

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2012-156075
(P2012-156075A)

(43) 公開日 平成24年8月16日 (2012.8.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 5 B 33/24 (2006.01)	H O 5 B 33/24	3 K 1 0 7
H O 5 B 33/12 (2006.01)	H O 5 B 33/12 B	
H O 1 L 51/50 (2006.01)	H O 5 B 33/14 A	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2011-15889 (P2011-15889)	(71) 出願人	000001007
(22) 出願日	平成23年1月28日 (2011.1.28)		キヤノン株式会社
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号
		(74) 代理人	100096828
			弁理士 渡辺 敬介
		(74) 代理人	100110870
			弁理士 山口 芳広
		(72) 発明者	松田 陽次郎
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
			ヤノン株式会社内
		Fターム(参考)	3K107 AA01 BB01 BB02 CC05 CC12
			CC26 CC29 CC45 DD10 FF06
			FF15

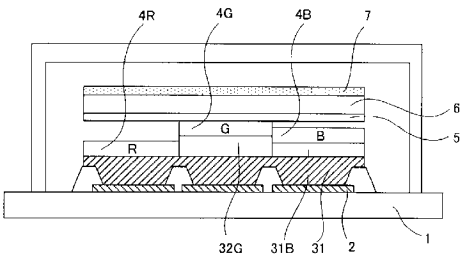
(54) 【発明の名称】 表示装置

(57) 【要約】

【課題】 反射性電極から発光位置までの距離を調整して光の強め合い効果を得る有機EL表示装置において、赤色の有機EL素子の駆動電圧の上昇を抑え、表示特性に優れた表示装置を提供する。

【解決手段】 第1電極2と第2電極7と、前記一对の電極間に配置された、少なくとも発光層4R、4G、4Bと、前記発光層4R、4G、4Bと第1電極2との間に配置された電荷輸送層31と、を有し、R、G、Bの各有機EL素子において、第1電極2の反射面から発光位置までの光学的距離Lr、Lg、Lbと、発光層4R、4G、4Bの発光波長λr、λg、λbと、前記第1電極2での位相シフト量(ラジアン)φr、φg、φbとが所定の関係を満たすように、電荷輸送層32G、32Bで調整する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

赤色を発する有機 E L 素子と、緑色を発する有機 E L 素子と、青色を発する有機 E L 素子と、を有し、各有機 E L 素子が、第 1 電極と電荷輸送層と発光層と第 2 電極とを有し、前記第 1 電極が反射面を有し、前記第 2 電極側から光が出射される表示装置であって、

前記赤色を発する有機 E L 素子と、前記緑色を発する有機 E L 素子と、青色を発する有機 E L 素子それぞれにおいて、第 1 電極の反射面から発光位置までの光学的距離 L_r 、 L_g 、 L_b と、発光層の発光波長 λ_r 、 λ_g 、 λ_b と、第 1 電極での位相シフト量（ラジアン） ϕ_r 、 ϕ_g 、 ϕ_b とが、下記の関係式（1 R）、（1 G）、（1 B）を満たし、

$$\begin{aligned} & \left(\lambda_r / 8 \right) \times \left(3 - \left(2 \phi_r / \pi \right) \right) L_r \quad \left(\lambda_r / 8 \right) \times \left(5 - \left(2 \phi_r / \pi \right) \right) \quad (1 R) \\ & \left(\lambda_g / 8 \right) \times \left(7 - \left(2 \phi_g / \pi \right) \right) L_g \quad \left(\lambda_g / 8 \right) \times \left(9 - \left(2 \phi_g / \pi \right) \right) \quad (1 G) \\ & \left(\lambda_b / 8 \right) \times \left(7 - \left(2 \phi_b / \pi \right) \right) L_b \quad \left(\lambda_b / 8 \right) \times \left(9 - \left(2 \phi_b / \pi \right) \right) \quad (1 B) \end{aligned} \quad 10$$

前記赤色を発する有機 E L 素子の発光層の発光位置は第 1 電極側にあり、

前記電荷輸送層の少なくとも一部が、各有機 E L 素子に共通で配置され、

前記共通で配置された電荷輸送層の膜厚が、赤色を発する有機 E L 素子に配置された電荷輸送層の膜厚に等しいことを特徴とする表示装置。

【請求項 2】

前記緑色を発する有機 E L 素子と前記青色を発する有機 E L 素子の少なくとも一方の有機 E L 素子の発光層の発光位置は第 2 電極側であり、

前記少なくとも一方の有機 E L 素子の発光層の膜厚は、前記少なくとも一方の有機 E L 素子の発光層の発光位置から外部に出射する光と、発光位置から第 1 電極の反射面に向かい、反射面で反射される光と、が干渉によって強められる膜厚である請求項 1 に記載の表示装置。

【請求項 3】

前記赤色を発する有機 E L 素子と、前記緑色を発する有機 E L 素子と、前記青色を発する有機 E L 素子それぞれにおいて、第 1 電極の反射面から発光位置までの光学的距離 L_r 、 L_g 、 L_b と、発光層の発光波長 λ_r 、 λ_g 、 λ_b と、第 1 電極での位相シフト量（ラジアン） ϕ_r 、 ϕ_g 、 ϕ_b とが、下記の関係式（2 R）、（2 G）、（2 B）を満たしている請求項 1 又は 2 に記載の表示装置。

$$\begin{aligned} & \left(\lambda_r / 16 \right) \times \left(7 - \left(4 \phi_r / \pi \right) \right) L_r \quad \left(\lambda_r / 16 \right) \times \left(9 - \left(4 \phi_r / \pi \right) \right) \quad (2 R) \\ & \left(\lambda_g / 16 \right) \times \left(15 - \left(4 \phi_g / \pi \right) \right) L_g \quad \left(\lambda_g / 16 \right) \times \left(17 - \left(4 \phi_g / \pi \right) \right) \quad (2 G) \\ & \left(\lambda_b / 16 \right) \times \left(15 - \left(4 \phi_b / \pi \right) \right) L_b \quad \left(\lambda_b / 16 \right) \times \left(17 - \left(4 \phi_b / \pi \right) \right) \quad (2 B) \end{aligned} \quad 30$$

