

(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2011-96405

(P2011-96405A)

(43) 公開日 平成23年5月12日(2011.5.12)

(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 A	
	H05B 33/22 C	
	H05B 33/22 A	

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2009-246847 (P2009-246847)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成21年10月27日 (2009.10.27)		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
		(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	大竹 政久
			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 CC02 CC04 CC12
			CC14 CC21 DD52 DD58 DD71
			DD76 DD78 DD85 FF15

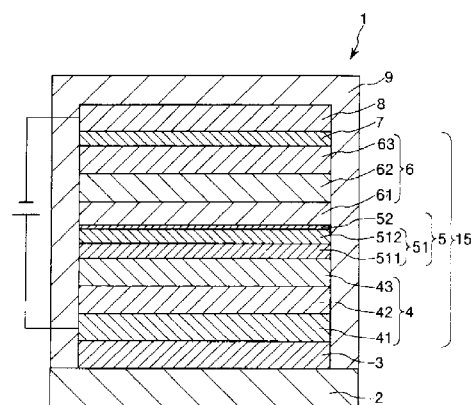
(54) 【発明の名称】 発光素子、発光装置、表示装置および電子機器

(57) 【要約】

【課題】優れた発光特性（発光効率、低駆動電圧）および長い発光寿命を有する発光素子、この発光素子を備える発光装置、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、陽極3と、陰極8と、陽極3と陰極8との間に設けられた第1の発光層42と、陰極8と第1の発光層42との間に設けられた第2の発光層62と、第1の発光層42と第2の発光層62との間に設けられ、電子吸引力を有する有機化合物を主材料として構成された電子吸引層512を有し、正孔および電子を発生させる第1のキャリア発生層51と、電子吸引層512と第2の発光層62との間に電子吸引層512に接して面方向に存在する部分と存在しない部分とを有するように設けられ、無機半導体材料で構成され、正孔および電子を発生させる第2のキャリア発生層52とを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

陽極と、

陰極と、

前記陽極と前記陰極との間に設けられ、前記陽極、前記陰極間に通電することにより発光する第 1 の発光層と、

前記陰極と前記第 1 の発光層との間に設けられ、前記陽極、前記陰極間に通電することにより発光する第 2 の発光層と、

前記第 1 の発光層と前記第 2 の発光層との間に設けられ、電子吸引力を有する有機化合物を主材料として構成された電子吸引層を有し、正孔および電子を発生させる第 1 のキャリア発生層と、

前記電子吸引層と前記第 2 の発光層との間に前記電子吸引層に接して面方向に存在する部分と存在しない部分とを有するように設けられ、無機半導体材料で構成され、正孔および電子を発生させる第 2 のキャリア発生層とを備えることを特徴とする発光素子。

【請求項 2】

前記第 2 のキャリア発生層は、前記存在する部分が互いに離間した複数の島状をなしている請求項 1 に記載の発光素子。

【請求項 3】

前記第 2 のキャリア発生層の平均厚さは、 $0.2 \sim 2.0 \text{ nm}$ である請求項 1 または 2 に記載の発光素子。

【請求項 4】

前記第 2 のキャリア発生層は、金属酸化物で構成されている請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の発光素子。

【請求項 5】

前記第 2 の発光層と前記第 2 のキャリア発生層の間には、前記第 2 のキャリア発生層に接するように、正孔輸送性を有する正孔輸送層が設けられている請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の発光素子。

【請求項 6】

前記電子吸引層は、芳香環を有する有機シアン化合物を含んで構成されている請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の発光素子。

【請求項 7】

前記有機シアン化合物は、ヘキサアザトリフェニレン誘導体である請求項 6 に記載の発光素子。

【請求項 8】

前記第 1 のキャリア発生層は、前記第 1 の発光層と前記電子吸引層との間に設けられ、前記電子吸引層側から前記第 1 の発光層側へ電子を輸送する電子輸送層を有する請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の発光素子。

【請求項 9】

前記電子輸送層は、電子輸送性を有する電子輸送性材料と、電子注入性を有する電子注入性材料とを含んで構成されている請求項 8 に記載の発光素子。

【請求項 10】

請求項 1 ないし 9 のいずれか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 11】

請求項 10 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 12】

請求項 11 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。

10

20

30

40

50

【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が印加されることにより、発光層に対して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。

このような発光素子としては、例えば、陰極と陽極との間に、2層以上の発光層を有し、これらの発光層同士の間には中間層（キャリア発生層）が設けられたものが知られている（例えば、特許文献1参照）。

10

【0003】

かかる発光素子では、陽極と陰極との間に電界が印加されることにより、中間層から電子および正孔が発生して隣接する発光層に供給される。したがって、陽極および陰極から供給される正孔および電子に加えて、中間層から供給される正孔および電子を各発光層の発光に用いることができる。このような発光素子は、発光層が一層の発光素子と比較して、高輝度で発光することができ、発光効率に優れる。また、低い電流を用いても、発光層が一層の発光素子と比較して、比較的高輝度で発光することができるため、発光素子が劣化しにくく、その結果、発光寿命が長いものとなる。

しかしながら、従来の発光素子は、駆動電圧が高く、消費電力が大きくなるという問題があった。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2008-293895号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の目的は、優れた発光特性（発光効率、低駆動電圧）および長い発光寿命を有する発光素子、この発光素子を備える発光装置、表示装置および電子機器を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

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、陽極と、

陰極と、

前記陽極と前記陰極との間に設けられ、前記陽極、前記陰極間に通電することにより発光する第1の発光層と、

前記陰極と前記第1の発光層との間に設けられ、前記陽極、前記陰極間に通電することにより発光する第2の発光層と、

40

前記第1の発光層と前記第2の発光層との間に設けられ、電子吸引力を有する有機化合物を主材料として構成された電子吸引層を有し、正孔および電子を発生させる第1のキャリア発生層と、

前記電子吸引層と前記第2の発光層との間に前記電子吸引層に接して面方向に存在する部分と存在しない部分とを有するように設けられ、無機半導体材料で構成され、正孔および電子を発生させる第2のキャリア発生層とを備えることを特徴とする。

これにより、第1のキャリア発生層および第2のキャリア発生層がそれぞれ正孔および電子を発生させるので、発光素子の発光効率を向上させるとともに、駆動電圧を低減することができる。

【0007】

50

特に、第2のキャリア発生層は面方向に存在する部分と存在しない部分とを有するように設けられているので、第2のキャリア発生層が第1のキャリア発生層の正孔および電子を発生させる機能を阻害するのを防止または抑制することができる。その結果、第1のキャリア発生層および第2のキャリア発生層がそれぞれ正孔および電子を効率的に発生させることができる。

【0008】

また、第2のキャリア発生層が面方向に存在する部分と存在しない部分とを有するように設けられていることにより、第2のキャリア発生層が正孔および電子の移動を阻害するのを防止または抑制することができる。そのため、発光素子の駆動電圧を低くすることができる。

10

また、第1の発光層および第2の発光層をそれぞれ発光させることができるので、発光層が1層のみの発光素子に比較して、低い電流で高輝度を得ることができる。そのため、一定輝度下での発光素子の寿命を長くすることができる。

【0009】

本発明の発光素子では、前記第2のキャリア発生層は、前記存在する部分が互いに離間した複数の島状をなしていることが好ましい。

これにより、第2のキャリア発生層の面方向に存在する部分と存在しない部分との面積のバランスを比較的簡単に最適化することができる。その結果、簡単かつ確実に、発光素子の発光特性を優れたものとしつつ長寿命化を図ることができる。

【0010】

20

本発明の発光素子では、前記第2のキャリア発生層の平均厚さは、0.2～2.0nmであることが好ましい。

このような厚さとなるように真空蒸着法等を用いて第2のキャリア発生層を形成すると、比較的簡単かつ確実に、面方向に存在する部分と存在しない部分とを有する第2のキャリア発生層を得ることができる。

【0011】

本発明の発光素子では、前記第2のキャリア発生層は、金属酸化物で構成されていることが好ましい。

これにより、第2のキャリア発生層が効率的に正孔および電子を発生させることができる。また、真空蒸着法等を用いて、比較的簡単かつ確実に、面方向に存在する部分と存在しない部分とを有する第2のキャリア発生層を形成することができる。

30

【0012】

本発明の発光素子では、前記第2の発光層と前記第2のキャリア発生層との間には、前記第2のキャリア発生層に接するように、正孔輸送性を有する正孔輸送層が設けられていることが好ましい。

これにより、電子吸引層が、第2のキャリア発生層の面方向に存在していない部分を介して、正孔輸送層から効率的に電子を吸引することができる。その結果、第1のキャリア発生層の正孔および電子の発生量を多くすることができる。

