

ソースメジャーの概念

- ・ **コンプライアンスリミット**—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**—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**—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**—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**—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**—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 200 μ V 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 200 μ V 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 200 μ V 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 200 μ V 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 200 μ V 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	±1.0μA	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	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。

- ・ $\text{コンプライアンス設定値} < \text{測定レンジ} = \text{実コンプライアンス}$
- ・ $\text{測定レンジ} < \text{コンプライアンス設定値} = \text{レンジコンプライアンス}$

どちらのコンプライアンスが有効状態にあるかを決定するには、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 ($\text{コンプライアンス設定値} < \text{測定レンジ} = \text{実コンプライアンス}$)。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 ($\text{測定レンジ} < \text{コンプライアンス設定値} = \text{レンジコンプライアンス}$)。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 ディスプレイの 設定値 メッセージ		測定レンジ ディスプレイの レンジ メッセージ		実際のコンプライアンス 値 種類	
Cmpl: 0.150.000V	150V	---- V	200V	150V	実 レンジ
Cmpl: 0.150.000V	150V	-- V	20V	21V	
Cmpl: 0.150.000V	150V	---- mV	200mV	210mV	
Cmpl: 0.075.000 mA	75mA	---- mA	100mA	75mA	実 レンジ
Cmpl: 0.075.000 mA	75mA	-- mA	10mA	10.5mA	
Cmpl: 0.075.000 mA	75mA	---- mA	1mA	1.05mA	

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?
VOLTage:PROtection

電圧測定レンジを照会せよ。
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、塞がれてい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 °C)

- * 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

$$\begin{aligned} & \{[(14 \times |I_{OUT}|) - (0.4 \times V_{OUT} \times I_{OUT})] \times 8.5 \times DC\} + T_{AMB} \leq 150 \\ & \text{と} \\ & \{[20 + (|I_{OUT}| \times 36 \times DC)] \times 1.6\} + T_{AMB} \leq 120 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} & \{[(17 \times |I_{OUT}|) - (0.4 \times V_{OUT} \times I_{OUT})] \times 7.1 \times DC\} + T_{AMB} \leq 150 \\ & \text{と} \\ & \{[30 + (|I_{OUT}| \times 42 \times DC)] \times 1.2\} + T_{AMB} \leq 120 \end{aligned}$$

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 でなければなりません。

20V レンジの電力方程式

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

60V レンジの電力方程式

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

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

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

100V レンジの電力方程式

$$\begin{aligned} & \{[(100 \times |I_{OUT}|) - (V_{OUT} \times I_{OUT})] \times 0.7 \times DC\} + T_{AMB} \leq 100 \\ & \text{と} \\ & \{[30 + (|I_{OUT}| \times 125 \times DC)] \times 0.35\} + T_{AMB} \leq 85 \end{aligned}$$

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 100 μ sec 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移移する場合に限られます。

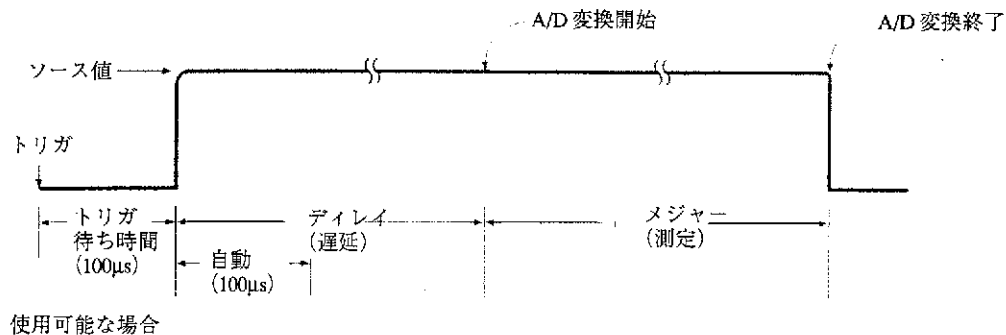
SDM サイクルのディレイフェーズを利用すると、測定の実行以前にソースを安定させることができます。このディレイ期間は、ソースディレイの設定によって変わります。ソースディレイは、手動で 0000.00000 秒から 9999.99990 秒の間に設定することができます。オートディレイを使う場合は、現在選択しているソースレンジによって、ディレイは変わります。最高の I ソースレンジにあるときは、オートディレイを有効にすると、ディレイは 2msec に設定されます。これ以外のソースレンジ (V または I) にあるときは、オートディレイを有効にすると、ディレイは 1msec に設定されます。ソースディレイの詳細は、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 167 μ sec 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

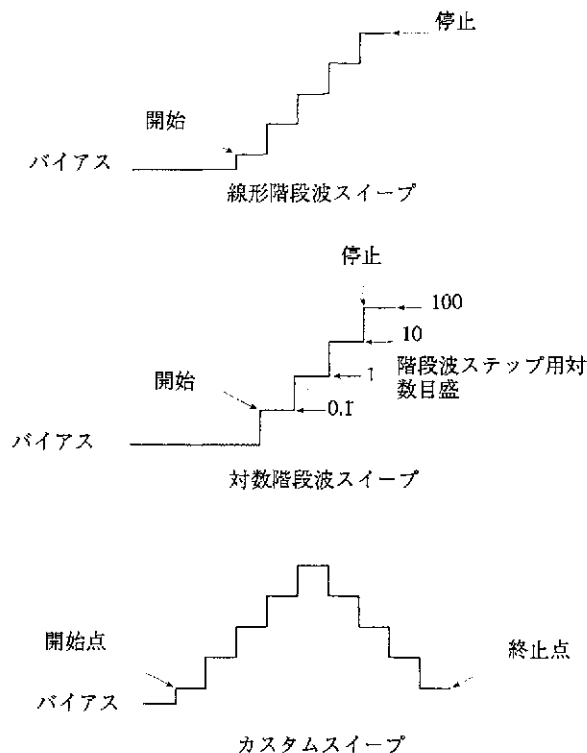
選択の対象となる基本スイープの種類には、線形階段、対数階段、カスタム、ソースメモリの4種類があります。このうち3種類のスイープを図 6-2 に示します。線形階段スイープは、開始レベルから停止レベルまで、均等な線形ステップで推移します。対数階段スイープも同様ですが、違う点は、10進当りの指定ステップ数についての対数目盛上で推移していることです。カスタムスイープでは、メジャー点数とそれぞれの点でのソースレベルを指定することにより、お客様独自のスイープを組み立てることができます。ソースメモリスweepの場合は、最大100組のセットアップ設定をメモリに保存することができます。スイープを実行するとき、そ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

