

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4947095号
(P4947095)

(45) 発行日 平成24年6月6日(2012.6.6)

(24) 登録日 平成24年3月16日(2012.3.16)

(51) Int.Cl.	F I	
H05B 33/02 (2006.01)	H05B 33/02	
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14	A
G02B 5/02 (2006.01)	G02B 5/02	C
F21V 5/00 (2006.01)	F21V 5/00	530
F21V 5/04 (2006.01)	F21V 5/04	200
請求項の数 6 (全 22 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2009-142999 (P2009-142999)
 (22) 出願日 平成21年6月16日(2009.6.16)
 (65) 公開番号 特開2011-3284 (P2011-3284A)
 (43) 公開日 平成23年1月6日(2011.1.6)
 審査請求日 平成23年8月29日(2011.8.29)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000002093
 住友化学株式会社
 東京都中央区新川二丁目27番1号
 (74) 代理人 100113000
 弁理士 中山 亨
 (74) 代理人 100151909
 弁理士 坂元 徹
 (72) 発明者 山本 恭子
 茨城県つくば市北原6 住友化学株式会社
 内
 審査官 本田 博幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光取り出し構造体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

有機エレクトロルミネッセンス素子の支持基板と、接着層と、光取り出し側の表面を有するフィルムとがこの順で積層されてなる、有機エレクトロルミネッセンス素子が放射する光の取り出し側に設けられる有機エレクトロルミネッセンス素子用の光取り出し構造体であって、

該構造体に入射し、光取り出し側の表面から出射する光の強度を、光取り出し側の表面が平面状の仮想構造体の光の取り出し側の表面から出射する光の強度と比較したときに、正面強度および積分強度のいずれもが1.3倍以上となる凹凸構造を、光取り出し側の表面に有し、

平行に配置される面状光源から該構造体に光を照射したときに、前記光取り出し側の表面の法線方向と角度 θ をなす方向に、前記光取り出し側の表面から出射する光の強度を $I(\theta)$ とすると、下記式(1)

$$I(35^\circ) / I(70^\circ) > 5 \quad \text{式(1)}$$

を満たし、ヘイズ値が60%以上、且つ全光線透過率が60%以上であることを特徴とする光取り出し構造体。

【請求項2】

さらに下記式(2)

$$I(0^\circ) / I(35^\circ) > 1.5 \quad \text{式(2)}$$

を満たすことを特徴とする請求項1記載の光取り出し構造体。

【請求項 3】

前記凹凸構造は、複数の粒状構造物が表面上に分散して配置されて構成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の光取り出し構造体。

【請求項 4】

前記フィルムの屈折率 n_f 、構造体本体の屈折率 n_s および接着層の屈折率 n_a のうちの最大値と、最小値との差の絶対値が 0.2 未満であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 つに記載の光取り出し構造体。

【請求項 5】

前記有機エレクトロルミネッセンス素子が放射する光の取り出し側に設けられる請求項 1 ~ 4 記載のいずれか 1 つに記載の光取り出し構造体を用いた有機エレクトロルミネッセンス素子を備えることを特徴とする発光装置。

10

【請求項 6】

請求項 5 記載の発光装置を備えることを特徴とする照明装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、有機 EL 素子ということがある。）が放射する光の取り出し側に設けられる有機エレクトロルミネッセンス素子用の光取り出し構造体、該光取り出し構造体を用いた発光装置、及び照明装置に関する。

【背景技術】

20

【0002】

有機 EL 素子は、発光材料として有機物を用いた発光素子であり、一对の電極（陽極および陰極）と、該電極間に設けられる発光層とを含んで構成される。この有機 EL 素子に電圧を印加すると、陽極から正孔が注入されるとともに、陰極から電子が注入され、これら正孔と電子とが発光層において結合することで発光する。

【0003】

有機 EL 素子内部で発生した光は電極を通過して外に出射し、この光が表示装置や照明装置の光源として利用される。しかしながら素子内部で発生した光の全てが外に出射するわけではなく、その大部分は、反射などによって素子内部に閉じ込められ、有効に利用されていないのが現状である。

30

【0004】

光源としては所定の輝度が求められるため、反射などを抑制する構造を備えるプリズムシートを有機 EL 素子の光取り出し側に配置することで、法線方向に出射される光の割合を高くし、法線方向の輝度を高めた発光装置が提案されている（例えば特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2007 - 5277 号公報

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

有機 EL 素子は所定の装置の光源として利用されるが、その特性として求められるものは、搭載される装置によって様々である。そのため前述の法線方向の輝度を向上させる従来の有機 EL 素子は、法線方向の輝度が求められる特定の装置には有用ではあるが、必ずしも他の種類の装置に有用であるとはいえない。

【0007】

従って本発明の目的は、法線方向の輝度に加えて他の特性も求められる装置に利用可能な有機 EL 素子を実現する光取り出し構造体、およびこの光取り出し構造体を用いた発光装置、並びに照明装置を提供することである。

50

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子が放射する光の取り出し側に設けられる有機エレクトロルミネッセンス素子用の光取り出し構造体であって、

該構造体に入射し、光取り出し側の表面から出射する光の強度を、光取り出し側の表面が平面状の仮想構造体の光の取り出し側の表面から出射する光の強度と比較したときに、正面強度および積分強度のいずれもが1.3倍以上となる凹凸構造を、光取り出し側の表面に有することを特徴とする光取り出し構造体に関する。

【0009】

また本発明は、平行に配置される面状光源から該構造体に光を照射したときに、前記光取り出し側の表面の法線方向と角度 θ をなす方向に、前記光取り出し側の表面から出射する光の強度を $I(\theta)$ とすると、下記式(1)

$$I(35^\circ) / I(70^\circ) > 5 \quad \text{式(1)}$$

を満たし、ヘイズ値が60%以上、且つ全光線透過率が60%以上であることを特徴とする構造体に関する。

【0010】

また本発明は、さらに下記式(2)

$$I(0) / I(35) > 1.5 \quad \text{式(2)}$$

を満たすことを特徴とする光取り出し構造体に関する。

【0011】

また本発明は、前記凹凸構造は、複数の粒状構造物が表面上に分散して配置されて構成されていることを特徴とする光取り出し構造体に関する。

【0012】

また本発明は、前記有機エレクトロルミネッセンス素子の支持基板、接着層、および前記光取り出し側の表面を有するフィルムがこの順で積層されてなり、

前記フィルムの屈折率 n_f 、支持基板の屈折率 n_s および接着層の屈折率 n_a のうちの最大値と、最小値との差の絶対値が0.2未満であることを特徴とする光取り出し構造体に関する。

【0013】

また本発明は、前記有機エレクトロルミネッセンス素子が放射する光の取り出し側に設けられる前記光取り出し構造体を用いた有機エレクトロルミネッセンス素子を備えることを特徴とする発光装置に関する。

【0014】

また本発明は、前記発光装置を備えることを特徴とする照明装置に関する。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、法線方向の輝度に加えて他の特性も求められる装置に利用可能な有機EL素子を実現する光取り出し構造体、およびこの光取り出し構造体を用いた発光装置、並びに照明装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】光取り出し構造体1を模式的に示す図である。

【図2】光取り出し構造体1と比較される仮想構造体11を模式的に示す図である。

【図3】 $I(\theta)$ を説明するための図である。

【図4】積層構造の光取り出し構造体31を示す図である。

【図5】発光装置41を模式的に示す図である。

【図6】トップエミッション型の有機EL素子51と、光取り出し構造体1とを備える発光装置52を示す図である。

【図7】UTE12の断面の顕微鏡写真を示す図である。

【図8】UTE12の表面の顕微鏡写真を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 9】 I (°) の測定方法を説明するための図である。

【図 10】 U T E 2 1 の表面の顕微鏡写真を示す図である。

【図 11】 W F 8 0 の表面の顕微鏡写真を示す図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 7 】

1) 光取り出し構造体

図 1 は本発明の実施の一形態の光取り出し構造体 1 を模式的に示す図である。図 1 (1) は側面図であり、図 1 (2) は平面図である。光取り出し構造体 1 は、有機 E L 素子が放射する光の取り出し側に設けられる有機 E L 素子用の光取り出し構造体である。

【 0 0 1 8 】

光取り出し構造体 1 は有機 E L 素子またはこの素子が搭載される発光装置において、最も外側に設けられる。光取り出し構造体 1 は、有機 E L 素子が放射する光の取り出し側に設けられるため、有機 E L 素子から放射される光は、光取り出し構造体 1 を通って発光装置の外に出射する。なお発光装置はさらに他の装置や筐体に組み込まれることがある。

