

HITAC 8000 用 1600 BPI 磁気テープ装置

1600 BPI Magnetic Tape Stations for HITAC 8000 Series

早 川 亘*
Wataru Hayakawa

恒 川 清 爾*
Seiji Tsunekawa

加 藤 勝 彦*
Katsuhiko Katô

要 旨

現在、HITAC 8000 シリーズ電子計算機の標準磁気テープ装置として使用しているものは、9トラック、800 BPI (800 BITS PER INCH すなわち 800 ビット/25.4 mm) の記録密度であるが、新たに、この2倍の高密度記録再生を行なういわゆる 1600 BPI 磁気テープ装置を完成した。

本装置の記録方式は、世界的に情報交換用磁気テープの共通仕様とされている ISO 規格案に準拠して設計・製作されている。

電子計算機システムの大形化に伴い、ますます大容量の情報ファイル手段を要求されているおりから、その要望にこたえるものであるが、単に記録容量が増加しただけでなく、テープ上への記録方式として位相変調方式を採用しているため、記録情報チェックの機能を拡張し、信頼度を向上させているなど、多くの特長がある。

本文では、本装置の概要・おもな仕様・機構および特性などについて述べる。

1. 緒 言

日立製作所における電子計算機用磁気テープ装置の開発は、昭和35年に、国産では初めての装置を KDC-1 (Kyoto Daigaku Computer-1) システムに接続して京都大学に納入したのに始まる。以後、昭和37年緑の窓口で一般になじみの深い日本国有鉄道納め座席予約システムに接続して納入し、昭和38年以降 HITAC 3010 用各種磁気テープ装置を開発製造した。その後 HITAC 8000 シリーズ電子計算機システムにおいて、EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code) を基本コードとして採用するに至り、12.7 mm (1/2 インチ) 幅のテープに 9トラック (情報8ビット、パリティ1ビット) の記録を行なうことを要求され、9トラック 800 BPI の磁気テープ装置シリーズを完成し、現在も、8000 シリーズ用磁気テープ装置として生産している。

しかしながら、近時、計算機システムの大形化に伴い、計算機システムで取り扱う情報量が急速に拡大され、これら大量の情報の記録保管をいかにするかということが、大きな問題となってきた。今回完成した 1600 BPI 磁気テープ装置は、これら時代の要求にこたえ、今まで得られた HITAC 8000 シリーズ用 800 BPI 磁気テープ装置の技術的実績、および成果を基本とし、その後の種々な高密度記録技術研究の成果を盛りこみ、記録密度を2倍とし、テープ1巻あたりの記録容量を増加させることに成功したものである。1600 BPI 磁気テープ装置は、すでに国外では IBM 社において実用化され、同社の磁気テープ装置のかかなりの部分がこれにおきかえられつつあるといわれる。また、記録方式については、国際的に ISO 規格案が審議されつつあり、今後の情報交換用磁気テープの主役をになうものとされている。

2. 装 置 概 要

今回完成した装置は、テープ送り速度 0.95 メートル/秒の H-8451 形磁気テープ装置および、1.9 メートル/秒の H-8453 形磁気テープ装置の2機種である。1筐体(きょうたい)に2デッキ(テープ走行部)を収納し、このクラスの装置としては、非常にコンパクトに設計されている。図1はその外観構造を示したものである。両機種の外観・構造・操作法などは、全く同一である。表1はそれぞれの仕様を示したものである。

本装置は、H-8476 形磁気テープ制御装置に接続され、計算機本

* 日立製作所小田原工場

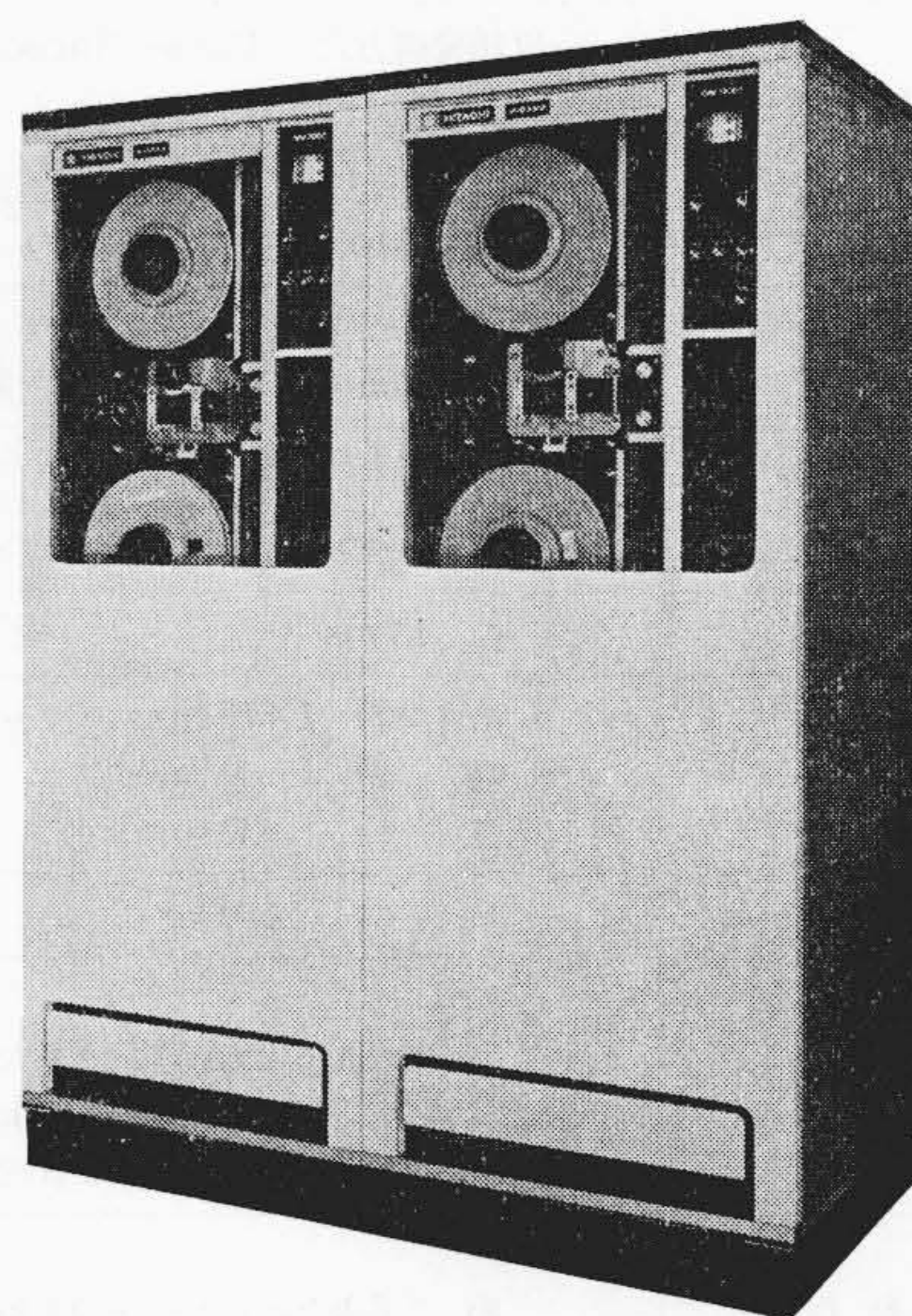


図1 HITAC 8000 シリーズ用 1600 BPI (H-8453 形) 磁気テープ装置

体との間の動作命令ならびに情報の授受はすべてこの制御装置を介して行なわれる。プログラムの指定により、テープ上へのデータの書き込み、テープからの情報の読み出しを行なうもので、書き込みおよび消去は順方向のみ、読み出しは順・逆両方向が可能である。

