

# DC型カラーPDPの発光輝度向上検討

一番ヶ瀬 剛\*

## Improvement examination in luminance of the DC type color PDP

Tsuyoshi Ichibakase\*

### Abstract

Luminance is important subject for the color plasma display. In a color plasma display, the phosphor is white and reflection of phosphor is produced by incident rays from outside. For this reason if the level of the reflective light of a phosphor becomes large compared with self luminescence of a phosphor, contrast will fall. Although there was also a method of using an optical absorption filter for the front of PDP panel for the improvement in contrast, it was difficult to maintain contrast enough only by this method. For this reason the luminance of the PDP panel needed to be improved. In this research, analysis and examination were performed about the relation of the luminance of PDP, and discharge gas, and the relation of luminance and PDP panel structure. Consequently, the effective composition contributed to luminance became clear about the discharge gas composition and panel structure. Based on this research result, the information color plasma display was developed and was produced.

Keywords: color plasma display, discharge gas, neon xenon, luminance.

### 1. はじめに

文字あるいはパターン表示が可能なプラズマディスプレイ（PDP：Plasma Display Panel 以降PDPと記す）は小型軽量で薄く、しかも表示品位に優れた表示装置である [1] [2] [3]。ネオンガスを放電ガスの主成分とするDC型モノクロPDPは、ブラウン管以外のコンピューター表示装置として、小型コンピューターに初めて使用された。これと並行して、表示面積の大きい文字表示用PDPが開発され実用化された。その後、より表示機能の高いカラーPDPの研究が続けられた。カラーPDPはネオンガスを放電ガスの主成分とするDC型モノクロPDPと異なり、放電ガスの発光を直接使用せず蛍光体の発光を使用する。カラーPDPでは放電中のキセノンガスが発する紫外線を表示パネル内の蛍光体に照射する。紫外線を受けた蛍光体はR、G、Bの可視光を発光する。

DC方式による情報表示用のカラープラズマディスプレイを実現するに当たって、発光輝度向上の課題があった。カラーPDPでは、蛍光体の発光を使用するが、蛍光体は白色である。このため、パネル外部から入射する外光は、蛍光体で反射される。蛍光体で反射さ

れる外光は、紫外線照射で発光する自己発光と区別ができないためコントラストが低下する。コントラストの向上のためにPDPパネルの前面に光吸収フィルターを用いる方法もあるが、この方法だけではコントラストを十分維持することは困難である。このためPDPパネル自体の発光輝度を上げる必要があった。本論文では情報表示用PDPの輝度と放電ガス構成の検討結果、及び輝度とPDPパネル構造に関する検討結果について報告する。

### 2. 実験方法

プラズマディスプレイ（PDP）

図1は本研究で使用したDC型情報表示用PDPの構造を示す。パネルは二枚のガラス板からなり、表面板と背面板で構成される。表面板は横方向に走る陰極（カソード）と陰極を囲型状に囲む隔壁（リブ）を備えている。隔壁は放電セルを分離してセル間の誤放電を防ぎ陽極と陰極（カソード）の放電距離（ギャップ）を維持する。放電セルは1.47mm×1.28mmの囲型状の隔壁（リブ）で構成されている。陰極（カソード）は低融点ガラスを含むアルミニウム粒子からなる材料で作られている。

放電によりXeから発生した波長147nm

mの紫外線は蛍光体を可視発光させる。蛍光体で発光した光は、陰極（カソード）と隔壁（リブ）の間を透過し、表面板の外部へ取り出される。背面板は縦方向に走る陽極（アノード）を備えている。アノード上には蛍光体層が放電セルごとに形成されている。蛍光体はR、G、B発光用の三種類で構成される。また蛍光体層の中心にはカソードと対向するよう、アノード面が露出している。アノードは低融点ガラスを含むニッケルからなる材料で作られている。アノードは主放電セル用アノードと種火放電用のアノードからなる。種火放電用のアノードは長さが短く蛍光体が形成されていない。種火放電用のアノードは主放電セルの両側に形成されており、主放電での種火放電（トリガー放電）に使用される。

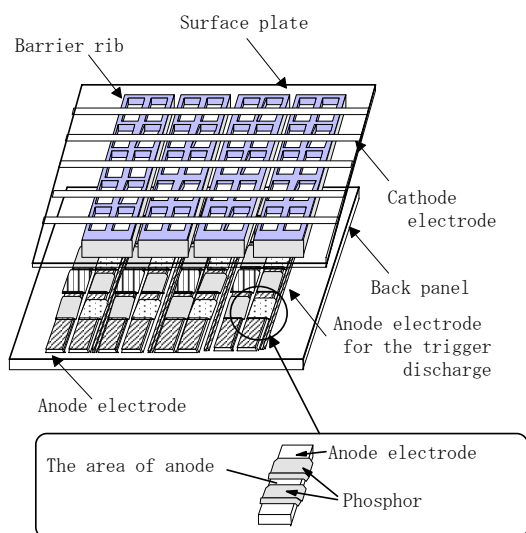


図1 プラズマディスプレイパネルの構造  
Fig.1 Structure of the PDP panels.

