



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106601775 B

(45)授权公告日 2019.07.02

(21)申请号 201611179978.4

H01L 51/52(2006.01)

(22)申请日 2016.12.19

H01L 51/56(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106601775 A

(43)申请公布日 2017.04.26

(73)专利权人 武汉华星光电技术有限公司

地址 430070 湖北省武汉市东湖开发区高新大道666号生物城C5栋

(72)发明人 汤金明 倪晶

(56)对比文件

CN 105932166 A, 2016.09.07,

CN 102891265 A, 2013.01.23,

CN 1838427 A, 2006.09.27,

US 2008284326 A1, 2008.11.20,

CN 104576700 A, 2015.04.29,

JP 2010034042 A, 2010.02.12,

审查员 沈冬云

(74)专利代理机构 深圳市德力知识产权代理事务所 44265

代理人 林才桂

(51)Int.Cl.

H01L 27/32(2006.01)

H01L 51/50(2006.01)

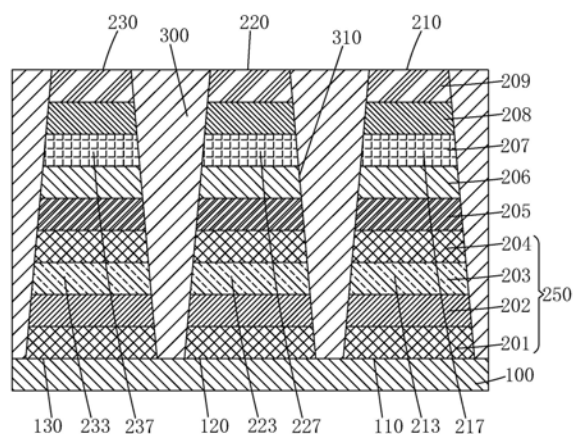
权利要求书3页 说明书14页 附图1页

(54)发明名称

OLED显示装置及其制作方法

(57)摘要

本发明提供一种OLED显示装置及其制作方法,通过在红、绿、蓝色OLED器件的阳极层中分别设置第一、第二、第三透明半导体层,并且将所述第一、第二、第三透明半导体层设置为不同的厚度来实现红、绿、蓝色OLED器件的发光效率分别达到最佳,所述第一、第二、第三透明半导体层通过利用三道掩膜板进行等离子体增强化学气相沉积的方法沉积形成,与传统的OLED显示装置相比,本发明中分别设置于红、绿、蓝色OLED器件中的空穴传输层的厚度相等,可以采用一道普通金属掩膜板在同一道蒸镀制程中形成,由于利用FMM沉积无机膜的技术相对于沉积有机膜的技术更成熟且有更高的良率,所以从总体来讲,本发明的技术方案具有明显的制程优势。



1. 一种OLED显示装置,其特征在于,包括基板(100)、以及数个阵列排布于所述基板(100)上的红色OLED器件(210)、绿色OLED器件(220)及蓝色OLED器件(230);

所述红色OLED器件(210)、绿色OLED器件(220)及蓝色OLED器件(230)均包括在所述基板(100)上从下到上依次设置的第一透明导电金属氧化物层(201)、金属层(202)、透明半导体层(203)、第二透明导电金属氧化物层(204)、空穴注入层(205)、空穴传输层(206)、发光层(207)、电子传输层(208)及阴极层(209);

所述红色OLED器件(210)、绿色OLED器件(220)及蓝色OLED器件(230)的透明半导体层(203)分别为第一透明半导体层(213)、第二透明半导体层(223)及第三透明半导体层(233);

所述红色OLED器件(210)、绿色OLED器件(220)及蓝色OLED器件(230)的发光层(207)分别为红色发光层(217)、绿色发光层(227)及蓝色发光层(237);

所述第一、第二、第三透明半导体层(213、223、233)的材料相同,且折射率为 η_P ;所述第二透明导电金属氧化物层(204)的折射率为 η_I ;所述空穴注入层(205)的折射率为 η_J ;所述空穴传输层(206)的折射率为 η_T ;所述红色发光层(217)发出的红光的峰值波长为 λ_R ,所述绿色发光层(227)发出的绿光的峰值波长为 λ_G ,所述蓝色发光层(237)发出的蓝光的峰值波长为 λ_B ;所述第一、第二、第三透明半导体层(213、223、233)的厚度分别定义为 d_{RP} 、 d_{GP} 、 d_{BP} ,所述第二透明导电金属氧化物层(204)的厚度定义为 d_I ,所述空穴注入层(205)的厚度定义为 d_J ,所述空穴传输层(206)的厚度定义为 d_T ;那么,所述 d_{RP} 、 d_I 、 d_J 、 d_T 之间的关系满足关系式(1):

$$\eta_P \times d_{RP} + \eta_I \times d_I + \eta_J \times d_J + \eta_T \times d_T = (2m_R + 1) \lambda_R / 4 \quad (1);$$

其中, m_R 为自然数;

所述 d_{GP} 、 d_I 、 d_J 、 d_T 之间的关系满足关系式(2):

$$\eta_P \times d_{GP} + \eta_I \times d_I + \eta_J \times d_J + \eta_T \times d_T = (2m_G + 1) \lambda_G / 4 \quad (2);$$

其中, m_G 为自然数;

所述 d_{BP} 、 d_I 、 d_J 、 d_T 之间的关系满足关系式(3):

$$\eta_P \times d_{BP} + \eta_I \times d_I + \eta_J \times d_J + \eta_T \times d_T = (2m_B + 1) \lambda_B / 4 \quad (3);$$

其中, m_B 为自然数。

2. 如权利要求1所述的OLED显示装置,其特征在于,所述第一、第二、第三透明半导体层(213、223、233)的材料均为 SiO_2 、 TiO_2 、 MgO 、 ZnO 、 Al_2O_3 、 SnO_2 、 InO_2 、 ZrO_2 、 SiN_x 、 Si_3N_4 、 MgF_2 、 CaF_2 、 ZnSe 、或 ZnS ,其中, $X > 1$;

所述第一、第二、第三透明半导体层(213、223、233)的透光率大于80%;所述第一、第二、第三透明半导体层(213、223、233)的折射率均在1.0-3.5之间。

3. 如权利要求1所述的OLED显示装置,其特征在于,所述第一、第二透明导电金属氧化物层(201、204)的材料为氧化铟锡;所述金属层(202)的材料为银。

4. 如权利要求1所述的OLED显示装置,其特征在于,所述红色发光层(217)、绿色发光层(227)、及蓝色发光层(237)均包括主体材料与掺杂染料;

所述红色发光层(217)的主体材料为CBP,掺杂染料为红色磷光染料,所述红色磷光染料为 $\text{Ir}(\text{DBQ})_2(\text{acac})$;

所述绿色发光层(227)的主体材料为CBP,掺杂染料为绿色磷光染料,所述绿色磷光染料为 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$;

所述蓝色发光层(237)的主体材料为AND,掺杂染料为蓝色荧光染料,所述蓝色荧光染料为BUBD-1;

所述空穴注入层(205)的材料包括HAT(CN)₆;

所述电子传输层(208)的材料包括BPhen。

5.如权利要求1所述的OLED显示装置,其特征在于,所述阴极层(209)的材料包括低功函数金属、低功函数金属与铜、金、银中的至少一种形成的合金、低功函数金属氮化物、以及低功函数金属氟化物中的至少一种;所述低功函数金属包括锂、镁、钙、锶、铝、铟中的至少一种。

6.一种OLED显示装置的制作方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤1、提供基板(100),所述基板(100)具有数个阵列排布的红色像素区域(110)、绿色像素区域(120)及蓝色像素区域(130);

在所述基板(100)上对应所述红色像素区域(110)、绿色像素区域(120)及蓝色像素区域(130)均由下至上依次沉积形成第一透明导电金属氧化物层(201)及金属层(202);

采用等离子体增强化学气相沉积法并利用三道掩膜板在所述金属层(202)上对应红色像素区域(110)、绿色像素区域(120)及蓝色像素区域(130)分别沉积形成透明半导体层(203),对应所述红色像素区域(110)、绿色像素区域(120)及蓝色像素区域(130)的透明半导体层(203)分别为第一透明半导体层(213)、第二透明半导体层(223)及第三透明半导体层(233);

在所述透明半导体层(203)上对应所述红色像素区域(110)、绿色像素区域(120)及蓝色像素区域(130)均沉积形成第二透明导电金属氧化物层(204);

步骤2、在所述第二透明导电金属氧化物层(204)上对应所述红色像素区域(110)、绿色像素区域(120)及蓝色像素区域(130)均由下至上依次沉积形成空穴注入层(205)、空穴传输层(206);