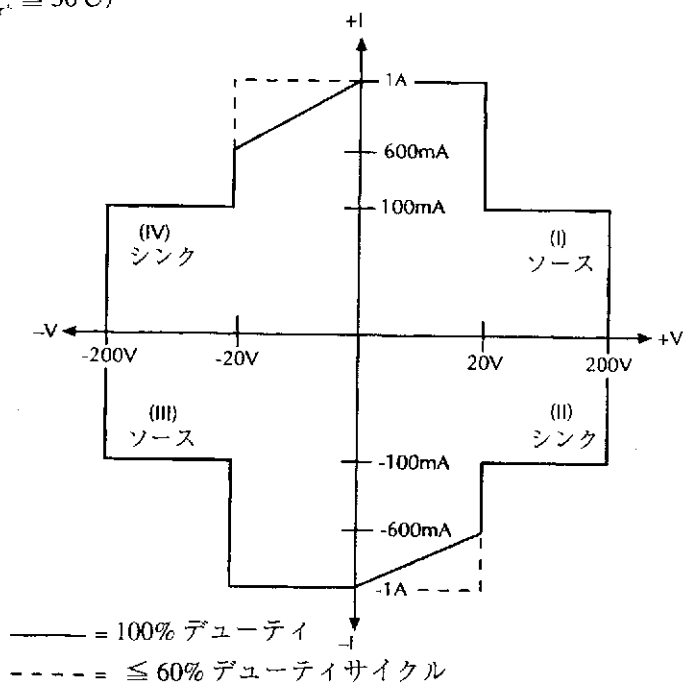
太い実線は、連続出力動作のリミットを示します。第2象限と第4象限(シンク動作)では1Aレンジに対するリミットが次のようにデレーティングを受けることに注意してください。

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 ($T_{amb} \leq 30^{\circ}\text{C}$)



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、目盛り按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。

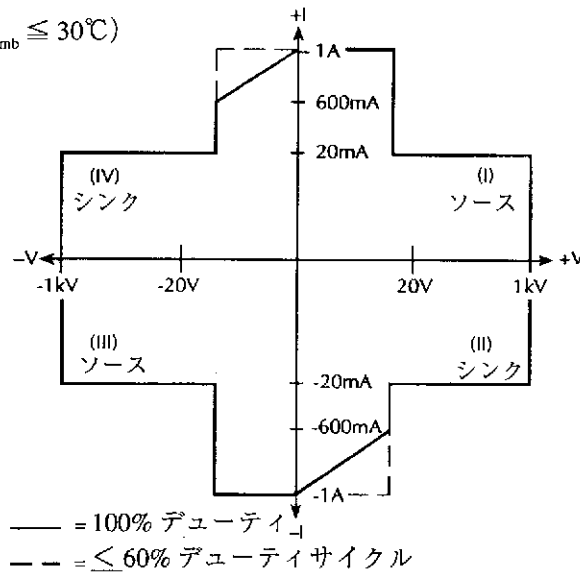
1Aレンジリミットは次のように線形的に低下します。

-1A、20V から -0.6A、20V へ

1A、20V 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 ($T_{amb} \leq 30^{\circ}\text{C}$)



