

ディスプレイ技術

Techniques for Display Devices

コンピュータシステムの端末装置に用いるディスプレイデバイスには種々なタイプがあり、その選択は難しい。本論文ではディスプレイデバイスの要求機能、特長について述べ、各デバイスがどの適用分野に適合するか、デバイスの選択に当たったの判断材料を示した。

CRTは、特定分野では小形化できないなど若干の問題があるものの、各分野に対しほぼ万能の機能をもっていることから、ディスプレイ端末装置としての主座を占めている。

CRT以外のディスプレイデバイスとして、液晶パネル、プラズマパネルなどがあるが、CRTに比べ低消費電力、小形化などの特長を生かし、今後専用の分野で発展していくものと思われる。

二谷久光* Hisamitsu Nitani

山田一成* Kazunari Yamada

浜田達蔵* Tatsuzô Hamada

前場和彦* Kazuhiko Maeba

1 緒 言

最近、コンピュータ情報システムの利用発展に伴い、マンマシンインタフェースの接点とも言える端末装置に対するユーザーニーズは、際限なく多様化している。

本論文では、端末装置の出力媒体のうち、ディスプレイデバイスが適用分野に対しどのような観点から選択されるべきかを中心に述べる。また、具体例として高解像度CRT (Cathode Ray Tube) ユニット、液晶表示ユニットなどについて最近の技術動向を概説する。

2 ディスプレイデバイスの動向

種々のディスプレイデバイスの中から一つを選択しようとする場合、単にそれらを比較して良否を判断することは難しい。表1に代表的なディスプレイデバイスの機能比較を掲げる。それぞれ用途、適用分野によって必要とされる機能の重み付けが異なるので、どれを選択すべきか十分配慮する必要

がある。

現在市場で最もよく使われているディスプレイデバイスは、なんと言ってもCRTであろう。最近CRT以外のディスプレイデバイスも使われ始めてはいるが、CRTは技術的にも価格的にも安定しており、CRTでは困るといった特別な使用条件がない限り、まだ需要は増加するものと思われる。

今後オフィスオートメーションの一環として、漢字表示のニーズはますます高まってきているが、CRTは解像力も良くその面でも特長を発揮するであろう。

時計、電子式卓上計算機などで実用化されているLCD (Liquid Crystal Display) (液晶パネル) は、小形(薄形)、低消費電力(自らは発光せず、外部光源を利用する。)の特長を生かして、コンパクトで省電力の端末装置用ディスプレイデバイスとして期待されている。現在実用化されているものは、40字×1行、40字×2行あたりが主流であるが、近い将来画面

表1 代表的なディスプレイデバイスの機能比較 ディスプレイデバイスとして必要とされる機能は、それぞれ用途、適用分野によって重み付けが異なるので、ディスプレイデバイスを選択するときは十分配慮を要する。

ディスプレイデバイス		CRT	LCD	PDP	けい光表示管
機能比較項目					
表示品質	輝度 (fL)	普通 (50~100)	外部光源による。	普通 (60~120)	大 (100~300)
	色	自由	可能 (ゲストホスト形)	赤色が主流 (けい光体を塗布し緑も可)	青緑色が主流 (けい光体を変え他の色も可)
	コントラスト	十分	やや劣る。	普通	普通
	視野角 (度)	十分 (120)	やや劣る。 (50)	十分 (120)	十分 (120)
実用的な画面当たりの文字表示量(字)		大 (128~8,000)	小 (80, 将来256)	中 (256, 2,000~4,000は高価)	小 (20, 256は高価)
小形(薄形)化の可能性		小	大	中	中
消費電力 (比)		中(1/2)	小(1/10)	中(1)	中(1)
平均寿命 (1×10 ³ 時間)		小(10~20)	中(30~50)	中(30~50)	中(30~50)
価格比/表示文字(500~1,000字/画面のCRTを基準)		安価(1)	高価(10~20)	高価(10~20)	高価(10~20)
適用分野		端末全般	小形専用端末	中形専用、中形一覧表示	中形一覧表示

注：1. 小括弧内の数値は参考値である。

2. 略語説明 CRT (Cathode Ray Tube)
 LCD (Liquid Crystal Display)
 PDP (Plasma Display Panel)

