

# 4200A-SCS 參數分析儀

## 產品規格表



讓您的創新成為現實。4200A-SCS 是一部可自訂和完全整合的參數分析儀，可為電流-電壓(I-V)、電容-電壓(C-V)和超快速脈衝的 I-V 特性分析提供同步的深入解析。4200A-SCS也是效能最高的參數分析儀，可有效加速半導體、材料和製程的開發。

4200A-SCS Clarius™ GUI式軟體提供了清晰、不打折扣的量測和分析能力。配備內嵌的量測專業知識和數以百計隨時可用的應用測試，Clarius 軟體不僅讓您能快速深入解析研究，還能對量測結果充滿信心。

4200A-SCS 參數分析儀完全可自訂且完全可升級，所以您可隨時增加所需要的儀器，不論是現在或未來。透過4200A-SCS 參數分析儀，讓您毫無後顧之憂地盡情探索。

### 關鍵效能規格

#### I-V 電源量測設備 (SMU)

- $\pm 210$  V/100 mA 或  $\pm 210$  V/1 A 模組
- 100 fA 量測解析度
- 0.1 fA 量測解析度，含選配前置放大器
- 10 mHz – 10 Hz 極低頻率電容量測
- 4 象限操作
- 2 或 4 線連接

#### C-V 多重頻率電容設備 (CVU)

- AC 阻抗量測 (C-V、C-f、C-t)
- 1 kHz – 10 MHz 頻率範圍
- $\pm 30$  V (60 V 差動式) 內建直流偏壓，可擴展為  $\pm 210$  V (420 V 差動式)
- 利用與選配的 CVIV 多重切換功能在 I-V 和 C-V 量測間簡單切換

#### 脈衝 I-V 超快速脈衝量測設備 (PMU)

- 兩個獨立或同步的高速脈衝 I-V 輸出和量測通道
- 200 MSa/sec，5 ns 取樣率
- $\pm 40$  V (80 V p-p)， $\pm 800$  mA
- 暫態波形擷取模式
- 任意波形產生器分段 ARBR® 模式，可用於多重位準脈衝波形，具 10 ns 程式解析度

#### 高電壓脈衝產生器設備 (PGU)

- 兩個高速脈衝 V 輸出通道
- $\pm 40$  V (80 V p-p)， $\pm 800$  mA
- 任意波形產生器分段 ARBR® 模式，可用於多重位準脈衝波形，具 10 ns 程式解析度

#### I-V/C-V 多重切換模組 (CVIV)

- 輕鬆在 I-V 和 C-V 量測之間切換，不需重新佈線或提起探測器針頭
- 將 C-V 量測移到任何終端，不需重新佈線或提起探測器針頭

#### 遠端前置放大器/切換模組 (RPM)

- 自動在 I-V、C-V 和超快速脈衝 I-V 量測之間的切換
- 將 4225-PMU 的電流靈敏度擴展至數十皮安
- 減少電纜電容效應

# 適合材料、半導體裝置和製程開發的終極參數分析儀

透過強大的 Clarius 軟體，執行 I-V、C-V 和脈衝 I-V 特性分析時可兼具速度、清晰度和可信度。

**專案樹**  
讓您輕鬆組織測試和控制測試序列，無需編寫程式碼

**超過 450 種應用測試**  
可讓您迅速引入測試

**大型 15.6 吋 PCAP 觸控式螢幕 (1920×1080)**  
高畫質顯示器更易於進行互動式測試

**標準連接埠包括：**  
USB、乙太網路、VGA、序列、顯示器連接埠、HDMI、音訊插孔

**內建接地設備**

**可接受多達 9 種中功率 SMU 和選配遠端前置放大器模組**

**最多可增加 6 個雙通道 PMU 模組**

**CVU 模組**

**標籤和組織測試結果**

**USB 3.0 和 2.0 連接埠**  
可供鍵盤、滑鼠和隨身碟使用

**固態硬碟**  
有利於快速啟動和資料儲存/傳輸

**開機**

**耳機插孔，可收聽教學量測影片**

**內建音訊喇叭**

**嵌入式影片量測和疑難排解指導**

**4200A-SCS 可以安裝在機架或工作台上**

## 4200A-SCS 儀器和模組

機型	說明	關鍵量測	範圍	量測解析度
4200-SMU	中功率電源量測設備	- DC I-V - 極低頻 C-V - QSCV	$\pm 100 \text{ mA}$ , $\pm 210 \text{ V}$	$0.5 \mu\text{V}$ , $100 \text{ fA}$
4210-SMU	高功率電源量測設備		$\pm 1 \text{ A}$ , $\pm 210 \text{ V}$	$0.5 \mu\text{V}$ , $100 \text{ fA}$
4200-PA	遠端前置放大器模組		擴展電流範圍 適用於所有 SMU	$0.5 \mu\text{V}$ , $0.1 \text{ fA}$
4210-CVU	電容-電壓設備	- AC 阻抗 - C-V , C-f , C-t	1 kHz – 10 MHz $\pm 30 \text{ V}$ 內建直流偏壓 (60 V 差動) $\pm 210 \text{ V}$ 直流偏壓, 含 SMU	—
4200A-CVIV	I-V/C-V 多重切換模組	直流 I-V 和 C-V, 含自動切換	—	—
4225-PMU	超快速脈衝量測設備	- 脈衝 I-V - SegmentARB® 多位準脈衝 - 暫態波形擷取	$\pm 40 \text{ V}$ (80 V p-p) , $\pm 800 \text{ mA}$ 200 MSa/s 同時 I 和 V 量測 2048 種獨特分段 20 ns PW 僅輸出 60 ns PW 輸出/量測	75 nA
4225-RPM	遠端前置放大器/切換模組	直流 I-V、C-V、脈衝 I-V, 含自動切換	4225-PMU 設備的擴展電流範圍	200 pA
4220-PGU	高電壓脈衝產生器設備	- 脈衝電壓輸出 - SegmentARB® 多位準脈衝	$\pm 40 \text{ V}$ (80 V p-p) 2048 種獨特分段	—
接地設備	內建的低雜訊接地設備	—	三軸連接 : 2.6 A 接線柱 : 9.5 A	—

## 擷取或量測的參數範例清單

CMOS 晶體管	$I_d$ - $V_g$ 、 $I_d$ - $V_d$ 、 $I_g$ - $V_g$ 、 $V_{th}$ 、 $V_{tlin}$ 、Sub- $V_t$ 、 $R_{ds-on}$ 、擊穿、電容、QSCV、低頻率 CV、自熱還原等等
BJT	$I_c$ - $V_c$ 、 $V_{csat}$ 、Gummel 圖、電容、 $\beta_F$ 、 $\alpha_F$
非揮發性記憶體	$V_{th}$ 、耐久性測試、電容
奈米尺度	電阻、 $I_d$ - $V_g$ 、 $I_d$ - $V_d$ 、 $I_c$ - $V_c$
離散組件	$I_d$ - $V_g$ 、 $I_d$ - $V_d$ 、 $I_c$ - $V_c$ 、 $V_{f_{diode}}$ 、 $V_{r_{diode}}$ 、電容
材料	Van der Pauw、4 點線電阻率霍爾效應
光伏	$I_{forward}$ 、 $I_{reverse}$ 、 $H_{IR}$ 、 $LoR$
電源裝置	脈衝 $I_d$ - $V_g$ 、脈衝 $I_d$ - $V_d$ 、擊穿
可靠性	NBTI/PBTI、電荷汲引、熱載流子注入、V-Ramp、J-Ramp、TDDB

## 1. Clarius 軟體

利用新的 Clarius 軟體使用者介面，更深入瞭解您的研究結果。4200A-SCS 包括 Clarius+ 軟體套件，可執行幾乎任何類型的 I-V、C-V 和脈衝 I-V 特性分析測試。Clarius 軟體使用者介面提供「觸碰和滑動」(touch-and-swipe) 或「指向和點擊」(point-and-click) 控制，可進行現代半導體、材料和製程特性分析的進階測試定義、參數分析、圖形和自動化等功能。

### 關鍵功能

- 現成可修改的應用測試、專案和裝置，可有效減少測試開發時間
- 業界首款內建量測影片的儀器，影片來自世界各地的應用工程師，並提供四種語言版本，可降低學習曲線
- 針腳至襯墊的接點檢查確保可靠的量測
- 多種量測功能
- 資料顯示、分析和運算功能

### 利用專家影片降低特性分析複雜性

觀看來自世界各地的 Keithley 應用工程師所提供的內建影片，讓您快速參與應用並降低學習曲線。專家量測的專業知識說明將可在意外結果發生或對如何設定測試有任何疑問時，引導您處理。Clarius 軟體提供四種語言版本 (英文、中文、日文和韓文) 的專家短片，能讓您快速深入瞭解您的研究。

### 從現成的應用測試中選擇

在 Clarius 資料庫中擁有超過 450 種隨附的應用測試，您可選擇或修改預先定義的應用測試，從一開始就加速您的特性分析或輕鬆地建立自訂測試。利用三個簡單的步驟，Clarius 軟體甚至可引導新使用者通過參數分析程序，就像個專家。

### 即時結果和參數

利用自動化資料顯示器、運算功能、分析和即時參數擷取等功能，有效縮短您深入瞭解的時間。因為所有的測試歷史記錄皆可儲存，您再也不用擔心會遺失您的資料。

### 不使用示波器驗證脈衝量測

脈衝時序預覽模式提供了一個簡單的脈衝時序參數檢視，可確認您的脈衝 I-V 測試是否根據需要執行。使用暫態 I-V 或波形擷取模式來進行時基電流或電壓量測，無需使用外接示波器。

### 典型應用

MOSFET、BJT 晶體管

材料特性分析

非揮發性記憶體裝置

電阻率和霍爾效應量測

NBTI/PBTI

III-V 裝置

故障分析

奈米尺度裝置

二極體和 PN 連接點

太陽能電池

感應器

MEMS 裝置

電化學

LED 和 OLED





### 步驟 1 - 建立您的測試計畫

從 Clarius 資料庫中超過 450 種預先定義的應用測試、專案和裝置中搜尋、篩選和選擇。

篩選測試、裝置或專案庫，快速進行選擇

The screenshot shows the 'Project Library (52)' interface. At the top, there are tabs for 'Tests', 'Devices', 'Actions', 'Wafer Plan', and 'Projects'. Below the tabs, there's a 'Sort By:' dropdown set to 'Name Ascending' and a search box. To the right, there are checkboxes for 'Image' and 'Description'. The main area displays a list of projects, each with a thumbnail and a brief description. A 'Filters' sidebar is open on the right, showing categories like Technology, Device, Measurements, and Terminals with various checkboxes. The 'Materials' checkbox is checked under Technology, and 'Transistor' is checked under Device. A red arrow points from the 'Filters' sidebar to a detailed view of a specific project.

透過更詳細的資訊來瞭解每個測試，包括：

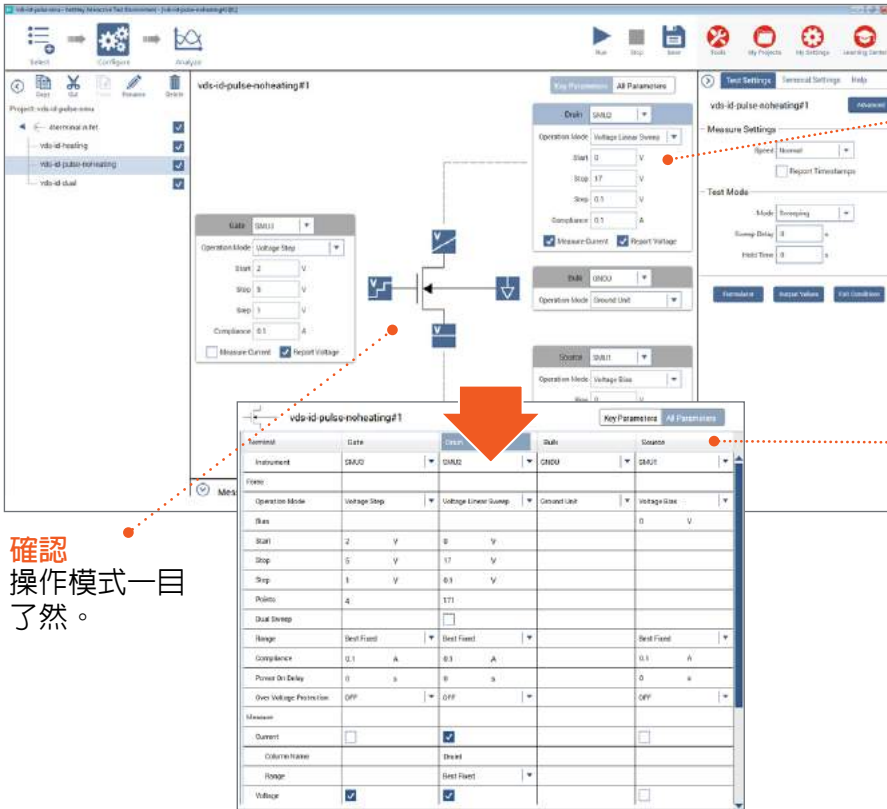
- 全方位的測試說明
- 測試示意圖
- 所需設備
- 短片和應用摘要

This detailed view shows the project title 'Ultra-Fast Single Pulse (UFSP) Technique for Channel Effective Mobility Measurement (ultra-fast-single-pulse)'. It includes a circuit diagram of a MOSFET with voltage sources and current measurements. Below the diagram, there's a description: 'This test uses the ultra-fast single pulse technique (UFSP) to derive the channel carrier mobility of a MOS FET.' It also lists 'Required equipment' as 'Two PMUs with RPMs' and provides a link to 'Application Note 3236: An Ultra-Fast Single Pulse (UFSP) Technique for Channel Effective Mobility Measurement'. At the bottom, there are links to related content like 'Common Pulse IV Problems' and 'Anatomy of a Pulse' in multiple languages.



