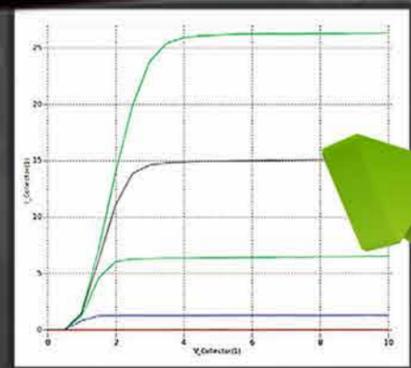
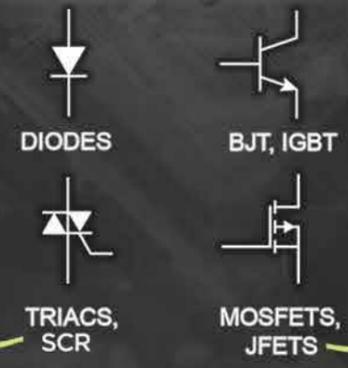


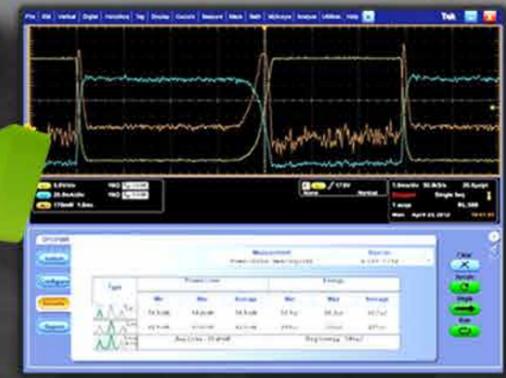
最新パワー半導体デバイス特性評価のための アプリケーション情報と製品セレクション



DC Testing



AC Testing



最新のパワー半導体デバイス特性評価に対応するには.....	2	大電力、大電流特性評価／試験でハイパフォーマンスを得るには.....	9
これからのパワー半導体デバイス試験.....	3	パワー・デバイス特性評価ソフトウェア.....	11
ケースレーの組合せ自由なDCハイパワー・ソリューション.....	4	MSO/DPO5000B ミックスド・シグナル・オシロスコープ.....	12
テクトロニクスのACハイパワー・ソリューション.....	5	パワー測定／解析ソフトウェア、パワー・プローブ.....	13
パラメトリック・カーブトレーサを使用したパワー・デバイス特性評価.....	6	AFG3000C 任意波形／ファンクション・ジェネレータ.....	14
高電圧回路およびパワー・デバイスの特性評価.....	7	パワー・デバイス特性評価用ソースメータ (SMU).....	15

最新のパワー半導体デバイス特性評価に対応するには

世界中で起こっているグリーン・イニシアチブとエネルギー効率基準は、技術者がより効率的な半導体デバイスや集積回路を設計する動機となりました。パワー半導体を使うアプリケーションの需要はさらに高まっており、テスト装置にもこれまでになく、より高電圧やハイパワー、より高速のスイッチング時間、より高いピーク電流、より低いリーク電流で特性評価が実施できる機能が要求されるようになりました。テクトロニクスとケースレーは、パワー・デバイス特性評価向けに、ハードウェアとソフトウェアの両方のツールを広く提供しています。

パワー半導体デバイスの高い性能がさらに要求されるにつれ、装置も新たな極限にチャレンジ

半導体を含め、エレクトロニクス業界の多くの分野で、エネルギーの生成と搬送、消費の効率を高めるなど、エネルギー効率の向上に焦点が当てられています。パワー半導体デバイスは、モータ制御や電圧調整、電力変換といった用途でスイッチや逆流防止デバイスに使用されています。新しい「よりグリーン」なデバイスでは、より高い破壊電圧、より低いリーク電流、より低いON抵抗値、より高い電力レベル、そしてさらに高速なスイッチング時間が可能になり、測定試験に対して新しい要件を出しています。

							
	UPS	ハイエンド電力供給、サーバなど	HEVEV	ソーラ・パネル・インバータ	工業用モータおよびドライブ	ウインド・タービン	送電、鉄道、造船
主なデバイス	FET、IGBT、ダイオード	FET、ダイオード	FET、IGBT、ダイオード	FET、IGBT、ダイオード	FET、IGBT、ダイオード	IGBT、ダイオード	IGBT、ダイオード
ピーク電流	2A~100A	0.5A~10A	50A~200A	75A	3A~100A	>150A	>200A
定格電圧	600V~1200V	600V	650V~2000V	600V~1200V	600V~1200V	現在：690V、 トレンド：3kV~4kV	>5kV

[オンラインお問い合わせ](#) / [見積り依頼](#)

これからのパワー半導体デバイス試験

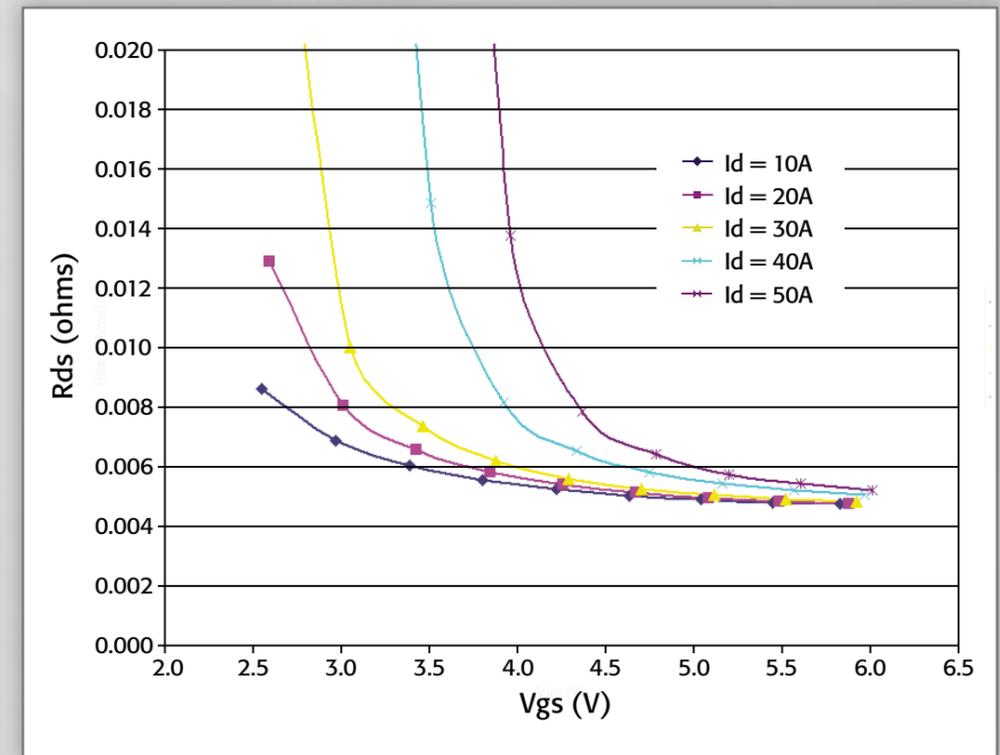
現在のパワー・デバイスのエンドアプリケーション、そしてシリコン・カーバイド (SiC) や窒化ガリウム (GaN) といった先端素材の使用のために、テスト装置にはスイッチング時間、高いピーク電流そして低いリーク電流がさらに要求されるようになりました。

