

グラフィック ディスプレイ コントローラ

ACRTC “HD63484”

Graphic Display Controller ACRTC “HD63484”

OA機器、CAD端末などで高精細のグラフィック ディスプレイが求められている。その高性能化、低価格化を果たすキーデバイスとしてACRTC “HD63484”を開発した。画面分割、ウインドウ、スムーズ スクロール制御などの多彩な表示制御機能に加えて、直線、円、長円、塗りつぶし、コピーなどの高度なグラフィック描画機能をもつ。X-Y座標値をパラメータとする高水準コマンドを解釈し、高速(直線 $0.5\mu\text{s}$ /ドット)に描画処理を実行する。内部は三つのプロセッサ モジュールによるマルチプロセッサ構造を採っている。

桂 晃洋* *Kôyô Katsura*
前島 英雄* *Hideo Maejima*
御法川和夫** *Kazuo Minorikawa*
久保 隆重*** *Takashige Kubo*

1 緒 言

メモリLSIの高集積化に伴って、大容量メモリを必要とするグラフィック ディスプレイの低価格化が進み、文字表示をフル ビット マップで処理するものも少なくない。しかし、ディスプレイ装置の高精細化ともあいまって、扱う情報量が大幅に増大する傾向にあり、高性能化が課題となっている。日立製作所では、既にCRT(Cathode Ray Tube)コントローラとしてHD6845を製品化しているが、その後の新しいニーズにこたえるため、高度なグラフィック機能を主体とするACRTC(Advanced CRT Controller)HD63484を開発した。ACRTC は文字や図形の表示制御機能に加え、多くのグラフィック描画機能をハードウェアとして提供する。したがって、OA(Office Automation)機器をはじめとしてCAD(Computer Aided Design)やCAM(Computer Aided Manufacturing)端末、ゲーム機器などの広範な分野で、グラフィック処理のキーデバイスとして応用できる。

ここでは、ACRTCの特長とそのグラフィック処理機能について述べる。

2 特 長

表1はACRTCの仕様概要を示す。従来のCRTコントローラの多くが表示制御専用であったのに対し、ACRTCはフレーム メモリ上に種々の図形を発生するグラフィック描画機能をもっている。

図1はACRTCを応用したグラフィック システムの構成例を示す。汎用のマイクロプロセッサとのインタフェース機能をもっており、周辺LSIの一つとして接続できる。表示制御及び描画制御に伴うフレーム メモリのアクセスはすべてACRTCが管理し、MPU(Microprocessing Unit)のアドレス空間とは独立に最大2Mバイトまで制御できる。システムバスとフレーム メモリのバスを分離することにより、MPUのソフトウェア処理とACRTCの描画処理を並列動作できる。従来の多くのアプリケーションでMPUバスのオーバヘッドの増大がネックとなっているが、ACRTCでは、MPU空間とフレーム メモリ間の情報伝達に高度に圧縮された情報(ACRTCの高機能コマンド)を用いることにより、MPUバスの負荷を

大幅に軽減できる。

3 機 能

3.1 レジスタ構成

ACRTCは、MPUからアクセスできる200バイト以上の制御レジスタ、及びRAM(Random Access Memory)をもっている。

表1 ACRTCの仕様 ACRTC(Advanced Cathode Ray Tube Controller)は多彩な表示制御機能に加えて、種々の図形を発生するグラフィック描画機能をもっている。

項 目	仕 様
動 作 周 波 数	1 ~ 8 MHz(HD63484-8) 1 ~ 6 MHz(HD63484-6) 1 ~ 4 MHz(HD63484-4)
表示用メモリ容量	グラフィック用: 2Mバイト キャラクタ用: 128kバイト
描 画 コ マ ン ド	● 38種 ● 直線, 四角形, 多角形, 円, 長円, 塗りつぶし, コピーなど
描 画 機 能	● X-Y座標系に基づく論理アドレス管理 ● 模様パターンによる描画機能 ● 色条件による描画マスク機能 ● 描画領域管理機能 ● DMA転送機能
描 画 速 度	● モノクロ・カラー同一 ● 直線描画速度: 500ns/ドット (8 MHz動作時)
表 示 機 能	● 画面分割: 3水平分割+1ウインドウ ● 水平, 垂直のスムーズ スクロール ● 拡大表示(水平・垂直独立に1~16倍) ● 画面の重ね合せ ● 外部同期 ● グラフィック カーソル機能

注: 略語説明 DMA(Direct Memory Access)

