

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5293768号
(P5293768)

(45) 発行日 平成25年9月18日(2013.9.18)

(24) 登録日 平成25年6月21日(2013.6.21)

(51) Int.Cl.	F I
H O 1 L 51/50 (2006.01)	H O 5 B 33/22 D
G O 9 F 9/30 (2006.01)	H O 5 B 33/14 A
H O 1 L 27/32 (2006.01)	G O 9 F 9/30 3 6 5 Z

請求項の数 1 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2011-96297 (P2011-96297)	(73) 特許権者	502356528
(22) 出願日	平成23年4月22日(2011.4.22)		株式会社ジャパンディスプレイ
(62) 分割の表示	特願2005-340220 (P2005-340220)		東京都港区西新橋三丁目7番1号
原出願日	平成17年11月25日(2005.11.25)	(74) 代理人	100108855
(65) 公開番号	特開2011-142365 (P2011-142365A)		弁理士 蔵田 昌俊
(43) 公開日	平成23年7月21日(2011.7.21)	(74) 代理人	100159651
審査請求日	平成23年4月28日(2011.4.28)		弁理士 高倉 成男
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100109830
			弁理士 福原 淑弘
		(74) 代理人	100075672
			弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機EL表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板と、

前記基板の上方に形成された第1乃至第3陽極と、

前記第1乃至第3陽極の上方に形成された第1有機物層と、前記第1有機物層上に形成された第2有機物層とを含んだ正孔輸送層であって、前記第1及び第2有機物層のうち第1有機物層に亀裂が設けられ、前記第1有機物層のうち前記第1乃至第3陽極の上方にそれぞれ位置した部分は厚さが互いに等しく、前記正孔輸送層のうち前記第1乃至第3陽極の上方にそれぞれ位置した第1乃至第3部分は厚さが互いに異なる正孔輸送層と、

前記第1乃至第3部分の上方にそれぞれ形成され、各々が有機物からなり、組成が互いに異なるか又は組成及び厚さが互いに異なる第1乃至第3発光層と、

前記第1乃至第3発光層の上方に形成された電子輸送層と、

前記電子輸送層の上方に形成された陰極と

を具備した有機EL表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス(EL)表示装置及びその製造方法に関する。

【背景技術】

10

20

【 0 0 0 2 】

有機 E L 素子は、有機 E L 表示装置の主要部である。この有機 E L 素子には、高輝度化及び長寿命化が要求されている。そのため、このような要望に応える技術が数多く提案されている。例えば特許文献 1 には、発光層の材料として発光材料と電荷輸送材料との混合物を使用すると共に、この発光層中に発光材料の濃度勾配を形成することが記載されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 3 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 4 - 2 4 1 1 8 8 号公報

10

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

本発明の目的は、有機 E L 素子を高輝度化及び長寿命化することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 5 】

本発明の第 1 側面によると、基板と、前記基板の上方に形成された第 1 乃至第 3 陽極と、前記第 1 乃至第 3 陽極の上方に形成された第 1 有機物層と、前記第 1 有機物層上に形成された第 2 有機物層とを含んだ正孔輸送層であって、前記第 1 及び第 2 有機物層のうち第 1 有機物層に亀裂が設けられ、前記第 1 有機物層のうち前記第 1 乃至第 3 陽極の上方にそれぞれ位置した部分は厚さが互いに等しく、前記正孔輸送層のうち前記第 1 乃至第 3 陽極の上方にそれぞれ位置した第 1 乃至第 3 部分は厚さが互いに異なる正孔輸送層と、前記第 1 乃至第 3 部分の上方にそれぞれ形成され、各々が有機物からなり、組成が互いに異なるか又は組成及び厚さが互いに異なる第 1 乃至第 3 発光層と、前記第 1 乃至第 3 発光層の上方に形成された電子輸送層と、前記電子輸送層の上方に形成された陰極とを具備した有機 E L 表示装置が提供される。

20

【 発明の効果 】

【 0 0 0 9 】

本発明によると、有機 E L 素子の高輝度化及び長寿命化が可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

30

【 0 0 1 0 】

【 図 1 】 本発明の一態様に係る表示装置を概略的に示す平面図。

【 図 2 】 図 1 の表示装置に採用可能な構造の一例を概略的に示す部分断面図。

【 図 3 】 図 2 の構造を拡大して示す部分断面図。

【 図 4 】 図 2 の構造を拡大して示す部分断面図。

【 図 5 】 図 2 の構造を拡大して示す部分断面図。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 1 】

以下、本発明の態様について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、各図において、同様又は類似する構成要素には同一の参照符号を付し、重複する説明は省略する。

40

【 0 0 1 2 】

図 1 は、本発明の一態様に係る表示装置を概略的に示す平面図である。図 2 は、図 1 の表示装置に採用可能な構造の一例を概略的に示す部分断面図である。なお、図 2 では、表示装置を、その表示面、すなわち前面又は光出射面、が下方を向き、背面が上方を向くように描いている。

【 0 0 1 3 】

図 1 の表示装置は、アクティブマトリクス型駆動方式を採用した下面発光型の有機 E L 表示装置である。この有機 E L 表示装置は、後述するように、表示色が互いに異なる画素 P X 1 乃至 P X 3 を含んでいる。

【 0 0 1 4 】

50

この有機 E L 表示装置は、アレイ基板 A S と、封止基板 C S と、映像信号線ドライバ X D R と、走査信号線ドライバ Y D R とを含んでいる。

【 0 0 1 5 】

アレイ基板 A S は、例えば、ガラス基板などの基板 S U B を含んでいる。

基板 S U B 上には、図 2 に示すように、アンダーコート層 U C として、例えば、S i N_x層と S i O_x層とが順次積層されている。

【 0 0 1 6 】

アンダーコート層 U C 上には、例えばソース及びドレインが形成されたポリシリコン層である半導体層 S C、例えば T E O S (tetraethyl orthosilicate) などを用いて形成され得るゲート絶縁膜 G I、及び例えば M o W などからなるゲート G E が順次積層されており、それらは電界効果トランジスタであるトップゲート型の薄膜トランジスタを構成している。この例では、これら薄膜トランジスタは、p チャネル薄膜トランジスタであり、図 1 の駆動制御素子 D R 及びスイッチ S W a 乃至 S W c として利用している。

