



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110660825 A

(43)申请公布日 2020.01.07

(21)申请号 201910541833.1

(22)申请日 2019.06.21

(30)优先权数据

10-2018-0075227 2018.06.29 KR

(71)申请人 乐金显示有限公司

地址 韩国首尔

(72)发明人 沈东敏 张志向 金津泰

(74)专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理有限公司 11006

代理人 徐金国

(51)Int.Cl.

H01L 27/32(2006.01)

H01L 51/52(2006.01)

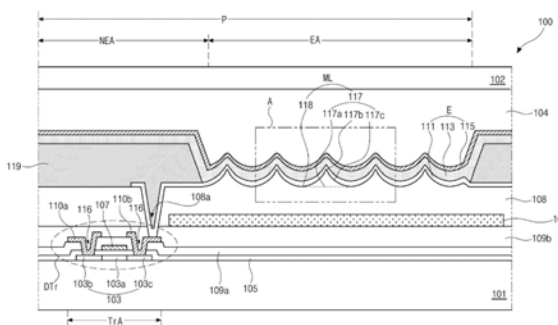
权利要求书3页 说明书17页 附图8页

(54)发明名称

有机发光二极管显示装置

(57)摘要

一种有机发光二极管显示装置包括：基板；在所述基板上的涂覆层，所述涂覆层包括多个凸部和多个凹部；在所述涂覆层上的第一电极；在所述第一电极上的发光层，所述发光层包括第一发光材料层；和在所述发光层上的第二电极，其中所述多个凸部中的第一发光材料层与所述第二电极分开第一距离，并且其中所述多个凹部中的第一发光材料层与所述第二电极分开与所述第一距离不同的第二距离。



1. 一种有机发光二极管显示装置,包括:
基板;
在所述基板上的涂覆层,所述涂覆层包括多个凸部和多个凹部;
在所述涂覆层上的第一电极;
在所述第一电极上的发光层,所述发光层包括第一发光材料层;和
在所述发光层上的第二电极,
其中在所述多个凸部中的第一发光材料层与所述第二电极分开第一距离,并且
其中所述多个凹部中的第一发光材料层与所述第二电极分开与所述第一距离不同的第二距离。

2. 根据权利要求1所述的有机发光二极管显示装置,其中所述多个凸部中的至少一个包括底表面部、顶表面部和位于所述底表面部与所述顶表面部之间的侧表面部,
其中所述侧表面部的斜率从所述底表面部到所述顶表面部增加,并且
其中所述侧表面部在有效发光区域具有最大斜率。

3. 根据权利要求2所述的有机发光二极管显示装置,其中在所述多个凸部中从所述第二电极到所述第一发光材料层的距离由下面的等式确定:

$$L1 = D1 * \cos\theta, \text{其中 } \theta = 20^\circ \sim 60^\circ,$$

其中L1是在所述多个凸部中从所述第二电极到所述第一发光材料层的距离,D1是在所述多个凹部中从所述第二电极到所述第一发光材料层的距离, θ 是所述侧表面部的切线相对于所述底表面部的角度。

4. 根据权利要求3所述的有机发光二极管显示装置,还包括在所述第一发光材料层与所述第一电极之间的第二发光材料层,

其中在所述多个凸部中从所述第二电极到所述第二发光材料层的距离由下面的等式确定:

$$L2 = D2 * \cos\theta, \text{其中 } \theta = 20^\circ \sim 60^\circ,$$

其中L2是在所述多个凸部中从所述第二电极到所述第二发光材料层的距离,D2是在所述多个凹部中从所述第二电极到所述第二发光材料层的距离, θ 是所述侧表面部的切线相对于所述底表面部的角度。

5. 根据权利要求4所述的有机发光二极管显示装置,还包括在所述第二发光材料层与所述第一电极之间的第三发光材料层,

其中在所述多个凸部中从所述第二电极到所述第三发光材料层的距离由下面的等式确定:

$$L3 = (D2 + D3) / 2 * \cos\theta, \text{其中 } \theta = 20^\circ \sim 60^\circ,$$

其中L3是在所述多个凸部中从所述第二电极到所述第三发光材料层的距离,D3是在所述多个凹部中从所述第二电极到所述第三发光材料层的距离, θ 是所述侧表面部的切线相对于所述底表面部的角度。

6. 根据权利要求5所述的有机发光二极管显示装置,其中在所述多个凹部中从所述第二电极到所述第一发光材料层的距离在大约555Å至615Å的范围内,

其中在所述多个凹部中从所述第二电极到所述第二发光材料层的距离在大约2735Å

至3025Å的范围内,并且

其中在所述多个凹部中从所述第二电极到所述第三发光材料层的距离在大约3450Å至3815Å的范围内。

7. 根据权利要求2所述的有机发光二极管显示装置,其中在所述多个凹部中从所述第二电极到所述第一发光材料层的距离由下面的等式确定:

$$Y1=L1*(1/\cos\theta),$$

$$L1\leq Y1, \text{ 并且}$$

$$\theta=20^\circ\sim 60^\circ,$$

其中Y1是在所述多个凹部中从所述第二电极到所述第一发光材料层的距离,L1是在所述多个凸部中从所述第二电极到所述第一发光材料层的距离, θ 是所述侧表面部的切线相对于所述底表面部的角度。

8. 根据权利要求7所述的有机发光二极管显示装置,还包括在所述第一发光材料层与所述第一电极之间的第二发光材料层,

其中在所述多个凹部中从所述第二电极到所述第二发光材料层的距离由下面的等式确定:

$$Y2=L2*(1/\cos\theta),$$

$$Y2*\cos 60^\circ\leq L2\leq Y2*\cos 20^\circ, \text{ 并且}$$

$$\theta=20^\circ\sim 60^\circ,$$

其中Y2是在所述多个凹部中从所述第二电极到所述第二发光材料层的距离,L2是在所述多个凸部中从所述第二电极到所述第二发光材料层的距离, θ 是所述侧表面部的切线相对于所述底表面部的角度。