* 日立製作所日立研究所 ** 日立製作所武蔵工場 *** 日立製作所システム開発研究所

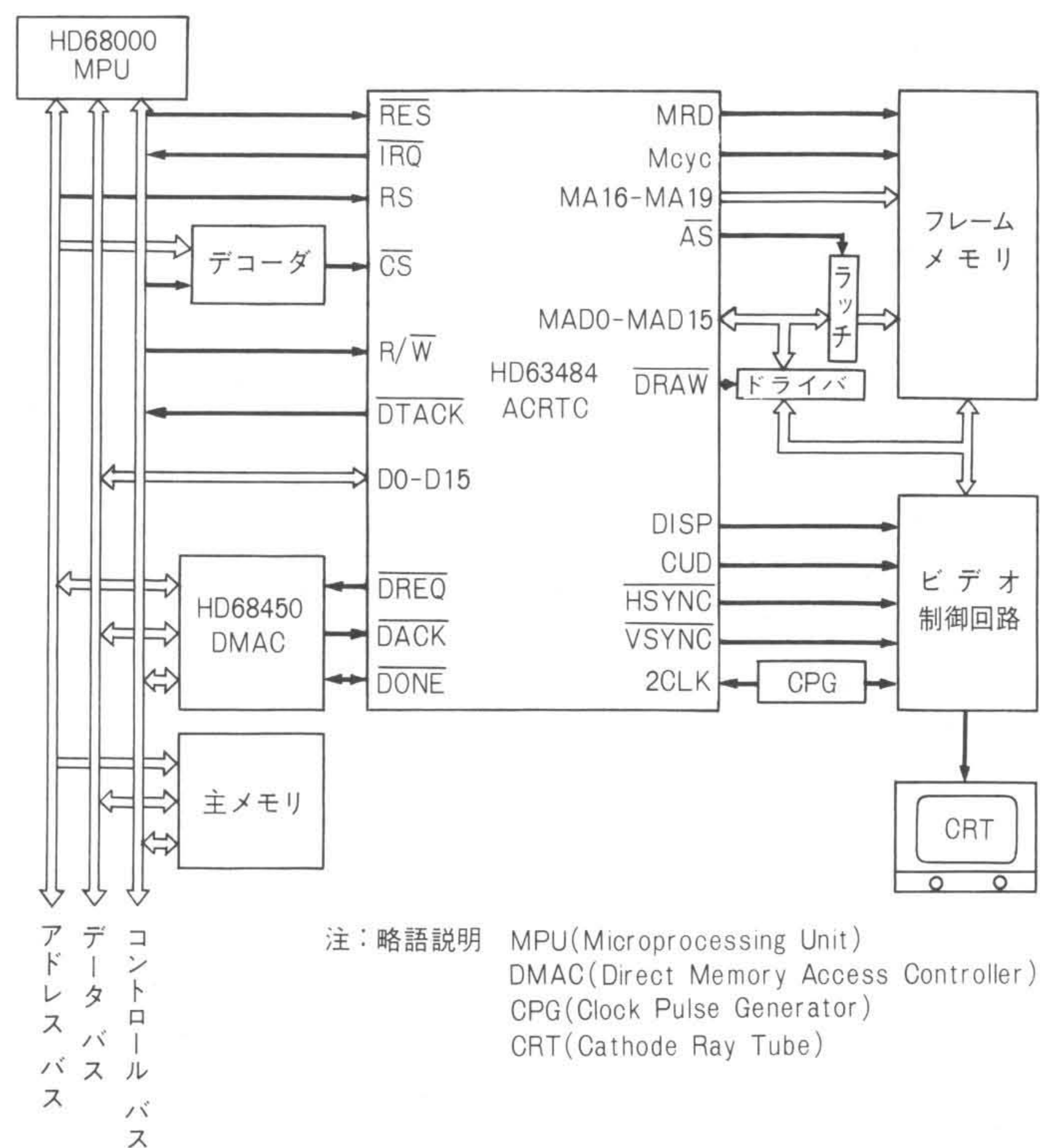


図1 グラフィックシステムの構成 フレームメモリは、MPUメモリとは独立に最大2Mバイトを制御できる。

る。図2はACRTCのもつ内部レジスタを示す。主として表示アドレスとタイミングを制御するレジスタやRAMはMPUからの直接アクセスが可能なのに対し、描画を制御するレジスタ、RAMはコマンドを用いてFIFO(First In First Out)経由でアクセスする。このため、処理時間の長いコマンドを実行中であっても、表示パラメータの変更は即座に実行できる。

3.2 フレームメモリのアドレス空間

ACRTCは、X-Y座標系に基づく論理空間とリニアアドレスが付された物理空間の2種類のアドレス空間を操作する。前者は描画コマンドの座標指定に用いられ、後者はフレームメモリのアクセスに用いられる。MPUソフトウェアでは操作性の良い論理アドレスを用いて座標点を指定でき、煩雑なリニアアドレス演算はACRTC内部で処理される。このため、グラフィックソフトウェアの生産性を向上でき、ハードウェアに依存しない移植性の高いソフトウェア記述が可能となる。