PDPの表面板そして背面板に形成される電極あるいは隔壁（リブ）などの全ての形成物は、低融点ガラスを含むガラスペーストを用いたスクリーン印刷で厚膜印刷される。その後焼成して完成する。表示パネルは二枚のガラスを張り合わせ、その周囲を低融点ガラスで封じて仕上げる。表示パネルは350℃で1時間、 $1 \times 10^{-4}$ Torr以下の真空中に排気し、その後室温まで冷却する。そして、放電ガスとしてXeを含む混合ガスを約100～500Torr封入する。

表示放電は放電セルがカソードとアノードで選択されたときに放電する。カソードラインは表示パネルの上方から下方へ向かって順番に負電位に選択されていく。この選択は絶えず行われており、繰り返すことからスクロールと呼ばれる。スクロールの途中、放電に

必要なカソードラインが選択された時、表示に必要なアノードが正電位に選択される。このとき表示放電が行われる。このように表示放電はカソードラインとアノードラインの選択で表示位置が決まる。

PDPでは表示放電での放電遅れによる放電のチラツキを防ぐため種火放電が使用される。種火放電は微小な放電を行うことでイオンを発生させ、表示放電の放電開始電圧を低下させるとともに、放電遅れを防いで表示放電を確実にする。これには多くの方式が提案されているが、本実験では補助電極方式を用いた。補助電極方式の種火放電は、表示パネル上方のリセット電極で発生させたイオンを順番に次の種火放電に使用する。カソードがスクロールを通じて上方から順に選択される時に、次の種火放電セルでイオンが使用され転送されていく。このため種火放電用のセルは縦方向に隔壁（リブ）で分離されていない。種火放電で発生する紫外線は隔壁（リブ）で遮断され、蛍光体に達しない。この種火放電は表示用の主セルの放電の有り無しにかかわらず行われている。種火放電で発生したイオンは隔壁（リブ）と背面板の隙間を通じて主放電セルに達し、表示放電の放電開始電圧を低下させるとともに、放電遅れを防いで表示放電を確実にする。

実験で使用したカラーPDPは4セルを一つの画素とし2セルを緑色（G）、残りの2セルにそれぞれ青色（B）と赤色（R）を配置した。このR、G、Bセルの発光を組み合わせることで白色を含む8色の表示ができる。この4セルを一画素とし縦24横160画素をもつカラーPDPとして試作した。

### 3. 実験及び結果

#### 3.1 PDPの放電ガス構成と輝度

輝度向上を検討するに当たって、放電ガス構成と発光輝度との関係を調べた。

カラーPDPの発光は放電ガス成分であるXeの紫外線放射を使用する。このため放電ガス中にはキセノンが不可欠である。しかしながら、放電ガスとしてキセノンガスを100%使用した場合、放電電圧が上昇し放電状態も非常に不安定となる。このため、放電状態を安定にし放電電圧を低下させるためにXeガスに希ガスを添加して使用してきた。この場合、希ガスの添加量は40～95%程度であり、放電ガス中のペニングガスとして

の作用とは異なる[4]。

PDPは放電を利用するためスパッタリングを生じる。PDPではスパッタリングが寿命時間を決めるため、スパッタリングを抑止することは極めて重要な課題である。初期の実験では添加する希ガスとして、分子量が小さく放電しやすいHeを90~95%添加して使用した。しかしながらHeはスパッタリングも大きく、寿命特性が短くなる。耐スパッタリング特性を改善し放電も容易な添加希ガスとして、Heに次いで分子量の大きいNeガスがある。発光輝度と放電ガス構成の実験では寿命特性も考慮し、Xeに添加する希ガスとしてHeとNeについて検討を行った。

Xeを放電ガスとして使用する場合、Xe成分が多くなるほど放電電圧が上昇し放電の安定性は悪くなる。PDPパネルの構成と駆動回路からの制限として放電電圧は300Vが上限である。これ以上の放電電圧になるとPDPパネル内で異常放電を生じ、放電セル間のクロストークや電極の破壊などを生じる。実使用を考慮すると使用できるXe量は30%以内である。実験では、「2. 実験方法」で示したPDPと同じ構造を持つ、基礎実験用の小型パネルを使用した。放電ガスを検討する場合、ガス構成や圧力によって、放電電圧の上昇や異常放電を生じる。このため通常の駆動方式が使用できない。評価は連続直流放電で行った。

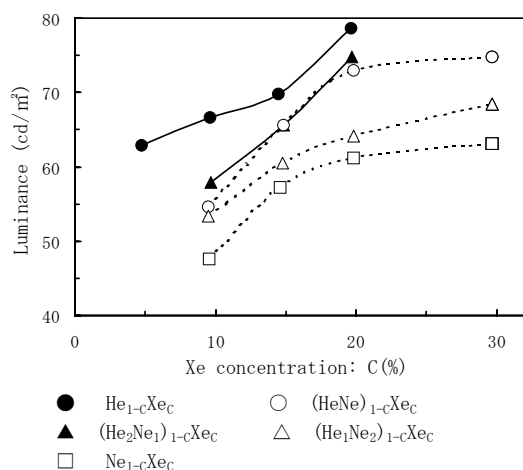


図2 混合ガスでのXe濃度と発光輝度  
Fig.2 Luminance dependence on Xe concentration of the test panel with mixture gas.

