



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109817832 A

(43)申请公布日 2019.05.28

(21)申请号 201910116909.6

(22)申请日 2019.02.13

(71)申请人 合肥鑫晟光电科技有限公司  
地址 230012 安徽省合肥市新站区工业园  
内

申请人 京东方科技集团股份有限公司

(72)发明人 李慧慧 栾梦雨

(74)专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理  
有限公司 11112

代理人 柴亮 张天舒

(51)Int.Cl.

H01L 51/52(2006.01)

H01L 51/56(2006.01)

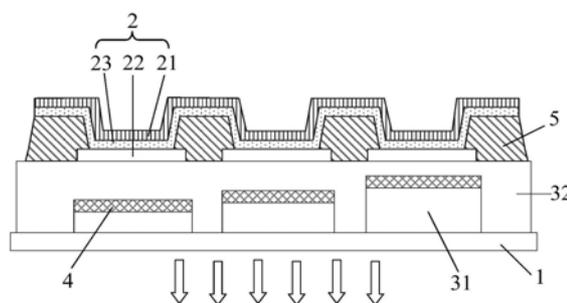
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

## (54)发明名称

一种OLED显示基板及其制备方法、显示装置

## (57)摘要

本发明提供一种OLED显示基板及其制备方法、显示装置,属于显示技术领域,其可解决现有的OLED发光材料的发光谱带较宽,无法满足所需光源的色纯度的问题。本发明的OLED显示基板中,半透半反射膜与发光层和第一电极构成微腔结构,通过调整层限定在垂直于衬底方向上不同颜色的子像素的微腔结构的尺寸,以使微腔结构的谐振波长与该子像素发出光的预定波长范围相同,相当于利用了不同尺寸的微腔结构使得不同颜色子像素的发光谱带相应的变窄,提高了色纯度,增强显示装置的发光效率和亮度,进而得到对比度高、低能耗的显示装置。



1. 一种OLED显示基板,其特征在于,包括衬底,以及设于衬底上的多个不同颜色的子像素;每个所述子像素均包括发光单元和调整单元;每个发光单元包括反光的第一电极、透明的第二电极,以及设于第一电极和第二电极之间的发光层;所述OLED显示基板具有出光侧,所述第一电极相较于第二电极更远离出光侧设置,所述子像素还包括设于第二电极出光侧的半透半反射膜,所述半透半反射膜与发光层和第一电极构成微腔结构;其中,所述调整单元包括调整层,用于限定在垂直于衬底方向上微腔结构的尺寸,以使微腔结构的谐振波长与该子像素发出光的预定波长范围相同。

2. 根据权利要求1所述的OLED显示基板,其特征在于,所述OLED显示基板为底发射型OLED显示基板,所述第二电极相较于所述第一电极更靠近衬底设置;所述调整单元还包括覆盖所述半透半反射膜的平坦化层,所述发光单元设于所述平坦化层背离出光侧的一侧,所述调整层设于所述半透半反射膜与衬底之间。

3. 根据权利要求2所述的OLED显示基板,其特征在于,不同颜色子像素的调整层的厚度不同,以使不同颜色子像素的半透半反射膜与发光层之间的距离不同。

4. 根据权利要求2所述的OLED显示基板,其特征在于,所述调整层由透明有机材料构成,所述平坦化层由透明有机材料构成。

5. 根据权利要求1所述的OLED显示基板,其特征在于,所述发光层由有机发光材料构成,所述第一电极由反射金属材料构成,所述半透半反射膜由金属材料构成。

6. 根据权利要求1所述的OLED显示基板,其特征在于,所述不同颜色的子像素的发光层的厚度不同。

7. 根据权利要求1所述的OLED显示基板,其特征在于,所述微腔结构的有效腔长

$$L = \sum_i n_i l_i + \frac{\lambda}{4\pi} \left| \sum \varphi_{mi} \right|,$$

其中, $\lambda$ 为微腔的谐振波长, $n_i$ 、 $l_i$ 分别为微腔结构中第*i*层有机材料的折射率和厚度, $\varphi_{mi}$ 为光在半透半反射膜与第*i*层有机材料之间的相移;