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°C 以下の場合に限られます。

注記 30°C 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 -2A、20V へ

3A、0V から 2A、-20V へ

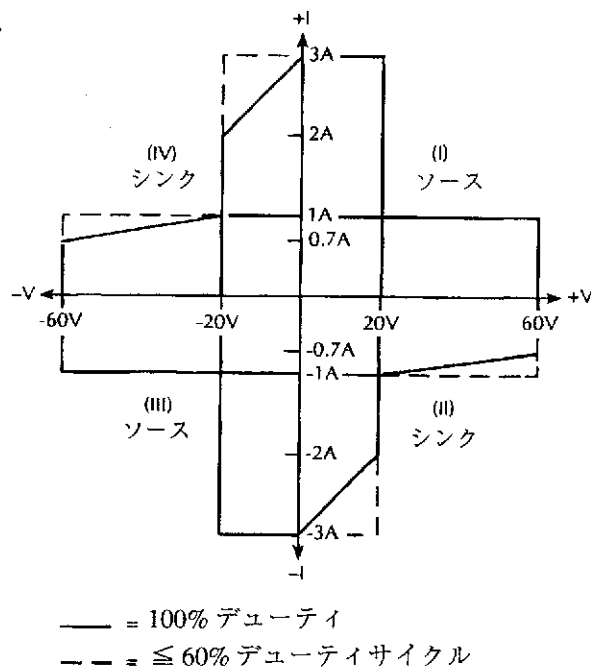
1A レンジーレンジリミットは次のように線形的に低下します。

-1A、20V から -0.7A、60V へ

1A、20V 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。

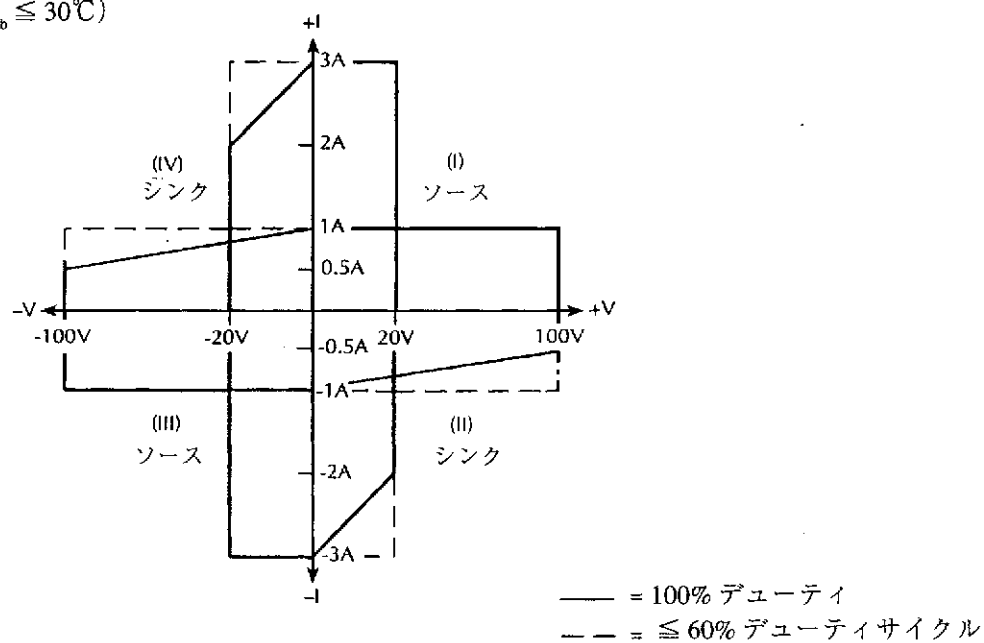
10Aレンジリミットは次のように線形的に低下します。

-10A、0V からから -6A、100V へ

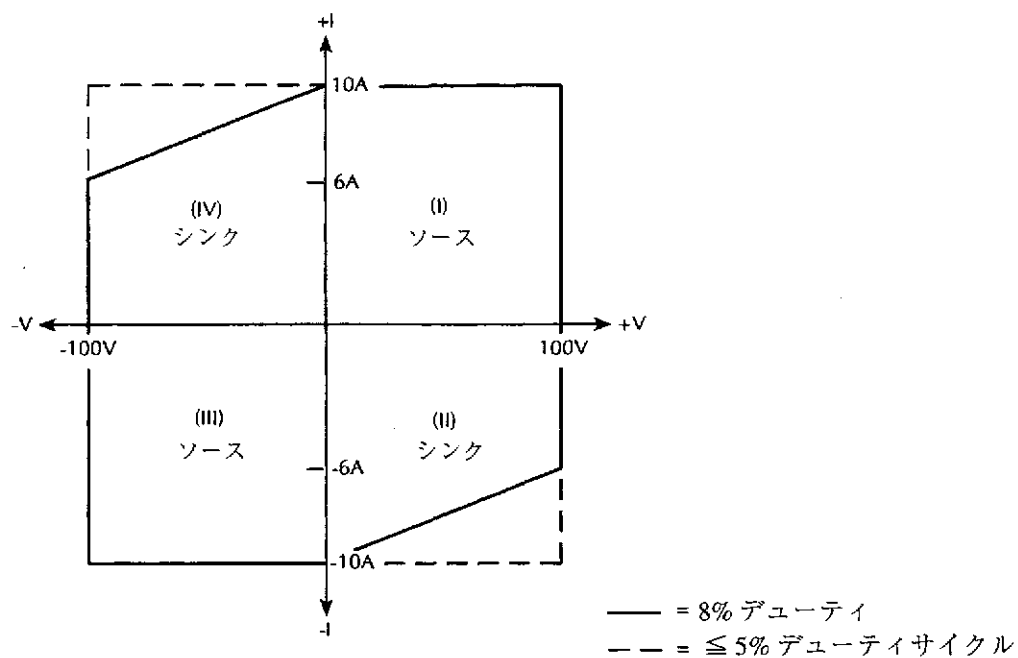
10A、0V からから 6A、-100V へ

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 ($T_{amb} \leq 30^{\circ}\text{C}$)

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。

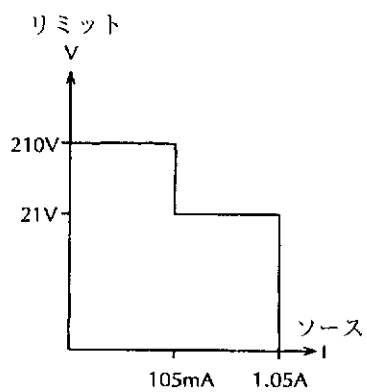
2420 — 図 6-7C は、2420 型 I ソースの場合の出力特性を示します。図示するように、ソース・メータは、63V で 1.05A まで、または 21V で 3.15A までを出力することができます。1.05A を越える電流に対してソーシングを行う場合には、電圧が 21V に制限されることに注意してください。

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。

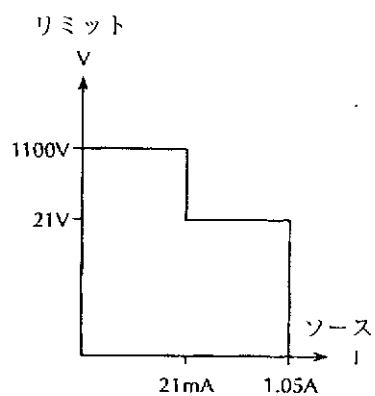
図 6-8 は、I ソースの場合のリミットラインです。電流ソースリミットラインは、現在選択している電流ソースレンジで最大可能なソース値を表します。たとえば、100mA の電流ソースレンジでは、電流ソースリミットラインは 105mA のところにあります。電圧コンプライアンスリミットラインは、現在有効な実際のコンプライアンスを示します。コンプライアンスは、実コンプライアンスかまたはレンジコンプライアンスのどちらかであることを忘れないようにしてください (「コンプライアンスリミット」参照)。これらのリミットラインは、この動作象限についてのソース・メータの動作リミットを表します。動作点は、これらのリミ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