図2にHe、NeそしてXeの混合ガスの組み合わせでのXe量と発光輝度の関係を示す。図から、Xeに添加する希ガスとしてHeのみを使用した方が、発光輝度は高くな

ることが分かる。また寿命対策としてNeを添加する場合、Heを含む3元ガスとした方が輝度は高くなる。3元ガスの構成では $(He_2Ne_1)_{1-c}Xe_c$ と $(HeNe)_{1-c}Xe_c$ を比べると、ほぼ同じ輝度となっており、しかも $(He_1Ne_2)_{1-c}Xe_c$ よりも輝度が高い。このことからHeとNeの比率は、HeがNe量以上であれば輝度に大きな差は出ないと予想される。また、Xe量が増加すると輝度が上昇していくが、Neを含むガスでは、Xeが約20%で飽和傾向にあることが分かる。放電ガスの組み合わせは耐スパッタリング性を考慮するとNeを含むガス構成が有利である。また、Neを含むガスで放電の安定性を維持したまま、最も発光輝度の大きいガス構成として $He_{40}Ne_{40}Xe_{20}$ を使用することにした。

### 3. 2 表示パネルの構造による輝度と寿命特性

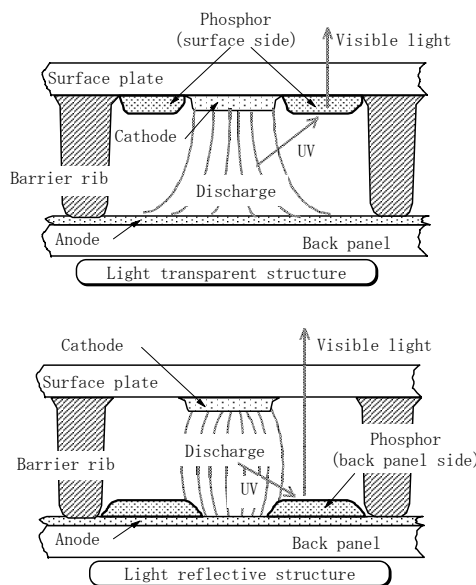


図3 蛍光体配置の二つの構造  
Fig.3 Two type of PDP structure for the phosphor position.

カラーPDPでは蛍光体の発光を使用するので、蛍光体の配置から二通りの構造が考えられる。ひとつは透過型構造と呼ばれるもので、表面板に蛍光体を配置し蛍光体の発光を蛍光体を通して外部へ導く。もう一つの方法は反射型と呼ばれるもので、蛍光体を背面板側に配置する。紫外線を照射すると蛍光体が発光するが、発光面からの光を表面板を通して取り出す。

図3にこの二つの構造を示す。この二つの構造を持つ試作評価パネルを製作し連続点

灯を続けながら輝度の変化を評価した。

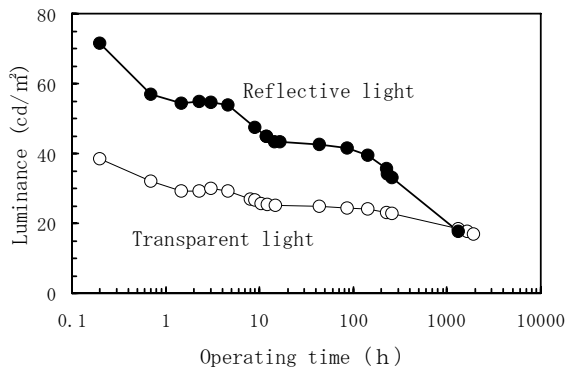


図4 蛍光体配置による寿命特性  
Fig.4 Life characteristic of the light reflective structure and the light transparent structure.