【 0 0 1 7 】

ゲート絶縁膜 G I 上には、図 1 に示す走査信号線 S L 1 及び S L 2 と、図示しない下部電極とがさらに配置されている。走査信号線 S L 1 及び S L 2 並びに下部電極は、ゲート G E と同一の工程で形成可能である。

【 0 0 1 8 】

走査信号線 S L 1 及び S L 2 は、図 1 に示すように、各々が画素 P X 1 乃至 P X 3 の行方向 (X 方向) に延びており、画素 P X 1 乃至 P X 3 の列方向 (Y 方向) に交互に配列している。これら走査信号線 S L 1 及び S L 2 は、走査信号線ドライバ Y D R に接続されている。

【 0 0 1 9 】

下部電極は、駆動制御素子 D R のゲートに接続されている。下部電極は、後述するキャパシタ C の一方の電極として利用する。

【 0 0 2 0 】

ゲート絶縁膜 G I、ゲート G E、走査信号線 S L 1 及び S L 2、並びに下部電極は、図 2 に示す層間絶縁膜 I I で被覆されている。層間絶縁膜 I I は、例えばプラズマ C V D 法などにより成膜された S i O_x などからなる。この層間絶縁膜 I I のうち下部電極上の部分は、キャパシタ C の誘電体層として利用する。

【 0 0 2 1 】

層間絶縁膜 I I 上には、図 2 に示すソース電極 S E 及びドレイン電極 D E、図 1 に示す映像信号線 D L、電源線 P S L、並びに図示しない上部電極が配置されている。これらは、同一工程で形成可能であり、例えば、M o / A l / M o の三層構造を有している。

【 0 0 2 2 】

ソース電極 S E 及びドレイン電極 D E は、層間絶縁膜 I I に設けられたコンタクトホールを介して薄膜トランジスタのソース及びドレインに電氣的に接続されている。

【 0 0 2 3 】

映像信号線 D L は、図 1 に示すように、各々が Y 方向に延びており、X 方向に配列している。これら映像信号線 D L の各々の一端は、映像信号線ドライバ X D R に接続されている。

【 0 0 2 4 】

電源線 P S L は、この例では、各々が Y 方向に延びており、X 方向に配列している。また、この例では、電源線 P S L は、映像信号線ドライバ X D R に接続されている。

【 0 0 2 5 】

上部電極は、電源線 P S L に接続されている。上部電極は、キャパシタ C の他方の電極として利用する。

【 0 0 2 6 】

ソース電極 S E、ドレイン電極 D E、映像信号線 D L、電源線 P S L、及び上部電極は、図 2 に示すパッシベーション膜 P S で被覆されている。パッシベーション膜 P S は、例

10

20

30

40

50

例えば SiN_x などからなる。

【 0 0 2 7 】

パッシベーション膜 P S 上には、平坦化層 L L が形成されている。平坦化層 L L は、例えば硬質樹脂からなる。

【 0 0 2 8 】

平坦化層 L L 上では、スイッチ S W a に対応して画素電極 P E が配列している。画素電極 P E は、この例では光透過性の陽極である。画素電極 P E は、平坦化層 L L 及びパッシベーション膜 P S に設けた貫通孔を介して、スイッチ S W a のドレイン電極 D E に接続されている。

【 0 0 2 9 】

平坦化層 L L 上には、さらに、図 2 に示す隔壁絶縁層 P I が形成されている。隔壁絶縁層 P I には、画素電極 P E に対応した位置に貫通孔が設けられているか、或いは、画素電極 P E が形成する列又は行に対応した位置にスリットが設けられている。ここでは、一例として、隔壁絶縁層 P I には、画素電極 P E に対応した位置に貫通孔が設けられていることとする。

【 0 0 3 0 】

隔壁絶縁層 P I は、例えば、有機絶縁層である。隔壁絶縁層 P I は、例えば、フォトリソグラフィ技術を用いて形成することができる。

【 0 0 3 1 】

画素電極 P E 上には、発光層を含んだ活性層 A L が配置されている。活性層 A L は、発光層と正孔輸送層とを含んでいる。

【 0 0 3 2 】

隔壁絶縁層 P I 及び活性層 A L は、前面電極である対向電極 C E で被覆されている。対向電極 C E は、画素 P X 1 乃至 P X 3 間で互いに接続された共通電極であり、この例では光反射性の陰極である。対向電極 C E は、例えば、パッシベーション膜 P S と平坦化層 L L と隔壁絶縁層 P I とに設けられたコンタクトホールを介して、映像信号線 D L と同一の層上に形成された電極配線（図示せず）に電気的に接続されている。各々の有機 E L 素子 O L E D は、画素電極 P E 、活性層 A L 及び対向電極 C E で構成されている。

【 0 0 3 3 】

これら有機 E L 素子 O L E D は、光共振器（マイクロキャビティ構造）を構成している。この例では、活性層 A L が放出した光が平坦化層 L L と対向電極 C E との間で繰り返し反射干渉する構成を採用している。

【 0 0 3 4 】

画素 P X 1 が含む有機 E L 素子 O L E D は、画素 P X 2 が含む有機 E L 素子 O L E D と比較して、平坦化層 L L と対向電極 C E との間の光路長がより短い。画素 P X 3 が含む有機 E L 素子 O L E D は、画素 P X 2 が含む有機 E L 素子 O L E D と比較して、平坦化層 L L と対向電極 C E との間の光路長がより長い。ここでは、一例として、画素 P X 1 乃至 P X 3 間で後述する正孔輸送層の厚さを異ならしめることにより、先の光路長の相違を生じさせている。

【 0 0 3 5 】

この例では、画素 P X 1 は、画素 P X 3 と比較して、有機 E L 素子 O L E D が法線方向に放出する最大強度の光の波長 λ_{res} がより長い。また、この例では、画素 P X 2 は、画素 P X 2 と比較して、有機 E L 素子 O L E D が法線方向に放出する最大強度の光の波長 λ_{res} がより短い。例えば、画素 P X 1 が含む有機 E L 素子 O L E D の波長 λ_{res} は赤色光の波長範囲内にあり、画素 P X 2 が含む有機 E L 素子 O L E D の波長 λ_{res} は青色光の波長範囲内にあり、画素 P X 3 が含む有機 E L 素子 O L E D の波長 λ_{res} は緑色光の波長範囲内にある。

