

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5858689号
(P5858689)

(45) 発行日 平成28年2月10日 (2016. 2. 10)

(24) 登録日 平成27年12月25日 (2015. 12. 25)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 51/50 (2006. 01)

H O 5 B 33/14 B

H O 5 B 33/12 (2006. 01)

H O 5 B 33/12 C

G O 9 F 9/30 (2006. 01)

H O 5 B 33/12 B

H O 1 L 27/32 (2006. 01)

G O 9 F 9/30 3 6 5

請求項の数 22 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2011-189132 (P2011-189132)
(22) 出願日 平成23年8月31日 (2011. 8. 31)
(65) 公開番号 特開2013-51158 (P2013-51158A)
(43) 公開日 平成25年3月14日 (2013. 3. 14)
審査請求日 平成26年9月1日 (2014. 9. 1)

(73) 特許権者 000001007
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 100126240
弁理士 阿部 琢磨
(74) 代理人 100124442
弁理士 黒岩 創吾
(72) 発明者 首藤 章志
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

審査官 素川 慎司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の色を発する第1の有機EL素子と、前記第1の色とは異なる第2の色を発する第2の有機EL素子と、を有し、前記第1の有機EL素子および前記第2の有機EL素子は、陽極と、陰極と、前記陽極と前記陰極との間にある発光層とを備えている表示装置であって、

前記第1の有機EL素子の第1の発光層は、前記第2の有機EL素子に共通に形成されており、

前記第2の有機EL素子の第2の発光層は、前記第1の発光層に接しかつ、前記第1の発光層よりも前記陰極側に形成されており、

前記第1の発光層は、ホスト材料と、前記第2の発光層に正孔を輸送するアシストドーパント材料と、発光ドーパントと、を含み、

前記第2の有機EL素子は、下記の関係式(1)乃至(3)を満たすように構成されていることを特徴とする表示装置。

$$|HOMO_1| > |A| \cdots (1)$$

$$|HOMO_1| > |HOMO_2| \cdots (2)$$

$$|A| + |HOMO_2| - |HOMO_1| < |HOMO_a| < |HOMO_1| \cdots (3)$$

ここで、 $HOMO_1$ は前記第1の発光層に含まれる前記ホスト材料のHOMO準位エネルギー、 $HOMO_a$ は前記第1の発光層に含まれる前記アシストドーパント材料のHOM

O準位エネルギー、 $HOMO_2$ は前記第2の発光層のHOMO準位エネルギー、Aは前記第1の発光層と前記陽極とが接する場合における前記陽極の仕事関数、または前記第1の発光層と前記陽極との間に前記第1の発光層と接して有機化合物層が配置された場合における前記有機化合物層のHOMO準位エネルギーを表している。

【請求項2】

前記第2の有機EL素子では、前記第2の発光層のみが発光することを特徴とする請求項1に記載の表示装置。

【請求項3】

前記第1の発光層は青色を発光することを特徴とする請求項1または2に記載の表示装置。

【請求項4】

前記第1の発光層の前記アシストドーパント材料の重量比は、15重量%以上45重量%以下であることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか一項に記載の表示装置。

【請求項5】

前記発光ドーパント材料の重量比は、10重量%以下であることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一項に記載の表示装置。

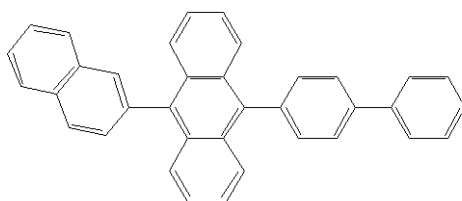
【請求項6】

前記第1の発光層のホスト材料としてアントラセン誘導体を用いることを特徴とする請求項5に記載の表示装置。

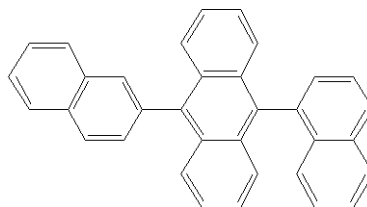
【請求項7】

前記アントラセン誘導体は、下記構造式のいずれかで表わされる化合物であることを特徴とする請求項6に記載の表示装置。

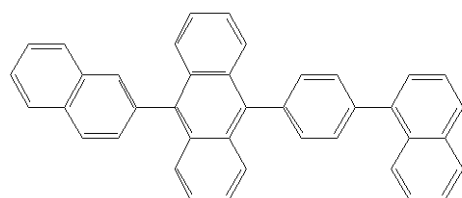
【化1】



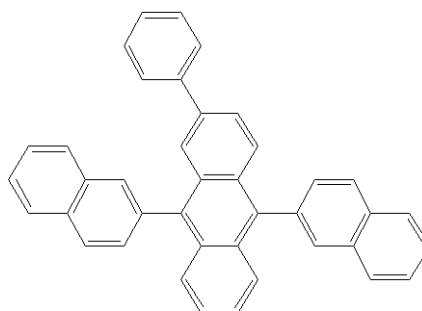
化合物1



化合物2



化合物3



化合物4

【請求項8】

前記第1の色と前記第2の色とは異なる第3の色を発する第3の有機EL素子をさらに有し、前記第3の有機EL素子は、陽極と、陰極と、前記陽極と前記陰極との間にある発光層とを備え、

前記第1の発光層は、前記第3の有機EL素子に共通に形成されており、

前記第3の有機EL素子の第3の発光層は、前記第1の発光層に接し且つ、前記第1の発光層よりも前記陰極側に形成されていることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか一項に記載の表示装置。

【請求項 9】

前記第 3 の有機 EL 素子は、下記の関係式 (1)、(2) 及び (3) を満たすように構成されていることを特徴とする請求項 8 に記載の表示装置。

$$|HOMO_1| > |A| \quad \cdots (1)$$

$$|HOMO_1| > |HOMO_{23}| \quad \cdots (2)$$

$$|A| + |HOMO_{23}| - |HOMO_1| < |HOMO_a| < |HOMO_1| \quad \cdots (3)$$

ここで、 $HOMO_{23}$ は前記第 3 の発光層の HOMO 準位エネルギーを表している。

【請求項 10】

前記第 3 の有機 EL 素子では、前記第 3 の発光層のみが発光することを特徴とする請求項 8 または 9 に記載の表示装置。

10

【請求項 11】

前記第 1 の発光層は青色を発光し、前記第 2 の発光層は赤色を発光し、前記第 3 の発光層は緑色を発光することを特徴とする請求項 8 乃至 10 のいずれか一項に記載の表示装置。

【請求項 12】

前記第 1 の色と前記第 2 の色とは異なる第 3 の色を発する第 3 の有機 EL 素子をさらに有し、

前記第 1 の発光層は、前記第 3 の有機 EL 素子に共通に形成されており、

前記第 3 の有機 EL 素子の第 3 の発光層は、前記第 1 の発光層に接し且つ、前記第 1 の発光層よりも前記陽極側に形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の表示装置。

20

【請求項 13】

前記第 3 の有機 EL 素子は、下記の関係式 (4)、(5) 及び (6) を満たすように構成されていることを特徴とする請求項 12 に記載の表示装置。

$$|LUMO_1| < |B| \quad \cdots (4)$$

$$|LUMO_1| < |HOMO_3| \quad \cdots (5)$$

$$|LUMO_1| < |LUMO_a| < |B| + |LUMO_3| - |LUMO_1| \quad \cdots (6)$$

ここで、 $LUMO_1$ は前記第 1 の発光層に含まれる前記ホスト材料の LUMO 準位エネルギー、 $LUMO_a$ は前記第 1 の発光層に含まれる前記アシストドーパント材料の LUMO 準位エネルギー、 $LUMO_{23}$ は前記第 3 の発光層の LUMO 準位エネルギー、B は前記第 1 の発光層と前記陰極とが接する場合における前記陰極の仕事関数、または前記第 1 の発光層と前記陰極との間に前記第 1 の発光層と接して有機化合物層が配置された場合における前記有機化合物層の LUMO 準位エネルギーを表している。

30

【請求項 14】

第 1 の色を発する第 1 の有機 EL 素子と、前記第 1 の色とは異なる第 2 の色を発する第 2 の有機 EL 素子と、を有し、前記第 1 の有機 EL 素子および前記第 2 の有機 EL 素子は、陽極と、陰極と、前記陽極と前記陰極との間にある発光層とを備えている表示装置であって、