9. 根据权利要求8所述的有机发光二极管显示装置,还包括在所述第二发光材料层与所述第一电极之间的第三发光材料层,

其中在所述多个凹部中从所述第二电极到所述第三发光材料层的距离由下面的等式确定:

$$Y3=L3*(1/\cos\theta),$$

$$Y3*\cos 60^\circ\leq L3\leq Y3*\cos 20^\circ, \text{ 并且}$$

$$\theta=20^\circ\sim 60^\circ,$$

其中Y3是在所述多个凹部中从所述第二电极到所述第三发光材料层的距离,L3是在所述多个凸部中从所述第二电极到所述第三发光材料层的距离, θ 是所述侧表面部的切线相对于所述底表面部的角度。

10. 根据权利要求9所述的有机发光二极管显示装置,其中所述发光层具有在大约3000Å至3500Å范围内的厚度。

11. 根据权利要求1所述的有机发光二极管显示装置,其中所述发光层的与所述多个凸部对应的厚度小于所述发光层的与所述多个凹部对应的厚度。

12. 根据权利要求9所述的有机发光二极管显示装置,其中所述第一发光材料层和所述第三发光材料层发射第一颜色的光,所述第二发光材料层发射与所述第一颜色不同的第二颜色的光。

13. 根据权利要求12所述的有机发光二极管显示装置,其中所述第一颜色对应于大约

440nm至480nm范围内的波长,所述第二颜色对应于大约510nm至590nm范围内的波长。

14.根据权利要求9所述的有机发光二极管显示装置,其中所述第一发光材料层、所述第二发光材料层和所述第三发光材料层分别包括第一蓝色发光层、黄绿色发光层和第二蓝色发光层。

有机发光二极管显示装置

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2018年6月29日在韩国提交的韩国专利申请No.10-2018-0075227的优先权,为了所有目的通过引用将该专利申请的全部内容并入本文,如同在本文完全阐述一样。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种有机发光二极管显示装置,更具体地,涉及一种提高光提取效率的有机发光二极管显示装置。

背景技术

[0004] 近来,随着信息导向社会的发展,由于对用于处理和显示大量信息的信息显示器的兴趣和对于便携式信息媒介的需求增加,显示器领域快速发展。因而,各种轻薄的平板显示装置得到发展并受到关注。

[0005] 在各种平板显示装置之中,有机发光二极管(OLED)显示装置是发光型装置,不需要在诸如液晶显示(LCD)装置之类的非发光型装置中使用的背光单元。结果,OLED显示装置具有轻重量和薄外形。

[0006] 此外,与LCD装置相比,OLED显示装置具有视角、对比度和功耗等优点。此外,OLED显示装置可利用低直流(DC)电压进行驱动并且具有快速响应速度。此外,由于OLED显示装置的内部元件具有固相,所以OLED显示装置对外部冲击具有高耐久性并且具有较宽的可用温度范围。

[0007] 在OLED显示装置中,在从发光层发射的光穿过各种部件发射到外部时,大量的光损失。结果,发射到OLED显示装置外部的光仅是从发光层发射的光的大约20%。

[0008] 在此,由于从发光层发射的光的量随着施加至OLED显示装置的电流的量而增加,所以可通过向发光层施加更多电流来进一步增加OLED显示装置的亮度。然而,在这种情况下,功耗增加,并且OLED显示装置的寿命也降低。

[0009] 因此,为了提高OLED显示装置的光提取效率,已提出了向基板的外表面贴附微透镜阵列(MLA)或者在涂覆层(overcoating layer)中形成微透镜的OLED显示装置。

[0010] 然而,当向基板的外表面贴附微透镜阵列或者在涂覆层中形成微透镜时,由于相对较高的反射率,黑色的可视性劣化。

发明内容

[0011] 因此,本发明旨在提供一种基本上克服了由于相关技术的限制和缺点而导致的一个或多个问题的有机发光二极管显示装置。

[0012] 本发明的目的是提供一种提高光提取效率并且通过降低反射率提高黑色的可视性的有机发光二极管显示装置。

[0013] 在下面的描述中将阐述本发明的附加特征和优点,这些特征和优点的一部分通过

描述将是显而易见的,或者可通过本发明的实施领会到。通过说明书、权利要求书以及附图中具体指出的结构可实现和获得本发明的这些和其他优点。

[0014] 为了实现这些和其他优点并且根据本发明的意图,如在此具体化和广义描述的,一种有机发光二极管显示装置包括:基板;在所述基板上的涂覆层,所述涂覆层包括多个凸部和多个凹部;在所述涂覆层上的第一电极;在所述第一电极上的发光层,所述发光层包括第一发光材料层;和在所述发光层上的第二电极,其中所述多个凸部中的第一发光材料层与所述第二电极分开第一距离,并且其中所述多个凹部中的第一发光材料层与所述第二电极分开与所述第一距离不同的第二距离。

[0015] 应当理解,前面的总体描述和下面的详细描述都是示例性的和解释性的,旨在对要求保护的本发明提供进一步的解释。

附图说明

[0016] 被包括用来提供对本发明的进一步理解并且并入本申请中组成本申请一部分的附图图解了本发明的实施方式,并与说明书一起用于解释本发明的原理。在附图中:

[0017] 图1是显示根据本发明一实施方式的有机发光二极管显示装置的剖面图;

[0018] 图2是图1的A部分的放大图;

[0019] 图3是显示根据本发明一实施方式的有机发光二极管显示装置的发光二极管的剖面图;

[0020] 图4A、图4B和图4C分别是显示按照本发明一实施方式的有机发光二极管显示装置的第一发光材料层、第二发光材料层和第三发光材料层的位置,光强度的曲线图;

[0021] 图5A和图5B分别是显示按照从具有微透镜的有机发光二极管显示装置和本发明一实施方式的有机发光二极管显示装置提取的光的波长,光强度的曲线图;

[0022] 图6是显示针对本发明一实施方式的有机发光二极管显示装置的微透镜的纵横比,微透镜的反射率的曲线图;

[0023] 图7A、图7B和图7C分别是显示按照本发明一实施方式的有机发光二极管显示装置的红色子像素、绿色子像素和蓝色子像素的电压,发光效率的曲线图。

具体实施方式

[0024] 现在将详细参考本发明,附图中图解了本发明的一些例子。

[0025] 图1是显示根据本发明一实施方式的有机发光二极管显示装置的剖面图。根据本发明所有实施方式的有机发光二极管显示装置的所有部件可操作性地结合和配置。

[0026] 在图1中,有机发光二极管(OLED)显示装置100可根据光的发射方向而具有顶部发光型或底部发光型。下文中将示例性地说明底部发光型OLED显示装置。

[0027] OLED显示装置100包括其上具有驱动薄膜晶体管(TFT)DT_r和发光二极管E的基板101以及封装基板101的保护膜102。

[0028] 基板101包括多个像素区域P,每个像素区域P包括设置有发光二极管E且实质上显示图像的发光区域EA和沿发光区域EA的边缘的非发光区域NEA。非发光区域NEA包括设置有驱动TFT DT_r的开关区域TrA。

