

(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2019-160796  
(P2019-160796A)

(43) 公開日 令和1年9月19日(2019.9.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H05B 33/14 (2006.01)</b>	H05B 33/14	Z 3K107
<b>H01L 51/50 (2006.01)</b>	H05B 33/22	A 5C094
<b>H01L 27/32 (2006.01)</b>	H05B 33/22	C
<b>G09F 9/30 (2006.01)</b>	H05B 33/22	B
	H01L 27/32	

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2019-44042 (P2019-44042)  
 (22) 出願日 平成31年3月11日 (2019.3.11)  
 (31) 優先権主張番号 10-2018-0028836  
 (32) 優先日 平成30年3月12日 (2018.3.12)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関 韓国 (KR)

(71) 出願人 390019839  
 三星電子株式会社  
 Samsung Electronics  
 Co., Ltd.  
 大韓民国京畿道水原市靈通区三星路129  
 129, Samsung-ro, Yeon  
 gtong-gu, Suwon-si, G  
 yeonggi-do, Republic  
 of Korea

(74) 代理人 110000051  
 特許業務法人共生国際特許事務所  
 (72) 発明者 金 泰 豪  
 大韓民国 京畿道 城南市 盆唐区 板橋  
 院路 82番ギル 60

最終頁に続く

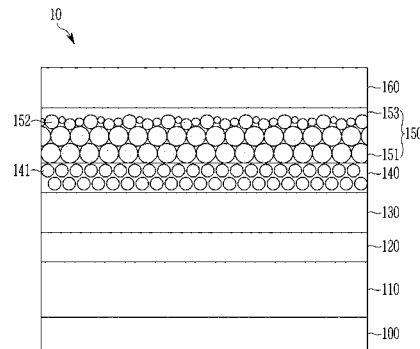
(54) 【発明の名称】 電界発光素子及び表示装置

(57) 【要約】

【課題】 発光層の電荷キャリアのバランス及び光抽出効率を向上させると共に漏洩電流を最小化させた電界発光素子及びこれを含む表示装置を提供する。

【解決手段】 本発明の電界発光素子は、互いに対向する第1電極及び第2電極と、第1電極と第2電極との間に位置して2つ以上の発光体粒子を含む発光層と、第1電極と発光層との間に位置する正孔輸送層と、発光層と第2電極との間に位置する電子輸送層と、を有し、電子輸送層は、発光層上に形成されて2つ以上の無機物ナノ粒子を含む無機層と、前記無機層の真上に形成されて無機層よりも高い仕事関数 (work function) を有する有機層と、を含む。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

互いに対向する第 1 電極及び第 2 電極と、  
 前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に位置して 2 つ以上の発光体粒子を含む発光層と、  
 前記第 1 電極と前記発光層との間に位置する正孔輸送層と、  
 前記発光層と前記第 2 電極との間に位置する電子輸送層と、を有し、  
 前記電子輸送層は、  
 前記発光層上に形成されて 2 つ以上の無機物ナノ粒子を含む無機層と、  
 前記無機層の真上に形成されて前記無機層よりも高い仕事関数 (work function) を有する有機層と、を含むことを特徴とする電界発光素子。

10

## 【請求項 2】

前記有機層は、前記無機層の上部面を全部覆っていることを特徴とする請求項 1 に記載の電界発光素子。

## 【請求項 3】

前記有機層は、 $-1.8\text{ eV} \sim -2.8\text{ eV}$  の LUMO (Lowest Energy occupied Molecular Orbital) エネルギーレベルを有することを特徴とする請求項 1 に記載の電界発光素子。

## 【請求項 4】

前記有機層は、 $10^{-3}\text{ cm}^2/\text{Vs} \sim 10^{-1}\text{ cm}^2/\text{Vs}$  の電子移動度を有することを特徴とする請求項 1 に記載の電界発光素子。

20

## 【請求項 5】

前記無機物ナノ粒子は、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{WO}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_3$ 、又はこれらの組み合わせを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の電界発光素子。

## 【請求項 6】

前記無機物ナノ粒子の平均粒径は、 $150\text{ nm}$  以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の電界発光素子。

## 【請求項 7】

前記無機層は、無機物ナノ粒子からなる集合層を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の電界発光素子。

## 【請求項 8】

前記集合層は、前記発光層の真上に形成されていることを特徴とする請求項 7 に記載の電界発光素子。

30

## 【請求項 9】

前記集合層の上部面は、前記無機物ナノ粒子からなる 2 つ以上の結晶粒、及び隣り合う前記結晶粒の間に形成された結晶粒界を含み、

前記有機層は、前記結晶粒界の少なくとも一部を埋めていることを特徴とする請求項 7 に記載の電界発光素子。

## 【請求項 10】

前記有機層は、キノロン系化合物、トリアジン系化合物、キノリン系化合物、トリアゾール系化合物、ナフタレン系化合物、又はこれらの組み合わせを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の電界発光素子。

40

## 【請求項 11】

前記有機層は、それぞれ異なる 2 つ以上の有機半導体化合物を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の電界発光素子。

## 【請求項 12】

前記有機層は、互いに異なる第 1 有機半導体化合物及び第 2 有機半導体化合物を含み、前記有機層内の前記第 1 有機半導体化合物と前記第 2 有機半導体化合物との重量比は 3 : 7 ~ 7 : 3 であることを特徴とする請求項 1 に記載の電界発光素子。

## 【請求項 13】

前記有機層の平均厚さは、 $2\text{ nm} \sim 20\text{ nm}$  であることを特徴とする請求項 1 に記載の

50

電界発光素子。

【請求項 14】

前記無機層と前記有機層とは、2回以上交互に積層されていることを特徴とする請求項1に記載の電界発光素子。

【請求項 15】

前記発光体粒子は、量子ドットを含むことを特徴とする請求項1に記載の電界発光素子。

【請求項 16】

前記量子ドットは、Cdを含まないII族-VI族化合物、III族-V族化合物、IV族-VI族化合物、IV族元素若しくは化合物、I族-III族-VI族化合物、Cdを含まないI族-II族-IV族-VI族化合物、又はこれらの組み合わせを含むことを特徴とする請求項15に記載の電界発光素子。

10

【請求項 17】

前記量子ドットは、コア-シェル構造を有することを特徴とする請求項15に記載の電界発光素子。

【請求項 18】

前記電子輸送層は、発光性を有さないことを特徴とする請求項1に記載の電界発光素子。

【請求項 19】

請求項1乃至18のいずれか1項に記載の電界発光素子を含むことを特徴とする表示装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電界発光素子及びこれを含む表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

量子ドットは、略数十～数百ナノメートルの直径を有する半導体物質のナノ結晶であって、量子制限 (quantum confinement) 効果を示す物質である。量子ドットは、通常の蛍光体よりも強い光を狭い波長帯で発生させる。量子ドットの発光は、伝導帯から価電子帯に浮き立つ状態の電子が転移しながら発生するが、同じ物質の場合でも粒子の大きさにより波長が異なる特性を示す。量子ドットの大きさが小さくなるほど短い波長の光を発光するため、大きさを調整して所望の波長領域の光を得ることができる。

30

【0003】

即ち、量子ドットを含む発光層及びこれを適用した各種電子素子は、一般にりん光及び/又は蛍光物質を含む発光層を使用する有機発光素子対比製造費用が低く、異なる色の光を放出させるために発光層に他の有機物質を使用することなく、量子ドットの大きさを異にすることによって所望の色を放出させることができる。

40

【0004】

量子ドットを含む発光層の発光効率は、量子ドットの外部量子効率、電荷キャリアのバランス、光抽出効率などによって決定される。そのため、量子ドットを含む発光層を電界発光層に適用する場合、発光層の発光効率の向上のためには、電荷キャリアのバランス及び光抽出効率を向上させ、漏洩電流を最小化する必要がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2017-083837号公報

【発明の概要】

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

本発明は、上記従来技術に鑑みてなされたものであって、本発明の目的は、発光層の電荷キャリアのバランス及び光抽出効率を向上させると共に漏洩電流を最小化させた電界発光素子及び表示装置を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

