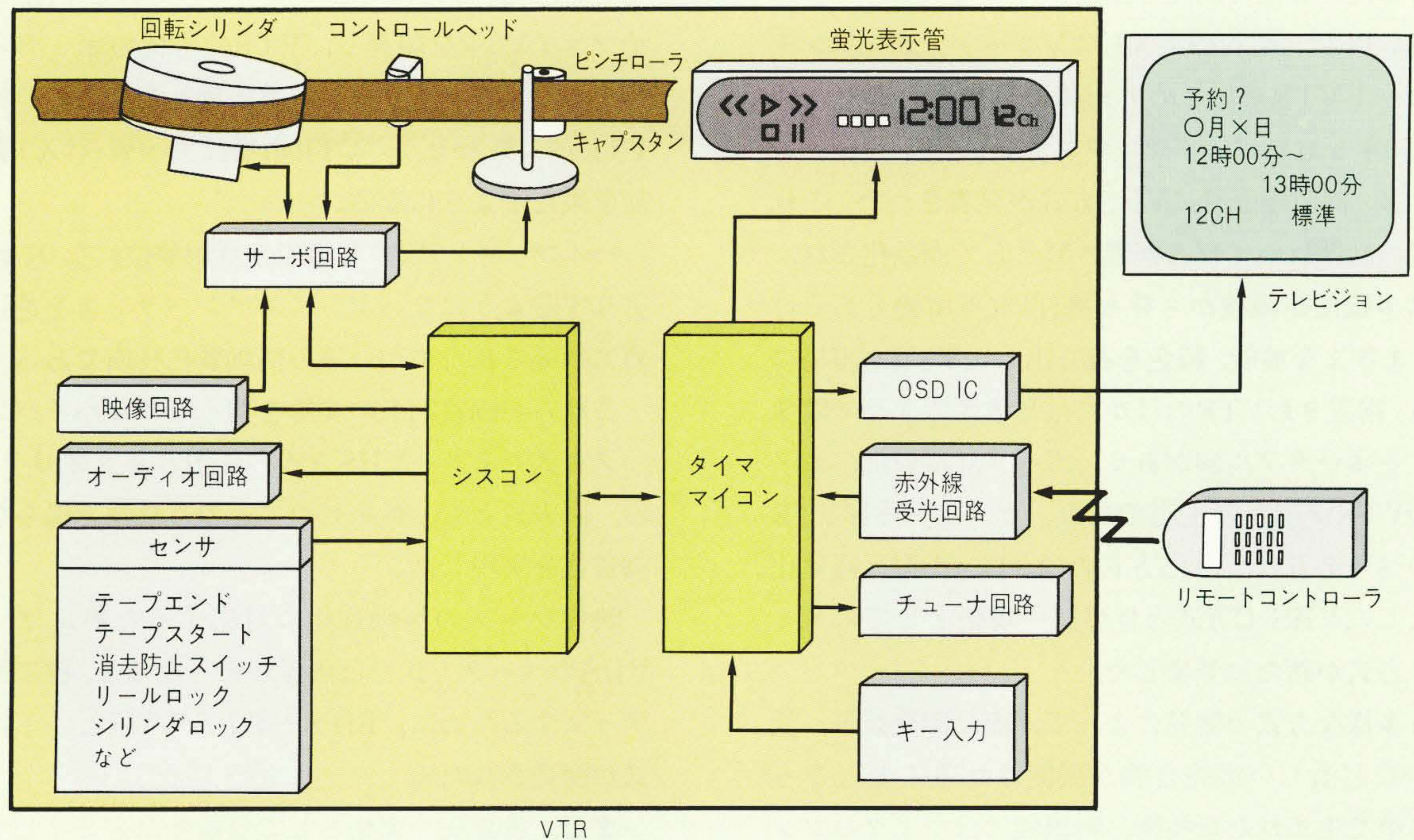


マイクロコンピュータが支えるビデオ機器の機能

Video Tape Recorder Technology Trend Supported by Microcontrollers

田口民夫* Tamio Taguchi

小野寺 均** Hitoshi Onodera



注：略語説明

シスコン (システムコントロールマイコン), タイママイコン (タイマコントロールマイコン), OSD (On Screen Display)

VTRのマイコン構成 システム全体の状態管理およびメカニズムの制御を行うシスコンと、時間管理および表示制御を行うタイママイコンの二つに大別される。

家庭用VTRが発売され家庭への普及が進むにつれて、ユーザーの心をとらえるための高機能・高性能化が行われてきた。録画時間の増大、画質・音質の向上、特殊再生機能の充実、放送番組の自動録画機能の改良や表示機能の充実などである。これらの技術開発は、ビデオテープや録画・再生ヘッドの改良、記録方式の進歩、映像信号や機構部を制御するための専用LSIの改良などが基本となって行われてきたものであるが、マイクロコンピュータ(以下、マイコンと略す。)がその実現を支え、可能にしてきた

面も多い。マイコンはVTRとそれを操作する人間とのインタフェースをつかさどり、テープやメカニズムの状態を監視し駆動するなどのシステムコントロールを行う。また、番組の自動録画にあたっては、時刻を計数し録画の開始終了を指示する、あるいは録画情報を表示するなどのタイマコントロールを行う。日立製作所の新しい8ビットマイコンH8/3724は、これらの制御を1個で行うことのできるマイコンである。

