

高耐圧 ZTAT マイクロコンピュータの製品化

ZTAT Microcomputer with High Voltage I/O

4ビットシングルチップマイクロコンピュータは、民生電子機器市場の盛んな需要により技術革新が続いている。特に、顧客指向の特定用途向けマイクロコンピュータの開発が進んでいる。このような中で、HMCS400シリーズは、モジュール方式の設計手法によりCMOS、高耐圧及びEPROM技術を機軸にして製品展開を行い、顧客の商品計画との同期化を推進している。

今回、民生電子機器に多用される蛍光表示管駆動のための高耐圧技術とEPROM内蔵形マイクロコンピュータ技術を組み合わせた2 μ m CMOS高耐圧ZTATマイクロコンピュータ技術を確立した。本技術により、大容量プログラマブルROMを内蔵した高耐圧ZTATマイクロコンピュータHD4074709を製品化した。

辻 光男* *Mitsuo Tsuji*
 岩田克美* *Katsumi Iwata*
 舟津健三* *Kenzō Funatsu*
 堀内健一* *Ken'ichi Horiuchi*

1 緒 言

民生電子機器は、シングルチップマイクロコンピュータ(以下、マイクロコンピュータと略す。)技術の応用により著しい技術革新を遂げた。特に、多様なユーザーニーズに適合した顧客指向の特定用途向けマイクロコンピュータの製品化が重要となっている。また、応用機器の商品ライフサイクルの短期化により商品化に当たっては、設計から量産までの開発期間短縮が重要となっている。

このようなユーザーニーズにこたえるために、4ビットマイクロコンピュータHMCS400シリーズ¹⁾で、モジュール方式設計手法²⁾によりユーザーニーズに合致した製品展開が行われている。日立製作所は、顧客の応用機器の開発期間短縮を促進するために、1986年からユーザーの手元で直接応用プログラムを書き込むことができるEPROM(Erasable Programmable Read Only Memory)内蔵形マイクロコンピュータ³⁾(以下、ZTAT: Zero Turn Around Timeマイクロコンピュータと略す。)を製品化し、展開してきた。

一方、民生電子機器では表示用として蛍光表示管が多用されているが、マイクロコンピュータにより蛍光表示管を直接点灯させるためには、40Vの高電圧出力を持つマイクロコンピュータが必要である。それらの応用機器のプログラム開発評価用又は量産用マイクロコンピュータとして、高電圧出力を持つEPROM搭載形マイクロコンピュータあるいはマスクROM形マイクロコンピュータが用いられてきた。

高耐圧素子とEPROMを同一チップ上に搭載した高耐圧ZTATマイクロコンピュータは、応用機器の開発期間短縮を促進するばかりでなく、蛍光表示管表示のための自動表示用コントローラと駆動回路の内蔵化による部品点数削減、及びシステム処理の簡素化による開発コストの低減が実現される。

本稿では、高耐圧素子とEPROMのオンチップ搭載を可能に

した新プロセスの開発と高耐圧ZTATマイクロコンピュータの設計手法、及びその特長について述べる。

2 高耐圧ZTATマイクロコンピュータプロセスの開発

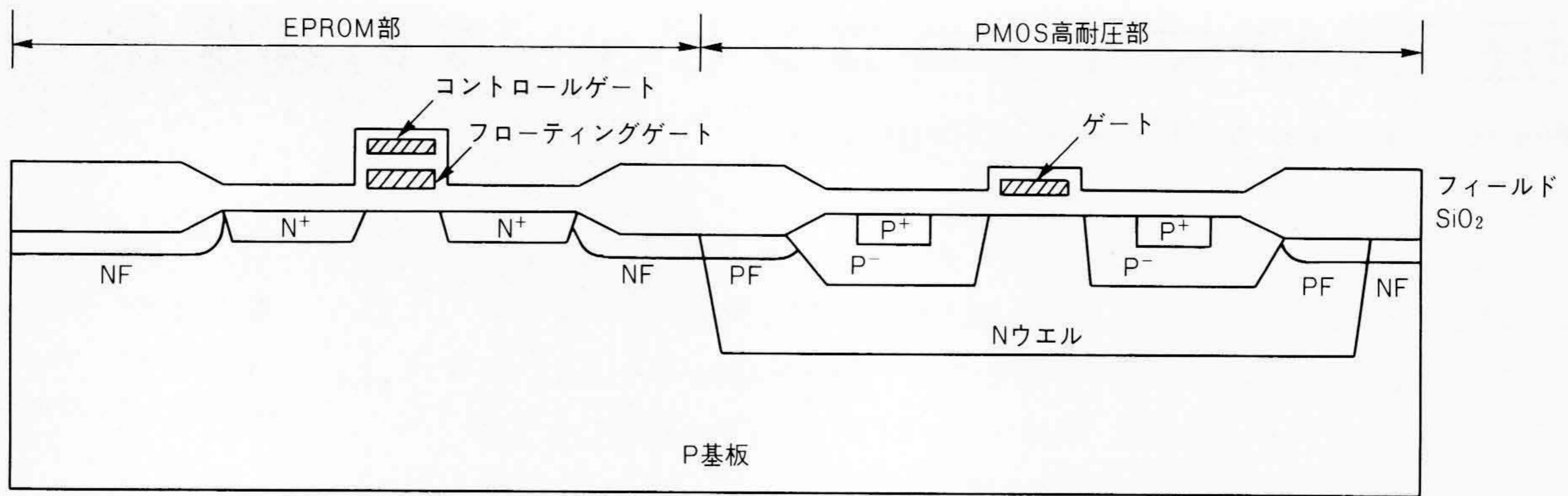
マイクロコンピュータの高耐圧技術は、プリンタ電子式卓上計算機、ECR(Electric Cash Register)などの民生電子機器のシステム制御とその蛍光表示管直接駆動のために開発され、5 μ m PMOS(Pチャンネル Metal Oxide Semiconductor)プロセス技術を用いたマスクROM(Read Only Memory)形マイクロコンピュータとして1977年に製品化された。その後、微細加工の進展により、2.5 μ m CMOS技術で高耐圧仕様のマスクROM形マイクロコンピュータ及びEPROM搭載形マイクロコンピュータの製品化が行われている。