* 日立製作所神奈川工場

当たり128～256字程度のものも実用化が可能になると思われる。

ガス放電を利用したPDP(Plasma Display Panel)はCRTに比べ薄形にできる特長を備えており、それなりに装置の薄形化が可能である。しかし、放電ドライブのために百数十ボルトの高圧が必要のため、ドライブ回路が比較的高価であることのほか、画面当たりの表示文字数とともに価格の上昇を招くので、数百字程度までのディスプレイデバイスとして実用化されているに過ぎない。

けい光表示管は、他のディスプレイデバイスと異なり、我が国で開発、製造されている日本独特のもので、初期の電子式卓上計算機分野で急速な発展を遂げた。現在ではカラー化も実用化され、自己発光形で、高輝度という特色をもっているため自動車のパネルメータなどに使用され始めている。

また、端末装置用ディスプレイデバイスとしても、40字×6行のものが実用化されている。

以上述べた代表的なディスプレイデバイスは、主としてオペレータから30～50cm程度の比較的近接した位置に置かれる端末分野であるが、一方、株価表示装置などのように比較的離れた位置に置かれ、情報を一覧的に表示する大形表示装置のニーズも強い。この目的として、ドットを磁気で反転させる磁気反転ドット方式(大形一覧表示)などがある。

3 ディスプレイデバイス

3.1 高解像度CRTユニット

高解像度CRTユニットについて、カラーCRTを主体にその特長、機能及び適用例について述べる。

(1) 特長、機能

(a) スクリーンの形状とシャドウマスクの穴ピッチ

家庭用のテレビジョンは図1(b)に示すように、ストライプ形スクリーンとなっているが、解像度を良くするために同図(a)に示すドット形スクリーンとした。

また、シャドウマスクの穴ピッチ P_m を0.3mmにして、水平方向解像度740ドットを得ている。水平方向成分のシャドウマスク穴ピッチ P_h は $P_h = \frac{\sqrt{3}}{2} P_m$ であるから、 $P_h = 0.26\text{mm}$ となる。その P_h と解像度の関係は、文字構成のドット間隔を D とすると、 $P_h = 0.8D$ で示される。

家庭用14インチテレビジョンのCRTの P_h は0.6mm程度であり、水平方向の解像度は約320ドットである。すなわち、

高解像度CRTは、一般の家庭テレビジョン用に比べて倍以上の解像度をもっている。

(b) ビームスポット径

テレビジョン用CRTのスポット径は1.5～3mmであるが、高解像度用は、これを0.45～0.6mmとした。テレビジョン用に比べてディスプレイ用は、ビーム電流が少ないので寿命を短くすることなく、第1グリッドの孔径を小さくして、ビーム径を絞り込むなど、電子銃に多くの配慮が払われている。

(c) 色ずれ(ミスコンバージェンス)

赤、緑、青の3電子銃を水平に一直線上に配置したインライン形電子銃を採用している。この方式は偏向ヨークの磁界分布を精度良く設定することにより、理論的にはミスコンバージェンスをゼロにできる。すなわち、3ビームの集中する面をけい光面と一致させることができる¹⁾。

また、補正回路が不要なため、経時変化もなく安定である。

(d) 偏向系

高解像度のCRTに多くの文字や図形を表示するためには、ラスタ数を増やす必要がある。家庭用テレビジョンのように、フレーム周波数を30Hzにして、長残光のけい光体を用いるのも一つの方法であるが、このカラーCRTユニットでは高速走査を行なうことによって、一般のカラーけい光体を用いることができ、鮮明で明るい画像を得ている。

(e) モノクローム高解像度CRTユニット

110度偏向CRTを用いていて、像倍率を下げビームスポット径を小さくし、周辺フォーカスを改善するためダイナミックフォーカスをかけている。このほか、電子銃や偏向ヨークの改善によって鮮明な画面を得た。