【 0 0 3 6 】

画素 P X 1 乃至 P X 3 の各々が含む画素回路は、この例では、駆動制御素子（駆動トランジスタ）D R と、出力制御スイッチ S W a と、映像信号供給制御スイッチ S W b と、ダ

10

20

30

40

50

イオード接続スイッチ SW_c と、キャパシタ C とを含んでいる。上記の通り、この例では、駆動制御素子 DR 及びスイッチ SW_a 乃至 SW_c は p チャネル薄膜トランジスタである。また、この例では、映像信号供給制御スイッチ SW_b とダイオード接続スイッチ SW_c とは、駆動制御素子 DR のドレインと映像信号線 DL と駆動制御素子 DR のゲートとの接続状態を、それらが互いに接続された第 1 状態と、それらが互いから遮断された第 2 状態との間で切り替えるスイッチ群を構成している。

【 0 0 3 7 】

駆動制御素子 DR と出力制御スイッチ SW_a と有機 EL 素子 $OLED$ とは、第 1 電源端子 ND_1 と第 2 電源端子 ND_2 との間で、この順に直列に接続されている。この例では、第 1 電源端子 ND_1 は高電位電源端子であり、第 2 電源端子 ND_2 は低電位電源端子である。

10

【 0 0 3 8 】

出力制御スイッチ SW_a のゲートは、走査信号線 SL_1 に接続されている。映像信号供給制御スイッチ SW_b は映像信号線 DL と駆動制御素子 DR のドレインとの間に接続されており、そのゲートは走査信号線 SL_2 に接続されている。ダイオード接続スイッチ SW_c は駆動制御素子 DR のゲートとドレインとの間に接続されており、そのゲートは走査信号線 SL_2 に接続されている。

【 0 0 3 9 】

キャパシタ C は、駆動制御素子 DR のゲートと定電位端子 ND_1' との間に接続されている。定電位端子 ND_1' は、例えば第 1 電源端子 ND_1 に接続する。

20

【 0 0 4 0 】

封止基板 CS は、対向電極 CE と向き合っている。封止基板 CS は、例えば、ガラス基板である。

【 0 0 4 1 】

アレイ基板 AS と封止基板 CS との間には、枠形状のシール層 SS が介在している。シール層 SS はアレイ基板 AS と封止基板 CS との間に密閉空間を形成しており、この密閉空間は不活性ガスで満たされている。なお、先の密閉空間には、不活性ガスを充填する代わりに、エポキシ樹脂などの樹脂を充填してもよい。この場合、対向電極 CE 上には、 SiN_x などからなるバリア層を形成してもよい。

【 0 0 4 2 】

30

映像信号線ドライバ XDR 及び走査信号線ドライバ YDR は、この例では、アレイ基板 AS 上に配置されている。すなわち、この例では、映像信号線ドライバ XDR 及び走査信号線ドライバ YDR を COG (chip on glass) 実装している。映像信号線ドライバ XDR 及び走査信号線ドライバ YDR は、 COG 実装する代わりに、 TCP (tape carrier package) 実装してもよい。

【 0 0 4 3 】

この有機 EL 表示装置で画像を表示する場合、例えば、走査信号線 SL_1 及び SL_2 の各々を線順次駆動する。そして、或る行の画素 PX_1 乃至 PX_3 に映像信号を書き込む書込期間では、まず、走査信号線ドライバ YDR から、先の画素 PX_1 乃至 PX_3 が接続された走査信号線 SL_1 にスイッチ SW_a を開く (OFF) 走査信号を電圧信号として出力し、続いて、先の画素 PX_1 乃至 PX_3 が接続された走査信号線 SL_2 にスイッチ SW_b 及び SW_c を閉じる (ON) 走査信号を電圧信号として出力する。この状態で、映像信号線ドライバ XDR から、先の画素 PX_1 乃至 PX_3 が接続された映像信号線 DL に映像信号を電流信号としてそれぞれ出力し、駆動制御素子 DR のゲート - ソース間電圧を、先の映像信号に対応した大きさに設定する。その後、走査信号線ドライバ YDR から、先の画素 PX_1 乃至 PX_3 が接続された走査信号線 SL_2 にスイッチ SW_b 及び SW_c を開く (OFF) 走査信号を電圧信号として出力し、続いて、先の画素 PX_1 乃至 PX_3 が接続された走査信号線 SL_1 にスイッチ SW_a を閉じる (ON) 走査信号を電圧信号として出力する。

40

【 0 0 4 4 】

50

スイッチSWaを閉じ(ON)ている有効表示期間では、有機EL素子OLEDには、駆動制御素子DRのゲート-ソース間電圧に対応した大きさの駆動電流が流れる。有機EL素子OLEDは、駆動電流の大きさに対応した輝度で発光する。

【0045】

この有機EL表示装置は、有機EL素子OLEDに以下の構造を採用している。

図3乃至図5は、図2の構造を拡大して示す部分断面図である。具体的には、図3は画素PX1の有機EL素子OLEDを示し、図4は画素PX2の有機EL素子OLEDを示し、図5は画素PX3の有機EL素子OLEDを示している。なお、図3乃至図5では、基板SUB及び有機EL素子OLEDのみを描き、他の部材は省略している。

【0046】

図3乃至図5に示すように、画素PX1乃至PX3の有機EL素子OLEDは、陽極ANDと、陰極CTDと、発光層EMTと、正孔輸送層HTLと、正孔注入層HILと、電子輸送層ETLと、電子注入層EILとを含んでいる。この例では、図2の画素電極PE及び対向電極CEは、それぞれ、図3乃至図5の陽極AND及び陰極CTDに対応している。また、この例では、図2の活性層ALは、図3乃至図5の正孔注入層HILと正孔輸送層HTLと発光層EMTと電子輸送層ETLと電子注入層EILとの積層体に対応している。なお、有機EL素子OLEDは、正孔ブロッキング層などをさらに含むことができる。

【0047】

陽極ANDと陰極CTDとは向き合っている。陽極AND及び陰極CTDは、例えば、無機物からなる。典型的には、陽極ANDは、陰極CTDと比較して仕事関数がより大きい。陽極ANDの材料としては、例えば、インジウム錫酸化物(ITO)を使用することができる。陰極CTDの材料としては、例えば、アルミニウムを使用することができる。

