

磁気テープ装置の新技术の展望

(H-8455, H-8423の例)

Recent Technical View of Magnetic Tape Station

Type H-8451 and H-8453 magnetic tape stations have come to be used increasingly with Hitachi 8000 series computers.

Recently, a new model, H-8455, has been developed which has an automatic tape threading mechanism. Also added to the Hitachi H-8400 family of magnetic tape station is H-8423. Intended for medium and small-sized computer systems this 1,600 bpi low speed type features superior cost performance. Common to these new types, special consideration has been given for the attainment of high operational efficiency, high speed and high cost performance which are inseparable from the system economy and efficiency.

恒川清爾* *Seiji Tsunekawa*

花田 博* *Hiroshi Hanada*

前島 浩* *Hiroshi Maejima*

豊住信也* *Shinya Toyozumi*

1 緒 言

磁気テープ装置は、その記憶容量あたりの体積効率が良いこと、経済性にすぐれていること、取扱いの簡単なことなどから磁気ディスク装置、磁気ドラム装置と並んで電子計算機の外部記憶装置として、初期の段階から広く利用されてきた。最近、計算機システムが高速、安価で使いよくなるに従い、磁気テープ装置もますます高速、高密度化と経済性にすぐれ、取扱いの良さが要求されてきた。特に、経済性と並んで信頼性が新しい要求となってきている。

この要求にこたえて、今回、高速の自動装てん式磁気テープ装置(H-8455)と経済的でコストパフォーマンスのすぐれた小形磁気テープ装置(H-8423-10, H-8423-11)を開発した。

(1) 高速化と操作性

磁気テープのかけ替え時間の短縮と簡略化は、人手の省力化とともに計算機システムが高速で大形になるに従い、システム効率を上げるうえにますます重要となった。一方、磁気テープはファイルとしての保管、書換えがひんばんに行なわれるが、取扱い時にテープ始端を手で損傷したり、リール側面を押して、テープエッジを傷つける危険性を少なくし、信頼度を上げるうえにも装てんの自動化が必要となってきた。高速で巻きとったテープは、巻きむらが出やすいので、装てんの自動化が必要である。低速の装置においても、装てんの簡略化は同様に必要であり、テンションアーム式でアームが自動的に引っ込む、リトラクト方式を採用するとともにかけ替え時のテープ経路を簡略化した。情報処理速度は、1,600 bpi(bits per inch)で240kB/s(H-8455)、40kB/s(H-8423)を達成した。また、計算機にとってむだ時間となる巻もどし速度をいっそう高速にし、H-8455では約12.5m/s、H-8423でも3.8m/sとした。

(2) 経済性、信頼性および保守性

計算機システムの経済性から、コストパフォーマンスのすぐれた装置は、従来以上に必要であるが、一方信頼度の向上はシステム効率を上げるうえでいっそう必要であり、両者両立させることが重要である。機械系を多く持つ磁気テープ装置では、寿命、信頼性に危惧(ぐ)のある接触部品、摩耗などのために短寿命な部品が多く使われることが多いがこれを極

力廃し代わって半導体部品、磁気応用部品など電子部品などの信頼度の高いものを開発するとともに、特性の変動しやすい素子や、制御系を使用しないようにし装置動作の安定化を図った。また、情報系の信頼度を上げるため、制御方式、エラー回復方式が機械系とバランスのとれていることが必要となる。総合的効率を上げるもう一つの点は、保守性の向上である。機械系を多く持つ装置では、ある程度の事前保守は必要であるが、その頻(ひん)度が少なく、また故障の起きたとき、容易に修理が可能であることも必要である。以下これらの必要事項を十分に取り入れて、今回開発した高速度の磁気テープ装置(H-8455)と、低速度の磁気テープ装置(H-8423)について、性能、装置の概要と特徴を説明する。

2 仕 様

表1は、H-8455形磁気テープ装置およびH-8423形磁気テープ装置のおもな仕様について、現在HITAC 8000シリーズの1,600bpi標準磁気テープ装置として使用されているH-8453およびH-8451と比較して示すものである。

3 H-8455形磁気テープ装置の概要と特徴

3.1 装置概要

H-8455形磁気テープ装置は、中大形コンピュータシステム用として開発した高速情報処理能力を持つ1,600bpi磁気テープ装置である。

本装置はH-8451～H-8453と同一の制御装置H-8476A/B形磁気テープ制御装置に接続するもので、コンピュータ本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。

高速磁気テープ装置は、パフォーマンスを高めるうえに操作の容易なものが要求される。本装置では磁気テープ装てんを自動化し、テープを屈曲したテープ走行路に手で通したり、リーダテープ、テープコネクタを使用したり、マシンリールに手で巻き付ける必要をなくし、ラップアラウンドカートリッジを使用すれば、保管テープがそのままかけられるようにしてある。テープかけ替えの自動化はテープを損傷すること

* 日立製作所小田原工場

表 I 1,600bpi磁気テープ装置のおもな仕様 HITAC 8000用1,600bpi磁気テープ装置のおもな仕様を比較のため示したものである。

Table I Specifications of 1,600bpi Magnetic Tape Station

項 目	装置形名	新 機 種		従 来 機 種	
		H-8455	H-8423-10	H-8453	H-8451
情報処理速度(kB/s) ただし、800bpi機構付の 場合800bpiモードでは、		240 120	40 —	120 60	60 30
記 録 密 度(bpi) ただし、800bpi機構付の 場合800bpiモードでは、		1,600ビット/25.4mm(1,600)			
		800ビット/25.4mm (800bpi)	—	800ビット/25.4mm (800bpi)	
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 ENCODED)			
		NRZI方式	—	NRZI方式	
テープ速度(FWD, REV)(m/s)		3.8	0.64	1.9	0.95
高速巻もどし速度 (m/s)		約12.7 (テープ全長730m) で約1分	約3.8 (テープ全長365m) で約1.5分	約3.8 (テープ全長730m) で約3分	約2.5 (テープ全長730m) で約5分
書き込み開始時間(m/s)		約2.7	約19	約6.5	約13
テープ装てん方式 * (装てん時間)(s)		自動装てん 約10	リトラクト機構 簡単なテープパス 約15	テープコネクタ、リーダーテープ使用 10~20	
磁気テープ制御装置		別装置 (H-8476形)	内 蔵	別装置 (H-8476形)	別装置 (H-8476形)
電 源		内 蔵	内 蔵	別 装 置	別 装 置
使用テープリール		直径267mm (10½in) または、216mm (8½in)	直径216mm (8½in)以下	直径267mm(10½in)以下	
デ ッ キ 数		1	2	2	2
構造寸法 高さ (mm) 幅 奥行		約1,670 " 850 " 800	約1,670 " 830 " 550	約1,670 " 1,260 " 630	
所要電力 動作時 (kVA) 待受時		約4.0 " 3.0	約1.3 " 1.0	約4.6(2デッキ) " 3.2(2デッキ)	

