

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

はじめに

ケースレー 2651A 型ハイパワーシステムソースメータなどのソースメジャーユニット (SMU) は、電流および電圧の印加と測定の両方を行う最も柔軟で精密な測定器です。これらの特長により、SMU は MOSFET、IGBT、ダイオード、高輝度 LED 等の半導体デバイス試験に幅広く使われます。

環境保全技術に対する最近の関心の高まりから、パワーマネージメントのための半導体デバイスの研究開発が盛んに行われています。これらのデバイスは高電流、ハイパワーで動作するとともに、低オン抵抗であることから、適切に試験するためにパワーと精度というユニークな組み合わせが要求されます。一台の 2651A は 50A までのパルス印加、1pA または $1\ \mu\text{V}$ までの測定が行えます。さらに大電流が必要なアプリケーションでは、2651A を組み合わせ、100A パルスまで動作レンジを拡張できます。

2651A は 2600A シリーズ ソースメータファミリの最新モデルです。ハイパワーエレクトロ

ニクスの特性評価や試験用に設計され、高輝度 LED、パワー半導体、DC-DC コンバータ、バッテリー、ハイパワー材料、部品、モジュール、サブアセンブリなどの研究開発、信頼性、製造など、広範なアプリケーションにおける生産性向上に寄与します。

2651A をケースレーの TSP-Link[®] 技術によって並列に組み合わせると、電流レンジは 50A から 100A に広がります。また 2 台を直列につなげると、電圧レンジが 40V から 80V になります。内蔵機能により一台の計測器のように取り扱うので試験が簡素化され、業界最高のダイナミックレンジ (100A $\sim$ 1pA) を提供します。ユーザはパワー半導体などのデバイスをより広範に試験できます。(図 1 の例を参照)

理論

キルヒホッフの法則により、あるノードに流れ込む電流の総和は、流れ出る電流の総和に等しい。図 2 で、2 つの電流源は SMU を表し、被試験デバイス (DUT) が並列に接続されています。

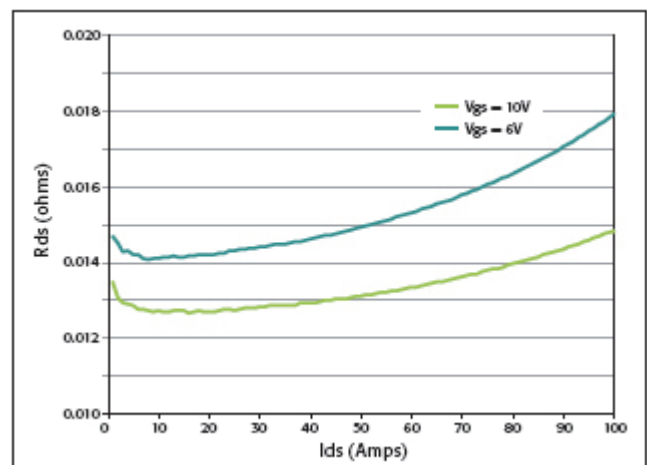
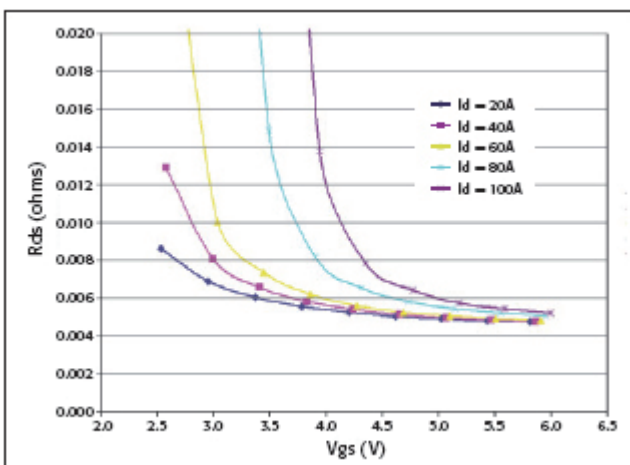


