

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5601100号
(P5601100)

(45) 発行日 平成26年10月8日(2014.10.8)

(24) 登録日 平成26年8月29日(2014.8.29)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 51/50 (2006.01)

H O 5 B 33/22 D

H O 1 L 27/32 (2006.01)

H O 5 B 33/14 A

G O 9 F 9/30 (2006.01)

G O 9 F 9/30 3 6 5

請求項の数 7 (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2010-199311 (P2010-199311)
 (22) 出願日 平成22年9月6日(2010.9.6)
 (65) 公開番号 特開2012-59789 (P2012-59789A)
 (43) 公開日 平成24年3月22日(2012.3.22)
 審査請求日 平成25年4月5日(2013.4.5)

(73) 特許権者 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
 (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 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
 (72) 発明者 藤田 徹司
 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

最終頁に続く

(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) 【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、前記陽極と前記陰極との間に通電することによ
 り発光する発光層と、

前記陽極と前記発光層との間にこれらに接して設けられ、正孔を輸送する機能を有する
 有機層とを有し、

前記有機層は、前記陽極と前記発光層との間に前記陽極に接して設けられ、正孔注入性
 材料を含んで構成された正孔注入層と、前記正孔注入層と前記発光層との間にこれらの両
 層に接して設けられ、正孔輸送性材料を含んで構成された正孔輸送層とを有し、

前記正孔注入性材料および前記正孔輸送性材料は、それぞれ、アミン系材料であり、

さらに、前記正孔注入層および前記正孔輸送層は、それぞれ、アセン系材料を電子輸送
 性材料として含み、

前記正孔注入層および前記正孔輸送層において、それぞれ、前記アセン系材料の含有量
 は、60wt%以上70wt%以下であることを特徴とする発光素子。

【請求項 2】

前記有機層は、電子をブロックする機能を有する請求項 1 に記載の発光素子。

【請求項 3】

前記アセン系材料は、アントラセン系材料およびナフタセン系材料のうちの少なくとも

10

20

一方で構成されている請求項 1 または 2 に記載の発光素子。

【請求項 4】

前記有機層の平均厚さは、 20 nm 以上 100 nm 以下である請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の発光素子。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 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 6】

請求項 5 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 7】

請求項 6 に記載の表示装置を備えることを特徴とする電子機器。

10

【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発光層として少なくとも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が再結

20

【0003】

このような発光素子では、一般に、正孔の注入性や輸送性を向上させるために、陽極と発光層との間に、正孔注入層および正孔輸送層が設けられている（例えば、特許文献1参照）。

また、このような発光素子では、正孔輸送層のHOMO（最高被占軌道）およびLUMO（最低空軌道）の大きさを調整することにより、正孔輸送層で陰極側（発光層側）からの電子をブロックし、発光層内に電子および正孔を閉じ込め、発光効率の向上を図ることが行われている。

30

【0004】

しかし、従来の発光素子においては、正孔輸送層が陰極側からの電子を十分にブロックすることができず、長期使用に伴い、正孔輸送層を通過した電子により正孔輸送層や正孔注入層が劣化するという問題があった。かかる問題は、電流密度が大きくなるほど、正孔輸送層の電子をブロックする機能がバンドベンディング効果により低下するため、顕著となる。そのため、高密度電流を要する高輝度の発光素子において、長寿命化を図ることができなかった。

また、電子ブロック効果を高めるには、HOMOとLUMOとのエネルギーギャップが大きい材料を正孔輸送層に用いることが考えられるが、そのようなことは現実には難しい。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許第3654909号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の目的は、発光効率を優れたものとするとともに、高電流密度の電流で駆動する場合においても、長寿命化を図ることができる発光素子、かかる発光素子を備えた発光装置、表示装置および電子機器を提供することにある。

50

【課題を解決するための手段】

【0007】

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、前記陽極と前記陰極との間に通電することにより発光する発光層と、

前記陽極と前記発光層との間にこれらに接して設けられ、正孔を輸送する機能を有する有機層とを有し、

前記有機層は、前記陽極と前記発光層との間に前記陽極に接して設けられ、正孔注入性材料を含んで構成された正孔注入層と、前記正孔注入層と前記発光層との間にこれらの両層に接して設けられ、正孔輸送性材料を含んで構成された正孔輸送層とを有し、

前記正孔注入性材料および前記正孔輸送性材料は、それぞれ、アミン系材料であり、さらに、前記正孔注入層および前記正孔輸送層は、それぞれ、アセン系材料を電子輸送性材料として含み、

前記正孔注入層および前記正孔輸送層において、それぞれ、前記アセン系材料の含有量は、60wt%以上70wt%以下であることを特徴とする。

【0008】

このような本発明の発光素子によれば、正孔を輸送する機能を有する有機層が陽極から発光層へ効率的に正孔を輸送することができる。そのため、発光素子の発光効率を向上させることができる。

特に、本発明の発光素子では、有機層が電子輸送性材料を含むとともに陽極および発光層にそれぞれ接しているため、発光層から有機層内へ電子が侵入しても（注入されても）、その電子を有機層が陽極側へ速やかに輸送して通過させることができる。これにより、有機層中に電子が留まるのを防止し、その結果、有機層が電子により劣化するのを防止することができる。そのため、高電流密度での電流で駆動する場合においても、発光素子の長寿命化を図ることができる。

また、本発明の発光素子では、前記電子輸送性材料は、アセン系材料であることにより、アセン系材料は、電子輸送性に優れるため、アセン系材料を含む有機層は、発光層からの電子を陽極へ速やかに輸送することができる。また、アセン系材料は、電子に対する耐性に優れる。そのため、電子による有機層の劣化を防止または抑制することができる。

さらに、本発明の発光素子では、前記有機層は、アミン系材料を含むことにより、アミン系材料は、正孔輸送性に優れるため、アミン系材料を含む有機層は、陽極からの電子を発光層へ速やかに輸送することができる。

また、本発明の発光素子では、前記有機層は、アセン系材料およびアミン系材料を混合した混合材料で構成されていることにより、有機層の正孔輸送性および電子輸送性のバランスを好適な範囲に比較的簡単に調整することができる。

さらに、本発明の発光素子では、前記有機層中における前記電子輸送性材料の含有量は、60wt%以上70wt%以下であることにより、有機層の電子輸送性と正孔輸送性とのバランスを好適なものとすることができる。また、有機層が電子ブロック性を有する場合、有機層の電子ブロック性と電子輸送性とのバランスを好適なものとすることができる。

また、本発明の発光素子では、前記有機層は、前記陽極と前記発光層との間に前記陽極に接して設けられ、正孔注入性材料を含んで構成された正孔注入層と、前記正孔注入層と前記発光層との間にこれらの両層に接して設けられ、正孔輸送性材料を含んで構成された正孔輸送層とを有し、前記正孔注入層および前記正孔輸送層は、それぞれ、前記電子輸送性材料を含むことにより、陽極からの正孔注入性および正孔輸送性を良好なものとしつつ、電子による正孔注入層および正孔輸送層の劣化を防止することができる。

【0009】

本発明の発光素子では、前記有機層は、電子をブロックする機能を有することが好まし

い。

これにより、有機層が陽極から発光層へ正孔を輸送しつつ発光層からの電子をブロックすることができる。そのため、発光層に効率的に電子および正孔を閉じ込め、発光効率を向上させることができる。

このように有機層が電子をブロックする機能を有していても、高電流密度での駆動においては、有機層が電子をブロックしきれず、その結果、有機層に電子が侵入する（注入される）場合がある。このような場合においても、本発明の発光素子では、有機層が電子輸送性材料を含んでいるので、有機層でブロックしきれずに有機層内へ侵入した電子を有機層が陽極側へ速やかに輸送して通過させることができる。

【0011】

10

本発明の発光素子では、前記アセン系材料は、アントラセン系材料およびナフタセン系材料のうちの少なくとも一方で構成されていることが好ましい。

このようなアセン系材料は、優れた電子輸送性を有するとともに、比較的簡単に高品位な膜質で成膜することができる。

【0015】

本発明の発光素子では、前記有機層の平均厚さは、20nm以上100nm以下であることが好ましい。

これにより、駆動電圧を抑えつつ、電子による有機層の劣化を防止することができる。

【0016】

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。

20

このような発光装置は、長寿命な発光素子を備えるので、信頼性に優れる。

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。

このような表示装置は、長期に亘り高品位な画像を表示し得るとともに、信頼性に優れる。

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。

このような電子機器は、信頼性に優れる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の第1実施形態に係る発光素子を模式的に示す断面図である。

【図2】本発明の第2実施形態に係る発光素子を模式的に示す断面図である。

30

【図3】本発明の第3実施形態に係る発光素子を模式的に示す断面図である。

【図4】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5】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6】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7】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】