(2) 適用例

モノクロームCRTユニットで横1,120×縦750ドット、カラーCRTユニットで横740×縦430ドットの解像度をもっている。

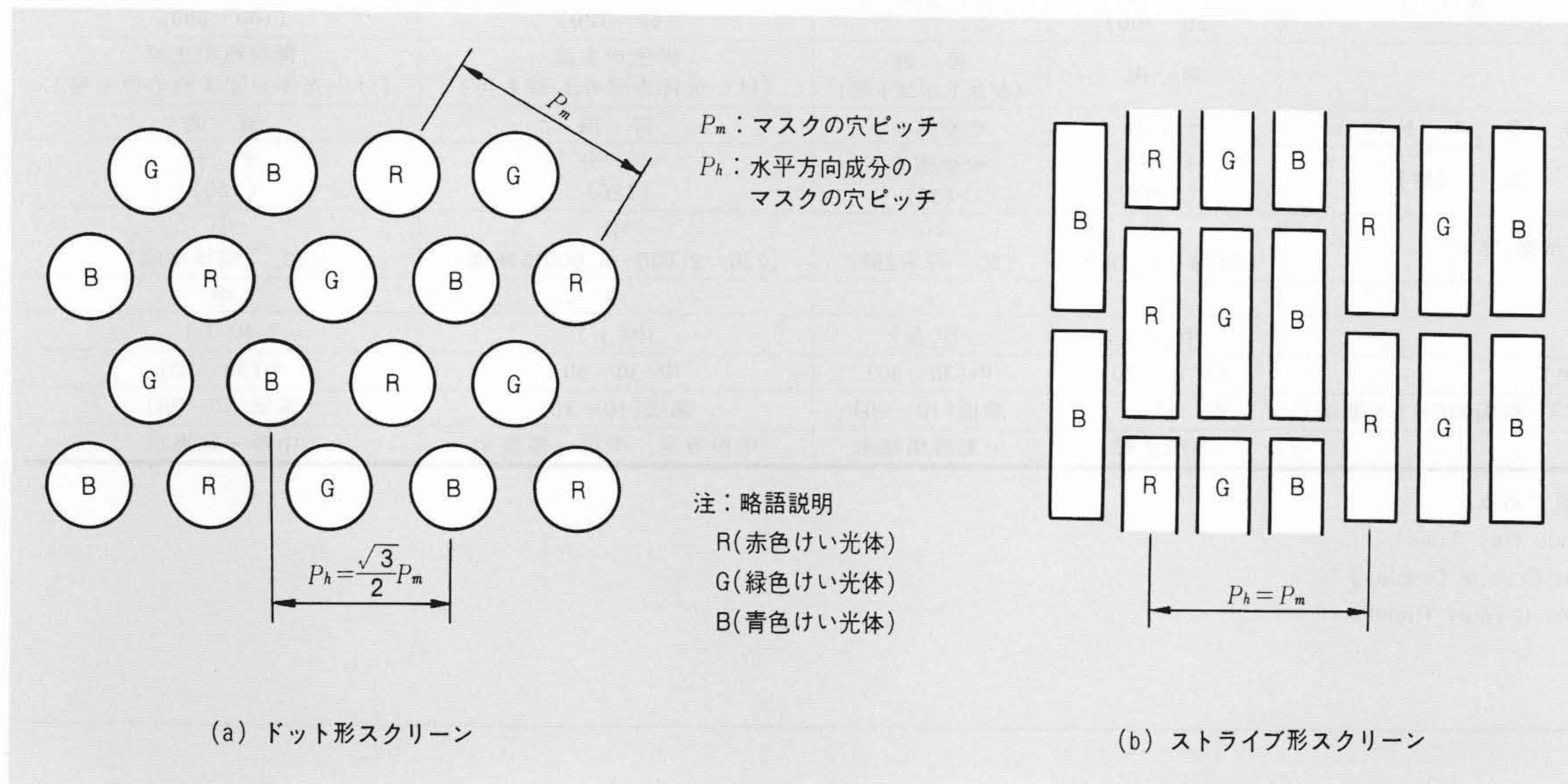
モノクロームCRTユニットは漢字端末や漢字のワードプロセッサ、画像処理などに使用されている。図2はT-560/20データターミナルに使用した例である。

