

プラズマディスプレイパネルを用いた文字表示装置*

梅田章三** 鳥羽輝雄**

Abstract

A prototype of new kind character display with the Plasma Display Panel, a matrix controllable gas discharge cell array for information display, is manufactured and tested.

Sixty-four characters with 5×7 dots are displayed on a Plasma Panel having an effective area of 90×90 mm.

Thirty kiro herz sinusoidal wave is provided for the sustainer and, so called, "Slow write technique" is employed as a driving scheme.

1. まえがき

マトリクス制御形平板ディスプレイの一形式としてプラズマディスプレイが検討されてきている。

これは、近年における情報処理システムの進展に伴って、人間と機械との対話手段である入出力装置、中でもディスプレイ装置の必要性が非常に高くなってきたことと、それら情報処理システムがデジタル方式であるために、ディスプレイ装置もまた、アナログ方式に代わってデジタルなものが要求されるようになってきたためといえよう。

ここに取り上げたプラズマディスプレイパネル（以下 PDP と略称する）は、1966 年 D. L. Bitzer, H. G. Slottow らによって発表され¹⁾、以来今日まで、彼らの属するイリノイ大学の Coordinate Science Laboratory をはじめ、Owens Illinois Inc., 新しくは BTL などアメリカ国内の各社で研究が持たれており、われわれ富士通研究所もまた、その努力を続けてきた。

PDP は、微小なガス放電空間（これをセルと呼ぶ）が画素として、平板ガラス構造の中に規則正しく配列するように構成したものであるが、これには構造のうえから、放電ガス空間に金属電極を露出した直流放電が持続可能な形式のものと、電極表面が固体絶縁物でおおわれ、交流でのみ放電が持続可能な形式との 2 種類が考えられている。ここでは、パネル構造が単純であり、しかも表示情報がパネル自身で記憶される性質

を持った後者に話を限りたい。

このタイプのパネルの応用では、表示情報が記憶される性質によって、画素が非常に大きな数になる実用サイズのマトリクス制御ディスプレイパネルにおいても、輝度、コントラストなどの低下という、マトリクス制御ディスプレイにつきまとう問題点が完全に解決される。また CRT ディスプレイにおける、リフレッシュメモリに相当するものを必要としないので、低価格のディスプレイシステムをもたらす可能性がある。

現在コンピュータディスプレイの主流となっている CRT ディスプレイに対して、プラズマディスプレイがどういう立場にあるかをここでもう少しみておきたい。

CRT ディスプレイ装置は、そのすぐれた高速応答性と、ほとんど開発しつくされた応用技術によって、比較的高級な分野でディスプレイ装置を提供している。リフレッシュメモリを内蔵するので、表示情報の編集や、他への転送がきわめて容易で、しかも高速であり、動きの早い画面や、階調を持った表示にはすぐれた特徴を発揮する。CRT ディスプレイ関連製品の生産量も多く、安い部品が入手できることもあって、現時点では経済面からも、性能上からも、すぐにとって代わるものがないように見える。しかしすでに知られているとおり性能上の問題点だけをとり上げて、次のように不満な点がある。

たとえば、コンピュータを経由して、デジタルな入力情報を表示するとき、高速な D-A 変換を行なうことや、多量のバッファメモリをリフレッシュする動作が必要であることは、表示可能情報量の制限、ある

* A Prototype Character Display with the Plasma Display Panel, by Shozo Umeda and Teruo Toba (Electron Device Laboratory, Fujitsu Laboratories Ltd)

** 株式会社富士通研究所、電子デバイス研究部

いは画面のフリッカをもたらし、これを避けるために、画像信号の伝送路や増幅回路に、高級な広帯域特性を必要とする。また偏向ひずみの完全な除去が困難なために、正確さを必要とする図形表示では不満が多い。

ところがこれらの問題点は画素の位置精度の高いマトリクス制御形ディスプレイを用い、しかもそのディスプレイデバイス自身が表示の記憶性を持っていれば、解決することができる。ここでとり上げているPDPは、これらの特性をほぼ満しているのので、画像の自己保持性を生かせるような、デジタルな情報処理システムのディスプレイデバイスとして、特長が發揮していけるものと考えられる。

ここでは、約90mm×90mmの有効表示面積をもったPDPにSlow write technique²⁾と呼ばれているアドレス法を使用して、アルファベット、数字、記号などを128字表示可能な試作文字表示装置について概要を報告する。

