

表示系LSIファミリー

Display LSI Family

CRT、液晶などの表示制御技術は、パーソナルコンピュータ、ワークステーションなどの応用システムで、その性能を左右する重要な技術になっている。その表示制御用LSIに対する要求も、ローエンド分野での低消費電力化、小形化、複合機能化といったものから、中位以上の応用でのグラフィックス高性能化重視などまで多様である。また、グラフィックスソフトウェア標準化も進んできた。

日立製作所ではこのような状況のもとで、システムパフォーマンス重視の立場から、各応用システムに最適化した製品ファミリー展開を進めている。これらは、液晶表示、CRT表示、グラフィックス制御のほか、画像専用メモリ、画像制御までも含んだトータルシステムサポートを目指している。

御法川和夫* *Kazuo Minorikawa*
長井 罔彦** *Kunihiko Nagai*
前島 英雄*** *Hideo Maejima*
児島 伸二**** *Shinji Kojima*

1 緒 言

表示応用システムの高性能化は目覚ましく、パーソナルコンピュータなどでは、表示性能がそのシステムの性能を代表するほど重要な位置づけになっている。しかも、表示装置といっても幅が広く、液晶フラットパネル文字表示に代表されるローエンド応用から、高精細フルカラーグラフィック表示のハイエンド応用まで多彩である。この表示装置の進歩に伴い、その表示制御LSI開発に対する要求も多様化している。

日立製作所では、1977年にHD6845 CRTC(Cathode Ray Tube Controller)を開発した。これは各種CRT(Cathode Ray Tube)端末、パーソナルコンピュータなどに広く使われ、業界標準品としての地位を得るに至った。更に、1984年には本格的グラフィック描画機能を内蔵したHD63484 ACRTC(Advanced CRT Controller)を、1985年にはHD6845とソフトウェアコンパチブルな液晶コントローラHD63645 LCTC(Liquid Crystal Timing Controller)を製品化した。このように日立製作所では、応用システム動向に合わせて、ローエンドからハイエンドまで幅広い応用分野に各々最適化した表示系LSIファミリー製品展開を進めている。以下、表示応用システム動向とそれに沿ったLSI開発動向について述べる。

2 表示応用システム動向とLSIファミリー

表示応用システム動向としては、二つの大きな流れがある。ワードプロセッサ、パーソナルコンピュータなどの比較的ローエンドの分野では、小形、省スペース及び可搬性を指向し、高集積・複合機能LSIの採用が進んでいる。一方、ワークステーションに代表される中位以上の応用分野では、文字、イメージ及びグラフィックスを統合し、いかに高速で処理するかが追及されている。

前者については、ゲートアレー、スタンダードセルなどを活用したセミカスタムLSIの開発が盛んである。しかし、システム価格面から見ると、その応用に特定化した標準LSIも強く望まれており、これに対し日立製作所では、LCTCファミリー、CRTCファミリーの製品展開を進めている。

