

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5434159号
(P5434159)

(45) 発行日 平成26年3月5日(2014.3.5)

(24) 登録日 平成25年12月20日(2013.12.20)

(51) Int.Cl.

F I

H05B 33/12 (2006.01)

H05B 33/12 C

H01L 51/50 (2006.01)

H05B 33/14 A

G09F 9/30 (2006.01)

G09F 9/30 365Z

H01L 27/32 (2006.01)

請求項の数 5 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2009-59397 (P2009-59397)
 (22) 出願日 平成21年3月12日(2009.3.12)
 (65) 公開番号 特開2010-212187 (P2010-212187A)
 (43) 公開日 平成22年9月24日(2010.9.24)
 審査請求日 平成23年12月12日(2011.12.12)

(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 三矢 将之
 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

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、

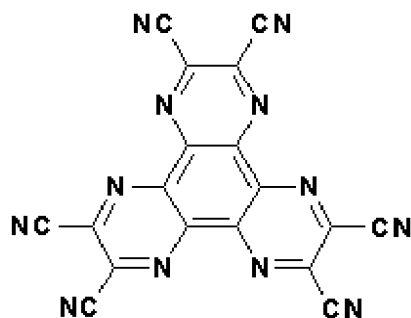
前記陽極と前記陰極との間に設けられ、前記陽極と前記陰極との間で通電することにより発光する第1の発光層と、

前記陰極と前記第1の発光層との間に設けられ、前記陽極と前記陰極との間で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、正孔および電子を発生させるキャリア発生層とを有し、

前記キャリア発生層は、前記陽極側に設けられ、(8-キノラリト)リチウム錯体と、仕事関数が4.0 eV以上の金属とを含む、平均厚さが2~3 nmである第1のキャリア発生層と、前記陰極側に前記第1のキャリア発生層と接合して設けられ、下記化1に示される化合物で構成され、平均厚さが10~30 nmである第2のキャリア発生層とを有することを特徴とする発光素子。

【化 1】



10

【請求項 2】

前記第 1 のキャリア発生層における前記（8 - キノラリト）リチウム錯体の含有率を A [wt %]、前記仕事関数が 4.0 eV 以上の金属の含有率を B [wt %] としたとき、 $0.3 \leq A/B \leq 3$ の関係を満足する請求項 1 に記載の発光素子。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 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 4】

請求項 3 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 5】

請求項 4 に記載の表示装置を備えることを特徴とする電子機器。

20

【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。

30

【0003】

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開示されている（例えば、特許文献 1 参照）。かかる発光素子では、陽極と陰極との間に電界を印加することにより、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。そして、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が各発光層の発光に用いられる。このため、このような発光素子に一定電流を流した場合、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、低い電流で用いても、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発光寿命が長いものとなる。

40

【0004】

しかしながら、このような発光素子は、中間層の構成材料として、 MoO_3 、 WO_3 等の金属酸化物を用いている。このような金属酸化物は、蒸着が比較的困難であり、このような金属酸化物を用いた層の形成が比較的困難である。

また、発光素子として、さらなる発光特性（発光効率、低駆動電圧）、発光寿命の向上が要求されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 8 - 2 9 3 8 9 5 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

本発明の目的は、優れた発光特性および長い発光寿命を有し、発光素子の形成が容易な材料によって構成される発光素子、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。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

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、

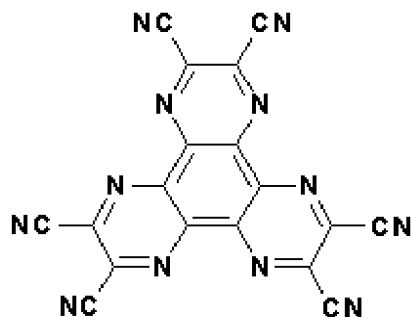
前記陽極と前記陰極との間に設けられ、前記陽極と前記陰極との間で通電することにより発光する第 1 の発光層と、

前記陰極と前記第 1 の発光層との間に設けられ、前記陽極と前記陰極との間で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、正孔および電子を発生させるキャリア発生層とを有し、

前記キャリア発生層は、前記陽極側に設けられ、(8 - キノラリト) リチウム錯体と、仕事関数が 4 . 0 e V 以上の金属とを含む、平均厚さが 2 ~ 3 n m である第 1 のキャリア発生層と、前記陰極側に前記第 1 のキャリア発生層と接合して設けられ、下記化 1 に示される化合物で構成され、平均厚さが 1 0 ~ 3 0 n m である第 2 のキャリア発生層とを有することを特徴とする。

【化 1】



これにより、優れた発光特性および長い発光寿命を有し、発光素子の形成が容易な材料によって構成される発光素子を提供することができる。

【 0 0 0 8 】

また、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により、このような化合物は、芳香環を有する有機シアン化合物としての機能に優れており、隣接する層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側に輸送することができ、好適にキャリア（正孔および電子）を発生させることができる。

【 0 0 0 9 】

さらに、本発明の発光素子では、前記有機シアン化合物は、上記化 1 に示される化合物であることにより、このような化合物は、芳香環を有する有機シアン化合物としての機能に特に優れており、キャリア（電子および正孔）を十分に発生させることができる。

