

工業用制御計算機“HI-COM[®] 2300”

—HI-COM 2000 シリーズ—

Control Computer “HI-COM[®] 2300” for Industry Use井原 広一*
Hirokazu Ihara白石 久敬*
Hisayoshi Shiraishi井手 寿之*
Jushi Ide山田 清*
Kiyoshi Yamada石川 知雄**
Tomoo Ishikawa川崎 淳**
Jun Kawasaki

要 旨

工業用制御計算機システムとして HI-COM 2000 シリーズを開発しつつあるが、その 1 機種として新たに HI-COM 2300 を完成した。これはすでに製作納入し、好調な稼動を行なっている HI-COM 2100 の機能を大幅に拡張し、全シリコン化に成功したものである。

また、プロセス入出力装置の開発も行ない、完成したもので、本稿ではこれらについて述べる。

1. 緒 言

計算機制御はこのところますます隆盛をきわめ、制御方式、ソフトウェアの開発とともに、ハードウェアの進歩も目を見はるべきものがある。すでに制御用デジタルコンピュータとして高信頼性を具備して、実用に耐えうる製品が各方面から発表され、設置されている。デジタル計算機の主要構成素子としてのトランジスタは、もはやゲルマニウムの時代を過ぎシリコンの時代となり、さらにシリコン集積回路の採用にまで到達している。

筆者らは、工業用制御計算機として、制御装置の立場から、従来のデジタル計算機を見なおし、数々の特長を有する HI-COM 2000 シリーズを開発しつつあり、すでに本誌にて発表した HI-COM 2100 を 39 年末に完成し、第 1 号機を転炉の計算制御装置として東海製鉄株式会社に納入し、2 年近い稼動実績をあげ無事故の記録をもっているが、さらに制御系の拡大にともなう要求に応じて、HI-COM 2300 を完成した。

HI-COM 2300 は、HI-COM 2100 の機能を大幅に増強したもので、部品点数は当然増加している。このため信用性の低下が心配されたが、これは半導体にシリコン半導体を採用することにより避けることができた。設計方針はあくまでも制御装置としてのデジタルコンピュータの立場から決められたもので文献(1)により詳細に述べているので、本稿では割愛し、HI-COM 2300 について述べる。HI-COM 2300 システムの外観写真を図 1(a)に掲げる。

2. HI-COM 2300 の特長

制御用計算機としての計算機は、その使用周囲条件が悪いにもかかわらず、オンラインで用いられるから利用率(availability)が、100% 近いことが要求される。利用率は MTBF (Mean Time Between Failure) で表わされる信頼性(reliability)と MTTR (Mean Time To Repair) で表わされる保守性とより決定される。計算装置としての計算機は主として利用率が評価の対象になるが、制御装置としては、利用率よりも信頼性に重点がおかれる。すなわち MTBF が重要であって、われわれは、半導体のみの計算値として 3,000 時間以上の MTBF を設計目標としている。

