

(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2015-19071

(P2015-19071A)

(43) 公開日 平成27年1月29日 (2015.1.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/22 B	3K107
H05B 33/10 (2006.01)	H05B 33/14 B	
	H05B 33/22 C	
	H05B 33/22 D	
	H05B 33/10	

審査請求 有 請求項の数 31 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2014-142240 (P2014-142240)	(71) 出願人	514016599
(22) 出願日	平成26年7月10日 (2014.7.10)		上海和輝光電有限公司
(31) 優先権主張番号	201310290051.8		EVERDISPLAY OPTRONICS (SHANGHAI) LIMITED
(32) 優先日	平成25年7月10日 (2013.7.10)		中国上海金山工業区大道100番1棟2楼208室
(33) 優先権主張国	中国 (CN)		RM. 208, 2ND FLOOR, NO. 1 BUILDING, NO. 100 JIN SHAN INDUSTRIAL ZONE STREET, SHANGHAI CITY, 201500 P. R. CHINA
		(74) 代理人	110001195 特許業務法人深見特許事務所

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 倒置型有機発光ダイオード表示装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】本発明は、倒置型有機発光ダイオード表示装置及びその製造方法を提供する。

【解決手段】該製造方法には、一の基板を提供し、陰極として基板上に一層の導電材をスパッタリングするステップと、陰極上に多結晶状態である一の電子輸送層を形成するステップと、電子輸送層上に非晶質状態である一の発光層を形成するステップと、発光層上に非晶質状態である一の正孔輸送層を真空蒸着するステップと、正孔輸送層上に非晶質状態である一の正孔注入層を真空蒸着するステップと、及び真空蒸着またはスパッタリング堆積により、正孔注入層上に陰極を形成するステップとが含まれる。本発明よれば、電子の輸送速度が極大に強化され、陽極と正孔注入層の障壁も最適化されることができ、電子と正孔のいずれも高速に輸送されることができるので、効率を向上できるのみならず、駆動電圧を低下することもできる。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板と、
前記基板上に設けられた陰極と、
前記陰極と離れている陽極と、
前記陰極と前記陽極の間に設けられた少なくとも一つの発光層と、
前記陰極と一つまたは複数の前記発光層の間に設けられた電子輸送層と、
前記陽極と一つまたは複数の前記発光層の間に設けられた正孔輸送層と、及び
前記正孔輸送層と前記陽極の間に設けられた正孔注入層と、
を備え、

10

前記電子輸送層は多結晶状態であり、且つ前記発光層、正孔輸送層及び正孔注入層はいずれも非晶質状態であることを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の倒置型有機発光ダイオード表示装置において、

前記電子輸送層の材料は、 $F_{16}CuPc$ 、 C_{60} 、 Alq_3 、TPBi、Bphen、LiQ のうちの一つ若しくはいくつかが積層されてなるまたはいくつかが混合されてなるものであることを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の倒置型有機発光ダイオード表示装置において、

前記電子輸送層は、一の仕事関数整合層と第 1 電子輸送層とを備え、前記仕事関数整合層は前記陰極の上面に設けられ、前記第 1 電子輸送層は前記発光層の下面に設けられることを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置。

20

【請求項 4】

請求項 3 に記載の倒置型有機発光ダイオード表示装置において、

前記第 1 電子輸送層の材料は、 $F_{16}CuPc$ 、 C_{60} 、 Alq_3 、TPBi、Bphen、LiQ のうちの一つまたはいくつかが積層されてなる、若しくはいくつかが混合されてなるものであることを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置。

【請求項 5】

請求項 3 に記載の倒置型有機発光ダイオード表示装置において、

前記仕事関数整合層の最低非占有軌道のエネルギー準位と前記陰極の最低非占有軌道のエネルギー準位との差が 0.3 eV 以下であることを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置。

30

【請求項 6】

請求項 1 に記載の倒置型有機発光ダイオード表示装置において、

前記電子輸送層は、一の仕事関数整合層と、第 1 電子輸送層と及び第 2 電子輸送層とを備え、前記第 1 電子輸送層は前記仕事関数整合層と第 2 電子輸送層との間に設けられ、前記仕事関数整合層は前記陰極の上面に設けられ、前記第 2 電子輸送層は前記発光層の下面に設けられ、前記第 2 電子輸送層の表面粗度が前記第 1 電子輸送層の表面粗度より小さいことを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置。

40

【請求項 7】

請求項 6 に記載の倒置型有機発光ダイオード表示装置において、

前記第 1 電子輸送層または第 2 電子輸送層の材料は、 $F_{16}CuPc$ 、 C_{60} 、 Alq_3 、TPBi、Bphen、LiQ のうちの一つまたはいくつかが積層されてなる、若しくはいくつかが混合されてなるものであることを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置。

【請求項 8】

請求項 6 に記載の倒置型有機発光ダイオード表示装置において、

前記仕事関数整合層の最低非占有軌道のエネルギー準位と前記陰極の最低非占有軌道のエネルギー準位との差が 0.3 eV 以下であることを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置。

50

【請求項 9】

請求項 6 に記載の倒置型有機発光ダイオード表示装置において、

前記第 2 電子輸送層の厚さは、10 乃至 10 nm であることを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の倒置型有機発光ダイオード表示装置において、

前記陰極材料は、ITO、Ag、Al、Mg、Au、Cu、Ca、Zn、Pb 及び Sn からの一つ若しくはいくつかの積層または合金であることを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置。

【請求項 11】

請求項 1 に記載の倒置型有機発光ダイオード表示装置において、

前記発光層材料は、ADN、CTTA、BCP、CBP のうちの一つまたはいくつか積層されてなる、若しくはいくつか混合されてなるものに、さらに Firpic、Ir(MDQ)₂(acac)、Ir(ppy)₃、C₅₄₅、Bcvbi、TBPe のうちの一つまたはいくつかを混合したものであることを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置。

【請求項 12】

請求項 1 に記載の倒置型有機発光ダイオード表示装置において、

前記正孔輸送層の材料は、NPB、TPD、F₄TCNQ、CuPc、TiOPc、VOPc、MTDATA のうちの一つまたはいくつか積層されてなる、若しくはいくつか混合されてなるものであることを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置。

【請求項 13】

請求項 1 に記載の倒置型有機発光ダイオード表示装置において、

前記正孔注入層の材料は、MoO₃、WO₃、CF_x のうちの一つまたはいくつか積層されてなる、若しくはいくつか混合されてなるものであることを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置。

【請求項 14】

請求項 1 に記載の倒置型有機発光ダイオード表示装置において、

前記陽極材料は、ITO、Ag、Al、Mg、Au、Cu、W、Mo、Zn、Pb、Sn、グラフェ等の導電材からの一つ若しくはいくつかの積層または合金であることを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置。

【請求項 15】

一の基板を提供し、陰極として前記基板上に一層の導電材をスパッタリングするステップと、

前記陰極上に多結晶状態である一の電子輸送層を形成するステップと、

前記電子輸送層上に非晶質状態である一の発光層を形成するステップと、

前記発光層上に非晶質状態である一の正孔輸送層を真空蒸着するステップと、

前記正孔輸送層上に非晶質状態である一の正孔注入層を真空蒸着するステップと、及び真空蒸着またはスパッタリング堆積により、前記正孔注入層上に陰極を形成するステップとを含む倒置型有機発光ダイオード表示装置の製造方法。

【請求項 16】

請求項 15 に記載の製造方法において、

電子輸送層を形成するステップにおいて、まず前記基板を 100 ~ 250 まで加熱し、その後真空蒸発により前記基板表面に少なくとも一層の前記電子輸送層の材料を蒸着する工程を含むことを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置の製造方法。

【請求項 17】

請求項 15 に記載の製造方法において、

電子輸送層を形成するステップにおいて、まず真空蒸発により前記基板表面に少なくとも一層の前記電子輸送層の材料を蒸着し、その後 100 ~ 250 まで焼鈍する工程を含むことを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置の製造方法。

【請求項 18】

請求項 15 に記載の製造方法において、

電子輸送層を形成するステップにおいて、まず溶液塗布により前記基板表面に少なくとも一層の前記電子輸送層の材料を蒸着し、その後 100 ~ 250 まで焼鈍する工程を含むことを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置の製造方法。

【請求項 19】

請求項 15 に記載の製造方法において、

前記電子輸送層の材料は、 $F_{16}CuPc$ 、 C_{60} 、 Alq_3 、TPBi、Bphen、LiQ のうちの一つまたはいくつかが積層されてなる、若しくはいくつかが混合されてなるものであることを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置の製造方法。

10

【請求項 20】

請求項 15 に記載の製造方法において、

前記電子輸送層は、一の仕事関数整合層と第 1 電子輸送層とを含み、前記仕事関数整合層は前記陰極の上面に設けられ、前記第 1 電子輸送層は前記発光層の下面に設けられることを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置の製造方法。

【請求項 21】

請求項 20 に記載の製造方法において、

前記第 1 電子輸送層の材料は、 $F_{16}CuPc$ 、 C_{60} 、 Alq_3 、TPBi、Bphen、LiQ のうちの一つまたはいくつかが積層されてなる、若しくはいくつかが混合されてなるものであることを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置の製造方法。

20

【請求項 22】

請求項 20 に記載の製造方法において、

前記仕事関数整合層の最低非占有軌道のエネルギー準位と前記陰極の最低非占有軌道のエネルギー準位との差は 0.3 eV 以下であることを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置の製造方法。

