

東光(株)におけるマイクロコンピュータ応用の 現状と展望

長谷川 勝 高島 実 山中 馥

(東光株式会社)

1. はじめに

当社(東光KK)は、IFTコイル、バリコン、スイッチ、半導体商品、ワイヤメモリなどを主力商品とする電子部品メーカーであるが、近年、ワイヤメモリ、半導体製品および電源モジュールなどの産業用電子部品の比重を高めている。特にワイヤメモリは当社が独自に開発した商品であり、情報の不揮散性および情報変更容易性の点でPROMなどに代表される半導体メモリに勝り、また高速性および非破壊読出し特性の点でコアメモリに優れるため、マイクロコンピュータ用メモリとして、現在多用されている。

当社は、従来よりワイヤメモリを応用製品メーカーにモジュールとして供給してきたが、昭和50年半ばに社内利用および社外への供給を目的としてワイヤメモリを用いたマイクロコンピュータTOKOM80を開発商品化し、争務および生産省力化の社内利用機器を数多く開発したほか、社外に対してもマイクロコンピュータのデバイス、モジュール、コンピュータ、応用製品として供給を続けてきた。

以下、本資料には、ワイヤメモリ、マイクロコンピュータTOKOM80、および応用機器の開発概要と、今後の展開方針について報告する。

2. ワイヤメモリ⁽¹⁾

ワイヤメモリは、直径0.1mm程度のりん青銅、ベリリウム銅などの導線上に約1μm厚のパーマロイ膜を円周方向に磁気異方性をもつように電気メッキして記憶媒体とし、これを平面上に多数平行配置し、これと直交する多数の駆動線を設けて各交点を記憶セルとしたマトリクス状の記憶素子である。

ワイヤメモリはコアメモリと同じく磁性体の残留磁気によって2進情報を記憶するので、情報の読出し、書込み時のみ外部よりエネルギー付与を必要とし、情報保持においては何らのエネルギー供給を必要としない不揮散性を有する。

しかもコアメモリに勝る特徴として、磁性薄膜の磁化回転による高速動作特性と、読出し後においても情報保持に再書込みを必要としない非破壊読出し特性を有し、電子的に高速で情報変更できるROM(EAROM)として利用し得る。

当社のワイヤメモリは織成形駆動線方式ワイヤメモリと言われるもので、記憶媒体をもつ磁性線を横糸とし、駆動線とする絶縁銅線をたて糸として、自動織機を用い布地状にマトリクスを形成するものであり、生産性ととも駆動効率の高いことが特長である。

表1に、ワイヤメモリとコアメモリの比較を示す。ワイヤメモリの記憶動作を表1のB-H曲線にて説明する。磁性線の芯線導体側から見た磁化容易軸方向のB-H曲線は実線の矩形であり、直交する駆動線に電流を流すと、破線の状態にB-H曲線が変化する。したがって、はじめに+Brの残留磁気がある場合は+Brに変化するため磁束変化が生じ、 $v_0 = -K \frac{d\phi}{dt}$ なる出力電圧が磁性線より読出される。駆動電流Iwが消滅すれば、もとのB-H曲線上の+Brに

度り、記憶情報の破壊なしに読出せる。-Brの残留磁気がある場合は、同様にして逆向きの出力電圧を非破壊的に読出すことができる。

非破壊読出し特性によって情報保持のための書き込みループを必要としないため、語長の整数倍ビットを並列に読出してMOSスイッチなどにより磁性線側でもアドレス選択を行うことができる。これによって、周辺回路部品数の低減を回路の集積化と合わせ、効果的に実施している。

書き込みは、駆動電流 I_W による磁性線の軸方向に加わる磁界と、これと特定のタイミング関係をもつて磁性線芯線導体に与えられる書き込み電流 $\pm I_D$ による円周方向磁界の相加にて行われ、駆動電流磁界のみでは読出しのみが行われるため、スイッチによって特定の磁性線群に対する書き込み電流の印加を禁止すれば、特定領域をROMとして記憶保護することができる。