【請求項 4】

前記共通に配置されている電荷輸送層の膜厚が 50 nm 以上であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はフラットパネルディスプレイ、プロジェクションディスプレイ、照明等に応用される、有機 E L（エレクトロルミネッセンス）素子を用いた表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

発光素子として、有機 E L 素子が現在盛んに研究開発されており、特に、有機 E L 素子の光取り出し効率を向上させる取り組みがなされている。例えば、反射性電極の反射面が

10

20

30

40

50

ら発光位置までの光学的距離が発光波長の略(1/4)の奇数倍となるように電荷輸送層の膜厚を調整して、発光される光と反射性電極で反射されて戻る光との光の強め合いを利用する方法がある。またこの時、電荷輸送層の膜厚を厚くすることにより電氣的なリークや非点灯を防止することが知られている(特許文献1参照)。つまり、反射性電極の反射面から発光位置までの光学的距離が発光波長の略(3/4)倍となるように電荷輸送層の膜厚を調整することで、光の強め合いとリークや非点灯の防止を両立できることが知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

10

【特許文献1】特開2000-243573号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、赤色、緑色、青色の有機EL素子を備えた有機EL表示装置において、反射性電極から発光位置までの光学的距離が発光波長の略(3/4)倍となるように電荷輸送層の膜厚を調整した場合、次のような問題が生じた。即ち、発光波長が最も長い赤色の有機EL素子において電荷輸送層の膜厚が厚くなりすぎて駆動電圧が上昇するという問題が生じた。

【0005】

20

本発明の課題は、上記問題を解決し、反射性電極から発光位置までの距離を調整して光の強め合い効果を得る有機EL表示装置において、赤色の有機EL素子の駆動電圧の上昇を抑え、表示特性に優れた表示装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、赤色を発する有機EL素子と、緑色を発する有機EL素子と、青色を発する有機EL素子と、を有し、各有機EL素子が、第1電極と電荷輸送層と発光層と第2電極とを有し、前記第1電極が反射面を有し、前記第2電極側から光が出射される表示装置であって、

前記赤色を発する有機EL素子と、前記緑色を発する有機EL素子と、青色を発する有機EL素子それぞれにおいて、第1電極の反射面から発光位置までの光学的距離 L_r 、 L_g 、 L_b と、発光層の発光波長 λ_r 、 λ_g 、 λ_b と、第1電極での位相シフト量(ラジアン) ϕ_r 、 ϕ_g 、 ϕ_b とが、下記の関係式(1R)、(1G)、(1B)を満たし、

$$(\lambda_r / 8) \times (3 - (2\phi_r / \pi)) \leq L_r \leq (\lambda_r / 8) \times (5 - (2\phi_r / \pi)) \quad (1R)$$

$$(\lambda_g / 8) \times (7 - (2\phi_g / \pi)) \leq L_g \leq (\lambda_g / 8) \times (9 - (2\phi_g / \pi)) \quad (1G)$$

$$(\lambda_b / 8) \times (7 - (2\phi_b / \pi)) \leq L_b \leq (\lambda_b / 8) \times (9 - (2\phi_b / \pi)) \quad (1B)$$

30

前記赤色を発する有機EL素子の発光層の発光位置は第1電極側にあり、

40

前記電荷輸送層の少なくとも一部が、各有機EL素子に共通で配置され、

前記共通で配置された電荷輸送層の膜厚が、赤色を発する有機EL素子に配置された電荷輸送層の膜厚に等しいことを特徴とする。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、赤色の有機EL素子において、反射性電極の反射面から発光位置までの干渉次数を $N_r = 1$ とすることで、反射性電極と発光層との間の電荷輸送層の膜厚を必要以上に厚くせずに済むために駆動電圧を低減できる。また、赤色の有機EL素子において、発光位置を反射性電極側とすることで、反射性電極と発光層との間の電荷輸送層の膜厚として、リークや非点灯の防止に有効な厚さを確保することが容易となる。よって、本

50

発明によれば、駆動電圧の上昇を招くことなく、発光光の強め合い効果を得た、表示特性に優れた有機ＥＬ表示装置が提供される。

【０００８】

また、赤色、緑色、青色それぞれの有機ＥＬ素子において共通に電荷輸送層が形成されることから、マスク成膜の負荷を減らすことができ、製造コストの削減を図ることができる。さらに、緑色や青色の有機ＥＬ素子において、反射性電極と発光層との間の電荷輸送層をパターンニングしなくても発光層の膜厚によって干渉距離を調整することが可能となり、電荷輸送層のマスク成膜の回数を減らすことができる。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

10

【図１】本発明の有機ＥＬ表示装置の一実施形態の断面模式図である。

【図２】本発明の実施例２の有機ＥＬ表示装置の断面模式図である。

【図３】本発明の実施例３の有機ＥＬ表示装置の断面模式図である。

【図４】有機ＥＬ表示装置における、電荷輸送層の膜厚と非点灯数の関係を表す図である。

。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

本発明の有機ＥＬ表示装置は、赤色（Ｒ）、緑色（Ｇ）、青色（Ｂ）の３色の有機ＥＬ素子を有する。そして、各有機ＥＬ素子が、第１電極と第２電極と、前記一对の電極間に配置された、少なくとも発光層と、前記発光層と第１電極との間に配置された電荷輸送層と、を有する。さらに、各色の有機ＥＬ素子において、第１電極の反射面から発光位置までの光学的距離と、発光層の発光波長と、第１電極での位相シフト量とが所定の関係にある構成である。さらに、本発明では、上記電荷輸送層の少なくとも一部が、赤色、緑色、青色の有機ＥＬ素子に共通で形成され、共通で形成された電荷輸送層の膜厚が、赤色の有機ＥＬ素子の電荷輸送層の膜厚に等しい構成である。

20

【００１１】

以下、図１を参照して本発明の有機ＥＬ表示装置の実施形態について説明する。図１は本発明の有機ＥＬ表示装置の一実施形態の１画素分を示す断面模式図である。本実施形態の有機ＥＬ表示装置は、１画素が赤色、緑色、青色の３色の副画素から構成され、各副画素が赤色、緑色、青色の光を発光する有機ＥＬ素子を備えている。本実施形態では、各有機ＥＬ素子が、基板１上に、第１電極である反射性電極２、正孔輸送層３１、発光層４Ｒ、４Ｇ、４Ｂ、電子輸送層５、電子注入層６、第２電極である光取り出し電極７を順次設けた構成を有している。また、緑色及び青色の有機ＥＬ素子については、赤色の有機ＥＬ素子と共通の正孔輸送層３１以外に、パターンニング層である正孔輸送層３２Ｇ、３２Ｂを有している。そして、この有機ＥＬ素子に電流を通電することで、電極２，７から注入された正孔と電子が発光層４Ｒ、４Ｇ、４Ｂにおいて再結合して発光を生じる。

