

1. 有机发光二极管显示器,包括:

第一有机发光元件,配置为发射与第一波长范围对应的光;

第二有机发光元件,配置为发射与第二波长范围对应的光,所述第二波长范围的中心波长比所述第一波长范围的中心波长短;

第三有机发光元件,配置为发射与第三波长范围对应的光,所述第三波长范围的中心波长比所述第一波长范围的中心波长长;

第四有机发光元件,配置为发射与第四波长范围对应的光,所述第四波长范围的中心波长比所述第三波长范围的中心波长长;以及

空穴注入层,布置在所述第一有机发光元件、所述第二有机发光元件、所述第三有机发光元件以及所述第四有机发光元件下方,

其中,所述第一有机发光元件包括布置在所述空穴注入层上的第一辅助层,以及所述第四有机发光元件包括布置在所述空穴注入层上的第二辅助层。

2. 如权利要求1所述的有机发光二极管显示器,其中:

所述第一有机发光元件包括布置在所述第一辅助层上的第一有机发射层,以及所述第二有机发光元件包括布置在所述空穴注入层上的第二有机发射层。

3. 如权利要求1所述的有机发光二极管显示器,其中:

所述第四有机发光元件包括布置在所述第二辅助层上的第一空穴传输层,以及所述第三有机发光元件包括布置在所述空穴注入层上的第二空穴传输层。

4. 如权利要求3所述的有机发光二极管显示器,其中:

所述第四有机发光元件包括布置在所述第一空穴传输层上的第三辅助层。

5. 如权利要求1所述的有机发光二极管显示器,其中:

所述第一有机发光元件和所述第二有机发光元件配置为发射不同的蓝光。

6. 如权利要求5所述的有机发光二极管显示器,其中:

所述第一波长范围为459nm至490nm,以及

所述第二波长范围为440nm至458nm。

7. 如权利要求1所述的有机发光二极管显示器,其中:

所述空穴注入层整体地形成位于所述第一有机发光元件、所述第二有机发光元件、所述第三有机发光元件以及所述第四有机发光元件下方。

8. 用于制造有机发光二极管显示器的方法,包括:

在形成有像素电路的衬底上形成空穴注入层;

在所述空穴注入层上形成第一辅助层和第二辅助层,所述第一辅助层和所述第二辅助层布置在所述空穴注入层的不同位置上;

在所述第一辅助层上形成第一有机发射层;以及

在所述第二辅助层上形成第一空穴传输层。

9. 如权利要求8所述的方法,其中:

当形成所述第一有机发射层时,

在所述空穴注入层上与所述第一有机发射层分离的位置处同时形成第二有机发射元件。

10. 如权利要求9所述的方法,其中:

当形成所述第一空穴传输层时，

在所述空穴注入层上与所述第一有机发射层、所述第二有机发射层以及所述第一空穴传输层分离的位置处同时形成第二空穴传输层。

有机发光二极管显示器及其制造方法

技术领域

[0001] 本公开通常涉及有机发光二极管显示器及其制造方法。更详细地,示例性实施方式通常涉及包括分别发射具有不同波长的两种蓝色光的两个有机发光元件的有机发光二极管显示器,以及用于制造有机发光二极管显示器的方法。

背景技术

[0002] 显示装置是显示图像的装置。近来,有机发光二极管显示器已经获得了许多关注。

[0003] 有机发光二极管(OLED)显示器具有自发光特性。因为有机发光二极管显示器不需要单独的光源(例如,液晶显示器(LCD)需要的背光单元),所以相比于LCD装置,OLED装置可相对薄且重量轻。此外,有机发光二极管显示器展现了其它有益特性,例如,低功耗、高亮度、高响应速度等。

[0004] 通常,有机发光二极管显示器包括有机发光元件,有机发光元件配置为对于作为显示图像的最小单元的每个像素发射具有不同波长的光。有机发光元件包括依次沉积的第一电极、发射光的有机层以及第二电极,在该情况下,有机层通过使用掩模沉积在第一电极上。

[0005] 特别地,在有机发光元件中的蓝色元件的情况,发射具有约380nm至490nm波长范围的蓝色可见光线。因为蓝色可见光线是属于相对较高能可见射线谱带的短波区域的一部分,所以当眼睛持续暴露于蓝色可见光线时,眼睛中的自由基增加,从而导致视力下降。

[0006] 因此,需要具有高分辨率和高像素生命周期同时减小、最小化或防止由于蓝色可见光线引起的视力退化的用户友好的有机发光二极管显示器。

[0007] 在本背景部分公开的上述信息仅用于加强对本发明构思背景的理解,并且因此,其可包含不形成本领域普通技术人员已知的现有技术的信息。

发明内容

[0008] 示例性实施方式提供了对用户友好的有机发光二极管显示器,该有机发光二极管显示器具有高分辨率、高颜色复现性(高色域)以及高元件效率,同时通过形成分别发射具有不同波长的两种蓝色光线的两种有机发光元件而不增加用于沉积有机层的掩模来减少、最小化或防止由于蓝色可见光线引起的视力下降。

[0009] 附加方面将在下文以详细描述的方式来阐述,并且将部分地从本公开中变得显而易见,或可通过本发明构思的实践而习得。

[0010] 示例性实施方式公开了有机发光二极管显示器,该有机发光二极管显示器包括:第一有机发光元件,配置为发射对应于第一波长范围的光;第二有机发光元件,配置为发射与第二波长范围对应的光,第二波长范围的中心波长比第一波长范围的中心波长短;第三有机发光元件,配置为发射与第三波长范围对应的光,第三波长范围的中心波长比第一波长范围的中心波长长;第四有机发光元件,配置为发射与第四波长范围对应的光,第四波长范围的中心波长比第三波长范围的中心波长长;以及空穴注入层,布置在第一有机发光元

件、第二有机发光元件、第三有机发光元件以及第四有机发光元件下方。第一有机发光元件包括布置在空穴注入层上的第一辅助层,以及第四有机发光元件包括布置在空穴注入层上的第二辅助层。

[0011] 示例性实施方式也公开了用于制造有机发光二极管显示器的方法,该方法包括:在形成有像素电路的衬底上形成空穴注入层;在空穴注入层上形成第一辅助层和第二辅助层,第一辅助层和第二辅助层布置在空穴注入层的不同位置上;在第一辅助层上形成第一有机发射层;以及在第二辅助层上形成第一空穴传输层。

[0012] 示例性实施方式还公开了有机发光二极管显示器,该有机发光二极管显示器包括:第一有机发光元件,配置为发射对应于第一波长范围的光;第二有机发光元件,配置为发射与第二波长范围对应的光,第二波长范围的中心波长比第一波长范围的中心波长短;第三有机发光元件,配置为发射与第三波长范围对应的光,第三波长范围的中心波长比第一波长范围的中心波长长;第四有机发光元件,配置为发射与第四波长范围对应的光,第四波长范围的中心波长比第三波长范围的中心波长长;以及空穴注入层,布置在第一有机发光元件、第二有机发光元件、第三有机发光元件以及第四有机发光元件下方。第一有机发光元件和第四有机发光元件每个均包括辅助层,以及第四有机发光元件包括空穴传输层。

[0013] 前述一般描述和后文的详细描述为示例性的和说明性的,并意在提供对权利要求所要保护的主题的进一步说明。

附图说明

[0014] 被包括以提供对本发明构思进一步理解的附图并入并构成本说明书的一部分,其示出了发明构思的示例性实施方式,并且与描述一起用于解释本发明构思的原理。

[0015] 图1是示出了像素以第一形状布置在根据第一示例性实施方式的有机发光二极管显示器中的排列结构的俯视平面图。

[0016] 图2是沿剖面线II-II截取的图1中的有机发光二极管显示器的剖视图。

[0017] 图3是示出了根据第一示例性实施方式的空穴注入层的厚度和CIE色度图的y轴(CIE_y)之间的相关性的图表。

[0018] 图4是将根据第一示例性实施方式的有机发光二极管显示器中第三辅助层的每个厚度在CIE色度图上的位置示为点1和点2的图表。

[0019] 图5是示出了对于依赖于根据第一示例性实施方式的有机发光二极管显示器中第三辅助层的厚度的每个波长的归一化辐射光谱的图表。

[0020] 图6是示出了像素在根据第二示例性实施方式的有机发光二极管显示器中以第二形状布置的排列结构的俯视平面图。

[0021] 图7是沿图6中的剖面线VII-VII截取的剖视图。

[0022] 图8、图9、图10、图11、图12、图13和图14是依次示出了根据第一示例性实施方式的有机发光二极管显示器的制造方法的视图。

具体实施方式

[0023] 在下面的描述中,出于说明的目的,多个详细细节被陈述以提供对各示例性实施方式的完全理解。然而,显而易见的是,多种示例性实施方式可在没有这些详细细节的情况