さらに顕著なことに、破壊試験やリーク電流試験では典型的に、定格電圧や作動電圧の2~3倍のレベルで実施されます。デバイスがON状態のときは、損失を最小限に抑えながら数十から数百アンペアを通电しなければならず、またOFF状態のときは、リーク電流を最小限にしながら数千ボルトの電圧を絶縁する必要があります。

同時に、半導体技術は進歩しており、より高い周波で動作して駆動効率を一層向上させるようになってきています。



総合的なスイッチング時間解析と特性評価



次世代デバイスをサポートするため低い $R_{ds(on)}$ が測定可能

オンラインお問い合わせ / 見積り依頼

ケースレーの組合せ自由なDCハイパワー・ソリューション



2636B型 ソースメータ (SMU)

- 2つの独立したSMUチャンネル
- 最大200Vで10Aまでのパルス発生
- 測定精度 0.1fA

2657A型 ハイパワー・ソースメータ (SMU)

- 最大3000V、180Wまでのパワー
- 測定精度 1fA
- 積分型とデジタイザの2種ADC



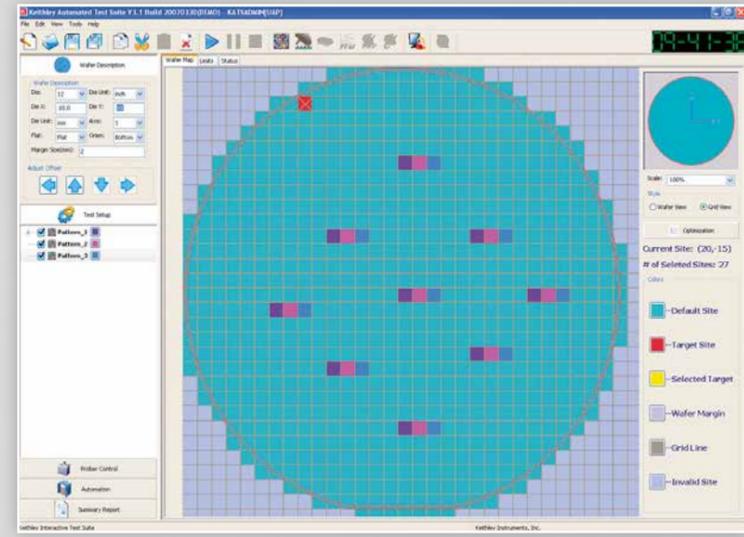
2651A型ハイパワー・システムソースメータ (SMU)

- 最大50Aのパルス発生 (装置2台で最大100A)
- 最大2000Wのパルス発生/200WのDCパワー
- パルス幅は100μsからDCまで
- 積分型とデジタイザの2種ADC

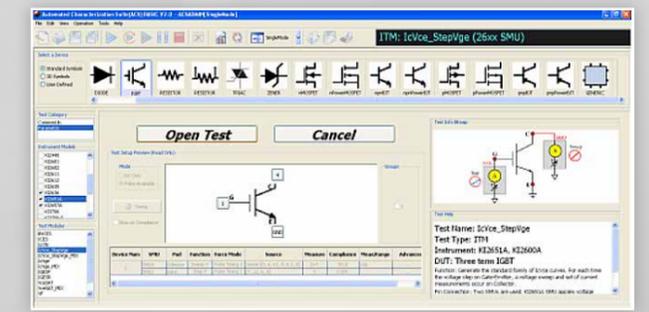
8010型テスト・フィクチャ: 3kV、100Aまでの試験に

TSP®エクスプレス ソフトウェア: ウェブ・ベースのプラグ&プレイ I-V 特性評価ソフトウェアで、スプレッド・シートとグラフを簡単作成

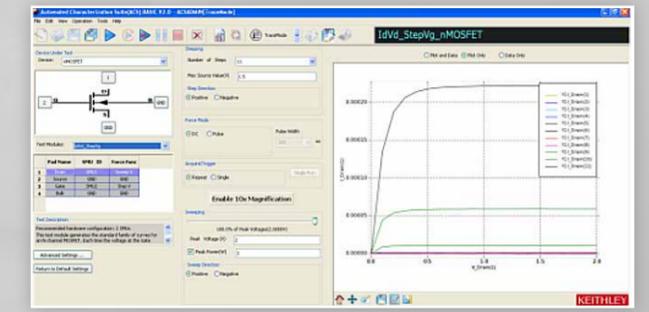
ウェハ・レベルのソフトウェア: ACS



パラメトリック・カーブトレーサのソフトウェア



パラメトリック・テスト・モード



トレース・モード
高速かつ簡潔な単一デバイス試験用

テクトロニクス ACハイパワー・ソリューション

ミックスド・シグナル・オシロスコープ

主な特長

- 過渡現象を観測するための高サンプル・レート
- 長時間のデータ取得が可能なメモリ長
- パワー解析アプリケーション・ソフトウェア
- 広範囲の高電圧、大電流そして差動プローブをサポート

典型的な試験例

- 総合的スイッチング損失解析
- ON/OFFタイミングおよび特性評価
- 回復時間
- オン動作抵抗値



プローブ

豊富な種類のプローブとアクセサリが用意されており、テクトロニクスのオシロスコープで使用できます。100種類以上のプローブから、テストするアプリケーションに最適なものを選択することができます。

- 最大40kVの高電圧プローブ
- 2000Aまでの電流プローブ
- 最大6kVまでの高電圧差動プローブ



AFG3000C 任意波形／ファンクション・ジェネレータ

主な特長

- ファンクション機能、任意波形出力そしてパルス発生機能により、完全なループ特性評価が可能
- 12通りの標準波形が最大出力20V_{p-p}で利用できるため、他社製品にはない性能と多様性が実現
- 可変デューティ・サイクル、スロープ時間、ノイズ追加、そしてパルス幅変調の機能を利用してパルスを発生
- 最大42Vの外部オフセットが可能なフローティング出力
- 複数台の装置を同期させてチャンネル数を拡張

典型的な試験例 スイッチング時間関連試験：

- スイッチング損失解析のための励振
- ON/OFFスイッチ・タイミングおよび特性評価
- 回復時間



オンラインお問い合わせ／見積り依頼

パラメトリック・カーブトレーサを使用した パワー・デバイス特性評価

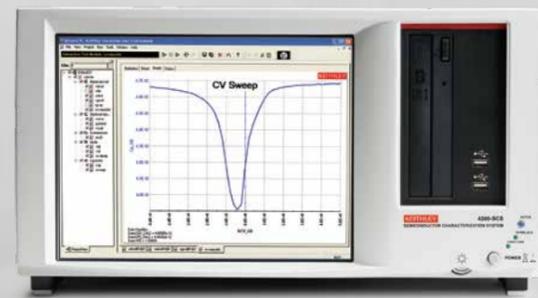
今日のパワー半導体デバイスとコンポーネントの特性評価には、高性能のテスト装置が必要です。デバイスの設計担当エンジニアには、パワー・デバイスをその耐用年数の全期間でサポートする装置が必要です。今日、ハイパワー特性評価システムには、完全なターンキ・システム方式およびユーザが設定し性能の優れたソフトウェアで完成させなければならないブロック構築方式という2つの主な形態があります。ターンキ・システムを利用すればはすぐに設定し試験を実施することができますが、高価であり実施可能なテスト範囲は限定されています。

