

(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2006-196376
(P2006-196376A)

(43) 公開日 平成18年7月27日(2006.7.27)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO5B 33/10 (2006.01)	HO5B 33/10	3K007
HO1L 51/50 (2006.01)	HO5B 33/14	A

審査請求 有 請求項の数 17 O L (全 22 頁)

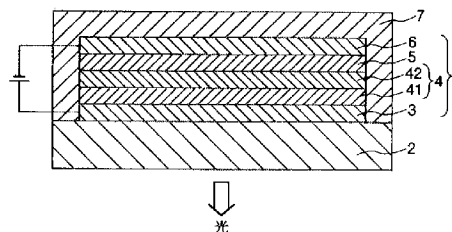
(21) 出願番号	特願2005-8407 (P2005-8407)	(71) 出願人	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(22) 出願日	平成17年1月14日 (2005.1.14)	(74) 代理人	100091292 弁理士 増田 達哉
		(74) 代理人	100091627 弁理士 朝比 一夫
		(72) 発明者	森井 克行 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		Fターム(参考)	3K007 AB03 AB11 DB03 FA00 FA01

(54) 【発明の名称】 発光素子の製造方法、発光素子、表示装置および電子機器

(57) 【要約】

【課題】 発光効率に優れる発光素子を製造し得る発光素子の製造方法、かかる発光素子の製造方法により製造された発光素子、この発光素子を備えた信頼性の高い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6との間に、発光層5と、この発光層5に接触し、有機ポリマーを主材料として構成された正孔輸送層4とを介挿してなるものである。この発光素子1は、陽極3の正孔輸送層4を形成する面側に、有機ポリマーとの親和性を向上させるための親和性向上処理を施す第1の工程と、発光層5の構成材料と有機ポリマーと液状媒体とを含有する液状材料を、陽極3の正孔輸送層4を形成する面側に供給して液状被膜を形成し、この液状被膜中から液状媒体を除去しつつ、有機ポリマーを陽極3側に、発光層5の構成材料を陰極6側に分離して、正孔輸送層4と発光層5とを一括して形成する第2の工程とを有する。



【選択図】 図1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一対の電極の間に、発光層と、該発光層に接触し、有機ポリマーを主材料として構成されたキャリア輸送層とを介挿してなる発光素子を製造する発光素子の製造方法であって、前記一対の電極のうち、一方の電極の前記キャリア輸送層を形成する面側に、前記有機ポリマーとの親和性を向上させるための親和性向上処理を施す第 1 の工程と、

前記発光層の構成材料と前記有機ポリマーと液状媒体とを含有する液状材料を、前記一方の電極の前記キャリア輸送層を形成する面側に供給して液状被膜を形成し、該液状被膜中から前記液状媒体を除去しつつ、前記有機ポリマーを前記一方の電極側に、前記発光層の構成材料を他方の電極側に分離して、前記キャリア輸送層と前記発光層とを一括して形成する第 2 の工程とを有することを特徴とする発光素子の製造方法。 10

【請求項 2】

前記第 1 の工程における前記親和性向上処理は、前記一方の電極の前記キャリア輸送層を形成する面側に前記有機ポリマーを構成する化合物の一部を含む化学構造を導入する化学修飾処理である請求項 1 に記載の発光素子の製造方法。

【請求項 3】

前記キャリア輸送層は、正孔輸送層である請求項 1 または 2 に記載の発光素子の製造方法。

【請求項 4】

前記正孔輸送層は、前記一方の電極側に、第 1 の有機ポリマーを主材料として構成された第 1 の領域と、前記発光層側に、前記第 1 の有機ポリマーと異なる種類の第 2 の有機ポリマーを主材料として構成された第 2 の領域とを有し、 20

前記第 1 の工程における前記親和性向上処理では、前記一方の電極の前記発光層を形成する面側に、前記第 1 の有機ポリマーとの親和性を向上させる処理を行う請求項 3 に記載の発光素子の製造方法。

【請求項 5】

前記第 2 の工程において、前記第 1 の領域および前記第 2 の領域を、相分離により前記発光層とともに一括して形成する請求項 4 に記載の発光素子の製造方法。

【請求項 6】

前記第 1 の有機ポリマーの重量平均分子量は、前記第 2 の有機ポリマーの重量平均分子量より大きい請求項 4 または 5 に記載の発光素子の製造方法。 30

【請求項 7】

前記第 1 の有機ポリマーの重量平均分子量は、10000 以上である請求項 6 に記載の発光素子の製造方法。

【請求項 8】

前記第 2 の有機ポリマーの重量平均分子量は、8000 以下である請求項 6 または 7 に記載の発光素子の製造方法。

【請求項 9】

前記第 1 の有機ポリマーは、ポリアリーールアミン、フルオレン - アアリーールアミン共重合体またはこれらの誘導体である請求項 4 ないし 8 のいずれかに記載の発光素子の製造方法 40

【請求項 10】

前記第 2 の有機ポリマーは、ポリフルオレン、フルオレン - ビチオフエン共重合体またはこれらの誘導体である請求項 4 ないし 9 のいずれかに記載の発光素子の製造方法。

【請求項 11】

前記発光層は、主として無機半導体材料と発光材料との複合体で構成されている請求項 3 ないし 10 のいずれかに記載の発光素子の製造方法。

【請求項 12】

前記第 2 の工程において、前記液状媒体の除去を、極性溶媒の蒸気を含有する雰囲気中で行う請求項 11 に記載の発光素子の製造方法。 50

【請求項 1 3】

前記第 2 の工程において、前記液状媒体の除去を、前記液状被膜中に対流を生じさせつつ行う請求項 1 ないし 1 2 のいずれかに記載の発光素子の製造方法。

【請求項 1 4】

前記対流を、前記液状被膜を加温することにより生じさせる請求項 1 3 に記載の発光素子の製造方法。

【請求項 1 5】

請求項 1 ないし 1 4 のいずれかに記載の発光素子の製造方法により製造されたことを特徴とする発光素子。

【請求項 1 6】

請求項 1 5 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 1 7】

請求項 1 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。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光素子の製造方法、発光素子、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】

少なくとも一層の発光性有機層（有機エレクトロルミネッセンス層）が、陰極と陽極とに挟まれた構造の有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、「有機 EL 素子」と称する。）は、無機 EL 素子に比べて印加電圧を大幅に低下させることができ、多彩な発光色の素子が作製可能である（例えば、非特許文献 1～3、特許文献 1～3 参照）。

現在、より高性能な有機 EL 素子を得るため、材料の開発・改良をはじめ、様々なデバイス構造が提案されており、活発な研究が行われている。

【0003】

また、この有機 EL 素子については既に様々な発光色の素子、また高輝度、高効率の素子が開発されており、表示装置の画素としての利用や光源としての利用など多種多様な実用化用途が検討されている。

そして、実用化に向けて、さらなる発光効率の向上を目指し、種々の研究がなされている。

【0004】

【非特許文献 1】Appl.Phys.Lett.51(12),21 September 1987,p.913

【非特許文献 2】Appl.Phys.Lett.71(1),7 July 1997,p.34

【非特許文献 3】Nature 357,477 1992

【特許文献 1】特開平 10 - 153967 号公報

【特許文献 2】特開平 10 - 12377 号公報

【特許文献 3】特開平 11 - 40358 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の目的は、発光効率に優れる発光素子を製造し得る発光素子の製造方法、かかる発光素子の製造方法により製造された発光素子、この発光素子を備えた信頼性の高い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】

【0006】

このような目的は、下記の本発明により達成される。

本発明の発光素子の製造方法は、一对の電極の間に、発光層と、該発光層に接触し、有機ポリマーを主材料として構成されたキャリア輸送層とを介挿してなる発光素子を製造す

10

20

30

40

50

る発光素子の製造方法であって、

前記一对の電極のうち、一方の電極の前記キャリア輸送層を形成する面側に、前記有機ポリマーとの親和性を向上させるための親和性向上処理を施す第1の工程と、

前記発光層の構成材料と前記有機ポリマーと液状媒体とを含有する液状材料を、前記一方の電極の前記キャリア輸送層を形成する面側に供給して液状被膜を形成し、該液状被膜中から前記液状媒体を除去しつつ、前記有機ポリマーを前記一方の電極側に、前記発光層の構成材料を他方の電極側に分離して、前記キャリア輸送層と前記発光層とを一括して形成する第2の工程とを有することを特徴とする。

