

(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2013-145700

(P2013-145700A)

(43) 公開日 平成25年7月25日(2013.7.25)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H 0 5 B 33/24 (2006.01)	H 0 5 B 33/24	3 K 1 0 7
H 0 1 L 51/50 (2006.01)	H 0 5 B 33/14	A
H 0 5 B 33/02 (2006.01)	H 0 5 B 33/02	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2012-5892 (P2012-5892)	(71) 出願人	000001007
(22) 出願日	平成24年1月16日 (2012.1.16)		キヤノン株式会社
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号
		(74) 代理人	100096828
			弁理士 渡辺 敬介
		(74) 代理人	100110870
			弁理士 山口 芳広
		(72) 発明者	水野 信貴
			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 CC04 CC05 CC14
			CC45 DD10 FF06 FF13 FF15

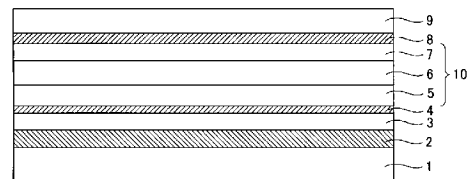
(54) 【発明の名称】 有機E L素子及びこれを用いた表示装置

(57) 【要約】

【課題】素子内を導波する導波光、もしくは、反射金属電極表面における表面プラズモンを抑制することで発光効率が向上した有機E L素子を提供する。

【解決手段】反射金属層2と光取り出し側とは逆の第1電極4との間に、有機化合物層10よりも屈折率の低い低屈折率層3を配置し、発光層6の発光位置から反射金属層2の反射面までの光学距離を所定の範囲になるように調整する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 電極と、第 2 電極と、前記第 1 電極と第 2 電極との間に少なくとも発光層を有する有機化合物層とを備え、前記第 2 電極側から発光を取り出す有機 E L 素子であって、

前記第 1 電極の外側に反射金属層が配置され、

前記発光層の発光位置から前記反射金属層の反射面までの光学距離を L [nm]、発光の発光スペクトルの最大ピーク波長を λ [nm]、前記金属反射層における位相シフトを ϕ [°] とすると、前記光学距離 L が下記式 (I) を満たしており、

前記第 1 電極と前記反射金属層との間に、前記有機化合物層よりも屈折率の低い低屈折率層を有することを特徴とする有機 E L 素子。

10

式 (I)

$$(-1 - (2\phi / 180)) \times (\lambda / 8) < L < (1 - (2\phi / 180)) \times (\lambda / 8)$$

【請求項 2】

前記低屈折率層の屈折率は、前記有機 E L 素子が発する光のスペクトルの最大ピーク波長において、1.7 未満であることを特徴とする有機 E L 素子。

【請求項 3】

前記低屈折率層の膜厚は、10 nm 以上であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の有機 E L 素子。

【請求項 4】

前記第 2 電極が金属薄膜であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 素子。

20

【請求項 5】

異なる色を発する複数の有機 E L 素子と、前記有機 E L 素子の発光を制御する制御回路と、を有する表示装置であって、前記有機 E L 素子が、請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 素子であることを特徴とする表示装置。

【請求項 6】

前記低屈折率層が異なる色を発する複数の有機 E L 素子で共通の膜厚で形成されていることを特徴とする請求項 5 に記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、有機 E L (エレクトロルミネッセンス) 素子、さらに、係る有機 E L 素子を用いてなる表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、数ボルト程度の低駆動電圧で自己発光する有機 E L 素子が注目を集めている。有機 E L 素子は、面発光特性、軽量、視認性といった優れた特徴を活かし薄型ディスプレイや照明器具、ヘッドマウントディスプレイ、また電子写真方式プリンタのプリントヘッド用光源など発光装置としての実用化が進みつつある。

【0003】

40

特に有機 E L 素子を用いた表示装置の低消費電力化の要求は高まりつつあり、発光効率のさらなる改善が期待されており、発光効率を飛躍的に改善させるデバイス構造の一つに、マイクロキャビティ方式がある。発光分子は、光の「強めあう干渉」が起きる空間に向かって光を強く放射する性質があるため、光学干渉を使って励起子の放射速度を増加させたり、放射パターンを制御することが可能となる。マイクロキャビティ方式では、発光分子からみて光取り出し方向に「強めあう干渉」が生じるようにデバイスパラメータ (膜厚や屈折率) を設計することにより、発光効率を改善する方式である。

【0004】

一般的な有機 E L 素子は発光効率の向上のために、光取り出し側とは逆側に、電極の機能を兼ねた金属からなる反射膜 (反射金属電極) を有する。そして該反射金属電極の反射

