

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。
MEAS Ω 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、1k Ω 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/1k Ω = 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、低抵抗測定精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. SRCRDBK 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 Σ 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、20k Ω
- ・ 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	20k Ω 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。