これにより、正孔輸送層と発光層とを確実に分離・形成することができ、その結果、発光効率に優れた発光素子を製造し得る。

10

【0007】

本発明の発光素子の製造方法では、前記第1の工程における前記親和性向上処理は、前記一方の電極の前記キャリア輸送層を形成する面側に前記有機ポリマーを構成する化合物の一部を含む化学構造を導入する化学修飾処理であることが好ましい。

これにより、正孔輸送層と発光層とをより確実に分離・形成することができる。

本発明の発光素子の製造方法では、前記キャリア輸送層は、正孔輸送層であることが好ましい。

キャリア輸送を正孔輸送層とする発光素子に適用することにより、特に発光効率に優れた発光素子を製造し得る。

【0008】

20

本発明の発光素子の製造方法では、前記正孔輸送層は、前記一方の電極側に、第1の有機ポリマーを主材料として構成された第1の領域と、前記発光層側に、前記第1の有機ポリマーと異なる種類の第2の有機ポリマーを主材料として構成された第2の領域とを有し、

前記第1の工程における前記親和性向上処理では、前記一方の電極の前記発光層を形成する面側に、前記第1の有機ポリマーとの親和性を向上させる処理を行うことが好ましい。

これにより、第1の領域と第2の領域とを確実に分離・形成することができる。

【0009】

本発明の発光素子の製造方法では、前記第2の工程において、前記第1の領域および前記第2の領域を、相分離により前記発光層とともに一括して形成することが好ましい。

30

これにより、第1の領域および第2の領域は、それぞれ、それらの機能を十分に発揮し得るとともに、それらの界面における密着性が増大し、第1の領域から第2の領域への正孔の受け渡しがより円滑に行われるようになる。

【0010】

本発明の発光素子の製造方法では、前記第1の有機ポリマーの重量平均分子量は、前記第2の有機ポリマーの重量平均分子量より大きいことが好ましい。

これにより、第2の領域は、配向性が高まり、正孔の輸送効率がより向上する。一方、第1の領域をアモルファス状態とすることができ、結晶粒が生じ難いため、結晶粒界を正孔が移動する現象が生じるの防止することができる。その結果、前記現象が経時的に増大して、陽極と発光層とが短絡するのを防止または抑制することができる。このため、発光素子は、発光効率および耐久性の双方に優れたものとなる。

40

【0011】

本発明の発光素子の製造方法では、前記第1の有機ポリマーの重量平均分子量は、10000以上であることが好ましい。

これにより、第1の領域をより確実にアモルファス状態とすることができ、陽極と発光層との経時的な短絡をより確実に防止または抑制することができる。

本発明の発光素子の製造方法では、前記第2の有機ポリマーの重量平均分子量は、8000以下であることが好ましい。

このような低分子量の第2の有機ポリマーを用いることにより、第2の領域の配向性が

50

より高まり、第2の領域における正孔の輸送効率をより向上させることができる。

【0012】

本発明の発光素子の製造方法では、前記第1の有機ポリマーは、ポリアリールアミン、フルオレン-アリールアミン共重合体またはこれらの誘導体であることが好ましい。

これらのものは、特に、正孔の注入効率に優れる材料であることから好ましい。

本発明の発光素子の製造方法では、前記第2の有機ポリマーは、ポリフルオレン、フルオレン-ピチオフェン共重合体またはこれらの誘導体であることが好ましい。

これらのものは、特に、正孔の輸送能力に優れることから好ましい。

【0013】

本発明の発光素子の製造方法では、前記発光層は、主として無機半導体材料と発光材料との複合体で構成されていることが好ましい。 10

発光層の耐久性をより向上させることができ、発光素子のさらなる長寿命化を図ることができる。

本発明の発光素子の製造方法では、前記複合体は、前記無機半導体材料の少なくとも一部を前記発光材料で被覆してなるものであることが好ましい。

これにより、正孔輸送層と発光材料との接触面積がより大きくなり、発光するサイトをより広げることができる。

【0014】

本発明の発光素子の製造方法では、前記無機半導体材料は、主として金属酸化物で構成されていることが好ましい。 20

金属酸化物を主とする無機半導体材料は、耐久性および電子輸送力が高いことから好ましい。

本発明の発光素子の製造方法では、前記金属酸化物は、酸化ジルコニウムを主成分とするものであることが好ましい。

酸化ジルコニウムを主とする無機半導体材料は、特に、耐久性および電子輸送力が高いことから好ましい。

【0015】

本発明の発光素子の製造方法では、前記無機半導体材料は、粒状をなしていることが好ましい。

これにより、発光層(発光材料)と正孔輸送層との接触面積がより大きくなり、前述したような接触面積の増大により得られる効果がより顕著に発揮される。 30

本発明の発光素子の製造方法では、粒状の前記無機半導体材料は、その平均粒径が0.5~10nmであることが好ましい。

これにより、発光層と正孔輸送層との接触面積を十分に確保することができる。

【0016】

本発明の発光素子の製造方法では、前記発光材料は、主として金属錯体で構成されていることが好ましい。

金属錯体を主とする発光材料は、耐久性および発光効率が高いことから好ましい。

本発明の発光素子の製造方法では、前記金属錯体は、イリジウムを中心金属とする錯体を主成分とするものであることが好ましい。 40

イリジウム錯体を主とする発光材料は、特に、耐久性および発光効率が高いことから好ましい。

【0017】

本発明の発光素子の製造方法では、前記第2の工程において、前記液状媒体の除去を、極性溶媒の蒸気を含む雰囲気中で行うことが好ましい。

これにより、複合体をより確実に液状被膜中において他方の電極側に集めることができる。

本発明の発光素子の製造方法では、前記第2の工程において、前記液状媒体の除去を、前記液状被膜中对流を生じさせつつ行うことが好ましい。

これにより、複合体をより確実に液状被膜中において他方の電極側に集めることができ 50

る。

本発明の発光素子の製造方法では、前記対流を、前記液状被膜を加熱することにより生じさせることが好ましい。

加熱する方法によれば、液状被膜中における対流の調整（制御）を比較的容易に行うことができる。

【0018】

本発明の発光素子は、本発明の発光素子の製造方法により製造されたことを特徴とする。

これにより、発光効率に優れた発光素子が得られる。

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、信頼性の高い表示装置が得られる。

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。

これにより、信頼性の高い電子機器が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、本発明の発光素子の製造方法、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、本発明の発光素子の実施形態の縦断面を模式的に示す図、図2は、図1に示す発光素子の各部（各層）の界面付近を模式的に示す図、図3は、図2をさらに拡大して示す図である。なお、以下では、説明の都合上、図1～図3中の上側を「上」、下側を「下」として説明を行う。

【0020】

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（一方の電極）3と、陰極（他方の電極）6と、陽極3と陰極6との間に、陽極3側に正孔輸送層（キャリア輸送層）4と、陰極6側に発光層5とを介挿してなるものであり、基板2上に設けられている。また、陽極3、正孔輸送層4、発光層5および陰極6が封止部材7で封止されている。

【0021】

基板2は、発光素子1の支持体となるものである。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）を形成したものの、樹脂材料で構成された基板等が挙げられる。

【0023】

陽極3は、後述する正孔輸送層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、導電性に優れた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

10

20

30

40

50

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。

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

【0024】

一方、陰極6は、後述する発光層5に電子を注入する電極である。この陰極6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6の構成材料としては、例えば、Li、Mg、Ca、Sr、La、Ce、Er、Eu、Sc、Y、Yb、Ag、Cu、Al、Cs、Rbまたはこれらを含む合金等が挙げられ、これらのうちの1種または2種以上を組み合わせて（例えば、複数層の積層体等）用いることができる。