後者の応用分野向けにはACRTCファミリー製品展開を進めている。

図1、図2に示すように、日立製作所ではローエンドからハイエンドまで各々に最適化を図った製品開発を進めている。

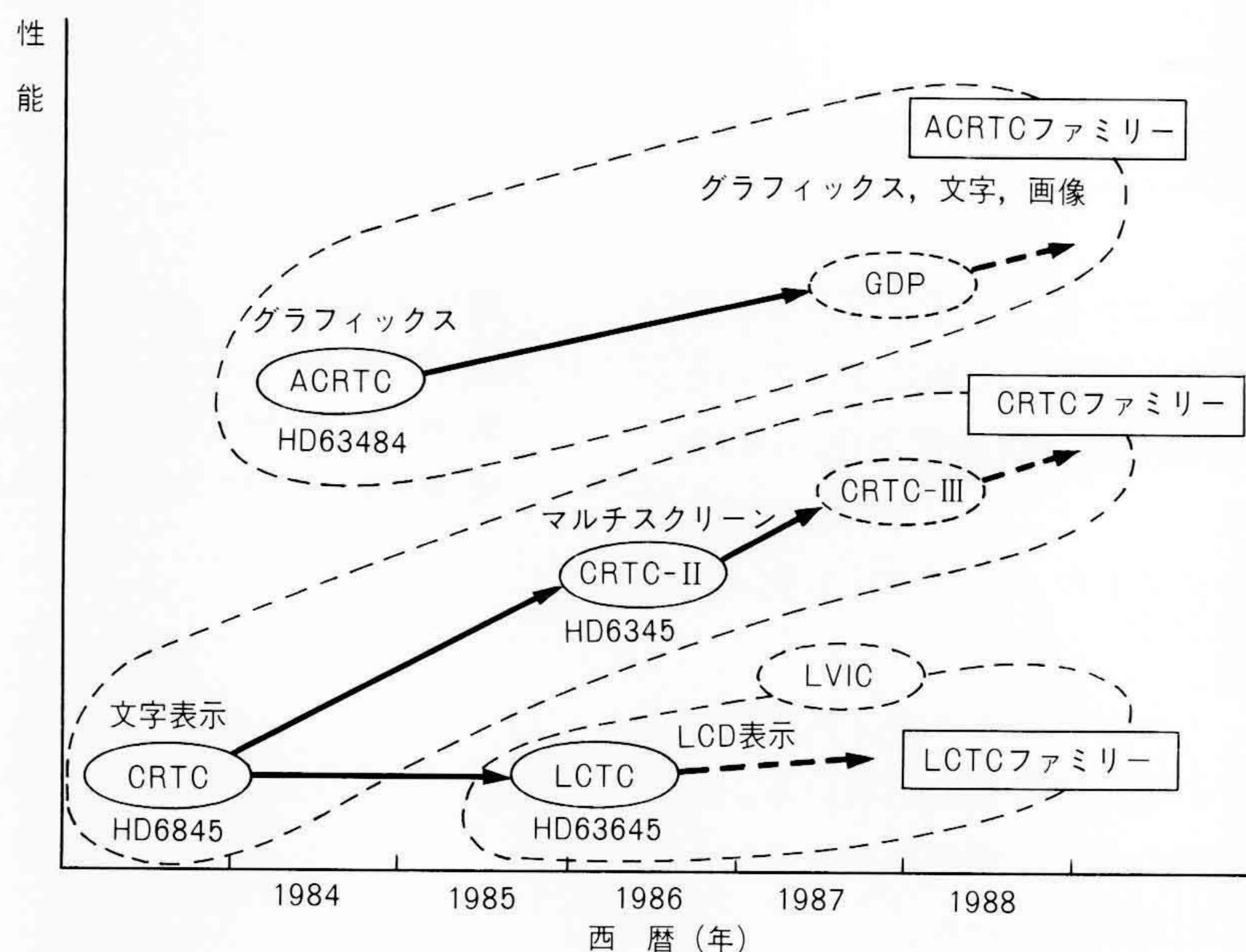
3 ワードプロセッサ・パーソナルコンピュータ応用とLSI

前述したように、この分野はシステム価格重視形である。そのため、基本ソフトウェアが各システムメーカー独自であって、公開しないことを原則とする日本語ワードプロセッサ分野では、セミカスタムLSIを開発するケースが多い。

一方、パーソナルコンピュータは流通アプリケーションソフトウェアの量と質が成功のかぎを握っており、国際的に見て特定システムメーカー仕様製品による寡占化、言い換えると業界標準化が進んでいる。ここでは、ソフトウェア互換性を維持しながら、いかに他社に対して差別化できる特長を出すか、が重要になる。すなわち、処理速度の高速化や可搬性向上などのプラスアルファが重要となる。表示面から見ると、大形ドットマトリックス形液晶技術の発達に伴って、従来のCRT表示をLCD(Liquid Crystal Display)表示化するなどの傾向が著しい。

日立製作所ではこれらの要求にこたえるため、業界標準品となったHD6845 CRTCをベースに、それと上位互換性を維

* 日立製作所武蔵工場 ** 日立製作所マイクロエレクトロニクス機器開発研究所 *** 日立製作所日立研究所 工学博士
**** 日立製作所高崎工場



注：略語説明

ACRTC (Advanced Cathode Ray Tube Controller)

GDP (Graphics Data Processor)

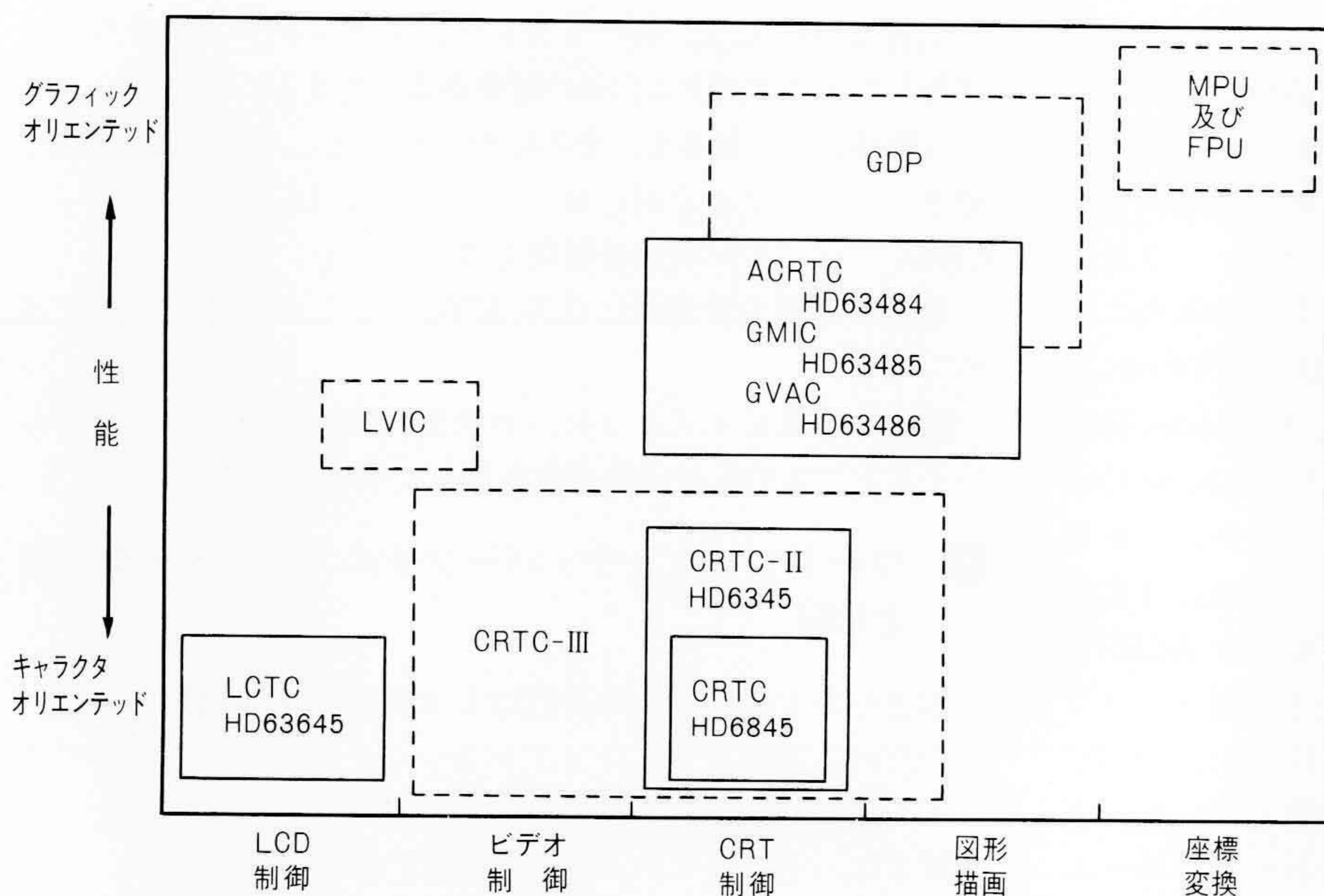
CRTC (Cathode Ray Tube Controller)

LCD (Liquid Crystal Display)

LVIC (LCD Video Interface Controller)

LCTC (LCD Timing Controller)