注：* 装てん時間とは、テープをテープ走行路に通し、ロードボタン押下げ後BOTマーカを検出してテープが停止し、待受け状態になるまでの時間である。



図 I H-8455形磁気テープ装置 テープ自動装てん機構持ち、1筐体に一つのテープ走行機構部を収納している。

Fig. I Model H-8455 Magnetic Tape Station

が少なく情報処理の信頼性を高めるのにも役だっている。

テープ送りは信頼性と安定性から超低慣性直流電動機によるシングルキャプスタン方式を採用しており、完全なデジタル制御方式である。これによりテープ損傷の軽減と高密度記録の場合特に問題となる速度変動が小さいきわめて安定したテープ走行特性を得ている。リール制御にもデジタル制御方式を採用し、キャプスタン、リールと合わせ全電子的に制御可能である。これらにより3.8m/sの高速起動停止と高速巻もどし(テープ全長730mで約1分)を可能にしている。

保守機能を高めるため電源を内蔵させ、装置前後面部には簡単なテスト機能を有する保守パネルを持ち、磁気テープ試験器との接続も可能としている。

付加機構としてH-F8459-5を取り付けることにより、800bpi、1,600bpiいずれでも使用でき日立製作所およびIBM社のそれぞれ800bpi(9トラック)1,600bpi機能を有する磁気テープ装置との間に互換性をもたせている。

本装置には1筐(きょう)体に1デッキを収納しており、図1はその外観構造を、また図2はブロックダイアグラムを示すものである。

キャプスタンおよびリールモータ駆動制御部は、送受信制御部などから成る論理回路部の上部に実装し、これらを一体として可動架に組み込んでいる。これにより十分広いスペースを与え、保守性を良くしている。可動架下部には冷却ファンを内蔵し必要な冷却を行なうほかに、装置内部の空気圧を正圧とし、すきまからほこりなどを含んだ外気が侵入しないよう考慮している。

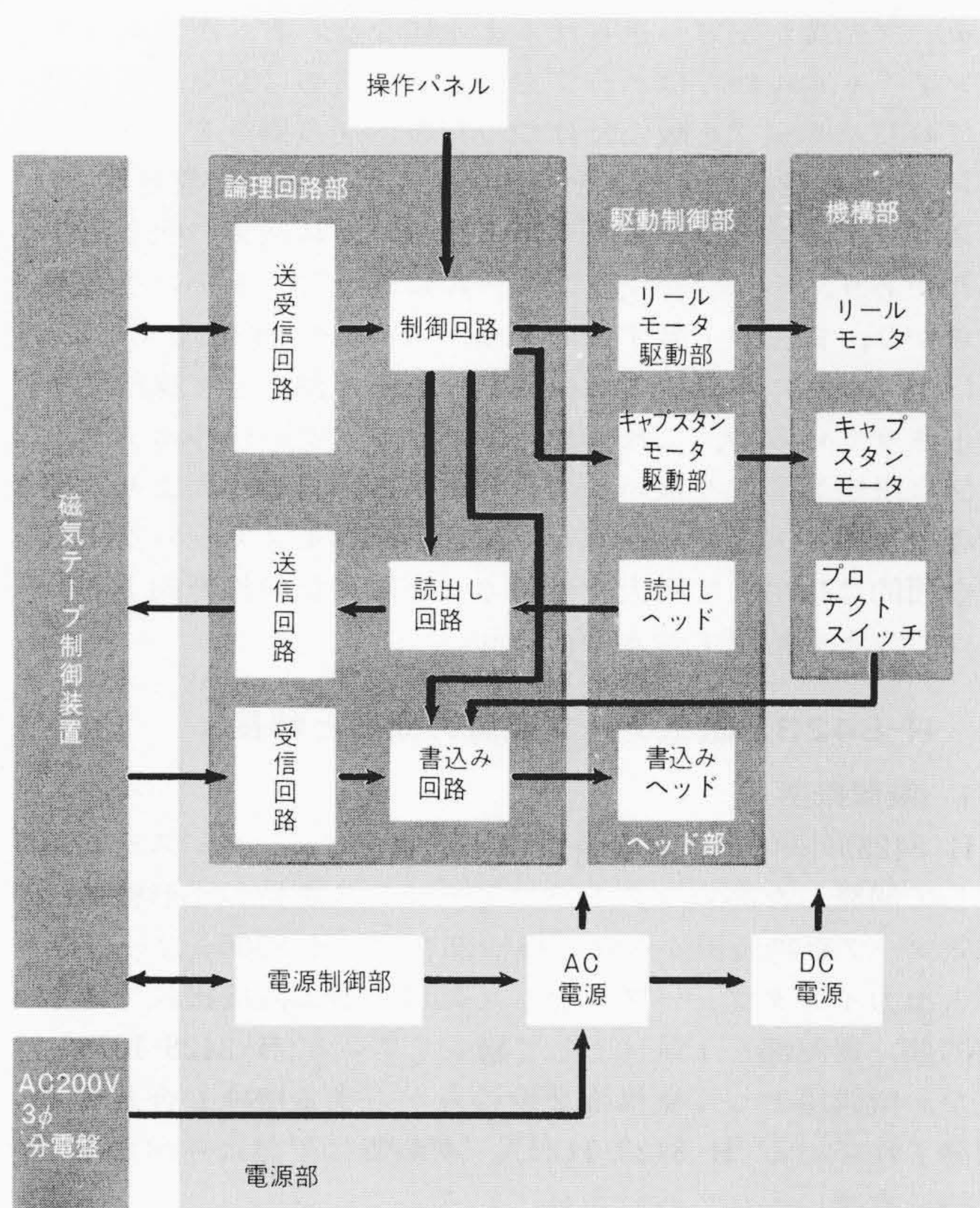


図2 H-8455形磁気テープ装置ブロックダイアグラム 高信頼度を有する部品や方式の採用により安定な走行部を得ている。また単体テスト機能や電源の内蔵により保守性を向上させている。

Fig. 2 Block Diagram of Model H-8455 MTS

3.2 装置主要部の構成および特徴

本装置の主要部の構成とその特徴を以下に述べる。

(1) 書込み読出し系

本装置の情報処理速度は240kB/sであり、この速度で信頼度の高い情報を伝えるためにいくつかの新しい技術を採用している。

図3は書込み読出し系のブロックダイアグラムを示すものである。制御装置とのインターフェースはBUS-IとBUS-IIに分かれ、H-8476A/B-208/216形磁気テープ制御装置と接続した場合、双方のBUSが別々の2台の磁気テープ装置を同時に動作させることができ、処理時間の短縮が可能である。書込み読出し系には命令が送られてきたBUSからデータを受け取り、または送出するためのゲートを設けてある。

