

液晶パネル及び液晶ドライバ系列

Liquid Crystal Display Panels and LCD Driver LSI

従来、各種OA機器の表示装置としてCRTが使用されているが、市場ニーズの多様化により機器の小形化、ポータブル化を実現するために、ドットマトリックス液晶表示デバイスを採用する動きがある。液晶の低消費電力、薄形とCMOS LSIの低電力性を組み合わせることにより、ポータブル機器ではCRTディスプレイに十分代わり得るレベルに達しつつある。液晶パネルの大画面化を実現するために、新液晶材料と微細化製造プロセス技術を開発した。一方、駆動用LSIに対しては、時分割数が高くなることによる表示品質悪化を改善するためCMOS 3 μ m高耐圧プロセスを開発し、表示用LSI系列4品種を製品化した。また、応用製品として128 $\times$ 480ドットの大画面液晶モジュールを開発した。

城 聖 一* Seiichi Tachi

佐藤英一郎* Eiichirô Satô

佐賀直哲* Naoaki Saga

衣川清重** Kiyoshige Kinugawa

田中伸児*** Shinji Tanaka

1 緒 言

近年パーソナルコンピュータをはじめとする各種OA(オフィスオートメーション)機器のポータブル化が進んでいる。機器をポータブル化するには、小形化、軽量化そしてバッテリー駆動を可能にする低消費電力化が必要になる。現在これらのほとんどの機器は、表示出力装置として、CRT(ブラウン管)が使用されており、これに代わる表示装置として、低消費電力で、かつ薄形が大きな特長である液晶パネルが注目されていた。従来、液晶パネルは電子式卓上計算機や時計のような小形の数字表示に多く使用されていたが、CRTのような大量のデータを表示できる大画面ディスプレイとしては、表示品質や表示駆動回路のLSI化などの点で多く問題があった。しかし、最近液晶材料と製造技術の急速な進歩、及び表示用LSIの製品化が実現され、CRTの画素数に近づく大形ドットマトリックス液晶パネル及び液晶モジュールが開発された。以下に大形液晶パネルと表示用LSI系列、及びこれらの応用例について述べる。

2 液晶パネル

液晶パネルは低消費電力、薄形という特長をもち、ポータブル機器に最適の表示デバイスであるが、従来の製品は表示ドット数が少なく大容量化が望まれていた。液晶パネルの表示ドット数を増し、ブラウン管に近い表示能力¹⁾まで拡大するには、以下の問題がある。液晶パネルは等価回路的に容量と抵抗の並列回路とみなせるデバイスである。このため、液

晶パネルを時分割駆動し、表示ドット数を増加させてゆくと、クロストークが発生し表示品質(コントラスト比・視野角範囲)が劣化する。このクロストークを軽減するには、新液晶材料及び高精度液晶パネル製造プロセスを開発する必要がある。

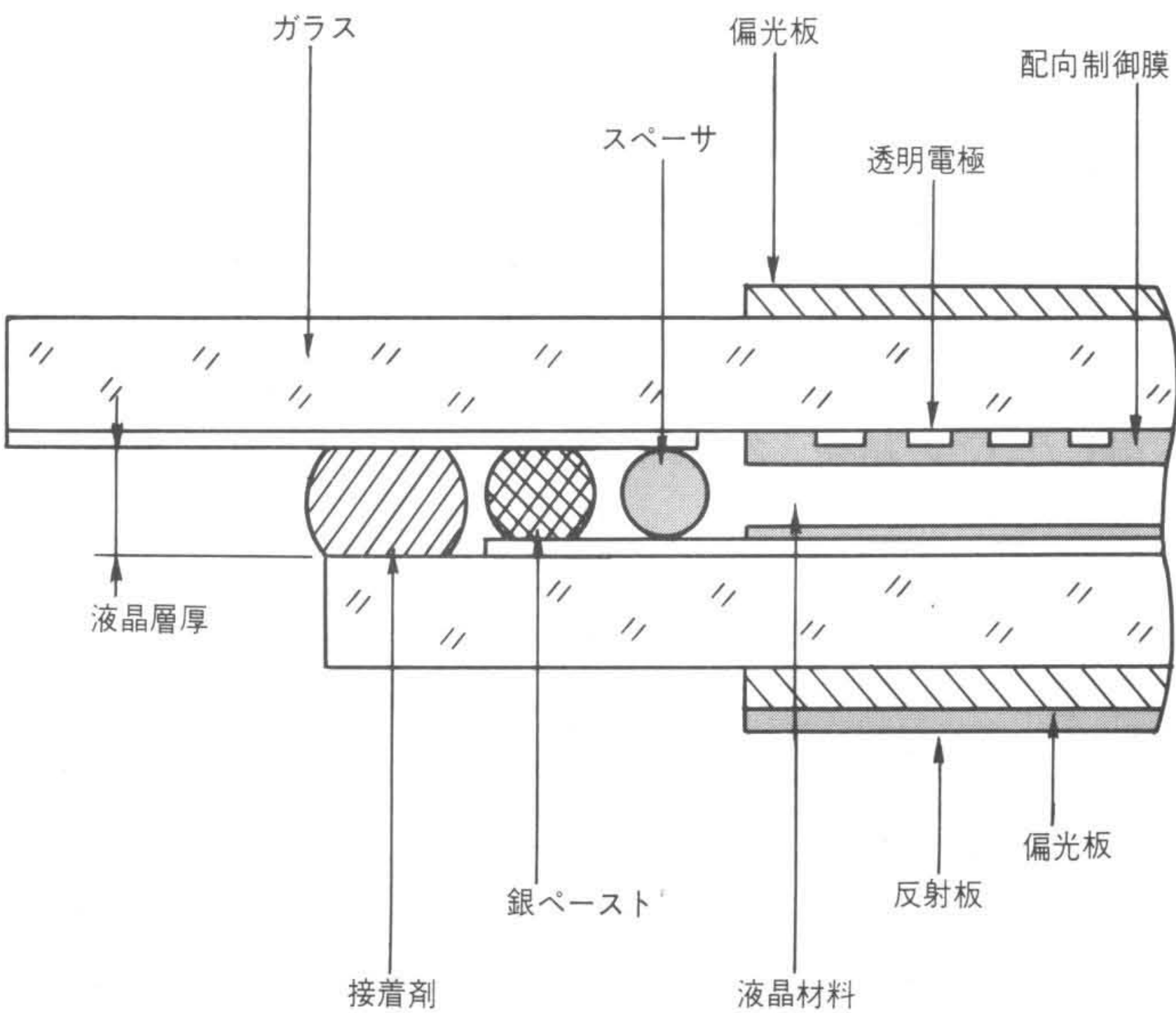


図1 TN(ツイステッドネマチック)形液晶パネルの構造
TN形液晶パネルの断面図を示す。

表1 液晶表示用LSI 3 μ CMOSプロセスを用いている。

項 目	形 名	機 能, 特 長	論理回路部		出 力 部		パッケージ
			電源電圧 (V)	消費電力 (mW)	ドライバ数	耐 圧 (V)	
液晶表示用LSI							
コントロール LSI	HD61830B	グラフィック表示: 512kドット キャラクタ表示: 4,096文字 キャラクタゼネレータ内蔵192種, カーソル表示機能 8ビットマイクロコンピュータと直結	+ 5	50	—	—	FP 60
ド ラ イ バ LSI	HD61100	双方向シフトレジスタ	+ 5	5	80	16.5	FPI00
	HD61102	4kビットメモリ内蔵 8ビットマイクロコンピュータと直結	+ 5	0.5	64	16.5	FPI00
	HD61103	走査信号発生回路	+ 5	5	64	16.5	FPI00

注: 略語説明 CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)

* 日立製作所武蔵工場 ** 日立製作所茂原工場 *** 日立マイクロコンピュータエンジニアリング株式会社

液晶パネルは図1に示すように透明な電極と配向制御膜を形成した2枚のガラス板を一定の間隔ではり合わせ、液晶材料を注入して形成する。2枚のガラス板の間隔及び配向制御膜が不均一であれば、さまざまな表示ムラが発生する。大面積に対し均一なガラス板の間隔の制御と配向の制御が可能な製造プロセスを開発し、最大 $260 \times 130 \text{mm}^2$ の液晶パネルを実現した。