【 0 0 1 0 】

また、本発明の発光素子では、前記 L i 化合物は、L i 金属錯体であることにより、L i 金属錯体は、第 1 のキャリア発生層中において、好適に還元されて優れた電子注入性を発揮するとともに、大気中において十分に安定した材料であり、好適に蒸着に用いること

10

20

30

40

50

ができる。このため、このような金属錯体を用いた場合、発光素子の製造が特に容易なものとなる。

【0011】

さらに、本発明の発光素子では、前記Li化合物は、(8-キノラリト)リチウム錯体であることにより、このようなLi金属錯体は、第1のキャリア発生層中において、好適に還元されて優れた電子注入性を発揮することができる。また、このようなLi金属錯体は、大気中において十分に安定した材料であり、好適に蒸着に用いることができる。このため、このような金属錯体を用いた場合、発光素子の製造が特に容易なものとなる。

また、本発明の発光素子では、前記第1のキャリア発生層の平均厚さは、1～5nmであることにより、第1のキャリア発生層は、第1の発光層および第2の発光層から放出される光を十分に透過できるとともに、第1の発光層に効率よく電子を供給することができる。

10

さらに、本発明の発光素子では、前記キャリア発生層の平均厚さは、10～40nmであることにより、発光素子の駆動電圧が高くなるのを防止しつつ、キャリア発生層の機能を十分に発揮させることができる。

【0012】

本発明の発光素子では、前記第1のキャリア発生層における前記(8-キノラリト)リチウム錯体の含有率をA[w t %]、前記仕事関数が4.0eV以上の金属の含有率をB[w t %]としたとき、 $0.3 \leq A/B \leq 3$ の関係を満足することが好ましい。

これにより、前記(8-キノラリト)リチウム錯体は好適に還元されて、優れた電子注入性を発揮することができ、第1のキャリア発生層は、第1の発光層に好適に電子を供給することができる。

20

【0014】

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、信頼性の高い発光装置を提供することができる。

【0015】

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、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表示装置を提供することができる。

30

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、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電子機器を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【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】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】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。

40

【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】

【0017】

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

50

。

【0018】

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。

言い換えすれば、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。

【0019】

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とが積層された積層体であり、第2の発光部6は、陽極3側から陰極8側に、正孔輸送層61と、第2の発光層62と、電子輸送層63とが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。

【0020】

このような発光素子1にあっては、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42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62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。そして、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。

。

【0021】

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、0.1～30mm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。

【0022】

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。

【0023】

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。

【0024】

[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)

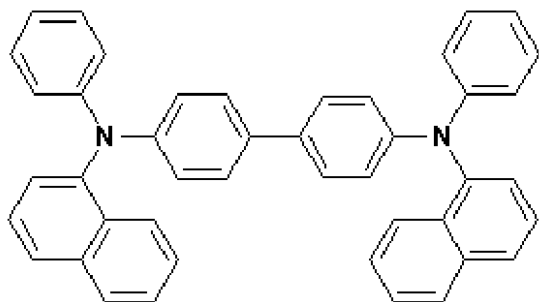
正孔輸送層 4 1 は、陽極 3 から注入された正孔を第 1 の発光層 4 2 まで輸送する機能を有するものである。

【0025】

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 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) 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。

【0026】

【化 2】



【0027】

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。

【0028】

(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。

【0029】

赤色の蛍光材料としては、例えば、下記化 3 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

10

20

30

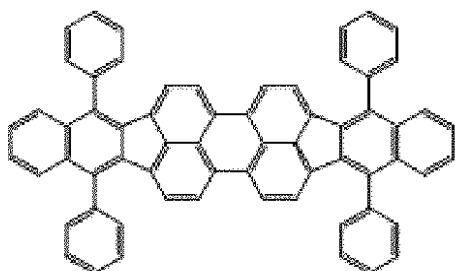
40

50

- 4 H - 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) - 4 H - ピラン (DCM) 等を挙げられる。

【0030】

【化3】



10

【0031】

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 (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)]、BD102 (製品名、出光興産社製) 等が挙げられる。

20

【0032】

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) - 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。

【0033】

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 - 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)(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 - 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

【0034】

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

50

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。

【0035】

緑色の発光材料としては、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。

【0036】

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ピングすることにより形成することができる。

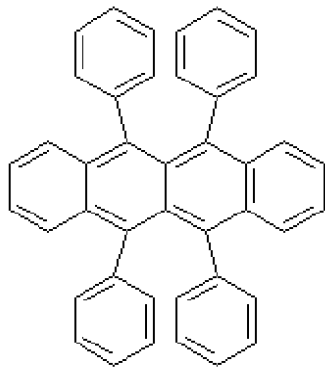
発光材料をゲスト材料とするホスト材料は、正孔と電子とを再結合して励起子を生成するとともに、その励起子のエネルギーを発光材料に移動(フェルスター移動またはデクスター移動)させて、発光材料を励起する機能を有する。

【0037】

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4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-オルトビフェニルリ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、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。

【0038】

【化 4】



10

【 0 0 3 9 】

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 - 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、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' - ジメチルビフェニル等のカルバゾール基含有化合物、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。

