

(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2015-201279

(P2015-201279A)

(43) 公開日 平成27年11月12日(2015.11.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05B 33/12 (2006.01)	H05B 33/12 C	3K107
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14 B	
C09K 11/06 (2006.01)	C09K 11/06 620	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2014-78252 (P2014-78252)	(71) 出願人	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(22) 出願日	平成26年4月4日(2014.4.4)	(74) 代理人	100091292 弁理士 増田 達哉
		(74) 代理人	100091627 弁理士 朝比 一夫
		(72) 発明者	深瀬 章夫 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		(72) 発明者	山本 英利 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		Fターム(参考)	3K107 AA01 BB01 BB02 BB08 CC04 CC12 CC22 DD51 DD53 DD59 DD68 DD69 DD74 FF14

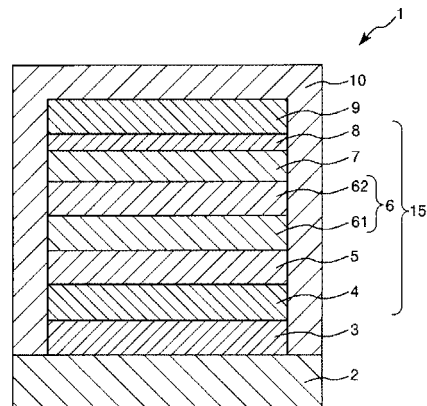
(54) 【発明の名称】 発光素子、発光装置、表示装置および電子機器

(57) 【要約】

【課題】優れた発光特性およびかかる発光特性を長期に亘って持続する寿命特性を有する発光素子、この発光素子を備えた信頼性に優れた発光装置、表示装置および電子機器を提供すること。

【解決手段】発光素子1は、陰極9と、陽極3と、陰極9と陽極3との間に設けられた発光部6と、陰極9と発光部6との間に設けられた電子輸送層7とを有し、発光部6は、陽極3側から陰極9側に積層された、第1の発光層61と第2の発光層62とを備え、電子輸送層7は、第2の発光層62に接して設けられており、第1の発光層61は、発光材料とホスト材料とアシストドーパント材料とを含んで構成され、ホスト材料およびアシストドーパント材料の一方は、電子輸送性の高い材料であり、他方は正孔輸送性の高い材料であり、第2の発光層62は、前記アシストドーパント材料を含まず、発光材料と、ホスト材料とを含んで構成されるものである。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

陰極と、
陽極と、

前記陰極と前記陽極との間に設けられ、駆動電圧が印加されることにより発光する発光部と、

前記陰極と前記発光部との間に設けられ、前記発光部に電子を輸送する電子輸送層とを有し、

前記発光部は、前記陽極側から前記陰極側に積層された、第 1 の発光層と、第 2 の発光層とを備え、

前記電子輸送層は、前記第 2 の発光層に接して設けられており、

前記第 1 の発光層は、発光材料と、前記発光材料を保持するホスト材料と、アシストドーパント材料とを含んで構成され、

前記ホスト材料および前記アシストドーパント材料の一方は、電子輸送性の高い材料であり、他方は正孔輸送性の高い材料であり、

前記第 2 の発光層は、前記アシストドーパント材料を含まず、前記発光材料と、前記ホスト材料とを含んで構成されることを特徴とする発光素子。

10

【請求項 2】

前記第 1 の発光層において、前記アシストドーパント材料は、その含有量が 20 wt % 以上、70 wt % 以下である請求項 1 に記載の発光素子。

20

【請求項 3】

前記ホスト材料は、アセン系化合物である請求項 1 または 2 に記載の発光素子。

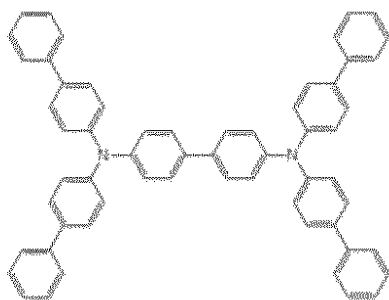
【請求項 4】

前記アシストドーパント材料は、アミン系化合物である請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の発光素子。

【請求項 5】

前記アミン系化合物は、下記式 (4) で示される化合物である請求項 4 に記載の発光素子。

【化 1】



(4)

30

【請求項 6】

前記第 1 の発光層および前記第 2 の発光層において、それぞれ、含まれる前記発光材料は、同一のものである請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の発光素子。

40

【請求項 7】

前記第 1 の発光層および前記第 2 の発光層において、それぞれ、含まれる前記発光材料は、異種のものである請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の発光素子。

【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の発光素子を備えることを特徴とする発光装置。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の発光装置を備えることを特徴とする表示装置。

【請求項 10】

50

請求項 9 に記載の表示装置を備えることを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光素子、発光装置、表示装置および電子機器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

有機エレクトロルミネッセンス素子（いわゆる有機 EL 素子）は、陽極と陰極との間に少なくとも 1 層の発光性有機層を介挿した構造を有する発光素子である。このような発光素子では、陰極と陽極との間に電界を印加することにより、発光層に陰極側から電子が注入されるとともに陽極側から正孔が注入され、発光層中で電子と正孔とが再結合すること、すなわちキャリアが再結合することにより励起子が生成し、この励起子が基底状態に戻る際に、そのエネルギー分が光として放出される。

10

【0003】

このように光を発光する発光層は、通常、発光材料（発光ドーパント）とホスト材料とを含んで形成される。

【0004】

ここで、ホスト材料は、発光層中の構成成分の中で一般的に最も高い比率で含まれるものであり、発光層の膜を支持する役割を有するとともに、電極間に電圧が印加されるとホスト材料の分子内でキャリアの再結合を発生させ、これにより生じた励起エネルギーを、発光材料に移動させて、かかる発光材料を発光させる役割を有する。これに対して、発光材料は、蛍光または燐光を有する化合物で、ホスト材料からの励起エネルギーを受けて励起して実質的に発光する役割をする。

20

【0005】

このような構成の有機 EL 素子では、発光層に用いるホスト材料が備えるキャリア輸送性により、キャリアの再結合位置が決まる。また、発光材料として蛍光材料を用いた場合に、そのホスト材料として汎用されるアントラセン、ナфтаセンのようなアセン系化合物等を含めホスト材料として用いられる多くのものは、正孔および電子のキャリア輸送性に偏りが大きい。そのため、キャリアの再結合位置が発光層の界面付近に集中する。その結果、界面付近の発光材料、すなわち発光層中の一部の発光材料のみが発光に寄与することとなる。よって、界面付近に位置する発光材料において、局所的に劣化が促進し、発光層の輝度劣化を早めているという問題があった。

30

【0006】

これに対して、近年、発光層を、発光材料およびホスト材料以外の構成材料として、キャリア輸送性を制御するためのアシストドーパント材料を含むものとし、これにより、発光層におけるキャリア輸送性を制御して、有機 EL 素子の高効率化、長寿命化を図ることが報告されている（例えば、特許文献 1 参照。）。

【0007】

しかしながら、この特許文献 1 では、ホスト材料とアシストドーパント材料の HOMO、LUMO の関係を制御することで、有機 EL 素子の特性を向上させているが、このような HOMO、LUMO の関係を制御するだけでは、正孔および電子のキャリア輸送性を十分に制御することができず、キャリアの発光層における再結合位置を良好な位置に設定することができているとは言えなかった。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献 1】特開 2005 - 108727 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

50

本発明の目的は、優れた発光特性およびかかる発光特性を長期に亘って持続する寿命特性を有する発光素子、この発光素子を備えた信頼性に優れた発光装置、表示装置および電子機器を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

このような目的は、下記の本発明により達成される。

本発明の発光素子は、陰極と、

陽極と、

前記陰極と前記陽極との間に設けられ、駆動電圧が印加されることにより発光する発光部と、

前記陰極と前記発光部との間に設けられ、前記発光部に電子を輸送する電子輸送層とを有し、

前記発光部は、前記陽極側から前記陰極側に積層された、第1の発光層と、第2の発光層とを備え、

前記電子輸送層は、前記第2の発光層に接して設けられており、

前記第1の発光層は、発光材料と、前記発光材料を保持するホスト材料と、アシストドーパント材料とを含んで構成され、

前記ホスト材料および前記アシストドーパント材料の一方は、電子輸送性の高い材料であり、他方は正孔輸送性の高い材料であり、

前記第2の発光層は、前記アシストドーパント材料を含まず、前記発光材料と、前記ホスト材料とを含んで構成されることを特徴とする。

【0011】

これにより、優れた発光特性およびかかる発光特性を長期に亘って持続する寿命特性を有する発光素子を得ることができる。

【0012】

本発明の発光素子では、前記第1の発光層において、前記アシストドーパント材料は、その含有量が20wt%以上、70wt%以下であることが好ましい。

【0013】

これにより、第1の発光層において、正孔と電子とをよりバランスよく流すことが可能となる。そのため、キャリアが再結合する再結合サイトを、第1の発光層の陽極側の界面付近から十分に離間することができるとともに、この再結合サイトを第1および第2の発光層に亘ってより広範囲に広げることができる。

【0014】

本発明の発光素子では、前記ホスト材料は、アセン系化合物であることが好ましい。

アセン系化合物は、電子輸送性の高いホスト材料であることから、これにより、第1および第2の発光層を電子が円滑に流れるものとすることができる。

【0015】

本発明の発光素子では、前記アシストドーパント材料は、アミン系化合物であることが好ましい。

【0016】

これにより、第1の発光層において、正孔と電子とをよりバランスよく流すことが可能となる。そのため、キャリアが再結合する再結合サイトを、第1の発光層の陽極側の界面付近から十分に離間することができるとともに、この再結合サイトを第1および第2の発光層に亘ってより広範囲に広げることができる。

【0017】

本発明の発光素子では、アミン系化合物は、下記式(4)で示される化合物であることが好ましい。

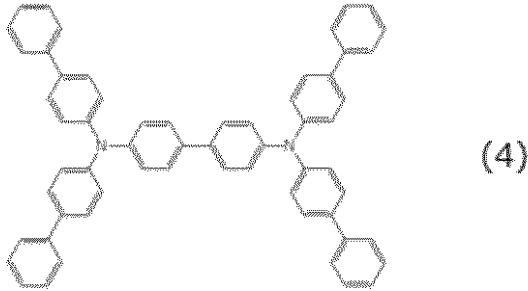
10

20

30

40

【化 1】



10

【0018】

これにより、第1の発光層において、正孔と電子とをさらにバランスよく流すことが可能となる。そのため、キャリアが再結合する再結合サイトを、第1の発光層の陽極側の界面付近から十分に離間することができるとともに、この再結合サイトを第1および第2の発光層に亘ってさらに広範囲に広げることができる。

