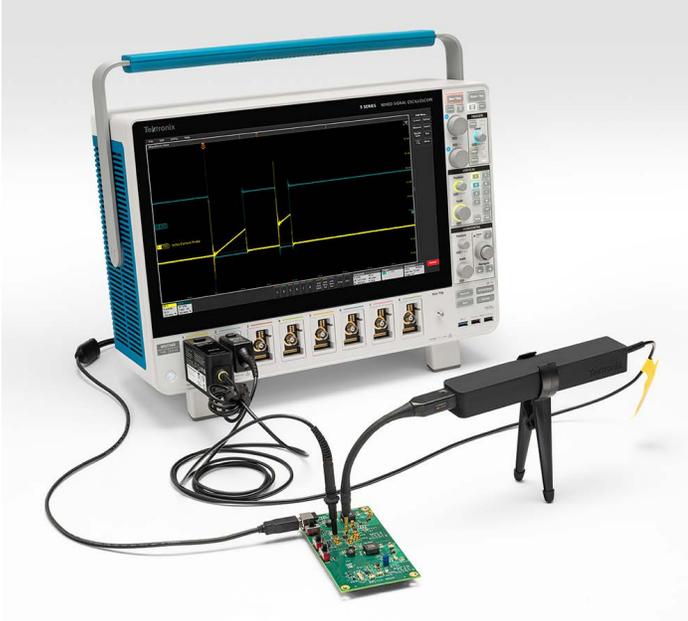


## IsoVu™ 隔離電流探棒

### TICP100、TICP050、TICP025 產品規格表



#### 概要

TICP 系列 IsoVu™ 隔離電流探棒為電流量測提供優異頻寬、雜訊排斥、精確度，以及操作便利性。

完整的伽凡尼隔離可消除接地迴路，並帶來非常高的共模互斥效能。在 1X 配置中，TICP 系列探棒的 50 Ω 輸入可提供低於 4.7 nV/√Hz 的極低雜訊，適用於在分流器上進行精確量測。探棒提供各種衰減探棒頭，可擴充差動電壓範圍。視所使用的分流器而定，探棒可執行電流量測的範圍從低功率行動設計的微安培 (μA)，到工業與行動系統的數百安培皆有可能。

#### 主要效能規格和功能

- 探棒頭和示波器之間的伽凡尼隔離
- 提供三種頻寬：1 GHz、500 MHz 和 250 MHz
- 廣泛電流量測範圍取決於 1X、10X 或 100X 探棒頭使用的分流器
- 雜訊 <math>4.70 \text{ nV} / \sqrt{\text{Hz}}</math> (在 20 MHz 時，<math><21 \mu\text{V}\_{\text{RMS}}</math>)
- 在 1 MHz 時最高可達 90 dB CMRR
- 最大共模電壓：1.8 kV；適用於污染度 1 的環境；暫態位準不超過 5 kV<sub>pk</sub>
- 1.5% 直流增益精確度
- 相容於 4、5 和 6 系列 MSO 儀器，包括最新的 B 型號
- TekVPI™ 介面可供從示波器前面板或程式設計介面，進行控制和探棒配置

#### 主要應用

- 電流分流器量測
- 半/全橋接器設計，使用 SiC 或 GaN、FET 或 IGBT

- 雙重脈波測試 (DPT)
- 浮接開量測
- 電源轉換器設計
- 交換式電源供應器設計
- 穩態、休眠和喚醒狀態電流監控

#### 探棒頭可擴充量測範圍、最小化繁瑣作業並減少雜訊

TICP 系列探棒非常適合低電流和高電流量測，因為這些量測如果使用感應器型箱式示波器探棒，則會難以或不可能進行。有了三種不同的衰減探棒頭，您便能根據分流器電阻及其額定功率，輕鬆量測廣泛的電流範圍。

