

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103378297 A

(43) 申请公布日 2013. 10. 30

(21) 申请号 201210123897. 8

(22) 申请日 2012. 04. 25

(71) 申请人 群康科技（深圳）有限公司

地址 518109 广东省深圳市宝安区龙华镇富
士康科技工业园区 E 区 4 栋 1 楼

申请人 奇美电子股份有限公司

(72) 发明人 苏信远 李竣凯 黄建勋

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限
公司 11127

代理人 李鹤松

(51) Int. Cl.

H01L 51/50 (2006. 01)

H01L 51/54 (2006. 01)

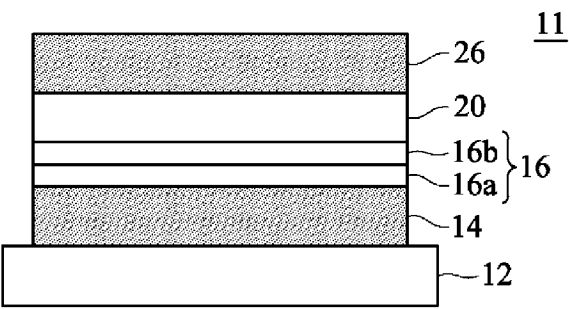
权利要求书2页 说明书11页 附图6页

(54) 发明名称

有机发光二极管及包括其的显示装置

(57) 摘要

本发明提供一种有机发光二极管及包括其的显示装置。该有机发光二极管包括一基板；一阴极配置于该基板之上；一电子注入层配置于该阴极之上，其中该电子注入层包括一低功函数金属层，以及一具有载子注入能力的金属复合层；一发光层配置于该电子注入层之上；以及一阳极配置于该发光层之上。



1. 一种有机发光二极管,其特征在于,所述有机发光二极管包括:
 - 一基板;
 - 一阴极配置于所述基板之上;
 - 一电子注入层直接配置于所述阴极之上,其中所述电子注入层包括一低功函数金属层,以及一具有载子注入能力的金属复合层;
 - 一发光层配置于所述电子注入层之上;以及
 - 一阳极配置于所述发光层之上。
2. 如权利要求1所述的有机发光二极管,其特征在于,所述低功函数金属层具有一功函数小于或等于 4.0eV。
3. 如权利要求1所述的有机发光二极管,其特征在于,所述低功函数金属层包括锂、钠、钾、铜、镁、钙、或其合金。
4. 如权利要求1所述的有机发光二极管,其特征在于,所述具有载子注入能力的金属复合层为一具有载子注入能力的金属氧化物、金属卤化物、或其组合。
5. 如权利要求1所述的有机发光二极管,其特征在于,所述具有载子注入能力的金属复合层包括氧化钼、氧化钨、氧化铪、碘化铜、氟化铜、氧化铁、氯化铁、氧化钒、或其组合。
6. 如权利要求1所述的有机发光二极管,其特征在于,所述所述有机发光二极管更包括一n型掺杂的电子传输层,配置于所述电子注入层与所述发光层之间,其中所述n型掺杂的电子传输层经由以一掺杂物掺杂一电子传输材料而得。
7. 如权利要求6所述的有机发光二极管,其特征在于,所述掺杂物为碱金属、碱金属氮化物、碱金属醋酸盐、碱金属碳酸盐、或碱金属硝酸盐。
8. 如权利要求7所述的有机发光二极管,其特征在于,所述掺杂物为碱金属,且所述掺杂物的重量百分比介于1-20wt%之间,以所述n型掺杂的电子传输层的总重为基准。
9. 如权利要求7所述的有机发光二极管,其特征在于,所述掺杂物为碱金属氮化物、碱金属醋酸盐、碱金属碳酸盐、或碱金属硝酸盐,且所述掺杂物的重量百分比介于1-50wt%之间,以所述n型掺杂的电子传输层的总重为基准。
10. 如权利要求6所述的有机发光二极管,其特征在于,所述掺杂物为锂、氮化锂、醋酸锂、碳酸锂、或硝酸锂。
11. 如权利要求6所述的有机发光二极管,其特征在于,所述掺杂物为铯、氮化铯、醋酸铯、碳酸铯、或硝酸铯。
12. 如权利要求1所述的有机发光二极管,其特征在于,所述具有载子注入能力的金属复合层的厚度介于1-50Å之间。
13. 如权利要求1所述的有机发光二极管,其特征在于,所述有机发光二极管为下发光式有机发光二极管,且所述阴极为透明或半透明电极。
14. 权利要求13所述的有机发光二极管,其特征在于,所述低功函数金属层的厚度介于1-50Å之间。
15. 如权利要求1所述的有机发光二极管,其特征在于,所述有机发光二极管为上发光式有机发光二极管,且所述阳极为透明或半透明电极。
16. 权利要求15所述的有机发光二极管,其特征在于,所述低功函数金属层的厚度介于1-500Å之间。

17. 如权利要求 1 所述的有机发光二极管,其特征在于,所述有机发光二极管更包括:
一电子传输层配置于所述电子注入层与所述发光层之间;以及
一空穴传输层配置于所述发光层与所述阳极之间。
18. 一种显示装置,其特征在于,所述显示装置包括:
多个的像素,其中每一像素包括:
如权利要求 1 所述的有机发光二极管;以及
一晶体管,与所述有机发光二极管耦接。
19. 权利要求 18 所述的显示装置,其特征在于,所述晶体管为一 n 型晶体管,且所述晶体管的一漏极与所述有机发光二极管的阴极电性连结。

有机发光二极管及包括其的显示装置

技术领域

[0001] 本发明是有关于一种有机发光二极管及包括其的显示装置,特别是关于一种反置型有机发光二极管及包括其的显示装置。

背景技术

[0002] 近年来,随着电子产品发展技术的进步及其日益广泛的应用,像是移动电话、PDA 及笔记本电脑的问世,使得与传统显示器相比具有较小体积及电力消耗特性的平面显示器的需求与日俱增,成为目前最重要的电子应用产品之一。在平面显示器当中,由于有机发光二极管具有自发光、高亮度、广视角、高应答速度及制造工艺容易等特性,使得有机发光二极管无疑的成为下一世代平面显示器的最佳选择。

[0003] 有机发光二极管为使用有机层作为主动层(active layer)的发光二极管,近年来已渐渐使用于平面显示器(flat display)上。开发出具有高发光效率及长使用寿命的有机发光二极管是目前发展平面显示技术的主要趋势之一。

[0004] 一般而言,有机发光二极管包括一对电极,以及在电极之间的一有机发光层。发光是导因于以下的现象。当电场施于两电极时,阴极射出电子到有机发光层,阳极射出空穴到有机发光层。当电子与空穴在有机发光层内结合时,会产生激子(excitons)。电子和空穴的再结合就伴随着发光。

[0005] 有机发光二极管装置依驱动方式可区分为被动式有机发光二极管元件(PM-OLED)及主动式有机发光二极管元件(AM-OLED)。主动式有机发光二极管元件包括至少一薄膜晶体管,此一薄膜晶体管可分为p型薄膜晶体管及n型薄膜晶体管,以控制有机发光二极管像素单元明亮及灰阶,并具有自发光的高发光效率以及低驱动电压等优点。当使用n型薄膜晶体管与一般标准型有机发光二极管(标准型有机发光二极管是指其膜层形成顺序为阳极、空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层、电子注入层、以及一阴极依序形成于基板上)耦接时,标准型有机发光二极管需与n型薄膜晶体管的源极电性连结,如此易使得有机发光二极管装置产生残影(Image Sticking)。