ケースレーのパラメトリック・カーブトレーサは、高性能測定器、ケーブル、テスト・フィクスチャ、ソフトウェアで構成された完全なソリューションです。このブロック構築方式には、テストのニーズ変化に対応するためのアップグレードあるいは構成変更が容易であるという利点があります。また、これらの装置とアクセサリは、デバイスの信頼性検査や適性検査といった異なるテスト・システムのプラットフォームでも使用することができます。ケースレーのパラメトリック・カーブトレーサは、特性評価の担当エンジニアが完全なテスト・システムを短時間で開発するために必要な機能すべてを含んでいます。装置構成は、パラメトリックおよびトレース・テストの両モードをサポートしていますので、カーブトレーサとパラメータ・アナライザの特長を備えています。

[パラメトリック・カーブトレーサのコンフィギュレーション・データシートをダウンロード](#)



カーブトレーサ



パラメータ・アナライザ



パラメトリック・カーブトレーサ

主な仕様

- 設定可能な電力レベル
 - 200V~3kV
 - 1A~100A
- 広い動作範囲
 - $\mu\text{V} \sim 3\text{kV}$
 - $\text{fA} \sim 100\text{A}$
- C-V測定
- DCまたはパルス I-Vが最長50 μs
- 試験管理ソフトウェアには、リアルタイム制御用のトレース・モードおよびパラメータ抽出用のパラメトリック・モードが含まれます。

応用例

- パワー半導体デバイス特性評価
- GaN および SiC、LDMOSなどのデバイスの特性評価
- パワー・デバイスの信頼性試験
- 受け入れ検査およびデバイス良否判定



トレースモードを使用すれば、IGBTデバイスに出力特性を短時間で取得することができます。

K420カートに搭載された
モデル4200-PCT-4

[オンラインお問い合わせ](#) / [見積り依頼](#)

高電圧回路およびパワー・デバイスの特性評価

2657A型高電圧ハイパワー・システム・ソースメータを使用すれば、ケースレーの精密ソース・メジャー・ユニットであるソースメータ (SMU) に高電圧機能を追加することができます。R&D、生産そしてQA/FAに適している製品仕様です：

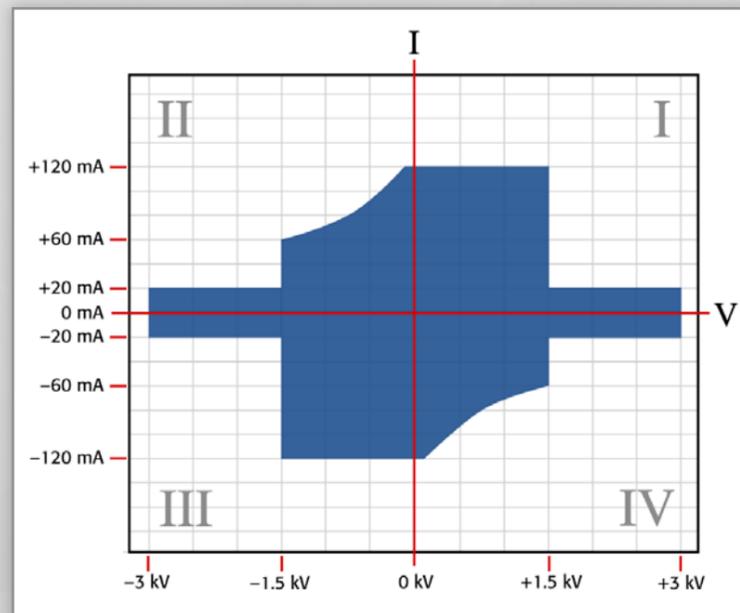
- 最大3000V @ 20mA または1500V @ 120mA の印加またはシンクが可能のため、他の装置では不可能な重要なパラメトリック・データも取得可能
- 次世代デバイスに要求される低リーク電流測定に有効な1fA (フェムト・アンペア) の電流測定精度を提供
- 精密電源や電流源、DMM、任意波形発生器、電圧/電流パルス発生器、18ビット電子負荷、トリガ・コントローラなどを組み合わせて、電源と装置を統合する手間を排除

2651A型と同様に、2657A型には高精度でハイスピードの過渡現象データ取得のための、デュアル18ビット1 μ s/ポイント デジタイザとデュアル22ビット精密ADCとが付属しています。



2657A型の応用例

- パワー半導体デバイス特性評価
- GaN、SiC、その他の複合素材およびデバイスの特性評価
- 最大3kVでの破壊およびリーク試験
- サブミリ秒過渡現象の特性評価



モデル2657Aは、最大3000V @ 20mAまたは1500V @ 120mAのソースまたはシンクが可能です。

大電力・高電圧用IGBTデバイスの簡単な
ブレークダウン・テストの実施方法については、
[ここをクリック \(英語版ビデオ\)](#)



ケースレーは、パワー・デバイスの特性評価用に、ハードウェアとソフトウェアの広範なツールを提供しています。典型的なデバイス・テスト・システムには、高電圧モデル2657A型、1~2台の2651A型、そして最大3台の低パワーSMU (他のシリーズ2600Bまたは4200-SCS型半導体特性評価システム)が含まれます。システム設定は、オプションである新型8010型ハイパワー・デバイス・テスト・フィクスチャまたは個別の保護回路モジュールを使用すれば、より安全かつ容易になります。TSP-リンク®技術は、2600Bシリーズ装置をリンクして強力なマルチ・チャンネル・システムを形成させることが可能であり、これによって価格が何十万円も高い大型ATEシステムのシステム速度に匹敵するようになります。

高電圧測定の詳細情報

■ 2657A型のデータシートをダウンロード

■ アプリケーションノートを読む:

- パワー・デバイス特性評価のためのマルチSMUシステム構築

最近のさらなる大電力へのチャレンジ過程では、シリコンベースのデバイスの限界を凌駕する先進素材をベースにした、さらに効率的な半導体デバイスの開発が急がれています。パワー半導体デバイスのDC特性評価には、高電圧・大電流のソース・メジャー・ユニット (SMU) を組み込んだ試験装置が必要です。これらの試験装置を適切に構築するステップが次のアプリケーション・ノートに説明されています。 [詳細情報...](#)

- Testing Power Semiconductor Devices with Keithley High Power System SourceMeter® (SMU) Instruments

このアプリケーション・ノートは、一般的に実施されるパワー半導体デバイスの試験を特に注目しており、試験に伴う困難な課題そしてケースレーのSMU、特にケースレーのパラメトリック・カーブトレーサ (PCT) を装置構成に組み込んで、どのように試験プロセスが簡略化されるかを説明します。(英語版) [詳細情報...](#)

2657A High Power System SourceMeter Instrument

- Source or sink up to 180W of DC or pulsed power (3.5kV @ 20mA, ±150V @ 120mA)
- 10A low current resolution
- Dual 22-bit precision ADC and dual 16-bit 1ps per point digitizers for high accuracy and high speed transient capture
- Fully TSP¹ compliant for easy system integration with other Series 2600A System SourceMeter products
- Combines a precision power supply, current source, DMM, arbitrary waveform generator, V or I pulse generator, electronic 18-bit load, and trigger controller—all in one instrument
- Includes TSP¹ Express characterization software, LabVIEW[®] driver, and Keithley's Test Script Builder software development environment

TYPICAL APPLICATIONS

- Power semiconductor device characterization and testing
- Characterization of GaN, SiC, and other compound materials and devices
- Breakdown and leakage testing to 3kV
- Characterization of sub-millisecond transients

The Model 2657A is a high voltage, high power, low current source measurement unit (SMU) instrument that delivers unprecedented power, precision, speed, flexibility and ease of use to improve productivity in R&D, production test, and reliability environments. The Model 2657A is designed specifically for characterizing and testing high voltage electronics and power semiconductors, such as diodes, IGBTs, and IGBTs, as well as other components and materials in which high voltage, low response, and precise measurements of voltage and current are required. The Model 2657A joins Keithley's Series 2600A family of power semiconductor characterization and test solutions to offer the highest power and best low current performance in the industry. These custom-configurable solutions are supported by the industry's most powerful parametric characterization software platforms to grow with you as your applications evolve.

