

# プラズマアドレス液晶 (PALC) ディスプレイ

## Plasma Addressed Liquid Crystal Display

伊藤 福三郎\*      北谷 明雄\*      岡本 訓一\*  
 Fukusaburo Ito      Akio Kitaya      Norikazu Okamoto

### 要 旨

大型平面ディスプレイとして、広視野角液晶技術 (ASM方式) を用いたVGA対応42型プラズマアドレス液晶 (PALC) ディスプレイとHD対応42型高精細プラズマアドレス液晶ディスプレイの開発を行い、98年エレクトロニクスショーを始めとする各種展示会に出展した。プラズマアドレス液晶ディスプレイは広視野角、高コントラスト、高輝度、低消費電力の特長を有する。本稿では、PALCディスプレイの特徴と周辺技術、ディスプレイのシステム構成について述べる。

We have demonstrated the two types of 42 inch Plasma Addressed Liquid Crystal (PALC) display at various exhibitions including the Japan Electronics Show '98. First type is suitable for VGA, and second type is suitable for HD. We have developed the Axially Symmetric aligned Micro-cell Mode (ASM) technology in order to achieve wide viewing angle of PALC display. The PALC display has many advantages such as wide viewing angle, high contrast, high brightness, and low power consumption, over the other large-sized flat panel displays.

This paper reports the characteristic of PALC display, relevant technology, and the block diagram of PALC display system.

### まえがき

現在は、家電の時代からテレビ、パソコン、携帯電話・携帯端末を個人で持つ個電の時代へと移りつつあり、さらには、個人、家庭、企業、国、世界においてネットワークを介して、瞬時に情報のやり取りをする情報ネットワークの時代である。情報ネットワーク時代には、どのようなディスプレイが求められるのだろうか。テレビには各種映像フォーマットに対応し臨場

感溢れるディスプレイが、パソコンには目に優しく一度に多数の情報を表示できる高精細のディスプレイが、携帯電話・携帯端末などには軽量・薄型・小型・低消費電力のディスプレイが要求されている。大型ディスプレイの世界は、高品位・高画質の性能向上に加え、軽量化・低消費電力化、低価格化など技術的課題が多く、これらを解決するために様々な方式のディスプレイが提案されている。

プラズマアドレス液晶ディスプレイは、その名が示すように、スイッチ部にプラズマを、表示部に液晶を用いたハイブリット構造のアクティブマトリックス型液晶ディスプレイである。比較的安くて大型化しやすいプラズマセルと、高品位表示の液晶セルの組み合わせにより、両者の特徴を生かした、高品位・高画質の大型平面ディスプレイとして大きく期待され現在シャープ、ソニー、フィリップスの3社で共同開発を行っている<sup>1)~5)</sup>。

ここでは、3社で開発した42型プラズマアドレス液晶ディスプレイをベースに、その構造と原理、特徴と課題の克服、プロトタイプシステムのシステム構成、高精細化技術について解説する。

### 1. パネル構造と原理<sup>6)</sup>

#### 1.1 パネル構造

プラズマアドレス液晶パネルの構造を図1に示す。プラズマセルは、ガラス基板上に高さ約200 $\mu$ mのリブで細長い溝を形成し、その上部に厚さ約50 $\mu$ mの薄板ガラスをかぶせ、低融点ガラスで溶着したチャンネル空間からなり、その中にカソード/アノード電極を配置し、プラズマ放電のための希ガスが数kPaのガス圧で充填されている。液晶セルは、ITO透明膜からなる信号入力用のコラム電極が形成されたカラーフィルタと薄板ガラスとの数 $\mu$ mの間隙に液晶が注入されている。プラズマアドレス液晶パネルの前後には偏光版が貼り付けられ、後方にはバックライトが設置される。