[0029] 半导体层103设置在基板101上的像素区域P的非发光区域NEA的开关区域TrA中。

半导体层103可包括硅并且可具有位于中央部分中的有源区域103a和位于有源区域103a的两个侧部中的源极区域103b和漏极区域103c。有源区域103a可充当驱动TFT DTr的沟道,并且源极区域103b和漏极区域103c可被掺杂相对较高浓度的杂质。

[0030] 栅极绝缘层105设置在半导体层103上。

[0031] 栅极电极107和栅极线设置在栅极绝缘层105上。栅极电极107对应于半导体层103的有源区域103a,并且栅极线连接至栅极电极107并沿一个方向延伸。

[0032] 第一层间绝缘层109a设置在栅极电极107和栅极线上。第一层间绝缘层109a和栅极绝缘层105具有暴露位于有源区域103a的两个侧部中的源极区域103b和漏极区域103c的第一和第二半导体接触孔116。

[0033] 彼此分隔开的源极电极110a和漏极电极110b设置在具有第一和第二半导体接触孔116的第一层间绝缘层109a上。源极电极110a通过第一半导体接触孔116连接至源极区域103b,并且漏极电极110b通过第二半导体接触孔116连接至漏极区域103c。

[0034] 第二层间绝缘层109b设置在源极电极110a和漏极电极110b以及在源极电极110a与漏极电极110b之间暴露的第一层间绝缘层109a上。

[0035] 源极电极110a和漏极电极110b、包括分别与源极电极110a和漏极电极110b接触的源极区域103b和漏极区域103c的半导体层103、栅极绝缘层105和栅极电极107构成驱动TFT DTr。

[0036] 数据线可设置在第二层间绝缘层109b上。数据线可与栅极线交叉,以限定每个像素区域P。具有与驱动TFT DTr相同结构的开关TFT可连接至驱动TFT DTr。

[0037] 开关TFT和驱动TFT DTr可示例性地具有其中半导体层103包括多晶硅或氧化物半导体材料的顶栅型。在另一实施方式中,开关TFT和驱动TFT DTr可具有其中半导体层103包括本征非晶硅和掺有杂质的非晶硅的底栅型。

[0038] 基板101可包括玻璃或诸如聚酰亚胺之类的柔性透明塑料。例如,由于出色耐热性而能够忍受相对高温的沉积步骤的聚酰亚胺可用于基板101。聚酰亚胺的基板的整个前表面可被至少一个缓冲层覆盖。

[0039] 开关区域TrA中的驱动TFT DTr的阈值电压可由于光而偏移。为了防止阈值电压偏移,OLED显示装置100可在半导体层103的下方进一步包括遮光层。

[0040] 遮光层可设置在基板101与半导体层103之间,以阻挡光通过基板101入射到半导体层103。结果,由于外部光导致的阈值电压偏移被最小化或防止。遮光层可被至少一个缓冲层覆盖。

[0041] 波长转换层106与每个像素区域P的发光区域EA对应地设置在第二层间绝缘层109b上。

[0042] 波长转换层106可包括滤色器,在从发光二极管E发射到基板101的白色光之中,滤色器仅透过具有与每个像素区域P对应的预定颜色的波长的光。

[0043] 波长转换层106可仅透过具有与红色、绿色或蓝色对应的波长的光。例如,在OLED显示装置100中,单个单位像素区域可包括红色、绿色和蓝色像素区域P,红色、绿色和蓝色像素区域P中的波长转换层106可分别包括红色滤色器、绿色滤色器和蓝色滤色器。

[0044] 在OLED显示装置100中,单个单位像素区域可进一步包括未设置波长转换层106的白色像素区域。

[0045] 在另一个实施方式中,波长转换层106可包括量子点,量子点具有能够根据从发光二极管E发射到基板101的白色光发射与每个像素区域P对应的预定颜色的光的尺寸。在此,量子点可包括从包含以下材料的集合中选出的至少一种: CdS、CdSe、CdTe、ZnS、ZnSe、ZnTe、HgS、HgSe、HgTe、CdSeS、CdSeTe、CdSTe、ZnSeS、ZnSeTe、ZnSTe、HgSeS、HgSeTe、HgSTe、CdZnS、CdZnSe、CdZnTe、CdHgS、CdHgSe、CdHgTe、HgZnS、HgZnSe、HgZnTe、CdZnSeS、CdZnSeTe、CdZnSTe、CdHgSeS、CdHgSeTe、CdHgSTe、HgZnSeS、HgZnSeTe、HgZnSTe、GaN、GaP、GaAs、AlN、AlP、AlAs、InN、InP、InAs、GaNP、GaNAS、GaPAs、AlNP、AlNAs、AlPAs、InNP、InNAs、InPAs、GaAlNP、GaAlNAS、GaAlPAs、GaInNP、GaInNAS、GaInPAs、InAlNP、InAlNAS、InAlPAs和SbTe。然而,量子点的材料不限于此。

[0046] 例如,红色像素区域中的波长转换层106可包括CdSe或InP的量子点,绿色像素区域中的波长转换层106可包括CdZnSeS的量子点,蓝色像素区域中的波长转换层106可包括ZnSe的量子点。其中波长转换层106包括量子点的OLED显示装置100可具有相对较高的色再现性。

[0047] 在另一个实施方式中,波长转换层106可包括含有量子点的滤色器。

[0048] 涂覆层108设置在波长转换层106上,涂覆层108与第二层间绝缘层109b具有暴露漏极电极110b的第一漏极接触孔108a。涂覆层108在其顶表面上具有多个凹部118和多个凸部117。多个凹部118和多个凸部117彼此交替设置以构成微透镜ML。

[0049] 涂覆层108可包括具有折射率为大约1.5的绝缘材料。例如,涂覆层108可包括丙烯酸树脂、环氧树脂、酚醛树脂、聚酰胺树脂、聚酰亚胺树脂、不饱和聚酯树脂、聚苯树脂、聚苯硫醚树脂、苯并环丁烯和光刻胶之一。

