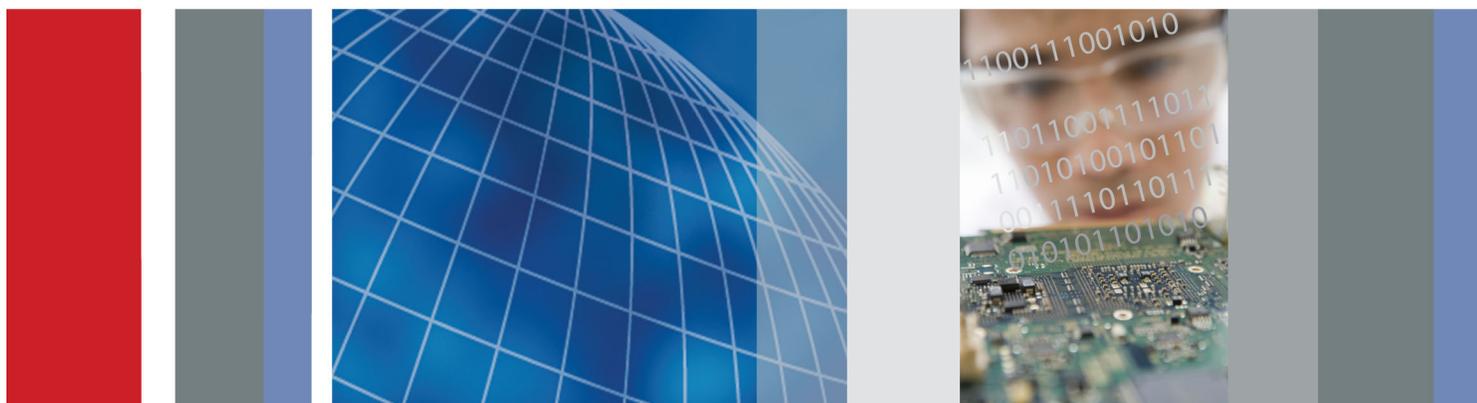


DPO3PWR 型および DPO4PWR 型  
パワー解析モジュール  
ユーザ・マニュアル





DPO3PWR 型および DPO4PWR 型  
パワー解析モジュール  
ユーザ・マニュアル

リビジョンA

[www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)

077-0239-00

**Tektronix**

Copyright © Tektronix. All rights reserved. 使用許諾ソフトウェア製品は、Tektronix またはその子会社や供給者が所有するもので、米国著作権法および国際条約の規定によって保護されています。

Tektronix 製品は、登録済および出願中の米国その他の国の特許等により保護されています。本書の内容は、既に発行されている他の資料の内容に代わるものです。また、本製品の仕様および価格は、予告なく変更させていただく場合がございますので、予めご了承ください。

TEKTRONIX および TEK は Tektronix, Inc. の登録商標です。

TEKPROBE は Tektronix, Inc. の登録商標です。

## **Tektronix 連絡先**

Tektronix, Inc.  
14200 SW Karl Braun Drive  
P.O. Box 500  
Beaverton, OR 97077  
USA

製品情報、代理店、サービス、およびテクニカル・サポート:

- 北米内: 1-800-833-9200 までお電話ください。
- 世界の他の地域では、[www.tektronix.com](http://www.tektronix.com) にアクセスし、お近くの代理店をお探してください。

# 目次

安全にご使用いただくために.....	iii
まえがき .....	v
アプリケーション・モジュールのインストール .....	1
機器の用意 .....	1
定格 .....	2
アプリケーション・モジュール・キーの挿入.....	2
はじめに.....	5
プローブのデスキュー.....	7
電源品質の測定 .....	11
スイッチング損失の測定.....	14
高調波の測定 .....	17
リップルの測定.....	19
変調の測定.....	21
安全動作領域の測定 .....	23
dI/dt および dV/dt の測定 .....	25
索引	



## 安全にご使用いただくために

人体への損傷を避け、本製品や本製品に接続されている製品への損傷を防止するために、次の安全性に関する注意をよくお読みください。

安全にご使用いただくために、本製品の指示に従ってください。

資格のあるサービス担当者以外は、保守点検手順を実行しないでください。

本製品をご使用の際に、規模の大きなシステムの他の製品にアクセスしなければならない場合があります。システムの操作に関する警告や注意事項については、他製品のマニュアルにある安全に関するセクションをお読みください。

### 火災や人体への損傷を避けるには

**適切な電源コードを使用してください。** 本製品用に指定され、使用される国で認定された電源コードのみを使用してください。

**接続と切断は正しく行ってください。** プロブと検査リードは、電圧ソースに接続されている間は着脱しないでください。

**接続と切断は正しく行ってください。** 被測定回路の電源を切ってから、電流プローブの着脱を行ってください。

**接続と切断は正しく行ってください。** プロブ出力を測定機器に接続してから、プロブを被測定回路に接続してください。被測定回路にプロブの基準リードを接続してから、プロブ入力を接続してください。プロブ入力とプロブの基準リードを被測定回路から取り外した後で、プロブを測定機器から取り外してください。

**本製品を接地してください。** 本製品は、電源コードのグラウンド線を使用して接地します。感電を避けるため、グラウンド線をアースに接続する必要があります。本製品の入出力端子に接続する前に、製品が正しく接地されていることを確認してください。

**すべての端子の定格に従ってください。** 火災や感電の危険を避けるために、本製品のすべての定格とマーキングに従ってください。本製品に電源を接続する前に、定格の詳細について、製品マニュアルを参照してください。

プローブの基準リードは、グラウンドにのみ接続してください。

共通端子を含むどの端子にも、その端子の最大定格を超える電位をかけないでください。

電流プローブを、その定格電圧を超える電圧がかかっている電線に接続しないでください。

**電源を切断してください。** 電源コードの取り外しによって主電源が切り離されます。電源コードをさえぎらないでください。このコードは常にアクセス可能であることが必要です。

**カバーを外した状態で動作させないでください。** カバーやパネルを外した状態で本製品を動作させないでください。

**故障の疑いがあるときは動作させないでください。** 本製品に故障の疑いがある場合、資格のあるサービス担当者に検査してもらってください。

**露出した回路への接触は避けてください。** 電源がオンのときに、露出した接続部分やコンポーネントに触れないでください。

**適切な AC アダプタを使用してください。** 本製品用に指定された AC アダプタのみを使用してください。

**適切なヒューズを使用してください。** 本製品用に指定されたタイプおよび定格のヒューズのみを使用してください。

**保護メガネを着用してください。** 高輝度の光線にさらされる場合やレーザー放射が存在する場合は、保護メガネを着用してください。

**湿気の多いところでは動作させないでください。**

**爆発性のあるガスがある場所では使用しないでください。**

**製品の表面を清潔で乾燥した状態に保ってください。**

**適切に通気してください。** 適切な通気が得られるような製品の設置方法の詳細については、マニュアルの設置方法を参照してください。

## 本マニュアル内の用語

本マニュアルでは、次の用語を使用します。



**警告:** 人体や生命に危害をおよぼすおそれのある状態や行為を示します。

---



**注意:** 本製品やその他の接続機器に損害を与える状態や行為を示します。

---

## 本製品に関する記号と用語

本製品では、次の用語を使用します。

- DANGER: ただちに人体や生命に危険をおよぼす可能性があることを示します。
- WARNING: 人体や生命に危険をおよぼす可能性があることを示します。
- CAUTION: 本製品を含む周辺機器に損傷を与える可能性があることを示します。