40

前記第 1 の有機 EL 素子の第 1 の発光層は、前記第 2 の有機 EL 素子に共通に形成されており、

前記第 2 の有機 EL 素子の第 2 の発光層は、前記第 1 の発光層に接しかつ、前記第 1 の発光層よりも前記陽極側に形成されており、

前記第 1 の発光層は、ホスト材料と、前記第 2 の発光層に電子を輸送するアシストドーパント材料と、発光ドーパントと、を含み、

前記第 2 の有機 EL 素子は、下記の関係式 (4) 乃至 (6) を満たすように構成されていることを特徴とする表示装置。

$$|LUMO_1| < |B| \quad \cdots (4)$$

$$|LUMO_1| < |HOMO_2| \quad \cdots (5)$$

50

$$|LUMO_1| < |LUMO_a| < |B| + |LUMO_2| - |LUMO_1| \quad \cdots (6)$$

ここで、 $LUMO_1$ は前記第 1 の発光層に含まれる前記ホスト材料の $LUMO$ 準位エネルギー、 $LUMO_a$ は前記第 1 の発光層に含まれる前記アシストドーパント材料の $LUMO$ 準位エネルギー、 $LUMO_2$ は前記第 2 の発光層の $LUMO$ 準位エネルギー、 B は前記第 1 の発光層と前記陰極とが接する場合における前記陰極の仕事関数、または前記第 1 の発光層と前記陰極との間に前記第 1 の発光層と接して有機化合物層が配置された場合における前記有機化合物層の $LUMO$ 準位エネルギーを表している。

【請求項 15】

前記第 2 の有機 EL 素子では、前記第 2 の発光層のみが発光することを特徴とする請求項 14 に記載の表示装置。

10

【請求項 16】

前記第 1 の発光層は青色を発光することを特徴とする請求項 14 または 15 に記載の表示装置。

【請求項 17】

前記第 1 の発光層の前記アシストドーパント材料の重量比は 15 重量%以上 45 重量%以下であることを特徴とする請求項 14 乃至 16 のいずれか一項に記載の表示装置。

【請求項 18】

前記発光ドーパント材料の重量比は 10 重量%以下であることを特徴とする請求項 14 乃至 17 のいずれか一項に記載の表示装置。

20

【請求項 19】

前記第 1 の色と前記第 2 の色とは異なる第 3 の色を発する第 3 の有機 EL 素子をさらに有し、前記第 3 の有機 EL 素子は、陽極と、陰極と、前記陽極と前記陰極との間にある発光層とを備え、

前記第 1 の発光層は、前記第 3 の有機 EL 素子に共通に形成されており、

前記第 3 の有機 EL 素子の第 3 の発光層は、前記第 1 の発光層に接し且つ、前記第 1 の発光層よりも前記陽極側に形成されていることを特徴とする請求項 14 乃至 18 のいずれか一項に記載の表示装置。

【請求項 20】

前記第 3 の有機 EL 素子は、下記の関係式 (4)、(5) 及び (6) を満たすように構成されていることを特徴とする請求項 19 に記載の表示装置。

30

$$|LUMO_1| < |B| \quad \cdots (4)$$

$$|LUMO_1| < |HOMO_3| \quad \cdots (5)$$

$$|LUMO_1| < |LUMO_a| < |B| + |LUMO_3| - |LUMO_1| \quad \cdots (6)$$

ここで、 $LUMO_1$ は前記第 1 の発光層に含まれる前記ホスト材料の $LUMO$ 準位エネルギー、 $LUMO_a$ は前記第 1 の発光層に含まれる前記アシストドーパント材料の $LUMO$ 準位エネルギー、 $LUMO_{2,3}$ は前記第 3 の発光層の $LUMO$ 準位エネルギー、 B は前記第 1 の発光層と前記陰極とが接する場合における前記陰極の仕事関数、または前記第 1 の発光層と前記陰極との間に前記第 1 の発光層と接して有機化合物層が配置された場合における前記有機化合物層の $LUMO$ 準位エネルギーを表している。

40

【請求項 21】

前記第 1 の発光層は青色を発光し、前記第 2 の発光層は赤色を発光し、前記第 3 の発光層は緑色を発光することを特徴とする請求項 19 に記載の表示装置。

【請求項 22】

請求項 1 乃至 21 のいずれか一項に記載の表示装置と、撮像装置と、を備えた撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

有機ＥＬ素子を備えた表示装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

近年盛んに開発されている有機ＥＬ素子は、陽極と、少なくとも発光層を含む有機化合物と、陰極と、が積層された構成を成している。また、赤、緑、青の三色の有機ＥＬ素子を用いた多色表示装置では、赤、緑、青それぞれの発光層が各色の画素形状に合わせたパターンニング用の金属マスクを用いて真空蒸着されるのが一般的な製造方法である。

【０００３】

表示装置における画素サイズの微細化が進み、画素形状に合わせたパターンニング用の金属マスクも高精細なものになっている。その結果、高精細な金属マスクの製造および維持管理が困難になっている。

10

【０００４】

特許文献１では、青色発光層を画素領域の全面に渡って形成し、赤発光層および緑色発光層は青色発光層の上層に積層して形成される構成が開示されている。青色発光層に関しては高精細マスクを使用することなく画素領域の全面に形成することで、パターンニング用の金属マスクの使用回数を減らし、且つ、発光効率の低い青色の画素面積を大きくすることにより、表示装置の寿命を改善することができるとしている。

【０００５】

上記構成では、赤色および緑色の有機ＥＬ素子において、画素領域全面に形成された青色発光層は発光させずに、積層された赤色および緑色発光層のみを発光させる必要がある。しかし、赤色発光層や緑色発光層の構成によっては、赤色発光層、緑色発光層内を電子が通り抜けて、青色発光層まで電子が漏れ、青色発光層が発光してしまい、赤色発光層および緑色発光層を効率よく発光させることが困難な場合がある。

20

【０００６】

また、特許文献１では、赤色発光層と青色発光層の間、および緑色発光層と青色発光層の間に電子阻止層を設けてもよいことが開示されているが、電子阻止層などの電荷阻止層を設ける構成では素子の駆動電圧が上昇してしまう。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００７】

30

【特許文献１】特開２００７－０６６８６２号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

本発明は、異なる色を発する有機ＥＬ素子に共通に形成された発光層を有する表示装置において、電荷阻止層を発光層間に設けずに、各有機ＥＬ素子を効率よく発光させることを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

本発明の一つの形態は、第１の色を発する第１の有機ＥＬ素子と、前記第１の色とは異なる第２の色を発する第２の有機ＥＬ素子と、を有し、前記第１の有機ＥＬ素子および前記第２の有機ＥＬ素子は、陽極と、陰極と、前記陽極と前記陰極との間にある発光層とを備えている表示装置であって、前記第１の有機ＥＬ素子の第１の発光層は、前記第２の有機ＥＬ素子に共通に形成されており、前記第２の有機ＥＬ素子の第２の発光層は、前記第１の発光層に接しかつ、前記第１の発光層よりも前記陰極側に形成されており、前記第１の発光層は、ホスト材料と、前記第２の発光層に正孔を輸送するアシストドーパント材料と、を含み、前記第２の有機ＥＬ素子は、下記の関係式（１）乃至（３）を満たすように構成されていることを特徴とする。

40

| HOMO 1 | > | A | ・ ・ ・ (1)

| HOMO 1 | > | HOMO 2 | ・ ・ ・ (2)

50

$$|A| + |HOMO2| - |HOMO1| < |HOMOa| < |HOMO1| \cdots (3)$$

ここで、HOMO1は前記第1の発光層に含まれる前記ホスト材料のHOMO準位エネルギー、HOMOaは前記第1の発光層に含まれる前記アシストドーパント材料のHOMO準位エネルギー、HOMO2は前記第2の発光層のHOMO準位エネルギー、Aは前記第1の発光層と前記陽極とが接する場合における前記陽極の仕事関数、または前記第1の発光層と前記陽極との間に前記第1の発光層と接して有機化合物層が配置された場合における前記有機化合物層のHOMO準位エネルギーを表している。

【0010】

また、本発明の別の形態は、第1の色を発する第1の有機EL素子と、前記第1の色とは異なる第2の色を発する第2の有機EL素子と、を有し、前記第1の有機EL素子および前記第2の有機EL素子は、陽極と、陰極と、前記陽極と前記陰極との間にある発光層とを備えている表示装置であって、前記第1の有機EL素子の第1の発光層は、前記第2の有機EL素子に共通に形成されており、前記第2の有機EL素子の第2の発光層は、前記第1の発光層に接しかつ、前記第1の発光層よりも前記陽極側に形成されており、前記第1の発光層は、ホスト材料と、前記第2の発光層に電子を輸送するアシストドーパント材料と、を含み、前記第2の有機EL素子は、下記の関係式(4)乃至(6)を満たすように構成されていることを特徴とする。

$$|LUMO1| < |B| \cdots (4)$$

$$|LUMO1| < |HOMO2| \cdots (5)$$

$$|LUMO1| < |LUMOa| < |B| + |LUMO2| - |LUMO1| \cdots (6)$$

ここで、LUMO1は前記第1の発光層に含まれる前記ホスト材料のLUMO準位エネルギー、LUMOaは前記第1の発光層に含まれる前記アシストドーパント材料のLUMO準位エネルギー、LUMO2は前記第2の発光層のLUMO準位エネルギー、Bは前記第1の発光層と前記陰極とが接する場合における前記陰極の仕事関数、または前記第1の発光層と前記陰極との間に前記第1の発光層と接して有機化合物層が配置された場合における前記有機化合物層のLUMO準位エネルギーを表している。