[0006] 为解决上述问题,业界提出使用一反置型(inverted)有机发光二极管(反置型有机发光二极管是指其膜层形成顺序为阴极、电子注入层、电子传输层、发光层、空穴传输层、空穴注入层、以及一阳极依序形成于基板上)与n型薄膜晶体管的漏极进行耦接。然而,在具有相同膜层组成的状况下,由于电子注入能力较差,反置型有机发光二极管一般较标准型有机发光二极管具有较差的发光效率以及较高的驱动电压。

[0007] 基于上述,发展出具有较佳发光效率以及较低驱动电压的反置型有机发光二极管,以解决上述问题,是目前主动式有机发光二极管制造工艺技术上亟需研究的重点之一。

发明内容

[0008] 有鉴于此,本发明提供一种有机发光二极管及包括其的显示装置,其中该有机发光二极管(例如为一反置型有机发光二极管)具有一复合的电子注入层,可改善该有机发

光二极管的电子注入能力,进一步降低驱动电压、增加发光效率、以及延长使用寿命。

[0009] 根据本发明一实施例,该有机发光二极管包括一基板;一阴极配置于该基板之上;一电子注入层配置于该阴极之上,其中该电子注入层包括一低功函数金属层,以及一具有载子注入能力的金属复合层;一发光层配置于该电子注入层之上;以及一阳极配置于该发光层之上。

[0010] 根据其他实施例,本发明亦提供一显示装置,包括多个的像素,其中每一像素包括上述的有机发光二极管;以及一晶体管,与该有机发光二极管耦接。

[0011] 本发明提供的有机发光二极管及包括其的显示装置,可改善该有机发光二极管的电子注入能力,进一步降低驱动电压、增加发光效率、以及延长使用寿命。

附图说明

[0012] 图 1 是本发明一实施例所述的有机发光二极管的剖面结构示意图。

[0013] 图 2 是本发明另一实施例所述的有机发光二极管的剖面结构示意图。

[0014] 图 3 是本发明又一实施例所述的有机发光二极管的剖面结构示意图。

[0015] 图 4 是本发明其他实施例所述的有机发光二极管的剖面结构示意图。

[0016] 图 5 是本发明一实施例所述的包括有机发光二极管的显示装置的示意图。

[0017] 图 6 是显示本发明实施例 2 及比较例 3 所述的有机发光二极管其操作电压与电流密度的关系图。

[0018] 图 7 是显示本发明实施例 2 及比较例 3 所述的有机发光二极管其电流密度与功率效率的关系图。

[0019] 图 8 是显示本发明实施例 2 及比较例 3 所述的有机发光二极管其操作亮度 (L)/起始亮度 (Lo) 与操作时间的关系图。

[0020] 图 9 是显示本发明实施例 3 及比较例 4 所述的有机发光二极管其操作电压与电流密度的关系图。

[0021] 图 10 是显示本发明实施例 3 及比较例 4 所述的有机发光二极管其电流密度与功率效率的关系图。

[0022] 图 11 是显示本发明实施例 3 及比较例 4 所述的有机发光二极管其操作亮度 (L)/起始亮度 (Lo) 与操作时间的关系图。

[0023] 附图标号:

[0024] 11、21、31、41、51 ~ 有机发光二极管;

[0025] 12 ~ 基板;

[0026] 14 ~ 阴极;

[0027] 16 ~ 电子注入层;

[0028] 16a ~ 低功函数金属层;

[0029] 16b ~ 具有载子注入能力的金属复合层;

[0030] 17 ~ n 型掺杂的电子传输层;

[0031] 18 ~ 电子传输层;

[0032] 20 ~ 发光层;

[0033] 22 ~ 空穴传输层;

- [0034] 24 ~ 空穴注入层 ;
- [0035] 26 ~ 阳极 ;
- [0036] 50 ~ 像素 ;
- [0037] 60 ~ 晶体管 ; 以及
- [0038] 100 ~ 显示装置。

具体实施方式

[0039] 为使本发明的上述目的、特征能更明显易懂,下文特举较佳实施例,并配合所附图,作详细说明如下:

[0040] 本发明是提供一新颖的有机发光二极管及包括其的显示装置,有机发光二极管具有特定的膜层组合以及特定的膜层配置顺序,可增加电子注入能力,达到降低驱动电压、增加发光效率、以及延长使用寿命的目的,因此尤其适合作为一反置型有机发光二极管。

[0041] 以下将配合附图,以说明根据本发明所述的有机发光二极管,以及包括其的显示装置。

[0042] 参照图 1,为本发明一实施例所述的有机发光二极管 11 的剖面结构示意图。有机发光二极管 11 具有一基板 12,基板 12 可为石英、玻璃、塑胶、或陶瓷材料。此外,基板 12 亦可具有预先形成的任何所需元件(例如薄膜晶体管),不过此处为了简化附图,仅以平整的基板表示之。仍请参照图 1,接着,一阴极 14、一电子注入层 16、以及一发光层 20 依序形成于基板 12 之上。最后,一阳极 26 形成于该发光层 20 之上。该有机发光二极管 11 可为一下发光式有机发光二极管、或是一上发光式有机发光二极管。若该有机发光二极管 11 为一下发光式有机发光二极管,则该阴极为一透明电极或半透明电极,其中透明电极可例如为氧化铟锡(indium tin oxide,ITO)、氧化铟锌(indium zinc oxide,IZO)、氧化铝锌(aluminum zinc oxide,AZO)、或氧化锌(zinc oxide,ZnO),而该半透明电极可为一穿透率大于 50% 的电极,例如为半透明金属层(例如铝(Al)、铜(Cu)、钼(Mo)、钛(Ti)、铂(Pt)、铱(Ir)、镍(Ni)、铬(Cr)、银(Ag)、金(Au)、钨(W)或其合金所形成的半透明膜层)、或是金属与透明导电层(例如氧化铟锡(indium tin oxide,ITO)、氧化铟锌(indium zinc oxide,IZO)、氧化铝锌(aluminum zinc oxide,AZO)、或氧化锌(zinc oxide,ZnO))所形成的半透明复合电极;此外,若该有机发光二极管 11 为一上发光式有机发光二极管,则该阴极为一不透明电极,例如为具有较高膜厚的金属电极(例如:铝(Al)、铜(Cu)、钼(Mo)、钛(Ti)、铂(Pt)、铱(Ir)、镍(Ni)、铬(Cr)、银(Ag)、金(Au)、钨(W)、或其合金所形成的不透明金属层)、或是一具有反射层的透明电极(例如:氧化铟锡(indium tin oxide,ITO)、氧化铟锌(indium zinc oxide,IZO)、氧化铝锌(aluminum zinc oxide,AZO)、或氧化锌(zinc oxide,ZnO))。

[0043] 值得注意的是,电子注入层 16 是由一低功函数金属层 16a、以及一具有载子注入能力的金属复合层 16b 所构成,如此一来,可增加有机发光二极管 11 的电子注入能力,进一步降低驱动电压、增加发光效率、以及延长使用寿命。该电子注入层 16 可直接形成于该阴极 14 之上,换言之,该低功函数金属层 16a、以及该具有载子注入能力的金属复合层 16b 可依序直接形成于该阴极 14 之上。本发明所述的低功函数金属层 16a,是指该金属层具有易损失(loss)电子的倾向,具有一功函数小于或等于 4.0eV。举例来说,该低功函数金属层的材质可例如为锂(Li)、钠(Na)、钾(K)、铜(Cu)、镁(Mg)、或钙(Ca)或其合金。若该有机发