図4に示すのは、透過型パネルと反射型パネルについて初期輝度と連続点灯での輝度の変化を評価した結果である。反射型パネルの輝度は、蛍光体の厚みを増すと増加するが、ほぼ30 $\mu$ mで飽和する。透過型パネルの輝度は蛍光体の厚みを増すと増加するが、約15 $\mu$ mをすぎると逆に低下する。光が蛍光体に吸収されるためである。二つの構造のパネルでは輝度が最大となる蛍光体厚みで実験した。実験では放電ガスとしてHe<sub>95</sub>Xe<sub>5</sub>:300Torrを使用した。図から透過型パネルの輝度は反射型パネルの輝度のほぼ半分の初期輝度である。また連続点灯でのスパッタリングによる輝度劣化は反射型が大きく、ほぼ1500時間で透過型と同じになる。このことからスパッタリングによる輝度劣化は反射型が大きい。

反射型パネルはスパッタリングによる輝度劣化が大きいものの初期輝度が大きく、透過型の2倍近い輝度を得ることができる。このため本研究での実験パネルの基本構造として反射型を使用することにした。

### 3.3 発光セル内の輝度特性の解析

本研究で検討したPDPは直流タイプであるため、輝度が放電セル内で均一ではなく、電極を中心とした発光分布が存在する。図5に示すのは、放電セル内の発光分布を調べるためCCD素子を用いた解析装置を使用して反射型セルの発光分布を測定した結果である。実験では放電ガスとしてHe<sub>40</sub>Ne<sub>40</sub>Xe<sub>20</sub>:250Torrを使用した。測定値は最も輝度の高い部分を100%とした相対値で示す。最も輝度の高い部分は、カソードのエッジ部分である。カソードから離れるに従って輝度は急に低下している。

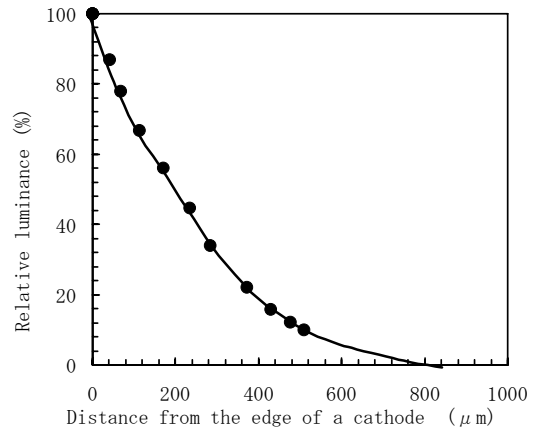


図5 カソード近くの輝度分布  
Fig.5 Luminance distributions near the cathode

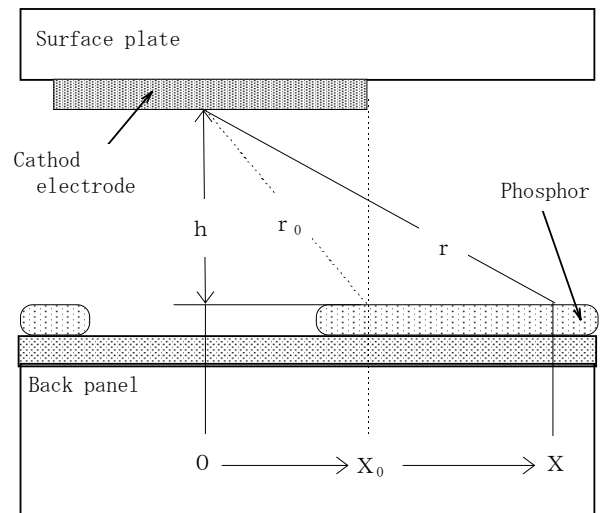


図6 紫外線発光部分と蛍光体面の位置関係  
Fig.6 The structure of the center of UV luminescence and the phosphor.

図6に図5で測定した放電セルのカソードと蛍光体そして発光位置の関係を示す。紫外線光源を放電プラズマの中心であるカソード直下にあるものとして、蛍光体表面までの直線距離を $r$ とする。輝度分布の測定はガラス板の水平方向の直線距離 $X$ で計測している。カソードはライン状に配置されており、点光源ではない。従って $X$ 位置の紫外線照度は直線距離 $r$ に反比例する。

図6で、各パラメータを次の様に定義する。  
 $B$  :  $X$ 位置での蛍光体への紫外線照度  
 $B_0$  :  $X_0$ 位置での蛍光体への紫外線照度  
 $r_0$  :  $X_0$ 位置での蛍光体表面への直線距離  
 $h$  : 蛍光体面上から紫外線光源までの高さ  
 以上のパラメータを使用すると次の関係が成立する。

$$r_0^2 = X_0^2 + h^2 \quad , \quad r^2 = X^2 + h^2$$

$$B \propto (1/r) \quad \text{--- ①}$$

紫外線の強度は距離に反比例するだけではなく、ガスの自己吸収にも依存する。

$\kappa$  : 光吸収係数

$\kappa$  を用いると次の関係が成立する。

$$B \propto \exp(-\kappa r) \quad -②$$

上記の①②から

$$B = C \times (1/r) \times \exp(-\kappa r)$$

C : 定数

上式は  $r = r_0$  で  $B = B_0$  となり定数 C が決まるため、次の③式で表せる。

$$B = B_0 \times (r_0/r) \times \exp(-\kappa(r - r_0)) -③$$

蛍光体発光輝度が、紫外線照度に比例すると考えると、前記③式が蛍光体の輝度分布を示す式である。この関係式の対数をとると次の様になる。

$$\begin{aligned} \log[(B/B_0) \times (r/r_0)] \\ = -\kappa \times \log(e) \times (r - r_0) -④ \end{aligned}$$