【発明の効果】

【0011】

本発明は、異なる色を発する有機EL素子に共通に形成された発光層を有する表示装置において、電荷阻止層を発光層間に設けずに、各有機EL素子を効率よく発光させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】第1の実施形態に係る表示装置の一例を示す模式図

【図2】第1の実施形態に係る各発光層のエネルギーバンドを示す模式図

【図3】第2の実施形態に係る表示装置の一例を示す模式図

【図4】第2の実施形態に係る各発光層のエネルギーバンドを示す模式図

【図5】第3の実施形態に係る表示装置の一例を示す模式図

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の表示装置について、実施形態を挙げて図面を参照して説明する。尚、本明細書で特に図示又は記載されない部分に関しては、当該技術分野の周知又は公知技術を適用する。また以下に説明する実施の形態は、発明の一つの実施形態であって、これらに限定されるものではない。

【0014】

特に、以下の実施形態では、第1の色、第2の色、第3の色をそれぞれ青色、赤色、緑色としている。また、第1の有機EL素子、第2の有機EL素子、第3の有機EL素子をそれぞれ、青色の有機EL素子、赤色の有機EL素子、緑色の有機EL素子としている。

また、第１の発光層、第２の発光層、第３の発光層をそれぞれ青色の発光層、赤色の発光層、緑色の発光層としている。しかし、本発明は、この構成に限られるものではない。

【００１５】

（第１の実施形態）

図１（ａ）は、第１の実施形態に係る表示装置を示す斜視模式図である。本実施形態の表示装置は、有機ＥＬ素子を備える画素１を複数有している。そして、複数の画素１はマトリックス状に配置され、表示領域２を形成している。なお、画素とは１つの発光素子の発光領域に対応した領域を意味している。本実施形態の表示装置では、発光素子是有機ＥＬ素子であり、画素１のそれぞれに１つの色の有機ＥＬ素子が配置されている。有機ＥＬ素子の発光色としては、赤色、緑色、青色、黄色、シアン、マゼンタ、白色などが挙げられる。また、本実施形態の表示装置には、発光色の異なる複数の画素（例えば赤色を発する画素、緑色を発する画素、及び青色を発する画素）からなる画素ユニットが複数配列されている。画素ユニットとは、各画素の混色によって所望の色の発光を可能とする最小の単位を示す。

10

【００１６】

図１（ｂ）は、図１（ａ）のＡ－Ｂ線における部分断面模式図である。画素１は、基板１０上に、陽極１１と、正孔輸送層１２と、有機化合物を含む発光層１３Ｒ（１３Ｇ，１３Ｂ）と、電子輸送層１４と、陰極１５と、を備える有機ＥＬ素子３Ｒ（３Ｇ，３Ｂ）からなる。また、有機ＥＬ素子３Ｒは、赤色を発する有機ＥＬ素子であり、素子内の赤色発光層１３Ｒが発光する。同様に、有機ＥＬ素子３Ｇ，３Ｂは、それぞれ緑色を発する有機ＥＬ素子、青色を発する有機ＥＬ素子であり、それぞれ素子内の緑色発光層１３Ｇ、青色発光層１３Ｂが発光する。

20

【００１７】

陽極１１は隣の画素の陽極１１と分離されて形成されており、陰極１５との異物によるショートを防ぐために、画素（より具体的には、陽極１１）間に絶縁層２０が設けられている。また、正孔輸送層１２、電子輸送層１４、陰極１５は、図１（ｂ）のように隣の画素と共通で形成されていてもよいし、画素毎にパターニングされて形成されてもよい。

【００１８】

各有機ＥＬ素子は、外部の酸素や水分が侵入しないように、封止キャップ３０によって封止されている。また、封止キャップ３０の内側には、乾燥剤が入れられている。

30

【００１９】

本実施形態では、青色の有機ＥＬ素子３Ｂの青色発光層１３Ｂが、有機ＥＬ素子３Ｒ，１３Ｇの領域にわたって一体で形成されており、いわゆる青色発光層１３Ｂはコモン発光層となっている。この構成により、発光層をパターニングする高精細な金属マスクの使用回数を減らすことができる。

【００２０】

さらに、赤色の有機ＥＬ素子３Ｒにおいては、赤色発光層１３Ｒが青色発光層１３Ｂに接して、陰極１５側に配置されている。同様に、緑色の有機ＥＬ素子３Ｇにおいては、緑色発光層１３Ｇが青色発光層１３Ｂに接して、陰極１５側に配置されている。つまり、本実施形態では、赤色発光層１３Ｒとコモン発光層である青色発光層１３Ｂとの間、緑色発光層１３Ｇとコモン発光層である青色発光層１３Ｂとの間に電荷阻止層を設けない構成である。このため、有機ＥＬ素子の駆動電圧を大きくすることがない。

40

【００２１】

さらに、電荷阻止層を設けない構成でも、赤色の有機ＥＬ素子３Ｒ、緑色の有機ＥＬ素子３Ｇを効率よく発光させるために、青色発光層１３Ｂの構成を工夫している。すなわち、本実施形態では、青色発光層１３Ｂは、ホスト材料と、発光層１３Ｒ，１３Ｇに正孔を輸送するためのアシストドーパント材料と、を含んでいる。さらに、赤色の有機ＥＬ素子３Ｒ（もしくは緑色の有機ＥＬ素子３Ｇ）は、下記の関係式（１）乃至（３）を満たすように構成されている。

$|HOMO_1| > |A| \cdots (1)$

50

$$|HOMO_1| > |HOMO_2| \quad \cdots (2)$$

$$|A| + |HOMO_2| - |HOMO_1| < |HOMO_a| < |HOMO_1| \quad \cdots (3)$$

ここで、 $HOMO_1$ は青色発光層 13B に含まれるホスト材料の $HOMO$ (最高被占軌道) 準位エネルギー、 $HOMO_a$ は青色発光層 13B に含まれるアシストドーパント材料の $HOMO$ 準位エネルギーを表している。また、 $HOMO_2$ は赤色発光層 13R (もしくは緑色発光層 13G) の $HOMO$ 準位エネルギーを表している。そして、 A は青色発光層 13B と陽極 11 とが接する場合における陽極 11 の仕事関数、または青色発光層 13B と陽極 11 との間に青色発光層 13B と接して有機化合物層が配置された場合における有機化合物層の $HOMO$ 準位エネルギーを表している。

10

【0022】

なお、赤色発光層 13R (もしくは緑色発光層 13G) の $HOMO$ 準位エネルギーとは、赤色発光層 13R (もしくは緑色発光層 13G) に含まれる材料の $HOMO$ 準位エネルギーの中で、絶対値が最も小さい $HOMO$ 準位エネルギーのことである。例えば、赤色発光層 13R (もしくは緑色発光層 13G) が発光材料のみからなる場合は、その発光材料の $HOMO$ 準位エネルギーのことである。また、赤色発光層 13R (もしくは緑色発光層 13G) がホスト材料と発光ドーパント材料からなる場合は、ホスト材料と発光ドーパント材料の $HOMO$ 準位エネルギーのうち絶対値が小さい方の $HOMO$ 準位エネルギーが赤色発光層 13R (もしくは緑色発光層 13G) の $HOMO$ 準位エネルギーである。有機化合物層の $HOMO$ 準位エネルギーとは、この有機化合物層が 1 つの材料のみからなる場合はその材料の $HOMO$ 準位エネルギーであり、2 つ以上の材料から成る場合には最も成分の多い材料の $HOMO$ 準位エネルギーのことである。

20

【0023】

図 2 を用いて上記の関係式について説明する。図 2 は、関係式 (1) 乃至 (3) を満たす青色発光層 13B と赤色発光層 13R (もしくは緑色発光層 13G) のエネルギーバンドを示している。図 2 では、青色発光層 13B と陽極 11 との間に青色発光層 13B と接して正孔輸送層 12 が配置された場合を示しており、 $A = HOMO_{HTL}$ である。