【請求項 23】

請求項 15 に記載の製造方法において、

前記電子輸送層は、一の仕事関数整合層と、第 1 電子輸送層と及び第 2 電子輸送層とを備え、前記第 1 電子輸送層は前記仕事関数整合層と第 2 電子輸送層との間に設けられ、前記仕事関数整合層は前記陰極の上面に設けられ、前記第 2 電子輸送層は前記発光層の下面に設けられ、前記第 2 電子輸送層の表面粗度が前記第 1 電子輸送層の表面粗度より小さいことを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置の製造方法。

30

【請求項 24】

請求項 23 に記載の製造方法において、

前記第 1 電子輸送層または第 2 電子輸送層の材料は、 $F_{16}CuPc$ 、 C_{60} 、 Alq_3 、TPBi、Bphen、LiQ のうちの一つまたはいくつかが積層されてなる、若しくはいくつかが混合されてなるものであることを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置の製造方法。

【請求項 25】

請求項 23 に記載の製造方法において、

前記仕事関数整合層の最低非占有軌道のエネルギー準位と前記陰極の最低非占有軌道のエネルギー準位との差が 0.3 eV 以下であることを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置の製造方法。

40

【請求項 26】

請求項 23 に記載の製造方法において、

前記第 2 電子輸送層の厚さは、10 至 10 nm であることを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置の製造方法。

【請求項 27】

請求項 15 に記載の製造方法において、

前記陰極材料は、ITO、Ag、Al、Mg、Au、Cu、Ca、Zn、Pb 及び Sn

50

からの一つ若しくはいくつかの積層または合金であることを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置の製造方法。

【請求項 28】

請求項 15 に記載の製造方法において、

前記発光層材料は、ADN、CTTA、BCP、CBP のうちの一つまたはいくつか積層されてなる、若しくはいくつか混合されてなるものに、さらに Irpic、Ir(MDQ)₂(acac)、Ir(ppy)₃、C₅₄₅、Bcvbi、TBPe のうちの一つまたはいくつかを混合したものであることを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置の製造方法。

【請求項 29】

請求項 15 に記載の製造方法において、

前記正孔輸送層の材料は、NPB、TPD、F₄TCNQ、CuPc、TiOPc、VOPc、MTDATA のうちの一つまたはいくつか積層されてなる、若しくはいくつか混合されてなるものであることを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置の製造方法。

【請求項 30】

請求項 15 に記載の製造方法において、

前記正孔注入層の材料は、MoO₃、WO₃、CF_x のうちの一つまたはいくつか積層されてなる、若しくはいくつか混合されてなるものであることを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置の製造方法。

【請求項 31】

請求項 15 に記載の製造方法において、

前記陽極材料は、ITO、Ag、Al、Mg、Au、Cu、W、Mo、Zn、Pb、Sn、グラフェ等の導電材からの一つ若しくはいくつかの積層または合金であることを特徴とする倒置型有機発光ダイオード表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機発光ダイオード表示装置に関し、特に倒置型有機発光ダイオード表示装置及びその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、有機発光ダイオード(OLED)は、表示および照明などの分野において応用されている。OLEDは、主動的にR、G、Bの3色発光を提供することが可能であり、別途のフィルターが必要なくフルカラー表示を実現することができ、高い光利用率を得ることができる。またAMOLEDは、高いコントラスト、広視野角、低消費電力、より軽量で薄いなどのメリットを有し、AMLCD技術の有力なライバルになっている。従って、AMOLEDは次世代のフラットパネル表示技術中のメイン技術になると言われている。

【0003】

図1は、従来技術における有機発光ダイオード表示装置の構造を示す概略図である。図1に示すように、有機発光ダイオード表示装置には、下から上まで基板1と、陽極7と、正孔注入層6(HIL)と、正孔輸送層5(HTL)と、発光層4(EML)と、電子輸送層3(ETL)と、及び陰極2とが順次に含まれる。従来技術におけるOLEDでは、正孔輸送材料の移動度は電子輸送材料より多く大きく、通常1乃至2桁を超え、有機層の成膜は何れも非晶質状態(amorphous state)に形成されているため、OLED構造において電子と正孔の輸送アンバランスを招き、それにより電子と正孔が発光層において完全に複合することができなく、従って発光効率にだけでなく装置寿命にも影響を与えている。伝統的なOLED構造では、陽極を下に、陰極を上にするものを採用することが多く、製造順序上では、一般的に先ず基板上に陽極を形成し、その後HIL、HTL、EML

10

20

30

40

50

、E T L、(E I L) 及び陰極を順次に蒸着する。このような製造順序は、有機材料と電極の接触障壁の観点から見ると、電子に有利であるが正孔には不利であり、また正孔輸送層が一般的には厚く形成されるため、正孔輸送材料の移動度の高すぎによる輸送アンバランスを抑制することができる。但し、これは、正孔の輸送速度を犠牲することによって電子の輸送バランスを取ることに当たり、すべての有機材料が最適な伝導効果を発揮するようにできることではない。このような構造では、電子輸送層の移動度が低く、また正孔輸送層の高速輸送を制限することがある。そして、このような製造順序は、転換過程における高温により下部の他の層を破壊してしまうので、単独にE T L層を多結晶状態に転換することができない。

【 0 0 0 4 】

10

有機材料の移動度が低い原因は、主には有機材料成膜における結晶形と関係があるが、非晶質状態のフィルム結晶配列が比較的乱されており、欠陥状態のものが多く、それによりキャリアの輸送速度が影響を受けることになる。但し、有機フィルム成膜が多結晶状態であれば、移動度のレベルを1乃至2桁、ひいてはそれ以上向上することができる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

本発明は、従来技術における問題点に鑑みて、その問題点を克服した倒置型有機発光ダイオード表示装置及びその製造方法を提供している。従来の有機材料系では、電子輸送材料の移動度が低く、一般的には正孔輸送材料に比べて1乃至2桁低い。本発明の主な目的は、特殊なプロセス方法により電子輸送材料の成膜質を向上し、その移動度のレベルを向上し、電子の移動度が正孔輸送材料の移動度またはその以上まで達するようにすることにある。そして、倒置構造を利用することにより、正孔輸送層及び電子輸送層の高速伝導を有効に利用できるため、正孔と電子の輸送バランスに有利であり、また駆動電圧を低下することができる。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本発明の一局面によれば、
基板と、
前記基板上に設けられた陰極と、
前記陰極と離れている陽極と、
前記陰極と前記陽極の間に設けられた少なくとも一の発光層と、
前記陰極と一つまたは複数の前記発光層の間に設けられた電子輸送層と、
前記陽極と一つまたは複数の前記発光層の間に設けられた正孔輸送層と、及び
前記正孔輸送層と前記陽極の間に設けられた正孔注入層と、を備え、
前記電子輸送層は多結晶状態であり、且つ前記発光層、正孔輸送層及び正孔注入層はいずれも非晶質状態である倒置型有機発光ダイオード表示装置を提供する。

30

【 0 0 0 7 】

前記電子輸送層の材料は、 $F_{16}CuPc$ 、 C_{60} 、 Alq_3 、 $TPBi$ 、 $Bphen$ 、 LiQ のうちの一つまたはいくつかが積層されてなる、若しくはいくつかが混合されてなるものであることが好ましい。

40

【 0 0 0 8 】

前記電子輸送層は、一の仕事関数整合層と第1電子輸送層とを備え、前記仕事関数整合層は前記陰極の上面に設けられ、前記第1電子輸送層は前記発光層の下面に設けられることが好ましい。

【 0 0 0 9 】

前記第1電子輸送層の材料は、 $F_{16}CuPc$ 、 C_{60} 、 Alq_3 、 $TPBi$ 、 $Bphen$ 、 LiQ のうちの一つまたはいくつかが積層されてなる、若しくはいくつかが混合されてなるものであることが好ましい。

【 0 0 1 0 】

50

前記仕事関数整合層の最低非占有軌道のエネルギー準位と前記陰極の最低非占有軌道のエネルギー準位との差が 0.3 eV 以下であることが好ましい。

【0011】

前記電子輸送層は、一の仕事関数整合層と、第1電子輸送層と及び第2電子輸送層とを備え、前記第1電子輸送層は前記仕事関数整合層と第2電子輸送層との間に設けられ、前記仕事関数整合層は前記陰極の上面に設けられ、前記第2電子輸送層は前記発光層の下面に設けられ、前記第2電子輸送層の表面粗度が前記第1電子輸送層の表面粗度より小さいことが好ましい。

【0012】

前記第1電子輸送層または第2電子輸送層の材料は、 F_{16}CuPc 、 C_{60} 、 Alq_3 、 TPBi 、 Bphen 、 LiQ のうちの一つまたはいくつかが積層されてなる、若しくはいくつかが混合されてなるものであることが好ましい。

【0013】

前記仕事関数整合層の最低非占有軌道のエネルギー準位と前記陰極の最低非占有軌道のエネルギー準位との差が 0.3 eV 以下であることが好ましい。

【0014】

前記第2電子輸送層の厚さは、 10 乃至 10 nm (ナノメートル) であることが好ましい。

【0015】

前記陰極材料は、 ITO 、 Ag 、 Al 、 Mg 、 Au 、 Cu 、 Ca 、 Zn 、 Pb 及び Sn からの一つ若しくはいくつかの積層または合金であることが好ましい。

