

高速ロングメモリデジタルオシロスコープ "Signal Explorer DL7100"

High-speed Long Record Length Digital Oscilloscope "Signal Explorer DL7100"

竹澤 茂^{*1} 渋谷 学^{*1}
TAKEZAWA Shigeru SHIBUYA Manabu
小柳 伸男^{*1} 遠藤 誠^{*1}
KOYANAGI Nobuo ENDO Makoto

最高サンプルレート 1 GS/s, アナログ入力帯域500 MHzのデジタルオシロスコープ "Signal Explorer DL7100" を開発した。最大入力チャンネルはアナログ 4 ch + ロジック16ビット, 最大レコード長は 8 Mワードである。

従来のロングメモリのデジタルオシロスコープは, 応答時間が遅い, 高価, 大きい等の欠点があった。DL7100では, データ処理部に 3 種のASICからなるD.S.E(Data Stream Engine)を新規に開発し, メモリ長 1 Mワードで毎秒30回の波形更新レートを実現した。また, ロングメモリに捕捉した大量のデータ列の中から観測したいデータ部分を抽出するズームサーチ機能と過去に取りこんだ波形の中から特定の波形だけを取り出すヒストリサーチ機能を搭載した。これらの機能は, 複雑な信号や発生頻度の少ない異常現象の観測を容易にし, ユーザーの効率の良いトラブルシューティングと開発期間の短縮を可能にする。

さらに, 上記のD.S.Eを含め11種類のカスタムICを開発することにより, ロングメモリのデジタルオシロスコープでありながら, 従来の汎用器並みのコンパクトさと低価格を実現した。

本稿では, DL7100の概要と機能について述べる。

We have developed "Signal Explorer DL7100", a digital oscilloscope with maximum sampling rate of 1GS/s and analog input bandwidth of 500 MHz. The DL7100 has 4-channel for analog input signals and logic input signals of 16 bits, along with a record length of up to 8M words per channel. Conventional digital oscilloscopes with large memory had several disadvantages such as slow operation response, expensiveness and a large size. We have developed D.S.E. (Data Stream Engine) which consists of three types of ASIC (Application Specific Integrated Circuit) for data processing, so that the DL7100 can achieve an update-rate for a display screen as high as 30 displays/second with a 1M words waveform display.

The DL7100 has Zoom Search function that extract the specified data portion in a large volume of data stream and History Search function that can pick up the specified waveform from a large number of waveforms previously captured. These search functions support observation of complicated signals and seldom abnormal phenomena. They also enable effective trouble shootings and reduction in developing hours.

By developing 11 types of custom IC including above mentioned D.S.E., DL7100 can achieve not only size in compact, but also reasonable price as good as previous models. This paper describes an outline of the DL7100.

1. はじめに

通信機器, 光ディスク等のマルチメディア市場では, 高速かつ複雑な波形を捕捉するために, 高速・多チャンネル・ロングメモリのデジタルオシロスコープが必要とされる。一方, 従来ロングメモリを必要とした自動車,

プリンタ等のメカトロニクス市場でも, コントロール系を中心に被測定信号が高速化している。

当社では, ロングメモリデジタルオシロスコープとして, 1995年に最大 2 MワードのDL1500シリーズ⁽¹⁾, 1996年に最大16 MワードのDL2700⁽²⁾を発売した。これらはアナログ帯域が150 MHz, 最高サンプルレートがそれぞれ200 MS/s, 500 MS/sで主に中速域のメカトロニクス市場で使用されている。

