

(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2013-51161

(P2013-51161A)

(43) 公開日 平成25年3月14日 (2013.3.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO5B 33/12 (2006.01)	HO5B 33/12 C	3K107
HO1L 51/50 (2006.01)	HO5B 33/14 B	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2011-189135 (P2011-189135)
 (22) 出願日 平成23年8月31日 (2011.8.31)

(71) 出願人 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 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 CC03 CC06 CC12
 CC35 DD51 DD53 DD58 DD68
 DD69 FF19

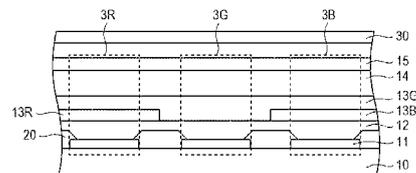
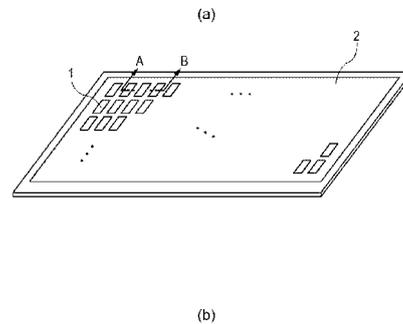
(54) 【発明の名称】 表示装置

(57) 【要約】

【課題】 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。

【解決手段】 第1の有機EL素子3Gの第1の発光層13Gが第2の有機EL素子3Rに共通に形成され、第2の有機EL素子3Rの第2の発光層13Rが第1の発光層13Gに接して陽極15側に配置され、第2の発光層13Rが正孔トラップ性の発光層である。

【選択図】 図1



【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 2 の発光層は、ホスト材料と発光ドーパント材料とを含み、下記の関係式 (A) 及び (B) 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。

$$\begin{aligned} & | \text{HOMO}_{D_2} | < | \text{HOMO}_{H_2} | \quad \cdots (A) \\ & | \text{HOMO}_{H_2} | - | \text{HOMO}_{D_2} | > | \text{LUMO}_{D_2} | - | \text{LUMO}_{H_2} | \quad \cdots (B) \end{aligned}$$

ここで、 LUMO_{H_2} 、 HOMO_{H_2} はそれぞれ、前記第 2 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、 HOMO 準位エネルギーを表し、 LUMO_{D_2} 、 HOMO_{D_2} はそれぞれ、前記第 2 の発光層に含まれる前記発光ドーパント材料の LUMO 準位エネルギー、 HOMO 準位エネルギーを表している。

【請求項 2】

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 3 の発光層は、ホスト材料と発光ドーパント材料とを含み、下記の関係式 (C) 及び (D) 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。

$$\begin{aligned} & | \text{HOMO}_{D_3} | < | \text{HOMO}_{H_3} | \quad \cdots (C) \\ & | \text{HOMO}_{H_3} | - | \text{HOMO}_{D_3} | > | \text{LUMO}_{D_3} | - | \text{LUMO}_{H_3} | < \quad \cdots (D) \end{aligned}$$

ここで、 LUMO_{H_3} 、 HOMO_{H_3} はそれぞれ、前記第 3 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、 HOMO 準位エネルギーを表し、 LUMO_{D_3} 、 HOMO_{D_3} はそれぞれ、前記第 3 の発光層に含まれる前記発光ドーパント材料の LUMO 準位エネルギー、 HOMO 準位エネルギーを表している。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

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。

【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

10

20

30

40

50

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。

【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】

【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2の発光層は、ホスト材料と発光ドーパント材料とを含み、下記の関係式(A)及び(B)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。

$$\begin{aligned} & | \text{HOMO}_{D_2} | < | \text{HOMO}_{H_2} | \quad \dots (A) \\ & | \text{HOMO}_{H_2} | - | \text{HOMO}_{D_2} | > | \text{LUMO}_{D_2} | - | \text{LUMO}_{H_2} | \quad \dots (B) \end{aligned}$$

ここで、 LUMO_{H_2} 、 HOMO_{H_2} はそれぞれ、前記第2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、HOMO準位エネルギーを表し、 LUMO_{D_2} 、 HOMO_{D_2} はそれぞれ、前記第2の発光層に含まれる前記発光ドーパント材料のLUMO準位エネルギー、HOMO準位エネルギーを表している。