所述  $\varphi_m = \arctan\left(\frac{2n_s k_m}{n_s^2 - n_m^2 - k_m^2}\right)$ , 其中,所述  $n_s$  为与金属材料接触的材料折射率,所述  $n_m$ 、 $k_m$  分别为金属层复折射率的实部和虚部。

8. 一种OLED显示装置,包括权利要求1-7中任一项所述的OLED显示基板。

9. 一种OLED显示基板的制备方法,其特征在于,包括以下制备步骤:

在衬底上形成多个不同颜色的子像素;所述形成多个不同颜色的子像素包括形成发光单元的步骤以及形成调整单元的步骤;其中,

所述形成调整单元包括形成调整层的步骤;

所述形成发光单元包括形成第一电极、第二电极,以及在第一电极和第二电极之间形成发光层的步骤;

所述OLED显示基板具有出光侧,所述第一电极相较于第二电极更远离出光侧形成,所述形成子像素还包括在第二电极出光侧形成半透半反射膜的步骤,所述半透半反射膜与发光层和第一电极构成微腔结构,并且在垂直于衬底方向上,不同子像素的微腔结构的尺寸不同,以使微腔结构的谐振波长与该子像素发出光的预定波长范围相同。

10. 根据权利要求9所述的OLED显示基板的制备方法,其特征在于,所述显示基板为权利要求3所述的显示基板,所述不同颜色的子像素的调整层通过阶梯曝光一步形成。

## 一种OLED显示基板及其制备方法、显示装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于显示技术领域,具体涉及一种OLED显示基板及其制备方法、显示装置。

### 背景技术

[0002] 有机发光二极管(OLED)显示装置是一种利用有机半导体材料在电流的驱动下产生的可逆变色现象来实现图形显示的设备。OLED显示装置具有超轻、超薄、高亮度、大视角、低电压、低功耗、快响应、高清晰度、抗震、可弯曲、低成本、工艺简单、使用原材料少、发光效率高等优点,被认为是最有发展前途的新一代显示技术。

[0003] 发明人发现现有技术中至少存在如下问题:由于OLED发光材料的发光谱带较宽,无法满足所需光源的色纯度,因此OLED的发光效率和亮度受限,从而导致相应的显示装置对比度低、显示效果欠佳。

### 发明内容

[0004] 本发明针对现有的OLED发光材料的发光谱带较宽,无法满足所需光源的色纯度的问题,提供一种OLED显示基板及其制备方法、显示装置。

[0005] 解决本发明技术问题所采用的技术方案是:

[0006] 一种OLED显示基板,包括衬底,以及设于衬底上的多个不同颜色的子像素;每个所述子像素均包括发光单元和调整单元;每个发光单元包括反光的第一电极、透明的第二电极,以及设于第一电极和第二电极之间的发光层;所述OLED显示基板具有出光侧,所述第一电极相较于第二电极更远离出光侧设置,所述子像素还包括设于第二电极出光侧的半透半反射膜,所述半透半反射膜与发光层和第一电极构成微腔结构;其中,所述调整单元包括调整层,用于限定在垂直于衬底方向上微腔结构的尺寸,以使微腔结构的谐振波长与该子像素发出光的预定波长范围相同。

[0007] 可选的是,所述OLED显示基板为底发射型OLED显示基板,所述第二电极相较于所述第一电极更靠近衬底设置;所述调整单元还包括覆盖所述半透半反射膜的平坦化层,所述发光单元设于所述平坦化层背离出光侧的一侧,所述调整层设于所述半透半反射膜与衬底之间。

[0008] 可选的是,不同颜色子像素的调整层的厚度不同,以使不同颜色子像素的半透半反射膜与发光层之间的距离不同。

[0009] 可选的是,所述调整层由透明有机材料构成,所述平坦化层由透明有机材料构成。

[0010] 可选的是,所述发光层由有机发光材料构成,所述第一电极由反射金属材料构成,所述半透半反射膜由金属材料构成。

[0011] 可选的是,所述不同颜色的子像素的发光层的厚度不同。

[0012] 可选的是,所述微腔结构的有效腔长  $L = \sum_i n_i l_i + \frac{\lambda}{4\pi} |\sum \varphi_{mi}|$ ,

