

# 高効率 PDP の試み

## Attempt for High Luminous Efficacy PDPs

打土井 正孝

Masataka Uchidoi

**要 旨** IDW '06 (The 13th International Display Workshop) で当社が発表した高効率、高コントラストのPDPのパネル構造, ASSC 構造 (Address Space Separation Cell Structure) を紹介する<sup>(1)</sup>。

PDP はガス放電を利用したディスプレイで、各画素（ピクセル）は3原色に相当する放電単位（放電セル/サブピクセル）で構成されている。一般に、表示期間における点灯、非点灯を決める制御放電と、輝度表示を行う維持放電は、同じセル内で行なわれている。ASSC 構造では、各セルを制御セルと表示セルに分割することにより、表示セルは発光効率の向上、制御セルは制御性（安定駆動、高速駆動）の向上にそれぞれ最適化することにより、表示特性を低下させることなく高い発光効率実現した。また、不要発光を伴う制御放電を遮光された制御セルで行うことにより、黒輝度の低減ができた。試作した50型パネルで、発光効率2.8 lm/W、パネルでのピーク輝度1200 cd/m<sup>2</sup>、黒輝度0.04 cd/m<sup>2</sup>、コントラスト30000:1を達成した。

**Summary** In this paper, high luminous efficacy and very low black luminance ASSC (Address Space Separation Cell) Structure, which was reported in IDW '06 (The 13th International Display Workshop)<sup>(1)</sup>, is reviewed.

PDPs are the displays using gas discharge. In a PDP each pixel is formed by three subpixels (cells or discharge cells) emitting red, green or blue primary color. For conventional cell structures, control discharges, which determine the on-off condition of the cell, and sustain discharges, which induce light output, are occurred in each discharge cell. For ASSC structure, each discharge cell is divided to two sub-cells of a control cell and a display cell. The structure of display cell is optimized for high luminous efficacy and the structure of control cell is optimized for discharge control (high speed and stable driving). ASSC structure shows high luminous efficacy, and high speed and stable operation of PDPs. In addition, low black luminance is also obtained by shading the control cells behind black stripes, where control discharges with unnecessary light emission are occurred. A test 50-in. WXGA ASSC PDPs shows a luminous efficacy of 2.8 lm/W, a panel peak luminance of 1,200 cd/m<sup>2</sup>, a black luminance of 0.04 cd/m<sup>2</sup>, and a contrast ratio of 30,000 to 1.

**キーワード：** プラズマディスプレイ, PDP, 高性能化, 高画質, ASSC 構造, ワッフルリブ, クリア駆動法, 高純度クリスタル層, クリスタルエミッシブレイヤー, 超高速放電, 安定微弱放電

### 1. はじめに

PDPの課題として、高画質と低消費電力が求められている。画質においては究極のコントラスト無限大、黒輝度ゼロを視野に入れたPDP「KURO」の技術が注目を集めているが、低消費電力でもパイオニアはPDP

の中で最先端を走っている。本報告では、IDW'06 (The 13th International Display Workshop) で、安喰、根来、北沢、茂木、塩崎、矢作、尾谷、谷口、岩岡、三枝、雨宮より発表された高効率、高コントラストのパネル構造、ASSC 構造 (Address Space Separation

Cell Structure / アドレス空間分離セル構造) ” High Luminous Efficiency and Low Black Luminance AC PDP with Address Space Separation Cell Structure “, を紹介する [1]. PDP 「KURO」 に用いられた技術以外にも, 高効率と高コントラストを目指す技術がいくつか開発された。これは, その中の一つで, パイオニアの開発発想の豊かさを示している。

PDP はガス放電を利用したディスプレイで, 各画素 (ピクセル) は 3 原色に相当する放電単位 (放電セル / サブピクセル) で構成されている。一般に, 表示期間における点灯, 非点灯を決める制御放電と, 輝度表示を行う維持放電は, 同じセル内で行なわれている。PDP は各画素 (ピクセル) の 3 原色に相当するサブピクセルを放電単位 (セル) としている。各セルでは, 表示期間における点灯, 非点灯を決める制御放電と輝度表示を行う維持放電が行われている。制御放電では, パネル全面の放電履歴を無くし, 放電条件を均一化するためのリセット放電と点灯非点灯を決めるアドレス放電が行われるが, 表示を行わない非点灯セルでも行われる。この放電による発光が表示輝度の黒レベルを上昇させ, コントラストの向上を阻害していた。また, 表示放電における高発光効率と, 制御放電の制御性の良さを両立させる困難さもあった。ASSC 構造では, 放電セルを制御セルと表示セルに分割し, 放電セルは,