一方、4ビットZTATマイクロコンピュータについては、2 μ m CMOS・ZTATマイクロコンピュータプロセスを用いてHMCS400シリーズの5V系のシステム制御用マイクロコンピュータとして1986年に製品化された。

高耐圧ZTATマイクロコンピュータプロセス(40V)は、高耐圧構造を2.5 μ mプロセスまで採用されてきたLOCOS(Local Oxide Silicon)形オフセット方式からアクティブ形オフセット方式に改良することにより、2 μ m CMOS技術によって実現することができた。以下、この高耐圧プロセスと基本回路の特長について述べる。

図1に2 μ m CMOS高耐圧ZTATマイクロコンピュータプロセスによる素子断面図を示す。高耐圧部のPMOSは、P⁺拡散層をP⁻形の低濃度層で囲むことによって拡散層の濃度こう配の緩和を行い、接合耐圧の向上を図っている。また、高電圧($V_{CC}=40V$)のAl配線下のフィールドSiO₂-Si界面にボロン及びリンイオンの打込みを行い(図1中のNF又はPF層)、寄生

* 日立製作所武蔵工場



注：略語説明 EPROM(Erasable Programmable Read Only Memory) NF(Nチャンネルフィールドインプラ層)
 PMOS(PチャンネルMetal Oxide Semiconductor) PF(Pチャンネルフィールドインプラ層)

図1 高耐圧ZTATマイクロコンピュータプロセス素子断面図 EPROMと高耐圧構造が同一基板上に構成されることを示す。NF及びPFは、NMOS側及びPMOS側のチャンネルストップ用フィールドSiO₂下の拡散層である。

