

省エネ機器の開発に最適なスコープコーダ DL850™

Yokogawa Meter & Instruments Corporation
General Purpose Test & Measurement Gr. Development & Engineering Dept.
Etsurou Nakayama

1. はじめに

近年、省エネルギーに関心が高まる中、電気製品や産業機器には、更なるエネルギー効率の改善が求められている。例えば、インバータでは、効率改善のため電力デバイス的高速化、高電圧化が進められている。また、自動車の電子化が代表するように、複数の CPU を使用してより緻密な制御、高機能化が推し進められている。このような製品の研究・開発現場では、より高速なサンプリングで、高耐圧絶縁測定が求められるとともに、より複数の信号を同時に長時間測定する要求が高まっている。

このような背景の中、今回開発したスコープコーダ DL850(図1)は、プラグインモジュール型の信号波形記録測定器である。従来機種である DL750 のコンセプト・大きさ・豊富なプラグインモジュールを踏襲しつつ、大幅な基本性能の向上を図った。また、新たなモジュール4種を追加サポートし、さらにさまざまな測定に対応できるようにした。



図1 DL850 概観

2. 概要

DL850 は、8 スロットのモジュール入力を持つ波形記録測定器である。測定対象に応じて 15 種類のモジュールを自由に選択、組み替えして、入力に各種センサを直接接続して物理量を測定することができる。

基本性能は、最高サンプリングレート 100MS/s、最大メモリ長 2Gpts、最大 128ch 電圧測定が可能であり、高速サンプリング長時間測定・多 CH 測定を 1 台で実現することができる。弊社従来製品 DL750 と比較して、最高サンプリングレートで 10 倍、最大メモリ長で 2 倍、チャンネル数で 8 倍を実現している。また、100MS/s 電圧測定モジュールでは、100MS/s の高速サンプルでありながら、A/D 分解能 12 ビット、絶縁耐圧 1kVrms の高精度・高絶縁耐圧を実現している。

この製品の開発では、2 つの独自開発技術を採用している。1 つは、高絶縁耐圧で、高速サンプリングに対応するための、絶縁データ転送技術 isoPRO®テクノロジーである。もう 1 つは、高速サンプリング・多 CH サンプリングを実現するための独自の信号処理システム

GigazoomEngine2 である。

本稿では、この 2 つの独自技術の説明を中心に、DL850 の高速サンプリング、多チャンネル測定の特徴的な機能を紹介する。

3. 特徴的な機能

3.1 isoPRO®テクノロジー

インバータのスイッチングデバイスは、より高速、高耐圧になり、動作電圧もより高くなっていく。したがって、インバータの評価では、高速サンプリングはもとより、更なる高絶縁耐圧が波形測定器が求められている。高速 100MS/s 12bit 絶縁モジュールでは、サンプルレート 100MS/s、AD 分解能 12 ビット、アナログ帯域 20MHz という高速データ取り込みが可能ながら、isoPRO®テクノロジーを採用し 1kV の高電圧絶縁を実現した。isoPRO®テクノロジーでは、デジタル化したデータを半導体レーザーダイオードを用いて光変換し、光ファイバーを用いて本体側へデータを転送する方式を採用した。この方式の原理図を図 2 に示す。半導体レーザーダイオードのデータ転送速度は非常に高速であるため、1 デバイスで大量のデータ転送が可能であり、結果アイソレーション部を非常に小型化することができた。また、光ファイバー自体が絶縁体であることと、光ファイバーでの信号伝達距離は、絶縁に必要な距離よりも十分あるため、信号入力側と本体側との間に、1kV という高電圧にも耐えうる絶縁距離を設けることができた。isoPRO®テクノロジーを採用した結果、約 100×200mm という小型のモジュールの中に 2 チャンネルの 100MS/s、2 チャンネル、1kV 高耐圧絶縁測定回路を実装することができた。また光による絶縁のため、耐ノイズ性能も高い。