【0019】

本発明の発光素子では、前記第1の発光層および前記第2の発光層において、それぞれ、含まれる前記発光材料は、同一のものであることが好ましい。

【0020】

これにより、第1の発光層と第2の発光層とが同一の色を発光する発光素子とすることができる。

20

【0021】

本発明の発光素子では、前記第1の発光層および前記第2の発光層において、それぞれ、含まれる前記発光材料は、異種のものであることが好ましい。

【0022】

これにより、第1の発光層と第2の発光層とが異なる色を発光する発光素子とすることができる。

【0023】

本発明の発光装置は、本発明の発光素子を備えることを特徴とする。

これにより、比較的低電圧で駆動できる発光装置を提供することができる。

30

【0024】

本発明の表示装置は、本発明の発光装置を備えることを特徴とする。

これにより、比較的低電圧で駆動できる表示装置を提供することができる。

【0025】

本発明の電子機器は、本発明の表示装置を備えることを特徴とする。

これにより、比較的低電圧で駆動できる電子機器を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の発光素子の実施形態を示す縦断面を模式的に示す図である。

【図2】本発明の表示装置を適用したディスプレイ装置の実施形態を示す縦断面図である

40

【図3】本発明の電子機器を適用したモバイル型（またはノート型）のパーソナルコンピュータの構成を示す斜視図である。

【図4】本発明の電子機器を適用した携帯電話機（PHSも含む）の構成を示す斜視図である。

【図5】本発明の電子機器を適用したデジタルスチルカメラの構成を示す斜視図である

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、本発明の発光素子、発光装置、表示装置および電子機器を添付図面に示す好適な

50

実施形態について説明する。

【0028】

まず、本発明の発光素子（有機エレクトロルミネッセンス素子）1について説明する。

図1は、本発明の発光素子の実施形態を示す縦断面を模式的に示す図である。なお、以下では、説明の都合上、図1中の上側を「上」、下側を「下」として説明を行う。

【0029】

図1に示す発光素子（エレクトロルミネッセンス素子）1は、複数種の有機発光材料が、それぞれ固有の色の光を発光する有機発光素子（白色発光素子）である。

【0030】

このような発光素子1は、陽極3と、正孔注入層4と、正孔輸送層5と、複数の発光層からなる発光部6と、電子輸送層7と、電子注入層8と、陰極9と、がこの順に積層されてなるものである。換言すれば、陽極3と陰極9との間に、陽極3側から正孔注入層4と、正孔輸送層5と、発光部6と、電子輸送層7と、電子注入層8とがこの順で積層された積層体15が設けられたものである。また、発光部6は、陽極3側から陰極9側に、第1の発光層61と、第2の発光層62とがこの順に積層された積層体である。

10

【0031】

そして、発光素子1は、その全体が基板2上に設けられるとともに、封止部材10で封止されている。

【0032】

この発光素子1にあっては、陽極3および陰極9に駆動電圧が印加されることにより、第1の発光層61および第2の発光層62に対し、陰極9側から電子が供給（注入）されるとともに、陽極3側から正孔が供給（注入）される。そして、各発光層61、62では、正孔と電子とが再結合し、この再結合に際して放出されたエネルギーによりエキシトン（励起子）が生成し、エキシトンが基底状態に戻る際にエネルギー（蛍光やりん光）を放出することにより、各発光層61、62は発光する。

20

【0033】

基板2は、陽極3を支持するものである。本実施形態の発光素子1は、基板2側から光を取り出す構成（ボトムエミッション型）であるため、基板2および陽極3は、それぞれ、実質的に透明（無色透明、着色透明または半透明）とされている。

【0034】

基板2の構成材料としては、例えば、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリプロピレン、シクロオレフィンポリマー、ポリアミド、ポリエーテルサルフォン、ポリメチルメタクリレート、ポリカーボネート、ポリアリレートのような樹脂材料や、石英ガラス、ソーダガラスのようなガラス材料等が挙げられ、これらのうちの1種または2種以上を組み合わせる用いることができる。

30

【0035】

このような基板2の平均厚さは、特に限定されないが、0.1～30mm程度であるのが好ましく、0.1～10mm程度であるのがより好ましい。

【0036】

なお、発光素子1が基板2と反対側から光を取り出す構成（トップエミッション型）の場合、基板2には、透明基板および不透明基板のいずれも用いることができる。

40

【0037】

不透明基板としては、例えば、アルミナのようなセラミックス材料で構成された基板、ステンレス鋼のような金属基板の表面に酸化膜（絶縁膜）を形成したものの、樹脂材料で構成された基板等が挙げられる。

【0038】

以下、発光素子1を構成する各部を順次説明する。

[陽極]

陽極3は、後述する正孔注入層4を介して正孔輸送層5に正孔を注入する電極である。この陽極3の構成材料としては、仕事関数が大きく、導電性に優れる材料を用いるのが好

50

ましい。

【0039】

陽極3の構成材料としては、例えば、ITO (Indium Tin Oxide)、IZO (Indium Zinc Oxide)、 In_3O_3 、 SnO_2 、Sb含有 SnO_2 、Al含有 ZnO 等の酸化物、Au、Pt、Ag、Cuまたはこれらを含む合金等が挙げられ、これらのうちの1種または2種以上を組み合わせて用いることができる。

【0040】

このような陽極3の平均厚さは、特に限定されないが、10~200nm程度であるのが好ましく、50~150nm程度であるのがより好ましい。

【0041】

[陰極]

一方、陰極9は、後述する電子注入層8を介して電子輸送層7に電子を注入する電極である。この陰極9の構成材料としては、仕事関数の小さい材料を用いるのが好ましい。

【0042】

陰極9の構成材料としては、例えば、Li、Mg、Ca、Sr、La、Ce、Er、Eu、Sc、Y、Yb、Ag、Cu、Al、Cs、Rbまたはこれらを含む合金等が挙げられ、これらのうちの1種または2種以上を組み合わせて(例えば、複数層の積層体等)用いることができる。

【0043】

特に、陰極9の構成材料として合金を用いる場合には、Ag、Al、Cu等の安定な金属元素を含む合金、具体的には、MgAg、AlLi、CuLi等の合金を用いるのが好ましい。かかる合金を陰極9の構成材料として用いることにより、陰極9の電子注入効率および安定性の向上を図ることができる。

【0044】

このような陰極9の平均厚さは、特に限定されないが、100~10000nm程度であるのが好ましく、100~500nm程度であるのがより好ましい。

【0045】

なお、本実施形態の発光素子1は、ボトムエミッション型であるため、陰極9に、光透過性は、特に要求されない。

【0046】

[正孔注入層]

正孔注入層4は、陽極3からの正孔注入効率を向上させる機能を有する(すなわち正孔注入性を有する)ものである。

【0047】

この正孔注入層4は、正孔注入性を有する材料(すなわち正孔注入材料)を含んでいる。

【0048】

この正孔注入材料としては、特に限定されないが、例えば、銅フタロシアニンや、4,4',4''-トリス(N,N-フェニル-3-メチルフェニルアミノ)トリフェニルアミン(m-MTDATA)、下記式(1)に示すN,N'-ビス-(4-ジフェニルアミノ-フェニル)-N,N'-ジフェニル-ビフェニル-4-4'-ジアミン等が挙げられる。

【0049】

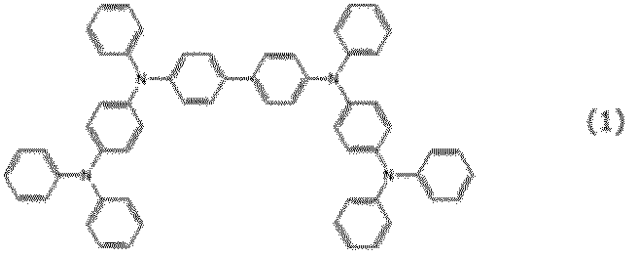
10

20

30

40

【化 2】



【 0 0 5 0 】

中でも、正孔注入材料としては、正孔注入性に優れるという観点から、アミン系化合物を用いるのが好ましい。 10

【 0 0 5 1 】

このような正孔注入層 4 の平均厚さは、特に限定されないが、1 ~ 100 nm であるのが好ましく、1 ~ 80 nm であるのがより好ましい。これにより、発光素子 1 の駆動電圧をより低いものとすることができる。

【 0 0 5 2 】

なお、この正孔注入層 4 は、陽極 3 と正孔輸送層 5 とに含まれる構成材料の組み合わせ等によっては省略するようによい。

【 0 0 5 3 】

〔正孔輸送層〕

正孔輸送層 5 は、正孔注入層 4 と接触して設けられており、陽極 3 から正孔注入層 4 を介して注入された正孔を第 1 の発光層 6 1 まで輸送する機能を有するものである。

この正孔輸送層 5 の構成材料には、各種 p 型の高分子材料や、各種 p 型の低分子材料を単独または組み合わせて用いることができ、例えば、アミンをその化学構造中に有するアミン系化合物を用いることができる。

【 0 0 5 4 】

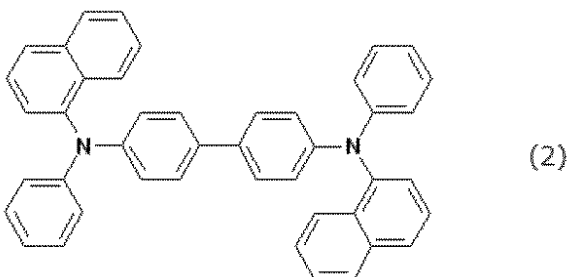
アミン系化合物は、正孔注入材料により電子を好適に引き抜かれることができ、容易に正孔が注入されることができる材料である。このため、正孔輸送層 5 の構成材料としてアミン系化合物を用いることにより、正孔注入層 4 を介して陽極 3 から好適に正孔が注入されることができ、発光素子 1 は、より低い電圧であっても好適に駆動できるものとなる。 30