50

面と発光層の発光位置との光学距離 L を、

$$L = (2m - (\phi / 180)) \times (\lambda / 4)$$

を満たすように設定することで、取り出したい波長 λ の光は正面方向の強度が強まる。ここで、 ϕ は反射金属電極における反射時の位相シフト [°] であり、干渉次数 m は 0 または正の整数である。マイクロキャビティ方式は、マイクロレンズのような凹凸の構造物の必要がなく、低コストで発光効率の増大が期待できる。

【0005】

有機 EL 素子の発光は空気よりも屈折率の高い有機化合物膜からなる発光層内で起こるため、屈折率差から生じる全反射により実際に空気中に取り出される光は 20% 前後である。空気中に取り出されない光は、有機 EL 素子内を導波する導波光、もしくは、反射金属電極表面における表面プラズモン (SP)、に結合することが知られている。SP に結合した励起エネルギーは、最終的にはジュール熱に転化されるため損失となる。有機 EL 素子における発光効率の向上には、放射パターンの制御とともに、導波光もしくは SP への結合を抑制する必要がある。

10

【0006】

これまで、SP への結合を抑制する方法は、特許文献 1 で開示されている反射電極と発光層間の距離を増大させる方法が提案されてきた。しかしながら、干渉次数を上げると光学干渉効果の及ぶ波長が狭帯域になるため好ましくない。また非特許文献 1 で示されているように発光分子の遷移ダイポールモーメントを水平配向させる手法は、導波光と SP への結合を抑制することができるが、有機発光材料の設計に制約が出るため現実的ではない。

20

【0007】

尚、マイクロキャビティは、光取り出し側の反射率の大小により弱キャビティと強キャビティに分類される。通常、弱キャビティにおいてはガラス / 透明酸化物半導体といった透過率の高い電極構造が用いられ、キャビティの干渉効果は主に反射電極と発光層間で生じる干渉条件で決まる。一方、強キャビティにおいては、光取り出し側の電極として反射率の高い半透過性の金属薄膜電極が用いられ、弱キャビティに比べより大きな干渉効果を利用することが可能となり、飛躍的に発光効率が改善され得る。上述の導波光や SP の抑制法は、いずれも金属と誘電体界面が 1 つしかない弱キャビティ構成で検討されている。つまり、強キャビティにおける導波光や表面プラズモン抑制案は、未だ提案されていない。こうした有機 EL 素子内での光の挙動は、光学シミュレーションで計算可能であり、非特許文献 2 に詳しい。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献 1】特表 2008 - 543074 号公報

【非特許文献】

【0009】

【非特許文献 1】Jorg Frischeisen et. al., Organic Electronics 12, 809 - 817 (2011).

40

【非特許文献 2】S. Nowy et. al., Journal of Applied Physics 104, 123109 (2008).

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明は、有機 EL 素子内を導波する導波光、もしくは、反射金属電極表面における表面プラズモン (SP)、を抑制することで発光効率が向上した有機 EL 素子、及び該有機 EL 素子を用いた表示装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

50

本発明は、第 1 電極と、第 2 電極と、前記第 1 電極と第 2 電極との間に少なくとも発光層を有する有機化合物層とを備え、前記第 2 電極側から発光を取り出す有機 E L 素子であって、

前記第 1 電極の外側に反射金属層が配置され、

前記発光層の発光位置から前記反射金属層の反射面までの光学距離を L [nm]、発光光の発光スペクトルの最大ピーク波長を λ [nm]、前記金属反射層における位相シフトを ϕ [°] とすると、前記光学距離 L が下記式 (I) を満たしており、

式 (I)

$$(-1 - (2\phi / 180)) \times (\lambda / 8) < L < (1 - (2\phi / 180)) \times (\lambda / 8)$$

前記第 1 電極と前記反射金属層との間に、前記有機化合物層よりも屈折率の低い低屈折率層を有することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、反射率の高い金属膜を用いながらも、S P 損失を抑制できるため、発光効率が向上した有機 E L 素子を提供することができる。よって、有機 E L 素子を用いて構成される表示装置において、その特性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図 1】本発明の有機 E L 素子の一実施形態の構成を模式的に示す断面図である。

【図 2】本発明の有機 E L 素子の一実施形態の青色発光の有機 E L 素子の発光効率に関する低屈折率層の屈折率依存性を示す図である。

20

【図 3】本発明の有機 E L 素子の一実施形態の青色発光の有機 E L 素子の $CIE_y = 0.06$ における励起エネルギーの分布を示す図である。

【図 4】本発明の有機 E L 素子の一実施形態の青色発光の有機 E L 素子の色度 CIE_y と、発光位置から反射金属層の反射面までの光学距離 L との関係を示す図である。

