

(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2014-7301

(P2014-7301A)

(43) 公開日 平成26年1月16日(2014.1.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 51/50 (2006.01)	HO 5 B 33/22 D	3 K 1 0 7
	HO 5 B 33/22 B	
	HO 5 B 33/14 B	

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2012-142406 (P2012-142406)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成24年6月25日 (2012. 6. 25)		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	園山 卓也
			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
		F ターム (参考)	3K107 AA01 BB01 BB02 BB03 BB04 BB05 BB08 CC04 CC07 CC21 CC45 DD22 DD28 DD60 DD68 DD69 DD72 DD75 DD79 FF15 FF19

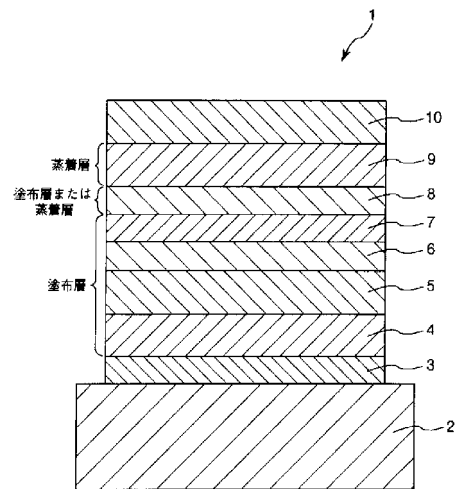
(54) 【発明の名称】 発光素子、発光装置、表示装置および電子機器

(57) 【要約】

【課題】液相プロセスを用いて発光素子を形成しても、優れた発光効率を有するものとしつつ、発光色の变化を防止または抑制し、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。

【解決手段】発光素子 1 は、陽極 3 と陰極 10 との間に設けられた発光層 7 と、陽極 3 と発光層 7 との間に発光層 7 に接して設けられ、発光層 7 のホスト材料と同一または近似した特性を有する第 1 の発光補助材料を含む第 1 の発光補助層 6 と、陰極 10 と発光層 7 との間に発光層 7 に接して設けられ、発光層 7 のホスト材料と同一または近似した特性を有する第 2 の発光補助材料を含む第 2 の発光補助層 8 とを備え、発光層 7 および第 1 の発光補助層 6 は、それぞれ、高分子量材料を含んで構成されている。

【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、前記陽極と前記陰極との間に通電することにより発光する発光材料と、前記発光材料の発光を補助するホスト材料とを含んで構成された発光層と、

前記陽極と前記発光層との間に前記発光層に接して設けられ、前記ホスト材料と同一または近似した特性を有する第 1 の発光補助材料を含み、前記発光層で生じた励起子の失活を防止する機能を有する第 1 の発光補助層と、

10

前記陰極と前記発光層との間に前記発光層に接して設けられ、前記ホスト材料と同一または近似した特性を有する第 2 の発光補助材料を含み、前記発光層で生じた励起子の失活を防止する機能を有する第 2 の発光補助層とを備え、

前記発光層、前記第 1 の発光補助層および前記第 2 の発光補助層のうち少なくとも前記発光層および前記第 1 の発光補助層は、それぞれ、高分子量材料を含んで構成されていることを特徴とする発光素子。

【請求項 2】

前記陽極と前記第 1 の発光補助層との間に設けられ、正孔輸送性を有する正孔輸送層を備え、

前記第 1 の発光補助層は、前記発光層で生じた励起子が前記正孔輸送層へ到達するのを防止する機能を有する請求項 1 に記載の発光素子。

20

【請求項 3】

前記陰極と前記第 2 の発光補助層との間に設けられ、電子輸送性を有する電子輸送層を備え、

前記第 2 の発光補助層は、前記発光層で生じた励起子が前記電子輸送層へ到達するのを防止する機能を有する請求項 1 または 2 に記載の発光素子。

【請求項 4】

前記高分子量材料は、架橋している請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の発光素子。

【請求項 5】

前記高分子量材料は、アミン系化合物である請求項 4 に記載の発光素子。

30

【請求項 6】

前記第 1 の発光補助材料および前記第 2 の発光補助材料のうちの少なくとも一方の材料は、前記ホスト材料と同一の材料である請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の発光素子。

【請求項 7】

前記発光層の厚さは、10 nm 以上 50 nm 以下である請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の発光素子。

【請求項 8】

前記第 1 の発光補助層および前記第 2 の発光補助層の厚さは、それぞれ、5 nm 以上 25 nm 以下である請求項 7 に記載の発光素子。

【請求項 9】

前記発光層の厚さと前記第 1 の発光補助層の厚さと前記第 2 の発光補助層の厚さとの合計は、40 nm 以上 80 nm 以下である請求項 7 または 8 に記載の発光素子。

40

【請求項 10】

前記発光層、前記第 1 の発光補助層および前記第 2 の発光補助層は、それぞれ、高分子量材料を含んで構成されている請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載の発光素子。

【請求項 11】

請求項 1 ないし 10 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 12】

請求項 1 ないし 10 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表示装置。

【請求項 13】

50

請求項 1 ないし 10 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電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光素子、発光装置、表示装置および電子機器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

有機エレクトロルミネッセンス素子（いわゆる有機EL素子）は、陽極と陰極との間に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合することにより励起子が生成し、この励起子が基底状態に戻る際に、そのエネルギー分が光として放出される。

10

【0003】

このような発光素子としては、発光層をインクジェット法のような塗布法（液相プロセス）により形成したものが知られている（例えば、特許文献1参照）。このような発光素子は、塗布法がフォトリソグラフィ法を用いずにパターンニングが可能であるため、製造プロセスが簡単なものとなるとともに、原材料の使用量も少なく済むという利点がある。かかる利点は、特に大型のパネルに多数の発光素子を形成する場合に特に顕著となる。

20

【0004】

このような液相プロセスを用いて形成された発光素子では、定電流で駆動したときの初期の駆動期間における駆動時間の経過に伴う急激な輝度の低下（初期ドロップ）が、気相プロセスを用いて形成された発光素子に比し、強い傾向にある。

そして、従来の液相プロセスを用いて形成された発光素子では、かかる急激な輝度の低下が発光色の変化を伴う場合があり、長寿命化を図ることが難しいという問題があった。

【0005】

このような発光色の変化は、発光層の厚さを厚くした場合、発光層中における発光領域の位置や幅が変化することによって、発光素子中の光路長が変化することによるものと考えられる。

30

ここで、発光層の厚さを薄くすることにより、発光領域の位置および幅の変化を抑制することが考えられるが、単に発光層を薄くすると、発光領域の基となる励起子が発光層に隣接する層（例えば、正孔輸送層や電子輸送層）に到達してしまい、かかる層で励起子の失活を生じ、発光効率の低下を招いてしまう。その結果、発光素子の輝度の低下をもたらす。

また、単に発光層の厚さを薄くすると、発光層での発光を効率的に取り出すことができる光路長を発光素子中に確保することが難しく、その結果、この点でも、発光素子の輝度の低下をもたらす。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0006】

【特許文献1】特開2009-280576号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の目的は、液相プロセスを用いて発光素子を形成しても、優れた発光効率を有するものとしつつ、発光色の変化を防止または抑制し、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。

【課題を解決するための手段】

【0008】

50

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材料と、前記発光材料の発光を補助するホスト材料とを含んで構成された発光層と、

前記陽極と前記発光層との間に前記発光層に接して設けられ、前記ホスト材料と同一または近似した特性を有する第1の発光補助材料を含み、前記発光層で生じた励起子の失活を防止する機能を有する第1の発光補助層と、

前記陰極と前記発光層との間に前記発光層に接して設けられ、前記ホスト材料と同一または近似した特性を有する第2の発光補助材料を含み、前記発光層で生じた励起子の失活を防止する機能を有する第2の発光補助層とを備え、