【0048】

発光層EMTは、陽極ANDと陰極CTDとの間に介在している。発光層EMTは、有機物からなる層であって、例えば、ホスト材料とドーパントとを含んだ混合物からなる。ホスト材料としては、例えば、トリス(8-ヒドロキシキノリナート)アルミニウム(Alq₃)を使用することができる。ドーパントとしては、例えば、クマリンを使用することができる。画素PX1乃至PX3の発光層EMTは、組成が互いに異なっているか又は組成及び厚さが互いに異なっている。

【0049】

正孔輸送層HTLは、陽極ANDと発光層EMTとの間に介在している。正孔輸送層HTLは有機物からなり、そのイオン化エネルギーは、典型的には、陽極ANDの仕事関数と発光層EMTのイオン化エネルギーとの間にある。

【0050】

正孔輸送層HTLは、正孔移動度が互いに異なる複数の有機物層を含んでいる。図3では、正孔輸送層HTLは、第1有機物層HTL1及び第2有機物層HTL2を含んでいる。

【0051】

典型的には、画素PX1乃至PX3の第1有機物層HTL1は結晶性及び組成が互いに等しく、画素PX1乃至PX3の第2有機物層HTL2は結晶性及び組成が互いに等しい。また、典型的には、画素PX1乃至PX3の各々において、第1有機物層HTL1と第2有機物HTL2とは組成が互いに等しく且つ正孔移動度が互いに異なっている。有機物層HTL1及びHTL2の材料としては、例えば、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(3-メチルフェニル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン(TPD)及びN,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(1-ナフチルフェニル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン(α-NPD)を使用することができる。

【0052】

正孔注入層HILは、陽極ANDと正孔輸送層HTLとの間に介在している。正孔注入層HILは有機物、無機物、又は有機金属化合物からなり、そのイオン化エネルギーは、

10

20

30

40

50

典型的には、陽極 A N D の仕事関数と正孔輸送層 H T L のイオン化エネルギーとの間にある。典型的には、画素 P X 1 乃至 P X 3 の正孔注入層 H I L は、組成及び厚さが互いに等しい。正孔注入層 H I L の材料としては、例えば、銅フタロシアニン (C u P c) を使用することができる。

【 0 0 5 3 】

電子輸送層 E T L は、発光層 E M T と陰極 C T D との間に介在している。電子輸送層 E T L は例えば有機物からなり、その電子親和力は、典型的には、発光層 E M T の電子親和力と陰極 C T D の仕事関数との間にある。典型的には、画素 P X 1 乃至 P X 3 の電子輸送層 E T L は、組成及び厚さが互いに等しい。電子輸送層 E T L の材料としては、例えば、A l q₃を使用することができる。

10

【 0 0 5 4 】

電子注入層 E I L は、電子輸送層 E T L と陰極 C T D との間に介在している。電子注入層 E I L は有機物、無機物、又は有機金属化合物からなり、その電子親和力は、典型的には、電子輸送層 E T L の電子親和力と陰極 C T D の仕事関数との間にある。典型的には、画素 P X 1 乃至 P X 3 の電子注入層 E I L は、組成及び厚さが互いに等しい。電子注入層 E I L の材料としては、例えば、弗化リチウムを使用することができる。

【 0 0 5 5 】

この有機 E L 表示装置は、例えば、以下の方法により製造することができる。

まず、絶縁基板 S U B 上に、アンダーコート層 U C と、隔壁絶縁層 P I と、それらの間に介在した構成要素とを形成する。

20

【 0 0 5 6 】

次に、陽極 A N D 上に、正孔注入層 H I L 及び有機物層 H T L 1 をこの順に形成する。正孔注入層 H I L 及び有機物層 H T L 1 の成膜には、例えば真空蒸着法を利用する。

【 0 0 5 7 】

続いて、有機物層 H T L 1 の正孔移動度を低下させる。例えば、基板 S U B を熱処理に供する。

【 0 0 5 8 】

通常、成膜直後の有機物層 H T L 1 はアモルファスである。これに適当な熱処理を施すと、有機物層 H T L 1 は多結晶又は微結晶となる。すなわち、この熱処理によって、有機物層 H T L 1 中に多数の結晶粒界が生じる。

30

【 0 0 5 9 】

また、例えば、基板 S U B 及び陽極 A N D などの熱膨張係数が有機物層 H T L 1 の熱膨張係数と比較して十分に大きい場合、基板 S U B を加熱すると、有機物層 H T L 1 には面内方向に張力が加わる。その結果、有機物層 H T L 1 は微細な亀裂を生じる。

【 0 0 6 0 】

結晶粒界及び亀裂は、有機物層 H T L 1 における正孔の移動を妨げる。したがって、基板 S U B を適当な熱処理に供すると、有機物層 H T L 1 の正孔移動度は、熱処理前と比較してより小さくなる。

【 0 0 6 1 】

有機物層 H T L 1 の正孔移動度は、熱処理以外の処理で低下させてもよい。例えば、基板 S U B の周縁部を面内方向に引っ張ることにより、有機物層 H T L 1 に微細な亀裂を生じさせてもよい。なお、有機物層 H T L 1 に生じさせた亀裂は、有機物層 H T L 2 によって埋め込まれてもよく又は埋め込まれなくてもよい。

40

【 0 0 6 2 】

有機物層 H T L 1 の正孔移動度を低下させた後、有機物層 H T L 1 上に、有機物層 H T L 2、発光層 E M T、電子輸送層 E T L、電子注入層 E I L、陰極 C T D を、この順に形成する。これらの成膜には、例えば真空蒸着法を利用する。

【 0 0 6 3 】

以上のようにして、アレイ基板 A S を完成する。なお、電子注入層 H I L の成膜を開始してから陰極 C T D の成膜を完了するまでの処理は真空中で行う。

50

【0064】

次に、封止基板SS上に、シール層SSとして利用する枠形状の接着剤層を形成する。続いて、不活性ガス雰囲気中で、アレイ基板ASと封止基板CSとを、陰極CTDと封止基板CSとが向き合い且つ接着剤層がアレイ基板ASと封止基板CSとの間に介在するように貼り合わせる。さらに、接着剤層を硬化させることにより、有機EL表示装置を完成する。