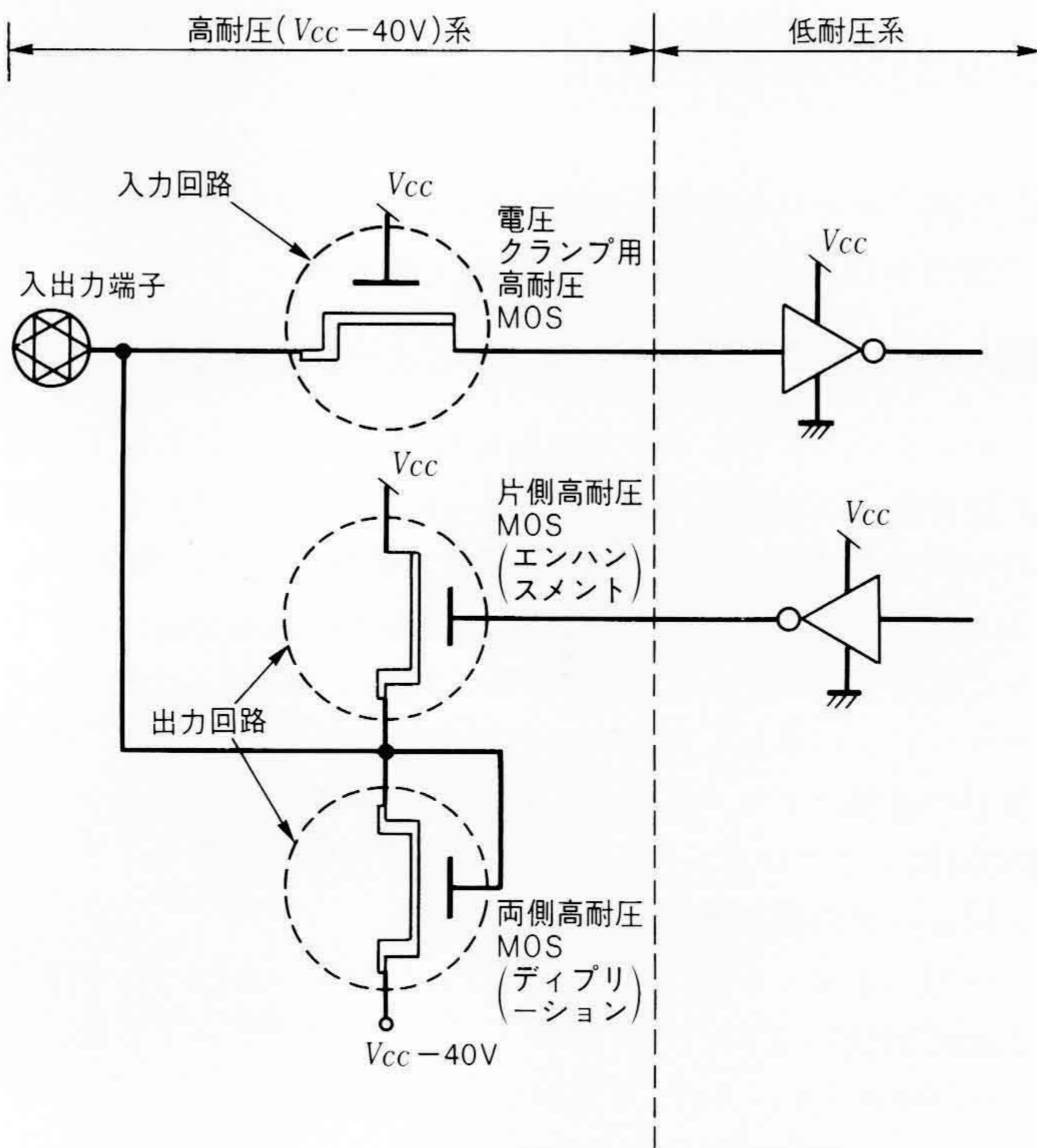


図2 高耐圧回路例 高耐圧回路と5V系回路のインタフェースを示す。

MOS発生防止のためのチャンネルストップを形成した。

図2に応用高耐圧入出力回路例を示す。入力回路は、低電圧側は高耐圧ディプリーションPMOSにより $V_{CC} - 7V$ (7VはPMOSの V_{TH} である。)にクランプされ、高電圧側は V_{CC} となっている。ここで、クランプ電圧 ($V_{CC} - 7V$)はディプリーションPMOSのボロンの打込み量により決定される。一方、出力回路は片側高耐圧エンハンスメントPMOSと両側高耐圧ディプリーションPMOSのインバータバッファにより構成される。

3 HD4074709の設計概要

HMCS400シリーズでは、従来からプログラムサポートツール、及びZTATマイクロコンピュータの整備を行い、市場ニーズに合致した製品開発を進めてきた。日立製作所は、図3に示すように、ユーザーの商品化計画と同期した顧客サポートシステムの構築を図ってきている。図4に、このサポートシステム構築のための設計支援手順を示す。従来のモジュール方式に加えて、新たにエバチップ(評価チップ)方式を導入することにより、エバチップからZTATマイクロコンピュータ及びマスクROM形マイクロコンピュータまでの開発がスムーズにできる設計手法を確立した。以下、エバチップ、ZTATマイクロコンピュータ及びマスクROM形マイクロコンピュータの設計手順を述べる。

