5. 電 算 機 表 示 と メ モ リ ー

富士通株式会社 林

治

1. ま え が き

計算機と人間の情報交換の手段として、ディスプレイは現在、各方面で多数利用されるようになった。開発の初期にはディスプレイといえば、リフレッシュ型の CRT を用いたものを指していたが、近年、蓄積管、PDP、液晶など、新しい表示デバイスの開発がなされ、ディスプレイの種類も非常に多くなってきた。

従来、ディスプレイは表示内容から、キャラクターディスプレイとグラフィックディスプレイに分類されて呼ばれていたが、新しい表示デバイスが出現してから、リフレッシュ型とストレージ型の分類が生まれた。

本稿では表示情報がメモリーにコードで蓄積されているか、画像に展開された形で蓄積されているかによって、ディスプレイをコードメモリー型と画像メモリー型に分類し、これらに使用されるメモリーの種類、特徴、および各型式のディスプレイの特徴、用途につき述べる。また最近、開発されている表示デバイスの中から、それ自身にメモリー機能のある蓄積管、PDP、液晶、カソードクロミック管などにつき紹介する。これらはいずれも画像メモリー型のディスプレイに使用されるものである。

2. 表 示 方 式

現在、ディスプレイに使用されている表示デバイスとしては、それ自体にメモリー機能を持たないリフレッシュ型 CRT が主流をなしている。近年、Techtronics 社で直視型蓄積管が開発され、一部のディスプレイに使用されるようになった¹⁾²⁾。

リフレッシュ型 CRT を使用する場合、コンピューターから送られてくる表示データを、CRT にちらつくことなく表示するには、同じ表示データを毎秒 30~60 回の割合で繰返して CRT に送り、表示する（これをリフ

レッシュと呼ぶ）必要がある。表示データを回線で送る場合はもちろんのこと、コンピューターにディスプレイが直結されている場合でも、リフレッシュのために同じデータを繰返して送ることはシステムの効率をきわめて悪くするため、通常、ディスプレイにリフレッシュメモリーが内蔵されていて、コンピューターから送られてくる表示データは、いったんリフレッシュメモリーにストアされて、ここから CRT に繰返し送られて表示される。

一方、直視型蓄積管を使用する場合には、蓄積管自体がメモリーと表示の機能を兼ね備えているため、コンピューターからディスプレイへの表示データの転送は一度だけで良く、リフレッシュの必要はない。

メモリー機能のない CRT を使用した前者の表示方式はリフレッシュ方式、蓄積管を使用した後者の表示方式はストレージ方式と区別して呼ばれているようである。

しかし最近、プラズマディスプレイパネル (PDP) や走査変換管を用いたディスプレイが開発され、前記の表示形式の分類では不十分と思われる。何故ならばこれらの素子はメモリー機能があり、しかも表示のためにリフレッシュを必要とするので、これらの素子を使用したディスプレイはリフレッシュ方式か、ストレージ方式か区別ができない。

ここでは、表示情報がメモリーにどのような形でストアされているかにより、そのディスプレイの適用分野が、かなり限定されることから、ディスプレイをメモリー内の情報形式により分類して述べることにする。

3. コードメモリーと画像メモリー

表示情報がどのような形でメモリーにストアされているかによって、ディスプレイをコードメモリー型と画像メモリー型とに大別することができる。

図 1 にコードメモリー型のディスプレイの構成を示す。コードメモリー型の場合には、コンピューターから送られてくる表示情報は、そのままコードの形でメモリーにストアされた後、1語ずつ順次読出され、DA 変換

¹⁾“5. Computer Display and Memory” by Hajime Hayashi (Fujitsu Ltd., Kawasaki)

図 1 コードメモリー型ディスプレイ構成図

図 2 画像メモリー型ディスプレイ構成図

器でアナログ信号に変換されて CRT に表示される。メモリーからの表示情報の読取り→DA 変換→CRT 表示の動作が毎秒数十回繰返して行なわれる。

通常、DA 変換器の部分に、文字発生器やベクトル発生器を有しており、文字表示する位置とその文字コードを指定すれば、文字発生器により文字を形成するに必要な一連の輝点あるいはベクトルを発生して文字を表示する。ベクトルを表示する場合にはベクトルの始点と終点を指定するだけで、所定の位置にベクトルが表示される

