

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5468018号
(P5468018)

(45) 発行日 平成26年4月9日(2014.4.9)

(24) 登録日 平成26年2月7日(2014.2.7)

(51) Int.Cl.

F I

H05B 33/24 (2006.01)

H05B 33/24

H01L 51/50 (2006.01)

H05B 33/14

A

H05B 33/10 (2006.01)

H05B 33/10

H05B 33/02 (2006.01)

H05B 33/02

H05B 33/12 (2006.01)

H05B 33/12

B

請求項の数 12 (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-543802 (P2010-543802)
 (86) (22) 出願日 平成21年12月11日(2009.12.11)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2009/006813
 (87) 国際公開番号 W02010/073524
 (87) 国際公開日 平成22年7月1日(2010.7.1)
 審査請求日 平成24年6月28日(2012.6.28)
 (31) 優先権主張番号 特願2008-334204 (P2008-334204)
 (32) 優先日 平成20年12月26日(2008.12.26)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000005821
 パナソニック株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 100109210
 弁理士 新居 広守
 (72) 発明者 西山 誠司
 日本国大阪府門真市大字門真1006番地
 パナソニック株式会社内
 (72) 発明者 太田 高志
 日本国大阪府門真市大字門真1006番地
 パナソニック株式会社内

審査官 小西 隆

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機EL素子、有機EL表示装置および有機EL素子の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上に積層された光反射層と、透明電極層と、正孔輸送層と、絶縁層と、感光性樹脂層と、
 前記感光性樹脂層によって隔離された発光機能層と、
 前記発光機能層の上方に積層された第2の透明電極層と
 を備え、
 前記光反射層と、前記透明電極層と、前記正孔輸送層と、前記絶縁層とは、前記感光性樹脂層によって隔離された領域内において前記基板上に形成され、
 前記感光性樹脂層は、特定の波長λである入射光を用いて前記感光性樹脂層を露光して
 前記発光機能層を隔離するバンクを形成するプロセスにおいて、前記特定の波長λを吸収する材質であって、

前記感光性樹脂層側から前記光反射層に向う前記特定の波長λである入射光に対する、
 前記入射光が前記光反射層において反射して前記感光性樹脂層に向う反射光の比率である
 反射率が、極小値乃至前記極小値の近傍値となるように、前記透明電極層と、前記正孔輸
 送層と、前記絶縁層と、前記感光性樹脂層とからなる光学多層膜の各層の厚さが設定され、

前記透明電極層の厚さがd1、前記正孔輸送層の厚さがd2、前記絶縁層の厚さがd3
 、前記感光性樹脂層の厚さがd4であり、

前記透明電極層の屈折率がn1、前記正孔輸送層の屈折率がn2、前記絶縁層の屈折率

10

20

が n_3 、前記感光性樹脂層の屈折率が n_4 であり、
 所定の定数を a とするとき、
 前記特定の波長 λ について

$$d_1 = 1 / n_1 \times 4.0 a \times \lambda / 4$$

$$d_2 = 1 / n_2 \times 1.0 a \times \lambda / 4$$

$$d_3 = 1 / n_3 \times 7.0 a \times \lambda / 4$$

$$d_4 = 1 / n_4 \times 5.0 a \times \lambda / 4$$

を満たすことを特徴とする有機 EL 素子。

【請求項 2】

前記特定の波長 λ が、 g 線の波長の $\pm 5\%$ の範囲内の波長、 h 線の波長の $\pm 5\%$ の範囲内の波長、 i 線の波長の $\pm 5\%$ の範囲内の波長のうちのいずれかの波長であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機 EL 素子。

10

【請求項 3】

前記特定の波長 λ である入射光は、前記感光性樹脂層から前記発光機能層を隔離するバンクを形成するプロセスにおいて、前記感光性樹脂層の露光に用いられる、
 ことを特徴とする請求項 1 ~ 2 のいずれか 1 項に記載の有機 EL 素子。

【請求項 4】

前記感光性樹脂層は、前記特定の波長 λ の入射光を吸収して硬化するか、または、前記特定の波長 λ の入射光を吸収して所定の溶媒に対して溶解性となる
 ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の有機 EL 素子。

20

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の有機 EL 素子を複数個配置してなることを特徴とする有機 EL 表示装置。

【請求項 6】

基板上に積層された光反射層と、透明電極層と、正孔輸送層と、感光性樹脂層と、
 前記感光性樹脂層によって隔離された発光機能層と、
 前記発光機能層の上方に積層された第 2 の透明電極層と
 を備え、

前記光反射層と、前記透明電極層と、前記正孔輸送層とは、前記感光性樹脂層によって隔離された領域内において前記基板上に形成され、

30

前記感光性樹脂層は、特定の波長 λ である入射光を用いて前記感光性樹脂層を露光して前記発光機能層を隔離するバンクを形成するプロセスにおいて、前記特定の波長 λ を吸収する材質であって、

前記感光性樹脂層側から前記光反射層に向う前記特定の波長 λ である入射光に対する、前記入射光が前記光反射層において反射して前記感光性樹脂層に向う反射光の比率である反射率が、極小値乃至前記極小値の近傍値となるように、前記透明電極層と、前記正孔輸送層と、前記感光性樹脂層とからなる光学多層膜の各層の厚さが設定され、

前記透明電極層の厚さが d_1 、前記正孔輸送層の厚さが d_2 、前記感光性樹脂層の厚さが d_4 であり、

前記透明電極層の屈折率が n_1 、前記正孔輸送層の屈折率が n_2 、前記感光性樹脂層の屈折率が n_4 であり、

40

所定の定数を a とするとき、

前記特定の波長 λ について

$$d_1 = 1 / n_1 \times 1.8 a \times \lambda / 4$$

$$d_2 = 1 / n_2 \times 0.8 a \times \lambda / 4$$

$$d_4 = 1 / n_4 \times 0.2 a \times \lambda / 4$$

を満たすことを特徴とする有機 EL 素子。

【請求項 7】

前記特定の波長 λ は、 g 線の波長の $\pm 5\%$ の範囲内の波長、 h 線の波長の $\pm 5\%$ の範囲内の波長、 i 線の波長の $\pm 5\%$ の範囲内の波長のうちのいずれかの波長である

50

ことを特徴とする請求項 6 に記載の有機 E L 素子。

【請求項 8】

前記特定の波長 λ である入射光は、前記感光性樹脂層から前記発光機能層を隔離するバンクを形成するプロセスにおいて、前記感光性樹脂層の露光に用いられる、

ことを特徴とする請求項 6 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 素子。

【請求項 9】

前記感光性樹脂層は、前記特定の波長 λ の入射光を吸収して硬化するか、または、前記特定の波長 λ の入射光を吸収して所定の溶媒に対して溶解性となる

ことを特徴とする請求項 6 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 素子。

【請求項 10】

請求項 6 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 素子を複数個配置してなることを特徴とする有機 E L 表示装置。

【請求項 11】

基板上に、光反射層と、透明電極層と、正孔輸送層と、絶縁層と、感光性樹脂層とを積層する工程と、

前記感光性樹脂層に特定の波長 λ の光を照射することによって前記感光性樹脂層の一部を除去する工程と、

前記感光性樹脂層が除去されてできたくぼみに発光機能層を形成する工程と、

前記発光機能層の上方に第 2 の透明電極層を積層する工程と

を含み、

前記光反射層と、前記透明電極層と、前記正孔輸送層と、前記絶縁層とは、前記感光性樹脂層によって隔離された領域内において前記基板上に形成され、

前記感光性樹脂層は、前記特定の波長 λ である入射光を用いて前記感光性樹脂層を露光して前記発光機能層を隔離するバンクを形成するプロセスにおいて、前記特定の波長 λ を吸収する材質であって、

前記感光性樹脂層側から前記光反射層に向う前記特定の波長 λ である入射光に対する、前記入射光が前記光反射層において反射して前記感光性樹脂層に向う反射光の比率である反射率が、極小値乃至前記極小値の近傍値となるように、前記透明電極層と、前記正孔輸送層と、前記絶縁層と、前記感光性樹脂層とからなる光学多層膜において、

前記透明電極層の厚さが d_1 、前記正孔輸送層の厚さが d_2 、前記絶縁層の厚さが d_3 、前記感光性樹脂層の厚さが d_4 であり、

前記透明電極層の屈折率が n_1 、前記正孔輸送層の屈折率が n_2 、前記絶縁層の屈折率が n_3 、前記感光性樹脂層の屈折率が n_4 であり、

所定の定数を a とするとき、

前記特定の波長 λ について

$$d_1 = 1 / n_1 \times 4 . 0 a \times \lambda / 4$$

$$d_2 = 1 / n_2 \times 1 . 0 a \times \lambda / 4$$

$$d_3 = 1 / n_3 \times 7 . 0 a \times \lambda / 4$$

$$d_4 = 1 / n_4 \times 5 . 0 a \times \lambda / 4$$

を満たすことを特徴とする有機 E L 素子の製造方法。

【請求項 12】

基板上に、光反射層と、透明電極層と、正孔輸送層と、感光性樹脂層とを積層する工程と、

前記感光性樹脂層に特定の波長 λ の光を照射することによって前記感光性樹脂層の一部を除去する工程と、

前記感光性樹脂層が除去されてできたくぼみに発光機能層を形成する工程と、

前記発光機能層の上方に第 2 の透明電極層を積層する工程と

を含み、

前記光反射層と、前記透明電極層と、前記正孔輸送層とは、前記感光性樹脂層によって隔離された領域内において前記基板上に形成され、

前記感光性樹脂層は、前記特定の波長 λ である入射光を用いて前記感光性樹脂層を露光して前記発光機能層を隔離するバンクを形成するプロセスにおいて、前記特定の波長 λ を吸収する材質であって、