8000 シリーズ電子計算機システムにおいては、本装置に対し、次の動作命令が用意されている。

READ FWD
READ BACKWARD
WRITE
ERASE
WRITE TAPE MARK
UNWIND TO TAPE MARK
REWIND TO TAPE MARK
UNWIND ONE GAP (front space)
REWIND ONE GAP (back space)
REWIND TO BT MARKER
REWIND TO DISCONNECT POINT

テープ送りは図2に示すように単一キャプスタン方式を採用している。電子計算機と連動して動作する磁気テープ装置には、高ひん

度の急速なテープの起動・停止ならびに起動後の一定速度テープ送りが要求されるが、本装置においては、低慣性DCモータにより単一キャプスタンを駆動し、これに約180度巻きついたテープが、摩擦力によって順方向・逆方向に送られる。全電子的にテープの急速起動・停止ならびに定速送りが制御され、きわめて安定したテープ走行特性を得ている。

テープの装てんは、テープ走行路にあらかじめリーダーテープを通しておき、ファイルリールの近辺で簡単に接続すればすむようになっている。このため屈曲したテープ走行路、磁気ヘッドと前面シールドとの微小間隔にテープを通す必要はない。

表1 H-8451, H-8453 形磁気テープの装置のおもな仕様

装置形名	H-8451	H-8453
情報処理速度 ただし 800BPI 機構付の場合 800BPI モードでは	60 kB/秒 30 kB/秒	120 kB/秒 60 kB/秒
記録密度 ただし 800BPI 機構付の場合 800BPI モードでは	1,600 ビット/25.4 mm (1600 BPI) 800 ビット/25.4 mm (800 BPI)	
記録方式 ただし 800BPI 機構付の場合 800BPI モードでは	位相変調方式 (Phase Encoding) NRZ-1 方式	
テープ速度 (FWD, REV)	約 0.95 m/秒	約 1.9 m/秒
巻き戻し速度	約 2.5 m/秒 (テープ全長730mで約5分)	約 3.8 m/秒 (テープ全長730mで約3分)
インターブロックギャップ	平均 約 15.3 mm	
磁気ヘッド	9トラック ツーギャップヘッド	
書込開始時間	約 13 ms	約 6.5 ms
構造	高さ 約 1,670 mm (キャスタ付) 幅 約 1,260 mm 奥行 約 630 mm	
重量	約 650 kg	
所要電力	約 4.6 kVA (+0.8 kVA) 約 3.2 kVA (+0.8 kVA) ()内はMTCから供給されMTS内で消費する電力	
2 デッキ動作時		
2 デッキ待受時		
発熱量	約 3,600 kcal/h (+300 kcal/h) 約 2,500 kcal/h (+300 kcal/h) ()内はMTCから供給され、MTS内で消費する電力による発熱量	
2 デッキ動作時		
2 デッキ待受時		
周囲条件	温度 18~27℃ 相対湿度 30~70%	

