

# IsoVu™ 光學隔離 直流 - 1 GHz 量測系統 提供 >120 dB CMRR，2kV 共模範圍

## 介紹

本白皮書介紹了註冊商標的光學隔離量測系統架構 IsoVu™。IsoVu 提供了完整的電氣隔離，是業界第一款能在大型共模電壓環境下準確地解析高頻寬、低電壓差動式訊號的量測解決方案。IsoVu™ 的優勢在於能在整個頻寬間提供同級產品中最佳的共模抑制。



圖 1：IsoVu 量測系統

本文件的目標對象包含進行以下量測的任何人員：

- 在下列條件中的差動式量測：
  - 需要完全的電氣隔離
  - 高共模電壓
  - 高頻率共模干擾
- 高 EMI 環境中的量測
- EMI 相容性測試
- ESD 測試
- 可在距離待測裝置達 10 公尺處進行遠端量測，絲毫不會影響量測效能

## 量測痛點和誤差來源

電壓是在電路中兩點之間的電位差，而兩點之間的任何電壓量測則視為一種差動式電壓量測。即使是使用具有接地夾的被動式探棒，仍視為差動式量測，因為這是量測探棒頭和地面之間的電位差。然而，在示波器的輸入BNC接頭的「接地」電位不一定會與待測電路中的「接地」電位相同。換句話說，「接地不是真的接地」。

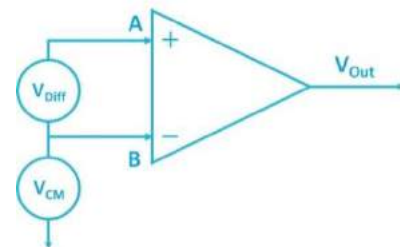


圖 2：差動式量測

## IsoVu™ 光學隔離直流 - 1 GHz 量測系統 提供 >120 dB CMRR，2kV 共模範圍

差動式量測的目的是要得到  $V_{A-B}$  的完美表示，如圖 2 所示。不幸的是，由於下列一些原因，您將無法獲得  $V_{A-B}$  的完美表現：

- 共模電壓或共模干擾
- 輻射發射
- 接地迴路
- 量測系統不準確
  - 頻寬不足
  - 共模抑制能力不足
  - 靈敏度不足

### 共模問題

若使用者使用傳統的差動式探棒來進行差動式量測，在存在共模電壓或共模干擾的環境中量測時，經常無法實現取舍和限制。現今的差動式探棒功能已針對下列規格減額過頻：

- 共模電壓 (CMV)
- 共模抑制比 (CMRR)
- 共模加載

### 電壓降額過頻

所有差動式探棒均具有共模電壓額定，某些探棒則指定了數千伏特的共模電壓範圍。然而，所列出的規格通常僅適用於直流和低頻環境。探棒的共模電壓能力降額為訊號增加的頻率，這嚴重限制了在高頻環境下的共模電壓能力。

此降額的範例是 Keysight N2890A 100 MHz 高電壓差動式探棒的共模電壓圖，如圖3所示。雖然探棒的電壓額定在低頻為  $1\text{ kV}_{\text{rms}}$ ，探棒的功能在 2 MHz 時開始下降，且此探棒在 100 MHz 時僅能達到  $20\text{ V}_{\text{rms}}$ 。此限制罕為人知，使用者通常並不瞭解具有  $1\text{ kV}_{\text{rms}}$  額定的探棒 (例如此探棒) 在最大頻寬時僅能達到  $20\text{ V}_{\text{rms}}$ 。這種誤解可能會導致量測誤差並造成設備損壞。