The Model 2657A, like every Series 2600A SourceMeter instrument, offers a highly flexible, four-quadrant voltage and current source/load coupled with precision voltage and current meters. It can be used as a:

- Semiconductor characterization instrument
- V or I waveform generator
- V or I pulse generator
- Precision power supply with V and I feedback
- True current source
- Digital multimeter (DCV, DCA, ohms, and power with 0.1-high resolution)
- V or I pulse generator
- Precision electronic load

The Model 2657A can source or sink up to 300V @ 20mA or 180W @ 120mA.

Application Note Series
Number 3366

Creating Multi-SMU Systems with High Power System SourceMeter Instruments

Introduction
The design and configuration of test systems for DC characterization of power semiconductor devices using high voltage and high current source measurement units (SMUs)

Keithley's Series 2600A SMUs were designed with evolving test systems in mind. The TSP-Link[®] instrument communication bus supports creating mainframe-less systems while still allowing sub-microsecond synchronization of multiple SMU channels.

One of the most powerful features of the Series 2600A capability is offers to build systems that address all of the user's test requirements while maintaining seamless performance. The Series 2600A family includes eight SMUs that offer a variety of functions and capabilities:

- Up to 50A pulse at 2000V (100A possible with two SMUs)
- Up to 3kV source at 60V, 1500V at 100V sub-picoamp measurement capability
- Up to 1A or 3A DC on lower-power SMUs. This is ideal when testing high power IGBTs with large base currents.

This level of capability is generally unavailable in an off-the-shelf commercial test mainframe and would have once required configuring a custom or semi-custom ATE. Moreover, stand-alone instruments allows the test engineer to add capabilities as new test needs evolve. Stand-alone high-voltage SMUs can extend the current and voltage capabilities of conductor parametric analyzers and, therefore, the scope of tests that can be tested.

Correct Cabling and Fixturing to Connect Instruments to the Device
In the past, most power semiconductor manufacturers had to design a device in order to test it because there was no widely available technology that allowed delivering tens of amps or hundreds of volts to a device on wafer.

The availability of commercial probe solutions is allowing manufacturers to seize the opportunity to lower their cost of testing devices on wafer.

Deciding whether to test packaged devices or devices on wafer is a balance between the large capital costs of a probe is the smaller (but repeated) costs of packaging devices in wafer test. Keithley solutions apply to both packaged test and wafer testing.

For testing packaged devices, system developers should take advantage of commercial test fixtures, paying attention to supported device packages and any opportunity for automation. Keithley offers the Model 8010 High Power

Application Note Series
Number 3204

Testing Power Semiconductor Devices with Keithley High Power System SourceMeter SMU Instruments

Introduction
The proliferation of electronic control and electronic power conversion into a variety of industries (e.g., energy generation, industrial motor drives and control, transportation, and IT) has spurred growth in power semiconductor device design and test. To demonstrate technology improvements, new device capabilities must be compared with those of existing devices. The use of semiconductor materials other than silicon demands the use of new processes. And, to be sustainable, these new processes must be tested to deliver consistent results and high production yield. As new device designs are developed, reliability measurements are performed on many devices over long periods. Therefore, test engineers must identify test equipment that is not only accurate but scalable and cost-effective.

Power module design engineers—the consumers of the discrete power semiconductor components—work at the other end of the semiconductor device testing spectrum. They integrate the discrete components into designs for DC-DC converters, inverters, LED controllers, battery management chips, and many other devices. Driven by demands for higher energy efficiency, these engineers need to qualify the devices they receive from their vendors to ensure that they can withstand use in the application, predict how the efficiency of the power modules may be affected by the device, and finally validate the performance of the end product.

Keithley's SourceMeter SMU instruments give both device test engineers and power module design engineers the tools they need to make the measurements they require. Whether they're familiar with curve tracers, semiconductor parameter analyzers, or oscilloscopes, they can obtain accurate results simply and quickly. This application note highlights some of the most commonly performed tests, the challenges associated with them, and how Keithley SMU instruments can simplify the testing process, especially when integrated into a Keithley Parametric Curve Tracer (PCT) configuration.

Background on Power Device Characterization
The switching power supply is one common electrical circuit element used in power management products. In its simplest form (Figure 1), its main components include a semiconductor such as a power MOSFET, a diode, and some passive components, including an inductor and a capacitor. Many also include a transformer for electrical isolation between the input and output. The semiconductor switch and diode alternatively

switch on and off at a controlled duty cycle to produce the desired output voltage.

When evaluating energy efficiency, it's important to understand the switching loss (energy loss that occurs during the short periods when the device is changing states) and conduction loss (energy losses that occur when the device is either on or off). Keithley SMU instrument-based solutions can help test engineers evaluate the device parameters that affect conduction loss.

Semiconductor devices are often used to ensure circuit protection. For example, some thyristor devices are used for overvoltage protection. To achieve that objective, such devices must trigger at the appropriate intended voltage and current, must withstand the intended voltage, and must behave in circuit with minimal current draw. High power instrumentation is required to qualify these devices properly.

This note focuses on the characterization of static power device parameters¹ These parameters can be divided into two broad categories: those that determine the performance of the device in its ON state and those that determine the performance in its OFF state. Table 1 lists common ON-state and OFF-state parameters for several power semiconductor devices that Keithley SMU instruments support. Many tests involve the use of multiple SMU instruments. Keithley's ACS Basic Edition software simplifies the test configuration by managing the configuration and data collection of all SMU instruments in the test system. Unlike general-purpose start-up software, ACS Basic Edition is designed specifically for semiconductor device characterization and includes a library of tests; users can focus on the test and device parameters rather than the SMU instrument configuration.

¹ Reference solutions are available for transient characterization of power devices. For more information, visit [www.keithley.com](#).