### 步驟 2 – 配置您的測試

使用關鍵參數檢視 (Key Parameters View) 或所有參數檢視 (All Parameters View) 功能快速修改測試參數。



關鍵參數檢視提供每個測試和裝置的可視說明，有助於降低學習曲線。

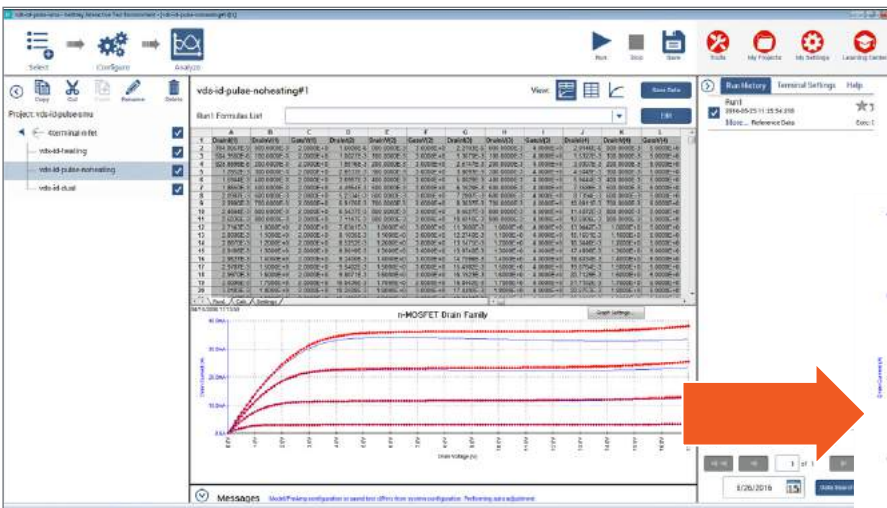
所有參數檢視適合輸入測試參數。

確認操作模式一目了然。



### 步驟 3 – 分析結果

以圖形和數值結果來檢視結果，篩選您的測試資料，並標籤資料以便於識別。

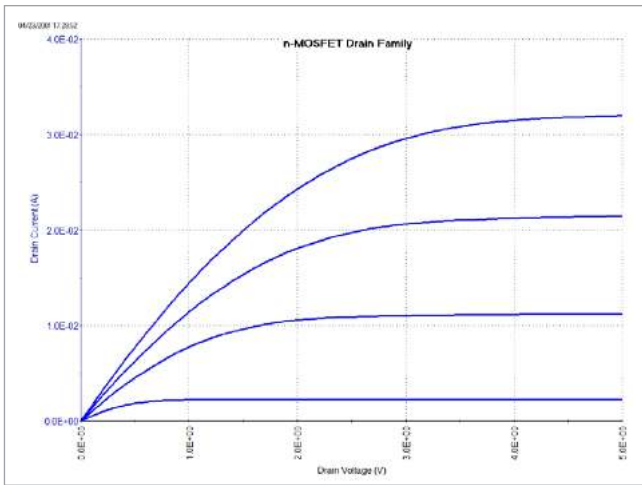


參數擷取和資料分析會自動顯示。

## 2. 電源量測設備 (SMU)

精密的直流電流與電壓(I-V)量測是裝置和材料特性分析的基石。4200A-SCS參數分析儀採用了世界級的電源量測設備 (SMU)儀器作為核心。電源量測設備可以輸出電壓或電流，並同時量測電壓和電流，且兼具高解析度和準確度。SMU 在一張儀器卡中整合了電壓輸出、電流輸出、電流計和電壓計，以進行緊密同步的 I-V 量測。

電源量測設備具備四個象限的能力，這意味著在從待測裝置 (DUT，如充電的電容器或太陽能電池) 取得電流時，不僅能輸出電流，同時也能輸入電流。



I-V 掃描量測。

4200A-SCS 參數分析儀可配置多達 9 部 SMU。目前有兩種 SMU 機型可供選擇：具有範圍高達 210 V/100 mA 的中功率 SMU，以及具有範圍高達 210 V/1 A 的高功率 SMU。每部 4200-SMU 中功率 SMU 或 4210-SMU 高功率 SMU 均會佔據主機中的一個插槽，且可在 4200A-SCS 系統中搭配使用。

所有 4200A-SCS SMU 均具備遮蔽的三軸連接切換裝置，為低電流和高阻抗量測和 4 線 (Kelvin) 強化和感應連接提供主動防護。

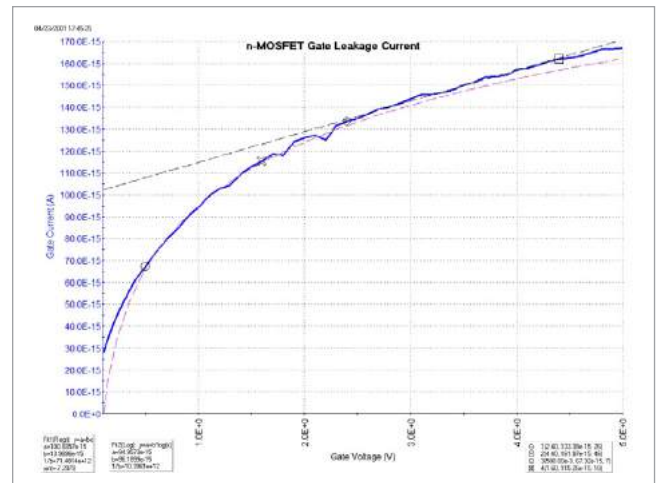
### 點狀、掃描和脈衝量測

內建的 4200A-SCS SMU 功能可提供多種量測功能，如掃描量測作業、線性和對數階波、清單掃描和單點平均等等。

### 將量測解析度擴展至 0.1 fA

許多關鍵的應用皆需具備量測極低電流的能力，如確定 FET 的柵極洩漏電流、測試敏感的奈米刻度裝置和量測絕緣體和電容的洩漏電流。

當 SMU 配置了選配 4200-PA 遠端前置放大器，便能執行極低的電流量測。4200-PA 為 SMU 機型增加了額外的電流範圍，可提供 0.1 fA 解析度。對於使用者而言，SMU 看起來只是具有更多可用的量測解析度。

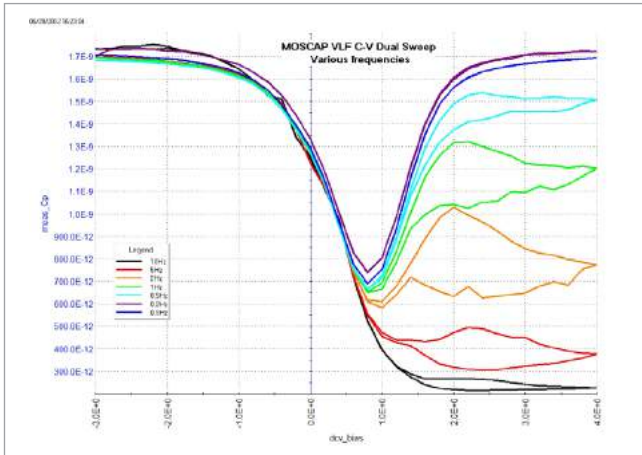


利用選配 4200-PA 前置放大器模組執行 Sub-fA 量測。

前置放大器在出貨時已安裝在 4200A-SCS 主機的背面。此安裝允許以標準佈線方式連接至探測器、測試固定裝置或切換矩陣。使用者可以從背板中移除前置放大器，並將其放在遠端位置 (如不透光的主機殼中或探測器盤上)，消除由於長電纜所導致的量測問題。目前有壓板支架和三軸面板安裝配件可供選擇。

## 極低頻率 C-V 技術與 SMU

4200A-SCS 提供可執行極低頻率電容-電壓量測的獨特功能，且不需 LCR 計或電容模組。低頻率 C-V 量測可用於分析某些材料中的緩慢缺陷和脫陷現象特性。



極低頻率 C-V 量測，含 SMU 和前置放大器。

4200A-SCS 採用了全新的窄頻帶技術，利用整合式 SMU 儀器的低電流量測能力，在指定的低頻率 (範圍從 10mHz 至 10Hz) 下執行 C-V 量測。此方法會使用 4200A-SCS 的 SMU 與前置放大器；不需額外的硬體或軟體。

## 本機切換選項

為了簡化在 I-V 和其他量測類型之間的切換程序，4200A-SCS 提供了幾個選項，可在量測類型之間輕鬆切換：

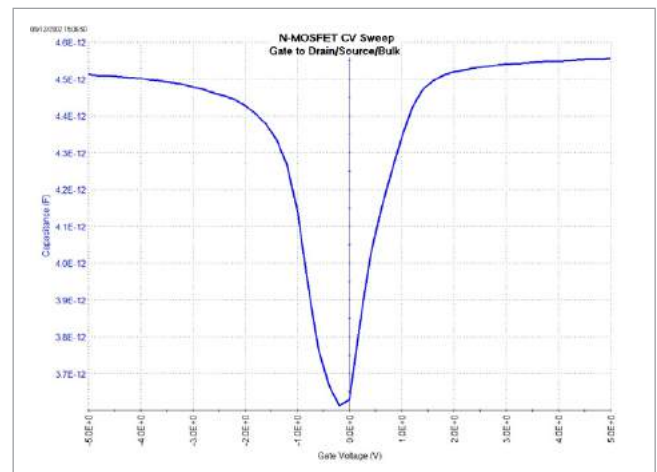
- 4200A-CVIV 多重切換模組 - 多達四個通道，可在 I-V 和 C-V 量測之間輕鬆切換。此外，C-V 量測可以在待測裝置周圍移動，而無需提起探測器針頭或改變測試設定。
- 4225-RPM 遠端前置放大器/切換模組可作為多工器切換裝置，自動地在精密直流 SMU、C-V 和超快速脈衝 I-V 儀器之間進行切換。此外，RPM 可擴展 4225-PMU 超快速脈衝 I-V 儀器模組的低電流量測能力。

## 3. 電容-電壓設備 (CVU)

電容-電壓 (C-V) 量測經常用於分析 MOSFET 的柵極氧化物厚度、氧化缺陷密度、參雜分佈等特性。在此量測中，隨著柵極電壓變化，柵極至漏極和輸出的電容變化。電容量測通常會使用 AC 技術進行。多重頻率 C-V 儀器模組會施加直流偏壓電壓，並輸出交流電壓通過待測裝置 (DUT) 以量測交流阻抗，然後量測所得的交流電流和相位角。

### AC 量測，從 1 kHz – 10 MHz

4210-CVU 儀器模組可執行從飛法拉 (fF) 到微法拉 ( $\mu$ F) 等多種頻率電容量測 (測試頻率 1 kHz 至 10 MHz)，同時還可提供高達  $\pm 30V$  或  $60V$  差動式的直流偏壓電壓。



電容-電壓掃描。

具有高達 4096 個量測點，CVU 儀器可用於量測電容與電壓 (C-V)、電容與頻率 (C-F) 和電容與時間 (C-T) 以擷取許多重要的參數，如：

- 參雜分佈
- $T_{ox}$
- 載波壽命時間測試
- 連接點、針腳對針腳和互連電容量測



## 產品規格表

### 4200-CVU PWR 選配也可支援：

- 高達 400 V (每個裝置終端 200 V) 的高功率 C-V 量測，以測試高功率裝置，如 MEM 裝置、LDMOS 裝置和顯示器。
- 高達 300 mA 的直流電流，以在晶體管開啟時量測電容。

### 確保結果的有效性

不同於市場上的其他 C-V 模組，4210-CVU 採用了獨特的專利電路來支援可確保結果有效性的功能和診斷工具。

- 在軟體中切換交流電流計。這個簡單的功能可確保您會在最少雜訊的終端上量測交流訊號，這將可提供更實用的量測。無需手動更動電纜、提起探測器針頭，或改變測試設定，您已輕鬆地消除了潛在的錯誤。

**Advanced**

AC Source V	CVH1
AC Measure I Range(CVL1)	Auto
DC Source V	CVH1
DC Offset(CVL1)	0 V

**Capacitance Range Estimator**

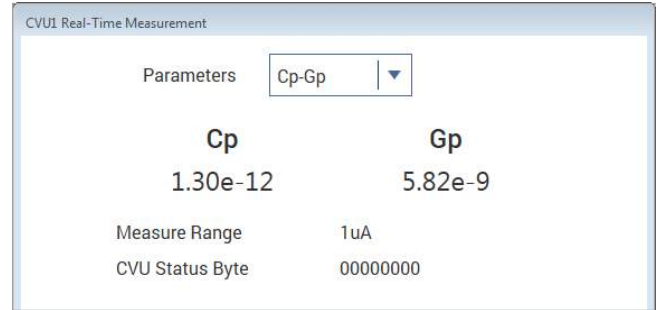
C Max	1.59mF
I Max (Range)	1mA
Frequency	1MHz
AC Drive Voltage	20mV RMS

$$C_{Max} \approx \frac{I_{Max}}{2\pi f V_{ac}}$$

只需輕鬆地點擊滑鼠，即可將交流和直流輸出改變至最少雜訊的終端。

- 將直流偏壓移動至所選擇的終端。只需在 Clarius 軟體中點擊，即可將終端改變為應用了直流偏壓的終端，以確保電場受到適當的控制。

- 即時 C-V 計。即時 C-V 計可顯示快速和精確的電容量測，無需執行預先編寫程式的測試。此功能十分實用，可確保您在執行量測補償前具有開路和短路的電路。此外，您還可以使用即時 C-V 計來疑難排解您的測試設定和待測裝置。



即時電容量測。

- 可信度檢查。此診斷工具可以讓使用者檢查開路和短路連接的完整性，以及 DUT 的連接狀況。當執行開路或短路測試時，會在測試電路的高低兩端進行阻抗和雜訊量測。在確認晶片上的焊盤是否已接觸或切換矩陣是否正確連接時，此功能將非常實用。如果可信度檢查診斷測試失敗，則會提供額外的疑難排解指導。

### 本機切換選項

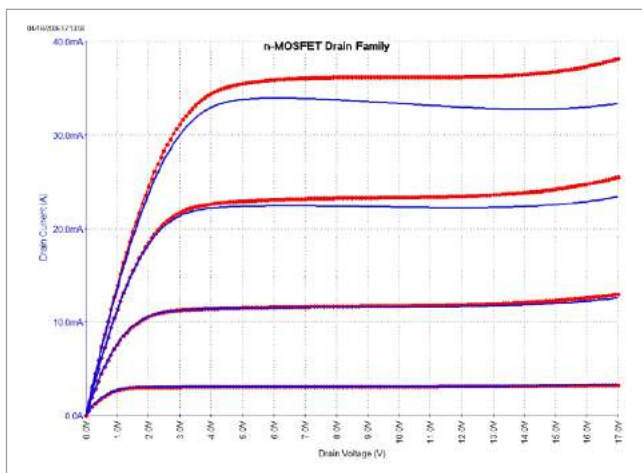
因為在 C-V 和其他量測類型之間切換的難度頗高，4200A-SCS 提供了幾個選項，可在量測類型之間輕鬆切換：

- 4200A-CVIV 多重切換模組 - 多達四個通道，可在 I-V 和 C-V 量測之間輕鬆切換。此外，C-V 量測可以在待測裝置周圍移動，而無需提起探測器針頭或改變測試設定。
- 4225-RPM 遠端前置放大器/切換模組可作為多工器切換裝置，自動地在精密直流 SMU、C-V 和超快速脈衝 I-V 儀器之間進行切換。此外，RPM 可擴展 4225-PMU 超快速脈衝 I-V 儀器模組的低電流量測能力。

## 4. 超快速脈衝量測設備 (PMU)

超快速 I-V 輸出和量測對許多技術而言已成為越來越重要的功能，包括複合半導體、中功率裝置、非揮發性記憶體、MEMS 裝置等等。

4225-PMU 儀器卡將超快速電壓波形產生和訊號觀察功能整合至原本就極為強大的 4200A-SCS 測試環境，顯著地擴展系統的材料、裝置和製程特性分析功能，進而提供前所未有的 I-V 測試效能。這取代了通常會包括外部脈衝產生器、多重通道示波器、專屬互連硬體和整合式軟體的傳統脈衝/量測硬體組態。



使用超快速脈衝 I-V 盡可能減少自熱效應。

每個模組均有兩個獨立通道。利用並列的 14 位元 A/D 轉換器，搭配允許以每取樣 5 ns (200 MSa/s) 的速度記錄多達一百萬個取樣的深度記憶體，讓每個通道皆可同時量測兩種電壓和電流。