[0050] 多个凸部117可分别具有限定或围绕多个凹部118的结构,并且可具有底表面部117a、顶表面部117b和侧表面部117c。侧表面部117c可以是构成顶表面部117b的整个倾斜表面。侧表面部117c的斜率可从底表面部117a到顶表面部117b增加,使得侧表面部117c可在与顶表面部117b相邻的部分处具有最大斜率 S_{max} 。

[0051] 由于通过多个凸部117将从发光层113发射的光的路径变得朝向基板101,所以OLED显示装置100的光提取效率增加。

[0052] 与驱动TFT DTr的漏极电极110b连接的第一电极111设置在构成微透镜ML的涂覆层108上。例如,第一电极111可以是发光二极管E的阳极并且可包括具有相对较高功函数的材料。

[0053] 第一电极111设置在每个像素区域P中,并且堤部119设置在相邻像素区域P中的第一电极111之间。第一电极111利用堤部119作为相邻像素区域P之间的边界而在每个像素区域P中分开。

[0054] 堤部119包括暴露第一电极111的开口,堤部119的开口被设置为对应于发光区域EA。构成微透镜ML的多个凸部117和多个凹部118设置在堤部119的整个开口中。例如,多个凸部117和多个凹部118可接触堤部119的边缘部分。

[0055] 此外,堤部119的开口被设置为对应于波长转换层106。例如,堤部119的边缘部分可与波长转换层106的边缘部分交叠。由于波长转换层106与堤部119交叠,所以防止了未穿过波长转换层106的光的泄漏。

[0056] 发光层113设置在第一电极111上。发光层113可具有单层发光材料。或者,发光层

113可具有包括空穴注入层、空穴传输层、发光材料层、电子传输层和电子注入层的多层,以增加发光效率。

[0057] 依次位于涂覆层108上的第一电极111和发光层113可具有按照涂覆层108的顶表面的多个凸部117和多个凹部118的表面形态的形状,以构成微透镜ML。

[0058] 发光层113可在微透镜ML的凸部117和凹部118中具有不同的厚度。

[0059] 与微透镜ML的凸部117的侧表面部117c对应的区域中的发光层113的厚度可小于与微透镜ML的凹部118对应的区域中的发光层113的厚度。发光层113的厚度可定义为与发光层113的顶表面和底表面的切线C1和C2(图2)垂直的长度。

[0060] 在OLED显示装置100中,由于发光层113在构成微透镜ML的凸部117和凹部118中具有不同的厚度,所以在微透镜ML的凹部118中从第二电极115到发光层113的发光材料层203a、203b和203c(图3)的距离与在微透镜ML的凸部117的侧表面部117c中从第二电极115到发光层113的发光材料层203a、203b和203c的距离不同。

[0061] 因此,在OLED显示装置100中,发光材料层203a、203b和203c设置在构成微透镜ML的发光层113中。

[0062] 由于发光材料层203a、203b和203c设置在构成微透镜ML的发光层113中的具体位置处,所以从发光二极管E发射的光的光提取效率增加并且提高了黑色的可视性。

[0063] 第二电极115设置在整个发光层113上。例如,第二电极115可以是阴极。

[0064] 第二电极115可具有按照涂覆层108的顶表面的多个凸部117和多个凹部118的表面形态的形状,以构成微透镜ML。

[0065] 当根据信号向第一电极111和第二电极115施加电压时,从第一电极111注入的空穴和从第二电极115注入的电子传输至发光层113,以构成激子。当激子从激发态转变到基态时,可作为可见射线从发光层113发射光。

[0066] 发光层113的光可穿过透明的第一电极111以向外部发射,从而显示图像。

[0067] 由于涂覆层108构成微透镜ML,所以由于全反射而限制在发光层113的内部的光可通过涂覆层108的微透镜ML而以比全反射的临界角小的角度传播,从而通过多次反射被提取到外部。结果,OLED显示装置100的光提取效率提高。

[0068] 此外,由于涂覆层108、第一电极111、发光层113和第二电极115的微透镜ML设置在与发光区域EA对应的堤部119的整个开口中,整个发光区域EA都用于微透镜ML,光提取效率被最大化。

[0069] 薄膜型的保护膜102设置在驱动TFT DTr和发光二极管E上,并且在发光二极管E与保护膜102之间设置面密封部104。面密封部104可包括透明且具有粘合性的有机材料或无机材料。保护膜102和基板101可彼此贴附,以封装OLED显示装置100。

[0070] 为了防止外部氧气和湿气渗透到OLED显示装置100的内部,保护膜102可包括至少两个无机保护膜。可在至少两个无机保护膜之间插入用于补充至少两个无机保护膜的抗冲击性的有机保护膜。

[0071] 在有机保护膜和无机保护膜彼此交替层压的结构中,无机保护膜可完全包裹有机保护膜,使得防止湿气和氧气通过有机保护膜的侧表面渗透。

[0072] 结果,可防止湿气和氧气从外部渗透到OLED显示装置100的内部。

[0073] 在OLED显示装置100中,可在透明基板101的外表面上设置用于防止由于外部光而

导致的对比度下降的偏振板。由于偏振板设置在OLED显示装置100的表面上,所以在从发光层113发射光的驱动模式中,对比度增加。

[0074] 在OLED显示装置100中,由于发光材料层203a、203b和203c设置在因涂覆层108而构成微透镜ML的发光层113中的具体位置处,所以从发光二极管E发射的光的光提取效率增加并且提高了黑色的可视性。

[0075] 图2是图1的A部分的放大图。

[0076] 在图2中,第一电极111、发光层113和第二电极115依次设置在具有微透镜ML的涂覆层108上,微透镜ML具有彼此交替的多个凹部118和多个凸部117。第一电极111、发光层113和第二电极115构成发光二极管E。

[0077] 第一电极111、发光层113和第二电极115具有按照涂覆层108的顶表面的表面形态的形状,以构成微透镜ML。

[0078] 每个凸部117可具有底表面部117a、顶表面部117b和侧表面部117c。侧表面部117c可以是构成顶表面部117b的整个倾斜表面。

[0079] 侧表面部117c可按照底表面部117a与顶表面部117b之间的总高度H分成下部区域LA、中间区域MA和上部区域UA。下部区域LA可定义为从底表面部117a到总高度H的一半 ($H/2$) 的区域。