ようになっている。

コードメモリーでストアされている表示情報の一例を図 3 に示す。この例は図 4 に示す図形、文字を表示するもので、まず座標点 (X_1, Y_1) にビームを移動させておき、ベクトル AB, BC, CA の長さをビームの移動量 ΔX , ΔY で指定し、次に文字 F の座標点 (X_2, Y_2) にビームを移動し、その点から FUJI の文字を表示する。最後の JUMP 命令で、先頭のメモリーアドレスを指定し、繰返して読出し、表示を行なうものである。

図 2 に画像メモリー型のディスプレイの構成を示す。画像メモリーの場合には、コンピューターから送られてくる表示情報はただちに DA 変換された後に、画面に表示される画像とまったく同じ形でメモリーされる。

たとえば直視型蓄積管の場合には、表示画像と同じ形の電荷像が CRT 面に蓄積されていて、これが螢光膜に当る電子流の強さを制御することにより、可視像を得ている。

ディスク、IC、コアなどのメモリーを画像メモリーとして用いる場合には、画面をたとえば X 軸、Y 軸方向に 512×512 、あるいは 1024×1024 の画素に分解し、これらの画素を単位にしてメモリーにストアされる。1 画素に対し、白黒 2 階調の場合には 1 ビット、カラー 7 色ならば 3 ビットのメモリーが割り当てられる。メモリーからの読出しは、ディスク、IC、コア、いずれの場合にも、ビットシリアルに読出されて、ラスタースキャン方式で CRT に表示される。

PDP の場合にも画素単位にメモリーされるが、この場合はメモリーと表示の機能をともに有しているの、メモリー内容がそのまま PDP に表示される。

蓄積型走査変換管 (SCT) の場合には、SCT のメモリーターゲットに画像情報がアナログ的に蓄積されており、これをラスタースキャン方式で読取り、表示用の CRT に表示する。

いずれにしても、画像メモリー型のディスプレイでは、メモリー内容は表示画面内のある座標点の画素につ

POSITION	X_1	Y_1
VECTOR	ΔX_1	ΔY_1
VECTOR	ΔX_2	ΔY_2
VECTOR	ΔX_3	ΔY_3
POSITION	X_2	Y_2
CHARACTER	F	
CHARACTER	U	
CHARACTER	J	
CHARACTER	I	
JUMP	ADDRESS	

図 3 コードメモリーの内容の一例

図 4 表示例

いての情報のみを表わすが、それが文字なのかベクトルの一部なのかについては、何ら意味を持たない。これに対し、コードメモリーの場合には、メモリー内容の単位が、画面上の位置、文字、ベクトルなどになっている。

4. メモリーの種類と特徴

ディスプレイに使用されるメモリーとしては表1のようなものがある。

4.1 コードメモリー

コードメモリーにはディレイライン、コア、ICなどのメモリーがある。ディスプレイが開発された初期には、ディレイラインメモリーが多く使用されたが、最近ではICメモリーの価格が非常に安くなり、小型で信頼性があり、所要電源電圧が低いことなどの理由により、ICメモリーがディスプレイに使用されるようになった。ICメモリーにはランダムアクセス型(RAM)とシフトレジスターとがある。

ディスプレイには文字あるいは特殊記号のみしか表示できないキャラクターディスプレイとキャラクターの他に任意の図形を表示できるグラフィックディスプレイとがあるが、キャラクターディスプレイの場合には、1画面に表示できる文字数や文字を表示する位置が決めており、メモリー容量として1画面分のものが内蔵されており、メモリーの読出しはまったくシーケンシャルに行なわれる。そのためキャラクターディスプレイの場合には価格の安いシフトレジスターが多く利用されている。

グラフィックディスプレイの場合に、特殊なシンボルを何ヵ所にも表示するようなとき、たとえば回路図の中のトランジスタ、抵抗器、コンデンサなどを表示するとき、これらのシンボルをサブピクチャーとしてメモリーの一部にストアしておき、何度もこのメモリー内容を利用してシンボルを表示するようにすれば、全体のメモリー容量は少なくてすむため、グラフィックディスプレイの場合にはRAMが多く用いられている。