図 1 : 2 台の 2651A 型ソースメータを並列接続し、パワー MOSFET を 100A まで試験。パルス $R_{ds(on)}$ 電流スイープ実行 (500 μs パルス幅、0.01NPLC) 後の結果例

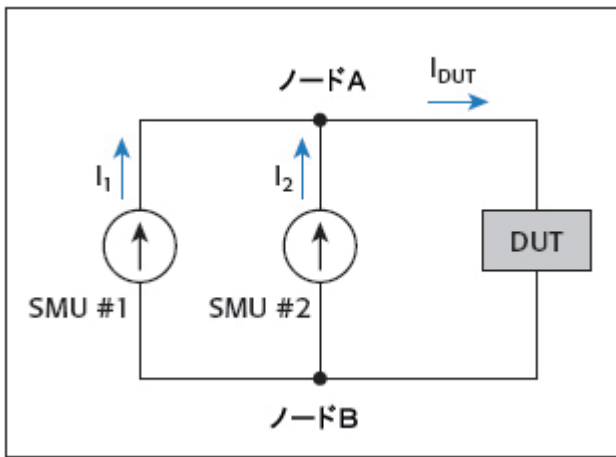


図 2：ノードに流れ込む電流の総和は、流れ出る電流の総和に等しい

図 2 で、2 つの電流 I_1 、 I_2 がノード A に流れ込み、 I_{DUT} がノード A から流れ出ます。キルヒホッフの法則により、

$$I_{DUT} = I_1 + I_2$$

このことは、デバイスに供給される電流が、各 SMU からの電流の和に等しいことを意味しています。2 台の SMU が並列に接続されているので、一台の時と比べ 2 倍の電流を試料へ供給できます。2 台の 2651A を用いたこの手法により、100A までのパルス进行加できます。

実施手順

1 台の SMU が供給できる値以上の電流を供給するには、電流源に設定した 2 台の SMU を並列につなぎます。以下に 2 台の 2651A を 100A パルスまで正しく出力させるために行うべきことを概説します。

1. 2 台の 2651A を使用します。
2. 両 SMU を同じ電流レンジに設定します。
3. 両 SMU 共、同じパワーエンベロップ (図 3) 領域を使用します。
4. 両 SMU はケルビン接続して 4 線式モードにし、できるだけ試料の近くに設置します。
5. ケースレーが供給するケーブルを使用します。もし使えない場合は、使用するケーブルがケースレー供給ケーブルの仕様を満たしていることを確認します。
6. 両 SMU の電圧リミットを設定します。(SMU の出力がこの電圧リミットに達する場合、

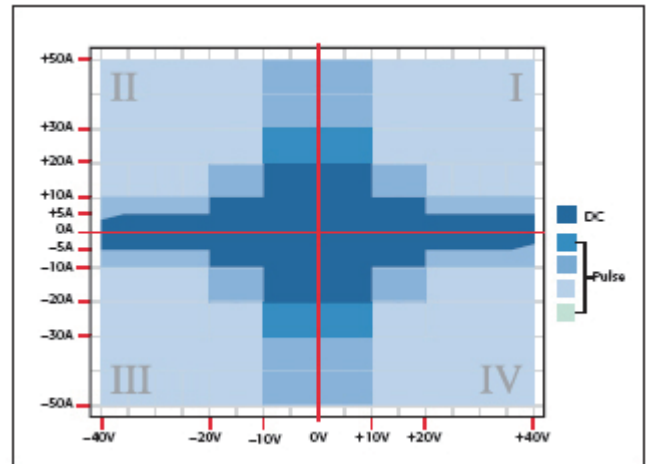


図 3：1 台の 2651A のパワーエンベロップ

SMU はコンプライアンス状態になります)。一方の SMU の電圧リミットは他方の SMU の電圧リミットよりも 10% 低く設定します。

7. 両 SMU の出力 off モードを選択します。これは、出力がオフにされたとき、0V の電圧源または 0A の電流源として機能するかを決定します。2 台の SMU が並列接続され電流源として機能する時：