カラーCRTユニットは、漢字やグラフ、図形表示用の端末に使用されている。

3.2 液晶表示ユニット

(1) 原理

液晶とは、液体と固体の中間の相で見掛け上は液体である



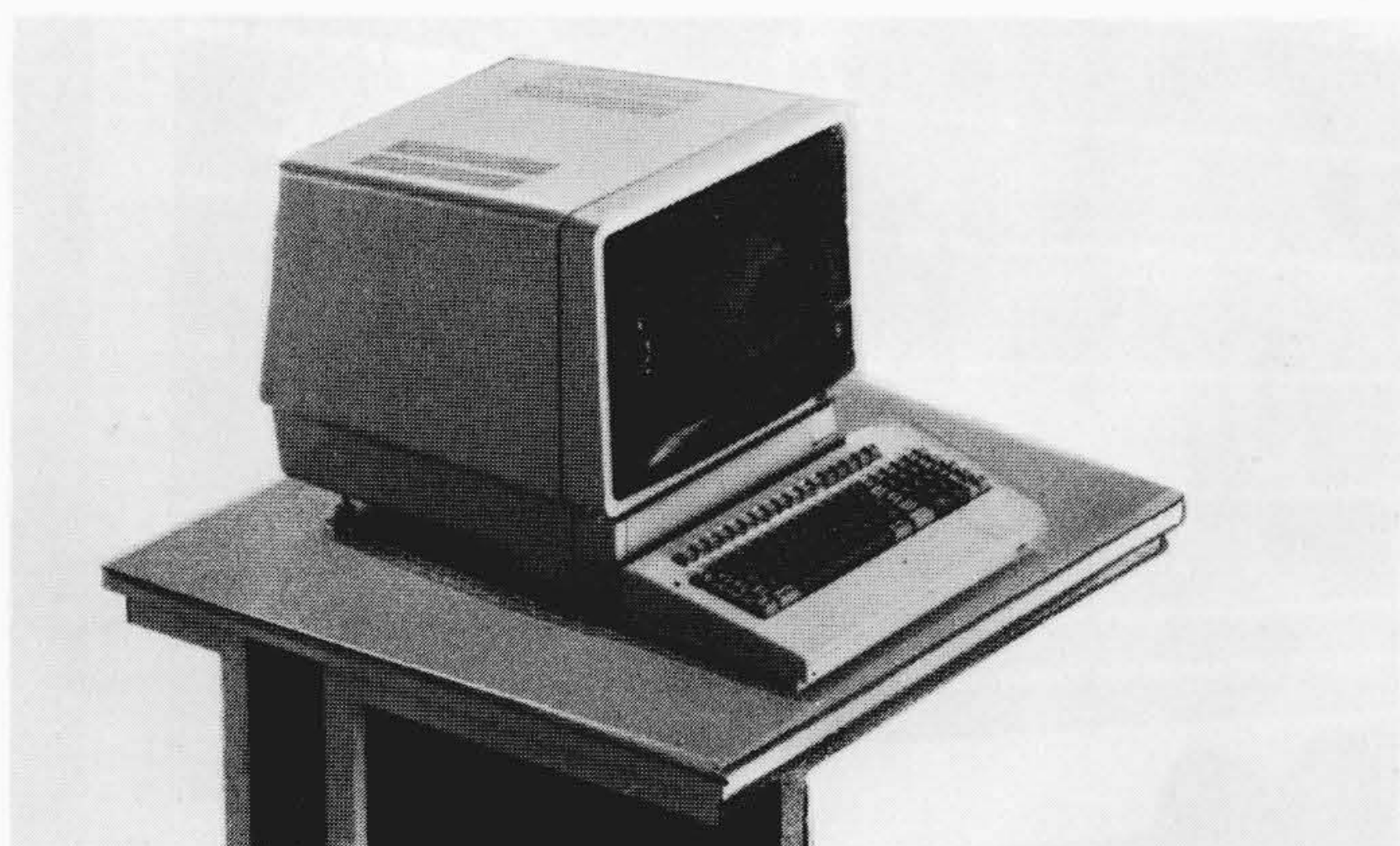


図2 T-560/20ビデオデータターミナルへの使用例 カラー及びモノクロームCRTユニットが使用されている。