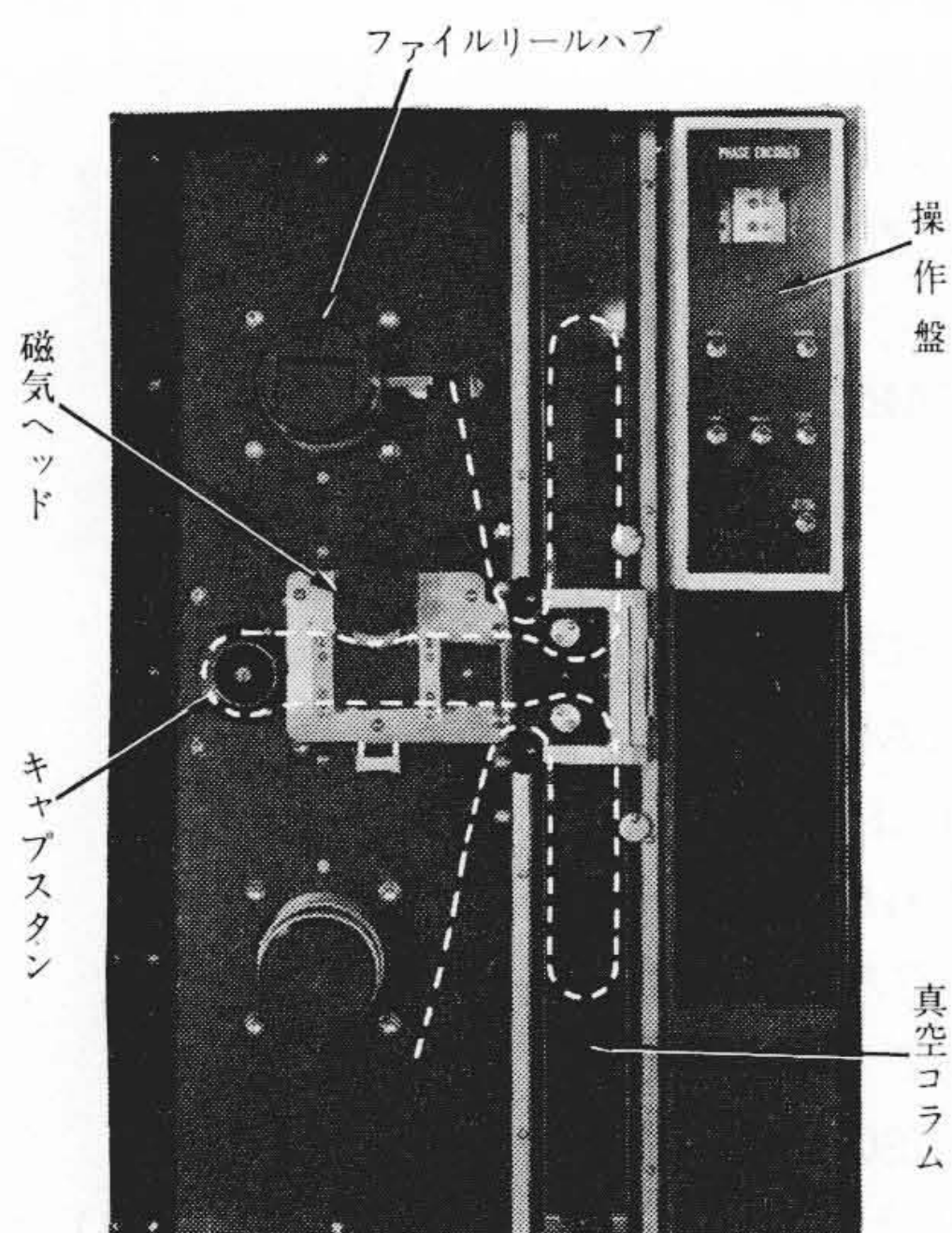


図2 テープ走行図

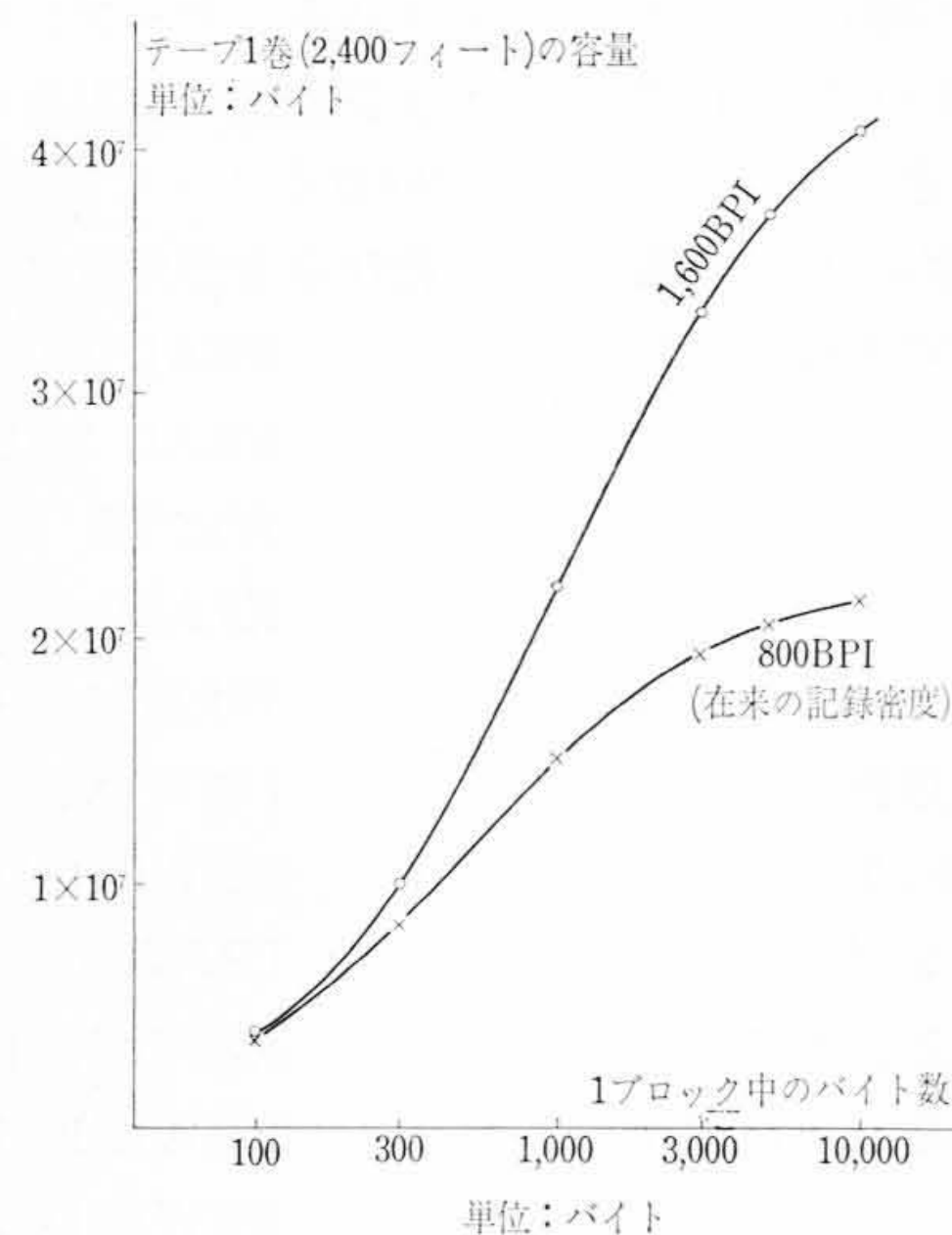


図4 データブロックの大きさとテープ1巻の容量

テープ上への記録形式は、図3のISO規格案によっている。テープ上へのデータの記録は“ブロック”を形成し、テープの起動・停止時に磁気ヘッド部の空走する距離は、空白として残される。(IBG (Inter Block Gap) と呼ばれ) したがって 800 BPI から 1600 BPI になっても、テープ1巻あたりの記録容量は必ずしもそのまま2倍になるわけではない。図4はデータ・ブロック長と、テープ1巻あたりの情報量の関係を示したものである。高密度記録においてはブロックの長さを長くすることがテープ使用効率を高めるために有効であることがわかる。

さらに、本装置は、H-F8459 形 800BPI 機構を取り付けることにより、800 BPI, 1600 BPI のいずれでも情報処理が可能となる。この場合、H-8476 形磁気テープ制御装置には、H-F8479 形 800 BPI 接続機構を取り付ける必要がある。図5はこの関係を示している。

800 BPI 機構を取り付けることにより、従来の9トラック 800 BPI の磁気テープ装置すなわち、H-8432, H-8442, H-8445 形ならびに、IBM 2400 シリーズの9トラック 800 BPI の装置と、テープ上で互換性を有する。図3に示したように、1600 BPI の記録では BT マーカ部分に、アイデンティフィケーションバーストがあり、これを読みとってそのテープが1600BPIで書かれたものか、800BPIで書かれたものかを装置が判断し、自動的に正しいモードで読み取り動作を行なう。これによって、すでに大量の9トラック 800 BPI のテープファイルを有している顧客が1600 BPI の装置を導入しても、ファイルの互換性を保つことができる。

