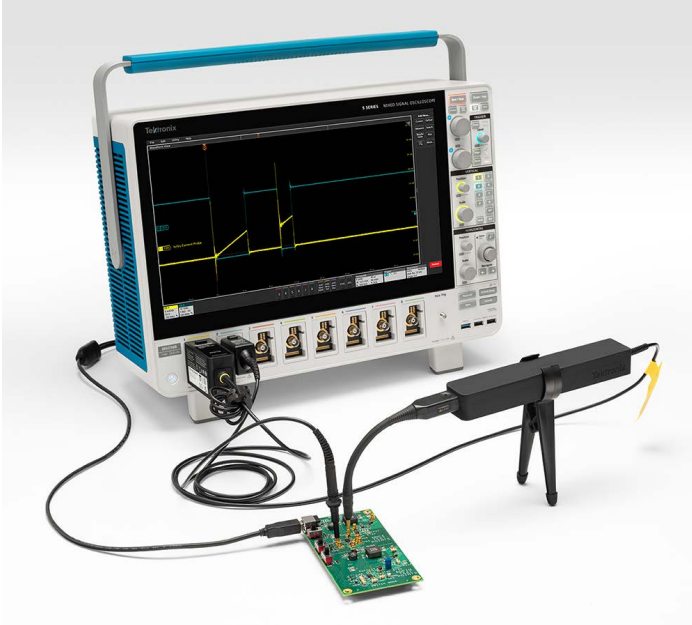


## IsoVu™絶縁電流プローブ

### TICP100、TICP050、TICP025 データ・シート



#### 概要

TICP シリーズ IsoVu™絶縁電流プローブは比類ない帯域幅、ノイズ除去、確度、電流測定のための使いやすさを実現します。

完全なガルバニック絶縁により、グラウンド・ループが除去され、非常に高いコモン・モード除去が可能です。1X 構成では、TICP シリーズ・プローブの 50 Ω 入力により、4.7 nV/√Hz 未満の非常に低いノイズが達成され、シャントでの正確な計測に理想的です。プローブには、様々な減衰チップをご用意しており、差動電圧範囲を拡張することができます。使用するシャントにより、プローブは低電力モバイル設計のためのマイクロアンペア (μA) から産業・モビリティシステムのための数百アンペアの電流測定まで対応します。

#### 主な性能仕様および機能

- プローブ・チップとオシロスコープ間のガルバニック絶縁
- 3 種の帯域幅 (1 GHz、500 MHz、250 MHz) で使用可能
- 1X、10X、または 100X プローブ・チップと併せて使用するシャントにより決まる広い電流測定範囲
- ノイズ 4.70 nV / √Hz (20 MHz で <21 μV<sub>RMS</sub>) 未満
- 最大 90 dB 同相除去比 (1 MHz)
- 最大コモン・モード電圧 : 1.8 kV ; 汚染度 1 の環境で使用時。トランジェント・レベルが 5kV<sub>pk</sub> を超えない場合
- 1.5%DC ゲイン確度
- 4、5、6 シリーズ MSO 機器 (最新 B モデルを含む) と互換性あり

- TekVPI™インターフェースにより、オシロスコープの前面パネルまたはプログラミング・インターフェースから制御およびプローブの構成が可能

#### 主要アプリケーション

- 電流シャント測定
- SiC/GaN、FET、IGBT を使用したハーフブリッジ/フルブリッジ設計
- ダブル・パルス・テスト (DPT)
- フローティング・ゲート測定
- パワー・コンバータの設計
- スイッチング電源の設計
- 定常状態、スリープ、ウェイクアップ状態の電流モニタリング

#### チップが計測範囲を拡大し、面倒を最小に抑え、ノイズを除去します

TICP シリーズのプローブはセンサ・ベースのクランプ・オン式オシロスコープ用プローブでは測定が難しい、または困難な、低電流計測と高電流計測の両方に非常に適しています。3 個の異なる減衰チップを有し、シャント抵抗と電力定格値に基づいた広範囲の電流を簡単に計測することができます。