上記目的を達成するためになされた本発明の一態様による電界発光素子は、互いに対向する第1電極及び第2電極と、前記第1電極と第2電極との間に位置して2つ以上の発光体粒子を含む発光層と、前記第1電極と前記発光層との間に位置する正孔輸送層と、前記発光層と前記第2電極との間に位置する電子輸送層と、を有し、前記電子輸送層は、前記発光層上に形成されて2つ以上の無機物ナノ粒子を含む無機層と、前記無機層の真上に形成されて前記無機層よりも高い仕事関数 (work function) を有する有機層と、を含む。

10

## 【0008】

前記有機層は、前記無機層の上部面を全部覆い得る。

前記有機層は、 $-1.8\text{ eV} \sim -2.8\text{ eV}$ のLUMO (Lowest Energy occupied Molecular Orbital) エネルギーレベルを有し得る。

前記有機層は、 $10^{-3}\text{ cm}^2/\text{Vs} \sim 10^{-1}\text{ cm}^2/\text{Vs}$ の電子移動度を有し得る。

20

前記無機物ナノ粒子はZnO、TiO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>、SnO<sub>2</sub>、WO<sub>3</sub>、Ta<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、又はこれらの組み合わせを含み得る。

前記無機物ナノ粒子の平均粒径は、150nm以下であり得る。

前記無機層は、無機物ナノ粒子からなる集合層を含み得る。

前記集合層は、前記発光層の真上に形成され得る。

前記集合層の上部面は、前記無機物ナノ粒子からなる2つ以上の結晶粒、及び隣り合う前記結晶粒の間に形成された結晶粒界を含み、前記有機層は、前記結晶粒界の少なくとも一部を埋め得る。

前記有機層は、キノロン系化合物、トリアジン系化合物、キノリン系化合物、トリアゾール系化合物、ナフタレン系化合物、又はこれらの組み合わせを含み得る。

30

前記有機層は、それぞれ異なる2つ以上の有機半導体化合物を含み得る。

前記有機層は、互いに異なる第1有機半導体化合物及び第2有機半導体化合物を含み、前記有機層内の前記第1有機半導体化合物と前記第2有機半導体化合物との重量比は3:7~7:3であり得る。

前記有機層の平均厚さは、2nm~20nmであり得る。

前記無機層と前記有機層とは、2回以上交互に積層され得る。

前記発光体粒子は、量子ドットを含み得る。

前記量子ドットは、Cdを含まないII族-VI族化合物、III族-V族化合物、IV族-VI族化合物、IV族元素又は化合物、I族-III族-VI族化合物、Cdを含まないI族-II族-IV族-VI族化合物、又はこれらの組み合わせを含み得る。

40

前記量子ドットは、コア-シェル構造を有し得る。

前記電子輸送層は、発光性を有さなくあり得る。

## 【0009】

また、上記目的を達成するためになされた本発明の一態様による表示装置は、上述した電界発光素子を含む。

## 【発明の効果】

## 【0010】

本発明によれば、発光層の電荷キャリアバランス及び光抽出効率を向上させると共に、漏洩電流を最小化することによって駆動特性と寿命特性に優れた電界発光素子及びこれを

50

含む表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】一実施形態による電界発光素子を概略的に示す断面図である。

【図2】一実施形態による電界発光素子の無機層の上部面を示す顕微鏡イメージである。

【図3】Zygo干渉計を用いて測定した一実施形態による電界発光素子の無機層の上部面の3次元形状イメージ及び位置別高さ偏差を示すグラフである。

【図4】一実施形態による電界発光素子のエネルギーバンドダイヤグラムである。

【図5】実施例1及び比較例1～比較例3による電界発光素子のI-V-L特性を示すグラフであって、電圧-電流密度を示すものである。

10

【図6】実施例1及び比較例1～比較例3による電界発光素子のI-V-L特性を示すグラフであって、電圧-輝度を示すものである。

【図7】実施例1及び比較例1～比較例3による電界発光素子のI-V-L特性を示すグラフであって、輝度-外部量子効率(External Quantum Efficiency: EQE)を示すものである。

【図8】実施例1及び比較例1～比較例3による電界発光素子の電圧-電流密度の関係を示すグラフである。

【図9】実施例2、比較例1、及び比較例2による電界発光素子の時間-輝度のグラフである。

【図10】実施例3及び比較例4による電界発光素子のI-V-L特性を示すグラフであって、電圧-電流密度を示すものである。

20

【図11】実施例3及び比較例4による電界発光素子のI-V-L特性を示すグラフであって、電圧-輝度を示すものである。

【図12】実施例3と比較例4による電界発光素子のI-V-L特性を示すグラフであって輝度-外部量子効率(EQE)を示すものである。

【図13】実施例3と比較例4による電界発光素子の電圧-電流密度のグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明を実施するための形態の具体例を、図面を参照しながら詳細に説明する。しかし、多様な異なる形態に具現することができ、ここで説明する実施形態に限定されない。

30

【0013】

図面において、複数の層及び領域を明確に表現するために厚さを拡大して示した。明細書全体に亘って類似の部分については同一の参照符号を付与する。層、膜、領域、板などの部分が他の部分の“上”にあるとする場合、これは、他の部分の“直上”にある場合のみならず、その中間に更に他の部分がある場合も含む。逆に、ある部分が他の部分の“直上”にあるとするときには、中間に他の部分がないことを意味する。

【0014】

本明細書で、“族(Group)”は元素周期律表の族をいう。

【0015】

ここで、“II族”はIIA族及びIIB族を含み、II族金属の例はCd、Zn、Hg、及びMgを含むが、これらに制限されない。

40

【0016】

また、本明細書で“Cdを含まないII族金属”の例はCdを除いた残りのII族金属、例えばZn、Hg、Mgなどが挙げられる。

【0017】

“III族”はIIIA族及びIIIB族を含み、III族金属の例はAl、In、Ga、及びTlを含むが、これらに制限されない。

【0018】

“IV族”はIVA族及びIVB族を含み、IV族金属の例はSi、Ge、及びSnを

50

含むが、これらに制限されない。本明細書で、“金属”という用語はSiのような半金属も含む。

【0019】

“I族”はIA族及びIB族を含み、Li、Na、K、Ru、及びCsを含むが、これらに制限されない。

【0020】

“V族”はVA族を含み、窒素、リン、砒素、アンチモン、及びビスマスを含むが、これらに制限されない。

【0021】

“VI族”はVIA族を含み、硫黄、セレンウム、及びテルリウムを含むが、これらに制限されない。

10

【0022】

先ず、図1を参照して一実施形態による電界発光素子の概略的な構成を説明する。

【0023】

図1は、一実施形態による電界発光素子を概略的に示す断面図である。

【0024】

本実施形態による電界発光素子10は、互いに対向する第1電極110及び第2電極160、第1電極110と第2電極160との間に位置して2つ以上の発光体粒子141を含む発光層140、第1電極110と発光層140との間に位置する正孔輸送層130、及び発光層140と第2電極160との間に位置する電子輸送層150を含む。

20

【0025】

電界発光素子10は、第1電極110と第2電極160とを通じて発光体粒子141を含む発光層140に電流を供給して発光体粒子141を電界発光させることによって光を発生させる。電界発光素子10は、発光層140に含まれる発光体粒子141の材料、サイズ、細部構造などにより多様な波長領域を有する光を発生させることができる。

【0026】

第1電極110は、駆動電源に直接連結されて発光層140に電流を流す役割を果たす。第1電極110は、少なくとも可視光波長領域帯に対して光透過性を有する物質であるが、必ずしもこれに制限されるわけではなく、赤外線又は紫外線波長領域に対する光透過性を更に有する物質であってもよい。例えば、第1電極110は光学的に透明な物質である。

30

【0027】

一実施形態で、第1電極110は、モリブデン酸化物、タングステン酸化物、バナジウム酸化物、レニウム酸化物、ニオブ酸化物、タンタル酸化物、チタン酸化物、亜鉛酸化物、ニッケル酸化物、銅酸化物、コバルト酸化物、マンガン酸化物、クロム酸化物、インジウム酸化物、又はこれらの組み合わせを含む。

