

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5086184号  
(P5086184)

(45) 発行日 平成24年11月28日(2012.11.28)

(24) 登録日 平成24年9月14日(2012.9.14)

(51) Int.Cl.	F I
<b>H O 1 L 51/50 (2006.01)</b>	H O 5 B 33/22 B
<b>H O 5 B 33/10 (2006.01)</b>	H O 5 B 33/14 A
	H O 5 B 33/22 D
	H O 5 B 33/10

請求項の数 9 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2008-152580 (P2008-152580)	(73) 特許権者	000153878
(22) 出願日	平成20年6月11日(2008.6.11)		株式会社半導体エネルギー研究所
(65) 公開番号	特開2009-21575 (P2009-21575A)		神奈川県厚木市長谷398番地
(43) 公開日	平成21年1月29日(2009.1.29)	(72) 発明者	池田 寿雄
審査請求日	平成23年4月26日(2011.4.26)		神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2007-157452 (P2007-157452)		半導体エネルギー研究所内
(32) 優先日	平成19年6月14日(2007.6.14)	(72) 発明者	加藤 薫
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		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	井辺 隆広
			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	肥塚 純一
			神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
			半導体エネルギー研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光素子、発光装置および照明装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上の第1の電極と、  
 前記第1の電極上の第1の層と  
 前記第1の層上の発光層と、  
 前記発光層上の第2の層と、  
 前記第2の層上の第2の電極と、を有し、  
 前記第1の層は、第1の有機化合物と第1の無機化合物と第1のハロゲン原子とを含み

、  
 前記第2の層は、第2の有機化合物と第2の無機化合物と第2のハロゲン原子とを含み 10

、  
 前記第1のハロゲン原子および前記第2のハロゲン原子はイオン注入法により添加されていることを特徴とする発光素子。

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記第2の有機化合物は、芳香族アミン化合物、カルバゾール誘導体、および芳香族炭化水素のいずれかであることを特徴とする発光素子。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 において、

前記第2の無機化合物は、遷移金属酸化物であることを特徴とする発光素子。

20

## 【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 のハロゲン原子は、フッ素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 の有機化合物は、芳香族アミン化合物、カルバゾール誘導体、および芳香族炭化水素のいずれかであ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 1 の無機化合物は、遷移金属酸化物であることを特徴とする発光素子。

10

## 【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 1 のハロゲン原子は、フッ素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 のいずれか一項に記載の発光素子を有する発光装置。

## 【請求項 9】

請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか一項に記載の発光素子を有する照明装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

20

本発明は、エレクトロルミネッセンス (Electro Luminescence) を利用した発光素子に関する。また、発光素子を有する発光装置、電子機器に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、テレビ、携帯電話、デジタルカメラ等における表示装置は、平面的で薄型の表示装置が求められており、この要求を満たすための表示装置として、自発光型である発光素子を利用した表示装置が注目されている。自発光型の発光素子の一つとして、エレクトロルミネッセンス (Electro Luminescence) を利用する発光素子があり、この発光素子は、発光材料を一对の電極で挟み、電圧を印加することにより、発光材料からの発光を得ることができるものである。

30

## 【0003】

このような自発光型の発光素子は、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。

## 【0004】

さらに、このような自発光型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。

40

## 【0005】

エレクトロルミネッセンスを利用する発光素子は、発光材料が有機化合物であるか、無機化合物であるかによって区別され、一般的に、前者は有機 EL 素子、後者は無機 EL 素子と呼ばれている。

## 【0006】

発光材料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、一对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。

50

## 【 0 0 0 7 】

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。

## 【 0 0 0 8 】

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。

## 【 発明の開示 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 9 】

一般に、有機化合物を用いた発光素子は、無機化合物を用いた発光素子に比べ、寿命が短く劣化しやすいという問題を抱えている。特に、外部からの水分等の侵入によって劣化が生じると考えられおり、封止構造の検討がなされている。

## 【 0 0 1 0 】

上記問題に鑑み、本発明は、劣化しにくい発光素子を提供することを目的とする。また、劣化しにくい発光装置および電子機器を提供することを目的とする。また、劣化しにくい発光素子の作製方法を提供することを目的とする。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 1 1 】

本発明者らは、鋭意検討を重ねた結果、無機化合物とハロゲン原子を含む層が水分の透過を抑制する効果があることを見出した。よって、本発明の一は、一対の電極間に E L 層を有し、E L 層は、発光層と、第 1 の無機化合物と第 1 のハロゲン原子を含む層とを有していることを特徴とする発光素子である。

## 【 0 0 1 2 】

また、本発明者らは、有機化合物と無機化合物とハロゲン原子を含む層が水分の透過を抑制する効果があることを見出した。よって、本発明の一は、一対の電極間に E L 層を有し、E L 層は、発光層と、第 1 の有機化合物と第 1 の無機化合物と第 1 のハロゲン原子を含む層とを有していることを特徴とする発光素子である。第 1 の有機化合物と第 1 の無機化合物と第 1 のハロゲン原子を含む層は導電性が高く、発光素子の駆動電圧を低減することができる。

## 【 0 0 1 3 】

これらの水分の侵入を防ぐ層は、基板とは逆側に形成されていることが好ましい。水分の透過性の低い基板を用いた場合、基板側ではないところからの水分の侵入の方が多くと考えられるため、より効果的に E L 層への水分の侵入を抑制することができる。つまり、基板とは逆側に形成されていることにより、基板側ではないところから E L 層への水分の侵入を効果的に防ぐことができる。

## 【 0 0 1 4 】

また、本発明の一は、第 1 の電極と第 2 の電極間に E L 層を有し、E L 層は、発光層と、第 1 の有機化合物と第 1 の無機化合物と第 1 のハロゲン原子を含む第 1 の層と、第 2 の有機化合物と第 2 の無機化合物と第 2 のハロゲン原子を含む第 2 の層とを有し、第 1 の電極と発光層との間に第 1 の層を有し、第 2 の電極と発光層との間に第 2 の層とを有することを特徴とする発光素子である。有機化合物と無機化合物とハロゲン原子を含む層は導電性が高く、発光層と第 1 の電極との間、発光層と第 2 の電極との間に設けることができる。有機化合物と無機化合物とハロゲン原子を含む層を用いることにより、発光素子の駆動電圧を低減することができる。

## 【 0 0 1 5 】

発光層と第 1 の電極との間に第 1 の層、発光層と第 2 の電極との間に第 2 の層を設けることにより、第 1 の電極側からの水分の侵入を防ぎ、かつ、第 2 の電極側からの水分の侵入を防ぐことができる。つまり、基板側から E L 層への水分の侵入と、基板側ではないところから E L 層への水分の侵入の両方を効果的に防ぐことができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 6 】

また、これらの水分の侵入を防ぐ層は、電極に接するように形成されていることが好ましい。電極と接するように形成されていることにより、水分の E L 層の内部へ侵入を効果的に防ぐことができる。

## 【 0 0 1 7 】

上記構成において、第 2 の有機化合物は、芳香族アミン化合物、カルバゾール誘導体、芳香族炭化水素のいずれかであることが好ましい。

## 【 0 0 1 8 】

また、上記構成において、第 2 の無機化合物は、酸化バナジウム、酸化ニオブ、酸化タantal、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、酸化レニウムのいずれかであることが好ましい。