このように記憶領域を分割して、その単位ごとにROM/RAMを指定する機能(パーシャルROM機能)は、内容修正、メモリアウトに際して便利である。

表2は、マイクロコンピュータ分野に利用し得る各種メモリの特性の定性的比較である。ここで現存の半導体メモリでは特異的に記憶素子の原理の異なるものによって要求に対処しているが、ワイヤメモリはほぼ全ての電気的要求性能を満足している。

マイクロコンピュータ用ワイヤメモリの製品例を図1に示す。いずれも、

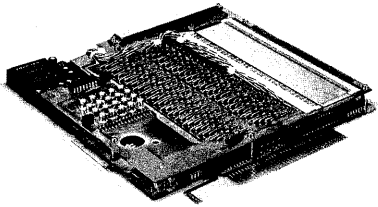
	コアメモリ	ワイヤメモリ
記憶素子構造		
主要製造技術	7エライト焼成技術 線通し組立技術	100-umloyめっき技術 線成組立技術
記憶特性		
駆動電流と出力信号の波形		

表1 コアメモリとワイヤメモリの比較。

記憶素子	磁性体記憶		半導体記憶		
	ワイヤメモリ	コアメモリ	RAM	PROM	マスクROM
情報不揮発性	○	○	×	○	○
非破壊読出し特性	○	×	○(X)	○	○
電気的情報変更	○	○	○	△	×
ROM/RAM切替	○	×	×	×	×
モジュラリティ	△	×	○	○	○

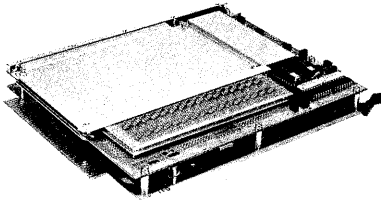
表2 マイコン用メモリの性能比較。

+5V単電源で動作し、外部とはTTLレベルで接続でき、パーシャルROM機能は基板上のDIP型スイッチによって容易に設定できる。



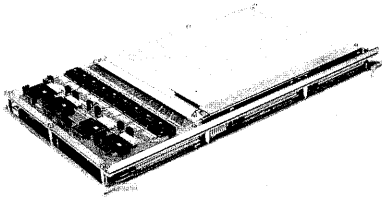
製品・A (Mini ROM-B)

記憶容量；1Kバイト，
アクセス時間；500 ns，
サイクル時間；1 μs，
外形寸法；200 × 200 × 24 (mm)，
電源；+5v (12.5 ~ 15.0vA)。



製品・B (NDR0-0612)

記憶容量；8Kバイト，
アクセス時間；350 ns，
サイクル時間；650 ns，
外形寸法；190 × 232 × 36 (mm)，
電源；+5v (15vA)。



製品・C (NDR0-1012)

記憶容量；8Kバイト / 16Kバイト，
アクセス時間；350 ns，
サイクル時間；800 ns，
外形寸法；382 × 220 × 30 (mm)，
電源；+5v (20vA)。

図1 マイクロコンピュータ用ワイヤメモリの製品例。

3. マイクロコンピュータTOKOM80

昭和49年に、インテル社より発表されたマイクロプロセッサ8080は当社のマイクロコンピュータ開発の導火線となった。当時の8080は、性能こそ完成されたものではなかったが、ハードウェアの設計の容易さや将来展開されるであろう応用製品イメージとその制御規模が一致していた。たとえば、メモリ容量が64Kバイトであることや入出力制御ビット数が256種であり、命令も強化された処理速度の速いことなどが上げられる。

マイクロプロセッサにより、製品のハードウェアコストは下り、専用化しても採算性が期待される。したがって、プログラムも内部メモリは常駐させることが可能になり、各種ROMが脚光をあげている。また期待される応用製品例を見ても、一部を除いては多品種少量生産品が多く、開発サイクルの短縮や実用上問題となるプログラムの変更に応じられるROMが必要になる。この要求に適しているワイヤメモリと8080の結合と実現したマイクロコンピュータがTOKOM80である。図2は、TOKOM80の外観である。