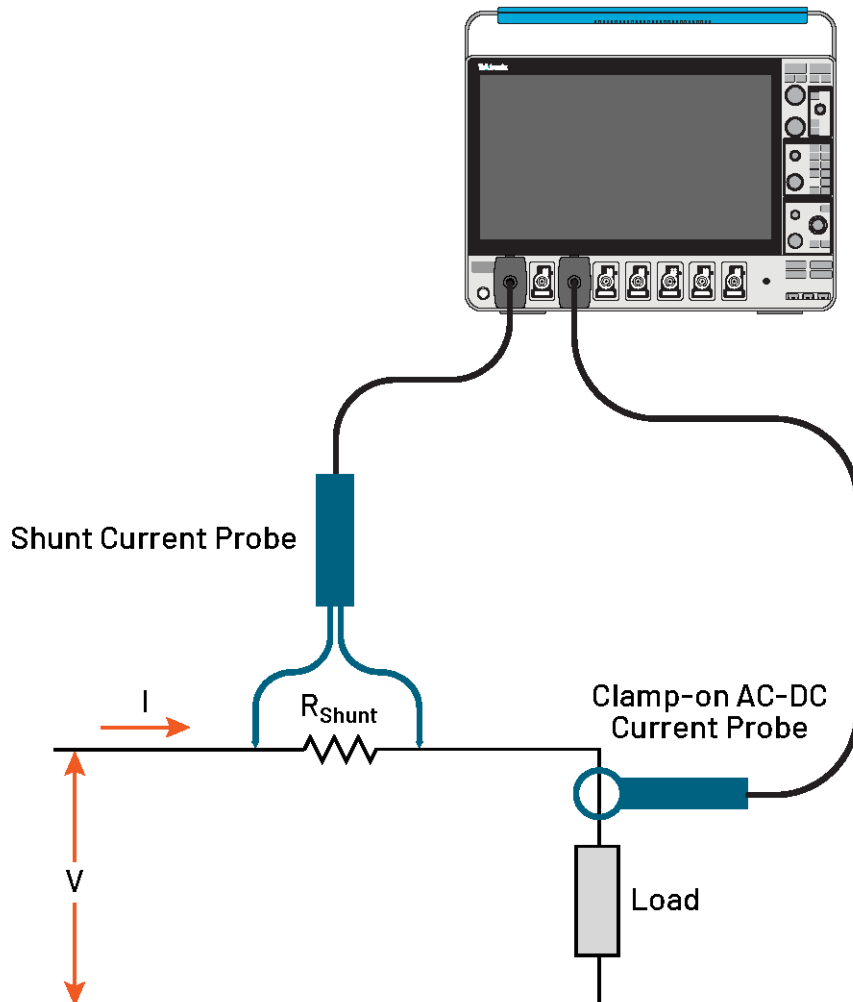
プローブは高性能の電流計測を実現するよう設計されており、利便性の高い接続機能を備えます。チップには MMCX および SMA コネクタが備えられており、適切な接地とシールドを確実に実現します。接地とシールドはノイズの最小化、グラウンド・ループ、正確な電流測定のために重要です。これらのチップにより、市場で最も流通しているシャントへの直接接続が可能になりますが、適切なアダプタを使用してチップをシャントに接続することもできます。

プローブ・チップは独自のリバーシブルな IsoConnect™ インタフェースでプローブ本体に接続されるため、方向を心配することなくチップをスナップ装着することができます。柔軟性を実現するよう設計されたプローブ・チップの曲げ半径は小さいため、狭い場所でも容易に接続できます。標準型プローブには、三脚アダプタとバイポッドが含まれ、テスト・セットアップでの設置と位置決めに便利です。

## 電流シャント測定

テスト・システムで電流を計測するには2種類の方法があります。第1の方法は、電気導体周辺のフィールドを感知し、電流を示す信号に変換する方法です。この方法はほとんどのクランプ・オン型の電流プローブ、つまりロゴスキー・コイルで使用されています。第2の方法は、オームの法則を利用して電流を測定する方法です。精度シャントレジスタ内の電圧ドロップを測定することにより電流を測定できます。これが TICP シリーズ・プローブが使用する方法です。

