

シリーズ 2400 ソースメータ®

ユーザーズマニュアル

2400S-900-01 Rev. K / 2011年9月

2400 シリーズ ソースメータ® ユーザーズマニュアル

©2011, Keithley Instruments, Inc.

無断転載を禁じます。

アメリカ合衆国オハイオ州クリーブランド

文書番号: 2400S-900-01 Rev. K / 2011 年 9 月



安全上の注意

04/09

この製品および関連する機器を使用する前に、以下の安全上の注意事項を守ってください。
一部の機器やアクセサリは通常は非危険電圧で使用されますが、危険な状態が発生する可能性がある状況もあります。

この製品は、感電の危険性を認識し、傷害を避けるために必要な安全上の注意事項を熟知している有資格者による使用を目的としています。製品を使用する前に、設置、操作、およびメンテナンスに関するすべての情報を注意深く読み、それに従ってください。完全な製品仕様については、ユーザー ドキュメントを参照してください。

製品を指定された方法以外で使用した場合、製品保証によって提供される保護が損なわれる可能性があります。

製品ユーザーの種類は次のとおりです。

責任機関とは、機器の使用と保守、機器が仕様と動作制限内で動作していることの保証、およびオペレーターが適切に訓練されていることの保証に責任を負う個人またはグループです。

オペレータは、製品を本来の機能のために使用します。オペレータは、電気安全手順と機器の適切な使用方法についてのトレーニングを受ける必要があります。オペレータは、感電や危険な通電回路との接触から保護される必要があります。

保守担当者は、製品が適切に動作し続けるように、ライン電圧の設定や消耗品の交換など、製品の日常的な手順を実行します。保守手順は、ユーザー ドキュメントに記載されています。手順には、オペレータが実行できるかどうかが明示的に記載されています。そうでない場合は、サービス担当者のみが実行する必要があります。

サービス担当者は、通電中の回路での作業、安全な設置、製品の修理について訓練を受けています。適切な訓練を受けたサービス担当者のみが、設置およびサービス手順を実行できます。

Keithley Instruments 製品は、国際電気標準会議 (IEC) 規格 IEC 60664 に記載されている測定カテゴリ I および測定カテゴリ II と評価された電気信号で使用するように設計されています。測定、制御、およびデータ I/O 信号のほとんどは測定カテゴリ I であり、主電源電圧または高過渡過電圧のある電圧源に直接接続してはなりません。測定カテゴリ II 接続では、ローカル AC 主電源接続によく伴う高過渡過電圧に対する保護が必要です。

ユーザー ドキュメントに特に記載または説明がない限り、すべての測定、制御、およびデータ I/O 接続はカテゴリ I ソースへの接続用であると想定します。

感電の危険がある場合は、細心の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 フィクスチャには致死的な電圧が存在する可能性があります。米国規格協会 (ANSI) は、30V RMS、42.4V ピーク、または 60VDC を超える電圧レベルが存在する場合に感電の危険が存在すると規定しています。測定前に、未知の回路に危険な電圧が存在することを想定しておくことが、安全対策として有効です。

この製品のオペレーターは常に感電から保護されなければなりません。責任機関は、オペレーターがあらゆる接続ポイントにアクセスできないようにし、絶縁する必要があります。場合によっては、接続部が人間との接触にさらされることがあります。このような状況では、製品のオペレーターは感電から保護するための訓練を受ける必要があります。

感電の危険から身を守るために、回路が 1000V 以上で動作できる場合、回路の導電部分が露出してはいけません。

スイッチング カードを無制限の電力回路に直接接続しないでください。スイッチング カードをインピーダンス制限のある電源で使用するのためのものです。スイッチング カードを AC 主電源に直接接続しないでください。電源をスイッチング カードに接続する場合は、カードへの障害電流と電圧を制限する保護装置を設置してください。

機器を操作する前に、電源コードが適切に接地された電源コンセントに接続されていることを確認してください。
使用する前に、接続ケーブル、テスト リード、ジャンパーに摩耗、ひび割れ、破損がないか確認してください。