【発明の効果】

【0010】

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】

【0011】

【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の実施形態に係る第2の有機EL素子の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

10

20

30

40

50

【図4】第2の実施形態に係る第3の有機EL素子の発光層のエネルギーバンドを示す模式図

【発明を実施するための形態】

【0012】

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。

【0013】

特に、以下の実施形態では、第1の色、第2の色、第3の色をそれぞれ緑色、赤色、青色としている。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、緑色の有機EL素子、赤色の有機EL素子、青色の有機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緑色の発光層、赤色の発光層、青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。

10

【0014】

(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、発光素子は有機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。

20

【0015】

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。なお、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。

30

【0016】

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、画素毎にパターンニングされて形成されてもよい。

40

【0017】

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。

【0018】

本実施形態では、緑色の有機EL素子3Gの緑色発光層13G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、いわゆる緑色発光層13Gはコモン発光層となっている。この構成により、発光層をパターン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。

【0019】

さらに、赤色の有機EL素子3Rにおいては、赤色発光層13Rが緑色発光層13Gに接して、緑色発光層13Gの陽極11側に配置されている。同様に、青色の有機EL素子

50

3 Bにおいては、青色発光層13 Bが緑色発光層13 Gに接して、緑色発光層13 Gの陽極11側に配置されている。つまり、本実施形態では、赤色発光層13 Rとコモン発光層である緑色発光層13 Gとの間、青色発光層13 Bとコモン発光層である緑色発光層13 Gとの間に電荷阻止層を設けない構成である。

【0020】

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3 R、青色の有機EL素子3 Bを効率よく発光させるために、赤色発光層13 R、青色発光層13 Bの構成を工夫している。すなわち、本実施形態では、赤色発光層13 Rはホスト材料と発光ドーパント材料とを含み、下記の関係式(1)及び(2)を満たすように構成されている。

$$|HOMO_{D_2}| < |HOMO_{H_2}| \quad \dots (1)$$

$$|HOMO_{H_2}| - |HOMO_{D_2}| > |LUMO_{D_2}| - |LUMO_{H_2}| \quad \dots (2)$$

ここで、 $LUMO_{H_2}$ 、 $HOMO_{H_2}$ はそれぞれ、赤色発光層13 Rに含まれるホスト材料のLUMO(最低空軌道)準位エネルギー、HOMO(最高被占軌道)準位エネルギーを表している。また、 $LUMO_{D_2}$ 、 $HOMO_{D_2}$ はそれぞれ、赤色発光層13 Rに含まれる発光ドーパント材料のLUMO準位エネルギー、HOMO準位エネルギーを表している。

【0021】

また、同様に、青色発光層13 Bはホスト材料と発光ドーパント材料とを含み、下記の関係式(3)及び(4)を満たすように構成されている。

$$|HOMO_{D_3}| < |HOMO_{H_3}| \quad \dots (3)$$

$$|HOMO_{H_3}| - |HOMO_{D_3}| > |LUMO_{D_3}| - |LUMO_{H_3}| \quad \dots (4)$$

ここで、 $LUMO_{H_3}$ 、 $HOMO_{H_3}$ はそれぞれ、青色発光層13 Bに含まれるホスト材料のLUMO準位エネルギー、HOMO準位エネルギーを表している。また、 $LUMO_{D_3}$ 、 $HOMO_{D_3}$ はそれぞれ、青色発光層13 Bに含まれる発光ドーパント材料のLUMO準位エネルギー、HOMO準位エネルギーを表している。

【0022】

図2は、関係式(1)及び(2)を満たす赤色発光層13 R、もしくは関係式(3)及び(4)を満たす青色発光層13 Bのエネルギーバンドを示している。なお、図2において、 $LUMO_D$ とあるのは、 $LUMO_{D_2}$ もしくは $LUMO_{D_3}$ を表しており、"2"や"3"の添え字は省略しており、以下の説明でも省略する。また、 $HOMO_D$ 等も同様である。

