

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。

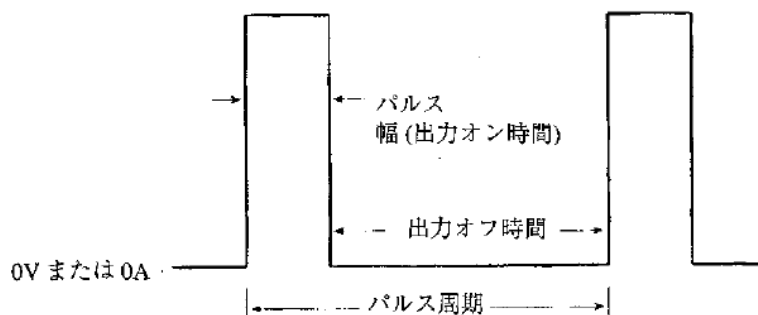
2430 型は、パルスモードで運転中は、1 個以上のパルスを出力することができます。1 個のパルスを形成するには、ある期間にわたって出力をオン状態にし、続いて出力をオフ状態 (0V または 0A) にします。単一パルス周期を図 5-1 に示します。

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

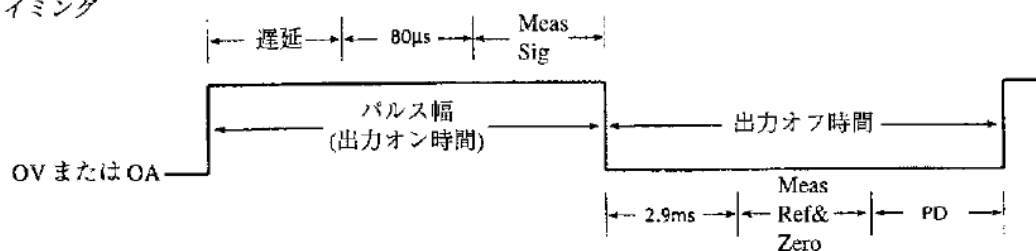
注記 ここでの説明に使う図解には、正極パルスを示します。2430 型は負のパルスも出力可能であることに留意してください。

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 150 μ sec 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

80 μ s = 最低パルス幅オーバーヘッド

Meas Sig = 信号測定

2.9ms = 最低出力オフ時間オーバーヘッド

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 + 80 μ sec のオーバーヘッド)。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。

$$\text{Meas Sig} = \text{NPLC} / \text{ライン周波数}$$

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。

$$\text{パルス幅遅延} = \text{PW} - \text{Sig Meas} - 80\mu\text{sec}$$

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。

$$\text{パルス幅遅延} = 1\text{msec} - 167\mu\text{sec} - 80\mu\text{sec} = 753\mu\text{sec}$$

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。

$$\text{Meas Ref \& Zero} = 2 \times \text{NPLC} / \text{電源周波数}$$

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。

オーバーヘッド時間

図 5-2 に示すように、ソース・メジャープロセスに固有の、若干のオーバー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ーヘッド時間です。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weep など) を行うように設定してある場合は、オーバー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。

$$\text{デューティサイクル} = \text{パルス幅} / (\text{パルス幅} + \text{オフ時間})$$

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。

$$\begin{aligned} \text{デューティサイクル} &= 1\text{msec} / (1\text{msec} + 9\text{msec}) \\ &= 1\text{msec} / 10\text{msec} \\ &= 0.10 \\ &= 10\% \end{aligned}$$

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、150 μ sec (信号測定に 70 μ sec+ オーバヘッドに 80 μ sec) です。最短出力オフ時間は 3.04msec (基準測定とゼロ測定に 140 μ sec+ 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

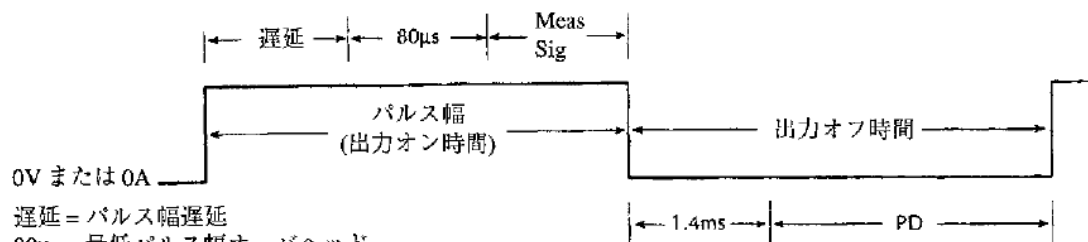
出力オフ時間を短縮するには、オートゼロを使用禁止にします。オートゼロを使用禁止にすると、信号だけが測定されます。図 5-3 に示すように、基準とゼロの測定 (通常はオフ時間の一部です) が行われません。また、オフ時間中に発生する最小オーバーヘッド時間が 1.4msec に短縮されることにも注目してください。したがって、パルス遅延を 0sec に設定すると、出力オフ時間を 1.4msec まで、短縮することができます。

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

80 μ s = 最低パルス幅オーバーヘッド

Meas Sig = 信号測定

1.4ms d = 最低出力オフ時間オーバーヘッド

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ようになります。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。