ラックマウントなど、主電源コードへのアクセスが制限されている場所に機器を設置する場合は、機器の近く、オペレータが簡単に手が届く位置に、別の主入力電源切断装置を設置する必要があります。

安全性を最大限に高めるため、テスト対象の回路に電源が供給されている間は、製品、テスト ケーブル、またはその他の機器に触れないでください。ケーブルやジャンパーの接続や切断、スイッチング カードの取り付けや取り外し、ジャンパーの取り付けや取り外しなどの内部変更を行う前には、必ずテスト システム全体の電源を切り、コンデンサを放電してください。

テスト中の回路の共通側または電源ライン (アース) の接地に電流経路を提供する可能性のある物体には触れないでください。測定は、測定対象の電圧に耐えられる乾燥した絶縁された表面の上に立ち、常に乾いた手で行ってください。

機器および付属品は、仕様および操作手順に従って使用する必要があります。そうしないと、機器の安全性が損なわれる可能性があります。


仕様および操作情報で定義され、計測器またはテスト フィクスチャ パネル、またはスイッチング カードに示されている計測器およびアクセサリの最大信号レベルを超えないようにしてください。


製品にヒューズが使用されている場合は、火災の危険に対する保護を継続するために、同じタイプおよび定格のヒューズに交換してください。


シャーシ接続は、安全アース接続としてではなく、測定回路のシールド接続としてのみ使用する必要があります。


テスト フィクスチャを使用する場合は、テスト対象のデバイスに電源が供給されている間は蓋を閉じたままにしてください。安全な操作には蓋インターロックの使用が必要です。


ネジがある場合は、ユーザー ドキュメントで推奨されているワイヤを使用して、ネジを安全アースに接続します。

機器  機器上の記号は注意、危険を意味します。ユーザーは取扱説明書を参照してください。
にシンボルが表示されているすべての場合において、このシンボルはユーザー ドキュメントに記載されています。

これ  機器上の記号は注意、危険を意味します。個人的な事故を避けるために標準的な安全対策を講じてください。
らの電圧との接触。

の  機器上の記号は、表面が熱くなる可能性があることを示しています。火傷を防ぐため、直接触れないようにしてください。

 記号は機器フレームへの接続端子を示します。

製品に  の記号が付いている場合は、ディスプレイ ランプに水銀が含まれていることを示しています。ランプは、連邦、州、および地方の法律に従って適切に廃棄する必要があることに注意してください。

ユーザー ドキュメントの「警告」の見出しでは、人身傷害または死亡につながる可能性のある危険性について説明しています。指示された手順を実行する前に、必ず関連情報を注意深くお読みください。

ユーザー マニュアルの「注意」の見出しには、機器を損傷する可能性のある危険性が説明されています。このような損傷が発生すると、保証が無効になる場合があります。

計器類および付属品は人間に接続しないでください。

メンテナンスを実行する前に、電源コードとすべてのテスト ケーブルを外してください。

感電や火災から保護するために、電源トランス、テスト リード、入力ジャックなどの主回路の交換部品は、必ず Keithley Instruments から購入してください。定格とタイプが同じであれば、該当する国の安全承認を受けた標準ヒューズを使用できます。安全関連以外の部品は、元の部品と同等であれば、他のサプライヤから購入できます（製品の精度と機能を維持するために、一部の部品は Keithley Instruments からのみ購入する必要があります）。交換部品の適用性について不明な点がある場合は、Keithley Instruments のオフィスに問い合わせて詳細を確認してください。

機器を清掃するには、湿らせた布または中性水性クリーナーを使用してください。機器の外側のみを清掃してください。クリーナーを機器に直接塗布したり、液体が機器内に入ったりこぼれたりしないように注意してください。ケースやシャーシのない回路基板で構成されている製品（コンピューターにインストールするためのデータ取得ボードなど）は、指示に従って取り扱われる限り、クリーニングの必要はありません。ボードが汚染されて動作に影響が出た場合は、適切なクリーニング/修理のためにボードを工場に返却する必要があります。