How to perform a simple breakdown test on a high power, high voltage IGBT device

KEITHLEY A GREATER MEASURE OF CONFIDENCE

上のビデオ題名をクリックすれば、大電力・高電圧IGBTデバイスに対して実施可能な容易なブレイクダウン・テストの方法を学べます。

オンラインお問い合わせ / 見積り依頼

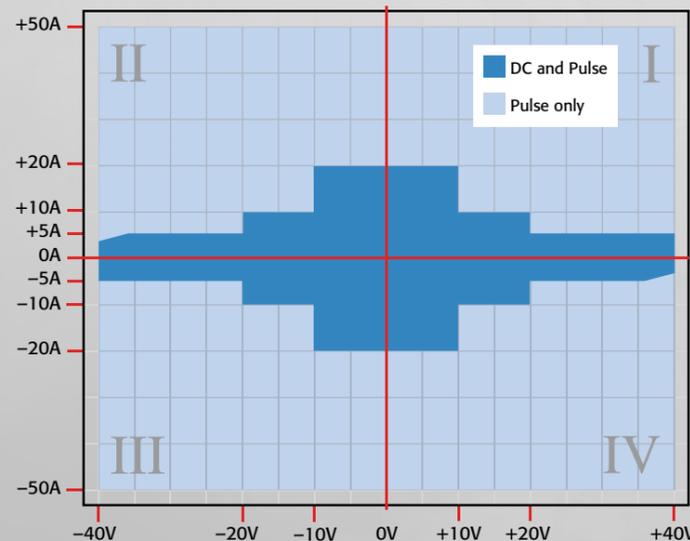
大電力、大電流特性評価／試験で ハイパフォーマンスを得るには

2651A型ハイパワー大電流システム・ソースメータにより、他社製品には見られない電力精度、速度、柔軟性、そして使い勝手の良さで、高い技術が必要な今日の大電力用電子回路の特性評価を簡略化することができます。

- この装置では、柔軟性が高い4象限電圧および電流源／負荷を高精度電圧・電流計との組み合わせで 2,000W (±40V、±50A) のパルス電力、200W (±10V@±20A、±20V@±10A、±40V@±5A) でDC電力の印加あるいはシンク
- 2台の装置の接続（直列または並列）が容易で、最大±100Aまたは±80Vのソリューションを実現
- 1pA分解能によって非常に低いリーク電流の精密測定が可能
- 1μs/ポイント（1MHz）と連続18ビットサンプリングで過渡現象の特性を正確に測定

デジタイジングと積分モードの選択

2651A型を使用すれば、過渡現象と定常状態の両方の特性評価に対してデジタイジングあるいは積分測定のどちらかのモードを選択することができます。2つの独立したADCは、一つが電流そして他方が電圧測定用に用意され、これらが同時に動作を行うことで試験スループットを犠牲にすることなしに正確に印値値を読み取ります。デジタイジング・モードの18ビットADCは、1マイクロ秒/ポイントのサンプリング・レートをサポートしており、高精度の過渡現象の波形取得および特性測定に対して理想的です。積分測定モードは22ビットADCをベースとしており、最大の測定精度と分解能が要求されるアプリケーションをサポートします。これにより、次世代デバイスで共通する微小電流および電圧の精密測定が可能となります。

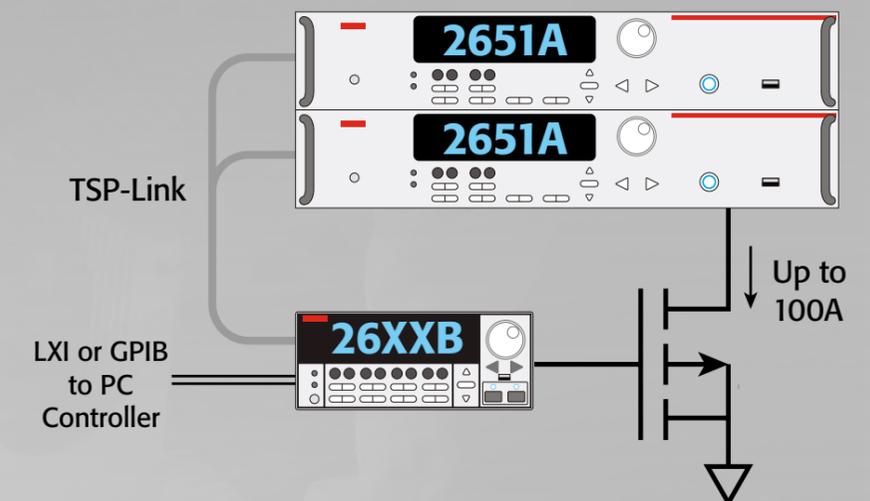


1台の2651A型を使い、最大±40V、±50Aまでソースとシンクが可能です。内蔵されたTSP-Link拡張バスを通じて2台の装置を並列接続させて、システムの電流範囲を100Aまで増大させ、あるいは直列接続させて電圧範囲を80Vまで昇圧させることができます。組み込まれたテスト・スクリプト・プロセッサ（TSP[®]）は数台の装置を単一装置に一体化することができるので試験を簡略化することができます。内蔵されたトリガ・コントローラは、リンクされた全チャンネルの作動を500ナノ秒以内に同期させることが可能です。



2651A型の応用例

- 電力用半導体、高輝度LED（HBLED）そして光学デバイスの特性評価
- GaN、SiCその他の化合物材料およびデバイスの特性評価
- 半導体接合温度特性評価
- 信頼性試験
- 高速高精度デジタル化
- エレクトロマイグレーション



システム構築用例。2600シリーズの各機種に組み込まれたTSPコントローラおよびTSP-Linkのインターフェースで、数台の2651A型と他の2600Bシリーズを容易にリンクさせて最大64チャンネルをもつ統合試験システムを構築することが可能です。内蔵された500nsのトリガ・コントローラが精密かつ短いチャンネル同期を保証します。2600シリーズの完全に分離し独立しているチャンネルによって、メインフレーム・ベースのシステムの電力そして／またはチャンネル制限なしでSMUバビン・テストが可能です。

大電流試験の詳細情報

■ 2651A型のデータシートをダウンロード

■ アプリケーション・ブリーフを読む:

- 最新のハイパワー・デバイスの高速パルス測定を実現する
最新のハイパワー・デバイスに必要な高速パルス測定方法をご紹介します。

- ケースレー2651A型ハイパワーソースメータを組み合わせ、100Aまでを試験する

ハイパワー・ソースメータ®1台の2651A型では得られない電流値で動作するパワーマネジメント用半導体デバイスのテストとして、2台の2651Aを組み合わせる方法をご紹介します。

2651A High Power System SourceMeter Instrument

- Source or sink:
 - 2,000W of pulsed power (140V, 50A)
 - 200W of DC power (110V @ 2.0A, 220V @ 1.0A, 440V @ 0.5A)
- Easily connect two units (in series or parallel) to create solutions up to 2100A or ±80V
- 1pA resolution enables precise measurement of very low leakage currents
- 1ps per point (1MHz), continuous 10-bit sampling, accurately characterizes transient behavior
- Up to 100% pulse duty cycle for pulse width modulation (PWM) drive schemes and device-specific drive stimulus
- Combines a precision power supply, current source, DMM, arbitrary waveform generator, V or I pulse generator with measurement, electronic load, and trigger controller—all in one instrument
- Includes TSP® Express characterization software, LabVIEW® driver, and Keithley's Test Script Builder software development environment

APPLICATIONS

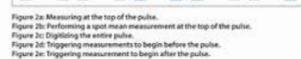
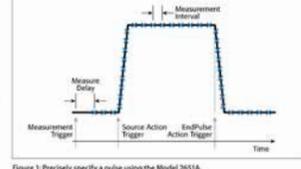
- Power semiconductor, HEMT, and optical device characterization and testing
- Characterization of GaN, SiC, and other compound materials and devices
- Semiconductor junction temperature characterization
- High speed, high precision digitization
- Electromigration studies
- High current, high power device testing

1.888.KEITHLEY (U.S. only)
www.keithley.com

Achieving Fast Pulse Measurements for Today's High Power Devices

Green initiatives and energy efficiency standards worldwide have motivated engineers to find ways to design more efficient semiconductor devices and integrand circuits, and measuring the true state of these devices without the effects of self-heating is critical. Test instruments with only DC capability can deliver enough power to a device to cause heat dissipation that alters its characteristics. Pulsed characterization is a solution to this issue.