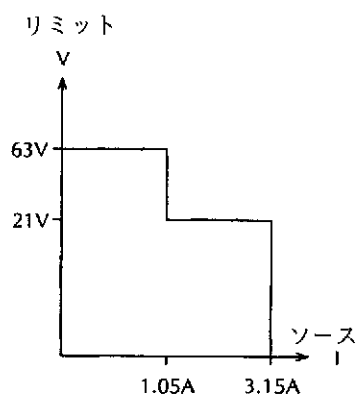
I ソース出力特性



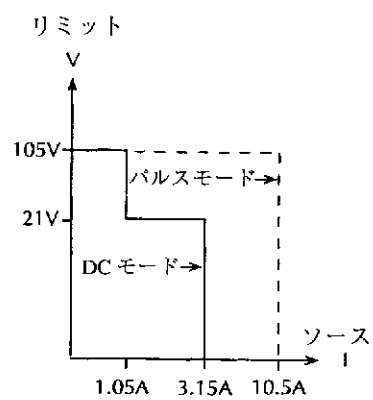
A. 2400 型



B. 2410 型

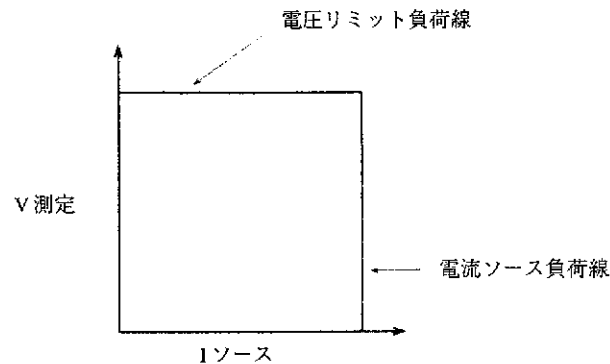


C. 2420 型



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 200Ω 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。

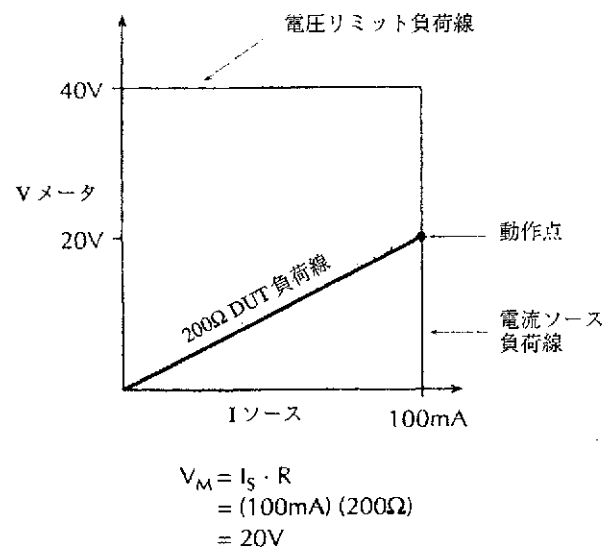
図 6-9B は、負荷抵抗が 400Ω に増加したら何が起こるかを示します。 800Ω の DUT 負荷線は、ソースメータをコンプライアンス状態に入れる電圧リミット負荷線と交差します。コンプライアンス状態では、ソースメータはそのプログラム電流 (100mA) のソースとなることができません。 800Ω の DUT については、ソースメータの出力はやっと 50mA です (40V のリミットにおいて)。

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。

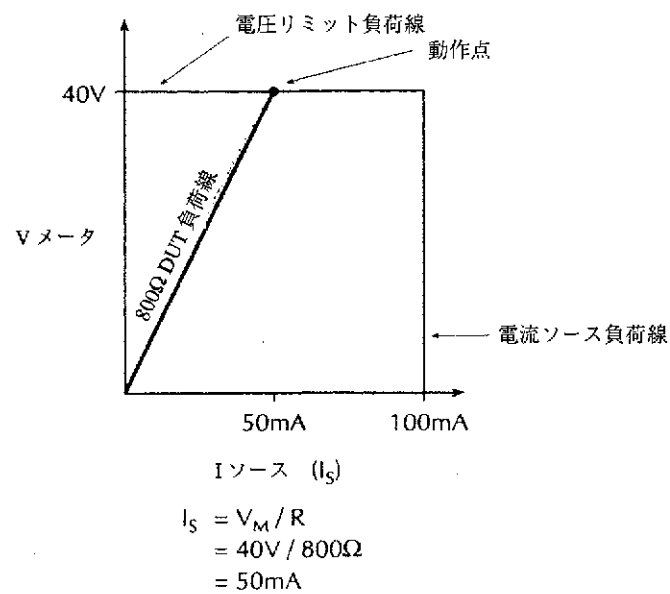
負荷とは無関係に、電圧は 40V というプログラムコンプライアンスを絶対に超過しません。

図 6-9

I ソース動作例



A. 正常 I ソース動作



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 – 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。

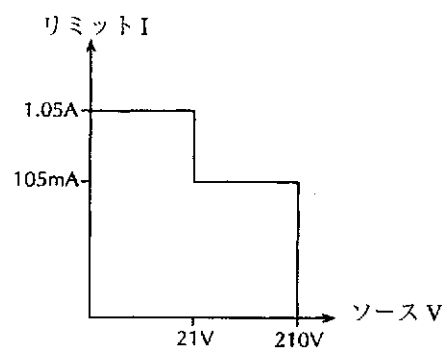
2410 – 図 6-10B は、2410 型 V ソースの場合の出力特性を示します。図示するように、ソース・メータは、1.05A で 21V まで、または 21mA で 1100V までを出力することができます。21V を越える電圧に対してソーシングを行う場合には、電流が 21mA に制限されることに注意してください。

2420 – 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。

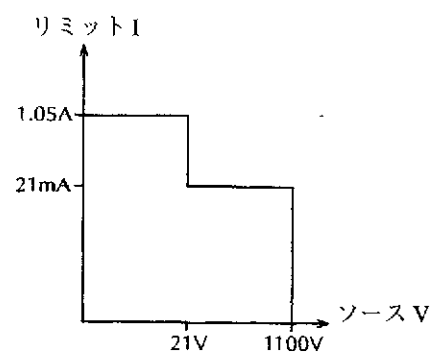
2430 – 図 6-10D は、2430 型 V ソースの場合の出力特性を示します。DC モード (実線) では、ソース・メータは、1.05A で 105V まで、または 3.15A で 21V までを出力することができます。21V を越える電圧に対してソーシングを行う場合には、電流が 1.05A に制限されることに注意してください。図 6-10D の点線は、パルスモードの場合の拡張出力を示します。この値は 10.5A で 105V です。