10

## 【 0 0 1 9 】

また、上記構成において、第 2 のハロゲン原子は、フッ素であることが好ましい。

## 【 0 0 2 0 】

また、上記構成において、第 2 のハロゲン原子の濃度は、 $1 \times 10^{20} \text{ atoms / cm}^3$  以上  $1 \times 10^{21} \text{ atoms / cm}^3$  以下であることが好ましい。

## 【 0 0 2 1 】

また、上記構成において、第 2 の層の膜厚は、50 nm 以上 1000 nm 以下であることが好ましい。

## 【 0 0 2 2 】

20

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、カルバゾール誘導体、芳香族炭化水素のいずれかであることが好ましい。

## 【 0 0 2 3 】

また、上記構成において、第 1 の無機化合物は、酸化バナジウム、酸化ニオブ、酸化タantal、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、酸化レニウムのいずれかであることが好ましい。

## 【 0 0 2 4 】

また、上記構成において、第 1 のハロゲン原子は、フッ素であることが好ましい。

## 【 0 0 2 5 】

また、上記構成において、第 1 のハロゲン原子の濃度は、 $1 \times 10^{20} \text{ atoms / cm}^3$  以上  $1 \times 10^{21} \text{ atoms / cm}^3$  以下であることが好ましい。

30

## 【 0 0 2 6 】

また、上記構成において、第 1 の層の膜厚は、50 nm 以上 1000 nm 以下であることが好ましい。

## 【 0 0 2 7 】

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、または発光装置に 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。

40

## 【 0 0 2 8 】

また、上述した発光装置を有する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、上述した発光装置を有することを特徴とする。

## 【 0 0 2 9 】

また、本発明の発光素子の作製方法の一は、第 1 の電極を形成する工程と、第 1 の電極上に、E L 層を形成する工程と、E L 層上に、第 2 の電極を形成する工程とを有し、E L

50

層を形成する工程は、無機化合物を含む層を形成する工程と、無機化合物を含む層に、イオン注入法によりハロゲン原子を注入し、無機化合物とハロゲン原子を含む層を形成する工程と、発光層を形成する工程とを有することを特徴とする。

【0030】

上記方法において、発光層を形成する工程の後、前記無機化合物を含む層を形成する工程を有することを特徴とする。

【0031】

また、本発明の発光素子の作製方法の一は、第1の電極を形成する工程と、第1の電極上に、EL層を形成する工程と、EL層上に、第2の電極を形成する工程とを有し、EL層を形成する工程は、有機化合物と無機化合物を含む層を形成する工程と、有機化合物と無機化合物を含む層に、イオン注入法によりハロゲン原子を注入し、有機化合物と無機化合物とハロゲン原子を含む層を形成する工程と、発光層を形成する工程とを有することを特徴とする。

10

【0032】

上記方法において、発光層を形成する工程の後、前記有機化合物と無機化合物を含む層を形成する工程を有することを特徴とする。

【0033】

また、本発明の発光素子の作製方法の一は、第1の電極を形成する工程と、第1の電極上に、EL層を形成する工程と、EL層上に、第2の電極を形成する工程とを有し、EL層を形成する工程は、第1の有機化合物と第1の無機化合物を含む層を形成する工程と、第1の有機化合物と第1の無機化合物を含む層に、イオン注入法により第1のハロゲン原子を注入し、第1の有機化合物と第1の無機化合物と第1のハロゲン原子を含む第1の層を形成する工程と、第1の層を形成した後、発光層を形成する工程と、発光層を形成した後、第2の有機化合物と第2の無機化合物を含む層を形成する工程と、第2の有機化合物と第2の無機化合物を含む層に、イオン注入法により第1のハロゲン原子を注入し、第2の有機化合物と第2の無機化合物と第2のハロゲン原子を含む第2の層を形成する工程とを有することを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0034】

本発明の発光素子は、無機化合物とハロゲン原子を含む層、または、有機化合物と無機化合物とハロゲン原子を含む層を有しているため、EL層への水分の侵入を抑制することができ、劣化しにくく長寿命である。

30

【0035】

また、本発明の発光装置は、無機化合物とハロゲン原子を含む層、または、有機化合物と無機化合物とハロゲン原子を含む層を有しているため、EL層への水分の侵入を抑制することができ、劣化しにくく長寿命である。

【0036】

また、劣化しにくく長寿命である発光装置を有しているため、本発明の電子機器も劣化しにくい。

【0037】

また、本発明を適用することにより、劣化しにくい発光素子および発光装置を容易に作製することができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0038】

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が可能である。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。

【0039】

なお、本明細書中において、複合とは、単に2つの材料を混合させるだけでなく、複数

50

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。

【 0 0 4 0 】

(実施の形態 1)

本実施の形態では、陽極として機能する電極と接するように、水分の透過を抑制する層を設けた発光素子について、図 1 および図 2 を用いて説明する。

【 0 0 4 1 】

本発明の発光素子は、一对の電極間に複数の層を有している。当該複数の層は、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積層することによって作製される。これらの層は、電極から離れたところに発光領域が形成されるように積層されている。すなわち、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積層されたものである。

10

【 0 0 4 2 】

図 1 において、基板 1 0 0 は発光素子の支持体として用いられる。基板 1 0 0 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、発光素子の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。

【 0 0 4 3 】

また、本実施の形態において、発光素子は、第 1 の電極 1 0 1 と、第 2 の電極 1 0 2 と、第 1 の電極 1 0 1 と第 2 の電極 1 0 2 との間に設けられた E L 層 1 0 3 とを有する。なお、本実施の形態では、第 1 の電極 1 0 1 は陽極として機能し、第 2 の電極 1 0 2 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 1 0 1 の電位の方が、第 2 の電極 1 0 2 の電位よりも高くなるように、第 1 の電極 1 0 1 と第 2 の電極 1 0 2 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。

20

【 0 0 4 4 】

第 1 の電極 1 0 1 としては、仕事関数の大きい(具体的には 4 . 0 e V 以上であることが好ましい)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。具体的には、例えば、酸化インジウム - 酸化スズ ( I T O : I n d i u m T i n O x i d e )、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 ( I Z O : I n d i u m Z i n c O x i d e )、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 ( I W Z O ) 等が挙げられる。これらの導電性金属化合物膜は、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作製しても構わない。例えば、酸化インジウム - 酸化亜鉛 ( I Z O ) は、酸化インジウムに対し 1 ~ 2 0 w t % 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 ( I W Z O ) は、酸化インジウムに対し酸化タングステンを 0 . 5 ~ 5 w t %、酸化亜鉛を 0 . 1 ~ 1 w t % 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 ( A u )、白金 ( P t )、ニッケル ( N i )、タングステン ( W )、クロム ( C r )、モリブデン ( M o )、鉄 ( F e )、コバルト ( C o )、銅 ( C u )、パラジウム ( P d )、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。

30

40

【 0 0 4 5 】

また、第 1 の電極 1 0 1 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 1 0 1 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 ( A l )、銀 ( A g )、アルミニウムを含む合金 ( A l S i ) 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 ( L i ) やセシウム ( C s ) 等のアルカリ金属、およびマグネシウム ( M g )、カルシウム ( C a )、ストロンチウム ( S r ) 等のアルカリ土類金属、およびこれらを含む合金 ( M g A g , A l L i )、ユーロピウム ( E u )、イッテルビウム ( Y b ) 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

