

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5925511号
(P5925511)

(45) 発行日 平成28年5月25日(2016.5.25)

(24) 登録日 平成28年4月28日(2016.4.28)

(51) Int.Cl.	F 1
H05B 33/26 (2006.01)	H05B 33/26 Z
H05B 33/22 (2006.01)	H05B 33/22 Z
H05B 33/12 (2006.01)	H05B 33/12 B
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14 A
	H05B 33/22 C

請求項の数 10 (全 36 頁)

(21) 出願番号	特願2012-25713 (P2012-25713)
(22) 出願日	平成24年2月9日(2012.2.9)
(65) 公開番号	特開2012-182128 (P2012-182128A)
(43) 公開日	平成24年9月20日(2012.9.20)
審査請求日	平成27年1月21日(2015.1.21)
(31) 優先権主張番号	特願2011-27975 (P2011-27975)
(32) 優先日	平成23年2月11日(2011.2.11)
(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	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	瀬尾 哲史 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	山崎 舜平 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

審査官 中山 佳美

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】発光ユニット、発光装置、照明装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の発光素子と、第2の発光素子と、を有し、

前記第1の発光素子は、第1の電極と、第2の電極と、第1の隔壁と、発光性の有機化合物を含む第1の層と、を有し、

前記第2の発光素子は、第3の電極と、第4の電極と、第2の隔壁と、分離層と、発光性の有機化合物を含む第2の層と、を有し、

前記第2の電極は、前記第1の電極と重畠し、

前記第1の隔壁は、前記第1の電極の端部を覆い、

前記発光性の有機化合物を含む第1の層は、前記第1の電極と前記第2の電極との間に設けられ、 10

前記第4の電極は、前記第3の電極と重畠し、

前記第2の隔壁は、前記第3の電極上に設けられ、

前記分離層は、前記第3の電極上及び前記第2の隔壁上に設けられ、

前記発光性の有機化合物を含む第2の層は、前記第3の電極と前記第4の電極との間に設けられ、

前記第2の電極は、前記第3の電極と電気的に接続され、

前記第2の電極及び前記第4の電極は、有機化合物と金属酸化物を含む複合材料を有し、

前記分離層は、脚部と、台部と、を有し、

10

20

前記台部は、前記脚部が前記第3の電極及び前記第2の隔壁と接する領域の外側にせり出し、

前記第1の発光素子及び前記第2の発光素子を覆って封止膜を有し、

前記台部のせり出した部分の直下に乾燥剤を有することを特徴とする発光ユニット。

【請求項2】

請求項1において、

前記乾燥剤は、

前記台部のせり出した部分の直下であって、前記封止膜、前記第2の電極及び前記分離層で囲まれた部分に設けられ、

前記台部のせり出した部分の直下であって、前記封止膜、前記第4の電極及び前記分離層で囲まれた部分に設けられていることを特徴とする発光ユニット。

10

【請求項3】

請求項1または2において、

前記第2の電極は、前記台部と重畳する領域で、前記第3の電極と電気的に接続されていることを特徴とする発光ユニット。

【請求項4】

請求項1乃至請求項3のいずれか一項において、

前記第2の電極及び前記第4の電極は、前記複合材料と、金属材料または透光性を有する導電性材料の積層であることを特徴とする発光ユニット。

【請求項5】

20

請求項1乃至請求項4のいずれか一項において、

前記有機化合物は、正孔輸送性の高い有機化合物であることを特徴とする発光ユニット。

。

【請求項6】

請求項1乃至請求項5のいずれか一項において、

前記金属酸化物は、酸化モリブデンであることを特徴とする発光ユニット。

【請求項7】

請求項1乃至請求項6のいずれか一項において、

前記複合材料は、ハロゲン元素を有することを特徴とする発光ユニット。

【請求項8】

30

請求項7において、

前記ハロゲン元素は、フッ素元素であることを特徴とする発光ユニット。

【請求項9】

コンバータを有し、前記コンバータの出力電圧により、請求項1乃至請求項8のいずれか一項に記載の発光ユニットを駆動する発光装置。

【請求項10】

請求項1乃至請求項8のいずれか一項に記載の発光ユニットを発光部に備える照明装置

。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

有機エレクトロルミネッセンス(EL: Electroluminescence)を用いた発光素子(有機EL素子とも記す)を含む発光ユニットに関する。該発光ユニットを用いた発光装置、照明装置に関する。

【背景技術】

【0002】

有機EL素子の研究開発が盛んに行われている。有機EL素子の基本的な構成は、一対の電極の間に発光性の有機化合物を含む層を挟んだものである。この素子に電圧を印加することにより、発光性の有機化合物からの発光を得ることができる。

【0003】

50

有機EL素子は膜状に形成することができるため、大面積の素子を容易に形成することができ、照明等に応用できる面光源としての利用価値も高い。

【0004】

例えば、特許文献1には、有機EL素子を用いた照明器具が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2009-130132号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0006】

有機EL素子は比較的低い電圧、具体的には3V程度から数十V程度の電圧で駆動できる。従って、出力電圧が低い電源（例えば電池など）を電源に用いる用途、具体的には携帯可能な用途に用いる発光素子に好適である。

【0007】

しかし、家庭用の電灯線などから供給される電圧は、例えば100V程度から240V程度であるため、有機EL素子の駆動電圧との差が大きすぎる。よって、このような高電圧の電源を用いる場合は、電源電位を変換するコンバータ等が必要とされる。そこで、コンバータによるエネルギーの損失が問題となる。例えば、電圧を変換するコンバータの変換効率は入力電圧と出力電圧の差が大きいほど低下する傾向がある。具体的には、電灯線から得た100V程度から240V程度の電源電位を、3V程度から数十V程度で駆動可能な有機EL素子の駆動電圧まで降圧すると、コンバータにより多くのエネルギーが損なわれてしまうという問題がある。

20

【0008】

また、有機EL素子は下部電極と上部電極の間に発光性の有機化合物を含む層を備える。絶縁性の基板上に形成した下部電極上有機化合物を含む層と、上部電極を順次積層する方法としては、例えば真空蒸着法がある。真空蒸着法を用いて複数のEL層と複数の上部電極を形成する方法としては、金属板に開口部を設けたメタルマスク（シャドーマスクともいう）を用いる方法が知られている。基板と蒸着源の間に該メタルマスクを設け、該メタルマスクの開口部を介して基板に蒸着をおこなうと、開口部の形状に応じた形状の蒸着を行うことができる。なお、メタルマスクと基板の距離が短いほど、開口部に応じた明瞭な形状で、すなわち周辺部のボケが少ない島状の層が形成できる。

30

【0009】

しかし、メタルマスクを基板に近づけると不具合が生じる確率が高まる。例えば、メタルマスクの開口部にある開口端が、基板や基板上に形成済みの他の層を傷つけてしまう場合がある。具体的には、メタルマスクを基板に近づける際に、メタルマスクが基板表面を擦り、基板上に形成済みの他の層を破壊してしまう場合がある。また、メタルマスクに付着したゴミ（パーティクルと呼ばれる小さな異物を含む）が、基板に再付着してしまう場合もある。

【0010】

40

また、有機EL素子が有する下部電極や上部電極の抵抗率が高いと、消費電力の増加や、電圧降下による発光面内の輝度ばらつきが生じやすくなる。

【0011】

本発明は、このような技術的背景のもとでなされたものである。したがって、エネルギーの損失が少ない発光ユニットを提供することを目的の一とする。または、信頼性の高い発光ユニットを提供することを目的の一とする。または、開口率の高い発光ユニットを提供することを目的の一とする。または、発光面内の輝度ばらつきが少ない発光ユニットを提供することを目的の一とする。

【0012】

または、エネルギーの損失が少ない発光ユニットを備えた発光装置を提供することを目的

50

の一とする。または、信頼性の高い発光ユニットを備えた発光装置を提供することを目的の一とする。または、開口率の高い発光ユニットを備えた発光装置を提供することを目的の一とする。または、発光面内の輝度ばらつきが少ない発光ユニットを備えた発光装置を提供することを目的の一とする。

【0013】

または、エネルギーの損失が少ない発光ユニットを備えた照明装置を提供することを目的の一とする。または、信頼性の高い発光ユニットを備えた照明装置を提供することを目的の一とする。または、開口率の高い発光ユニットを備えた照明装置を提供することを目的の一とする。または、発光面内の輝度ばらつきが少ない発光ユニットを備えた照明装置を提供することを目的の一とする。

10

【0014】

または、エネルギーの損失が少ない発光ユニットの作製方法を提供することを目的の一とする。または、信頼性の高い発光ユニットの作製方法を提供することを目的の一とする。または、発光面内の輝度ばらつきが少ない発光ユニットの作製方法を提供することを目的の一とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

高い電源電位が供給される使用環境において、エネルギーの損失をできるだけ減らして、発光効率の優れた有機EL素子を動作するには、エネルギーの損失の原因となるコンバータを用いずに高い電源電位で有機EL素子を駆動するか、又はコンバータの変換効率が損なわれない程度の電源電位まで変換し、且つ有機EL素子の駆動電圧をそれに合わせる構成とすればよい。具体的には、有機EL素子を直列に接続して駆動電圧が高められた発光ユニットを構成し、コンバータを介して当該発光ユニットを高い電源電位に接続して用いればよい。

20

【0016】

一方で、複数の有機EL素子を直列に接続した構成においては、有機EL素子の接続部の一が断線すると発光ユニット全体が消灯してしまう。すなわち、当該発光ユニットを用いた照明装置の不良率が発光素子の接続部の不良率の積となり、該照明装置の信頼性を確保することが困難になるという副作用が生じてしまう。

【0017】

30

そこで、発明者は、複数の有機EL素子（以下、単に発光素子と記す）が直列に接続された発光ユニットが備える一方の発光素子の上部電極が、他方の発光素子の下部電極に接続する接続部の構成と、不良の発生原因となるメタルマスクに着眼した。そして、メタルマスクを用いることなく複数のEL層と複数の上部電極を形成し、第1の発光素子の上部電極が、第2の発光素子の下部電極に接続する構成、具体的には、第1の発光素子の下部電極の端部を覆う第1の隔壁を設け、第2の発光素子の下部電極上に、脚部及び脚部より投影面積が広くなるように電極上にせり出した台部を備える分離層と、分離層の一方の側に接する第2の隔壁とを設け、さらにメタルマスクを用いることなく形成された、発光性の有機化合物を含む層とそれに重ねて第1の発光素子の上部電極と第2の発光素子の上部電極とを有し、さらに第1の発光素子の上部電極が第1の隔壁を介して第1の発光素子の下部電極の端部と交差し、且つ分離層の台部と重なる領域において第2の発光素子の下部電極と電気的に接続する構成に想到し、上記課題の解決に至った。