本製品では、次の記号を使用します。



二重絶縁



アース端子



主電源  
の切断  
(電源)



主電源  
の接続  
(電源)

# まえがき

このマニュアルでは、DPO4PWR 型および DPO3PWR 型パワー解析モジュールの操作について説明します。このモジュールを使用すると、電源品質、高調波、スルー・レート、スイッチング損失、安全動作領域、リップル、および変調解析の分野で多数の一般的なパワー測定を自動で実行できます。

DPO4PWR 型モジュールは、MSO4000 シリーズおよび DPO4000 シリーズのオシロスコープで動作します。

DPO3PWR 型モジュールは、DPO3000 シリーズのオシロスコープで動作します。

実行可能な解析の種類は次のとおりです。

- 電源品質
- スwitching 損失
- 高調波
- リップル
- 変調
- 安全動作領域
- スルー・レート



# アプリケーション・モジュールのインストール

## 機器の用意

パワー測定には、次のような機器を使用します。

- ファームウェア・バージョン 2.17 以降および DPO4PWR 型アプリケーション・モジュールを搭載した MSO4000 シリーズまたは DPO4000 シリーズのオシロスコープ
- ファームウェア・バージョン 1.10 以降および DPO3PWR 型アプリケーション・モジュールを搭載した DPO3000 シリーズのオシロスコープ
- TDP0500 型、TDP1000 型、P5205 型などの差動プローブ
- TPA-BNC 型プローブ・アダプタ
- TCP0030 型、TCP0150 型などの電流プローブ
- TEK-DPG 型デスクュー・パルス・ゼネレータ
- 067-1686-XX パワー測定デスクュー／校正フィクスチャ

## 定格

<b>DPO3000 シリーズ</b>	チャンネル 1 ~ 4: 1 M $\Omega$ 、最大 300 V <sub>RMS</sub> (CAT II)、または 50 $\Omega$ 、最大 $\pm 5$ V <sub>RMS</sub> (CAT I)、または 75 $\Omega$ 、最大 $\pm 5$ V <sub>RMS</sub> (CAT I) 補助入力: 最大 300 V <sub>RMS</sub> (CAT II)
<b>MSO/DPO4000 シリーズ</b>	チャンネル 1 ~ 4: 1 M $\Omega$ 、最大 250 V <sub>RMS</sub> (CAT I)、または 50 $\Omega$ 、最大 $\pm 5$ V <sub>RMS</sub> (CAT I)
<b>TDP0500 型プローブ</b>	電圧プローブ: 定格 30 V <sub>RMS</sub> 、最大 42 V <sub>DC</sub> + AC ピーク値
<b>P5205 型プローブ</b>	電圧プローブ: 最大定格 1000 V <sub>RMS</sub> (CAT II)
<b>TPA-BNC 型アダプタ</b>	プローブ・アダプタ: 最大定格 30 V <sub>RMS</sub> 、42 V <sub>Peak</sub> 、または 60 V <sub>DC</sub>
<b>TCP0030 型プローブ</b>	電流プローブ: 絶縁ワイヤのみの定格 (ワイヤの絶縁は電圧定格)、最大 30 A <sub>RMS</sub>
<b>TCP0150 型プローブ</b>	電流プローブ: 最大定格 600 V <sub>RMS</sub> 、150 A (CAT II)

これらの製品の詳細な仕様については、ユーザ・マニュアルを参照してください。当社ユーザ・マニュアルは、当社 Web サイト ([www.tektronix.com/manuals](http://www.tektronix.com/manuals)) で入手できます。

注: MSO4000 シリーズおよび DPO4000 シリーズのオシロスコープで主電源 (CAT II) の測定を実行する場合は、CAT II 測定カテゴリに準拠した減衰プローブを使用します。

過電圧カテゴリの定義は、次のとおりです。

CAT II: 局所レベルの主電源、各種器具、携帯用機器

CAT I: 信号レベル、特別な機器または機器の部品、通信機器、電子機器

## アプリケーション・モジュール・キーの挿入

DPO4PWR 型または DPO3PWR 型アプリケーション・モジュールを互換性のあるオシロスコープにインストールするには、次の手順を実行します。

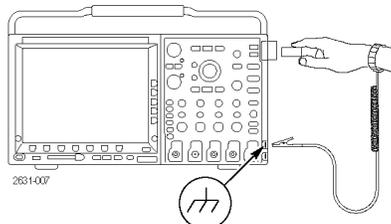
### 基本的なインストレーション

#### ESD に関する注意事項の遵守

1. オシロスコープやアプリケーション・モジュールの損傷を回避するために、静電気放電 (ESD) に関する注意事項に従ってください。ESD ストラップを使用します。

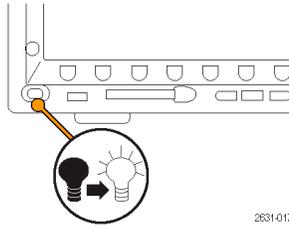
#### アプリケーション・キーの挿入

2. オシロスコープの電源をオフにした状態で、ディスプレイ右端付近のスロットにパワー解析アプリケーション・キーを挿入します (右図参照)。



- 電源ボタンを押して、オシロスコープの電源をオンにします。

ディスプレイの表示が現れるまで待ちます。



2631-017

- フロント・パネルの **Utility** ボタンを押します。
- 下のベゼルの **About** (バージョン情報) ボタンを押します。DPO4PWR 型または DPO3PWR 型パワー解析アプリケーション・モジュールのコピーが検出され、MSO4000 シリーズおよび DPO4000 シリーズのオシロスコープの場合はファームウェア・バージョン 2.17 以降、DPO3000 シリーズのオシロスコープの場合は 1.10 以降が搭載されていることを確認します。

オシロスコープの一般的なセットアップの詳細については、『MSO4000 シリーズおよび DPO4000 シリーズ・オシロスコープ・ユーザ・マニュアル』または『DPO3000 シリーズ・オシロスコープ・ユーザ・マニュアル』を参照してください。

## モジュール・インストールの確認およびトラブルシューティング

次の表に従って、アプリケーション・モジュールが正しくインストールされていることを確認します。

確認対象モジュール	使用するフロント・パネル・ボタン	確認内容
DPO4PWR 型または DPO3PWR 型	<b>Test(テスト)</b>	下のベゼル・メニュー項目に <b>Application Power</b> (電源の投入) と表示されます。