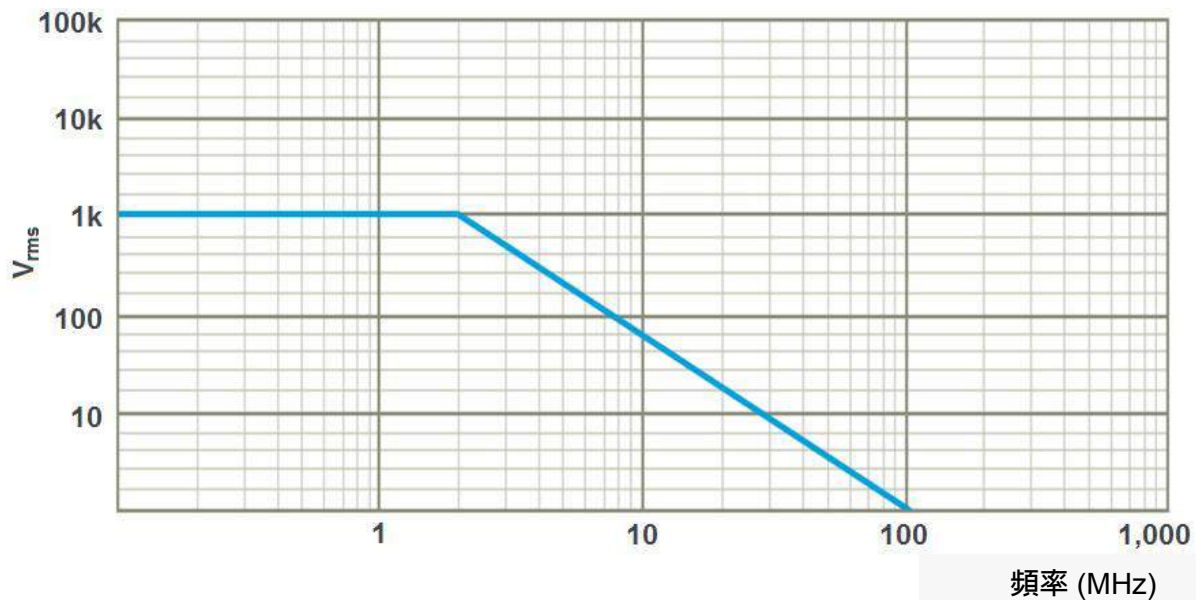


圖 3：Keysight N2890A 差動式探棒的共模電壓降額圖

## CMRR 降額過頻

共模抑制比 (CMRR) 是差動式探棒的功能，可抑制在差動式量測中兩個測試點 ( $V_A - V_B$ ) 共同存在的任何訊號。CMRR 是差動式探棒和放大器的優勢關鍵指標，定義為：

$$\text{CMRR} = |A_{\text{Diff}} / A_{\text{CM}}|$$

其中：

$A_{\text{Diff}}$  = 差動訊號的電壓增益

$A_{\text{CM}}$  = 共模訊號的電壓增益

在理想情況下， $A_{\text{Diff}}$  的值應該越大越好，而  $A_{\text{CM}}$  將為零，進而導致無限的 CMRR。在實際情況中，共模抑制比至少有 -80 dB (10000:1) 則可視為相當理想的比例。長期以來，一直被視為同級產品中最佳的放大器為 LeCroy DA1855A。在圖 4 中，DA1855A 的 CMRR 在低頻時超過 -80 dB 位準，高達數 MHz。然而，此放大器的 CMRR 能力會迅速降額，且在 100 MHz 時僅有 -20 dB 或 10:1。這意味著在差動式量測中 10 V 的共模輸入訊號在 100 MHz 將會誘發 1 V 錯誤訊號。請注意，圖 4 中的圖僅適用於放大器。使用「相符」的探棒與放大器時，效能將會進一步下降。

