

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6220497号
(P6220497)

(45) 発行日 平成29年10月25日 (2017.10.25)

(24) 登録日 平成29年10月6日 (2017.10.6)

(51) Int.Cl.

F I

H05B 33/02 (2006.01)

H05B 33/02

H05B 33/04 (2006.01)

H05B 33/04

H05B 33/06 (2006.01)

H05B 33/06

H01L 51/50 (2006.01)

H05B 33/14

A

H05B 33/10 (2006.01)

H05B 33/10

請求項の数 2 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2012-124017 (P2012-124017)
 (22) 出願日 平成24年5月31日 (2012.5.31)
 (65) 公開番号 特開2013-16469 (P2013-16469A)
 (43) 公開日 平成25年1月24日 (2013.1.24)
 審査請求日 平成27年5月25日 (2015.5.25)
 (31) 優先権主張番号 特願2011-129020 (P2011-129020)
 (32) 優先日 平成23年6月9日 (2011.6.9)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000153878
 株式会社半導体エネルギー研究所
 神奈川県厚木市長谷398番地
 (72) 発明者 横山 浩平
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内
 (72) 発明者 池田 寿雄
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内
 (72) 発明者 平佐 真一
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内

審査官 中村 博之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

透光性部材と、

前記透光性部材上の接続電極と、

前記接続電極と電気的に接続された発光素子と、

前記透光性部材と対向する封止部材と、

前記透光性部材と前記封止部材との間のシール材と、を有し、

前記透光性部材は、凹部を有し、

前記凹部は、凹凸領域を有し、

前記接続電極は、前記凹部内に設けられた部分を有し、

前記シール材は、前記接続電極及び前記凹凸領域と接し、

前記発光素子からの発光は、前記凹凸領域を介して取り出されることを特徴とする発光装置。

【請求項2】

透光性部材と、

前記透光性部材上の接続電極と、

前記接続電極と電気的に接続された発光素子と、

前記透光性部材と対向する封止部材と、

前記透光性部材と前記封止部材との間のシール材と、を有し、

前記透光性部材は、凹部を有し、

10

20

前記凹部は、凹凸領域を有し、
前記接続電極は、前記導電性ペーストを有し、
前記接続電極は、前記凹部内に設けられた部分を有し、
前記シール材は、前記接続電極及び前記凹凸領域と接し、
前記発光素子からの発光は、前記凹凸領域を介して取り出されることを特徴とする発光装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機EL素子が適用された照明装置、及びその作製方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

近年、一对の電極間に有機化合物を含む発光層を有する発光素子（有機エレクトロルミネッセンス素子：有機EL素子とも言う）の開発が盛んに行われている。その用途として注目されている分野のひとつが照明分野である。この理由として、有機EL素子は薄型軽量に作製できること、面での発光が可能であること等、他の照明器具にはない特徴があることが挙げられる。

【0003】

有機EL素子は膜状に形成することが可能であるため大面積の素子を容易に形成することができ、有機EL素子を用いた照明器具に関して、様々な研究がされている（例えば、特許文献1参照）。

20

【0004】

しかし、有機EL素子は、外気等に存在する水分、酸素等によって、劣化しやすいといった問題がある。例えば、水分、酸素等の影響により非発光領域（所謂ダークスポット）が発光領域に発生し、最終的には有機EL素子全体が非発光となってしまう。このように、有機EL素子は、外気からの水分、酸素等の浸入を封止するために様々な提案がなされている（例えば、特許文献2、及び特許文献3参照）。

【0005】

また、他の問題として、現状、有機EL素子からなる照明を作製するためのコストが非常に高いことが挙げられる。作製コストが高いということは、その分価格に反映されてしまうことになり、前述のような他の照明装置にない特徴を有する有機EL素子からなる照明装置であっても、競争力が落ちてしまう。そのため、有機EL素子からなる照明装置の普及の為に材料的、プロセス的両面において低コスト化することが要求される。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2009-130132号公報

【特許文献2】特開2008-059867号公報

【特許文献3】特開2008-071663号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献2においては、有機EL素子が形成された素子基板と、封止基板とを固定する紫外線硬化樹脂からなる周辺シール層を設け、周辺シール層に囲まれた内部に熱硬化樹脂からなる接着剤層を設け、周辺シール層の下部には、有機EL層を被覆する有機緩衝層、及び該有機緩衝層を被覆するガスバリア層を設ける。このような封止構造とすることで、有機緩衝層によりガスバリア層の損傷を防ぎ、当該ガスバリア層により、外気からの水分などの浸入を防止するといった構造が提案されている。

【0008】

しかし、上記方法においては、有機緩衝層、及びガスバリア層を所望の領域に形成する

50

ために、パターンニング工程、及びエッチング工程等の多数の工程が必要となり、工程数が非常に多く、作製コストが高いといった課題がある。

【 0 0 0 9 】

また、特許文献 3 においては、有機 EL 素子を封止するために、該有機 EL 素子を備えた素子基板と、接着面に凹凸が設けられた封止基板を、当該凹凸上で接着剤（シール材）を介して接着し、密着性を向上させる構造が提案されている。しかし、これらの構造を用いても、外部からの水分や酸素の浸入を低減するには、十分ではない。

【 0 0 1 0 】

上記問題に鑑み、本発明の一態様は、より簡素化された方法で、発光素子（有機 EL 素子）を用いて照明装置を形成する。また、発光素子の封止領域の密着性を向上させて、信頼性の高い照明装置、及びその作製方法を提供することを課題の一つとする。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

上記課題を解決するために、本発明の一態様は、発光素子が形成された基板の外周に凹凸領域を設け、当該凹凸領域上に導電性ペーストからなる接続電極を形成し、凹凸領域、及び導電性ペーストを介してシール材を用いて封止を行うことを特徴とする照明装置である。より、詳細には以下の通りである。

【 0 0 1 2 】

本発明の一態様は、第 1 の電極と第 2 の電極に挟持された発光層を含む発光素子と、発光素子が形成され、発光素子の外周に凹凸領域が形成された基板と、基板と対向して設けられた封止基板と、第 1 の電極、及び第 2 の電極に接続され、凹凸領域に形成された接続電極と、基板と封止基板を接着するシール材と、を有し、接続電極は、導電性ペーストにより形成され、シール材は、発光素子の外周に形成された凹凸領域と、接続電極と、接することを特徴とする照明装置である。

20

【 0 0 1 3 】

上記構成とすることで、シール材は、発光素子の外周に形成された凹凸領域、及び当該凹凸領域上に形成された導電性ペーストと接することで、接着面積が向上し、密着性を高めることができる。なお、導電性ペーストは、含有している導電性粒子により表面が粗面化されているため、接着面積を向上させるには非常に好適である。

【 0 0 1 4 】

また、本発明の他の一態様は、第 1 の電極と第 2 の電極に挟持された発光層を含む発光素子と、発光素子が形成され、凹凸領域が形成された基板と、基板と対向して設けられた封止基板と、第 1 の電極、及び第 2 の電極に接続され、凹凸領域に形成された接続電極と、基板と封止基板を接着するシール材と、を有し、接続電極は、導電性ペーストにより形成され、発光素子は、凹凸領域上に形成された平坦化樹脂上に形成され、シール材は、発光素子の外周の凹凸領域と、接続電極と、接することを特徴とする照明装置である。

30

【 0 0 1 5 】

上記構成とすることで、シール材は、発光素子の外周の凹凸領域、及び当該凹凸領域上に形成された導電性ペーストと接することで、接着面積が向上し、密着性を高めることができる。なお、導電性ペーストは、含有している導電性粒子により表面が粗面化されているため、接着面積を向上させるには非常に好適である。また、発光素子は、凹凸領域上に形成された平坦化樹脂上に形成される。凹凸領域に形成された平坦化樹脂は、発光素子から射出された光を散乱させ、当該発光素子の光取り出し効率を高めることができる。

40

【 0 0 1 6 】

また、本発明の他の一態様は、基板上の一部に凹凸領域を形成し、基板上の平坦部に第 1 の電極を形成し、基板、凹凸領域、及び第 1 の電極上に導電性ペーストからなる接続電極を形成し、第 1 の電極、及び接続電極上に隔壁を形成し、第 1 の電極、及び隔壁上に発光層を形成し、発光層、隔壁、及び接続電極上に第 2 の電極を形成し、封止基板上にシール材を塗布し、凹凸領域、及び凹凸領域上に形成された接続電極とシール材を接着し、基板と封止基板を貼り合わせることを特徴とする照明装置の作製方法である。

50

【 0 0 1 7 】

また、本発明の他の一態様は、基板上に凹凸領域を形成し、凹凸領域の一部に平坦化樹脂を形成し、平坦化樹脂上に第 1 の電極を形成し、基板、凹凸領域、平坦化樹脂、及び第 1 の電極上に導電性ペーストからなる接続電極を形成し、第 1 の電極、及び接続電極上に隔壁を形成し、第 1 の電極、及び隔壁上に発光層を形成し、発光層、隔壁、及び接続電極上に第 2 の電極を形成し、封止基板上にシール材を塗布し、凹凸領域、及び凹凸領域上に形成された接続電極とシール材を接着し、基板と封止基板を貼り合わせることを特徴とする照明装置の作製方法である。

【 0 0 1 8 】

上記各構成において、基板にマイクロレンズアレイ基板を貼り合わせても良い。また、導電性ペーストは、スクリーン印刷法を用いて形成された銀粒子を含むことが好ましい。

10

【 0 0 1 9 】

また、上記作製方法において、フォトリソグラフィによるパターンニングプロセスを行わずに、メタルマスクを用いた蒸着法、スクリーン印刷法などによってパターンを形成すると好ましい。このように、フォトリソグラフィを用いずにパターンを形成することで、パターンニング工程、及びエッチング工程を削減することが可能となり、より簡素化されたプロセスで照明装置を作製することができる。また、パターンニング工程、及びエッチング工程を削減することで、作製コストを低減させることができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 0 】

本発明によれば、より簡素化された方法で照明装置を形成し、信頼性の高い照明装置、及びその作製方法を提供することができる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 1 】

【 図 1 】 本発明の一態様の照明装置を説明する図。

【 図 2 】 本発明の一態様の照明装置の作製方法を説明する図。

【 図 3 】 本発明の一態様の照明装置の作製方法を説明する図。

【 図 4 】 本発明の一態様の照明装置を説明する図。

【 図 5 】 本発明の一態様の照明装置に適用するマイクロレンズアレイ基板を説明する図。

【 図 6 】 本発明の一態様の照明装置に適用する発光素子を説明する図。

30

【 図 7 】 本発明の一態様の照明装置を説明する図。

【 図 8 】 本発明の一態様の照明装置を説明する図。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 2 】

実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。なお、以下に説明する発明の構成において、同一部分又は同様な機能を有する部分には同一の符号を異なる図面間で共通して用い、その繰り返しの説明は省略する。

40

【 0 0 2 3 】

なお、本明細書で説明する各図において、各構成の大きさ、層の厚さ、または領域は、明瞭化のために誇張されている場合がある。よって、必ずしもそのスケールに限定されない。

【 0 0 2 4 】

(実施の形態 1)

本発明の一態様について、図 1 を用いて説明を行う。また、図 1 (A) は、照明装置 100 の上面図を示しており、図 1 (B) は、図 1 (A) に示した破線 A 1 - A 2 に相当する断面図を示しており、図 1 (C) は、図 1 (A) に示した破線 A 2 - A 3 に相当する断面図を示している。なお、図 1 (A) においては、構成要素の一部 (例えば、封止基板 1

50

１８など）を図面が煩雑になることを避け、省略している。

【００２５】

図１（Ａ）乃至図１（Ｃ）に示す照明装置１００は、基板１０２と、基板１０２上に形成された凹凸領域１２０と、基板１０２上に形成された第１の電極１０４と、基板１０２、凹凸領域１２０、及び第１の電極１０４上に形成された接続電極１０６と、第１の電極１０４及び接続電極１０６を覆う隔壁１０８と、第１の電極１０４、及び隔壁１０８上に形成された発光層１１０と、隔壁１０８、発光層１１０、及び接続電極１０６上に形成された第２の電極１１２と、基板１０２と対向して設けられた封止基板１１８と、基板１０２と封止基板１１８を封止するシール材１１６と、を有している。