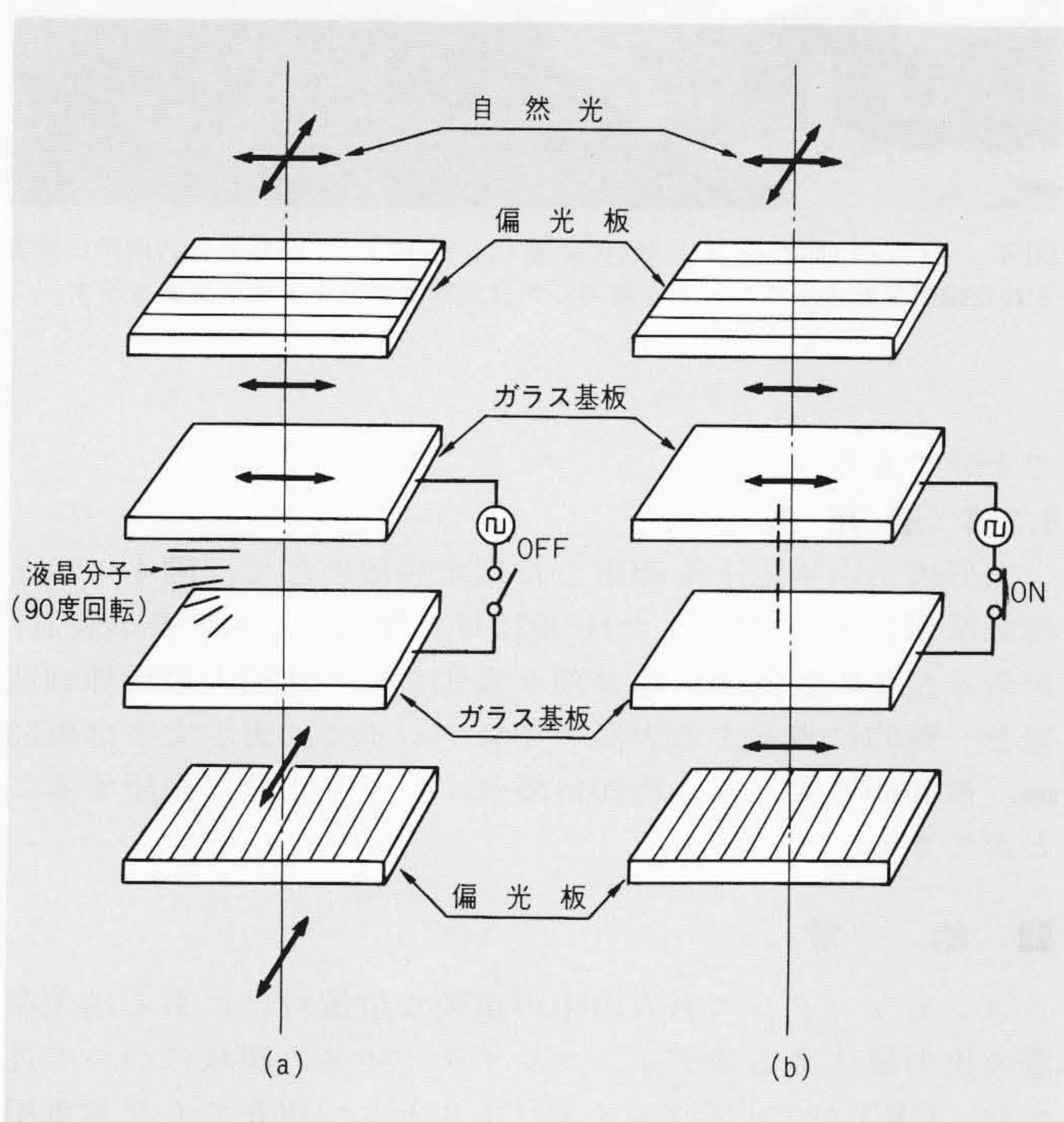


図3 液晶パネルの動作原理 (a)電圧を加えない場合は、基板(上・下)間で液晶分子が90度ねじれて配向し、光は90度旋光する。(b)電圧を加えると、液晶分子は一定方向(基板間方向)に変化する。