【図 5】本発明の有機 E L 素子の一実施形態の緑色発光の有機 E L 素子の発光効率に関する低屈折率層の屈折率依存性を示す図である。

【図 6】本発明の有機 E L 素子の一実施形態の緑色発光の有機 E L 素子の $CIE_x = 0.21$ における励起エネルギーの分布を示す図である。

【図 7】本発明の有機 E L 素子の一実施形態の緑色発光の有機 E L 素子の色度 CIE_x と、発光位置から反射金属層の反射面までの光学距離 L との関係を示す図である。

30

【図 8】本発明の有機 E L 素子の一実施形態の緑色 E L 素子の発光効率に関する低屈折率層の膜厚依存性を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

本発明は、反射性金属表面で発生する S P 損失が金属種だけでなく、反射性金属と接する部材の屈折率によっても変化することに着目した発明である。即ち、本発明の有機 E L 素子は、第 1 電極と、第 2 電極と、該第 1 電極と第 2 電極との間に少なくとも発光層を有する有機化合物層とを備え、前記第 2 電極側から発光を取り出す有機 E L 素子であり、前記第 1 電極の外側には反射金属層が配置されている。そして本発明の有機 E L 素子は、光学距離 L が下記式 (I) を満たしており、前記第 1 電極と前記反射金属層との間に、前記有機化合物層よりも屈折率の低い低屈折率層を有することを特徴とする。尚、 L は発光層の発光位置から反射金属層の反射面までの光学距離 [nm]、 λ は発光光の発光スペクトルの最大ピーク波長 [nm]、 ϕ は金属反射層における位相シフト [°] である。

40

【0015】

式 (I)

$$(-1 - (2\phi / 180)) \times (\lambda / 8) < L < (1 - (2\phi / 180)) \times (\lambda / 8)$$

【0016】

以下、本発明の有機 E L 素子について、実施形態を挙げて説明する。図 1 は、本発明の有機 E L 素子の一実施形態の構成を模式的に示す断面図である。図 1 の実施形態は、支持

50

基板 1 上に反射性金属層 2、低屈折率層 3、第 1 電極 4 が配置されている。第 1 電極 4 とは発光層 6 を挟んで反対側に光透過性の第 2 電極 8 が配置され、第 2 電極 8 から光を取り出すトップエミッション型の素子である。ここで、反射性金属層 2 とは取り出したい発光波長での反射率が 80% 以上の金属膜である。また、第 1 電極 4 は光取り出しとは逆側の電極であり、取り出したい発光波長での透過率が 80% 以上の電極である。さらに、第 2 電極 8 は取り出したい発光波長での透過率が 40% 以上の電極である。これら一対の電極間に発光層 6 を含むいくつかの有機化合物からなる機能層を有し、発光効率、駆動寿命、光学干渉といった観点から多くの積層構成が工夫されている。尚、第 1 電極 4 と第 2 電極 8 に挟まれた有機化合物からなる積層体を通常、有機化合物層 10 という。

【0017】

有機化合物層 10 は、正孔輸送層 5、発光層 6、電子輸送層 7 からなる。正孔輸送層 5 には正孔注入層や電子ブロック層といった機能層も含まれる。また電子輸送層 7 には電子注入層や正孔ブロック層といった機能層も含まれる。本発明は有機化合物層 10 の積層数や各層に含まれる材料には限定されない。例えば、発光層 6 を構成する発光材料は蛍光材料もしくは燐光材料のいずれでもよく、ホスト材料の中にドーピングされた形態でもよく、さらには、発光材料の他に少なくとも一種以上化合物が素子性能向上のために含まれていてもよい。

【0018】

また、支持基板 1 としては、各種のガラス基板、poly-Si や a-Si (アモルファスシリコン) 等で半導体を形成した TFT (薄膜トランジスタ) 等の駆動回路 (不図示) を形成したガラス基板が用いられる。また、シリコンウエハー上に駆動回路を形成したガラス基板、シリコンウエハー上に駆動回路を設けたもの等も挙げることができる。

【0019】

反射金属層 2 は有機 EL 素子の高効率化のために、高反射性の金属が好適であり、具体的には Al や Ag 等の金属が挙げられる。反射金属層 2 の上部には、有機 EL 素子内を導波する導波光の抑制、もしくは、反射金属層 2 の表面における SP 損失抑制のために有機化合物層 10 よりも屈折率の低い低屈折率層 3 が配置される。低屈折率層 3 は有機物、無機物、どちらでもよい。

【0020】

第 1 電極 4 は支持基板 1 上に形成された TFT 等の駆動回路と導通がとられており、ITO や IZO などの透明電極が好適である。有機 EL 素子に相当する発光領域上においては、第 1 電極 4 と反射金属層 2 とは、その間には低屈折率層 3 が介在しているため互いに接してはいないが、発光領域外においては第 1 電極 4 と反射金属層 2 は接していてもよい。