Stimulus demands faster measurements. Traditional precision SMUs (source-measure units) use integrating ADCs. The advantage of high accuracy and excellent noise immunity, this ADC technology does not lend itself to fast or waveform capture. For applications that require these capabilities, Keithley's Model 2651A High Power SourceMeter instrument also includes two high-speed ADCs for measuring current and voltage simultaneously. These ADCs use a technology similar to an oscilloscope and take snapshots of the signal over time. Each high-speed ADC in the Model 2651A samples at a rate of up to 1MHz with 18-bit resolution, which is much higher than the typical 8-bit resolution found in most precision measurement characterization or comparable bandwidths. Coupled with the ability to fully sample from the source, this feature makes the Model 2651A ideal for many waveform capture and transient scenarios.



KEITHLEY

Testing to 100A by Combining Keithley Model 2651A High Power SourceMeter Instruments

Introduction

Source-measure units (SMUs), such as the Keithley Model 2651A High Power System SourceMeter instrument, are the most flexible and most precise equipment for sourcing and measuring current and voltage. Because of this, they are widely used to test semiconductor devices such as MOSFETs, IGBTs, diodes, high brightness LEDs, and more.

With today's focus on green technology, the amount of research and development being done to create semiconductor devices for power management has increased significantly. These devices, with their high current high power operating levels, as well as their low On resistances, require a unique combination of power and precision to be tested properly. A single Keithley Model 2651A is capable of sourcing up to 50A pulsed and measuring down to 1pA or 1nV. For applications requiring even higher currents, the Model 2651A is capable of being combined to extend their operating range to 100A pulsed.

The high power Model 2651A is the newest addition to the Series 2600A family of System SourceMeter instruments. Specifically designed to characterize and test high power

electronics, it can help you improve productivity in applications across the R&D, reliability, and production spectrums, including high brightness LEDs, power semiconductors, DC/DC converters, batteries, and other high power materials, components, modules, and assemblies.

When two Model 2651As are connected in parallel with Keithley's TSP-Link® technology, the current range is expanded from 50A to 100A. When two units are connected in series, the voltage range is expanded from 40V to 80V. The built-in intelligence simplifies testing by enabling the units to be addressed as a single instrument, thus creating an industry-best dynamic range (10A to 1pA). This capability enables you to test a much wider range of power semiconductors and other devices. (See example in Figure 1.)

Theory

Keithley's Current Law says that the sum of the currents entering a node is equal to the sum of the currents leaving the node. In Figure 2 two current sources representing SMUs and a device under test (DUT) are connected in parallel.

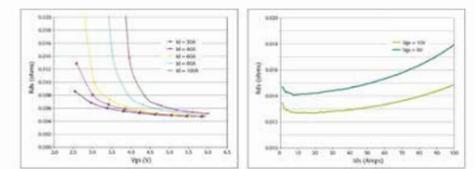


Figure 1: Example results after performing a pulsed 500ns current sweep (500ns pulse width and 0.01 NPLC) to test up to 100A on a power MOSFET device using two Model 2651A SourceMeter instruments connected in parallel.

Keithley's **NEW** Model 2651A
High Power System SourceMeter Instrument

00:00:00 00:08:54

KEITHLEY A GREATER MEASURE OF CONFIDENCE

上のビデオ題名をクリックすれば、2台のモデル2651Aを組み合わせて、最大100Aの電流を得る方法のデモを閲覧できます

オンラインお問い合わせ / 見積り依頼

MSO/DPO5000B ミックスド・シグナル・オシロスコープ

最高2GHzの周波数帯域と10GS/sのサンプル・レートを提供するMSO/DPO5000B ミックスド・シグナル・オシロスコープのシリーズは、廉価ながら強力なWindows® ベースのモデルであることが特長です。25種類以上のアプリケーション・ソフトウェア・パッケージが完備されているため、1台の装置で多種のアプリケーションを試験することができます。DPX技術を応用したFastAcq™や高機能トリガといったテクニクス独自の機能により、他社のオシロスコープでは見逃しやすい過渡現象を素早く見つけることができます。MSO/DPO5000シリーズは、総合的解析ツールと革新的なWave Inspector®コントロールとを組み合わせしており、高い性能と豊富な機能により、複雑な設計デバッグを簡略化、高速化します。



主な機能仕様

- 周波数帯域 2GHz、1GHz、500MHz、350MHzのモデル
- 1~2チャンネルで最高10GS/sの4チャンネルは最高5GS/sのサンプル・レート
- 最長250Mポイントのメモリ長
- FastAcq™により、最大波形取込レート250,000波形/秒以上
- 毎秒310,000フレーム以上の取込みが可能なFastFrameセグメント・メモリ・アキュジション・モード
- 負荷容量4pF以下、アナログ帯域500MHzまたは1GHzの10MΩ受動電圧プローブが付属
- ユーザ選択が可能な帯域リミット・フィルタにより、低周波数における測定精度が向上
- ビジュアル・トリガで直感的なトリガ設定

MSO/DPO5000B ミックスド・シグナル・オシロスコープ
データシートを読む

Mixed Signal Oscilloscopes
MSO5000, DPO5000 Series Datasheet



Key features

- Wave Inspector® controls provide easy navigation and search of waveform data
- MyScope™ custom control windows and right-click contextual offering
- 53 automated measurements, waveform history, or simplified waveform analysis
- TekVPI probe interface supports active, differential probes for automatic scaling and units
- 10.4 in. (264 mm) Bright XGA Display with Touch
- Small footprint and lightweight - Only 8.12 in. (207 mm) x 15.8 in. (401 mm) x 15.8 in. (401 mm)

Connectivity

- Two USB 2.0 host ports on the front panel for quick and easy data storage, printing, and peripherals
- USB device port on the rear panel for easy connection with an adapter
- Integrated 10/100/1000BASE-T Ethernet port and Video Out port to export the oscilloscope's output
- Microsoft® Windows 7 64-bit operating system integration into your environment
- LVI Class compliant

Mixed signal design and analysis (MSO)

- Automated triggering, blocks, and search on digital channels
- Per-channel threshold settings
- MagniVu™ high-speed acquisition provides 60 resolution on digital channels

オンラインビデオを閲覧する

The MSO/DPO5000 Series

Introduction | Serial Bus Analysis | Digital Analysis | Search and Mark | Extended Analysis | Simulation

Pause 0:11 / 1:55 Turn Subtitles On Turn Audio Off Replay



The MSO/DPO5000 Series

Many applications, one scope

- PC, SPI
- RS-232
- Ethernet
- USB 2.0
- Parallel Bus
- Power Analysis
- Jitter
- Limit/Mask Testing

Request a Live Demo Request Pricing

Tektronix

主な特長

- オプションのパワー解析ソフトウェアを使用することで、電源品質、スイッチング損失、高調波、安全動作領域 (SOA)、変調、リップル、スルー・レート (di/dt, dv/dt) をすばやく、正確に分析可能
- TekVPI プローブ・インターフェースは、アクティブ・プローブ、差動プローブ、電流プローブに対応し、スケールと単位を自動的に設定
- Wave Inspector®により、波形操作が簡単で、波形データの自動検索も可能
- 53種類の自動測定、波形ヒストグラム、FFTによる波形解析
- 10.4型 (264mm) XGAディスプレイ、タッチ・スクリーン
- 小型軽量 — 奥行きわずか206mm、重量は6.7kg