【 0 0 1 9 】

有機 E L 素子は、放射する光の向きに応じて、いわゆるボトムエミッション型の素子とトップエミッション型の素子とに大別される。ボトムエミッション型の有機 E L 素子は、当該素子が搭載される支持基板に向けて光を放射する。そのため有機 E L 素子またはこの素子が搭載される発光装置において光取り出し構造体 1 は例えば支持基板として設けられることがある。またトップエミッション型の有機 E L 素子は、支持基板とは反対側に光を放射する。そのため発光装置において光取り出し構造体 1 は、例えば有機 E L 素子を気密に封止する封止部材として設けられることがある。

【 0 0 2 0 】

光取り出し構造体 1 は光取り出し側の表面 2 に凹凸構造を有する。光取り出し側の表面 2 は、光取り出し構造体 1 の一对の対向する表面のうちで、有機 E L 素子側の表面とは異なる一方の表面に相当する。従ってこの光取り出し側の表面 2 が、発光装置において雰囲気と界面をなす。

【 0 0 2 1 】

光取り出し側の表面 2 に構成される凹凸構造は、当該光取り出し構造体 1 に入射し、光取り出し側の表面から出射する光の強度を、光取り出し側の表面 2 が平面状の仮想構造体の光の取り出し側の表面から出射する光の強度と比較したときに、正面強度および積分強度のいずれもが 1 . 3 倍以上となるような構造である。

【 0 0 2 2 】

図 2 に本発明の光取り出し構造体 1 と比較される仮想構造体 1 1 を模式的に示す。図 2 (1) は側面図であり、図 2 (2) は平面図である。図 2 に示すように仮想構造体 1 1 は一对の対向する表面の両方が平面状である。すなわち仮想構造体 1 1 は凹凸構造を有しない。なお仮想構造体 1 1 は、表面の形状が異なること以外は光取り出し構造体 1 と同じ構成である。

【 0 0 2 3 】

凹凸構造を有する光取り出し構造体 1 と、凹凸構造を有さない仮想構造体 1 1 とに、同じ光を入射したときに、凹凸構造を有する光取り出し構造体 1 から出射する光の正面強度は、凹凸構造を有さない仮想構造体 1 1 から出射する光の正面強度の 1 . 3 倍以上となる。また凹凸構造を有する光取り出し構造体 1 と、凹凸構造を有さない仮想構造体 1 1 とに、同じ光を入射したときに、凹凸構造を有する光取り出し構造体 1 から出射する光の積分強度は、凹凸構造を有さない仮想構造体 1 1 から出射する光の積分強度の 1 . 3 倍以上となる。なお正面強度および積分強度は 1 . 3 倍以上であればよく、その上限は特にないが、正面強度のみが強くなりすぎると適当でない場合もあり、正面強度の倍率は例えば 5 倍以下であり、積分強度の倍率は例えば 5 倍以下である。

【 0 0 2 4 】

出射光の正面強度は光取り出し構造体 1 の厚み方向の光の強度を表す。なお光取り出し

10

20

30

40

50

側の表面 2 は凹凸構造を有するが、この凹凸構造を巨視的に平均化した平面を仮定したときの、当該平面の法線方向と、光取り出し構造体 1 の厚み方向とは一致するため、出射光の正面強度は光取り出し構造体 1 の前記光取り出し側の表面の法線方向の光強度を表す。

【 0 0 2 5 】

これに対して出射光の積分強度は、光取り出し側の表面 2 に対して、入射光の光源が配置される側とは反対側に出射する光に関し、法線方向のみならず全方向に出射する光の強度を積算した値である。

【 0 0 2 6 】

有機 E L 素子は種々の装置の光源として利用されるが、その特性として求められるものも、搭載される装置によって様々である。背景技術で説明したような法線方向の輝度の高さが求められる装置がある一方で、全方向に均一に光を放射するものが求められる装置もある。すなわち法線方向のみが突出して輝度の高いものは適当ではない装置もある。例えば一般照明のように均一発光が求められる光源では、拡散性の高い光取り出し構造体が求められている。そのため従来では、法線方向以外の方向（いわゆる斜め方向）の光強度を犠牲にしても、正面強度を向上させることを目指した研究開発や、正面強度を犠牲にして、全方向への均一な発光を目指した研究開発がそれぞれ行われてきた。このような状況の中で本発明者等は、正面強度および積分強度のいずれもが 1.3 倍以上となるような光取り出し構造体 1 を有機 E L 素子に適用すれば、発光装置として有用であることを見出した。例えば有機 E L 素子を照明装置の光源として利用する場合、出射光の正面強度が高く且つ室内等を隈なく照らすことが可能な照明装置が好ましいが、正面強度および積分強度のいずれもが 1.3 倍以上となるような光取り出し構造体 1 を有機 E L 素子に適用することによって、このような照明装置を実現することができる。これは素子自体を面状な光源（二次元）とすることができるという、有機 E L 素子に特有な性質を利用するものである。例えば無機 L E D や蛍光灯などは点状（零次元）または線状（一次元）の光源であるため、これを照明装置として利用する際には、正面強度よりも拡散性が重要となる。そのため積分強度が高くなるような光取り出し構造体の適用が検討されてきた。しかしながら有機 E L 素子は素子自体を面状な光源（二次元）とすることができるため、正面強度と積分強度の両方が高くなるような光取り出し構造体 1 を適用することにより、照明装置としての性能を向上することができる。

【 0 0 2 7 】

光取り出し構造体 1 は、平行に配置される面状光源から当該光取り出し構造体に光を照射したときに、法線方向と角度 θ をなす方向に、前記光取り出し側の表面から出射する光の強度を $I(\theta)$ とすると、下記式 (1) を満たし、ヘイズ値が 60% 以上、且つ全光線透過率が 60% 以上であることが好ましい。以下 $I(\theta)$ の比を拡散パラメータということがある。

【 0 0 2 8 】

$$I(35) / I(70) > 5 \quad \text{式 (1)}$$

ヘイズ値が 60% 未満であれば、十分な光散乱効果が得られないことがあり、全光線透過率が 60% 未満であれば、十分な光を取り出すことができないことがあるので、有機 E L 素子が搭載される発光装置にこのような光取り出し構造体 1 を用いた場合、十分な光取り出し効率を実現できないおそれがあるが、ヘイズ値が 60% 以上、かつ全光線透過率が 60% 以上の光取り出し構造体 1 を用いることによって、高い取り出し効率を示す発光装置を実現することができる。

【 0 0 2 9 】

ヘイズ値は以下の式で表される。なおヘイズ値は J I S K 7 1 3 6 「プラスチック - 透明材料のヘイズの求め方」に記載の方法で測定することができる。

【 0 0 3 0 】

$$\text{ヘイズ値 (曇価)} = (\text{拡散透過率}(\%) / \text{全光線透過率}(\%)) \times 100(\%)$$

【 0 0 3 1 】

また全光線透過率は、J I S K 7 3 6 1 - 1 「プラスチック - 透明材料の全光線透

10

20

30

40

50

過率の試験方法」に記載の方法で測定することができる。

【0032】

図3は $I(\theta)$ を説明するための図である。法線方向に出射する光の強度を $I(0)$ と定義する。面状光源21は、光取り出し側の表面2と発光面が平行となるように、光取り出し構造体1と平行に配置される。前述したように有機EL素子は自体が面状光源となるため、この面状光源21は有機EL素子を模擬するものである。 $I(\theta)$ の測定方法は実施例の項において説明する。

【0033】

$I(35)$ は法線方向から 35° 傾いた方向の光の強度を表し、 $I(70)$ は法線方向から 70° 傾いた方向の光の強度を表す。 $I(35)/I(70)$ は、高いほどより正面方向に光が出射するため、5を超えて高い場合には、この光取り出し構造体1を例えば照明装置に好適に用いることができる。なお $I(35)/I(70)$ は高すぎると正面方向の光強度のみが高くなりすぎるので、広い範囲を照らすためには30以下が好ましい。

10

【0034】

光取り出し構造体1はさらに下記式(2)を満たすことが好ましい。

【0035】

$$I(0)/I(35) > 1.5 \quad \text{式(2)}$$

$I(0)/I(35)$ は、高いほどより正面方向に光が出射するため、1.5を超えて高い場合には、この光取り出し構造体1を例えば照明装置に好適に用いることができる。なお $I(0)/I(35)$ は、高すぎると正面方向の光強度のみが高くなりすぎるので、広い範囲を照らすためには10以下が好ましい。