2. プラズマディスプレイパネル (PDP)

PDPの原理や構造については、すでに紹介されているので^{1)~4)}、ここではわれわれが使用したパネルに関連して簡単に説明するにとどめる。

パネルの駆動に関する基礎的な実験には図1に示すような、セル隔壁のある構造のパネルを使用した。

これは、空間的に直交して、マトリクス構造をしたX座標、Y座標の各電極が基板ガラスの内面に接して、この電極を透明な絶縁層で被覆してある。電極の各交点には、放電ガス空間を形成するための孔が位置するように、正しく孔あきガラスシートをサンドイ

ッチにしてある。こうして、すべて絶縁体でかこまれた小さな空間に、Neを主とする不活性ガスを充填してある。このパネルの電極はネサ(SnO₂)による透明電極で、ピッチ0.6mm、X、Yとも150本で構成されている。

表示動作時には、X、Yの電極間に維持電圧と呼ぶ交流電圧を印加するが、この電圧自体では放電を起こすことがなく、特定のセルに、アドレス電圧を重畳してより大きな電圧を与え、いったん放電破壊を起こした後、アドレス電圧を取り去ったとき、その後の維持電圧によって、放電を維持することができる。これは放電の結果、電極を被覆した絶縁層のうえに、それぞれ異極性の電荷が集積して、内部で逆電界を形成し、これが次の半サイクルにおける維持電圧と加相に働くためである。

このようにPDPは書き込むにただ一度のアドレス動作でよく、あとは維持電源がエネルギーを供給する限り放電を半サイクルごとに繰り返す。この放電光は、ネオン系ガスを使用している場合、橙色のスポットとして明るい画素を与える。

以上述べたパネルは、放電空間を構成するために、ガラスシートの孔を、電極の交点と一致させる必要があるが、分留りや大形化の点で問題をなげかけていたが、最近ではこの孔あきガラスをとり去った、いわゆるセルなし構造でも、プラズマ柱の性質によって、隣接セルの干渉も少なく、同様な表示特性が得られることがわかってきた。試作した文字表示装置には、このセルなし形のパネルを使用している。図2にそのパネルの構造を示す。

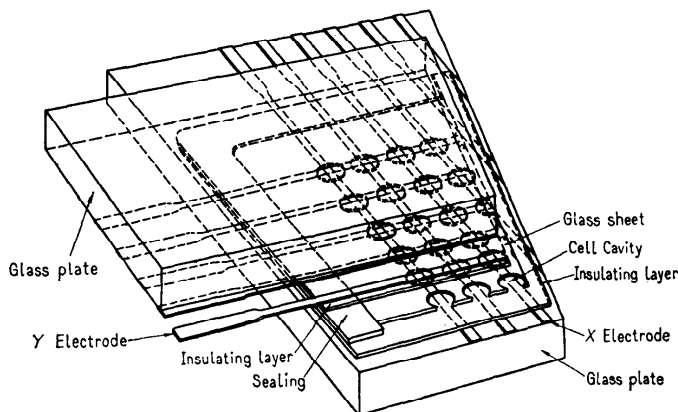


Fig. 1 Construction of the Plasma panel used in this experiments.

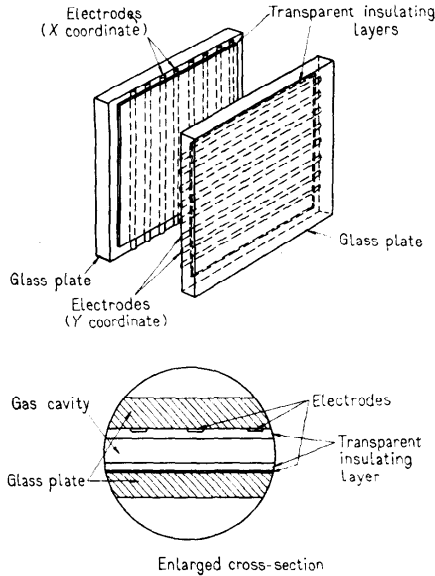


Fig. 2 Construction of the Plasma panel employed for display demonstration.