\* AVシステム事業本部 液晶システム事業部 第2技術部

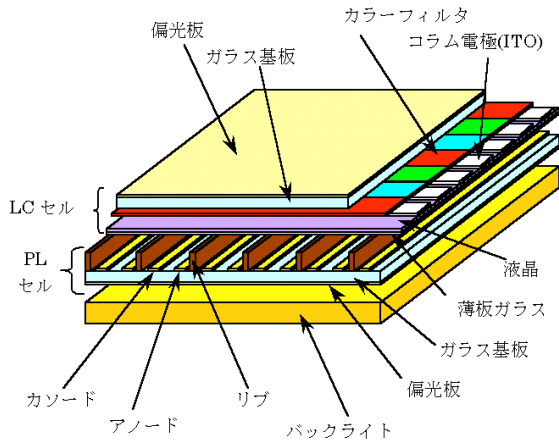


図1 プラズマアドレス液晶パネルの構造  
Fig. 1 Schematic structure of PALC panel.

1・2 動作原理

表示素子としての液晶セルの動作原理に関しては、通常の液晶と同様であるが、TFTの代わりにプラズマでスイッチングする。また、バックライトからの入射光を偏光板により直線偏光とし、液晶で変調する事により階調を加え、さらにカラーフィルタと偏光板を通過させることによりフルカラーを表示している。

スイッチング素子としてのプラズマセルの動作について以下に説明する。図2はプラズマアドレス液晶パネルのスイッチング動作説明図及び、比較例としてのTFT液晶ディスプレイのスイッチング動作説明図であり、図3はプラズマアドレス液晶パネルの駆動波形とそのタイミングを示す。

まず、データを書込むためにはプラズマチャンネルを放電させる必要がある。アノードの電位を基準にし、カソードにプラズマ電圧  $V_p$  (約-350V) を印加すると、数  $\mu s$  で希ガスは放電状態となる。この時、放電中のプラズマチャンネル内の電位は、カソード近傍を除いてほぼアノード電位となり、アノードと電気的に短絡した仮想電極が薄板ガラス上に発生した状態となる。トランジスタとの比較を行うと、カソードとゲート、アノードとソース、仮想電極とドレインが等価であることがわかる。次に、この放電状態に対しデータラインのコラム電極に信号電圧  $V_c$  (約  $\pm 70V$ ) を印加すると、薄板ガラス上の仮想電極と  $V_c$  の電位差が、液晶と薄板ガラスに印加された状態となり、液晶に書き込みが行われる。放電が終了した後、各絵素毎のプラズマセル内が絶縁状態となり、次の放電開始までその状態を保持するため、液晶のON状態をメモリすることができる。これにより、水平方向のプラズマラインさえ分離していれば、各走査線を1本の長いプラズマチャンネルで走査することが可能となる。

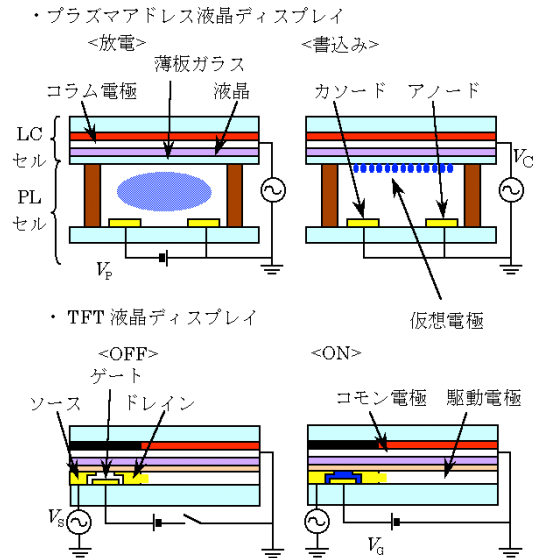


図2 プラズマアドレス液晶パネル及びTFT液晶パネルのスイッチング動作説明図  
Fig. 2 Explanation figure of switch operation, PALC panel and TFT panel.

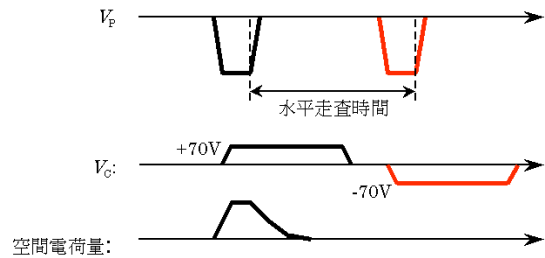


図3 プラズマアドレス液晶パネルの駆動波形とそのタイミング  
Fig. 3 Driving waveform & Timing chart.

