

昭和50年9月10日

訪 米

マイクロプロセッサ
&
マイクロコンピュータ

応用調査団報告書

財団法人 日本情報開発協会

C JIDEC



目 次

1. はじめに	1
2. NCC内外の話題から	4
2.1 はじめに	4
2.2 コンピュータ ネットワーク	4
2.3 コンピュータ周辺機器	5
2.4 マイクロプロセッサの動向	7
3. NCC 75 から	9
4. 会 社 訪 門	16
4.1 インテル社	16
4.2 プロログ社	32
4.3 ナショナル・セミコンダクタ社	46
4.4 サイエнтиフィック・マイクロ・システムズ社	54
4.5 テレダイン社	67
4.6 ロックウェル・インターナショナル社	78
4.7 モトローラ社	85
4.8 ヘインズ・スチーム・プラント（火力発電所）	88
5. マイクロコンピュータ・アソシエイツのセミナー	92

1. は じ め に

本報告は日本情報開発協会と東京経営管理協会共催の下に1975年5月に米国に派遣されたマイクロコンピュータ視察団の報告書である。

視察の目的は、以下の通りであった。

- 1) TSSによるマイクロコンピュータのソフトウェアの開発の現況と採算性
- 2) マイクロコンピュータ応用製品の開発における基本ソフトと、応用ソフトウェア作成の合理化と今後の動向
- 3) マイクロコンピュータ応用の現況と企業性
- 4) 新しいマイクロコンピュータとその周辺技術
- 5) '75NCC 出席と展示会視察

情報の収集はアンケートの事前送付と、訪問時における情報聴取、ならびに資料の受領によった。また視察中2回講師によるセミナーを受講し、有効であった。

アンケートは参加者の2回にわたる出発前の自由討議を通じて指摘された問題を出発前にまとめて訪問先に発送し、訪問時に回答を受け取ったものである。全部の訪問先から回答を得る事はできなかったが、訪問先での質疑の時間を一般的な事項の質疑に費すのを避けるのに多大の効果があつた。

またアンケートの質問事項は答えを聴取すれば少なくとも半日を要する多数にわたり、本報告書の実質的な情報量の増大にも役立っている。

視察団の参加人員ならびに視察日程は次の通りであり、本報告書の執筆は参加者が訪問先別に分担した。

視 察 団 参 加 者

コーディネータ

日経エレクトロニクス 編集部次長

佐々木 彬 夫

アドバイザー

東京大学 大型計算機センター助教授

石 田 晴 久

日本電信電話公社 横須賀通研データ通信
研究部長

高 島 堅 助

システック	取締役企画開発部長	岩 井 清
日本システム技術	技術部長	北 脇 重 康
トッパンムアー	開発企画部システム開発 班主任	浅 田 勇 一
安川電機製作所	研究所電子技術研究部門 主任	中 道 正
立 石 電 機	機器事業本部制御リレー 事業部課長	大 林 誠
日立エンジニアリング	計算制御部副部長	三 宅 伍
磯 村 機 器	取締役社長	磯 村 栄 一
アンドール・システム・ サポート	システム技術部長	多 田 碩 佳
日本情報開発協会	理 事	柿 崎 誠 一
コンダクタ		
西武トラベル		中里見 俊 夫

視 察 団 訪 問 先

5月15日	Intel Corporation
5月15日	Pro Log Corporation
5月16日	National Semiconductor
5月16日	Scientific Micro System
5月17日	Microcomputer Associates Inc. (セミナー)
5月19日	NCC '75
5月20日	NCC '75
5月21日	Teledyne Systems Co.
5月22日	NCC '75
5月23日	Rockwell International
5月23日	Motorola Semiconductor Products Inc. (セミナー)
5月27日	Haynes Steam Plant

全体として、マイクロコンピュータの発展は量的にも質的にもとどまる所を知らず、アメリカでも熱気が満ち溢れているというのが第一印象である。NCCでもマイクロコンピュータのセッションは1,000人位収容できる会場が終日満員で、席がなく立っている人も見られた。

全体的な傾向としては次のようなことがいえるであろう。

- 1) これまで問題だったI/Oインタフェース用のICが大変強力な形で市販の時期を迎えている。この種のインタフェースICの使用により、外付けのハードウェアはほぼ一掃されるから、システム・ハウスからインタフェース・ハードの設計業務が消滅するであろう。
- 2) 簡単な機能の、しかし充分高速のプロセッサとI/Oインタフェースのハードをパッケージにまとめたものが、半導体ないしパッケージの技術のあるメーカーから安く大量に市販される雲行きである。
- 3) 高級な機能のシミュレーション用のプロセッサは上記と別に高級化の道を一路ばく進しそうである。
- 4) ビットスライスやユーザ・マイクロプログラミングは3)の高級用途向けに今後も続きそうで、ユーザ・マイクロプログラミングのソフトサポートも漸く軌道に乗る模様である。但し、用途向けの命令セットから作ると、“マイクロ1年”、“マクロ1年”になるとメーカー側も見ている。
- 5) NCCの発表は全然何も知らない人向けの“講習”が多く、新らしい情報は2,3であった。

本報告書の取りまとめには北脇氏と多田氏が多大の労力を提供された。

日経エレクトロニクス

編集部次長

佐々木 彬 夫

2. NCC内外の話題から

2.1 はじめに

従来とほぼ同様に今年のNCCも4日間にわたって89セッション(部会)にもものほるテーマのもとに開かれた大規模な学会であった。また同時に開かれたコンピュータ・ショウにはいろいろな会社が数多くの出品を行っていた。したがって、それらすべてを報告するのはもちろん不可能である。以下には私個人がたまたま興味をもったテーマについて、NCCの内外で見聞したことをのべる。

2.2 コンピュータ・ネットワーク

コンピュータ・ネットワークについては、私のところでも将来の大学間コンピュータ・ネットワークを目指して研究開発を進めているところなので、とくに興味をもってみた。

- (1) IBMは新しいSNA(System Network Architecture)にもとづくデータ通信端末機器(3770など)を展示していた。このSNAでは伝送制御に新しいSDLC(Synchronous Data Link Control)手続きを使って効率を上げている。IBMでは、SNAのサポートを①仮想記憶OS、②IBM3704/3705通信制御装置に組込んだNCP(Network Control Program)、③VTAM(Virtual Teleprocessing Access Method)で行っている。とくにNCPがホスト(370)OSでなく、通信制御装置に入っていて分散制御型になっているところが面白い。

なおこのSDLC方式ではかなりの伝送制御をハードウェアで行う必要があるので、数多くのメーカーがIBMコンパティブルのSDLC方式の端末システムの開発を行っているという。またWestern DigitalやSMC、Microsystemsのような半導体メーカーがSDLC用のLSIチップを開発中だともいう。NCCの部会の方でSDLCを取上げていないことに対する不満の声もあった。

(2) 通信回線については、日本なら電々公社が一手に計画しているサービスを次のように民間会社が競争でやっているというのが興味深い。

①ベル電話会社 DDS (Digital Dataphone Service) 専用
のデジタル回線の提供。56,000 ボーまで。回線料金が不当に安いとい
うので他社から文句が出ているという。

②Datran 社 ——— Datadial (デジタル回線交換) } 9600 ボーまで
 DataLine (デジタル専用回線)

いずれも国の認可のもとにやっている。1日の使用時間が3時間以内の
ときはDatadial サービスの方が安くつく。

③Telenet 社 ——— SDLC方式のパケット交換サービス。

ARPA ネットワーク作りの指揮をとった L.G.Roberts が社長となり
この6月1日から国の認可のもとにサービスを始める。IMPおよび
TIPとしてはPRIME 200/300ミニコンを使って、当初のサービス
は全国7都市でスピードは5,600 ボーでスタートする。

(3) ミニコン・ネットワークの開発も盛んである。NCCではMODCOMP社
がMAXNET III, Interdata 社がMULTI-COMのデモを行っていた。
またNCCへの参加のなかったDEC (PDPシリーズの) 社では,DECNET
すなわちDigital Network Architecture の製品化を発表しているとい
う。これでは次の三つのプロトコルをサポートするソフトウェアを提供する
予定で、現在ノースウェスタン大学でテスト中の由である。

①DDCMP ——— Digital Data Communications Message
 Protocol

②NSP ——— Network Services Protocol

③DAP ——— Data Access Protocol

2.3 コンピュータ周辺機器

とくに目新しいものはなかったが、私にとくに興味があったのは次のような
ものである。

(1) インテリジェント端末

マイクロコンピュータ内蔵のCRT文字ディスプレイはもとより、各種プ

リントやフロッピー・ディスク装置が目立った。Pertec社は"Adaptables"ということばを使っていた。

(2) Diablo Hi type 機構のプリンタ

Zerox, DTC, Spintronix (Pertec) などから同じメカのプリンタが出ていた。この型のものはIBMゴルフボール式と同様に活字フォントがすぐに取り替えられるという特徴をもつ。またマイクロプロセッサ内蔵なので文字セット・コードもすぐ変えられるという。

(3) CDCのマス・ストレージ

IBM3850の対抗版で、幅約10cm, 長さ100インチ, 6250BPIの磁気テープのカートリッジ(各8MB)が2000本入る自動倉庫型メモリである。これが自由に使えるようになると磁気テープのかけかえの手間がなくなるので、関心をもつ人が多いらしく、実演には人だかりがしていた。

(4) マイクロコンピュータ

インテル社やモトローラ社が開発用システムの展示をしていた。またMITS社による素人向けのキットALTAIR 8800の展示もあったが、なかなか本格的なコンピュータの形をしているので驚いた次第である。

(5) 画像処理装置

COMTAL社のもので、写真などの画像情報を64レベルの1024×1024点に表示でき、コントロール・ボールをまわすことでコントラストなどが連続的に変えられるので面白い。

(6) プラズマ・ディスプレイ

オーエンス・イリノイ社のDigiVueで、厚さ約13ミリの画面は1024×1024点を表示でき、しかも半透明なので裏側からスライドの重な映しができる特徴がある。そろそろCRTに代るものとして実用できるという話である。

(7) ミニ周辺機器

ミニカセットテープ, ミニカップラ(音響カップラ), ミニスキャナ(手書き数字OCR用), バーコード・スキャナ(Barcode Wand), Termiflex(4段シフトの20キー付ポータブル端末) ワイ・イー・データを

通して日本にも入っている)，ARCOM（50キー付ポータブル端末，カタログのみ）などが目についた。

2.4 マイクロプロセッサの動向

今回私のえた印象を整理してみると次のようになる。

- (1) 新しいマイクロプロセッサは今後も次のように続々と出てくる。

- Pro-Log 社 単純な 8 ビット CPU
- National Semicon 社 安い 8 ビット CPU
- SMS 社 将来 80 nsec サイクルのバイポーラ CPU
- Electronic Memories 社 16-bit の nMOS CPU
(G.I. の素子とコンパチブルか?)
- Intel 社 16-bit CPU を開発中とみられている。
- Comstar 社 バイポーラでマイクロプログラム方式の 8 bit
CPU (8080 型とソフトウェアコンパティブル
なものを作るという)

- (2) 周辺回路用のプログラマブルなLSIもどんどん増える。

プログラマブルとは初期状態やモードがプログラムセットできるという意味である。インテル8080用にはすでに数多くのこうしたチップが出ている。これはメモリの分散化の表われとみることができる。

- (3) セカンド・ソースのメーカーも徐々に増えている。

主なセカンド・ソースは次の通りである。

- インテル 8080 : 日電, 三菱, AMD, TI(?), Comstar(?)
- モトローラ 6800 : AMS, MOS-Technology
- インテル 4004 : National Semiconductor
- インテル 3000 : Signetics

- (4) ユーザ・マイクロプログラミング方式は大口ユーザ以外では使われていない。しかしインテルが3000シリーズに対しては、CROMIS アセンブラやハードウェアの開発システム(MDS)を提供し始めているので、今後ある程度は使われるようになるかもしれない。

- (5) システム開発用のハードウェア・システムの開発が進みつつある。

Pro-Log 社のコンソール・パネル的なテスト（これで使われているような 24 ピンの Dip-clip は Pomona Electronics 社から発表されている）、Pro-Log や SMS やインテルの ROM シミュレータ、Pro-Log の PROM プログラム書込器、インテルやモトローラの MDS、などはその例である。

- (6) ハードウェア・コンパイラも出現しつつある。

これまで高水準言語のコンパイラはたとえばインテル PL/M のようにクロスコンパイラであった。しかし COMSTAR が 4040 の PCL (Process Control Language) のコンパイラを PROM に入れてファームウェア化しているのをはじめ、N. S が PACE 用に SM-PL (PL/M とほぼ同じ) の PROM コンパイラを作るといっているので、こうした例は今後増えてくると思われる。FORTRAN, BASIC, APL も候補に上っている。

大手では高水準言語を重視しているようである。

- (7) ユーザ・ライブラリの組織化が進められている。

インテルが DEC (PDP) の DECUS ライブラリに類した組織作りを始めている。

- (8) アマチュア相手のマイクロコンピュータ・キットが売られている。

MITS 社の ALTAIR 8800 が代表だそうであるが、製品系列には各種周辺機器や BASIC コンパイラがあり、堂々たるマイクロコンピュータ・シリーズになっている。基本キットで \$ 439 (¥ 17.6 万円) という価格は確かに素人に買えない額ではない。周辺機器のひとつとしては普通のオーディオ・カセットが補助メモリとして接続できるようになっている。

このためのインターフェース・キットは \$ 128 だという。

東京大学助教授

石 田 晴 久

3. NCC '75 から

NCCはNational Computer Conference の略で、毎年1回開かれ、コンピュータ関係の論文が多数発表される大型学会である。以前FJCCとSJCCとして春秋2回開かれていた学会が年1回のNCCになってから数回目である。

今回のNCCは発表が18のプログラム・エリアにわたり、89のプログラム・セッションが開かれた。会議の名前は"National = 全米"であるが、外国人の参加を前提として運営され、外国人といっても日本人が多数であったが、外国人に対する細かい心配りが巧妙に隠されているのが目についた。

NCCでの発表は上記のように広汎な分野をカバーするものであったが視察の目的がマイクロコンピュータの調査であったので、チームとしてはマイクロプロセッサ関連の発表のみを聴いた。NCCの会場では新製品の展示会も開かれるのが普通で今回も約200社からの出品があり、混雑していた。

以下にNCCにおける発表のうち、主要なものの概要を報告する。

日本でもかなり以前から知られている機種の"発表"や、マイクロコンピュータを知らない人達のための講習は省略した。

詳細については論文集を参照されたい。

The synergistic combination of an oscilloscope and a microprocessor

W.A. Fischer ヒューレット・パッカー

ヒューレット・パッカー社の新しいオシロスコープ1722Aの紹介であり、275MHzのオシロにマイクロコンピュータを組み合わせ、タイムベースの測定精度を上げる(30nsを1%で測れる)とともに、信号処理を行なうようになっている。

測定モードは

1. Time Interval

A. Period

B. Transition Time

C. Propagation Delay

2. 1 / Time

A. Clock Rate

B. Data Rate

3. D C. Volts

A. Average Voltage

B. Direct Difference Voltage

4. Instantaneous Volts

A. Peak to Peak

B. Threshold Voltage

5. Percent Readout

A. Percent Overshoot

B. Percent Transition Times

C. Identifying 50 % points on pulses

オシロスコープ全体としての機能構成はこの論文では余りよく分らないが、フロント・パネルのセッティングをマイクロ・プロセッサでスキャンし、信号処理をした上でCRTとデジタル表示の両部分へ出力をだすということのようである。使用したマイクロプロセッサはHP-35という電卓用のシリアル・プロセッサで1ワード56ビット。1ワード・タイムは280 μ sだが多くの演算はこれより短い時間で終り、280 μ sで6桁の加算ができるという。

Development of a portable compiler for industrial microcomputer systems

L. Anderson ワーナー・スウェージャー

プロセス・コントロール用の言語PCLを開発し、そのコンパイラを乗せたマイクロ・コンピュータを開発した。このコンピュータはポータブルで、現場に持って行き、そこの現場のマイクロコンピュータが必要とするプログラムをコンパイルの上、ROMに入れて置いてくるのが目的である。

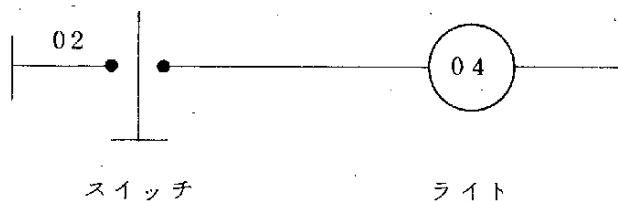
PCLはリレーの論理を表現するのに便利な言語であり算術演算と論理コマンド

も持っている。またキャラクタ処理もできる。

最小のバージョンの処理能力は次の通りである。

接点情報	128 接点
ロジック/パワー入力	128 回線
ロジック/パワー出力	128 回線
BCD データ入力	144 桁
BCD データ出力	32 桁
ビットメモリ	192 ビット
データ・メモリ	256 キャラクタ

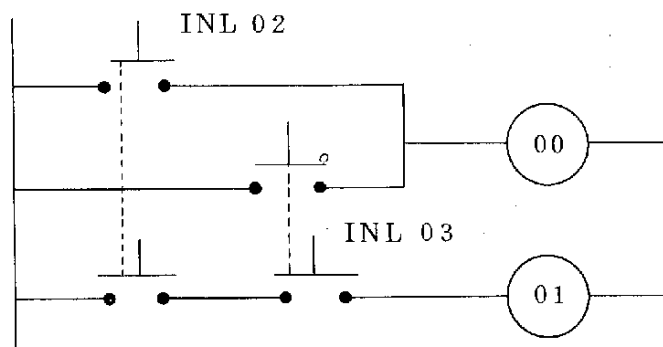
以下にプログラム例を上げる



```
100  IF INL 02 THEN OUT 04 END
10E  IF INL 02 NOT THEN OUT-OFF 04 END
11D  GOTO 100 END
11F  EOC
```

INLはInput Logic の意味で、スイッチ2がup なら例えばランプ4がオン
Down ならオフとし、02 というスイッチのモニタを続けるという意味である。

次の例からは論理処理の仕方が分る。



```

010  IF INL 02 OR INL 03 THEN OUT 00 END
024  IF INL 02 AND INL 03 THEN OUT 01 END
038  IF INL 02 NOT AND INL 03 NOT THEN
      OUT-OFF 00 END

```

コマンドは大別してフォーマッティング、ステータス・テスト、インプット、アウトプット、データ、ブランチに分れ、ファンクション・キーから入力するようになっている。この論文は次の論文と共に、「専用言語で使える」マイクロコンピュータ」の登場として注目すべきであろう。

Designing an application oriented terminal

J.P.Kohli NCR

銀行の窓口用の端末の話で、窓口における通帳の記入その他の事務処理を行なうためのものである。端末としての機能がプログラマブルであり、FITAL という COBOL ベースの専用言語でプログラミングを行ない、親コンピュータから回線を通じてプログラムをローディングするようになっている。

端末の構成はキーボード、プリンタ、ステータス・ライト、モード・スイッチ、表示燈（プログラマブル）、ダイナミック・データ・ディスプレイ、窓口担当者識別用のキーなどである。

端末システムは RAM, ROM, I/O インタフェース、端末機、通信インタフェースから構成され、ミニ OS が乗っている。ミニ OS はセントラル・エグゼキューティブ、コミュニケーション・サブエグゼキューティブ、キーボードサブエグゼキューティブ、アプリケーション・サブエグゼキューティブ、プリンタ・サブエグゼキューティブ

イブ、タイムアウト・サブエグゼキューティブからなり、プリンタは20字/秒、キーボード入力は10字/秒まで可能。

OSの大部分はROMに入れてあり、RAM中の表を参照しながら処理が進められる。ユーザがプログラムできるのは、業務処理の順序、表示灯の意味と表示法、ジャーナル・プリンタと通帳の印字出力のフォーマットなどであり、エグゼキューティブ・ルーチンもロードして使う事ができる。

この種の“インテリジェント端末”も今日では珍らしくないが、やはり専用言語を用意したという所が注目に価しよう。

MACROLOGIC—Versatile functional blocks for high performance digital systems.

K. Rallapalli P. Verhobstadt フェアチャイルド

マイクロコンピュータ発展の一つの方向は高級な機能（例えばミニコンのCPU）のエミュレーションであるが、フェアチャイルドがこのような用途に適するバイポーラのチップのバラ売りを始めた。

一般的な仕様は、ゲート当り4 ns の遅延、速度電力積 8 PJ, 200~250 ゲート/チップ、集積密度50ゲート/ mm^2 , TTLコンパチブルの入出力、24ピン以下の標準DIP入り、駆動能力高くバス構成のシステム向きなどで、マイクロプログラム制御のCPUを構成するのに向いている。

Arithmetic Logic Register Stack

CPUのエミュレーションをする時に汎用レジスタとして使うチップであり、4ビットのRAM（出力ラッチ付き）、ALU出力のラッチなどから成り、ALUの機能はAdd with carry, Add, Logical And, Load Rx, Read Rx, Logical OR, Exclusive OR, Load Complement の8種

P Stack

16ワード×4ビットのプッシュダウン・ポップアップ可能なプログラム・スタックである。PCとリターン・アドレス収納にも使えるし、汎用の16ワードのスタックとしても使える。入力マルチプレクサ、16×4ビットのRAM、インクレメンタ、コントロール・ロジック、スタック・ポインタ、スタック・リミット・モ

ニタ、アウトプット・バッファなどからなる。

機能は Return (Pop), Branch, Call (Push), Fetch の4種である。

スタックのトップをネクスト・アドレスにする場合外部からデータをロードすれば Branch になる。

Data Path Switch

4ビットの入力バス2本と4ビットの出力バス1本の他5ビットの制御バスが接続できる。

このICの機能は基本的にはデータ・ルーチングであり、入出力バスの接続を制御バスからの入力によって切り替えるのが目的である。単なる切り替えの他入力データにシフト、コンプリメントなどの操作を加えることもできるようになっている。また1111, 0000, 1110などの定数を出力にだすこともできる、バス・コントローラとして強力な機能を持っている。

Data Accers Register

アドレス計算用の演算ユニットで16種類の命令を持っている。構成要素は4ビットの加算器、4ビットのレジスタ3個、出力レジスタ、関連した制御ロジックなど加算器のオペランドの一方は外部から、他方はレジスタのうち一個から供給される。通常の使い方ではR₀をプログラム・カウンタ、R₁をスタック・ポインタ、R₂をオペランド・アドレスに使う。

R-Stack

16×4ビットのRead Write Memoryでスクラッチ・パッドなどに使える。以上のほかRAM, ROM, PROMが開発済みで、マイクロプログラム・コントローラも開発の完了が近いという。またFIFO, CRCのICなども開発中だという。

Architecture of microcontroller system

M. Liccardo SMS.

Microcontroller と呼ぶマイクロコンピュータ・システムを2個のパッケージにまとめたもので、便利なものだと思われる。基本的なシステムはCPU, ROM, 安定化電源, クロック発振器(水晶は外付き)などが1個のパッケージに収納され

もう1個I/Oポートをマルチプレクスするパッケージで一応のコンピュータ・システムとして使える。セラミック・パッケージ2個をプリント基板に搭載するだけで直接外界と外付けハードウェアなしで情報の受援ができる(スタティクなI/O)。

CPUの命令は8種類で割り込みの機能はないが、動作速度は早く、命令の読み取りと実行に要する時間は300nsである。

プログラムを入れるROMが2kW(16ビット)までCPUと同じパッケージに格納されているが、外付けで2kW追加でき、256バイトのRAMを外付けで 사용할こともできる。データは8ビット単位で処理される。CPUはROMから命令を読み出すようにできており、プログラム・カウンタは12ビット、8個のレジスタが使える、I/Oを行なうには先ずアクセスするI/Oポイント(コネクタ)のアドレスをセット、またはRAMのアドレスをセットした後にI/Oを行なう。

割り込みの機能がなく、I/O端子とスタティクな形で情報の受援を行なうだけでもCPUの速度が早ければ、かなりの範囲の機能を持つシステムが実現可能であり、このように使い易いシステムが安価に提供される事はその意味が大きい。

日経エレクトロニクス

編集部次長

佐々木 彬 夫

4. 会 社 訪 問

4.1 インテル社

4.1.1 会社概要

(1) 社名・説明者

Intel Corporation

3065 Bowers Avenue Santa Clara Calif. 95051

Mr. Ken Boyce (ヨーロッパ担当 Product Mgr.)