20

【0036】

光取り出し構造体1の光取り出し側の表面2の凹凸構造は、複数の粒状構造物が表面上に分散して配置されて構成されていることが好ましい。なお粒状構造物は、光取り出し側の表面部に一体形成されていてもよく、また表面上に付着していてもよい。粒状構造物は周期的に配置されていてもよく、非周期的に配置されていてもよい。非周期的に粒状構造物を配置した場合には、粒状構造物に起因する光の干渉を抑制することができるため、モアレなどの発生を防ぐことができる。なお複数の粒状構造物が表面上に分散して配置された光取り出し構造体1の一例については図7, 8, 10に示す。

【0037】

凸面または凹面の各形状の、光取り出し構造体1表面に平行な方向の大きさ(すなわち幅)は、大きすぎると光取り出し構造体1表面での輝度が不均一になり、小さすぎると光取り出し構造体1の作製コストが高くなるので、好ましくは $0.5\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ であり、さらに好ましくは $1\mu\text{m} \sim 50\mu\text{m}$ である。また凸面または凹面の各形状の、光取り出し構造体1表面の法線方向の高さは通常、凸面または凹面の各形状の幅や、凹凸構造が設けられる周期により決定され、通常は凹面または凸面の各形状の幅以下、または凹凸構造が形成される周期以下が好ましく、 $0.25\mu\text{m} \sim 70\mu\text{m}$ であり、好ましくは $0.5\mu\text{m} \sim 50\mu\text{m}$ である。

30

【0038】

凸面または凹面の形状は、特に制限はないが、曲面を有するものが好ましく、たとえば半球形状が好ましい。凹面または凸面は、非周期的に配置された方が前述と同様にモアレなどを防ぐことができ、好ましい。また光取り出し構造体1の表面の法線方向の一方から見たときに、光取り出し構造体1の光取り出し側の表面2のうちで、凹面と凸面が形成される領域の面積は、光取り出し構造体1の表面の面積の60%以上が好ましく、その上限は、凹面と凸面とが表面上に敷詰められた状態の値である。

40

【0039】

光取り出し構造体1を構成する材料は、透明材料であればよく、ガラスなどの無機物や、有機物(低分子化合物または高分子化合物)を用いてもよい。光取り出し構造体1に用いられる高分子化合物としては、ポリアリレート、ポリカーボネート、ポリシクロオレフィン、ポリエチレンナフタレート、ポリエチレンスルホン酸、およびポリエチレンテレフ

50

タレットなどを挙げるができる。光取り出し構造体 1 の厚みは特に制限はないが、薄すぎると取り扱いが難しくなり、厚すぎると全光線透過率が低くなるので、 $50\ \mu\text{m} \sim 2\ \text{mm}$ が好ましく、さらに好ましくは $80\ \mu\text{m} \sim 1.5\ \text{mm}$ である。

【0040】

ガラスなどの無機材料から成る光取り出し構造体は、無機材料から成る平板状の基台をエッチングすることにより得られる。例えば平板状の基台表面のうちで、凹凸形状を形成する部位を選択的にエッチングすることにより得られる。具体的には無機材料から成る基台表面に保護膜をパターン形成し、液相エッチングまたは気相エッチングなどを施すことにより凹凸構造を形成することができる。保護膜は例えばフォトレジストを用いてパターン形成することができる。

10

【0041】

有機材料から成る光取り出し構造体では例えば以下の(1)~(5)の方法によって表面に凹凸構造を形成することができる。(1)表面が凹凸状の金属板を、加熱されたフィルムに押し付けることによって金属板の凹凸形状を転写する方法。(2)表面が凹凸状のロールを用いて、高分子シートまたはフィルムを圧延する方法。(3)有機材料を含む溶液または分散液を、表面が凹凸形状の基台上に滴下して成膜する方法。(4)重合可能なモノマーから成る膜を形成した後に、該膜の一部を選択的に光重合し、未重合部分を除去する方法。(5)高湿度条件下で高分子溶液を基台にキャストし、水滴構造を表面に転写する方法。

【0042】

光取り出し構造体は一層構造を構成していても、積層構造を構成していてもよい。図4に積層構造の光取り出し構造体 31 を示す。積層構造の光取り出し構造体 31 は、支持基板 32、接着層 33、および前記光取り出し側の表面 35 を有するフィルム 34 がこの順で積層されて構成される。

20

【0043】

図4に示すようにフィルム 34 は、凹凸構造を有する光取り出し側の表面 35 とは反対側の表面を支持基板 32 に対向させて支持基板 32 に貼り合わされる。接着層 33 には、熱硬化性樹脂、光硬化性樹脂、接着剤および粘着材などを用いることができる。例えば熱硬化性樹脂を介してフィルム 34 を支持基板 32 に貼り合わせた後に、所定の温度で熱硬化性樹脂を加熱することによって、フィルム 34 を支持基板 32 に接着することができる。また光硬化性樹脂を介してフィルム 34 を支持基板 32 に貼り合わせた後に、例えば光硬化性樹脂に紫外線を照射することによって、フィルム 34 を支持基板 32 に接着させることができる。

30

【0044】

なお支持基板 32 上にフィルム 34 を直接的に形成する場合は、前記接着層を用いなくてもよく、また支持基板 32 の表面を加工することによって凹凸構造を形成する場合も接着層を用いる必要がない。

【0045】

フィルム 34 の光取り出し側の表面の形状は、前述した光取り出し構造体 1 の光取り出し側の表面と同じ構成である。

40

【0046】

フィルム 34 と支持基板 32 との間に空気の層が形成されると、この空気の層の界面で光の反射が生じるので、光取り出し効率が低下する。そのためフィルム 34 と支持基板 32 とは、その間に空気の層が形成されないように、接着層 33 を介して貼り合わせることが好ましい。

【0047】

フィルム 34 の屈折率 n_f 、接着層 33 の屈折率 n_a 、および支持基板 32 の屈折率 n_s のうちの最大値と、最小値との差の絶対値は 0.2 未満であることが好ましい。すなわち光取り出し構造体 31 は次式(3)を満たすことが好ましい。

【0048】

50

$$\begin{aligned} |n_f - n_s| &< 0.2 \\ |n_f - n_a| &< 0.2 \\ |n_s - n_a| &< 0.2 \end{aligned} \quad \text{式(3)}$$

このようにフィルム34、接着層33、および支持基板32の屈折率の最大値と、最小値との差の絶対値を0.2未満にすることで、光取り出し構造体31内部で生じる反射を抑制することができ、光取り出し効率を向上することができる。

【0049】

積層構造の光取り出し構造体31を構成するフィルム34と支持基板32とは、前述した光取り出し構造体1と同様に、透明材料によって構成されればよく、例えば光取り出し構造体1の材料として例示したものをを用いて形成することができる。

10

【0050】

フィルム34および支持基板32の厚みは特に限定されないが、接着層33を介在させてフィルム34と支持基板32とを貼り合せた積層構造の光取り出し構造体31の厚みは、50 μm ~2mmが好ましく、さらに好ましくは80 μm ~1.5mmである。

【0051】

2) 発光装置

発光装置は、有機エレクトロルミネッセンス素子が放射する光の取り出し側に設けられる前述の光取り出し構造体を用いた有機エレクトロルミネッセンス素子を備える有機EL素子を備える。有機EL素子は通常支持基板を備える。前述したようにボトムエミッション型の有機EL素子において、接着層を介してフィルムを支持基板に貼合した積層構造の光取り出し構造体を、有機EL素子に用いてもよく、また支持基板として光取り出し構造体を用いてもよい。

20

【0052】

図5は本実施形態の発光装置41を模式的に示す図である。図5には実施の一例として、積層構造を構成する光取り出し構造体31を用いた有機EL素子42を備える発光装置41を示している。有機EL素子42は、支持基板側に向けて光を放射するボトムエミッション型の素子である。なお光取り出し構造体31は積層構造に限らず一層構造のものでもよく、例えば表面に凹凸構造を有する支持基板を光取り出し構造体として用いてもよい。

【0053】

本実施形態では光取り出し構造体31は光取り出し構造体として機能するとともに、有機EL素子42が搭載される支持基板としても機能する。図5には有機EL素子42の電極が支持基板32に接して配置される発光装置41を示しているが、電極と支持基板32の間には所定の部材が介在していてもよい。また光取り出し構造体31は、光取り出し側の表面35が発光装置41の最も外側の表面に位置するように配置される。