が、電氣的、光学的には結晶の性質を示すもので、液晶パネルの動作例を一言で表現すると、「光に対する電氣的シャッター」とであると言える。すなわち、電圧が印加された場合には光の透過をしゃ断し、印加されない場合は光を透過させる（又は以上の逆の動作）ことにより、文字・数字などを表示させる。その動作原理を図3に示す。

(2) 特 長

LCDの特長として、薄形、低消費電力が挙げられる。その特長を最大限に生かせる時計及び電子式卓上計算機のディスプレイデバイスとして定着しているが、端末のディスプレイデバイスとして適用するには、表示情報量が不足のため、まだ広く普及するに至っていない。

近年、多重マトリックスなどの液晶駆動方法により、表示文字数が512文字(64文字×8行)のキャラクタマトリックス液晶パネル、120×160ドット程度の表示容量をもつグラフィック液晶パネル²⁾の製作が技術的に可能になり、表示情報量の比

較的に少ない(数百文字程度)分野の端末への進出が予測されている。

(3) 機 能

液晶パネルとして要求される機能、及び特性について以下に述べる。

(a) 小形であること。

小形の端末は、一般的に事務机上に置かれるため、許容されるスペースには限度がある。したがって、極力占有面積を少なくすることが要求される。

このような小形化、薄形化の要求に対してLCDは適切なディスプレイデバイスとすることができる(ドライブ回路を含め25～50mm程度の厚さにすることは可能である)。

(b) 見やすいものであること。

受光形のLCDは、周囲光が明るいところでよく見える。また、PDP(Plasma Display Panel)のような発光形ディスプレイデバイスに比べて華やかさはないが、反面、発光表示でないため目への刺激が少なく、長時間使用してもオペレータの目に疲労を感じさせない利点がある。

このような特長のあるLCDを今まで端末に採用することがためられていた理由の一つに、他のディスプレイデバイスに比べ視野角が非常に狭いことがある。視野角の狭さのため、心理的に非常に見にくいとの評価を受けていたが、前述した多重マトリックスLCDなどで視野角が広がるよう努力されているとともに、数百文字程度を実用に耐えられる品質で表示できるようになってきた。

一方、視野角が広いゲストホスト形カラーLCDも実用化されているが、現在のところ時分割駆動した場合、コントラストが十分とれないため大形LCDとしてはまだ実用化には至っていない。

(c) 長寿命であること。

大形LCDは現在開発途上であり、寿命に関する実績データはまだ出ていないが、液晶封止技術などの進歩により、時計用小形LCDでは、数万時間の動作寿命実績があり、他のディスプレイデバイスに比べて劣らないまでになっている。

(d) 消費電力が少ないこと。

LCDは、他の発光形ディスプレイデバイスに比べて消費電力が極めて少ないことが最大の特長であると言える。これは、LCDが受光形デバイスであり駆動電圧が低くドライバをC-MOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)化することによる。例えば、表示文字数が80文字のLCDでは、ドライバの消費電力を含めて50～100mW程度である。

(4) 適 用 例

LCDを端末の適用分野のディスプレイデバイスとして総合的に評価すると、まだ表示情報量の拡大、パネルの大形化及び価格の点で問題が残る、これからの研究開発に期待されるが、数百字程度の表示を行なう端末のディスプレイデバイスとして実用に耐えられるようになってきたと言える。

例えば、HT-5101-19Aテレホンターミナル³⁾では、2行×40字のLCDを使用して、ガイダンス情報とキー入力データの両方の表示を行なっている。

今後、LCDは最大の特長である薄形、低消費電力を生かせる小形専用端末、携帯用端末などの分野で発展が期待される。

3.3 大形表示ユニット

多人数を対象とした大面積の壁面表示用大形ディスプレイ(例えば株価表示装置)には、PDP、けい光表示管、磁気反転ドット表示ユニットなどが使われている。

以下、これらの大形表示ユニットについて簡単に述べる。

3.3.1 特 長

各大形表示ユニットにはそれぞれ特長があり、列記すると以下のようになる。

(1) PDP

PDPは、その構造と方式に依存した種々の特長がある。

- (a) 大形化が比較的容易であること。
- (b) メモリ機能があること。
- (c) セルフスキャン機能があること。
- (d) CRTに比べて寿命が長いこと。
- (e) 表示ユニットが薄形化できること。