前記発光層、前記第1の発光補助層および前記第2の発光補助層のうち少なくとも前記発光層および前記第1の発光補助層は、それぞれ、高分子量材料を含んで構成されていることを特徴とする。

【0009】

このように構成された発光素子によれば、発光層で生じた励起子の失活を第1の発光補助層および第2の発光補助層により防止することができる。そのため、発光効率を優れたものとしつつ、発光層の厚さを薄くして、発光層での発光領域の位置が変動するのを抑制することができる。その結果、発光色が変化するのを防止または抑制することができる。

ここで、第1の発光補助材料および第2の発光補助材料が発光層に含まれるホスト材料と同一または近似した特性を有するので、発光層で生じた励起子が第1の発光補助層および第2の発光補助層で失活するのを防止することができる。また、第1の発光補助層から発光層への正孔輸送性、および、第2の発光補助層から発光層への電子輸送性をそれぞれ優れたものとすることができる。

また、少なくとも発光層および第1の発光補助層が高分子量材料を含んで構成されているので、第1の発光補助層、発光層、第2の発光補助層をこの順で液相プロセスにより形成することができる。

【0010】

本発明の発光素子では、前記陽極と前記第1の発光補助層との間に設けられ、正孔輸送性を有する正孔輸送層を備え、

前記第1の発光補助層は、前記発光層で生じた励起子が前記正孔輸送層へ到達するのを防止する機能を有することが好ましい。

これにより、発光層で生じた励起子が正孔輸送層で失活するのを第1の発光補助層により防止することができる。

【0011】

本発明の発光素子では、前記陰極と前記第2の発光補助層との間に設けられ、電子輸送性を有する電子輸送層を備え、

前記第2の発光補助層は、前記発光層で生じた励起子が前記電子輸送層へ到達するのを防止する機能を有することが好ましい。

これにより、発光層で生じた励起子が電子輸送層で失活するのを第2の発光補助層により防止することができる。

【0012】

本発明の発光素子では、前記高分子量材料は、架橋していることが好ましい。

これにより、第1の発光補助層、発光層および第2の発光補助層を液相プロセスにより形成する際に、第1の発光補助層および発光層が溶媒または分散媒により溶解してしまうのを簡単かつ確実に防止することができる。

本発明の発光素子では、前記高分子量材料は、アミン系化合物であることが好ましい。

これにより、第1の発光補助層の正孔輸送性を高めることができる。

【0013】

10

20

30

40

50

本発明の発光素子では、前記第 1 の発光補助材料および前記第 2 の発光補助材料のうちの少なくとも一方の材料は、前記ホスト材料と同一の材料であることが好ましい。

第 1 の発光補助材料が発光層のホスト材料と同一の材料であることにより、第 1 の発光補助層から発光層への正孔輸送性を高めることができる。また、第 2 の発光補助材料が発光層のホスト材料と同一の材料であることにより、第 2 の発光補助層から発光層への電子輸送性を高めることができる。

【0014】

本発明の発光素子では、前記発光層の厚さは、10 nm 以上 50 nm 以下であることが好ましい。

これにより、発光素子中のキャリアバランスが変化しても、発光層での発光領域の位置が変動するのを効果的に防止することができる。

本発明の発光素子では、前記第 1 の発光補助層および前記第 2 の発光補助層の厚さは、それぞれ、5 nm 以上 25 nm 以下であることが好ましい。

これにより、発光層で生じた励起子（正孔と電子とが再結合する領域）が第 1 の発光補助層および第 2 の発光補助層の発光層とは反対側へ到達するのを効果的に防止することができる。また、発光層の厚さを薄くしても、発光層での発光を効率的に取り出し得る最適な光路長を確保することができる。

【0015】

本発明の発光素子では、前記発光層の厚さと前記第 1 の発光補助層の厚さと前記第 2 の発光補助層の厚さとの合計は、40 nm 以上 80 nm 以下であることが好ましい。

これにより、発光層での発光を効率的に取り出し得る最適な光路長を確保することができる。

本発明の発光素子では、前記発光層、前記第 1 の発光補助層および前記第 2 の発光補助層は、それぞれ、高分子量材料を含んで構成されていることが好ましい。

これにより、第 2 の発光補助層に対して陰極側に隣接する層も液相プロセスにより形成することができる。

【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。

これにより、長期にわたり、発光色の変化を抑制しつつ高効率で発光することができる発光装置を提供することができる。

本発明の表示装置は、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、長期にわたり、発光色の変化を抑制しつつ高効率で発光することができる表示装置を提供することができる。

本発明の電子機器は、本発明の発光素子を備えることを特徴とする。

これにより、信頼性に優れた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】図 1 に示す発光素子の作用を説明する図である。

【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。

【図 7】本発明の実施例の発光素子における輝度と時間との関係（寿命曲線）を示すグラフである。

【図 8】本発明の実施例の発光素子における色度と時間との関係（色変化）を示すグラフ

10

20

30

40

50

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、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。

図1は、本発明の実施形態に係る発光素子を模式的に示す断面図、図2は、図1に示す発光素子の作用を説明する図である。なお、以下では、説明の便宜上、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と第1の発光補助層6と発光層7と第2の発光補助層8と電子輸送層9と陰極10とがこの順に積層されてなるものである。すなわち、発光素子1では、陽極3と陰極10との間に、陽極3側から陰極10側へ、正孔注入層4と正孔輸送層5と第1の発光補助層6と発光層7と第2の発光補助層8と電子輸送層9とがこの順で積層された積層体が介挿されている。

10

【0020】

このような発光素子1にあつては、陽極3および陰極10に駆動電圧が印加されることにより、発光層7に対し、それぞれ、陰極10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7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。

20

【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

30

または2種以上を組み合わせて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10との間の距離（すなわち、前述した積層体の平均厚さ）は、取り出す光の波長に応じて決められるものであり、特に限定されないが、150～300nmであるのが好ましく、150～250nmであるのがより好ましく、160～200nmであるのがさらに好ましい。

40

【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、後述する正孔注入層4を介して正孔輸送層5に正孔を注入する電極である。この陽極3の構成材料としては、特に限定されないが、仕事関数が大きく、導電性に優れた材料を用いるのが好ましい。

【0024】

50

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 、フッ素添加 SnO_2 、Sb 添加 SnO_2 、 ZnO 、Al 添加 ZnO 、Ga 添加 ZnO 等の金属酸化物、Au、Pt、Ag、Cu またはこれらを含む合金等が挙げられ、これらのうちの 1 種または 2 種以上を組み合わせて用いることができる。

【0025】

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。

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。

【0026】

[陰極]

一方、陰極 10 は、後述する電子輸送層 9 に電子を注入する電極である。この陰極 10 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 10 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、Au またはこれらを含む合金等が挙げられ、これらのうちの 1 種または 2 種以上を組み合わせて (例えば、複数層の積層体、複数種の混合層等として) 用いることができる。

【0027】

特に、陰極 10 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 10 の構成材料として用いることにより、陰極 10 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 10 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 10 に、光透過性は、特に要求されない。

【0028】

[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。

このように陽極 3 と後述する正孔輸送層 5 との間に正孔注入層 4 を設けることにより、陽極 3 からの正孔性を向上させ、その結果、発光素子 1 の発光効率を高めることができる。

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) を含んでいる。

【0029】

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、ポリチオフェン、ポリアニリン、ポリピロール、3,4-ポリエチレンジオシチオフェン/ポリスチレンスルホン酸 (PEDOT/PSS)、銅フタロシアニン、TAPC (1,1-ビス[4-(ジ-p-トリル)アミノフェニル]シクロヘキサン)、TPD (N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス-(3-メチルフェニル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン)、NPD (N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス-(1-ナフチル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン)、m-MTDATA (4,4',4''-トリス(3-メチルフェニルフェニルアミノ)トリフェニ

