

マルチチャンネルソースメジャーユニット GS820

GS820 Multi Channel Source Measure Unit

桑原 孝 ^{*1} KUWABARA Takashi	本間 雅美 ^{*1} HONMA Masayoshi
坂巻 康雄 ^{*1} SAKAMAKI Yasuo	後藤 拓 ^{*1} GOTO Taku

当社は半導体・電子部品市場向けに、電圧・電流の発生および測定が可能なソースメジャーユニットGS610を既に発売しており、好評を得ている。今回、GSシリーズの第2弾としてマルチチャンネルソースメジャーユニットGS820を開発した。GS610は1チャンネルであるが、今回開発したGS820は2チャンネルを搭載しており、ピン数や機能の多い半導体の評価にも対応できる。更に、マスター・スレーブ接続により、最大10チャンネルまで拡張することが可能である。また、テストスピードは業界最高水準であるため、生産ラインのテスト時間を大幅に短縮することができる。

Previously, Yokogawa released the GS610 Source Measure Unit to the semiconductor and electronic components market. This unit is capable of generating and measuring voltage and current, and has been very well received. Yokogawa is now following up with the development of the second version of this product — the GS820 Multi Channel Source Measure Unit. While the GS610 features single channel signal input/output, the newly developed GS820 has two channels and is capable of evaluating multi-terminal and multi-functional semiconductor devices. Its master/slave connection also makes it possible to increase the number of channels up to 10. Furthermore, the GS820 boasts the achievement of the highest level testing speed in the industry, dramatically reducing the number of hours spent testing production lines.

1. はじめに

携帯電話やノートPCに代表されるモバイル機器において、バッテリー動作時間を引き延ばすために回路の低消費電力化は重要な課題である。従って使用されるICにおいては各種パワーマネジメントが施され、動作時の電流とスタンバイ時の電流との差が大きくなってきている。このようなICの評価にはダイナミックレンジの広い電流測定器が必要である。一方、IC電源の低電圧化により電源電圧変動に対する動作マージンが少なくなっている。従って、その検証のためには高精度で設定分解能の細かい可変電源が必要であり、更にその立ち上がり波形による影響を検証するためには、任意波形発生機能を持った電源が必要になっている。