以下、HI-COM 2300 の特長を述べる。

(1) 周囲条件

制御用コンピュータは悪周囲条件下で使用される場合が多いので演算制御部はコアメモリも含め温度 0~40°C、湿度 5~95% で完

* 日立製作所日立工場

** 日立製作所中央研究所

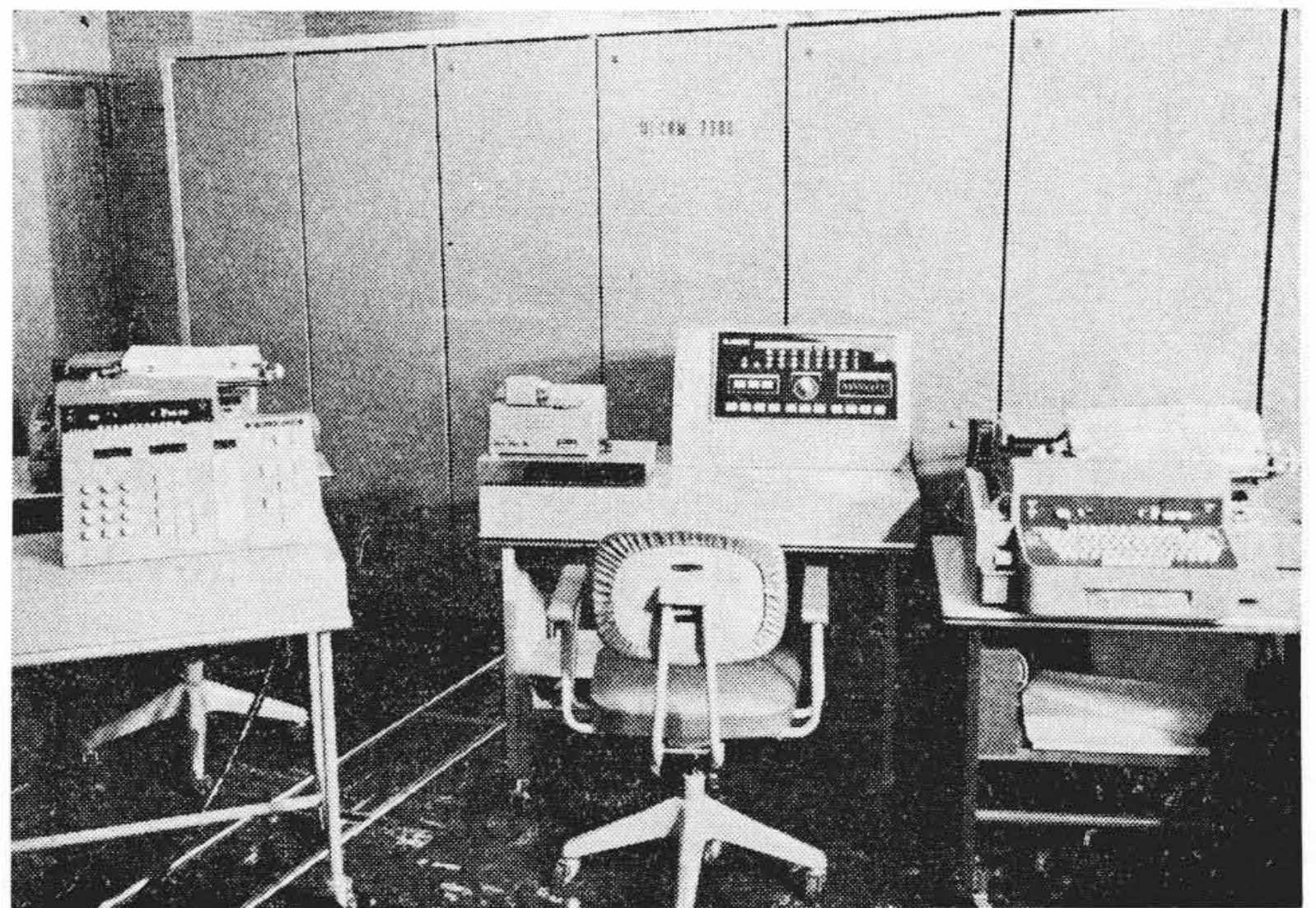


図 1(a) HI-COM 2300

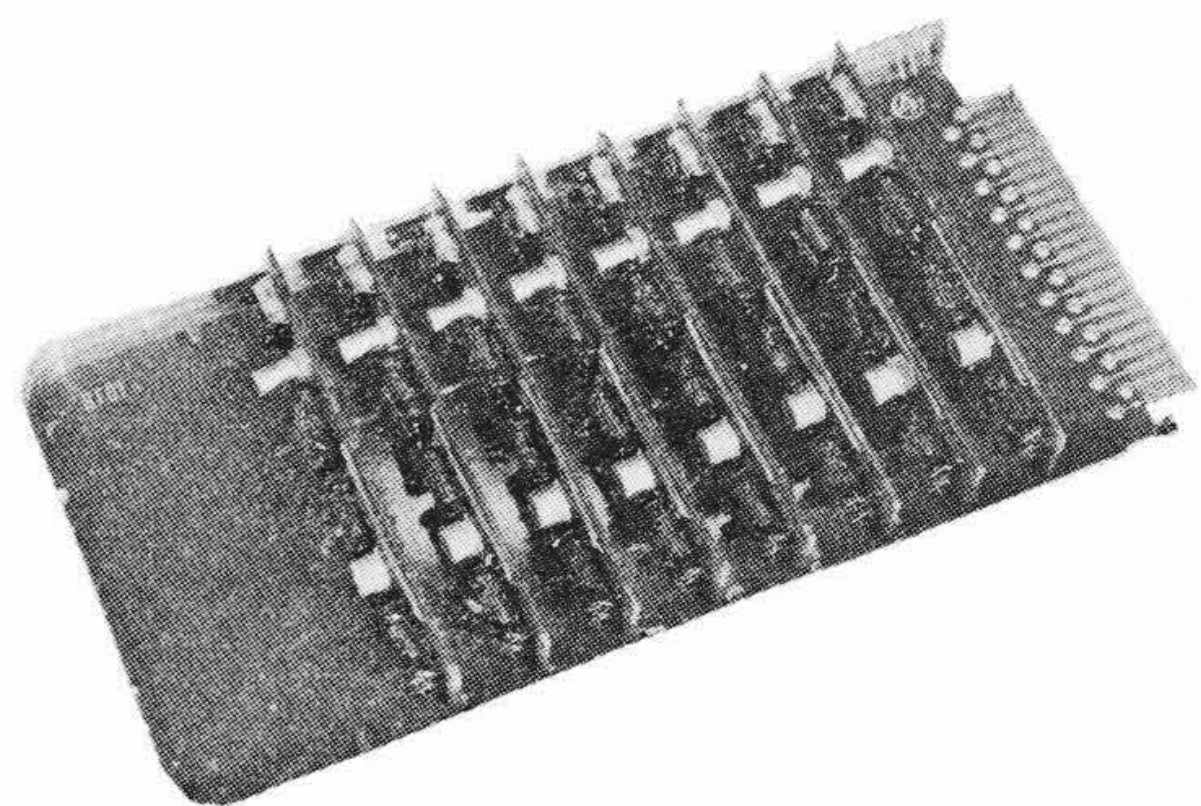


図 1(b) パッケージ

全な機能を果たすようにしてある。ただしドラムメモリのみ 5°C ~ 35°C である。また、振動、衝撃、ゴミ、有害ガスの防止を行なうためきょう体は完全密閉構造である。このため、特に空調室を用意する必要はない。

(2) 電 源

供給電源は一般商用電源三相で、電圧変動 $\pm 10\%$ 、周波数変動 $\pm 1 \text{ c/s}$ である。電源装置は磁気増幅器式交流定電圧装置で、交流 AVR を施し、シリコン整流器で整流したものである。このため、半導体直流 AVR を用いた場合に比べ、部品点数が極度に少なく、半導体による電力熱変換がないので、高信頼の電源を得ることができた。

表1 HI-COM 2300 命令一覧表

四 則	Add	AY	ド ラ ム	Drum Read	DR
	Sub	BY		Drum Write	DW
	Clear Add	XA	シ フ ト	Shift Acc Right	SR
	Multiply	ML		Shift Acc Left	SL
	Divide	DV		Circulate Left Long	LL
アドレス	Add Address	AA	入 出 力	Read Parallel	RP
論 理	Collate	C $\bar{O}$		Sense input	SS
	Exclusive Or	E $\bar{O}$	複 合	Out Put	OT
ジ ャ ン プ	Halt Jump	HJ		Jump and Store	JS
	Jump Unconditionally	JU		Control of Indicator	CI
	Jump if Acc<0	JN		Count and non Zero skip	CS
	Jump if Acc=0	JO			
転 送	Set index	SX			
	Transfer Acc	TY			
	Load Lower Acc	LD			
	Transfer Index	TX			

表2 HI-COM 2300 主要仕様

方 式		基 本 仕 様
語	数 値 語	プ ロ グ ラ ム 内 蔵 式
	命 令 語	内 部 2 進 固 定 小 数 点 符 号 +20 ビ ッ ト + パ リ テ ィ
演 算 方 式		ア ド レ ス 部 13 ビ ッ ト + 修 飾 部 2 ビ ッ ト + 機 能 部 6 ビ ッ ト
演 算 速 度		直 列 同 期 補 数 負 数 2 の 補 数 加 減 算 350 μ s 乗 除 算 2,320~2,880 μ s
命 令 数		27
ア ド レ ス 方 式		1 $\frac{1}{2}$ ア ド レ ス (ア ド レ ス 演 算 付), 間 接 ア ド レ ス 付
基 本 周 波 数		200 kc
基 本 回 路		シ リ コ ン ト ラ ン ジ ス タ ス タ テ ィ ッ ク 同 期 式
記 憶 装 置		コ ア メ モ リ ー 4,096 (固 定 付) ド ラ ム メ モ リ ー 8,192~49,152
入 力		並 列 13 ビ ッ ト ア ド レ ス 直, 並 列 21 ビ ッ ト 情 報
出 力		直, 並 列 21 ビ ッ ト 情 報 並 列 13 ビ ッ ト ア ド レ ス
周 囲 温 度		0~40°C
電 源		220 または 200 V AC 3 ϕ 1 kVA ($\pm 10\%$ -2~+1c/s)

(3) 回 路

全シリコン化された積分入力形論理素子を採用した。基本素子の設計に際しては、過酷な周囲条件にかかわらず、高信頼性と耐雑音性を付与するため、シリコンエピタキシャルプレーナ形トランジスタおよびダイオードとし、最悪条件で十分な電圧電力余裕をもたせた。また、回路の基本周波数も Mc 帯の素子を 200 kc として用い、周波数マージンも考慮した。回路の電圧余裕は $\pm 30\%$ 以上である。

(4) パッケージ

信頼性を上げるため、余分な接続点、接続線、接栓を除くことのできる論理パッケージを採用し、フリップフロップ、インバータ、バッファアンプなどの能動素子を子ボードに実装した親子式パッケージを採用した。このため、接続点、接続線、接栓はだいたい従来方式の $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ になった。パッケージには有機物コーティングを行ない、悪条件下での使用に耐えうるようにした。図1(b)にパッケージを示す。

(5) 操 作 盤

操作盤を二つに分け、保守盤と、プログラム盤(コンソール)とした。保守盤は演算装置きょう体内に固定し、コンピュータの起動や、タイミングなどの保守に必要な表示を行なうものであり、誤って手を触れないようにした。

コンソールはプログラム内容をチェックしたり、レジスタを監視したりするのに用いられるもので、可搬形で、本体とはコネクタで接続するようにしてある。かくすることにより次のような利点がある。

(a) 任意の場所に設置できるから、コンピュータ本体の設置場所に制限をうけない。コンソールのみ操作者の近くに設置すればよい。

(b) プラント制御デスク上や、グラフィックパネル制御盤上の任意の位置に、任意の状態に取り付けられる。

(c) 保守の際、コンソールをチェックポイントの近くに運べるのでコンピュータのまわりをはしりまわる必要がない。

(6) 運転の自動化

コンピュータの起動は、従来非常に手数のかかるもので、誤った操作を行なうと、重要なプログラムを破壊してしまうことがある。本コンピュータは、自動起動を行なうことができる。

3. HI-COM 2300 の仕様

基本周波数は、200 kc で、1ワードは21ビットである。命令は27種で、制御用として便利な命令を具備している。命令一覧を表1に示す。インデックス修飾、間接アドレスが行なわれる。外部よりの割り込みとしては、21ビットのプライオリティレジスタを持ち、さらに13ビットのインジケータを持っているので、外部状態の変化をは握するのに非常に便利である。表2に概略仕様を示す。