30

【0054】

光取り出し構造体31は前述したような光学特性を有するので、この光取り出し構造体31に有機EL素子42を搭載した発光装置41は、出射光の正面強度および積分強度が向上する。そのため発光装置41は例えば照明装置に好適な光源として利用することができる。

40

【0055】

有機EL素子は、一对の電極43、44と、該電極間に配置される発光層45とを備える。一对の電極43、44のうち一方の電極は陽極として機能し、他方の電極は陰極として機能する。なお一对の電極43、44間には、工程の簡易さ及び特性などを勘案して、一層の発光層に限らず、複数の発光層や所定の層が設けられることがある。

【0056】

本実施形態ではボトムエミッション型の有機EL素子が光取り出し構造体31に設けられるので、一对の電極43、44のうち光取り出し構造体31寄りに配置される一方の電極43は光透過性を示す電極によって構成される。すなわち発光層から放射される光は、光透過性を示す一方の電極43、光取り出し構造体31を通過して外に出射する。

50

本発明の光取り出し構造体は面状の光源に好適に用いることができるため、光取り出し構造体が適用される有機EL素子の大きさは、面状光源としての特性が現出する程度以上が好ましく、例えば平面視で10mm角以上が好ましい。なお有機EL素子の構成の詳細については後述する。

【0057】

前述したように本発明の光取り出し構造体は、有機EL素子が搭載される支持基板とは反対側に光を放射するいわゆるトップエミッション型の有機EL素子にも用いることができる。図6はトップエミッション型の有機EL素子51と、光取り出し構造体1とを備える発光装置52を示している。なお光取り出し構造体1は一層構造のものに限らず、積層構造のものでもよい。

【0058】

本実施形態の発光装置52は、有機EL素子51が搭載される支持基板53を備える。有機EL素子51は、支持基板53とは反対側に光を放射するため、有機EL素子が放射する光の取り出し側に設けられる光取り出し構造体1は、有機EL素子51を基準にして支持基板53とは反対側に設けられる。すなわち有機EL素子51は、光取り出し構造体1と支持基板53とによって挟持される。なお光取り出し構造体1と有機EL素子51との間には所定の部材が介在していてもよい。

【0059】

有機EL素子は支持基板53とは反対側（光取り出し構造体1側）に光を放射するため、一对の電極のうちの光取り出し構造体1寄りに配置される電極は、光透過性を示す電極によって構成される。すなわち発光層から放射される光は、光透過性を示す電極、光取り出し構造体1を通して外に出射する。

【0060】

このような光取り出し構造体1は、例えば封止部材としても機能する。

【0061】

（有機EL素子）

以下有機EL素子の構成についてさらに詳細に説明する。

【0062】

前述したように一对の電極間には発光層以外にも、所定の層が設けられることがあり、また発光層は1層に限らず複数層設けられることがある。陰極と発光層との間に設けられる層としては、電子注入層、電子輸送層、正孔ブロック層などを挙げることができる。陰極と発光層との間に電子注入層と電子輸送層との両方の層が設けられる場合、陰極に接する層を電子注入層といい、この電子注入層を除く層を電子輸送層という。

【0063】

電子注入層は、陰極からの電子注入効率を改善する機能を有する。電子輸送層は陰極側の表面に接する層からの電子注入を改善する機能を有する。正孔ブロック層は、正孔の輸送を堰き止める機能を有する。なお電子注入層、及び/又は電子輸送層が正孔の輸送を堰き止める機能を有する場合には、これらの層が正孔ブロック層を兼ねることがある。

【0064】

正孔ブロック層が正孔の輸送を堰き止める機能を有することは、例えばホール電流のみを流す素子を作製し、その電流値の減少で堰き止める効果を確認することが可能である。

【0065】

陽極と発光層との間に設けられる層としては、正孔注入層、正孔輸送層、電子ブロック層などを挙げることができる。陽極と発光層との間に、正孔注入層と正孔輸送層との両方の層が設けられる場合、陽極に接する層を正孔注入層といい、この正孔注入層を除く層を正孔輸送層という。

【0066】

正孔注入層は、陽極からの正孔注入効率を改善する機能を有する。正孔輸送層は陽極側の表面に接する層からの正孔注入を改善する機能を有する。電子ブロック層は、電子の輸送を堰き止める機能を有する。なお正孔注入層、及び/又は正孔輸送層が電子の輸送を堰

10

20

30

40

50

き止める機能を有する場合には、これらの層が電子ブロック層を兼ねることがある。

【0067】

電子ブロック層が電子の輸送を堰き止める機能を有することは、例えば、電子電流のみを流す素子を作製し、その電流値の減少で堰き止める効果を確認することが可能である。

【0068】

なお、電子注入層および正孔注入層を総称して電荷注入層ということがあり、電子輸送層および正孔輸送層を総称して電荷輸送層ということがある。

【0069】

本実施の形態の有機EL素子のとりうる層構成の一例を以下に示す。

- a) 陽極 / 発光層 / 陰極 10
 - b) 陽極 / 正孔注入層 / 発光層 / 陰極
 - c) 陽極 / 正孔注入層 / 発光層 / 電子注入層 / 陰極
 - d) 陽極 / 正孔注入層 / 発光層 / 電子輸送層 / 陰極
 - e) 陽極 / 正孔注入層 / 発光層 / 電子輸送層 / 電子注入層 / 陰極
 - f) 陽極 / 正孔輸送層 / 発光層 / 陰極
 - g) 陽極 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子注入層 / 陰極
 - h) 陽極 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層 / 陰極
 - i) 陽極 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層 / 電子注入層 / 陰極
 - j) 陽極 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 陰極 20
 - k) 陽極 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子注入層 / 陰極 20
 - l) 陽極 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層 / 陰極
 - m) 陽極 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層 / 電子注入層 / 陰極
 - n) 陽極 / 発光層 / 電子注入層 / 陰極
 - o) 陽極 / 発光層 / 電子輸送層 / 陰極
 - p) 陽極 / 発光層 / 電子輸送層 / 電子注入層 / 陰極
- (ここで、記号「/」は、記号「/」を挟む各層が隣接して積層されていることを示す。以下同じ。)

本実施の形態の有機EL素子は2層以上の発光層を有していてもよい。上記a)~p)の層構成のうちいずれか1つにおいて、陽極と陰極とに挟持された積層体を「構造単位A」とすると、2層の発光層を有する有機EL素子の構成として、下記q)に示す層構成を挙げることができる。なお2つある(構造単位A)の層構成は互いに同じでも、異なってもよい。 30

q) 陽極 / (構造単位A) / 電荷発生層 / (構造単位A) / 陰極

また「(構造単位A) / 電荷発生層」を「構造単位B」とすると、3層以上の発光層を有する有機EL素子の構成として、下記r)に示す層構成を挙げることができる。

r) 陽極 / (構造単位B)_x / (構造単位A) / 陰極

なお記号「x」は、2以上の整数を表し、(構造単位B)_xは、構造単位Bがx段積層された積層体を表す。また複数ある(構造単位B)の層構成は同じでも、異なってもよい。

【0070】 40

ここで、電荷発生層とは電界を印加することにより正孔と電子を発生する層である。電荷発生層としては、例えば酸化バナジウム、インジウムスズ酸化物(Indium Tin Oxide: 略称ITO)、酸化モリブデンなどから成る薄膜を挙げることができる。

【0071】

積層する層の順序、層数、および各層の厚さについては、発光効率や素子寿命を勘案して適宜設定することができる。

【0072】

次に有機EL素子を構成する各層の材料および形成方法について、より具体的に説明する。 50

【 0 0 7 3 】

< 基板 >

基板は、有機EL素子を製造する工程において変化しないものが好適に用いられ、例えばガラス、プラスチック、高分子フィルム、およびシリコン板、並びにこれらを積層したものなどが用いられる。前記基板としては、市販のものが使用可能であり、また公知の方法により製造することができる。

【 0 0 7 4 】

< 陽極 >

発光層から放射される光が陽極を通過して外に出射する構成の有機EL素子の場合、陽極には光透過性を示す電極が用いられる。光透過性を示す電極としては、金属酸化物、金属硫化物および金属などの薄膜を用いることができ、電気伝導度および光透過率の高いものが好適に用いられる。具体的には酸化インジウム、酸化亜鉛、酸化スズ、ITO、インジウム亜鉛酸化物 (Indium Zinc Oxide: 略称IZO)、金、白金、銀、および銅などから成る薄膜が用いられ、これらの中でもITO、IZO、または酸化スズから成る薄膜が好適に用いられる。陽極の作製方法としては、真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、メッキ法などを挙げることができる。また、該陽極として、ポリアニリンもしくはその誘導体、ポリチオフェンもしくはその誘導体などの有機の透明導電膜を用いてもよい。