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。

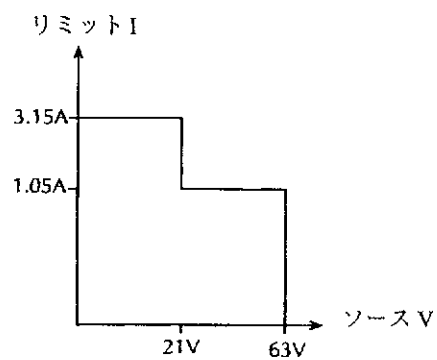
図 6-10
V ソース出力特性



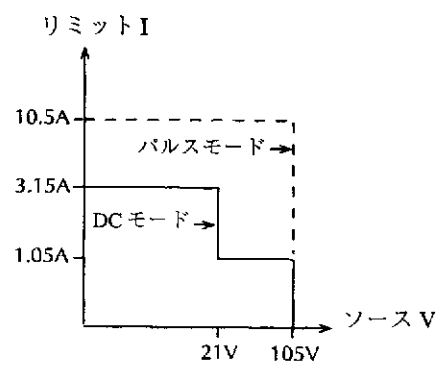
A. 2400 型



B. 2410 型

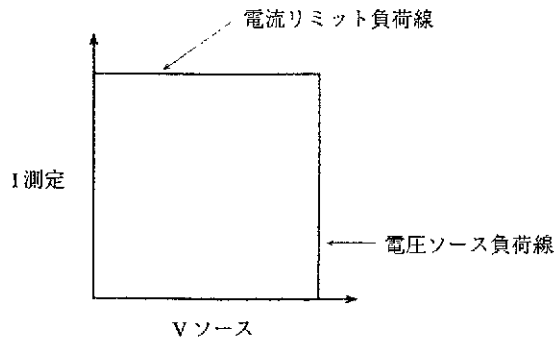


C. 2420 型



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 $2\text{k}\Omega$ 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 $2\text{k}\Omega$ 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、 $2\text{k}\Omega$ 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。

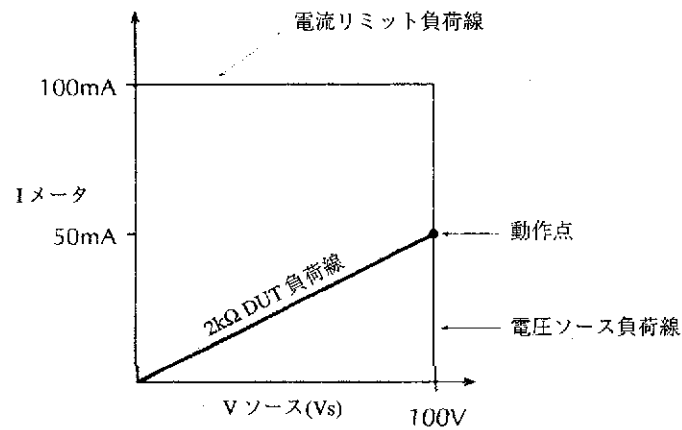
負荷とは無関係に、電流は 50mA というプログラムコンプライアンスを絶対に超過しません。

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。

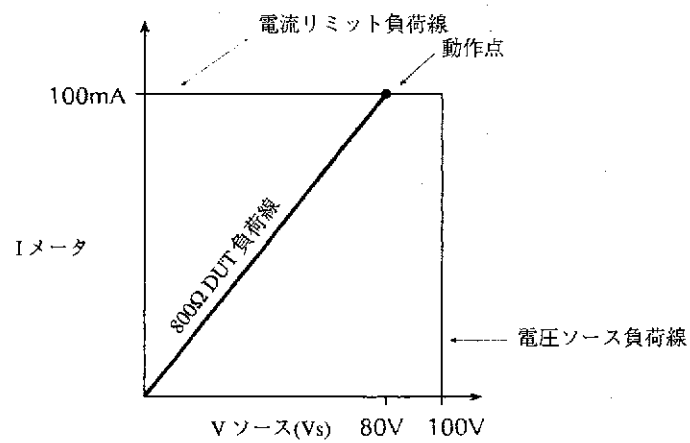
この特長が役に立つのは、ソースをコンプライアンス状態にして動作が行われる場合です。コンプライアンス状態にある場合には、プログラムソース値には到達しません。従って、ソースを測定すれば、実際の出力電圧を測定することができます。TOGGLE キーを使用すれば、3つの機能（電圧、電流、抵抗）のうち、どの2つでも、同時に読取り値をディスプレイすることができます。リモート操作については、これら3つの機能すべてを同時に測定することができます（第 17 部、第 18 部参照）。

図 6-12
V ソース動作例



$$\begin{aligned}
 I_M &= V_S / R \\
 &= 100\text{V} / 2\text{k}\Omega \\
 &= 50\text{mA}
 \end{aligned}$$

A. 正常 V ソース動作



$$\begin{aligned}
 V_S &= I_M \cdot R \\
 &= (100\text{mA}) (800\Omega) \\
 &= 80\text{V}
 \end{aligned}$$