目次

セクション	タイトル	ページ
1	はじめ	
	一般情報	1-2 連絡先情報
	報	1-2 マニュアルの補
	足	1-2 安全記号と用
	語	1-2 点
	検	1-3 オプションとアクセ
	サリ	1-3 製品の概
	要	1-5 フロントパネルとリアパネルの
	概要	1-6 フロントパネルの概
	要	1-6 リアパネルの概
	要	1-7 電源投
	入	1-9 ライン電源接
	続	1-9 電源投入シーケン
	ス	1-10 ライン周波数設
	定	1-11 ヒューズの交
	換	1-11 冷却ファ
	ン	1-12 ディスプレ
	イ	1-13 表示形
	式	1-13 EDIT キ
	ー	1-13 TOGGLE キ
	ー	1-13 ステータスおよびエラー 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 フロント パネル テス
	ト	1-14 デフォルト設
	定	1-15 ユーザー設定の保存と復
	元	1-15 工場出荷時設
	定	1-16 リモート設
	定	1-18 メニュー
	ー	1-19

メインメニュー 1-19メニューをナビゲートするた
めのルール 1-22ソースとコンプライアンス値の編
集 1-23ソースと測定の表示フィールドの切り替え
1-23フロントパネルの表示を無効にする 1-24構成メニュー
ー 1-24

2 接続

接続の概要 2-2前面/背面端子の選
択 2-2 DUT への接
続 2-3センシング方
法 2-5ガード方
法 2-8

3 基本的なソースメジャー操作

警告 - 注意 3-2操作の概
要 3-4ソース測定機
能 3-4コンプライアンス制
限 3-6コンプライアンス制限の設
定 3-8基本的な回路構
成 3-9操作上の考慮事
項 3-10ウォームアッ
プ 3-10自動ゼロ調
整 3-10 NPLC キャッシ
ュ 3-11 V ソース保
護 3-12ソース遅
延 3-13基本的なソース測定手
順 3-15フロント パネルのソース測定手
順 3-15リモート コマンドのソース測定手
順 3-18測定の
み 3-20フロント パネルの測定の
み 3-20リモートコマンド測定のみ
3-21シンク操作 3-22バッテリー充電/放
電 3-22シンクプログラミング例
3-24

4 オーム測定

抵抗設定メニュー 4-2抵抗測定方
法 4-3抵抗測定方法の選
択 4-4抵抗測定手
順 4-4抵抗検
知 4-6

センサ選択 4-7 オフセット補正抵抗 4-8
抵抗 4-8 オフセット補正抵抗の有効化/無効化 4-9
抵抗精度計算 4-9 抵抗ソースリードバック 4-11
抵抗 4-11 抵抗ソースリードバック選択 4-11
抵抗 4-11 6 線抵抗測定 4-12
抵抗 4-12 リモート抵抗プログラミング 4-13
抵抗 4-13 リモート抵抗コマンド 4-13
抵抗 4-13 抵抗プログラミング 4-13
抵抗 4-14

5 パルスモード操作（モデル 2430 のみ）

概要 5-2 パルス特性 5-3
パルス 5-4 出力オフ時間 5-6
パルス 5-6 パルスデューティサイクル 5-6
パルス 5-6 高速パルス出力 5-7
パルス 5-7 パルスジッタ 5-8
パルス 5-8 パルスエネルギー制限（10A 範囲） 5-9
パルス 5-9 パルスモード設定 5-10
パルス 5-10 フロントパネルのパルスモード設定 5-10
パルス 5-10 リモートコマンドのパルスモード設定 5-11
パルス 5-11 パルス測定の考慮事項 5-12
パルス 5-12 測定速度 5-12
パルス 5-12 フィルタ 5-12
パルス 5-12 自動範囲 5-12
パルス 5-12 同時測定 5-12
パルス 5-12 オームソースリードバック 5-12
パルス 5-12 トグルキ 5-13
パルス 5-13 オフセット補正抵抗 5-13
パルス 5-13 ソース遅延 5-13
パルス 5-13 トリガー遅延 5-14
パルス 5-14 入力トリガ 5-14
パルス 5-14 出力トリガ 5-14
パルス 5-14 自動出力オフ 5-14
パルス 5-14 出力オフ状態 5-15
パルス 5-15 ソースをオンにする 5-15
パルス 5-15 SCPI 信号指向測定コマンド 5-15