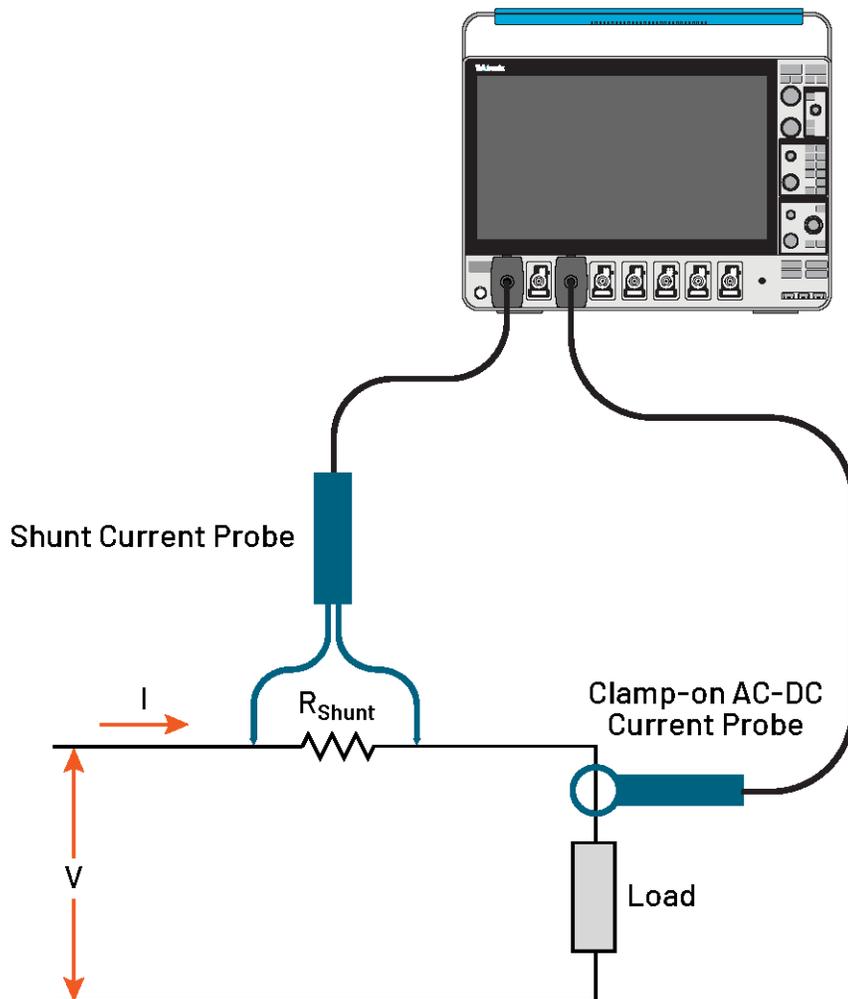
探棒專為提供高效能電流量測而設計，同時具備便利的連接能力。探棒頭配有 MMCX 和 SMA 接頭，可確保適當接地和屏蔽，這對於最小化雜訊、接地迴路以及確保正確電流量測而言，至關重要。這些探棒頭可以直接連接到大部分市售的分流器，但您也可以使用適當的轉接器，來連接探棒頭及其分流器。

探棒頭使用獨特的雙向式 IsoConnect™ 介面連接至探棒主體，可讓您以卡扣方式連接探棒，不必擔心弄錯方向。專為提供彈性而設計的探棒頭具備稍微彎曲的半徑，因此有助於在狹小空間內進行連接。標準探棒包含三腳架轉接器和支架，以便於在測試準備環境中進行放置和定位。

## 電流分流器量測

有兩種方法可在測試系統中量測電流。第一個方法是感應電導體周圍的電場，並將其轉換為代表電流的訊號。大部分的箔式電流探棒或羅可夫斯基線圈皆採用此方法。第二個方法是使用歐姆定律來量測電流。使用者可以透過量測整個精密分流器電阻器的電壓降來量測電流，TICP 系列探棒即採用此方法。