3. スロー法 (Slow Write Technique²⁾)

この試作装置で使用したスロー法とは、イリノイ大学から提案されたプラズマディスプレイのためのアドレス法の一つで、1回のアクセスタイムが比較的遅いことからこの名があるが、駆動回路が割合経済的に構成できる特長がある。基本的な動作を図3に示す。維持電圧として図3a1, 3, 5に示すような断続正弦波を、パネルの全電極に並列に印加しておき、書込み、あるいは消去を目的とする1組のX, Y電極にだけ、それぞれ書込み、あるいは消去パルスを図3b1, 2, に示すようなタイミングで維持電圧と重畳する。その

結果、書込みについては合成電圧が点火電圧 V_f を越えたとき放電が引き起こされ、維持電圧によって引き続き半サイクルごとに放電が再生し維持される。

維持電圧の中断時間は、放電の結果絶縁壁面上に集積する電荷（これを壁電荷と呼ぶ）が表面リークや再結合で消失する時間より十分短く選んである。消去については、維持電圧に消去電圧を図3b-2のタイミングで重畳することによって、合成電圧を徐々に上昇させ、これで放電の結果できる壁電圧（壁電荷によってセル内壁間に現れる電圧）を高めていき、合成電圧を中断する寸前の放電サイクルでは、自己放電に近い状態のもとで放電を起こさせ、壁電荷を中和する。このように壁電荷の消失によって、初めて消去動作が達成される。また維持電圧を下げると、ある電圧以下では放電を維持できなくなる（この境界の電圧を最低維持電圧と呼ぶ）。この状態で放置しても、もちろん消去動作を達成することができる。

3.1 書込みの条件

このように、PDPは点火電圧と最低維持電圧との2つの電圧レベルをしきい値として、交流電圧を印加している状態で履歴特性を示すのであるが、このデバイスに、スロー法でみられるように、維持電圧に書込み電圧を重畳する形式の駆動方法において、半選択による誤動作なしに書き込みうる条件はどうなるであろうか。

いま、パネルの全X電極に並列に正弦波電圧を、全Y電極にも並列にそれとは 180° 位相の異なった同振幅の正弦波電圧を印加しておき、したがって、それらの2倍の振幅を持った合成電圧がパネルに維持電圧を与えるものとする。この維持電圧に重畳して、書込み電圧を所望のX, Y電極に加え、その交点のセルにかかる合成電圧を V_f より大ならしめて、書込みを行

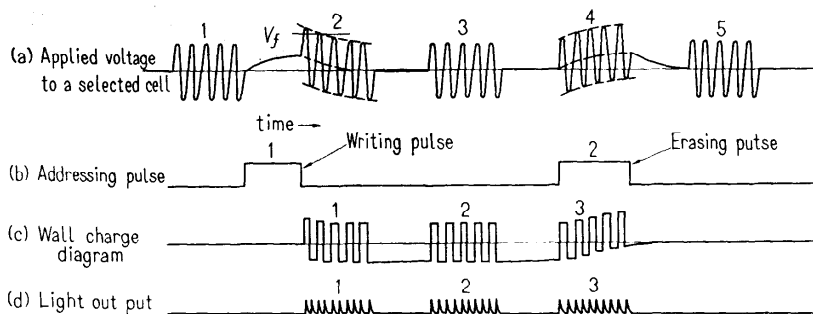


Fig. 3 Slow write and erase technique.

なうだけで、部分消去動作は含まない場合について考える。

記号は、次のように決めることにする。

V_f : 同一パネルの中で、対象とする複数個のセルの点火電圧の中央値。

$V_{f,m}$: 同上のセルの最低維持電圧の中央値。

ΔV_f : 点火電圧のセルによるばらつき (最大値と最小値との差の 1/2)。

$\Delta V_{f,m}$: 最低維持電圧のセルによるばらつき (最大値と最小値との差の 1/2)。

ΔV_w : 書き込み電圧のばらつき (最大値と最小値との差の 1/2)。

ΔV_s : 維持電圧のばらつき (最大値と最小値との差の 1/2)。

$$\alpha = 2(V_f - V_{f,m}) / V_f \quad (1)$$

(パネルのメモリ係数)

$$\alpha_0 = 2(\Delta V_f + \Delta V_{f,m}) / V_f \quad (2)$$

(パネルのばらつき係数)

$$\alpha_1 = 2(\Delta V_w + \Delta V_s) / V_f \quad (3)$$

(回路電圧のばらつき係数)