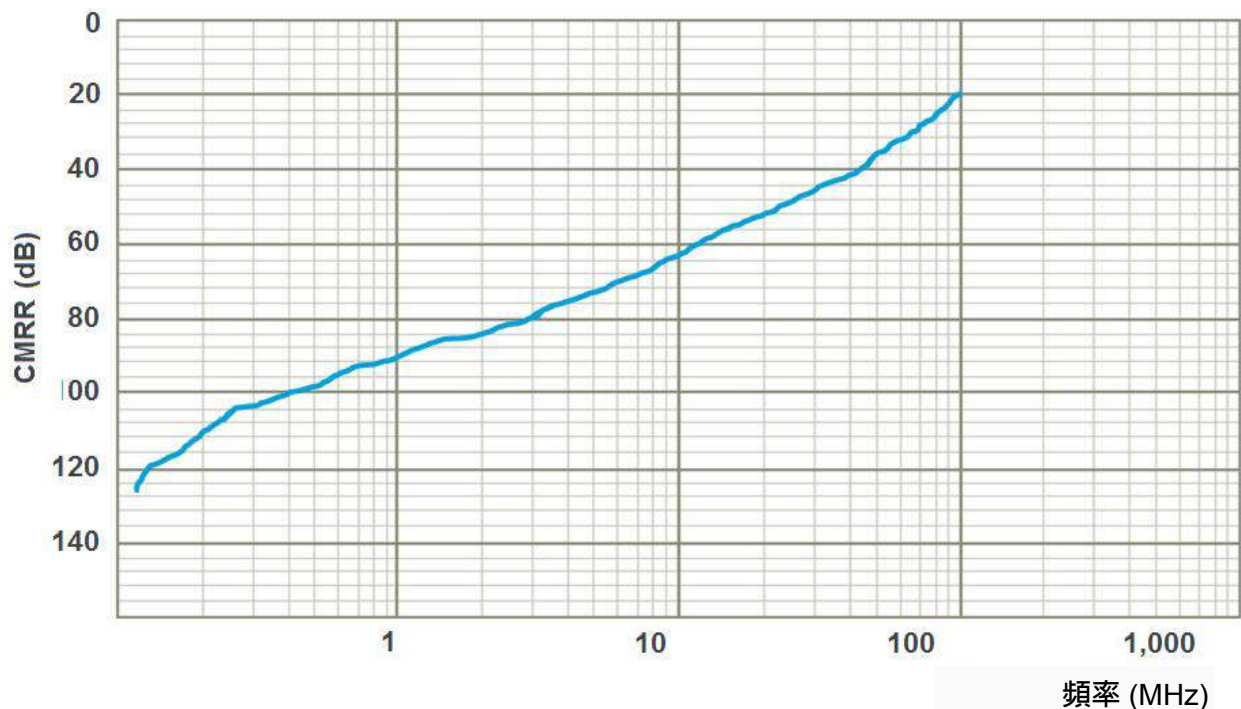


圖 4：LeCroy DA1855A 差動式放大器的 CMRR 圖

## 共模加載降額過頻

雖然典型探棒的共模直流輸入阻抗可能非常高，但當訊號頻率增加時，共模阻抗是由對接地的共模電容主導。在更高的頻率時，波形扭會曲且 DUT 上的負載增加，使得電容加載成為日益關注的問題。如圖 5 所示，Keysight N2819A 探棒在直流和低頻環境下具有較大的共模輸入阻抗，但阻抗會在 1 GHz 時下降到 40 Ohms。

