

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-94500

(P2009-94500A)

(43) 公開日 平成21年4月30日(2009.4.30)

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

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2008-239761 (P2008-239761)	(71) 出願人	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
(22) 出願日	平成20年9月18日 (2008.9.18)	(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
(31) 優先権主張番号	特願2007-243273 (P2007-243273)	(72) 発明者	鈴木 恒徳 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
(32) 優先日	平成19年9月20日 (2007.9.20)	(72) 発明者	池田 薫 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
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	Fターム(参考)	3K107 AA01 BB01 CC04 CC22 DD73 DD76 DD78 DD80 FF00 FF14 FF15 FF19

(54) 【発明の名称】 発光素子、発光装置および電子機器

(57) 【要約】

【課題】 発光効率の高い発光素子を提供することを課題とする。寿命の長い発光素子を提供することを課題とする。

【解決手段】 第1の電極と第2の電極との間に、発光層と第1の層と第2の層を有し、第1の層は、発光層と第1の電極との間に設けられており、第2の層は、発光層と第2の電極との間に設けられており、第1の層は正孔の輸送を制御する層であり、第2の層は電子の輸送を制御する層であり、第1の電極の方が第2の電極よりも電位が高くなるように、第1の電極と第2の電極とに電圧を印加することにより、発光層からの発光が得られる発光素子を提供する。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の電極と第 2 の電極との間に、発光層と第 1 の層と第 2 の層を有し、
 前記第 1 の層は、前記発光層と前記第 1 の電極との間に設けられており、
 前記第 2 の層は、前記発光層と前記第 2 の電極との間に設けられており、
 前記第 1 の層は、第 1 の有機化合物と第 2 の有機化合物とを含み、
 前記第 1 の有機化合物は、前記第 2 の有機化合物よりも多く含まれており、
 前記第 1 の有機化合物は、正孔輸送性の有機化合物であり、
 前記第 2 の有機化合物は、正孔トラップ性の有機化合物であり、
 前記第 2 の層は、第 3 の有機化合物と第 4 の有機化合物とを含み、
 前記第 3 の有機化合物は、前記第 4 の有機化合物よりも多く含まれており、
 前記第 3 の有機化合物は、電子輸送性であり、
 前記第 4 の有機化合物は、正孔輸送性であり、
 前記第 1 の電極の方が前記第 2 の電極よりも電位が高くなるように、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極とに電圧を印加することにより、前記発光層からの発光が得られることを特徴とする発光素子。

10

【請求項 2】

請求項 1 において、
 前記第 2 の有機化合物は前記第 1 の有機化合物の最高被占有軌道準位より 0.3 eV 以上高い最高被占有軌道準位を有することを特徴とする発光素子。

20

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 において、
 前記第 1 の有機化合物は、芳香族アミン化合物であることを特徴とする発光素子。

【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 1 の層の膜厚は、 5 nm 以上 20 nm 以下であることを特徴とする発光素子。

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項において、
 前記第 1 の層と前記発光層とは接するように設けられていることを特徴とする発光素子。

【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、
 前記第 3 の有機化合物の最低空軌道準位と前記第 4 の有機化合物の最低空軌道準位との差は 0.3 eV より小さいことを特徴とする発光素子。

30

【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、
 前記第 3 の有機化合物は、金属錯体であり、
 前記第 4 の有機化合物は、芳香族アミン化合物であることを特徴とする発光素子。

【請求項 8】

請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか一項において、
 前記第 3 の有機化合物の双極子モーメントを P_1 、前記第 4 の有機化合物の双極子モーメントを P_2 とすると、 $P_1 / P_2 \geq 3$ または $P_1 / P_2 \leq 0.33$ の関係を満たすことを特徴とする発光素子。

40

【請求項 9】

請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか一項において、
 前記第 2 の層の膜厚は、 5 nm 以上 20 nm 以下であることを特徴とする発光素子。

【請求項 10】

請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか一項において、
 前記第 2 の層と前記発光層とは接するように設けられていることを特徴とする発光素子。

【請求項 11】

請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか一項に記載の発光素子と、前記発光素子の発光を制御

50

する制御手段とを有する発光装置。

【請求項 1 2】

表示部を有し、

前記表示部は、請求項 1 乃至請求項 1 0 のいずれか一項に記載の発光素子と前記発光素子の発光を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電流励起型の発光素子に関する。また、発光素子を有する発光装置、電子機器に関する。

10

【背景技術】

【0002】

近年、エレクトロルミネッセンス (Electroluminescence) を利用した発光素子の研究開発が盛んに行われている。これら発光素子の基本的な構成は、一対の電極間に発光性の物質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、発光性の物質からの発光を得ることができる。

【0003】

このような発光素子は自発光型であるため、液晶ディスプレイに比べ画素の視認性が高く、バックライトが不要である等の利点があり、フラットパネルディスプレイ素子として好適であると考えられている。また、このような発光素子は、薄型軽量に作製できることも大きな利点である。また、非常に応答速度が速いことも特徴の一つである。

20

【0004】

また、これらの発光素子は膜状に形成することが可能であるため、大面積の素子を形成することにより、面状の発光を容易に得ることができる。このことは、白熱電球や LED に代表される点光源、あるいは蛍光灯に代表される線光源では得難い特色であるため、照明等に応用できる面光源としての利用価値も高い。

【0005】

エレクトロルミネッセンスを利用した発光素子は、発光性の物質が有機化合物であるか、無機化合物であるかによって大きく分けられる。

【0006】

発光性の物質が有機化合物である場合、発光素子に電圧を印加することにより、一対の電極から電子および正孔がそれぞれ発光性の有機化合物を含む層に注入され、電流が流れる。そして、それらキャリア (電子および正孔) が再結合することにより、発光性の有機化合物が励起状態を形成し、その励起状態が基底状態に戻る際に発光する。このようなメカニズムから、このような発光素子は、電流励起型の発光素子と呼ばれる。

30

【0007】

なお、有機化合物が形成する励起状態の種類としては、一重項励起状態と三重項励起状態が可能であり、一重項励起状態からの発光が蛍光、三重項励起状態からの発光が燐光と呼ばれている。

【0008】

このような発光素子に関しては、その素子特性を向上させる上で、材料に依存した問題が多く、これらを克服するために素子構造の改良や材料開発等が行われている。

40

【0009】

例えば、非特許文献 1 では、正孔ブロック層を設けることにより、燐光材料を用いた発光素子を効率良く発光させている。しかし、非特許文献 1 に記載されているように正孔ブロック層は耐久性がなく、発光素子の寿命は極端に短い。よって、発光効率が高く、寿命の長い発光素子の開発が望まれている。

【非特許文献 1】テツオ ツツイ、外 8 名、ジャパニーズ ジャーナル オブ アプライド フィジックス、vol. 38、L1502 - L1504 (1999)

【発明の開示】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

上記問題に鑑み、本発明は、発光効率の高い発光素子を提供することを課題とする。また、寿命の長い発光素子を提供することを課題とする。また、発光効率の高い発光装置および電子機器を提供することを課題とする。また、寿命の長い発光装置および電子機器を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明者らは、鋭意検討を重ねた結果、キャリアの移動を制御する層を設けることで、発光効率の高い発光素子が得られることを見出した。また、寿命の長い発光素子が得られることを見いだした。

10

【0012】

よって、本発明の一は、第1の電極と第2の電極との間に、発光層と第1の層と第2の層を有し、第1の層は、発光層と第1の電極との間に設けられており、第2の層は、発光層と第2の電極との間に設けられており、第1の層は、第1の有機化合物と第2の有機化合物とを含み、第1の有機化合物は、第2の有機化合物よりも多く含まれており、第1の有機化合物は、正孔輸送性の有機化合物であり、第2の有機化合物は、正孔トラップ性の有機化合物であり、第2の層は、第3の有機化合物と第4の有機化合物とを含み、第3の有機化合物は、第4の有機化合物よりも多く含まれており、第3の有機化合物は、電子輸送性であり、第4の有機化合物は、正孔輸送性であり、第1の電極の方が第2の電極よりも電位が高くなるように、第1の電極と第2の電極とに電圧を印加することにより、発光層からの発光が得られることを特徴とする発光素子である。

20

【0013】

上記構成において、第2の有機化合物は第1の有機化合物の最高被占有軌道準位より0.3 eV以上高い最高被占有軌道準位を有することが好ましい。

【0014】

また、上記構成において、第1の有機化合物は、芳香族アミン化合物であることが好ましい。

【0015】

また、上記構成において、第1の層の膜厚は、5 nm以上20 nm以下であることが好ましい。

30

【0016】

また、上記構成において、第1の層と発光層とは接するように設けられていることが好ましい。

【0017】

また、上記構成において、第3の有機化合物の最低空軌道準位と第4の有機化合物の最低空軌道準位との差は0.3 eVより小さいことが好ましい。

【0018】

また、上記構成において、第3の有機化合物は、金属錯体であり、第4の有機化合物は、芳香族アミン化合物であることが好ましい。

40

【0019】

また、上記構成において、第3の有機化合物の双極子モーメントを P_1 、第4の有機化合物の双極子モーメントを P_2 とすると、 $P_1 / P_2 \geq 3$ または $P_1 / P_2 \leq 0.33$ の関係を満たすことが好ましい。

【0020】

また、上記構成において、第2の層の膜厚は、5 nm以上20 nm以下であることが好ましい。

【0021】

また、上記構成において、第2の層と発光層とは接するように設けられていることが好ましい。

50

【0022】

また、本発明は、上述した発光素子を有する発光装置も範疇に含めるものである。本明細書中における発光装置とは、画像表示デバイス、発光デバイス、もしくは光源（照明装置を含む）を含む。また、発光素子が形成されたパネルにコネクタ、例えばFPC（Flexible printed circuit）もしくはTAB（Tape Automated Bonding）テープもしくはTCP（Tape Carrier Package）が取り付けられたモジュール、TABテープやTCPの先にプリント配線板が設けられたモジュール、または発光素子にCOG（Chip On Glass）方式によりIC（集積回路）が直接実装されたモジュールも全て発光装置に含むものとする。

10

【0023】

また、本発明の発光素子を表示部に用いた電子機器も本発明の範疇に含めるものとする。したがって、本発明の電子機器は、表示部を有し、表示部は、上述した発光素子と発光素子の発光を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0024】

キャリアの移動を制御する層を設けており、発光効率の高い発光素子を得ることができる。また、寿命の長い発光素子を得ることができる。

【0025】

また、本発明の発光素子を、発光装置および電子機器に適用することにより、発光効率が高く、消費電力が低減された発光装置および電子機器を得ることができる。また、寿命の長い発光装置および電子機器を得ることができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下、本発明の実施の態様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。

【0027】

(実施の形態1)

本発明に係る発光素子の一態様について図1を用いて以下に説明する。本発明に係る発光素子は、正孔の移動を制御する層と電子の移動を制御する層を有する。

30

【0028】

本発明の発光素子は、一对の電極間に複数の層を有する。当該複数の層は、電極から離れたところに発光領域が形成されるように、つまり電極から離れた部位でキャリアの再結合が行われるように、キャリア注入性の高い物質やキャリア輸送性の高い物質からなる層を組み合わせ積層されたものである。

