつかの問題が発生します。ディジタル出力と接点チェックを利用する場合に、スイープ動作に対して4種類の作用が及ぶ可能性があります。ビンニングの説明は第12部を、ソースオートオフの機能は第3部を参照してください。

ソース・メータを使ってスイープを行うときは、このスイープに含まれる各点の前で接点チェックが行われます。試験サイクル時間を節約するために、接点チェックは、呼び出したスイープ点の記憶位置に来るまでに、行います。下記の4種類のモードのどれかに不合格になった場合は、オープンリードが存在するスイープ記憶位置は、メモリから呼び出されません。

ソースオートクリアがオン状態の場合	:SOUR:CLE:AUTO ON
スイープの終わりに区分容器制御を行う	:CALC2CLIM:BCON END

スイープ動作に含まれる、ある点が接点チェックに不合格になると、出力はオフ状態となり、最後のスイープ点に到るまで、オフ状態に留まります。タイミングを維持するために、トリガが供給され、受け入れられます。不合格発生以後の各点のメモリは呼び出されず、接点チェックが行われないまま、最後のスイープ点に到達します。

スイープを反復する場合は、新しいスイープが始まって接点チェックを行い、通常の測定動作が再開されます。

各点のスイープの終わりに区分容器制御を行う　　:CALC2:CLLM:AUTO OFF

接点チェックによってオープンリードが検出された場合は、その位置については出力がオフ状態となり、このスイープ点は呼び出されずにスキップされます。スイープは次のスイープ点に進み、接点チェックが行われます。

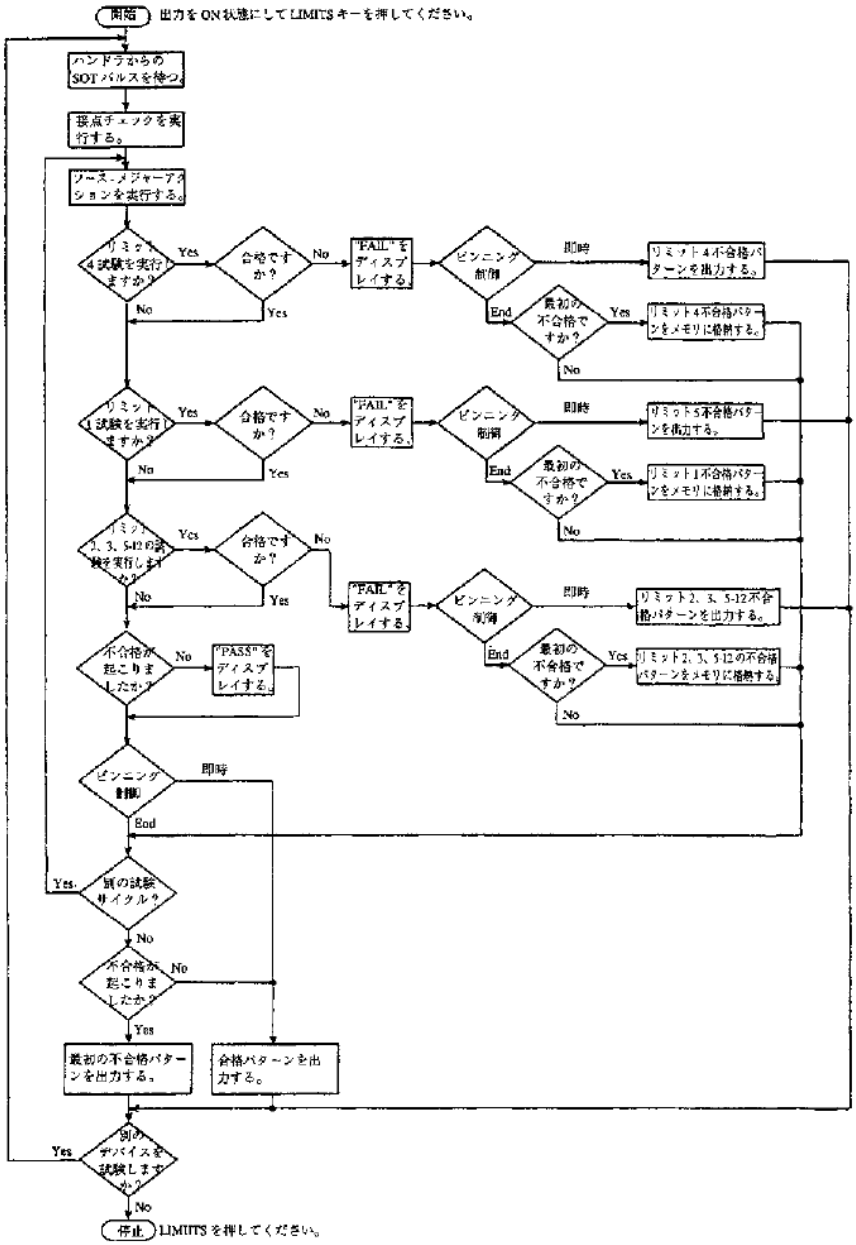
ソースオートクリアがオフ状態の場合　　:SOUR:CLE:AUTO OFF
スイープの終わりに区分容器制御を行う　　:CALC2:CLIM:BCON END