【0021】

光取り出し側の第 2 電極 8 には Ag、Mg、Al 等の金属薄膜や ITO や IZO などの透明膜を用いる。さらに、第 2 電極 8 上には光学調整層 9 が配置されている。光学調整 9 の役割は第 2 電極 8 の保護であり、例えば屈折率 1.5 以上の一般的に知られている有機物、無機物が挙げられる。第 2 電極 8 に金属薄膜を用いた場合は反射率が上昇するため、微小光学共振器 (マイクロキャビティ) としての特性が発現してくる。従って、有機化合物層 10 のうち、発光層 6 と反射金属層 2 との間の膜厚を調整することで、発光層 6 内部の光放射分布を制御することができる。表示装置としては、特に正面方向の輝度が高くなるように有機化合物層 10 の各層の膜厚を設定することで、光学干渉により発光色も制御され、より高効率に正面方向に光が放射されるようになる。より具体的には、発光層 6 の発光位置から反射性金属層 2 の界面 (反射面) までの光学距離 L について、下記式 (1) を満たすことで、取り出したい波長 λ の光は正面方向の強度が強まる。

【0022】

$$\text{式 (1)} \quad L = (2m - (\varphi / 180)) \times (\lambda / 4)$$

ここで、 φ は反射性金属層 2 における反射時の位相シフト [°] であり、m は正の整数である。位相シフト φ の値は金属種によって異なるが、概ね -100° 乃至 -160° 程度

10

20

30

40

50

である。また、光学距離 L は、発光層 6 から反射性金属層 2 の反射面との間における各層の屈折率 $n \times$ 厚さ d [nm] の総和である。尚、位相シフト [°] は一般的な光学多層薄膜の計算により求めることができる（例えば小檜山光信著，「光学薄膜の基礎理論」，（日本），第 2 版，オプトロニクス社，2003 年 7 月 23 日，p. 83 - 113 参照）。
【0023】

本発明においては広波長帯域において干渉効果を発現させるために、上記式中の $m = 0$ が望ましい。よって、上記式は下記式 (2) を満たすことが好ましい。

【0024】

$$\text{式 (2)} \quad L = (-\varphi / 180) \times (\lambda / 4)$$

但し、実際の有機 EL 素子では、正面の取り出し効率とトレードオフの関係にある視野角特性等も考慮すると、必ずしも上記膜厚と厳密に一致させる必要はない。具体的には、 L が式 (2) を満たす値から $\pm \lambda / 8$ 以内の誤差があってもよい。よって、本発明の有機 EL 素子において、下記式 (I) を満たすことが好ましい。

$$(-1 - (2\varphi / 180)) \times (\lambda / 8) < L < (1 - (2\varphi / 180)) \times (\lambda / 8)$$

【0025】

尚、本発明の有機 EL 素子を複数用いたフルカラー表示の表示装置を構成する場合に、有機 EL 素子の発光色を赤、緑、青とした場合、青色の λ は 460 nm、緑色の λ は 520 nm、赤色の λ は 620 nm 程度が目安となる。上記式 (I) より、それぞれ好ましい光学距離が算出可能である。

【0026】

以下、発光効率と反射金属層 2 の金属種及び反射金属層 2 と接した低屈折率層 3 の屈折率との関係について解析した結果を説明する。以下のシミュレーションでは、特に記述がない限り、第 1 電極 4 はアノードとして膜厚 10 nm の IZO、第 2 電極 8 はカソードとして膜厚 26 nm の Ag 薄膜を用いた強キャビティ素子構成で検討を行っている。さらに、光学調整層 9 には膜厚 70 nm で屈折率 1.8 程度の一般的な有機化合物を用いた。シミュレーションは非特許文献 2 と同様の手法で実施した。

【0027】

〔青色素子の発光効率に対する低屈折率層 3 の屈折率依存性〕

図 2 は本実施形態における青色発光の有機 EL 素子（以下、青色素子と称する。）について、反射金属層 2 は厚膜の Al、低屈折率層 3 の膜厚を 15 nm に固定して、低屈折率層 3 の屈折率を変化させた場合の発光効率 [cd/A] 変化である。発光効率には視感度の影響が入るため、正孔輸送層 5 の膜厚を式 (I) を満足する範囲で変化させた時の素子特性を、横軸を色度の CIEy、縦軸を発光効率として表示した。その結果、全ての色度 CIEy において、低屈折率層 3 の屈折率が低い程、発光効率が高まることが分かる。