【0065】

ところで、発光効率の向上には、発光層における電子と正孔とのキャリアバランスを最適化することが重要である。しかしながら、正孔輸送層に一般に使用される材料の正孔移動度は、電子輸送層に一般に使用される材料の電子移動度よりも1桁大きい。また、目標とする移動度を達成する材料の開発は、極めて難しい。そのため、従来の有機EL表示装置は、発光層において最適なキャリアバランスを達成できず、十分な発光効率を実現できなかった。

10

【0066】

本態様では、正孔輸送層HTLが含む有機物層HTL1に多数の界面を生じさせ、その正孔移動度を低下させる。したがって、本態様によると、発光層EMTにおける電子と正孔とのキャリアバランスを容易に最適化することができ、それゆえ、十分な発光効率を実現することができる。

【0067】

高い発光効率を実現できれば、陽極ANDと陰極CTDとの間に印加する電圧が小さい場合であっても、有機EL素子OLEDを高い輝度で発光させることができる。それゆえ、本態様によると、有機EL素子OLEDの高輝度化及び長寿命化が可能である。

20

【0068】

また、本態様で使用する正孔輸送層HTLは、有機物層HTL1とは正孔移動度が異なる有機物層HTL2をさらに含んでいる。それゆえ、例えば、有機物層HTL2の厚さ d_2 と有機物層HTL1の厚さ d_1 との比 d_2/d_1 を、正孔輸送層HTLの正孔移動度を所望値に設定するためのパラメータとして利用することができる。

【0069】

加えて、本態様では、熱処理を施した有機物層HTL2を発光層EMTと熱処理を施していない有機物層HTL1との間に配置している。それゆえ、例えば、有機物層HTL1の熱処理の際に有機物層HTL1に不純物が付着したとしても、この不純物が発光層EMT中へと拡散することなどを抑制できる。それゆえ、本態様によると、不純物の発光層EMT中への拡散などに起因した有機EL素子OLEDの劣化を抑制できる。

30

【0070】

典型的には、有機物層HTL1及びHTL2の組成は同一とする。こうすると、正孔輸送層HTLが有機物層HTL1及びHTL2を含んでいる場合と、正孔輸送層HTLを有機物層HTL2のみで構成した場合とで、正孔移動度以外の特性をほぼ同一とすることができる。すなわち、有機物層HTL1の組成が有機物層HTL2の組成と同一であれば、有機物層HTL1の追加に伴う設計変更は、不要であるか又は少なくすむ。

【0071】

しかも、有機物層HTL1及びHTL2の組成が同一であれば、1つの成膜装置で有機物層HTL1及びHTL2を成膜することができる。したがって、有機物層HTL1及びHTL2の組成を同一とすると、設備コストを低減できると共に、製造が容易になる。

40

【0072】

また、上記の通り、この有機EL表示装置では、活性層ALが放出した光が平坦化層LLと対向電極CEとの間で繰り返し反射干渉する構成を採用している。加えて、この有機EL表示装置では、有機EL素子OLEDが法線方向に放出する最大強度の光の波長、例えば共振波長、 λ_{res} を画素PX1乃至PX3間で互いに異ならしめるべく、正孔輸送層HTLの厚さを画素PX1乃至PX3間で互いに異ならしめている。

【0073】

50

有機物層H T L 1への熱処理の最適条件は、有機物層H T L 1の厚さに依存する。そのため、正孔輸送層H T Lを有機物層H T L 1のみで構成すると共に、有機物層H T L 1の厚さを画素P X 1乃至P X 3間で互いに異ならしめた場合、例えば、或る熱処理条件が画素P X 2の有機物層H T L 1に最適であったとしても、必ずしも、この条件が画素P X 1及びP X 3の有機物層H T L 1に最適であるとは限らない。熱処理を最適な条件で行えない場合、正孔移動度を十分に低下させることができない、有機物層H T L 1が溶融してその膜厚が不均一になるなどの問題を生じる可能性がある。

【0074】

これに対し、本態様では、有機物層H T L 1の厚さを画素P X 1乃至P X 3間で互いに等しくし、有機物層H T L 2の厚さを画素P X 1乃至P X 3間で互いに異ならしめる。有機物層H T L 1の厚さが画素P X 1乃至P X 3間で互いに等しければ、画素P X 1及びP X 3の全ての有機物層H T L 1にとって最適な条件のもとで熱処理を行うことができる。また、画素P X 1乃至P X 3の有機物層H T L 2の厚さは熱処理とは関係なく自由に設定可能であるので、有機E L素子O L E Dの光学的設計も容易である。すなわち、本態様によると、画素P X 1乃至P X 3の全てにおいて、有機E L素子O L E Dを容易に高輝度化及び長寿命化することができる。

【0075】

有機物層H T L 2の正孔移動度 μ_2 と有機物層H T L 1の正孔移動度 μ_1 との比 μ_2/μ_1 は、例えば4乃至20の範囲内とし、典型的には10乃至20の範囲内とする。比 μ_2/μ_1 が小さい場合、発光効率を向上させる効果が小さい。また、大きな比 μ_2/μ_1 は、これを実現すること自体が難しい。

【0076】

有機物層H T L 2の厚さ d_2 と有機物層H T L 1の厚さ d_1 との比 d_2/d_1 は、例えば7以下とし、典型的には3以下とする。比 d_2/d_1 が大きい場合、発光効率を向上させる効果が小さい。また、比 d_2/d_1 は、例えば1より大きくし、典型的には1.1以上とする。比 d_2/d_1 が小さい場合、有機物層H T L 1から発光層E M Tへの不純物の拡散を抑制する効果が小さい。

【実施例】

【0077】

以下、本発明の例について説明する。

(例1)

本例では、以下の方法により、図1に示す有機E L表示装置を製造した。

【0078】

まず、基板S U B上に、アンダーコート層U Cと、隔壁絶縁層P Iと、それらの間に介在した構成要素とを形成した。基板S U Bとしてはガラス基板を使用し、陽極A N Dである画素電極P EにはI T Oを使用した。