6 ソース・メジャーの概念コンプライアンス限界

コンプライアンス 6-2
コンプライアンス 6-2 最大コンプライアンス 6-3
コンプライアンス 6-3

コンプライアンスの例 6-4コンプライアンス制限の
決定 6-4過熱保
護 6-6過熱状
態 6-6ソース遅延測定サイク
ル 6-7スweep波形 6-10ソースまたはシン
6-9動作境界 6-10デューティ サイク
ク 6-10I-ソース動作境
ル 6-15V-ソース動作境
界 6-19ソース I は I を測定し、ソース V は V を測定
界 6-22基本回路構成 6-23ソース
します 6-23ソース I 6-23ソース
V 6-24測定のみ (V または
I) 6-25ガー
ド 6-27ケーブルガー
ド 6-27オームガー
ド 6-28ガードセン
ス 6-32データフロ
ー 6-34バッファに関する考慮事
項 6-36

7

範囲、桁、速度、およびフィルタ範囲と
桁 7-2範
囲 7-2
桁 7-5リモート範囲および桁プログ
ラミング 7-5速度 7-7リモート速度プログラミン
7-7速度設定 7-8フィルタ 7-9フロントパネルフィルタコントロール 7-10リモートフィルタプログラミ
ング 7-12

8 相対性と数学

相対 8-2フロントパネル相
対 8-2リモート相対プログラミン
グ 8-3数学演算 8-4フロントパネル数学演
8-4組み込み数学関数 8-6リモート数学演
算 8-7ユーザー定義数学関
数 8-7

9	データストア
	データ保存の概要 9-2フロントパネルのデータ保
	存 9-2読み取り値の保存.....
	9-2読み取り値の呼び出し 9-2バッファ統
	計 9-3タイムスタンプ形
	式 9-4バッファに関する考慮事
	項 9-5リモートコマンドデータ保
	存 9-5データ保存コマン
	ド 9-5データ保存のプログラミング
	例 9-5
10	スweep操作スweepの種
	類 10-2線形階段スイー
	ブ 10-2対数階段スイー
	ブ 10-4コンプライアンス時の中
	止 10-5カスタムスイー
	ブ 10-6ソース メモリ スイー
	ブ 10-6スweepの設定と実
	行 10-12フロント パネル スweep操
	作 10-12リモート スweep操
	作 10-19パルス モード スweep (モデル 2430 の
	み) 10-24フロント パネル パルス モード スweep手順
	10-25リモート パルス モード スweep操作 10-26
11	トリガーフロントパ
	ネルのトリガー操作 11-2フロントパネルのトリガーモデ
	ル 11-2トリガーの設
	定 11-7リモートトリガー操
	作 11-10リモートトリガーモデ
	ル 11-10リモートトリガーコマン
	ド 11-18トリガーリン
	ク 11-19入力トリガー要
	件 11-19出力トリガー仕
	様 11-20パルスモードトリガー (モデル
	2430) 11-20トリガーモデ
	ル 11-20無効なトリガー設
	定 11-24
12	限界試験限界の種
	類 12-2合格/不合格情
	報 12-2

データフロー 12-3制限 1 テスト (コンプライアンス) 12-3制限 2、制限 3、制限 5-12 テスト 12-3制限
4 12-3制限テスト モード 12-3ピン
グ 12-4操作の概要 12-4グレーディング モード 12-4ソート モード 12-7ピンング システム 12-10ハンドラー インターフェイス 12-10ハンドラーの種類 12-12基本的なピンング システム 12-13デジタル出力クリア バター 12-14制限テストの設定と実行 12-16制限テストの設定 12-16フロント エンド テストの実行 12-18パネル制限テスト 12-19リモート制限テスト 12-20制限コマンド 12-20