【0028】

図 3 には、sRGB における青色の色度座標 CIEy = 0.06 を示す各素子構成について、励起エネルギーの分配先の割合を示している。各モードの定義を説明する。

【0029】

OC (Coupling) は光として実際に空気中に取り出される成分であり、一般的に光取り出し効率と言われる。光の進行方向を法線方向からの傾き角を θ とした時に、 $0 < \theta < \theta_c$ (θ_c : 全反射臨界角) の範囲の光について、空気中に取り出される光である。ABS は吸収損失 (Absorption Loss) であり、 $\theta < \theta_c$ の条件を満たすが、デバイス内で吸収される成分である。WG は導波モード (Wave Guide) であり、進行方向が $\theta_c < \theta < 90^\circ$ である素子内を導波する成分である。SP は前記したように表面プラズモンであり、金属にエネルギー移動を起こし、表面プラズモン励起によりジュール熱に転化される成分である。

【0030】

図 3 から分かる通り、低屈折率層 3 の屈折率を小さくすると、導波モード (WG) が減少し、光取り出し効率 (OC) が増大している。つまり、反射金属層 2 と第 1 電極 4 との間に屈折率が低い層が挿入されることで、有機 EL 素子内を導波する導波光の抑制、もし

10

20

30

40

50

くは、反射金属層 2 の表面における S P 損失抑制により、発光効率、及び、光取り出し効率が向上することが分かる。尚、発光効率はだまかには正面方向へのフォトン数に比例し、光取り出し効率は空気中に取り出されるフォトン数に比例するため、発光効率の向上率と光取り出し効率の向上率は必ずしも一致しない。

【0031】

従来の有機 E L 素子においては、反射金属層 2 は電極を兼ねていることが多く、反射金属層の表面には I T O、I Z O といった屈折率 2 . 0 前後の透明電極、もしくは、屈折率が 1 . 7 乃至 1 . 8 程度の正孔注入層、正孔輸送層が配置される。本実施形態は反射金属層と電極とを分離することで、反射金属層表面に従来よりも低い屈折率を有する低屈折率層を配置することが可能となり、発光効率を向上させることができる。

10

【0032】

低屈折率層 3 の材料としては有機化合物、無機化合物、どちらでもよく、一般的に知られている低屈折率材料を用いることができる。有機化合物の例としては屈折率 1 . 3 乃至 1 . 4 程度のフッ素系樹脂材料がよく知られている。また、無機物の例として多孔質シリカがあり、屈折率 1 . 2 以下のものも知られている。

【0033】

尚、低屈折率層 3 の屈折率にもよるが、本発明における青色波長帯域の反射金属層 2 の反射時の位相シフト $\phi = -150^\circ$ 程度である。従って、式 (I) に青色の $\lambda = 460 \text{ nm}$ を適用すると、発光層 6 の発光位置から反射性金属層 2 の反射面までの光学距離 L は $38 \text{ nm} < L < 153 \text{ nm}$ となる。図 2 の計算結果において、縦軸を発光層 6 の発光位置から反射性金属層 2 の反射面までの光学距離 L で示したのが図 4 である。例えば低屈折率層 3 の屈折率が 1 . 2 の場合、s R G B における青色の色度座標 $C I E y = 0 . 06$ を示すには光学距離 $L = 68 \text{ nm}$ であり、N T S C における青色の色度座標 $C I E y = 0 . 08$ を示すには光学距離 $L = 73 \text{ nm}$ 程度である。青色の狙い色度座標の設定は設計事項であるが、光学距離 L は式 (I) を満たす範囲が好ましい。

20

【0034】

〔緑色素子の発光効率に対する低屈折率層 3 の屈折率依存性〕

本実施形態においては、緑色発光の有機 E L 素子 (以下、緑色素子と称する。) に関して低屈折率層 3 の効果を示す。概略断面図は前記実施形態と同様であるため図 2 を参照して説明する。本実施形態において、反射金属層 2 は厚膜の A g、低屈折率層 3 の膜厚を 30 nm に固定して、低屈折率層 3 の屈折率を変化させた場合の発光効率 $[cd/A]$ 変化を図 5 に示す。発光効率には視感度の影響が入るため、正孔輸送層 5 の膜厚を式 (I) を満足する範囲で変化させた時の素子特性を、横軸を色度の $C I E x$ 、縦軸を発光効率として表示した。その結果、全ての色度 $C I E x$ において、低屈折率層 3 の屈折率が低い程、発光効率が高まることが分かる。尚、N T S C による緑色の色度座標 $C I E x$ は $0 . 21$ であり、s R G B では $C I E x$ は $0 . 30$ である。