50

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、銀ペーストなどを液滴吐出法などにより成膜することも可能である。

#### 【0046】

EL層103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）の物質等を含む層と、発光層および水分の透過を抑制する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。

10

#### 【0047】

正孔注入層111は、正孔注入性の高い物質を含む層である。本実施の形態で示す水分の透過を抑制する層は正孔注入性に優れているため、正孔注入層111として用いることができる。

#### 【0048】

本実施の形態で示す正孔注入層は、酸化モリブデンや酸化バナジウム、酸化ルテニウム、酸化タングステン、酸化マンガン等の無機化合物を含む。これらの正孔注入性の高い無機化合物にハロゲン原子を添加することにより、正孔注入性に優れ、かつ、水分の透過を抑制することのできる正孔注入層を形成することができる。

#### 【0049】

20

また、正孔注入層111として、正孔輸送性の高い有機化合物と、電子受容性を有する無機化合物とを含む複合材料を含む層を用いることができる。この複合材料にハロゲン原子を添加することにより、正孔注入性に優れ、かつ、水分の透過を抑制することのできる正孔注入層を形成することができる。なお、正孔注入層として、正孔輸送性の高い有機化合物と、電子受容性を有する無機化合物と、ハロゲン原子を含む層を用いることにより、電極の仕事関数に依らず第1の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101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。また、正孔輸送性の高い有機化合物と、電子受容性を有する無機化合物と、ハロゲン原子を含む層は高い導電性を有するため、駆動電圧の上昇を抑制しつつ、正孔注入層の膜厚を厚くすることが可能である。よって、正孔注入層の膜厚を厚くして、さらに水分の透過を抑制する効果を高めることができる。また、正孔注入層の膜厚を調整することにより、光学設計の自由度が広がる。

30

#### 【0050】

複合材料に用いる電子受容性を有する無機化合物としては、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、酸化ルテ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。

#### 【0051】

40

複合材料に用いる正孔輸送性の高い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、 dendromer 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、 $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$  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。

#### 【0052】

例えば、複合材料に用いることのできる芳香族アミン化合物としては、N, N' - ビス(4 - メチルフェニル) - N, N' - ジフェニル - p - フェニレンジアミン（略称：DTPPA）、4, 4' - ビス[N - (4 - ジフェニルアミノフェニル) - N - フェニルア

50

ミノ]ピフェニル(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:DPAB)等を挙げることができる。

#### 【0053】

複合材料に用いることのできるカルバゾール誘導体としては、具体的には、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)等を挙げることができる。

10

#### 【0054】

また、複合材料に用いることのできるカルバゾール誘導体としては、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-(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)、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を用いることができる。

#### 【0055】

また、複合材料に用いることのできる芳香族炭化水素としては、例えば、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:DPFA)、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、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)ペリレン等が挙げられる。また、この他、ペンタセン、コロネン等も用いることができる。このように、 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有し、炭素数14~42である芳香族炭化水素を用いることがより好ましい。

20

30

#### 【0056】

なお、複合材料に用いることのできる芳香族炭化水素は、ビニル骨格を有していてもよい。ビニル基を有している芳香族炭化水素としては、例えば、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)等が挙げられる。

40

#### 【0057】

また、正孔注入層111に、高分子化合物、オリゴマー、 dendrimer、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

50



化合物が挙げられる。これらの高分子化合物と、上述した電子受容性を有する無機化合物と、ハロゲン原子を用いて正孔注入層 1 1 1 を形成することができる。

【 0 0 5 8 】

正孔注入層に用いるハロゲン原子としては、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素等が挙げられる。なかでも、水分の透過を抑制する効果が高いため、フッ素を用いることが好ましい。

【 0 0 5 9 】

正孔注入層は、無機化合物を含む層または有機化合物と無機化合物とを含む層を形成した後、ハロゲン原子を添加することにより、形成することができる。無機化合物を含む層または有機化合物と無機化合物とを含む層は、種々の方法を用いて形成することができる。例えば、抵抗加熱蒸着法、電子ビーム蒸着法などの乾式法や、スピンコート法、液滴吐出法などの湿式法などが挙げられる。

10

【 0 0 6 0 】

ハロゲン原子を添加する方法としては、種々の方法を用いることができるが、イオン注入法を用いることが好ましい。水分の透過する層の透過率を考慮すると、ハロゲン原子の濃度は、 $1 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$  以上  $1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$  以下であることが好ましい。

【 0 0 6 1 】

本実施の形態で示す水分の侵入を抑制する層の膜厚は、水分の透過を抑制する効果を得るために、50 nm 以上 1000 nm 以下の膜厚であることが好ましい。より好ましくは、80 nm 以上 300 nm 以下であることが望ましい。

20

【 0 0 6 2 】

正孔輸送層 1 1 2 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、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 : N P B または - N P D ) や 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 : T P D )、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 : T D A T A )、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 : M T D A T A )、N, N' - ビス ( スピロ - 9, 9' - ビフルオレン - 2 - イル ) - N, N' - ジフェニルベンジジン ( 略称 : B S P B ) などの芳香族アミン化合物等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

【 0 0 6 3 】

また、正孔輸送層 1 1 2 として、P V K、P V T P A、P T P D M A、P o l y - T P D などの高分子化合物を用いることもできる。

【 0 0 6 4 】

発光層 1 1 3 は、発光性の高い物質を含む層である。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 5 】

40

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<sup>2'</sup> ] 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<sup>2'</sup> ] 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<sup>2'</sup> ] イリジウム ( I I I ) ピコリナート ( 略称 : I r ( C F<sub>3</sub> p p y )<sub>2</sub> ( p i c ) )、ビス [ 2 - ( 4', 6' - ジフルオロフェニル ) ピリジナト - N, C<sup>2'</sup> ] 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<sup>2'</sup> ) イリジウム ( I I I ) ( 略称 : I r ( p p y )<sub>3</sub> )、ビス ( 2 - フェニルピ

50

リジナト - N, C<sup>2'</sup>) イリジウム (III) アセチルアセトナート (略称: Ir (ppy)<sub>2</sub> (acac))、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 (III) アセチルアセトナート (略称: Ir (pbi)<sub>2</sub> (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)<sub>2</sub> (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<sup>2'</sup>) イリジウム (III) アセチルアセトナート (略称: Ir (dpo)<sub>2</sub> (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)<sub>2</sub> (acac))、ビス (2 - フェニルベンゾチアゾラト - N, C<sup>2'</sup>) イリジウム (III) アセチルアセトナート (略称: Ir (bt)<sub>2</sub> (acac)) などが挙げられる。また、橙色系の発光材料として、トリス (2 - フェニルキノリナト - N, C<sup>2'</sup>) イリジウム (III) (略称: Ir (pq)<sub>3</sub>)、ビス (2 - フェニルキノリナト - N, C<sup>2'</sup>) イリジウム (III) アセチルアセトナート (略称: Ir (pq)<sub>2</sub> (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<sup>3'</sup>] イリジウム (III) アセチルアセトナート (略称: Ir (btp)<sub>2</sub> (acac))、ビス (1 - フェニルイソキノリナト - N, C<sup>2'</sup>) イリジウム (III) アセチルアセトナート (略称: Ir (piq)<sub>2</sub> (acac))、(アセチルアセトナト) ビス [2, 3 - ビス (4 - フルオロフェニル) キノキサリナト] イリジウム (III) (略称: Ir (Fdpq)<sub>2</sub> (acac))、2, 3, 7, 8, 12, 13, 17, 18 - オクタエチル - 21 H, 23 H - ボルフィリン白金 (II) (略称: PtOEP) 等の有機金属錯体が挙げられる。また、トリス (アセチルアセトナト) (モノフェナントロリン) テルビウム (III) (略称: Tb (acac)<sub>3</sub> (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)<sub>3</sub> (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)<sub>3</sub> (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。