図1 表示コントローラの展開 LCD表示、CRT表示及びグラフィックス制御の三つのファミリー展開を進めている。



注：略語説明

GDP (Graphics Data Processor)

MPU (Micro Processing Unit)

FPU (Floating Point Unit)

GMIC (Graphics Memory Interface Controller)

GVAC (Graphics Video Attribute Controller)

図2 コントローラの機能 文字表示からグラフィック機能まで、各々に最適化したコントローラの展開を図っている。

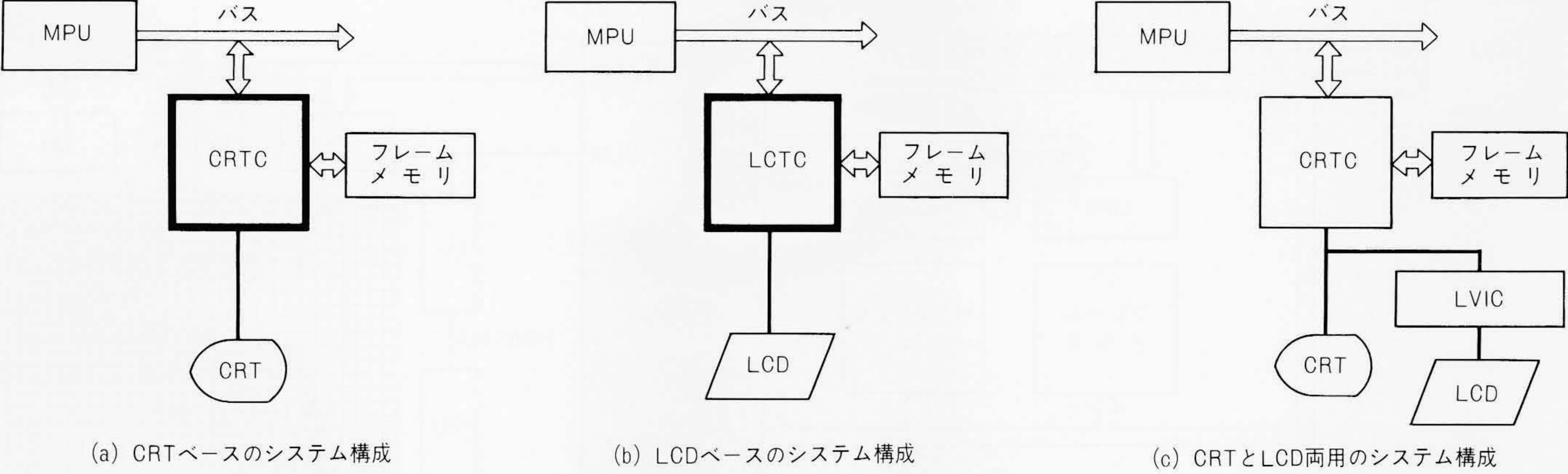
持した製品展開を進めている。価格センシティブなこの分野の特質から、多機能化を図って一つのLSIで広い応用をカバーするよりは、機能を専用化してむだを省くほうが優先するとの考えに立ち、CRT専用機にはCRTCを、LCD専用機にはLCTCを製品化した。ただし、ここでソフトウェア互換性維持の思想は保っている。

しかし、パーソナルコンピュータ分野でも、グラフィックス機能の高性能化という流れは強いものがあり、CRTCの多様化も進んでいる。また、CRTとLCDを両用にし、使用場所の状況によって使い分けたいとする要求も出てきた。日立製作所ではこの要求に対応するため、CRTのRGB (Red, Green,

Blue) 標準ビデオ信号を受けて、LCD表示信号へ変換するLVIC (LCD Video Interface Controller)を開発中である。これにより、どのようなCRT制御LSIを使っているシステムでも、なんらソフトウェアを変更することなくLCD表示が可能となる。図3にCRT、LCD表示システムとコントローラの対応概念図を示す。

3.1 CRT表示コントローラ

CRTコントローラとして、既にHD6845があるが、高性能化、高性能化の要求にこたえるため、CRTC-II HD6345及びHD6445を開発した。CRTC-IIは、HD6845とソフトウェア及びピン互換性を保ちながら、機能・性能の向上と、CMOS



注：略語説明 CRT (Cathode Ray Tube)

