

メモリハイコーダ MR8740/MR8741 デジタルボルトメータユニット MR8990

塚田 英一*1

要 旨

メモリハイコーダMR8740/MR8741は計測システム向けに特化し、システムを簡素化することを目的とした最大54チャンネル絶縁入力波形記録計である。ここに製品の概要、構成、特長について解説する。

1. はじめに

生産現場での検査や監視においては、部品およびシステムの複雑化に伴い、測定対象ポイント数が増えている。また、自動車業界においてはPHV(プラグインハイブリッド自動車)、EV(電気自動車)の普及に伴いインバータなど、各種部品が高電圧かつ高速化され、さらには各種センサなどの信号レベルを高精度で測定することが必要になってきた。

メモリハイコーダ MR8740/MR8741 はこれらの測定を1台で行うべく、多チャンネル、絶縁、高速サンプリング、高電圧、高精度測定をキーワードとして、検査ラインおよび監視用途に適した計測システム向け波形記録計である。



MR8740, MR8990 の外観



MR8741 の外観

2. 概要

MR8740/MR8741 は、検査ラインにおいて重要なファクタの一つである検査時間(タクトタイム)の削減を図ることを目的としている。増大する検査点数に対応するため、一度に同時測定できるチャンネル数を増やし測定回数を減らすことで検査時間を短縮。さらに、上位PCからの制御による設定、演算、データ転送の高速化を図り、測定以外にかかる時間の大幅削減を目指し開発した製品である。

波形測定、または波形記録する検査ラインや実験においてシステム化する場合、DMM(デジタルマルチメータ)を複数台組み込み、併用することが多い。これは、波形観測と数値測定という目的の違いで計測器を使い分けているためであるが、波形記録計の測定精度をDMMと同等にすることで、システムを一つにすることができる。このように混在したシステムを簡素化すべく、DMMと同等の精度をもつデジタルボルトメータユニットMR8990を開発した。MR8990を最大54チャンネルのMR8740に組み込むことで、波形

記録だけでなく高精度の電圧測定を可能にした。さらに、メモリハイコーダに組み込んだことにより、時間軸方向(等間隔サンプリング)の記録が可能となり、高精度なトレンド記録が可能となった。

3. 特長

3.1 本体

(1) 最大アナログ 54 チャンネル

MR8740 は最大 54 チャンネルで 2 ブロック構成をとっている。ブロックⅠは 32 チャンネル、ブロックⅡは 22 チャンネルで、両ブロック同機能で測定することはもちろんのこと、ブロックⅠでメモリファンクション測定、ブロックⅡでFFT測定のように、ブロックごとに異なる機能として使用することが可能である。