【0028】

また、第1電極110は、図1に示すように基板100上に配置される。基板100は、透明な絶縁基材であり、軟性物質からなる。基板100は、ガラス、又はガラス転移点(Tg)が150よりも高いフィルム状の高分子物質からなり、例えばCOC(Cyclo Olefin Copolymer)又はCOP(Cyclo Olefin Polymer)系の素材からなる。

40

【0029】

基板100は、第1電極110と第2電極160とによってサンドイッチされた正孔輸送層130、発光層140、及び電子輸送層150を支持する役割を果たす。但し、電界発光素子10の第1電極110は必ずしも基板100上に配置されるものではなく、第2電極160上に配置されるか、又は場合によっては省略することもできる。

【0030】

第2電極160は、光学的に透明な物質であって、後述する発光層140から発生した光が透過する透光電極の役割を果たす。一実施形態で、第2電極160は、銀(Ag)、

50

アルミニウム (Al)、銅 (Cu)、金 (Au)、及びこれらの合金から選択される少なくとも1つを含み、モリブデン酸化物、タングステン酸化物、バナジウム酸化物、レニウム酸化物、ニオブ酸化物、タンタル酸化物、チタン酸化物、亜鉛酸化物、ニッケル酸化物、銅酸化物、コバルト酸化物、マンガン酸化物、クロム酸化物、インジウム酸化物、又はこれらの組み合わせを含む。

【0031】

そして、第1電極110及び第2電極160のそれぞれは、基板100又は後述する有機層153上にスパッタリングなどの方法を用いて電極形成用物質を蒸着することによって形成される。

【0032】

発光層140は、2つ以上の発光体粒子141を含む。発光層140は、2つ以上の発光体粒子141が分散された樹脂を後述する正孔輸送層130上に塗布した後、硬化することによって形成される。

【0033】

発光層140は、第1電極110と第2電極160とから供給された電流によって伝達された電子と正孔とが結合される場所で、電子と正孔とが発光層140で結合してエキシトン (exciton) を生成し、生成されたエキシトンが励起状態から基底状態に転移しながら発光体粒子141の大きさに対応する波長の光を発生させる。

【0034】

発光体粒子141は量子ドットを含む。

【0035】

量子ドットは、量子拘束効果 (quantum confinement effect) によって不連続的なエネルギーバンドギャップ (energy band gap) を有するため、入射した光を、特定波長を有する光に変換して放射する。即ち、発光層140が発光体粒子141に量子ドットを含む場合、発光層140は優れた色再現率及び色純度を有する光を発生させることができる。

【0036】

量子ドットの素材は特に制限されず、公知又は商業的に入手可能な量子ドットを使用することができる。例えば、量子ドットは、Cdを含まないII族-VI族化合物、III族-V族化合物、IV族-VI族化合物、IV族元素又は化合物、I族-III族-VI族化合物、Cdを含まないI族-III族-IV族-VI族化合物、又はこれらの組み合わせを含む。即ち、量子ドットは、非カドミウム系量子ドットである。このように量子ドットが非カドミウム系素材からなる場合、既存のカドミウム系量子ドット対比毒性がなく、人体に無害で環境親和的である。

【0037】

II-VI族化合物は、ZnS、ZnSe、ZnTe、ZnO、HgS、HgSe、HgTe、MgSe、MgS、及びこれらの混合物からなる群より選択される二元素化合物；ZnSeS、ZnSeTe、ZnSTe、HgSeS、HgSeTe、HgSTe、HgZnS、HgZnSe、HgZnTe、MgZnSe、MgZnS、及びこれらの混合物からなる群より選択される三元素化合物；並びにHgZnTeS、HgZnSeS、HgZnSeTe、HgZnSTe、及びこれらの混合物からなる群より選択される四元素化合物からなる群より選択される。II-VI族化合物はIII族金属を更にも含むこともできる。

【0038】

III-V族化合物は、GaN、GaP、GaAs、GaSb、AlN、AlP、AlAs、AlSb、InN、InP、InAs、InSb、及びこれらの混合物からなる群より選択される二元素化合物；GaNP、GaNAs、GaNsb、GaPAs、GaPSb、AlNP、AlNAs、AlNSb、AlPAs、AlPSb、InNP、InNAs、InNSb、InPAs、InPSb、InZnP、及びこれらの混合物からなる群より選択される三元素化合物；並びにGaAlNP、GaAlNAs、GaAlNSb

10

20

30

40

50

、GaAlPAs、GaAlPSb、GaInNP、GaInNAs、GaInNSb、GaInPAs、GaInPSb、InAlNP、InAlNAs、InAlNSb、InAlPAs、InAlPSb、及びこれらの混合物からなる群より選択される四元素化合物からなる群より選択される。III-V族化合物はIII族金属を更にも含むことができる(InZnP)。

【0039】

IV-VI族化合物は、SnS、SnSe、SnTe、PbS、PbSe、PbTe、及びこれらの混合物からなる群より選択される二元素化合物；SnSeS、SnSeTe、SnSTe、PbSeS、PbSeTe、PbSTe、SnPbS、SnPbSe、SnPbTe、及びこれらの混合物からなる群より選択される三元素化合物；並びにSnPbSSe、SnPbSeTe、SnPbSTe、及びこれらの混合物からなる群より選択される四元素化合物からなる群より選択される。I族-III-VI族化合物の例は、CuInSe<sub>2</sub>、CuInS<sub>2</sub>、CuInGaSe、及びCuInGaSを含むが、これらに制限されない。I-III-IV-VI族化合物の例は、CuZnSnSe及びCuZnSnSを含むが、これらに制限されない。IV族化合物は、Si、Ge、及びこれらの混合物からなる群より選択される単元素；並びにSiC、SiGe、及びこれらの混合物からなる群より選択される二元素化合物からなる群より選択される。

10

【0040】

二元素化合物、三元素化合物、又は四元素化合物は、均一な濃度で粒子内に存在するか、又は濃度分布が部分的に異なる状態に分けられて同一粒子内に存在する。

20

【0041】

一実施形態によると、量子ドットは、一つの半導体ナノ結晶コアとコアを囲む他の半導体ナノ結晶シェルとからなるコア-シェル構造を有する。コアとシェルとの界面は、シェルに存在する元素の濃度が中心に行くほど低くなる濃度勾配(gradient)を有する。また、量子ドットは、一つの半導体ナノ結晶コアとこれを囲む多層のシェルとを含む構造を有する。このとき、多層のシェル構造は2層以上のシェル構造を有し、それぞれの層は単一組成若しくは合金又は濃度勾配を有する。

【0042】

量子ドットがコア-シェル構造を有する場合、コアよりもシェルを構成する物質組成がより大きなエネルギーバンドギャップを有し、量子拘束効果が効果的に現れる構造を有する。但し、実施形態はこれに限定されない。そして、多層のシェルを構成する場合も、コアに近いシェルよりもコアの外側にあるシェルがより大きなエネルギーバンドギャップを有する構造であってもよい。このとき、量子ドットは、紫外線~赤外線の波長範囲を有する。

30

【0043】

量子ドットは、約10%以上、例えば約30%以上、約50%以上、約60%以上、約70%以上、約90%以上、又は100%の量子効率(quantum efficiency)を有する。

【0044】

また、ディスプレイで色純度や色再現性を向上させるために、量子ドットは狭いスペクトル幅を有する。量子ドットは、約45nm以下、例えば約40nm以下、又は約30nm以下の発光波長スペクトルの半値幅を有する。上記範囲で、素子の色純度や色再現性を向上させることができる。

40

【0045】

量子ドットは、約1nm~約100nmの粒径(球形でない場合、最も長い部分の大きさ)を有する。例えば、量子ドットは、約1nm~約20nm、例えば2nm(又は3nm)~15nmの粒径(球形でない場合、最も長い部分の大きさ)を有する。

【0046】

また、量子ドットの形態は、当該技術分野で一般に使用される形態のものであり、特に限定されない。例えば、量子ドットは、球状、楕円状、正六面体状、四面体状、ピラミッ

50

ド状、六八面体状、シリンダー状、多面体状、多重枝状 (multi-arm)、又は立方体 (cubic) のナノ粒子、ナノチューブ、ナノワイヤ、ナノ繊維、ナノシート、又はこれらの組み合わせを含む。量子ドットは、任意の断面形状を有する。