図3 CRT, LCD表示システムとコントローラ CRTベースのシステムとソフトウェア互換なシステムを構成できる。

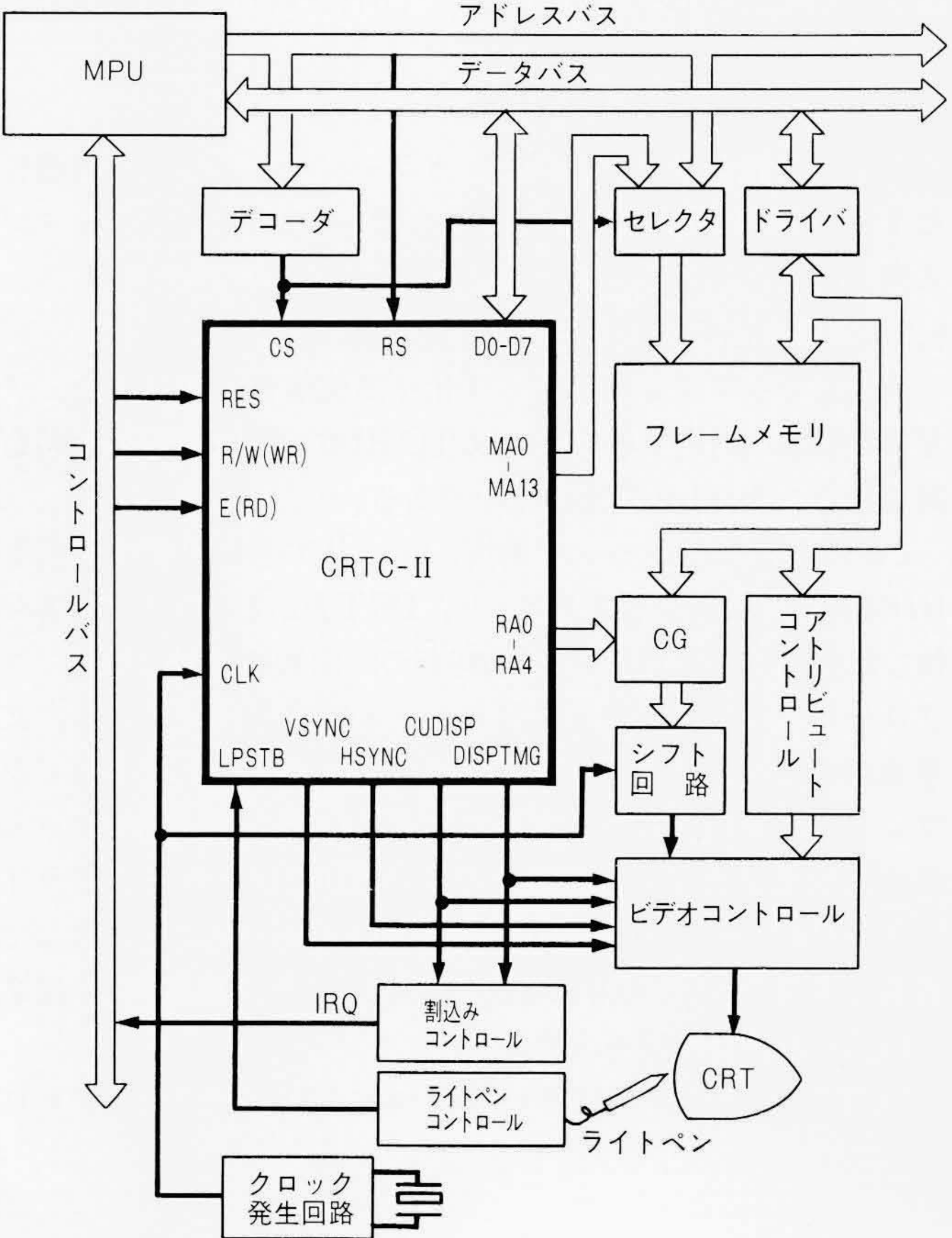
表1 CRTC-IIの仕様概要 CRTC-IIはHD6845に対して、ピン互換性及びソフトウェア上位互換性を持っている。

項目	仕様
最大動作周波数	4.5MHz
メモリ空間	キャラクタ：16kワード グラフィック：512kワード
表示文字数	水平：256(Max.) 重直：256(Max.)
表示機能	● 画面分割：水平4分割 ● 垂直スムーズスクロール ● カーソル個数：2 ● カーソル幅：可変 ● マルチポートRAMアクセス制御信号の発生 ● メモリ幅制御による仮想表示空間の設定 ● メモリアドレス・ラスタアドレス出力のスリーステート化 ● 外部同期
表示モード	● ノンインタレース ● インタレースシンク ● インタレースシンク及びビデオ
バスインタフェース	68系：HD6345 80系：HD6445

(Complementary Metal Oxide Semiconductor)化による低消費電力化を図ったLSIである。したがって、HD6845を用いた表示システムで、LSIの差し替えにより、CRTC-IIの新たな機能の利用が可能となった。図4にCRTC-IIを使用した表示システムの構成例を、表1に仕様概要を示す。主な特長として次のものがある。

- (1) 水平方向4分画面表示による複数情報の同時参照
- (2) 2個のカーソル表示
- (3) マルチポートRAM(Random Access Memory)アクセス制御タイミング出力によるMPU(Micro Processing Unit)とRAMインタフェース回路の簡易化
- (4) CRT表示画面よりも広いフレームメモリ領域を設定可能とし、横方向スクロール機能を実現

現在、このCRTC-IIに引き続きCRTC-IIIを開発中である。これは、CRTCをコアにしてその周辺回路を内蔵し、更にはグ



注：略語説明 CS (Chip Select)
RS (Register Select)
RES (Reset)
R/W (WR) (Read/Write(Write))
E (RD) (Enable (Read))
CLK (Clock Pulse)
LPSTB (Light Pen Strobe)
VSYNC (Vertical Synchronization)
HSYNC (Horizontal Synchronization)
CUDISP (Cursor Display)
DISPTMG (Display Timing)
RA (Raster Address)
IRQ (Interrupt Request)
CG (Character Generator)