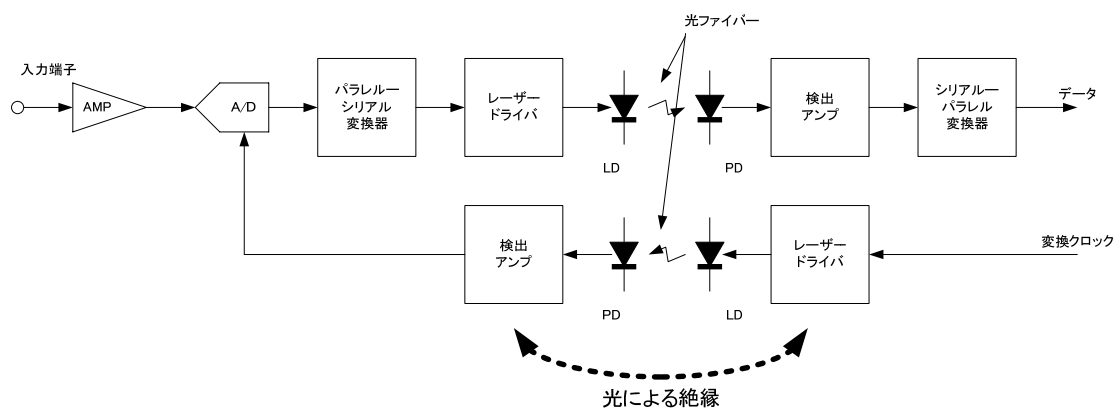


図 2 isoPRO®テクノロジーの原理

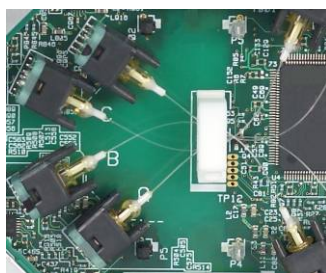


図 3 isoPRO®テクノロジー

このモジュールを用いたインバータ信号のパルス波形の観察結果を図 4 に示す。左側が 100MS/s での計測結果、右側が従来の 10MS/s モジュールでの計測結果であり、100MS/s 高速絶縁モジュールを使用することにより、パルスの細部まで計測が可能になっていることがわかる。

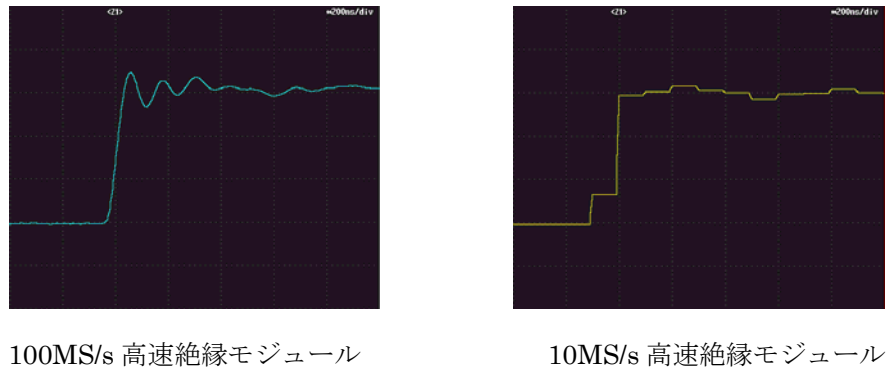


図 4 計測波形比較

3. 2 耐ノイズ性能

インバータでは、高電圧が高速にスイッチングされるため、インバータの計測では測定経路にどうしてもノイズが乗り込みやすくなる。

DL850 のモジュールでは、以下のような構造で耐ノイズ性を高めている。モジュールのエンクロージャ内部に筐体電位となるシールドを設け、外来ノイズはまずこのシールドで吸収される。さらに測定回路部は、測定回路 GND 電位でシールドされ、さらにノイズが伝播しない構造になっている。(図 5) 特に測定回路部のシールドは、調整用の穴も組み立て時に塞ぐ構造になっている。この 2 重のシールドにより、10M 高速絶縁モジュールでは、10kHz で約 90dB の高 CMRR を実現している。(図 7) また、モジュールを本体に挿入したときは、筐体電位のシールドが、隣接チャンネル間に入ることになり、一方のチャンネルに高電圧が入力されても、他方の隣接チャンネルには影響が出にくい構造となっている。(図 6)

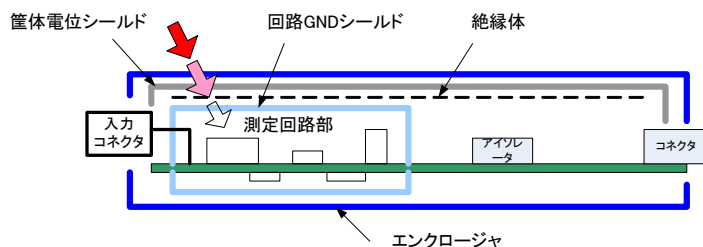
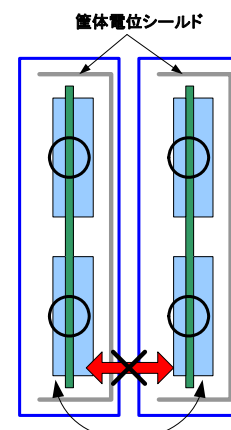