オシロスコープがアプリケーション・モジュールを認識しない場合は、次の手順を実行します。

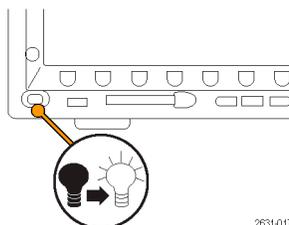
1. オシロスコープの電源をオフにします。
2. 前述の ESD の注意事項に従います。
3. アプリケーション・モジュールを取り外します。
4. アプリケーション・モジュールの接点が破損していないかどうか調べます。
5. アプリケーション・モジュールをオシロスコープに挿入し直します。
6. オシロスコープの電源をオンにします。それでもオシロスコープにアプリケーション・メニュー項目が表示されない場合は、アプリケーション・モジュールかモジュール・スロットに問題があります。当社サービス・センターに連絡して、問題を解決してください。

## はじめに



**警告:** 感電防止のため、オシロスコープの入力 BNC コネクタ、プローブ・チップ、またはプローブ・グラウンド (基準)リードの測定電圧の定格を超えないようにしてください。グラウンドを基準としたオシロスコープおよびプローブは、フローティング測定に使用することは想定されていません。

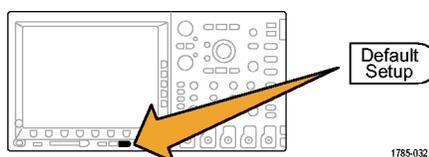
1. オシロスコープの電源をオンにします。  
ディスプレイの表示が現れるまで待ちます。



2631-017

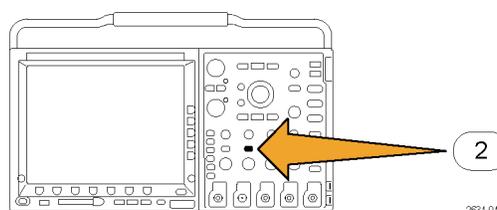
2. プローブがオシロスコープに接続されていない場合は、接続します。パワー測定の場合、通常は、電圧プローブをチャンネル 1 に、電流プローブをチャンネル 2 に接続します。

3. **Default Setup** を押して、オシロスコープを初期設定に戻します。



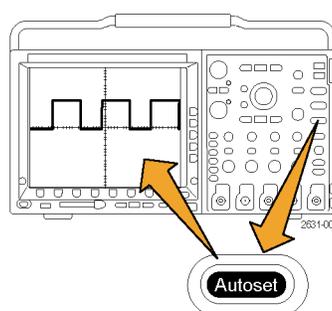
1785-032

4. チャンネル 2 を押して、このチャンネルを有効にします。



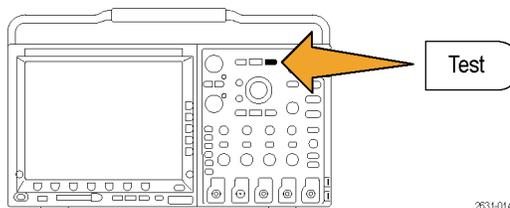
2631-015

5. **Autoset** (オートセット) を押します。



2631-009

6. **Test** (テスト) を押します。



7. **Analysis** (解析) を押します。

Applica- tion (ア プリケー ション)	Analysis (解析) None (な し)					
-------------------------------------	-----------------------------------	--	--	--	--	--

8. 側面ベゼル・ボタンを使用して、目的の解析機能を選択します。

電源品質、スイッチング損失、高調波、リップル、変調、安全動作領域およびデスキューの中から選択します。

オシロスコープの一般的なセットアップの詳細については、『MSO4000 シリーズおよび DPO4000 シリーズ・オシロスコープ・ユーザ・マニュアル』または『DPO3000 シリーズ・オシロスコープ・ユーザ・マニュアル』を参照してください。

# プローブのデスクュー

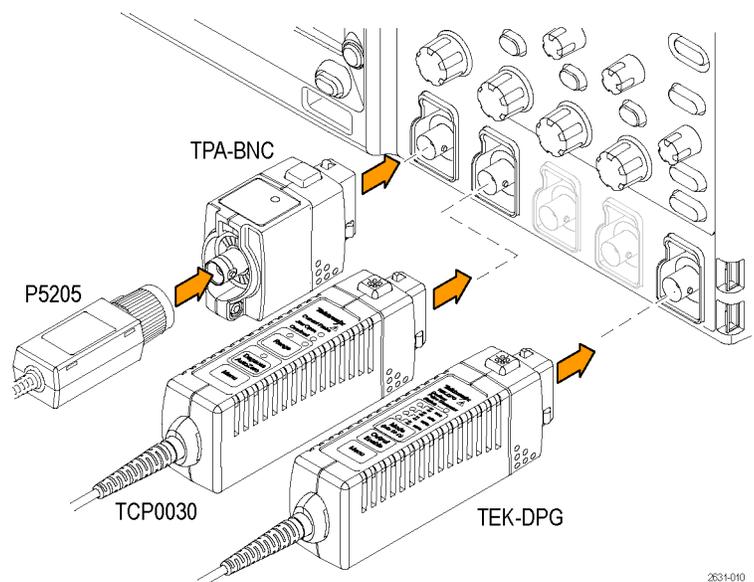
デスクュー手順を実行し、各種プローブの遅延を一致させます。プローブの種類ごとに、プローブ・チップとオシロスコープ間の遅延は異なります。すべてのチャンネルで同じ種類のプローブを使用するのであれば、これについて心配する必要はありません。ただし、パワー測定では、電圧プローブと電流プローブの両方を使用することがよくあります。電流プローブの遅延は、通常、電圧プローブの遅延より長いので、デスクュー値の設定が重要になります。

## デスクュー・フィクスチャの使用

次の手順の例では、パワー解析モジュール、当社の MSO4000 シリーズまたは DPO4000 シリーズ・オシロスコープ、TCP0030 型電流プローブ、P5205 型差動プローブ、TPA-BNC 型アダプタ、TEK-DPG デスクュー・パルス・ゼネレータ、および 067-1686-XX パワー測定デスクュー／校正フィクスチャに組み込みのデスクュー手順を使用することを前提としています。これらとは別の機器を使用する場合は、必要に応じてこの手順を調整します。

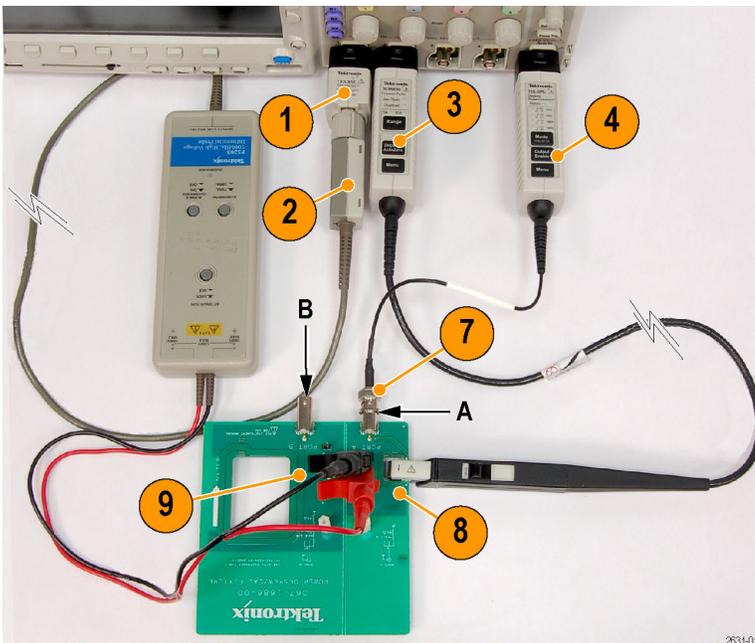
**注：** 最高の結果を得るために、デスクュー実行前に機器を 20 分間ウォーム・アップしてください。