Mr. Pawl Rosenfeld (Software Product Mgr.)

(2) 概 況

マイクロコンピュータ関係のトップメーカーであることは言うまでもないが、ほかに各種の半導体メモリーを製造している。

1975年の第14半期の業績は、つぎのとおりである。

全売上高	\$ 30,365,000
販売費	\$ 14,742,000
研究開発費	\$ 3,301,000
販売費	\$ 4,724,000
税引前収入	\$ 7,598,000

4.1.2 ハードウェア新製品

4.1.2.1 8080ファミリ

このファミリは、8080(μ -Processor), 8224(clock generator), 8228(system controller)を組合せ3個のバス^{*} data bus, control bus, address bus を構成し、その各々のバスに接続される下記のようなprogrammable(コマンドで各種オプションを設定できる)な素子群から成る。(※図参照)

- ・ 8251 Communication Interface
- ・ 8255 Multi-port I/O Interface

この両者は、今年の中端には発売を開始する。

- ・ 8253 Programmable Interval controller
- ・ 8257 Programmable 4-channel DMA controller
- ・ 8259 Programmable 8 level Interrupt Controller

残りの3つは今年中に発売予定

各素子の特徴は、つぎのようなものである。

(1) 8224 (Clock Generator)

- ユーザが与えた水晶発振器で制御される。
- 電源オン・リセットライン付
- シングル・ステップに便利なレダー同期フリップフロップ付
- 補助タイミング (ϕ_2 , CLK, $\overline{\text{STSTB}}$) 出力端子つき。

(2) 8228 (System Controller)

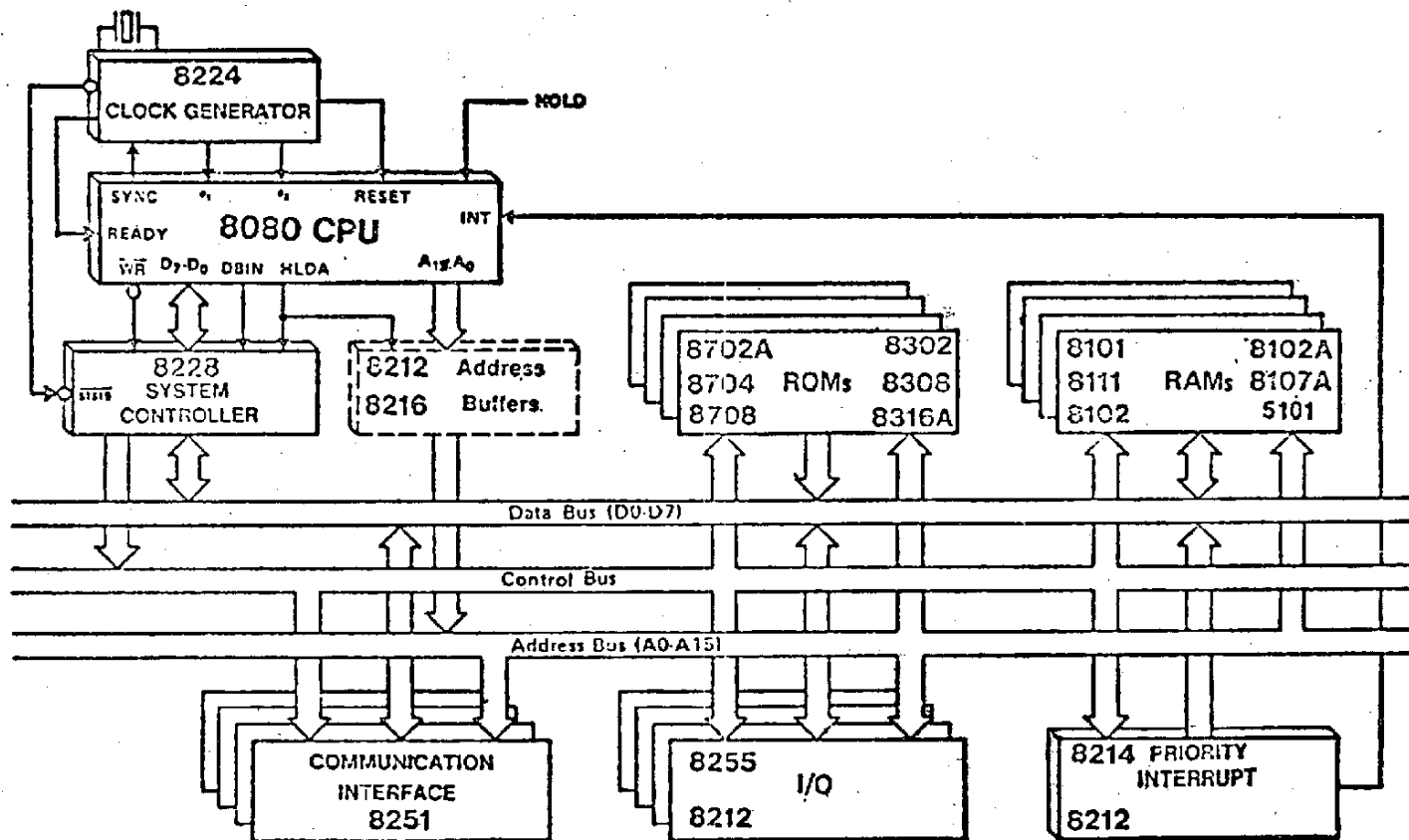
- 両方向バス・ドライバ付
- 簡単に入出力およびメモリ・インタフェースできるようなステータス制御
- 1レベルの割込

(3) 8251 (I/O Group)

- プログラマブル (コマンドで動作モード、たとえば1文字のビット数を変えられる) シリアル・コミュニケーション用
- +5V 1電源で、TTL CLOCK
- 28ピン
- 5~8 BIT/character
- 自動文字挿入・削除
- DC~56K BPSまでの信号

(4) 8255 (I/O Group)

- KEYBOARD, DISPLAY, SWITCH, READER, PRINTER などに使える Multi port のプログラマブルな素子
- ビット・セット, リセット機能つき
- 1.5Vで1mAの大ソース・カレント出力



**8080 MICROCOMPUTER
COMPONENT
FAMILY**

(5) 8253 (Peripheral Group)

- 3つの独立な16 bitのタイマーをもつプログラマブルなタイマー
- 24ピン
- BCDまたはBinaryで、DCから3MHzまで動作

(6) 8257 (Peripheral Group)

- 4チャンネルのDMAを制御するプログラマブルな素子
- 40ピン
- +5V単一電源
- チャンネルごとのMOD128と終端カウント・ブラグ
- CPUに対し、Cycle steal ベースで動作

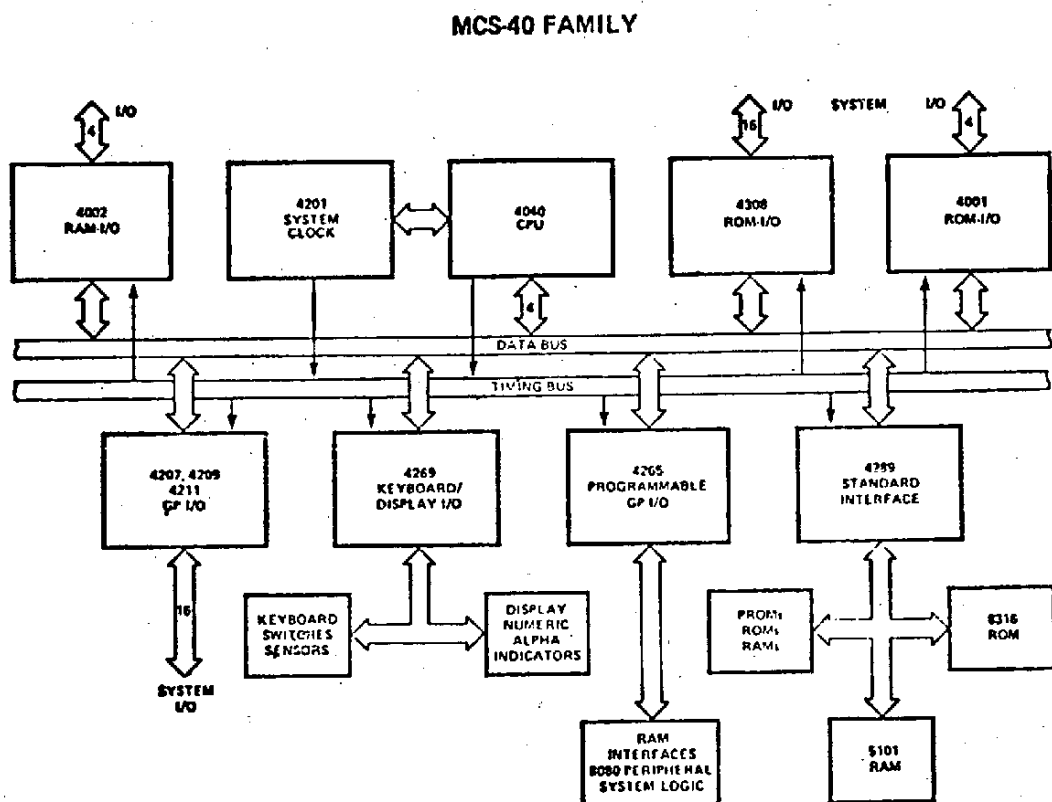
(7) 8259 (Peripheral Group)

- プログラマブルな8レベル割込制御用
- 28ピン
- +5V単一電源
- CALL命令の挿入
- 64レベルまで拡張可能

このほか将来の予定としては、さらにdedicatedな装置、たとえば、IBMのSDLC、用のさらに複雑なものも開発して行く。

4.1.2.2 MCS-40 family

8080 familyと同様に、4040用のProgrammableな素子を開発している。

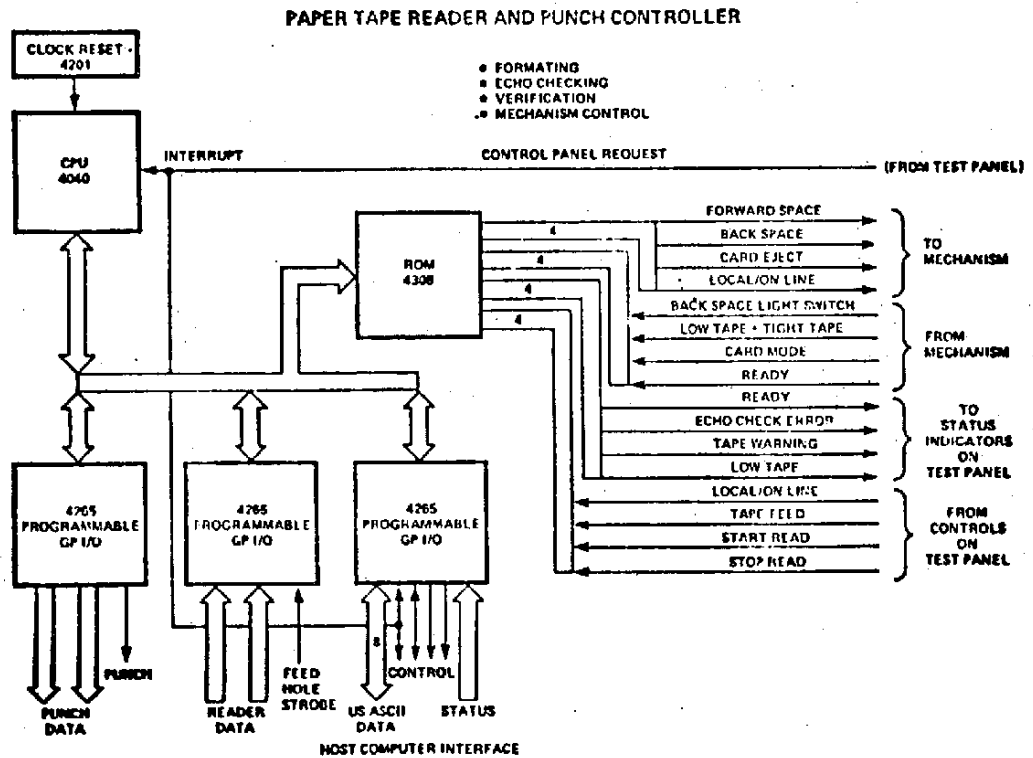


(1) 4265 (Programmable I/O devices)

- 14個のオペレーション・モード
- 16本の入出力線
- ビットごとのセット・リセットが可能
- マルティプレクサブルな出力
- 8ビット・モードでの転送

- 8080用, 8214, 8253, 8251などとのインタフェース
- 同期, 非同期インタフェース
- ストロープ用入出力バッファ付
- TTL レベル・インタフェース
- 8個の4265まで1システムに接続可能

紙テープ・リード, パンチでの用例



(2) 4269 (Programmable Keyboard Display I/O device)

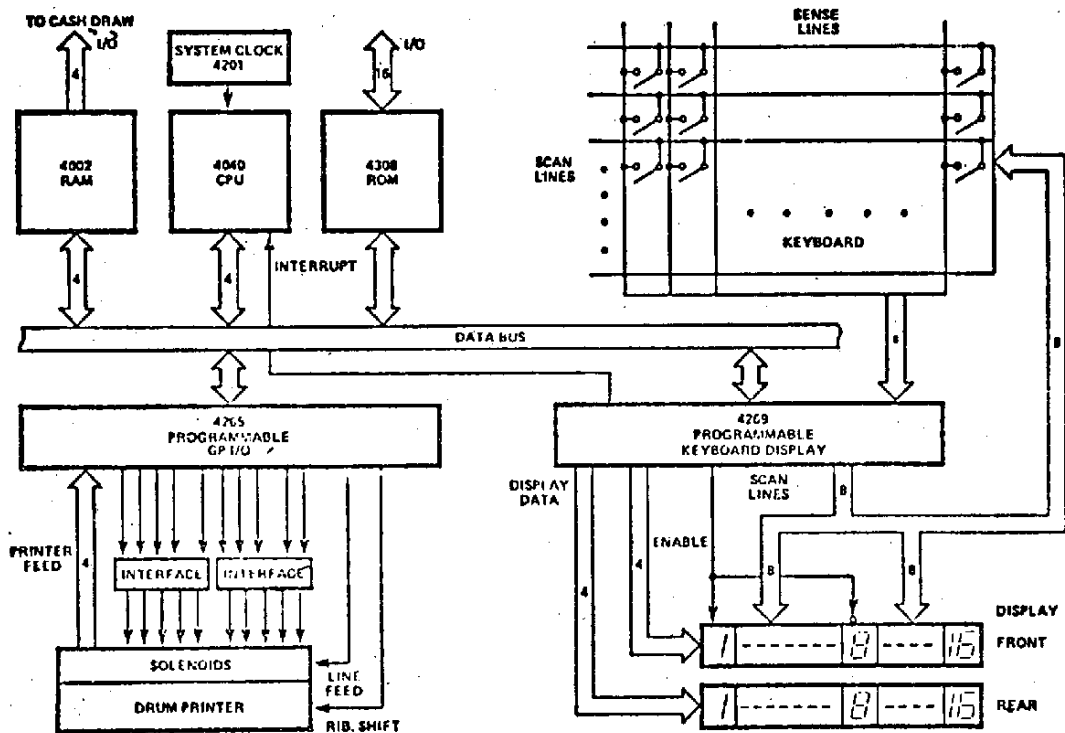
- 8 × 8 のセルフ・スキャン・マトリックス
- スイッチへのインタフェース
- 各マトリックス点に対応した 8 bit コード
- 2 Key Roll Over
- 8 文字の FIFO バッファ
- 文字入力に対する割入発生
- Keybounce に対する 10 ms の待ち
- Key 入力オーバーフローのステータス表示
- シフト入力
- 連続センサー・スキャン・モード・ピン
- LED, PANAPLEX, NIXIE, INCANDESCENT 用, 2 組の 4 × 16

Display Register

- Burroughs のセルフ・スキャン・モード
- 内部レジスターへのプログラム・コントロールでのアクセス
- 4 個の 4269 まで 1 システムに接続可能

4269 の使用例を次図に示す。

BASIC PRINTER/DISPLAY TERMINAL



4.1.2.3 質疑応答

Q MCS-40 family 用のものは、4004にも伝えるか。

A yes.

Q 8080 family は 8008にも使えるか？

A 目下開発中の System bus Control が必要であるが、それを介して使える。

Q 他の社の μ -computer とはどうか。

A 理論的には使えるが、回路上の問題は保証できない。

Q これらのものを使ったMCS-40, MCS80 が作られるのか？

A yes, 現に実験室で10" x 15"の小さなものがある。

Q 8080と8080Aとの違いは何か

A 8080Aは8080のfull TTL compatibleなVersion
8080と置き替えられる。

4.1.3 ソフトウェア

4.1.3.1 Cross software

つぎの4種のものを用意しており、すべてANSI-FORTRANで書かれていて、32 bitの整数が使えればどんなMachineでも扱える。

(1) Macro Assembler

MCS-40	}	各々販売価格は\$1,250-
MCS-8		
MCS-80		

(2) Simulator

MCS-4	}	各々販売価格は \$750-
MCS-40 (6月にavailable になる。)		
MCS-8		
MCS-80		

Simulatorは、①遅い、②使用コストが高い、③入出力シミュレーションがむづかしいという欠点があるが、開発の初期の段階では使われている。しかし本当にsimulateするには、特殊な専用のものが必要となる。

(3) PL/M Compiler (販売価格 \$1,250-)

これは、Intelが開発したPL/I流のblock構造をもったprocedure orientedな言語であり、PL/Iの小さなsubsetに8 bit データ、16 bit データ、rotate shiftなどを加えたものである。目下MCS-8とMCS80用のものが用意されており、MCS-8用のもので書かれたプログラムは、MCS80用のものでRecompileすれば、そのまま使える。現状でも、かなり使われており、とくにプログラム・サイズが大きくなるもの、あまり台数が出ず開発コストをかけたくないようなものに使

われているようだ。現在アメリカの大学では、工学部の学生に最初にP L / Mを教える所が増えてきている。したがって数年もすれば、大型計算機ではアセンブラでプログラムを作る人がほとんどなく、ミニコンでも、FORTRANやCOBOLを使うようになってきた現状と同様、マイクロ・コンピュータでもほとんどアセンブラを使わなくなるだろう。これは1つには、programming cost が上ってきており、1つにはmemory cost が下ってきているからである。

(4) CROMIS (cross micro assembler)

(販売価格 \$ 1,250 -)

これはseries 3000用 micro program用アセンブラで、現在 available である。ユーザは、命令を全部定義することができ、field の拡張定義などができるようになっている。

Micro programming に対する simulator は、命令セットが決っていないから難しいので、別の解^{*}をNCCで発表する。

なお、cross software のTSSサービスは、ロイヤリティということ でCPUの価格の2倍の費用を取っている。日本から使う場合は、CPU タイム自身が高くつくので、2倍より安くすべきかもしれない。また、background で流せば、安くなるはずである。

* Intellec MDSのこと。ICE-30 emulator を使って3,000 シリーズのデバッグを助ける。

4.1.3.2 Resident Software

つぎのものがある。

(1) Intellec 4 / MOD 4 AND MOD 40

- Monitor 小型のOS
- ASSEMBLER MACRO 機能を除きCROSSのMCS-40 Assembler と同じ。
- TEXT EDITOR... PAPER TAPE BASE

(2) Intellec 8 / MOD 8

- Monitor I/O control facility : Program Run : Memory DUMP :

Memory PATCH: 標準にないユーザが作った I/O 装置への dynamic な link。

◦ MACRO ASSEMBLER ... MCS 8 CROSS ASSEMBLER
と同じ機能

◦ Text Editor かなり上等なもの

(3) Intellec 8/ MOD 80

◦ Monitor MOD 8 のものに加えて, Break point の set や Register の内容の変更などの Debug 機能がある。

◦ Macro Assembler MOD 8 のものと同じ機能

◦ TEXT EDITOR MOD 8 のものと同じ機能

以上のような Intellec system は驚くほど数多くある。用途はつぎの 2 つと思われる。

(a) ソフトウェアの開発

(b) ハードウェアの開発 ... 対象の I/O 装置を test するにはシミュレータでは無理である。

なお現在の所 PL/M Compiler の Resident なものはないが、用意する予定である。それは Floppy disk を使ったようなものになるだろう。Floppy disk を使えば、種々の可能性があり、たとえば 8080 で他のコンピュータの cross software にも使用できる。