【0029】

本実施の形態において、発光素子は、第1の電極202と、第2の電極204と、第1の電極202と第2の電極204との間に設けられたEL層203とから構成されている。なお、本形態では第1の電極202は陽極として機能し、第2の電極204は陰極として機能するものとして、以下説明をする。つまり、第1の電極202の方が第2の電極204よりも電位が高くなるように、第1の電極202と第2の電極204に電圧を印加したときに、発光が得られるものとして、以下説明をする。

40

【0030】

基板201は発光素子の支持体として用いられる。基板201としては、例えばガラス、またはプラスチックなどを用いることができる。なお、発光素子の作製工程において支持体として機能するものであれば、これら以外のものでもよい。

【0031】

第1の電極202としては、仕事関数の大きい（具体的には4.0eV以上であること

50

が好ましい) 金属、合金、導電性化合物、およびこれらの混合物などを用いることが好ましい。例えば、酸化インジウム - 酸化スズ (ITO: Indium Tin Oxide)、珪素若しくは酸化珪素を含有した酸化インジウム - 酸化スズ、酸化インジウム - 酸化亜鉛 (IZO: Indium Zinc Oxide)、酸化タングステン及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム (IWZO) 等が挙げられる。これらの導電性金属酸化物膜は、通常スパッタにより成膜されるが、ゾル - ゲル法などを応用して、インクジェット法、スピコート法などにより作製しても構わない。例えば、酸化インジウム - 酸化亜鉛 (IZO) は、酸化インジウムに対し 1 ~ 20 wt % の酸化亜鉛を加えたターゲットを用いてスパッタリング法により形成することができる。また、酸化タングステン及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム (IWZO) は、酸化インジウムに対し酸化タングステンを 0 . 5 ~ 5 wt %、酸化亜鉛を 0 . 1 ~ 1 wt % 含有したターゲットを用いてスパッタリング法により形成することができる。この他、金 (Au)、白金 (Pt)、ニッケル (Ni)、タングステン (W)、クロム (Cr)、モリブデン (Mo)、鉄 (Fe)、コバルト (Co)、銅 (Cu)、パラジウム (Pd)、チタン (Ti)、または金属材料の窒化物 (例えば、窒化チタン) 等が挙げられる。

10

20

30

40

50

【0032】

また、第1の電極と接する層として、後述する複合材料を含む層を用いた場合には、第1の電極として、仕事関数の大小に関わらず、様々な金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを用いることができる。例えば、アルミニウム (Al)、銀 (Ag)、アルミニウムを含む合金 (AlSi) 等を用いることができる。また、仕事関数の小さい材料である、元素周期表の第1族または第2族に属する元素、すなわちリチウム (Li) やセシウム (Cs) 等のアルカリ金属、およびマグネシウム (Mg)、カルシウム (Ca)、ストロンチウム (Sr) 等のアルカリ土類金属、およびこれらを含む合金 (MgAg、AlLi)、ユウロピウム (Eu)、イッテルビウム (Yb) 等の希土類金属およびこれらを含む合金等を用いることもできる。アルカリ金属、アルカリ土類金属、これらを含む合金の膜は、真空蒸着法を用いて形成することができる。また、アルカリ金属またはアルカリ土類金属を含む合金はスパッタリング法により形成することも可能である。また、銀ペーストなどをインクジェット法などにより成膜することも可能である。

【0033】

本実施の形態で示すEL層203は、正孔注入層211、正孔輸送層212、正孔の移動を制御する層213、発光層214、電子の移動を制御する層215、電子輸送層216、電子注入層217を有している。なお、EL層203は、本実施の形態で示すキャリアの移動を制御する層と、発光層とを有していればよく、その他の層積層構造については特に限定されない。つまり、EL層203は、層の積層構造については特に限定されず、電子輸送性の高い物質、正孔輸送性の高い物質、電子注入性の高い物質、正孔注入性の高い物質、パイポーラ性 (電子及び正孔の輸送性の高い物質) の物質等を含む層と、本実施の形態で示すキャリアの移動を制御する層および発光層とを適宜組み合わせる構成すればよい。例えば、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層等を適宜組み合わせる構成することができる。各層を構成する材料について以下に具体的に示す。

【0034】

正孔注入層211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、モリブデン酸化物やバナジウム酸化物、ルテニウム酸化物、タングステン酸化物、マンガン酸化物等を用いることができる。この他、低分子の有機化合物としては、フタロシアニン (略称: H₂Pc)、銅 (II) フタロシアニン (略称: CuPc)、バナジルフタロシアニン (略称: VOPc) 等のフタロシアニン系の化合物、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)ピフェニル(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が挙げられる。

【0035】

また、正孔注入層211として、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ができる。なお、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ものを用いることにより、電極の仕事関数に依らず電極を形成する材料を選ぶことができる。つまり、第1の電極202として仕事関数の大きい材料だけでなく、仕事関数の小さい材料を用いることができる。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。

10

【0036】

なお、本明細書中において、複合とは、単に2つの材料が混合している状態だけでなく、複数の材料を混合することによって材料間での電荷の授受が行われ得る状態になることを言う。

【0037】

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、 dend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。

20

【0038】

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、MTDATA、TDATA、DPA B、DNTPD、DPA3B、PCzPCA1、PCzPCA2、PCzPCN1、4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ピフェニル(略称:NPBまたは-NPD)、N,N'-ビス(3-メチルフェニル)-N,N'-ジフェニル-[1,1'-ピフェニル]-4,4'-ジアミン(略称:TPD)等の芳香族アミン化合物や、4,4'-ジ(N-カルバゾリル)ピフェニル(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-(N-カルバゾリル)]フェニル-10-フェニルアントラセン(略称:CzPA)、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や、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:DPA nth)、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、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'-ピアントリル、10,10'-ジフェニル-9,9'-ピアントリル、10,10'-ビス(2-フェニルフェニル)-9,9'-ピアントリル

30

40

50

、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)ピフェニル(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挙げることができる。

【0039】

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。

10

【0040】

また、正孔注入層211としては、高分子化合物(オリゴマー、 dendromer、ポリマー等)を用いることができる。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。

20

【0041】

また、上述したPVK、PVTPA、PTPDMA、Poly - TPD等の高分子化合物と、上述したアクセプター性物質を用いて複合材料を形成し、正孔注入層211として用いてもよい。

【0042】

正孔輸送層212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、低分子の有機化合物としては、NPB(または - NPD)、TPD、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]ピフェニル(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]ピフェニル(略称: BSPB)など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。

30

【0043】

また、正孔輸送層212として、PVK、PVTPA、PTPDMA、Poly - TPDなどの高分子化合物を用いることもできる。

40

【0044】

本実施の形態で示す正孔の移動を制御する層213は、第1の有機化合物と第2の有機化合物とを含んでおり、第1の有機化合物は、第2の有機化合物よりも多く含まれている。つまり、第2の有機化合物は、第1の有機化合物中に分散されている。また、正孔の移動を制御する層は、発光層214と第1の電極202との間に設けることが好ましい。

【0045】

正孔の移動を制御する層を設ける場合、第1の有機化合物は、正孔輸送性を有する有機化合物であることが好ましい。つまり、第1の有機化合物は、電子輸送性よりも正孔輸送性の方が高い物質であることが好ましい。

50

【0046】

他方、第2の有機化合物は、正孔をトラップする機能を有する有機化合物であることが好ましい。つまり、第2の有機化合物は、第1の有機化合物の最高被占有道準位(HOMO準位)より0.3 eV以上高い最高被占有道準位(HOMO準位)を有する有機化合物であることが好ましい。

【0047】

第2の有機化合物が含まれることにより、層全体としては、第1の有機化合物のみからなる層よりも正孔輸送速度が小さくなる。つまり、第2の有機化合物を添加することにより、キャリアの移動を制御することが可能となる。また、第2の有機化合物の濃度を制御することにより、キャリアの移動速度を制御することが可能となる。具体的には、第2の有機化合物の濃度は、0.1重量%~5重量%、または0.1mol%~5mol%であることが好ましい。

10

【0048】

図4は、図1(A)で示した本発明の発光素子のバンド図の一例である。図4において、第2の電極204から注入された電子は、電子注入層217、電子輸送層216を通り、電子の移動を制御する層215に注入される。一方、第1の電極202から注入された正孔は、正孔注入層211、正孔輸送層212を通り、正孔の移動を制御する層213に注入される。正孔の移動を制御する層に注入された正孔は、正孔トラップ性を有する第2の有機化合物により、正孔の移動が遅くなる。遅くなった正孔は、発光層214に注入され、正孔と再結合し、発光する。

20

【0049】

第2の有機化合物としては、例えば、CuPc、DNTPD、DPAB、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))、(アセチルアセトナート)ビス(10-(2-ピリジル)フェノキサジナト)イリジウム(III)(略称: Ir(ppx)₂(acac))、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(ppp)₃)、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))、N, N'- (2-tert-ブチルアントラセン-9, 10-ジイルジ-4, 1-フェニレン)ビス[N, N', N'-トリフェニル-1, 4-フェニレンジアミン](略称: DPABPA)などが挙げられる。

30

【0050】

上述した化合物は、発光素子に用いられる化合物の中でもHOMO準位が高い化合物であり、後述する第1の有機化合物に添加することで良好な正孔トラップ性を示す。また、発光機能を担う層の発光色と第2の有機化合物の発光色とが同系色の発光色であることが好ましい。これによって、第2の有機化合物が意に反して発光した場合にも発光素子の色純度を保つことができる。

【0051】

また、正孔の移動を制御する層213に含まれる第1の有機化合物は、正孔輸送性を有する有機化合物である。つまり、電子輸送性よりも正孔輸送性の方が高い物質である。具体的には、9, 10-ジフェニルアントラセン(略称: DPAnth)、6, 12-ジメトキシ-5, 11-ジフェニルクリセンのような縮合芳香族炭化水素が挙げられる。

40

【0052】

また、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: PCAPA)、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

50

- カルバゾール - 3 - アミン (略称: 2PCAPA)、NPB (または - NPD)、TPD、DFLDPBi、BSPB、2, 3 - ビス{4 - [N - (4 - ビフェニル) - N - フェニルアミノ]フェニル}キノキサリン (略称: BPAPQ) などの芳香族アミン化合物等が挙げられる。さらに、PVK、PVTPA、PTPDMA、Poly - TPD などの高分子化合物を用いることもできる。

【0053】

それらの中でも正孔に対して安定な芳香族アミン化合物であることが好ましい。また、先に述べたように、本実施の形態においては、第2の有機化合物は正孔トラップ性の化合物であることが必要であり、そのためにはHOMO準位は、第1の有機化合物のHOMO準位より0.3 eV以上高いことが好ましい。したがって、用いる第2の有機化合物の種類に応じて、そのような条件を満たすように適宜第1の有機化合物を選択すればよい。

10

【0054】

なお、正孔の移動を制御する層213に含まれる第2の有機化合物の発光色と、発光層214に含まれる発光性の高い物質の発光色とは、同系色の発光色であることが好ましい。具体的には、第2の有機化合物の発光スペクトルのピークの波長と発光性の高い物質の発光スペクトルのピークの波長との差は、30 nm以内であることが好ましい。30 nm以内であることにより、発光性の高い物質の発光色と第2の有機化合物の発光色は、同系色の発光色となる。よって、電圧等の変化により、第2の有機化合物が発光した場合にも、発光色の変化を抑制することができる。

