

高速・大容量半導体記憶装置

High Speed and Large Capacity Semiconductor Storage Devices

コンピュータシステムの高性能化、大規模化に伴い、外部記憶装置に対する高速化および大容量化の要求は非常に強く、半導体記憶装置は最も高速な外部記憶装置として使用され、システム性能を向上させるために重要な位置を占めている。

H-6916-6形半導体記憶装置・H-6912-5形半導体記憶制御装置は、最新の4MビットDRAMを使用し、サブシステム最大記憶容量16Gバイトの大容量を実現し、さらに光チャネル接続時データ転送速度18Mバイト/s、アクセス時間0.1msの高速化を実現した高速・大容量の半導体記憶装置サブシステムである。

岡 隆史* Takafumi Oka
山形博健* Hirotsugu Yamagata
影浦憲一* Ken'ichi Kageura
湯沢 泉* Izumi Yuzawa

1 緒 言

コンピュータシステムの中でもCPU性能の高速化に伴うデータ処理量は著しく増加している。しかし、特定ファイルへのアクセス集中、CPUと外部記憶装置との処理速度のギャップはI/Oボトルネックを生じ、システム性能向上の障害となっている。この処理速度のギャップを埋めるために開発されたのが半導体記憶装置であり、当初ページング用途として主に使用され、導入が容易で、かつ効果が顕著なことから急速に市場に受け入れられた。

近年、その用途はページング、ワーク、スワップなどのアクセスの集中が予想されるデータセットから、データベース本体への使用などへと拡大している。

このような用途の拡大に伴う高性能化、大容量化の要求にこたえるために開発したのが、H-6916-6形半導体記憶装置・H-6912-5形半導体記憶制御装置である。

今回開発した半導体記憶装置サブシステムは(図1)、最新の4MビットDRAMを使用し、サブシステム最大記憶容量16Gバイト(従来機比4倍)の大容量を実現し、さらに光チャネル接続時データ転送速度18Mバイト/s(従来機比3倍)、アクセス時間0.1ms(従来機比3倍)の高速化を実現した。

本装置は従来の磁気ディスク駆動装置部分を半導体メモリ素子に置き換えたもので、ホストコンピュータからは磁気ディスク装置として取り扱うことができ、アクセス頻度の非常に高いデータを収容するファイルに使用することによって、適用ファイルすべての安定した高性能化が可能である。これに対しキャッシュ付きディスク制御装置は、大容量の一般ファイルに使用することによって全体的にアクセス時間を短縮

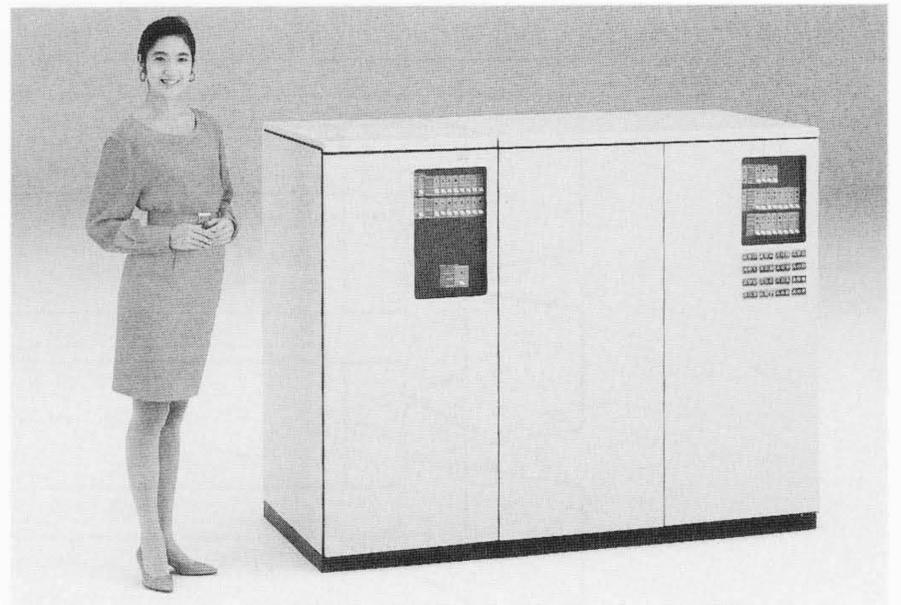


図1 H-6916-6形半導体記憶装置 装置の外観を示す。左側がH-6912-5形半導体記憶制御装置(1台)、右側がH-6916-6形半導体記憶装置(1台)である。