また、電源用ICの効率測定やトランジスタの静特性測定のように入力と出力の関係を評価したり、複数の電源

電圧を必要とするICで電源の立ち上がりパターンによる影響を評価したりするためには、前述の発生および測定機能を持った機器を複数台同期運転する必要がある。

このような用途に対して、当社は高精度でプログラマブルな電圧発生とダイナミックレンジの広い電流測定を1台にまとめたソースメジャーユニットGS610を既に発売して



図1 GS820の外観

*1 通信・測定器事業部 基本計測開発センター

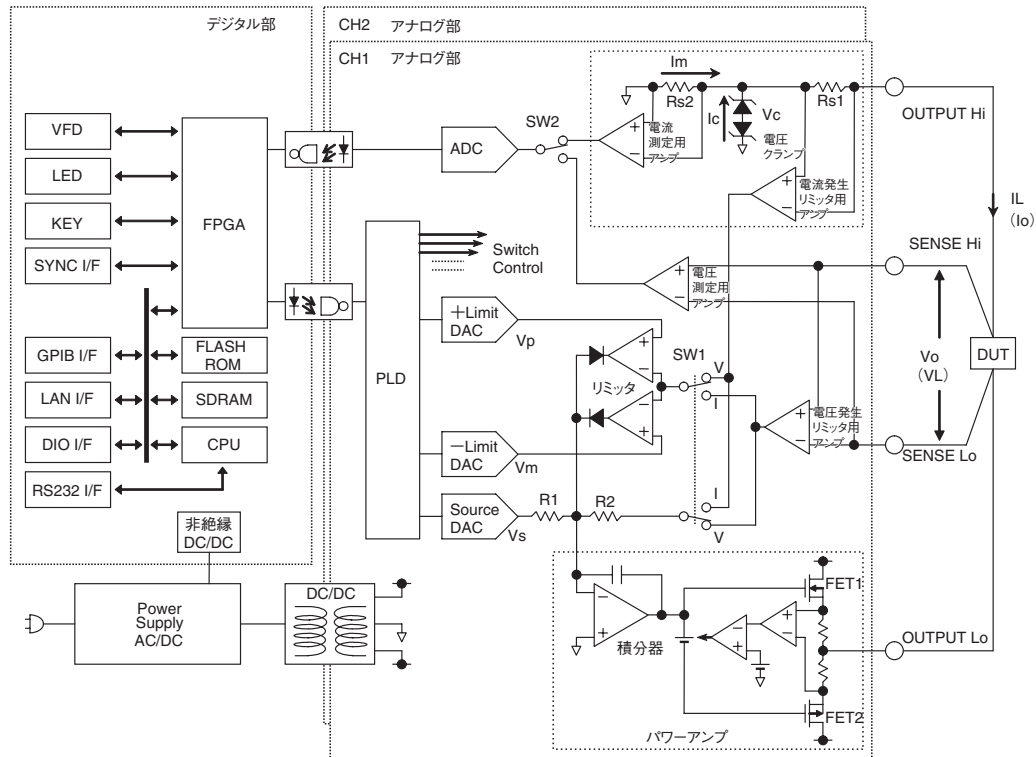


図2 全体ブロック

いる。今回、ほぼ同じ大きさのケースで2チャンネルを搭載し、生産ライン向けにテストスピードを向上したマルチチャネルソースメジャーユニット GS820 を開発した。

図1に、本器の外観を示す。

2. 特 長

以下に、本器の特長を挙げる。

- (1) 2チャンネルの発生と測定機能
互いにアイソレーションされた2つのチャンネルを持ち、最大18Vの電圧発生、最大3.2Aの電流発生が可能である。発生および測定の最小分解能は、電圧が1μV(200mVレンジ)、電流が1pA(200nAレンジ)であり、ICのスタンバイ電流など微小な電流を測定することが可能である。
- (2) 最大100000点、100μs周期の任意波形発生
最大100000点を最小周期100μsでスイープできる。これにより、約22Wの電力を持つ2チャンネルの任意波形発生器としても働き、ICに対して電源変動の模擬をすることができる。
- (3) マスター・スレーブ動作によるチャンネル拡張
複数台を同期運転用のケーブルで接続することにより、マスター・スレーブ動作を簡単に行うことができる。また、Ethernetインタフェースを介してマスター機から全てのスレーブ機へ設定情報を転送でき、スレーブ機の測定データはマスター機に収集されて1つ

のファイルにまとめられるので、マスター機をあたかも1台のマルチチャネル機として扱うことができる。

- (4) 高速テストスピード
CPUボードのパフォーマンス向上と、設定変更に要する時間の短縮により、高速テストスピードを実現した。PC制御による、2チャンネルのソース変更からメジャーデータ取得までの時間は約2msであり、GS610に対して10倍速い。
- (5) 16bitのデジタル入出力
16bitのデジタル入出力を持っている。アナログ量の発生と同期してデジタルパターンを出力することができ、また、測定と同期してデジタルパターンを読むことができるので、アナデジ混在ICの評価に便利である。

3. 構 成

図2に、全体ブロックを示す。接地電位のデジタル部、それとアイソレーションされたアナログ部から成る。アナログ部のCH1とCH2も互いにアイソレーションされている。デジタル部の電源は非絶縁のDC/DCコンバータで、アナログ部の電源は絶縁のDC/DCコンバータでそれぞれ所望の電圧を供給している。アナログ部へ電源を供給するDC/DCコンバータは出力ノイズの支配的な要因となるので、トランスの1次側と2次側を別々にシール



図3 アナログ部のモジュール構造

ドするなど、特にノイズに注意を払った設計となっている。

デジタル部は、CPU、FPGA (Field Programmable Gate Array)、メモリおよび各種インタフェースにより構成されている。FPGAはCPU周辺回路だけではなく、DACやスイッチの設定データをアナログ部に高速転送するインタフェースを備えている。

アナログ部は、高速で高精度のオペアンプや安定性に優れた箔抵抗、薄膜抵抗などにより構成されている。デジタル部とのインタフェースはPLD (Programmable Logic Device)を採用し、高速に送られてくるデータを各DACに設定したり、レンジ変更の際には過渡的に発生するグリッジノイズを低減するための制御を行ったりしている。

また、アナログ部はチャンネル毎に大型ヒートシンクと板金のシールドで囲まれた上下対象のモジュール構造となっており、図3のように、ヒートシンクを向かい合わせて本体に収めファンで強制空冷している。CH1とCH2を共通のモジュールにしたことにより、組み立てやデバッグ工数の削減にもつながった。