【００２６】

なお、照明装置１００は、基板１０２側に発光が取り出される下面射出型（所謂ボトムエミッション型）の照明装置である。そのため、基板１０２、及び第１の電極１０４は、透光性の材料を用いる。ただし、本発明はこれに限定されない。例えば、封止基板１１８側に発光が取り出される上面射出型（所謂トップエミッション型）の照明装置、または、基板１０２、及び封止基板１１８両方から発光が取り出される両面射出型（所謂デュアルエミッション型）の照明装置としても良い。なお、発光が取り出される側には、透光性の材料を用いる。

【００２７】

また、第１の電極１０４、発光層１１０、及び第２の電極１１２により発光素子１１４が形成されている。発光素子１１４は、第１の電極１０４と、第２の電極１１２との間に電圧を印加することにより、発光層１１０からの発光を得ることができる。なお、第１の電極１０４、及び第２の電極１１２は、それぞれ接続電極１０６と接続され、第１の電極１０４と接続する接続電極１０６と、第２の電極１１２と接続する接続電極１０６との間に電圧を印加する。すなわち、接続電極１０６は、外部からの入力端子電極としても機能する。

【００２８】

また、第１の電極１０４は、透光性を有する導電膜である。ところが、この透光性を有する導電膜は、電気を流しやすい金属などと比較して、一桁から二桁比抵抗率が高く、発光素子１１４の面積が大きい場合、電圧降下による発光素子１１４面内の輝度変化が顕著である。したがって、接続電極１０６は、第１の電極１０４よりも抵抗が低い方が好ましい。このように、第１の電極１０４は、接続電極１０６を介して外部に取り出される。このような構成とすることで、発光素子１１４に均一に電圧を供給することができる。また、接続電極１０６は、第１の電極１０４の補助配線としての機能も有する。例えば、接続電極１０６の形状が、平面においてストライプ状、または横縞状等とし、発光素子１１４が形成される領域を分断するような構造とすることで、さらに電圧降下による発光素子１１４の輝度変化を抑制することができるので、好適である。なお、このような構成とする場合においては、接続電極１０６は、第１の電極１０４と接して設け、接続電極１０６上に隔壁１０８を設けて、第２の電極１１２と絶縁される構造とする。

【００２９】

また、シール材１１６は、発光素子１１４の外周を囲んで形成され、基板１０２に形成された凹凸領域１２０、及び凹凸領域１２０上に形成された接続電極１０６と接して、基板１０２と封止基板１１８と、が接着されている。

【００３０】

なお、接続電極１０６は、スクリーン印刷法等を用いて形成された導電性ペーストを用いることができる。凹凸領域１２０上に接続電極を形成するために、例えばスパッタリング法などを用いて導電膜を形成した場合、凹凸領域１２０により導電膜が断線する可能性がある。しかし、導電性ペーストは、流動性、粘性に優れ、凹凸領域１２０内に導電性粒子が入り込み、さらに、凹凸領域１２０の形状を転写することができる。また、導電性ペーストが含有している導電性粒子により、接続電極１０６の表面が粗面化されるため、シール材１１６との接着面積が増大することで、密着性が向上し非常に好適である。なお、

10

20

30

40

50

図 1 (B)、及び図 1 (C)において、接続電極 1 0 6 は、複数の導電性粒子 (図中では、円形状) により形成された構成を模式的に示している。

【 0 0 3 1 】

このように、シール材 1 1 6 の封止領域は、基板 1 0 2 に形成された凹凸領域 1 2 0、及び凹凸領域 1 2 0 上に形成された接続電極 1 0 6 と接する。凹凸領域 1 2 0、及び凹凸領域 1 2 0 上に形成された接続電極 1 0 6 により、シール材 1 1 6 の接着面積が増加し、外部からの水分、酸素などの成分が発光素子 1 1 4 内部への侵入を抑制することができる。また、接続電極 1 0 6 は、導電性ペーストにより形成されており、導電性ペーストが含有している導電性粒子により、表面が粗面化されている。そのため、凹凸領域 1 2 0、及び接続電極 1 0 6 により、優れた封止構造とすることができる。

10

【 0 0 3 2 】

ここで、図 2、及び図 3 を用いて、図 1 に示す照明装置 1 0 0 の作製方法について説明を行う。

【 0 0 3 3 】

なお、図 2 (A)、図 2 (B)、及び図 2 (C)においては、照明装置 1 0 0 の上面図を示しており、図 2 (D)、図 2 (E)、及び図 2 (F)は、図 2 (A)、図 2 (B)、及び図 2 (C)に示す破線 A 1 - A 2 に相当する断面図を各々示している。また、図 3 (A)、及び図 3 (B)においては、照明装置 1 0 0 の上面図を示しており、図 3 (C)、及び図 3 (E)は、図 3 (A)、及び図 3 (B)に示す破線 A 1 - A 2 に相当する断面図を各々示しており、図 3 (D)、及び図 3 (F)は、図 3 (A)、及び図 3 (B)に示す破線 A 2 - A 3 に相当する断面図を各々示している。なお、図 2 においては、破線 A 2 - A 3 の断面図は省略している。

20

【 0 0 3 4 】

まず、基板 1 0 2 上に凹凸領域 1 2 0 を形成する。凹凸領域 1 2 0 は、所望の領域にショットブラスト、サンドブラスト、化学エッチングなどを行うことにより凹部 (または溝) として形成することができ、凹部に凹凸な表面を有している。なお、本実施の形態においては、発光素子 1 1 4 (のちに形成される) の外周領域を囲んで凹凸領域 1 2 0 を形成する。次に、基板 1 0 2 の凹凸領域 1 2 0 の内側に第 1 の電極 1 0 4 を形成する。(図 2 (A)、及び図 2 (D) 参照)。

【 0 0 3 5 】

基板 1 0 2 としては、ガラス基板、石英基板、有機樹脂、プラスチック基板などの透光性を有する材料を用いることができる。基板 1 0 2 として有機樹脂を用いる場合、有機樹脂としては、例えば、ポリエチレンテレフタレート (P E T)、ポリエチレンナフタレート (P E N) 等のポリエステル樹脂、ポリアクリルニトリル樹脂、ポリイミド樹脂、ポリメチルメタクリレート樹脂、ポリカーボネート (P C) 樹脂、ポリエーテルスルホン (P E S) 樹脂、ポリアミド樹脂、シクロオレフィン樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリアミドイミド樹脂、またはポリ塩化ビニル樹脂などを用いることができる。また、ガラス繊維に有機樹脂を含浸した基板や、無機フィラーを有機樹脂に混ぜた基板を使用することもできる。

30

【 0 0 3 6 】

また、基板 1 0 2 と第 1 の電極 1 0 4 の間に下地絶縁膜を形成してもよい。下地絶縁膜は、基板 1 0 2 からの水分や酸素などの不純物の拡散を防止するパッシベーション膜としての機能を有する膜を形成することができる。下地絶縁膜は、その材料に応じて、スパッタリング法や C V D 法などの堆積法、ディップ法、スピンコート法、インクジェット法などの塗布法、スクリーン印刷法などの印刷法などを適宜用いればよい。

40

【 0 0 3 7 】

第 1 の電極 1 0 4 としては、スパッタリング法などの成膜方法を用いて、透光性の導電膜を形成する。なお、スパッタリング時にメタルマスク (シャドーマスクともいう) を用いて、所望の領域に透光性の導電膜を形成することができる。例えば、第 1 の電極 1 0 4 に用いることのできる材料としては、酸化インジウム、酸化インジウム酸化スズ (I T O

50

)、酸化インジウム酸化亜鉛、酸化亜鉛、ガリウムを添加した酸化亜鉛、グラフェンなどを用いることができる。

【0038】

また、第1の電極104として、金、銀、白金、マグネシウム、ニッケル、タングステン、クロム、モリブデン、鉄、コバルト、銅、パラジウム、又はチタン等の金属材料や、これらの合金を用いることができる。または、それら金属材料の窒化物(例えば、窒化チタン)等を用いてもよい。なお、金属材料(又はその窒化物)を用いる場合、透光性を有する程度に薄くすればよい。

【0039】

また、上記材料の積層膜を第1の電極104として用いることができる。例えば、銀とマグネシウムの合金とITOとの積層膜などを用いると、導電性を高めることができるため好ましい。

10

【0040】

なお、透光性の導電膜を基板102の全面に形成し、その後、フォトリソグラフィ法などの公知のパターニング技術を用いて、当該透光性の導電膜の不要な部分を除去し、第1の電極104とすることもできる。ただし、上述した通り、好ましくはスパッタリング時にメタルマスクを用いて、所望の領域に透光性の導電膜を形成する。このように、フォトリソグラフィによるパターニングプロセスを行わずに、メタルマスクによる蒸着法、スクリーン印刷法などによってパターンを形成することにより、より簡素化された方法で照明装置を作製することができる。

20

【0041】

次に、基板102、第1の電極104、及び凹凸領域120上に接続電極106を形成する(図2(B)、及び図2(E)参照)。

【0042】

接続電極106としては、スクリーン印刷法、インクジェット法等により形成可能な導電性ペーストを用いる。導電性ペーストは、特に銀粒子をフィラーとして含有した銀ペースト、または銅粒子をフィラーとして含有した銅ペーストを用いると好適である。銀ペースト、または銅ペーストは、第1の電極104よりも比抵抗率を低くすることができるため、電圧降下を抑制することができる。

【0043】

30

次に、第1の電極104、及び接続電極106上に隔壁108を形成する(図2(C)、及び図2(F)参照)。

【0044】

隔壁108は、第1の電極104、及び接続電極106の端部を覆っている。すなわち、隔壁108は、当該端部の段差によって、発光層110(のちに形成される)が分断され、当該端部の段差で第1の電極104と、第2の電極112と、が短絡することを抑制するために設けられる。なお、隔壁108は、不要であれば設けない構成としても良い。

【0045】

隔壁108としては、印刷法、インクジェット法を用い、感光性樹脂を形成する。例えば、ポリイミド樹脂、アクリル樹脂、ポリアミド樹脂、エポキシ樹脂等の有機樹脂、または無機絶縁材料を用いることができる。特に感光性の樹脂材料を用いて開口部を形成し、その開口部の側壁が連続した曲率を持って形成される傾斜面となるように形成することが好ましい。具体的には、隔壁108の断面が描いている曲線の曲率半径が、 $0.2 \sim 2 \mu\text{m}$ 程度であることが望ましい。隔壁108の形成方法は、特に限定されないが、スパッタリング法、蒸着法、スクリーン印刷法やオフセット印刷法などの印刷法、インクジェット法やディスペンス法などの液滴吐出法、スリットコート法やスピンコート法などの塗布法などを用いればよい。

40

【0046】

次に、第1の電極104、及び隔壁108上に発光層110を形成し、その後、隔壁108、発光層110、及び接続電極106上に第2の電極112を形成する。なお、第1

50

の電極 104、発光層 110、及び第 2 の電極 112 によって、発光素子 114 が形成される（図 3（A）、図 3（C）、及び図 3（D）参照）。

【0047】

本実施の形態においては、発光層 110 を蒸着法により形成した後、隔壁 108、発光層 110、及び接続電極 106 と重なる領域上に第 2 の電極 112 を蒸着法により形成する。なお、発光層 110、及び第 2 の電極 112 は、各々所望の領域に形成するために、メタルマスクを用いて形成する。

【0048】

発光層 110 としては、少なくとも発光性の有機化合物を含む層を有する。そのほか、電子輸送性の高い物質を含む層、正孔輸送性の高い物質を含む層、電子注入性の高い物質を含む層、正孔注入性の高い物質を含む層、バイポーラ性の物質（電子輸送性及び正孔輸送性が高い物質）を含む層等を適宜組み合わせた積層構造を構成することができる。

10

【0049】

第 2 の電極 112 としては、反射性を有する材料を用いて形成する。反射性を有する材料としては、アルミニウム、金、白金、銀、ニッケル、タングステン、クロム、モリブデン、鉄、コバルト、銅、ランタン、又はパラジウム等の金属材料を含む金属又は合金を用いることができる。そのほか、アルミニウムとチタンの合金、アルミニウムとニッケルの合金、アルミニウムとネオジムの合金などのアルミニウムを含む合金（アルミニウム合金）や銀と銅の合金、銀とマグネシウムの合金などの銀を含む合金を用いることもできる。銀と銅の合金は、耐熱性が高いため好ましい。さらに、アルミニウム合金膜に接する金属膜、又は金属酸化物膜を積層することでアルミニウム合金膜の酸化を抑制することができる。該金属膜、金属酸化物膜の材料としては、チタン、酸化チタンなどが挙げられる。