TOKOM80の基本構成は、図3のようにCPUモジュール、メモリモジュールおよび各種入出力装置のインタフェースモジュールに分けられ、その接続は、アドレスバス(Aバス)、双方向性データバス(Dバス)および各種制御信号バス(Cバス)による。

表3は、TOKOM80モデルM02の仕様一覽である。メモリモジュール

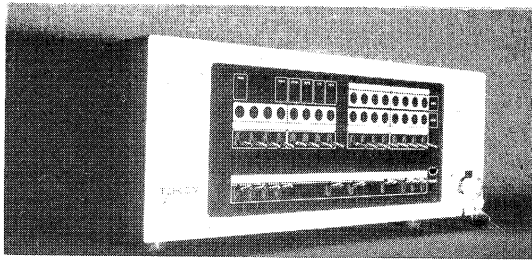


図2 TOKOM 80

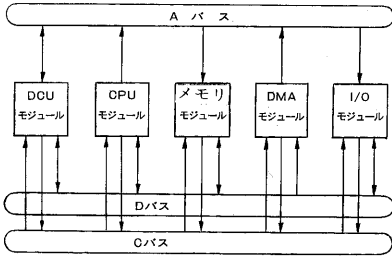


図3 TOKOM 80の基本的構成

項目	性能		
素子	ワイヤ・メモリ		
語長	8ビット		
サイクル時間	600ns以下		
アクセス時間	350ns以下		
最大記憶容量	64Kバイト		
増設単位	4K、8Kバイト		
ROM設定単位	512バイト		
演算方式	並列2進法、固定小数点		
命令数	78(基本命令)		
アドレス方式	3種(直接・レジスタ間接・イミディエツト)		
割込みレベル	外部1レベル 多重		
データ形式	8ビット(ハードウェア)		
演算速度	加減算(レジスタ間)2 μ s(8ビット)		
	加減算(レジスタメモリ)3.5 μ s		
	乗算(レジスタメモリ)約280 μ s		
	除算(レジスタメモリ)約300 μ s		
汎用レジスタ	7個		
記憶保護	標準(512バイト単位)		
イニシャルプログラムロード	標準		
入出力制御	方式	共通バス方式	
	モード	プログラム制御またはDMA制御	
	最高データ転送速度	1.5Mバイト/秒(DMA時)	
設置 (基本キャ ビネット)	構造	ラックマウント形またはテーブルトップ形	
	外形寸法・重量	幅	480mm 432mm
		高	146mm 160mm
		奥行	417mm 417mm
		重量	12kg以下 12kg以下
	周囲温度	0~45 $^{\circ}$ C	
	周囲湿度	20~90%Rh	
	入力電源	AC100V, 1 ϕ 50/60Hz	
	所要電力	70VA(モデルM02)	

表3 TOKOM 80の仕様

は、8080をウエイトさせることなく使用できるアクセスおよびサイクル時間を設定したワイヤメモリを用いている。標準のモジュールには4Kバイトおよび8Kバイトの2種がある。

メモリプロテクトによるR&M領域は、前者は、512バイト単位で設定ができ、後者は512バイト6領域、1Kバイト1領域および4Kバイト1領域からなる。DCUモジュールは、TOKOM 80のコンソールであり、動作状態、AバスやDバスの内容表示およびメモリのデータアクセス、プログラムデバッグ用機能スイッチおよび起動停止関連スイッチがある。

入出力モジュールを含むTOKOM 80の各種モジュールを表4に示す。

マイクロコンピュータ分野の製品形態は、1) デバイス(部品)、2) モジュール、3) コンピュータシステム(TOKOM 80)、4) 応用製品、に分けられよう。

当社の場合、デバイスとしては半導体RAMおよびマスクROMなどの半導体部品、スイッチ類のほか小型の電源コンバータなどがある。基板構造をもつモジュールとしては、ワイヤメモリのほか表4に示したTOKOM 80標準モジュールがある。TOKOM 80は、モジュール販売のサポートとしてプログラム開発ツール、あるいは機器組込み用マイクロコンピュータとして供給している。応用製品(機器)は社内外用として数多くのものを開発してきたが、この一部については次章にて詳述する。