図 5 モジュール シールド構造



モジュール間は、筐体電位でアイソレーションされるため、チャンネル間干渉も小さい

図 6 モジュール間シールド

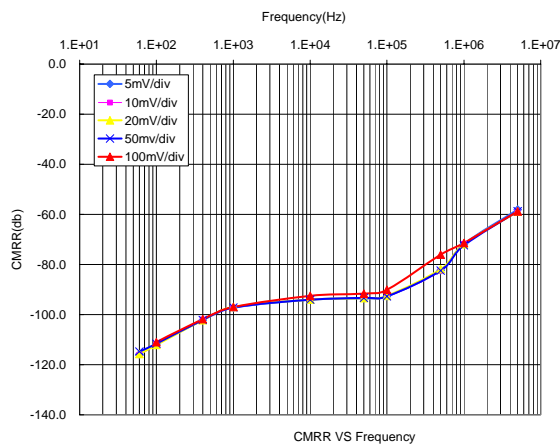


図7 10M 高速絶縁モジュール CMRR 特性

図8にDL850でのインバータ波形測定例を示す。ノイズの影響が無く、波形が正確に測定されていることがわかる。



図8 インバータ波形測定例

3.3 GigazoomEngine@2 高速表示機能

産業機器用のインバータでは、スイッチングデバイスの進化とともに、スイッチングデバイス的高速化、キャリア周波数の高周波化が進んでいる。このためインバータ評価では、スイッチング波形、出力波形をより高速なサンプリングを用いて正確に計測する必要があるとともに、システムの負荷状況の変化によりインバータの動作状態がどう変化していくかを長時間計測する必要もあるため、1回の測定に必要なデータ量は以前にまして増加する傾向にある。評価試験サイクルにおいては、評価→データ確認→条件変更→評価が繰り返されることとなるから、評価試験の効率化・時間短縮には、データ確認に要する時間を短縮することが不可欠である。このような

要求に応えるため、DL850 では、高速サンプリング、多チャンネル計測において独自のデータ処理アルゴリズムを用いた高速データ処理システム **GigazoomEngine®2** を開発した。**GigazoomEngine®2** では、データをアキュイジションメモリに保存するのと並行して、リアルタイムで表示波形データを作成し、表示波形メモリに保存する。データ取り込み終了時には、既に表示波形データができているので、アキュイジションメモリに取り込んだデータを読み出し表示用に加工する必要が無く、表示波形メモリ上のデータを使用することで瞬時に表示を行うことができる。また、独立動作可能な専用の波形作成ハードウェアを持ち、アキュイジションメモリ上のデータ、または、表示波形メモリ上のデータをデータ取り込み中、データ取り込み終了後にかかわり無く読み出し、画面ズーム倍率にあった表示波形データに再加工することも可能である。このため、**2Gpts** のロングメモリへデータ取り込み中であっても、任意の倍率のズーム波形を **2** 画面瞬時に表示することができる。**GigazoomEngine®2** の機能により、評価試験サイクルの中のデータ確認時間の短縮が可能である。**GigazoomEngine®2** のブロック図を図9に示す。

また、ズーム専用の倍率ノブ、ポジションノブを設け、波形確認時の操作性の向上も図っている。(図11) 専用のノブを設けることにより、測定中、測定後にかかわらず、ダイレクトに波形を拡大・縮小表示でき、波形の詳細確認が容易になっている。

