

(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2013-110073

(P2013-110073A)

(43) 公開日 平成25年6月6日(2013.6.6)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO5B 33/02 (2006.01)	HO5B 33/02	3K107
HO1L 51/50 (2006.01)	HO5B 33/14	B

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2011-256412 (P2011-256412)
 (22) 出願日 平成23年11月24日 (2011.11.24)

(71) 出願人 000006035
 三菱レイヨン株式会社
 東京都千代田区丸の内一丁目1番1号
 (71) 出願人 000004352
 日本放送協会
 東京都渋谷区神南2丁目2番1号
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100108578
 弁理士 高橋 詔男
 (72) 発明者 水原 和美
 神奈川県横浜市鶴見区大黒町10番1号
 三菱レイヨン株式会社横浜先端技術研究所
 内

最終頁に続く

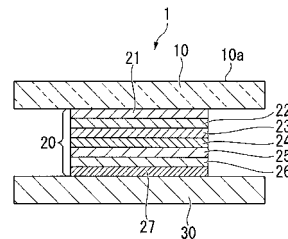
(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス装置

(57) 【要約】

【課題】有機EL素子から光を効率よく取り出すことができ、かつエネルギー効率が高い有機EL装置の提供を目的とする。

【解決手段】透明基板10と、透明基板10の一方の面に設けられた有機EL素子20と、有機EL素子20における透明基板10と反対側に設けられた裏側基板30と、を有し、有機EL素子20が、透明基板10側から透明電極層21、正孔注入層22、正孔輸送層23、発光層24、電子輸送層25、電子注入層26及び反射電極層27が順次積層された積層体であり、電子輸送層25の厚みが30~70nmである有機EL装置1。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

透明基板と、前記透明基板の一方の面に設けられた有機エレクトロルミネッセンス素子とを有し、

前記有機エレクトロルミネッセンス素子が、前記透明基板側から少なくとも、透明電極層、正孔を輸送する正孔輸送層、電子を輸送する電子輸送層及び反射電極層を有する積層体であり、

前記正孔輸送層から輸送される正孔と、前記電子輸送層から輸送される電子が再結合して発光するようになっており、

前記電子輸送層の厚みが 30 ~ 70 nmであることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス装置。 10

【請求項 2】

前記正孔輸送層と前記電子輸送層の間に、前記正孔輸送層から輸送される正孔と前記電子輸送層から輸送される電子を再結合させて発光させる発光層を有する請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネッセンス装置。

【請求項 3】

前記発光層がリン光発光型の発光層である請求項 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス装置。

【請求項 4】

前記有機エレクトロルミネッセンス素子から前記透明基板へ入射する光の輝度分布のピーク方向と、前記透明基板の法線方向とがなす角度が 40° ~ 70°である請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス装置。 20

【請求項 5】

前記透明基板における前記有機エレクトロルミネッセンス素子が設けられた側と反対側の面に光偏向素子が設けられている請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス装置。

【請求項 6】

前記光偏向素子がマイクロレンズアレイである請求項 5 に記載の有機エレクトロルミネッセンス装置。

【発明の詳細な説明】 30

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス装置に関する。

【背景技術】

【0002】

エレクトロルミネッセンス（以下、「EL」と記す。）現象を利用した発光装置である有機EL装置は、ディスプレイや照明等の用途に広く使用されている。有機EL装置としては、例えば、ガラス基板等の透明基板と、該透明基板の一方の面に設けられた有機EL素子と、該有機EL素子における前記透明基板と反対側に設けられた裏側基板とを有する装置が知られている。また、有機EL素子としては、例えば、透明基板側から、透明電極（陽極）層、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層、反射電極（陰極）層が順に積層された積層体が知られている。 40

【0003】

有機EL素子の発光層から発せられた光は透明基板に入射し、該透明基板における有機EL素子とは反対側の面（以下、「光出射面」ということがある。）から出射される。しかし、通常、空気の屈折率が透明基板であるガラス基板の屈折率よりも低いため、透明基板へ入射した光のうち、光出射面において全反射角より大きな角度の光は透明基板から空气中へ出射されず、光の利用効率はあまり高くない。そのため、より高い輝度を得るには、電圧を高くし、より多くの電流を流して輝度を高める必要がある。しかし、この場合、有機EL素子の劣化が早まり、有機EL装置の寿命が大幅に短くなる問題がある。 50

【0004】

そこで、有機EL装置の光の利用効率を高める試みがなされている。例えば、透明電極（陽極）、正孔輸送層、電子輸送性発光層及び反射性電極（陰極）が順次積層された有機EL素子において、前記電子輸送性発光層の厚みを120nmもしくは140nm程度とすることで、透明基板側に進む光の反射及び屈折に乱れを生じさせ、透明基板の光出射面において全反射角より小さな角度の光の量を増加させて正面輝度を高める有機EL装置が開示されている（特許文献1, 2）。

しかし、前記有機EL装置は、電子輸送性発光層が厚くなりすぎて電圧の上昇を招くことで、輝度が向上しても発光効率が低下し、全体としてエネルギー効率が悪くなる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許第4350996号公報

【特許文献2】特許第4495978号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、有機EL素子から光を効率よく取り出すことができ、かつエネルギー効率が高い有機EL装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の有機EL装置は、透明基板と、前記透明基板の一方の面に設けられた有機EL素子とを有し、