(2) けい光表示管

- (a) 青緑色発光であるため、目に対する疲労感が少ないこと。
- (b) 低電圧動作であること。
- (c) 寿命が長いこと。
- (d) 表示ユニットが薄形化できること。

(3) 磁気反転ドット表示ユニット

- (a) 停電時にも表示情報は消えないこと。
- (b) 明るい場所ほど明確に見えること。
- (c) 省電力ディスプレイであること。
- (d) 寿命が極めて長いこと。

3.3.2 機 能

大形ディスプレイに要求される機能には次に述べるような項目がある。

(1) 視野角が十分とれること。

大形ディスプレイは、多人数の人が一度にいろいろな方向から見るため、広い視野角が必要になる。特に、左右方向について見れば120度は必要であり、前記の各ディスプレイデバイスはこれを満足している。また、更に広い視野角を得るため、表示ユニットをワイドスクリーン状に配置することもある。

(2) 輝度が適当で、ばらつきが小さいこと。

自発光タイプの表示ユニットを使用する場合、表示ユニット間で輝度のばらつきがあると一覧して見るとむらを生じ見苦しく感じる。このため、例えば、けい光表示管の場合、駆動回路に調光機能をもたせて調整している。

(3) 軽量で、設置スペースが少なく済むこと。

近年、業務のコンピュータ化が進み、一般店頭内にも端末装置が設置されるようになってきた。このため、以前に比べて店頭スペースが一段と狭いところが多くなってきている。したがって、特に、大形ディスプレイでは小形、軽量、薄形化を図り、壁掛構造を目指す必要がある。

PDP、けい光表示管についてみれば、厚さ10cm程度のものが実用化されている。

(4) 消費電力が少ないこと。

大形ディスプレイは、数多くの表示ユニットを使用するため、電力代は膨大なものとなりやすい。そのため、装置のランニングコスト(主として電力代)が装置選択の際の大きな要素となる。PDP、けい光表示管は、それ自体が発光するデバイスであるから、表示文字を変えるときだけ電力を必要とする磁気反転ドット表示ユニットに比べて、消費電力は約2倍程度となる。

(5) 寿命が長いこと。

大形ディスプレイは建屋の一部として設置され、長期間継続して使用されるのが常である。したがって、使用期間中に表示ユニットを交換することは好しくない。一般的な寿命として約10年が要求されている。前記の各ディスプレイデバイスは表1に示すように、3万～5万時間の平均寿命があるの