④式の関係から吸収係数を決定できる。

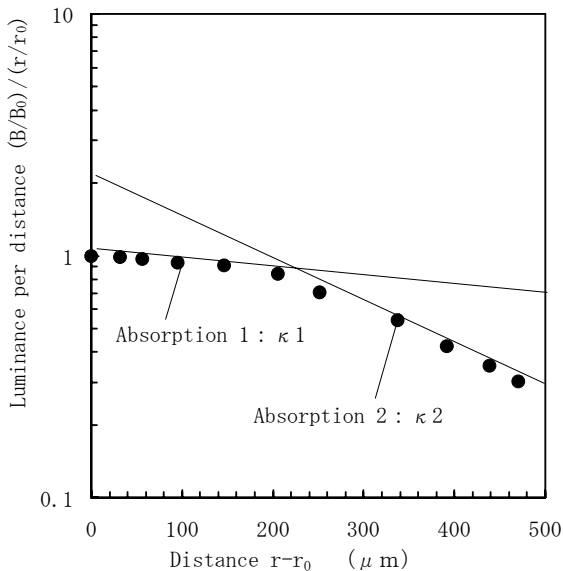


図7 放電ガス中の紫外線吸収  
Fig.7 UV absorption in the discharge gas.

図7に示すのは、図5に示したセル内の発光輝度分布を④式の関係を用いて解析した結果である。図で直線の傾きが吸収係数  $\kappa$  を示す。この解析から吸収係数はカソードからの距離に対して二つに分かれていることが分かる。カソードに近い  $220 \mu\text{m}$  までは吸収係数が小さく、その後吸収係数が大きくなっている。実験的に決定した吸収係数は次のようになる。

$$\kappa_1 = 7.06 \times 10^{-4} (1/\mu\text{m})$$

$$\kappa_2 = 42.39 \times 10^{-4} (1/\mu\text{m})$$

カソードから  $220 \mu\text{m}$  以上離れた領域では6倍近く吸収係数が大きい。このため、カソードから  $220 \mu\text{m}$  以上離れた部分に配置した蛍光体の発光効率も低下していることが分

かる。

### 3. 4 セルの放電電流と発光輝度

放電発光輝度は放電電流に依存する。図8に示すのは放電電流と放電発光輝度との関係性を評価した結果である。

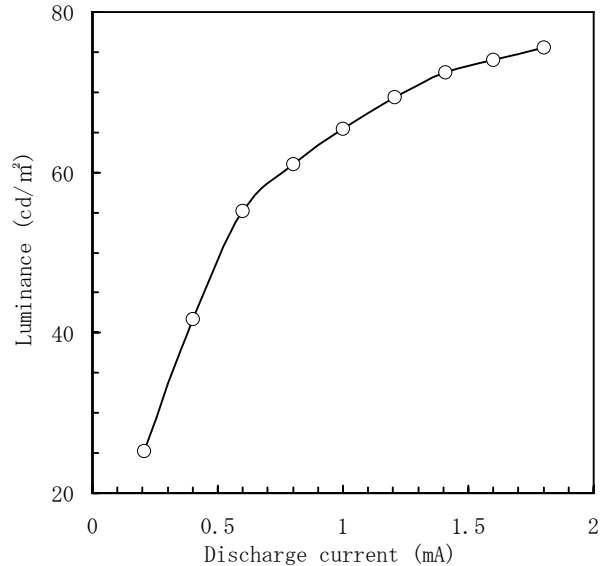


図8 放電電流と発光輝度  
Fig.8 Luminance on discharge current.

実験では「2. 実験方法」で示したPDPパネルを使用した。駆動方法は表示放電と同じスクロール駆動を行った。

図から、 $0.6 \text{ mA}$  までは放電電流に対する輝度の増加が大きい、これ以上では放電電流に対する輝度の増加が小さくなる。投入する電力に対する発光の効率が低下していることを示している。表示放電での放電電流は大きいほど輝度が出せるが、電流を大きくしていくとパネルの発熱も大きくなる。実験に使用したPDPは  $1 \text{ mA}$  以上の放電電流でパネルの自己発熱による破損の確率が大きくなる。実用的に使用できる放電電流は  $0.8 \text{ mA}$  までである。

### 3. 5 発光輝度とセル構造の検討

発光輝度に関する基本的な要因を評価したあと、セル構造の検討を行った。試作したPDPは内部の電極、隔壁(リブ)その他の構成物をスクリーン印刷で製作する。このとき試作時の温度変化によるスクリーンの膨張及び印刷用のペーストの粘度変化などによって、試作パネルのパターンの寸法精度に、ばらつきを生じる。このため試作したPDPの発光輝度にもばらつきが見られた。この寸法ばら