下或具有一个或多个等同布置的情况下被实现。在其它情况下,众所周知的结构和装置以框图形式示出以避免不必要地使各种示例性实施方式变得不清楚。

[0024] 在附图中,为了清楚和描述目的,层、膜、面板、区域等的尺寸和相对尺寸可能被夸大。此外,相同的附图标记表示相同的元件。

[0025] 当元件或层称为在另一元件或层“上”、“连接至”或“联接至”另一元件或层时,其可直接在另一元件或层上、连接至或联接至另一元件或层,或可存在介于中间的元件或层。然而,当元件或层称为“直接在”另一元件或层“上”、“直接连接至”或“直接联接至”另一元件或层时,不存在介于中间的元件或层。为了本公开的目的,“X、Y和Z中的至少一个”和“从由X、Y和Z构成的组中选出的至少一个”可理解为仅X、仅Y、仅Z,或X、Y和Z中的两个或更多个的任意组合(例如,XYZ、XYY、YZ和ZZ)。在说明书全文中,相同的附图标记指代相同的元件。如在本文中使用的,用语“和/或”包括关联的所列项目中的一个或多个的任何和全部组合。

[0026] 虽然用语第一、第二等在本文中可以用来描述各种元件、部件、区域、层和/或区段,但是这些元件、部件、区域、层和/或区段不应被这些用语限制。这些用语用于将一个元件、部件、区域、层、和/或区段与另一个元件、部件、区域、层、和/或区段区分开。因此,在不背离本公开讲授的情况下,下文中讨论的第一元件、部件、区域、层和/或区段可以被称作第二元件、部件、区域、层和/或区段。

[0027] 诸如“在...之下(beneath)”、“下方(below)”、“下(lower)”、“在...上(above)”、“上(upper)”等空间相对用语可在本文中为了描述的目的而使用,并从而用于描述如附图中所示的一个元件或特征与另一元件(多个元件)或特征(多个特征)的关系。空间相对用语意在包含设备在使用、操作、和/或制造时除了附图中所描绘的定位之外的不同定位。例如,如果附图中的设备翻转,则描述为在其它元件或特征“下方”或“之下”的元件将定向为在其它元件或特征“之上”。因此,示例性用语“在...下方”可包含在...之上和在...下方两个定向。此外,设备可以为其它定向(例如,旋转90度或处于其它定向),并且,由此,本文中使用的空间相对描述语相应地被解释。

[0028] 在本文中使用的用辞用于描述特定实施方式的目的,并不意在限制。如在本文中使用的,除非上下文中明确地另有指示,否则单数形式“一(a)”、“一(an)”、“所述(the)”也意在包括复数形式。此外,用语“包含”、“包含有”、“包括”和/或“包括有”在本说明书中使用时表示存在所陈述的特征、整体、步骤、操作、元件、部件和/或它们的组,但不排除一个或多个其它特征、整体、步骤、操作、元件、部件和/或它们的组的存在或添加。

[0029] 在本文中参照作为理想化示例性实施方式和/或中间结构的示意图的截面图对多种实施方式进行描述。由此,可预期到因例如制造技术和/或公差而导致的图示形状上的变化。因此,本文中公开的示例性实施方式不应理解为受特定示出的区域形状的限制,而是包括因比如制造而导致的形状上的偏差。例如,示为矩形的注入区域一般将在其边缘处具有圆倒角的或弯曲的特征和/或注入浓度的梯度,而不是从注入区到非注入区的二元变化。同样地,通过注入形成的埋入区可导致在埋入区和发生注入的表面之间区域中的一些注入。因此,附图中示出的区域在本质上是示意性的,并且它们的形状不意在示出装置的区域的实际形状,并且不意在限制。

[0030] 除非另有限定,否则本文中使用的所有用语(包括技术用语和科学用语)具有与本公开所属领域的普通技术人员中的一个通常的理解相同的意义。除非本文中明确地如此限

定,否则用语(例如在常用词典中定义的用语)应被解释为具有与它们在相关技术的上下文中的含义一致的含义,并且将不被以理想化或过度正式意义解释。

[0031] 在下文中,将参照图1和图5描述根据第一示例性实施方式的有机发光二极管显示器。

[0032] 图1是示出了其中像素以第一形状布置在根据第一示例性实施方式的有机发光二极管显示器中的排列结构的俯视平面图。

[0033] 参照图1,有机发光二极管显示器1000包括第一像素PX1、第二像素PX2、第三像素PX3以及第四像素PX4。这里,像素可指代用于显示图像的最小单元。第一像素PX1、第二像素PX2、第三像素PX3以及第四像素PX4分别为子像素,并且第一像素PX1、第二像素PX2、第三像素PX3以及第四像素PX4中的每种均可排列成图案(例如,如图1中所示)。如图1所示,第一像素PX1、第二像素PX2、第三像素PX3以及第四像素PX4中的每种的数量为复数。第一像素PX1、第二像素PX2、第三像素PX3以及第四像素PX4可构成一个像素,然而其不限于此,并且第一像素PX1、第二像素PX2、第三像素PX3以及第四像素PX4可选择性地构成一个像素。

[0034] 图1是在从垂直于有机发光二极管显示器1000的前表面的方向观察有机发光二极管显示器1000的情况下的示意图,并且第一像素PX1、第二像素PX2、第三像素PX3以及第四像素PX4分别包括有机发光元件,从而在图1中所示的形状中发射对应于每个波长范围的光。更具体地,图1中所示的第一像素PX1至第四像素PX4分别表示其中通过每个有机发光元件发射对应于每个波长范围的光的区域。

[0035] 更加详细地,第一像素PX1可配置为发射蓝光,并包括配置为发射蓝光的第一有机发光元件以及连接至第一有机发光元件的像素电路。由第一像素PX1发射的蓝光可以是具有459nm至490nm的第一波长范围的天蓝色;但是,波长范围不限于此,只要第一像素PX1发射相比于第二像素PX2更长波长的蓝光即可。

[0036] 第二像素PX2也可配置为发射蓝光,并包括配置为发射蓝光的第二有机发光元件以及连接至第二有机发光元件的像素电路。但是,由第二像素PX2发射的蓝光可以是具有440nm至458nm的第二波长范围的深蓝色;但是波长范围不限于此,只要第二像素PX2发射相比于第一像素PX1更短波长的蓝光即可。

[0037] 第三像素PX3可配置为发射具有第三波长范围的绿光,并包括配置为发射绿光的第三有机发光元件以及连接至第三有机发光元件的像素电路。

[0038] 第四像素PX4可配置为发射具有第四波长范围的红光,并包括配置为发射红光的第四有机发光元件以及连接至第四有机发光元件的像素电路。

[0039] 如图1中所示,在单位面积中的第三像素PX3的数量可大于单位面积中的第四像素PX4的数量。此外,单位面积中的第四像素PX4的数量可大于单位面积中的第一像素PX1的数量或单位面积中的第二像素PX2的数量。例如,不限于此,一个像素单元PU可包括一个第一像素PX1、一个第二像素PX2、四个第三像素PX3以及两个第四像素PX4。

[0040] 此外,在第一示例性实施方式中,有机发光二极管显示器1000的像素排列可与下文中的第一形状相同。

[0041] 参照图1的左上部分,两个或更多个第三像素PX3布置为在第一行中以预定间隔分开,第四像素PX4和第一像素PX1在与第一行相邻的第二行中交替布置,两个或更多个第三像素PX3布置为在与第二行相邻的第三行中以预定间隔分开,第二像素PX2和第四像素

PX4在与第三行相邻近的第四行中交替布置,并且重复第一行至第四行的排列,直到第N行(N为自然数)。在这种情况下,发射蓝光的第一像素PX1和第二像素PX2与发射红光的第四像素PX4形成为大于发射绿光的第三像素PX3。

[0042] 此外,布置在第一行中的一个或多个第三像素PX3以及布置在第二行中的一个或多个第一像素PX1和一个或多个第四像素PX4交替排列。更具体地,参照图1的左上部分,两个或更多个第三像素PX3布置为在第一列中以预定间隔分开,第四像素PX4和第二像素PX2在与第一列相邻近的第二列中交替布置,两个或更多个第三像素PX3布置为在与第二列相邻近的第三列中以预定间隔分开,第一像素PX1和第四像素PX4在与第三列相邻近的第四列中交替布置,并且重复该像素排列,直到第M列(M为自然数)。如图1所示,根据第一示例性实施方式,如果假设将与第三像素PX3对应的像素设定为第一行和第一列,则第三像素PX3可仅排列在奇数行和奇数列中。第一像素PX1可仅排列在 $2(2n-1)$ 行及 $4n$ 列(n 为自然数)中。第二像素PX2可仅排列在 $4m$ 行及 $2(2m-1)$ 列(m 为自然数)中。第四像素PX4可排列在 $2(2p-1)$ 行和 $2(2p-1)$ 列中以及排列在 $4p$ 行和 $4p$ 列中。