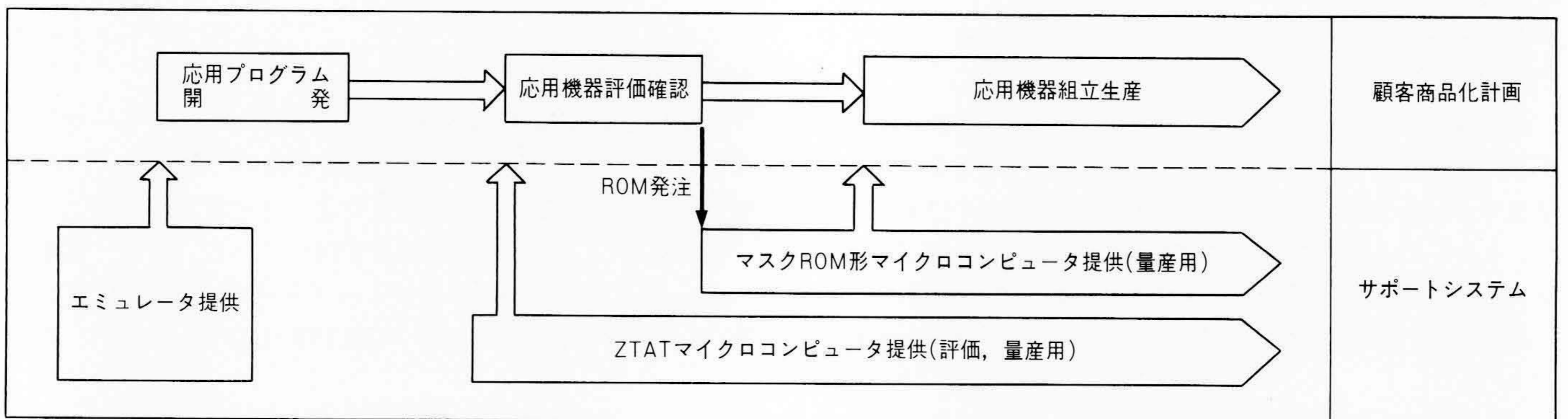


図3 HMCS400シリーズの顧客サポートシステム 顧客商品化進捗状況とマイクロコンピュータサポート時期の関係を示す。

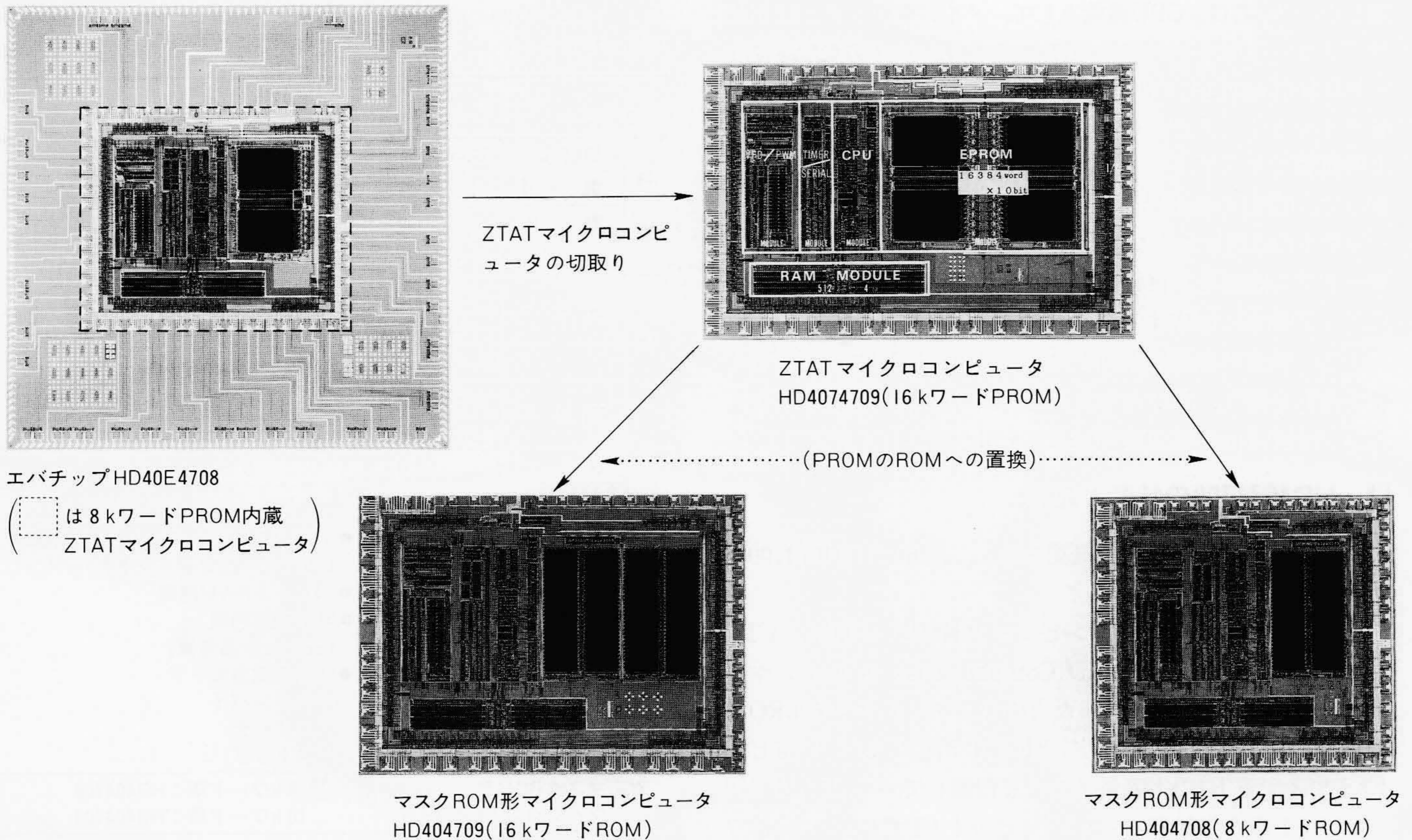


図4 HMCS400シリーズのチップ設計手順 エバチップ、ZTATマイクロコンピュータ及びマスクROM形マイクロコンピュータのチップ設計手順を示す。

エバチップHD40E4708は、新エミュレータ用に設計されたZTATマイクロコンピュータであり、チップ内部に8kワード(10ビット/1ワード)のプログラマブルROMを内蔵している。新エミュレータは、特定用途指向のマイクロコンピュータへのサポートを考慮し、エミュレーションの共通部(エミュレータユニット)、マイクロコンピュータの品種展開に対応したターゲットプローブ及びパッケージ対応のユーザーケーブルに3分割されている。

次に、エバチップがエミュレータの中でどのような役割を持っているかについて説明する。エバチップはエミュレータ内のターゲットプローブに搭載され、エバチップのユーザー使用端子信号はその内部のZTATマイクロコンピュータ端子からエバチップ外枠のボンディングパットを通してエミュレータのユーザーケーブルに出力され、実機の評価に用いられる。一方、応用プログラム評価のためのエミュレーション用信号はエバチップ内部のZTATマイクロコンピュータから引き出され、バッファを介してエミュレーションユニットのほうに出力される。

ZTATマイクロコンピュータ、HD4074709は、エバチップに内蔵されたZTATマイクロコンピュータの8kワード(10ビット/1ワード)のEPROMモジュールを16kワード(10ビット/1ワード)のEPROMモジュールに拡張変換した4ビットマイクロコンピュータである。また、マスクROM形マイクロコンピュータは、ZTATマイクロコンピュータのEPROMモジュールを8kワード又は16kワード(10ビット/1ワード)のROMモジュールに変換又は拡張することにより作成されたもので、