光二极管 11 为一下发光式有机发光二极管,该低功函数金属层 16a 的厚度可介于1-50Å之间;此外,若该有机发光二极管 11 为一上发光式有机发光二极管,该低功函数金属层 16a 的厚度可介于1-500Å之间。该具有载子注入能力的金属复合层 16b 可具有一厚度介于1-50Å之间。此外,该具有载子注入能力的金属复合层可为一具有载子注入能力的金属氧化物、金属卤化物或其组合,例如氧化钼 (MoO_3)、氧化钨 (WO_3)、氧化铌 (ReO_3 、或 Re_2O_7)、碘化铜 (CuI)、氟化铜 (CuF_2)、氧化铁 (Fe_3O_4)、氯化铁 (FeCl_3)、氧化钒 (V_2O_5) 或其组合。本发明所述的发光层 20 的材质并无限制,可以为现有有机半导体材料(例如小分子有机材料、高分子化合物材料)、或有机金属化合物材料,形成方式可为真空蒸发、旋转涂布、浸没涂布、滚动式涂布、喷墨填充、浮雕法、压印法、物理气相沉积、或是化学气相沉积。此外,本发明对发光层 20 的厚度亦无限制,一所属技术领域中的技术人员可视实际需要加以调整。此外,该发光层 20 可包括单一发光材料或是可由一掺杂物(dopant)掺杂一有机发光材料而得,熟悉本技术者可视所使用的有机发光材料及所需的元件特性而改变所搭配的掺杂物的掺杂量。因此,掺杂物的掺杂量的多少非关本发明的特征,非为限制本发明范围的依据。该掺杂物可为能量转移(energy transfer)型掺杂材料或是载体捕集(carrier trapping)型掺杂材料,且该掺杂物有助于抑制该有机发光材料的浓度消光现象,并使元件获致高效率及高亮度。该有机发光材料可为荧光(fluorescence)发光材料。而在本发明的某些较佳实施例中,该有机发光材料亦可为磷光(phosphorescence)发光材料。值得注意的是,该发光层 20 可包括单一的电激发光单元(electroluminescent unit),使得该有机发光二极管 11 发出蓝、红、绿、或白光。此外,该发光层 20 更可包括多个电激发光单元,例如一发白光的串连式有机发光二极管,该白光是由混合不同发光单元的光色而成。

[0044] 若该有机发光二极管 11 为一下发光式有机发光二极管,则该阳极为一不透明电极,例如为具有较高膜厚的金属电极(例如:铝(Al)、铜(Cu)、钼(Mo)、钛(Ti)、铂(Pt)、铱(Ir)、镍(Ni)、铬(Cr)、银(Ag)、金(Au)、钨(W)、或其合金所形成的不透明金属层)、或是一具有反射层的透明电极(例如:氧化铟锡(indium tin oxide,ITO)、氧化铟锌(indium zinc oxide,IZO)、氧化铝锌(aluminum zinc oxide,AZO)、或氧化锌(zinc oxide,ZnO))。此外,若该有机发光二极管 11 为一上发光式有机发光二极管,则该阳极为透明电极或半透明电极,其中透明电极可例如为氧化铟锡(indium tin oxide,ITO)、氧化铟锌(indium zinc oxide,IZO)、氧化铝锌(aluminum zinc oxide,AZO)、或氧化锌(zinc oxide,ZnO),而该半透明电极可为一穿透率大于 50% 的电极,例如为半透明金属层(例如铝(Al)、铜(Cu)、钼(Mo)、钛(Ti)、铂(Pt)、铱(Ir)、镍(Ni)、铬(Cr)、银(Ag)、金(Au)、钨(W)或其合金所形成的半透明膜层)、或是金属与透明导电层(例如氧化铟锡(indium tin oxide,ITO)、氧化铟锌(indium zinc oxide,IZO)、氧化铝锌(aluminum zinc oxide,AZO)、或氧化锌(zinc oxide,ZnO))所形成的半透明复合电极。

[0045] 请参照图 2,为本发明另一实施例所述的有机发光二极管 21 的剖面结构示意图,该有机发光二极管 21 尚可形成一电子传输层 18 于电子注入层 16 与发光层 20 之间,并形成一空穴传输层 22 于发光层 20 与阳极 26 之间。请参照图 3,为本发明又一实施例所述的有机发光二极管 31 的剖面结构示意图,该有机发光二极管 31 尚可具有一空穴注入层 24 形成于空穴传输层 22 与阳极 26 之间。在有机发光二极管 31 中,基板 12 与电子注入层 16 的最小距离是小于该基板 12 与该空穴注入层 24 的最小距离。本发明所述的电子传输层 18、空

穴传输层 22、以及空穴注入层 24 的材质并无限制,可以为现有有机半导体材料(例如小分子有机材料、高分子化合物材料)、或有机金属化合物材料,形成方式可为真空蒸发、旋转涂布、浸没涂布、滚动式涂布、喷墨填充、浮雕法、压印法、物理气相沉积、或是化学气相沉积。此外,本发明对该等电子传输层 18、空穴传输层 22、以及空穴注入层 24 的厚度亦无限制,一所属技术领域中的技术人员可视实际需要加以调整。

[0046] 根据本发明又一实施例,请参照图 4,该有机发光二极管 41 可更包括 n 型掺杂的电子传输层 17,配置于该电子注入层 16 与该电子传输层 18 之间,以增加有机发光二极管的电子传输能力,达到降低驱动电压、增加发光效率、以及延长使用寿命的目的。该 n 型掺杂的电子传输层 17 是经由以一掺杂物掺杂一电子传输材料而得,其中该电子传输材料可以为任何现有的电子传输材料,而该掺杂物可为碱金属(alkali metal)、碱金属氮化物(alkali metal nitride)、碱金属醋酸盐(alkali metal acetate)、碱金属碳酸盐(carbonate)、或碱金属硝酸盐(alkali metal nitrate)。根据本发明某些实施例,该掺杂物可为锂、氮化锂、醋酸锂、碳酸锂、硝酸锂、铯、氮化铯、醋酸铯、碳酸铯、或硝酸铯。若该掺杂物为碱金属时,该掺杂物的掺杂量可介于 1-20wt% 之间(即该掺杂物可具有一重量百分比介于 1-20wt% 之间,以该 n 型掺杂的电子传输层 17 的总重为基准);若该掺杂物为碱金属氮化物、碱金属醋酸盐、碱金属碳酸盐、或碱金属硝酸盐时,该掺杂物的掺杂量可介于 1-50wt% 之间(即该掺杂物可具有一重量百分比介于 1-50wt% 之间,以该 n 型掺杂的电子传输层 17 的总重为基准)。若该掺杂物的掺杂量低于下限值,会导致该 n 型掺杂的电子传输层 17 的电子传输能力降低;若该掺杂物的掺杂量高于上限值,则易使得该有机发光二极管的使用寿命降低。再者,该 n 型掺杂的电子传输层 17 的厚度可介于 200-1000Å 之间。