10

【0025】

特に、陰極6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6の構成材料として用いることにより、陰極6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6の平均厚さは、特に限定されないが、100～1000nm程度であるのが好ましく、200～500nm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6に、光透過性は、特に要求されない。

【0026】

正孔輸送層4は、陽極3から注入された正孔を、発光層5まで輸送する機能を有するものである。この正孔輸送層4は、主として有機ポリマーで構成されている。

この有機ポリマーとしては、各種のp型半導体材料が用いられ、例えば、ポリアリールアミン、フルオレン-アリールアミン共重合体、フルオレン-ピチオフェン共重合体、ポリ(N-ビニルカルバゾール)、ポリビニルピレン、ポリビニルアントラセン、ポリチオフェン、ポリアルキルチオフェン、ポリヘキシルチオフェン、ポリ(p-フェニレンビニレン)、ポリチニレンビニレン、ピレンホルムアルデヒド樹脂、エチルカルバゾールホルムアルデヒド樹脂またはその誘導体等が挙げられ、これらのうちの1種または2種以上を組み合わせて用いることができる。

20

【0027】

また、前記化合物は、他の化合物との混合物として用いることもできる。一例として、ポリチオフェンを含む混合物としては、ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン/スチレンスルホン酸)(PEDOT/PSS)等が挙げられる。

また、本実施形態の正孔輸送層4は、図1および図2に示すように、陽極3に接触する第1の領域41と発光層5に接触する第2の領域42とを有している。

30

【0028】

第1の領域41は、第1の有機ポリマーを主材料として構成され、第2の領域42は、第1の有機ポリマーと異なる種類の第2の有機ポリマーを主材料として構成され、これらの領域41、42は、後述する相分離（垂直相分離）により、発光層5とともに一括して形成されている。

40

そして、この第1の領域41と第2の領域42とは、図2に示すように、巨視的には、それらの界面が、陽極3の上面とほぼ平行となっており、図3に示すように、微視的には、各領域が互いに凹凸状に入り込んだ（重なり合った）状態となっている。

これにより、第1の領域41および第2の領域42は、それぞれ、それらの機能を十分に発揮し得るとともに、それらの界面における密着性が増大し、第1の領域41から第2の領域42への正孔の受け渡しがより円滑に行われるようになる。

【0029】

ここで、第1の有機ポリマーと第2の有機ポリマーとの組み合わせとしては、例えば、I：第1の有機ポリマーに正孔の注入効率に優れるものを選択し、第2の有機ポリマーに配向性が高く、正孔の輸送効率に優れるものを選択する組み合わせ、II：第1の有機ポリ

50

マーに第2の有機ポリマーよりバンドギャップが大きいものを選択する組み合わせ等が挙げられる。

【0030】

Iの場合、陽極3から第1の領域41を介して、第2の領域42に効率よく正孔が注入され、注入された正孔は、第2の領域42を効率よく輸送されるようになり、また、IIの場合、正孔を陽極3から発光層5に向けてカスケード的(円滑)に移動すること、すなわち、正孔輸送層4において効率よく正孔が輸送されるようになる。その結果、IおよびIIのいずれの場合においても、発光素子1の発光効率をより向上させることができる。

【0031】

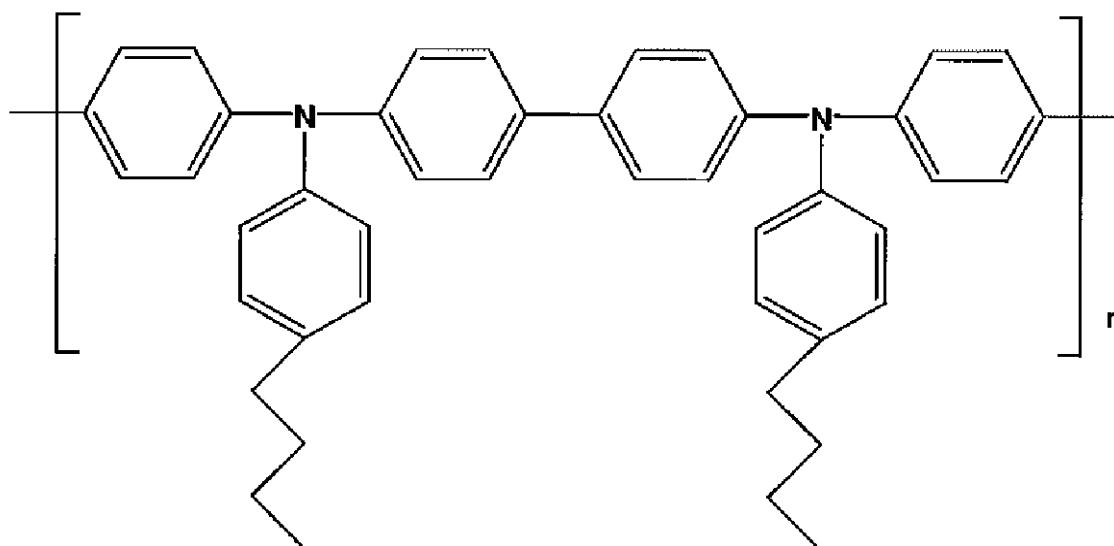
Iの場合、第1の有機ポリマーとしては、ポリアリールアミン、フルオレン-アリールアミン共重合体またはこれらの誘導体を用いるのが好ましい。これらのものは、特に、正孔の注入効率に優れる材料であることから好ましい。

10

ここで、ポリアリールアミン誘導体の一例としては、下記化1で示すトリフェニルアミン系高分子が挙げられる。

【0032】

【化1】



20

30

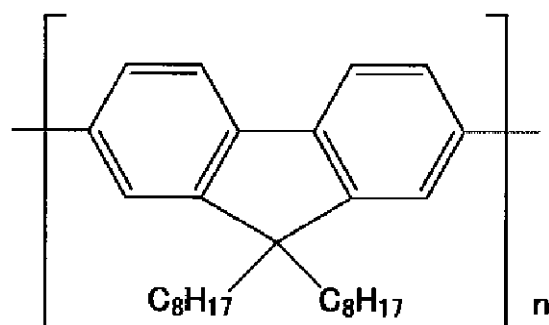
【0033】

一方、第2の有機ポリマーとしては、ポリフルオレン、フルオレン-ビチオフエン共重合体またはこれらの誘導体を用いるのが好ましい。これらのものは、特に、正孔の輸送能力に優れることから好ましい。

ここで、ポリフルオレン誘導体の一例としては、下記化2で示すポリフルオレン系高分子が挙げられる。

【0034】

【化 2】



10

【0035】

また、Iの場合、第2の有機ポリマーに比較的低分子量のものを選択し、第1の有機ポリマーとして、その重量平均分子量が第2の有機ポリマーの重量平均分子量より大きいもの（比較的高分子量のもの）を選択するのが好ましい。これにより、次のような効果が得られる。

すなわち、第2の領域42は、配向性が高まり、正孔の輸送効率がより向上する。一方、第1の領域41をアモルファス状態とすることができ、結晶粒が生じ難いため、結晶粒界（結晶粒同士の間）を正孔（キャリア）が移動する現象が生じるのを防止することができる。その結果、前記現象が経時的に増大して、陽極3と発光層5とが短絡するのを防止または抑制することができる。このため、発光素子1は、発光効率および耐久性の双方に優れたものとなる。

20

【0036】

この場合、第1の有機ポリマーの重量平均分子量は、10000以上であるのが好ましく、15000～50000程度であるのがより好ましい。これにより、第1の領域41をより確実にアモルファス状態とすることができ、陽極3と発光層5との経時的な短絡をより確実に防止または抑制することができる。

一方、第2の有機ポリマーは、8000以下であるのが好ましく、1500～5000程度であるのがより好ましい。このような低分子量の第2の有機ポリマーを用いることにより、第2の領域42の配向性がより高まり、第2の領域42における正孔の輸送効率をより向上させることができる。