【0023】

図2(a)では、発光ドーパント材料の $HOMO_D$ の絶対値がホスト材料の $HOMO_H$ の絶対値よりも小さい($|HOMO_D| < |HOMO_H|$)。このため、正孔輸送層12から発光層13 R, 13 Bに正孔が注入されると、正孔は発光ドーパント材料のHOMO準位にトラップされ、発光層13 R, 13 B内を移動してコモン発光層である緑色発光層13 Gに到達しにくくなる。一方、発光ドーパント材料の $LUMO_D$ の絶対値がホスト材料の $LUMO_H$ の絶対値よりも小さい($|LUMO_D| < |LUMO_H|$)。このため、緑色発光層13 Gから発光層13 R, 13 Bに電子が注入されると、電子は発光ドーパント材料にトラップされることなく発光層13 R, 13 Bを移動する。この結果として、発光層13 R, 13 Bは正孔を移動させずに電子を移動させる、いわゆる正孔トラップ性の性質を有し、発光層13 R, 13 B内で電子と正孔を効率よく再結合させ、その再結合エネルギーを発光に利用することが可能になる。

【0024】

図2(b)では、図2(a)と同じく $|HOMO_D| < |HOMO_H|$ であるが、発光ドーパント材料の $LUMO_D$ の絶対値がホスト材料の $LUMO_H$ の絶対値よりも大きい($|LUMO_D| > |LUMO_H|$)。よって、緑色発光層13 Gから発光層13 R, 13 Bに電子が注入されると、電子が発光ドーパント材料のLUMO準位にトラップされやす

10

20

30

40

50

くなる。しかし、正孔トラップ性の強さを表すエネルギー差 $|HOMO_H| - |HOMO_D|$ の方が、電子トラップ性の強さを表すエネルギー差 $|LUMO_D| - |LUMO_H|$ よりも大きい ($|HOMO_H| - |HOMO_D| > |LUMO_D| - |LUMO_H|$)。よって結果として、発光層 13R, 13B は正孔が移動しにくい正孔トラップ性の性質を有し、発光層 13R, 13B 内で電子と正孔を効率よく再結合させることができる。

【0025】

また、より好ましくは図 2 (a) の構成であり、この場合、赤色発光層 13R は下記の関係式 (5) を、青色発光層 13B は下記の関係式 (6) をそれぞれ満たしている。

$$|LUMO_{D2}| < |LUMO_{H2}| < |HOMO_{D2}| < |HOMO_{H2}| \quad \dots \quad (5)$$

$$|LUMO_{D3}| < |LUMO_{H3}| < |HOMO_{D3}| < |HOMO_{H3}| \quad \dots \quad (6)$$

このように、コモン発光層である緑色発光層 13G に接して陽極 11 側に形成された発光層 13R, 13B が上記の関係式をみたすことによって、コモン発光層への正孔漏れが防止され、有機 EL 素子 3R, 3G 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 EL 素子 3R および青色の有機 EL 素子 3B 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。

【0026】

本実施形態では、コモン発光層として緑色発光層 13G 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、青色発光層 13B 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。例えば、青色発光層 13B をコモン発光層とする場合には、赤色発光層 13R が上記の関係式 (1) および (2) を満たし、緑色発光層 13G が上記の関係式 (3) および (4) を満たすように構成されていけばよい。

【0027】

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。

【0028】

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。

【0029】

次に、各部材に関して具体的に説明する。

【0030】

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。

【0031】

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。

【0032】

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

10

20

30

40

50

輸送層 1 4 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 1 2、電子輸送層 1 4 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 1 2 と電子輸送層 1 4 は、必須ではなく、有機 EL 素子の構成によってはなくともよい。

【 0 0 3 3 】

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、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。また、コモン発光層である緑色発光層 1 3 G 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い。また、発光層は、ホスト材料と発光ドーパント材料の他に、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。

10

【 0 0 3 4 】

絶縁層 2 0 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 2 0 は必須ではなく、陽極 1 1 と陰極 1 5 とがショートしない構成であればなくともよい。

【 0 0 3 5 】

封止キャップ 3 0 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 3 0 は、例えばガラス板などの板状の部材と、この部材と基板 1 0 とを接着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 3 0 と有機 EL 素子の陰極 1 5 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。

20

【 0 0 3 6 】

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 3 0 の代わりに、有機 EL 素子の陰極 1 5 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。

【 0 0 3 7 】

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。

30

【 0 0 3 8 】

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 (P D A) 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。