30

【００１２】

以下、第１電極が陽極の場合、即ち第１電極と発光層との間に正孔輸送層を有する場合を例に本発明を説明する。

【００１３】

40

本発明において、発光位置で発光して外部に出射する光と反射性電極２の反射面で反射されて戻る光との光の強め合いの干渉を利用することで、光取り出し効率を向上させることができる。一般的に、このような干渉の関係は下記の関係式（Ａ）であらわされる。

【００１４】

$$(2L/\lambda) + (\varphi/2\pi) = N \quad (A)$$

L：反射性電極の反射面から発光位置までの光学的距離（屈折率×長さ）

λ：発光波長

φ：反射性電極での位相シフト量

N：干渉次数（整数）

【００１５】

50

この関係式 (A) によれば、同一の干渉次数であれば発光波長が長いほど光学距離 L は大きくなる。つまり、一般的に発光波長が長いほど、反射面と発光位置との間に配置される正孔輸送層の膜厚が厚くなることとなる。ここで、位相シフト量 ϕ は電極の種類や発光波長によって異なるため、光学距離 L は単純に発光波長 λ だけでは求まらない。尚、実際の有機 EL 素子では、正面の取り出し効率とトレードオフ関係にある視野角特性なども考慮して、必ずしも関係式 (A) の膜厚に完全に一致させる必要はない。

【0016】

本発明においては、赤色、緑色、青色のそれぞれの有機 EL 素子の干渉次数が、 $N_r = 1$ 、 $N_g = 2$ 、 $N_b = 2$ という関係を満たす構成である。最も発光波長が長い赤色において干渉次数を $N_r = 1$ と小さくすることで、反射性電極 2 と発光層 4 R、4 G、4 B との間に形成される正孔輸送層の膜厚を薄くすることができ、駆動電圧を低減することができる。例えば、赤色 (発光波長: 630 nm) の干渉次数が $N_r = 2$ の時には正孔輸送層の膜厚が 230 nm であるのに対して、 $N_r = 1$ の時には 60 nm となり、駆動電圧を約 1 V 以上も低電圧化することができる。一方で、緑色と青色の干渉次数を $N_g = 1$ 、 $N_b = 1$ と小さくすると、赤色の時と比べて正孔輸送層の膜厚が薄くなる。例えば、緑色 (発光波長: 530 nm) と青色 (発光波長: 460 nm) の干渉次数が $N_g = 1$ 、 $N_b = 1$ の時には正孔輸送層の膜厚がそれぞれ、40 nm と 20 nm となる。

【0017】

本発明者が検討した結果、緑色や青色の干渉次数を $N_g = 1$ 、 $N_b = 1$ と小さくしてしまうと正孔輸送層が薄すぎるためにリークや非点灯数が増加してしまう。一方で、発光波長が最も長い赤色においては、干渉次数が $N_r = 1$ においても十分に正孔輸送層の膜厚を確保できるために非点灯数が減少することを見出した。よって、リークや非点灯を防止するためには、緑色と青色の干渉次数を $N_g = 2$ 、 $N_b = 2$ とし、更には赤色の駆動電圧を低減するために赤色の干渉次数を $N_r = 1$ とすることが有効である。正孔輸送層と非点灯数の関係を図 4 に示す (図 4 においては、検体数 2 つを示しており、それぞれ $n = 1$ 、 $n = 2$ とする)。正孔輸送層 (HTL) の膜厚が厚いほど非点灯数が減少し、ある一定膜厚以上 (50 nm 以上) で非点灯数が半数以下となっている。

【0018】

本発明においては、 $N_r = 1$ 、 $N_g = 2$ 、 $N_b = 2$ となるように、各有機 EL 素子において、発光位置から反射性電極 2 の反射面までの光学距離を調整する。係る光学距離の許容範囲はそれぞれ、発光波長の (1/8) 以内である。よって、本発明において、各有機 EL 素子の発光位置から反射性電極 2 の反射面までの光学距離と、発光層 4 R、4 G、4 B の発光波長と、反射性電極での位相シフト量は、下記の関係式 (1 R)、(1 G)、(1 B) を満たすものである。

【0019】

$$\begin{aligned} & \left(\lambda_r / 8 \right) \times \left(3 - \left(2 \phi_r / \pi \right) \right) \quad L_r \quad \left(\lambda_r / 8 \right) \times \left(5 - \left(2 \phi_r / \pi \right) \right) \\ & \left(1 R \right) \\ & \left(\lambda_g / 8 \right) \times \left(7 - \left(2 \phi_g / \pi \right) \right) \quad L_g \quad \left(\lambda_g / 8 \right) \times \left(9 - \left(2 \phi_g / \pi \right) \right) \\ & \left(1 G \right) \\ & \left(\lambda_b / 8 \right) \times \left(7 - \left(2 \phi_b / \pi \right) \right) \quad L_b \quad \left(\lambda_b / 8 \right) \times \left(9 - \left(2 \phi_b / \pi \right) \right) \\ & \left(1 B \right) \end{aligned}$$

L_r 、 L_g 、 L_b : 赤色、緑色、青色の各有機 EL 素子の発光位置から反射性電極 2 の反射面までの光学距離 (nm)

ϕ_r 、 ϕ_g 、 ϕ_b : 赤色、緑色、青色の各有機 EL 素子の反射性電極 2 における位相シフト量 (ラジアン)

λ_r 、 λ_g 、 λ_b : 赤色、緑色、青色の各有機 EL 素子の発光波長 (nm)

【0020】

さらに本発明において好ましくは、上記光学距離の許容範囲が発光波長の (1/16) 以内であり、下記関係式 (2 R)、(2 G)、(2 B) を満たすものである。