20

【0050】

また、第 2 の電極 112 を形成したあと、発光素子 114 を覆う保護膜、及びシート状のシール材による固体封止などを行ってもよい。固体封止により、発光素子 114 への水分、酸素などの不純物の浸入を抑制し、信頼性の高い照明装置とすることができる。

【0051】

以上の工程で基板 102 上に形成された発光素子 114 を形成することができる。

【0052】

次に、シール材 116 を用いて、発光素子 114 が形成された基板 102 と、対向して封止基板 118 を貼り合わせる（図 3（B）、図 3（E）、及び図 3（F）参照）。

30

【0053】

また、発光素子 114 と封止基板 118 との間の空間内に乾燥剤や吸着剤を備えると好ましい。当該乾燥剤や吸着剤によって、封止領域内部の水分、酸素などの不純物が低減されるため、発光素子 114 の劣化が抑制され、信頼性の高い照明装置とすることができる。

【0054】

シール材 116 は、発光素子 114 の外周を囲むように設けられ、基板 102 に形成された凹凸領域 120、及び当該凹凸領域 120 上に形成された接続電極 106 と接する。

【0055】

40

シール材 116 は、例えばスクリーン印刷などの印刷法や、ディスペンス法などの塗布法を用いて形成することができる。また、シール材 116 に用いることのできる材料としては、公知の材料を用いることができる。例えば、熱硬化型の樹脂材料、紫外線硬化型の樹脂材料、または、低融点ガラス材料（フリットガラス）を用いても良い。また二液混合型のエポキシ樹脂などを用いることができる。また、シール材に用いる材料はできるだけ水分や酸素を透過しない材料であることが望ましい。またシール材には乾燥剤が含まれていても良い。例えば、アルカリ土類金属の酸化物（酸化カルシウムや酸化バリウム等）のように、化学吸着によって水分を吸収する物質を用いることができる。その他の乾燥剤として、ゼオライトやシリカゲル等のように、物理吸着によって水分を吸着する物質を用いてもよい。

50

【 0 0 5 6 】

なお、本実施の形態において、シール材 1 1 6 は、封止基板 1 1 8 側に塗布し、基板 1 0 2 と貼り合わせる。ただし、本発明はこれに限定されず、基板 1 0 2 側にシール材 1 1 6 を形成しても良い。

【 0 0 5 7 】

貼り合わせ方法としては、まず、封止基板 1 1 8 上にシール材 1 1 6 を塗布する。次に、封止基板 1 1 8 と、基板 1 0 2 のアライメントを行い、基板 1 0 2 上に形成された凹凸領域 1 2 0、及び凹凸領域 1 2 0 上に形成された接続電極 1 0 6 と、シール材 1 1 6 を接着させる。その後、圧力をかけながら基板 1 0 2 と封止基板 1 1 8 を貼り合わせ、熱や紫外線の照射によりシール材 1 1 6 を硬化する。

10

【 0 0 5 8 】

貼り合わせ工程は、減圧雰囲気、または不活性雰囲気下で行い、水や酸素などの不純物ができるだけ低減された雰囲気下で行うことが好ましい。このような雰囲気下で貼り合わせを行うことにより、基板 1 0 2 と封止基板 1 1 8 との間の空間内に含まれる水や酸素などの不純物を低減することができ、信頼性の高い照明装置 1 0 0 を作製することができる。当該貼り合わせ工程によりシール材 1 1 6 が硬化し、基板 1 0 2 と封止基板 1 1 8 とが当該シール材 1 1 6 によって接着される。

【 0 0 5 9 】

封止基板 1 1 8 としては、基板 1 0 2 と同様な材料を用いることができる。ただし、封止基板 1 1 8 は、透光性を有する必要が無いため、金属基板などの熱伝導性の高い基板を用いることが好ましい。発光素子 1 1 4 を用いた大型の照明装置の場合、発光素子 1 1 4 からの発熱が問題となる場合があるため、このような熱伝導性の高い基板を用いると放熱性が高まる。例えば、ステンレス基板、アルミニウム酸化物、ジュラルミンなどを用いると、軽量且つ放熱性を高めることができる。

20

【 0 0 6 0 】

また、封止基板 1 1 8 のシール材 1 1 6 が形成される領域は、基板 1 0 2 のシール材 1 1 6 が形成される領域と同様な構成としても良い。すなわち、封止基板 1 1 8 側にも凹凸領域、及び導電性ペーストを形成しても良い。

【 0 0 6 1 】

以上の工程で図 1 に示す照明装置 1 0 0 を形成することができる。このように、フォトリソグラフィによるパターンニングプロセスを行わずに、メタルマスクによる蒸着法、スクリーン印刷法などによってパターンを形成することにより、より簡素化された方法で照明装置を作製することができる。

30

【 0 0 6 2 】

また、封止領域において、シール材 1 1 6 は、基板 1 0 2 に形成された凹凸領域 1 2 0、及び凹凸領域 1 2 0 上に形成された接続電極 1 0 6 と接する。このように、シール材 1 1 6 は、発光素子 1 1 4 の外周に形成された凹凸領域 1 2 0、及び凹凸領域 1 2 0 上に形成された接続電極 1 0 6 と接することで、接着面積が向上し、密着性を高めることができる。なお、接続電極 1 0 6 は、導電性ペーストにより形成されており、導電性ペーストが含有している導電性粒子により表面が粗面化されているため、接着面積を向上させ、優れた封止構造とすることができる。

40

【 0 0 6 3 】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせて実施することができる。

【 0 0 6 4 】

(実施の形態 2)

本実施の形態においては、先の実施の形態 1 に示した照明装置 1 0 0 と異なる形態について、図 4 を用いて説明を行う。なお、図 1 で用いた符号と同様の箇所には同様の符号を用い、その説明は省略する。

【 0 0 6 5 】

図 4 (A) は、照明装置 2 0 0 の上面図を示しており、図 4 (B) は、図 4 (A) に示

50

した破線 B 1 - B 2 に相当する断面図を示しており、図 4 (C) は、図 4 (A) に示した破線 B 2 - B 3 に相当する断面図を示している。なお、図 4 (A) においては、構成要素の一部 (例えば、封止基板 1 1 8 など) を図面が煩雑になることを避け、省略している。

【 0 0 6 6 】

図 4 (A) 乃至図 4 (C) に示す照明装置 2 0 0 は、基板 1 0 2 と、マイクロレンズアレイ基板 1 2 4 と、基板 1 0 2 上に形成された凹凸領域 1 2 0 a と、基板 1 0 2 上に形成された平坦化樹脂 1 2 2 と、平坦化樹脂 1 2 2 上に形成された第 1 の電極 1 0 4 と、基板 1 0 2、平坦化樹脂 1 2 2、及び第 1 の電極 1 0 4 上に形成された接続電極 1 0 6 と、第 1 の電極 1 0 4、及び接続電極 1 0 6 を覆う隔壁 1 0 8 と、第 1 の電極 1 0 4、及び隔壁 1 0 8 上に形成された発光層 1 1 0 と、隔壁 1 0 8、発光層 1 1 0、及び接続電極 1 0 6 上に形成された第 2 の電極 1 1 2 と、基板 1 0 2 と対向して設けられた封止基板 1 1 8 と、基板 1 0 2 と封止基板 1 1 8 を封止するシール材 1 1 6 と、を有している。

10

【 0 0 6 7 】

なお、照明装置 2 0 0 は、基板 1 0 2 側に発光が取り出される下方射出型 (所謂ボトムエミッション型) の照明装置である。そのため、マイクロレンズアレイ基板 1 2 4、基板 1 0 2、平坦化樹脂 1 2 2、及び第 1 の電極 1 0 4 は、透光性の材料を用いる。

【 0 0 6 8 】

また、第 1 の電極 1 0 4、発光層 1 1 0、及び第 2 の電極 1 1 2 により発光素子 1 1 4 が形成されている。発光素子 1 1 4 は、第 1 の電極 1 0 4 と、第 2 の電極 1 1 2 との間に電圧を印加することにより、発光層 1 1 0 からの発光を得ることができる。なお、第 1 の電極 1 0 4、及び第 2 の電極 1 1 2 は、それぞれ接続電極 1 0 6 と接続され、第 1 の電極 1 0 4 と接続する接続電極 1 0 6 と、第 2 の電極 1 1 2 と接続する接続電極 1 0 6 との間に電圧を印加する。すなわち、接続電極 1 0 6 は、外部からの入力端子電極としても機能する。

20

【 0 0 6 9 】

また、第 1 の電極 1 0 4 は、透光性を有する導電膜である。ところが、この透光性を有する導電膜は、電気を流しやすい金属などと比較して、一桁から二桁比抵抗率が高く、発光素子 1 1 4 の面積が大きい場合、電圧降下による発光素子 1 1 4 面内の輝度変化が顕著である。したがって、接続電極 1 0 6 は、第 1 の電極 1 0 4 よりも抵抗が低い方が好ましい。このように、第 1 の電極 1 0 4 は、接続電極 1 0 6 を介して外部に取り出される。このような構成とすることで、発光素子 1 1 4 に均一に電圧を供給することができる。また、接続電極 1 0 6 は、第 1 の電極 1 0 4 の補助配線としての機能も有する。例えば、接続電極 1 0 6 の形状が、平面においてストライプ状、または横縞状等とし、発光素子 1 1 4 が形成される領域を分断するような構造とすることで、さらに電圧降下による発光素子 1 1 4 の輝度変化を抑制することができるので、好適である。なお、このような構成とする場合においては、接続電極 1 0 6 は、第 1 の電極 1 0 4 と接して設け、接続電極 1 0 6 上に隔壁 1 0 8 を設けて、第 2 の電極 1 1 2 と絶縁される構造とする。

30

【 0 0 7 0 】

また、シール材 1 1 6 は、発光素子 1 1 4 の外周を囲んで形成され、基板 1 0 2 に形成された凹凸領域 1 2 0 a、及び凹凸領域 1 2 0 a 上に形成された接続電極 1 0 6 と接して、基板 1 0 2 と封止基板 1 1 8 と、が接着されている。

40

【 0 0 7 1 】

なお、接続電極 1 0 6 は、スクリーン印刷法等を用いて形成された導電性ペーストを用いることができる。凹凸領域 1 2 0 a 上に接続電極を形成するために、例えばスパッタリング法などを用いて導電膜を形成した場合、凹凸領域 1 2 0 a により導電膜が断線する可能性がある。しかし、導電性ペーストは、流動性、粘性に優れ、凹凸領域 1 2 0 a 内に導電性粒子が入り込み、さらに、凹凸領域 1 2 0 a の形状を転写することができる。また、導電性ペーストが含有している導電性粒子により、接続電極 1 0 6 の表面が粗面化されるため、非常に好適である。なお、図 4 (B)、及び図 4 (C) において、接続電極 1 0 6 は、複数の導電性粒子 (図中では、円形状) により形成された構成を模式的に示している

50

。

【0072】

なお、本実施の形態に示す照明装置200は、実施の形態1で示した照明装置100との異なる構造として、基板102に形成された凹凸領域120a、平坦化樹脂122、及びマイクロレンズアレイ基板124が挙げられる。

【0073】

基板102に形成された凹凸領域120aは、先の実施の形態1に示した凹凸領域120と同様の手法により形成することができる。ただし、基板102の片面の全てに設けることで、凹凸領域120aとすることができる。

【0074】

なお、シール材116と接する領域においては、凹凸領域120aにより表面が粗面化され、表面積を向上させるために設けられる点については、実施の形態1に示した照明装置100と同様の効果を有するが、発光素子114の下方に設けられた凹凸領域120aは、発光素子114からの射出された光を拡散する効果を有する。

【0075】

また、発光素子114の下方に設けられた凹凸領域120a上には、平坦化樹脂122が形成されている。平坦化樹脂122は、発光層110より高い屈折率、例えば屈折率=1.6~2.0とすることが好ましい。更に好ましくは、屈折率=1.7~1.9とする。このような構成とすることにより、発光素子114から取り出された光は、平坦化樹脂122との界面での全反射が抑制され、平坦化樹脂122内に進入することができる。また、平坦化樹脂122内に進入した光は、基板102に形成された凹凸領域120aにより、平坦化樹脂122の下方側の界面での全反射が抑制され、マイクロレンズアレイ基板124に進入する。