【 0 0 3 9 】

(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 1 3 R が緑色発光層 1 3 G に接して陰極 1 5 側に積層されて配置され、赤色発光層 1 3 R の構成が異なる以外は第 1 の実施形態と同様な構成である。

40

【 0 0 4 0 】

赤色発光層 1 3 R は、ホスト材料と発光ドーパント材料とを含み、下記の関係式 (7) 及び (8) を満たすように構成されている。

$$\begin{aligned} & | L U M O_{D_2} | > | L U M O_{H_2} | \quad \cdot \cdot \cdot (7) \\ & | L U M O_{D_2} | - | L U M O_{H_2} | > | H O M O_{H_2} | - | H O M O_{D_2} | \quad \cdot \cdot \cdot (8) \end{aligned}$$

ここで、 $L U M O_{H_2}$ 、 $H O M O_{H_2}$ はそれぞれ、赤色発光層 1 3 R に含まれるホスト材料の $L U M O$ 準位エネルギー、 $H O M O$ 準位エネルギーを表している。また、 $L U M O$

50

D_2 、 $HOMO_{D_2}$ はそれぞれ、赤色発光層 13R に含まれる発光ドーパント材料の $LUMO$ 準位エネルギー、 $HOMO$ 準位エネルギーを表している。

【0041】

図4は、関係式(7)及び(8)を満たす赤色発光層 13R のエネルギーバンド図を示している。なお、図4において、 $LUMO_D$ とあるのは、 $LUMO_{D_2}$ を表しており、“2”の添え字は省略しており、以下の説明でも省略する。また、 $HOMO_D$ 等も同様である。

【0042】

図4(a)では、ホスト材料の $LUMO_D$ の絶対値が発光ドーパント材料の $LUMO_H$ の絶対値よりも大きい ($|LUMO_D| > |LUMO_H|$)。このため、電子輸送層 14 から赤色発光層 13R に電子が注入されると、電子は発光ドーパント材料の $LUMO$ 準位にトラップされ、赤色発光層 13R 内を移動してコモン発光層である緑色発光層 13G に到達しにくくなる。一方、発光ドーパント材料の $HOMO_D$ の絶対値がホスト材料の $HOMO_H$ の絶対値よりも大きい ($|HOMO_D| > |HOMO_H|$)。このため、緑色発光層 13G から赤色発光層 13R に正孔が注入された場合には正孔は発光ドーパントにトラップされることなく赤色発光層 13R 内を移動する。この結果として、赤色発光層 13R を電子を移動させずに正孔を移動させる、いわゆる電子トラップ性の性質を有し、赤色発光層 13R 内で電子と正孔を効率よく再結合させ、その再結合エネルギーを発光に利用することが可能になる。

【0043】

図4(b)では、図4(a)と同じく $|LUMO_D| > |LUMO_H|$ であるが、発光ドーパント材料の $HOMO_D$ の絶対値の方がホスト材料の $HOMO_H$ の絶対値よりも小さい ($|HOMO_D| < |HOMO_H|$)。よって、緑色発光層 13G から赤色発光層 13R に正孔が注入された場合には正孔が発光ドーパントの $HOMO$ 準位にトラップされやすくなる。しかし、電子トラップ性の強さを表すエネルギー差 $|LUMO_D| - |LUMO_H|$ の方が、正孔トラップ性の強さを表すエネルギー差 $|HOMO_H| - |HOMO_D|$ よりも大きい ($|LUMO_D| - |LUMO_H| > |HOMO_H| - |HOMO_D|$)。よって結果として、赤色発光層 13R は電子が移動しにくい電子トラップ性の性質を有し、赤色発光層 13R 内で電子と正孔を効率よく再結合させることができる。

【0044】

また、より好ましくは図4(a)の構成であり、この場合、赤色発光層 13R は下記の関係式(9)を満たしている。

$$|HOMO_{D_2}| > |HOMO_{H_2}| > |LUMO_{D_2}| > |LUMO_{H_2}| \quad \dots (9)$$

なお、本実施形態において、青色発光層 13B は、第1の実施形態と同様に関係式(3)及び(4)を満たすように構成されている。

【0045】

このため、青色の有機EL素子 3B においては、青色発光層 13B が正孔トラップ性を有することによって、青色発光層 13B の陰極 15 側に配置されたコモン発光層への正孔漏れが防止され、効率よく青色の有機EL素子 3B が発光する。また、赤色の有機EL素子 3R においては、赤色発光層 13R が電子トラップ性を有することによって、赤色発光層 13R の陽極 11 側に配置されたコモン発光層への電子漏れが防止され、効率よく赤色の有機EL素子 3R が発光する。