つきと発光輝度の関係から、発光輝度のセル構造との関係を解析することが可能である。図9にセルの断面図を示す。

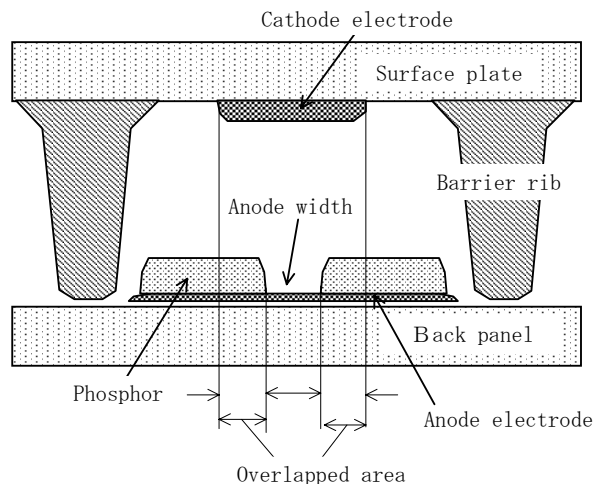


図9 カソードとアノードが重なる構成となる構造  
Fig.9 Overlapped area structure of the anode and the cathode electrodes.

放電セルの各部分の長さ、距離と発光輝度の関係を相関係数を比較することで解析を行った。表1に示すのはセルの主な部分の長さ、距離と白色発光輝度の相関係数を示す。

表1 輝度と部品長さの相関係数  
Table 1 Correlation coefficient of the luminance and the length of components.

Length of components (The range of data)		Correlation coefficient $\rho$
Length of anode~surface plate (196~212 $\mu$ m)		0.2
Cathode width (249~320 $\mu$ m)		-0.008
Anode width	Anode width of R (76~183.5 $\mu$ m)	-0.56
	Anode width of G (74~185.5 $\mu$ m)	-0.61
	Anode width of B (81~172 $\mu$ m)	-0.24
Overlapped width Anode, Cathode	Overlapped width(R) (73.4~83 $\mu$ m)	0.6
	Overlapped width(G) (97.5~191 $\mu$ m)	0.64
	Overlapped width(B) (84~177 $\mu$ m)	0.45
Anode/Cathode	Anode/Cathode (R) (0.295~0.648)	-0.59
	Anode/Cathode (G) (0.288~0.648)	-0.66
	Anode/Cathode (B) (0.314~0.703)	-0.48

表から放電ギャップを示すアノードと表面板距離の相関係数は0.2と小さく、この範囲で相関はない。またカソード幅も同じく相関がない。しかしながら、アノード幅は相関係数が0.5を越える。アノード幅との相関ではRGBの蛍光体によって差がある。発光輝度は白色で評価しており、白色発光に寄与するR、G、Bの比率はR=約2.1、G=約9.1、B=1である。従って白色輝度にGは最も影響が大きいと予想され、逆にBの影響が小さい。相関係数もこの予想通りの傾向を示している。従って輝度とアノード幅には相関があることが明らかになった。アノード幅はセルの他の寸法との比較で、相対的な値である。相対的に最も影響のあるのはカソード幅である。従って輝度がアノード幅に相関しているのであれば、カソード幅も相関するはずである。しかし、カソードについては相関が見られない。そこで相対的關係にあるアノード幅とカソード幅の關係、(アノード幅/カソード幅)と輝度、さらにカソードとアノードが重なりあっている部分と輝度との相関を調べた。表から明らかな様に、どちらもアノード幅より高い相関係数を示した。以上の結果から、アノード幅よりカソード幅が広いほど発光輝度が大きくなることが明らかになった。図10に今回の解析で使用したアノードとカソード幅の差に対する白色輝度の關係を示す。

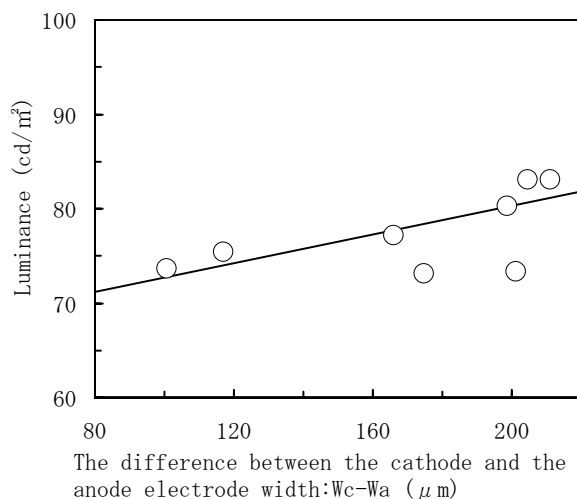


図10 発光輝度に対するカソード幅とアノード幅の差  
Fig.10 Luminance dependence on the difference between the cathode and the anode electrode width.

