



Title	MCSインターフェースの開発と低速中性子TOF測定への応用
Author(s)	村井, 郁夫; Murai, Ikuo; 鬼柳, 善明 他
Citation	北海道大學工学部研究報告, 139, 183-188
Issue Date	1988-02-20
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/42069
Type	departmental bulletin paper
File Information	139_183-188.pdf



MCS インターフェースの開発と低速中性子 TOF 測定への応用

村井郁夫 鬼柳善明 石黒亮二

(昭和62年9月30日受理)

Development of MCS Interface and Application to The Low Energy Neutron TOF Method

Ikuo MURAI, Yoshiaki KIYANAGI and Ryoji ISHIGURO

(Received September 30, 1987)

Abstract

A multi-channel scaler (MCS) built in a personal computer (PC9801) was developed and applied to the low energy neutron time-of-flight (TOF) measurement. In this system two counters working alternately are adopted to achieve the desired dwell time by using simple circuits. The entire circuits are assembled on a single board. The achieved minimum dwell time is 16 μ sec; jitter, 125 nsec and dead time, 20 nsec. By measuring the neutron TOF spectra, the performance was proved to be satisfactory for low energy neutron TOF measurement.

The MCS costs were much lower and is much easier to operate than the units on the market because it is for a single purpose, ie, the neutron TOF measurement. It has another advantage in that it can be used at any laboratory having a personal computer (PC-9801 series).

1. はじめに

MCS (Multi Channel Scaler) は信号到来の頻度を時系列的に記録するもので、放射線計測の分野では、RI (Radioisotope) の半減期の測定、中性子の飛行時間測定 (Time-of-flight)、メスバウア効果の測定、飛跡検出器のスパークカウンティング¹⁾などに用いられている。

筆者らは低速中性子の TOF 測定に MCS を用いているが、現用の測定システムには処理速度やデータの互換性等に問題があるため代替のシステムを検討してきた。市販の MCA (Multi Channel Analyzer) は PHA (Pulse Height Analyzer) と MCS の機能を兼ね備えたものが多く、多機能ではあるが高価なものとなっている。実際の測定対象によっては不要な機能も多く、このため使用目的に応じた独自の装置の開発例も報告されている^{2),3)}。ファブリーペロ干渉計システム用 MCS²⁾ や、中性子飛行時間測定用 MCS³⁾ の開発例が報告されているが何れもプログラムの ROM 化の為に特別の開発ツールを必要としたり、得られるドゥエルタイムやスペクトルの表示、取扱の簡便さ等の点で筆者らの目的には合致しないものであった。

これらの点を考慮し、現用の MCS の欠点である遅い処理速度、データの非互換性を改善するとともに、必要な機能のみを備えた低価格な MCS を開発した。以下本装置の動作原理、性能について述べる。

2. MCS の構成と動作

MCS とそのデータ処理システム(パーソナルコンピュータレベルで可能なもの)を考えた場合、独立した MCS とコンピュータを結ぶシステムと、MCS そのものをコンピュータに組み込む方法が考えられる。前者ではデータ集積中でもコンピュータを独立して使用できると言う利点があるが、測定時のデータ表示をコンピュータの CRT を用いて行う場合には、コンピュータは主としてデータ表示に使用され、実際には独立して使用されることは少ない。従って、ここでは価格、可搬性、操作性等の点で優れていると考えられる後者の方法を選択することとした。コンピュータには現在最も広く普及している NEC 製 PC-9801 シリーズのものを用いた。これに組み込むことが出来る MCS 用ボードが作製できれば、1 枚のボードを持ち歩くことによって殆どすべての研究機関でこの MCS を使用できるものと思われる。また MS-DOS 上でデータを作製すれば大型計算機との間でもデータの変換が可能であり、この点に付いても問題がない。

次に低速中性子 TOF 測定用 MCS に要求される性能に付いて議論する。

①ドゥエルタイム (1 チャンネルの時間幅)

低速中性子(ここでは熱および冷中性子を考える)の飛行時間実験では通常数 m の飛行路長がとられる。今これを仮に 6 m とすれば熱中性子の飛行時間は約 3 msec となる。ここで許容できる時間誤差を 1% 以下とすれば、ドゥエルタイムは最大 30 μ sec となる。本装置ではこれ以下の 20 μ sec を目標とした。

②ドゥエルタイムの設定

少なくとも 1 μ sec 以下のステップで設定できること。

③トリガーパルス入力後 MCS スタートまでの時間誤差 (ジッタ)

加速器からの MCS へのトリガーパルスが入力してから MCS がスタートするまでの時間誤差はドゥエルタイムの 1% 以下とする。

④1 掃引の間の計数率

1 掃引の間に各チャンネルに入力する信号はせいぜい 2~3 個で通常は 1 個程度である。したがってカウンタは 4 ビットもあれば十分である。

⑤チャンネル数

必要な最大飛行時間は 10~20 msec であるのでチャンネル数は少なくとも 512~1024 チャンネルが必要である。

⑥1 チャンネル当りの計数容量

16~18 ビット程度必要である。

このような仕様を満たすため Fig.