【0024】

赤色の有機 EL 素子 3R (もしくは緑色の有機 EL 素子 3G) が効率よく発光するためには、赤色発光層 13R (もしくは緑色発光層 13G) 正孔と電子を効率よく注入される必要がある。ここで、図 2 (a) で示すように、青色発光層 13B の $HOMO$ 準位エネルギーの絶対値が正孔輸送層 12 の $HOMO$ 準位エネルギーの絶対値、赤色発光層 13R (もしくは緑色発光層 13G) の $HOMO$ 準位エネルギーの絶対値よりも大きい場合を考える ($|HOMO_1| > |A|$ 、 $|HOMO_1| > |HOMO_2|$)。この場合、青色発光層 13B と正孔輸送層 12 の界面には、正孔注入障壁 (青色発光層 13B と正孔輸送層 12 の $HOMO$ 準位エネルギーの差) が生じてしまい、正孔が青色発光層 13B 内に注入されにくい。その結果、正孔が青色発光層 13B 内を輸送されて赤色発光層 13R (もしくは緑色発光層 13G) に注入されにくくなる。このため、赤色の有機 EL 素子 3R (もしくは緑色の有機 EL 素子 3G) が効率よく発光できない。

30

【0025】

これに対して、正孔を輸送するためのアシストドーパント材料を青色発光層 13B に混合させることにより、正孔が青色発光層 13B のアシストドーパント材料の $HOMO$ 準位に注入され、その準位から赤色発光層 13R (もしくは緑色発光層 13G) に注入される。この結果、赤色の有機 EL 素子 3R (もしくは緑色の有機 EL 素子 3G) が効率よく発光することができる。

40

【0026】

このために、アシストドーパント材料の $HOMO$ 準位エネルギーの絶対値は、青色発光層 13B のホスト材料の $HOMO$ 準位エネルギーの絶対値よりも小さい必要がある。つまり、

$$|HOMO_a| < |HOMO_1| \quad \cdots (3A)$$

50

を満たす必要がある。

【 0 0 2 7 】

一方、図 2 (b) で示すように、アシストドーパント材料の H O M O 準位エネルギーの絶対値は、正孔輸送層 1 2 の H O M O 準位エネルギーの絶対値よりも小さくてもよい。しかし、アシストドーパント材料の H O M O 準位に注入された正孔は、赤色発光層 1 3 R (もしくは緑色発光層 1 3 G) の H O M O 準位に注入されるためには、以下の正孔注入障壁を超える必要がある。すなわち、アシストドーパント材料と赤色発光層 1 3 R (もしくは緑色発光層 1 3 G) の H O M O 準位エネルギーの差で表される正孔注入障壁である。この正孔注入障壁が、もともと考慮していた青色発光層 1 3 B と正孔輸送層 1 2 の H O M O 準位エネルギーの差で表される正孔注入障壁よりも大きくなると、アシストドーパント材料を混合させる効果を得ることができない。このため、アシストドーパント材料と赤色発光層 1 3 R (もしくは緑色発光層 1 3 G) の H O M O 準位エネルギーの差は、青色発光層 1 3 B と正孔輸送層 1 2 の H O M O 準位エネルギーの差よりも小さい必要がある。つまり、
 $|HOMO_2| - |HOMO_a| < |HOMO_1| - |A| \cdots (3B)$
 を満たす必要がある。

10

【 0 0 2 8 】

そして、上記式 (3 A) 及び式 (3 B) から関係式 (3) が導かれる。

【 0 0 2 9 】

このように、コモン発光層 (青色発光層 1 3 B) と赤色発光層 1 3 R (もしくは緑色発光層 1 3 G) とが上記の関係式 (1) 乃至 (3) を満たすことによって、赤色発光層 1 3 R (もしくは緑色発光層 1 3 G) への正孔注入性が向上する。その結果、赤色発光層 1 3 R (もしくは緑色発光層 1 3 G) 内での正孔と電子とが再結合する確率が増え、その再結合エネルギーを利用して有機 E L 素子 3 R , 3 G を効率よく発光させることができる。なお、コモン発光層と称してはいるが、赤色の有機 E L 素子 3 R および緑色の有機 E L 素子 3 G においては、コモン発光層は発光しない。本発明において、発光しないとは、全く発光しない、あるいは視認されない程度の強度でしか発光しないことをいう。

20

【 0 0 3 0 】

また、本実施形態の青色発光層 1 3 B は、ホスト材料とアシストドーパント材料の他に青色を発する発光ドーパント材料を含んでいる。発光ドーパント材料は青色発光層 1 3 B に含まれる成分中で 1 0 重量 % 以下であることが好ましい。発光ドーパント材料が 1 0 重量 % より大きくなると濃度消光により発光効率の低下がおこる可能性があるためである。そして、効率よく正孔を輸送するために、アシストドーパント材料は、発光ドーパント材料より多く、ホスト材料より少ないことが好ましい。より具体的には、アシストドーパント材料の濃度は 1 5 重量 % 以上 4 5 重量 % 以下であり、さらに 2 5 重量 % 以上 4 5 重量 % 以下であることがより好ましい。

30

【 0 0 3 1 】

特に、本実施形態では、青色発光層 B のホスト材料としてアントラセン誘導体を用いた場合に、アシストドーパントを導入して得られる効果が大い。アントラセン誘導体を青色発光層 1 3 B のホスト材料として用いた青色の有機 E L 素子 3 B は高い発光効率が確認され、表示装置などの低消費電力化に対して効果的であると考えられる。しかし、青色発光層 1 3 B のホスト材料の条件を満たすアントラセン誘導体は H O M O 準位エネルギーの絶対値が大きいものが多く、正孔輸送層 1 2 からの正孔注入障壁が大きくなる。このため、本実施形態のようなコモン発光層として青色発光層 1 3 B を設ける構成では、隣接する赤色発光層 1 3 R , 緑色発光層 1 3 G まで正孔が注入されにくく、赤色発光層 1 3 R , 緑色発光層 1 3 G で効率よく発光しない恐れが生じる。そのため、アントラセン誘導体をホスト材料として用いた青色発光層 1 3 B において、電アシストドーパント材料を導入した際に得られる効果は大きくなる。

40

【 0 0 3 2 】

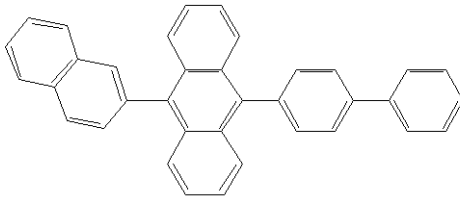
青色発光層 1 3 B のホスト材料に用いられるアントラセン誘導体は、化合物 1 から化合物 4 が挙げられるが、本発明はこれらに限定されるものではない。なお、化合物 1 , 2 ,

50

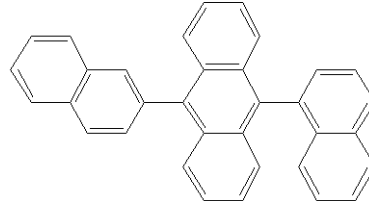
3, 4のHOMO準位エネルギーの絶対値は、5.89 eV, 5.88 eV, 5.76 eV, 5.86 eVである。

【0033】

【化1】

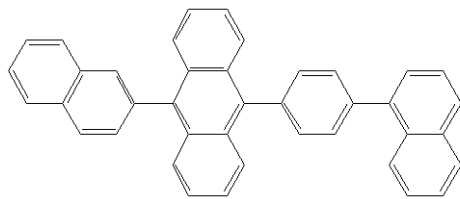


化合物1

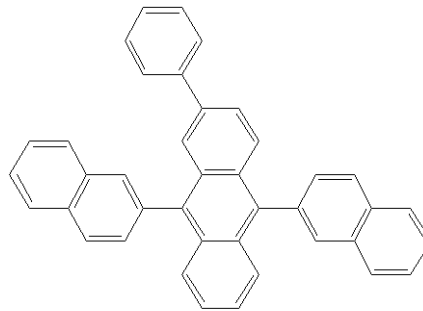


化合物2

10



化合物3



化合物4

20

【0034】

赤色の有機EL素子3R（もしくは緑色の有機EL素子3G）に関しては、赤色発光層13R（もしくは緑色発光層13G）から青色発光層13Bに電子が注入されにくい構成であることがより好ましい。例えば、赤色発光層13R（もしくは緑色発光層13G）と青色発光層13Bとの間に電子注入障壁が形成されるように各発光層を構成することが望ましい。

【0035】

本実施形態では、コモン発光層として青色発光層13Bを例に挙げたが、特にこれに限定されるものではない。コモン発光層として、緑色発光層13Gや赤色発光層13Rなどの他の色の発光層を適用することもできる。

30

【0036】

本実施形態は、基板10側から陽極11、正孔輸送層12、発光層、電子輸送層14、陰極15の順で積層されているが、逆の構成、つまり、基板10側から陰極15、電子輸送層14、発光層、正孔輸送層12、陽極11の順で積層されていてもよい。

【0037】

また、本発明の表示装置は、基板10側から有機EL素子の光が出射されるボトムエミッション型の表示装置でもいいし、基板10とは反対側から有機EL素子の光が出射されるトップエミッション型の表示装置であってもよい。