【0046】

本実施形態では、コモン発光層として緑色発光層 13G 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、青色発光層 13B 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。例えば、青色発光層 13B をコモン発光層とする場合には、緑色発光層 13G が上記の関係式(3)および(4)を満たし、赤色発光層 13G が上記の関係式(7)および(8)を満たすように構成されていけばよい。

【0047】

10

20

30

40

50

また、赤色発光層 1 3 R がコモン発光層の陰極 1 5 側に配置され、青色発光層 1 3 B がコモン発光層の陽極 1 1 側に配置された例を示したが、赤色発光層 1 3 R がコモン発光層の陽極 1 1 側、青色発光層 1 3 B がコモン発光層の陰極 1 5 側に配置されていてもよい。この場合、赤色発光層 1 3 R が上記の関係式 (1) 及び (2) を満たし、青色発光層 1 3 B が上記の関係式 (7) および (8) を満たせばよい。

【 0 0 4 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 4 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 5 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、光電子分光法 (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) を用いて測定した吸収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 5 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 側の面から光を取り出すボトムエミッション型の表示装置である。

【 0 0 5 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 I T O 膜をスパッタリング法にて 1 0 0 n m の厚さで形成した。続いて、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 5 3 】

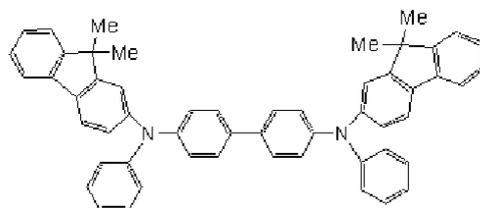
陽極 1 1 の上にアクリル樹脂をスピンコートで形成し、アクリル樹脂をリソグラフィ法によりパターニングして絶縁層 2 0 を形成した。次に、イソプロピルアルコール (I P A) で超音波洗浄して煮沸洗浄後に乾燥した。さらに、U V / オゾン洗浄した後、以下の有機化合物層を真空蒸着法により下記の構成で成膜した。

【 0 0 5 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。

【 0 0 5 5 】

【化 1】



化合物 1

【 0 0 5 6 】

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 2 で表されるホスト材

10

20

30

40

50

料と化合物 3 で表される赤色発光ドーパント材料とを共蒸着（体積比 96 : 4）して、膜厚 20 nm の赤色発光層 13R をマスクで成膜した。また同様に、青色の有機 EL 素子 3B の画素に対応する位置に、化合物 4 で表されるホスト材料と化合物 5 で表される青色発光ドーパント材料とを共蒸着（体積比 95 : 5）して、膜厚 20 nm の青色発光層 13B をマスクで成膜した。

【0057】

なお、赤色発光層 13R のホスト材料である化合物 2 の HOMO 準位エネルギー、LUMO 準位エネルギーはそれぞれ、5.77 eV、2.77 eV であった。また、赤色発光層 13R の赤色発光ドーパント材料である化合物 3 の HOMO 準位エネルギー、LUMO 準位エネルギーはそれぞれ、5.16 eV、2.96 eV であった。

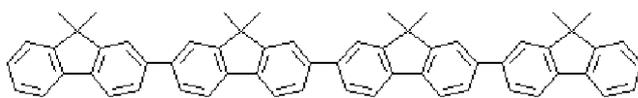
10

【0058】

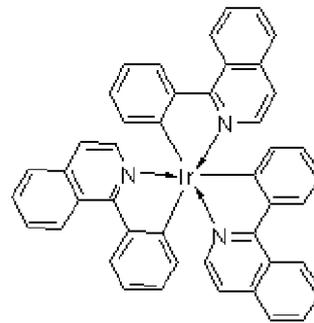
また、青色発光層 13B のホスト材料である化合物 4 の HOMO 準位エネルギー、LUMO 準位エネルギーはそれぞれ、5.72 eV、2.77 eV であった。青色発光層 13B の青色発光ドーパント材料である化合物 5 の HOMO 準位エネルギー、LUMO 準位エネルギーはそれぞれ、5.36 eV、2.49 eV であった。