^{*1} テスト&メジャメント事業部 開発 2 部

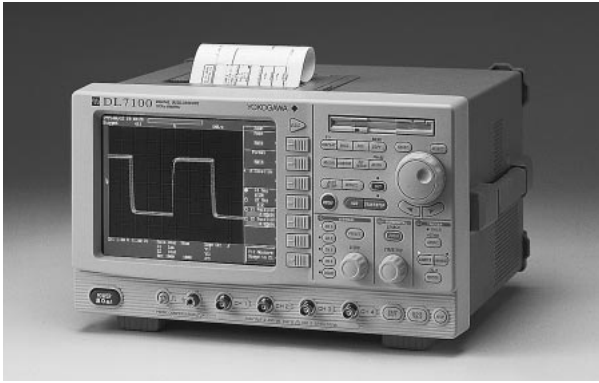


図1 DL7100の外観

今回開発したDL7100は、これらの製品の特長を継承しつつ、より高速化、広帯域化した製品である。開発にあたっては、“Signal Explorer”の愛称に象徴される“複雑な波形を簡単かつ正確に捕捉する”、“捕捉した膨大なデータの中から必要な情報を高速に抽出する”ことを基本コンセプトとした。また、ベンチトップでの使い勝手を考え、奥行き寸法と質量に配慮してコンパクトに設計した。図1にDL7100の外観を示す。

DL7100は以下の特長を有する。

- (1) 最高サンプルレート1GS/s、アナログ入力帯域500 MHz
- (2) アナログ4ch + ロジック16ビット
- (3) 最大レコード長8Mワード/ch
- (4) 1Mワード/chで30 Hzの高速波形更新(当社比約10倍)
- (5) ロングメモリに捕捉した大量のデータの中から観測したい部分を抽出するズームサーチ機能

- (6) 最大2048画面分過去のデータを遡って観測できるヒストリメモリ機能とそこから特定の波形を抽出するヒストリサーチ機能
- (7) 奥行き約340 mm、質量約9 kg
本稿ではDL7100の構成と機能について紹介する。

2. 全体構成

図2にDL7100の機能ブロック図を示す。

一次メモリ部は別のプリント板とし、8Mワード/chモデルのほか低価格の2Mワード/chモデルに対応している。また、ロジック入力部も別プリント板とし、プリント板を追加するだけでロジック入力オプションが装備できる構成とした。ロジックプローブはDL2700と共通である。なお、ロジック入力部はメモリとデータ処理部を搭載しているため、アナログ入力のチャンネル数やデータ処理能力を損うことなく追加できる。表示器は新型の8.4型TFTカラー液晶ディスプレイを採用し、従来品に比べて視野角、輝度ともに大幅に向上した。背面には電力測定に対応するための電流プローブと高速波形観測には不可欠なFETプローブ共用の電源端子を4個標準装備している。また、FDD、GP-IB、シリアル通信(RS-232)、SCSI、I/F、セントロニクス、VGA出力を標準装備し、目的に応じて外部機器との接続が容易にできる。さらに、従来機種と同様にオプションで内蔵プリンタを搭載できる。