Intel の内部では、Inhouse computer と Intellec とを結合させ ファイルを inhouse computer 側にもたせるような使い方をしているが一般に開放することは目下考えていない。

4.1.3.3 プログラム・ライブラリー

大型機やミニコンでは、同一機種を使うユーザーからグループを作っているが、Intel もマイクロ・コンピュータでやることにした。毎週審査する software contest を行ない library に組入れている。寄与した人には無料で内容を提供しており、それ以外の人には、\$100- の会費で 1 年間のデータを提供している。

審査基準は、PROGRAMの中味ではなく、ドキュメントの充実度である。提供する内容は、プログラム・リストとドキュメントであり、ソーステープも安い費用で提供している。

4.1.3.4 その他の事項の質疑応答

Q. ソフトウェアのスタッフは何人か

A. 全従業員 3,000 人に対し 24 人である。

Q. Intel のソフトウェア部隊と競争する Software house はあるか？

A. 大手はない。 floppy system を使っているものが 2 社ある。

Q. ソフトウェアが有料だが、その売上高は？

A. 分らない。 Intel は Hardware chip を売るのが目的で software はその sales support 用と思っている。しかしソフトウェアに対する投資額のいくぶんかでもを回収するために有料にしている。それと second source が software を開発せずにすませようとするのに対して Intel 自身の投資の保護でもある。とはいっても second source に対する問題はむづかしく、実際のところどうしてよいのかよく分らない。

Q. アメリカでの μ -computer のプログラム 1KB は、A クラスのプログラマでどの位かかるか。

A. 約 1 ケ月であろう。 PL/M で作れば 1 週間位ではないか。

Q. その A クラスの人間の給料はどれくらいか

A. プログラムの能力は給料とは関係ないから、何ともいえない。給料の高さは、何年プログラムをやっているかによって決まり、長くプログラムをやっている人は、応々にして自分の作ったプログラムのバグのため居るようなことがある。

4.1.4 チップ・メーカーへの質問状と Intel の回答

Q. A1 各プロセッサ・モデルごとの 1973 年、1974 年の月間マイクロ・プロセッサ売上高は

A. A1 秘密

Q. A3 どのような形でマイクロ・プログラム制御プロセッサを売るか。

あるメーカーでは、命令セットが固定された何種かの制御メモリーを提供することを考えているようだが。

A A3 Intel は、客が自分の命令セットを設計できる能力を強調している。将来 Intel が 3000 シリーズの“標準”命令セットを作るかもしれないが、今はない。われわれは、客を助けるためのソフトウェア・エイドを供給している。

Q B1 ビット・スライス・プロセッサ、パラレル・プロセッサ、マイクロ・プログラム制御プロセッサのユーザの分布はどうか。

A B1 われわれの唯一のマイクロ・プログラマブル・プロセッサは、またビット・スライス（かつ真にパラレルでもある）プロセッサである。

われわれの主な製品は、固定命令セットの 4 or 8 bit 並列、シングル・チップ CPU である。

Q C1 各マイクロプロセッサの 1975, 1976, ..., 1980 年で月間予想売上数は？

A C1 1975 年の数は秘密

当然われわれの全プロセッサとも非常によい売上高を期待している。1980 年では、われわれの製品系列が変化しているだろうから、予想は不可能。

Q C2 マイクロプロセッサ、RAM, ROM の価格の将来の傾向

A C2 歴史的傾向に従わざるを得ない —— 安くなる！

たとえば 8080 1 ea \$360 — 1974 年

8080 1 ea \$175 — 1975 年

Q C3 (4, 8, 12, 16 ビット) 並列、スライス・プロセッサ、マイクロプログラム制御プロセッサでの各プロセッサごとの売上予想率は？

A C3 われわれは、4 ビットと 8 ビット・マシンの両方での大きな売上をあげている。2 ビット・スライスのバイポーラ 3000 は、ソフトウェア・サポート、客の認識の増加、客先での高速周辺

装置の仕事の増加に従って、徐々に強くなっている。

現状では、4ビット製品の製造期間が長いこととユーザの生産量が多いことが主たる原因で、4ビットのものが生産量、売上高とも一番多い。

Q. C 4 マイクロプロセッサの標準化に対する考え方は？

A. C 4 利益のあることかもしれないが、試みるには早すぎる。現在のミニコンさえ、“標準”のソフトウェア (FORTRAW etc.) は実行できるかもしれないが、標準化されてない。ほとんどのマイクロプロセッサは、専用のアプリケーション用なので、標準を設定するのは難しいだろう。

Q. C 5 $1\mu\text{sec}$ 以下のサイクル・タイムをもつマイクロプロセッサを開発する予定はあるか？

すでにもっているとする、そのモデル名は？

A. C 5 バイポーラの3000シリーズは、大体200 nsec のサイクルタイムで動作する。現在の技術では $1\mu\text{sec}$ 以下のMOSプロセッサを作るのは難しい。

Q. C 6 バイポーラのマイクロ・プロセッサを開発しているか？

すでにもっているなら、そのモデル名は？

A. C 6 われわれの2ビット・スライス・マイクロコンピュータ3000シリーズは、ショットキー・バイポーラ・プロセスで作られている。マイクロプログラマブルでもある。

Q. C 7 CMOS のマイクロプロセッサを開発しているか。

すでにもっているなら、そのモデル名は？

A. C 7 もってない。

Q. D 1 クロス・ソフトウェア (タイプ、価格、記述言語) をリストアップされたい。

A. D 1 ① MCS-40 クロス・アセンブラ (マクロ・アセンブラ)

② MCS-8 クロス・アセンブラ (マクロ・アセンブラ)

③ MCS-80 クロス・アセンブラ (マクロ・アセンブラ)

④ 3000 シリーズ・クロス・マイクロ・アセンブラ

⑤ MCS-4 シミュレータ (MCS-40 シミュレータは、1975 年
6 月にリリース予定)

⑥ MCS-8 シミュレータ

⑦ MCS-80 シミュレータ

⑧ MCS-8 PL/M コンパイラ

⑨ MCS-80 PL/M コンパイラ

Q. D2 TSS サービスでのクロス・ソフトウェアの以下の情報をリスト
アップされたい。

1) 時間当たりまたは秒当りの費用

2) ソース 1000 ステップのアセンブル時間

3) ソース 1000 ステップのシミュレーション時間

A. D2 1) \$ 280 / hr

2) 8 分

3) _____ ものによって違う。

バックグラウンド・バッチ \$ 280 / hr Prime time

\$ 200 / hr non Prime

タイムシェアリング \$.33 / CRU

Q. D3 コンパイラを発表する計画があるか。

すでにもっているなら、どんな方法か。

A. D3 8008 と 8080 の PL/I に似ており、XPL に由来する。

Q. D4 マイクロプログラム制御プロセッサのためのソフトウェア・サ
ービスはどうするのか。

A. D4 ユーザ定義が可能な、拡張可能マイクロ・アセンブラを提供す
る。

(注、CROMIS のことらしい。拡張可能とは、マイクロ命令
のうち、ユーザが拡張できるフィールドを定義できると
いう意味のよう。)

Q. E4 マイクロ・アセンブラ / マイクロ・シミュレータのユーザー・

マニュアルと仕様は、どこから入手できるか？

A. E 4 Intel から直接、または代理店から。

Q. G 1 アプリケーション・システムの設計のためのコンサルティング。
サービスをユーザーに行なっているか？

A. G 1 していない。

Q. I 1 多重プロセッサ・システムの見込みはどうか。

A. I 1 多重プロセッサ・システムを作る方法は、いろいろある。
われわれは、多重プロセッシングに多くの大きな興味をもたれている
ことは知っている。8080 は多重プロセッサ用に向いている。

Q. J 1 カスタム・プロセッサ・チップの最少受付可能数はどれ位か？
1000？ 5000？ それ以上？

A. J 1 カスタム製品に対しては、全台数より必要金額の方を使う。また、それが後で Intel の“標準”製品として使われるかどうかでも変る。最低は、\$ 500,000 ~ \$1,000,000 の間位だろう。

Q. J 2 マイクロプロセッサ・アプリケーションのリストはあるか？

A. J 2

Q. J 3 ソフトウェアがあることからマイクロプロセッサの販売戦略は
通常の IC とは異ならざるを得ない。どのような困難を対処して
きたか。または処理しようとしているか。

A. J 3 他の IC との違いは、トレーニング、ドキュメンテーション、
ソフトウェア・ライセンスといった、非常の強力なカスタム・
サポートがいることである。

Q. K 1 プログラムの大きさ、メモリー容量 (ROM と RAM)、命令と
サブルーチンの使用分布についてのアプリケーション・プログラ
ムの統計をもっているか。

A. K 1

Q. K 2 マイクロプロセッサはどのように評価できるか。何か使用可
能 — つまり意味のある — ミックスはあるか。

A. K 2 大型計算機でも、ベンチマークで評価するのは難かしい。マイ

クロプロセッサでも、過程は同じようなものだ。今までのところ、マイクロプロセッサに対し良いプログラム・ミックスを試みた人は誰もいない。

目下の所一番良いのは、個々のアプリケーション用のベンチマークを行なうことである。

Q. L1 ある場合は、メーカーはクロス・ソフトウェアの代りにハードウェア・シミュレーターを使うことを勧めているが、本当に必要なことか。もしそうなら、どういう場合か？

A. L1 テストのためには本当のハードウェアを使う方がはるかによい。シミュレータは高価であるし遅い。汎用のシミュレータでI/Oをシミュレートするのは不可能ではなくとも難しい。シミュレーションを効果的に行なうには、各ハードウェア構成用の特定のシミュレータを作らねばならない。

4.2 プロログ社

4.2.1 会社概要

(1) 社名・説明者

PRO-LOG Corporation

852 Airport Road Monterey Calif 93940

Ed. Lee (President)

Matt Biewer (Vice President Engineering)

Joe Uhlarik (Marketing/Education)

Bob Grant

(2) 概況

創立 1972. 11月

製品 マイクロプロセッサとマイクロプロセッサシステム

売上 1973 \$ 150,000 -

1974 \$ 880,000 -

1975 \$ 2,500,000 - (予定)

社員数 30人 (うち営業は、教育も含め5人)

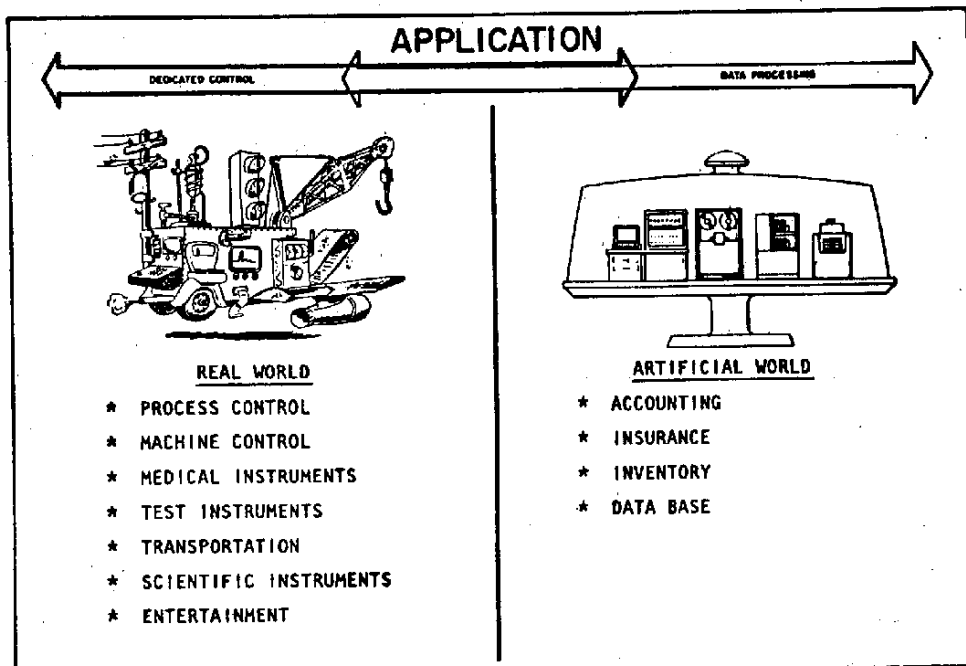
- ・工場はCALO SANFOSE の南約60哩のへんびな所にあるLocal空
港に面した海に見える小高い丘の上にある。
- ・建家は海軍より相場の $\frac{1}{4}$ 、約800 $\frac{1}{4}$ 月 で借りている。
- ・会計処理用としては近くGA社のMini Computer を購入する予定で
ある。

4.2.2 PRO-LOG社のマイクロプロセッサに対する基本姿勢

マイクロプロセッサはComputer と考えるべきでなくLogic Machine
と考えるべきでDesign Engineer が取り扱うべきものとする。
その使用にあたっては、極言すればSoft など必要としない。

過去3年の経験においてSoft を使ったことはなく、Assembler,
Compiler, TSS Terminal 等を使用したこともない。

マイクロプロセッサの応用には次の2種の応用が考えられる。



	専用 Controller	Data 処理
市場規模	2～3年間に月数百万台の規模となろう (TTL, CMOS の約70%を) 置換わると考える	1万台/月
相違点	・ SW In後直ちに動く ・ マイクロプロセッサは外から見えない	・ SW In後Program を Load しなければならぬ。 → core, 周辺を必要とし高価なものになる。 ・ 立派な筐体にいれ取扱いにも注意を要する。

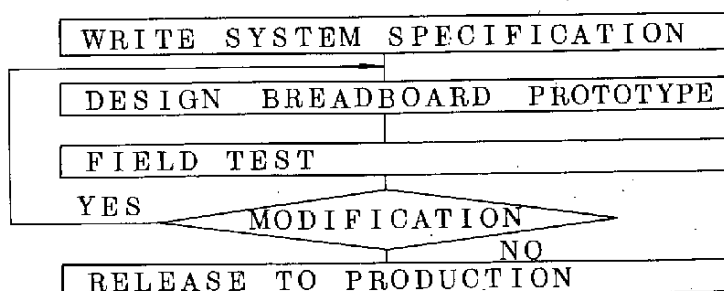
※両者が重複する部分については SW In 後多少の操作を必要とする。

PRO-LOG の基本姿勢はどのように Micro Processor for Dedicated Control の分野を目指す。正確を期すには Logic Processor for Dedicated Control と云うべきだろう。

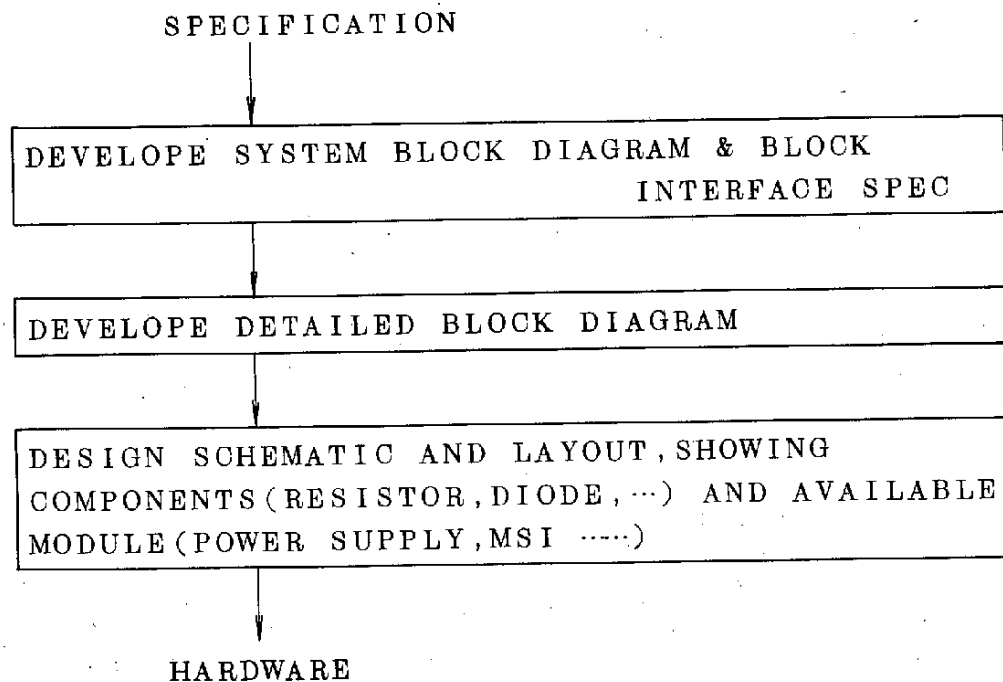
4.2.3 マイクロプロセッサにおける System の構成法

上記概念による作業の進め方の手順は次のように Systematic に進めて行けば特にソフトウェアに関して特別な配慮は必要なく誰にでもできる。USA では3日間の講習でこの手順を教えているが近く日本でも講習を開く予定である。

System Design Cycle この段階では極力変数を少なくすることが大切である。

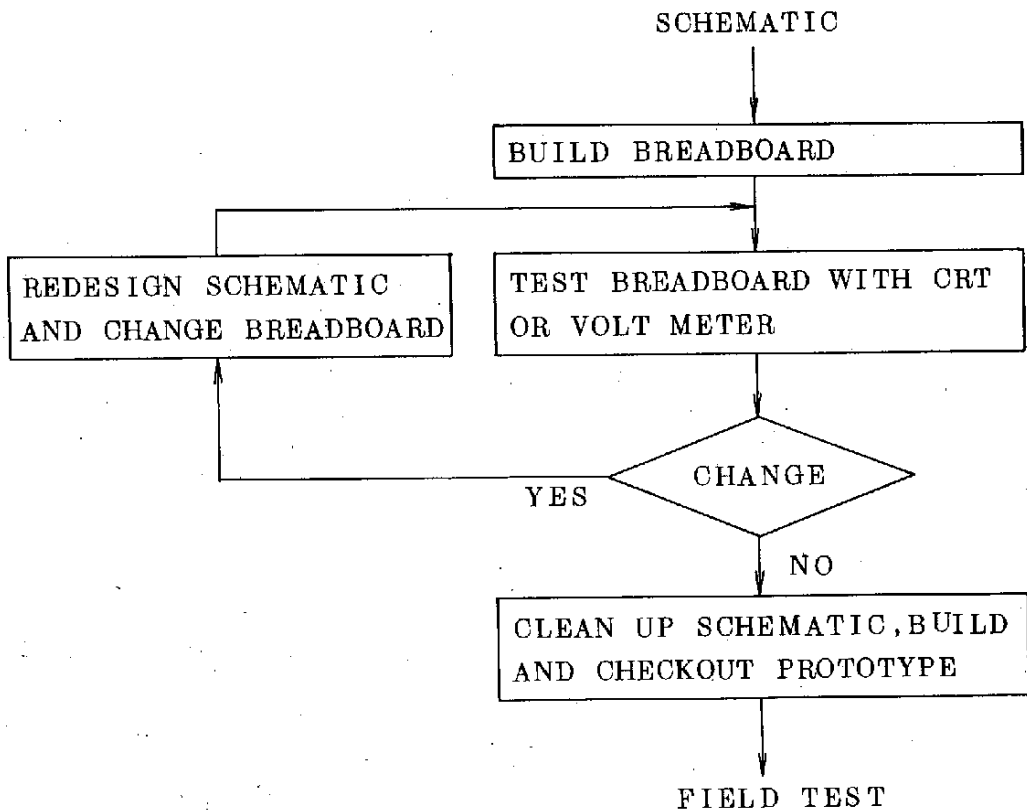


Design Phase



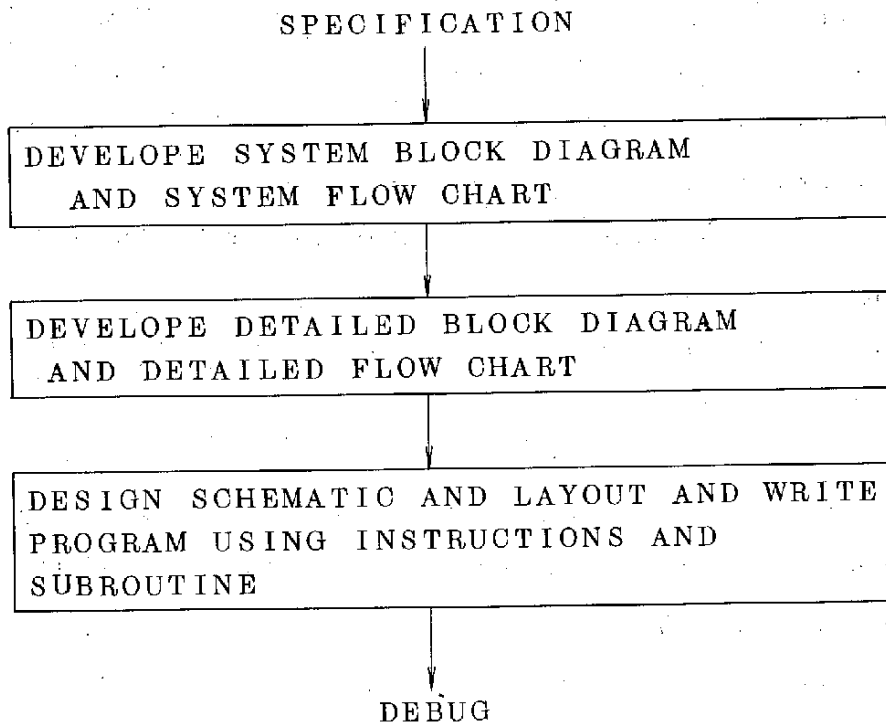
また同時にこの段階でBreadboard の各単体試験を完了することが重要であり、そのために試験装置をあらかじめ準備することが必要となる。

Hardware Development Phase Module ごとにテストすること。



Program の作成も全く同じで、schematic に各段階の check を行なえば、software は不要である。

Design Phase Using Logic Processor



ソフトウェアもハードウェアも考え方は同じである。JMSやJCNは部品と同じであり Subroutineは電源に相当するものと考えればよい。例えばJMSは電源線に相当しBBLはアースと考えてよい。

このようにソフトとハードのDualityを考えれば理解は容易である。ソフトの場合にもモジュールに相当するサブルーチンより作れば楽に作業が進められる。

4.2.4 マイクロプロセッサの機種選定について

。あくまで最も一般的なものを標準機種とすべきであろう。MCS4004に今まで開発されたもののうちで最善である。4040は技術的には最もよいが2nd Sourceの点で難がある。2nd Sourceは絶対に必要であり、この点でも4004はNSが2nd Sourceとして出しており都合がよい。Logic Elementとしてはこれで充分である。