前記感光性樹脂層側から前記光反射層に向う前記特定の波長 λ である入射光に対する、前記入射光が前記光反射層において反射して前記感光性樹脂層に向う反射光の比率である反射率が、極小値乃至前記極小値の近傍値となるように、前記透明電極層と、前記正孔輸送層と、前記感光性樹脂層とからなる光学多層膜において、

前記透明電極層の厚さが d_1 、前記正孔輸送層の厚さが d_2 、前記感光性樹脂層の厚さが d_4 であり、

前記透明電極層の屈折率が n_1 、前記正孔輸送層の屈折率が n_2 、前記感光性樹脂層の屈折率が n_4 であり、

所定の定数を a とすると、

前記特定の波長 λ について

$$d_1 = 1 / n_1 \times 1.8 a \times \lambda / 4$$

$$d_2 = 1 / n_2 \times 0.8 a \times \lambda / 4$$

$$d_4 = 1 / n_4 \times 0.2 a \times \lambda / 4$$

を満たすことを特徴とする有機EL素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機EL(Electro-Luminescence)素子、それを用いた、有機EL表示装置および有機EL素子の製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

有機EL素子を用いた発光デバイスは、薄型軽量で実現できる自発光型の発光デバイスとして、CRT(Cathode Ray Tube)、LCD(Liquid Crystal Display)、PDP(Plasma Display Panel)に代わる次世代ディスプレイとしての応用が期待されている。

【0003】

有機EL素子は、その製造プロセスにより、塗布型と蒸着型に分類できる。塗布型の有機EL素子を作製する際には、インクジェットプロセスが現在主流となっている。このインクジェットプロセスにより発光材料を塗布する際には、発光材料を画素の特定部位のみ印刷する必要があるが、インクジェットプロセスでの吐出精度のみでは必要とされる塗り分け精度での塗布は困難である。

【0004】

このため、現状ではバンクと呼ばれる土手状の形状を画素電極上に形成し、このバンクの中央に存在する穴部に発光材料の吐出及び塗布を行っている(特許文献1)。

【0005】

バンクの作製方法としては、感光性樹脂を用いる場合がほとんどである。すなわち、ポジ型の感光性樹脂もしくはネガ型の感光性樹脂が塗布された基板上に、i線もしくはg線もしくは、h線もしくはこれら全てを含む光源からの光を所定のパターンが描画されているマスクを介して露光し、現像その他の処理を経ることにより、バンクは作製されることが多い。このように短波長の光源を使用してバンクを作製する方法が主流である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2004-127551号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

10

20

30

40

50

バンクとなる感光性樹脂を実基板に成膜する際には、基板上に既に透明電極や反射電極もしくは正孔輸送層（Hole Transport Layer、以下HTL）などが積層された構造となっている場合が多い。ここでは比較的反射率の高い金属を反射電極に用いた所謂トップエミッション型の有機エレクトロルミネセンス素子（以下有機EL素子）に生じる課題について述べる。

【0008】

トップエミッション型有機EL素子では、例えば、反射電極として厚さ100nmのモリブデンクロム電極（以下、MoCr電極）を形成し、さらに厚さ40nmのインジウム錫酸化物電極（以下、ITO電極）を積層させた基板上にバンクを形成する場合がある。

【0009】

この場合、MoCr電極とITO電極及びバンク層でのいわゆるキャビティ効果により、反射率の波長依存性が生じる。反射率の波長依存性は、各々の層間での光路長とある波長の整数倍とが等しい場合、その波長の光のMoCr電極での反射光が強く出射されるいわゆる光学共振効果に基づくものである。

【0010】

例えばITO電極の厚さが変化すると、その変化量に応じて光路長が変化するので反射光の強度が大きく変化する。とりわけ、露光に用いられる紫外線領域などの波長の短い光の反射強度は、厚さの変化に対して敏感に変化する。

【0011】

バンクに用いられる感光性樹脂は露光時に下地からの反射光の影響を受ける。例えば、ポジ型の感光性樹脂では、下地からの反射光の強度が変化すると、露光による酸の発生状況が変化し、現像後のバンクの形状が変化する。また、ネガ型の感光性樹脂でも、下地からの反射光の強度が変化すると、重合度や架橋度が変化し、その結果、現像後のバンクの形状が変化する。

【0012】

特に、複数の有機EL素子を面内に配置してなる有機EL表示装置では、ITO電極の厚さの面内でのばらつきによって、下地からの反射光強度が面内で異なる。これにより、バンクの出来上がり形状（厚さやテーパ角）の面内での均一性が損なわれ、その結果、インクジェット塗布される発光材料層の形状の面内での均一性が損なわれる。

【0013】

このように、バンクの出来上がり形状がITO電極の厚さに影響されることにより、狙い通りのバンク形状を持った有機EL素子の作製が困難になるのみならず、有機EL表示装置において発光特性の面内での不均一（所謂輝度むら）といった好ましくない問題が生じる。

【0014】

本発明の目的は、かかる従来の問題点に鑑みてなされたもので、バンクの出来上がり形状の誤差を低減できる有機EL素子、およびそのような有機EL素子を用いた面内での発光特性の均一性に優れた有機EL表示装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

前記課題を解決するために、本発明にかかる有機EL素子の1つの態様は、基板上に積層された光反射層と、透明電極層と、正孔輸送層と、絶縁層と、感光性樹脂層と、前記感光性樹脂層によって隔離された発光機能層とを備え、前記感光性樹脂層側から前記光反射層に向う特定の波長 λ である入射光に対する、前記入射光が前記光反射層において反射して前記感光性樹脂層に向う反射光の比率である反射率が、極小値乃至前記極小値の近傍値となるように、前記光反射層と、前記透明電極層と、前記正孔輸送層と、前記絶縁層と、前記感光性樹脂層とからなる光学多層膜の各層の厚さが設定され、前記透明電極層の厚さが d_1 、前記正孔輸送層の厚さが d_2 、前記絶縁層の厚さが d_3 、前記感光性樹脂層の厚さが d_4 であり、前記透明電極層の屈折率が n_1 、前記正孔輸送層の屈折率が n_2 、前記絶縁層の屈折率が n_3 、前記感光性樹脂層の屈折率が n_4 であり、所定の定数を a とする

10

20

30

40

50

とき、前記特定の波長 λ について

$$d_1 = 1 / n_1 \times 4.0 a \times \lambda / 4$$

$$d_2 = 1 / n_2 \times 1.0 a \times \lambda / 4$$

$$d_3 = 1 / n_3 \times 7.0 a \times \lambda / 4$$

$$d_4 = 1 / n_4 \times 5.0 a \times \lambda / 4$$

を満たすことを特徴とする。

【0016】

本態様は、前述した光学多層膜の各層の膜厚を制御して、前記光反射層に向う特定の波長 λ である入射光の反射率が極小値乃至前記極小値の近傍値になるように制御する。前記反射率が極小値乃至前記極小値の近傍値では前記光学多層膜の各層の膜厚が変動しても、前記反射率の変動を抑制できる。

10

【0017】

このことにより、感光性樹脂層へ露光機から直接照射される光と、光反射層から反射されて感光性樹脂層に照射される光の合計の光量とはほぼ一定とすることができるようになる。

【0018】

その結果、感光性樹脂層から形成される有機EL素子のバンクの出来上がり形状の誤差を低減できるため、バンクによって隔離された領域に、インクジェット法などのインク塗布方法で形成された発光機能層の膜厚を一定とすることが可能となる。従って、発光特性の面内での均一性に優れた有機EL表示装置を提供することができる。

20

【0019】

また、入射光の反射率を極小値乃至前記極小値の近傍値に制御するために用いるのは、有機EL素子を構成する前述した光学多層膜そのものである。すなわち、本態様によれば、前記入射光の反射率を極小値乃至前記極小値の近傍値に制御するために、有機EL素子を構成する前述した光学多層膜以外の部材は使用しなくてもよい。

【0020】

そのため、有機EL素子を構成する前述した光学多層膜の各層の膜厚を制御して、前記入射光の反射率を極小値乃至前記極小値の近傍値にするので、完成物である有機EL素子にとって不要な部材を付加すること、およびその不要な部材を形成するための付加的なプロセスを必要とすることなく、有機EL素子のバンクの出来上がり形状の誤差を低減できる。すなわち、簡便な構成と製造方法で、発光特性の面内での均一性に優れた有機EL表示装置を提供することができる。

30

【発明の効果】

【0021】

本発明における有機EL素子によれば、光学的な干渉現象に基づいて、前述した光学多層膜の各層の厚さが変動した場合の反射率の変動を、特定の波長（g線、h線あるいはi線）の光について抑制するので、完成物である有機EL素子にとって不要な部材を付加することも、その不要な部材を形成するための付加的なプロセスを必要とすることなく、有機EL素子のバンクの出来上がり形状の誤差が低減される結果、発光特性の面内での均一性に優れた有機EL表示装置を提供することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】図1は、本発明の実施の形態に係る有機EL素子のバンク形成前における構成の一例を示す断面図である。