30

【0035】

図 6 には、より色純度の深い N T S C における色度座標 $C I E x = 0 . 21$ を示す各素子構成について、励起エネルギーの分配先の割合を示している。各モードの定義は図 3 で説明した通りである。本実施形態は、図 6 から分かる通り、低屈折率層 3 の屈折率を 1 . 8 から 1 . 4 と小さくする、導波モード (W G) が減少し、光取り出し効率 (O C) が増大している。さらに、屈折率を 1 . 2 にすると表面プラズモン損失 (S P) が減少し、光取り出し効率 (O C) が増大する。つまり、反射金属層 2 と第 1 電極 4 との間に屈折率が低い層が挿入されることで、有機 E L 素子内を導波する導波光の抑制、もしくは、反射金属層 2 の表面における S P 損失抑制により、発光効率、及び、光取り出し効率が向上することが分かる。

40

【0036】

尚、低屈折率層 3 の屈折率にもよるが、本実施形態における緑色波長帯域の反射金属層 2 の反射時の位相シフト $\phi = -130^\circ$ 程度である。従って、式 (I) に緑色の $\lambda = 520 \text{ nm}$ を適用すると、発光層 6 の発光位置から反射性金属層 2 の反射面までの光学距離 L

50

は $29\text{ nm} < L < 159\text{ nm}$ となる。図 5 の計算結果において、縦軸を発光層 6 の発光位置から反射性金属層 2 の反射面までの光学距離 L で示したのが図 7 である。例えば低屈折率層 3 の屈折率が 1.2 の場合、NTSC における緑色の色度座標 $CIE\ x = 0.21$ を示すには光学距離 $L = 93\text{ nm}$ であり、sRGB における緑色の色度座標 $CIE\ x = 0.30$ を示すには光学距離 $L = 106\text{ nm}$ 程度である。緑色の狙い色度座標の設定は設計事項であるが、光学距離 L は式 (I) を満たす範囲が好ましい。

【0037】

また、図 8 は低屈折率層 3 の屈折率は 1.4 に固定したまま膜厚 d が 10 nm 、 20 nm 、 30 nm の時に正孔輸送層 5 の膜厚を式 (I) を満足する範囲で変化させた時の素子特性を、横軸を色度の $CIE\ x$ 、縦軸を発光効率として表示したものである。図 8 から分かる通り、低屈折率層 3 の膜厚は厚いほど効率向上の効果が高いことが分かる。但し、図 5 において、低屈折率層 3 の屈折率が 1.8 の場合が従来の有機 EL 素子同等の効率であることを考えると、低屈折率層 3 の膜厚は最低 10 nm あれば本発明の効果が発現すると考えられる。

【0038】

以上の結果を考慮して、本発明においては、反射金属層 2 と第 1 電極 4 との間に低屈折率層 3 を配置することを特徴とする。従来の有機 EL 素子においては、反射金属層 2 は電極を兼ねていることが多く、反射金属層の表面にはITO、IZOといった屈折率 2.0 前後の透明電極、もしくは、屈折率が 1.7 乃至 1.8 程度の正孔注入層、正孔輸送層が配置される。本発明は反射金属層と電極を分離することで、反射金属層 2 の表面に比べて低い屈折率を有する低屈折率層を配置することが可能となり、発光効率を向上させることができる。低屈折率層 3 の屈折率は有機化合物層 10 の各層よりも低ければよく、1.7 未満の材料が好ましく用いられる。また、低屈折率層 3 の膜厚は薄すぎると本発明の効果は発現しないため、 10 nm 以上が好ましい。但し、発光層 6 の発光位置から反射性金属層 2 の反射面までの光学距離 L は式 (I) でほぼ規定されることから、発光層 6 と反射性金属層 2 の間に配置される低屈折率層 3 の膜厚は、第 1 電極 4 の膜厚が 0 だとして、最大でも光学距離 L を低屈折率層 3 の屈折率で除算した値となる。

【0039】

本発明の有機 EL 素子は、上記したように、有機 EL 素子内を導波する導波光の抑制、もしくは、反射金属層 2 の表面におけるSP損失の抑制により、発光効率を高めることができる。よって、有機 EL 素子を用いた各種の装置に適用することによって、より高い特性が得られる。具体的には、本発明の有機 EL 素子と、係る有機 EL 素子の発光を制御する制御回路とを備えた発光装置、さらには、該発光装置と、該発光装置によって潜像が形成される感光体と、該感光体を帯電する帯電手段とを備えた画像形成装置が提供される。また、撮像装置などにも適用できる。さらに、異なる色を発する複数の有機 EL 素子と、前記有機 EL 素子の発光を制御する制御回路と、を有する表示装置において、本発明の有機 EL 素子を用いることができる。尚、かかる表示装置において、低屈折率層が異なる色を発する複数の有機 EL 素子で共通の膜厚で形成されてもよいし、発光色によって異なってもよい。