1. TPA-BNC 型アダプタをチャンネル 1 に接続します。
2. 電圧プローブを TPA-BNC 型アダプタに接続します。
3. 電流プローブをチャンネル 2 に接続します。
4. TEK-DPG を AUX-IN に接続します。TEK-DPG の **Output Enable** ボタンを押して、**Status LED** が緑色に点灯することを確認します。**Mode** ボタンを必要回数押して、目的の信号を選択します。

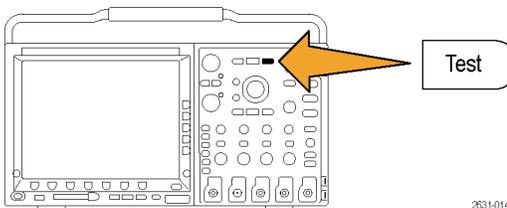


5. 必要に応じて、オシロスコープのフロント・パネルにある **1** および **2** のボタンを押して、両方のチャンネルの波形が表示されるようにします。
6. 電流プローブ本体にある測定範囲のメニュー・ボタンを押して、必要な値の測定範囲を設定します。

7. TEK-DPG の BNC コネクタをデスクュー・フィクスチャの Port A に接続します(右図参照)。
8. TCP0030 型プローブをデスクュー・フィクスチャに接続します(右図参照)。電流プローブとフィクスチャの両方で、極性を示す矢印の向きを一致させます。電流プローブのスライダを閉じてロックします。
9. P5205 型プローブ・チップとグラウンド・リードをデスクュー・フィクスチャのピンに接続します(右図参照)。



10. **Default Setup** を押します。
11. **2** ボタンを押して、チャンネル 2 を有効にします。
12. **Autoset** (オートセット) を押します。
13. **Test** (テスト) を押します。



14. **Analysis** (解析) を押します。

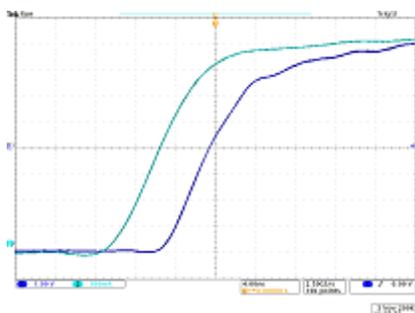
Application (アプリケーション)	Analysis (解析) None (なし)					
------------------------	----------------------------	--	--	--	--	--

15. 側面ベゼル・ボタンを使用して、**Deskew** (デスクュー) 機能を選択します。

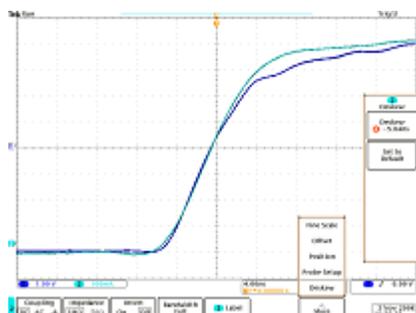
16. Configure (設定) を押します。

Application (アプリケーション) Power (電力)	Analysis (解析) Deskew (デスキュー)	Configure (設定)				
--------------------------------------	---------------------------------	----------------	--	--	--	--

17. 必要に応じて垂直軸、水平軸、スケールのコントロールを使用して、選択した波形を調整します。次に、サイドメニューの Deskew (デスキュー) ボタンを押して、汎用ノブ **b** を回します。



デスキュー前のサンプル波形



デスキュー後のサンプル波形

注: デスキュー/校正フィクスチャの使用の詳細については、パワー測定デスキュー/校正フィクスチャ (部品番号 067-1686-00) のマニュアルを参照してください。このマニュアルは、[www.tektronix.com/manuals](http://www.tektronix.com/manuals) からダウンロードできます。

## デスキュー・フィクスチャを使用しない場合

デスキュー・フィクスチャがない場合は、各プローブの公称伝搬遅延に基づき、Deskew (デスキュー) メニューのコントロールを使用してオシロスコープのデスキュー・パラメータを推奨値に設定します。デスキュー・フィクスチャを使用している場合でも、デスキュー・メニューのコントロールを使用してデスキュー値を正しい値に近づけることができます。その後、デスキュー・フィクスチャを使用して値を微調整してください。

TekVPI 型プローブおよび TekProbe II 型プローブ (TPA-BNC 型アダプタが必要) の公称伝搬遅延は自動的に読み込まれます。他の一般的なプローブの場合は、最初に側面ベゼルの **Select** (選択) ボタンを押してからプローブを接続するチャンネルを選択します。次に側面ベゼルの **Probe Model** (プローブ・モデル) ボタンを押して、プローブのモデル名を選択します。使用するプローブのモデル名が一覧にない場合は、モデル名を **Other** (その他) に設定して側面ベゼルの **Propagation Delay** (伝搬遅延) ボタンを押し、汎用ノブ **a** を回してプローブの伝搬遅延に設定します。

各チャンネルのデスキュー値を推奨値に設定するには、側面ベゼルの **Set all deskews to recommended value** (全デスキューを推奨値に設定) ボタンを押します。

画面上の選択した波形をさらに調整する必要がある場合は、サイド・メニューの **Deskew** (デスクュー) ボタンを押して、汎用ノブ **b** を回します。

サイド・メニューの **Set all deskews to recommended values** (全デスクューを推奨値に設定) を押します。

画面を観察します。認識されたプローブについては、適切なデスクュー値が自動的に算出および設定されます。

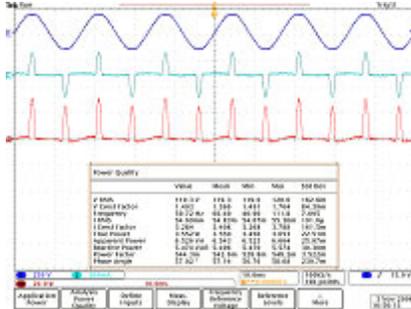
当社製プローブの多くはオシロスコープ側で自動的に認識されます。使用するプローブが一覧にない場合は、**Other** (その他) を選択し、以下に示すように伝搬値を手動で入力します。

認識されたプローブについては、デフォルト値が表示されます。認識されないプローブについては、このサイド・ボタンを押して汎用ノブ **a** を回し、値を手動で入力してください。