【0021】

10

20

30

40

50

$$\begin{aligned} & \left(\lambda_r / 16 \right) \times \left(7 - \left(4 \phi_r / \pi \right) \right) \quad L_r \quad \left(\lambda_r / 16 \right) \times \left(9 - \left(4 \phi_r / \pi \right) \right) \\ & \left(2 R \right) \\ & \left(\lambda_g / 16 \right) \times \left(15 - \left(4 \phi_g / \pi \right) \right) \quad L_g \quad \left(\lambda_g / 16 \right) \times \left(17 - \left(4 \phi_g / \pi \right) \right) \\ & \left(2 G \right) \\ & \left(\lambda_b / 16 \right) \times \left(15 - \left(4 \phi_b / \pi \right) \right) \quad L_b \quad \left(\lambda_b / 16 \right) \times \left(17 - \left(4 \phi_b / \pi \right) \right) \\ & \left(2 B \right) \end{aligned}$$

【0022】

さらに本発明において最適は、下記関係式(3R)、(3G)、(3B)を満たすものである。

【0023】

$$\begin{aligned} L_r &= \left(\lambda_r / 2 \right) \times \left(1 - \left(\phi_r / 2 \pi \right) \right) & (3R) \\ L_g &= \left(\lambda_g / 2 \right) \times \left(2 - \left(\phi_g / 2 \pi \right) \right) & (3G) \\ L_b &= \left(\lambda_b / 2 \right) \times \left(2 - \left(\phi_b / 2 \pi \right) \right) & (3B) \end{aligned}$$

【0024】

また比較のために、電子輸送層5と非点灯数の関係も図4に示す。正孔輸送層に比べて、電子輸送層(ETL)5の膜厚の利きが小さいのが分かる。よって、全層の膜厚を厚くするだけでなく、正孔輸送層の膜厚をある一定膜厚以上に厚くすることがリークや非点灯の防止に有効となる。このメカニズムとしては例えば、反射性電極2上に異物がある場合にその直上に成膜される正孔輸送層により先ずこの異物をカバーすることがリークや非点灯の防止に有効であると考えられる。

【0025】

本発明の有機EL表示装置では、正孔輸送層の少なくとも一部が赤色、緑色、青色それぞれの有機EL素子で共通に形成され、共通に形成される正孔輸送層31の膜厚が赤色の正孔輸送層の膜厚に等しい構成である。このように、共通に正孔輸送層31を形成することでマスク成膜の回数を減らすことができ、コストを低くすることができる。また、干渉次数が $N_r = 1$ である赤色の有機EL素子の正孔輸送層31の膜厚はリークや非点灯防止に十分な膜厚であるため、有機EL表示装置の歩留まりを向上させることができる。

【0026】

本発明の有機EL表示装置においては、発光層4R、4G、4B内における発光位置を制御することで更なる効果を有する。以下にこの効果について説明する。

【0027】

本発明は、赤色の有機EL素子において、発光層内での発光位置が反射性電極2側である。発光位置を反射性電極2側に制御することで、反射性電極2と発光位置との間の光学的距離 L_r が正孔輸送層31の膜厚だけで決まることとなる。つまり、正孔輸送層31の膜厚をリークや非点灯の防止に有効な膜厚に十分に厚く確保することが容易となる。反対に、赤色の発光位置が光取り出し電極7側の場合には、光学的距離 L_r は発光層4Rと正孔輸送層31の両方の膜厚で決まることとなり、発光層4Rの膜厚の分だけ正孔輸送層31の膜厚が薄くなって制約を受ける。一般的に発光層4Rの膜厚は20nm以上であるため、その分だけ正孔輸送層31の膜厚は薄くなり、リークや非点灯を防止する十分な膜厚を確保することが難しくなる。

【0028】

更に本発明の有機EL表示装置においては、緑色と青色の少なくとも1つの有機EL素子において、発光層4G、4B内での発光位置が光取り出し電極7側であることが好ましい。緑色や青色の発光位置を光取り出し電極7側に制御することで、反射性電極2の反射面から発光位置までの間の光学的距離 L_g と L_b とが発光層4G、4Bと正孔輸送層31の両方の膜厚で制御できることとなる。よって、緑色や青色の有機EL素子において、正孔輸送層32G、32Bを設けなくても発光層4R、4Bの膜厚によって干渉距離を調整することが可能となる。つまり、緑色と青色の少なくとも一方の有機EL素子の発光層の膜厚は、緑色と青色の少なくとも一方の有機EL素子の発光層の発光位置から外部に出射する光と、発光位置から第1電極の反射面に向かい反射される光と、が干渉によって強め

10

20

30

40

50

られる膜厚となる。このことで、正孔輸送層のマスク成膜の回数を減らすことができ、コストを低減することができる。

【0029】

本発明の有機EL素子の各部位についてそれぞれ詳しく説明する。

【0030】

反射性電極2は、銀やアルミニウムなどの金属やそれらの合金を用いることができる。例えば、反射率の高い銀合金が好ましい。また、反射性電極2を陽極として用いる場合には、正孔輸送層31へのホール注入性を良くするために仕事関数の大きな材料が好ましい。そのため、仕事関数の大きなITOやIZO（登録商標）などの酸化物導電膜を積層させることが好ましい。例えば、Ag電極の上にIZOを連続膜となる10nm以上の膜厚で積層させる。

10

【0031】

本発明において第1電極の反射面とは、反射性電極2がAg電極等の反射層とITO等の透明導電層とから構成される場合には、その界面であり、Ag電極等の金属層のみからなる場合には、該電極と有機化合物層との界面である。

【0032】

正孔輸送層31、32G、32Bは、公知の正孔輸送材料を好適に用いることができる。また、必要に応じて陽極と正孔輸送層31の間に、銅フタロシアニンや酸化バナジウム、または正孔輸送材料に金属ドーピングを行った共蒸着層、などの正孔注入層を形成しても良い。但し、導電性の高い正孔注入層を用いる場合には、リークや非点灯の防止に有効な膜厚として正孔注入層の膜厚を用いることは難しい。また、必要に応じて正孔輸送層31、32G、32Bと発光層4R、4G、4Bとの間に、最低空軌道(LUMO)エネルギーの絶対値が小さい電子ブロック層を形成しても良い。

20

【0033】

発光層4R、4G、4Bには、公知の発光材料をいずれも好適に用いることができる。発光材料は、単体で発光層4R、4G、4Bとして機能する材料でもよいし、ホスト材料と発光ドーパントや電荷輸送ドーパント、などとの混合層として機能する材料でもよい。