図3は、論理空間と物理空間及び表示画面の対応関係を示したものである。同図は、4枚のカラープレーンから成る4ビット/pixel(同時16色又は16階調)の場合の例である。物理メモリは1ワードが16ビットで構成され、連続アドレスが付されている。この物理空間が、2次元の4枚のカラープレーンに割り当てられる。論理空間の一部又は全部が実際の映像として表示画面上に表示される。4ビット/pixelモードの場合は、1画素のデータは同一ワード内の4ビットが割り当てられ、メモリの1ワードには水平方向に連続する4画素分のデータを記憶する。物理空間と論理空間の対応付けは、LSW(Logical Screen Width: 論理空間の横幅)及びORG(Origin Point: 原点)とリニアアドレスの対応関係によって管理される。また、論理空間と表示画面の対応は、SA(Start Address: 表示開始アドレス)によって関係づけられる。

3.3 表示制御機能

ACRTCは多彩な表示制御機能をもっているが、次にその代表的なものについて述べる。

(1) 画面分割

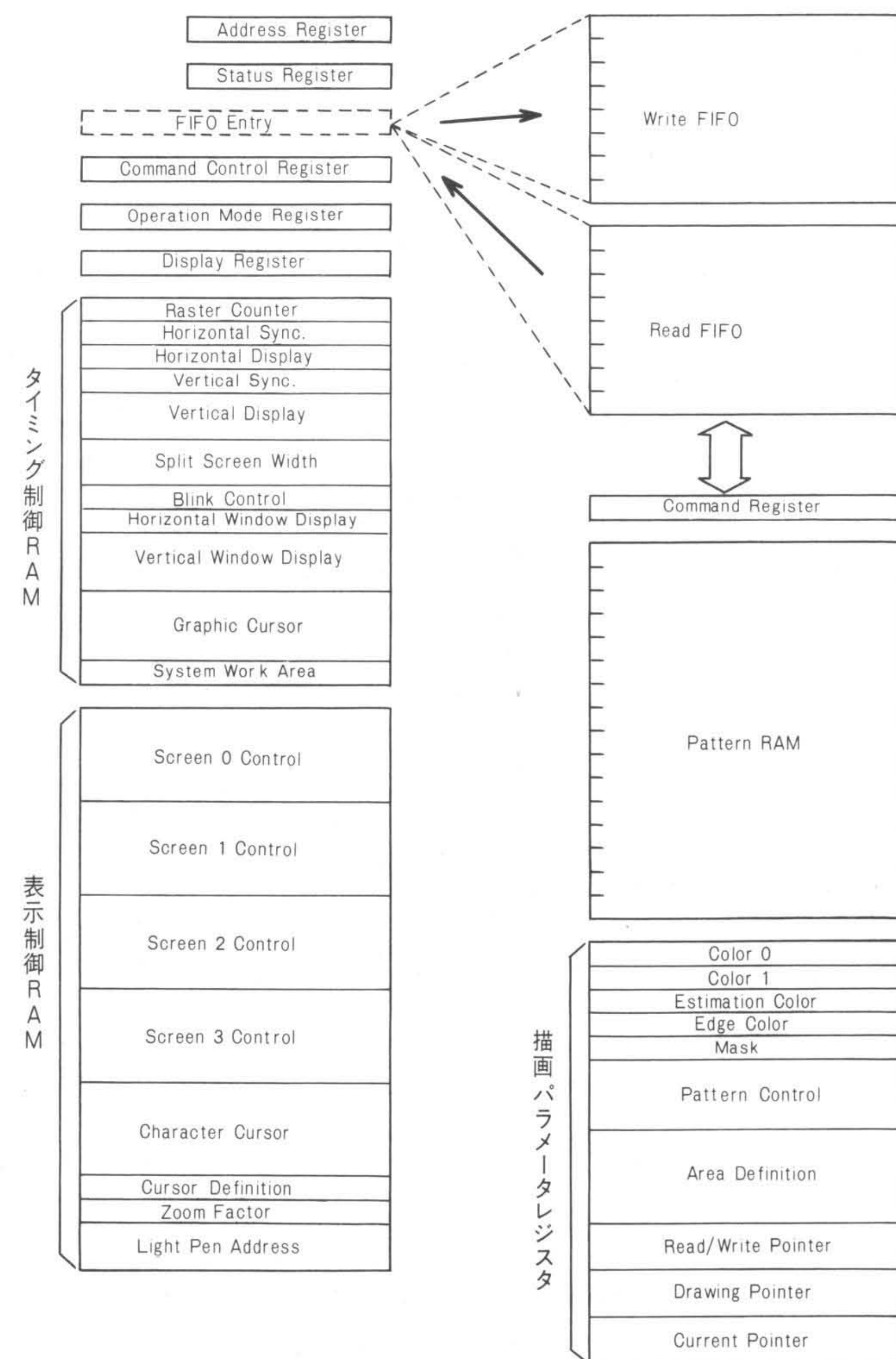
最大3水平分割画面及びウィンドウ画面の合計4枚の独立した画面を合成して表示できる。各分割画面には、それぞれ独立に論理空間を開設することができる。ウィンドウ画面は、他の画面と重ね合わせて表示することも可能である。