20

【 0 0 4 0 】

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。

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 ~ 1 0 0 n m であるのが好ましく、5 ~ 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。

30

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 1 】

(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、正孔がキャリア発生層 5 に届いて後述するキャリア発生層 5

40

にある L i 化合物の還元が阻害されたり、キャリア発生層 5 が劣化するのを防止する機能を有している。

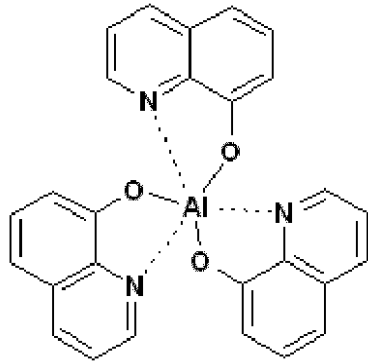
【 0 0 4 2 】

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 5 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 - キノリノールなしの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、ジフェニルキノロン誘導体、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 】

50

【化 5】



10

【 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、 $0.5 \sim 100 \text{ nm}$ であるのが好ましく、 $10 \sim 50 \text{ nm}$ 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 2 を通過した正孔を好適にブロックすることができる。

【 0 0 4 5 】

〔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。

20

このようなキャリア発生層 5 は、陰極側に設けられ、 Li 化合物と仕事関数が 4.0 eV 以上の金属とを含む第 1 のキャリア発生層 5 1 と、陽極側に前記第 1 のキャリア発生層と接合して設けられ、芳香環を有する有機シアン化合物を含む第 2 のキャリア発生層 5 2 とを有する。

【 0 0 4 6 】

（第 1 のキャリア発生層）

第 1 のキャリア発生層 5 1 は、第 2 のキャリア発生層 5 2 で発生した電子を効率よく隣接する層（本実施形態では第 1 の発光部 4 の電子輸送層 4 3）に注入する機能を有している。

30

また、第 1 のキャリア発生層 5 1 は、 Li 化合物と仕事関数が 4.0 eV 以上の金属とを含む。

【 0 0 4 7 】

第 1 のキャリア発生層 5 1 においては、上記の仕事関数が 4.0 eV 以上の金属（以下単に、「還元性金属」ともいう。）が還元性を有し、 Li 化合物の Li イオンに電子を供給することによって、 Li イオンが単体の Li 金属のように機能することができる。 Li 金属は仕事関数が低く、この結果、第 1 のキャリア発生層 5 1 は、電子注入性に優れたものとなる。

また、 Li 化合物は、単体の Li 金属と比較して大気中において安定した化合物であり、好適に発光素子 1 の製造に用いることができる。このため、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。

40

【 0 0 4 8 】

一方、第 1 のキャリア発生層 5 1 の構成材料として、単体の Li 金属を用いることも考えられるが、単体の Li 金属は、大気中で酸化しやすく材料の取り扱いが難しい。このため、単体の Li 金属を用いた場合、発光素子の製造が容易ではなく、また、製造される発光素子は、品質が安定しないものとなり、歩留まりが高いものとならない。

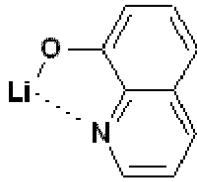
第 1 のキャリア発生層 5 1 に用いることのできる Li 化合物としては、例えば、下記化 6 に示される（8 - キノラリト）リチウム錯体（ Li q ）等のキノリン錯体、ジピバロイルメタナトリチウム錯体等のジピバロイルメタナト錯体、アセチルアセトネートリチウム錯体等のアセチルアセトネート錯体等の Li 金属錯体； Li_2O 、 LiO 等のリチウムカ

50

ルコゲナイド（酸化物、硫化物、セレン化物、テルル化物）； LiF 、 LiCl 等のハロゲン化リチウム； Li_2CO_3 等のリチウム塩等が挙げられ、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。

【0049】

【化6】



10

【0050】

上述した中でも、 Li 化合物として、 Li 金属錯体を用いることが好ましく、キノリン錯体を用いることがより好ましく、上記化6に示される（8-キノラリト）リチウム錯体（ Liq ）を用いることがさらに好ましい。このような Li 金属錯体は、第1のキャリア発生層51中において、好適に還元性金属に還元されるとともに、大気中において十分に安定した材料であり、好適に蒸着に用いることができる。このため、このような金属錯体を用いた場合、発光素子1の製造が特に容易なものとなる。

【0051】

20

また、第1のキャリア発生層51に用いることのできる還元性金属としては、仕事関数が 4.0 eV 以上であれば、特に限定されないが、 Be 、 Al 、 Ti 、 Cr 、 Fe 、 Co 、 Ni 、 Cu 、 Zn 、 Se 、 Zr 、 Nb 、 Mo 、 Pd 、 Ag 、 Cd 、 Sn 、 Hf 、 W 、 Pb 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。

【0052】

上述した中でも、還元性金属としては、 Al を用いることが好ましい。 Al は、 Li 化合物の還元性に優れるとともに、製造時における取り扱いが比較的容易であり、容易に蒸着等の気相成膜法を用いることができる。

なお、仕事関数が 4.0 eV 未満の金属を第1のキャリア発生層に用いた場合、 Li 化合物が十分に還元されず、第1のキャリア発生層は、十分な電子注入性を有さないものとなる。この結果、第1の発光層は、好適に発光することができず、このような発光素子は発光効率が劣るものとなる。