40

【0018】

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実施形態について説明する。

<第1実施形態>

図1は、本発明の第1実施形態に係る発光素子を模式的に示す断面図である。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】

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、陽極3と正孔注入層4と正孔輸送層5と発光層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るものである。すなわち、発光素子1では、陽極3と陰極9との間に、陽極3側から陰

50

極 9 側へ正孔注入層 4 と正孔輸送層 5 と発光層 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 1 4 が介挿されている。なお、本実施形態では、正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 からなる積層体が、陽極 3 から発光層 6 へ正孔を輸送する機能を有する有機層を構成する。

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 1 0 で封止されている。

【 0 0 2 0 】

このような発光素子 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、発光層 6 に対し、それぞれ、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、発光層 6 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、発光素子 1 は、発光する。

その際、発光素子 1 では、正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 からなる積層体（有機層）が陽極 3 から発光層 6 へ効率的に正孔を輸送することができる。そのため、発光素子 1 の発光効率を向上させることができる。

【 0 0 2 1 】

特に、発光素子 1 では、正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 からなる積層体が後に詳述するように電子輸送性材料を含むとともに陽極 3 および発光層 6 にそれぞれ接しているので、発光層 6 から正孔輸送層 5 内へ電子が侵入しても（注入されても）、その電子を正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 が陽極 3 側へ速やかに輸送して通過させることができる。これにより、正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 に電子が留まるのを防止し、その結果、正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 が電子により劣化するのを防止することができる。そのため、高電流密度での電流で駆動する場合においても、発光素子 1 の長寿命化を図ることができる。

【 0 0 2 2 】

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 ~ 3 0 m m 程度であるのが好ましく、0 . 1 ~ 1 0 m m 程度であるのがより好ましい。

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。

【 0 0 2 3 】

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。

また、このような発光素子 1 では、陽極 3 と陰極 9 との間の距離（すなわち積層体 1 4 の平均厚さ）は、1 5 0 ~ 3 0 0 n m であるのが好ましく、1 5 0 ~ 2 5 0 n m であるのがより好ましく、1 6 0 ~ 2 0 0 n m であるのがさらに好ましい。これにより、簡単かつ確実に、発光素子 1 の低駆動電圧化を図ることができる。

【 0 0 2 4 】

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 を介して発光層 6 に正孔を注入する電極である。この

10

20

30

40

50

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。

【 0 0 2 5 】

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用いることができる。

特に、陽極 3 は、ITO で構成されているのが好ましい。ITO は、透明性を有するとともに、仕事関数が大きく、導電性に優れる材料である。これにより、陽極 3 から正孔注入層 4 へ効率的に正孔を注入することができる。

10

【 0 0 2 6 】

また、陽極 3 の正孔注入層 4 側の面 (図 1 にて上面) は、プラズマ処理が施されているのが好ましい。これにより、陽極 3 と正孔注入層 4 との接合面の化学的および機械的な安定性を高めることができる。その結果、陽極 3 から正孔注入層 4 への正孔注入性を向上させることができる。なお、かかるプラズマ処理については、後述する発光素子 1 の製造方法の説明において詳述する。

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 程度であるのが好ましく、50 ~ 150 nm 程度であるのがより好ましい。

【 0 0 2 7 】

[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。

20

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 (例えば、複数層の積層体、複数種の混合層等として) 用いることができる。

【 0 0 2 8 】

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。

30

このような陰極 9 の平均厚さは、特に限定されないが、100 ~ 10000 nm 程度であるのが好ましく、100 ~ 500 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 9 に、光透過性は、特に要求されない。

【 0 0 2 9 】

[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。また、後に詳述するように、正孔注入層 4 は、電子を輸送する機能をも有する。

40

この正孔注入層 4 は、正孔注入性を有する材料 (すなわち正孔注入性材料) と、電子輸送性を有する材料 (すなわち電子輸送性材料) とを含んでいる。なお、正孔注入層 4 に含まれる電子輸送性材料については、正孔輸送層 5 に含まれる電子輸送性材料の説明とともに、後に詳述する。

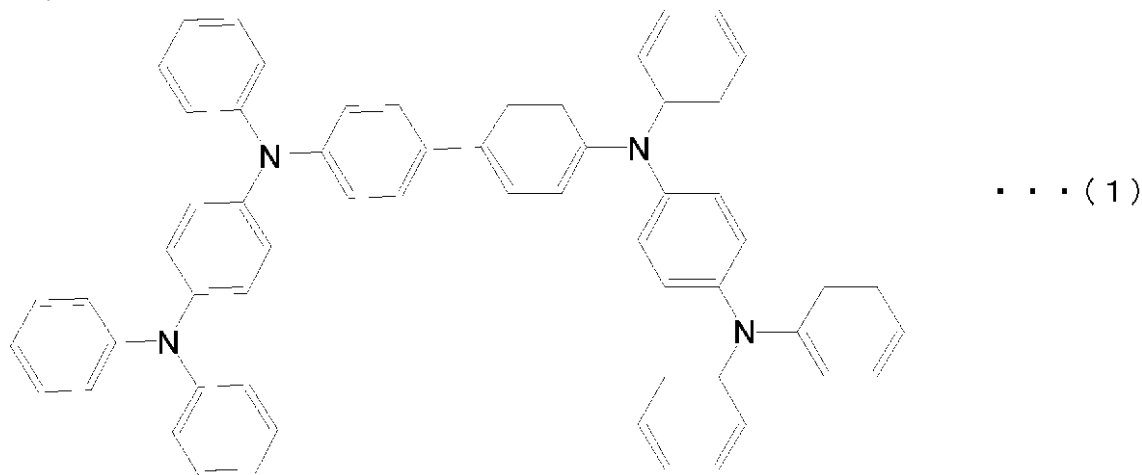
【 0 0 3 0 】

この正孔注入層 4 に含まれる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 - MTDA TA)、下記式 (1) で表わされる 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。

50

【 0 0 3 1 】

【 化 1 】



10

【 0 0 3 2 】

中でも、正孔注入層 4 に含まれる正孔注入性材料としては、正孔注入性および正孔輸送性に優れるという観点から、アミン系材料を用いるのが好ましく、ジアミノベンゼン誘導体、ベンジジン誘導体（ベンジジン骨格を有する材料）、分子内に「ジアミノベンゼン」ユニットと「ベンジジン」ユニットとの両方を有するトリアミン系化合物、テトラアミン系化合物を用いるのがより好ましい。

20

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、5 ~ 90 nm 程度であるのが好ましく、10 ~ 70 nm 程度であるのがより好ましい。

【 0 0 3 3 】

(正孔輸送層)

正孔輸送層 5 は、陽極 3 から正孔注入層 4 を介して注入された正孔を赤色発光層 6 まで輸送する機能を有する（すなわち正孔輸送性を有する）ものである。また、後に詳述するように、正孔輸送層 5 は、電子を輸送する機能をも有する。

この正孔輸送層 5 は、正孔輸送性を有する材料（すなわち正孔輸送性材料）と、電子輸送性を有する材料（すなわち電子輸送性材料）とを含んで構成されている。なお、正孔輸送層 5 に含まれる電子輸送性材料については、正孔注入層 4 に含まれる電子輸送層性材料の説明とともに、後に詳述する。

30

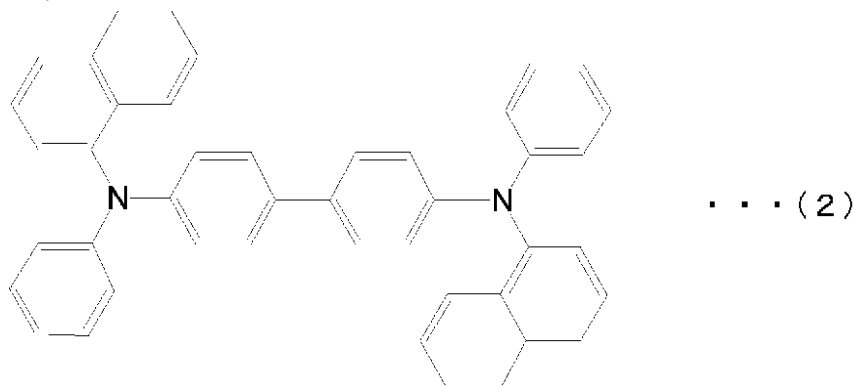
【 0 0 3 4 】

この正孔輸送層 5 に含まれる正孔輸送性材料には、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、下記式 (2) で表わされる 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) 等のテトラアリールベンジジン誘導体、テトラアリー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。

40

【 0 0 3 5 】

【化 2】



10

【 0 0 3 6 】

中でも、正孔輸送層 5 に含まれる正孔輸送性材料としては、正孔注入性および正孔輸送性に優れるという観点から、アミン系材料であるのが好ましく、ベンジジン誘導体（ベンジジン骨格を有する材料）であるのがより好ましい。