10

20

30

40

50

ルアミン)、2-TNATA(4,4',4"-トリス(N,N-(2-ナフチル)フェニルアミノ)トリフェニルアミン)、TCTA(Tris-(4-carbazoyl-9-yl-phenyl)-amine)、スピロ-TAD、(DTP)DPD、HTM1(Tri-p-tolylamine)、HTM2(1,1-bis[(di-4-tolylamino)phenyl]cyclohexane)、TPT1(1,3,5-tris(4-pyridyl)-2,4,6-triazin)、TPTET(Triphenylamine-tetramer)等を用いることができる。

【0030】

中でも、かかる正孔注入材料としては、溶媒に溶解させて溶液とし液相プロセスを用いて成膜することができることから、ポリチオフェン、ポリアニリン、ポリピロール、3,4-ポリエチレンジオキシチオフェン/ポリスチレンスルホン酸(PEDOT/PSS)等を用いることが好ましい。これらの材料は、例えば、エチレングリコールやジエチレングリコール等のグリコール系溶媒に溶解させることができる。

10

【0031】

特に、かかる正孔注入材料としては、導電性高分子量材料(または導電性オリゴマー材料)に電子受容性ドーパントを添加したイオン伝導性正孔注入材料、例えば、ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)-ポリ(スチレンスルホン酸)(PEDOT/PSS)のようなポリチオフェン系正孔注入材料や、ポリアニリン-ポリ(スチレンスルホン酸)(PANI/PSS)のようなポリアニリン系正孔注入材料を用いることが好ましい。

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

なお、正孔注入層4は、陽極3および正孔輸送層5の構成材料によっては、省略してもよい。

20

【0032】

(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第1の発光補助層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。

このように陽極3と第1の発光補助層6との間に正孔輸送層5が設けられていることにより、陽極3からの正孔を第1の発光補助層6へ効率的に輸送することができる。その結果、発光素子1の発光効率を高めることができる。

【0033】

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)を含んで構成されている。

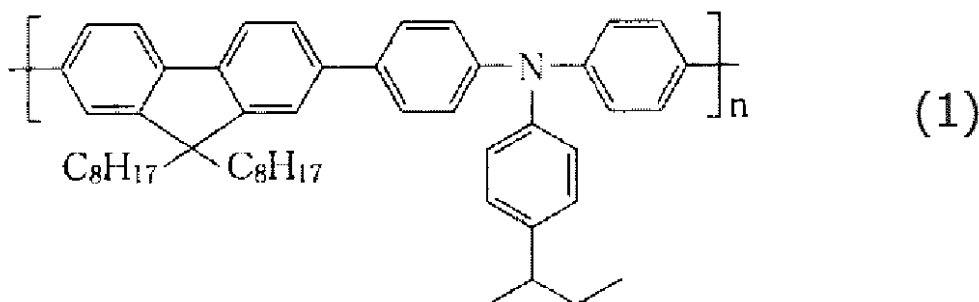
30

この正孔輸送層5に含まれる正孔輸送性材料としては、溶媒に溶解させて溶液とし液相プロセスを用いて成膜することができることから、例えば、下記式(1)で表されるTFB(poly(2,7-(9,9-di-n-octylfluorene)-alt-(1,4-phenylene-((4-sec-butylphenyl)imino-1,4-phenylene)))等のトリフェニルアミン系ポリマー(アミン系化合物)、ポリフルオレン誘導体(PF)、ポリパラフェニレンビレン誘導体(PPV)、ポリパラフェニレン誘導体(PPP)、ポリビニカルバゾール(PVK)、ポリチオフェン誘導体、ポリメチルフェニルシラン(PMPS)を含むポリシラン系等の高分子有機材料を用いることができる。

【0034】

40

【化1】



50

【0035】

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

【0036】

(第1の発光補助層)

第1の発光補助層6は、陽極3と発光層7との間、より具体的には正孔輸送層5と発光層7との間に、発光層7に接して設けられている。

この第1の発光補助層6は、発光層7で生じた励起子の失活を防止する機能を有する。

本実施形態では、第1の発光補助層6は、発光層7で生じた励起子が正孔輸送層5へ到達するのを防止する機能を有する。これにより、発光層7で生じた励起子が正孔輸送層5で失活するのを第1の発光補助層6により防止することができる。

10

【0037】

このような第1の発光補助層6は、後述する発光層7に含まれるホスト材料と同一または近似した特性を有する第1の発光補助材料と、高分子量材料を含んで構成されている。

ここで、第1の発光補助材料が発光層7に含まれるホスト材料と同一または近似した特性を有するので、発光層7で生じた励起子が第1の発光補助層6で失活するのを防止することができる。また、第1の発光補助層6から発光層7への正孔輸送性を優れたものとするることができる。

【0038】

また、第1の発光補助層6が高分子量材料を含んで構成されているので、第1の発光補助層6および発光層7をこの順で液相プロセスにより形成することができる。

20

第1の発光補助層6に含まれる第1の発光補助材料としては、後述する発光層7に含まれるホスト材料と同一または近似した特性を有するものであれば、特に限定されず、後述する発光層7に含まれるホスト材料と同様のものを用いることができ、具体的には、CBP(4,4'-bis(9-dicarbazoyl)-2,2'-biphenyl)、BALq(Bis-(2-methyl-8-quinolate)-4-(phenylphenolate)aluminium)、mCP(N,N-dicarbazoyl-3,5-benzene:CBP誘導体)、CDBP(4,4'-bis(9-carbazoyl)-2,2'-dimethyl-biphenyl)、DCB(N,N'-Dicarbazoyl-1,4-dimethene-benzene)、P06(2,7-bis(diphenylphosphine oxide)-9,9-dimethylfluorene)、SimCP(3,5-bis(9-carbazoyl)tetraphenylsilane)、UGH3(W-bis(triphenylsilyl)benzene)等を用いることができる。

30

【0039】

なお、本明細書において、「発光層に含まれるホスト材料と同一または近似した特性」とは、発光層に含まれるホスト材料とキャリアおよび励起子の輸送性が同一または近似していることをいい、より具体的には、発光層に含まれるホスト材料とHOMOおよびLUMOのエネルギー準位が同一または近似していることをいう。また、「エネルギー準位が近似している」とは、エネルギー準位差が0.2eV以下であることをいう。

【0040】

また、かかる第1の発光補助材料は、後述する発光層7に含まれるホスト材料と同一または近似した特性を有するものであれば、発光層7に含まれるホスト材料と異なる材料であってもよいが、発光層7に含まれるホスト材料と同一の材料であることが好ましい。これにより、第1の発光補助層6から発光層7への正孔輸送性を高めることができる。

40

また、第1の発光補助層6中における第1の発光補助材料の含有量は、特に限定されないが、10～90wt%であることが好ましい。

【0041】

また、第1の発光補助層6に含まれる高分子量材料としては、第1の発光補助層6に溶媒または分散媒に対する不溶性を付与することができるものであれば、特に限定されず、各種高分子量材料を用いることができ、例えば、前述した正孔輸送層5に含まれる正孔輸送性材料と同様のものを用いることができ、具体的には、前記式(1)で表されるTFB(poly(2,7-(9,9-di-n-octylfluorene)-alt-(1,4-phenylene-((4-sec-butylphenyl)imino-1,4-phenylene)))等)のトリフェニルアミン系ポリマー(アミン系化合物)、ポリフル