[0080] 下部区域LA与上部区域UA之间的中间区域MA可定义为从总高度H的一半 ($H/2$) 到总高度H的五分之四 ($4H/5$) 的区域。上部区域UA可定义为从总高度H的五分之四 ($4H/5$) 到顶表面部117b的区域。

[0081] 为了进一步增加发光层113的光提取效率,涂覆层108的凸部117可具有其中顶表面部117b具有尖锐形状 (sharp shape) 的结构。例如,凸部117可具有三角形的剖面,该三角形包括与顶表面部117b对应的顶点、与底表面部117a对应的底边和与侧表面部117c对应的斜边。

[0082] 涂覆层108的凸部117的侧表面部117c的角度 θ_1 和 θ_2 可从底表面部117a到顶表面部117b逐渐增加。角度 θ_1 和 θ_2 定义为侧表面部117c的切线C1和C2与水平面(即,底表面部117a)之间的角度。当角度 θ_1 和 θ_2 变为最大值时,侧表面部117c可在有效发光区域B中具有最大斜率 S_{max} 。斜率可定义为角度的正切值 ($\tan\theta$)。

[0083] 由于侧表面部117c的角度 θ_1 和 θ_2 可从底表面部117a到顶表面部117b逐渐增加,所以涂覆层108的凸部117的侧表面部117c在与顶表面部117b相邻的上部区域UA中具有最大斜率 S_{max} 。

[0084] 具有包括凹部118和凸部117的微透镜ML的涂覆层108上的第一电极111、发光层113和第二电极115在其顶表面上具有微透镜ML。凸部117可包括底表面部117a、顶表面部117b和侧表面部117c,并且侧表面部117c可包括上部区域UA、中间区域MA和下部区域LA。

[0085] 在OLED显示装置100中,由于发光层113设置在构成微透镜ML的涂覆层108上,所以发光层113可在不同区域中具有不同厚度 d_1 、 d_2 、 d_3 和 d_4 。发光层113可形成为具有与微透镜ML的凹部118和凸部117对应的不同厚度 d_1 、 d_2 、 d_3 和 d_4 。

[0086] 发光层113的厚度可定义为与发光层113的切线C1和C2垂直的长度。例如,微透镜ML的凸部117的侧表面部117c处的发光层113的第三厚度 d_3 和第四厚度 d_4 可小于凹部118和凸部117的顶表面部117b处的发光层113的第一厚度 d_1 和第二厚度 d_2 。

[0087] 凸部117的侧表面部117c的发光层113的厚度d3和d4可从下部区域LA到上部区域UA逐渐减小。

[0088] 由于发光层113形成在具有微透镜ML的涂覆层108上,所以涂覆层108的凸部117的侧表面部117c可具有从底表面部117a到顶表面部117b逐渐增加的角度 θ_1 和 θ_2 。结果,侧表面部117c处的发光层113的第三厚度d3和第四厚度d4小于凹部118和顶表面部117b处的发光层113的第一厚度d1和第二厚度d2。

[0089] 由于侧表面部117c的角度 θ_1 和 θ_2 从下部区域LA到上部区域UA逐渐增加,所以侧表面部117c的发光层113可在其中角度 θ_2 具有相对较大的值的上部区域UA中具有作为最小值的第四厚度d4,并且在其中角度 θ_1 具有相对较小的值的中间区域MA中具有作为最大值的第三厚度d3。

[0090] 例如,第一厚度d1可等于或大于第二厚度d2,第二厚度d2可大于第三厚度d3,并且第三厚度d3可大于第四厚度d4,例如, $d1 \geq d2 > d3 > d4$ 。

[0091] 在发光二极管E中,在具有相对较高电流密度的区域中产生光发射。由于发光层113在凸部117的上部区域UA中具有相对较小的第四厚度d4,所以发光层113可在凸部117的上部区域UA中具有相对较高的电流密度和相对较强的光发射。此外,由于发光层113在凸部117的下部区域LA中具有相对较大的厚度d1,所以发光层113可在凸部117的下部区域LA中具有相对较低的电流密度和相对较弱的光发射。结果,多个凸部117的每一个的产生较强光发射的上部区域UA可定义为有效发光区域B。当驱动发光二极管E时,电场局部集中在有效发光区域B上。结果,在有效发光区域B中构成主电流路径并且产生主发光。

[0092] 与凸部117的顶表面部117b和凹部118相比,发光层113在具有相对小厚度d4的有效发光区域B中具有主发光。由于发光材料层203a、203b和203c基于有效发光区域B中的发光层113的厚度设置在发光层113的具体位置处,所以从发光二极管E发射的光的光提取效率增加并且提高了黑色的可视性。

[0093] 构成微透镜ML的发光层113形成为基于有效发光区域B满足下面的等式,使得光提取效率可增加并且可提高黑色的可视性。

[0094] [等式1]

[0095] $T2 = T1 * \cos \theta$

[0096] 在此,T1是凹部118中的发光层113的第一厚度d1,T2是凸部117的侧表面部117c的有效发光区域B中的发光层113的第四厚度d4。此外, θ 是有效发光区域B中的凸部117的侧表面部117c的第二切线C2相对于水平面(即,底表面部117a)的第二角度 θ_2 。

[0097] 当侧表面部117c具有最大斜率 S_{max} 时,侧表面部117c具有最大角度 θ_{max} 并且可从等式 $T2 = T1 * \cos \theta_{max}$ 获得发光层113的厚度T2。结果,T2可确定为发光层113的第四厚度d4。

[0098] 例如,有效发光区域B中的侧表面部117c的切线C2相对于水平面(即,底表面部117a)的最大角度 θ_{max} 可以是大约20度至大约60度。当最大角度 θ_{max} 小于大约20度时,与平坦发光层中的光的传播角度相比,具有微透镜ML的发光层113中的光的传播角度没有太大变化。结果,未充分提高光提取效率。

[0099] 当最大角度 θ_{max} 大于大约60度时,发光层113中的光的传播角度变得大于基板101(图1)与外部空气层的界面处的全反射的临界角。结果,被限制在OLED显示装置100中的光量增加,并且与平坦发光层的光提取效率相比,具有微透镜ML的发光层113的光提取效率降