【0059】

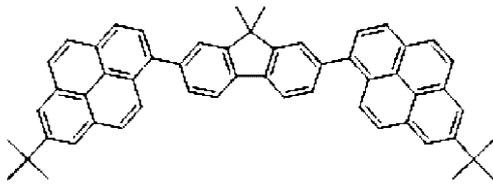
【化 2】



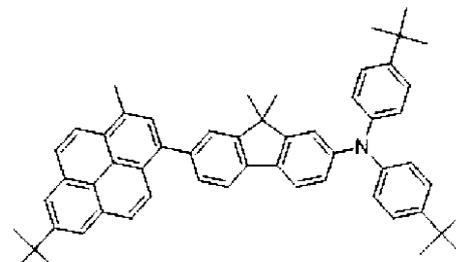
化合物 2



化合物 3



化合物 4



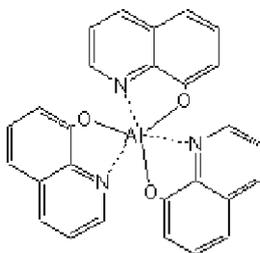
化合物 5

【0060】

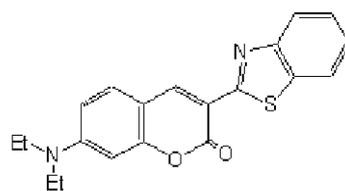
次に、化合物 6 で表されるホスト材料と化合物 7 で表される緑色発光ドーパント材料とを共蒸着（体積比 98 : 2）して、膜厚 20 nm の緑色発光層 13G を表示領域 2 の全面にわたって成膜した。

【0061】

【化 3】



化合物 6



化合物 7

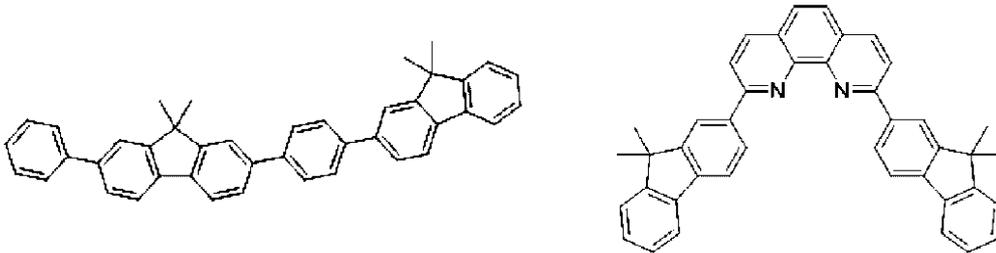
【0062】

50

次に、表示領域 2 の全体に化合物 8 を 10 nm の厚さで蒸着して、共通のホールブロック層を成膜した（不図示）。続いて、表示領域 2 の全体に化合物 9 を 30 nm の厚さで蒸着して、共通の電子輸送層 14 を成膜した。

【0063】

【化4】



化合物8

化合物9

10

【0064】

次に、表示領域 2 の全体にフッ化リチウム (LiF) の薄膜を 0.5 nm の厚さで蒸着し電子注入層（不図示）を形成した後、アルミニウム金属を 100 nm の厚さで蒸着して、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。

【0065】

赤色発光層 13R は、関係式 (1) 及び (2) を、青色発光層 13B は、関係式 (3) 及び (4) を満たすような正孔トラップ性の発光層であった。

20

【0066】

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。

【0067】

(比較例 1)

本比較例は、赤色発光層 13R と青色発光層 13B の構成以外は実施例 1 と同様の表示装置を作製した。

30

【0068】

赤色発光層 13R は、化合物 10 で表されるホスト材料と化合物 11 で表される赤色発光ドーパント材料とを共蒸着（体積比 99 : 1）して、膜厚 20 nm に成膜した。また青色発光層 13B は、化合物 12 で表されるホスト材料と化合物 13 で表される青色発光ドーパント材料とを共蒸着（体積比 95 : 5）して、膜厚 20 nm に成膜した。