オンラインお問い合わせ / 見積り依頼

パワー測定／解析ソフトウェア

DPOPWR

DPOPWRパワー測定／測定ソフトウェアは、テクトロニクス社のWindowsベースのオシロスコープを高度なパワー解析ツールに特化させ、パワー半導体デバイスでのスイッチング・コンポーネント性能解析をすばやく行い、詳細なレポートをカスタマイズ可能な書式で出力することができます。DPOPWRソフトウェアは、テクトロニクスMSO/DPO5000Bシリーズ・オシロスコープで動作します。

主な特長

- パワー半導体デバイスのスイッチング損失測定
- 信頼性試験のための線形／対数スケールでカスタマイズ可能なマスクによるSOA（安全動作領域）試験
- 高度なレポート作成で時間短縮

スイッチング・コンポーネント解析

スイッチング損失は、スイッチング回路がオンになるとき、およびオフになるときに発生します。ターンオン損失は、さまざまな物理的容量、寄生容量がチャージされ、インダクタによって磁界が発生し、関連する過渡的抵抗損失が発生することによって生じます。同様に、ターンオフになる場合、放電されるエネルギーがまだ残っていて、メイン・パワーが切り離されてもさまざまなコンポーネントとの関係で損失が発生します。DPOPWRでは、スイッチング損失を測定するスイッチング・デバイス両端の電圧降下と、スイッチング・デバイスに流れる電流を測定します。

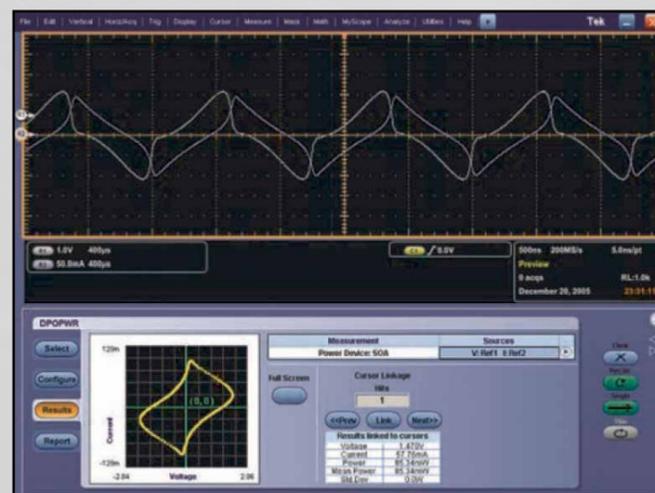
SOA（安全動作領域）

SOA（安全動作領域）プロットは、スイッチング・デバイスを評価して最大仕様を超えて負担がかかっていないことを確認するためのグラフ技法です。SOA試験を実施すると、負荷変化や温度変化、入力電圧変動など、高範囲の動作条件での性能を検証することができます。SOAプロットでのリミット試験により、自動検証も可能です。

[電力測定と解析ソフトウェアのデータシート（英語版）を読む](#)



DPOPWRスイッチング損失測定



DPOxPWR SOA（安全動作領域）表示

パワー・プローブ

高電圧プローブ

- 広範囲の電圧測定：最大40kVピーク（100msパルス）
- シングルエンドまたは差動

[詳細情報](#)



電流プローブ

- 使い勝手が良く、正確なAC/DC電流測定
- 1mA～2,000Aの振幅測定
- DC～2GHz
- スプリット・コアおよびソリッド・コア構造

[詳細情報](#)



差動プローブ

- 周波数帯域は最高30GHz
- 差動信号を容易に測定
- 低入力容量：0.3pF以下
- 高いCMRR（同相除去比）
- 回路へのアクセスを容易にする多様なプローブ先端部

[詳細情報](#)



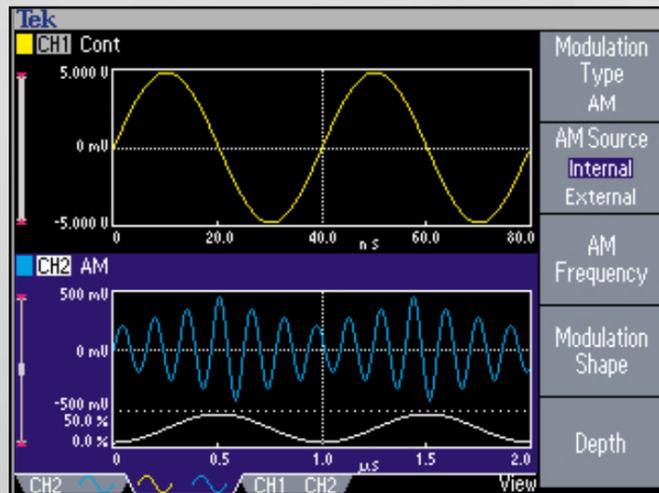
特定のアプリケーションに適したプローブをお探しですか？ オンラインの対話型プローブ選択ツール（英語版）（<http://jp.tek.com/probes>）を閲覧して、ニーズに適合するプローブをお探してください。 [ここをクリック](#)

AFG3000C 任意波形／ファンクション・ジェネレータ

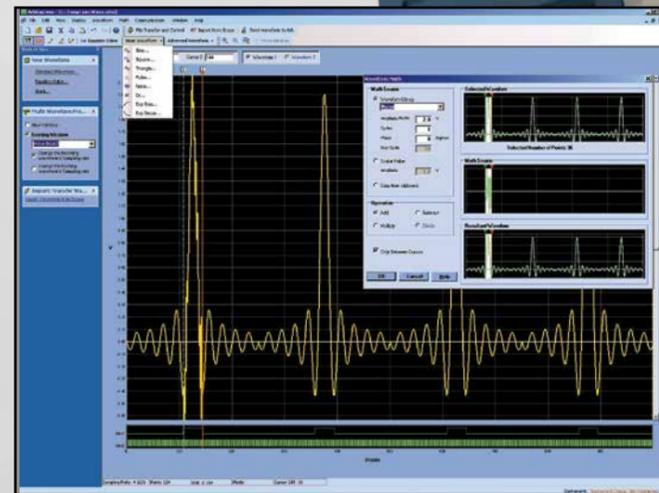
AFG3000Cシリーズは、優れた性能、汎用性、直感的な操作と低価格を実現した任意波形／ファンクション・ジェネレータです。

スイッチング時間関連試験（信号源として使用）：

- スwitching損失解析
- ターンオン／ターンオフ・タイミングおよび特性評価
- 回復時間



大型表示で設定条件や波形が一目瞭然



付属のArbExpress[®]ソフトウェアを使い、波形を容易に生成・変更

主な特長

- 14ビット、250MS/s、1GS/sまたは2GS/sの任意波形
- 振幅は最大20 V_{pp} (50Ω負荷、AFG3011C)
- 設定と波形形状を確実に把握可能な5.6型のカラーTFTディスプレイ
- 多言語インターフェースおよび直感的操作によりセットアップ時間が短縮
- 立上り／立下り時間可変のパルス波形
- スweepおよびバースト・モード
- 2チャンネル機種が用意されており、コストと作業スペースが節約可能
- USB、GPIB、LANインターフェース
- LabVIEW、LabWindows/IVI-C ドライバ

Arbitrary Function Generators
AFG3000C Series Datasheet

Applications

- Electronic Test and Design
- Sensor Simulation
- Functional Test
- Education and Training

Product Description

Unmatched performance, versatility, intuitive operation, and affordability make the AFG3000C Series of Function, Arbitrary Waveform, and Pulse Generators the most useful instruments in the industry.

