

Tektronix®

4200A-SCS型 パラメータ・アナライザ

電気特性評価をシンプルに



KEITHLEY
A Tektronix Company



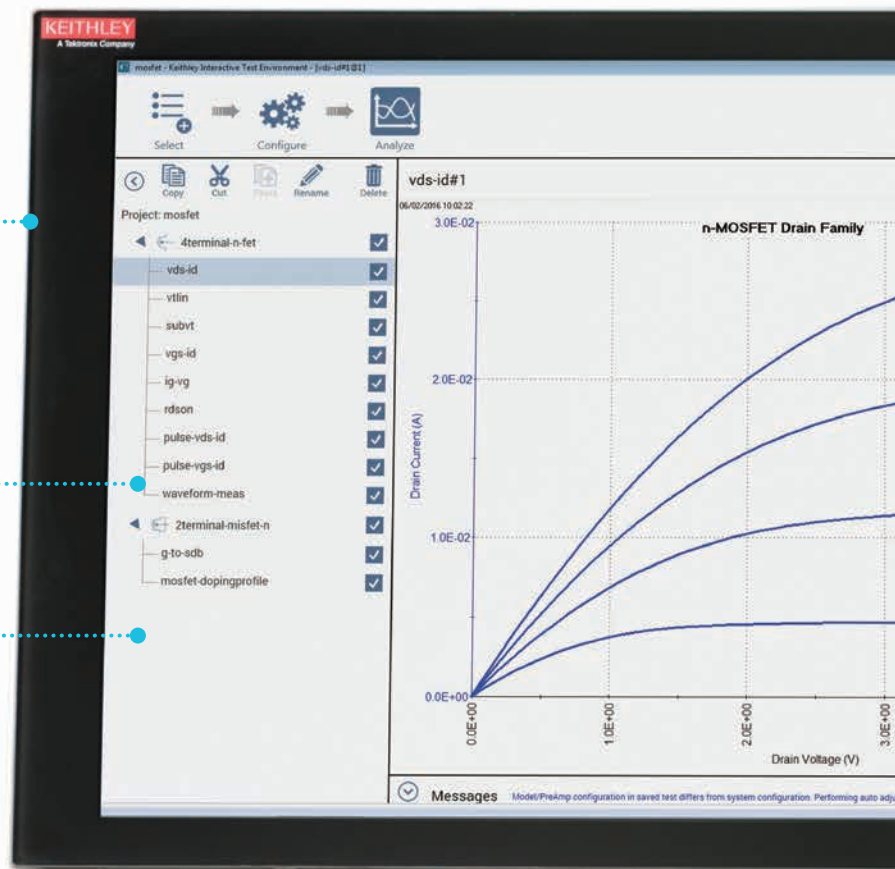
材料、半導体デバイス評価に最適

DC/パルスI-V、C-Vそしてトランジ

プロジェクト・ツリーにより
テストの管理と
テスト・シーケンス制御
を簡単実施

450以上のアプリケーション・テスト
から選べ、テスト・プランを
簡単構築

15.6型静電容量式タッチスクリーンにより、
簡単にインタラクティブなテストが可能



USB、LAN、VGA、シリアル、
ディスプレイ・ポート、HDMI、
オーディオ・ジャック

グラウンド・ユニットを内蔵



最大9台の
ミディアム/ハイ・パワーSMUや
リモート・プリアンプを搭載可能

最大6台の
2ch超速IV測定モジュールを
搭載可能

CV測定モジュール

な究極のパラメータ・アナライザ

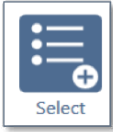
メント評価を簡単そして確実に実行



Clarius (ユーザ・インタフェース)

- 450以上のアプリケーション・ベースのテスト・ライブラリから選択
- 複数項目のフィルタで、類似したテストを抽出
- デバイス端子ごとの主要設定パラメータまたは全設定パラメータを一覧表示
- 数値、グラフデータを同時表示
- 全ての測定データを自動保存し、履歴表示可能
- 測定データのレーティングにより、測定データを用意に抽出
- 関連する測定ガイダンスやトラブルシューティングの動画や技術資料に簡単アクセス

新たに搭載されたClarius 1, 2, 3 – 3つのステップ



ステップ1 – テスト・プランを構築

450以上のアプリケーション・テストから
条件に合うものを検索して選択

条件に合うものにチェックをつければ、
簡単にテストなどを抽出

The screenshot shows the 'Project Library (52)' interface. The main area lists several test projects, each with a thumbnail and a brief description. The filter sidebar on the right allows users to narrow down results based on Technology, Device, Measurements, and Author. The 'Materials' checkbox is checked, and the 'Transistor' checkbox under 'Device' is also checked. A red arrow points from the text above to the filter sidebar.