図4 CRTC-II表示システムの構成例 フレームメモリはMPUのアドレス空間に割り当てられており、MPUによって表示データのアップデートが行われる。

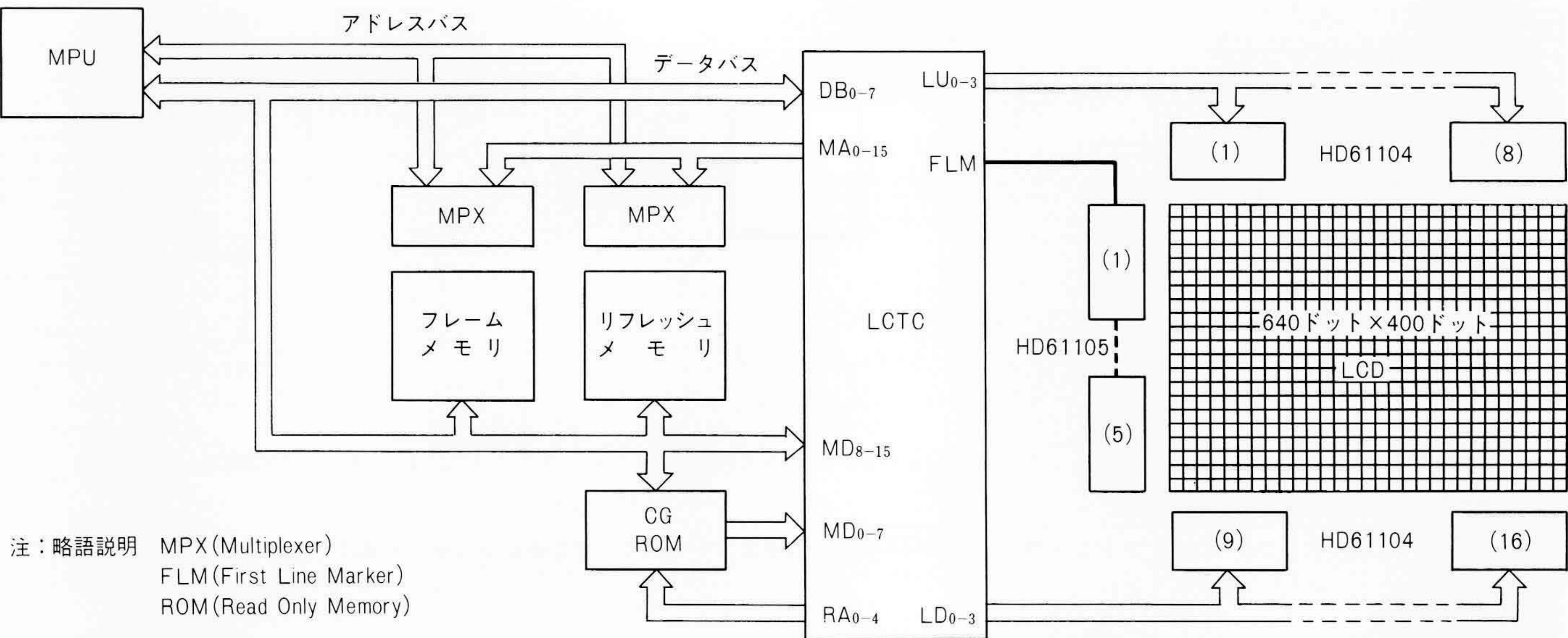


図5 大画面LCDシステム構成例 LCTCとLCDドライバHD61104×16個、HD61105×5個で640ドット×400ドットのLCD表示が実現できる。

グラフィック描画サポート機能、カラーパレットなども内蔵した1チップCRTCであり、表示システムのコストパフォーマンス向上に大きく寄与すると考える。

3.2 液晶表示コントローラ・ドライバ

前述したシステムオンチップ化や高機能化、ソフトウェア互換の要求に対応するため、LCTC HD63645及びHD64645を開発した。またLVICを開発中である。

LCTCでは内部レジスタ構成、メモリアドレス管理方法をHD6845に準拠させることにより、CRT表示とソフトウェア互換な液晶表示を実現した。HD6845の画面制御機能に加え、スクロール、文字単位のアトリビュート機能を持っている。文字表示のほか、グラフィック表示が可能であり、文字とグラフィックの重ね合わせも実現できる。640ドット×400ドットの大画面液晶表示も、液晶ドライバHD61104(カラムドライバ)、HD61105(コモンドライバ)と組み合わせることによって容易に実現できる。図5に大画面LCDシステム構成例を、表2にLCTCの仕様概要を示す。

LCTCはマイクロコンピュータバスに直接接続されて使われ

表2 LCTCの仕様概要 LCTCは、HD6845とソフトウェア互換性を持ちLCD制御を行う。

項 目		仕 様
最大動作周波数		10MHz
画面サイズ	水 平	最大2,048ドット
	垂 直	最大1,024ドット
表示メモリ		128kバイト
スクリーンフォーマット		シングル又はデュアル
表示モード		キャラクタ、グラフィック、重ね合わせ
表示デューティ		最大1/512
LCDドライバインタフェース		4ビット又は8ビット並列
LCDドライバ		HD61104・HD61105
バスインタフェース		68系：HD63645
		80系：HD64645

るのに対し、LVICではCRTベースシステムのCRTへの出力部とインタフェースするようにした。パーソナルコンピュータなどから出力されるCRT信号(R, G, Bのほか、水平・垂直同期信号)を受け取り、LCD表示の速度へ変換して送り出す。更に、モノクロームLCDでもカラーCRT用に作られたソフトウェアが使用できるようにするため、カラーCRT信号に合わせて黒白の濃淡表示を行う階調表示機能を内蔵し、ソフトウェア互換性を高めた。このLVICを使用すると、320ドット×200ドットから最大720ドット×512ドットの解像度のパーソナルコンピュータなど、ソフトウェア互換性のあるポータブル機が数点の部品追加で容易に実現できるようになる。

4 ワークステーション応用とLSI

この分野では、増大するグラフィックス、文字、画像処理に対するMPUのソフトウェア負担をいかに分散・軽減し、かついかに統合して高速処理するかが焦点となる。ここでは、グラフィックス高速処理LSIのほかに、スキャナから入力した画像に対して、切出し・合成などの編集や、圧縮・伸長などの前処理を行うLSIが必要となる。

文字表示に関しては、キャラクタネレータとリフレッシュメモリ(表示したいテキストの文字コードアドレスを記憶)を使う方式は高速処理という点では良いが、画素単位で図形や画像に重ね合わせて表示するのが困難なため、フレームメモリに文字パターンを書き込むビットマップ方式が主流となっている。ビットマップ方式はデータ転送量が多くなる不利はあるが、それは専らLSIの高速化で補う方向である。

また、マンマシンインタフェース効率向上の観点から、複数の情報を同時に参照しながら作業を進めるというマルチウインドウ機能と、その高速化が大変重要になっている。

日立製作所ではこれらの要求に合わせて、グラフィック描画機能を持つCRT制御LSIとしてACRTC HD63484を製品化した。更に、その周辺機能であるメモリインタフェース、ドットシフト、カラーパレットなどのLSI品ぞろえ、キット化に

よって、システム構築の容易化を図っている。

加えて、描画処理のいっそうの高速化を図るため、また部品点数低減のための画像専用メモリの開発や、前述した画像前処理用LSIの開発も並行して進め、トータルシステムサポートを目指している。

一方、この分野ではグラフィックスソフトウェアインタフェース標準化が急速に進んでいる。例えば、GKS(Graphics Kernel System)、CGI(Computer Graphics Interface)といったものが挙げられる。そこで、日立製作所ではこれらに準拠したグラフィックスコマンドを持つ次世代グラフィックス制御LSI GDP(Graphics Data Processor)を開発中である。