【0016】

前記発光層材料は、 ADN 、 TCTA 、 BCP 、 CBP のうちの一つまたはいくつかが積層されてなる、若しくはいくつかが混合されてなるものに、さらに Firpic 、 $\text{Ir}(\text{MDQ})_2(\text{acac})$ 、 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ 、 C_{545} 、 Bcvbi 、 TBPe のうちの一つまたはいくつかを混合したものであることが好ましい。

【0017】

前記正孔輸送層の材料は、 NPB 、 TPD 、 F_4TCNQ 、 CuPc 、 TiOPc 、 VOPc 、 MTDATA のうちの一つまたはいくつかが積層されてなる、若しくはいくつかが混合されてなるものであることが好ましい。

【0018】

前記正孔注入層の材料は、 MoO_3 、 WO_3 、 CF_x のうちの一つまたはいくつかが積層されてなる、若しくはいくつかが混合されてなるものであることが好ましい。

【0019】

前記陽極材料は、 ITO 、 Ag 、 Al 、 Mg 、 Au 、 Cu 、 W 、 Mo 、 Zn 、 Pb 、 Sn 、グラフェ等の導電材からの一つ若しくはいくつかの積層または合金であることが好ましい。

【0020】

本発明のその他の局面によれば、さらに、前記の倒置型有機発光ダイオード表示装置を含んだディスプレイを提供する。

【0021】

本発明のその他の局面によれば、

一の基板を提供し、陰極として前記基板上に一層の導電材をスパッタリングするステップと、

前記陰極上に多結晶状態である一の電子輸送層を形成するステップと、

前記電子輸送層上に非晶質状態である一の発光層を形成するステップと、

前記発光層上に非晶質状態である一の正孔輸送層を真空蒸着するステップと、

前記正孔輸送層上に非晶質状態である一の正孔注入層を真空蒸着するステップと、及び真空蒸着またはスパッタリング堆積により、前記正孔注入層上に陰極を形成するステップとを含む倒置型有機発光ダイオード表示装置の製造方法を提供する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 2 】

まず、前記基板を 1 0 0 ~ 2 5 0 まで加熱し、その後真空蒸発により前記基板表面に少なくとも一層の前記電子輸送層の材料を蒸着することが好ましい。

【 0 0 2 3 】

電子輸送層を形成するステップにおいて、まず真空蒸発により前記基板表面に少なくとも一層の前記電子輸送層の材料を蒸着し、その後 1 0 0 ~ 2 5 0 まで焼鈍する工程を含むことが好ましい。

【 0 0 2 4 】

電子輸送層を形成するステップにおいて、まず溶液塗布により前記基板表面に少なくとも一層の前記電子輸送層の材料を蒸着し、その後 1 0 0 ~ 2 5 0 まで焼鈍する工程を含むことが好ましい。

10

【 0 0 2 5 】

発光層を形成するステップにおいて、まず前記基板の温度を 8 0 度以下まで下げ、その後真空蒸発により前記発光層材料を蒸着する工程を含むことが好ましい。

【 0 0 2 6 】

前記電子輸送層の材料は、 $F_{16}CuPc$ 、 C_{60} 、 Alq_3 、 $TPBi$ 、 $Bphen$ 、 LiQ のうちの一つまたはいくつかが積層されてなる、若しくはいくつかが混合されてなるものであることが好ましい。

【 0 0 2 7 】

前記電子輸送層は、一の仕事関数整合層と第 1 電子輸送層とを含み、前記仕事関数整合層は前記陰極の上面に設けられ、前記第 1 電子輸送層は前記発光層の下面に設けられることが好ましい。

20

【 0 0 2 8 】

前記第 1 電子輸送層の材料は、 $F_{16}CuPc$ 、 C_{60} 、 Alq_3 、 $TPBi$ 、 $Bphen$ 、 LiQ のうちの一つまたはいくつかが積層されてなる、若しくはいくつかが混合されてなるものであることが好ましい。

【 0 0 2 9 】

前記仕事関数整合層の最低非占有軌道のエネルギー準位と前記陰極の最低非占有軌道のエネルギー準位との差は 0 . 3 e V 以下であることが好ましい。

【 0 0 3 0 】

前記電子輸送層は、一の仕事関数整合層と、第 1 電子輸送層と、及び第 2 電子輸送層を含み、前記第 1 電子輸送層は前記仕事関数整合層と第 2 電子輸送層の間に設けられ、前記仕事関数整合層は、前記陰極の上面に設けられ、前記第 2 電子輸送層は前記発光層の下面に設けられ、前記第 2 電子輸送層の表面粗度は前記第 1 電子輸送層の表面粗度に小さいことが好ましい。

30

【 0 0 3 1 】

前記第 1 電子輸送層または第 2 電子輸送層の材料は、 $F_{16}CuPc$ 、 C_{60} 、 Alq_3 、 $TPBi$ 、 $Bphen$ 、 LiQ のうちの一つまたはいくつかが積層されてなる、若しくはいくつかが混合されてなるものであることが好ましい。

【 0 0 3 2 】

前記仕事関数整合層の最低非占有軌道のエネルギー準位と前記陰極の最低非占有軌道のエネルギー準位との差は、0 . 3 e V であることが好ましい。

40

【 0 0 3 3 】

前記第 2 電子輸送層の厚さは 1 0 ~ 1 0 n m であることが好ましい。

前記陰極材料は、ITO、Ag、Al、Mg、Au、Cu、Ca、Zn、Pb 及び Sn からの一つ若しくはいくつかの積層または合金であることが好ましい。

【 0 0 3 4 】

前記発光層材料は、ADN、TCTA、BCP、CBPのうちの一つまたはいくつかが積層されてなる、若しくはいくつかが混合されてなるものに、さらに $FIrpic$ 、 $Ir(MDQ)_2(acac)$ 、 $Ir(ppy)_3$ 、 C_{545} 、 $Bcvbi$ 、 $TBPe$ のうちの

50

の一つまたはいくつかを混合したものであることが好ましい。

【0035】

前記正孔輸送層の材料は、NPB、TPD、 F_4TCNQ 、CuPc、TiOPc、VOPc、MTDATAのうちの一つまたはいくつかが積層されてなる、若しくはいくつかが混合されてなるものであることが好ましい。

【0036】

前記正孔注入層の材料は、 MoO_3 、 WO_3 、 CF_x のうちの一つまたはいくつかが積層されてなる、若しくはいくつかが混合されてなるものであることが好ましい。

【0037】

前記陽極材料は、ITO、Ag、Al、Mg、Au、Cu、W、Mo、Zn、Pb、Sn、グラフェ等の導電材からの一つ若しくはいくつかの積層または合金であることが好ましい。

10

【発明の効果】

【0038】

従来技術に比べて、上述のような技術を利用したため、本発明の倒置型有機発光ダイオード表示装置及びその製造方法において、まず基板上に陰極を形成し、その後基板上に多結晶状態の電子輸送層を蒸着し、その後順次に非晶質状態の発光層、正孔輸送層、正孔注入層、陽極を蒸着する必要がある。これにより、電子の輸送速度が極大に強化され、陽極と正孔注入層の障壁も最適化されることができ、電子と正孔のいずれも高速に輸送されることができるので、効率を向上できるのみならず、駆動電圧を低下することもできる。

20

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】図1は、従来技術における有機発光ダイオード表示装置の構造を示した概略図である。

【図2】図2は、本発明の第1実施例に係る倒置型有機発光ダイオード表示装置の構造を示した概略図である。

【図3】図3は、本発明の第1実施例に係る倒置型有機発光ダイオード表示装置の製造方法を示したフローチャートである。

【図4】図4は、本発明の第2実施例に係る倒置型有機発光ダイオード表示装置の構造を示した概略図である。

30

【図5】図5は、本発明の第3実施例に係る倒置型有機発光ダイオード表示装置の構造を示した概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0040】

本発明のその他の特徴、目的及び利点は、非制限的な実施例について図面を参照しながら行なった詳細な説明により、さらに明確になるものである。

【0041】

当業者は、当業者ならば従来技術及び前記の実施例を組み合わせることによって変形例を実現できることを理解すべきであり、ここではそれに関する説明を省略することにする。このような変形例は、本発明の実質的な内容に影響を与えず、ここでは省略することにする。

40

【実施例1】

【0042】

図2は本発明の第1実施例に係る本発明の倒置型有機発光ダイオード表示装置の構造を示した概略図である。図2に示すように、本発明の倒置型有機発光ダイオード表示装置は、基板1と、陰極2と、電子輸送層3と、発光層4と、正孔輸送層5と、正孔注入層6と及び陽極7とを備えている。陰極2は基板1の上に設けられている。陽極7と陰極2とは離れている。少なくとも一の発光層4が陰極2と陽極7との間に設けられている。電子輸送層3は、陰極2と一つまたは複数の発光層4との間に設けられている。正孔輸送層5は、陽極7と一つまたは複数の発光層4との間に設けられている。正孔注入層6は、正孔輸

50

送層 5 と陽極 7 との間に設けられている。その中、電子輸送層 3 は多結晶状態であり、且つ発光層 4、正孔輸送層 5 及び正孔注入層 6 はいずれも非晶質状態である。多結晶状態の電子輸送層 3 のフィルム結晶配列は、整列になっており、また結晶間隔も小さく、キャリアの輸送速度の向上に有利であり、移動度のレベルを 1 乃至 2 桁、ひいてはそれ以上向上することができる。