発光効率に最適化し, 制御セルは放電制御に最適化することを試みた。

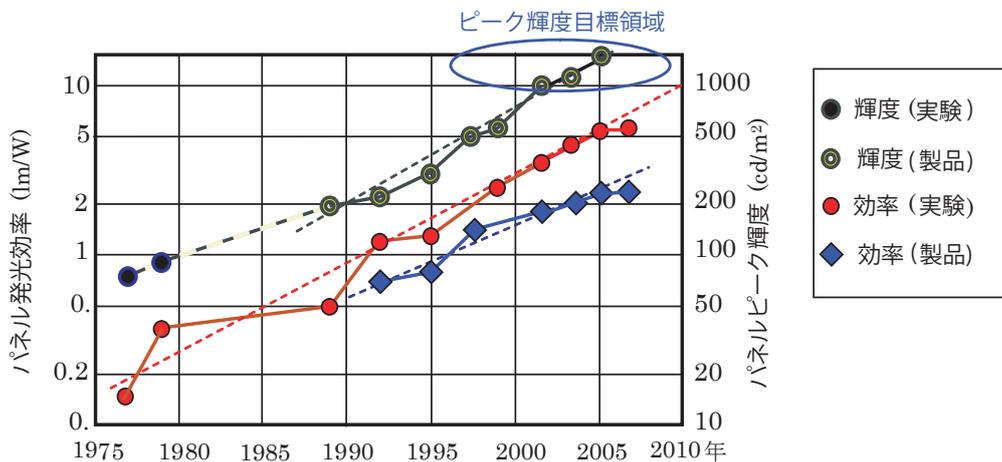
## 2. 開発の技術背景

### 2.1 発光効率向上と浮きのない黒の実現

図 1 に, PDP の発光効率向上の経過を示す。年代順にブレークスルー技術も示す。独立電極 (T 字電極), クローズドリブ (ワッフルリブ), 高 Xe 濃度ガス, 高速放電 (クリア駆動, クリスタルエミッシブレイヤー) など, 高画質化と平行して最近の発光効率向上のけん引役はパイオニアが担っている。2005 年前後からは, セットの消費電力が許容できるものになってきたこと, フル HD 化や高画質化技術の開発が優先されたことから, 効率向上のペースが鈍っている。ここに来て, 国内の省エネ法, EuP, エナジスター など地球温暖化対策としてテレビの消費電力削減が大きく求められ, 更なる発光効率改善が必要とされている。また, LCD や他社の PDP に対し画質での差別化を図る上では, 動画表示の優位性だけでなく, PDP の大きな課題の一つとされていた浮きのない黒の表現, すなわち暗コントラストの向上が望まれていた。

### 2.2 高 Xe 濃度ガス

放電ガス中の Xe 濃度を上げると PDP の発光効率が向上することは良く知られているが, 図 2 に示すように,



技術	対向型	面放電型			
		透過型	反射型		
		2 電極	3 電極 (連続)	独立電極 (T 字, 短冊)	
				電極共通 (アリス)	
		リブ構造模索	ストレートリブ	クローズドリブ (ワッフル)	
		He - Xe		Ne - Xe	
		低Xe濃度 (1%)		Xe 5%程度	高Xe濃度 (>10%)
		保護層 MgO (2 次電子, 壁電荷, 寿命)		電子源 (高速放電)	

図 1 PDP の発光効率向上の推移

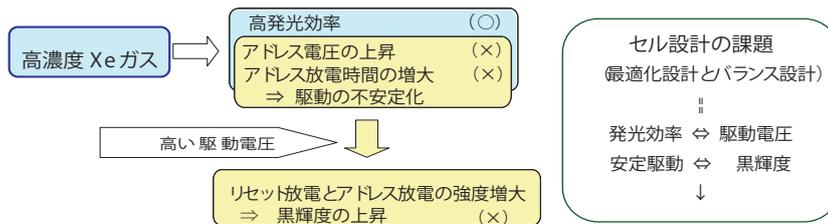


図2 高濃度 Xe ガスとその課題

リセットやアドレスの駆動電圧上昇や、放電遅れの増大（放電時間の増加）が起き、駆動の安定性が損なわれる。駆動電圧を上昇すると駆動安定性は改善するが、不要発光が増え黒輝度の上昇を伴う。高発光効率と黒輝度の低減を両立させることが大きな課題となっていた。