磁気ヘッドはテープの自動装てん時に障害とならない構造であるとともに、書込み読出しを行なう際には真空吸引によりテープの浮き上がりを生じない構造としてある。またテープを間にはさんで磁気ヘッドに対向して、書込み時に生ずる書込みヘッドと読出しヘッドの干渉を防止する磁気しゃへい(シールドブロックと呼んでいる)を用いており、通常はヘッドの近くにあるが自動装てん動作時などには後退してテープの風送りを阻害しない構造としてある。

(2) テープ駆動部

テープは制御装置からの命令に従ってヘッド部を走行通過する。その前後にはテープガイドを設け、ヘッドとテープの接触状態を規制することによって信頼性の向上を図っている。

キャプスタンは、テープを真空吸引して両者の間に生ずるスリップを防止している。キャプスタンを駆動する電動機は

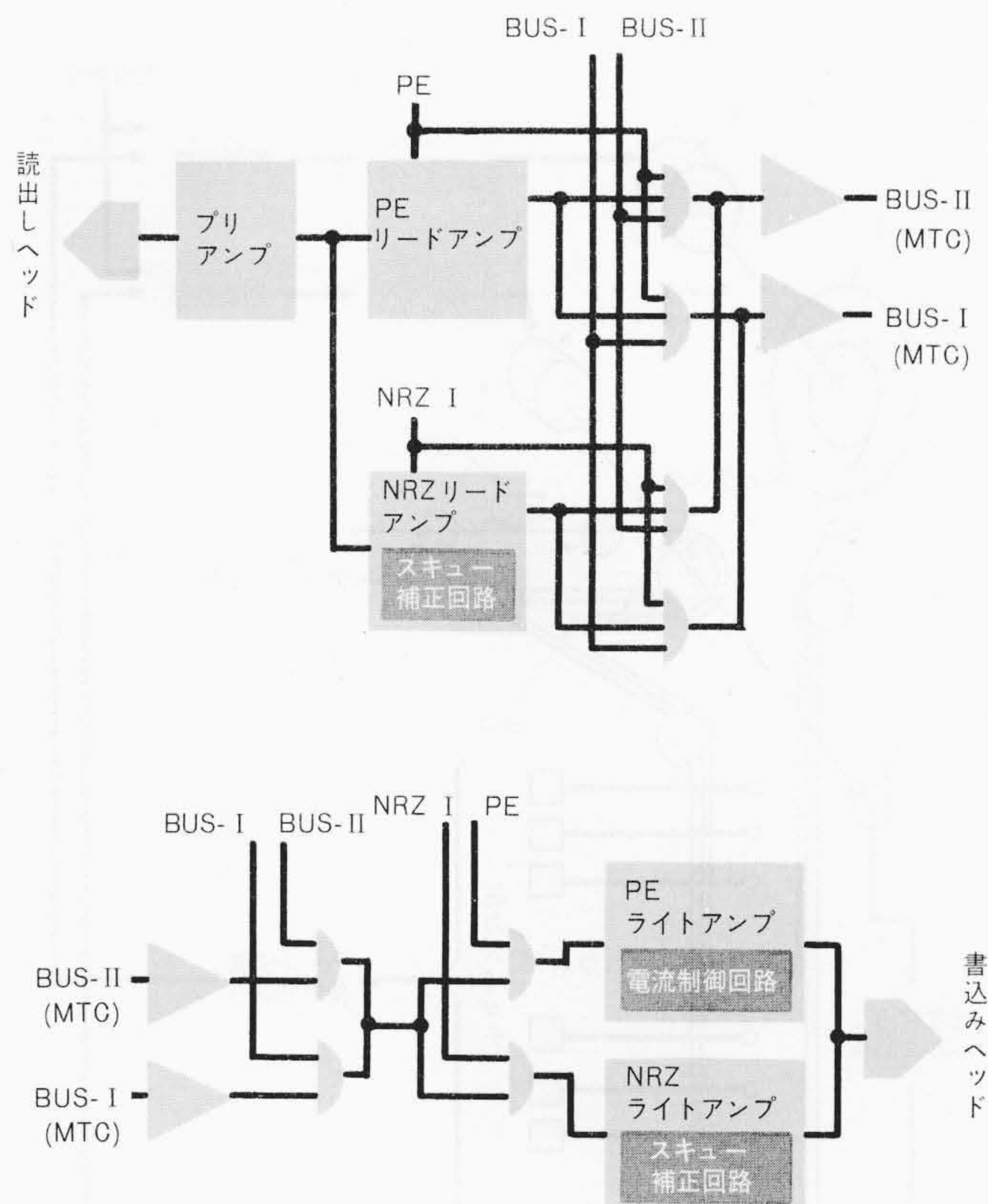


図3 書込み読出し系 1,600bpi PE記録モードのほか、付加機構を付けることにより、NRZ I記録モードで情報の記録・再生が可能である。

Fig. 3 Schematic Diagrams of Read and Write System

専用に開発した超低慣性直流サーボモータを採用し、そのロータイナーシャはキャプスタンを含めてもわずかに34gcm²で、テープが停止状態から通常速度3.8m/sに達するまでの立上り時間は、約1.5m/sである。

速度検出には検出精度も良く、寿命の長い光電素子によるデジタルタコメータを用い、1回転500個の検出パルスの時間間隔を見て速度制御をしている。また、パルス数を計数してテープ位置を検出し、高速の起動停止においても一定のインターブロックギャップ(標準15.3mm)を保証するように制御している。制御回路にはデジタル回路を採用することにより調整箇所を減らして安定性を増している。

テープの緩衝機構は真空コラム方式によっているが、キャプスタンの起動停止による瞬時変動を緩和する副コラムと、キャプスタン、リールの応答差を吸収する主コラムより成る。主コラムにはテープループの位置を検出する圧力スイッチを使用したが、この圧力スイッチには専用に開発した無接点半導体方式を採用して、高頻度動作における接点の動作不良を一掃している。

リールの駆動は直流サーボモータにより行なわれ、その制御回路には起動、惰性走行、発電制動の組合せによるデジタル制御方式を採り調整点を皆無としている。制動はすべて発電制動によっており、メカニカルブレーキを使用していないので寿命の心配もない。