40

【0038】

次に、各部材に関して具体的に説明する。

【0039】

基板10は、ガラス、プラスチック等の絶縁性の基板や、シリコン基板などを用いることができる。また、基板10は、トランジスタやMIM素子等のスイッチング素子が上記絶縁性の基板等に形成されていてもよい。また、その場合には、基板10には、スイッチング素子の凹凸を平坦化するための平坦化膜を有していてもよい。

【0040】

陽極11および陰極15は、酸化錫、酸化インジウム、酸化インジウム錫、酸化インジ

50

ウム亜鉛などの透明酸化物導電層や、Al, Ag, Cr, Ti, Mo, W, Au, Mg, Csなどの金属単体やそれらの合金からなる金属層などを用いることができる。さらには、陽極11および陰極15は、透明酸化物導電層と金属層の積層膜や、複数の金属層の積層膜で構成されていてもよい。

【0041】

正孔輸送層12は、正孔注入性、正孔輸送性を備える有機化合物の単層又は複数の層からなる。一方、電子輸送層14は、電子注入性、電子輸送性を備える有機化合物の単層又は複数の層からなる。また、必要に応じて、正孔輸送層12として、発光層から陽極11側に電子が移動するのを抑制するために、電子阻止層を設けることもできる。また、電子輸送層14として、正孔阻止層を設けることもできる。また、正孔輸送層12、電子輸送層14として、発光層で発生した励起子の拡散を抑制するための励起子阻止層を設けることもできる。なお、正孔輸送層12と電子輸送層14は、必須ではなく、有機EL素子の構成によってはなくてもよい。

10

【0042】

発光層としては、特に制限はなく公知の材料を適用することが可能である。また、赤色発光層13Rや緑色発光層13Gは、発光材料のみで構成されていてもよいし、発光ドーパント材料とホスト材料との混合層であってもよく、さらにはアシストドーパント材料を含んでいてもよい。また、本発明において、ホスト材料とは、発光層内の成分のうち最も重量成分が多い材料のことをいう。また、発光材料、発光ドーパント材料は、蛍光材料、燐光材料のどちらでもよい。

20

【0043】

絶縁層20としては、アクリル樹脂や、ポリイミド樹脂などの樹脂材料、窒化珪素などの無機材料を用いることができ、また樹脂材料と無機材料との積層膜も用いることができる。また、絶縁層20は必須ではなく、陽極11と陰極15とがショートしない構成であればなくてもよい。

【0044】

封止キャップ30としては、ガラスやプラスチックなどのキャップ上の部材を用いることができる。また、封止キャップ30は、例えばガラス板などの板状の部材と、この部材と基板10とを接合するために表示領域2の周囲に配置されたシール剤と、で構成されてもよい。また、封止キャップ30と有機EL素子の陰極15との間の空間は、窒素やアルゴン等のガスが封入されていてもよいし、アクリル樹脂などの樹脂材料で充填されていてもよい。

30

【0045】

有機EL素子を封止する構成であればどんなものでもよく、封止キャップ30の代わりに、有機EL素子の陰極15上に、窒化珪素や酸化珪素、酸化アルミナなどの無機材料からなる封止膜が配置された構成でもよい。さらに封止膜は、2層以上の無機材料からなる積層膜で構成されていてもよいし、無機材料と樹脂材料の積層膜で構成されていてもよい。

【0046】

本発明の表示装置としては、テレビ受像機、パーソナルコンピュータの表示部に用いられる。他には、デジタルカメラやデジタルビデオカメラなどの撮像装置の表示部や電子ビューファインダに用いられてもよい。撮像装置は、撮像するための撮像光学系やCMOSセンサなどの撮像素子をさらに有している。

40

【0047】

また、本実施形態の表示装置は、携帯電話の表示部、携帯ゲーム機の表示部等に用いられてもよいし、さらには、携帯音楽再生装置の表示部、携帯情報端末(PDA)の表示部、カーナビゲーションシステムの表示部に用いられてもよい。

【0048】

(第2の実施形態)

図3は、本発明の第2の実施形態を表す部分断面模式図である。本実施形態は、赤色発光層13R、緑色発光層13Gとともに、青色発光層13Bに接して陽極11側に配置さ

50

れている点が第1の実施形態と異なる。さらに、本実施形態では、青色発光層13Bは、ホスト材料と、発光層13R, 13Gに電子を輸送するためのアシストドーパント材料と、を含んでいる点が第1の実施形態と異なる。また、赤色の有機EL素子3R（もしくは緑色の有機EL素子3G）は、下記の関係式（4）乃至（6）を満たすように構成されている点が第1の実施形態と異なる。

$$|LUMO_1| < |B| \quad \cdots (4)$$

$$|LUMO_1| < |HOMO_2| \quad \cdots (5)$$

$$|LUMO_1| < |LUMO_a| < |B| + |LUMO_2| - |LUMO_1| \quad \cdots (6)$$

ここで、 $LUMO_1$ は青色発光層13Bに含まれるホスト材料のLUMO（最低空軌道）準位エネルギー、 $LUMO_a$ は青色発光層13Bに含まれるアシストドーパント材料のLUMO準位エネルギーを表している。また、 $LUMO_2$ は赤色発光層13R（もしくは緑色発光層13G）のLUMO準位エネルギーを表している。そして、Aは青色発光層13Bと陰極15とが接する場合における陰極15の仕事関数、または青色発光層13Bと陰極15との間に青色発光層13Bと接して有機化合物層が配置された場合における有機化合物層のLUMO準位エネルギーを表している。

【0049】

なお、赤色発光層13R（もしくは緑色発光層13G）のLUMO準位エネルギーとは、赤色発光層13R（もしくは緑色発光層13G）に含まれる材料のLUMO準位エネルギーの中で、絶対値が最も大きいLUMO準位エネルギーのことである。例えば、赤色発光層13R（もしくは緑色発光層13G）が発光材料のみからなる場合は、その発光材料のLUMO準位エネルギーのことである。また、赤色発光層13R（もしくは緑色発光層13G）がホスト材料と発光ドーパント材料からなる場合は、ホスト材料と発光ドーパント材料のLUMO準位エネルギーのうち絶対値が大きい方のLUMO準位エネルギーが赤色発光層13R（もしくは緑色発光層13G）のLUMO準位エネルギーである。有機化合物層のLUMO準位エネルギーとは、この有機化合物層が1つの材料のみからなる場合はその材料のLUMO準位エネルギーであり、2つ以上の材料から成る場合には最も成分の多い材料のLUMO準位エネルギーのことである。

【0050】

図4を用いて上記の関係式（4）乃至（6）について説明する。図4は、関係式（4）乃至（6）を満たす青色発光層13Bと赤色発光層13R（もしくは緑色発光層13G）のエネルギーバンドを示している。図4では、青色発光層13Bと陰極15との間に青色発光層13Bと接して電子輸送層14が配置された場合を示しており、 $B = LUMO_{ETL}$ である。

【0051】

赤色の有機EL素子3R（もしくは緑色の有機EL素子3G）が効率よく発光するためには、赤色発光層13R（もしくは緑色発光層13G）正孔と電子を効率よく注入される必要がある。ここで、図4（a）で示すように、青色発光層13BのLUMO準位エネルギーの絶対値が電子輸送層14のLUMO準位エネルギーの絶対値、赤色発光層13R（もしくは緑色発光層13G）のLUMO準位エネルギーの絶対値よりも小さい場合を考える（ $|LUMO_1| < |B|$ 、 $|LUMO_1| < |LUMO_2|$ ）。この場合、青色発光層13Bと電子輸送層14の界面には、電子注入障壁（青色発光層13Bと電子輸送層14のLUMO準位エネルギーの差）が生じてしまい、電子が青色発光層13B内に注入されにくい。その結果、電子が青色発光層13B内を輸送されて赤色発光層13R（もしくは緑色発光層13G）に注入されにくくなる。このため、赤色の有機EL素子3R（もしくは緑色の有機EL素子3G）が効率よく発光できない。

【0052】

これに対して、電子を輸送するためのアシストドーパント材料を青色発光層13Bに混合させることにより、電子が青色発光層13Bのアシストドーパント材料のLUMO準位に注入され、その準位から赤色発光層13R（もしくは緑色発光層13G）に注入される