代表的なアプリケーション

- MOSFET、BJTなどのトランジスタ
- 材料特性評価
- 不揮発性メモリ・デバイス
- 抵抗率、ホール効果測定
- NBTI/PBTI
- 化合物半導体デバイス
- 故障解析
- ナノスケール・デバイス
- ダイオード
- 太陽電池
- センサ
- MEMSデバイス
- 電気化学
- LED、OLED

ハイライトしたテスト の詳細情報を確認可能

- 測定の概要
- 測定内容の図示
- 必要な機器
- 関連する動画と
アプリケーション・
ノート

The screenshot shows the detailed view of a specific test. It includes a schematic diagram of a MOSFET with measurement points. Below the diagram, there is a description of the test, a list of required equipment (Two PMUs with RPMs), and links to application notes and videos in multiple languages (English, Korean, Japanese, Chinese).

ユーザ・インタフェース で設定～解析を簡単実行



ステップ2 – テストの設定パラメータを変更

選んだテストの設定パラメータを主要パラメータ・ビューまたは
オール・パラメータ・ビュー上で変更

Terminal	Date	Start	Stop	Source
Instrument	SMU3	SMU3	SMU3	SMU1
Place				
Operation Mode	Voltage Step	Voltage Linear Sweep	Ground Unit	Voltage Step
Bits				
Start	2 V	0 V		6 V
Stop	5 V	17 V		
Step	1 V	0.1 V		
Points	4	575		
Start Event				
Range	Best Fixed	Best Fixed		Best Fixed
Compliance	0.1 A	0.1 A		0.1 A
Fluor On Delay	0 s	0 s		0 s
Over Voltage Protection	OFF	OFF		OFF
Measure				
Current	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Current Name		Drain		
Range		Best Fixed		
Voltage	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

主要パラメータ・ビュー

デバイスの端子毎に
主要な設定パラメータを表示

オール・パラメータ・ビュー

表形式で
全ての設定パラメータを表示

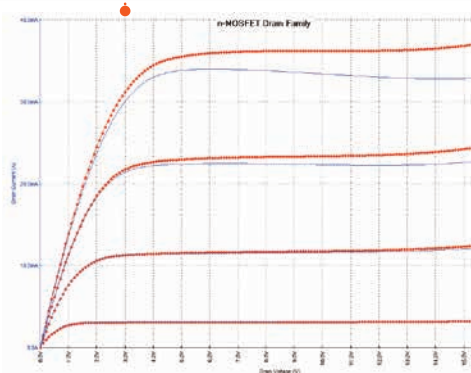
実行する内容が
一目で確認可能



ステップ3 – 測定結果の解析

測定結果を数値またはグラフ表示で確認し、
測定結果を評価付け

測定データを基に計算された
パラメータも自動的に表示

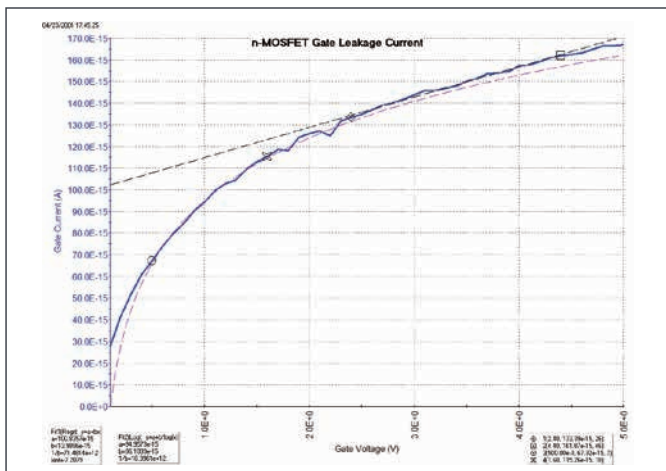


SMU (ソース・メジャー・ユニット) — I-V、超低周波C-V測定

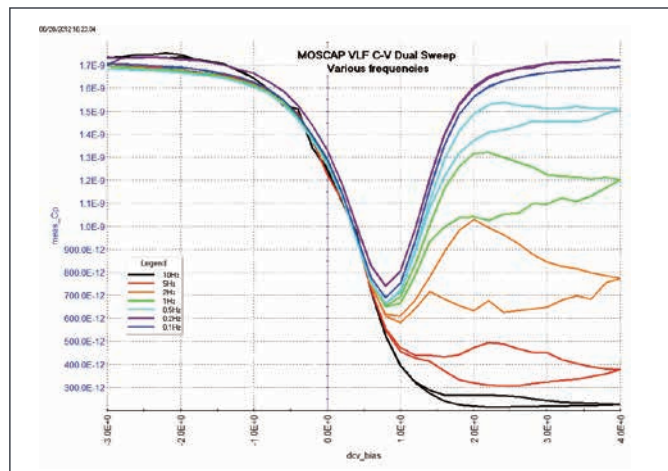
SMUとリモート・プリアンプは最大9chを搭載でき、ケースレーならではの高精度な微小電流測定を体験できます。リモート・プリアンプはプローブ・ステーションの近傍でも設置できるため、ケーブルの寄生容量やリーク電流の影響を最小限にすることが可能です。また、2chのSMUとプリアンプを使用することにより、超低周波C-V測定も可能です。

