

カラー PDP

(1990年～現在)

Key-words: ガス放電、プラズマ、フラットパネルディスプレイ、蛍光体

注1 1964年にイリノイ大学の Bitzer, Slottow および Willson が、金属電極表面を絶縁ガラスで覆い電気容量を持たせた放電セルを考案した。この容量によって放電を制御する構造が AC 型 PDP の基本原理となっている。

注2 MgO (酸化マグネシウム) は耐火レンガの材質としても知られる耐熱・耐衝撃性に優れた保護膜であると同時に、電子放出しやすく放電電圧を下げる効果を併せ持つ重要な構成要素である。

注3 放電開始電圧を下げる役割の Ne ガスに、紫外線発生を受け持つ Xe ガスを 4～10% 程度混ぜたものが使われる。Xe ガスを増やすと紫外線量が増え高輝度化できるが、放電開始電圧も上がるため、バランスを考慮した配分に設定される。

近年、薄型大画面で迫力ある映像のプラズマテレビが身近になって来た。これに使われているカラーのプラズマディスプレイパネル (PDP) は、日本での長年に渡る研究開発の結果、実用化されたものである。カラー PDP は二枚のガラス板の隙間に百万個を超えるミニ蛍光灯を配列させ、赤・緑・青の三原色に発光させることで画像表示する。ガラス板には、水平・垂直方向の電極と、バリヤリブと呼ばれるガラス粉末焼結体の仕切りが設けられ、この仕切られた 0.1mm の空間内で放電が起こる。放電により発生するプラズマから出てくる紫外線を利用して、リブ内に塗布した蛍光体を光らせる。明るくシャープで迫力ある映像表現が得意で、かつ簡単な構造で大画面が作れるため、薄型大画面の公衆表示モニターやテレビ用途に市場が急拡大している。

1. 製品適用分野

公衆表示用の大画面モニター、家庭向けの薄型大画面テレビ (図1)。

2. 適用分野の背景

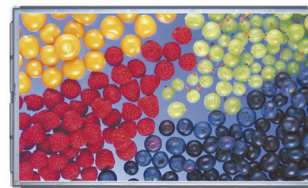
テレビ放送開始以来、長年に渡り画像表示といえばブラウン管という時代が続いたが、その構造上、大画面になると体積と重量が非常に大きくなる問題があった。これに代わる新しいディスプレイの開発は、いずれも薄く奥行きのないディスプレイの開発を目指して来た。これら新ディスプレイは、いずれもガラスなどの薄い板の上に作られ、フラットパネルディスプレイと呼ばれる。

薄型大画面の代表格であるプラズマディスプレイは、1960年代に米国で原理が考案されたが^{注1)}、その後日本での長年に渡る研究開発の結果、現在のカラー PDP として実用化を果たしている。1992年に富士通で開発された世界初 21 型フルカラー PDP の基本構造が元となり、以後 PDP メーカー各社が競って大画面・高画質化技術、量産技術を開発し、今の PDP 製品につながっている。

3. 製品の構造と動作

図2にカラー PDP の (a) パネル構造と、(b) 発光セル構造を示す。基本構造は2枚のガラス板に縦・横の電極、バリヤリブと呼ばれる隔壁、および三原色の蛍光体などを形成して、0.1mm 程度の間隙で貼り合わせたものである。縦横に交差する電極と隔壁で囲まれた空間が1つの発光セルとなる。前面板の表示電極対間に電圧を印加する

と、電極表面を這うような放電 (面放電と呼ぶ) が起こり、内部の放電ガスが電離してプラズマ状態となる。プラズマから紫外線が発生し、この紫外線が背面板側に塗布された蛍光体を刺激して反射方向にカラー発光が出て来る。(反射型と呼ぶ) 表示電極の表面は誘電体層と呼ばれる絶縁ガラスで覆われる。このため放電



(a) 42 型カラー PDP



(b) 店頭広告用の PDP モニター

図1 カラー PDP とその応用

PDP は薄型大画面で視野角が広いという特長から、多人数が同時に見る公衆表示モニターとして使われている。また、ハイビジョン映像の表現力が評価され、家庭向けプラズマテレビとして普及が進んでいる。

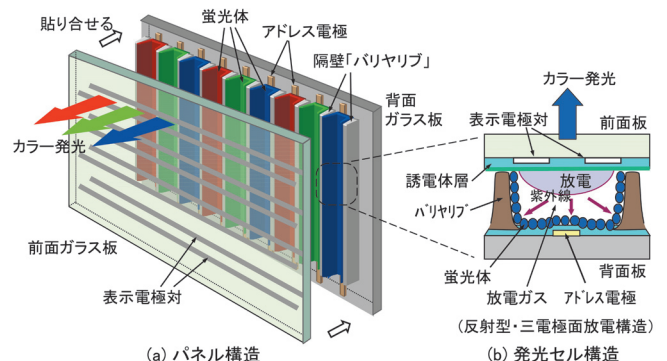


図2 カラー PDP の構造

前面ガラス板に横方向電極対、背面ガラス板に縦方向電極、隔壁、蛍光体を設けて貼り合わせると、交差する電極と隔壁で囲まれた空間が1つの発光セルとなる。

が起こると放電ガスから電離した電荷（電子やイオン）が表面に蓄積され放電が停止する。印加電圧の極性を反転させると、蓄積された電荷が種火となり容易に放電するため、交番極性のパルス電圧印加により連続したパルス放電が起こり明るく発光する。背面板のアドレス電極には、点灯させる発光セルを選択する時に電圧印加して小さな種火放電を起こさせる。アドレス電極と、二本一組の表示電極対により動作制御を行うので三電極面放電構造と呼ぶ。