(2) スクロール制御

各分割画面のSAを制御することにより、各分割画面ごとに任意方向のスクロールが可能である。また、水平方向のスムーズスクロール(画素単位の滑らかなスクロール)を実現するためのサポート機能も備えている。

(3) カーソル制御

ハードウェアカーソル機能として、従来のCRTコントローラで用いられている文字表示用のカーソルに加え、グラフィック表示用のカーソルをサポートする。外付け回路との組合せで、任意のパターンによるグラフィックカーソルあるいはクロスヘアカーソルを容易に実現できる。



注：略語説明 FIFO(First In First Out)
RAM(Random Access Memory)

図2 ACRTCの内部レジスタ 表示やタイミングを制御するレジスタ、RAMなどはMPUから直接アクセスでき、描画制御レジスタはコマンドを用いFIFO(First In First Out)を経由してアクセスできる。

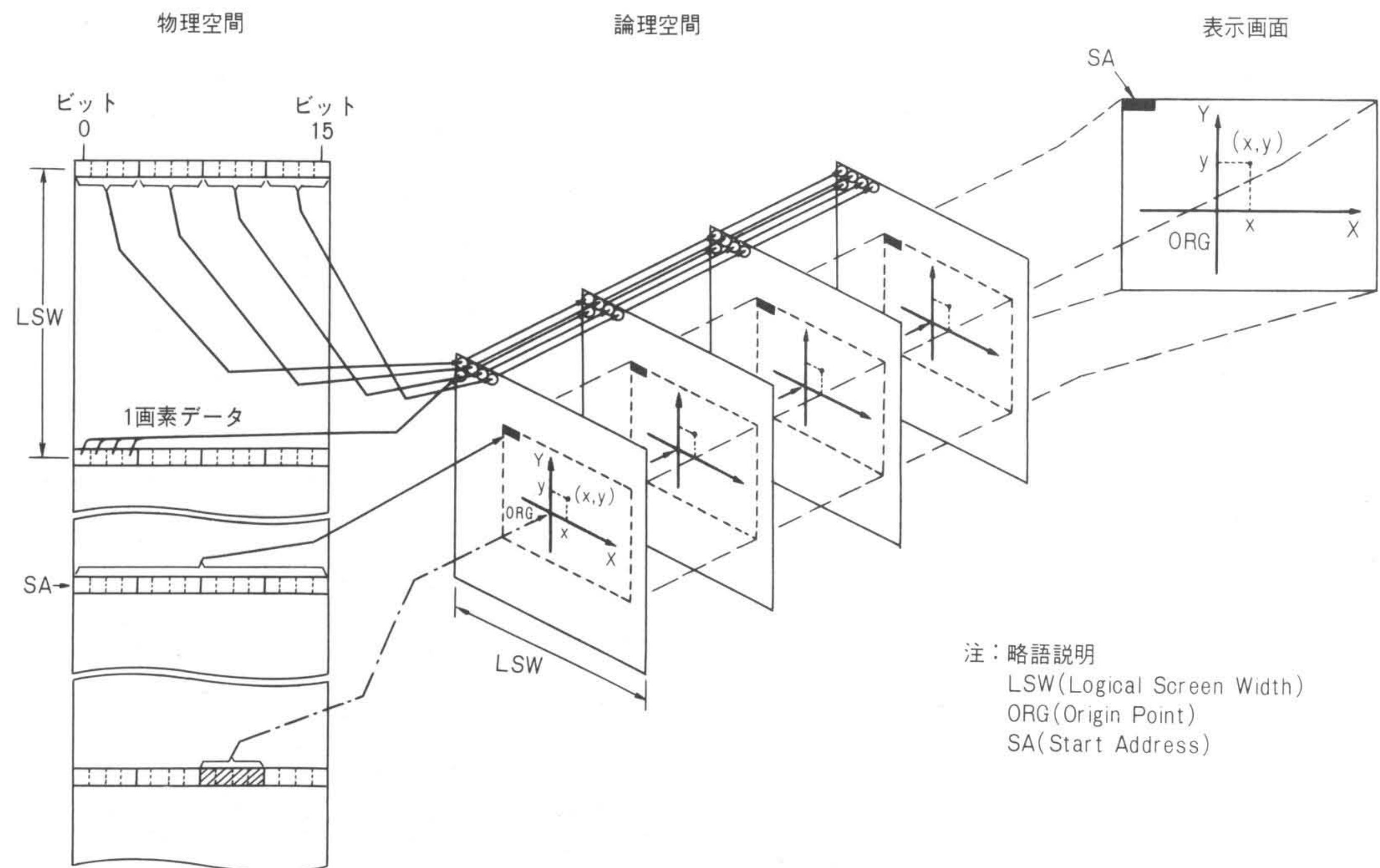


図3 フレームメモリのアドレス空間 フレームメモリは物理的にはリニアアドレスが付されているが、MPUソフトウェアからはX-Y座標系に基づく論理空間として操作できる。物理空間上の煩雑なアドレス演算は、ACRTC内部で処理される。

表2 代表的な描画コマンド 座標点の指定は、原点に対する絶対値指定又はCP(カレントポインタ)に対する相対値指定を使用できる。塗りつぶしやコピーなどの強力な2次元コマンドもある。

コマンド	パラメータ	機能
AMOVE	X, Y	CP(カレントポインタ)の移動
RMOVE	DX, DY	
ALINE	X, Y	直線描画
RLINE	DX, DY	
ARCT	X, Y	長方形描画
RRCT	DX, DY	
APLL	n, X ₁ , Y ₁ , ..., X _n , Y _n	直線群の描画
RPLL	n, DX ₁ , DY ₁ , ..., DX _n , DY _n	
APLG	n, X ₁ , Y ₁ , ..., X _n , Y _n	多角形の描画
RPLG	n, DX ₁ , DY ₁ , ..., DX _n , DY _n	
CRCL	R	円描画
ELPS	a, b, DX	長円描画
AARC	X _c , Y _c , X _e , Y _e	円弧描画
RARC	DX _c , DY _c , DX _e , DY _e	
AEARC	a, b, X _c , Y _c , X _e , Y _e	長円弧描画
REARC	a, b, DX _c , DY _c , DX _e , DY _e	
