

民生用ディスプレイデバイス技術の進歩

Advances of Display Device Technology for Consumers

大前 秀樹* 川原 功**
Hideki Ohmae Isao Kawahara

要 旨

アナログ放送からデジタル放送への移行に伴って、テレビのディスプレイはCRT (Cathode Ray Tube) からFPD (Flat Panel Display) にその道を譲ることとなった。FPDに用いられるディスプレイデバイスとして当社が主に開発を主導してきたPDP (Plasma Display Panel) に関して、DC型から現在主流のAC型への変遷、フルHD (High Definition)、4K2Kへの高解像度化に至るまでの技術開発と、最近のLCD (Liquid Crystal Display) 技術開発ならびに有機EL (Electro-Luminescence) ディスプレイ開発までを解説する。

Abstract

Television displays have completely shifted from Cathode Ray Tubes (CRTs) to Flat-Panel Displays (FPDs), shifting from analog broadcasting to digital broadcasting. First, we explain the technological development of Plasma Display Panels (PDPs) in which our company has chiefly initiated development as a display device used for FPDs, detail the transition of the mainstream from the DC type to the AC type and to the high resolution of full High Definition (HD) and 4K2K. Next we explain recent technological developments of Liquid Crystal Display (LCD) and organic Electro-Luminescence (EL) displays of the future.

1. FPDの普及とその特徴

デジタル放送への完全移行を迎えるにあたり、FPDは従来のCRTに代わって広く普及しつつある。

PDPは自発光デバイスであり、高コントラスト、応答速度、色再現性、視野角特性などが優れており、当社はテレビとして他社に先駆けて商品化を進めてきた。

一方、LCDは受光デバイスであるが、広視野角化、動画性能改善、LED (Light Emitting Diode) バックライトの採用などでテレビとして十分な性能を確立し、より大画面化が進みつつある。

2. DC型PDPからAC型PDPへの変遷

PDPはDC型とAC型の2つの駆動方式が発明され、当社は最初DC型で開発を進めたが、その後AC型へと転換が図られた。

2.1 DC型PDPの開発

DC型は米国バローズ社が基本原理を発明し、NHK放送技術研究所で改良された、放電現象の非線形 (ヒステリシス) を利用したパルスメモリ駆動が採用された。1980年代後半には当社はラップトップコンピュータ用PDPをモノクロで量産、その後1996年には26型ワイド

PDPモジュールを商品化[1]、1998年にはハイビジョン用42型パネルを実用化、長野オリンピック会場などで公開された。

2.2 AC型PDPの開発

AC型はイリノイ大学で発明され、発光効率が高い特長を有し、1997年当社は42型ワイドPDPモジュールを商品化[2]、その後1998年以降の商品はすべてAC型に転換されていった。

3. PDPの性能向上技術

PDPは元来、動画性能や色再現性、視野角特性などに優れたデバイスと言われてきたが、当社では新規材料の開発、新パネル構造の導入、新駆動方式および新信号処理方式の開発により、その性能を向上させる技術開発を進めてきた。第1図に示すように、高効率化、高画質化が進められ、製品に導入されている。

3.1 高効率化技術

材料、デバイス、駆動改善による発光効率向上が進められている。1998年には、赤・青・緑のセルをそれぞれ非対称とすることで三原色の発光バランスを改善し、高輝度かつ純度の高い白色再現を可能にした非対称セル構造を開発し、それまでの輝度を1.5倍向上させた。2003年には井桁セル構造を開発し、隣接画素での誤放電を防止しながら開口率を高めることに成功し、輝度をそれまでの1.5倍向上させた。

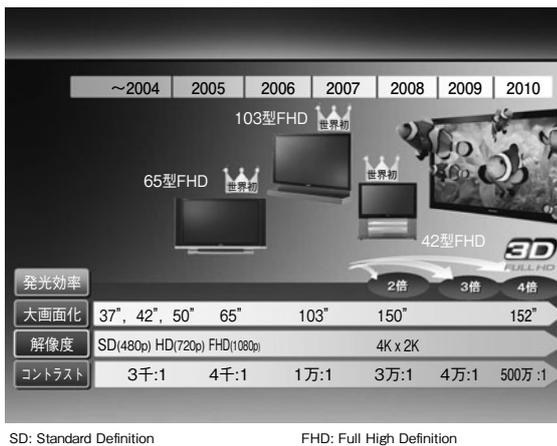
2007年には、隔壁、電極、ブラックマトリクス細線化

* 映像デバイス開発センター

Image Devices Development Center

** パナソニック プラズマディスプレイ (株)

Panasonic Plasma Display Co., Ltd.