1 のブロック図に示すような構成とし

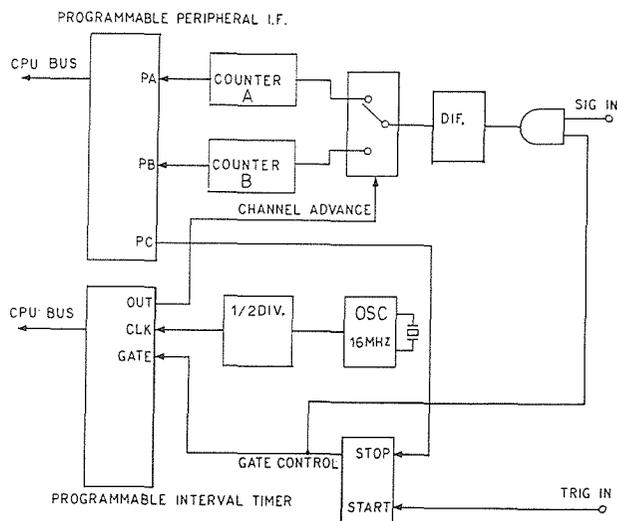


Fig. 1 MCS インターフェースブロック図

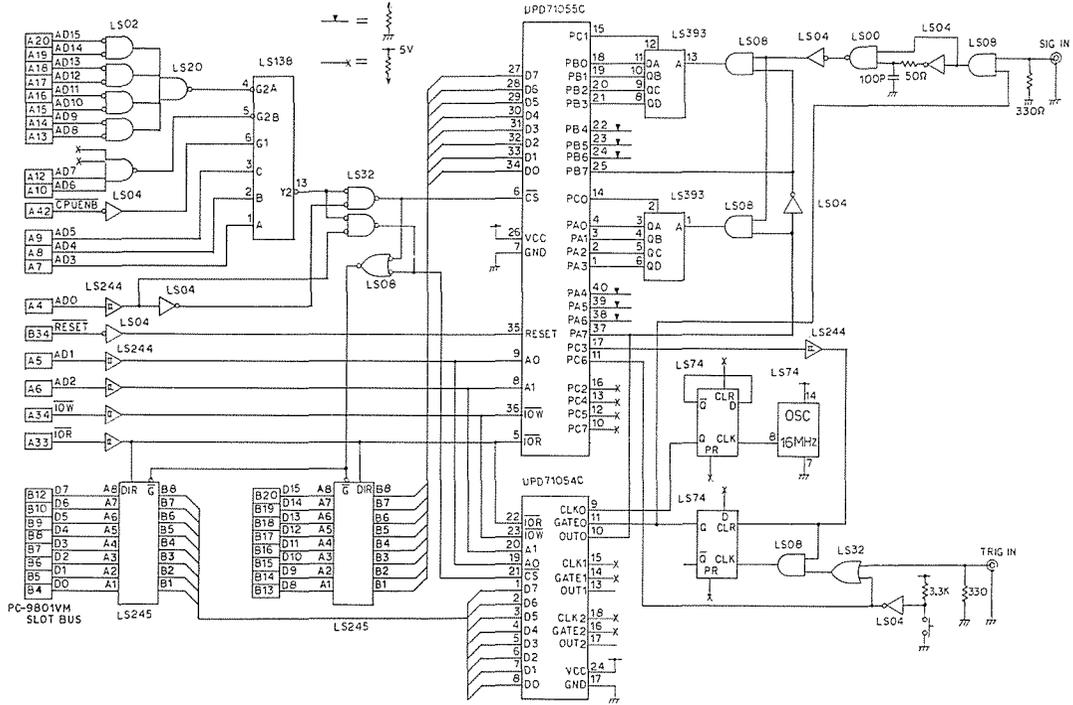


Fig. 2 MCS インターフェース回路図

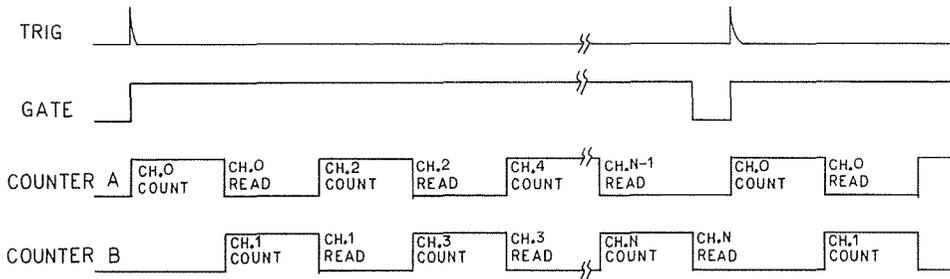


Fig. 3 動作原理のタイミングチャート

た。回路はパーソナルコンピュータの拡張スロットへ装着するために 15 cm×17 cm 程度の大きさの基板 1 枚に収められており取扱が簡便である。回路図を Fig. 2 に示す。主要な部分は入力信号の計数を行う 2 個のカウンタ、計数されたデータを読み取ったり、ゲート回路の制御を行う PPI (Programmable Peripheral Interface)⁵⁾、ドゥエルタイムを決める PIT (Programmable Interval Timer)⁵⁾ から構成される、ハードウェアやソフトウェアの負担を軽減し目的のドゥエルタイムを得るために、入力部は 2 台のカウンタによる交互動作とした³⁾。この方式ではカウンタによる計数と CPU によるデータ処理が平行して行われるので効率のよい測定が可能となる。この関係を Fig. 3 のタイミングチャートに示す。これから分るように得られるドゥエルタイムの最小値は、CPU が 1 チャンネル分のデータを処理する時間によって制限される。放射線による信号のように到来間隔が確率的な場合の計数速度は、平均的な信号到来時間間隔に比べて充分速くなければならない。この方式の計数速度は使用するカウンタ IC の特性で決まり十分な値が得られる。入力信号は、パルス幅を約 25 nsec に整形してカウンタへ加えている。2 台のカウンタの切り換え時間がデッ