[0013] 其中, $\lambda$ 为微腔的谐振波长, $n_i$ 、 $l_i$ 分别为微腔结构中第*i*层有机材料的折射率和厚

度,  $\varphi_{mi}$  为光在半透半反射膜与第 i 层有机材料之间的相移;

[0014] 所述  $\varphi_m = \arctan\left(\frac{2n_s k_m}{n_s^2 - n_m^2 - k_m^2}\right)$ , 其中, 所述  $n_s$  为与金属材料接触的材料折射率,

所述  $n_m$ 、 $k_m$  分别为金属层复折射率的实部和虚部。

[0015] 本发明还提供一种 OLED 显示装置, 包括上述的 OLED 显示基板。

[0016] 本发明还提供一种 OLED 显示基板的制备方法, 包括以下制备步骤:

[0017] 在衬底上形成多个不同颜色的子像素; 所述形成多个不同颜色的子像素包括形成发光单元的步骤以及形成调整单元的步骤;

[0018] 其中,

[0019] 所述形成调整单元包括形成调整层的步骤;

[0020] 所述形成发光单元包括形成第一电极、第二电极, 以及在第一电极和第二电极之间形成发光层的步骤;

[0021] 所述 OLED 显示基板具有出光侧, 所述第一电极相较于第二电极更远离出光侧形成, 所述形成子像素还包括在第二电极出光侧形成半透半反射膜的步骤, 所述半透半反射膜与发光层和第一电极构成微腔结构, 并且在垂直于衬底方向上, 不同子像素的微腔结构的尺寸不同, 以使微腔结构的谐振波长与该子像素发出光的预定波长范围相同。

[0022] 可选的是, 所述不同颜色的子像素的调整层通过阶梯曝光一步形成。

## 附图说明

[0023] 图1为本发明的实施例1的 OLED 显示基板的结构示意图;

[0024] 图2为本发明的实施例2的 OLED 显示基板的一种结构示意图;

[0025] 图3为本发明的实施例2的 OLED 显示基板的另一种结构示意图;

[0026] 其中, 附图标记为: 1、衬底; 2、发光单元; 21、第一电极; 22、第二电极; 23、发光层; 31、调整层; 32、平坦化层; 4、半透半反射膜; 5、像素界定结构; 7、控制电路层; 8、封装层。

## 具体实施方式

[0027] 为使本领域技术人员更好地理解本发明的技术方案, 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细描述。

[0028] 实施例1:

[0029] 本实施例提供一种 OLED 显示基板, 如图1所示, 包括衬底1, 以及设于衬底1上的多个不同颜色的子像素; 每个子像素均包括发光单元2和调整单元; 每个发光单元2包括反光的第一电极21、透明的第二电极22, 以及设于第一电极21和第二电极22之间的发光层23; OLED 显示基板具有出光侧, 第一电极21相较于第二电极22更远离出光侧设置, 子像素还包括设于第二电极22出光侧的半透半反射膜4, 半透半反射膜4与发光层23和第一电极21构成微腔结构; 其中, 调整单元包括调整层31, 用于限定在垂直于衬底1方向上微腔结构的尺寸, 以使微腔结构的谐振波长与该子像素发出光的预定波长范围相同。

[0030] 本实施例的 OLED 显示基板中, 半透半反射膜4与发光层23和第一电极21构成微腔结构, 通过调整层31限定在垂直于衬底1方向上不同颜色的子像素的微腔结构的尺寸, 以使

微腔结构的谐振波长与该子像素发出光的预定波长范围相同,相当于利用了不同尺寸的微腔结构使得不同颜色子像素的发光谱带相应的变窄,提高了色纯度,增强显示装置的发光效率和亮度,进而得到对比度高、低能耗的显示装置。

[0031] 实施例2:

[0032] 本实施例提供一种底发射型OLED显示基板,如图2、图3所示,包括衬底1,以及设于衬底1上的多个不同颜色的子像素;每个子像素均包括发光单元2和调整单元;每个发光单元2包括反光的第一电极21、透明的第二电极22,以及设于第一电极21和第二电极22之间的发光层23;OLED显示基板具有出光侧,第一电极21相较于第二电极22更远离出光侧设置,子像素还包括设于第二电极22出光侧的半透半反射膜4,半透半反射膜4与发光层23和第一电极21构成微腔结构;其中,调整单元包括调整层31,用于限定在垂直于衬底1方向上微腔结构的尺寸,以使微腔结构的谐振波长与该子像素发出光的预定波长范围相同。

[0033] 本实施例对应的附图2中公开的OLED显示基板为底发射型,其中,衬底1上方设有像素界定结构5,用于限定出每个发光单元2;具体的,在垂直于衬底1的方向上,像素界定结构5的尺寸范围可以是 $0.8\mu\text{m}$ - $1.6\mu\text{m}$ 。需要说明的是,如图3所示,调整层31与衬底1之间还可以设有控制电路层7;第一电极21背离衬底1的一侧还设有封装层8。子像素的颜色可以是红色、绿色、蓝色三原色子像素;也可以是青色、黄色、紫色子像素;还可以是红色、绿色、蓝色、白色四色的子像素。

[0034] 其中,“微腔”或“微腔结构”主要是指具有回音壁模式的微腔;是一种尺寸在微米或亚微米量级的光学谐振腔,它利用在折射率不连续的界面上的反射、全反射、干涉、衍射或散射等效应,将光限制在一个很小的波长区域内。本实施例通过设计微腔腔长,使发光中心位于腔内驻波场的波腹附近,以提高器件辐射偶极子和腔内电场的耦合效率,从而提高器件的发光效率和亮度。

[0035] 作为本实施例中的一种可选实施方案,第二电极22相较于第一电极21更靠近衬底1设置;调整单元还包括覆盖半透半反射膜4的平坦化层32,发光单元2设于平坦化层32背离出光侧的一侧,调整层31设于半透半反射膜4与衬底1之间。

[0036] 附图2中示出了各结构层的具体位置关系,具体的,本实施例中以第二电极22为阳极,第一电极21为反射阴极为例进行说明。更具体的,第一电极21的厚度可以为90-150nm;第二电极22的厚度可以为90-150nm;可以理解的是,图2中的各结构层的具体位置关系仅为示例性说明,实际应用中可以根据设计需要进行调整。

[0037] 在一个实施例中,不同颜色子像素的调整层31的厚度不同,以使不同颜色子像素的半透半反射膜4与发光层23之间的距离不同。

[0038] 也就是说,不同颜色子像素的发光层23与第一电极21之间的距离相近,具体的,各个子像素的第一电极21的厚度相同,各个子像素的发光层23的厚度相同,各个子像素的发光层23至衬底1之间的距离相同;通过对不同颜色子像素的调整层31的厚度进行设计,使得调整层31上的半透半反射膜4至衬底1之间的距离不同,相当于利用不同厚度的调整层31对不同颜色子像素的半透半反射膜4进行了不同程度的垫高,以垫高半透半反射膜4的方式调整微腔结构的有效腔长。

[0039] 本实施例中不限定调整层31或平坦化层32的具体材料,在一个实施例中,调整层31由透明有机材料构成,平坦化层32由透明有机材料构成。

[0040] 也就是说,平坦化层32设于发光层23的出光侧的一侧,平坦化层32由透明材料构成,不会影响发光层23的出光;同理调整层31设于发光层23的出光侧的一侧,调整层31由透明材料构成,不会影响发光层23的出光。

[0041] 本实施例中不限定第一电极21、发光层23、半透半反射膜4的具体材料,在一个实施例中,发光层23由有机发光材料构成,第一电极21由反射金属材料构成,半透半反射膜4由金属材料构成。

[0042] 需要说明的是,发光层23可以是多层结构,例如,其可以包括空穴注入层(Hole Injection Layer,HIL)、空穴传输层(Hole Transport Layer,HTL)、有机发光材料层(Emitting Material Layer,EML)、电子传输层(Electron Transport Layer,ETL)和电子注入层(Electron Injection Layer,EIL)等多层组合的发光结构。半透半反射膜4的材料可以选用金属薄膜,例如其可以是银或铝金属构成的薄膜。半透半反射膜4可以是具有多个孔的金属层,孔的大小和密度可以根据所需要的出光设计。