50

オレン誘導体 (P F)、ポリパラフェニレンビニレン誘導体 (P P V)、ポリパラフェニレン誘導体 (P P P)、ポリビニカルバゾール (P V K)、ポリチオフェン誘導体、ポリメチルフェニルシラン (P M P S) を含むポリシラン系等の高分子有機材料を用いることができる。

【 0 0 4 2 】

また、かかる高分子量材料は、架橋していることが好ましい。これにより、第 1 の発光補助層 6 および発光層 7 を液相プロセスにより形成する際に、第 1 の発光補助層 6 が溶媒または分散媒により溶解してしまうのを簡単かつ確実に防止することができる。

また、かかる高分子量材料は、前述した正孔輸送層 5 に含まれる正孔輸送性材料と同一の材料であることが好ましい。これにより、正孔輸送層 5 から第 1 の発光補助層 6 への正孔輸送性を優れたものとすることができる。

10

【 0 0 4 3 】

また、かかる高分子量材料は、前述したトリフェニルアミン系ポリマーのようなアミン系化合物であることが好ましい。これにより、第 1 の発光補助層 6 の正孔輸送性を高めることができる。

また、第 1 の発光補助層 6 中における高分子量材料の含有量は、特に限定されないが、10 ~ 90 w t % であることが好ましい。

【 0 0 4 4 】

また、第 1 の発光補助層 6 の厚さは、5 n m 以上 25 n m 以下であることが好ましく、10 n m 以上 25 n m 以下であることがより好ましく、15 n m 以上 25 n m 以下であることがさらに好ましい。

20

これにより、発光層 7 で生じた励起子 (正孔と電子とが再結合する領域) が第 1 の発光補助層 6 の発光層 7 とは反対側 (すなわち正孔輸送層 5) へ到達するのを効果的に防止することができる。また、発光層 7 の厚さを薄くしても、発光層 7 での発光を効率的に取り出し得る最適な光路長を確保することができる。

【 0 0 4 5 】

これに対し、第 1 の発光補助層 6 の厚さが薄すぎると、発光層 7 の厚さや発光層 7 で生じた励起子の拡がり幅の大きさや、第 1 の発光補助層 6 の構成材料等によっては、発光層 7 で生じた励起子が第 1 の発光補助層 6 の発光層 7 とは反対側へ到達しやすくなる傾向を示す。一方、第 1 の発光補助層 6 の厚さが厚すぎると、発光層 7 での発光を効率的に取り出し得る最適な光路長を確保することが難しくなる。

30

【 0 0 4 6 】

(発光層)

この発光層 7 は、前述した陽極 3 と陰極 10 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 7 は、かかる通電により発光する発光材料と、この発光材料の発光を補助するホスト材料と、高分子量材料とを含んで構成されている。

【 0 0 4 7 】

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 種以上組み合わせ用いることができる。

40

蛍光材料としては、特に限定されず、例えば、A l q 3 (8-ヒドロキシキノリナート)アルミニウム、ルブレン、ペリレン、9 , 10 -ジフェニルアントラセン、テトラフェニルブタジエン、ナイルレッド、クマリン 6、キナクリドン等が挙げられる。

【 0 0 4 8 】

また、燐光材料としては、特に限定されず、例えば、I r (p p y) 3 (Fac-tris(2-phenylpyridine)iridium)、P p y 2 I r (a c a c) (Bis(2-phenyl-pyridinato-N,C2)iridium(acetylacetonate))、B t 2 I r (a c a c) (Bis(2-phenylbenzothiozolato-N,C2')iridium(III)(acetylacetonate))、B t p 2 I r (a c a c) (Bis(2-2'-benzothienyl)-pyridinato-N,C3) Iridium(acetylacetonate))、F I r p i c (Iridium-bis(4,6difluorophenyl-pyridinato-N,C.2.)-picolinate)、I r (p m b) 3 (Iridium-tris(1-p

50

henyl-3-methylbenzimidazolin-2-ylidene-C,C(2')、F I r N 4 ((Iridium (III) bis(4,6-difluorophenylpyridinato)(5-(pyridin-2-yl)-tetrazolate)、F i r t a z ((Iridium(III)bis(4,6-difluorophenylpyridinato)(5-(pyridine-2-yl)-1,2,4-triazolate)、P t O E P (2,3,7,8,12,13,17,18-Octaethyl-21H,23H-porphine,platinum(II)) 等が挙げられる。

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ことで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場合、発光層7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。

【0049】

発光層7中における発光材料の含有量は、0.01~10wt%であるのが好ましく、0.1~5wt%であるのがより好ましい。発光材料の含有量をこのような範囲内とすることで、発光効率を最適化することができる。

このような発光材料の発光を補助するホスト材料は、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。

【0050】

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、例えば、C B P (4,4'-bis(9-dicarbazolyl)-2,2'-biphenyl)、B A l q (Bis-(2-methyl-8-quinolinolate)-4-(phenylphenolate)aluminum)、m C P (N,N-dicarbazolyl-3,5-benzene : C B P 誘導体)、C D B P (4,4'-bis(9-carbazolyl)-2,2'-dimethyl-biphenyl)、D C B (N,N'-Dicarbazolyl-1,4-dimethene-benzene)、P 0 6 (2,7-bis(diphenylphosphine oxide)-9,9-dimethylfluorene)、S i m C P (3,5-bis(9-carbazolyl)tetraphenylsilane)、U G H 3 (W-bis(triphenylsilyl)benzene)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ができる。

このようなホスト材料は、高分子量材料とともに発光材料を保持する。

【0051】

発光層7および第1の発光補助層6が高分子量材料を含んで構成されていることにより、第1の発光補助層6、発光層7、第2の発光補助層8をこの順で液相プロセスにより形成することができる。

発光層7に含まれる高分子量材料としては、発光層7に溶媒または分散媒に対する不溶性を付与することができるものであれば、特に限定されず、各種高分子量材料を用いることができ、例えば、前述した正孔輸送層5に含まれる正孔輸送性材料と同様のものを用いることができ、具体的には、前記式(1)で表されるT F B (poly(2,7-(9,9-di-n-octylfluorene)-alt-(1,4-phenylene-((4-sec-butylphenyl)imino-1,4-phenylene))))等のトリフェニルアミン系ポリマー(アミン系化合物)、ポリフルオレン誘導体(P F)、ポリパラフェニレンビニレン誘導体(P P V)、ポリパラフェニレン誘導体(P P P)、ポリビニカルバゾール(P V K)、ポリチオフェン誘導体、ポリメチルフェニルシラン(P M P S)を含むポリシラン系等の高分子有機材料を用いることができる。

【0052】

また、かかる高分子量材料は、架橋していることが好ましい。これにより、発光層7および第2の発光補助層8を液相プロセスにより形成する際に、発光層7が溶媒または分散媒により溶解してしまうのを簡単かつ確実に防止することができる。その際、第1の発光補助層6に含まれる高分子量材料も架橋されていると、第1の発光補助層6、発光層7および第2の発光補助層8を液相プロセスにより形成する際に、第1の発光補助層6および発光層7が溶媒または分散媒により溶解してしまうのを簡単かつ確実に防止することができる。

【0053】

また、かかる高分子量材料は、前述した第1の発光補助層6に含まれる高分子量材料と

10

20

30

40

50

異なる材料であってもよいが、第1の発光補助層6に含まれる高分子量材料と同一の材料であることが好ましい。これにより、第1の発光補助層6と発光層7との密着性を高めることができる。また、第1の発光補助層6と発光層7との間に不本意なエネルギー障壁が形成されるのを防止または抑制することができる。