*1 技術部 技術1課

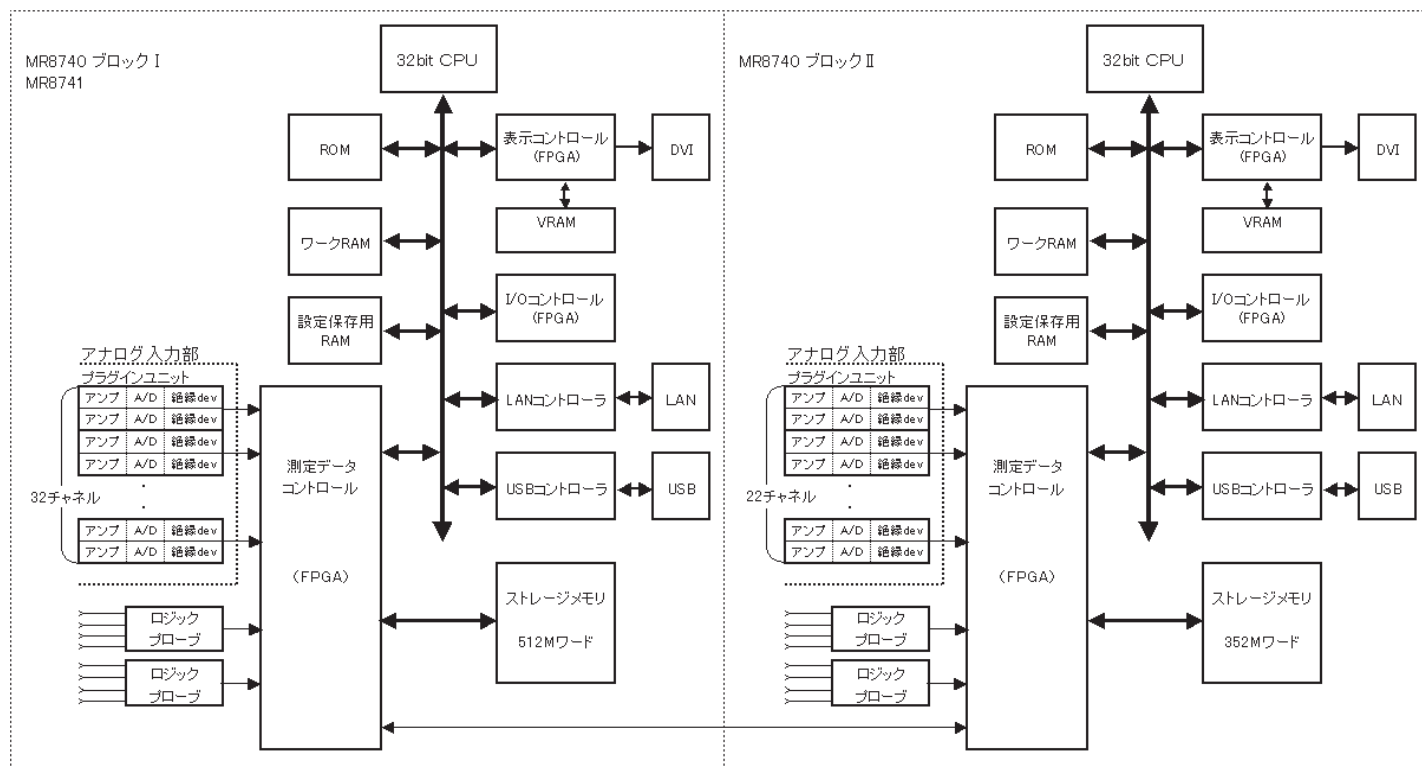


図1 本体ブロック図

MR8741 は最大アナログ 16 チャンネル、ロジックユニットを使用した場合は、アナログ 10 チャンネル+ロジック 64 チャンネルまでの測定が可能である。

(2) 全チャネル絶縁・同時サンプリング

MR8740/MR8741 は本体とすべての入力チャンネル間、および各入力チャンネル間が絶縁されている。

また、すべてのチャネルが同時に最大 20M サンプル/リングで測定可能である。測定対象機器内のインバータなどから発生する、ノイズの環境内でも確実に動作・測定できる設計となっている。

(3) 入力ユニットの充実

メモリハイコーダ MR8847 シリーズのオプションであるすべての入力ユニット, ならびに MR8990 が使用可能である. 電圧のみならず, 電流・温度・歪・ロジックが同時測定でき, さまざまな計測シーンに対応できる.

(4) 波形表示, 演算機能(MR8990)

DMMでは時間軸の概念はなく、波形表示できるものは少ない. MR8990 では一定間隔でサンプリングを行うため、波形表示が可能である. また全ユニット同時サンプリングであるため、チャンネル間の時間的なずれがほとんどなく、時間軸方向のカーソル計測、

数値演算(時間差), チャネル間の演算が可能となった.

3.2 デジタルボルトメータユニット MR8990

(1) 分解能 6 桁半で 500 V まで測定可能

最高分解能 0.1 μ V(100m Vf.s.レンジ)によるセンサなどの微小な電圧変動から、EV 用電池モジュールや UPS などの高電圧電池パックの電圧測定まで可能となっている。

(2) 高精度電圧測定

最高サンプリング速度が 2 ms(500S/秒)においても,
±0.01%rdg. ±0.0025%f.s. の高精度測定を実現して
いる。

(3) 高入力抵抗

100 M Ω 以上(100 mV, 1000 mV, 10 Vf.s.レンジ)および10 M $\Omega \pm 5\%$ (100 V, 1000 Vf.s.レンジ)の高入力抵抗となっている。電池電圧の測定では、入力抵抗による漏れ電流の影響を極力小さくすることが可能である。