以上の技術をもとに、最大縦方向128ドット、横方向480ドットの表示ドット数を持ち、時分割数 $\frac{1}{64}$ デューティの液晶パネルを製品化した。

3 液晶表示用LSIの特長

3.1 製品概要

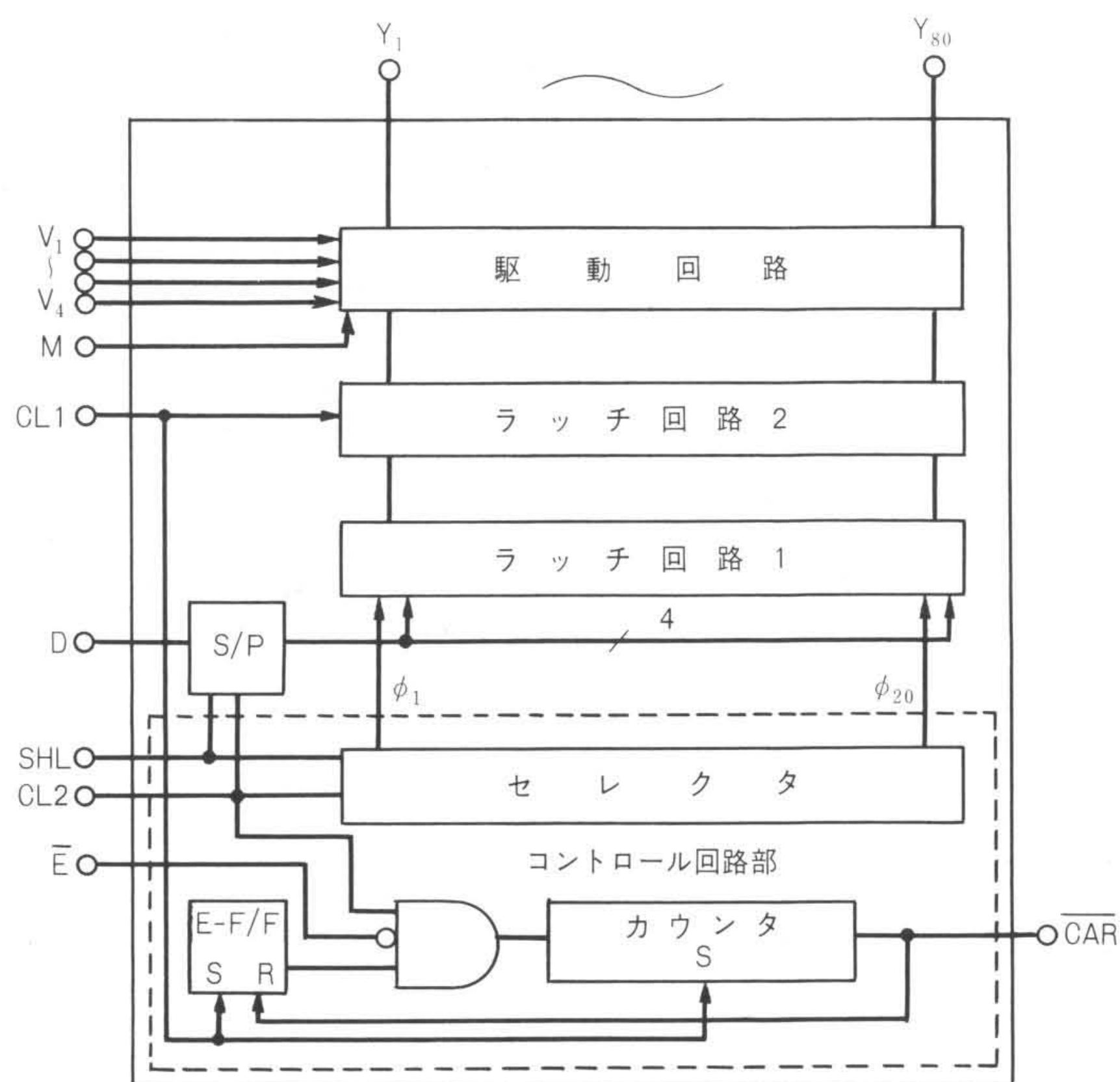
液晶表示用LSIとして²⁾4品種を製品化した。表1に主な仕様を示す。液晶表示の最大の特長である低消費電力特性を十分に生かすため、 $3 \mu\text{mCMOS}$ プロセスを用いた。更に、出力端子は高耐圧構造設計を適用して、高時分割駆動を可能にした。また液晶パネルの薄形・軽量の特長を生かすため、100ピンプラスチックフラットパッケージを開発し、プリント基板への高密度実装を可能にした。

これら液晶パネルの特長を生かす設計のほかに、ホストシステムとのインタフェースを考慮した設計がなされている。

以下に、これらの詳細について述べる。

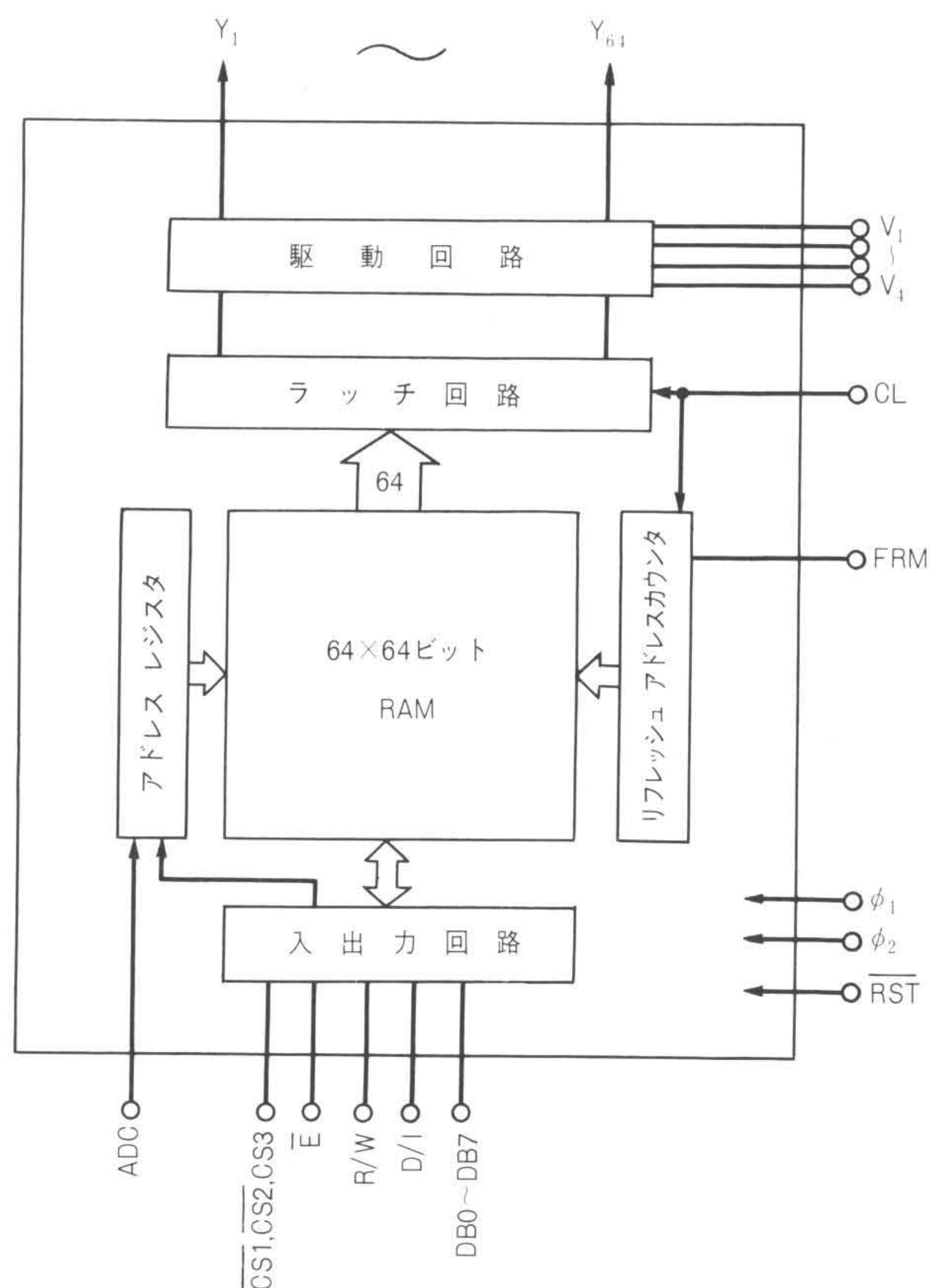
3.2 HD61100

図2にブロック図を示す。HD61100はコントロールLSI・HD61830Bから転送されてくるシリアルデータをラッチして、液晶駆動信号を発生する汎用ドライバである。大容量ドットマトリックス表示では画素情報が多くなるため、高速データ転送が必要になる。また、高速動作に伴う電力の増加も大きな問題になる。このため、内部のデータ転送方式は一般的なシフトレジスタ方式を採用せずに、データラッチ回路方式を採用した。この結果、2.5MHz動作時の電力は5mW(最大)と低電力化が実現できた。