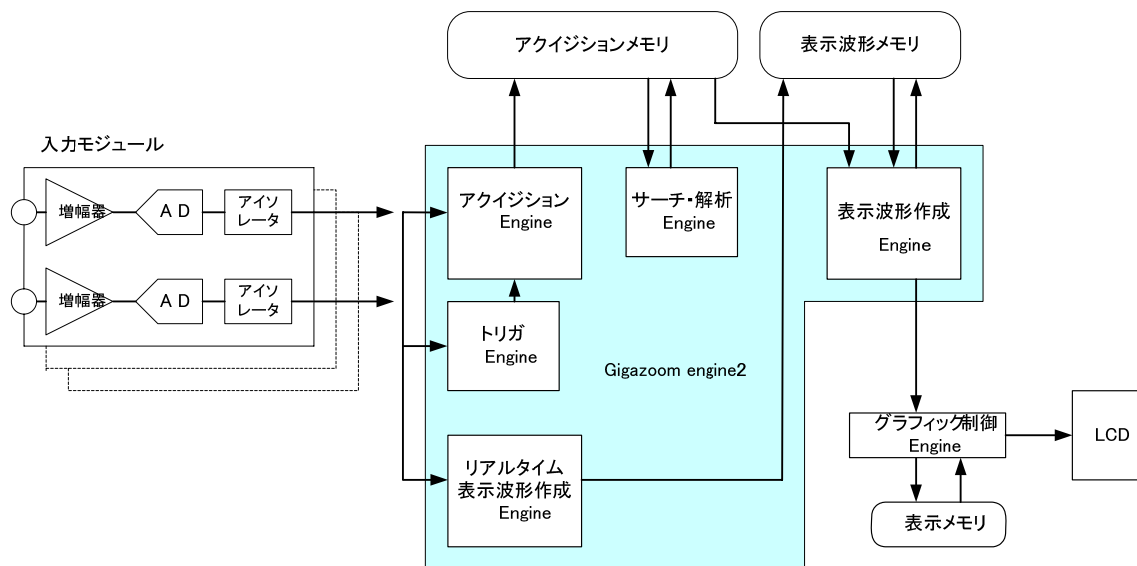


図9 GigazoomEngine®2 ブロック図

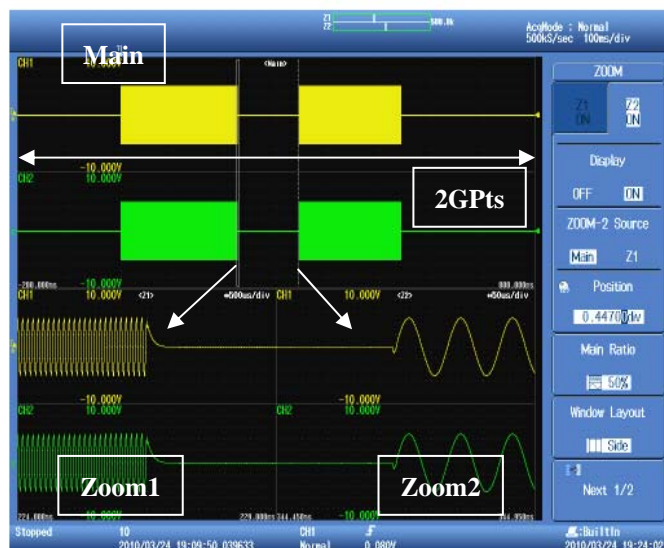


図 10 ズーム表示例



図 11 独立したズームノブ

3. 4 高速リアルタイム記録機能

部品の信頼性試験や、耐久試験では、長期間にわたってデータをモニター、保存する必要がある。DL850 では、ハードディスクに連続で 100kS/s、16ch 同時にサンプリングデータを書き込むことが可能である。ハードディスクに連続してデータを書き込む場合、2 つの問題が生じる。1 つは、長時間記録の場合、データ量が数 10G バイト以上にもなり、取り込んだ波形データを確認・表示しようとする、高性能な PC といえどもファイルアクセスおよび表示データの作成だけで膨大な時間がかかり、データ確認の効率が非常に悪いことである。もう 1 つは、データ処理・評価の効率を上げるため、データ取り込みを止めずに、ハードディスクに取り込んだデータを評価途中で PC に取り込んでデータ解析を行いたいという要求である。

1 つ目の問題に対しては、GigazoomEngine®2 の機能をハードディスク記録にも利用することで解決した。すなわち、ハードディスク記録時にも、GigazoomEngine®2 で波形表示用デー

データを同時作成し、アキュイジションメモリに保存する。データ取り込み中は、この波形表示用データを表示に用い高速表示を行う。データ取り込み終了時には、この表示用データも同時にファイル保存する。PC にデータを転送して表示する場合、アプリケーションソフトである Xviewer を用いれば、PC 側でもこの波形表示用データを利用することが可能であり、どんなに長いデータ長であっても瞬時に波形表示が可能となる。