30

また、このような重量平均分子量の第1の有機ポリマーと第2の有機ポリマーとを組み合わせるにより、後述するように相分離により、第1の領域41と第2の領域42とをより確実に分離・形成できるとともに、第2の領域42を発光層5ともより確実に分離・形成することもできる。

【0037】

このような正孔輸送層4（第1の領域41と第2の領域42との合計）の平均厚さは、特に限定されないが、10～150nm程度であるのが好ましく、50～100nm程度であるのがより好ましい。

40

なお、本実施形態では、正孔輸送層4が異なる有機ポリマーで構成される2つの領域を有する構成であるが、正孔輸送層4は、1種の有機ポリマーを主材料として構成されていてもよいことは言うまでもない。

【0038】

正孔輸送層4（第2の領域42）に接触して、発光層5が設けられている。この発光層5は、陰極6から注入された電子を輸送するとともに、正孔輸送層4から正孔を受け取る。そして、その正孔輸送層4との界面付近において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。

【0039】

50

前述したように、この発光層5は、相分離（垂直相分離）により第1の領域41および第2の領域42と一括して形成されている。

そして、この発光層5と正孔輸送層4とは、図2に示すように、巨視的には、それらの界面が、陽極3の上面とほぼ平行となっており、図3に示すように、微視的には、各層が互いに凹凸状に入り込んだ（重なり合った）状態となっている。

【0040】

これにより、発光層5と正孔輸送層4との接触面積が大きくなり、電子と正孔との再結合サイトが広がる。そして、この再結合サイトは、電極（陽極3および陰極6）から離れた部分に存在するので、結果として発光するサイトが広がる（発光に寄与する分子の数が増加する）。このため、発光素子1の発光効率の向上や、さらなる長寿命化を図ることができる。

10

【0041】

また、発光層5と正孔輸送層4との界面が均一（平坦）でなく、凹凸状であるため、駆動電圧量を上昇させても、一斉に正孔と電子とが励起、結合するのを防止して、発光の強度が急峻に上昇するのを防止することができる。したがって、駆動電圧量に応じて輝度を穏やかに上昇させることができるので、発光素子1の発光輝度のコントロールや、低輝度の諧調コントロールを容易に行うことができる。また、駆動電圧を細かく制御するための複雑な周辺回路が不要になるという利点がある。

【0042】

本実施形態の発光層5は、主として、無機半導体粒子（粒子状の無機半導体材料）51と、発光材料52との複合体で構成されている。図示の構成では、発光材料52は、無機半導体粒子51の全体を被覆するものであるが、無機半導体粒子51の一部を被覆するものであってもよい。このように無機半導体粒子51の表面に発光材料52を被覆することにより、正孔輸送層4と発光材料52との接触面積がより大きくなり、発光するサイトをより広げることができる。

20

このような発光層5では、無機半導体粒子51を介して発光材料52に電子が供給され、発光材料52が発光する。すなわち、無機半導体粒子51の集合体（集合物）を電子輸送層と呼ぶこともできる。

【0043】

このように、発光層5の構成材料として無機半導体材料を用いることにより、発光層5の耐久性をより向上させることができ、発光素子1のさらなる長寿命化を図ることができる。

30

このような無機半導体材料としては、例えば、 ZrO_2 、 TiO_2 、 TiO 、 Ti_2O_3 、 NbO 、 $SrTiO_3$ 、 ZnO 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 SnO_2 のような金属酸化物、 ZnS 、 CdS のような金属硫化物、 $CdSe$ のような金属セレン化物、 TiC 、 SiC のような金属または半導体炭化物、 Si_3N_4 、 B_4N 、 BN のような半導体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（例えば、混合物、固溶体等）用いることができる。

これらの中でも、無機半導体材料としては、主として金属酸化物で構成されるものが好ましく、金属酸化物の中でも、特に ZrO_2 （酸化ジルコニウム）を主成分とするものがより好ましい。金属酸化物（特に、 ZrO_2 ）を主とする無機半導体材料は、耐久性および電子輸送力が高いことから好ましい。

40

【0044】

また、本実施形態のように、無機半導体材料が粒状をなしていることにより、発光層5（発光材料52）と正孔輸送層4との接触面積がより大きくなり、前述したような接触面積の増大により得られる効果がより顕著に発揮される。

この場合、無機半導体粒子（粒状の無機半導体材料）51は、その平均粒径が0.5～10nm程度であるのが好ましく、1～7nm程度であるのがより好ましい。これにより、発光層5と正孔輸送層4との接触面積を十分に確保することができ、前記効果をより向上させることができる。

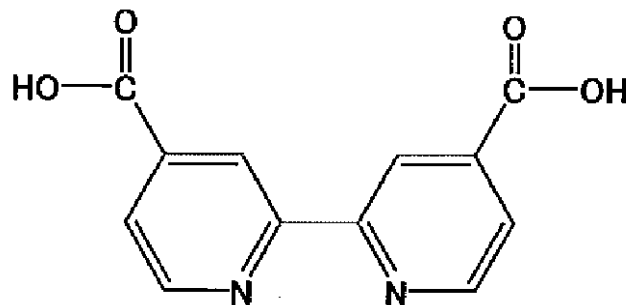
50

【0045】

また、発光材料52としては、例えば、配位子に下記化3で示す2,2'-ビピリジン-4,4'-ジカルボン酸を持つ、3配位のイリジウム錯体、ファクトリス(2-フェニルピリジン)イリジウム($\text{Ir}(\text{ppy})_3$)、8-ヒドロキシキノリンアルミニウム(Alq_3)、トリス(4-メチル-8キノリノレート)アルミニウム(III)(Almq_3)、8-ヒドロキシキノリン亜鉛(Znq_2)、(1,10-フェナントロリン)-トリス-(4,4,4-トリフルオロ-1-(2-チエニル)-ブタン-1,3-ジオネート)ユーロピウム(III)($\text{Eu}(\text{TTA})_3(\text{phen})$)、2,3,7,8,12,13,17,18-オクタエチル-21H,23H-ポルフィンプラチナム(II)のような各種金属錯体、ジスチリルベンゼン(DSB)、ジアミノジスチリルベンゼン(DADSB)のようなベンゼン系化合物、ナフタレン、ナイルレッドのようなナフタレン系化合物、フェナントレンのようなフェナントレン系化合物、クリセン、6-ニトロクリセンのようなクリセン系化合物、ペリレン、N,N'-ビス(2,5-ジ-t-ブチルフェニル)-3,4,9,10-ペリレン-ジ-カルボキシイミド(BPPC)のようなペリレン系化合物、コロネンのようなコロネン系化合物、アントラセン、ビススチリルアントラセンのようなアントラセン系化合物、ピレンのようなピレン系化合物、4-(ジシアノメチレン)-2-メチル-6-(パラ-ジメチルアミノスチリル)-4H-ピラン(DCM)のようなピラン系化合物、アクリジンのようなアクリジン系化合物、スチルベンのようなスチルベン系化合物、2,5-ジベンゾオキサゾールチオフェンのようなチオフェン系化合物、ベンゾオキサゾールのようなベンゾオキサゾール系化合物、ベンゾイミダゾールのようなベンゾイミダゾール系化合物、2,2'-(パラ-フェニレンジビニレン)-ビスベンゾチアゾールのようなベンゾチアゾール系化合物、ビスチリル(1,4-ジフェニル-1,3-ブタジエン)、テトラフェニルブタジエンのようなブタジエン系化合物、ナフタルイミドのようなナフタルイミド系化合物、クマリンのようなクマリン系化合物、ペリノンのようなペリノン系化合物、オキサジアゾールのようなオキサジアゾール系化合物、アルダジン系化合物、1,2,3,4,5-ペンタフェニル-1,3-シクロペンタジエン(PPCP)のようなシクロペンタジエン系化合物、キナクリドン、キナクリドンレッドのようなキナクリドン系化合物、ピロロピリジン、チアジアゾロピリジンのようなピリジン系化合物、2,2',7,7'-テトラフェニル-9,9'-スピロピフルオレンのようなスピロ化合物、フタロシアニン(H_2Pc)、銅フタロシアニンのような金属または無金属のフタロシアニン系化合物、フローレンのようなフローレン系化合物等が挙げられ、これらのうちの1種または2種以上を用いることができる。