## IsoVu™ 光學隔離直流 - 1 GHz 量測系統 提供 >120 dB CMRR，2kV 共模範圍

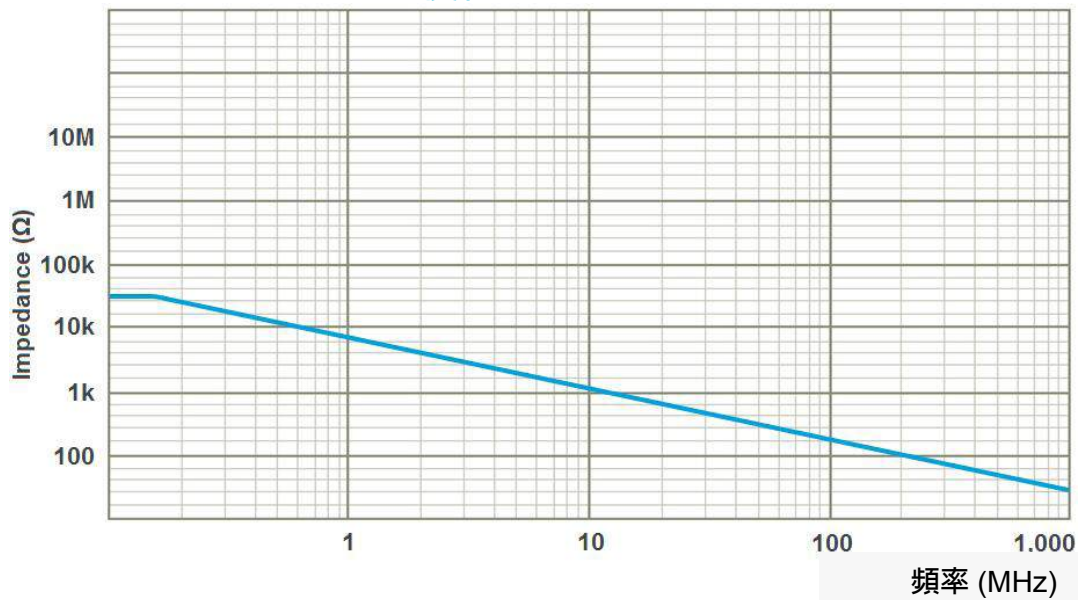


圖 5：Keysight N2819A 差動式探棒的共模阻抗降額曲線

使用者需要特別注意這三個因素，這可能對量測結果造成負面的影響。理想的量測系統不會有上述這些限制和降額。

### 共模問題的 IsoVu 解決方案

#### IsoVu 共模電壓

具有電流隔離的 IsoVu 架構提供了共模承受 >2000 V<sub>peak</sub> 的電壓正穿過它的頻率範圍而沒有降額。光學隔離解決方案 (如 IsoVu) 的電氣限制為數千伏特 (給定 IsoVu 3 公尺和 10 公尺光纖長度)。因為 IsoVu 是透過其光纖連接來達成電流隔離，在其共模電壓額定中的唯一限制即是來自於安全認證標準。Keysight N2790A 顯示退化的效能過頻，IsoVu 沒有降額過頻。

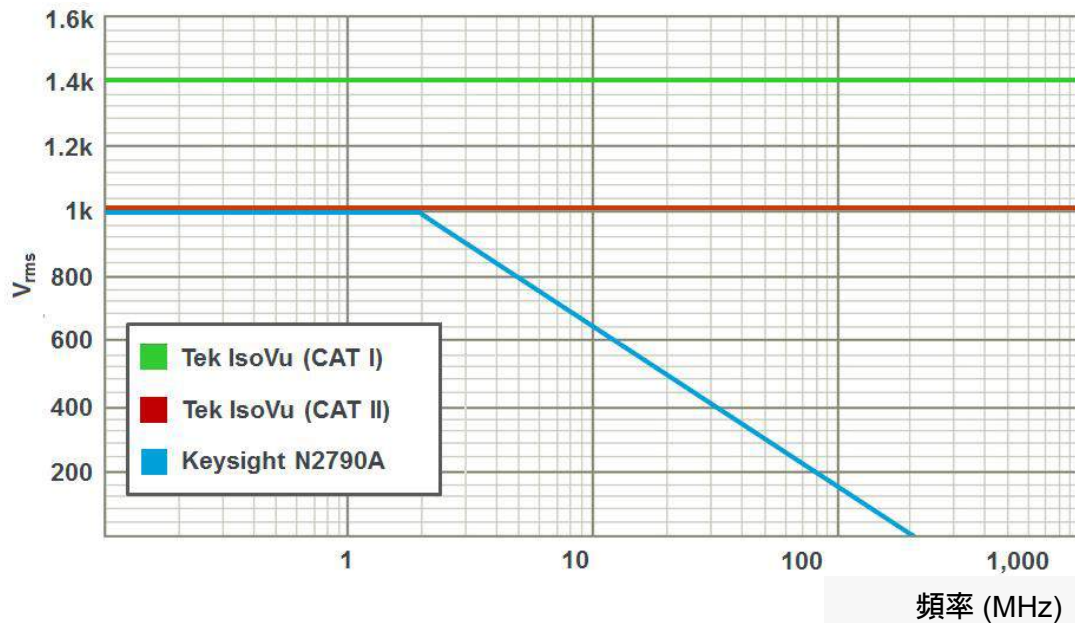


圖 6：IsoVu 共模電壓降額曲線



# IsoVu™ 光學隔離直流 - 1 GHz 量測系統 提供 >120 dB CMRR，2kV 共模範圍

## IsoVu CMRR

IsoVu 結合了完全的電流隔離和 IsoVu 感應頭結構，可在整個操作範圍內提供出色的共模抑制比。請注意，由於量測受到測試系統的靈敏度和 VNA 的雜訊基準所限制，在圖7中的資料是表示實際量測的 CMRR。為了進行比較，沒有探棒的 LeCroy DA1855A 在 100 MHz 時具有 20 dB 的 CMRR 值 (10:1)，而 IsoVu 則提供 120 dB (1 百萬:1)。