図2(a)はブロック図であるが、ビルディンブロックの考え方で、機能ブロックごとに分割した。各ブロックは、ハイウエイ(HW)および単独制御線で接続され、これらの信号線はブロックフレーム端の端子台により結合されている。このような方式で、保守が容易である。

ハイウエイは3本の情報ハイウエイ(HW-1, HW-2, HW-3)と制御ハイウエイ(HW-4)より成っており、情報信号は情報ハイウエイにより伝達される。制御信号は、共通制御信号と単独制御信号に分けられ、前者は数ブロックに供給する信号でHW-4により伝えられる。また後者は特定ブロックのみで必要となるもので、必要ブロックで作られる。

外部機器との結合はHW-OT, HW-SSで行なわれ、Aレジスタとの間で情報交換が行なわれる。図2(b)にその概念図を示す。

磁気ドラムの情報は、DR, DW命令により128ワードのブロックでコアメモリ磁気ドラム間の転送が行なわれる。転送中は、基本周波数はドラムよりの基本周波数(約150 kc)に自動的に切り換えられる。1個のドラムは8,192語収容でき、1きょう体に2個のドラムを実装するので1きょう体16,384語となる。

4. 記 憶 装 置

工業用制御計算機の記憶装置は主記憶装置としての高速度磁気コア記憶装置と、大容量外部記憶装置としての磁気ドラム記憶装置より成り、工業用装置に要求される過酷な使用条件における高信頼性を満足するよう、下記の点に留意されている。

- (1) 高信頼化 部品点数の減少、余裕ある部品使用、各種試験による信頼性の増強
- (2) 使用温度の広範囲化 温度特性の改善、温度補償回路の採用
- (3) 情報の質の向上 書込み、読出し方式 S/Nの向上
- (4) 周辺回路の簡略化 経済性と高信頼化
- (5) メモリプロテクション ブロック単位の書込み禁止