13

デジタル I/O ポート、出力イネーブル、および出力構成デジタル I/O ポート 13-2ポート構成 13-2デジタル出力構成 13-3デジタル出力ラインの制御 13-4出力イネーブル ライン 13-6フロント パネル出力構成 13-7出力構成メニュー 13-8出力オフ状態 13-9出力オフ状態と誘導負荷 13-11リモート出力構成 13-12出力構成コマンド 13-12

14

リモート操作の違い: リモート操作とローカル操作 14-2操作の強化 (リモート操作) 14-2ローカルからリモートへの移行 14-2リモートからローカルへの移行 14-3インターフェースの選択 14-3 GPIB 操作 14-4 GPIB 規格 14-4 GPIB 接続 14-4プライマリ アドレス 14-4一般的なバス コマンド 14-5

フロントパネル GPIB 操作 14-5エラーおよびステータス メッセージ 14-5 GPIB ステータス インジケータ 14-5 LOCAL キー 14-6プログラミング構文 14-6コマンド ワード 14-6

14-6クエリ コマンド 14-9大文字と小文字の区別 14-9ロング フォームとショート フォームのバージョン 14-9ショート フォームのルール 14-9

14-10応答メッセージ 14-12メッセージ交換プロトコル 14-13 RS-232 インターフェイス操作 14-13データの送受 14-13ボー レー 14-13データ ビットとパリティ 14-14ターミネータ 14-14

14-14フロー制御 (シグナルハンドシェイク) 14-15 RS-232 接続 14-15エラーメッセージ 14-17

15 ステータス構造

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キュー 15-2

15-2レジスタとキューのクリア 15-4レジスタのプログラミング 15-5イネーブル レジスタのプログラミング 15-5

15-5レジスタの読み取り 15-6ステータス バイトとサービス リクエスト (SRQ) 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 ボーリングと 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 15-16イベントレジスタ 15-16イベントイネーブルレジスタ 15-17キュー 15-18出力キュー 15-18エラーキュー 15-19

16 共通コマンド

コマンドの概要 16-2 コマンドのリファレンス

ス 16-3 *IDN? — 識別クエリ

16-3 *OPC — 操作完了 16-3 *OPC? — 操作完了クエリ

リ 16-3 *SAV <NRf> — 保存

16-3 *RCL <NRf> — リコール 16-3 **RST — リセット

ト 16-4 *TRG — トリガ

— 16-4 **TST? — セルフテスト クエリ

リ 16-4 *WAI — 続行待ち

16-5

17

SCPI 信号指向測定コマンドコマンド概要 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 コマンドリファレンス

参照テーブル 18-2 サブシステムの計算

18-26 数式名の選択（作成） 18-26 単位サフィックスの割り当て

18-28 数式の定義

18-29 数式結果の有効化と読み取り 18-32

CALCulate2 18-33 入力パスの選択

18-33 マルチフィールド読み取り

18-34 CALC2 の読み取り

18-34 限界テストの設定と制御 18-35 複合テスト

18-39 テスト結果のクリア 18-42

CALCulate3 18-43 統計の選択

18-43 統計情報の取得

18-43 DISPlay サブシステム

18-44 ディスプレイの制御

ディスプレイの読み取り	18-46	TEXT メッセージの定義	18-46
FORMat サブシステム	18-46		
18-47 データ形式	18-47	データ要素	18-49
CALC データ要素	18-49	バイト順	18-53
ステータス レジスタ形式	18-54	OUTPUT サブシステム	18-54
ソースのオン/オフの切り替え	18-55	出力イネーブル ライン	18-55
ROUTe サブシステム	18-56	入力ジャックの選択	18-57
SENSe1 サブシステム	18-57	測定機能の選択	18-58
自動範囲の選択	18-62	電流範囲のホールドオフ	18-65
コンプライアンス パラメータの設定	18-66	測定速度の設定	18-67
SOURce サブシステム	18-70	フィルタの設定と制御	18-69
ソース出力のオフの制御	18-71	機能モードの選択	18-71
ソース モードの選択	18-72	範囲の選択	18-73
固定ソースの振幅の設定	18-74	電圧制限の設定	18-77
遅延の設定	18-79	電圧および電流スweepの設定	18-82
コンプライアンス違反時の中止	18-83	リストの設定	18-90
メモリスweepの設定	18-91	スケール係数の設定	18-93
ソーク時間	18-95	パルスモード遅延（モデル 2430 のみ）	18-96
SOURce2	18-97	デジタル出力の設定	18-98
デジタル出力のクリップ	18-99	イベントレジスタの読み取り	18-101
イベントイネーブルレジスタのプログラマブル条件レジスタの読み取り	18-101		