。bit 数について

我々の場合 Logic Element として考えれば速度は必要でない。bit 数の差は直並列の差にすぎずそれは速度の問題に還元される。実際には 1bit で充分である。8 bit CPU は英数字の取扱いに便利であり現在プロログ社は、某半導体 2 社と 8 bit マイクロコンピュータを開発中である。機能の単純こそ数ができるための最大の条件であろう。

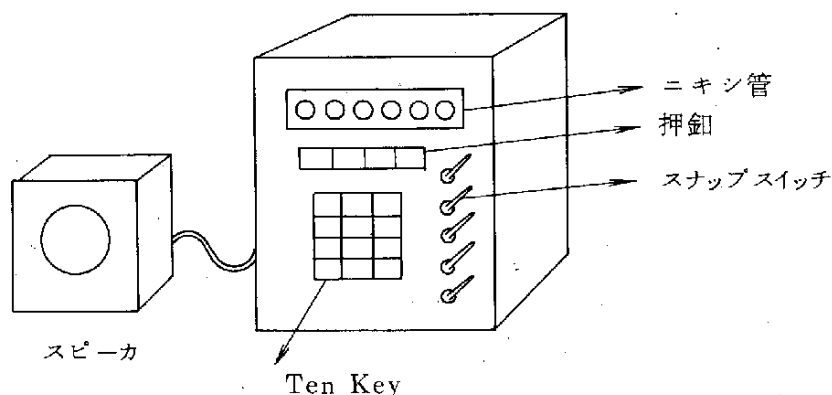
この意味で Single Power Supply, PROM のみで動くものが Logic Processor にむく。

。このような意味においてマイクロプログラム方式のものや PLA はあまり伸びないものとする。

4.2.5 デモンストレーション

まったく同じモジュールの PROM をさしかえるだけで全然異った機能をもたせることができることを例で示し、同時に PROM の一部変更で動作条件の変更も容易にできることを示した。

この場合に設計上又は設計変更上の注意事項についても述べた。



次のデモがあった。

- 時計として Clock Count により時計として使う。
- Music の発生 Speaker をつけメロディを出す
- Morse Code の発生
- Piano の音階を Ten Key で出す。

4.2.6 PROMの問題点

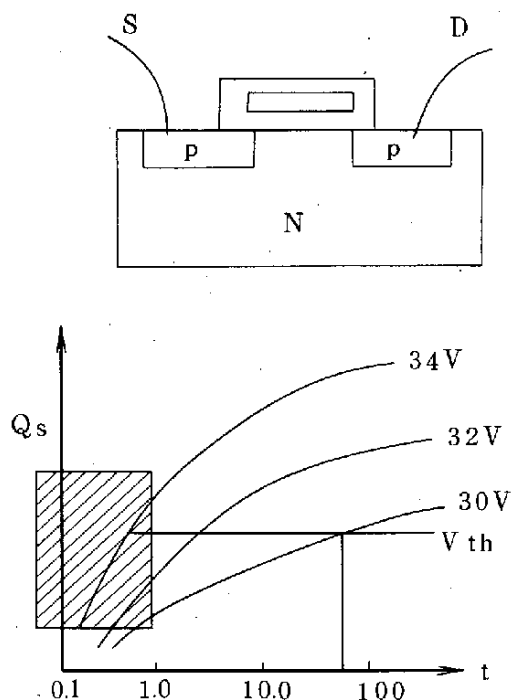
質問に答えてPROMを正確に書き込むには半導体メーカーの指示の通りでは不十分であるとしてKnow Howを気持よく教えてくれた。

PROMの動作原理は左図に示すようにSource Drain間に高電圧をかけ、

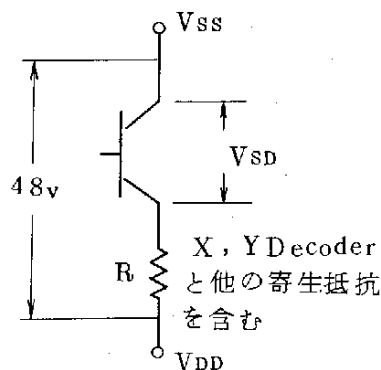
Avalancheを起こしGateにchargeを注入させる訳だが問題は時間と共にこのchargeが抜けることである。

左図に示すような特性表においてIntelは斜線部のみを問題としているが不十分である。あるbitの読出し増幅器のThreshold電圧を V_{th} とし、 Q_s に対応する値として図に示す。

書き込み、読み出し、消去の何れの段階においても問題がある。

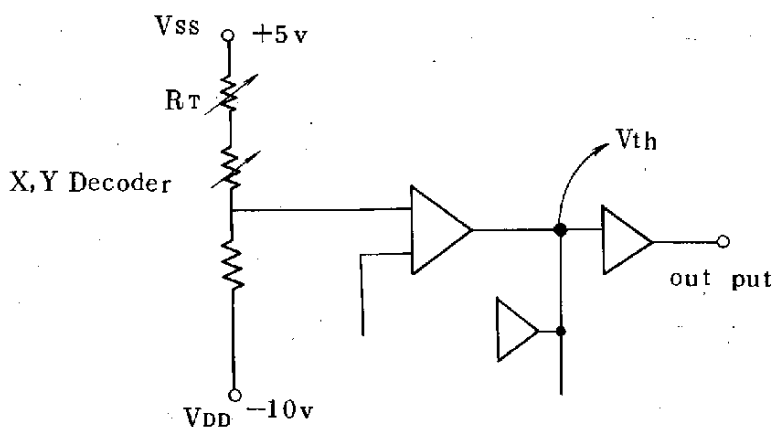


1) 書き込み時の問題



V_{SS} と V_{DD} の端子間に十分な電圧をかけたとしても、本質的に有効な電圧 V_{SD} を等価抵抗 R のバラつきにより変化する。従ってCharge Q の値はBit毎に異なる。 V_{SS} と V_{DD} の間にはBit毎のバラつきを考慮にいれ余裕をもった電圧をかけることが重要である。

2) 読み出し時の問題



この場合も上に示すように等価回路に抵抗が含まれた形となりその抵抗と電圧の関数となる。

電圧が大きい時には抵抗値は低くなる。更に温度、経過時間、電源電圧で V_{th} の値が変わる。

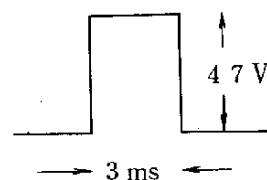
電荷がもれた場合には、 V_{th} が高くなるので実際には Chip を選ぶ必要がある。

ある電荷を与えるのに $Nmsec$ がかかったとすると、1.4 倍の電荷を与えるためには $5 Nmsec$ が必要である。

実際には右図のような $3 msec$ のパルスを与えて 1 ビット書込み、読出してみる。

もし書けてないときは、再度書込みを行なう。読出しができるようになるまで最大 5 度まで繰返し、それでも読出せないものは、

不良品とする。5 回目までに読出せたときは、そのときまでに書込んだ回数の 4 倍の書込みをする。



この試験読出しのときは、 $1.4 V$ を使い、実際の ROM として使うときは $1.5 V$ を与える。この読出しのときの電位は相当敏感で、 $0.5 V$ 変えただけでも相当余裕度に変化する。

3) 消去の問題

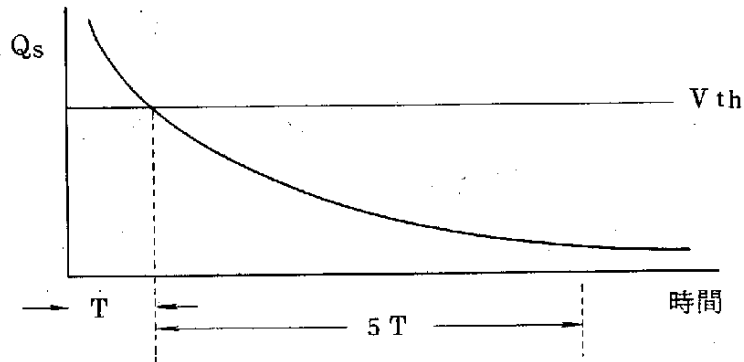
書き込みを上記のように行なうと、各ビットとも完全に消去されている必要がある。もし消去が不完全だと、少し電荷を与えた所で書込まれたように見え、その時間の4倍のパルスを与えるが、それでは1.4倍の電荷を与えるには不足である状態が起り得る。

完全に消去を行なう方法は、つぎのようにして決める。

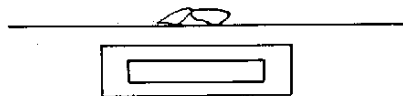
まず Program で全ビットを1にする。紫外線を照射しながら読出しを行ない、全部のビットが消えるまでの時間 T をはかる。そのあと、その5倍の時間をかけ消去する。(図参照)

普通は、3倍位とされているが、経年変化を考えると、3倍では不充分である。

T が1分以下になるようになると、非可逆な変化が起るので、そのような場合は、光源とPROMの距離を離し上記の条件を満たすように変えなければならない。



また、まれには下図のようにゲート上にシリコンのくづがついていてそのかげとなって消去が行なえないようなこともある。



4) その他の特殊現象

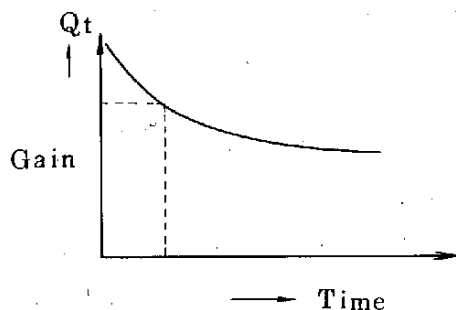
1702Aはその他にも変な特性をもっている。

a) Photo Sensitivity

普通光の下では読出しOKだが、大陽光の下ではよみ出せないことがある。

これは Read Amp のゲインが低下するためである。

b) Time Sensitivity



Chip 内の寄生容量等のため Address を与えてから数ms で読出し増巾器の Gain がおちることもある。

5) その他

a) PRO-LOG では2000ケのPROMを使ったが現地に出てからのBit 落ちは今の所ない。

b) PRO-LOGでは最初に all 1 を書き込み 125°C 24Hr Baking する。

Baking した後再び読み出してみてBitごとにQtのおちる時間を調べる。これで不良なPROMは使用しない。情報を書込んだ後の Baking はしない。

c) 信頼度が落ちるから消去、書き込みは5度以上繰返さないこと。

4.2.7 その他

1) 現在8008, 4004のSystem Analyzer はすでにあるが8080用のものも準備中である。

2) 製品について6ヶ月の保証を与え、万一故障の場合は、1~2日で郵送している。

3) 製品につき全数テストを行なうが時間的にはほとんどかからない。

4.2.8 む す び

PRO-LOG社のMicroprocessorに対して期待するImageは彼等のApplicationを前提とする限り極めて透明なものであり、いささかの迷いもない。またその限りにおいて正しいものと云えよう。

PROMに対する見解も明快で自信に満ちており、しかもそれが社長自身の説明であることも強い感銘をうけた。

4.2.9 システム・ハウスに対する質問状とPRO-LOGの回答

Q R1 各タイプ(4, 8, 12, 16ビット)のプロセッサ、スライス型プロセッサ、マイクロプログラム制御プロセッサを使ったシステムの各々の売上予想は?

A R1 われわれは、この3~5年4と8ビット・プロセッサがマーケットの主流であり、月何百個も売れると思う。アプリケーションは、データ処理ではなく専用の制御装置である。12と16ビット・プロセッサおよびマイクロプログラム制御プロセッサは、専用制御装置には経済的に適してなく、したがってそれに適した分野で多くとも月1万個程度までであろう。(現在は、疑いを知らないユーザに不当に売つけられているが)

Q R2 マイクロプログラム制御プロセッサを貴社のシステムに使っているか。もし使っていれば、何%位か。

A R2 使っていない。ほとんど標準の4ビット・マイクロプロセッサ(Intel 4004)を使っている。

Q R3 1973年、1974年の年間マイクロプロセッサ・システムの売上高はいくらだったか。

A R3 1973年 \$ 150,000
1974年 \$ 880,000
1975年 \$ 2,500,000 (予定), \$ 900,000を上半期全売上ともマイクロプロセッサとマイクロプロセッサ・システムを含んでいる。

Q R4 スライス・プロセッサ、パラレル・プロセッサ、マイクロプログラ

ム制御プロセッサのユーザーの分布はどうか。

A R 4 われわれの売上の90%はIntel 4004を使っている。残りは8008である。スライス・プロセッサやマイクロプログラム制御プロセッサは現在および近い将来とも、売上に帰与しないだろう。値段上の効率がよくない。

Q K 1 プログラムの大きさ、メモリ容量(ROMとRAM)、命令とサブルーチンの使用分布についてのアプリケーション・プログラムの統計をもっているか。

A K 1 月に100万台も使われる専用制御分野では、ほとんどのプログラムは1000(8ビット)以下であり、95%以上のものは2000命令以下である。500ビットのRAMで、マイクロプロセッサ・システムのデータ記憶のほとんどには十分である。それ以上のデータには、マイクロプロセッサのメモリとしてではなく、I/Oシステムとして接続されるRAM、シフト・レジスタ、COD装置のようなものでよい。このアプローチが、経済的であり、融通性もある。

Q K 2 マイクロプロセッサはどのように評価できるか。何か使用可能な——つまり意味のある——ミックスはあるか。

A K 2 マイクロプロセッサは、解決すべき問題に照らしてのみ評価できる。マイクロプロセッサを選ぶ上でもっとも重要なパラメータの1つは、工業上の標準は何か……複数のメーカーから得られるかである。この問題に対して現在の所確実には答えられないが、今日の製品の90%はこの問題で消去できる。

Q S 1 CMOSマイクロプロセッサの台頭でアプリケーション範囲が広がると思ふか。

A S 1 そう思うが、但しコンパティブルなCMOS PROMが現実になったときのことである。専用制御装置に使われるマイクロプロセッサの電力は、CPUだけでなく、CPUの動作に必要なPROMとROMプログラム・メモリとも関係する。もしCMOSが高ノイズ・イミューニティを与え、レギュレートされないか電源型の電力が許される

ように作られるなら、この型のマイクロプロセッサは、広く使われるだろう。

Q S 2 スライス・マイクロプロセッサが決定的に望ましいアプリケーションはあるか。

A S 2 1 つもない。スルーブットを得るには不便な方法だ。

Q S 3 マイクロプログラム制御プロセッサが決定的に望ましいアプリケーションはあるか。

A S 3 標準マイクロプロセッサの経済的現実からすると、まったく不用品である。ユーザーを1つのメーカーに結びつけ、ユーザーによる少なくとも1つの追加の設計過程を必要とし、多くのメーカーがある標準マイクロプロセッサを使うときの経済性と在庫管理の利点をそこなうものである。

Q S 4 チップ・メーカーが提供したツールに基き作成した、または作成中のソフトウェアのツールをリストアップされたい。将来チップ・メーカーがどんなソフトウェア・ツールを作りたいかを望むか。

A S 4 Pro-Log のシステムティックな設計方法を使えば、マイクロプロセッサ・システムの設計とデバッグにソフトウェアは殆んど必要ない。ソフトウェアは、データ処理文化の一部であり、2000命令以上のプログラムで、設計技術者のバックグラウンドを持たないか、われわれが提供しているテスト装置をもたない人にだけ必要である。

Q H 1 従来のIC(30, 100, 300, 1000 IC)を使うシステム設計に比して、マイクロプロセッサ・システムでの設計工数が減ることを示す具体的データが何かあるか。

A H 1 Pro-Log のアプローチを使えば、設計技術者は、50~100個間のICくらいの論理素子を使うシステムに比し設計時間を節約できる。節約できる時間は、実際の設計とそれに従うドキュメンテーションと、製造とフィールドでのサービス時間である。

4.3 ナショナル・セミコンダクタ社

4.3.1 会社概要

(1) 社名・説明者

National Semiconductor Corporation

2900 Semiconductor Drive, Santa Clara, Calif. 95051

Roy L. Twitty (Public Relation Mgr.)

Thomas Dugan (International Marketing)

Jack Christian (Director International Marketing)

Jerry Larkin (Director Calculator IC Marketing)

Gene Carter (Director Microprocessor Marketing)

Philip Roybal (Director Microprocessor)

(2) 概 況

N.S社は有力な半導体メーカーであり、ここまで成長し利潤を上げることが出来たのは製品の巾が広く、技術力があつたからでありユーザーに対し十分技術的サポートが出来たからである。

N.Sは全世界に12ヶ所の工場を持ち、極東に於いては、シンガポール、タイ、マレーなど6ヶ所ある。これ等は日本のユーザーに対し十分なサービスを行うと同時に SANTA CLARAからも Hardware Software のサービスを提供できるがUSAからのTSS(電通)*を利用すれば有効で迅速なSoftwara が受けられる。

このようにN.Sは基本的な技術と利用技術である Software についても、日本に於いても十分サービスができる。

*電通は通信回線の提供だけであり、東京の担当者は藤本氏である。

4.3.2 カリキュレータ用チップ

カリキュレータはLSIの特長である。集積度を高めた半導体の1チップにLEDのディスプレイとキーボードの3ユニットで構成しており、極力部品点数の削減を計った。

NSではこのカリキュレータを開発するの12~15ヶ月を要し、機種も豊富に揃え6桁の加減算機から三角函数 π , $\sqrt{\quad}$, メモリ付のものであら

ゆる分野で利用できる。更に次の特長がある。

- (1) マスクROMを変えることにより違った目的の計算ができる、即プログラマブル電卓である。例えば統計用、国際通貨単位換算用、TAX計算用に使用できる。
- (2) Chipを1ヶ追加することにより、プログラム電卓となり、100Stepのプログラムが自分で書きこむことができる。キーボードによりパラメータをINPUTすれば、プログラムが書きこまれ、その目的が達成できる。

以上の特長を持ったカリキュレータに更に半年もすれば高級機の発表をする。これはプリンタ付きのもので、工業面での用途も多くある。

カリキュレータ用チップの応用例としてつぎのようなものがある。

- (1) 医療機器関係では血液の分析計もその1つであり、8chのカウンタを用いて8種類の血液分析が容易でCPUの他にKey boardとLEDのDisplayユニットより構成されている。
- (2) ガス、液体の流量を計測する場合、指数函数の計算を行うのでこれ等にも μ CPUが使える。
- (3) キッシュレジスタに於いてもメカニカルカウンタの代りに使うことができ、CMOSを使えば停電対策ができる。

このように米国に於いては産業用にも多くの応用例があり今後も相当な伸びが期待できる。これは単なる計算機から今まででは考えられなかった医療機器のような全く新しい分野に進出できる。このようにカリキュレータ(Picoprocessor)とマイクロコンピュータの差異はなくなってきている。

Q : 工業用使用できるプロセス用インタフェースI/O Chipがあるか

A : Key board入力用と同様、外部からBCDに入るものであれば、そのChipはある。

又表示も7セグメントの表示ができるインタフェースが用意できている。

Q : UserにMask RomのプログラムをOpenにできないか。

A : できないが User に 100 Step のプログラムが用意してあり、その範囲で利用してほしい。

Q : カリキュレータの Sales network は。

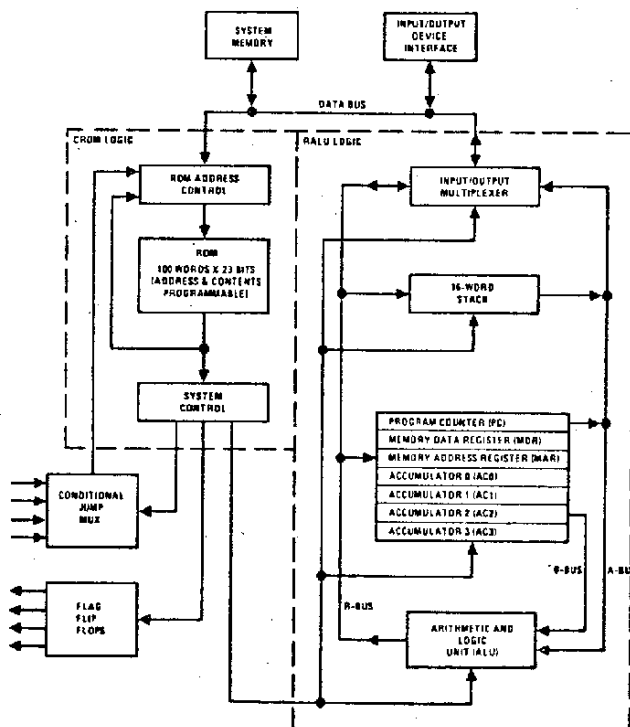
A : 従来のルードでなく全く独立した部門が行い、デパートから一般商店まで販売店となっている。

4.3.3 マイクロプロセッサ

4.3.3.1 ハードウェア

N.S の Micro Computer は 2 つのファミリーがある、但しこの 2 系列以外に Intel の MCS-4 (4004) の Second source も行なっている。

(1) IMP Family



これ等は 4 ~ 32 bit のマシンを構成することができ

	RALU	CROM
IMP-4	1	1
8	2	1
16	4	1

(OPT 1
OPT 2

IMP-16にはオプションが附加でき DATA のトランスファや用途に合った命令体系が組める。

このIMP Family は、マイクロプログラムができるが、それに対するサポート・システムMDS (Microprogram Development System) がある。

このシステムは、つぎのような3つの部分からなりたっている。

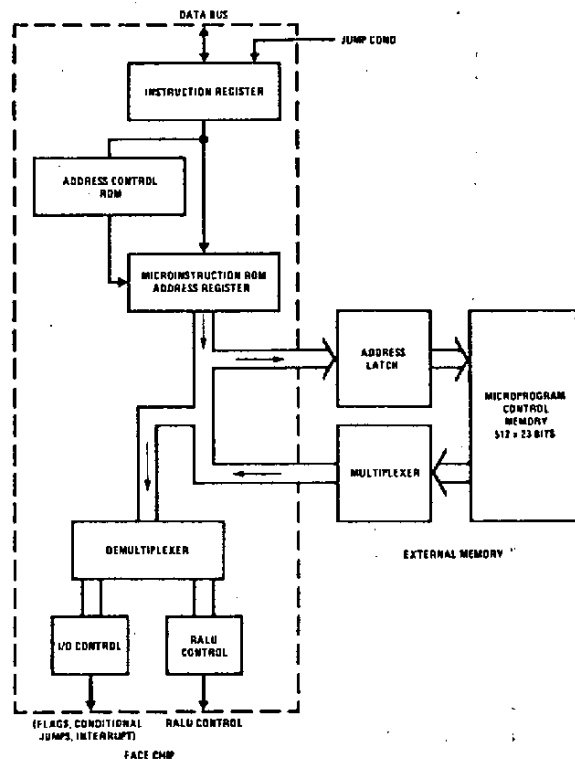
(a) MCL (Microprogram Control Logic)