るため、各放電セルを制御セルと表示セルの2つのサブセルに分離し、制御セルは安定で不要発光を起こさない方向で最適化し、表示セルは高発光効率に最適化する、アドレスと表示を空間的に分離できるセル構造を検討した。そのコンセプトを図3に、従来の構造との違いを図4に示す。図5は試作したパネルの観察写真を示す。パターン形成した誘電体のスリットを通じて制御セルの放電で表示セルの制御を行う。

### 3. ASSC 構造

#### 3.1 ASSC 構造の構成と制御原理 (Address Space Separation Cell Structure/ アドレス空間分離セル構造)

高発光効率で、沈んだ黒（低い黒輝度）を表現す

#### 3.2 ASSC 構造のパネル特性

図6に試作パネルで測定した、ASSC 構造の発光効

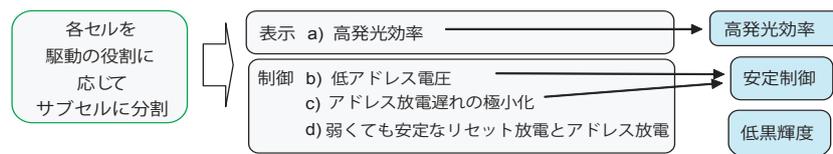
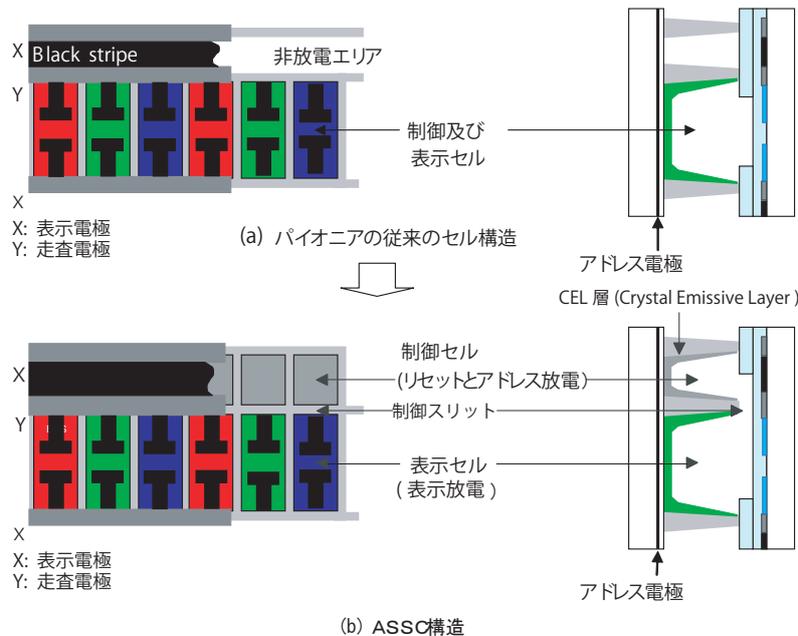


図3 ASSC 構造のコンセプト



ASSC 構造では、ワッフル構造の上下リブ間の非放電エリアを、各セルごとに分割した上で、表示セルと制御セルの間にスリットを形成する。制御セルおよび非放電エリアはとともに、ブラックストライプで覆われる。

図4 従来のセル構想（T & Waffle）とASSC 構造の比較

率と Xe 濃度との関係を示す。Xe 濃度 30%で3 lm/W を超える発光効率を示す。図7には、アドレス動作に対応する対向放電の、電圧と放電確率のXe濃度に対す