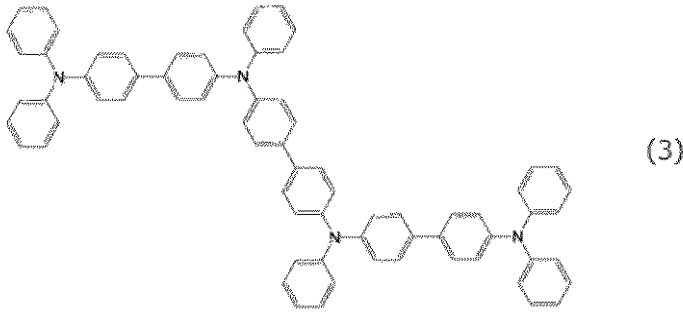
【 0 0 5 5 】

アミン系化合物としては、例えば、下記式 (2) に示される N, N' - ジ (1 - ナフチル) - N, N' - ジフェニル - 1, 1' - ジフェニル - 4, 4' - ジアミン (- NPD)、N, N' - ジフェニル - N, N' - ビス (3 - メチルフェニル) - 1, 1' - ジフェニル - 4, 4' - ジアミン (TPD)、下記式 (3) で表わされる化合物、下記式 (4) で表わされる化合物等のテトラアリアルベンジジン誘導体、テトラアリアルジアミノフルオレン化合物またはその誘導体等が挙げられ、これらのうちの 1 種または 2 種以上を組み合わせ用いることができる。

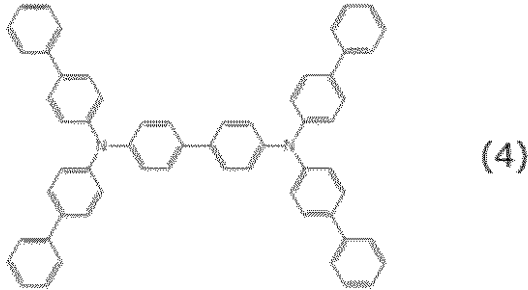
【 0 0 5 6 】

【化 3】





10



20

【0057】

特に、上述した中でも、アミン系化合物としては、上記式(2)に示されるN,N'-ジ(1-ナフチル)-N,N'-ジフェニル-1,1'-ジフェニル-4,4'-ジアミン(-NPD)を用いることが好ましい。このような化合物は、正孔注入材料により電子を、より好適に引き抜かれることができ、特に容易に正孔が注入されることができ、発光素子1は、より低い電圧であっても好適に駆動できるものとなる。

【0058】

このような正孔輸送層5の平均厚さは、特に限定されないが、10~150nmであるのが好ましく、10~100nmであるのがより好ましい。

【0059】

なお、この正孔輸送層5は、正孔注入層4と第1の発光層61とに含まれる構成材料の組み合わせ等によっては省略することができる。

30

【0060】

[発光部]

上述したように、発光部6は、陽極3側から、第1の発光層61と、第2の発光層62とが積層された積層体である。

【0061】

以下、これらの各層について順次、説明する。

(第1の発光層)

第1の発光層61は、固有の色に発光する発光材料(第1の発光材料)と、発光材料を保持するホスト材料(第1のホスト材料)と、このホスト材料に対して逆の移動度を有するアシストドーパント材料(第1のアシストドーパント材料)とを含んで構成されている。

40

【0062】

発光材料(第1の発光材料)は、第1の発光層61に発光させる光の色に応じて適宜選択され、例えば、第1の発光層61を赤色の光を発光するものとする場合、発光材料としては赤色発光材料が用いられ、第1の発光層61を青色の光を発光するものとする場合、発光材料としては青色発光材料が用いられ、さらに、第1の発光層61を緑色の光を発光するものとする場合、発光材料としては緑色発光材料が用いられる。

【0063】

赤色発光材料としては、特に限定されず、各種赤色蛍光材料、赤色燐光材料を1種また

50

は 2 種以上組み合わせて用いることができる。

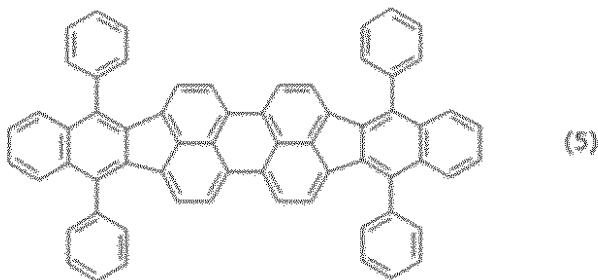
【0064】

この赤色蛍光材料としては、赤色の蛍光を発するものであれば特に限定されず、例えば、下記式(5)に示すテトラアリアルジインデノペリレン誘導体等のペリレン誘導体、ユーロピウム錯体、ベンゾピラン誘導体、ローダミン誘導体、ベンゾチオキサントン誘導体、ポルフィリン誘導体、ナイルレッド、2-(1,1-ジメチルエチル)-6-(2-(2,3,6,7-テトラヒドロ-1,1,7,7-テトラメチル-1H,5H-ベンゾ(i,j)キノリジン-9-イル)エテニル)-4H-ピラン-4H-イリデン)プロパンジニトリル(DCJT B)、4-(ジシアノメチレン)-2-メチル-6-(p-ジメチルアミノスチリル)-4H-ピラン(DCM)等を挙げられる。

10

【0065】

【化4】



20

【0066】

赤色燐光材料としては、赤色の燐光を発するものであれば特に限定されず、例えば、イリジウム、ルテニウム、白金、オスミウム、レニウム、パラジウム等の金属錯体が挙げられ、これら金属錯体の配位子の内の少なくとも1つがフェニルピリジン骨格、ピピリジル骨格、ポルフィリン骨格等を持つものも挙げられる。より具体的には、トリス(1-フェニルイソキノリン)イリジウム、ビス[2-(2'-ベンゾ[4,5-]チエニル)ピリジネート-N, C^{3'}]イリジウム(アセチルアセトネート)(bt p 2 Ir (a c a c))、2,3,7,8,12,13,17,18-オクタエチル-12H,23H-ポルフィリン-白金(II)、ビス[2-(2'-ベンゾ[4,5-]チエニル)ピリジネート-N, C^{3'}]イリジウム、ビス(2-フェニルピリジン)イリジウム(アセチルアセトネート)が挙げられる。

30

【0067】

また、青色発光材料としては、特に限定されず、各種青色蛍光材料、青色燐光材料を1種または2種以上組み合わせて用いることができる。

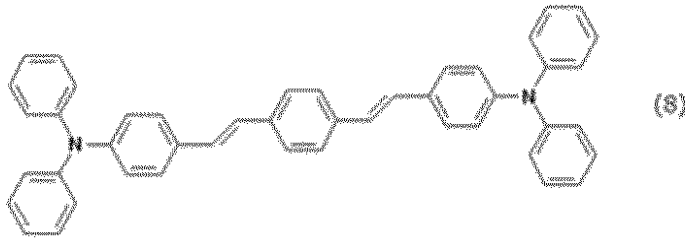
【0068】

この青色蛍光材料としては、青色の蛍光を発するものであれば、特に限定されず、例えば、下記式(8)で示されるジスチリルジアミン系化合物等のジスチリルアミン誘導体、フルオランテン誘導体、ピレン誘導体、ペリレンおよびペリレン誘導体、アントラセン誘導体、ベンゾオキサゾール誘導体、ベンゾチアゾール誘導体、ベンゾイミダゾール誘導体、クリセン誘導体、フェナントレン誘導体、ジスチリルベンゼン誘導体、テトラフェニルブタジエン、4,4'-ビス(9-エチル-3-カルバゾピニレン)-1,1'-ビフェニル(BCzVBi)、ポリ[(9,9-ジオクチルフルオレン-2,7-ジイル)-コ-(2,5-ジメトキシベンゼン-1,4-ジイル)]、ポリ[(9,9-ジヘキシルオキシフルオレン-2,7-ジイル)-オルト-コ-(2-メトキシ-5-{2-エトキシヘキシルオキシ}フェニレン-1,4-ジイル)]、ポリ[(9,9-ジオクチルフルオレン-2,7-ジイル)-コ-(エチルニルベンゼン)]等が挙げられ、これらのうち1種を単独でまたは2種以上を組み合わせて用いることもできる。

40

【0069】

【化5】



【0070】

青色燐光材料としては、青色の燐光を発するものであれば、特に限定されず、例えば、イリジウム、ルテニウム、白金、オスミウム、レニウム、パラジウム等の金属錯体が挙げられる。より具体的には、ビス[4,6-ジフルオロフェニルピリジネート-N, C^{2'}]-ピコリネート-イリジウム、トリス[2-(2,4-ジフルオロフェニル)ピリジネート-N, C^{2'}]-イリジウム、ビス[2-(3,5-トリフルオロメチル)ピリジネート-N, C^{2'}]-ピコリネート-イリジウム、ビス(4,6-ジフルオロフェニルピリジネート-N, C^{2'})イリジウム(アセチルアセトネート)が挙げられる。

10

【0071】

さらに、緑色発光材料としては、特に限定されず、各種緑色蛍光材料、緑色燐光材料を1種または2種以上組み合わせて用いることができる。

【0072】

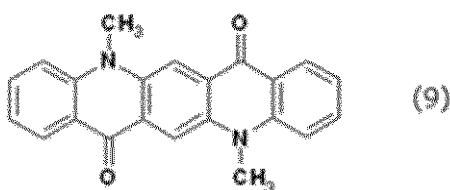
この緑色蛍光材料としては、緑色の蛍光を発するものであれば特に限定されず、例えば、クマリン誘導体、下記式(9)に示すキナクリドン誘導体等のキナクリドンおよびその誘導体、9,10-ビス[(9-エチル-3-カルバゾール)-ビニレン]-アントラセン、ポリ(9,9-ジヘキシル-2,7-ビニレンフルオレニレン)、ポリ[(9,9-ジオクチルフルオレン-2,7-ジイル)-コ-(1,4-ジフェニレン-ビニレン-2-メトキシ-5-{2-エチルヘキシルオキシ}ベンゼン)]、ポリ[(9,9-ジオクチル-2,7-ジビニレンフルオレニレン)-オルト-コ-(2-メトキシ-5-(2-エトキシルヘキシルオキシ)-1,4-フェニレン)]等が挙げられ、これらのうち1種を単独でまたは2種以上を組み合わせて用いることもできる。

20

【0073】

30

【化6】



【0074】

緑色燐光材料としては、緑色の燐光を発するものであれば特に限定されず、例えば、例えば、イリジウム、ルテニウム、白金、オスミウム、レニウム、パラジウム等の金属錯体が挙げられる。中でも、これら金属錯体の配位子の内の少なくとも1つが、フェニルピリジン骨格、ピピリジル骨格、ポルフィリン骨格等を持つものが好ましい。より具体的には、ファク-トリス(2-フェニルピリジン)イリジウム(Ir(ppy)₃)、ビス(2-フェニルピリジネート-N, C^{2'})イリジウム(アセチルアセトネート)、ファク-トリス[5-フルオロ-2-(5-トリフルオロメチル-2-ピリジン)フェニル-C, N]イリジウムが挙げられる。

40

【0075】

また、第1の発光層61の構成材料としては、発光材料(第1の発光材料)に加えて、この発光材料をゲスト材料とするホスト材料(第1のホスト材料)が含まれる。このホスト材料は、正孔と電子とを再結合して励起子を生成するとともに、その励起子のエネルギー