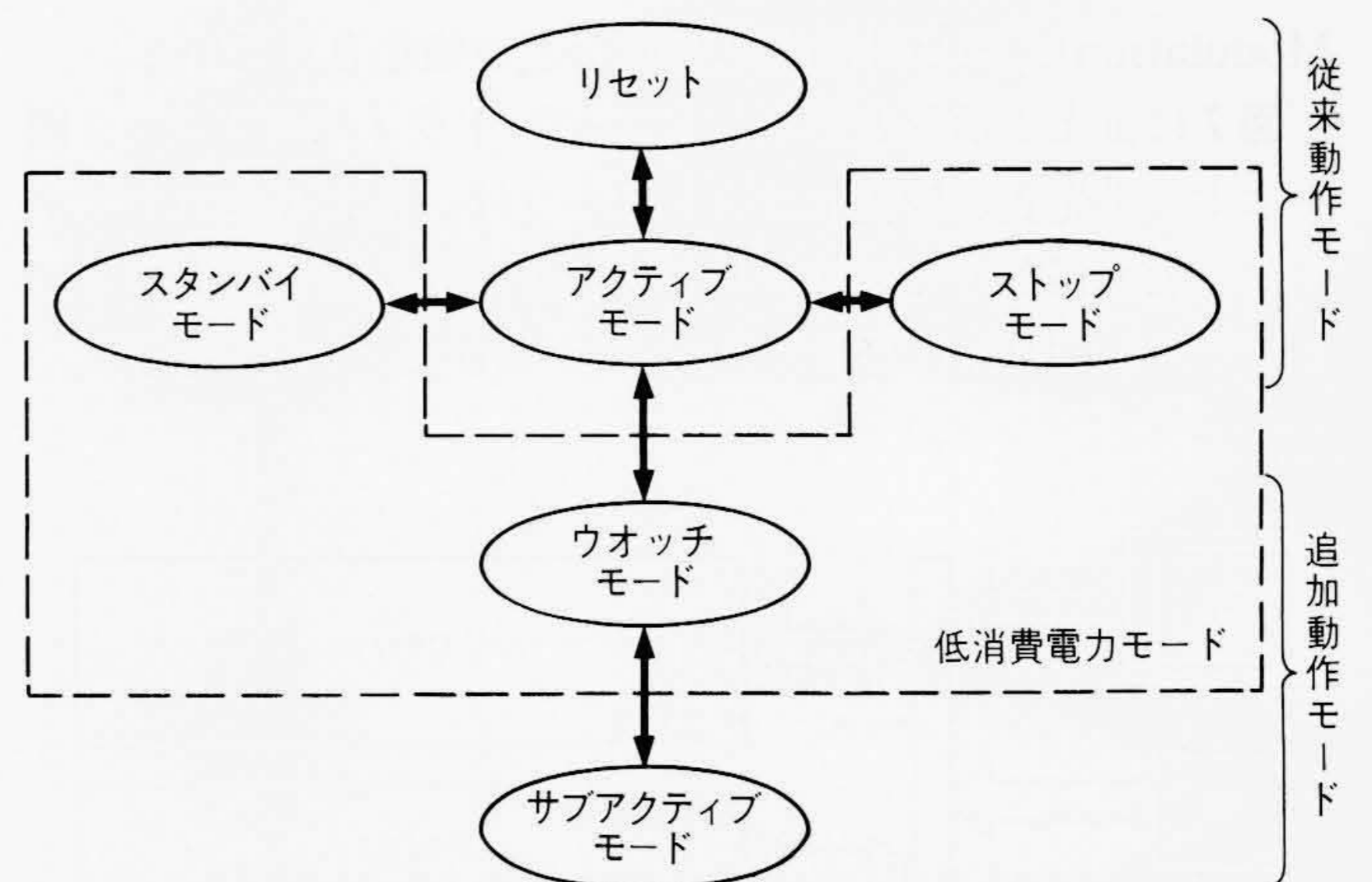


図5 MCUの動作説明 MCU(Microcomputer Unit)の状態遷移と低消費電力モードを示す。

各々HD404708とHD404709になっている。以上のチップ設計手法を採用することにより、エバチップ、ZTATマイクロコンピュータ及びマスクROM間の電気的特性及び品質の均一化と互換性を実現することができた。

次に高耐圧ZTATマイクロコンピュータの製品化に当たり、低消費電力モードの機能拡張によるパフォーマンスの向上と、更に高速処理向上のために、図5に示すようなCPU(中央処理装置)機能の改良を行った。前者については、従来のアクティブモード、スタンバイモード及びストップモードにサブクロックで動作するサブアクティブモードとウオッチモードを追

加した。これらは、CPU機能として、メインクロックと32 kHzサブクロック用発振回路を内蔵している。サブアクティブモードは244 μsのCPUの低速動作が可能であり、ウォッチモードはタイマカウンタだけが動作するタイマ機能を持っており、1秒間隔でサブアクティブモードへの割込動作を行う。したがって、CPUの低速動作とタイマ機能の組み合わせにより、いっそうの応用システムの低消費電力化を行うことができる。ポータブル機器及び停電処理が必要な機器のバッテリーバックアップ動作に対応することができる。

また、後者の高速処理向上については、CPUのハード面での高速化を図り、最小命令実行時間が0.89 μsの製品を開発したが、今後0.5 μsの高速版の製品化を引き続き行う予定である。