また、正孔輸送層 5 に含まれる正孔輸送性材料としては、発光層 6 からの電子をブロックし得るバンドギャップ（HOMO準位とLUMO準位とのエネルギー差）を有するものを用いるのが好ましい。すなわち、正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 からなる積層体は、電子をブロックする機能を有するのが好ましい。

これにより、正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 が陽極 3 から発光層 6 へ正孔を輸送しつつ発光層 6 からの電子をブロックすることができる。そのため、発光層 6 に効率的に電子および正孔を閉じ込め、発光効率を向上させることができる。

20

【 0 0 3 7 】

このように正孔輸送層 5 が電子をブロックする機能を有していても、高電流密度での駆動においては、正孔輸送層 5 が電子をブロックできず、その結果、正孔輸送層 5 に電子が侵入する（注入される）場合がある。このような場合においても、発光素子 1 では、正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 がそれぞれ電子輸送性材料を含んでいるので、正孔輸送層 5 でブロックできずに正孔輸送層 5 内へ侵入した電子を正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 が陽極 3 側へ速やかに輸送して通過させることができる。

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、10～90 nm 程度であるのが好ましく、30～70 nm 程度であるのがより好ましい。

30

【 0 0 3 8 】

（電子注入層および電子輸送層の電子輸送性）

ここで、正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 に含まれる電子輸送性材料について詳述する。

本実施形態の発光素子 1 では、正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 からなる積層体が、陽極 3 と発光層 6 との間にこれらに接して設けられ、正孔を輸送する機能を有する有機層である。

【 0 0 3 9 】

そして、正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 が、それぞれ、電子輸送性材料を含んでいる。すなわち、正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 からなる積層体で構成された有機層は、電子輸送性を有する電子輸送性材料を含んで構成されている。

40

これにより、陽極 3 からの正孔注入性および正孔輸送性を良好なものとしつつ、電子による正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 の劣化を防止することができる。

【 0 0 4 0 】

より具体的に説明すると、このような発光素子 1 では、正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 からなる積層体（有機層）が陽極 3 から発光層 6 へ効率的に正孔を輸送することができる。そのため、発光素子 1 の発光効率を向上させることができる。

特に、発光素子 1 では、正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 からなる積層体が電子輸送性材料を含むとともに陽極 3 および発光層 6 にそれぞれ接しているため、発光層 6 から正孔

50

輸送層 5 内へ電子が侵入しても（注入されても）、その電子を正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 が陽極 3 側へ速やかに輸送して通過させることができる。これにより、正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 に電子が留まるのを防止し、その結果、正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 が電子により劣化するのを防止することができる。そのため、高電流密度での電流で駆動する場合においても、発光素子 1 の長寿命化を図ることができる。

【 0 0 4 1 】

前述したように正孔注入層 4 中や正孔輸送層 5 中を電子が通過する際、電子輸送性材料は電子に対する耐性が高いので、正孔注入層 4 中および正孔輸送層 5 中の電子輸送性材料が電子により劣化することはほとんどない。また、正孔注入層 4 中および正孔輸送層 5 中の電子は正孔輸送性材料や正孔注入性材料よりも主に電子輸送性材料を伝って輸送されるので、正孔注入層 4 中の正孔輸送性材料やおよび正孔輸送層 5 中の正孔注入性材料が電子により劣化するのを防止することができる。

10

【 0 0 4 2 】

正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 に含まれる電子輸送性材料としては、それぞれ、電子輸送性を有する材料であればよく、特に限定されず、公知の電子輸送性材料を用いることができるが、例えば、アセン系材料、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、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用いることができる。

20

【 0 0 4 3 】

中でも、正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 に含まれる電子輸送性材料は、それぞれ、アセン系材料であるのが好ましい。

アセン系材料は、電子輸送性に優れ、更に正孔輸送性も有している。そのため、アセン系材料を含む正孔注入層 4 や正孔輸送層 5 は、発光層 6 からの電子を陽極 3 へ速やかに輸送することができる。また、アセン系材料は、電子および正孔に対する耐性に優れる。そのため、電子および正孔による正孔注入層 4 や正孔輸送層 5 の劣化を防止または抑制することができる。

【 0 0 4 4 】

30

このようなアセン系材料は、アセン骨格を有し、かつ、前述したような効果を発揮するものであれば、特に限定されず、例えば、ナフタレン誘導体、アントラセン誘導体、ナフタセン誘導体（テトラセン誘導体）、ペンタセン誘導体、ヘキサセン誘導体、ヘプタセン誘導体等が挙げられ、これらのうち 1 種または 2 種以上を組み合わせ用いることができるが、アントラセン誘導体、ナフタセン誘導体を用いるのが好ましく、アントラセン誘導体（特に、モノ - アントラセンまたはビス - アントラセンを主骨格として有するもの）を用いるのがより好ましい。

アントラセン誘導体は、優れた電子輸送性を有しながらも、気相成膜法により簡単に成膜することができる。したがって、アセン系材料としてアントラセン誘導体を用いることにより、正孔注入層 4 や正孔輸送層 5 の電子輸送性を優れたものとしつつ、均質な正孔注入層 4 や正孔輸送層 5 の形成を容易なものとすることができる。

40

【 0 0 4 5 】

また、正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 は、それぞれ、アミン系材料を含むのが好ましい。アミン系材料は、正孔輸送性に優れる。そのため、アミン系材料を含む正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 からなる積層体（有機層）は、陽極 3 からの電子を発光層 6 へ速やかに輸送することができる。

この場合正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 は、それぞれ、アセン系材料およびアミン系材料を混合した混合材料で構成されているのが好ましい。これにより、正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 からなる積層体（有機層）の正孔輸送性および電子輸送性のバランスを好適な範囲に比較的簡単に調整することができる。

50

【 0 0 4 6 】

また、正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 に含まれる電子輸送性材料としては、炭素元素および水素元素のみから構成されている炭化水素化合物（誘電体）を用いるのが好ましい。このような化合物は、誘電率および誘電正接がそれぞれ比較的低く、誘電特性に優れる。また、このような化合物は、水酸基、カルボキシル基等の極性基を有しないため、一般に、反応性に乏しく、化学的に比較的稳定であり、また、正孔注入性材料や正孔輸送性材料との相互作用も少ない。このようなことから、発光素子 1 の特性を長期に亘り優れたものとすることができる。

【 0 0 4 7 】

また、正孔注入層 4 に含まれる電子輸送性材料と正孔輸送層 5 に含まれる電子輸送性材料とは、同じであっても異なってもよい。

10

また、正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 に含まれる電子輸送性材料のガラス転移温度（ T_g ）は、できる限り高いのが好ましく、具体的には、120 以上であるのが好ましく、150 以上であるのがより好ましい。これにより、高電流密度での電流で駆動した場合において、発光素子 1 が高温になっても、発光素子 1 の熱による性能低下を防止することができる。

【 0 0 4 8 】

また、正孔注入層 4 中および正孔輸送層 5 中における電子輸送性材料の含有量は、それぞれ、30wt%以上70wt%以下であるのが好ましく、40wt%以上60wt%以下であるのがより好ましく、50wt%以上60wt%以下であるのがさらに好ましい。これにより、正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 からなる積層体（有機層）の電子輸送性と正孔輸送性とのバランスを好適なものとするすることができる。また、かかる有機層が電子ブロック性を有する場合、かかる有機層の電子ブロック性と電子輸送性とのバランスを好適なものとするすることができる。

20

【 0 0 4 9 】

これに対し、かかる含有量が前記下限値未満であると、正孔注入層 4 中および正孔輸送層 5 中の電子輸送性材料が励起されやすくなり、電子輸送性材料自体が発光してしまい、発光素子 1 全体の発光スペクトルに悪影響を及ぼす場合がある。一方、かかる含有量が前記上限値を超えると、発光素子 1 を構成する層の全体の厚さが厚くなりすぎて、発光素子 1 の駆動電圧が上昇する傾向を示す。

30

なお、正孔注入層 4 中における電子輸送性材料の含有量と、正孔輸送層 5 中における電子輸送性材料の含有量とは、同じであっても異なってもよい。

【 0 0 5 0 】

正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 からなる積層体（有機層）の平均厚さ（正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 の合計厚さ）は、20nm以上100nm以下であるのが好ましく、30nm以上80nm以下であるのがより好ましく、30nm以上70nm以下であるのがさらに好ましい。これにより、駆動電圧を抑えつつ、電子による正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 の劣化を防止することができる。また、発光素子 1 内に光の取出しを良好に行える光学的なギャップを容易に形成することができる。

これに対し、かかる平均厚さが前記下限値未満であると、正孔注入層 4 や正孔輸送層 5 の厚さや構成材料等によっては、正孔注入層 4 の正孔注入性や正孔輸送層の正孔輸送性が低下する傾向を示す。一方、かかる平均厚さが前記上限値を超えると、上記光学的なギャップの形成が難しくなり、また、発光素子 1 の駆動電圧が上昇する傾向を示す。