【0046】

【化3】



【0047】

これらの中でも、発光材料52としては、主として金属錯体で構成されるものが好ましく、金属錯体の中でも、特にイリジウムを中心金属とする錯体(イリジウム錯体)を主成分とするものがより好ましい。金属錯体(特に、イリジウム錯体)を主とする発光材料52は、耐久性および発光効率が高いことから好ましい。

このような発光層5の平均厚さは、特に限定されないが、1~100nm程度であるの

10

20

30

40

50

が好ましく、20～50nm程度であるのがより好ましい。

なお、発光層5には、電子輸送に寄与する材料として、無機半導体材料に代えて、有機半導体材料を用いることもできる他、電子輸送に寄与する材料を省略して、前述した発光材料(低分子の発光材料)52を主材料として構成することもできる。

【0048】

また、発光層5は、高分子の発光材料を主材料として構成することもできる。この場合も、正孔輸送層4の構成材料として1種の有機ポリマーを用い、発光材料および有機ポリマーを適宜選択することにより、後述する相分離により発光層5と正孔輸送層4とを一括して形成することができる。この場合、例えば、有機ポリマーとして、その重量平均分子量が発光材料の重量平均分子量より小さいものを選択するようにする。

10

【0049】

高分子の発光材料としては、例えば、トランス型ポリアセチレン、シス型ポリアセチレン、ポリ(ジ-フェニルアセチレン)(PDPA)、ポリ(アルキル、フェニルアセチレン)(PAPA)のようなポリアセチレン系化合物、ポリ(パラ-フェニレン)(PPV)、ポリ(2,5-ジアルコキシ-パラ-フェニレン)(RO-PPV)、シアノ-置換-ポリ(パラ-フェニレン)(CN-PPV)、ポリ(2-ジメチルオクチルシリル-パラ-フェニレン)(DMOS-PPV)、ポリ(2-メトキシ、5-(2'-エチルヘキソキシ)-パラ-フェニレン)(MEH-PPV)のようなポリパラフェニレン系化合物、ポリ(3-アルキルチオフェン)(PAT)、ポリ(オキシプロピレン)トリオール(POPT)のようなポリチオフェン系化合物、ポリ(9,9-ジアルキルフルオレン)(PDAF)、ポリ(ジオクチルフルオレン-アルト-ベンゾチアジアゾール)(F8BT)、
、
-ビス[N,N'-ジ(メチルフェニル)アミノフェニル]-ポリ[9,9-ビス(2-エチルヘキシル)フルオレン-2,7-ジル](PF2/6am4)、ポリ(9,9-ジオクチル-2,7-ジビニレンフルオレニル-オルト-コ(アントラセン-9,10-ジイル)のようなポリフルオレン系化合物、ポリ(パラ-フェニレン)(PPP)、ポリ(1,5-ジアルコキシ-パラ-フェニレン)(RO-PPP)のようなポリパラフェニレン系化合物、ポリ(N-ビニルカルバゾール)(PVK)のようなポリカルバゾール系化合物、ポリ(メチルフェニルシラン)(PMPS)、ポリ(ナフチルフェニルシラン)(PNPS)、ポリ(ビフェニルフェニルシラン)(PBPS)のようなポリシラン系化合物等が挙げられる。

20

30

【0050】

封止部材7は、陽極3、正孔輸送層4、発光層5および陰極6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7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7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7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7と陽極3、正孔輸送層4、発光層5および陰極6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7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。

【0051】

このような発光素子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、レーザーCVDのような化学蒸着法(CVD)、真空蒸着、スパッタリング、イオンプレーティング等の乾式メッキ法、電解メッキ、浸漬メッキ、無電解メッキ等の湿式メッキ法、溶射法、ゾル・ゲル法、MOD法、金属箔の接合等を用いて形成することができる。

【0052】

50

[2] 次に、陽極 3 の上面（正孔輸送層 4 を形成する面側）に、第 1 の有機ポリマーとの親和性（濡れ性）を向上させるための親和性向上処理を施す（第 1 の工程）。

これにより、次工程 [3] において、液状被膜中において、第 1 の有機ポリマーをより確実に陽極 3 側（下側）に集めることができ、第 1 の領域 4 1、第 2 の領域 4 2 および発光層 5 を確実に分離・形成することができる。

【 0 0 5 3 】

この親和性向上処理としては、例えば、第 1 の有機ポリマーを構成する化合物の一部を含む化学構造（ビルディングユニット）を導入する化学修飾処理や、第 1 の有機ポリマーが親水性を示すものである場合には親水化処理等が挙げられるが、特に、前者を用いるのが好ましい。これにより、前記効果をより向上させることができる。

例えば、第 1 の有機ポリマーがトリフェニルアミン骨格（構造）を有する場合には、陽極 3 の表面に、アミノ基、トリフェニルアミン（アリールアミン）、フェニル基、ベンジル基等を末端に有するアルキル鎖を導入する化学修飾処理を行う。

【 0 0 5 4 】

なお、この化学修飾処理に用いる処理剤（試剤）としては、例えば、陽極 3 が金属酸化物を主材料として構成される場合、導入すべき原子団を一方の末端に、トリメチルシラン、メチルシラン、トリクロロシラン等を他方の末端に有する化合物（カップリング剤）を用いることができ、また、陽極 3 が A u、P t 等を主材料として構成される場合、導入すべき原子団を一方の末端に、チオール基等を他方の末端に有する化合物を用いることができる。

【 0 0 5 5 】

[3] 次に、第 1 の領域 4 1 上に、相分離により正孔輸送層 4（第 1 の領域 4 1、第 2 の領域 4 2）と発光層 5 とを一括して形成する（第 2 の工程）。これは、次のようにして行うことができる。

まず、第 1 の有機ポリマーおよび第 2 の有機ポリマーを溶媒（液状媒体）に溶解して、さらに、この溶液に、無機半導体粒子 5 1 と発光材料 5 2 との複合体を分散して液状材料を調製する。

【 0 0 5 6 】

溶媒としては、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無機溶媒や、メチルエチルケトン（M E K）、アセトン、ジエチルケトン、メチルイソブチルケトン（M I B K）、メチルイソプロピルケトン（M I P K）、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（D E G）、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（D M E）、1, 4 - ジオキサン、テトラヒドロフラン（T H F）、テトラヒドロピラン（T H P）、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、トルエン、キシレン、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（D M F）、N, N - ジメチルアセトアミド（D M A）等のアミド系溶媒、クロロベンゼン、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（D M S O）、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。

【 0 0 5 7 】

これらの中でも、溶媒としては、非極性溶媒が好適であり、例えば、キシレン、トルエン、シクロヘキシルベンゼン、ジハイドロベンゾフラン、トリメチルベンゼン、テトラメ

10

20

30

40

50

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、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等が挙げられ、これらを単独または混合して用いることができる。

【0058】

次に、この液状材料を陽極3上に供給して、液状被膜を形成する。

この液状材料の供給方法としては、例えば、スピコート法、キャストイング法、マイクログラビアコート法、グラビアコート法、バーコート法、ロールコート法、ワイヤーバーコート法、ディップコート法、スプレーコート法、スクリーン印刷法、フレキソ印刷法、オフセット印刷法、インクジェット印刷法等の各種塗布法を用いることができる。かかる塗布法によれば、第1の領域41を比較的容易に形成することができる。

10

【0059】

次に、液状被膜中から溶媒を除去する。溶媒が除去されると、液状被膜中では、陽極3側に、第1の有機ポリマーおよび第2の有機ポリマーがこの順で、一方、陰極6側に、複合体が分離、固化して、第1の領域41と第2の領域42と発光層5とが形成される。すなわち、相分離により、第1の領域41と第2の領域42と発光層5とが一括して形成される。