【図2】図2（A）、（B）は、本発明の実施の形態に係る有機EL素子のバンク形成後における構成の一例を示す断面図および上面図である。

【図3】図3は、本発明の実施の形態に係る有機EL素子の発光機能層形成後における構成の一例を示す断面図である。

【図4】図4は、本発明の実施例1に係る光反射率のシミュレーション結果を示す図である。

50

【図 5】図 5 は、本発明の実施例 2 に係る光反射率のシミュレーション結果を示す図である。

【図 6】図 6 は、本発明の実施例 3 に係る光反射率のシミュレーション結果を示す図である。

【図 7】図 7 は、光学多層膜の反射率に応じたバンクの出来上がり形状の一例を示す図である。

【図 8】図 8 (A)、(B) は、バンクの形状の違いによって上部構造が受ける影響を説明する図である。

【図 9】図 9 (A)、(B) は、本発明の実施の形態に係る有機 E L 素子のバンク形成後の構成の他の一例を示す断面図および上面図である。

【図 10】図 10 は、本発明に係る光反射率のシミュレーション結果を示す図である。

【図 11】図 11 は、本発明に係る光反射率のシミュレーション結果を示す図である。

【図 12】図 12 は、本発明に係る光反射率のシミュレーション結果を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

本発明の 1 つの態様における有機 E L 素子は、基板上に積層された光反射層と、透明電極層と、正孔輸送層と、絶縁層と、感光性樹脂層と、前記感光性樹脂層によって隔離された発光機能層と、前記発光機能層の上方に積層された第 2 の透明電極層とを備え、前記感光性樹脂層側から前記光反射層に向う特定の波長 λ である入射光に対する、前記入射光が前記光反射層において反射して前記感光性樹脂層に向う反射光の比率である反射率が、極小値乃至前記極小値の近傍値となるように、前記光反射層と、前記透明電極層と、前記正孔輸送層と、前記絶縁層と、前記感光性樹脂層とからなる光学多層膜の各層の厚さが設定され、前記透明電極層の厚さが d_1 、前記正孔輸送層の厚さが d_2 、前記絶縁層の厚さが d_3 、前記感光性樹脂層の厚さが d_4 であり、前記透明電極層の屈折率が n_1 、前記正孔輸送層の屈折率が n_2 、前記絶縁層の屈折率が n_3 、前記感光性樹脂層の屈折率が n_4 であり、所定の定数を a とするとき、前記特定の波長 λ について

$$d_1 = 1 / n_1 \times 4.0 a \times \lambda / 4$$

$$d_2 = 1 / n_2 \times 1.0 a \times \lambda / 4$$

$$d_3 = 1 / n_3 \times 7.0 a \times \lambda / 4$$

$$d_4 = 1 / n_4 \times 5.0 a \times \lambda / 4$$

を満たすことを特徴とする。

【0024】

本態様は、前述した光学多層膜の各層の膜厚を制御して、前記光反射層に向う特定の波長 λ である入射光の反射率が極小値乃至前記極小値の近傍値になるように制御する。前記反射率が極小値乃至前記極小値の近傍値では前記光学多層膜の各層の膜厚が変動しても、前記反射率の変動を抑制できる。

【0025】

このことにより、感光性樹脂層へ露光機から直接照射される光と、光反射層から反射されて感光性樹脂層に照射される光の合計の光量とはほぼ一定とすることができるようになる。

【0026】

その結果、感光性樹脂層から形成される有機 E L 素子の感光性樹脂層の出来上がり形状の誤差を低減できるため、感光性樹脂層によって隔離された領域に、インクジェット法などのインク塗布方法で形成された発光機能層の膜厚を一定とすることが可能となる。従って、発光特性の面内での均一性に優れた有機 E L 表示装置を提供することができる。

【0027】

また、入射光の反射率を極小値乃至前記極小値の近傍値に制御するために用いるのは、有機 E L 素子を構成する前述した光学多層膜そのものである。すなわち、本態様によれば、前記入射光の反射率を極小値乃至前記極小値の近傍値に制御するために、有機 E L 素子を構成する前述した光学多層膜以外の部材は使用しなくてもよい。

【 0 0 2 8 】

そのため、有機 E L 素子を構成する前述した光学多層膜の各層の膜厚を制御して、前記入射光の反射率を極小値乃至前記極小値の近傍値にするので、完成物である有機 E L 素子にとって不要な部材を付加すること、およびその不要な部材を形成するための付加的なプロセスを必要とすることなく、有機 E L 素子のバンクの出来上がり形状の誤差を低減できる。すなわち、簡便な構成と製造方法で、発光特性の面内での均一性に優れた有機 E L 表示装置を提供することができる。

【 0 0 2 9 】

また、前記特定の波長 λ が、g 線の波長の $\pm 5\%$ の範囲内の波長、h 線の波長の $\pm 5\%$ の範囲内の波長、i 線の波長の $\pm 5\%$ の範囲内の波長のうちのいずれかの波長であってもよい。

10

【 0 0 3 0 】

本態様は、前記特定の波長 λ を、g 線の波長の $\pm 5\%$ の範囲内の波長、h 線の波長の $\pm 5\%$ の範囲内の波長、i 線の波長の $\pm 5\%$ の範囲内の波長のうちのいずれかとする。

【 0 0 3 1 】

このように、前記特定の波長 λ を、露光プロセスで用いる光の波長に対して、 $\pm 5\%$ の波長範囲内に設けることによって、露光プロセスで用いる光が前記光反射層において反射して前記感光性樹脂層に向う反射光の比率である反射率を、極小値の近傍値とすることができる。前記極小値近傍では、前記反射光の強度の変化を小さくすることができるので、その結果、前記光反射層において反射して前記感光性樹脂層に向う光の強度の変動を極めて少なくすることができる。

20

【 0 0 3 2 】

従って、有機 E L 素子のバンクの出来上がり形状の誤差を低減し、発光特性の面内での均一性に優れた有機 E L 表示装置を提供することができる。

【 0 0 3 3 】

また、前記特定の波長 λ である入射光は、前記感光性樹脂層から前記発光機能層を隔離するバンクを形成するプロセスにおいて、前記感光性樹脂層の露光に用いられるものであってもよい。

【 0 0 3 4 】

本態様によれば、前記特定の波長 λ である入射光は、前記感光性樹脂層から前記発光機能層を隔離するバンクを形成するプロセスにおいて、前記感光性樹脂層の露光に用いられるものである。

30

【 0 0 3 5 】

また、前記感光性樹脂層は、前記特定の波長 λ である入射光を用いて前記感光性樹脂層を露光して前記発光機能層を隔離するバンクを形成するプロセスにおいて、前記特定の波長 λ を吸収する材質であってもよい。ここで、前記感光性樹脂層は、前記特定の波長 λ の入射光を吸収して硬化するか、または、前記特定の波長 λ の入射光を吸収して所定の溶媒に対して溶解性となってもよい。

【 0 0 3 6 】

本態様によれば、前記感光性樹脂層は、少なくとも前記バンクを形成するプロセスにおいて、前記特定の波長 λ を吸収する材質で構成される。前記感光性樹脂層は露光に用いられる光を効率的に吸収するため、前記感光性樹脂からの前記バンクの形成が容易となり好適である。

40

【 0 0 3 7 】

本発明にかかる有機 E L 表示装置の 1 つの態様は、前述した有機 E L 素子を複数個配置してなるものである。

【 0 0 3 8 】

本態様の有機 E L 表示装置は、バンクの形状が均一であり、有機 E L 素子を配置している。このため、有機 E L 発光素子を複数配置して有機 E L 表示装置を構成しても、発光機能層の膜厚を一定とすることが可能となる。従って、発光特性が表示装置の面内で均一性

50

な有機EL表示装置を提供することができる。このことは、特に大画面の有機EL表示装置を実現する上で好適である。

【0039】

本発明にかかる有機EL素子の1つの態様は、基板上に積層された光反射層と、透明電極層と、正孔輸送層と、感光性樹脂層と、前記感光性樹脂層によって隔離された発光機能層と、前記発光機能層の上方に積層された第2の透明電極層とを備え、前記感光性樹脂層側から前記光反射層に向う特定の波長 λ である入射光に対する、前記入射光が前記光反射層において反射して前記感光性樹脂層に向う反射光の比率である反射率が、極小値乃至前記極小値の近傍値となるように、前記光反射層と、前記透明電極層と、前記正孔輸送層と、前記感光性樹脂層とからなる光学多層膜の各層の厚さが設定され、前記透明電極層の厚さが d_1 、前記正孔輸送層の厚さが d_2 、前記感光性樹脂層の厚さが d_4 であり、前記透明電極層の屈折率が n_1 、前記正孔輸送層の屈折率が n_2 、前記感光性樹脂層の屈折率が n_4 であり、所定の定数を a とすると、前記特定の波長 λ について

$$d_1 = 1 / n_1 \times 1.8 a \times \lambda / 4$$

$$d_2 = 1 / n_2 \times 0.8 a \times \lambda / 4$$

$$d_4 = 1 / n_4 \times 0.2 a \times \lambda / 4$$

を満たすことを特徴とする。

【0040】

本態様によれば、絶縁層を省略して簡素な有機EL素子とした構造である。従って、本態様では簡素な有機EL素子であり、かつ、前述1の態様と同様な効果が得られることとなる。

【0041】

また、前記特定の波長 λ は、 g 線の波長の $\pm 5\%$ の範囲内の波長、 h 線の波長の $\pm 5\%$ の範囲内の波長、 i 線の波長の $\pm 5\%$ の範囲内の波長のうちのいずれかの波長であってもよい。

【0042】

本態様は、前記特定の波長 λ を、 g 線の波長 $\pm 5\%$ の範囲内の波長、 h 線の波長 $\pm 5\%$ の範囲内の波長、 i 線の波長 $\pm 5\%$ の範囲内の波長のうちのいずれかとする。