#### 【0066】

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 - (9 H - 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 - (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: 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 - 9 H - 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 - 9 H - 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 - (9 H - 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: DP h A Ph A) 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。

## 【0067】

また、発光性の高い物質を他の物質に分散させる構成とすることも可能である。発光性の高い物質を他の物質に分散させる構成とすることにより、発光層の結晶化を抑制することができる。また、発光性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。

## 【0068】

発光性物質を分散させる物質としては、発光性物質が蛍光性化合物の場合には、蛍光性化合物よりも一重項励起エネルギー（基底状態と一重項励起状態とのエネルギー差）が大きい物質を用いることが好ましい。また、発光性物質が燐光性化合物の場合には、燐光性化合物よりも三重項励起エネルギー（基底状態と三重項励起状態とのエネルギー差）が大きい物質を用いることが好ましい。

10

## 【0069】

電子輸送層114は、電子輸送性の高い物質を含む層である。例えば、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム（略称：Alq）、トリス（4-メチル-8-キノリノラト）アルミニウム（略称：Almq<sub>3</sub>）、ビス（10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナト）ベリリウム（略称：BeBq<sub>2</sub>）、ビス（2-メチル-8-キノリノラト）（4-フェニルフェノラト）アルミニウム（略称：BALq）など、キノリン骨格またはベンゾキノリン骨格を有する金属錯体等を用いることができる。また、この他ビス[2-（2-ヒドロキシフェニル）ベンゾオキサゾラト]亜鉛（略称：Zn（BOX）<sub>2</sub>）、ビス[2-（2-ヒドロキシフェニル）ベンゾチアゾラト]亜鉛（略称：Zn（BTZ）<sub>2</sub>）などのオキサゾール系、チアゾール系配位子を有する金属錯体なども用いることができる。さらに、金属錯体以外にも、2-（4-ピフェニル）-5-（4-tert-ブチルフェニル）-1,3,4-オキサジアゾール（略称：PBD）や、1,3-ビス[5-（p-tert-ブチルフェニル）-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル]ベンゼン（略称：OXD-7）、3-（4-ピフェニル）-4-フェニル-5-（4-tert-ブチルフェニル）-1,2,4-トリアゾール（略称：TAZ）、バソフェナントロリン（略称：BPhen）、バソキュプロイン（略称：BCP）なども用いることができる。ここに述べた物質は、主に10<sup>-6</sup> cm<sup>2</sup> / 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。

20

30

## 【0070】

また、電子輸送層114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。

## 【0071】

また、電子注入層115を設けてもよい。電子注入層115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（CaF<sub>2</sub>）等のようなアルカリ金属化合物、又はアルカリ土類金属化合物を用いることができる。さらに、電子輸送性を有する物質とアルカリ金属又はアルカリ土類金属が組み合わされた層も使用できる。例えばAlq中にマグネシウム（Mg）を含有させたもの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とアルカリ金属又はアルカリ土類金属を組み合わせる層を用いることは、第2の電極102からの電子注入が効率良く起こるためより好ましい。

40

## 【0072】

第2の電極102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

50

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-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、銀ペーストなどを液滴吐出法などにより成膜することも可能である。

#### 【0073】

また、第2の電極102と電子輸送層114との間に、電子注入層115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102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液滴吐出法、スピンコート法等を用いて成膜することが可能である。

#### 【0074】

以上のような構成を有する本実施の形態で示した発光素子は、第1の電極101と第2の電極102との間に電圧を加えることにより電流が流れる。そして、発光性の高い物質を含む層である発光層113において正孔と電子とが再結合し、発光するものである。つまり発光層113に発光領域が形成されるような構成となっている。

#### 【0075】

発光は、第1の電極101または第2の電極102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101または第2の電極102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101のみが透光性を有する電極である場合、光は第1の電極101を通して基板側から取り出される。また、第2の電極102のみが透光性を有する電極である場合、光は第2の電極102を通して基板と逆側から取り出される。第1の電極101および第2の電極102がいずれも透光性を有する電極である場合、光は第1の電極101および第2の電極102を通して、基板側および基板側と逆側の両方から取り出される。

#### 【0076】

なお、図1では、陽極として機能する第1の電極101を基板100側に設けた構成について示したが、陰極として機能する第2の電極102を基板100側に設けてもよい。図2では、基板100上に、陰極として機能する第2の電極102、EL層103、陽極として機能する第1の電極101とが順に積層された構成となっている。EL層103は、図1に示す構成とは逆の順序に積層されている。

#### 【0077】

図1に示す構成においては、水分の透過を抑制する正孔注入層が、基板側に設けられた電極と接する構成となっている。この場合、基板側からEL層に水分が侵入するのを抑制することができる。よって、基板100として、比較的水分の透過率が高いプラスチック基板等を用いた場合には、図1の構成は効果的である。特に、EL層の中でも電極と接するように水分の透過を抑制する層が設けられていることが好ましい。

#### 【0078】

また、図2に示す構成においては、水分の透過を抑制する正孔注入層が、基板とは逆側に設けられた電極に接するように設けられた構成となっている。この場合、基板とは逆側からEL層に水分が侵入するのを抑制することができる。一般に、基板側よりも基板以外の部分から水分が侵入する可能性が高いため、図2の構成は、より効果的にEL層への水分の侵入を抑制することができるため好ましい。

#### 【0079】

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。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。乾式法としては、真空蒸着法、スパッタリング法などが挙げられる。また、湿式法としては、イン

10

20

30

40

50

クジェット法またはスピコート法などが挙げられる。

【0080】

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E L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E L層を形成してもよい。

【0081】

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。

【0082】

なお、本実施の形態で示した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により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り、生産性が向上する。

【0083】

以下、具体的な発光素子の形成方法を示す。

【0084】

例えば、図1に示した構成の場合、第1の電極101を乾式法であるスパッタリング法、正孔注入層111および正孔輸送層112を湿式法であるインクジェット法やスピコート法、発光層113を湿式法であるインクジェット法、電子輸送層114および電子注入層115を乾式法である真空蒸着法、第2の電極102を乾式法である真空蒸着法で形成することができる。つまり、第1の電極101が所望の形状で形成されている基板上に、正孔注入層111から発光層113までを湿式法で形成し、電子輸送層114から第2の電極102までを乾式法で形成することができる。この方法では、正孔注入層111から発光層113までを大気圧で形成することができ、発光層113の塗り分けも容易である。また、電子輸送層114から第2の電極102までは、真空一貫で形成することができる。よって、工程を簡略化し、生産性を向上させることができる。

【0085】

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、パッシブ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あってもよい。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。