10

【 0 0 7 5 】

陽極の膜厚は、要求される特性および工程の簡易さなどを考慮して適宜設定され、例えば10nm~10μmであり、好ましくは20nm~1μmであり、さらに好ましくは50nm~500nmである。

20

【 0 0 7 6 】

< 正孔注入層 >

正孔注入層を構成する正孔注入材料としては、酸化バナジウム、酸化モリブデン、酸化ルテニウム、および酸化アルミニウムなどの酸化物や、フェニルアミン系、スターバースト型アミン系、フタロシアニン系、アモルファスカーボン、ポリアニリン、およびポリチオフェン誘導体などを挙げることができる。

【 0 0 7 7 】

正孔注入層の成膜方法としては、例えば正孔注入材料を含む溶液からの成膜を挙げることができる。例えば正孔注入材料を含む溶液を所定の塗布法によって塗布成膜し、さらにこれを固化することによって正孔注入層を形成することができる。

30

【 0 0 7 8 】

溶液からの成膜に用いられる溶媒としては、正孔注入材料を溶解させるものであれば特に制限はなく、クロロホルム、塩化メチレン、ジクロロエタンなどの塩素系溶媒、テトラヒドロフランなどのエーテル系溶媒、トルエン、キシレンなどの芳香族炭化水素系溶媒、アセトン、メチルエチルケトンなどのケトン系溶媒、酢酸エチル、酢酸ブチル、エチルセルソルブアセテートなどのエステル系溶媒、および水を挙げることができる。

【 0 0 7 9 】

塗布法としてはスピコート法、キャスト法、マイクログラビアコート法、グラビアコート法、バーコート法、ロールコート法、ワイアーバーコート法、ディップコート法、スプレーコート法、スクリーン印刷法、フレキソ印刷法、オフセット印刷法、インクジェットプリント法などを挙げることができる。

40

【 0 0 8 0 】

正孔注入層の膜厚は、求められる特性および工程の簡易さなどを考慮して適宜設定され、例えば1nm~1μmであり、好ましくは2nm~500nmであり、さらに好ましくは5nm~200nmである。

【 0 0 8 1 】

< 正孔輸送層 >

正孔輸送層を構成する正孔輸送材料としては、ポリビニルカルバゾール若しくはその誘

50

導体、ポリシラン若しくはその誘導体、側鎖若しくは主鎖に芳香族アミンを有するポリシロキサン誘導体、ピラゾリン誘導体、アリールアミン誘導体、スチルベン誘導体、トリフェニルジアミン誘導体、ポリアニリン若しくはその誘導体、ポリチオフェン若しくはその誘導体、ポリアリールアミン若しくはその誘導体、ポリピロール若しくはその誘導体、ポリ(p-フェニレンビニレン)若しくはその誘導体、又はポリ(2,5-チエニレンビニレン)若しくはその誘導体などを挙げることができる。

【0082】

これらの中で正孔輸送材料としては、ポリビニルカルバゾール若しくはその誘導体、ポリシラン若しくはその誘導体、側鎖若しくは主鎖に芳香族アミン化合物基を有するポリシロキサン誘導体、ポリアニリン若しくはその誘導体、ポリチオフェン若しくはその誘導体、ポリアリールアミン若しくはその誘導体、ポリ(p-フェニレンビニレン)若しくはその誘導体、又はポリ(2,5-チエニレンビニレン)若しくはその誘導体などの高分子正孔輸送材料が好ましく、さらに好ましくはポリビニルカルバゾール若しくはその誘導体、ポリシラン若しくはその誘導体、側鎖若しくは主鎖に芳香族アミンを有するポリシロキサン誘導体である。低分子の正孔輸送材料の場合には、高分子バインダーに分散させて用いることが好ましい。

10

【0083】

正孔輸送層の成膜方法としては、特に制限はないが、低分子の正孔輸送材料では、高分子バインダーと正孔輸送材料とを含む混合液からの成膜を挙げることができ、高分子の正孔輸送材料では、正孔輸送材料を含む溶液からの成膜を挙げることができる。

20

【0084】

溶液からの成膜に用いられる溶媒としては、正孔輸送材料を溶解させるものであれば特に制限はなく、クロロホルム、塩化メチレン、ジクロロエタンなどの塩素系溶媒、テトラヒドロフランなどのエーテル系溶媒、トルエン、キシレンなどの芳香族炭化水素系溶媒、アセトン、メチルエチルケトンなどのケトン系溶媒、酢酸エチル、酢酸ブチル、エチルセルソルブアセテートなどのエステル系溶媒などを挙げることができる。

【0085】

溶液からの成膜方法としては、前述した正孔注入層の成膜法と同様の塗布法を挙げることができる。

【0086】

混合する高分子バインダーとしては、電荷輸送を極度に阻害しないものが好ましく、また可視光に対する吸収の弱いものが好適に用いられ、例えばポリカーボネート、ポリアクリレート、ポリメチルアクリレート、ポリメチルメタクリレート、ポリスチレン、ポリ塩化ビニル、ポリシロキサンなどを挙げることができる。

30

【0087】

正孔輸送層の膜厚としては、用いる材料によって最適値が異なり、駆動電圧と発光効率が適度な値となるように適宜設定され、少なくともピンホールが発生しないような厚さが必要であり、あまり厚いと、素子の駆動電圧が高くなり好ましくない。従って、該正孔輸送層の膜厚は、例えば1nm~1μmであり、好ましくは2nm~500nmであり、さらに好ましくは5nm~200nmである。

40

【0088】

<発光層>

発光層は、通常、主として蛍光及び/又はりん光を発光する有機物、または該有機物とこれを補助するドーパントとから形成される。ドーパントは、例えば発光効率の向上や、発光波長を変化させるために加えられる。なお発光層に含まれる有機物は、低分子化合物でも高分子化合物でもよい。一般的に低分子よりも溶媒への溶解性の高い高分子化合物は塗布法に好適に用いられるため、発光層は高分子化合物を含むことが好ましく、高分子化合物としてポリスチレン換算の数平均分子量が $10^3 \sim 10^8$ の化合物を含むことが好ましい。発光層を構成する発光材料としては、例えば以下の色素系材料、金属錯体系材料、高分子系材料、ドーパント材料を挙げることができる。

50

【 0 0 8 9 】

(色素系材料)

色素系材料としては、例えば、シクロペンダミン誘導体、テトラフェニルブタジエン誘導体化合物、トリフェニルアミン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ピラゾロキノリン誘導体、ジスチリルベンゼン誘導体、ジスチリルアリーレン誘導体、ピロール誘導体、チオフェン環化合物、ピリジン環化合物、ペリノン誘導体、ペリレン誘導体、オリゴチオフェン誘導体、オキサジアゾールダイマー、ピラゾリンダイマー、キナクリドン誘導体、クマリン誘導体などを挙げるができる。

【 0 0 9 0 】

(金属錯体系材料)

金属錯体系材料としては、例えば T b、E u、D y などの希土類金属、または A l、Z n、B e、I r、P t などを中心金属に有し、オキサジアゾール、チアジアゾール、フェニルピリジン、フェニルベンゾイミダゾール、キノリン構造などを配位子に有する金属錯体を挙げることができ、例えばイリジウム錯体、白金錯体などの三重項励起状態からの発光を有する金属錯体、アルミニウムキノリノール錯体、ベンゾキノリノールベリリウム錯体、ベンゾオキサゾリル亜鉛錯体、ベンゾチアゾール亜鉛錯体、アゾメチル亜鉛錯体、ポルフィリン亜鉛錯体、フェナントロリンユーロピウム錯体などを挙げるができる。

【 0 0 9 1 】

(高分子系材料)

高分子系材料としては、ポリパラフェニレンビニレン誘導体、ポリチオフェン誘導体、ポリパラフェニレン誘導体、ポリシラン誘導体、ポリアセチレン誘導体、ポリフルオレン誘導体、ポリビニルカルバゾール誘導体、上記色素系材料や金属錯体系発光材料を高分子化したものなどを挙げるができる。