40

【0018】

これにより、第1の発光素子と第2の発光素子が直列に接続され、駆動電圧が高められた発光ユニットを提供することができる。また、メタルマスクを複数の上部電極の形成に使用しないため、前述した周辺部のボケの問題が生じない。このため、第1の発光素子の上部電極と、第2の発光素子の下部電極を精度よく接続することが可能となり、発光ユニットの開口率（発光ユニットの面積と、実際に発光する領域の面積の比）を高めることができる。

【0019】

50

加えて、第1の隔壁を設けることで、第1の電極の端部に生じる段差部における第1の電極と第2の電極の短絡を防止でき、さらに第2の隔壁を設けることで、分離層の台部と重なる領域における第3の電極と第4の電極の短絡を防止できる。

【0020】

加えて、メタルマスクを用いずに複数のEL層と複数の上部電極を作製可能な構成とすることで、メタルマスクの開口端が基板表面を傷つけてしまうことによる不具合を防止でき、信頼性の高い発光ユニットを提供することができる。さらに、不要としたメタルマスクの作製費用並びに洗浄等の保守費用を削減する効果も奏する。

【0021】

また、有機EL素子が有する下部電極や上部電極に接するEL層の一部に有機化合物と金属酸化物を含む複合材料を用いることで有機EL素子のエネルギーの損失を低減させ、発光効率の優れた有機EL素子を実現することができる。加えて、上記複合材料にハロゲン元素を添加することで、複合材料の抵抗率を低減することが可能となり、電圧降下による発光面内の輝度ばらつきを低減することができる。10

【0022】

有機化合物と金属酸化物を含む複合材料は、配線や電極として用いることもできる。また、配線や電極として、ハロゲン元素を含む上記複合材料を用いることもできる。また、配線や電極として、上記複合材料と、金属材料および／または透光性を有する導電性材料の積層を用いることもできる。

【0023】

上部電極の抵抗値を下げることで、第1の発光素子の上部電極と、第2の発光素子の下部電極の接触面積を小さくすることができるため、発光ユニットの開口率を向上させることができる。20

【0024】

上記複合材料に含まれる有機化合物には、正孔輸送性の高い有機化合物を用いることができる。また、上記金属酸化物には、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、酸化タンゲステン、酸化マンガン、酸化レニウムなどを用いることができる。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。さらに、三酸化モリブデンを用いることが好ましい。また、上記複合材料としては、例えば、NPBと三酸化モリブデンとを含む複合材料を用いることができる。30

【0025】

なお、本明細書において、第1の発光素子の下部電極を第1の電極、上部電極を第2の電極とも記す。また、第2の発光素子の下部電極を第3の電極、上部電極を第4の電極とも記す。

【0026】

本発明の一態様は、第1の電極と、第1の電極と重畳する第2の電極と、第1の電極の端部を覆う第1の隔壁を有し、第1の電極と第2の電極の間に形成された発光性の有機化合物を含む層を備える第1の発光素子と、第3の電極と、第3の電極上に形成された第2の隔壁と、第3の電極及び第2の隔壁上に形成された分離層と、第3の電極と重畳する第4の電極と、第3の電極と第4の電極の間に形成された発光性の有機化合物を含む層を備える第2の発光素子を有し、第2の電極と第3の電極は電気的に接続され、第2の電極と前記第4の電極は、有機化合物と金属酸化物を含む複合材料を有することを特徴とする発光ユニットである。40

【0027】

なお、本明細書で示す発光素子は、トップエミッション構造である。したがって、第2の電極は発光性の有機化合物が発する光に対して透光性を有する。ただし、本発明はボトムエミッション構造やデュアルエミッション構造に適用することができる。ボトムエミッション構造の場合は、第1の電極が、発光性の有機化合物が発する光に対して透光性を有する。デュアルエミッション構造の場合は、第1の電極及び第2の電極が、発光性の有機化合物が発する光に対して透光性を有する。50

【発明の効果】**【0028】**

エネルギーの損失が少ない発光ユニットを提供することができる。または、信頼性の高い発光ユニットを提供することができる。または、開口率の高い発光ユニットを提供することができる。または、発光面内の輝度ばらつきが少ない発光ユニットを提供することができる。

【0029】

エネルギーの損失が少ない発光ユニットを備えた発光装置を提供することができる。または、信頼性の高い発光ユニットを備えた発光装置を提供することができる。または、開口率の高い発光ユニットを備えた発光装置を提供することができる。または、発光面内の輝度ばらつきが少ない発光ユニットを備えた発光装置を提供することができる。10

【0030】

エネルギーの損失が少ない発光ユニットを備えた照明装置を提供することができる。または、信頼性の高い発光ユニットを備えた照明装置を提供することができる。または、開口率の高い発光ユニットを備えた照明装置を提供することができる。または、発光面内の輝度ばらつきが少ない発光ユニットを備えた照明装置を提供することができる。

【0031】

エネルギーの損失が少ない発光ユニットの作製方法を提供することができる。または、信頼性の高い発光ユニットの作製方法を提供することができる。または、開口率の高い発光ユニットの作製方法を提供することができる。または、発光面内の輝度ばらつきが少ない発光ユニット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】**【0032】**

【図1】発光ユニットを説明するための上面及び断面図。

【図2】発光ユニットを説明するための断面図。

【図3】発光ユニットの第1の電極の形状を説明する断面図。

【図4】発光ユニットの作製工程を説明する断面図。

【図5】分離層として用いることの出来る形状を説明する断面図。

【図6】発光ユニットを説明するための断面図。

【図7】発光装置の構成を説明する図。

30

【図8】発光装置の構成を説明する図。

【図9】発光装置の構成を説明する図。

【図10】E L層の構成を説明する図。

【図11】照明装置を説明する図。

【発明を実施するための形態】**【0033】**

本発明の実施の形態の一例について、図面を用いて以下に説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨およびその範囲から逸脱することなくその形態およ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。40

【0034】

図面等において示す各構成の、位置、大きさ、範囲などは、理解の簡単のため、実際の位置、大きさ、範囲などを表していない場合がある。このため、開示する発明は、必ずしも、図面等に開示された位置、大きさ、範囲などに限定されない。なお、実施の形態を説明するための全図において、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付し、その繰り返しの説明は省略する。

【0035】

なお、本明細書等における「第1」、「第2」、「第3」などの序数は、構成要素の混同を避けるために付すものであり、数的に限定するものではない。

【0036】

50

(実施の形態 1)

本実施の形態では、本発明の一態様の発光ユニットについて図1乃至図5を用いて説明する。

【0037】

構成例

まず、本実施の形態で示す発光ユニットの構成について図1及び図2を用いて説明する。なお、本実施の形態では、3つ発光素子を直列に接続した発光ユニットを例示するが、接続する発光素子の数はこれに限定されない。

【0038】

<構成例1>

10

図1(A)は、発光ユニットの上面図であり、図1(B)は、図1(A)におけるA-A'間の断面図である。なお、図面をわかりやすくするため、図1(A)では全面に形成される平坦化層134、EL層102(EL層102a乃至EL層102c)、上部電極108(上部電極108a乃至上部電極108c)、封止膜138の記載を省略している。また、図2(A)は、図1(A)におけるB-B'間の断面図である。また、図2(B)は、図1(A)におけるC-C'間の断面図である。図1(A)(B)及び図2(A)(B)に示す発光ユニットは、基板100上に、配線133a、配線133b、平坦化層134、隔壁107、第1の発光素子11、第2の発光素子12、第3の発光素子13、分離層139(脚部139a及び台部139b)、封止膜138a、及び封止膜138bを有する。

20

【0039】

第1の発光素子11は、隔壁107に形成された開口部109と重畠し、平坦化層134上に形成された下部電極103aと、下部電極103a上に形成されたEL層102aと、EL層102a上に形成された上部電極108aとを備える。

【0040】

第2の発光素子12は、隔壁107に形成された開口部109と重畠し、平坦化層134上に形成された下部電極103bと、下部電極103b上に形成されたEL層102bと、EL層102b上に形成された上部電極108bとを備える。

【0041】

第3の発光素子13は、隔壁107に形成された開口部109と重畠し、平坦化層134上に形成された下部電極103cと、下部電極103c上に形成されたEL層102cと、EL層102c上に形成された上部電極108cとを備える。

30

【0042】

第1の発光素子11において、下部電極103aは、配線133aと接続している。第3の発光素子13において、上部電極108cは、取り出し電極160を介して配線133bと接続している。

【0043】

構成例1では、下部電極103a乃至下部電極103cの端部に絶縁性の隔壁107が設けられている。上部電極108aは、該隔壁107を介して下部電極103aの端部と交差する。上部電極108aと下部電極103bとは、直接接続している。よって、第1の発光素子11と第2の発光素子12は、直列接続している。また、上部電極108bは、該隔壁107を介して下部電極103bの端部と交差する。上部電極108bと下部電極103cとは、直接接続している。よって、第2の発光素子12と第3の発光素子13は、直列接続している。また、上部電極108cは、該隔壁107を介して下部電極103cの端部と交差する。上部電極108cと電極160とは、直接接続している。

40

【0044】

なお、隔壁107は順テーパー状の端部を有する。順テーパーとは、断面において、下地となる層に他の層がなだらかな角度で厚さを増して接する構成をいう。この時の角度をテーパー角という。言い換えると、テーパー角とは、テーパー形状を有する層(例えば、隔壁107)を、その断面(基板の表面と直交する面)に垂直な方向から観察した際に、当

50

該層の側面と底面がなす傾斜角を示す。テーパー角が90°未満である場合を順テーパーといい、テーパー角が90°以上である場合を逆テーパーという。層の端部を順テーパー状とすることで、その上に形成する膜が途切れてしまう現象（段切れ）を防ぐことができる。

【0045】

上部電極108aが下部電極103bと接続する領域は、分離層139の台部139bが下部電極103b上にせり出した領域に含まれ、回り込みを抑制して成膜するEL層102bは下部電極103b上に形成されず、回り込みを促進して成膜する上部電極108aのみが下部電極103bに接して形成される。

【0046】

これにより、第1の発光素子11と第2の発光素子12が直列に接続され、駆動電圧が高められた発光ユニットを提供することができる。また、第2の発光素子12と第3の発光素子13に関しても同様のことが言える。

【0047】

第1の発光素子11では、隔壁107が、下部電極103aの端部を覆うように設けられている。よって、下部電極103aの端部に生じる段差部における下部電極103aと上部電極108aの短絡を防止でき、信頼性の高い発光ユニットを提供することができる。さらに、下部電極103a上に隔壁を設けることで、台部139bと重なる領域における下部電極103aと上部電極108aの短絡を防止できる。また、第2の発光素子12と第3の発光素子13に関しても同様のことが言える。

【0048】

構成例1では、ボイド141（空穴）を有する。ボイド141には、乾燥剤を導入させることがさらに好ましい。

【0049】

構成例1では、分離層139が、脚部139aと台部139bから形成されている。また、分離層139は、脚部139aが下部電極103と隔壁107に接する領域の面積よりも、下部電極103に対する投影面積が広い台部139bを有している。すなわち、台部139bが、脚部139aが下部電極103と隔壁107に接する領域の外側にせり出して形成されている。