4 HD4074709の特長と応用

表1にHD4074709の機能概要を示し、図6にHD4074709ブロック図を示す。

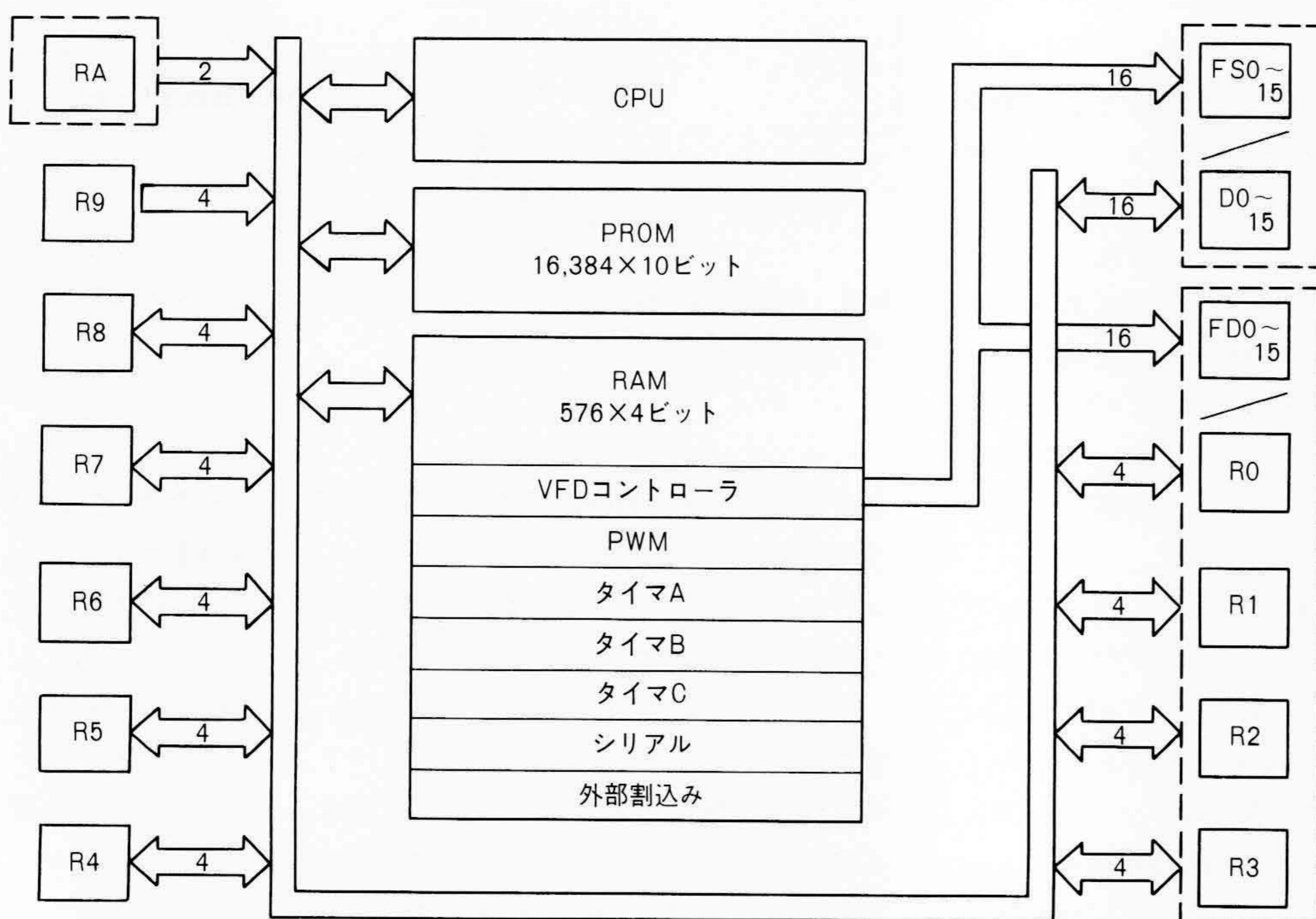
高耐圧ZTATマイクロコンピュータHD4074709は、VTR (Video Tape Recorder), CD (Compact Disk)をメインマーケットとして製品企画を行ったもので、プログラマブルROM 16 kワード(10ビット/1ワード)とRAM 576ディジット(4ビット/1ディジット)の大容量メモリを内蔵している。RAM 576ディジットのうち64ディジット(4ビット/1ディジット)はワーク用と表示用を兼用したデュアルポートRAMである。周辺機能として、蛍光表示管表示コントローラ、タイマ3本、シリアルインタフェース1本、14ビットPWM (Pulse Width Modulation)、及び外部割込機能などが強化されている。

図7に蛍光表示管表示コントローラドライバのブロック図を示す。蛍光表示管表示コントローラは、最大16本のディジットと最大16本のセグメントを持つ蛍光表示管を制御することができる。HD4074709のディジット及びセグメント端子は、

表1 HD4074709の機能概要 高耐圧ZTATマイクロコンピュータの機能一覧表を示す。

形名		HD4074709	
特 性	標準命令実行時間	1 μs	
	電源電圧	3~5 V	
	動作温度	-20~+75 °C	
	パッケージ	DC-64S, DP-64S, FP-64	
機 能	メモリ	PROM 8,192ビット×10 RAM 576ビット×4	
	I/O	56(うち34本はV _{CC} +40 V)	
能	割込み	外部	4本
		内部	5本
	タイマ	8ビット×3本	
	シリアル	8ビット×1本(同期式)	
主 な 特 長		<ul style="list-style-type: none"> ●VFDコントローラ・ドライバ内蔵 (16けた×16セグメント) ●14ビットPWM内蔵 ●時計機能内蔵 (32 kHz水晶発振) ●低消費電力モード スタンバイ ウォッチ ストップ 	
対応マスクROM形 マイクロコンピュータ		8 kワード版: HD404708 16 kワード版: HD404709	
主 な 応 用		VTR オーディオ CD 電子レンジ DAT	

注: 略語説明
 FP (フラットプラスチックパッケージ)
 DC (デュアルインラインセラミックパッケージ)
 DP (デュアルインラインプラスチックパッケージ)
 VFD (Vacuum Fluorescent Display)
 PWM (Pulse Width Modulation)
 VTR (Video Tape Recorder)
 CD (Compact Disk)
 DAT (Dynamic Address Translation)



注: 略語説明
 CPU(中央処理装置)
 PROM(Programmable Read Only Memory)
 RAM(Random Access Memory)