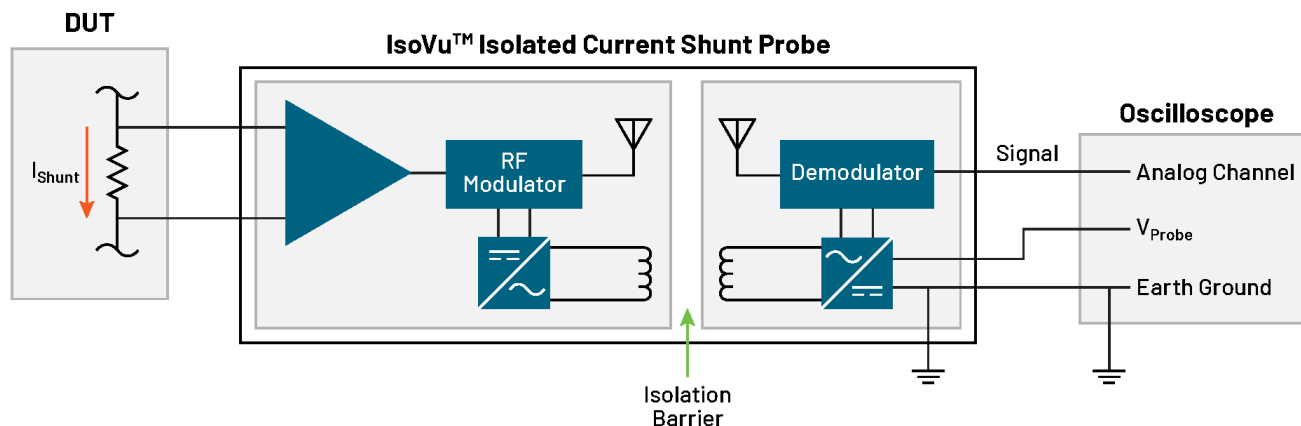
電流シャント、つまり電流観測レジスタ (CVR) は通常幅広い周波数に応答し、周波数の高域スペクトラムで AC 電流と DC 電流の両方を正確に測定します。コンパクトなサイズのため、最小スペース要件のある既存の回路にも容易に統合できます。シャント・レジスタは PCB 内に設計する必要があるため、電圧ドロップを引き起こすことになるものの、センサ・ベースの電流測定と比較して、高い精度、歪みが最小に抑えられること、および低干渉など重要な利点があります。



## 絶縁によりフローティング測定および非常に低いノイズが実現します

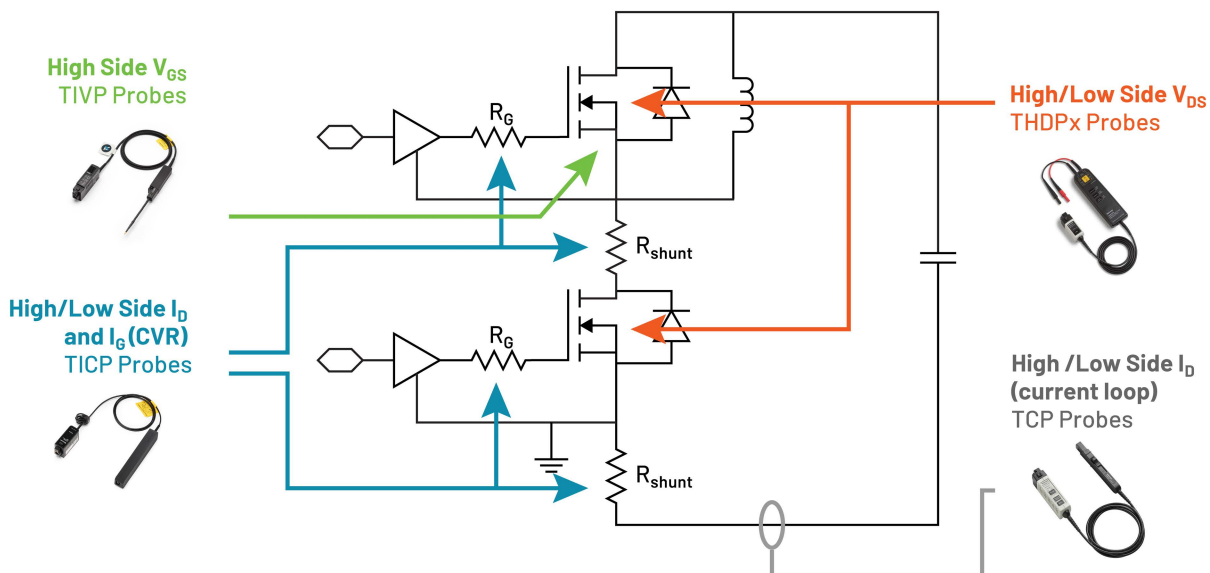
TICP シリーズ IsoVu 絶縁電流プローブを使用すると、オシロスコープ上で従来のリミットの範囲外で、より正確な動的測定が実現します。