- ・ 低い電圧リミットに設定された SMU は、その出力 off モードを NORMAL、off ファンクションを電圧にセットします。
- ・ 高い電圧リミットに設定された SMU は、その出力 off モードを NORMAL、off ファンクションを電流にセットします。

試験システムの構成例

この例における試験システムは、パワー MOSFET の $R_{ds(on)}$ 測定データを収集するように設計されていますが、他のアプリケーションへの転用も簡単です。100A までの試験用に、パルス電流スイープを使ったデータ収集法を示す目的で、このアプリケーションを選んでいきます。

(図 4 参照)

必要機器

次の機器が必要です。

- ・ 2651A 型ハイパワーシステムソースメータ 2 台。並列接続し試料のドレインへ 100A までのパルスを供給する。
- ・ 26xxA 型システムソースメータ 1 台。DUT のゲートコントロール用。26xxA は 2601A、2602A、2611A、2612A、2635A、2636A のいづ

れか。

- TSP-Link ケーブル 2 本。2 台の SMU の通信と正確なタイミング用。
- GPIB ケーブル 1 本またはイーサネットケーブル 1 本。SMU と PC の接続用。

通信セットアップ

図 5 に通信セットアップを示します。この例では PC との通信用に GPIB が使われていますが、測定器がサポートしている通信インタフェースならばどれでも使えます。TSP-Link は測定器間の通信、正確なタイミング、500ns 以下の厳格なチャンネル同期を可能にしています。

デバイス接続

図 6 にソースメータから試料までの配線が示されています。すべての配線の接点が良いに接触していることを確実にするよう留意ください。最善の結果を得るために、すべての接続はフローティングし、アースへは接続しないでください。また、すべての接続をできるだけデバイスの近くで接続し、試料とテストリードが接続されるポイント間の電圧ドロップがもたらすエラーを最小にします。

記：大電流パルシング中、試料のゲートが発振し始め、ゲートに不安定な電圧が発生することで、ドレインに不安定な電流が流れるかもしれません。この発振を鈍らせゲートを安定させるには、デバイスのゲートと 26xxA の FORCE と SENSE の両 Hi リード間に抵抗を挿入します。ダンピング抵抗を入れてもゲートの不安定がおさまらない時は、その抵抗を残したまま 26xxA を High-C モードにしてください。