【0050】

また、発光素子の上面を覆って封止膜138a及び封止膜138bを設けることで、信頼性の高い発光ユニットを実現することができる。

【0051】

また、基板上に下地膜を設ける構成としても良い。封止膜や下地膜は、外部の水などから発光素子を保護する機能を有する。封止膜や下地膜を設けることで、発光素子の劣化を軽減し、発光ユニットの耐久性や寿命を向上させることができる。

【0052】

下部電極の形状について

また、下部電極の一方の端部の形状を工夫することにより、下部電極と上部電極がEL層を介する構成であっても下部電極と上部電極との物理的、電気的接触を良好にすることができる。

【0053】

図3に示す下部電極103の端部は、複数の段差形状を形成するように加工されている。このような段差形状を有する箇所では、比較的膜厚の小さいEL層102は段切れにより分断させることができる。一方、EL層102上に形成される上部電極108は、EL層102に比べて厚く形成することで、当該段差形状を分断することなく覆うことができる。したがって、EL層102が分断された段差形状の側面では、下部電極103と上部電極108とが直接接することが可能となり、電気的接触を良好にすることができる。

【0054】

なお、図3には下部電極の端部の一領域に凹部を設ける形状としたが、例えば下部電極の

10

20

30

40

50

端部をくし状の形状にするなど、EL層を効率的に分断させ、且つ上部電極が分断することなく覆うことの出来る形状を適宜設けることができる。

【0055】

<構成例2>

図6(A)は、構成例1と異なる構成を有する発光ユニットの断面図である。図6(A)に示す発光ユニットは、基板100上に、配線133a、平坦化層134、隔壁107、第1の発光素子11、第2の発光素子12、分離層139、封止膜138a、及び封止膜138bを有する。

【0056】

構成例2は、構成例1と分離層139の構成が異なる。構成例1において、分離層139は、脚部139aと台部139bが異なる材料で形成されている構成としたが、構成例2で示す分離層139は、1種の材料で作製されている。なお、構成例2は、分離層139以外は、構成例1と同様の構成を有している。

【0057】

<構成例3>

図6(B)は、構成例1及び構成例2と異なる構成を有する発光ユニットの断面図である。図6(B)に示す発光ユニットは、基板100上に、配線133a、平坦化層134、隔壁107、第1の発光素子11、第2の発光素子12、分離層139、封止膜138a、及び封止膜138bを有する。

【0058】

各発光素子は、平坦化層134上に形成された下部電極と、下部電極上に形成されたEL層と、EL層上に形成された上部電極とを備える。

【0059】

構成例3は、構成例1及び構成例2と、隔壁107の構成が異なる。構成例3では、下部電極103aの端部と、下部電極103aの端部に隣接する下部電極103bの端部を覆うように隔壁107が設けられている。よって、下部電極103aの端部及び下部電極103bの端部に生じる段差部における下部電極103aと上部電極108aの短絡を防止でき、信頼性の高い発光ユニットを提供することができる。また、上部電極108aが薄い場合においても、下部電極103bの端部に生じる段差部で上部電極108aが段切れにくくなり、信頼性の高い発光ユニットを提供することができる。

【0060】

さらに、下部電極103b上に隔壁を設けることで、台部139bと重なる領域における下部電極103bと上部電極108bの短絡を防止できる。

【0061】

また、構成例1乃至構成例3にて説明した発光ユニットは、メタルマスクを用いずに複数のEL層と複数の上部電極を作製することができる。このため、メタルマスクの開口端が基板表面を傷つけてしまうことによる不具合を防止でき、信頼性の高い発光ユニットを提供することができる。さらに、不要としたメタルマスクの作製費用並びに洗浄費用を削減する効果も奏する。

【0062】

材料

以下に、本発明の一態様である発光ユニットに用いることができる材料の一例を記す。

【0063】

[基板]

発光ユニットが有する発光素子の構造を、発光素子から放射する光を基板100側から取り出す構造(ボトムエミッション構造)とする場合に用いる基板100の材料としては、ガラス、石英、有機樹脂などの透光性を有する材料を挙げることができる。

【0064】

例えば、基板100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(PET)、ポリエチレンナフタレート(PEN)等のポリエステル

10

20

30

40

50

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、ポリエーテルスルファン（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、ガラス纖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。

【0065】

また、発光素子の構造を、発光素子から放射する光を基板100が無い側から取り出す構造（トップエミッション構造）とする場合に用いる基板100の材料としては、上記材料の他にも遮光性を有する材料を用いることができる。例えば、アルミニウム、銅、鉄、ニッケル等や、ステンレス若しくはアルミニウム合金などの金属材料を挙げることができる。10

また、基板100として、シリコンやゲルマニウムなどの半導体基板を用いることも可能である。

【0066】

特に、基板100に金属材料などの熱伝導性の良い材料を用いることで、発光素子に生じる熱を効率よく逃がすことができるため、発光ユニットの信頼性を高めることができる。すなわち、発光素子の構造をトップエミッション構造とすると、基板100に透光性基板を用いる必要がなくなるため、金属材料などの熱伝導性の良い材料を用いることができ、発光素子に生じる熱を効率よく逃がすことができる。また、配線133a及び配線133bと、基板100を直接接觸させたくない場合は、配線133a及び配線133bと、基板100の間に絶縁膜を設ければよい。20

【0067】

[封止膜・下地膜]

封止膜・下地膜は、バリア性を有する材料を用いて形成することができる。

【0068】

封止膜・下地膜としては、例えば、無機絶縁膜をスパッタリング法で形成することができる。例えば、窒化ケイ素膜、酸化アルミニウム膜、酸化ケイ素膜などを形成すれば良い。

【0069】

封止膜は、例えば水分の透過率が $10^{-6} \text{ g / m}^2 \cdot \text{day}$ 以下程度のガスバリア性を備えるものが好ましい。また、封止膜の構成としては、例えば無機物を含む層を少なくとも一層、有機物を含む層の間に挟んで積層したものを用いることができる。有機物を含む層としては、例えばエポキシ系などの接着材層を一例として挙げることができ、無機物を含む層としては酸化珪素、窒化珪素などバリア性を有する膜を一例として挙げができる。30

【0070】

具体的には、支持体となるフィルムに数十 μm の厚みで熱硬化性樹脂（例えば、エポキシ系接着剤）を塗布して乾燥し、その上に数 μm の無機膜（例えば、酸化珪素膜）を成膜した第1部材に、離型フィルムに熱硬化性のエポキシを塗布して乾燥した第2の部材を貼り合わせて積層体を構成する。次いで、離型フィルムを剥がした該積層体の表面を上述の発光素子の上面に向かい合わせて貼り合わせ、熱圧着したのちエポキシ樹脂を熱硬化すればよい。このような構成とすることで発光素子の劣化を軽減し、発光ユニットの耐久性や寿命を向上させることができる。40

【0071】

また、基板として有機樹脂を用いる場合には、下地膜として、 $25 \mu\text{m}$ 以上 $100 \mu\text{m}$ 以下の厚さのガラス層を用いても良い。ガラス層の厚さは、代表的には、 $45 \mu\text{m}$ 以上 $80 \mu\text{m}$ 以下である。有機樹脂基板とガラス層とを組み合わせることで水分又は不純物等が発光ユニットの外部から発光素子に含まれる有機化合物や金属材料に侵入することを抑制することができ、かつ発光ユニットの軽量化を実現することができる。

【0072】

[分離層]

分離層は、無機絶縁材料や有機絶縁材料を用いて形成することができる。例えば、ネガ型50

の感光性を有する樹脂材料を用いることができる。

【0073】

[発光素子]

【0074】

下部電極は、光を取り出す側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。10

【0075】

EL層は、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。

【0076】

また、本発明の一態様では、下部電極と上部電極の間に、複数のEL層を積層した発光素子（タンデム型発光素子）を適用することができる。好ましくは、2から4層（特に3層）構造とする。なお、EL層の構成例は他の実施の形態で詳細に説明する。20

【0077】

上部電極に用いることができる透光性を有する導電性材料としては、酸化インジウム、酸化インジウム酸化スズ合金（ITO）、酸化インジウム酸化亜鉛合金、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。

【0078】

また、上部電極として、金、白金、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）や酸化物を含む材料を用いてもよい。なお、金属材料（又はその窒化物や酸化物を含む材料）を用いる場合、透光性を有する程度に薄くすればよい。また、グラフェンを用いることもできる。30

【0079】

上部電極の膜厚は、例えば50nm以上300nm以下であり、好ましくは80nm以上130nm以下、さらに好ましくは100nm以上110nm以下である。

【0080】

[配線]

配線の材料としては、銅（Cu）、チタン（Ti）、タンタル（Ta）、タングステン（W）、モリブデン（Mo）、クロム（Cr）、ネオジム（Nd）、スカンジウム（Sc）、ニッケル（Ni）、から選ばれた材料又はこれらを主成分とする合金材料を用いて、単層で又は積層して形成する。また、配線の材料としてアルミニウムを用いることもできるが、アルミニウムと、ITOなどの金属酸化物導電膜を直接接して設けると、アルミニウムが酸化されて抵抗値が増大する恐れがある。よって、配線を積層構造とし、ITOなどと接しない層にアルミニウムを用いればよい。本実施の形態の配線は、チタン膜上に銅膜を積層する構成とした。銅は抵抗が低いため、好適に用いることができる。配線の膜厚は、2μm以上35μm以下とすることが好ましい。40

【0081】

[平坦化層]

平坦化層134は、無機絶縁材料又は有機絶縁材料を用いて形成することができる。なお、アクリル樹脂、ポリイミド、ベンゾシクロブテン系樹脂、ポリアミド、エポキシ樹脂等50

の、耐熱性を有する有機絶縁材料を用いると、平坦化絶縁膜として好適である。また上記有機絶縁材料の他に、低誘電率材料（low-k材料）、シロキサン系樹脂、PSG（リンガラス）、BPSG（リンボロンガラス）等を用いることができる。なお、これらの材料で形成される絶縁膜を複数積層させることで、平坦化層134を形成してもよい。

【0082】

平坦化層134の形成法は、特に限定されず、その材料に応じて、スパッタリング法、スピニコート法、ディッピング法、印刷法、インクジェット法等を用いることができる。

【0083】

[隔壁]

隔壁の材料としては、例えば、ポリイミド、アクリル樹脂、ポリアミド、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。10

【0084】

隔壁端部のテーパー角は、10度以上85度以下、好ましくは60度以上80度以下とするよい。特に感光性の樹脂材料を用い、下部電極上に開口部109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、絶縁膜の断面が描いている曲線の曲率半径が、0.2μm以上2μm以下であることが望ましい。