主な仕様、特長

- 4200-SMU ミディアム・パワー-SMU：210V、100mA、2.1W
- 4210-SMU ハイ・パワー-SMU：210V、1A、21W
- 4200-PA リモート・プリアンプ：SMUの電流レンジを拡張 (最小0.1fA分解能)
- 超低周波C-V測定：10mHzから10Hz (SMUとプリアンプがそれぞれ2台必要)



プリアンプを使用したサブ・フェムト・アンペア測定例



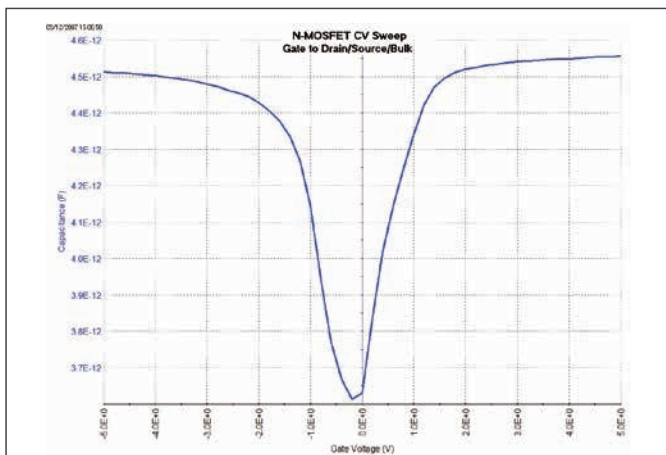
2台のSMUとプリアンプを使用した超低周波C-V測定例

CVU (マルチ周波数C-V測定ユニット) — 高周波C-V測定

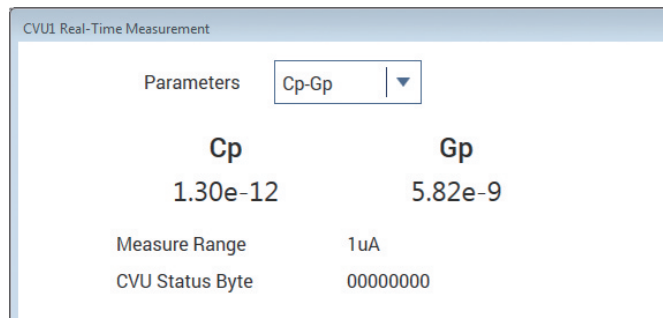
1kHzから10MHzに対応するマルチ周波数CV測定ユニット。最大印加電圧は400V (差動、オプション) で、CV/IVマルチスイッチを使用すれば、最大4端子のデバイスの各端子間容量を自動測定することも可能です。

主な仕様、特長

- 4210-CVU マルチ周波数C-Vユニット：
 - テスト信号周波数レンジ：1kHz~10MHz
 - テスト信号AC電圧レンジ：10mV_{rms}~100mV_{rms}
 - 測定パラメータ：CP-G, CP-D, CS-RS, CS-D, R-jX, Z-theta
 - 測定レンジ：100fA~100μF
- DCバイアス：±30V
- スweep・パラメータ：DCバイアス、周波数、AC電圧
- DCバイアス拡張：最大±200V (4200-CVU-PWR オプション)



高周波C-V測定例



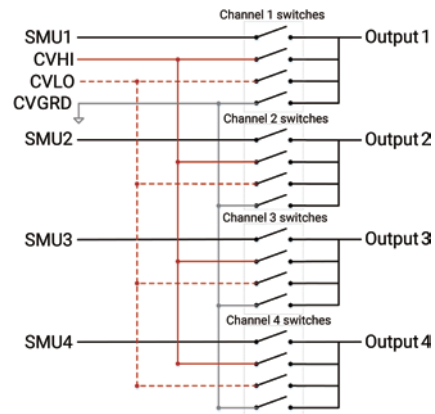
トラブルシューティングに便利なリアルタイム容量測定画面

C-V/I-Vマルチスイッチ・モジュール — I-V測定/C-V測定を4ch間自動切換

4200A-CVIV型マルチスイッチは、最大4ch間でI-V/C-V測定を自動的に切替え、手動による配線作業は不要になります。
ユーザによるリモート・プリアンプの脱着が可能です。

主な仕様、特長

- 4200A-CVIV C-V/I-Vマルチスイッチ：
 - 入力：SMU (Force、Sense) ×4、CVU (Pot、Curr) ×1
 - 出力：4ch (トライアキシャル×8)
 - 電源供給：メインフレームからUSBケーブル経由
 - 最大電圧：210V
 - 最大電流：1A
 - SMUパス・オフセット電流：<100fA (プリアンプ使用時)
 - SMUパス・オフセット電圧：<100μV