前記有機EL素子が、前記透明基板側から少なくとも、透明電極層、正孔を輸送する正孔輸送層、電子を輸送する電子輸送層及び反射電極層を有する積層体であり、

前記正孔輸送層から輸送される正孔と、前記電子輸送層から輸送される電子が再結合して発光するようになっており、

前記電子輸送層の厚みが30～70nmであることを特徴とする。

【0008】

本発明の有機EL装置は、前記正孔輸送層と前記電子輸送層の間に、前記正孔輸送層から輸送される正孔と前記電子輸送層から輸送される電子を再結合させて発光させる発光層を有することが好ましい。

また、前記発光層は、リン光発光型の発光層であることが好ましい。

また、前記有機EL素子から前記透明基板へ入射する光の輝度分布のピーク方向と、前記透明基板の法線方向とがなす角度は40°～70°であることが好ましい。

また、前記透明基板における前記有機EL素子が設けられた側と反対側の面には、光偏向素子が設けられていることが好ましい。

また、前記光偏向素子は、マイクロレンズアレイであることが好ましい。

【発明の効果】

【0009】

本発明の有機EL装置は、有機EL素子から光を効率よく取り出すことができ、かつエネルギー効率が低い。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の有機EL装置の一例を示した断面図である。

【図2】本発明の有機EL装置の有機EL素子から透明基板へと進む光の様子を示した概略図である。

【図3】本発明の有機EL装置の他の例を示した断面図である。

【図4】本発明の有機EL装置の他の例を示した断面図である。

【図5】有機EL素子から透明基板へと入射する光の輝度分布を測定する方法を示した断

10

20

30

40

50

面図である。

【図 6】実施例における輝度分布の測定結果を示したグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の有機 EL 装置の一例を示して詳細に説明する。

[第 1 実施形態]

本実施形態の有機 EL 装置 1 は、図 1 に示すように、透明基板 10 と、透明基板 10 の一方の面側に設けられた有機 EL 素子 20 と、有機 EL 素子 20 における透明基板 10 と反対側に設けられた裏側基板 30 と、を有している。

有機 EL 素子 20 は、透明基板 10 側から、透明電極層 21、正孔注入層 22、正孔輸送層 23、発光層 24、電子輸送層 25、電子注入層 26 及び反射電極層 27 が積層された積層体である。

以下、透明基板 10 における有機 EL 素子 20 が形成された面とは反対側の面を光射出面 10a という。

【0012】

透明基板 10 としては、特に限定されず、有機 EL 装置に使用される公知の透明基板を採用できる。例えば、ガラス基板、透明樹脂基板等が挙げられる。透明樹脂基板を形成する樹脂としては、例えば、ポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリエチレンナフタレート (PEN) 等のポリエステル系樹脂や、メタクリル樹脂、アクリル樹脂、ポリカーボネート系樹脂、塩化ビニル系樹脂、環状ポリオレフィン樹脂等が挙げられる。

透明基板 10 の厚さは、0.01 ~ 5 mm が好ましく、0.05 ~ 2 mm がより好ましい。

【0013】

透明電極層 21 は陽極である。

透明電極層 21 を形成する材料としては、特に限定されず、有機 EL 素子の透明電極層に使用される公知の電極材料を採用できる。例えば、酸化インジウムスズ (ITO)、酸化亜鉛等の導電性透明材料が挙げられる。

透明電極層 21 の厚さは、20 ~ 300 nm が好ましく、50 ~ 200 nm がより好ましい。

【0014】

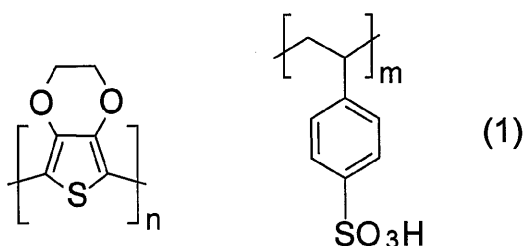
正孔注入層 22 は、透明電極層 21 側からの正孔注入障壁を下げる働きをする層である。

正孔注入層 22 を形成する材料としては、特に限定されず、有機 EL 素子の正孔注入層に使用される公知の正孔注入材料を採用できる。例えば、下式 (1) で表されるポリ (3,4-エチレンジオキシチオフェン)-ポリ (スチレンスルホン酸) (PEDOT: PSS) 等の高分子材料、酸化モリブデン等の金属酸化物等が挙げられる。

正孔注入層 22 の厚さは、高分子材料からなる場合は 20 ~ 50 nm が好ましく、金属酸化物からなる場合は 1 ~ 10 nm が好ましい。

【0015】

【化 1】



【0016】

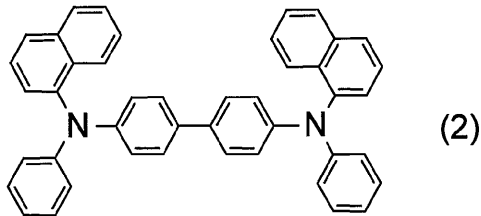
正孔輸送層 23 は、透明電極層 21 から注入された正孔を発光層 24 に輸送するための