【 0 0 9 2 】

上記発光性材料のうち、青色に発光する材料としては、ジスチリルアリーレン誘導体、オキサジアゾール誘導体、およびそれらの重合体、ポリビニルカルバゾール誘導体、ポリパラフェニレン誘導体、ポリフルオレン誘導体などを挙げるができる。なかでも高分子材料のポリビニルカルバゾール誘導体、ポリパラフェニレン誘導体やポリフルオレン誘導体などが好ましい。

【 0 0 9 3 】

また緑色に発光する材料としては、キナクリドン誘導体、クマリン誘導体、およびそれらの重合体、ポリパラフェニレンビニレン誘導体、ポリフルオレン誘導体などを挙げるができる。なかでも高分子材料のポリパラフェニレンビニレン誘導体、ポリフルオレン誘導体などが好ましい。

【 0 0 9 4 】

また赤色に発光する材料としては、クマリン誘導体、チオフェン環化合物、およびそれらの重合体、ポリパラフェニレンビニレン誘導体、ポリチオフェン誘導体、ポリフルオレン誘導体などを挙げるができる。なかでも高分子材料のポリパラフェニレンビニレン誘導体、ポリチオフェン誘導体、ポリフルオレン誘導体などが好ましい。

【 0 0 9 5 】

また白色に発光する材料としては、上述の青色、緑色、赤色の各色に発光する材料を混合したものや、各色に発光する材料となる成分をモノマーとして、これを重合したポリマーをその材料として用いてもよい。また各色に発光する材料をそれぞれ用いて形成される発光層を積層して、全体として白色を発光する素子を実現してもよい。

(ドーパント材料)

ドーパント材料としては、例えばペリレン誘導体、クマリン誘導体、ルブレン誘導体、キナクリドン誘導体、スクアリウム誘導体、ポルフィリン誘導体、スチリル系色素、テトラセン誘導体、ピラゾロン誘導体、デカシクレン、フェノキサゾンなどを挙げるができる。なお、このような発光層の厚さは、通常約 2 n m ~ 2 0 0 n m である。

【 0 0 9 6 】

10

20

30

40

50

< 発光層の成膜方法 >

発光層の成膜方法としては、発光材料を含む溶液を塗布する方法、真空蒸着法、転写法などを用いることができる。溶液からの成膜に用いる溶媒としては、前述の溶液から正孔注入層を成膜する際に用いられる溶媒と同様の溶媒を挙げることができる。

【 0 0 9 7 】

発光材料を含む溶液を塗布する方法としては、スピコート法、キャスト法、マイクログラビアコート法、グラビアコート法、バーコート法、ロールコート法、ワイヤーコート法、ディップコート法、スリットコート法、キャピラリーコート法、スプレーコート法およびノズルコート法などのコート法、並びにグラビア印刷法、スクリーン印刷法、フレキソ印刷法、オフセット印刷法、反転印刷法、インクジェットプリント法などの塗布法を挙げることができる。パターン形成や多色の塗分けが容易であるという点で、グラビア印刷法、スクリーン印刷法、フレキソ印刷法、オフセット印刷法、反転印刷法、インクジェットプリント法などの印刷法が好ましい。また、昇華性を示す低分子化合物の場合には、真空蒸着法を用いることができる。さらには、レーザーによる転写や熱転写により、所望のところのみに発光層を形成する方法も用いることができる。

10

【 0 0 9 8 】

< 電子輸送層 >

電子輸送層を構成する電子輸送材料としては、公知のものを使用でき、オキサジアゾール誘導体、アントラキノジメタン若しくはその誘導体、ベンゾキノロン若しくはその誘導体、ナフトキノロン若しくはその誘導体、アントラキノロン若しくはその誘導体、テトラシアノアンスラキノジメタン若しくはその誘導体、フルオレノン誘導体、ジフェニルジシアノエチレン若しくはその誘導体、ジフェノキノロン誘導体、又は 8 - ヒドロキシキノリン若しくはその誘導体の金属錯体、ポリキノリン若しくはその誘導体、ポリキノキサリン若しくはその誘導体、ポリフルオレン若しくはその誘導体などを挙げることができる。

20

【 0 0 9 9 】

これらのうち、電子輸送材料としては、オキサジアゾール誘導体、ベンゾキノロン若しくはその誘導体、アントラキノロン若しくはその誘導体、又は 8 - ヒドロキシキノリン若しくはその誘導体の金属錯体、ポリキノリン若しくはその誘導体、ポリキノキサリン若しくはその誘導体、ポリフルオレン若しくはその誘導体が好ましく、2 - (4 - ビフェニル) - 5 - (4 - t - ブチルフェニル) - 1 , 3 , 4 - オキサジアゾール、ベンゾキノロン、アントラキノロン、トリス (8 - キノリノール) アルミニウム、ポリキノリンがさらに好ましい。

30

【 0 1 0 0 】

電子輸送層の成膜法としては特に制限はないが、低分子の電子輸送材料では、粉末からの真空蒸着法、または溶液若しくは熔融状態からの成膜を挙げることができる。高分子の電子輸送材料では溶液または熔融状態からの成膜を挙げることができる。なお溶液または熔融状態からの成膜する場合には、高分子バインダーを併用してもよい。溶液から電子輸送層を成膜する方法としては、前述の溶液から正孔注入層を成膜する方法と同様の成膜法を挙げることができる。

【 0 1 0 1 】

電子輸送層の膜厚は、用いる材料によって最適値が異なり、駆動電圧と発光効率が適度な値となるように適宜設定され、少なくともピンホールが発しないような厚さが必要であり、あまり厚いと、素子の駆動電圧が高くなり好ましくない。従って該電子輸送層の膜厚としては、例えば 1 nm ~ 1 μm であり、好ましくは 2 nm ~ 500 nm であり、さらに好ましくは 5 nm ~ 200 nm である。

40

【 0 1 0 2 】

< 電子注入層 >

電子注入層を構成する材料としては、発光層の種類に応じて最適な材料が適宜選択され、アルカリ金属、アルカリ土類金属、アルカリ金属およびアルカリ土類金属のうちの 1 種類以上を含む合金、アルカリ金属若しくはアルカリ土類金属の酸化物、ハロゲン化物、炭

50

酸化物、またはこれらの物質の混合物などを挙げることができる。アルカリ金属、アルカリ金属の酸化物、ハロゲン化物、および炭酸化物の例としては、リチウム、ナトリウム、カリウム、ルビジウム、セシウム、酸化リチウム、フッ化リチウム、酸化ナトリウム、フッ化ナトリウム、酸化カリウム、フッ化カリウム、酸化ルビジウム、フッ化ルビジウム、酸化セシウム、フッ化セシウム、炭酸リチウムなどを挙げることができる。また、アルカリ土類金属、アルカリ土類金属の酸化物、ハロゲン化物、炭酸化物の例としては、マグネシウム、カルシウム、バリウム、ストロンチウム、酸化マグネシウム、フッ化マグネシウム、酸化カルシウム、フッ化カルシウム、酸化バリウム、フッ化バリウム、酸化ストロンチウム、フッ化ストロンチウム、炭酸マグネシウムなどを挙げることができる。電子注入層は、2層以上を積層した積層体で構成されてもよく、例えばLiF/Caなどを挙げることができる。電子注入層は、蒸着法、スパッタリング法、印刷法などにより形成される。電子注入層の膜厚としては、1 nm ~ 1 μm程度が好ましい。

10

【0103】

<陰極>

陰極の材料としては、仕事関数が小さく、発光層への電子注入が容易で、電気伝導度の高い材料が好ましい。また陽極側から光を取り出す構成の有機EL素子では、発光層から放射される光を陰極で陽極側に反射するために、陰極の材料としては可視光反射率の高い材料が好ましい。陰極には、例えばアルカリ金属、アルカリ土類金属、遷移金属および周期表の13族金属などを用いることができる。陰極の材料としては、例えばリチウム、ナトリウム、カリウム、ルビジウム、セシウム、ベリリウム、マグネシウム、カルシウム、ストロンチウム、バリウム、アルミニウム、スカンジウム、バナジウム、亜鉛、イットリウム、インジウム、セリウム、サマリウム、ユーロピウム、テルビウム、イッテルビウムなどの金属、前記金属のうちの2種以上の合金、前記金属のうちの1種以上と、金、銀、白金、銅、マンガン、チタン、コバルト、ニッケル、タングステン、錫のうちの1種以上との合金、またはグラファイト若しくはグラファイト層間化合物などが用いられる。合金の例としては、マグネシウム - 銀合金、マグネシウム - インジウム合金、マグネシウム - アルミニウム合金、インジウム - 銀合金、リチウム - アルミニウム合金、リチウム - マグネシウム合金、リチウム - インジウム合金、カルシウム - アルミニウム合金などを挙げることができる。また、陰極としては導電性金属酸化物および導電性有機物などから成る透明導電性電極を用いることができる。具体的には、導電性金属酸化物として酸化インジウム、酸化亜鉛、酸化スズ、ITO、およびIZOを挙げることができ、導電性有機物としてポリアニリンもしくはその誘導体、ポリチオフェンもしくはその誘導体などを挙げることができる。なお陰極は、2層以上を積層した積層体で構成されていてもよい。なお電子注入層が陰極として用いられる場合もある。