【実施例】

【0040】

以下、本発明の具体的な実施例について説明する。以下の実施例では、既述のシミュレーション結果で高い発光効率を得られた、低屈折率層の効果を緑色素子で確認した。本発明による有機 EL 素子の概略断面図である図 1 を参照して説明する。

【0041】

まず、駆動回路（不図示）を備えるガラス基板 1 上に、銀合金（AgPd）を 100 nm の膜厚でスパッタリング法にて成膜し、その後フォトリソ法によりパターンニングを行い、発光画素毎に駆動回路との導通が取られている反射金属層 2 とした。次に、低屈折率層 3 として 520 nm における屈折率が 1.2 である市販の塗布型多孔質シリカ膜を 30 nm の膜厚で塗布・焼成することで形成した。さらに、発光領域外を被覆している多孔質シ

10

20

30

40

50

リカ膜をフッ酸により除去した。

【 0 0 4 2 】

アノード 4 として I Z O を 1 0 n m の膜厚でスパッタリング法にて成膜し、発光領域外における反射金属層 2 との導通を維持したまま、各画素に対応するようフォトリソ法によるパターンニングを行った。さらに、発光領域を規定する絶縁材料（不図示）としてポリイミド樹脂を塗布・焼成後、フォトリソ法により開口部を設けた。

【 0 0 4 3 】

このアノード 4 の上に順次、真空蒸着法で一般的に知られている有機化合物層を成膜した。成膜順に列記すると、正孔輸送層を 1 2 n m、緑色の発光を示す発光層を 2 0 n m、正孔ブロック層を 1 0 n m、電子輸送層を 2 0 n m、成膜した。次にカソード 8 として、A g と C s からなる A g 合金を 6 n m 成膜後、A g を 2 0 n m 真空蒸着法により成膜した。カソード 8 の電子輸送層と接する側は A g と C s からなる A g 合金とすることで電子輸送層への電子注入を容易となるようにした。カソード 8 の上部には光学調整層 9 として、一般的に知られている光透過性の有機化合物である A l q 3 を、真空蒸着法により 7 0 n m の膜厚で成膜した。

【 0 0 4 4 】

最後に、窒素雰囲気中のグローブボックスにて、乾燥剤を入れた封止ガラス（不図示）とガラス基板 1 の成膜面とを U V 硬化樹脂を用いて封止した。

【 0 0 4 5 】

本実施例と従来例における緑色素子の色度及び効率 [c d / A] を表 1 に示す。従来例は低屈折率層である多孔質シリカ膜を設けていない。また、発光層 6 の発光位置から反射金属層 3 の反射面までの光学距離 L を実施例と従来例でそろえるため、従来例は正孔輸送層の膜厚を 3 6 n m とした。その結果、ほぼ同一色度において本実施例の発光効率は従来例の約 1 . 3 倍となった。図 5 に示す通り、緑色素子において反射金属層 3 の表面の屈折率が 1 . 8 から 1 . 2 にした場合の効率向上率も 1 . 3 倍程度であり、シミュレーション結果は実験結果と矛盾しないことも確認された。尚、本実施例で作製した有機 E L 素子は式 (I) を満たしている。

【 0 0 4 6 】

【表 1】

	CIE _x	CIE _y	効率[cd/A]
実施例	0.232	0.713	41.0
従来例	0.234	0.713	31.7

【 0 0 4 7 】

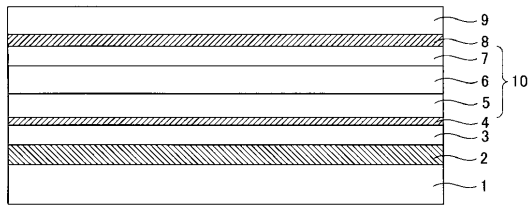
本実施例により、シミュレーションが実験結果と矛盾しないことが確認された。即ち、反射金属層 2 と第 1 電極 4 との間に、屈折率が 1 . 7 未満である従来の有機化合物層よりも低い低屈折率層 3 を配置することで発光効率が向上することが示された。