層である。

正孔輸送層 2 3 を形成する材料としては、特に限定されず、有機 E L 素子の正孔輸送層に使用される公知の正孔輸送材料を採用できる。例えば、正孔輸送性の低分子有機材料又は高分子有機材料が挙げられる。正孔輸送性の低分子有機材料の具体例としては、例えば、下式 (2) で表される 4 , 4 ' - ビス [N - (1 - ナフチル) - N - フェニルアミノ] ビフェニル (- N P D) 等のベンジジン誘導体等が挙げられる。

【 0 0 1 7 】

【 化 2 】



10

【 0 0 1 8 】

正孔輸送層 2 3 の厚さは、1 0 ~ 1 0 0 n m が好ましく、3 0 ~ 5 0 n m がより好ましい。

【 0 0 1 9 】

発光層 2 4 は、正孔輸送層 2 3 から輸送されてくる正孔と、電子輸送層 2 5 から輸送されてくる電子とを再結合させて励起子を発生させ、光を生じさせるための層である。

20

発光層 2 4 は、発光材料を含有する層であり、蛍光発光型の発光層であってもよく、リン光発光型の発光層であってもよい。なかでも、蛍光発光型の発光層に比べて高い外部量子効率を得られることから、リン光発光型の発光層が好ましい。

【 0 0 2 0 】

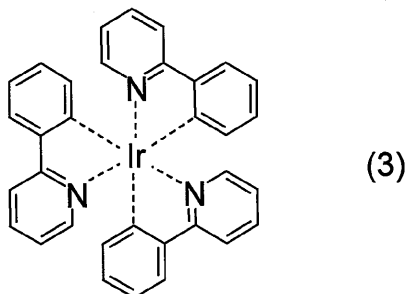
リン光発光性の発光材料としては、例えば、白金錯体、下式 (3) で表されるトリス (2 - フェニルピリジナト) イリジウム (III) 錯体 (I r (p p y) 3) 等のイリジウム錯体等が挙げられる。

リン光発光性の発光材料は、高濃度で用いると濃度消光による発光効率の低下が生じる。そのため、発光層 2 4 にリン光発光性の発光材料を用いる場合は、電子輸送性及び正孔輸送性を有する低分子又は高分子のホスト材料に該発光材料を分散させて発光層とすることが好ましい。

30

【 0 0 2 1 】

【 化 3 】



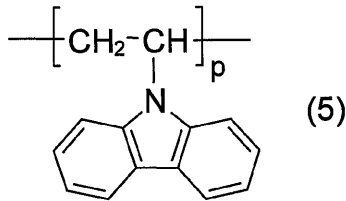
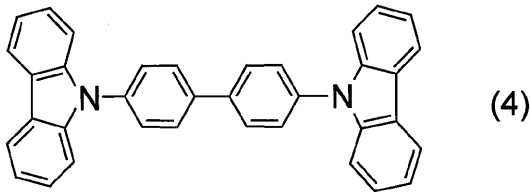
40

【 0 0 2 2 】

前記ホスト材料としては、特に限定されず、例えば、下式 (4) で表される 4 , 4 ' - ビス (カルバゾール - 9 - イル) ビフェニル (C B P) 等の低分子材料、下式 (5) で表されるポリビニルカルバゾール (P V K) 等の高分子材料等が挙げられる。

【 0 0 2 3 】

【化 4】



10

【0024】

蛍光発光性の発光材料としては、例えば、クマリン誘導体等が挙げられる。

発光層 24 の厚さは、10 ~ 100 nm が好ましく、20 ~ 50 nm がより好ましい。

【0025】

電子輸送層 25 は、反射電極層 27 から注入される電子を発光層 24 に輸送するための層である。電子輸送層 25 を設けることで、発光層 24 中の電子と正孔の密度を高めることができ、優れた発光特性が得られる。

20

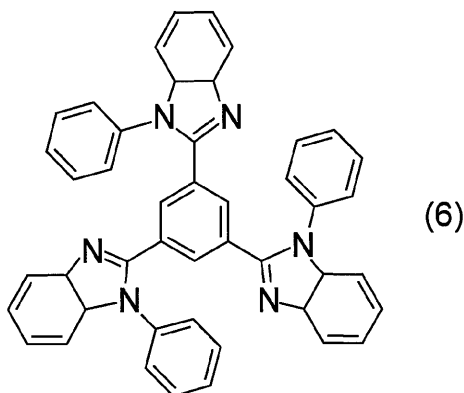
電子輸送層 25 を形成する材料としては、特に限定されず、有機 EL 素子の電子輸送層に使用される公知の電子輸送材料を採用できる。例えば、下式 (6) で表される 1, 3, 5 - トリス (N - フェニルベンゾイミダゾール - 2 - イル) ベンゼン (TPBI) 等の電子輸送性の有機材料が挙げられる。

また、電子輸送層 25 には、電子は輸送するが正孔は輸送し難い材料を用いることで、正孔ブロック層としての効果を持たせることも可能である。該材料としては、TPBI が挙げられる。

【0026】

30

【化 5】



40

【0027】

電子輸送層 25 の厚さは、30 ~ 70 nm である。電子輸送層 25 の厚さが 30 nm 以上であれば、光の利用効率が高くなり、特に透明基板 10 の光出射面 10 a 側に光偏向素子を設けた場合に光の利用効率が非常に高くなる。電子輸送層 25 の厚さが 70 nm 以下であれば、電力効率が高くなる。