* 日立製作所 半導体設計開発センタ ** 株式会社日立マイコンシステム 幕張デザインセンタ

1 はじめに

家庭用VTRの普及率は70%を超え、VTRを作れば売れる時代から新機能、高付加価値のVTRが市場から要求されるようになった。メーカーは、高画質、高音質であることに加え、編集機能や操作性の向上を実現し市場のニーズにこたえるため開発を進めている¹⁾。

家庭用VTRは、昭和49年8月にVコード方式 $\frac{1}{2}$ インチ小形カセットVTRがはじめて市場に登場したのを皮切りに、同50年5月にベータマックス方式(以下、ベータ方式と言う。)、同51年9月にVHS方式が発表された。これらの方式の初期はいずれも据置き形として商品化され、現在では多機能高級機から普及機(再生専用機もある。)まで、さまざまな機能、特色を打ち出したVTRが市場に出ている。据置き形VTRのほかにはビデオカメラで映像を創作するポータブル形があり、ポータブル形は、カメラ一体形VTRが現在の主流である。カメラ一体形VTRには先のベータ方式、VHS方式のほかに、小形・軽量化を目的としたVHS-C方式と世界統一規格としての8ミリビデオ方式が新たに登場した。

これら多様な方式の開発によって、商品開発競争、低価格競争など激しい販売合戦が展開されることとなった。その中で生まれた新技術、新機能にはマイクロコンピュータ(以下、マイコンと略す。)がなければ実現できなかったもの、またはマイコンがその実現を容易にしたものなど、マイコンによる制御が重要となる部分が数多くある。また、それらの新技術、新機能は、VTRを使う側からのニーズ(市場ニーズ)があって生まれてきたわけであり、市場ニーズの実現をマイコンが支えていると言ってもよい。

ここでは、ビデオ機器に対する市場ニーズをマイコンがどのように実現しているのかを、具体的な事例をもとに述べる。

2 ビデオ機器に対する市場ニーズ

前章で述べた各方式間の開発競争は、映画やスポーツなどの長時間番組を1本のテープに録画したいというニーズをクリアするため、まず記録時間を長くすることから始まった。そして当時は、記録時間の長さで方式そのものの優劣をアピールする商品戦略をとっていた。

家庭用VTRの最初といわれるVコード方式の最長録画時間は1時間であり、その後のVコードⅡでは2時間が可能となった。ベータ方式でも当初は2時間(β Ⅱ・L-

750)であったが、最長5時間(β Ⅲ・L-830)まで可能となった。VHS方式でも、当初は2時間(標準・T-120)であったが、その後8時間(3倍・T-160)と録画時間が大幅に伸びた。

長時間録画が実現されると、次は音質面でレコード、カセットテープなどよりも聞き劣りする点がクローズアップされた。これに対してはベータ方式とVHS方式がハイファイVTRを開発し、VTRでも他のオーディオに肉薄するハイファイサウンドを実現した。このハイファイVTRが人気となり、VTR市場拡大の牽(けん)引車的役割を果たすようになる。

ハイファイVTRの登場で音質が優位になり、画質が見劣りするようになった。このアンバランスを是正するために開発されたのが一連の高画質化技術である。

これらの画質向上の先陣を切ったのがハイバンド化ベータ方式であり、VHS方式のHQ(ハイクオリティ)である。両方式とも、従来ビデオとの互換性を保ちながら高画質化を実現した。

映像ソースの高画質化に対応するためには、現行のVHSやベータ方式では限界があったので、特に解像度をアップするために、EDベータとS-VHSという新しい方式が開発された²⁾。

また、世界統一規格として登場した8ミリビデオは、上記の各種新技術を踏まえて開発された方式であり、小形カセット、長時間録画、ハイファイ音声、高解像度映像を実現している。さらに、高音質を追求したPCM(Pulse Code Modulation)音声の規格も用意されている。

以上が一連のVTRへのニーズと、それによって実現された新技術や新方式である。

これらの開発のベースとなっているものをまとめてみると、長時間録画では、ビデオテープの高密度化とテープの回転数の低速度化、ハイファイVTRでは音声信号のFM変調記録、または回転ヘッドによる音声深層記録、高画質化技術では高性能専用テープとヘッドの開発である。ただし、マイコンが直接これらの技術開発の先陣を切っているわけではない。

では、マイコンはVTRのどの部分に、どのように関わっているのだろうか、またマイコンがVTRを支えているというのはどういうことか、次章で考えていきたい。

3 マンマシンインタフェース

VTRへのニーズが新技術を開発し、新機能を搭載した

VTRが次々と市場に出ている現状であるが、VTRを使うのは人間である。新機能を満載しても人間が使いこなせなければそのVTRは市場に受け入れられない。

VTRと人間の間を取り持つもの、つまりマンマシンインタフェースをつかさどるのがマイコンである。マイコンがVTRの各部をコントロールしているからこそ新機能・新技術が市場に受け入れられているのである。

マイコンがニーズにどのようにかかわってマンマシンインタフェースをつかさどっているかは、大きな技術革新の中では見えにくい。そこで長時間記録という初期の技術革新に的を絞り、長時間記録ができたために生まれたニーズをもとに、マイコンがどのようにその技術革新にかかわっているのかについて述べることにする。

4 マイコンによるVTRニーズの実現

長時間記録によって家庭用VTRが普及し始めたが、記録時間が長くなれば1本のテープにまるまる一番組を録画するという使い方のほかに、複数の番組を1本のテープ内に録画したいというニーズが出てくる。複数の番組をいちいち人手で録画するのがめんどろであるから簡単に機械にやらせたい、また続けて録画した番組の検索をしたい、巻き戻しを速くしたいなど、ほかにも多数のニーズが出てきた。