4.1 グラフィックス制御用LSI

表3、4、5に各々ACRTC、GMIC(Graphics Memory Interface Controller)HD63485、GVAC(Graphics Video Attribute Controller)HD63486の仕様概要を示す。また、図6にシステム構成を、図7にグラフィックボード例を示す。このように、10cm×15cmの小さな基板上に容易にグラフィック描画・表示機能を実現できる。このボードはACRTC 1個、GMIC 1個、GVAC 2個のほか、512kバイトのフレームメモリ、4,096色から同時16色表示可能なカラーパレット付きD-A変換器を搭載し、640画素×400画素のCRT表示機能を実現している。

ACRTCの描画機能により、従来のMPUのグラフィックスソフトウェアは一桁以上削減でき、高速図形描画が実現できるようになった。更に、そのハードウェアウインドウ機能によってプルダウンメニューなどアクティブウインドウの高速

表3 ACRTCの仕様概要 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持っている。

項 目	仕 様
動 作 周 波 数	1 ~ 8 MHz(HD63484-8) 1 ~ 9.8MHz 1 ~ 6 MHz(HD63484-6) (HD63484-98) 1 ~ 4 MHz(HD63484-4)
表示用メモリ容量	グラフィック用：2 M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(グリッピング、ピッキング) ● DMA転送機能
描 画 速 度	● モノクローム・カラー同一 ● 直線描画速度：410ns/ドット (9.8MHz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) ● 画面の重ね合わせ ● 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)

表4 GMICの仕様概要 Bi-CMOS Bipolar(Complementary Metal Oxide Semiconductor)技術によって、大容量フレームメモリの直接駆動能力を持っている。

項 目	仕 様
動 作 周 波 数	HD63485-32(ドットレート32MHz) HD63485-48(ドットレート48MHz) HD63485-64(ドットレート64MHz)
フレームメモリ制御機能	ロウ・カラム アドレス マルチプレックス RAS, CAS, OE, WE DRAM直接駆動能力(最大シンク電流24mA)
水 平 拡 大 表 示	1 ~ 16倍
水平スムーズスクロール	0 ~ 63ビットシフト

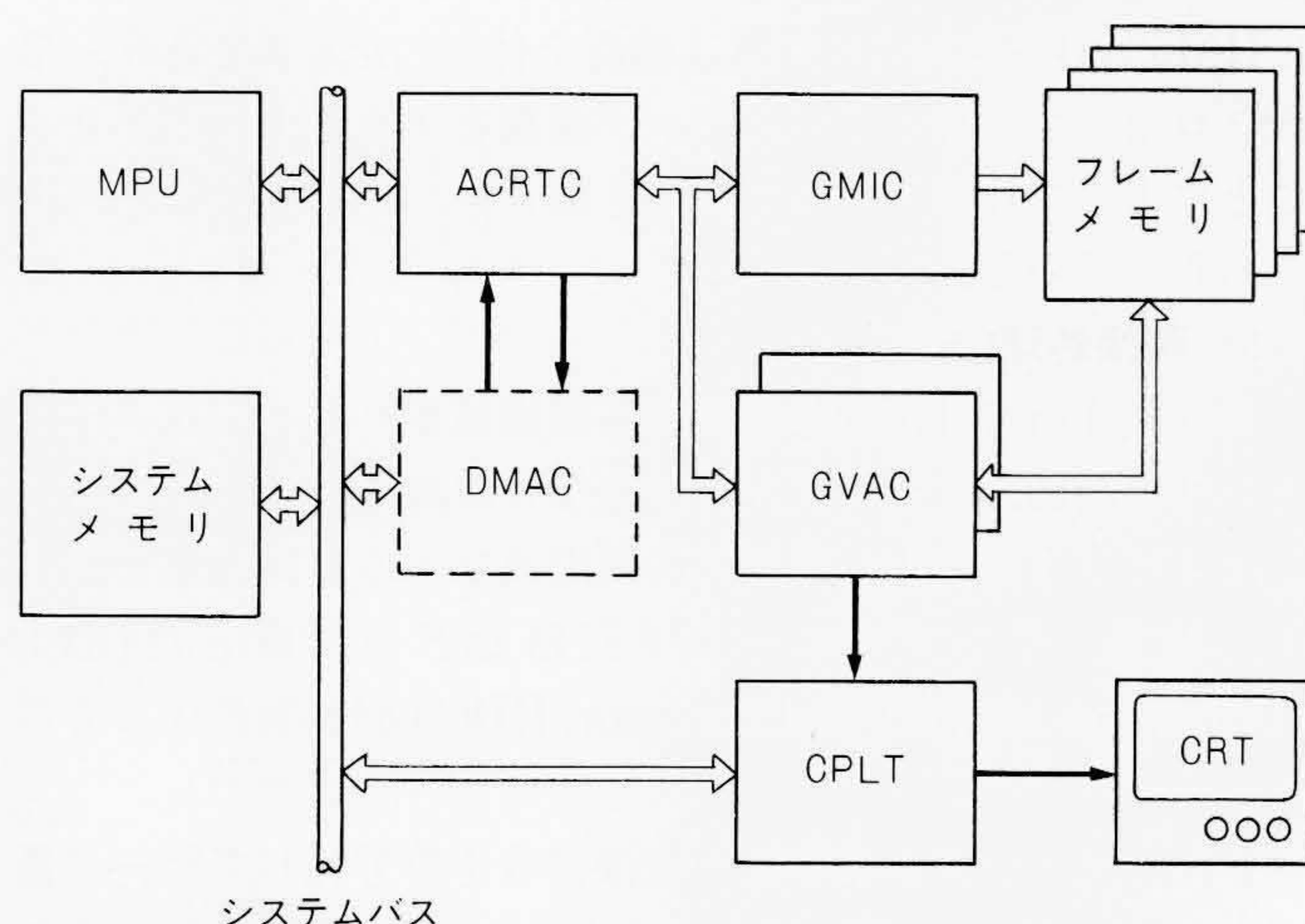
注：略語説明 DRAM(Dynamic Random Access Memory)

