

PC ベース高速データアキュイジションユニット DAQMASTER MX100 のハードウェア

DAQMASTER MX100 PC-based Data Acquisition Unit

森 定 男^{*1} 古 屋 孝 仁^{*2} 平 井 一 夫^{*3}
MORI Sadao FURUYA Takahito HIRAI Kazuo

燃料電池の性能評価など、多様化する計測市場に対応する DAQMASTER シリーズ PC ベース高速データアキュイジションユニット MX100 を開発した。最短測定周期 10 ms，最大入出力 1200 ch，耐コモンモード電圧 3700 V 1 分間の性能を備えたモジュール構成のデータアキュイジションユニットである。またマルチインターバル機能や、多種類の入出力モジュールを用意し、多様なシステム構成に対応可能である。本稿では、DAQMASTER シリーズ MX100 のハードウェアについて、構成、特長、およびそれらを実現するための技術要素について紹介する。

We have developed the new DAQMASTER MX100 PC-based data acquisition unit for the diversified measurement market such as performance evaluation of fuel cell. The DAQMASTER MX100 is an acquisition unit consisting of modules and features the shortest measurement interval of 10 ms, a maximum of 1200 input/output channels and a high withstand voltage of 3700 Vrms for one minute. Furthermore, with the multi-interval measurement function and wide variety of input/output modules, the DAQMASTER MX100 is able to cope with various system configurations. This paper describes the configuration and features of MX100's hardware as well as the basic technology to implement those features.

1. はじめに

当社はレコーダのトップメーカーとして、工業用レコーダ、ハイブリッドレコーダ、ペーパーレスレコーダなどの多くの製品を開発し市場に提供してきた。1995 年には、PC ベースデータアキュイジションユニット DARWIN DA100 を発売し、データアキュイジションの世界に新風を吹き込んだ。

今回、その後の市場の多様化にも対応し、「より高性能に、より使い易く」を製品コンセプトとした、PC ベースの高速データアキュイジションユニット DAQMASTER MX100 を開発した。図 1 にその外観を示す。本製品は、信頼感あるデザインや、機能とスタイルの両立を実現したことに加え、インタフェース部分をより明確化し、配線接続を確実かつ容易にした点が評価され、ドイツの「iF デザイン賞 2004」を受賞した。

*1 IA ネットワークソリューション事業部 第1技術部

*2 IA ネットワークソリューション事業部 第2技術部

*3 IA ネットワークソリューション事業部 第3技術部

2. 特 長

DAQMASTER MX100 の特長を、以下に示す。

- (1) 高速
最短測定周期 10 ms (従来比 50 倍)
- (2) 多チャンネル
最大 1200 ch (横河純正ソフトウェア使用時)



