

実はこんな測定機器があったのか！

SMUによる電流・電圧パルス、AC測定

早速ですが問題です

問題

次のうち精密DC計測器であるSMU (Source Meter® Unit) で行う試験はどれでしょう？

- ① 1kV以上のパルス電圧によるサージ対策部品の評価・選別
- ② 10A以上のパルス電流によるLED駆動
- ③ 低周波インピーダンス測定による電池の等価回路モデリング
- ④ 60Hzフレーム波形の印加とディスプレイドライバの駆動電流の測定

答え：全部

SMUは精密DC用途で用いられるため、半導体パラメータ・アナライザなど静特性取得装置だと思われるユーザーも多いようです。また電源（電圧源）の一種とも思われがちです。しかし最新型のSMUはパルス駆動やAC動作が可能で、従来では想像できなかった幅広い用途に適用されています。

DCなのにパルスを出す

指定したパルス幅で安定してパルスを出力するには、十分な時間制御ができなければいけません。図1左はコマンド制御でパルスを実現した場合で100us程度かそれ以上のジッタが生じます。右はケースレー2600BシリーズのSMUで実現した場合で、2つのSMUは0.5usec未満の精度で同期を取ることができます。最小パルス幅は電圧レンジや負荷によって異なり、0.1msから数10msのオーダーです。

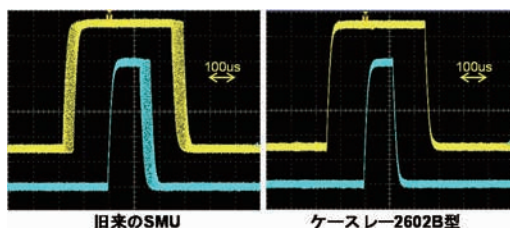


図1. 2つのSMUによるパルス

パルス波形やAC波形だけならファンクション・ジェネレータ（波形発生器）と呼ばれる機器で手軽に出すことができます。しかしSMUはファンクション・ジェネレータにはできない独特の波形の生成や応用が可能です。以下ではその例を見ていきましょう。

高電圧パルス

適用例

- バリスタなどのサージ対策部品の評価選別
- パワー半導体のIV特性取得

図2で示すのは高電圧パルスです。ケースレーの2657A型 SMU は±3kVの出力レンジを持ち、高電圧のパルス印加が可能です。0⇄+500Vのパルスと-2.5kV⇄+2.5kVの5kV振幅のパルスを示します。

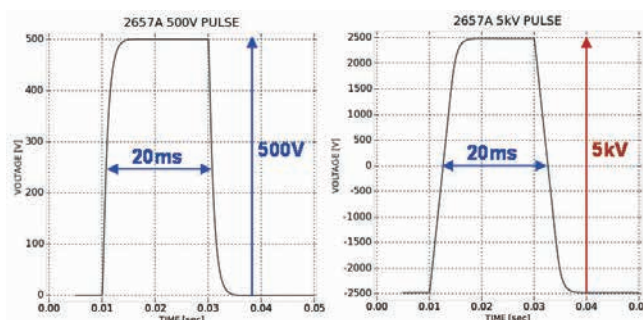


図2. SMUによる高電圧パルス

電流パルス

適用例

- スイッチング電源、LDO、電池等の負荷変動試験

電圧パルスだけではなく、電流パルスも可能です。以下はケースレーの2602B型 SMUでスイッチング電源の動的試験の一つ「負荷変動試験」を行った例です。1Aの負荷を2ms印加しました。