図4はテープ駆動部の概略を示すものである。

(3) 自動装てん機構部

本装置の大きな特長としてあげられる自動装てん機能は、

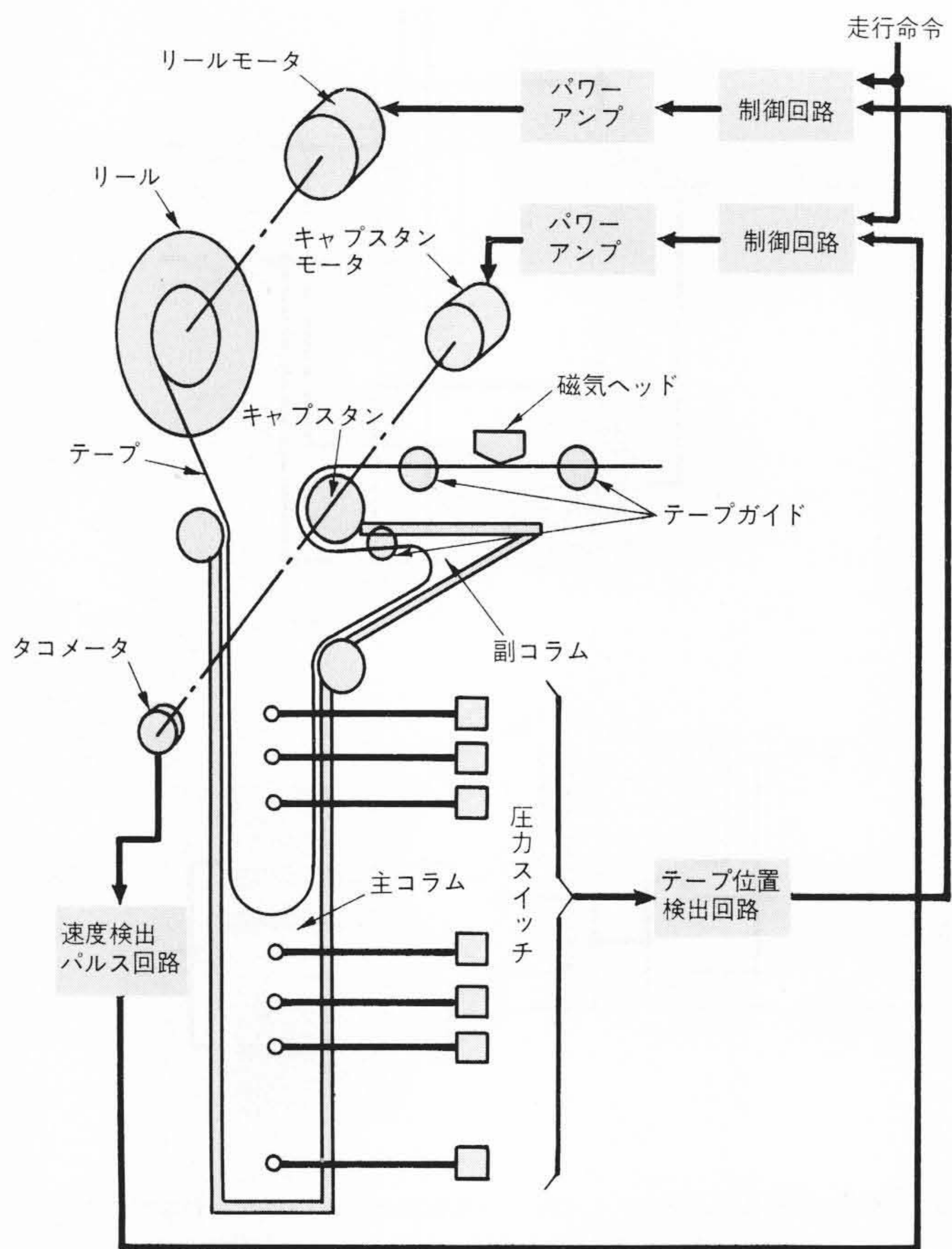


図4 テープ駆動部の構成 テープ走行機構部の構成を示すもので、テープはキャプスタンに直結した超低慣性直流モータにより駆動される。

Fig. 4 Construction of Tape Transport

従来オペレータの手作業に時間を要していたテープのかけ替え作業の大幅な自動化である。図5に示すテープデッキに自動装てんの各機構が組み込まれ、綿密に組まれた論理回路により所定の動作が行なわれるのである。テープとしては通常のリールに巻かれたテープまたは、カートリッジにはいったものを用いる。カートリッジは従来のテープケースと異なり、中のテープを取り出す必要がない。

オペレータはテープをハブに取り付けてテープの先端をスレディングシュートの上に置きボタンを押せば、それ以上の動作は不要である。カートリッジを用いるときはテープ先端の位置決めも不要である。

前面のウインドガラスが閉じ、テープはスレディングシュートから右スレディングチャンネル、磁気ヘッド、左スレディングチャンネルを経てマシンリールに巻き取られる。この間テープはリールを駆動するモータにより送出され、巻き取られるが、途中の通路でテープを誘導するのはすべて空気流による。この空気は上部レストレイント、スレディングシュート、右、左スレディングチャンネルおよびマシンリールより供給される。

上部レストレイントはカートリッジを用いたときカートリッジ内に空気を送り込み、内部に起こる空気流でテープをカートリッジの開口部より外へ送り出す。この開口部はテープ保管時には閉じており、装置が自動的に開く。

スレディングシュートはカートリッジを用いないとき、多孔性金属から吹き出る空気ですテープを浮遊状態にし、容易

にテープ先端が左方へ送られるようになる。右、左スレディングチャンネルからはテープ走行方向に斜めに空気が吹き出しており、テープを吸い付けつつ左方へ送る働きをする。マシンリールの空気はテープを真空吸引してリールに巻き取る。左スレディングチャンネルには上記のほか空気の吹き出す小孔があり、テープがマシンリールに巻き付くとその小孔がふさがり、背圧が上昇するのを圧力スイッチで検出している。

以上のように本装置では手作業を著しく減らして操作性を向上させているが、これに加えてオペレータの操作ボタンも4個に限定して取り扱いやすくしてある。自動化により内部論理の規模は大きくなったが、論理素子にモノリシックICを全面的に採用して肥大化を防ぐとともに信頼性を向上させていることも特筆すべきであろう。

4 H-8423形磁気テープ装置の概要と特長

4.1 装置概要

H-8423形磁気テープ装置は中小形コンピュータシステム用として開発した高いコストパフォーマンスを持つ小形機で、磁気テープ駆動装置から成る機構部2台、H-8000シリーズ標準入出力インタフェースを介して処理装置に直接接続できる制御部、電源部を1筐体として構成している(H-8423-10形)。また、増設用として機構部2台のみから成る機種も合わせて開発されている(H-8423-11形)。本装置は下記に述べる事項を特に考慮に入れて設計されている。

まず、小形機であることから、経済性にすぐれた装置にすること。このため技術的裏付けと、フィールドにおける使用状態の調査から、磁気テープ装置が一般に持っている仕様、構成についても再検討を行ない、総体的にバランスのとれた中小形システム向けの低価格、かつ高いコストパフォーマンスを持つようにしてある。次に小形機であっても、いっそう信頼度の高い装置にすることである。