図 1 MX100 外観

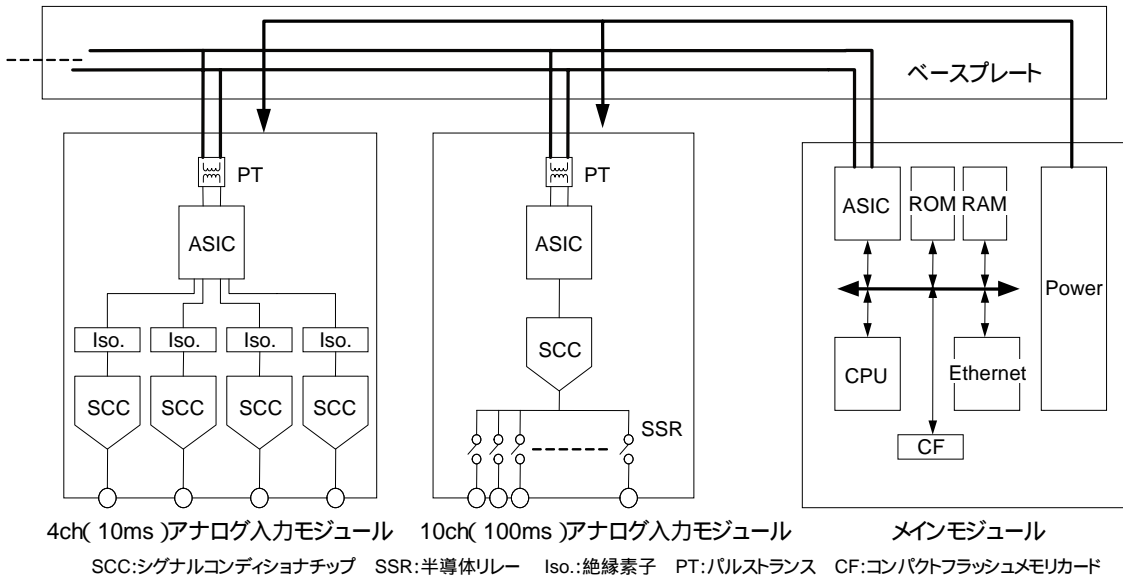


図2 MX100 システムブロック図(例)

(3) 高耐圧

入力 - ケース間耐圧 3700 Vrms 1 分間(連続印加 600 V)

(4) マルチインターバル

3 種類の測定周期をシステム内で混在可能

(5) 豊富な入出力種類

MX は豊富な入出力種類に対応している。以下に、MX シリーズの入出力モジュールを示す。カッコ内は、最短測定周期である。

- ・アナログ入力モジュール
 - 4 ch ユニバーサル入力(10 ms)
 - 10 ch ユニバーサル入力(100 ms)
 - 6 ch 電圧 / 4 線 RTD / 抵抗入力モジュール(100 ms)
 - 4 ch ひずみ入力モジュール(100 ms)
 - (120 / 350ブリッジ内蔵または NDIS タイプ)
- ・デジタル入力モジュール
 - 10 ch 5 V デジタル / 接点入力モジュール(10 ms)
 - 10 ch 24 V デジタル入力モジュール(10 ms)
- ・アナログ出力モジュール
 - 8 ch アナログ電圧 / 電流出力モジュール
 - 8 ch PWM 出力モジュール
- ・デジタル出力モジュール
 - 10 ch A 接点出力モジュール

ここでユニバーサル入力とは、電圧、熱電対、RTD、デジタル(レベル、接点)入力が可能であることを意味している。これら入出力モジュールを組み合わせることによって、従来のデータ収録装置の枠に留まらない柔軟な計測システムが構築可能となっている。

3. 構成

MX100 のブロック図を、図 2 に示す。

DAQMASTER MX100 は、メインモジュール、入出力モジュール、ベースプレートから構成される。

(1) メインモジュール(図 3-)

入出力モジュールを制御するエンジン部で、最大 6 個(60 ch)の入出力モジュールを制御できる。電源、Ethernet ポートの他に、CF(コンパクトフラッシュ)メモ리카ードスロットも装備している。CF カードを装着することにより、PC との通信がダウンした場合でもデータをバックアップすることができる。

(2) 入出力モジュール(図 3-)

2 章で述べたように、用途に応じた各種入出力モジュールがあり、メインモジュールとは専用内部通信でデータのやりとりを行う。端子台は取り外すことができ、容易に配線が行える。



図3 モジュール

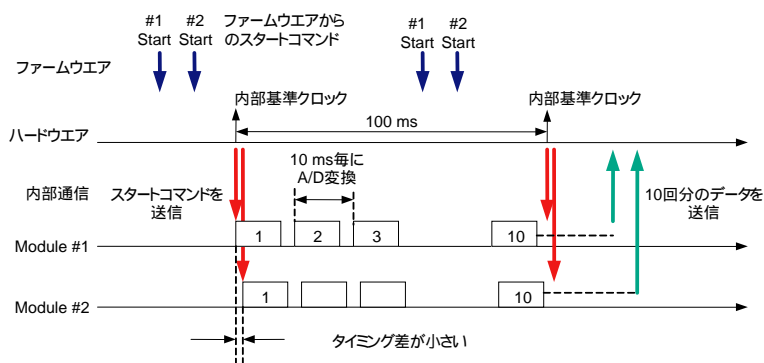


図4 同時送信モード

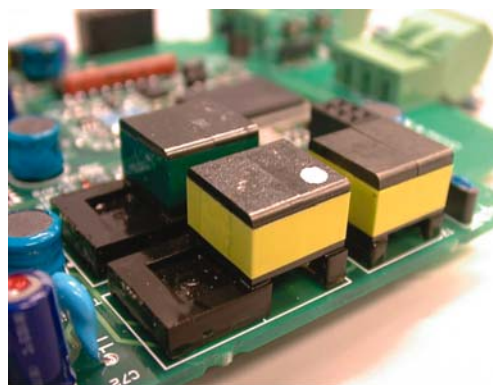


図5 トランスの外観

(3) ベースプレート(図3-)