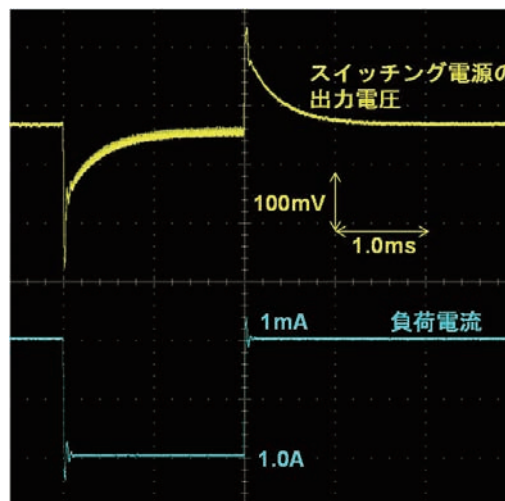


図3. SMUによるパルス電流負荷

電流拡張

適用例

- LEDの駆動や熱抵抗評価
- パワー半導体のIV特性取得

SMUのモデルによってはDuty比を小さくすることで、印加できる電流をDC時より大きくできる場合があります。図4はDCでは1.5Aまでしか出ない2612B型SMUで約9Aを駆動している例です。

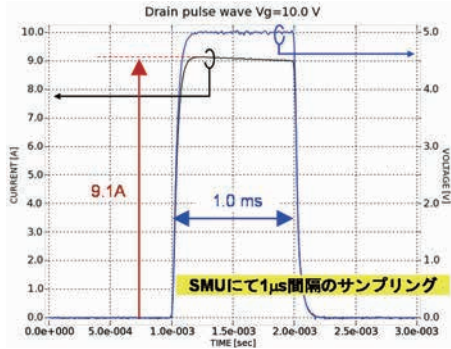


図4. トランジスタのドレイン電流・電圧波形

2651A型SMUでは2台組み合わせて最大100Aの駆動をすることができます。

正弦波を利用する

適用例

- 低周波インピーダンスメータ
- 超低周波での界面準位評価
- 電池や材料のCole-Cole plotによる等価回路モデリング、など

SMUは電圧印加と同時に電流を測定できるのが特徴です。pAレベルの測定も可能です。図5は47pFの容量のインピーダンス測定を1Hzで実施している様子です。約50pA_{pp}の電流波形を測定しています。1pAが十分に測定できる2636B型SMUを使用しています。

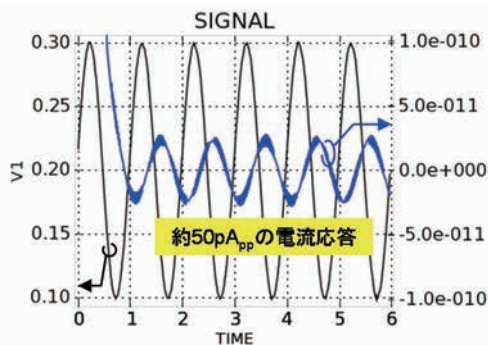


図5. 1Hz低周波インピーダンス測定
DMMやオシロスコープでは絶対に測定できない微小電流挙動。ピコアンペアメータやエレクトロメータでは達成できない波形印加と時間制御をひとつのSMUで実現。

図6は電池に超低周波インピーダンス測定を実施しCole-Coleplotを作成した様子です。形状から電気的な等価回路のモデル化や定量化を行います。

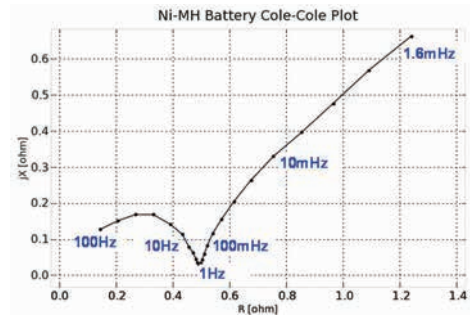


図6. 電池のCole-Cole Plot

このようにケースリーの2600Bシリーズをはじめ、2450型SMUなど最新型のSMUは工夫次第でAC測定にも幅広い応用が可能です。

任意波形と同期

適用例

- ディスプレイの60Hzフレーム模擬波形
- TFTのストレス試験、など

例えばディスプレイの書き換えを模した波形の場合、発生できるパルス幅は最小0.1ms程度で、実際の駆動より遅い動作しかできません。しかしnA, pAオーダーの電流測定ができるため、単一素子やドライバ駆動時の電流波形の測定、素子のストレス劣化試験に使用されます。