る変化を、従来構造と比較する。高Xe濃度ガスに対しても、従来に比べ低い電圧で駆動でき、放電確率も充分高く、安定な高速駆動が可能であることを示している。

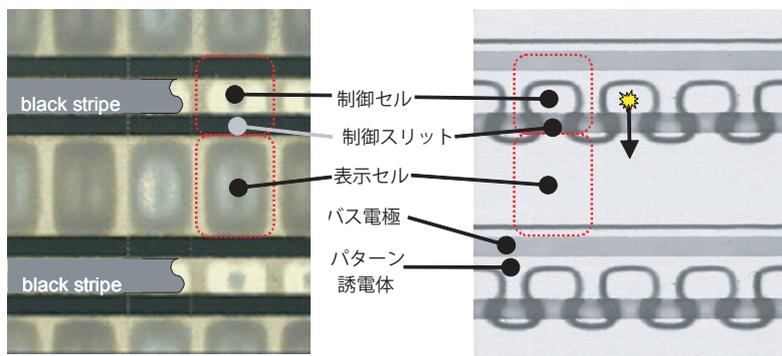
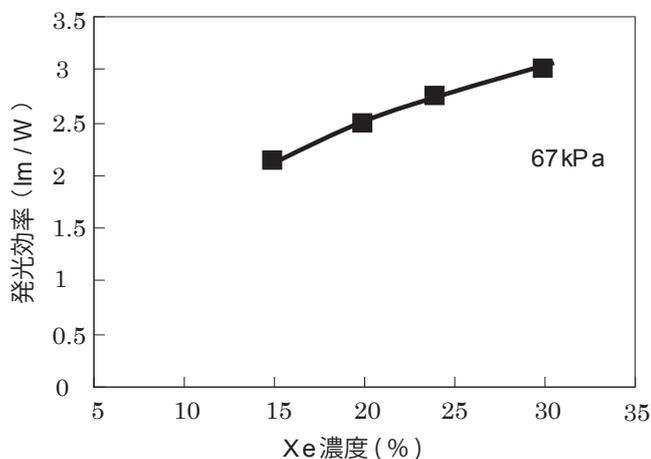
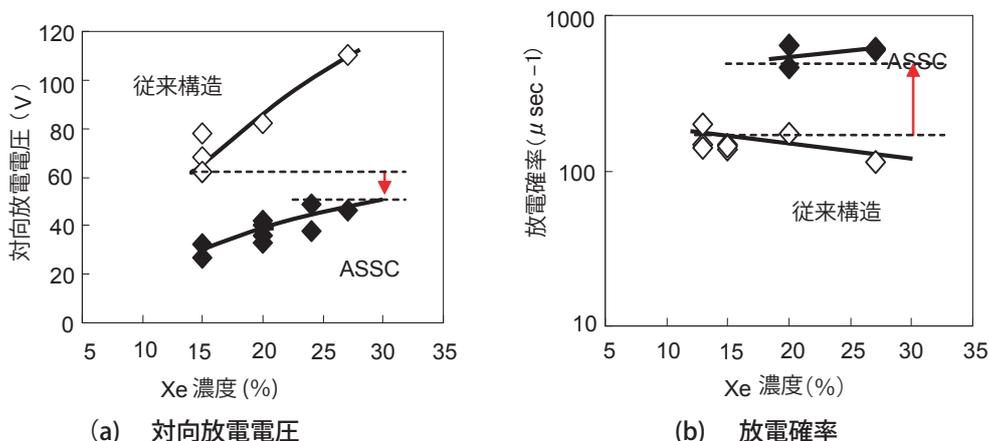


図5 ASSCパネルの観察写真



Xe 濃度を上げれば、発光効率は向上できる。(30 kHz の矩形波で測定)

図6 ASSC 構造の発光効率



(a) 対向放電電圧  
従来セルのXe 15%より低電圧でXe 25%以上の放電ガスを駆動できる

(b) 放電確率  
アドレス放電確率も大きく向上し安定な駆動特性が期待できる

試験用波形： 表示セルでの維持放電のあとに休止期間を設け、その次のアドレス動作に相当する対向放電の特性を評価した。

図7 ASSC 構造と従来構造の放電特性の比較 (アドレス特性比較)

### 3.3 ASSC パネルの駆動

図8に ASSC パネルの駆動コンセプトを示す。高発光効率で、低電圧、低黒輝度が実現できるとともに、アドレスを蛍光体のない制御セルで行うため、アドレス時に蛍光体の影響を受けず駆動マージンの拡大も期待できる。

図9は、従来構造における各駆動過程での放電の様子を赤外線発光観察像で示すとともに、駆動メカニズムを説明している。従来の駆動では、リセットで表示電極を陽極として走査電極とアドレス電極の方向に放電を起こし、走査電極とアドレス電極に一定の壁電化の形成（表面を帯電させること）を行う。アドレス

では走査電極を陽極としてアドレス電極に向かって放電を起こし、点灯させないセルの壁電化を消去する（放電により除電する）。維持放電では壁電荷のある（帯電している）セルのみ放電を起こし画像表示を行う。表示を行わない off-cell でリセットとアドレス放電を行うため  $0.4 \text{ cd/m}^2$  の不要発光が生じる。