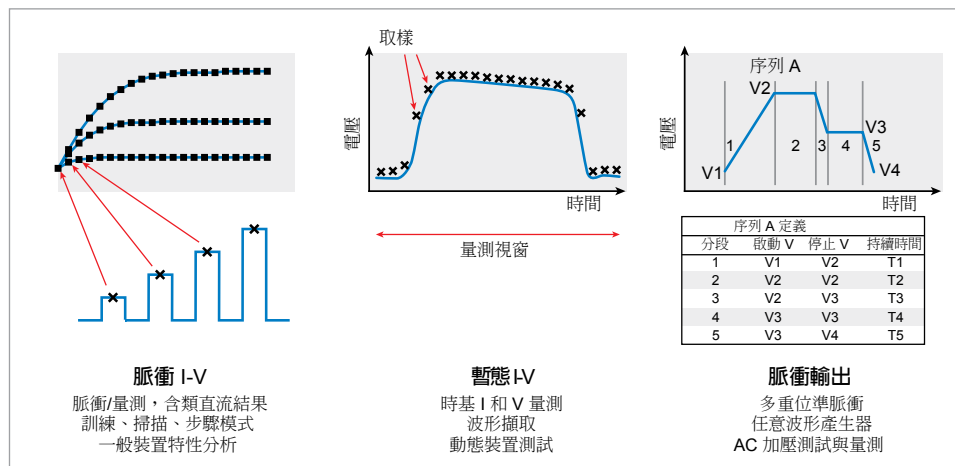
### 三種操作模式，可進行完整的特性分析

4225-PMU 可用於執行三種超快速 I-V 測試類型：脈衝 I-V、暫態 I-V 和脈衝輸出。

**脈衝 I-V** 是指具有脈衝輸出和相應高速、時基量測 (可提供類直流結果) 的任何測試。使用脈衝 I-V 訊號 (而非直流訊號) 來分析裝置特性，可研究或降低自熱的影響 (焦耳熱)，或盡可能減少在量測中因陷阱電荷而產生的電流漂移或降解狀況。

**暫態 I-V** 或波形擷取是一種時基電流和或電壓量測，是典型的脈衝波形擷取量測作業。暫態測試是典型的單一脈衝波形，可用於研究隨時間變化的參數，如由於電荷陷阱或自熱狀況所導致的漏極電流退化與時間的關係。暫態 I-V 量測可用於測試動態測試電路，或可作為診斷工具，以在脈衝 I-V 模式中選擇適當的脈衝設定。

**脈衝輸出** 包括使用內建的分段 ARBR<sup>®</sup> 功能輸出使用者定義的雙位準或多重位準脈衝，或輸出任意定義的波形。當儀器的分段 ARB 模式用於多重位準脈衝時，個別的電壓分段可短至 20 ns，且波形可具有高達每個通道 2048 個獨特的分段，在建立波形以分析快閃裝置和其他非揮發性記憶體技術時提供了必要的靈活性。



4225-PMU 操作模式。

## 5. 切換解決方案

與您選擇的 Keithley 高速、高完整性切換解決方案搭配使用。

### 4200A-CVIV 多重切換

與整合各種量測到裝置特性分析相關的最困難問題之一是每個量測類型所需的電纜截然不同。



4200A-CVIV 多重切換。

讓佈線方式配合量測類型可提升量測的完整性。然而，若針對每個量測類型改變電纜是非常耗時費力的工作，造成許多使用者只好忍受次佳的結果。此外，只要電

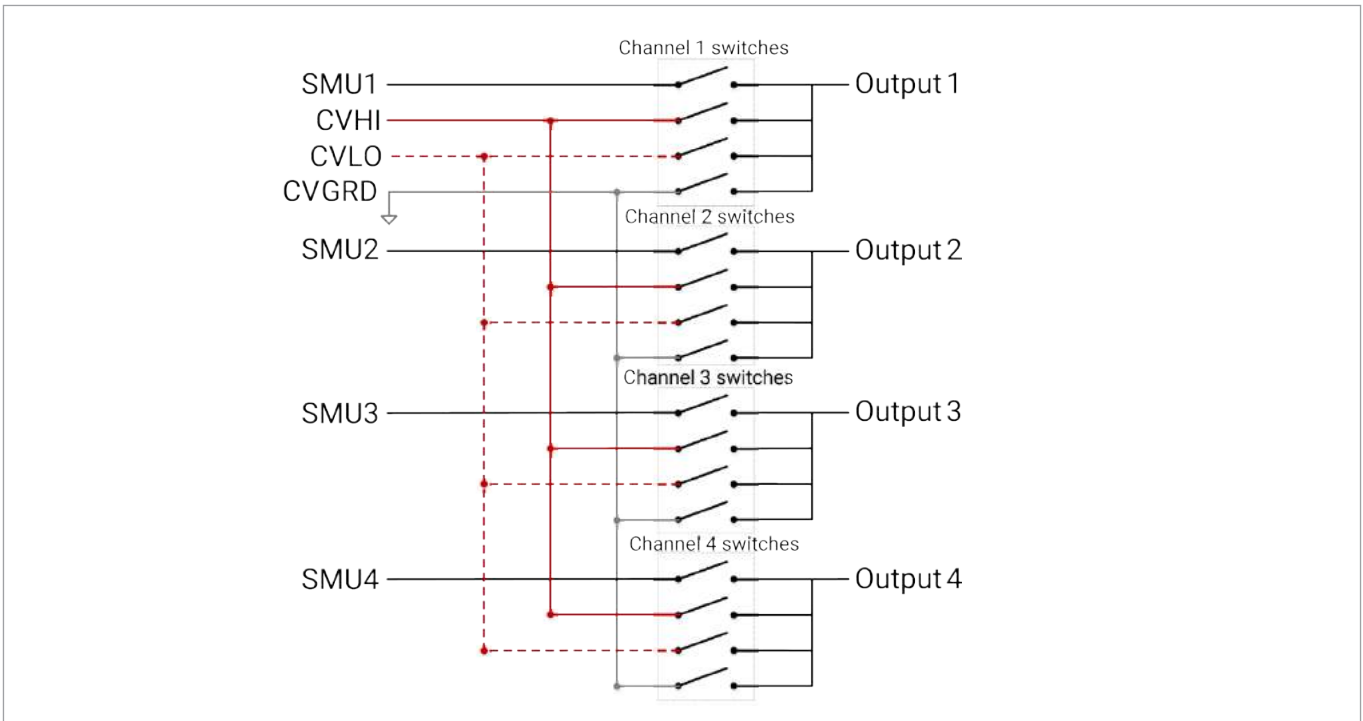
纜重新排列，使用者就有可能要面對不正確重新連接的風險，從而導致錯誤並需要額外的疑難排解時間。更糟糕的是，這些錯誤可能會被長期忽視。

替代方案之一是使用遠端切換功能來處理 I-V 和 C-V 訊號，如 Keithley 的 4200A-CVIV 多重切換。

全新的 4200A-CVIV 多重切換 I-V 和 C-V 量測之間自動切換。另外，C-V 量測可以移至任何輸出通道，不需重新佈線。這個四通道切換功能可保持探棒針頭固定在晶片測試站上，讓使用者在 I-V 和 C-V 測試期間維持相同的阻抗。此外，測試設定和電纜並不需要更動即可提升量測。

內建顯示器可隨時為您待測裝置附近提供出色、清晰的測試資訊。

- 檢視即時測試狀態
- 透過 Clarius 軟體個性化輸出命名慣例
- 橡膠緩衝器允許在探棒台上雙向使用
- 能旋轉文字，讓使用者可視需要定向模組
- 關閉顯示器以減少 DUT 附近的光線



4200A-CVIV 多重切換連接示意圖。

## 4225-RPM 遠端前置放大器/切換模組

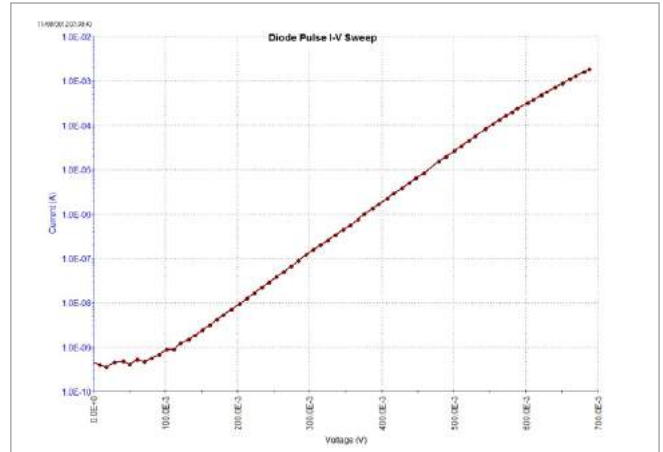
對於某些裝置而言，需執行多種電子量測類型，如脈衝 I-V、直流 I-V 和 C-V 測試。這通常需具備外部切換矩陣，以切換傳入待測裝置的不同類型訊號。然而，選配 4225-RPM 遠端前置放大器/切換模組可在直流 I-V、C-V 和脈衝 I-V 量測之間自動切換，顯著簡化了裝置的連接方式。



4225-RPM 遠端前置放大器/切換模組。

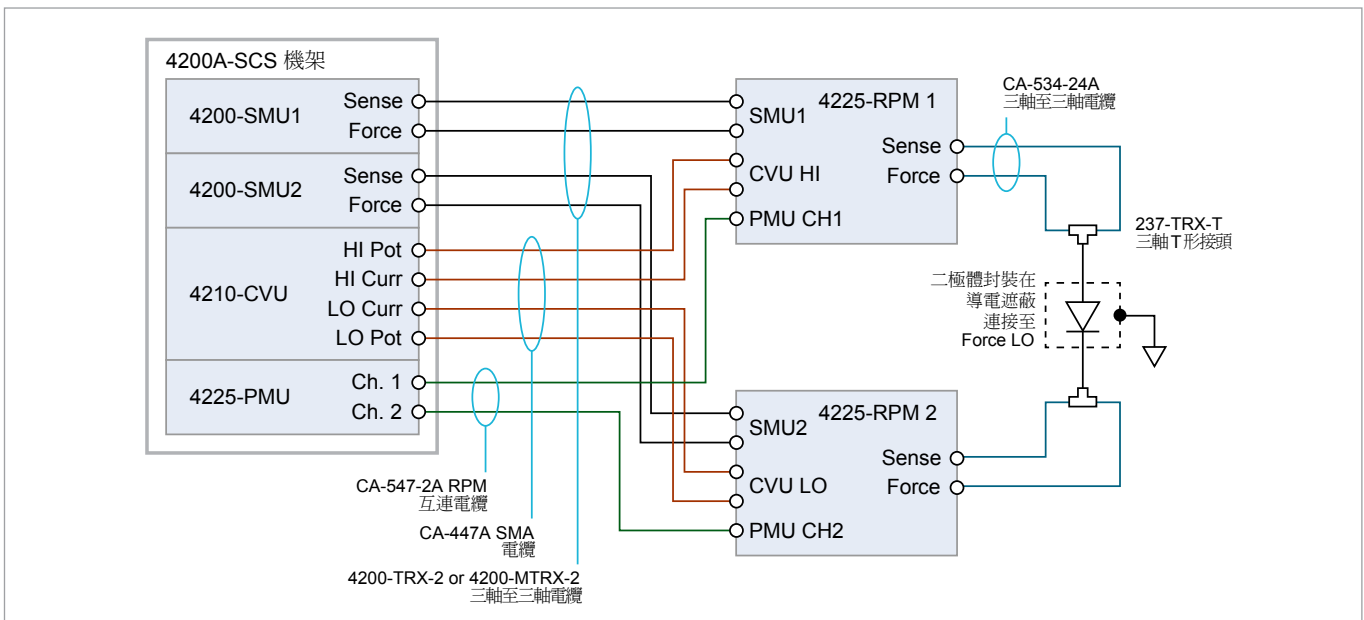
使用者可以在裝置上執行所有的電氣量測，無需針對每個測試斷開和重新連接電纜，進而節省了寶貴的測試時間並減少挫折。

4225-RPM 也可以作為前置放大器，以擴展 PMU 上的較低電流範圍。這對具有可擴充超過幾十年電流的 I-V 特性的裝置 (如二極體) 而言特別重要。透過 4225-RPM 遠端前置放大器/切換裝置所執行的二極體脈衝 I-V 量測如下所示。其獨特的自動範圍功能可啟用自動範圍選擇，同時進行脈衝 I-V 掃描，所以使用者不會被強迫選擇固定的範圍，從而可以減少量測解析度。



4225-RPM 為脈衝應用提供低電流範圍。

選配多重量測效能電纜套件 (4210-MMPC) 可將 4200A-SCS 參數分析儀連接到探測器機械臂。除了不再需要重新佈線，此套件可透過消除量測誤差 (通常來自於佈線錯誤)，進而最大化訊號完整性。



使用 4225-RPM 遠端前置放大器/切換裝置模組時的連接圖。



### 切換矩陣

有一些切換矩陣組態可用於 4200A-SCS。

六個插槽 707B 和單插槽 708B 半導體切換矩陣主機可以大幅縮減從命令到連接的時間，相較於早期的主機設計，可提供更快速的測試序列和整體系統輸送量。



708B 和 707B 切換矩陣主機。

這些主機是專為半導體實驗室和生產測試環境的要求所設計，使用標準的三軸接頭和電纜提供超低電流切換效能。

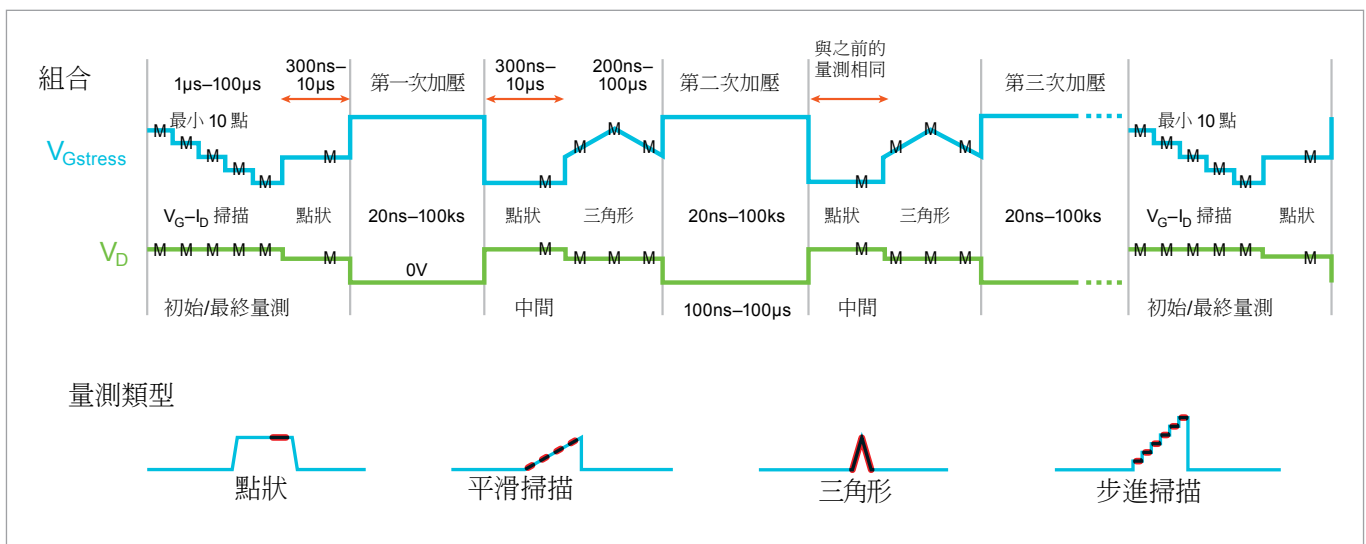
這些影響在裝置開發期間必須準確建模，且在製程整合和生產期間進行監控。在 BTI 特性分析期間，晶體會交替進行加壓和特性分析。然而，BTI 機制易受鬆弛的影響，這意味著在壓力移除的瞬間，晶體管開始恢復和退化消退。在放鬆前分析降解特性將要求使用超快速 I-V 技術。