30

【0053】

また、第1のキャリア発生層51における Li 化合物の含有率を $A[\text{wt}\%]$ 、還元性金属の含有率を $B[\text{wt}\%]$ としたとき、 $0.3 \leq A/B \leq 3$ の関係を満足することが好ましく、 $0.5 \leq A/B \leq 1$ の関係を満足することがより好ましい。これにより、 Li 化合物は好適に還元されて、優れた電子注入性を発揮することができ、第1のキャリア発生層51は、第1の発光部4に好適に電子を注入することができる。

また、第1のキャリア発生層51の平均厚さは、 $1 \sim 5\text{ nm}$ であることが好ましく、 $1 \sim 3\text{ nm}$ であることがより好ましい。これにより、第1のキャリア発生層51は、第1の発光層42および第2の発光層62から放出される光を十分に透過することができるとともに、第1の発光部4に効率よく電子を注入することができる。

40

【0054】

（第2のキャリア発生層）

第2のキャリア発生層52は、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）から電子を引き抜くことにより、隣接する層に正孔を注入し、引き抜いた電子を第1のキャリア発生層51に輸送する機能を有している。

また、本発明において、第2のキャリア発生層52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」ともいう。）を含む。

50

【 0 0 5 5 】

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。このため、芳香環含有有機シアン化合物は、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。この結果、第 2 のキャリア発生層 5 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、第 2 のキャリア発生層 5 2 と正孔輸送層 6 1 との界面付近において、第 2 のキャリア発生層 5 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、第 2 のキャリア発生層 5 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輸送されて、第 2 の発光層 6 2 の発光に寄与する。また、第 2 のキャリア発生層 5 2 と正孔輸送層 6 1 との界面付近で発生した電子は、その駆動電圧により輸送されて、第 1 の発光層 4 2 の発光に寄与する。また、上述したような第 2 のキャリア発生層 5 2 による正孔および電子の発生は、駆動電圧が印加されている最中には継続的に行われ、これらの正孔および電子は、第 2 の発光層 6 2 および第 1 の発光層 4 2 の発光に寄与する。

10

【 0 0 5 6 】

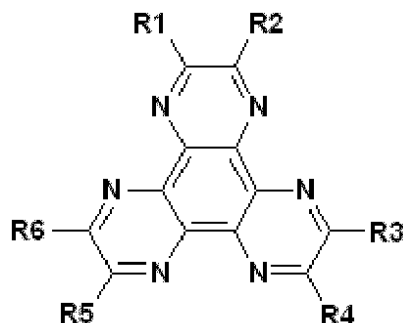
また、芳香環含有有機シアン化合物は、比較的安定な化合物であるとともに、蒸着等の気相成膜法で容易に第 2 のキャリア発生層 5 2 を形成できる化合物である。このため、好適に発光素子 1 の製造に用いることができ、製造される発光素子 1 の品質が安定しやすくなるとともに、発光素子 1 の歩留まりが高いものとなる。

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 7 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 7 】

【 化 7 】



30

【 0 0 5 8 】

上記化 7 中、R 1 ~ R 6 は、それぞれ独立して、シアノ基（- C N）、スルホン基（- S O₂ R'）、スルホキシド基（- S O R'）、スルホンアミド基（- S O₂ N R'₂）、スルホネート基（- S O₃ R'）、ニトロ基（- N O₂）、またはトリフルオロメタン（- C F₃）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かまたは非置換である炭素数 1 ~ 6 0 のアルキル基、アリール基、または複素環基である。

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おり、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 5 9 】

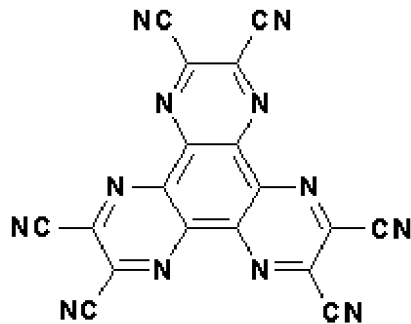
特に、芳香環含有有機シアン化合物としては、前述したような化 7 に示す化合物において、R 1 ~ R 6 はすべてシアノ基であるのが好ましい。すなわち、芳香環含有有機シアン化合物としては、下記化 8 に示すようなヘキサシアノヘキサアザトリフェニレンを用いるのが好ましい。このように電子吸引力の高いシアノ基を複数有することにより、下記化 8

50

に示す化合物は、隣接する層の構成材料（特に正孔輸送材料等）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）を十分に発生させることができる。

【 0 0 6 0 】

【 化 8 】



10

【 0 0 6 1 】

また、芳香環含有有機シアン化合物は、第2のキャリア発生層52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第2のキャリア発生層52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。

【 0 0 6 2 】

20

また、第2のキャリア発生層52の平均厚さは、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、第2のキャリア発生層52の機能を十分に発揮させることができる。

また、キャリア発生層5の平均厚さは、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の機能を十分に発揮させることができる。