低。

[0100] 因此,在涂覆层108的凸部117的有效发光区域B中,侧表面部117c的最大角度 $\theta_{\max}$ 可确定在大约20度至大约60度的范围内。

[0101] 基于等式1,从第二电极115到发光层113的发光材料层203a、203b和203c的距离可根据下面的等式2定义。

[0102] [等式2]

[0103] $L = D * \cos \theta$

[0104] 在此,D是在凹部118中从第二电极115到发光层113的发光材料层203a、203b和203c的距离。L是在产生主发光的凸部117的侧表面部117c中从第二电极115到发光层113的发光材料层203a、203b和203c的距离。此外, $\cos \theta$ 是补偿由于构成斜率的第二角度 θ 而导致的有效发光区域B中的发光层113的厚度减小的参数。

[0105] 基于等式1和2,由于具有微透镜ML的发光层113在凸部117和凹部118中具有不同的厚度d1、d2、d3和d4,所以在凹部118中从第二电极115到发光层113的发光材料层203a、203b和203c的距离与在凸部117的侧表面部117c中从第二电极115到发光层113的发光材料层203a、203b和203c的距离不同。

[0106] 在OLED显示装置100中,构成微透镜ML的凸部117的侧表面部117c定义为发光层113的有效发光区域B。发光材料层203a、203b和203c根据等式1和2基于凸部117的形状而设置在发光层113中的具体位置处。由于发光材料层203a、203b和203c基于凸部117的侧表面部117c的有效发光区域B设置在发光层113中的具体位置处,所以可进一步增加光提取效率。

[0107] 此外,在OLED显示装置100中,由于发光材料层203a、203b和203c根据下面的等式3基于有效发光区域B设置在发光层113中的具体位置处,所以黑色的可视性提高。

[0108] [等式3]

[0109] $Y = L * (1 / \cos \theta)$; $L \leq Y$

[0110] 在上述等式中,Y是发光层113的发光材料层203a、203b和203c的用于蒸镀的目标厚度。Y可以是在凹部118中从第二电极115到发光层113的发光材料层203a、203b和203c的距离。L由根据等式2的 $D * \cos \theta$ 定义。

[0111] 结果,在与有效发光区域B对应的凸部117的侧表面部117c中从第二电极115到发光层113的发光材料层203a、203b和203c的距离等于或小于在凹部118中从第二电极115到发光层113的发光材料层203a、203b和203c的距离。

[0112] 基于满足等式3的微透镜ML的凹部118和凸部117中的发光层113的厚度d1、d2、d3和d4,涂覆层108上的有效发光区域B中的发光层113的厚度可确定在大约3000Å至大约3500Å的范围内。

[0113] 可确定通过使用等式2和3获得的发光层113的厚度,使得OLED显示装置100具有微腔效应。

[0114] 微腔效应是这样一种现象,即,当光在镜面之间反射时,一波长的光通过相长干涉而增强,并且其他波长的光通过相消干涉而变弱。结果,预定波长的光的强度可通过微腔效应增加。在OLED显示装置100中,可确定有效发光区域B中的微透镜ML的发光层113的发光材

料层203a、203b和203c的厚度,使得发光层113具有微腔效应。

[0115] 例如,可确定在与有效发光区域B对应的凸部117的侧表面部117c中从第二电极115到发光层113的发光材料层203a、203b和203c的距离L,使得发光层113的发光材料层203a、203b和203c具有微腔效应,并且可根据等式3确定在凹部118中从第二电极115到发光层113的发光材料层203a、203b和203c的距离Y。

[0116] 结果,从发光二极管E发射的光的光提取效率可增加,并且可防止由于相对较高的反射率导致的黑色的可视性劣化。

[0117] 图3是显示根据本发明一实施方式的有机发光二极管显示装置的发光二极管的剖面图。

[0118] 在图3中,发光二极管E包括第一电极111和第二电极115以及位于第一电极111与第二电极115之间的发光层113,并且发光层113包括第一发光材料层(EML) 203a、第二发光材料层(EML) 203b和第三发光材料层(EML) 203c。

[0119] 第一电极111可以是提供空穴并且具有相对较大功函数的阳极。例如,第一电极111可包括下述材料之一:金属氧化物,比如氧化铟锡(ITO)和氧化铟锌(IZO);金属和氧化物的混合物,比如氧化锌和铝(ZnO:Al)及氧化锡和锑(SnO₂:Sb);以及导电聚合物,比如聚(3-甲基噻吩)、聚[3,4-(乙烯-1,2-二氧)噻吩](PEDT)、聚吡咯和聚苯胺。此外,第一电极111可包括碳纳米管(CNT)、石墨烯和银纳米线之一。

[0120] 第二电极115可以是提供电子并且具有相对较小功函数的阴极。例如,第二电极115可具有:具有相对较小功函数的第一金属(例如,Ag)与第二金属(例如,Mg)的合金的单层、第一金属和第二金属的双层、或者第一金属和第二金属的合金的多层。

[0121] 第二电极115可以是反射电极,第一电极111可以是透反射电极。或者,第一电极111可以是反射电极,第二电极115可以是透明电极。例如,第一电极111和第二电极115中的至少一个可以是反射电极。

[0122] 第二电极115可包括在可见射线波段中具有等于或大于大约90%的反射率的材料,第一电极111可包括在可见射线波段中具有等于或大于大约80%的透射率的材料。例如,可见射线波段可以是大约380nm至大约800nm的波长段。

[0123] 当第二电极115具有等于或大于大约90%的反射率时,从发光层113到第二电极115的大部分光可被第二电极115反射,以朝向第一电极111传播。此外,当第一电极111具有等于或大于大约80%的透射率时,大量的光可穿过第一电极111。

[0124] 为了增加可见射线波段中的反射率,第二电极115可具有大约90nm至大约120nm的厚度。然而,第二电极115的厚度不限于此,可根据第二电极115的材料而变化。为了增加可见射线波段中的透射率,第一电极111可具有大约115nm至大约135nm的厚度。然而,第一电极111的厚度不限于此,可根据第一电极111的材料而变化。

[0125] 第一电子传输层(ETL) 205设置在第二电极与第一发光材料层203a之间,并且第一辅助层208设置在第一发光材料层203a与第二发光材料层203b之间。第二辅助层209设置在第二发光材料层203b与第三发光材料层203c之间,并且第一空穴传输层(HTL) 207设置在第三发光材料层203c与第一电极111之间。