【0013】

本発明の発光素子では、前記電子吸引層は、芳香環を有する有機シアン化合物を含んで構成されていることが好ましい。

40

芳香環を有する有機シアン化合物は、優れた電子吸引力性を有する。そのため、芳香環を有する有機シアン化合物を含んで電子吸引層を構成することにより、第1のキャリア発生層の正孔および電子の発生量を多くすることができる。

【0014】

本発明の発光素子では、前記有機シアン化合物は、ヘキサアザトリフェニレン誘導体であることが好ましい。

ヘキサアザトリフェニレン誘導体は、特に優れた電子吸引力性を有する。

本発明の発光素子では、前記第1のキャリア発生層は、前記第1の発光層と前記電子吸引層との間に設けられ、前記電子吸引層側から前記第1の発光層側へ電子を輸送する電子

50

輸送層を有することが好ましい。

これにより、電子吸引層によって吸引された電子を電子輸送層を介して効率的に陽極側に輸送することができる。そのため、第1のキャリア発生層が効率的に正孔および電子を発生させることができる。

【0015】

本発明の発光素子では、前記電子輸送層は、電子輸送性を有する電子輸送性材料と、電子注入性を有する電子注入性材料とを含んで構成されていることが好ましい。

これにより、電子吸引層によって吸引された電子を電子輸送層に効率的に注入するとともに電子輸送層を介して陽極側に効率的に輸送することができる。

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、優れた発光特性（発光効率、低駆動電圧）および長い発光寿命を有する発光装置を提供することができる。

【0016】

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、優れた発光特性（発光効率、低駆動電圧）および長い発光寿命を有し、長期に亘って高品位な画像を表示可能な表示装置を提供することができる。

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、優れた発光特性（発光効率、低駆動電圧）および長い発光寿命を有し、長期に亘って高品位な画像を表示可能な電子機器を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の好適な実施形態にかかる発光素子の縦断面を模式的に示す図である。

【図2】図1に示す発光素子に備えられた第2のキャリア発生層を説明するための図（第2の発光層側から見た平面図）である。

【図3】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。

【図4】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5】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6】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】

【0018】

以下、本発明の発光素子、表示装置および電子機器を添付図面に示す好適な実施形態について説明する。

図1は、本発明の好適な実施形態にかかる発光素子の縦断面を模式的に示す図、図2は、図1に示す発光素子に備えられた第2のキャリア発生層を説明するための図（第2の発光層側から見た平面図）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。

【0019】

このような発光素子（エレクトロルミネッセンス素子）1は、陽極3と第1の発光部（第1の発光ユニット）4とキャリア発生層5と第2の発光部（第2の発光ユニット）6と、電子注入層7と、陰極8とがこの順に積層されてなるものである。

言い換えれば、発光素子1は、第1の発光部4とキャリア発生層5と第2の発光部6と電子注入層7がこの順に積層で積層された積層体15が2つの電極間（陽極3と陰極8との間）に介挿されて構成されている。

【0020】

また、第1の発光部4は、陽極3側から陰極8側に、正孔輸送層41と、第1の発光層42と、電子輸送層43とがこの順で積層された積層体であり、第2の発光部6は、陽極

10

20

30

40

50

3 側から陰極 8 側に、正孔輸送層 6 1 と、第 2 の発光層 6 2 と、電子輸送層 6 3 とがこの順で積層された積層体である。

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 9 で封止されている。

【0021】

このような発光素子 1 にあっては、陽極 3 と陰極 8 との間に駆動電圧が印加されることにより、キャリア発生層 5 においてキャリア（電子および正孔）が発生する。そして、第 1 の発光層 4 2 に対し、陽極 3 側から正孔が供給（注入）されるとともに、キャリア発生層 5 から電子が供給される。また、第 2 の発光層 6 2 に対し、陰極 8 側から電子が供給（注入）されるとともに、キャリア発生層 5 から正孔が供給（注入）される。各発光層では、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（発光）する。

これにより、第 1 の発光層 4 2 および第 2 の発光層 6 2 をそれぞれ発光させることができる。そのため、このような発光素子 1 は、発光層が 1 層のみの発光素子に比較して、低い電流で高輝度を得ることができる。そのため、発光素子 1 の寿命を長くすることができる。

【0022】

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。

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。

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 ~ 30 mm 程度であるのが好ましく、0.1 ~ 10 mm 程度であるのがより好ましい。

【0023】

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。

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、樹脂材料で構成された基板等が挙げられる。

【0024】

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、後述する第 1 の発光部 4 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ましい。

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る用いることができる。

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

【0025】

[第 1 の発光部]

第 1 の発光部 4 は、上述したように、正孔輸送層 4 1 と第 1 の発光層 4 2 と電子輸送層 4 3 とを有している。

（正孔輸送層）

10

20

30

40

50

正孔輸送層 4 1 は、陽極 3 から注入された正孔を第 1 の発光層 4 2 まで輸送する機能を有するものである。

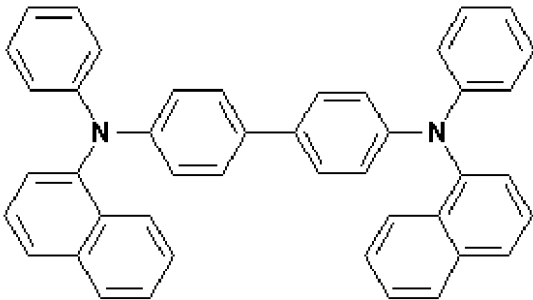
【 0 0 2 6 】

この正孔輸送層 4 1 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、下記化 1 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) 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) 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

【 0 0 2 7 】

【 化 1 】



20

【 0 0 2 8 】

上述した中でも、正孔輸送材料は、ベンジジン構造を有するものであることが好ましく、テトラアリアルベンジジンまたはその誘導体であることがより好ましい。これにより、陽極から正孔輸送層 4 1 に効率よく正孔が注入されるとともに、正孔を第 1 の発光層 4 2 に効率よく輸送することができる。

このような正孔輸送層 4 1 の平均厚さは、特に限定されないが、10 ~ 150 nm であるのが好ましく、10 ~ 100 nm であるのがより好ましい。

【 0 0 2 9 】

(第 1 の発光層)

この第 1 の発光層 4 2 は、発光材料を含んで構成されている。

発光材料は、陰極 8 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) されることにより、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 (発光) するものである。

このような発光材料としては、特に限定されず、各種蛍光材料、各種燐光材料を 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。

30

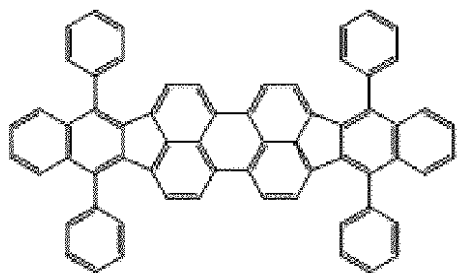
【 0 0 3 0 】

赤色の蛍光材料としては、例えば、下記化 2 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、ベンゾチオキサテン誘導体、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 - 1 H, 5 H - ベンゾ (i j) キノリジン - 9 - イル) エテニル) - 4 H - ピラン - 4 H - 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) - 4 H - ピラン (DCM) 等を挙げられる。

40

【 0 0 3 1 】

【化 2】



10

【0032】

青色の蛍光材料としては、例えば、ジスチリルジアミン誘導体、ジスチリル誘導体、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(B Cz V Bi)、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)-o-co-(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)]、BD102(製品名、出光興産社製)等が挙げられる。

20

【0033】

緑色の蛍光材料としては、例えば、クマリン誘導体、キナクリドン誘導体、9,10-ビス[(9-エチル-3-カルバゾール)-ピニレニル]-アントラセン、ポリ(9,9-ジヘキシル-2,7-ピ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-ピニレン-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-ジピニレンフルオレニレン)-o-co-(2-メトキシ-5-(2-エトキシヘキシルオキシ)-1,4-フェニレン)]等が挙げられる。

30

黄色の蛍光材料としては、例えば、ルブレン系材料等のナフタセン骨格を有する化合物であって、ナフタセンにアリール基(好ましくはフェニル基)が任意の位置で任意の数(好ましくは2~6)置換された化合物、モノインデノペリレン誘導体等を用いることができる。

【0034】

赤色の燐光材料としては、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、ビピリジル骨格、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)(btp2Ir(acac))、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。

40

【0035】

青色の燐光材料としては、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、ピ

50

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。

【0036】

緑色の燐光材料としては、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、ビピリジル骨格、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。