カソードとアノードは隔壁(リブ)を隔てて対向する位置に配置されている。アノード

上には蛍光体が形成されており、蛍光体の隙間にアノード面が露出している。アノード幅（アノード露出面幅）は蛍光体の形成長さで決まる。今回の解析で、蛍光体がカソードの直下に入り込む構成にし、その重なり長さが大きいほど輝度が大きくなることが明らかになった。

#### 4. 考察

カラーPDPを実用的に使用するためには、輝度は重要な要素である。本研究で使用した構成によるカラーPDPの研究初期の輝度は $50\text{ cd/m}^2$ 程度であり、実的に使用するには輝度が不足していた。目標として $80\sim 100\text{ cd/m}^2$ 程度は必要であった。このためPDPを構成する放電ガス、セル構造について、輝度向上に関連する検討を行った。

最初に検討したのは放電ガス構成の検討であった。放電ガスはスパッタリング特性と密接な関係にある。初期に使用した $\text{HeXe}$ の二元ガスでは、放電ガス圧を増加させても耐スパッタリング性に限界があった。圧力を $300\text{ Torr}$ 以上としても耐スパッタ性は寿命時間にして数倍程度の改善しかできない。しかも放電開始電圧は上昇し $300\text{ V}$ を越える。放電開始電圧を上げずに耐スパッタリング性を改善する方法として $\text{Ne}$ ガスを添加ガスに用いる方法がある。 $\text{Xe}$ に添加する希ガスとして $\text{Ne}$ を使用すると寿命時間は $10$ 倍程度延長することが、基礎実験で明らかになった。このため $\text{Ne}$ を含む混合ガスでのガス構成比と発光輝度の関係を調査した。

発光輝度の観点から見ると、 $\text{Xe}$ に添加する希ガスとして $\text{He}$ が有利であることが分かる。また寿命対策として $\text{Ne}$ を添加する場合、 $\text{He}$ と共に $3$ 元ガスとして使用すれば $\text{Ne}$ 単体で用いるより有利であることが分かる。そして $3$ 元ガスでは $\text{He}$ が $\text{Ne}$ 量以上あれば輝度には大きな差が出ないと予想される。また、 $\text{Xe}$ 量が増加すると輝度が上昇していくが、 $\text{Ne}$ を含むガスでは、 $\text{Xe}$ が約 $20\%$ で飽和傾向にあることが分かる。放電ガス構成としては、 $3$ 元ガスが有利であると推定されたが、 $3$ 元ガス構成の組み合わせは数多く考えられる。実験結果から、ガス構成比として最初に $\text{Xe}$ 量： $20\%$ が決まる。また $\text{He}$ と $\text{Ne}$ の構成比は、 $3$ 元ガスでは $\text{He}$ が $\text{Ne}$ 量以上あれば輝度には大きな差が出ないと予想される。従って、耐スパッタリング性を優先して $\text{Ne}$ 量を多く取り $\text{Ne}$ と $\text{He}$ 比は同量とすると $3$

元ガスの構成がきまる。こうして $\text{He}_{40}\text{Ne}_{40}\text{Xe}_{20}$ 混合比がきまった。 $3$ 元ガスでは $\text{NeXe}$ の $2$ 元ガスでは得られない安定した放電特性と寿命特性が得られる。また安定した放電特性と寿命特性を維持したまま、高い輝度が得られる。

放電ガスと輝度の検討に続いてパネル構造と輝度の関係の検討を行った。PDPには蛍光体の配置から二種類の構造が考えられる。実験から透過型パネルの輝度は反射型パネルの輝度のほぼ半分の初期輝度である。しかし寿命特性からは、透過型パネルの構造が有利である。本研究で使用したPDPの構造では、透過型構造の方がイオン衝撃を受けるカソードに蛍光体が近いため、蛍光体へのスパッタリング付着物の付着が多く、寿命的に不利であると予想された。しかし、スパッタリング付着物の影響は蛍光体より表面板へのほうが大きい。このため蛍光体の配置としては反射型構造とし、カソードを蛍光体側に配置する構造が有利であると考えられる。本研究で使用したPDPでは、駆動方式などの制約で図1で示した、アノードを蛍光体側に配置した反射型構成のパネルで実験を続けた。

パネル構造の検討に続いて発光セル内の輝度特性の解析を行った。図5から、発光輝度はカソードから離れるに従って急に低下している。このメカニズムを解析するため、蛍光体そして発光位置の関係から放電ガスの自己吸収を推定した。この解析から吸収係数はカソードからの距離に対して二つに分かれていることが分かる。カソードに近い $220\mu\text{m}$ までは吸収係数が小さく、その後吸収係数が大きくなっている。この理由として、吸収係数が小さい領域は放電ガスがイオン化したプラズマ領域であると考えられる。励起した $\text{Xe}$ 分子は自己吸収も少ないと考えられるためである。この結果から、放電セル内の蛍光体配置は $220\mu\text{m}$ 以内に配置する方が輝度が高くなると考えられる。すなわち放電セルの寸法は $220\mu\text{m}$ 以内の設計が有利であると推定される。そして紫外線を有効に使用するために、隔壁（リブ）の側面にも蛍光体を形成する方が有利である。