[0047] 本发明亦提供一具有有机发光二极管 51 的显示装置 100,该显示装置 100 可实施于一电子装置,例如笔记本电脑、移动电话、数字相机、个人数字助理、桌上型电脑、电视机、车用显示器、或便携式数字影音光碟播放器。请参照图 5,本发明所述的显示装置 100 可包括多个像素,其中每一像素 50 可包括:有机发光二极管 51;以及一晶体管 60,其中该晶体管 60 与该有机发光二极管 51 耦接。有机发光二极管 51 可以为上述实施例中的任一有机发光二极管,例如有机发光二极管 11、21、31、或 41。该晶体管 60 可例如为薄膜晶体管,而在薄膜晶体管的制作上,可采用多晶硅(poly-silicon)、非晶硅(amorphous silicon, a-Si)、有机半导体材料、或是氧化半导体(semiconductor oxide)材料(例如铟镓氧化锌(IGZO)、或氧化铟锌(IZO)),且该薄膜晶体管可为 p 型或是 n 型薄膜晶体管。根据本发明一实施例,该晶体管 60 为一 n 型氧化半导体晶体管。因此,为避免所得的显示装置产生残影(ImageSticking)的现象,可将该 n 型薄膜晶体管的一漏极与本发明所述的有机发光二极管(即为一反置型(inverted)有机发光二极管(反置型有机发光二极管是指其膜层形成顺序为阴极、电子注入层、电子传输层、发光层、空穴传输层、空穴注入层、以及一阳极依序形成于基板上))的阴极进行电性连结,由于本发明所述的有机发光二极管具有改善的电子注入能力,可增进显示装置的发光效率以及降低驱动电压。

[0048] 为了让本发明的上述和其他目的、特征、和优点能更明显易懂,下文特举数实施例配合所附图,作详细说明如下:

[0049] 实施例 1:有机发光二极管(I)

[0050] 使用中性清洁剂、及丙酮以超音波振荡将具有 ITO(700Å)的透明电极(阴极)的玻

璃基板洗净。以氮气将基板吹干,进一步以 UV/ 臭氧清洁。接着于 10^{-5} Pa 的压力下依序沉积低功函数金属层、具有载子注入能力的金属复合层、电子传输层、发光层、空穴传输层、空穴注入层、以及金属阳极于该 ITO 电极上,以获致该有机发光二极管 (I)。以下系列出各层的材质及厚度:

[0051] 低功函数金属层:厚度为30Å,材质为 Mg。

[0052] 具有载子注入能力的金属复合层:厚度为10Å,材质为 MoO_3 。

[0053] n 型掺杂的电子传输层:厚度为200Å,材质是以 BPhen(4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline) 作为主体材料,及 Li 作为客体掺杂,其中 BPhen 与 Li 的重量百分比为 1 : 0.08。

[0054] 电子传输层:厚度为 100Å,材质为 BPhen(4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline)。发光层(红光):厚度为 400Å,材质是以 Rubrence 与 Alq3(Tris(8-hydroxy-quinolinato)aluminium) 作为主体材料(Rubrence 与 Alq3 的比例为 1 : 1),以及 DCJTb(4-(dicyanomethylene)-2-tert-butyl-6-(1,1,7,7-tetramethyljulolidin-4-yl-vinyl)-4H-pyran) 作为客体掺杂,其中 Rubrence 与 Alq3 的总重与 DCJTb 的重量百分比为 1 : 0.01。

[0055] 空穴传输层:厚度为300Å,材质为 NPB(N,N'-bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidine)。空穴注入层:厚度为50Å,材质为 HAT-CN(Dipyrzino[2,3-f:2',3'-h]quinoxaline-2,3,6,7,10,11-hexacarbonitrile)。

[0056] 金属阳极:厚度为1500Å,材质为 Al。

[0057] 该有机发光二极管 (I) 可以下式表示:ITO 700Å/Mg 30Å/ MoO_3 10Å/BPhen: Li (1 : 0.08) 200Å /BPhen 100Å/Rubrence & Alq3 (1 : 1) : DCJTb(1 : 0.01) 400Å/ NPB 300Å/HAT-CN50Å/Al 1500Å。

[0058] 最后,以 PR650 及 Minolta LS110 测量该有机发光二极管 (I) 的光学特性。

[0059] 比较例 1:有机发光二极管 (II)

[0060] 比较例 1 所述的有机发光二极管 (II) 是依据实施例 1 所述的方式形成,除了不形成该低功函数金属层,其余皆与实施例 1 相同。该有机发光二极管 (II) 可以下式表示:ITO 700Å/ MoO_3 10Å/BPhen: Li (1 : 0.08) 200Å /BPhen 100Å/Rubrence & Alq3 (1 : 1) : DCJTb(1 : 0.01) 400Å/ NPB 300Å/HAT-CN 50Å/Al 1500Å。最后,以 PR650 及 Minolta LS110 测量该有机发光二极管 (II) 的光学特性。

[0061] 请参照表 1,是显示有机发光二极管 (I) 与有机发光二极管 (II) 在相同电流密度 ($10\text{mA}/\text{cm}^2$) 的操作状况下,其相对光电性质的比较:

[0062]

	相对驱动电压 (%)	相对亮度(%)	相对电流效率 (%)	相对功率效率 (%)
有机发光二极管(I)	90.7%	148.5%	148.5%	163.8%
有机发光二极管(II)	100%	100%	100%	100%

[0063] 表 1

[0064] 由表 1 可知,有机发光二极管 (I) 比有机发光二极管 (II) 多一层低功函数金属层,有机发光二极管 (I) 的起始驱动电压可下降 10% 左右,且电流效率可提升 40% 左右。

[0065] 比较例 2 :有机发光二极管 (III)

[0066] 比较例 2 所述的有机发光二极管 (III) 是依据实施例 1 所述的方式形成,除了不形成该具有载子注入能力的金属复合层,其余皆与实施例 1 相同。该有机发光二极管 (III) 可以下式表示:ITO 700Å/Mg 30Å/BPhen:Li (1 : 0.08) 200Å/BPhen 100Å/Rubrene & Alq3 (1 : 1) :DCJTb (1 : 0.01) 400Å/NPB 300Å/HAT-CN 50Å/Al 1500Å。

[0067] 最后,以 PR650 及 Minolta LS110 测量该有机发光二极管 (III) 的光学特性。

[0068] 请参照表 2,是显示有机发光二极管 (I) 与有机发光二极管 (III) 在相同电流密度 (10mA/cm²) 的操作状况下,其相对光电性质的比较:

[0069]

	相对驱动电压 (%)	相对亮度(%)	相对电流效率 (%)	相对功率效率 (%)
有机发光二极管(I)	97.2%	125.4%	125.4%	129.1%
有机发光二极管(III)	100%	100%	100%	100%

[0070] 表 2

[0071] 由表 2 可知,有机发光二极管 (I) 比有机发光二极管 (III) 多一层具有载子注入能力的金属复合层,使得有机发光二极管 (I) 的起始驱动电压可下降 3% 左右,电流效率可提升 25% 左右。

[0072] 实施例 2 :有机发光二极管 (IV)

[0073] 使用中性清洁剂、及丙酮以超音波振荡将具有 ITO(700Å)的透明电极 (阴极) 的玻璃基板洗净。以氮气将基板吹干,进一步以 UV/ 臭氧清洁。接着于 10⁻⁵Pa 的压力下依序沉积低功函数金属层、具有载子注入能力的金属复合层、n 型掺杂的电子传输层、电子传输层、

发光层、空穴传输层、空穴注入层、以及金属阳极于该 ITO 电极上,以获致反置型有机发光二极管 (IV)。以下系列出各层的材质及厚度。

[0074] 低功函数金属层:厚度为30Å,材质为 Mg。

[0075] 具有载子注入能力的金属复合层:厚度为10Å,材质为 MoO₃。

[0076] n 型掺杂的电子传输层:厚度为200Å,材质是以 BPhen(4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline) 作为主体材料,及 Li 作为客体掺杂,其中 BPhen 与 Li 的重量百分比为 1 : 0.08。