側面のディスプレイに接続情報などを表示



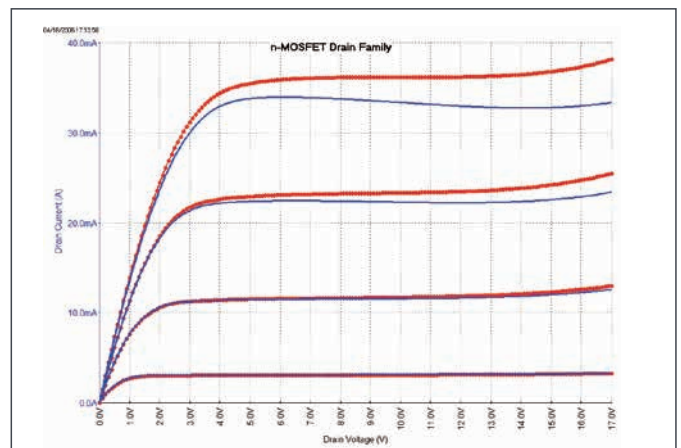
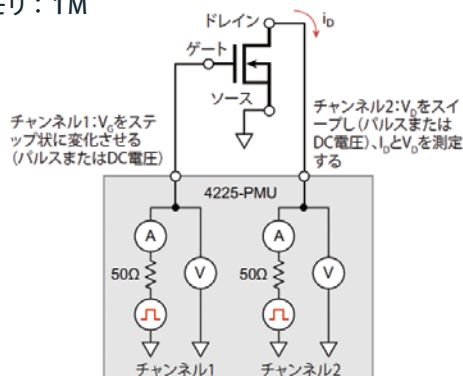
プリアンプの脱着が可能/ケルビン接続に対応

PMU (超速I-Vモジュール) パルスI-V/トランジェント特性測定

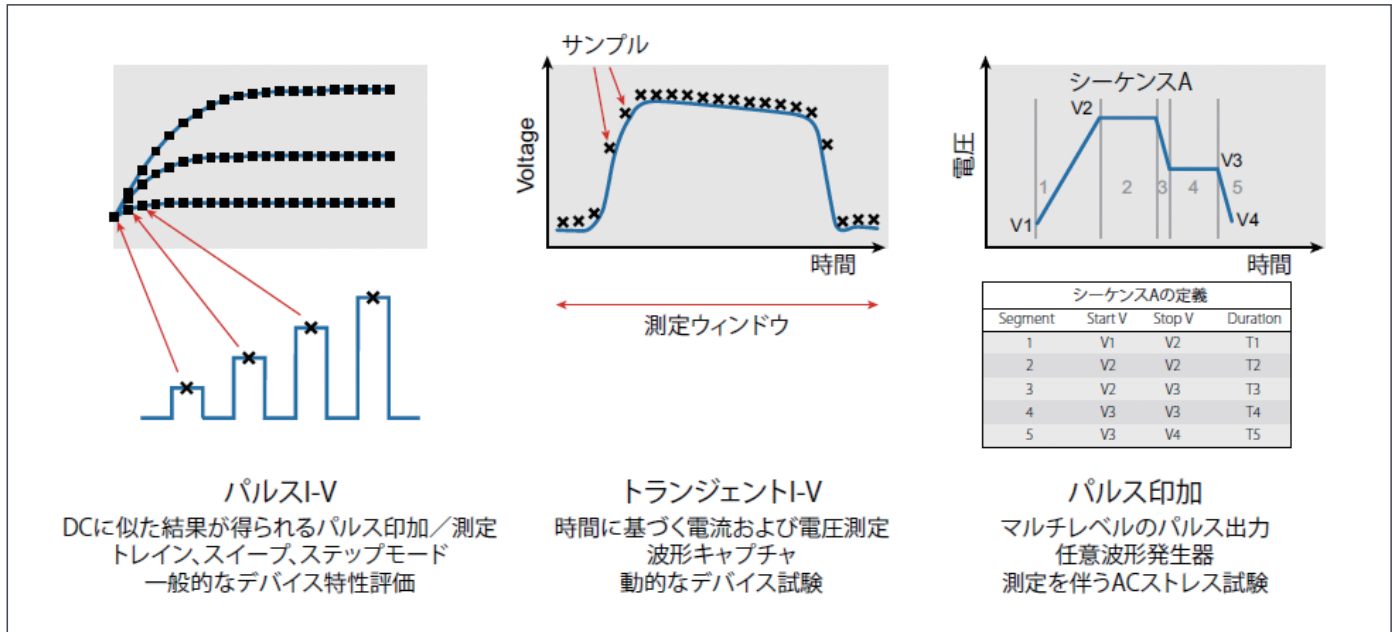
4225-PMU型超速I-Vモジュールには、50MHz、40Vのパルス・ジェネレータと電圧と電流を同時に測定することができる200MS/s、14ビットのA/Dコンバータを統合したものが2ch搭載され、最大6台をメインフレームに搭載することが可能です。オプションのリモート・プリアンプ/スイッチを使用すれば、DC I-V、C-V、パルスI-V、トランジェント測定の配線を自動的に切替可能です。

主な仕様、特長

- 4225-PMU 超速I-Vモジュール：
 - チャンネル数：2ch/モジュール
 - 最大電圧：±40V (ハイ・インピーダンス)
 - 電流レンジ：100μA~800mA (4225-RPMにより微小レンジの拡張可能)
 - パルス幅：60ns~999ms
 - A/Dコンバータ：200MS/s、14ビット、電圧、電流同時測定可能
 - メモリ：1M