40

【 0 0 5 1 】

（発光層）

この発光層 6 は、前述した陽極 3 と陰極 9 との間に通電することにより、発光するものである。

このような発光層 6 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、各種蛍光材料、各種燐光材料を 1 種または 2 種以上組み合わせて用いることができる。

50

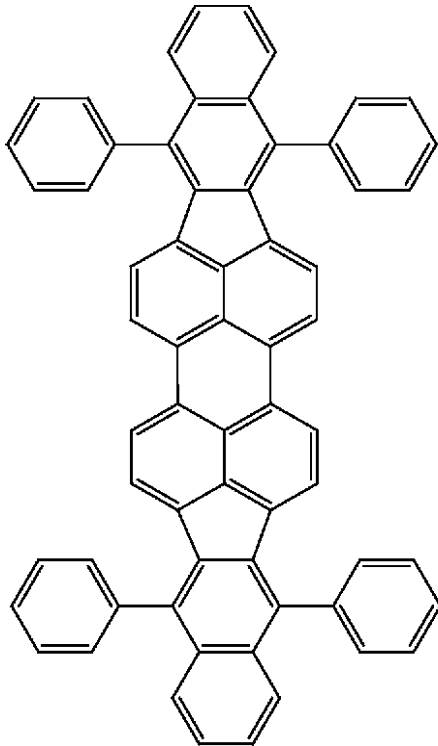
【 0 0 5 2 】

赤色の蛍光を発する蛍光材料としては、特に限定されず、例えば、下記式(3)で表わされるテトラアリー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-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(DCJTB)、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。

【 0 0 5 3 】

10

【 化 3 】



... (3)

20

30

【 0 0 5 4 】

赤色の燐光を発する燐光材料としては、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-α]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-α]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

【 0 0 5 5 】

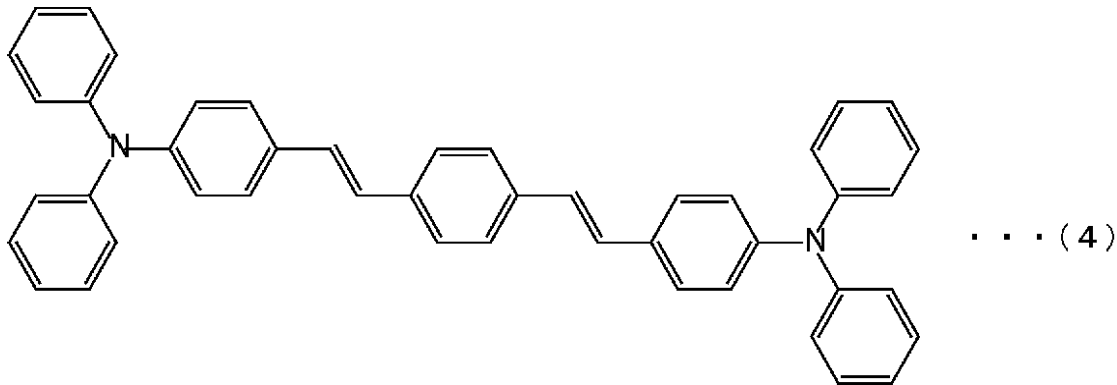
青色の蛍光を発する蛍光材料としては、特に限定されず、例えば、下記式(4)で表わされるジスチリルジアミン系化合物等のジスチリルアミン誘導体、フルオランテン誘導体、ピレン誘導体、ペリレンおよびペリレン誘導体、アントラセン誘導体、ベンゾオキサゾール誘導体、ベンゾチアゾール誘導体、ベンゾイミダゾール誘導体、クリセン誘導体、フェナントレン誘導体、ジスチリルベンゼン誘導体、テトラフェニルブタジエン、4,4'-ビス(9-エチル-3-カルバゾピニレン)-1,1'-ビフェニル(BCzVBi)、ポリ[(9,9-ジオクチルフルオレン-2,7-ジイル)-co-(2,5-ジメトキ

50

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用いることもできる。

【 0 0 5 6 】

【 化 4 】



10

【 0 0 5 7 】

青色の発光を発する発光材料としては、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, C² '] - 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, C² '] - 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, C² '] - 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, C² ') イリジウム (アセチルアセトネート) が挙げられる。

20

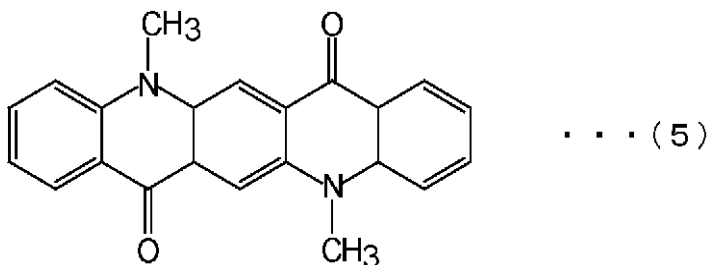
【 0 0 5 8 】

緑色の発光を発する発光材料としては、特に限定されず、例えば、クマリン誘導体、下記式 (5) で表わされる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) - ビニレニル] - 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用いることもできる。

30

【 0 0 5 9 】

【 化 5 】



40

【 0 0 6 0 】

緑色の発光を発する発光材料としては、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。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

50

エニルピリジン)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。

【0061】

黄色の蛍光を発する蛍光材料としては、例えば、ルブレン系材料等のナфтаセン骨格を有する化合物であって、ナфта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。

このような発光材料(蛍光材料や燐光材料)は、1種を単独でまたは2種以上を組み合わせる用いることができる。2種以上の発光材料を組み合わせる用いる場合、発光層6は、含まれる発光材料が互い異なる複数の層(発光層)を積層した積層体の形態としてもよいし、複数種の発光材料を混合した混合材料で構成された層の形態としてもよい。なお、発光層6が複数の発光層で構成されている場合、発光層同士の間には発光に寄与しない層(中間層)が介在していてもよい。

【0062】

また、発光層6の構成材料としては、前述したような発光材料に加えて、この発光材料がゲスト材料(ドーパント)として添加(担持)されるホスト材料を用いてもよい。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ドーパントとしてホスト材料にドーブして用いることができる。

【0063】

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、ジスチリルアリーレン誘導体、ナфтаセン誘導体、下記式(6)で表わされる化合物、2-*t*-ブチル-9,10-ジ(2-ナフトイル)アントラセン(TBADN)等のアントラセン誘導体、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、下記式(7)で表わされる化合物等のルブレンおよびその誘導体、シロール誘導体、ジカルバゾール誘導体、オリゴチオフェン誘導体、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(DPVB_i)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用いることもできる。

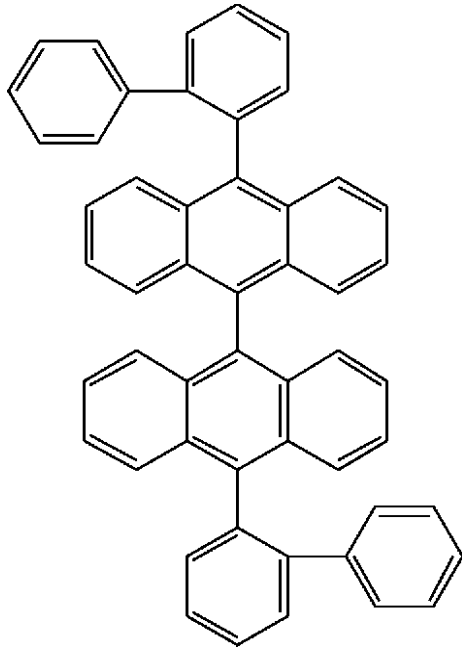
【0064】

10

20

30

【化 6】

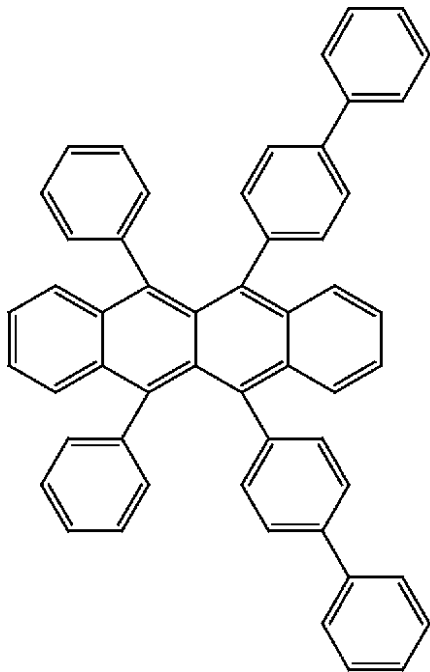


... (6)

10

【 0 0 6 5 】

【化 7】



... (7)