[0126] 可在第二电极115与第一电子传输层205之间设置电子注入层(EIL)。电子注入层可辅助电子从第二电极115注入到第一电子传输层205。

[0127] 第一电子传输层205可具有至少两层或者可包括至少两种材料。可在第一电子传输层205与第一发光材料层203a之间设置空穴阻挡层(HBL)。由于空穴阻挡层防止注入到第一发光材料层203a中的空穴传输至第一电子传输层205,所以在第一发光材料层203a中改善了空穴和电子的结合,提高了第一发光材料层203a的发光效率。

[0128] 第一电子传输层205和空穴阻挡层可形成为单个层。电子注入层、第一电子传输层205和空穴阻挡层可被称为电子输送层。

[0129] 电子通过第一电子传输层205从第二电极115提供至第一发光材料层203a,并且空穴从第一辅助层208提供至第一发光材料层203a。通过第一电子传输层205提供的电子和从第一辅助层208提供的空穴在第一发光材料层203a中重新结合,以产生光。

[0130] 第一发光材料层203a可发射第一颜色的光。第一发光材料层203a可包括蓝色发光层、深蓝色发光层和天蓝色发光层之一。从第一发光材料层203a发射的光可具有大约440nm至大约480nm的波长。

[0131] 第一发光材料层203a可包括至少一种基质和至少一种掺杂剂,或者包括混合有至少两种基质的混合基质和至少一种掺杂剂。当混合基质包括具有空穴传输特性的基质和具有电子传输特性的基质时,第一发光材料层203a的电荷平衡可得到调节并且可提高第一发光材料层203a的效率。掺杂剂可包括荧光掺杂剂或磷光掺杂剂。

[0132] 第一辅助层208可包括与第一发光材料层203a相邻的第二空穴传输层和与第二发光材料层203b相邻的第二电子传输层。

[0133] 可在第二空穴传输层与第二发光材料层203b之间设置空穴注入层,并且可在第二电子传输层与第一发光材料层203a之间设置电子注入层。

[0134] 可在第一发光材料层203a与第二空穴传输层之间设置电子阻挡层(EBL)。由于电子阻挡层防止注入到第一发光材料层203a中的电子传输至第二空穴传输层,所以在第一发光材料层203a中改善了空穴和电子的结合,提高了第一发光材料层203a的发光效率。

[0135] 此外,可在第二电子传输层与第二发光材料层203b之间设置空穴阻挡层(HBL)。由于空穴阻挡层防止注入到第二发光材料层203b中的空穴传输至第二电子传输层,所以在第二发光材料层203b中改善了空穴和电子的结合,提高了第二发光材料层203b的发光效率。

[0136] 电子阻挡层和第二空穴传输层可形成为单个层,并且第二电子传输层和空穴阻挡层可形成为单个层。空穴注入层、第二空穴传输层和电子阻挡层可被称为空穴输送层,电子注入层、第二电子传输层和空穴阻挡层可被称为电子输送层。

[0137] 可在第一辅助层208的第二空穴传输层和第二电子传输层之间设置第一电荷生成层(CGL)。第一电荷生成层可调节第一发光材料层203a与第二发光材料层203b之间的电荷平衡。例如,空穴注入层可设置在第二空穴传输层与第一电荷生成层之间,并且电子注入层可设置在第一电荷生成层与第二电子传输层之间。

[0138] 第一电荷生成层可包括正型电荷生成层(P-CGL)和负型电荷生成层(N-CGL)。正型电荷生成层可向第一发光材料层203a提供空穴,负型电荷生成层可向第二发光材料层203b提供电子。

[0139] 电子从第一辅助层208提供至第二发光材料层203b,并且空穴从第二辅助层209提供至第二发光材料层203b。从第一辅助层208提供的电子和从第二辅助层209提供的空穴在第二发光材料层203b中重新结合,以产生光。

[0140] 第二发光材料层203b可发射第二颜色的光。第二发光材料层203b可包括下述层之一：黄绿色发光层、绿色发光层、黄绿色发光层+红色发光层、黄色发光层+红色发光层、以及绿色发光层+红色发光层。

[0141] 当第二发光材料层203b包括黄绿色发光层时，从第二发光材料层203b发射的光可具有大约510nm至大约580nm的波长。当第二发光材料层203b包括黄绿色发光层+红色发光层时，从第二发光材料层203b发射的光可具有大约510nm至大约650nm的波长。

[0142] 当第二发光材料层203b包括黄色发光层+红色发光层时，从第二发光材料层203b发射的光可具有大约540nm至大约650nm的波长。当第二发光材料层203b包括绿色发光层+红色发光层时，从第二发光材料层203b发射的光可具有大约510nm至大约650nm的波长。

[0143] 第二发光材料层203b可包括至少一种基质和至少一种掺杂剂，或者包括混合有至少两种基质的混合基质和至少一种掺杂剂。当混合基质包括具有空穴传输特性的基质和具有电子传输特性的基质时，第二发光材料层203b的电荷平衡可得到调节并且可提高第二发光材料层203b的效率。掺杂剂可包括荧光掺杂剂或磷光掺杂剂。

[0144] 第二辅助层209可包括与第二发光材料层203b相邻的第三空穴传输层和与第三发光材料层203c相邻的第三电子传输层。

[0145] 可在第三空穴传输层与第三发光材料层203c之间设置空穴注入层，并且可在第三电子传输层与第二发光材料层203b之间设置电子注入层。

[0146] 可在第二发光材料层203b与第三空穴传输层之间设置电子阻挡层(EBL)。由于电子阻挡层防止注入到第二发光材料层203b中的电子传输至第三空穴传输层，所以在第二发光材料层203b中改善了空穴和电子的结合，提高了第二发光材料层203b的发光效率。

[0147] 此外，可在第三电子传输层与第三发光材料层203c之间设置空穴阻挡层(HBL)。由于空穴阻挡层防止注入到第三发光材料层203c中的空穴传输至第三电子传输层，所以在第三发光材料层203c中改善了空穴和电子的结合，提高了第三发光材料层203c的发光效率。

[0148] 电子阻挡层和第三空穴传输层可形成为单个层，并且第三电子传输层和空穴阻挡层可形成为单个层。空穴注入层、第三空穴传输层和电子阻挡层可被称为空穴输送层，电子注入层、第三电子传输层和空穴阻挡层可被称为电子输送层。