表5 GVACの仕様概要 Bi-CMOS技術によって最大64MHzの高速動作と低消費電力を共に実現している。

項 目	仕 様
動 作 周 波 数	HD63486-32(ドットレート32MHz) HD63486-48(ドットレート48MHz) HD63486-64(ドットレート64MHz)
ドットシフトレジスタ	8ビット×4本 16ビット×2本 32ビット×1本 } の構成の中から1種類を選択
データマルチプレクサ	ACRTC~フレームメモリ間データ 転送用の双方向データバスバッファ内蔵

化が図れるようになった。

GDPはACRTCの10倍のグラフィック処理機能を持ち、CGI準拠コマンド、Bit BLT(Bit Block Transfer)機能、プロポーショナルスペーシング文字処理、画像の拡大・縮小・回転などの豊富な機能を持っている。これにより1,280画素×1,024



注：略語説明 CPLT(Color Palette)

図6 グラフィックシステムの構成例 システムメモリとは独立に、最大2Mバイトのフレームメモリを制御できる。DMAc(Direct Memory Access Controller)と組み合わせることもできる。

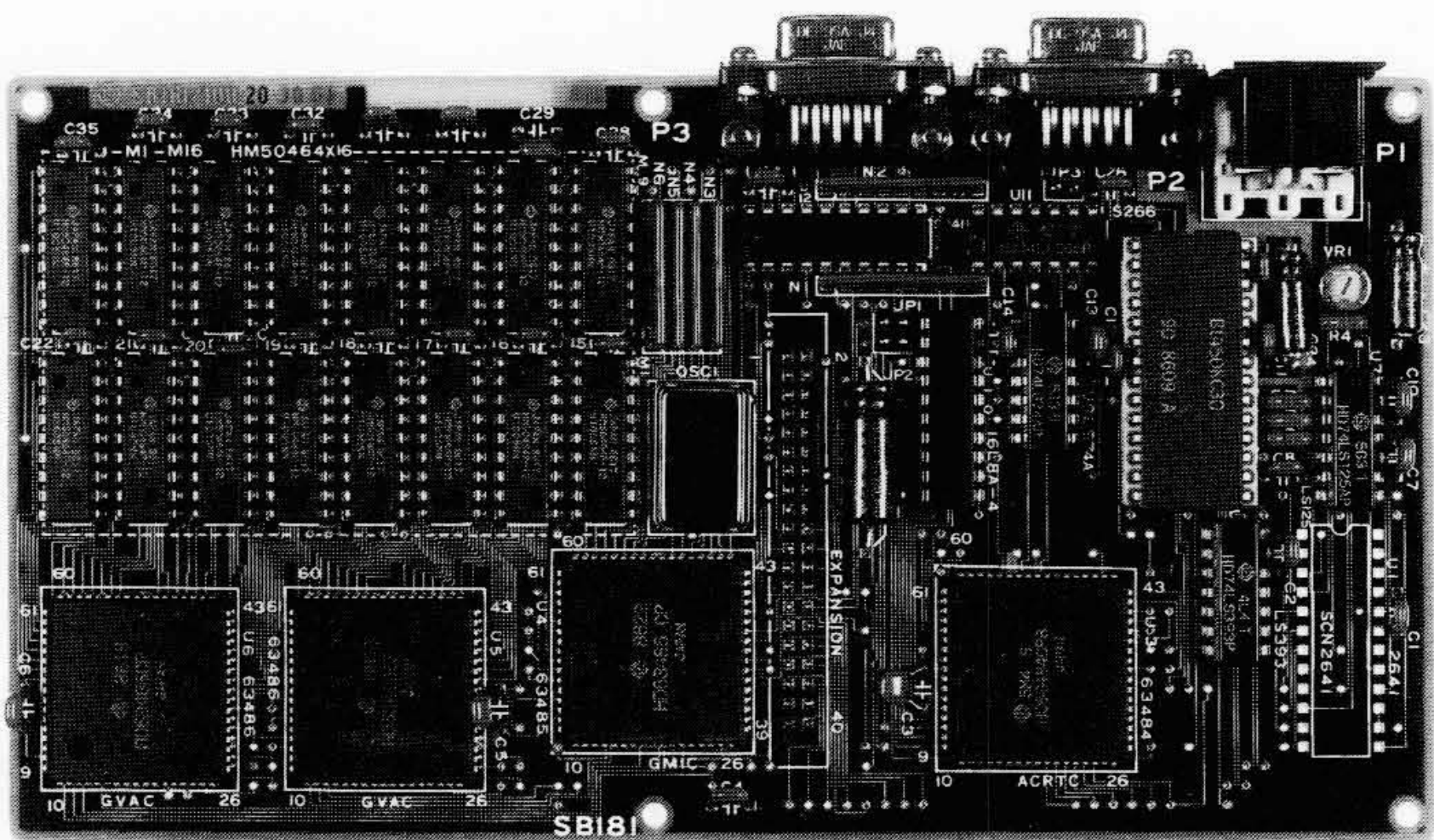


図7 ACRTCを使ったグラフィックボード例 10cm×15cmの小形ボードで640ドット×400ドット、16色のカラーグラフィック表示を可能としている。

画素などのCRTのほか、レーザビームプリンタなどの応用を広くカバーすることができる。

カラーパレットとして開発中のCPLT(Color Palette)は256ワード×12ビットのRAMのほか3組みの4ビットD-A変換器を搭載し、高性能グラフィックシステムを可能とする。

4.2 画像専用メモリ

標準DRAMをフレームメモリに用いたシステムでは、CRTへの表示データ読出しと、描画プロセッサ(MPU又は描画機能付きコントローラ)による描画データの書換えを同一の入出力ポートを通して行うため、表示期間は描画アクセスできず、描画速度は遅くなる。ACRTCのインタリーブアクセス方式(表示と描画をタイムシェア方式で交互に行う。)を使うと、走査時間の約67%を利用できるが、更に画像専用のマルチポートRAMを使うと、これを90%以上に改善でき、描画速度は大幅に向上する。マルチポートRAMではランダムポートのほかにシリアルポートを設けてあり、これによりシリアルポートを表示専用、ランダムポートを描画専用にできるためである。