20

30

【0104】

陰極の膜厚は、求められる特性および工程の簡易さなどを考慮して適宜設計され、例えば10 nm ~ 10 μmであり、好ましくは20 nm ~ 1 μmであり、さらに好ましくは50 nm ~ 500 nmである。

【0105】

陰極の作製方法としては、真空蒸着法、スパッタリング法、また金属薄膜を熱圧着するラミネート法などを挙げることができる。

40

【0106】

<絶縁層>

絶縁層の材料としては、金属フッ化物、金属酸化物、有機絶縁材料などを挙げることができる。膜厚2 nm以下の絶縁層を設けた有機EL素子としては、陰極に隣接して膜厚2 nm以下の絶縁層を設けたもの、陽極に隣接して膜厚2 nm以下の絶縁層を設けたものを挙げることができる。

【0107】

以上説明した光取り出し構造体を用いた有機EL素子を備える発光装置によれば、有機EL素子の光の取り出し方向の表面部に光取り出し構造体が配置される。この光取り出し

50

構造体は、有機EL素子側とは反対側の表面が凹凸構造を有するので、発光装置の表面の少なくとも一部が凹凸状に形成される。有機EL素子から放射される光の一部は光取り出し構造体に入射し、凹凸状に形成された表面で屈折、拡散されて、発光装置の外側に出射する。発光装置に設けられる光取り出し構造体は、正面強度および積分強度のいずれもが、平坦な表面の仮想構造体に比べて1.3倍となるような凹凸構造を有するので、正面方向の輝度だけでなく、全体の明るさが向上する。

【0108】

有機EL素子は面状に形成することができるため、前述したようにこのような光取り出し構造体を備える発光装置は照明装置として好適に用いることができる。

【実施例】

【0109】

以下、本発明の実施例を示すが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0110】

各実施例および比較例では有機EL素子に0.15mAの電流を流し、そのときの法線方向（正面方向）の発光強度の測定と、積分球を用いた積分強度の測定とを行った。なお表面が平坦なガラス基板上に有機EL素子を作製した発光装置を基準の発光装置とし、この基準の発光装置と、各実施例および比較例の発光装置との特性を比較した。具体的には各実施例および比較例の発光装置の正面方向の発光強度・積分強度を、基準の発光装置の正面方向の発光強度・積分強度でそれぞれ割った値を算出した。なお基準の発光装置において、表面が平坦なガラス基板は、光取り出し側の表面が平面状の仮想構造体に相当する。

【0111】

（実施例1）

所定のパターン形状のITO薄膜から成る陽極が形成された基板を用意し、この基板にUV/O₃洗浄を20分間行った。次にポリ(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（スタルクヴィテック社製、商品名：Baytron P CH8000）の懸濁液に、2段階のろ過を行った。第1段階目のろ過では0.45μm径のフィルターを用い、第2段階目のろ過では、0.2μm径のフィルターを用いた。ろ過した溶液を、スピンコート法によって陽極上に塗布し、さらに大気雰囲気下においてホットプレート上で200℃、15分間熱処理することによって、厚みが65nmの正孔注入層を形成した。

【0112】

次にLumination WP1330（SUMATION製）の濃度が1.2質量%のキシレン溶液を調整した。この溶液を、スピンコート法によって正孔注入層上に塗布し、さらに窒素雰囲気下においてホットプレート上で130℃、60分間熱処理することによって、厚みが65nmの発光層を形成した。

【0113】

次に発光層が形成された基板を真空蒸着機に導入し、Ba、Alをそれぞれ5nm、80nmの厚みで順次蒸着し、陰極を形成した。なお金属の蒸着は、真空度が 1×10^{-4} Pa以下に到達した後に開始した。

【0114】

次に封止ガラスの周辺に光硬化性封止剤をディスペンサーにより塗布し、有機EL素子が形成された基板と封止ガラスとを窒素雰囲気下において貼り合せ、さらに紫外線により光硬化性封止剤を硬化することによって封止を行った。

【0115】

次に複数の粒状構造物が表面上に分散して配置されて構成される凹凸構造を有するMNT社製フィルムUTE12（屈折率1.5、厚み188μm）を、ノンキャリア粘着剤（屈折率1.5）を用いてガラス基板に貼合した。その際、凹凸構造が最表面に配置されるようにフィルムを貼合した。本実施例1では、ガラス基板が支持基板に相当し、MNT社製フィルムUTE12がフィルムに相当し、ノンキャリア粘着剤が接着層に

10

20

30

40

50

相当し、ガラス基板、ノンキャリア粘着剤およびM N t e c k社製フィルムU T E 1 2がこの順に積層された積層体が光取り出し構造体に相当する。

図7にU T E 1 2の断面の顕微鏡写真を示し、図8に表面の顕微鏡写真を示す。図7、図8に示す通りU T E 1 2は複数の粒状の凹凸構造を有する。

【0116】

U T E 1 2の全光線透過率は68.4%、ヘイズは82.6%であり、拡散パラメータ $I(35)/I(70)$ は7.2、 $I(0)/I(35)$ は1.7であった。また本実施例の発光装置と、U T E 1 2をガラス基板に貼合していない基準の発光装置とを比較すると、正面輝度は1.43倍であり、積分強度は1.34倍であった。

【0117】

< $I(\theta)$ の測定方法 >

$I(\theta)$ の定義は上述の通りであるが、実施例において実際に測定した $I(\theta)$ の測定方法について図9を参照して説明する。図9に示すように、入射角を θ とする光線を光取り出し構造体に入射し、光取り出し側の表面から出射する光のうち、法線とのなす角度が θ の光強度を $\pm 80^\circ$ の範囲で 5° おきに測定した。光源には中央精機製のハロゲンランプ S P H - 1 0 0 N を用いた。なお光源として面状光源を用いた場合には、特定の入射角の光が光取り出し構造体に入射するのではなく、 $-90^\circ < \theta < 90^\circ$ の光が同時に入射する。これを模擬的に再現するために、入射光の入射角 θ を -80° から

80° の範囲で 5° ずつ変え、各入射角において測定される θ 方向の出射光の強度を積算することにより、 $I(\theta)$ を算出した。

【0118】

(実施例2)

実施例1と同様にしてガラス基板上に有機EL素子を形成し、複数の粒状構造物が表面上に分散して配置されて構成される凹凸構造を有するM N t e c k社製フィルムU T E 2 1 (屈折率1.5、厚み188 μm) を、ノンキャリア粘着剤 (屈折率1.5) を用いてガラス基板に貼合した。その際、フィルムの凹凸構造が最表面に配置されるようにフィルムを貼合した。

【0119】

図10にU T E 2 1の表面の顕微鏡写真を示す。図10に示す通りU T E 2 1は複数の粒状の凹凸構造を有する。

【0120】

U T E 2 1の全光線透過率は63.4%、ヘイズは78.7%であり、拡散パラメータ $I(35)/I(70)$ は8.4、 $I(0)/I(35)$ は2.0であった。また本実施例の発光装置と、U T E 2 1をガラス基板に貼合していない基準の発光装置とを比較すると、正面輝度は1.45倍であり、積分強度は1.34倍であった。

【0121】

(実施例3)

実施例1と同様にしてガラス基板上に有機EL素子を形成し、複数の粒状構造物が表面上に分散して配置されて構成される凹凸構造を有するW a v e F r o n t社製フィルムW F 8 0 (屈折率1.5、厚み80 μm) を、ノンキャリア粘着剤 (屈折率1.5) を用いて基板に貼合した。その際、フィルムの凹凸構造が最表面に配置されるようにフィルムを貼合した。

【0122】

図11にW F 8 0の表面の顕微鏡写真を示す。図11に示す通りW F 8 0は複数の粒状の凹凸構造を有する。

【0123】

W F 8 0の全光線透過率は75.1%、ヘイズは89.3%であり、拡散パラメータ $I(35)/I(70)$ は6.5、 $I(0)/I(35)$ は1.1であった。また本実施例の発光装置と、W F 8 0をガラス基板に貼合していない基準の発光装置とを比較すると、正面輝度は1.42倍であり、積分強度は1.31倍であった。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 4 】