トランスフォーマ、ログスキー、ホール効果電流プローブと異なり、TICP 電流プローブは、高性能シャントまたは CVR と組み合わせると DC から数百 MHz の測定を実現します。プローブ・チップとオシロスコープ間の RF 絶縁を完全にし、グラウンド・ループを除去して、最大 90 dB (1 MHz) の並外れた同相信号除去比 (CMRR) を実現し、コモン・モードノイズを劇的に減少させます。低減衰と低入力インピーダンス (50 Ω) が、シャント間の低電圧 ( $\pm 0.5$  V) 計測時のノイズ寄与を 4.7 nV/√Hz 未満 (1 GHz で 150 μV 未満) に抑えます。



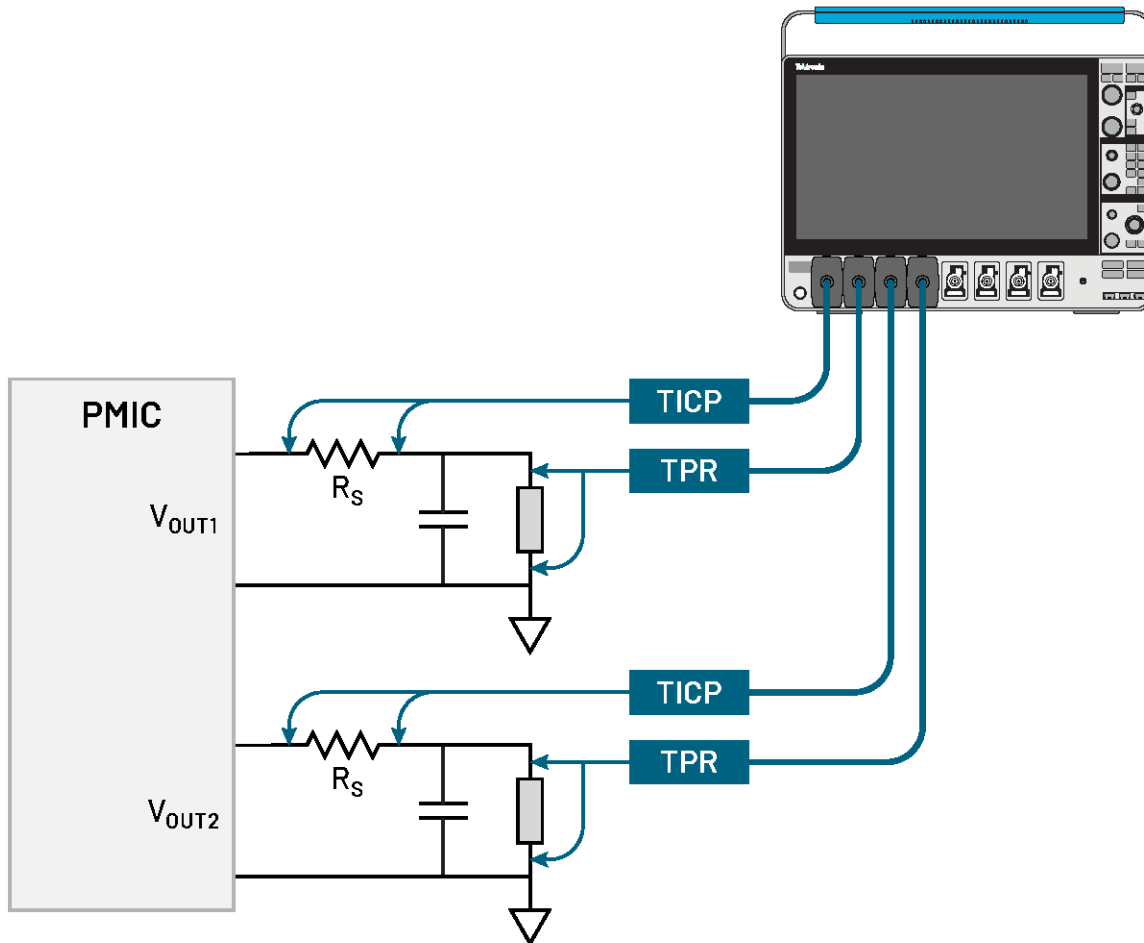
## ハイパワー・システムにおける高忠実度電流の測定

TICP シリーズプローブはワイド・バンドギャップ (WBG) 切り替えデバイス的高速立上り時間を正確に読み取るために必要な帯域を提供します。これにより、ハイパワー SiC および GaN 電力コンバータで動的電流を正確に計測することができます。革新的な IsoVu™ TIVP 絶縁電圧プローブを補完し、電流測定向けに同様の画期的な絶縁を実現します。絶縁によりグラウンド・ループが除去され、高域ドレイン電流 ( $I_{ds}$ ) の正確な測定が可能になります。