【0043】

陰極 2 材料は、ITO (Indium tin oxide: インジウムスズ酸化物、透明な導電フィルム)、Ag、Al、Mg、Au、Cu、Ca、Zn、Pb 及び Sn からの一つ若しくはいくつかの積層または合金であるが、これに限定されることはない。

【0044】

電子輸送層 3 の材料は、F₁₆CuPc、C₆₀、Alq₃、TPBi (1, 3, 5-tris (N-phenylbenzimidazol-2-yl) benzene: 1, 3, 5 トリス (N-フェニルベンゾイミダゾール-2-イル) ベンゼン)、Bphen (4, 7-diphenyl-1, 10-phenanthroline: 4, 7-ジフェニル-1, 10-フェナントロリン)、LiQ (8-Hydroxyquinolinolato-lithium: 8-ヒドロキシキノリノラト-リチウム) のうちの一つまたはいくつか積層されてなる、若しくはいくつか混合されてなるものであるが、これに限定されることはない。

【0045】

発光層 4 の材料は、ADN (ammonium dinitramide: アンモニウムジニトラミド)、TCTA (4, 4', 4''-Tris(carbazol-9-yl)-triphenylamine: 4, 4', 4''-トリス (カルバゾール-9-イル)-トリフェニルアミン)、BCP (2, 9-Dimethyl-4, 7-diphenyl-1, 10-phenanthroline: 2, 9-ジメチル-4, 7-ジフェニル-1, 10-フェナントロリン)、CBP (4, 4'-Bis(carbazol-9-yl)biphenyl: 4, 4'-ビス (カルバゾール-9-イル) ビフェニル) のうちの一つまたはいくつか積層されてなる、若しくはいくつか混合されてなるものに、さらに FIrpic (Bis(4, 6-difluorophenylpyridinato-N, C2)picolinatoiridium: ビス[2-(4, 6-ジフルオロフェニル)ピリジネート-N, C2']イリジウム(III)ピコリネート)、Ir(MDQ)₂(acac)、Ir(ppy)₃、C₅₄₅、Bcvbi、TBPe (Tetrabromophenolphthalein Ethyl Ester: テトラブromoフェノールフタレインエチルエステル) のうちの一つまたはいくつかを混合したものであるが、これに限定されることはない。

【0046】

正孔輸送層 5 の材料は、NPB (N, N'-Diphenyl-N, N'-bis(1-naphthalenyl)-1, 1'-biphenyl-4, 4'-diamine: N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス(1-ナフチル)-1, 1'-ビフェニル-4, 4'-ジアミン)、TPD ('N, N'-Bis(3-methylphenyl)-N, N'-diphenylbenzidine: N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス(3-メチルフェニル)ベンジジン)、F₄TCNQ、CuPc、TiOPc、VOPc、MTDA TA (4, 4', 4''-Tris(N-3-methylphenyl-N-phenylamino): 4, 4', 4''-トリス[フェニル(m-トリル)アミノ]トリフェニルアミン) のうちの一つまたはいくつか積層されてなる、若しくはいくつか混合されてなるものであるが、これに限定されることはない。

【0047】

正孔注入層 6 の材料は、MoO₃、WO₃、CF_x のうちの一つまたはいくつか積層されてなる、若しくはいくつか混合されてなるものであるが、これに限定されることはない。

【0048】

10

20

30

40

50

陽極 7 の材料は、ITO (Indium tin oxide : インジウムスズ酸化物、透明な導電フィルム)、Ag、Al、Mg、Au、Cu、W、Mo、Zn、Pb、Sn、グラフェ等導電材からの一つ若しくはいくつかの積層または合金であるが、これに限定されることはない。

【0049】

本発明の構造によれば、電子の輸送速度が極大に強化され、陽極と正孔注入層の障壁も最適化されることができ、電子と正孔のいずれも高速に輸送されることができるので、効率を向上できるのみならず、駆動電圧を低下することもできる。

【0050】

また、前記の倒置型有機発光ダイオード表示装置を利用してディスプレイを製造することは容易に想到できることである。同様に、従来のディスプレイに比べて、本発明のディスプレイにおいて、電子と正孔はいずれも高速に輸送されることができるので、効率を向上できるのみならず、駆動電圧を低下することもできる。

10

【0051】

図 3 は、本発明の第 1 実施例に係る、本発明の倒置型有機発光ダイオード表示装置の製造方法を示したフローチャートである。図 3 に示すように、本発明は、さらに、

一の基板 1 を提供し、陰極 2 として基板 1 の上に一層の導電材をスパッタリングするステップ S 101 と、

陰極 2 の上に多結晶状態である一の電子輸送層 3 を形成するステップ S 102 と、

電子輸送層 3 の上に非晶質状態である一の発光層 4 を形成するステップ S 103 と、

発光層 4 の上に非晶質状態である一の正孔輸送層 5 を真空蒸着するステップ S 104 と

20

、正孔輸送層 5 の上に非晶質状態である一の正孔注入層 6 を真空蒸着するステップ S 105 と、及び

真空蒸着またはスパッタリング堆積により、正孔注入層 6 の上に陰極 2 を形成するステップ S 106 とを含む倒置型有機発光ダイオード表示装置の製造方法を提供する。

【0052】

その中、ステップ S 102 では、主に電子輸送層 3 を単独に多結晶状態に転換するが、以下の方法を利用することができる。

【0053】

ステップ S 102 では、まず基板 1 を 100 ~ 250 まで加熱し、その後真空蒸発により基板 1 の表面に少なくとも一層の電子輸送層 3 の材料を蒸着する工程を含む。

30

【0054】

または、ステップ S 102 では、まず真空蒸発により基板 1 の表面に少なくとも一層の電子輸送層 3 の材料を蒸着し、その後 100 ~ 250 まで焼鈍する工程を含んでもよい。

【0055】

または、ステップ S 102 では、まず溶液塗布により基板 1 の表面に少なくとも一層の電子輸送層 3 の材料を蒸着し、その後 100 ~ 250 まで焼鈍する工程を含んでもよい。

40

【0056】

その中、電子輸送層 3 の材料は、F₁₆CuPc、C₆₀、Alq₃、TPBi (1, 3, 5 - tris (N - phenyl benzimidazol - 2 - yl) benzene : 1, 3, 5 トリス (N - フェニルベンゾイミダゾール - 2 - イル) ベンゼン)、Bphen (4, 7 - diphenyl - 1, 10 - phenanthroline : 4, 7 - ジフェニル - 1, 10 - フェナントロリン)、LiQ (8 - Hydroxy quinolinolato - lithium : 8 - ヒドロキシキノリノラト - リチウム) のうちの一つまたはいくつかの積層されてなる、若しくはいくつかの混合されてなるものであるが、これに限定されることはない。

【0057】

50

ステップ S 1 0 3 の発光層 4 を形成するステップでは、まず基板 1 の温度を 8 0 度以下まで低下させ、その後真空蒸発により発光層 4 の材料を蒸着する工程を含む。

【 0 0 5 8 】

陰極 2 の材料は、ITO (Indium tin oxide : インジウムスズ酸化物、透明な導電フィルム)、Ag、Al、Mg、Au、Cu、Ca、Zn、Pb 及び Sn からの一つ若しくはいくつかの積層または合金であるが、これに限定されることはない。

【 0 0 5 9 】

発光層 4 の材料は、ADN (ammonium dinitramide : アンモニウムジニトラミド)、TCTA (4, 4', 4''-Tris(carbazol-9-yl)-triphenylamine : 4, 4', 4''-トリス(カルバゾール-9-イル)-トリフェニルアミン)、BCP (2, 9-Dimethyl-4, 7-diphenyl-1, 10-phenanthroline : 2, 9-ジメチル-4, 7-ジフェニル-1, 10-フェナントロリン)、CBP (4, 4'-Bis(carbazol-9-yl)biphenyl : 4, 4'-ビス(カルバゾール-9-イル)ビフェニル)のうちの一つまたはいくつか積層されてなる、若しくはいくつか混合されてなるものに、さらに FIrpic (Bis(4, 6-difluorophenyl)pyridinato-N, C2)picolinatoiridium : ビス[2-(4, 6-ジフルオロフェニル)ピリジネート-N, C2']イリジウム(III)ピコリネート)、Ir(MDQ)₂(acac)、Ir(ppy)₃、C₅₄₅、BcVbi、TBPe (Tetrabromophenolphthalein Ethyl Ester : テトラブromoフェノールフタレインエチルエステル)のうちの一つまたはいくつかを混合したものであるが、これに限定されることはない。

【 0 0 6 0 】

正孔輸送層 5 の材料は、NPB (N, N'-Diphenyl-N, N'-bis(1-naphthalenyl)-1, 1'-biphenyl-4, 4'-diamine : N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス(1-ナフチル)-1, 1'-ビフェニル-4, 4'-ジアミン)、TPD ('N, N'-Bis(3-methylphenyl)-N, N'-diphenyl-benzidine : N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス(3-メチルフェニル)ベンジジン)、F₄TCNQ、CuPc、TiOPc、VOPc、MTDA TA (4, 4', 4''-Tris(N-3-methylphenyl-N-phenylamino) : 4, 4', 4''-トリス[フェニル(m-トリル)アミノ]トリフェニルアミン)のうちの一つまたはいくつか積層されてなる、若しくはいくつか混合されてなるものであるが、これに限定されることはない。