放電電流との関係では、図8に示す通り $0.6\text{ mA}$ 以上では発光効率が低下する。放電電流はカソード面積との相対的な量である。従ってカソード表面の電流密度が大きくなると発光効率が低下すると考えられる。

発光輝度に関する基本的諸量を評価したあ

と、セル内の寸法と輝度との関係を相関関係を比較することで解析した。この結果、アノード幅よりカソード幅が広いほど発光輝度が大きくなることが明らかになった。これは、カソード直下の蛍光体部分が輝度へ寄与していることを示している。しかしながら、カソード直下の蛍光体は、カソードに遮られている。従って、この部分より発した光は、直接外部へ出ていくことはない。この領域の発光が輝度に寄与するとすれば、表面板あるいはカソード表面に反射された光の寄与が考えられる。カソード直下は紫外線強度が最も強く輝度への寄与も大きい。試作実験では、アノード幅を狭めることにより  $110 \text{ cd/m}^2$  のパネルを作ることができた。問題点として、カソードに対してアノード幅が狭まると電界分布がカソード中心部に集まり易くなることである。この結果カソード表面で放電領域が収縮しやすくなる。放電電極の構成からは、アノード幅はカソード幅より広いことが望ましい。相関関係の解析の中で、カソード幅が単独で輝度と相関を示さなかった。カソード幅も他の部品に対して相対的な値であり、アノードと同じく輝度とある程度相関を示すはずである。これについては、カソード内で放電に事実上使用されている領域が、カソード幅より少ないためではないかと考えられる。放電領域がカソード面全体まで拡大しておらず、しかも試料によってバラツキがあるために相関を示さなかったものと考えられる。

## 5. むすび

DC方式による情報表示用のカラープラズマディスプレイを実現するに当たって、発光輝度向上の課題があった。カラーPDPでは、蛍光体が白色であり外光による蛍光体の反射を生じる。このため蛍光体の自己発光に比べ、外光による蛍光体の反射光のレベルが大きくなるとコントラストが低下する。コントラストの向上のためにPDPパネルの前面に光吸収フィルターを用いる方法もあるが、この方法だけではコントラストを十分維持することは困難であった。このためPDPパネル自体の発光輝度を向上する必要があった。本研究では、PDPの発光輝度とPDP放電ガスとの関係、及び発光輝度とPDPパネル構造との関係について解析と検討をおこなった。この結果、安定した放電特性と寿命特性を維持したまま輝度を上げる放電ガス構成として  $\text{He}_{40}\text{Ne}_{40}\text{Xe}_{20}$  の混合比がきまった。ま

た蛍光体の配置から反射型の構造とした方が有利であることが分かった。このほかに、カソード直下の蛍光体が発光輝度の向上に寄与していることも明らかになった。

## 参考文献

- Improvement for Gas Discharge Matorix Displays, Proc. SID, Vol. 13, p.2(1972) [1] R. H. Willson. "The Plasma Display". Information Display. Nov/Dec. p39(1968)
- [2] G.E. Holz: The Primed Gas Discharge Cell-A Cost and Capability
- [3] Y. Amano, K. Yoshida, T. Shionoya, and S. Yokono. "A New dc PDP with Low Voltage Drive and High Resolution". Proc. of the SID. Vol. 23. No. 3. pp. 169(1981)
- [4] T. Yamamoto et al., "A 40-in.-diagonal HDTV plasma display," 1993 SID Int. Symp., Dig. Tech. Papers, pp. 165-168, 1993
- [5] T. Sakai et al., "A method for extending the life of a DC gas-discharge color memory panel," Proc. Eurodisplay'93, pp. 289-292, 1993
- [6] T. Takano et al., "A 40-in. dc-PDP with new pulse-memory drive scheme," 1994 SID Int. Symp., Dig. Tech. Papers, pp. 731-734, 1994
- [7] K. Ishii et al., "New resistor structure of long-life DC PDP," Proc. 15th IDRC, pp. 393-396, 1995
- [8] D. E. Miller et al., "SELF-SCAN II Panel Displays-A New Family of flat Display", 1976 Biennial Display Conf., p. 38(1976)
- [9] N. Awazi, J. Endo, and Y. Amano. "Characteristic of Discharge in a dc plasma Panel with Trigger Electrodes". SID Int. Symp. Dig. Tech. Paper. p. 166(1981)
- [10] Orlinov, V. M. Iadenov, G. : Int. J. Electronics, Vol. 27, No. 1, p. 65(1969)
- [11] K. Takahashi et al., "A long-life 26-in. dc pulse-memory color PDP with resistor-in-cell structure," 1994 SID Int. Symp., Dig. Tech. Papers, pp. 715-718, 1994