【0043】

このように、前記特定の波長 λ を、露光プロセスで用いる光の波長に対して、 $\pm 5\%$ の波長範囲内に設けることによって、露光プロセスで用いる光が前記光反射層において反射して前記感光性樹脂層に向う反射光の比率である反射率を、極小値の近傍値とすることができる。前記極小値近傍では、前記反射光の強度の変化を小さくすることができるので、その結果、前記光反射層において反射して前記感光性樹脂層に向う光の強度の変動を極めて少なくすることができる。

【0044】

従って、有機EL素子の感光性樹脂層の出来上がり形状の誤差を低減し、発光特性の面内での均一性に優れた有機EL表示装置を提供することができる。

【0045】

また、前記特定の波長 λ である入射光は、前記感光性樹脂層から前記発光機能層を隔離するバンクを形成するプロセスにおいて、前記感光性樹脂層の露光に用いられるものであってもよい。

【0046】

本態様によれば、前記特定の波長 λ である入射光は、前記感光性樹脂層から前記発光機能層を隔離するバンクを形成するプロセスにおいて、前記感光性樹脂層の露光に用いられるものである。

【0047】

また、前記感光性樹脂層は、前記特定の波長 λ である入射光を用いて前記感光性樹脂層を露光して前記発光機能層を隔離するバンクを形成するプロセスにおいて、前記特定の波長 λ を吸収する材質であってもよい。ここで、前記感光性樹脂層は、前記特定の波長 λ の

10

20

30

40

50

入射光を吸収して硬化するか、または、前記特定の波長 λ の入射光を吸収して所定の溶媒に対して溶解性となってもよい。

【0048】

本態様によれば、前記感光性樹脂層は、少なくとも前記バンクを形成するプロセスにおいて、前記特定の波長 λ を吸収する材質で構成される。前記感光性樹脂層は露光に用いられる光を効率的に吸収するため、前記感光性樹脂からの前記バンクの形成が容易となり好適である。

【0049】

本発明にかかる有機EL表示装置の1つの態様は、前述した有機EL素子を複数個配置してなるものである。

10

【0050】

本態様の有機EL表示装置は、バンクの形状が均一であり、有機EL素子を配置している。このため、有機EL発光素子を複数配置して有機EL表示装置を構成しても、発光機能層の膜厚を一定とすることが可能となる。従って、発光特性が表示装置の面内で均一な有機EL表示装置を提供することができる。このことは、特に大画面の有機EL表示装置を実現する上で好適である。

【0051】

本発明にかかる有機EL素子の製造方法は、基板上に、光反射層と、透明電極層と、正孔輸送層と、絶縁層と、感光性樹脂層とを積層する工程と、前記感光性樹脂層に波長 λ の光を照射することによって前記感光性樹脂層の一部を除去する工程と、前記感光性樹脂層が除去されてきたくぼみに発光機能層を形成する工程と、前記発光機能層の上方に第2の透明電極層を積層する工程とを含み、前記感光性樹脂層側から前記光反射層に向う特定の波長 λ である入射光に対する、前記入射光が前記光反射層において反射して前記感光性樹脂層に向う反射光の比率である反射率が、極小値乃至前記極小値の近傍値となるように、前記光反射層と、前記透明電極層と、前記正孔輸送層と、前記絶縁層と、前記感光性樹脂層とからなる光学多層膜において、前記透明電極層の厚さが d_1 、前記正孔輸送層の厚さが d_2 、前記絶縁層の厚さが d_3 、前記感光性樹脂層の厚さが d_4 であり、前記透明電極層の屈折率が n_1 、前記正孔輸送層の屈折率が n_2 、前記絶縁層の屈折率が n_3 、前記感光性樹脂層の屈折率が n_4 であり、所定の定数を a とすると、前記特定の波長 λ について

20

$$d_1 = 1 / n_1 \times 4.0 a \times \lambda / 4$$

$$d_2 = 1 / n_2 \times 1.0 a \times \lambda / 4$$

$$d_3 = 1 / n_3 \times 7.0 a \times \lambda / 4$$

$$d_4 = 1 / n_4 \times 5.0 a \times \lambda / 4$$

を満たすことを特徴とする。

30

【0052】

本態様は、前記光反射層に向う特定の波長 λ である入射光の反射率が極小値乃至前記極小値の近傍値になるように、前述した光学多層膜の各層の膜厚を制御して、有機EL素子を製造するものである。このため、前記光学多層膜の各層の膜厚が製造プロセスにおいて変動しても、前記反射率の変動を抑制できる。

40

【0053】

その結果、有機EL素子の感光性樹脂層の出来上がり形状の誤差を低減できるため、感光性樹脂層によって隔離された領域に、インクジェット法などのインク塗布方法で形成された発光機能層の膜厚を一定とすることが可能となる。従って、発光特性の面内での均一性に優れた有機EL表示装置を提供することができる。

【0054】

また、入射光の反射率を極小値乃至前記極小値の近傍値に制御するために用いるのは、有機EL素子を構成する前述した光学多層膜そのものである。すなわち、本態様によれば、前記入射光の反射率を極小値乃至前記極小値の近傍値に制御するために、有機EL素子を構成する前述した光学多層膜以外の部材は使用しなくてもよい。

50

【 0 0 5 5 】

そのため、有機 E L 素子を構成する前述した光学多層膜の各層の膜厚を制御して、前記入射光の反射率を極小値乃至前記極小値の近傍値にするので、付加的なプロセスを必要とすることなく、有機 E L 素子の感光性樹脂層の出来上がり形状の誤差を低減できる。すなわち、簡便な構成と製造方法で、発光特性の面内での均一性に優れた有機 E L 表示装置を提供することができる。

【 0 0 5 6 】

本発明にかかる有機 E L 素子の製造方法は、基板上に、光反射層と、透明電極層と、正孔輸送層と、感光性樹脂層とを積層する工程と、前記感光性樹脂層に波長 λ の光を照射することによって前記感光性樹脂層の一部を除去する工程と、前記感光性樹脂層が除去されてきたくぼみに発光機能層を形成する工程と、前記発光機能層の上方に第 2 の透明電極層を積層する工程とを含み、前記感光性樹脂層側から前記光反射層に向う特定の波長 λ である入射光に対する、前記入射光が前記光反射層において反射して前記感光性樹脂層に向う反射光の比率である反射率が、極小値乃至前記極小値の近傍値となるように前記光反射層と、前記透明電極層と、前記正孔輸送層と、前記感光性樹脂層とからなる光学多層膜において、前記透明電極層の厚さが d_1 、前記正孔輸送層の厚さが d_2 、前記感光性樹脂層の厚さが d_4 であり、前記透明電極層の屈折率が n_1 、前記正孔輸送層の屈折率が n_2 、前記感光性樹脂層の屈折率が n_4 であり、所定の定数を a とするとき、前記特定の波長 λ について

$$d_1 = 1 / n_1 \times 1.8 a \times \lambda / 4$$

$$d_2 = 1 / n_2 \times 0.8 a \times \lambda / 4$$

$$d_4 = 1 / n_4 \times 0.2 a \times \lambda / 4$$

を満たすことを特徴とする。

【 0 0 5 7 】

本態様は、絶縁層を省略した簡素な有機 E L 素子の製造方法である。従って、本態様は、製造方法をより簡素化でき、かつ前述の態様と同様な効果が得られることになる。

【 0 0 5 8 】

以下、本発明の実施の形態に係る有機 E L 素子および有機 E L 表示装置について、図面を参照して詳細に説明する。図面上の各構成要素の幅及び厚さは、説明のために誇張して示されている点に留意しなければならない。

【 0 0 5 9 】

(有機 E L 素子の構成の一例)

図 1 は、本発明の実施の形態に係る有機 E L 素子 10 のバンク形成前における構成の一例を示す断面図である。

【 0 0 6 0 】

図 1 に示されるように、バンク形成前の有機 E L 素子 10 は、透明な基板 11 と、基板 11 の上部に形成される光反射層 12 と、光反射層 12 の上面に形成される透明電極層 13 と、透明電極層 13 の上面に形成される絶縁層 14 と、絶縁層 14 の上面に形成される正孔輸送層 15 と、正孔輸送層 15 の上面に形成される感光性樹脂層 16 を備える。

【 0 0 6 1 】

ここで、光反射層 12 は、画素電極として用いられる場合、有機 E L 素子 10 ごとに分離して形成される。また、基板 11 には、画素電極としての光反射層 12 を介して有機 E L 素子 10 に発光駆動電流を供給するための薄膜トランジスタを含む駆動回路が形成されていてもよい。

【 0 0 6 2 】

図 1 に示される状態から、感光性樹脂層 16 を部分的に除去し、有機 E L 素子 10 ごとに発光機能層を設置するための穴部を形成する。除去されずに残った感光性樹脂層 16 がバンクとなる。

【 0 0 6 3 】

図外の光源は、バンクを形成するために、露光用の光 17 を感光性樹脂層 16 に照射す

る。感光性樹脂層 16 に照射された露光用の光 17 は、正孔輸送層 15、絶縁層 14、透明電極層 13 を通過して光反射層 12 に向けて照射される。そして、光反射層 12 に向けて照射された光は、全反射金属膜からなる光反射層 12 によって感光性樹脂層 16 に向けて全反射される。感光性樹脂層 16 に戻った光 17 の反射光のうち一部は感光性樹脂層 16 を透過して外部へ出射し、一部は光反射層 12 に向けて再び反射する。