[0043] 根据第一示例性实施方式的有机发光二极管显示器1000具有其中像素以上述第一形状布置的像素排列结构,并且其伴随着显示颜色的渲染驱动应用,同时共享相邻像素,从而通过少量像素实现高分辨率。

[0044] 第一像素PX1和第二像素PX2可通过像素控制器(未示出)控制为分别发射具有不同波长范围的可见蓝色光线,从而实现更多种方法的像素驱动。

[0045] 例如,可通过驱动第一像素PX1、第二像素PX2、第三像素PX3以及第四像素PX4中的全部来以第一驱动模式驱动有机发光二极管显示器1000。在第一驱动模式中,图像可以以高可见度和高发射效率显示,从而适合于在户外环境中使用有机发光二极管显示器1000,例如,位于建筑外具有充足太阳光线的地方。

[0046] 可通过仅驱动第一像素PX1、第三像素PX3和第四像素PX4而不驱动第二像素PX2来以第二驱动模式驱动有机发光二极管显示器1000。因为作为具有相对长的所显示的可见蓝色光线波长的蓝色波长范围,459nm至490nm的第一波长范围对应于对视视力无害的波长范围,因此其可适合于长时间观看有机发光二极管显示器1000的情况或有机发光二极管显示器1000的用户是儿童或需要更加敏感的视力保护的其他人的情况。第二驱动模式对于用户视力的保护可以是相对有效的。

[0047] 此外,可通过仅驱动第二像素PX2、第三像素PX3和第四像素PX4而不驱动第一像素PX1来以第三驱动模式驱动有机发光二极管显示器1000。在这种情况下,有机发光二极管显示器1000可提供高颜色复现性,并且第三驱动模式可有效地用于需要高颜色复现性的工作。

[0048] 图2是沿剖面线II-II截取的图1中的有机发光二极管显示器的剖视图。

[0049] 如图2所示,第一像素PX1、第二像素PX2、第三像素PX3以及第四像素PX4分别包括第一有机发光元件OLED1、第二有机发光元件OLED2、第三有机发光元件OLED3以及第四有机发光元件OLED4,并且第一有机发光元件OLED1、第二有机发光元件OLED2、第三有机发光元件OLED3和第四有机发光元件OLED4每个均共同具有如下结构,即,在该结构中,衬底SUB、像素电路PC、第一电极(未示出)、空穴注入层HIL、有机发射层、电子传输层ETL、电子注入层EIL以及公共电极CE被依次沉积。

[0050] 然而,在根据第一示例性实施方式的有机发光二极管显示器1000中,在第一像素PX1中,第一辅助层OL1可形成于空穴注入层HIL和第一有机发射层EL1之间,并且在第四像素PX4中,第二辅助层OL2可形成于空穴注入层HIL和第四有机发射层EL4之间。

[0051] 此外,在空穴注入层HIL和第四有机发射层EL4之间还可形成第一空穴传输层HTL1,并且在第一空穴传输层HTL1和第四有机发射层EL4之间还可形成第三辅助层OL3。

[0052] 此外,在空穴注入层HIL和第三有机发射层EL3之间还可形成第二空穴传输层HTL2。

[0053] 衬底SUB可以是柔性的、可拉伸的、可折叠的、可弯曲的或可卷曲的,并因此,整个柔性显示面板FD可以是柔性的、可拉伸的、可折叠的、可弯曲的或可卷曲的。衬底SUB可以是柔性的、可拉伸的、可折叠的、可弯曲的或可卷曲的,使得整个有机发光二极管显示器1000可以是柔性的、可拉伸的、可折叠的、可弯曲的或可卷曲的。

[0054] 像素电路PC可布置在衬底SUB上,并且第一像素PX1、第二像素PX2、第三像素PX3和第四像素PX4分别连接至有机发光元件OLED1、OLED2、OLED3和OLED4。像素电路PC可包括线路、两个或更多个薄膜晶体管以及至少一个电容器,该线路具有至少一条扫描线、数据线、驱动电源线和公共电源线,两个或更多个薄膜晶体管和至少一个电容器连接至与一个有机发光元件对应的线路。像素电路PC可具有已公开的各种结构。

[0055] 第一电极(未示出)可形成于像素电路PC和空穴注入层HIL之间以连接至像素电路PC,并且第一电极可以是作为空穴注入电极的阳极。第一像素PX1、第二像素PX2、第三像素PX3和第四像素PX4可分别连接至四个不同的第一电极(未示出)。第一电极(未示出)可布置为与第一有机发光元件OLED1至第四有机发光元件OLED4分开。例如,第一电极的用于第一有机发光元件OLED1、第二有机发光元件OLED2、第三有机发光元件OLED3和第四有机发光元件OLED4的部分可彼此分开。

[0056] 如图2所示,空穴注入层HIL可布置在第一电极(未示出)中的每个上,并可设置在第一有机发光元件OLED1、第二有机发光元件OLED2、第三有机发光元件OLED3以及第四有机发光元件OLED4下方,并具有对应于有机发光元件OLED1、OLED2、OLED3和OLED4中的每个整体延伸的形状。空穴注入层HIL用于帮助从作为阳极的第一电极(未示出)中的每个注入的空穴顺利地注入到主发射层中对应的一个主发射层,例如,第一有机发射层EL1、第二有机发射层EL2、第三有机发射层EL3和第四有机发射层EL4。

[0057] 空穴注入层HIL可包括接触第一电极(未示出)并且P型掺杂的P型空穴注入层(未示出)。因为P型空穴注入层(未示出)是P型掺杂的,所以来自第一电极(未示出)的空穴可容易地注入到主发射层。

[0058] 电子传输层ETL可布置在分别与第一有机发光元件OLED1、第二有机发光元件OLED2、第三有机发光元件OLED3以及第四有机发光元件OLED4对应的第一有机发射层EL1、第二有机发射层EL2、第三有机发射层EL3和第四有机发射层EL4上,并且电子传输层ETL可具有完全遍布第一有机发光元件OLED1、第二有机发光元件OLED2、第三有机发光元件OLED3以及第四有机发光元件OLED4之上延伸的形状。电子传输层ETL用于帮助从具有阴极功能的公共电极CE(将稍后描述)注入的电子顺利地注入到有机发射层中的每个。

[0059] 此外,电子注入层EIL可设置在电子传输层ETL上,并可具有完全遍布第一有机发光元件OLED1、第二有机发光元件OLED2、第三有机发光元件OLED3以及第四有机发光元件

OLED4之上延伸的形状。

[0060] 公共电极CE可以是作为电子注入电极的阴极。公共电极CE可完全遍布第一有机发光元件OLED1、第二有机发光元件OLED2、第三有机发光元件OLED3以及第四有机发光元件OLED4之上形成。

[0061] 公共电极CE可包括诸如镁(Mg)、铜(Cu)、铝(Al)、银(Ag)的金属薄膜、由包括两种或更多种金属的合金(例如,镁(Mg)-银(Ag)合金、钙(Ca)-银(Ag)合金)制成的金属薄膜、金属氧化物(例如,铟锡氧化物(ITO)、铟锌氧化物(IZO)、氧化锌(ZnO)、氧化锡(SnO)、铝锡氧化物(AlTO))、用金属氧化物掺杂的金属薄膜、或包括导电聚合物电极或由单层或多层制成的透光导电材料或半透光导电材料。

[0062] 第一有机发光元件OLED1发射具有第一波长范围(可以是459nm至490nm)的蓝光,并可由如下结构形成,即,在该结构中,第一电极(未示出)、空穴注入层HIL、第一辅助层OL1、第一有机发射层EL1、电子传输层ETL、电子注入层EIL以及公共电极CE被依次沉积在像素电路PC上。

[0063] 第一有机发射层EL1可包括蓝色发射材料以发射可见蓝色光线,并可形成为具有第三厚度L3。蓝色发射材料可发射具有第二波长范围(440nm至458nm)的深蓝色的可见蓝色光线。

[0064] 但是,在第一示例性实施方式的情况下,通过控制空穴注入层HIL的厚度和第一辅助层OL1的厚度,可控制发射具有459nm至490nm的第一波长范围的蓝色可见光线。

[0065] 第一辅助层OL1可布置在第一有机发射层EL1和空穴注入层HIL之间。第一辅助层OL1包括有机聚合物或无机聚合物,并且第一辅助层OL1为具有导电性的材料,或可形成为具有第一厚度L1。通过控制第一厚度L1的范围,第一辅助层OL1可将用于从第一有机发射层EL1发射的蓝光的波长范围控制为具有459nm至490nm的波长范围。