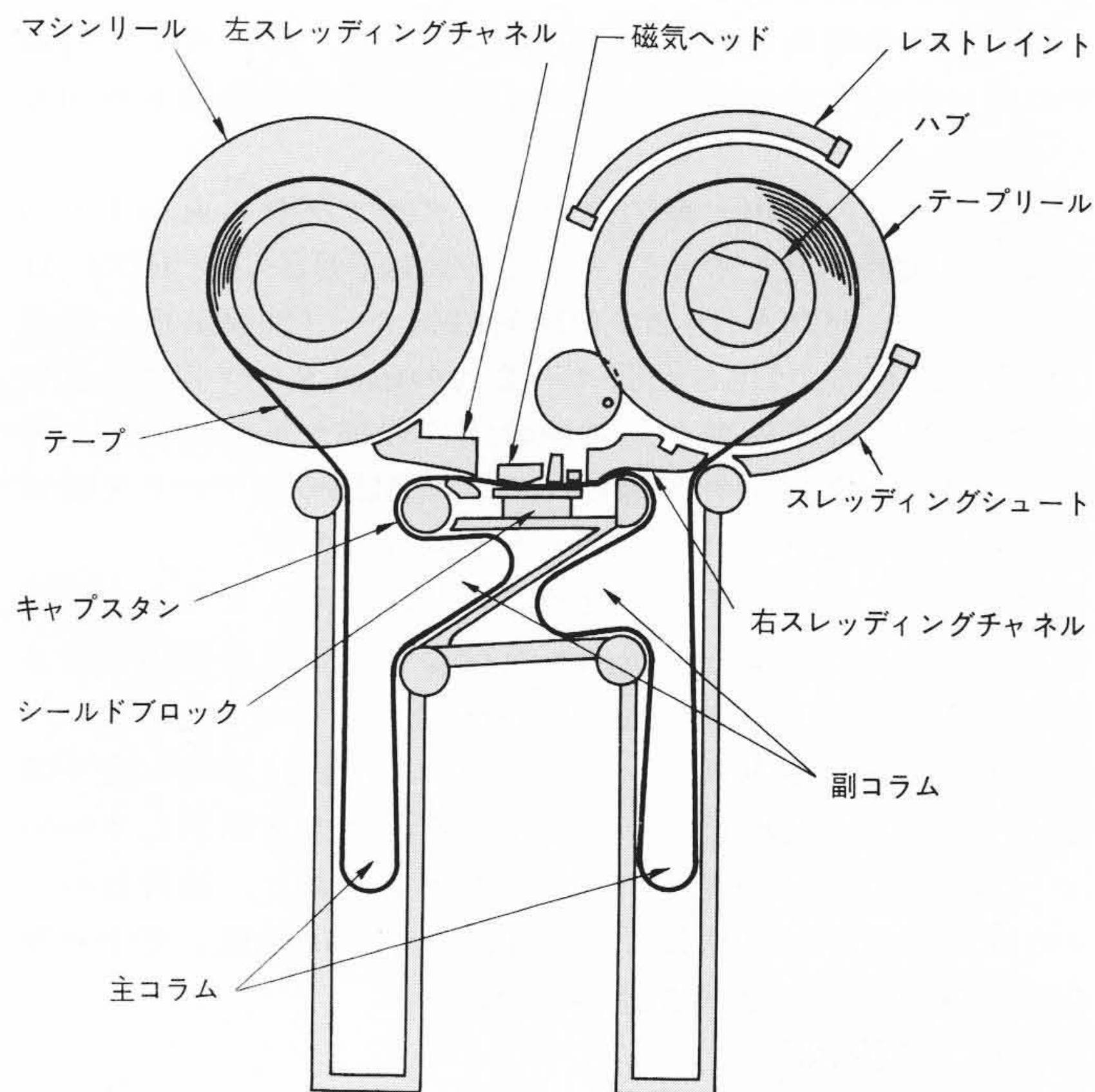


図5 テープデッキの概略図 テープ走行部およびテープ自動装てん機構部の概略構成を示している。本機構によりテープの装てん操作は著しく容易になった。

Fig. 5 Outlines of Tape Threading System and Transport

このため磁気テープ装置の機構部からは短寿命部品(たとえばランプ系)を極力排し、サーボ系にはすべて新規に開発した電磁的非接触検出器を採用している。また、エラー検出を含めたデータ系を上級機と同じ構成にするなど、高信頼度に対する配慮を十分にし、大形基板の採用などを行ないフィールドにおける障害探索時間の減少化の実現を図った。

さらに操作ボタンを最小限にしたり、テープのローディングが簡単にできるリトラクト機構を採用したり、巻きもどし速度が大きいこと、電源集中制御可能なことなど、小形機にもかかわらず操作性の改善に注意を払っている。

図6および図7は、本装置のブロックダイアグラムと外観を示すものである。H-8423形磁気テープ装置は前記の構成より成るが、制御装置部分をデッキ部分と一体構造とすることによって、電子回路部の制御部とデッキ部の機能配分を、性能、価格の両面から最良にすることができた。

4.2 特 徴

(1) 磁気テープ装置機構部

(a) テープデッキ部

従来から高速の装置はテープの緩衝機構として真空コラムを用いている。これは応答性が良い反面、真空用モータ、高い精度の真空コラムが必要であり、テープ位置の検出器が複雑になったり、大きくなったりして高価になる。本装置では、低速であることを生かし、高精度で仕上げられ、小さい慣性を持つテンションアームを採用し、等角加速度で起動停止するシングルキャプスタンでテープ駆動を行なうことにより、テープ送り機構の簡略化と高信頼度化を実現した。また、これによりテンションアームにもかかわらず正逆両方向読出しを可能にした。テンションアームはテープ経路が複雑となりやすく、テープの装てんが行ないにくい欠点を持つが、本装置ではテープ装てん時アームが自動的に引き込む機能(リトラクト機構)を設けたほか、テープ経路を非常に簡略化して、テ