【0060】

このとき、溶媒の種類、第1の有機ポリマーの重量平均分子量、第2の有機ポリマーの重量平均分子量、液状材料中の第1の有機ポリマーの含有量、液状材料中の第2の有機ポリマーの含有量、液状材料中の複合体（発光層5の構成材料）の含有量、溶媒を除去する速度、溶媒を除去する際の雰囲気、液状材料を供給する下層の表面性状態等のうち少なくとも1つの条件を適宜設定することにより、第1の有機ポリマーと第2の有機ポリマーと複合体との相分離の状態を制御することができる。

20

【0061】

例えば、溶媒を除去する際の雰囲気は、極性溶媒の蒸気を含む雰囲気とするのが好ましい。これにより、前記複合体をより確実に液状被膜中において上側に集めることができる。なお、この極性溶媒としては、例えば、水や、メタノール、エタノール、イソプロパノールのようなアルコール類等が挙げられる。

また、溶媒を除去する際には、液状被膜中に対流を生じさせつつ行うのが好ましい。これにより、前記複合体をより確実に液状被膜中において上側に集めることができる。なお、この場合、陽極3の上面には、親和性向上処理が施されているため、第1の有機ポリマーが陽極3側に集まるのが阻止（阻害）されるのを防止することができる。

30

【0062】

なお、この対流は、例えば、液状被膜を加熱する方法、基板2に超音波振動を与える方法、超音波を与えた液滴（液状材料）を塗布する方法等により行うことができるが、加熱する方法を用いるのが好ましい。加熱する方法によれば、液状被膜中における対流の調整（制御）を比較的容易に行うことができる。

また、この場合、加熱の温度は、溶媒の沸点をB[]としたとき、B-100～B-10程度であるのが好ましく、B-100～B-25程度であるのがより好ましい。

40

【0063】

[4] 次に、発光層5上に陰極6を形成する。

陰極6は、例えば、真空蒸着法、スパッタリング法、金属箔の接合等を用いて形成することができる。

[5] 次に、陽極3、正孔輸送層4、発光層5および陰極6を覆うように、封止部材7を被せ、基板2に接合する。

【0064】

以上のような工程を経て、本発明の発光素子1が製造される。

また、このような発光素子1には、陽極3と正孔輸送層4との間、正孔輸送層4と発光層5との間、発光層5と陰極6との間の少なくとも1つに、任意の目的の層を設けること

50

もできる。

例えば、発光層 5 と陰極 6 との間には、電子の発光層 5 への注入を促進する機能を有する中間層を設けることができる。この中間層を設けることにより、発光素子 1 は、その発光効率がより向上する。なお、中間層は、正孔輸送層 4 と陰極 6 との接触を防止または抑制するよう機能させることもできる。

【0065】

中間層は、発光層 5 の構成材料（本実施形態では、無機半導体材料）より伝導帯のエネルギー順位（下端電位）が高い材料で構成するのが好ましい。これにより、電子を陰極 6 から発光層 5（発光材料）に向けてカスケード的（円滑）に移動させること、すなわち、発光層 5 に効率よく電子を注入（輸送）することができる。その結果、発光素子 1 は、その発光効率がより向上する。

このような中間層を構成する材料としては、前記条件を満足するものであればよく、特に限定されないが、例えば、有機または無機の半導体材料単体、または、有機または無機の半導体材料と電子吸引性基を有する化合物との複合体等を用いることができる。

【0066】

なお、半導体材料として粒状のもの（半導体材料粒子）を用いる場合、前記複合体としては、半導体材料粒子の少なくとも一部を、電子吸引性基を有する化合物で被覆（修飾）したものが好適に用いられる。

そして、この電子吸引性基を有する化合物の種類を選択することにより、半導体材料の伝導帯のエネルギー順位の調整が可能である。

【0067】

かかる電子吸引性基を有する化合物としては、例えば、 $CF_3(CF_2)_7(CH_2)_2(CH_3)_2Si(CH_2)_5SiCl_3:F17$ 、 $CF_3(CF_2)_3(CH_2)_2(CH_3)_2Si(CH_2)_9SiCl_3:F9$ 、 $CF_3(CH_2)_2(CH_3)_2Si(CH_2)_12SiCl_3:F3$ のようなフッ化炭素系シランカップリング化合物等が好適に用いられる。

かかる化合物と半導体材料との複合化（被覆）の方法としては、例えば、前記化合物を気化させ、その蒸気に半導体材料を曝す方法（気相による方法）、前記化合物を含有する液体を半導体材料に接触させる方法（液相による方法）等が挙げられる。

【0068】

このような中間層の平均厚さは、1～50nm程度であるのが好ましく、5～30nm程度であるのがより好ましい。

なお、本実施形態では、キャリア輸送層が正孔輸送層である場合を代表に説明したが、キャリア輸送層は、電子輸送層であってもよい。

この場合、電子輸送層に用いることができる有機ポリマーとしては、例えば、オキサジアゾール系高分子、トリアゾール系高分子等が挙げられる。

【0069】

このような発光素子 1 は、例えば光源等として使用することができる。また、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（本発明の表示装置）を構成することができる。

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。

【0070】

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 10 は、基体 20 と、この基体 20 上に設けられた複数の発光素子 1 とで構成されている。

【0071】

基体 20 は、基板 21 と、この基板 21 上に形成された回路部 22 とを有している。

10

20

30

40

50

回路部 2 2 は、基板 2 1 上に形成された、例えば酸化シリコン層からなる保護層 2 3 と、保護層 2 3 上に形成された駆動用 T F T (スイッチング素子) 2 4 と、第 1 層間絶縁層 2 5 と、第 2 層間絶縁層 2 6 とを有している。

駆動用 T F T 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。

このような回路部 2 2 上に、各駆動用 T F T 2 4 に対応して、それぞれ、発光素子 1 が設けられている。また、隣接する発光素子 1 同士は、第 1 隔壁部 3 1 および第 2 隔壁部 3 2 により区画されている。

【0072】

本実施形態では、各発光素子 1 の陽極 3 は、画素電極を構成し、各駆動用 T F T 2 4 のドレイン電極 2 4 5 に配線 2 7 により電氣的に接続されている。また、各発光素子 1 の陰極 6 は、共通電極とされている。

そして、各発光素子 1 を覆うように封止部材 (図示せず) が基体 2 0 に接合され、各発光素子 1 が封止されている。

ディスプレイ装置 1 0 は、単色表示であってもよく、各発光素子 1 に用いる発光材料を選択することにより、カラー表示も可能である。

このようなディスプレイ装置 1 0 (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。

【0073】

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 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 で構成されている。

【0074】

図 6 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 で構成されている。

【0075】

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 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。

【0076】

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 で構成されている。

【0077】

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

10

20

30

40

50

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。

【0078】

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

【0079】

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。

20

以上、本発明の発光素子の製造方法、発光素子、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】

【0080】

次に、本発明の具体的実施例について説明する。

(実施例1)

30

以下に示すようにして発光素子を製造し、それらの発光効率および耐久性(寿命)について評価した。

【0081】

[サンプルNo. 1A]

(1A) まず、平均厚さ0.5mmの透明なガラス基板を用意した。

(2A) 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。

(3A) 次に、このITO電極上に、0.1wt%の $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_5\text{SiCl}_3$ (シランカップリング剤)のエタノール溶液をスピンコート法(2000rpm)により塗布した後、乾燥した。

40

【0082】

(4A) 次に、第1の有機ポリマーとして、前記化1に示すポリフェニルアミン系高分子(重量平均分子量:40000)と、第2の有機ポリマーとして、前記化2に示すポリフルオレン系高分子(重量平均分子量:5000)と、発光層の構成材料として、イリジウム錯体で被覆した酸化ジルコニウム粒子とを、それぞれ、キシレンに添加して液状材料を調製した。