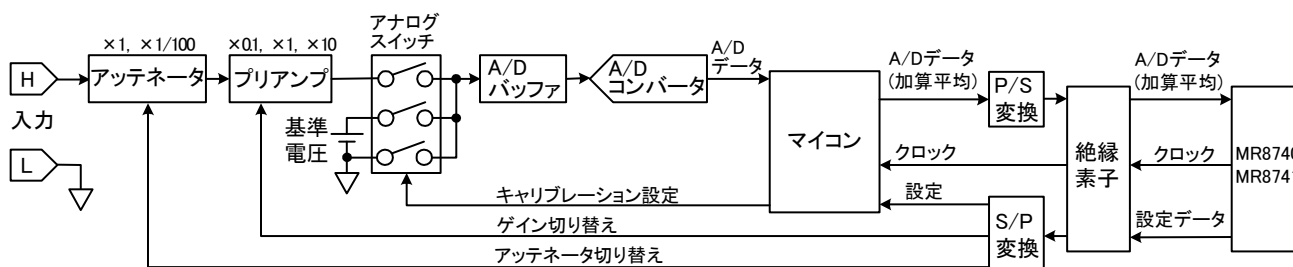


図2 MR8990 ブロック図(アナログ入力部)

4. 構成

図1にMR8740/MR8741の本体ブロック図を示す。システム制御は32ビットRISC(Reduced Instruction Set Computer)CPUにて行い、周辺回路およびメモリ制御回路はFPGA(Field Programmable Gate Array)を使用した。MR8740はブロックⅠ、ブロックⅡにそれぞれCPUを搭載し、ブロック間は同期用の信号線で接続されている。

4.1 周辺回路部

(1) 測定データコントロール部

測定データコントロール部はFPGAで構成され、ストレージメモリへのアクセスを調停するメモリコントロール部と、トリガや演算を行うデータ処理部により構成されている。

メモリコントロール部は、ストレージメモリへの測定データの書き込みの管理やCPUとのリードライトアクセスを行う。データ処理部では、各種トリガの検出やデータ圧縮時のMAX/MINデータの作成、数値演算用データ作成などを行っている。

メモリのバス幅が16ビットであるのに対し、MR8990のデータは1データが24ビットのため、上位ワードと下位ワードに分けてデータをアクセスする機能、および24ビットの演算機能などを追加した。これにより、12ビット、16ビット、24ビット各種ユニットの混在測定が可能となった。

MR8740ではブロック間の同期を取るために、従来から用いられている方法である外部トリガイン・アウト機能を使用、専用の回路を組むことでブロック間の時間差を最小限に抑えている。

(2) 表示コントロール部

FPGA内に独自の表示用コントローラを構築し、コストと実装面積の削減を行っている。また、外付けにDVI(Digital Visual Interface)のコントロールICを搭載可能な仕様とした。

(3) I/O コントロール

FPGAで作成し、外部デバイス、複数のFPGA間のインタフェースおよびCPUへの割り込み調停を行っている。

(4) USB インタフェース

MR8740/MR8741はUSB2.0(High Speed)に準拠したUSBコントローラを搭載している。本体の設定を行うためのUSBマウス用と、USBメモリへのデータ保存用の2ポート用意している。

(5) LAN インタフェース

MR8740/MR8741は10/100BASE-T対応のLANインタフェースを搭載している。TCP/IPのプロトコル制御部はハードウェアで処理し、従来製品より高速な通信を実現している。

4.2 入力ユニット(MR8990)

MR8847シリーズの入力ユニットについては日置技報VOL30にて記載済みのため、ここではMR8990について詳述する。

図2にMR8990のアナログ入力部ブロック図を示す。入力信号はアッテネータ、プリアンプ、A/Dバッファを経た後A/Dコンバータによりサンプリングされる。サンプリングデータはマイコンにより処理されパラレルデータからシリアルデータに変換された後、絶縁素子で絶縁され本体に転送される。またアッテネータの切り替えやマイコンの設定などは本体から送信されるシリアルデータをパラレルデータに変換して行われる。

メモリハイコーダ MR8740/MR8741, デジタルボルトメータユニット MR8990

(1) アッテネータ部

高精度カスタム抵抗を採用し 100 V, 1000 Vf.s. レンジでは, 入力信号は 1/100 に分圧される. 一方 100 mV, 1000 mV, 10 Vf.s.レンジでは入力信号は直接プリアンプに入力されることにより高い入力抵抗を実現している.

(2) プリアンプ部

×0.1 倍, 1 倍, 10 倍の可変増幅回路となっており高精度カスタム抵抗および低オフセット電圧, 低入力バイアス電流の増幅器で構成している. また漏れ電流の影響を低減するため, 増幅器の入力端子への配線パターンにはガード処理を施してある.