在所述空穴传输层(206)上对应所述红色像素区域(110)、绿色像素区域(120)及蓝色像素区域(130)分别沉积形成发光层(207),对应所述红色像素区域(110)、绿色像素区域(120)及蓝色像素区域(130)的发光层(207)分别为红色发光层(217)、绿色发光层(227)及蓝色发光层(237);

在所述发光层(207)上对应所述红色像素区域(110)、绿色像素区域(120)及蓝色像素区域(130)均沉积形成电子传输层(208);

步骤3、在所述电子传输层(208)上对应所述红色像素区域(110)、绿色像素区域(120)及蓝色像素区域(130)均沉积形成阴极层(209),得到分别对应所述红色像素区域(110)、绿色像素区域(120)及蓝色像素区域(130)的红色OLED器件(210)、绿色OLED器件(220)及蓝色OLED器件(230);

所述第一、第二、第三透明半导体层(213、223、233)的材料相同,且折射率为 n_P ;所述第二透明导电金属氧化物层(204)的折射率为 n_I ;所述空穴注入层(205)的折射率为 n_J ;所述空穴传输层(206)的折射率为 n_T ;所述红色发光层(217)发出的红光的峰值波长为 λ_R ,所述绿色发光层(227)发出的绿光的峰值波长为 λ_G ,所述蓝色发光层(237)发出的蓝光的峰值波长为 λ_B ;所述第一、第二、第三透明半导体层(213、223、233)的厚度分别定义为 d_{RP} 、 d_{GP} 、 d_{BP} ,所述第二透明导电金属氧化物层(204)的厚度定义为 d_I ,所述空穴注入层(205)的厚度定义为 d_J ,

所述空穴传输层(206)的厚度定义为 d_T ;那么,所述 d_{RP} 、 d_I 、 d_J 、 d_T 之间的关系满足关系式(1):

$$\eta_P \times d_{RP} + \eta_I \times d_I + \eta_J \times d_J + \eta_T \times d_T = (2m_R + 1) \lambda_R / 4 \quad (1);$$

其中, m_R 为自然数;

所述 d_{GP} 、 d_I 、 d_J 、 d_T 之间的关系满足关系式(2):

$$\eta_P \times d_{GP} + \eta_I \times d_I + \eta_J \times d_J + \eta_T \times d_T = (2m_G + 1) \lambda_G / 4 \quad (2);$$

其中, m_G 为自然数;

所述 d_{BP} 、 d_I 、 d_J 、 d_T 之间的关系满足关系式(3):

$$\eta_P \times d_{BP} + \eta_I \times d_I + \eta_J \times d_J + \eta_T \times d_T = (2m_B + 1) \lambda_B / 4 \quad (3);$$

其中, m_B 为自然数。

7.如权利要求6所述的OLED显示装置的制作方法,其特征在于,所述第一、第二、第三透明半导体层(213、223、233)的材料均为 SiO_2 、 TiO_2 、 MgO 、 ZnO 、 Al_2O_3 、 SnO_2 、 InO_2 、 ZrO_2 、 SiN_x 、 Si_3N_4 、 MgF_2 、 CaF_2 、 ZnSe 、或 ZnS ,其中, $x > 1$;

所述第一、第二、第三透明半导体层(213、223、233)的透光率大于80%;所述第一、第二、第三透明半导体层(213、223、233)的折射率均在1.0-3.5之间。

8.如权利要求6所述的OLED显示装置的制作方法,其特征在于,所述第一、第二透明导电金属氧化物层(201、204)的材料为氧化铟锡;所述金属层(202)的材料为银;

所述步骤1中,采用磁控溅射的方式沉积形成所述第一、第二透明导电金属氧化物层(201、204)以及所述金属层(202)。

9.如权利要求6所述的OLED显示装置的制作方法,其特征在于,所述红色发光层(217)、绿色发光层(227)、及蓝色发光层(237)均包括主体材料与掺杂染料;

所述红色发光层(217)的主体材料为CBP,掺杂染料为红色磷光染料,所述红色磷光染料为 $\text{Ir}(\text{DBQ})_2(\text{acac})$;

所述绿色发光层(227)的主体材料为CBP,掺杂染料为绿色磷光染料,所述绿色磷光染料为 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$;

所述蓝色发光层(237)的主体材料为AND,掺杂染料为蓝色荧光染料,所述蓝色荧光染料为BUBD-1;

所述空穴注入层(205)的材料包括 $\text{HAT}(\text{CN})_6$;

所述电子传输层(208)的材料包括BPhen;

所述步骤2中,采用真空蒸镀的方式沉积形成所述空穴注入层(205)、空穴传输层(206)、发光层(207)及电子传输层(208)。

10.如权利要求6所述的OLED显示装置的制作方法,其特征在于,所述阴极层(209)的材料包括低功函数金属、低功函数金属与铜、金、银中的至少一种形成的合金、低功函数金属氮化物、以及低功函数金属氟化物中的至少一种;所述低功函数金属包括锂、镁、钙、锶、铝、铟中的至少一种;

所述步骤3中,采用真空蒸镀的方式沉积形成所述阴极层(209)。

OLED显示装置及其制作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及显示技术领域,尤其涉及一种OLED显示装置及其制作方法。

背景技术

[0002] 有机发光二极管(Organic Light-Emitting Diode,OLED)显示器,也称为有机电致发光显示器,是一种新兴的平板显示装置,由于其具有自发光、驱动电压低、发光效率高、响应时间短、清晰度与对比度高、近180°视角、使用温度范围宽,可实现柔性显示与大面积全色显示等诸多优点,被业界公认为是最有发展潜力的显示装置。其优越性能和巨大的市场潜力,吸引了全世界众多厂家和科研机构投入到OLED显示面板的生产和研发中。

[0003] OLED器件通常包括:基板、设于基板上的阳极、设于阳极上的空穴注入层、设于空穴注入层上的空穴传输层、设于空穴传输层上的发光层、设于发光层上的电子传输层、设于电子传输层上的电子注入层、及设于电子注入层上的阴极。OLED器件的发光原理为半导体材料和有机发光材料在电场驱动下,通过载流子注入和复合导致发光。具体的,在一定电压驱动下,电子和空穴分别从阴极和阳极注入到电子传输层和空穴传输层,电子和空穴分别经过电子传输层和空穴传输层迁移到发光层,并在发光层中相遇,形成激子并使发光分子激发,后者经过辐射弛豫而发出可见光。

[0004] 为了制备具有窄带发射的OLED显示面板,人们通过改变OLED显示面板的结构,制备OLED显示面板的法布里-珀罗(Fabry-Perot)光学微腔来获得高亮度的窄带发射。光学微腔不仅实现了窄带发射,而且还使得发射强度相对于无微腔结构的器件而言大大增强。常规的Fabry-Perot光学微腔结构需要两个反射镜面,一般采用金属-金属结构,因此Fabry-Perot光学微腔结构的微腔总光程受制于OLED显示面板中有机膜层的厚度及折射率。

[0005] 具体的,对于全彩显示OLED显示装置来说,为了使红、绿、蓝色OLED器件分别达到最优化的发光效率,一般将不同颜色OLED器件中的空穴传输层设置为不同的厚度,来调节红、绿、蓝光的光程,利用Fabry-Perot共振原理计算出最佳光程,使红、绿、蓝色发光层分别位于第二反波节的位置,从而发光效率达到最大。这就要求所述红、绿、蓝色OLED器件的空穴传输层需要采用三道不同的精密金属掩模板(FMM,Fine Metal Mask)并且通过三道蒸镀制程制备,从而增加了生产成本并延长了制程时间,同时由于制程的复杂性导致产品良率降低。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种OLED显示装置,能够实现红、绿、蓝色OLED器件的发光效率分别达到最佳,并且制程工艺成熟,能够降低成本,提高产品良率。

[0007] 本发明的目的还在于提供一种OLED显示装置的制作方法,能够实现红、绿、蓝色OLED器件的发光效率分别达到最佳,并且制程工艺成熟,能够降低成本,提高产品良率。

[0008] 为实现上述目的,本发明提供一种OLED显示装置,包括基板、以及数个阵列排布于所述基板上的红色OLED器件、绿色OLED器件及蓝色OLED器件;

[0009] 所述红色OLED器件、绿色OLED器件及蓝色OLED器件均包括在所述基板上从下到上依次设置的第一透明导电金属氧化物层、金属层、透明半导体层、第二透明导电金属氧化物层、空穴注入层、空穴传输层、发光层、电子传输层及阴极层；