表5は、テレタイプライタをベースとしたプログラム開発ツール例を示す。アセンブラは最小構成の4Kバイトと8Kバイトのものがある。いずれも、1KバイトのデバッグエイドプログラムがR&M化して常駐しており、オブジェクトプログラムのロード、メモリダンプ、ブレークポイント、レジスタアクセスおよびメモリアクセスルーチンなどがタイプライタと対話形式で操作できる。このほか、カセット磁気テープやフロッピーディスクを接続したより高級な開発ツールも開発した。

モデル	記憶容量	I/O構成	アセンブル 相対時間
M01	4Kバイト	TTY	1
M02	4K "	TTY, PTR	0.2
M03	8K "	TTY	1
M04	8K "	TTY, PTR	0.2
M05	8K "	TTY, PTR, 高速 フォリスタ	0.05

表5 プログラム開発ツール例.

社内でのプログラム開発にはFACOM 230/55などを使用したクロスアセンブラやシミュレータを使用し実用に供している。最近では、記憶容量の大きい装置には、常用する演算ルーチンやデータ変換、比較、入出力制御ルーチンなどをワイヤメモリ内にROM化し常駐させ、これを必要時アクセスする方式を開発し、コーディングの時間を短縮させ効果をあげている。

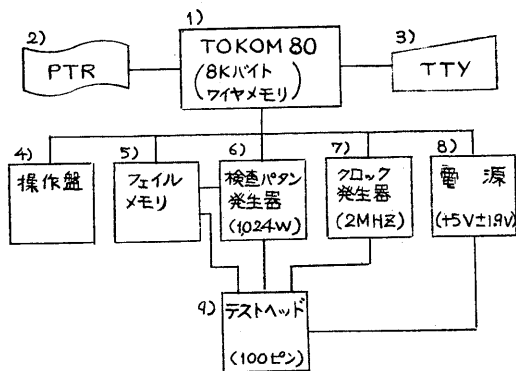


図4 モジュール検査装置の構成

4. TOKOM 80 応用製品

(A) モジュール検査装置⁽²⁾

本装置は、TOKOM 80の各種モジュール(たとえば、CPUやDMAモジュールなど)の機能検査や電圧裕度試験を行う装置である。製造ラインの検査工程において組立完了のモジュールの合格判定や不良モジュールの修復時に使用して、効果をあげている。図4はブロック図であり、図5は本装置の操作部である。PTRは、被検査モジュールの論理回路より作成した入力パターン群および期待出力パターン群などのデータを検査パターン発生器にロードする。TTYは、検査の手順をオペレータに對話形式

機能	名称	説明
演算制御	CPU	8080A相当品
記憶	WMX	4Kバイト ワイヤメモリ
	WMY	8Kバイト ワイヤメモリ
	MI B	ミ=ROM B インタフェース
	MI U	U=1000 インタフェース
	MI W	W=DR0-1012 インタフェース
	IM X	4Kバイト ICメモリ
	IM Y	16Kバイト ICメモリ
入出力 インタフェ ース	TYC	TTY, (ASR33用)
	TPC	タイピュタ
	HRC	紙テープリーダー
	HPC	高速プリンタ
	TWC	タイプライタ
	MDU	モデム
	DSI	CRTディスプレイ
	PTI	紙テープパンチ
	GPI	グラフホン
	DP C	デジタルプリンタ
	KBC	キーボード
外部記憶	CMC	カセット磁気テープ
	FDC	フロッピディスク
	DC C	磁気ディスク
その他	DMA	
	CLK	時計
	RDL	リレー

表4 TOKOM 80 標準モジュール.