【0086】

本発明の発光素子は、E L層の中に水分の透過を抑制する層を有しているため、劣化しにくく、長寿命である。

【0087】

また、有機化合物と無機化合物とハロゲン原子を含む層は、高い導電性と水分の透過を抑制する効果を有しているため、有機化合物と無機化合物とハロゲン原子を含む層の膜厚を厚くして、駆動電圧の上昇を抑制しつつ、水分の透過を抑制する効果をより高めることが可能である。

【0088】

また、複合材料とハロゲン原子を含む層は高い導電性を有しているため、駆動電圧の上

10

20

30

40

50

昇を抑制しつつ、膜厚を厚くすることも可能である。そのため、膜厚調整による光学設計の自由度が広がる。また、膜厚を厚くして、水分の侵入を抑制する効果を高めることが可能である。

【0089】

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。

【0090】

(実施の形態2)

本実施の形態では、実施の形態1とは異なる構成の発光素子について、説明する。本実施の形態では、陰極として機能する電極と接するように、水分の透過を抑制する層を設けた発光素子について、図3および図4を用いて説明する。

【0091】

図3において、基板300は発光素子の支持体として用いられる。基板300としては、実施の形態1で示した基板100と同様な構成を用いることができる。

【0092】

また、本実施の形態において、発光素子は、第1の電極301と、第2の電極302と、第1の電極301と第2の電極302との間に設けられた第1の層311、第2の層312、第3の層313とを有する。なお、本実施の形態では、第1の電極301は陽極として機能し、第2の電極302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301の電位の方が、第2の電極302の電子よりも高くなるように、第1の電極301と第2の電極302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。

【0093】

第1の電極301としては、実施の形態1で示した第1の電極101と同様な構成を用いることができる。なお、実施の形態1で示したように、第1の電極301と接する正孔注入層として、複合材料とハロゲン原子を含む層を用いた場合には、第1の電極301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。

【0094】

第1の層311は、実施の形態1で示したEL層と同様な構成を用いることができる。つまり、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、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、発光層とを適宜組み合わせて構成すればよい。

【0095】

なお、図4に示すように、正孔注入層321として、実施の形態1で示した無機化合物とハロゲン原子を含む層または有機化合物と無機化合物とハロゲン原子を含む層を用いることにより、第1の電極側からの水分の侵入を抑制することができる。また、正孔注入層として、有機化合物と無機化合物とハロゲン原子を含む層を用いた場合には、駆動電圧の上昇を抑制しつつ、膜厚を厚くすることが可能である。よって、膜厚調整による光学設計の自由度が広がる。また、膜厚を厚くして、水分の侵入を抑制する効果をさらに高めることが可能である。

【0096】

また、図4に示すように、正孔注入層321として実施の形態1で示した実施の形態1で示した無機化合物とハロゲン原子を含む層または有機化合物と無機化合物とハロゲン原子を含む層を用いることにより、発光層の上下に水分の侵入を抑制する層を設けることができる。よって、発光層への水分の侵入を効果的に抑制することができ、発光層の劣化を抑制することができる。

【0097】

第2の層312は、電子輸送性の高い物質と電子供与性の物質を含む層である。電子供与性の物質としては、アルカリ金属またはアルカリ土類金属およびそれらの酸化物や塩であることが好ましい。具体的には、リチウム、セシウム、カルシウム、リチウム酸化物、

10

20

30

40

50

カルシウム酸化物、バリウム酸化物、炭酸セシウム等が挙げられる。電子輸送性の高い物質としては、例えば、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(略称:  $Alq$ )、トリス(4-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(略称:  $Almq_3$ )、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナト)ベリリウム(略称:  $BeBq_2$ )、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(4-フェニルフェノラト)アルミニウム(略称:  $BAlq$ )など、キノリン骨格またはベンゾキノリン骨格を有する金属錯体等を用いることができる。また、この他、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)ベンズオキサゾラト]亜鉛(略称:  $Zn(BOX)_2$ )、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)ベンゾチアゾラト]亜鉛(略称:  $Zn(BTZ)_2$ )などのオキサゾール系、チアゾール系配位子を有する金属錯体なども用いることができる。さらに、金属錯体以外にも、2-(4-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:  $PBD$ )や、1,3-ビス[5-(p-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル]ベンゼン(略称:  $OXD-7$ )、3-(4-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:  $TAZ$ )、バソフェナントロリン(略称:  $BPhen$ )、バソキュプロイン(略称:  $BCP$ )なども用いることができる。ここに述べた物質は、主に  $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$  以上の電子移動度を有する物質である。なお、正孔よりも電子の輸送性の高い物質であれば、上記以外の物質を用いても構わない。また、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。

#### 【0098】

第3の層313は、正孔輸送性の高い有機化合物と、電子受容性を有する無機化合物とを複合材料とハロゲン原子を含む層とを含む層である。複合材料に用いる電子受容性を有する無機化合物としては、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。

#### 【0099】

複合材料に用いる正孔輸送性の高い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、 $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$  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。

#### 【0100】

例えば、複合材料に用いることのできる芳香族アミン化合物としては、 $N, N'$ -ビス(4-メチルフェニル)- $N, N'$ -ジフェニル-p-フェニレンジアミン(略称:  $DTDPDA$ )、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:  $DPA3B$ )等を挙げることができる。

#### 【0101】

複合材料に用いることのできるカルバゾール誘導体としては、具体的には、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 : P C z P C N 1 ) 等を挙げることができる。

【 0 1 0 2 】

また、複合材料に用いることのできるカルバゾール誘導体としては、 4 , 4 ' - ジ ( N - カルバゾリル ) ビフェニル ( 略称 : C B P ) 、 1 , 3 , 5 - トリス [ 4 - ( N - カルバゾリル ) フェニル ] ベンゼン ( 略称 : T C P B ) 、 9 - [ 4 - ( 1 0 - フェニル - 9 - アントリル ) フェニル ] - 9 H - カルバゾール ( 略称 : C z P A ) 、 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を用いることができる。

【 0 1 0 3 】

また、複合材料に用いることのできる芳香族炭化水素としては、例えば、 2 - t e r t - ブチル - 9 , 1 0 - ジ ( 2 - ナフチル ) アントラセン ( 略称 : t - B u D N A ) 、 2 - t e r t - ブチル - 9 , 1 0 - ジ ( 1 - ナフチル ) アントラセン、 9 , 1 0 - 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 ) 、 2 - t e r t - ブチル - 9 , 1 0 - ビス ( 4 - フェニルフェニル ) アントラセン ( 略称 : t - B u D B A ) 、 9 , 1 0 - ジ ( 2 - ナフチル ) アントラセン ( 略称 : D N A ) 、 9 , 1 0 - ジフェニルアントラセン ( 略称 : D P A n t h ) 、 2 - t e r t - ブチルアントラセン ( 略称 : t - B u A n t h ) 、 9 , 1 0 - ビス ( 4 - メチル - 1 - ナフチル ) アントラセン ( 略称 : D M N A ) 、 9 , 1 0 - ビス [ 2 - ( 1 - ナフチル ) フェニル ] - 2 - t e r t - ブチル - アントラセン、 9 , 1 0 - 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 , 1 0 - ジ ( 1 - ナフチル ) アントラセン、 2 , 3 , 6 , 7 - テトラメチル - 9 , 1 0 - ジ ( 2 - ナフチル ) アントラセン、 9 , 9 ' - ビアントリル、 1 0 , 1 0 ' - ジフェニル - 9 , 9 ' - ビアントリル、 1 0 , 1 0 ' - ビス ( 2 - フェニルフェニル ) - 9 , 9 ' - ビアントリル、 1 0 , 1 0 ' - 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、ルブレネン、ペリレン、 2 , 5 , 8 , 1 1 - テトラ ( t e r t - ブチル ) ペリレン等が挙げられる。また、この他、ペンタセン、コロネン等も用いることができる。このように、  $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$  以上の正孔移動度を有し、炭素数 1 4 ~ 4 2 である芳香族炭化水素を用いることがより好ましい。