[0043] 在一个实施例中,不同颜色的子像素的发光层23的厚度不同。

[0044] 本案发明人发现,不同颜色子像素通常选用不同的有机发光材料构成,其中,红色有机发光材料、绿色有机发光材料与蓝色有机发光材料在长期使用中的衰减不一致,本案中对此设计了不同厚度有机材料发光层23,防止因衰减不一致造成色偏。

[0045] 在一个具体实施例中,微腔结构的有效腔长  $L = \sum_i n_i l_i + \frac{\lambda}{4\pi} \left| \sum \varphi_{mi} \right|$ ,

[0046] 其中, $\lambda$ 为微腔的谐振波长, $n_i$ 、 $l_i$ 分别为微腔结构中第*i*层有机材料的折射率和厚度, $\varphi_{mi}$ 为光在半透半反射膜4与第*i*层有机材料之间的相移;

[0047]  $\varphi_m = \arctan\left(\frac{2n_s k_m}{n_s^2 - n_m^2 - k_m^2}\right)$ ,其中, $n_s$ 为与金属材料接触的材料折射率, $n_m$ 、 $k_m$ 分

别为金属层复折射率的实部和虚部。

[0048] 也就是说,根据上述公式计算出微腔结构有效腔长,根据计算结果,设计调整层31的厚度,以满足对半透半反射膜4的垫高需要。

[0049] 在本实施例对应的附图中,显示各结构层的大小、厚度等仅为示意。在工艺实现中,各结构层在衬底1上的投影面积可以相同,也可以不同,可以通过刻蚀工艺实现所需的各结构层投影面积;同时,附图所示结构也不限定各结构层的几何形状,例如可以是附图所示的矩形,还可以是梯形,或其它刻蚀所形成的形状,同样可通过刻蚀实现。

[0050] 实施例3:

[0051] 本实施例提供一种上述实施例的OLED显示基板的制备方法,包括在衬底1上形成多个不同颜色的子像素的步骤;形成多个不同颜色的子像素包括形成发光单元2的步骤以及形成调整单元的步骤;如图2、图3所示,该方法的具体步骤如下:

[0052] 可选的S01a、在衬底1上形成控制电路层7;衬底1可以选用玻璃材质的刚性衬底1,也可以是其它材料的柔性衬底1,在此不做限定。本实施例中也不限定衬底1的尺寸和厚度,可以根据需要进行调整。具体的,可以在清洗后的透明玻璃衬底1上制作薄膜晶体管,形成控制电路层7。

[0053] S01b、在完成上述步骤的衬底1上形成调整层31,具体的,调整层31可以采用透明

有机材料形成。具体的,不同颜色的子像素的调整层31的厚度不同。每个子像素的调整层31的具体厚度可以根据上述实施例2的计算方法预先计算。

[0054] 作为本实施例的一种优选方案,不同颜色的子像素的调整层31通过阶梯曝光一步形成。

[0055] S01c、在完成上述步骤的衬底1上形成厚度为100-150nm的半透半反射膜4;

[0056] S01d、在完成上述步骤的衬底1上形成平坦化层32;具体的,平坦化层32可以采用沉积的方式,形成一层透明有机材料。更具体的,平坦化层32可以由阻隔水氧的透明材料构成,这样平坦化层32可以起到隔离水氧的保护作用。

[0057] S02a、在完成上述步骤的衬底1上形成第二电极22;本实施例中以第二电极22为阳极为例进行说明,具体的,可以采用溅射、旋涂、曝光显影、蚀刻剥离等方式获得图案化的阳极,形成阳极的材料可以选择具有较好的透过性,例如由铟锡氧化物(ITO)等透明导电材料制成。

[0058] 可选的S02b、在完成上述步骤的衬底1上形成像素限定结构,可以通过旋涂和曝光显影的方式获得图案化的像素限定层,该层的多个像素限定结构限定出多个像素单元,像素限定层的材料可以选自树脂、聚酰亚胺、有机硅或二氧化硅。