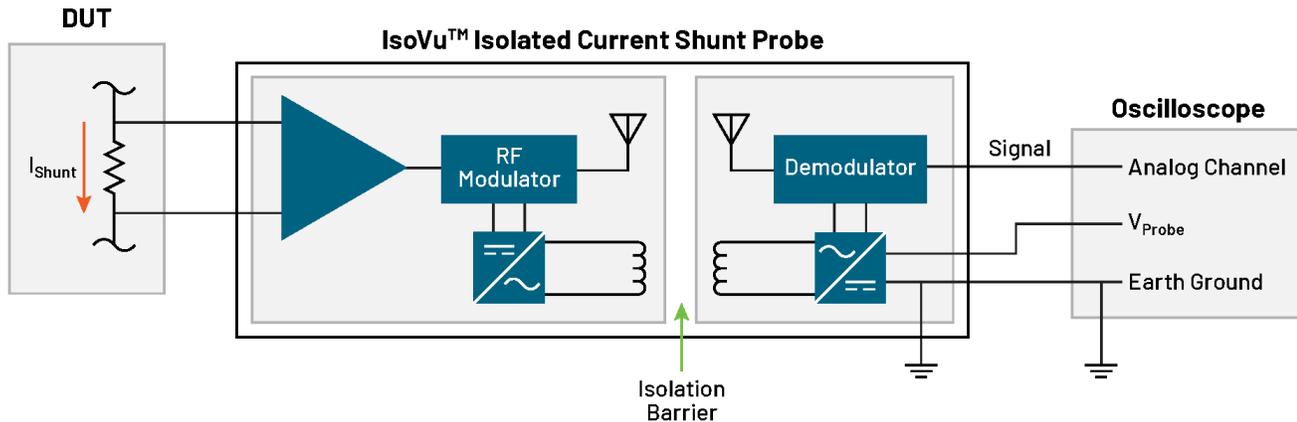
電流分流器或電流檢視電阻器 (CVR) 通常具備大範圍的頻率響應，可針對各種頻率的頻譜準確量測交流和直流電流。而且，其外型輕巧，完全不佔空間，更能輕鬆整合至現有電路。雖然分流器電阻器必須設計整合至 PCB 中且會因此造成電壓降，但相較於感應器型電流量測，仍可提供幾個關鍵優勢，包括高精度度、大幅降低失真以及低干擾等。



## 絕緣可用於浮接量測，且雜訊極低

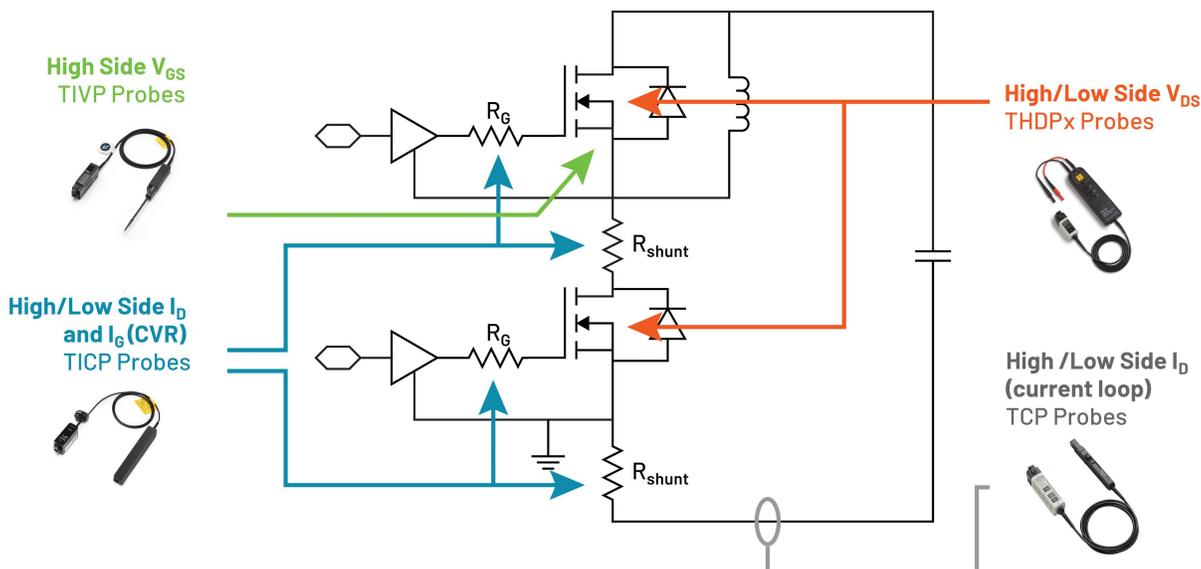
TICP 系列 IsoVu 隔離電流探棒可讓您超越傳統限制，在示波器上進行更精確的動態電流量測。