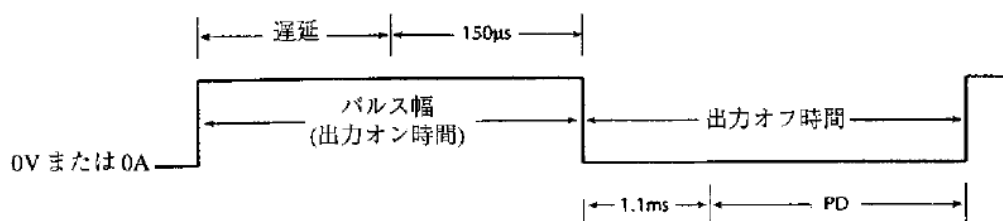
注記 前面パネル操作では、オートゼロの制御には、メインメニューの A/D CONTROLS 項目を使います。リモート操作の場合は、:SYSTEM:AZERO コマンドがオートゼロを制御します。詳細はこの部の「操作上の留意点、オートゼロ」を参照してください。

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 $150\mu\text{sec}$ のオーバー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 のオーバー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

$150\mu\text{s}$ = 最低パルス幅オーバーヘッド

Meas Sig = 信号測定

1.1ms = 最低出力オフ時間オーバーヘッド

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 $< 5\mu\text{sec}$) 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 $< 1\text{msec}$ の場合は、オン時間ジッタは、最大で $20\mu\text{sec}$ です。パルス幅 $> 1\text{msec}$ の場合は、オン時間ジッタは、 $5\text{--}40\mu\text{sec}$ 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ーを消費します。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、エネルギー消費が大きくなり、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 (ジッター)。

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。

$$\begin{aligned} \text{パルスオフ時間} &= (\text{パルス幅} / \text{デューティサイクル}) - \text{パルス幅} \\ &= (2\text{msec} / 8\%) - 2\text{msec} \\ &= 25\text{msec} - 2\text{msec} \\ &= 23\text{msec} \end{aligned}$$

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。

パルスカウンタの設定

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数が決まります。一般に、ソーシングの対象となるパルス数は、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 ($>30\text{V rms}$) 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 V_{pls} または I_{pls} 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 :SOURce:PULSe:WIDth <n> :SOURce:PULSe:DELAy <n> :SOURce:FUNCTION <name> :SOURce:CURREnt:MODE FIXEd :SOURce:VOLTage:MODE FIXEd :SOURce:CURREnt:RANGe <n> :SOURce:VOLTage:RANGe <n> :SOURce:CURREnt:LEVel <n> :SOURce:VOLTage:LEVel <n>	パルスモード動作を選択せよ。 パルス幅を秒で設定せよ (n=0.00015 ~ 0.0050)。 パルス遅延を秒で設定せよ (n=0 ~ 9999.999)。 ソース機能を選択せよ (name = VOLTage または CURREnt)。 I ソースの場合の固定ソーシングモードを選択せよ。 V ソースの場合の固定ソーシングモードを選択せよ。 I ソースレンジを選択せよ (n = レンジ)。 V ソースレンジを選択せよ (n = レンジ)。 I ソース振幅を設定せよ (n = アンペアで表した振幅)。 V ソース振幅を設定せよ (n = ボルトで表した振幅)。
:SENSe:FUNCTION <function> :SENSe:FUNCTION:OFF:ALL :SENSe:CURREnt:NPLC <n> :SENSe:VOLTage:NPLC <n> :SENSe:CURREnt:PROTection <n> :SENSe:VOLTage:PROTection <n> :SENSe:CURREnt:RANGe <n> :SENSe:VOLTage:RANGe <n>	メジャー機能を選択せよ (function = VOLTage または CURREnt)。 パルス測定を使用禁止にせよ。 パルス測定速度を設定せよ (n=0.004 から 0.100)。 パルス測定速度を設定せよ (n=0.004 から 0.100)。 電流コンプライアンスを設定せよ (n = コンプライアンス)。 電圧コンプライアンスを設定せよ (n = コンプライアンス)。 電流メジャーレンジを設定せよ (n = レンジ)。 電圧メジャーレンジを設定せよ (n = レンジ)。
:ARM:COUNT <n> :TRIGger:COUNT <n>	アームカウントを設定せよ (n = 1 から 2500 または INFinite)。 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 :ABORt	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)。 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	アクション	コマンド ^{2,3}	コメント
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。	*RST :SOUR:FUNC:SHAP PULS :SOUR:PULS:WIDT 0.002 :SOUR:PULS:DEL 0.003	GPIB デフォルトを復元せよ。 パルスモードを選択せよ。 パルス幅を 2msec に設定せよ。 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 :SOUR:VOLT:MODE FIXED	V ソースを選択せよ。 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 :SOUR:VOLT:LEV 10 :SENS:Curr:PROT 10E-3	20V ソースレンジを選択せよ。 ソース出力 = 10V 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" :SENS:Curr:RANG 10E-3	電流測定機能 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 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] AVERage[:STATe] 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 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 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い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 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 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、使われることはありません。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せんが、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には、`: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]:STATeON` 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[:<function>]?` 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。