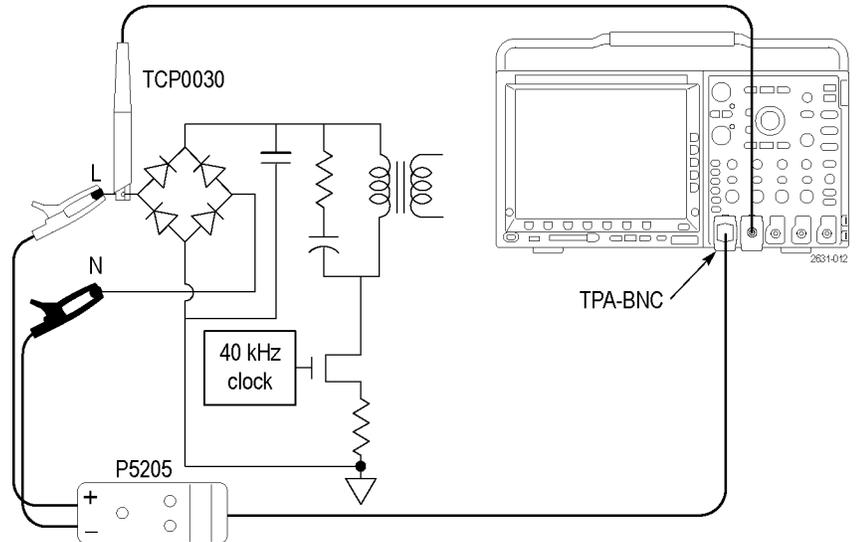
Deskew (デスクュー)
Select (選択) <b>(a) 1</b>
Deskew (デスクュー) <b>(b) 0.00 S</b>
Show rec. deskews (推奨デスクュー値を表示) Yes No (はい いいえ)
Set all deskews to recommended values (全デスクューを推奨値に設定)
Probe Model (プローブ・モデル番号) <b>Other (その他)</b>
Propagation Delay (伝搬遅延) <b>(a) 0.00 S</b>

# 電源品質の測定

電源品質機能を使用すると、測定結果および統計データの表を表示し、テスト回路の全般的な電源品質を確認できます。



電源品質のスクリーン・ショット(サンプル)



電源品質測定のための機器設定(サンプル)



**警告:** 感電を防止するために、プローブ・グランド(基準)リードを接続する前に、プローブの基準ポイントがグランド電位になっていることを必ず確認してください。

## 電源品質の測定手順

1. サイド・メニューから、**Power Quality**(電源品質)機能を選択します。(5 ページ「はじめに」参照)。

2. **Define Inputs**(入力の定義)を押して、測定するチャンネルを選択します。このような測定では、チャンネル 1 を電圧ソース、チャンネル 2 を電流ソースとして、ペアで使用することがよくあります。

電圧ソースと電流ソースは、ライブ側チャンネルまたはリファレンスのどちらの場合でも、アナログ波形です。

3. **Meas. Display**(測定表示)を押して、10 種類の電源品質測定値から表示するものを選択します。

Application (アプリケーション)	Analysis (解析) Power Quality (電源品質)	Define Inputs (入力の定義)	Meas. Display (測定表示)	Frequency Reference (周波数基準) Voltage (電圧)	Reference Levels (基準レベル)	More
------------------------	---------------------------------------	-----------------------	----------------------	---	--------------------------	------



4. **Frequency Reference** (周波数基準) を押して、すべての電源品質測定および周波数のゼロ・クロッシングのソースを決定します。
5. **Reference Levels** (基準レベル) を押して、電源品質測定方法を選択します。
6. **More** を押して、**Statistics** (統計測定)、**Gating** (ゲート)、または **Indicators** (インジケータ) を選択します。

Indicators (インジケータ) は、オシロスコープで測定する波形上の位置を示します。Gating (ゲート) を使用すると、オシロスコープで測定する波形上の位置を定義できます。

測定できる値は次のとおりです。

値	説明
電圧波形上での測定	
$V_{RMS}$	電圧の実効値 (RMS)。 $V_{RMS}$ 値は、すべてのサイクル全体に基づいて算出されます。単位はボルト (V) です。
$V_{Crest\ Factor}$	電圧信号の Peak-to-RMS 比。 $V_{Crest\ Factor}$ は、AC 電源がどの程度真の交流電圧に近いかを間接的に示します。 $V_{Crest\ Factor} = (\text{電圧波形の最大値} / V_{RMS})$ 。 この値は比率で表されます。たとえば、純粋な正弦波の $V_{Crest\ Factor}$ は 1.414 となり、50% のデューティ・サイクルの方形波の場合は 1.0 となります。
周波数	周波数は、周波数ソースで測定されます。単位はヘルツ (Hz) です。

## 電流波形上での測定

$I_{RMS}$	電流の実効値 (RMS)。 $I_{RMS}$ 値はすべてのサイクル全体に基づいて算出されます。単位はアンペア (Amp) です。
$I_{Crest\ Factor}$	電流信号の Peak-to-RMS 比。この値は、負荷に流すことができる最大 AC ピーク電流を間接的に示します。 電流波高率 = (電流波形の最大値 / $I_{RMS}$ )。 この値は比率で表されます。たとえば、純粋な正弦波の場合は 1.414 となり、50% のデューティ・サイクルの方形波の場合は 1.0 となります。

## 演算による電力波形の測定

有効電力	有効電力。負荷の抵抗成分に供給される実際の電力で、ワット (W) で表します。この値は、演算 (VxA) 波形の平均を取ることで算出されます。
皮相電力	RMS 電圧と電流の積 (数学的には、有効電力と無効電力のベクトルの和の絶対値)。 皮相電力値 = $V_{RMS} \times I_{RMS}$ 。 単位はボルト・アンペア (VA) です。
無効電力	VAR (Volt-Amp Reactive) で表した無効電力。 無効電力 = $V_{RMS} \times I_{RMS} \times \text{正弦波 (位相角)}$ 。 単位は VAR です。
力率	皮相電力に対する有効電力の比率 (0 ~ 1)。信号が純粋な正弦波の場合は、力率は電流波形と電圧波形の間の位相角の余弦になります。 皮相電力 = $V_{RMS} \times I_{RMS}$ 。 一般的には、力率が高いほどエネルギーの使用効率が低いことを意味します。純粋な抵抗回路は、1.0 の力率を持ちます。純粋な誘導回路は、0 の力率を持ちます。
位相角	力率を余弦値としたとき、その余弦に相当する角度 (0 ~ 180° )。