【0085】

隔壁の形成方法は、特に限定されないが、スパッタ法、蒸着法、液滴吐出法（インクジェット法）、印刷法（スクリーン印刷、オフセット印刷等）などを用いればよい。20

【0086】

隔壁の膜厚としては、例えば、20nm以上200nm以下とすれば良い。好ましくは、50nm以上100nm以下である。

【0087】

本実施の形態は、他の実施の形態と自由に組み合わせることができる。

【0088】

(実施の形態2)

本実施の形態では、先の実施の形態に示した本発明の一態様である発光ユニットの作製方法について、図4に示す断面図を用いて説明する。なお明瞭化のため、図4には図1で示した直列接続された複数の発光素子のうち、隣接する2つの発光素子を抜き出して示し、説明を行う。また、分離層139として用いることの出来る形状について、図5を用いて説明する。30

【0089】

<構成例1>

まず、基板100上に配線を構成する導電膜を形成する。当該導電膜は、スパッタリング法等の成膜方法を用いることができる。その後、公知の半導体加工技術を用いて不要な部分を除去し、配線133a、及び図4に図示しない配線133b（図1参照）を形成する。

【0090】

次に、配線133a、配線133bを覆う平坦化層134を形成する。平坦化層134の形成法は、特に限定されず、その材料に応じて、スパッタ法、SOG法、スピニコート、ディップ、スプレー塗布、液滴吐出法（インクジェット法）、印刷法（スクリーン印刷、オフセット印刷等）等を用いることができる。その後、配線133a、配線133bのそれぞれに達する開口135を形成する。40

【0091】

続いて、上記開口部を介して配線133a及び配線133bと接する導電膜を形成したのち、公知の半導体加工技術を用いて下部電極103a、下部電極103b、及び図4に図示しない取り出し電極160（図1参照）を形成する。

【0092】

その後、下部電極103a、下部電極103bにおいて、これらの方の端部を覆う隔壁50

107と、下部電極103a、及び103b上の隔壁107を同時に形成する(図4(A))。

【0093】

続いて、下部電極103a、下部電極103b上に分離層139を形成する。

【0094】

分離層139は、脚部139a、及び台部139bから構成される。また、分離層139は、脚部139aが下部電極103bと下部電極103b上に形成された隔壁107に接する領域の面積よりも、台部139bを下部電極103b上に投影した領域の面積が大きくなるように形成する。また、この加工を行う際、一度のパターニング工程で形成することが好みしい。

10

【0095】

まず、後の脚部139aとなる絶縁膜149aと、後の台部139bとなる絶縁膜149bとを順に形成する(図4(B))。

【0096】

本実施の形態では、絶縁膜149a、絶縁膜149bは共にネガ型の感光性を有する有機樹脂膜を用いる。また、絶縁膜149aは、絶縁膜149bよりも露光に用いる光に対する感光性が低い材料を用いる。この感光性の違いは、これらに同じ強度の光を照射した場合、感光性の低い絶縁膜149aは、絶縁膜149bよりもパターン径が小さくなることを意味する。

20

【0097】

絶縁膜149a及び絶縁膜149bを形成した後、選択的に光を照射する。その後、現像処理を行うことにより、脚部139a及び台部139bを有する分離層139が形成される(図4(C))。この際、分離層139は、上記感光性の違いにより、台部139bを投影した面積に対し、脚部139aが下部電極103b及び下部電極103b上に形成された隔壁107に接する領域の面積が小さい形状となる。

【0098】

なお、露光処理は複数回行ってもよく、例えば異なる2種類の波長を用いて2度の露光処理を行っても良い。

【0099】

次に、EL層及び上部電極となる導電層を成膜する。このとき、成膜されるEL層及び導電層の一部が分離層139によって物理的に分断されることにより、電気的に分離されたEL層102a、102bと、電気的に分離された上部電極108a、108bが形成される(図4(D))。すなわち、メタルマスクを用いなくとも、基板上に複数のEL層と複数の上部電極を作製することが可能となる。

30

【0100】

また、上部電極の成膜は、分離層139のせり出した部分である台部139bの直下に回りこむように成膜し、直前に成膜されるEL層を覆うように成膜する。このように成膜することにより、上部電極の一端はEL層を乗り越え、台部139bと重畠する領域で下部電極と接することにより電気的に接続される。また上部電極の他の一端は、台部139bと重畠する隔壁107に接して形成される。

40

【0101】

EL層の成膜方法としては、蒸着法等を用いることができる。また、上部電極の成膜方法としては、蒸着法、スパッタリング法等を用いることができる。スパッタリング法には例えばマグネットロンスパッタリング法のほかに、ミラートロンスパッタリング法を適用すると、回り込みを大きくすることができ好適である。

【0102】

上記のようにEL層を覆うように上部電極を形成する方法としては、成膜源と基板との距離を適宜設定することが挙げられる。例えば、成膜源と基板との距離を大きくとると台部139bのせり出した領域下への回り込みを小さくすることができ、一方この距離を小さくすることにより、台部139bのせり出した領域下への回り込みを大きくすることができます。

50

きる。したがって、E L層の形成では回り込みが小さくなるように成膜源と基板との距離を大きく設定し、一方上部電極の形成は、成膜源と基板との距離を小さく設定することにより形成することができる。

【0103】

以上により、基板100上に直列に接続された第1の発光素子11及び第2の発光素子12を形成することができる。

【0104】

続いて、基板100上の構造物全体を包み込むように覆う封止膜138a、138bを形成する(図4(E))。封止膜138aには、水分などの発光素子の劣化原因に繋がる不純物に対してバリア性を有する膜を用いることができる。例えば、スパッタリング法により形成される無機絶縁膜を用いることができる。10

【0105】

封止膜138aを形成すると、分離層139の台部139bのせり出した部分の直下に、ボイド141が形成される場合がある。しかし、封止膜138aを基板100上の構造物全体を包み込むように覆って形成するため、ボイド141は発光素子の信頼性になんら影響は及ぼさない。

【0106】

また、ボイド141には、乾燥剤を封入してもよい。例えば、封止膜138aを形成する前に、液滴吐出法等を用い、分離層139の台部139bのせり出して重なる領域下に乾燥剤を含む溶液を滴下、乾燥させることにより形成できる。ここで、用いる溶液の溶媒として水分を含まないことが好ましい。20

【0107】

また、封止膜138bは、上記実施の形態で例示した封止膜を適宜用いることができる。例えば、エポキシ樹脂を有するフィルムを基板100に貼り合わせ、熱圧着することにより形成することができる。

【0108】

なお、本実施の形態では、分離層139の形成方法として、感光性の異なる2種類の有機樹脂膜を用いる方法について説明したが、他の作製方法を適用することも出来る。

【0109】

例えば、絶縁膜149aとして無機絶縁膜を用い、絶縁膜149bとして感光性の有機膜を用いて形成することができる。まず露光、現像処理等を行い絶縁膜149bの不要な部分を除去し、台部139bを形成する。その後、台部139bをマスクとして用い、絶縁膜149aをエッチングすることにより脚部139aが形成される。このとき、形成される脚部139aは、下部電極103に対する投影面積が台部139bよりも小さくなるよう、エッチング時間等の条件を適宜調整する。また、絶縁膜149aのエッチングに用いる方法としては、露出する下部電極103や隔壁107へのエッチングによるダメージの小さい方法を用いることが好ましい。30

【0110】

また、絶縁膜149aと絶縁膜149bとして、エッチング速度の異なる無機材料を組み合わせて用いることにより形成することもできる。代表的にはシリコン酸化膜とシリコン窒化膜の組み合わせが挙げられるが、これに限られず、シリコンやゲルマニウムを含む絶縁膜や、有機絶縁膜、金属酸化物絶縁膜等から選択された組み合わせを適宜用いることができる。まず、絶縁膜149b上にフォトリソグラフィ法によりレジストマスクを形成し、絶縁膜149aに対するエッチング速度の遅い条件で絶縁膜149bをエッチングすることにより、台部139bを形成した後、レジストマスクを除去する。その後、台部139bをマスクとして、台部139bを構成する膜に対するエッチング速度の遅い条件で絶縁膜149aをエッチングすることにより、脚部139aを形成する。レジストマスクの除去は、台部139bを形成した後でも、脚部139aを形成した後でもよく、レジストマスクを除去せずに残しておくこともできる。また、エッチングの方法については、上記と同様、下層へのエッチングによるダメージに配慮することが好ましい。40

【0111】

また、絶縁膜149aと、絶縁膜149bに、それぞれ反対の感光性を有する有機樹脂膜を用いて形成してもよい。例えば、絶縁膜149aにポジ型の感光性を有する有機樹脂膜を用い、絶縁膜149bにネガ型の感光性を有する有機樹脂膜を用いて形成することができる。この場合、絶縁膜149aを成膜し、選択的に露光、現像、加熱処理等を行うことにより、脚部139aを形成し、続いて絶縁膜149bを成膜した後に、選択的に露光、現像、加熱処理等を行うことにより、台部139bを形成することで、分離層139を形成することができる。

【0112】

また、絶縁膜149aとして感光性の有機膜を用い、絶縁膜149bに無機絶縁膜を用いても良い。まず、絶縁膜149a及び絶縁膜149bの積層膜を形成し、フォトリソグラフィ法を用いて絶縁膜149bをエッチングして台部139bを形成する。続いて台部139bをハードマスクとして、絶縁膜149aを逆テーパー形状になるようエッチングすることにより、脚部139aを形成する。ここで絶縁膜149aのエッチングの際に、ドライエッチングを用いると、脚部139aの形状を制御しやすいため好ましい。

10

【0113】

分離層139は、上記の作製方法に限らず、絶縁膜149a、絶縁膜149bとしてネガ型の感光性有機膜、ポジ型の感光性有機膜、無機絶縁膜等を組み合わせて適宜形成することができる。また、上記では分離層139が2層構造である場合を示したが、単層でも良いし、2層以上の多層構造とすることが出来る。

20

【0114】

このように、分離層139は様々な作製方法により形成することができる。したがって、このような作製方法の違いにより、分離層139は異なる形状となる場合がある。以下、分離層139として用いることの出来る形状について図5を参照して説明する。

【0115】

図5(A)に示す分離層139は、異なる絶縁膜からなる脚部139aと、台部139bとを有する。脚部139a、及び台部139bの断面形状は、共に概略四辺形の形状を有し、台部139bの下部電極103に対する投影面積が、脚部139aが下部電極103と下部電極103b上に形成された隔壁107に接する面積よりも大きい特徴を有している。なお、台部139bの断面形状における上端の角は、丸みを帯びていても良い。また、図5(A)に示すように、脚部139aの上部は広がりを有していても良い。

30

【0116】

図5(B)に示す分離層139は、単一の絶縁膜から構成されており、その断面は角柱の中ほどから底部にかけてくびれを設けたような形状を有している。また、その上部は、底部に対して水平方向にせり出した形状となっている。なお、上記と同様に、上端の角は丸みを帯びていても良い。