與變壓器、羅可夫斯基或霍爾效應電流探棒不同的是，TICP 電流探棒可搭配高效能分流器或 CVR 使用，以便進行從直流電到數百 MHz 的量測。探棒頭和示波器之間的完整 RF 絕緣會消除接地迴路，有助於提供優異的共模互斥 (CMRR)，在 1 MHz 時可高達 90 dB，進而大幅降低共模雜訊。在各個分流器量測低電壓 ( $\pm 0.5$  V) 時，低衰減和低輸入阻抗 ( $50 \Omega$ ) 可將雜訊影響限制為低於  $4.7 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$  的雜訊影響 (在 1 GHz 時  $<150 \mu\text{V}$ )。



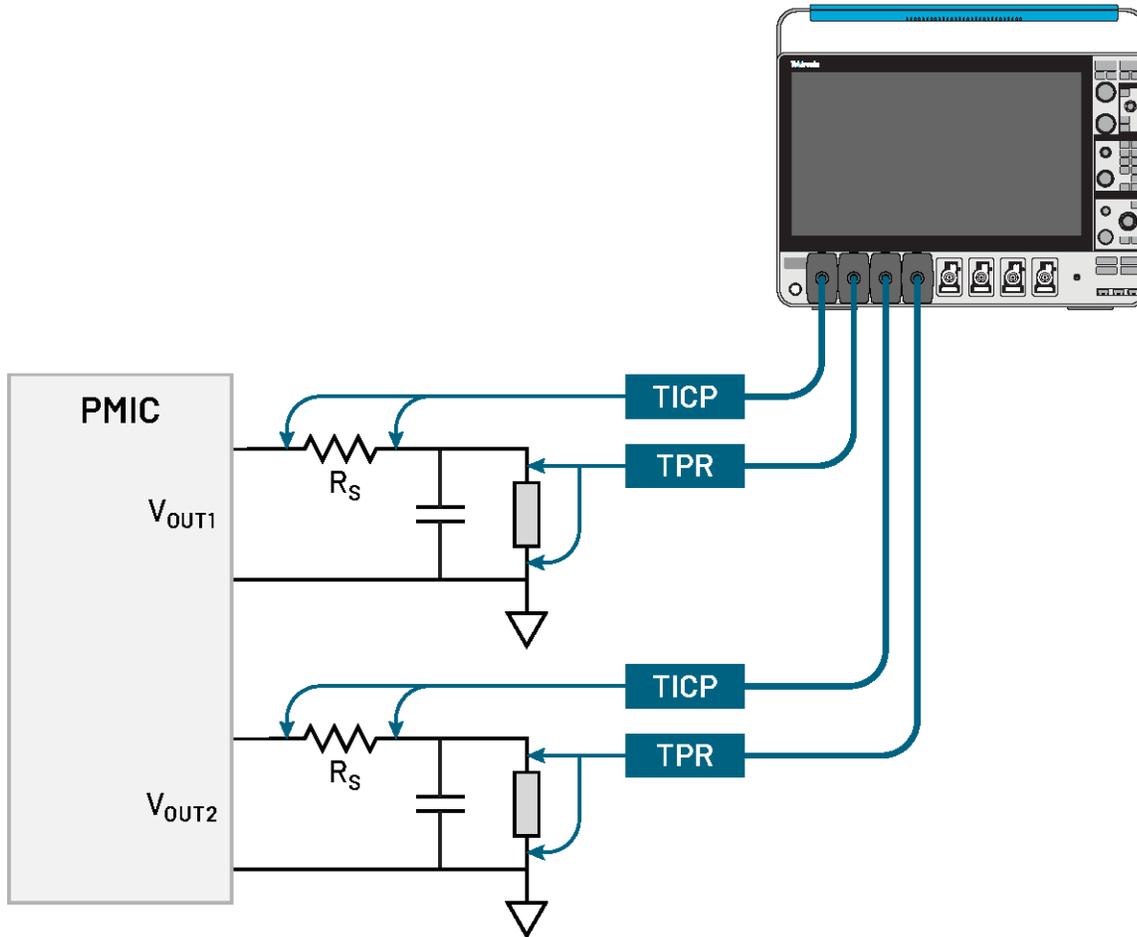
## 在高功率系統中量測高傳真度電流

TICP 系列探棒為您提供所需頻寬，以精準查看寬能隙 (WBG) 交換式裝置的快速上升時間。這可讓您在高功率 SiC 和 GaN 電源轉換器中，精準量測動態電流。本系列碳棒不僅可輔助具開創性的 IsoVu™ TIVP 隔離電壓探棒，更名為電流量測帶來相似的優異絕緣效能。絕緣可消除接地迴路，並有助於進行精準的電壓端排道電流量測 ( $I_{\text{ds}}$ )。