マイコンはこのようなニーズの実現に、プログラムと

いうロジカルな順序制御を土台にして活躍する。

マイコンがVTRをコントロールしている部分は数多く、すべてを紹介しきれぬわけではない。そこで、長時間記録の実現によって派生したニーズをもとに、マイコンがVTRでどのような働きをしているのか次に述べることにする。

4.1 つなぎ撮り

複数番組の連続録画は、テープを経済的に使いたいというニーズであり、テープの経済性をさらに高めようとすると、不要になった映像の上に新しい映像を記録したいという、いわゆる重ね描きのニーズが発生する。据置き形VTRでは、図1に示すように記録用回転ヘッドと消去ヘッドの位置がずれており、このずれの分だけ、以前テープに記録された映像が未消去で残った。この未消去部分に通常どおり画像を記録しても以前の映像が薄く残ってしまうため、記録初期の一定期間だけ記録電流を多くして以前の映像を打ち消した。初期のVTRでは、この期間をマイコンが計測し指示していたが、記録電流を多くした期間を再生すると虹(にじ)色の帯が画面上に見えるため、その後、記録初期の一定期間、一時的に再生してから記録に移るというマイコン制御が変わった。この技術はつなぎ撮りと呼ばれ、FEヘッド(フライング イレース ヘッド：回転シリンダ上に消去ヘッドを置く方式)の採用と相乗して現在のムービーおよび据置き形VTR

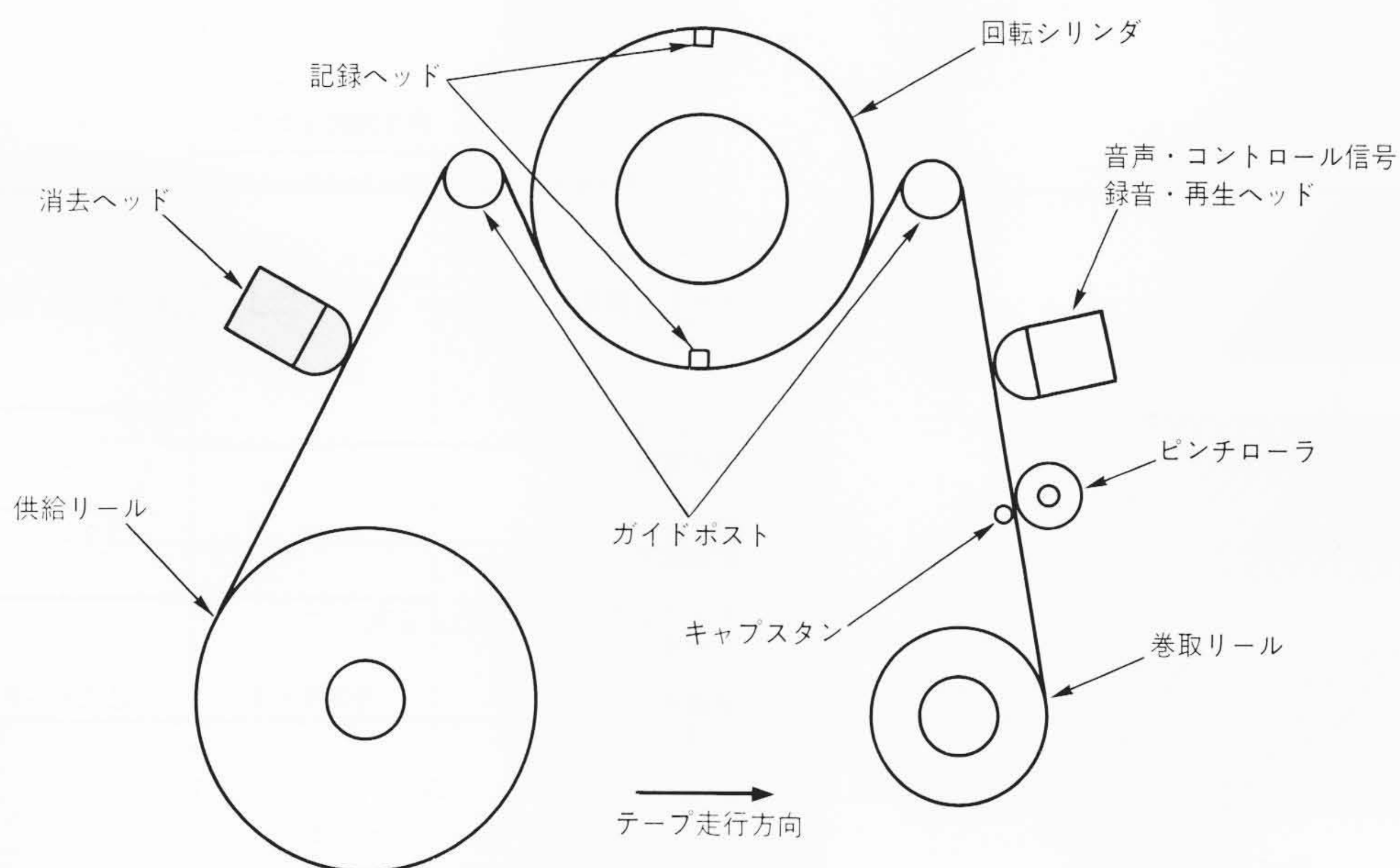


図1 VTRのメカニズム つなぎ撮りの際には消去ヘッドと記録ヘッドの位置のずれが問題となる。この対策にもマイクロコンピュータ(以下、マイコンと略す。)制御が使用される。