【0064】

すなわち、光反射層 12 と、透明電極層 13 と、絶縁層 14 と、正孔輸送層 15 と、感光性樹脂層 16 とからなる 4 層構造の光学多層膜 18 において光が透過及び反射を繰り返して干渉を起こす。

【0065】

10

このような干渉現象に基づいて、光 17 の波長に応じて、光反射層 12 と感光性樹脂層 16 との間にある各層の厚さを光学的に最適な距離に調節することにより、感光性樹脂層 16 を露光するための特定の波長の光に対して光学多層膜 18 の反射率を極小化できると考えられる。

【0066】

光学多層膜 18 の各層の厚さの変動に対して、反射率が極小となる波長近傍の光の反射率の変動量は、他の波長の光の反射率の変動量に比べて小さい。そのため、光学多層膜 18 の各層を、光 17 の波長の $\pm 5\%$ の範囲内に入る特定の波長 λ に対して反射率が極小値を示す厚さに設定し、光 17 を用いて感光性樹脂層 16 を露光することで、光学多層膜 18 の各層の厚さのばらつきによる反射光の強度の変動が抑制され、バンクの出来上がり形状の誤差が軽減できると期待される。

20

【0067】

特に、複数の有機 EL 素子 10 を面内に配置してなる有機 EL 表示装置では、発光特性の面内での均一性が向上し、輝度むらの軽減が期待される。

【0068】

発明者らは、このような効果が得られる光学多層膜 18 の各層の厚さを、シミュレーションにより探索した。

【0069】

シミュレーションの条件は、光反射層 12 と感光性樹脂層 16 との間の各層の光学的距離である。

30

【0070】

具体的に、透明電極層 13 の幾何学的厚さを d_1 、正孔輸送層 15 の幾何学的厚さを d_2 、絶縁層 14 の幾何学的厚さを d_3 、感光性樹脂層 16 の幾何学的厚さを d_4 とし、透明電極層 13 の屈折率を n_1 、正孔輸送層 15 の屈折率を n_2 、絶縁層 14 の屈折率を n_3 、感光性樹脂層 16 の屈折率を n_4 とし、係数を c_1 、 c_2 、 c_3 、 c_4 とし、波長を λ とし

$$d_1 = 1 / n_1 \times c_1 \times \lambda / 4$$

$$d_2 = 1 / n_2 \times c_2 \times \lambda / 4$$

$$d_3 = 1 / n_3 \times c_3 \times \lambda / 4$$

$$d_4 = 1 / n_4 \times c_4 \times \lambda / 4$$

40

なる第 1 の条件を設定した。ここで、屈折率 $n_1 \sim n_4$ には、各層に用いられる材料について一般的に知られている値を用いた。屈折率が波長 λ の関数であることを考慮して、感光性樹脂層 16 の露光に用いる波長を 1 つ定め、その波長に対応する屈折率を用いた。各層の屈折率の具体的な値については、後ほど詳しく述べる。

【0071】

このように設定した第 1 の条件下で、係数 $c_1 \sim c_4$ のそれぞれを 1.0 から 8.0 まで 0.2 刻みに変化された場合の全ての値の組み合わせについて、光学多層膜 18 の反射率の波長 λ に対する特性を求めた。

【0072】

そして、 g 線、 h 線、 i 線の波長近傍において反射率に極小値が現われる係数 $c_1 \sim c$

50

4の値として、 $c_1 = 4.0$ 、 $c_2 = 1.0$ 、 $c_3 = 7.0$ 、 $c_4 = 5.0$ なる係数値を特定した。

【0073】

さらに、各層に共通の定数 a を導入し

$$d_1 = 1 / n_1 \times 4.0 a \times \lambda / 4$$

$$d_2 = 1 / n_2 \times 1.0 a \times \lambda / 4$$

$$d_3 = 1 / n_3 \times 7.0 a \times \lambda / 4$$

$$d_4 = 1 / n_4 \times 5.0 a \times \lambda / 4$$

なる第2の条件下で定数 a の範囲を探索したところ、定数 a が、1、2、3のいずれかである場合に反射率に望ましい極小値が現われることがわかった。各層の厚さの具体的な値については、後ほど詳しく述べる。

10

【0074】

有機EL素子10の構成について、さらに説明を続ける。

【0075】

図1に示される有機EL素子10は、基板11上に、光反射層12と、透明電極層13と、絶縁層14と、正孔輸送層15とを、前述の第2の条件を満たす幾何学的厚さを設計値として積層することにより形成される。これらの各層は、周知のプロセスで形成される。

【0076】

絶縁層14は、パターニングされることにより、開口が形成される。パターニングには通常使われる方法、例えば、ドライエッチングが用いられる。

20

【0077】

パターニングされた絶縁層14の上に、全面に正孔輸送層15および感光性樹脂層16が形成される。

【0078】

感光性樹脂層16を、前述の第2の条件を満たす波長 λ の光（例えば、 g 線、 h 線、 i 線）で露光することによって、感光性樹脂層16の一部を除去することによりバンクを形成する。

【0079】

図2(A)、図2(B)は、それぞれ有機EL素子10を複数配置してなる有機EL表示装置1のバンク形成後の構成の一例を示す断面図および上面図である。図2(A)の断面図は、図2(B)のA-A'断面に対応する。図2(B)の上面図には、主要な構成要素の平面的な配置が示されている。なお、便宜上、バンク16と感光性樹脂層16とを同じ符号で参照する。

30

【0080】

有機EL表示装置1におけるバンク16は、有機EL素子10の境界に沿って図面の縦方向にライン状に形成される。絶縁層14は、隣接する有機EL素子10の光反射層12の間隙およびコンタクトホール22を覆う領域に設けられ、発光が不安定になり易い領域における有機EL素子10の発光を規制している。

【0081】

図2(A)、図2(B)において、除去されずに残った感光性樹脂層16がバンク16となっている。感光性樹脂層16の露光および除去は周知のプロセスで行われる。

40

【0082】

このとき、透明電極層13と、絶縁層14と、正孔輸送層15と、感光性樹脂層16とが、前述の第2の条件を満たす厚さで積層されているために、光学多層膜18の反射率が露光用の光の波長に対して極小となる。その結果、光学多層膜18の各層の厚さのばらつきによる反射光の強度の変動が抑制され、バンク16の出来上がり形状の誤差が軽減され、形状の均一性、再現性の高いバンク16が作製される。

【0083】

図3は、有機EL表示装置1の、発光機能層形成後における構成の一例を示す断面図で

50

あり、感光性樹脂層 16 が除去されてできたくぼみに発光機能層 19 が形成され、さらに、発光機能層 19 上に、電子輸送層 20 と、第 2 の透明電極層 21 とが積層された状態を示している。これらの各層は、周知のプロセスで形成される。なお、電子輸送層 20 の設置は任意である。

【0084】

図 3 に示される有機 EL 素子 10 の光反射層 12 から発光機能層 19 を介して第 2 の透明電極層 21 へ電流を流すことで発光機能層 19 が発光し、透明電極層 21 の側へ光が放出される。

【0085】

(有機 EL 素子の各層の材料の一例)

10

本発明の有機 EL 素子 10 は、透明電極層 13、絶縁層 14、正孔輸送層 15、および感光性樹脂層 16 の厚さに特徴があり、有機 EL 素子 10 を構成する材料を限定するものではないが、一例を挙げれば、次のような材料が使用可能である。

【0086】

基板 11 は、ソーダガラス、無蛍光ガラス、磷酸系ガラス、硼酸系ガラスなどのガラス板、石英、アクリル系樹脂、スチレン系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、エポキシ系樹脂、ポリエチレン、ポリエステル、シリコン系樹脂などのプラスチック板およびプラスチックフィルム、アルミナなどの金属板および金属ホイルなどが用いられる。

【0087】

光反射層 12 は、銀 (Ag)、アルミニウム (Al) などの金属が用いられ、特定の波長の光を全反射させる役割をする。耐久性のためには ACA (Ag - Copper - Au) または APC (Ag - Paradium - Copper) のような合金を使用しても良い。

20

【0088】

透明電極層 13 および透明電極層 21 は、十分な透光性を有する導電性材料により構成されている。透明電極層 13 および透明電極層 21 を構成する材料としては、酸化インジウムスズ (Indium Tin Oxide: ITO) や酸化インジウム亜鉛 (Indium Zinc Oxide: IZO) などが好ましい。室温で成膜しても良好な導電性を得ることができるからである。

【0089】

30

正孔輸送層 15 は、例えば、WO₃などの無機材料により構成されてもよく、また、有機材料を用いて構成することもできる。有機材料としては、例えば、特開平 5 - 163488 号公報 (特許文献 2) に記載の、ポリフィリン化合物、芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物などが用いられる。なお、特開平 5 - 163488 号公報 (特許文献 2) に記載の正孔注入層が、本発明の正孔輸送層に対応する。

【0090】

絶縁層 14 は、例えば、SiO₂、SiN_xなどにより構成される。

【0091】

発光機能層 19 は、例えば、特開平 5 - 163488 号公報 (特許文献 2) に記載の、オキシノイド化合物をはじめとする各種の有機化合物により構成される。発光機能層 19 は、蒸着法、スピンコート法、キャスト法などにより形成できる。

40

【0092】

電子輸送層 20 は、例えば、特開平 5 - 163488 号公報 (特許文献 2) に記載の、ニトロ置換フルオレン誘導体をはじめとする各種の有機化合物により構成される。

【0093】

なお、上述した材料は、説明のために一例として挙げたものである。有機 EL 素子 10 の各層を、これらの材料の他に適性が知られている材料を用いて構成しても構わない。

【0094】

(実施例)