[0010] 所述红色OLED器件、绿色OLED器件及蓝色OLED器件的透明半导体层分别为第一透明半导体层、第二透明半导体层及第三透明半导体层；

[0011] 所述红色OLED器件、绿色OLED器件及蓝色OLED器件的发光层分别为红色发光层、绿色发光层及蓝色发光层；

[0012] 所述第一、第二、第三透明半导体层的材料相同，且折射率为 η_P ；所述第二透明导电金属氧化物层的折射率为 η_I ；所述空穴注入层的折射率为 η_J ；所述空穴传输层的折射率为 η_T ；所述红色发光层发出的红光的峰值波长为 λ_R ，所述绿色发光层发出的绿光的峰值波长为 λ_G ，所述蓝色发光层发出的蓝光的峰值波长为 λ_B ；所述第一、第二、第三透明半导体层的厚度分别定义为 d_{RP} 、 d_{GP} 、 d_{BP} ，所述第二透明导电金属氧化物层的厚度定义为 d_I ，所述空穴注入层的厚度定义为 d_J ，所述空穴传输层的厚度定义为 d_T ；那么，所述 d_{RP} 、 d_I 、 d_J 、 d_T 之间的关系满足关系式(1)：

$$[0013] \quad \eta_P \times d_{RP} + \eta_I \times d_I + \eta_J \times d_J + \eta_T \times d_T = (2m_R + 1) \lambda_R / 4 \quad (1);$$

[0014] 其中， m_R 为自然数；

[0015] 所述 d_{GP} 、 d_I 、 d_J 、 d_T 之间的关系满足关系式(2)：

$$[0016] \quad \eta_P \times d_{GP} + \eta_I \times d_I + \eta_J \times d_J + \eta_T \times d_T = (2m_G + 1) \lambda_G / 4 \quad (2);$$

[0017] 其中， m_G 为自然数；

[0018] 所述 d_{BP} 、 d_I 、 d_J 、 d_T 之间的关系满足关系式(3)：

$$[0019] \quad \eta_P \times d_{BP} + \eta_I \times d_I + \eta_J \times d_J + \eta_T \times d_T = (2m_B + 1) \lambda_B / 4 \quad (3);$$

[0020] 其中， m_B 为自然数。

[0021] 所述第一、第二、第三透明半导体层的材料均为 SiO_2 、 TiO_2 、 MgO 、 ZnO 、 Al_2O_3 、 SnO_2 、 InO_2 、 ZrO_2 、 SiN_x 、 Si_3N_4 、 MgF_2 、 CaF_2 、 ZnSe 、或 ZnS ，其中， $x > 1$ ；

[0022] 所述第一、第二、第三透明半导体层的透光率大于80%；所述第一、第二、第三透明半导体层的折射率均在1.0-3.5之间。

[0023] 所述第一、第二透明导电金属氧化物层的材料为氧化铟锡；所述金属层的材料为银。

[0024] 所述红色发光层、绿色发光层、及蓝色发光层均包括主体材料与掺杂染料；

[0025] 所述红色发光层的主体材料为CBP，掺杂染料为红色磷光染料，所述红色磷光染料为 $\text{Ir}(\text{DBQ})_2(\text{acac})$ ；

[0026] 所述绿色发光层的主体材料为CBP，掺杂染料为绿色磷光染料，所述绿色磷光染料为 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ ；

[0027] 所述蓝色发光层的主体材料为AND，掺杂染料为蓝色荧光染料，所述蓝色荧光染料为BUBD-1；

[0028] 所述空穴注入层的材料包括HAT(CN)₆；

[0029] 所述电子传输层的材料包括BPhen。

[0030] 所述阴极层的材料包括低功函数金属、低功函数金属与铜、金、银中的至少一种形成的合金、低功函数金属氮化物、以及低功函数金属氟化物中的至少一种；所述低功函数金

属包括锂、镁、钙、锶、铝、铟中的至少一种。

[0031] 本发明还提供一种OLED显示装置的制作方法,包括如下步骤:

[0032] 步骤1、提供基板,所述基板具有数个阵列排布的红色像素区域、绿色像素区域及蓝色像素区域;

[0033] 在所述基板上对应所述红色像素区域、绿色像素区域及蓝色像素区域均由下至上依次沉积形成第一透明导电金属氧化物层及金属层;

[0034] 采用等离子体增强化学气相沉积法并利用三道掩模板在所述金属层上对应红色像素区域、绿色像素区域及蓝色像素区域分别沉积形成透明半导体层,对应所述红色像素区域、绿色像素区域及蓝色像素区域的透明半导体层分别为第一透明半导体层、第二透明半导体层及第三透明半导体层;

[0035] 在所述透明半导体层上对应所述红色像素区域、绿色像素区域及蓝色像素区域均沉积形成第二透明导电金属氧化物层;

[0036] 步骤2、在所述第二透明导电金属氧化物层上对应所述红色像素区域、绿色像素区域及蓝色像素区域均由下至上依次沉积形成空穴注入层、空穴传输层;

[0037] 在所述空穴传输层上对应所述红色像素区域、绿色像素区域及蓝色像素区域分别沉积形成发光层,对应所述红色像素区域、绿色像素区域及蓝色像素区域的发光层分别为红色发光层、绿色发光层及蓝色发光层;

[0038] 在所述发光层上对应所述红色像素区域、绿色像素区域及蓝色像素区域均沉积形成电子传输层;

[0039] 步骤3、在所述电子传输层上对应所述红色像素区域、绿色像素区域及蓝色像素区域均沉积形成阴极层,得到分别对应所述红色像素区域、绿色像素区域及蓝色像素区域的红色OLED器件、绿色OLED器件及蓝色OLED器件;

[0040] 所述第一、第二、第三透明半导体层的材料相同,且折射率为 η_P ;所述第二透明导电金属氧化物层的折射率为 η_I ;所述空穴注入层的折射率为 η_J ;所述空穴传输层的折射率为 η_T ;所述红色发光层发出的红光的峰值波长为 λ_R ,所述绿色发光层发出的绿光的峰值波长为 λ_G ,所述蓝色发光层发出的蓝光的峰值波长为 λ_B ;所述第一、第二、第三透明半导体层的厚度分别定义为 d_{RP} 、 d_{GP} 、 d_{BP} ,所述第二透明导电金属氧化物层的厚度定义为 d_I ,所述空穴注入层的厚度定义为 d_J ,所述空穴传输层的厚度定义为 d_T ;那么,所述 d_{RP} 、 d_I 、 d_J 、 d_T 之间的关系满足关系式(1):

$$[0041] \quad \eta_P \times d_{RP} + \eta_I \times d_I + \eta_J \times d_J + \eta_T \times d_T = (2m_R + 1) \lambda_R / 4 \quad (1);$$

[0042] 其中, m_R 为自然数;

[0043] 所述 d_{GP} 、 d_I 、 d_J 、 d_T 之间的关系满足关系式(2):

$$[0044] \quad \eta_P \times d_{GP} + \eta_I \times d_I + \eta_J \times d_J + \eta_T \times d_T = (2m_G + 1) \lambda_G / 4 \quad (2);$$

[0045] 其中, m_G 为自然数;

[0046] 所述 d_{BP} 、 d_I 、 d_J 、 d_T 之间的关系满足关系式(3):

$$[0047] \quad \eta_P \times d_{BP} + \eta_I \times d_I + \eta_J \times d_J + \eta_T \times d_T = (2m_B + 1) \lambda_B / 4 \quad (3);$$

[0048] 其中, m_B 为自然数。

[0049] 所述第一、第二、第三透明半导体层的材料均为 SiO_2 、 TiO_2 、 MgO 、 ZnO 、 Al_2O_3 、 SnO_2 、 InO_2 、 ZrO_2 、 SiN_x 、 Si_3N_4 、 MgF_2 、 CaF_2 、 ZnSe 、或 ZnS ,其中, $x > 1$;

[0050] 所述第一、第二、第三透明半导体层的透光率大于80%；所述第一、第二、第三透明半导体层的折射率均在1.0-3.5之间。

[0051] 所述第一、第二透明导电金属氧化物层的材料为氧化铟锡；所述金属层的材料为银；

[0052] 所述步骤1中，采用磁控溅射的方式沉积形成所述第一、第二透明导电金属氧化物层以及所述金属层。

[0053] 所述红色发光层、绿色发光层、及蓝色发光层均包括主体材料与掺杂染料；

[0054] 所述红色发光层的主体材料为CBP，掺杂染料为红色磷光染料，所述红色磷光染料为Ir (DBQ)₂(acac)；

[0055] 所述绿色发光层的主体材料为CBP，掺杂染料为绿色磷光染料，所述绿色磷光染料为Ir (ppy)₃；

[0056] 所述蓝色发光层的主体材料为AND，掺杂染料为蓝色荧光染料，所述蓝色荧光染料为BUBD-1；

[0057] 所述空穴注入层的材料包括HAT (CN)₆；

[0058] 所述电子传输层的材料包括BPhen；

[0059] 所述步骤2中，采用真空蒸镀的方式沉积形成所述空穴注入层、空穴传输层、发光层及电子传输层。

[0060] 所述阴极层的材料包括低功函数金属、低功函数金属与铜、金、银中的至少一种形成的合金、低功函数金属氮化物、以及低功函数金属氟化物中的至少一种；所述低功函数金属包括锂、镁、钙、锶、铝、铟中的至少一种；