電子輸送層 25 の厚さは 35 nm 以上が好ましく、65 nm 以下が好ましい。

【0028】

50

電子注入層 26 は、反射電極層 27 側からの電子注入障壁を下げる働きをする層である。

電子注入層 26 を形成する材料としては、特に限定されず、有機 EL 素子の電子注入層に使用される公知の電子注入材料を採用できる。電子注入材料としては、仕事関数の低い金属が好ましい。例えば、リチウム、セシウム等のアルカリ金属、バリウム等のアルカリ土類金属を含む金属化合物が挙げられる。具体的には、フッ化リチウム、酸化リチウム、フッ化セシウム等が挙げられる。

電子注入層 26 の厚さは、0.5 ~ 10 nm が好ましく、0.5 ~ 3 nm がより好ましい。

【0029】

10

反射電極層 27 は陰極である。

反射電極層 27 を形成する材料としては、特に限定されず、有機 EL 素子の反射電極層に使用される公知の電極材料を採用できる。例えば、アルミニウム、銀、マグネシウム等の金属や、それらの合金等が挙げられる。

反射電極層 27 の厚さは、30 ~ 500 nm が好ましく、50 ~ 200 nm がより好ましい。

【0030】

裏側基板 30 は、有機 EL 素子 20 の形状保持や保護のために設けられる。裏側基板 30 としては、有機 EL 素子 20 の形状保持や保護が可能であればよく、透明基板 10 と同じ材料からなる基板でもよく、場合によっては不透明な基板であってもよい。

20

【0031】

有機 EL 装置 1 においては、有機 EL 素子 20 から透明基板 10 へ入射した光の輝度分布のピーク方向と、透明基板 10 の法線方向とがなす角度（図 2）が、40° ~ 70° の範囲にあることが好ましい。光の輝度分布のピーク方向とは、有機 EL 素子 20 から発せられた光の進行方向のうち、最も輝度が高い方向を意味する。

前記角度が 40° 以上であれば、光の利用効率が高くなり、特に透明基板 10 の光出射面 10a 側に光偏向素子を設けた場合に光の利用効率が非常に高くなる。前記角度が 70° 以下であれば、有機 EL 素子 20 の電力効率が高くなる。

前記角度は、45° 以上がより好ましい。

前記角度は、電子輸送層 25 の厚さを調節することで制御できる。

30

【0032】

なお、有機 EL 素子 20 から透明基板 10 へ入射する光の輝度分布は、図 5 に示すように、有機 EL 装置 1 における透明基板 10 上に半球状レンズ 50 を設けて測定する。

透明基板 10 の光出射面 10a から空気中へ出射する光は、スネルの法則により下式 (I) で表される関係を満たす。そのため、例えば透明基板 10 にガラス板（屈折率 = 1.52）を使用し、該透明基板 10 上に半球状レンズ 50 を設けない場合、透明基板 10 の光出射面 10a から空気中に出射される光は、光出射面 10a への入射角が約 41 度以下の光に限られ、入射角がそれ以上の光を測定することができない。透明基板 10 上に半球状レンズ 50 を設けることで、有機 EL 素子 20 から透明基板 10 へ入射する光の輝度分布を高い精度で測定することができる。

40

$$\sin \theta < 1/n \quad \dots (I)$$

（ただし、前記式 (I) において、 θ は透明基板の光出射面への有機 EL 素子側からの光の入射角を表し、 n は透明基板の屈折率を表す。）

【0033】

具体的には、透明基板 10 上に、半球状レンズ 50 をその焦点が有機 EL 素子 20 の発光位置と一致するように高さを調整して配置する。透明基板 10 と半球状レンズ 50 の間には、マッチングオイルを充填して空隙ができないようにする。透明基板 10 と半球状レンズ 50 の屈折率を同等にすることで、有機 EL 素子 20 から透明基板 10 に入射した光がほぼ角度を変えずに半球状レンズ 50 の上面から出射する。該方法で測定した光の輝度分布は、透明基板 10 内部の輝度分布と同等である。

50

【0034】

(製造方法)

以下、有機EL装置1の製造方法について説明する。ただし、有機EL装置1の製造方法は以下に示す方法には限定されない。有機EL装置1は、例えば、透明基板10の一方の面に、透明電極層21、正孔注入層22、正孔輸送層23、発光層24、電子輸送層25、電子注入層26及び反射電極層27を順次形成し、裏側基板30を貼り合わせることで製造できる。

【0035】

透明基板10上に透明電極層21を形成する方法としては、特に限定されず、例えば、スパッタ法等のドライプロセスを採用できる。透明電極層21をパターニングする場合、その方法としては、成膜時にマスクを用いる方法、又は、透明電極層の成膜後にその上にレジストを塗布し、露光処理後にエッチングする方法等が挙げられる。

10

【0036】

透明電極層21上に正孔注入層22を形成する方法は、特に限定されない。例えば、正孔注入材料が高分子材料の場合、スピコート等のウェットプロセスを採用でき、正孔注入材料が金属酸化物の場合、真空蒸着法等のドライプロセスを採用できる。