【0069】

なお、赤色発光層 13R のホスト材料である化合物 10 の HOMO 準位エネルギー、LUMO 準位エネルギーはそれぞれ、5.50 eV、2.96 eV であった。また、赤色発光層 13R の赤色発光ドーパント材料である化合物 11 の HOMO 準位エネルギー、LUMO 準位エネルギーはそれぞれ、5.39 eV、3.22 eV であった。

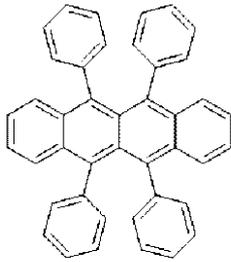
40

【0070】

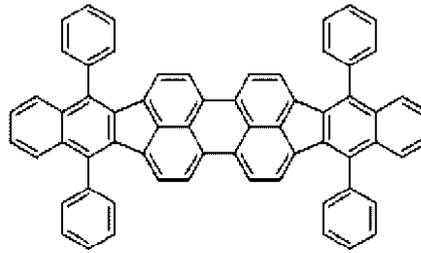
また、青色発光層 13B のホスト材料である化合物 12 の HOMO 準位エネルギー、LUMO 準位エネルギーはそれぞれ、5.68 eV、2.74 eV であった。青色発光層 13B の青色発光ドーパント材料である化合物 13 の HOMO 準位エネルギー、LUMO 準位エネルギーはそれぞれ、5.81 eV、2.93 eV であった。

【0071】

【化5】

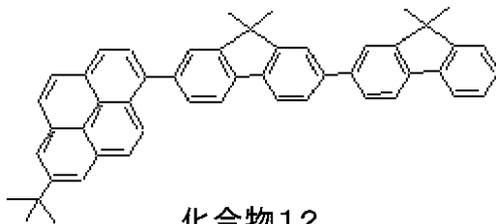


化合物10

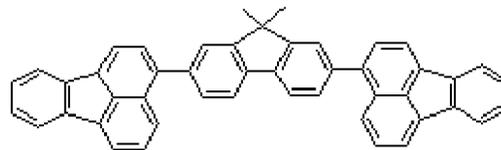


化合物11

10



化合物12



化合物13

【0072】

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、緑色の有機EL素子3Gに関しては良好な緑色発光の特性を示した。しかし、赤色の有機EL素子3Rと青色の有機EL素子3Bに関しては、単色の赤色発光と青色発光の特性が得られずに、それぞれ緑色発光の成分が混ざった不十分な発光特性を示した。

20

【0073】

これは、赤色発光層13Rと青色発光層13Bの構成がそれぞれ、 $|LUMO_D| > |LUMO_H|$ かつ、 $|LUMO_D| - |LUMO_H| > |HOMO_H| - |HOMO_D|$ の関係を満たすような電子トラップ性の発光層であるからだと考える。つまり、赤色発光層13Rと青色発光層13Bからコモン発光層への正孔漏れが防止されず、赤色発光層13Rおよび青色発光層13B内で電子と正孔が効率よく再結合できなかつたと考える。

【0074】

(実施例2)

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、第2の実施形態に対応している。また、本実施例は、基板10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有機EL素子である。

30

【0075】

本実施例は、陽極11と陰極15の構成、赤色発光層13Rの構成と形成順序、電子注入層の構成が実施例1と異なっている。以下に実施例1とは異なる部分のみ説明する。

【0076】

陽極11は、アルミニウム合金とITO膜で構成されていた。具体的には、反射電極としてアルミニウム合金を200nmの厚さで成膜した後、ITO膜を20nmの厚さで成膜し、アルミニウム合金とITO膜を画素毎にパターニングして形成した。

40

【0077】

本実施例の赤色発光層13Rは、緑色発光層13Gに接して陰極15側に形成した。具体的には、実施例1の有機化合物層を成膜する工程で、正孔輸送層12を形成した後、緑色発光層13Gを形成してから赤色発光層13Rを成膜した。そして、赤色発光層13Rは、上記の化合物10で表されるホスト材料と上記の化合物11で表される赤色発光ドープ材料とを共蒸着(体積比99:1)して、膜厚20nmで成膜した。