50

ーを発光材料に移動（フェルスター移動またはデクスター移動）させて、発光材料を励起する機能を有する。このようなホスト材料は、例えば、ゲスト材料である発光材料を発光ドーパントとしてホスト材料にドーブして用いられる。

【0076】

このようなホスト材料としては、用いる発光材料に対して前述したような機能を発揮するものであれば、特に限定されないが、発光材料が蛍光材料を含む場合、例えば、下記式（6）に示すようなアントラセン誘導体、2-t-ブチル-9,10-ジ（2-ナフチル）アントラセン（TBADN）のようなアントラセン誘導体および下記式（7）に示されるナフタセン誘導体等のアセン誘導体（アセン系化合物）、ジスチリルアレーン誘導体、ペリレン誘導体、ジスチリルベンゼン誘導体、ジスチリルアミン誘導体、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム錯体（Alq₃）等のキノリノラト系金属錯体、トリフェニルアミンの4量体等のトリアリールアミン誘導体、オキサジアゾール誘導体、シロール誘導体、ジカルバゾール誘導体、オリゴチオフエン誘導体、ベンゾピラン誘導体、トリアゾール誘導体、ベンゾオキサゾール誘導体、ベンゾチアゾール誘導体、キノリン誘導体、4,4'-ビス（2,2'-ジフェニルビニル）ビフェニル（DPVBi）等が挙げられ、これらのうち1種を単独でまたは2種以上を組み合わせることもできる。中でも、アセン系化合物であることが好ましい。アセン系化合物は、電子輸送性の高いホスト材料であることから、これにより、第1の発光層61を電子が円滑に流れるものとすることができる。

10

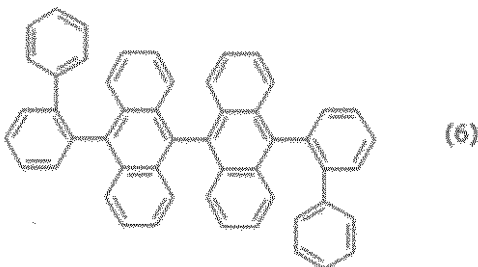
20

【0077】

また、発光材料が燐光材料を含む場合、ホスト材料としては、例えば、3-フェニル-4-（1'-ナフチル）-5-フェニルカルバゾール、4,4'-N,N'-ジカルバゾールビフェニル（CBP）等のカルバゾール誘導体等が挙げられ、これらのうち1種を単独でまたは2種以上を組み合わせることもできる。

【0078】

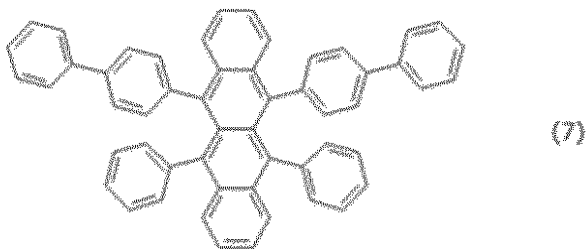
【化7】



30

【0079】

【化8】



40

【0080】

第1の発光層61中における発光材料の含有量（ドーブ量）は、用いる発光材料の種類によって若干異なるが、例えば、0.01~10wt%であるのが好ましく、0.1~5wt%であるのがより好ましい。発光材料の含有量をこのような範囲内とすることで、発光効率を最適化することができ、後述する第2の発光層62の発光量とのバランスをとりつつ第1の発光層61を発光させることができる。

【0081】

50

また、第1の発光層61の構成材料としては、発光材料(第1の発光材料)およびホスト材料(第1のホスト材料)に加えて、アシストドーパント材料(第1のアシストドーパント材料)が含まれる。

【0082】

このアシストドーパント材料は、ホスト材料に対して逆の移動度を有するもの、すなわち、ホスト材料が電子輸送性の高いものである場合には、正孔輸送性の高い材料であり、ホスト材料が正孔輸送性の高いものである場合には、電子輸送性の高い材料である。このようにアシストドーパント材料は、ホスト材料に対して逆の移動度を有することで、かかる第1の発光層61において、正孔と電子とをバランスよく流すことができ、その結果、正孔と電子とが再結合して励起子を生成する厚さ方向の位置を調整する機能を発揮する。このようなアシストドーパント材料は、例えば、ホスト材料と混合して用いられる。

10

【0083】

なお、かかる構成の第1の発光層61は、通常、電子を円滑に輸送し得るものとされることから、電子輸送性の高い材料が、ホスト材料として用いられるため、アシストドーパント材料としては正孔輸送性の高い材料が好適に選択される。

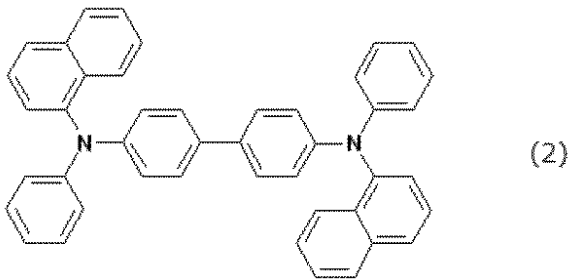
【0084】

アシストドーパント材料(第1のアシストドーパント材料)としては、ホスト材料に対して逆の移動度を有するものであれば特に限定されないが、例えば、下記式(2)に示されるN,N'-ジ(1-ナフチル)-N,N'-ジフェニル-1,1'-ジフェニル-4,4'-ジアミン(-NPD)、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(3-メチルフェニル)-1,1'-ジフェニル-4,4'-ジアミン(TPD)、下記式(3)で表わされる化合物、下記式(4)で表わされる化合物等のテトラアリアルベンジジン誘導体、テトラアリアルジアミノフルオレン化合物またはその誘導体(アミン系化合物)、オキサジアゾール誘導体、ペリレン誘導体、ピリジン誘導体、ピリミジン誘導体、キノキサリン誘導体およびジフェニルキノン誘導体等が挙げられ、これらのうち1種を単独でまたは2種以上を組み合わせ用いることもできる。

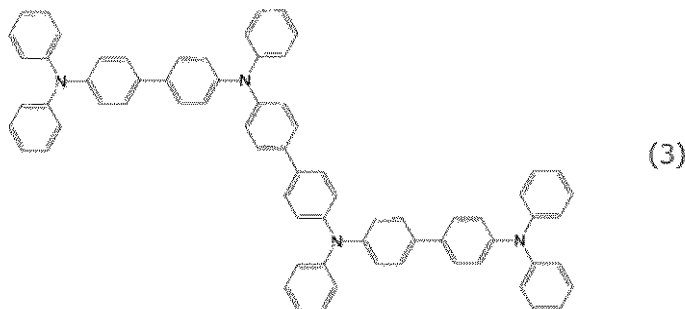
20

【0085】

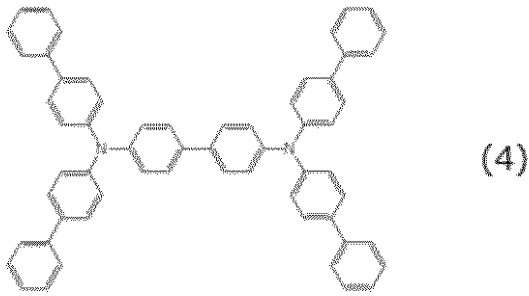
【化9】



30



40



【0086】

10

また、第1の発光層61の平均厚さは、特に限定されないが、5～50nm程度であるのが好ましく、10～40nm程度であるのがより好ましい。

【0087】

(第2の発光層)

第2の発光層62は、第1の発光層61に含まれるアシストドーパント材料を含まず、固有の色に発光する発光材料(第2の発光材料)と、発光材料を保持するホスト材料(第2のホスト材料)とを含んで構成されている。

【0088】

発光材料(第2の発光材料)は、第1の発光層61と同様に、第2の発光層62に発光させる光の色に応じて適宜選択され、例えば、第2の発光層62を赤色の光を発光するものとする場合、発光材料としては赤色発光材料が用いられ、第2の発光層62を青色の光を発光するものとする場合、発光材料としては青色発光材料が用いられ、さらに、第2の発光層62を緑色の光を発光するものとする場合、発光材料としては緑色発光材料が用いられる。

20

【0089】

したがって、第1の発光層61と第2の発光層62とを同一の色を発光するものとする場合には、それぞれに含まれる、第1の発光材料と第2の発光材料とは同一のものが用いられる。また、第1の発光層61と第2の発光層62とを異なる色を発光するものとする場合には、それぞれに含まれる、第1の発光材料と第2の発光材料とは異なる(異種)のものが用いられる。なお、ここで言う「同一の発光材料」とは、同一の色を発光するものであれば、同一の発光材料と言い、「異種の発光材料」とは、異なる色を発光するものであれば、異種の発光材料と言うこととする。

30

【0090】

赤色発光材料、青色発光材料および緑色発光材料としては、例えば、第1の発光層61の赤色発光材料、青色発光材料および緑色発光材料として説明したのと同様のものを用いることができる。

【0091】

また、第2の発光層62の構成材料としては、発光材料(第2の発光材料)に加えて、この発光材料をゲスト材料とするホスト材料(第2のホスト材料)が含まれる。このホスト材料は、正孔と電子とを再結合して励起子を生成するとともに、その励起子のエネルギーを発光材料に移動(フェルスター移動またはデクスター移動)させて、発光材料を励起する機能を有する。このようなホスト材料は、例えば、ゲスト材料である発光材料を発光ドーパントとしてホスト材料にドープして用いられる。

40

【0092】

このようなホスト材料としては、例えば、第1の発光層61のホスト材料として説明したのと同様のものを用いることができる。

【0093】

第2の発光層62中における発光材料の含有量(ドープ量)は、用いる発光材料の種類によって若干異なるが、例えば、0.01～10wt%であるのが好ましく、0.1～5wt%であるのがより好ましい。発光材料の含有量をこのような範囲内とすることで、発

50

光効率を最適化することができ、第1の発光層61の発光量とのバランスをとりつつ第2の発光層62を発光させることができる。

【0094】

また、第2の発光層62の平均厚さは、特に限定されないが、5～50nm程度であるのが好ましく、10～40nm程度であるのがより好ましい。

【0095】

さて、前述の通り、陽極と陰極との間に発光層を備える発光素子では、通常、発光層に電子を円滑に流す必要があることから、ホスト材料としては、電子輸送性の高い材料が用いられる。そのため、電子のキャリア輸送性に偏りが大きくなることから、キャリアの再結合位置が正孔輸送層と発光層との界面付近に集中する。その結果、かかる構成の発光素子では、通常、発光層の輝度劣化が界面付近において局所的に生じる傾向を示すという問題があった。