メインモジュールと入出力モジュールを物理的に接続するプレート。装着モジュール数に応じて1~6モジュール用のベースプレートを用意している。従って、最適なサイズのデータ収集システムが構築できる。

4. ハードウェアの要素技術

MX100の特長を実現するためのハードウェアの要素技術について、4点に絞って説明する。

4.1 内部通信

メインモジュールと入出力モジュール間のデータのやりとりのため、専用の内部通信を設計した。

- (1) 測定周期の高速化への対応
- (2) 高絶縁性能の実現
- (3) 耐ノイズ性能の更なる向上

これら総てを満足させるため、DARWINシリーズのシリアル通信(Passport)をベースとして、更に改良、高速化を図った。

内部通信の主な仕様を、以下に示す。

- 伝送方式：差動・双方向，ポーリングセレクション
- エラー検出：CRC-CCITT16 + SUM チェック
- 符号化方式：バイフェーズ
- 通信レート：6 Mbps

内部通信は、双方向シリアル通信であるため、絶縁素子が各モジュール1個で済む。また、ハードウェアでエラー検出と再送を行うので、ノイズによる通信エラーに対し、速やかに回復できる特長を持つ。MX100の内部通信ではエラー検出機能を強化しているので、更に耐ノイズ性能に優れたシステムとなっている。

その一方で、1対Nのポーリングセレクション方式であるため、モジュール間で送信タイミングがずれ、特に測定開始コマンドにおいて、モジュール間で時刻差が生じる可能性がある。そこで、MX100では「同時送信モード」を追加し、時刻差を最小化した。同時送信動作モードの原理を、図4に示す。

「同時送信モード」を追加し、時刻差を最小化した。同時送信動作モードの原理を、図4に示す。

ファームウェアは、ハードウェアに対してモジュール毎に測定開始コマンドを予め書き込んでおく。この書き込むタイミングは、タイミングジッタが大きい。

ハードウェアは、内部基準クロック(100ms周期)をトリガにして、測定開始コマンドが書き込まれている各モジュールに対してスタートコマンドを送信する(同時送信)。各モジュールは、スタートコマンドを受け取ると、モジュール内にプログラムされたシーケンスに従って測定を行う。図4では4chユニバーサル入力の例を示しており、10ms毎に10回の測定を行うことを表現している。

以上の動作の結果、各モジュールの測定開始タイミングは、ファームウェアの書き込みタイミングには依存せず、従ってその時刻差は、測定周期(最短10ms)に比べて極めて短くできた。ブロードキャスト(全モジュールに対する同一内容の送信)を使用しなかったのは、マルチインターバルの実現のため、モジュール毎に測定開始コマンドを送る必要があったためである。

内部通信には、同時送信モード以外にも、個別にデータパケットをやり取りする手段も用意されており、内部基準クロック以外のタイミングでは、個別にパケットの送受信が可能となっている。送受信のタイミングがクリティカルでない設定コマンドの送信、測定データの受信、出力モジュールに対しての出力データ更新コマンドなどに使用されている。

4.2 絶縁構成要素

MX100では、コモンモード電圧600V(連続)を実現するため、入力-ケース間において、3700VAC/1分間に耐える必要があった(EN61010-1 CAT II 強化絶縁)。

沿面距離/空間距離を確保しつつ、小型化を図るために、内部通信の絶縁素子としてパルストランスを選択した。

フォトカプラ方式ではこの電圧に耐えるものは特殊で

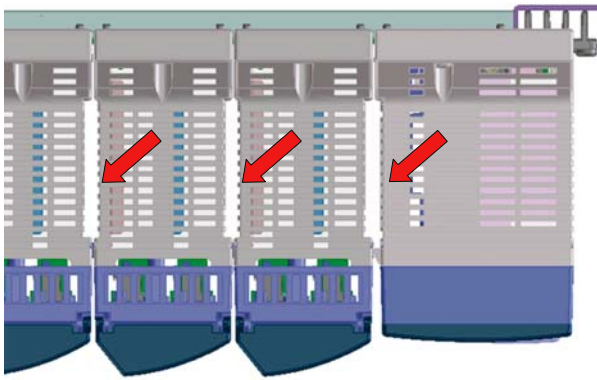


図6 放熱構造(上面図)