Superior Performance and Versatility

Users can choose from 12 different standard waveforms. Arbitrary waveforms can be generated up to 128 K in length at high sampling rates. On pulse waveforms, leading and trailing edge time can be set independently. External signals can be converted and added to the output signal. Dual-channel models can generate two identical or completely different signals. All instruments feature a highly stable time base with only ±1 ppm drift per year.

Intuitive User Interface Shows More Information at a Single Glance

Color TFT LCD screens on all models shows all relevant waveform parameters and graphical wave shape at a single glance. This gives full confidence in the signal settings and lets you focus on the task at hand. Checklists give you direct access to frequently used functions and parameters. Others can be selected conveniently through clearly structured menus. This reduces the time needed for learning and relearning how to use the instrument. Look and feel are identical to the world's most popular 105500 Oscilloscopes.

ArbExpress™ Software Included for Creating Waveforms with Ease

With the PC software waveforms can be seamlessly imported from any Tektronix oscilloscope, or defined by standard functions, equation editor, and waveform math.

Features & Benefits

- 10 MHz, 25 MHz, 50 MHz, 100 MHz, or 240 MHz Sine Waveforms
- 14-bit, 250 MS/s, 1 GS/s, or 2 GS/s Arbitrary Waveforms
- Amplitude up to 20 V_{pp} into 50 Ω Loads
- 5.6 in. Color TFT LCD Display for Full Confidence in Settings and Waveform Shape
- Multilingual and Intuitive Operation Saves Setup Time
- Pulse Waveform with Variable Edge Times
- AM, FM, PM, FSK, PWM
- Sweep and Burst
- Dual-channel Models Save Cost and Bench Space
- USB Connector on Front Panel for Waveform Storage on Memory Device
- USB, GPIB, and LAN
- LabVIEW and LabWindows/IVI-C Drivers

Tektronix

[AFG3000C 任意波形／ファンクション・ジェネレータのデータシートを読む](#)

[オンラインお問い合わせ／見積り依頼](#)

パワー・デバイス特性評価用ソースメータ (SMU)



特長	2651A / 2657A 大電流/高電圧	2634B / 2635B / 2636B 微小電流	2602B / 2612B 2チャンネル	2601B / 2611B 1チャンネル	2604B / 2614B 2チャンネル・ベンチトップ
チャンネル数	1 (TSP-Link®で32までの拡張オプション)	1~2 (2635B/2636BにはTSPリンクで64個までの拡張オプション)	2 (TSP-Linkで64個までの拡張オプション)	1 (TSPリンクで32個までの拡張オプション)	2
電流 最大/最小	2651A : 50A パルス/100fA 2657A : 120mA/1fA	2634B : 10A パルス/1fA 2636B, 2635B : 10A パルス/0.1fA	10A パルス/100fA	10A パルス/100fA	10A パルス/100 fA
電圧 最大/最小	2651A : 40V/100nV 2657A : 3,000V/100nV	200V/100nV	2602Bでは40V/100nV 2612Bでは200V/100nV	2601Bでは40V/100nV 2611Bでは200V/100nV	2604Bでは40V/100nV 2614Bでは200V/100nV
システム向け機能	デジタル I/O, TSP-Link, コンタクトチェック	デジタル I/O, TSP-Link, コンタクトチェック (2634Bでは利用不可)	デジタル I/O, TSP-Link, コンタクトチェック	デジタル I/O, TSP-Link, コンタクトチェック	なし
最大読取り数/秒	38,500 1 μSec/ポイント、18ビットADC	20,000	20,000	20,000	20,000
コンピュータ インタフェース	GPIB, LAN (LXI), RS-232	GPIB, LAN (LXI), RS-232, USB	GPIB, LAN (LXI), RS-232, USB	GPIB, LAN (LXI), RS-232, USB	GPIB, LAN (LXI), RS-232, USB
コネクタ/ケーブル	2651A : ネジ式端子台、 バナナ用アダプタ 2657A : HV トライアキシャル、SHV	トライアキシャル	ネジ式端子台、バナナまたは トライアキシャル用アダプタ	ネジ式端子台、バナナまたは トライアキシャル用アダプタ	ネジ式端子台、バナナまたは トライアキシャル用アダプタ



特長	2430 ハイパワーソースメータ	2410 高電圧ソースメータ	2420 / 2425 / 2440 大電流ソースメータ
電流 最大/最小	10.5A パルス/100pA	1.05A/10pA	5.25A/100pA
電圧 最大/最小	200V/1uV	1100V/1uV	100V/1uV
電力	1100W	22W	110W
最大読取/秒	2,000	2,000	2,000
インタフェース	GPIB, RS-232, デジタル I/O, トリガーリンク トリガーバス	GPIB, RS-232, デジタル I/O, トリガーリンク トリガーバス	GPIB, RS-232, デジタル I/O, トリガーリンク トリガーバス
コネクタ	バナナ (前/後)	バナナ (前/後)	バナナ (前/後)

ケースレーのパラメトリック・カーブトレーサ



モデル	2600-PCT-1	2600-PCT-2	2600-PCT-3	2600-PCT-4	4200-PCT-2	4200-PCT-3	4200-PCT-4
種類	エントリーレベル	大電流	高電圧	大電流 および高電圧	大電流 + C-V	高電圧 + C-V	大電流および 高電圧+ C-V
コネクタ/ ドレイン・ サブライ	高電圧モード	200V/10A	200V/10A	3KV/120mA	3KV/120mA	200V/1A	3KV/120mA
	大電流モード	200V/10A	40V/50A	200V/10A	40V/50A	40V/50A	200V/1A
ステップ・ジェネレータ (ベース/ゲート供給)	200V/10A	200V/10A	200V/10A	200V/10A	200V/1A	200V/1A	200V/1A
代表的アプリケーション	受入れ検査、FA、QA、信頼性、 設計品質、製品開発.	受入れ検査、FA、QA、信頼性、 設計品質、製品開発..	受入れ検査、FA、QA、信頼性、 設計品質、製品開発.	受入れ検査、FA、QA、信頼性、 設計品質、製品開発.	受入れ検査、FA、QA、信頼性、 設計品質、製品開発.	受入れ検査、FA、QA、信頼性、 設計品質、製品開発.	受入れ検査、FA、QA、信頼性、 設計品質、製品開発.
ソフトウェア	ACS-Basic、トレースモードおよびパラメトリックモード、単独または連続試験、パワー・デバイス・ライブラリ						
テスト・フィクスチャ	8010型ハイパワー・デバイス用テスト・フィクスチャは、TO-220、TO-247、 アキシャル・リード、カスタム・ソケット、MOSFETなどのサンプル部品を含み、3kV/100Aまでの試験に対応						

オンラインお問い合わせ / 見積り依頼



A Greater Measure of Confidence

KEITHLEY
A Tektronix Company

www.keithley.jp

テクトロニクス／ケースレーインストルメンツお客様コールセンター

TEL : 0120-441-046 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 © Keithley Instruments. All rights reserved. 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。

Number 3216 2014年2月