(3) A/D コンバータのデータ処理

A/D コンバータは 24 ビット分解能の $\Delta \Sigma$ 型 A/D コンバータを採用し, 商用電源周波数 50/60 Hz の倍数にあたる 6kS/秒のサンプリングで動作させている. マイコンはこのサンプリングデータの加算平均処理を行う. 例えば NPLC(Number of Power Line Cycles)が 1 の設定のとき電源周波数が 50 Hz であればサンプリングデータ 120 個の, 60 Hz であれば 100 個の加算平均処理を行っている.

このように NPLC 設定値に対応した加算平均処理を行うことにより, 電源周波数に起因するノイズによる測定値のばらつきを低減させている.

(4) キャリブレーション

内部の基準電圧およびゼロ点を測定し測定値を校正するキャリブレーションを行うことができ, 制御および補正値の取得などはマイコンで行っている. 測定開始前にキャリブレーションを実施することにより高精度で高安定な測定を行うことが可能である.

4.3 機構ユニット

(1) MR8740

図 3 にマウント金具を付けた外観図を示す. 寸法は EIA 規格のラックに合わせた幅と高さ(4U)になっており, 付属のマウント金具を利用して容易にラックに組み込むことができる. また, マウント金具を特注することで JIS ラックへの取り付けや, 接続ケーブルをすっきりまとめるために, 前後を逆に取り付けることも可能な構造とした.

限られたスペースで効率よく多チャンネル化を実現するために, 前面パネルに 8 ユニットの 1 ブロックとした共通のユニット BOX を 3 個並べると共に,

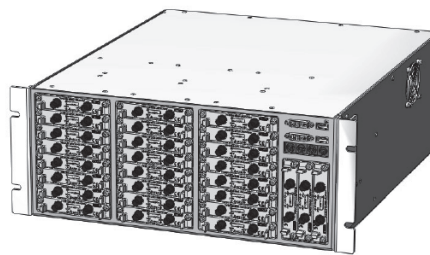


図 3 MR8740 マウント金具を付けた外観図

インタフェース下のスペースも有効利用してプラス 3 ユニット装着可能とした.

(2) MR8741

MR8740 と基板およびユニット BOX の共通化を図った. MR8741 に搭載の外部制御端子も含めて接続ケーブル類がフロント側にまとまる構造とした.

(3) MR8990

MR8847 シリーズのユニットと同じ構造とし, 外装部品の共通化を図った.

5. ソフトウェア

5.1 共通化と互換性

MR8740 と MR8741 および MR8847 シリーズは, チャネル数の違いやディスプレイ・プリンタの有無, および一部の機能の違いはあるものの, 基本的なハード構成とソフトウェアの機能がほぼ同じであるため, 共通のソースコードを使って開発を行った. そのため, 操作性は共通であり, これらの機種間においては違和感なく操作することができる. また, データフォーマットも共通化されており, MR8847 シリーズで測定したデータは MR8740/MR8741 においても読み込むことができる.

表 1 に 3 機種の比較表を示す

5.2 MR8990 対応

従来のすべてのユニットはデータのビット数が 16 ビット以内であったのに対し, MR8990 のデータは 24 ビットとなったため, 従来とはデータの格納方式やデータの扱い方を変更した. A・B カーソルの読み値をはじめ, データのファイルへの保存・読み込みなどについて, 従来と違和感なく操作することができるようにした.

表1 比較表

項 目		MR8740	MR8741	MR8847
アナログ チャンネル数	チャンネル数	2 チャンネル～54 チャンネル (2 ブロック構成:32+22 チャンネル)	2 チャンネル～16 チャンネル	2 チャンネル～16 チャンネル
	ユニット数	最大 27 ユニット(16+11 ユニット)	最大 8 ユニット	最大 8 ユニット
ロジック チャンネル数		標準: 8 チャンネル×2 最大:56 チャンネル×2 (標準+ロジックユニット×3×2)	標準:16 チャンネル 最大:64 チャンネル (標準+ロジックユニット×3)	標準:16 チャンネル 最大:64 チャンネル (標準+ロジックユニット×3)
メモリ容量		16M ワード/チャンネル	16M ワード/チャンネル	標準: 4M ワード/チャンネル ～32M ワード/チャンネル
		(使用チャンネル数を減らして記録長を増やすことはできない)		最大: 32M ワード/チャンネル ～256M ワード/チャンネル
ディスプレイ		外付けモニタ DVI 端子×2	外付けモニタ DVI 端子	10.4 型 TFT カラー
プリンタ		なし	なし	あり
ユニット	MR8990	使用可	使用可	不可
	電流ユニット	使用可	不可	使用可
	上記以外	共通で使用可		
外部記憶	USB メモリ	USB メモリ	USB メモリ	USB メモリ
	CF カード	なし	なし	CF カード
	HDD	なし	なし	HDD(オプション)
インタフェース	LAN	LAN	LAN	LAN
	USB 通信	なし	なし	USB 通信
	その他	マウス, キーボード(日本語入力はできない)		マウス
ファンクション	メモリ	メモリ	メモリ	メモリ
	レコーダ	レコーダ	レコーダ	レコーダ
	X-Y レコーダ	なし	なし	X-Y レコーダ
	FFT	FFT	FFT	FFT
演算機能	数値演算	あり	あり	あり
	波形演算	あり(メモリ分割と併用可) 最大 200,000 データまで	あり(メモリ分割と併用可) 最大 200,000 データまで	あり(メモリ分割と併用不可) 最大 1,000,000 データまで
メモリ分割機能		あり(波形演算と併用可)	あり(波形演算と併用可)	あり(波形演算と併用不可)
波形判定機能		なし	あり	あり