第1図 当社PDP開発の歩み

Fig. 1 History of developing PDP in Panasonic

を行い、2008年にはNeoPDPで2倍、2010年には新ダイナミックブラックレイヤーの開発でさらに2倍の発光効率向上を実現した。

3.2 高コントラスト化技術

PDPは、予備的発光である初期化放電での発光を最小化するために、電子放出源の材料開発と、これに合わせた駆動波形の最適化が進められた。

1998年には、ランプ波形（三角波）で初期化放電を行うことにより1回当たりの発光を大幅に低減させ、従来コントラスト150:1を550:1に改善した。さらに1999年、初期化放電を1フィールド当たり1回に低減するリアルブラック駆動を開発し、コントラスト3000:1に改善した。

その後、2003年ディープブラックフィルタ、2010年フルブラックパネルなどの開発により、コントラスト50万:1を実現した。

3.3 高画質化技術

PDPは、一定の強さをもつ発光パルスの単位時間当たりの数を制御するパルス数変調により階調表現を行っている。すなわち1 TVフィールドを複数のサブフィールドに分割し、重みづけされた各サブフィールドの発光回数数の組み合わせにより輝度を制御している。そこでピーク輝度の映像のAPL（Average Picture Level）値に応じて最大発光回数を適応的に変えるプラズマAI（Adaptive brightness Intensifier）技術[3]の開発などにより、消費電力を増加させることなく、最大ピーク輝度、コントラストを向上し、動画擬似輪郭を低減させ、高画質を実現している[4][5]。

3.4 高精細・大画面化技術

PDPでは消費者のニーズとデジタル放送の普及に伴

い、より高精細化、大画面化を進めてきた。

高精細化については、2005年65型で初のフルHDパネル（セル間ピッチ0.25 mm）を、さらに2007年には42型でフルHDパネル（セル間ピッチ0.16 mm）を商品化した[6]。隣接セルの放電干渉を抑制し、微細なセルでも安定に駆動させる技術を開発した。

大画面化についても、2005年には65型、2006年には103型、2010年には152型を順次商品化した[5]。

3.5 3D化技術

PDPの高速表示性能を生かし、2010年には眼鏡あり3DフルHDテレビを商品化した。これまでに述べた高効率、高コントラスト、高画質などPDPの強みを最大限に生かすことにより、臨場感豊かな立体画像再生が実現できた。

特に3Dテレビでは、左眼用・右眼用の映像を通常の2D表示の2倍の速さで描画する必要があり、さらなる高速表示性能が求められる。そこでPDPでは高速描画に加えて、蛍光体においても残光時間が短かつ発光効率がよく、安定性が高い、短残光蛍光体を開発した[7]。

さらに、この短残光蛍光体の長を生かす駆動方式を新規開発することにより、左右の映像が交じり合うクロストークを抑制する立体表示が可能となった。

4. LCDの性能向上技術

一方、LCDも近年大きく性能改善が図られた。IPS（In Plane Switching）方式の採用により、自発光デバイスに近い広視野角が実現され、高精細のモバイル用途から大画面テレビまで幅広く応用されるようになった。当社では2004年32型テレビを商品化した。

さらに、ここ数年LEDバックライトの採用により、薄型・軽量化、高コントラスト化が図られている。

4.1 IPS方式の改善技術

当社では、1990年代からIPS方式の開発に着手し、視野角による色シフトの課題を改善する「く」の字型電極と呼ばれる画素全体を屈曲させた新しい電極構成を開発した[8]。

その後、(株)IPSアルファテクノロジー（現パナソニック液晶ディスプレイ（株））で櫛歯状の透明電極と平面電極の組み合わせで、さらなる進化をし、現在では178°という広視野角を実現するに至っている。

4.2 倍速駆動による動画性能改善技術

LCDはホールド型表示素子であり、1秒間に60フレームを表示する通常の駆動では残像が大きくなり、動画性能が不十分となる。残像を低減するには、2つのフレー

ム間に補完フレームを挿入し、1秒間により多くのフレームを表示することが有効であり、これにより動画性能を改善することが可能である。当社では高速応答パネルを開発するとともに、通常の4倍の速度で駆動を行うことで、動画解像度[9]1080本を達成し、残像の少ない3D表示を実現している。