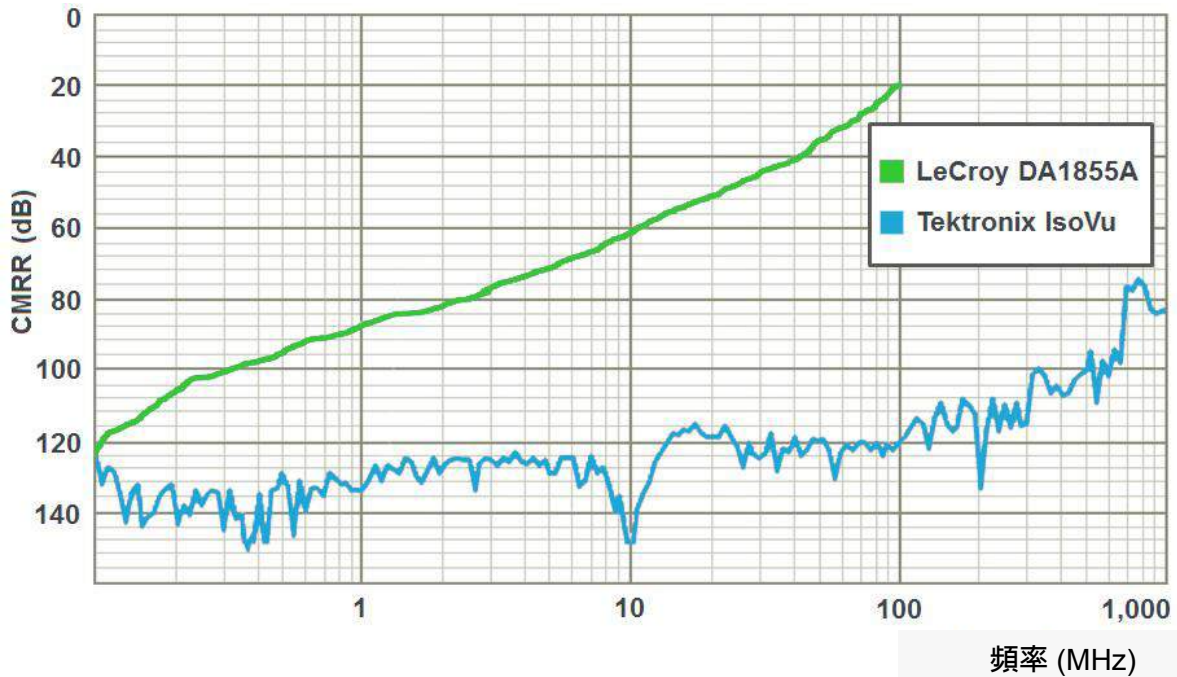


圖 7 : IsoVu CMRR 圖

## IsoVu 共模加載

由於 IsoVu 系統從感應頭到接地或測試系統的其餘部分均沒有電氣連接，唯一的共模加載即是從感應頭到環境的寄生電容。例如，將感應頭放在參考平面上方 6 英寸 (15.25 公分) 處，將會導致感應頭與參考平面之間產生 ~2 pF 的寄生電容。

## IsoVu 操作理論

IsoVu 利用電光感應器將輸入訊號轉換成光學調變，可在待測裝置與示波器之間建立電氣隔離。IsoVu 包括四個獨立的雷射、光學感應器、五個光纖和複雜的回饋和控制技術。連接到測試點的感應頭具有完全的電氣隔離，並由其中一條光纖供電。圖 8 顯示其方塊圖。