[0061] 所述步骤3中，采用真空蒸镀的方式沉积形成所述阴极层。

[0062] 本发明的有益效果：本发明提供一种OLED显示装置及其制作方法，通过在红、绿、蓝色OLED器件的阳极层中分别设置第一、第二、第三透明半导体层，并且将所述第一、第二、第三透明半导体层设置为不同的厚度来实现红、绿、蓝色OLED器件的发光效率分别达到最佳，所述第一、第二、第三透明半导体层通过利用三道掩膜板进行等离子体增强化学气相沉积的方法沉积形成，与传统的OLED显示装置相比，本发明的OLED显示装置中分别设置于红、绿、蓝色OLED器件中的空穴传输层的厚度相等，因此可以采用一道普通金属掩膜板在同一道蒸镀制程中形成，从而节约了有机功能层制程中的三道精密金属掩膜板(FMM)，虽然阳极层的制程相对现有技术复杂一些，但由于利用FMM沉积无机膜的技术相对沉积有机膜的技术成熟且有更高的良率，所以从总体来讲，本发明的技术方案仍然具有明显的制程优势，在节约成本的同时提高了产品良率。

[0063] 为了能更进一步了解本发明的特征以及技术内容，请参阅以下有关本发明的详细说明与附图，然而附图仅提供参考与说明用，并非用来对本发明加以限制。

附图说明

[0064] 下面结合附图，通过对本发明的具体实施方式详细描述，将使本发明的技术方案及其它有益效果显而易见。

[0065] 附图中，

[0066] 图1为本发明的OLED显示装置的结构示意图；

[0067] 图2为本发明的OLED显示装置的制作方法的流程图。

具体实施方式

[0068] 为更进一步阐述本发明所采取的技术手段及其效果,以下结合本发明的优选实施例及其附图进行详细描述。

[0069] 请参阅图1,本发明提供一种OLED显示装置,包括基板100、以及数个阵列排布于所述基板100上的红色OLED器件210、绿色OLED器件220及蓝色OLED器件230;

[0070] 所述红色OLED器件210、绿色OLED器件220及蓝色OLED器件230均包括在所述基板100上从下到上依次设置的第一透明导电金属氧化物层201、金属层202、透明半导体层203、第二透明导电金属氧化物层204、空穴注入层205、空穴传输层206、发光层207、电子传输层208及阴极层209;

[0071] 在每一红、绿、蓝色OLED器件210、220、230中,从下到上依次层叠设置的第一透明导电金属氧化物层201、金属层202、透明半导体层203、第二透明导电金属氧化物层204共同构成阳极层250;

[0072] 所述红色OLED器件210、绿色OLED器件220及蓝色OLED器件230的透明半导体层203分别为第一透明半导体层213、第二透明半导体层223及第三透明半导体层233;

[0073] 所述红色OLED器件210、绿色OLED器件220及蓝色OLED器件230的发光层207分别为红色发光层217、绿色发光层227及蓝色发光层237;

[0074] 所述第一、第二、第三透明半导体层213、223、233的材料相同,且折射率为 η_P ;所述第二透明导电金属氧化物层204的折射率为 η_I ;所述空穴注入层205的折射率为 η_J ;所述空穴传输层206的折射率为 η_T ;所述红色发光层217发出的红光的峰值波长为 λ_R ,所述绿色发光层227发出的绿光的峰值波长为 λ_G ,所述蓝色发光层237发出的蓝光的峰值波长为 λ_B ;所述第一、第二、第三透明半导体层213、223、233的厚度分别定义为 d_{RP} 、 d_{GP} 、 d_{BP} ,所述第二透明导电金属氧化物层204的厚度定义为 d_I ,所述空穴注入层205的厚度定义为 d_J ,所述空穴传输层206的厚度定义为 d_T ,那么,所述 d_{RP} 、 d_I 、 d_J 、 d_T 之间的关系满足关系式(1):

[0075] $\eta_P \times d_{RP} + \eta_I \times d_I + \eta_J \times d_J + \eta_T \times d_T = (2m_R + 1) \lambda_R / 4$ (1);

[0076] 其中, m_R 为自然数;

[0077] 所述 d_{GP} 、 d_I 、 d_J 、 d_T 之间的关系满足关系式(2):

[0078] $\eta_P \times d_{GP} + \eta_I \times d_I + \eta_J \times d_J + \eta_T \times d_T = (2m_G + 1) \lambda_G / 4$ (2);

[0079] 其中, m_G 为自然数;

[0080] 所述 d_{BP} 、 d_I 、 d_J 、 d_T 之间的关系满足关系式(3):

[0081] $\eta_P \times d_{BP} + \eta_I \times d_I + \eta_J \times d_J + \eta_T \times d_T = (2m_B + 1) \lambda_B / 4$ (3);

[0082] 其中, m_B 为自然数。

[0083] 并且,通常情况下,选取 $m_R = m_G = m_B$,由于 λ_R 、 λ_G 、 λ_B 互不相等,因此 d_{RP} 、 d_{GP} 、 d_{BP} 互不相等,也即是说,本发明通过调节红、绿、蓝色OLED器件210、220、230中第一、第二、第三透明半导体层213、223、233的厚度来分别实现红、绿、蓝色OLED器件210、220、230的发光效率达到最佳,所述第一、第二、第三透明半导体层213、223、233可以通过利用三道掩膜板进行等离子体增强化学气相沉积(PECVD, Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition)的方法沉积形成,与传统的OLED显示装置相比,本发明OLED显示装置的红、绿、蓝色OLED器件210、

220、230中的空穴传输层206的厚度相同,因此红、绿、蓝色OLED器件210、220、230中的空穴传输层206可以采用一道普通金属掩模板(CMM,Common Metal Mask)在同一道蒸镀制程中形成,从而节约了有机功能层制程中三道精密金属掩模板(FMM),虽然阳极层250的制程相对现有技术复杂一些,但由于利用FMM沉积无机膜的技术相对于沉积有机膜的技术成熟且有更高的良率,所以,从总体来讲,本发明的技术方案仍然具有明显的制程优势。

[0084] 具体的,本发明的OLED显示装置中,在每一红、绿、蓝色OLED器件210、220、230中的阳极层250,属于反射电极,所述阴极层209为半透明电极,从而所述红、绿、蓝色OLED器件210、220、230均为顶发射OLED器件,本发明的OLED显示装置为顶发射OLED显示装置。

[0085] 具体的,以上关系式(1)、(2)、(3)的推理过程为:

[0086] 根据Fabry-Perot共振原理,为使顶发光OLED器件的发光效率达到最佳,所述顶发光OLED器件中从发光层到反射阳极的距离d需要满足以下关系式(4):

[0087] $[\{(2m+1)/4\} - (1/8)]\lambda < \eta d < [\{(2m+1)/4\} + (1/8)]\lambda$ (4);

[0088] 其中,d表示从发光层到反射阳极的距离, η 表示所述发光层与反射阳极之间的材料的折射率, λ 表示发光层发出的光的峰值波长,m表示自然数。

[0089] 进一步优选的,所述距离d满足以下关系式(5):

[0090] $[\{(2m+1)/4\} - (1/16)]\lambda < \eta d < [\{(2m+1)/4\} + (1/16)]\lambda$ (5);

[0091] 由此得出,最优的,所述距离 $d = (2m+1)\lambda / (4\eta)$ 。

[0092] 具体到本发明的红/绿/蓝色OLED器件210/220/230中,从发光层到反射阳极的距离d等于位于所述金属层202上方的透明半导体层203、第二透明导电金属氧化物层204、空穴注入层205及空穴传输层206的厚度之和。

[0093] 具体到所述红色OLED器件210中,从红色发光层217到阳极层250的距离 $d_R = d_{RP} + d_I + d_J + d_T$,从而 $\eta \times d_R = \eta_P \times d_{RP} + \eta_I \times d_I + \eta_J \times d_J + \eta_T \times d_T = (2m_R + 1)\lambda_R / 4$ 。

[0094] 具体到所述绿色OLED器件220中,从绿色发光层227到阳极层250的距离 $d_G = d_{BP} + d_I + d_J + d_T$,从而 $\eta \times d_G = \eta_P \times d_{GP} + \eta_I \times d_I + \eta_J \times d_J + \eta_T \times d_T = (2m_G + 1)\lambda_G / 4$ 。

[0095] 具体到所述蓝色OLED器件230中,从蓝色发光层237到阳极层250的距离 $d_B = d_{BP} + d_I + d_J + d_T$,从而 $\eta \times d_B = \eta_P \times d_{BP} + \eta_I \times d_I + \eta_J \times d_J + \eta_T \times d_T = (2m_B + 1)\lambda_B / 4$ 。