[0059] S02c、在完成上述步骤的衬底1上形成发光层23;具体的,形成发光层23可以通过真空蒸镀或者喷墨印刷的方式形成。形成发光层23包括形成空穴注入层(Hole Injection Layer,HIL)、空穴传输层(Hole Transport Layer,HTL)、有机发光材料层(Emitting Material Layer,EML)、电子传输层(Electron Transport Layer,ETL)和电子注入层(Electron Injection Layer,EIL)的步骤。

[0060] S02d、在完成上述步骤的衬底1上形成第一电极21,第一电极21可以是反射阴极,反射阴极可以采用金属材料例如,Al、Ag、Mg中的一种或几种的混合的合金材料形成。

[0061] 可选的S03、在完成上述步骤的衬底1上形成封装层8;具体的,可以采用有机材料、无机材料交替形成多层的封装层8。更具体的,可以通过化学气相沉积、等离子体增强化学气相沉积等工艺形成无机材料的封装层8,可以采用喷墨打印工艺形成有机材料的封装层8。

[0062] 其中,OLED显示基板具有出光侧,半透半反射膜4与发光层23和第一电极21构成微腔结构,并且在垂直于衬底1方向上,不同子像素的微腔结构的尺寸不同,以使微腔结构的谐振波长与该子像素发出光的预定波长范围相同。

[0063] 实施例4:

[0064] 本实施例提供了一种显示装置,其包括上述任意一种OLED显示基板。显示装置可以为:电子纸、OLED面板、手机、平板电脑、电视机、显示器、笔记本电脑、数码相框、导航仪等任何具有显示功能的产品或部件。

[0065] 可以理解的是,以上实施方式仅仅是为了说明本发明的原理而采用的示例性实施方式,然而本发明并不局限于此。对于本领域内的普通技术人员而言,在不脱离本发明的精神和实质的情况下,可以做出各种变型和改进,这些变型和改进也视为本发明的保护范围。