[0077] 电子传输层:厚度为100Å,材质为 BPhen(4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline)。发光层(绿光):厚度为400Å,材质是以 TPBA(2,2'-bi(9,10-diphenyl-anthracene) 作为主体材料,及 C545T(10-(2-Benzothiazolyl)-2,3,6,7-tetrahydro-1,1,7,7-tetramethyl-1H,5H,11H-(1)benzopyrroprano(6,7-8-I,j)quinolizin-11-one) 作为客体掺杂,其中 TPBA 及 C545T 的重量百分比为 1 : 0.05。

[0078] 空穴传输层:厚度为300Å,材质为 NPB(N,N'-bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidine)。

[0079] 空穴注入层:厚度为50Å,材质为 HAT-CN(Dipyrzino[2,3-f:2',3'-h]quinoxaline-2,3,6,7,10,11-hexacarbonitrile)。

[0080] 金属阳极:厚度为1500Å,材质为 Al。

[0081] 该有机发光二极管 (IV) 可以下式表示: ITO 700Å/Mg 30Å/MoO₃ 10Å/BPhen: Li (1 : 0.08) 200Å/BPhen 100Å/TPBA: C545T(1 : 0.05) 400Å/NPB 300Å/HAT-CN 50Å/Al 1500Å。

[0082] 最后,以 PR650 及 Minolta LS110 测量该有机发光二极管 (IV) 的光学特性。

[0083] 比较例 3:有机发光二极管 (V)

[0084] 使用中性清洁剂、及丙酮以超音波振荡将具有 ITO(700Å)的透明电极(阳极)的玻璃基板洗净。以氮气将基板吹干,进一步以 UV/ 臭氧清洁。接着于 10⁻⁵Pa 的压力下依序沉积空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层、电子注入层、以及金属阴极于该 ITO 电极上,以获致标准型有机发光二极管 (V)。其中,比较例 3 所使用的电子注入层为 LiF(厚度为10Å)、以及阴极为 Al(厚度为1500Å)。此外,比较例 3 所使用的空穴注入层、空穴传输层、发光层、以及电子传输层其厚度及材质皆与实施例 2 相同。该有机发光二极管 (V) 可以下式表示: ITO 700Å/ HAT-CN 50Å/NPB 300Å/TPBA: C545T(1 : 0.05) 400Å/BPhen 300Å/LiF 10Å/Al 1500Å。

[0085] 最后,以 PR650 及 Minolta LS110 测量该有机发光二极管 (V) 的光学特性。

[0086] 请参照图 6,是显示该有机发光二极管 (IV) 与 (V) 的操作电压与电流密度的关系;图 7 则是显示电流密度与功率效率的关系;此外,图 8 则是显示操作亮度 (L)/ 起始亮度 (Lo) 与时间的关系。请参照表 3,是显示有机发光二极管 (IV) 与有机发光二极管 (V) 在相同电流密度 (10mA/cm²) 的操作状况下,其相对光电性质的比较:

[0087]

	相对驱动电压 (%)	相对亮度(%)	相对功率效率 (%)	相对使用寿命 (%)(在电流密度为 60mA/cm ² 的状况下)
有机发光二极管(IV)	79%	97%	122%	280%
有机发光二极管(V)	100%	100%	100%	100%

[0088]

[0089] 表 3

[0090] 由图 6、图 7 至图 8 及表 3 可知,有机发光二极管 (IV) 比有机发光二极管 (V) 多了低功函数金属层 / 具有载子注入能力的金属复合层 /n 型掺杂的电子传输层此迭层结构,即使该有机发光二极管 (V) 为标准型的有机发光二极管 (即膜层形成顺序为阳极、空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层、电子注入层、以及阴极依序形成于基板上),实施例 2 所述的反置型有机发光二极管 (IV) 的起始驱动电压仍较该标准型的有机发光二极管 (V) 下降 20% 左右、且功率效率提升 20% 左右。此外,实施例 2 所述的反置型有机发光二极管 (IV) 其使用寿命为该标准型的有机发光二极管 (V) 的 2.8 倍左右。

[0091] 实施例 3 :有机发光二极管 (VI)

[0092] 使用中性清洁剂、及丙酮以超音波振荡将玻璃基板洗净,再以氮气将基板吹干。接着于 10^{-5} Pa 的压力下依序沉积反射层、阴极、低功函数金属层、具有载子注入能力的金属复合层、n 型掺杂的电子传输层、电子传输层、发光层、空穴传输层、空穴注入层、以及透明阳极于该基板上,以获致反置型有机发光二极管 (VI)。以下系列出各层的材质及厚度。

[0093] 反射层 :厚度为1000Å,材质为 Al。

[0094] 阴极 :厚度为100Å,材质为 ITO。

[0095] 低功函数金属层 :厚度为30Å,材质为 Mg。

[0096] 具有载子注入能力的金属复合层 :厚度为10Å,材质为 MoO₃。

[0097] n 型掺杂的电子传输层 :厚度为150Å ,材质是以 BPhen(4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline) 作为主体材料,及 Li 作为客体掺杂,其中 BPhen 与 Li 的重量百分比为 1 : 0.08。

[0098] 电子传输层 :厚度为100Å,材质为 BPhen(4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline)。

[0099] 发光层 (蓝光) : 厚度为 250Å , 材质是以 MADN(2-methyl-9,10-bis(naphthalen-2-yl)anthracene) 作为主体材料, 以及 DPVABi(4,4'-bis[4-(di-p-tolylamino)styryl]biphenyl) 作为客体掺杂,其中 MADN 与 DPVABi 的重量百分比为 1 : 0.05。

[0100] 空穴传输层：厚度为250Å，材质为NPB(N, N'-bis(naphthalen-1-yl)-N, N'-bis(phenyl)-benzidine)。

[0101] 空穴注入层：厚度为50Å，材质为HAT-CN(Dipyrzino[2,3-f:2',3'-h]quinoxaline-2,3,6,7,10,11-hexacarbonitrile)。

[0102] 透明阳极：厚度为800Å，材质为IZO。

[0103] 该有机发光二极管(VI)可以下式表示：
Al 1000Å/ITO 100Å/Mg 30Å/MoO₃ 10Å/BPhen:Li(1 : 0.08) 150Å/BPhen 100Å/MADN:DPVABi(1 : 0.05) 250Å/NPB 250Å/HAT-CN 50Å/IZO800Å。

[0104] 最后，以PR650及Minolta LS110测量该有机发光二极管(VI)的光学特性。

[0105] 比较例4：有机发光二极管(VII)

[0106] 使用中性清洁剂、及丙酮以超音波振荡将玻璃基板洗净，在以氮气将基板吹干。接着于10⁻⁵Pa的压力下依序沉积反射层、阳极、空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层、电子注入层、以及透明阴极于基板上，以获致标准型有机发光二极管(VII)。其中，比较例4所使用的阳极为ITO(厚度为100Å)、电子注入层为BPhen:Li(厚度为150Å)、以及阴极为IZO(厚度为800Å)。此外，比较例3所使用的反射层、空穴注入层、空穴传输层、发光层、及电子传输层其厚度及材质皆与实施例3相同。该有机发光二极管(VII)可以下式表示：Al 1000Å/ITO 100Å/HAT-CN 50Å/NPB 250Å/MADN:DPVABi(1 : 0.05) 250Å/BPhen 100Å/BPhen:Li(1 : 0.08) 150Å/IZO 800Å。