【0076】

平坦化樹脂122としては、例えば、スクリーン印刷法などを用い、ポリイミド樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミドアミド樹脂、アクリル樹脂、BCB（ベンゾシクロブテン）などを平坦化層として用いることができる。

【0077】

マイクロレンズアレイ基板124は、複数の凹凸形状を有する例である。複数の凹凸形状（凸部）を有する構成とすることで、基板102と大気との界面で全反射を抑制することができるため、発光素子114からの発光の取り出し効率を向上させることができる。

【0078】

マイクロレンズアレイ基板124は、材料として有機樹脂を用いて形成することが可能である。有機樹脂の形状は、当該有機樹脂の特性に応じて加熱処理や光照射処理を行って加工することができる。例えば、材料として熱可塑性の有機樹脂を用いて、凹凸形状（凹部）を有する支持体を用意し、加熱処理を行いながら支持体に押圧して支持体の形状を反映するように変形させ、その後冷却して硬化を行うことで、マイクロレンズアレイ基板124を形成することができる。

【0079】

マイクロレンズアレイ基板124として、用いることのできる有機樹脂は、プラスチックが挙げられる。プラスチックとしては、例えば、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリエーテルスルフォン等からなる部材が挙げられる。

【0080】

ここで、図4に示したマイクロレンズアレイ基板124として、用いることのできる一例について、図5を用いて説明する。図5（C）、及び図5（D）は、マイクロレンズアレイ基板124a、及びマイクロレンズアレイ基板124bの平面図の一例である。図5（A）は、図5（C）の破線X1-Y1に相当する断面図を示し、図5（B）は、図5（D）の破線X2-Y2に相当する断面図を示している。

【0081】

図5（A）、及び図5（C）に示すマイクロレンズアレイ基板124aは、半円形状の

10

20

30

40

50

凹凸形状を有する。また、図5(B)、及び図5(D)に示すマイクロレンズアレイ基板124bは、底面が正六角形状の凹凸形状を有する。マイクロレンズアレイ基板124a及びマイクロレンズアレイ基板124bの有する複数の凹凸形状のピッチ、又は底面形状は様々に設定することが可能であり、図5の構成に限定されない。例えば、円錐、角錐(三角錐、四角錐等)等の頂点を有する凹凸形状としてもよい。但し、図5(B)、及び図5(D)に示すように、底面が正六角形状の凹凸形状として凹凸形状を所謂ハニカム構造とすることで、凹凸形状の充填密度を向上させることができ、外部への光の取り出し効率がより向上するため好ましい。

【0082】

以上のように、本実施の形態に示す照明装置200は、凹凸領域120aを設けることによって、シール材116の封止領域、及び発光素子114からの光拡散効果を有する構造を同時に形成することができる。

10

【0083】

また、封止領域において、シール材116は、基板102に形成された凹凸領域120a、及び凹凸領域120a上に形成された接続電極106と接する。このように、シール材116は、発光素子114の外周の凹凸領域120a、及び凹凸領域120a上に形成された接続電極106と接することで、接着面積が向上し、密着性を高めることができる。なお、接続電極106は、導電性ペーストにより形成されており、導電性ペーストが含有している導電性粒子により表面が粗面化されているため、接着面積を向上させ、優れた封止構造とすることができる。

20

【0084】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせて実施することができる。

【0085】

(実施の形態3)

本実施の形態では、本発明の一態様である照明装置に用いる有機EL発光を呈する発光素子の素子構造の一例について説明する。有機EL発光を呈する発光素子は、LEDと比較して発熱が小さい。したがって、筐体として有機樹脂を用いることができるため、照明装置として軽量化が可能となり、好ましい。

【0086】

図6(A)に示す発光素子は、第1電極104と、第1電極104上に発光層110と、発光層110上に、第2電極112を有する。

30

【0087】

発光層110は、少なくとも発光性の有機化合物を含む発光層が含まれていれば良い。そのほか、電子輸送性の高い物質を含む層、正孔輸送性の高い物質を含む層、電子注入性の高い物質を含む層、正孔注入性の高い物質を含む層、パイポーラ性の物質(電子輸送性及び正孔輸送性が高い物質)を含む層等を適宜組み合わせた積層構造を構成することができる。本実施の形態において、発光層110は、第1電極104側から、正孔注入層701、正孔輸送層702、発光層703、電子輸送層704、及び電子注入層705の順で積層されている。

【0088】

図6(A)に示す発光素子の作製方法について説明する。

40

【0089】

まず、第1電極104を形成する。第1電極104は、発光層110から見て、光の取り出し方向に設けられるため、透光性を有する材料を用いて形成する。

【0090】

透光性を有する材料としては、酸化インジウム、酸化インジウム酸化スズ(ITOともいう)、酸化インジウム酸化亜鉛、酸化亜鉛、ガリウムを添加した酸化亜鉛、グラフェンなどを用いることができる。

【0091】

また、第1電極104として、金、白金、ニッケル、タングステン、クロム、モリブデ

50

ン、鉄、コバルト、銅、パラジウム、又はチタン等の金属材料を用いることができる。または、それら金属材料の窒化物（例えば、窒化チタン）等を用いてもよい。なお、金属材料（又はその窒化物）を用いる場合、透光性を有する程度に薄くすればよい。

【0092】

次に、第1電極104上に、発光層110を形成する。本実施の形態において、発光層110は、正孔注入層701、正孔輸送層702、発光層703、電子輸送層704、及び電子注入層705を有する。

【0093】

正孔注入層701は、正孔注入性の高い物質を含む層である。正孔注入性の高い物質としては、例えば、モリブデン酸化物、チタン酸化物、バナジウム酸化物、レニウム酸化物、ルテニウム酸化物、クロム酸化物、ジルコニウム酸化物、ハフニウム酸化物、タンタル酸化物、銀酸化物、タングステン酸化物、マンガン酸化物等の金属酸化物を用いることができる。また、フタロシアニン（略称：H₂Pc）、銅（II）フタロシアニン（略称：CuPc）等のフタロシアニン系の化合物を用いることができる。

【0094】

また、低分子の有機化合物である4,4',4''-トリス（N,N-ジフェニルアミノ）トリフェニルアミン（略称：TDATA）、4,4',4''-トリス〔N-（3-メチルフェニル）-N-フェニルアミノ〕トリフェニルアミン（略称：MTDATA）、4,4'-ビス〔N-（4-ジフェニルアミノフェニル）-N-フェニルアミノ〕ビフェニル（略称：DPAB）、4,4'-ビス（N-〔4-〔N'-（3-メチルフェニル）-N'-フェニルアミノ〕フェニル〕-N-フェニルアミノ）ビフェニル（略称：DNTPD）、1,3,5-トリス〔N-（4-ジフェニルアミノフェニル）-N-フェニルアミノ〕ベンゼン（略称：DPA3B）、3-〔N-（9-フェニルカルバゾール-3-イル）-N-フェニルアミノ〕-9-フェニルカルバゾール（略称：PCzPCA1）、3,6-ビス〔N-（9-フェニルカルバゾール-3-イル）-N-フェニルアミノ〕-9-フェニルカルバゾール（略称：PCzPCA2）、3-〔N-（1-ナフチル）-N-（9-フェニルカルバゾール-3-イル）アミノ〕-9-フェニルカルバゾール（略称：PCzPCN1）等の芳香族アミン化合物等を用いることができる。

【0095】

さらに、高分子化合物（オリゴマー、デンドリマー、ポリマー等）を用いることもできる。例えば、ポリ（N-ビニルカルバゾール）（略称：PVK）、ポリ（4-ビニルトリフェニルアミン）（略称：PVTPA）、ポリ〔N-（4-〔N'-〔4-（4-ジフェニルアミノ）フェニル〕フェニル-N'-フェニルアミノ〕フェニル）メタクリルアミド〕（略称：PTPDMA）、ポリ〔N,N'-ビス（4-ブチルフェニル）-N,N'-ビス（フェニル）ベンジジン〕（略称：Poly-TPD）などの高分子化合物が挙げられる。また、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）、ポリアニリン/ポリ（スチレンスルホン酸）（PAni/PSS）等の酸を添加した高分子化合物を用いることができる。

【0096】

特に、正孔注入層701として、正孔輸送性の高い有機化合物にアクセプター性物質を含有させた複合材料を用いることが好ましい。正孔輸送性の高い物質にアクセプター性物質を含有させた複合材料を用いることにより、第1電極104からの正孔注入性を良好にし、発光素子の駆動電圧を低減することができる。これらの複合材料は、正孔輸送性の高い物質とアクセプター物質とを共蒸着することにより形成することができる。該複合材料を用いて正孔注入層701を形成することにより、第1電極104から発光層110への正孔注入が容易となる。

【0097】

複合材料に用いる有機化合物としては、芳香族アミン化合物、カルバゾール誘導体、芳香族炭化水素、高分子化合物（オリゴマー、デンドリマー、ポリマー等）など、種々の化合物を用いることができる。なお、複合材料に用いる有機化合物としては、正孔輸送性の

10

20

30

40

50

高い有機化合物であることが好ましい。具体的には、 $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質であることが好ましい。但し、電子よりも正孔の輸送性の高い物質であれば、これら以外のものを用いてもよい。以下では、複合材料に用いることのできる有機化合物を具体的に列挙する。

【0098】

複合材料に用いることのできる有機化合物としては、例えば、TDATA、MTDATA、DPAB、DNTPD、DPA3B、PCzPCA1、PCzPCA2、PCzPCN1、4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル(略称:NPB又は-NPD)、N,N'-ビス(3-メチルフェニル)-N,N'-ジフェニル-[1,1'-ビフェニル]-4,4'-ジアミン(略称:TPD)、4-フェニル-4'-(9-フェニルフルオレン-9-イル)トリフェニルアミン(略称:BPAPLP)等の芳香族アミン化合物や、4,4'-ジ(N-カルバゾリル)ビフェニル(略称:CBP)、1,3,5-トリス[4-(N-カルバゾリル)フェニル]ベンゼン(略称:TCPB)、9-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-9H-カルバゾール(略称:CzPA)、9-フェニル-3-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-9H-カルバゾール(略称:PCzPA)、1,4-ビス[4-(N-カルバゾリル)フェニル]-2,3,5,6-テトラフェニルベンゼン等のカルバゾール誘導体を用いることができる。

【0099】

また、2-tert-ブチル-9,10-ジ(2-ナフチル)アントラセン(略称:t-BuDNA)、2-tert-ブチル-9,10-ジ(1-ナフチル)アントラセン、9,10-ビス(3,5-ジフェニルフェニル)アントラセン(略称:DPPA)、2-tert-ブチル-9,10-ビス(4-フェニルフェニル)アントラセン(略称:t-BuDBA)、9,10-ジ(2-ナフチル)アントラセン(略称:DNA)、9,10-ジフェニルアントラセン(略称:DPAnth)、2-tert-ブチルアントラセン(略称:t-BuAnth)、9,10-ビス(4-メチル-1-ナフチル)アントラセン(略称:DMNA)、9,10-ビス[2-(1-ナフチル)フェニル]-2-tert-ブチルアントラセン、9,10-ビス[2-(1-ナフチル)フェニル]アントラセン、2,3,6,7-テトラメチル-9,10-ジ(1-ナフチル)アントラセン等の芳香族炭化水素化合物を用いることができる。

【0100】

さらに、2,3,6,7-テトラメチル-9,10-ジ(2-ナフチル)アントラセン、9,9'-ビアントリル、10,10'-ジフェニル-9,9'-ビアントリル、10,10'-ビス(2-フェニルフェニル)-9,9'-ビアントリル、10,10'-ビス[(2,3,4,5,6-ペンタフェニル)フェニル]-9,9'-ビアントリル、アントラセン、テトラセン、ルブレン、ペリレン、2,5,8,11-テトラ(tert-ブチル)ペリレン、ペンタセン、コロネン、4,4'-ビス(2,2-ジフェニルビニル)ビフェニル(略称:DPVBi)、9,10-ビス[4-(2,2-ジフェニルビニル)フェニル]アントラセン(略称:DPVPA)等の芳香族炭化水素化合物を用いることができる。

【0101】

また、電子受容体としては、7,7,8,8-テトラシアノ-2,3,5,6-テトラフルオロキノジメタン(略称:F₄-TCNQ)、クロラニル等の有機化合物や、遷移金属酸化物を挙げることができる。また、元素周期表における第4族乃至第8族に属する金属の酸化物を挙げることができる。具体的には、酸化バナジウム、酸化ニオブ、酸化タンタル、酸化クロム、酸化モリブデン、酸化タングステン、酸化マンガン、酸化レニウムは電子受容性が高いため好ましい。中でも特に、酸化モリブデンは大気中でも安定であり、吸湿性が低く、扱いやすいため好ましい。