【0034】

本発明では、発光層4R、4G、4B内における発光位置を制御する構成である。この制御方法として、発光層4R、4G、4B内の電荷輸送性を制御する方法がある。発光位置を反射性電極2側に制御したい場合には、発光層4R、4G、4B内の電子輸送性を優勢にする。逆に、発光位置を光取り出し電極7側に制御したい場合には、発光層4R、4G、4B内での正孔輸送性を優勢にする。

30

【0035】

発光層4R、4G、4B内の電荷輸送性を制御する方法として、発光層4R、4G、4Bのホスト材料の電荷輸送性を利用することができる。例えば、発光層4R、4G、4Bのホスト材料として電子輸送性の高い材料を用いた場合、発光位置を反射性電極2側に制御することができる。反対に、ホスト材料として正孔輸送性の高い材料を用いた場合には、発光位置を光取り出し電極7側に制御することができる。

【0036】

また、発光層4R、4G、4B内の電荷輸送性を制御する別の方法として、発光層4R、4G、4Bのホスト材料と発光ドーパント間の電荷トラップ性を利用することができる。例えば、ゲスト材料のHOMO（最高被占軌道）の絶対値がホスト材料のHOMOの絶対値よりも小さい場合、ホスト材料のHOMOに注入された正孔がゲスト材料のHOMOにトラップされることで正孔輸送性が小さくなる。よって相対的に発光層4R、4G、4B内の電子輸送性が高くなり、発光位置を反射性電極2側に制御することができる。また、ゲスト材料のLUMO（最低空軌道）の絶対値がホスト材料のLUMOの絶対値よりも大きい場合、ホスト材料のLUMOに注入された電子がゲスト材料のLUMOにトラップされることで電子輸送性が小さくなる。よって相対的に発光層4R、4G、4B内の正孔輸送性が高くなり、発光位置を光取り出し側に制御することができる。

40

50

【0037】

電子輸送層5としては、公知の材料、例えばアルミキノリノール錯体やフェナントロリン化合物等を用いることができる。また、必要に応じて発光層4R、4G、4Bと電子輸送層5の間に、HOMOエネルギーの絶対値が大きい正孔ブロック層を形成しても良い。

【0038】

電子注入層6としては、アルカリ(土類)金属、又はアルカリ(土類)金属化合物の薄膜(5乃至10)を用いることができる。例えば、フッ化リチウムやフッ化カリウム、酸化マグネシウムが好ましい。また、厚膜化が可能な電子注入層6として、有機化合物にドナー(電子供与性)ドーパントとして機能する金属または金属化合物を混合する層を用いることができる。電子注入効率を向上させるために仕事関数の低い金属、もしくはその化合物をドーパントとして用いることが好ましく、仕事関数が低い金属としてはアルカリ金属又はアルカリ土類金属または希土類が好ましい。アルカリ金属化合物は、大気中での取り扱いが比較的容易なため好ましい。例えば、アルカリ金属化合物としてセシウム化合物が好ましく、炭酸セシウムは大気中で安定であり、取り扱いが容易である。電子注入層6の有機化合物としては電子輸送性の材料が好ましく、公知の材料、例えばアルミキノリノール錯体やフェナントロリン化合物等を用いることができる。

【0039】

光取り出し電極7は、ITOやIZOなどの透明性電極を用いることができる。また、薄膜(5nm乃至20nm)の金、銀、アルミニウム、マグネシウム又はこれらの合金などの半透明性電極を用いることができる。

【0040】

尚、上記した実施形態においては、反射面を備えた第1電極2を陽極とした例を挙げたが、本発明においてはこれに限定されず、第1電極2を陰極とし、第1電極2と発光層4R、4G、4Bとの間に電子輸送層や電子注入層を備えた構成も本発明の範疇とする。

【実施例】

【0041】

(実施例1)

図1に示す構造の赤色、緑色、青色の3色からなる有機EL素子が配置された有機EL表示装置を以下に示す方法で作製した。

【0042】

基板1としてのガラス基板上に、反射性電極2として、先ず銀を120nmの膜厚でスパッタリング法にて成膜し、更に、ITOをスパッタリング法にて20nmの膜厚で形成した。次に、高さ1μmでテーパ角40°の画素分離膜をポリイミドにより形成した。これをアセトン、イソプロピルアルコール(IPA)で順次超音波洗浄した後、IPAで煮沸洗浄して乾燥し、この基板表面に対してUV/オゾン洗浄を施した。

【0043】

始めに、下記構造式(1)で示される正孔輸送材料を70nmの膜厚となるように赤色、緑色、青色の有機EL素子に共通に成膜して共通の正孔輸送層31を形成した。次に、シャドーマスクを用いて緑色、青色のパターニング層である正孔輸送層32G、32Bと発光層4R、4G、4Bを形成した。

【0044】

赤色の有機EL素子においては、発光層4Rとして下記構造式(2)で示されるホスト材料と下記構造式(3)で示されるゲスト材料とを共蒸着(質量比96:4)して膜厚50nmの発光層を形成した。構造式(2)で示されるホスト材料は電子輸送性が高く、赤色の発光層4R内での発光位置は反射性電極2側となる。

【0045】

緑色の有機EL素子においては、先ず下記構造式(1)で示される正孔輸送層32Gを70nmの膜厚で成膜した。次いで、発光層4Gとして下記構造式(4)で示されるホスト材料と下記構造式(5)で示されるゲスト材料とを共蒸着(質量比98:2)して膜厚50nmの発光層を形成した。構造式(4)で示されるホスト材料は電子輸送性が高く、

緑色の発光層 4 G 内での発光位置は反射性電極 2 側となる。

【 0 0 4 6 】

青色の有機 E L 素子においては、先ず下記構造式 (1) で示される正孔輸送層 3 2 B を 5 0 n m の膜厚で成膜した。次いで、発光層 4 B として下記構造式 (6) で示されるホスト材料と下記構造式 (7) で示されるゲスト材料とを共蒸着 (質量比 9 5 : 5) して膜厚 5 0 n m の発光層を形成した。構造式 (6) で示されるホスト材料は電子輸送性が高く、青色の発光層 4 B 内での発光位置は反射性電極 2 側となる。