パルスI-Vにより、自己発熱の影響を最小限に



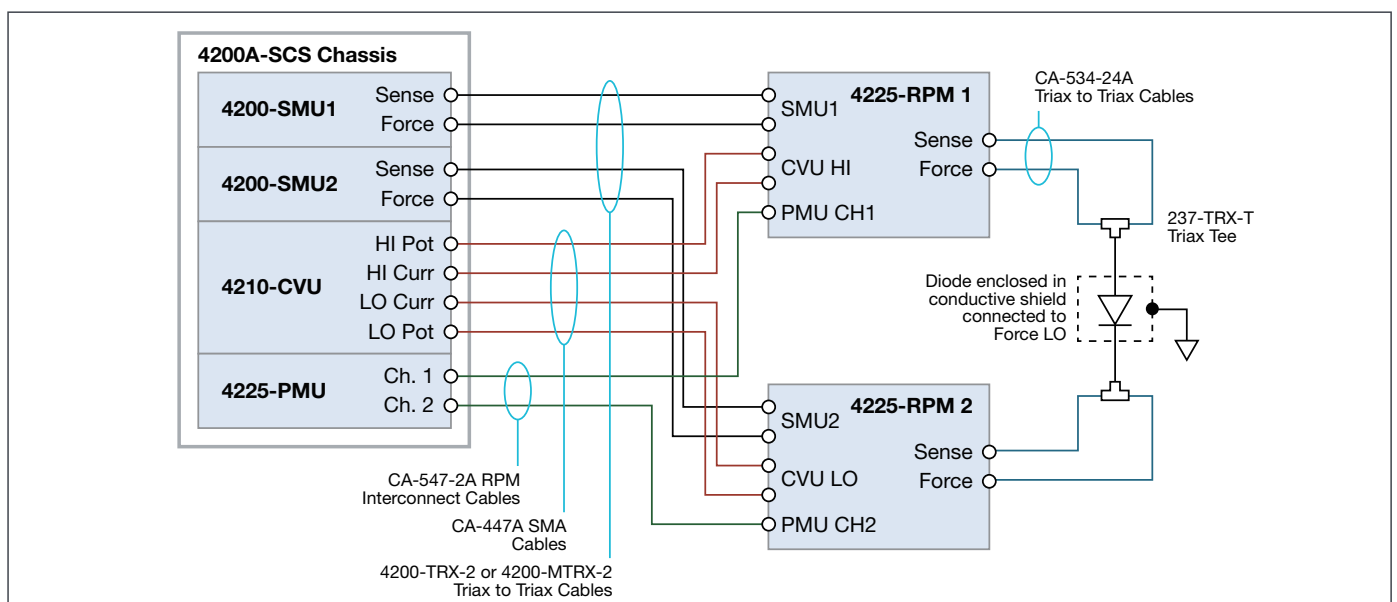
リモート・プリアンプ/スイッチ・モジュール

I-V/C-V/パルスI-V測定の自動切換、測定レンジ拡張

4225-RPM型リモート・プリアンプ/スイッチ・モジュールは、SMU/ CVU/ PMUモジュールを自動的に切替え、手動による配線変更が不要になります。またプリアンプの機能により、4225-PMUの測定レンジも拡張します。

主な仕様、特長

- 4225-RPM リモート・プリアンプ/スイッチ・モジュール：
 - 入力：SMU (Force、Sense)、CVU (Pot、Curr)、RPM制御
 - 出力：1ch (トライアキシャル×2)



SMU (ソース・メジャー・ユニット)

SMU電流測定⁴

	電流レンジ ¹	最大電圧	測定		印加	
			分解能 ³	精度 ± (% 読み値 + アンペア)	分解能 ³	精度 ± (% 読み値 + アンペア)
4210-SMU ハイ・パワー SMU ²	1A	21V	1μA	0.100% + 200μA	50μA	0.100% + 350μA
	100mA	210V	50nA	0.045% + 3μA	5μA	0.050% + 15μA
	100mA	21V	50nA	0.045% + 3μA	5μA	0.050% + 15μA
	10mA	210V	5nA	0.037% + 300nA	500nA	0.042% + 1.5μA
	1mA	210V	500pA	0.035% + 30nA	50nA	0.040% + 150nA
	100μA	210V	50pA	0.033% + 3nA	5nA	0.038% + 15nA
	10μA	210V	5pA	0.050% + 600pA	500pA	0.060% + 1.5nA
	1μA	210V	500fA	0.050% + 100pA	50pA	0.060% + 200pA
4200-SMUまたは4210-SMUと 4200-PAプリアンプ	100nA	210V	50fA	0.050% + 30pA	5pA	0.060% + 30pA
	10nA	210V	5fA	0.050% + 1pA	500fA	0.060% + 3pA
	1nA	210V	1fA	0.050% + 100fA	50fA	0.060% + 300fA
	100pA	210V	300aA	0.100% + 30fA	15fA	0.100% + 80fA
	10pA	210V	100aA	0.500% + 15fA	5fA	0.500% + 50fA
	1pA	210V	10aA	1.000% + 10fA	1.5fA	1.000% + 40fA