まず、書き込み電圧に必要な条件

$$V_w - \Delta V_w > V_f + \Delta V_f \quad (4)$$

および半選択状態で書き込まれることを避ける条件、

$$1/2(V_w + \Delta V_w) + 1/2(V_f + \Delta V_f) < V_f - \Delta V_f \quad (5)$$

維持電圧で発光が維持できる条件

$$V_s - \Delta V_s > V_{f,m} + \Delta V_{f,m} \quad (6)$$

などから

$$V_f - V_{f,m} - (3\Delta V_f + \Delta V_{f,m}) > 2(\Delta V_w + \Delta V_s) \quad (7)$$

が導け、実験的に ΔV_f と $\Delta V_{f,m}$ がほぼ同じ値を示すことから、これを等しいと近似すると、

$$\alpha - 2\alpha_0 > 2\alpha_1 \quad (8)$$

が得られる。したがって、維持電圧に書き込み電圧を重畳することによって、マトリクス制御パネルをアドレスし、半選択による誤動作なしに記憶表示を行なうには、パネルの特性が図4に示す斜線の外になければならない。

この条件を、実際に得られる PDP について、あてはめてみると、 $\alpha_1=0$ と仮定しても必ずしも余裕たっぷりに実現できる値ではない。むしろかなり困難である。したがって、この拘束を緩和することのできる駆動方法の検討はぜひ必要であり、これについては次の機会に述べることにしたい。

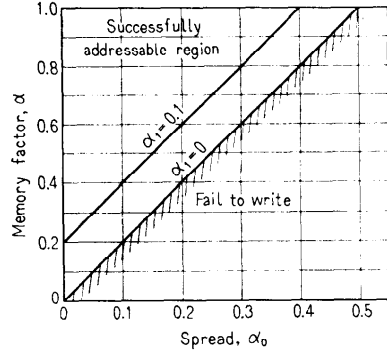


Fig. 4 Relationship between panel characteristics and matrix controllable condition. (Writing only mode with the slow technique) $\alpha - 2\alpha_0 > 2\alpha_1$

3.2 書き込み消去の実験

装置の試作に先立って、PDP セルの選択書き込み消去の動作を調べるために、パネル上互いに離れた位置にある 2 組の X, Y 電極を選び、交点にある 4 つのセルについて半選択障害なしに書き込み、消去できる維持電圧、およびアドレス電圧の範囲を求めた。実験回路を図5に示す。

測定に用いた維持電圧波形は、写真1上に示すように繰り返し 100 kHz の変形正弦波で、書き込み、消去の際は写真2に示すように 8 サイクル中断している。

4 点のセルの特性を表1に示す。電圧はすべてピーク値である。参考のために、連続波による特性を併記した。メモリ係数の相異は、維持電圧の中断時間中にかなり壁電荷の減少があることを示すと考えられる。

実験に使用した維持電圧は 24 サイクル連続、その後 8 サイクル停止の変形正弦波による断続波であっ

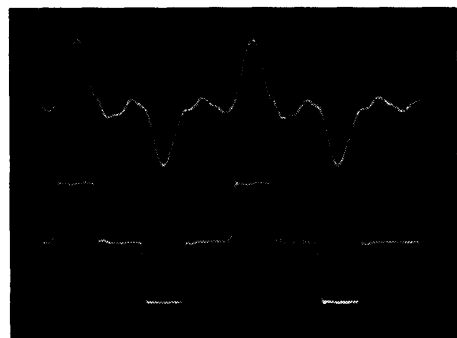


Photo. 1 Upper: Sustaining Voltage waveform. 200 V/cm, 2 μ s/cm. Lower: Driving waveform of sustainer.

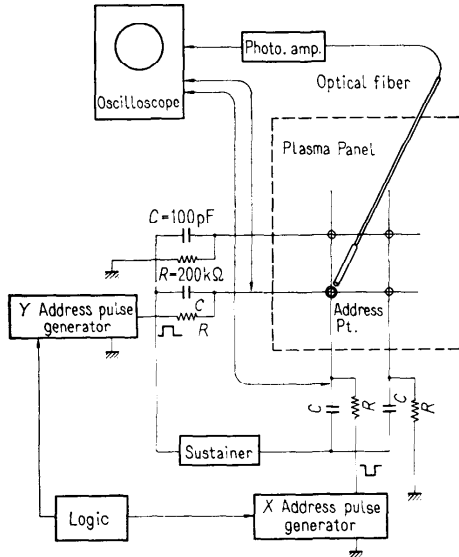


Fig. 5 Experimental setup.