4200-BTI-A 超快速 BTI 套件是業界最先進 NBTI/PBTI 測試平台，具備執行有關先進矽 CMOS 技術的複雜 NBTI 和 PBTI 量測時所需要的一切功能：4225-PMU 超快速 I-V 模組、兩個 4225-RPM 遠端前置放大器/切換裝置、自動化特性分析套件 (ACS) 軟體、超快速 BTI 測試專案模組和佈線等功能。測試軟體模組可讓使用者輕鬆地定義加壓時序、加壓條件和各種範圍的量測序列，從點狀 ID、即時 (OTF) 或 ID-VG 掃描；允許量測恢復影響及退化，並提供預加壓和後加壓量測選項，納入了 4200A-SCS 的直流 SMU 以進行精密的低位準量測。

超快速 BTI 測試軟體模組支援點狀、步進掃描、平滑掃描和取樣量測類型。每個類型的時序是由測試取樣率和個別量測設定所定義。軟體模組亦可透過電壓條件，提供測試序列中每個元件之間的控制，可獲得最大的靈活性和易用性，即使定義了複雜的測試序列也不成問題。

## 6. NBTI/PBTI 套件

建模正/負偏壓溫度不穩定性 (NBTI/PBTI) 是在開發深度縮放矽 CMOS 晶體管設計時的挑戰。隨著時間經過，NBTI 效應會導致晶體管的閾值電壓 ( $V_T$ ) 轉移，且其亞閾值漏電流會顯著增加，嚴重限制晶體管的使用壽命和電路效能。



超快速 BTI 套件支援點狀、平滑掃描、三角和步進掃描量測類型。

## 規格

除非另有說明，所有的規格均受保證。除非另有說明，所有規格均適用於所有機型。

### 1. 電源量測設備

	4200-SMU 中功率	4210-SMU 高功率	選配 4200-PA 遠端前置放大器
電流，最大	100 mA	1 A	所有 SMU 的擴展低電流量測範圍
電壓，最大	210 V	210 V	
功率	2.1 W	21.0 W	

### 一般資訊

	四象限輸出/輸入操作
	每個 SMU 上均有 A/D 轉換器
	完整的遠端感應能力
	對數和線性量測掃描
	4200A-SCS 主機可以接受多達 9 種中或高功率 SMU 儀器
輸出接頭	每個 SMU 上三個微型三軸 (f) 接頭：Force、Sense 和 Sense Lo 一個自訂接頭，15 針腳，D-SUB (f) 用於連接至 4200-PA
選配配件	4200-PA 遠端前置放大器模組

### SMU 電流量測<sup>4</sup>

	電流範圍 <sup>1</sup>	最大電壓	量測		輸出		
			解析度 <sup>3</sup>	準確度 ±(% rdg + amps)	解析度 <sup>3</sup>	準確度 ±(% rdg + amps)	
4210-SMU 高功率 SMU <sup>2</sup>	1 A	21 V	1 μA	0.100% + 200 μA	50 μA	0.100% + 350 μA	
	100 mA	210 V	50 nA	0.045% + 3 μA	5 μA	0.050% + 15 μA	
	4200-SMU 中功率 SMU <sup>2</sup>	100 mA	21 V	50 nA	0.045% + 3 μA	5 μA	0.050% + 15 μA
		10 mA	210 V	5 nA	0.037% + 300 nA	500 nA	0.042% + 1.5 μA
		1 mA	210 V	500 pA	0.035% + 30 nA	50 nA	0.040% + 150 nA
		100 μA	210 V	50 pA	0.033% + 3 nA	5 nA	0.038% + 15 nA
		10 μA	210 V	5 pA	0.050% + 600 pA	500 pA	0.060% + 1.5 nA
		1 μA	210 V	500 fA	0.050% + 100 pA	50 pA	0.060% + 200 pA
4200-SMU 和 4210-SMU 含選配 4200-PA 前置放大器	100 nA	210 V	50 fA	0.050% + 30 pA	5 pA	0.060% + 30 pA	
	10 nA	210 V	5 fA	0.050% + 1 pA	500 fA	0.060% + 3 pA	
	1 nA	210 V	1 fA	0.050% + 100 fA	50 fA	0.060% + 300 fA	
	100 pA	210 V	300 aA	0.100% + 30 fA	15 fA	0.100% + 80 fA	
	10 pA	210 V	100 aA	0.500% + 15 fA	5 fA	0.500% + 50 fA	
	1 pA	210 V	10 aA	1.000% + 10 fA	1.5 fA	1.000% + 40 fA	

電壓相容性：雙極限制設定為全刻度和選定電壓範圍 10% 之間的單一值。

#### 附註

- 所有範圍均擴展到全刻度的 105%。
- 不論有沒有 4200-PA 時，技術資料都適用於這些刻度。
- 規定的解析度受到基礎雜訊極限的限制。每個刻度上測得的解析度是 6 位半。每個刻度上的源解析度為 4 位半。
- 量測和輸出的準確度取決於隨附電纜的終端。
  - 23°C ±5°C，校準後一年內，相對濕度在 5% 到 60% 之間，預熱 30 分鐘後。
  - 速度設為 NORMAL。
  - 漏流保護 Kelvin 連接。

### SMU 電壓量測<sup>3</sup>

電壓範圍 <sup>1</sup>	最大電流		量測		輸出	
	4200-SMU	4210-SMU	解析度 <sup>2</sup>	準確度 ±(% rdg + volts)	解析度 <sup>2</sup>	準確度 ±(% rdg + volts)
200 V	10.5 mA	105 mA	200 µV	0.015% + 3 mV	5 mV	0.02% + 15 mV
20 V	105 mA	1.05 A	20 µV	0.01% + 1 mV	500 µV	0.02% + 1.5 mV
2 V	105 mA	1.05 A	2 µV	0.012% + 150 µV	50 µV	0.02% + 300 µV
200 mV	105 mA	1.05 A	0.2 µV	0.012% + 100 µV	5 µV	0.02% + 150 µV

電流相容性：雙極限制設定為全刻度和選定電流範圍 10% 之間的單一值。

#### 附註

- 所有範圍均擴展到全刻度的 105%。
- 不論有沒有 4200-PA 時，技術資料都適用於這些刻度。
- 測和輸出的準確度取決於隨附電纜的終端。
  - 23°C ±5°C，校準後一年內，相對濕度在 5% 到 60% 之間，預熱 30 分鐘後。
  - 速度設為 NORMAL。
  - 漏流保護 Kelvin 連接。

### 電壓監控模式

高阻抗電壓計模式設為 0 安培。

#### 準確度與解析度

電壓範圍	量測解析度	量測準確度 ±(%rdg + volts)
200 V	200 µV	0.015% + 3 mV
20 V	20 µV	0.01% + 1 mV
2 V	2 µV	0.012% + 110 µV
200 mV	0.2 µV	0.012% + 80 µV

輸入阻抗 >10<sup>13</sup> Ω

輸入洩漏電流 <30 pA

量測雜訊 0.02% 的量測範圍 (rms)。

差動式電壓監控器 使用兩部在 VMU 模式中的 SMU 或使用每部 SMU 隨附的低感應終端。

### SMU 補充資訊

補充資訊的內容不受保證，僅提供有關 4200-SMU、4210-SMU 儀器的參考資訊。

相容性準確度 電壓相容性等於電壓輸出規格  
電流相容性等於電流輸出規格

過衝 <0.1% 典型

電壓 全刻度步進，電阻負載和 10mA 範圍

電流 1 mA 步進，R<sub>L</sub> = 10 kΩ，20 V 範圍

#### 範圍變動暫態

電壓範圍變動 <200 mV

電流範圍變動 <200 mV

## 溫度和濕度對準確度的影響

準確度規格由以下因素之一加乘（根據周圍溫度和濕度）。

溫度	% 相對濕度	
	5–60	60–80
10°–18°C	×3	×3
18°–28°C	×1	×3
28°–40°C	×3	×5

## 遠端感應

<10Ω 與 FORCE 終端串聯，FORCE 和 SENSE 終端之間不超過 5 V 的差異  
COMMON 和 SENSE LO 之間最大 ±30 V。

## 最大負載電容

10 nF

## 最大防護偏移電壓

3 mV (從 FORCE)

## 防護輸出阻抗

100 kΩ

## 最大防護電容

1500 pF

## 最大遮蔽電容

3300 pF

4200-SMU 和 4210-SMU  
分流電阻 (Force 至 Common)

>10<sup>12</sup> Ω (100 nA–1 μA 範圍)

4200-PA 分流電阻  
(Force 至 Common)

>10<sup>16</sup> Ω (1 pA and 10 pA 範圍)，>10<sup>13</sup> Ω (100 pA–100 nA 範圍)

## 雜訊特性 (典型)

電壓輸出 (rms)

0.01% 的輸出範圍

電流輸出 (rms)

0.1% 的輸出範圍

電壓量測 (p-p)

0.02% 的量測範圍

電流量測 (p-p)

0.2% 的量測範圍

## 最大迴轉速率

0.2 V/μs

## 直流浮動電壓

Common 可能從機架接地浮動 ±32 V



## 2. SMU 前置放大器模組

若增加選配的 4200-PA 前置放大器，可以擴展任何 SMU 的低電流測量功能。4200-PA 在這兩種 SMU 機型中有效增加了五種電流範圍，提供了 0.1fA 解析度。前置放大器模組與系統完全整合，對使用者而言，SMU 看起來只是提供了額外可用的量測解析度。

### 4200-PA 一般資訊

安裝	
本機	前置放大器在出貨時已安裝在 4200-SCS 背板上，供本機操作使用。
遠端	使用者可以從背板中移除前置放大器，並將其放在遠端位置 (如不透光的主機殼中或探測器盤上)，消除由於長電纜所導致的量測問題。
輸入接頭	一個自訂接頭，15 針腳，D-Sub (m)
輸出接頭	兩個三軸 (f) 接頭
尺寸	.078 in. 寬 x 4.4 in. 深 x 2.2 in. 高 (2 cm 寬 x 11.3 cm 深 x 5.6 cm 高)
重量	4.8 oz. (136 g)

### SMU 電流量測，使用 4200-PA 前置放大器<sup>4</sup>

	電流範圍 <sup>1</sup>	最大電壓	量測		輸出		
			解析度 <sup>3</sup>	準確度 ±(% rdg + amps)	解析度 <sup>3</sup>	準確度 ±(% rdg + amps)	
4210-SMU 高功率 SMU <sup>2</sup>	1 A	21 V	1 μA	0.100% + 200 μA	50 μA	0.100% + 350 μA	
	100 mA	210 V	50 nA	0.045% + 3 μA	5 μA	0.050% + 15 μA	
	4200-SMU 中功率 SMU <sup>2</sup>	100 mA	21 V	50 nA	0.045% + 3 μA	5 μA	0.050% + 15 μA
		10 mA	210 V	5 nA	0.037% + 300 nA	500 nA	0.042% + 1.5 μA
		1 mA	210 V	500 pA	0.035% + 30 nA	50 nA	0.040% + 150 nA
		100 μA	210 V	50 pA	0.033% + 3 nA	5 nA	0.038% + 15 nA
		10 μA	210 V	5 pA	0.050% + 600 pA	500 pA	0.060% + 1.5 nA
		1 μA	210 V	500 fA	0.050% + 100 pA	50 pA	0.060% + 200 pA
4200-SMU 和 4210-SMU 含選配 4200-PA 前置放大器	100 nA	210 V	50 fA	0.050% + 30 pA	5 pA	0.060% + 30 pA	
	10 nA	210 V	5 fA	0.050% + 1 pA	500 fA	0.060% + 3 pA	
	1 nA	210 V	1 fA	0.050% + 100 fA	50 fA	0.060% + 300 fA	
	100 pA	210 V	300 aA	0.100% + 30 fA	15 fA	0.100% + 80 fA	
	10 pA	210 V	100 aA	0.500% + 15 fA	5 fA	0.500% + 50 fA	
	1 pA	210 V	10 aA	1.000% + 10 fA	1.5 fA	1.000% + 40 fA	

電壓相容性：雙極限制設定為全刻度和選定電壓範圍 10% 之間的單一值。

#### 附註

- 所有範圍均擴展到全刻度的 105%。
- 不論有沒有 4200-PA 時，技術資料都適用於這些刻度。
- 規定的解析度受到基礎雜訊極限的限制。每個刻度上測得的解析度是 6 位半。每個刻度上的源解析度為 4 位半。
- 量測和輸出的準確度取決於隨附電纜的終端。
  - 23°C ±5°C，校準後一年內，相對濕度在 5% 到 60% 之間，預熱 30 分鐘後。
  - 速度設為 NORMAL。
  - 漏流保護 Kelvin 連接。

### 3. 多重頻率電容-電壓設備

#### 4210-CVU 一般資訊

量測組態	4 個終端對：High POT、High CUR、Low POT、Low CUR
輸出接頭	4 個 SMA (f)
隨附電纜	100 Ω，SMA (m) 至 SMA (m)，1.5 m，每個 4 條
選配電纜	100 Ω，SMA (m) 至 SMA (m)，3 m

#### 量測功能

量測參數	$C_P-G$ 、 $C_P-D$ 、 $C_S-R_S$ 、 $C_S-D$ 、 $R-jX$ 、 $Z$ -theta
範圍調整	自動和固定
整合時間	快速、正常、靜音和自訂

#### 測試訊號

頻率範圍	1 kHz 至 10 MHz
最小解析度	1 kHz、10 kHz、100 kHz、1 MHz，取決於頻率範圍
輸出頻率準確度	±0.1%
訊號輸出位準範圍	10 mV rms 至 100 mV rms
解析度	1 mV rms
準確度	±(10.0% + 1 mV rms) 卸載 (背板)
輸出阻抗	100 Ω，典型

#### 直流偏壓功能

直流電壓偏壓範圍	±30 V (60 V 差動)
直流電壓偏壓解析度	1.0 mV
直流電壓偏壓準確度	±(0.5% + 5.0 mV) 卸載
最大直流電流	10 mA

#### 掃描特性

可用的掃描參數	直流偏壓電壓、頻率、交流電壓
掃描類型	線性、自訂
掃描方向	向上掃描、向下掃描
量測點數	4096

## 量測準確度<sup>4</sup>

C/G 量測準確度範例

頻率	量測的電容	C 準確度 <sup>1</sup>	G 準確度 <sup>1,2</sup>
10 MHz <sup>3</sup>	1 pF	± 0.92%	±590 ns
	10 pF	± 0.32%	±1.8 μs
	100 pF	± 0.29%	±17 μs
	1 nF	± 0.35%	±99 μs
1 MHz	1 pF	± 1.17%	±64 ns
	10 pF	± 0.19%	±65 ns
	100 pF	± 0.10%	±610 ns
	1 nF	± 0.09%	±4 μs
100 kHz	10 pF	± 0.31%	±28 ns
	100 pF	± 0.18%	±59 ns
	1 nF	± 0.10%	±450 ns
	10 nF	± 0.10%	±3 μs
10 kHz	100 pF	± 0.31%	±15 ns
	1 nF	± 0.15%	±66 ns
	10 nF	± 0.08%	±450 ns
	100 nF	± 0.10%	±3 μs
1 kHz	1 nF	± 0.82%	±40 ns
	10 nF	± 0.40%	±120 ns
	100 nF	± 0.10%	±500 ns
	1 μF	± 0.15%	±10 μs