【0055】

ただし、必ずしも第2の有機化合物が発光する必要はない。例えば、発光性の高い物質の方が発光効率が高い場合は、実質的に発光性の高い物質の発光のみが得られるように、正孔の移動を制御する層213における第2の有機化合物の濃度を調節する(第2の有機化合物の発光が抑制されるように、その濃度を若干低くする)ことが好ましい。この場合、発光性の高い物質の発光色と第2の有機化合物の発光色は同系統の発光色である(すなわち、同程度のエネルギーギャップを持つ)ため、発光性の高い物質から第2の有機化合物へのエネルギー移動は生じにくく、高い発光効率を得られる。

20

【0056】

また、正孔の移動を制御する層である層213の膜厚は、5 nm以上20 nm以下であることが好ましい。厚すぎる膜厚だと、キャリアの移動速度を低下させすぎてしまい、駆動電圧が高くなってしまふ。また、薄すぎる膜厚だと、キャリアの移動を制御する機能を実現しなくなってしまう。よって、5 nm以上20 nm以下の膜厚であることが好ましい。

30

【0057】

正孔の移動を制御する層を設けない従来の素子構成の場合、第1の電極から注入された正孔は、正孔注入層および正孔輸送層を通り、発光層へ注入される。発光層へ注入された正孔は、発光層が正孔輸送性の場合、つまり、発光層に含まれる最も多い材料が正孔輸送性の場合には、発光層中を移動して、電子輸送層まで達してしまう可能性がある。正孔が電子輸送層まで達してしまうと、電子輸送層に含まれる材料を劣化させてしまい、発光素子の劣化に繋がる。

40

【0058】

しかし、本実施の形態で示した正孔の移動を制御する層を設けることにより、正孔が発光層中を突き抜けて電子輸送層まで達することを抑制することができる。よって、正孔が電子輸送層まで達して電子輸送層を劣化させることを抑制することができる。従って、発光素子の劣化を抑制し、長寿命化することができる。

【0059】

また、正孔の移動を制御する層を設けない従来の素子構成の場合、第1の電極から注入された多くの正孔は、そのまま発光層へ注入される。発光層が電子輸送性の場合、つまり、発光層に含まれる最も多い材料が電子輸送性の場合には、発光領域は発光層と正孔輸送層との界面付近になる。一方、発光層と正孔輸送層との界面付近には、過剰の正孔によっ

50

てカチオンが生成している可能性がある。カチオンは消光剤として働くため、発光領域の周辺に生成していたカチオンの影響により発光効率が低下してしまう。

【 0 0 6 0 】

しかし、本実施の形態で示した正孔の移動を制御する層を設けることにより、過剰の正孔によって、発光層や発光層周辺にできていたカチオンの生成を抑制することができ、発光効率の低下を抑制することができる。従って、発光効率の高い発光素子を得ることができる。

【 0 0 6 1 】

上述したように、正孔の移動を制御することにより、キャリアバランスが向上し、その結果、正孔と電子の再結合確率が向上し、高い発光効率を得ることができる。また、本実施の形態で示したように、正孔の移動を制御する層を、発光層と陽極として機能する第1の電極との間に設ける構成は、正孔過多の発光素子に適用すると特に有効である。正孔過多の発光素子において、正孔の移動を制御する層を設けることにより、過剰の正孔の移動を抑制し、電子とバランスが取れるように制御することが可能となるからである。

10

【 0 0 6 2 】

発光層 2 1 4 は、発光性の高い物質を含む層であり、種々の材料を用いることができる。例えば、発光性の高い物質としては、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。

【 0 0 6 3 】

発光層に用いることの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'}]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'-ピ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: Firacac)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))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))などが挙げられる。また、オレンジ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))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(pi q)₂(acac))、(アセチルアセトナート)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))、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(

20

30

40

50

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。

【0064】

発光層に用いることの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: YGA2S)、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) 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 - 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)、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, 13 - 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。

【0065】

なお、発光層としては、上述した発光性の高い物質 (第6の有機化合物) を他の物質 (第5の有機化合物) に分散させた構成としてもよい。発光性の物質を分散させるための物質としては、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。

【0066】

発光性の物質を分散させるための物質としては、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] キノリノラト) 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: BAlq)、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 - 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: TAZ01)、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

10

20

30

40

50

(略称: B P h e n)、バソキュプロイン(略称: B C P)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: C z P A)、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: D P C z P A)、9,10-ビス(3,5-ジフェニルフェニル)アントラセン(略称: D P P A)、9,10-ジ(2-ナフチル)アントラセン(略称: D N A)、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: B A N T)、9,9'-(スチルベン-3,3'-ジイル)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)、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。

【0067】

また、発光性の物質を分散させるための物質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、発光性の物質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。

【0068】

発光性の高い物質を他の物質に分散させた構成とすることにより、発光層214の結晶化を抑制することができる。また、発光性の高い物質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。

【0069】

また、発光層214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: P F 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: P F - D M O P)、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: T A B - P F H)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: P P V)、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: P F B T)、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: M E H - P P V)、ポリ(3-ブチルチオフェン-2,5-ジイル)(略称: R 4 - P A T)、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: C N - P P V - D P D)などが挙げられる。

【0070】

電子の移動を制御する層215は、第3の有機化合物と第4の有機化合物とを含んでおり、第3の有機化合物は、第4の有機化合物よりも多く含まれている。つまり、第4の有機化合物は、第3の有機化合物中に分散されている。電子の移動を制御する層は、発光層214と第2の電極204との間に設けることが好ましい。

【0071】

本実施の形態で示す電子の移動を制御する層215は、第3の有機化合物と第4の有機化合物を含み、第3の有機化合物と第4の有機化合物のキャリア輸送の極性は異なっている。

【0072】

電子の移動を制御する層を、発光層と陰極として機能する第2の電極との間に設ける場合、第3の有機化合物は、電子輸送性の有機化合物であり、第4の有機化合物は正孔輸送性の有機化合物であることが好ましい。つまり、第3の有機化合物は、正孔輸送性よりも電子輸送性が高い物質であり、第4の有機化合物は、電子輸送性よりも正孔輸送性が高い物質であることが好ましい。また、第3の有機化合物の最低空軌道準位(LUMO準位)と、第4の有機化合物の最低空軌道準位(LUMO準位)との差は0.3 eVよりも小さいことが好ましく、より好ましくは0.2 eV以下である。つまり、熱力学的には、第3の有機化合物と第4の有機化合物との間でキャリアである電子の移動が容易であることが好ましい。

【0073】

本実施の形態で示す電子の移動を制御する層の概念図を図5に示す。図5において、第3の有機化合物241は、電子輸送性であるため、電子が注入されやすく、電子が近傍の第3の有機化合物に移動しやすい。つまり、第3の有機化合物に電子が注入される速度、および、第3の有機化合物から電子が放出される速度(v)が大きい。

【0074】

一方、正孔輸送性の有機化合物である第4の有機化合物242は、第3の有機化合物のLUMO準位と近いLUMO準位を有するため、熱力学的には電子が注入されうる。しかし、電子輸送性の有機化合物である第3の有機化合物241から正孔輸送性の有機化合物である第4の有機化合物242に電子が注入される速度(v_1)、もしくは、第4の有機化合物242から第3の有機化合物241へ電子が注入される速度(v_2)は、第3の有機化合物241から第3の有機化合物241へ電子が注入される速度(v)よりも小さい。

【0075】

よって、層全体としては、第4の有機化合物が含まれることにより、第3の有機化合物241のみからなる層よりも電子輸送速度が小さくなる。つまり、第4の有機化合物を添加することにより、キャリアの移動を制御することが可能となる。また、第4の有機化合物の濃度を制御することにより、キャリアの移動速度を制御することが可能となる。

【0076】

本実施の形態において、上述したように、第3の有機化合物は、電子輸送性の有機化合物であることが好ましい。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]キノリノラト)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: BALq)、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)などの金属錯体を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)

10

20

30

40

50

、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: TAZO1)、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も用いることができる。また、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: DP CzPA)、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) などの縮合芳香族化合物を用いることができる。また、ポリ [(9, 9 - ジヘキシルフルオレン - 2, 7 - ジイル) - co - (ピリジン - 3, 5 - ジイル)] (略称: PF - Py)、ポリ [(9, 9 - ジオクチルフルオレン - 2, 7 - ジイル) - co - (2, 2' - ビピリジン - 6, 6' - ジイル)] (略称: PF - BPy) などの高分子化合物を用いることができる。

10

【0077】

また、第4の有機化合物としては、正孔輸送性の有機化合物であることが好ましい。具体的には、9, 10 - ジフェニルアントラセン (略称: DPAnth)、6, 12 - ジメトキシ - 5, 11 - ジフェニルクリセンのような縮合芳香族炭化水素や、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: PCAPA)、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: 2PCAPA)、NPB (または - NPD)、TPD、DFLDPBi、BSPBなどの芳香族アミン化合物、クマリン7、クマリン30などのアミノ基を有する化合物を用いることができる。また、PVK、PVTPA、PTPDMA、Poly - TPDなどの高分子化合物を用いることもできる。

20

30

【0078】

このような組み合わせにより、第3の有機化合物から第4の有機化合物へ、あるいは第4の有機化合物から第3の有機化合物への電子移動が抑制され、キャリアの移動を制御する層の電子移動速度を抑制することができる。また、キャリアの移動を制御する層は第3の有機化合物に第4の有機化合物を分散させて構成されているため、経時的に結晶化や凝集が生じにくい。したがって、先に述べた電子移動の抑制効果も経時変化しにくくなり、その結果キャリアバランスも経時変化しにくくなる。このことが、発光素子の寿命の向上、つまり、信頼性の向上に繋がる。

40

【0079】

なお、上述した組み合わせの中でも、第3の有機化合物として金属錯体を、第4の有機化合物として芳香族アミン化合物を組み合わせることが好ましい。金属錯体は電子輸送性が高い上に双極子モーメントが大きく、一方で芳香族アミン化合物は正孔輸送性が高い上に比較的双極子モーメントが小さい。このように、双極子モーメントが大きく異なる物質を組み合わせることで、上述した電子移動の抑制効果はより顕著となる。具体的には、第3の有機化合物の双極子モーメントの大きさを P_1 、第4の有機化合物の双極子モーメントの大きさを P_2 とすると、 $P_1 / P_2 \geq 3$ または $P_1 / P_2 \leq 0.33$ となる組み合わせが好ましい。

50

【 0 0 8 0 】

例えば、金属錯体である A l q の双極子モーメントの大きさは 9 . 4 0 デバイであり、芳香族アミン化合物である 2 P C A P A の双極子モーメントの大きさは 1 . 1 5 デバイである。したがって、本実施の形態のように、第 3 の有機化合物として金属錯体のような電子輸送性の有機化合物を、第 4 の有機化合物として芳香族アミン化合物のような正孔輸送性の有機化合物を用いる場合は、 $P_1 / P_2 = 3$ であることが好ましい。