10

20

30

40

50

。この結果、赤色の有機 E L 素子 3 R（もしくは緑色の有機 E L 素子 3 G）が効率よく発光することができる。

【0053】

このために、アシストドーパント材料の L U M O 準位エネルギーの絶対値は、青色発光層 1 3 B のホスト材料の L U M O 準位エネルギーの絶対値よりも大きい必要がある。つまり、

$$|LUM O_a| > |LUM O_1| \quad \cdots (6A)$$

を満たす必要がある。

【0054】

一方、図 4（b）で示すように、アシストドーパント材料の L U M O 準位エネルギーの絶対値は、電子輸送層 1 4 の L U M O 準位エネルギーの絶対値よりも大きくてもよい。しかし、アシストドーパント材料の L U M O 準位に注入された電子は、赤色発光層 1 3 R（もしくは緑色発光層 1 3 G）の L U M O 準位に注入されるためには、以下の電子注入障壁を超える必要がある。すなわち、アシストドーパント材料と赤色発光層 1 3 R（もしくは緑色発光層 1 3 G）の L U M O 準位エネルギーの差で表される正孔注入障壁である。この正孔注入障壁が、もともと考慮していた青色発光層 1 3 B と正孔輸送層 1 2 L U M O 準位エネルギーの差で表される電子注入障壁よりも大きくなると、アシストドーパント材料を混合させる効果を得ることができない。このため、アシストドーパント材料と赤色発光層 1 3 R（もしくは緑色発光層 1 3 G）の L U M O 準位エネルギーの差は、青色発光層 1 3 B と正孔輸送層 1 2 の L U M O 準位エネルギーの差よりも小さい必要がある。つまり、

$$|LUM O_a| - |LUM O_2| < |LUM O_1| - |B| \quad \cdots (6B)$$

を満たす必要がある。

【0055】

そして、上記式（6A）及び式（6B）から関係式（6）が導かれる。

【0056】

このように、コモン発光層（青色発光層 1 3 B）と赤色発光層 1 3 R（もしくは緑色発光層 1 3 G）とが上記の関係式（4）乃至（6）を満たすことによって、赤色発光層 1 3 R（もしくは緑色発光層 1 3 G）への電子注入性が向上する。その結果、赤色発光層 1 3 R（もしくは緑色発光層 1 3 G）内での正孔と電子とが再結合する確率が増え、その再結合エネルギーを利用して有機 E L 素子 3 R、3 G を効率よく発光させることができる。なお、コモン発光層と称してはいるが、赤色の有機 E L 素子 3 R および緑色の有機 E L 素子 3 G においては、コモン発光層は発光しない。本発明において、発光しないとは、全く発光しない、あるいは視認されない程度の強度でしか発光しないことをいう。

【0057】

また、本実施形態の青色発光層 1 3 B は、ホスト材料とアシストドーパント材料の他に青色を発する発光ドーパント材料を含んでいる。発光ドーパント材料は青色発光層 1 3 B に含まれる成分中で 10 重量%以下であることが好ましい。発光ドーパント材料が 10 重量%より大きくなると濃度消光により発光効率の低下がおこる可能性があるためである。そして、効率よく正孔を輸送するために、アシストドーパント材料は、発光ドーパント材料より多く、ホスト材料より少ないことが好ましい。より具体的には、アシストドーパント材料の濃度は 15 重量%以上 45 重量%以下であり、さらに 25 重量%以上 45 重量%以下であることがより好ましい。

【0058】

赤色の有機 E L 素子 3 R（もしくは緑色の有機 E L 素子 3 G）に関しては、赤色発光層 1 3 R（もしくは緑色発光層 1 3 G）から青色発光層 1 3 B に正孔が注入されにくい構成であることがより好ましい。例えば、赤色発光層 1 3 R（もしくは緑色発光層 1 3 G）と青色発光層 1 3 B との間に正孔注入障壁が形成されるように各発光層を構成することが望ましい。

【0059】

本実施形態では、コモン発光層として青色発光層 1 3 B を例に挙げたが、特にこれに限

10

20

30

40

50

定されるものではない。コモン発光層として、緑色発光層 1 3 G や赤色発光層 1 3 R などの他の色の発光層を適用することもできる。

【 0 0 6 0 】

本実施形態は、基板 1 0 側から陽極 1 1、正孔輸送層 1 2、発光層、電子輸送層 1 4、陰極 1 5 の順で積層されているが、逆の構成でもよい。

【 0 0 6 1 】

また、本発明の表示装置は、基板 1 0 側から有機 E L 素子の光が出射されるボトムエミッション型の表示装置でもいいし、基板 1 0 とは反対側から有機 E L 素子の光が出射されるトップエミッション型の表示装置であってもよい。

【 0 0 6 2 】

(第 3 の実施形態)

図 5 は、本発明の第 3 の実施形態を表す部分断面模式図である。本実施形態は、緑色発光層 1 3 G が青色発光層 1 3 B に接して陽極 1 1 側に配置されている点が第 1 の実施形態と異なる。本実施形態では、青色発光層 1 3 B は、ホスト材料の他に、赤色発光層 1 3 R に正孔を輸送するための正孔輸送アシストドーパント材料と緑色発光層 1 3 G に電子を輸送するための電子輸送アシストドーパント材料のうち少なくとも一方を含んでいる。また、青色発光層 1 3 が赤色発光層 1 3 R に正孔を輸送するための正孔輸送アシストドーパント材料を含む場合、青色発光層 1 3 B と赤色発光層 1 3 R は、上記の関係式 (1) 乃至 (3) を満たすように構成されている。また、青色発光層 1 3 が緑色発光層 1 3 G に電子を輸送するための電子輸送アシストドーパント材料を含む場合、青色発光層 1 3 B と緑色発光層 1 3 G は、上記の関係式 (4) 乃至 (6) を満たすように構成されている。

【 0 0 6 3 】

ただし、関係式 (1)、(3) において $HOMO_a$ とあるのは、赤色発光層 1 3 R に正孔を輸送するための正孔輸送アシストドーパント材料の $HOMO$ 準位エネルギーと読み替える。同様に、関係式 (4)、(6) において $LUMO_a$ とあるのは、緑色発光層 1 3 G に電子を輸送するための電子輸送アシストドーパント材料の $LUMO$ 準位エネルギーと読み替える。

【 0 0 6 4 】

必要に応じて、このような構成にすると、赤色の有機 E L 素子 3 R においては、青色発光層 1 3 B からの赤色発光層 1 3 R への正孔注入性が向上する、あるいは、緑色の有機 E L 素子 3 G においては、青色発光層 1 3 B からの緑色発光層 1 3 G への電子注入性が向上する。そのため、赤色の有機 E L 素子 3 R、緑色の有機 E L 素子 3 G を効率よく発光させることができる。

【 0 0 6 5 】

なお、青色発光層 1 3 B は、正孔輸送アシストドーパント材料と電子輸送アシストドーパント材料の両方を含んでもよい。この場合、正孔輸送アシストドーパント材料と電子輸送アシストドーパント材料とは、同一の材料であってもよいし異なる材料であってもよい。

【 0 0 6 6 】

また、本実施形態では、赤色発光層 1 3 R が青色発光層 1 3 B に接して陰極 1 5 側に配置され、緑色発光層 1 3 G が青色発光層 1 3 B に接して陽極 1 1 側に配置されている例を示したが、その構成は逆でもよい。つまり、赤色発光層 1 3 R が青色発光層 1 3 B に接して陽極 1 1 側に配置され、緑色発光層 1 3 G が青色発光層 1 3 B に接して陰極 1 5 側に配置されていてもよい。この場合、青色発光層 1 3 B と赤色発光層 1 3 R は、上記の関係式 (4) 乃至 (6) を満たし、青色発光層 1 3 B と緑色発光層 1 3 G は、上記の関係式 (1) 乃至 (3) を満たすように構成されていればよい。

【 0 0 6 7 】

本実施形態では、コモン発光層として青色発光層 1 3 B を例に挙げたが、特にこれに限定されるものではない。コモン発光層として、緑色発光層 1 3 G や赤色発光層 1 3 R などの他の色の発光層を適用することもできる。

【 0 0 6 8 】

本実施形態は、基板 1 0 側から陽極 1 1、正孔輸送層 1 2、発光層、電子輸送層 1 4、陰極 1 5 の順で積層されているが、逆の構成でもよい。

【 0 0 6 9 】

また、本発明の表示装置は、基板 1 0 側から有機 E L 素子の光が出射されるボトムエミッション型の表示装置でもいいし、基板 1 0 とは反対側から有機 E L 素子の光が出射されるトップエミッション型の表示装置であってもよい。

【実施例】

【 0 0 7 0 】

本実施例における H O M O（最高被占軌道）準位エネルギーは、大気下光電子分光法（測定器名 A C - 2、理研機器製）を用いて測定した。また、L U M O（最低空軌道）準位エネルギーは、H O M O 準位エネルギーから紫外・可視分光法（U V / V I S V - 5 6 0、日本分光製）を用いて測定したスペクトルの吸収端から求めたバンドギャップを差し引いて算出した。

【 0 0 7 1 】

（実施例 1）

図 1 に示す構成の表示装置を作製した。本実施例は、第 1 の実施形態に対応している。また、本実施例は、基板 1 0 とは反対側の面から光を取り出すトップエミッション型の表示装置である。