【0047】

更に、量子ドットは、商業的に入手可能であるか又は任意の方法で合成される。例えば、数ナノサイズの量子ドットは、化学的湿式方法 (wet chemical process) により合成される。化学的湿式方法では、有機溶媒中で前駆体物質を反応させて結晶粒子を成長させる。このとき、有機溶媒又はリガンド化合物が自然に量子ドットの表面に配位されることにより結晶の成長を調整することができる。有機溶媒及びリガンド化合物の具体的な種類は知られている。このように量子ドットの表面に配位された有機溶媒は、素子内で安定性に影響を与えるため、ナノ結晶の表面に配位されない余分な有機物は過剰の非溶媒 (non-solvent) に注がれ、得られた混合物を遠心分離する過程を経て除去される。非溶媒の具体的な種類としては、アセトン、エタノール、メタノールなどが挙げられるが、これらに制限されない。余分な有機物を除去した後、量子ドットの表面に配位された有機物の量は、量子ドットの重量の50重量%以下、例えば30重量%以下、20重量%以下、又は10重量%以下である。このような有機物は、リガンド化合物、有機溶媒、又はこれらの組み合わせを含む。

10

【0048】

量子ドットは、例えば表面に結合された疎水性残基を有する有機リガンドを有する。一実施形態で、疎水性残基を有する有機リガンドは、 $\text{RCOOH}$ 、 $\text{RNH}_2$ 、 $\text{R}_2\text{NH}$ 、 $\text{R}_3\text{N}$ 、 $\text{RSH}$ 、 $\text{R}_3\text{PO}$ 、 $\text{R}_3\text{P}$ 、 $\text{ROH}$ 、 $\text{RCOOR}'$ 、 $\text{RPO}(\text{OH})_2$ 、 $\text{R}_2\text{POOH}$  (ここで、 $\text{R}$ 、 $\text{R}'$  は、それぞれ独立に  $\text{C}_5 \sim \text{C}_{24}$  のアルキル基、 $\text{C}_5 \sim \text{C}_{24}$  のアルケニル基、 $\text{C}_5 \sim \text{C}_{20}$  の脂環族基、又は  $\text{C}_5 \sim \text{C}_{20}$  のアリール基である)、高分子有機リガンド、又はこれらの組み合わせを含む。有機リガンドは単一作用基 (monofunctional) の有機リガンドであり、作用基は量子ドットの表面に結合される。

20

【0049】

本実施形態で、正孔輸送層130は、第1電極110と発光層140との間に位置する。正孔輸送層130は、発光層140に正孔を輸送する役割を果たす。

【0050】

そして、電界発光素子10は、正孔輸送層130と第1電極110との間に正孔注入層120を更に含む。正孔注入層120は、正孔輸送層130に向かって正孔を供給する役割を果たす。

30

【0051】

正孔注入層120及び正孔輸送層130のそれぞれは、例えばポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン):ポリ(スチレンスルホネート) (poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(styrenesulfonate)、PEDOT:PSS)、ポリ(9,9-ジオクチル-フルオレン-コ-N-(4-ブチルフェニル)-ジフェニルアミン) (Poly(9,9-dioctyl-fluorene-co-N-(4-butylphenyl)-diphenylamine)、TFB)、ポリアリールアミン (polyaryllamine)、ポリ(N-ビニルカルバゾール) (poly(N-vinylcarbazole)、ポリアニリン (polyaniline)、ポリピロール (polypyrrrole)、N,N,N',N'-テトラキス(4-メトキシフェニル)-ベンジジン (N,N,N',N'-tetrakis(4-methoxyphenyl)-benzidine、TPD)、4-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニル-アミノ]ビフェニル(4-bis[N-(1-naphthyl)-N-phenyl-amino]biphenyl、-NPD)、m-MTDATA(4,4',4''-Tris[phenyl(m-tolyl)amino]triphenylamine)、4,4',4''-トリス(N-カルバゾリル)-トリフェニルアミン(4,4',4''-tris(N-carbazolyl)-

40

50

triphenylamine、TCTA)、1,1-ビス[(ジ-4-トリルアミノ)フェニル]シクロヘキサン(1,1-Bis[(di-4-tolylamino)phenyl]cyclohexane、TAPC)、及びこれらの組み合わせを含むが、必ずしもこれに限定されるものではなく、電界発光素子10の内部エネルギー準位により多様な半導体素材又はこれらの組み合わせが適用される。

【0052】

正孔注入層120及び正孔輸送層130は、第1電極110上に溶液型商用材料を塗布した後、硬化する方法などにより形成されるが、必ずしもこれに限定されるものではない。

【0053】

電子輸送層150は、発光層140と第2電極160との間に配置されて発光層140に電子を輸送する役割を果たす。

【0054】

電子輸送層150は、電界によって発光しない非発光性電子輸送用物質からなる。これによって電界発光素子10の内部の発光が電子輸送層150で行われずに発光層140内のみで行われるように調整する。

【0055】

そして、電子輸送層150は、発光層140上に形成され、2つ以上の無機物ナノ粒子152を含む無機層151と、無機層151の真上に形成された有機層153とを含む。

【0056】

無機層151は、図1に示すように発光層140の真上に形成される。

【0057】

無機層151は、2つ以上の無機物ナノ粒子152を含み、2つ以上の無機物ナノ粒子152が互いに凝集して集合層をなす。無機層151は、2つ以上の無機物ナノ粒子152からなる集合層である。

【0058】

このように無機物ナノ粒子152からなる集合層を発光層140の真上に配置する場合、発光層140で発生する電荷交換エキシトンの非発光消光を防止できるため、発光層140の輝度を向上させることができる。

【0059】

無機物ナノ粒子152は、ZnO、TiO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>、SnO<sub>2</sub>、WO<sub>3</sub>、Ta<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、又はこれらの組み合わせを含む無機酸化物ナノ粒子であるが、これに限定されない。

【0060】

このように、集合層が無機酸化物ナノ粒子からなる場合、例えば非カドミウム系量子ドットを含む発光層140は、素子駆動中の内部発熱によって電荷交換エキシトンが多量発生することになるが、発生した電荷交換エキシトンは集合層によって非発光消光されず、集合層との界面でオージェ電子(auger electron)を放出する。放出されたオージェ電子は、集合層の内部で正孔と再結合して発光することになるため、高輝度領域で電界発光素子10のロールオフ(roll-off)を最小化することができる。

【0061】

そして、無機物ナノ粒子152の平均粒径(D50)は、例えば150nm以下、140nm以下、130nm以下、120nm以下、110nm以下、100nm以下、90nm以下、80nm以下、70nm以下、60nm以下、50nm以下、40nm以下、30nm以下、20nm以下、10nm以下であり、例えば1nm以上、2nm以上、3nm以上、4nm以上、5nm以上である。

【0062】

このように、無機層151が、上記のような無機物ナノ粒子152からなる集合層の場合、一般的な無機半導体膜又は有機半導体膜対比電子移動度が非常に優れる。従って、無機層151が適用された集合層を通して非カドミウム系量子ドットの発光安定性及び輝度を向上させることができる。

10

20

30

40

50

## 【0063】

また、集合層の平均厚さは、例えば100nm以下、90nm以下、80nm以下、70nm以下、60nm以下、50nm以下、40nm以下であり、例えば10nm以上、15nm以上、20nm以上、25nm以上、30nm以上である。

## 【0064】

無機物ナノ粒子152の平均粒径及び集合層の平均厚さが上記範囲内を満足する場合、無機層151は非常に優れた電子移動度を示す。

## 【0065】

図2は、一実施形態による電界発光素子の無機層の上表面を示す顕微鏡イメージであり、図3は、Zygo干渉計を用いて測定した一実施形態による電界発光素子の無機層の上表面の3次元形状イメージ及び位置別高さ偏差を示すグラフである。