するのに有効である。

2 主な仕様と構成

今回開発装置と従来機の主な仕様比較を表1に示す。最大記憶容量は従来機の4倍、アクセス時間は従来機の $\frac{1}{3}$ 、データ転送速度は光チャネル接続時18Mバイト/sで従来機の3倍、チャネルとの距離を最大1kmまで離すことができる。このように従来機に比べ大容量化、高速化を実現した。

サブシステム最大構成例を図2に示す。H-6912-5形半導体記憶制御装置は2台接続が可能で、内部に2台の記憶ディレ

* 日立製作所 小田原工場

表1 H-6916-6形, H-6912-5形仕様 光チャンネル接続時18 Mバイト/sと従来にない高速データ転送が可能となる。

項目	形式	開発製品	現行製品
		H-6916-6・H-6912-5	H-6916-5・H-6912-3
記憶容量		256~4,096 Mバイト	256~1,024 Mバイト
増設単位		256 Mバイト	128 Mバイト
性能	平均アクセス時間	0.1 ms	0.3 ms
	データ転送速度	18 Mバイト/s*, 9 Mバイト/s, 6 Mバイト/s, 3 Mバイト/s (最大18 Mバイト/s×4)	6 Mバイト/s, 3 Mバイト/s (最大6 Mバイト/s×4)
接続システム		M-880, M-680, M-660, M-640プロセッサグループ	M-68X, M-66X, M-640プロセッサグループおよびM-240D以上
サポートソフト		VOS 3/AS, VMS/AS	VOS 3/ES I, VOS 3/SP2I, VMS/ES
外形寸法 幅×奥行き×高さ(mm)		1,100×800×1,300	同左

注：略語説明ほか VOS 3/AS(Virtual-storage Operating System 3/Advanced System Product)
 VMS/AS(Virtual Machine System/Advanced System Product)
 VOS 3/ES I (Virtual-storage Operating System 3/Extended System Product I)
 VOS 3/SP2I (VOS 3/System Product 2I)
 VMS/ES(Virtual Machine System/Extended System)
 * 光チャンネル接続時