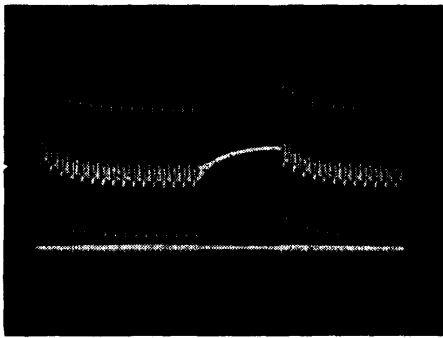


Photo 2 Continuously writing waveform. 200 V/cm, 33μs/cm. Light output. (Lower)

Table 1 Cell Characteristics

Sustaining wave form (Sinusoidal)	Firing Voltage $V_f \pm \Delta V_f$	Minimum Sustaining Voltage $V_{sm} \pm \Delta V_{sm}$	Memory Factor α	Spread α_0
8 Cycle Interrupted	389 V ± 17 V	322 V ± 13 V	0.34	0.15
Continuous	410 V ± 25 V	313 V ± 7.5 V	0.47	0.16

* Voltages are central value of four cells'.

て、アドレスパルスは、選択セルを含む X, Y 電極に、それぞれ振幅の絶対値が等しい正あるいは負のパルスを維持電圧波形と同期して維持電圧に加える。PDP の選択されたセルに印加される電圧は、維持電

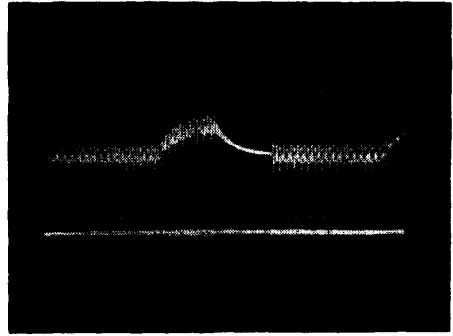


Photo 3 Erasing waveform with its light output. 200 V/cm, 50 μs/cm.

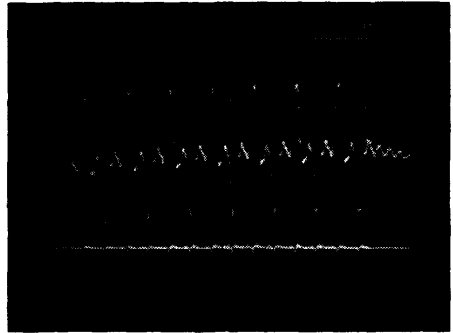


Photo 4 The same erasing with elongated time scale.

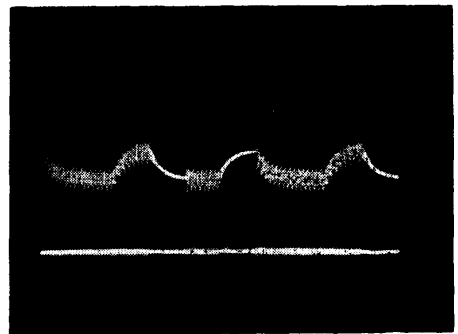


Photo 5 Continuous writing and erasing with its light output.

圧にアドレスパルスが回路の C, R でなまった波形を重畳したものになる。

写真 2 が書込みのときの選択セルの電圧波形、写真 3 が消去の波形で、それぞれ下にそのときのセルの発光出力を示す。写真 4 は同じ消去波形の時間軸を約 5 倍に引き延して光出力を見やすくしたものである。写真 5 は、書込みと消去を繰り返したときの印加

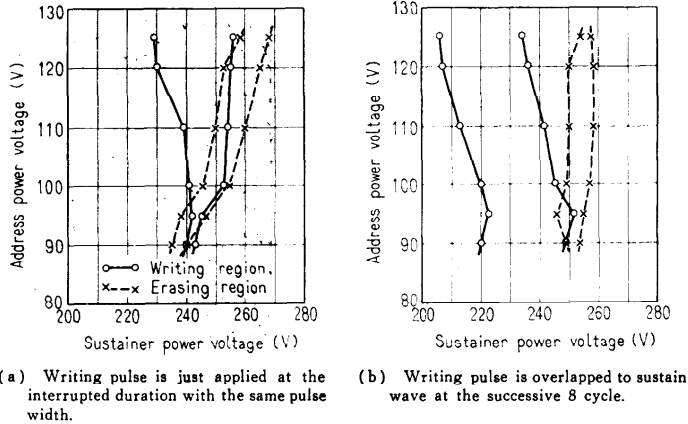


Fig. 6 Write-erase characteristics.