【 0 0 6 1 】

正孔注入層 6 の材料は、MoO₃、WO₃、CF_xのうちの一つまたはいくつか積層されてなる、若しくはいくつか混合されてなるものであるが、これに限定されることはない。

【 0 0 6 2 】

陽極 7 の材料は、ITO (Indium tin oxide : インジウムスズ酸化物、透明な導電フィルム)、Ag、Al、Mg、Au、Cu、W、Mo、Zn、Pb、Sn、グラフェ等導電材からの一つ若しくはいくつかの積層または合金であるが、これに限定されることはない。

【 0 0 6 3 】

以下では、製造方法における一組みのプロセスパラメータを例として実施例 1 を説明することにする。

【 0 0 6 4 】

ガラス基板上に、ITO を 1 5 0 0 Å の厚さにスパッタリングして OLED の陰極とする。

【 0 0 6 5 】

基板温度が 1 5 0 度の条件で、F₁₆CuPc を 4 0 0 Å の厚さに蒸着して電子輸送層

10

20

30

40

50

とする。

【0066】

基板温度を50度まで冷却して、その後に500nmの厚さに発光層（主材料は、BCPであり、TBPeを混合してなる）を蒸着する。

【0067】

次に、NPBを蒸着して正孔輸送層とし、その正孔輸送層の厚さは350Åとする。

その後、MoO₃を10Åの厚さに蒸着して正孔注入層とする。

【0068】

最後、Alを1500Åの厚さに蒸着してOLEDの陽極とする。

本発明の製造方法では、特殊なプロセスにより電子輸送材料の成膜質を向上し、その移動度のレベルを向上し、電子の移動度が正孔輸送材料の移動度またはその以上まで達するようにする。また、倒置構造を利用することにより、正孔輸送層及び電子輸送層の高速伝導を有効に利用でき、正孔と電子の輸送バランスに有利であり、駆動電圧を低下することができる。

10

【実施例2】

【0069】

図4は、本発明の第2実施例に係る、本発明の倒置型有機発光ダイオード表示装置の構造を示した概略図である。図4に示すように、本発明の倒置型有機発光ダイオード表示装置は、基板1と、陰極2と、電子輸送層3と、発光層4と、正孔輸送層5と、正孔注入層6と及び陽極7とを備えている。陰極2は基板1の上に設けられている。陽極7と陰極2とは離れている。少なくとも一の発光層4が陰極2と陽極7との間に設けられている。電子輸送層3は、陰極2と一つまたは複数の発光層4との間に設けられている。正孔輸送層5は、陽極7と一つまたは複数の発光層4との間に設けられている。正孔注入層6は、正孔輸送層5と陽極7との間に設けられている。その中、電子輸送層3は多結晶状態であり、且つ発光層4、正孔輸送層5及び正孔注入層6はいずれも非晶質状態である。多結晶状態の電子輸送層3のフィルム結晶配列は、整列になっており、また結晶間隔も小さく、キャリアの輸送速度の向上に有利であり、移動度のレベルを1乃至2桁、ひいてはそれ以上向上することができる。そして、実施例1との相違点は、実施例2における電子輸送層3は、一の仕事関数整合層31と第1電子輸送層32とを含んであり、仕事関数整合層31は陰極2の上面に設けられ、第1電子輸送層32は発光層4の下面に設けられていることにある。仕事関数整合層31は、第1電子輸送層32と陰極2との間でよりよいエネルギー効率の整合を実現することができる。

20

30

【0070】

第1電子輸送層32の材料は、F₁₆CuPc、C₆₀、Alq₃、TPBi(1,3,5-tris(N-phenylbenzimidazol-2-yl)benzene:1,3,5トリス(N-フェニルベンゾイミダゾール-2-イル)ベンゼン)、Bphen(4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline:4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン)、LiQ(8-Hydroxyquinolinolato-lithium:8-ヒドロキシキノリノラト-リチウム)のうちの一つまたはいくつかが積層されてなる、若しくはいくつかが混合されてなるものである。

40

【0071】

仕事関数整合層31の最低非占有軌道のエネルギー準位と陰極2の最低非占有軌道のエネルギー準位の差は0.3eV以下である。

【0072】

最低非占有軌道のエネルギー準位(LUMO:Lowest Unoccupied Molecular Orbital)とは、非占有電子のエネルギー準位が一番低い軌道を最低非占有軌道のエネルギー準位と称する。

【0073】

陰極2材料は、ITO(Indium tin oxide:インジウムスズ酸化物、透明な導電フィルム)、Ag、Al、Mg、Au、Cu、Ca、Zn、Pb及びSnから

50

の一つ若しくはいくつかの積層または合金であるが、これに限定されることはない。

【0074】

発光層4の材料は、ADN(ammonium dinitramide:アンモニウムジニトラミド)、TCTA(4,4',4''-Tris(carbazol-9-yl)-triphenylamine:4,4',4''-トリス(カルバゾール-9-イル)-トリフェニルアミン)、BCP(2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline:2,9-ジメチル-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン)、CBP(4,4'-Bis(carbazol-9-yl)biphenyl:4,4'-ビス(カルバゾール-9-イル)ビフェニル)のうちの一つまたはいくつか積層されてなる、若しくはいくつか混合されてなるものに、さらにFIrpic(Bis(4,6-difluorophenylpyridinato-N,C2)picolinatoiridium:ビス[2-(4,6-ジフルオロフェニル)ピリジネート-N,C2']イリジウム(III)ピコリネート)、Ir(MDQ)₂(acac)、Ir(ppy)₃、C₅₄H₅、BcVbi、TBPe(Tetrabromophenolphthalein Ethyl Ester:テトラブromoフェノールフタレインエチルエステル)のうちの一つまたはいくつかを混合したものであるが、これに限定されることはない。

10

【0075】

正孔輸送層5の材料は、NPB(N,N'-Diphenyl-N,N'-bis(1-naphthalenyl)-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine:N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(1-ナフチル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン)、TPD('N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-diphenyl-benzidine:N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(3-メチルフェニル)ベンジジン)、F₄TCNQ、CuPc、TiOPc、VOPc、MTDATA(4,4',4''-Tris(N-3-methylphenyl-N-phenylamino):4,4',4''-トリス[フェニル(m-トリル)アミノ]トリフェニルアミン)のうちの一つまたはいくつか積層されてなる、若しくはいくつか混合されてなるものであるが、これに限定されることはない。

20

【0076】

正孔注入層6の材料は、MoO₃、WO₃、CF_xのうちの一つまたはいくつか積層されてなる、若しくはいくつか混合されてなるものであるが、これに限定されることはない。

30

【0077】

陽極7の材料は、ITO(Indium tin oxide:インジウムスズ酸化物、透明な導電フィルム)、Ag、Al、Mg、Au、Cu、W、Mo、Zn、Pb、Sn、グラフェ等導電材からの一つ若しくはいくつかの積層または合金であるが、これに限定されることはない。

【0078】

本発明の構造によれば、電子の輸送速度が極大に強化され、陽極と正孔注入層の障壁も最適化されることができ、電子と正孔のいずれも高速に輸送されることができるので、効率を向上できるのみならず、駆動電圧を低下することもできる。

40

【0079】

また、前記の倒置型有機発光ダイオード表示装置を利用してディスプレイを製造することは容易に想到できることである。同様に、従来のディスプレイに比べて、本発明のディスプレイにおいて、電子と正孔はいずれも高速に輸送されることができるので、効率を向上できるのみならず、駆動電圧を低下することもできる。

【0080】

この構造に対応する倒置型有機発光ダイオード表示装置の製造方法には、
一の基板1を提供し、陰極2として基板1の上に一層の導電材をスパッタリングするステップS101と、

50

陰極 2 の上に多結晶状態である一の電子輸送層 3 を形成するステップ S 1 0 2 と、
電子輸送層 3 の上に非晶質状態である一の発光層 4 を形成するステップ S 1 0 3 と、
発光層 4 の上に非晶質状態である一の正孔輸送層 5 を真空蒸着するステップ S 1 0 4 と

、
正孔輸送層 5 の上に非晶質状態である一の正孔注入層 6 を真空蒸着するステップ S 1 0 5 と、及び

真空蒸着またはスパッタリング堆積により、正孔注入層 6 の上に陰極 2 を形成するステップ S 1 0 6 とが含まれる。

【 0 0 8 1 】

その中、ステップ S 1 0 2 では、主に電子輸送層 3 を単独に多結晶状態に転換するが、
以下の方法を利用することができる。

10

【 0 0 8 2 】

ステップ S 1 0 2 では、まず基板 1 を 1 0 0 ~ 2 5 0 まで加熱し、その後真空蒸発により基板 1 の表面に仕事関数整合層 3 1 と第 1 電子輸送層 3 2 の材料を順次に蒸着する工程を含む。

【 0 0 8 3 】

または、ステップ S 1 0 2 では、まず真空蒸発により基板 1 の表面に仕事関数整合層 3 1 と第 1 電子輸送層 3 2 の材料を順次に蒸着し、その後 1 0 0 ~ 2 5 0 まで焼鈍する工程を含んでもよい。

【 0 0 8 4 】

20

または、ステップ S 1 0 2 では、まず溶液塗布により基板 1 の表面に仕事関数整合層 3 1 と第 1 電子輸送層 3 2 の材料を順次に蒸着し、その後 1 0 0 ~ 2 5 0 まで焼鈍する工程を含んでもよい。