図10は、ASSC の駆動メカニズムを、図9と同様に、各駆動過程の赤外線発光観察像を用いて説明している。ASSC の駆動では、リセット放電は遮光され表面から見えない制御セルで行われる。従来とは違い消去リセットをおこない、放電によって壁電化を消去する（除電する）。最初のサブフィールドのアドレス放

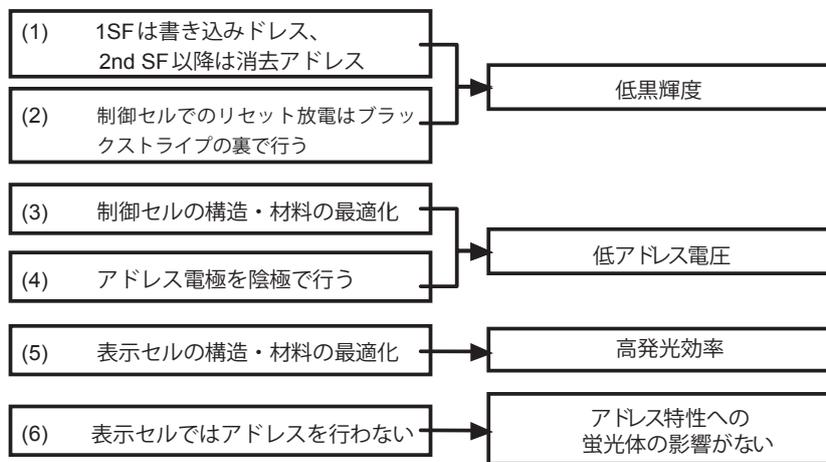
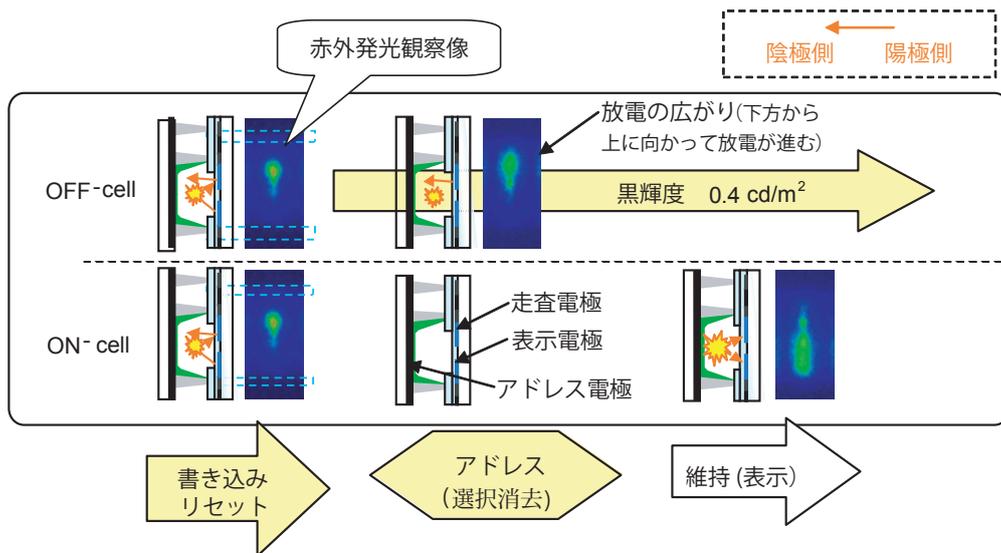


図8 ASSCの駆動法の仕組みと特徴



発光観察はBSなしで行った。黒輝度の数値はBS（ブラックストライプ）のある状態の観察値を示す。放電はリセット時に、下方の表示電極から上方の走査電極とアドレス電極（蛍光体面）に向かって起こり、アドレス時は走査電極からアドレス電極に向かって起こる。