## 在低功率系統中量測低電流

TICP 系列探棒具備的頻寬可用於量測特定系統活動期間的電流消耗，以及從休眠到使用中狀態的轉換。低雜訊架構對於跨分流器精確量測低電流而言至關重要。TICP 系列的共模額定電壓高於大多數的差動探棒，因此可在較高的電壓電力軌上，進行電流分流器量測。搭配 6 系列 MSO 的低雜訊功能使用時，整體系統可提供低雜訊效能，以有效量測電力軌電流。



## 規格

除非另有註明，否則所有規格皆為典型且適用於所有型號。

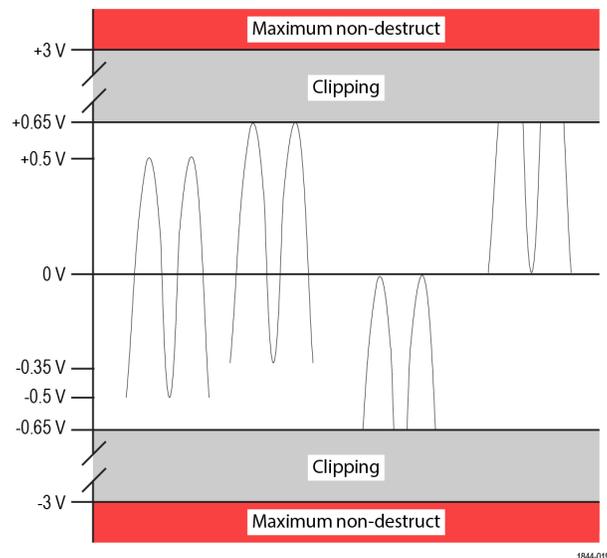
### 探棒和探棒頭概要

| 探棒         | TICP100   | TICP050 | TICP025 |
|------------|---|---------|---------|
| 頻寬         | 1 GHz   | 500 MHz | 250 MHz |
| 上升時間       | 400 ps  | 700 ps  | 1.4 ns  |
| 直流增益精確度    | ±1.5%   |         |         |
| 最大共模電壓     | 1800 V；適用於污染度 1 的環境；暫態位準最大值不超過 5kV <sub>pk</sub>  |         |         |
|            | 1300 V；污染度 2；暫態位準最大值不超過 5kV <sub>pk</sub>         |         |         |
|            | 600 V 適用於 CAT III；污染度 2                           |         |         |
|            | 1000 V 適用於 CAT II；污染度 2                           |         |         |
| RMS 雜訊頻譜密度 | 4.70 nV / √Hz (在 20 MHz 時，<21 μV <sub>RMS</sub> ) |         |         |
| 探棒纜線長度     | 2 公尺 (78 吋)                                       |         |         |

### 輸入電壓範圍，輸入阻抗

差動輸入電壓範圍+ 偏移範圍將不會超過最大可量測輸入電壓。例如，在 TICPSMA 的 ±0.5 V 範圍中，偏移已限制為 ±0.15 V。完整 ±0.5 V 偏移在 TICP 系列探棒的 ±0.125 V 範圍中可用。

| 探棒頭       | 差動輸入電壓範圍 | 偏移範圍   | 最大可量測輸入電壓 (V <sub>pk</sub> ) | 最大非破壞性差動電壓                | 輸入阻抗            |
|-----------|----------|--------|------------------------------|---------------------------|-----------------|
| 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> | 5000 Ω    <3 pF |