10

【0037】

また、第1の発光層42は、発光材料に加え、この発光材料をゲスト材料とするホスト材料とを含んで構成されていてもよい。このような第1の発光層42は、例えば、ゲスト材料である発光材料をドーパントとしてホスト材料にドーブすることにより形成することができる。

発光材料をゲスト材料とするホスト材料は、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。

【0038】

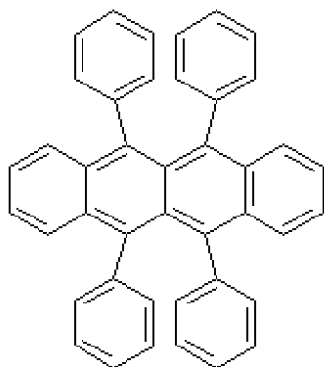
このようなホスト材料としては、特に限定されないが、発光材料が蛍光材料である場合、例えば、下記化3に示されるルブレンおよびその誘導体、ジスチリルアリーレン誘導体、ビスp-ビフェニルナфтаセン等のナфтаセン系材料、アントラセン系材料、ビス-オルトビフェニルペリレン等のペリレン誘導体、テトラフェニルピレンなどのピレン誘導体、ジスチリルベンゼン誘導体、スチルベン誘導体、ジスチリルアミン誘導体、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(p-フェニルフェノラト)アルミニウム(BAlq)、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム錯体(Alq₃)等のキノリノラト系金属錯体、トリフェニルアミンの4量体等のトリアリールアミン誘導体、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、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、コロネン誘導体、アミン化合物、4,4'-ビス(2,2'-ジフェニルビニル)ビフェニル(DPVBi)、IDE120(製品名、出光興産社製)等が挙げられ、これらのうち1種または2種以上を組み合わせることもできる。好ましくは、発光材料が青色または緑色の場合にはIDE120(出光興産社製)、アントラセン系材料、ジアントラセン系材料が好ましく、発光材料が赤色の場合には、ルブレンまたはルブレン誘導体、ナфтаセン系材料、ペリレン誘導体が好ましい。

20

30

【0039】

【化3】



40

【0040】

また、ホスト材料としては、発光材料が燐光材料を含む場合、例えば、3-フェニル-

50

4 - (1' - ナフチル) - 5 - フェニルカルバゾール、4 , 4' - N , N' - ジカルバゾールピフェニル (C B P) 等のカルバゾール誘導体、フェナントロリン誘導体、トリアゾール誘導体、トリス (8 - キノリノラト) アルミニウム (A l q) 、ビス - (2 - メチル - 8 - キノリノラト) - 4 - (フェニルフェノラト) アルミニウム等のキノリノラト系金属錯体、N - ジカルバゾリル - 3 , 5 - ベンゼン、ポリ (9 - ビニルカルバゾール) 、4 , 4' , 4' ' - トリス (9 - カルバゾリル) トリフェニルアミン、4 , 4' - ビス (9 - カルバゾリル) - 2 , 2' - ジメチルピフェニル等のカルバリゾル基含有化合物、2 , 9 - ジメチル - 4 , 7 - ジフェニル - 1 , 10 - フェナントロリン (B C P) 等が挙げられ、これらのうち 1 種または 2 種以上を組み合わせることもできる。

前述したような発光材料 (ゲスト材料) およびホスト材料を用いる場合、第 1 の発光層 4 2 中における発光材料の含有量 (ドープ量) は、0 . 1 ~ 1 0 w t % であるのが好ましく、0 . 5 ~ 5 w t % 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る。

【 0 0 4 1 】

また、第 1 の発光層 4 2 の平均厚さは、特に限定されないが、1 0 ~ 1 0 0 n m であるのが好ましく、1 0 ~ 7 0 n m であるのがより好ましく、1 0 ~ 5 0 n m であるのがさらに好ましい。

なお、本実施形態では、第 1 の発光層が 1 層の発光層を備えるものを例に説明しているが、第 1 の発光層は、複数の発光層が設けられた積層体であってもよい。この場合、複数の発光層の発光色が互いに同じであっても異なってもよい。また、第 1 の発光層が複数の発光層を有する場合、発光層同士の間には中間層が設けられていてもよい。

【 0 0 4 2 】

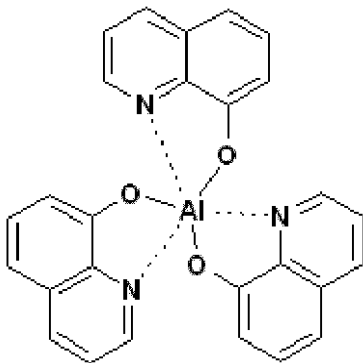
(電子輸送層)

電子輸送層 4 3 は、キャリア発生層 5 から注入された電子を第 1 の発光層 4 2 に輸送する機能を有するものである。また、電子輸送層 4 3 は、第 1 の発光層 4 2 を通過した正孔をブロックすることにより、正孔により後述するキャリア発生層 5 中の L i 化合物の還元が阻害されたりキャリア発生層 5 が劣化したりするのを防止する機能を有している。

電子輸送層 4 3 の構成材料 (電子輸送性材料) としては、例えば、下記化 4 に示されるトリス (8 - キノリノラト) アルミニウム (A l q 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、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ることもできる。

【 0 0 4 3 】

【 化 4 】



【 0 0 4 4 】

電子輸送層 4 3 の平均厚さは、特に限定されないが、1 0 ~ 1 0 0 n m であるのが好ましく、1 0 ~ 5 0 n m であるのがより好ましい。これにより、キャリア発生層 5 から注入された電子を好適に第 1 の発光層 4 2 に輸送することができるとともに、第 1 の発光層 4

10

20

30

40

50

2を通過した正孔を好適にブロックすることができる。

なお、電子輸送層43は、必要に応じて設ければよく、後述するキャリア発生層5の電子輸送層511の構成によっては、省略してもよい。

【0045】

[キャリア発生層]

キャリア発生層5は、キャリア（正孔および電子）を発生させる機能を有するものである。

特に、キャリア発生層5は、陽極3側に設けられ、主に有機材料で構成された第1のキャリア発生層51と、陰極8側に設けられ、金属酸化物で構成された第2のキャリア発生層52とで構成されている。

10

このようなキャリア発生層5は、第1のキャリア発生層51および第2のキャリア発生層52がそれぞれ正孔および電子を発生させるので、発光素子1の発光効率を向上させるとともに、駆動電圧を低減することができる。

また、キャリア発生層5の平均厚さ（第1のキャリア発生層51および第2のキャリア発生層52の合計の厚さ）は、5～40nmであることが好ましく、10～30nmであることがより好ましい。これにより、発光素子1の駆動電圧が高くなるのを防止しつつ、キャリア発生層5の機能（キャリア発生機能）を十分に発揮させることができる。

【0046】

以下、第1のキャリア発生層51および第2のキャリア発生層52を順次詳細に説明する。

20

（第1のキャリア発生層）

第1のキャリア発生層51は、陽極3側に設けられた電子輸送層511と、陰極8側に設けられた電子吸引層512とで構成されている。

電子輸送層511は、前述した第1の発光層42と電子吸引層512との間に設けられ、電子吸引層512側から第1の発光層42側へ電子を輸送する機能を有する。

【0047】

本実施形態では、電子輸送層511は、電子吸引層512と接している。なお、電子輸送層511と電子吸引層512の間には、これらに接するように、電子注入性を有する層（電子注入層）が介在していてもよい。

このような電子輸送層511は、電子輸送性を有する電子輸送性材料を主材料として構成されていればよいが、電子輸送性を有する電子輸送性材料の他、電子注入性を有する電子注入性材料を含んで構成されているのが好ましい。

30

これにより、電子吸引層512によって吸引された電子を電子輸送層511に効率的に注入するとともに電子輸送層511を介して陽極3側に効率的に輸送することができる。

【0048】

電子輸送層511に用いる電子輸送性材料としては、前述した電子輸送層43に用いる電子輸送性材料と同様のものを用いることができる。

すなわち、電子輸送層511に用いる電子輸送性材料としては、例えば、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、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用いることができる。

40

【0049】

また、電子輸送層511に用いる電子注入性材料としては、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。

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用いることができる。

50

【0050】

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。

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。

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。

アルカリ土類金属のハロゲン化物としては、例えば、 CaF_2 、 BaF_2 、 SrF_2 、 MgF_2 、 BeF_2 等が挙げられる。

【0051】

10

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る用いることができる。

特に、電子輸送層511に用いる電子注入性材料としては、アルカリ金属またはアルカリ金属化合物を用いるのが好ましい。これにより、電子輸送層511の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、これを用いて電子輸送層511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。