【 0 0 7 2 】

まず、ガラス基板上に低温ポリシリコン T F T（薄膜トランジスタ）を形成し、その上に窒化珪素からなる層間絶縁膜とアクリル樹脂からなる平坦化膜を形成して、図 1（a）に示す基板 1 0 を作製した。この基板 1 0 上にアルミニウム合金を 2 0 0 n m の厚さで成膜した後、I T O 膜を 2 0 n m の厚さで成膜した。続いて、アルミニウム合金と I T O 膜を画素毎にパターニングして陽極 1 1 を形成した。

【 0 0 7 3 】

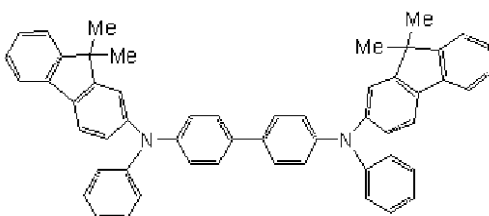
陽極 1 1 の上にアクリル樹脂をスピンコートで形成し、アクリル樹脂をリソグラフィ法によりパターニングして絶縁層 2 0 を形成した。次に、イソプロピルアルコール（I P A）で超音波洗浄して煮沸洗浄後に乾燥した。さらに、U V / オゾン洗浄した後、以下の有機化合物層を真空蒸着法により下記の構成で成膜した。

【 0 0 7 4 】

まず、表示領域 2 の全体に化合物 1 を 6 0 n m の厚さで蒸着して、共通の正孔輸送層 1 2 を成膜した。なお、化合物 1 の H O M O 準位エネルギーは、5 . 3 0 e V であった。

【 0 0 7 5 】

【化 2】



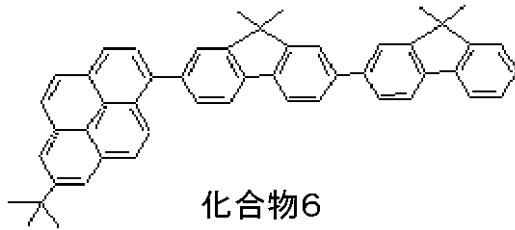
化合物5

【 0 0 7 6 】

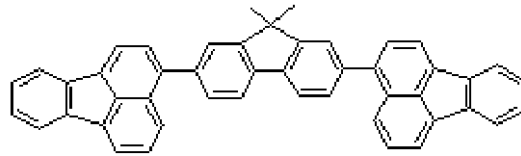
次に、正孔輸送層 1 2 の上に、化合物 1 で表されるホスト材料と化合物 6 で表されるアシストドーパント材料と化合物 7 で表される青色発光ドーパント材料を共蒸着（体積比 6 9 : 3 0 : 1）して、膜厚 2 0 n m の青色発光層 1 3 B を表示領域 2 の全面にわたって成膜した。なお、化合物 1、化合物 6 の H O M O 準位エネルギーは、5 . 8 6 e V、5 . 6 8 e V であった。

【 0 0 7 7 】

【化 3】



化合物6



化合物7

【 0 0 7 8 】

次に、赤色の有機 E L 素子 3 R の画素に対応する位置に、化合物 8 で表されるホスト材料と化合物 9 で表される赤色発光ドーパント材料とを共蒸着（体積比 9 9 : 1）して、膜厚 2 0 n m の赤色発光層 1 3 R をマスクで成膜した。また同様にして、緑色の有機 E L 素子 3 G の画素に対応する位置に、化合物 1 0 で表されるホスト材料と化合物 1 1 で表される緑色発光ドーパント材料とを共蒸着（体積比 9 5 : 5）して、膜厚 2 0 n m の緑色発光層 1 3 G をマスクで成膜した。

10

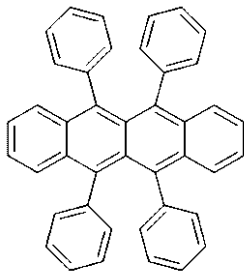
【 0 0 7 9 】

なお、化合物 8 の H O M O 準位エネルギーは 5 . 5 0 e V であった。また、化合物 1 0 の H O M O 準位エネルギーは 5 . 7 2 e V であった。

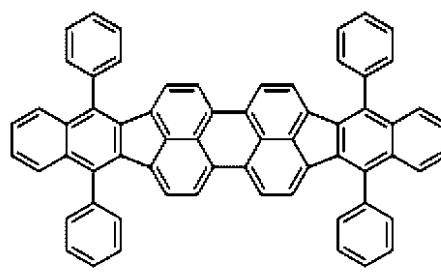
【 0 0 8 0 】

【化 4】

20

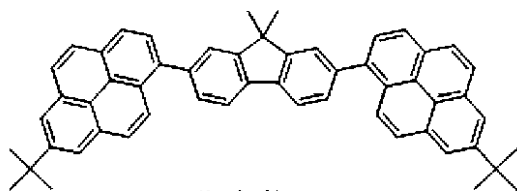


化合物8

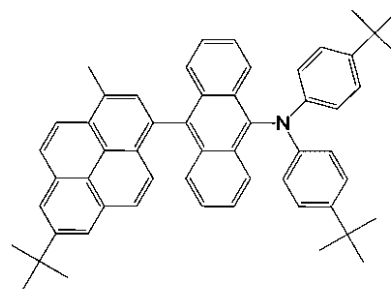


化合物9

30



化合物10



化合物11

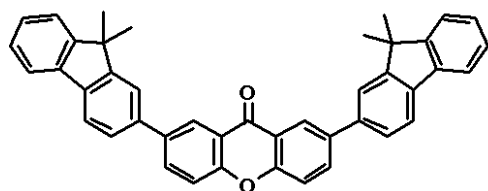
40

【 0 0 8 1 】

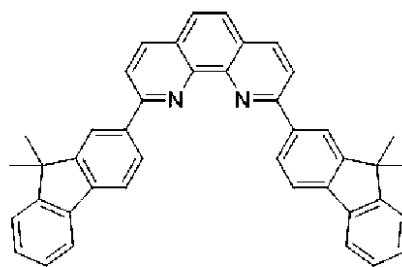
次に、表示領域 2 の全体に化合物 1 2 を 1 0 n m の厚さで蒸着して、共通の正孔阻止層を成膜した（不図示）。続いて、表示領域 2 の全体に化合物 1 3 を 3 0 n m の厚さで蒸着して、共通の電子輸送層 1 4 を成膜した。

【 0 0 8 2 】

【化 5】



化合物12



化合物13

【0083】

次に、表示領域 2 の全体にマグネシウム金属と銀金属とを共蒸着して、膜厚 20 nm の陰極 15 を成膜した。最後に、窒素雰囲気中のグローブボックスにおいて、乾燥剤を入れた封止キャップ 30 により表示領域 2 の全体を封止した。

【0084】

赤色の有機 EL 素子 3 R では、 $|HOMO_1| = 5.86 \text{ eV}$ 、 $|HOMO_a| = 5.68 \text{ eV}$ 、 $|A| = 5.30 \text{ eV}$ 、 $|HOMO_2| = 5.50 \text{ eV}$ なので、関係式 (1) 乃至 (3) を満たしていた。青色の有機 EL 素子 3 B では、 $|HOMO_1| = 5.86 \text{ eV}$ 、 $|HOMO_a| = 5.68 \text{ eV}$ 、 $|A| = 5.30 \text{ eV}$ 、 $|HOMO_2| = 5.72 \text{ eV}$ なので、関係式 (1) 乃至 (3) を満たしていた。

【0085】

このようにして得られた表示装置の特性を評価した。各画素に所望の電流を通電すると

、赤色の有機 EL 素子 3 R と、緑色の有機 EL 素子 3 G と、青色の有機 EL 素子 3 B のそれぞれが良好な赤色発光、緑色発光、青色発光の発光特性を示した。

【0086】

(実施例 2)

本実施例は、緑色発光層 13 G の構成が実施例 1 とは異なっている。具体的には、緑色発光層 13 G のホスト材料として青色発光層 13 B に含まれるアシストドーパント材料と同じ材料、つまり、化合物 6 で表される材料を用いた。それ以外の構成は実施例 1 と同じである表示装置を作製した。

【0087】

この場合、青色の有機 EL 素子 3 B では、 $|HOMO_1| = 5.86 \text{ eV}$ 、 $|HOMO_a| = 5.68 \text{ eV}$ 、 $|A| = 5.30 \text{ eV}$ 、 $|HOMO_2| = 5.68 \text{ eV}$ なので、関係式 (1) 乃至 (3) を満たしていた。

【0088】

このようにして得られた表示装置の特性を評価した。各画素に所望の電流を通電すると

、赤色の有機 EL 素子 3 R と、緑色の有機 EL 素子 3 G と、青色の有機 EL 素子 3 B のそれぞれが良好な赤色発光、緑色発光、青色発光の発光特性を示した。

【0089】

(比較例 1)