4. 製造プロセス

カラー PDP の製造工程を図3に示す。前面板工程では、まずガラス基板に酸化インジウム・スズ (ITO) が蒸着され透明な表示電極対に整形される。透明電極は抵抗が高いため、電圧降下を防ぐため細いバス電極が形成される。バス電極には銀ペーストが用いられ、印刷等で形成される。表示電極上に、印刷やシート貼り付けにより、低融点ガラス粉末ペーストを全面に形成し、その後 600℃程度に加熱して透明なガラス誘電体層を形成する。さらに MgO 保護層^{注2}が真空蒸着法で形成される。背面板工程では、まずガラス基板にアドレス電極と誘電体層が形成される。その上に低融点ガラスと樹脂・溶媒を加えたりペーストを塗布し、レジストパターニングしてサンドブラスト等により形状加工する。その後焼成してガラスの隔壁となる。赤、青、緑の蛍光体ペーストがスクリーン印刷法で順に塗布・乾燥され、その後、焼成され層形成される。出来上がった前面・背面板を封着ガラス材で貼り合わせて、真空排気したのちネオン (Ne) とキセノン (Xe) の混合ガス^{注3}が封入される。

このようにパネル製造プロセスは、ポピュラーな印刷技術や薄膜技術からなり、量産性に優れている。単純構造であるため製造プロセスも短く大型パネルを製造しやすいという特徴を持つ。

バリヤリブはPDPの表示性能に大きく影響する特徴的な構造要素である。図4にバリヤリブの形成例を示す。高精度プロセス技術が開発されており、様々な形状が可能である。形成には、高圧で切削粒子を吹き付けて加工するサンドブラスト法のほか、光を当てると硬化する光重合性の樹脂^{注4}を混ぜたガラスペーストを用いてパターン形成する感光性ペースト法が用いられる。

5. 将来展望

表1に、1995年および2005年に開発発表された新製品の表示性能を示す。95年の世界初42型カラー

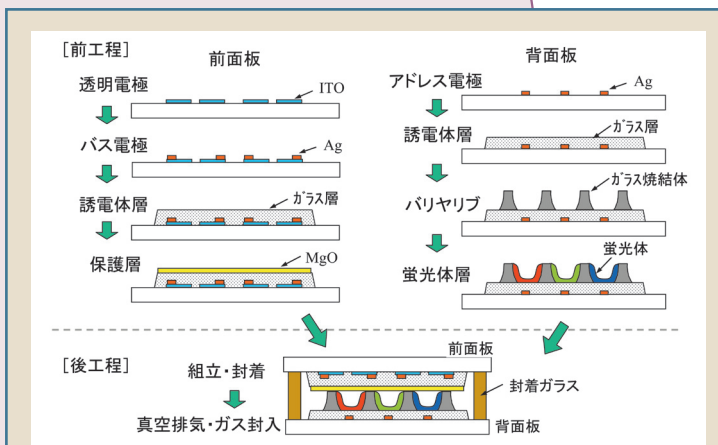


図3 PDPのパネル製造プロセス

前工程では、前面板、背面板それぞれガラス基板上に印刷や蒸着および焼成により電極や誘電体層などが順に形成される。後工程では両基板を貼り合わせ、放電ガスを封入する。

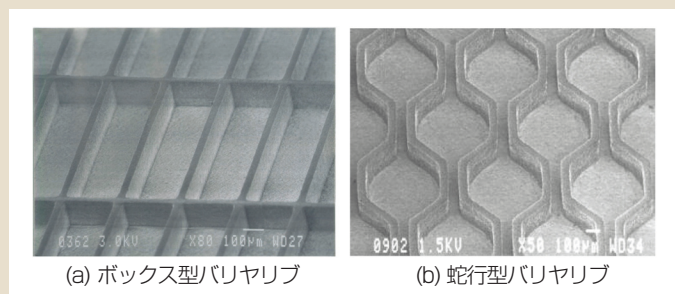


図4 隔壁「バリヤリブ」の形成例

バリヤリブはストライプ型のほか、隣接する放電の干渉を防止するボックス型、セルの形状を円形に広げ発光効率が良い蛇行型のものがある。

PDP 開発以来、様々な技術開発が続けられ、2005年にはフルスペックと呼ばれるハイビジョン対応機種が発売されている。10年間で大きな進歩を遂げているが、今後も発光効率向上など電力低減やコスト低減を中心に技術開発が続けられ、さらに進化すると期待される。

表1 PDPの表示性能の進展

	42型 W-VGA 1995年開発	42型 Full-HD 2005年開発
輝度	300 cd/m ²	1000 cd/m ²
コントラスト	400:1	3000:1
解像度	852 × 480 画素	1920 × 1080画素

世界初の42型カラーPDPの表示性能(左)はテレビ用としては十分でなかったが、10年間で大きく改善され、ハイビジョンテレビ用最高解像度であるフルスペックHDとして十分な表示性能(右)が得られるようになっている。

文献

1) 篠田 博, 粟本健司, 応用物理学誌, 75, 5-15 (2006).

[連絡先] 粟本 健司
(株)富士通研究所 篠田フェロー室

注4 紫外線など特定の光を当てるとそのエネルギーを吸収して分子を連結してゆき硬化する有機材料。PDPのリブ・ペースト用として、厚膜を効率よく露光・硬化できる材料が開発されている。