AFRCT	X, Y	長方形領域の塗りつぶし(タイルング)
RFRCT	DX, DY	
PAINT		閉領域の塗りつぶし(タイルング)
DOT		1ドット描画
PTN	S	パターン描画
AGCPY	X _s , Y _s , DX, DY	長方形領域のコピー
RGCPY	DX _s , DY _s , DX, DY	

3.4 グラフィック描画機能

3.4.1 描画コマンド

表2 に代表的な描画コマンドを示す。コマンドは1ワード

(16ビット)のコマンドコードとそれに続く数ワードのパラメータから構成される。パラメータの座標点の指定は原点に対する絶対値指定、又はCP(カレントポインタ)に対する相対値指定を使用できる。MPUからはWrite FIFOにコマンドパラメータを転送することにより、ACRTCはコマンド処理を実行する。FIFOに空きがあれば続けて次のコマンドを書いておくことができる。MPUからのコマンド転送は、PIO(Programmed Input Output)による書込みのほか、DMA(Direct Memory Access)機能を用いることもできる。

ACRTCは、直線や円などの線描画のほか、塗りつぶしやコピーなどの強力な2次元コマンドを備えている。線描画の線種情報や面描画の模様パターンは32バイトのパターンRAMを用いて自由に定義できる。ペイントコマンド(PAINT)で任意の閉領域内を模様パターンを用いて高速に塗りつぶすことができる。これにより、地図の塗り分けや円グラフのハッチングなども容易に実現できる。グラフィックコピーコマンド(AGCPY, RGCPY)は、フレームメモリ内の長方形領域を別の領域に高速転送する。90度単位の回転やミラー反転も可能で、種々の図形編集に応用できる。

3.4.2 描画性能

図4 は代表的なグラフィック描画の処理性能を示す。クロック周波数は8MHzの場合について示している。横軸は1秒間の描画ドット数である。1ドットの描画時間では、直線0.5μs/ドット、任意図形塗りつぶし2μs/ドット、コピー0.75μs/ドットとなる。この描画性能は、独特のカラー処理機構によってモノクロ、カラーを問わず同一であり、いずれも従来のソフトウェア処理に比較して1～2けたの高速になる。

4 設計技術

図5 にACRTCのチップ写真を示す。2μmCMOSプロセスを用い、8.30mm×9.26mmのチップ上に約11万7,000トランジスタを集積している。内部は次の三つのプロセッサモジュール(描画プロセッサ、表示プロセッサ、タイミングプロセッサ)