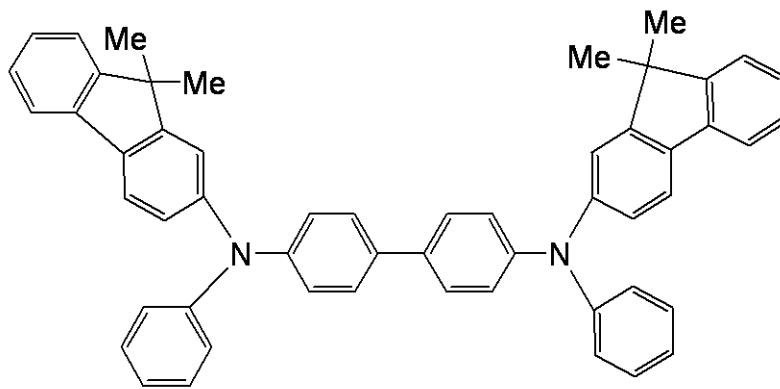
【 0 0 4 7 】

次に、前記発光層 4 R , 4 G , 4 B の上に下記構造式 (8) で示される電子輸送層 5 を 1 0 n m の膜厚となるように成膜した。さらに、構造式 (8) で示される電子輸送材料と炭酸セシウムを、層中のセシウム濃度が 8 . 3 質量 % となるように共蒸着して、膜厚 6 0 n m の電子注入層 6 を形成した。

【 0 0 4 8 】

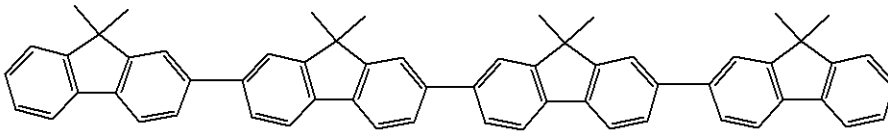
【化 1】

構造式 (1)



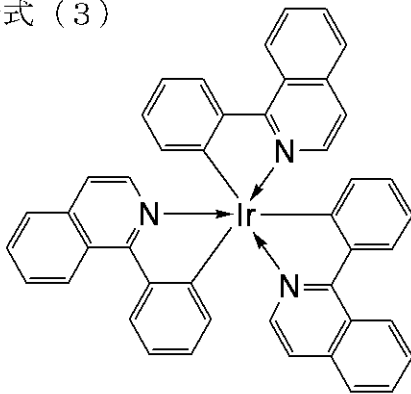
10

構造式 (2)



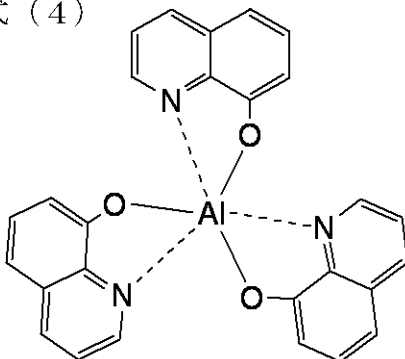
20

構造式 (3)



30

構造式 (4)

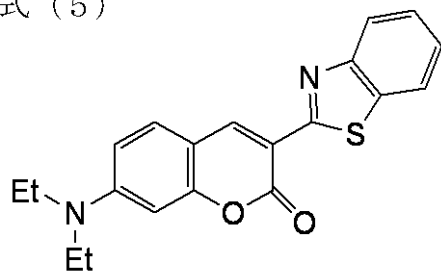


40

【 0 0 4 9 】

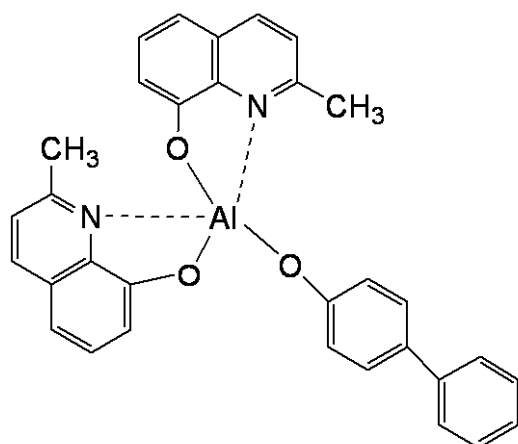
【化 2】

構造式 (5)



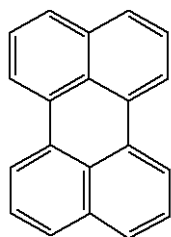
10

構造式 (6)



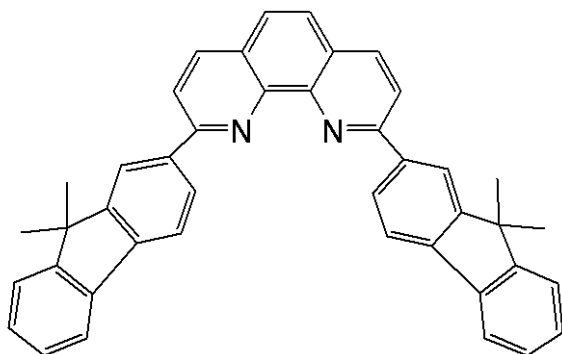
20

構造式 (7)



30

構造式 (8)



40

【 0 0 5 0 】

最後に、光取り出し電極 7 として透明電極である I Z O を 3 0 n m の膜厚で形成した後、窒素雰囲気中のグローブボックスにおいて、乾燥剤を入れたガラスキャップにより有機 E L 表示装置の全体をカバーした。

50

【 0 0 5 1 】

本実施例の有機 E L 表示装置の各色の有機 E L 素子の構成は以下の通りである。

【 0 0 5 2 】

【 表 1 】

	赤色	緑色	青色
IZO	30nm		
電子注入層	60nm		
電子輸送層	10nm		
発光層	50nm	50nm	50nm
正孔輸送層(パターニング層)	—	70nm	50nm
正孔輸送層(共通)	70nm		
ITO	20nm		
Ag	150nm		

10

【 0 0 5 3 】

また、赤色、緑色、青色の有機 E L 素子の反射性電極 2 での位相シフト量 ϕ_r 、 ϕ_g 、 ϕ_b はそれぞれ、 $2\pi \times 0.5$ 、 $2\pi \times 0.8$ 、 $2\pi \times 0.8$ であり、発光波長 λ_r 、 λ_g 、 λ_b はそれぞれ、630nm、530nm、460nm である。よって、前記した関係式 (1R)、(1G)、(1B) は以下の通りとなる。