【0102】

なお、上述したPVK、PVTPA、PTPDMA、Poly-TPD等の高分子化合

10

20

30

40

50

物と、上述した電子受容体を用いて複合材料を形成し、正孔注入層 701 に用いてもよい。

【0103】

正孔輸送層 702 は、正孔輸送性の高い物質を含む層である。正孔輸送性の高い物質としては、例えば、NPB、TPD、BPAFLP、4,4'-ビス[N-(9,9-ジメチルフルオレン-2-イル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル(略称:DFLDPBi)、4,4'-ビス[N-(スピロ-9,9'-ビフルオレン-2-イル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル(略称:BSPPB)等の芳香族アミン化合物を用いることができる。ここに述べた物質は、主に $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質である。但し、電子よりも正孔の輸送性の高い物質であれば、これら以外のものを用いてもよい。なお、正孔輸送性の高い物質を含む層は、単層のものだけでなく、上記物質からなる層が二層以上積層したものとしてもよい。

10

【0104】

また、正孔輸送層 702 には、CBP、CzPA、PCzPAのようなカルバゾール誘導体や、t-BuDNA、DNA、DPAnthのようなアントラセン誘導体を用いても良い。

【0105】

また、正孔輸送層 702 には、PVK、PVTPA、PTPDMA、Poly-TPDなどの高分子化合物を用いることもできる。

【0106】

20

発光層 703 は、発光性の有機化合物を含む層である。発光性の有機化合物としては、例えば、蛍光を発光する蛍光性化合物や燐光を発光する燐光性化合物を用いることができる。

【0107】

発光層 703 に用いることができる蛍光性化合物としては、例えば、青色系の発光材料として、N,N'-ビス[4-(9H-カルバゾール-9-イル)フェニル]-N,N'-ジフェニルスチルベン-4,4'-ジアミン(略称:YGAS)、4-(9H-カルバゾール-9-イル)-4'-(10-フェニル-9-アントリル)トリフェニルアミン(略称:YGAPA)、4-(10-フェニル-9-アントリル)-4'-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)トリフェニルアミン(略称:PCBAPA)などが挙げられる。また、緑色系の発光材料として、N-(9,10-ジフェニル-9H-カルバゾール-3-アミン(略称:2PCAPA)、N-[9,10-ビス(1,1'-ビフェニル-2-イル)-2-アントリル]-N,9-ジフェニル-9H-カルバゾール-3-アミン(略称:2PCABPhA)、N-(9,10-ジフェニル-2-アントリル)-N,N',N'-トリフェニル-1,4-フェニレンジアミン(略称:2DPAPA)、N-[9,10-ビス(1,1'-ビフェニル-2-イル)-2-アントリル]-N,N',N'-トリフェニル-1,4-フェニレンジアミン(略称:2DPABPhA)、N-[9,10-ビス(1,1'-ビフェニル-2-イル)]-N-[4-(9H-カルバゾール-9-イル)フェニル]-N-フェニルアントラセン-2-アミン(略称:2YGABPhA)、N,N,9-トリフェニルアントラセン-9-アミン(略称:DPhAPhA)などが挙げられる。また、黄色系の発光材料として、ルブレン、5,12-ビス(1,1'-ビフェニル-4-イル)-6,11-ジフェニルテトラセン(略称:BPT)などが挙げられる。また、赤色系の発光材料として、N,N,N',N'-テトラキス(4-メチルフェニル)テトラセン-5,11-ジアミン(略称:p-mPhTD)、7,14-ジフェニル-N,N,N',N'-テトラキス(4-メチルフェニル)アセナフト[1,2-a]フルオランテン-3,10-ジアミン(略称:p-mPhAFD)などが挙げられる。

30

40

【0108】

また、発光層 703 に用いることができる燐光性化合物としては、例えば、青色系の発光材料として、ビス[2-(4',6'-ジフルオロフェニル)ピリジナト]-N,C^{2'}

50

]イリジウム(III)テトラキス(1-ピラゾリル)ボラート(略称:FIr6)、ビス[2-(4',6'-ジフルオロフェニル)ピリジナト-N,C^{2'}']イリジウム(III)ピコリナート(略称:FIrpic)、ビス{2-[3',5'-ビス(トリフルオロメチル)フェニル]ピリジナト-N,C^{2'}'}イリジウム(III)ピコリナート(略称:Ir(CF₃ppy)₂(pic))、ビス[2-(4',6'-ジフルオロフェニル)ピリジナト-N,C^{2'}']イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称:FIr(acac))などが挙げられる。また、緑色系の発光材料として、トリス(2-フェニルピリジナト-N,C^{2'}')イリジウム(III)(略称:Ir(ppy)₃)、ビス(2-フェニルピリジナト-N,C^{2'}')イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称:Ir(ppy)₂(acac))、ビス(1,2-ジフェニル-1H-ベンゾイミダゾラト)イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称:Ir(pbi)₂(acac))、ビス(ベンゾ[h]キノリナト)イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称:Ir(bzq)₂(acac))、トリス(ベンゾ[h]キノリナト)イリジウム(III)(略称:Ir(bzq)₃)などが挙げられる。また、黄色系の発光材料として、ビス(2,4-ジフェニル-1,3-オキサゾラト-N,C^{2'}')イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称:Ir(dpo)₂(acac))、ビス[2-(4'-パーフルオロフェニルフェニル)ピリジナト]イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称:Ir(p-PF-ph)₂(acac))、ビス(2-フェニルベンゾチアゾラト-N,C^{2'}')イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称:Ir(bt)₂(acac))、(アセチルアセトナト)ビス[2,3-ビス(4-フルオロフェニル)-5-メチルピラジナト]イリジウム(III)(略称:Ir(Fdppr-Me)₂(acac))、(アセチルアセトナト)ビス{2-(4-メトキシフェニル)-3,5-ジメチルピラジナト}イリジウム(III)(略称:Ir(dmmopprr)₂(acac))などが挙げられる。また、橙色系の発光材料として、トリス(2-フェニルキノリナト-N,C^{2'}')イリジウム(III)(略称:Ir(pq)₃)、ビス(2-フェニルキノリナト-N,C^{2'}')イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称:Ir(pq)₂(acac))、(アセチルアセトナト)ビス(3,5-ジメチル-2-フェニルピラジナト)イリジウム(III)(略称:Ir(mppr-Me)₂(acac))、(アセチルアセトナト)ビス(5-イソプロピル-3-メチル-2-フェニルピラジナト)イリジウム(III)(略称:Ir(mppr-iPr)₂(acac))などが挙げられる。また、赤色系の発光材料として、ビス[2-(2'-ベンゾ[4,5-]チエニル)ピリジナト-N,C^{3'}']イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称:Ir(btp)₂(acac))、ビス(1-フェニルイソキノリナト-N,C^{2'}')イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称:Ir(piq)₂(acac))、(アセチルアセトナト)ビス[2,3-ビス(4-フルオロフェニル)キノキサリナト]イリジウム(III)(略称:Ir(Fdpq)₂(acac))、(アセチルアセトナト)ビス(2,3,5-トリフェニルピラジナト)イリジウム(III)(略称:Ir(tppr)₂(acac))、(ジピバロイルメタナト)ビス(2,3,5-トリフェニルピラジナト)イリジウム(III)(略称:Ir(tppr)₂(dpm))、2,3,7,8,12,13,17,18-オクタエチル-21H,23H-ポルフィリン白金(II)(略称:PtOEP)等の有機金属錯体が挙げられる。また、トリス(アセチルアセトナト)(モノフェナントロリン)テルビウム(III)(略称:Tb(acac)₃(Phen))、トリス(1,3-ジフェニル-1,3-プロパンジオナト)(モノフェナントロリン)ユーロピウム(III)(略称:Eu(DBM)₃(Phen))、トリス[1-(2-テノイル)-3,3,3-トリフルオロアセトナト](モノフェナントロリン)ユーロピウム(III)(略称:Eu(TTA)₃(Phen))等の希土類金属錯体は、希土類金属イオンからの発光(異なる多重度間の電子遷移)であるため、燐光性化合物として用いることができる。

【0109】

なお、発光層703としては、上述した発光性の有機化合物(ゲスト材料)を他の物質

10

20

30

40

50

(ホスト材料)に分散させた構成としてもよい。ホスト材料としては、各種のものを用いることができ、発光性の物質よりも最低空軌道準位(LUMO準位)が高く、最高被占有軌道準位(HOMO準位)が低い物質を用いることが好ましい。

【0110】

ホスト材料としては、具体的には、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(III)(略称:Alq)、トリス(4-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(III)(略称:Almq₃)、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナト)ベリリウム(II)(略称:BeBq₂)、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(III)(略称:BAIq)、ビス(8-キノリノラト)亜鉛(II)(略称:Znq)、ビス[2-(2-ベンゾオキサゾリル)フェノラト]亜鉛(II)(略称:ZnPBO)、ビス[2-(2-ベンゾチアゾリル)フェノラト]亜鉛(II)(略称:ZnBTZ)などの金属錯体、2-(4-ピフェニル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール(略称:PBD)、1,3-ビス[5-(p-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル]ベンゼン(略称:OXD-7)、3-(4-ピフェニル)-4-フェニル-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,2,4-トリアゾール(略称:TAZ)、2,2',2''-(1,3,5-ベンゼントリイル)トリス(1-フェニル-1H-ベンゾイミダゾール)(略称:TPBI)、バソフェナントロリン(略称:BPhen)、バソキユプロイン(略称:BCP)などの複素環化合物や、9-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-9H-カルバゾール(略称:CzPA)、3,6-ジフェニル-9-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-9H-カルバゾール(略称:DPCzPA)、9,10-ビス(3,5-ジフェニルフェニル)アントラセン(略称:DPPA)、9,10-ジ(2-ナフチル)アントラセン(略称:DNA)、2-tert-ブチル-9,10-ジ(2-ナフチル)アントラセン(略称:t-BuDNA)、9,9'-ビアントリル(略称:BANT)、9,9'-(スチルベン-3,3'-ジイル)ジフェナントレン(略称:DPNS)、9,9'-(スチルベン-4,4'-ジイル)ジフェナントレン(略称:DPNS2)、3,3',3''-(ベンゼン-1,3,5-トリイル)トリピレン(略称:TPB3)、9,10-ジフェニルアントラセン(略称:DPAanth)、6,12-ジメトキシ-5,11-ジフェニルクリセンなどの縮合芳香族化合物、N,N-ジフェニル-9-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-9H-カルバゾール-3-アミン(略称:CzA1PA)、4-(10-フェニル-9-アントリル)トリフェニルアミン(略称:DPhPA)、N,9-ジフェニル-N-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-9H-カルバゾール-3-アミン(略称:PCAPPA)、N,9-ジフェニル-N-{4-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]フェニル}-9H-カルバゾール-3-アミン(略称:PCAPBA)、N-(9,10-ジフェニル-2-アントリル)-N,9-ジフェニル-9H-カルバゾール-3-アミン(略称:2PCAPPA)、NPB(または-NPD)、TPD、DFLDPBi、BSPBなどの芳香族アミン化合物などを用いることができる。

【0111】

また、ホスト材料は複数種用いることができる。例えば、結晶化を抑制するためにルブレノ等の結晶化を抑制する物質をさらに添加してもよい。また、ゲスト材料へのエネルギー移動をより効率良く行うためにNPB、あるいはAlq等をさらに添加してもよい。

【0112】

ゲスト材料をホスト材料に分散させた構成とすることにより、発光層703の結晶化を抑制することができる。また、ゲスト材料の濃度が高いことによる濃度消光を抑制することができる。