[0107] 最后，以PR650及Minolta LS110测量该有机发光二极管(VII)的光学特性。

[0108] 请参照图9，是显示该有机发光二极管(VI)与(VII)的操作电压与电流密度的关系；图10则是显示电流密度与功率效率的关系；此外，图11则是显示操作亮度(L)/起始亮度(L₀)与时间的关系。请参照表4，是显示有机发光二极管(VI)与有机发光二极管(VII)在相同电流密度(10mA/cm²)的操作状况下，其相对光电性质的比较：

[0109]

	相对驱动电压 (%)	相对亮度(%)	相对功率效率 (%)	相对使用寿命 (%)(在电流密度为60mA/cm ² 的状况下)
有机发光二极管(VI)	88%	96%	109%	580%
有机发光二极管(VII)	100%	100%	100%	100%

[0110]

[0111] 表4

[0112] 由图 9、图 10 及图 11 及表 4 可知,有机发光二极管 (VI) 比有机发光二极管 (VII) 多了低功函数金属层 / 具有载子注入能力的金属复合层 /n 型掺杂的电子传输层此迭层结构,即使该有机发光二极管 (VII) 为标准型的有机发光二极管 (即膜层形成顺序为阳极、空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层、电子注入层、以及阴极依序形成于基板上),实施例 3 所述的反置型有机发光二极管 (VI) 的起始驱动电压仍较该标准型的有机发光二极管 (VII) 下降 12% 左右、且功率效率提升 9% 左右。此外,实施例 3 所述的反置型有机发光二极管 (VI) 其使用寿命为该标准型的有机发光二极管 (VII) 的 5.8 倍左右。

[0113] 实施例 4 :有机发光二极管 (VIII)

[0114] 实施例 4 所述的有机发光二极管 (VIII) 是依据实施例 3 所述的方式形成,除了将低功函数金属层的材料由 Mg 改为 Li、具有载子注入能力的金属复合层的材料由 MoO_3 改为 ReO_3 ,其余皆与实施例 3 相同。该有机发光二极管 (VIII) 可以下式表示 :
 $\text{Al } 1000\text{\AA}/\text{ITO } 100\text{\AA}/\text{Li } 30\text{\AA}/ \text{ReO}_3 \text{ } 10\text{\AA}/ \text{BPhen: Li } (1 : 0.08) \text{ } 150\text{\AA}/\text{BPhen } 100\text{\AA}/\text{MADN: DPVABi } (1 : 0.05) \text{ } 250\text{\AA}/\text{NPB}250\text{\AA}/\text{HAT-CN } 50\text{\AA}/\text{IZO } 800\text{\AA}。$

[0115] 实施例 5 :有机发光二极管 (IX)

[0116] 实施例 5 所述的有机发光二极管 (IX) 是依据实施例 3 所述的方式形成,除了将低功函数金属层的材料由 Mg 改为 Ca、具有载子注入能力的金属复合层的材料由 MoO_3 改为 V_2O_5 ,其余皆与实施例 3 相同。该有机发光二极管 (IX) 可以下式表示 :
 $\text{Al } 1000\text{\AA}/\text{ITO } 100\text{\AA}/\text{Ca } 30\text{\AA}/ \text{V}_2\text{O}_5 \text{ } 10\text{\AA}/ \text{BPhen: Li } (1 : 0.08) \text{ } 150\text{\AA}/\text{BPhen } 100\text{\AA}/\text{MADN: DPVABi } (1 : 0.05) \text{ } 250\text{\AA}/\text{NPB}250\text{\AA}/\text{HAT-CN } 50\text{\AA}/\text{IZO } 800\text{\AA}。$

[0117] 综上所述,本发明所述的有机发光二极管 (例如为一反置型有机发光二极管) 具有一复合的电子注入层 (包括一低功函数金属层以及一具有载子注入能力的金属复合层),可改善该有机发光二极管的电子注入能力,进一步降低驱动电压、增加发光效率、以及延长使用寿命。

[0118] 虽然本发明已以实施例揭露如上,然其并非用以限定本发明,任何本领域的技术人员,在不脱离本发明的精神和范围内,当可作些许的更动与润饰,因此本发明的保护范围当以权利要求所界定范围为基准。