【0054】

このような発光層7において、発光層7中における高分子量材料の含有量をA[w t %]とし、発光層7中におけるホスト材料の含有量をB[w t %]としたとき、A/Bは、0.1~2であることが好ましく、0.5~1であることがより好ましい。これにより、溶媒または分散媒に対する発光層7の不溶性を優れたものとするとともに、ホスト材料が発光材料の発光を効果的に補助することができる。

10

【0055】

また、発光層7の厚さは、10nm以上50nm以下であることが好ましく、10nm以上40nm以下であることがより好ましく、10nm以上30nm以下であることがさらに好ましい。これにより、発光素子1中のキャリアバランスが変化しても、発光層7での発光領域の位置が変動するのを効果的に防止することができる。

これに対し、発光層7の厚さが薄すぎると、発光層7の発光量が低下したり、発光層7が劣化しやすくなったりする傾向を示す。一方、発光層7の厚さが厚すぎると、発光層7での発光領域の位置が変動しやすくなる傾向を示す。

【0056】

(第2の発光補助層)

20

第2の発光補助層8は、陰極10と発光層7との間、より具体的には、発光層7と電子輸送層9との間に、発光層7に接して設けられている。

この第2の発光補助層8は、発光層7で生じた励起子の失活を防止する機能を有する。

本実施形態では、第2の発光補助層8は、発光層7で生じた励起子が電子輸送層9へ到達するのを防止する機能を有する。これにより、発光層7で生じた励起子が電子輸送層9で失活するのを第2の発光補助層8により防止することができる。

このような第2の発光補助層8は、前述した発光層7に含まれるホスト材料と同一または近似した特性を有する第2の発光補助材料を含んで構成されている。

【0057】

ここで、第2の発光補助材料が発光層7に含まれるホスト材料と同一または近似した特性を有するので、発光層7で生じた励起子が第2の発光補助層8で失活するのを防止することができる。また、第2の発光補助層8から発光層7への電子輸送性を優れたものとするることができる。

30

第2の発光補助層8に含まれる第2の発光補助材料としては、前述した発光層7に含まれるホスト材料と同一または近似した特性を有するものであれば、特に限定されず、前述した発光層7に含まれるホスト材料と同様のものを用いることができ、具体的には、CBP(4,4'-bis(9-dicarbazolyl)-2,2'-biphenyl)、BA1q(Bis-(2-methyl-8-quinolinate)-4-(phenylphenolate)aluminium)、mCP(N,N-dicarbazolyl-3,5-benzene:CBP誘導体)、CDBP(4,4'-bis(9-carbazolyl)-2,2'-dimethyl-biphenyl)、DCB(N,N'-Dicarbazolyl-1,4-dimethene-benzene)、P06(2,7-bis(diphenylphosphine oxide)-9,9-dimethylfluorene)、SimCP(3,5-bis(9-carbazolyl)tetraphenylsilane)、UGH3(W-bis(triphenylsilyl)benzene)等を用いることができる。

40

【0058】

また、かかる第2の発光補助材料は、前述した発光層7に含まれるホスト材料と同一または近似した特性を有するものであれば、発光層7に含まれるホスト材料と異なる材料であってもよいが、発光層7に含まれるホスト材料と同一の材料であることが好ましい。これにより第2の発光補助層8から発光層7への電子輸送性を高めることができる。

また、第2の発光補助層8中における第2の発光補助材料の含有量は、特に限定されないが、10~90wt%であることが好ましい。

【0059】

50

また、第2の発光補助層8は、高分子量材料を含んで構成されていることが好ましい。すなわち、発光層7、第1の発光補助層6および第2の発光補助層8がそれぞれ高分子量材料を含んで構成されていることが好ましい。

これにより、第2の発光補助層8に対して陰極側に隣接する層（本実施形態では電子輸送層9）も液相プロセスにより形成することができる。

【0060】

また、第2の発光補助層8に含まれる高分子量材料としては、第2の発光補助層8に溶媒または分散媒に対する不溶性を付与することができるものであれば、特に限定されず、各種高分子量材料を用いることができ、例えば、前述した正孔輸送層5に含まれる正孔輸送性材料と同様のものを用いることができ、具体的には、前記式(1)で表されるTFB (poly(2,7-(9,9-di-n-octylfluorene)-alt-(1,4-phenylene-((4-sec-butylphenyl)imino-1,4-phenylene)))等のトリフェニルアミン系ポリマー（アミン系化合物）、ポリフルオレン誘導体（PF）、ポリパラフェニレンビニレン誘導体（PPV）、ポリパラフェニレン誘導体（PPP）、ポリビニカルバゾール（PVK）、ポリチオフェン誘導体、ポリメチルフェニルシラン（PMPS）を含むポリシラン系等の高分子有機材料を用いることができる。

10

【0061】

また、第2の発光補助層8に対して陰極側に隣接する層（本実施形態では電子輸送層9）も液相プロセスで形成する場合、かかる高分子量材料は、架橋していることが好ましい。これにより、第2の発光補助層8に対して陰極側に隣接する層を液相プロセスにより形成する際に、第2の発光補助層8が溶媒または分散媒により溶解してしまうのを簡単かつ確実に防止することができる。

20

【0062】

また、かかる高分子量材料は、前述した発光層7に含まれる高分子量材料と異なる材料であってもよいが、発光層7に含まれる高分子量材料と同一の材料であることが好ましい。これにより、第2の発光補助層8と発光層7との密着性を高めることができる。また、第2の発光補助層8と発光層7との間に不本意なエネルギー障壁が形成されるのを防止または抑制することができる。

【0063】

また、かかる高分子量材料は、前述した第1の発光補助層6に含まれる高分子量材料と同一の材料であっても異なる材料であってもよい。

30

また、第2の発光補助層8中における高分子量材料の含有量は、特に限定されないが、10~90wt%であることが好ましい。

また、第2の発光補助層8の厚さは、5nm以上25nm以下であることが好ましく、10nm以上25nm以下であることがより好ましく、15nm以上25nm以下であることがさらに好ましい。

【0064】

これにより、発光層7で生じた励起子（正孔と電子とが再結合する領域）が第2の発光補助層8の発光層7とは反対側（すなわち電子輸送層9）へ到達するのを効果的に防止することができる。また、発光層7の厚さを薄くしても、発光層7での発光を効率的に取り出し得る最適な光路長を確保することができる。

40

これに対し、第2の発光補助層8の厚さが薄すぎると、発光層7の厚さや発光層7で生じた励起子の拡がり幅の大きさや、第2の発光補助層8の構成材料等によっては、発光層7で生じた励起子が第2の発光補助層8の発光層7とは反対側へ到達しやすくなる傾向を示す。一方、第2の発光補助層8の厚さが厚すぎると、発光層7での発光を効率的に取り出し得る最適な光路長を確保することが難しくなる。

【0065】

（電子輸送層）

電子輸送層9は、陰極10から注入された電子を第2の発光補助層8に輸送する機能を有するものである。

50

この電子輸送層 9 の構成材料（電子輸送性材料）としては、特に限定されないが、例えば、BALq、OXD-1（1,3,5-トリ(5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール)、BCP(Bathocuproine)、PBD(2-(4-ピフェニル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,2,4-オキサジアゾール)、TAZ（3-(4-ピフェニル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,2,4-トリアゾール）、DPVBi（4,4'-ビス(1,1-ジフェニルエチル)ピフェニル）、BND（2,5-ビス(1-ナフチル)-1,3,4-オキサジアゾール）、DTVBi（4,4'-ビス(1,1-ビス(4-メチルフェニル)エチル)ピフェニル）、BBd（2,5-ビス(4-ピフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール）、Alq3（8-ヒドロキシキノリナート）アルミニウム）、オキサジアゾール誘導体、オキサゾール誘導体、フェナンソロリン誘導体、アントラキノジメタン誘導体、ベンゾキノン誘導体、ナフトキノン誘導体、アントラキノン誘導体、テトラシアノアンストラキノジメタン誘導体、フルオレノン誘導体、ジフェニルジシアノエチレン誘導体、ジフェノキノン誘導体、ヒドロキシキノリン誘導体等が挙げられ、これらのうち 1 種を単独でまたは 2 種以上を組み合わせて用いることができる。