正しいデータを書込むためには、図3において、 $V_c$  によるデータ保持時間よりプラズマの空間電荷量の減衰時間が小さく、空間電荷量の減衰時間より  $V_p$  の立ち下がり時間が小さい事が必要であり、さらに一連の動作が1水平走査時間内に完了する必要がある。

2. 特徴と課題の克服<sup>6)</sup>

プラズマアドレス液晶パネルは、プラズマセルと液晶セルとの組み合わせであるため、図4に示すようなPDP及び液晶パネルの長所、短所を受け継いでいる。プラズマアドレス液晶パネルのプラズマセルは、液晶パネルよりもクリーンさを要求されないので、製造

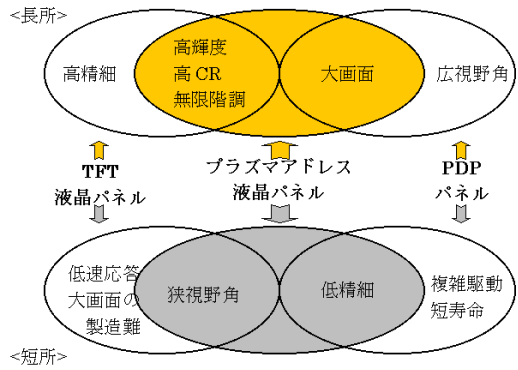


図4 PDP及び液晶パネルの長所, 短所  
Fig. 4 Merits and demerits of PDP panel and liquid crystal panel.

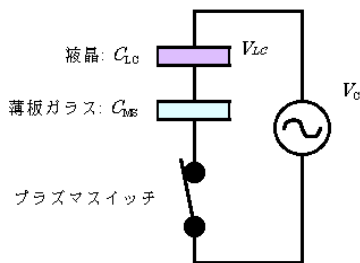


図5 液晶と薄板ガラスとの電気的關係  
Fig. 5 Electrical relation between liquid crystal and thin board glass.

工程の精細度が低い印刷法が適用でき, 大型基板が作成しやすい。さらに構造上, 点欠陥が生じないという特徴を有する。しかしながら, プラズマアドレス液晶パネルは, その構造上, プラズマセルと液晶セルとを分離する薄板ガラスが重要な役割をはたし, 液晶と薄板ガラスとの間には, 電氣的に図5に示すような関係がある。

コラム電極に印加される信号電圧  $V_C$  と液晶に印加される電圧  $V_{LC}$  の関係は, 液晶, 薄板ガラスの電気容量をそれぞれ  $C_{LC}, C_{MS}$ , 誘電率を  $\epsilon_{LC}, \epsilon_{MS}$ , 厚みを  $d_{LC}, d_{MS}$  とすると

$$V_C = V_{LC} * \{(C_{LC} + C_{MS}) / C_{MS}\}$$

$$= V_{LC} * \{1 + \frac{\epsilon_{LC} \cdot d_{MS}}{\epsilon_{MS} \cdot d_{LC}}\}$$

となる。 $\epsilon_{LC}, \epsilon_{MS}, d_{LC}$  を大きく変更することは不可能であるため,  $V_C$  を押さえるためにはできるだけ薄板ガラスの厚みを押さえないといけない。さらに, 板厚の変動は, 液晶に印加される電圧を変化させ, 表示むらの原因となるため, できる限り押さえる必要が有る。プラズマチャンネル内に導入するガスに

ついては, 高速スイッチング, 放電電圧低減のために, 様々な検討がなされており, ガス種・ガス圧を最適化することにより, 高品位な画像表示が可能となっている。

プラズマアドレス液晶パネルは, 光源はバックライトであり, 分離して設計ができるので, 高輝度を容易に得ることができる。液晶セルはアナログ変調ができるという液晶の特性により, 高階調, 高コントラストの画像が得られる。色再現性はカラーフィルタの最適化により高彩度が得られる。このように, 高画質をつかさどる各要素が, プラズマ側と液晶側に個別に分かれているため設計の自由度が高いが, 液晶では視野角が狭いという問題を抱えていた。液晶の視野角特性改善には様々な方法が提案されているが新たな配向技術である Axially symmetric aligned micro-cell mode (ASM) 広視野角技術を開発した。図6にASM技術の説明図を示す。

