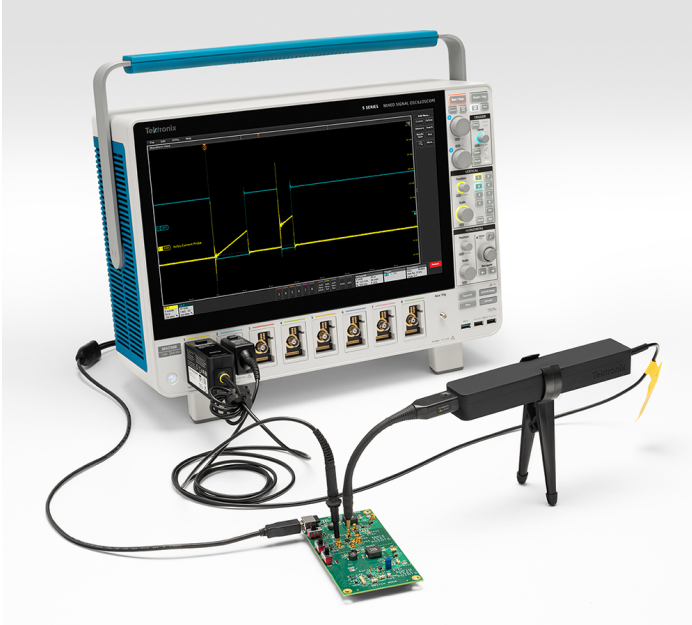


IsoVu™ 隔離電流探棒

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/ $\sqrt{\text{Hz}}$ 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 <4.70 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$ (在 20 MHz 時，<21 μV_{RMS})
- 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_{pk}
- 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。

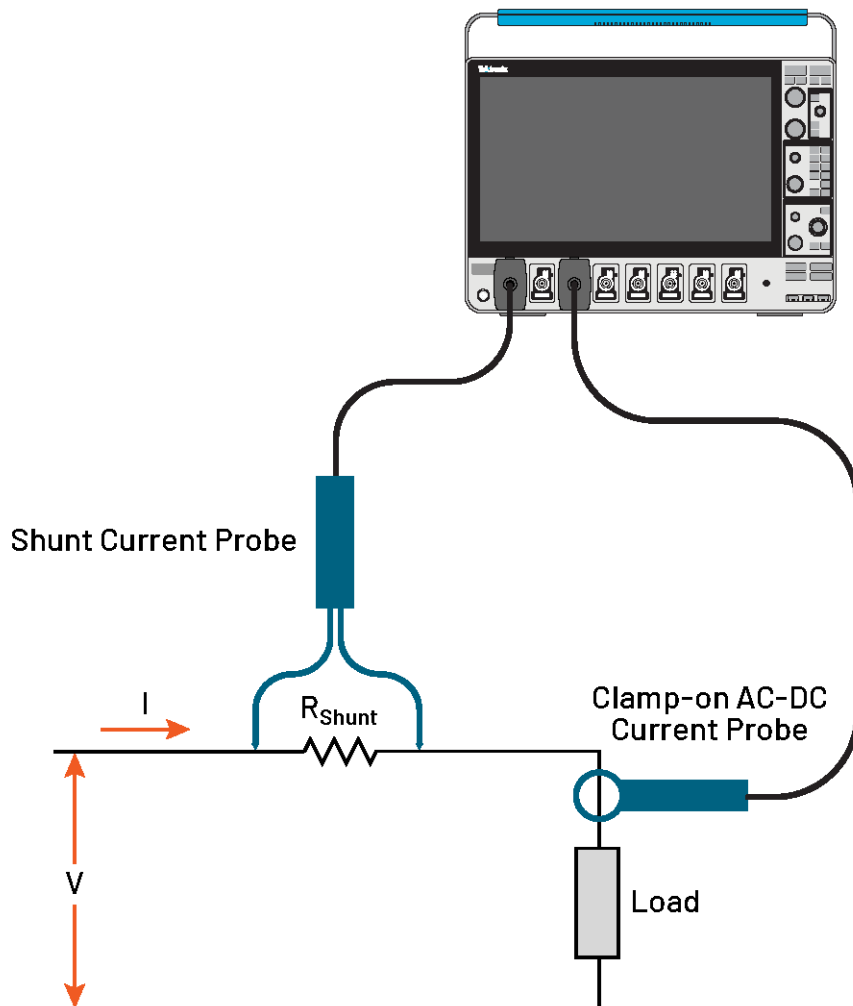
探棒專為提供高效能電流量測而設計，同時具備便利的連接能力。探棒頭配有 MMCX 和 SMA 接頭，可確保適當接地和屏蔽，這對於最小化雜訊、接地迴路以及確保正確電流量測而言，至關重要。這些探棒頭可以直接連接到大部分市售的分流器，但您也可以使用適當的轉接器，來連接探棒頭及其分流器。