3. 記録・再生方式

3.1 記録方式

1600 BPI の高密度記録再生を可能としている、本装置の情報記

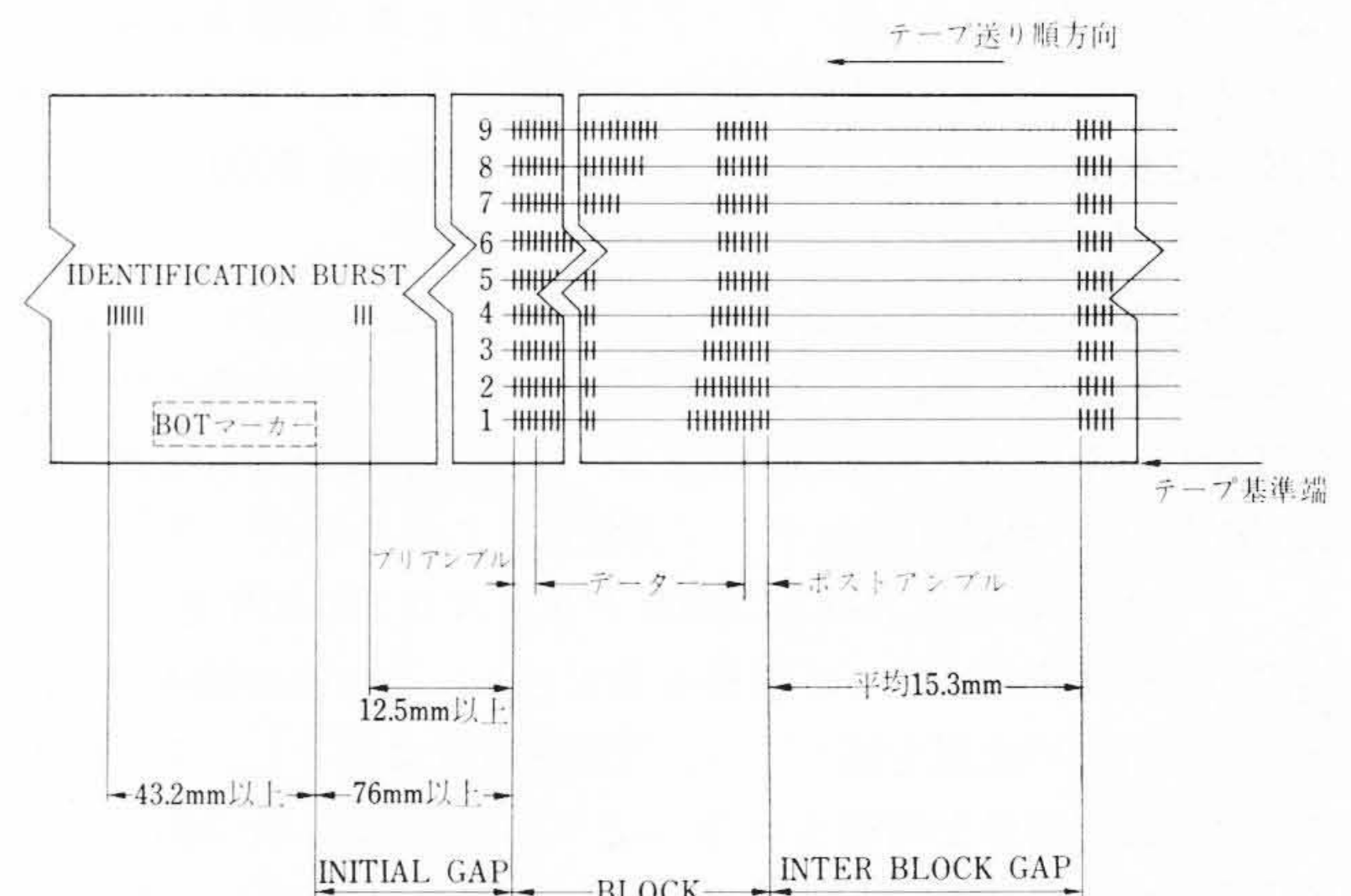


図3 テープ上の記録形式

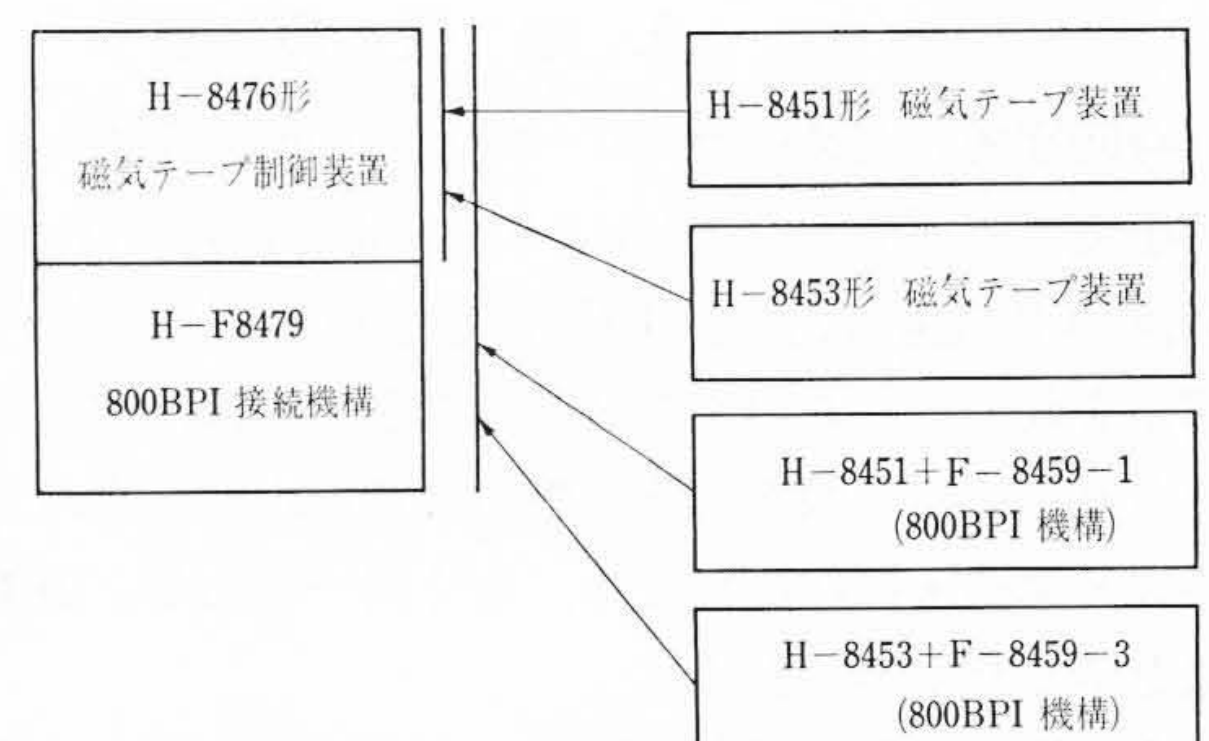


図5 磁気テープ装置と制御装置との接続図

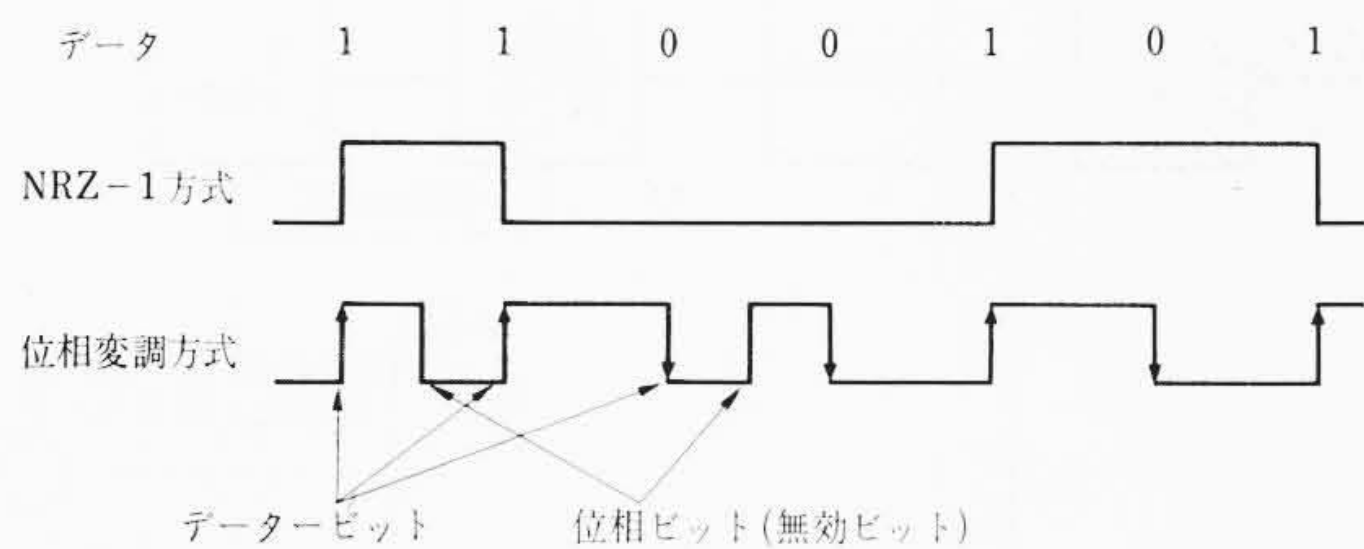


図6 NRZ-1およびPE方式における磁化パターン

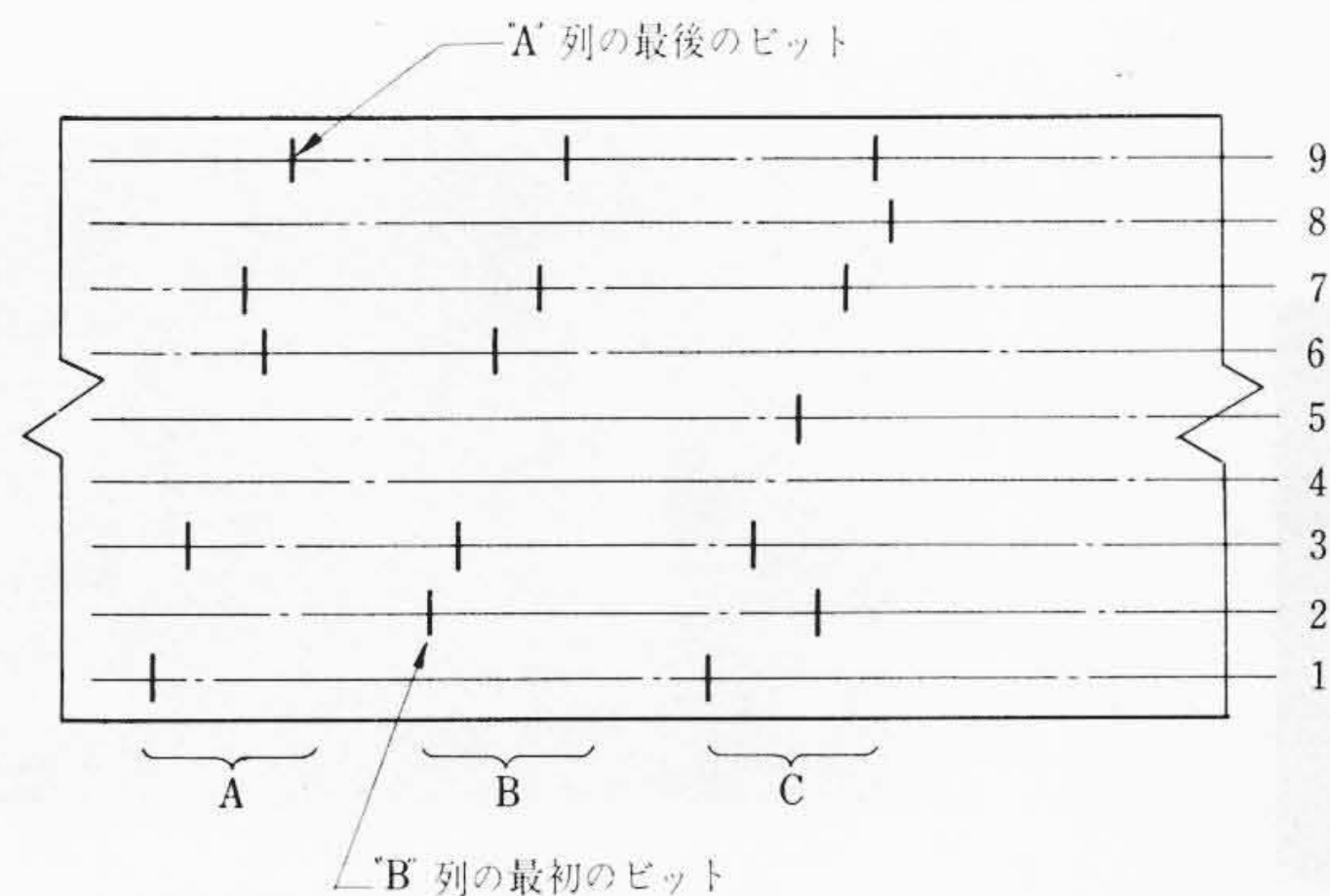


図7 NRZ-1記録におけるスキュー

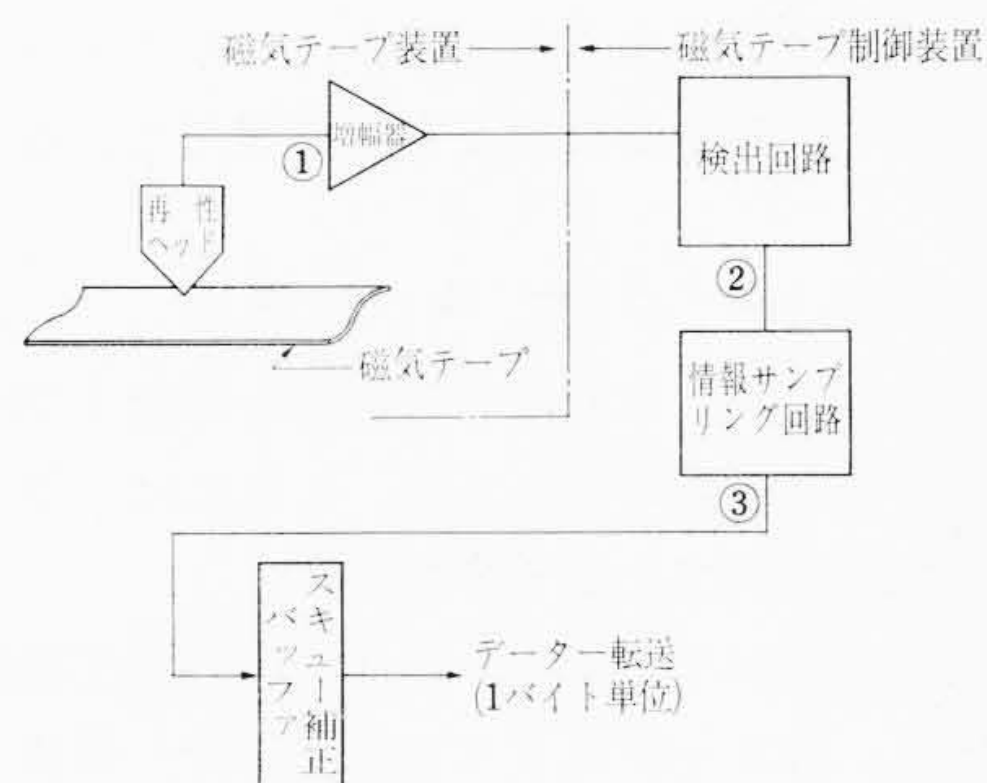


図8 読み出し系ブロック線図

録・再生方式を説明する。最大の特長は、位相変調方式の採用により、各トラックごとの自己同期が可能となり、従来のNRZ-1方式において高密度化を大きくはばんでいた各トラック間のスキュー(時間ずれ)の問題が解決されたことである。従来のNRZ-1方式と位相変調方式とのテープ上の磁化パターンを示したものが図6である。図6は各トラックの長手方向のデータ・配列に対する磁化反転の模様を示したものである。NRZ-1方式においては、“1”ビットを磁化の反転として記録し、“0”ビットには何も記録しない。したがって、テープ上9トラックに記録した1バイトは、1列ずつその前後のものと区別しなければならない。すなわち、図7のA列、B列、C列はグループとしてほかと区別し、B列の第4トラックに磁化反転がなければここは“0”ビットであると判断する。図7には、スキューの最も典型的な例を示したが、Aに含まれる最も遅いビットとBに含まれる最も早いビットを区別する必要がある。800 BPIにおいては、これらA列、B列の間隔は約30ミクロンの微小値であり、テープ送りの機械的ずれ、高密度記録における記録パルスの相互干渉(パルスクラディング効果)のほか時間偏移の要因を考慮すると、これ以上の高密度記録は困難である。