表1 メモリー素子の種類と用途

メモリー形式	メモリー素子	表示方式
コードメモリー	ディレイライン コア IC	ランダムスキャン
	ディスク IC 走査変換管	ラスタースキャン
画像メモリー	PDP	全面同時スキャン
	直視型蓄積管 液晶 カソードクロミック	連続発光

4.2 画像メモリー

画像メモリーとしてはディスク、IC、走査変換管、直視型蓄積管、PDP、液晶、カソードクロミック管などがある。

ディスクは高価であるが、画像メモリーの場合には、1画面を構成する画素数が多く、特にカラー表示や多階調の表示を行なう場合はメモリー容量を多く必要とするため、よく使用されている。ICメモリーは1画面の画素数が 256×256 、または 512×512 程度の粗い画像を表示する場合には使用されているが、これ以上の精細な表示に対しては、メモリーコストが現在では高く実用的ではない。画面がオペレーターから離れている場合は 256×256 程度の画素数でも充分な場合があるが、画面がオペレーターの手が届く程度に近接して置かれている場合、直線や曲線をなめらかに表示するには少なくとも 1024×1024 程度の画素数が必要と思われる。

走査変換管は直径1~1.5inのメモリーターゲットにアナログ的に画像を書込み、これをラスタースキャン方式で読取り、別のCRTに表示するものである。ラスタースキャン数を1000本くらいにすれば、ほぼ満足できる画質を得ることができる。画像のメモリー時間に制限があるが、10分間程度はほとんど画質に変化がみられないので、人間とコンピューターとの会話の手段としてのディスプレイとしては充分であると思われる。走査変換管はメモリーとしてのみ機能し、表示は別のCRTで行なうので、表示画面の大きさを任意にとることができ、輝度も充分高くできる利点がある。ただアナログデバイスであるので、周辺回路がやや複雑になる欠点がある。

直視型蓄積管は表示用のCRTにメモリー機能を有しているため、CRT周辺回路は簡単になるが、輝度が低く明るい部屋では見にくい欠点がある。また、部分消去ができないので、一部の図形を書き変えるにも全面消去をしなければならない欠点がある。分解能は良く、多量の情報をちらつきなく表示することが可能である。

PDPはパネル自体にメモリー機能を有しており、画面が平坦、表示精度が良い、輝度が高いなど、多くの長所を有している。現在、in当り60本の分解能で、 $8\text{in} \times 8\text{in}$ の大きさのパネルがOwens Illinois社で開発されている。PDPは蓄積管と違って画面の位置指定はデジタル的に行なうので、駆動回路の基本回路は簡単であるが、数量が多くなるので、これをいかに簡単化できるかが問題となっている。

以上の他、液晶やカソードクロミズムを利用した、メモリー機能のある表示デバイスの開発がなされている。これらについては後述する。

図5 スキャン方式

5. 表示方法

表示画面に文字や図形を表示する方法には、その画面からの発光の仕方から次の5種類のものがある。

- ① ランダムスキャン
- ② ラスタースキャン
- ③ モディファイドラスタースキャン
- ④ 全面同時スキャン
- ⑤ 連続発光

上記①、②、③のスキャン方式はリフレッシュ型でCRTの表示に用いられている。図5(a)に示すようにランダムスキャンでは電子ビームの移動には規則性がなく、いわゆる一筆書きの手法で文字、図形の表示が行なわれる。この方式では、ちらつきなしに表示できる情報量は電子ビームの偏向速度により制限される。表示量を増大するために偏向速度を大きくするには、広帯域、大電力の偏向増幅器が必要で、電源容量も大となり装置のコストが高くなる。しかし、画質は最も良く、後述する画素の識別が容易であるため、画面を介しての人間とコンピュータとの会話の手段としては最も優れている。

ラスタースキャンはテレビ受像機と同様な方法で、ビームの移動を図5(b)のように周期的に行なうもので、画像はビームのオン・オフ制御により表示される。CRT周辺回路は最も簡単であり、キャラクターディスプレイによく用いられる。ただしこの方式で、文字発生器を利用して文字を表示する場合、文字発生器にはアクセスタイムの短いことが要求される。これに適した文字発生器としてはICのROMがある。