【0117】

図5(C)に示す分離層139は、異なる絶縁膜からなる脚部139aと台部139bとを有する。脚部139a及び台部139bの断面形状は概略台形形状である。分離層139を上部から見たとき、脚部139aは、上部よりも底部の投影面積の方が大きく、一方、台部139bは、上部よりも底部の投影面積の方が小さい形状となっている。さらに、台部139bの上部の面積よりも、脚部139aの底部の面積が小さい特徴を有している。

40

【0118】

ここで、図5(A)(B)(C)に示す分離層139は、以下のよう共通の特徴を有している。図5(A)(B)(C)の破線に示すように、いずれの分離層139においても、分離層139の上部(又は台部)の先端と、分離層139の下部(脚部)側面が下部電極103と接する点を結んだ直線145よりも、脚部側に空間146を有する形状となっている。このようなくびれた部分を設けることにより、EL層の成膜時には回り込みを抑制した成膜方法を、また上部電極の成膜時には回り込みを促進した成膜方法を適用するこ

50

とが可能となり、上部電極と下部電極との電気的接続が容易になる。

【0119】

また、分離層139のテーパー角は、下部電極103の上面が接する分離層139の底面、または隔壁107の上面が接する分離層139の底面と、直線145がなす傾斜角と見ることもできる。

【0120】

上記実施の形態で例示した構成例1以外の他の構成例についても、構成例1と同様の作製方法をほぼ適用することが出来る。構成例1と異なる点を以下に挙げる。

【0121】

<構成例2>

10

構成例2(図6(A)参照)は、分離層139が構成例1と異なる。分離層139はネガ型の感光性を有する有機膜を形成し、露光、現像処理を行うことにより形成することができる。ここで、有機膜の下部に向かって露光強度が低下するよう露光強度を調整することにより、分離層139の下部への光の回りこみの影響が促進され、分離層139をいわゆる逆テーパー形状とすることが出来る。

【0122】

<構成例3>

構成例3(図6(B)参照)は、隔壁107が、下部電極103aの端部と該端部に隣接する下部電極103bの端部を覆う点で構成例1と異なる。したがって、隔壁107を隣接する下部電極の端部を覆う形状となるように形成すればよい。

20

【0123】

本実施の形態の作製方法では、感度が異なる感光性樹脂を二種類積層された層を用い、選択的に露光し、現像して分離層139を形成する。また、回り込みを抑制してEL層102を成膜し、回り込みを促進して上部電極108を形成する。このような方法により、脚部139aより上部電極108上にせり出した台部139bを有する分離層139を容易に形成することができ、加えてメタルマスクを用いることなく、下部電極103と上部電極108の間にEL層102を形成し、且つ台部139bと重畠する領域において上部電極108と下部電極103(図6(B)においては、上部電極108aと下部電極103b)を電気的に接続できる。メタルマスクを用いずに複数のEL層と上部電極を作製する方法であるため、メタルマスクの開口端が基板表面を傷つけてしまうことによる不具合を防止でき、信頼性の高い発光ユニットを提供することができる。さらに、不要としたメタルマスクの作製費用並びに洗浄等の保守費用を削減する効果も奏する。

30

【0124】

本実施の形態は、他の実施の形態と自由に組み合わせることができる。

【0125】

(実施の形態3)

本実施の形態では、本発明の一形態として上記実施の形態で例示した発光ユニットを適用した発光装置の一例について、図7及び図8を用いて説明する。

【0126】

図7(A)に、発光装置1000の構成の模式図を示す。発光装置1000は、コンバータ150と、複数の発光ユニット10を有する。複数の発光ユニット10はそれぞれ並列に接続し、それぞれの発光ユニット10には、コンバータ150に接続される配線133a、及び配線133bが接続される。

40

【0127】

コンバータ150は、例えば、家庭用の交流電源から出力される電圧を直流電圧に変換するAC-DCコンバータや、入力された直流電圧と異なる大きさの直流電圧を出力するDC-DCコンバータなどを用いることができる。コンバータ150に接続される配線133a及び配線133bには、異なる電圧が输出される。配線133a及び配線133bに接続される発光ユニット10はこの電圧差により電流を流し、発光させることができる。

【0128】

50

並列に接続される複数の発光ユニット10は、コンバータ150の出力特性に応じて、その数を適宜設定すればよい。コンバータ150の流すことの出来る電流が大きいほど、多くの発光ユニット10を並列に接続することができる。

【0129】

次に、発光ユニット10の構成について図7(B)及び図7(C)を用いて説明する。図7(B)は、発光ユニット10の構成とそれらの接続関係を模式的に示した図であり、図7(C)は、発光ユニット10内の複数の発光素子の接続関係を示す等価回路である。

【0130】

図7(B)に示す発光ユニット10a、発光ユニット10b、及び発光ユニット10cは、それぞれ複数の発光素子1100を有し、配線133a及び配線133bに接続している。本実施の形態では、9個の発光素子1100が、行方向、列方向にマトリクス状に複数配置された構成の発光ユニット10について例示する。なお、発光ユニット10に設ける発光素子1100の数は、上記コンバータ150の出力特性や、発光装置1000のレイアウトなどによって適宜設定すればよい。10

【0131】

それぞれの発光素子1100は上記実施の形態で例示した発光素子を適用することができ、それぞれ下部電極103、EL層102、及び上部電極108を有する。

【0132】

発光ユニット10a乃至発光ユニット10cは、それが行方向に直列に接続された複数の発光素子1100を有している。具体的には、行方向に配置された発光素子1100は、上部電極が隣接する発光素子1100の下部電極に接続され、これが繰り返されることにより、直列接続されている。発光素子1100は、上記実施の形態に例示した方法、構成を用いて接続することが出来る。また、発光ユニット10a乃至発光ユニット10cは、列方向に並列に接続されている。20

【0133】

また、図7(B)には、2つの発光ユニット10を左右対称に設けた構成を示している。このような構成とすることにより、配線133a、及び配線133bのそれぞれの発光素子に接続する部分を共有して用いることができるため、発光ユニット10間のスペースを小さく出来、基板面積に対する発光面積を大きくすることができる。

【0134】

上記接続関係を示した等価回路を図7(C)に示す。このように直列に接続された発光素子1100の一群を並列に接続することにより、例えば発光ユニット10内の一つの発光素子1100がショートしてしまった場合でも、他の発光素子に流れる電流が遮断されること無く発光させることができる。30

【0135】

本実施の形態では、直列に接続された発光素子の一群を並列接続する構成としたが、列方向に隣接する各発光素子間において、それぞれの発光素子の下部電極、又は上部電極を接続し、列方向に並列接続する構成としてもよい。このように、直列接続、並列接続を組み合わせた接続関係とすることにより、例えば発光ユニット10内の一つの発光素子1100がショート、若しくは絶縁化してしまったときでも、当該発光素子1100に隣接する他の発光素子1100に流れる電流が遮断されること無く、発光させることが可能となる。40

【0136】

図8(A)及び図8(B)に、図7(A)におけるG-G'間の断面図を示す。

【0137】

図8(A)を用いて、基板として有機樹脂基板を用いた場合の発光装置の一例を説明する。図8(A)に示す発光装置は、第1の基板100a上に、第1のガラス層173aが形成され、第1のガラス層173a上に複数の発光ユニット10が設けられている。図8(A)において、第1のガラス層173a及び第2のガラス層173bは、シール材171で貼り合わされている。図8(A)に示す発光装置は、第1のガラス層173a、第2の50

ガラス層 173b 及びシール材 171 で囲まれた空間 175 に発光ユニット 10 を備える構成となっている。また、第 1 の基板 100a 及び第 2 の基板 100b は、シール材 172 で貼り合わされている。

【0138】

シール材 171 とシール材 172 との間には空間を設けても良い。また、シール材 171 とシール材 172 とが接していても良い。

【0139】

なお、発光ユニット 10 を構成する EL 層と上部電極となる導電層を成膜する際に、発光ユニット 10 が形成される領域は覆わず、シール材 171 及びシール材 172 が形成される領域を覆うメタルマスクを用いて、シール材 171 及びシール材 172 が形成される領域に EL 層及び導電層が成膜されないようにしてもよい。10

【0140】

上記発光装置において、第 1 の基板 100a 及び第 2 の基板 100b は同じ有機樹脂材料からなることが好ましい。同じ材料で形成することで、熱歪みや物理的衝撃による形状不良を抑制することができる。よって、作製時及び使用時における発光装置の変形や破損などを抑制することができる。

【0141】

本発明の一態様の発光装置は、有機樹脂基板とガラス層とを用いる。よって、発光装置を軽量化できる。さらに、水分又は不純物等が発光装置の外部から発光ユニット 10 に含まれる有機化合物や金属材料に侵入することを抑制することができる。20

【0142】

図 8 (B) を用いて、第 1 の基板 100a として金属基板、第 2 の基板 100b としてガラス基板を用いた場合の発光装置の一例を説明する。図 8 (B) に示す発光装置は、第 1 の基板 100a 上に絶縁膜 178 を介して複数の発光ユニット 10 が設けられている。図 8 (B) において、第 1 の基板 100a 及び第 2 の基板 100b は、シール材 172 で貼り合わされている。

【0143】

第 1 の基板 100a として用いる金属基板の材料に特段の限定はないが、アルミニウム、銅、ニッケル等の金属、または、アルミニウム合金若しくはステンレスなどの金属の合金などを用いることができる。また、金属基板の膜厚に特段の限定はないが、例えば、10 μm 以上 200 μm 以下のものを用いると、発光装置の軽量化が図れるため好ましい。30

【0144】

第 1 の基板 100a としては、金属基板のほかにも、ガラス基板や石英基板などを用いることができる。

【0145】

図 8 (A) に示すように、コンバータ 150 は上下の基板の間に設けることができる。また、図 8 (B) に示すように、第 2 の基板 100b を第 1 の基板 100a よりも小さくすることで、発光装置の厚みを変えずに厚みのあるコンバータを内蔵することができる。

【0146】

空間 175 には、不活性気体（窒素、アルゴンなど）が充填されている（図 8 (A)）。また、空間 175 内の、発光ユニット 10 の発光の妨げにならない領域に、乾燥剤を入れても良い。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。40

【0147】

空間 175 を、透光性を有する充填材 176 で充填する構成とすることもできる（図 8 (B)）。充填材 176 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、乾燥剤入りの充填材 176 を用いることもできる。

【0148】

10

20

30

40

50

また、充填材 176 と発光ユニット 10との間に保護膜を形成しても良い。保護膜を設けることで、充填材 176 から E L 層に水分が侵入することを防ぐことができ、発光ユニット 10 の寿命の低下を抑制することができる。保護膜としては、例えば、窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜等を用いることができる。