20

【 0 0 5 4 】

$$\begin{aligned} 78.75 \text{ nm} \quad L_r \quad 236.25 \text{ nm} \quad (1R) \\ 251.75 \text{ nm} \quad L_g \quad 384.25 \text{ nm} \quad (1G) \\ 218.50 \text{ nm} \quad L_b \quad 333.50 \text{ nm} \quad (1B) \end{aligned}$$

【 0 0 5 5 】

また、前記した関係式 (2R)、(2G)、(2B) は以下の通りとなる。

【 0 0 5 6 】

$$\begin{aligned} 118.13 \text{ nm} \quad L_r \quad 196.88 \text{ nm} \quad (2R) \\ 284.88 \text{ nm} \quad L_g \quad 351.125 \text{ nm} \quad (2G) \\ 247.25 \text{ nm} \quad L_b \quad 304.75 \text{ nm} \quad (2B) \end{aligned}$$

30

【 0 0 5 7 】

さらに、前記した関係式 (3R)、(3G)、(3B) は以下の通りとなる。

【 0 0 5 8 】

$$\begin{aligned} L_r &= 157.5 \text{ nm} \quad (3R) \\ L_g &= 318 \text{ nm} \quad (3G) \\ L_b &= 276 \text{ nm} \quad (3B) \end{aligned}$$

【 0 0 5 9 】

本実施例の有機 E L 表示装置の赤色、緑色、青色の有機 E L 素子の、反射性電極 2 の反射面から発光位置までの光学的距離 L_r 、 L_g 、 L_b は、およそ 160nm、300nm、270nm であった。従って、本実施例では、関係式 (1R)、(1G)、(1B) は勿論、関係式 (2R)、(2G)、(2B) も満たしている。よって、赤色の有機 E L 素子において、正孔輸送層 31 の膜厚が必要以上に厚くならず済むために駆動電圧を低減できた。赤色の有機 E L 素子の干渉次数が $N_r = 2$ の場合には正孔輸送層 31 の膜厚が 200nm 以上となるために、赤色の有機 E L 素子の駆動電圧が 1V 以上も高くなってしま

40

【 0 0 6 0 】

また、共通の正孔輸送層 31 の膜厚が、赤色の干渉次数 $N_r = 1$ における膜厚と等しいために十分に厚く確保できるため、リークや非点灯が問題とならずに歩留まりを上げることができる。

【 0 0 6 1 】

50

(実施例 2)

青色の有機 E L 素子の正孔輸送層 3 2 B を成膜せず、発光層 4 B を下記の工程で形成した以外は実施例 1 と同様な条件で実施例 2 の有機 E L 表示装置を作製した。図 2 に本実施例で作製した有機 E L 表示装置の 1 画素分の断面模式図を示す。

【0062】

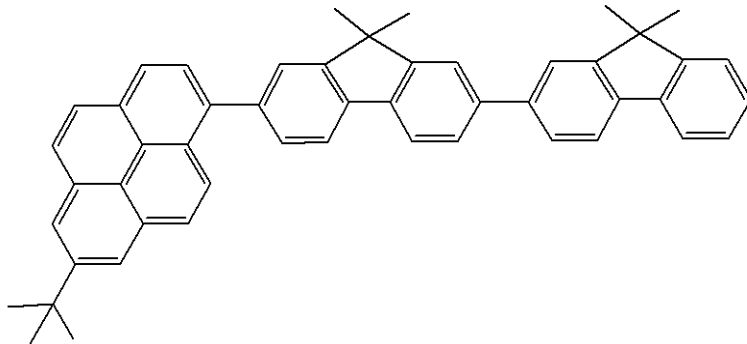
青色の有機 E L 素子において、発光層 4 B として下記構造式 (9) で示されるホスト材料と下記構造式 (10) で示されるゲスト材料とを共蒸着 (質量比 95 : 5) して膜厚 50 nm の発光層を形成した。構造式 (10) で示されるゲスト材料の LUMO の絶対値が構造式 (9) で示されるホスト材料の LUMO の絶対値よりも大きい (0.15 eV 以上)。そのため、ホスト材料の LUMO に注入された電子がゲスト材料の LUMO にトラップ

10

【0063】

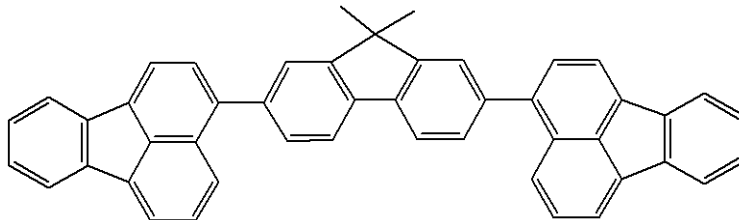
【化 3】

構造式 (9)



20

構造式 (10)



30

【0064】

本実施例の有機 E L 表示装置の各色の有機 E L 素子の構成は以下の通りである。また、本実施例の青色の有機 E L 素子の Lb は実施例 1 と同様におよそ 270 nm であり、関係式 (2 B) を満たしている。

【0065】

【表 2】

	赤色	緑色	青色
IZO	30nm		
電子注入層	60nm		
電子輸送層	10nm		
発光層	50nm	50nm	50nm
正孔輸送層 (ペタリング層)	—	70nm	—
正孔輸送層 (共通)	70nm		
ITO	20nm		
Ag	150nm		

40

50

【 0 0 6 6 】

本実施例の有機 E L 表示装置によれば、青色の有機 E L 素子において、発光位置が光取り出し電極 7 側であるため、正孔輸送層 3 2 B を形成しなくても発光層 4 B の膜厚によって干渉距離を調整することが可能となった。よって、正孔輸送層のマスキング成膜の回数を減らすことができた。

【 0 0 6 7 】

(実施例 3)

緑色の有機 E L 素子の正孔輸送層 3 2 G を成膜せず、発光層 4 G を以下の工程で形成する以外は実施例 2 と同様な条件で実施例 3 の有機 E L 表示装置を作製した。図 3 に本実施例で作製した有機 E L 表示装置の 1 画素分の断面模式図を示す。