[0066] 第一辅助层OL1可具有例如大于0并小于20nm的厚度,优选地为大于0并小于10.7nm,但是其不限于此,并且厚度可根据空穴注入层HIL的厚度设计。

[0067] 如上所述,通过控制空穴注入层HIL的厚度和第一辅助层OL1的厚度,在第一像素PX1中,从空穴注入层HIL至公共电极CE的距离可形成为对应于最佳距离,在该最佳距离,通过对应于由第一有机发射层EL1发射并具有第一波长范围的蓝光而产生相长干涉。

[0068] 图3是示出了根据第一示例性实施方式空穴注入层的厚度和CIE色度图的y轴(CIE_y)之间的相关性的图表。图3示出了例如当第一辅助层OL1的厚度为约10.7nm时对于空穴注入层HIL的每个厚度的CIE色度图上的颜色变化。

[0069] 作为空穴注入层HIL的厚度像第一辅助层OL1的厚度那样影响由第一有机发射层EL1发射的蓝光的波长的一个示例,图3是示出了当第一辅助层OL1的厚度形成10.7nm时空穴注入层HIL的厚度和CIE_y之间的相关性的图表。即,不同于图3,虽然第一辅助层OL1的厚度被不同地控制,但是由图表表现出的空穴注入层HIL的厚度和CIE_y之间的趋势与图3中的相同。

[0070] 参照图3,空穴注入层HIL的厚度和CIE_y的关系表示了向右上的曲线的相关性。在第一示例性实施方式中,通过将第一辅助层OL1的厚度形成10.7nm,可获得类似图3中的相关性。在这种情况下,为了获得从第一有机发射层EL1发射为在CIE_y上对应于天蓝色的值0.08的可见蓝色光线,空穴注入层HIL的厚度可控制为120nm至140nm,例如,约130nm。

[0071] 如上所述,在根据第一示例性实施方式的有机发光二极管显示器1000中,通过控制空穴注入层HIL的厚度和第一辅助层OL1的厚度,可对于从第一有机发射层EL1发射的可见蓝色光线控制波长范围,以具有第一波长范围,而不是第二波长范围。

[0072] 第二有机发光元件OLED2配置为发射具有440nm至458nm(作为相比于上述第一波长范围短的第二波长范围)的第二蓝光,并可由如下结构形成,即,在该结构中,第一电极(未示出)、空穴注入层HIL、第二有机发射层EL2、电子传输层ETL、电子注入层EIL和公共电极CE被依次沉积在像素电路PC上。

[0073] 第二有机发射层EL2可通过包括蓝色发射材料来发射可见蓝色光线,并可形成为具有第四厚度L4。蓝色发射材料可发射具有第二波长范围(其为440nm至458nm的波长范围)的深蓝色的可见蓝色光线。即,可包括与如上所述的用于第一有机发射层EL1相同的蓝色发射材料。

[0074] 在第二像素PX2中,从空穴注入层HIL到公共电极CE的距离可形成为对应于最佳距离,在该最佳距离,对应于由第二有机发射层EL2发射的具有第二波长范围的蓝光产生相长干涉。

[0075] 在第一示例性实施方式中,因为第二有机发射层EL2和第一有机发射层EL1可由相同材料制成,所以第一有机发射层EL1和第二有机发射层EL2可通过使用一个掩模来同时堆叠。在这种情况下,作为第一有机发射层EL1厚度的第三厚度L3和作为第二有机发射层EL2厚度的第四厚度L4可确定为彼此相等。

[0076] 通常,在形成有机发射层的过程中,为了形成不同的有机发射层,当形成每个有机发射层时使用不同的掩模。如果作为用于第一有机发射层和第二有机发射层的发射源的蓝色发射材料是不同的,则使用两个掩模过程。

[0077] 然而,在根据第一示例性实施方式的有机发光二极管显示器1000中,因为第一有机发射层EL1和第二有机发射层EL2具有相同材料,所以具有相同材料的第一有机发射层EL1和第二有机发射层EL2可通过利用一个掩模同时形成。此外,通过控制第一辅助层OL1的厚度和空穴注入层HIL的厚度以控制基本上由第一有机发射层EL1发射的波长范围,可仅通过一个掩模过程同时形成具有不同波长范围的两个OLED,即,包括有机发射层EL1的OLED1和包括有机发射层EL2的OLED2。

[0078] 第三有机发光元件OLED3配置为发射具有相比于第一波长更长的第三波长的绿光,并可由如下结构形成,即,在该结构中,第一电极(未示出)、空穴注入层HIL、第二空穴传输层HTL2、第三有机发射层EL3、电子传输层ETL、电子注入层EIL以及公共电极CE被依次沉积在像素电路PC上。

[0079] 第二空穴传输层HTL2可布置于第三像素PX3中的第三有机发射层EL3和空穴注入层HIL之间,并可形成为具有第六厚度L6。第六厚度L6可形成为例如大于0并小于40nm,或例如大于0并小于38nm,但是其不限于此,并可根据空穴注入层HIL和第三有机发射层EL3的厚度来不同地设计。第二空穴传输层HTL2用于容易地传输待注入到第三有机发射层EL3的空穴。空穴从第一电极(未示出)通过空穴注入层HIL注入至第二空穴传输层HTL2。

[0080] 如图2所示,第二空穴传输层HTL2可设置在第三像素PX3中的第三有机发射层EL3和空穴注入层HIL之间。第二空穴传输层HTL2可不形成于第三像素PX3的边界之外,并且在根据第一示例性实施方式的有机发光二极管显示器1000不被驱动的黑图像显示状态中,可

防止无意的微电流通过像素电路PC和第一电极(未示出)流至除第三像素PX3外的其它像素。

[0081] 第三有机发射层EL3可包括绿色发射材料以发射具有相比于第一波长范围更长的第三波长范围的绿光。第三有机发射层EL3可具有相比于第一有机发射层EL1和第二有机发射层EL2更厚的厚度。此外,在第三像素PX3中,从空穴注入层HIL到公共电极CE的距离可配置为对应于最佳距离,在该最佳距离,通过对应于由第三有机发射层EL3发射的具有第三波长范围的绿光产生相长干涉。

[0082] 第四有机发光元件OLED4可配置为发射具有相比于第三波长更长的第四波长的红光,并可由以下结构形成,即,在该结构中,第一电极(未示出)、空穴注入层HIL、第二辅助层OL2、第一空穴传输层HTL1、第四有机发射层EL4、电子传输层ETL、电子注入层EIL和公共电极CE被依次沉积在像素电路PC上。

[0083] 此外,第四有机光发光元件OLED4还可包括位于第一空穴传输层HTL1和第四有机发射层EL4之间的第三辅助层OL3。

[0084] 第二辅助层OL2可布置在空穴注入层HIL和第一空穴传输层HTL1之间,并具有第二厚度L2。第二辅助层OL2可由与上述第一辅助层OL1相同的导电材料形成,在这种情况下,第二厚度L2可形成为具有等于第一厚度L1的厚度。更具体地,第一辅助层OL1和第二辅助层OL2可通过一个掩模过程同时形成。

[0085] 此外,在第四像素PX4中,第二辅助层OL2的厚度可被控制为使从空穴注入层HIL到公共电极CE的距离对应于最佳距离,在该最佳距离,对应于具有第四波长范围的红光产生相长干涉。

[0086] 第一空穴传输层HTL1可布置在第四像素PX4中的第四有机发射层EL4和第二辅助层OL2之间,并可形成为具有第五厚度L5。第一空穴传输层HTL1用于容易地将从第一电极(未示出)注入的空穴传输至第四有机发射层EL4。空穴可通过空穴注入层HIL从第一电极(未示出)注入至第一空穴传输层HTL1。

[0087] 第一空穴传输层HTL1可由与上述第二空穴传输层HTL2相同的材料形成,在这种情况下,第五厚度L5可等于第六厚度L6。更具体地,第一空穴传输层HTL1和第二空穴传输层HTL2可通过一个掩模过程同时形成。

[0088] 如图2所示,第一空穴传输层HTL1可仅形成于第四有机发射层EL4和与第四像素PX4对应的空穴注入层HIL之间。更具体地,第一空穴传输层HTL1可不形成于第四像素PX4的边界之外,并且在根据第一示例性实施方式的有机发光二极管显示器1000不被驱动的黑图像显示状态的情况下,可防止不期望的微电流通过像素电路PC和第一电极(未示出)流至除第四像素PX4外的其它像素。

[0089] 第四有机发射层EL4包括红色发射材料以发射具有相比于第三波长范围更长的第四波长范围的红光。第四有机发射层EL4具有比第三有机发射层EL3更厚的厚度,在这种情况下,从第四像素PX4的空穴注入层HIL到公共电极CE的距离可比从第三像素PX3的空穴注入层HIL到公共电极CE的距离长。这里,从第四像素PX4的空穴注入层HIL到公共电极CE的距离可形成为与最佳距离对应,在该最佳距离,对应于由第四有机发射层EL4发射的第四波长范围产生相长干涉。