10

【0066】

電子輸送層 9 の平均厚さは、特に限定されないが、0.5 ~ 100 nm 程度であるのが好ましく、1 ~ 50 nm 程度であるのがより好ましい。

なお、この電子輸送層 9 と陰極 10 との間には、電子注入性を有する電子注入層が設けられていてもよい。

この電子注入層の構成材料（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。

20

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。

【0067】

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

また、電子注入層の平均厚さは、特に限定されないが、0.01 ~ 100 nm 程度であるのが好ましく、0.1 ~ 10 nm 程度であるのがより好ましい。

30

【0068】

以上のように構成された発光素子 1 によれば、陽極 3 および陰極 10 に駆動電圧が印加されることにより、発光層 7 に対し、それぞれ、陰極 10 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 7 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、発光層 7 で生じる励起子は、図 2 (a) に示すように、発光層 7 を中心とした領域 A で拡がって存在する。

40

【0069】

本発明に係る発光素子 1 では、発光層 7 の厚さを薄くすることにより、キャリアバランスが変化しても、かかる領域 A の位置や幅が変化することを防止または抑制することができる。すなわち、キャリアバランスの変化により領域 A が領域 A' に変化したとしても、その領域 A' の位置および幅は、領域 A の位置および幅とほとんど変わらない。

また、発光層 7 の厚さを薄くすると、かかる領域 A または領域 A' は、発光層 7 からみ出すこととなるが、第 1 の発光補助層 6、発光層 7 および第 2 の発光補助層 8 からなる積層体内に収めることができる。すなわち、発光層 7 で生じた励起子が正孔輸送層 5 または電子輸送層 9 へ到達することを防止または抑制することができる。

【0070】

50

ここで、発光層 7 の厚さと第 1 の発光補助層 6 の厚さと第 2 の発光補助層 8 の厚さとの合計（前記積層体の厚さ）が 40 nm 以上 80 nm 以下であることが好ましい。これにより、発光層 7 での発光を効率的に取り出し得る最適な光路長を確保することができる。

これに対し、仮に第 1 の発光補助層 6 および第 2 の発光補助層 8 を省略すると、図 2 (b) に示すように、正孔輸送層 5 と電子輸送層 9 との間に設けられた発光層 7 X の厚さを厚くした場合、キャリアバランスの変化により、励起子が存在する領域 A の位置や幅が大きく変化してしまう。すなわち、キャリアバランスの変化により領域 A が領域 A ' に変化したとき、その領域 A ' の位置および幅は、領域 A の位置および幅と大きく異なることとなる。そのため、色変化を生じてしまう。

【 0 0 7 1 】

また、仮に第 1 の発光補助層 6 および第 2 の発光補助層 8 を省略すると、図 2 (c) に示すように、正孔輸送層 5 と電子輸送層 9 との間に設けられた発光層 7 Y の厚さを薄くした場合、発光層 7 Y からはみ出した領域 A または領域 A ' が正孔輸送層 5 または電子輸送層 9 へ到達してしまう。そのため、発光層 7 Y で生じた励起子が失活してしまう。また、発光層 7 Y での発光を効率的に取り出し得る最適な光路長を確保することが難しい。

【 0 0 7 2 】

このように、本発明に係る発光素子 1 では、発光層 7 で生じた励起子の失活を第 1 の発光補助層 6 および第 2 の発光補助層 8 により防止することができる。そのため、発光効率を優れたものとしつつ、発光層 7 の厚さを薄くして、発光層 7 での発光領域（前述した領域 A ）の位置が変動するのを抑制することができる。その結果、発光色が変化するのを防止または抑制することができる。

【 0 0 7 3 】

ここで、第 1 の発光補助材料および第 2 の発光補助材料が発光層 7 に含まれるホスト材料と同一または近似した特性を有するので、発光層 7 で生じた励起子が第 1 の発光補助層 6 および第 2 の発光補助層 8 で失活するのを防止することができる。また、第 1 の発光補助層 6 から発光層 7 への正孔輸送性、および、第 2 の発光補助層 8 から発光層 7 への電子輸送性をそれぞれ優れたものとすることができる。

また、少なくとも発光層 7 および第 1 の発光補助層 6 が高分子量材料を含んで構成されているので、第 1 の発光補助層 6、発光層 7、第 2 の発光補助層 8 をこの順で液相プロセスにより形成することができる。

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。

【 0 0 7 4 】

[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、導体箔の接合等を用いて形成することができる。

また、陽極 3 の上面には、必要に応じて、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。

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 7 5 】

[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、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（溶液または分散液）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（すなわち液相プロセス）によって形成することができる。

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、インクジェット法等の各種塗布法を用いることもできるが、微細な領域に簡単かつ高精

10

20

30

40

50

度に成膜することができることから、インクジェット法を用いることが好ましい。

【0076】

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、特に限定されないが、例えば、硝酸、硫酸、アンモニア、過酸化水素、水、二硫化炭素、四塩化炭素、エチレンカーボネイト等の各種無機溶媒や、メチルエチルケトン（MEK）、アセトン、ジエチルケトン、メチルイソブチルケトン（MIBK）、メチルイソプロピルケトン（MIPK）、シクロヘキサノン等のケトン系溶媒、メタノール、エタノール、イソプロパノール、エチレングリコール、ジエチレングリコール（DEG）、グリセリン等のアルコール系溶媒、ジエチルエーテル、ジイソプロピルエーテル、1,2-ジメトキシエタン（DME）、1,4-ジオキサン、テトラヒドロフラン（THF）、テトラヒドロピラン（THP）、アニソール、ジエチレングリコールジメチルエーテル（ジグリム）、ジエチレングリコールエチルエーテル（カルピトール）等のエーテル系溶媒、メチルセロソルブ、エチルセロソルブ、フェニルセロソルブ等のセロソルブ系溶媒、ヘキサン、ペンタン、ヘプタン、シクロヘキサン等の脂肪族炭化水素系溶媒、シクロヘキサン、テトラリン等の脂環式炭化水素系溶媒、トルエン、キシレン、ベンゼン、トリメチルベンゼン、テトラメチルベンゼン等の芳香族炭化水素系溶媒、ピリジン、ピラジン、フラン、ピロール、チオフェン、メチルピロリドン等の芳香族複素環化合物系溶媒、N,N-ジメチルホルムアミド（DMF）、N,N-ジメチルアセトアミド（DMA）等のアミド系溶媒、ジクロロメタン、クロロホルム、1,2-ジクロロエタン等のハロゲン化合物系溶媒、酢酸エチル、酢酸メチル、ギ酸エチル等のエステル系溶媒、ジメチルスルホキシド（DMSO）、スルホラン等の硫黄化合物系溶媒、アセトニトリル、プロピオニトリル、アクリロニトリル等のニトリル系溶媒、ギ酸、酢酸、トリクロロ酢酸、トリフルオロ酢酸等の有機酸系溶媒のような各種有機溶媒、または、これらを含む混合溶媒等が挙げられる。