下図のような機能をもつFACEチップと、 512×23 bitのBipolar PROMと、Microprocessorシステムの(ROMへ接続するソケット)からなる。

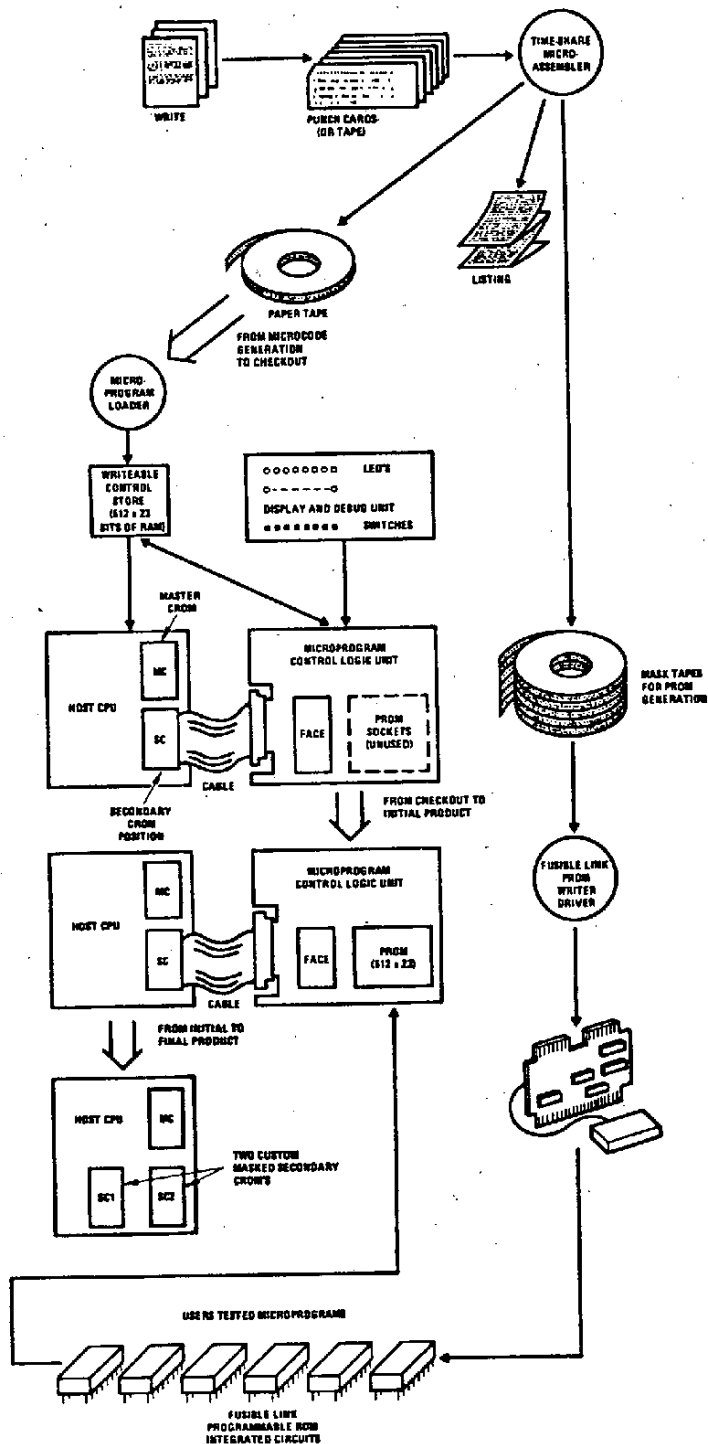
(b) WCS (Writable Control Store)

Microprogram のDebug時に用いる 512×23 bitの書込み可能なメモリー。

(c) 表示・デバク装置

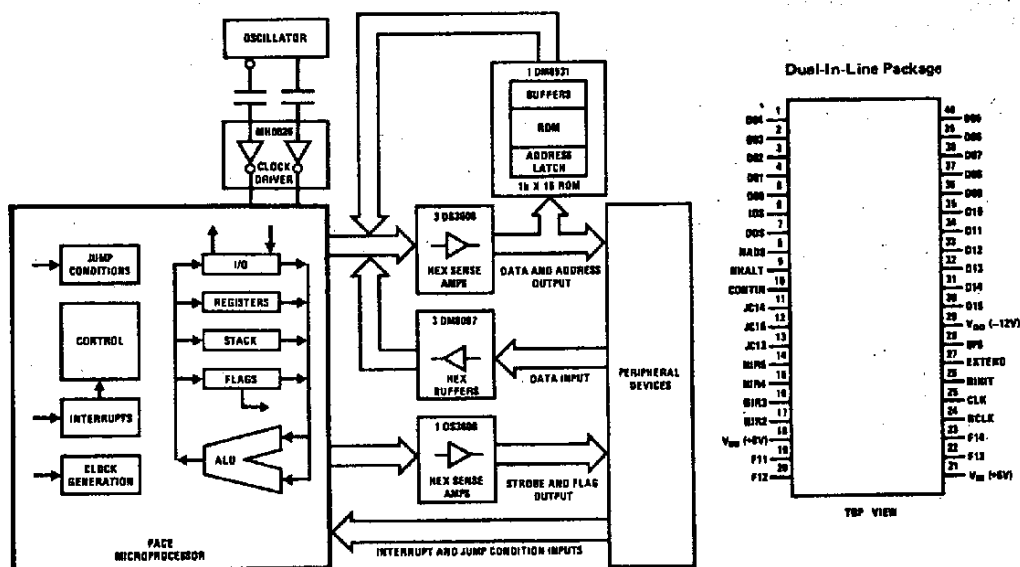


マイクロプログラムの標準的な開発手順は、下図のようになる。

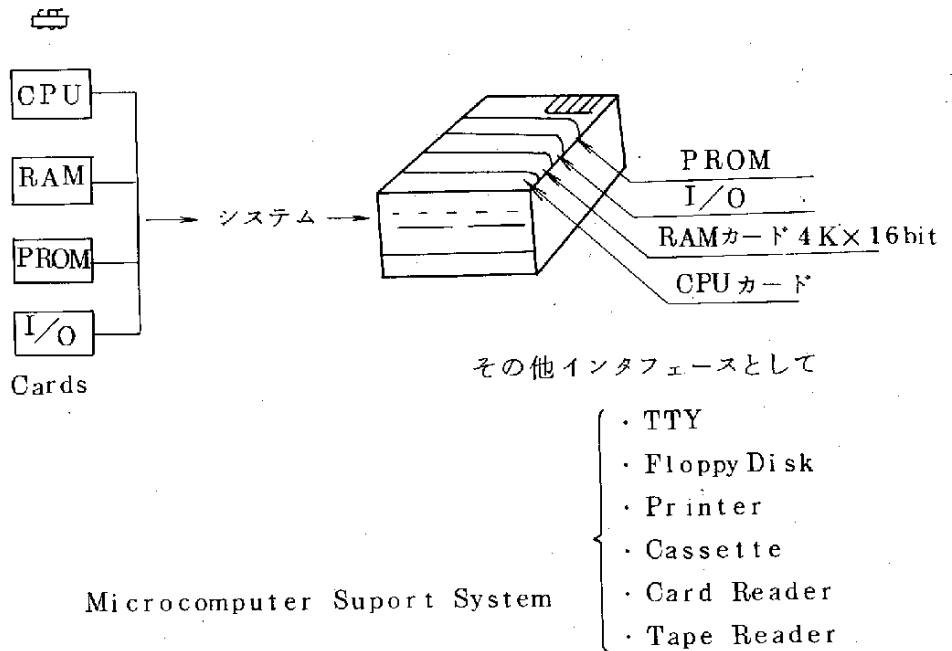


(2) PACE Family

block and connection diagrams



ス等のハード開発に特に時間とCostが多くかかる。これ等の問題を解決にする必要があり、システムが正しいか評価するために量産する前にプロト機を作る必要がある。その作業をサポートするのにN.Sは、Microcomputer Suport System を提出している。



4.3.3.2 ソフトウェア

NSは、つぎのようなソフトウェアをIMP 16 (& PACE) のために提供している。

- (1) Relocatable Assembler/Link Loader
- (2) Source Program Editor
- (3) Debugger
- (4) Conversational Assembler
- (5) SM/PL Compiler

これは、Intel のPL/M の拡張で、Bit 処理，比較演算，符号処理などが追加されている。

これは Resident であり, 8 K の ROM, 4 K の RAM が必要である。

(6) Diagnostics

(7) Floppy Disk Operating System

詳細は 6 月に発表

(8) Floating Point Mathematical Library

(9) Cross Assembler

(in ANSI Standard FORTRAN)

このうち, (1), (4), (5), (7), (8)は, とくに他社にはないものである。

4.3.4 一般的質疑応答

Q : Micro Computer の用途は

A : <u>Low power</u>	<u>High power</u>
・ Application	・ Process control
・ CARS	・ Data process
・ P.O.S.	・ メッセージ Switching
・ キャッシュレジスタ	・ Intelligent terminal
・ Human Interface	

Q : NS は Software を拡充しているがソフトウェアは不要であるという Pro-Log の考え方をどう評価するか。

A : 小規模 System は Pro-Log の考え方でよく 4 bit に限定される。今後ますます複雑になり, 人件費も Costup してくる。より安く Soft を組むかが問題になってくるので Soft の拡充が必要である。

Q : 新商品は

A : 6 月に 8 bit の Low Cost type を発表する。

Q : Intel の 3000 シリーズに対する評価は?

A : あまり云うことはない, そのような動きがあることだけである。

Q : 従業員は

A : 13,000 人

Q : Intel 4004 の Second Souce について

A : Second Souce について何等問題ない

何故やるかというともうかるからだ

11月より発売する

Q: 半導メーカーがカリキュレータのような完成品を今後積極的にやるのか。

A: 当然やっていく

LSIのみならず, LED Key もすべて自社で製造しているからだ。

4.4 サイエントフィック・マイクロ・システムズ社

4.4.1 会社概要

(1) 社名・説明者

Scientific Micro Systems Inc.

520 Clyde Ave. Mountain View Calif. 94043

Robert A. L'Anford (International Sales Mgr)

(2) 会社概況

Scientific Micro Systems, Inc., は Corning Glass Works 社の小会社として4年前に設立され, それ以来マイクロコンピュータの開発に800万ドル投資しているが, その93%は親会社の Corning Glass 社から出資されている。現在の全従業員は57名で, そのうち25名がマイクロコンピュータ関係の技術者である。

これらの技術者はバロース社, ヒューズ社, CDC社, IBM社, Haneywell 社出身が多く, これら経験豊富なエンジニアが2年間を費してマイクロコントローラおよびその関連装置を開発したようである。

SM社が全ては自社で開発せず, LSI サーマットデザイン, ロジックデザイン, 設計, テスト, サポートプログラムの開発を行ない, ウェハーの製作は外注している。

4.4.2 Microcontroller, ROM Simulator

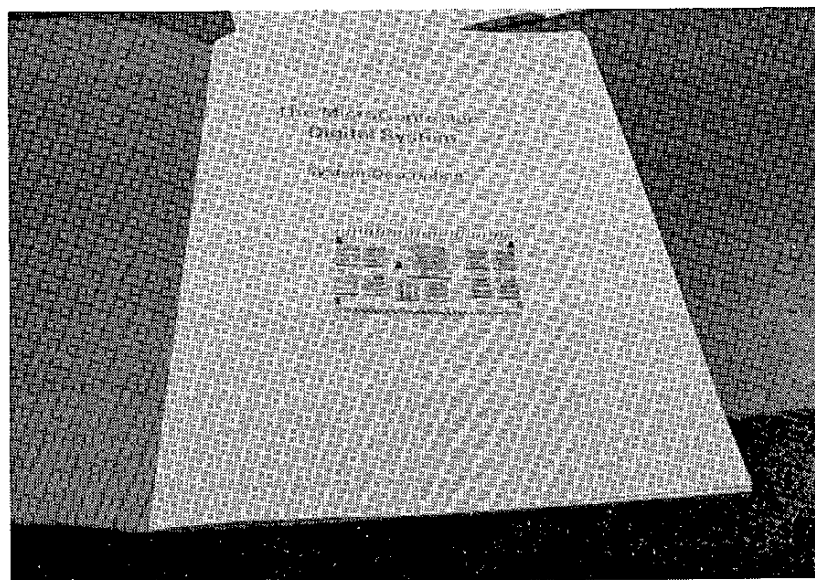
SM社は1975年1月にマイクロコンピュータである。Microcontroller および ROM Simulator を開発し現在は量産に入っている。これらの機能を次に示す。

マイクロコントローラは三層のセラミックパッケージにCPUチップメモリ、I/O、クロックジェネータ、ノイズサプレッサがハイブリッド構成され、完全なコンピュータシステムとなっている。

このコントローラのも機能は次のようになっている。

- 実行時間 300 ns, 6.6 MHz
- 最大 4 Kワードまで直接アドレスインク可能
- 8 個のジェネラルレジスタ
- 入出力信号は TTL コンパチブル
- 最大 244 本の入出力ライン
- +5 V 単一電源

次の写真はマイクロコントローラのパッケージ内部のウェハの構成を示す。



4.4.3 マイクロコントローラの応用

コンピュータの用途は年代とともに進展してきている。下図に示すごとく、LSI技術の進歩とともに、システムはLSI化され、小形化によってその用途も専用化されて来た。このマイクロコントローラは汎用マイクロコンピュータではなく、ディスクリート回路の代用や機器の制御部とし

での応用を主分野としている。

	1950	1960	1970
機 種	汎用コンピュータ	ミニコンピュータ	マイクロコンピュータ
技 術 傾 向	サイズが大	L S I 技術の進歩により小型化	L S I 技術のいっそうの進歩により小型化
用 途	業 務 用 科学計算用	特殊用途に専用コンピュータとして用いることが可能になった。	特殊用途向けの専用コンピュータ化が一段と容易になり Controller, 周辺 Control Communication, 分散システムらへの応用が著しく容易になった。

マイクロコントローラとの名前の通り、サイクルタイム 300ns の高速を生かして機器の制御に使用するよう設計されている。このため入出力機能は高く、反面演算機能は低いが、ラインプリンタ、フロッピーディスク、CRT ディスプレ、メッセージスイッチングなどに応用すれば効果が期待できる。

マイクロコントローラの応用分野を分類すれば次の 3 部分に分けられる。

1) device controller 例えば、Mg Tape と Computer 間の Control とか Machine tool (工作機械) の Control らに用いる
2) Data control 例えば、DATA を発生地から中継地へ転送 (Switching) するとか、 収集 (consentration) する等に用いる
3) Process control 例えば、製紙機械、化学用 (Al 製錬) 機械用の低価格、分散型の Computer として、Input sensing プロセスとの信号のやりとり等に用いる。

このようにマイクロコントローラは、バイポーラ・ショットキーLSIの特徴である。

- 命令実行時間が早い
- 入出力のビット処理による高能率
- CPUの周辺回路の不用

などを有し、制御用として適している。

4.4.4 マイクロコンピュータの特徴

マイクロコンピュータはTTLなどのランダムロジックと比較して、プログラム制御であるために次の利点がある。

i) 設計コスト	(a) Systematic になるので設計量が安くてすむ (b) Hardware の変更をしないですむから、プロトタイプの変更が容易である。 (c) プロトタイプの設計から製品化までの時間が $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{5}$ に短縮できる。
ii) 製品コスト	部品の数が少なくなるので、製品の価格を下げるができる。
iii) 保守コスト	(a) 部品の数が少なくなるので、信頼度が向上する。 (b) Hardware の共通化を図れる。 (c) 診断プログラムを組みこめる。 (d) 部品の在庫コストを下げるができる。 以上により、保守コストは低減する。

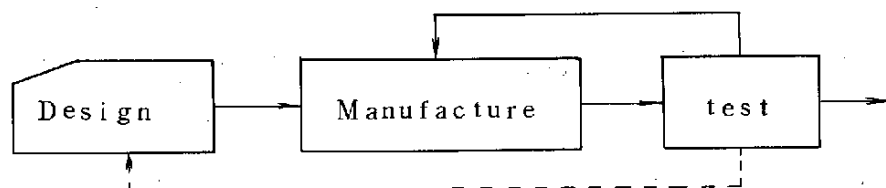
マイクロコンピュータには、ビットスライス型、ワンチップ型およびマイクロコントローラのようなコンピュータ型があるが、実際に応用する場合の経済性について見てみると下図のようになる。

	Instruction Set	CPU Architecture	Interface		System Package	application design
			Memory	I/O		
(i) CPU Slice	×	×	×	×	×	×
(ii) 1 chip Processor			×	×	×	×
(iii) Microcomputer						×

前図を見てみるとCPU、メモリ、クロック、I/Oなどをバックしたコンピュータ・タイプが、用途こそ特殊間になるが経済的といえる。

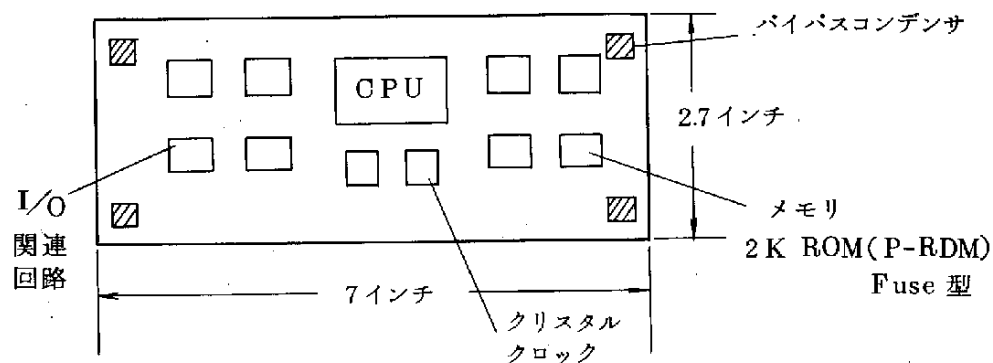
4.4.5 マイクロコントローラの性能と特徴

SMSのMicrocontroller は、自社製造のLSIと標準のメモリとシステムソフトとを用いて、繰返しテスト開発されたもので、120個のTTL I/OがLSI化され、小型、低電力、高信頼性を達成している。



。CPU chip の構成

7インチ×2.7インチのアルミプレート基板に下記のように各チップがリホールソルダーで付けてある。



8bit CPU, 2K語メモリ (ROM又はFuse型PROM) ノイスデカブラコンデンサ, 安定化電源, クロッククリスタル等が実装されている。又マザーボードのセラミックは3層となっている。

。電 源

+5Vの単一電源である。ただし内部では一部3Vに変換されているがこれはユーザはいじらないでよい。消費電力はCPUがMAX 1.5W。

◦耐ノイズ性

標準のTTLより良好。回路に入るノイズ (TTL) である。

理由は、表面がアース板で裏面が5V電源のplaneであり、内部回路はシールド効果をもつため。

◦割 込

CPUが高速なので、割込機能はなく、Polling方式をとる。

◦温度範囲

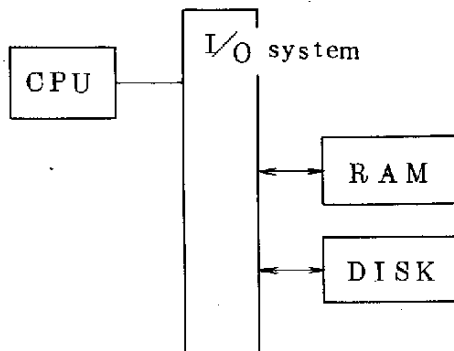
0°C ~ 70°C

◦拡張性

プログラムストレージにFuse型のROMを付けて、128K語まで増設できる。

又、RAMの増設はI/O system を介して行なうことができる。

(DISK等の接続に同じ)



4.4.6 ソフトウェア開発サポート

ソフトウェア・サポートには下記のものが用意されている。

- i) TSSで使用可能な high level言語 (MCMAC)
- ii) Resident Assembler (ROM又はCARD)
- iii) CROSS Assembler (IBM 360)
- iv) ROM Simulator

プログラム開発の手順は

まず i) ~ iii) の何れかを用いて、オブジェクトテープを作成し、その後、

IV) を用いてプログラムデバッグ(システムデバッグ)を行ない、完全なマスクテープを出力する。このテープはマスクコードで書かれており、これをROMに書き込む(焼付ける)。もし、ユーザサイドでROM化したときは、FUSE型P-ROMを用いればよい。

4.4.7 LSIの開発について

CPU Chip 及び I/O Chip の設計ならびにマスクデザインは全て自社で行なったが、しかしウェハの一部は他の半導体メーカーに作らせている。

セラミックパッケージは自社製作し、メモリは他の半導メーカーより購入している。但し、メモリの新しいものは自社で設計を行なっている。

SMS社はCostum LSIはやらない。

開発期間は下記のごとくである。

1973～1974	① 180のCPU回路をSSI, MSIで作成 ② 65のI/O回路を "
1974～1975	① をMicro CPU Chip にLSI化 ② をI/O Chip にLSI化

SMSは現在ROM Simulator, Microcontroller I/O Interfaceなどの製品をつくって売っているが、近い将来80nsのCPUを発表する予定である。

SMSは製品の品質保証に重点を置いており、例えばROM Simulatorを例にとると、1年半前に開発を終了したが、品質保証にその後1年半を費やした。

SMS社の今年の売上予想と将来の目標は次表に示すようになっている。

1975	300万～500万 \$/年
1976	1100万 \$/年 内訳 { 米 国 750万～550万 ヨ ー ロ ッ パ 300万～500万 日 本 200万
1978	6500万 \$/年

なお、現在の工場では\$1000万～\$1100万/年位しか生産能力がないので、近いうちに大工場へ移ることになっている。

なお利益計上は1976年の中ば頃からとみている。

Microcontroller の価格は下表のようになる。

	数 量	価 格	納 期
CPUのみ	100	\$ 170	
Module Kit	1	\$ 600	1ヶ月(国内)
(1Kメモリ付)	100	\$ 290	



520 CLYDE AVENUE, MT. VIEW, CALIFORNIA 94043 • (415) 964-5700

MICROCONTROLLER

SAMPLE PRICING FOR JAPAN

MICROCONTROLLER SYSTEMS		
Part Number	Description	Unit Price*
SMS 300-05R/10	CPU, PC Board Package, 32 I/O Points, 512x16 bits (ROM) Program Storage	\$340**
SMS 300-10R/10	CPU, PC Board Package, 32 I/O Points, 1Kx16 bits (ROM) Program Storage	\$375**
SMS 300-05P/10	CPU, PC Board Package, 32 I/O Points, 512x16 bits (PROM) Program Storage	\$388
SMS 300-10P/10	CPU, PC Board Package, 32 I/O Points, 1Kx16 bits (PROM) Program Storage	\$460
	Additional 32 I/O Points	\$ 45
	Pluggable Program Storage PC Board	\$ 45
	256 Bytes Working Storage (Read/Write)	\$ 84

MICROCONTROLLER MODULES		
Part Number	Description	Unit Price*
SMS 330	Processor Module including CPU and Power Transistor	\$191
SMS 8205	512x8 Bit Mask Programmable ROM	\$ 22

*These unit prices are offered through Rokuoh Shoji Company, Ltd., Shibuya-ku, Tokyo for quantity 100. Plus freight, duty and interest. Prices subject to change without notice.