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。

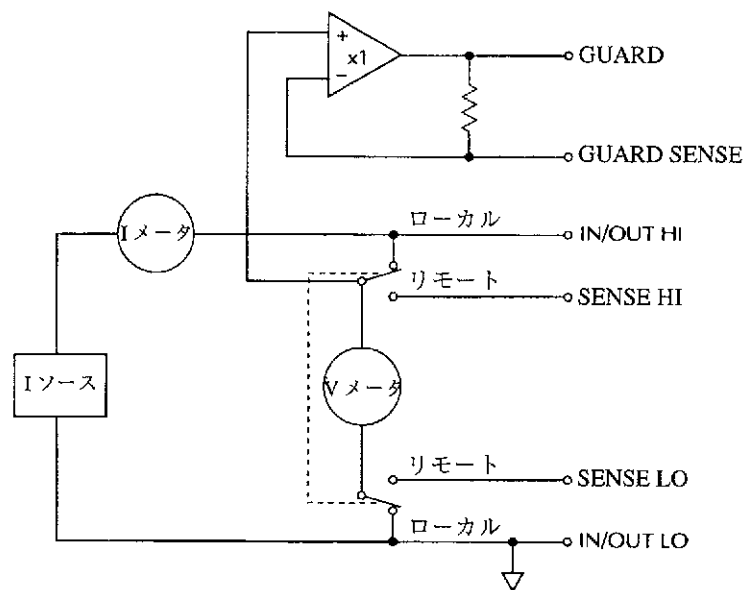
電圧測定の場合には、センス選択 (2 線ローカルまたは 4 線リモート) によって測定を行う場所が決定されます。ローカルセンスでは、電圧が測定される場所はソースメータの Input/Output 端子です。

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



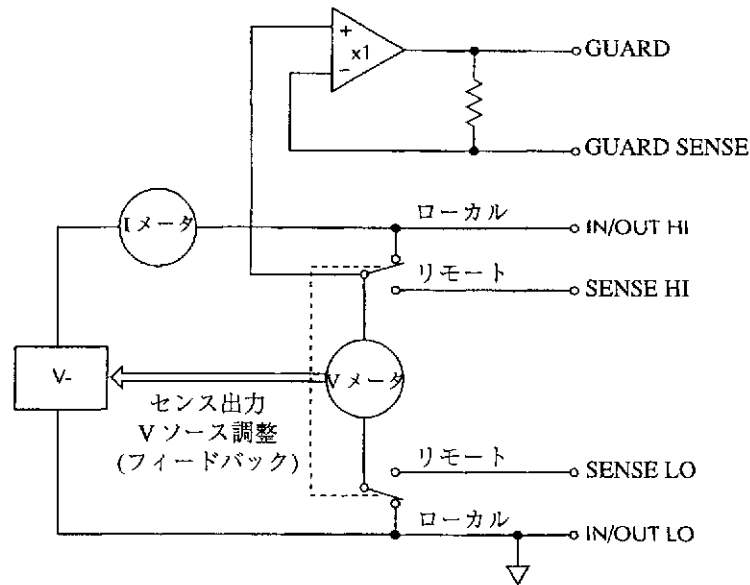
ソース V

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



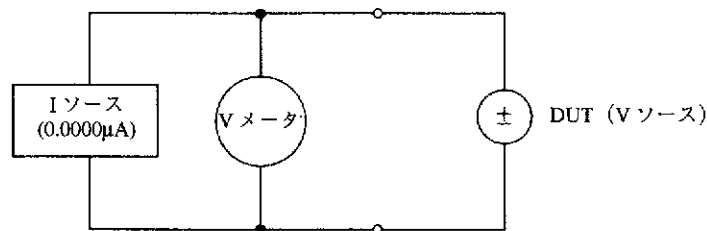
メジャーのみ(VまたはI)

ソースメータをもつば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。

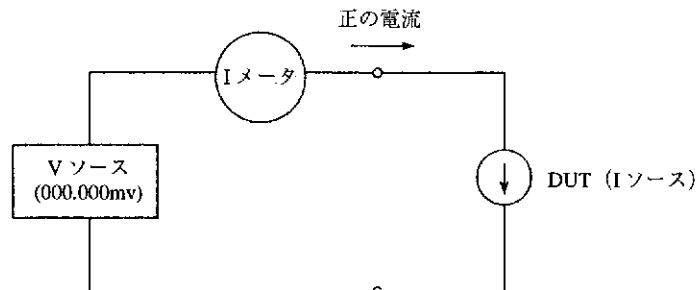
注意 V コンプライアンスは、測定電圧値よりも高いレベルに設定しなければなりません。そのようにしなければ過大な電流がソースメータに流入します。この電流はソースメータに損傷を与える恐れがあります。また、外部電圧を I ソースに接続する場合には、出力をオフ状態にして高インピーダンスモードに設定してください (第 13 部の「出力設定」参照)。

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（ $\sim 10k\Omega$ ）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（ $<1\Omega$ ）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（ $\sim 10k\Omega$ ）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、発振が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（ $>30V_{rms}$ 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 $30V_{rms}$ （ $42.4V$ 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。

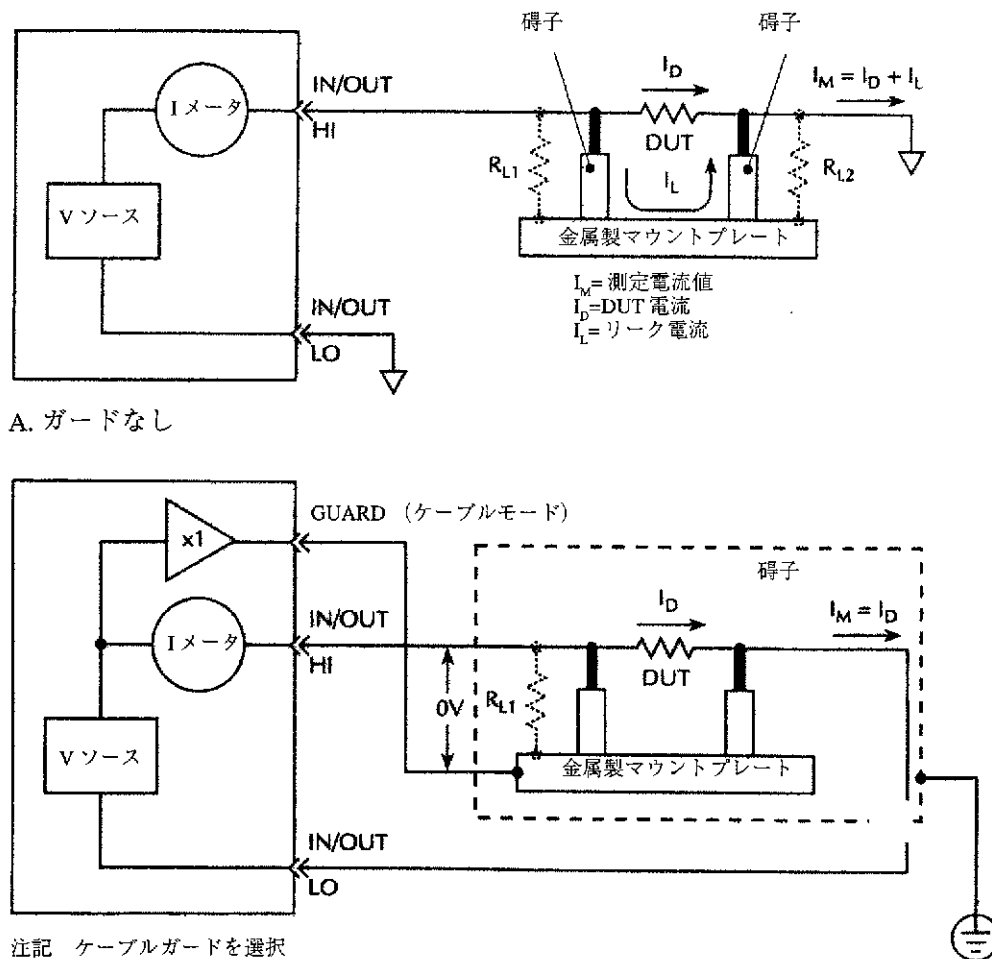
ケーブルガードがテストフィクスチャの中の碍子を通るリーク電流を除去する様子を、図 6-16 に示します。図 6-16A では、リーク電流 (I_L) が碍子 (R_{L1} と R_{L2}) を通って In/Out LO に流れ、DUT の小電流 (または高抵抗) 測定に悪影響を及ぼします。