4. 動作

4.1 基本的な動作

基本的な動作を、図2で説明する。電圧発生では電流リミッタが働き、電流発生では電圧リミッタが働く。SW1はそれらの状態を切り替えるスイッチである。

電圧発生では、SW1はVの側に接続されており、発生電圧 V_o はソースDACの値 V_s に R_2/R_1 を乗じた値となる。ここで、負荷電流 I_L がプラスの方向に増加し、 $I_L \times R_{s1}$ がプラスリミッタDACの値 V_p を超えるとリミッタ回路のダイオードがONし、負荷電流を V_p/R_{s1} に制限するように働く。負荷電流の極性が逆の場合も同様の動作である。 R_{s1} は電流発生およびリミッタ用のシャント抵抗であり、 R_{s2} は電流測定用のシャント抵抗である。

電流発生では、SW1はIの側に接続されており、発生電流 I_o は V_s に $(R_2/R_1)/R_{s1}$ を乗じた値となる。ここで、負荷電圧 V_L がプラスの方向に増加し、 V_L がプラスリミッタDACの値 V_p を超えるとリミッタ回路のダイオードが

ONし、負荷電圧を V_p に制限するように働く。負荷電圧の極性が逆の場合も同様の動作である。

測定ファンクションはSW2で選択され、電圧測定では電圧測定用アンプの出力が、電流測定では電流測定用アンプの出力が、ADCに入力される。

4.2 デジタル部とアナログ部とのインタフェース

GS820では、発生値の変更やレンジ切り替えに要する時間を極力短くするために、デジタル部のFPGAからアナログ部のPLDに高速シリアル転送を行っている。転送フォーマットは、3つのDACとスイッチの設定データにコントロールデータを加えて104 bitであり、転送に要する時間は約13 μ sである。これは、測定動作やPCとの通信に要する時間に対して無視できるレベルの時間であり、生産ラインのテスト時間短縮に大きく寄与できる。

一方、高速性を重視して無造作にアナログ回路のスイッチを切り替えると過渡的に大きなグリッジノイズが出力に発生する場合があります。DUT (Device Under Test) にダメージを与える可能性がある。本機ではアナログ部のPLDで切り替え時のシーケンスを制御し、グリッジノイズを低減する工夫をしている。

4.3 電流リミッタレンジと電流測定レンジ

例えば携帯電話の待ち受け時のようにICが間欠動作をする場合、その消費電流は大きく変動する。間欠動作中に電流リミッタが働くことなく、待ち受け時の微小電流を精度良く測定するためには、電流リミッタレンジを大きく(リミッタ用シャント抵抗 R_{s1} を小さく)、電流測定レンジを小さく(測定用シャント抵抗 R_{s2} を大きく)設定する必要がある。GS610では電流測定用と電流リミッタ用のシャント抵抗が共通であったため、このようなアプリケーションに対応することができなかった。GS820では2つのシャント抵抗とクランプ回路によりこの問題を解決し、電流リミッタレンジと電流測定レンジを別々に設定できるようにした。

図2で、電流測定レンジが電流リミッタレンジより小さい場合の動作を説明する。この場合、 $R_{s2} > R_{s1}$ である。電圧クランプ回路は R_{s2} に発生する電圧を V_c に制限するものであり、クランプ電圧 V_c は電流測定レンジのフルスケール $\times R_{s2}$ より若干高目に設定されている。

I_L が電流測定レンジの測定範囲内にある時は、クランプ回路が働かないので $I_L = I_m$ となり、DUTに流れる微小電流が正しく測定される。 I_L が電流測定レンジの測定範囲を超えると、 R_{s2} に発生する電圧が V_c でクランプされるため、 $I_m = V_c/R_{s2}$ となる。この時、測定結果はオーバーレンジとなり、残りの電流 $I_L - I_m (= I_c)$ はクランプ回路から供給される。更に、 I_L が設定された電流リミッタ値に達した場合にはリミッタ回路が動作する。