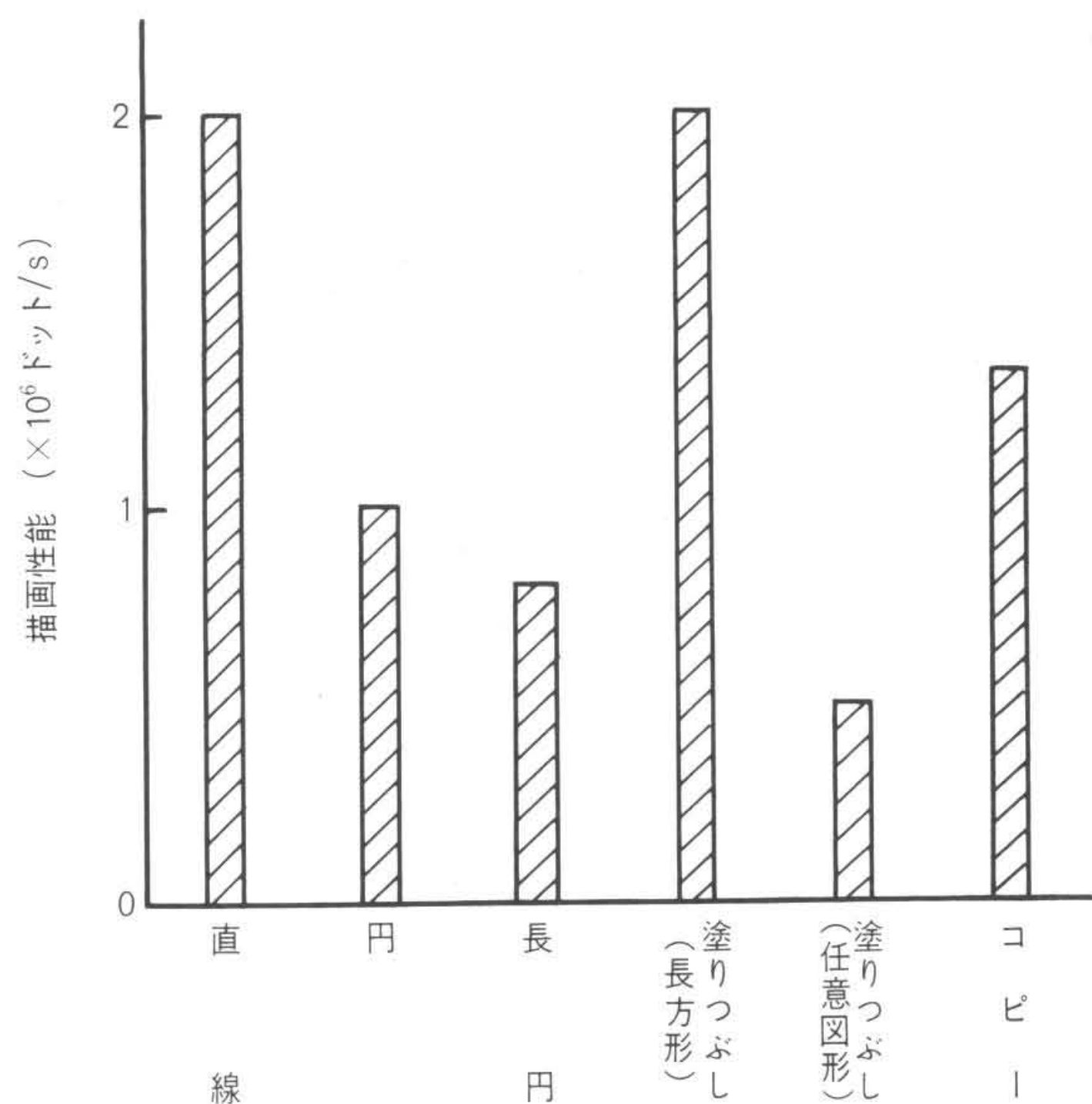


図4 描画性能 描画処理を連続して行なった場合の性能を示す。表示を行ないながら描画を行なう場合には、表示処理によるウェイトがあるため性能はこれよりも低下する。

サ)を中心とするマルチプロセッサ構造を採り、並列処理を行なう。

個々のプロセッサは、それぞれ個別にマイクロプログラム制御され、ROM, RAM, PLA (Programmable Logic Array), 演算ユニットなどの規則性の高い論理ブロックで構成されている。マイクロプログラムの開発には、汎用マイクロプログラムアセンブラを用いた。RTL (Register Transfer Level Language) による記述からマイクロコードを自動生成できるため、設計が容易である。得られたROMパターンは、ROM/PLAの圧縮ツールを用いて最適化できる。また、論理シミュレータやレイアウトCADにも直接接続できる。