10

## 【0066】

図2及び図3は、平均粒径3nmのZnOナノ粒子を凝集させて約40nmの厚さの集合層が形成された場合に該当する。

## 【0067】

先ず、図2を参照すると、集合層の表面は、無機物ナノ粒子152からなる2つ以上の結晶粒(grain)と、隣り合う結晶粒の間に形成された結晶粒界(grain boundary)とを含むことが確認される。

## 【0068】

また、図3の集合層表面のプロファイルイメージで表示された直線部分の表面粗さ曲線を示すグラフを参照すると、集合層表面のPV(peak to valley)は16.343nmであり、自乗平均平方根(root mean square:rms)方法によって算出された自乗平均粗さ(Rq)は1.914nmであることが確認される。

20

## 【0069】

従って、集合層表面は粗い表面モフォロジー(morphology)を示し、これは無機物ナノ粒子152の不均一な凝集、無機物ナノ粒子152の粒径偏差、集合層表面での無機物ナノ粒子152の脱落、結晶粒界の存在などに起因すると判断される。

## 【0070】

そして、無機層151の真上には有機層153が形成される。有機層153は、無機物ナノ粒子152の集合層上に蒸着などの方法により形成される。

30

## 【0071】

有機層153は有機半導体材料からなる層であり、共役構造を有する導電性単分子及び低分子有機ナノ素材を含む。有機層153をなす素材の具体的な例としては、キノロン系化合物、トリアジン系化合物、キノリン系化合物、トリアゾール系化合物、ナフタレン系化合物、又はこれらの組み合わせが挙げられるが、必ずしもこれらに制限されるものではない。一実施形態による有機半導体化合物は、ホスフィンオキサイド系化合物、NET-218、Novaled Electron Transport material-218)、ホスホニルフェノール系化合物(NDN-87、Novaled Dopant 側材料87)、又はそれらの組み合わせである。

## 【0072】

有機層153は、無機層151よりも高い仕事関数(work function)を有する物質からなる。これにより、有機層153は、第2電極160から無機層151に移動する電子にとってエネルギー障壁として作用する。

40

## 【0073】

有機層153のLUMO(Lowest Energy occupied Molecular Orbital)エネルギーレベルは、例えば、-1.8eV~-2.8eV、-1.8eV~-2.7eV、-1.8eV~-2.6eV、-1.8eV~-2.5eV、-1.8eV~-2.4eV、-1.8eV~-2.3eV、-1.8eV~-2.2eVである。

## 【0074】

50

そして、有機層 153 の電子移動度は、例えば  $10^{-4} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$  以上、例えば  $10^{-3} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$  以上であり、例えば  $1 \text{ cm}^2 / \text{Vs}$  以下、例えば  $10^{-1} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$  以下である。

【0075】

有機層 153 は、図 1 に示したように無機層 151 が第 2 電極 160 に向かって露出しないように無機層 151 の上部面を全部覆う。これにより、有機層 153 は、接触する集合層の表面に形成された結晶粒界の少なくとも一部又は全部を埋める。

【0076】

一方で、有機層 153 は、接触する集合層表面中の無機物ナノ粒子 152 の脱落や無機物粒子の不均一な凝集によって発生したクラック (crack) やボイド (void) のうちの少なくとも一部又は全部を埋める。

10

【0077】

有機層 153 の厚さは、有機層 153 の電子移動度、仕事関数などにより多様に設計されるが、少なくとも電子がトンネリング (tunneling) を通じて有機層 153 を通過して無機層 151 に輸送されるほど薄いものの、無機層 151 表面の結晶粒界、クラック、ボイドを埋めながら無機層 151 を露出せずに覆われるほどの厚さを有する。

【0078】

有機層 153 の厚さは、例えば 20 nm 以下、18 nm 以下、16 nm 以下、14 nm 以下、12 nm 以下、10 nm 以下、8 nm 以下、6 nm 以下、4 nm 以下であり、例えば 2 nm 以上、2.5 nm 以上、3 nm 以上である。

20

【0079】

有機層 153 は、無機層 151 に比べて高い仕事関数を有するため、電子輸送層として無機層のみを使用する場合と比較して電子移動に必要な駆動電圧が多少増加する。しかし、有機層 153 の LUMO エネルギーレベル及び電子移動度が上記範囲内であり、有機層の厚さを上記範囲内に調整する場合、バンドバンディング (band bending) 及びトンネル効果 (tunneling effect) に応じて駆動電圧及び電子移動速度が適正な水準になるように調整される。

【0080】

そして、有機層 153 は、それぞれ異なる 2 つ以上の有機半導体化合物を含む。有機層 153 は、それぞれ異なる 2 つ以上の有機半導体化合物を共蒸着するなどの方法を用いて形成される。

30

【0081】

例えば、一つの有機半導体化合物のみを用いる場合、有機半導体化合物の形成過程で無機層 151 表面の粗いモフォロジーによってアイランド (island) 形状の中間体が多数形成されるため、厚さ偏差が大きい有機層 153 が得られる。反面、それぞれ異なる 2 つ以上の有機半導体化合物を用いる場合には、比較的厚さ偏差が小さい有機層 153 を形成することができる。

【0082】

そして、有機層 153 は、互いに異なる二つの有機半導体化合物 (第 1 有機半導体化合物、第 2 有機半導体化合物) を含むことができる。

40

【0083】

この場合、有機層 153 内の第 1 有機半導体化合物と第 2 有機半導体化合物との重量比は各有機半導体化合物の素材により多様に設定されるが、形成過程でアイランド形状の中間体形成が最小化されるように調整される。

【0084】

有機層 153 内の第 1 有機半導体と第 2 有機半導体との重量比は、例えば 2 : 8 ~ 8 : 2、例えば 3 : 7 ~ 7 : 3、例えば 4 : 6 ~ 6 : 4、例えば 5 : 5 である。

【0085】

そして、無機層 151 と有機層 153 とは、発光層 140 上に 2 回以上交互に積層される。即ち、電子輸送層 150 が無機層 151 と有機層 153 とからなる積層ユニットを 2

50

つ以上含む。このように無機層 151 と有機層 153 との交互積層数を調整することによって、第 1 電極 110、第 2 電極 160、正孔注入層 120、正孔輸送層 130、発光層 140 のそれぞれのエネルギー準位及びその差などを考慮して、電界発光素子内の電荷キャリアバランスを適正水準に維持することができる。

【0086】

そして、量子ドットを含む発光層に無機ナノ粒子からなる集合層を適用した場合、高輝度の素子効率を確保することはできるが、例えば集合層表面のクラック、ポイド、結晶粒界などが電流の漏れ経路 (leakage path) として作用するため、漏れ経路による漏洩電流 (leakage current) によって低電圧、低輝度領域での素子効率が低下する虞がある。

10

【0087】

しかし、本実施形態による電界発光素子 10 は、集合層表面のクラック、ポイド、結晶粒界などが有機層 153 によって埋められるため、集合層による漏洩電流の発生を最小化することができる。

【0088】

そして電界発光素子 10 は、第 2 電極 160 と電子輸送層 150 との間に電子注入層 (図示せず) を更に含むか、第 2 電極 160 と電子注入層 (図示せず) との間又は電子注入層 (図示せず) と電子輸送層 150 との間に電子遮断層 (図示せず) を更に含んでも良い。但し、実施形態はこれに制限されるわけではなく、電子注入層 (図示せず) 及び電子遮断層 (図示せず) は、電界発光素子 10 の電荷キャリアバランスを適正水準に維持するために省略することもできる。

20

【0089】

以下、図 4 を参照して、一実施形態による電界発光素子の駆動原理について説明する。

【0090】

図 4 は、一実施形態による電界発光素子のエネルギーバンドダイヤグラムである。

【0091】

本実施形態による電界発光素子 10 は発光体粒子 141 に量子ドットを含むため、発光層 140 は、一般的な有機発光素子と異なるエネルギー準位を有する。

【0092】

特に、本実施形態による電界発光素子 10 は、電極から電子輸送層を経て発光層に LUMO エネルギーレベルに応じて順次に電子輸送が行われる一般的な電界発光素子とは異なり、有機層 153 の LUMO エネルギーレベルが無機層 151 に比べて高く、エネルギー障壁として作用する。これは、電子輸送層 150 が無機ナノ粒子からなる集合層形態の無機層 151 と、これを覆っている有機層 153 のハイブリッド構造からなることに起因する。