5.3 LAN 通信

MR8740/MR8741 は表示画面がないため, 別途 LCD などの表示機器を用意することなく扱えるように通信機能を搭載した。また, 新規の LAN コントローラを採用することで, 従来機種に比べ通信速度が向上している。

(1)通信機能

●通信コマンド

PC にてコマンドによる遠隔制御が可能

●FTP サーバ機能

PC にて USB メモリからファイル転送が可能

●HTTP サーバ機能

WWW ブラウザを使用し PC にて遠隔操作が可能

(2) 新規 LAN コントローラ

従来の LAN コントローラとミドルウェアを使った構成から, TCP/IP プロトコルスタック内蔵の LAN コントローラを使い制御することで, LAN 通信を高速化した。MR8740/MR8741 は製造ラインなどでラックに組

み込まれ, PC にてコマンド制御されること想定している。通信コマンドを高速化したことにより, 製造検査時間の大幅な短縮が期待できる。PC 制御の面でも適したハードウェア・ソフトウェア構成とした。使用 LAN コントローラの特長は以下である。

- TCP/IP プロトコルスタック内蔵
- 16/8 ビットデータバス
- 10BaseT/100BaseTX Ethernet(最大 50Mbps)
- 通信用内蔵メモリ(Internal TX/RX memory) :
128Kbyte
- サポートプロトコル : TCP, UDP, ICMP, IPv4, ARP, IGMPv2, PPPoE, Ethernet
- 同時接続ソケット数 : 8

(3)従来機種と通信速度比較

MR8847 と MR8741 の通信速度を比較した結果を表2および表3に示す。およそ2倍速度が向上した。速度は通信環境により左右されるため, 参考値である。

表 2 通信コマンド

項目	処理時間 [ms]	
	MR8741	MR8847
バイナリ転送 (4,000 データ)	141	336
演算	180	373

(注)CF(Compact Flash)は米国サンディスク社の登録商標です.

表 3 FTP 転送時間

項目	処理時間 [s]	
	MR8741	MR8847
FTP 転送 (15 MB)	13	20

通信手順詳細と送信コマンド

- (a) バイナリ転送(4,000 データ)
あらかじめ 4,000 データ測定し, 測定値をバイナリで取得
:memory:point ch1,0 // 取得位置の指定
:memory:bdata? 400 // データ要求
:bdata?は 10 回繰り返し送る.
- (b) 演算
あらかじめ 20,000 データ測定し, 各演算(平均値, 実行値, 最大値, 最小値, P-P 値)を設定, コマンドを送り演算を実行し, 演算結果を取得.
:calc:meas exec;*opc? // 演算の実行
:calc:answ? no1 // 演算結果の取得
- (c) FTP
USB メモリから PC へ 15 MB のファイルを転送

6. おわりに

生産ラインでは, ますます進む測定ポイントの多点化および多様化と, 測定からデータ転送・演算処理・判定までのタクトタイムを削減する, という相反する課題を解決しなくてはならない. MR8740/MR8741 と MR8990 を使ったシステムを組むことで, これらの課題を解決するだけでなく, システム全体の簡素化を図ることができる. 設置スペースの縮小, 運用やメンテナンスが簡単になるため, システムのトータルコストを削減できるものと期待する.

山本 浩一*2, 富山 英樹*2, 大矢 琢磨*2,
佐藤 愛*2,

参考文献

1) 塚田英一:メモリハイコーダ 8847, 日置技報, VOL.30 2009 NO1, 1/10 (2009)

*2 技術部 技術1課