【 0 0 8 1 】

また、電子の移動を制御する層 2 1 5 に含まれる第 4 の有機化合物の発光色と、発光層 2 1 4 に含まれる発光性の高い物質の発光色とは、同系色であることが好ましい。具体的には、第 4 の有機化合物の発光スペクトルの最大のピークの波長と発光性の高い物質の発光スペクトルの最大のピークの波長との差は、3 0 n m 以内であることが好ましい。3 0 n m 以内であることにより、第 4 の有機化合物の発光色と発光性の高い物質の発光色は、同系色となる。よって、電圧等の変化により、第 4 の有機化合物が発光した場合にも、発光色の変化を抑制することができる。ただし、必ずしも第 4 の有機化合物が発光する必要はない。

10

【 0 0 8 2 】

また、電子の移動を制御する層 2 1 5 の膜厚は、5 n m 以上 2 0 n m 以下であることが好ましい。膜厚が厚すぎると、キャリアの移動速度が過度に低下してしまい、駆動電圧が高くなってしまいう上に、電子の移動を制御する層 2 1 5 の発光強度が増大する可能性がある。また、膜厚が薄すぎると、キャリアの移動を制御する機能を実現しなくなってしまう。よって、5 n m 以上 2 0 n m 以下の膜厚であることが好ましい。

20

【 0 0 8 3 】

電子の移動を制御する層を設けない従来の素子構成の場合、第 2 の電極から注入された電子は、電子注入層および電子輸送層を通り、発光層へ注入される。発光層へ注入された電子は、発光層が電子輸送性の場合、つまり、発光層に含まれる最も多い材料が電子輸送性の場合には、発光層中を移動して、正孔輸送層まで達してしまう可能性がある。電子が正孔輸送層まで達してしまうと、正孔輸送層に含まれる材料を劣化させてしまい、発光素子の劣化に繋がる。

【 0 0 8 4 】

しかし、本実施の形態で示した電子の移動を制御する層を設けることにより、電子が発光層中を突き抜けて正孔輸送層まで達することを抑制することができる。よって、電子が正孔輸送層まで達して正孔輸送層を劣化させることを抑制することができる。従って、発光素子の劣化を抑制し、長寿命化することができる。

30

【 0 0 8 5 】

電子輸送層 2 1 6 は、電子輸送性の高い物質を含む層である。例えば、低分子の有機化合物として、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(III)(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(III)(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(II)(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(III)(略称: B A l q)、ビス(8-キノリノラト)亜鉛(II)(略称: Z n q)、ビス[2-(2-ベンゾオキサゾリル)フェノラト]亜鉛(II)(略称: Z n P B O)、ビス[2-(2-ベンゾチアゾリル)フェノラト]亜鉛(II)(略称: Z n B T Z)などの金属錯体を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)、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-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: T A Z 0 1)、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: T P B I)、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)などの複素環化合物も用いる

40

50

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。なお、正孔よりも電子の輸送性の高い物質であれば、上記以外の物質を電子輸送層として用いても構わない。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。

【0086】

また、電子輸送層 216 として、高分子化合物を用いることができる。例えば、ポリ〔(9,9-ジヘキシルフルオレン-2,7-ジイル)-co-(ピリジン-3,5-ジイル)〕(略称:PF-Py)、ポリ〔(9,9-ジオクチルフルオレン-2,7-ジイル)-co-(2,2'-ビピリジン-6,6'-ジイル)〕(略称:PF-BPy)などを用いることができる。

10

【0087】

また、電子注入層 217 は、電子注入性の高い物質を含む層である。電子注入性の高い物質としては、フッ化リチウム(LiF)、フッ化セシウム(CsF)、フッ化カルシウム(CaF₂)等のようなアルカリ金属又は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。例えば、電子輸送性を有する物質からなる層中にアルカリ金属又はアルカリ土類金属又はそれらの化合物を含有させたもの、例えば Alq 中にマグネシウム(Mg)を含有させたもの等を用いることができる。なお、電子注入層として、電子輸送性を有する物質からなる層中にアルカリ金属又はアルカリ土類金属を含有させたものを用いることにより、第2の電極 204 からの電子注入が効率良く行われるためより好ましい。

20

【0088】

第2の電極 204 を形成する物質としては、仕事関数の小さい(具体的には 3.8 eV 以下であることが好ましい)金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを用いることができる。このような陰極材料の具体例としては、元素周期表の第1族または第2族に属する元素、すなわちリチウム(Li)やセシウム(Cs)等のアルカリ金属、およびマグネシウム(Mg)、カルシウム(Ca)、ストロンチウム(Sr)等のアルカリ土類金属、およびこれらを含む合金(MgAg、AlLi)、ユウロピウム(Eu)、イッテルビウム(Yb)等の希土類金属およびこれらを含む合金等が挙げられる。アルカリ金属、アルカリ土類金属、これらを含む合金の膜は、真空蒸着法を用いて形成することができる。また、アルカリ金属またはアルカリ土類金属を含む合金はスパッタリング法により形成することも可能である。また、銀ペーストなどをインクジェット法などにより成膜することも可能である。

30

【0089】

また、第2の電極 204 と電子輸送層 216 との間に、電子注入を促す機能を有する層である電子注入層 217 を設けることにより、仕事関数の大小に関わらず、Al、Ag、ITO、珪素若しくは酸化珪素を含有した酸化インジウム-酸化スズ等様々な導電性材料を第2の電極 204 として用いることができる。これら導電性材料は、スパッタリング法やインクジェット法、スピンコート法等を用いて成膜することが可能である。

【0090】

また、EL層の形成方法としては、乾式法、湿式法を問わず、種々の方法を用いることができる。例えば、真空蒸着法、インクジェット法またはスピンコート法など用いても構わない。また各電極または各層ごとに異なる成膜方法を用いて形成しても構わない。

40

【0091】

例えば、上述した材料のうち、高分子化合物を用いて湿式法でEL層を形成してもよい。または、低分子の有機化合物を用いて湿式法で形成することもできる。また、低分子の有機化合物を用いて真空蒸着法などの乾式法を用いてEL層を形成してもよい。

【0092】

また、電極についても、ゾル-ゲル法を用いて湿式法で形成しても良いし、金属材料のペーストを用いて湿式法で形成してもよい。また、スパッタリング法や真空蒸着法などの乾式法を用いて形成しても良い。

【0093】

50

例えば、本発明の発光素子を表示装置に適用し、発光層を塗り分ける場合には、発光層は湿式法により形成することが好ましい。発光層をインクジェット法を用いて形成することにより、大型基板であっても発光層の塗り分けが容易となる。

【0094】

以上のような構成を有する本発明の発光素子は、第1の電極202と第2の電極204との間に生じた電位差により電流が流れ、EL層203において正孔と電子とが再結合し、発光するものである。

【0095】

発光は、第1の電極202または第2の電極204のいずれか一方または両方を通して外部に取り出される。従って、第1の電極202または第2の電極204のいずれか一方または両方は、透光性を有する電極である。第1の電極202のみが透光性を有する電極である場合、図3(A)に示すように、発光は第1の電極202を通過して基板側から取り出される。また、第2の電極204のみが透光性を有する電極である場合、図3(B)に示すように、発光は第2の電極204を通過して基板と逆側から取り出される。第1の電極202および第2の電極204がいずれも透光性を有する電極である場合、図3(C)に示すように、発光は第1の電極202および第2の電極204を通過して、基板側および基板と逆側の両方から取り出される。

10

【0096】

なお第1の電極202と第2の電極204との間に設けられる層の構成は、上記のものには限定されない。発光領域と金属とが近接することによって生じる消光を防ぐように、第1の電極202および第2の電極204から離れた部位に正孔と電子とが再結合する発光領域を設けた構成であり、キャリアの移動を制御する層を有する構成であれば、上記以外のものでもよい。

20

【0097】

つまり、層の積層構造については特に限定されず、電子輸送性の高い物質または正孔輸送性の高い物質、電子注入性の高い物質、正孔注入性の高い物質、バイポーラ性(電子及び正孔の輸送性の高い物質)の物質等から成る層と、本実施の形態で示すキャリアの移動を制御する層および発光層を適宜組み合わせる構成すればよい。

【0098】

なお、正孔の移動を制御する層は、正孔の移動を制御するものであるため、発光層と陽極として機能する電極との間に設けることが好ましい。

30

【0099】

図1(A)や図1(C)に示すように、発光層214と、正孔の移動を制御する層213とが接する構成とした場合には、発光層に含まれる有機化合物のうち、最も多く含まれている有機化合物のバンドギャップよりも、バンドギャップが大きく電子が注入されにくい有機化合物を第2の有機化合物として用いることが好ましい。発光層214と正孔の移動を制御する層213とが接する構成である場合、発光層とキャリアの移動を制御する層を同一のマスクで連続して成膜することが可能である。よって、フルカラーディスプレイなど、発光素子毎にキャリアの移動を制御する層を作り分ける必要がある場合には、作製が容易となり好ましい。

40

【0100】

ただし、図1(B)や図1(D)に示すように、発光層214と正孔の移動を制御する層213との間に層が形成されている構成であってもよい。

【0101】

また、電子の移動を制御する層は、電子の移動を制御するものであるため、発光層と陰極として機能する電極との間に設けることが好ましい。図1(A)や図1(B)に示すように、電子の移動を制御する層は発光層と接するように設けることがより好ましい。電子の移動を制御する層を発光層と接するように設けることにより、発光層への電子注入を直接制御できるため、発光層内におけるキャリアバランスの経時変化をより抑制することができ、素子寿命向上に関してより大きな効果が得られる。また、プロセス的にも簡便とな

50

る。

【0102】

また、電子の移動を制御する層は発光層と接するように設けるのが好ましく、その場合には、電子の移動を制御する層に含まれる第3の有機化合物と、発光層に多く含まれている有機化合物とは、異なる種類の有機化合物であることが好ましい。特に、発光層の構成が、発光性の高い物質を分散させる物質（第5の有機化合物）と、発光性の高い物質（第6の有機化合物）とを含む場合、第5の有機化合物と、第3の有機化合物とは、異なる種類の有機化合物であることが好ましい。このような構成により、電子の移動を制御する層から発光層への電子の移動が、第3の有機化合物と第5の有機化合物との間においても抑制され、電子の移動を制御する層を設ける効果がより高くなる。

10

【0103】

ただし、図1(C)や図1(D)に示すように、発光層214と電子の移動を制御する層215との間に層が形成されていてもよい。

【0104】

また、図2に示すように、基板201上に、陰極として機能する第2の電極204、EL層203、陽極として機能する第1の電極202とが順に積層された構成としてもよい。図2(A)に示す発光素子は、図1(A)に示したEL層を逆の順に積層した構成であり、図2(B)に示す発光素子は、図1(B)に示したEL層を逆の順に積層した構成であり、図2(C)に示す発光素子は、図1(C)に示したEL層を逆の順に積層した構成であり、図2(D)に示す発光素子は、図1(D)に示したEL層を逆の順に積層した構成である。