10

【0096】

かかる問題点を解消することを目的に、例えば、発光層を、発光材料と、ホスト材料との他にさらに、ホスト材料に対して逆の移動度を有する（正孔輸送性の高い）アシストドーパント材料が構成材料として含まれる構成のものとするのが考えられる。

【0097】

このように発光層を、アシストドーパント材料を含むものとするので、発光層におけるキャリア輸送性を制御することができる。その結果、正孔と電子とが再結合して励起子を生成する厚さ方向の位置が調整され、発光素子の高効率化および長寿命化が図られる。しかしながら、単に、アシストドーパント材料を含むものとしたり、ホスト材料とアシストドーパント材料のHOMO、LUMOの関係を制御したりするだけでは、正孔および電子のキャリア輸送性を十分に制御することができず、発光層におけるキャリアの再結合位置を良好な位置に設定することができなかった。

20

【0098】

より具体的には、アシストドーパント材料を含むものとするので、発光層において正孔が円滑に輸送されることとなり、これに起因して、正孔が発光層よりも陰極側に供給され、電子輸送層に含まれる構成材料が変質・劣化し、発光素子の発光特性が低下するという新たな問題が生じた。

【0099】

かかる問題点に対して、本発明では、発光素子1（発光部6）を、陽極3側から陰極9側に積層された、第1の発光層61と、第2の発光層62とを備えるものとし、さらに、この第1の発光層61を、発光材料（第1の発光材料）と、この発光材料を保持するホスト材料（第1のホスト材料）と、ホスト材料に対して逆の移動度を有するアシストドーパント材料とを含んで構成されるものとし、かつ、第2の発光層62を、アシストドーパント材料を含まず、発光材料（第2の発光材料）と、ホスト材料（第2のホスト材料）とを含んで構成されるものとしている。

30

【0100】

このように、本発明では、発光層（発光部6）を、第1の発光層61と第2の発光層62とが積層された積層体とし、さらに、第1の発光層61を、アシストドーパント材料を含有するものとし、第2の発光層62を、アシストドーパント材料を含有しないものとしている。これにより、第1の発光層61では、正孔が円滑に輸送されるが、第2の発光層62では、第1の発光層61に比較して正孔の輸送が阻害されることとなる。その結果、第1の発光層61を通過した正孔が、第2の発光層62内を通過して、第2の発光層62に隣接する電子輸送層7に到達してしまうことが的確に抑制または防止される。すなわち、第2の発光層62は、電子輸送層7への正孔の通過を抑制または防止するブロック層としての機能を発揮する。したがって、電子輸送層7に含まれる構成材料の変質・劣化を的確に抑制または防止することができる。

40

【0101】

以上のことから、キャリアが再結合する位置を、正孔輸送層5と第1の発光層61との

50

界面付近から十分に離間することができるとともに、この再結合サイトを発光層 6 1、6 2 に亘って好適に広げることができるため、界面付近における局所的な発光材料（ドーパント材料）の劣化が抑制される。その結果、発光素子 1 は、優れた発光特性およびかかる発光特性を長期に亘って持続する寿命特性を有するものとなる。

【0102】

また、第 1 の発光層 6 1 における正孔の移動度を、 $\mu_h [cm^2 / Vs]$ とし、電子の移動度を $\mu_e [cm^2 / Vs]$ としたとき、移動度比 μ_e / μ_h 、すなわち、第 1 の発光層 6 1 における正孔の移動度と電子の移動度との関係が下記式 (1) の関係を満足することが好ましい。

$$0.01 \leq \mu_e / \mu_h \leq 100 \quad \dots \quad (1)$$

10

【0103】

かかる関係式 (1) を満足することで、第 1 の発光層 6 1 において、正孔と電子とがバランスよく流れていると言うことができる。そのため、キャリアが再結合する位置（再結合サイト）を、第 1 の発光層 6 1 と正孔輸送層 5 との界面付近から十分に離間することができるとともに、この再結合サイトを発光層 6 1、6 2 に亘ってより広範囲に広げることができるため、前記効果をより確実に発揮させることができる。

【0104】

なお、移動度比 μ_e / μ_h の値は、インピーダンス分光法により、正孔移動度および電子移動度を測定し、これらの比を得ることで求めることができる。

【0105】

また、 μ_e / μ_h 値は、前記式 (1) に示すとおり、0.01 以上 100 以下であることが好ましいが、0.1 以上 10 以下であることがより好ましい。これにより、発光層 6 1、6 2 における再結合サイトをより確実に広げることができる。

20

【0106】

また、アシストドーパント材料（第 1 のアシストドーパント材料）としては、ホスト材料として、前述したもののうち、アセン系化合物を用いた場合には、それぞれ、アミン系化合物であることが好ましい。これにより、第 1 の発光層 6 1 において、正孔と電子とをよりバランスよく流すことが可能となる。そのため、容易に前記関係式 (1) を満足するものとするることができる。

【0107】

さらに、アセン系化合物としては、前記式 (4) で表わされる化合物であることが好ましい。これにより、前記効果をより顕著に発揮させることができる。

30

【0108】

また、アシストドーパント材料の含有量は、第 1 の発光層 6 1 において、20 wt % 以上、70 wt % 以下であることが好ましく、20 wt % 以上、50 wt % 以下であることがより好ましい。アシストドーパント材料の含有量をかか範囲内に設定することにより、これにより、第 1 の発光層 6 1 において、正孔と電子とをよりバランスよく流すことが可能となる。そのため、前記関係式 (1) を満足するものに容易に設定することができる。

【0109】

また、第 1 の発光層 6 1 および第 2 の発光層 6 2 の膜厚は、それぞれ、前述したような範囲のものであれば、特に限定されないが、それぞれの膜厚を、 $T(EML1)$ および $T(EML2)$ としたとき、 $T(EML1) \leq T(EML2)$ の関係を満足することが好ましい。このように、第 2 の発光層 6 2 を、第 1 の発光層 6 1 の膜厚と同一か、それよりも厚い膜厚を有するものとするすることで、第 2 の発光層 6 2 に、電子輸送層 7 への正孔の通過を抑制または防止するブロック層としての機能をより確実に発揮させることができる。

40

【0110】

（電子輸送層）

電子輸送層 7 は、陰極 9 と発光部 6 との間で、第 2 の発光層 6 2 に接して設けられており、陰極 9 から電子注入層 8 を介して注入された電子を第 2 の発光層 6 2（発光部 6）に

50

輸送する機能を有するものである。

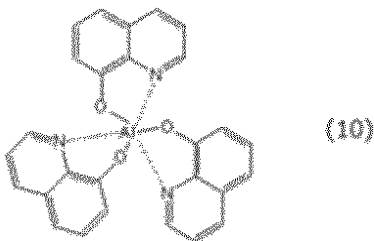
【0111】

電子輸送層7の構成材料(電子輸送材料)としては、例えば、2,9-ジメチル-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン(BCP)等のフェナントロリン誘導体、下記式(10)に示すトリス(8-キノリノラト)アルミニウム(Alq_3)等の8-キノリノールなしいその誘導体を配位子とする有機金属錯体などのキノリン誘導体、下記式(11)に示される化合物のようなアザインドリジン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ペリレン誘導体、ピリジン誘導体、ピリミジン誘導体、キノキサリン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、ニトロ置換フルオレン誘導体等が挙げられ、これらのうちの1種または2種以上を組み合わせて用いることができる。

10

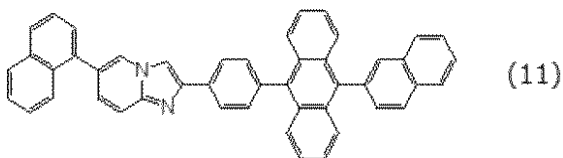
【0112】

【化10】



【0113】

【化11】



20

【0114】

電子輸送層7の平均厚さは、特に限定されないが、0.5~100nm程度であるのが好ましく、1~50nm程度であるのがより好ましい。

【0115】

30

(電子注入層)

電子注入層8は、陰極9からの電子注入効率を向上させる機能を有するものである。

【0116】

この電子注入層8の構成材料(電子注入材料)としては、例えば、各種の無機絶縁材料、各種の無機半導体材料が挙げられる。

【0117】

このような無機絶縁材料としては、例えば、アルカリ金属カルコゲナイド(酸化物、硫化物、セレン化物、テルル化物)、アルカリ土類金属カルコゲナイド、アルカリ金属のハロゲン化物およびアルカリ土類金属のハロゲン化物等が挙げられ、これらのうちの1種または2種以上を組み合わせて用いることができる。これらを主材料として電子注入層を構成することにより、電子注入性をより向上させることができる。特にアルカリ金属化合物(アルカリ金属カルコゲナイド、アルカリ金属のハロゲン化物等)は仕事関数が非常に小さく、これを用いて電子注入層8を構成することにより、発光素子1は、高い輝度が得られるものとなる。

40

【0118】

アルカリ金属カルコゲナイドとしては、例えば、 Li_2O 、 LiO 、 Na_2S 、 Na_2Se 、 NaO 等が挙げられる。

【0119】

アルカリ土類金属カルコゲナイドとしては、例えば、 CaO 、 BaO 、 SrO 、 BeO 、 BaS 、 MgO 、 $CaSe$ 等が挙げられる。

50

【0120】

アルカリ金属のハロゲン化物としては、例えば、CsF、LiF、NaF、KF、LiCl、KCl、NaCl等が挙げられる。

【0121】

アルカリ土類金属のハロゲン化物としては、例えば、CaF₂、BaF₂、SrF₂、MgF₂、BeF₂等が挙げられる。

【0122】

また、無機半導体材料としては、例えば、Li、Na、Ba、Ca、Sr、Yb、Al、Ga、In、Cd、Mg、Si、Ta、SbおよびZnのうちの少なくとも1つの元素を含む酸化物、窒化物または酸化窒化物等が挙げられ、これらのうちの1種または2種以上を組み合わせて用いることができる。

10

【0123】

電子注入層8の平均厚さは、特に限定されないが、0.1~1000nm程度であるのが好ましく、0.2~100nm程度であるのがより好ましく、0.2~50nm程度であるのがさらに好ましい。

【0124】

なお、この電子注入層8は、陰極9と電子輸送層7とに含まれる構成材料の組み合わせ等によっては省略するようにしてもよい。

【0125】

(封止部材)

20

封止部材10は、陽極3、積層体15、および陰極9を覆うように設けられ、これらを気密的に封止し、酸素や水分を遮断する機能を有する。封止部材10を設けることにより、発光素子1の信頼性の向上や、変質・劣化の防止(耐久性向上)等の効果が得られる。