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。

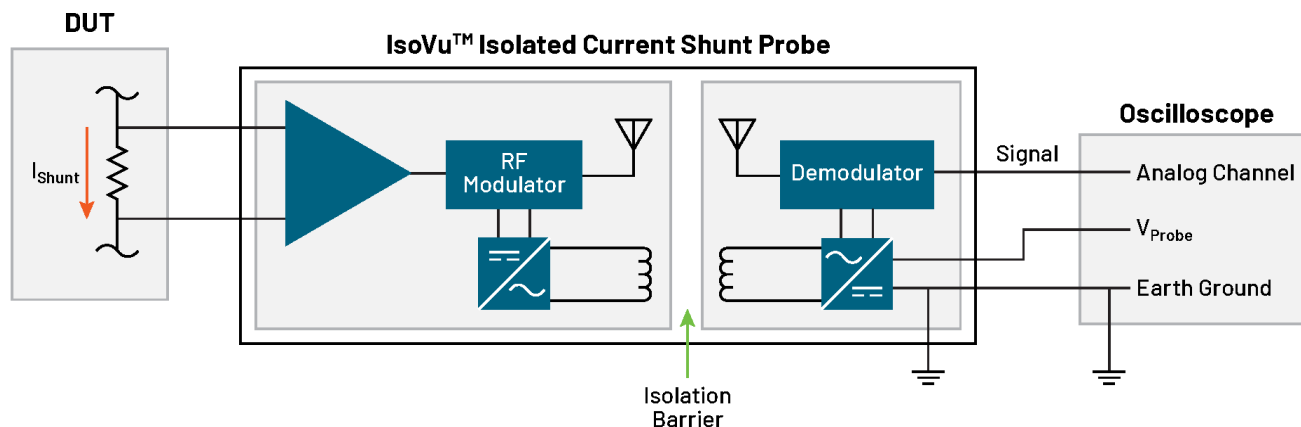
電流分流器或電流檢視電阻器 (CVR) 通常具備大範圍的頻率響應，可針對各種頻率的頻譜準確量測交流和直流電流。而且，其外型輕巧，完全不佔空間，更能輕鬆整合至現有電路。雖然分流器電阻器必須設計整合至 PCB 中且會因此造成電壓降，但相較於感應器型電流量測，仍可提供幾個關鍵優勢，包括高精度度、大幅降低失真以及低干擾等。



絕緣可用於浮接量測，且雜訊極低

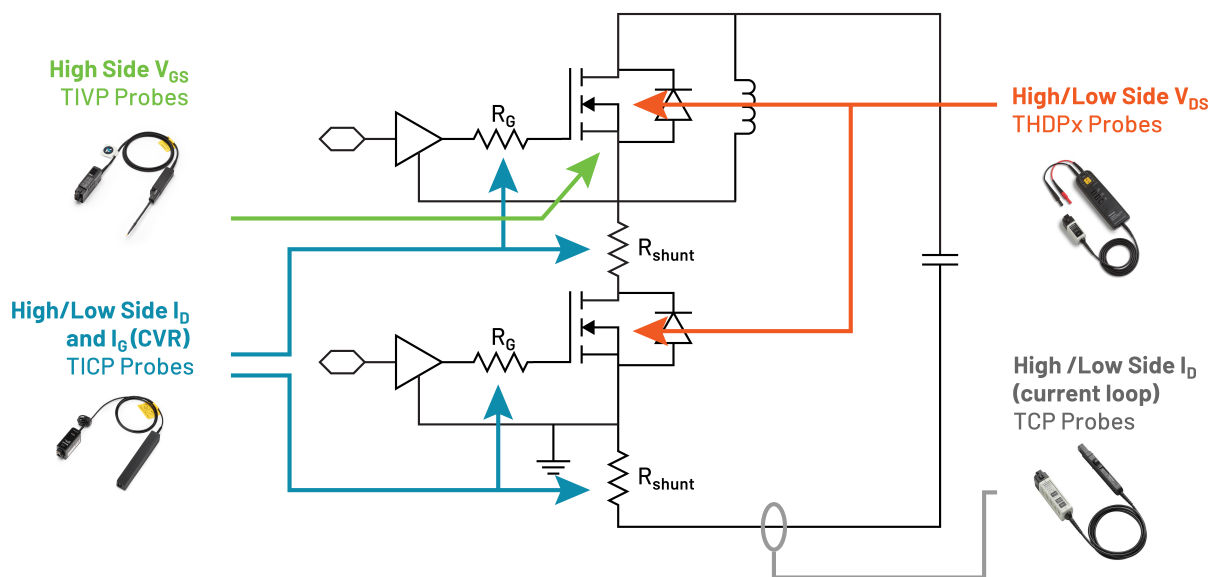
TICP 系列 IsoVu 隔離電流探棒可讓您超越傳統限制，在示波器上進行更精確的動態電流量測。