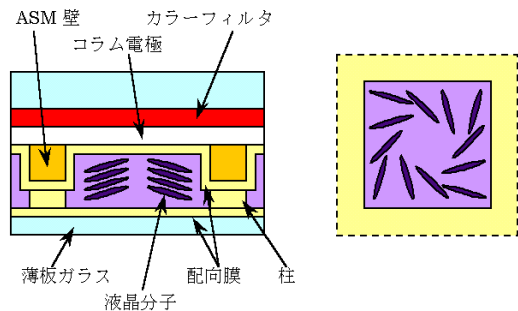


図6 ASM 広視野角技術  
Fig. 6 Technology of large viewing angle

この方法は視野角改善のみに留まらず, 液晶・組立工程からラビング工程及びスペーサ散布工程が不要となる利点がある。構造は, カラーフィルタ上にASM配向を行うためのASM壁とスペーサとなる柱が形成されており, ITO電極壁, 柱, 薄板ガラス上に配向膜が形成され, その中に液晶が注入されている。この方式は大面積での均一かつ広視野角の表示性能を実現する。

図7に電圧印加時のASM配向状態, 図8にはASM液晶とTN液晶をコントラスト比10:1で測定した視野角図を示す<sup>7)</sup>。

42型プラズマアドレス液晶ディスプレイを開発し1997年のエレクトロニクスショーで展示した。翌年のエレクトロニクスショーでは配向を補助する新規壁材料の開発と構造の最適化により透過率の30%向上また, プラズマ隔壁を新設計し, 開口率の向上, さらに

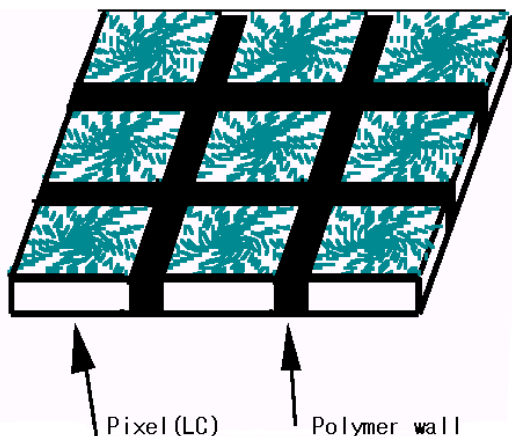


図7 ASMセルモード  
Fig. 7 Model of ASM cells.

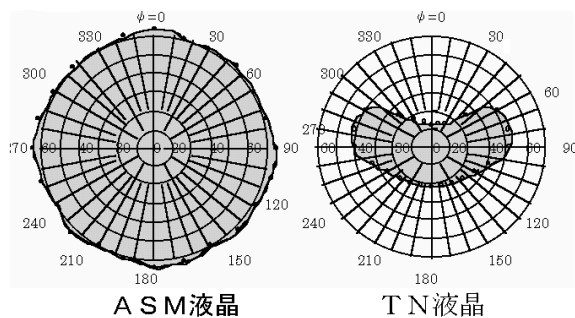


図8 ASM液晶とTN液晶の視野域  
Fig. 8 Comparison of viewing angle characteristics.

に高効率バックライトの採用により，従来の42型VGA対応パネルに比べ，約1.5倍の高輝度（同消費電力時）を実現した。

### 3. システム構成

今回開発したプラズマ液晶ディスプレイのシステム構成を図9に示す。パネル本体・データ側液晶ドライバ・走査側プラズマドライバ・ドライバコントローラ・映像信号処理，およびバックライトにより構成されている。