Notes

- 全てのレンジはフル・スケールの105%まで出力可能
- 4200-PAプリアンプなしの仕様
- 表示分解能
- 測定、印加精度は、付属ケーブルを使用した場合
 - 23°C ±5°C、校正後1年以内、相対湿度5%~60%、電源投入後30分以上経過
 - NORMALスピード
 - ガードを使用したケルビン接続

SMU 電圧測定³

電圧レンジ ¹	最大電流		測定		印加	
	4200-SMU	4210-SMU	分解能 ²	精度 ± (% 読み値 + ボルト)	分解能 ²	精度 ± (% 読み値 + ボルト)
200V	10.5mA	105mA	200μV	0.015% + 3mV	5mV	0.02% + 15mV
20V	105mA	1.05A	20μV	0.01% + 1mV	500μV	0.02% + 1.5mV
2V	105mA	1.05A	2μV	0.012% + 150μV	50μV	0.02% + 300μV
200mV	105mA	1.05A	0.2μV	0.012% + 100μV	5μV	0.02% + 150μV

Notes

- 全てのレンジはフル・スケールの105%まで出力可能
- 4200-PAプリアンプなしの仕様
- 測定、印加精度は、付属ケーブルを使用した場合
 - 23°C ±5°C、校正後1年以内、相対湿度5%~60%、電源投入後30分以上経過
 - NORMALスピード
 - ガードを使用したケルビン接続

CVU (マルチ周波数C-V測定ユニット)

測定精度⁴

周波数	測定する容量値	C精度 ¹	G精度 ^{1,2}
10MHz ³	1pF	± 0.92%	±590ns
	10pF	± 0.32%	±1.8μs
	100pF	± 0.29%	±17μs
	1nF	± 0.35%	±99μs
1MHz	1pF	± 1.17%	±64ns
	10pF	± 0.19%	±65ns
	100pF	± 0.10%	±610ns
	1nF	± 0.09%	±4μs
100kHz	10pF	± 0.31%	±28ns
	100pF	± 0.18%	±59ns
	1nF	± 0.10%	±450ns
	10nF	± 0.10%	±3μs
10kHz	100pF	± 0.31%	±15ns
	1nF	± 0.15%	±66ns
	10nF	± 0.08%	±450ns
	100nF	± 0.10%	±3μs
1kHz	1nF	± 0.82%	±40ns
	10nF	± 0.40%	±120ns
	100nF	± 0.10%	±500ns
	1μF	± 0.15%	±10μs

Notes

- 次の条件下での測定精度DX < 0.1
- リファレンスのキャパシタの最大コンダクタンス
- 23°Cにおける代表値
- 積分時間：1秒または10秒、周波数：10kHz以下、AC電圧：30mVrms、4210-CVUの端子上。
23°C ±5°C、校正後1年以内、相対湿度5%~60%、電源投入後30分以上経過

PMU (超速I-Vモジュール)

PMU電流測定タイミング・パラメータ

PMU 電流測定

タイミングのパラメータは代表値¹ 4225-RPMなし

電流測定レンジ	10Vレンジ		40Vレンジ		
	10mA	200mA	100μA	10mA	800mA
推奨最小パルス幅 ²	160ns	70ns	6.4μs	770ns	770ns
推奨最小測定ウィンドウ ²	20ns	20ns	1μs	100ns	100ns
推奨最小立上り/立下り時間 ³	20ns	20ns	1μs	100ns	100ns
ノイズ ⁴	15μA	50μA	75nA	5μA	200μA
セトリング時間 ⁵	100ns	30ns	4μs	500ns	500ns

Notes

1. オープン状態
2. パルス・トップの75%-90%のデフォルト測定ウィンドウ。推奨最小パルス幅 = (セトリング時間) / 75%
3. オーバーシュートを最小限にするための推奨立上り/立下り時間
4. 推奨の最小測定ウィンドウを使用した場合のRMSノイズ代表値
5. DC精度レベルに安定するまでに必要な時間。
(例：10Vレンジで10mAのセトリング時間は、最終値の1.25%以内。この場合の精度 = 0.25% + 100μA = 0.25% + (100μA/10mA) = 0.25% + 1% = 1.25%)

タイミングのパラメータは代表値¹ 4225-RPMあり

電流測定レンジ	10Vレンジ					
	100nA	1μA	10μA	100μA	1mA	10mA
推奨最小パルス幅 ²	134μs	20.4μs	8.36μs	1.04μs	370ns	160ns
推奨最小測定ウィンドウ ²	10μs	1.64μs	1μs	130ns	40ns	20ns
推奨最小立上り/立下り時間 ³	1μs	360ns	360ns	40ns	30ns	20ns
ノイズ ⁴	200pA	2nA	5nA	50nA	300nA	1.5μA
セトリング時間 ⁵	100μs	15μs	6μs	750ns	250ns	100ns