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 (± 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 $<150\ \mu\text{V}$)。



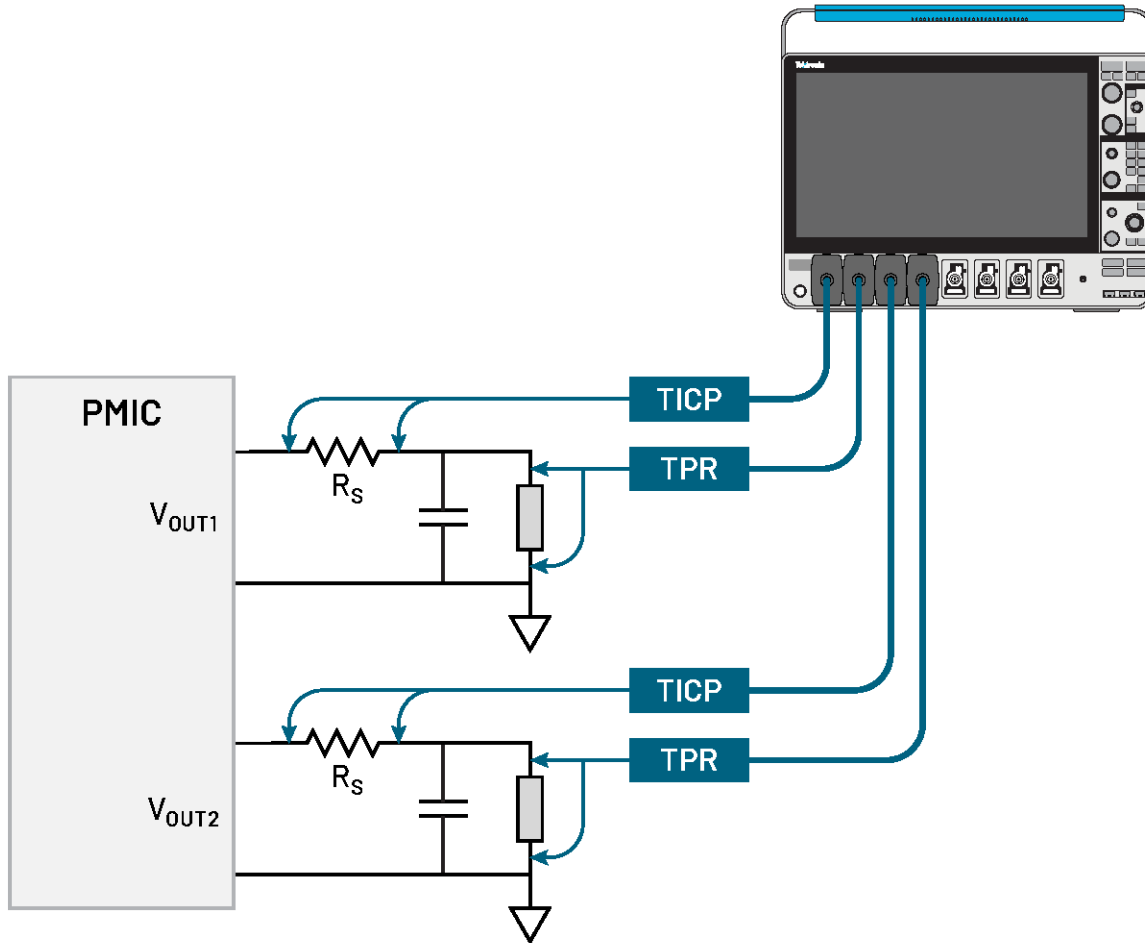
在高功率系統中量測高傳真度電流

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。本系列探棒不僅可輔助具開創性的 IsoVu™ TIVP 隔離電壓探棒，更能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_{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。