注：略語説明 S/P(4ビットシリアル・パラレル変換回路)
E-F/F(イネーブル フリップフロップ)

図2 液晶ドライバLSI HD61100のブロック図 コントロール回路部は、シリアルデータDのラッチクロック $\phi_1 \sim \phi_{20}$ を発生する。高速で動作する回路はS/Pだけになり電力の低減を図ることができる。



注：略語説明 RAM(Random Access Memory)

図3 セグメントドライバLSI HD61102のブロック図 4kビットのリフレッシュメモリを内蔵している。データバスDB0~DB7を介して、8ビットマイクロコンピュータから直接データを書き込むことができる。

3.3 HD61102

HD61102はリフレッシュメモリを内蔵したビットマップ方式のセグメントドライバである。図3にブロック図を示す。画素の1ドットがメモリの1ビットに対応するため、自由なパターンを表示することができ、1個のLSIで最大4,096ドットの表示が可能である。8ビットマイクロコンピュータとバス直結ができ、メモリのアドレス指定や表示データの書き込み、読み出しを行なうことができる。また、アドレスインクリメント機能をもたせ、ソフトウェアのアドレス指定の負担を軽くしている。リフレッシュメモリを内蔵しているので、表示のためのリフレッシュ動作は5kHz程度の低速で済み、このため表示中は0.5mWの低消費電力を実現している。

3.4 HD61830B

HD61830Bは液晶表示専用のコントロールLSIである。8ビットマイクロコンピュータとバス直結でき、表示コントロールのための各種コマンドと表示データを転送すると、駆動LSI、HD61100に必要なシリアルデータとタイミング信号を発生する。図4にブロック図を示す。グラフィックモード、キャラクタモードのいずれでも使用できる機能を備えているので、文字だけの簡単な表示機器からグラフィックシステム³⁾までの広範囲のアプリケーションに応用できる。外部メモリとしては最大64kバイトの画像メモリを制御できるようにしている。また、192種類のキャラクタジェネレータを内蔵して、システムのソフトウェアとハードウェアの負担を軽減している。更に、外部には4kバイトのキャラクタジェネレータを拡張することができる。セミグラフィック表示を行なうことも可能である。

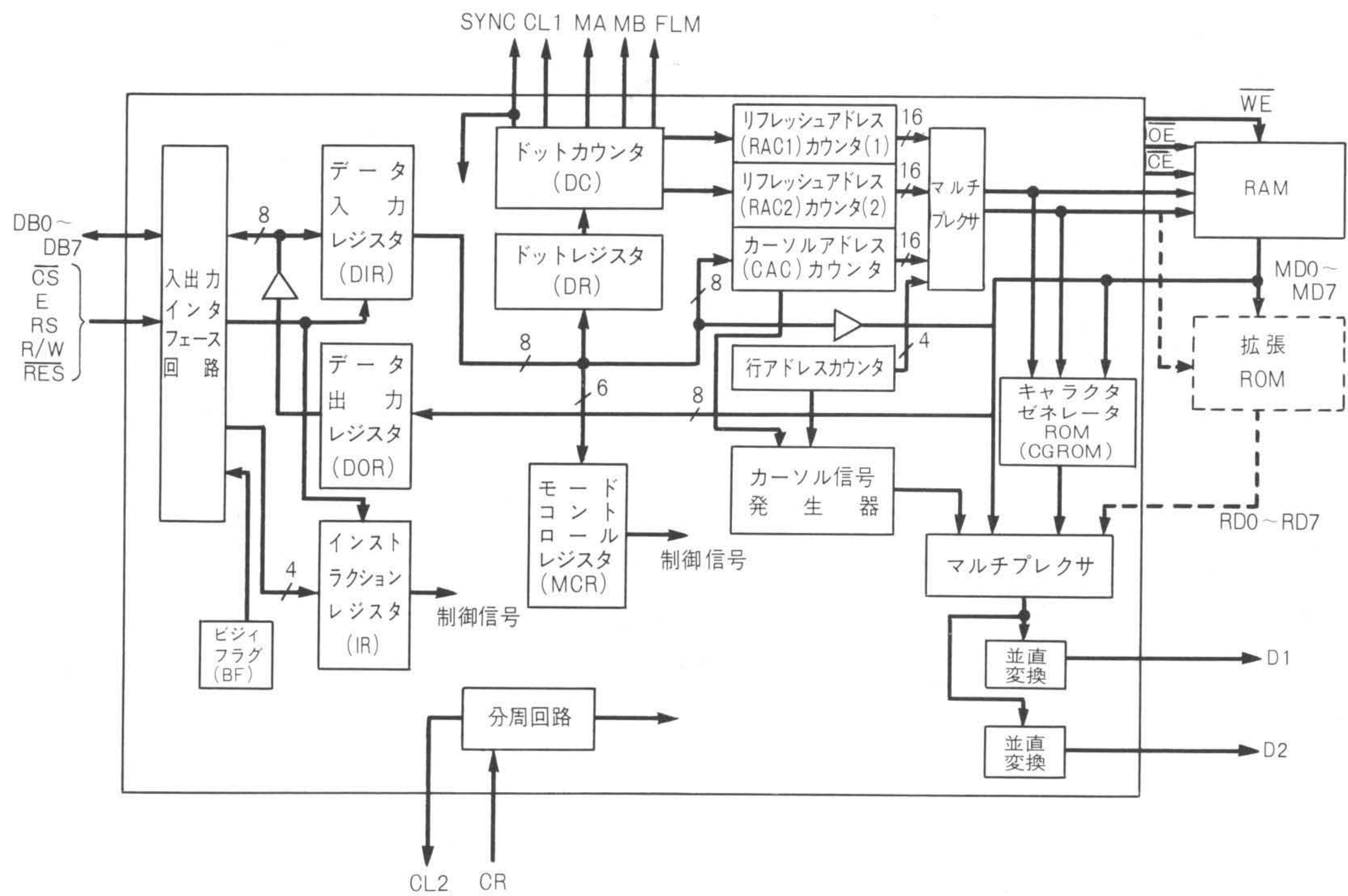


図4 液晶表示コントロールLSI HD61830Bのブロック図 グラフィック表示をコントロールすることができる。キャラクタジェネレータ、カーソル信号発生器を内蔵しており、文字表示にも使うことができる。