トタイムとなるがこれは 20 nsec 程度でメモリへ直接書き込む方式のメモリサイクル⁶⁾の 0.75~1.75 μsec と比べて極めて小さくできる。しかしチャンネルの切り換え時刻に合致する入力に対しては、前後双方のチャンネルで 2 重に計数される可能性があるがこの確率は 0.1% 程度で本測定では特に問題はない。この切り替え時間中の計数を禁止することによって 2 重計数の発生を除去できるがデットタイムが多少長くなる。1 回の掃引当りの計数容量は 4 ビットであるが安易に 8 ビットに拡張可能である。

ドゥエルタイムの設定は PIT を用いることにより供給クロックの 1 サイクル単位 (本装置では 125 nsec) で細かく設定することができる。PIT が 2 チャンネル空いているのでこれを利用してスタートトリガの遅延 (125 nsec 単位) や他の信号の計数も可能である。スタートトリガ信号に対するドゥエルタイムのジッタを小さくする必要がある場合にはこのクロック信号の周波数を上げると共に TTL や C-MOS のプログラマブルデバイダを用いればよい。

3. コントロール・ソフトウェア

MCS としての基本的な動作や、測定中のスペクトル表示等の速い処理が要求される部分は、BASIC から呼び出す機械語サブルーチンとした。Fig. 4 に MCS としての基本動作を行う部分のフローチャートを示す。この部分には設定チャンネル分の MCS ループ動作、測定するトリガ数のチェック、スペクトルの表示、測定トリガ数の残数表示、縦軸の自動レンジ変更等が含まれる。この中で MCS