[0096] 具体的,所述基板100为透明刚性基板或透明柔性基板,所述透明刚性基板可以是玻璃基板,所述柔性基板材料包括聚酯类化合物与聚酰亚胺类化合物中的至少一种。本发明实施例中,所述基板100为玻璃基板。

[0097] 具体的,本发明的OLED显示装置还包括设于所述基板100上的像素定义层300,所述像素定义层300设有数个通孔310,所述数个红、绿、蓝色OLED器件210、220、230分别设于所述数个通孔310内。

[0098] 具体的,所述像素定义层300上的数个通孔310均呈锥形,并且所述通孔310的尺寸从远离所述基板100的一端向靠近所述基板100的一端逐渐增大。

[0099] 具体的,所述像素定义层300为有机绝缘材料,优选为聚酰亚胺(PI)。

[0100] 优选的,所述第一、第二透明导电金属氧化物层201、204的材料为氧化铟锡,所述金属层203的材料为银。

[0101] 具体的,所述第一、第二、第三透明半导体层213、223、233的材料均选自氧化物、硫化物、硒化物、氮化物、及氟化物等,主要为二氧化硅(SiO_2)、二氧化钛(TiO_2)、氧化镁(MgO)、

氧化锌 (ZnO)、氧化铝 (Al₂O₃)、二氧化锡 (SnO₂)、二氧化铟 (InO₂)、二氧化锆 (ZrO₂)、氮化硅 (SiN_x) (X>1)、四氮化三硅 (Si₃N₄)、二氟化镁 (MgF₂)、二氟化钙 (CaF₂)、硒化锌 (ZnSe)、或硫化锌 (ZnS) 等。

[0102] 具体的,所述第一、第二、第三透明半导体层213、223、233的透光率大于80%,优选为大于85%,更优选为大于90%。

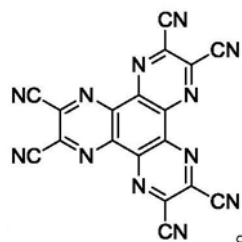
[0103] 具体的,所述第一、第二、第三透明半导体层213、223、233的折射率一般在1.0-3.5之间,优选在1.4-2.5之间,

[0104] 优选的,所述第一、第二、第三透明半导体层213、223、233的材料为SiO₂、TiO₂、SiN_x (X>1)、Si₃N₄、MgF₂、CaF₂、ZnSe;其中,TiO₂的折射率n=2.2-2.5,SiO₂的折射率n=1.5,SiN_x的折射率n=1.9-2.0,ZnSe的折射率n=2.4-2.5,MgF₂的折射率n=1.39;CaF₂的折射率n=1.44;ZnS的折射率n=2.38;ZrO₂的折射率n=1.93。

[0105] 具体的,所述阴极层209的材料包括低功函数金属、低功函数金属与铜、金、银中的至少一种形成的合金、低功函数金属氮化物、以及低功函数金属氟化物中的至少一种;所述低功函数金属包括锂、镁、钙、锶、铝、铟中的至少一种。

[0106] 优选的,所述阴极层209为镁银合金层、由镁银合金层与银层叠加构成的复合层、由氟化锂层或氮化锂层与银层叠加构成的复合层、或者由氟化锂层或氮化锂层与铝层叠加构成的复合层。本发明实施例中,所述阴极层209为镁银合金层。

[0107] 具体的,所述空穴注入层205的材料包括HAT (CN)₆,所述HAT (CN)₆的结构式为



[0108] 具体的,所述空穴传输层206的材料包括merck公司的HTM081。

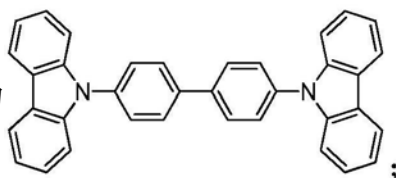
[0109] 具体的,所述红色发光层217、绿色发光层227、及蓝色发光层237均包括主体材料与掺杂染料。

[0110] 具体的,所述红色发光层217的主体材料为CBP,所述掺杂染料为红色磷光染料,优选的,所述红色磷光染料为Ir (DBQ)₂ (acac)。具体的,所述红色发光层217中,所述掺杂染料的浓度为3wt%-5wt%。

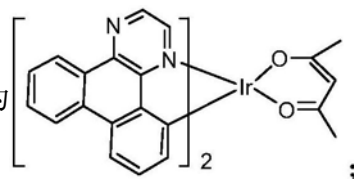
[0111] 具体的,所述绿色发光层227的主体材料为CBP,所述掺杂染料为绿色磷光染料,优选的,所述绿色磷光染料为Ir (ppy)₃。具体的,所述绿色发光层227中,所述掺杂染料的浓度为3wt%-15wt%,优选为3wt%-10wt%,更优选为5wt%-10wt%。

[0112] 具体的,所述蓝色发光层237的主体材料为AND,所述掺杂染料为蓝色荧光染料,优选的,所述蓝色荧光染料为BUBD-1。具体的,所述蓝色发光层237中,所述掺杂染料的浓度为3wt%-5wt%。

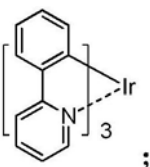
[0113] 具体的,所述CBP的结构式为



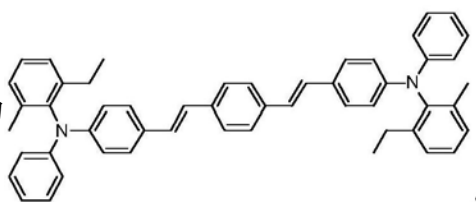
[0114] 所述Ir (DBQ)₂(acac)的结构式为



[0115] 所述Ir (ppy)₃的结构式为

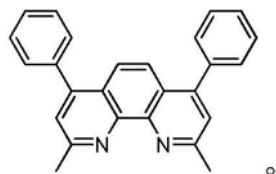


[0116] 所述BUBD-1的结构式为



[0117] 具体的,所述红色发光层217发出的红光的峰值波长 λ_R 为612nm,所述绿色发光层227发出的绿光的峰值波长 λ_G 为512nm,所述蓝色发光层237发出的蓝光的峰值波长 λ_B 为468nm。

[0118] 具体的,所述电子传输层208的材料包括BPhen,所述BPhen的结构式为



[0119] 具体的,所述第一、第二透明导电金属氧化物层201、204的厚度为10nm-200nm,优选为10nm-100nm,更优选为10nm-50nm。

[0120] 具体的,所述金属层202的厚度为80nm-300nm,优选为80nm-200nm,更优选为100nm-150nm。

[0121] 具体的,所述空穴注入层205的厚度为5nm-30nm,优选为5nm-20nm,更优选为5nm-10nm。

[0122] 具体的,所述空穴传输层206的厚度为20nm-400nm,优选为50nm-300nm,更优选为50nm-200nm。

[0123] 具体的,所述红色发光层217的厚度为10nm-30nm,优选为15nm-25nm,更优选为20nm-25nm。

[0124] 具体的,所述绿色发光层227的厚度为10nm-50nm,优选为20nm-40nm,更优选为30nm-40nm。

[0125] 具体的,所述蓝色发光层237的厚度为10nm-50nm,优选为20nm-40nm,更优选为30nm-40nm。

[0126] 具体的,所述电子传输层208的厚度为5nm-50nm,优选为20nm-40nm,更优选为25nm-35nm。

[0127] 上述OLED显示装置,通过在红、绿、蓝色OLED器件210、220、230中分别设置第一、第二、第三透明半导体层213、223、233,并且将所述第一、第二、第三透明半导体层213、223、233设置为不同的厚度来实现红、绿、蓝色OLED器件210、220、230的发光效率分别达到最佳,所述第一、第二、第三透明半导体层213、223、233可以通过利用三道掩膜板进行等离子体增强化学气相沉积的方法沉积形成,与传统的OLED显示装置相比,本发明OLED显示装置的红、绿、蓝色OLED器件210、220、230中的空穴传输层206的厚度相同,因此红、绿、蓝色OLED器件210、220、230中的空穴传输层206可以采用一道普通金属掩膜板(CMM)在同一道蒸镀制程中形成,从而节约了有机功能层制程中三道精密金属掩膜板(FMM),虽然阳极层的制程相对现有技术复杂一些,但由于利用FMM沉积无机膜的技术相对于沉积有机膜的技术成熟且有更高的良率,所以,从总体来讲,本发明的技术方案仍然具有明显的制程优势,在节约成本的同时提高了产品良率。

[0128] 请参阅图2,同时参阅图1,本发明还提供一种上述OLED显示装置的制作方法,包括如下步骤:

[0129] 步骤1、形成阳极层:提供基板100,在所述基板100上形成像素定义层300,所述像素定义层300上设有间隔设置的数个通孔310,所述数个通孔310在所述基板100上限定出数个红色像素区域110、绿色像素区域120及蓝色像素区域130;