次に、シミュレーションで各層の厚さを求め、求めた各層の厚さを設計値として、実際

50

に図 1 に示される 4 層構造の光学多層膜 18 を基板 11 上に作製し、その光学多層膜 18 から図 2 (A)、図 2 (B) に示されるバンク 16 を作製した実施例について説明する。g 線、h 線、i 線のそれぞれの光 17 に対応した異なる実施例においてバンク 16 を作製した。

【0095】

実施例 1 では、波長 405 nm の h 線を用いて感光性樹脂層 16 を露光することを想定した。

【0096】

まず、波長 405 nm の h 線に対応する各層の屈折率を用いて前述したシミュレーションを行うことにより、光反射層 12 として APC の膜厚を 200 nm、透明電極層 13 として ITO の膜厚を 199.5 nm、屈折率を 2.03、正孔輸送層 15 として WO₃ の膜厚を 43.8 nm、屈折率を 2.31、絶縁層 14 として SiO₂ の膜厚を 475.7 nm、屈折率を 1.49、感光性樹脂層 16 の膜厚を 316.4 nm、屈折率を 1.60 とする好適値を見出した。

【0097】

このシミュレーションで求めた好適値による光学多層膜の反射率の波長に対する特性を図 4 に示す。図 4 より、波長 $\lambda = 405$ nm (h 線) 近傍において、光反射率が極小値をとることがわかる。

【0098】

次に、上記の好適値を設計値として、日本ゼオン製ネガ型感光性材料である ZPN1168 を感光性樹脂層 16 に用いて光学多層膜 18 を作製し、その光学多層膜 18 からバンク 16 を作製した。この際、1 つの有機 EL 素子 10 のサイズは長辺方向が 300 μ m、短辺方向が 100 μ m となるような設計とした。

【0099】

全波長での露光時の i 線換算での照度は 8.6 mW / cm² であった。400 nm から 425 nm での平均透過率が 90 % のカットフィルターを用いて、h 線を中心とした露光を行った。この際の露光量は、カットフィルターを用いない場合での 3 秒間照射すなわち全波長露光時での i 線換算での露光量が 25.8 mJ / cm² に等しい。

【0100】

露光後 110 のホットプレート上で 130 秒間加熱を行い、しかる後に、2.38 % TMAH 現像液を用いて 180 秒間パドル現像を行った。パドル後、純水を用いて十分にリンスを行った。リンス後、クリーンオープンで 200 で 1 時間焼成を行った。

【0101】

このような条件下で 300 × 300 mm 基板上に複数の有機 EL 素子 10 を作製し、バンク 16 の形状の面内均一性を評価したところ、バンク膜厚で ± 5 % 以内に収まっていた。また、10 枚の基板に同一条件でバンク 16 を作製したところ、基板間でのバンク 16 の膜厚ばらつきは ± 5 % 以内に収まっていた。

【0102】

実施例 2 では、波長 436 nm の g 線を用いて感光性樹脂層 16 を露光することを想定した。

【0103】

まず、波長 436 nm の g 線に対応する各層の屈折率を用いて前述したシミュレーションを行うことにより、光反射層 12 として APC の膜厚を 200 nm、透明電極層 13 として ITO の膜厚を 227.1 nm、屈折率を 1.92、正孔輸送層 15 として WO₃ の膜厚を 50.2 nm、屈折率を 2.17、絶縁層 14 として SiO₂ の膜厚を 522.6 nm、屈折率を 1.46、感光性樹脂層の膜厚を 340.6 nm、屈折率を 1.60 とする好適値を見出した。

【0104】

このシミュレーションで求めた好適値による光学多層膜の反射率の波長に対する特性を図 5 に示す。図 5 より、波長 $\lambda = 436$ nm (g 線) 近傍において、光反射率が極小値を

10

20

30

40

50

とることがわかる。

【0105】

次に、上記の好適値を設計値として、日本ゼオン製ネガ型感光性材料であるZPN1168を感光性樹脂層16に用いて光学多層膜18を作製し、その光学多層膜18からバンク16を作製した。この際、1つの有機EL素子10のサイズは長辺方向が300 μ m、短辺方向が100 μ mとなるような設計とした。

【0106】

全波長での露光時のi線換算での照度は8.6mW/cm²であった。430nm以降での平均透過率が90%のカットフィルターを用いて、g線を中心とした露光を行った。この際の露光量は、カットフィルターを用いない場合での6秒間照射すなわち全波長露光時でのi線換算での露光量が51.6mJ/cm²に等しい。

10

【0107】

露光後110のホットプレート上で130秒間加熱を行い、しかる後に、2.38%TMAH現像液を用いて180秒間パドル現像を行った。パドル後、純水を用いて十分にリンスを行った。リンス後、クリーンオープンで200で1時間焼成を行った。

【0108】

このような条件下で300×300mm基板上に複数の有機EL素子10を作製し、バンク16の形状の面内均一性を評価したところ、バンク膜厚で±5%以内に収まっていた。また、10枚の基板に同一条件でバンク16を作製したところ、基板間でのバンク16の膜厚ばらつきは±5%以内に収まっていた。

20

【0109】

実施例3では、波長365nmのi線を用いて感光性樹脂層16を露光することを想定した。

【0110】

まず、波長365nmのi線に対応する各層の屈折率を用いて前述したシミュレーションを行うことにより、光反射層12としてAPCの膜厚を200nm、透明電極層13としてITOの膜厚を178.9nm、屈折率を2.04、正孔輸送層15としてWO₃の膜厚を38.7nm、屈折率を2.36、絶縁層14としてSiO₂の膜厚を434.5nm、屈折率を1.47、感光性樹脂層の膜厚を228.1nm、屈折率を1.60とする好適値を見出した。

30

【0111】

このシミュレーションで求めた好適値による光学多層膜の反射率の波長に対する特性を図6に示す。図6より、波長 λ =365nm(i線)近傍において、光反射率が極小値をとることがわかる。

【0112】

次に、上記条件に従って上記の好適値を設計値として、日本ゼオン製ネガ型感光性材料であるZPN1168を感光性樹脂層16に用いて4層構造の光学多層膜を作製し、その光学多層膜18からバンク16を作製した。この際、1つの有機EL素子10のサイズは長辺方向が300 μ m、短辺方向が100 μ mとなるような設計とした。

【0113】

全波長での露光時のi線換算での照度は8.6mW/cm²であった。360nm以降での平均透過率が90%のカットフィルターを用いて、i線を中心とした露光を行った。この際の露光量は、カットフィルターを用いない場合での1秒間照射すなわち全波長露光時でのi線換算での露光量が8.6mJ/cm²に等しい。

40

【0114】

露光後110のホットプレート上で130秒間加熱を行い、しかる後に、2.38%TMAH現像液を用いて180秒間パドル現像を行った。パドル後、純水を用いて十分にリンスを行った。リンス後、クリーンオープンで200で1時間焼成を行った。

【0115】

このような条件下で300×300mm基板上に複数の有機EL素子10を作製し、バ

50

ンク 16 の形状の面内均一性を評価したところ、バンク膜厚で $\pm 5\%$ 以内に収まっていた。また、10 枚の基板に同一条件でバンク 16 を作製したところ、基板間でのバンク 16 の膜厚ばらつきは $\pm 5\%$ 以内に収まっていた。

【0116】

なお、上述の各実施例では日本ゼオンの感光性ポリイミドを用いたが、他の感光性材料でもシミュレーションに基づく条件を満たすことによって同様に実施可能である。

【0117】

光学多層膜 18 の反射率を露光用の特定の波長の光に対して極小化させた場合に得られる効果について、バンク 16 の出来上がり形状の具体例を挙げて、さらに説明を続ける。

【0118】

図 7 は、光学多層膜 18 の反射率に応じたバンク 16 の出来上がり形状の一例を示す図である。

【0119】

図 7 の上段に示されたグラフは、透明電極層 13、絶縁層 14、正孔輸送層 15、および感光性樹脂層 16 のそれぞれの膜厚に対する光学多層膜 18 の反射率を示している。

【0120】

光学多層膜 18 の反射率を極小化する、透明電極層 13、絶縁層 14、正孔輸送層 15、および感光性樹脂層 16 の各層の膜厚を最適膜厚とすると、透明電極層 13、絶縁層 14、正孔輸送層 15、および感光性樹脂層 16 のいずれの層の膜厚が最適膜厚からずれた場合も、光学多層膜 18 の反射率を小さくする望ましい干渉状態が得られなくなるため、光学多層膜 18 の反射率は上昇して、感光性樹脂層 16 が受ける反射光の強度が上昇する。

【0121】

各層の最適膜厚の近傍には、光学多層膜 18 の反射率があまり変化せず極小値の近傍に保たれるような膜厚の好適範囲が比較的広く存在するが、いずれかの層の膜厚が好適範囲を超えて厚すぎるか薄すぎると反射率は急峻に上昇する。

【0122】

感光性樹脂層 16 にネガ型感光性材料を用いる場合を考える。反射光が弱いと、感光性樹脂層 16 の底部付近での硬化が進みにくいため、例えば図 7 下段右側の断面写真に示すような、オーバーハングを有する所望の形状のバンク 16 が出来上がる。反射光が強いと、感光性樹脂層 16 は全体によく硬化し、例えば図 7 下段左側の断面写真に示すような、なだらかな斜面を有する非所望の形状のバンク 16 が出来上がる。