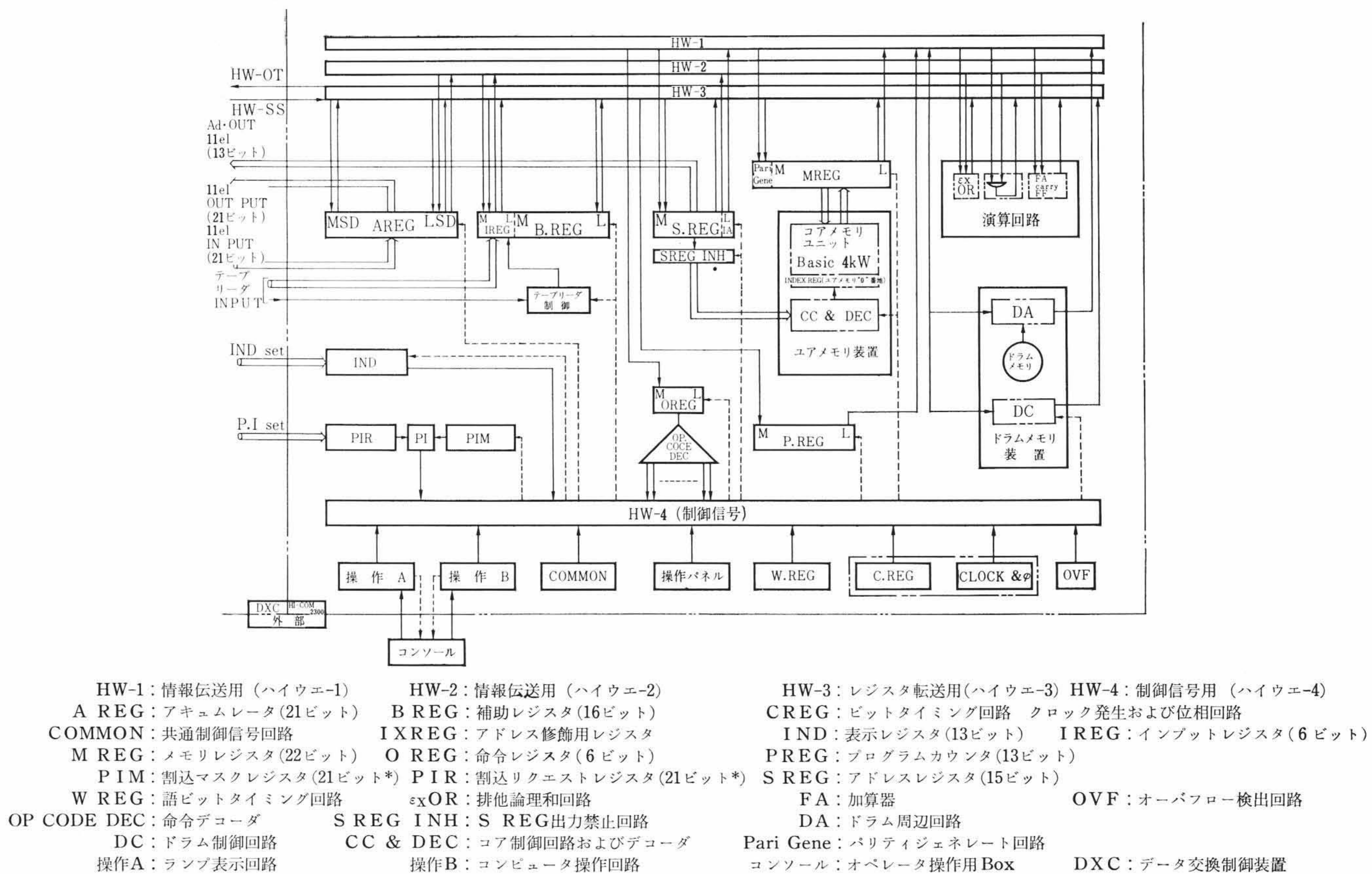


図 2 (a) HI-COM 2300 ブ ロ ッ ク 図

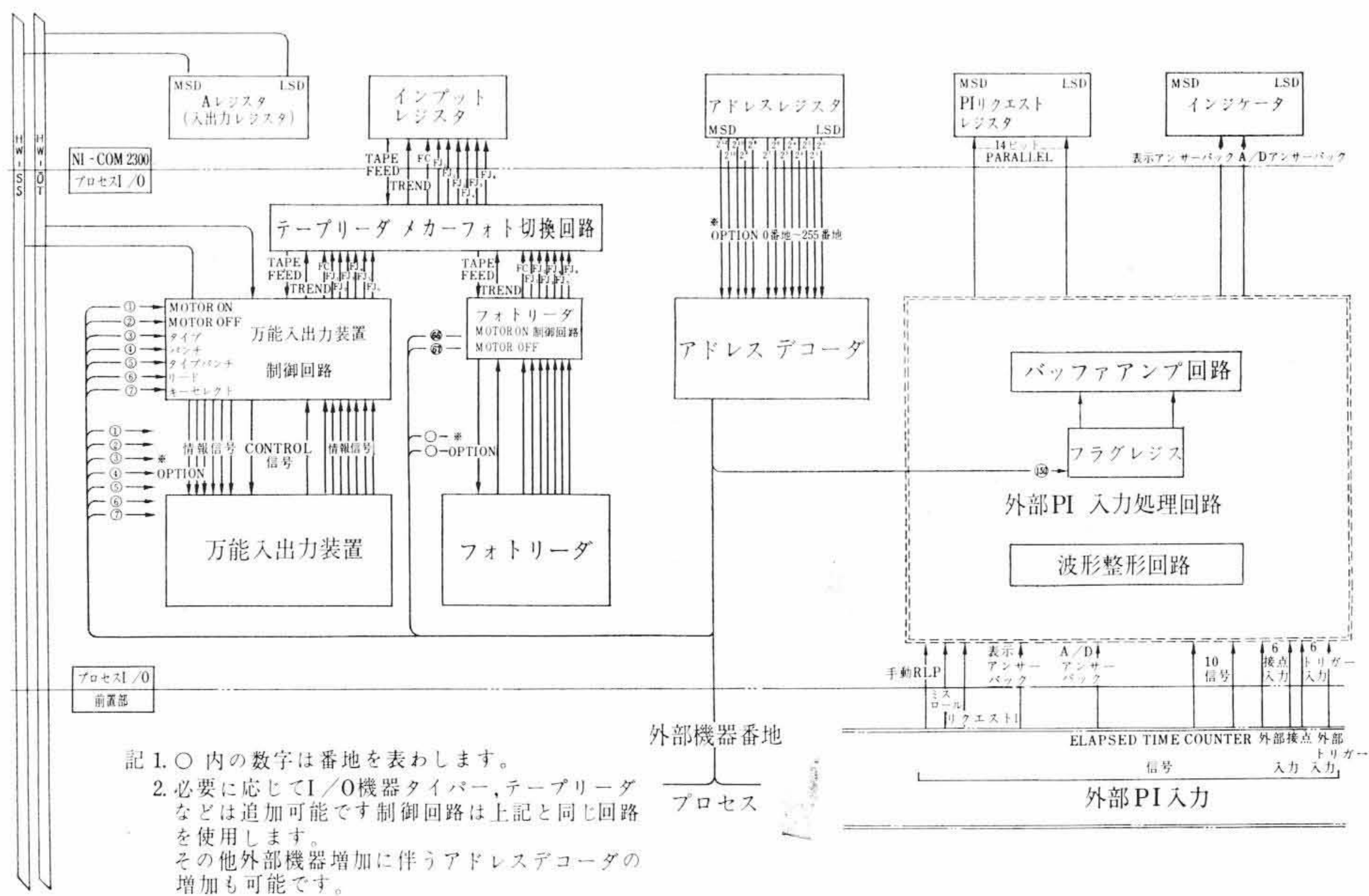


図 2 (b) HI-COM 2300 プ ロ セ ス I/O 系 統 図

(6) 停電対策 オンラインとして欠くことができない停電時の記憶内容の保護

以下おのおのの記憶装置について仕様、特長などを述べる。

4.1 磁気コア記憶装置

本装置は工業用制御計算機の主記憶装置で下記の特長を有する。

(1) 高 信 頼 化

部品、特に半導体部品の点数を極力少なくし、部品定格値に対して十分なデイレートした使用法を採り、さらにコアスタック内のはんだ付による接続点に対しては温度試験、振動試験ならびにヒートサイクル試験を行ない高信頼化をはかっている。

(2) 使用温度の広範囲化

事務用計算機に比較し広い温度範囲での使用が要求される。コアの駆動電流の温度補償を行ない、さらに読出しアンプのスレッシュホルドレベルを温度により最適点になるようにして 0°C ~ 45°C という広い周囲温度で十分なマージンをもって安定に動作する。

(3) 情報の質の向上

メモリ動作速度 (メモリサイクルタイム 25 μs) の関係で 50 mil のコアを使用しているにもかかわらず書込み方法として WA 方式を採用することにより S/N が改善され、読出し電圧 60 mV

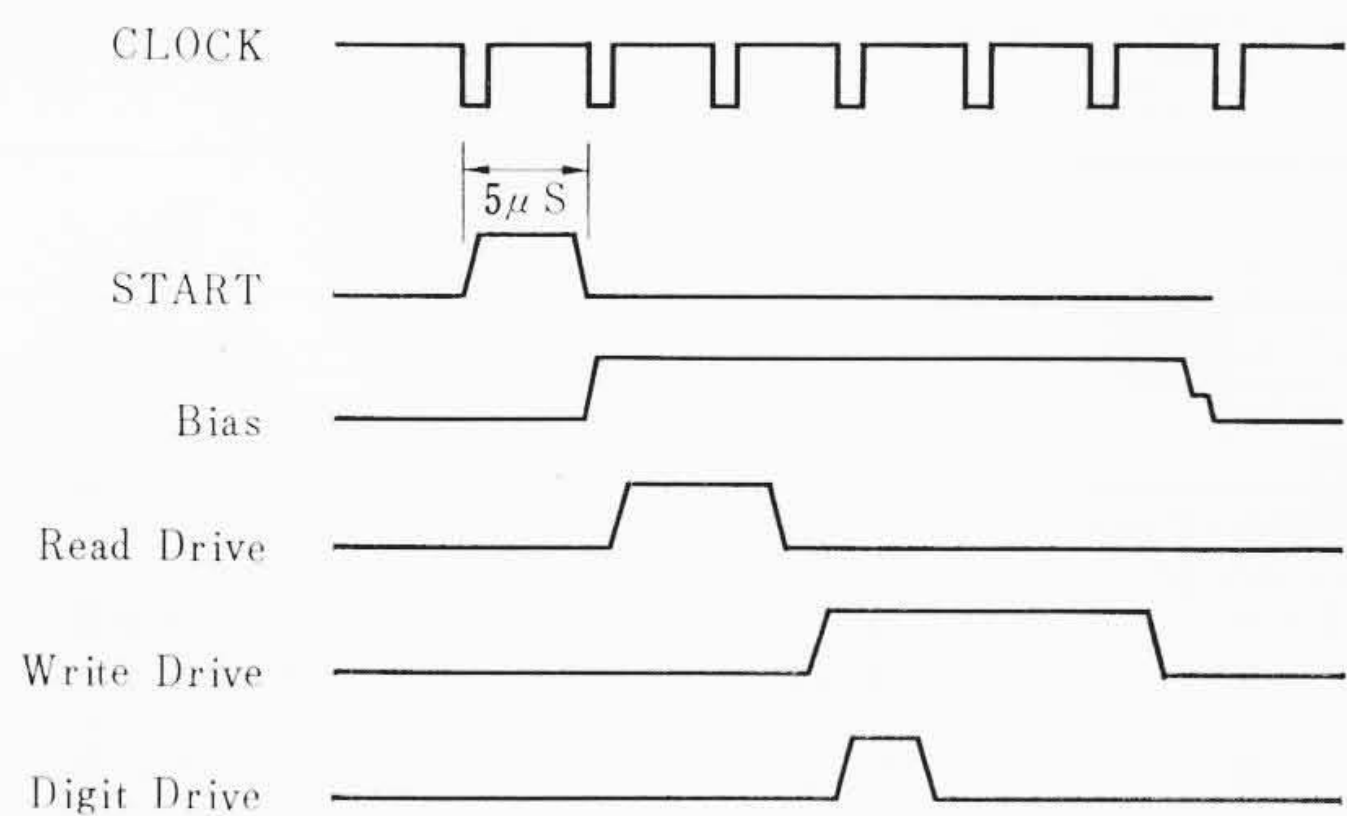


図3 磁気コア記憶動作タイムチャート

以上という良好な情報を得ている。

(4) 周辺回路の簡略化

スイッチングコアを選択マトリックスに使用したWA方式を採用し、WA方式の良好な特性を簡単な周辺回路で得ている。

(5) メモリプロテクション

基本となる命令プログラムには一度コアメモリ内に書込んだらもっぱら読出して使用するものがあるが、これらは計算機が演算中に間違えて別の内容を書込んでしまうようなことがあってはならない。本装置では512語を1ブロックとしてピンボードにより任意ブロックの書込みが禁止できるようになっている。

(6) 停電対策

電源の停電(瞬時停電も含めて)による直流電源電圧の過渡変動によりロジック回路が誤動作し勝手な内容を書込み、すでに格納されているデータを破壊することは、特に制御用計算機においては重大な問題となるので、本装置では電源電圧の降下を検出すると同時に書込み電源をSCRにてロックし、誤書込みを防ぎ記憶内容の保護を行なっている。

次に上記の特長をもつ記憶装置の周辺回路、コアスタックについて説明する。

前述のようにスイッチングコアをアドレス選択マトリックスに使用したWA方式であるのでWA方式の特長を失うことなく周辺回路は電流一致方式と同程度に簡略化されている。電気的な特性としては信号レベル“1”で60mV以上ではほかの方式の数倍である。S/Nはストロブ点で7~8、動作マージンは電流換算で±10%以上である。1コアプレーンは128語を収容し、1語は22ビットで構成されている。スタックは1,024語が単位ブロックとなっている。