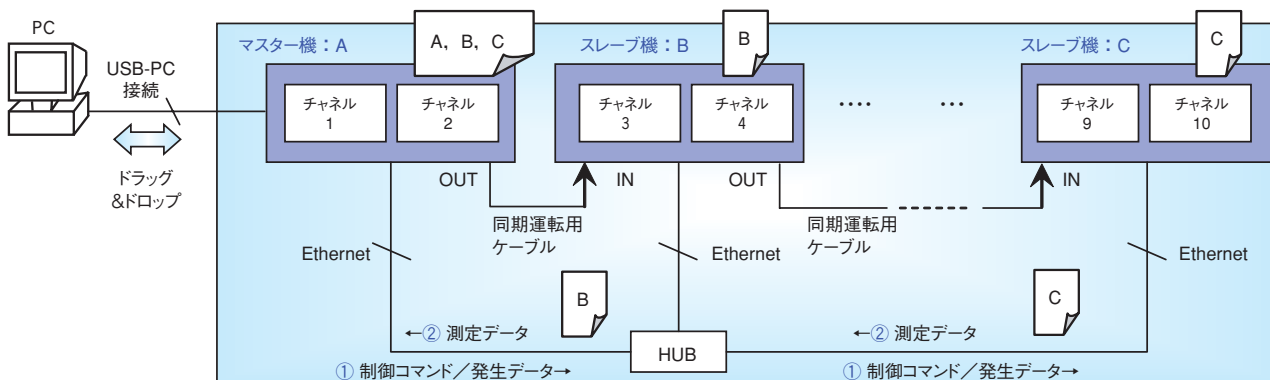


図4 チャンネル拡張機能

4.4 アイドリング電流の安定化

GS820では歪の少ないA級動作のパワーアンプを採用している。最大3.2Aを出力するため、出力段のアイドルリング電流も約1.6Aと大きい。FETの V_{GS} のばらつきや変動をそのまま見込んで設計すると、アイドルリング電流を多めに流しておく必要があり、その結果、電源回路の規模が大きくなり消費電力も増えてしまう。そこで、本機では、アイドルリング電流が一定になるようにバイアス回路にフィードバックをかけ、それによりパワーアンプ部での消費電力を抑え、2チャンネルでありながら小型軽量を実現した。実際のパワーアンプ(FET1, FET2)はパワーMOSFETによるプッシュプル6組の並列構造になっており、アイドルリング電流はその平均を制御するようにしている。

5. チャンネル拡張機能

GS610で好評なアプリケーションとして、プログラムスイープ機能とUSBストレージ機能を使ったカーブトレーサがある⁽¹⁾。手順を、以下に示す。

- ① PC上の表計算ソフトなどで発生パターンを作成
- ② 発生パターンファイルをUSB経由で本体ROMディスクにコピー
- ③ プログラムスイープを実行(発生と測定)
- ④ 本体のRAMディスクに測定結果ファイルが自動作成
- ⑤ 測定結果ファイルをUSB経由でPCにコピー
- ⑥ 表計算ソフトなどでV/I特性をグラフ化

GS820ではこの機能を更に発展させ、マルチチャンネル(最大10CH)に拡張した。接続を、図4に示す。

マスター・スレーブ方式により、マスター機へのアクセスのみで、接続された全チャンネル分の発生パターンを設定し測定結果を収集することができる。手順は、以下の通りである。

- ① PC上の表計算ソフトなどで1つのファイル上に全チャンネル分の発生パターンを作成
- ② 発生パターンファイルをUSB経由でマスター機の

ROMディスクにコピー

- ③ マスター機からスレーブ機にそれぞれの発生パターンをEthernet経由で転送
- ④ 同期運転でプログラムスイープを実行(発生と測定)
- ⑤ スレーブ機からマスター機にそれぞれの測定結果をEthernet経由で転送
- ⑥ マスター機のRAMディスクに測定結果ファイルが自動作成
- ⑦ マスター機の測定結果ファイルをUSB経由でPCにコピー
- ⑧ 表計算ソフトなどでV/I特性をグラフ化

このように、Ethernetケーブルと同期運転用ケーブルで機器を接続するだけで、特別なプログラミングなしにマスター機は最大10CHのカーブトレーサとして働く。これにより、入出力のピン数が多いICのV/I特性を簡単に測定することができる。更にデジタル入出力でデジタルパターンを扱うことができるので、ADCやDACを含むようなアナログ混在ICのテストが可能である。

6. おわりに

GS610の高精度、高分解能といった基本性能を受け継ぎ、好評なカーブトレーサ機能をマルチチャンネルに拡張したGS820を紹介した。

マルチチャンネルの同期運転が簡単に実現できるので、テスト内容に応じてフレキシブルに評価システムを構築することが可能である。

更に、半導体・電子部品の生産ラインにおいてテスト時間の短縮に貢献し、広く活用されることを期待している。

参考文献

- (1) 坂巻康雄, 本間雅美, “ソースメジャーユニットGS610”, 横河技報, Vol. 50, No. 2, 2006, p. 69-72

* ‘Ethernet’ は、富士ゼロックス(株)の登録商標です。