10

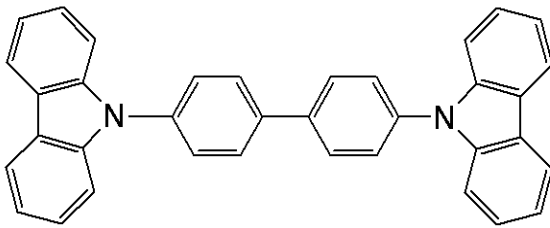
【 0 0 6 8 】

緑色の発光層 4 G として下記構造式 (1 1) で示されるホスト材料と前記構造式 (6) で示されるゲスト材料とを共蒸着 (質量比 9 8 : 2) して膜厚 5 0 n m の発光層 4 G を形成した。構造式 (1 1) で示されるホスト材料は正孔輸送性が高く、緑色の発光層 4 G 内の発光位置は光取り出し電極 7 側となる。

【 0 0 6 9 】

【 化 4 】

構造式 (1 1)



20

【 0 0 7 0 】

本実施例の有機 E L 表示装置の各色の有機 E L 素子の構成は以下の通りである。また、本実施例の緑色の有機 E L 素子の L g は実施例 1 と同様におよそ 3 0 0 n m であり、関係式 (2 B) を満たしている。

【 0 0 7 1 】

30

【 表 3 】

	赤色	緑色	青色
IZO	30nm		
電子注入層	60nm		
電子輸送層	10nm		
発光層	50nm	70nm	50nm
正孔輸送層 (パターニング層)	—	—	—
正孔輸送層 (共通)	70nm		
ITO	20nm		
Ag	150nm		

40

【 0 0 7 2 】

本実施例の有機 E L 表示装置によれば、緑色の有機 E L 素子において、発光位置が光取り出し電極 7 側であるため、正孔輸送層 3 2 G を形成しなくても発光層 4 G の膜厚によって干渉距離を調整することが可能となった。よって、正孔輸送層のマスキング成膜の回数を減らすことができた。

【 符号の説明 】

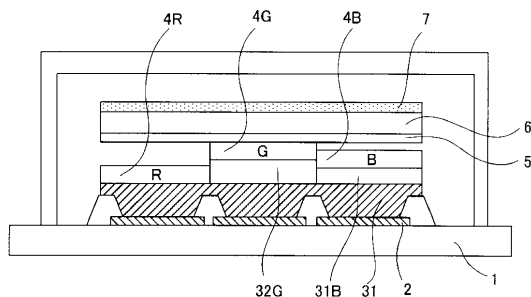
【 0 0 7 3 】

2 : 第 1 電極、3 1 : 正孔輸送層 (共通)、3 2 G、3 2 B、: 正孔輸送層 (パターニ

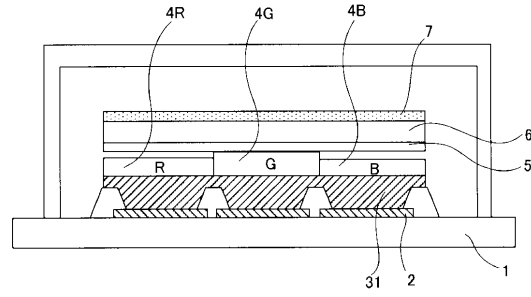
50

ング層)、4R、4G、4B：発光層、7：第2電極

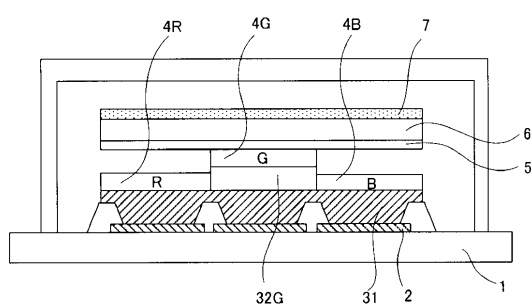
【図1】



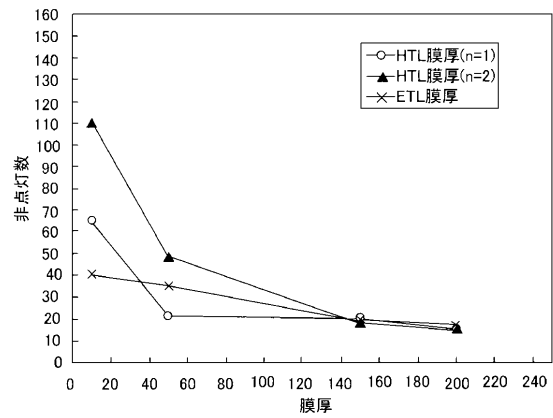
【図3】



【図2】



【図4】



专利名称(译)	表示装置		
公开(公告)号	JP2012156075A	公开(公告)日	2012-08-16
申请号	JP2011015889	申请日	2011-01-28
[标]申请(专利权)人(译)	佳能株式会社		
申请(专利权)人(译)	佳能公司		
[标]发明人	松田陽次郎		
发明人	松田 陽次郎		
IPC分类号	H05B33/24 H05B33/12 H01L51/50		
FI分类号	H05B33/24 H05B33/12.B H05B33/14.A H01L27/32		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/BB02 3K107/CC05 3K107/CC12 3K107/CC26 3K107/CC29 3K107/CC45 3K107/DD10 3K107/FF06 3K107/FF15		
代理人(译)	渡边圭佑 山口 芳広		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：通过抑制红色有机EL元件的驱动电压的增加来提供具有优异显示特性的显示装置，在通过调节与反射的距离获得光增强效果的有机EL显示装置中电极到发射位置。溶解：R，G和B有机EL元件中的每一个包括：第一电极2和第二电极7；发光层4R，4G和4B中的至少一个布置在一对电极之间；在一个发光层4R，4G和4B与第一电极2之间设置电荷传输层31。在每个R，G和B有机EL元件中，光学距离 L_r ， L_g 和 L_b 来自反射表面。第一电极2到发光位置，发光层4R，4G和4B的发射波长 λ_r ， λ_g 和 λ_b ，以及第一电极2处的相移量（弧度） ϕ_r ， ϕ_g 和 ϕ_b 由电荷传输层32G调节和32B以满足预定的关系。