【0123】

図 8 (A) および図 8 (B) は、バンク 16 の出来上がり形状に応じて上部構造が受ける影響を説明する図である。

【0124】

図 8 (A) に示されるような所望の形状のバンク 16 では、オーバーハングの上下に第 2 の透明電極層 21 と正孔輸送層 15 とを設け、オーバーハングによって狭窄される位置に発光機能層 19 を設けることによって、第 2 の透明電極層 21 と正孔輸送層 15 とが短絡しにくい好ましい構造の有機 EL 素子を構成することができる。

【0125】

他方、図 8 (B) に示されるような非所望の形状のバンク 16 では、正孔輸送層 15 上の部分 (X で示す) において発光機能層 19 が非常に薄くなる可能性があり、第 2 の透明電極層 21 と正孔輸送層 15 とが短絡しやすくなる。

【0126】

なお、図 8 (A) に示した所望の形状は、説明のための一例に過ぎないことに注意する。所望の形状は、上部構造の特性を改善するのみならず、種々の要請から定められる形状であってもよく、またポジ型感光性材料を用いる場合に適した形状であってもよい。

【0127】

上記説明したように、光学多層膜 18 の各層の最適膜厚 (つまり反射率の極小点) にお

10

20

30

40

50

けるバンク 16 の出来上がり形状を所望の形状として設計することにより、光学多層膜 18 の各層の最適膜厚の近傍では膜厚に対して反射率の変化が小さいことから、バンク 16 の出来上がり形状の、所望の形状からの誤差を小さく抑えることが可能となる。

【0128】

(有機 EL 素子の構成の他の一例)

次に、本発明の実施の形態に係る有機 EL 素子の他の例について説明する。

【0129】

図 9 (A)、図 9 (B) は、それぞれ有機 EL 素子 23 を複数配置してなる有機 EL 表示装置 2 のバンク形成後の構成の一例を示す断面図および上面図である。

【0130】

有機 EL 表示装置 2 は、有機 EL 表示装置 1 と比べて、絶縁層 14 が省略され、バンク 16 が配置される領域が異なっている。図 9 (A) の断面図は、図 9 (B) の B - B' 断面に対応する。図 9 (B) の上面図には、主要な構成要素の平面的な配置が示されている。以下では、有機 EL 表示装置 1 の構成要素と同一の構成要素には同一の符号を付して適宜説明を省略する。

【0131】

有機 EL 表示装置 2 におけるバンク 16 は、隣接する有機 EL 素子 23 の光反射層 12 の間隙およびコンタクトホール 22 を覆う領域に設けられ、発光が不安定になり易い領域における有機 EL 素子 23 の発光を規制している。

【0132】

有機 EL 表示装置 2 におけるバンク 16 は、透明電極層 13 と、正孔輸送層 15 と、感光性樹脂層 16 とからなる 3 層構造の光学多層膜における感光性樹脂層 16 をパターンニングすることで形成される。

【0133】

図 9 (A)、図 9 (B) において、除去されずに残った感光性樹脂層 16 がバンク 16 となっている。感光性樹脂層 16 の露光および除去は周知のプロセスで行われる。

【0134】

発明者らは、このような 3 層構造の光学多層膜においても、感光性樹脂層 16 の反射率を露光する光の波長 λ に対して極小化できることを、シミュレーションにより確認した。

【0135】

このシミュレーションでは、具体的に、透明電極層 13 の幾何学的厚さを d_1 、正孔輸送層 15 の幾何学的厚さを d_2 、感光性樹脂層 16 の幾何学的厚さを d_4 とし、透明電極層 13 の屈折率を n_1 、正孔輸送層 15 の屈折率を n_2 、感光性樹脂層 16 の屈折率を n_4 とし、係数を c_1 、 c_2 、 c_4 とし、波長を λ とし

$$d_1 = 1 / n_1 \times c_1 \times \lambda / 4$$

$$d_2 = 1 / n_2 \times c_2 \times \lambda / 4$$

$$d_4 = 1 / n_4 \times c_4 \times \lambda / 4$$

なる第 3 の条件を設定した。ここで、屈折率 n_1 、 n_2 、 n_4 には、各層に用いられる材料について一般的に知られている値を用いた。屈折率が波長 λ の関数であることを考慮して、感光性樹脂層 16 の露光に用いる波長を 1 つ定め、その波長に対応する屈折率を用いた。各層の屈折率の具体的な値については、後ほど詳しく述べる。

【0136】

このように設定した第 3 の条件下で、係数 c_1 、 c_2 、 c_4 のそれぞれを 1.0 から 8.0 まで 0.2 刻みに変化された場合の全ての値の組み合わせについて、光学多層膜の反射率の波長 λ に対する特性を求めた。

【0137】

そして、g 線、h 線、i 線の波長近傍において反射率に極小値が現われる係数 $c_1 \sim c_4$ の値として、 $c_1 = 1.8$ 、 $c_2 = 0.8$ 、 $c_4 = 0.2$ なる係数値を特定した。

【0138】

さらに、各層に共通の定数 a を導入し

10

20

30

40

50

$$d_1 = 1 / n_1 \times 1.8 a \times \lambda / 4$$

$$d_2 = 1 / n_2 \times 0.8 a \times \lambda / 4$$

$$d_4 = 1 / n_4 \times 0.2 a \times \lambda / 4$$

なる第4の条件下で定数aの範囲を探索したところ、定数aが、1、2、3のいずれかである場合に反射率に望ましい極小値が現われることがわかった。各層の厚さの具体的な値については、後ほど詳しく述べる。

【0139】

次に、3層構造の光学多層膜について行ったシミュレーションの内容を詳細に説明する。

【0140】

波長365nmのi線を用いて感光性樹脂層16を露光することを想定して、i線に対応する各層の屈折率を用いて前述したシミュレーションを行うことにより、光反射層12としてAPCの膜厚を200nm、透明電極層13としてITOの膜厚を80.5nm、屈折率を2.04、正孔輸送層15としてWO₃の膜厚を35.8nm、屈折率を2.36、感光性樹脂層の膜厚を11.4nm、屈折率を1.60とする好適値を見出した。

【0141】

このシミュレーションで求めた好適値による光学多層膜の反射率の波長に対する特性を図10に示す。図10より、波長λ = 365nm (i線) 近傍において、光反射率が極小値をとることがわかる。

【0142】

次に、波長405nmのh線を用いて感光性樹脂層16を露光することを想定して、h線に対応する各層の屈折率を用いて前述したシミュレーションを行うことにより、光反射層12としてAPCの膜厚を200nm、透明電極層13としてITOの膜厚を89.8nm、屈折率を2.03、正孔輸送層15としてWO₃の膜厚を35.1nm、屈折率を2.31、感光性樹脂層16の膜厚を12.7nm、屈折率を1.60とする好適値を見出した。

【0143】

このシミュレーションで求めた好適値による光学多層膜の反射率の波長に対する特性を図11に示す。図11より、波長λ = 405nm (h線) 近傍において、光反射率が極小値をとることがわかる。

【0144】

さらに、波長436nmのg線を用いて感光性樹脂層16を露光することを想定して、g線に対応する各層の屈折率を用いて前述したシミュレーションを行うことにより、光反射層12としてAPCの膜厚を200nm、透明電極層13としてITOの膜厚を100nm、屈折率を1.92、正孔輸送層15としてWO₃の膜厚を40.2nm、屈折率を2.17、感光性樹脂層の膜厚を13.6nm、屈折率を1.60とする好適値を見出した。

【0145】

このシミュレーションで求めた好適値による光学多層膜の反射率の波長に対する特性を図12に示す。図12より、波長λ = 436nm (g線) 近傍において、光反射率が極小値をとることがわかる。

【0146】

このように、3層構造の光学多層膜においても、光学多層膜の反射率を極小化する各層の膜厚の好適値が存在することから、そのような好適値を設計値として有機EL表示装置2を作製することにより、前述と同様の効果を得ることができる。

【0147】

本実施例では、有機EL素子について述べたが、これらの有機EL素子が画素として基板上に集積された有機ELディスプレイであっても各層の膜厚を適切に設定することにより実施可能である。

【産業上の利用可能性】

【 0 1 4 8 】

本発明は、平面光源及びフラットディスプレイなどに用いられる有機ＥＬディスプレイに利用可能である。

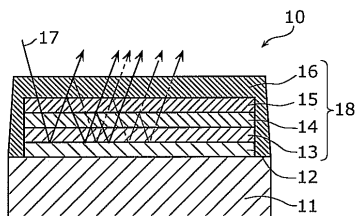
【 符号の説明 】

【 0 1 4 9 】

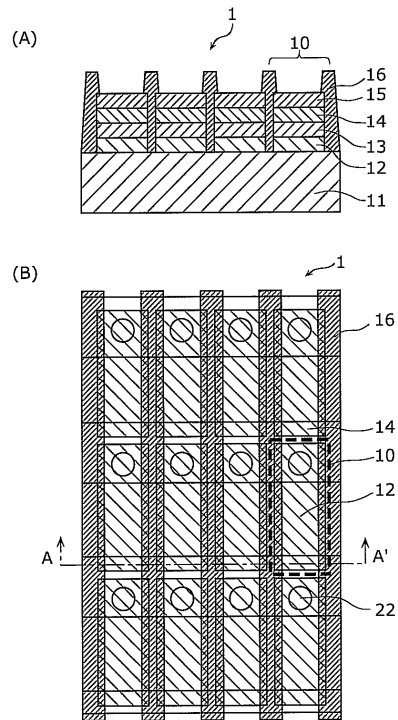
- 1、2 有機ＥＬ表示装置
- 10、23 有機ＥＬ素子
- 11 基板
- 12 光反射層
- 13 透明電極層
- 14 絶縁層
- 15 正孔輸送層
- 16 感光性樹脂層（バンク）
- 17 光
- 18 光学多層膜
- 19 発光機能層
- 20 電子輸送層
- 21 透明電極層
- 22 コンタクトホール