図6 HD4074709ブロック図(.....は高耐圧端子) ZTATマイクロコンピュータの構成と高耐圧端子の位置を示す。

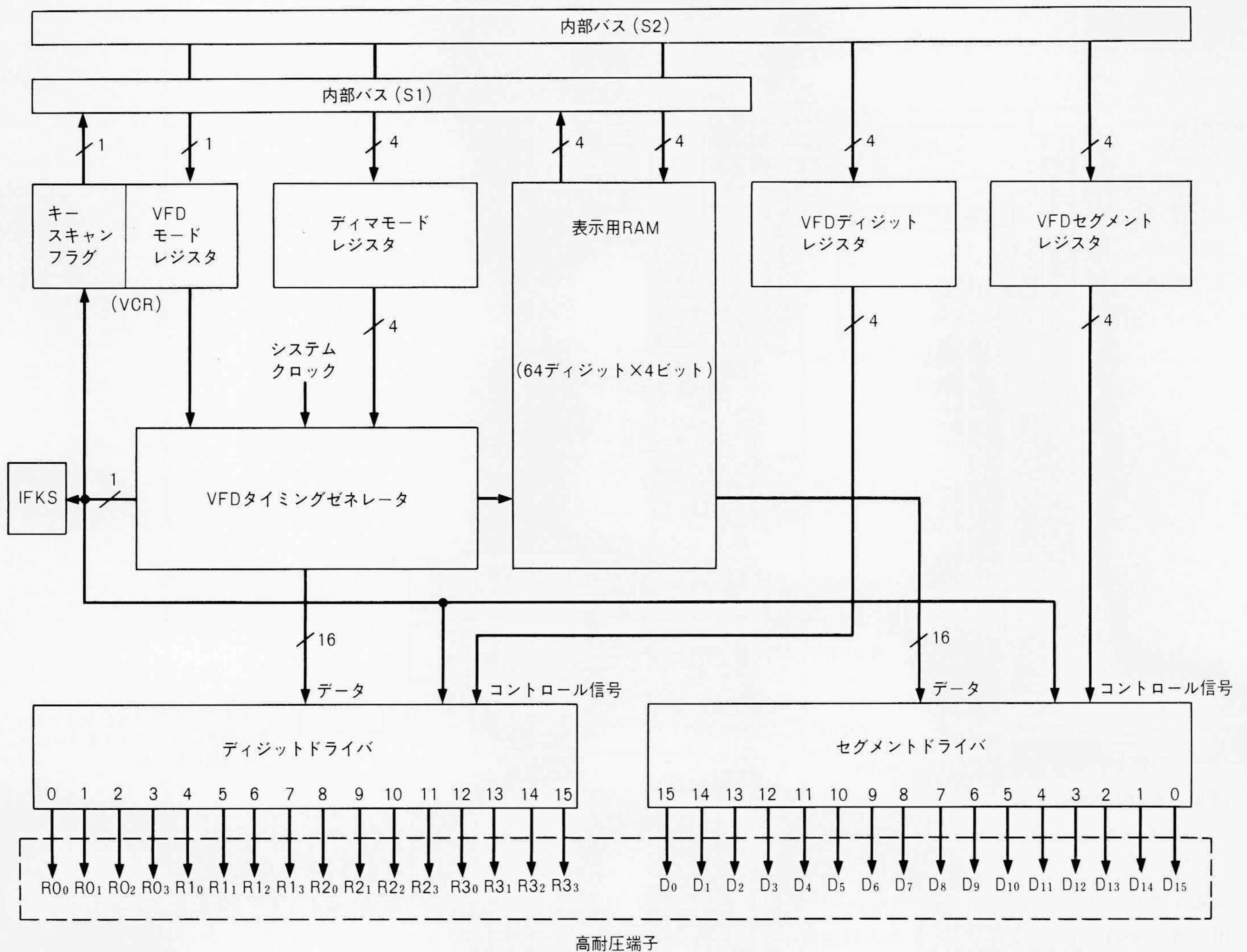


図7 蛍光表示管表示コントローラのブロック図 蛍光表示管のセグメント及びディジットを自動制御するコントローラ部を示す。

40 Vの高耐圧で15 mAの大電流端子であり、蛍光表示管を点灯するには十分な機能、及び電気的特性を持っている。高耐圧・大電流端子は、表示用として使用しない場合には、高耐圧はん(汎)用入出力端子として使用できる。コントローラ部は、表示データを格納するRAM部、VFD(Vacuum Fluorescent Display)、VCR(コントロールレジスタ)、DMR(ディマモードレジスタ)、表示タイミング発生回路から構成される。

32本の高耐圧・大電流端子は、VFDセグメントレジスタ(FSR)及びVFDディジットレジスタ(FDR)によって、16セグメント×16ディジットから8セグメント×2ディジットの範囲で表示用端子として選択される。

また、キースキャン処理を蛍光表示管表示ルーチンの中で行うことができる。表示タイミングの1フレームは、17個のピリオドに分割され、最初の1ピリオドが自動的にキースキャン処理ルーチンとなり、残りの16ピリオドが表示用となる。キースキャン処理ではVFDセグメントレジスタ及びVFDディジットレジスタで選択された端子が、命令で操作できるはん用端子に切り替わりソフトウェアによるキースキャン処理ができる。残りの16ピリオドは点灯タイミングで、端子は表示

出力端子となる。ディマモードレジスタは1ディジット幅の出力波形を制御でき、表示のにじみ及び明るさを調整することができる。

図8は、蛍光表示管を16けた16セグメント表示した場合の応用例を示す。蛍光表示管のけた信号はディジット端子FD₀~FD₁₅よりとり、セグメント信号はセグメント端子FS₀~FS₁₅よりとる。また、自動的にソフトウェアによるキースキャンを行うために、セグメント信号を応用した場合のR₉入力ポートへのキー取込み回路を図示した。同図中のディジット端子及びセグメント端子の外付抵抗(抵抗電源電圧-40 V)は、マスクROM形マイクロコンピュータの場合はマスクオプションにより内蔵化することができる。

R₄₃/PWM端子は14ビットPWM方式D-Aコンバータの出力端子として使用可能であり、外部にローパスフィルタを接続することにより、14ビットのD-Aコンバータとして使用できる。特に電圧シンセサイザ方式のチューニングシステムに必要なとされる分解能及び応答速度を達成するため、パルス分割形14ビットパルス幅変調方式を採用している。