【0052】

20

また、電子輸送層511は、前述した第1の発光部4の電子輸送層43と同様、正孔をブロックする機能を有する。

電子輸送層511を電子輸送性材料および電子注入性材料を用いて構成する場合、電子輸送性材料をホスト材料とし、電子注入性材料をゲスト材料として、共蒸着等により電子輸送性材料に電子注入性材料をドーピングすることにより電子輸送層511を形成することができる。

【0053】

30

また、電子輸送層511を電子輸送性材料および電子注入性材料を用いて構成する場合、電子輸送層511中における電子注入性材料の含有量（ドーピング量）は、0.1～20wt%であるのが好ましく、0.5～10wt%であるのがより好ましい。電子注入性材料の含有量をこのような範囲内とすることで、電子輸送層511の電子輸送性および電子注入性の双方をバランスよく優れたものとすることができる。

【0054】

また、電子輸送層511の平均厚さは、特に限定されないが、10～100nmであるのが好ましく、10～50nmであるのがより好ましい。これにより、電子吸引層512によって吸引された電子を効率的に陽極3側へ輸送することができるとともに、第1の発光部4を通過した正孔をブロックすることができる。

【0055】

40

一方、電子吸引層（電子引き抜き層）512は、第1の発光層42と第2の発光層62との間に設けられ、陰極8側に隣接する層（本実施形態では、第2の発光部6の正孔輸送層61）から電子を吸引する（引き抜く）機能を有する。電子吸引層512によって吸引された電子は、陽極3側に隣接する層（本実施形態では、電子輸送層511）に注入される。

このような電子吸引層512は、電子吸引力を有する有機化合物を主材料として構成されている。

【0056】

この電子吸引力を有する有機化合物としては、芳香環を有する有機シアン化合物（以下、「芳香環含有有機シアン化合物」とも言う）が好適に用いられる。

芳香環含有有機シアン化合物は、優れた電子吸引力を有している。そのため、芳香環を有する有機シアン化合物を含んで電子吸引層を構成することにより、第1のキャリア発生

50

層の正孔および電子の発生量を多くすることができる。

【 0 0 5 7 】

芳香環含有有機シアン化合物を主材料とする電子吸引層 5 1 2 は、隣接する層（正孔輸送層 6 1）と接触することにより、正孔輸送層 6 1 を構成する正孔輸送材料から電子を引き抜くことができる。これにより、電子吸引層 5 1 2 と正孔輸送層 6 1 とが接触すると、印加されていなくても、電子吸引層 5 1 2 と正孔輸送層 6 1 との界面付近において、電子吸引層 5 1 2 側には電子が発生し、正孔輸送層 6 1 側には正孔が発生する。このような状態で、陽極 3 と陰極 8 との間に駆動電圧を印加すると、電子吸引層 5 1 2 と正孔輸送層 6 1 との界面付近で発生した正孔は、その駆動電圧により陰極 8 側に輸送されて、第 2 の発

10

【 0 0 5 8 】

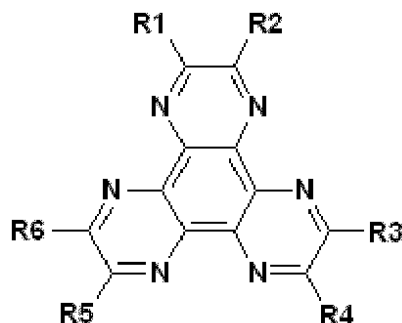
また、芳香環含有有機シアン化合物は、比較的安定な化合物であるとともに、蒸着等の気相成膜法で容易に電子吸引層 5 1 2 を形成できる化合物である。このため、好適に発光素子 1 の製造に用いることができ、製造される発光素子 1 の品質が安定しやすくなるとともに、発光素子 1 の歩留まりが高いものとなる。

このような芳香環含有有機シアン化合物としては、前述したような機能を発揮し得るものであれば、特に限定されないが、例えば、シアノ基が導入されたヘキサアザトリフェニレン誘導体であるのが好ましく、下記化 5 で示すようなヘキサアザトリフェニレン誘導体を用いるのがより好ましい。

20

【 0 0 5 9 】

【 化 5 】



30

【 0 0 6 0 】

上記化 5 中、R 1 ~ R 6 は、それぞれ独立して、シアノ基（-CN）、スルホン基（-SO₂R'）、スルホキシド基（-SOR'）、スルホンアミド基（-SO₂NR'₂）、スルホネート基（-SO₃R'）、ニトロ基（-NO₂）、またはトリフルオロメタン（-CF₃）基であり、R 1 ~ R 6 のうち少なくとも一つの置換基はシアノ基を有する。また、R' は、アミン基、アミド基、エーテル基、もしくはエステル基で置換されている

40

。このような化合物は、芳香環含有有機シアン化合物としての機能に優れている。そのため、このような化合物を用いて構成された電子吸引層 5 1 2 は、隣接する層（正孔輸送層 6 1）から十分に電子を引き抜くことができるとともに、好適に引き抜いた電子を陽極 3 側に輸送することができる。

【 0 0 6 1 】

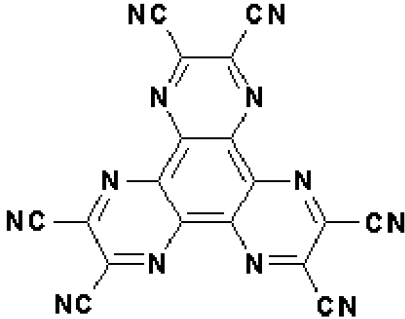
特に、芳香環含有有機シアン化合物としては、前述したような化 5 に示す化合物において、R 1 ~ R 6 はすべてシアノ基であるのが好ましい。すなわち、芳香環含有有機シアン化合物としては、下記化 6 に示すようなヘキサシアノヘキサアザトリフェニレンを用いる

50

のが好ましい。このような化合物は、電子吸引性の高いシアノ基を複数有する。そのため、このような化合物を用いて構成された電子吸引層 5 1 2 は、隣接する層の構成材料（正孔輸送層 6 1 の正孔輸送材料等）からより効率よく電子を引き抜くことができ、キャリア（電子および正孔）の発生量を多くすることができる。

【 0 0 6 2 】

【 化 6 】



10

【 0 0 6 3 】

また、芳香環含有有機シアン化合物は、電子吸引層 5 1 2 において、非晶質の状態で存在していることが好ましい。これにより、上述したような芳香環含有有機シアン化合物の効果をより顕著に得ることができる。なお、蒸着等の気相成膜法により電子吸引層 5 1 2 を形成することで、芳香環含有有機シアン化合物は、非晶質の状態となる。

20

また、電子吸引層 5 1 2 の平均厚さは、5 ~ 30 nm であることが好ましく、10 ~ 20 nm であることがより好ましい。これにより、発光素子 1 の駆動電圧が高くなるのを防止しつつ、前述したような電子吸引層 5 1 2 の機能（電子吸引性）を十分に発揮させることができる。

【 0 0 6 4 】

（第 2 のキャリア発生層）

第 2 のキャリア発生層 5 2 は、電子吸引層 5 1 2 と第 2 の発光層 6 2 との間に設けられ、正孔および電子を発生させる機能を有する。

特に、第 2 のキャリア発生層 5 2 は、無機半導体材料で構成され、図 2 に示すように、電子吸引層 5 1 2 に接して面方向に存在する部分 5 2 1 と存在しない部分 5 2 2 とを有する。

30

このような第 2 のキャリア発生層 5 2 の存在する部分 5 2 1 では、第 2 の発光層 6 2 の正孔輸送層 6 1 が第 2 のキャリア発生層 5 2（存在する部分 5 2 1）と接触するが、第 2 のキャリア発生層 5 2 の存在しない部分 5 2 2 では、正孔輸送層 6 1 が前述した電子吸引層 5 1 2 と接触する。そのため、電子吸引層 5 1 2 は前述したように正孔輸送層 6 1 から効率的に電子を吸引することができる。

このように、第 2 のキャリア発生層 5 2 が面方向に存在する部分 5 2 1 と存在しない部分 5 2 2 とを有するように設けられているので、第 2 のキャリア発生層 5 2 が第 1 のキャリア発生層 5 1 の正孔および電子を発生させる機能を阻害するのを防止または抑制することができる。その結果、第 1 のキャリア発生層 5 1 および第 2 のキャリア発生層 5 2 がそれぞれ正孔および電子を効率的に発生させることができる。