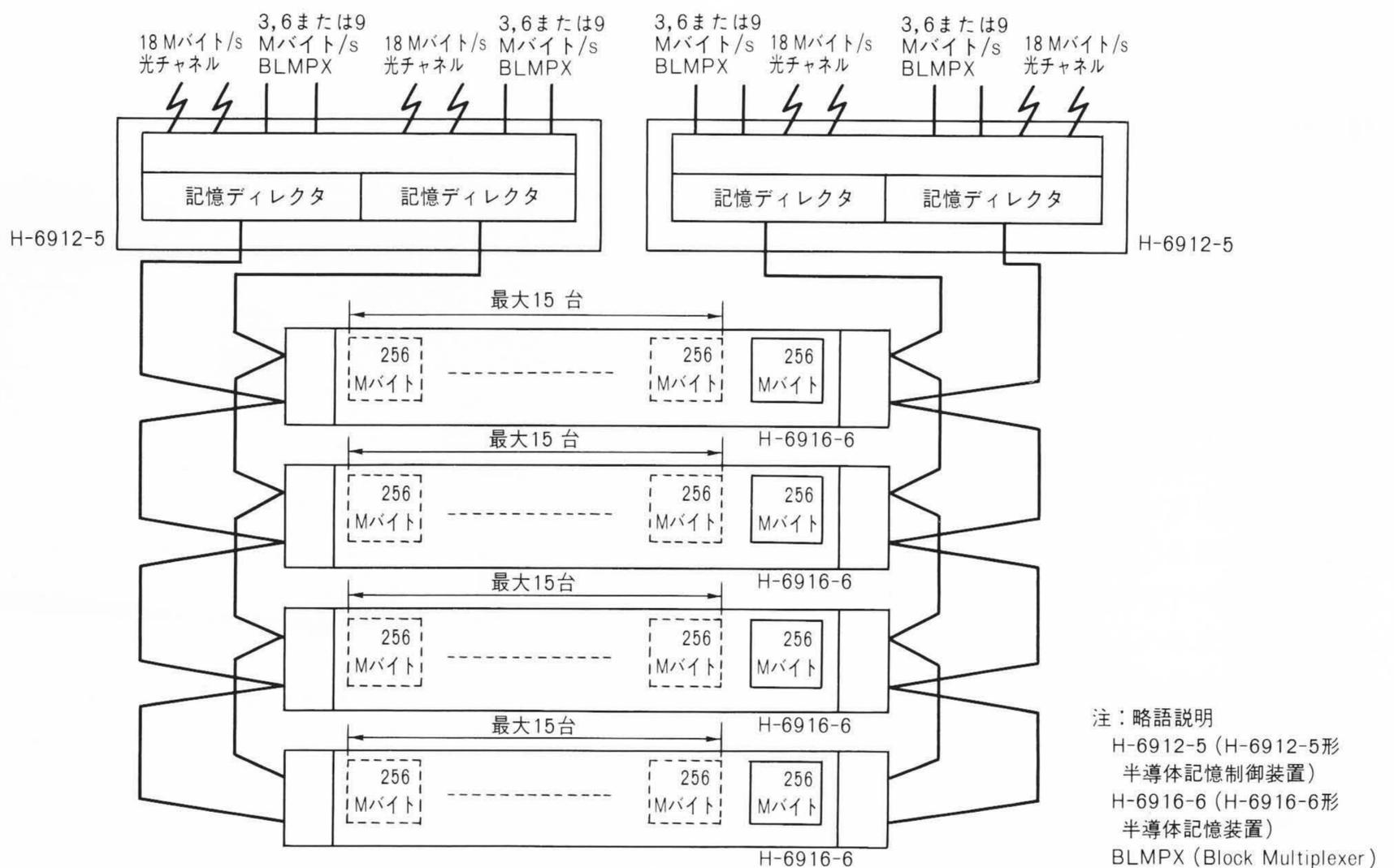


図2 システム構成例 H-6912-5形半導体記憶制御装置 2台(4 記憶ディレクタ), H-6916-6形半導体記憶装置 4台で構成する。

クタを持ち、各記憶ディレクタはH-6916-6形半導体記憶装置を4台まで制御可能である。各記憶ディレクタごとに18 Mバイト/sのデータ転送速度が可能であり、サブシステム全体で最大72 Mバイト/sのデータ転送が可能である。

3 主な特長

H-6916-6形半導体記憶装置・H-6912-5形半導体記憶制御装置は以下の特長を持っている。

(1) 高速性

平均アクセス時間0.1 ms, データ転送速度は光チャンネル接

続時でディレクタ数に応じて18~72 Mバイト/s, メタルチャンネル接続時で9~36 Mバイト/sであり, 従来の磁気ディスク装置に比べ大幅に入出力処理時間を短縮することができ, システムのスループット向上に効果がある。

(2) 拡張クロスコール機能

H-6912-5形半導体記憶制御装置では, 拡張クロスコール機能をサポートする。拡張クロスコール機能の概略動作を, 図3を引用して説明する。この機能は2台の記憶ディレクタを1台の制御クラスタに収め, 制御クラスタごとにアドレスを持つ。上位装置は制御クラスタに対しアクセス要求を出す点が,

従来のクロスコール機能が記憶ディレクタごとにアドレスを持ち、上位装置は記憶ディレクタにアクセス要求を出すのと異なっている。制御クラスタは同時に2パスでのデータ転送が可能であり、配下の記憶ディレクタのうち未使用のものを選択する機能を持っている。したがって、CPU1が制御クラスタ1によってデータ転送中であっても、CPU2からの起動を受領し、未使用の記憶ディレクタによってコマンドを実行できる。この機能により、アクセスパスの競合が緩和され、単位時間当たりの処理件数を増やすことが可能である。