あり、かつ送信と受信で2個必要になるため、機器が大きくなってしまふからである。

図5に、トランスの外観写真を示す。1次-2次間の沿面距離を確保するため、当社の電力計などで使用されている特殊ピンに、特殊絶縁線を使用することで、耐電圧を確保している。

このパルストランスと、先に説明した内部通信を組み合わせることで、小型でありながら高耐圧のモジュール構成の計測システムが実現できた。

4.3 放熱設計

多点データ収録システムにおいては、熱電対による温度測定が頻繁に行われる。この場合、端子部の温度上昇を抑えなければ、熱電対による温度測定において基準接点補償誤差が大きくなってしまふので、放熱設計が重要な項目になる。放熱設計においては、モジュール内部の発熱部品から外気までの熱抵抗をいかに下げることがポイントとなった。

まず、モジュール内部では、発熱部品を、熱伝導性シートなどを介してモジュール内部の左側に配置したアルミ板金へ熱的に接触させている。このアルミ板金は、背面のヒートシンクへ熱的に接触させると同時に、側面から直接外気へ触れるような構造にした。

図6に、MX100を上から見た図を示す。

この図中の矢印が指し示すように、メインモジュールと入出力モジュールの左側に、意図的に空間を設けている。ケース左側面はスリット状の穴が開いており、内部アルミ板金は、直接外気に触れている。

以上のような構造にすることで、内部で発生する熱は、発熱部品から内部板金を通して、

- ・ 左側面の空気の対流による放熱
- ・ 背面ヒートシンクからの放熱

の2通りの放熱経路を持つことになり、発熱部品から外気までの熱抵抗が下がり、全体の温度上昇を抑えると同時に、入力端子部の温度上昇を抑えている。

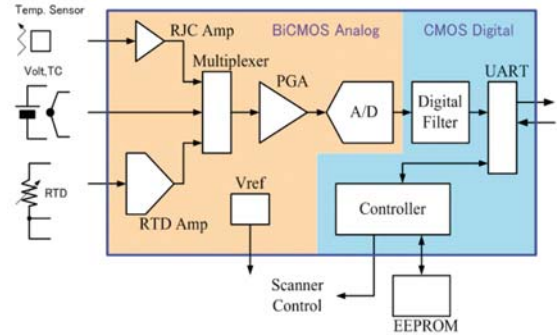


図7 Signal Conditioner Chip

その結果として、熱電対による温度測定時の基準接点補償精度において ± 0.5 以下を実現できた。

4.4 シグナルコンディショナ(SCC)

図2に示すアナログ入力モジュールには、自社開発のSignal Conditioner Chip(SCC)を搭載している。このLSIは、積分型A/Dコンバータをコアとして、プリアンプや、マルチプレクサ、デジタルフィルタ、スキャナコントローラ等を1チップに集積したものである。これだけでほぼ全ての測定機能が実現できる。ブロック図を、図7に示す。

1チップに集積したことで、小型化、信頼性向上や低消費電力化が実現できた。取り分け4ch高速モジュールでは、4個のA/Dを実装しつつ、4.3項で述べた放熱設計との相乗効果によって、小型化と高速化の両立が可能となった。

更に、積分型A/Dの特長を活かし、ノイズ除去特性に優れた測定を行うことができる。特にマルチインターバル機能との組み合わせによって、更にその特長を引き出せる。MX100のマルチインターバルは、通常の間引きではなく、積分時間も変えているからである。従って、測定周期を長くすれば、ノイズ除去特性も向上する。

5. おわりに

PC ベース高速データアキュイジションユニット DAQMASTER MX100について、特長とそれを実現するためのハードウェアの技術要素について紹介した。

MX100の高速/多ch/高耐圧などの特長を活かし、幅広く利用されることを期待する。

参考文献

- (1) 佐藤哲也, 高橋雅彦, “データアキュイジションユニットDARWINシリーズ”, 横河技報, Vol. 40, No. 3, 1996, p. 95-98

* DARWIN, DAQMASTERは、横河電機(株)の登録商標, Ethernetは、富士ゼロックス(株)の登録商標です。