**Subject to ROM mask charge.

MICROCONTROLLER MODULES (CONT.)		
Part Number	Description	Unit Price*
SMS 82S115	512x8 Bit Field Programmable ROM (PROM)	\$ 45
SMS 360	8 bit I/O Register	\$ 14

MICROCONTROLLER COMPONENTS		
Part Number	Description	Unit Price*
SMS 300	CPU	\$169
SMS 360	8 bit I/O Register	\$ 14

MICROCONTROLLER DESIGN SUPPORT		
Part Number	Description	Unit Price*
SMS 3000	MCSIM Mainframe including chassis, power supply, cabinet; 120 cps paper tape reader, TTY output interface and control panel	\$4615
SMS 3012	System 20 Simulation Module with 64 I/O Points and 256 Bytes of Working Storage	\$ 343
SMS 3021	Read/Write Program Storage (1Kx16)	\$ 620

*These units prices are offered through Rokuoh Shoji Company, Ltd., Shibuya-ku, Tokyo for quantity 100. Plus freight, duty and interest. Prices subject to change without notice.

4.4.8 システム・ハウスに対する質問状とSMSの回答

最初のコメント

Scientific Micro Systems は、マイクロコントローラと呼ぶ自分自身のマイクロコンピュータ・システムを製造している、それはSMS自身が設計し、製造している専有権をもった製品である。計算機の周辺装置やデータ通信のようなアプリケーションといった、多重装置制御用に開発した。また計測システム、プロセス制御、他の工業用途にも使える。

マイクロコントローラは、(1)完全にアSEMBルされ検査されたマイクロコンピュータ・システム、(2)完全なシステムとして出来ているがユーザーのボードに置かれたモジュール、(3)マイクロコンピュータ・システムを形成する個々の部品などとして使用可能である。

質問と回答

Q. R 1 各タイプ(4, 8, 12, 16ビット)のプロセッサ、スライス型プロセッサ、マイクロプログラム制御プロセッサを使ったシステムの、各々の売上予想は?

A. R 1 8, 16ビット・プロセッサが一番見込があると考ええる。8ビットは装置の制御に、16ビットは数値処理に適している。

チップ・セット(ビット・スライス・プロセッサ)や、マイクロプログラム装置は、応用を始める前に完全なシステム・アーキテクチャーを開発せねばならない。それには命令セットの開発、メモリの設計、入出力の設計等々にも含まれ得る。

Q. R 2 マイクロプログラム制御プロセッサを貴社のシステムには使っているか。もし使っていると何%位か。

A. R 2 全マイクロコントローラは、SMSが開発したシングル・チップ・プロセッサを使っている。プロセッサは固定命令セットで、プログラム記憶はROMでもRAMでもよい。

全ROMシミュレータは、1971年にSMSが開発したMSIマイクロコントローラを使っている。

Q. R 3 1973年、1974年の年間マイクロプロセッサ・システムの売

上高はいくらか。

- A. R3 SMSはCorning Glass Werksの子会社であるので、収入や出荷情報は出せない。Corningは日本でも岩城、旭、富士との関係はよく知られている。

マイクロコントローラが1974年12月に発表されたことは言える。その時動作するシステムが入手できた。多くの米国の大ユーザと活発に取引している。

- Q. R4 スライス・プロセッサ、パラレル・プロセッサ、マイクロプログラム制御プロセッサのユーザの分布はどうか。

- A. R4 SMSは多重装置制御を目的とした固定命令パラレル・プロセッサを製造している。われわれの客先に対する経験では、ほとんどは自分でマイクロプログラムせねばならないビット・スライス(チップ・セット)やマイクロ・プログラム制御プロセッサより、この方向を好んでいる。われわれの経験では、こういった装置は、設計のサポートの欠如やその利用に要する多くの設計時間のために完全に客先にアピールしてはいない。

- Q. K1 プログラムの大きさ、メモリ容量(ROMとRAM)、命令とサブルーチンの使用分布についてのアプリケーション・プログラムの統計をもっているか。

- A. K1 ほとんどの制御プログラムは、512語(16ビット)から4,000語で実行できる。データ記憶は、アプリケーションの関数だが典型的には0(8汎用レジスタを使い)から最高2K語まで変る。

- Q. K2 マイクロプロセッサは、どのように評価できるか。何か使用可能な(つまり意味のある)ミックスはあるか。

- A. K2 われわれの情報の1つは、独立コンサルタントが開発したベンチマークである。これは、種々のミニコンとマイクロプロセッサの最良の評価方法は、提示されたアプリケーションに対するベンチマークを作ってみることだと確信する。

Q. S 1 CMOS マイクロプロセッサの台頭でアプリケーション範囲が広がると思うか。

A. S 1 SMS はマイクロコンピュータの適応機能の方が使われる製造プロセスより重要だと考えている。マイクロコントローラでは、バイポーラで MOS の価格と電力要求のものを追求した。しかも、スピードはマイクロコントローラの方が 10 ~ 20 倍速い。

Q. S 2 スライス・マイクロプロセッサが決定的に望ましいアプリケーションはあるか。

A. S 2 チップ・セット (スライス・マイクロプロセッサ) は、特殊用ミニコンの開発のような、CPU の開発には有用かもしれない。

Q. S 3 マイクロプログラム制御プロセッサが決定的に望ましいアプリケーションはあるか。

A. S 3 マイクロプログラム・プロセッサは、他の命令セットをエミュレートするには好都合かもしれない。

Q. S 4 チップ・メーカーが提供したツールに基き作成した。または作成中のソフトウェア・ツールをリスト・アップされたい。将来チップ・メーカーがどんなソフトウェア・ツールを作りたいかを望むか。

A. S 4 SMS は、設計者がシステムを開発するのを助けるための MC MAC, Micro Controller Machine Compiler を開発した。これはユーザにシンボリック・プログラミング・システムに向けた文を提供している。この設計・開発上の特徴は、マイクロコントローラの記述とドキュメンテーションを許している。MC MAC の出力は、完全なシステムを実時間で直接シミュレートするマイクロコントローラ・シュミレータ (MCSIM) 上で実行できる。多くのデバッグ上の機能が MCSIM には含まれている。この設計サポート・システムの詳細は、Application Guide 中にある。

SMS は、マイクロコントローラのためのクロス・アセンブ

ラを1975年8月までに作る予定である。これは、16K語以下のメモリのミニコンでも動作できる、マシン・インディペンデントFORTRANで書かれる。

Q. H1 従来のIC(30,100,300,1000IC)を使うシステム設計に比して、マイクロプロセッサ・システムでの設計工数が減ることを示す具体的データが何かあるか。

A. H1 われわれの経験では、置き換えられるICの数よりは、アプリケーションの内容の関数として設計の型が変化する。伝統的カスタム・ロジックをプログラマブル・デジタル・ロジックの利点は単なる設計時間以上のものである。たとえば、調整、フィールド・テスト、保守、現場での機能追加等々に利点がある。

4.5 テレダイン社

4.5.1 会社概要

(1) 社名・説明者

Teledyne Systems Company

19601 Nordhoff Street, Northridge Calif 91324.

Warren M. Thomas (Mgr. of Marketing)

F. Gerald Snyder (Mgr. of Advanced Computer)

(2) 概 要

TELEDYNE は140社からの関連企業からなり、そのなかには保検会社などもあり、TELEDYNE SYSTEMS COMPANY もその1つである。年間売上は200億円である。Micro ProcessorをTI, Fairchild NSC, etc. から買い1個のSUBSTRATE上にその他のチップRAM, ROM, 抵抗などを乗せたhybrid型のmicro-computerを作っている。

Hybrid型の技術については、11~12年もの経験がある。

TDY52は、セラミック上に種々の部品をハーメチック・シールドした2"×2"×0.2"の大きさで、各辺に30本、合計120本のピンが出ている。これらのシリーズには、つぎの9種のものがある。

TDY-52A , TDY-52B	micro computer
TDY-522A, TDY-522B, TDY-522C, TDY-522D ...	memory
TDY-541	multiplier
TDY-521	A-D converter
TDY-531	D-A converter

4.5.2 TOD52Bの製造工程

次回に示す工程をとる。

シリコン装置は、ウェィファの形で買いか、個々のdieとして買う。受入検査は、全数に対し125℃、25℃および低温での電氣的検査である。それが終わった後、光学的テストを行なう。受入率は80%位である。

SUBSTRATEは、52Bでは6層の導電層がある。これは、製造工程がすでに確立され98~99%位の良品率なのでとくに検査はしない。

micro processorは、一番高価な部品なので、それを除いた部分の“PARTIAL LEAD BOND”を行ない、その部分に対する“NON-FUNCTIONAL ELECTRICAL TEST”を行なう。この検査に合格したものに対してだけPROCESSORをつけて、以後の工程を行なう。

BONDは、パッドの中心でなく端につけるようにし、BOND後ひっぱりテスト（典型的には12グラムの強さ）を行ない、はずれたときはさらに別の場所につけられるようにしてある。

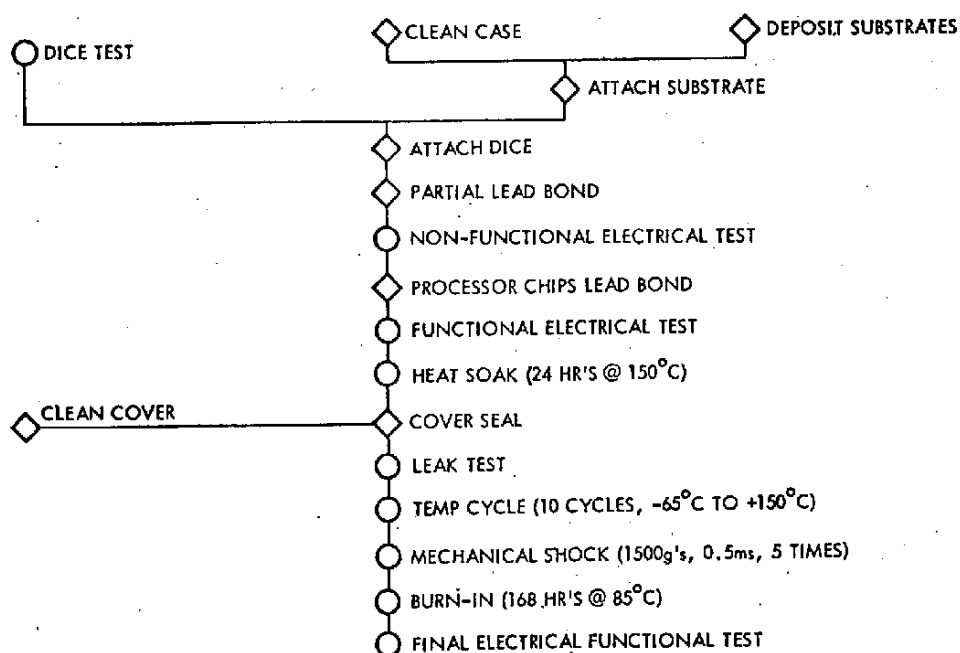
Hybridの抵抗は、真空蒸着を使って、抵抗のアレイを作り、それを切って使う。抵抗値はレーザーでトリムして、DA変換器用の抵抗などは、0.01%の精度のものにできる。

カバーは、dry窒素とヘリウムとの部屋で溶接で行なう。ヘリウムを入れるのはleak Testができるようにするためである。

TEMPERATURE CYCLEは、150℃の部屋と-65℃の部屋をもつHeat cycling chamberがあり、2秒間でその部屋の間を被試験体が行き来できるような装置を使って行なう。

BURN-INは、完全な動作ではなく電源をかけ、クロックを与えた状態で行なう。

TDY-52B PRODUCTION TEST FLOW CHART



FINAL ELECTRICAL FUNCTIONAL TEST は、ナショナル・セミコンダクタの標準の IMP-16 を使って行なう。IMP-16 のパッケージの 1 つを、TDY-52B と Buffer をつけたパッケージで置き換えて、約 4,000 命令をもつ診断プログラムを用いて検査する。これによって各命令の動作、I/O のテストが行なえる。

4.5.3 TDY 52A

(1) 主要な用途

Data entry & display control
communication control
process control
peripheral control

(2) 主な特徴

Single hybrid chip

42 Macro Instruction with INTEL 4004 as a micro processor

512×4 bit SCRATCH PAD memory.

4K×8 Bit MICRO Instruction memory	}	外部へ接続用の線が出 てあるので、いずれも PROMなどで拡張可能。
" Macro Instruction memory		

typical micro instruction speed 10.8 μs

" macro " 3ms

oscillator 内臓

8入力, 8出力 port。

μ processor 用ROM には科学演算用としては, 16 bit の4則演算, 商
用向きには12字までの10進演算を行なうものなどがある。

4.5.4 TDY52B

52Aが4ビット・マシンで遅いアプリケーション用だったのに返し,

52Bは16ビットの高速算術演算用装置である。

(1) 主な用途

Aero space military
Navigation and guidance
Data link control
fire control
Altitude control

(2) おもな特徴

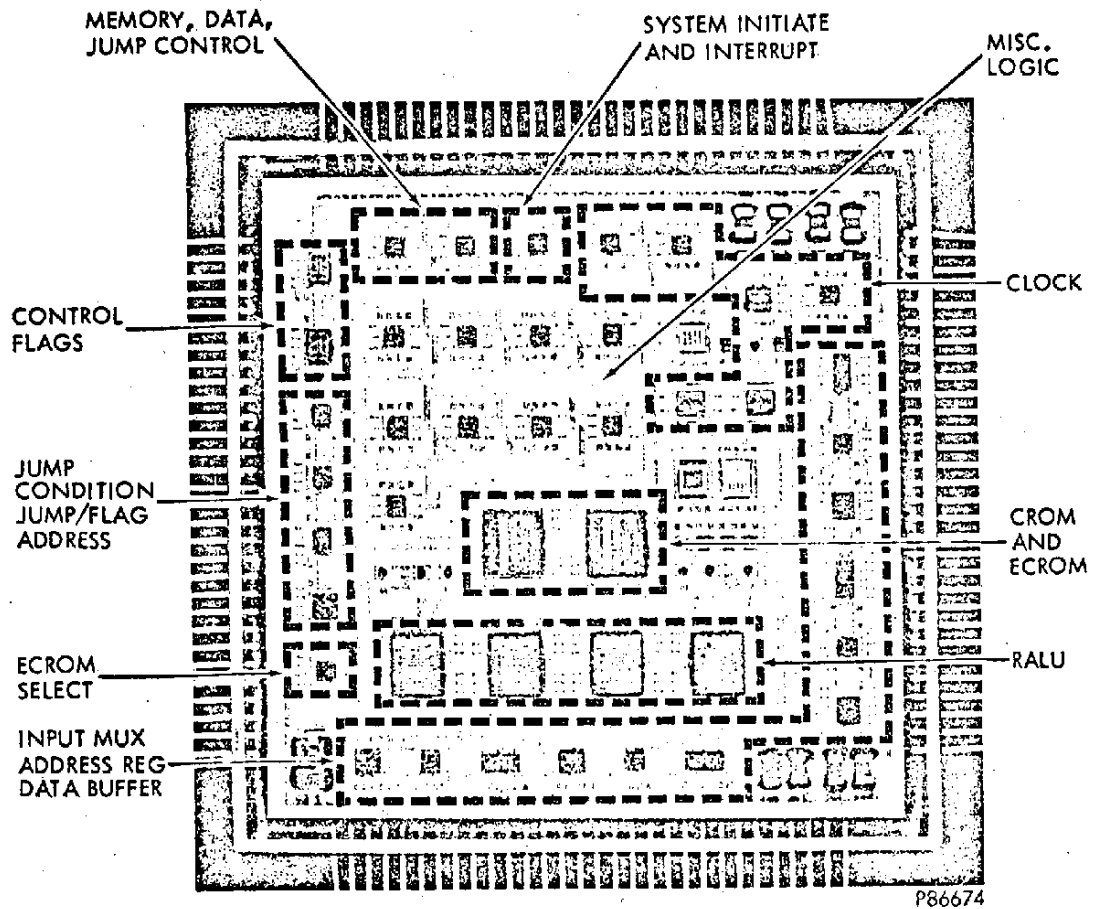
National Semiconductor のIMP16Cとcompatibleであるがspeed

が速いものである。CPUにはNSCのRALUを4個使っており、その他制御用、割込処理、クロックなど全部で73個の素子からなる。クロックは、標準5.7 MHz (2~6 MHz)の矩形波を外部から与え、内部で必要となるものは、それを基にして作る。

命令実行時間の例は、標準のクロックのとき、レジスターレジスタ型加算……4.2 μ S, メモリーレジスタ型加算7 μ S, レジスタからのI/O……9.8 μ Sである。

メモリは、原則としてスピードの違うものも使えるように、500 nsを最少ステップとして10 μ S位まで遅くもできる。

TDY-52B ORGANIZATION

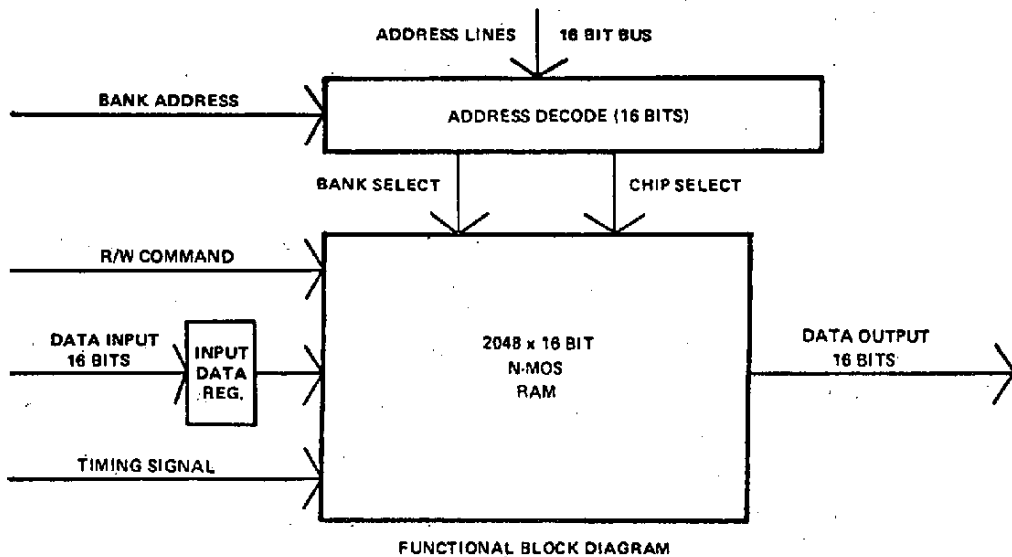


4.5.5 メモリー

- (1) 552A ROM 4096×16 bit or 8192×8 bit
RAM 1024×16 bit or 2048×8 bit
- (2) 552B ROM 8192×16 bit
- (3) 552C RAM 2048×16 bit
- (4) 552D CMOS 256×16 bit

ROM用の素子には、 512×8 bitのアクセス時間175 nsecのBipolarのものを使い、選択されたチップにだけ電源を与える電源切換え装置をつけ電力消費を減らしている。

RAMには、INTELの2102, AMDの9102のような 1024×1 のスタティックを使用している。



4.5.6 TDY52Bのアプリケーション例

ヘリコプターのフライト・コントロール用のもので、つぎのようなものから構成されている。

プロセッサ…… 2 個

メモリ……… 1 個 (共用する) $8K \times 16$ bit

クロック

インターバル・タイマ

32チャンネルのアナログ入力(16 bit word)

8アナログ出力

乗算回路(マトリックス乗算を行なう必要があるため)

$(16 \text{ bit}) \times (16 \text{ bit}) + (32 \text{ bit}) \rightarrow (32 \text{ bit})$ を $10 \mu\text{S}$ で処理する。

これらのものを $3.5" \times 6.5"$ のカード複数枚に実装している。

メモリの共用は、2個のプロセッサのマイクロ・サイクルを半分づつずらし、メモリへの要求が別々の時間帯となるようにして行なっている。

Staticize時には、ともに FFFFE_{16} 番地から始まり、そこにプロセッサがどちらであるかによって条件つきジャンプをする命令を置き、それぞれのプログラムへ制御を移させる。

4.5.7 マイクロプロセッサの調査とTELEDYNEでの選択基準

4 Bitのカリキュレータ用のチップとして、マイクロ・プロセッサが出現したが、その代表例がINTELの4004である。

ほかの用途を目指した8 bitのチップが出てきたが、これは5~6年前DATA POINTがCRTのスマート・ターミナルを作るとき、マイクロ・プロセッサのようなものが使えたらと思っていた。このことを基にINTELが8008を開発した。その後各社で種々の8 bitチップを発表した。通信用や端末用には、8 bitをまとめたものが向いている。

これらのものはPMOSが使われていたし、24 pinに限定されていたので、高速で使用温度範囲が広いものが必要なTELEDYNE用途には向いていなかった。

最近になってBipolar, Bipolar Shotkeyのものが買えるようになったし、CMOS, CMOS SOS も出始めてきた。TIの I^2L の低電力・高性能のものも、軍用として非常に魅力がある。