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、リーク抵抗路を通し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 ($<1\mu\text{A}$) 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



B. ガード付き

オームズガード

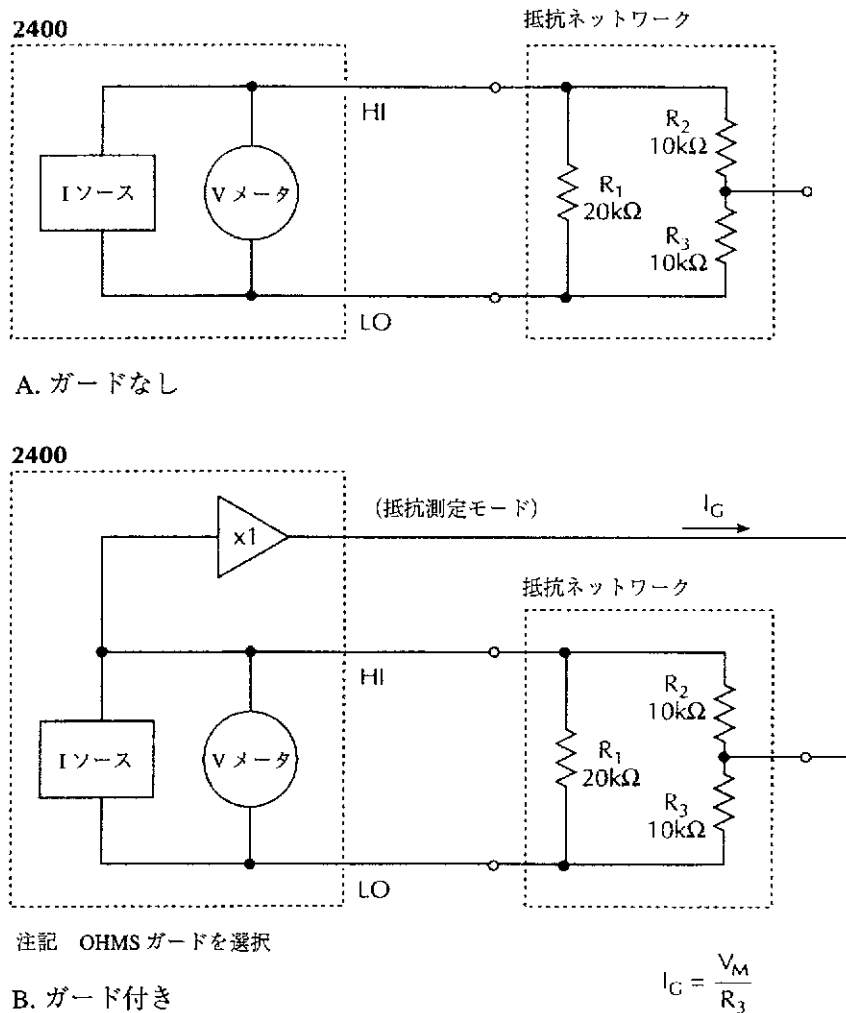
OHMS ガードを選択すれば、低インピーダンス ($<1\Omega$)、大電流 (50mA まで) のドリブンガードが確保されます。これによって、ほかの並列抵抗路をそのまま残して DUT のインサーキット抵抗測定を行うことができます。この測定は、デルタまたは Y 回路設定で行うのが普通です。OHMS ガードは、1A の I ソースレンジでは利用できません。

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るば、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 $20k\Omega$ です。

注記 ガード電流 (I_G) は50mAを超えてはいけません。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み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



ガードセンス

GUARD から LO への抵抗路が $1\text{k}\Omega$ 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 $1\text{k}\Omega$ 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。