記憶動作は計算機からのスタートパルスにより図3のタイムチャートにより実行される。

方 式 ワードアレンジ (WA方式)

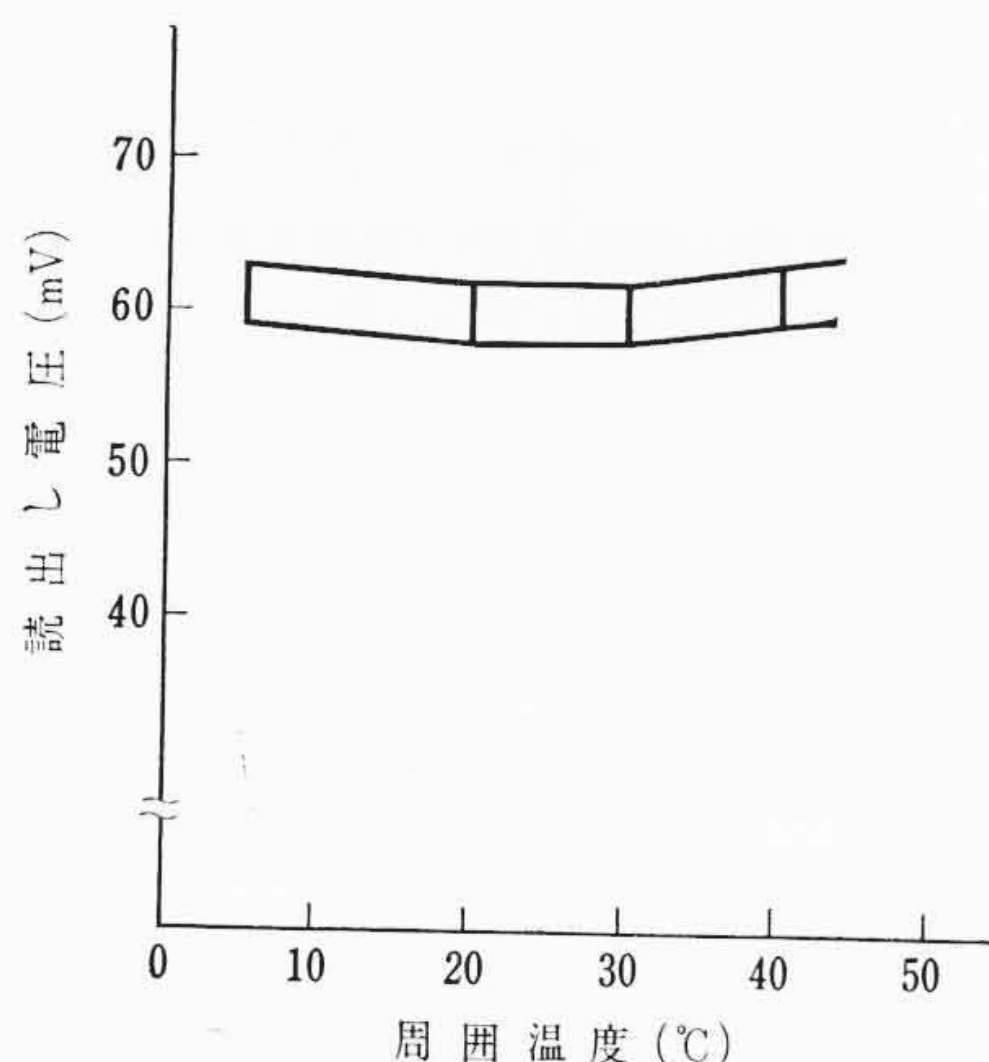


図4(a) 周囲温度による読出し電圧の変動

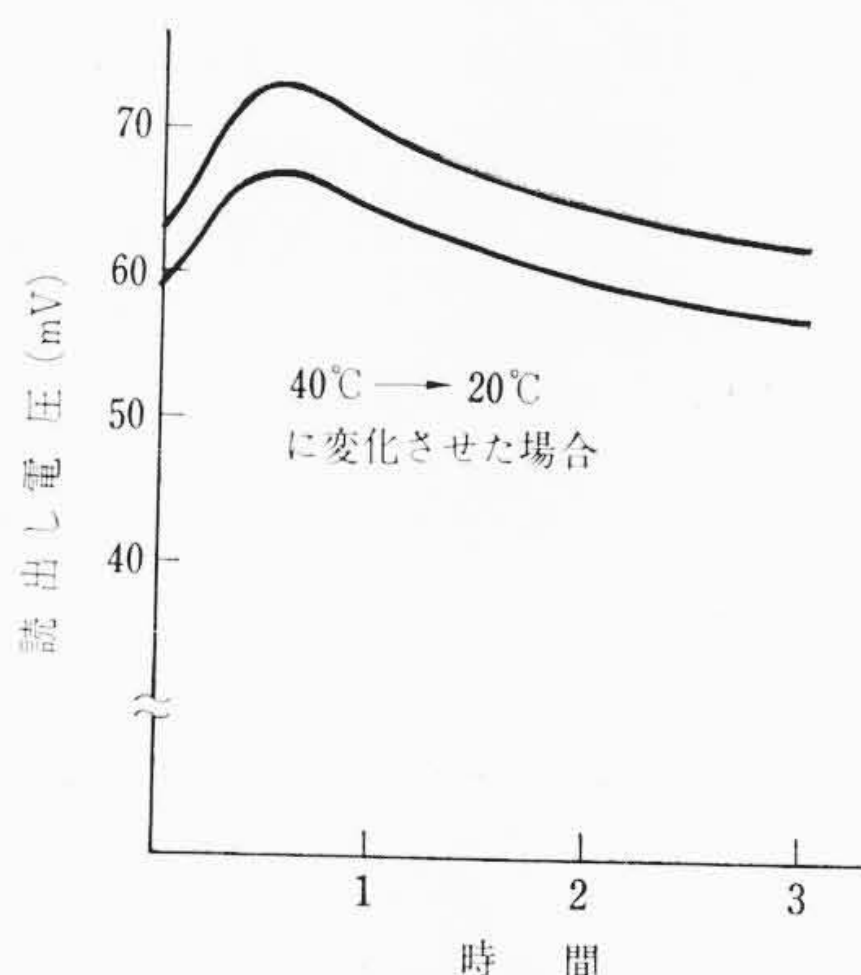


図4(b) 温度急変による読出し電圧変動(I)