【0079】

次に、陽極A N D上に、真空蒸着法により、正孔注入層H I L及び有機物層H T L 1をこの順に形成した。正孔注入層H I LにはC u P cを使用した。有機物層H T L 1にはT P Dを使用し、その厚さ d_1 は40nmとした。

【0080】

続いて、有機物層H T L 1を熱処理に供した。具体的には、基板S U Bを150℃に加熱した。

【0081】

その後、有機物層H T L 1上に、真空蒸着法により有機物層H T L 2を形成した。画素P X 1乃至P X 3の有機物層H T L 2にはT P Dを使用した。また、画素P X 1が含む有機物層H T L 2の厚さ d_2 は50nmとし、画素P X 2が含む有機物層H T L 2の厚さ d_2 は100nmとし、画素P X 3が含む有機物層H T L 2の厚さ d_2 は120nmとした。

【0082】

次に、有機物層H T L 2上に、真空蒸着法により発光層E M Tを形成した。画素P X 1

10

20

30

40

50

が含む発光層 E M T には B D 1 0 2 をドーブした B H - 1 2 0 (共に出光興産製) を使用し、画素 P X 2 が含む発光層 E M T にはクマリンをドーブした A l q₃ を使用し、画素 P X 3 が含む発光層 E M T には、D C M をドーブした A l q₃ を使用した。これら発光層 E M T の厚さは 3 0 n m とした。

【 0 0 8 3 】

続いて、発光層 E M T 上に、真空蒸着法により、電子輸送層 E T L、電子注入層 E I L、陰極 C T D を、この順に形成した。電子輸送層 E T L には A l q₃ を使用し、その厚さは 3 0 n m とした。電子注入層 E I L には L i F を使用し、その厚さは 1 n m とした。陰極 C T D にはアルミニウムを使用し、その厚さは 2 0 0 n m とした。以上のようにして、アレイ基板 A S を作製した。

10

【 0 0 8 4 】

次に、封止基板 S S 上に、シール層 S S として利用する枠形状の接着剤層を形成した。次いで、封止基板 S S 上であって接着剤層が形成する枠の内側に、乾燥剤を貼り付けた。

【 0 0 8 5 】

続いて、不活性ガス雰囲気中で、アレイ基板 A S と封止基板 C S とを、陰極 C T D と封止基板 C S とが向き合い且つ接着剤層がアレイ基板 A S と封止基板 C S との間に介在するように貼り合わせた。さらに、接着剤層を硬化させることにより、有機 E L 表示装置を完成した。

【 0 0 8 6 】

この有機 E L 表示装置に白色画像を表示させて発光効率を測定した。その結果、各有機 E L 素子 O L E D の電流密度を 1 0 m A / c m² としたときの発光効率は 4 . 2 c d / A であった。

20

【 0 0 8 7 】

(比較例 1)

本例では、画素 P X 1 乃至 P X 3 の全てにおいて第 2 有機物層 H T L 2 を省略すると共に、画素 P X 1 において厚さ d₁ を 9 0 n m とし、画素 P X 2 において厚さ d₁ を 1 4 0 n m とし、画素 P X 3 において厚さ d₁ を 1 6 0 n m とした。これ以外は、例 1 で説明したのと同様の方法により有機 E L 表示装置を製造した。

【 0 0 8 8 】

この有機 E L 表示装置に例 1 と同様の条件のもとで白色画像を表示させて発光効率を測定した。その結果、各有機 E L 素子 O L E D の電流密度を 1 0 m A / c m² としたときの発光効率は 3 . 0 c d / A であった。

30

【 0 0 8 9 】

(比較例 2)

本例では、画素 P X 1 において厚さ d₁ 及び厚さ d₂ をそれぞれ 2 0 n m 及び 7 0 n m とし、画素 P X 2 において厚さ d₁ 及び厚さ d₂ をそれぞれ 4 0 n m 及び 1 0 0 n m とし、画素 P X 3 において厚さ d₁ 及び厚さ d₂ をそれぞれ 6 0 n m 及び 1 0 0 n m とした。これ以外は、例 1 で説明したのと同様の方法により有機 E L 表示装置を製造した。

【 0 0 9 0 】

この有機 E L 表示装置に例 1 と同様の条件のもとで白色画像を表示させて発光効率を測定した。その結果、各有機 E L 素子 O L E D の電流密度を 1 0 m A / c m² としたときの発光効率は 3 . 5 c d / A であった。

40

【 0 0 9 1 】

(例 2)

本例では、例 1 で形成した有機物層 H T L 1 及び H T L 2 の正孔移動度 μ_1 及び μ_2 を以下の方法により調べた。

【 0 0 9 2 】

例 1 で使用した基板 S U B と材質及び厚さが等しいガラス基板を準備した。このガラス基板上に、スパッタリング法により I T O 層を形成した。この I T O 層の厚さは、例 1 で形成した陽極 A N D の厚さと同様とした。次に、I T O 層上に、真空蒸着法により、厚さ

50

40 nmのTPD層を形成した。続いて、基板SUBに、例1で実施したのと同様の熱処理を施した。その後、TPD層上に、真空蒸着法によりアルミニウム層を形成した。このアルミニウム層の厚さは、例1で形成した陰極CTDの厚さと同様とした。以下、このようにして得られた試験用素子をサンプル(1)と呼ぶ。

【0093】

次に、TPD層の厚さを120 nmとし且つこれに熱処理を施さなかったこと以外は、サンプル(1)について説明したのと同様の方法により試験用素子を作製した。以下、この試験用素子をサンプル(2)と呼ぶ。

【0094】

次いで、サンプル(1)及び(2)について、TPD層の正孔移動度をタイムオブフライト法により測定した。その結果、サンプル(1)のTPD層の正孔移動度は $2.0 \times 10^{-4} \text{ cm}^2 / \text{V} \cdot \text{s}$ であり、サンプル(2)のTPD層の正孔移動度は $2.5 \times 10^{-3} \text{ cm}^2 / \text{V} \cdot \text{s}$ であった。この結果から、例1で製造した有機EL表示装置において、第1有機物層HTL1の正孔移動度 μ_1 は $2.0 \times 10^{-4} \text{ cm}^2 / \text{V} \cdot \text{s}$ であり、第2有機物層HTL2の正孔移動度 μ_2 は $2.5 \times 10^{-3} \text{ cm}^2 / \text{V} \cdot \text{s}$ であると推定することができる。