【0126】

封止部材10の構成材料としては、例えば、Al、Au、Cr、Nb、Ta、Tiまたはこれらを含む合金、酸化シリコン、各種樹脂材料等を挙げることができる。なお、封止部材10の構成材料として導電性を有する材料を用いる場合には、短絡を防止するために、封止部材10と陽極3、積層体15、および陰極9との間には、必要に応じて、絶縁膜を設けるのが好ましい。

【0127】

30

また、封止部材10は、平板状として、基板2と対向させ、これらの間を、例えば熱硬化性樹脂等のシール材で封止することができる。

【0128】

以上のような発光素子1は、例えば、次のようにして製造することができる。

[1] まず、基板2を用意し、この基板2上に陽極3を形成する。

【0129】

陽極3は、例えば、プラズマCVD、熱CVDのような化学蒸着法(CVD)、真空蒸着等の乾式メッキ法、電解メッキ等の湿式メッキ法、溶射法、ゾル・ゲル法、MOD法、金属箔の接合等を用いて形成することができる。

【0130】

40

[2] 次に、陽極3上に正孔注入層4を形成する。

正孔注入層4は、例えば、CVD法や、真空蒸着、スパッタリング等の乾式メッキ法等を用いた気相プロセスにより形成することができる。

【0131】

また、正孔注入層4は、例えば、正孔注入材料を溶媒に溶解または分散媒に分散してなる正孔注入層形成用材料を、陽極3上に供給した後、乾燥(脱溶媒または脱分散媒)することによっても形成することができる。

【0132】

正孔注入層形成用材料の供給方法としては、例えば、スピンコート法、ロールコート法、インクジェット印刷法等の各種塗布法を用いることもできる。かかる塗布法を用いるこ

50

とにより、正孔注入層 4 を比較的容易に形成することができる。

【0133】

正孔注入層形成用材料の調製に用いる溶媒または分散媒としては、例えば、各種無機溶媒や、各種有機溶媒、または、これらを含む混合溶媒等が挙げられる。

【0134】

なお、乾燥は、例えば、大気圧または減圧雰囲気中での放置、加熱処理、不活性ガスの吹付け等により行うことができる。

【0135】

また、本工程に先立って、陽極 3 の上面には、酸素プラズマ処理を施すようにしてもよい。これにより、陽極 3 の上面を親液性を付与すること、陽極 3 の上面に付着する有機物を除去（洗浄）すること、陽極 3 の上面付近の仕事関数を調整すること等を行うことができる。

10

【0136】

ここで、酸素プラズマ処理の条件としては、例えば、プラズマパワー 100 ~ 800 W 程度、酸素ガス流量 50 ~ 100 mL/min 程度、被処理部材（陽極 3）の搬送速度 0.5 ~ 10 mm/sec 程度、基板 2 の温度 70 ~ 90 程度とするのが好ましい。

【0137】

[3] 次に、正孔注入層 4 上に正孔輸送層 5 を形成する。

正孔輸送層 5 は、例えば、CVD 法や、真空蒸着、スパッタリング等の乾式メッキ法等を用いた気相プロセスにより形成することができる。

20

【0138】

また、正孔輸送材料を溶媒に溶解または分散媒に分散してなる正孔輸送層形成用材料を、正孔注入層 4 上に供給した後、乾燥（脱溶媒または脱分散媒）することによっても形成することができる。

【0139】

[4] 次に、正孔輸送層 5 上に、第 1 の発光層 6 1 を形成する。

第 1 の発光層 6 1 は、例えば、CVD 法や、真空蒸着、スパッタリング等の乾式メッキ法等を用いた気相プロセスにより形成することができる。

【0140】

[5] 次に、第 1 の発光層 6 1 上に、第 2 の発光層 6 2 を形成する。

第 2 の発光層 6 2 は、例えば、CVD 法や、真空蒸着、スパッタリング等の乾式メッキ法等を用いた気相プロセスにより形成することができる。

30

【0141】

[6] 次に、第 2 の発光層 6 2 上に、電子輸送層 7 を形成する。

電子輸送層 7 は、例えば、CVD 法や、真空蒸着、スパッタリング等の乾式メッキ法等を用いた気相プロセスにより形成することができる。

【0142】

また、電子輸送層 7 は、例えば、電子輸送材料を溶媒に溶解または分散媒に分散してなる電子輸送層形成用材料を、第 2 の発光層 6 2 上に供給した後、乾燥（脱溶媒または脱分散媒）することによっても形成することができる。

40

【0143】

[7] 次に、電子輸送層 7 上に、電子注入層 8 を形成する。

電子注入層 8 の構成材料として無機材料を用いる場合、電子注入層 8 は、例えば、CVD 法や、真空蒸着、スパッタリング等の乾式メッキ法等を用いた気相プロセス、無機微粒子インクの塗布および焼成等を用いて形成することができる。

【0144】

[8] 次に、電子注入層 8 上に、陰極 9 を形成する。

陰極 9 は、例えば、真空蒸着法、スパッタリング法、金属箔の接合、金属微粒子インクの塗布および焼成等を用いて形成することができる。

以上のような工程を経て、発光素子 1 が得られる。

50

【0145】

最後に、得られた発光素子1を覆うように封止部材10を被せ、基板2に接合する。
上述したような発光素子1は、例えば、発光装置（本発明の発光装置）に用いることができる。

【0146】

このような発光装置は、前述したような発光素子1を備えるため、比較的低電圧で駆動できるものとなっている。

【0147】

また、このような発光装置は、例えば照明等に用いる光源等として使用することができる。

10

【0148】

また、発光装置中の複数の発光素子1をマトリックス状に配置することにより、ディスプレイ装置に用いる発光装置を構成することができる。

【0149】

次に、本発明の表示装置を適用したディスプレイ装置の一例について説明する。

図2は、本発明の表示装置を適用したディスプレイ装置の実施形態を示す縦断面図である。

【0150】

図2に示すディスプレイ装置100は、サブ画素100R、100G、100Bに対応して設けられた複数の発光素子1R、1G、1Bを備える発光装置101を有している。
ここで、ディスプレイ装置100は、トップエミッション構造のディスプレイパネルである。なお、ディスプレイ装置の駆動方式としては、特に限定されず、アクティブマトリックス方式、パッシブマトリックス方式のいずれであってもよい。

20

【0151】

発光装置101は、基板21と発光素子1R、1G、1Bと、駆動用トランジスタ24とを有している。

【0152】

基板21上には、複数の駆動用トランジスタ24が設けられ、これらの駆動用トランジスタ24を覆うように、絶縁材料で構成された平坦化層22が形成されている。

【0153】

各駆動用トランジスタ24は、シリコンからなる半導体層241と、半導体層241上に形成されたゲート絶縁層242と、ゲート絶縁層242上に形成されたゲート電極243と、ソース電極244と、ドレイン電極245とを有している。

30

【0154】

平坦化層22上には、各駆動用トランジスタ24に対応して発光素子1R、1G、1Bが設けられている。

【0155】

発光素子1Rは、平坦化層22上に、反射膜32、腐食防止膜33、陽極3、積層体15、陰極9、陰極カバー34がこの順に積層されている。

【0156】

なお、発光素子1G、1Bの構成は、それぞれが発光する光の色が異なる以外は発光素子1Rの構成と同様である。また、図2では、図1と同様の構成に関しては、同一符号を付してある。また、反射膜32の構成（特性）は、光の波長に応じて、発光素子1R、1G、1B間で異なってもよい。

40

隣接する発光素子1R、1G、1B同士の間には、隔壁31が設けられている。

【0157】

本実施形態では、各発光素子1R、1G、1Bの陽極3は、画素電極を構成し、各駆動用トランジスタ24のドレイン電極245に導電部（配線）27により電氣的に接続されている。また、各発光素子1R、1G、1Bの陰極9は、共通電極とされている。

【0158】

50

また、積層体 15 は、陽極 3 側から正孔注入層 4 と、正孔輸送層 5 と、発光部 6 と、電子輸送層 7 と、電子注入層 8 とがこの順で積層され、正孔注入層 4 と、正孔輸送層 5 と、発光部 6 とは、隔壁 31 により分離されることにより、発光素子 1R、1G、1B 毎に個別に設けられており、電子輸送層 7 と、電子注入層 8 とは、各発光素子 1R、1G、1B に共通に設けられている。

【0159】

発光素子 1R、1G、1B を、かかる構成のものとし、それぞれの発光部 6 に含まれる発光材料の種類を適宜選択することにより、発光素子 1R、発光素子 1G および発光素子 1B を、それぞれ、赤色、緑色および青色を発光するものとして、これにより、フルカラー画像の表示が実現される。

10

【0160】

また、このように構成された発光装置 101 上には、これを覆うように、エポキシ樹脂で構成されたエポキシ層 35 が形成されている。

【0161】

エポキシ層 35 上には、発光素子 1R、1G、1B に対応した開口部 19 を備える遮光層 36 が設けられている。これにより、意図しないサブ画素 100R、100G、100B が発光するのを防止することができる。

そして、遮光層 36 上には、これらを覆うように封止基板 20 が設けられている。

【0162】

以上説明したようなディスプレイ装置 100 は、単色表示であってもよく、各発光素子 1R、1G、1B に用いる発光材料を選択することにより、カラー表示も可能である。

20

【0163】

このようなディスプレイ装置 100 (本発明の表示装置) は、前述したような発光装置を用いるため、比較的低電圧で駆動することのできるものである。そのため、少ない消費電力で高品位な画像を表示することができる。

【0164】

図 3 は、本発明の電子機器を適用したモバイル型 (またはノート型) のパーソナルコンピュータの構成を示す斜視図である。

【0165】

この図において、パーソナルコンピュータ 1100 は、キーボード 1102 を備えた本体部 1104 と、表示部を備える表示ユニット 1106 とにより構成され、表示ユニット 1106 は、本体部 1104 に対しヒンジ構造部を介して回動可能に支持されている。

30

【0166】

このパーソナルコンピュータ 1100 において、表示ユニット 1106 が備える表示部が前述のディスプレイ装置 100 で構成されている。

【0167】

図 4 は、本発明の電子機器を適用した携帯電話機 (PHS も含む) の構成を示す斜視図である。

【0168】

この図において、携帯電話機 1200 は、複数の操作ボタン 1202、受話口 1204 および送話口 1206 とともに、表示部を備えている。

40

【0169】

携帯電話機 1200 において、この表示部が前述のディスプレイ装置 100 で構成されている。

【0170】

図 5 は、本発明の電子機器を適用したデジタルスチルカメラの構成を示す斜視図である。なお、この図には、外部機器との接続についても簡易的に示されている。

【0171】

ここで、通常のカメラは、被写体の光像により銀塩写真フィルムを感光するのに対し、デジタルスチルカメラ 1300 は、被写体の光像を CCD (Charge Coupled Device)