出力は全スイープ期間中にわたりオン状態に維持されます。スイープ中にオープンリードが発見された場合には、出力はオフ状態となり、接点チェックは中止され、スイープ記憶位置は呼び出されず、トリガは最後のスイープ点に達するまで、維持されます。複数個の同一スイープが必要な場合は、オープンリードに続くスイープの開始とともに、各スイープ点に対する接点チェックと通常の測定動作が開始します。ただし別の不合格が発生しないことが条件です。

スイープの終わりに区分容器制御を行う　　:CALC2:CLIM:BCON IMM

接点チェック不合格が発生しなければ、スイープ点とスイープ点の間では、出力はオン状態に維持されます。あるスイープ点での実行の前に接点チェック不合格が発生すれば、その点については出力がオフ状態になります。試験シーケンスは進行し、スイープの中の次の点で接点チェックを行います。出力は合格接点が検出されるまで、オフ状態にされません。

図 F-3
ソーティングモードリミット
試験 (接点チェック)



Specifications are subject to change without notice.

All Keithley trademarks and trade names are the property of Keithley Instruments, Inc. All other trademarks and trade names are the property of their respective companies.

KEITHLEY

Keithley Instruments, Inc. 28775 Aurora Road • Cleveland, Ohio 44139 • 440-248-0400 • Fax: 440-248-6168
1-888-KEITHLEY (534-8453) • www.keithley.com

Sales Offices:

BELGIUM:	Bergensesteenweg 709 • B-1600 Sint-Pieters-Leeuw • 02-363 00 40 • Fax: 02/363 00 64
CHINA:	Yuan Chen Xin Building, Room 705 • 12 Yumin Road, Dewai, Madian • Beijing 100029 • 8610-6202-2886 • Fax: 8610-6202-2892
FINLAND:	Tietäjäntie 2 • 02130 Espoo • Phone: 09-54 75 08 10 • Fax: 09-25 10 51 00
FRANCE:	3, allée des Garays • 91127 Palaiseau Cédex • 01-64 53 20 20 • Fax: 01-60 11 77 26
GERMANY:	Landsberger Strasse 65 • 82110 Germering • 089/84 93 07-40 • Fax: 089/84 93 07-34
GREAT BRITAIN:	Unit 2 Commerce Park, Brunel Road • Theale • Berkshire RG7 4AB • 0118 929 7500 • Fax: 0118 929 7519
INDIA:	Flat 2B, Willocrissa • 14, Rest House Crescent • Bangalore 560 001 • 91-80-509-1320/21 • Fax: 91-80-509-1322
ITALY:	Viale San Gimignano, 38 • 20146 Milano • 02-48 39 16 01 • Fax: 02-48 30 22 74
JAPAN:	New Pier Takeshiba North Tower 13F • 11-1, Kaigan 1-chome • Minato-ku, Tokyo 105-0022 • 81-3-5733-7555 • Fax: 81-3-5733-7556
KOREA:	2FL., URI Building • 2-14 Yangjae-Dong • Seocho-Gu, Seoul 137-888 • 82-2-574-7778 • Fax: 82-2-574-7838
NETHERLANDS:	Postbus 559 • 4200 AN Gorinchem • 0183-635333 • Fax: 0183-630821
SWEDEN:	c/o Regus Business Centre • Frosundaviks Allé 15, 4tr • 169 70 Solna • 08-509 04 679 • Fax: 08-655 26 10
SWITZERLAND:	Kriesbachstrasse 4 • 8600 Dübendorf • 01-821 94 44 • Fax: 01-820 30 81
TAIWAN:	1FL., 85 Po Ai Street • Hsinchu, Taiwan, R.O.C. • 886-3-572-9077• Fax: 886-3-572-9031

© Copyright 2001 Keithley Instruments, Inc.
Printed in the U.S.A.
4/02