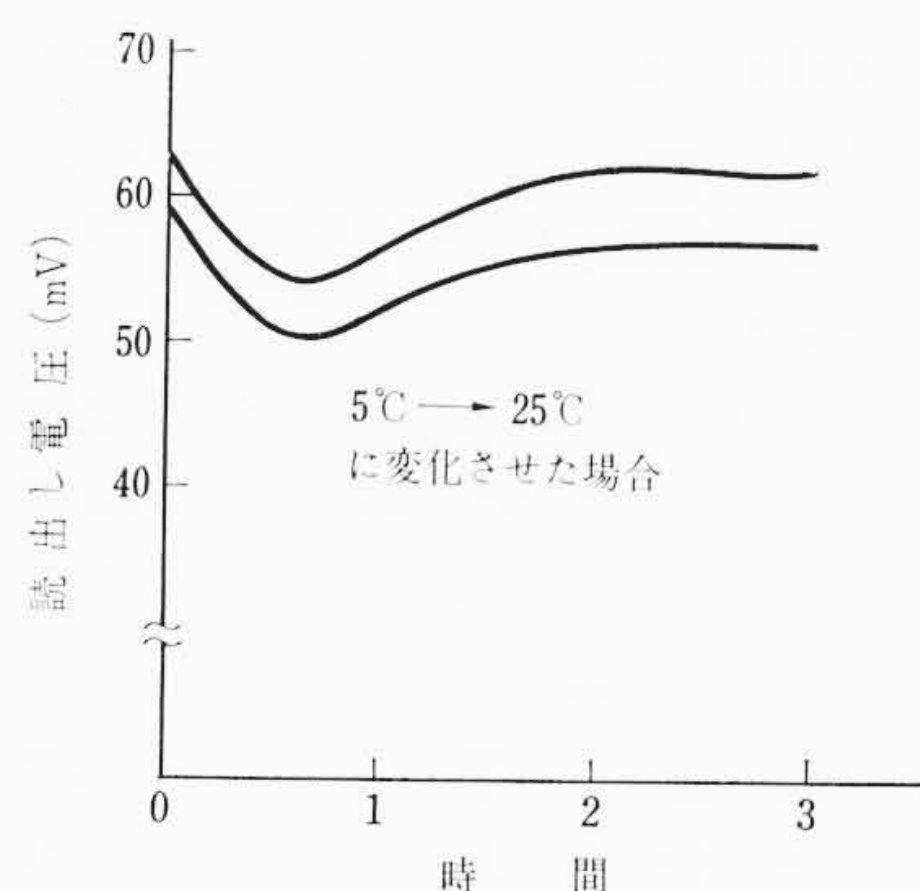


図4(c) 温度急変による読出し電圧変動(II)

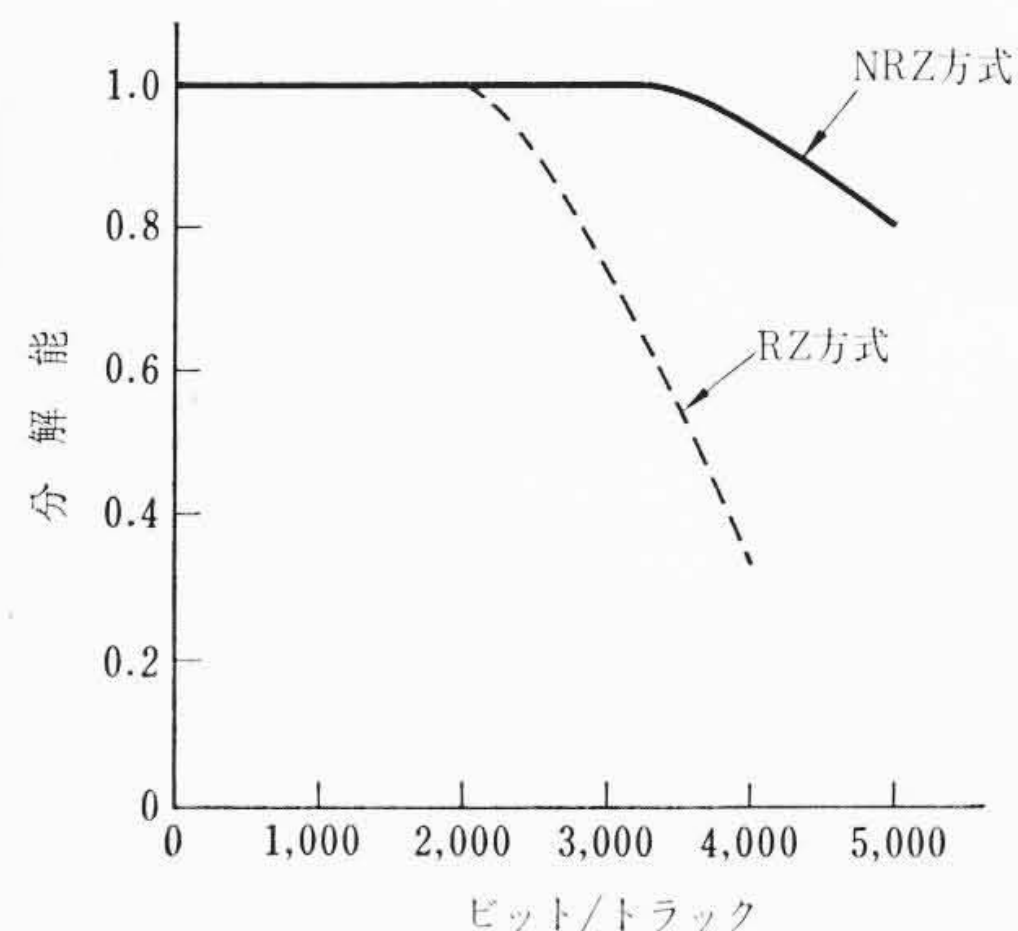


図5 書込み方式による分解能の比較

容 量	4,069 語
	ただし 1 語は 22 ビット
サイクルタイム	25 μ s
使用温度範囲	0℃~45℃
動作マージン	±10% 以上

4.2 磁気ドラム記憶装置

本装置は大容量外部記憶装置である。したがってデータの転送はブロックトランスファにより行なわれる。外部記憶装置ではあるが、制御用として要求される高信頼化を重視し磁気ドラムの決定、回路設計を行なった。

(1) 温度特性の改善

機械的な使用温度範囲は磁気ドラム自体でできてしまうが、使用温度範囲内においても図4に示すように読出し電圧が周囲温度に依存する。このため回路的に補償を行ない読出し情報の改善を行なった。

(2) 読出し情報の質の向上 (NRZ方式の採用)

書込み方式は読出した情報の電圧、S/Nならびに分解能に関係することはもちろんのこと記憶容量、書込み駆動回路の経済性にも直接影響する。NRZ (Non-Return-to-Zero) 方式は RZ (Return-to-Zero) 方式に比較して、書込みに要する平均電力が大きくなり周辺回路が高価になるが図5に示すように分解能がきわだって改善され、さらに“0”信号時にも逆方向の書込み電流が流れて常に直流消磁していることになりS/Nも大幅に改善される。同じ分解能においては記憶容量も大幅に増加するが(図5参照)、本装置ではS/Nのみならず読出し電圧そのものを極力大きくして読出しアンプも含んだ全体の安定動作の増大に主眼点を置き、記憶容量の増加を第2義とした。