20

30

【 0 0 6 6 】

また、発光材料が燐光材料を含む場合、第 1 の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 (C B P) 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。

40

発光層 6 がホスト材料を含む場合、発光層 6 中における発光材料の含有量 (ドープ量) は、0 . 0 1 ~ 2 0 w t % であるのが好ましく、0 . 1 ~ 1 0 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。

また、発光層 6 の平均厚さは、特に限定されないが、1 ~ 6 0 n m 程度であるのが好ましく、3 ~ 5 0 n m 程度であるのがより好ましい。

【 0 0 6 7 】

50

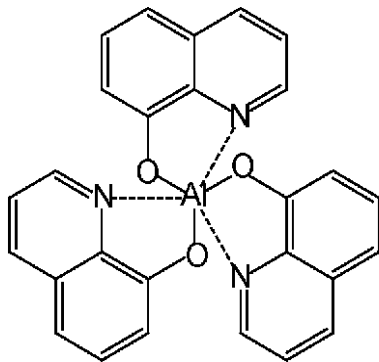
(電子輸送層)

電子輸送層 7 は、陰極 9 から電子注入層 8 を介して注入された電子を発光層 6 に輸送する機能を有するものである。

電子輸送層 7 の構成材料（電子輸送材料）としては、例えば、下記式（8）で表わされるトリス（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（9）で表わされる化合物等の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ることができる。

【0068】

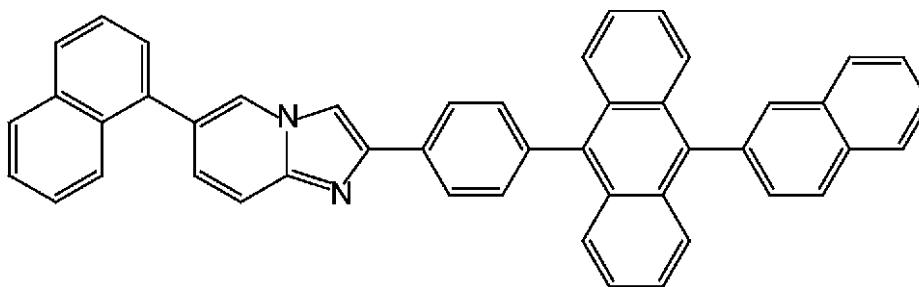
【化 8】



... (8)

【0069】

【化 9】



... (9)

【0070】

また、電子輸送層 7 は、前述したような電子輸送性材料のうち 2 種以上を組み合わせる場合、2 種以上の電子輸送性材料を混合した混合材料で構成されていてもよいし、異なる電子輸送性材料で構成された複数の層を積層して構成されていてもよい。

電子輸送層 7 を異なる電子輸送性材料で構成された複数の層を積層して構成する場合、陽極側の層（第 1 の電子輸送層）の構成材料としては、発光層 6 に電子を注入することができるものであればよいが、例えば、アントラセン誘導体、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等を用いるのが好ましく、また、陰極側の層（第 2 の電子輸送層）の構成材料としては、電子注入層 8 が電子を受け取るとともに第 1 の電子輸送層へ電子を注入することができるものであればよいが、例えば、上記式（9）で表わされる化合物等のアザインドリジン誘導体、ピリジン誘導体、フェナントリン誘導体等を用いるのが好ましい。

【0071】

また、前記第 1 の電子輸送層の平均厚さは、前記第 2 の電子輸送層の平均厚さよりも薄いのが好ましく、前記第 2 の電子輸送層の平均厚さに対して 0.1 倍以上 0.4 倍以下であるのがより好ましい。これにより、電子輸送層 7 の電子輸送性および電子注入性を優れたものとすることができる。

10

20

30

40

50

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

【0072】

(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。

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。

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 8 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。

10

【0073】

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。

20

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。

【0074】

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 8 の平均厚さは、特に限定されないが、 $0.1 \sim 500 \text{ nm}$ 程度であるのが好ましく、 $0.2 \sim 100 \text{ nm}$ 程度であるのがより好ましく、 $0.2 \sim 10 \text{ nm}$ 程度であるのがさらに好ましい。

30

【0075】

(封止部材)

封止部材 10 は、陽極 3、積層体 14、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。

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 14 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。

40

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ようにしてもよい。

【0076】

以上のように構成された発光素子 1 によれば、正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 からなる積層体(有機層)が陽極 3 から発光層 6 へ効率的に正孔を輸送することができる。そのため、発光素子 1 の発光効率を向上させることができる。

特に、発光素子 1 では、正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 からなる積層体が電子輸送性材料を含むとともに陽極 3 および発光層 6 にそれぞれ接しているため、発光層 6 から正孔

50

輸送層 5 内へ電子が侵入しても（注入されても）、その電子を正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 が陽極 3 側へ速やかに輸送して通過させることができる。これにより、正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 に電子が留まるのを防止し、その結果、正孔注入層 4 および正孔輸送層 5 が電子により劣化するのを防止することができる。そのため、高電流密度での電流で駆動する場合においても、発光素子 1 の長寿命化を図ることができる。

【 0 0 7 7 】

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。

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、スパッタリング法、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。

10

【 0 0 7 8 】

[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。

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。

【 0 0 7 9 】

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。

20

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。

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。

【 0 0 8 0 】

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。

30

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。

【 0 0 8 1 】

[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。

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。

40

[4] 次に、正孔輸送層 5 上に、発光層 6 を形成する。

発光層 6 は、例えば、真空蒸着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 8 2 】

[5] 次に、発光層 6 上に、電子輸送層 7 を形成する。

電子輸送層 7 は、例えば、真空蒸着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、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、発光層 6 上に供給した後、乾燥（脱溶媒または脱分散媒）す

50

ることによっても形成することができる。

〔 6 〕 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、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。

【 0 0 8 3 】

〔 7 〕 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。

10

最後に、得られた発光素子 1 を覆うように封止部材 1 0 を被せ、基板 2 に接合する。

【 0 0 8 4 】

< 第 2 実施形態 >

図 2 は、本発明の発光素子の第 2 実施形態を模式的に示す断面図である。なお、以下では、説明の都合上、図 2 中の上側、すなわち陰極 9 側を「上」、下側、すなわち陽極 3 側を「下」として説明を行う。

本実施形態にかかる発光素子 1 A は、正孔輸送層を省略した以外は、前述した第 1 実施形態の発光素子 1 と同様である。

【 0 0 8 5 】

この発光素子 1 A は、陽極 3 と陰極 9 との間に、積層体 1 4 A が介挿されている。この積層体 1 4 A は、陽極 3 側から陰極 9 側に、正孔注入層 4 A、発光層 6、電子輸送層 7 および電子注入層 8 がこの順で積層されたものである。

20

正孔注入層 4 A は、陽極 3 と発光層 6 との間にこれらの両層に接するように設けられている。

【 0 0 8 6 】

このような正孔注入層 4 A は、前述した第 1 実施形態の発光素子 1 における正孔注入層 4 と同様に、正孔注入性材料および電子輸送性材料を含んで構成されている。

これにより、陽極 3 からの正孔注入性を良好なものとしつつ、電子による正孔注入層 4 A の劣化を防止することができる。

また、陽極 3 と発光層 6 との間に正孔注入層 4 A しか存在しないため、発光素子 1 A を構成する層の数を少なくすることができる。その結果、発光素子 1 A の低電圧駆動化を図ることができる。

30

【 0 0 8 7 】

正孔注入層 4 A の構成材料としては、前述した第 1 実施形態の発光素子 1 における正孔注入層 4 の構成材料と同様のものを用いることができる。

特に、正孔注入層 4 A に含まれる正孔注入性材料としては、アミン系材料を用いるのが好ましく、ベンジジン誘導体を用いるのがより好ましい。

ベンジジン誘導体は、正孔注入性および正孔輸送性に優れる。そのため、ベンジジン誘導体を主材料として構成された正孔注入層 4 A は、陽極 3 から正孔が効率的に注入されるとともに、その注入された正孔を発光層 6 へ効率的に輸送することができる。そのため、発光素子 1 A の高発光効率化を図ることができる。

40

【 0 0 8 8 】

また、前述したようにベンジジン誘導体が正孔注入性および正孔輸送性に優れるので、正孔注入層 4 A を厚膜化することができる。そのため、発光素子 1 A の製造過程において、陽極 3 上に正孔注入層 4 A を形成する際に、陽極 3 上に異物が存在していても、その異物を覆う（埋める）ように正孔注入層 4 A を形成することができる。このように正孔注入層 4 A を厚膜化することにより、かかる異物が発光素子 1 A を構成する層同士の層間に跨ること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 A を構成する層間が異物によってショートするのを防止することができる。これにより、発光素子 1 A の製造における歩留まりを向上させることができる。