【 0 1 0 4 】

なお、複合材料に用いることのできる芳香族炭化水素は、ビニル骨格を有していてもよい。ビニル基を有している芳香族炭化水素としては、例えば、 4 , 4 ' - ビス ( 2 , 2 - ジフェニルビニル ) ビフェニル ( 略称 : D P V B i ) 、 9 , 1 0 - 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 : D P V P A ) 等が挙げられる。

【 0 1 0 5 】

また、第 3 の層 3 1 3 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ができる。例えば、ポリ ( N - ビニルカルバゾール ) ( 略称 : P V K ) 、ポリ ( 4 - ビニルトリフェニルアミン ) ( 略称 : P V T P A ) 、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 : P T P D M A ) 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 : P o l y - T P D ) などの高分子化合物が挙げられる。これらの高分子化合物と、上述した電子受容性を有する無機化合物と、ハロゲン原子を用いて正孔注入層 1 1 1 を形成することができる。

【 0 1 0 6 】

第 3 の層 3 1 3 に用いるハロゲン原子としては、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素等が挙げられる。なかでも、水分の透過を抑制する効果が高いため、フッ素を用いることが好ましい。

【 0 1 0 7 】

第 3 の層 3 1 3 は、無機化合物を含む層または有機化合物と無機化合物とを含む層を形成した後、ハロゲン原子を添加することにより、形成することができる。無機化合物を含

10

20

30

40

50



む層または有機化合物と無機化合物とを含む層は、種々の方法を用いて形成することができる。例えば、抵抗加熱蒸着法、電子ビーム蒸着法などの乾式法や、スピコート法、液滴吐出法などの湿式法などが挙げられる。

【0108】

ハロゲン原子を添加する方法としては、種々の方法を用いることができるが、イオン注入法を用いることが好ましい。水分の透過する層の透過率を考慮すると、ハロゲン原子の濃度は、 $1 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$  以上  $1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$  以下であることが好ましい。

【0109】

本実施の形態で示す水分の侵入を抑制する層の膜厚は、水分の透過を抑制する効果を得るために、50 nm 以上 1000 nm 以下の膜厚であることが好ましい。より好ましくは、80 nm 以上 300 nm 以下であることが望ましい。

10

【0110】

第2の電極302としては、実施の形態1で示した第2の電極102と同様な構成を用いることができる。なお、本実施の形態では、第2の電極302と接するように第3の層313を設けているため、第1の電極301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。

【0111】

このような構成の発光素子は、図5に示した通り、電圧を印加することにより第2の層312および第3の層313の界面近傍にて電子の授受が行われ、電子と正孔が発生し、第2の層312は電子を第1の層311に輸送すると同時に、第3の層313は正孔を第2の電極302に輸送する。すなわち、第2の層312と第3の層313とを合わせて、キャリア発生層としての役割を果たしている。また、第3の層313は、正孔を第2の電極302に輸送する機能を担っていると言える。

20

【0112】

また、第3の層313は、極めて高い正孔注入性、正孔輸送性を示す。そのため、発光素子の駆動電圧を低減することができる。また、第3の層313を厚膜化した場合、駆動電圧の上昇を抑制することができる。

【0113】

また、第3の層313を厚膜化しても、駆動電圧の上昇を抑制することができるため、第3の層313の膜厚の自由に設定でき、第1の層311からの発光の取り出し効率を向上させることができる。また、第1の層311からの発光の色純度が向上するように、第3の層313の膜厚を設定することも可能である。

30

【0114】

また、有機化合物と無機化合物とハロゲン原子を含む層は、高い導電性と水分の透過を抑制する効果を有しているため、有機化合物と無機化合物とハロゲン原子を含む層の膜厚を厚くして、駆動電圧の上昇を抑制しつつ、水分の透過を抑制する効果をより高めることが可能である。

【0115】

また、図3を例に取ると、第2の電極302をスパッタリングにより成膜する場合などは、発光層を有する第1の層311へのダメージを低減することもできる。

40

【0116】

本実施の形態で示す発光素子は、実施の形態1で示した発光素子と同様に、様々なバリエーションを有する。

【0117】

例えば、発光は、第1の電極301または第2の電極302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301または第2の電極302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301のみが透光性を有する電極である場合、光は第1の電極301を通して基板側から取り出される。また、第2の電極302のみが透光性を有する電極である場合、光は第2の電極302を通して基

50

板と逆側から取り出される。第 1 の電極 3 0 1 および第 2 の電極 3 0 2 がいずれも透光性を有する電極である場合、光は第 1 の電極 3 0 1 および第 2 の電極 3 0 2 を通って、基板側および基板側と逆側の両方から取り出される。

【 0 1 1 8 】

また、図 3 では、陽極として機能する第 1 の電極 3 0 1 を基板 3 0 0 側に設けた構成について示したが、陰極として機能する第 2 の電極 3 0 2 を基板 3 0 0 側に設けてもよい。

【 0 1 1 9 】

また、各電極や各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。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。

10

【 0 1 2 0 】

本実施の形態で示す発光素子において、第 3 の層 3 1 3 は有機化合物と無機化合物とハロゲン原子を含む層であり、水分の透過を抑制する効果を有する。図 3 において、第 3 の層 3 1 3 は、基板側とは逆側に設けられた電極と接する構成となっている。この場合、基板とは逆側から E L 層に水分が侵入するのを抑制することができる。一般に、基板側よりも基板以外の部分から水分が侵入する可能性が高いため、図 3 の構成は、より効果的に E L 層への水分の侵入を抑制することができるため好ましい。

【 0 1 2 1 】

また、図 4 に示す構成では、第 1 の電極に接するように、水分の侵入を防ぐ効果を有する正孔注入層を設け、第 2 の電極に接するように水分の侵入を防ぐ効果を有する第 3 の層を設けている。よって、第 1 の電極側からの水分の侵入を抑制し、かつ、第 2 の電極側からの水分の侵入を抑制する効果を有する。よって、より E L 層への水分の侵入を抑制する効果が高いため、図 4 に示す構成は好ましい構成である。

20

【 0 1 2 2 】

本発明の発光素子は、E L 層の中に水分の透過を抑制する層を有しているため、劣化しにくく、長寿命である。

【 0 1 2 3 】

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 2 4 】

( 実施の形態 3 )

30

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、積層型素子という）の態様について、図 5 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 および実施の形態 2 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 2 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。

【 0 1 2 5 】

図 5 において、第 1 の電極 5 0 1 と第 2 の電極 5 0 2 との間には、第 1 の発光ユニット 5 1 1 と第 2 の発光ユニット 5 1 2 が積層されている。第 1 の電極 5 0 1 と第 2 の電極 5 0 2 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 5 1 1 と第 2 の発光ユニット 5 1 2 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 または実施の形態 2 と同様なものを適用することができる。