50

などの撮像素子により光電変換して撮像信号（画像信号）を生成する。

【0172】

デジタルスチルカメラ1300におけるケース（ボディー）1302の背面には、表示部が設けられ、CCDによる撮像信号に基づいて表示を行う構成になっており、被写体を電子画像として表示するファインダーとして機能する。

【0173】

デジタルスチルカメラ1300において、この表示部が前述のディスプレイ装置100で構成されている。

【0174】

ケースの内部には、回路基板1308が設置されている。この回路基板1308は、撮像信号を格納（記憶）し得るメモリーが設置されている。

【0175】

また、ケース1302の正面側（図示の構成では裏面側）には、光学レンズ（撮像光学系）やCCDなどを含む受光ユニット1304が設けられている。

【0176】

撮影者が表示部に表示された被写体像を確認し、シャッターボタン1306を押下すると、その時点におけるCCDの撮像信号が、回路基板1308のメモリーに転送・格納される。

【0177】

また、このデジタルスチルカメラ1300においては、ケース1302の側面に、ビデオ信号出力端子1312と、データ通信用の入出力端子1314とが設けられている。そして、図示のように、ビデオ信号出力端子1312にはテレビモニター1430が、データ通信用の入出力端子1314にはパーソナルコンピューター1440が、それぞれ必要に応じて接続される。さらに、所定の操作により、回路基板1308のメモリーに格納された撮像信号が、テレビモニター1430や、パーソナルコンピューター1440に出力される構成になっている。

【0178】

なお、本発明の電子機器は、図3のパーソナルコンピューター（モバイル型パーソナルコンピューター）、図4の携帯電話機、図5のデジタルスチルカメラの他にも、例えば、テレビや、ビデオカメラ、ビューファインダー型、モニタ直視型のビデオテープレコーダー、ラップトップ型パーソナルコンピューター、カーナビゲーション装置、ページャー、電子手帳（通信機能付も含む）、電子辞書、電卓、電子ゲーム機器、ワードプロセッサ、ワークステーション、テレビ電話、防犯用テレビモニター、電子双眼鏡、POS端末、タッチパネルを備えた機器（例えば金融機関のキャッシュディスプレイ、自動券売機）、医療機器（例えば電子体温計、血圧計、血糖計、心電表示装置、超音波診断装置、内視鏡用表示装置）、魚群探知機、各種測定機器、計器類（例えば、車両、航空機、船舶の計器類）、フライトシュミレーター、その他各種モニター類、プロジェクター等の投射型表示装置等に適用することができる。

【0179】

以上、本発明の発光素子、発光装置、表示装置および電子機器を、図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明はこれらに限定されるものでない。

【0180】

例えば、前述した実施形態では、発光素子が第1の発光層と第2の発光層との2層の発光層を有するものについて説明したが、これに限定されず、例えば、発光素子は、第1の発光層と第2の発光層との間に1層以上の他の発光層を備えるもの、すなわち、発光層を3層以上備えるものであってもよい。

【0181】

また、前記実施形態では、第1および第2の発光層が含有する発光材料として、赤色、青色または緑色の光を発光するものを説明したが、このような光を発光するものに限定されず、例えば、黄色やオレンジ色等の他の色の光を発光する発光材料を用いることもでき

10

20

30

40

50

る。

【実施例】

【0182】

次に、本発明の具体的実施例について説明する。

1. 発光素子の製造

【0183】

(実施例1A)

<1> まず、平均厚さ0.5mmの透明なガラス基板を用意した。次に、この基板の上に、スパッタ法により、平均厚さ50nmのITO電極(陽極)を形成した。

【0184】

そして、基板をアセトン、2-プロパノールの順に浸漬し、超音波洗浄した後、酸素プラズマ処理を施した。

【0185】

<2> 次に、ITO電極上に、前記式(2)に示されるN,N'-ビス(1-ナフチル)-N,N'-ジフェニル[1,1'-ピフェニル]-4,4'-ジアミン(-NPD)を真空蒸着法により蒸着させ、平均厚さ60nmの正孔輸送層を形成した。

【0186】

<3> 次に、正孔輸送層上に、青色発光層の構成材料を真空蒸着法により蒸着させ、平均厚さ30nmの第1の青色発光層(第1の発光層)を形成した。第1の青色発光層の構成材料としては、青色発光材料として前記式(8)で示されるジスチリルジアミン系化合物を用い、ホスト材料として前記式(6)に示されるアントラセン誘導体を用い、アシストドーパント材料として前記式(4)で表わされるアミン誘導体を用いた。また、青色発光層中の青色発光材料(ドーパント)の含有量(ドーパ濃度)は、8.0wt%とし、前記式(6)に示されるアントラセン誘導体と前記式(4)で表わされるアミン誘導体との混合比を70:30とした。

【0187】

<4> 次に、第1の青色発光層上に、第2の青色発光層の構成材料を真空蒸着法により蒸着させ、平均厚さ10nmの第2の青色発光層(第2の発光層)を形成した。第2の青色発光層の構成材料としては、青色発光材料として前記式(8)で示されるジスチリルジアミン系化合物を用い、ホスト材料として前記式(6)に示されるアントラセン誘導体を用いた。また、青色発光層中の青色発光材料(ドーパント)の含有量(ドーパ濃度)は、8.0wt%とした。

【0188】

<5> 次に、第2の青色発光層上に、前記式(11)に示されるアザインドリジン誘導体を真空蒸着法により成膜し、平均厚さ20nmの電子輸送層を形成した。

【0189】

<6> 次に、電子輸送層上に、フッ化リチウム(LiF)を真空蒸着法により成膜し、平均厚さ1nmの電子注入層を形成した。

【0190】

<7> 次に、電子注入層上に、Alを真空蒸着法により成膜した。これにより、Alで構成される平均厚さ100nmの陰極を形成した。

【0191】

<8> 次に、形成した各層を覆うように、ガラス製の保護カバー(封止部材)を被せ、エポキシ樹脂により固定、封止した。

【0192】

以上の工程により、第1および第2の発光層が同一の色(青色)を発光する図1に示すような実施例1Aの発光素子を製造した。

【0193】

(比較例1A)

前記工程<3>における青色発光材料の添加を省略したこと、および前記工程<4>を

10

20

30

40

50

省略したこと以外は、前記実施例 1 A と同様にして、比較例 1 A の発光素子を製造した。

【 0 1 9 4 】

(比較例 2 A)

前記工程 < 4 > を省略したこと以外は、前記実施例 1 A と同様にして、比較例 2 A の発光素子を製造した。

【 0 1 9 5 】

2 . 発光寿命の評価

実施例 1 A および比較例 1 A 、 2 A の発光素子について、直流電源を用いて発光素子に初期輝度を一定として発光させ、輝度計を用いて輝度を測定し、その輝度が初期の輝度の 8 0 % となるまでの時間 (L T 8 0) を測定し、実施例 1 A 、 比較例 2 A の発光素子について、比較例 1 A の発光素子で測定された L T 8 0 を 1 0 0 とした時の相対値を求めた。

10

表 1 に、上記の評価結果を示す。

【 0 1 9 6 】

【表 1】

		素子構造 (膜厚:nm)										寿命LT80		
		層	HTL	EML1 (Blue)				EML2 (Blue)			ETL	EIL	Cathode	
実施例1A	材料	HTL-1	Host-1	AD-1	BD	Host-1	—	BD	ETL-1	LIF	Al	250		
	濃度	—	70:30		8wt%		—	8wt%		—	—		—	
	膜厚	60	30				10			20	1		100	
比較例1A	層	HTL	EML1 (Blue)							ETL	EIL	Cathode	100	
	材料	HTL-1	Host-1	—	BD				ETL-1	LIF	Al			
	濃度	—	—		8wt%					—	—	—		
	膜厚	60	40							20	1	100		
比較例2A	層	HTL	EML1 (Blue)							ETL	EIL	Cathode	200	
	材料	HTL-1	Host-1	AD-1	BD				ETL-1	LIF	Al			
	濃度	—	70:30		8wt%					—	—	—		
	膜厚	60	40							20	1	100		

20

30

※寿命：一定電流密度で駆動した時、初期輝度が20%減る時間
比較例 1 A の時間を 100 とした時の相対値で表記

【 0 1 9 7 】

表 1 から明らかなように、実施例 1 A の発光素子は、アシストドーパント材料を含有する第 1 の発光層と、アシストドーパント材料を含有しない第 2 の発光層とが陽極側からこの順で積層された発光部を備えており、これにより、かかる構成の発光部を有しない比較例 1 A 、 2 A と比較して、発光寿命が長いものとなった。

【 0 1 9 8 】

3 . 発光素子の製造

(実施例 1 B)

< 1 > まず、平均厚さ 0 . 5 mm の透明なガラス基板を用意した。次に、この基板上に、スパッタ法により、平均厚さ 5 0 nm の I T O 電極 (陽極) を形成した。

40

【 0 1 9 9 】

そして、基板をアセトン、2 - プロパノールの順に浸漬し、超音波洗浄した後、酸素プラズマ処理を施した。

【 0 2 0 0 】

< 2 > 次に、I T O 電極上に、前記式 (2) に示される N , N ' - ビス (1 - ナフチル) - N , N ' - ジフェニル [1 , 1 ' - ビフェニル] - 4 , 4 ' - ジアミン (- N P D) を真空蒸着法により蒸着させ、平均厚さ 6 0 nm の正孔輸送層を形成した。

【 0 2 0 1 】

50

< 3 > 次に、正孔輸送層上に、青色発光層の構成材料を真空蒸着法により蒸着させ、平均厚さ 20 nm の青色発光層（第 1 の発光層）を形成した。青色発光層の構成材料としては、青色発光材料として前記式（8）で示されるジスチリルジアミン系化合物を用い、ホスト材料として前記式（6）に示されるアントラセン誘導体を用い、アシストドーパント材料として前記式（4）で表わされるアミン誘導体を用いた。また、青色発光層中の青色発光材料（ドーパント）の含有量（ドーブ濃度）は、8.0 wt % とし、前記式（6）に示されるアントラセン誘導体と前記式（4）で表わされるアミン誘導体との混合比を 70 : 30 とした。