10

20

30

【0077】

塗布した正孔注入層形成用材料には、必要に応じて、後処理を施す。具体的には、塗布した正孔注入層形成用材料を乾燥する。この乾燥の手法としては、減圧雰囲気放置する方法、熱処理（例えば40以上、80以下程度）による方法、窒素ガスのような不活性ガスのフローによる方法等が挙げられる。さらに、必要に応じて、乾燥した正孔注入層形成用材料を100以上、300以下程度で加熱（バーク）する。この加熱により、乾燥後に正孔注入層形成用材料内に残留した溶媒または分散媒を、取り除くことができる。また、加熱により架橋し溶媒に対して不溶化するような正孔注入材料を用いている場合は、この加熱によって正孔注入層4を不溶化させることもできる。また、この加熱後、正孔注入層4の未不溶化部分を除去するために、正孔注入層4を溶媒によってリンス（洗浄）することもある。なお、上記架橋は、プラズマ処理やUV処理によって行うこともできる。

【0078】

[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、前述した正孔注入層4の形成方法と同様の方法（液相プロセス）を用いて形成することができる。

[4] 次に、正孔輸送層5上に第1の発光補助層6を形成する。

第1の発光補助層6は、前述した正孔注入層4の形成方法と同様の方法（液相プロセス）を用いて形成することができる。

40

【0079】

[5] 次に、第1の発光補助層6上に発光層7を形成する。

発光層7は、前述した正孔注入層4の形成方法と同様の方法（液相プロセス）を用いて形成することができる。

[6] 次に、発光層7上に第2の発光補助層8を形成する。

第2の発光補助層8は、前述した正孔注入層4の形成方法と同様の方法（液相プロセス）を用いて形成することができる。

【0080】

50

[7] 次に、第 2 の発光補助層 8 上に電子輸送層 9 を形成する。

電子輸送層 9 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のが好ましい。

なお、電子輸送層 9 は、例えば、電子輸送材料を溶媒に溶解または分散媒に分散してなる電子輸送層形成用材料を、第 2 の発光補助層 8 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。

[8] 次に、電子輸送層 9 上に陰極 10 を形成する。

陰極 10 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

【 0 0 8 1 】

以上説明したような発光素子 1 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、長期にわたり、発光色の変化を抑制しつつ高効率で発光することができ、信頼性に優れる。

【 0 0 8 2 】

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、長期にわたり、発光色の変化を抑制しつつ高効率で発光することができ、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。

20

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 8 3 】

（表示装置）

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。

30

図 3 に示すディスプレイ装置 100 は、基板 21 と、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 および複数の駆動用トランジスタ 24 とを有している。

【 0 0 8 4 】

なお、本実施形態において、ディスプレイ装置 100 は、各発光素子 1R、1G、1B からの光 R、G、B を基板 21 側から透過させるボトムエミッション構造のディスプレイパネルである。

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。

40

【 0 0 8 5 】

各駆動用トランジスタ 24 は、シリコン等の半導体材料からなる半導体層 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。

また、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（有機 EL 素子）1R、1G、1B が設けられている。

【 0 0 8 6 】

発光素子 1R、1G、1B は、前述した発光素子 1 と同様に構成されているが、発光層の構成材料が互いに異なる。

ここで、発光素子 1R は、陽極 3、正孔注入層 4、正孔輸送層 5、第 1 の発光補助層 6

50

、発光層 7 R、第 2 の発光補助層 8、電子輸送層 9 および陰極 10 がこの順で積層されて構成されている。また、発光素子 1 G は、陽極 3、正孔注入層 4、正孔輸送層 5、第 1 の発光補助層 6、発光層 7 G、第 2 の発光補助層 8、電子輸送層 9 および陰極 10 がこの順で積層されて構成されている。また、発光素子 1 B は、陽極 3、正孔注入層 4、正孔輸送層 5、第 1 の発光補助層 6、発光層 7 B、第 2 の発光補助層 8、電子輸送層 9 および陰極 10 がこの順で積層されて構成されている。

【0087】

そして、発光素子 1 R は、発光層 7 R が赤色発光材料を含んで構成され、赤色の光 R を出射するように構成されている。また、発光素子 1 G は、発光層 7 G が緑色発光材料を含んで構成され、緑色の光 G を出射するように構成されている。また、発光素子 1 B は、発光層 7 B が青色発光材料を含んで構成され、青色の光 B を出射するように構成されている。

10

【0088】

なお、発光素子 1 R、1 G、1 B は、正孔注入層 4、正孔輸送層 5、第 1 の発光補助層 6 および第 2 の発光補助層 8 の構成材料が互いに同じであっても異なってもよい。

かかる構成の発光素子 1 R、1 G、1 B の隣接するもの同士の間には、隔壁 31 が設けられている。

本実施形態では、発光素子 1 R、1 G、1 B において、陽極 3、正孔注入層 4、正孔輸送層 5、第 1 の発光補助層 6、発光層 7 R および第 2 の発光補助層 8 が隔壁 31 で区画されることにより個別に設けられている。また、発光素子 1 R、1 G、1 B において、電子輸送層 9 および陰極 10 が一体的に設けられ共通とされている。

20

【0089】

ここで、発光素子 1 R、1 G、1 B の陽極 3 は、それぞれ、画素電極（個別電極）を構成し、陰極 10 は、共通電極を構成する。そして、各発光素子 1 R、1 G、1 B の各陽極 3 は、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 により電気的に接続されている。

さらに、これらの発光素子 1 R、1 G、1 B 上には、本実施形態では、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。

【0090】

そして、エポキシ層 35 上に、これを覆うように封止基板 20 が設けられている。これにより、発光素子 1 R、1 G、1 B の気密性が確保され、酸素や水分の浸入を防止できることから、発光素子 1 R、1 G、1 B の信頼性の向上を図ることができる。

30

以上説明したようなディスプレイ装置 100 は、各発光素子 1 R、1 G、1 B を組み合わせ発光させることでフルカラー表示も可能となる。

【0091】

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。

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 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。

40

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。

【0092】

図 5 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

50

ている。

【0093】

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。

ここで、通常のカメらは、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。

【0094】

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。

【0095】

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

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。

【0096】

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。

【0097】

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。

【実施例】

【0098】

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 > まず、平均厚さ0.5mmの透明なガラス基板を用意した。次に、この基板の上に、スパッタ法により、平均厚さ100nmのITO電極(陽極)を形成した。

そして、陽極が形成された基板をアセトン、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。

【0099】

< 2 > 次に、ITO電極上に、インクジェット法により、PEDOT/PSSをエチレングリコールに1.0wt%溶解した溶液を塗布し、その塗布された溶液を乾燥、加熱することにより、PEDOT/PSSで構成された平均厚さ50nmの正孔注入層を形成した。

< 3 > 次に、正孔注入層上に、インクジェット法により、前記式(1)で表わされるアミン系化合物の前駆体をテトラリンに1.2wt%溶解した溶液を塗布し、その塗布された溶液を乾燥、加熱することにより、平均厚さ10nmの正孔輸送層を形成した。

10

【0100】

< 4 > 次に、正孔輸送層上に、インクジェット法により、下記第1の発光補助層形成用材料をテトラリンとジクロロメタン(10:1)の混合溶媒に1.2wt%溶解した溶液を塗布し、その塗布された溶液を乾燥、加熱することにより、平均厚さ5nmの第1の発光補助層を形成した。

ここで、第1の発光補助層形成用材料として、CBP(第1の発光補助材料)50wt%と、前記式(1)で表わされるアミン系化合物(高分子量材料)の前駆体50wt%とからなるものを用いた。

【0101】

< 5 > 次に、第1の発光補助層上に、インクジェット法により、下記発光層形成用材料をテトラリンとジクロロメタン(10:1)の混合溶媒に1.2wt%溶解した溶液を塗布し、その塗布された溶液を乾燥、加熱することにより、平均厚さ50nmの発光層(緑色発光層)を形成した。