## 操作上のヒント

- このメニューでのパワー測定は、電圧波形の記録にあるすべてのサイクル全体に基づいています。

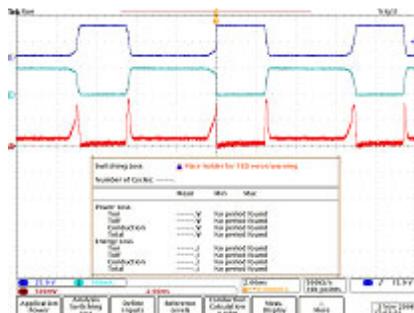
## スイッチング損失の測定

スイッチング損失機能を使用すると、取り込まれた波形の電力損失とエネルギー損失(ターン・オン損失、ターン・オフ損失、伝導損失、総損失など)の表を表示できます。

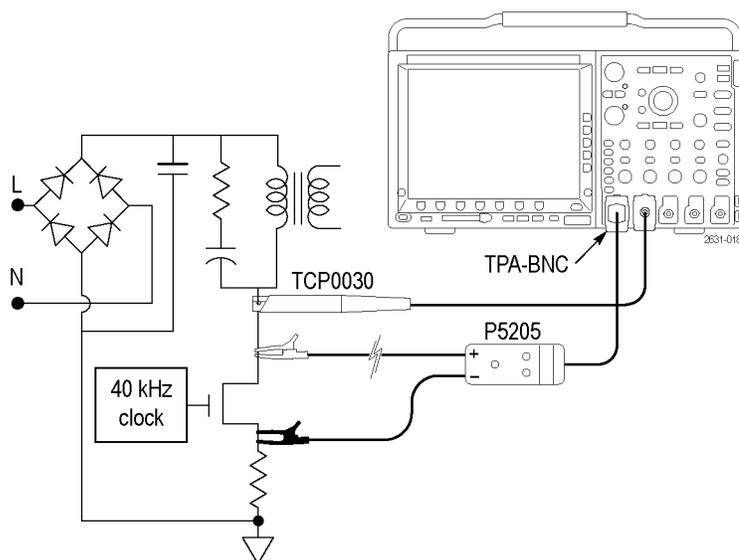
通常、この機能は、スイッチング電源デバイスのオン/オフ切り替え時の損失を評価する際に使用します。スイッチング損失の機能を使用するには、電圧プローブと電流プローブが必要です。



**警告:** 感電を防止するために、プローブ・グランド(基準)リードを接続する前に、プローブの基準ポイントがグランド電位になっていることを必ず確認してください。



スイッチング損失のスクリーン・ショット (サンプル)



スイッチング損失測定の機器設定 (サンプル)

スイッチング損失を測定するには、次の手順を実行します。

1. サイド・メニューから **Switching Loss** (スイッチング損失) 機能を選択します。  
(5 ページ「はじめに」参照)。

2. **Define Inputs** (入力の定義) を押して、測定するチャンネルを選択します。この測定では、チャンネル・ペアを選択する必要があります。通常、チャンネル 1 を電圧ソース、チャンネル 2 を電流ソースとして使用します。

Application (アプリケーション)	Analysis (解析) Switching Loss (スイッチング損失)	Define Inputs (入力の定義)	Reference Levels (基準レベル)	Conduction Calculation (伝導計算) RDS	Meas. Display (測定表示)	More
------------------------	--	-----------------------	--------------------------	--------------------------------------	----------------------	------

3. **Reference Levels** (基準レベル) を押して、スイッチング損失測定方法を選択します。

4. **Conduction Calculation** (伝導計算) を押して、伝導損失の算出方法を設定します。



**Voltage Waveform** (電圧波形) 方法では、オン状態のスイッチング・デバイスに発生する電圧降下を測定します。一般的に、この電圧はオフ状態のスイッチング・デバイスの電圧に比べて非常に低いので、オシロスコープの垂直軸を同じ設定にしたままでは、両方の電圧を正確に測定できないことが普通です。その場合は、さらに正確な結果を得るために、次の方法のいずれかを使用することを検討してください。

**RDS(on)** 手法は MOSFET に最適なモデルで、デバイス・データ・シートの情報に基づいています。この値は、オン状態になっているデバイスのドレインとソース間のオン抵抗の予測値です。

**VCE(sat)** 手法は、バイポーラ・ジャンクション・トランジスタと絶縁ゲート・バイポーラ・トランジスタに最適なモデルで、デバイス・データ・シートの情報に基づいています。これは、飽和状態のデバイスのコレクタとエミッタ間の飽和電圧の予測値です。

5. **Meas. Display** (測定表示) を押して、表示するスイッチング損失の測定を設定します。選択肢は、**Power Loss** (電力損失)、**Energy Loss** (エネルギー損失)、または **All** (すべて) (電力損失とエネルギー損失の両方) です。

6. **More** を押して、**Statistics** (統計測定)、**Gating** (ゲート)、および **Indicators** (インジケータ) を定義します。

Indicators (インジケータ) は、オシロスコープで測定する波形上の位置をグラフィック表示します。Gating (ゲート) を使用すると、オシロスコープで測定する波形上の位置を定義できます。

---

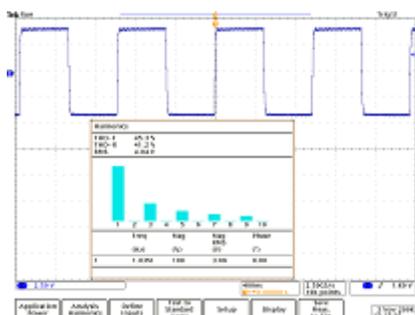
**注:** スwitching損失測定は、アクイジションの選択領域(デフォルトでは波形全体)にある個々のサイクル全体に基づいています。また、この測定の統計はアクイジション全体にわたり累積されますが、アクイジション間では累積されません。

---

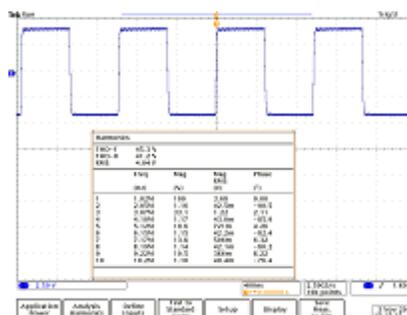
## 高調波の測定

高調波機能を使用すると、ソース波形の周波数スペクトラムとその関連測定値を表示したり、電源品質の問題について徹底したトラブルシューティングを実行できます。

**Harmonics** (高調波) を選択して、高調波メニューを表示します。オシロスコープに、ソース波形の周波数スペクトラムと関連測定値が表示されます。

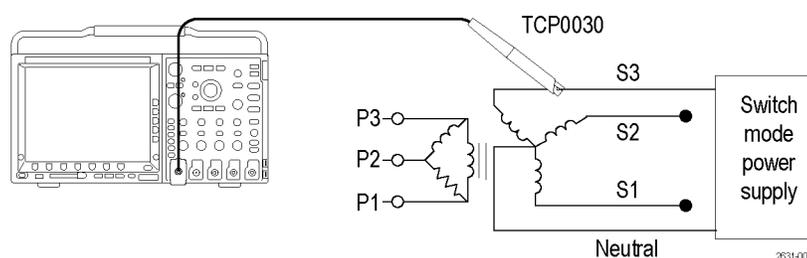


グラフィック表示での最初の 10 次の高調波



テキスト表示での最初の 10 次の高調波

右の図は、高調波測定のための機器設定例です。



**警告:** 感電を防止するために、プローブ・グランド(基準)リードを接続する前に、プローブの基準ポイントがグランド電位になっていることを必ず確認してください。

### 高調波の測定手順

1. サイドメニューから **Harmonics** (高調波) 機能を選択します。(5 ページ「はじめに」参照)。

2. **Define Inputs** (入力の定義) を押して、電圧波形と電流波形が存在するチャンネルを指定します。

Application (アプリケーション)	Analysis (解析) Harmonics (高調波)	Define Inputs (入力の定義)	Test to Standard (テスト対象規格を選択) None (なし)	Setup (設定)	Display (表示)	Save meas. to File (測定データをファイルに保存)
------------------------	----------------------------------	-----------------------	--	------------	--------------	------------------------------------