40

【 0 1 2 6 】

電荷発生層 5 1 3 には、有機化合物と金属酸化物の複合材料が含まれている。この有機化合物と金属酸化物の複合材料は、実施の形態 1 および実施の形態 2 で示した複合材料であり、有機化合物と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、 dendroli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

50

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。

【0127】

なお、電荷発生層513は、有機化合物と金属酸化物の複合体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体を含む層と、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体を含む層と、透明導電膜とを組み合わせ形成してもよい。

【0128】

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。

【0129】

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、一対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。

【0130】

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。

【0131】

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。

【0132】

(実施の形態4)

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。

【0133】

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6を用いて説明する。なお、図6(A)は、発光装置を示す上面図、図6(B)は図6(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。

【0134】

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

10

20

30

40

50

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。

#### 【0135】

次に、断面構造について図6(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。

#### 【0136】

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。

#### 【0137】

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。

#### 【0138】

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。

#### 【0139】

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 $4.0\text{eV}$ 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。

#### 【0140】

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で示した本発明のトリアゾール誘導体を含んでいる。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。

#### 【0141】

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 $3.8\text{eV}$ 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

10

20

30

40

50

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) との積層を用いることも可能である。

#### 【0142】

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で、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ほか、シール材605が充填される場合もある。

10

#### 【0143】

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ほか、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。

#### 【0144】

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。

20

#### 【0145】

本発明の発光装置は、実施の形態1～実施の形態3に示す発光素子を有するため、水分による劣化が抑制され、長寿命である。

#### 【0146】

また、有機化合物と無機化合物とハロゲン原子を含む層を用いた場合には、駆動電圧を低減することができる。また、駆動電圧の上昇を抑制しつつ、光学設計により、発光の取り出し効率を向上させることができる。よって、低消費電力の発光装置を得ることができる。

#### 【0147】

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7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7(A)は、発光装置を示す斜視図、図7(B)は図7(A)をX-Yで切断した断面図である。図7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、長寿命の発光素子を含むことによって、長寿命の発光装置を得ることができる。また、低消費電力の発光装置を得ることができる。

30

40

#### 【0148】

##### (実施の形態5)

本実施の形態では、実施の形態5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3で示した発光素子を有する表示部を有する。

#### 【0149】

50

本発明の組成物を用いて作製された発光素子を有する電子機器として、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、オーディオコンボ等）、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8に示す。

#### 【0150】

図8（A）は本発明に係るテレビ装置であり、筐体9101、支持台9102、表示部9103、スピーカー部9104、ビデオ入力端子9105等を含む。このテレビ装置において、表示部9103は、実施の形態1～実施の形態3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、水分の侵入による劣化が少なく、寿命が長いという特徴を有している。また、低消費電力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9103も同様の特徴を有するため、このテレビ装置は長寿命である。また、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、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9101や支持台9102の小型軽量化を図ることが可能である。本発明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した製品を提供することができる。

#### 【0151】

図8（B）は本発明に係るコンピュータであり、本体9201、筐体9202、表示部9203、キーボード9204、外部接続ポート9205、ポインティングデバイス9206等を含む。このコンピュータにおいて、表示部9203は、実施の形態1～実施の形態3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、水分の侵入による劣化が少なく、寿命が長いという特徴を有している。また、低消費電力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9203も同様の特徴を有するため、このコンピュータは長寿命である。また、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、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9201や筐体9202の小型軽量化を図ることが可能である。本発明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、環境に適した製品を提供することができる。

#### 【0152】

図8（C）は本発明に係る携帯電話であり、本体9401、筐体9402、表示部9403、音声入力部9404、音声出力部9405、操作キー9406、外部接続ポート9407、アンテナ9408等を含む。この携帯電話において、表示部9403は、実施の形態1～実施の形態3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、水分の侵入による劣化が少なく、寿命が長いという特徴を有している。また、低消費電力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9403も同様の特徴を有するため、この携帯電話は長寿命である。また、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、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9401や筐体9402の小型軽量化を図ることが可能である。本発明に係る携帯電話は、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。

#### 【0153】

図8（D）は本発明の係るカメラであり、本体9501、表示部9502、筐体9503、外部接続ポート9504、リモコン受信部9505、受像部9506、バッテリー9507、音声入力部9508、操作キー9509、接眼部9510等を含む。このカメラにおいて、表示部9502は、実施の形態1～実施の形態3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、水分の侵入による劣化が少なく、寿命が長いという特徴を有している。また、低消費電力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、このカメラは長寿命である。また、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、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。本発明に係るカメラは、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。

【 0 1 5 4 】

以上の様に、本発明の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。本発明の発光素子を用いることにより、水分の侵入による劣化が少なく、寿命が長い表示部を有する電子機器を提供することが可能となる、また、低消費電力な表示部を有する電子機器を提供することが可能となる。

10

【 0 1 5 5 】

また、本発明の発光装置は、照明装置として用いることもできる。本発明の発光素子を照明装置として用いる一様を、図 9 を用いて説明する。

【 0 1 5 6 】

図 9 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 9 に示した液晶表示装置は、筐体 9 0 1、液晶層 9 0 2、バックライト 9 0 3、筐体 9 0 4 を有し、液晶層 9 0 2 は、ドライバ IC 9 0 5 と接続されている。また、バックライト 9 0 3 は、本発明の発光装置が用いられおり、端子 9 0 6 により、電流が供給されている。

【 0 1 5 7 】

20

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、消費電力の低減された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、同時に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。また、本発明の発光装置は、劣化しにくく長寿命である。

【 0 1 5 8 】

図 1 0 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 1 0 に示す電気スタンドは、筐体 2 0 0 1 と、光源 2 0 0 2 を有し、光源 2 0 0 2 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、高輝度の発光が可能であるため、細かい作業をする場合など、手元を明るく照らすことが可能である。また、本発明の発光装置は、劣化しにくく長寿命である。

30

【 0 1 5 9 】

図 1 1 は、本発明を適用した発光装置を、室内の照明装置 3 0 0 1 として用いた例である。本発明の発光装置は大面積化が可能であるため、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、薄型で低消費電力であるため、薄型化、低消費電力化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 3 0 0 1 として用いた部屋に、図 8 ( A ) で説明したような、本発明に係るテレビ装置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、両装置は低消費電力であるので、電気料金を心配せずに、明るい部屋で迫力のある映像を鑑賞することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【 0 1 6 0 】

【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。

【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】本発明の発光装置を説明する図。

【図 7】本発明の発光装置を説明する図。

50

【図 8】本発明の電子機器を説明する図。

【図 9】本発明の電子機器を説明する図。

【図 10】本発明の照明装置を説明する図。

【図 11】本発明の照明装置を説明する図。

【符号の説明】

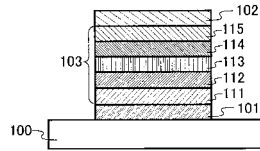
【 0 1 6 1 】

1 0 0	基板	
1 0 1	第 1 の電極	
1 0 2	第 2 の電極	
1 0 3	E L 層	10
1 1 1	正孔注入層	
1 1 2	正孔輸送層	
1 1 3	発光層	
1 1 4	電子輸送層	
1 1 5	電子注入層	
3 0 0	基板	
3 0 1	第 1 の電極	
3 0 2	第 2 の電極	
3 1 1	第 1 の層	
3 1 2	第 2 の層	20
3 1 3	第 3 の層	
3 2 1	正孔注入層	
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	
5 1 3	電荷発生層	
6 0 1	駆動回路部（ソース側駆動回路）	
6 0 2	画素部	
6 0 3	駆動回路部（ゲート側駆動回路）	30
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	
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	40
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	
9 0 1	筐体	
9 0 2	液晶層	
9 0 3	バックライト	
9 0 4	筐体	
9 0 5	ドライバ I C	50