【0083】

なお、ポリフェニルアミン系高分子の含有量は、0.5wt%、ポリフルオレン系高分子の含有量は、0.5wt%、また、イリジウム錯体で被覆した酸化ジルコニウム粒子の含有量は、2.0wt%とした。

50

また、酸化ジルコニウム粒子の平均粒径は、5 nmのものを用いた。

また、イリジウム錯体には、前記化3に示す2, 2'-ビピリジン-4, 4'-ジカルボン酸を配位子に持つ、3配位のイリジウム錯体を用いた。

【0084】

そして、この液状材料をITO電極上に、スピコート法(2000 rpm)により塗布した後、乾燥した。これにより、正孔輸送層(第1の領域および第2の領域)と発光層とを相分離により形成した。

なお、液状材料の乾燥条件は、イソプロパノール雰囲気中、50とした。なお、この温度は、液状被膜中に対流が生じる温度である。

【0085】

(5A) 次に、中間層の構成材料として、F17(フッ化炭素系シランカップリング化合物)で被覆した酸化ジルコニウム粒子をイソプロパノールに分散して分散液を調製した。

そして、この分散液を発光層上に、スピコート法(2000 rpm)により塗布した後、乾燥した。これにより、平均厚さ10 nmの中間層を形成した。

なお、酸化ジルコニウム粒子の平均粒径は、5 nmのものを用いた。

(6A) 次に、中間層上に、真空蒸着法により、平均厚さ300 nmのAlLi電極(陰極)を形成した。

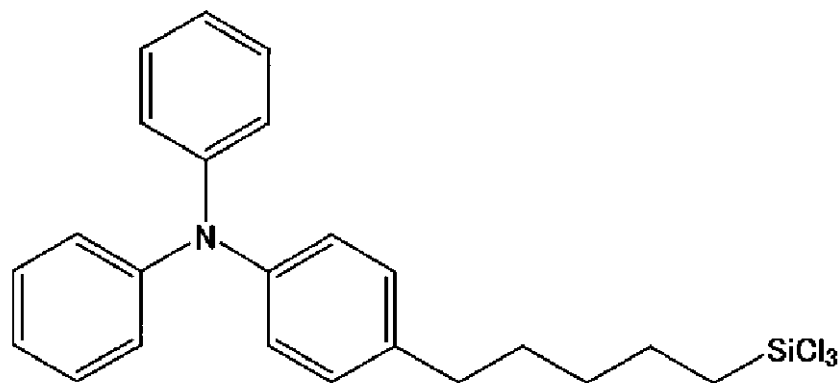
次に、形成した各層を覆うように、ポリカーボネート製の保護カバー(封止部材)を被せ、紫外線硬化性樹脂により固定、封止して、発光素子を完成した。

[サンプルNo. 2A]

前記工程(3A)において、下記化4に示すシランカップリング剤を用いた以外は、前記サンプルNo. 1Aと同様にして発光素子を製造した。

【0086】

【化4】



【0087】

[サンプルNo. 3A]

前記工程(3A)を省略した以外は、前記サンプルNo. 1Aと同様にして発光素子を製造した。

そして、サンプルNo. 1A~3Aの発光素子について、それぞれ、発光効率および寿命の評価を行った。

【0088】

この発光効率の評価は、直流電源により、0 Vから6 Vに電圧を印加し、電流値を測定し、輝度を輝度計により測定することで行った。また、寿命の評価は、初期輝度400 cd/m²の定電流駆動を行うことで行った。

その結果、サンプルNo. 1Aおよび2Aの発光素子(本発明)は、いずれも、その発光効率が、サンプルNo. 3A(比較例)の発光効率に対して、約1.3倍上昇するのが

確認された。

【0089】

また、サンプルNo. 1Aおよび2Aの発光素子（本発明）は、いずれも、その輝度の半減期が、サンプルNo. 3A（比較例）の輝度の半減期に対して、約1.5倍延長することが確認された。

また、第1の有機ポリマーをポリアリールアミン、フルオレン-アリールアミン共重合体またはこれらの誘導体から選択し、第2の有機ポリマーをポリフルオレン、フルオレン-ピチオフェン共重合体またはこれらの誘導体から選択して組み合わせ、前記と同様にして発光素子を製造すると、前記と同様の結果が得られる。

【0090】

（実施例2）

以下に示すようにして、各サンプルNo.の評価対象物を、それぞれ5個ずつ作製し、各層の分離状態を確認するとともに、膜厚を測定した。

[サンプルNo. 1B]

前記サンプルNo. 1Aにおける工程（1A）～（4A）と同様の工程を行って、評価対象物を作製した。

[サンプルNo. 2B]

前記サンプルNo. 2Aにおける工程（1A）～（4A）と同様の工程を行って、評価対象物を作製した。

【0091】

[サンプルNo. 3B]

前記サンプルNo. 3Aにおける工程（1A）～（4A）と同様の工程を行って、評価対象物を作製した。

そして、サンプルNo. 1B～3Bの評価対象物について、それぞれ、第1の領域、第2の領域および発光層の各層の分離状態を確認するとともに、膜厚を測定した。

これは、第1の領域、第2の領域および発光層の積層体を、発光層側からピンで引っかき、剥離した部分を蛍光顕微鏡（オリンパス社製、「BX50」）で観察した後、段差計（テンコール社製、「P-10」）で計測することにより行った。

【0092】

各層の膜厚の測定結果は、次に示す通りである。なお、各層の膜厚の値は、5個の平均値である。

・サンプルNo. 1B（本発明に相当）

第1の領域：33nm、第2の領域：35nm、発光層：22nm

・サンプルNo. 2B（本発明に相当）

第1の領域：35nm、第2の領域：34nm、発光層：20nm

・サンプルNo. 3B（比較例に相当）

第1の領域：28nm、第2の領域：45nm、発光層：18nm

【0093】

サンプルNo. 1Bおよび2Bの評価対象物では、いずれも、蛍光顕微鏡の観察でははっきりとした段差が確認でき、膜厚の測定結果においても、各層がほぼ目的とする膜厚に形成されていた。

これに対して、サンプルNo. 3Bの評価対象物では、いずれも、蛍光顕微鏡の観察で段差が確認できたものの、その段差がはっきりしないものがあり、膜厚の測定結果においても、各層が目的とする膜厚から大きくズレていた。

【0094】

これらの結果から、親和性向上処理を施すことにより、より確実な相分離が可能となることが明らかとなった。また、これらの結果が、前記実施例1で示したような発光素子の特性の向上に反映されたものと推察される。

また、親和性向上処理に用いるシランカップリング剤の種類を代えて、前記と同様にして評価対象物を作製したところ、各層の分離状態を変化させ得ることが確認された。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0095】

【図1】本発明の発光素子の実施形態の縦断面を模式的に示す図である。

【図2】図1に示す発光素子の各部（各層）の界面付近を模式的に示す図である。

【図3】図2をさらに拡大して示す図である。

【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。 10

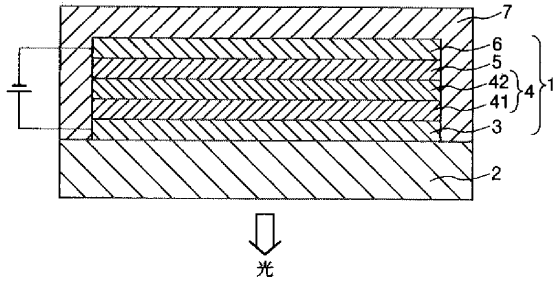
【図7】本発明の電子機器を適用したデジタルスチルカメラの構成を示す斜視図である。