40

【 0 0 6 5 】

また、第 2 のキャリア発生層が面方向に存在する部分と存在しない部分とを有するように設けられていることにより、第 2 のキャリア発生層 5 2 の存在しない部分 5 2 2 を介して電子およびキャリアを輸送することができる。そのため、第 2 のキャリア発生層 5 2 が正孔および電子の移動を阻害するのを防止または抑制することができる。その結果、発光素子 1 の駆動電圧を低くすることができる。

【 0 0 6 6 】

本実施形態では、図 2 に示すように、第 2 のキャリア発生層 5 2 の存在する部分 5 2 2 が互いに離間した複数の島状をなしている。

50

これにより、第2のキャリア発生層52の面方向に存在する部分521と存在しない部分521との面積のバランスを比較的簡単に最適化することができる。その結果、簡単かつ確実に、発光素子1の発光特性を優れたものとしつつ長寿命化を図ることができる。

【0067】

また、第2のキャリア発生層52の全体の面積（電子吸引層512と正孔輸送層61とが対向する面積）に対する部分521の面積が占める割合は、10～70%であるのが好ましく、20～60%であるのがより好ましく、30～50%であるのがさらに好ましい。言い換えると、第2のキャリア発生層52の全体の面積（電子吸引層512と正孔輸送層61とが対向する面積）に対する部分522の面積が占める割合は、30～90%であるのが好ましく、40～80%であるのがより好ましく、50～70%であるのがさらに好ましい。

10

【0068】

第2のキャリア発生層52の全体の面積に対する部分521および部分522の面積が占める割合を上記のような範囲とすることにより、第2のキャリア発生層52の面方向に存在する部分521と存在しない部分521との面積のバランスを最適化することができる。その結果、第1のキャリア発生層51および第2のキャリア発生層52がそれぞれ効率的にキャリアを発生することができる。

【0069】

なお、図2では、説明の便宜上、第2のキャリア発生層52の存在する部分521の形状を模式的に示しており、当該部分521の形状、大きさ、分布等は、図示のものに限定されるものではない。また、第2のキャリア発生層52は、その面方向に存在しない部分が互いに離間した島状をなしていてもよい。すなわち、第2のキャリア発生層52は、その面方向に存在する部分と存在しない部分とが図2の図示した例を反転したような形態であってもよい。

20

このような第2のキャリア発生層52を構成する無機半導体材料としては、電子受容性を有する金属または金属化合物（金属の無機塩、酸化物およびハロゲン化物等を含む）等が挙げられる。

これらの中でも、第2のキャリア発生層52を構成する無機半導体材料としては、 V_2O_5 、 WO_3 、 MoO_3 、 Re_2O_7 等の金属酸化物を用いるのが好ましい。これにより、第2のキャリア発生層52が効率的に正孔および電子を発生させることができる。また、真空蒸着法等を用いて、比較的簡単かつ確実に、面方向に存在する部分521と存在しない部分522とを有する第2のキャリア発生層52を形成することができる。

30

【0070】

また、第2のキャリア発生層52の平均厚さは、前述したような部分521、522を形成することができれば、特に限定されないが、0.2～2.0nmであるのが好ましく、0.2～1.5nmであるのがより好ましく、0.2～1.0nmであるのがさらに好ましい。

このような厚さとなるように真空蒸着法等を用いて第2のキャリア発生層52を形成すると、比較的簡単かつ確実に、面方向に存在する部分521と存在しない部分522とを有する第2のキャリア発生層52を得ることができる。

40

【0071】

[第2の発光部]

第2の発光部6は、上述したように、正孔輸送層61と第2の発光層62と電子輸送層63とを有している。

（正孔輸送層）

正孔輸送層61は、第2のキャリア発生層52から注入された正孔を第2の発光層62まで輸送する機能を有する。また、正孔輸送層61は、第2の発光層62を通過した電子をブロックすることにより、電子がキャリア発生層5に届いてキャリア発生層5が劣化するのを防止する機能をも有している。

【0072】

50

特に、正孔輸送層 6 1 は、第 2 の発光層 6 2 と前述した第 2 のキャリア発生層 5 2 との間には、第 2 のキャリア発生層 5 2 に接するように設けられている。

これにより、前述したように、第 1 のキャリア発生層 5 1 の電子吸引層 5 1 2 が、第 2 のキャリア発生層 5 2 の面方向に存在していない部分 5 2 2 を介して、正孔輸送層から効率的に電子を吸引することができる。その結果、第 1 のキャリア発生層の正孔および電子の発生量を多くすることができる。

この正孔輸送層 6 1 の構成材料には、正孔輸送層 4 1 と同様の構成材料を用いることができる。

【0073】

特に、上述した中でも、正孔輸送層 6 1 を構成する正孔輸送材料としては、アミン系化合物が好ましく、前記化 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) であることがより好ましい。このような化合物は、第 2 のキャリア発生層 5 2 と接触することにより、電子が素早く引き抜かれ、正孔が発生して注入される。

このような正孔輸送層 6 1 の平均厚さは、特に限定されないが、10 ~ 150 nm であるのが好ましく、10 ~ 100 nm であるのがより好ましい。これにより、第 2 の発光層 6 2 に正孔を好適に輸送できるとともに、第 2 の発光層 6 2 を通過した電子を好適にブロックすることができる。

【0074】

(第 2 の発光層)

この第 2 の発光層 6 2 は、発光材料を含んで構成されている。

このような発光材料としては、特に限定されず、上述した第 1 の発光層 4 2 と同様の発光材料を用いることができる。なお、第 2 の発光層 6 2 に用いる発光材料は、第 1 の発光層 4 2 の発光材料と同一であってもよいし、異なるものであってもよい。発光素子 1 から放出される光の色を目的のものとするために、第 1 の発光層 4 2 の発光材料と第 2 の発光層 6 2 の発光材料とを適宜選択し、組み合わせて用いることができる。

【0075】

また、第 2 の発光層 6 2 は、発光材料に加え、この発光材料をゲスト材料とするホスト材料とを含んで構成されていてもよい。

前述したような発光材料 (ゲスト材料) およびホスト材料を用いる場合、第 2 の発光層 6 2 中における発光材料の含有量 (ドープ量) は、0.1 ~ 10 wt % であるのが好ましく、0.5 ~ 5 wt % 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る。

また、第 2 の発光層 6 2 の平均厚さは、特に限定されないが、10 ~ 100 nm であるのが好ましく、10 ~ 70 nm であるのがより好ましく、10 ~ 50 nm であるのがさらに好ましい。

【0076】

なお、本実施形態では、第 2 の発光層が 1 層の発光層を備えるものを例に説明しているが、第 1 の発光層は、複数の発光層が設けられた積層体であってもよい。この場合、複数の発光層の発光色が互いに同じであっても異なってもよい。また、第 2 の発光層が複数の発光層を有する場合、発光層同士の間には中間層が設けられていてもよい。

(電子輸送層)

電子輸送層 6 3 は、陰極 8 から電子注入層 7 を介して注入された電子を第 2 の発光層 6 2 に輸送する機能を有するものである。

電子輸送層 6 3 の構成材料 (電子輸送性材料) としては、上述した電子輸送層 4 3 と同様の材料を用いることができる。

電子輸送層 6 3 の平均厚さは、特に限定されないが、10 ~ 100 nm であるのが好ましく、10 ~ 50 nm であるのがより好ましい。

【0077】

[電子注入層]

10

20

30

40

50

電子注入層 7 は、陰極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。

この電子注入層 7 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。

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る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 7 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。

10

【0078】

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。

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。

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。

アルカリ土類金属のハロゲン化物としては、例えば、 CaF_2 、 BaF_2 、 SrF_2 、 MgF_2 、 BeF_2 等が挙げられる。

20

【0079】

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る用いることができる。

電子注入層 7 の平均厚さは、特に限定されないが、 $0.1 \sim 1 \text{ nm}$ 程度であるのが好ましい。

【0080】

[陰極]

陰極 8 は、前述した電子注入層 7 を介して第 2 の発光部 6 に電子を注入する電極である。この陰極 8 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。

30

陰極 8 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る（例えば、複数層の積層体等）用いることができる。

【0081】

特に、陰極 8 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 8 の構成材料として用いることにより、陰極 8 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。

40

このような陰極 8 の平均厚さは、特に限定されないが、 $100 \sim 400 \text{ nm}$ 程度であるのが好ましく、 $100 \sim 200 \text{ nm}$ 程度であるのがより好ましい。

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 8 に、光透過性は、特に要求されない。

【0082】

[封止部材]

封止部材 9 は、陽極 3、積層体 15、および陰極 8 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 9 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。