20

【0105】

なお、本実施の形態においては、ガラス、プラスチックなどからなる基板の上に発光素子を作製している。一基板上にこのような発光素子を複数作製することで、バッシュマトリクス型の発光装置を作製することができる。また、ガラス、プラスチックなどからなる基板上に、例えば、薄膜トランジスタ(TFT)を形成し、TFTと電氣的に接続された電極上に発光素子を作製してもよい。これにより、TFTによって発光素子の駆動を制御するアクティブマトリクス型の発光装置を作製できる。なお、TFTの構造は、特に限定されない。スタガ型のTFTでもよいし、逆スタガ型のTFTでもよい。また、TFT基板に形成される駆動用回路についても、N型およびP型のTFTからなるものでもよいし、若しくはN型のTFTまたはP型のTFTのいずれか一方からのみなるものでもよい。また、TFTに用いられる半導体膜の結晶性についても特に限定されない。非晶質半導体膜を用いてもよいし、結晶性半導体膜を用いてもよい。また、単結晶半導体膜を用いてもよい。単結晶半導体膜は、スマートカット法などを用いて作製することができる。

30

【0106】

以上で述べたように、本実施の形態で示す発光素子は、正孔の移動を制御する層213および電子の移動を制御する層215の両方を有している点が特徴である。

【0107】

例えば、もし正孔の移動を制御する層213および電子の移動を制御する層215を設けない従来の発光素子であれば、第1の電極202から注入された正孔は、正孔注入層211、正孔輸送層212を通り、移動が遅くならないまま発光層214に注入されるため、その一部は電子輸送層216の界面付近まで達する。そして、正孔が電子輸送層216にまで達してしまうと、電子輸送層216を劣化させる恐れがある。またその劣化によって、経時的に電子輸送層216にまで達してしまう正孔の量が増えていくと、経時的に発光層214における再結合確率が低下していくことになるため、素子寿命の低下(輝度の経時劣化)に繋がってしまう。同様に、第2の電極204から注入された電子は、電子注入層217および電子輸送層216を通り、移動が遅くならないまま発光層214に注入されるため、その一部は正孔輸送層212と発光層214との界面付近まで達する。そして、電子が正孔輸送層212にまで達してしまうと、正孔輸送層212を劣化させる恐れがある。またその劣化によって、経時的に正孔輸送層212にまで達してしまう電子の量

40

50

が増えていくと、経時的に発光層内での再結合確率が低下していくことになるため、素子寿命の低下（輝度の経時劣化）に繋がってしまう。

【0108】

一方、本発明の発光素子においては、正孔の移動を制御する層213を設けることにより、第1の電極202から注入された正孔は、正孔注入層211、正孔輸送層212を通り、正孔の移動を制御する層213に注入される。正孔の移動を制御する層213に注入された正孔は、その移動が遅くなり、発光層214への正孔注入が制御される。その結果、正孔が電子輸送層216にまで達してしまい、電子輸送層216を劣化させる可能性が低くなる。なお、本発明においては、正孔の移動を制御する層213において、単に正孔移動度の遅い物質を適用するのではなく、正孔輸送性を有する有機化合物に正孔輸送性を下げる有機化合物を添加している点が重要である。このような構成とすることで、単に発光層への正孔注入を制御するだけでなく、その制御された正孔注入量が経時的に変化するのを抑制することができる。

10

【0109】

さらに本発明の発光素子においては、電子の移動を制御する層215をも設けている。これにより、第2の電極204から注入された電子は、電子注入層217、電子輸送層216を通り、電子の移動を制御する層215に注入される。ここで、電子の移動を制御する層215は、電子輸送性を有する第3の有機化合物に、正孔輸送性を有する第4の有機化合物が添加した構成となっている。したがって、電子の移動を制御する層215に注入された電子は、その移動が遅くなり、発光層214への電子注入が制御される。その結果、電子が正孔輸送層212にまで達してしまい、正孔輸送層212を劣化させる可能性が低くなる。また正孔に関しても、電子の移動を制御する層215が電子輸送性を有する第3の有機化合物を有しているため、正孔が電子輸送層216にまで達して電子輸送層216を劣化させる可能性はさらに低い。なお、本発明においては、電子の移動を制御する層215において、単に電子移動度の遅い物質を適用するのではなく、電子輸送性を有する有機化合物に電子輸送性を下げる有機化合物を添加している点が重要である。このような構成とすることで、単に発光層214への電子注入を制御するだけでなく、その制御された電子注入量が経時的に変化するのを抑制することができる。

20

【0110】

以上のことから、本発明の発光素子は、正孔、電子の両キャリアの発光層への注入量を制御することにより、経時的にキャリアバランスが悪化して再結合確率が低下していく現象を防ぐことができるため、素子寿命の向上（輝度の経時劣化の抑制）に繋がる。

30

【0111】

さらに、正孔の移動を制御する層213の効果として、発光効率の向上が挙げられる。正孔の移動を制御する層213を設けない従来の素子構成の場合、第1の電極202から注入された多くの正孔は、そのまま発光層214へ注入される。発光層214が電子輸送性の場合、つまり、発光層214に含まれる最も多い材料が電子輸送性の場合には、発光領域は発光層214と正孔輸送層212との界面付近になる。一方、発光層214と正孔輸送層212との界面付近には、過剰の正孔によってカチオンが生成している可能性がある。カチオンは消光剤として働くため、発光領域の周辺に生成していたカチオンの影響により発光効率が低下してしまう。

40

【0112】

しかし、本実施の形態で示した正孔の移動を制御する層213を設けることにより、過剰の正孔によって、発光層214や発光層214周辺にできていたカチオンの生成を抑制することができる。従って、発光効率の低下を抑制することができる。従って、発光効率の高い発光素子を得ることができる。

【0113】

以上で述べたように、本実施の形態で示す発光素子は、キャリアの移動を制御する層を有している。キャリアの移動を制御する層は、2種類以上の物質を含むため、物質の組み合わせや混合比、膜厚などを制御することにより、キャリアバランスを精密に制御するこ

50

とが可能である。

【0114】

また、物質の組み合わせや混合比、膜厚などの制御でキャリアバランスを制御することが可能であるので、従来よりも容易にキャリアバランスの制御が可能となる。つまり、用いる物質そのものの物性を変化させなくても、混合比や膜厚等により、キャリアの移動を制御することができる。

【0115】

また、キャリアの移動を制御する層に含まれる2種類以上の物質のうち、少なく含まれている有機化合物を用いてキャリアの移動を制御している。つまり、キャリアの移動を制御する層に含まれている成分のうち少ない成分でキャリアの移動を制御することが可能であるので、経時変化に強く、発光素子の長寿命化を実現することができる。つまり、単一物質によりキャリアバランスを制御する場合に比べ、キャリアバランスの変化が起きにくい。例えば、単一物質により形成された層でキャリアの移動を制御する場合には、部分的にモルフォロジーが変化することや、部分的に結晶化が起こることなどが生じると、層全体のバランスが変化してしまう。そのため、経時変化に弱い。しかし、本実施の形態で示すように、キャリアの移動を制御する層に含まれている成分のうち少ない成分でキャリアの移動を制御することにより、モルフォロジーの変化や結晶化、凝集等の影響が小さくなり、経時変化が起きにくい。よって、経時的なキャリアバランスの低下、ひいては経時的な発光効率の低下が起こりにくい長寿命の発光素子を得ることができる。

【0116】

また、発光層の両側において、キャリアの移動を制御することにより、より一層モルフォロジーの変化や結晶化、凝集等の影響が小さくなり、経時劣化が起きにくく、経時的な発光効率の低下が起こりにくい長寿命の発光素子を得ることができる。

【0117】

また、発光層の両側において、キャリアの移動を制御することにより、発光層のキャリア輸送性に依存せず、長寿命の発光素子を実現することができる。よって、発光層を構成する材料の選択肢および設計の自由度が広がる。

【0118】

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。

【0119】

(実施の形態2)

本実施の形態は、本発明に係る複数の発光ユニットを積層した構成の発光素子(以下、積層型発光素子という)の態様について、図6を参照して説明する。この発光素子は、第1の電極と第2の電極との間に、複数の発光ユニットを有する積層型発光素子である。各発光ユニットの構成としては、実施の形態1で示した構成と同様な構成を用いることができる。つまり、実施の形態1で示した発光素子は、1つの発光ユニットを有する発光素子である。本実施の形態では、複数の発光ユニットを有する発光素子について説明する。

【0120】

図6において、第1の電極501と第2の電極502との間には、第1の発光ユニット511と第2の発光ユニット512が積層されている。第1の電極501と第2の電極502は実施の形態1と同様なものを適用することができる。また、第1の発光ユニット511と第2の発光ユニット512は同じ構成であっても異なる構成であってもよく、その構成は実施の形態1と同様なものを適用することができる。

【0121】

電荷発生層513には、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が含まれている。この有機化合物とアクセプター性物質を含有する複合材料は、実施の形態1で示した複合材料であり、アクセプター物質として、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)や、酸化バナジウムや酸化モリブデンや酸化タングステン等の金属酸化物を含む。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

10

20

30

40

50

ンドリマー、ポリマーなど、種々の化合物を用いることができる。なお、有機化合物としては、正孔移動度が $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上であるものを適用することが好ましい。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。有機化合物と金属酸化物の複合体は、キャリア注入性、キャリア輸送性に優れているため、低電圧駆動、低電流駆動を実現することができる。

【0122】

なお、電荷発生層 513 は、有機化合物とアクセプター性物質の複合材料と他の材料とを組み合わせ形成してもよい。例えば、有機化合物と金属酸化物の複合材料を含む層と、電子供与性物質の中から選ばれた一の化合物と電子輸送性の高い化合物とを含む層とを組み合わせ形成してもよい。また、有機化合物と金属酸化物の複合材料を含む層と、透明導電膜とを組み合わせ形成してもよい。また、電荷発生層として、実施の形態 1 で示した電極材料を用いることもできる。なお、光取り出し効率の点から、電荷発生層は透光性の高い層とすることが好ましい。

10

【0123】

いずれにしても、第 1 の発光ユニット 511 と第 2 の発光ユニット 512 に挟まれる電荷発生層 513 は、第 1 の電極 501 と第 2 の電極 502 に電圧を印加したときに、一方の側の発光ユニットに電子を注入し、他方の側の発光ユニットに正孔を注入するものであれば良い。例えば、第 1 の電極の電位の方が第 2 の電極の電位よりも高くなるように電圧を印加した場合、電荷発生層 513 は、第 1 の発光ユニット 511 に電子を注入し、第 2 の発光ユニット 512 に正孔を注入するものであればいかなる構成でもよい。

20

【0124】

本実施の形態では、2つの発光ユニットを有する発光素子について説明したが、同様に、3つ以上の発光ユニットを積層した発光素子についても、同様に適用することが可能である。本実施の形態に係る発光素子のように、一对の電極間に複数の発光ユニットを電荷発生層で仕切って配置することで、電流密度を低く保ったまま、高輝度領域での長寿命素子を実現できる。また、照明を応用例とした場合は、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。また、低電圧駆動が可能で消費電力が低い発光装置を実現することができる。

【0125】

また、それぞれの発光ユニットの発光色を異なるものにするすることで、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、2つの発光ユニットを有する発光素子において、第 1 の発光ユニットの発光色と第 2 の発光ユニット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、3つの発光ユニットを有する発光素子の場合でも同様であり、例えば、第 1 の発光ユニットの発光色が赤色であり、第 2 の発光ユニットの発光色が緑色であり、第 3 の発光ユニットの発光色が青色である場合、発光素子全体としては、白色発光を得ることができる。