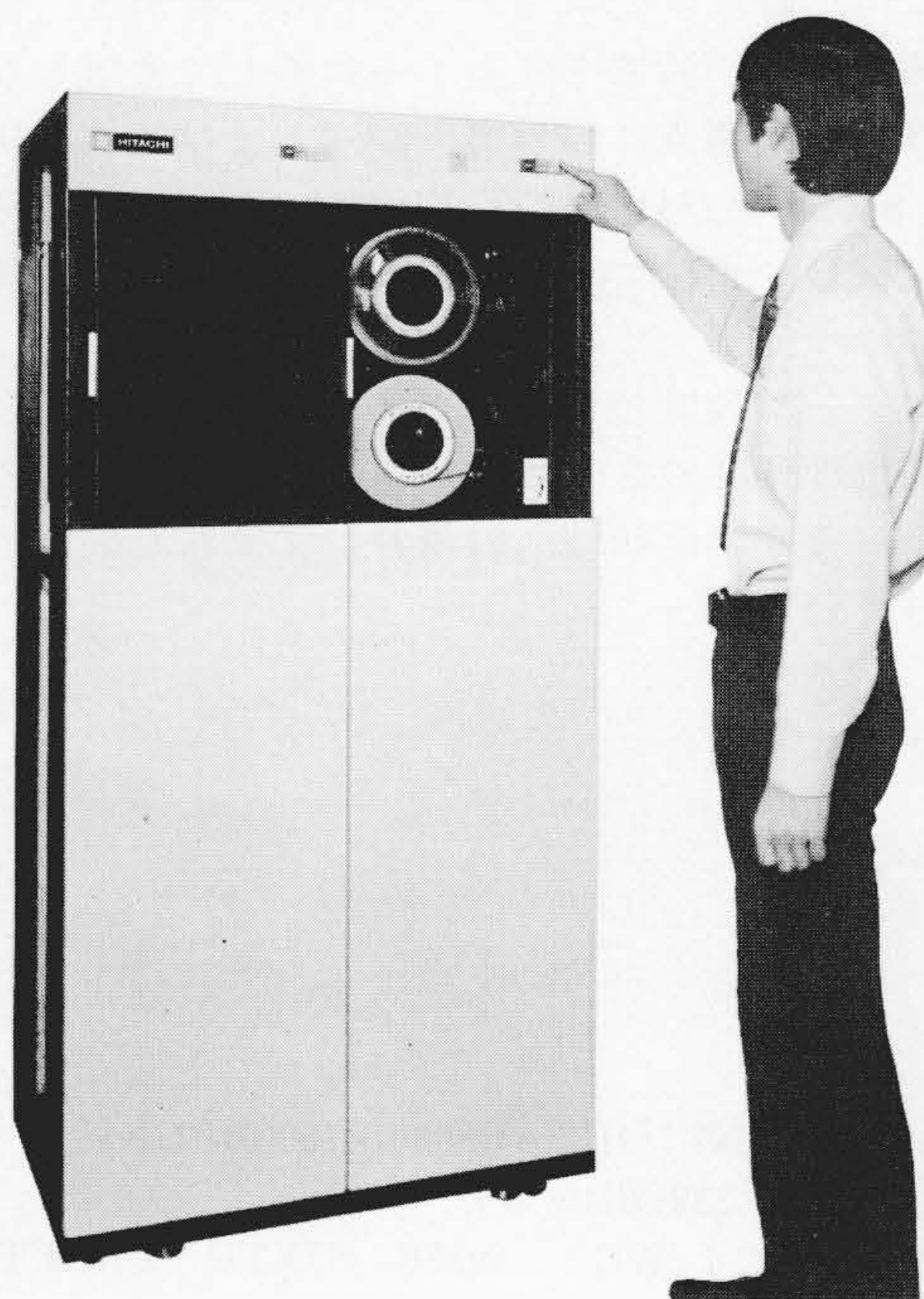


図6 H-8423形磁気テープ装置 高いコストパフォーマンスを有する小形機で一筐体にテープ走行機構部を2式収納している。

Fig. 6 Model H-8423 Magnetic Tape Station

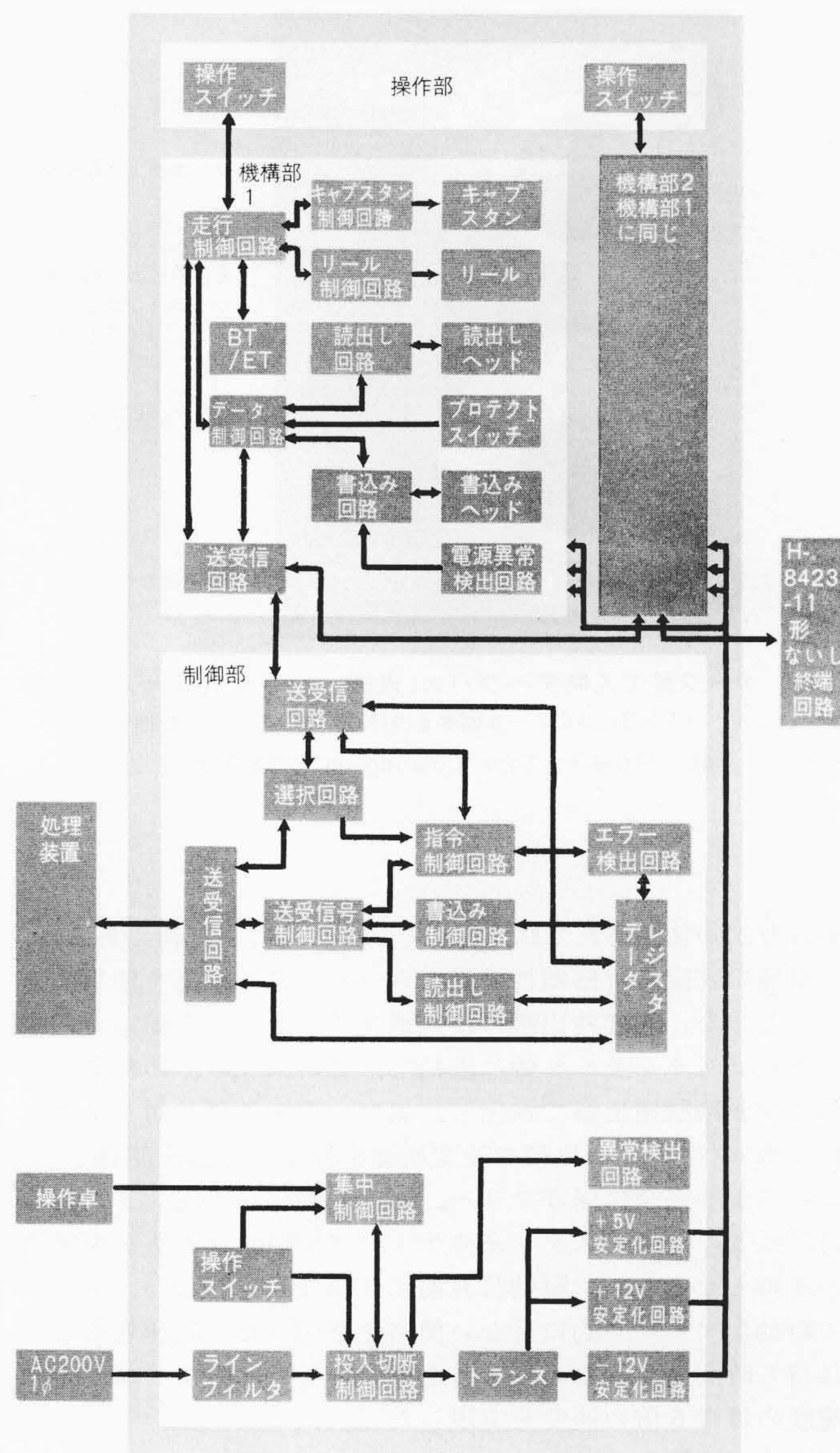


図7 H-8423形磁気テープ装置ブロックダイアグラム テープ走行部などは、新規に開発した電磁的非接触部品などを採用して、小形機にもかかわらず大形機と同等以上の信頼度を持っている。