(3) 大容量

メモリ部は4MビットDRAMによって構成され、H-6916-6形半導体記憶装置の最大記憶容量は4Gバイト/台、サブシステム全体で16Gバイトの大容量を実現した。

(4) 高信頼性

メモリ部は8バイト当たり2ビットまで自動訂正できるECC(誤り訂正符号)機能を持ち、さらにメモリフィールドをID(Identify)情報・CRC(Cyclic Redundancy Check)情報で保障する制御方式を採用しているため、高い信頼性が保たれている。

(5) 二重書き機能

ソフトウェアの二重書き制御プログラムと組み合わせることにより、異なる半導体記憶装置のボリュームに常に同一内容のデータを保持できるため、万一の障害の際、業務の中断やシステムダウンを回避できる。

(6) 導入の容易性

従来の磁気ディスク装置(H-6586-J形・H-6586-G形・H-6586-K形駆動装置)とソフト的な互換性を保っているため、既存のプログラムを修正、新規作成する必要がなく、半導体記憶装置の導入は非常に容易である。

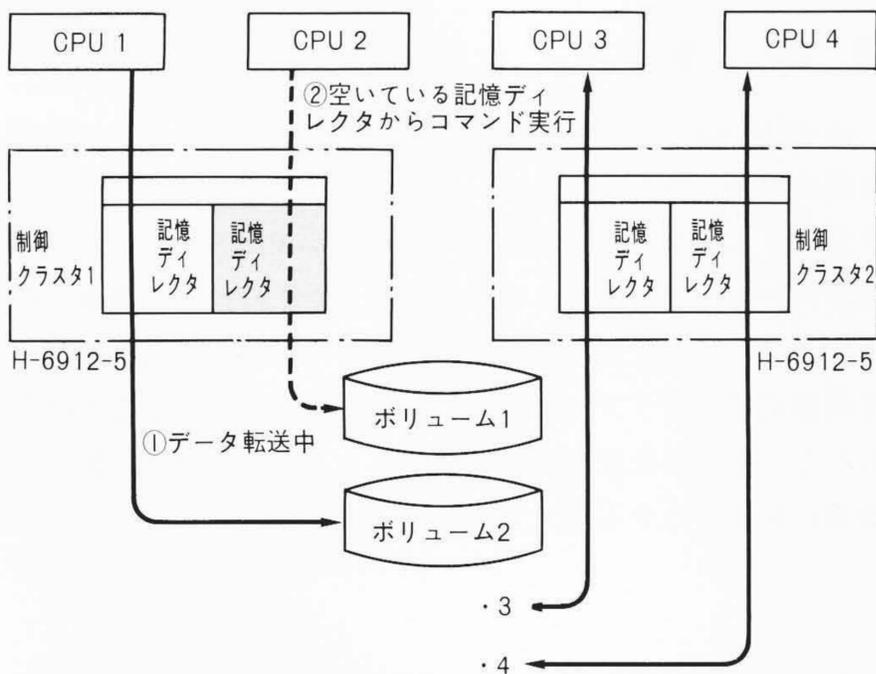


図3 拡張クロスコール機能 H-6912-5形半導体記憶制御装置はCPUからのアクセスに対し、未使用のディレクタを選択してコマンドを実行できるので、アクセスパスの競合が緩和される。