また機構設計においては、フロントベゼルと入力部のシールドケースにマグネシウムダイキャストを採用し、軽量化を図った。

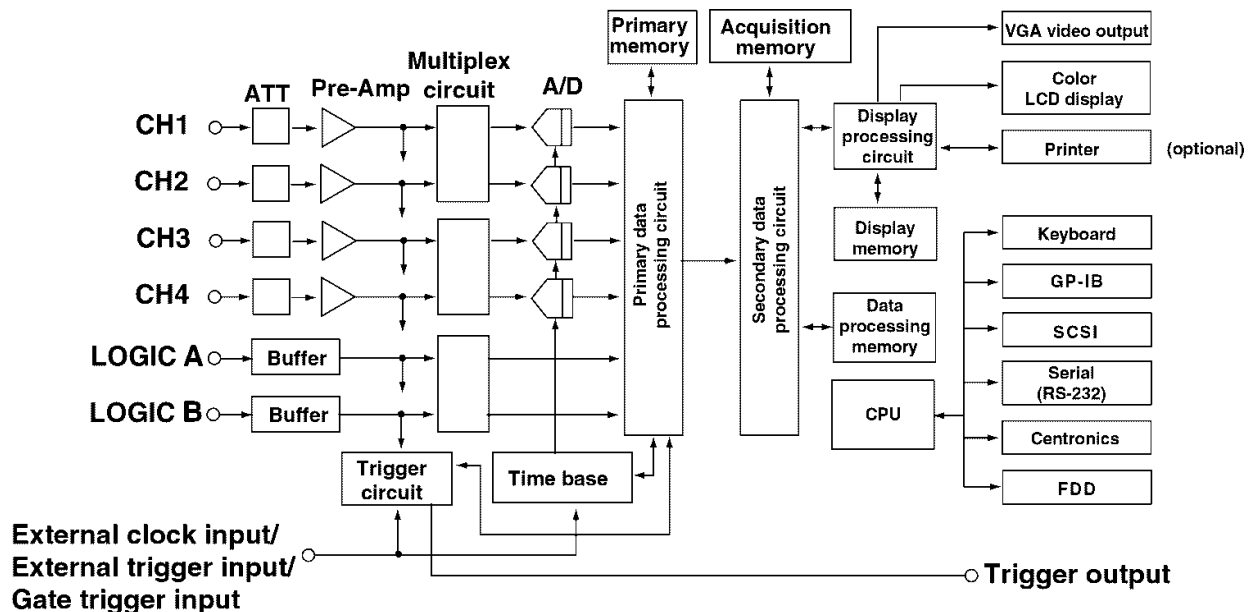


図2 DL7100の機能ブロック図

3. アナログ部

アナログ部はアッテネータ、アンプ、マルチプレクサ、A/D変換器より構成される。入力レンジは2 mV/div ~ 10 V/divで周波数帯域500 MHz、直流確度は±1.5%を実現した。また、ヨーロッパ各国のユーザーの要望により、絶対最大定格は±400 V(DC+ACpeak)とした。

アンプ、マルチプレクサは新規に開発したカスタムICである。A/D変換器は、500 MS/s、8ビットのものを各チャンネルあたり1個搭載し、マルチプレクサで信号を分配するとインタリーブ方式で1 GS/sまでのサンプリングができる。また、アナログ部の制御には新規に開発したBi-CMOSゲートアレイとPWM(パルス幅変調)方式のD/A変換器を用いた。

4. タイムベースとトリガ部

タイムベースはPLL方式で構成し、1 GHzと800 MHzを切り替える。このクロックを高速ECLロジックで分周し、各チャンネルに分配する。また、インタリーブ時は、1 ch、3 chに対して2 ch、4 chのクロックが1 ns遅れるようにする。等価サンプリング等で必要なトリガとサンプリングクロックの位相差の微小時間測定にはDL4100⁽³⁾で開発したT/V(時間/電圧)変換器を使用した。

トリガ部は、コンパレータ、高速トリガロジック、パルス幅検出器により構成される。いずれも新規開発のカスタムICで帯域は500 MHzである。トリガソースは4つのアナログチャンネルのほかに背面の外部トリガ入力(100 MHz)、ロジック入力、商用電源ラインが選択できる。

トリガファンクションでは、特にマルチメディア市場からの要求に応じて、パルス幅の上限値と下限値を設定し、特定のパルス幅でトリガする機能を追加した。設定分解能は1 nsである。

5. データ処理部(D.S.E.)

DL7100では、通常CPUを介さずに、D.S.E.(Data Stream Engine)と呼ばれる専用のデータ処理用ハードウェアのみで波形を更新する。D.S.E.は、一次データ処理部、二次データ処理部、表示部の3つに分けられ、各部分はそれぞれ新規に開発したゲートアレイで構成した。一次データ処理部と二次データ処理部は2 chを1組とし、これを2組(ロジックオプションありのときは3組)搭載し、並列処理することによって、1 Mワード/chで、30 Hzの高速画面更新を実現した。

一次データ処理部には、9.3万ゲートのBi-CMOSゲートアレイ(RBC)を開発した。RBCはA/D変換器の出力を間引き、エンベロープ、区間平均等の処理をして、一次メモリに記録する。一次メモリは高速SRAMで構成した。RBCは記録したデータをトリガアドレスに応じて二次