【0113】

また、発光層703として高分子化合物を用いることができる。具体的には、青色系の発光材料として、ポリ(9,9-ジオクチルフルオレン-2,7-ジイル)(略称:PF

Ｏ）、ポリ〔（９，９－ジオクチルフルオレン－２，７－ジイル）－co－（２，５－ジメトキシベンゼン－１，４－ジイル）〕（略称：PF-DMOP）、ポリ〔（９，９－ジオクチルフルオレン－２，７－ジイル）－co－〔N，N’－ジ－（p－ブチルフェニル）－１，４－ジアミノベンゼン〕〕（略称：TAB-PFH）などが挙げられる。また、緑色系の発光材料として、ポリ（p－フェニレンビニレン）（略称：PPV）、ポリ〔（９，９－ジヘキシルフルオレン－２，７－ジイル）－alt－co－（ベンゾ〔２，１，３〕チアジアゾール－４，７－ジイル）〕（略称：PFBT）、ポリ〔（９，９－ジオクチル－２，７－ジビニレンフルオレニレン）－alt－co－（２－メトキシ－５－（２－エチルヘキシロキシ）－１，４－フェニレン）〕などが挙げられる。また、橙色～赤色系の発光材料として、ポリ〔２－メトキシ－５－（２’－エチルヘキソキシ）－１，４－フェニレンビニレン〕（略称：MEH-PPV）、ポリ（３－ブチルチオフェン－２，５－ジイル）（略称：R4-PAT）、ポリ〔〔９，９－ジヘキシル－２，７－ビス（１－シアノビニレン）フルオレニレン〕－alt－co－〔２，５－ビス（N，N’－ジフェニルアミノ）－１，４－フェニレン〕〕、ポリ〔〔２－メトキシ－５－（２－エチルヘキシロキシ）－１，４－ビス（１－シアノビニレンフェニレン）〕－alt－co－〔２，５－ビス（N，N’－ジフェニルアミノ）－１，４－フェニレン〕〕（略称：CN-PPV-DPD）などが挙げられる。

【０１１４】

なお、発光層を２層以上の積層構造としても良い。発光層を２層以上の積層構造とし、各々の発光層に用いる発光物質の種類を変えることにより様々な発光色を得ることができる。また、発光物質として発光色の異なる複数の発光物質を用いることにより、ブロードなスペクトルの発光や白色発光を得ることもできる。特に、高輝度が必要とされる照明用途には、発光層を積層させた構造が好適である。

【０１１５】

電子輸送層７０４は、電子輸送性の高い物質を含む層である。電子輸送性の高い物質としては、例えば、トリス（８－キノリノラト）アルミニウム（略称：Alq）、トリス（４－メチル－８－キノリノラト）アルミニウム（略称：Almq₃）、ビス（１０－ヒドロキシベンゾ〔h〕キノリナト）ベリリウム（略称：BeBq₂）、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（略称：BALq）など、キノリン骨格又はベンゾキノリン骨格を有する金属錯体等が挙げられる。また、この他ビス〔２－（２－ヒドロキシフェニル）ベンゾオキサゾラト〕亜鉛（略称：Zn（BOX）₂）、ビス〔２－（２－ヒドロキシフェニル）ベンゾチアゾラト〕亜鉛（略称：Zn（BTZ）₂）などのオキサゾール系、チアゾール系配位子を有する金属錯体なども用いることができる。さらに、金属錯体以外にも、２－（４－ピフェニリル）－５－（４－tert－ブチルフェニル）－１，３，４－オキサジアゾール（略称：PBD）や、１，３－ビス〔５－（p－tert－ブチルフェニル）－１，３，４－オキサジアゾール－２－イル〕ベンゼン（略称：OXD-7）、３－（４－ピフェニリル）－４－フェニル－５－（４－tert－ブチルフェニル）－１，２，４－トリアゾール（略称：TAZ）、バソフェナントロリン（略称：BPhen）、バソキュプロイン（略称：BCP）なども用いることができる。ここに述べた物質は、主に $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の電子移動度を有する物質である。また、電子輸送層は、単層のものだけでなく、上記物質からなる層が二層以上積層したものとしてもよい。

【０１１６】

電子注入層７０５は、電子注入性の高い物質を含む層である。電子注入層７０５には、リチウム、セシウム、カルシウム、フッ化リチウム、フッ化セシウム、フッ化カルシウム、リチウム酸化物等のようなアルカリ金属、アルカリ土類金属、又はそれらの化合物を用いることができる。また、フッ化エルビウムのような希土類金属化合物を用いることができる。また、上述した電子輸送層７０４を構成する物質を用いることもできる。

【０１１７】

なお、上述した正孔注入層７０１、正孔輸送層７０２、発光層７０３、電子輸送層７０

10

20

30

40

50

4、電子注入層705は、それぞれ、蒸着法（真空蒸着法を含む）、インクジェット法、塗布法等の方法で形成することができる。

【0118】

発光層110は、図6（B）に示すように、第1電極104と第2電極112との間に複数積層されていても良い。この場合、積層された第1の発光層800と第2の発光層801との間には、電荷発生層803を設けることが好ましい。電荷発生層803は上述の複合材料で形成することができる。また、電荷発生層803は複合材料からなる層と他の材料からなる層との積層構造でもよい。この場合、他の材料からなる層としては、電子供与性物質と電子輸送性の高い物質とを含む層や、透明導電膜からなる層などを用いることができる。このような構成を有する発光素子は、エネルギーの移動や消光などの問題が起こり難く、材料の選択の幅が広がることで高い発光効率と長い寿命とを併せ持つ発光素子とすることが容易である。また、一方の発光層で燐光発光、他方で蛍光発光を得ることも容易である。この構造は上述の発光層の構造と組み合わせて用いることができる。

10

【0119】

図6（B）に示すように積層される発光層の間に電荷発生層803を配置すると、電流密度を低く保ったまま、高輝度でありながら長寿命な素子とできる。また、電極材料の抵抗による電圧降下を小さくできるので、大面積での均一発光が可能となる。

【0120】

また、発光層が2層積層された構成を有する積層型素子の場合において、第1の発光層から得られる発光の発光色と第2の発光層から得られる発光の発光色を補色の関係にすることによって、白色発光を外部に取り出すことができる。なお、第1の発光層および第2の発光層のそれぞれが補色の関係にある複数の発光層を有する構成としても、白色発光が得られる。補色の関係としては、青色と黄色、あるいは青緑色と赤色などが挙げられる。青色、黄色、青緑色、赤色に発光する物質としては、例えば、先に列挙した発光物質の中から適宜選択すればよい。

20

【0121】

以下に、複数の発光層が積層する構成を有する発光素子の一例を示す。まず第1の発光層および第2の発光層のそれぞれが補色の関係にある複数の発光層を有し、白色発光が得られる構成の一例を示す。

【0122】

例えば、第1の発光層は、青色～青緑色の波長領域にピークを有する発光スペクトルを示す第1発光層と、黄色～橙色の波長領域にピークを有する発光スペクトルを示す第2発光層とを有し、第2の発光層は、青緑色～緑色の波長領域にピークを有する発光スペクトルを示す第3発光層と、橙色～赤色の波長領域にピークを有する発光スペクトルを示す第4発光層とを有するものとする。

30

【0123】

この場合、第1の発光層からの発光は、第1発光層および第2発光層の両方からの発光を合わせたものであるので、青色～青緑色の波長領域および黄色～橙色の波長領域の両方にピークを有する発光スペクトルを示す。すなわち、第1の発光層は2波長型の白色または白色に近い色の発光を呈する。

40

【0124】

また、第2の発光層からの発光は、第3発光層および第4発光層の両方からの発光を合わせたものであるので、青緑色～緑色の波長領域および橙色～赤色の波長領域の両方にピークを有する発光スペクトルを示す。すなわち、第2の発光層は、第1の発光層とは異なる2波長型の白色または白色に近い色の発光を呈する。

【0125】

したがって、第1の発光層からの発光および第2の発光層からの発光を重ね合わせることで、青色～青緑色の波長領域、青緑色～緑色の波長領域、黄色～橙色の波長領域、橙色～赤色の波長領域をカバーする白色発光を得ることができる。

【0126】

50

また、黄色～橙色の波長領域（560nm以上580nm未満）は、視感度の高い波長領域であるため、発光スペクトルのピークが黄色～橙色の波長領域にある発光を発光層に適用することは有用である。例えば、発光スペクトルのピークが青色の波長領域にある発光層を有する第1の発光層と、発光スペクトルのピークが黄色の波長領域にある発光層を有する第2の発光層と、発光スペクトルのピークが赤色の波長領域にある発光層を有する第3の発光層と、を積層させた構成を適用することができる。

【0127】

また、黄色～橙色を呈する発光層を2層以上積層する構成としてもよい。黄色～橙色を呈する発光層を2層以上積層することによって発光素子の電力効率をより向上させることができる。

10

【0128】

例えば、発光層を3層積層させた発光素子を構成する場合において、発光スペクトルのピークが青色の波長領域（400nm以上480nm未満）にある発光層を有する第1の発光層に、発光スペクトルのピークが黄色～橙色の波長領域にある発光層をそれぞれ有する第2の発光層、第3の発光層を積層する構成を適用することができる。なお、第2の発光層及び第3の発光層からの発光スペクトルのピークの波長は、互いに同じであってもよいし、異なってもよい。

【0129】

発光スペクトルのピークが黄色～橙色の波長領域にある発光層を用いることにより、視感度の高い波長領域を利用することができ、電力効率を高めることができる。これによって、発光素子全体の電力効率を高めることができる。このような構成は、例えば緑色の発光色を呈する発光層と赤色の発光色を呈する発光層とを積層して黄色～橙色の発光を呈する発光素子を得る場合と比較して視感度の観点で有利であり、電力効率を高められる。また、黄色～橙色の波長領域にある視感度の高い波長領域を利用した発光層が1層のみの場合と比較して、視感度の低い青色の波長領域の発光強度が相対的に小さくなるため、発光色は電球色（あるいは温白色）に近づき、かつ電力効率が向上する。

20

【0130】

つまり、上記において、黄色～橙色の波長領域にピークを有し、かつ、ピークの波長が560nm以上580nm未満にある光と、青色の波長領域にピークを有する光と、を合成した光の色（つまり、発光素子から発光される光の色）とを合わせることで、温白色や電球色のような自然な光の色を実現することができる。特に電球色を実現が容易である。

30

【0131】

黄色～橙色の波長領域にピークを有する発光性の物質として、例えばピラジン誘導体を配位子とする有機金属錯体を用いることができる。また、発光性の物質（ゲスト材料）を他の物質（ホスト材料）に分散させることにより、発光層を構成することもできる。上記黄色～橙色の波長領域にピークを有する発光性の物質として、燐光性化合物を用いることができる。燐光性化合物を用いることにより、蛍光性化合物を用いた場合と比べて電力効率を3～4倍高めることができる。上述したピラジン誘導体を配位子とする有機金属錯体は燐光性化合物であり、発光効率が高い上に、黄色～橙色の波長領域の発光を得やすく、好適である。

40

【0132】

また、青色の波長領域にピークを有する発光性の物質として、例えばピレンジアミン誘導体を用いることができる。上記青色の波長領域にピークを有する発光性の物質として、蛍光性化合物を用いることができる。蛍光性化合物を用いることにより、燐光性化合物を用いた場合と比べて長寿命の発光素子を得ることができる。上述したピレンジアミン誘導体は蛍光性化合物であり、極めて高い量子収率が得られる上に、長寿命であるため、好適である。

【0133】

発光層は、図6（C）に示すように、第1電極104と第2電極112との間に、正孔注入層701、正孔輸送層702、発光層703、電子輸送層704、電子注入バッファ

50

一層 706、電子リレー層 707、及び第 2 電極 112 と接する複合材料層 708 を有していても良い。

【0134】

第 2 電極 112 と接する複合材料層 708 を設けることで、特にスパッタリング法を用いて第 2 電極 112 を形成する際に、発光層 110 が受けるダメージを低減することができるため、好ましい。複合材料層 708 は、前述の、正孔輸送性の高い有機化合物にアクセプター性物質を含有させた複合材料を用いることができる。

【0135】

さらに、電子注入バッファ層 706 を設けることで、複合材料層 708 と電子輸送層 704 との間の注入障壁を緩和することができるため、複合材料層 708 で生じた電子を電子輸送層 704 に容易に注入することができる。

10

【0136】

電子注入バッファ層 706 には、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、およびこれらの化合物（アルカリ金属化合物（酸化リチウム等の酸化物、ハロゲン化物、炭酸リチウムや炭酸セシウム等の炭酸塩を含む）、アルカリ土類金属化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む）、または希土類金属の化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む））等の電子注入性の高い物質を用いることが可能である。