(7) データの不揮発性

半導体記憶装置内のデータの流れを図4に示す。

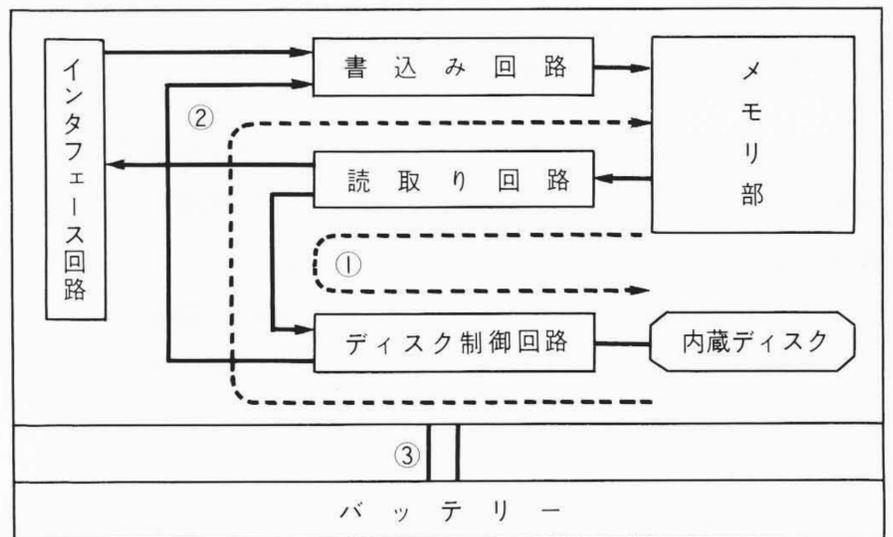
電源切断の際には、内蔵磁気ディスクに、メモリ部のデータを自動的に退避し、再び電源投入の際には、この内蔵磁気ディスクからメモリ部へデータを復元する機能を持っている。

また内蔵バッテリー(標準装備)により、短時間の停電時にはメモリ上でデータが保持され、長時間の停電時にはバッテリー電源でデータ退避が自動的に行われるので、よりいっそうの不揮発性が保障される。

(8) 構成の柔軟性

表2に示すように、各種パラメータ(メモリ容量、ボリューム数、ボリューム容量)は、ユーザーニーズに応じてきめ細かく設定することができる。

半導体記憶装置



動作モード	動作内容
① 電源切断時	メモリ部のデータを内蔵ディスクに退避(アンロード):約8分
② 電源投入時	内蔵ディスク部のデータをメモリ部に復元(ロード):約4分
③ 停電時	バッテリーバックアップによってアンロードを行う。

図4 不揮発機構 バッテリーを付加したときの、メモリ部と内蔵ディスク間のデータの退避・復元動作の概念を示す。矢印破線はデータの流れを示す。

表2 ボリューム数・ボリューム容量 各種パラメータはユーザーニーズに応じてきめ細かく設定することができる。

項目	形式	H-6916-6・H-6912-5
クロスコール機能		拡張クロスコール 基本クロスコール
メモリ容量・筐(きょう)体		256~4,096 Mバイト (増分256 Mバイト)
ボリューム数・筐体		1~16の16通り 1~8の8通り
ボリューム容量		1 Mバイト単位に設定可能*