規則性の高い論理構造とCADツールの利用により、高い集積度をもちながら開発期間の短縮に成功している。

5 結 言

以上、グラフィック ディスプレイ コントローラACRTC HD63484について、その機能を中心に述べた。画面分割、ウィンドウ、スムーズ スクロール制御などの多彩な表示制御と、直線、円、長円、塗りつぶし、コピーなどの高度なグラフィック描画の両機能をもつ。X-Y座標値をパラメータとする高水準コマンドを解釈し、高速(直線0.5 μ s/ドット)に描画実行できるため、安価で高性能のグラフィック システムを構築できる。

グラフィック システムの高性能化、高機能化のニーズはますます高まっている。今後、更に、グラフィック制御LSI

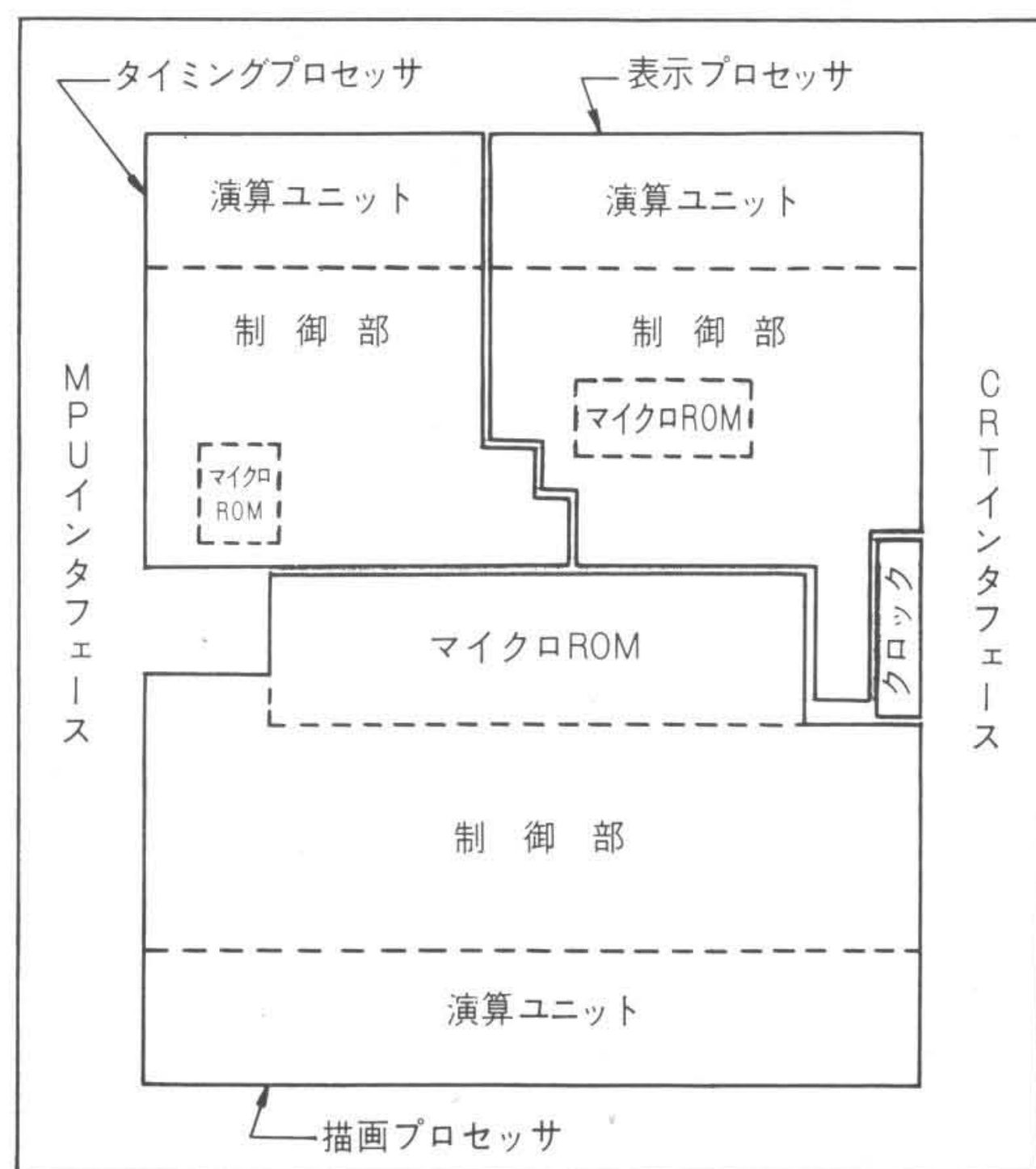
