



## 小特集

光源としてのプラズマ—基礎と最近の研究から

# 5. プラズマディスプレイ

村上 宏

(NHK 放送技術研究所)

(1996年2月15日受理)

Plasma Display

MURAKAMI Hiroshi

*NHK Science and Technical Research Laboratories, Tokyo 157, Japan*

(Received 15 February 1996)

### Abstract

Orange-yellow plasma display panels (PDPs) are mainly used as small displays for devices such as train ticket vending and examining machines. It was recently been recognized that color PDPs are the most promising option for medium- and large-sized flat color displays, and these are now being developed by many companies and organizations. Several kinds of 20 to 40-inch PDP have been made for information, NTSC TV, and Hi-Vision displays. This paper describes the principle of the color PDP and the present state of and prospects for its development.

### Keywords:

plasma display, plasma display panel, PDP, flat display, wall hanging TV, Hi-Vision display, HDTV display

## 1. まえがき

ネオンの放電による橙色発光を利用するプラズマディスプレイパネル (Plasma Display Panel: PDP) は25年くらい前から製品化され、現在でも自動券売機、自動改札機、行き先表示板などに数多く使用されている。また、特殊用途として60インチのもの (画面の対角長が60インチある) も開発されている。

一方、カラー PDP の研究も地道に進められてきたが、最近その開発・実用化の動きが非常に活発になっている。微細な画素を持つ20インチ前後のカラー PDP も報告されているが[1,2]、画素が少し粗い中型から大型サイズの PDP が開発の中心になっている。1993年に製品化された21インチカラー PDP [3]もこのような意図で情報表示用として開発された。大型化し易いという PDP の特徴を最大に活かす研究がハイビジョン用大画

面壁掛テレビの開発で、この目標に向けこれまでに数種類40インチ PDP が試作されている[4-7]。

このように、カラー PDP の研究開発は中型サイズの情報表示用と大画面のハイビジョン壁掛テレビ用に絞られている。ここでは、特にカラー PDP に的を絞り、研究開発と実用化の現状について解説する。

## 2. カラー PDP の原理と特徴

カラー PDP には、Fig. 1 に示す表示セルと呼ばれる小さな蛍光放電管が多数並んでいて、それぞれの表示セルの明るさを制御して画像を表示する。Fig. 1 (a), (b) に示すように、基本的な構造の違いから、大きく DC 型と AC 型の2つのタイプに分類される。

DC 型は Fig. 1 (a) に示すように陰極、陽極とも放電空間に露出しているのに対し、AC 型は (b) に示すよう

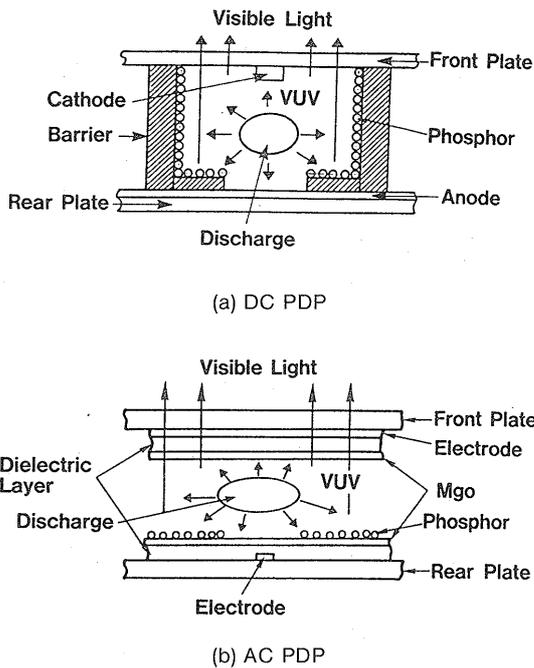


Fig. 1 Schematic sectional view of discharge cell in color PDP

に誘電体層と MgO 層に被覆されている。しかし、どちらも電極間の放電により発生した紫外線が、放電セルの内面に塗布された蛍光体を励起する。フォトルミネッセンスの原理により蛍光体材料に特有の発光スペクトルを持つ R (赤色), B (青色), G (緑色) いずれかの可視光が放射される。各原色の発光を制御してカラー画像を得る点はカラーブラウン管の場合と同じである。また、DC 型, AC 型ともパネルがメモリー機能を持っている点が大きな特徴である。

DC 型 PDP では駆動方法によりメモリー機能を付加している。これをパルスメモリー方式と呼んでいるが [8], ここでは以下の2つの放電現象を利用している。

- ①表示セル内に放電後も残留する準安定粒子などは次の放電開始を容易にする。
- ②これらの粒子は放電終了後すぐにゼロにならず時間とともに徐々に減少する。

Fig. 2 に示すように3種のパルスを放電セルに加え、この中の維持パルスの幅, 周期および振幅は, 1度放電が起きると①②によりパルス放電を継続するように設定する。このようにすると, 書込パルスと消去パルスで準安定粒子の量を制御することにより, 同じ維持パルスに対して ON と OFF の2つの状態を持たせることができる。実際には書込放電の立ち上がりを速めるため, 後述

するようにパネル構造と駆動方法が工夫されている [9].