注：* 全ボリューム容量の総合計が、記憶装置のメモリ容量に一致すること。

表3 シミュレーション環境 4台のCPUからのアクセスを想定し、半導体記憶装置へのアクセスとディスク装置へのアクセスを比較する。

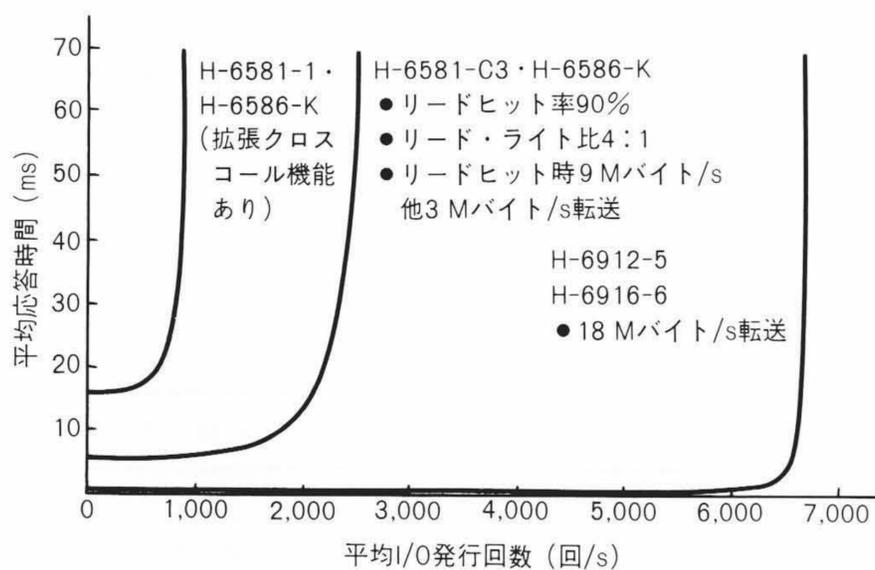
制御装置 項目	ディスク制御装置 (H-6581-1)	キャッシュ付きディスク制御装置 (H-6581-C3)	半導体記憶制御装置 (H-6912-5)
サブシステム構成			
ブロックサイズ	4 kバイト/BLK	4 kバイト/BLK	4 kバイト/BLK
リード・ライト比	4 : 1	4 : 1	4 : 1
駆動装置性能	平均シーク時間12.5 ms (H-6586-K)	キャッシュヒット時を除く平均シーク 時間12.5 ms(H-6586-K)	平均アクセス時間0.1 ms (H-6916-6)
リードヒット率	キャッシュなし	90%	—
転送速度 ()内オーバーヘッド	3 Mバイト/s (約1.67 ms)	9 Mバイト/s (約1.11 ms)	18 Mバイト/s (約0.3 ms)

注：略語説明
 H-6581-K (H-6581-1形
 ディスク制御装置)
 H-6586-K (H-6586-K形
 磁気ディスク装置)
 H-6581-C3 (H-6581-
 C3形キャッシュ付き
 ディスク制御装置)

4 サブシステム性能

シミュレーションにより、H-6916-6・H-6912-5形半導体記憶装置サブシステムの限界性能を予測し、他機種との比較を表3の条件で行った。シミュレーション条件は、4台のCPUから1台の制御装置を使用する環境で、制御装置配下に64ディスクボリュームが制御されるものとした。動作条件は、特定ディスクボリュームへのアクセス集中はないものとし、1秒当たりの平均I/O発行回数での平均応答時間を示している。

結果を図5に示す。H-6916-6・H-6912-5形半導体記憶装置サブシステムの性能は、約6,000件/sまで約0.6 msの応答時間で安定しており、非常に高速であることがわかる。このことから、高速アクセスを必要とするデータセットに適しており、特定ファイルへのアクセスの集中によるI/Oボトルネック



注：本図に示す性能は計算機によるシミュレーション結果であり、実機測定結果ではない。

図5 性能シミュレーション結果 H-6912-5・H-6916-6形半導体記憶装置サブシステムの平均応答時間は、4 kバイト/ブロック時で約0.6 msで非常に高速である。

を解消する外部記憶装置として最適である。半導体記憶装置サブシステムの適用分野として、具体的に有効であるユーザーデータセット、システムデータセットなどの代表例を以下に示す。

- (1) ユーザーデータセット
 - (a) データベースインデックス用データセット
 - (b) テーブルファイル用データセット
 - (c) ソートワークデータセット
 - (d) 中間ワークファイル
 - (e) プログラムライブラリ ほか
- (2) システムデータセット
 - (a) カタログ
 - (b) パスワードデータセット
 - (c) ページデータセット
 - (d) スワップデータセット ほか

5 結 言

H-6916-6形半導体記憶装置・H-6912-5形半導体記憶制御装置の概要と特長は以上述べたとおりであるが、今後ますますシステムの高性能、高速化への顧客要求は高まるばかりである。一方、目覚ましい半導体メモリ素子の技術の進歩に合わせ、メーカーとして新素子を搭載した高機能、高信頼性の半導体記憶装置サブシステムの早期開発に努力することはもちろん、顧客の貴重な意見、要望をとり入れながら、製品の改善に鋭意努力する考えである。

参考文献

- 1) 岡，外：半導体記憶装置「1 Mビット-DRAM機」，日立評論，70，2，161～164(昭63-2)