図9 従来セル構造のCLEAR駆動 -- 駆動過程と発光観察（IR emission） --

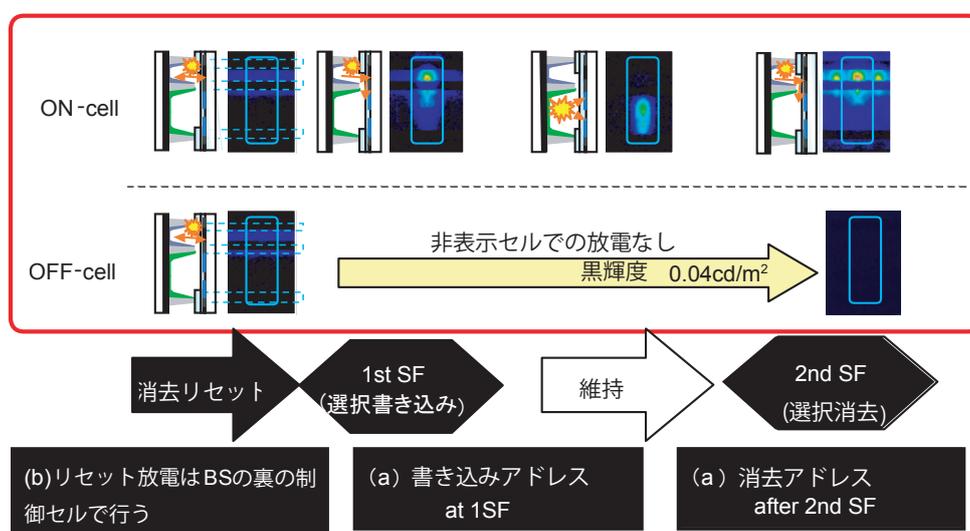
電は表示するセルのみで書き込み放電を行う。このアドレス放電は、制御セル内でアドレス電極から走査電極に向って行われ、表示セル内に伝播させることにより、表示セルを書き込む（壁電荷を生成する）。2つ目以降のサブフィールドでは、従来のクリア駆動と同じように、点灯していたセルのみに選択消去（次のサブフィールドで点灯させないセルの壁電荷を消去する）を行う。リセット放電が表面から見えない制御セルで行われることと、非点灯セルではアドレス放電も行なわないため不要発光が殆ど無く、 $0.04 \text{ cd/m}^2$ の黒輝度を実現している。

### 3.4 試作 ASSC パネルの性能

図 11 に試作した WXGA 50 型 ASSC PDP とその表示画像を示す。動画表示を行い、誤放電のない高画質な画像表示が実現できている。表 1 には、試作 50 型 ASSC PDP の仕様と性能を示す。2.8 lm/W の高い発光効率、 $1,200 \text{ cd/m}^2$  のピーク輝度、 $0.04 \text{ cd/m}^2$  の黒輝度が実現できた。

### 4. まとめ

高発光効率と低黒輝度を特徴とする ASSC 構造を開発した。



発光観察はBSなしで行った。黒輝度の数値はBSのある状態での観察値を示す。リセットは遮光され表面から見えない制御セルで行われるとともに、非点灯セルではアドレス放電も行わず、不要発光が殆ど無い。

図 10 ASSセルの駆動



図 11 ASSC 構造パネルを用いた 50 型試作品と、表示画像

表1 試作 ASSC 構造 PDP の仕様と性能

項目	仕様と性能
画面サイズ	対角 50 インチ
画素数	1280(H) × 768(W)、WXGA
発光効率	2.8 lm/W
ピーク輝度	1,200 cd/m <sup>2</sup>
黒輝度	0.04 cd/m <sup>2</sup>
暗室コントラスト	30,000:1

ASSC 構造では、各放電セルを表示セル（サブセル）と制御セルに分離し、表示セルは発光効率で最適化し、制御セルは高濃度 Xe ガスの駆動に最適化した。リセット放電をブラックストライプの陰で行い、最初のサブフィールドで点灯書き込みを用いたことにより黒輝度の大幅な低減が実現できた。

試作した WXGA50 型 ASSC PDP で、発光効率 2.8 lm/W、黒輝度 0.04 cd/m<sup>2</sup> の特性が得られた。

## 5. おわりに

PDP の課題として求められている、より一層の高画質と低消費電力を実現する上で、発光効率向上と、黒輝度の低減は、必須の技術とされている。本報告は、高画質の評判が高い PDP「KURO」にいたる開発と平行して進められた研究の中で得られた成果のひとつで、2006年の IDW '06 で発表した内容を解説した。パイオニアの PDP は、薄型テレビの世界で、より高画質、より低電力という技術の最先端を走り続けている。

## 参 考 文 献

- (1)H. Ajiki, Y. Negoro, S. Kitazawa, K. Mogi, Y. Shiozaki, K. Yahagi, E. Otani, H. Taniguchi, S. Iwaoka, N. Saegusa, K. Amemiya. “High Luminous Efficiency and Low Black Luminance AC PDP with Address Space Separation Cell Structure”, IDW '06, PDP5-2 (2006)

## 筆 者 紹 介

打 土 井 正 孝 (うちどい まさたか)  
HBG PDP パネル開発統括部