30

【0093】

一実施形態では、量子ドットを含む発光層 140 の表面に無機ナノ粒子からなる集合層を形成するが、このような集合層は、正孔注入層 120 及び正孔輸送層 130 の正孔移動度に比べて非常に高い電子移動度を有し、集合層の粗い表面モフォロジーに起因した漏洩電流が発生する虞がある。

40

【0094】

従って、本実施形態では、集合層の表面を集合層に比べてより高い仕事関数を有する有機層 153 で覆って集合層から発生する漏洩電流を最小化する。また、これと共に、有機層 153 が図 4 に示すように一種のエネルギー障壁として作用するため、電子輸送層 150 の全体の電子移動度を適正水準に調整して電荷キャリアバランスを向上させることができる。

【0095】

上述のように、本実施形態による電界発光素子 10 は、電子移動度が非常に高く、量子ドットを含む発光層 140 の発光効率を向上させる無機層 150 と、無機層 151 の表面モフォロジーによる漏洩電流を最小化すると共に電子輸送層 150 全体の電子移動度を適

50

正水準に調整する有機層153を含んで電子輸送層150が無機層151 - 有機層153のハイブリッド積層構造をなす。

【0096】

従って、本実施形態による電界発光素子10は、発光層の電荷キャリアバランス及び光抽出効率を向上させ、漏洩電流を最小化することによって、優れた駆動特性と寿命特性を示すことができる。

【0097】

次に、一実施形態として、上述した電界発光素子10を含む表示装置について説明する。

【0098】

本実施形態による表示装置は、基板、基板上に形成された駆動回路、駆動回路上に所定の間隔でそれぞれ離隔して配置された第1電界発光素子、第2電界発光素子、及び第3電界発光素子を含む。

【0099】

第1～第3電界発光素子は、上述した電界発光素子10と同じ構造を有し、それぞれの量子ドットが発光する光の波長が異なる。

【0100】

第1電界発光素子は赤色光を発光する赤色素子であり、第2電界発光素子は緑色光を発光する緑色素子であり、第3電界発光素子は青色光を発光する青色素子である。即ち、第1～第3電界発光素子は、表示装置内で、それぞれ赤色、緑色、青色を表示する画素(pixel)である。

【0101】

但し、実施形態は必ずしもこれに制限されるわけではなく、第1～第3電界発光素子がそれぞれマゼンタ(magenta)、イエロー(yellow)、シアン(cyan)の色を表示することもでき、それ以外の他の色を表示することもできる。

【0102】

また、第1～第3電界発光素子のいずれか一つのみが上述した電界発光素子10であり得る。例えば、表示装置内で青色を表示する電界発光素子のみが上述した電界発光素子10であり、赤色及び緑色を表示する他の電界発光素子は、電子輸送層が有機層のみ若しくは無機層のみでなるか、又は有機層及び無機層をいずれも含むが発光層の真上に有機層を形成することもできる。或いは、第1～第3電界発光素子のいずれか一つのみが上述した電界発光素子10であり、残りは発光体で量子ドットでない蛍光物質、りん光物質などを含む電界発光素子であってもよい。

【0103】

基板は、透明な絶縁基板であり、軟性物質からなる。基板は、ガラス、又はガラス転移点(Tg)が150より高いフィルム状の高分子物質からなり、例えばCOC(Cyclo Olefin Copolymer)又はCOP(Cyclo Olefin Polymer)系の素材からなる。

【0104】

駆動回路は、基板上に位置し、第1～第3電界発光素子のそれぞれに独立して連結される。駆動回路は、一つ以上のスキャンライン、データライン、駆動電源ライン、共通電源ラインなどを含む配線、一つの有機発光素子に対応して配線に連結された二つ以上の薄膜トランジスタ(thin film transistor: TFT)、一つ以上のキャパシタ(capacitor)などを含む。駆動回路は、公知の多様な構造を有する。

【0105】

以上で説明したように、本実施形態による表示装置は、バックライトユニットなどの別途光源を配置しなくても色純度及び色再現率に優れた画像を表示することができ、特に駆動特性と寿命特性に優れる。

【0106】

以下、本発明の具体的な実施例を示す。但し、下記に記載した実施例は本発明を具体的

10

20

30

40

50

に例示するか又は説明するためのものに過ぎず、これによって本発明が制限されてはならない。

【0107】

<実施例1>

【0108】

ガラス基板上にITO層を蒸着し、その上に溶液工程を用いてPEDOT:PSS層(正孔注入層)及びTFB高分子層(正孔輸送層)を順次に形成する。その後、有機溶媒に分散された青色量子ドット(ZnTeSe)を塗布した後、窒素雰囲気下の摂氏80度で30分間熱処理して青色発光層を形成する。

【0109】

一方、平均粒径3nmのZnO粒子を3回洗浄した後、これを用いて約40nmの厚さを有するZnO集合層を青色発光層上に形成する。

【0110】

その後、ZnO集合層表面に0.5A/s~1.0A/sの蒸着速度で2nm~20nmの厚さに有機化合物1(ホスフィンオキサイド系化合物、NET-218、Novaled Electron Transport material 218)を含む有機化合物1層を蒸着し、その上にAl層を蒸着して実施例1の電界発光素子を製造する。

【0111】

<実施例2>

【0112】

有機化合物1層の代わりに、有機化合物1と有機化合物2(ホスホニルフェノール系化合物(NDN-87、Novaled Dopant 側材料87)とを1:1の重量比で共蒸着して有機化合物1:有機化合物2のブレンド層を形成したことを除いては、上述した実施例1と同一の過程を経て実施例2の電界発光素子を製造する。

【0113】

<実施例3>

【0114】

青色発光層の製造時、窒素雰囲気下の摂氏80度で30分間熱処理したことから、ZnO集合層の厚さが20nmとなるように形成したことを除いては、上述した実施例1と同一の過程を経て実施例3の電界発光素子を製造する。

【0115】

<比較例1>

【0116】

ZnO集合層上に有機化合物1層を形成せず、直ちにAl層を形成したことを除いては、上述した実施例1と同一の過程を経て比較例1の電界発光素子を製造する。

【0117】

<比較例2>

【0118】

平均粒径3nmのZnO粒子を2回~3回洗浄し、これを有機化合物1と20:1の重量比で混合して青色発光層上に有機化合物1:ZnOブレンド層を形成し、その上にAl層を蒸着したことを除いては、上述した実施例1と同一の過程を経て比較例2の電界発光素子を製造する。

【0119】

<比較例3>

【0120】

有機化合物1の代わりに、ZnOと有機化合物2とが20:1の重量比で混合されたZnO:有機化合物2ブレンド層を形成したことを除いては、上述した比較例2と同一の過程を経て比較例3の電界発光素子を製造する。

【0121】

<比較例4>

10

20

30

40

50

## 【0122】

青色発光層の製造時、窒素雰囲気下の摂氏80度で30分間硬化することと、ZnO集合層上に有機化合物1層を形成せずに直ちにAl層を形成したことを除いては、上述した実施例1と同一の過程を経て比較例4の電界発光素子を製造する。

## 【0123】

先ず、上述した実施例1及び比較例1～比較例3に対する電界発光素子のI-V-L特性をそれぞれ図5～図7に示し、J-V特性を図8に示す。

## 【0124】

図5～図7は、実施例1及び比較例1～比較例3による電界発光素子のI-V-L特性を示すグラフであって、図5は電圧-電流密度、図6は電圧-輝度、図7は輝度-外部量子効率(External Quantum Efficiency:EQE)をそれぞれ示したものである。

10

## 【0125】

図5及び図6を参照すると、実施例1は、比較例1及び比較例2に比べて同一電圧基準電流密度、同一電圧基準輝度が低いが、これは有機化合物1層がエネルギー障壁として作用して低電圧で電流密度が低くなったからであると推測される。