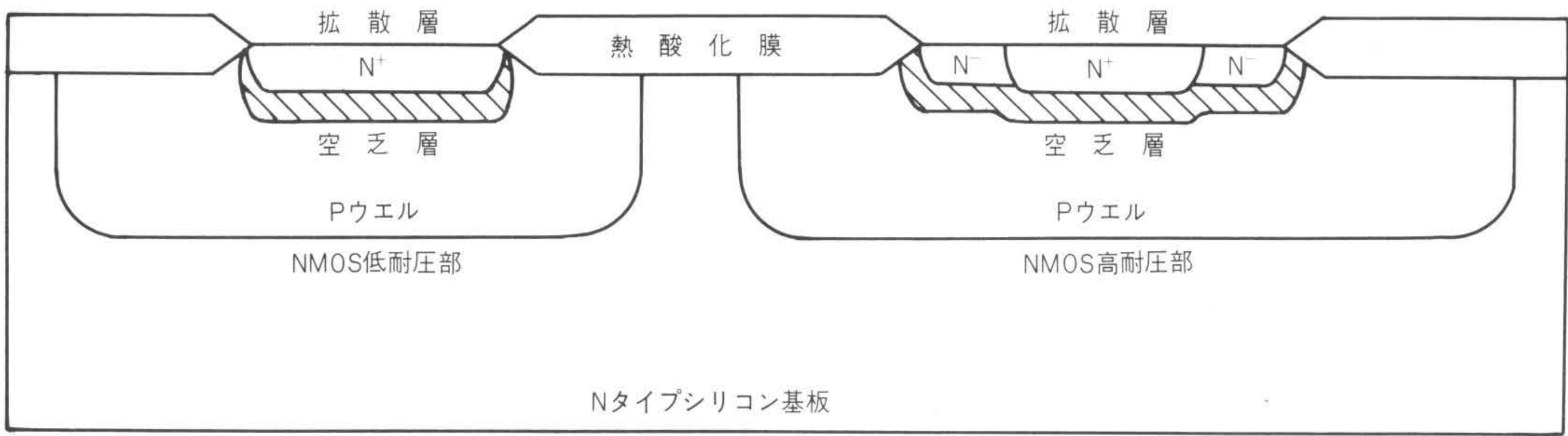


図5 CMOS 3μm高耐圧プロセス断面構造 NMOSの低耐圧部及び高耐圧部の拡散層-Pウェルに、逆バイアスが印加された場合の空乏層の広がりを示す。

4 液晶表示用LSIに採用した技術

4.1 半導体プロセス

1/4デューティ液晶ドライバLSIには、マイクロコンピュータとのインタフェースが可能なように、ロジック部は5V、2.5MHzで動作すること、また、液晶出力部は15Vで動作することが要求される。したがって、高速、高耐圧及びロジックの増大に伴う高集積が可能な半導体プロセスが必要となった。

従来のCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)3μmプロセスの耐圧は約10Vである。それは図5の低耐圧部に示すように、N⁺拡散層とPウェル基板との接合による空乏層が拡散層のエッジ部では狭く、拡散層に高電圧が加わると電界集中によりブレイクダウンするためである。空乏層は、

接合部の不純物濃度が低くなるほど広がる。そこで同図の高耐圧部のように、拡散層のエッジ部を低濃度(N⁻)にすることにより、エッジ部の空乏層を広げ電界集中を緩和し、耐圧を向上することができる⁴⁾。

表2に従来CMOS3μmプロセスと今回開発したCMOS3μm高耐圧プロセスの耐圧特性の比較を示す。拡散層のエッジ部を低濃度にするることによる伝達速度は、従来CMOS3μmプロセスに対し、約半分となるが、液晶出力では特に問題とならない。

4.2 チップレイアウト設計

液晶ドライバLSIは、液晶表示内容を記憶するレジスタ部〔F-F(Flip-Flop)あるいはRAM(Random Access Memory)〕表示タイミング発生回路及び表示品質を左右する液晶駆動回路の設計及び液晶駆動回路部の大面積化によるラッチアップ防止対策が問題となった。

(1) 設計留意点

- (a) 液晶駆動回路ON抵抗の電圧依存性が小さいこと。
- (b) 液晶駆動回路間(出力端子)のON抵抗ばらつきが小さいこと。かつ液晶駆動回路内でもレベル電源間にON抵抗ばらつきがないこと。
- (c) ラッチアップが起こらないこと。

表2 耐圧特性比較 高耐圧プロセスにより、BV_{ds}、寄生MOS V_{th}とも従来3μmプロセスに比べ大幅に耐圧を向上させることができた。

プロセス		CMOS 3μm プロセス	CMOS 3μm 高耐圧プロセス
P MOS	B V _{ds}	9 V以上	60V以上
	寄生MOS V _{th}	9 V以上	45V以上
N MOS	B V _{ds}	9 V以上	30V以上
	寄生MOS V _{th}	9 V以上	25V以上

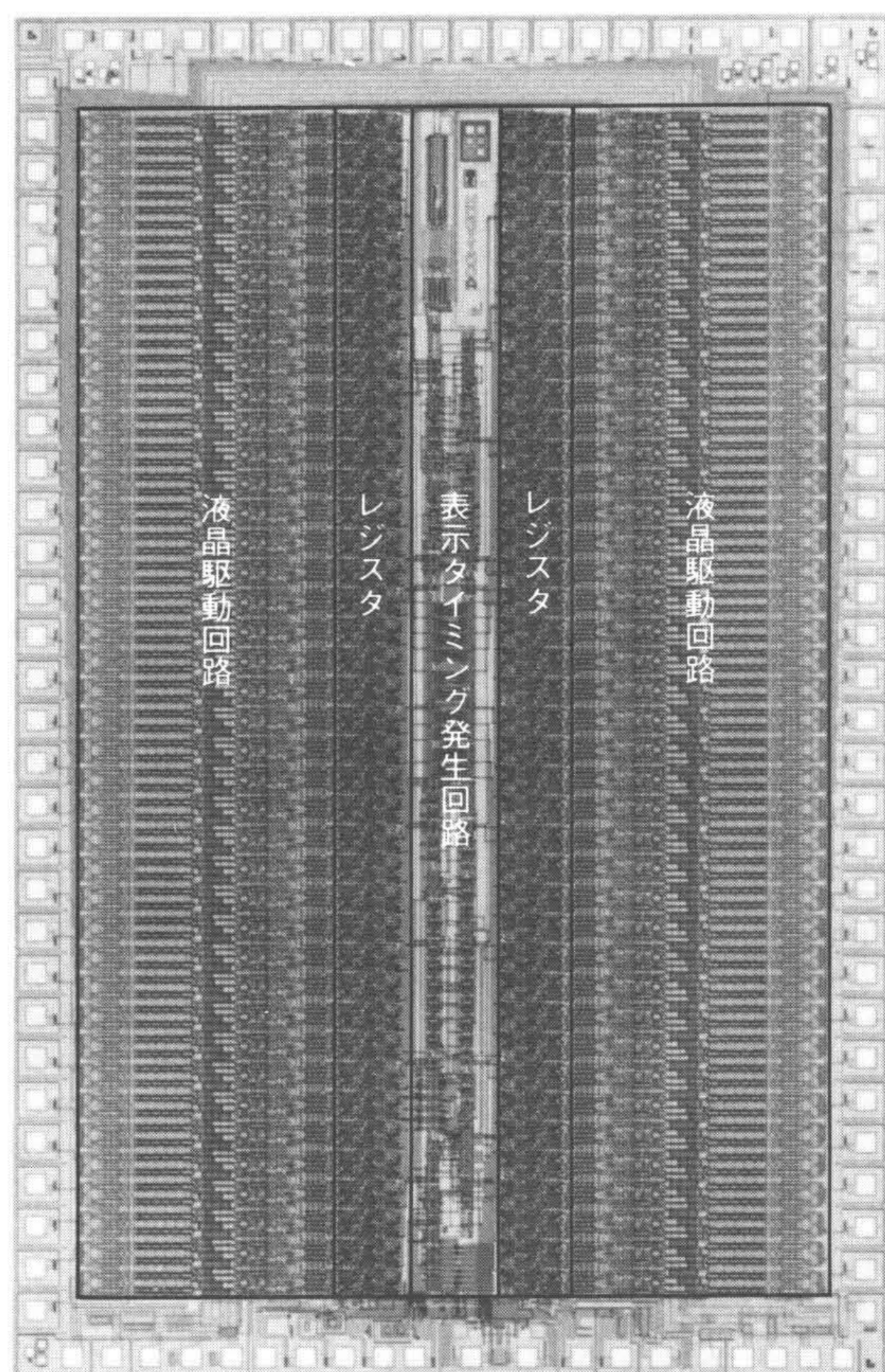


図6 HD61100チップ写真 チップサイズは、4.8mm×7.42mmである。

(2) 対策

- (a) PMOS(PチャンネルMOS), NMOS(NチャンネルMOS) サイズ比を3:1とした。
- (b) 各出力の液晶駆動回路部と同一のセルとし、電源のAlライン幅を可能な限り太くし、電源インピーダンスを低く抑えた。また、液晶駆動回路のセルはレベル電源に対し対称形とし、かつソース、ドレインの抵抗を等しくした。
- (c) 外部ノイズが、直接駆動回路に進入しないように、電源及び出力端子にPチャンネル、Nチャンネルの保護ダイオードを挿入した。