【 0 0 8 5 】

その中、第 1 電子輸送層 3 2 の材料は、F₁₆CuPc、C₆₀、Alq₃、TPBi (1,3,5-tris(N-phenylbenzimidazol-2-yl)benzene: 1,3,5 トリス(N-フェニルベンゾイミダゾール-2-イル)ベンゼン)、Bphen(4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline: 4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン)、LiQ(8-Hydroxyquinolinolato-lithium: 8-ヒドロキシキノリノラト-リチウム)のうちの一つまたはいくつか積層されてなる、若しくはいくつか混合されてなるものであるが、これに限定されることはない。

30

【 0 0 8 6 】

ステップ S 1 0 3 の発光層 4 を形成するステップでは、まず基板 1 の温度を 8 0 度以下まで低下させ、その後真空蒸発により発光層 4 の材料を蒸着する工程を含む。

【 0 0 8 7 】

陰極 2 の材料は、ITO (Indium tin oxide: インジウムスズ酸化物、透明な導電フィルム)、Ag、Al、Mg、Au、Cu、Ca、Zn、Pb 及び Sn からの一つ若しくはいくつかの積層または合金であるが、これに限定されることはない。

【 0 0 8 8 】

40

発光層 4 の材料は、ADN (ammonium dinitramide: アンモニウムジニトラミド)、TCTA (4,4',4''-Tris(carbazol-9-yl)-triphenylamine: 4,4',4''-トリス(カルバゾール-9-イル)-トリフェニルアミン)、BCP (2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline: 2,9-ジメチル-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン)、CBP (4,4'-Bis(carbazol-9-yl)biphenyl: 4,4'-ビス(カルバゾール-9-イル)ビフェニル)のうちの一つまたはいくつか積層されてなる、若しくはいくつか混合されてなるものに、さらに FIrpic (Bis(4,6-difluorophenyl)pyridinato-N,C2)picolinatoiridium: ビス〔2-(4,6-ジフル

50

オロフェニル)ピリジネート-N, C₂' } イリジウム(III)ピコリネート)、Ir(MDQ)₂(acac)、Ir(ppy)₃、C₅H₄、Bcbvi、TBPe(Tetrabromophenolphthalein Ethyl Ester:テトラブロモフェノールフタレインエチルエステル)のうちの一つまたはいくつかを混合したものであるが、これに限定されることはない。

【0089】

正孔輸送層5の材料は、NPB(N, N'-Diphenyl-N, N'-bis(1-naphthalenyl)-1, 1'-biphenyl-4, 4'-diamine: N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス(1-ナフチル)-1, 1'-ビフェニル-4, 4'-ジアミン)、TPD('N, N'-Bis(3-methylphenyl)-N, N'-diphenyl-benzidine: N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス(3-メチルフェニル)ベンジジン)、F₄TCNQ、CuPc、TiOPc、VOPc、MTDATA(4, 4', 4''-Tris(N-3-methylphenyl-N-phenylamino): 4, 4', 4''-トリス[フェニル(m-トリル)アミノ]トリフェニルアミン)のうちの一つまたはいくつか積層されてなる、若しくはいくつか混合されてなるものであるが、これに限定されることはない。

10

【0090】

正孔注入層6の材料は、MoO₃、WO₃、CF_xのうちの一つまたはいくつか積層されてなる、若しくはいくつか混合されてなるものであるが、これに限定されることはない。

20

【0091】

陽極7の材料は、ITO(Indium tin oxide:インジウムスズ酸化物、透明な導電フィルム)、Ag、Al、Mg、Au、Cu、W、Mo、Zn、Pb、Sn、グラフェ等導電材からの一つ若しくはいくつかの積層または合金であるが、これに限定されることはない。

【0092】

以下では、製造方法における一組みのプロセスパラメータを例として実施例2を説明することにする。

【0093】

ガラス基板上に、ITOを2000Åの厚さにスパッタリングしてOLEDの陰極とする。

30

【0094】

基板温度が210度の条件で、20Åの厚さの仕事関数整合層とAlq₃による800Åの厚さの電子輸送層とを順次に蒸着する。

【0095】

基板温度を60度まで冷却して、その後に800nmの厚さに発光層(主材料は、ANDとCTTAであり、Ir(ppy)₃を混合してなる)を蒸着する。

【0096】

次に、CuPcを蒸着して正孔輸送層とし、その正孔輸送層の厚さは520Åとする。その後、WO₃を20Åの厚さに蒸着して正孔注入層とする。

40

【0097】

最後、Auを2200Åの厚さに蒸着してOLEDの陽極とする。

本発明の製造方法では、特殊なプロセスにより電子輸送材料の成膜質を向上し、その移動度のレベルを向上し、電子の移動度が正孔輸送材料の移動度またはその以上まで達するようにする。また、倒置構造を利用することにより、正孔輸送層及び電子輸送層の高速伝導を有効に利用でき、正孔と電子の輸送バランスに有利であり、駆動電圧を低下することができる。

【実施例3】

【0098】

図5は、本発明の第3実施例に係る、本発明の倒置型有機発光ダイオード表示装置の構

50

造を示した概略図である。図 5 に示すように、本発明の倒置型有機発光ダイオード表示装置は、基板 1 と、陰極 2 と、電子輸送層 3 と、発光層 4 と、正孔輸送層 5 と、正孔注入層 6 及び陽極 7 とを備えている。陰極 2 は基板 1 の上に設けられている。陽極 7 と陰極 2 とは離れている。少なくとも一の発光層 4 が陰極 2 と陽極 7 との間に設けられている。電子輸送層 3 は、陰極 2 と一つまたは複数の発光層 4 との間に設けられている。正孔輸送層 5 は、陽極 7 と一つまたは複数の発光層 4 との間に設けられている。正孔注入層 6 は、正孔輸送層 5 と陽極 7 との間に設けられている。その中、電子輸送層 3 は多結晶状態であり、且つ発光層 4、正孔輸送層 5 及び正孔注入層 6 はいずれも非晶質状態である。多結晶状態の電子輸送層 3 のフィルム結晶配列は、整列になっており、また結晶間隔も小さく、キャリアの輸送速度の向上に有利であり、移動度のレベルを 1 乃至 2 桁、ひいてはそれ以上向上することができる。また、実施例 1 と 2 との相違点は、実施例 3 における電子輸送層 3 は、一の仕事関数整合層 3 1 及び第 1 電子輸送層 3 2 と第 2 電子輸送層 3 3 を含んであり、第 1 電子輸送層 3 2 は、仕事関数整合層 3 1 と第 2 電子輸送層 3 3 との間に設けられ、仕事関数整合層 3 1 は、陰極 2 の上面に、第 2 電子輸送層 3 3 は発光層 4 の下面に設けられ、第 2 電子輸送層 3 3 の表面粗度は、第 1 電子輸送層 3 2 の表面粗度より小さい。仕事関数整合層 3 1 は、第 1 電子輸送層 3 2 と陰極 2 との間でよりよいエネルギー効率の整合を実現することができる。第 2 電子輸送層 3 3 は、電子輸送層 3 と発光層 4 とがより緊密に貼合するように第 1 電子輸送層 3 2 表面粗度を改善する。

10

【0099】

第 1 電子輸送層 3 2 または第 2 電子輸送層 3 3 の材料は、 $F_{16}CuPc$ 、 C_{60} 、 Alq_3 、 $TPBi(1,3,5-tris(N-phenylbenzimidazol-2-yl)benzene:1,3,5$ トリス(N-フェニルベンゾイミダゾール-2-イル)ベンゼン)、 $Bphen(4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline:4,7$ -ジフェニル-1,10-フェナントロリン)、 $LiQ(8-Hydroxyquinolinolato-lithium:8$ -ヒドロキシキノリノラト-リチウム)のうちの一つまたはいくつかが積層されてなる、若しくはいくつかが混合されてなるものである。

20

【0100】

仕事関数整合層 3 1 の最低非占有軌道のエネルギー準位と陰極 2 の最低非占有軌道のエネルギー準位の差は 0.3 eV 以下である。

30

【0101】

第 2 電子輸送層 3 3 の厚さは、10 ~ 10 nm である。

陰極 2 材料は、ITO (Indium tin oxide: インジウムスズ酸化物、透明な導電フィルム)、Ag、Al、Mg、Au、Cu、Ca、Zn、Pb 及び Sn からの一つ若しくはいくつかが積層または合金であるが、これに限定されることはない。

【0102】

発光層 4 の材料は、ADN (ammonium dinitramide: アンモニウムジニトラミド)、 $TCTA(4,4',4''-Tris(carbazol-9-yl)-triphenylamine:4,4',4''$ -トリス(カルバゾール-9-イル)-トリフェニルアミン)、 $BCP(2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline:2,9$ -ジメチル-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン)、 $CBP(4,4'-Bis(carbazol-9-yl)biphenyl:4,4'$ -ビス(カルバゾール-9-イル)ビフェニル)のうちの一つまたはいくつかが積層されてなる、若しくはいくつかが混合されてなるものに、さらに $FIrpic(Bis(4,6-difluorophenylpyridinato-N,C2)picolinatoiridium:ビス[2-(4,6-ジフルオロフェニル)ピリジネート-N,C2']イリジウム(III)ピコリネート)$ 、 $Ir(MDQ)_2(acac)$ 、 $Ir(ppy)_3$ 、 C_{545} 、 $Bcvbi$ 、 $TBPe(Tetrabromophenolphthalein Ethyl Ester: テトラブromoフェノールフタレインエチルエステル)$ のうちの一つまたはいくつかを混合したもので