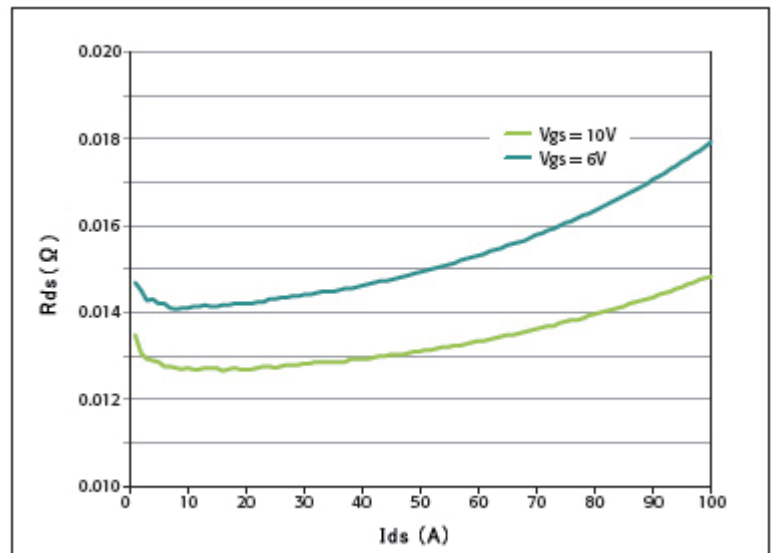


図 4：2 台の 2651A を並列接続して得たパワー MOSFET の $R_{ds(on)}$ 測定データ例

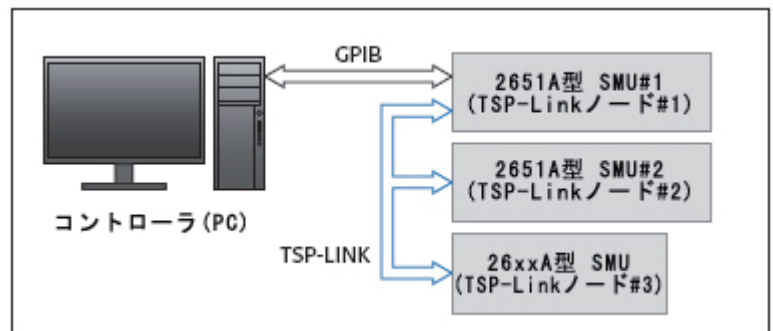


図 5：例示アプリケーションでの通信セットアップ

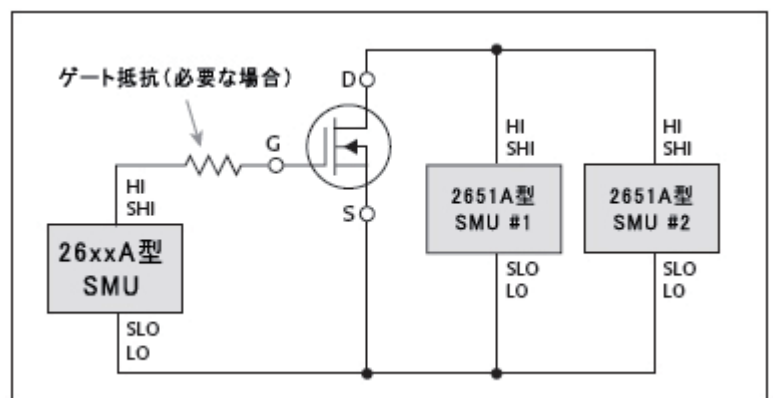


図 6：SMU 2 台での $R_{ds(on)}$ スイープのための接続

試験

本例でのテストスクリプトプロセッサ (TSP®) 用スクリプトに含めること：

- ・ TSP-Link 接続の初期化
- ・ 全 SMU の設定
- ・ 2 台の 2651A のトリガモデル設定
- ・ 読み取りバッファの用意
- ・ スイープの初期化
- ・ 収集データを MS Excel へ直接コピーペーストできるフォーマットに処理し返送

むすび

ケースレー 2651A 型ハイパワーシステムソースメータ®は、今日の困難なハイパワーエレクトロニクスの特性評価や試験において、比類のないパワー、精度、スピード、柔軟性、使いやすさを提供します。また、

- ・ $1\ \mu\text{V}$ 測定分解能、50A までの電流供給（2 台で 100A） — 次世代デバイスをサポートする高感度 R_{ds} 測定を実現
- ・ TSP-Link — チャンネル間、または 2600A シリーズとの厳格な同期 $< 500\text{ns}$
- ・ $1\ \mu\text{s}$ /ポイント（1 MHz）18 ビットサンプリング — 高速過渡挙動を正確に評価
- ・ 真の SMU パーピン試験 — 測定や負荷信号の歪みを防止

試験システムの構築、トリガモデル、2 台の 2651A 型ハイパワーシステムソースメータを使った 100A までの $R_{ds(on)}$ スイープの実行に必要なすべてのプログラムコード、26xxA システムソースメータについての詳細は、当社アプリケーションノート「Combining Keithley Model 2651A High Power SourceMeter Instruments for 100A Operation」をご参照ください。

仕様は改良のために予告なく変更されることがあります。
 ケースレーの商標と商標名は Keithley Instruments, Inc. に帰属します。
 それ以外の商標と商品名はそれぞれ該当する企業に帰属します。

KEITHLEY

ケースレーインスツルメンツ株式会社

本 社： 〒 105-0022 東京都港区海岸 1-11-1 ニューピア竹芝ノースタワー 13F

TEL: 03-5733-7555 FAX: 03-5733-7556

大阪オフィス： TEL: 06-6396-1630 FAX: 06-6396-1634

Web site： www.keithley.jp ・ E mail： info.jp@keithley.com