50

【 0 0 8 9 】

このような正孔注入層 4 A (有機層) の平均厚さは、20 nm 以上 100 nm 以下であるのが好ましく、30 nm 以上 80 nm 以下であるのがより好ましく、30 nm 以上 70 nm 以下であるのがさらに好ましい。これにより、駆動電圧を抑えつつ、電子による正孔注入層 4 A の劣化を防止することができる。また、発光素子 1 A 内に光の取出しを良好に行える光学的なギャップを容易に形成することができる。

また、第 2 実施形態の発光素子 1 A によれば、前述した第 1 実施形態の発光素子 1 と同様の効果を奏することができる。

【 0 0 9 0 】

< 第 3 実施形態 >

図 3 は、本発明の発光素子の第 3 実施形態を模式的に示す断面図である。なお、以下では、説明の都合上、図 3 中の上側、すなわち陰極 9 側を「上」、下側、すなわち陽極 3 側を「下」として説明を行う。

本実施形態にかかる発光素子 1 B は、正孔注入層を省略した以外は、前述した第 1 実施形態の発光素子 1 と同様である。また、本実施形態の発光素子 1 B は、正孔注入層に代えて正孔輸送層を設けた以外は、前述した第 2 実施形態の発光素子 1 A と同様である。

この発光素子 1 B は、陽極 3 と陰極 9 との間に、積層体 1 4 B が介挿されている。この積層体 1 4 B は、陽極 3 側から陰極 9 側に、正孔輸送層 5 B、発光層 6、電子輸送層 7 および電子注入層 8 がこの順で積層されたものである。

【 0 0 9 1 】

正孔輸送層 5 B は、陽極 3 と発光層 6 との間にこれらの両層に接するように設けられている。

このような正孔輸送層 5 B は、前述した第 1 実施形態の発光素子 1 における正孔輸送層 5 と同様に、正孔輸送性材料および電子輸送性材料を含んで構成されている。

これにより、陽極 3 からの正孔輸送性を良好なものとしつつ、電子による正孔輸送層 5 B の劣化を防止することができる。

また、陽極 3 と発光層 6 との間に正孔輸送層 5 B しか存在しないため、発光素子 1 B を構成する層の数を少なくすることができる。その結果、発光素子 1 B の低電圧駆動化を図ることができる。

【 0 0 9 2 】

正孔輸送層 5 B の構成材料としては、前述した第 1 実施形態の発光素子 1 における正孔輸送層 5 の構成材料と同様のものを用いることができる。

特に、正孔輸送層 5 B に含まれる正孔輸送性材料としては、アミン系材料を用いるのが好ましく、ベンジジン誘導体を用いるのがより好ましい。

ベンジジン誘導体は、正孔注入性および正孔輸送性に優れる。そのため、ベンジジン誘導体を主材料として構成された正孔輸送層 5 B は、陽極 3 から正孔が効率的に注入されるとともに、その注入された正孔を発光層 6 へ効率的に輸送することができる。そのため、発光素子 1 B の高発光効率化を図ることができる。

【 0 0 9 3 】

また、前述したようにベンジジン誘導体が正孔注入性および正孔輸送性に優れるので、正孔輸送層 5 B を厚膜化することができる。そのため、発光素子 1 B の製造過程において、陽極 3 上に正孔輸送層 5 B を形成する際に、陽極 3 上に異物が存在していても、その異物を覆う（埋める）ように正孔輸送層 5 B を形成することができる。このように正孔輸送層 5 B を厚膜化することにより、かかる異物が発光素子 1 B を構成する層同士の層間に跨ること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 B を構成する層間が異物によってショートするのを防止することができる。これにより、発光素子 1 B の製造における歩留まりを向上させることができる。

【 0 0 9 4 】

正孔輸送層 5 B (有機層) の平均厚さは、20 nm 以上 100 nm 以下であるのが好ましく、30 nm 以上 80 nm 以下であるのがより好ましく、30 nm 以上 70 nm 以下で

10

20

30

40

50

あるのがさらに好ましい。これにより、駆動電圧を抑えつつ、電子による正孔輸送層 5 B の劣化を防止することができる。また、発光素子 1 B 内に光の取出しを良好に行える光学的なギャップを容易に形成することができる。

また、第 3 実施形態の発光素子 1 B によれば、前述した第 1 実施形態の発光素子 1 と同様の効果を奏することができる。

【 0 0 9 5 】

以上説明したような発光素子 1、1 A、1 B は、それぞれ、例えば、電子写真方式を採用するプリンター、複写機、ファクシミリ装置等の露光用ヘッドの光源、センサー用の光源、照明、ピコプロジェクター（ハンディプロジェクター）用の光源、スキャナー用の光源、反射型液晶表示装置のフロントライト用の光源等の発光装置として使用することができる。このような発光装置は、長寿命な発光素子を備えるので、信頼性に優れる。

10

【 0 0 9 6 】

また、複数の発光素子をマトリックス状に配置することにより、例えば、ディスプレイ装置（本発明の表示装置）を構成することができる。このような表示装置は、長期に亘り高品位な画像を表示し得るとともに、信頼性に優れる。

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。

また、本発明の発光素子、発光装置または表示装置を備える電子機器は、信頼性に優れる。

【 0 0 9 7 】

20

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 4 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 4 に示すディスプレイ装置 1 0 0 は、基板 2 1 と、サブ画素 1 0 0_R、1 0 0_G、1 0 0_B に対応して設けられた複数の発光素子 1_R、1_G、1_B およびカラーフィルタ 1 9_R、1 9_G、1 9_B と、各発光素子 1_R、1_G、1_B をそれぞれ駆動するための複数の駆動用トランジスタ 2 4 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。

【 0 0 9 8 】

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。

30

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。

【 0 0 9 9 】

平坦化層上には、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。

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 E L 発光部）1 4、陰極 1 3、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 1 3 は、共通電極とされている。

40

【 0 1 0 0 】

図 4 における発光素子 1_R は、白色発光するものである。例えば、発光素子 1_R の発光層は、赤色に発光する発光層と青色に発光する発光層と緑色に発光する発光層とが積層された積層体、あるいは、青色に発光する発光層と黄色に発光する発光層とが積層された積層体で構成されている。

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 4 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。

50

隣接する発光素子 1_R 、 1_G 、 1_B 同士の間には、隔壁 31 が設けられている。また、これらの発光素子 1_R 、 1_G 、 1_B 上には、これらを覆うように、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。

【0101】

カラーフィルタ 19_R、19_G、19_B は、前述したエポキシ層 35 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 19_R は、発光素子 1_R からの白色光 W を赤色に変換するものである。また、カラーフィルタ 19_G は、発光素子 1_G からの白色光 W を緑色に変換するものである。また、カラーフィルタ 19_B は、発光素子 1_B からの白色光 W を青色に変換するものである。このようなカラーフィルタ 19_R、19_G、19_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。

10

【0102】

また、隣接するカラーフィルタ 19_R、19_G、19_B 同士の間には、遮光層 36 が形成されている。これにより、意図しないサブ画素 100_R、100_G、100_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 19_R、19_G、19_B および遮光層 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。

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 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 100 (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。

20

【0103】

図 5 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 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。

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。

【0104】

30

図 6 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。

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。

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。

【0105】

図 7 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。

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) 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。

40

【0106】

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として機能する。

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。

【0107】

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

50

像信号を格納（記憶）し得るメモリが設置されている。

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。

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のメモリに転送・格納される。

【０１０８】

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のメモリに格納された撮像信号が、テレビモニタ１４３０や、パーソナルコンピュータ１４４０に出力される構成になっている。

10

【０１０９】

なお、本発明の電子機器は、図５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６の携帯電話機、図７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ペンサー、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。

20

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。

【実施例】

【０１１０】

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 0.5 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 150 nm 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、酸素プラズマ処理およびアルゴンプラズマ処理を施した。これらのプラズマ処理は、それぞれ、基板を 70 ~ 90 ° に加温した状態で、プラズマパワー 100 W、ガス流量 20 sccm、処理時間 5 sec で行った。

【０１１１】

< ２ > 次に、ITO電極上に、前記式（１）で表わされるベンジジン誘導体（正孔注入性材料）と、下記式（１０）で表わされるアントラセン誘導体（電子輸送性材料）とを真空蒸着法により共蒸着させ、平均厚さ 20 nm の正孔注入層を形成した。

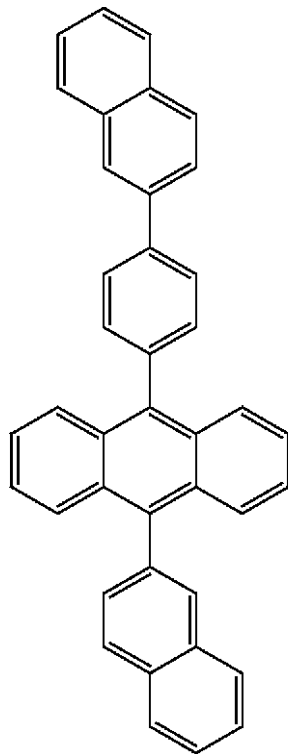
ここで、正孔注入層は、前記式（１）で表わされるベンジジン誘導体（正孔輸送性材料）と、前記式（１０）で表わされるアントラセン誘導体（電子輸送性材料）との混合材料で構成されていた。その混合比（重量比）は、（ベンジジン誘導体）：（アントラセン誘導体）= 90 : 10 であった。