【0037】

正孔注入層22上に正孔輸送層23を形成する方法としては、特に限定されず、例えば、正孔輸送材料が低分子材料の場合、真空蒸着法等のドライプロセスを採用できる。

【0038】

正孔輸送層23上に発光層24を形成する方法は、特に限定されない。例えば、リン光発光性の発光材料と低分子のホスト材料を用いる場合、リン光発光性の発光材料を含む蒸発源とホスト材料を含む蒸発源を用意し、真空蒸着法により、2つの蒸発源を同時に加熱することで、リン光発光性の発光材料を分散させた発光層を形成することができる。また、リン光発光型の発光材料と高分子のホスト材料を用いる場合、リン光発光性の発光材料とホスト材料を混合した溶液を用い、スピコート等のウェットプロセスで発光層を形成することができる。

20

【0039】

発光層24上に電子輸送層25を形成する方法としては、特に制限されず、例えば、真空蒸着法等のドライプロセスを採用できる。形成する電子輸送層25の厚みは、例えば、水晶振動子の周波数変化から蒸着膜厚を観測することで制御できる。

30

【0040】

電子輸送層25上に電子注入層26を形成する方法としては、特に限定されず、例えば、真空蒸着法等のドライプロセスを採用できる。

電子注入層26上に反射電極層27を形成する方法としては、特に限定されず、例えば、真空蒸着法等のドライプロセスを採用できる。

【0041】

裏側基板30を貼り合わせる方法は特に限定されず、例えば、熱硬化性樹脂、紫外線硬化性樹脂等の接着成分を用いる方法等が挙げられる。

【0042】

以上説明した有機EL装置1は、電子輸送層25の厚さが30~70nmであることで、光の利用効率が高くなり、また電力効率が高くなって優れたエネルギー効率を得られる。

40

【0043】

[第2実施形態]

本発明の有機EL装置は、前記有機EL装置1には限定されない。例えば、電子輸送層が発光層としての役割をも担える材料からなる場合は、前記有機EL装置1のように正孔輸送層と電子輸送層の間に発光層を別途設けなくてもよい。具体的には、図3に例示した有機EL装置2が挙げられる。有機EL装置2における有機EL装置1と同じ部分は同符号を付して説明を省略する。

50

有機EL装置2は、図3に示すように、透明基板10と、透明基板10の一方の面側に設けられた有機EL素子20Aと、有機EL素子20Aにおける透明基板10と反対側に設けられた裏側基板30と、を有している。

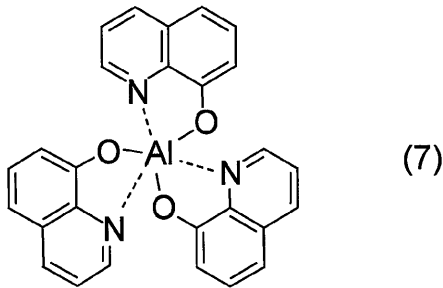
有機EL素子20Aは、透明基板10側から、透明電極層21、正孔注入層22、正孔輸送層23、電子輸送層25A、電子注入層26及び反射電極層27が積層された積層体である。電子輸送層25Aは、発光層としての役割も兼ねる電子輸送層である。

【0044】

電子輸送層25Aを形成する材料としては、反射電極層27から注入される電子を正孔輸送層23との界面まで輸送でき、かつ該界面近傍で正孔と電子を再結合させて光を生じさせることができる材料であればよく、例えば、下式(7)で表されるトリス(8-キノリノラト)アルミニウム(Alq3)等が挙げられる。

【0045】

【化6】



【0046】

電子輸送層25Aの厚さは、30~70nmである。電子輸送層25Aの厚さが30nm以上であれば、光の利用効率が高くなり、特に透明基板10の光出射面10a側に光偏向素子を設けた場合に光の利用効率が非常に高くなる。電子輸送層25Aの厚さが70nm以下であれば、電力効率が高くなる。

電子輸送層25Aの厚さは35nm以上が好ましく、65nm以下が好ましい。

【0047】

[他の実施形態]

また、図4に例示した有機EL装置3であってもよい。有機EL装置3における有機EL装置1と同じ部分は同符号を付して説明を省略する。

有機EL装置3は、図4に示すように、透明基板10と、透明基板10の一方の面側に設けられた有機EL素子20と、有機EL素子20における透明基板10と反対側に設けられた裏側基板30と、透明基板10における有機EL素子20と反対側に設けられた光偏向素子40と、を有している。つまり、有機EL装置3は、光偏向素子40を有する以外は有機EL装置1と同じである。

有機EL装置3は、光偏向素子40を備えることにより、有機EL素子20から透明基板10に入射した光が光出射面10aで全反射することがより抑制され、より多くの光を空気中に出射させることができる点で有機EL装置1よりも好ましい。

【0048】

光偏向素子40は、有機EL素子から透明基板に入射した光が、該有機EL素子が形成された面とは反対側の光出射面を透過又は全反射するとき、その光の向きを変える機能を持つ素子である。

光偏向素子40としては、特に限定されず、より多くの光を有効に取り出せることから、マイクロレンズアレイが好ましい。

【0049】

マイクロレンズアレイのレンズピッチは、1~100μmが好ましく、10~80μmがより好ましく、20~60μmがさらに好ましい。レンズピッチが1μm以上であれば、マイクロレンズで散乱する光を低減できる。レンズピッチが100μm以下であれば、

10

20

30

40

50

レンズの凹凸が目視されにくくなる。

マイクロレンズのアスペクト比は、0.4～0.7が好ましく、0.45～0.65がより好ましく、0.5～0.6がさらに好ましい。前記アスペクト比が0.4以上であれば、マイクロレンズを構成する面の傾斜角の設定により光の偏向を調整することができる。前記アスペクト比が0.7以下であれば、マイクロレンズの加工性が損なわれない。