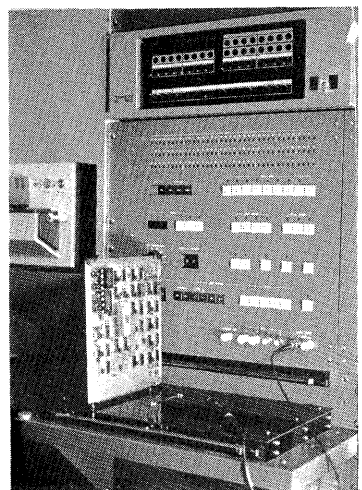


図5 モジュール検査装置

で指示し、検査結果を印刷する。TOKOM80に内蔵している8Kバイトワイヤメモリは、制御操作手順、検査パタンのロード、検査の実行、電圧裕度制御、検査結果の処理および検査パタンの部分修正などのプログラムがROM化して入れている。検査パタンの発生器は、1Kワード(1ワード108ビット)の当社製ICRAMを使用した。CPUモジュールの実検査時間は、約11ms(電源の自動投入、切断を含む)である。

なお、被検査パタンの作成は、別に準備したカセット磁気テープ装置を接続したTOKOM80(12Kバイトワイヤメモリ内蔵)にて編集する。

(B) メモリ検査装置

本装置は、従来、ミニコンピュータなどを使用して行なっていたワイヤメモリモジュールの出荷検査装置に代るものである。図6にブロック図を示す。

TOKOM80に内蔵の8Kバイトワイヤメモリには、被検査メモリモジュールの検査パターンを数種内蔵しメモリモジュールの形式毎に専用で使用するため、ワーキング領域を除いてROM化し、操作性の向上を図った。

TOKOM80用メモリモジュールの検査にあつては、論理アダプタなしに直接内部バスに接続し、検査できるため最大56Kバイトまでのモジュールの並行処理が可能である。誤り検出には、データ比較とパリティビット検出を同時に行なっている。

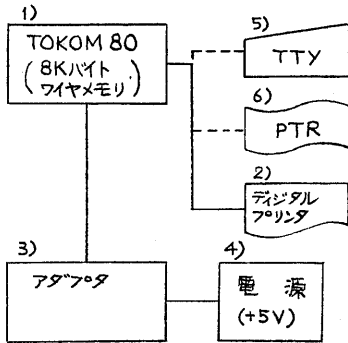


図6 メモリ検査装置の構成

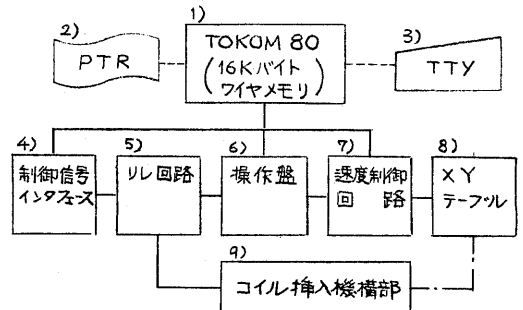


図7 コイル自動挿入機の構成

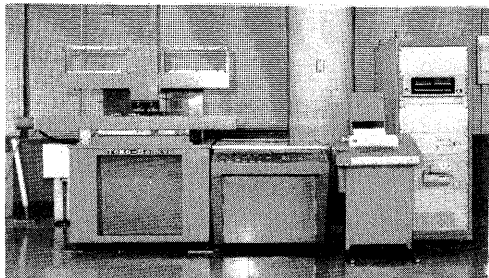


図8 コイル自動挿入機

```
#D
312
N01610Y-31504Y14614
N02617Y1432Y-7625M14
N03314Y1519Y1432M03
N04311Y11821Y-2995M03
N05301Y-1532Y13541003
.
.
.
A19303X12Y3034M14
N20320X-3047Y-4517M14
N21X3034Y25009
N22M32
```

図9 挿入プログラム例

検査パタンの変更や被検査モジュールのより詳細な故障情報を知るため、TTYを使用して対話形式で操作が可能としている。通常の検査では、検査結果の情報をワイヤメモリのRAM領域に記憶し、終了時にモジュール毎にディ