波形と光出力との状況である。

このように維持電圧と、アドレス電圧との振幅を変化させて、書込みと消去の動作範囲を測定したのが図6(a)である。実線でかこまれた範囲は、半選択による誤動作をしない書込み範囲であり、点線のそれは消去可能範囲である。

書込みパルスの幅を広くして、次の維持電圧の8サイクル分まで重なるようにすると図6(b)のように書込み可能範囲が増加することがわかった。

しかしいずれにしても、書込み、消去の2つの動作条件が重なっている範囲は非常に少ないので、編集機能などに必要な、部分消去動作を含めることは困難である。

そこで、書込み専用とすることにし、維持電圧を連続波として、表1に示したようにメモリ効果を大きくして使うと同時に、これによって必然的に、書込みパルスが維持電圧のサイクルに重なって、書込み動作範

囲が広くなることをねらうことにした。

4. 試作文字表示装置

この装置は、5×7ドットパターンによる英数字特殊記号(48種を含む)をパネル上に、横16文字、縦8行まで表示可能とした。

図7の系統図に示すように、キーボードによるオフライン入力で、MOS キャラクタジェネレータから縦の7ドットずつを同時に順次読み出し、その内容に応じてラインドライバ(A)(7組で構成される)を同時に駆動する。他方表示行数を指定する、行カウンタの内容に従ってラインドライバ(C)(8行表示のため8組構成)のうちの1つが駆動され、それらの論理積をとることによってPDP上の表示されるべきY座標が指定される。すなわち、所望のY電極に維持電圧に重畳して書込みパルスが印加される。

それらと同時に、読み出した文字パターンのよこ5

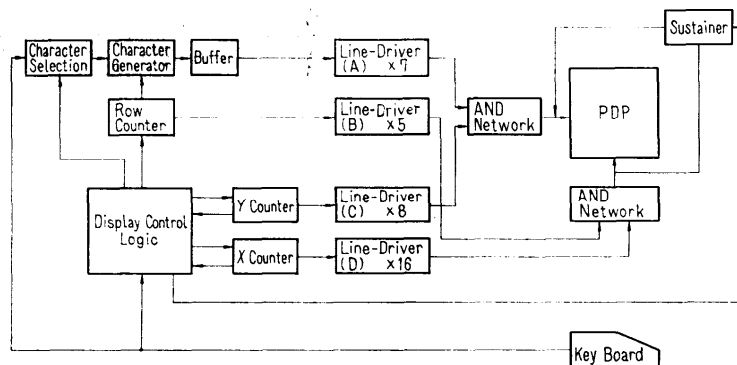


Fig. 7 Block diagram of a character display with the Plasma panel.

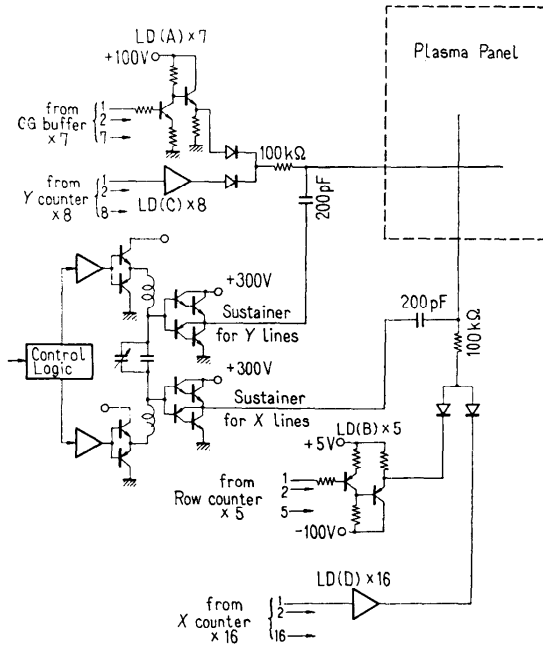


Fig. 8 Circuit diagram for driving Plasma panel with slow write technique.