[0090] 根据多种配置,在第一空穴传输层HTL1和第四有机发射层EL4之间还可形成第三

辅助层OL3。第三辅助层OL3可以以例如小于10nm的厚度形成；但是，如果在某些配置中必要，则可省略第三辅助层OL3。

[0091] 如果第二辅助层OL2的厚度配置为具有与第一辅助层OL1相同的厚度，并且如果第一空穴传输层HTL1的厚度配置为具有与第二空穴传输层HTL2相同的厚度，则可能难以满足对于由第四像素PX4发射的红光的相长干涉条件。

[0092] 但是，类似根据第一示例性实施方式的有机发光二极管显示器1000，通过进一步将用于控制从第四像素PX4的空穴注入层HIL到公共电极CE的距离的第三辅助层OL3成为对应于最佳距离，在该最佳距离，对应于第四有机发光层EL4发出的具有第四波长范围的红色光产生相长干涉，从而补偿共振条件。

[0093] 图4是将根据第一示例性实施方式的有机发光二极管显示器1000中第三辅助层的每个厚度在CIE色度图上的位置示为点1和点2的图表，以及图5是示出了对于依赖于根据第一示例性实施方式的有机发光二极管显示器中第三辅助层的厚度的每个波长的归一化辐射光谱的图表。

[0094] 在图4中，参考点(点0)是表示由传统红光发射二极管显示器发射的红光的中心波长在CIE色度图上的位置，第一点(点1)是表示当第三辅助层OL3不存在时红光中心波长在CIE色度图上的位置，以及第二点(点2)是表示当第三辅助层OL3的厚度为10nm时发射的红光的中心波长在CIE色度图上的位置。

[0095] 在图5中，以第一点(点1)作为中心波长由虚线图表示波长范围的归一化辐射光谱，并且以第二点(点2)作为中心波长由实线图表示波长范围的归一化辐射光谱。

[0096] 图4中的X轴表示CIE色度图的X轴(CIE_X)，Y轴表示CIE色度图的Y轴(CIE_y)，以及比例尺降低的向右下的直线表示波长范围，并且可确定参考点(点0)、第一点(点1)和第二点(点2)全部位于红光波长范围的600nm至700nm之间。

[0097] 第一点(点1)具有比参考点(点0)短的中心波长，并且第二点(点2)具有比参考点(点0)稍长的中心波长；但是，色度图上的差别对于用户识别红光光线而言表现为并不明显。

[0098] 此外，参照图5，可确认以第一点(点1)作为中心波长的虚线图和以第二点(点2)作为中心波长的实线图之间的波长范围基本上相同，除了两个中心波长之间的微小差别和归一化辐射光谱的差别。

[0099] 更具体地，即使进一步形成第三辅助层OL3，也仅存在中心波长范围的值的微小变化和亮度的变化。因此，红光的波长范围基本上相同，使得红光的共振条件可容易地通过以确定的厚度形成第三辅助层OL3来补偿，以产生共振条件。

[0100] 如上所述，在根据第一示例性实施方式的有机发光二极管显示器1000中，通过分别形成第一辅助层OL1、第二辅助层OL2和第三辅助层OL3，从每个像素中的空穴注入层HIL到公共电极CE的距离可被控制为使得每层均具有在每个像素中发射的光产生相长干涉的最佳距离。

[0101] 此外，通过利用第一辅助层OL1来控制第一有机发射层EL1的可见蓝色光线波长范围，具有不同波长范围的第一有机发射层EL1和第二有机发射层EL2可通过一个掩模过程被同时形成，从而减少有机发光二极管显示器1000的制造时间和制造成本。

[0102] 接下来，将参照图6和图7描述根据第二示例性实施方式的有机发光二极管显示器

2000。根据第二示例性实施方式的有机发光二极管显示器2000包括与根据上述第一示例性实施方式的有机发光二极管显示器1000至少部分相同的结构。例如,有机发光二极管显示器2000和有机发光二极管显示器1000可具有相同的元件、配置、结构等,除了由不同于图1中的上述第一形状的图6中所示的第二形状形成的像素排列。

[0103] 在下文中,当描述根据第二示例性实施方式的有机发光二极管显示器2000时,为了简明,对于已关于第一示例性实施方式描述了的配置、元件、结构等的详细描述将被省略。

[0104] 图6是示出了像素在根据第二示例性实施方式的有机发光二极管显示器中以第二形状布置的排列结构的俯视平面图,以及图7是沿图6中的剖面线VII-VII截取的剖视图。

[0105] 参照图6,根据第二示例性实施方式的有机发光二极管显示器2000包括与上文描述的第一示例性实施方式相同类型的第一像素PX1'、第二像素PX2'、第三像素PX3'以及第四像素PX4',但是像素的排列不同。

[0106] 图6示出了一个第一像素PX1'、一个第二像素PX2'、一个第三像素PX3'以及一个第四像素PX4'被分别布置的结构,发射天蓝色光的第一像素PX1'布置在中心,发射深蓝色光的第二像素PX2'布置在第一像素PX1'的右侧,第三像素PX3'布置在位于第一像素PX1'左侧的左部区域的底部,以及第四像素PX4'布置在相对于第三像素PX3'的左部区域中上部区域。但是,排列不限于此。例如,第三像素PX3'和第四像素PX4'可位于第一像素PX1'和/或第二像素PX2'的右侧。

[0107] 在将图6中所示的第一像素PX1'至第四像素PX4'的排列定义为一个单元排列的第一行和第一列时,根据第二示例性实施方式的有机发光二极管显示器2000具有图6中的单位像素被重复直到形成第N行和第M列(N和M为自然数)的结构。

[0108] 根据第二示例性实施方式的有机发光二极管显示器2000具有第二形状的排列结构,在该排列结构中,图6中所示的像素如上所述连续且重复,并且可通过采用共享相邻近像素的渲染驱动表现颜色来用少量像素实现高分辨率。

[0109] 参照图7,每个像素共同具有以下结构,即,在该结构中,衬底SUB、像素电路PC、第一电极(未示出)、空穴注入层HIL、相应的有机发射层、电子传输层ETL、电子注入层EIL以及公共电极CE被依次沉积。

[0110] 然而,在根据第二示例性实施方式的有机发光二极管显示器2000中,具有厚度L11的第一辅助层OL1'可形成于第一像素PX1'上的空穴注入层HIL和第一有机发射层EL1'之间,并且具有等于厚度L11的厚度L12的第二辅助层OL2'可形成于第四像素PX4'中的空穴注入层HIL和第四有机发射层EL4'之间。

[0111] 此外,具有厚度L15的第一空穴传输层HTL1'可形成于空穴注入层HIL和第四有机发射层EL4'之间,并且还可在第一空穴传输层HTL1'和第四有机发射层EL4'之间形成第三辅助层OL3'。

[0112] 此外,还可在空穴注入层HIL和第三有机发射层EL3'之间形成具有等于厚度L15的厚度L16的第二空穴传输层HTL2'。

[0113] 类似于上文描述的第一示例性实施方式,第一辅助层OL1'和第二辅助层OL2'可通过一个掩模过程形成,并且通过控制第一辅助层OL1'和空穴注入层HIL的厚度,第一有机发射层EL1'可配置为发射具有459nm至490nm的第一波长范围而不是440nm至458nm的第二波

长范围的天蓝色的可见蓝色光线。

[0114] 第一有机发射层EL1'可形成具有厚度L13,第二有机发射层EL2'可形成具有等于厚度L13的厚度L14,并且可包括发射440nm至458nm的第二波长范围的相同的蓝色发射材料。在整个说明书中,相同或相等的厚度可以是基本上相同或相等的厚度。例如,可以忽略当一种材料布置在不同像素上但是同时在不同像素中沉积层不同(例如,形成第一有机发射层EL1'和第二有机发射层EL2')时可形成的微小厚度差别。虽然可能存在这种微小厚度差别,但是从一个掩模形成的分开的结构,例如,第一有机发射层EL1'和第二有机发射层EL2',具有基本上相同的厚度。

[0115] 第一有机发射层EL1'和第二有机发射层EL2'可通过类似上文描述的第一示例性实施方式的一个掩模过程形成。

[0116] 类似上文描述的第一示例性实施方式,第一空穴传输层HTL1'和第二空穴传输层HTL2'可形成具有相同材料和相同厚度,并可通过一个掩模过程同时形成。

[0117] 类似上文描述的第一示例性实施方式,还可在第一空穴传输层HTL1'和第四有机发射层EL4'之间形成第三辅助层OL3',从而控制第四像素PX4'的空穴注入层HIL和公共电极CE之间的距离,以满足用于由第四像素PX4'发射的红光的相长干涉条件。