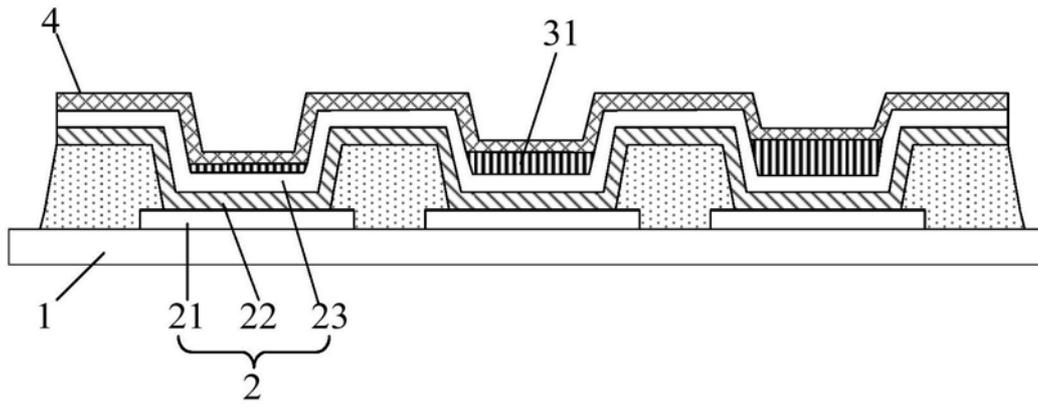


图1

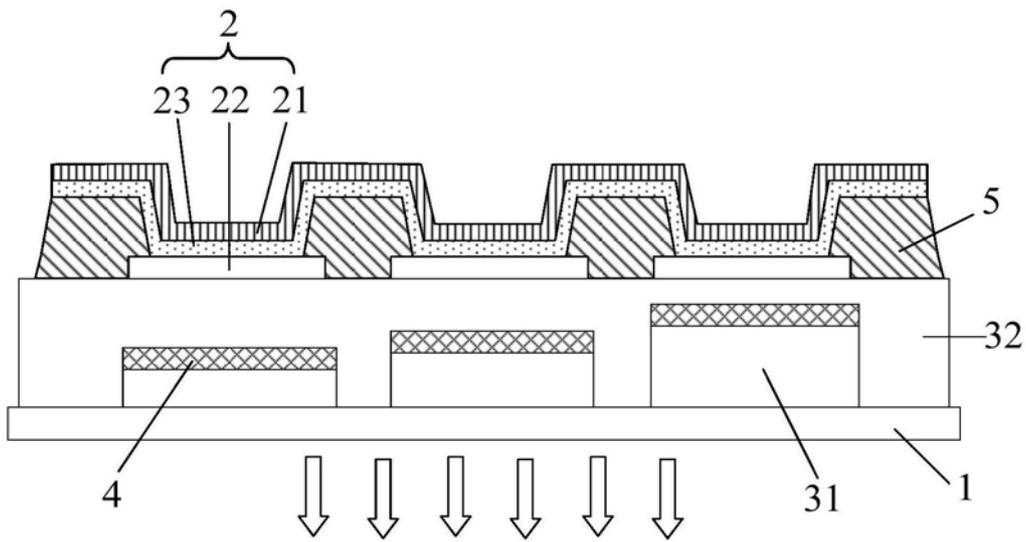


图2

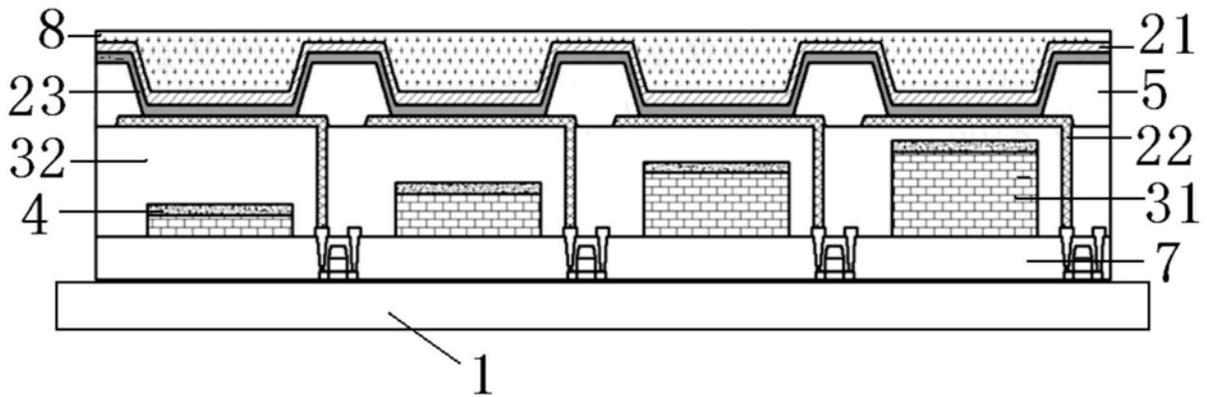


图3

专利名称(译)	一种OLED显示基板及其制备方法、显示装置		
公开(公告)号	<a href="#">CN109817832A</a>	公开(公告)日	2019-05-28
申请号	CN201910116909.6	申请日	2019-02-13
[标]申请(专利权)人(译)	合肥鑫晟光电科技有限公司 京东方科技集团股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	合肥鑫晟光电科技有限公司 京东方科技集团股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	合肥鑫晟光电科技有限公司 京东方科技集团股份有限公司		
[标]发明人	李慧慧 栾梦雨		
发明人	李慧慧 栾梦雨		
IPC分类号	H01L51/52 H01L51/56		
代理人(译)	柴亮 张天舒		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明提供一种OLED显示基板及其制备方法、显示装置，属于显示技术领域，其可解决现有的OLED发光材料的发光谱带较宽，无法满足所需光源的色纯度的问题。本发明的OLED显示基板中，半透半反射膜与发光层和第一电极构成微腔结构，通过调整层限定在垂直于衬底方向上不同颜色的子像素的微腔结构的尺寸，以使微腔结构的谐振波长与该子像素发出光的预定波长范围相同，相当于利用了不同尺寸的微腔结构使得不同颜色子像素的发光谱带相应的变窄，提高了色纯度，增强显示装置的发光效率和亮度，进而得到对比度高、低能耗的显示装置。