データ処理部に転送する。

二次データ処理部には、44万ゲートのCMOSゲートアレイ(AMI)を開発した。AMIはRBCからデータを受け取り、アベレージング等の演算を施して、アキュジションメモリに格納する。アキュジションメモリはシンクロナスDRAMで構成した。AMIは格納したデータを圧縮、補間等の処理を施して、表示データに変換する。このデータは表示周期に応じて表示部に転送される。AMIは、このほか加減乗算、微積分等の演算機能や波形パラメータ自動測定の補助機能を持つ。

表示部には、31万ゲートのCMOSゲートアレイ(GCP)を開発した。GCPは、グラフィックメモリとキャラクタメモリの内容を合成して輝度信号にして表示器に出力する。グラフィックメモリにはシンクロナスGRAM、キャラクタメモリには高速SRAMを採用した。GCPは表示のために読み出した波形データとAMIから転送された波形データを用いて、重ね書き処理を施して再度グラフィックメモリに書きこみ、このデータは次の表示周期で表示される。GCPは、このほかプリンタの制御も行う。

6. プロセッサ部

CPUにはHD6417709A(日立製)を用い、66 MHzで動作する。また、4 MBのフラッシュROMと16 MBのシンクロナスDRAMを搭載し、将来、ソフトウェア機能を拡張しやすい構成とした。

7. ズームサーチとヒストリサーチ⁽⁴⁾

7.1 ズームサーチ

ロングメモリのオシロスコープでは、しばしば捕捉した波形の一部を拡大して観測する。ユーザーは拡大中心位置を動かしながら観測したい部分を探さことになるが、捕捉したデータがあまりに膨大な場合、この作業には多大な時間を要する。DL7100では、この作業を効率良く行えるようにズームサーチ機能を搭載した。ズームサーチには、波形の立上り(または立下り)エッジを検索するエッジサーチと特定のシリアルパターンを検索するシリアルパターンサーチがある。

エッジサーチは、検索の対象となるチャンネル(ソース)、High-Lowを判定する閾値(レベル)、エッジの向き(ポラリティ)を設定し、検索を実行する。またエッジのカウントを設定することによって、何番目のエッジを検索するかを指定できる。

シリアルパターンサーチは、任意のチャンネルをクロックとする同期式とビットの時間間隔を指定する非同同期式が選択できる。検索パターンは64ビットまで、H、L、Xで設定する(図3)。シリアルパターンサーチは家電やマルチメディアコントローラで広く採用されているI²Cバス等の従来のオシロスコープでは困難だったシリアル通信

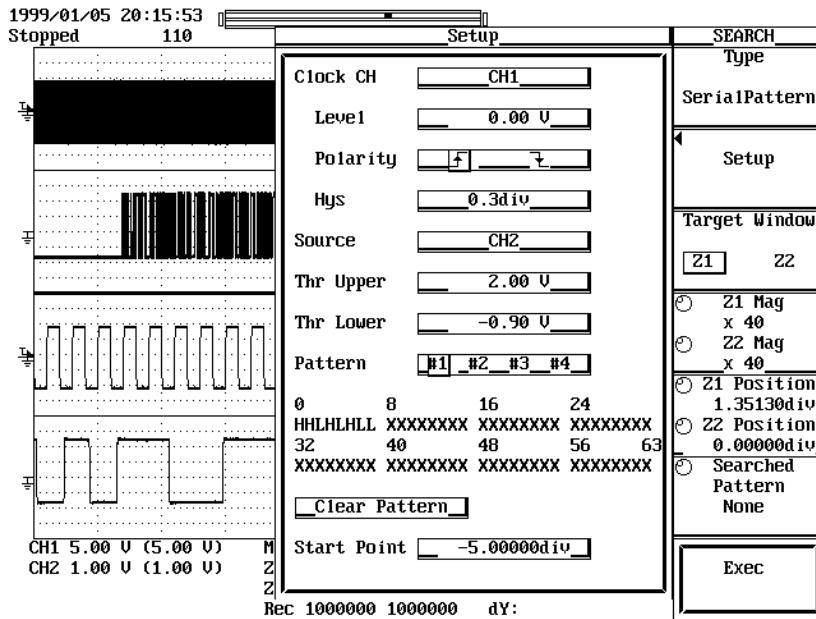


図3 シリアルパターンサーチの設定画面

の評価を可能にする。また、PWM変調波形の特定のパターンを検索する場合も有効である。

7.2 ヒストリサーチ

デジタル回路のトラブルシュートでは発生頻度の少ない異常現象を捕捉したい場合がある。このような現象は画面上に表示されてもすぐに波形が更新されてしまうため確認が難しい。当社のヒストリメモリ機能は、この