## 【0126】

しかし、図7を参照すると、実施例1では、約1000cd/m<sup>2</sup>以下の輝度で比較例に比べて非常に優れた外部量子効率を示すことが確認される。特に、実施例1では、約100cd/m<sup>2</sup>の輝度で最も優れた外部量子効率(約1.7%)を示すことが確認される。また、実施例1では、高電圧、高輝度の領域に行くほど外部量子効率の減少幅が比較例に比べて小さいため、安定した駆動特性を示すことが確認される。

20

## 【0127】

即ち、ZnO集合層に有機化合物1層を更に形成することによって、有機化合物1層がAl層からZnO集合層に移動しようとする電子に対してエネルギー障壁として作用して電流密度と輝度は多少低くなるが、低輝度での発光効率が非常に優れていることが確認される。

## 【0128】

一方、比較例3では、比較例2は勿論、実施例1と比べても同一電圧基準電流密度、同一電圧基準輝度、及び同一輝度基準外部量子効率が全て低く、これは有機半導体素材の差に起因したと推測される。

30

## 【0129】

図8は、実施例1及び比較例1～比較例3による電界発光素子の電圧-電流密度の関係を示すグラフである。図8は、y軸の電流密度をログスケールで示すグラフである。

## 【0130】

図8を参照すると、ZnO集合層表面に有機化合物1層を更に形成して無機-有機ハイブリッド積層構造を有する実施例1では、ZnO集合層のみが適用された比較例1に比べて約1000倍に達する漏洩電流の減少効果を示すことが確認される。

## 【0131】

一方、実施例1による電界発光素子の波長対比電界発光強度(electroluminescence intensity)を確認した結果、実施例1による電界発光素子は約28nmの狭い半値幅を示した。

40

## 【0132】

また、実施例2、比較例1、及び比較例2による電界発光素子の時間に応じた輝度減少を測定した結果を、図9に示す。

## 【0133】

図9は、実施例2、比較例1、及び比較例2による電界発光素子の時間-輝度グラフである。

## 【0134】

図9を参照すると、実施例2による電界発光素子は、比較例1及び比較例2に比べて輝

50

度が緩やかに減少することが確認され、最初の輝度基準50%の輝度を示す時間( $T_{50}$ )の場合、実施例2では1.42時間で一番長く、比較例1では0.27時間、比較例2では0.74時間を示すことが確認される。

【0135】

このような素子の寿命特性は、ZnO集合層の表面モフォロジーに起因した漏れ経路(leakage path)が増加するほど減少の様相を示し、ZnO集合層の漏れ経路を有機化合物1：有機化合物2のブレンド層で覆って最小化した実施例2の場合、比較例に比べて優れた寿命特性を示すことが確認される。

【0136】

一方、実施例3及び比較例4に対する電界発光素子のI-V-L特性をそれぞれ図10～図12に示し、J-V特性を図13に示す。

10

【0137】

図10～図12は、実施例3及び比較例4による電界発光素子のI-V-L特性を示すグラフであって、図10は電圧-電流密度、図11は電圧-輝度、図12は輝度-外部量子効率(EQE)をそれぞれ示すものである。

【0138】

図10～図12を参照すると、実施例3の場合、有機化合物1：有機化合物2のブレンド層がAl層からZnO集合層に移動しようとする電子に対してエネルギー障壁として作用して同一電圧対比電流密度と同一電圧対比輝度は多少低くなるが、約500cd/m<sup>2</sup>以下、特に約100cd/m<sup>2</sup>の低輝度で輝度-外部量子効率(EQE)が約2.6%で非常に高いことが確認される。

20

【0139】

図13は、実施例3及び比較例4による電界発光素子の電圧-電流密度グラフである。図13は、y軸の電流密度をログスケールで示すグラフである。

【0140】

図13を参照すると、ZnO集合層表面に有機化合物1：有機化合物2のブレンド層を更に形成した実施例3の場合、ZnO集合層のみが適用された比較例4に比べて優れた漏れ電流の減少効果を示すことが確認される。

【0141】

以上、本発明の実施形態について詳細に説明したが、本発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の技術的範囲から逸脱しない範囲内で多様に変更実施することが可能である。

30

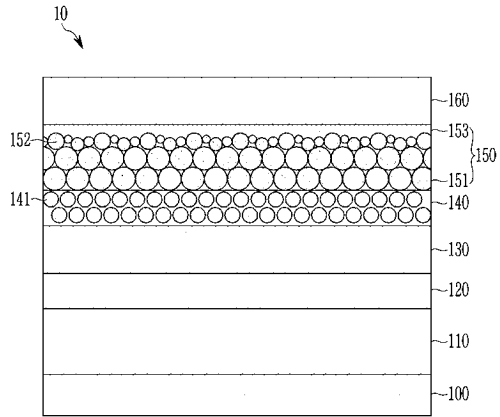
【符号の説明】

【0142】

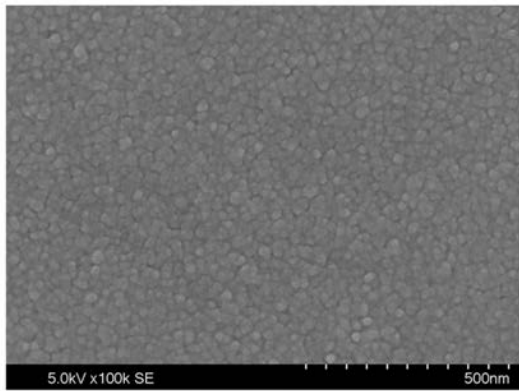
- 10 電界発光素子
- 100 基板
- 110 第1電極
- 120 正孔注入層
- 130 正孔輸送層
- 140 発光層
- 141 発光体粒子
- 150 電子輸送層
- 151 無機層
- 152 無機物ナノ粒子
- 153 有機層
- 160 第2電極