(比較例 1)

実施例 1 と同様にしてガラス基板上に有機 E L 素子を形成し、プリズムフィルムである 3 M 社製フィルム B E F 1 0 0 (屈折率 1.5、厚み 150 μm) を、ノンキャリア粘着剤 (屈折率 1.5) を用いてガラス基板に貼合した。その際、フィルムの凹凸構造が最表面に配置されるようにフィルムを貼合した。

【 0 1 2 5 】

本実施例の発光装置と、B E F 1 0 0 ガラス基板に貼合していない基準の発光装置とを比較すると、正面輝度は 1.26 倍、積分強度は 1.25 倍であった。

【 0 1 2 6 】

(比較例 2)

実施例 1 と同様にしてガラス基板上に有機 E L 素子を形成し、複数の粒状構造物が表面上に分散して配置されて構成される凹凸構造を有する恵和商工社製フィルムオパルス P C M 1 (屈折率 1.5、厚み 120 μm) を、ノンキャリア粘着剤 (屈折率 1.5) を用いてガラス基板に貼合した。その際、フィルムの凹凸構造が最表面に配置されるようにフィルムを貼合した。

【 0 1 2 7 】

P C M 1 の全光線透過率は 92.7%、ヘイズは 86.0% であり、拡散パラメータ I (35) / I (70) は 2.0 であり、I (0) / I (35) は 1.3 であった。また本実施例の発光装置と、P C M 1 ガラス基板に貼合していない基準の発光装置とを比較すると、正面輝度は 1.24 倍であり、積分強度は 1.26 倍であった。

【 0 1 2 8 】

以上をまとめると、実施例 1、2、3 は比較例 1、2 に比較して光取り出し効率が高く、正面輝度、積分強度の両方が、基準の発光装置よりも 1.3 倍以上となった。

【 0 1 2 9 】

【表 1】

	光学特性		拡散パラメータ		光取り出し効率		表面状態	
	全光線透過率[%]	ヘイズ[%]	I(35)/I(70)	I(0)/I(35)	正面	積分	断面写真	表面写真
実施例1	68.4	82.6	7.2	1.7	1.43	1.34	図7	図8
実施例2	63.4	78.7	8.4	2.0	1.45	1.34	-	図10
実施例3	75.1	89.3	6.5	1.1	1.42	1.31	-	図11
比較例1	11.5	84.3	-	-	1.26	1.25	-	-
比較例2	92.7	86.0	2.0	1.3	1.24	1.26	-	-

【符号の説明】

【 0 1 3 0 】

- 1 光取り出し構造体
- 2 光取り出し側の表面
- 1 1 仮想構造体
- 2 1 面状光源
- 3 1 積層構造の光取り出し構造体
- 3 2 支持基板
- 3 3 接着層
- 3 4 フィルム
- 3 5 光取り出し側の表面
- 4 1 発光装置
- 4 2 有機 E L 素子
- 4 3 , 4 4 一对の電極
- 4 5 発光層
- 5 1 有機 E L 素子
- 5 2 発光装置

10

20

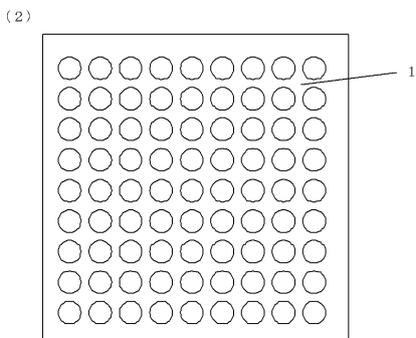
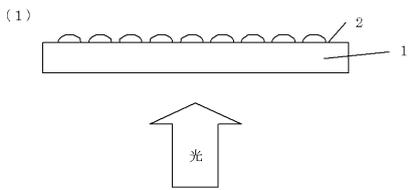
30

40

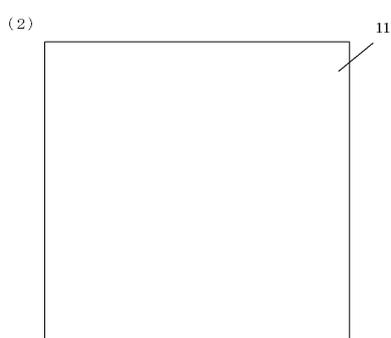
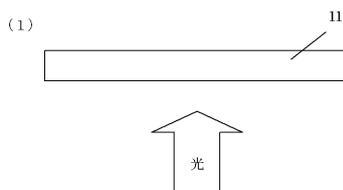
50

5 3 支持基板

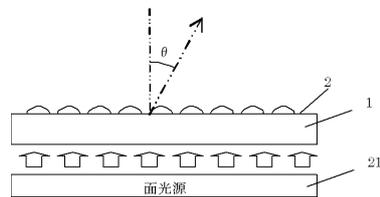
【图 1】



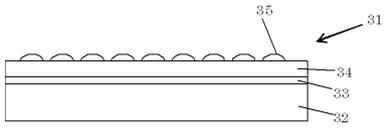
【图 2】



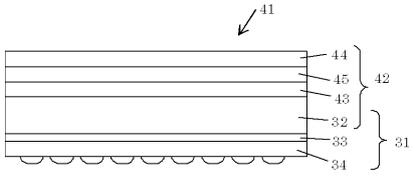
【图 3】



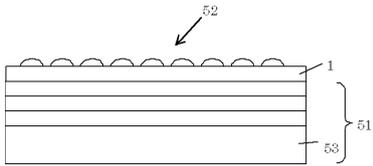
【 図 4 】



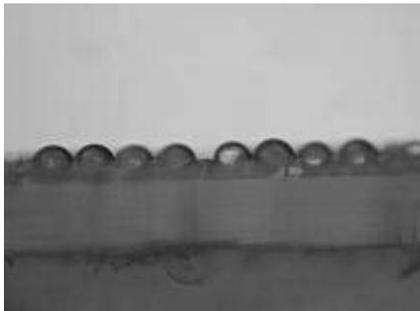
【 図 5 】



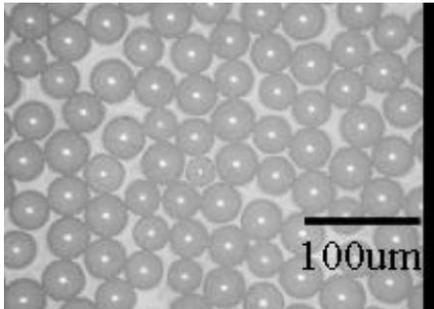
【 図 6 】



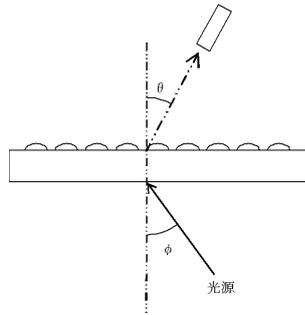
【 図 7 】



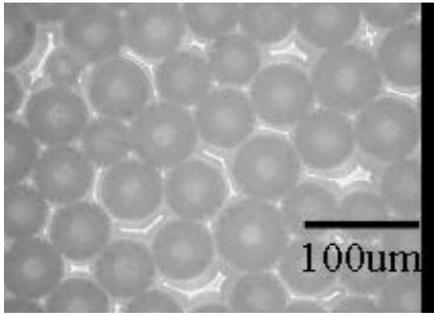
【 図 8 】



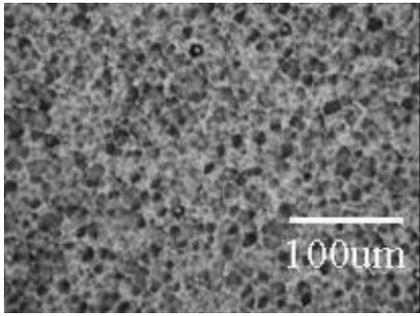
【 図 9 】



【 1 0】



【 1 1】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 2 1 Y 105/00 (2006.01) F 2 1 Y 105:00 1 0 0

(56)参考文献 特開2003-100444(JP,A)
特開2007-180001(JP,A)
特開2008-303363(JP,A)
特開2010-123322(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 5 B 3 3 / 0 2
H 0 1 L 5 1 / 5 0
G 0 2 B 5 / 0 2
F 2 1 V 5 / 0 0
F 2 1 V 5 / 0 4
F 2 1 Y 1 0 5 / 0 0