4.3 LEDバックライト採用による改善技術

LCDのバックライトは従来の冷陰極管（CCFL: Cold Cathode Fluorescent Lamp）からLEDへ移行が進んでいる。LEDバックライトの場合、直下型からエッジ型が主流になりつつある。これにより、薄型軽量化、低消費電力化が図られた。また、画面をエリア制御し、信号に対応させて明るさ調整を行うことにより500万:1の高コントラスト化が実現可能となった。

5. 有機ELディスプレイの開発

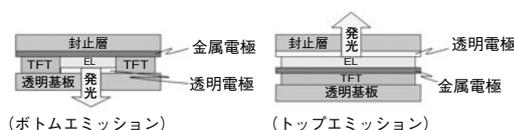
有機ELディスプレイは比較的新しい技術であり、1987年コダック社から多層構造が発表された[10]。有機ELはPDPと同様に自発光デバイスであり、高コントラスト、高光利用効率、高速応答性の特長を有している。LCDのようなバックライトは不要であり、薄型・軽量化が期待される。

5.1 ELの特長と課題

有機ELパネルの構造は、ボトムエミッションとトップエミッションの2タイプに大別される。

第2図に示すように、ボトムエミッションは下面から光を取り出す方式で、TFT（Thin Film Transistor）素子とEL素子が同一面上に存在し、下面は透明電極が形成される。ボトムエミッションは簡易な構造で実現可能であるが、TFT素子と信号配線により、EL素子面積（開口率）が小さくなる課題がある。

一方、トップエミッションは上面から光を取り出す方式で、TFT素子の上面にEL素子が形成され、上面に透明電極が形成される。トップエミッションはTFT素子や信号配線によらず、EL素子面積（開口率）を大きくできる特長があるが、構造が複雑で、特に透明電極形成時の



第2図 有機ELパネルの構造
Fig. 2 Structure of OLED panel

EL層へのダメージとEL層封止構造が課題である。

5.2 当社の開発取り組み

有機ELディスプレイの主要課題は、コストと信頼性である。これら課題を解決すべく、当社はデバイス構造・材料・プロセス・駆動について技術開発を進めている。

6. 動向と展望

PDPは、高効率、高コントラスト、高画質化する技術開発により大きく性能改善が図られた。また、高精細化、大画面化により、臨場感あふれる映像を提供し、消費者に大きな感動をもたらすことができた。

LCDも広視野角、高コントラスト、倍速駆動により、より大画面化が可能となり、薄型テレビの主流となった。

さらに今後は、有機ELなど新しいディスプレイデバイスの出現により、より低消費電力で環境に優しいディスプレイや、軽量、モバイル、フレキシブルといったよりユビキタスなディスプレイが実現され、消費者の生活がより快適になることが期待される。

参考文献

- [1] 川原功 他, “26インチワイドプラズマディスプレイモニタ,” National Tech. Rept., vol.42, no.3, pp.290-297, 1996.
- [2] 脇谷敬夫 他, “AC型プラズマディスプレイモジュールの設計技術,” Matsushita Tech. Journal, vol.46, no.3, pp.283-289, 2000.
- [3] 森田友子 他, “PDP高画質化技術プラズマAI,” Matsushita Tech. Journal, vol.46, no.3, pp.290-295, 2000.
- [4] 笠原光弘 他, “デジタルハイビジョンプラズマテレビの高画質化技術,” Matsushita Tech. Journal, vol.50, no.5, pp.335-339, 2004.
- [5] 川原功 他, “PDPの超高画質化技術・高効率化技術,” パナソニック技報, vol.56, no.4, pp.260-264, 2011.
- [6] 橋弘之 他, “世界初42v型フルハイビジョンプラズマディスプレイパネル,” Matsushita Tech. Journal, vol.53, no.2, pp.77-81, 2008.
- [7] 三谷浩 他, “3DフルHDプラズマTVの高画質化技術,” パナソニック技報, vol.56, no.4, pp.230-235, 2011.
- [8] 木村雅典 他, “23型ワイドUXGAカラー TFT液晶パネル技術,” Matsushita Tech. Journal, vol.46, no.3, pp.257-262, 2000.
- [9] (株)次世代PDP開発センター, “「動画解像度」測定方法の提案,” <http://www.advanced-pdp.jp/fpd/index.html#4>, 参照 June 5, 2011.
- [10] C. W. Tang et al., “Organic electroluminescence diodes.” Appl. Phys. Lett., vol.51, no.12, pp.913-915, 1987.