【0149】

シール材 171 としては公知の材料を用いることができる。例えば、熱硬化型の材料、紫外線硬化型の材料を用いても良い。シール材 171 には、ガラス同士を接着することができる材料、シール材 172 には、有機樹脂同士を接着することができる材料を用いる。これらの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、乾燥剤入りのシール材を用いることもできる。10

【0150】

本実施の形態は、他の実施の形態と自由に組み合わせることができる。

【0151】

(実施の形態 4)

本実施の形態では、上記実施の形態で例示した発光ユニット 10 を適用した発光装置の光取り出し効率を向上させる構成について、図 9 を用いて説明する。なお、図 9 は、図 8 (B) で説明した発光装置の光取り出し効率を向上させる例について示している。

【0152】

一般に、有機 E L 素子を用いた発光装置は、光を発光装置の外（大気中）へ取り出すときに発光装置内、又は発光装置と大気との境界面で全反射が起こる条件があり、発光ユニット 10 の光取り出し効率は 100% より小さいという問題がある。一般的には、発光ユニット 10 の光取り出し効率は、20% から 30% 程度と言われている。20

【0153】

具体的には、屈折率の高い媒体 A から屈折率の低い媒体 B へ光が入射する際に、入射する角度により全反射することがある。

【0154】

このとき、媒体 A と媒体 B との界面に凹凸の構造を設けることが好ましい。このような構成にすることで、媒体 A から媒体 B に臨界角を超えて入射する光が全反射し、光の取り出し効率が低下する現象を抑制することができる。30

【0155】

下記に記す本発明の一態様である発光装置の光取り出し効率は、本発明を適用していない発光装置の 1.2 倍から 2 倍程度にすることができる。

【0156】

<変形例 1>

変形例 1 は、基板 100b の大気と接する側の面に、凹凸形状を有する構造体 118 を有する以外は、実施の形態 3 に示した構成と同様の構成を適用することができる。

【0157】

基板 100b の屈折率は大気の屈折率よりも大きいため、基板 100b と大気との界面で全反射が起こることがある。変形例 1 では、大気と基板 100b の界面に構造体 118 を設けているため、全反射の影響で大気中に取り出せない光を低減し、発光ユニット 10 の光の取り出し効率を向上させることができる。40

【0158】

構造体 118 は、ストライプ状であっても効果を奏するが、マトリクス状であることが好ましい。凹凸のパターンは、特に限定されず、例えば、円錐、角錐（三角錐、四角錐等）、傘状などの頂点を有する形状や、半球状とすることができる。

【0159】

凹凸の大きさ、高さについては、0.1 μm 以上 1000 μm 以下程度とすることが好ましい。特に、1 μm 以上であると、光の干渉による影響を抑制することができるため、好ましい。50

【0160】

凹凸のパターンは、隣り合う部分において隙間が生じないように設けられていることが好ましい。例えば、パターンは最密充填で配置されることが好ましい。また、パターンは基板の大気と接する面全面又は一部に形成すれば良い。少なくとも発光領域に形成されていることが好ましい。

【0161】

構造体118は、基板100bの表面に、半球レンズ、マイクロレンズアレイや、凹凸形状を有する構造体118が施されたフィルム、光拡散フィルム等を、公知の接着剤等を用いて接着することで形成することができる。

【0162】

また、基板100bに直接凹凸の構造を形成しても良い。基板に直接凹凸の構造を形成する方法としては、例えば、エッチング法、砥粒加工法（サンドブラスト法）、マイクロプラスチック加工法、液滴吐出法や、印刷法（スクリーン印刷やオフセット印刷などパターンが形成される方法）、スピンドルコート法などの塗布法、ディッピング法、ディスペンサ法、ナノインプリント法等を適宜用いることができる。

【0163】

本発明の一態様では、大気と接する面に構造体118を設けることで、全反射の影響で大気に取り出せない光を低減し、発光装置の光の取り出し効率を向上させることができる。

【0164】

<変形例2>

次に、図9(A)と異なる構成を有する発光装置について、図9(B)及び図9(C)を用いて説明する。

【0165】

実施の形態3で説明した図8(B)では、空間175を、透光性を有する充填材176で充填する構成を示した(図8参照)。このため、発光ユニット10から発せられた光は、充填材176を介して基板100bへ入射する際に全反射することがある。したがって、全反射が起こる条件がある界面に凹凸の構造体を設けることが好ましい。

【0166】

変形例2で説明する発光ユニット10(図9(B))は、基板100bの発光ユニット10側に凹凸形状を有する構造体122を設ける。これら以外は、実施の形態3に示した構成と同様の構成を適用することができる。

【0167】

変形例2では、基板100bと充填材176の間に構造体122を設ける。よって、臨界角を超えて入射する光が全反射し、光の取り出し効率が低下する現象を抑制することができる。

【0168】

なお、先の実施の形態で記した構造体118と組み合わせた構成の一例について、図9(C)に示す。構造体118と構造体122の両方を設けることで、光の取り出し効率をさらに高めることができる。

【0169】

構造体122は、構造体118と同様に形成することができる。凹凸の大きさ、高さについては、0.1μm以上1000μm以下程度とすることが好ましい。特に、1μm以上であると、光の干渉による影響を抑制することができるため、好ましい。

【0170】

また、凹凸の大きさによっては、凹凸のパターンに周期性があると、凹凸が回折格子のような働きをすることで、干渉効果が強くなり、特定の波長の光が大気に取り出されやすくなることがある。したがって、凹凸のパターンは周期性をもたないことが好ましい。また、パターンは少なくとも発光領域に形成されなければ良い。

【0171】

本実施の形態では、凹凸の構造体を設けることで、臨界角を超えて入射する光が全反射し

10

20

30

40

50

、発光ユニット10内を光が導波して光の取り出し効率が低下する現象を抑制することができる。

【0172】

本実施の形態は、他の実施の形態と自由に組み合わせることができる。

【0173】

(実施の形態5)

本実施の形態では、本発明の一様に適用できるEL層の一例について、図10を用いて説明する。

【0174】

図10(A)に示すEL層102は、下部電極103と上部電極108の間に設けられている。下部電極103及び上部電極108は、実施の形態1と同様の構成を適用することができる。
10

【0175】

本実施の形態において、EL層102は、下部電極103側から、電子注入層705、電子輸送層704、発光性の有機化合物を含む層703、正孔輸送層702、及び正孔注入層701、の順で積層されている。

【0176】

図10(A)に示す発光素子の作製方法について説明する。

【0177】

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、酸化モリブデン、酸化チタン、酸化バナジウム、酸化レニウム、酸化ルテニウム、酸化クロム、酸化ジルコニアム、酸化ハフニウム、酸化タンタル、酸化銀、酸化タンゲステン、酸化マンガン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(I)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。
20

【0178】

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:DPAAB)、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。
30

【0179】

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:Polyl-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/PPS)、ポリアニリン/ポリ(スチレンスルホン酸)(PAni/PPS)等の酸を添加した高分子化合物を用いることができる。
40

【0180】

50

20

30

40

50

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、上部電極108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性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、上部電極108からEL層102への正孔注入が容易となる。

【0181】

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。

【0182】

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、T DATA、MT DATA、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：BP AFLP）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。

【0183】

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。

【0184】

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

10

20

30

40

50

できる。

【0185】

また、アクセプター性物質としては、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、酸化タンゲステン、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。さらに、三酸化モリブデンを用いることが好ましい。

10

【0186】

また、金属酸化物や、上記の正孔輸送性の高い有機化合物に金属酸化物を含ませた複合材料は、配線材料や電極材料として用いることもできる。例えば、本実施の形態に開示する配線、上部電極、または下部電極に用いることができる。また、上記複合材料と、金属材料および／または透光性を有する導電性材料の積層を、配線材料や電極材料として用いることもできる。また、金属酸化物や、上記の正孔輸送性の高い有機化合物に金属酸化物を含ませた複合材料にハロゲン元素を添加することで、金属酸化物や複合材料の抵抗率を低減することが可能となる。添加するハロゲン元素はフッ素元素が好ましい。また、複数種類のハロゲン元素を添加してもよい。

20

【0187】

また、正孔注入層701に抵抗率の小さい材料を用いることで、駆動電圧の上昇を抑制することができる。また、発光素子の面積を大きくした場合においても、電圧降下による発光面内の輝度ばらつきが生じにくく、明るく面内輝度均一性の良い発光素子を実現できる。

【0188】

例えば、NPBと三酸化モリブデンとを含む複合材料（重量比で4:1=NPB:三酸化モリブデンとなるように共蒸着法により形成した膜）は抵抗率が $1.8 \times 10^9 \text{ } \cdot \text{cm}$ であるが、フッ素を濃度が $1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ となるように添加することにより、抵抗率を $3.5 \times 10^5 \text{ } \cdot \text{cm}$ とすることができる。

30

【0189】

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、BPAPFLP、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：BSPB）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。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。

【0190】

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。

40

【0191】

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。

【0192】

発光性の有機化合物を含む層703は、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。

【0193】

発光性の有機化合物を含む層703に用いることができる蛍光性化合物としては、例え

50

、青色系の発光材料として、N , N' - ビス [4 - (9 H - カルバゾール - 9 - イル) フエニル] - N , N' - ジフェニルスチルベン - 4 , 4' - ジアミン (略称 : Y G A 2 S) 、 4 - (9 H - 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 : Y G A P A) 、 4 - (10 - フェニル - 9 - アントリル) - 4' - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) トリフェニルアミン (略称 : P C B A P A) 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 - 2 - アントリル) - N , 9 - ジフェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - アミン (略称 : 2 P C A B P h A) 、 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 : 2 D P A P A) 、 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 : 2 D P A B P h A) 、 N - [9 , 10 - ビス (1 , 1' - ビフェニル - 2 - イル)] - N - [4 - (9 H - カルバゾール - 9 - イル) フエニル] - N - フェニルアントラセン - 2 - アミン (略称 : 2 Y G A B P h A) 、 N , N , 9 - トリフェニルアントラセン - 9 - アミン (略称 : D P h A P h A) などが挙げられる。
10 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 : B P T) 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 - m P h T D) 、 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 - m P h A F D) などが挙げられる。
20