モディファイドラスタースキャンは図5(c)に示すようにビームを周期的に移動させる。この方式もキャラクターディスプレイに用いられるが、モノスコープのようにアクセスタイムの長い文字発生器を使用する場合に用いられる。

全面同時スキャンは画面上の像を同時にパルス的に発光させる方式で、後述のイリノイ型のPDPの表示がこれに相当する。この型のPDPでは壁電荷として情報がメモリーされており、20~50kHzの維持電圧を全部のセルに同時に印加することにより、壁電荷のあるセルの

みを維持電圧の2倍の周期で同時に発光させている。発光の繰返しが非常に高いので、ちらつきはまったく感じられない。

連続発光方式は、連続的に画像からの発光があるもので、直視型蓄積管、液晶、などがこの方式に入る。この方式ではちらつきはまったくないが、発光が連続であるためライトペンによる画素の識別は不可能で、画像表示はコンピュータからの出力手段として使用される。

6. コードメモリーと画像メモリーの比較

コードメモリーと画像メモリーについての比較を、画像情報のメモリー内での情報形式と表示方式に関してすでに述べたが、ここでは画素の識別に関しての比較を行なう。

コードメモリーの場合には、図3に示したように、メモリーから1語ずつ読出してCRTに表示する。画面上ではちらつきなく静止像として目に写るが、ある瞬間には、あるアドレスのメモリーの内容で定義されている文字やベクトルなどの画素を表示している。それゆえライトペンで目的とする画素をピックアップした瞬間にリフレッシュを停止し、現在、読出されているメモリーアドレスからピックアップした画素の識別を行なうことができる。あるいは図6のように、画素の先頭に識別のためのコードを入れておき、その画素の表示に先立って識別コードを識別レジスターにセットしておけば、ライトペンでピックアップした場合、その識別コードからダイレクトに画素の識別を行なうことができる。

この場合、画素の単位として、点、文字、ベクトルなど単独でも、これらの集合でも、任意に選ぶことができる。

一方、画像メモリーの場合には、もちろん直視型蓄積管などの場合にはリフレッシュを行なっていないため、ライトペンの使用は不可能であるが、ライトペンの使用可能なラスタースキャンで表示を行なう走査変換管の場合でも、ライトペンでピックアップできるのは、画面上のXY座標値のみであり、これからもとの画素との対応づ

図6 識別コードによる画素の識別

けをソフト的に処理するのは大変めんどうである。このため画面上の文字や図形の識別はかなり粗いものしかできない。たとえば文字であれば行単位程度しか実用にならない。このため画像メモリーの場合には高価なライトペンの代りに、ジョイスティックやカーソル制御キーなどによりカーソル位置を制御し、カーソルの座標値から画面上の XY 座標を入力する方法がとられている。

要するに、コードメモリーは表示画面を介してライトペンにより画素の識別が容易に行なえるので、IC マスク設計、列車ダイヤ作成など高頻度のインタラクションを必要とするアプリケーションに適している。このようなアプリケーションに対しては、画像メモリーは適さない。

画像メモリーは画素の識別が困難であるので、出力を主目的とするアプリケーション、たとえば科学技術計算の結果をグラフで表示するとか、情報検索のような場合に適する。もちろんこのようなアプリケーションに対し、コードメモリー型のディスプレイも利用できるが、コストの安い画像メモリー型で充分な場合が多い。

後述する新しい型の表示デバイスはすべて画像メモリータイプであるため、その用途は出力を主とするものに限られていることに注意を要する。

7. 新しいタイプの表示デバイス

7.1 蓄積管

蓄積管には中間調のある像を表示できるものと、明暗2階調だけしか表示できないものがある。前者の例としては Princeton Electric 社や RCA 社の走査変換管があり、後者の例としては Techtronics 社の直視型蓄積管がある。