【0095】

(例3)

本例では、例1で形成した有機物層HTL1及びHTL2の構造を以下の方法により調べた。

【0096】

まず、アルミニウム層を形成しなかったこと以外はサンプル(1)について説明したのと同様の方法により試験用素子を作製した。以下、この試験用素子をサンプル(3)と呼ぶ。次に、アルミニウム層を形成しなかったこと以外はサンプル(2)について説明したのと同様の方法により試験用素子を作製した。以下、この試験用素子をサンプル(4)と呼ぶ。

【0097】

次いで、サンプル(3)及び(4)のTPD層を、走査電子顕微鏡(SEM)で観察した。その結果、サンプル(3)のTPD層には微細な亀裂が形成されており、サンプル(4)のTPD層には亀裂は形成されていなかった。

【0098】

また、X線回折計を用いて、サンプル(3)及び(4)のTPD層の結晶性を調べた。その結果、サンプル(3)のTPD層は、サンプル(4)のTPD層と比較して結晶性が高いかった。

以下に、当初の特許請求の範囲に記載していた発明を付記する。

[1]

基板とその上に配置されると共に発光色が互いに異なる第1乃至第3有機EL素子とを具備し、

前記第1乃至第3有機EL素子の各々は、陽極と、陰極と、前記陽極と前記陰極との間に介在した有機物からなる発光層と、前記発光層と前記陽極との間に介在した有機物からなる正孔輸送層とを具備し、

前記正孔輸送層は、第1有機物層と、前記第1有機物層を挟んで前記基板と向き合うと共に前記第1有機物層とは正孔移動度が異なる第2有機物層とを含み、

前記第1乃至第3有機EL素子は、前記正孔輸送層の厚さが互いに異なり且つ前記第1有機物層の厚さが互いに等しいことを特徴とする有機EL表示装置。

[2]

前記第1乃至第3有機EL素子は、前記第1有機物層の組成及び結晶性が互いに等しく且つ前記第2有機物層の組成及び結晶性が互いに等しく、

前記第1乃至第3有機EL素子の各々において、前記第1及び第2有機物層は組成が互いに等しく且つ結晶性が互いに異なっていることを特徴とする項1に記載の有機EL表示

10

20

30

40

50

装置。

[3]

前記第 1 乃至第 3 有機 E L 素子の各々において、前記第 1 有機物層の正孔移動度 μ_1 は、前記第 2 有機物層の正孔移動度 μ_2 と比較してより小さいことを特徴とする項 1 に記載の有機 E L 表示装置。

[4]

前記陽極は前記基板と前記陰極との間に介在していることを特徴とする項 1 に記載の有機 E L 表示装置。

[5]

項 1 に記載の有機 E L 表示装置を製造する方法であって、前記第 1 乃至第 3 有機 E L 素子の前記第 1 有機物層を成膜し、それらの結晶性を成膜直後の状態から変化させ、その後、前記第 1 乃至第 3 有機 E L 素子の前記第 2 有機物層を形成することを特徴とする方法。

10

[6]

項 1 に記載の有機 E L 表示装置を製造する方法であって、前記第 1 乃至第 3 有機 E L 素子の前記第 1 有機物層を成膜し、前記基板を面内方向に伸縮させることにより前記第 1 有機物層に亀裂を生じさせ、その後、前記第 1 乃至第 3 有機 E L 素子の前記第 2 有機物層を形成することを特徴とする方法。

[7]

項 1 に記載の有機 E L 表示装置を製造する方法であって、前記第 1 乃至第 3 有機 E L 素子の前記第 1 有機物層を成膜し、前記基板を熱処理に供し、その後、前記第 1 乃至第 3 有機 E L 素子の前記第 2 有機物層を形成することを特徴とする方法。