1600 BPIにおいて採用した位相変調方式においては、“1”ならびに“0”を表わす磁化方向が決定されており、1トラックで独立に“1”ならびに“0”ビットのデータ列を認識することが可能で

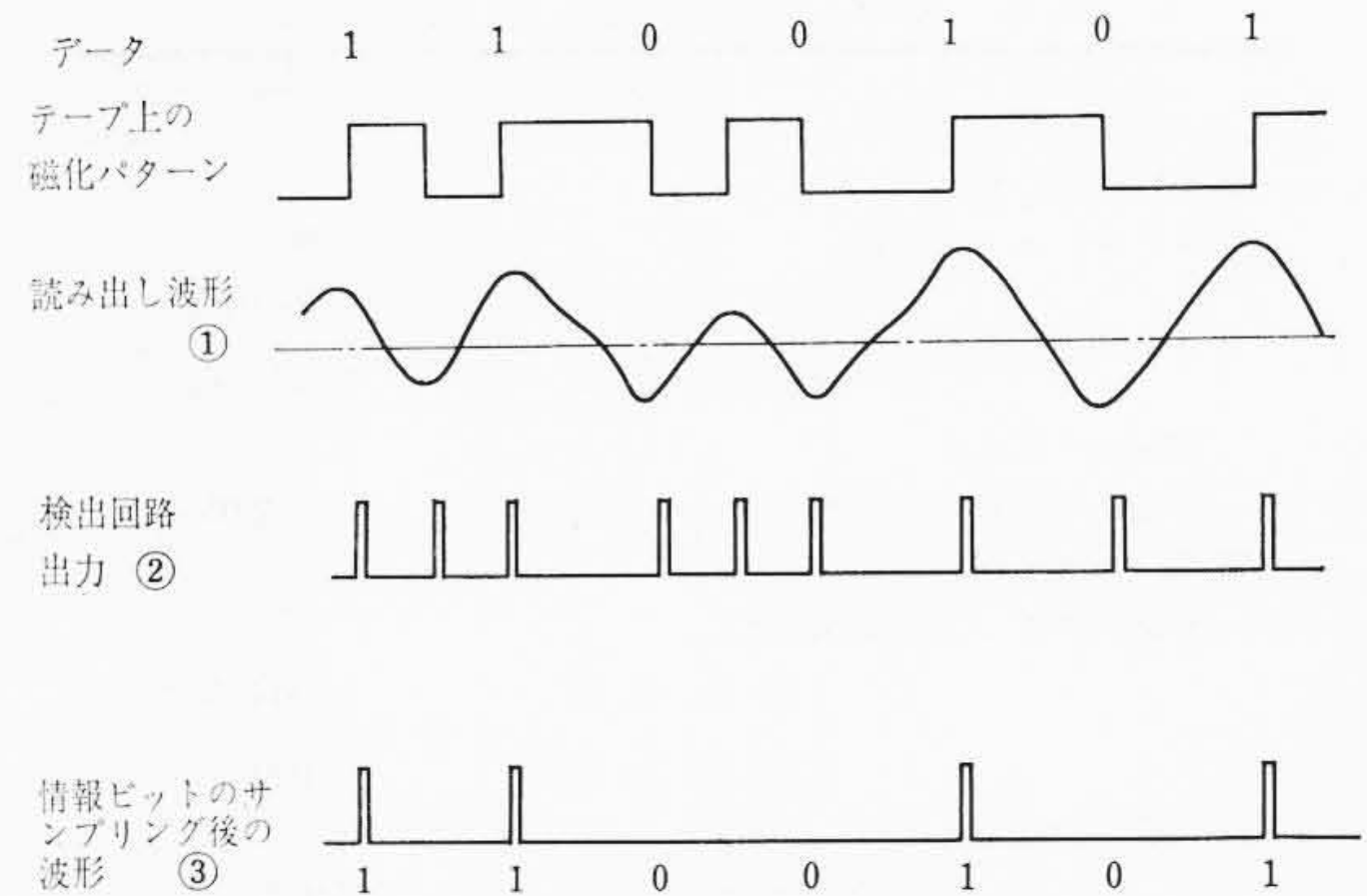


図9 読み出し系各部の波形

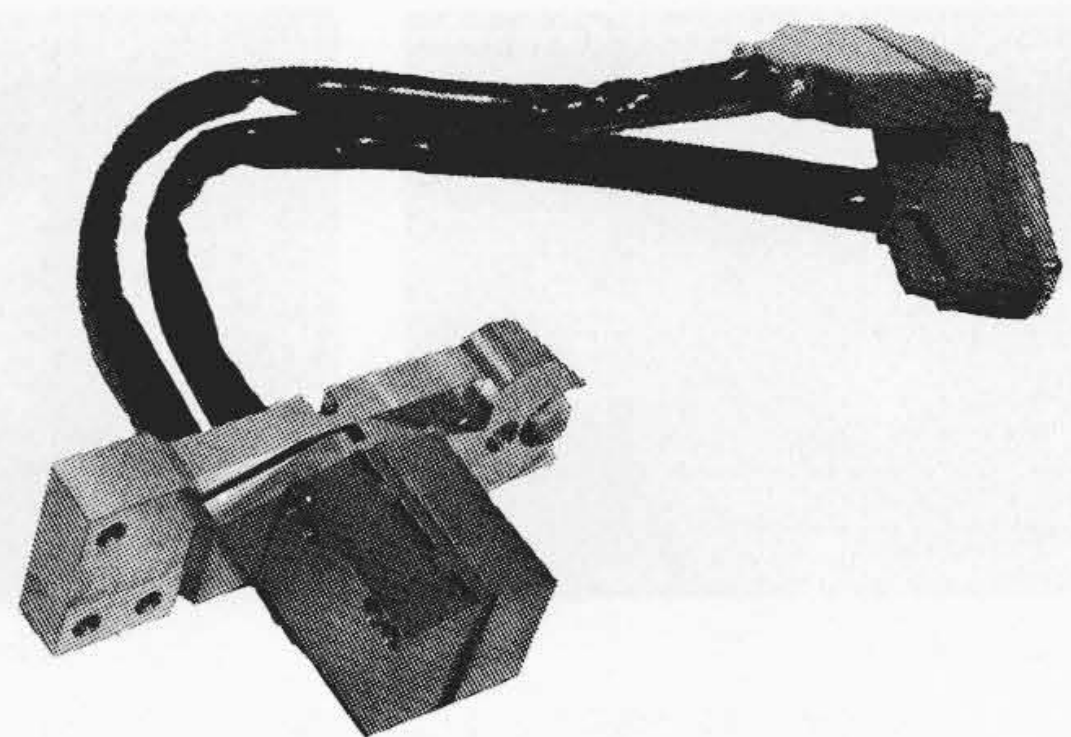


図10 磁気ヘッドの外観構造

ある。1トラックずつ自己同期をとりながら、データビットを再生し、これらのトラック間のスキュー(時間ずれ)はスキュー補正バッファで最も遅れて来たものにそろえればよいから、スキューの障害は、原理的に存在しない。

本装置の再生系統のブロック線図を示したのが図8で、各部の波形は図9のようである。

本装置で採用した再生系の特長に、エラー即時修正回路がある。9トラックNRZ-1方式においては、長手方向に循環検査用の1バイト(CRCC: Cyclic Redundancy Check Character)をつけ加えることにより、1情報ブロック内の1トラックのエラーは修正可能であったが、本装置に採用した位相変調方式においては、1バイトごとに1トラックのエラーは修正可能となっている。本方式の採用により、再生時の信頼度は飛躍的に上昇した。

4. 磁 気 ヘ ッ ド

本装置の完成は、また高分解能磁気ヘッドの完成なくしてはあり得ない。

緒言に述べたように、日立製作所における電子計算機用磁気テープ装置の歴史は約10年を経たわけであるが、当初より、デジタル記録用磁気ヘッドの開発には、大きな努力を払ってきており、今回の1600 BPIの開発も、高密度記録再生用磁気ヘッドの開発から着手し、高周波損失を少なくするため、磁気コアの材質、形状、加工法などの基礎技術を確立した。図10はその外観構造を示したものである。おもな仕様は、表2に示すとおりである。