(1) 走査変換管

図7に走査変換管(SCT)の動作原理図を示す。走査変換管では画像は直径1~1.5 inの円形ターゲットに電荷像として蓄積される。SCTの動作には消去、書き込み、

図7 走査変換管の動作原理図

読取りの3つがある。

消去動作はターゲット上の絶縁物の表面電位を均一にし、次の書き込みが行なえるようにする。消去を行なうには、スイッチSを1に接続し、ターゲット電圧を2次電子放出比 δ が1より小さくなる低い電圧、約30 Vにセットし、コントロールグリッド電圧を0 Vにし、多量のビーム電流を照射すると絶縁物の表面電位は負方向に移動し、0 Vになって平衡する。この結果、ターゲットの電位に対し絶縁物の表面電位は -30 V になる。

次に書き込みを行なうには、スイッチSを2に切換えて、ターゲット電圧を $\delta > 1$ となる約200 Vにする。入力信号によって変調を受けた電子ビームが偏向系によって所望の位置に照射されると、照射されたビーム量に比例して正方向に電位変化が起こり、中間調のある電荷像が絶縁物上に生じる。

電荷像を読出すには、スイッチSを3に切換えてターゲット電圧を約20 Vにし、コントロールグリッド電圧を一定の負電圧にして、ビーム電流を適度にしほり、無変調ビームでターゲット上を走査すると、絶縁物の表面電位が書き込み動作によって上昇している部分は、走査ビームが通過し、ターゲットに集められて出力として得られる。これを表示用のCRTにビデオ信号として入力し、ターゲット上の電荷像を可視像に変換する。

この型の蓄積管の長所としては、

- ① 中間調が得られる。
- ② 部分消去ができる。
- ③ 表示を別のCRTで行なうので、画面サイズを任意に選ぶことができ、輝度、コントラストを高くすることができる。

欠点としては、メモリー用と表示用のCRTがそれぞれ必要であるため、次に述べる直視型蓄積管にくらべてコストが高くなることがあるが、マン・マシンインターフェイスのディスプレイとしては画像メモリーの中では

写真1 走査変換管を用いたディスプレイの表示例

図 8 直視型蓄積管の動作原理図

最も適していると思われる。写真 1 は富士通で試作した走査変換管を用いたディスプレイの表示例である。

(2) 直視型蓄積管

動作原理は、前述の走査変換管とほぼ同じであるが、図 8 に示すように書き込み用のライティングガンと、読出しおよび消去用のフラッドガンとがある。CRT の内面ガラス上に透明電極があり、その上に 2 次電子放出比の高い蛍光体が塗布されており、透明電極が集電極として動作し、蛍光膜が発光の他にメモリー機能も兼ねている。ライティングガンのカソード電圧は -2 kV になっているので、このビームで照射された部分は電位が上昇し、透明電極の電位 200 V まで上昇し、照射を受けない部分はフラッドガンの電位 0 V で平衡するという 2 安定性を有する。

この型の特長は、

- ① CRT が表示と蓄積機能を兼ねているので、周辺回路が簡単であり、また回路は広帯域のものが必要でないのでコストが安くなる。

- ② 表示画面にちらつきがまったくない。

などである。

欠点としては、メモリーと表示を 1 つの CRT で兼ねているため、読出しの電子ビームのエネルギーを高くすることができず、輝度を高くできない、画面の大きさを自由に選べない、部分消去ができないなどがある。

部分消去ができない欠点を補うため、Techtronics 社の T4002 ディスプレイでは、最下行だけはメモリー機能をなくし、通常のリフレッシュ型とし、キーボードからの入力はこの部分に表示し、入力の訂正が行なえるようにしている。

蓄積管が PDP や液晶より優れている点は、メモリーの内容を電氣的に読出すことができ、ハードコピーをとることが容易であることである。

7.2 PDP^{3)~5)}

1966 年に Illinois 大学の H. G. Slottow および D. H. Bitzer が PDP に関する論文を発表してから、多くの研究機関で PDP の開発がなされ、ようやく実用化に近づいてきた。

図 9 PDP の構造

図 10 壁電圧の生成

PDP にはメモリー機能のあるイリノイ型と、メモリー機能がないバローズ型がある。ここではイリノイ型について述べる。

PDP の構造には種々あるが、富士通で開発したものについて紹介する。図 9 のように厚いガラス板に電極をはりつけ、さらにその上に薄いガラス板をはりつけたものを 2 枚準備し、薄板を内側にして電極が互いに直交するように配置し、その間に適度の放電ギャップを設けて周囲を封じたものである。電極のピッチは $0.4\sim 0.6\text{ mm}$ である。