40

50

あるが、これに限定されることはない。

【0103】

正孔輸送層5の材料は、NPB(N,N'-Diphenyl-N,N'-bis(1-naphthalenyl)-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine:N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(1-ナフチル)-4,4'-ジアミン)、TPD('N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-diphenyl-benzidine:N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(3-メチルフェニル)ベンジジン)、F₄TCNQ、CuPc、TiOPc、VOPc、MTDATA(4,4',4''-Tris(N-3-methylphenyl-N-phenylamino):4,4',4''-トリス[フェニル(m-トリル)アミノ]トリフェニルアミン)のうちの一つまたはいくつかが積層されてなる、若しくはいくつかが混合されてなるものであるが、これに限定されることはない。

10

【0104】

正孔注入層6の材料は、MoO₃、WO₃、CF_xのうちの一つまたはいくつかが積層されてなる、若しくはいくつかが混合されてなるものであるが、これに限定されることはない。

【0105】

陽極7の材料は、ITO(Indium tin oxide:インジウムスズ酸化物、透明な導電フィルム)、Ag、Al、Mg、Au、Cu、W、Mo、Zn、Pb、Sn、グラフェ等導電材からの一つ若しくはいくつかの積層または合金であるが、これに限定

20

【0106】

本発明の構造によれば、電子の輸送速度が極大に強化され、陽極と正孔注入層の障壁も最適化されることができ、電子と正孔のいずれも高速に輸送されることができるので、効率を向上できるのみならず、駆動電圧を低下することもできる。

【0107】

また、前記の倒置型有機発光ダイオード表示装置を利用してディスプレイを製造することは容易に想到できることである。同様に、従来のディスプレイに比べて、本発明のディスプレイにおいて、電子と正孔はいずれも高速に輸送されることができるので、効率を向上できるのみならず、駆動電圧を低下することもできる。

30

【0108】

この構造に対応する倒置型有機発光ダイオード表示装置の製造方法には、

一の基板1を提供し、陰極2として基板1の上に一層の導電材をスパッタリングするステップS101と、

陰極2の上に多結晶状態である一の電子輸送層3を形成するステップS102と、

電子輸送層3の上に非晶質状態である一の発光層4を形成するステップS103と、

発光層4の上に非晶質状態である一の正孔輸送層5を真空蒸着するステップS104と

、

正孔輸送層5の上に非晶質状態である一の正孔注入層6を真空蒸着するステップS105と、及び

40

真空蒸着またはスパッタリング堆積により、正孔注入層6の上に陰極2を形成するステップS106とが含まれる。

【0109】

その中、ステップS102では、主に電子輸送層3を単独に多結晶状態に転換するが、以下の方法を利用することができる。

【0110】

ステップS102では、まず基板1を100~250℃まで加熱し、その後真空蒸発により基板1の表面に仕事関数整合層31及び第1電子輸送層32と第2電子輸送層33との材料を順次に蒸着する工程を含む。

【0111】

50

または、ステップS 102では、まず真空蒸発により基板1の表面に仕事関数整合層31及び第1電子輸送層32と第2電子輸送層33の材料を順次に蒸着し、その後100～250℃まで焼鈍する工程を含んでもよい。

【0112】

または、ステップS 102では、まず溶液塗布により基板1の表面に仕事関数整合層31及び第1電子輸送層32と第2電子輸送層33の材料を順次に蒸着し、その後100～250℃まで焼鈍する工程を含んでもよい。

【0113】

その中、第1電子輸送層32或第2電子輸送層33の材料は、 $F_{16}CuPc$ 、 C_{60} 、 Alq_3 、TPBi(1,3,5-tris(N-phenylbenzimidazol-2-yl)benzene:1,3,5トリス(N-フェニルベンゾイミダゾール-2-イル)ベンゼン)、Bphen(4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline:4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン)、LiQ(8-Hydroxyquinolinolato-lithium:8-ヒドロキシキノリノラト-リチウム)のうちの一つまたはいくつかが積層されてなる、若しくはいくつかが混合されてなるものであるが、これに限定されることはない。

【0114】

仕事関数整合層31の最低非占有軌道のエネルギー準位と陰極2との最低非占有軌道のエネルギー準位の差は、0.3eV以下である。

【0115】

第2電子輸送層33の厚さは10～10nmである。

ステップS 103の発光層4を形成するステップでは、まず基板1の温度を80度以下まで低下させ、その後真空蒸発により発光層4の材料を蒸着する工程を含む。

【0116】

陰極2の材料は、ITO(Indium tin oxide:インジウムスズ酸化物、透明な導電フィルム)、Ag、Al、Mg、Au、Cu、Ca、Zn、Pb及びSnからの一つ若しくはいくつかが積層または合金であるが、これに限定されることはない。

【0117】

発光層4の材料は、ADN(ammonium dinitramide:アンモニウムジニトラミド)、TCTA(4,4',4''-Tris(carbazol-9-yl)-triphenylamine:4,4',4''-トリス(カルバゾール-9-イル)-トリフェニルアミン)、BCP(2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline:2,9-ジメチル-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン)、CBP(4,4'-Bis(carbazol-9-yl)biphenyl:4,4'-ビス(カルバゾール-9-イル)ビフェニル)のうちの一つまたはいくつかが積層されてなる、若しくはいくつかが混合されてなるものに、さらにFIrpic(Bis(4,6-difluorophenylpyridinato-N,C2)picolinatoiridium:ビス[2-(4,6-ジフルオロフェニル)ピリジネート-N,C2']イリジウム(III)ピコリネート)、Ir(MDQ)₂(acac)、Ir(ppy)₃、 C_{545} 、Bcvbi、TBPe(Tetrabromophenolphthalein Ethyl Ester:テトラブromoフェノールフタレインエチルエステル)のうちの一つまたはいくつかを混合したものであるが、これに限定されることはない。

【0118】

正孔輸送層5の材料は、NPB(N,N'-Diphenyl-N,N'-bis(1-naphthalenyl)-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine:N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(1-ナフチル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン)、TPD('N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-diphenyl-benzidine:N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(3-メチルフェニル)ベンジジン)、 F_4TCNQ 、 $CuPc$ 、 $TiOPc$ 、 $VOPc$ 、MTDA

TA(4,4',4''-Tris(N-3-methylphenyl-N-phenylamino):4,4',4''-トリス[フェニル(m-トリル)アミノ]トリフェニルアミン)のうちの一つまたはいくつかが積層されてなる、若しくはいくつかが混合されてなるものであるが、これに限定されることはない。

【0119】

正孔注入層6の材料は、 MoO_3 、 WO_3 、 CF_x のうちの一つまたはいくつかが積層されてなる、若しくはいくつかが混合されてなるものであるが、これに限定されることはない。

【0120】

陽極7の材料は、ITO(Indium tin oxide:インジウムスズ酸化物、透明な導電フィルム)、Ag、Al、Mg、Au、Cu、W、Mo、Zn、Pb、Sn、グラフェ等導電材からの一つ若しくはいくつかの積層または合金であるが、これに限定されることはない。

【0121】

以下では、製造方法における一組みのプロセスパラメータを例として実施例3を説明することにする。

【0122】

ガラス基板上に、ITOを2300Åの厚さにスパッタリングしてOLEDの陰極とする。

【0123】

基板温度が180度の条件で、100Åの厚さの仕事関数整合層、及びBphenによる600Åの厚さの電子輸送層とLiQによる100Åの厚さの電子輸送層とを順次に蒸着する。

【0124】

基板温度を40度まで冷却して、その後500nmの厚さに発光層(主材料は、CBPであり、Bcvbiを混合してなる)を蒸着する。

【0125】

次に、TiOPcを蒸着して正孔輸送層とし、その正孔輸送層の厚さは800Åとする。

【0126】

その後、 CF_x を50Åの厚さに蒸着して正孔注入層とする。

最後、Auを4000Åの厚さに蒸着してOLEDの陽極とする。

【0127】

本発明の製造方法では、特殊なプロセスにより電子輸送材料の成膜質を向上し、その移動度のレベルを向上し、電子の移動度が正孔輸送材料の移動度またはその以上まで達するようにする。また、倒置構造を利用することにより、正孔輸送層及び電子輸送層の高速伝導を有効に利用でき、正孔と電子の輸送バランスに有利であり、駆動電圧を低下することができる。

【0128】

要するに、本発明の倒置型有機発光ダイオード表示装置及びその製造方法では、まず基板上に陰極を形成し、その後基板上に多結晶状態の電子輸送層を蒸着し、その後非晶質状態の発光層、正孔輸送層、正孔注入層、及び陽極を順次に蒸着する必要がある。このように、電子の輸送速度は、極大に強化され、陽極と正孔注入層の障壁も最適化されることができ、電子と正孔のいずれも高速に輸送されることができ、効率を向上できるのみならず、駆動電圧を低下することもできる。

【0129】

以上では、本発明の具体的な実施例について説明を行なった。本発明は前記の特定の实施方式に限定されるものではなく、当業者は、特許請求の範囲内でさまざまな変形と修正を行なうことができ、これは本発明の実質的内容に影響しないことであると考えべきである。