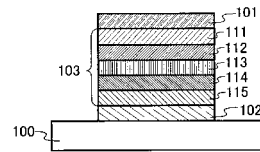


9 0 6	端子	
9 5 1	基板	
9 5 2	電極	
9 5 3	絶縁層	
9 5 4	隔壁層	
9 5 5	E L 層	
9 5 6	電極	
2 0 0 1	筐体	
2 0 0 2	光源	
3 0 0 1	照明装置	10
9 1 0 1	筐体	
9 1 0 2	支持台	
9 1 0 3	表示部	
9 1 0 4	スピーカ部	
9 1 0 5	ビデオ入力端子	
9 2 0 1	本体	
9 2 0 2	筐体	
9 2 0 3	表示部	
9 2 0 4	キーボード	
9 2 0 5	外部接続ポート	20
9 2 0 6	ポインティングデバイス	
9 4 0 1	本体	
9 4 0 2	筐体	
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	
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	30
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	
9 5 0 8	音声入力部	
9 5 0 9	操作キー	
9 5 1 0	接眼部	

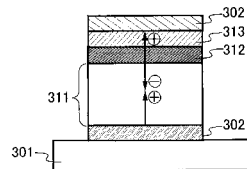
【図 1】



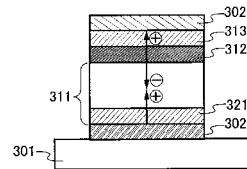
【図 2】



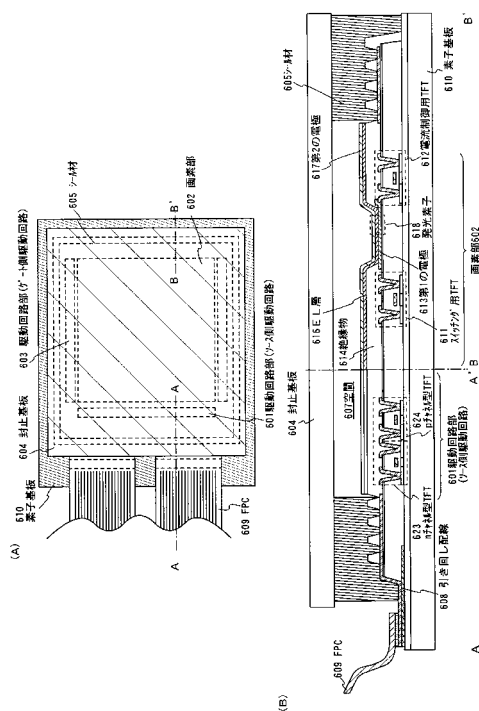
【図 3】



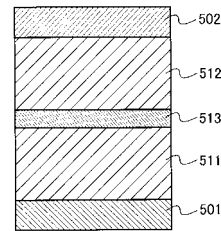
【図 4】



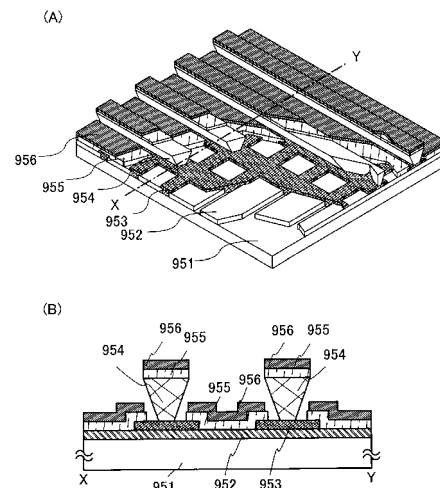
【図 6】



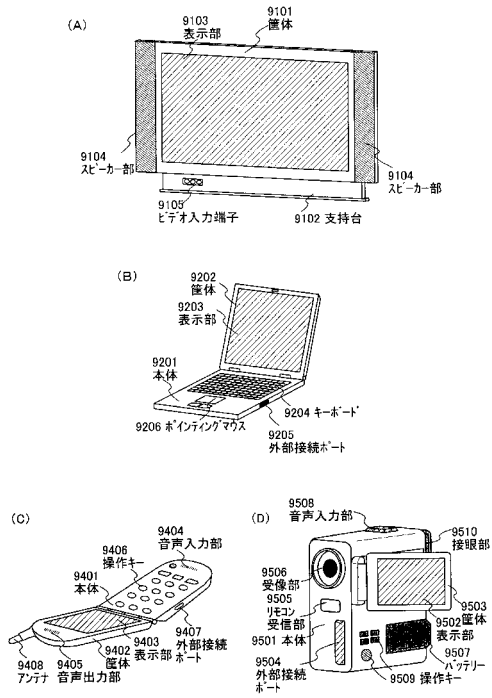
【図 5】



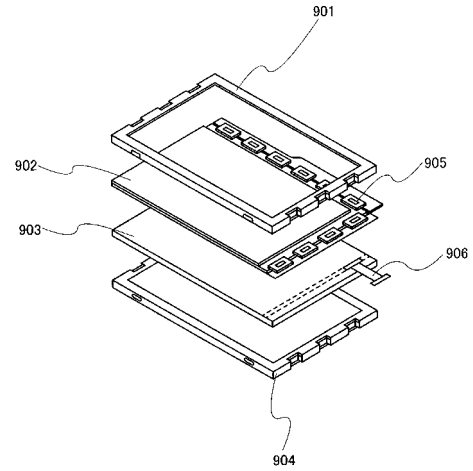
【図 7】



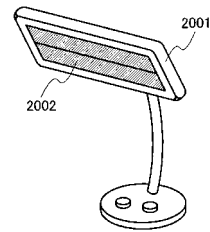
【図 8】



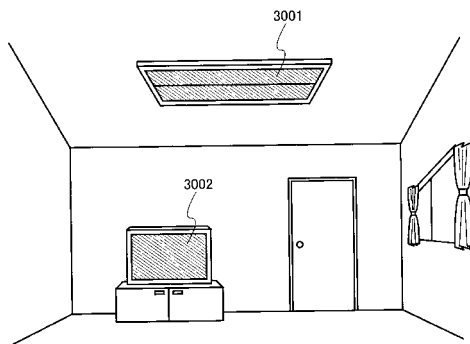
【図 9】



【図 10】



【図 11】



---

フロントページの続き

審査官 井亀 諭

(56)参考文献 特開2005-032618(JP,A)  
特開2007-049134(JP,A)  
特開2006-128660(JP,A)  
特開平04-121994(JP,A)  
特開2006-114759(JP,A)  
特開2006-128097(JP,A)  
特開2001-102176(JP,A)  
特開2000-150172(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 51/50 - 51/56