10

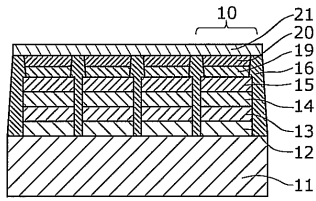
【 図 1 】



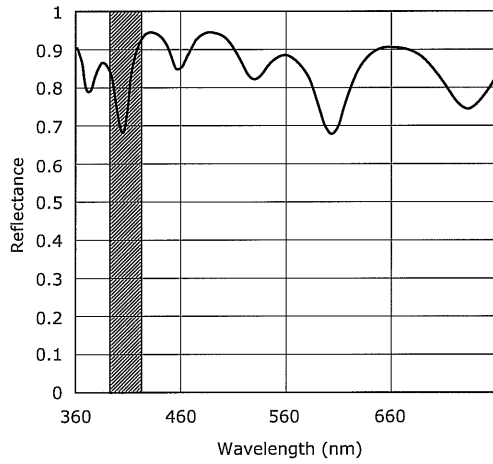
【 図 2 】



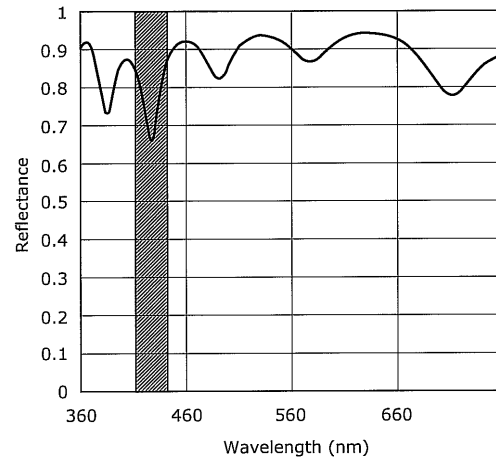
【図 3】



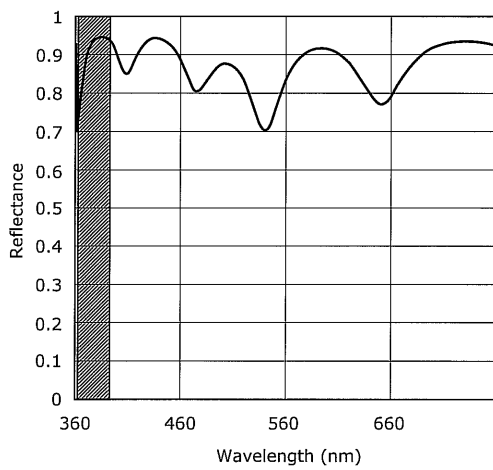
【図 4】



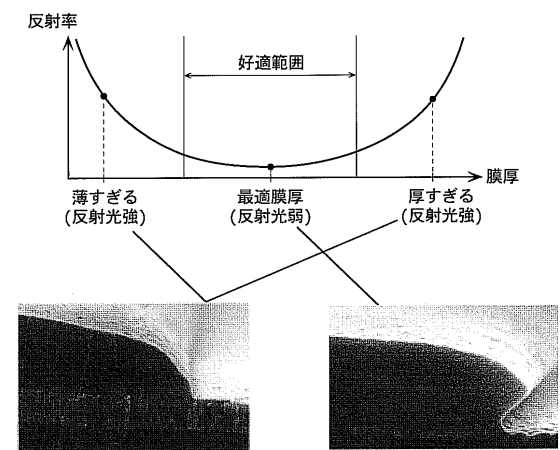
【図 5】



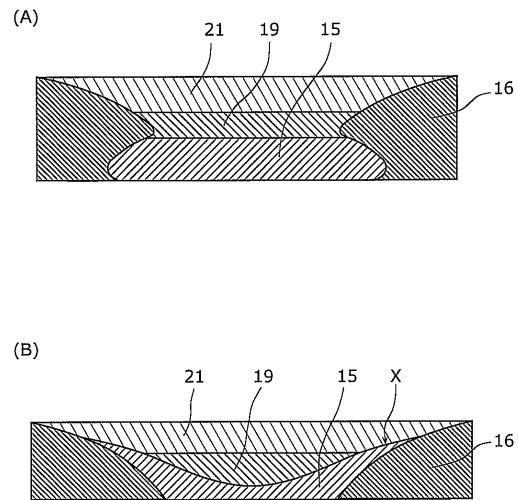
【図 6】



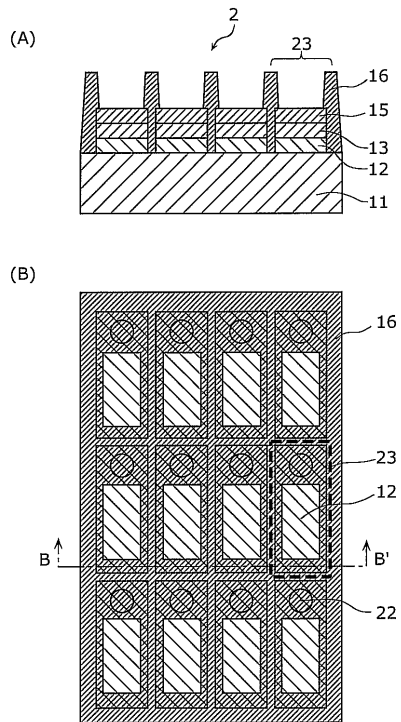
【図 7】



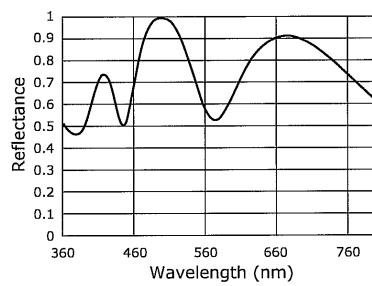
【図 8】



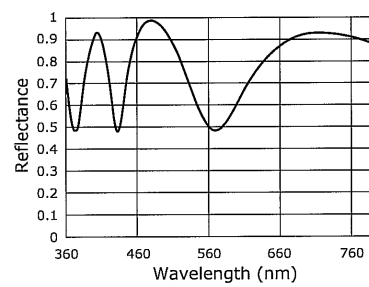
【図 9】



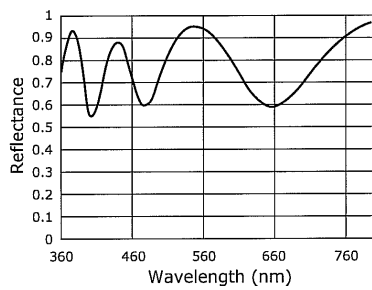
【図 10】



【図 12】



【図 11】



 フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
H 0 5 B	33/22	(2006.01)	H 0 5 B	33/22	Z
G 0 9 F	9/30	(2006.01)	H 0 5 B	33/22	C
H 0 1 L	27/32	(2006.01)	G 0 9 F	9/30	3 6 5 Z

(56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 1 7 3 0 8 9 (J P , A)
 特開 2 0 0 7 - 2 7 3 2 4 3 (J P , A)
 国際公開第 2 0 0 8 / 1 4 9 4 9 9 (W O , A 1)
 特開 2 0 0 3 - 3 0 2 9 1 7 (J P , A)
 特開 2 0 0 6 - 2 1 6 4 6 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 L	5 1 / 5 0	-	5 1 / 5 6
H 0 1 L	2 7 / 3 2		
H 0 5 B	3 3 / 0 0	-	3 3 / 2 8

专利名称(译)	有机EL元件，有机EL显示装置和有机EL装置的制造方法		
公开(公告)号	JP5468018B2	公开(公告)日	2014-04-09
申请号	JP2010543802	申请日	2009-12-11
[标]申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
[标]发明人	西山誠司 太田高志		
发明人	西山 誠司 太田 高志		
IPC分类号	H05B33/24 H01L51/50 H05B33/10 H05B33/02 H05B33/12 H05B33/22 G09F9/30 H01L27/32		
CPC分类号	H01L51/5265 H01L27/3246 H01L27/3283 H01L51/5281 H01L2251/5315		
FI分类号	H05B33/24 H05B33/14.A H05B33/10 H05B33/02 H05B33/12.B H05B33/22.Z H05B33/22.C G09F9/30.365.Z		
代理人(译)	新居 広守		
审查员(译)	小西孝		
优先权	2008334204 2008-12-26 JP		
其他公开文献	JPWO2010073524A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

有机EL元件 (10) 包括层叠在基板 (11) 上的光反射层 (12)，透明电极层 (13)，绝缘层 (14) 和光敏树脂层 (16)。并且，由疏水性树脂层 (16) 隔开的发光功能层 (19)，透明电极层 (13) 的厚度为d1，空穴传输层 (15) 的厚度为d2，绝缘层 (14) 感光性树脂层 (16) 的厚度为d4，透明电极层 (13) 的折射率为n1，空穴输送层 (15) 的折射率为n2，绝缘层 (14) 并且对于特定波长λ，光敏树脂层 (16) 具有n4的折射率和预定常数a， $d1 = 1 / n1 \times 4.0 a \times \lambda / 4$ $d2 = 1 / n2 \times 1.0 a \times \lambda / 4$ $d3 = 1 / n3 \times 7.0 a \times \lambda / 4$ $d4 = 1 / n4 \times 5.0 a \times \lambda / 4$ 。

【 図 1 】