の編集機能になくはない技術である³⁾。

4.2 プログラムタイマ、OSD

複数の番組を手で操作してVTRに記録することはめんどくさく、時間の有効活用ができない。録画のオン・オフをVTRが自動的に制御してくれれば手っとり早くありがたい。この番組録画には、その開始時間と終了時間を判断するための基準となる時計が必要になる。また番組の開始、終了時刻を入力し、確認するためには何らかの表示装置が必要となる。番組自動録画のニーズは、マイコンが得意とする分野の一つである時間管理機能(以下、タイマと言う。)を使うことで解決された。また表示装置は、自己発光形で視認性の良いVFD(蛍光表示管)を採用し、表示コントロールをマイコンが行っている。その後、番組予約の数やカレンダーなどの付加機能で差別化を図るようになると、VTRに付いているVFDだけでは大量の情報を表示しきれなくなったため、大画面テレビジョンと相乗してテレビジョンの画面上で番組予約などが確認、実行できるOSD(On Screen Display)が採用され、OSDをコントロールするマイコンの情報量(RAM使用量)も増える結果になった。

4.3 状態管理

複数の番組を録画したテープから希望した番組を容易に探したいというニーズからサーチが出来上がった。サーチはテープを再生状態で早送り、または巻き戻しさせるものであり、メカニズム的な改良が基本である。サーチが実現できると次はサーチ速度を上げる、また逆にス

ロー再生や静止画、こま送り、逆転再生などさまざまなニーズが出てきた。これらのニーズに対しては、先のサーチと同様にメカニズム的な改良が基本となって実現されているが、おのこの状態がマイコンによって適切に管理されて初めてメカニズム的な改良が生きてくるのである。このマイコンによる状態管理は、電動機の正転、逆転の指示はもとより、電動機の加速や減速、テープ送り速度の調整など、VTRの総合的なメカニズムコントロールでありVTR制御の心臓部である。

マイコンは、長時間記録という技術から派生するさまざまなニーズを実現するために不可欠な存在になっている。そこで、次にマイコンがどのような構成でVTRを制御しているのかについて具体的に述べることにする。

5 マイコンによるVTR制御

VTRの制御に携わっているマイコンは、口絵に示すように大別して2種類ある。一つはシステム全体の状態管理、メカニズムの制御を行うシステムコントロールマイコン(以下、シスコンと言う。)であり、他の一つは時間管理、表示制御を行うタイマコントロールマイコン(以下、タイママイコンと言う。)である。