差動輸入電壓範圍

## 雜訊位準 (A RMS)

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

| 分流器選擇            | 20 MHz | 250 MHz | 1 GHz   |
|------------------|--------|---------|---------|
| 50 Ω TICP 與分流器一樣 | 420 nA | 1.5 μA  | 3.0 μA  |
| 5 Ω 分流器          | 4.2 μA | 14.9 μA | 29.7 μA |
| 1 Ω 分流器          | 21 μA  | 74.3 μA | 149 μA  |
| 500 mΩ 分流器       | 42 μA  | 149 μA  | 297 μA  |
| 50 mΩ 分流器        | 420 μA | 1.5 mA  | 3.0 mA  |
| 5 mΩ 分流器         | 4.2 mA | 14.9 mA | 29.7 mA |
| 500 μΩ 分流器       | 42 mA  | 149 mA  | 297 mA  |
| 50 μΩ 分流器        | 420 mA | 1.5 A   | 3.0 A   |
| 15 μΩ 分流器        | 1.4 A  | 5.0 A   | 9.9 A   |

## 最大可量測電流

最大值取決於分流器額定功率。

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

| 分流器選擇            | TICPMM1 | TICPSMA | TICPMM10 | TICPMM100 |
|------------------|---------|---------|----------|-----------|
| 50 Ω TICP 與分流器一樣 | 13 mA   |         | -        | -         |
| 5 Ω 分流器          | 130 mA  |         | 1.3 A    | 10 A      |
| 1 Ω 分流器          | 650 mA  |         | 6.5 A    | 50 A      |
| 500 mΩ 分流器       | 1.3 A   |         | 13 A     | 100 A     |
| 50 mΩ 分流器        | 13 A    |         | 130 A    | 1.0 kA    |
| 5 mΩ 分流器         | 130 A   |         | 1.3 kA   | 10 kA     |
| 500 μΩ 分流器       | 1.3 kA  |         | 13 kA    | 100 kA    |
| 50 μΩ 分流器        | 13 kA   |         | 130 kA   | 1000 kA   |
| 15 μΩ 分流器        | 43.3 kA |         | 433.3 kA | 3300 kA   |

**探棒範圍**

針對 TICPSMA 和 TICPMM1 探棒頭發布的數據。如為 10X 或 100X 探棒頭，則分別乘以 10 或 100。

| 輸入範圍     | 偏移範圍     | RMS 雜訊頻譜密度 ( $V_{RMS}$ )     | 雜訊位準在 20 MHz ( $V_{RMS}$ ) |
|----------|----------|------------------------------|----------------------------|
| ±0.5 V   | ±0.15 V  | 22.9 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$ | 102.5 $\mu V_{RMS}$        |
| ±0.35 V  | ±0.30 V  | 17.4 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$ | 77.8 $\mu V_{RMS}$         |
| ±0.25 V  | ±0.40 V  | 15.0 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$ | 67.2 $\mu V_{RMS}$         |
| ±0.175 V | ±0.475 V | 9.5 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$  | 42.4 $\mu V_{RMS}$         |
| ±0.125 V | ±0.5 V   | 8.7 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$  | 38.9 $\mu V_{RMS}$         |
| ±0.09 V  | ±0.5 V   | 6.3 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$  | 28.3 $\mu V_{RMS}$         |
| ±0.065 V | ±0.5 V   | 5.5 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$  | 24.7 $\mu V_{RMS}$         |
| ±0.045 V | ±0.5 V   | 4.7 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$  | 21.2 $\mu V_{RMS}$         |
| ±0.03 V  | ±0.5 V   | 4.7 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$  | 21.2 $\mu V_{RMS}$         |
| ±0.02 V  | ±0.5 V   | 4.7 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$  | 21.2 $\mu V_{RMS}$         |

**共模互斥比 (CMRR)**

| 探棒頭       | 直流     | 1 MHz | 100 MHz | 250 MHz | 500 MHz | 1 GHz |
|-----------|--------|-------|---------|---------|---------|-------|
| TICPSMA   | 140 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  | 90 dB  | 70 dB | 60 dB   | 60 dB   | 40 dB   | 20 dB |
| TICPMM100 | 75 dB  | 50 dB | 45 dB   | 30 dB   | 20 dB   | 6 dB  |