【 0 0 6 3 】

〔 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。

30

（ 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有している。

この正孔輸送層61の構成材料には、正孔輸送層41と同様の構成材料を用いることができる。

【 0 0 6 4 】

特に、上述した中でも、正孔輸送層61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52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。

40

このような正孔輸送層61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。これにより、第2の発光層62に正孔を好適に輸送することができるとともに、第2の発光層62を通過した電子を好適にブロックすることができる。

【 0 0 6 5 】

（ 第2の発光層 ）

この第2の発光層62は、発光材料を含んで構成されている。

50

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42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62に用いる発光材料は、第1の発光層42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42の発光材料と第2の発光層62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。

【0066】

また、第2の発光層62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62中における発光材料の含有量（ドーピング量）は、0.1～10wt%であるのが好ましく、0.5～5wt%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る。

10

【0067】

また、第2の発光層62の平均厚さは、特に限定されないが、1～100nmであるのが好ましく、5～70nmであるのがより好ましく、10～50nmであるのがさらに好ましい。

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。

20

【0068】

（電子輸送層）

電子輸送層63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62に輸送する機能を有するものである。

電子輸送層63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43と同様の材料を用いることができる。

電子輸送層63の平均厚さは、特に限定されないが、0.5～100nmであるのが好ましく、1～50nmであるのがより好ましい。

【0069】

〔電子注入層〕

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。

30

40

【0070】

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。

50

【0071】

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、0.1~1000nm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。

【0072】

(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。

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。

【0073】

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。

このような陰極8の平均厚さは、特に限定されないが、50~400nm程度であるのが好ましく、100~200nm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。

【0074】

(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。

【0075】

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。

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。

【0076】

また、キャリア発生層5は、Li化合物と仕事関数が4.0eV以上の金属とを含む第1のキャリア発生層51と、芳香環を有する有機シアン化合物を含む第2のキャリア発生層52とを有することにより、従来のキャリア発生層を設けた発光素子と比較して、電子および正孔をより効率よく発生させ、これらのキャリア(電子および正孔)を第1の発光層42および第2の発光層62により効率よく輸送(注入)することが可能である。このため、発光素子1は、電子および正孔が効率よく発光に用いられ、従来の発光素子と比較

10

20

30

40

50

して、発光効率に優れ、発光寿命が長いものとなる。

【 0 0 7 7 】

そして、キャリア発生層 5 においてこのように電子および正孔がより効率よく発生することにより、比較的低い駆動電圧でも十分な量の電子および正孔が発生し、これらの電子および正孔が効率よく発光に用いられる。

以上より、本願発明では、キャリア発生層 5 の構成として上記のような構成とすることにより、従来のキャリア発生層を設けた発光素子と比較して、発光特性および発光寿命が顕著に優れたものとなることを見出したものである。

【 0 0 7 8 】

また、キャリア発生層 5 を構成する材料は、すべて大気中において取り扱いやすい材料であり、好適にキャリア発生層 5 が形成される。この結果、発光素子 1 は、効率よく製造されるとともに、製造された発光素子 1 の歩留まりが高いものとなり、また、発光素子 1 の品質が安定して優れたものとなる。

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。

【 0 0 7 9 】

[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 C V D、熱 C V D のような化学蒸着法 (C V D)、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、M O D 法、金属箔の接合等を用いて形成することができる。

【 0 0 8 0 】

[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 4 1、第 1 の発光層 4 2 および電子輸送層 4 3 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、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。

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。

【 0 0 8 1 】

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。

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 2 】

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。

【 0 0 8 3 】

[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、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 は、例えば、C V D 法や、真空蒸着、スパッタリング等の乾

10

20

30

40

50

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 4 】

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。

上述したように、第 1 のキャリア発生層 5 1 中に含まれるリチウム化合物および還元性金属は、取り扱いが比較的容易であるため、第 1 のキャリア発生層 5 1 を精度よく、効率的に形成することができる。特に、リチウム化合物がリチウム金属錯体である場合、気相成膜法によって工程に第 1 のキャリア発生層 5 1 を形成することができる。

【 0 0 8 5 】

第 2 のキャリア発生層 5 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。

また、第 2 のキャリア発生層 5 2 の材料を溶媒に溶解または分散媒に分散してなる第 2 のキャリア輸送層形成用材料を、第 1 のキャリア発生層 5 1 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。

上述したように、芳香環含有有機シアン化合物は、蒸着等の気相成膜法で容易に第 2 のキャリア発生層 5 2 を形成できる化合物であり、気相成膜法によって形成された第 2 のキャリア発生層 5 2 は、精度よくむらのないものとなる。また、気相成膜法によって形成されることにより、芳香環含有有機シアン化合物は、非晶質の状態となる。

【 0 0 8 6 】

[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 と同様にして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、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。

【 0 0 8 7 】

[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。

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。

【 0 0 8 8 】

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っている。

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 8 9 】

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。

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 と、カラーフィルタ 19R、19G、19B とを有している。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

10

20

30

40

50

ずれであってもよい。

【0090】

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。

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。

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。

【0091】

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。

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（有機EL発光部）15、陰極8、陰極カバー34がこの順に積層されている。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8は、共通電極とされている。