【0078】

電子注入層(不図示)は、電子輸送層14の上に、上記の化合物9と炭酸セシウムをセシウム濃度が8.3wt%となるように共蒸着して厚さ60nmで成膜した。

50

【 0 0 7 9 】

陰極 1 5 は、電子注入層の上に、スパッタリング法により I Z O 膜を 3 0 n m の厚さで成膜した。

【 0 0 8 0 】

赤色発光層 1 3 R は、関係式 (7) 及び (8) を満たす電子トラップ性の発光層であり、青色発光層 1 3 B は、関係式 (3) 及び (4) を満たすような正孔トラップ性の発光層であった。

【 0 0 8 1 】

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 E L 素子 3 R と、緑色の有機 E L 素子 3 G と、青色の有機 E L 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。

10

【 0 0 8 2 】

(比較例 2)

本比較例は、赤色発光層 1 3 R の構成以外は実施例 2 と同様の表示装置を作製した。赤色発光層 1 3 R は、上記の化合物 2 のホスト材料と上記の化合物 3 の赤色発光ドーパント材料とを共蒸着 (体積比 9 6 : 4) して、膜厚 2 0 n m に成膜した。

【 0 0 8 3 】

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、緑色の有機 E L 素子 3 G と青色の有機 E L 素子 3 B に関しては良好な緑色発光と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 に関しては、単色の赤色発光の特性が得られずに、緑色発光の成分が混ざった不十分な発光特性を示した。

20

【 0 0 8 4 】

これは、赤色発光層 1 3 R の構成が、 $|HOMO_D| < |HOMO_H|$ かつ、 $|HOMO_H| - |HOMO_D| > |LUMO_D| - |LUMO_H|$ の関係を満たすような正孔トラップ性の発光層であるからだと考える。つまり、赤色発光層 1 3 R の上層に配置されたコモン発光層への電子漏れが防止されず、赤色発光層 1 3 R 内で電子と正孔が効率よく再結合できなかつたと考える。

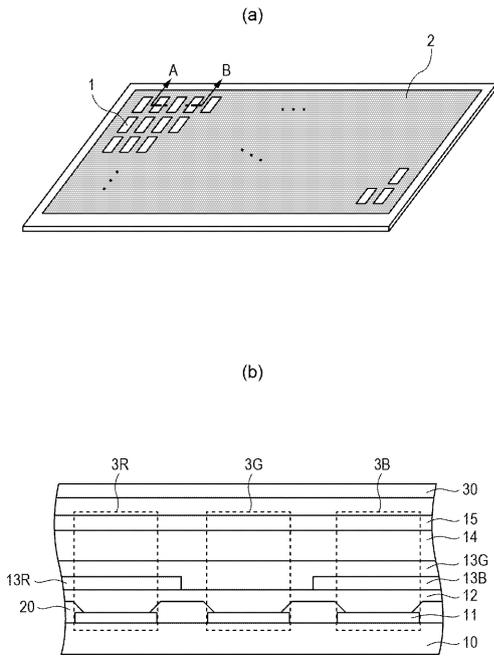
【 符号の説明 】

【 0 0 8 5 】

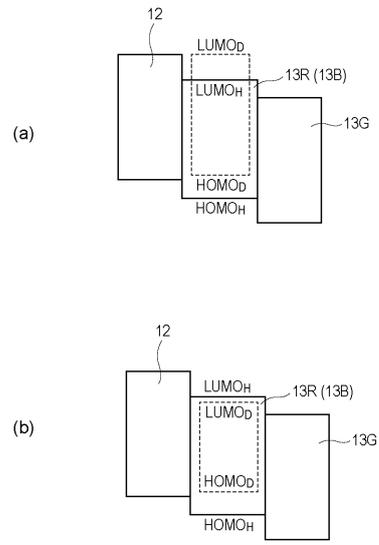
- 3 R 赤色の有機 E L 素子
- 3 G 緑色の有機 E L 素子
- 3 B 青色の有機 E L 素子
- 1 1 陽極
- 1 3 R 赤色発光層
- 1 3 G 緑色発光層
- 1 3 B 青色発光層
- 1 5 陰極

30

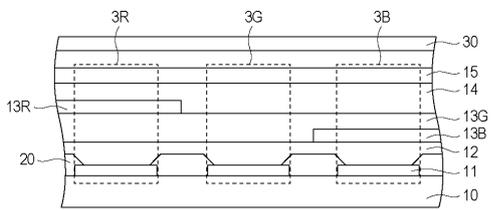
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