パネルは単純マトリクス構造で，データは線順次で液晶に書き込まれる。映像のデジタルデータは隣接ピクセル間で上下のデータ液晶ドライバ基板に振分けられ，約70Vのアナログ電圧に変換された後，液晶層に印可される。液晶および映像のガンマ特性の補正はドライバICでのアナログ電圧変換の際に行っている。走査側プラズマドライバはアノード・カソード間で約350V放電を行い，アノード電圧が液晶層へのデータ書き込みの際の基準電位となっている。1水平期間の

ほぼ1/3の時間を放電期間として用いており，またアノード電位をライン/フィールドで反転させることで，液晶ドライバの電圧を上げることなく，低クロストークの液晶交流駆動を実現している。

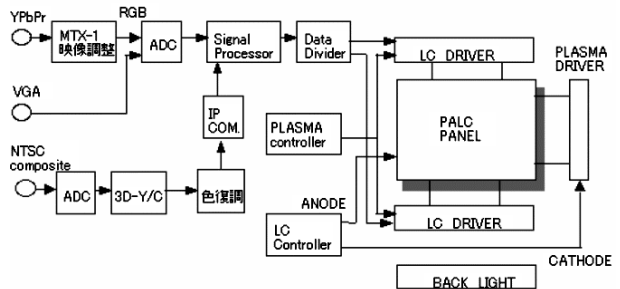


図9 PALCシステム構成  
Fig. 9 Block diagram of PALC display system.

映像信号処理部では，HDのYPbPr，NTSCのコンポジット・S入力・色差入力，パソコンのVGA・ワイドVGA入力に対応しパネル解像度(854\*RGB\*480)に合わせフォーマット変換と画質調整を行っている。HD入力時はYPbPr信号をRGBに変換し，映像調整さらにデジタル化の後，2次元フィルタ，3次元エンハンサ等のデジタル映像調整を行っている。NTSCコンポジット信号は3次元YC分離，色復調，デジタル化の後，順次走査変換し表示特性の改善を図っている。またNTSC信号に関しては2画面表示，ズーム画面等の映像表示が可能である。パソコン入力は入力のソースと表示モードに応じてDSPによる補間を行っている。これらの映像信号処理部と，液晶・プラズマドライバのコントロール部の大部分は，FPGAとプロセッサタイプのプログラマブルデバイスで構成した。

製品構造としては軽量化のためにEMI対策にも有効なアルミニウムシャーシを採用し，壁掛け，据え置きどちらの用途にも対応できるようにしている。また高輝度，高効率化のため新しく開発した高効率バックライトを採用し低消費電力化を図った。

さらには常にAC波形を監視し瞬時電源停止時にもパネル，回路を保護するような回路，および電源，温度，バックライト等の監視をする回路が盛り込まれている。

1998年のエレクトロニクスショーに展示したプラズマアドレス液晶ディスプレイの外観とその仕様を図10に示す。





画面サイズ	42型(933.1×524.2mm)
アスペクト比	16:9
解像度	854H×3×480V
走査方式	プログレッシブ方式
ドットピッチ	0.364×1.092mm
ドット表示色	1670万色
輝度	400cd/m <sup>2</sup> (全白画面)
視野角	160° H - 140° V
明室コントラスト	120:1(@300lux)

図 10 42型高視野角プラズマアドレス液晶ディスプレイとその仕様

Fig. 10 Exterior and performance of 98JES 42inch PALC display.

## 6. 高精細化技術<sup>8)</sup>

プラズマアドレス液晶パネルの高精細化技術について解説する。

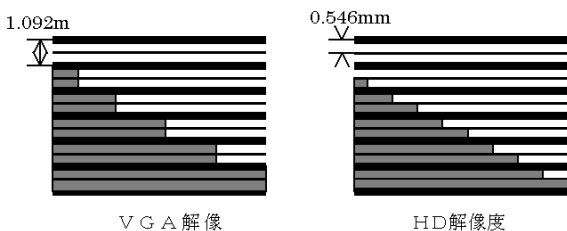


図 11 高精細化技術  
Fig. 11 High minuteness technology.