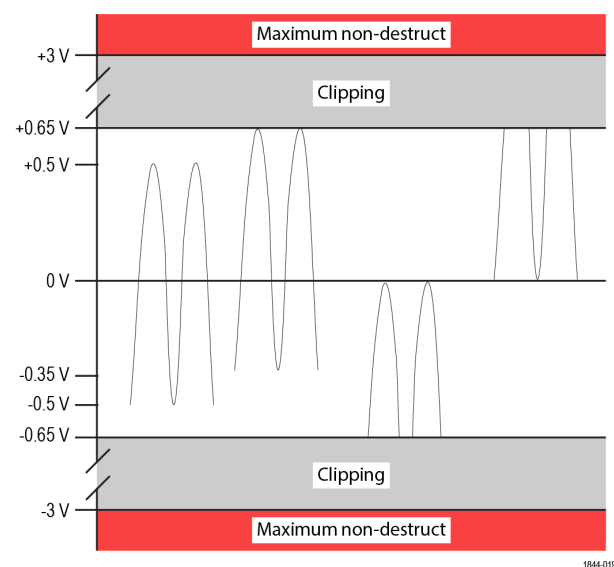
探棒和探棒頭概要

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	$\pm 1.5\%$		
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 $5kV_{pk}$		
	1300 V；污染度 2；暫態位準最大值不超過 $5kV_{pk}$		
	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 / \sqrt{Hz} (在 20 MHz 時， $<21 \mu V_{RMS}$)		
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 $\pm 0.5 V$ 範圍中，偏移已限制為 $\pm 0.15 V$ 。完整 $\pm 0.5 V$ 偏移在 TICP 系列探棒的 $\pm 0.125 V$ 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 (Vpk)	最大非破壞性差動電壓	輸入阻抗
TICPSMA	$\pm 0.5 V$	$\pm 0.5 V$	0.65 V	$\pm 3 V$ ； $3 V_{RMS}$	$50 \Omega \parallel N.A.$
TICPMM1	$\pm 0.5 V$	$\pm 0.5 V$	0.65 V	$\pm 3 V$ ； $3 V_{RMS}$	$50 \Omega \parallel N.A.$
TICPMM10	$\pm 5 V$	$\pm 5 V$	6.5 V	$\pm 15 V$ ； $15 V_{RMS}$	$500 \Omega \parallel <3 pF$
TICPMM100	$\pm 50 V$	$\pm 50 V$	50 V	$\pm 60 V$ ； $60 V_{RMS}$	$5000 \Omega \parallel <3 pF$



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 μV_{RMS}
± 0.35 V	± 0.30 V	17.4 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	77.8 μV_{RMS}
± 0.25 V	± 0.40 V	15.0 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	67.2 μV_{RMS}
± 0.175 V	± 0.475 V	9.5 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	42.4 μV_{RMS}
± 0.125 V	± 0.5 V	8.7 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	38.9 μV_{RMS}
± 0.09 V	± 0.5 V	6.3 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	28.3 μV_{RMS}
± 0.065 V	± 0.5 V	5.5 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	24.7 μV_{RMS}
± 0.045 V	± 0.5 V	4.7 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	21.2 μV_{RMS}
± 0.03 V	± 0.5 V	4.7 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	21.2 μV_{RMS}
± 0.02 V	± 0.5 V	4.7 nV / $\sqrt{\text{Hz}}$	21.2 μV_{RMS}

共模互斥比 (CMRR)

探棒頭	直流	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

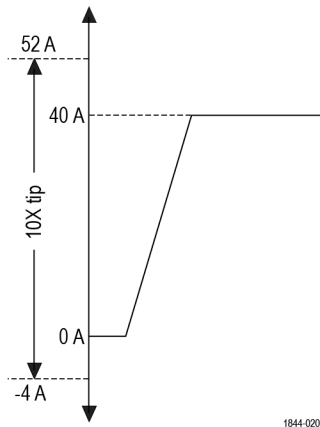
應用範例

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)

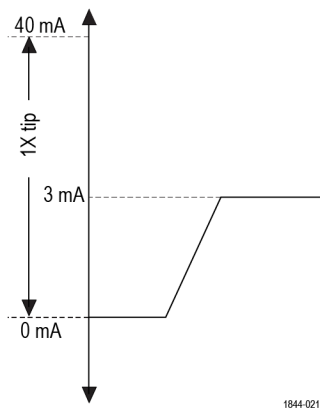
在 40 A 的 800 V SiC 電路交換中，125 m Ω 分流器將會產生 5 V 訊號。為了使用 TICP 對此進行量測，必須使用 10X 探棒頭。在 ± 3.5 V 範圍，套用 24 A 的偏移。

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 μ A 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 英呎)	最高 12,000 公尺 (39,370 英呎)

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)
	遵守 ANSI/UL61010-1 (具 CSA 標誌)
	遵守 ANSI/UL61010-2-030 (具 CSA 標誌)
	通過 CAN/CSA C22.2 編號 61010-1 認證 (具 CSA 標誌)
	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
TICP025	250 MHz Tektronix 隔離電流探棒
TICP050	500 MHz Tektronix 隔離電流探棒
TICP100	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)
選項 T3	總計三年的保護方案，包含折舊或破損零件、意外損壞以及 ESD 或 EOS 的維修或更換，外加預防性維護。包括 5 天的處理時間以及優先客戶支援服務
選項 T5	總計五年的保護方案，包含折舊或破損零件、意外損壞以及 ESD 或 EOS 的維修或更換，外加預防性維護。包括 5 天的處理時間以及優先客戶支援服務

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。

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。

21 Apr 2025 51T-74063-3
tek.com

Tektronix®