封止部材 9 の構成材料としては、例えば、 Al 、 Au 、 Cr 、 Nb 、 Ta 、 Ti または

50

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 9 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 9 と陽極 3、積層体 15、および陰極 8 との間には、必要に応じて、絶縁膜を設けるのが好ましい。

また、封止部材 9 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ようにしてもよい。

【0083】

以上のように構成された発光素子 1 によれば、陽極 3 と陰極 8 との間で電圧を印加することにより、キャリア発生層 5 で正孔および電子が発生する。発生した電子は、第 1 の発光層 42 に輸送され、陽極 3 から注入された正孔と再結合することにより、発光に寄与する。また、発生した正孔は、第 2 の発光層 62 に輸送され、陰極 8 から注入された電子と再結合することにより、発光に寄与する。

これにより、第 1 の発光層 42 および第 2 の発光層 62 をそれぞれ発光させることができるので、発光層が 1 層のみの発光素子に比較して、低い電流で高輝度を得ることができる。そのため、発光素子 1 の寿命を長くすることができる。

【0084】

また、第 1 のキャリア発生層 51 および第 2 のキャリア発生層 52 がそれぞれ正孔および電子を発生させるので、発光素子 1 の発光効率を向上させるとともに、駆動電圧を低減することができる。

特に、第 2 のキャリア発生層 52 は面方向に存在する部分 521 と存在しない部分 522 とを有するように設けられているので、第 2 のキャリア発生層 52 が第 1 のキャリア発生層 51 の正孔および電子を発生させる機能を阻害するのを防止または抑制することができる。その結果、第 1 のキャリア発生層 51 および第 2 のキャリア発生層 52 がそれぞれ正孔および電子を効率的に発生させることができる。

また、第 2 のキャリア発生層 52 が面方向に存在する部分 521 と存在しない部分 522 とを有するように設けられていることにより、第 2 のキャリア発生層 52 が正孔および電子の移動を阻害するのを防止または抑制することができる。そのため、発光素子 1 の駆動電圧を低くすることができる。

【0085】

以上のように構成された発光素子 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。

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。

【0086】

[2] 次に、陽極 3 上に第 1 の発光部 4 を形成する。

第 1 の発光部 4 は、正孔輸送層 41、第 1 の発光層 42 および電子輸送層 43 を順次陽極 3 上に形成することにより設けることができる。

上述したような各層は、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。

また、各層の構成材料を溶媒に溶解または分散媒に分散してなる液体材料を、陽極 3 (またはその上の層) 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。

【0087】

液状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とにより、第 1 の発光部 4 を構成する各層を比較的容易に形成することができる。

液状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。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 8 】

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。

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 の上面に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。

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 1 0 0 ~ 8 0 0 W 程度、酸素ガス流量 5 0 ~ 1 0 0 m L / m i n 程度、被処理部材（陽極 3）の搬送速度 0 . 5 ~ 1 0 m m / s e c 程度、基板 2 の温度 7 0 ~ 9 0 程度とするのが好ましい。

10

【 0 0 8 9 】

[3] 次に、第 1 の発光部 4 上にキャリア発生層 5 を形成する。

キャリア発生層 5 は、第 1 の発光部 4 上に第 1 のキャリア発生層 5 1（電子輸送層 5 1 1、電子吸引層 5 1 2）、第 2 のキャリア発生層 5 2 を順次積層することにより形成することができる。

第 1 のキャリア発生層 5 1（電子輸送層 5 1 1、電子吸引層 5 1 2）は、例えば、C V D 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。

【 0 0 9 0 】

また、第 1 のキャリア発生層 5 1 の材料を溶媒に溶解または分散媒に分散してなる第 1 のキャリア輸送層形成用材料を、第 1 の発光部 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。

20

第 2 のキャリア発生層 5 2 は、例えば、C V D 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。

【 0 0 9 1 】

[4] 次にキャリア発生層 5 上に第 2 の発光部 6 を形成する。

第 2 の発光部 6 は、第 1 の発光部 4 と同様に形成することができる。

[5] 次に、第 2 の発光部 6 上に、電子注入層 7 を形成する。

電子注入層 7 の構成材料として無機材料を用いる場合、電子注入層 7 は、例えば、C V D 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。

30

[6] 次に、電子注入層 7 上に、陰極 8 を形成する。

陰極 8 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。

【 0 0 9 2 】

最後に、得られた発光素子 1 を覆うように封止部材 9 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。

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し、高い発光効率および長い発光寿命を有しており、信頼性の高いものとなる。

40

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。

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。

【 0 0 9 3 】

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 3 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。

図 3 に示すディスプレイ装置 1 0 0 は、サブ画素 1 0 0 R、1 0 0 G、1 0 0 B に対応

50

して設けられた複数の発光素子 1 R、1 G、1 B を備える発光装置 1 0 1 と、カラーフィルタ 1 9 R、1 9 G、1 9 B とを有している。ここで、ディスプレイ装置 1 0 0 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。

【0094】

発光装置 1 0 1 は、基板 2 1 と発光素子 1 R、1 G、1 B と、駆動用トランジスタ 2 4 とを有している。

基板 2 1 上には、複数の駆動用トランジスタ 2 4 が設けられ、これらの駆動用トランジスタ 2 4 を覆うように、絶縁材料で構成された平坦化層 2 2 が形成されている。

各駆動用トランジスタ 2 4 は、シリコンからなる半導体層 2 4 1 と、半導体層 2 4 1 上に形成されたゲート絶縁層 2 4 2 と、ゲート絶縁層 2 4 2 上に形成されたゲート電極 2 4 3 と、ソース電極 2 4 4 と、ドレイン電極 2 4 5 とを有している。

平坦化層 2 2 上には、各駆動用トランジスタ 2 4 に対応して発光素子 1 R、1 G、1 B が設けられている。

【0095】

発光素子 1 R は、平坦化層 2 2 上に、反射膜 3 2、腐食防止膜 3 3、陽極 3、積層体（有機 EL 発光部）1 5、陰極 8、陰極カバー 3 4 がこの順に積層されている。本実施形態では、各発光素子 1 R、1 G、1 B の陽極 3 は、画素電極を構成し、各駆動用トランジスタ 2 4 のドレイン電極 2 4 5 に導電部（配線）2 7 により電氣的に接続されている。また、各発光素子 1 R、1 G、1 B の陰極 8 は、共通電極とされている。

なお、発光素子 1 G、1 B の構成は、発光素子 1 R の構成と同様である。また、図 3 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 3 2 の構成（特性）は、光の波長に応じて、発光素子 1 R、1 G、1 B 間で異なってもよい。

隣接する発光素子 1 R、1 G、1 B 同士の間には、隔壁 3 1 が設けられている。

また、このように構成された発光装置 1 0 1 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 3 5 が形成されている。

【0096】

カラーフィルタ 1 9 R、1 9 G、1 9 B は、前述したエポキシ層 3 5 上に、発光素子 1 R、1 G、1 B に対応して設けられている。

カラーフィルタ 1 9 R は、発光素子 1 R からの白色光 W を赤色（R）に変換するものである。また、カラーフィルタ 1 9 G は、発光素子 1 G からの白色光 W を緑色（G）に変換するものである。また、カラーフィルタ 1 9 B は、発光素子 1 B からの白色光 W を青色（B）に変換するものである。このようなカラーフィルタ 1 9 R、1 9 G、1 9 B を発光素子 1 R、1 G、1 B と組み合わせて用いることで、フルカラー画像を表示することができる。

また、隣接するカラーフィルタ 1 9 R、1 9 G、1 9 B 同士の間には、遮光層 3 6 が形成されている。これにより、意図しないサブ画素 1 0 0 R、1 0 0 G、1 0 0 B が発光するのを防止することができる。

そして、カラーフィルタ 1 9 R、1 9 G、1 9 B および遮光層 3 6 上には、これらを覆うように封止基板 2 0 が設けられている。

【0097】

以上説明したようなディスプレイ装置 1 0 0 は、単色表示であってもよく、各発光素子 1 R、1 G、1 B 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。

このようなディスプレイ装置 1 0 0（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し、耐久性に優れ（発光寿命が長く）、発光効率に優れたものである。そのため、少ない消費電力で高品位な画像を長期にわたり表示することができる。

また、このようなディスプレイ装置 1 0 0（本発明の表示装置）は、各種の電子機器に組み込むことができる。このような電子機器は、前述したような表示装置を用いているた