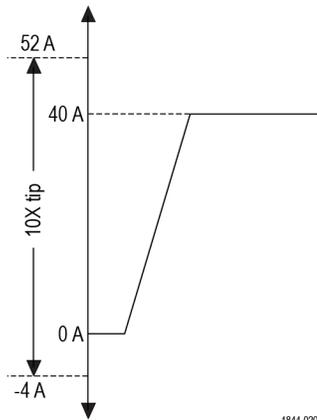
## 應用範例

寬能隙 (WBG) 和 PMIC 電源完整性的應用範例

### WBG 範例 (800V, 40 A 典型; 0.125 Ω 分流器)

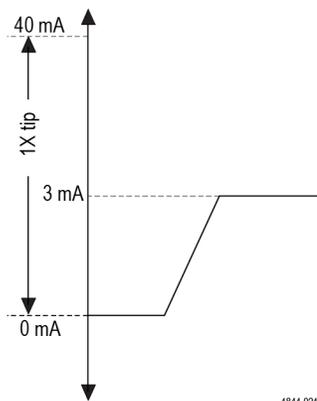
在 40 A 的 800 V SiC 電路交換中，125 mΩ 分流器將會產生 5 V 訊號。為了使用 TICP 對此進行量測，必須使用 10X 探棒頭。在 ±3.5 V 範圍，套用 0.3 V 的偏移。

可量測電流範圍介於 52 A 到 -4 A。在這些設定中，處於 250 MHz 頻寬的 RMS 雜訊位準為 2.2 mA RMS



### PMIC 電源完整性 (48 V, 3 mA 典型; 1 Ω 分流器)

在 48 V PMIC 匯流排中，1 Ω 分流器上的 3 mA 待機電流將會產生 3 mV 訊號。在最靈敏的 ±20 mV 範圍中使用 1X 探棒頭，可套用偏移以檢視 3mA 電流，並使用 21.2 μA 的 RMS 雜訊位準從 0 A 到 40 mA 擷取暫態。



## 環境需求

| 特性   | 元件        | 操作中   | 非操作中  |
|------|-----------|---|---|
| 溫度   | 補償方塊和探棒頭  | 0°C 至 +50°C   | -20°C 至 +70°C                                       |
|      | 探棒頭纜線和轉接器 | -40°C 至 +85°C                                       | -40°C 至 +85°C                                       |
| 濕度   | 補償方塊和探棒頭  | 5% 到 85% 相對溼度，最高達 +40°C；5% 到 45% 相對溼度，最高達 +50°C；非凝結 | 5% 到 85% 相對溼度，最高達 +40°C；5% 到 45% 相對溼度，最高達 +70°C；非凝結 |
|      | 探棒頭纜線和轉接器 |   |   |
| 海拔高度 | 所有元件      | 最高 3,000 公尺 (9,842 英尺)                              | 最高 12,000 公尺 (39,370 英尺)                            |

## 法規相容性

|      |   |
|------|---|
| EMC  | 遵守歐盟電磁相容性指令 (具 CE 標誌)   |
| 安全性  | 遵守歐盟低電壓指令 (具 CE 標誌)<br>遵守 ANSI/UL61010-1 (具 CSA 標誌)<br>遵守 ANSI/UL61010-2-030 (具 CSA 標誌)<br>通過 CAN/CSA C22.2 編號 61010-1 認證 (具 CSA 標誌)<br>通過 CAN/CSA C22.2 編號 61010-2-030 認證 (具 CSA 標誌) |
| RoHS | 符合歐盟危害物質限用指令 (具 CE 標誌)  |

## 訂購資訊

選取符合量測需求的儀器和選項。

## 機型概要

| 機型                      | 說明                       |
|-------------------------|--------------------------|
| <a href="#">TICP025</a> | 250 MHz Tektronix 隔離電流探棒 |
| <a href="#">TICP050</a> | 500 MHz Tektronix 隔離電流探棒 |
| <a href="#">TICP100</a> | 1 GHz Tektronix 隔離電流探棒   |

## 標準配件

下表列出探棒隨附配件。

| 配件  | 說明  | 零件編號        |
|---|---|-------------|
|  | 具有 MMCX 接頭的 1X 探棒頭纜線                              | TICPMM1     |
|  | 具有 MMCX 接頭的 10X 探棒頭纜線                             | TICPMM10    |
|  | SMA 探棒頭轉接器  | TICPSMA     |
|  | 箔式鐵氧體共模扼流圈  | 276-0905-XX |
|  | 支架可用於支撐探棒。  | 020-3210-XX |
|  | 適用於 ¼ 吋 - 20 UNC 螺紋配件的三腳架轉接器。                     | 103-0508-XX |
|  | 探棒頭轉接器。將 MMCX IsoVu 尖端調整為標準 0.100" 等距、0.025" 方插頭。 | 131-9717-XX |