3. **Test to Standard** (テスト対象規格を選択) を押して、一般的な高調波分析または IEC 61000-3-2 や MIL-STD-1399 などの特定の規格に照らしたテストのいずれかを選択します。



4. 前のメニュー項目で **None** (なし) を選択した場合は、この項目は **Setup** (設定) と表示されます。この項目を押して、算出する高調波の次数、電圧波形または電流波形のどちらの高調波を算出するのか、および一次波形の周波数の確定方法を指定します。

デフォルトでは、周波数基準は高調波ソースに設定されますが、電圧波形や電流波形に設定できるほか、電圧波形と電流波形にノイズが多く、一次高調波を簡単に判断できない場合には固定値に設定することもできます。

前のメニュー項目で **IEC 61000-3-2** または **MIL-STD-1399** を選択した場合は、この項目を使用して、これらの規格で規定されている測定項目から目的のものを定義します。

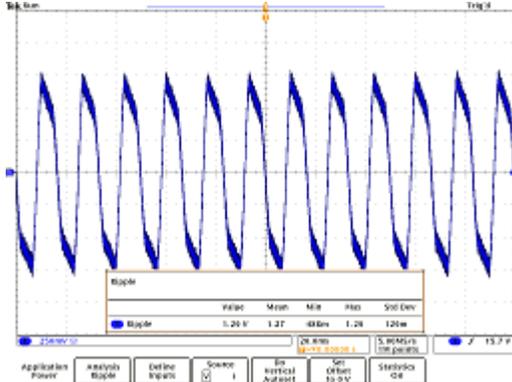
5. **Display** (表示) を押して、高調波の情報を表または棒グラフのどちらで表示するかを選択します。

また、前述の手順で、サポートされている規格のいずれかに照らしたテストを選択しなかった場合は、この項目を使用すると、すべての高調波の情報、もしくは奇数次のみまたは偶数次のみの高調波の情報を表示することができます。

6. **Save Meas. to File** (測定データをファイルに保存) を押して、.csv ファイルに結果を保存します。

## リップルの測定

リップル測定機能を使用すると、取り込まれた波形の AC 成分の測定結果および統計データの表を表示できます。リップルは、大振幅の DC 信号で頻繁に見られます。



### リップルの測定手順

1. サイド・メニューから、**Ripple** (リップル) 機能を選択します。(5 ページ「はじめに」参照)。
2. **Define Inputs** (入力の定義) を押して、電圧波形と電流波形が存在するチャンネルを指定します。
3. **Source** (ソース) を押して、電圧波形または電流波形のどちらのリップルを測定するかを選択します。
4. 最良の測定確度を得るため、**Do Vertical Autoset** (垂直軸オートセットを実行) を押して、垂直方向のオフセットを加算し、AC 成分を自動スケーリングすることにより、信号から DC 成分を除去します。

Application (アプリケーション) Power (電力)	Analysis (解析) <b>Ripple (リップル)</b>	Define Inputs (入力の定義)	Source (ソース) V I	Do Vertical Autoset (垂直軸オートセットを実行)	Set Offset to 0 V (オフセットを 0 V に設定)	Statistics (統計測定) <b>On (オン)</b>
--------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------	---------------------	------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------



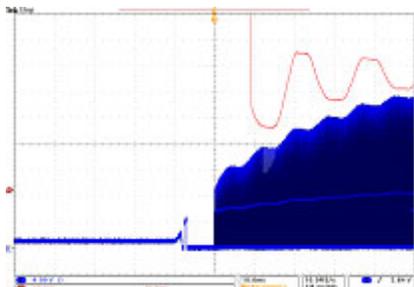
通常、リップルの測定では、高い電圧に重畳する非常に低い電圧を読み取ることが必要になります。オシロスコープの内部解像度をできるかぎり有効に使用して、この低い電圧を測定します。

**Do Vertical Autoset** (垂直軸オートセットを実行)を使用すると、オシロスコープの ADC レンジをより有効に利用して目的のリップルを測定することができます。

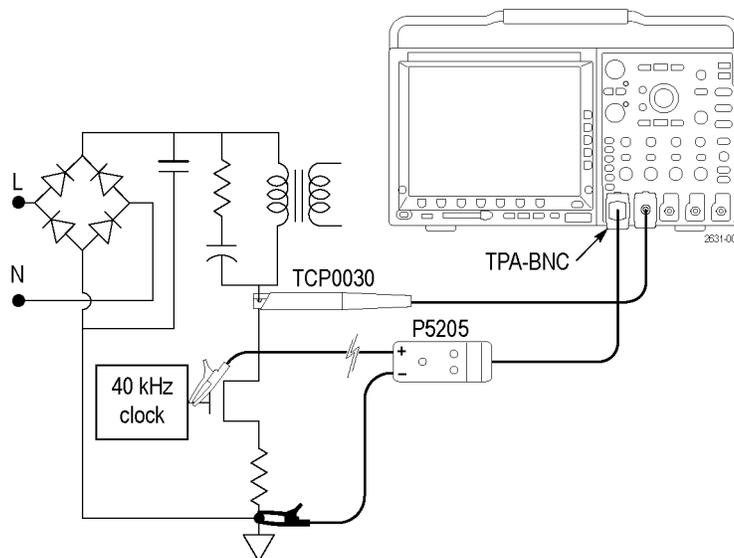
5. **Set Offset to 0 V** (オフセットを 0 V に設定)を押して、すべての垂直方向のオフセットを除去します。

# 変調の測定

変調測定機能を使用すると、取り込まれた波形全体にわたる測定値のトレンド・プロットを表示できます。これは、変調されたスイッチング信号の変動を表示するのに役立ちます。



変調のスクリーン・ショット(サンプル)



変調測定の機器設定(サンプル)



**警告:** 感電を防止するために、プローブ・グランド(基準)リードを接続する前に、プローブの基準ポイントがグランド電位になっていることを必ず確認してください。

## 変調の測定手順

1. サイド・メニューから、**Modulation** (変調) 機能を選択します。(5 ページ「はじめに」参照)。

2. **Define Inputs** (入力の定義) を押して、電圧波形と電流波形が存在するチャンネルを指定します。

Application (アプリケーション)	Analysis (解析) Modulation (変調)	Define Inputs (入力の定義)	Source (ソース) V I	Modulation Type (変調の種類) +Width (+幅)	Reference Levels (基準レベル)	
------------------------	----------------------------------	-----------------------	---------------------	--	--------------------------	--