AC 型 PDP では, 誘電体表面を放電によるスパッタリングから守るために MgO 層が形成されているが, 放電が起きると放電による電荷 (電子と正イオン) が MgO 表面に蓄積しセル内の電界を弱める働きをする。このため放電は瞬時に終わる。パルス放電を繰り返し継続するには, Fig. 3 に示すように極性が交互に反転する, いわゆる交流維持パルスを印加しなければならない。蓄積された電荷による壁電圧 (Fig. 3 の破線) は次の維持パルス放電を起こしやすくするため, 一度電荷が形成されると, 極性の反転する維持パルス放電を継続する。維持パルス放電を止めるには消去パルスによる微弱な放電を起こし電荷をなくすればよい。

このように, PDP はメモリー機能を持っているため発光時間を長くできるので, パネルのサイズに拘わらず高い輝度を得られる。また, 後述するように構造が比較的簡単のため大型化が容易で, 薄くて明るい大画面ディスプレイの実現性が高い。

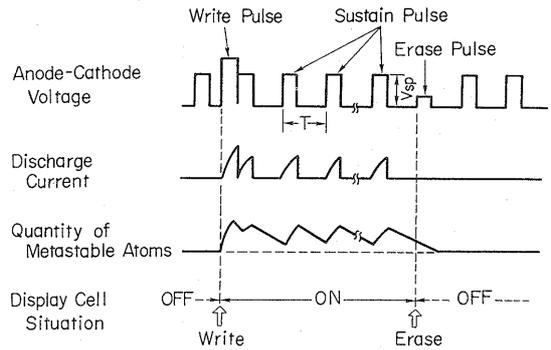


Fig. 2 Principle of pulse memory operation of DC PDP

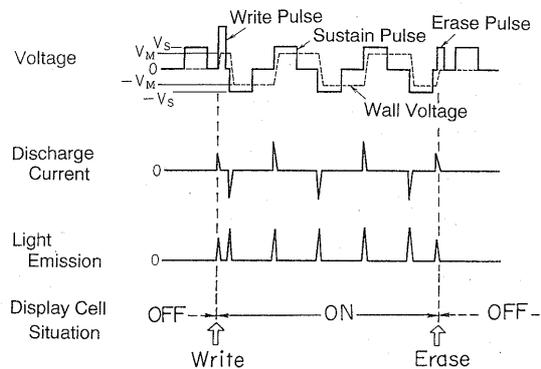


Fig. 3 Memory operation of AC PDP

Table 1 Specifications and performance of recent color PDPs

	40-in. DC PDP	26-in. DC PDP	42-in. AC PDP	21-in. AC PDP	40-in. AC PDP	40-in. AC PDP	40-in. AC PDP	21-in. AC PDP
AC/DC	DC Pulse Memory		AC Surface Discharge				AC	
Screen Size(mm $\times$ mm)	874 $\times$ 520	582 $\times$ 333	920 $\times$ 518	422 $\times$ 319	882 $\times$ 503	826 $\times$ 619	806 $\times$ 605	416 $\times$ 333
(inch in diagonal)	40	26	42	21	40	40	40	21
Aspect Ratio	16:9	16:9	16:9	4:3	16:9	4:3	4:3	4:3
Number of Display Cells	1344 $\times$ 800	896 $\times$ 512	853 $\times$ 3 $\times$ 480	640 $\times$ 3 $\times$ 480	840 $\times$ 3 $\times$ 480	640 $\times$ 3 $\times$ 480	640 $\times$ 3 $\times$ 480	1280 $\times$ 3 $\times$ 1024
Display Cell Pitch(mm $\times$ mm)	0.65 $\times$ 0.65	0.65 $\times$ 0.65	0.36 $\times$ 1.08	0.22 $\times$ 0.66	0.35 $\times$ 1.05	0.43 $\times$ 1.29	0.42 $\times$ 1.26	0.11 $\times$ 0.33
Depth(mm)	65	45	75	65	--	--	--	--
Number of Gray Levels	256	256	64* <sup>1</sup>	64	256	256	--	256
Peak White Luminance(cd/m <sup>2</sup> )	150	150	250* <sup>2</sup>	200	200	350	--	100
Displayed Picture	Hi-Vision	Wide TV	EDTV	NTSC, VGA	EDTV	NTSC	NTSC	Graphic
Announced Year (Reference)	1995 (6)	1995 (10) *3	1995 (7)	1992 (3) *3	1994 (5)	1995	1995	1995 (1)