表格接續下一頁...

| 配件  | 說明              | 零件編號        |
|---|-----------------|-------------|
|  | 軟質提箱 (具有發泡插入物)。 | 016-2147-XX |

## 建議配件

下表列出選購配件。

| 配件  | 說明                      | 零件編號        |
|---|-------------------------|-------------|
|    | 具有 MMCX 接頭的 100X 探棒頭    | TICPMM100   |
|    | 方插頭到 MMCX 轉接器，0.062" 等距 | 131-9677-XX |
|    | MMCX 到 IC 抓鉤導線          | 196-3546-XX |
|   | 方插頭到 IC 抓鉤導線            | 196-3547-XX |
|  | MicroCKT 抓鉤             | 206-0569-XX |

## 支援的示波器

量測系統可與下列 Tektronix 示波器搭配使用。

- 4 系列 MSO、4 系列 B MSO
- 5 系列 MSO、5 系列 B MSO、5 系列 MSO LP
- 6 系列 MSO、6 系列 B MSO

## 服務選項

|       |                     |
|-------|---------------------|
| 標準保固  | 1 年                 |
| 選項 R3 | 3 年維修服務 (包含標準保固期)   |
| 選項 R5 | 5 年維修服務 (包含標準保固期)   |
| 選項 C3 | 校驗服務 3 年            |
| 選項 C5 | 校驗服務 5 年            |
| 選項 D1 | 校驗資料報告              |
| 選項 D3 | 3 年校驗資料報告 (需要選項 C3) |
| 選項 D5 | 5 年校驗資料報告 (需要選項 C5) |

探棒與附件不包括在示波器保固和服務範圍內。請參閱各探棒和附件機型的產品規格表，以瞭解其獨特的保固和校驗項目。



Tektronix 獲 DEKRA 認證通過 ISO 14001:2015 和 ISO 9001:2015。

東協 / 澳洲 (65) 6356 3900  
 比利時 00800 2255 4835\*  
 中東歐及波羅的海各國 +41 52 675 3777  
 芬蘭 +41 52 675 3777  
 香港 400 820 5835  
 日本 81 (120) 441 046  
 中東、亞洲及北非 +41 52 675 3777  
 中華人民共和國 400 820 5835  
 韓國 +82 2 565 1455  
 西班牙 00800 2255 4835\*  
 台灣 886 (2) 2656 6688

奧地利 00800 2255 4835\*  
 巴西 +55 (11) 3759 7627  
 中歐及希臘 +41 52 675 3777  
 法國 00800 2255 4835\*  
 印度 000 800 650 1835  
 盧森堡 +41 52 675 3777  
 荷蘭 00800 2255 4835\*  
 波蘭 +41 52 675 3777  
 俄羅斯與獨立國協 +7 (495) 6647564  
 瑞典 00800 2255 4835\*  
 英國及愛爾蘭 00800 2255 4835\*

巴爾幹半島、以色列、南非及其他 ISE 國家 +41 52 675 3777  
 加拿大 1 800 833 9200  
 丹麥 +45 80 88 1401  
 德國 00800 2255 4835\*  
 義大利 00800 2255 4835\*  
 墨西哥、中南美洲及加勒比海 52 (55) 56 04 50 90  
 挪威 800 16098  
 葡萄牙 80 08 12370  
 南非 +41 52 675 3777  
 瑞士 00800 2255 4835\*  
 美國 1 800 833 9200

\* 歐洲免付費電話號碼。如果無法使用，請致電：+41 52 675 3777

詳細資訊 • Tektronix 會維護不斷擴充的應用註解、技術摘要和其他資源等綜合資料，協助工程師使用最新技術。請造訪 [www.tek.com](http://www.tek.com)。

Copyright © Tektronix, Inc. 版權所有。所有 Tektronix 產品均受美國與其他國家已許可及審核中之專利權的保護。本出版物中的資訊將取代先前出版的所有文件中的內容。保留規格和價格變更的權利。TEKTRONIX 與 TEK 皆為 Tektronix, Inc. 的註冊商標。其他所有參考的商標名稱各為其相關公司的服務標誌、商標或註冊商標。

14 Nov 2024 51T-74063-0

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

**Tektronix**®