ような要求に対応するもので、メモリを分割してブロックごとに波形を蓄積し、ストップ後に画面上に重ね書きできる機能で近年のDLシリーズにはすべて搭載されている。

DL7100では最大2048波形を蓄積できるが、一波形ごとに画面を呼び戻しながら目的の波形を抽出するには多大な時間を要するが、新たにヒストリサーチ機能を搭載してこの問題を解決した。ヒストリサーチ機能では図4のように、全波形の重ね書き画面上にゾーンを指定し、そのエリアを通過した(または通過しない)波形のみを抽出することができる。検索条件は最大4つ

まで指定できるため絞り込み検索も可能である。

8. おわりに

以上、デジタルオシロスコープDL7100の構成、特長の概要を紹介した。デジタルオシロスコープの最も基本的で重要な機能を見つめ直し、真に使いやすく役に立つ波形測定器として開発された本製品は、幅広い分野のエンジニアにとって開発効率アップのためのツールとなると確信している。

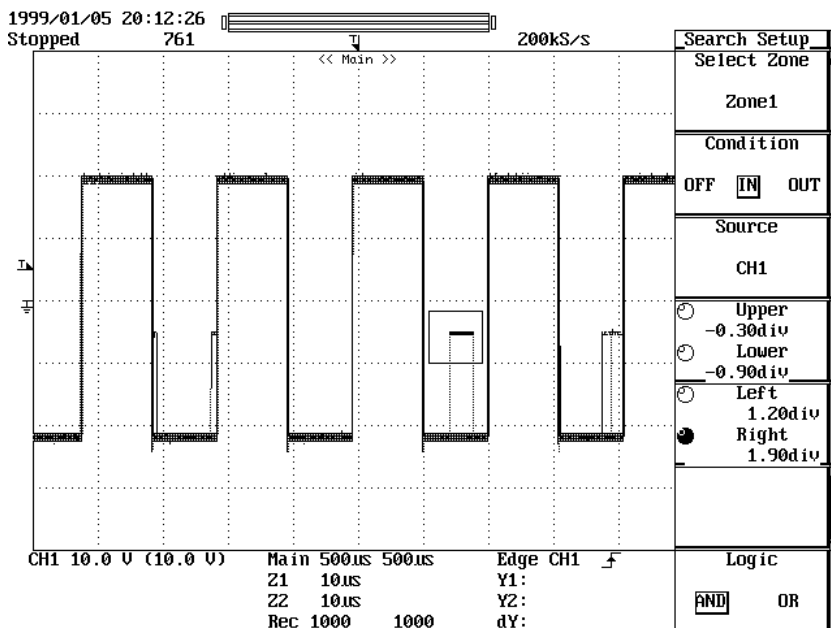


図4 ヒストリサーチ画面

参考文献

- (1) 金子 洋, 他, " パーソナルデジタルオシロスコープDL1540 ", 横河技報, vol. 39, no. 3, 4, 1995, p. 145-148
- (2) 渋谷 学, 他, " 多チャンネル&ロングメモリデジタルオシロスコープDL2700 ", 横河技報, vol. 41, no. 1, 1997, p. 7-10
- (3) 新美良久, 他, " ロングメモリ高速デジタルオシロDL4080 ", 横河技報, vol. 38, no. 2, 1995, p. 67-70
- (4) 山本千秋, " 真の使いやすさを追求した汎用高速デジタルオシロスコープ ", 電子技術, vol. 41, no. 9, 1999, p. 66-70