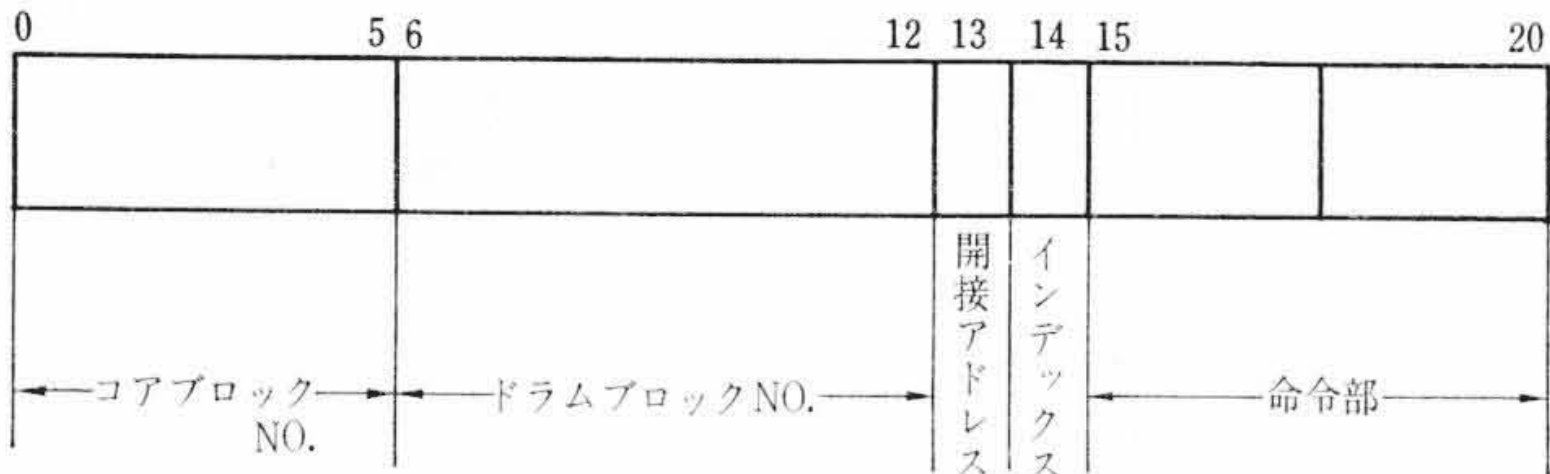


図 6 ドラム命令転送ブロック指定

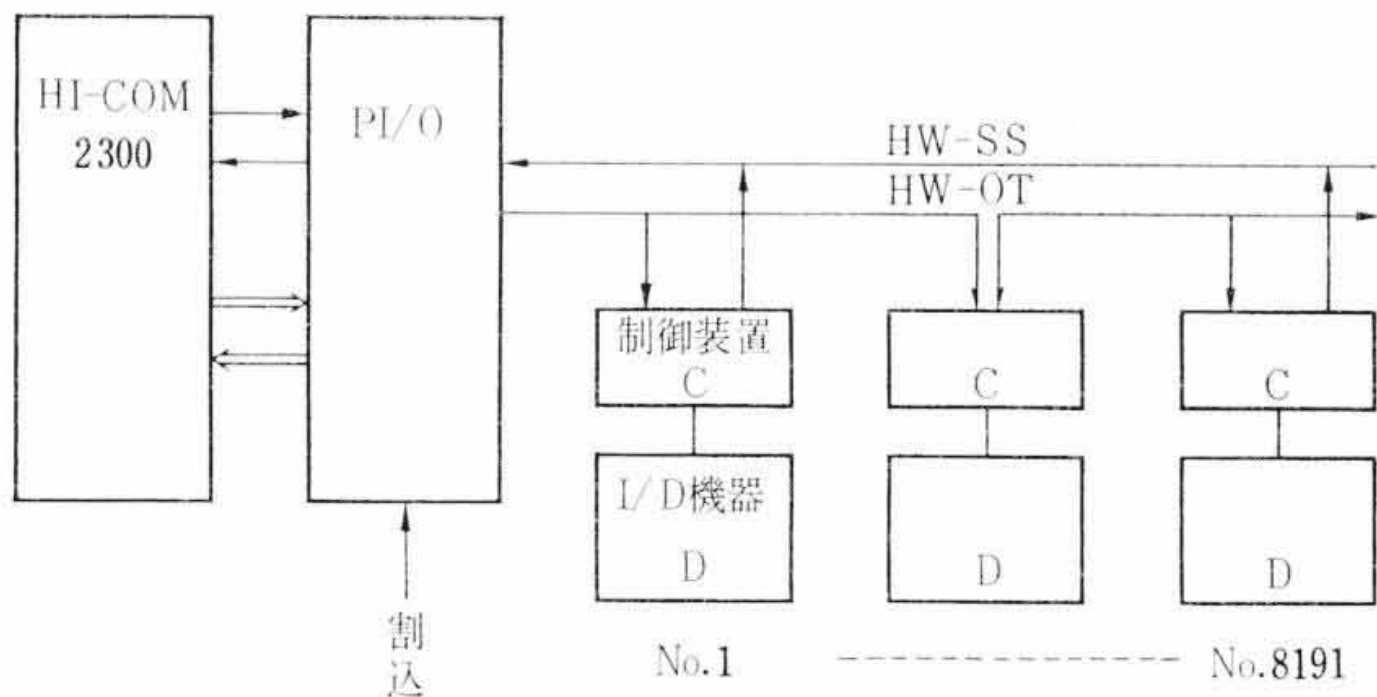


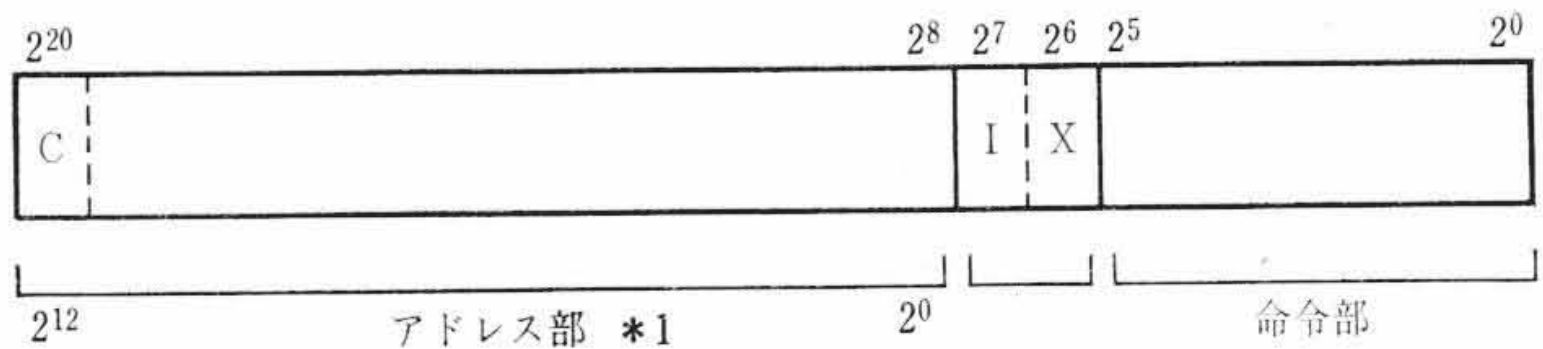
図 7 HI-COM2300 P.I/O 標準接続方式

- (3) メモリプロテクション
- コアメモリと同様な理由により 128 語を 1 ブロックとしてピンボードにより任意ブロックの書き込み禁止ができる。
- (4) 停電対策
- 磁気コア記憶装置と同様停電時の電源過渡状態に記憶内容が破壊されることのないように停電検出と同時に書き込み電流をロックして既納の情報を保護する。
- (5) そのほか、さらに記憶容量を増加するために複数の磁気ドラムを追加する場合には、ドラム周辺回路のみならず磁気ドラム駆動モータのシーケンシャル起動もビルディングブロック式に追加することが可能である。
- 次にデータ転送について説明する。データ転送は前述のようにブロックトランスファで行なわれ、その場合に使用する命令は OT 命令、DR 命令ならびに DW 命令の 3 種である。OT 命令によりドラムキュービクルが指定され、DR (ドラム内容読出し) または DW (ドラム書込み) により読出しまたは書込みが指定される。DR または DW 命令は図 6 のような構成になっており、ブロックトランスファすべき磁気ドラム記憶装置のブロックならびに磁気コア記憶装置のブロックが指定される。DR または DW の指令が計算機より発せられると計算機システムの同期用クロックは指定された磁気ドラムのクロックに切り換えられ、読出しアンプなどのバイアス回路が安定した時点から磁気ドラム (または磁気コア) → 磁気コア (または磁気ドラム) の直列転送が開始する。指定された 1 ブロック 128 語の転送が完了すると、転送完了の指令が計算機本体に伝えられ、本体クロックに再切り換えが行なわれ、命令実行完了となる。なお続けて同一キュービクルの磁気ドラムを使って DR または DW の命令を実行する場合には一度キュービクルが指定されるとその後の指定は不要である。

以上の特長、機能をもつ磁気ドラム記憶装置のおもな仕様を下記に列挙する。

磁気ドラム数	2 台/キュービクル
トラック数(データ用)	64 トラック/1 台
トラック数(クロック用)	1 トラック/1 台
トラック数(タイミング用)	1 トラック/1 台
記憶容量	8,192 語/1 台
記憶方式	NRZ (Non-Return-to-Zero)
周囲温度	15℃～35℃ ただし温度こう配 ≤0.3℃/分