40

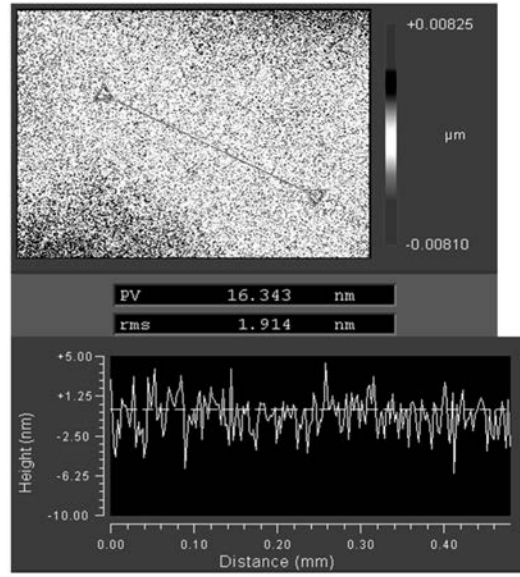
【 図 1 】



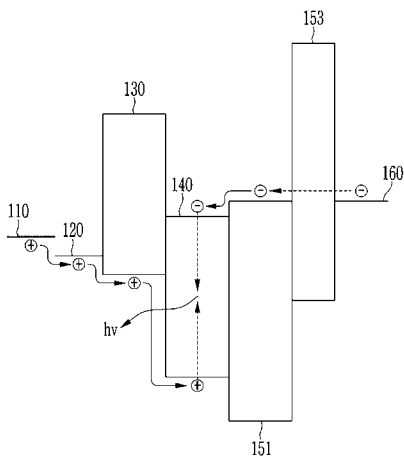
【 図 2 】



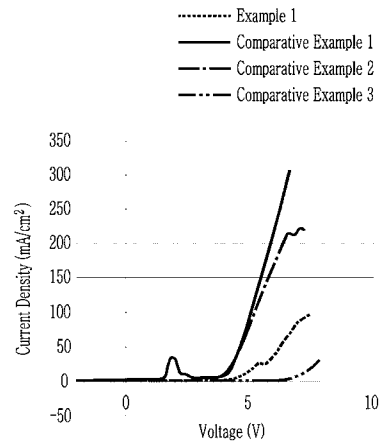
【 図 3 】



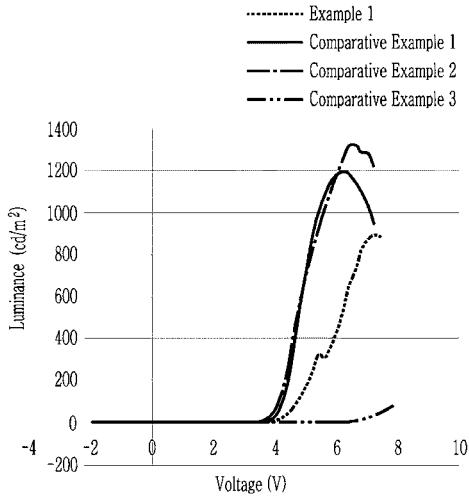
【 図 4 】



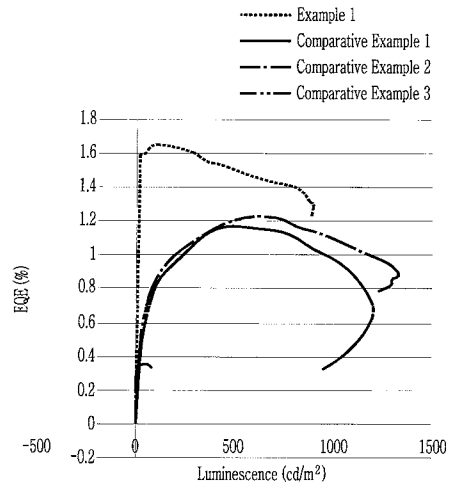
【 図 5 】



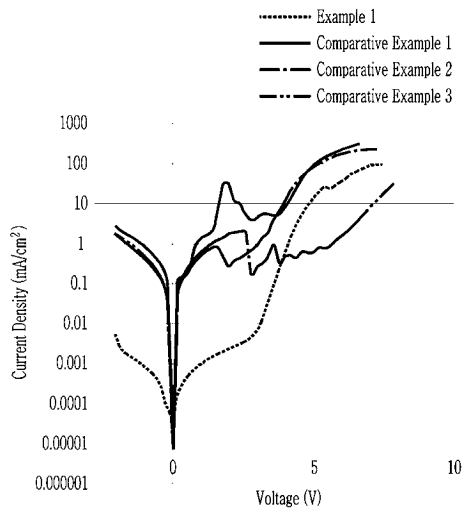
【 図 6 】



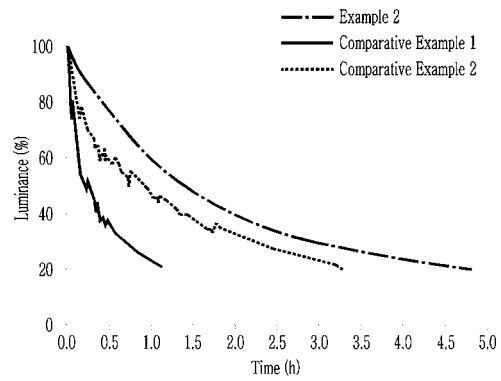
【 図 7 】



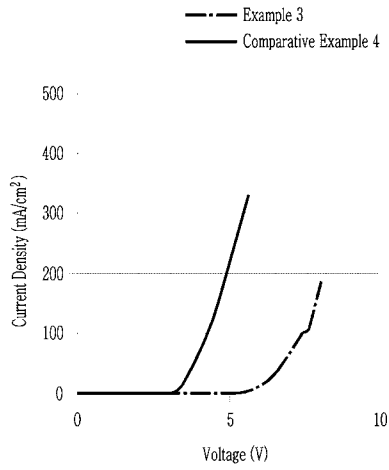
【 図 8 】



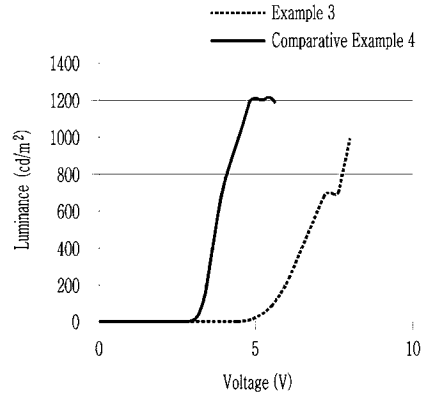
【 図 9 】



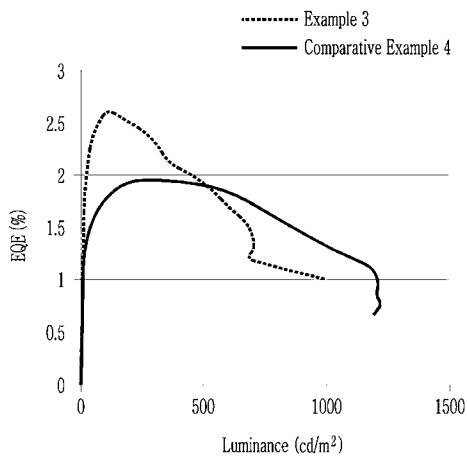
【 図 1 0 】



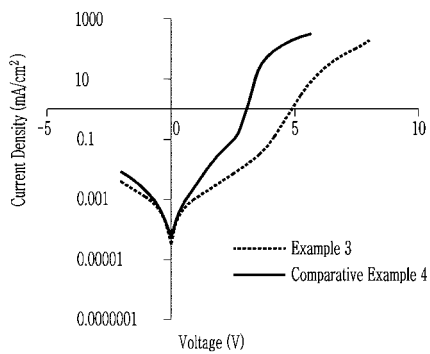
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
G 0 9 F 9/30 3 6 5

(72)発明者 金星 祐

大韓民国 京畿道 華城市 東灘遠泉路 3 8 2 - 3 7 1 2 4 棟 1 3 0 1 号

(72)発明者 張 銀 珠

大韓民国 京畿道 水原市 勸善区 東水原路 1 4 5 番ギル 2 3 4 0 9 棟 9 0 2 号

(72)発明者 丁 大 榮

大韓民国 京畿道 水原市 靈通区 ウェルピングタウン路 1 9 8 2 0 3 棟 2 0 3 号

Fターム(参考) 3K107 AA05 BB01 CC04 CC05 DD54 DD55 DD57 DD76 DD78 DD84

FF04 FF14 FF15 FF19

5C094 AA10 BA27 DA13 FB01 FB02 JA03 JA08

专利名称(译)	电致发光装置和显示装置		
公开(公告)号	<a href="#">JP2019160796A</a>	公开(公告)日	2019-09-19
申请号	JP2019044042	申请日	2019-03-11
[标]申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社		
申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社		
[标]发明人	金泰豪 張銀珠 丁大榮		
发明人	金泰豪 金星祐 張銀珠 丁大榮		
IPC分类号	H05B33/14 H01L51/50 H01L27/32 G09F9/30		
CPC分类号	H01L27/32 H01L51/502 H01L51/508 H01L51/0052 H01L51/0067 H01L51/0072 H01L51/5004 H01L2251/303 H01L2251/5369 H01L2251/552		
FI分类号	H05B33/14.Z H05B33/22.A H05B33/22.C H05B33/22.B H01L27/32 G09F9/30.365		
F-TERM分类号	3K107/AA05 3K107/BB01 3K107/CC04 3K107/CC05 3K107/DD54 3K107/DD55 3K107/DD57 3K107/DD76 3K107/DD78 3K107/DD84 3K107/FF04 3K107/FF14 3K107/FF15 3K107/FF19 5C094/AA10 5C094/BA27 5C094/DA13 5C094/FB01 5C094/FB02 5C094/JA03 5C094/JA08		
优先权	1020180028836 2018-03-12 KR		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

提供：一种电致发光器件，其能够在使电荷载流子平衡和发光层的光提取效率提高的同时使漏电流最小。解决方案：电致发光器件包括：彼此面对的第一电极和第二电极；以及第一电极和第二电极。发射层，设置在第一电极和第二电极之间，并包括至少两个发光粒子；空穴传输层设置在第一电极和发射层之间；电子传输层位于发射层和第二电极之间。电子传输层包括：无机层，其设置在发射层上，并且包括多个无机纳米粒子；和以及直接设置在无机层上并具有比无机层更大的功函的有机层。图1