[0118] 如上所述,在具有与第一示例性实施方式不同的像素排列的第二形状的根据第二示例性实施方式的有机发光二极管显示器2000的情况下,高颜色复现性(高色域)、高元件效率以及对用户的相对于可见蓝色光线的视力保护可全部被实现,而不必受限于像素排列方法。

[0119] 接下来将参照图8至图14描述根据第一示例性实施方式的有机发光二极管显示器1000的制造方法。

[0120] 图8、图9、图10、图11、图12、图13和图14是依次示出了根据第一示例性实施方式的有机发光二极管显示器的制造方法的视图。

[0121] 参照图8,空穴注入层HIL可形成于布置在衬底SUB上的像素电路PC上。虽然图8中未示出,但是第一电极可布置在像素电路PC和空穴注入层HIL之间。作为示例,空穴注入层HIL的下层可通过具有导电材料而形成第一电极。

[0122] 然后,如图9所示,第一辅助层OL1和第二辅助层OL2可在空穴注入层HIL上形成为分开的。第一辅助层OL1和第二辅助层OL2可由相同材料形成,包括有机聚合物或无机聚合物,并具有相同导电性,以及可形成具有相同厚度。在第一示例性实施方式中,通过一个掩模过程,如图9中所示,第一辅助层OL1和第二辅助层OL2可被同时形成。

[0123] 然后,如图10所示,第一有机发射层EL1可形成于第一辅助层OL1上。第一有机发射层EL1可包括发射与440nm至458nm的第二波长范围对应的蓝光的发光材料。在第一示例性实施方式中,在空穴注入层HIL上,第一有机发射层EL1和与第一有机发射层EL1分离的第二有机发射层EL2可被同时形成。

[0124] 在第一示例性实施方式中,第一有机发射层EL1和第二有机发射层EL2可形成具有相同材料和相同厚度,并可通过一个掩模过程被同时形成。

[0125] 然后,如图11所示,第一空穴传输层HTL1可形成于第二辅助层OL2上。在第一示例性实施方式中,第二空穴传输层HTL2可与第一空穴传输层HTL1一起形成。第二空穴传输层HTL2形成于空穴注入层HIL上;但是,第二空穴传输层HTL2可形成于与第一空穴传输层

HTL1、第一有机发射层EL1和第二有机发射层EL2分离的位置处。第一空穴传输层HTL1和第二空穴传输层HTL2可形成为具有相同材料和相同厚度,并可通过一个掩模过程被同时形成。

[0126] 此外,如图12所示,第三辅助层OL3可形成于第一空穴传输层HTL1上。如上所述,当设计使得分别在第一有机发光元件OLED1、第二有机发光元件OLED2、第三有机发光元件OLED3以及第四有机发光元件OLED4中发射的光处于通过相长干涉形成共振的条件中时,第三辅助层OL3可以是用来补偿第四像素PX4的共振距离的控制因素。但是,根据不同配置条件,其可被省略。

[0127] 然后,如图13和图14所示,第二空穴传输层HTL2上的第三有机发射层EL3和第三辅助层OL3上的第四有机发射层EL4可被分别形成。当第三辅助层OL3被省略时,第四有机发射层EL4可直接形成于第一空穴传输层HTL1上。

[0128] 然后,通过依次形成电子传输层ETL、电子注入层EIL和公共电极CE,具有图2中所示结构的有机发光二极管显示器1000可被制造。

[0129] 如上所述,在根据第一示例性实施方式的有机发光二极管显示器1000及其制造方法中,虽然第一有机发射层EL1和第二有机发射层EL2包括发射440nm至458nm的第二波长范围的蓝光的蓝色发射材料,但是,通过控制第一辅助层OL1和空穴注入层HIL的厚度,第一像素PX1可配置为发射与459nm至490nm的第一波长范围对应的蓝光。

[0130] 此外,类似第一像素PX1和第二像素PX2,虽然发射不同波长范围的像素的种类增加了,但是掩模过程没有增加,而且第一有机发射层EL1和第二有机发射层EL2可通过一个掩模形成,从而提供了具有减少的制造时间和成本的有机发光二极管显示器1000。

[0131] 此外,通过根据由第一像素PX1至第四像素PX4发射的每种光控制从每个空穴注入层HIL到公共电极CE的距离来产生相长干涉,提供了具有改善的像素发射效率的有机发光二极管显示器1000。

[0132] 根据示例性实施方式,包括了分别发射具有不同波长的两种蓝光的有机发光元件,从而提供能够实现高颜色复现性(高色域)和对用户相对于可见蓝色光线的视力保护的有机发光二极管显示器。

[0133] 此外,根据示例性实施方式,在不增加沉积有机层的掩模的情况下,有机发光二极管显示器提供有对于发射具有不同波长的光的多个有机发光元件的改善的发射效率。

[0134] 虽然在本文中已经描述了某些示例性实施方式和实现,但是其它实施方式和修改从本描述中将是显而易见的。因此,本发明构思不限于这样的实施方式,而是具有本权利要求和各种明显修改以及等效排列的更宽的范围。