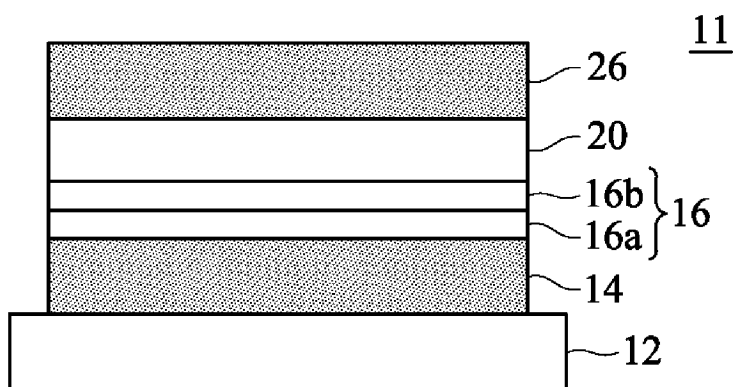


图 1

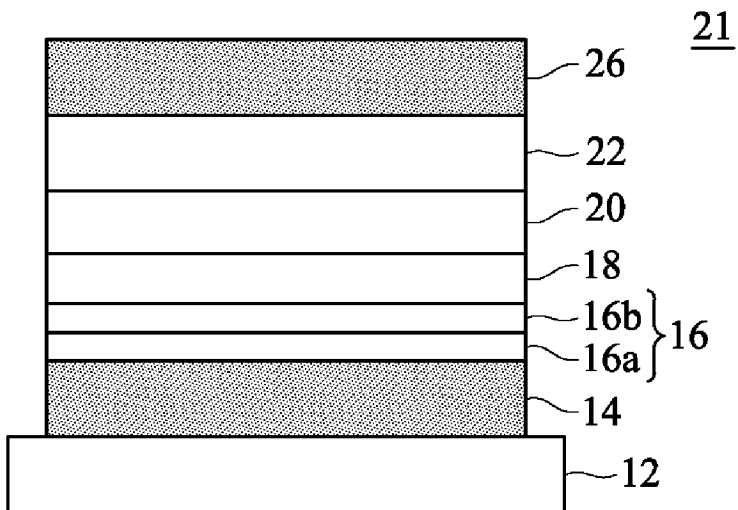


图 2

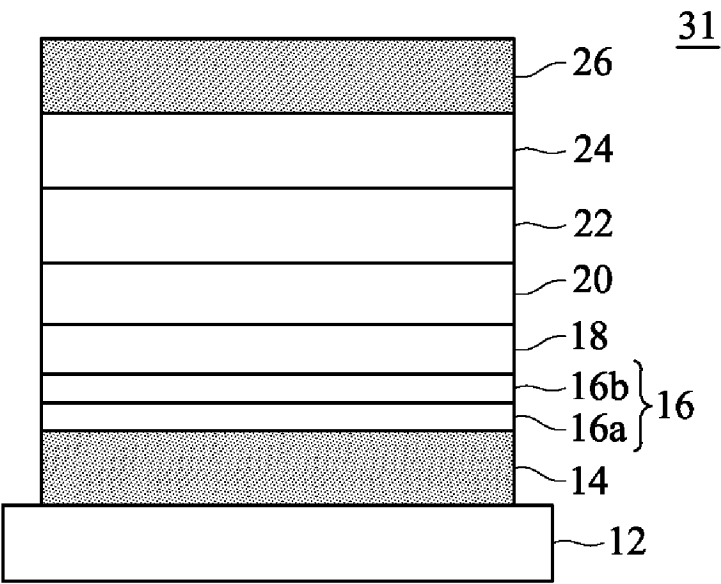


图 3

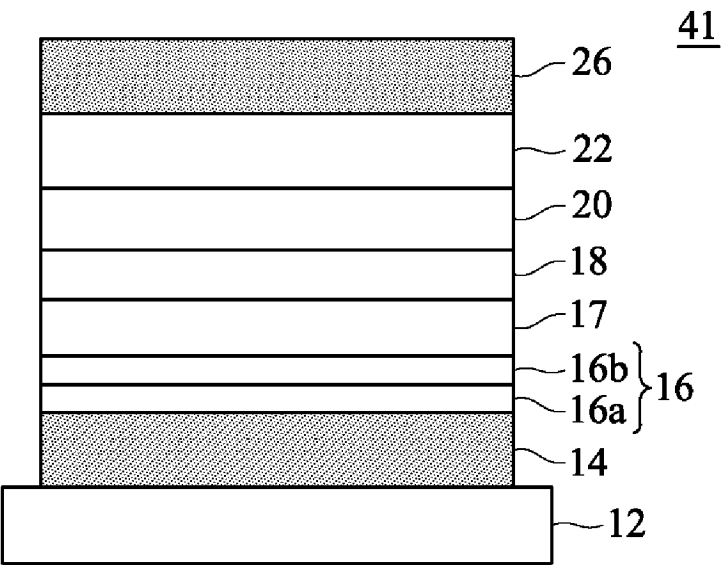


图 4

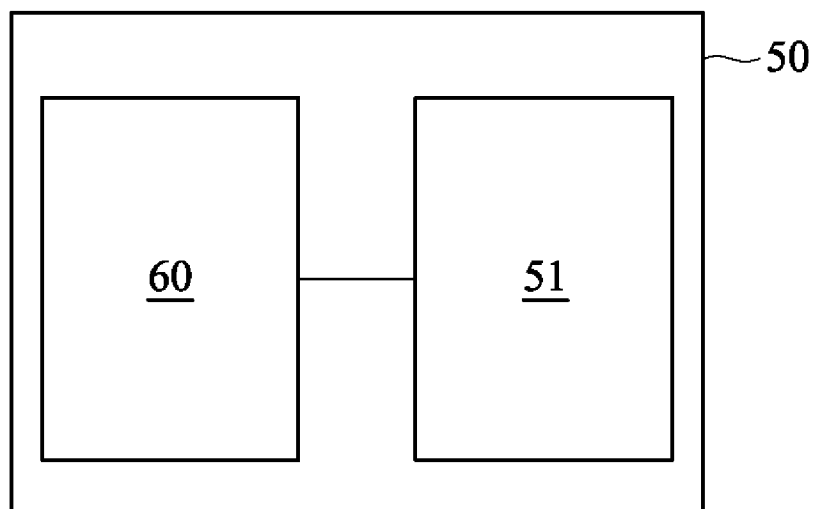
100

图 5

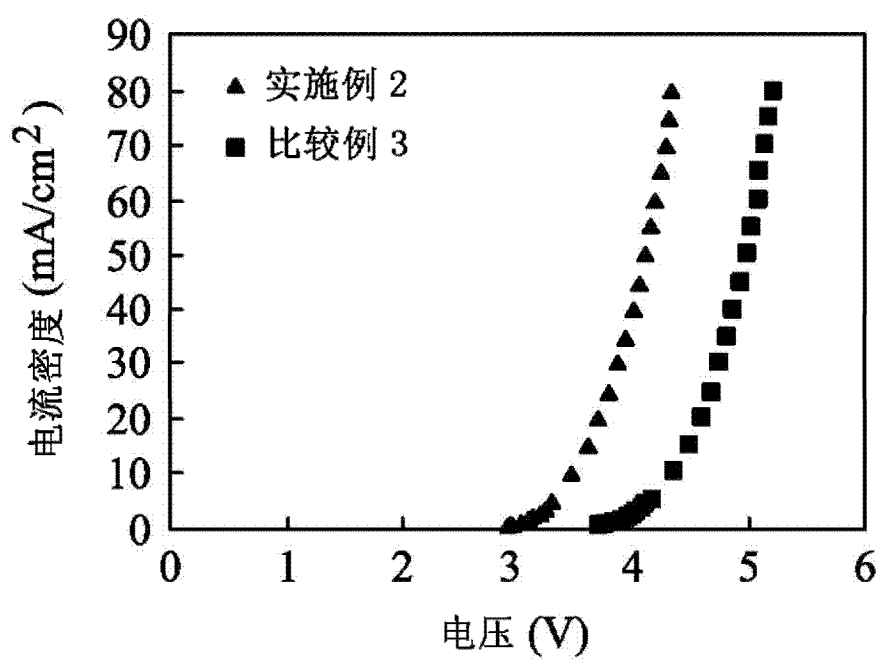


图 6

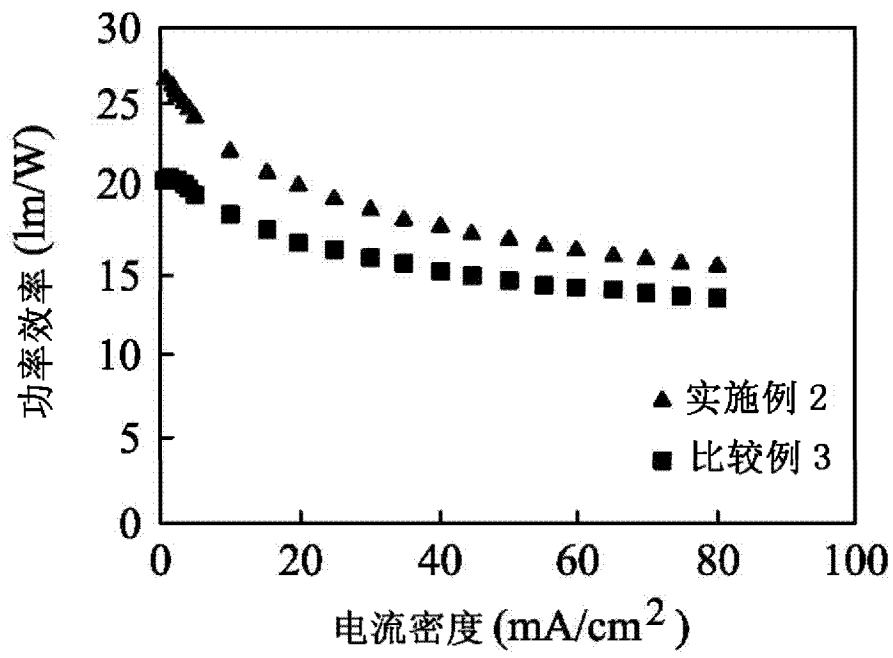


图 7

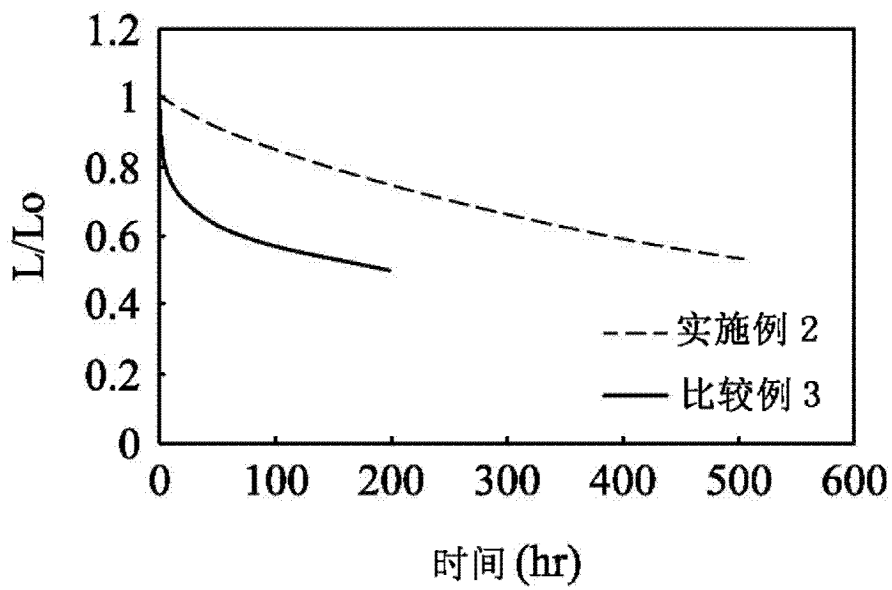


图 8

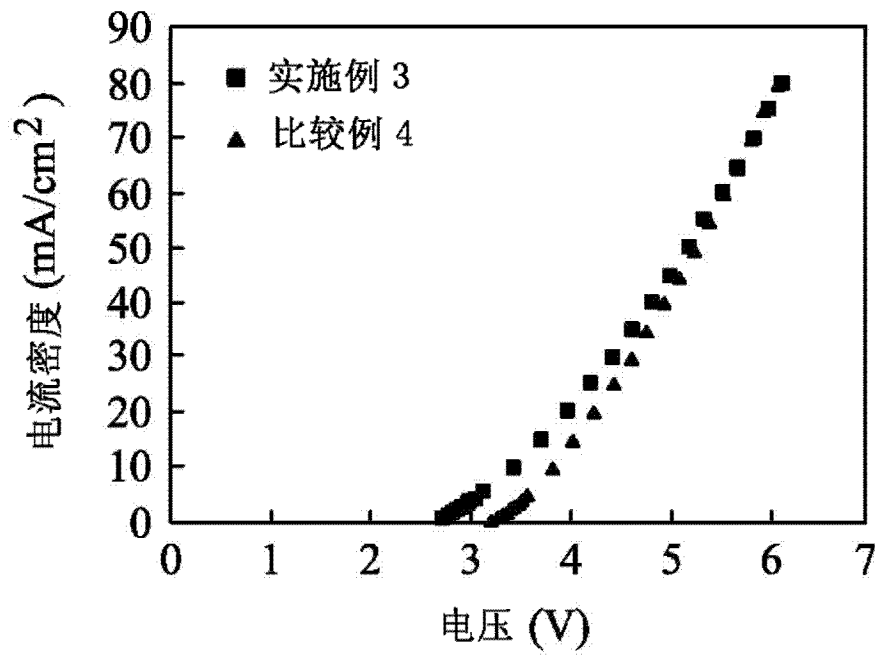


图 9

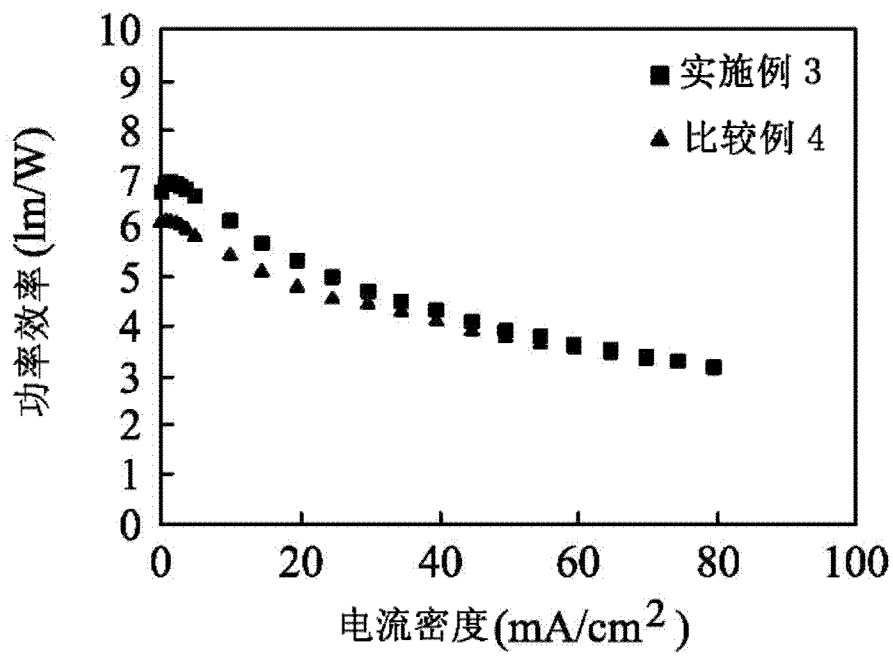


图 10

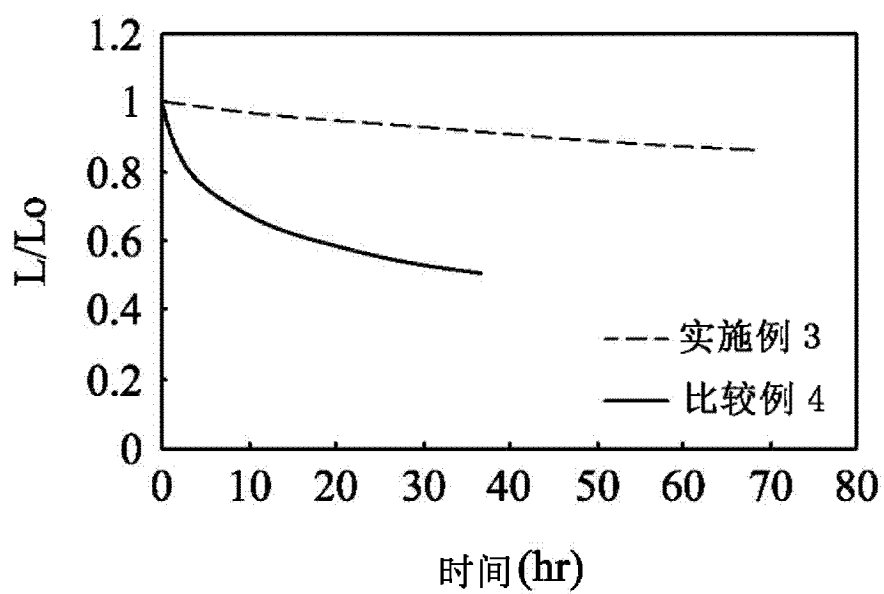


图 11

专利名称(译)	有机发光二极管及包括其的显示装置		
公开(公告)号	CN103378297A	公开(公告)日	2013-10-30
申请号	CN201210123897.8	申请日	2012-04-25
[标]申请(专利权)人(译)	群康科技(深圳)有限公司 群创光电股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	群康科技(深圳)有限公司 群创光电股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	群康科技(深圳)有限公司 奇美电子股份有限公司		
[标]发明人	苏信远 李竣凯 黄建勋		
发明人	苏信远 李竣凯 黄建勋		
IPC分类号	H01L51/50 H01L51/54		
代理人(译)	李鹤松		
其他公开文献	CN103378297B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种有机发光二极管及包括其的显示装置。该有机发光二极管包括一基板；一阴极配置于该基板之上；一电子注入层配置于该阴极之上，其中该电子注入层包括一低功函数金属层，以及一具有载子注入能力的金属复合层；一发光层配置于该电子注入层之上；以及一阳极配置于该发光层之上。