以上を考慮し、HD61100、HD61102及びHD61103を設計し、目標特性を満足するLSIが完成した。

図6にHD61100のチップ写真を、また、図7にHD61102のチップ写真を示す。

4.3 多ピンパッケージ

液晶ドライバLSIに多ピンパッケージを適用することは、モジュールでの部品点数を低減するため有利である。図8に今回開発した100ピンプラスチックパッケージ(FP-100)を示す。外形サイズは従来の60ピン、80ピンと同一で、リード間隔、リード幅を狭くしたものである。100ピン化により、液晶駆動出力数は従来品のHD44100(FP-60)が40に対し、HD61100は80と倍増することができた。

5 応用例

図9に、ポータブルコンピュータなどの表示装置としての応用例を示す。表示画数は縦128ドット、横480ドットでグラフィック表示あるいは80文字×16行のキャラクタ表示が可能である。表示システムは液晶ドライバ、表示コントローラ、メモリを使用し、すべてCMOS LSIで構成されている。ホス

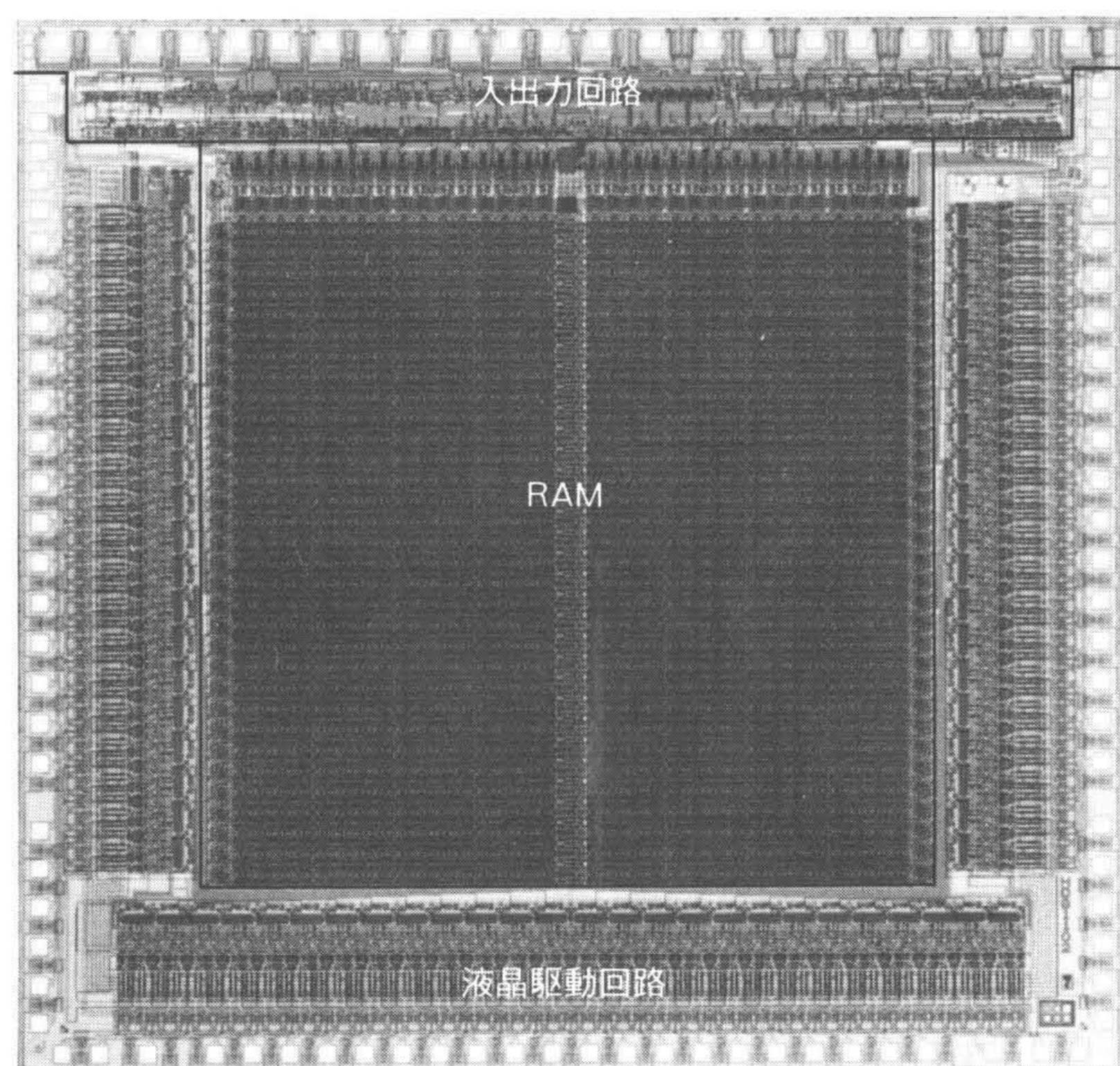


図7 HD61102チップ写真 チップサイズは、6.88mm×6.54mmである。

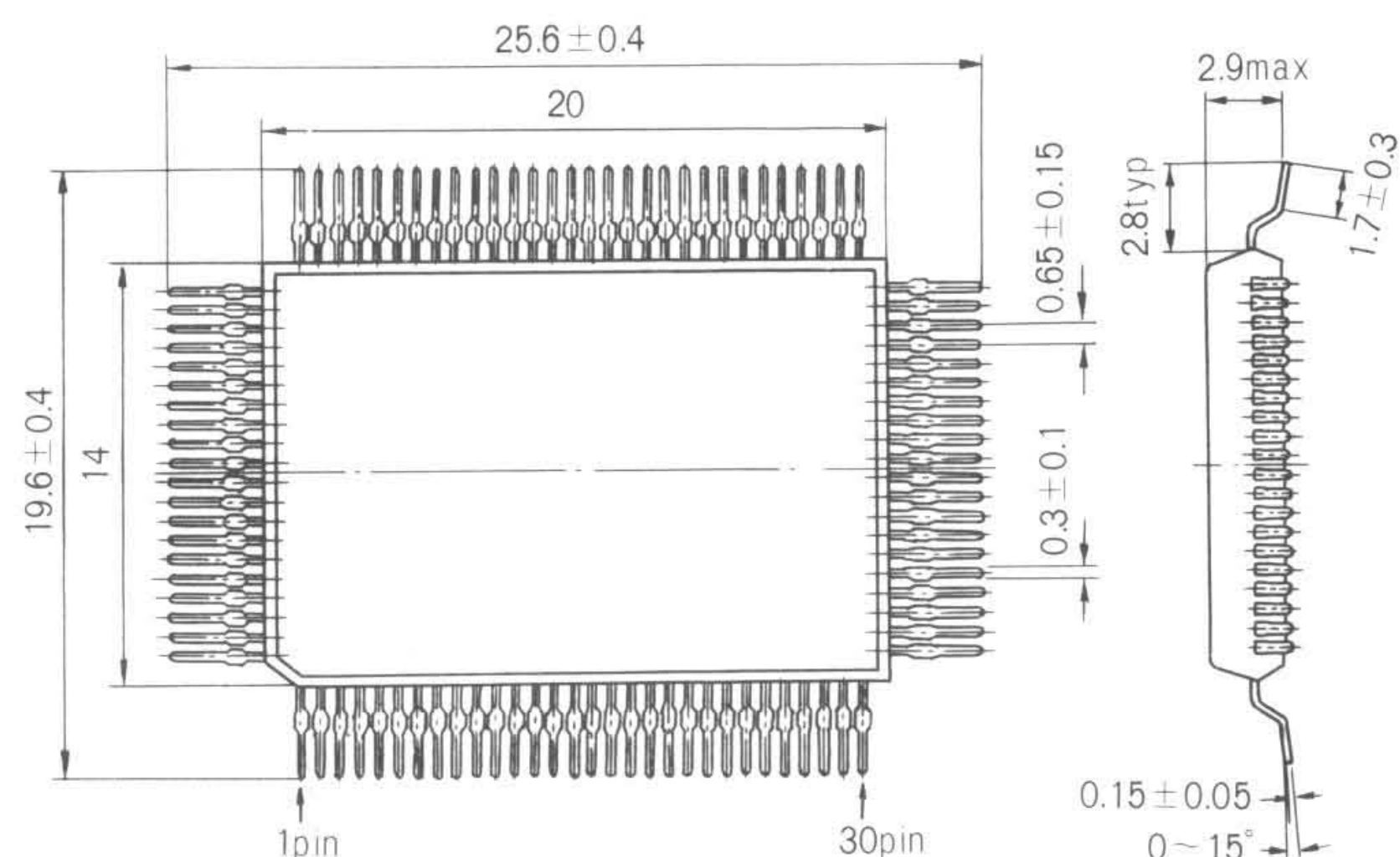


図8 パッケージFP100の外形図 パッケージ厚さ2.9mm、リードピッチは0.65mm、リード幅は0.3mmである。