以下にこの二つのマイコンの役割を、マイコンの内蔵機能と照らし合わせて述べることにする^{3),4)}。

5.1 シスコン

5.1.1 タイミング制御

つなぎ撮りを例にして説明する。つなぎ撮りは、先に

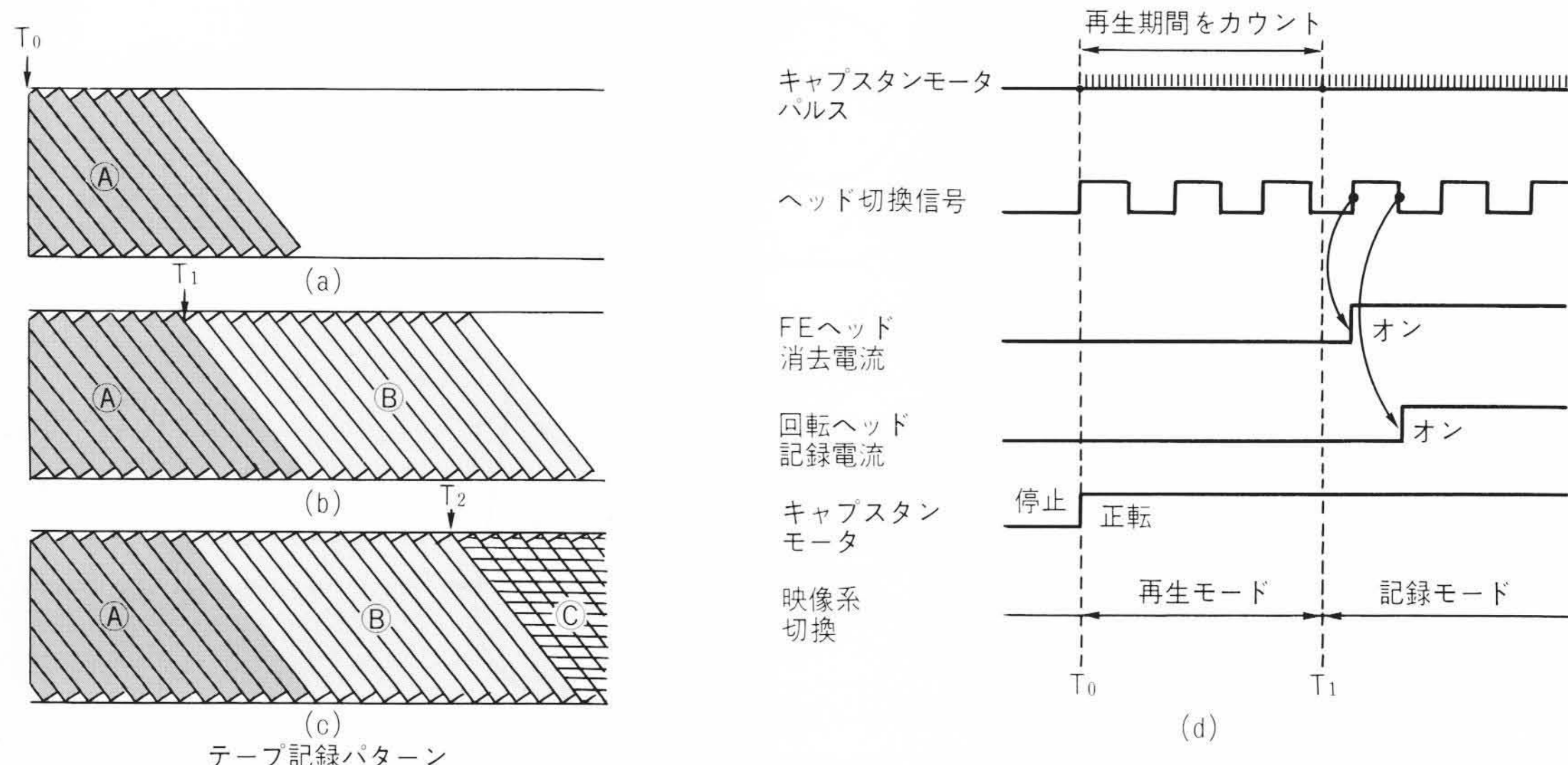


図2 つなぎ撮りの記録方法 つなぎ撮りは既記録部分を一部再生し、同期をとって記録モードに移らなければならない。これにはマイコン制御による適切なタイミング制御が必要である。

説明したとおりFEヘッド(回転ヘッドに取り付けられた消去専用ヘッド)の採用とシスコンの適切なタイミング制御により、既記録ビデオトラック上に重ねて記録される部分を必要最小限に制御して、つなぎ目のノイズを減らす技術である。図2(c)に示すように異なった映像④, ⑤, ⑥を続けて記録する場合を考えてみる。同図(a)に示すような映像④を記録し停止する際には、キャプスタンモータを逆転させて T_0 ポイントまでテープを戻しておく。次に、映像⑤を記録するときには T_0 ポイントから既記録の映像④を再生する。サーボ制御によって映像④の記録パターンをヘッドが正しくトレースするようになった[同図(b)] T_1 ポイントで、ビデオを記録モードに切り換え映像⑤の記録を開始する。映像⑥を記録する場合も同図(c)の T_2 ポイントで同様の制御を繰り返す⁵⁾。この制御でシスコンは、同図(d)に示すタイミングで内蔵カウンタ、外部割り込み端子および入出力端子を以下のように使用する。

- (1) キャプスタン モータ パルスを内蔵カウンタでカウントし、再生期間を計数する。
- (2) 回転ヘッドのヘッド切換信号を外部割込端子で検出し、FEヘッドの消去電流と回転ヘッドの記録電流をオンにするタイミングをとる。
- (3) 入出力端子で、キャプスタンモータのオン・オフおよび正・逆転、FEヘッドの消去電流、および回転ヘッドの記録電流のオン・オフ、映像系の記録・再生モードを切り換える。

以上の制御によってつなぎ撮りが行われるが、実際にこの制御をマイコンで行うためにはプログラムを作らなければならない。プログラムを作る上でマイコンの内蔵機能には次のことが要求される。

- (a) キャプスタンモータの周波数カウンタは、8ビット長以上(周波数カウントは数十～数千カウントになるため16ビット長がよい。)のものが必要である。
- (b) 映像系のモード切換などの制御はカウンタのカウント数によって決定するため、カウンタに同期して動作する端子が必要である。
- (c) 回転ヘッド切換信号を外部割込端子で検出し、信号に同期させてFEヘッドの消去電流などをオン・オフ制御する場合、外部割込入力に外乱ノイズで誤動作しないようにするための外部割込マスク用タイマが必要である。

VTRのタイミング制御はこのほかにも多数あり、それぞれの制御は上記のような機能を使用したプログラムの

開発が必要になる。このため、シスコンにはタイマ、カウンタ、外部割込み、カウンタと同期して動作する端子などが、プログラムで制御しやすいように配置され内蔵されている。

5.1.2 状態管理

サーチ、スローなどの特殊再生は電動機の慣性やメカニズムの追従性などの制約があり、その制約をシスコンが一つ一つコントロールすることによって機能を実現している。シスコンは一つの動作状態を作るために、さまざまなタイミング制御を行わなくてはならない。このタイミング制御は、特殊再生の数などが多くなればなるほど複雑になり、プログラムも複雑になってくる。

そこで、サーチやスローなどのタイミング制御をおのの一つの状態としてプログラムにまとめ、その遷移をコントロール(状態管理)することが必要になった。

シスコンはこの状態管理をするために、希望するプログラムを自在に呼び出したり、プログラム間のデータの受け渡しなどを頻繁に行っている。

5.2 タイママイコン

5.2.1 時間管理

番組の予約録画を実行するには、タイママイコンによる時間管理が必要であり、まずマイコン自身がその基準となる時間を作り出さなければならない。タイママイコンはこの基準時間を、内蔵タイマによる商用周波数(50 Hz/60 Hz)のカウント、またはマイコンのサブクロック(32 kHz)を分周カウントして作り出す。サブクロックとは、マイコンの演算処理のベースとなるクロックとは別に、基準時間を作り出すために使われる二つ目の発振器である。この基準時間はVTRを購入したとき、ユーザーによって現在時刻に設定され、以後はタイママイコンが管理する。さらにユーザーによって番組録画の開始と終了時間が設定されると、タイママイコンは基準時間と番組録画の開始または終了時間を比較して、一致していればシスコンに録画の開始・終了を指示する。