ドットの中のX座標を指定する列カウンタに従って、5組のラインドライバ(B)が順順に駆動される。他方横16字の表示位置を示すXアドレスカウンタの指示に従って、それぞれ16文字の表示位置に対応する16組のラインドライバ(D)のうちの1つが駆動され、この2つの論理積でPDP上のX電極が指定される。このパネルまわりの回路は図8に示した。

このようにして、書き込みをすべきXラインYラインが選択され、その交点のセルが維持電圧の上に文字信号に応じた書き込みパルスを受けて、「ライン同時」で書き込まれ、文字パターンを形成していく。消去は全面同時に行なった。写真6は試作装置の外観であり、写真7は64文字をセルなし形ネサ電極パネルに表示した例である。維持電圧は約200V_(peak)、周波数30kHzの正弦波を使用した。

5. むすび

以上述べてきたように、スロー法で、マトリクス制御によるメモリ表示がミス点火なしにPDPで実現できることがわかった。この方法は、30kHzの維持電源を使用すると、1ラインのアクセスタイムが約500μs、したがって5×7ドット文字を1字書くのに2.5



Photo. 6 An exterior view of the prototype character display with the Plasma Display Panel.

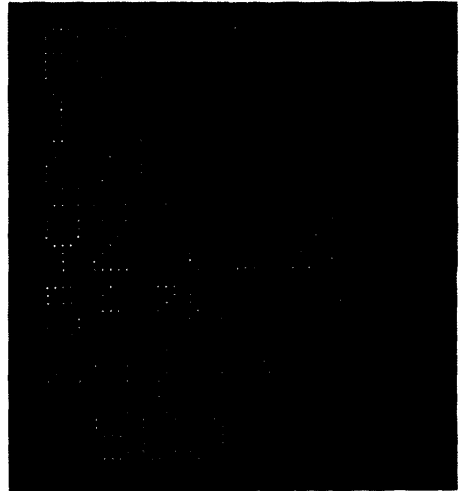


Photo. 7 Characters displayed on the Plasma panel.

ms かかり、毎秒400字程度の表示速度となる。駆動回路も、この程度の大きさのパネルでは、将来かなり安く構成できると考えられる。

問題はアクセスの安定性にあり、この方法では回路電圧の安定動作範囲がせまいので、今後、駆動方式およびパネルのメモリ特性の両面から改善が必要である。

しかしPDPは、平面表示、光学像の重畳可能な薄板形構造、表示の幾何学性がよい、その単純な構造からくる大形化の容易性、といった事柄とともに、パネ

ル自身が明るい発光に付随して「記憶機能」を持ち、これによって発光の時間割合が絵素数に無関係に大きくでき、高輝度、高コントラストな画像が得られること、またリフレッシュメモリを持たなくても、狭帯域伝送ラインを経由して使用できる安価な表示装置の可能性が高いこと、デジタルな情報処理装置につながるディスプレイ装置としては、デジタルデバイスであるために、技術的に非常に有利な点を持つことなどはすでに触れたとおりである。

それらの特長の反面、複雑で高価につくといわれているマトリクス制御駆動回路のローコスト化、bistableなセル特性のために出しにくいハーフトーンを実現する問題、パネルの高解像度化、安定度の向上、カラー化など、今後の研究課題も数多く残されている。これらについては世界各国の研究者によって解決への努力がなされており、報告もかなり見られるようになってきたのは喜ばしい限りである。

終わりに、この装置の試作にあたって、常に適切な指導をいただいた富士通研究所、大脇副所長、電子デ

バイス研究部高島部長、井上次長、中山第3研究室長、角田電子管技術部長をはじめ、パネルの試作に非常な努力をいらわれた電子デバイス第3研究室および同試作室の各位、および回路グループとして協力していただいた同第4研究室の各位に厚く御礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) D. L. Bitzer and H. G. Slottow: "The Plasma Display Panel—A Digitally Addressable Display with Inherent Memory", Proc. of the FJCC (Nov. 1966).
- 2) B. M. Arora et al.: "The Plasma Display Panel—A new Device for Information Display and Storage", 8th National Symposium, SID (May 1967).
- 3) 高島、井上: "プラズマディスプレイパネル", 画像技術, pp. 73~77 (Sept. 1970).
- 4) N. Nakayama et al.: "Design of A Plasma Display Panel", IDEA Symposium, SID (May 1970).

(昭和46年7月22日受付)