デジタルプリンタにて印刷する。

(C) コイル自動挿入装置

本装置は、ラジオやTV受像機などの回路に使用する1FTコイルを、所定のプリント板に自動挿入する組立の省力化をねらった機械である。図7はブロック図であり、図8は本装置の外観である。

10mm角や7mm角のコイルは、専用マガジンにつめられており、パルスモータ駆動のXYテーブル上に固定されたプリント板の任意の位置に所定のコイルを挿入クリンチする。位置ぎめに必要なデータは、XおよびY軸とも最小移動単位が0.01mmであり符号は別に数字5桁で指定する。補助機能としては、NおよびMがあり、コイルの選択やコイルの挿入方向などを制御できる。図9は、本装置の挿入プログラム例である。

T&K&M80には、16Kバイトのワイヤメモリが実装されておりR&M領域(8Kバイト)には、本装置の制御プログラムであるコイル挿入機構部のシーケンス制御、XYテーブルのパルスモータ制御、MDIモードにおける入出力データ処理、挿入プログラムの翻訳および紙テープ入力処理(挿入プログラムのロードなど)、TTYによる挿入プログラム作成ルーチンや試験プログラムなどが常駐している。挿入プログラムは、別に定めた領域に数種入っており、ロード後、メモリプロテクトスイッチによりR&M化して使用する。

操作盤は、主操作盤と副操作盤に分けられ、MDIモード時、副操作盤にて実際のプリント板をXYテーブルに固定し、コイル実装位置の修正や、ティーティンによる挿入プログラムの作成も可能である。

このように、本装置の特長は、ティーティンで作成した挿入プログラムを特別な手段(たとえば、半導体PR&Mのように特別な書込み装置)を必要としないでメモリに書込み、再生に備えて簡単にR&M化できることである。

(D) プログラム供給装置

本装置は、ワイヤメモリを実装した装置などにプログラムをロード(書込み)するもので、対象装置のプログラムを編集作成し、対象装置のコネクタに結合することにより、プログラムのロードおよび書込み検査ができる。図10は、ブロック図であり、図11は外観である。

ワイヤメモリは、12Kバイトの記憶容量である。このうち、1Kバイトは、ファイル管理、オブジェクトプログラムの結合、対象装置へのプログラムロードおよびデバッグ補助機能などがR&M化して常駐している。プログラム編集作成には、専用のマクロアセンブラ、エディタおよびシミュレータを用意してい

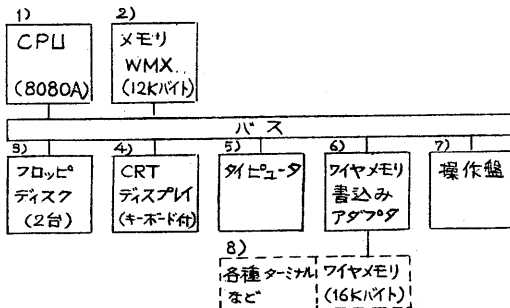


図10 プログラム供給装置の構成

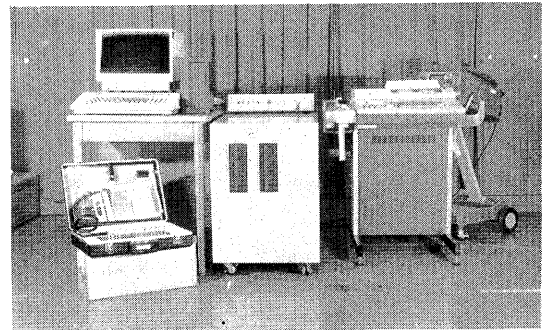


図11 プログラム供給装置

る。マクロアセンブラは、リロゲータブルおよびマクロ機能があり、1パス式である。エディタは、CRTディスプレイを使用してソースプログラムの登録や変更などの編集機能がある。シミュレータは、トレースや入出力命令の擬似実行機能があり、対象装置の実行動作を確認するものである。