図7はある任意波形を作成した例です。波形は2つのSMUから出力され、それらは同期しています。ケースリーの最新型SMUはTSP-Link®と呼ばれる高速通信を装備し0.5usec未満 (typical) の精度で同期を実現します。

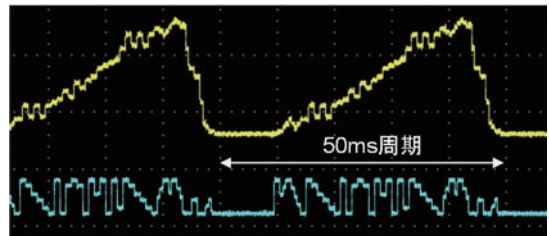


図7. 2つのSMUからの波形の同期

この2つの波形をオシロスコープでX-Yプロットすると次のようになります。

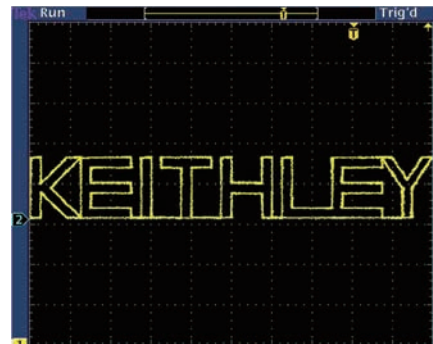


図8. XYプロットによる2SMUの同期の確認

ここでKEITHLEYの文字の形が崩れたりぶれたりせずに、安定して表示されるのは、タイミング制御に優れ、2つのSMUの同期が取れている証拠です。

まとめ

- DC測定器であるSMUでもパルス駆動やAC駆動が可能です。
- SMUでは高電圧パルス、電流パルス、高電流出力、電圧電流波形を測定しながらの駆動など、ファンクション・ジェネレータでは不可能な動作が可能です。
- パルスだけでなく、サイン波形や任意波形を出力できます。
- ケースレーの最新型SMUはタイミング制御に優れ、複数のSMUを同期させることが可能です。

機能	電源	ケースレー 新型SMU	ファンクション・ ジェネレータ
電圧印加機能	○	○	○
電流印加機能	×	○	×
最小測定電流	uA~mA	0.1pA~nA	×
駆動ワット	数 10W以上	数 10W以上	100mW以下
パルス・AC動作	×	○	○
任意波形	×	○	○
帯域	×	DC-500Hz	DC-10MHz

※値は各種測定器のイメージを示す典型値です。各測定器の性能は個別にお確かめください。

関連製品

● 2600Bシリーズ ソースメータ



高速測定、パルス測定、高度な同期、そして拡張性を持つ高機能SMU2600Bシリーズ

● 2650Aシリーズ ソースメータ



最大3kVの高電圧出力モデル2657A型。最大100A*の高電流出力モデル2651A型。

2600Bシリーズの高性能にハイパワーを追加。TSPLink®装備で完璧な連係と同期が可能。

* 2台並列出力が可能

● 2450型 ソースメータ



測定グラフを正面の5インチスクリーンに表示。タッチパネル操作。TSP-Link®装備で2600シリーズともつなげる、つながる、シームレス。



グラフィカル・インタフェースにより、従来のカーブトレーサに比べてわずかなコストでI-Vカーブトレーサの機能が実現できる



jp.tek.com 〒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

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：技術的な質問、製品の購入、価格・納期、営業への連絡

TEL:0120-441-046 お電話 営業時間/9:00~12:00・13:00~18:00 (土日祝日および当社休日を除く)

サービス・コールセンター：修理・校正の依頼

TEL:0120-741-046 お電話 営業時間/9:00~12:00・13:00~17:30 (土日祝日および当社休日を除く)

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 © 2017, 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。