また停電などの際には、録画予約内容が消えてしまったり、基準時間が狂ったりしないように、タイママイコンは低電圧・低消費電力動作モードに入り、これらのデータを保護する。

5.2.2 表示制御

据置き形VTRの表示はそのほとんどが蛍光表示管であり、駆動電圧が20 Vから40 Vのダイナミック表示である。表示制御を受け持っているタイママイコンは、この蛍光表示管駆動用の高耐圧端子とダイナミック表示のた

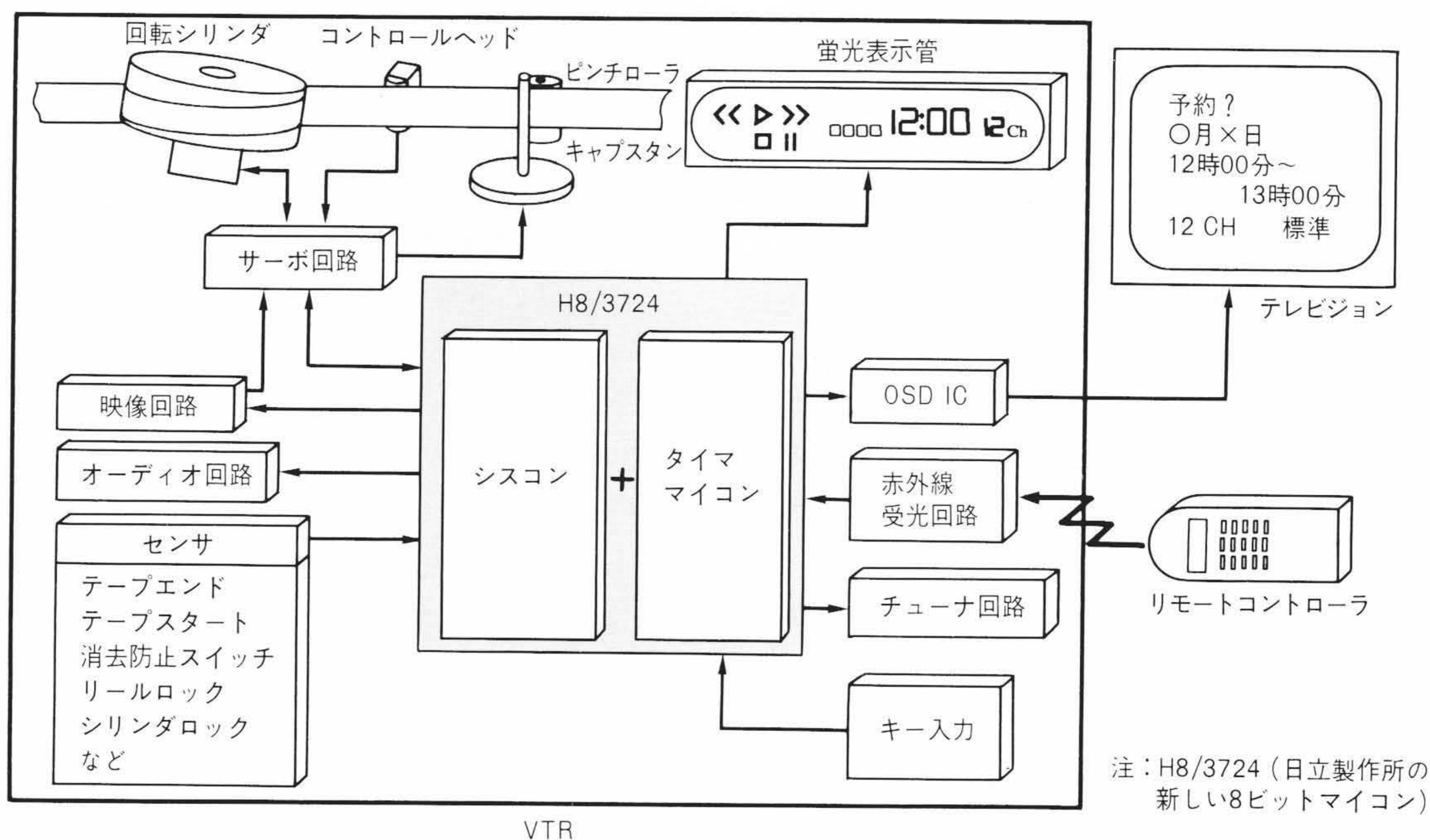


図3 VTRのマイコン1チップ化 H8/3724は、シスコン機能とタイママイコン機能の両方を1チップで実現する。

めのコントロール回路を備えている。表示コントロール回路は、従来タイママイコンがソフトウェアだけで処理していた表示タイミングを肩代わりする回路であり、ソフトウェア制御でしばし問題となる表示のちらつきを解決し、表示品質を向上させるとともにソフトウェアに時間的な余裕を与えている。この時間的な余裕をリモートコントロール信号の連続受信やチューナコントロール、さらにOSDの大量の表示データ処理に活用している。