次に、データ取り込み中のデータ転送は、データファイルを細かく分割しながらデータを保存することで対応した。測定データを 1 つのファイルとして連続的にハードディスクに書き込むと、測定が終了するまでファイルのデータ個数は確定されない。このような状況で、データ取り込み途中のファイルを PC に転送すると、データ個数に不整合が生じ、最悪の場合ファイルが壊れ、データ消失となる場合がある。DL850 では、データファイルは一定量データが揃ったところで分割ファイルとして保存し、この分割ファイル単位で PC に転送するので、データ消失の危険は発生しない。Xviewer からアクセスする場合は、この分割ファイルは 1 つのファイルとして見え、特に分割ファイルを意識する必要は無い。

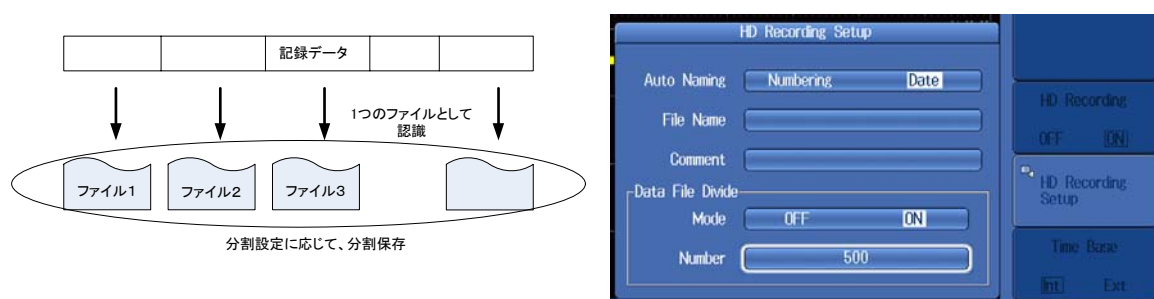


図 12 ファイル分割設定

3. 5 CAN バスモニター

現在の自動車では、快適、安全、環境、信頼を実現するために電子化の技術が不可欠である。電子化の進んだ自動車では、センサやアクチュエータの数が増え、システム評価のために同時測定しなければならない信号が増加している。また、多くの ECU が搭載されており、この ECU 間を協調制御するために CAN バスが採用されている。CAN バスには、速度、エンジン回転数、各種温度等の車体情報や、各スイッチの ON/PFF 状態等の制御情報が流れており、CAN バス上のデータをそのまま測定器で保存することができれば、速度、エンジン回転数などを新たにセンサを設けずに計測することが可能である。

CAN バスモニタモジュールでは、1 モジュールで、2 つの CAN ポートを持ち別々の CAN バス上のデータを測定できる。各 CAN バスポートは、最大 16 信号を同時にモニタできる。CAN バスモニタモジュールでは、指定した ID のパケットの任意のビット位置のデータを切り出し、それらをリサンプリング、スケーリングして時系列データとして保存、波形表示することができる。(図 13)CAN バスモニタモジュールを使用することにより、CAN バス上のデータと直接センサから取り込んだアナログ信号を同一画面・時間軸に表示比較することができ、CAN バスを用いたシステムの検証を容易に行うことができる。