## 低電力システムでの低電流計測

TICP シリーズプローブは、特定のシステム活動およびスリープからアクティブ状態への移行の際の電流消費を計測する帯域幅を有しています。低ノイズ構造はシャント間の低電流を正確に測定するために重要です。TICP シリーズのコモン・モード電圧定格はほとんどの差動プローブより高く、そのためより高い電圧パワー・レールでの電流シャント測定が可能です。6 シリーズ MSO の低ノイズと組み合わせると、システム全体で低ノイズのパフォーマンスを行うことができ、効率的にレール電流を計測します。



## 仕様

すべての仕様は、特に断りのないかぎり代表値であり、すべての機種に適用されます。

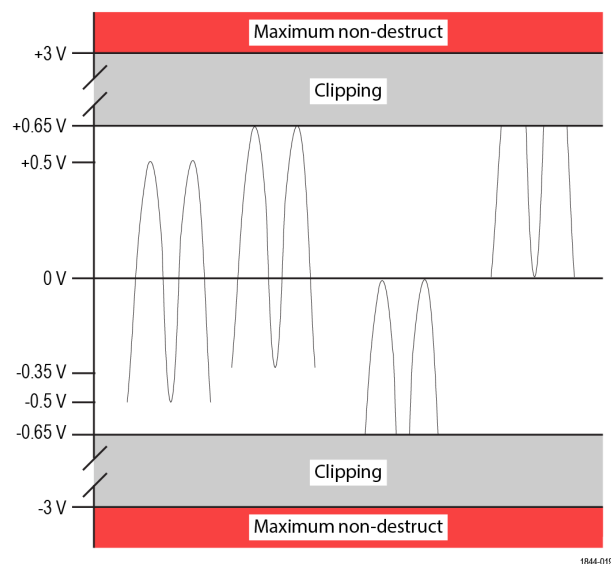
## プローブとチップの概要

プローブ	TICP100	TICP050	TICP025
周波数帯域	1 GHz	500 MHz	250 MHz
立上り時間	400 ps	700 ps	1.4 ns
DC ゲイン確度	±1.5%		
最大コモン・モード電圧	1,800 V ; 汚染度 1 の環境で使用時。トランジェント・レベルが 5 kV <sub>pk</sub> を超えない場合の最大値		
	1,300 V ; 汚染度 2、トランジェント・レベルが 5kV <sub>pk</sub> を超えない最大値		
	600 V (CAT III)、汚染度 2		
	1,000 V (CAT II)、汚染度 2		
RMS 雑音スペクトル密度	4.70 nV / √Hz (20 MHz で <21 μV <sub>RMS</sub> )		
プローブ・ケーブル長	2 m (78 インチ)		

## 入力電圧範囲、入力インピーダンス

差動入力電圧範囲+オフセット範囲は計測可能最大入力電圧を超えません。たとえば、TICPSMA の±0.5 V 範囲ではオフセットは±0.5 V に制限されます。完全な±0.5 V オフセットは TICP シリーズ・プローブの±0.125 V 範囲で利用可能です。

プローブ・チップ	差動入力電圧範囲	オフセット・レンジ	測定可能な最大入力電圧 (V <sub>pk</sub> )	最大非破壊差動電圧	入力インピーダンス
TICPSMA	±0.5 V	±0.5 V	0.65 V	±3 V ; 3 V <sub>RMS</sub>	50 Ω    N.A.
TICPMM1	±0.5 V	±0.5 V	0.65 V	±3 V ; 3 V <sub>RMS</sub>	50 Ω    N.A.
TICPMM10	±5 V	±5 V	6.5 V	±15 V ; 15 V <sub>RMS</sub>	500 Ω    <3 pF
TICPMM100	±50 V	±50 V	50 V	±60 V ; 60 V <sub>RMS</sub>	5,000 Ω    <3 pF



1844-019

差動入力電圧範囲

## ノイズ・フロア (A RMS)

$$\text{Noise Floor (A RMS)} = \frac{4.70 \frac{\text{nV}}{\sqrt{\text{Hz}}} \times \sqrt{\text{Bandwidth}}}{R_{\text{shunt}}}$$