【符号の説明】

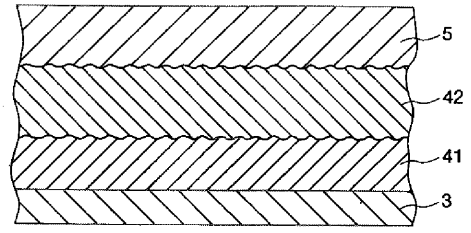
【0096】

1 ... 発光素子 2 ... 基板 3 ... 陽極 4 ... 正孔輸送層 4 1 ... 第1の領域
 4 2 ... 第2の領域 5 ... 発光層 5 1 ... 無機半導体粒子 5 2 ... 発光材料 6 ...
 ... 陰極 7 ... 封止部材 1 0 ... ディスプレイ装置 2 0 ... 基体 2 1 ... 基板 2
 2 ... 回路部 2 3 ... 保護層 2 4 ... 駆動用TFT 2 4 1 ... 半導体層 2 4 2 ...
 ... ゲート絶縁層 2 4 3 ... ゲート電極 2 4 4 ... ソース電極 2 4 5 ... ドレイン電
 2 5 ... 第1層間絶縁層 2 6 ... 第2層間絶縁層 2 7 ... 配線 3 1 ... 第1隔
 壁部 3 2 ... 第2隔壁部 1 1 0 0 ... パーソナルコンピュータ 1 1 0 2 ... キーボ
 ード 1 1 0 4 ... 本体部 1 1 0 6 ... 表示ユニット 1 2 0 0 ... 携帯電話機 1 2
 0 2 ... 操作ボタン 1 2 0 4 ... 受話口 1 2 0 6 ... 送話口 1 3 0 0 デジタル
 スチルカメラ 1 3 0 2 ケース（ポディー） 1 3 0 4 受光ユニット 1 3 0
 6 シャッターボタン 1 3 0 8 回路基板 1 3 1 2 ビデオ信号出力端子 1 3
 1 4 データ通信用の入出力端子 1 4 3 0 テレビモニタ 1 4 4 0 パーソナ
 ルコンピュータ

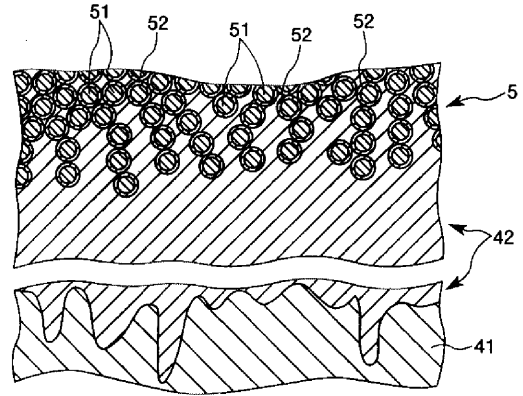
【 図 1 】



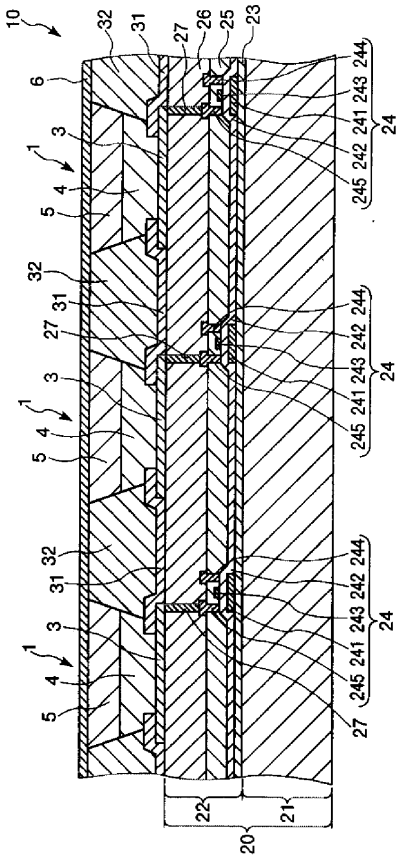
【 図 2 】



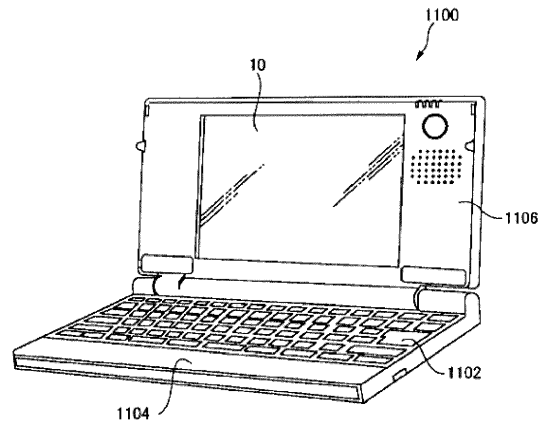
【 図 3 】



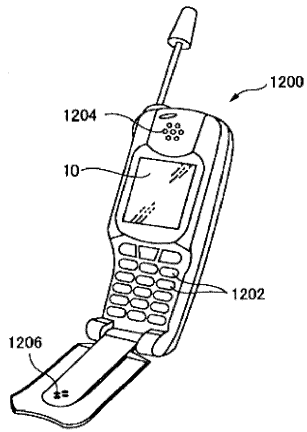
【 図 4 】



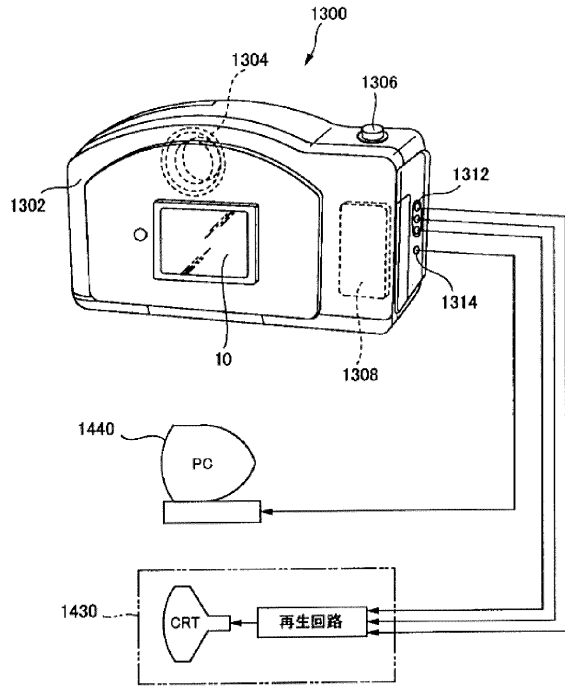
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



专利名称(译)	发光元件的制造方法，发光元件，显示装置和电子设备		
公开(公告)号	JP2006196376A	公开(公告)日	2006-07-27
申请号	JP2005008407	申请日	2005-01-14
[标]申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
申请(专利权)人(译)	精工爱普生公司		
[标]发明人	森井克行		
发明人	森井 克行		
IPC分类号	H05B33/10 H01L51/50		
CPC分类号	H01L51/0012 H01L51/0003 H01L51/5012		
FI分类号	H05B33/10 H05B33/14.A H05B33/22.C		
F-TERM分类号	3K007/AB03 3K007/AB11 3K007/DB03 3K007/FA00 3K007/FA01 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC04 3K107/CC21 3K107/DD53 3K107/DD72 3K107/DD79 3K107/DD87 3K107/FF18 3K107/GG06 3K107/GG24 3K107/GG26 3K107/GG28		
代理人(译)	增田达也		
其他公开文献	JP4450207B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种能够制造具有优异发光效率的发光元件的发光元件的制造方法，通过该发光元件的制造方法制造的发光元件和可靠的显示装置以及电子设备具有发光元件。
 SOLUTION：在该发光元件1中，发光层5和与发光层5接触并且主要由有机聚合物制成的空穴传输层4介于正电极3和负电极6之间。发光元件1包括：对形成正电极3的空穴传输层4的表面侧应用亲和力改善处理以改善与有机聚合物的亲和性的第一工艺，以及形成正空穴传输层4的第二工艺和通过将包含发光层5的组分，有机聚合物和流体介质的流体材料供应到正电极3的空穴传输层4所在的表面侧，通过形成液膜来形成发光层5将有机聚合物形成并分离到正电极3侧，并将发光层5的组分分离到负电极6侧，同时去除来自液膜的介质。
 CLAIMS