OSDは番組予約表示はもちろんのこと、操作説明を表示したり番組タイトルの設定などを行っている。また、新機能が追加されることによって起こるスイッチの増大を解決するために、画面上で簡単に設定できるスイッチの代役的な機能を持つ場合がある。OSDはタイママイコン内に記憶してあるデータをOSD表示ICに転送し表示しているため、表示データ量に応じた大容量メモリを内蔵したタイママイコンが使用される。

6 VTRのマイコン制御応用例

8ビットマイコンH8/3724(以下、H8/3724と略す。)を使用して、シスコンとタイママイコンを同一チップ(1チップ)で構成した例を図3に示す。

H8/3724は表1に示すように多数のタイマおよび割込み機能を内蔵しており、シスコンでのタイミング制御を容易にしている。さらに、A-D変換器を内蔵しており、

オートトラッキングやキー入力などの制御に使用できる。シリアルコントローラは、サーボLSIや他のマイコンとのインタフェース制御に活躍する。

また、タイママイコンとして必要な40V耐圧の蛍光表示管駆動用の高耐圧端子と表示コントローラおよび時間管理用の32kHzタイムベースタイマを持ち、さらに録画待機中の消費電力の低減に対応するための低消費電力モードや低電圧動作化により、不慮の停電などでのメモリ内容の破壊を免れるくふうがされている。H8/3724を使用することにより、シスコンおよびタイママイコンを1チップで実現することが可能となる。

また、上記以外にも多数のマイコンを開発し量産化しており、VTRの開発仕様に添ったマイコンの選択が可能である。

7 カメラ一体形VTRのマイコン構成

これまで述べた据置き形VTRの場合とは異なり、カメラ一体形VTRの場合はシスコン(メカコンと呼ぶ場合もある。)に時間管理機能を持たせたり、専用の時計ICを使用したりするためタイママイコンがなくなり、代わりにカメラのフォーカスやアイリスなどをコントロールするために、カメラマイコンを使用したりする場合が多い。また、カメラ一体形VTRは小形・軽量化が重要な商品戦略になることから、サーボLSIの機能をシスコンに持た

表1 H8/3724の機能
汎(はん)用レジスタ方式のCPUに多数のタイマ、割込み、A-Dコンバータを内蔵したVTR向けのマイコンである。

項 目	機 能
C P U	日立製作所のオリジナル 8 ビットCPU 8 ビット×16本の汎用レジスタ 8 ビット× 8 ビット、16ビット÷ 8 ビットの乗除算命令 使いやすいビット操作命令
メ モ リ	大容量メモリを内蔵 32 kバイトのマスクROM 512バイトのRAM
蛍光表示管ドライバ	蛍光表示管駆動コントロール回路内蔵 1 ～16けた 1 ～28セグメント けた、セグメント数可変機能付き
シリアルインタフェース	2 系統のシリアルインタフェース機能を内蔵 SCI 1：8 ・16ビット切換機能付き SCI 2：8 ビット(32バイトデータバッファ付き)
タイマ・カウンタ	5 系統の 8 ビットタイマ機能を内蔵 タイマA：フリーランタイマ・時計用タイムベース兼用 タイマB：リロードタイマ・イベントカウンタ兼用 タイマC：リロードタイマ(アップダウン機能付き)・イベントカウンタ兼用 タイマD：イベントカウンタ タイマE：リロードタイマ
D-A変換器	パルス分割方式14ビットPWM
A-D変換器	8 ビット、 8 チャンネル(サンプルホールド回路付き)
割 込 み	外部割込み端子：6 本 内部割込み：9 要因
入出力端子	高耐圧入出力端子：32本 高耐圧入力端子：1 本 標準耐圧入出力端子：24本 標準耐圧入力端子：9 本
低消費電力モード	4 モード(うち 2 モードは32 kHzクロック動作)
動作電圧範囲	アクティブモード時 $V_{CC}=4.0\sim 5.5\text{ V}(f_{OSC}=2\sim 8\text{ MHz})$ $V_{CC}=2.7\sim 5.5\text{ V}(f_{OSC}=2\sim 4\text{ MHz})$
パッケージ	80ピンフラットパッケージ

注：略語説明 PWM(Pulse Width Modulation)

せたシスコンサーボマイコンの形をとることがある。このため、サーボ系とシスコン系のタイミング制御が混在し、処理時間の厳しい複雑なプログラムが要求されるようになり、マイコンのハードウェアも単に処理時間の高速化やタイマ本数の増加だけでは済まされない状況になってきている。