なお、アスペクト比とは、レンズ1単位の占有サイズとレンズ高さの比を示し、半球形状であるときは0.5である。

【0050】

マイクロレンズの形状としては、例えば、球面形状や、楕円体、放物形状等を含む非球面形状、プリズム形状、ピラミッド形状等が挙げられる。レンズ形状は凸レンズでも凹レンズでもよい。利用する光に異方性を生じさせたくない用途の場合は、レンズ1単位の形状が回転対称である球面形状や、楕円体、放物形状等を含む非球面形状が好ましい。

10

【0051】

マイクロレンズを形成する材料としては、例えば、ポリエステル類、エポキシ系樹脂、ポリエステルアクリレート、エポシアクリレート、ウレタンアクリレート等のアクリレート系樹脂を用いた活性化エネルギー線硬化型樹脂が挙げられる。

このような硬化樹脂に使用される活性化エネルギー線硬化性組成物としては、取扱性や硬化性等の点で、多官能アクリレート及び/又は多官能メタクリレート、モノアクリレート及び/又はモノメタクリレート、並びに活性化エネルギー線により重合反応を開始させる光重合開始剤を主成分とする組成物が好ましい。代表的な多官能アクリレート及び/又は多官能メタクリレートとしては、ポリオールポリ(メタ)アクリレート、ポリエステルポリ(メタ)アクリレート、エポキシポリ(メタ)アクリレート、ウレタンポリ(メタ)アクリレート等が挙げられる。これらは単独あるいは2種以上の混合物として使用される。また、モノアクリレート及び/又はモノメタクリレートとしては、モノアルコールのモノ(メタ)アクリル酸エステル、ポリオールのモノ(メタ)アクリル酸エステル等が挙げられる。

20

また、メタクリル樹脂、アクリル樹脂、ポリカーボネート系樹脂、ポリエステル系樹脂、塩化ビニル系樹脂、環状ポリオレフィン樹脂等の熱可塑性透明樹脂を用いることもできる。

【0052】

レンズ形状の賦形方法としては、透明な基材に熱硬化又は紫外線硬化する透明樹脂を塗布し、前記透明樹脂を硬化させる際に金型によってレンズ形状を形成させる方法等が挙げられる。また、透明樹脂を射出成形又は押出成形、熱プレス等の方法で金型形状を転写させ、固めたものを用いてもよい。また、透明な樹脂板やフィルムを機械切削又はレーザー切削してレンズ形状を形成してもよい。また、有機EL素子を形成した透明基板を前記方法で直接加工してもよい。

30

【0053】

また、本発明の有機EL装置は、有機EL装置2の透明基板10における有機EL素子20Aと反対側に光偏向素子が設けられたものであってもよい。

また、本発明の有機EL装置は、正孔注入層や電子注入層を有していなくてもよい。また、有機EL装置1のように正孔輸送層と電子輸送層の間に発光層を設ける場合、電子輸送層と発光層の間に正孔ブロック層を設けてもよい。

40

また、発光層の役割を兼ね得る材料で電子輸送層を形成する場合でも、当該電子輸送層と正孔輸送層の間に別途発光層を設けてもよい。

【実施例】

【0054】

以下、実施例によって本発明を詳細に説明するが、本発明は以下の記載によっては限定されない。

[製造例1：マイクロレンズアレイの製造]

ポリエチレンテレフタレート(PET)フィルムと金型の間にアクリル系紫外線硬化型

50

樹脂を注入し、紫外線を照射して樹脂を硬化させる方法によって、半径 $16 \mu\text{m}$ の半球形状の凸レンズがレンズピッチ約 $32 \mu\text{m}$ で平面六方格子状に配列したレンズ形状のマイクロレンズアレイを製造した。

アクリル系紫外線硬化型樹脂としては、以下に示す方法で得た紫外線硬化型樹脂を用いた。

硝子製フラスコに、イソシアネート化合物として、ヘキサメチレンジイソシアネート 117.6 g (0.7 モル) 及びイソシアヌレート型のヘキサメチレンジイソシアネート 3 量体 151.2 g (0.3 モル) と、水酸基を有する(メタ)アクリロイル化合物として、 2 -ヒドロキシプロピルアクリレート 128.7 g (0.99 モル) 及びペンタエリスリトールトリアクリレート 693 g (1.54 モル) と、触媒として、ジラウリル酸ジ- n -ブチル錫 100 質量 ppm と、重合禁止剤として、ヒドロキノンモノメチルエーテル 0.55 g とを仕込み、 $70 \sim 80$ の条件にて残存イソシアネート濃度が 0.1 質量% 以下になるまで反応させ、ウレタンアクリレート化合物を得た。

得られたウレタンアクリレート化合物 34.6 質量%、ポリブチレングリコールジメタクリレート(商品名アクリエステル P B O M、三菱レイヨン(株)製) 24.7 質量%、E O 変性ビスフェノール A ジメタクリレート(商品名ニューフロンティア B P E M - 10、第一工業製薬(株)製) 39.5 質量%、及び 1 -ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン(商品名イルガキュア 184、チバ・スペシャルティ・ケミカルズ(株)製) 1.2 質量% を混合して、紫外線硬化型樹脂を得た。