本装置の特長は、対象装置のプログラム作成からロードまでをオンラインにより一貫して操作できることである。

(E) 生産管理装置

本装置は、生産管理業務のうち、各工場の生産能力に対して受注製品の割付けを行なうものである。受注内容は、さん孔カードに顧客名、品名、数量、納期など必要項目がホストコンピュータからパンチされて生産管理部署に送られてくる。本装置は、あらかじめ、各工場の製品別生産能力をファイルに記憶しており上記のさん孔カードを読む毎に、生産割付けを実施する。生産投入が可能である場合は、カードのデータを読み取り後、製造命令などの投入結果をカードに印刷し、生産投入内容をプリンタ、紙テープ、フロッピディスクに出力する。

紙テープやフロッピディスクに出力されたデータは、ホストコンピュータに送られて、営業の納期問合せ、各工場に対する製造命令および材料手配に使用する。

図12は、本装置のブロック図であり、図13は外観である。

ワイヤメモリは、16Kバイトモジュールが2台実装されており、このうち、8KバイトがROM領域である。ROMの内容は、概略つぎのとおりである。

- 1) デバッグエイト
プログラム
- 2) 各種サブルーチン
- 3) 入出力制御
ルーチン

各種サブルーチンの内容は、加減算、データ比較、2進-10進やパックアンパックなどデータ交換および分類などがある。入出力制御ルーチンには、フロッピドライ

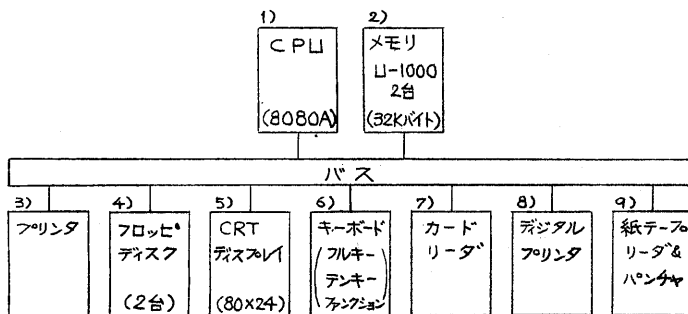


図12 生産管理装置の構成

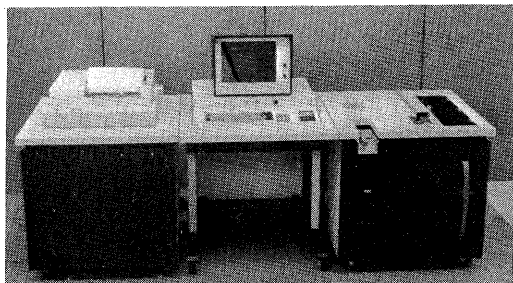


図13 生産管理装置

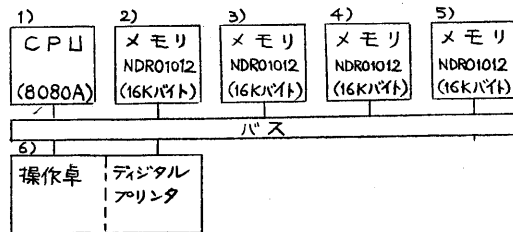


図14 絵と計算装置の構成

ブ制御, コード変換を含むカード読取り制御などが含まれる。

このほか, ハードウェア構成が同一の納品出庫装置, 磁気ディスク装置を付加した資材入出庫管理装置がある。

(F) 給与計算装置

本装置は, 地方工場など従業員が300名前後の規模を想定した給与計算装置である。本装置では, 給与マスタにカセット磁気テープやフロッピーディスクなど保存性の低いファイルを使用せず, ワイヤメモリ64Kバイトを使用した。