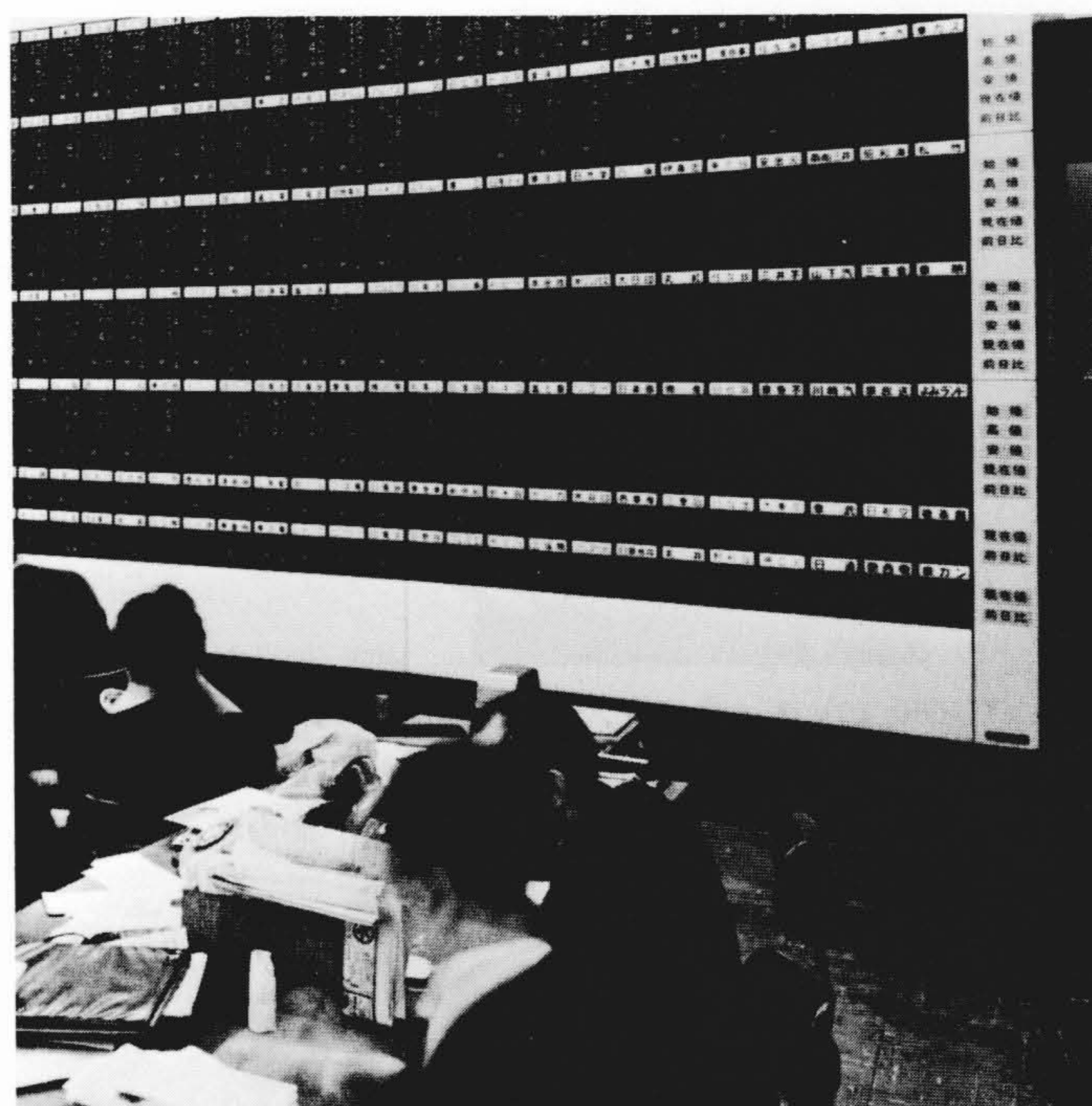


図4 日立株価ボード表示装置(H-9912) 証券会社の店頭に設置された磁気反転表示ユニットを使用した日立株価ボード表示装置を示す。

で十分であろう。

3.3.3 適用例

大形表示ユニットを適用した端末装置として、図4に示す磁気反転ドットを使用したH-9912日立株価ボード表示装置⁴⁾がある。この装置は、時々刻々変化する各銘柄の最新株価情報を一覧的に表示する大形ディスプレイで、表示文字は縦53mm、横30mmと大きく、約20m離れていても十分に視認することができる。

4 結 言

コンピュータシステムの中の重要な位置付けにある端末装置の出力媒体であるディスプレイデバイスの現状について述べた。CRTがディスプレイデバイスとして現在でもなお重用されているのは、形状が大きいなどの問題点をもっているとは言うものの技術的にも枯れており、いろいろな長所をもっているからであると思われる。

しかし、端末装置の用途が専用化するにつれ、それぞれの適用分野に応じたニーズにこたえていくためには、表示の機能をCRTだけに頼っていることは許されない。それぞれのディスプレイデバイスの特長を生かして、ニーズにこたえながら技術的、価格的な問題を解決し、CRTと共存する形で定着するよういっそう努力していきたいと考える。

参考文献

- 1) 山崎, 外: 日立製作所, 省電力・省資源で性能向上著しいカラー・ブラウン管, 日経エレクトロニクス, 1978年6月12日号(No. 188)
- 2) 川上: 日立製作所, 安価で画面寸法を大きくできる4重マトリックスパネル, 日経エレクトロニクス, 1981年2月16日号(No. 258)
- 3) 小島, 外: 普及形端末, 日立評論, 63, 8, 519~522(昭56-8)
- 4) 岡崎, 外: 証券市場情報システムにおける端末とそのアプリケーション, 日立評論, 59, 2, 119~124(昭52-2)