Fig. 7 Block Diagram of Model H-8423 MTS

ープのかけ替えを容易にした。また、オペレータの動作を分析し、オペレータが操作時使用するのに必要で十分なスイッチ類のみを取り付けることとした。

本装置は、小形機に主として使用されることから、上級機に比べ、よりいっそうフィールドサービスを必要としないようにするため、保守には考慮を払い、寿命部品、しゅう動部品の使用を極力避け、ランプの使用を表示用のみに限定し、テープの位置検出はすべて新規に開発した電磁的非接触検出器にて行なわれるようにした。また、フィールドでのダウンタイムを最小にするよう種々の手段をとった。テープ始端、終端マーク検出は、従来、ランプとホトを使うのが一般的であったが、長寿命である発光ダイオードとホト・トランジスタの組合せを使用した。

図8はテープ装てん時のテープ経路を示すものである。

(b) キャプスタン制御系

図9はキャプスタン制御系のブロックダイアグラムを示すもので、従来から広く直流回転機などの速度検出、アナログ

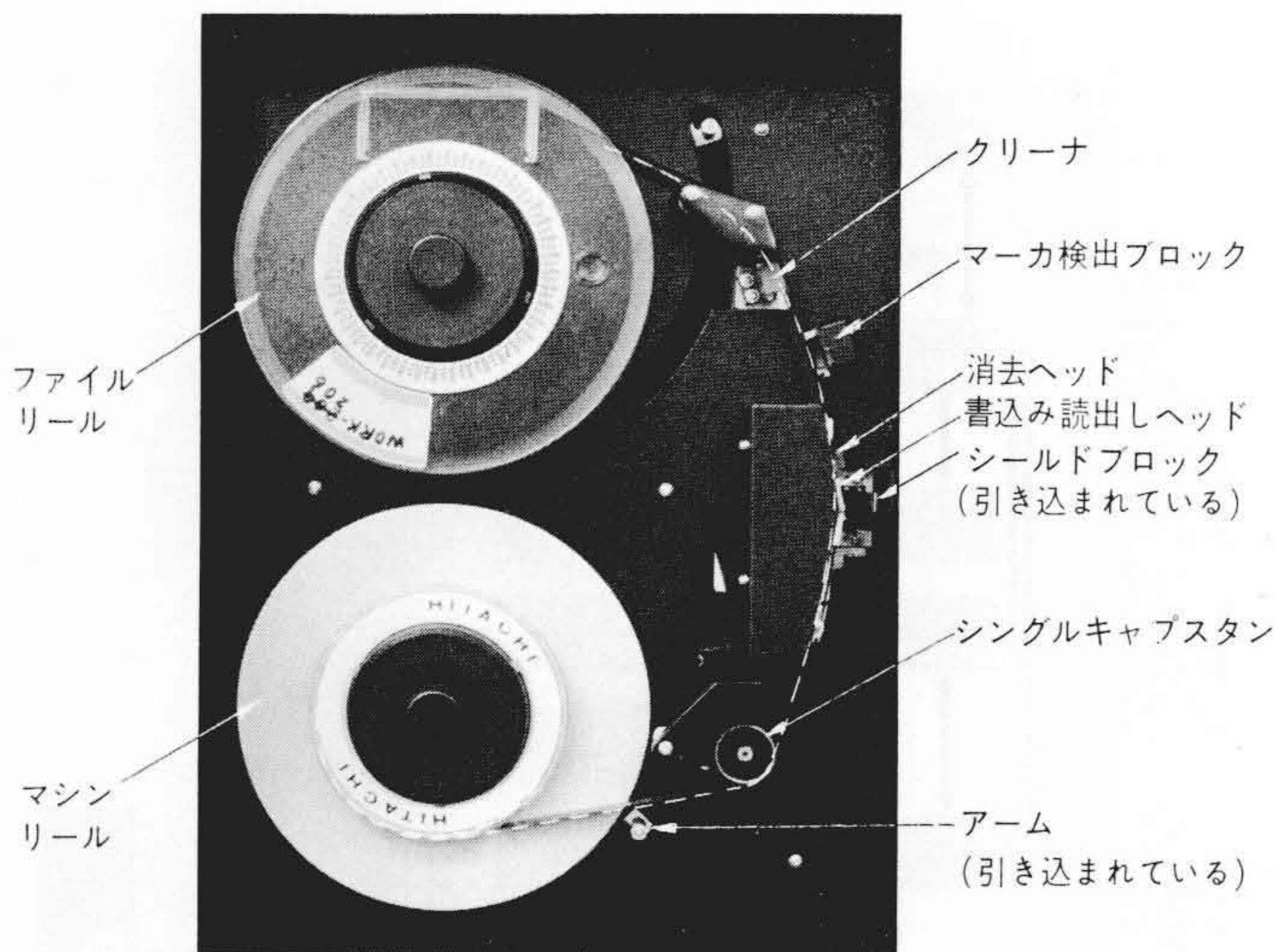


図8 テープ装てん時テープパス(点線) テープの装てんは点線のようにして、マシンリールに2～3回巻きつけ、LOADスイッチを押せばよい。

Fig. 8 Tape Pass at Tape Loading on H-8423MTS

制御方式が使用されており簡単で、価格的にも有利であるが、検出器の安定性と信頼性の点からデジタル検出を使用することとした。速度検出機には低慣性でスリットを切った円板をキャプスタンモータ軸に直結し、このスリットの移動を電磁的な非接触検出器で検出し、温度、電圧変動に対し補償された基準パルスとの比較で速度制御を行なう方法を開発した。これにより完全に保守フリー、かつ低価格が実現できた。本装置程度のキャプスタン系のデジタル駆動はモータ駆動段が複雑となるため、駆動段直前でD-A変換を行ない、モータの駆動はアナログ的に行ない簡略化を図った。高速巻もどしは待ち時間となるため、これを極力少なくするように、定常速度のほぼ6倍の速度を実現した。

(c) リール制御系

アームの位置検出として、従来光学的方法や可変抵抗器などが用いられているが、寿命が短く問題が多い。本装置では半永久的に使える検出器を目標に、磁気抵抗素子を用いた、非接触検出器を開発、採用し、好結果を得た。また、リールハブとモータ軸との間に減速機構を設け、モータと駆動部の効率をあげるとともに、メカニカルブレーキの廃止を可能にした。サーボ系の負帰還もホト、接触部品によらずに検出された速度信号で行ない、系の安定化を実現した。定常速度の6倍の速度を持つ高速巻もどしを実現するために、特に大形のモータを使用せず、立上り時間をなめらかにして系の安定化を図った。