【０１１２】

30

40

【化 10】



・ ・ ・ (10)

10

20

【0113】

< 3 > 次に、正孔注入層上に、前記式(2)で表わされるベンジジン誘導体(正孔輸送性材料)と、前記式(10)で表わされるアントラセン誘導体(電子輸送性材料)とを真空蒸着法により共蒸着させ、平均厚さ50nmの正孔輸送層を形成した。

ここで、正孔輸送層は、前記式(2)で表わされるベンジジン誘導体(正孔輸送性材料)と、前記式(10)で表わされるアントラセン誘導体(電子輸送性材料)との混合材料で構成されていた。その混合比(重量比)は、(ベンジジン誘導体):(アントラセン誘導体)=90:10であった。

30

【0114】

< 4 > 次に、正孔輸送層上に、赤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40nmの赤色発光層(発光層)を形成した。赤色発光層の構成材料としては、赤色発光材料(ゲスト材料)として前記式(3)で表わされるテトラアリールジインデノペリレン誘導体を用い、ホスト材料として前記式(7)で表わされるナフタセン誘導体を用いた。また、赤色発光層中の発光材料(ドーパント)の含有量(ドーパ濃度)を1.0wt%とした。

【0115】

< 5 > 次に、赤色発光層上に、前記式(8)で表わされるトリス(8-キノリノラト)アルミニウム(Alq_3)を真空蒸着法により成膜し、平均厚さ5nmの第1の電子輸送層を形成した。

40

< 6 > 次に、第1の電子輸送層上に、前記式(9)で表わ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25nmの第2の電子輸送層を形成した。

これにより、第1の電子輸送層および第2の電子輸送層が積層されてなる電子輸送層を得た。

【0116】

< 7 > 次に、電子輸送層の第2の電子輸送層上に、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。

< 8 > 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150nmの陰極を形成した。

< 9 > 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

50

、エポキシ樹脂により固定、封止した。

以上の工程により、発光素子を製造した。

【 0 1 1 7 】

（実施例 2）

正孔注入層および正孔輸送層におけるベンジジン誘導体およびアントラセン誘導体の混合比（重量比）を、それぞれ、（ベンジジン誘導体）：（アントラセン誘導体）＝ 8 0 : 2 0 とした以外は、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）

正孔注入層および正孔輸送層におけるベンジジン誘導体およびアントラセン誘導体の混合比（重量比）を、それぞれ、（ベンジジン誘導体）：（アントラセン誘導体）＝ 6 0 : 4 0 とした以外は、前述した実施例 1 と同様にして発光素子を製造した。

10

【 0 1 1 8 】

（実施例 4）

正孔注入層および正孔輸送層におけるベンジジン誘導体およびアントラセン誘導体の混合比（重量比）を、それぞれ、（ベンジジン誘導体）：（アントラセン誘導体）＝ 5 0 : 5 0 とした以外は、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 5）

正孔注入層および正孔輸送層におけるベンジジン誘導体およびアントラセン誘導体の混合比（重量比）を、それぞれ、（ベンジジン誘導体）：（アントラセン誘導体）＝ 4 0 : 6 0 とした以外は、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 9 】

（実施例 6）

正孔注入層および正孔輸送層におけるベンジジン誘導体およびアントラセン誘導体の混合比（重量比）を、それぞれ、（ベンジジン誘導体）：（アントラセン誘導体）＝ 3 0 : 7 0 とした以外は、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 7）

正孔注入層および正孔輸送層におけるベンジジン誘導体およびアントラセン誘導体の混合比（重量比）を、それぞれ、（ベンジジン誘導体）：（アントラセン誘導体）＝ 2 0 : 8 0 とした以外は、前述した実施例 1 と同様にして発光素子を製造した。

30

【 0 1 2 0 】

（実施例 8）

正孔輸送層を省略し、正孔注入層の平均厚さを 7 0 n m とするとともに、正孔注入層におけるベンジジン誘導体およびアントラセン誘導体の混合比（重量比）を、それぞれ、（ベンジジン誘導体）：（アントラセン誘導体）＝ 4 0 : 6 0 とした以外は、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 2 1 】

（実施例 9）

正孔注入層を省略し、正孔輸送層の平均厚さを 7 0 n m とするとともに、正孔輸送層におけるベンジジン誘導体およびアントラセン誘導体の混合比（重量比）を、それぞれ、（ベンジジン誘導体）：（アントラセン誘導体）＝ 4 0 : 6 0 とした以外は、前述した実施例 1 と同様にして発光素子を製造した。

40

（比較例）

正孔注入層および正孔輸送層へのアントラセン誘導体（電子輸送性材料）の配合を省略した以外は、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 2 2 】

2．評価

2 - 1．発光寿命の評価

各実施例および各比較例について、輝度計を用いて輝度を測定しながら、初期の輝度が 6 0 0 0 0 c d / m ² となるような電流密度で直流電源を用いて発光素子に定電流を流しつつ、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 9 0 % となる時

50

間 (L T 9 0) を測定した。そして、比較例における L T 9 0 の時間を 1 . 0 0 として規格化し、各比較例および各実施例の L T 9 0 の時間を相対的に評価した。

【 0 1 2 3 】

2 - 2 . 発光効率の評価

各実施例および各比較例について、輝度計を用いて輝度を測定しながら、輝度が 6 0 0 0 0 c d / m ² となるように、直流電源を用いて発光素子に電流を流し、そのときの電流を測定した。また、このときの発光素子に印加された駆動電圧も同様にして測定した。

2 - 3 . 発光バランスの評価

各実施例および各比較例について、輝度計を用いて輝度を測定しながら、輝度が 6 0 0 0 0 c d / m ² となるように、直流電源を用いて発光素子に電流を流し、そのときの色度を色度計を用いて測定した。

10

上記の評価結果を表 1 に示す。

【 0 1 2 4 】

【表 1】

	正孔注入層				正孔輸送層				評価			
	構成材料				平均厚さ [nm]	構成材料		平均厚さ [nm]	駆動電圧 [V]	電流密度 [mA/cm ²]	色度 (x, y)	寿命 (LT90) 比較例 で規格化
	正孔注入性材料 の含有量 [wt%]	電子輸送性材料 の含有量 [wt%]	正孔輸送性材料 の含有量 [wt%]	電子輸送性材料 の含有量 [wt%]								
実施例 1	90	10	20	20	90	10	50	50	9.7	1210	(0.63, 0.32)	1.4
実施例 2	80	20	20	20	80	20	50	50	9.8	1230	(0.66, 0.33)	1.6
実施例 3	60	40	20	20	60	40	50	50	10.0	1240	(0.67, 0.33)	2.0
実施例 4	50	50	20	20	50	50	50	50	10.1	1250	(0.67, 0.33)	3.0
実施例 5	40	60	20	20	40	60	50	50	10.2	1290	(0.67, 0.33)	3.5
実施例 6	30	70	20	20	30	70	50	50	10.6	1350	(0.67, 0.33)	2.8
実施例 7	20	80	20	20	20	80	50	50	12.3	1520	(0.67, 0.33)	1.5
実施例 8	40	60	70	70	—	—	0	0	10.1	1280	(0.67, 0.33)	3.0
実施例 9	—	—	—	—	40	60	70	70	10.1	1280	(0.67, 0.33)	3.8
比較例	100	0	20	20	100	0	50	50	9.5	1180	(0.67, 0.33)	1.0

表 1 から明らかなように、各実施例の発光素子は、比較例の発光素子に比し、極めて長い寿命を有することが分かる。また、各実施例の発光素子は、比較例の発光素子と同等の駆動電圧、電流密度で発光させることができ、優れた発光効率を有する。特に、実施例 2 ～ 9 の各発光素子は、比較例 1 と同等の色度で発光させることができ、所望の発光色が得られた。特に、電子輸送性材料の含有量が 50 ～ 70 % w t % において高い長寿命効果を得ることができ、電子輸送性材料の含有率が 60 % w t % の時に最も高い長寿命効果が得られた。また、正孔注入層又は正孔輸送層のどちらかをない場合においても同様の効果が得られた。