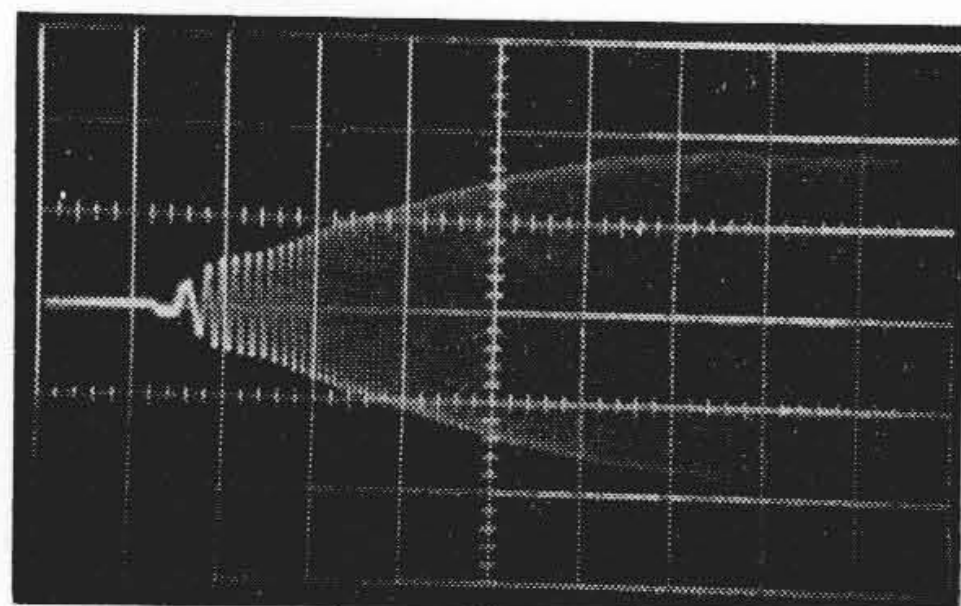
5. テープ駆動部

5.1 キャプスタン駆動

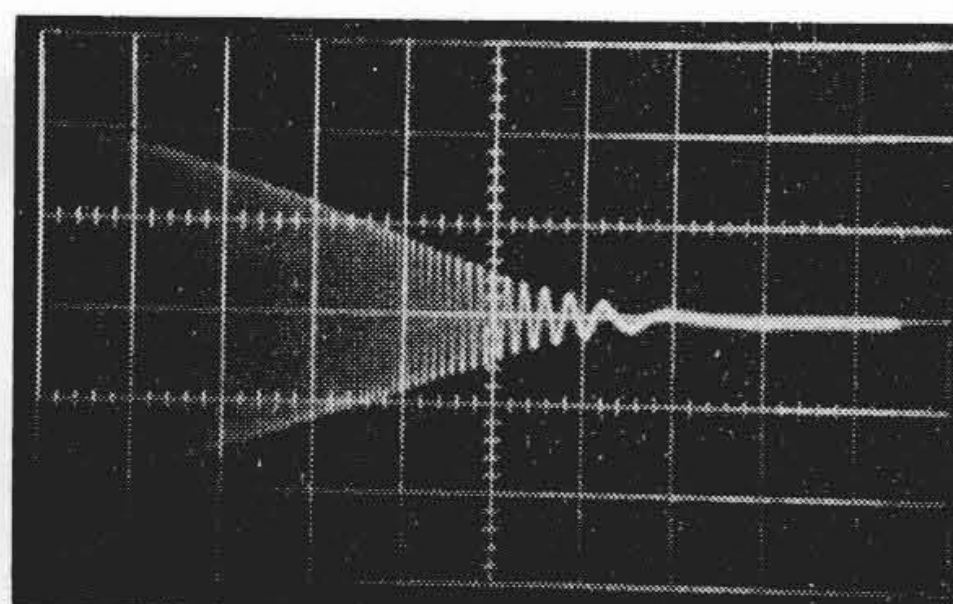
本装置においては、低慣性直流モータによる単一キャプスタン方式を採用している。テープは摩擦係数の大きなキャプスタンの表面に約180度巻きついており、キャプスタンの正逆回転に従い、その摩擦力で送られる。現在すでに用いられている機構(ピンチローラ、キャプスタン方式)に比べ、次の特長を備えている。

表2 1600 BPI 磁気ヘッドの仕様

項	目	仕 様 値
機 械 的 仕 様	トラック数	9
	トラック幅	1.12 mm
	トラックピッチ	1.02 mm
	書込みギャップ～読出しギャップ距離	1.4 mm
電 気 的 仕 様	インダクタンス (50 kHz)	3.8 mm
性 能 仕 様		1 mH/leg
		7 mH
	出力電圧 (3,200 fci)	8 mV
	テープ速度 1.9 m/s	



(a) 起動特性



(b) 停止特性

図12 H-8453の起動、停止特性 (0.5 ms/div)

(1) テープを広い面積で保持して送るから、テープを痛めない。ピンチローラなどの線状の微小面積でテープをはさんだり、テープの表面を強打することもない。デジタル磁気記録におけるテープの品質保持は重大な問題であって、ごくわずかの損傷も情報エラーとなって現われる。たとえば、テープの損傷あるいはひずみにより、磁気ヘッド上でテープが1ミクロン浮いたと仮定した場合、磁気ヘッドからの読出し信号は800 BPIの記録では10%低下するにすぎないが、1600 BPIの記録では約30%も低下し著しく信頼度の低下をきたす。このような理由で特に1600 BPIの高密度記録では、テープを痛めないことは重要である。図2を参照すればわかるように、本装置においてテープの記録面は磁気ヘッドおよびテープクリーナ以外に走行路で接触しているところはない。

(2) テープの加速がゆるやかである。たとえばピンチローラ方式では瞬間的に大きな加速が加えられるが、本装置では規定のIBGを得るために必要な最小限の過渡張力のみが加えられる。したがって、テープを痛めない。

(3) 動作が安定である。機構式のものでは微妙な調整を要し、かつくりかえし動作同期などにより、特性が変化したりする。本方式は全電子回路で制御されており、動作がきわめて安定である。

(4) 調整が容易である。図11は駆動ブロック図で、起動時、ならびに停止時には、定電流回路により等加速度駆動を行なう。図12は本装置の起動停止特性の一例を示したものである。

5.2 テープガイド系

テープ走行部の全体は図2に示されている。図13は磁気ヘッドまわりの構成図である。磁気テープは、基準面から正しく設定された位置を走るようになっており、かつ一端は可動サファイアガイドにより常にバネ圧を受け正しくガイドされている。固定サファイアガイド側は図3に示した磁気テープの基準端があたり、各記録トラックはこの面より正しく寸法を出している。ヘッド近くには、BT (テープ初端 Beginning of Tape) およびET (テープ終端 End of Tape) 検出ブロックならびにテープクリーナを有している。テープ