\*1 256 levels with signal processing \*2 with filter \*3 commercialized

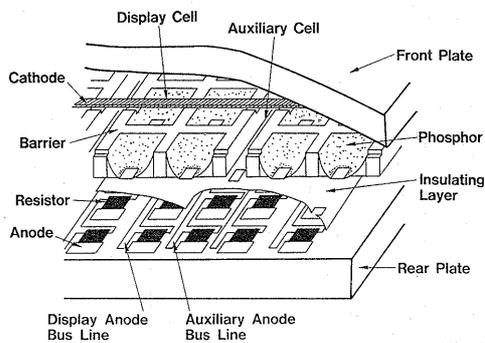


Fig. 4 Structure of recent 40-inch color DC PDP [6]

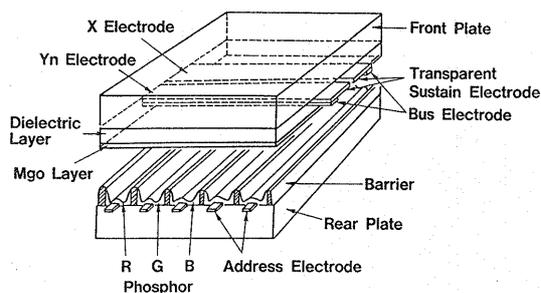


Fig. 5 Structure of color AC PDP [3]

### 3. カラー PDP の現状

最近の PDP を Table 1 にまとめて示す。この中で代表的な PDP を以下に説明する。

#### 3.1 パルスメモリー方式 DC 型 PDP

NHK 放送技研ではハイビジョン壁掛テレビを目指して DC 型 PDP の研究を進めてきたが、1992年に最初の

40 インチ PDP にハイビジョン画像を表示した後[4]、その大幅な改善が進んだ。最近の PDP の構造を Fig. 4 に示す[6]。パルスメモリー方式で駆動する DC 型 PDP である。また、この構造はワイドテレビ用の26インチ PDP にも導入され[10]、1995年秋より松下電子工業よりサンプル出荷されている。

表示セルに直列に抵抗を入れ、また封入するガス圧を上げることで[11]、陰極のスパッタリングを抑え、30,000時間以上の寿命を得ている[10]。また、蛍光体を表示セルの壁面と底に塗布することにより輝度、発光効率を大幅に改善している。なお、補助セルは表示セルの放電を安定に開始する働きをし、きれいな画像表示に不可欠なものである。

#### 3.2 AC 型 PDP

AC 型では Fig. 1 (b) に示すように、2つの電極が前面板と背面板にそれぞれ配置された方式を対向放電型と呼んでいる。このタイプは、蛍光面が電極近傍に配置されているため、イオン衝撃による蛍光体の劣化が問題となった。しかし、蛍光体の劣化を防ぐため、行と列の電極を背面板上に配置した面放電型 PDP が発表されて以来[12]、その改善が進み富士通により1993年に最初のカラー PDP の商品となった[7]。また、1995年には42インチが試作された[7]。この面放電型 PDP の構造を Fig. 5 に示す[3]。