【0202】

< 4 > 次に、青色発光層上に、緑色発光層の構成材料を真空蒸着法により蒸着させ、平均厚さ 20 nm の緑色発光層（第 2 の発光層）を形成した。緑色発光層の構成材料としては、緑色発光材料（ゲスト材料）として前記式（9）に示されるキナクリドン誘導体を用い、ホスト材料として前記式（6）に示されるアントラセン誘導体を用いた。また、緑色発光層中の緑色発光材料（ドーパント）の含有量（ドーブ濃度）は、1.0 wt % とした。

10

【0203】

< 5 > 次に、緑色発光層上に、前記式（11）に示されるアザインドリジン誘導体を真空蒸着法により成膜し、平均厚さ 20 nm の電子輸送層を形成した。

【0204】

< 6 > 次に、電子輸送層上に、フッ化リチウム（LiF）を真空蒸着法により成膜し、平均厚さ 1 nm の電子注入層を形成した。

20

【0205】

< 7 > 次に、電子注入層上に、Al を真空蒸着法により成膜した。これにより、Al で構成される平均厚さ 100 nm の陰極を形成した。

【0206】

< 8 > 次に、形成した各層を覆うように、ガラス製の保護カバー（封止部材）を被せ、エポキシ樹脂により固定、封止した。

【0207】

以上の工程により、第 1 および第 2 の発光層が異なる色（青色および緑色）を発光する図 1 に示すような実施例 1 B の発光素子を製造した。

30

【0208】

（比較例 1 B）

前記工程 < 3 > で用いた青色発光層の構成材料を、以下に示すものとしたこと以外は、前記実施例 1 B と同様にして、比較例 1 B の発光素子を製造した。

【0209】

すなわち、青色発光層の構成材料としては、青色発光材料として前記式（8）で示されるジスチリルジアミン系化合物を用い、ホスト材料として前記式（6）に示されるアントラセン誘導体を用い、さらに、アシストドーパント材料の添加が省略されたものを用いた。また、青色発光層中の青色発光材料（ドーパント）の含有量（ドーブ濃度）は、8.0 wt % とした。

40

【0210】

（比較例 2 B）

前記工程 < 4 > で用いた緑色発光層の構成材料を、以下に示すものとしたこと以外は、前記実施例 1 B と同様にして、比較例 2 B の発光素子を製造した。

【0211】

すなわち、緑色発光層の構成材料としては、緑色発光材料（ゲスト材料）として前記式（9）に示されるキナクリドン誘導体を用い、ホスト材料として前記式（6）に示されるアントラセン誘導体を用い、アシストドーパント材料として前記式（4）で表わされるアミン誘導体を用いた。また、緑色発光層中の緑色発光材料（ドーパント）の含有量（ドーブ濃度）は、1.0 wt % とし、前記式（6）に示されるアントラセン誘導体と前記式（

50

4) で表わされるアミン誘導体との混合比を70 : 30とした。

【0212】

4. 発光寿命の評価

実施例1Bおよび比較例1B、2Bの発光素子について、直流電源を用いて発光素子に初期輝度を一定として発光させ、輝度計を用いて輝度を測定し、その輝度が初期の輝度の80%となるまでの時間(LT80)を測定し、実施例1B、比較例2Bの発光素子について、比較例1Bの発光素子で測定されたLT80を100とした時の相対値を求めた。

表2に、上記の評価結果を示す。

【0213】

【表2】

	素子構造(膜厚: nm)										寿命LT80		
	層	HTL	EML1 (Blue)				EML2 (Green)			ETL		EIL	Cathode
実施例1B	材料	HTL-1	Host-1	AD-1	BD	Host-1	-	GD	ETL-1	LIF	Al	250	
	濃度	-	70:30		8wt%	-	1wt%	-	-	-			
	膜厚	60	20		20			20	1	100			
比較例1B	層	HTL	EML1 (Blue)				EML2 (Green)			ETL	EIL	Cathode	100
	材料	HTL-1	Host-1	-	BD	Host-1	-	GD	ETL-1	LIF	Al		
	濃度	-	-		8wt%	-	1wt%	-	-	-			
	膜厚	60	20		20			20	1	100			
比較例2B	層	HTL	EML1 (Blue)				EML2 (Green)			ETL	EIL	Cathode	200
	材料	HTL-1	Host-1	AD-1	BD	Host-1	AD-1	GD	ETL-1	LIF	Al		
	濃度	-	70:30		8wt%	70:30		1wt%	-	-			
	膜厚	60	20		20			20	1	100			

※寿命：一定電流密度で駆動した時、初期輝度が20%減る時間
比較例1Bの時間を100とした時の相対値で表記

【0214】

表2から明らかなように、実施例1Bの発光素子は、アシストドーパント材料を含有する第1の発光層と、アシストドーパント材料を含有しない第2の発光層とが陽極側からこの順で積層された発光部を備えており、これにより、かかる構成の発光部を有しない比較例1B、2Bと比較して、発光寿命が長いものとなった。

【符号の説明】

【0215】

- 1、1B、1G、1R..... 発光素子
- 2..... 基板
- 3..... 陽極
- 4..... 正孔注入層
- 5..... 正孔輸送層
- 6..... 発光部
- 61..... 第1の発光層
- 62..... 第2の発光層
- 7..... 電子輸送層
- 8..... 電子注入層
- 9..... 陰極
- 10..... 封止部材
- 15..... 積層体
- 19..... 開口部
- 100..... ディスプレイ装置

10

20

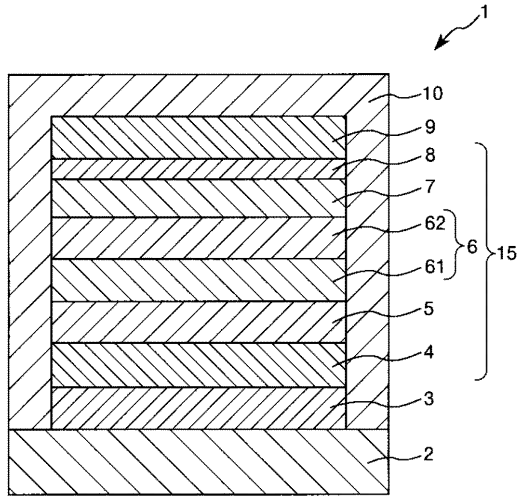
30

40

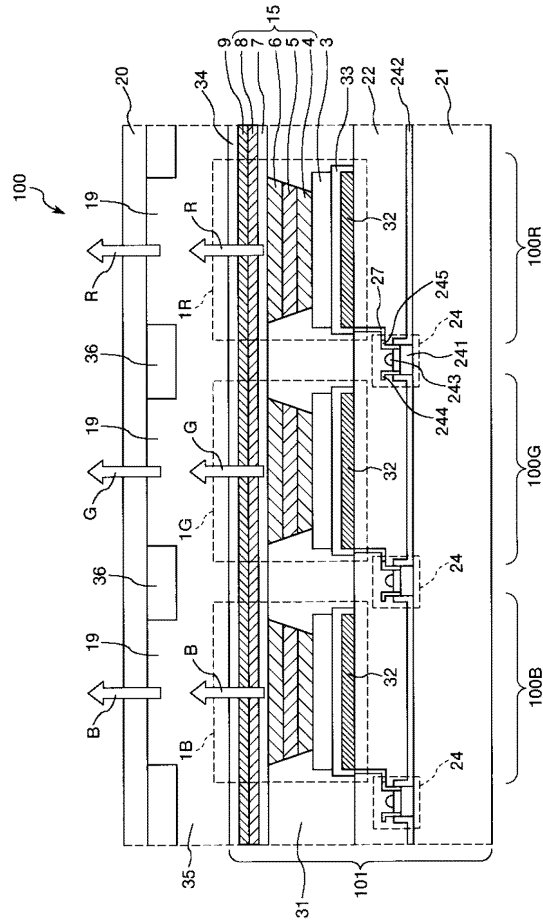
50

1 0 1	...	発光装置	
1 0 0 R、1 0 0 G、1 0 0 B	...	サブ画素	
2 0	...	封止基板	
2 1	...	基板	
2 2	...	平坦化層	
2 4	...	駆動用トランジスター	
2 4 1	...	半導体層	
2 4 2	...	ゲート絶縁層	
2 4 3	...	ゲート電極	
2 4 4	...	ソース電極	10
2 4 5	...	ドレイン電極	
2 7	...	配線	
3 1	...	隔壁	
3 2	...	反射膜	
3 3	...	腐食防止膜	
3 4	...	陰極カバー	
3 5	...	エポキシ層	
3 6	...	遮光層	
1 1 0 0	...	パーソナルコンピューター	
1 1 0 2	...	キーボード	20
1 1 0 4	...	本体部	
1 1 0 6	...	表示ユニット	
1 2 0 0	...	携帯電話機	
1 2 0 2	...	操作ボタン	
1 2 0 4	...	受話口	
1 2 0 6	...	送話口	
1 3 0 0	...	デジタルスチルカメラ	
1 3 0 2	...	ケース(ボディー)	
1 3 0 4	...	受光ユニット	
1 3 0 6	...	シャッターボタン	30
1 3 0 8	...	回路基板	
1 3 1 2	...	ビデオ信号出力端子	
1 3 1 4	...	データ通信用の入出力端子	
1 4 3 0	...	テレビモニター	
1 4 4 0	...	パーソナルコンピューター	

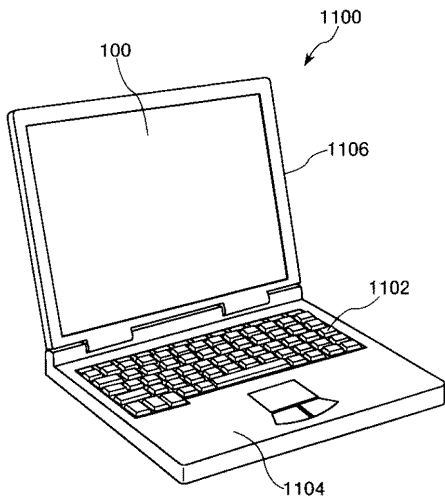
【 図 1 】



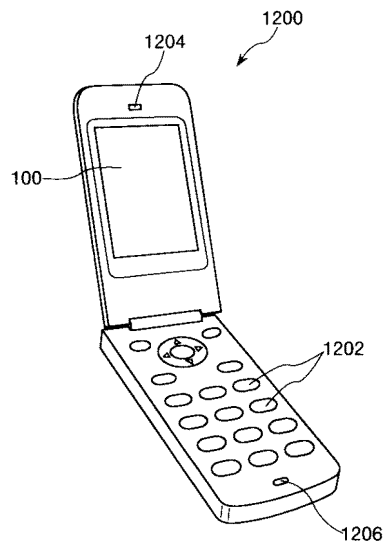
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