トシステムはデータバスにより表示システムと接続しており、表示コントローラに対して表示制御命令と表示データを転送することにより、表示全体を制御することができる。上下2枚の $\frac{1}{4}$ デューティ単純マトリックス液晶パネルを合成して1枚の画面とし、縦128ドット、横480ドットの画面を構成している。上下各画面に6個のセグメントドライバと2個のコモンドライバを使用し、合計14個の液晶ドライバで表示を行なう。図10に漢字表示装置への応用例を示す。1文字は16行、16列のドットマトリックスで構成しているため、漢字、仮名、記号などの自由度の高い表示を行なうことができる。文字数は12文字、4行表示である。この例ではコモンドライバとしてHD61103を1個、セグメントドライバとしてHD61102を3個使用しているが、セグメントドライバの使用個数を増やせば、表示文字数を拡張することができる。このシステムの特長は、表示のためのリフレッシュメモリや専用のコントロールLSIが不要で、簡単なシステム構成でビットマップ方式の液晶表示ができることである。また、消費電力の小さな液晶表示システムであることも大きな特長である。これは、セグメントドライバがリフレッシュメモリを内蔵しているため、常時表示データをドライバLSIに転送する必要がなく、表示内容を変更する場合だけマイクロコンピュータから表示データを転

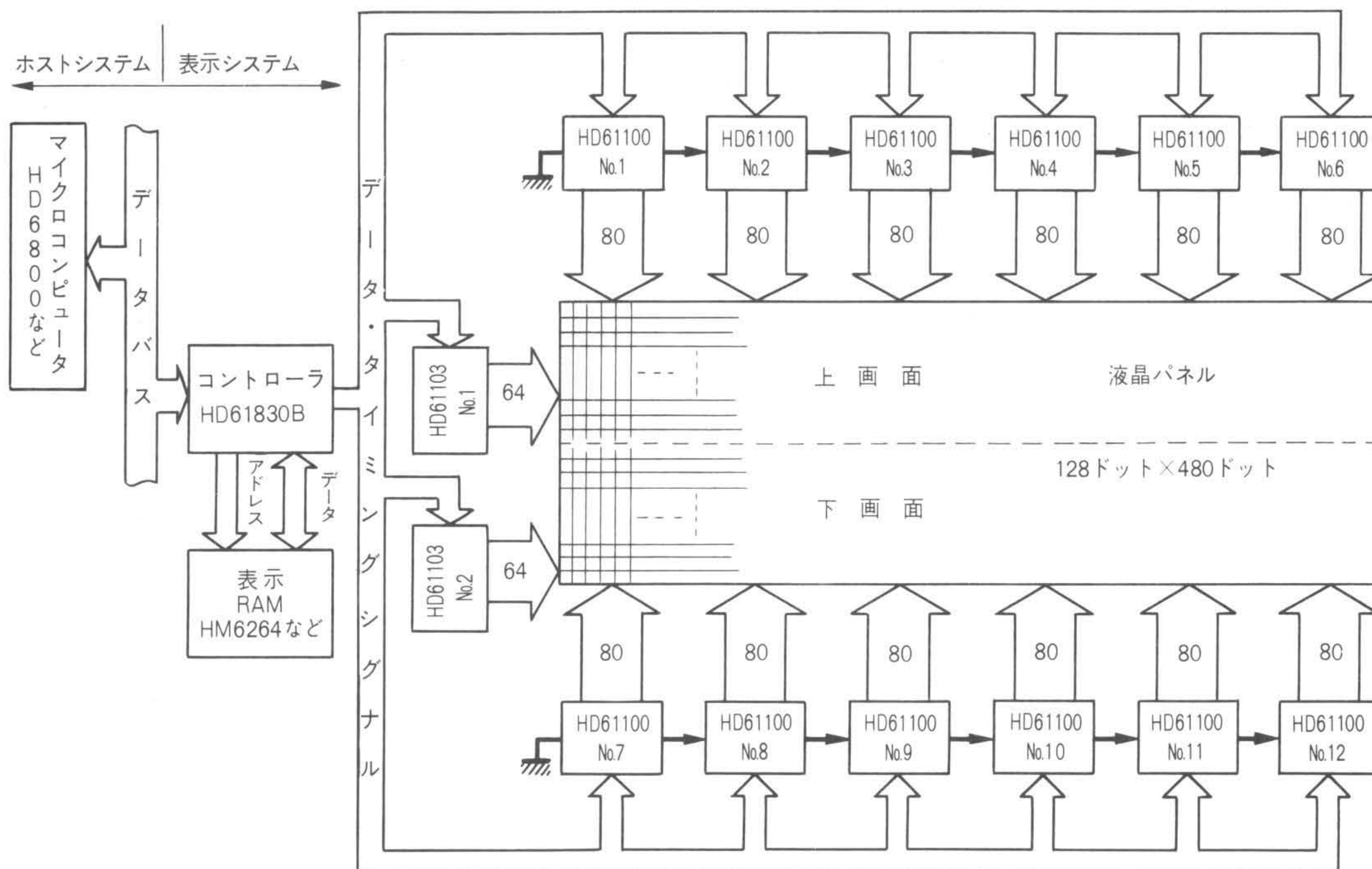


図9 液晶表示システム構成例
ホストシステムは表示コントローラを通して表示RAMをアクセスする。表示RAMはグラフィック表示の場合最大64kバイト、キャラクタ表示の場合4kバイトまで拡張できる。