PDP のメモリー機能は次のような原理による。放電セル内にかかる電圧が、放電開始電圧 V_f を越えるとセル内で放電が起こり、荷電粒子を発生する。この荷電粒子は電界によって図 10 のようにその電荷と逆極性の電極に向かって移動し、ガラス壁に帯電する。このようにして生じた壁電荷はセル・壁間に電圧を発生する。これを壁電圧 (wall voltage) と呼ぶ。したがって、セルに加わる電圧 V_c は電極に印加した電圧 V_s に比例した電圧 V_s と壁電圧 V_w との和になる。

$$V_c = V_s + V_w$$

放電時には V_w は V_s と逆極性であるので、 V_c は V_w が加わるにより小さくなり、この値がセルの放電維持電圧よりも小さくなると放電は停止し、次に放電が起こるまで V_w はその値が保持される。

図 11 維持電圧 V_s と壁電圧 V_w との関係

図 12 制御信号と壁電圧の関係

図 11 のように V_s を加えると、一度放電を起こしたセルでは V_s の極性が反転したときに V_s と V_w が同極性で加算されるので、

$$V_s + V_w > V_j$$

$$V_s < V_j$$

なるよう V_s を選べば、放電は持続し、放電を起こさないセルはいつまでも放電を起こさない、つまりメモリーされることになる。 V_s を維持電圧と呼ぶ。

セルの状態を消去 (OFF) から点火 (ON) の状態に変化させる、換言すれば書込むには、維持電圧の他に制御信号が必要である。図 12 に制御信号の一例を示す。点火パルスの波高 V_1 を、

$$V_1/2 < V_j < V_1$$

を満足する値に選べ、点火しようとするセル上を交差する X, Y 電極に、それぞれ $V_1/2$, $-V_1/2$ の電圧を印加する。交点上のセルには V_1 が印加されて放電を起こし ON になるが、他のセルには $V_1/2$ しか電圧が印加されないの放電は起こらない。

次に ON から OFF にするには図 12 に示すように $V_0/2$, $-V_0/2$ なる電圧を、セルを交差する X, Y 電極にそれぞれ加えることにより V_w がなくなるように加えると、それ以後の V_s によって放電をしなくなり、OFF の状態になる。

PDP の特長としては次のものがある。

- ① メモリー機能がある。この機能によって、リフレッシュメモリーが不要となり、全画面で同時に発光させることができるので、高輝度が得られる。
- ② 薄型である。これにより装置をコンパクトにする

写真 2 プラズマディスプレイの表示例

(等高線は CPV からの出力、地図はスライドからの投影像)

ことができる。

- ③ 高精度表示である。表示位置精度は電極構造で決まるので高精度となる。このためスライドからの光学的情報の重畳が精度良く行なえる。
- ④ 部分消去が可能である。この機能があるため、マンマシン・インターフェイスとしてのディスプレイに適している。
- ⑤ 書込み、消去速度が速い。現在、1 ドット当りの書込み、または消去に必要な時間は $20 \mu s$ 程度で、実用上充分な速度である。

以上のような特長があるが、多量の表示を必要とする場合は電極数を多く必要とし、このため駆動回路素子の数が増加し、コストが高くなる欠点がある。大面積の PDP の実用化は、パネル特性の均一化とともに駆動回路をいかに低コスト化できるかにかかっているようで、これらにつき各社研究を行なっている。さらにカラー化、多階調表示、メモリー内容の読取り、などについても開発が進められている。写真 2 は富士通で試作したプラズマディスプレイである。

7.3 液晶⁶⁾

液晶は外見的には液状で流動性があり、光学的には固体結晶の性質を有する有機物で、構造的にネマチック、スメクチック、コレステリックの 3 種に分類される。

ディスプレイに使用されているのはネマチックが大部分であるが、コレステリックのものでカラー表示なども試みられている。またネマチックとコレステリックを混合することによりメモリー機能を持たせる研究も行なわれている。