[0130] 在所述基板100上对应所述红色像素区域110、绿色像素区域120及蓝色像素区域130均由下至上依次沉积形成第一透明导电金属氧化物层201及金属层202;

[0131] 采用等离子体增强化学气相沉积法并利用三道掩膜板在所述金属层202上对应红色像素区域110、绿色像素区域120及蓝色像素区域130分别沉积形成透明半导体层203,对应所述红色像素区域110、绿色像素区域120及蓝色像素区域130的透明半导体层203分别为第一透明半导体层213、第二透明半导体层223及第三透明半导体层233;

[0132] 在所述透明半导体层203上对应所述红色像素区域110、绿色像素区域120及蓝色像素区域130均沉积形成第二透明导电金属氧化物层204。具体的,所述像素定义层300上的数个通孔310均呈锥形,并且所述通孔310的尺寸从远离所述基板100的一端向靠近所述基板100的一端逐渐增大。

[0133] 具体的,对应每一红色像素区域110、绿色像素区域120及蓝色像素区域130,从下到上依次层叠设置的第一透明导电金属氧化物层201、金属层202、透明半导体层203、第二透明导电金属氧化物层204共同构成阳极层250。

[0134] 具体的,所述步骤1中,采用磁控溅射的方式,在 1×10^{-5} Pa的真空下沉积所述第一、第二透明导电金属氧化物层201、204,沉积速率为60nm/min。

[0135] 具体的,所述步骤1中,采用磁控溅射的方式,在 1×10^{-5} Pa的真空下沉积所述金属层202,沉积速率为2400nm/min。

[0136] 由于所述像素定义层300上的数个通孔310均呈锥形,并且所述通孔310的尺寸从远离所述基板100的一端向靠近所述基板100的一端逐渐增大,这样可以保证在采用磁控溅射的方式来形成所述第一、第二透明导电金属氧化物层201、204及所述金属层202时,所述数个通孔310的孔壁上不会被溅射上靶材料,避免数个通孔310中对应的结构层经由通孔

310的孔壁及像素定义层300的顶面相连接。

[0137] 具体的,所述步骤1中,采用AKT公司的PECVD设备沉积形成所述第一、第二、第三透明半导体层213、223、233。

[0138] 步骤2、形成有机功能层:在所述第二透明导电金属氧化物层204上对应所述红色像素区域110、绿色像素区域120及蓝色像素区域130均由下至上依次沉积形成空穴注入层205、空穴传输层206;

[0139] 在所述空穴传输层206上对应所述红色像素区域110、绿色像素区域120及蓝色像素区域130分别沉积形成发光层207,对应所述红色像素区域110、绿色像素区域120及蓝色像素区域130的发光层207分别为红色发光层217、绿色发光层227及蓝色发光层237;

[0140] 在所述发光层207上对应所述红色像素区域110、绿色像素区域120及蓝色像素区域130均沉积形成电子传输层208。

[0141] 具体的,在进行步骤2之前,还需要进行步骤21、清洗所述阳极层250。

[0142] 具体的,所述步骤21中,首先将带有所述阳极层250的基板100在商用清洗剂(如洗洁精)中超声处理,在去离子水中冲洗,在丙酮/乙醇(体积比1/1)混合溶剂中超声除油,在洁净环境下烘烤至完全除去水分,然后用紫外光和臭氧清洗,并采用低能阳离子束(氩气、氮气等离子体)轰击表面,得到洁净的阳极层250。

[0143] 步骤3、形成阴极层:在所述电子传输层208上对应所述红色像素区域110、绿色像素区域120及蓝色像素区域130均沉积形成阴极层209,得到分别对应所述红色像素区域110、绿色像素区域120及蓝色像素区域130的红色OLED器件210、绿色OLED器件220及蓝色OLED器件230。

[0144] 所述第一、第二、第三透明半导体层213、223、233的材料相同,且折射率为 η_P ;所述第二透明导电金属氧化物层204的折射率为 η_I ;所述空穴注入层205的折射率为 η_J ;所述空穴传输层206的折射率为 η_T ;所述红色发光层217发出的红光的峰值波长为 λ_R ,所述绿色发光层227发出的绿光的峰值波长为 λ_G ,所述蓝色发光层237发出的蓝光的峰值波长为 λ_B ;所述第一、第二、第三透明半导体层213、223、233的厚度分别定义为 d_{RP} 、 d_{GP} 、 d_{BP} ,所述第二透明导电金属氧化物层204的厚度定义为 d_I ,所述空穴注入层205的厚度定义为 d_J ,所述空穴传输层206的厚度定义为 d_T ;

[0145] 那么,所述 d_{RP} 、 d_I 、 d_J 、 d_T 之间的关系满足关系式(1):

$$[0146] \quad \eta_P \times d_{RP} + \eta_I \times d_I + \eta_J \times d_J + \eta_T \times d_T = (2m_R + 1) \lambda_R / 4 \quad (1);$$

[0147] 其中, m_R 为自然数;

[0148] 所述 d_{GP} 、 d_I 、 d_J 、 d_T 之间的关系满足关系式(2):

$$[0149] \quad \eta_P \times d_{GP} + \eta_I \times d_I + \eta_J \times d_J + \eta_T \times d_T = (2m_G + 1) \lambda_G / 4 \quad (2);$$

[0150] 其中, m_G 为自然数;

[0151] 所述 d_{BP} 、 d_I 、 d_J 、 d_T 之间的关系满足关系式(3):

$$[0152] \quad \eta_P \times d_{BP} + \eta_I \times d_I + \eta_J \times d_J + \eta_T \times d_T = (2m_B + 1) \lambda_B / 4 \quad (3);$$

[0153] 其中, m_B 为自然数。

[0154] 具体的,所述步骤2中,所述空穴注入层205采用一道普通金属掩膜板(CMM)并且通过一道蒸镀制程制备;

[0155] 所述空穴传输层206采用一道普通金属掩膜板(CMM)并且通过一道蒸镀制程制备;

[0156] 所述红、绿、蓝色发光层217、227、237分别采用三道不同的精密金属掩模板(FMM)并且通过三道蒸镀制程制备;

[0157] 所述电子传输层208采用一道普通金属掩模板(CMM)并且通过一道蒸镀制程制备。

[0158] 具体的,所述步骤3中,所述阴极层209采用一道普通金属掩模板(CMM)并且通过一道蒸镀制程制备。

[0159] 具体的,所述普通金属掩模板(CMM)为仅具有一个开孔的金属掩模板,所述开孔对应于所述基板100上所有需要蒸镀的红色、绿色、蓝色像素区域110、120、130以及位于所有需要蒸镀的红色、绿色、蓝色像素区域110、120、130之间的像素定义层300。

[0160] 由于所述像素定义层300上的数个通孔310均呈锥形,并且所述通孔310的尺寸从远离所述基板100的一端向靠近所述基板100的一端逐渐增大,这样可以保证在采用普通金属掩模板(CMM)来蒸镀所述空穴注入层206、所述空穴传输层206、所述电子传输层208、及所述阴极层209时,所述数个通孔310的孔壁上不会被蒸镀上靶材料,避免数个通孔310中对应的结构层经由通孔310的孔壁及像素定义层300的顶面相连接。

[0161] 具体的,所述步骤2-3中,所有蒸镀制程在真空度为 1×10^{-6} 至 2×10^{-4} Pa的真空腔内进行。

[0162] 具体的,所述空穴注入层205的蒸镀速率为0.05nm/s。

[0163] 具体的,所述空穴传输层206的蒸镀速率为0.1nm/s。

[0164] 具体的,所述红色发光层217采用主体材料与掺杂染料双源共蒸的方式蒸镀而成,其中,所述主体材料的蒸镀速率为0.1nm/s,所述掺杂染料的蒸镀速率为0.003nm/s。

[0165] 具体的,所述绿色发光层227采用主体材料与掺杂染料双源共蒸的方式蒸镀而成,其中,所述主体材料的蒸镀速率为0.1nm/s,所述掺杂染料的蒸镀速率为0.01nm/s。

[0166] 具体的,所述蓝色发光层237采用主体材料与掺杂染料双源共蒸的方式蒸镀而成,其中,所述主体材料的蒸镀速率为0.1nm/s,所述掺杂染料的蒸镀速率为0.005nm/s。

[0167] 具体的,所述电子传输层208的蒸镀速率为0.1nm/s。

[0168] 具体的,上述OLED显示装置的制作方法中,各结构层的具体材料以及厚度范围的选择如前文所述,此处不再赘述。

[0169] 具体的,当阴极层209为镁银合金层时,所述阴极层209的制备方法为:采用镁与银双源共蒸的方式蒸镀而成,其中,镁的蒸镀速率为0.09nm/s,银的蒸镀速率为0.01nm/s。