本比較例は、青色発光層 13 B が、化合物 1 で表されるホスト材料と化合物 7 で表される青色発光ドーパント材料とを、体積比 99 : 1 で共蒸着した点、つまりアシストドーパント材料を含まない点の実施例 1 と異なる。それ以外の構成は実施例 1 と同様の表示装置を作製した。

【0090】

このようにして得られた表示装置の特性を評価した。各画素に所望の電流を通電すると、青色の有機 EL 素子 3 B に関しては良好な青色発光の特性を示した。しかし、赤色の有機 EL 素子 3 R と緑色の有機 EL 素子 3 G に関しては、発光強度が小さく、さらに単色の赤色発光と緑色発光の特性が得られずに、それぞれ青色発光の成分が混ざった不十分な発

10

20

30

40

50

光特性を示した。

【0091】

(実施例3)

図3に示す構成の有機EL素子が配置された表示装置を作製した。本実施例は、赤色発光層13Rと緑色発光層13Gとが青色発光層13Bの陽極11側に配置された点、青色発光層13Bの構成が実施例1とは異なっている。以下に実施例1とは異なる部分のみ説明する。

【0092】

本実施例は、正孔輸送層12を形成した後、青色発光層13Bを形成する前に、実施例1と同じ構成の赤色発光層13Rと下記構造の緑色発光層13Gとを成膜した。緑色発光層13Gは、化合物4で表されるホスト材料と化合物11で表される緑色発光ドーパント材料とを共蒸着(体積比95:5)して、膜厚20nmで成膜した。なお、化合物8のLUMO準位エネルギーは、2.96eVであり、化合物10のLUMO準位エネルギーはそれぞれ、3.04eVであった。

10

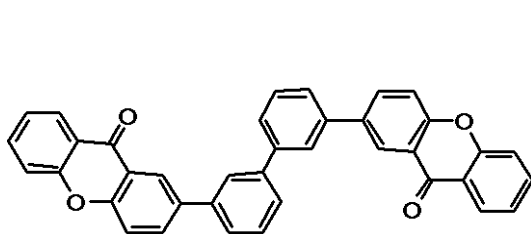
【0093】

そして、その上に、化合物6で表されるホスト材料と化合物14で表されるアシストドーパント材料と化合物15で表される青色発光ドーパント材料を共蒸着(体積比65:30:5)して、膜厚20nmの青色発光層13Bを表示領域2の全面にわたって成膜した。なお、化合物6、化合物14のLUMO準位エネルギーは、2.74eV、3.01eVであった。

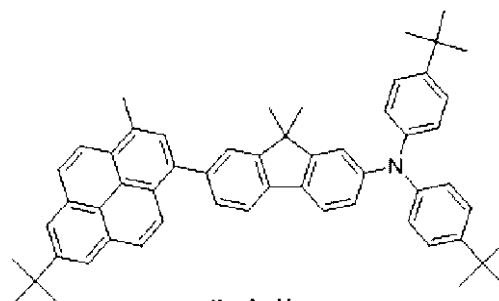
20

【0094】

【化6】



化合物14



化合物15

30

【0095】

そして、青色発光層13Bの陰極15側で接する正孔阻止層に用いた化合物10のLUMO準位エネルギーは、3.09eVであった。

【0096】

赤色の有機EL素子3Rでは、 $|LUMO_1| = 2.74\text{ eV}$ 、 $|LUMO_a| = 3.01\text{ eV}$ 、 $|B| = 3.09\text{ eV}$ 、 $|LUMO_2| = 2.96\text{ eV}$ なので、関係式(4)乃至(6)を満たしていた。青色の有機EL素子3Bでは、 $|LUMO_1| = 2.74\text{ eV}$ 、 $|LUMO_a| = 3.01\text{ eV}$ 、 $|B| = 3.09\text{ eV}$ 、 $|LUMO_2| = 3.04\text{ eV}$ なので、関係式(1)乃至(3)を満たしていた。

40

【0097】

このようにして得られた表示装置の特性を評価した。各画素に所望の電流を通電すると、赤色の有機EL素子3Rと、緑色の有機EL素子3Gと、青色の有機EL素子3Bのそれぞれが良好な赤色発光、緑色発光、青色発光の発光特性を示した。

【0098】

(比較例2)

本比較例は、青色発光層13Bが、化合物1で表されるホスト材料と化合物7で表される青色発光ドーパント材料とを、体積比99:1で共蒸着した点、つまりアシストドーパント材料を含まない点が実施例1と異なる。それ以外の構成は実施例3と同様の表示装置

50

を作製した。

【 0 0 9 9 】

このようにして得られた表示装置の特性を評価した。各画素に所望の電流を通電すると、青色の有機 E L 素子 3 B に関しては良好な青色発光の特性を示した。しかし、赤色の有機 E L 素子 3 R、緑色の有機 E L 素子 3 G に関しては、発光強度が小さく、さらに単色の赤色発光、緑色発光の特性が得られずに、青色発光の成分が混ざった不十分な発光特性を示した。

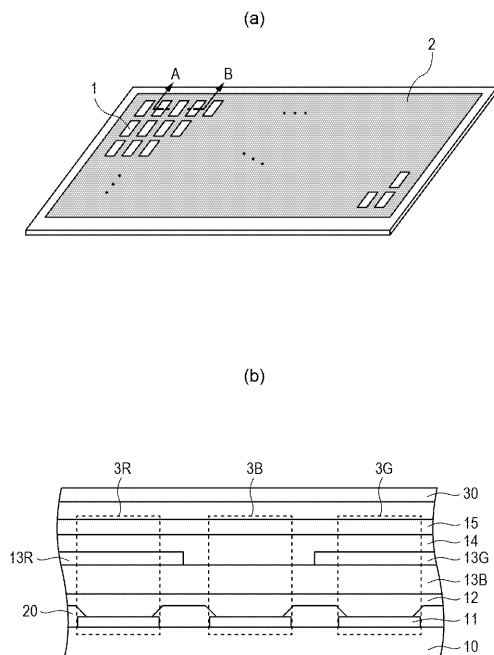
【符号の説明】

【 0 1 0 0 】

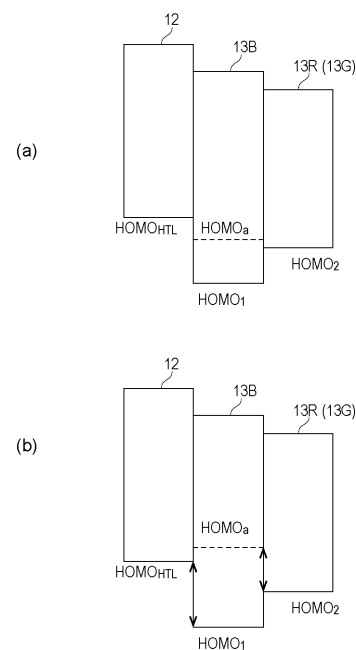
- 3 R 赤色の有機 E L 素子
- 3 G 緑色の有機 E L 素子
- 3 B 青色の有機 E L 素子
- 1 1 陽極
- 1 3 R 赤色発光層
- 1 3 G 緑色発光層
- 1 3 B 青色発光層
- 1 5 陰極

10

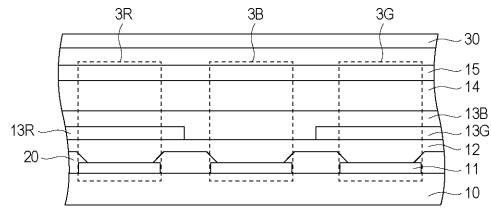
【図 1】



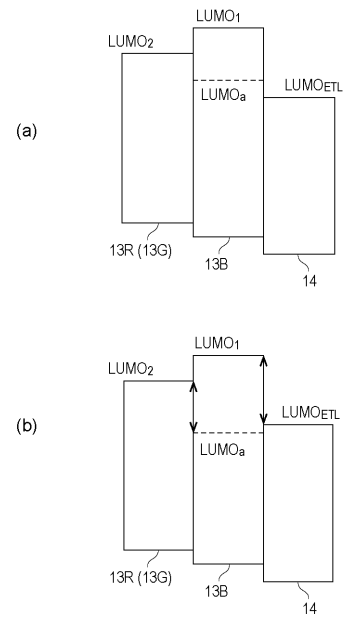
【図 2】



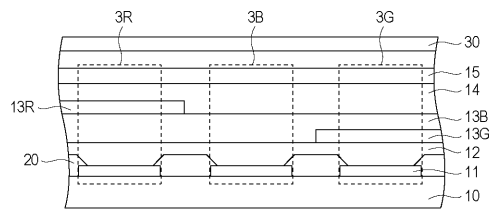
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-302514(JP,A)
特開2008-091198(JP,A)
特表2010-541144(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L	51/50
H01L	27/32
H05B	33/12
G09F	9/30