デフォルト条件の選択 18-102エラー キュ
ー 18-102 SYSTem サブシステ
ム 18-103デフォルト条件 18-103リ
モート センシングの制御 18-104ガード モードの選
択 18-105メモリの初期
化 18-106ビーブ音の制
御 18-106自動ゼロの制
御 18-107 NPLC キャッシュの制
御 18-107電源周波数設定の選
択 18-108エラー キュ
ー 18-109キー押下をシミュレートす
る 18-110 SCPI 標準のバージョンの読み取り
18-112 RS-232 インターフェイス 18-112タイムスタンプの照
会 18-112タイムスタンプのリセッ
ト 18-113タイムスタンプの自動リセッ
ト 18-113自動レンジ変更モード
18-113 TRACe サブシステム 18-114バッファの読み取りとク
リア 18-114バッファの構成と制御
18-114タイムスタンプ形式の選択 18-116 TRIGger サブシステ
ム 18-116入力トリガーのクリア
18-116ソース/測定サイクルの開始 18-117ソース/測定サイクルの中
止 18-117プログラムトリガーモデ
ル 18-117精度計
算 A-2測定精
度 A-2ソース精
度 A-2ソース遅延測定 (SDM) サイクルタイミン
グ A-3定義 A-3タイミ
ング図 A-4はじめ
に B-2ステータスおよびエラーメッセー
ジ B-2一般的な SCPI エラーの排除
B-8はじめに C-2
FETCh? C-3
CALCulate[1]:DATA? C-4
CALCulate2:DATA? C-4
TRACe:DATA? C-4
CALCulate3:DATA? C-4はじめ
に D-2バスの説
明 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ハンドシェイク ライ
ン D-5バス コマン
ド D-6アドレス指定マルチライン コマン
ド D-8アドレス コマンド
D-8アドレス解除コマンド D-8共通コマン
ド D-8 SCPI コマン
ド D-8コマンド コー
ド D-9 IEEE コマンド グルー
プ D-11インターフェイス機能コー
ド D-12はじめ
に E-2はじめ
に F-2概
要 F-2説
明 F-2操
作 F-3 DUT 接
続 F-3接触チェックしきい値抵
抗 F-4接触チェック障害表
示 F-5自動および手動抵抗.....
F-5トリガー モデルの操作 F-6スweepとピンングに関する
考慮事項 F-6スweepの制限事項 F-6
リミット テスト シーケンス F-7ピンング障害表示 (グレーディング
モード) F-10フロント パネルのコンタクト チェック操作 F-11
メニューの選択 F-11コンタクト チェックの使
用 F-12リモート コンタクト チェック操
作 F-14コンタクト チェックのリモート コマンド
F-14コンタクト チェックのプログラミング例 F-15コンタクト チェック コマンド リファ
レンス F-17コンタクト チェックの設定と制御
F-17コンタクト チェック リミット テストの設定と制御 F-17コンタクト チェック
イベント検出の設定と制御 F-19コンタクト チェックのデフォル
ト F-20はじめに
G-2 488.1 プロトコルの選択 G-2プロトコルの違
い G-3メッセージ交換プロトコル
(MEP) G-3 SCPI ベースのプログラムの使用
G-4 NRFD ホールドオフ G-4 NDAC ホールドオ
フ G-4

トリガーオントーク [G-5](#)
メッセージが利用可能です [G-5](#)
一般的な操作上の注意 [G-5](#)