その他、データ通信用に8ビットクロック同期方式シリア

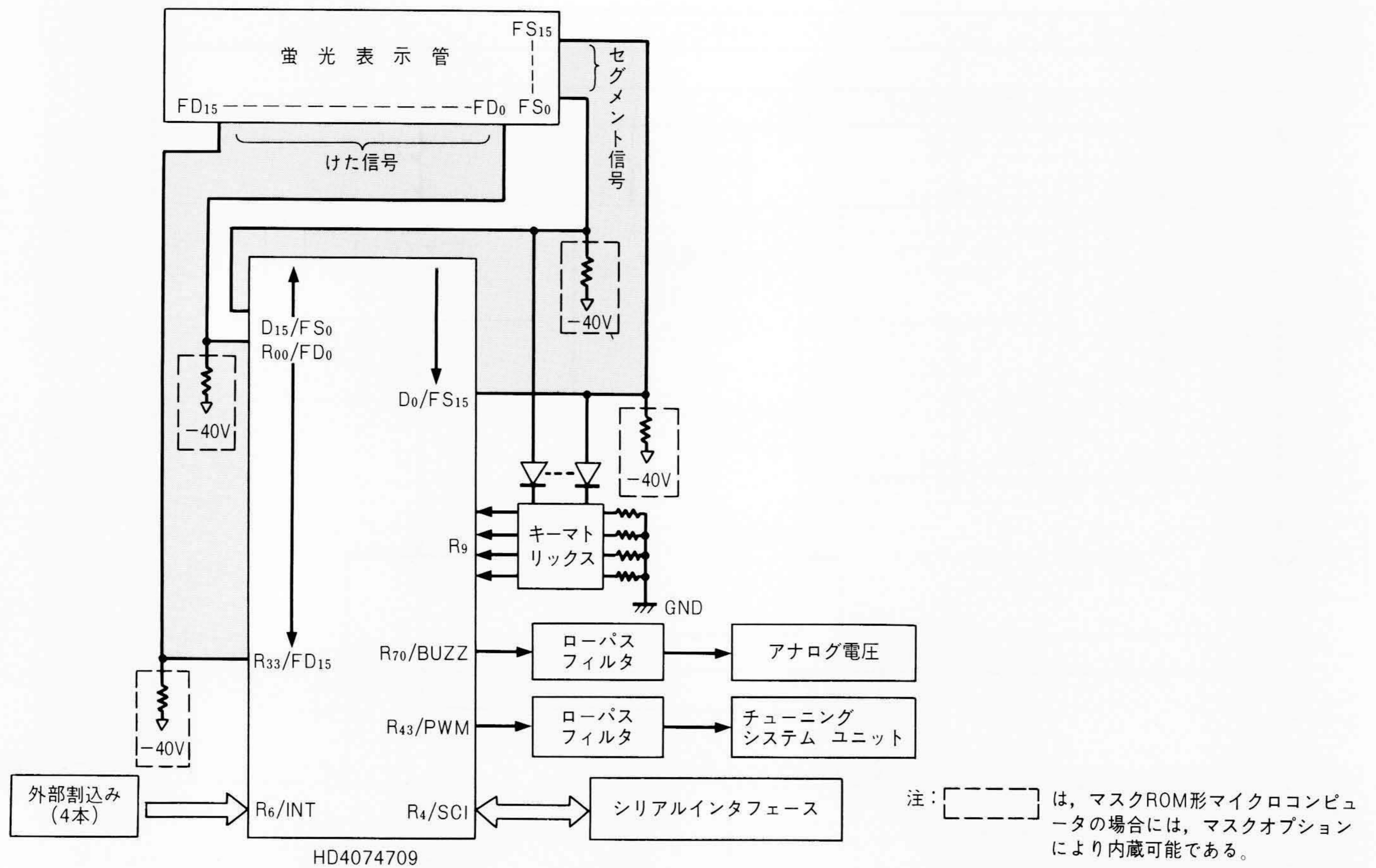


図8 HD4074709応用例 蛍光表示管16けた16セグメント表示の場合の応用例を示す。

ラインタフェース、外部要因による割込み又はリモコン受信用の外部割込みの応用のために4本の外部割込み端子、及びR4～R8のはん用入出力ポートを内蔵している。

また、デューティ可変のパルス出力機能(R70/BUZZ)があり、ブザー用信号あるいはPWM用信号として応用できる。ローパスフィルタを接続することによって、アナログ電圧を取り出すことができる。

ZTATマイクロコンピュータのプログラミングについては、MCUをPROMモードにすることによって、内蔵PROMへの書込み処理ができる。PROMモードは専用のソケットアダプタを使用するだけで設定され、市販のEPROM27256と同一仕様、ピン配置及び電気的特性によってPROMの書込みと読出しを行うことができる。

CPU, HMCS400シリーズは、1命令が10ビット構成であり、市販のEPROMライタを使用するために、8ビットから10ビットへの交換回路を内蔵している。プログラミングの際に1命令を下位5ビットと上位5ビットに分割して、2アドレスにより書込みあるいは読み出すことにより、はん用EPROMライタを使用することができる。

5 結 言

アクティブ形オフセット方式の高耐圧構造をEPROMオンチップマイクロコンピュータで実現することによって高耐圧ZTATマイクロコンピュータ技術を確立し、民生電子機器で多用される蛍光表示管表示機能を持つ応用システムのコント

ローラとして最適な高耐圧ZTATマイクロコンピュータを提供することができた。

更に、設計手法としてモジュール方式を改善し、エバチップ方式を開発した。本方式の採用により、エミュレータ用のエバチップ、ZTATマイクロコンピュータ及びマスクROM形マイクロコンピュータを一連の設計手順に沿って製品化できるようになり、顧客の商品化計画に合致するサポートシステムを構築することができた。

今回は、VTR, CDなどのコントローラとして最適な機能を、高耐圧ZTATマイクロコンピュータに搭載してHD4074709を製品化した。今後は、その高耐圧ZTATマイクロコンピュータ技術を応用した製品展開を進めていく計画である。

参考文献

- 1) S. Hotta, et al. : New 4 bit Single-Chip Microcomputer HMCS-404, HITACHI REVIEW, 33, No.2, 57~60(1984)
- 2) M. Tsuji, et al. : Modular Chip Design Approach for 4 bit Single Chip Microcomputer, HITACHI REVIEW, 68, No. 7, 33~37(1986)
- 3) 佐藤, 外 : ZTATマイクロコンピュータ, 日立評論, 67, 8, 597~602(昭60-8)