シャントの選択	20 MHz	250 MHz	1 GHz
50 Ω TICP、シャントとして	420 nA	1.5 μA	3.0 μA
5 Ω シャント	4.2 μA	14.9 μA	29.7 μA
1 Ω シャント	21 μA	74.3 μA	149 μA
500 mΩ シャント	42 μA	149 μA	297 μA
50 mΩ シャント	420 μA	1.5 mA	3.0 mA
5 mΩ シャント	4.2 mA	14.9 mA	29.7 mA
500 μΩ シャント	42 mA	149 mA	297 mA
50 μΩ シャント	420 mA	1.5 A	3.0 A
15 μΩ シャント	1.4 A	5.0 A	9.9 A

## 最大測定可能電流

最大値はシャントの電源定格に依存します。

$$\text{Maximum Measurable Current (A)} = \frac{\text{Maximum Measurable Input } V_{pk}}{R_{\text{shunt}}}$$

シャントの選択	TICPMM1	TICPSMA	TICPMM10	TICPMM100
50 Ω TICP、シャントとして	13 mA		-	-
5 Ω シャント	130 mA		1.3 A	10 A
1 Ω シャント	650 mA		6.5 A	50 A
500 mΩ シャント	1.3 A		13 A	100 A
50 mΩ シャント	13 A		130 A	1.0 kA
5 mΩ シャント	130 A		1.3 kA	10 kA
500 μΩ シャント	1.3 kA		13 kA	100 kA
50 μΩ シャント	13 kA		130 kA	1,000 kA
15 μΩ シャント	43.3 kA		433.3 kA	3,300 kA

## プローブ範囲

TICPSMA と TICPMM1 チップの数値を示します。10X または 100X チップに関しては、それぞれ 10 または 100 を乗じてください。

入力レンジ	オフセット・レンジ	RMS 雑音スペクトル密度 (V <sub>RMS</sub> )	20 MHz でのノイズ・フロア (V <sub>RMS</sub> )
±0.5 V	±0.15 V	22.9 nV/√Hz	102.5 μV <sub>RMS</sub>
±0.35 V	±0.30 V	17.4 nV/√Hz	77.8 μV <sub>RMS</sub>
±0.25 V	±0.40 V	15.0 nV/√Hz	67.2 μV <sub>RMS</sub>
±0.175 V	±0.475 V	9.5 nV/√Hz	42.4 μV <sub>RMS</sub>
±0.125 V	±0.5 V	8.7 nV/√Hz	38.9 μV <sub>RMS</sub>
±0.09 V	±0.5 V	6.3 nV/√Hz	28.3 μV <sub>RMS</sub>
±0.065 V	±0.5 V	5.5 nV/√Hz	24.7 μV <sub>RMS</sub>
±0.045 V	±0.5 V	4.7 nV/√Hz	21.2 μV <sub>RMS</sub>
±0.03 V	±0.5 V	4.7 nV/√Hz	21.2 μV <sub>RMS</sub>
±0.02 V	±0.5 V	4.7 nV/√Hz	21.2 μV <sub>RMS</sub>

## 同相除去比 (CMRR)

プローブ・チップ	DC	1 MHz	100 MHz	250 MHz	500 MHz	1 GHz
TICPSMA	195 dB	90 dB	75 dB	50 dB	45 dB	35 dB
TICPMM1	140 dB	90 dB	80 dB	70 dB	70 dB	50 dB
TICPMM10	160 dB	70 dB	60 dB	60 dB	40 dB	20 dB
TICPMM100	145 dB	50 dB	45 dB	30 dB	20 dB	6 dB