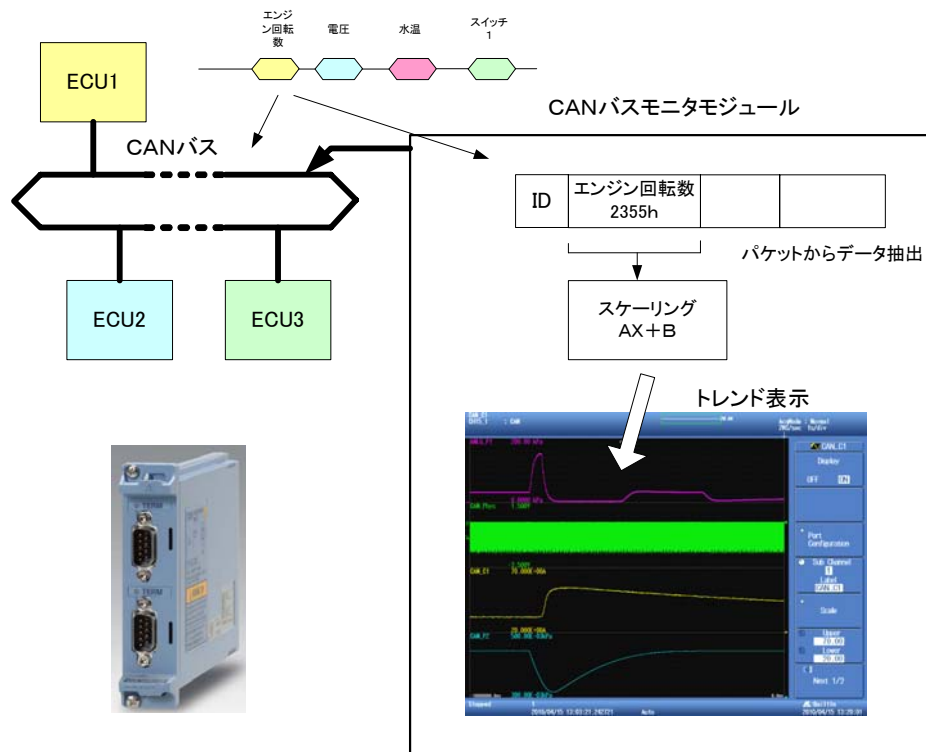


図 13 CAN バスモニター原理

3. 6 多チャネル計測

16 チャンネル電圧モジュールでは、スキャナ機能を搭載し、入力チャンネル数に応じて時分割で測定することができ、DC～数 100Hz 程度の現象を多チャネル測定できる。図 14 にスキャナモジュールのブロック図を示す。各チャンネルごとにゲインアンプとフィルタを持ち、各チャンネルごとに信号レベルに応じた最適レンジで測定が可能である。フィルタと A/D コンバータの間にスキャニングスイッチがあり、このスキャニングスイッチを高速に切り替えながら測定を行うことにより、16 チャンネル使用時 10kS/s、1 チャンネル使用時 200kS/s の高速サンプルが可能である。

16 ビットロジックモジュールでは、1 つのモジュールで 16 個のリレーステート、シーケンスステートを同時に測定することができる。

多チャネル測定においても、GigazoomEngine®2 により、多チャネルのサンプリング、高速同時表示が可能であり、最大 128 チャンネルまでの観測が可能である。

DL850 では、表示器に 1024×768 ドットの高精細な LCD を使用するとともに、シート方式を採用し多チャネル測定時でも波形の視認性を確保した。シート方式では、あらかじめ同時表示させたいチャンネル設定しておき、確認したい項目に応じて瞬時に表示を切り替えることができるため、比較したいチャンネルのみに着目した波形確認が容易にできる。

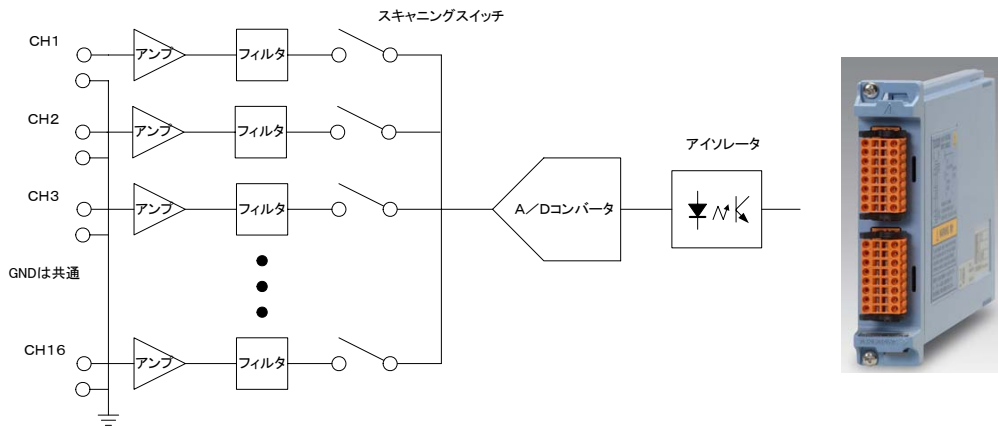


図 14 16 チャンネル電圧モジュール構造

着目する波形をグループとしてまとめ表示可能



図 15 多チャンネル表示例

4. 終わりに

DL850では、100MS/sの高速サンプリング、1kVの高耐圧絶縁、最大128chの多チャンネル測定、最大2Gptsの長時間測定を1台で実現し、測定対象に合わせてモジュールを組み替えることが出来るため、どのような測定にも1台で柔軟に対応することができる。またGigazoomEngine®2の機能をはじめとした高速データ処理技術により、測定したデータの確認や解析のために費やしていた時間を短縮することができる。DL850を利用することにより、省エネ機器の開発をはじめとする複雑高度化するシステムの開発効率が格段に向上すると考えている。