### 附註

1. 電容和電導量測準確度是在下述條件下指定：D<sub>x</sub> < 0.1。
2. 電導準確度是依參考電容器上的最大電導量測指定。
3. 以上規格為典型值，非保證值，適用於 23°C 的環境溫度，且僅供參考之用。
4. 整合時間：1 s 或 10 s，低於 10 kHz。測試訊號位準：30 mV rms。位在 4210-CVU 的後面板。  
在 23°C±5°C 的環境溫度、校驗後一年內、相對濕度介於 5% 和 60% 之間，且預熱 30 分鐘後，可符合所有規格。

## CVU 補充電纜規格<sup>3</sup>

這些規格為典型值，非保證值，適用於 23°C 的環境溫度，且僅供參考之用。

4210-CVU 典型 C 準確度，附 1.5m 電纜 (補充)

量測的電容	1 kHz	10 kHz	100 kHz	1 MHz	10 MHz
1 pF	N/A	±8.38%	±1.95%	±0.43%	N/A
10 pF	N/A	±0.94%	±0.21%	±0.18%	±1%
100 pF	N/A	±0.29%	±0.20%	±0.15%	±1%
1 nF	±0.72%	±0.17%	±0.12%	±0.16%	±2%
10 nF	±0.28%	±0.12%	±0.13%	±0.55%	N/A
100 nF	±0.12%	±0.13%	±0.22%	±1.14%	N/A
1 μF	±0.17%	±0.21%	N/A	N/A	N/A

4210-CVU 典型 C 準確度，附 3m 電纜 (補充)

量測的電容	1 kHz	10 kHz	100 kHz	1 MHz	10 MHz
1 pF	N/A	±8.5 %	±2.05%	±0.57%	N/A
10 pF	N/A	±0.96%	±0.23%	±0.21%	N/A
100 pF	N/A	±0.29%	±0.20%	±0.17%	N/A
1 nF	±0.72%	±0.17%	±0.12%	±0.18%	N/A
10 nF	±0.28%	±0.12%	±0.13%	±0.65%	N/A
100 nF	±0.12%	±0.13%	±0.22%	±1.16%	N/A
1 μF	±0.17%	±0.21%	N/A	N/A	N/A

### 附註

1. 電容和電導量測準確度是在下述條件下指定：D<sub>x</sub> < 0.1。
2. 電導準確度是依參考電容器上的最大電導量測指定。
3. 以上規格為典型值，非保證值，適用於 23°C 的環境溫度，且僅供參考之用。
4. 整合時間：1 s 或 10 s，低於 10 kHz。測試訊號位準：30 mV rms。位在 4210-CVU 的後面板。  
在 23°C±5°C 的環境溫度、校驗後一年內、相對濕度介於 5% 和 60% 之間，且預熱 30 分鐘後，可符合所有規格。

## 4. CV-IV 多重切換模組

I-V/ C-V 多重切換功能可在 I-V 和 C-V 量測之間自動切換。此外，C-V 量測可移動至任何輸出通道而不重新佈線。每個通道均為使用者可配置狀態，可使用 4200-PA 配置前置放大器為低電流量測功能，或使用 SMU 直通 4200A-CVIV-SPT 配置為標準電流解析度。



### 4200A-CVIV 一般資訊

輸入接頭	4200-PA 前置放大器：自訂接頭，15 針腳，D-Sub (m) 4200-CVIV-SPT SMU 直通模組：每個模組兩個三軸 (f) 接頭 CVU：4 個 SMA (f) 接頭	
輸出接頭	8 個三軸 (f) 接頭	
尺寸	19.8 cm 寬 x 14.2 cm 高 x 11.1 cm 深 (7.8 in. 寬 x 5.6 in. 高 x 4.4 in. 深)	
重量	3.3 lb	
電源	從 4200A-SCS 主機，透過 USB 電纜	
輸出通道	可配置高達 4 通道	
電壓，最大	210 V	
電流，最大	1 A	
SMU 路徑	使用 4200-PA	使用 4200A-CVIV-SPT
偏移電流	<100 fA	< 1pA
偏移電壓	<100 $\mu$ V	<100 $\mu$ V
分流電阻	>1e15 $\Omega$	>1e14 $\Omega$
直流輸出電阻 (2 線)	1.5 $\Omega$	1.5 $\Omega$
直流輸出電阻 (4 線)	<100 m $\Omega$	<100 m $\Omega$
CVU 路徑		
交流輸出阻抗	100 $\Omega$ ，典型 (中心針腳到外部遮蔽)	
準確度，典型	請參閱下圖表	
CVU 直流偏壓功能		
範圍	$\pm$ 30V，10 mA 最大 ( $\pm$ 60V 差動)	
解析度	1 mV	
額外誤差 (CVU 偏壓)	<50 $\mu$ V	
直流輸出電阻 (4 線)	<100 m $\Omega$	

4210-CVU 的典型準確度 (透過 4200A-CVIV 多重切換)，2 線模式，除非另有說明 <sup>1,3</sup>

量測的電容	1 kHz	10 kHz	100 kHz	1 MHz
1 pF	未指定	$\pm$ 9.0%	$\pm$ 2.2%	$\pm$ 0.7%
10 pF	未指定	$\pm$ 1.0%	$\pm$ 0.5%	$\pm$ 0.5%
100 pF	未指定	$\pm$ 0.5%	$\pm$ 0.5%	$\pm$ 0.5%
1 nF	$\pm$ 0.8%	$\pm$ 0.5%	$\pm$ 0.5%	$\pm$ 0.5% <sup>2</sup>
10 nF	$\pm$ 0.5%	$\pm$ 0.5%	$\pm$ 0.5%	$\pm$ 0.75% <sup>2</sup>
100 nF	$\pm$ 0.5%	$\pm$ 0.5%	$\pm$ 0.5%	$\pm$ 1.25% <sup>2</sup>
1 $\mu$ F	$\pm$ 0.5%	$\pm$ 0.5%	未指定	未指定

#### 附註

- 當從 <1 月齡補償擷取應用 CVU 補償時有效。
- 在 4 線模式中指定：針對低阻抗裝置始終建議採用 4 線模式。
- 以上規格為典型值，非保證值，適用於 25°C 的環境溫度，且僅供參考之用。



## 5. 超快速脈衝量測設備

雙通道 4225-PMU 提供超快速電壓波形產生與快速同步電壓和電流量測的組合。

### 4225-PMU 一般資訊

輸出接頭	四個 SMA (母頭) 和兩個 HDMI 接頭
隨附電纜	SMA (公頭) 至 SMA (公頭), 2m, 每個 4 條 (CA-404B) SMA 至 SSMC Y-電纜, 6 吋 (15 cm), 每個 2 條 (4200-PRB-C)
選配配件	4225-RPM 單通道, 遠端前置放大器/切換模組

### PMU 電流量測

時序參數, 典型<sup>1</sup> 含或不含 4225-RPM 遠端前置放大器/切換模組

電流量測範圍	10 V 範圍		40 V 範圍		
	10 mA	200 mA	100 µA	10 mA	800 mA
建議的最小脈衝寬度 <sup>2</sup>	160 ns	70 ns	6.4 µs	770 ns	770 ns
建議的最小量測視窗 <sup>2</sup>	20 ns	20 ns	1 µs	100 ns	100 ns
建議的最小轉換時間 <sup>3</sup>	20 ns	20 ns	1 µs	100 ns	100 ns
雜訊 <sup>4</sup>	15 µA	50 µA	75 nA	5 µA	200 µA
穩定時間 <sup>5</sup>	100 ns	30 ns	4 µs	500 ns	500 ns

#### 附註

- 以開路量測的所有典型值。
- 使用脈衝頂部 75% 至 90% 的預設量測視窗。建議的最小脈衝寬度 = (穩定時間) / 75%。
- 建議的上升/下降時間, 以減少過衝。
- 在建議的最小量測視窗上, 針對指定電壓或電流範圍的 RMS 雜訊量測, 典型。
- 訊號穩定至直流準確度位準所需的時間。(範例: 10 mA 在 PMU 10 V 範圍上的穩定時間是定義為訊號何時會落在最終值的 1.25% 範圍內。此計算: 準確度 = 0.25% + 100 µA = 0.25% + (100 µA/10 mA) = 0.25% + 1% = 1.25%)。

時序參數, 典型<sup>1</sup> 含 4225-RPM 遠端前置放大器/切換模組

電流量測範圍	10V 範圍					
	100 nA	1 µA	10 µA	100 µA	1 mA	10 mA
建議的最小脈衝寬度 <sup>2</sup>	134 µs	20.4 µs	8.36 µs	1.04 µs	370 ns	160 ns
建議的最小量測視窗 <sup>2</sup>	10 µs	1.64 µs	1 µs	130 ns	40 ns	20 ns
建議的最小轉換時間 <sup>3</sup>	1 µs	360 ns	360 ns	40 ns	30 ns	20 ns
雜訊 <sup>4</sup>	200 pA	2 nA	5 nA	50 nA	300 nA	1.5 µA
穩定時間 <sup>5</sup>	100 µs	15 µs	6 µs	750 ns	250 ns	100 ns

#### 附註

- 以開路量測的所有典型值。
- 使用脈衝頂部 75% 至 90% 的預設量測視窗。建議的最小脈衝寬度 = (穩定時間) / 75%。
- 建議的上升/下降時間, 以減少過衝。
- 在建議的最小量測視窗上, 針對指定電壓或電流範圍的 RMS 雜訊量測, 典型。
- 訊號穩定至直流準確度位準所需的時間。(範例: 10 mA 在 PMU 10 V 範圍上的穩定時間是定義為訊號何時會落在最終值的 1.25% 範圍內。此計算: 準確度 = 0.25% + 100 µA = 0.25% + (100 µA/10 mA) = 0.25% + 1% = 1.25%)。

## PMU 電流量測準確度

僅 4225-PMU

電流量測範圍	10 V 範圍		40 V 範圍		
	10 mA	200 mA	100 $\mu$ A	10 mA	800 mA
準確度 (直流)	$\pm(0.25\% + 100 \mu\text{A})$	$\pm(0.25\% + 250 \mu\text{A})$	$\pm(0.25\% + 1 \mu\text{A})$	$\pm(0.5\% + 100 \mu\text{A})$	$\pm(0.25\% + 3 \text{mA})$

4225-PMU 和 RPM 結合

電流量測範圍	10 V 範圍					
	100 nA	1 $\mu$ A	10 $\mu$ A	100 $\mu$ A	1 mA	10 mA
準確度 (直流)	$\pm(0.5\% + 1 \text{nA})$	$\pm(0.5\% + 1 \text{nA})$	$\pm(0.5\% + 30 \text{nA})$	$\pm(0.5\% + 100 \text{nA})$	$\pm(0.5\% + 1 \mu\text{A})$	$\pm(0.5\% + 10 \mu\text{A})$

## PMU 電壓量測

時序參數，典型<sup>1</sup>

電壓量測範圍	4225-PMU		4225-RPM
	10 V	40 V	10 V
建議的最小脈衝寬度 <sup>2</sup>	70 ns	150 ns	160 ns
建議的最小量測視窗 <sup>2</sup>	20 ns	20 ns	20 ns
建議的最小轉換時間 <sup>3</sup>	20 ns	100 ns	20 ns
雜訊 <sup>4</sup>	2 mV	8 mV	1 mV
穩定時間 <sup>5</sup>	30 ns	30 ns	100 ns

## 附註

- 以開路量測的所有典型值。
- 使用脈衝頂部 75% 至 90% 的預設量測視窗。建議的最小脈衝寬度 = (穩定時間) / 75%。
- 建議的上升/下降時間，以減少過衝。
- 在建議的最小量測視窗上，針對指定電壓或電流範圍的 RMS 雜訊量測，典型。
- 訊號穩定至直流準確度位準所需的時間。(範例：10 mA 在 PMU 10 V 範圍上的穩定時間是定義為訊號何時會落在最終值的 1.25% 範圍內。  
此計算：準確度 =  $0.25\% + 100 \mu\text{A} = 0.25\% + (100 \mu\text{A}/10 \text{mA}) = 0.25\% + 1\% = 1.25\%$ 。)

## PMU 電壓準確度

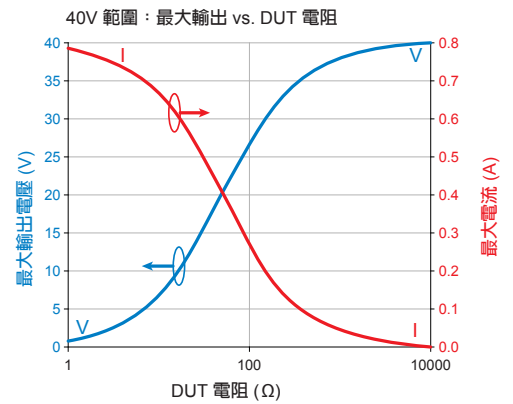
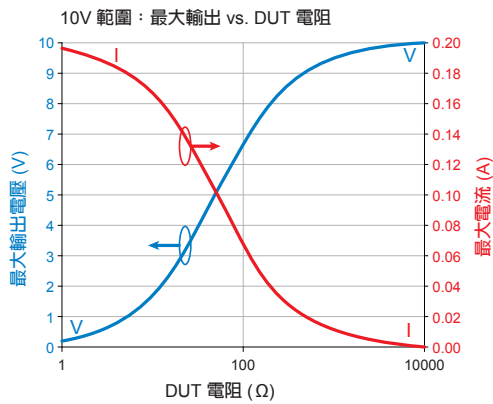
	$\pm 10 \text{ V PMU}$	$\pm 40 \text{ V PMU}$	$\pm 10 \text{ V RPM}$
準確度 (直流)	$\pm(0.25\% + 10 \text{mV})$	$\pm(0.25\% + 40 \text{mV})$	$\pm(0.25\% + 10 \text{mV})$

電壓和電流，最大 <sup>1</sup>

電阻 <sup>2</sup>	10V 範圍		40V 範圍	
	最大 V <sup>2</sup>	最大 I <sup>2</sup>	最大 V <sup>2</sup>	最大 I <sup>2</sup>
1 Ω	0.196 V	196 mA	0.784 V	784 mA
5 Ω	0.909 V	182 mA	3.64 V	727 mA
10 Ω	1.67 V	167 mA	6.67 V	667 mA
25 Ω	3.33 V	133 mA	13.3 V	533 mA
50 Ω	5.00 V	100 mA	20.0 V	400 mA
100 Ω	6.67 V	66.7 mA	26.7 V	267 mA
250 Ω	8.33 V	33.3 mA	33.3 V	133 mA
1 kΩ	9.52 V	9.5 mA	38.1 V	38.1 mA
10 kΩ	9.95 V	995 μA	39.8 V	3.98 mA

附註

- 計算任何電阻的大約最大電流和電壓  
 $I_{MAX} = V \text{ 範圍} / (50 \Omega + \text{電阻})$   
 $V_{MAX} = I_{MAX} \cdot \text{電阻}$   
 其中，電阻是連接到 PMU 或 PGU 通道和 V 範圍 (10 或 40) 的總電阻。  
 範例：10 V 範圍，使用 R = 10 Ω (DUT + 互連)  
 $V_{MAX} = I_{MAX} \cdot R = 0.167 \cdot 10 = 1.67 \text{ V}$
- 脈衝輸出接頭上的典型最大值。電阻是連接到脈衝輸出接頭的總電阻，包括裝置和互連。