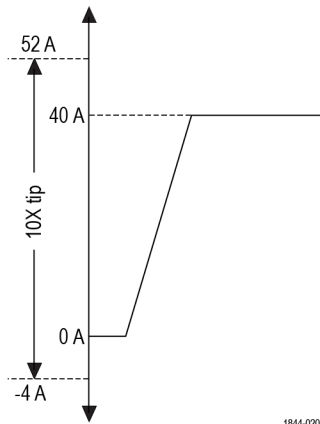
## アプリケーション例

ワイドバンドギャップ (WBG) および PMIC パワー・インテグリティのアプリケーション例。

### WBG の例 (800 V、40 A 代表値、0.125 Ω シャント)

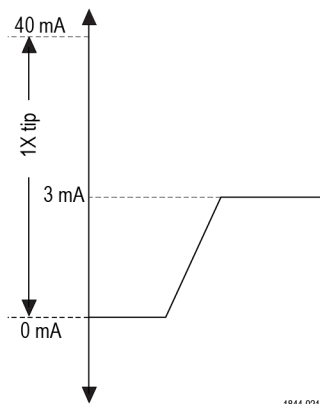
40 A で切り替わる 800 V SiC 回路では、125 mΩ シャントが 5 V の信号を生成します。これを測定するには、TICP 10X チップを使用しなければなりません。±3.5 V の範囲ではオフセットの 0.3 V を適用します。

計測可能な電流範囲は 52 A から -4 A です。この設定では、RMS ノイズ・フロア (帯域幅は 250 MHz) は 2.2 mA RMS です。



### PMIC パワー・インテグリティ (48 V、3 mA 代表値、1 Ω シャント)

48 V PMIC バスでは、3 mA の待機電流が 1 Ω シャントで 3 mV 信号を生成します。1X チップを最も感度の高い ±20 mV の範囲で使用し、オフセットを適用して 3 mA 電流を観測し、21.2 μA の RMS ノイズ・フロアで 0 A ~ 40 mA のトランジェントを取り込みます。



## 環境要件

特性	コンポーネント	動作時	非動作時
温度	補正ボックスおよびプローブ・ヘッド	0°C ~ + 50°C	-20°C ~ + 70°C
	チップ・ケーブルおよびアダプタ	-40°C ~ + 85°C	-40°C ~ + 85°C
湿度	補正ボックスおよびプローブ・ヘッド	最大 + 40°C で相対湿度 5% ~ 85%、 最大 + 50°C で相対湿度 5% ~ 45%、 凝縮なし	最大 + 40°C で相対湿度 5% ~ 85%、 最大 + 70°C で相対湿度 5% ~ 45%、 凝縮なし
	チップ・ケーブルおよびアダプタ	凝縮なし	凝縮なし
高度	全コンポーネント	最高 3,000m (9,842 フィート)	最高 12,000m (39,370 フィート)



## 規制適合性

EMC	欧州 EMC 指令に準拠 (CE マーク)
安全性	欧州低電圧指令に準拠 (CE マーク) ANSI/UL61010-1 に準拠 (CSA マーク) ANSI/UL61010-2-030 に準拠 (CSA マーク) CAN/CSA C22.2 No. 61010-1 に準拠 (CSA マーク) CAN/CSA C22.2 No.61010-2-030 に準拠 (CSA マーク)
RoHS	欧州有害物質規制に準拠 (CE マーク)

## ご注文の際は以下の型名をご使用ください。

お客様の測定のニーズに合わせて、最適な機器とオプションを選択してください。

## モデル概要


型名	概要
<a href="#">TICP025</a>	250 MHz Tektronix 絶縁電流プローブ
<a href="#">TICP050</a>	500 MHz Tektronix 絶縁電流プローブ
<a href="#">TICP100</a>	1 GHz Tektronix 絶縁電流プローブ

## スタンダード・アクセサリ

次の表は、プローブに付属するアクセサリを示しています。






アクセサリ	概要	部品番号
	1X プローブ・チップ・ケーブル (MMCX コネクタ付き)	TICPMM1
	10X プローブ・チップ・ケーブル (MMCX コネクタ付き)	TICPMM10
	SMA チップ・アダプタ	TICPSMA
	クランプ・オン・フェライト・コモン・モード・チョーク	276-0905-XX
	プローブを保持するために、バイポッドを使用します。	020-3210-XX
	1/4インチ-20 UNC スレッドアクセサリ向けの三脚アダプタ。	103-0508-XX
	プローブ・チップ・アダプタ。MMCX IsoVu チップを標準の 2.54mm (0.100 インチ) 間隔、5.08mm (0.025 インチ) スクエア・ピンに変換。	131-9717-XX

表 (続く)

アクセサリ	概要	部品番号
	ソフト・キャリング・ケース（フォーム・インサート付き）	016-2147-XX

## 推奨アクセサリ

以下の表にオプション・アクセサリの一覧を示します。

アクセサリ	概要	部品番号
	100X プローブ・チップ（MMCX コネクタ付き）	TICPMM100
	スクエア・ピン - MMCX アダプタ、1.57mm（0.062 インチ）間隔	131-9677-XX
	MMCX - IC グラバ・リード	196-3546-XX
	スクエア・ピン - IC グラバ・リード	196-3547-XX
	MicroCKT グラバ	206-0569-XX