【0055】

[実施例 1]

$25 \text{ mm} \times 35 \text{ mm}$ (厚さ 0.7 mm) のガラス基板(透明基板)上に、ITO からなる膜厚 155 nm の透明電極層をライン状に複数本形成した。次に、前記透明電極層上に前記式(1)で表される P E D O T : P S S (商品名 Clevis P CH8000、HC. スタルク社製) からなる正孔注入材料をスピンコート法により成膜し、膜厚 30 nm の正孔注入層を形成した。次に、前記正孔注入層上に、前記式(2)で表される -NPD (新日鐵化学社製) からなる正孔輸送材料を真空蒸着法により成膜し、膜厚 40 nm の正孔輸送層を形成した。次に、ホスト材料である前記式(4)で表される C B P (新日鐵化学社製) と、発光材料である前記式(3)で表される I r (p p y) 3 (高砂香料工業社製) とを、それらの質量比が $95 : 5$ となるように真空蒸着法によって前記正孔輸送層上に共蒸着して成膜し、膜厚 30 nm の発光層を形成した。次に、前記発光層上に、前記式(6)で表される T P B I (sensient社製) からなる電子輸送材料を真空蒸着法によって成膜し、膜厚 40 nm の電子輸送層を形成した。次に、前記電子輸送層上に、L i F からなる電子注入材料を真空蒸着法により成膜し、膜厚 1 nm の電子注入層を形成した後、前記電子注入層上に A l からなる電極材料を真空蒸着法により成膜し、膜厚 100 nm の反射電極層を形成し、有機 E L 素子を形成した。最後に、窒素ガスで満たされたグローブボックス内で、吸湿材を貼り付けた封止用ガラスを、有機 E L 素子の反射電極層側に紫外線硬化樹脂を用いて貼り合わせ、図 1 に例示したような積層構成の有機 E L 装置を得た。

【0056】

[実施例 2]

形成する電子輸送層の厚みを表 1 に示すように変更した以外は、実施例 1 と同様の方法で有機 E L 装置を得た。

【0057】

[比較例 1 ~ 3]

形成する電子輸送層の厚みを表 1 に示すように変更した以外は、実施例 1 と同様の方法で有機 E L 装置を得た。

【0058】

各例で得られた有機 E L 装置について、有機 E L 素子から透明基板に入射する光の輝度分布、光取出し比率、電力効率、及び発光効率を以下に示す方法で測定した。

[輝度分布の測定]

有機EL素子を形成したガラス基板（透明基板）上に、ガラス（BK7）からなる半球状レンズを、該半球状レンズの焦点がほぼ有機EL素子の発光位置と一致するように高さを調整して配置した。前記ガラス基板と前記半球状レンズの間には、屈折率1.52のマッチングオイルを充填して空隙ができないようにした。輝度計（TOPCON製色彩輝度計BM-7A）を用いて、測定距離530mm、視野角2°、電流1mAの条件で、ガラス基板の法線方向に対する角度が0°～85°の範囲で輝度分布を測定した。その結果を表1及び図6に示す。

【0059】

[光取出し比率の測定]

以下に示す方法で、透明基板上に光偏向素子を有する場合と有さない場合のそれぞれの全光束測定を行い、下式によって定義される光取出し比率を算出した。

10

$$(\text{光取出し比率}) = (\text{光偏向素子有りの全光束}) / (\text{光偏向素子無しの全光束})$$

【0060】

(光偏向素子無しの全光束測定)

各例で得られた有機EL装置のガラス基板の光出射面を、マスクとして直径10mmの穴を開けた黒い紙を用いて、有機EL素子が形成された位置が前記穴のほぼ中心となるように覆った。その後、それらを積分球（Lab Sphere製）に入れ、分光器（浜松ホトニクス製PMA-11）を用い、自己吸収補正用光源にハロゲンランプを用いて、前記マスクの穴から出てくる光を計測して全光束を測定した。

20

(光偏向素子有りの全光束測定)

各例で得られた有機EL装置のガラス基板の光出射面上に、製造例1で得たマイクロレンズアレイを載せ、ガラス基板と前記マイクロレンズアレイの間に屈折率1.52のマッチングオイルを充填して空隙ができないようにした。その後、前記光偏向素子無しの全光束測定の場合と同様にして、マスクとして黒い紙を用いて覆い、該マスクの穴から出てくる光を計測して全光束を測定した。

【0061】

[電力効率の測定]

輝度計（ミノルタ製LS-110）を用いて、各例で得られた有機EL装置（マイクロレンズアレイ及び半球状レンズ無し）の正面輝度を測定し、ガラス基板の光出射面が完全拡散面であると仮定して全光束を計算した。有機EL素子の駆動は、ソースメータ（Keithley製2400ソースメータ）を用いて行い、印加電圧と電流密度から、単位面積当たりの投入電力（W）を求めた。電流密度は1mA/cm²であった。

30

その後、有機EL素子から放出された全光束（lm）を投入電力（W）で除して電力効率を算出した。

【0062】

[発光効率]