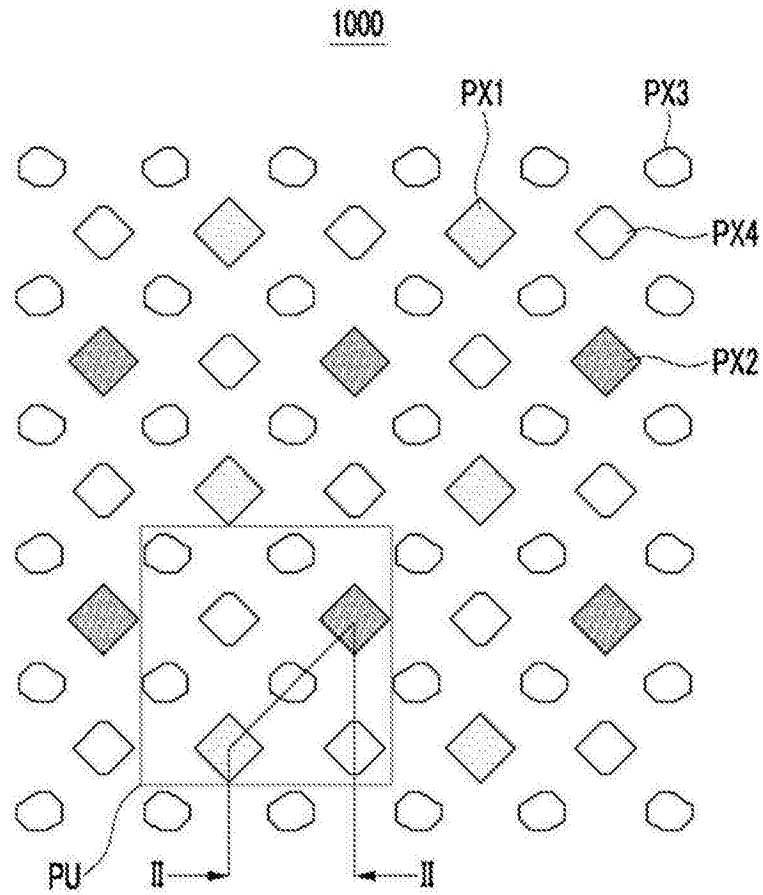


图1

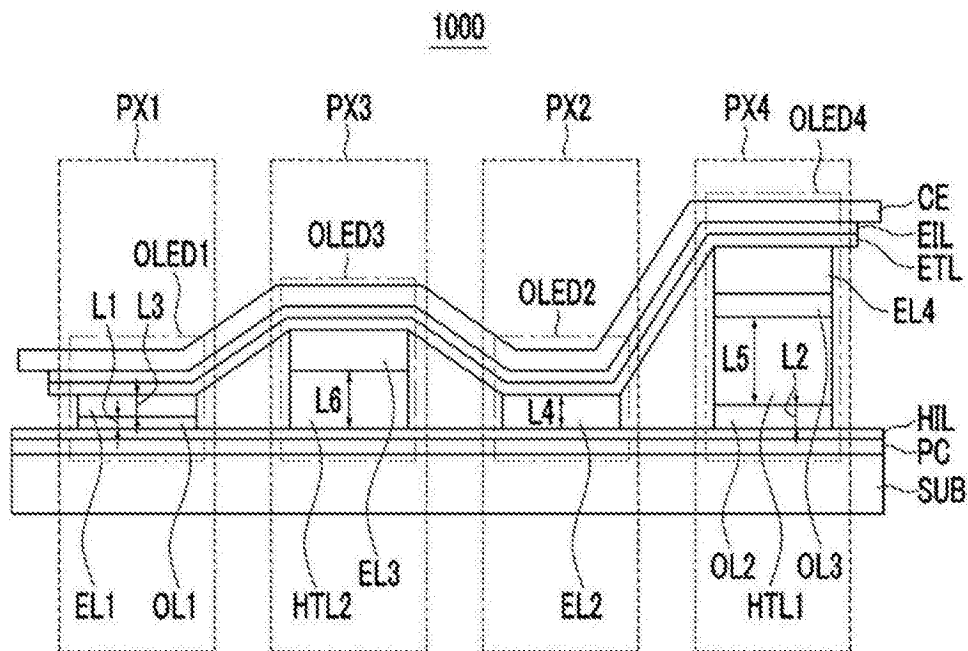


图2

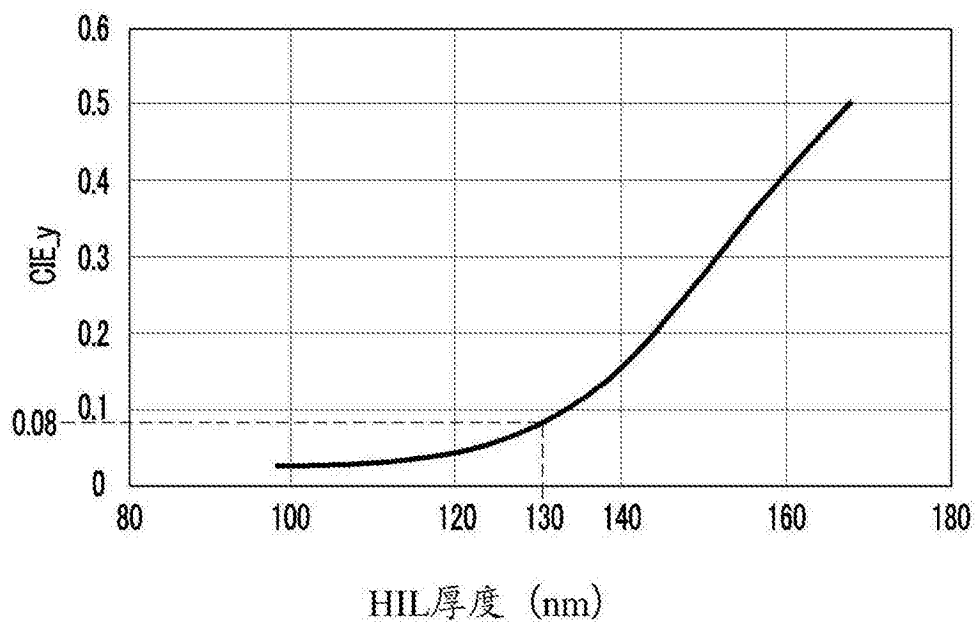


图3

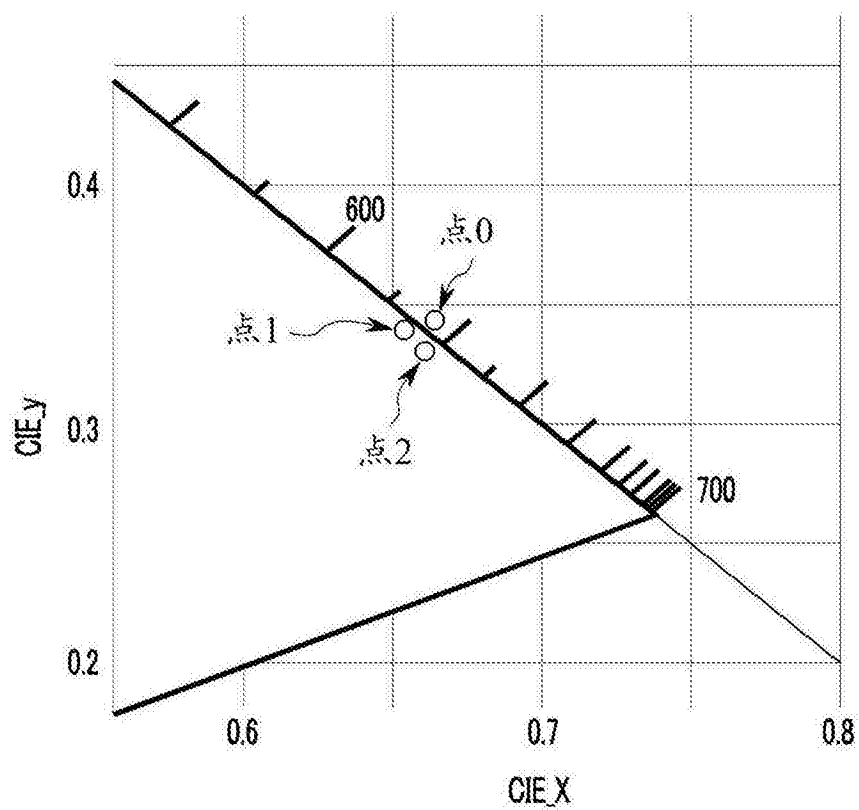


图4

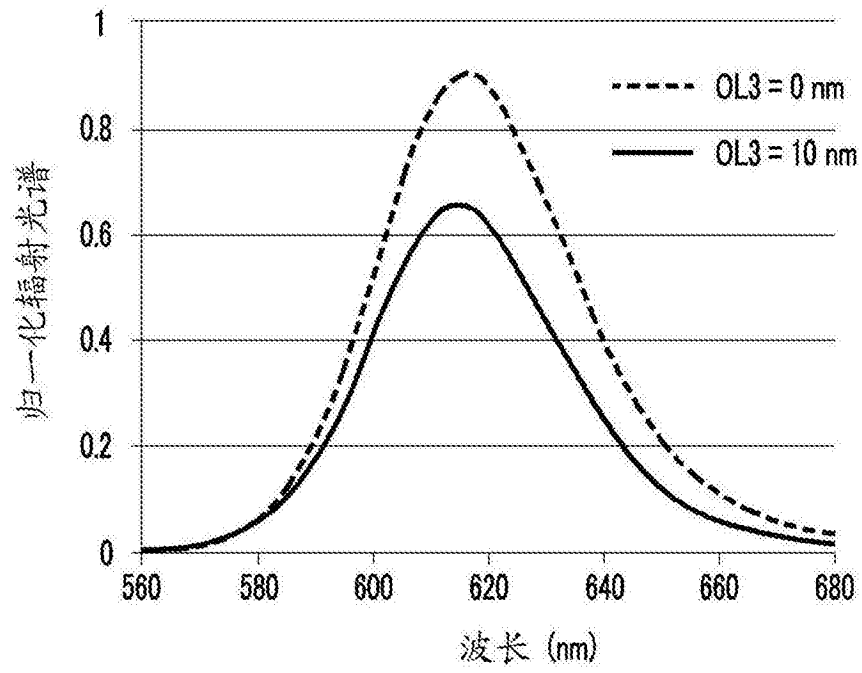


图5

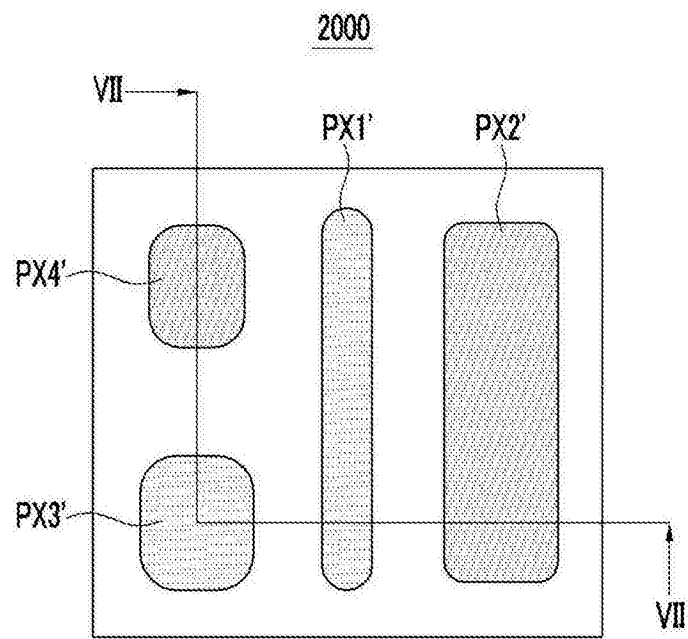


图6

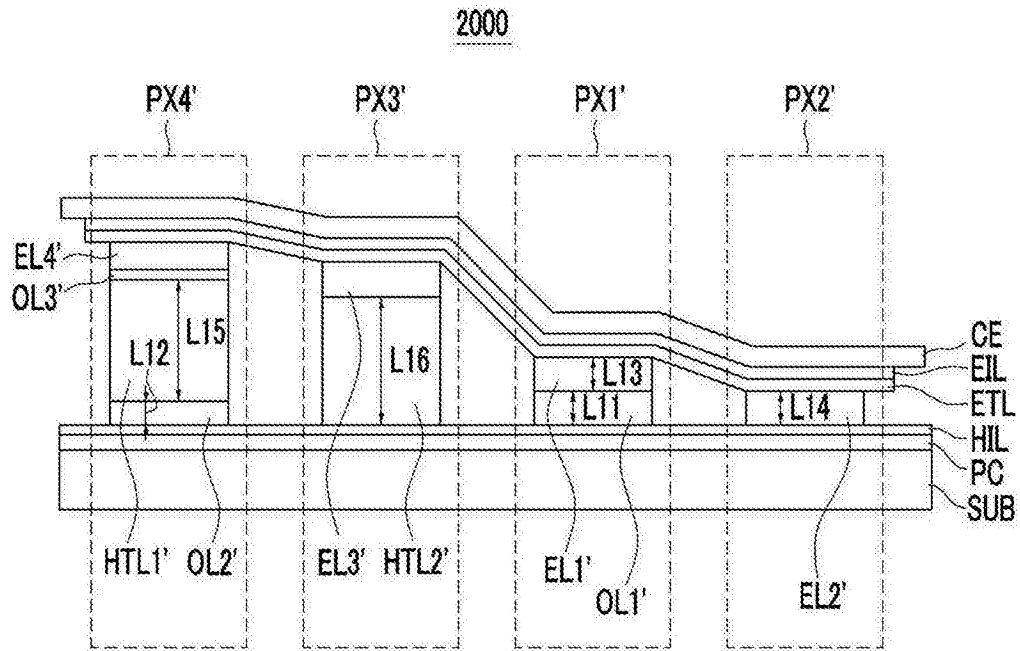


图7

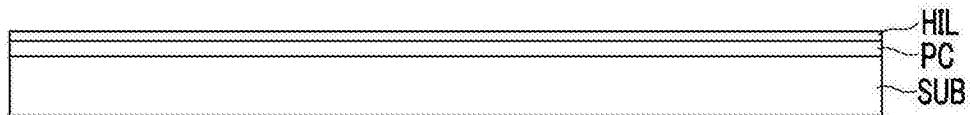


图8

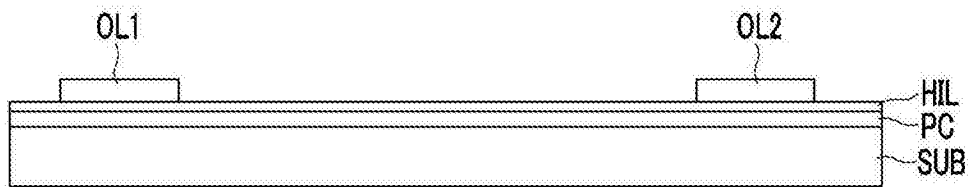


图9

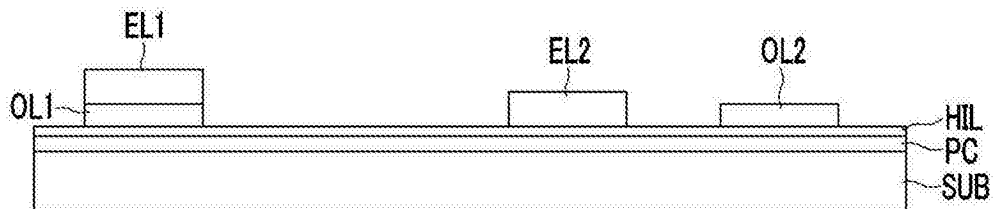


图10

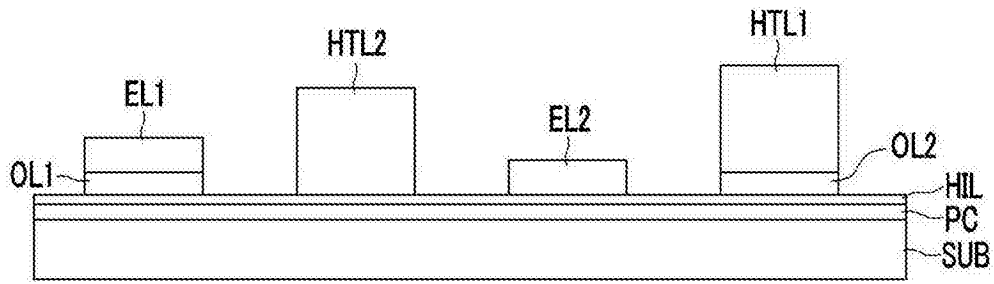


图11

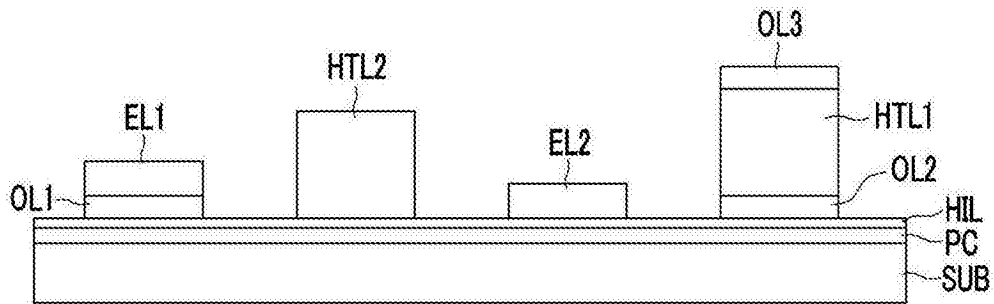


图12

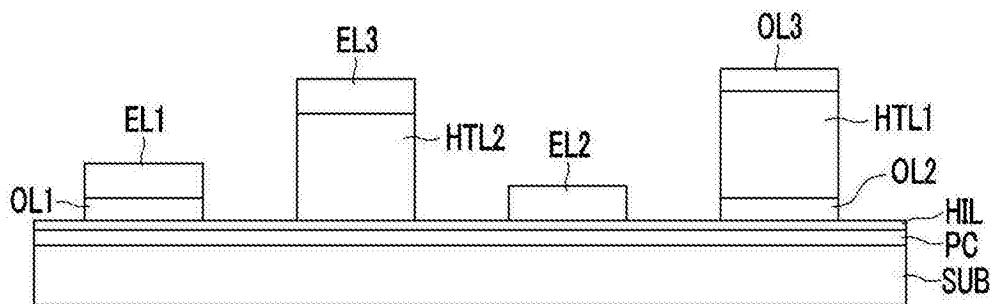


图13

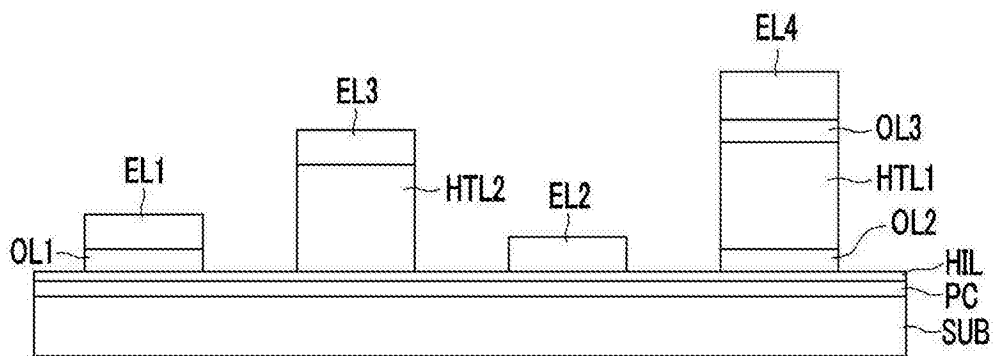


图14

专利名称(译)	有机发光二极管显示器及其制造方法		
公开(公告)号	CN106409860A	公开(公告)日	2017-02-15
申请号	CN201610134219.X	申请日	2016-03-09
[标]申请(专利权)人(译)	三星显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	三星显示有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	三星显示有限公司		
[标]发明人	宋雅丽 元秉喜 白种仁 朴源祥		
发明人	宋雅丽 元秉喜 白种仁 朴源祥		
IPC分类号	H01L27/32 H01L51/50 H01L21/77		
CPC分类号	H01L21/77 H01L27/32 H01L51/50 H01L51/5056 H01L27/3213 H01L27/3216 H01L27/3218 H01L51/5265 H01L2251/558 H01L51/56		
代理人(译)	刘铮		
优先权	1020150106759 2015-07-28 KR		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

公开了有机发光二极管显示器和用于制造有机发光二极管显示器的方法。该方法包括：在形成有像素电路的衬底上形成空穴注入层；在空穴注入层上形成第一辅助层和第二辅助层，第一辅助层和第二辅助层布置在空穴注入层的不同位置上；在第一辅助层上形成第一有机发射层；以及在第二辅助层上形成第一空穴传输层。