# IsoVu™ 光學隔離直流 - 1 GHz 量測系統 提供 >120 dB CMRR, 2kV 共模範圍

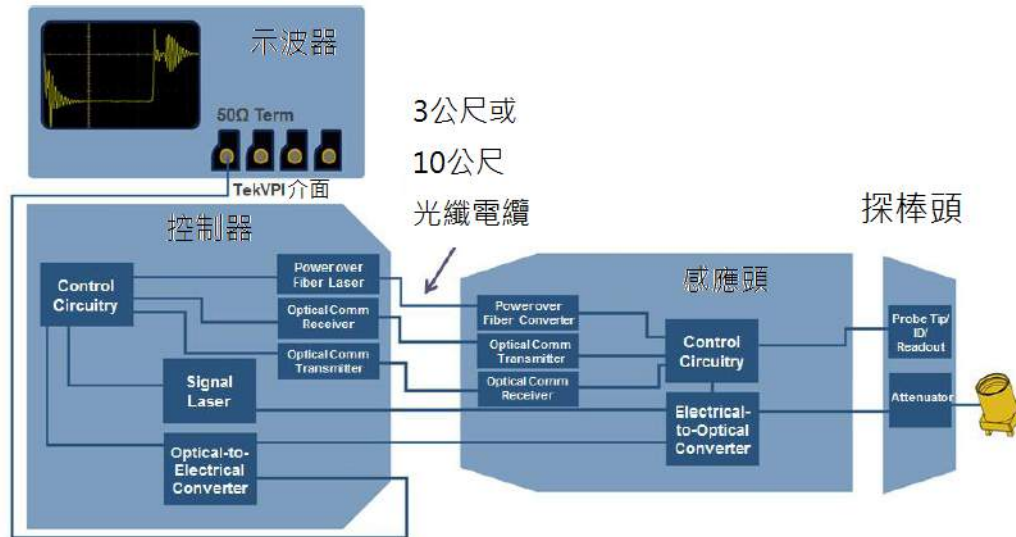


圖 8 : IsoVu 方塊圖

## 控制器

控制器是透過同軸電纜和 TekVPI Comp Box 連接至示波器。控制器是從 TekVPI 介面直接供電。控制器盒提供了以下功能：

- TekVPI 介面，與與主機示波器通訊/電源連接
- 微控制器和支援電路
- 透過光纖雷射/驅動器供電
- 訊號雷射、訊號雷射驅動器 (可調整的輸出功率) 和熱電冷卻器驅動器
- 光通訊 (RX / TX)
- 跨阻抗放大器 (TIA) 和支援電路

## 感應頭

感應頭包含電光感應器，可將來自 DUT 的電子訊號轉換為光學訊號，以經由光纖連結傳送致控制器。感應頭還包含一個直流/低頻回饋迴路，可量測 DUT 訊號，並將其傳送致控制器以進行分析。這可讓系統校正系統中的各種漂移和偏移誤差。感應頭是由光學連結供電。

## 末端電纜

末端電纜可將 DUT 連接至感應頭。我們提供各種具有不同衰減的末端電纜，客戶將可根據待量測的訊號來選擇使用哪種衰減。末端電纜會透過 SMA 接頭連接至感應頭。每條末端電纜將包括讀值編碼功能，可讓感應頭將衰減因數傳達給示波器，以顯示正確的垂直比例因數。



圖 9 : 末端電纜

我們提供五種不同的末端電纜，具有從 1X 到 50X 的衰減範圍，且對應的差動式範圍為從  $\pm 1V$  至  $\pm 50V$ 。由於感應頭輸入是 50 歐姆 SMA 接頭，使用者可以使用具有  $\pm 1V$  差動式範圍的 SMA 電纜直接連接至感應頭。這種輸入結構能讓使用者可構建對 DUT 的自訂介面。

# IsoVu™ 光學隔離直流 - 1 GHz 量測系統 提供 >120 dB CMRR，2kV 共模範圍

## IsoVu 連接選項

傳統的高電壓差動式解決方案隨附了強大的配件，如鱷魚夾或鉤夾，適用於較高的電壓環境，但具有較低的訊號完整性。隨著功率密度提升和效能要求增加，傳統配件的實用性已顯著降低。IsoVu 提供了多種連接選項，可有效提升效能和便利性。

可容納 MMCX 接頭作為測試點的參考設計將會得到使用 IsoVu 解決方案的最大效能和便利性。透過在末端電纜尾端的 MMCX 接頭，IsoVu 將可輕鬆地扣入參考設計板上的 MMCX 接頭，如圖 10 所示。