各例の有機EL装置の発光効率を以下の式により算出した。

$$(\text{発光効率}) = (\text{光取出し比率}) \times (\text{電力効率})$$

【0063】

実施例1～2及び比較例1～3における有機EL素子から透明基板に入射する光の輝度分布の測定結果を図6、光取出し比率、電力効率、及び発光効率の測定結果を表1に示す。

40

【0064】

【表 1】

	電子 輸送層 の厚さ [nm]	光取出し 比率	電力効率 [lm/W]	発光 効率	透明基板へ入射する光の輝 度分布のピーク方向と透明基 板の法線方向とがなす角度 θ [°]
実施例 1	40	1.49	55.00	81.95	47.5
実施例 2	60	1.52	49.00	74.48	52.5
比較例 1	20	1.45	40.00	58.00	82.5
比較例 2	80	1.69	35.00	59.15	57.5
比較例 3	100	1.94	20.00	38.80	67.5

10

【0065】

表 1 及び図 6 に示すように、電子輸送層の厚さを 30 ~ 70 nm の範囲内とした実施例 1 及び 2 の有機 EL 装置では、有機 EL 素子から透明基板へ入射する光の輝度分布のピーク方向と、透明基板の法線方向とがなす角度が 40° ~ 70° の範囲内であり、光取出し比率が高く、有機 EL 素子から光を効率よく取り出すことができた。また、電力効率及び発光効率が高く、エネルギー効率が高かった。

【0066】

一方、電子輸送層の厚さが 30 nm 未満の比較例 1 では、輝度分布のピーク方向と透明基板の法線方向とがなす角度が 70° 超であり、実施例 1 及び 2 に比べて光取出し比率が低かった。また、有機 EL 素子の電力効率が低いために、発光効率も低かった。

電子輸送層の厚さが 70 nm を超える比較例 2 及び 3 では、輝度分布のピーク方向と透明基板の法線方向とがなす角度が 40° ~ 70° の範囲内であり、光取出し比率は高いものの、有機 EL 素子の電力効率が低いために、発光効率が低かった。

20

【符号の説明】

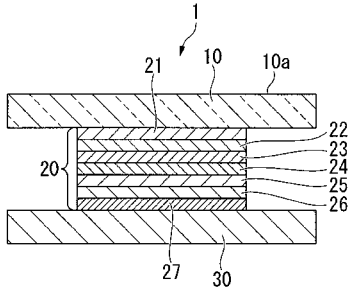
【0067】

- 1 ~ 3 有機 EL 装置
- 10 透明基板
- 20, 20A 有機 EL 素子
- 21 透明電極層
- 22 正孔注入層
- 23 正孔輸送層
- 24 発光層
- 25, 25A 電子輸送層
- 26 電子注入層
- 27 反射電極層
- 30 裏側基板
- 40 光偏向素子
- 50 半球状レンズ

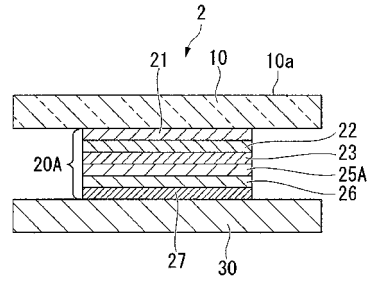
30

40

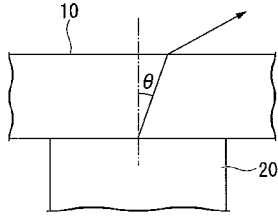
【 図 1 】



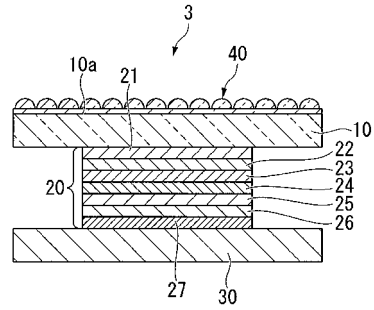
【 図 3 】



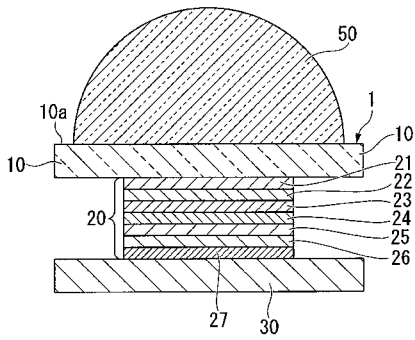
【 図 2 】



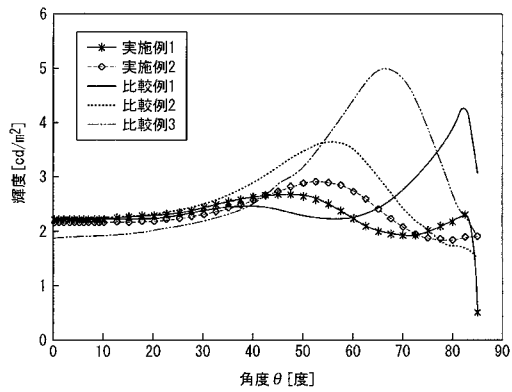
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

- (72)発明者 花房 明宏
神奈川県横浜市鶴見区大黒町10番1号 三菱レイヨン株式会社横浜先端技術研究所内
- (72)発明者 山下 友義
神奈川県横浜市鶴見区大黒町10番1号 三菱レイヨン株式会社横浜先端技術研究所内
- (72)発明者 本村 玄一
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内
- (72)発明者 清水 貴央
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内
- (72)発明者 深川 弘彦
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内
- Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 BB02 CC04 CC05 CC14 DD02 DD67 EE29 FF11
FF15