[0170] 上述OLED显示装置的制作方法,通过在红、绿、蓝色OLED器件210、220、230中分别设置第一、第二、第三透明半导体层213、223、233,并且将所述第一、第二、第三透明半导体层213、223、233设置为不同的厚度来实现红、绿、蓝色OLED器件210、220、230的发光效率分别达到最佳,所述第一、第二、第三透明半导体层213、223、233可以通过利用三道掩模板进行等离子体增强化学气相沉积的方法沉积形成,与传统的OLED显示装置相比,本发明OLED显示装置的红、绿、蓝色OLED器件210、220、230中的空穴传输层206的厚度相同,因此红、绿、蓝色OLED器件210、220、230中的空穴传输层206可以采用一道普通金属掩模板(CMM, Common Metal Mask)在同一道蒸镀制程中形成,从而节约了有机功能层制程中三道精密金属掩模板(FMM),虽然阳极层的制程相对现有技术复杂一些,但由于利用FMM沉积无机膜的技术相对于沉积有机膜的技术成熟且有更高的良率,所以,从总体来讲,本发明的技术方案仍然具有明显的制程优势。

[0171] 以下通过本发明的实施例1与采用现有技术的对比例1的对比对本发明的OLED显示装置及其制作方法的优点进行分析：

[0172] 实施例1

[0173] 实施例1的OLED显示装置中：

[0174] 所述红色OLED器件210包括在所述基板100上从下到上依次设置的第一透明导电金属氧化物层201、金属层202、第一透明半导体层213、第二透明导电金属氧化物层204、空穴注入层205、空穴传输层206、红色发光层217、电子传输层208、及阴极层209。所述红色OLED器件210中，所述第一透明导电金属氧化物层201的材料为ITO，厚度为20nm；所述金属层202的材料为Ag，厚度为150nm；所述第一透明半导体层213的材料为SiO₂，厚度为X_R nm；所述第二透明导电金属氧化物层204的材料为ITO，厚度为20nm；所述空穴注入层205的材料为HAT(CN)₆，厚度为5nm；所述空穴传输层206的材料为HTM081，厚度为20nm；所述红色发光层217包括主体材料CBP与红色磷光染料Ir(DBQ)₂(acac)，所述红色磷光染料Ir(DBQ)₂(acac)的浓度为3wt%，所述红色发光层217的厚度为30nm；所述电子传输层208的材料为Bphen，厚度为20nm；所述阴极层209为镁银合金层，所述镁银合金层中镁与银的质量比为9:1，所述阴极层209的厚度为20nm；

[0175] 所述绿色OLED器件220包括在所述基板100上从下到上依次设置的第一透明导电金属氧化物层201、金属层202、第二透明半导体层223、第二透明导电金属氧化物层204、空穴注入层205、空穴传输层206、绿色发光层227、电子传输层208、及阴极层209。所述绿色OLED器件220中，所述第一透明导电金属氧化物层201的材料为ITO，厚度为20nm；所述金属层202的材料为Ag，厚度为150nm；第二透明半导体层223材料为SiO₂，的厚度为X_G nm；所述第二透明导电金属氧化物层204的材料为ITO，厚度为20nm；所述空穴注入层205的材料为HAT(CN)₆，厚度为5nm；所述空穴传输层206的材料为HTM081，厚度为20nm；所述绿色发光层227包括主体材料CBP与绿色磷光染料Ir(ppy)₃，所述绿色磷光染料Ir(ppy)₃的浓度为10wt%，所述绿色发光层227的厚度为30nm；所述电子传输层208的材料为Bphen，厚度为20nm；所述阴极层209为镁银合金层，所述镁银合金层中镁与银的质量比为9:1，所述阴极层209的厚度为20nm；

[0176] 所述蓝色OLED器件230包括在所述基板100上从下到上依次设置的第一透明导电金属氧化物层201、金属层202、第三透明半导体层233、第二透明导电金属氧化物层204、空穴注入层205、空穴传输层206、蓝色发光层237、电子传输层208、及阴极层209。所述蓝色OLED器件230中，所述第一透明导电金属氧化物层201的材料为ITO，厚度为20nm；所述金属层202的材料为Ag，厚度为150nm；第三透明半导体层233的材料为SiO₂，厚度为X_B nm；所述第二透明导电金属氧化物层204的材料为ITO，厚度为20nm；所述空穴注入层205的材料为HAT(CN)₆，厚度为5nm；所述空穴传输层206的材料为HTM081，厚度为20nm；所述蓝色发光层237包括主体材料CBP与蓝色荧光染料BUBD-1，所述蓝色荧光染料BUBD-1的浓度为5wt%，所述蓝色发光层237的厚度为20nm；所述电子传输层208的材料为Bphen，厚度为20nm；所述阴极层209为镁银合金层，所述镁银合金层中镁与银的质量比为9:1，所述阴极层209的厚度为20nm；

[0177] 为了使红、绿、蓝色发光层217、227、237分别位于反波节的位置，使得红、绿、蓝色OLED器件210、220、230的发光效率分别达到最佳，在m_R=m_G=m_B=3的情况下根据前述关系

式(1)、(2)、(3)分别计算出所述第一、第二、第三透明半导体层213、223、233的厚度为:

$$[0178] \quad X_R = (459 - 1.75 \times 25 - 1.9 \times 20) / 1.5 = 252 \text{nm};$$

$$[0179] \quad X_G = (384 - 1.75 \times 25 - 1.9 \times 20) / 1.5 = 202 \text{nm};$$

$$[0180] \quad X_B = (343 - 1.75 \times 25 - 1.9 \times 20) / 1.5 = 174 \text{nm}。$$

[0181] 实施例2

[0182] 实施例2的OLED显示装置中,所述第一、第二、第三透明半导体层213、223、233采用的材料为TiO₂,所述第一、第二、第三透明半导体层213、223、233的厚度和实施例1不同,其他膜层的设置都与实施例1相同。

[0183] 那么为了使红、绿、蓝色OLED器件210、220、230的发光效率分别达到最佳,分别计算出所述第一、第二、第三透明半导体层213、223、233的厚度为:

$$[0184] \quad X_R = (459 - 1.75 \times 25 - 1.9 \times 20) / 2.5 = 151 \text{nm};$$

$$[0185] \quad X_G = (384 - 1.75 \times 25 - 1.9 \times 20) / 2.5 = 121 \text{nm};$$

$$[0186] \quad X_B = (343 - 1.75 \times 25 - 1.9 \times 20) / 2.5 = 104 \text{nm}。$$

[0187] 对比例1

[0188] 对比例1的OLED显示装置中,所述红、绿、蓝色OLED器件210、220、230中未设置第一、第二、第三透明半导体层213、223、233,且所述红、绿、蓝色OLED器件210、220、230中空穴传输层206的厚度不同,分别为Y_R、Y_G、Y_B,其他膜层的设置都与实施例1相同。

[0189] 那么为了使红、绿、蓝色OLED器件210、220、230的发光效率分别达到最佳,分别计算出所述红、绿、蓝色OLED器件210、220、230的空穴传输层206的厚度为:

$$[0190] \quad Y_R = (459 - 1.75 \times 5 - 1.9 \times 20) / 1.75 = 236 \text{nm};$$

$$[0191] \quad Y_G = (384 - 1.75 \times 5 - 1.9 \times 20) / 1.75 = 193 \text{nm};$$

$$[0192] \quad Y_B = (343 - 1.75 \times 5 - 1.9 \times 20) / 1.75 = 169 \text{nm}。$$

[0193] 在相同电压驱动下,并且用于显示相同画面时,所述实施例1、实施例2与对比例1的OLED显示装置的画面亮度及色度数据分别如表1与表2所示:

[0194] 表1.实施例1的OLED显示装置的画面亮度及色度数据

[0195]

实施例1	亮度cd/m ²	色度CIE-X	色度CIE-Y
W画面	165	0.300	0.313
R画面	59	0.660	0.330
G画面	158	0.237	0.711
B画面	13	0.144	0.044

[0196] 表2.实施例2的OLED显示装置的画面亮度及色度数据

[0197]

实施例2	亮度cd/m ²	色度CIE-X	色度CIE-Y
W画面	168	0.300	0.313
R画面	62	0.660	0.330
G画面	160	0.237	0.711
B画面	15	0.144	0.044

[0198] 表3.对比例1的OLED显示装置的画面亮度及色度数据

[0199]

对比例1	亮度cd/m ²	色度CIE-X	色度CIE-Y
W画面	160	0.300	0.313
R画面	57	0.671	0.329
G画面	156	0.236	0.705
B画面	12	0.144	0.044

[0200] 从上述表1至表3中可以看出,所述实施例1、实施例2与对比例1的OLED显示装置的显示性能基本相同,但是:

[0201] 所述实施例1-2中,通过将所述第一、第二、第三透明半导体层213、223、233设置为不同的厚度,来实现红、绿、蓝色OLED器件210、220、230的发光效率分别达到最佳,所述第一、第二、第三透明半导体层213、223、233通过利用三道掩模板进行PECVD的方法沉积形成,所述红、绿、蓝色OLED器件210、220、230的空穴传输层206的厚度相等,因此可以采用一道普通金属掩模板(CMM)在同一道蒸镀制程中形成红、绿、蓝色OLED器件210、220、230的空穴传输层206,从而节约了有机功能层制程中三道精密金属掩模板。

[0202] 所述对比例1中,通过将所述红、绿、蓝色OLED器件210、220、230的空穴传输层206分别设置为不同的厚度,来实现红、绿、蓝色OLED器件210、220、230的发光效率分别达到最佳,所述红、绿、蓝色OLED器件210、220、230的空穴传输层206的厚度不同,因此所述红、绿、蓝色OLED器件210、220、230的空穴传输层206需要采用三道不同的精密金属掩模板(FMM)并且通过三道蒸镀制程制备。

[0203] 因此,与对比例1相比,本发明的实施例1-2,简化了OLED中有机功能层的蒸镀制程,虽然阳极层的制程相对复杂一些,需要通过利用三道掩模板进行PECVD的方法沉积形成第一、第二、第三透明半导体层213、223、233,但由于利用FMM沉积无机膜的技术相对于沉积有机膜的技术成熟且有更高的良率,所以,从总体来讲,本发明的技术方案仍然具有明显的制程优势,在节约成本的同时提高了产品良率。

[0204] 综上所述,本发明提供一种OLED显示装置及其制作方法,通过在红、绿、蓝色OLED器件的阳极层中分别设置第一、第二、第三透明半导体层,并且将所述第一、第二、第三透明半导体层设置为不同的厚度来实现红、绿、蓝色OLED器件的发光效率分别达到最佳,所述第一、第二、第三透明半导体层通过利用三道掩模板进行等离子体增强化学气相沉积的方法沉积形成,与传统的OLED显示装置相比,本发明的OLED显示装置中分别设置于红、绿、蓝色OLED器件中的空穴传输层的厚度相等,因此可以采用一道普通金属掩模板在同一道蒸镀制程中形成,从而节约了有机功能层制程中的三道精密金属掩模板(FMM),虽然阳极层的制程相对现有技术复杂一些,但由于利用FMM沉积无机膜的技术相对沉积有机膜的技术成熟且有更高的良率,所以,从总体来讲,本发明的技术方案仍然具有明显的制程优势,在节约成本的同时大幅提高了产品良率。

[0205] 以上所述,对于本领域的普通技术人员来说,可以根据本发明的技术方案和技术构思作出其他各种相应的改变和变形,而所有这些改变和变形都应属于本发明权利要求的保护范围。

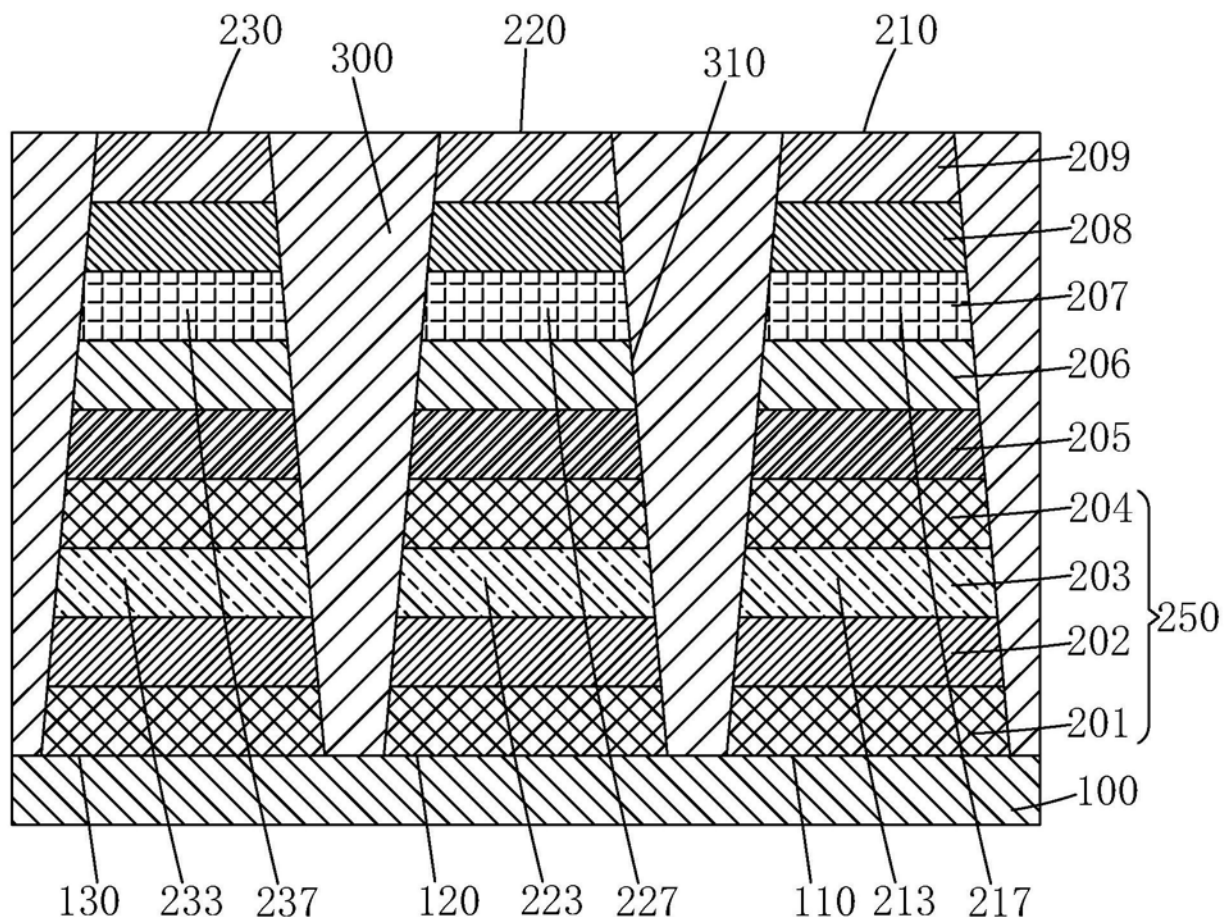


图1

提供基板，所述基板具有数个红色像素区域、绿色像素区域及蓝色像素区域；在所述基板上由下至上依次沉积形成第一透明导电金属氧化物层、金属层、透明半导体层、及第二透明导电金属氧化物层

1

在所述第二透明导电金属氧化物层上由下至上依次沉积形成空穴注入层、空穴传输层、发光层、及电子传输层

2

在所述电子传输层上沉积形成阴极；从而分别对应所述红色像素区域、绿色像素区域、蓝色像素区域形成红色OLED器件、绿色OLED器件、及蓝色OLED器件

3

图2

专利名称(译)	OLED显示装置及其制作方法		
公开(公告)号	CN106601775B	公开(公告)日	2019-07-02
申请号	CN201611179978.4	申请日	2016-12-19
[标]申请(专利权)人(译)	武汉华星光电技术有限公司		
申请(专利权)人(译)	武汉华星光电技术有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	武汉华星光电技术有限公司		
[标]发明人	汤金明 倪晶		
发明人	汤金明 倪晶		
IPC分类号	H01L27/32 H01L51/50 H01L51/52 H01L51/56		
CPC分类号	H01L51/5215 H01L27/3211 H01L27/3246 H01L51/001 H01L51/0011 H01L51/0059 H01L51/0072 H01L51/0085 H01L51/5016 H01L51/5036 H01L51/5056 H01L51/5072 H01L51/5088 H01L51/5234 H01L51/56 H01L2227/323 H01L2251/306 H01L2251/308 H01L2251/5315 H01L2251/558		
其他公开文献	CN106601775A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种OLED显示装置及其制作方法，通过在红、绿、蓝色OLED器件的阳极层中分别设置第一、第二、第三透明半导体层，并且将所述第一、第二、第三透明半导体层设置为不同的厚度来实现红、绿、蓝色OLED器件的发光效率分别达到最佳，所述第一、第二、第三透明半导体层通过利用三道掩膜板进行等离子体增强化学气相沉积的方法沉积形成，与传统的OLED显示装置相比，本发明中分别设置于红、绿、蓝色OLED器件中的空穴传输层的厚度相等，可以采用一道普通金属掩膜板在同一道蒸镀制程中形成，由于利用FMM沉积无机膜的技术相对于沉积有机膜的技术更成熟且有更高的良率，所以从总体来讲，本发明的技术方案具有明显的制程优势。