微弱なプラズマ放電をスイッチングに使うプラズマアドレス液晶の特徴を利用し、放電を2倍の細かさで制御することにより、VGAとほぼ同様の電極構造のまま垂直方向のライン数を2倍にすることに成功した。説明図を図11に示す。また、液晶のカラーフィルタ技術を生かし、平行方向の画素数も1920画素という高精細加工を実現した。映像処理ではHD映像信

号の倍速処理を行っている、また補間処理を最適化し、ちらつきのないプログレッシブ方式の表示を実現している。この垂直/水平両方向の高精細化の実現と上記映像処理により、情報ネットワーク時代に必要なHD対応高精細プラズマアドレス液晶ディスプレイを開発した。

1998年エレクトロニクスショーに展示したHD対応高精細化プラズマアドレス液晶ディスプレイの外観とその仕様を図12に示す。



画面サイズ	42型(933.1×524.2mm)
アスペクト比	16:9
解像度	1920H×3×960V
走査方式	プログレッシブ方式
ドットピッチ	0.162×0.546mm
ドット表示色	1670万色
輝度	350cd/m <sup>2</sup> (全白画面)
視野角	160° H - 140° V
明室コントラスト	100:1(@300lux)

図 12 HDTV用高精細化プラズマアドレス液晶ディスプレイとその仕様

Fig. 12 Exterior and performance of 98JES HD PALC display.

## むすび

42型広視野角プラズマアドレス液晶ディスプレイは、広視野角、大画面、且つ明るい環境でのコントラスト比が高いことで、1997年、1998年エレクトロニクスショー等各種展示会で高い評価を得た。またJR西日本新大阪駅に1998年12月より常時設置している。

壁掛けテレビとして家庭に入るためには、低価格・低消費電力・大型・薄型・軽量であることと、デジタル放送時代、情報ネットワーク時代に対応したディスプレイであることが求められる。プラズマアドレス液晶ディスプレイは、プラズマセルと液晶セルとで構

成されており、それぞれのセルの長所を最大限に生かし、高輝度・高コントラスト・広視野角の特徴を有している。また設計の自由度が高い点を大いに活用し、今後も発展していく新液晶技術を常に取り入れることも可能である。プラズマアドレス液晶ディスプレイは、情報ネットワーク時代において家庭、業務用共に主たる表示デバイスとして大型 FPD 市場の一翼を担う有力ディスプレイ方式となることを確信している。

#### 謝辞

最後に、本開発を進めるにあたり、ご協力頂いた共同開発メンバーであるソニー、フィリップスの関係各位に感謝致します。また、多大なご指導並びにご助言を頂いた D001 プロジェクトチーム上出統轄及び関係各位に感謝致します。

#### 参考文献

- 1) T. S. Buzak: "A New Active-Matrix Technique Using Plasma Addressing", Digest of Technical Papers, SID 90, pp. 420-423 (1990).

- 2) T. S. Buzak, P. J. Green, S. J. Guthrie, S. C. Harley, K. Hillen, G. R. Lamer, P. C. Martin, D. L. Nishida, T. L. O'Neal, W. W. Stein, K. R. Stinger, M. D. Wagner: "A 16-in. Full-Color Plasma Addressing Active-Matrix LCD", Digest of Technical Papers, SID 93, pp. 883-886 (1993).
- 3) 嶋崎武広, "PALCディスプレイの現状と将来" 電子ディスプレイフォーラム96講演集 pp. 6-52-6-57 (1996).
- 4) T. Kakizaki, S. Tanamachi, M. Hayashi, "Development of 25-in. Active-Matrix LCD Using Plasma Addressing for Video-Rate High-Quality Displays", Digest of Technical Papers, SID 96, pp. 915-918 (1996).
- 5) 岸下博, "PALCディスプレイの現状と将来ビジョン" 電子ディスプレイフォーラム98講演集 pp. 5-24-5-28 (1998)
- 6) 中山純一郎, 石井三男, "プラズマアドレス液晶ディスプレイ" J plus E, No.7, Vol.20, pp817-822 (1998).
- 7) 荒木哲, 西原通陽, 多賀史郎, 中山三男, 庄司和雄, "42型PALCディスプレイの開発" 98年映像デバイス学会年次大会講演集 (1998).
- 8) シャープ株式会社: ニュースリリース, 1998年10月5日.  
(1999年5月28日受理)