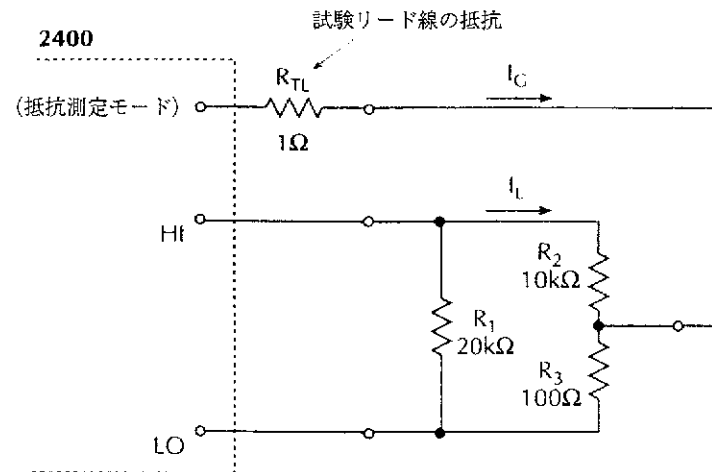
ガード試験リード線の IR 降下を補償するために、図 6-18B に示すように GUARD SENSE を接続します。センシングによって、ガード電圧を抵抗ネットワークのところでセンス（測定）することが可能になり、ガード電圧変動率を改善します。リモートのセンスされたガード電圧がソースメータの出力電圧に達しない場合は、センスされるガード電圧が出力 HI 電圧に等しくなるまで、ガード電圧は増大されます。

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 ($50\text{mA} \times 100\Omega = 5\text{V}$) を超過してはならないことに留意してください。

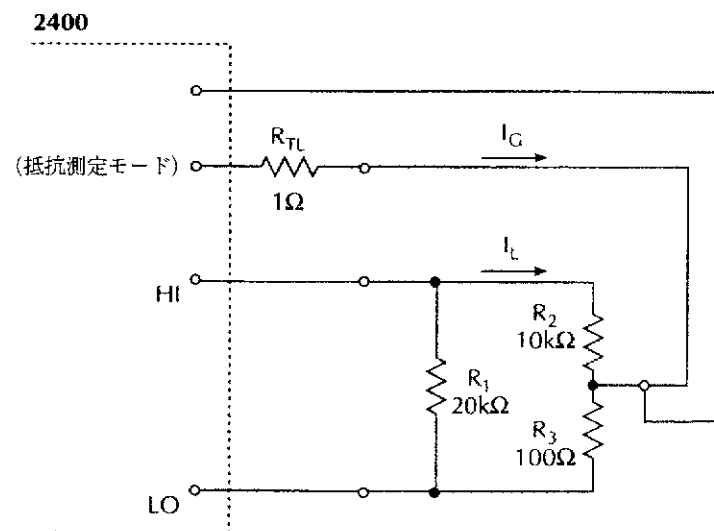
注記 ガードセンス動作は自動です。ガードセンスを使用可能または無効にするメニュー選択はありません。
 6線オームズガード測定の場合は、*GUARD* 出力オフ状態を使ってください。*GUARD* 出力オフ状態の詳細は、第13部の「出力設定」を参照してください。

図 6-18

ガードセンスを利用するインサークキット抵抗測定



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。

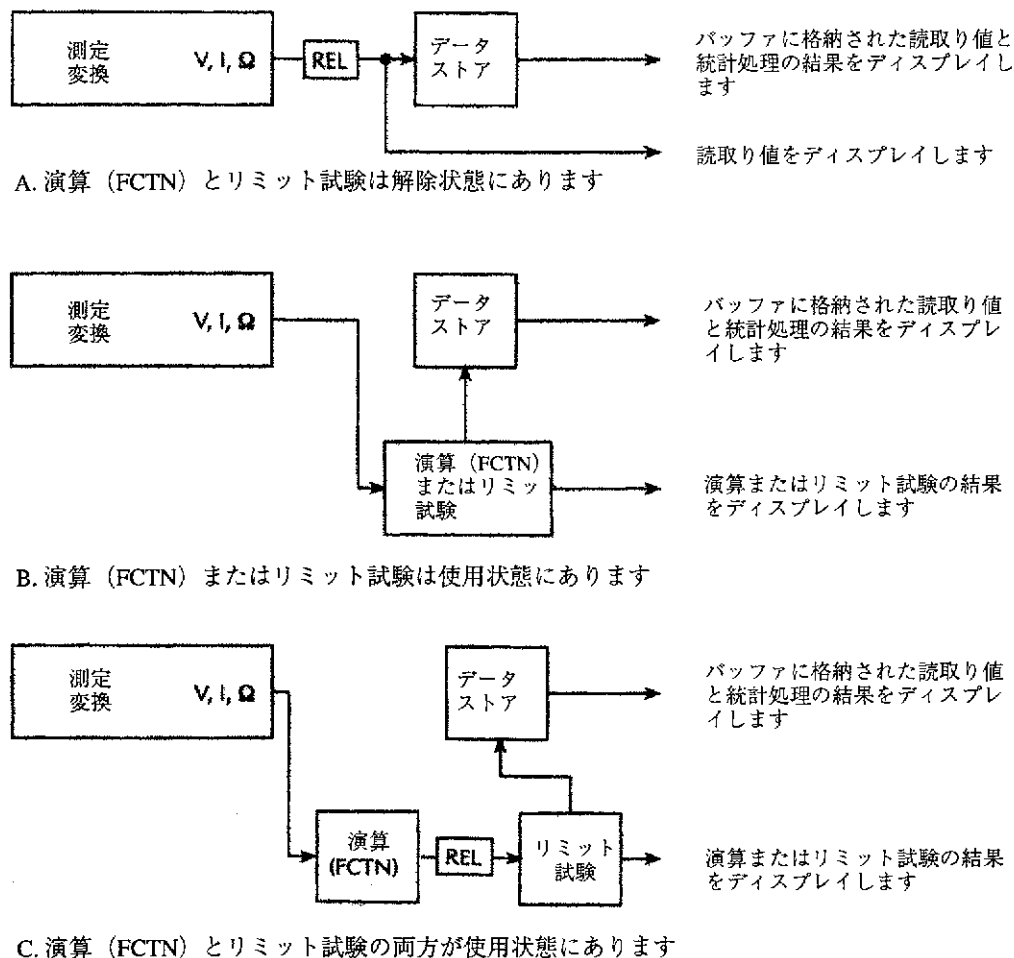
演算 (FCTN) とリミット試験 (LIMITS) を使用禁止にした状態では (図 6-19A 参照)、ソースメータは読取り値をディスプレイします。データストアを使用すれば、これらの読取り値はバッファにも格納され、あとで呼び出すことができます。これらの読取り値についての統計データも呼び出せば利用することができます。

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。

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。