軍用ユーザとしてほしいマイクロ・プロセッサの特徴はつぎのようなものである。

- (1) Word size 16Bitこれは、Navigation 用としては最小である。Bit slice になっていて拡張できるようなものが向いている。24~32 Bit 位までほしい。
- (2) High Speed1 マイクロステップが200~300 nsec 位。たとえば乗算が20 マイクロステップかかるとすれば、 $20 \times 300 \text{ ns} = 6 \mu\text{s}$ 位となるもの。
- (3) High temperatureTDY-52BはMOSのものだから、75℃までしかとれないが、CMOS, BIPOLAR, I²L なら125℃までOKとなる。
- (4) Microprogrammable既存のマシンをEmulateして、Software を compatible にしたい。旧機種置き換えができるようにし、また Software の開発を行わなくてもよいようにしたい。
- (5) Complete chip setRALU, MCU, ROM, RAMなどを組合せて作らねばならない。TTLとCompatible でなければならない。
- (6) General Register効率のよいプログラムが作れるために、8~16個のGeneral Register がほしい。

MANUFACTURER	Model	Technology	Total word	cycle Time	Comment
Advanced Memory Sytem		CMOS	8	3 μ S	RCA COSMAC
Advanced Micro Device		NMOS	8	.5	INTEL 8080
American Microsystem		NMOS	8	1	MOTOROLA 6800
Electronic Arrays		NMOS	8	1	BCD, calculator
Fairchild	F-8	NMOS	8	2	
General Instrument	CP-1600	NMOS	16	.2	Like PDP-11 8bitを2回経過する。
Intel	8080	NMOS	8	.5	
"	3000	BIP	2/S	.2	
Intersil	IM 610	CMOS	12	2.5	PDP
Monolithic	7501	BIP	4/S	.2	
MOS Teck. Inc		NMOS	8	1	Motorola 6800
MOSTER	MK 5065	PMOS	8	.7	
Motorola	M 6800	NMOS	8	1	
Natinal Semiconductor	5750	PMOS	4/S	1.4	
RCA	COSMAC	CMOS	8		
Rockwell	PPS-8	PMOS	8	2	TTL compatibleでない。
SIGNETICS	2650	NMOS	8	2.4	
TI	SPB 0400	I ² L	4/S	.7	非常に有望。targetのspeedはもっと速いもの。

8 Bit以上のmicro processor chipの一覧表

一覧表にあるものから、前記の判断基準で選ぶと、Intel 3000と MONOLITHIC 7510 の2種しかない。後者の方が architecture がよい、すなわち 16 個の General Register があり、マイクロ・コードもしやすい。問題は、小さい会社だから support がよくないのと、MCU が INTEL 3000 では出されているが、Monolithic は出すとは言っているがまだ出ていない点である。

現在、TELEDYNEではTAC (TECEDNE ADVANCED COMPUTER)

という計画を考えている。これは、大略 PROCESSOR MODULE と CONTRLMODULE からなり、前者には Monolithic の 5701 を 4 個で 16 Bit のプロセッサやメモリをもち、後者には clock, Interval Timer, 割込処理, $512 \times 48 \text{ bit}$ の ROM を組込んだようなものである。

4.5.8 質疑応答

Q. TDY 52B の信頼性は？

A. まだフィールド・データが得られていない（初出荷から 4 ヶ月しか経過してなく、総出荷量も 20 台位である。）。同種のものの経験から MTFB は 100,000 時間位であろう。

Q. NSC のチップの温度範囲は $-55^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$ だということだが、どんな選択をして $\sim 85^{\circ}\text{C}$ のものを選ぶのか？

A. NSC が規格を変えてきたので、とくに選択はしない。

Q. 52B の価格は？

A. 少量なら \$ 1,895, 500 個位なら \$ 1,295

日本へは住友商事を通じて売ったが、エンド・ユーザはわからない。

Q. 基板につけたものは売らないか？

A. もちろん売る。パッケージは電源のフィルターもつけたものになる。

Q. ソフトウェアは作らないのか？

A. 52B は、NSC の IMP-16 と同じであり、そのものが全部使える。NSC とは、非常にうまく行っていて、TELEDYNE が行なうセミナーの講師にも来てもらっている。

Q. TELEDYNE 自身がマイクロプロセッサ・チップは作らないのか？

A. 同系の会社に TELEDYNE SEMICONDUCTOR があり、そこでは半導体素子を作っている。したがって作るとすれば、その会社ができるだろうが、目下は作っていない。TELEDYNE SYSTEMS COMPANY 自身は、作るつもりはない。

Q. 主に軍用の製品らしいが、商用に売った実績は？

A. Navigation 用に売ったことがある。

Q. Hybrid のものは、何故他社でやらないと思うか。

A. 4つの問題があると思う。

(i) substrate 自身の問題で、他の会社では大型のものを量産することができない。

(ii) Bonding の技術

(iii) Die を substrate につける技術。

(iv) 開発用の道具、設置に大きな費用がかかる。

Q. 計算機関係に従事する人の数は変化しているか？

A. 確かにマイクロ・コンピュータやLSIなど盛んにはなっているが、それと従業員との数とは直接関係ないようだ。Aero space 関係の人間は、防衛費が減らされたため減って来ている。

4.6 ロックウェル・インターナショナル社

4.6.1 会社概要

(1) 社名・説明者

Rockwell International

Microelectronic Device Division

3430 Miraloma Avenue Anaheim, Calif 92803

Dan Del Frate (Vice President, Marketing)

Bill Wagner (Director Sales)

Bill Roland (Manager Marketing)

Broce Brosius (Supervisor Application)

(2) ロックウェル社の概要

ロックウェル社は6事業部からなっており、その1つであるエレクトロニクス事業部は次の組織構成となっている。

● automatic group

● collins radio group

● microelectronics group

・ device division (LSIの製造)

・ product division (電卓の製造)

この事業部全体の年間売上額は 89,800 万ドルであり、マイクロエレクトログループには L S I の開発に年間 2,000 万ドルを投資している。

マイクロエレクトロニクスの開発状況は年代とともに次に示すごとく、トランジスタから L S I のシステム化へと進展して来ている。

1960	トランジスタ, ダイオード, 抵抗, コンデンサ	}	コンポーネントデバイス
1962	IC (バイポーラ)		
1965	LSI	}	チップ上のシステム化
1			

(a) 売上げの分類

現在の売上げを分類すると次のようになる。

- ・電卓 2,100 万ドル
- ・μcpu 800 "
- ・ICメモリ 335 "

(1103, 2102)

このように、マイクロエレクトロニクス部門では電卓が売上げの大部分を占め、マイクロコンピュータ関係が第2位となっている。またマイクロコンピュータの生産量の30%が極東(主に日本)で使用されている。

マイクロコンピュータの年間生産量は1,200万個であり、生産場所はカリフォルニア州のアナハムおよびニューポートビーチであり、組立てはメキシコおよび西インド諸島で行なっている。

(b) 他社との生産量の比較

ロックウェル社の発表によると、生産量は次に示すように電卓は世界第1位であり、マイクロコンピュータは第2位となっている。

- ・カリキュレータ 世界第1位
- ・マイクロコンピュータ " 2位
- ・コンピュータメモリ 4, 8ビットのチップの年間出荷実績
250万チップ。

(c) マイクロコンピュータの自動車への応用

ロックウェル社はマイクロコンピュータの自動車への応用技術面では、

米国において主導的な立場にあり、GMとの間でロックウェル社のマイクロコンピュータを使用することが決定している。

ロックウェル社では現在、システム開発が終了し、実験中であり、1978年にはこのシステムを搭載した自動車を市場に出す計画になっている。

この自動車用プロセッサシステムは1システム当り、20~100ドルであり、ロックウェル社からチップで販売するか、ボードで、あるいはシステムの状態で行なうかは未決定となっている。

また、米国の自動車メーカは、現在の段階では、自社で自動車用のマイクロコンピュータを開発するか、あるいはLSIメーカに製造させるかは結論は出ていないようである。

(d) 宣伝費の推移

ロックウェル社はマイクロコンピュータ関係のマニュアル、宣伝、教育費を1974年を1とすれば次に示すような推移となっている。

1974	1
1975	3.5
1976	6.0

このような割合で増加させ、またマーケティング要員は現在25名を割振っている。

少量のユーザを対象にアナハイムで行ない、1976年1月にはワールドワイドセンターを設立させ、ユーザのサービスを徹底させる予定となっている。

4.6.2 PPS-4, -8の概要

次にロックウェル社が開発したPPS-4, PPS-4/2, PPS-8について概略を説明する。

(1) PPS-4

PPS-4は並列4ビット処理のマイクロコンピュータであり、プロセッサシステムを構成するには最低5個のファミリーチップが必要である。

このPPS-4は、主にプログラマブル電卓、ECR、POSなど計算処理に適するように設計がなされており、プログラム体系も特長づけられ

ている。

またファミリチップもこれらの応用分野を旨向して開発されている。

ファミリチップは次のものが開発されている。

- 256×4ビット RAM
- 512×4ビット RAM
- 704×8 / 136×4ビットのROM/RAM
- 1K×8ビット ROM
- 2K×8ビット ROM
- 256×8ビット electrical eraseable ROM (EEROM)
- GPI/O (general purpose I/O)
- クロックジェネータ
- ディスプレーコントローラ
- KPC (keyboard / printer controller)
- TDI (telecommunication data interface)
(URTT/MODEM 型)
- GPKD (general purpose keyboard / display)
- PC (printer controller)
- BI (bus interface)
- SDC (serial data controller)
- printer controller
(米国 Victor 社製 model 130 プリンタ用)
- I/O コントローラ

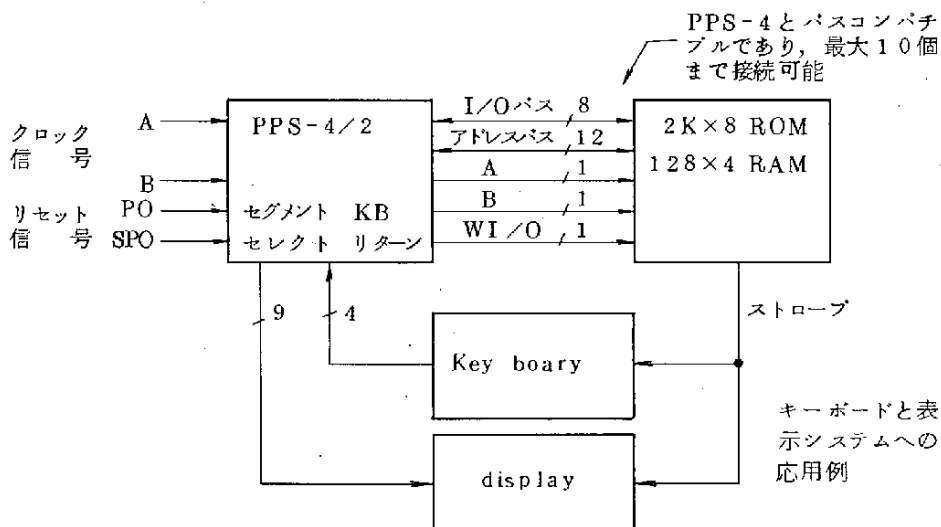
(2) PPS-4/2

PPS-4/2 は PPS-4 をローコスト化へモデルチェンジを計ったもので、基本システム構成は2チップである。プログラムは PPS-4 と全くコンパチブルであり、最少構成を次に示す。

CPUチップ	+	ROM/RAMチップ
(PPS-4 の機能) (8 I/Oポート)		(2K×8ビットROM 128×4ビットROM 16 I/Oポート)

この PPS-4/2 は今年の 6 月にサンプル出荷を行なう予定で、価格は 1,000 個の単位で 1 個が 20 ドル程度であり、1976 年 1 月から量産を開始する。

次に PPS-4/2 を使用した最少構成の機能ブロックと結線を示す。



(3) PPS-8

PPS-8 は並列 8 ビット処理 マイクロコンピュータであり、特長および機能を次に列記する。

- ・ 命令は 90 個
- ・ 3 レベルの割込みが可能
- ・ バス・ライン 26 本
- ・ CPU, ROM, RAM および I/O チップで基本構成
- ・ 32K バイトまで直接アドレッシングが可能
- ・ 1 命令サイクル 4 μ S
- ・ DMA 機能

などがあげられ、応用分野として次のものが期待できる。

- ・ プロセスコントローラ

- ・ターミナルコントローラ
- ・ラインプリンタコントローラ
- ・通信端末機コントローラ
- ・分析機器のコントローラ
- ・交通制御装置
- ・教育装置
- ・航空制御装置
- ・データコレクター

また PPS-8 用のファミリーチップには次のものが開発されている。

- ・CPU (-17 V, -12 V, +5 V, 合計 8 mA)
- ・クロックジェネレータ
- ・1 K, 2 K バイト ROM
- ・4 K バイト RAM インタフェース
- ・EEROM
- ・DMAC (direct memory Access controller)
- ・SDC (serial data controller)
- ・PDC (parallel data controller)
- ・FDC (floppy disc controller)

IBM コンパチブル, 50ドル/1,000 個

- ・TDI (telecommunication data interface)

(4) ロックウェル社が提供しているボード

ロックウェル社がエバリエーションボードとして提供しているボードには次のものがある。

- ・PPS-4 プロセッサモジュール
- ・PPS-4 RAM "
- ・PPS-8 プロセッサ "
- ・PPS-8 RAM "
- ・PPS EEROM "
- ・PPS PROM "

- ・ PPS バス—コア/TTLROM インタフェースモジュール

- ・ 汎用 I/O

”

4.6.3 プログラム開発用装置

ロックウェル社がユーザのプログラム開発用装置あるいは、プログラムとして次のものを提供している。

- ・ PPS-4MP アセミュレータ

PPS-4用の装置であり、ASR-33, PTR, PTP が接続でき、プログラムのアッセンブルおよびデバックができるもので、インテル社の INTELLEC-4 程度の機能がある。

- ・ PPS-8MP アセミュレータ

PPS-4MP と同様に PPS-8用のプログラムをアッセンブルおよびデバックが可能である。このプログラムは磁気テープの形で入手できる。

- ・ PPS アッセンブラ

PPS-4, -4/2, 8 用のクロス・アッセンブラ・プログラムである。

- ・ PPS シミュレータ

PPS-4, -4/2, 8 用に作成したプログラムが正しく動作するかの確認をさせるクロス・シミュレータ・プログラムである。

- ・ PPS アウトプットフォーマッタ

アッセンブルしたオブジェクトプログラムを次に記す装置に合ったフォーマットで紙テープまたはカードにパンチするプログラムである。

- ・ ロックウェル社のマスク ROM

- ・ ” SOS ROM

- ・ PROM

- ・ PPS-4MP, PPS-8MP

- ・ EEROM

- ・ SMS社の 1,000A ROM シミュレータ

4.6.4 所 見

ロックウェル社は過去において、大口ユーザのみを対象として、システム設計、プログラム開発や応用方法などのサポートを行ってきたが、

1976年からworld wide center を設立させ、ユーザサポートの強化と同時に新製品の開発および量産化の準備を行なっている。

また一方、セカンドソースとして日本で1社とヨーロッパで2社と現在契約の交渉中でもある。

このようにロックウエル社は、1年後にはマイクロコンピュータの生産量で世界第1位への戦略を展開中のようだ。

一方PPS マイクロコンピュータシリーズの4ビットと8ビットCPUにはファミリチップの開発に相当な力を入れており、前述したようにユニークなチップが多いことが大きな特長となっている。またPPSの命令体系はよく練っており、プログラム容量が極力少くなるように設計時の努力がうかがわれる。

ロックウエル社のユーザ教育方法は本社にPPS-4MP, -8MP およびTSSの端末を備えた教室を教室設置し、プログラミングとシステム設計コースを5日間程度の期間で行なっている。また海外には3ヶ月に1度、技術指導技術者を派遣しているようだ。

PPS マイクロコンピュータの将来性については、ロックウエル社の力の入れかた、PPSの性能やロックウエル社の企業力などを考えれば、日本のマイクロコンピュータメーカーが予測しているように相当期待が持てると思われる。

4.7 モトローラ社

この項は、会社を訪門したのではなく、夕方ホテルの会議室で話を聞いたものである。

講師は、T.A.Schollmeyer (Computer Systems Engineer) である。

4.7.1 サポート・ソフトウェア

モトローラM6800マイクロコンピュータのソフトウェア・サポートには、つぎのものがある。

(1) MPCASM.....クロス・アセンブラー

このアセンブラーは、2パス方式であり、1パス目では、テーブルを作り、2パス目にオブジェクトを作る。

オブジェクト・コードは、シミュレータでも実行可能な形である。

FORTRAN IV で記述してある。

(2) MPSSIM.....シミュレータ

クロス・アセンブラーで作られたオブジェクト・プログラムをシミュレートする。

(3) HELP

モトローラが提供するサポート・ソフトウェアの使い方に関する情報を応答するものである。たとえば、オペレーションのための略語をリストアップしたりする。

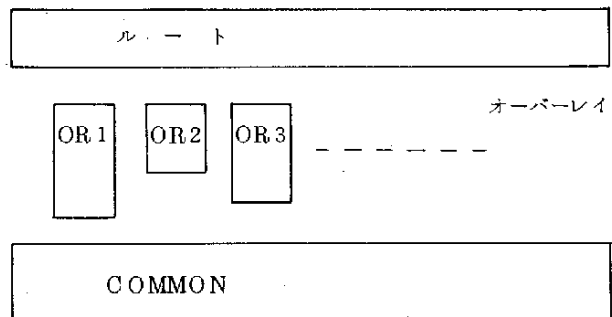
(4) MPBVM

Build Virtual Machine プログラムと呼び、マイクロプロセッサ・プログラムの開発に関するファイル管理を容易にするためのものである。

ソフトウェアの構成は、下図のようになる。

COMMONはラベルなしCOMMONである。

オーバーレイの数は、シミュレータでは7つ、アセンブラーは4つである。



これらのソフトウェアは、PDP-11, IBM370, Nova, CDCなど、いずれのシステムでも使用できる。それらのものをモトローラでは、以下の4つの分類のものに分けて準備し、それをシステム・ジェネレータで結合してそれぞれのソフトウェアを作っている。

(a) SDnCD eg. MPC××CBB

(b) SDnCI eg. MPC00LIB, MPS00LIB, MPB00LIB

(c) SInCI eg. MPU00LIB, MPV××LIB

(b) SInCI eg. MPUOPF

(SD: System Dependent ; SI: System Independent)
(CD: Computer # ; CI: Computer #)

システム・ジェネレータは、Sigma 9 で開発したもので、TSS サービスを介して使える。

ジェネレーション用のパラメータは、5種のコマンドを用いて与える。そのパラメータとしては、計算機名、バッファ・サイズ、等々種々のものがある。

開発方針としては、実行速度のことより、各種の計算機に使えることを優先した。開発期間は2人で2年であった。

4.2.7 EXORciser

EXORciserはM6800 マイクロコンピュータの開発用ツールであり、つぎのようなものを含む。

(1) レジデント・エディター

アセンブラーのソース・プログラムを作り、修正するのに便利な機能をもっている。

(2) レジデント・アセンブラー

オブジェクトを作るとともに、書式をととのえたアセンブリ・リストを出力できる。

言語は、クリス・アセンブラーとコンパティブルである。

(3) Exbug

プログラムのロード、プログラムのデバッグ用の機能などをもっている。

EXORciserのための機器構成は、

- EXROciser
 - 8K バイト RAM
 - RS232 or TTY 端末
 - 紙テープ
 - カセット
 - GEのタイムシェアリング・ファイル
- } オプション

なお、各種ソフトウェアの関係は、次図のとおりである。

[illegible]

4.8 ヘインズ・スチーム・プラント

Haynes Steam Plant, city of Los Angeles Department of
Water & Power.