10

20

30

40

50

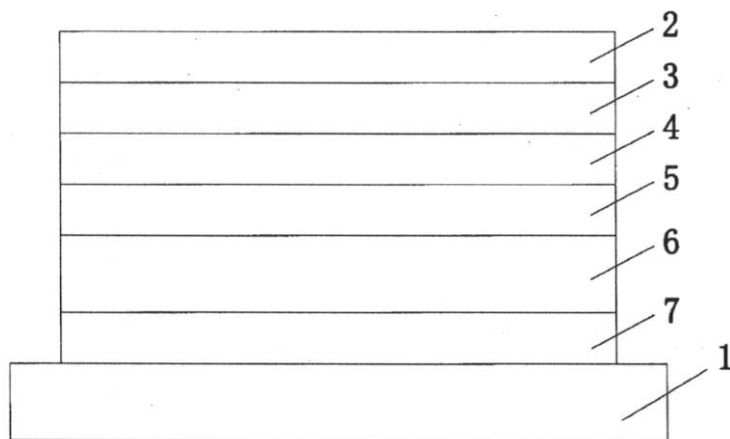
【符号の説明】

【 0 1 3 0 】

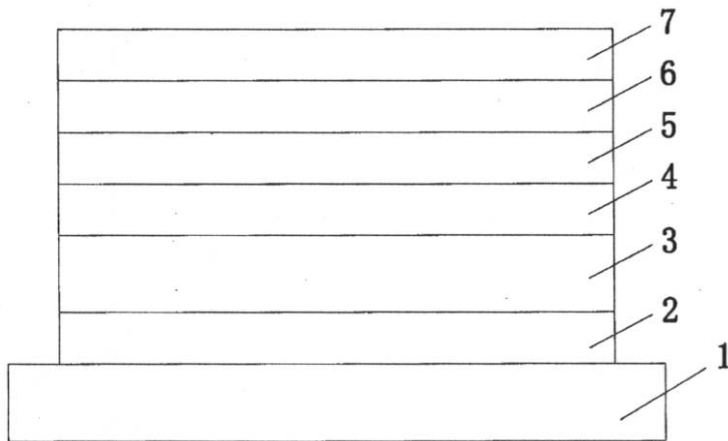
- 1 基板
- 2 陰極
- 3 電子輸送層
- 3 1 仕事関数整合層
- 3 2 第 1 電子輸送層
- 3 3 第 2 電子輸送層
- 4 発光層
- 5 正孔輸送層
- 6 正孔注入層
- 7 陽極

10

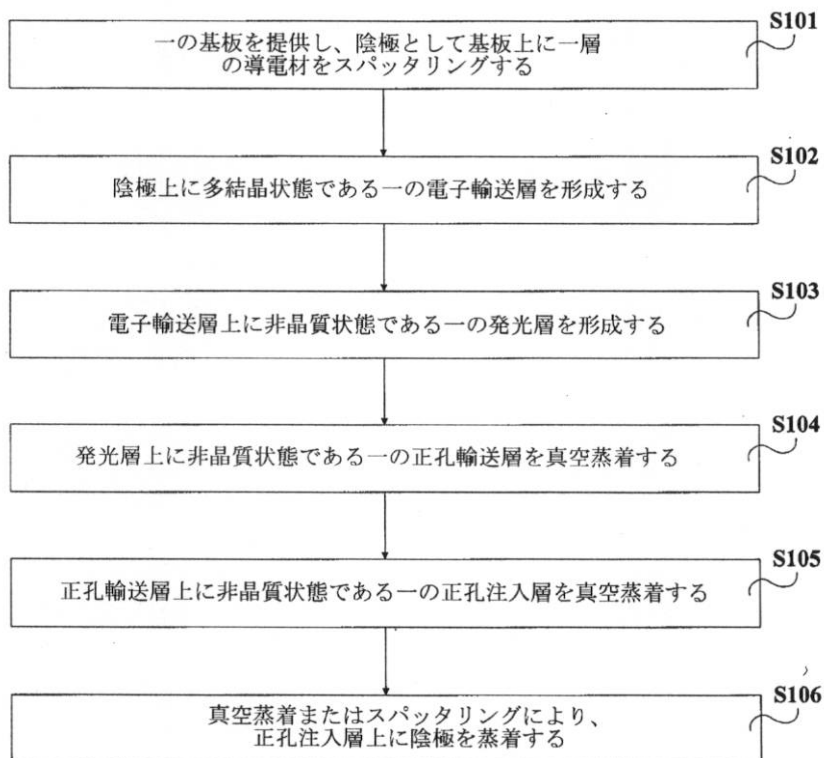
【図 1】



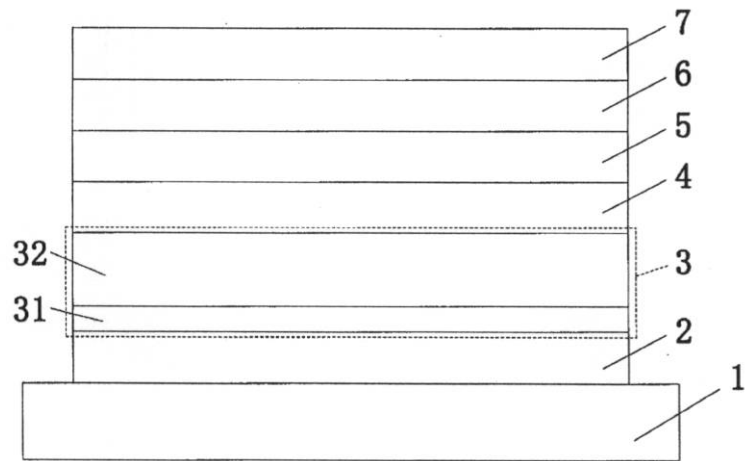
【図 2】



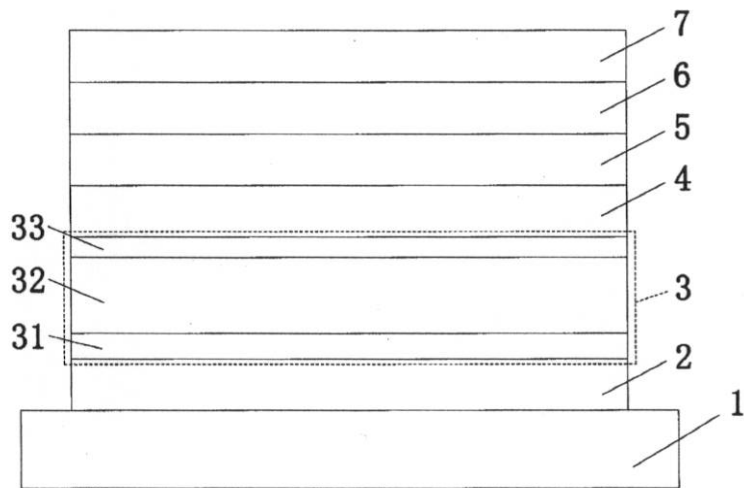
【図 3】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(72)発明者 洪 飛

中国上海金山工業区大道100番1棟2楼208室

Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 BB02 CC04 CC12 DD21 DD26 DD41X DD44X DD44Y
DD46X DD46Y DD53 DD59 DD64 DD67 DD68 DD69 DD72 DD75
DD76 DD78 DD80 DD84 FF08 FF15 FF17 FF19 GG04 GG05
GG06 GG26

专利名称(译)	倒置有机发光二极管显示装置及其制造方法		
公开(公告)号	JP2015019071A	公开(公告)日	2015-01-29
申请号	JP2014142240	申请日	2014-07-10
[标]申请(专利权)人(译)	上海和辉光电有限公司		
申请(专利权)人(译)	上海和辉光电有限公司		
[标]发明人	洪飛		
发明人	洪 飛		
IPC分类号	H01L51/50 H05B33/10		
FI分类号	H05B33/22.B H05B33/14.B H05B33/22.C H05B33/22.D H05B33/10		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/BB02 3K107/CC04 3K107/CC12 3K107/DD21 3K107/DD26 3K107/DD41X 3K107/DD44X 3K107/DD44Y 3K107/DD46X 3K107/DD46Y 3K107/DD53 3K107/DD59 3K107/DD64 3K107/DD67 3K107/DD68 3K107/DD69 3K107/DD72 3K107/DD75 3K107/DD76 3K107/DD78 3K107/DD80 3K107/DD84 3K107/FF08 3K107/FF15 3K107/FF17 3K107/FF19 3K107/GG04 3K107/GG05 3K107/GG06 3K107/GG26		
优先权	201310290051.8 2013-07-10 CN		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供了一种倒置有机发光二极管显示装置及其制造方法。该制造方法包括以下步骤：提供一个基板，在基板上溅射导电材料作为阴极，并在阴极上形成多晶态的电子传输层。在电子传输层上形成非晶态的发光层；在发光层上真空沉积非晶态的空穴传输层；然后在电子传输层上沉积空穴。以及以非晶态真空沉积一个空穴注入层的步骤，以及通过真空蒸发或溅射沉积在空穴注入层上形成阴极的步骤。根据本发明，最大化了电子的传输速率，可以优化阳极与空穴注入层之间的势垒，并且可以高速地传输电子和空穴。可以改善，并且可以降低驱动电压。[选择图]图3