標準的なカメラ一体形VTRのシステム構成を図4に示す。

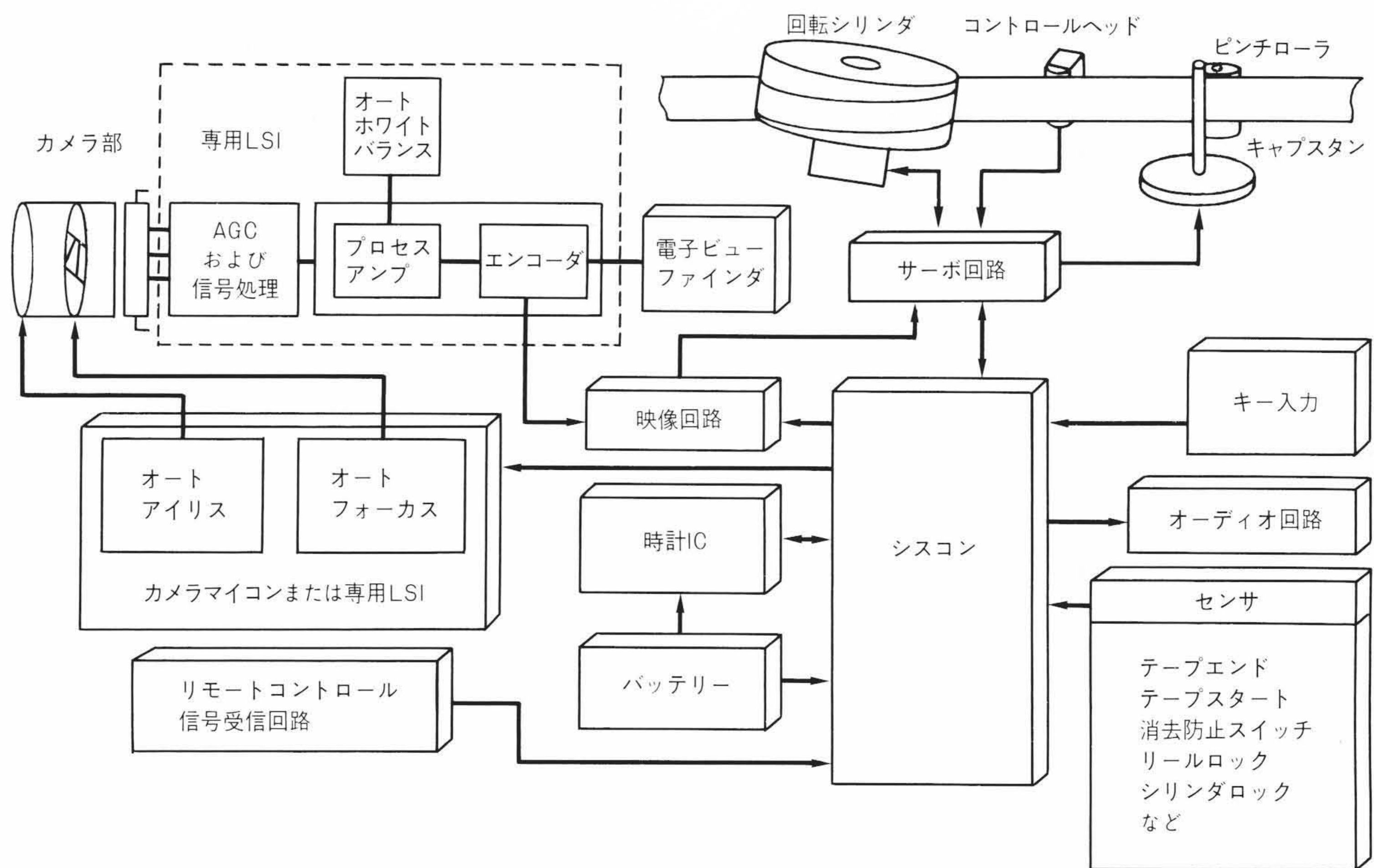
8 今後の動向

VTR用のマイコンは、VTRの新技术開発とともにマイコン自身の機能を高めてきた。新CPUの開発はもとよ

り、その機能の高め方は次の三つにまとめられると考える。

- (1) 演算速度の高速化(一部低速化したものもあるが、高速化を補助するためのサブモードである。)
- (2) メモリの大容量化
- (3) 周辺回路の集積化(1チップ化)

以上の三つは今後もマイコン開発の基本路線になることは間違いなが、上記(3)の周辺回路の集積化については、より慎重な判断が必要となるであろう。初期のころのタイマや割込み本数を増加させる集積化とは異なり、現在ではシスコンとタイママイコンの1チップ化やシスコンとサーボICの1チップ化が行われるようになった。



注：略語説明 AGC (Auto Gain Control)

図4 カメラ一体形VTRのシステム構成 シスコンと時計IC、カメラマイコンなどの専用ICやLSIで構成され、タイママイコンはない。

ハード的に集積化することはすぐにでも可能であるが、あくまでもマイコンを動かすのはプログラムである。集積化したためにプログラムが煩雑になり、制御が追いつかなくなるという状況も考えられる。

コンピュータの世界ではOSが各システムをコントロールすることが常識であり、OSの管理のもとに各システムが支障なく動いている。シスコンも、タイママイコンも、サーボもそれ自体がすでに大規模なシステムであり、その集積化はシステムどうしの融合である。今後のVTRシステムのコントロールには、VTRのOSとでも言うべきプログラム管理が必要になると考えられる。今後開発されるマイコンは、OSを最適に動かすための演算処理の高速化と割込み制御の柔軟性を考慮した集積化、つまり

ソフトとハードの共同作業によって開発されていかなければならないと考える。

9 おわりに

VTRは映像信号処理LSI、サーボコントロールLSIなどの専用半導体、およびメカニズムをマイコンがコントロールしている集合体であり、マイコンはVTRを構成する各部の専門家を常に最適な状態に制御する指揮者的な存在である。今後のVTR用マイコンとして日立製作所では、ハード面での機能・性能の向上を図ったものを開発していくと同時に、ソフトを作りやすくするしかけをもあわせて提供していく予定である。

参考文献

1) 玄光社：ビデオ白書、ビデオサロン(昭63-8)

2) 日本能率協会総合研究所：市場予測レポート、第8巻「エレクトロニクス(民生用)市場編」、第2版(平1-6)

3) 電波新聞社：ビデオ技術ハンドブック(昭63-6)

4) 横山：ホームVTR入門、コロナ社(昭56-12)

5) 日本放送出版協会：エレクトロニクスライフ(昭62-8)