PMU 脈衝/位準<sup>1,2</sup>

		10 V 範圍	40 V 範圍
$V_{OUT}$	50 $\Omega$ 進入 1 M $\Omega$	-10 V 至 +10 V	-40 V 至 +40 V
$V_{OUT}$	50 $\Omega$ 進入 50 $\Omega$	-5 V 至 +5 V	-20 V 至 +20 V
準確度		$\pm(0.5\% + 10 \text{ mV})$	$\pm(0.2\% + 20 \text{ mV})$
解析度	50 $\Omega$ 進入 50 $\Omega$	<250 $\mu\text{V}$	<750 $\mu\text{V}$
	50 $\Omega$ 進入 1 M $\Omega$	<0.5 mV	<1.5 mV
過衝/前衝/振鈴 <sup>3</sup>	50 $\Omega$ 進入 50 $\Omega$	$\pm(3\% + 20 \text{ mV})$	$\pm(3\% + 80 \text{ mV})$
	50 $\Omega$ 進入 50 $\Omega$ ，典型最佳案例	$\pm(2\% + 20 \text{ mV})$	$\pm(0.8\% + 40 \text{ mV})$
基準雜訊		$\pm(0.3\% + 1 \text{ mV})$ RMS 典型	$\pm(0.1\% + 5 \text{ mV})$ RMS 典型
輸出阻抗		50 $\Omega$ 標稱	50 $\Omega$ 標稱
電流進入 50 $\Omega$ 負載 (在全刻度)		$\pm 100 \text{ mA}$ 典型	$\pm 400 \text{ mA}$ 典型
短路電流		$\pm 200 \text{ mA}$	$\pm 800 \text{ mA}$
輸出限制		可程式限制以保護待測裝置	

## 附註

- 除非另有說明，所有規格均假設使用 50 $\Omega$  終端。
- 位準規格針對 10 V 輸出範圍在 50 ns 典型穩定時間後 (在旋轉後) 有效，針對 40 V 輸出範圍在 500 ns 典型穩定時間後 (在旋轉後) 為 50 $\Omega$  負載。
- 轉換時間在 10 V 輸出範圍為 20 ns (0%-100%)，在 40 V 輸出範圍為 100 ns (0%-100%)。

## PMU 脈衝時序

	10 V 範圍，僅輸出	10 V 範圍，含量測	40 V 範圍，僅輸出	40 V 範圍，含量測
頻率範圍	1 Hz 至 50 MHz	1 Hz 至 8.3 MHz	1 Hz 至 10 MHz	1 Hz 至 3.5 MHz
時序解析度	10 ns	10 ns	10 ns	10 ns
RMS 抖動 (週期、寬度)，典型	0.01% + 200 ps	0.01% + 200 ps	0.01% + 200 ps	0.01% + 200 ps
週期範圍	20 ns 至 1 s	120 ns 至 1 s	100 ns 至 1s	280 ns 至 1s
準確度	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$
脈衝寬度範圍	10 ns 至 (週期-10 ns)	60 ns 至 (週期-10 ns)	50 ns 至 (週期-10 ns)	140 ns 至 (週期-10 ns)
準確度	$\pm(1\% + 200 \text{ ps})$	$\pm(1\% + 200 \text{ ps})$	$\pm(1\% + 5 \text{ ns})$	$\pm(1\% + 5 \text{ ns})$
可程式過渡期時間 (0%-100%)	10 ns 至 33 ms	20 ns 至 33 ms	30 ns 至 33 ms <sup>1</sup>	100 ns 至 33 ms
過渡旋轉率準確度	$\pm 1\%$ (過渡期 > 100 ns)	$\pm 1\%$ (過渡期 > 100 ns)	$\pm 1\%$ (過渡期 > 1 $\mu\text{s}$ )	$\pm 1\%$ (過渡期 > 100 ns)
固態繼電器開啓/關閉時間	25 $\mu\text{s}$	25 $\mu\text{s}$	25 $\mu\text{s}$	25 $\mu\text{s}$

## 附註

- 若電壓 <10 V，40V 範圍最小可程式轉換時間 (僅輸出) 為 30ns，若電壓 >10 V，則為 100 ns。

## 電壓輸出，最佳效能

當 4225-PMU 用於僅電壓輸出 (無電壓或電流量測)，則時序效能會提高。下列資訊僅為清楚說明作為電壓輸出時在最佳條件下可達到的最佳效能，不應被解讀為保證資訊。

	10V 範圍	40V 範圍
上升時間	<10 ns	10 V 為 50 ns，40 V 為 100 ns
脈衝寬度	10 ns (FWHM)	50 ns (FWHM)
週期	20 ns	100 NS
過衝/前衝/振鈴	±(2% + 20 mV)	±(0.5% + 40 V)

## 觸發

觸發輸出阻抗	50 Ω
觸發輸出位準	TTL
觸發輸入阻抗	10 kΩ
觸發輸入位準	TTL
觸發輸入過渡時序，最大	<100 ns
觸發輸入至脈衝輸出延遲	400 ns
觸發同步抖動 <sup>1</sup>	<2 ns

## 分段 ARB® 和時序

分段 ARB 功能可與 4225-PMU 和 4220-PGU 搭配使用，不一定要具備 4225-RPM 遠端前置放大器/切換模組。

最大分段數 <sup>2</sup>	2048
最大序列數 <sup>2</sup>	512
最大序列迴路數	10 <sup>12</sup>
每個分段的時間	20 ns to 40 s
分段時序解析度	10 ns
每個分段的控制參數	啟動 V 停止 V 持續時間 量測視窗 (僅 PMU 或 PMU+RPM) 量測類型 (僅 PMU 或 PMU+RPM)
RMS 抖動 (分段)	0.01% + 200 ps 典型

1. 單一 4200A-SCS 機架中多張 4225-PMU 或 4220-PGU 卡

2. 每通道



## 6. 脈衝產生器設備

如果不需要脈衝量測，則雙通道、僅電壓脈衝產生器是 4225-PMU 超快速脈衝量測設備的經濟替代品。

### 4220-PGU 一般資訊

輸出接頭	四個 SMA (f) 接頭
隨附電纜	SMA (m) 至 SMA (m)，2 m，每個 4 條(CA-404B) SMA (m) 至 SSMC 4 電纜，6 吋 (15 cm)，每個 2 條 (4200-PRB-C)

### 脈衝/位準 <sup>1,2</sup>

		10V 範圍	40V 範圍
V <sub>OUT</sub>	50 Ω 進入 1 MΩ	-10 V 至 +10 V	-40 V 至 +40 V
V <sub>OUT</sub>	50 Ω 進入 50 Ω	-5 V 至 +5 V	-20 V 至 +20 V
準確度	—	±(0.5% + 10 mV)	±(0.2% + 20 mV)
解析度	50 Ω 進入 50 Ω	<250 μV	<750 μV
	50 Ω 進入 1 MΩ	<0.5 mV	<1.5 mV
過衝/前衝/振鈴 <sup>3</sup>	50 Ω 進入 50 Ω	±(3% + 20 mV)	±(3% + 80 mV)
	50 Ω 進入 50 Ω，典型最佳案例	±(2% + 20 mV)	±(0.8% + 40 mV)
基準雜訊	—	±(0.3% + 1 mV) RMS 典型	±(0.1% + 5 mV) RMS 典型
輸出阻抗	—	50 Ω 標稱	50 Ω 標稱
電流進入 50Ω 負載 (在全刻度)	—	±100 mA 典型	±400 mA 典型
短路電流	—	±200 mA	±800 mA
輸出限制	—	可程式限制以保護待測裝置	

#### 附註

- 除非另有說明，所有規格均假設使用 50Ω 終端。
- 位準規格針對 10 V 輸出範圍在 50 ns 典型穩定時間後 (在旋轉後) 有效；針對 40 V 輸出範圍在 500 ns 典型穩定時間後 (在旋轉後) 為 50Ω 負載。
- 轉換時間在 10 V 輸出範圍為 20 ns (0%-100%)，在 40 V 輸出範圍為 100 ns (0%-100%)。

### 脈衝時序

	10 V 範圍 僅輸出	40 V 範圍 僅輸出
頻率範圍	1 Hz 至 50 MHz	1 Hz 至 10 MHz
時序解析度	10 ns	10 ns
RMS 抖動 (週期、寬度)，典型	0.01% + 200 ps	0.01% + 200 ps
週期範圍	20 ns 至 1 s	100 ns 至 1 s
準確度	±1%	±1%
脈衝寬度範圍	10 ns 至 (週期-10 ns)	50 ns 至 (週期-10 ns)
準確度	±(1% + 200 ps)	±(1% + 5 ns)
可程式過渡期時間 (0%-100%)	10 ns 至 33 ms	30 ns 至 33 ms <sup>1</sup>
過渡旋轉率準確度	±1% (過渡期 > 100 ns)	±1% (過渡期 > 1 μs)
固態繼電器開啓/關閉時間	25 μs	25 μs

#### 附註

- 若電壓 <10 V，40V 範圍最小可程式轉換時間 (僅輸出) 為 30ns，若電壓 >10 V，則為 100 ns。

## 電壓輸出，最佳效能

當 4225-PMU 用於僅電壓輸出 (無電壓或電流量測)，則時序效能會提高。下列資訊僅為清楚說明作為電壓輸出時在最佳條件下可達到的最佳效能，不應被解讀為保證資訊。

	10 V 範圍	40 V 範圍
上升時間	<10 ns	10 V 為 50 ns，40 V 為 100 ns
脈衝寬度	10 ns (FWHM)	50 ns (FWHM)
週期	20 ns	100 ns
過衝/前衝/振鈴	±(2% + 20 mV)	±(0.5% + 40 mV)

## 觸發

觸發輸出阻抗	50 Ω
觸發輸出位準	TTL
觸發輸入阻抗	10 kΩ
觸發輸入位準	TTL
觸發輸入過渡時序，最大	<100 ns
觸發輸入至脈衝輸出延遲	400 ns
觸發同步/抖動 <sup>1</sup>	<2 ns

## 分段 ARB®和時序

分段 ARB 功能可與 4225-PMU 和 4220-PGU 搭配使用，不一定要具備 4225-RPM 遠端前置放大器/切換模組。

最大分段數	2048 (每個 PMU 通道)
最大序列數	512 (每個 PMU 通道)
最大序列迴路數	10 <sup>12</sup>
每個分段的時間	20 ns 至 40 s
分段時序解析度	10 ns
每個分段的控制參數	啟動 V 停止 V 持續時間 量測視窗 (僅 PMU 或 PMU+RPM) 量測類型 (僅 PMU 或 PMU+RPM)
RMS 抖動 (分段)	0.01% + 200 ps 典型

1. 單一 4200A-SCS 機架中的多張 4225-PMU 或 4220-PGU 卡

## 7. 遠端前置放大器/切換模組

4225-RPM 能在 I-V、C-V 和脈衝 I-V 量測之間自動切換，讓您選擇合適的量測而不需重新佈線您的測試設定。此外，RPM 也擴展了 4225-PMU 脈衝量測模組的範圍。



### 4225-RPM 一般資訊

輸入	三個輸入通道。SMU Force、SMU Sense、CVU Pot、CVU Cur、RPM Control
輸出	一個通道
輸入接頭	三軸 (f)，兩個接頭 SMA (f)，兩個接頭 HDMI
輸出接頭	三軸 (f)，兩個接頭
尺寸	1.34 in. 寬 x 4.9 in. 深 x 3.0 in. 高 (3.4 cm 寬 x 12.5 cm 深 x 7.6 cm 高)
尺寸 (含基座)	.34 in. 寬 x 4.9 in. 深 x 3.8 in. 高 (3.4 cm 寬 x 12.5 cm 深 x 9.6 cm 高)
重量	8.6 oz. (245 g) (含基座：13.4 oz. (381 g))
選配配件	磁性基座 真空基座

### RPM 電流量測

時序參數，典型<sup>1</sup>，具 4225-PMU 和 4225-RPM 遠端前置放大器/切換模組

	10V 範圍					
	100 nA	1 μA	10 μA	100 μA	1 mA	10 mA
電流量測範圍	100 nA	1 μA	10 μA	100 μA	1 mA	10 mA
建議的最小脈衝寬度 <sup>2</sup>	134 μs	20.4 μs	8.36 μs	1.04 μs	370 ns	160 ns
建議的最小量測視窗 <sup>2</sup>	10 μs	1.64 μs	1 μs	130 ns	40 ns	20 ns
建議的最小轉換時間 <sup>3</sup>	1 μs	360 ns	360 ns	40 ns	30 ns	20 ns
雜訊 <sup>4</sup>	200 pA	2 nA	5 nA	50 nA	300 nA	1.5 μA
穩定時間 <sup>5</sup>	100 μs	15 μs	6 μs	750 ns	250 ns	100 ns

#### 附註

- 以開路量測的所有典型值。
- 使用脈衝頂部 75% 至 90% 的預設量測視窗。建議的最小脈衝寬度 = (穩定時間) / 75%。
- 建議的上升/下降時間，以減少過衝。
- 在建議的最小量測視窗上，針對指定電壓或電流範圍的 RMS 雜訊量測，典型。
- 訊號穩定至直流準確度位準所需的時間。(範例：10 mA 在 PMU 10 V 範圍上的穩定時間是定義為訊號何時會落在最終值的 1.25% 範圍內。此計算：準確度 = 0.25% + 100 μA = 0.25% + (100 μA/10 mA) = 0.25% + 1% = 1.25%。)

### 電流量測準確度

4225-PMU 和 RPM 結合

	10 V 範圍					
	100 nA	1 μA	10 μA	100 μA	1 mA	10 mA
電流量測範圍	100 nA	1 μA	10 μA	100 μA	1 mA	10 mA
準確度 (直流)	±(0.5% + 1 nA)	±(0.5% + 1 nA)	±(0.5% + 30 nA)	±(0.5% + 100 nA)	±(0.5% + 1 μA)	±(0.5% + 10 μA)

脈衝/位準 <sup>1</sup>

脈衝/位準 <sup>1</sup>	4225-PMU 與 4225-RPM
V <sub>OUT</sub>	-10 V to + 10 V
開路負載中的準確度 <sup>2</sup>	±(0.5% ± 10 mV)
解析度	< .05mV
基準雜訊	±(0.39% ± 1 mV) RMS 典型
過衝/前衝/振鈴 <sup>3</sup>	± 2% 的振幅 ± 20 mV

附註

1. 在 4225-PMU 和 4225-RPM 遠端前置放大器/切換模組之間採用 2m RPM 互連電纜時，4225-RPM 的三軸輸出連接效能。
2. 100mV 至 10V。
3. 典型，具有 100ns 的過渡時間 (0% - 100%)。

RPM 電壓量測與 4225-PMU

時序參數，典型 <sup>1</sup>

	4225-RPM
電壓量測範圍	10 V
建議的最小脈衝寬度 <sup>2</sup>	160 ns
建議的最小量測視窗 <sup>2</sup>	20 ns
建議的最小轉換時間 <sup>3</sup>	20 ns
雜訊 <sup>4</sup>	1 mV
穩定時間 <sup>5</sup>	100 ns