透明な維持電極 (X 電極, Yn 電極) は前面板上に、障壁とアドレス電極は背面板にそれぞれ形成され、蛍光体は障壁の壁面と底面に塗布されている。アドレス電極

と Yn 電極間で書込が行われた後、維持電極間で維持パルス放電が継続する。

面放電型の AC 型 PDP では、この他に日電[5]、パイオニア、三菱電機により20インチや40インチのパネルが開発されている。

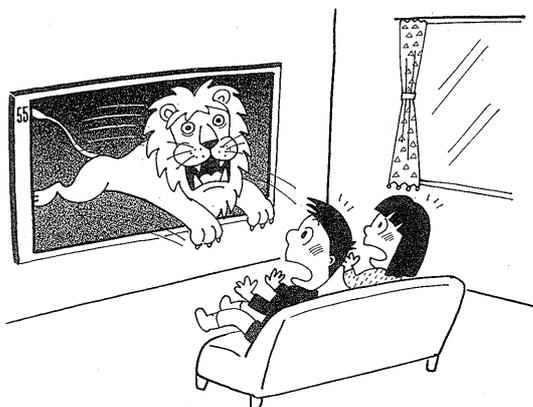


Fig. 6 Illustration showing features of Hi-Vision

Table 2 Comparison of possible flat Hi-Vision displays

	PDP	LCD	Flat CRT	EL	LED
Chromaticity	○	○	○	○	○
Operating Speed	○	△~○	○	△	○
Dot Pitch	△	○	○	○	○
Screen Size	○	▲	■	▲	▲
Life	○	○	○	○	○
Contrast	○	○	○	▲	○
Luminance	○	○	○	▲	▲
Efficiency	△~○	△	○	▲	△

○Considerable    △Some  
▲Difficult       ■Almost none

最近、対向放電型の問題は解消されたようで、Table 1 に示す21インチ[1]や19インチ[2]の PDP が開発された。いずれも 0.2mm 以下の微細なピッチである。

#### 4. ハイビジョン PDP

ハイビジョンは、現在衛星放送として毎日11時間実用化試験放送が行われ、ブラウン管などを使った受信機が普及しつつある。このハイビジョンは、Fig. 6 に示すように豊かな音場再現の中できめ細かな画像を広い画角で見ることにより、現行テレビでは得られない臨場感や迫力を得ることを目的に開発されたシステムである。当然のこととして大画面のディスプレイが必要で、少なくとも50インチ以上の画面が求められている。このような大画面受信機を家庭用として実現するには場所をとらない壁掛形が望ましく、以下に述べるように PDP の最も得意とする分野である。

Table 2 は、PDP、液晶 (Liquid Crystal Display: LCD)、フラット CRT、ELD (Electroluminescent Display)、発光ダイオード (Light Emitting Diode: LED) についてハイビジョンへの可能性を比較したものである。PDP 以外の平面ディスプレイは、ハイビジョン壁掛テレビ実現にはそれぞれ問題を持っており、なかでもハイビジョンに不可欠な大画面化が一番困難である。一方、PDP は課題が残っているものの、前述した特徴のためハイビジョン壁掛テレビとして実現の可能性が最も高い。

NHK 技研による40インチ PDP へのハイビジョン表示実験の様子を Fig. 7 に示す。パネルの構造は Fig. 4 のものである。パネルの厚さ、重量はそれぞれ約 6mm、8kg で、同サイズのブラウン管に比べて奥行きで約 1/150、重量で約 1/13 と薄型、軽量化されている。写真

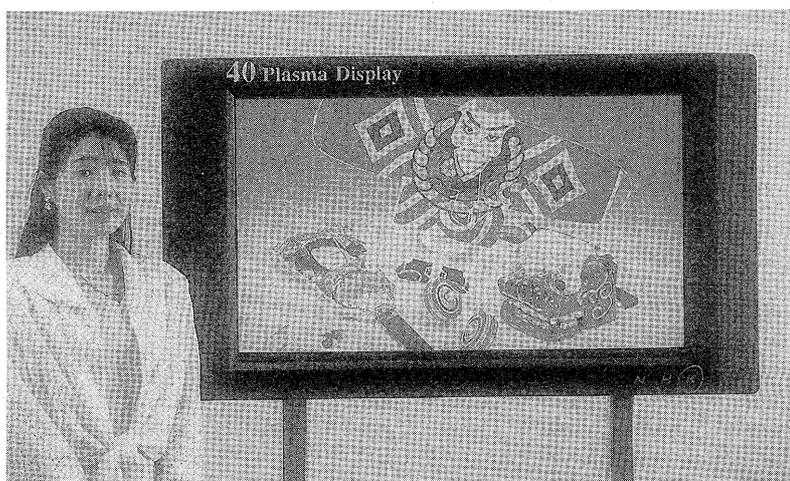


Fig. 7 40-inch Hi-Vision DC PDP by NHK

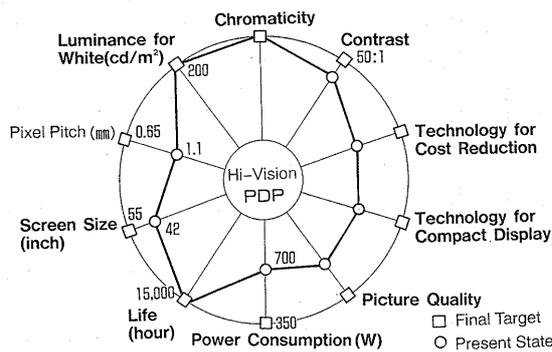


Fig. 8 Present state and development target of Hi-Vision PDP

に示すパネルと駆動装置をまとめた表示装置の奥行きは約 6.5cm まで詰められている。150cd/m<sup>2</sup> の輝度でハイビジョン画像を表示している。