20

ここで、発光層形成用材料として、Ir(ppy)₃(発光材料)5wt%と、CBP(ホスト材料)75wt%と、前記式(1)で表わされるアミン系化合物(高分子量材料)の前駆体20wt%とからなるものを用いた。

【0102】

< 6 > 次に、発光層上に、インクジェット法により、下記第2の発光補助層形成用材料をテトラリンとジクロロメタン(10:1)の混合溶媒に1.2wt%溶解した溶液を塗布し、その塗布された溶液を乾燥、加熱することにより、平均厚さ5nmの第2の発光補助層を形成した。

30

ここで、第2の発光補助層形成用材料として、CBP(第2の発光補助材料)50wt%と、前記式(1)で表わされるアミン系化合物(高分子量材料)の前駆体50wt%とからなるものを用いた。

【0103】

< 7 > 次に、第2の発光補助層上に、真空蒸着法により、BCPを成膜し、平均厚さ20nmの電子輸送層を形成した。

< 8 > 次に、電子輸送層上に、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200nm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、エポキシ樹脂により固定、封止した。

40

以上の工程により、発光素子を製造した。

【0104】

(実施例2~9)

第1の発光補助層、発光層および第2の発光補助層の厚さを下記表1に示すように変更した以外は、前述した実施例1と同様に発光素子を製造した。

【0105】

【表 1】

表 1

	正孔注入層 の厚さ [nm]	正孔輸送層 の厚さ [nm]	第1の 発光補助層 の厚さ [nm]	発光層 の厚さ [nm]	第2の 発光補助層 の厚さ [nm]	電子輸送層 の厚さ [nm]
実施例 1	50	10	5	50	5	20
実施例 2	50	10	10	40	10	20
実施例 3	50	10	15	30	15	20
実施例 4	50	10	20	20	20	20
実施例 5	50	10	25	10	25	20
実施例 6	50	10	5	30	5	20
実施例 7	50	10	10	30	10	20
実施例 8	50	10	20	30	25	20
実施例 9	50	10	25	30	25	20
比較例	50	10	—	50	—	20

10

【0106】

(比較例)

第1の発光補助層および第2の発光補助層を省略した以外は、前述した実施例1と同様に発光素子を製造した。

20

【0107】

2. 評価

<発光効率の評価>

各実施例および比較例の発光素子について、直流電源を用いて発光素子に 10 mA/cm^2 の定電流を流した。そして、そのとき、輝度計を用いて輝度を測定し、発光効率(輝度/電流密度)を評価した。なお、発光効率の評価は、比較例を基準として規格化して評価した。

【0108】

<発光寿命の評価>

各実施例および比較例の発光素子について、直流電源を用いて発光素子に 100 mA/cm^2 の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50%となる時間(LT50)を測定した。なお、発光寿命の評価は、比較例を基準として規格化して評価した。

30

【0109】

<初期ドロップ>

各実施例および比較例の発光素子について、直流電源を用いて発光素子に 100 mA/cm^2 の定電流を流しつづけ、駆動開始直後の輝度と駆動開始後10時間後の輝度との差を測定し、初期の輝度の低下量(初期ドロップ)を大、中、小の3段階で評価した。

<色変化>

各実施例および比較例の発光素子について、直流電源を用いて発光素子に 100 mA/cm^2 の定電流を流しつづけ、色度計を用いて色度を測定し、色変化を大、中、小の3段階で評価した。

40

これらの評価結果を表2に示す。

【0110】

【表 2】

表 2

	発光効率	寿命 (LT50)	初期ドロップ	色変化
実施例 1	1.0	1.1	中	中
実施例 2	1.2	1.2	小	中
実施例 3	1.2	1.2	小	小
実施例 4	0.8	0.8	小	小
実施例 5	0.6	0.3	小	小
実施例 6	0.8	0.8	小	小
実施例 7	1.0	1.0	小	小
実施例 8	1.2	2.0	小	小
実施例 9	1.0	1.2	小	小
比較例	1.0	1.0	大	大

10

【0111】

また、実施例 8 および比較例の発光素子の寿命曲線を示すグラフを図 7 に示す。また、実施例 8 および比較例の発光素子の色変化を示すグラフを図 8 に示す。

表 2 から明らかなように、各実施例の発光素子は、比較例の発光素子と同等またはそれ以上の発光効率および寿命を有するものとしつつ、比較例の発光素子に比し、初期ドロップおよび色変化を抑えることができた。

20

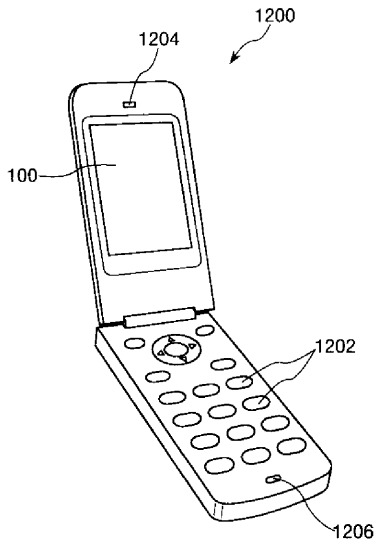
【符号の説明】

【0112】

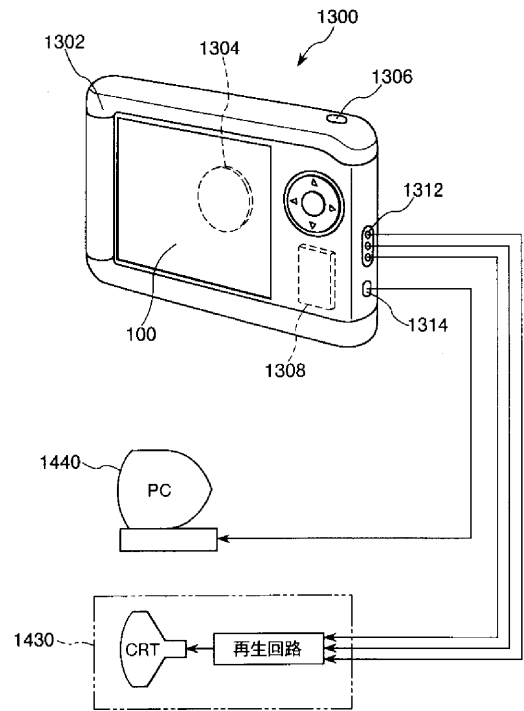
1 発光素子 1 R 発光素子 1 G 発光素子 1 B 発光素子 2 基板
 3 陽極 4 正孔注入層 5 正孔輸送層 6 第 1 の発光補助層 7
 発光層 7 B 発光層 7 G 発光層 7 R 発光層 7 X 発光層 7 Y
 発光層 8 第 2 の発光補助層 9 電子輸送層 10 陰極 20 封止基板
 21 基板 22 平坦化層 24 駆動用トランジスタ 27 導電部 3
 1 隔壁 35 エポキシ層 100 ディスプレイ装置 100 R、100 G、
 100 B サブ画素 241 半導体層 242 ゲート絶縁層 243 ゲー
 ト電極 244 ソース電極 245 ドレイン電極 1100 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 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 入出力端子 1430 テレビモニタ 1440 パーソ
 ナルコンピュータ

30

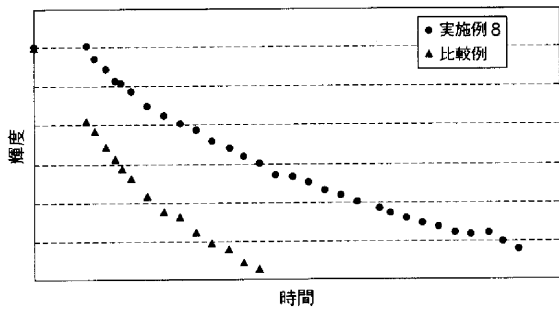
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