30

【0126】

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。

40

【0127】

(実施の形態 3)

本実施の形態では、本発明の発光素子を有する発光装置について説明する。

【0128】

本実施の形態では、画素部に本発明の発光素子を有する発光装置について図 7 を用いて説明する。なお、図 7 (A) は、発光装置を示す上面図、図 7 (B) は図 7 (A) を A - A' および B - B' で切断した断面図である。この発光装置は、発光素子の発光を制御するものとして、点線で示された駆動回路部 (ソース側駆動回路) 601、画素部 602、駆動回路部 (ゲート側駆動回路) 603 を含んでいる。また、604 は封止基板、605 はシール材であり、シール材 605 で囲まれた内側は、空間 607 になっている。

50

【0129】

なお、引き回し配線608はソース側駆動回路601及びゲート側駆動回路603に入力される信号を伝送するための配線であり、外部入力端子となるFPC（フレキシブルプリントサーキット）609からビデオ信号、クロック信号、スタート信号、リセット信号等を受け取る。なお、ここではFPCしか図示されていないが、このFPCにはプリント配線基板（PWB）が取り付けられていても良い。本明細書における発光装置には、発光装置本体だけでなく、それにFPCもしくはPWBが取り付けられた状態をも含むものとする。

【0130】

次に、断面構造について図7（B）を用いて説明する。素子基板610上には駆動回路部及び画素部が形成されているが、ここでは、駆動回路部であるソース側駆動回路601と、画素部602中の一つの画素が示されている。

10

【0131】

なお、ソース側駆動回路601はNチャネル型TFT623とPチャネル型TFT624とを組み合わせたCMOS回路が形成される。また、駆動回路は、種々のCMOS回路、PMOS回路もしくはNMOS回路で形成しても良い。また、本実施の形態では、基板上に駆動回路を形成したドライバー体型を示すが、必ずしもその必要はなく、駆動回路を基板上ではなく外部に形成することもできる。

【0132】

また、画素部602はスイッチング用TFT611と、電流制御用TFT612とそのドレインに電氣的に接続された第1の電極613とを含む複数の画素により形成される。なお、第1の電極613の端部を覆って絶縁物614が形成されている。ここでは、ポジ型の感光性アクリル樹脂膜を用いることにより形成する。

20

【0133】

また、被覆性を良好なものとするため、絶縁物614の上端部または下端部に曲率を有する曲面が形成されるようにする。例えば、絶縁物614の材料としてポジ型の感光性アクリルを用いた場合、絶縁物614の上端部のみに曲率半径（ $0.2\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$ ）を有する曲面を持たせることが好ましい。また、絶縁物614として、光の照射によってエッチャントに不溶解性となるネガ型、或いは光の照射によってエッチャントに溶解性となるポジ型のいずれも使用することができる。

30

【0134】

第1の電極613上には、EL層616、および第2の電極617がそれぞれ形成されている。ここで、第1の電極613に用いる材料としては、さまざまな金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物を用いることができる。第1の電極を陽極として用いる場合には、その中でも、仕事関数の大きい（仕事関数 4.0eV 以上）金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを用いることが好ましい。例えば、珪素を含有した酸化インジウム - 酸化スズ膜、酸化インジウム - 酸化亜鉛膜、窒化チタン膜、クロム膜、タングステン膜、Zn膜、Pt膜などの単層膜の他、窒化チタン膜とアルミニウムを主成分とする膜との積層、窒化チタン膜とアルミニウムを主成分とする膜と窒化チタン膜との3層構造等の積層膜を用いることができる。なお、積層構造とすると、配線としての抵抗も低く、良好なオーミックコンタクトがとれ、さらに陽極として機能させることができる。

40

【0135】

また、EL層616は、蒸着マスクを用いた蒸着法、インクジェット法、スピンコート法等の種々の方法によって形成される。EL層616は、実施の形態1～実施の形態2で示したキャリアの移動を制御する層を有している。また、EL層616を構成する材料としては、低分子化合物、または高分子化合物、オリゴマー、 dendrimer のいずれを用いてもよい。また、EL層に用いる材料としては、有機化合物だけでなく、無機化合物を用いてもよい。

【0136】

50

また、第2の電極617に用いる材料としては、さまざまな金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物を用いることができる。第2の電極を陰極として用いる場合には、その中でも、仕事関数の小さい（仕事関数3.8 eV以下）金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを用いることが好ましい。例えば、元素周期表の第1族または第2族に属する元素、すなわちリチウム（Li）やセシウム（Cs）等のアルカリ金属、およびマグネシウム（Mg）、カルシウム（Ca）、ストロンチウム（Sr）等のアルカリ土類金属、およびこれらを含む合金（MgAg、AlLi）等が挙げられる。なお、EL層616で生じた光を第2の電極617を透過させる場合には、第2の電極617として、膜厚を薄くした金属薄膜と、透明導電膜（酸化インジウム-酸化スズ（ITO）、珪素若しくは酸化珪素を含有した酸化インジウム-酸化スズ、酸化インジウム-酸化亜鉛（IZO）、酸化タンゲステン及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム（IWZO）等）との積層膜を用いることも可能である。

10

【0137】

さらにシール材605で封止基板604を素子基板610と貼り合わせることにより、素子基板610、封止基板604、およびシール材605で囲まれた空間607に発光素子618が備えられた構造になっている。なお、空間607には、充填材が充填されており、不活性気体（窒素やアルゴン等）が充填される場合の他、シール材605が充填される場合もある。

【0138】

なお、シール材605にはエポキシ系樹脂を用いるのが好ましい。また、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、封止基板604に用いる材料としてガラス基板や石英基板の他、FRP（Fiberglass-Reinforced Plastics）、PVF（ポリビニルフロライド）、ポリエステルまたはアクリル等からなるプラスチック基板を用いることができる。

20

【0139】

以上のようにして、本発明の発光素子を有する発光装置を得ることができる。

【0140】

本発明の発光装置は、実施の形態1～実施の形態2で示した発光素子を有する。そのため、発光効率が高い発光装置を得ることができる。

【0141】

また、発光効率が高い発光素子を有しているため、低消費電力の発光装置を得ることができる。

30

【0142】

また、劣化が少なく、寿命の長い発光素子を有しているため、寿命の長い発光装置を得ることができる。

【0143】

以上のように、本実施の形態では、トランジスタによって発光素子の駆動を制御するアクティブマトリクス型の発光装置について説明したが、パッシブマトリクス型の発光装置であってもよい。図8には本発明を適用して作製したパッシブマトリクス型の発光装置の斜視図を示す。なお、図8(A)は、発光装置を示す斜視図、図8(B)は図8(A)をX-Yで切断した断面図である。図8において、基板951上には、電極952と電極956との間にはEL層955が設けられている。電極952の端部は絶縁層953で覆われている。そして、絶縁層953上には隔壁層954が設けられている。隔壁層954の側壁は、基板面に近くなるに伴って、一方の側壁と他方の側壁との間隔が狭くなっていくような傾斜を有する。つまり、隔壁層954の短辺方向の断面は、台形状であり、底辺（絶縁層953の面方向と同様の方向を向き、絶縁層953と接する辺）の方が上辺（絶縁層953の面方向と同様の方向を向き、絶縁層953と接しない辺）よりも短い。このように、隔壁層954を設けることで、陰極をパターンニングすることができる。また、パッシブマトリクス型の発光装置においても、発光効率が高い本発明の発光素子を含むことにより、発光効率が高い発光装置を得ることができる。

40

50

【 0 1 4 4 】

本発明の発光装置は、実施の形態 1 ~ 実施の形態 2 で示した発光素子を有する。そのため、発光効率が高い発光装置を得ることができる。

【 0 1 4 5 】

また、発光効率が高い発光素子を有しているため、低消費電力の発光装置を得ることができる。

【 0 1 4 6 】

また、劣化が少なく、寿命の長い発光素子を有しているため、寿命の長い発光装置を得ることができる。

【 0 1 4 7 】

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。

【 0 1 4 8 】

(実施の形態 4)

本実施の形態では、実施の形態 3 に示す発光装置をその一部に含む本発明の電子機器について説明する。本発明の電子機器は、実施の形態 1 ~ 実施の形態 2 で示した発光素子を有し、発光効率が高く、低消費電力の表示部を有する。また、寿命の長い表示部を有する。

【 0 1 4 9 】

本発明の発光装置を用いて作製された電子機器として、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ、ナビゲーションシステム、音響再生装置（カーオーディオ、オーディオコンポ等）、コンピュータ、ゲーム機器、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯型ゲーム機または電子書籍等）、記録媒体を備えた画像再生装置（具体的には Digital Versatile Disc (DVD) 等の記録媒体を再生し、その画像を表示しうる表示装置を備えた装置）などが挙げられる。これらの電子機器の具体例を図 9 に示す。

【 0 1 5 0 】

図 9 (A) は本実施の形態に係るテレビ装置であり、筐体 9 1 0 1、支持台 9 1 0 2、表示部 9 1 0 3、スピーカー部 9 1 0 4、ビデオ入力端子 9 1 0 5 等を含む。このテレビ装置において、表示部 9 1 0 3 は、実施の形態 1 ~ 2 で説明したものと同様の発光素子をマトリクス状に配列して構成されている。当該発光素子は、発光効率が高く、消費電力が低いという特徴を有している。また、長寿命であるという特徴を有している。その発光素子で構成される表示部 9 1 0 3 も同様の特徴を有するため、このテレビ装置は画質の劣化が少なく、低消費電力化が図られている。このような特徴により、テレビ装置において、劣化補償機能や電源回路を大幅に削減、若しくは縮小することができるので、筐体 9 1 0 1 や支持台 9 1 0 2 の小型軽量化を図ることが可能である。本実施の形態に係るテレビ装置は、低消費電力、高画質及び小型軽量化が図られているので、それにより住環境に適合した製品を提供することができる。

【 0 1 5 1 】

図 9 (B) は本実施の形態に係るコンピュータであり、本体 9 2 0 1、筐体 9 2 0 2、表示部 9 2 0 3、キーボード 9 2 0 4、外部接続ポート 9 2 0 5、ポインティングデバイス 9 2 0 6 等を含む。このコンピュータにおいて、表示部 9 2 0 3 は、実施の形態 1 ~ 2 で説明したものと同様の発光素子をマトリクス状に配列して構成されている。当該発光素子は、発光効率が高く、消費電力が低いという特徴を有している。また、長寿命であるという特徴を有している。その発光素子で構成される表示部 9 2 0 3 も同様の特徴を有するため、このコンピュータは画質の劣化が少なく、低消費電力化が図られている。このような特徴により、コンピュータにおいて、劣化補償機能や電源回路を大幅に削減、若しくは縮小することができるので、本体 9 2 0 1 や筐体 9 2 0 2 の小型軽量化を図ることが可能である。本実施の形態に係るコンピュータは、低消費電力、高画質及び小型軽量化が図られているので、環境に適合した製品を提供することができる。また、持ち運ぶことも可能となり、持ち運ぶときの外部からの衝撃にも強い表示部を有しているコンピュータを提供