LLOYD BOHANNON (Computer Application LADWT)

ALBERT H. DIETRICHS (Electrical Engineering Associate)

Department of Water & Power は、ロサンジェルス市営の電力供給組織であり、Haynes Steam Plant は、その最大の火力発電所である。

6 基の発電機があり、1967 年に完成した。全発電能力は、1,593,000 KW になる。

4.8.2 Heat Rate 測定装置

火力発電の効率は、負荷・冷却水温度、その他種々のものによって影響を受けるので、それを常時監視することが必要であるので、マイクロコンピュータを用いた装置を作った。これを作るまでは、必要となると人手で計算尺を用いて計算していた。

計算式は、 $\text{Heat Rate} = \frac{\text{発熱量 (B.T.U)}}{\text{発電量 (KWH)}}$ であり、効率との関係

は、つぎのとおりである。

$$\text{EFF.} = \frac{3414}{\text{Heat Rate}} \times 100 (\%)$$

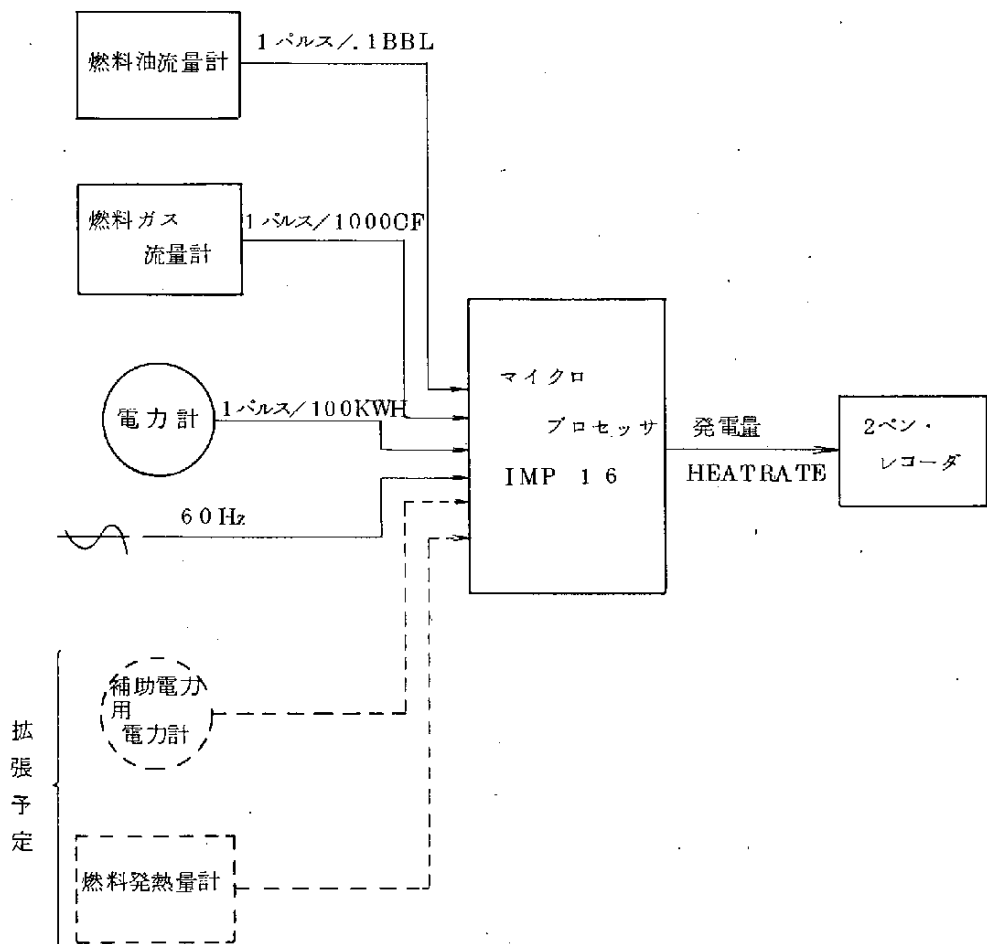
装置の構成は、次図に示すとおりである。

燃料油流量計は、タービン・フローメータ、燃料ガス流量計はオリフィスを使い、それらの値は温度補正されたものが入力される。これらの入力 は接点信号である。

出力は、10 ビットの DAC を用いてアナログ信号にして出す。2 ペンのうち、片方は電力量を対比のために出している。

マイクロ・プロセッサは、NSC の IMP16 (乗除等の拡張命令つき) で、512 語の ROM と 4 K 語の RAM をもつものを使っている。目下のプログラムは、250~300 語位であるが、毎日紙テープからロードして実行させている。

NSC の IMP16 を選んだ主な理由は、16 ビットのプロセッサの方が計算のとき便利であることと、NSC のサポートが良かったことである。



実時間 Heat Rate 監視システム構成図

マイクロ・コンピュータでは、接点入力の Debounce の除去、タイマ信号を用いての 1/10 パルス精度までのカウントを行なっている。

1分ごとに、ガス流量、油流量とそれに対応する単位発熱量から全発熱量を求め、電力量で除して、Heat Rate を求める。その Heat Rate を最新の 10 分間の値で smoothing (単純平均) して、ペン・レコーダに出力する。

なお将来の拡張としては、単位発熱量が現在はプログラム定数となっているのを実時間で取り込むようにし、さらに発電のために必要な補助電力を計測し有効総発電量を使って Heat Rate を計算するようにする予定である。

目下稼動 4 ヶ月目である。

4.8.3 プログラム開発方法

当初は、レジデント・システムのアセンブラーを使ってプログラムを作っていたが、紙テープ・リーダーが遅いため、非常に時間がかかった。それで現在では、GEのタイムシェアリングのクロス・アセンブラーを使ってプログラムを作っている。NSCの会話型のアセンブラーである。

なお、DOSにハイスピード・リーダーが付くようになれば、レジデント・システムを使うことも考えている。

5. マイクロコンピュータ・アソシエイツのセミナー

Microcomputer Associates Inc (2368-c Malsh Avenue Santa Clara, Calif 95050)は、マイクロコンピュータのコンサルタント会社であり、マイクロコンピュータにもとづくシステムの開発に対するコンサルタント・セミナーやワークショップの実施、「Microcomputer Digest」などの発行などを行なっている。

このセミナーは、あらかじめ聞きたい話をまとめて用意しておいたものに対し、一応それぞれの項目にそって講師が話をした。講師は、つぎの2人である。

M.R.Lemas (President) おもに software 関係
Ray M.Holt (Executive vice prisidut) # Hardware #

5.1 Programing Aids と Debugging Aids

一般的に言ってつぎの3つの方法がある。

- (1) Time Sharing services
- (2) Development Systems
- (3) Prototyping Kits

これらのものに対する各社の support 状況は、つぎのとおりである。

Mfg	TS	DS	PK
Intel	×	×	×
Natinal	×	×	×
Rockwell	×	×	
Motorola	×	×	×
その他 Mfg	×	×	
Independents	×	×	×

Software は、Resident (Self Development System) と Non-resident (cross ... TSS) の分類できる。

TSSにより Cross Software を使うのは、方法が簡単だがコストがかかりすぎる。たとえば、cross assemblerの使用コストはつぎのようになる。

\$ 0.4 / byte + royabty (インテルに対する) = \$ 0.6 / byte

800 byte の program を開発するコストとすると、約 \$500 になる。

一方 Intel から Cross Software を買くと、つぎのような値段である。

Assembler \$ 1,250

PL/M \$ 1,250

Simulator \$ 750

Software には、つぎのようなものがある。

(1) Text Editor, Loader, Utilities.

これは、クロス・レジデントともあり、ほとんどのもので用意されている。

(2) Assembler

これもクロス・レジデントともあり、ほとんどのもので用意されている。

SMS (Scientific Micro Systems) は、自社の Micro Controller 用に、クロスのマクロ・アセンブラーを作っている。

(3) Compiler

Intel の PL/M は、8008 と 8080 用があるが、ともにクロスのものしかない。

National Semiconductor が、SM/PL を IMP16, PACE 用にレジデントのものを開発している。

そのほか、NCSS (TSS supplier) が、PL/M の Compiler (M6800 やその他多くのマイクロ・プロセッサ用) を作り Service を考えているようである。また Intel が Real Time 用の Compiler を発表するという噂もある。

(4) Simulator/Debuggers

Motorola は、EXSociser と呼ばれるものをもっている。Rockwell は、Applied Computer Technology が作った ASSEMBULATOR (Resident) を買取り、ユーザーにサポートしようとしている。

POR・LOG は、prototype kits; PROM programmer, Tester などを出している。

COMSTER, MYCROTEK は, Cassette tape または Floppy Disk を使った INTEL 8008, 8080 用の Development System を開発している。

Software 将来の傾向はつぎのように考えられる。

- ・ 自社独自のマイクロコンピュータをユーザーにうまく使ってもらうために SMS の例に見るようなマイクロアセンブラーのようなものが開発されるだろう。

- ・ 5 年後にはマイクロコンピュータのソフトの開発コストは, 全体の 80 % になると推定される。

プログラミングとデバッグングエイドの開発は重要課題である。

- ・ 限定をつけた FORTRAN が来年までに発表されるだろう。(PL/M は, 計算処理には最適ではない。)

5.2 ユーザ間のプログラムの交換

現在ユーザー間では行なわれていない。

その理由は, 開発費をかけて開発したソフトを競争相手に利用されたくないというのが実情, 一種の企業密秘となっているためである。

しかし, それに類することが, 2 つの面で始まっている。

第 1 は, メーカーがプログラム・ライブラリーを整理し, ユーザーに提供しはじめている。それには, つぎのものがある。

- ・ Intel Users Libraries 4, 8, 40, 80 について。

- ・ National's IMP Software Library 今年 2 月に始まった。

- ・ Rockwell Subroutine Library PPS-4 (カリキュレータ用のサブルーチンが多い。)

もう 1 つは, Microcomputer Clubs である。

カリフォルニアだけでも 6 クラブあり, 会員は 500 人以上に上り互いに, ハードウェア, ソフトウェアの交換を行っている。一種の趣味の要素の強いクラブであるが, この中から良い製品も生れている。例えば ALTAIR 8800 (MITS, INC) がある。

8080を使ったマイクロ・コンピュータでINTELLEC 80とだいたい同様の機能を有している。

コストが安く、\$500位で売っている。1974.11月から1,000台以上売れている。

5.3 マイクロプログラマブル・マイクロコンピュータの状況

マイクロプログラマブルなものには、つぎのようなものがある。

(1) Natinal Semiconductor GPC/P

これが最初のものである。

IMP16は、1個のCROM(100μ命令23ビット幅)と4個のRALUから構成されている。

NSでは、ユーザがマイクロプログラムを使いこなすのが難しいことから、現在ではマイクロプログラマブルということを公表していない。(注: われわれがNSを訪問したときは、サポート・システムMDSの資料をみせてもらった。)

(2) Intel 3000

Intelでは、これを使って社内用に18bit幅の512マイクロ命令を使った。16bitのミニコンと、同じく18bitで512語以内のフロッピー、ディスク・コントローラを作っているとのことである。

Intellec3000には、Intellec MDSという8080を主体にした、3001エミュレータとROMシミュレータをもってDevelopment Systemを発表している。

(3) Monolithic Memories 6701

4bit sliceのALUであるが、コントロール・チップがなく、ユーザがコントロール・ユニットは作らねばならない。

MMI300というシステムを作っており、これはNova 800, 1200と同等だが、スピードがNova 1200より2倍位速い。

(4) TI SBP0400

I²Lの4bit sliceのマイクロプロセッサである。Development System

は出していないが、大量のオーダーのときは、カスタマー・サポートを行っている。

以上のとおり、現状ではユーザーが自分でマイクロプログラムを開発するためのサポートは非常に少ない。しかし、今年（1975年）の終りまでには、マイクロプログラミングのコースが開始されそうである。

5.4 ハードウェア・エンジニアに対してソフトウェア教育

メーカーがロジック設計者に対して行なっている教育にはつぎのようなものがある。

(1) INTEL

トレーニングセンターが Santa Clara, Boston にあり, 4004, 8008, 4040, PL/Mについてハンズ・オン・トレーニングを行っている。

※NCR のような大きな需要先に対してはINTELより出向して、インハウスの教育を行っている例もある。ちなみにNCRでは年間8080を50,000 memory chipを500,000使っている。(会計機のほとんどに8080を組み込んでいる。)

(2) NSC

トレーニング・センターが Santa Clara にあり, 3日間のコースで教育を行っている。簡単なプログラムを組ませ, PROMを書かせ, DEVELOPEMENT SYSTEMに組み込ようなハンズ・オン・トレーニングである。

(3) FAIRCHILD

F-8についてハンズ・オン・トレーニングコースを準備中である。

(4) TI

ビデオ・カセットを使った教育を始めた。

8 Tape (\$ 1,200/set) と reference book による教育。

上記のメーカー以外に独立の会社が多数セミナーを行っている。

又, 大学がスポンサーとなったセミナーもある。

なお, 大学のカリキュラムの中にマイクロ・コンピューターの実習を含めるようになっているので2年位後には, 電子工学関係の卒業生はある程度の経験を積んで卒業するようになると予想される。

5.4 マイクロ・コンピューターの適用分野

現在実施されている, またはされようとしている適用分野には, つぎのようなものがある。

(1) 自動車

braking, fuel control, ignition, dashboard display, diagnostics, transmission control, cruise setting, etc.

(2) 家庭用器具

washers, dryers, microwave ovens, etc.

(3) ゲーム・マシン

pong, racing, pinball machines, Las Vegas gambling equipment, FRED home device, etc.

※FREDとはFlerible Recreation Equipment Deviceの事でRCAのCOSMAC (CMOS 8BIT)を使い、家庭用のテレビに直接つないでゲームを行っている。

(4) Food Processing

例えばリンゴを色、重さ別に区別して箱ずめするようなプロセスをコントロールしている例がある。

(5) Poultry processing

鳥肉の箱ずめのコントロール。

(6) Bus Monitoring

バスにマイクロ・コンピューターをつみこみ、客が電話をかけると、近くにいるバスがやって来るといようなシステム。

(7) Police Car Monitoring

カンサス州でこのシステムを採用している。

(8) Electronic Scales

(9) Minicomputer Simulator

(10) Telephone Monitoring

内部へかかって来た電話と、外部へかけた電話代を部門毎に算出するようなシステム。

(11) 大気汚染制御。

(12) 計測器

oscilloscopes, meters, data loggers, etc.

(13) Automated Gasoline Stations

ガソリンスタンドの自動化システム。(ガソリン・ポンプのギヤーは複雑である。)

(15) Non-Tactical Military Applications (recording, monitoring)

飛行機にマイクロ・コンをつみこんで、多くのデータを収集している例もある。

(16) ホテル予約システム

上記以外に多くのアプリケーションがあり、エレクトロニクスの回路を使っているものは、すべてマイクロ・コンピュータに置きかえうる。

量的に最も有望なマーケットは家庭用器具の分野であろう。

5.6 セカンドソースと拡張温度範囲のマイクロプロセッサの傾向

以下の機種には、セカンドソースがある。

4004.....Intel ※MIL(カナダ)が4004,8008のセカンドソースをやっていたが、LIS部門の廃止にともない、止めた。
.....National

8080.....Intel
.....Advanced Micro Device (3ヶ月以内にサンプル出荷予定)
.....Texas Instruments (インテルと契約をとりかわした。75'の第三四半期にサンプル出荷予定)

3000.....Intel
.....Signetics

6800.....Motorola
.....American Microsystems

(モトローラからライセンスを受けて作り、すでに供給している。)

(注 Mos. Teck, Inc. も出しているとTeledyneでは言っていた。)

拡張温度範囲(-55℃~125℃ 用の規格をみたしている)のマイクロプロセッサには、つぎのものがある。

8080.....Advanced Micro Devices
.....Intel

※標準温度でクロック 2 MHz , 拡張範囲温度で 1.7 5 MHz

6 7 0 1 Monolithic Memories

5.7 信頼性, とくに PROM の信頼性

マイクロ・プロセッサが世に出てまだ日が浅いので信頼性を数字で表わすのは困難である。しかし, ユーザーとしては次のような点に注意しなければならない。

- ・新しいプロセス技術を使ったものは, 信頼性は高くない。
- ・Nチャンネル MEMORY が信頼性が高いといっても, Nチャンネルマイクロ・プロセッサでも信頼性が高いと考えてはいけない。(ランダム・ロジックの場合はちがうから。)
- ・応用場面で使用されている状態での信頼性を考えなければならない。使用される環境によって信頼性はちがう。例えば家庭用と工業用では相当のちがいがある。

電卓にマイクロ・プロセッサを使用したので, 2 年位の間には信頼性についての数字が出るだろう。マイクロ・プロセッサの信頼性は, 電卓についての情報との比較情報でとらえざるをえない。

・マイクロ・プロセッサの信頼性のファクター

- ・ Number of pins
 - ・ Complexity
 - ・ Design Considerations
- チップレベルでのピンの数, チップの複雑さによって信頼性が左右される。
- ピンの数をへらす事は, コストを下げるという事の他に信頼性を上げるという事でもある。

・PROM の信頼性のファクター

- ・ Programming Techniques (PROM への書込み方法)
- ・ Erasing Cycle
- ・ Static Charge
- ・ Desing Considerations

PROM の信頼性は書き込んだ情報の寿命の問題だから出荷前にメーカーの方でテストするのはむずかしい。したがって書き込み方法が問題となる。

・書き込みの方法（注）

① PROGRAM FOR N-SEC. (TYP2ms)

② パルスを与えて出力を見る。（悪ければもう一度やる）

※書き込みながら読みとりを行うテストをしながらやっている所もある。

（注．PRO-LOG社でのPROMの扱い方と同じようなことを言っていた。）

・何回も書いたり、消したりすると信頼性が低くなる（構造が変わる）Intel, NSC などのメーカーでは5回以上はさけた方が良いと言っている。（消去する時に使った紫外線の量にも問題がある。）

・ソフトウェアを充分チェックする。

トラブルが発生した場合ソフトとハードのどちらの原因かわかりにくい。

5.8 マイクロ・プロセッサのテスト方法

マイクロ・プロセッサのテスト方法には、以下のようなものがある。

(1) Computer Simulation

・長 所

Fault Isolation Detection（悪い個所が分離して、つきとめられる。）

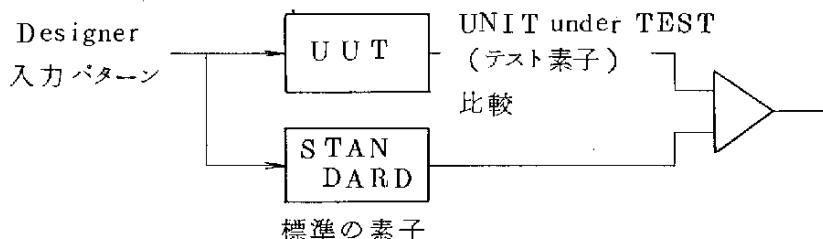
・短 所

・プログラムが大きい。

・テストのバッファメモリーが大きくなる。

(2) Signature Testings.

マイクロプロセッサの設計者がテスト入力パターンを与えて、テストよりチェック結果をアウトプットさせる方法。



・長 所

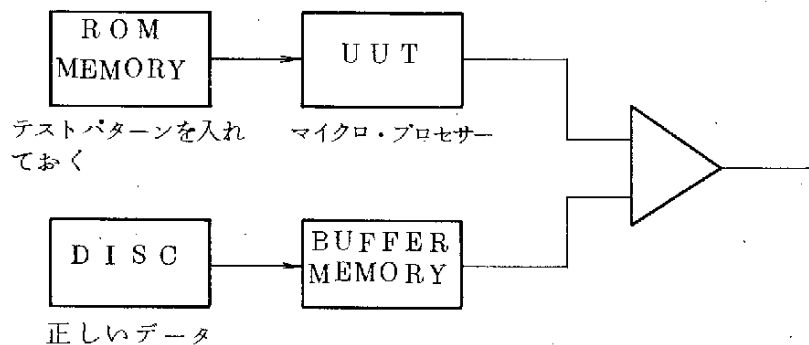
- ・テストパターンをテスターの中に入れておく必要がない。(標準素子があるから。)

・短 所

- ・入力パターンが大事である。
- ・標準の素子が正確なものでなければならない。

(3) PATTERN RECOGNITION

テストプログラムをROMに入れておき、マイクロ・プロセッサを実際に動作させてテストする。



(4) PATTERN GENERATION

設計者又は、ユーザーが書いた診断プログラムによりテストする。

診断プログラムはマイクロプロセッサの応用面でちがって来るので、注意を要する。

テスト機器の販売会社がマイクロプロセッサに注目し始めている。

マイクロ・プロセッサのテスト用の機器を作っている会社。

- ・MACRODATA メモリーのテスト機器にも力を入れている
- ・FAIRCHILD SENTRY SYSTEM
- ・XINCON メモリーのテスト機器にも力を入れている
- ・TEKTRONIX
- ・TELEDYNE

マイクロ・プロセッサが複雑になっている為、テスト機器身もマイクロ・プログラマブルな機械になっている。

テストに関する論文には、つぎのようなものがある。

1) TEST SCHEMES FOR μ P CHIPS

ALBERT C.L. CHIANG (MACRO DATA)

COMPUTER DESIGNS APRIL 1975

2) PATTERN SENSITIVITY ON 4K RAM DEVICES

A.C.L. CHIANG

ROGER STANDRIDGE

COMPUTER DESIGN FEB 1975

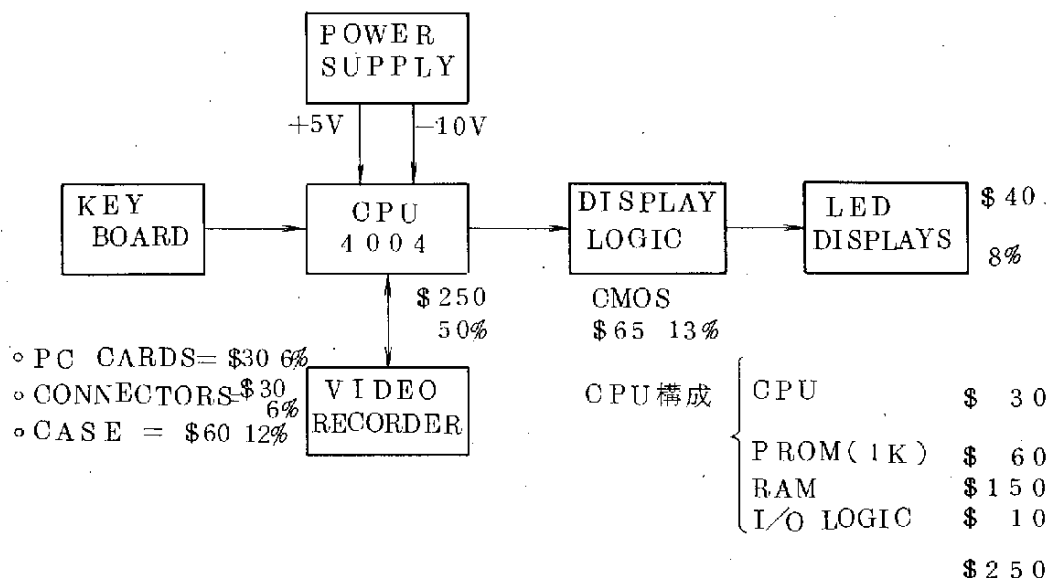
3) 4K RAM, etc.

JAMES FISHER

EDN. NOV. 1975

5.9 パッケージングのコスト 例

これは、ビデオカセットテープレコーダのコントローラーの価格構成費 (1,000台の場合)である。



5.10 質疑応答

Q. CALCULATOR chips にはどんなものがあるか。

A. カリキュレーターチップは低価格で製品をインクリメントする場合に非常に魅力的である。

ex. 10,000 Units/year.

CALC		
<u>CHIP</u>		<u>μP</u>
\$6~8/chip	TI TMS1,000 (P.MOS)	\$100 / SYS
	AMI	4 BIT
	Rockwell	

- 30 instruction
- arith. + logical capability
- 750 ROM instruction location
- 64 digits ram
- 10 μ S/instruction

Q. マイクロ・コンピューターとミニコンピューターの将来動向とマイクロ・コンピューターのマーケットは？

A. Microcomputer $\rightarrow$ 16 bit $\rightarrow$ performance 0.5 μ S. memory 128 K BYTE $\rightarrow$

Minicomputer $\rightarrow$ 64 bit $\rightarrow$ 50 万~100 万 BYTE memory $\rightarrow$
5 年後にはマイクロ・コンは今日のミニコンと同一値段で性能はさらによくなっていくだろう。

market としては、1978 年までに

Harwired logic Replacement	30%
Minicomputer Replacement	10%
New Application	60%

Q. 軍用に使われているマイクロ・プロセッサは何%？

A. 軍用に使われているのは 1% 程度、温度範囲がきびしい軍用向けの特別のマイクロ・プロセッサが開発されている。

昭和50年9月10日発行

発行 財団法人日本情報開発協会

〒100 東京都千代田区霞ヶ関3-2-5

(霞ヶ関ビル30階)

電話 東京(03)581-6401(代)

印刷 エイワ印刷株式会社

千代田区内神田1-11-7 (291) 7464