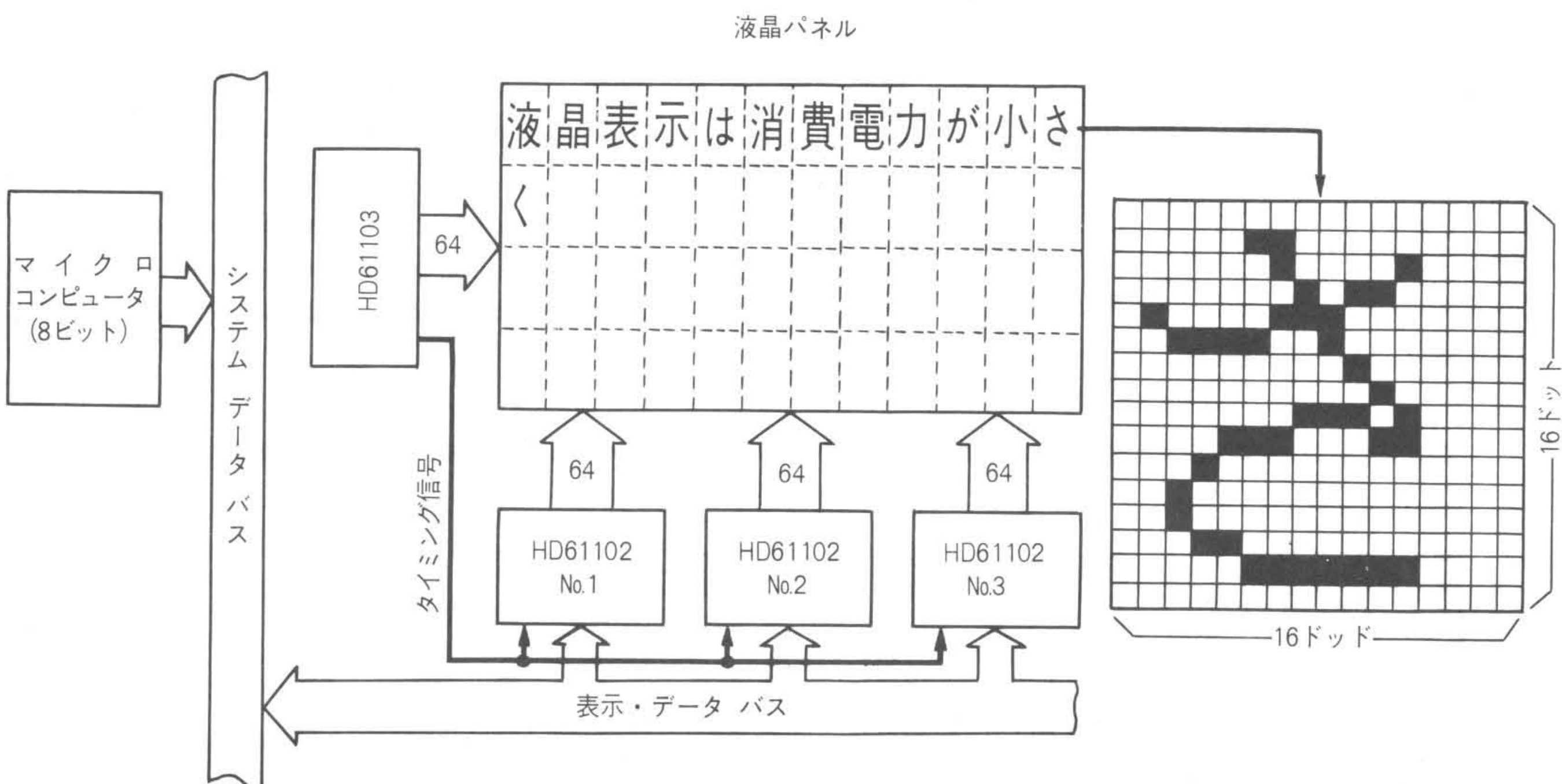
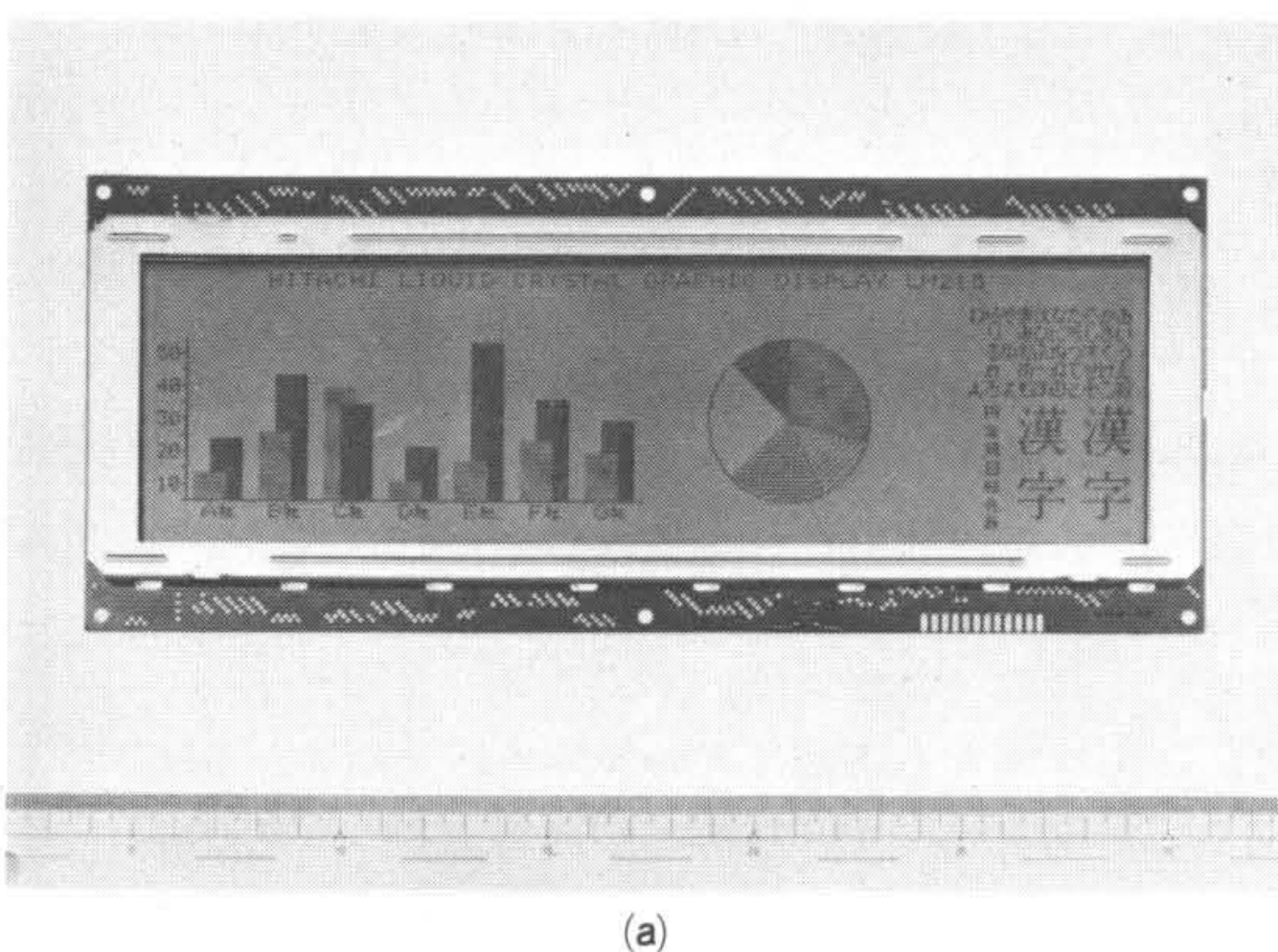
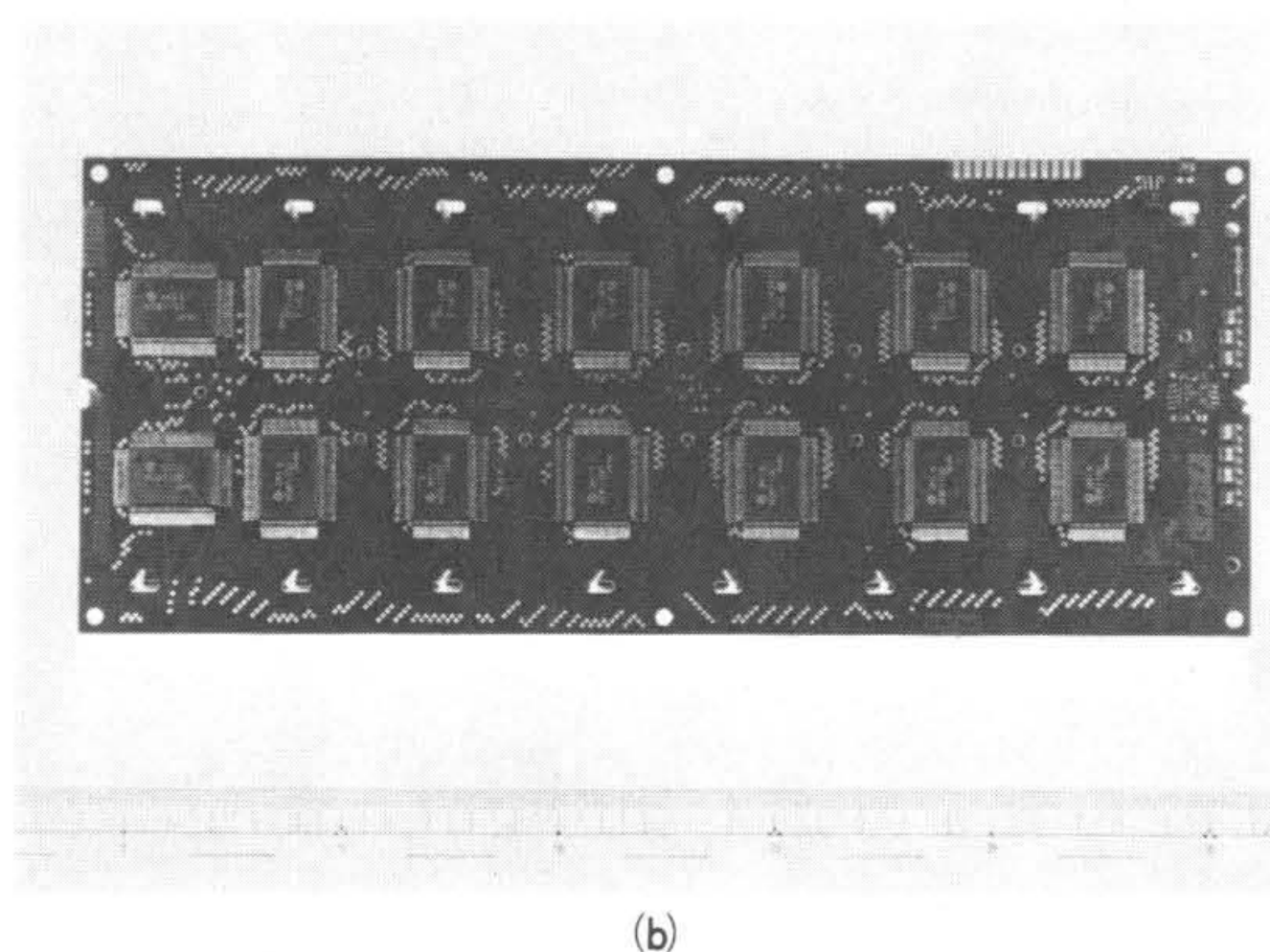