10

20

30

40

50

め、耐久性に優れたものとしつつ、発光効率を高め、駆動電圧を低減することができる。
そのため、高品位な画像を長期にわたり表示することができる。

【 0 0 9 8 】

図 4 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。

この図において、パーソナルコンピュータ 1 1 0 0 は、キーボード 1 1 0 2 を備えた本体部 1 1 0 4 と、表示部を備える表示ユニット 1 1 0 6 とにより構成され、表示ユニット 1 1 0 6 は、本体部 1 1 0 4 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。

このパーソナルコンピュータ 1 1 0 0 において、表示ユニット 1 1 0 6 が備える表示部が前述のディスプレイ装置 1 0 0 で構成されている。

10

【 0 0 9 9 】

図 5 は、本発明の電子機器を適用した携帯電話機（ P H S も含む ）の構成を示す斜視図である。

この図において、携帯電話機 1 2 0 0 は、複数の操作ボタン 1 2 0 2 、受話口 1 2 0 4 および送話口 1 2 0 6 とともに、表示部を備えている。

携帯電話機 1 2 0 0 において、この表示部が前述のディスプレイ装置 1 0 0 で構成されている。

【 0 1 0 0 】

図 6 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。

20

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 1 3 0 0 は、被写体の光像を C C D（Charge Coupled Device）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。

【 0 1 0 1 】

デジタルスチルカメラ 1 3 0 0 におけるケース（ボディー） 1 3 0 2 の背面には、表示部が設けられ、C C D 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として機能する。

デジタルスチルカメラ 1 3 0 0 において、この表示部が前述のディスプレイ装置 1 0 0 で構成されている。

ケースの内部には、回路基板 1 3 0 8 が設置されている。この回路基板 1 3 0 8 は、撮像信号を格納（記憶）し得るメモリが設置されている。

30

【 0 1 0 2 】

また、ケース 1 3 0 2 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 C C D などを含む受光ユニット 1 3 0 4 が設けられている。

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 1 3 0 6 を押下すると、その時点における C C D の撮像信号が、回路基板 1 3 0 8 のメモリに転送・格納される。

また、このデジタルスチルカメラ 1 3 0 0 においては、ケース 1 3 0 2 の側面に、ビデオ信号出力端子 1 3 1 2 と、データ通信用の入出力端子 1 3 1 4 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 1 3 1 2 にはテレビモニタ 1 4 3 0 が、データ通信用の入出力端子 1 3 1 4 にはパーソナルコンピュータ 1 4 4 0 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 1 3 0 8 のメモリに格納された撮像信号が、テレビモニタ 1 4 3 0 や、パーソナルコンピュータ 1 4 4 0 に出力される構成になっている。

40

【 0 1 0 3 】

なお、本発明の電子機器は、図 4 のパーソナルコンピュータ（モバイル型パーソナルコンピュータ）、図 5 の携帯電話機、図 6 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、ビューファインダ型、モニタ直視型のビデオテープレコーダ、ラップトップ型パーソナルコンピュータ、カーナビゲーション装置、ページャ、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

50

ーション、テレビ電話、防犯用テレビモニタ、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、その他各種モニタ類、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。

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。

【0104】

例えば、前述した発光素子は、2層の発光層を有するものとして説明したが、これに限定されず、例えば、発光素子は、3層以上の発光層を有するものであってもよい。この場合、各発光層層間の少なくとも1つの層間にキャリア発生層が設けられていればよい。

また、前述した発光素子では、発光部（発光ユニット）は、正孔輸送層と発光層と電子輸送層とを有するものとして説明したが、これに限定されず、少なくとも1層の発光層を有していればよく、例えば、発光層のみで構成されていてもよく、電子注入層や正孔注入層等の層を有していてもよい。

【実施例】

【0105】

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

（実施例1）

<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、この基板上に、スパッタ法により、平均厚さ100nmのITO電極（陽極）を形成した。

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。

【0106】

<2> 次に、ITO電極上に、前記化1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)を真空蒸着法により蒸着させ、平均厚さ50nmの正孔輸送層を形成した。

<3> 次に、正孔輸送層上に、発光材料としての前記化4に示すトリス(8-キノリノラト)アルミニウム(Alq₃)を真空蒸着法により蒸着させ、平均厚さ50nmの第1の発光層を形成した。

【0107】

<4> 次に、第1の発光層上に、前記化4に示されるトリス(8-キノリノラト)アルミニウム(Alq₃)と、Liとを真空蒸着法により蒸着させ、平均厚さ30nmの電子輸送層（第1のキャリア発生層の電子輸送層）を形成した。なお、この電子輸送層中の(8-キノラリト)リチウム錯体(Liq)と、Liとの含有量は、体積比で98:2となるようにした。

<5> 次に、電子輸送層上に、前記化6に示すようなヘキサシアノヘキサアザトリフェニレンを真空蒸着法により蒸着させ、平均厚さ30nmの電子吸引層を形成した。これにより、電子輸送層および電子吸引層からなる第1のキャリア発生層を得た。

【0108】

<6> 次に、第1のキャリア発生層上（電子吸引層上）に、V₂O₂を真空蒸着法により蒸着させ、平均厚さ0.2nmの第2のキャリア発生層を形成した。

<7> 次に、第2のキャリア発生層上に、前記化1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)を真空蒸着法により蒸着させ、平均厚さ80nmの正孔輸送層を形成した。

【0109】

<8> 次に、正孔輸送層上に、発光材料として前記化1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(N

10

20

30

40

50

P D) を真空蒸着法により蒸着させ、平均厚さ 80 nm の第 2 の発光層を形成した。

< 9 > 次に、第 2 の発光層上に、フッ化リチウム (L i F) を真空蒸着法により成膜し、平均厚さ 1 . 0 nm の電子注入層を形成した。

【 0 1 1 0 】

< 1 0 > 次に、電子注入層上に、A l を真空蒸着法により成膜した。これにより、A l で構成される平均厚さ 100 nm の陰極を形成した。

< 1 1 > 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。

以上の工程により、基板上に、陽極、正孔輸送層、第 1 の発光層、第 1 のキャリア発生層、第 2 のキャリア発生層、正孔輸送層、第 2 の発光層、電子注入層、陰極がこの順に積層された発光素子 (タンデム型の発光素子) を製造した。

10

【 0 1 1 1 】

(実施例 2)

第 2 のキャリア発生層の平均厚さを 0 . 5 nm に変更した以外は、前述した実施例 1 と同様にして発光素子を製造した。

(実施例 3)

第 2 のキャリア発生層の平均厚さを 1 . 0 nm に変更した以外は、前述した実施例 1 と同様にして発光素子を製造した。

(実施例 4)

第 2 のキャリア発生層の平均厚さを 2 . 0 nm に変更した以外は、前述した実施例 1 と同様にして発光素子を製造した。

20

【 0 1 1 2 】

(比較例 1)

第 1 のキャリア発生層、第 2 のキャリア発生層および第 2 の発光層の形成を省略した以外は、前述した実施例 1 と同様にして発光素子 (非タンデム型の発光素子) を製造した。

(比較例 2)

第 2 のキャリア発生層の形成を省略した以外は、前述した実施例 1 と同様にして発光素子を製造した。

【 0 1 1 3 】

2 . 評価

30

2 - 1 . 発光効率の評価

各実施例および各比較例について、輝度計で測定しながら輝度が 1000 cd / m² となるように、直流電源を用いて発光素子に定電流を流した。そして、そのときの駆動電圧および電流密度を測定するとともに、測定された電流密度と輝度との関係から、発光効率 (cd / A 、電流あたりの輝度) を求めた。

【 0 1 1 4 】

2 - 2 . 発光寿命の評価

各実施例および各比較例について、まず、輝度計で測定しながら輝度が 1000 cd / m² となるように、直流電源を用いて発光素子に定電流を流した。そして、そのときの電流密度で発光素子に定電流を流しつづけ、その間、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 % となる時間 (L T 80) を測定した。

40

以上の各評価の結果を、各実施例および各比較例のキャリア発生層の構成とともに、表 1 に示す。

【 0 1 1 5 】

【表 1】

表 1

	第 2 の キャリア 発生層の 厚さ [nm]	輝度 @ 1000cd/m ²			
		駆動電圧 [V]	電流密度 [mA/cm ²]	発光効率 [cd/A]	寿命 (LT80) [h]
実施例 1	0.2	11.1	13.4	7.2	664
実施例 2	0.5	11.2	13.6	7.2	645
実施例 3	1.0	11.2	13.5	7.3	672
実施例 4	2.0	13.2	15.6	6.4	541
比較例 1	—	6.3	30.6	3.3	265
比較例 2	0	12.7	15.5	6.4	534