【0137】

また、電子注入バッファ層 706 が、電子輸送性の高い物質とドナー性物質を含んで形成される場合には、電子輸送性の高い物質に対して質量比で、0.001 以上 0.1 以下の比率でドナー性物質を添加することが好ましい。なお、ドナー性物質としては、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、およびこれらの化合物（アルカリ金属化合物（酸化リチウム等の酸化物、ハロゲン化物、炭酸リチウムや炭酸セシウム等の炭酸塩を含む）、アルカリ土類金属化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む）、または希土類金属の化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む））の他、テトラチアナフタセン（略称：TTN）、ニッケロセン、デカメチルニッケロセン等の有機化合物を用いることもできる。なお、電子輸送性の高い物質としては、先に説明した電子輸送層 704 の材料と同様の材料を用いて形成することができる。

20

【0138】

さらに、電子注入バッファ層 706 と複合材料層 708 との間に、電子リレー層 707 を形成することが好ましい。電子リレー層 707 は、必ずしも設ける必要は無いが、電子輸送性の高い電子リレー層 707 を設けることで、電子注入バッファ層 706 へ電子を速やかに送ることが可能となる。

30

【0139】

複合材料層 708 と電子注入バッファ層 706 との間に電子リレー層 707 が挟まれた構造は、複合材料層 708 に含まれるアクセプター性物質と、電子注入バッファ層 706 に含まれるドナー性物質とが相互作用を受けにくく、互いの機能を阻害しにくい構造である。したがって、駆動電圧の上昇を防ぐことができる。

【0140】

電子リレー層 707 は、電子輸送性の高い物質を含み、該電子輸送性の高い物質の LUMO 準位は、複合材料層 708 に含まれるアクセプター性物質の LUMO 準位と、電子輸送層 704 に含まれる電子輸送性の高い物質の LUMO 準位との間となるように形成する。また、電子リレー層 707 がドナー性物質を含む場合には、当該ドナー性物質のドナー準位も複合材料層 708 におけるアクセプター性物質の LUMO 準位と、電子輸送層 704 に含まれる電子輸送性の高い物質の LUMO 準位との間となるようにする。具体的なエネルギー準位の数値としては、電子リレー層 707 に含まれる電子輸送性の高い物質の LUMO 準位は -5.0 eV 以上、好ましくは -5.0 eV 以上 -3.0 eV 以下とする。よい。

40

【0141】

電子リレー層 707 に含まれる電子輸送性の高い物質としてはフタロシアニン系の材料

50

又は金属 - 酸素結合と芳香族配位子を有する金属錯体を用いることが好ましい。

【0142】

電子リレー層707に含まれるフタロシアニン系材料としては、具体的にはCuPc、SnPc(Phthalocyanine tin(II) complex)、ZnPc(Phthalocyanine zinc complex)、CoPc(Cobalt(II)phthalocyanine, -form)、FePc(Phthalocyanine Iron)及びPhO-VOPc(Vanadyl 2,9,16,23-tetraphenoxy-29H,31H-phthalocyanine)のいずれかを用いることが好ましい。

【0143】

電子リレー層707に含まれる金属 - 酸素結合と芳香族配位子を有する金属錯体としては、金属 - 酸素の二重結合を有する金属錯体を用いることが好ましい。金属 - 酸素の二重結合はアクセプター性(電子を受容しやすい性質)を有するため、電子の移動(授受)がより容易になる。また、金属 - 酸素の二重結合を有する金属錯体は安定であると考えられる。したがって、金属 - 酸素の二重結合を有する金属錯体を用いることにより発光素子を低電圧でより安定に駆動することが可能になる。

【0144】

金属 - 酸素結合と芳香族配位子を有する金属錯体としてはフタロシアニン系材料が好ましい。具体的には、VOPc(Vanadyl phthalocyanine)、SnOPc(Phthalocyanine tin(IV) oxide complex)及びTiOPc(Phthalocyanine titanium oxide complex)のいずれかは、分子構造的に金属 - 酸素の二重結合が他の分子に対して作用しやすく、アクセプター性が高いため好ましい。

【0145】

なお、上述したフタロシアニン系材料としては、フェノキシ基を有するものが好ましい。具体的にはPhO-VOPcのような、フェノキシ基を有するフタロシアニン誘導体が好ましい。フェノキシ基を有するフタロシアニン誘導体は、溶媒に可溶である。そのため、発光素子を形成する上で扱いやすいという利点を有する。また、溶媒に可溶であるため、成膜に用いる装置のメンテナンスが容易になるという利点を有する。

【0146】

電子リレー層707はさらにドナー性物質を含んでいても良い。ドナー性物質としては、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属及びこれらの化合物(アルカリ金属化合物(酸化リチウムなどの酸化物、ハロゲン化物、炭酸リチウムや炭酸セシウムなどの炭酸塩を含む)、アルカリ土類金属化合物(酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む)、又は希土類金属の化合物(酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む))の他、テトラチアナフタセン(略称:TTN)、ニッケロセン、デカメチルニッケロセンなどの有機化合物を用いることができる。電子リレー層707にこれらドナー性物質を含ませることによって、電子の移動が容易となり、発光素子をより低電圧で駆動することが可能になる。

【0147】

電子リレー層707にドナー性物質を含ませる場合、電子輸送性の高い物質としては上記した材料の他、複合材料層708に含まれるアクセプター性物質のアクセプター準位より高いLUMO準位を有する物質を用いることができる。具体的なエネルギー準位としては、-5.0eV以上、好ましくは-5.0eV以上-3.0eV以下の範囲にLUMO準位を有する物質を用いることが好ましい。このような物質としては例えば、ペリレン誘導体や、含窒素縮合芳香族化合物などが挙げられる。なお、含窒素縮合芳香族化合物は、安定であるため、電子リレー層707を形成する為に用いる材料として、好ましい材料である。

【0148】

ペリレン誘導体の具体例としては、3,4,9,10-ペリレンテトラカルボン酸二無水物(略称:PTCDA)、3,4,9,10-ペリレンテトラカルボキシリックビスベ

10

20

30

40

50

ンゾイミダゾール（略称：PTCBI）、N，N' - ジオクチル - 3，4，9，10 - ペリレンテトラカルボン酸ジイミド（略称：PTCDI - C₈H）、N，N' - ジヘキシル - 3，4，9，10 - ペリレンテトラカルボン酸ジイミド（略称：Hex PTC）等が挙げられる。

【0149】

また、含窒素縮合芳香族化合物の具体例としては、ピラジノ[2，3 - f][1，10]フェナントロリン - 2，3 - ジカルボニトリル（略称：PPDN）、2，3，6，7，10，11 - ヘキサシアノ - 1，4，5，8，9，12 - ヘキサアザトリフェニレン（略称：HAT(CN)₆）、2，3 - ジフェニルピリド[2，3 - b]ピラジン（略称：2PYPR）、2，3 - ビス（4 - フルオロフェニル）ピリド[2，3 - b]ピラジン（略称：F2PYPR）等が挙げられる。

10

【0150】

その他にも、7，7，8，8 - テトラシアノキノジメタン（略称：TCNQ）、1，4，5，8 - ナフタレンテトラカルボン酸二無水物（略称：NTCDA）、パーフルオロペンタセン、銅ヘキサデカフルオロフタロシアニン（略称：F₁₆CuPc）、N，N' - ビス（2，2，3，3，4，4，5，5，6，6，7，7，7，8，8，8 - ペンタデカフルオロオクチル） - 1，4，5，8 - ナフタレンテトラカルボン酸ジイミド（略称：NTCDI - C₈F）、3'，4' - ジブチル - 5，5' - ビス（ジシアノメチレン） - 5，5' - ジヒドロ - 2，2'：5'，2' - テルチオフェン）（略称：DCMT）、メタノフラーレン（例えば、[6，6] - フェニルC₆₀ 醜酸メチルエステル等を用いることができる。

20

【0151】

なお、電子リレー層707にドナー性物質を含ませる場合、電子輸送性の高い物質とドナー性物質との共蒸着などの方法によって電子リレー層707を形成すれば良い。

【0152】

正孔注入層701、正孔輸送層702、発光層703、及び電子輸送層704は前述の材料を用いてそれぞれ形成すれば良い。

【0153】

そして、発光層110上に、第2電極112を形成する。

【0154】

30

第2電極112は、光の取り出し方向と反対側に設けられ、反射性を有する材料を用いて形成される。反射性を有する材料としては、アルミニウム、金、白金、銀、ニッケル、タングステン、クロム、モリブデン、鉄、コバルト、銅、又はパラジウム等の金属材料を用いることができる。そのほか、アルミニウムとチタンの合金、アルミニウムとニッケルの合金、アルミニウムとネオジムの合金などのアルミニウムを含む合金（アルミニウム合金）や銀と銅の合金などの銀を含む合金を用いることもできる。銀と銅の合金は、耐熱性が高いため好ましい。さらに、アルミニウム合金膜に接する金属膜、又は金属酸化物膜を積層することでアルミニウム合金膜の酸化を抑制することができる。該金属膜、金属酸化物膜の材料としては、チタン、酸化チタンなどが挙げられる。上述の材料は、地殻における存在量が多く安価であるため、発光素子の作製コストを低減することができ、好ましい。

40

【0155】

なお、本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることが可能である。

【0156】

（実施の形態4）

本実施の形態では、照明装置の応用例を示す。

【0157】

図7は、本発明の一態様である照明装置を室内の照明装置として用いた一例を示している。本発明の一態様である照明装置は、天井用照明装置8202としてのみならず、壁用照明装置8204としても用いることが可能である。また、当該照明装置は、卓上照明装

50

置 8 2 0 6 としても用いることが可能である。また本発明の一態様である照明装置は、面光源の光源を有するため、点光源の光源を用いた場合に比べ、光反射板等の部材を削減することができ、または熱の発生が白熱電球に比べて小さい点等、室内の照明装置として好ましい。

【 0 1 5 8 】

次に、本発明の一態様である照明装置を、誘導灯等の照明装置として適用した例について図 8 に示す。

【 0 1 5 9 】

本発明の一態様である照明装置を避難口誘導灯に適用した例について図 8 (A) に示す。

10

【 0 1 6 0 】

図 8 (A) は、一例として、避難口誘導灯の外観について示した図である。避難口誘導灯 8 2 3 2 は、照明装置と、蛍光部が設けられた蛍光板とを組み合わせる構成とすることができる。また、特定の色を発光する照明装置と、図面のような形状の透過部が設けられた遮光板とを組み合わせる構成とすることもできる。本発明の一態様である照明装置は、一定の輝度で点灯することができるため、常時点灯が求められる避難口誘導灯として好ましい。

【 0 1 6 1 】

本発明の一態様である照明装置を屋外用照明に適用した例について図 8 (B) に示す。

【 0 1 6 2 】

20

屋外用照明の一つとして例えば街灯が挙げられる。街灯は、例えば図 8 (B) に示すように、筐体 8 2 4 2 と、照明部 8 2 4 4 と、を有する構成とすることができる。本発明の一態様である照明装置は、照明部 8 2 4 4 に複数配置して用いることができる。図 8 (B) に示すように、街灯は、例えば道路沿いに設置して照明部 8 2 4 4 により周囲を照らすことができるため、道路を含め周囲の視認性を向上させることができる。

【 0 1 6 3 】

なお、街灯に電源電圧を供給する場合には、例えば図 8 (B) に示すように、電柱 8 2 4 6 の送電線 8 2 4 8 を介して電源電圧を供給することができる。ただしこれに限定されず、例えば光電変換装置を筐体 8 2 4 2 に設け、光電変換装置により得られた電圧を電源電圧として利用することもできる。

30

【 0 1 6 4 】

また、本発明の一態様である照明装置を携帯用照明に適用した例について図 8 (C) 及び図 8 (D) に示す。図 8 (C) は、装着型ライトの構成を示す図であり、図 8 (D) は手持ち型ライトの構成を示す図である。

【 0 1 6 5 】

図 8 (C) に示す装着型ライトは、装着部 8 2 5 2 と、照明部 8 2 5 4 を有し、照明部 8 2 5 4 は装着部 8 2 5 2 に固定されている。本発明の一態様である照明装置は、照明部 8 2 5 4 に用いることができる。図 8 (C) に示す装着型ライトは、装着部 8 2 5 2 を頭部に装着し、照明部 8 2 5 4 を発光させることができる。また、照明部 8 2 5 4 として面光源の光源を用いることにより、周囲の視認性を向上させることができる。また、照明部 8 2 5 4 は軽量であるため、頭部に装着して使用する際の負担を軽減することができる。

40

【 0 1 6 6 】

なお、図 8 (C) に示す装着型ライトの構成に限定されず、例えば装着部 8 2 5 2 をリング状にした平紐やゴム紐のベルトにし、該ベルトに照明部 8 2 5 4 を固定し、該ベルトを頭部に直接巻きつける構成とすることもできる。