【0092】

なお、発光素子1G、1Bの構成は、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。

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。

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。

【0093】

カラーフィルタ19R、19G、19Bは、前述したエポキシ層35上に、発光素子1R、1G、1Bに対応して設けられている。

カラーフィルタ19Rは、発光素子1R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19Gは、発光素子1G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19Bは、発光素子1B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19R、19G、19Bを発光素子1R、1G、1B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。

【0094】

また、隣接するカラーフィルタ19R、19G、19B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100R、100G、100B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19R、19G、19B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。

【0095】

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。

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。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。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 6 】

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。

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。

【 0 0 9 7 】

図 4 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 0 9 8 】

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。

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 0 9 9 】

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。

【 0 1 0 0 】

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。

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。

【 0 1 0 1 】

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。

【 0 1 0 2 】

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（モバイル型パーソナルコンピュータ）、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、P O S 端末、タッチパネルを

10

20

30

40

50

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。

【0103】

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。

例えば、前述した発光素子は、2層の発光層と1層のキャリア発生層と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層以上の発光層とその各発光層の間に存在する2層以上のキャリア発生層とを有していてもよい。

10

また、前述した発光素子では、発光部は、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、例えば、発光層のみで構成されていてもよく、1層以上の発光層を有する任意の構成とすることができる。

【実施例】

【0104】

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。

20

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。

【0105】

<2> 次に、ITO電極上に、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)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3に示すテトラアリアルジインデノペリレン誘導体と、ホスト材料としての前記化4に示されるルブレンとを真空蒸着法により蒸着させ、平均厚さ30nmの第1の発光層を形成した。ここで、第1の発光層中の発光材料(ドーパント)の含有量(ドーブ濃度)は、1.0wt%とした。

30

【0106】

<4> 次に、第1の発光層上に、前記化5に示されるトリス(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の電子輸送層を形成した。

<5> 次に、電子輸送層上に、前記化6に示される(8-キノラリト)リチウム錯体と、Alとを真空蒸着法により蒸着させ、平均厚さ2nmの第1のキャリア発生層を形成した。なお、第1のキャリア発生層中の(8-キノラリト)リチウム錯体(Liq)と、Alとの含有量は、重量比で1:1となるようにした。

【0107】

40

<6> 次に、第1のキャリア発生層上に、前記化8に示すようなヘキサシアノヘキサ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10nm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)を真空蒸着法により蒸着させ、平均厚さ90nmの正孔輸送層を形成した。

【0108】

<8> 次に、正孔輸送層上に、発光材料としてのBD102(商品名、出光興産社製)と、ホスト材料としてのIDE120(出光興産社製)とを真空蒸着法により蒸着させ、平均厚さ30nmの第2の発光層を形成した。ここで、第2の発光層中の発光材料(ド

50

ーパント)の含有量(ドーブ濃度)は、5wt%とした。

<9> 次に、第2の発光層上に、前記化5に示されるトリス(8-キノリノラト)アルミニウム(Alq_3)を真空蒸着法により蒸着させ、平均厚さ10nmの電子輸送層を形成した。

【0109】

<10> 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1.0nmの電子注入層を形成した。

<11> 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。

<12> 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、図1に示すような発光素子を製造した。

【0110】

(実施例2)

第2のキャリア発生層の平均厚さを30nmとした以外は、前記実施例1と同様にして発光素子を製造した。

【0111】

(比較例1)

以下のように、第1のキャリア発生層および第2のキャリア発生層の構成を変更した以外は、前記実施例1と同様にして発光素子を製造した。

第1のキャリア発生層の構成材料として、前記化5に示されるトリス(8-キノリノラト)アルミニウム(Alq_3)とリチウム(Li、単体金属)とを用い、第1のキャリア発生層の平均厚さを10nmとした。

また、第2のキャリア発生層の構成材料として、 MoO_3 を用い、第2のキャリア発生層の平均厚さを5nmとした。

【0112】

(比較例2)

第2のキャリア発生層の構成材料として、 MoO_3 を用い、第2のキャリア発生層の平均厚さを5nmとした以外は、前記実施例1と同様にして発光素子を製造した。

(比較例3)

第2のキャリア発生層の構成材料として、 WO_3 を用い、第2のキャリア発生層の平均厚さを5nmとした以外は、前記実施例1と同様にして発光素子を製造した。

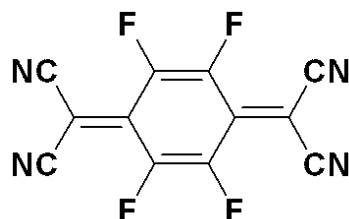
【0113】

(比較例4)

第2のキャリア発生層の構成材料として、下記化9に示される2,3,5,6-テトラフルオロ-7,7,8,8-テトラシアノキノジメタン(F_4-TCNQ)を用い、第2のキャリア発生層の平均厚さを5nmとした以外は、前記実施例1と同様にして発光素子を製造した。

【0114】

【化9】



【0115】

(比較例5)

第2のキャリア発生層の構成材料として、前記化9に示される2,3,5,6-テトラ

10

20

30

40

50

フルオロ - 7 , 7 , 8 , 8 - テトラシアノキノジメタン (F 4 - T C N Q) を用い、第 2 のキャリア発生層の平均厚さを 1 0 n m とした以外は、前記実施例 1 と同様にして発光素子を製造した。