図10 漢字表示装置への応用例
12文字×4行の漢字表示への応用例である。1文字は16行、16列のドットマトリックスで構成されている。



(a)



(b)

図11 128×480画素を表示する液晶表示モジュール
(a) 有効表示面積は6.9cm×24.2cm, (b) パネルの裏側に駆動LSI 14個を実装した。基板の外側にコントロールLSIとリフレッシュメモリを追加するだけでグラフィック表示を行なうことができる。

送すればよいからである。以上、ポータブルコンピュータへの応用と漢字表示装置への応用の二つを述べ、それぞれのシステム構成と使用LSIについて紹介した。パネルの表示容量や表示の仕様などの機能面のほかに、消費電力、コストなどを考慮してどちらの表示システムにするかを選択する必要がある。

一般的には、表示容量が非常に大きい場合は対応する画像メモリの容量もたくさん必要になるので、スタンダードRAMを使用する図9のシステムが適しているといえる。

図11にドライバLSIを搭載したプリント基板を一体化した128×480画素の液晶表示モジュールの例を示す。14個のLSI

表3 フルドットタイプ液晶表示モジュールの例 液晶パネルと駆動LSIを一体化したモジュールの例を示す。

品名	表示ドット数 縦×横(mm)	外形寸法 横×縦×厚さ(mm)	有効表示範囲 横×縦(mm)	駆動方式 (デューティ)	電源電圧 (V)
H2525	20×239	220×53×15	163×17	$\frac{1}{20}$	+5, -5
LM021	24×479	290×60×13	245×19	$\frac{1}{24}$	+5, -5
LM200	64×240	180×75×15	132×39	$\frac{1}{32}$	+5, -5
LM213B	64×256	184×75×12	14.6×43	$\frac{1}{64}$	+5, -9
LM211	64×480	270×82×13	240×38	$\frac{1}{64}$	+5, -9
LM212	48×640	270×63×14	241×25	$\frac{1}{48}$	+5, -
LM215	128×480	270×110×15	242×69	$\frac{1}{64}$	+5, -10

を実装した基板は、液晶パネルの裏側に取り付けられ、基板の外部にコントロールLSIとリフレッシュメモリを追加することにより、グラフィック表示を行なわせることができる。このほか、フルドットタイプ液晶表示モジュールとして表3に示すように縦×横の異なる表示ドット数のモジュール製品があり、各種用途に適用されている。更に現在、縦方向200ドット、横方向640ドットというブラウン管に近い表示ドット数をもつ液晶モジュールも開発中である。これは、英・数字表示に換算すると80文字×25行表示でブラウン管とコンパチブルであり、ブラウン管を用いたOA機器のポータブル化などの面で広い応用が期待されている。

6 結 言

大容量ドットマトリックス液晶表示に適した $\frac{1}{64}$ デューティ駆動のドライバLSI及びコントロールLSIを開発し、更にそ

の応用として128×480ドットの液晶モジュールを完成した。しかし、本分野での市場要求は200ドット×640ドット($\frac{1}{100}$ デューティ)あるいは256ドット×640ドット($\frac{1}{128}$ デューティ)へと移りつつある。

これらを実現するために、液晶パネルにとってはコントラスト比、視野角範囲の向上など、表示品質を向上させるための技術的な課題は大きい。

一方、ドライバLSIは微細化プロセスで、より高耐圧を実現しなければならない。実装面では、LSIパッケージ数を削減するには、更に多ピン化を進める必要があるが、モジュールとしての総合コストを考慮すると現行のフラットパッケージのピン数を増大させる方法には限界があり、更に大画面化する場合、新たな実装技術が必要になると考えられる。

参考文献

1) K.Kinugawa, et al.: Liquid Crystal Display for Office Automation Systems, Hitachi Review, Vol.32, No. 4, Aug.(1983)
2) 日立MOS LSI データブック, LCDドライバ, (株)日立製作所(昭和59年3月)
3) 高坂, 外: 液晶グラフィック表示コントロールLSIの開発, 1983年テレビジョン学会全国大会予稿集, 論文番号5-11, pp.123~124(1983-7)
4) I.Yoshida, et al.: Device Design of an Ion Implanted High Voltage MOS FET, Suppl.to the Journal of the Japan Society of Applied Physics, Vol.44, pp.249~255 (1975)

論文抄録

電話回線を使った静止画伝送技術

日立製作所 阿知葉征彦
テレビジョン学会誌 38-1, 36~43 (昭59-1)

電話回線などの狭帯域伝送路を利用して、テレビジョン信号を伝送する静止画伝送技術について述べる。静止画伝送では、テレビジョンカメラで撮像した1枚の静止画像に対応したテレビジョン信号をいったん画像メモリに記憶し、これを低速で読み出して狭帯域伝送路で伝送する。伝送された画像データは、受信側の画像メモリに順次格納され、これを高速で繰り返し読み出してモニタに表示する。

1枚の画像を伝送するのに要する伝送時間は、アナログ伝送の場合、テレビジョン信号の帯域幅 W_v と電話回線でのベースバンド帯域幅 W_A との比により定まる。1フィールドの画像の伝送時間 T_A は、

$$T_A = \frac{W_v}{W_A} \times \frac{1}{60} \text{ (秒)} \dots\dots\dots(1)$$

と表わされ、帯域幅の比で定まる。

一方、デジタル伝送の場合は、1枚の画像のデータ量 B と伝送速度 R との比から伝送時間 T_D は、

$$T_D = \frac{B}{R} \dots\dots\dots(2)$$

と表わされる。したがって、伝送時間の短縮には、画像データの圧縮やモデム伝送速度の向上など、信号処理による改善効果が大きいと期待できる。

画像データの圧縮方法、すなわち画像の高エネルギー符号化方式には、画素数を少なくするサブナイキスト標本化と画素当たりのビット数を削減するDPCMなどがあり、両者を有機的に結合させることによって符号化効率の高い符号化方式が得られる。静止画伝送では、送受に画像メモリをもっており、伝送路とテレビジョン走査のタイミングのバッファの役割も担っている。その結果、回路は著しく簡易化され、可変長符号化やフレーム間符号化などの高度な圧縮技術が手軽に利用できる。

フレーム間符号化技術を応用して、前回送信した画面との差をとり、変化した部分だけを送信すれば、1画面の伝送時間は全画面に対する変化部分の面積比程度に短縮される。これは、あまり大きな動きを伴わないテレビジョン会議などの準動画信号の

伝送や遠隔監視などに有効である。

静止画検索のように、毎回異なった画像を伝送する場合、画面全体の大まかな画像が早く受信表示されれば、受信者の心理的負担は軽くなる。これに適した階層符号化、すなわちブロックサイズ可変符号化、高位ビット順符号化、直交変換成分の低次成分順符号化などが検討されている。静止画面内サービスや画像データベースなどに今後大いに利用される技術と思われる。

最後に、静止画伝送の応用例について述べる。現状では、ダム、トンネル、あるいは無人化店舗などの遠隔監視の用途が多い。その他、カタログ、図面、文書などの伝送や医用画像の伝送などにも適用され始めた。今後は高速デジタル回線(64kビット毎秒、1.5Mビット毎秒など)の利用によるテレビジョン会議などの準動画伝送や階層的符号化による静止画サービス、更には可搬形装置の開発による緊急静止画伝送などへ応用が拡大してゆくであろう。