10

20

30

40

50

することができる。

【 0 1 5 2 】

図 9 (C) は本実施の形態に係る携帯電話であり、本体 9 4 0 1、筐体 9 4 0 2、表示部 9 4 0 3、音声入力部 9 4 0 4、音声出力部 9 4 0 5、操作キー 9 4 0 6、外部接続ポート 9 4 0 7、アンテナ 9 4 0 8 等を含む。この携帯電話において、表示部 9 4 0 3 は、実施の形態 1 ~ 2 で説明したものと同様の発光素子をマトリクス状に配列して構成されている。当該発光素子は、発光効率が高く、消費電力が低いという特徴を有している。また、長寿命であるという特徴を有している。その発光素子で構成される表示部 9 4 0 3 も同様の特徴を有するため、この携帯電話は画質の劣化が少なく、低消費電力化が図られている。このような特徴により、携帯電話において、劣化補償機能や電源回路を大幅に削減、若しくは縮小することができるので、本体 9 4 0 1 や筐体 9 4 0 2 の小型軽量化を図ることが可能である。本実施の形態に係る携帯電話は、低消費電力、高画質及び小型軽量化が図られているので、携帯に適した製品を提供することができる。また、携帯したときの衝撃にも強い表示部を有している製品を提供することができる。

10

【 0 1 5 3 】

図 9 (D) はカメラであり、本体 9 5 0 1、表示部 9 5 0 2、筐体 9 5 0 3、外部接続ポート 9 5 0 4、リモコン受信部 9 5 0 5、受像部 9 5 0 6、バッテリー 9 5 0 7、音声入力部 9 5 0 8、操作キー 9 5 0 9、接眼部 9 5 1 0 等を含む。このカメラにおいて、表示部 9 5 0 2 は、実施の形態 1 ~ 2 で説明したものと同様の発光素子をマトリクス状に配列して構成されている。当該発光素子は、発光効率が高く、消費電力が低いという特徴を有している。また、長寿命であるという特徴を有している。その発光素子で構成される表示部 9 5 0 2 も同様の特徴を有するため、このカメラは画質の劣化が少なく、低消費電力化が図られている。このような特徴により、カメラにおいて、劣化補償機能や電源回路を大幅に削減、若しくは縮小することができるので、本体 9 5 0 1 の小型軽量化を図ることが可能である。本実施の形態に係るカメラは、低消費電力、高画質及び小型軽量化が図られているので、携帯に適した製品を提供することができる。また、携帯したときの衝撃にも強い表示部を有している製品を提供することができる。

20

【 0 1 5 4 】

図 1 0 は音響再生装置、具体例としてカーオーディオであり、本体 7 0 1、表示部 7 0 2、操作スイッチ 7 0 3、7 0 4 を含む。表示部 7 0 2 は実施の形態 2 の発光装置（パッシブマトリクス型またはアクティブマトリクス型）で実現することができる。また、この表示部 7 0 2 はセグメント方式の発光装置で形成しても良い。いずれにしても、本発明に係る発光素子を用いることにより、車両用電源（12 ~ 42 V）を使って、低消費電力化を図りつつ、寿命が長く明るい表示部を構成することができる。また、本実施例では車載用オーディオを示すが、携帯型や家庭用のオーディオ装置に用いても良い。

30

【 0 1 5 5 】

図 1 1 は、その一例としてデジタルプレーヤーを示している。図 1 1 に示すデジタルプレーヤーは、本体 7 1 0、表示部 7 1 1、メモリ部 7 1 2、操作部 7 1 3、イヤホン 7 1 4 等を含んでいる。なお、イヤホン 7 1 4 の代わりにヘッドホンや無線式イヤホンを用いることができる。表示部 7 1 1 として、実施の形態 2 の発光装置（パッシブマトリクス型またはアクティブマトリクス型）で実現することができる。また、この表示部 7 1 1 はセグメント方式の発光装置で形成しても良い。いずれにしても、本発明に係る発光素子を用いることにより、二次電池（ニッケル - 水素電池など）を使っても表示が可能であり、低消費電力化を図りつつ、寿命が長く明るい表示部を構成することができる。メモリ部 7 1 2 は、ハードディスクや不揮発性メモリを用いている。例えば、記録容量が 20 ~ 200 ギガバイト（GB）の NAND 型不揮発性メモリを用い、操作部 7 1 3 を操作することにより、映像や音声（音楽）を記録、再生することができる。なお、表示部 7 1 1 は黒色の背景に白色の文字を表示することで消費電力を抑えられる。これは携帯型のオーディオ装置において特に有効である。

40

【 0 1 5 6 】

50

以上の様に、本発明を適用して作製した発光装置の適用範囲は極めて広く、この発光装置をあらゆる分野の電子機器に適用することが可能である。本発明を適用することにより、低消費電力で、信頼性の高い表示部を有する電子機器を作製することが可能となる。

【0157】

また、本発明を適用した発光装置は、発光効率の高い発光素子を有しており、照明装置として用いることもできる。本発明を適用した発光素子を照明装置として用いる一態様を、図12を用いて説明する。

【0158】

図12は、本発明の発光装置をバックライトとして用いた液晶表示装置の一例である。図12に示した液晶表示装置は、筐体901、液晶層902、バックライト903、筐体904を有し、液晶層902は、ドライバIC905と接続されている。また、バックライト903は、本発明の発光装置が用いられおり、端子906により、電流が供給されている。

10

【0159】

本発明の発光装置を液晶表示装置のバックライトとして用いることにより、発光効率の高いバックライトが得られる。また、寿命の長いバックライトが得られる。また、本発明の発光装置は、面発光の照明装置であり大面積化も可能であるため、バックライトの大面積化が可能であり、液晶表示装置の大面積化も可能になる。さらに、本発明の発光装置は薄型で低消費電力であるため、表示装置の薄型化、低消費電力化も可能となる。

【0160】

図13は、本発明を適用した発光装置を、照明装置である電気スタンドとして用いた例である。図13に示す電気スタンドは、筐体2001と、光源2002を有し、光源2002として、本発明の発光装置が用いられている。本発明の発光装置は長寿命であるため、電気スタンドも長寿命である。

20

【0161】

図14は、本発明を適用した発光装置を、室内の照明装置3001として用いた例である。本発明の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、本発明の発光装置は、長寿命であるため、長寿命の照明装置として用いることが可能となる。このように、本発明を適用した発光装置を、室内の照明装置3001として用いた部屋に、図9(A)で説明したような、本発明に係るテレビ装置3002を設置して公共放送や映画を鑑賞することができる。このような場合、両装置は長寿命であるので、照明装置やテレビ装置の買い換え回数を減らすことができ、環境への負荷を低減することができる。

30

【0162】

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。

【図面の簡単な説明】

【0163】

【図1】本発明の発光素子を説明する図。

【図2】本発明の発光素子を説明する図。

【図3】本発明の発光素子を説明する図。

40

【図4】本発明の発光素子を説明する図。

【図5】本発明の発光素子を説明する図。

【図6】本発明の発光素子を説明する図。

【図7】本発明の発光装置を説明する図。

【図8】本発明の発光装置を説明する図。

【図9】本発明の電子機器を説明する図。

【図10】本発明の電子機器を説明する図。

【図11】本発明の電子機器を説明する図。

【図12】本発明の電子機器を説明する図。

【図13】本発明の照明装置を説明する図。

50

【図 1 4】本発明の照明装置を説明する図。

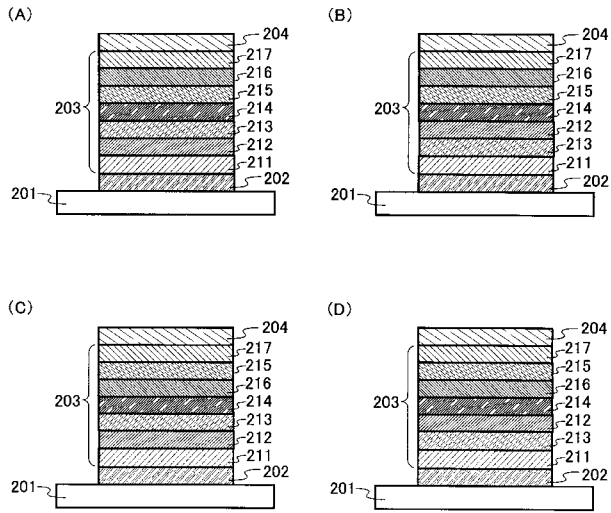
【符号の説明】

【 0 1 6 4 】

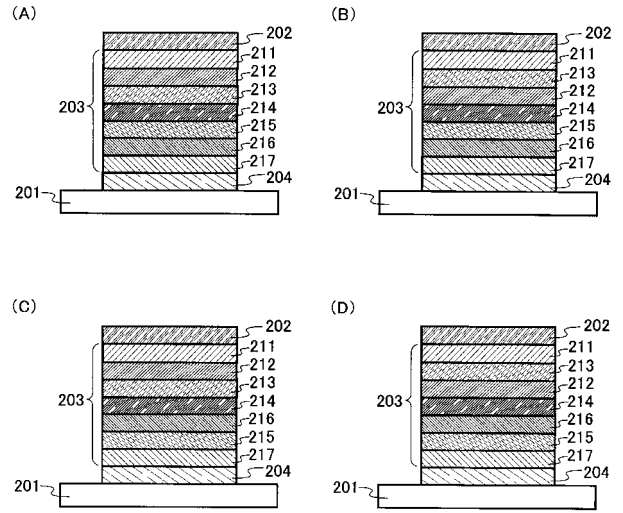
2 0 1	基板	
2 0 2	第 1 の電極	
2 0 3	E L 層	
2 0 4	第 2 の電極	
2 1 1	正孔注入層	
2 1 2	正孔輸送層	
2 1 3	正孔の移動を制御する層	10
2 1 4	発光層	
2 1 5	電子の移動を制御する層	
2 1 6	電子輸送層	
2 1 7	電子注入層	
2 4 1	第 3 の有機化合物	
2 4 2	第 4 の有機化合物	
5 0 1	第 1 の電極	
5 0 2	第 2 の電極	
5 1 1	第 1 の発光ユニット	
5 1 2	第 2 の発光ユニット	20
5 1 3	電荷発生層	
6 0 1	ソース側駆動回路	
6 0 2	画素部	
6 0 3	ゲート側駆動回路	
6 0 4	封止基板	
6 0 5	シール材	
6 0 7	空間	
6 0 8	配線	
6 0 9	F P C (フレキシブルプリントサーキット)	
6 1 0	素子基板	30
6 1 1	スイッチング用 T F T	
6 1 2	電流制御用 T F T	
6 1 3	第 1 の電極	
6 1 4	絶縁物	
6 1 6	E L 層	
6 1 7	第 2 の電極	
6 1 8	発光素子	
6 2 3	Nチャネル型 T F T	
6 2 4	Pチャネル型 T F T	
7 0 1	本体	40
7 0 2	表示部	
7 0 3	操作スイッチ	
7 0 4	表示部	
7 1 0	本体	
7 1 1	表示部	
7 1 2	メモリ部	
7 1 3	操作部	
7 1 4	イヤホン	
9 0 1	筐体	
9 0 2	液晶層	50