Notes

1. オープン状態
2. パルス・トップの75%-90%のデフォルト測定ウィンドウ。推奨最小パルス幅 = (セトリング時間) / 75%
3. オーバーシュートを最小限にするための推奨立上り/立下り時間
4. 推奨の最小測定ウィンドウを使用した場合のRMSノイズ代表値
5. DC精度レベルに安定するまでに必要な時間。
(例：10Vレンジで10mAのセトリング時間は、最終値の1.25%以内。この場合の精度 = 0.25% + 100μA = 0.25% + (100μA/10mA) = 0.25% + 1% = 1.25%)

PMU 電流測定精度

4225-PMUのみ

電流測定レンジ	10Vレンジ		40Vレンジ		
	10mA	200mA	100μA	10mA	800mA
精度 (DC)	±(0.25% + 100μA)	±(0.25% + 250μA)	±(0.25% + 1μA)	±(0.5% + 100μA)	±(0.25% + 3mA)

4225-PMUとRPM

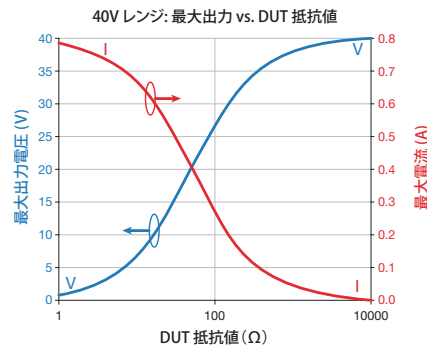
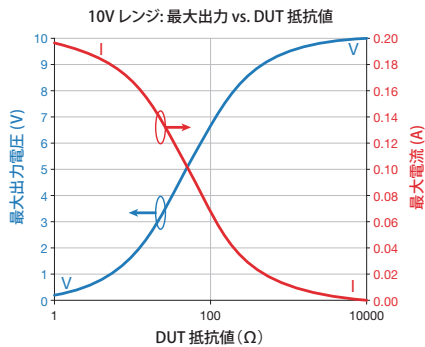
電流測定レンジ	10Vレンジ					
	100nA	1μA	10μA	100μA	1mA	10mA
精度 (DC)	±(0.5% + 1nA)	±(0.5% + 1nA)	±(0.5% + 30nA)	±(0.5% + 100nA)	±(0.5% + 1μA)	±(0.5% + 10μA)

PMU 電圧精度

精度 (DC)	±10V PMU	±40V PMU	±10V RPM
精度 (DC)	±(0.25% + 10 mV)	±(0.25% + 40 mV)	±(0.25% + 10 mV)

最大電圧、電流¹

抵抗値 ²	10V レンジ		40V レンジ	
	最大電圧 ²	最大電流 ²	最大電圧 ²	最大電流 ²
1Ω	0.196V	196mA	0.784V	784mA
5Ω	0.909V	182mA	3.64V	727mA
10Ω	1.67V	167mA	6.67V	667mA
25Ω	3.33V	133mA	13.3V	533mA
50Ω	5.00V	100mA	20.0V	400mA
100Ω	6.67V	66.7mA	26.7V	267mA
250Ω	8.33V	33.3mA	33.3V	133mA
1kΩ	9.52V	9.5mA	38.1V	38.1mA
10kΩ	9.95V	995μA	39.8V	3.98mA



Notes

- 最大電流/電圧の計算は以下の通り
 $I_{MAX} = V_{range} / (50\Omega + \text{抵抗値})$
 $V_{MAX} = I_{MAX} \cdot \text{抵抗値}$
「抵抗値」はPMUまたはPGUに接続されているトータル値
例: 10V レンジで $R = 10\Omega$ (DUT + その他配線抵抗)
 $V_{MAX} = I_{MAX} \cdot R = 0.167 \cdot 10 = 1.67V$
- パルス出力端子で最大代表値。
「抵抗値」はパルス出力コネクタに接続されたデバイス、配線抵抗を含む全ての抵抗値

PMU パルス/レベル^{1,2}

		10Vレンジ	40Vレンジ
V_{OUT}	50Ω から 1MΩ	-10V ~ +10V	-40V ~ +40V
V_{OUT}	50Ω から 50Ω	-5V ~ +5V	-20V ~ +20V
確度		±(0.5% + 10mV)	±(0.2% + 20mV)
分解能	50Ω から 50Ω	<250μV	<750μV
	50Ω から 1MΩ	<0.5mV	<1.5mV
オーバーシュート/ プリシュート/リングング ³	50Ω から 50Ω	±(3% + 20mV)	±(3% + 80mV)
	50Ω から 50Ω、 ベスト・ケース	±(2% + 20mV)	±(0.8% + 40mV)
ベースライン・ノイズ		±(0.3% + 1mV) RMS 代表値	±(0.1% + 5mV) RMS 代表値
ソース・インピーダンス		50Ω 公称値	50Ω 公称値
50Ω 負荷時の電流		±100mA 代表値	±400mA 代表値
短絡電流		±200mA	±800mA