附註

1. 以開路量測的所有典型值。
2. 使用脈衝頂部 75% 至 90% 的預設量測視窗。建議的最小脈衝寬度= (穩定時間) / 75%。
3. 建議的上升/下降時間，以減少過衝。
4. 在建議的最小量測視窗上，針對指定電壓或電流範圍的 RMS 雜訊量測，典型。
5. 訊號穩定至直流準確度位準所需的時間。(範例：10 mA 在 PMU 10 V 範圍上的穩定時間是定義為訊號何時會落在最終值的 1.25% 範圍內。  
此計算：準確度= 0.25% + 100 μA = 0.25% + (100 μA/10 mA) = 0.25% + 1% = 1.25%)。

## 8. 切換矩陣組態

### 一般資訊

接頭類型	3 接線柱三軸
最大訊號位準	200 V, 1 A
偏移電流	<1 pA (列 A–B)
最大洩漏	0.1 pA/V
3 dB 頻寬	5MHz 典型 (列 G–H)

### 4200-LC-LS-12/B 或 -12/707B

(1) 708B (或 707B) 切換主機
(1) 7072 矩陣切換卡
(12) 4200-TRX-3 電纜
(1) 7007-1 IEEE-488 電纜
(2) 7078-TRX-BNC 轉接器

### 4200-LC-LS-24/B 或 -36B、-48B、-60B、-72B

(1) 707B 切換主機
(1) 7072 矩陣切換卡 (每 12 針腳)
(12) 4200-TRX-3 電纜 (每 12 針腳)
(1) 7007-1 IEEE-488 電纜
(2) 7078-TRX-BNC 轉接器

### 4200-UL-LS-12/B 或 -12/707B

(1) 708B (或 707B) 切換主機
(1) 7174A 切換卡
(12) 4200-TRX-3 電纜 (每 12 針腳)
(1) 7007-1 IEEE-488 電纜
(2) 7078-TRX-BNC 轉接器



## 9. NBTI/PBTI 套件

4200-BTI-A 將 Keithley 的進階直流 I-V 和超快速 I-V 量測功能與自動測試執行軟體結合，提供了半導體測試行業中最先進的 NBTI/PBTI 測試平台。

### 4200-BTI-A 超快速 NBTI/PBTI

4200-BTI-A 套件包括在尖端晶片 CMOS 技術上執行最完善的 NBTI 和 PBTI 量測所需的所有儀器、互連裝置和軟體

#### 機型 4200-BTI-A

在單機整合解決方案中提供了最佳高速、低電流量測靈敏度。

確保輸出/量測儀器在進行低位準量測時不會成為限制因素。

套件中提供的 ACS 軟體支援構建複雜的測試序列，包括最多 20 個量測序列及完整的探測器整合，同時：

將直流 I-V 和超快速 I-V 簡易整合為加壓測試前和加壓測試後量測序列中。

使用交流或直流加壓測試分析劣化和恢復行為的特性。

在更長的加壓測試量測序列中納入單脈衝電荷陷阱 (SPCT) 量測。

4200-BTI-A 超快速 NBTI/PBTI 包括：

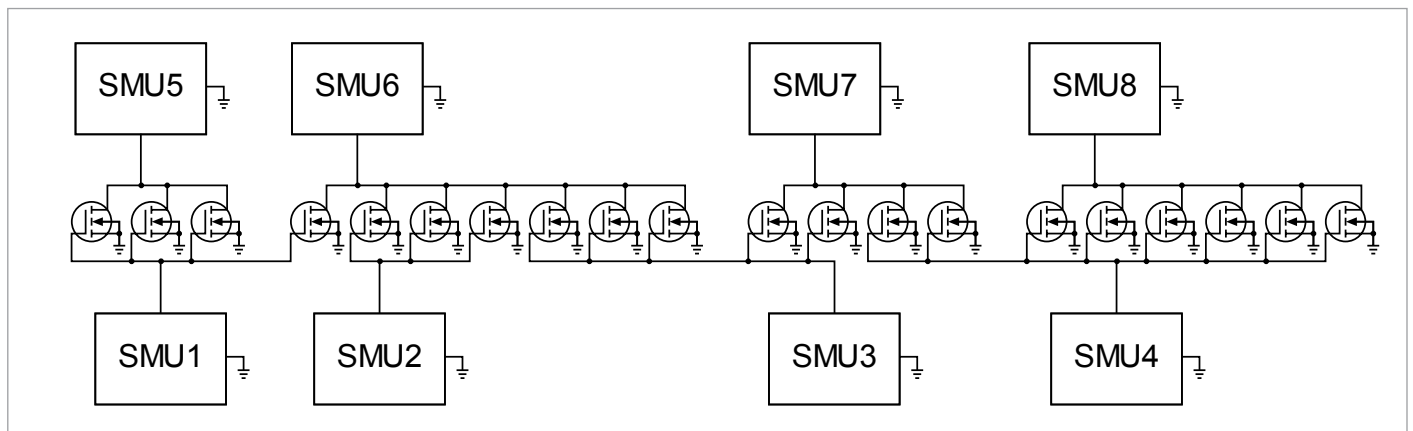
(1) 4225-PMU 超快速 I-V 模組

(2) 4225-RPM 遠端前置放大器/切換模組

自動化特性分析套件 (ACS) 軟體

超快速 BTI 測試專案模組

佈線



使用 8 個 SMU 對 20 個並列裝置加壓以進行 HCI 和 NBTI 測試的範例。使用單獨的接地設備 (GNDU) 作為共用終端。

## 10. Clarius+ 軟體

Clarius+ 軟體提供各種可操作和維護 4200A-SCS 參數分析儀的工具。

### 隨附的軟體模組

Clarius	圖形使用者介面可測試和分析您的裝置、材料和製程的分析。Clarius 軟體提供了一個統一的量測介面，可指導您完成複雜的特性分析測試，使您能夠專注於自己的研究或開發專案。
Keithley 使用者資料庫工具 (KULT)	協助測試工程師使用現存的 Keithley 或協力廠商 C 語言子程序庫。使用者可編輯和編譯子程序，再整合子程序庫與套件，讓 4200A-SCS 從單一使用者介面控制整個測試機架。要求選配 4200-Compiler。
Keithley 外部控制介面 (KXCI)	經由 GPIB 匯流排從外接電腦控制 4200A-SCS。
Keithley 組態公用程式 (KCon)	允許測試工程師定義連接到 4200-SCS 的 GPIB 儀器、交換矩陣和分析探測器的組態，亦提供了系統診斷功能。
KPulse	一種圖形化使用者介面 (GUI)，這是一種非程式設計方案，用來配置和控制安裝的 4225-PMU 或 4220-PGU 型脈衝產生器卡。用於快速測試，要求與其他 4200-SCS 型測試資源的互動減至最少。

### Clarius 使用者介面軟體

Clarius 是在 4200A-SCS 上執行的常駐使用者介面軟體，並在內嵌的 Windows 7 作業系統上執行，可提供測試計劃選擇和開發、先進的測試組態、參數分析和圖形，以及自動化功能，符合現代半導體裝置、材料和製程特性分析的要求。

#### 資料分析

提供了兩種參數提取方法。Formulator 提供資料轉換功能以執行自動線性擬合和參數提取功能。試算表則提供了標準試算表分析工具。許多樣本庫都包括參數提取實例。

### Formulator

Formulator 支援數學功能、轉換功能、搜尋功能、通用的行業常數和線性擬合/參數提取功能。Formulator 支援下列功能：

#### 數學功能

加法 (+)、減法 (-)、除法 (/)、乘法 (\*)、指數 (^)、絕對值 (ABS)、索引位置值 (AT)、平均值 (AVG)、移動平均值 (MAVG)、條件計算 (COND)、導數 (DELTA)、差分係數 (DIFF)、指數 (EXP)、平方根 (SQRT)、自然對數 (LN)、對數 (LOG)、積分 (INTEG)、標準差 (STDEV)、移動加總 (SUMMV)、反餘弦 (ACOS)、反正弦 (ASIN)、反正切 (ATAN)、餘弦 (COS)、正弦 (SIN)、正切 (TAN)

#### 轉換功能

從弧度轉換成度 (DEG)、從度轉換成弧度 (RAD)

#### 線擬合和參數提取功能

指數線擬合 (EXPFIT)、係數 a (EXPFITA)、係數 b (EXPFITB)  
 線性擬合 (LINFIT)、線性斜率 (LINFITSLP)、x 偵聽 (LINFITXINT)、y 偵聽 (LINFITYINT)  
 對數線擬合 (LOGFIT)、係數 a (LOGFITA)、係數 b (LOGFITB)  
 線性回歸線擬合 (REGFIT)、斜率 (REGFITSLP)、x 偵聽 (REGFITXINT)、y 偵聽 (REGFITYINT)  
 正切線擬合 (TANFIT)、斜率 (TANFITSLP)、x 偵聽 (TANFITXINT)、y 偵聽 (TANFITYINT)  
 多項式線擬合，包括 POLYFIT2、POLY2COEFF 和 POLYNFIT

#### 搜尋功能

最大值 (MAX)、最小值 (MIN)、中點 (MEDIAN)  
 向下尋找 (FINDD)、向上尋找 (FINDU)、使用線性內插尋找 (FINDLIN)、最大位置 (MAXPOS)、最小位置 (MINPOS)、第一個位置 (FIRSTPOS)、最後位置 (LASTPOS)、子陣列 (SUBARRAY)、返回指定數量的點 (INDEX)

#### Formulator 常數

Formulator 支援在參數提取中使用由使用者提供的常數。這些常數為原廠安裝：

$\pi = 3.14159 \text{ rad (}\pi\text{)}$   
 $K = 1.38065 \times 10^{-23} \text{ J/K (波茲曼常數)}$   
 $Q = 1.60218 \times 10^{-19} \text{ C (電子電荷)}$   
 $M_0 = 9.10938 \times 10^{-31} \text{ kg (電子質量)}$   
 $E_v = 1.60218 \times 10^{-19} \text{ J (電子電壓)}$   
 $U_0 = 1.25664 \times 10^{-6} \text{ N/A}^2 \text{ (滲透率)}$   
 $E_0 = 8.85419 \times 10^{-12} \text{ F/m (真空介電常數)}$   
 $H = 6.62607 \times 10^{-34} \text{ J-s (普朗克常數)}$   
 $C = 2.99792 \times 10^8 \text{ m/s (光速)}$   
 $KT/Q = 0.02568 \text{ V (熱電壓)}$

## 自動化

測試排序	Clarius 在一個裝置、一組裝置 (子站、模組或測試單元組) 或晶圓中使用者可程式設計數量的探棒台上提供了「指向和點擊」順序測試功能。
探測器控制	在晶圓中使用者可程式設計數量的探棒台上執行順序測試時，Keithley 為支援的分析探測器提供了整合探針控制功能。如需支援的分析探測器清單，請與原廠聯繫。「手動」探測器模式會提示操作人員在測試序列期間執行探測器操作。
支援的探測器	<p><b>手動探測器</b> 使用手動探測器驅動器，在不使用自動探測器功能的情況下執行測試。手動探測器用該操作代替對探測器的所有電腦控制。在每條探測器命令上，會出現一個對話方塊，提示操作人員要求哪些操作。</p> <p><b>假探測器</b> 在不希望探測器操作時，適合使用假探測器，如在除錯時，從而不需從序列中移除探測器命令。</p> <p><b>支援的半自動 (分析) 探測器</b> Cascade Microtech Summit™ 12K 系列、使用 Nucleus UI Karl Suss Model PA-200 驗證；使用 Wafermap for Prober Bench NT、NIGPIB Driver for ProberBench NT、PBRS232 Interface for ProberBench NT、Navigator for ProberBench NT、Remote Communicator for ProberBench NT、MicroManipulator 8860 探測器驗證；使用 pcBridge、pcLaunch、pclndie、pcWfr、pcNav、pcRouter 驗證；Signatone CM500 驅動器亦可與其他具有互鎖控制器 (如 WL250 和 S460SE) 的 Signatone 探測器搭配使用</p>

## Keithley 使用者資料庫工具(KULT)

(需要選配 4200-COMPILER 編譯器)

Keithley 使用者資料庫工具支援建立及將 C 語言子常式庫與測試環境整合起來。使用者資料庫模組在 KITE 中透過使用者測試模組存取。原廠隨附的資料庫為支援的儀器提供了啟動和執行功能。使用者可以編輯和彙編子常式，然後將子常式庫與 KITE 整合，允許 4200-SCS 從使用者介面中控制整個測試系統。

## 系統組態和診斷 (KCON)

Keithley 配置工具 (KCON) 簡化了完全整合測試系統的程式設計和維護。KCON 為配置外部儀器、切換矩陣和分析探測器及執行系統診斷提供了唯一介面。

外部儀器組態	KCON 允許實驗室管理員將外部儀器與 4200-SCS 和支援的切換矩陣整合起來。在使用者為支援的儀器配置 GPIB 位址後，Keithley 隨附的測試庫將會執行，可以在 4200-SCS 系統之間轉移測試模組，而不需任何用戶修改。除支援的標準儀器外，通用儀器允許使用者為通用兩終端或四終端儀器開發子常式和切換系統。為實現最寬的系統擴展能力，使用者可以為通用儀器開發自己的測試庫。
切換矩陣組態	使用者透過支援的切換矩陣配置定義 4200-SCS 儀器和外部儀器與待測裝置 (DUT) 引腳的連接 (請參閱支援的切換矩陣和配置)。一旦定義了連接，使用者只需輸入儀器終端名稱和引腳編號，就可以建立連接。4200-SCS 應用程式和標準使用者庫管理著儀器終端與 DUT 針腳之間的測試訊號傳送。使用者不需要記住和程式設計行和列閉合。測試模組可以在 4200-SCS 系統之間轉移，而不需重新輸入連接資訊。
4200A-SCS 儀器診斷	透過執行系統自我測試，使用者可以確認 SMU、C-V 量測設備、脈衝產生器、示波器和遠端前置放大器的系統完整性。針對較為複雜的問題，系統的組態分析工具可以產生報告，協助 Keithley 技術支援人員診斷問題。

## Keithley 外部控制介面 (KXCI)

利用 KXCI，您可以使用外部電腦直接控制 4200-SCS 中的 SMU 和 CVU 模組。KXCI 還允許您使用 UTM 透過內建的 GPIB 或乙太網路介面間接控制超快速 I-V 和示波器模組。針對 SMU，KXCI 命令集包括 HP 4145 相容模式，允許為 HP4145 開發的多個程式使用 4200-SCS。