表6に、256kビットマルチポートRAM HM53461及びHM53462の概要を示す。HM53461は標準的な64k×4の構成であるが、アクセスタイム100nsの高速版も備えている。HM53462はHM53461の機能にBit BLT機能を付加したものであり、描画プロセッサが行っていたデータ編集をメモリ上で行わせることによって外部アクセス回数を減らし、システム効率向上をねらっている。

4.3 画像処理LSI

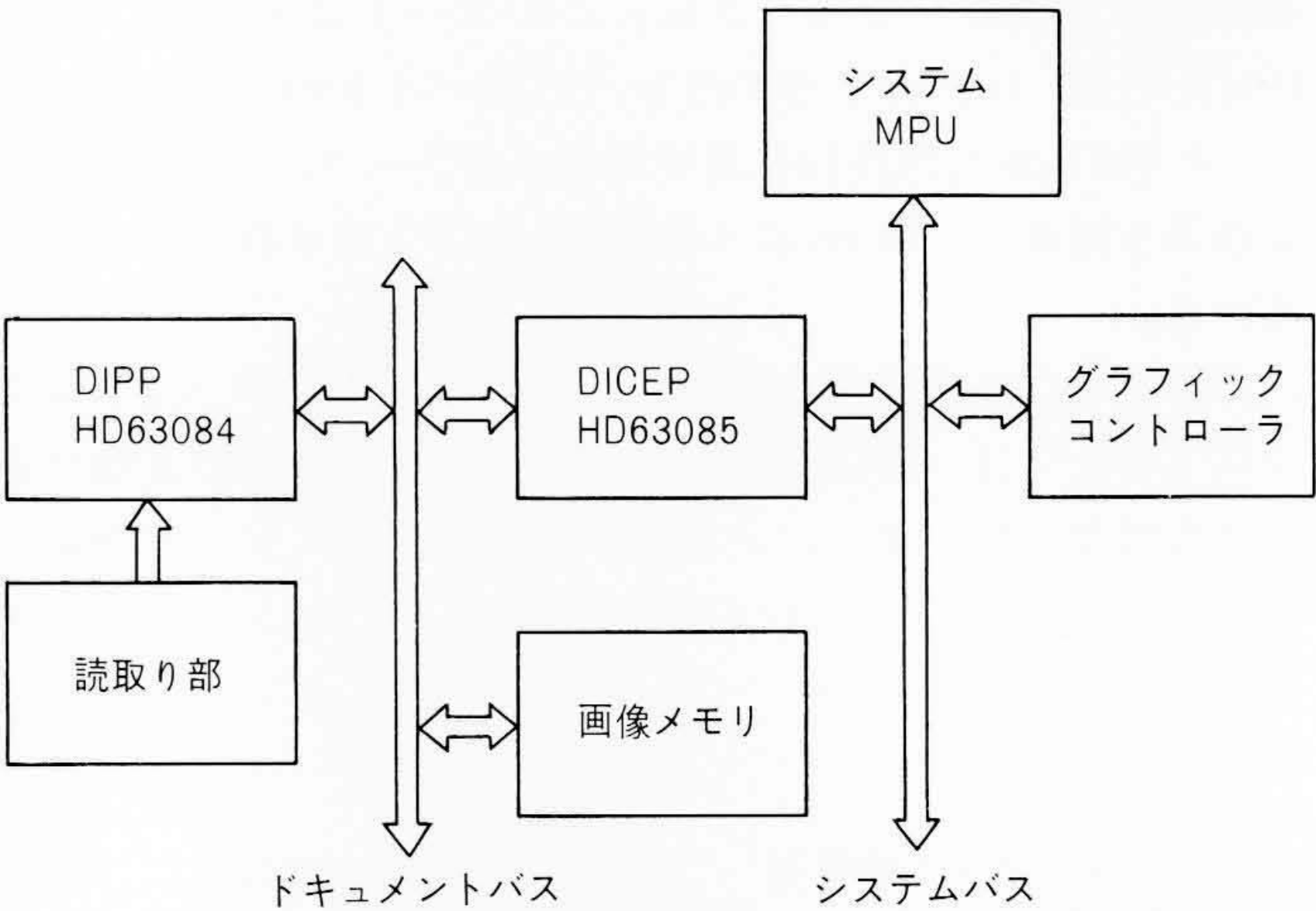
日立製作所では画像処理機器の画像読取り部で、イメージセンサの制御、アナログ入力画像信号の高精度な2値化あるいは4ビット符号化、光学系の低周波ひずみを高精度で補正する機能、サンプルホールド回路などを内蔵したDIPP(Document Image Pre-Processor)HD63084を製品化している。

また、デジタル化された画像信号を符号化してデータ量を1/10～1/30に圧縮し、更に復号化するときはデータ量を伸長する機能を持つDICEP(Document Image Compression and Expansion Processor)HD63085を製品化している。図8に画像読取り部のシステム構成を示す。

表6 マルチポートRAMの仕様概要 論理演算機能(Bit BLT: Bit Block Transfer)を内蔵したものとししないもの両方をそろえている。

項 目		仕 様	
		HM53461	HM53462
構成	RAM	64k×4	64k×4
	SAM	256×4	256×4 又は 1,024×1
RAMアクセスタイム(ns)		100・120・150	←
SAMサイクルタイム(ns)		40・40・60	←
機能	ライトマスク	○	○
	シリアル入力	○	○
	論理演算	×	○

注：略語説明 SAM(Serial Access Memory)



注：略語説明 DIPP(Document Image Pre-Processor)
DICEP(Document Image Compression and Expansion Processor)

図8 画像読取り部のシステム構成 DIPP、DICEPによってドキュメントイメージの前処理を行い、グラフィック処理側へデータを送る。

5 結 言

日立製作所では、トータルシステムサポートを目指し、液晶表示・CRT表示・グラフィック制御の各LSIファミリー、画像用RAM、画像処理プロセッサの製品化を進めている。これらのLSIのほか、CMOSあるいはBi-CMOSのゲートアレーなどを組み合わせることによって、容易にシステムパフォーマンスの高い表示応用システムを構築できる。

更に今後は、これらの既存LSIをコアとするASIC(Application Specific Integrated Circuit)製品展開へと発展させ、顧客別の応用システムにより最適化して、便宜を図っていく必要があると考える。