10

【0116】

表 1 から明らかなように、各実施例の発光素子は、いずれも、比較例 1 の発光素子に比し、極めて長寿命であり、駆動電圧が低く、また、発光効率が高い。特に、各実施例 1 ~ 3 の発光素子は、比較例 2 の発光素子と比較しても、長寿命であり、駆動電圧が低く、また、発光効率が高い。

20

【符号の説明】

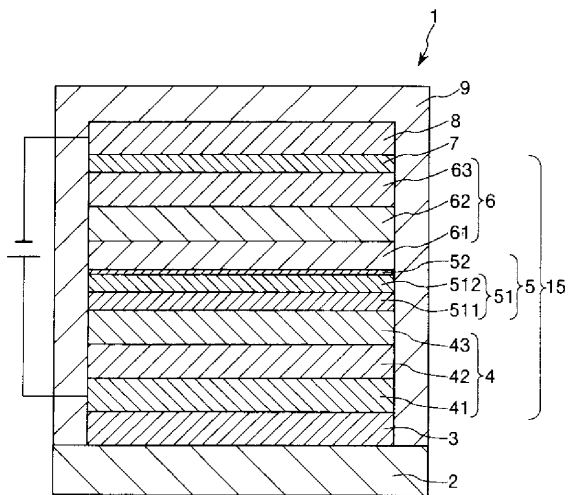
【0117】

1、1 G、1 R、1 B 発光素子 2 基板 3 陽極 4 第 1 の発光部
 4 1 正孔輸送層 4 2 第 1 の発光層 4 3 電子輸送層 5 キャリア発生層
 5 1 第 1 のキャリア発生層 5 1 1 電子輸送層 5 1 2 電子吸引層 5 2 第 2 のキャリア発生層
 5 2 1、5 2 2 部分 6 2 6 第 2 の発光部
 6 1 正孔輸送層 6 2 第 2 の発光層 6 3 電子輸送層 7 電子注入層
 8 陰極 9 封止部材 1 5 積層体 1 9 B、1 9 G、1 9 R カラーフィルタ
 1 0 0 ディスプレイ装置 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
 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
 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 1 1 0 2 キーボード 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 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 W 白色光

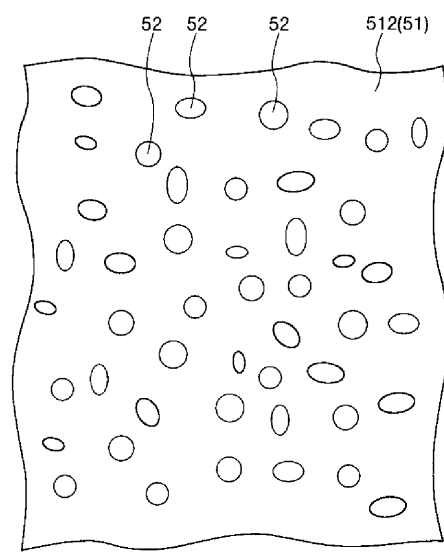
30

40

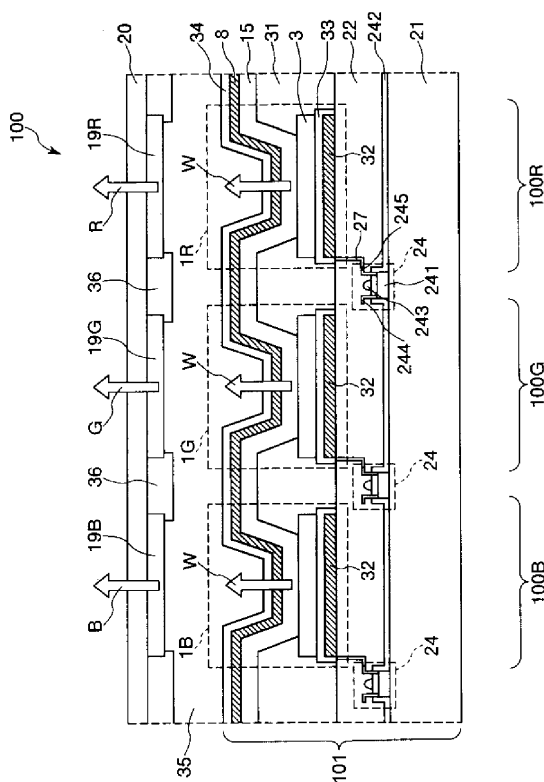
【図 1】



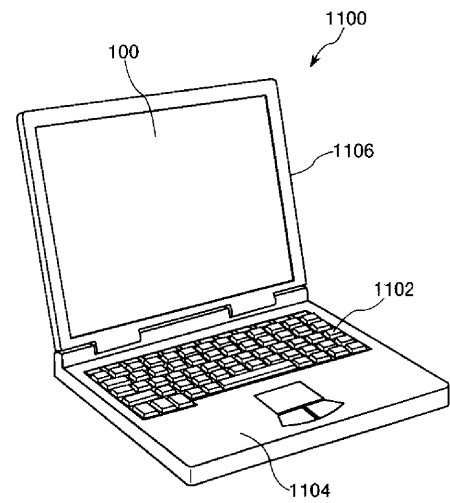
【図 2】



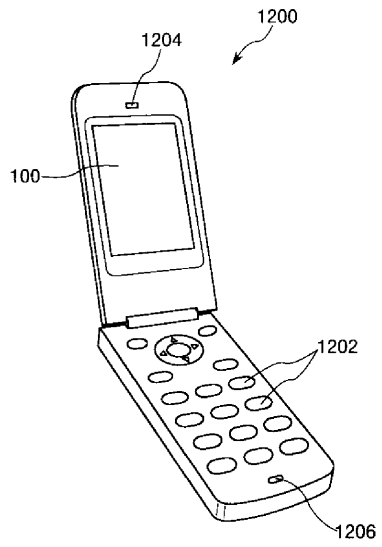
【図 3】



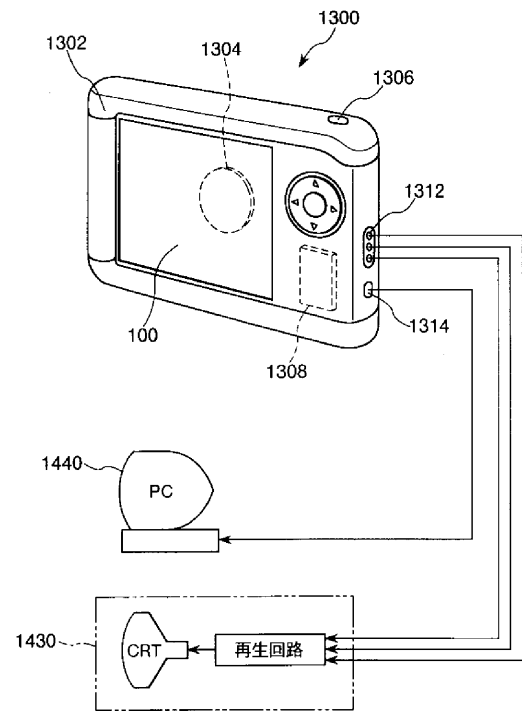
【図 4】



【図 5】



【図 6】



专利名称(译)	发光元件，发光装置，显示装置和电子设备		
公开(公告)号	JP2011096405A	公开(公告)日	2011-05-12
申请号	JP2009246847	申请日	2009-10-27
[标]申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
申请(专利权)人(译)	精工爱普生公司		
[标]发明人	大竹政久		
发明人	大竹 政久		
IPC分类号	H05B33/12 H01L51/50		
FI分类号	H05B33/12.C H05B33/14.A H05B33/22.C H05B33/22.A H01L27/32		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC02 3K107/CC04 3K107/CC12 3K107/CC14 3K107/CC21 3K107/DD52 3K107/DD58 3K107/DD71 3K107/DD76 3K107/DD78 3K107/DD85 3K107/FF15		
代理人(译)	增田达也		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供发光元件，发光装置，显示装置和配备有发光元件的电子设备，具有优异的发光特性（发光效率，低驱动电压）和长发光寿命。
ŽSOLUTION：发光元件1包括：正电极3;负极8;第一发光层42设置在正极3和负极8之间;设置在负电极8和第一发光层42之间的第二发光层62，设置在第一发光层42和第二发光层62之间的第一载流子产生层51，并且具有电子吸附层512，其主要材料是具有电子吸引性的有机化合物，用于产生空穴和电子;和第二载流子产生层52，其设置在电子吸附层512和第二发光层62之间，以具有存在的部分在平面方向上和不存在的一部分与电子吸引层512接触的部分，包括无机半导体材料以产生正空穴和电子。
Ž