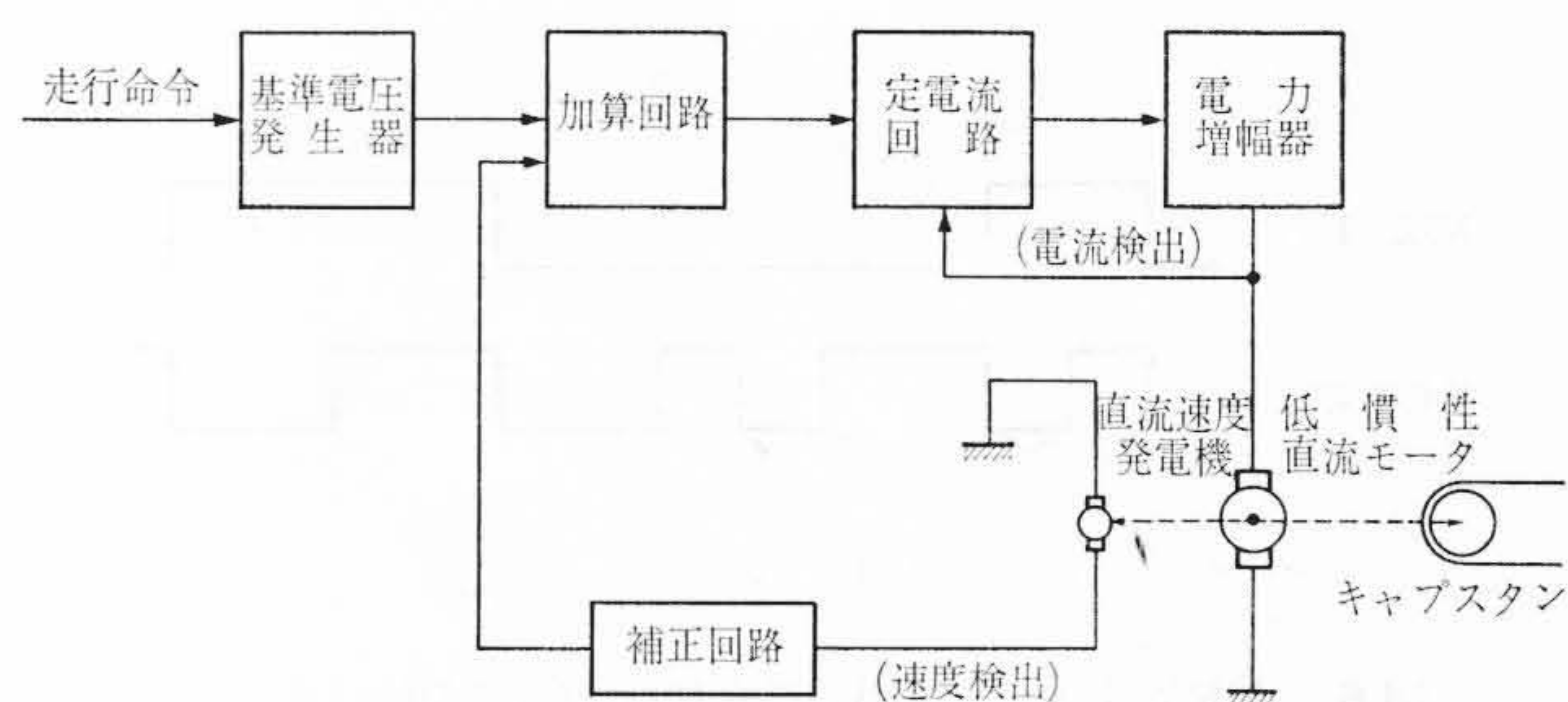


図11 キャプスタン駆動ブロック図

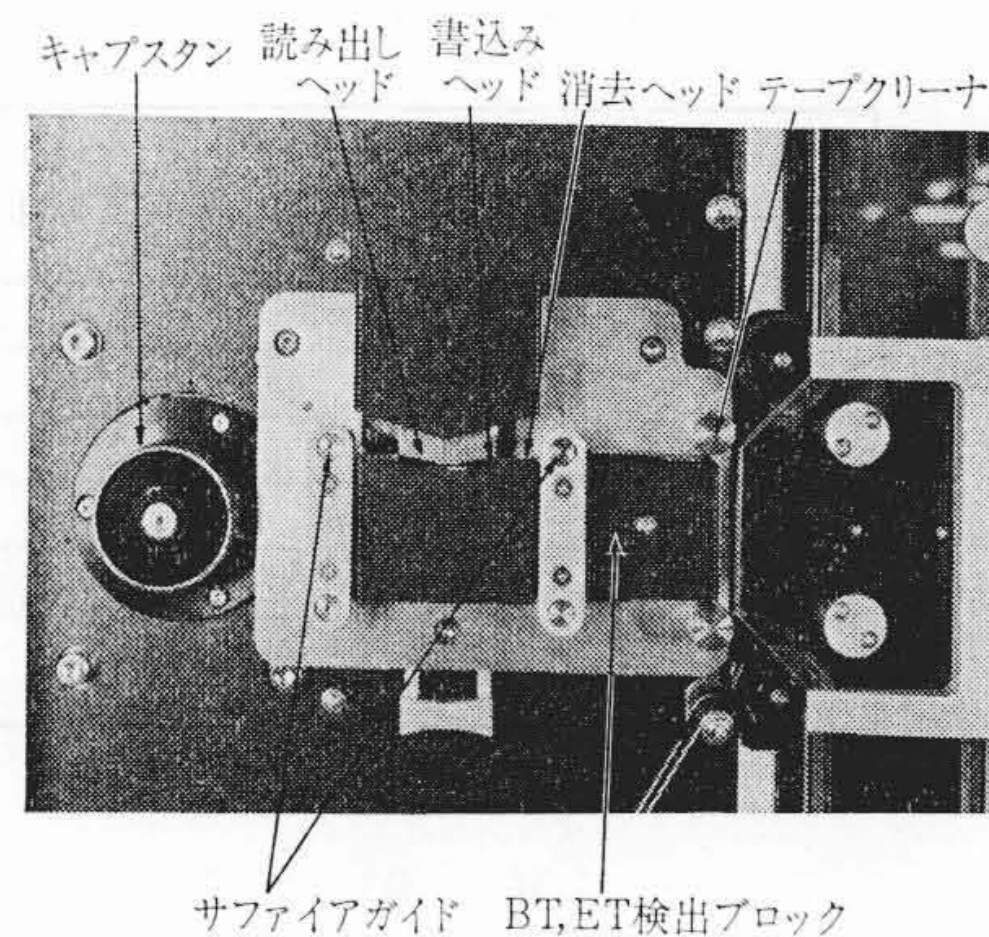


図13 磁気ヘッドまわりのテープガイド部

クリーナには、真空圧が与えられており、ナイフエッジでテープ表面をクリーニングし、発生したゴミを吸い取っている。

6. リールハブ

オペレータが取り付け、取りはずし操作を行なうファイルリールは上側に取り付けられるわけであるが、これには、ラッチ方式のワンタッチハブが採用されている (図2参照)。

操作が簡単であるばかりでなく、動作はきわめて確実である。テープの取り付けは、各テープにコネクタをつけ、装置につけてあるリーダーテープを接続するだけでよい。

7. 結 言

本装置は、試作機において各種評価試験を完了したのち、量産された製品であって、すでに多数が顧客の手に渡り、安定に稼働している。しかし、電子計算機用機器の進歩はまさに日進月歩である。日立製作所の磁気テープ装置においても、9トラック800 BPIの磁気テープ装置を開発したのは近々昭和41年のことであったが、ここに数年を経ずして1600 BPIの磁気テープ装置を世に送り出すことになった。世はまさに情報化時代に突入し、より高速・より高密度のものが要望されている。今後ますます増加する情報量に対処するため、要求そのものも一段と急なものがあると考えられる。

今後とも、顧客各位のご教示を得てよりすぐれた装置の完成に努力する所存である。

参 考 文 献

- (1) 古谷勝美: “デジタル記録” 電気通信学会誌 Vol. 44, No. 11, p. 1670~1980
- (2) 古谷, 矢崎: “試作計測用磁気テープ記録装置について” 日立評論 別冊第345号 (昭35-2) p. 74~78
- (3) 牧田, 早川ほか: “H-581, H-197, H-582 形磁気テープ装置” 日立評論 47, 529 (昭40-3)
- (4) ISO/TC 97/SC 4/WGI (Secr' 62) Third Draft ISO Proposal for Recorded Magnetic Tape for Information Interchange 9 Track 1600 BPI (63 RP mm) Phase Encoded (1968 May.)