ネマチックは特定の温度範囲で透明であるが、電圧を加えると分子配列が変化して白濁散乱を生じる。金属反射鏡と透明電極をつけた透明ガラス板との間に約 $10 \sim 20 \mu m$ 程度の厚さに液晶を封入する。金属鏡と透明電極との間に $1 \sim 2 V/\mu m$ 程度の電圧を加えると、その電極に対応する部分が白濁する。

コレステリックは分子の配列方向が層ごとに少しずつ回転するらせん構造をもち、そのピッチは可視光の波長と同程度の $5,500 \text{ \AA}$ 程度で、干渉のために特定波長の光の反射が起こり着色して見える。電界、温度、圧力などでピッチが変わるため、ディスプレイでの応用が考えられる。

液晶の長所には①低電力、低電圧である、②原理的に任意の面積のものが可能である、③薄型である、④外光による発光である、⑤カラー表示が可能である、⑥低コストである、などがある。

現在、液晶は各社で開発がなされているが、すでに卓上電算機や時計などで、7セグメントの数字表示に応用されている。X、Yマトリックス型のものも試作されており、 5×7 ドットマトリックスで、1行25文字、1画面4行の英数字を line at a time で走査し、1フレーム 0.5 Hz で表示している。

上記のものはメモリー機能をもたないものであるが、ネマチック液晶とコレステリック液晶を混合することにより、光散乱効果の蓄積とマトリックス選択を可能にしたものもある。応答速度は通常の光散乱効果型にくらべて約1桁遅いが（約 200 ms ）、閾値がシャープで、マトリックス選択表示におけるコントラストを向上させており、蓄積時間は数日以上である。

液晶は応答速度が遅いため、それ自体にメモリー機能を持たせることができたとしても、応答速度が改善されない限りその応用分野は限定され、主として表示文字数の少ない文字ディスプレイとして利用されると思われる。

7.4 カソードクロミック管

物質に光をあてると変色し、光を遮断すると元に戻る現象をフォトリソリズムといい、電子線で色が変わるのをカソードクロミズム現象と呼ぶ。

カソードクロミック管の構造は通常のテレビ用 CRT とほぼ同じであるが、CRT 面の蛍光体の代わりにソーダライトを使用し、背面からの投射光を通過させるため

に、アルミニウムメタルバックやグラファイトコーティングの代りに透明導電膜を塗布している。

白色のソーダライトに電子ビームを当てると、そこが変化し特定の波長の光を吸収する現象を利用する。ソーダライト自身は発光しないが、CRT の背面から白色光で照らすと、電子ビームが当たった部分は特定の波長の光を吸収するので、CRT 面上に電子ビームの軌跡が像として表示される。

カソードクロミック管の特徴としては、

- ① 画像を min のオーダーで蓄積する。
- ② 中間調表示が可能。
- ③ 高分解能である。
- ④ 製造工程がテレビ用 CRT とほとんど同じであるので低コストである。

などがある。電話回線などを利用した画像情報サービスなどに適していると思われる。

8. む す び

以上、ディスプレイ方式とメモリーの特徴につき述べ、最近開発が行なわれている表示デバイスにつき紹介した。

低コストディスプレイの開発には、低コストで、メモリー機能があり、駆動電圧が低く、高輝度の表示デバイスの開発が強く望まれる。

〔参 考 文 献〕

- 1) C. Machover: Computer graphics terminals—A backward look, SJCC (1972)
- 2) T. G. Hagan, et al: The future of computer graphics, SJCC (1972)
- 3) 山本祐二: プラズマディスプレイパネルの特性および駆動方法, 電子科学, 12 (1972)
- 4) 中山典彦: プラズマディスプレイについて, 昭46年関西支部連大
- 5) H. G. Slottow: The plasma display panel—principles and prospect, IEEE Conf. on Display Devices (Dec. 1970)
- 6) 三輪博秀: ディスプレイデバイスの現状と将来, テレビ誌, 25, 9 (1971)
- 7) T. Ohtsuka: Liquid Cristal Matrix Display, Japan. J. Appl. Phys., 12, 3, Mar. (1973)
- 8) 三輪博秀ほか: 液晶表装置の実用化について, 第3回画像工学コンファレンス, 3-4 (Nov. 1972)