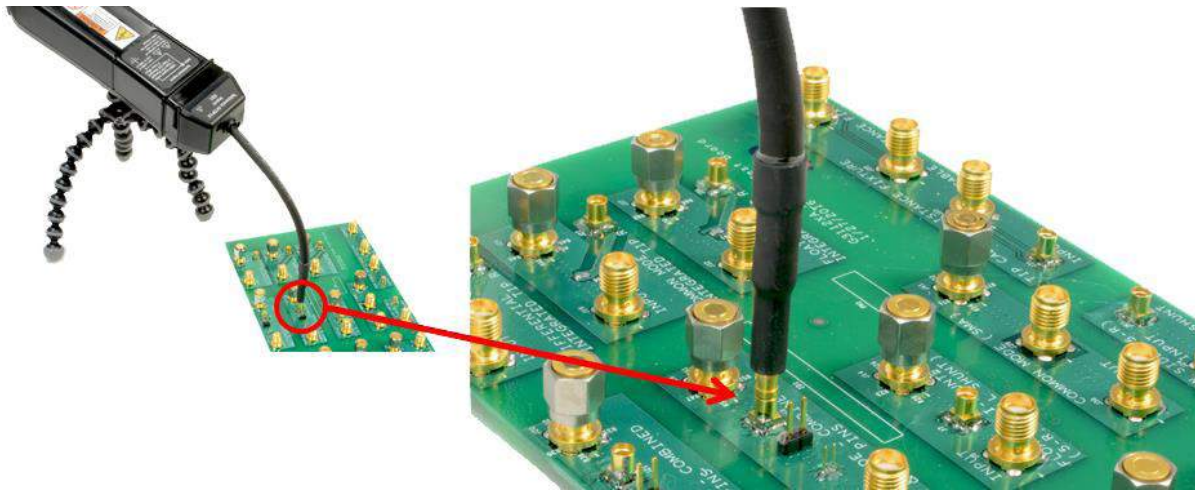


圖 10：IsoVu 與 DUT 的連接

採用了不容納 MMCX 接頭的參考設計，IsoVu 量測解決方案包含一個方形針腳轉接器，可連接至焊接於測試板上的方形針腳。

## IsoVu 橫幅規格

- 在存在大型共模電壓 (高達 2 kV<sub>peak</sub>) 的環境下可解析 <50V 高速差動式電壓
- 頻寬範圍從直流至 1GHz
- 無與倫比的共模抑制
  - 從直流 - 100 MHz 時為 120 dB (1 M 至 1)
  - 在 1 GHz 時為 80 dB (10,000 至 1)
- 具備電流隔離的量測系統架構
- 感應頭和控制器之間的 3 公尺和 10 公尺隔離，可進行遠端量測，並減少從 DUT 測試設備的敏感性
- 在 1X 模式下使用 1X 探棒頭解析 10 mV 訊號，並使用高解析度模式下降至 5 mV 或平均值

## 額外的 IsoVu 功能

### 輸出夾持

啟用時，此功能會將 IsoVu 量測系統的輸出電壓擺幅限制為示波器的輸入，並可讓使用者增加示波器上的垂直靈敏度，不需讓示波器過驅動或飽和。過驅動示波器是一種常見的使用者陷阱，可能導致波形扭曲或下降。

# IsoVu™ 光學隔離直流 - 1 GHz 量測系統

## 提供 >120 dB CMRR，2kV 共模範圍

### 輸入參考偏移

輸入參考偏移允許使用者偏移其訊號的直流成分，以延伸量測系統的有效動態範圍。

### 長電纜選項

IsoVu 將隨附可用於感應頭和控制器之間的 3 公尺或 10 公尺的光纖光纜解決方案，可讓使用者從測試系統遠端地定位待測裝置。這兩種電纜選項均符合完整的規格。

### 結論

準確的差動式量測將取決於量測系統的頻寬、上升時間、共模電壓、共模抑制，以及能連接至較小測試點以分析裝置特性 (可縮小尺寸和提升效能) 的能力。儘管有這些要求，但在電源測試、EMI 測試、防靜電測試和遠端量測能力的測試和量測中的進步微乎其微，完全跟不上日新月異的需求。雖然差動式電壓探棒在頻寬方面提供了適度的效能增益，但這些探棒並沒有針對共模抑制和連接性進行任何實質性的改善。IsoVu 是技術上的巨大進展，同時也是唯一具備所需的高頻寬、高共模電壓及高共模抑制組合以啟用這些差動式量測的解決方案。

Copyright © 2016 Tektronix, Inc. 版權所有。多項 Tektronix 產品受到已經簽發及正在申請的美國和國外專利的保護。本文中的資訊代替以前出版的所有資料。技術規格和價格如有變更，恕不另行通知。TEKTRONIX 和 TEK 是 Tektronix, Inc 的註冊商標。本文提到的所有其他商標均為各自公司的服務標誌、商標或註冊商標。

03/16 51T-60485-0