【 0194 】

また、発光性の有機化合物を含む層 703 に用いることができる熒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'}] イリジウム (I I I) テトラキス (1 - ピラゾリル) ボラート (略称 : F I r 6) 、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 (I I I) ピコリナート (略称 : F I r p i c) 、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 (I I I) ピコリナート (略称 : I r (C F₃ p p y)₂ (p i c)) 、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 (I I I) アセチルアセトナート (略称 : F I r (a c a c)) 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 (I I I) (略称 : I r (p p y)₃) 、ビス (2 - フェニルピリジナト - N , C^{2'}) イリジウム (I I I) アセチルアセトナート (略称 : I r (p p y)₂ (a c a c)) 、ビス (1 , 2 - ジフェニル - 1 H - ベンゾイミダゾラト) イリジウム (I I I) アセチルアセトナート (略称 : I r (p b i)₂ (a c a c)) 、ビス (ベンゾ [h] キノリナト) イリジウム (I I I) アセチルアセトナート (略称 : I r (b z q)₂ (a c a c)) 、トリス (ベンゾ [h] キノリナト) イリジウム (I I I) (略称 : I r (b z q)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 (I I I) アセチルアセトナート (略称 : I r (d p o)₂ (a c a c)) 、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 (I I I) アセチルアセトナート (略称 : I r (p - P F - p h)₂ (a c a c)) 、ビス (2 - フェニルベンゾチアゾラト - N , C^{2'}) イリジウム (I I I) アセチルアセトナート (略称 : I r (b t)₂ (a c a c)) 、 (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 (I I I) (略称 : I r (F d p p r - M e)₂ (a c a c)) 、 (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 (I I I) (略称 : I r (d m m o p p r)₂ (a c a c)) 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 (I I I) (略称 : I r (p q 40

)₃)、ビス(2-フェニルキノリナト-N,C^{2'})イリジウム(IIII)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(IIII)(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(IIII)(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(IIII)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(IIII)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(IIII)(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(IIII)(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(IIII)(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(IIII)(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(IIII)(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(IIII)(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、熒光性化合物として用いることができる。
10
20

【0195】

なお、発光性の有機化合物を含む層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(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。

【0196】

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(IIII)(略称:Alq)、トリス(4-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(IIII)(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(IIII)(略称:BA1q)、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-ビフェニリル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール(略称:PBDA)、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-ビフェニリル)-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)、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)、パソフェナントロリン(略称:BPhen)、パソキュプロイン(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
30
40
50

ル)ジフェナントレン(略称:D P N S)、9,9'--(スチルベン-4,4'-ジイル)ジフェナントレン(略称:D P N S 2)、3,3',3''-(ベンゼン-1,3,5-トリイル)トリピレン(略称:T P B 3)、9,10-ジフェニルアントラセン(略称:D P A n t h)、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:C z A 1 P A)、4-(10-フェニル-9-アントリル)トリフェニルアミン(略称:D P h P A)、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:P C A P A)、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:P C A P B A)、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:2 P C A P A)、N P B(または-N P D)、T P D、D F L D P B i、B S P Bなどの芳香族アミン化合物などを用いることができる。

【0197】

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ン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N P B、あるいはA l q等をさらに添加してもよい。

【0198】

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、発光性の有機化合物を含む層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。

【0199】

また、発光性の有機化合物を含む層を複数設け、それぞれの層の発光色を異なるものにすることで、発光素子全体として、所望の色の発光を得ることができる。例えば、発光性の有機化合物を含む層を2つ有する発光素子において、第1の発光性の有機化合物を含む層の発光色と第2の発光性の有機化合物を含む層の発光色を補色の関係になるようにすることで、発光素子全体として白色発光する発光素子を得ることも可能である。なお、補色とは、混合すると無彩色になる色同士の関係をいう。つまり、補色の関係にある色を発光する物質から得られた光を混合すると、白色発光を得ることができる。また、発光性の有機化合物を含む層を3つ以上有する発光素子の場合でも同様である。

【0200】

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:A l q)、トリス(4-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(略称:A l m q₃)、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[*h*]キノリナト)ベリリウム(略称:B e B q₂)、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:B A l q)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:Z n(B O X)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:Z n(B T Z)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-ビフェニル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール(略称:P B D)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:O X D-7)、3-(4-ビフェニル)-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:T A Z)、バソフェナントロリン(略称:B P h e n)、バソキュプロイン(略称:B C P)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 cm²/V s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。

10

20

30

40

50

【0201】

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を構成する物質や、電子輸送層704を構成する物質に、アルカリ金属やアルカリ土類金属を含有させた物質を用いることもできる。

【0202】

なお、上述した正孔注入層701、正孔輸送層702、発光性の有機化合物を含む層703、電子輸送層704、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。10

【0203】

図10(B)に示すように、EL層は、下部電極103と上部電極108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EL層800と第2のEL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EL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EL層の構造と組み合わせて用いることができる。20

【0204】

また、それぞれのEL層の発光色を異なるものにすることで、発光素子全体として、所望の色の発光を得ることができる。例えば、積層された2つのEL層を有する発光素子において、第1のEL層の発光色と第2のEL層の発光色を補色の関係になるようにして、発光素子全体として白色発光する発光素子を得ることも可能である。なお、補色とは、混合すると無彩色になる色同士の関係をいう。つまり、補色の関係にある色を発光する物質から得られた光を混合すると、白色発光を得ることができる。また、3つ以上積層されたEL層を有する発光素子の場合でも同様である。30

【0205】

図10(C)に示すように、EL層102は、下部電極103と上部電極108との間に、正孔注入層701、正孔輸送層702、発光性の有機化合物を含む層703、電子輸送層704、電子注入バッファー層706、電子リレー層707、及び下部電極103と接する複合材料層708を有していても良い。

【0206】

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。

【0207】

さらに、電子注入バッファー層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。40

【0208】

電子注入バッファー層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。

【0209】

また、電子注入バッファー層706が、電子輸送性の高い物質とドナー性物質を含んで形50

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ができる。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。

【0210】

10

さらに、電子注入バッファー層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、電子注入バッファー層706へ電子を速やかに送ることが可能となる。

【0211】

複合材料層708と電子注入バッファー層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、電子注入バッファー層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。

【0212】

20

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なる。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-5.0eV以上、好ましくは-5.0eV以上-3.0eV以下とするとよい。

【0213】

30

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。

【0214】

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、具体的には以下の構造式で示される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。

40

【0215】

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。

【0216】

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)、SnO

50

Pc (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。

【0217】

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。

10

【0218】

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。

【0219】

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、-5.0 eV 以上、好ましくは -5.0 eV 以上 -3.0 eV 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。

20

【0220】

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。

30

【0221】

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。

40

【0222】

その他にも、7, 7, 8, 8-テトラシアノジメタン（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, 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

50

ノフラー・レン（例えば、[6, 6]-フェニルC₆、1-酪酸メチルエステル等を用いることができる。

【0223】

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リ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。

【0224】

正孔注入層701、正孔輸送層702、発光性の有機化合物を含む層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。

【0225】

以上により、本実施の形態のEL層102を作製することができる。

10

【0226】

本実施の形態は、他の実施の形態と自由に組み合わせることができる。

【0227】

(実施の形態6)

本実施の形態では、本発明の一態様の発光ユニットを用いて完成させた照明装置の一例について、図11を用いて説明する。

【0228】

本発明の一態様では、発光部が曲面を有する照明装置を実現することができる。

【0229】

本発明の一態様は、自動車の照明にも適用することができ、例えば、ダッシュボードや、天井等に照明を設置することもできる。

20

【0230】

図11(A)では、本発明の一態様を適用した、室内的照明装置901、卓上照明器具903、及び面状照明装置904を示す。発光装置は大面積化も可能であるため、大面積の照明装置として用いることができる。また、厚みが薄いため、壁に取り付けて使用することができる。その他、ロール型の照明装置902として用いることもできる。

【0231】

図11(B)に別の照明装置の例を示す。図11(B)に示す卓上照明装置は、照明部9501、支柱9503、支持台9505等を含む。照明部9501は、本発明の一態様の発光ユニットを含む。このように、本発明の一態様では、曲面を有する照明装置、又はフレキシブルに曲がる照明部を有する照明装置を実現することができる。このように、フレキシブルな発光ユニットを照明装置として用いることで、照明装置のデザインの自由度が向上するのみでなく、例えば、自動車の天井、ダッシュボード等の曲面を有する場所にも照明装置を設置することが可能となる。

30

【0232】

本実施の形態は、他の実施の形態と自由に組み合わせることができる。

【符号の説明】

【0233】

10	発光ユニット	
11	第1の発光素子	
12	第2の発光素子	
13	第3の発光素子	
100	基板	
102	EL層	
103	下部電極	
107	隔壁	
108	上部電極	
109	開口部	
118	構造体	
122	構造体	

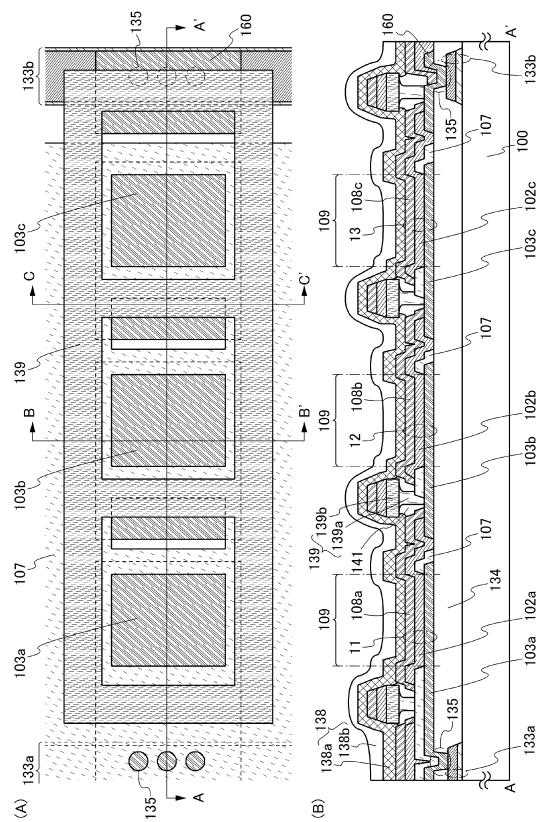
40

50

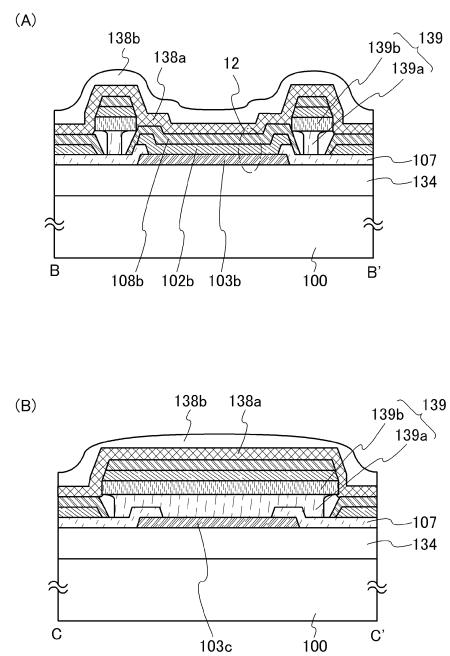
1 3 4	平坦化層	
1 3 5	開口	
1 3 8	封止膜	
1 3 9	分離層	
1 4 1	ボイド	
1 4 5	直線	
1 4 6	空間	
1 5 0	コンバータ	
1 6 0	電極	10
1 7 1	シール材	
1 7 2	シール材	
1 7 5	空間	
1 7 6	充填材	
1 7 8	絶縁膜	
7 0 1	正孔注入層	
7 0 2	正孔輸送層	
7 0 3	発光性の有機化合物を含む層	
7 0 4	電子輸送層	
7 0 5	電子注入層	
7 0 6	電子注入バッファー層	20
7 0 7	電子リレー層	
7 0 8	複合材料層	
8 0 0	EL層	
8 0 1	EL層	
8 0 3	電荷発生層	
9 0 1	照明装置	
9 0 2	照明装置	
9 0 3	卓上照明器具	
9 0 4	面状照明装置	
1 0 0 0	発光装置	30
1 1 0 0	発光素子	
9 5 0 1	照明部	
9 5 0 3	支柱	
9 5 0 5	支持台	
1 0 0 a	基板	
1 0 0 b	基板	
1 0 2 a	EL層	
1 0 2 b	EL層	
1 0 2 c	EL層	
1 0 3 a	下部電極	40
1 0 3 b	下部電極	
1 0 3 c	下部電極	
1 0 8 a	上部電極	
1 0 8 b	上部電極	
1 0 8 c	上部電極	
1 0 a	発光ユニット	
1 0 b	発光ユニット	
1 0 c	発光ユニット	
1 3 3 a	配線	
1 3 3 b	配線	50