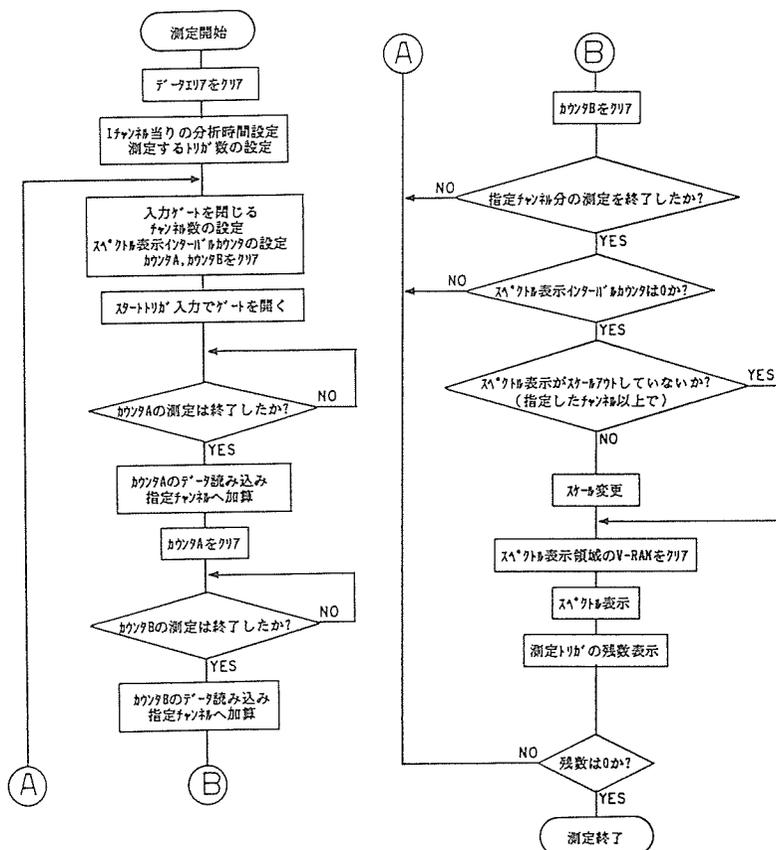


Fig. 4 主要動作のフローチャート

設定チャンネル内のループ動作以外の部分ではMCS動作が中断してしまうのでできる限り速い処理が要求される。特にスペクトルの表示は、他の動作に比べて時間を要するので表示データをビデオメモリ (V-RAM) に直接書き込む方法⁴⁾によって高速化するとともに、設定した測定回数毎に表示データの更新を行う方法によってMCS動作への影響を軽減している。また測定中のスペクトルが見やすいように縦軸の自動レンジ切り換えを行っている。この自動レンジ切り替えにはLLD (Lower Limit Discriminator) が設定出来るようにしてあるので低チャンネルのスケールアウトでレンジが変わってしまうのを防ぐことが出来る。

4. 性能と測定例

最小のドゥエルタイムは実測の結果 $16 \mu\text{sec}$, 最大計数速度は 40×10^6 PPS で目的とする低速中性子の TOF 測定には十分な値が得られた。1チャンネル当りの計数容量は16ビット、ドゥエルタイムは125 nsec 単位で設定できる。チャンネル数、ドゥエルタイムともに広範囲に変変できる。スペクトル表示 (512チャンネル)、レンジ切り替え、測定回数表示等のMCS内部のループ以外の動作には約50 msecを必要とするが全体の測定時間に与える影響は、表示インターバルカウンタの設定にもよるが数%程度である。

製作したMCSのチェックのために、これまで使用してきたMCSに同一信号を入力し比較を行った。標準的な大きさである厚さ5 cmで断面が15 cm×15 cmのポリエチレン減速材からの放出中性子の飛行時間スペクトルを測定することによってそれを行った。Fig. 5にその結果を示す。

本装置で得られたスペクトルは従来から用いているシステムでの微妙なスペクトルの変化も良く再現しており、実用上も全く問題がないことが示された。

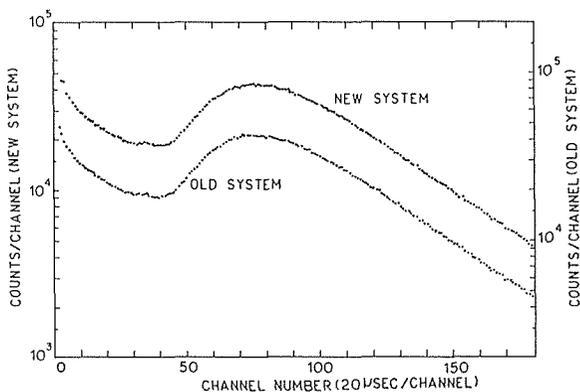


Fig. 5 中性子 TOF スペクトルの測定例

5. おわりに

特別な開発ツールを必要とすることなく、簡単な構成で短いドゥエルタイムが得られると共に、高速なスペクトル表示等によって使いがっての良いシステムが得られた。またドゥエルタイム等の測定条件をソフトウェアで設定出来るので測定の自動化が可能となった。

更に現在この手法を基に、飛跡検出器のスパークカウンティング用自動測定装置の開発を進めている。その他メスバウア効果の自動測定にも応用が可能である。今後は多入力化による同時測定や、高速のドゥエルタイムが得られるMSC装置についても開発を進めたいと考えている。

種々の御助言を頂いた原子力安全工学講座の杉山憲一郎助手、基礎原子核工学講座の沢村晃子助手、ソフト開発ツール等を準備下さったバンデグラフ加速器室の鳥海郁夫技官の諸氏に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) M. Varnagy, L. Vasvary, E. Gyarmati, S. Juhasz, T. Scharbert and T. Sztaricskai :

Nuclear Instruments and Methods, **141** (1977), p. 489-497.

- 2) 鈴木邦夫, 松村 滋, 広中謙三: インターフェース, Vol. 8, (1982), 3, p. 258.
- 3) Setsuo Sato, Susumu Ikeda and Yasuhiro Masuda: Time Analyzer System, KEK Internal 82-2 April, (1982), I.
- 4) 関岡清次, 岩尾憲三: 8086 ツールライブラリ, (昭60), p.91, 技術評論社.
- 5) トランジスタ技術, Vol. 23, (1986), **6**, p. 304-335.
- 6) E-564 プロセスメモリ Catalog, Oct, **24**, (1985), 日本原子力事業株式会社.