20

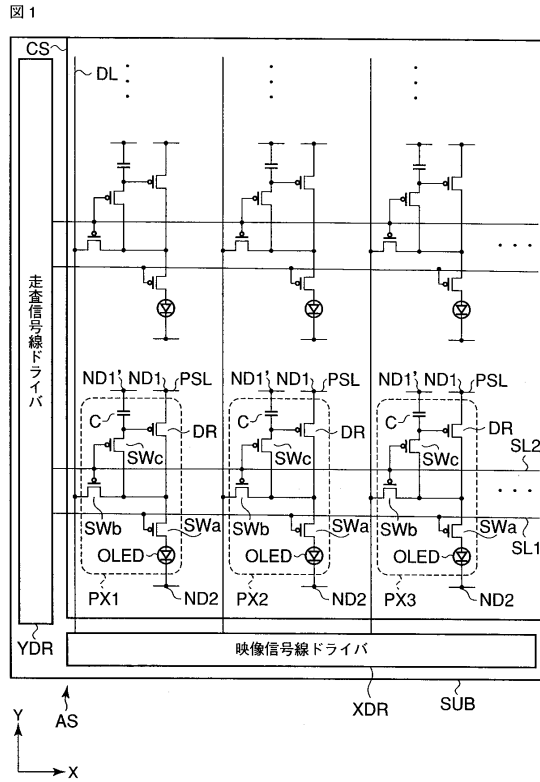
【符号の説明】

【 0 0 9 9 】

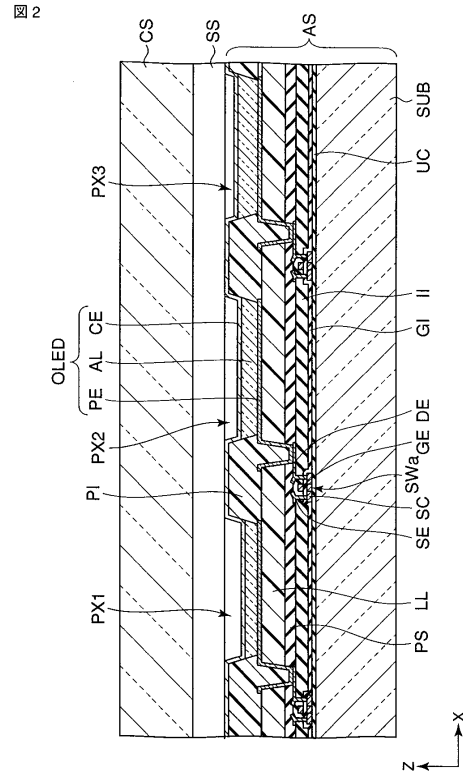
A L ... 活性層、A N D ... 陽極、A S ... アレイ基板、C ... キャパシタ、C E ... 対向電極、C S ... 封止基板、C T D ... 陰極、D E ... ドレイン電極、D L ... 映像信号線、D R ... 駆動制御素子、E I L ... 電子注入層、E M T ... 発光層、E T L ... 電子輸送層、G E ... ゲート、G I ... ゲート絶縁膜、H I L ... 正孔注入層、H T L ... 正孔輸送層、H T L 1 ... 有機物層、H T L 2 ... 有機物層、I I ... 層間絶縁膜、L L ... 平坦化層、N D 1 ... 電源端子、N D 1 ' ... 定電位端子、N D 2 ... 電源端子、O L E D ... 有機 E L 素子、P E ... 画素電極、P I ... 隔壁絶縁層、P S ... パッシベーション膜、P S L ... 電源線、P X 1 ... 画素、P X 2 ... 画素、P X 3 ... 画素、S C ... 半導体層、S E ... ソース電極、S L 1 ... 走査信号線、S L 2 ... 走査信号線、S S ... シール層、S U B ... 基板、S W a ... スイッチ、S W b ... スイッチ、S W c ... スイッチ、U C ... アンダーコート層、X D R ... 映像信号線ドライバ、Y D R ... 走査信号線ドライバ。

30

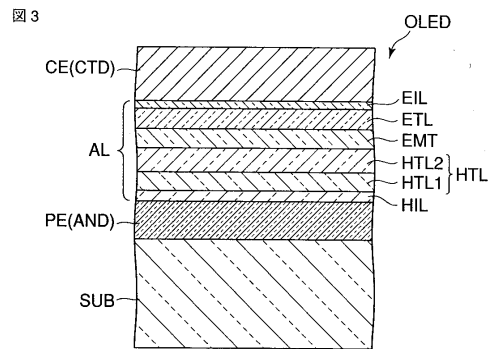
【図 1】



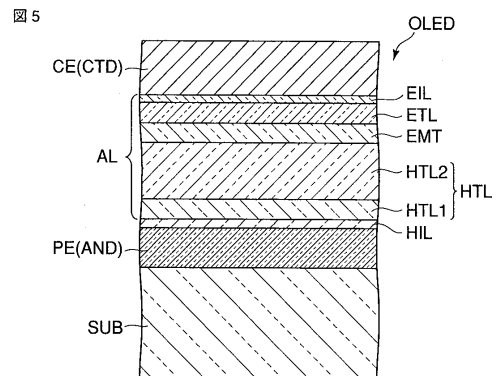
【図 2】



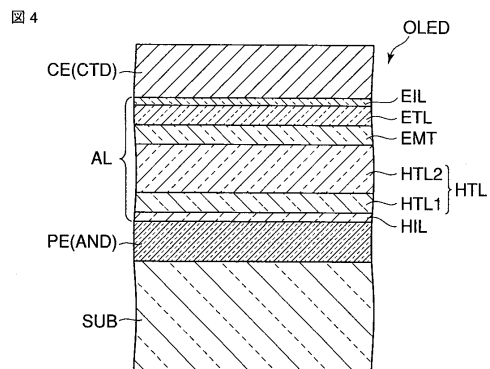
【図 3】



【図 5】



【図 4】



フロントページの続き

- (74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎
- (74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
- (74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100158805
弁理士 井関 守三
- (74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓
- (72)発明者 久保田 浩史
埼玉県深谷市幡羅町一丁目9番地2 東芝モバイルディスプレイ株式会社内
- (72)発明者 前田 典久
埼玉県深谷市幡羅町一丁目9番地2 東芝モバイルディスプレイ株式会社内
- (72)発明者 太田 益幸
埼玉県深谷市幡羅町一丁目9番地2 東芝モバイルディスプレイ株式会社内
- (72)発明者 三井 健二
埼玉県深谷市幡羅町一丁目9番地2 東芝モバイルディスプレイ株式会社内

審査官 中山 佳美

- (56)参考文献 特開平06-200244(JP,A)
特開2000-323277(JP,A)
特開2004-186027(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 51/50 - 51/56
H01L 27/32
H05B 33/00 - 33/28
G09F 9/30

专利名称(译)	有机EL表示装置		
公开(公告)号	JP5293768B2	公开(公告)日	2013-09-18
申请号	JP2011096297	申请日	2011-04-22
[标]申请(专利权)人(译)	东芝移动显示器有限公司		
申请(专利权)人(译)	东芝移动显示器有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	有限公司日本显示器		
[标]发明人	久保田浩史 前田典久 太田益幸 三井健二		
发明人	久保田 浩史 前田 典久 太田 益幸 三井 健二		
IPC分类号	H01L51/50 G09F9/30 H01L27/32		
FI分类号	H05B33/22.D H05B33/14.A G09F9/30.365.Z G09F9/30.365 H01L27/32 H05B33/10		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC02 3K107/CC21 3K107/DD71 3K107/DD72 3K107/DD73 3K107/FF04 3K107/FF14 3K107/FF15 3K107/GG28 5C094/AA10 5C094/AA37 5C094/BA27 5C094/DA13 5C094/FB01 5C094/GB01		
代理人(译)	河野 哲 中村诚 河野直树 冈田隆		
审查员(译)	中山 佳美		
其他公开文献	JP2011142365A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：轻松优化发光层中电子和空穴之间的载流子平衡，并使有机EL元件具有更高的亮度和更长的寿命。解决方案：有机EL显示装置包括基板SUB和布置在其上并且发光颜色不同的第一至第三有机EL元件OLED，并且每个有机EL元件OLED包括阳极AND，阴极CTD，发光层EMT插入其间并由有机材料制成，空穴传输层HTL介于发光层EMT和阳极AND之间并由有机材料制成，空穴传输层HTL包括有机材料层HTL1和有机材料层HTL2面对基板SUB插入有机材料层HTL1，并且空穴迁移率与有机材料层HTL1不同。第一至第三有机EL元件OLED被配置为使得空穴传输层HTL的厚度彼此不同，并且有机材料层HTL1的厚度彼此相等。

Σ

【图 4】