## 11. 隨附配件

4200-SMU	中功率輸出-量測設備，適用於 4200A-SCS，100 mA 至 100 fA，200 V 至 0.2 $\mu$ V，2 W
若配置前置放大器：	(4) 4200-TRX-2 超低雜訊三軸電纜，2m (6.6 ft) (1) 236-ILC-3 互鎖電纜，3m (10 ft)
若配置不含前置放大器：	(2) 4200-TRX-2 超低雜訊三軸電纜，2m (6.6 ft) (2) 4200-MTRX-2 Mini 超低雜訊三軸電纜，2m (6.6 ft) (1) 236-ILC-3 互鎖電纜，3m (10 ft)
4210-SMU	高功率輸出量測設備，適用於 4200A-SCS，1 A 至 100 fA，200 V 至 0.2 $\mu$ V，20 W
若配置前置放大器：	(4) 4200-TRX-2 超低雜訊三軸電纜，2m (6.6 ft) (1) 236-ILC-3 互鎖電纜，3m (10 ft)
若配置不含前置放大器：	(2) 4200-TRX-2 超低雜訊三軸電纜，2m (6.6 ft) (2) 4200-MTRX-2 Mini 超低雜訊三軸電纜，2m (6.6 ft) (1) 236-ILC-3 互鎖電纜，3m (10 ft)
4200-PA	遠端前置放大器選配，適用於 4200-SMU 和 4210-SMU，可將 SMU 擴展至 0.1 fA 解析度 (1) 4200-RPC 遠端前置放大器電纜，2m (6.6 ft)
4210-CVU	電容-電壓 (C-V) 模組 (4) CA-447A SMA 電纜，公頭至公頭，100 $\Omega$ ，1.5m (5 ft) • (4) CS-1247 母頭 SMA 至公頭 BNC 轉接器 (2) CS-701 BNC T 形轉接器 • (1) TL-24 SMA 扭矩扳手
4225-PMU	超快速脈衝量測設備 (4) SMA 至 SMA 50 $\Omega$ 電纜，2m (6.6 ft) (2) SMA 至 SSMC Y 型電纜組件，6 in

## 產品規格表

4225-RPM	遠端前置放大器/切換模組 (1) SMA 至 SMA 50 $\Omega$ 電纜，20cm (7.9 in)，(1) Triax 至 BNC 轉接器，(1) BNC 至 SMA 轉接器， (1) RPM 電纜，2.1m (6.9 ft)
4220-PGU	高電壓脈衝產生器 (4) SMA-to-SMA 50
4200A-CVIV	I-V，C-V 多重切換模組 不需要。4200A-SPT 或 4200-XXX，適用於作用中的通道
<b>切換系統和卡</b>	
707B	6 插槽切換矩陣主機 CA-180-4A CAT 5 以太網路交叉電纜，1m (3.3 ft) CA-179-2A CAT 5 以太網路電纜，3m (10 ft) CO-7 電源線 後固定機架安裝硬體
708B	單一插槽切換矩陣主機 CA-180-4A CAT 5 以太網路交叉電纜，1m (3.3 ft) CA-179-2A CAT 5 以太網路電纜，3m (10 ft) CO-7 電源線
7072	8×12，半導體矩陣卡
7072-HV	8×12，高電壓，半導體矩陣卡
7173-50	4×12，雙極，高頻率，矩陣卡
7174A	8×12，高速、低洩漏電流，矩陣卡



## 12. 選配配件

### 接頭和轉接器

CS-565	母頭 BNC 至母頭 BNC 轉接器
CS-701	BNC T 形轉接器 (母頭、公頭、母頭)
CS-719	3 接線柱三軸插孔插座
CS-1247	SMA 母頭至 BNC 公頭轉接器
CS-1249	SMA 母頭至 SMB 插頭轉接器
CS-1251	BNC 母頭至 SMB 插頭轉接器
CS-1252	SMA 公頭至 BNC 母頭轉接器
CS-1281	SMA 母頭至 SMA 母頭轉接器
CS-1382	母頭 MMBX 插孔至公頭 SMA 插頭轉接器
CS-1390	公頭 LEMO 三軸至母頭 SMA 轉接器
CS-1391	SMA T 形轉接器 (母頭、公頭、母頭)
CS-1479	SMA 公頭至 BNC 公頭轉接器
237-BAN-3A	三軸電纜中心導體，以安全香蕉插頭終端
237-BNC-TRX	公頭 BNC 至 3 接線柱母頭三軸轉接器
237-TRX-BAR	3 接線柱三軸筒體轉接器 (母頭至母頭)
237-TRX-T	3 插槽公頭至雙重 3 接線柱母頭三軸 T 形轉接器
7078-TRX-BNC	3 插槽公頭三軸至 BNC 轉接器
7078-TRX-GND	3 插槽公頭三軸至母頭 BNC 接頭 (移除防護)

### 測試固定裝置

8101-4TRX	4 針腳晶體管固定裝置
8101-PIV	脈衝 I-V 展示固定裝置
LR8028	組件測試固定裝置

### 機櫃安裝配件

4200-RM	固定機櫃安裝套件
---------	----------

### 電纜和電纜集

附註：所有 4200A-SCS 系統和儀器選項均隨附所需的電纜長度，2m (6.5 ft.)。

CA-19-2	BNC 至 BNC 電纜，1.5m
CA-404B	SMA 至 SMA 同軸電纜，2m
CA-405B	SMA 至 SMA 同軸電纜，15cm
CA-406B	SMA 至 SMA 同軸電纜，33cm
CA-446A	SMA 至 SMA 同軸電纜，3m

## 產品規格表

CA-447A	SMA 至 SMA 同軸電纜，1.5m
CA-451A	SMA 至 SMA 同軸電纜，10.8cm
CA-452A	SMA 至 SMA 同軸電纜，20.4cm
236-ILC-3	安全互鎖電纜，3m
237-ALG-2	低雜訊三軸輸入電纜，以 3 個鱷魚夾終端，2m
4210-MMPC-C	多重量測 (I-V、C-V、脈衝) 探測器電纜套件，適用於 Cascade Microtech 12000 探測器系列
4210-MMPC-S	多重量測 (I-V、C-V、脈衝) 探測器電纜套件，適用於 SUSS MicroTec PA200/300 探測器系列
4200-MTRX-*	超低雜訊 SMU 三軸電纜：1m、2m 和 3m 選項
4200-PRB-C	SMA 至 SSMC Y 型電纜，使用本機接地
4200-RPC-*	遠端前置放大器電纜：0.3m、2m、3m、6m 選項
4200-TRX-*	超低雜訊前置放大器三軸電纜：0.3m、0.7m、2m、3m 選項
7007-1	雙遮蔽優質 GPIB 電纜，1m
7007-2	雙遮蔽優質 GPIB 電纜，2m

### 轉接器、電纜和穩定器套件

4200-CVU-PWR	CVU 電源套件，±200V C-V
4200-CVU-PROBER-KIT	配件套件，可連接至常見的分析探測器
4200-PMU-PROBER-KIT	通用電纜/接頭套件。可將 4225-PMU 連接至大多數三軸和同軸探棒台。每個 4225-PMU 模組需要一個套件。
4200-Q-STBL-KIT	可處理在射頻晶體管上執行脈衝 I-V 測試時發生的振盪

### 遠端前置放大器安裝配件

4200-MAG-BASE	磁性基座，可將 4200-PA 安裝在探棒板上
4200-TMB	三軸安裝支架，可將 4200-PA 安裝在三軸安裝面板上
4200-VAC-BASE	真空基座，可將 4200-PA 安裝在探測器板上

### 軟體

ACS-BASIC	組件特性分析軟體
-----------	----------

### 驅動程式

4200ICCAP-6.0	適用於 4200A-SCS 的 IC-CAP 驅動程式和來源程式碼：UNIX/Windows (僅共享軟體)
---------------	--

### 其他配件

EM-50A	修改的功率分配器
TL-24	SMA 扭力扳手
4200-CART	滾動搬運車，適用於 4200A-SCS
4200-CASE	適用於 4200A-SCS 的運輸箱
4200-MAN	印刷手冊集

## 13. 一般規格

主機顯示器	15.6 吋 LCD，電容觸控式螢幕 1920 × 1080 全 HD 10 點觸控
溫度範圍	操作中： +10° 至 +40°C 儲存： -15° 至 +60°C
濕度範圍	操作中： 5% 至 80%RH (無冷凝) 儲存： 5% 至 90%RH (無冷凝)
高度	操作中： 0 至 2000 m 儲存： 0 至 4600 m
電源要求	100 V 至 240 V，50 至 60 Hz
最大 VA	1000 VA
法規遵從性	安全性：European Low Voltage Directive EMC：European EMC Directive
尺寸	43.6 cm 寬 × 22.3 cm 高 × 56.5 cm 深 (17¼ in × 8¾ in × 22¼ in)
重量 (大約)	29.7 kg (65.5 lbs)，四個 SMU 的典型組態
I/O 連接埠	USB、SVGA、印表機、RS-232、GPIB、乙太網路、滑鼠、鍵盤
接地設備	當使用 4200-SMU、4210-SMU 和 4200-PA 規格內含的接地設備時的電壓誤差。 使用接地設備時不會引入額外的誤差。
輸出終端連接	雙重三軸，5 向接線柱
最大電流	2.6A，使用雙重三軸連接；9.5A，使用 5 向接線柱
負載電容	無限制
電纜電阻	FORCE ≤ 1 Ω，SENSE ≤ 10 Ω

## 14. 訂購資訊

### 主機

4200A-SCS	參數分析儀，含 15.6 吋 LCD 顯示器
4200A-SCS/NFP	參數分析儀，不含 LCD 顯示器

### 儀器/模組

4200-SMU	中功率電源量測設備
4210-SMU	高功率電源量測設備
4200-PA	遠端 SMU 前置放大器模組
4210-CVU	多重頻率 C-V 設備
4225-PMU	超快速脈衝 I-V 設備
4220-PGU	脈衝產生器設備
4225-RPM	遠端前置放大器/切換模組
4200A-CVIV	CVIV 多重切換模組
4200-CVU-PWR	C-V 功率套件

## 15. 配置的套件

### 4200A-SCS-PK1 高解析度 I-V

4200A-SCS	參數分析儀主機
4200-SMU	兩個中功率 SMU
4200-PA	一個前置放大器
8101-PIV	一個測試固定裝置，含取樣裝置

### 4200A-SCS-PK2 高解析度 I-V 和 C-V

4200A-SCS	參數分析儀主機
4200-SMU	兩個中功率 SMU
4200-PA	一個前置放大器
4210-CVU	一個多重頻率 C-V
8101-PIV	一個測試固定裝置，含取樣裝置

### 4200A-SCS-PK3 高功率 I-V 和 C-V

4200A-SCS	參數分析儀主機
4200-SMU	兩個中功率 SMU
4210-SMU	兩個高功率 SMU
4200-PA	一個前置放大器
4210-CVU	一個多重頻率 C-V
8101-PIV	一個測試固定裝置，含取樣裝置

## 16. 升級 4200A-SCS 參數分析儀

除了在您的參數分析儀中增加儀器模組，還有其他可用的升級選項可讓您的參數分析儀擁有最新的技術和應用測試，保持在最新的狀態。

4200A-MF-UP	此升級服務會將任何 4200A-SCS 主機轉換為 4200A-SCS 寬螢幕主機 (含 Clarius+ 軟體)。4200A-SCS 中的任何儀器模組均將移至 4200A-SCS 主機，且系統將會收到原廠校驗和一年的主機保固。
-------------	--

4200-IFC	在 4200A-SCS 主機中添加任何儀器模組時所需的安裝和原廠校驗服務。每個儀器模組升級訂單僅需一個 4200-IFC。訂購 4200A-MF-UP 時則非必需。
----------	--

## 17. 保固資訊

### 保固摘要

本節總結了 4200A-SCS 的保固內容。如需完整的保固資訊，請參閱 4200A-SCS 參考手冊。產品中任何不是由 Keithley 生產的部分並不在本保固的涵蓋範圍內，且 Keithley 將沒有義務執行任何其他製造商的保固。

### 硬體保固

Keithley Instruments, Inc. 保證 Keithley 製造的硬體部分在材料或製程上在一年內沒有缺陷，但前提是此類缺陷不是由於未根據硬體指示使用 Keithley 硬體而引起。本保固不適用於客戶對 Keithley 硬體進行的任何修改或在環境規範之外操作硬體的狀況。

### 軟體保固

Keithley 保證 Keithley 生產的軟體或硬體部分將在 90 天內在材料上滿足公布的技術資料，但前提是軟體要用於根據軟體指示預計用於的產品。Keithley 不保證軟體運行不會中斷或沒有差錯，也不保證軟體足以滿足客戶的預計應用。本保證不適用於客戶進行的任何軟體修改。

## 18. 嵌入式 PC 政策

**注意：** Keithley 儀器只有在採用出廠時核准的 Windows 作業系統及 Keithley Instruments 在 4200-SCS 上預裝的應用軟件時才保證機型 4200-SCS 的效能。增加未經核准的協力廠商應用軟體 (Keithley Instruments 未明確核准及支援的軟體) 而改動系統，將無法享受產品保固。若 4200-SCS 型系統裝有未經核准的軟體，可能需要恢復到原廠核准的狀態，然後才能履行任何保固服務 (如校準、升級、技術支援)。Keithley Instruments 將系統恢復到工廠核准狀態提供的服務將作為保固外服務處理，會有相關的工時費和材料費。請參閱手冊及本文第 41 頁「核准的協力廠商軟體」上列明瞭核准的軟體。

**注意：** 不得在 4200-SCS 型上重裝或升級 Windows 作業系統。此操作只應在 Keithley 授權服務機構進行。違反本警示將使機型 4200-SCS 保固失效，可能會使得機型 4200-SCS 無法使用。如果想重裝或升級 Windows 作業系統，均需返回原廠維修，並視為保固外服務，會產生工時費和材料費。

## Tektronix 聯絡方式：

東南亞國協/大洋洲 (65) 6356 3900  
奧地利\* 00800 2255 4835  
巴爾幹半島、以色列、南非及其他 ISE 國家 +41 52 675 3777  
比利時\* 00800 2255 4835  
巴西 +55 (11) 3759 7627  
加拿大 1 (800) 833 9200  
中東歐、烏克蘭及波羅的海諸國 +41 52 675 3777  
中歐與希臘 +41 52 675 3777  
丹麥 +45 80 88 1401  
芬蘭 +41 52 675 3777  
法國\* 00800 2255 4835  
德國\* 00800 2255 4835  
香港 400 820 5835  
印度 000 800 650 1835  
義大利\* 00800 2255 4835  
日本 81 (3) 67143010  
盧森堡 +41 52 675 3777  
墨西哥、中/南美洲與加樂比海諸國 52 (55) 56 04 50 90  
中東、亞洲及北非 + 41 52 675 3777  
荷蘭\* 00800 2255 4835  
挪威 800 16098  
中國 400 820 5835  
波蘭 +41 52 675 3777  
葡萄牙 80 08 12370  
南韓 001 800 8255 2835  
俄羅斯及獨立國協 +7 (495) 7484900  
南非 +27 11 206 8360  
西班牙\* 00800 2255 4835  
瑞典\* 00800 2255 4835  
瑞士\* 00800 2255 4835  
台灣 886 (2) 2656-6688  
英國與愛爾蘭\*00800 2255 4835  
美國 1 800 833 9200

\* 歐洲免付費電話，若沒接通，請撥：+41 52 675 3777

最後更新日 2013 年 6 月

若需進一步資訊，Tektronix 維護完善的一套應用指南、技術簡介和其他資源，  
並不斷擴大，幫助工程師處理尖端技術。請造訪 [www.tektronix.com.tw](http://www.tektronix.com.tw)



Copyright © Tektronix, Inc. 版權所有。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。

Tektronix 台灣分公司

**太克科技股份有限公司**

114 台北市內湖堤頂大道二段 89 號 3 樓

電話：(02) 2656-6688 傳真：(02) 2799-8558

太克網站：[www.tektronix.com.tw](http://www.tektronix.com.tw)

**KEITHLEY**  
A Tektronix Company

062416va.ah 1KT-60780-0

**Tektronix**<sup>®</sup>