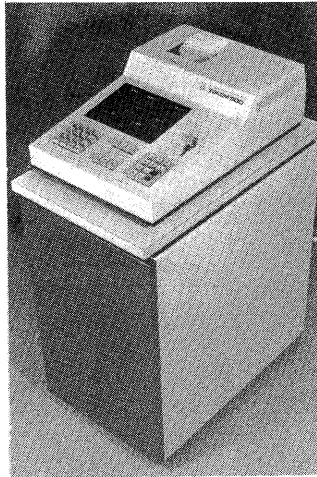


図15 給与計算装置

図14は, 本装置のブロック図であり, 図15は外観である。記憶容量は, 8080の最大アクセス容量の64Kバイトであり, メモリマップは, 給与, 賞与, 金種, 源泉徴収, 年末調整などの給与計算ルーチン16KバイトROM, 所得税率や加給率など定数テーブル4KバイトROM, 試験ルーチン4KバイトROM, ワーキングエリア4KバイトRAMで, 残りの40KバイトROMを給与マスタとして使用している。

給与マスタは, 勤怠状況16項目, 支給項目20, および控除項目18である。図16は, 給与支払明細書の一例である。操作手順は, 社員番号を打鍵し, 給与データを読み出し勤怠データを打鍵すると, デジタルプリンタが支払明細を印刷する。

52年2月分		01
給与支払明細書		
氏名 550022 東光 太郎		
稼働年	24.0	私外 5.0
休特		残出 8.0
休休		休休 深夜時
生休		産有 控除
産欠		産控 皆動
遅早		退
		扶養数 1
本給	50000	
生産加	40000	
		0
3ヶ月		
皆勤賞		
先月支払済		
その他控除		
控除合計②	16037	
①-②		
差引支給	99642	

図16 給与支払明細書

5. T&K&M80 - 現状と展望

マイクロコンピュータT&K&M80の各製品形態の開発至過を表6に示す。T&K&M80モジュールは社内利用のほか, 昭和50年より継続して汎用事務計算機および店頭売上管理装置組込み用として特定ユーザに納入している。

T&K&M80システムは, 機器組込み用として応用機器メーカーに, また開発ツールとして大学および公立研究機関などにおいて利用されている。後者の場合, 最大規模のシステムは, メモリ容量64Kバイト, フロッピーディスクドライブ2台, I/Oはタイピュータ, フロッタ, グラフペンであった。

応用製品のうち社内利用の主要例については4章に説明したが, 社外用の単品開発では選挙投票至過の即時集計装置, ゴルフ場用POS, 工業用としては鋼板切断制御装置のほか各種試験検査装置などを手掛けてきた。また数量のまとまったものとして専用作表機を商品化した。

当社は電子部品メーカーの立場から, マイクロコンピュータ用デバイスの開発商品化および新ニーズの探索と従来商品との関連でのユーザサービス, すなわち電子部品メーカーとしての製品の垂直展開を指向してマイクロコンピュータ市場に

	S 49	S 50	S 51	S 52
		T-80 開発 MPU 素子調研ほか	701774M 供給装置 T-80量試 モジュール試験機 店頭管理装置モジュール 専用作業機	給与計算機 メモリ試験機 入出庫管理装置 資材管理装置
			生産装置 コイル挿入機	
	△8080 開発マ表	△M 98000 発表 △8080 国産化発表	△F8 発表 ▲TOKO-80 11種出荷	△8048 開発マ表 △T-11 開発マ表

表6 TOKO M 80 の開発経過。

参入した。開発着手以降、応用製品としては、社内技術の育成および蓄積を図り、また技術動向ならびに応用製品の信頼性を適格に評価するために社内利用を主として開発を進めてきた。

現時点までは、マイクロプロセッサは8080を主体として技術蓄積を重ねてきたが、280および大衆化普及に備えてワンチップマイクロプロセッサの利用についても検討を行ない、またソフトウェアについてはBASICなどの簡易言語の開発もほぼ終了した。

今後は、ワイヤメモリのみでなく、マイクロコンピュータ指向の半導体デバイスおよび各種部品、応用製品を開発商品化して、この広大な市場への本格的参入を果したい。

文献

- (1) 山中：“コアメモリとワイヤメモリ” 信學誌 60, 11, P1313 (昭52-11)。
- (2) 浅見ほか，“マイクロプロセッサ制御による論理カード検査装置” 信學會電算機研資EC 75-79 (昭51-03)。