## 対応オシロスコープ

本測定システムは、以下のテクトロニクス製オシロスコープで使用できます。

- ・ 4 シリーズ MSO、4 シリーズ B MSO
- ・ 5 シリーズ MSO、5 シリーズ B MSO、5 シリーズ MSO LP
- ・ 6 シリーズ MSO、6 シリーズ B MSO

## サービス・オプション

標準保証	1 年間
Opt. R3	3 年間の修理サービス（保証期間を含む）
Opt. R5	5 年間の修理サービス（保証期間を含む）
Opt. C3	3 年間の校正サービス
Opt. C5	5 年間の校正サービス
Opt. D1	校正データ・レポート
Opt. D3	3 年試験成績書（Opt. C3 と同時発注）
Opt. D5	5 年試験成績書（Opt. C5 と同時発注）
Opt. T3	3 年間のトータル保証サービス・プランでは、通常使用による損傷、事故による破損（ESD または EOS を含む）がすべて修理または交換の対象となるのに加えて、さらに予防的な保守も行われます。機器の返却によって発生するサービス中断期間は 5 日間で、カスタマ・サポートを優先的にご利用になれます。
Opt. T5	5 年間のトータル保証サービス・プランでは、通常使用による損傷、事故による破損（ESD または EOS を含む）がすべて修理または交換の対象となるのに加えて、さらに予防的な保守も行われます。機器の返却によって発生するサービス中断期間は 5 日間で、カスタマ・サポートを優先的にご利用になれます。

オシロスコープのプローブとアクセサリは、保証およびサービスの対象外です。プローブとアクセサリの保証と校正については、それぞれのデータ・シートをご参照ください。



テクトロニクスは ISO 14001 : 2015 および ISO 9001 : 2015（DEKRA 認証）を取得しています。

ASEAN/オーストラレーシア (65) 6356 3900

ベルギー 00800 2255 4835\*  
 中東欧諸国およびバルト諸国 +41 52 675 3777  
 フィンランド +41 52 675 3777  
 香港 400 820 5835  
 日本 81 (120) 441 046  
 中東、アジア、および北アフリカ +41 52 675 3777  
 中華人民共和国 400 820 5835  
 韓国 +82 2 565 1455  
 スペイン 00800 2255 4835\*  
 台湾 : 886 (2) 2656 6688

オーストリア 00800 2255 4835\*

ブラジル +55 (11) 3759 7627  
 中央ヨーロッパおよびギリシャ +41 52 675 3777  
 フランス 00800 2255 4835\*  
 インド 000 800 650 1835  
 ルクセンブルク +41 52 675 3777  
 オランダ 00800 2255 4835\*  
 ポーランド +41 52 675 3777  
 ロシアおよび CIS 諸国 +7 (495) 6647564  
 スウェーデン 00800 2255 4835\*  
 イギリスおよびアイルランド 00800 2255 4835\*

バルカン半島諸国、イスラエル、南アフリカ、および他の ISE 諸国 +41 52 675 3777  
 カナダ 1 800 833 9200  
 デンマーク +45 80 88 1401  
 ドイツ 00800 2255 4835\*  
 イタリア 00800 2255 4835\*  
 メキシコ、中南米およびカリブ海域 52 (55) 56 04 50 90  
 ノルウェー 800 16098  
 ポルトガル 80 08 12370  
 南アフリカ +41 52 675 3777  
 スイス 00800 2255 4835\*  
 米国 1 800 833 9200

\* 欧州のフリーダイヤル番号つながらない場合は次の番号におかけください : +41 52 675 3777

詳細情報 Tektronix は、総合的に継続してアプリケーション・ノート、テクニカル・ブリーフおよびその他のリソースのコレクションを発展させ、技術者が最先端で仕事ができるように手助けをします。Web サイト ([jp.tek.com](http://jp.tek.com)) をご参照ください。

Copyright © Tektronix, Inc. All rights reserved. テクトロニクス製品は、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はありません。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。他の商品名全ては、各企業の商標および商標、登録商標です。

5 Dec 2024 51Z-74063-2

[tek.com](http://tek.com)

**Tektronix**®