(d) 書込み読出し系

磁気テープ装置は多トラックのため、書込み読出し系のコストが高くなりやすい。そこで本装置の読出し系のほとんどの部分を制御部内に収容し、各機構部から共通に使用する構成とした。機構部には低雑音、広帯域用のICのプリアンプのみを配置した。このIC内部で機番選択を行ない、線型増幅された信号をそのまま、制御部に送出し、共通のアンプで信号抽出を行なう構成とした。

(2) 制御部および電源部

H-8423-10形に搭(とう)載されており、標準入出力インタフェースを介して直接、処理装置に接続され、最大6台の機構部を制御することができる。制御部内ではリード系がかなり

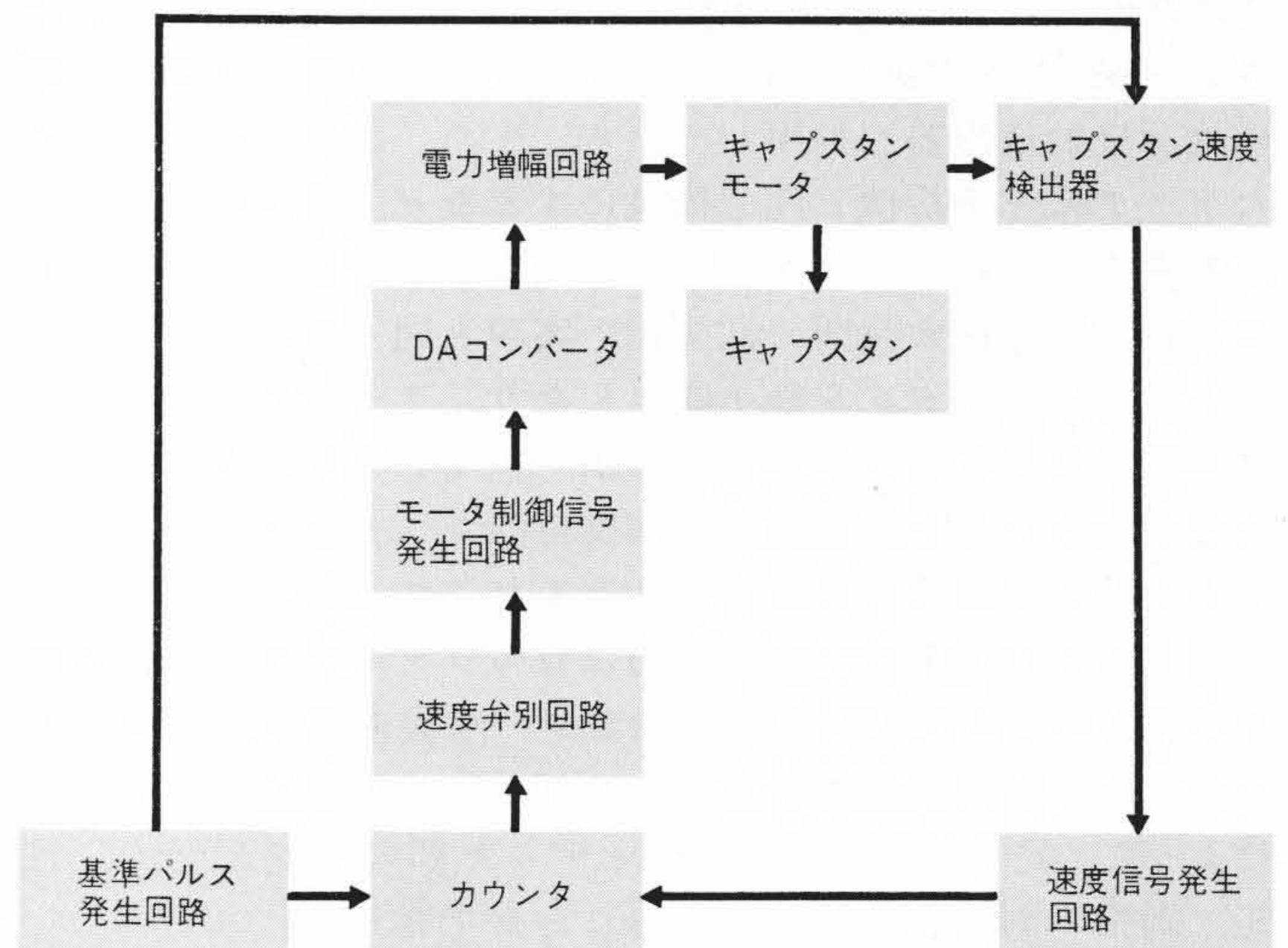


図9 キャプスタン制御回路ブロックダイアグラム キャプスタンはデジタル検出により精度をあげ、アナログモータ駆動で原価低減を図っている。

Fig. 9 Block Diagram of Capstan Control of H-8423MTS

の比重を占めるが、低価格にもかかわらず、十分な信頼度を保証しうるように上級機と同じ構成を持ち、低速度であることを生かして、簡略で、高性能の回路を各種開発し、採用している。エラー、異常検出方法としては、上級機とテープ上で完全な互換性を持たせるため、これと全く同じとした。

制御部にも、大形基板を採用し、小形化、低価格化、保守の簡易化を図っている。

電源部は、H-8423-10形1台、H-8423-11形2台まで直流電力を供給できるほか、中央のコンソールから集中的に、投入、切断が行なえる機能を持たせている。

5 結 言

今回ここに、時代の要求である操作性、経済性、信頼性にすぐれた磁気テープ装置を開発するに際して考慮しなければならない技術的問題点について、高速および低速の磁気テープ装置(H-8455およびH-8423)での方法を具体的に説明した。これらの装置は、すでに多数の顧客に使用され、好評を得ている。

今後磁気テープ装置の性能はますます向上し、特に、記録密度、情報処理速度の2～4倍化、テープかけ替えの完全自動化と、いっそうの信頼性、経済性にすぐれた装置の開発が課題となっている。

参考文献

- (1) 早川, 恒川, 加藤:「HITAC8000用1600BPI磁気テープ装置」日立評論 52, 339(昭45-4)
- (2) ISO/TC97/SC4/WG1 N360 SIXTH DRAFT ISO PROPOSAL 9-TRACK 12.7mm WIDE RECORDED MAGNETIC TAPE FOR INFORMATION INTERCHANGE 63rpm, PHASE ENCODED
- (3) 恒川清爾:「1600BPI磁気テープ装置について」昭和45年度 情報処理学会 大会予稿