【 0 1 1 6 】

2 . 評価

2 - 1 . 発光状態の評価

各実施例および各比較例について、直流電源を用いて発光素子に $20 \text{ mA} / \text{cm}^2$ の定電流を流し、目視によって発光状態を観察し、以下の 3 段階の基準に従い、評価した。

A : 発光むらが観察されず、均一に発光していた。

B : 発光むらがわずかに観察された。

C : 発光むらが顕著に観察された。

10

【 0 1 1 7 】

2 - 2 . 発光効率の評価

各実施例および各比較例について、直流電源を用いて発光素子に $20 \text{ mA} / \text{cm}^2$ の定電流を流し、輝度計を用いて輝度を測定した。そして、測定された輝度から、発光効率 (cd / A 、電流あたりの輝度) を求めた。また、このときの発光素子に印加された駆動電圧も測定した。

【 0 1 1 8 】

2 - 3 . 発光寿命の評価

各実施例および各比較例について、直流電源を用いて発光素子に $200 \text{ mA} / \text{cm}^2$ の定電流を流しつつ、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 80 % となる時間 (L T 8 0) を測定した。そして、比較例 2 における L T 8 0 の時間を 1 . 0 0 として、各比較例および各実施例の L T 8 0 の時間を相対的に評価した。

20

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。なお、表中、芳香環含有有機シアン化合物としての前記化 8 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「 C N - P h 」で示した。

【 0 1 1 9 】

【 表 1 】

表 1

30

	キャリア発生層				評価			
	第 1 のキャリア発生層		第 2 のキャリア発生層		発光状態	発光効率 [cd/A]	駆動電圧 [V]	発光寿命
	材料	平均厚さ [nm]	材料	平均厚さ [nm]				
実施例 1	Liq, Al	2	CN-Ph	10	A	20.8	9.5	1.35
実施例 2	Liq, Al	2	CN-Ph	30	A	20.5	9.7	1.10
比較例 1	Alq ₃ , Li	10	MoO ₃	5	A	18.0	11.5	0.90
比較例 2	Liq, Al	2	MoO ₃	5	A	19.0	13.5	1.00
比較例 3	Liq, Al	2	WO ₃	5	A	19.5	12.2	1.05
比較例 4	Liq, Al	2	F4-TCNQ	5	B	14.2	12.6	0.15
比較例 5	Liq, Al	2	F4-TCNQ	10	C	12.5	13.8	測定不可

40

【 0 1 2 0 】

表 1 から明らかなように、各実施例の発光素子は、各比較例の発光素子に比し、一定の電流下において、高い発光効率 (電流効率) を有し、比較的低い駆動電圧で駆動するものであった。また、各実施例の発光素子は、発光状態が良好であり、発光寿命の長いものであった。

これに対し、各比較例の発光素子では、満足のいく結果が得られなかった。

【 符号の説明 】

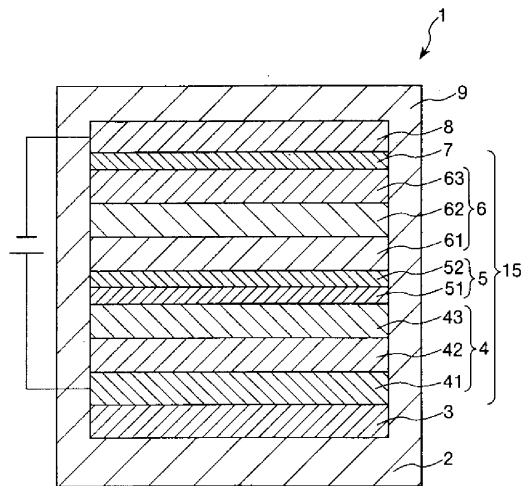
【 0 1 2 1 】

50

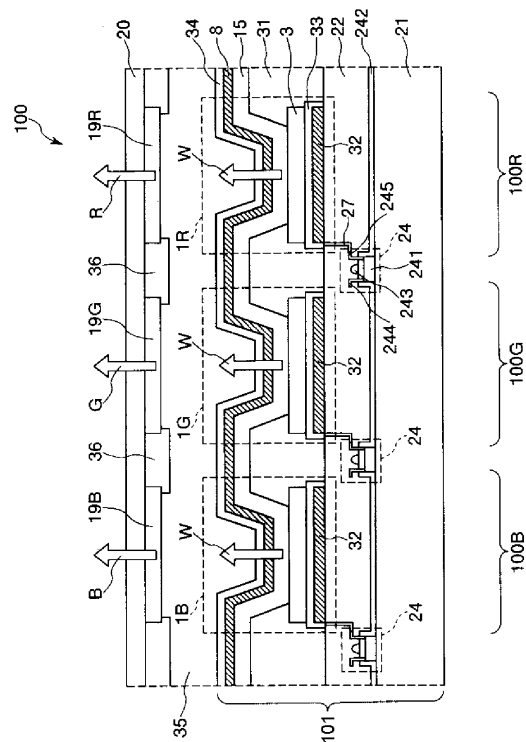
1、1 G、1 R、1 B ... 発光素子 2 ... 基板 3 ... 陽極 4 ... 第1の発光部
 4 1 ... 正孔輸送層 4 2 ... 第1の発光層 4 3 ... 電子輸送層 5 ... キャリア発生層
 5 1 ... 第1のキャリア発生層 5 2 ... 第2のキャリア発生層 6 ... 第2の発光部
 6 1 ... 正孔輸送層 6 2 ... 第2の発光層 6 3 ... 電子輸送層 7 ... 電子注入層
 8 ... 陰極 9 ... 封止部材 15 ... 積層体 19 B、19 G、19 R ... カラーフィルタ
 100 ... ディスプレイ装置 101 ... 発光装置 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 24 1 ... 半導体層
 24 2 ... ゲート絶縁層 24 3 ... ゲート電極 24 4 ... ソース電極 24 5 ... 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(ポディー) 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
 W ... 白色光