表 3 入出力制御命令



252423222120	220	入出力方式	
0 1 1 1 1 0	1	並列 OT 方式	Acc の内容 → 外部
	0	直列 OT 方式	Acc の内容 → 外部
0 1 0 0 1 0	1	並列 SS 方式	外部入力 → Acc 取込
	0	直列 SS 方式	外部入力 → Acc 取込

* 1. 外部機器を指定する。
* 転送速度: 60 KBits/s MAX

表 4 I/O 制御ブロック標準

制 御 ブ ロ ッ ク	制御方式	説 明
万能入出力装置 制御ブロック	直 列 II 形 I 形	(i) タイプ (ii) パンチ (iii) リード (iv) キーの各機能 各機能間の同時動作は不可 3 キャラクタ バッファ付 1 キャラクタ バッファ付
光電式テーブリーダ 制御ブロック	直 列 II I	高 速 読 取 200 文字/秒 3 キャラクタ バッファ付 1 キャラクタ バッファ付
機械式 テーブリーダ	直 列	低 速 読 取 450 文字/分
テ ー ブ パ ン チ ャ	直 列	
アウトプットタイパ	直 列	ロギング用, そのほか
カ ー ド パ ン チ ャ カ ー ド リ ー ダ	直 列 直 列	1 キャラクタ BUF 付
ア ド レ ス デ コ ー ダ	並 列	256 点までデコード
フ ラ グ レ ジ ス タ	直 列 並 列	{ 1. 保 存 方 式 2. 消 滅 方 式 (読出し後消滅) 1. 保 存 方 式
接点入力アダプタ		CR フィルタブロック
パルサーブロック		入力波形のパルス整形ブロック

回 転 数	3,000 rpm (50 c/s) または 3,600 rpm (60 c/s)
クロック周波数	150 kc/s または 180 kc/s
平均待時間	10 ms または 8.3 ms
ブロック転送時間	40 ms + 1 ms + 待時間 または 33.2 ms + 1 ms + 待時間
駆 動 電 源	100V ^{+5%} / _{-10%} 50/60 c/s 1φ

5. プロセス入出力制御装置 (P.I/O)

HI-COM 2300 は 8,191 点までの入出力機器を直接に制御することができる。入出力制御命令としては、表 3 に示してあるような 2 種の命令 (SS および OT) が用意されている。

HI-COM 2300 システムにおける入出力機器の接続方式は図 7 に示すとおりである。すなわち各機器は機器専用の制御装置 C を介して P.I/O 装置に結合され、P.I/O 装置は HI-COM 2300 と標準方式により結合されている。P.I/O は以上に述べる機能を有する。

- (1) 命令、および機器指定アドレス情報をデコードして各入出力制御装置 C に制御信号として与える。
- (2) 各入出力機器の動作の監視を行ない、正常動作、異常動作、動作終了の各状態を HI-COM 2300 本体に報告する。
- (3) 外部機器からのコントロール要求割込信号を受付ける。
- (4) コンソール入出力装置の制御機能を有する。

通常 HI-COM 2300 システムは、広範な入出力機器を制御するために、各機器の制御装置まで P.I/O に組み込んで標準化することは得策でない。しかしプログラムおよびオフラインデータの入出力に

用いるコンソール入出力機器は標準機種を決めて P.I/O 機能に含ませている。もちろんシステムによく合致したコンソール入出力機器を別途組み合わせることはできる。HI-COM 2300, P. I/O の特長を次に掲げる。

- (1) ビルディングブロック方式による構成を可能にしている。
- (2) 外部割込システムの構成を柔軟なものとし、ソフトウェアに対してハードウェア上からの制限を極力排している。(2 次割込レベル)
- (3) 外部入出力機器との情報交換方式として、2 方式用意し、外部機器に最も適した接続方式を用いることができる。

まず HI-COM 2300 P. I/O の最大の特長の一つは、各種コンソール入出力機器の制御回路をユニット化しているため、広範な入出力機器システムを構成できることである。P. I/O 用として標準化している、制御ブロックの一覧は表 4 に示されている。また、コンソール入出力制御装置はすべて、入出力レジスタを備えており、機器の同時制御を可能ならしめている。このため入出力機器の速度による制限が著しく緩和されている。

2 次割込レベルに 21 ビットのフラグレジスタを最大 21 個まで付加できる。すなわち 441 点までの割込みを受付けうる。フラグレジスタの各ビットは外部信号により、独立にセットされる。このフラグレジスタは HI-COM 2300 本体内部の割込レジスタの各レベルに対応して、各レベルの割込信号の詳細の保持および処理未完の割込みを記憶しておくために用いられる。このフラグレジスタの各ビットは、独立に任意の 1 次割込レベルをセットできる構成となっている。

次に HI-COM 2300 の情報交換方式について述べる。

SS, OT 命令による外部機器の制御はすべて、SS, OT 命令のアドレス部で指定された外部レジスタ、リレー群、接点群などに対して行なわれる。SS, OT 命令のアドレス部は 13 ビットで構成されているが、最上ビットすなわち 2^{12} ビットによって情報入出力方式を指定する。

$2^{12}=1$ 並列入出力方式

$2^{12}=0$ 直列入出力方式

したがって各方式ともに直接指定可能な外部機器は 4,096 点である。

(1) 直 列 方 式

HW-SS, HW-OT という入出力専用 BUS 各 1 本を用いて、外部レジスタとアキュムレータ間の情報転送をシリアルパルス列として行なう方式である。外部機器にはすべて番地を付し、たとえば N 番地に相当する外部機器にアキュムレータの内容を与える場合には

OT/N $0 \leq N \leq 4,095$

を実行させるとよい。またアキュムレータに外部機器 M よりデ

ータを取り込む場合には

SS/M $0 \leq M \leq 4,095$

とすればよい。

(2) 並 列 方 式

入力、出力用各 21 本の情報 BUS を用いて外部非同期機器に対して情報の転送を行なう方式である。命令は直列方式の場合と同様であるが、外部機器の割当て番地が異なっている。

OT/N $4,096 \leq N \leq 8,191$

SS/M $4,096 \leq M \leq 8,191$

HI-COM 2300 を中核として FACTROL システムを構成した場合にも、前置部(制御装置)と HI-COM 2300 間の情報交換は P. I/O を介して行なわれる。前置部に収納される機器と情報形式の概略を次に掲げる。

機 器	情報形式
(1) A/D, D/A 変換器	11 ビット
(2) 表示装置 WSRy 方式	10 進 5 けた最大
(3) デジタル入力, 出力, 並列, 直列	21 ビット
(4) ステッピングモータコントロール	パルス列
(5) カウンタ(パルス積算)	
(6) 時計(水晶時計) 精度 $\pm 5 \times 10^{-5}$, $\pm 2 \times 10^{-4}$	
(7) トリガ増幅器ユニット	
(8) MT (Magnetic tape Recorder)	

6. 結 言

以上工業用制御計算機の信頼性に重点をおき、制御装置としての観点から開発した HI-COM 2300 について述べた。本装置は、ホットストリップミルの計算機制御、均熱炉および分塊ミルの計算機制御、ラジオテレビの番組制御(PASC)に適用され、高信頼性に関するデータを集積しつつある。

本計算機システムは常に適用と密接な関係を保ち開発したものであり、従来ややともすれば、計算装置としての色彩が濃かった制御用計算機を、制御装置的な色合いを持たせることに成功したと確信している。

本装置完成については、日立製作所中央研究所三浦主任研究員、国分工場泉副工場長、日立工場平川部長、菱沼副部長、藤木課長、そのほか多くの関係者から、技術的なご援助、ご指導をいただいた。ここに厚くお礼申し上げる。

参 考 文 献

- (1) 石川ほか：日立評論 46, 1345 (昭 39-8)
- (2) 井原ほか：日立評論 46, 1474 (昭 39-9)
- (3) 井原ほか：日立評論 47, 1250 (昭 40-7)
- (4) 石川ほか：Hitachi Review Vol. 15, 136