### 5. 大型 PDP 実用化の課題

以上述べたように、40 インチクラスの PDP の試作と画像表示の成功、21 インチパネルの製品化など、カラー PDP の研究開発は着実に進歩している。情報表示用、現行テレビ用の中・大型サイズのカラー PDP の本格的実用化は間近である。しかし、ハイビジョン壁掛テレビ実現までには解決すべき課題が残っている。

ハイビジョン壁掛テレビに向け、PDP の現状と目標をまとめて Fig. 8 に示す。最低限必要な要素技術はある程度固まってきているが、AC 型、DC 型に共通の課題として以下の諸点が上げられる。

- ①大型・高精細パネル製作技術の開発
- ②微細なセルに対しても高輝度・高発光効率の維持
- ③画質の改善
- ④50 インチ以上の大型化技術の開発
- ⑤システム全体の消費電力の削減
- ⑥低廉化

上記の課題に対しては種々のアプローチから検討が進んでいる。例えばパネル製作にはフォトリソ技術を中心に新技術が開発されつつある。現在進められている、放電の基礎からパネル製作技術、駆動技術、LSI 技術、受信機技術などの総合的な技術の進歩により、大画面カラー PDP の本格的な普及が実現可能と考えられる。

### 6. あとがき

国内外における 20~40 インチのカラー PDP の試作とテレビ画像表示の成功により大画面カラー PDP の早期の実用化は近く、大画面壁掛テレビ実現に向け PDP の

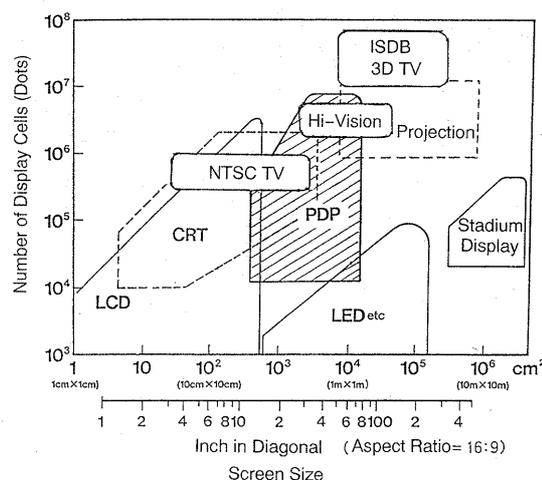


Fig. 9 Anticipated display range of future PDPs

優位性は当然変わらない。1998年に開催予定の長野冬季オリンピックはハイビジョン大画面 PDP 実用化の重要なイベントとして捉えられている。Fig. 9 は近い将来のディスプレイの使用領域を示したもので、現行方式のテレビ受信機はもとより長野オリンピックから21世紀にかけてハイビジョン受信機として PDP による大画面壁掛テレビがまず期待できる。

さらに、21世紀ではハイビジョン以外にもマルチメディア、ISDB (Integrated Service Digital Broadcasting)、立体テレビなどの新しいメディアの普及が考えられている。その中で大画面壁掛テレビの果たす役割は大きく、21世紀は PDP による大画面壁掛テレビの本格的な普及期になるものと予想される。

### 参考文献

- [1] P. Friedman *et al.*, *Proc. 15th International Display Research Conference* 945 (1995).
- [2] H. Doyeux *et al.*, *Society for Information Display '95 Dig.*, 811 (1995).
- [3] K. Yoshikawa *et al.*, *Proc. 12th IDRC*, 605 (1992).
- [4] T. Yamamoto *et al.*, *SID'93 Dig.*, 165 (1993).
- [5] T. Nakamura *et al.*, *SID'95 Dig.*, 807 (1995).
- [6] J. Koike *et al.*, *Proc. 15th IDRC*, 943 (1995).
- [7] T. Makino *et al.*, *Proc. 15th IDRC*, 381 (1995).
- [8] G. E. Holz, *SID'72 Dig.*, 46 (1972).
- [9] H. Murakami *et al.*, *IEEE Trans.* **ED29**, 6, 988 (1982).
- [10] H. Kono *et al.*, *SID'95 Dig.* 823 (1995).
- [11] 坂井徹男, 本山 靖, 後沢瑞芳: *テレビ学技報* **15**, 72, 7 (1991).
- [12] G. W. Dick *et al.*, *IEEE Trans.* **ED23**, 4, 429 (1976).