【 0 1 6 7 】

図 8 (D) に示す手持ち型ライトは、筐体 8 2 6 2 と、照明部 8 2 6 6 と、スイッチ 8 2 6 4 と、を有する。本発明の一態様である照明装置は、照明部 8 2 6 6 に用いることができる。本発明の一態様である照明装置を照明部 8 2 6 6 に用いることにより、照明部 8 2 6 6 の厚さを薄くすることができ、小型にすることができるため、携帯しやすくするこ

50

とができる。

【 0 1 6 8 】

スイッチ 8 2 6 4 は、照明部 8 2 6 6 の発光または非発光を制御する機能を有する。また、スイッチ 8 2 6 4 は、例えば発光時の照明部 8 2 6 6 の輝度を調節する機能を有することもできる。

【 0 1 6 9 】

図 8 (D) に示す手持ち型ライトは、スイッチ 8 2 6 4 により照明部 8 2 6 6 を発光させることにより、周囲を照らすことができるため、周囲の視認性を向上させることができる。また本発明の一態様である照明装置は、面光源の光源を有するため、点光源の光源を用いた場合に比べ、光反射板等の部材を削減することも可能である。

10

【 0 1 7 0 】

なお、本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることが可能である。

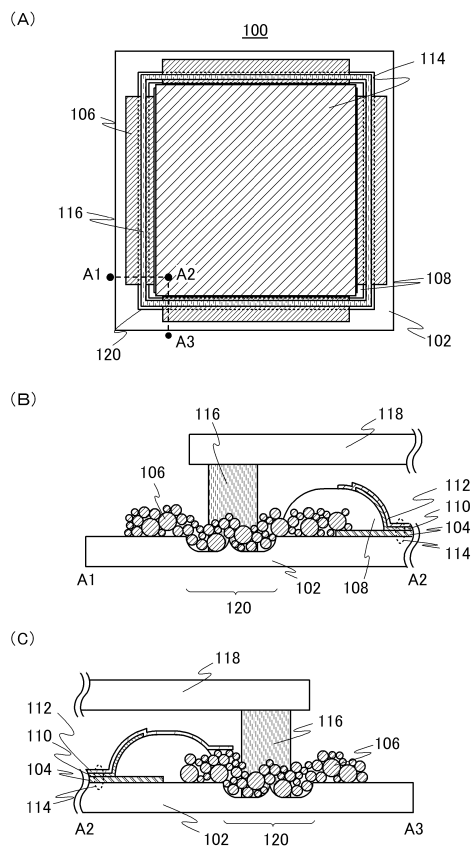
【 符号の説明 】

【 0 1 7 1 】

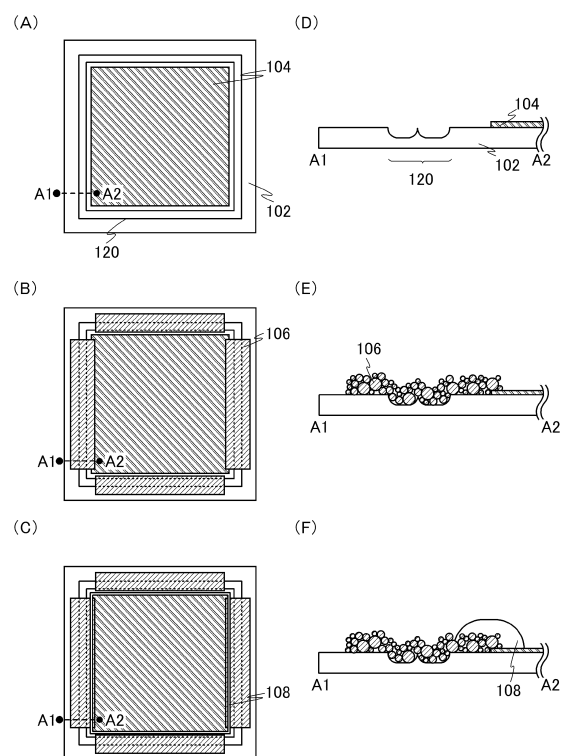
1 0 0	照明装置	
1 0 2	基板	
1 0 4	電極	
1 0 6	接続電極	
1 0 8	隔壁	
1 1 0	発光層	20
1 1 2	電極	
1 1 4	発光素子	
1 1 6	シール材	
1 1 8	封止基板	
1 2 0	凹凸領域	
1 2 0 a	凹凸領域	
1 2 2	平坦化樹脂	
1 2 4	マイクロレンズアレイ基板	
1 2 4 a	マイクロレンズアレイ基板	
1 2 4 b	マイクロレンズアレイ基板	30
2 0 0	照明装置	
7 0 1	正孔注入層	
7 0 2	正孔輸送層	
7 0 3	発光層	
7 0 4	電子輸送層	
7 0 5	電子注入層	
7 0 6	電子注入バッファ層	
7 0 7	電子リレー層	
7 0 8	複合材料層	
8 0 0	発光層	40
8 0 1	発光層	
8 0 3	電荷発生層	
8 2 0 2	天井用照明装置	
8 2 0 4	壁用照明装置	
8 2 0 6	卓上照明装置	
8 2 3 2	避難口誘導灯	
8 2 4 2	筐体	
8 2 4 4	照明部	
8 2 4 6	電柱	
8 2 4 8	送電線	50

8 2 5 2	装着部
8 2 5 4	照明部
8 2 6 2	筐体
8 2 6 4	スイッチ
8 2 6 6	照明部

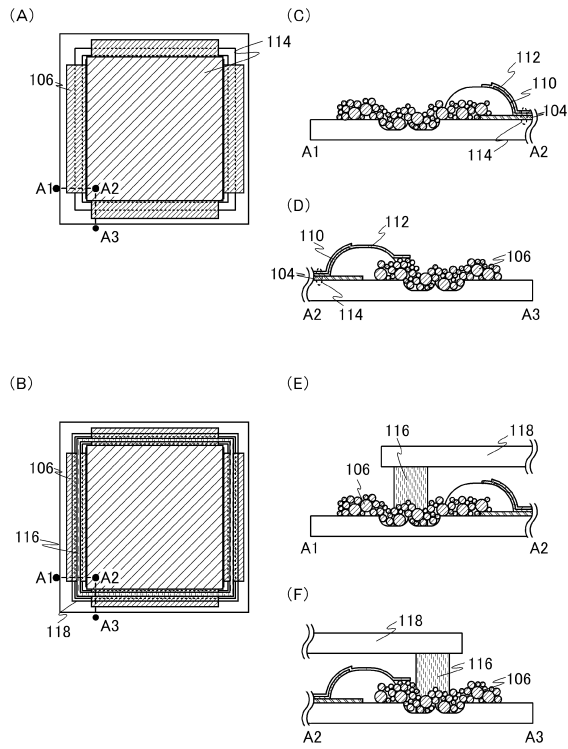
【図 1】



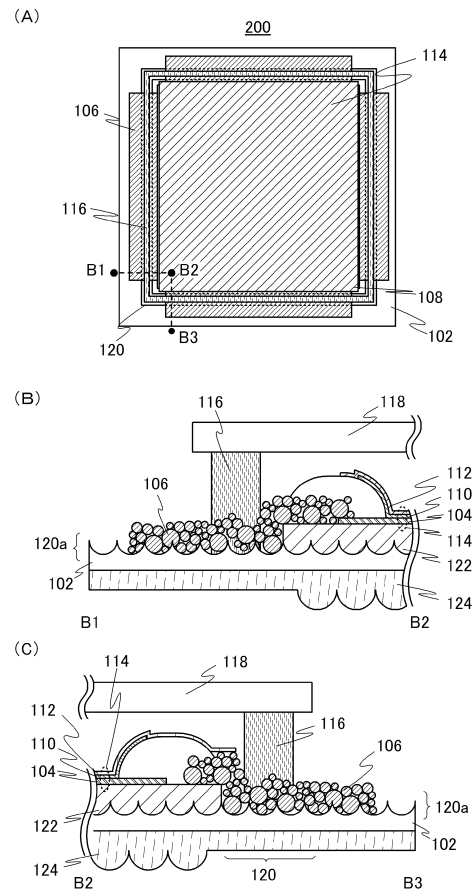
【図 2】



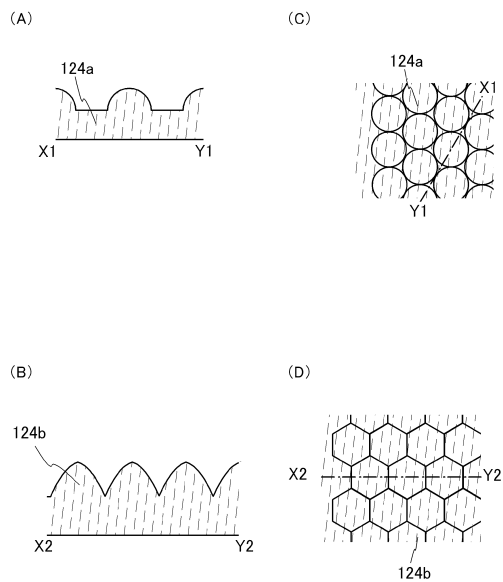
【図 3】



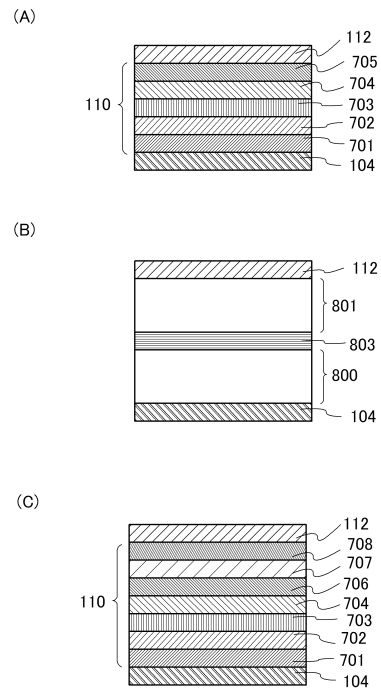
【図 4】



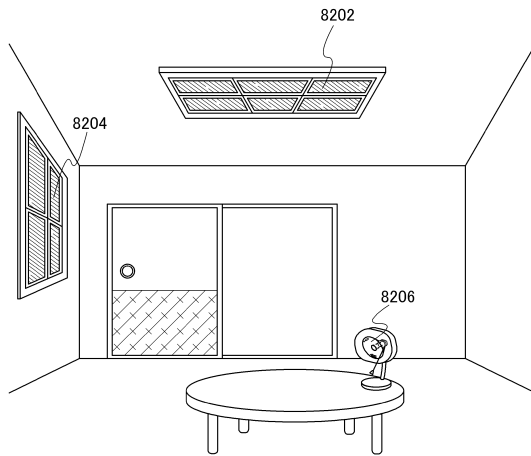
【図 5】



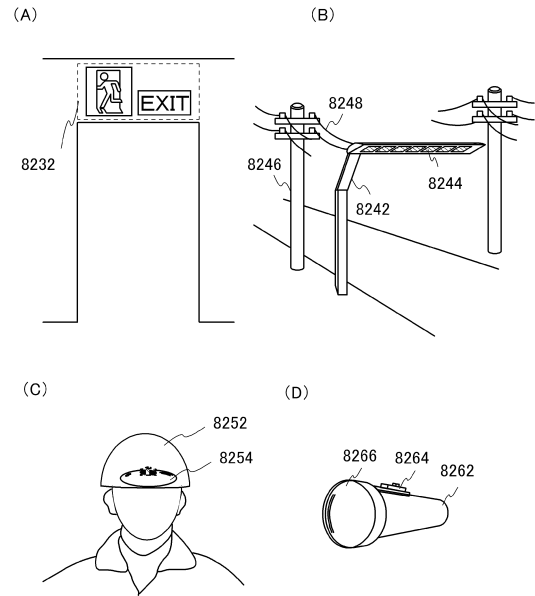
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-049001(JP,A)
特開2008-071663(JP,A)
特開平11-224772(JP,A)
特開2006-032056(JP,A)
特開2010-026350(JP,A)
特開2003-066868(JP,A)
国際公開第2010/044342(WO,A1)
特開2009-130132(JP,A)
特開2005-159143(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05B	33/02
H01L	51/50
H05B	33/04
H05B	33/06
H05B	33/10