【符号の説明】

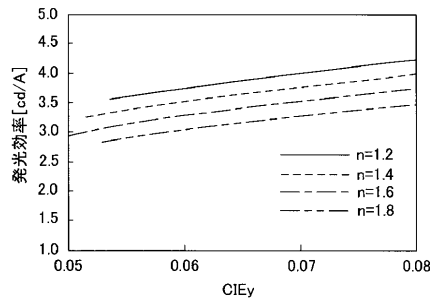
【 0 0 4 8 】

2 : 反射金属層、 3 : 低屈折率層、 4 : 第 1 電極、 6 : 発光層、 8 : 第 2 電極

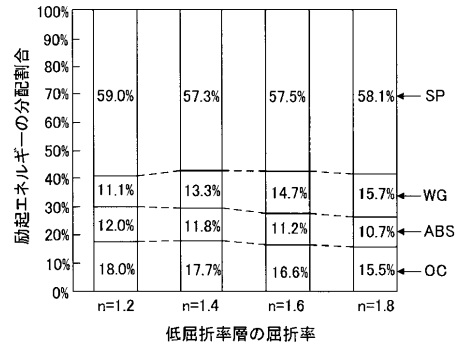
【図 1】



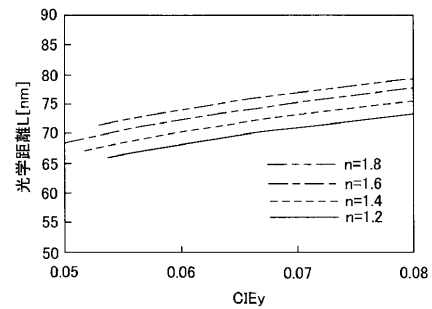
【図 2】



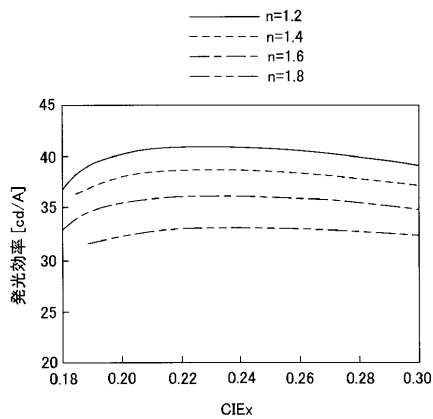
【図 3】



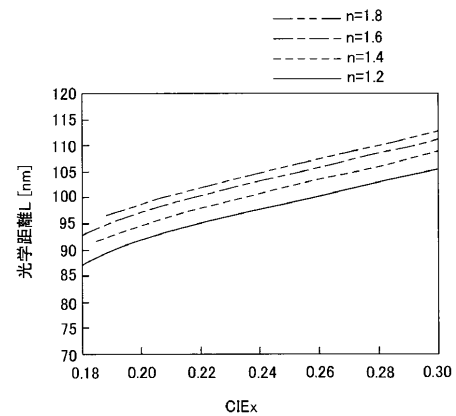
【図 4】



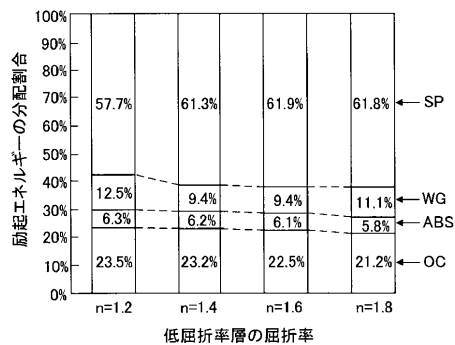
【図 5】



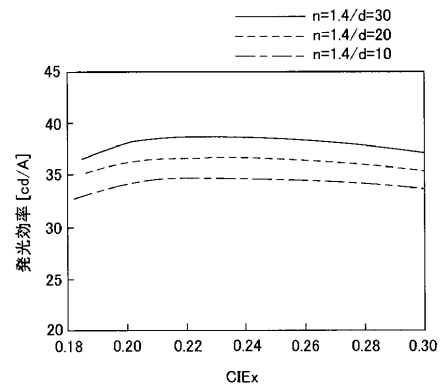
【図 7】



【図 6】



【図 8】



专利名称(译)	有机EL元件和使用其的显示装置		
公开(公告)号	JP2013145700A	公开(公告)日	2013-07-25
申请号	JP2012005892	申请日	2012-01-16
[标]申请(专利权)人(译)	佳能株式会社		
申请(专利权)人(译)	佳能公司		
[标]发明人	水野信貴		
发明人	水野 信貴		
IPC分类号	H05B33/24 H01L51/50 H05B33/02		
FI分类号	H05B33/24 H05B33/14.A H05B33/02		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC04 3K107/CC05 3K107/CC14 3K107/CC45 3K107/DD10 3K107/FF06 3K107/FF13 3K107/FF15		
代理人(译)	渡边圭佑 山口 芳広		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

摘要：要解决的问题：提供一种有机EL元件，其通过抑制在反射金属电极表面上的元件或表面等离子体中传播的导光而提高发光效率。解决方案：折射率低于有机化合物层10的低折射率层3设置在反射金属层2和与光提取侧相对的第一电极4之间，以及与发光位置的光学距离将发光层6与反射金属层2的反射表面的厚度调节到预定范围。