1 3 8 a	封止膜
1 3 8 b	封止膜
1 3 9 a	脚部
1 3 9 b	台部
1 4 9 a	絶縁膜
1 4 9 b	絶縁膜
1 7 3 a	ガラス層
1 7 3 b	ガラス層

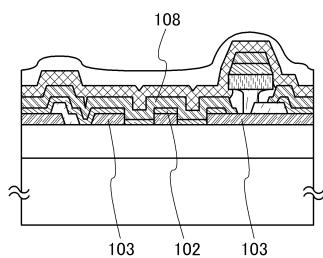
【図1】



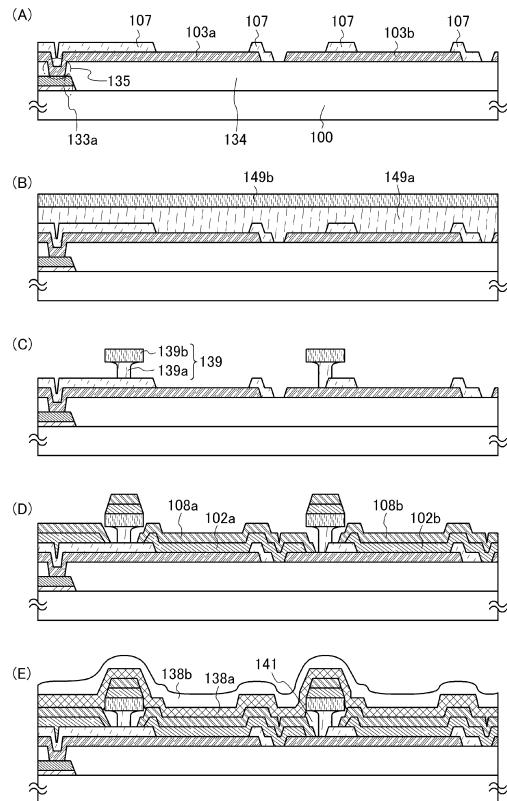
【図2】



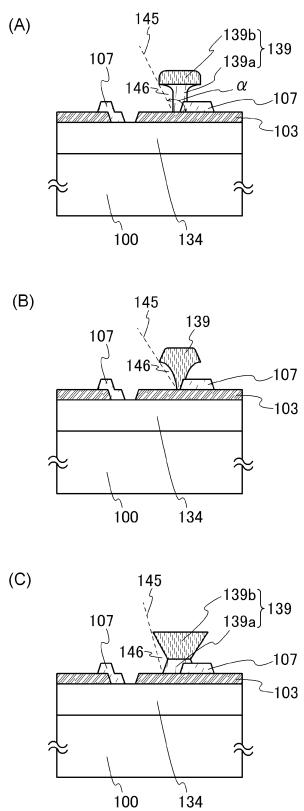
【図3】



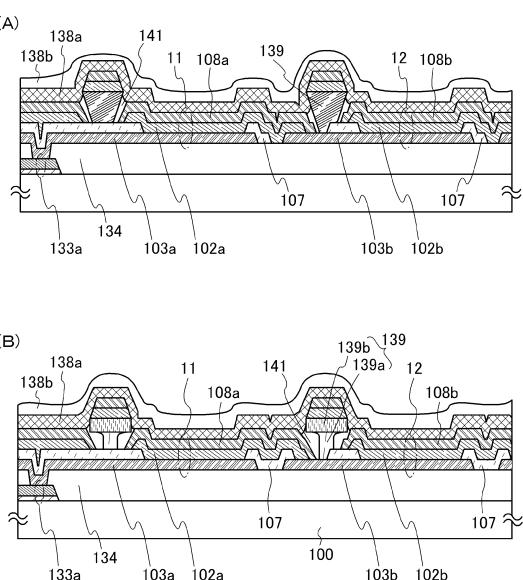
【図4】



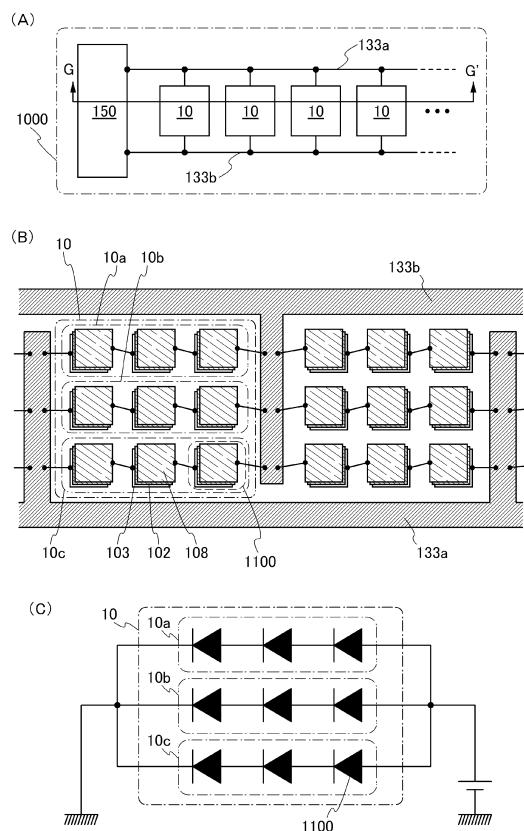
【図5】



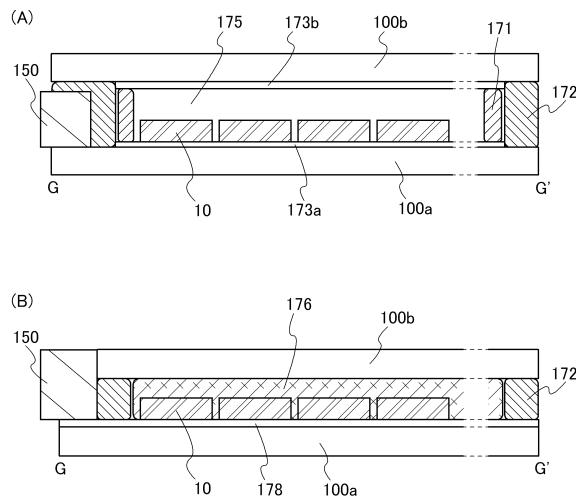
【図6】



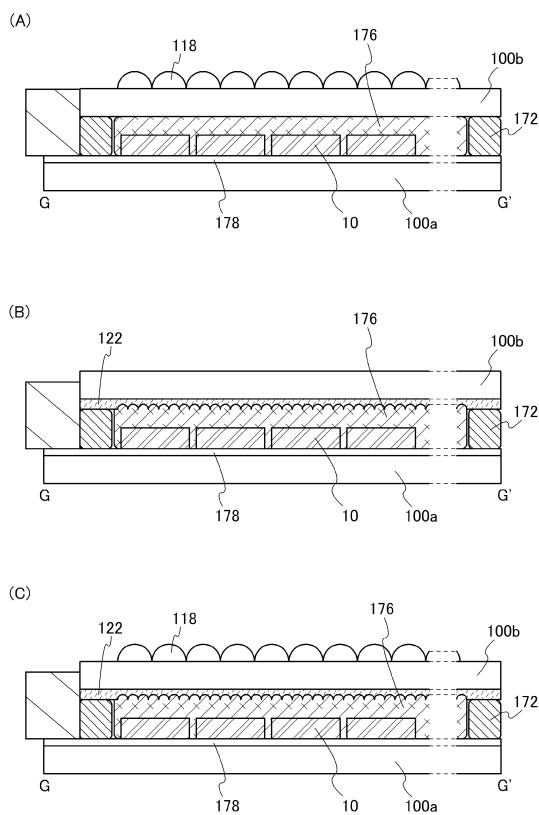
【図7】



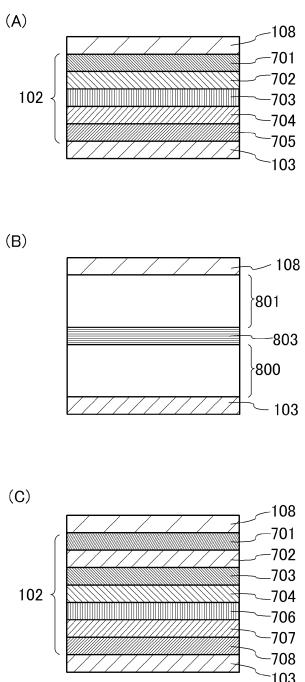
【図8】



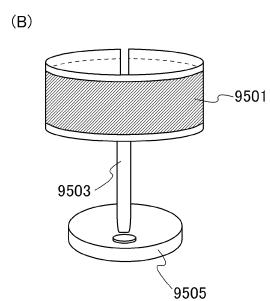
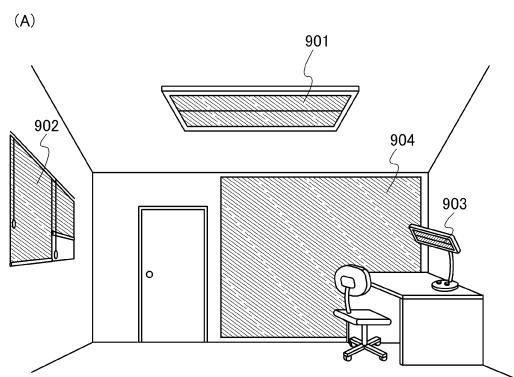
【図9】



【図10】



【図 1 1】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-177084(JP,A)
特開2009-021575(JP,A)
特開2011-009729(JP,A)
米国特許出願公開第2008/0218061(US,A1)
特開2009-027154(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 51/50 - 51/56
H01L 27/32
H05B 33/00 - 33/28