10

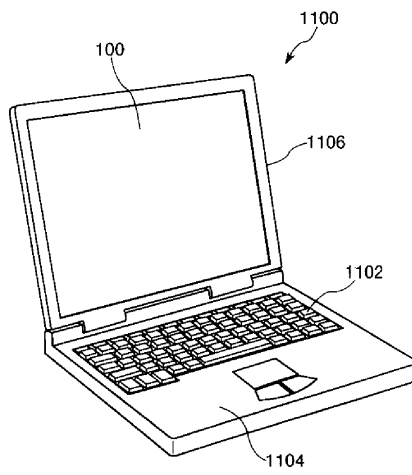
【図1】



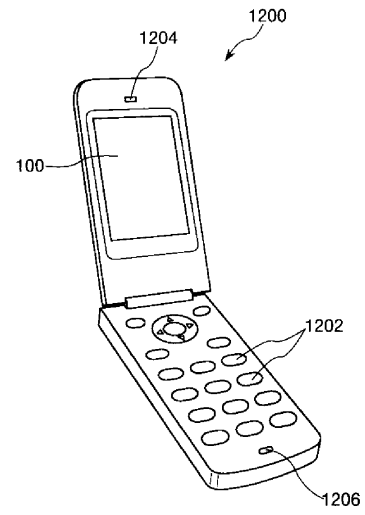
【図2】



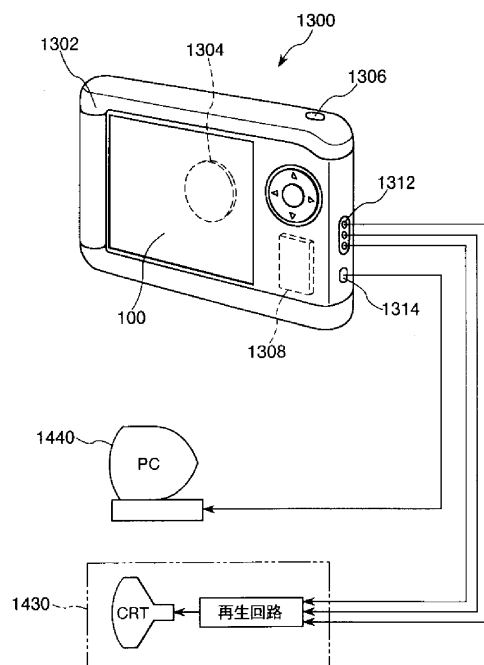
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 3 - 2 7 2 8 6 0 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 1 7 3 5 5 0 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 2 9 3 8 9 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 L	5 1 / 5 0	-	5 1 / 5 6
H 0 1 L	2 7 / 3 2		
H 0 5 B	3 3 / 0 0	-	3 3 / 2 8

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	JP5434159B2	公开(公告)日	2014-03-05
申请号	JP2009059397	申请日	2009-03-12
[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	三矢将之		
发明人	三矢 将之		
IPC分类号	H05B33/12 H01L51/50 G09F9/30 H01L27/32		
FI分类号	H05B33/12.C H05B33/14.A G09F9/30.365.Z G09F9/30.365 H01L27/32		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC02 3K107/CC04 3K107/CC12 3K107/CC22 3K107/CC45 3K107/DD52 3K107/FF14 3K107/FF15 3K107/FF19 5C094/AA10 5C094/AA24 5C094/AA37 5C094/AA43 5C094/BA27 5C094/CA24 5C094/DA13 5C094/EA04 5C094/FA02 5C094/FB01 5C094/FB20 5C094/JA01 5C094/JA08 5C094/JA20		
代理人(译)	增田达也		
审查员(译)	小西孝		
其他公开文献	JP2010212187A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

A具有优异的发光特性和长发射寿命，通过将材料容易在发光元件的形成构成的发光元件，所述发光装置包括发光装置，提供一种显示装置和电子设备。该发光器件1包括阳极3，阴极8中，在阳极3和阴极8，发射光的第一发光层42，第1发光层42的阴极8之间设置并且，在第一发光层42和第二发光层62之间设置载流子产生层5，以产生空穴和电子时，载流子产生层5设置在阴极8侧，在阳极3上侧结合含有多种金属为4.0eV所述第一载流子产生层51的功函数Li化合物，并且所述第一载流子产生层51并且第二载流子产生层52包含具有芳环的有机青色化合物。点域1

【化 1】