9 0 3	バックライト	
9 0 4	筐体	
9 0 5	ドライバ I C	
9 0 6	端子	
9 5 1	基板	
9 5 2	電極	
9 5 3	絶縁層	
9 5 4	隔壁層	
9 5 5	E L 層	
9 5 6	電極	10
2 0 0 1	筐体	
2 0 0 2	光源	
3 0 0 1	照明装置	
3 0 0 2	テレビ装置	
9 1 0 1	筐体	
9 1 0 2	支持台	
9 1 0 3	表示部	
9 1 0 4	スピーカー部	
9 1 0 5	ビデオ入力端子	
9 2 0 1	本体	20
9 2 0 2	筐体	
9 2 0 3	表示部	
9 2 0 4	キーボード	
9 2 0 5	外部接続ポート	
9 2 0 6	ポインティングデバイス	
9 4 0 1	本体	
9 4 0 2	筐体	
9 4 0 3	表示部	
9 4 0 4	音声入力部	
9 4 0 5	音声出力部	30
9 4 0 6	操作キー	
9 4 0 7	外部接続ポート	
9 4 0 8	アンテナ	
9 5 0 1	本体	
9 5 0 2	表示部	
9 5 0 3	筐体	
9 5 0 4	外部接続ポート	
9 5 0 5	リモコン受信部	
9 5 0 6	受像部	
9 5 0 7	バッテリー	40
9 5 0 8	音声入力部	
9 5 0 9	操作キー	
9 5 1 0	接眼部	

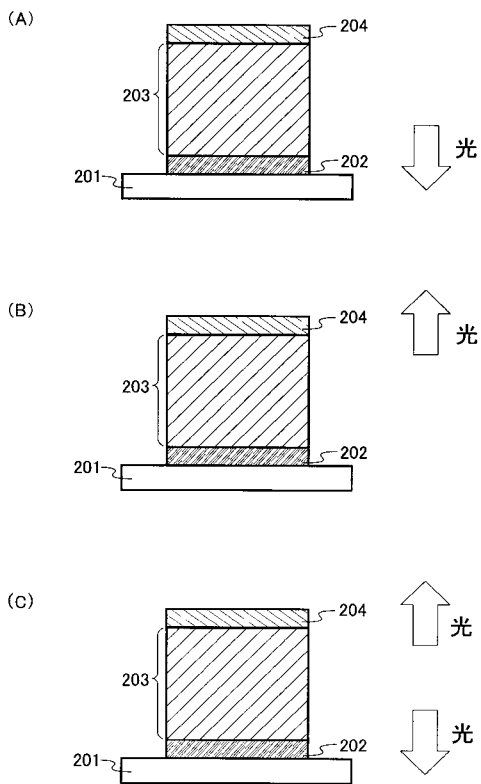
【 図 1 】



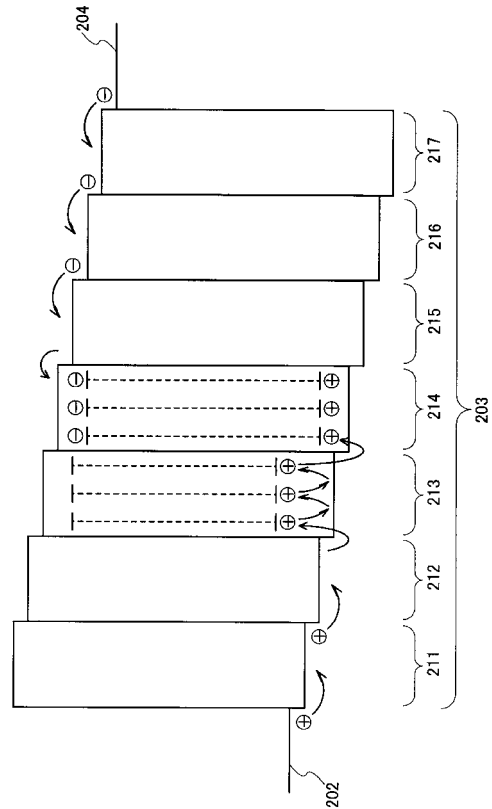
【 図 2 】



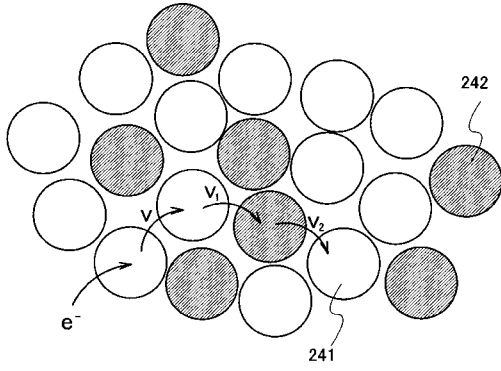
【 図 3 】



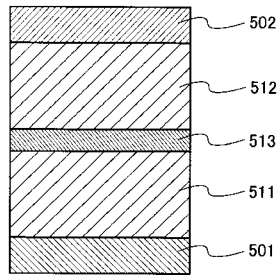
【 図 4 】



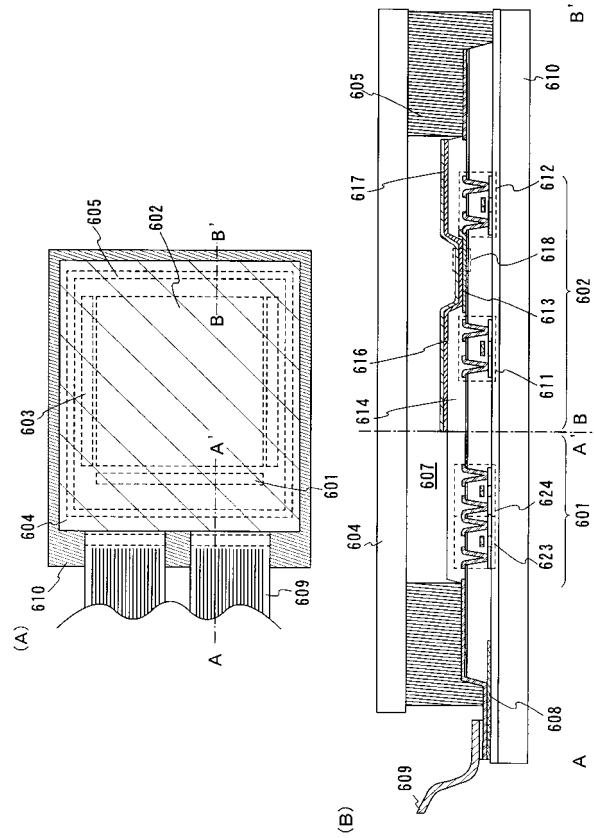
【 図 5 】



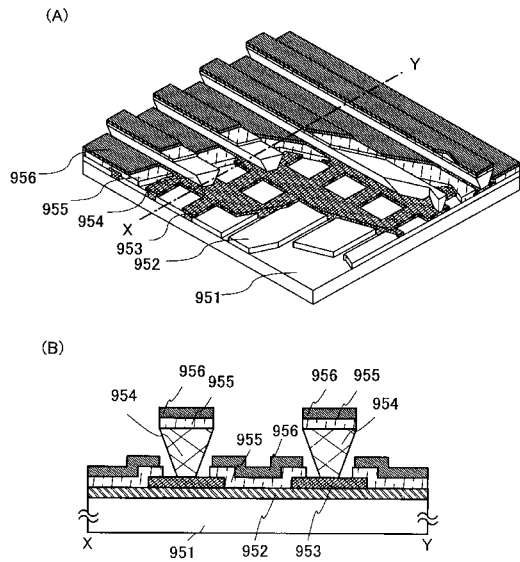
【 図 6 】



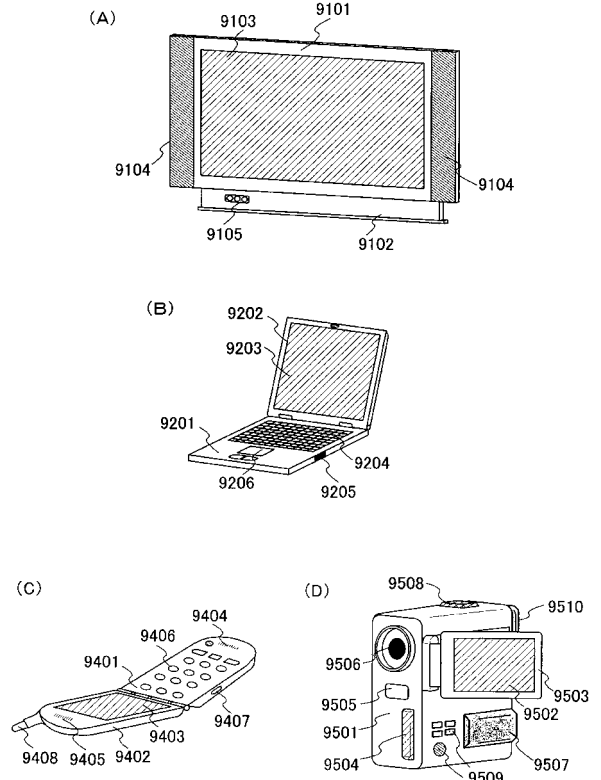
【 図 7 】



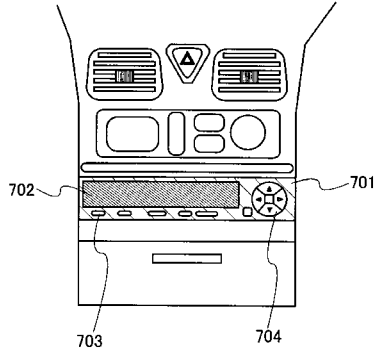
【 図 8 】



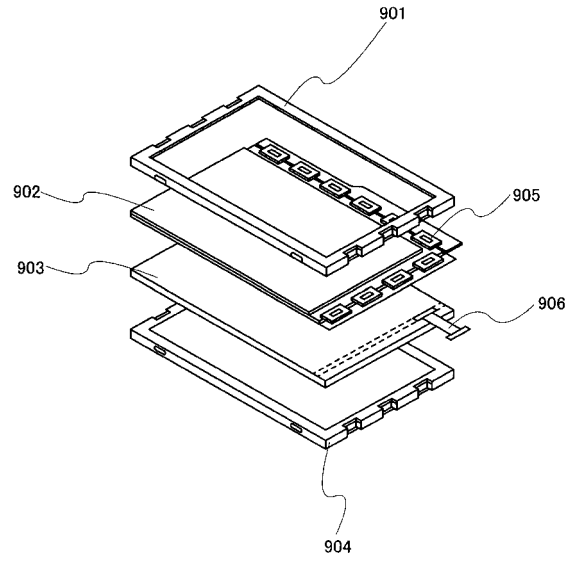
【 図 9 】



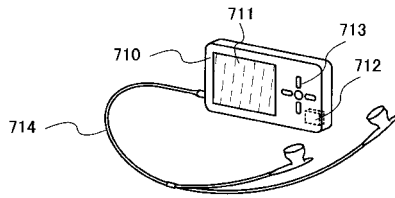
【 図 1 0 】



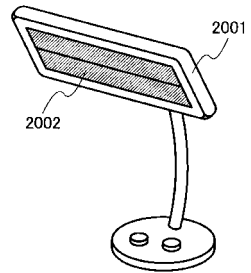
【 図 1 2 】



【 図 1 1 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】