3. **Source** (ソース) を押して、変調を測定する波形を選択します。

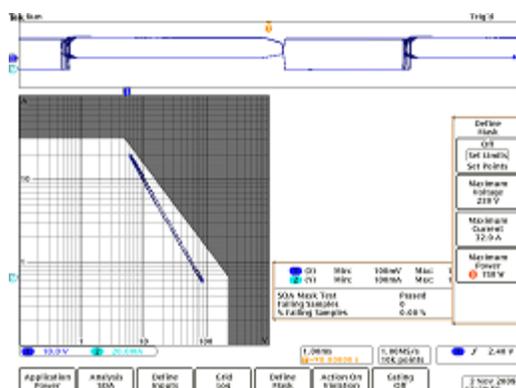


4. **Modulation Type** (変調の種類)を押して、測定内容を定義します。選択肢は、正パルス幅、負パルス幅、周期、周波数、正デューティ・サイクル、および負デューティ・サイクルです。
5. **Reference Levels** (基準レベル)を押して、測定場所を定義します。

## 安全動作領域の測定

安全動作領域機能を使用すると、テスト対象のスイッチング・デバイスの電圧と電流をグラフィカルに X-Y 表示できます。また、グラフィカルな X-Y 表示で表されたデバイスの仕様制限値に対し、X-Y 信号のマスク・テストを実行することもできます。

安全動作領域とは、通常、半導体デバイスが破壊されることなく動作できる電圧値および電流値のことです。この機能で見られる安全動作表示では、電圧と電流間の相互作用を監視し、デバイスが製造元のデータ・シートに指定されている制限値を超えていないかどうかを簡潔なグラフィカル表示で判断できます。



### 安全動作領域の測定手順

1. サイド・メニューから、**Safe Operating Area** (安全動作領域) 機能を選択します。(5 ページ「はじめに」参照)。

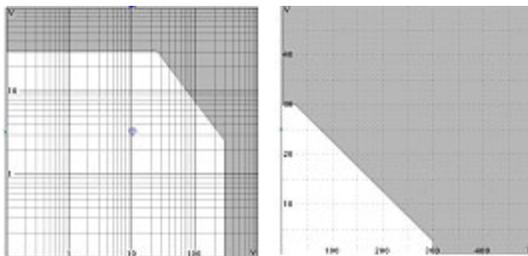
2. **Define Inputs** (入力の定義) を押して、測定するチャンネルを選択します。この測定には、次の 4 つの有効な電圧入力と電流入力のペアを使用します。Ch1/Ch2、Ch3/Ch4、Reference 1/Reference 2、Reference 3/Reference 4 のペアです。

Application (アプリケーション) Power (電力)	Analysis (解析) <b>SOA</b>	Define Inputs (入力の定義)	Define Axes (軸の定義)	Define Mask (マスクを指定)	Action on Violation (違反検出時のアクション)	Gating (ゲート) <b>Off (オフ)</b>
--------------------------------------	-----------------------------	-----------------------	--------------------	----------------------	-----------------------------------	---------------------------------



3. **Define Axes** (軸の定義) を押して、対数目盛または線形目盛のいずれかを選択します。サイド・メニュー項目と汎用ノブ **a** を使用すると、目盛のサイズを設定できます。

通常、X 軸は電圧を、Y 軸は電流を表します。



4. **Define Mask** (マスクを指定) を押して、グリッド内の安全動作領域を定義します。

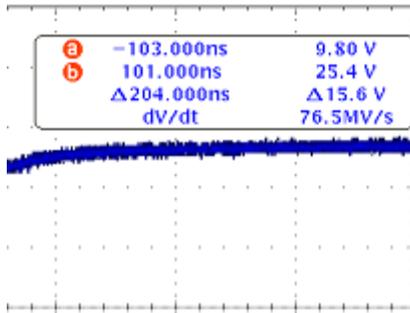
より簡単な 4 ポイント・マスクについては、サイド・メニューの **Set Limits** (リミットを設定) を使用します。この方法でマスクを設定するには、最大電圧、最大電流、および最大電力を入力する必要があります。

サイド・メニューの **Set Points** (ポイントを設定) を使用すると、最大 10 ポイントを個別に設定して、さらに複雑なマスクを定義できます。

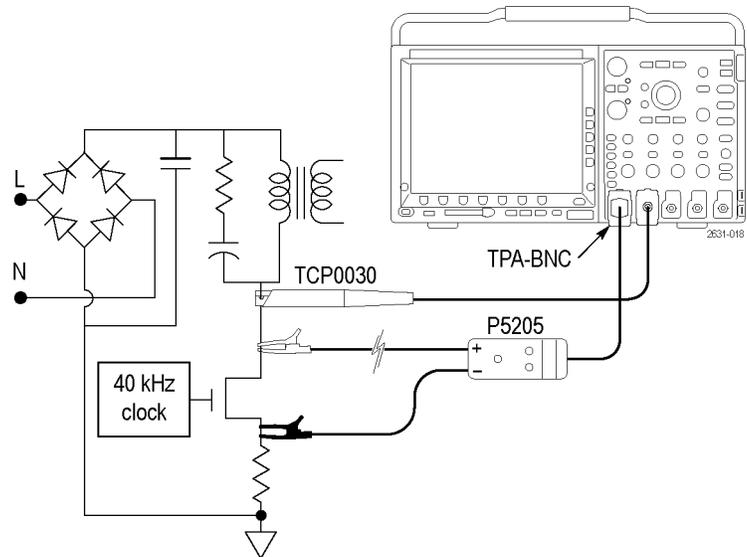
5. **Action on Violation** (違反検出時のアクション) を押して、エラー検出時にアクイジションを停止するかどうかを選択します。
6. **Gating** (ゲート) を押して、安全動作領域を測定する時点を定義します。

## dI/dt および dV/dt の測定

カーソルのリードアウトを使用すると、信号のスロープ(変化率)を測定できます。



dV/dt リードアウト(サンプル)



機器設定(サンプル)



**警告:** 感電を防止するために、プローブ・グランド(基準)リードを接続する前に、プローブの基準ポイントがグランド電位になっていることを必ず確認してください。

d/dt 測定値は、カーソルのリードアウトの下部に表示されます。電源アプリケーション・キーが取り付けられている場合は、自動的に表示されます。

カーソルを調整して、波形の測定部分を変更します。測定には、波形カーソルとスクリーン・カーソルのどちらでも使用できます。

電圧波形を選択した場合は、dV/dt 測定値が表示されます。電流波形を選択した場合は、dI/dt 測定値が表示されます。



# 索引

## ENGLISH TERMS

dI/dt 測定値, 25

dV/dt 測定値, 25

## あ

安全動作領域, 23

安全にご使用いただくために, iii

## き

機器のリスト, 1

## こ

高調波, 17

## す

スイッチング損失, 14

## そ

挿入、モジュール, 2

## て

デスクュー, 7

電源品質, 11

## ふ

プローブ・デスクュー, 7

## へ

変調, 21

## も

モジュールの挿入, 2

モジュール・インストールの確認, 4

モジュール・インストールのトラブルシューティング, 4

## り

リップル, 19