Notes

- 記載がある場合を除き、全て50Ω終端時
- レベルの仕様は、50Ω負荷への印加で、10Vレンジの場合は50ns、40Vレンジは500nsのセトリング時間後のもの
- 10Vレンジは20ns (0%-100%)、40Vレンジは100ns (0%-100%) の立上り/立下り時間による

PMU パルス・タイミング

	10Vレンジ 印加のみ	10Vレンジ 印加測定時	40Vレンジ 印加のみ	40Vレンジ 印加測定時
周波数範囲	1Hz ~ 50MHz	1Hz ~ 8.3MHz	1Hz ~ 10MHz	1Hz ~ 3.5MHz
時間分解能	10ns	10ns	10ns	10ns
RMSジッタ (周期、幅)、代表値	0.01% + 200ps	0.01% + 200ps	0.01% + 200ps	0.01% + 200ps
周期範囲	20ns ~ 1s	120ns ~ 1s	100ns ~ 1s	280ns ~ 1s
周期確度	±1%	±1%	±1%	±1%
パルス幅範囲	10ns ~ (周期-10ns)	60ns ~ (周期-10ns)	50ns ~ (周期-10ns)	140ns ~ (周期-10ns)
パルス幅確度	±(1% + 200ps)	±(1% + 200ps)	±(1% + 5ns)	±(1% + 5ns)
設定可能な立上り/立下り時間 (0%-100%)	10ns ~ 33ms	20ns ~ 33ms	30ns ~ 33ms ¹	100ns ~ 33ms
立上り/立下りのスルー・レート確度	±1% (立上り/立下り時間 > 100ns)	±1% (立上り/立下り時間 > 100ns)	±1% (立上り/立下り時間 > 1μs)	±1% (立上り/立下り時間 > 100ns)
ソリッド・ステート・リレー開閉時間	25μs	25μs	25μs	25μs

Notes

- 40Vレンジの立上り/立下り時間の最小設定値は<10Vのときに30ns、>10Vのときに100ns

その他仕様

メイン・フレーム・ディスプレイ	15.6型 LCD、静電容量方式タッチスクリーン (10ポイント・タッチ)、1920×1080フルHD
電源	100V~240V、50~60Hz
最大消費電力	1000VA
寸法	幅436mm × 高さ223mm × 奥行き565mm
重量	29.7kg (メイン・フレーム + 4SMU)

オーダー情報

メインフレーム	
4200A-SCS	15.6型LCDディスプレイ付
4200A-SCS/NFP	15.6型LCDディスプレイなし

測定モジュール	
4200-SMU	ミディアム・パワーSMU
4210-SMU	ハイ・パワーSMU
4200-PA	リモート・プリアンプ
4210-CVU	マルチ周波数C-V測定ユニット
4200A-CVIV	C-V/I-Vマルチスイッチ
4210-CVU-PWR	C-Vパワー・パッケージ (200Vリモート・バイアスティ)
4225-PMU	2ch超高速I-Vモジュール
4225-RPM	リモート・プリアンプ/スイッチ・モジュール (4225-PMU用)
4220-PGU	パルス・ジェネレータ・ユニット

メイン・フレーム+測定モジュール・パッケージ	
4200A-SCS-PK1	高分解能I-V測定向けパッケージ (4200A-SCS、4200-SMUx2、4200-PA、8101-PIV テスト・フィクスチャ)
4200A-SCS-PK2	高分解能I-V、C-V測定向けパッケージ (4200A-SCS、4200-SMUx2、4200-PA、4210-CVU、8101-PIV テスト・フィクスチャ)
4200A-SCS-PK3	ハイ・パワーI-V、C-V測定向けパッケージ (4200A-SCS、4200-SMUx2、4210-SMU x2、4200-Pa x2、4210-CVU、8101-PIV テスト・フィクスチャ)

アプリケーション・パッケージ	
4200-BTI-A	超高速NBTI/PBTIパッケージ (4225-PMU、4225-RPM x 2、ACSソフトウェア、超高速BTI測定プロジェクト、ケーブル式)

メイン・フレーム・アップグレード	
4200A-MF-UP	4200-SCSから4200A-SCSのアップ・グレード。Clariusのインストール、測定モジュールの移設を含む。メイン・フレームは1年保証



jp.tek.com

テクトロニクス/ケースレイインストルメンツ
お客様コールセンター

TEL: 0120-441-046 ヨク良い オシロ 電話受付時間/9:00~12:00・13:00~18:00
(土・日・祝・弊社休業日を除く)

〒108-6106 東京都港区港南2-15-2 品川インターシティB棟6階

記載内容は予告なく変更することがありますので、あらかじめご了承ください。

Copyright © 2016, Tektronix. All rights reserved. TEKTRONIX およびTEKはTektronix, Inc. の登録商標です。記載された製品名はすべて各社の商標あるいは登録商標です。

2016年9月 1KZ-60869-0