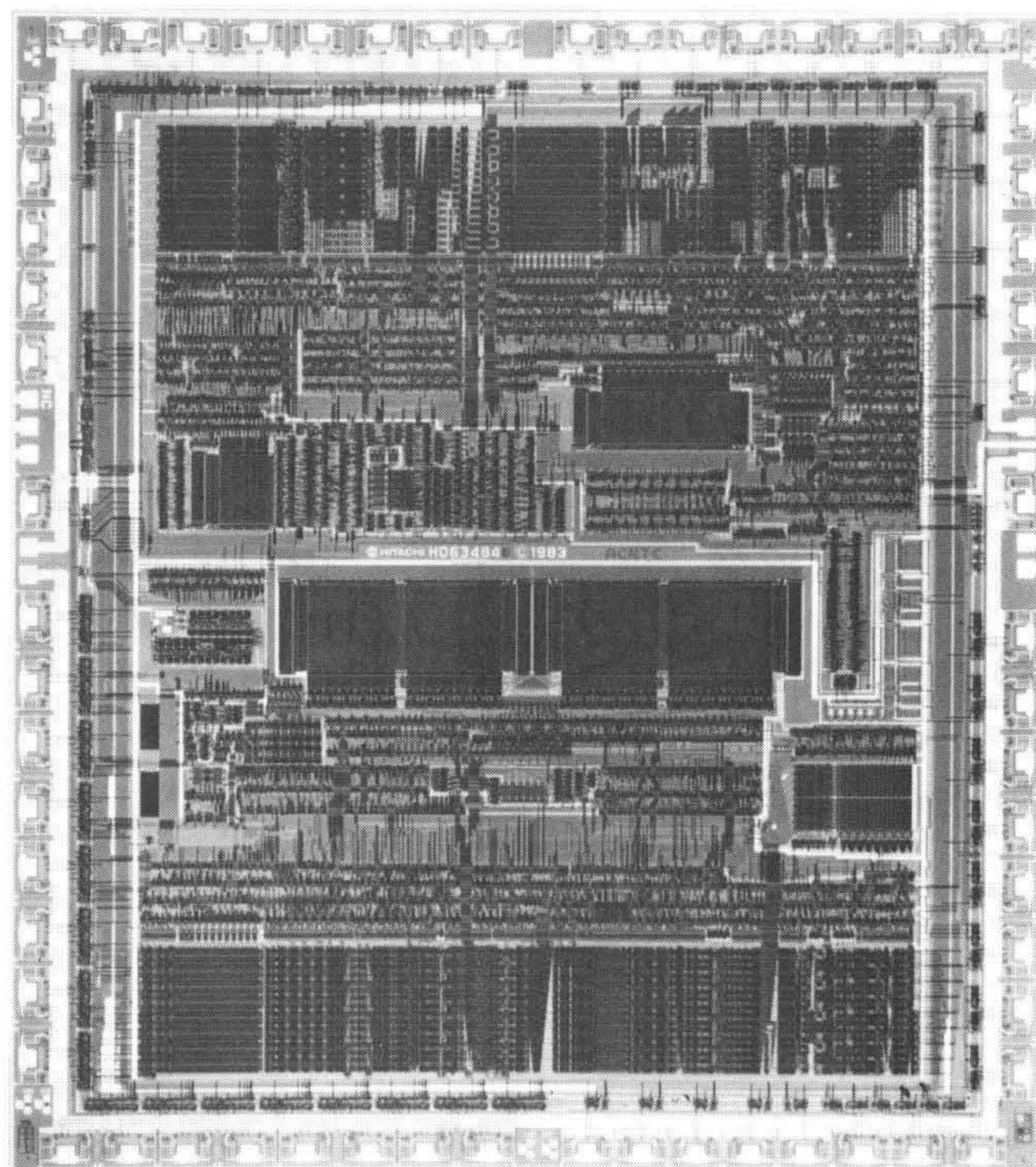


図5 ACRTCチップ写真 3プロセッサから成るマルチプロセッサ構造を採っている。8.30mm×9.26mmのチップ上に約11万7,000トランジスタを集積している。

のシリーズ化を推進する中で、新たなニーズにこたえてゆく予定である。

参考文献

- 1) Specification of HD63484 ACRTC (Advanced CRT Controller), Jan. 1984 Hitachi, Ltd.
- 2) 座標で描画位置を指定でき、塗りつぶしやコピーなど豊富なコマンドを持つCRTコントローラ、日経エレクトロニクス, 343, 221~254(5-21, 1984)