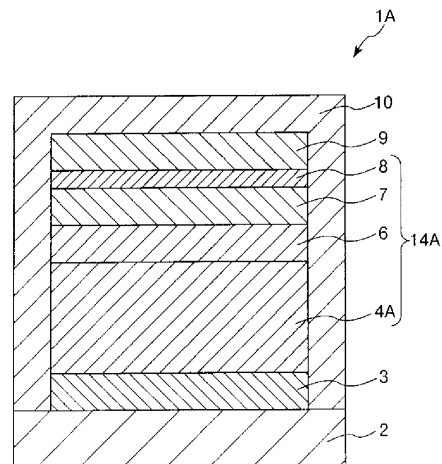
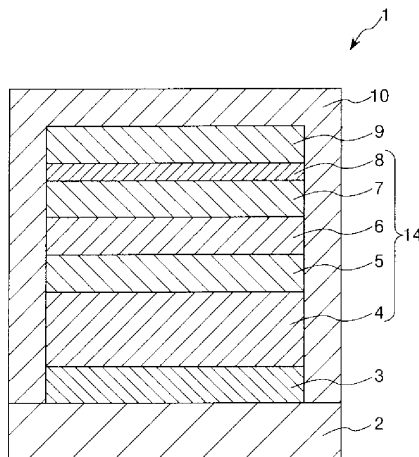
【符号の説明】

【 0 1 2 6 】

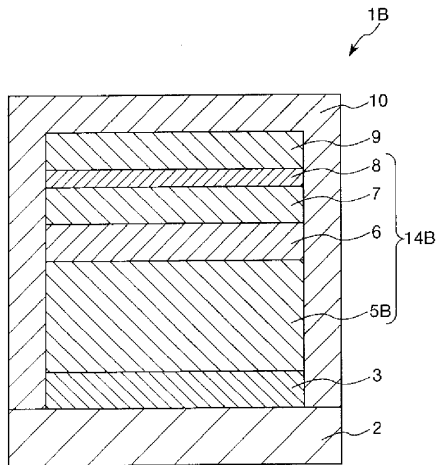
1、1 A、1 B、1_R、1_B、1_G …… 発光素子 2 …… 基板 3 …… 陽極 4、4 A …… 正孔注入層 5、5 B …… 正孔輸送層 6 …… 発光層 7 …… 電子輸送層 8 …… 電子注入層 9 …… 陰極 10 …… 封止部材 13 …… 陰極 14、14 A、14 B …… 積層体 19_B、19_G、19_R …… カラーフィルタ 100 …… ディスプレイ装置 100_R、100_G、100_B …… サブ画素 20 …… 封止基板 21 …… 基板 22 …… 平坦化層 24 …… 駆動用トランジスタ 241 …… 半導体層 242 …… ゲート絶縁層 243 …… ゲート電極 244 …… ソース電極 245 …… ドレイン電極 27 …… 配線 31 …… 隔壁 32 …… 反射膜 33 …… 腐食防止膜 34 …… 陰極カバー 35 …… エポキシ層 36 …… 遮光層 1100 …… パーソナルコンピュータ 1102 …… キーボード 1104 …… 本体部 1106 …… 表示ユニット 1200 …… 携帯電話機 1202 …… 操作ボタン 1204 …… 受話口 1206 …… 送話口 1300 …… デジタルスチルカメラ 1302 …… ケース (ボディー) 1304 …… 受光ユニット 1306 …… シャッターボタン 1308 …… 回路基板 1312 …… ビデオ信号出力端子 1314 …… データ通信用の入出力端子 1430 …… テレビモニタ 1440 …… パーソナルコンピュータ

【 図 1 】

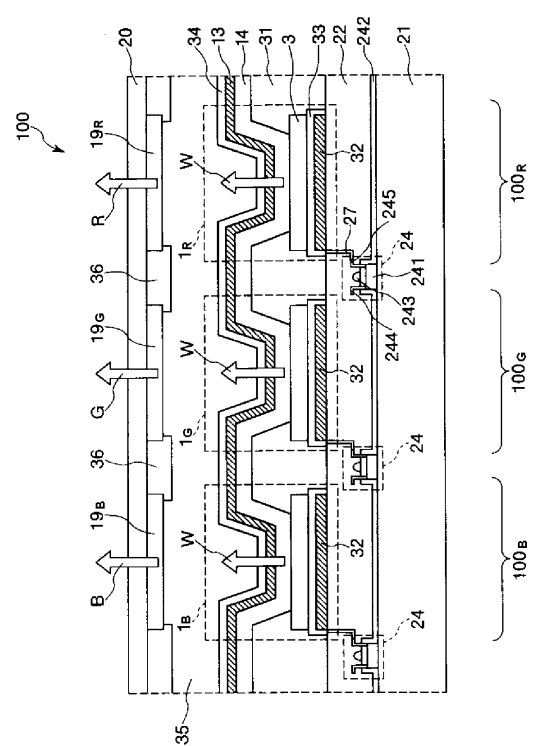
【 図 2 】



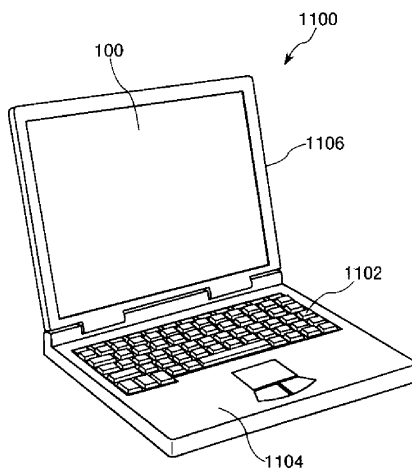
【図 3】



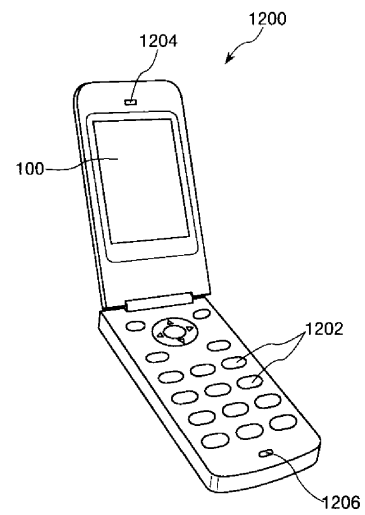
【図 4】



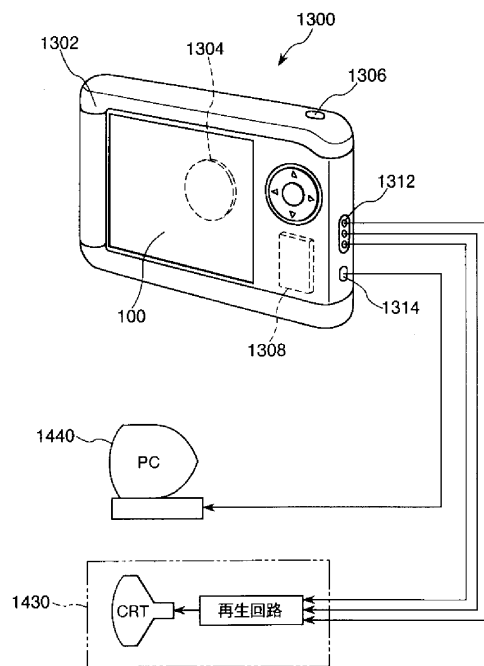
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 白鳥 幸也

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

審査官 小西 隆

(56)参考文献 特開平10-255985(JP,A)

特開2009-076528(JP,A)

特開2000-164362(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 51/50 - 51/56

H01L 27/32

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	JP5601100B2	公开(公告)日	2014-10-08
申请号	JP2010199311	申请日	2010-09-06
[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		
当前申请(专利权)人(译)	精工爱普生公司		
[标]发明人	山本英利 藤田徹司 白鳥幸也		
发明人	山本 英利 藤田 徹司 白鳥 幸也		
IPC分类号	H01L51/50 H01L27/32 G09F9/30		
FI分类号	H05B33/22.D H05B33/14.A G09F9/30.365 H01L27/32		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/BB02 3K107/BB03 3K107/BB04 3K107/BB08 3K107/CC04 3K107/CC21 3K107/DD71 3K107/DD73 3K107/DD78 3K107/FF14 3K107/FF15 5C094/AA37 5C094/BA27 5C094/EA04 5C094/FB01 5C094/FB20 5C094/JA01 5C094/JA08		
代理人(译)	増田达也		
审查员(译)	小西孝		
其他公开文献	JP2012059789A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种即使在由高电流密度的电流驱动时也能够实现良好的发光效率和延长寿命的发光元件，并提供一种发光装置，显示装置和电子装置，具有这种发光元件。解决方案：发光元件1具有：阳极3；阴极9；发光层6设置在阳极3和阴极9之间，并通过迫使电流在阳极3和阴极9之间流动而发光；有机层（包括空穴注入层4和空穴传输层5）设置在阳极3和与其接触的发光层6之间，并具有传输空穴的功能。空穴注入层4和空穴传输层5均包括具有传输电子能力的电子传输材料。

【0031】

【化1】