[0149] 可在第二辅助层209的第三空穴传输层和第三电子传输层之间设置第二电荷生成层(CGL)。第二电荷生成层可调节第二发光材料层203b与第三发光材料层203c之间的电荷平衡。例如，空穴注入层可设置在第三空穴传输层与第二电荷生成层之间，并且电子注入层可设置在第二电荷生成层与第三电子传输层之间。

[0150] 第二电荷生成层可包括正型电荷生成层(P-CGL)和负型电荷生成层(N-CGL)。正型电荷生成层可向第二发光材料层203b提供空穴，负型电荷生成层可向第三发光材料层203c提供电子。

[0151] 电子从第二辅助层209提供至第三发光材料层203c，并且空穴通过第一空穴传输层207从第一电极111提供至第三发光材料层203c。从第二辅助层209提供的电子和通过第一空穴传输层207提供的空穴在第三发光材料层203c中重新结合，以产生光。

[0152] 第三发光材料层203c可发射与第一发光材料层203a的光的第一颜色相同的第三颜色的光。第三发光材料层203c可包括蓝色发光层、深蓝色发光层和天蓝色发光层之一。从第三发光材料层203c发射的光可具有大约440nm至大约480nm的波长。

[0153] 第三发光材料层203c可包括至少一种基质和至少一种掺杂剂,或者包括混合有至少两种基质的混合基质和至少一种掺杂剂。当混合基质包括具有空穴传输特性的基质和具有电子传输特性的基质时,第三发光材料层203c的电荷平衡可得到调节并且可提高第三发光材料层203c的效率。掺杂剂可包括荧光掺杂剂或磷光掺杂剂。

[0154] 在OLED显示装置100中,发光二极管E在第一电极111与第二电极115之间包括三个发光材料层203a、203b和203c。在另一个实施方式中,发光二极管可包括两个发光材料层。

[0155] 由于根据等式2确定从第二电极115到第一发光材料层203a、第二发光材料层203b和第三发光材料层203c的距离,所以第一发光材料层203a、第二发光材料层203b和第三发光材料层203c设置成对应于发光层113的微透镜ML,使得发光二极管E具有微腔效应。结果,提高了OLED显示装置100的光提取效率。

[0156] 可根据下面的等式4、等式5和等式6确定第一发光材料层203a、第二发光材料层203b和第三发光材料层203c在发光层113中的位置。

[0157] [等式4]

[0158] $L1 = D1 * \cos\theta$, 其中 $\theta = 20^\circ \sim 60^\circ$

[0159] [等式5]

[0160] $L2 = D2 * \cos\theta$, 其中 $\theta = 20^\circ \sim 60^\circ$

[0161] [等式6]

[0162] $L3 = ((D2 + D3) / 2) * \cos\theta$, 其中 $\theta = 20^\circ \sim 60^\circ$

[0163] 在上述等式中,D1、D2和D3是在凹部118中从第二电极115分别到发光层113的第一发光材料层203a、第二发光材料层203b和第三发光材料层203c的第一距离、第二距离和第三距离。L1、L2和L3是在产生主发光的凸部117的侧表面部117c中从第二电极115分别到发光层113的第一发光材料层203a、第二发光材料层203b和第三发光材料层203c的第一距离、第二距离和第三距离。

[0164] 发光层113在凹部118中的第一距离D1、第二距离D2和第三距离D3与发光层113在有效发光区域B的凸部117中的第一距离L1、第二距离L2和第三距离L3不同。可从具有微腔效应的发光二极管E获得发光层113在有效发光区域B的凸部117中的第一距离L1、第二距离L2和第三距离L3,并且可从等式4、等式5和等式6获得发光层113在凹部118中的第一距离D1、第二距离D2和第三距离D3。第一距离D1、第二距离D2和第三距离D3可用作用于沉积第一发光材料层203a、第二发光材料层203b和第三发光材料层203c的目标厚度。结果,提高了OLED显示装置100的光提取效率。

[0165] 例如,从阳极的第一电极111的上表面到阴极的第二电极115的下表面的厚度可在大约 4900Å 至大约 5300Å 的范围内。从第二电极115到第一发光材料层203a的第一距离D1可在大约 555Å 至大约 615Å (大约 585Å, 误差裕度为±5%) 的范围内,从第二电极115到第二发光材料层203b的第二距离D2可在大约 2735Å 至大约 3025Å (大约 2880Å, 误差裕度为±5%) 的范围内,并且从第二电极115到第三发光材料层203c的第三距离D3可在大约 3450Å 至大约 3815Å (大约 3630Å, 误差裕度为±5%) 的范围内。

[0166] 在OLED显示装置100中,当第一电极111是透射光的透明电极并且第二电极115是透射一部分光并反射其他部分光的透反射电极时,由于第一电极111与第二电极115之间的

微腔效应,可提高光效率。

[0167] 微腔效应是这样一种现象,即,由于在第一电极111与第二电极115之间反复的反射和再反射,发生光的相长干涉并且光效率提高。为了相长干涉,发射光的第一发光材料层203a、第二发光材料层203b和第三发光材料层203c可根据波长设置在第一电极111与第二电极115之间的谐振位置处。谐振位置可对应于距第二电极115的谐振距离,可从发射光的半波长的整数倍获得谐振距离。

[0168] 当第一发光材料层203a、第二发光材料层203b和第三发光材料层203c设置在谐振位置处时,相应波长的光通过相长干涉被增强并且在强度增加的情况下被提取到外部。此外,其他波长的光通过相消干涉而变弱并且在强度减弱的情况下被提取到外部。

[0169] 由于因微腔效应仅具有与谐振距离对应的波长的光的光效率提高,所以当通过第一电极111提取光时,从第一发光材料层203a、第二发光材料层203b和第三发光材料层203c发射的光根据光路的长度而具有不同的发光光谱。结果,为了利用微腔效应提高光效率,第一发光材料层203a、第二发光材料层203b和第三发光材料层203c设置在与谐振距离对应的谐振位置处。

[0170] 具体地说,在OLED显示装置100中,由于发光层113构成其中发光层113在凸部117和凹部118中具有不同厚度d1、d2、d3和d4的微透镜ML,所以发光层113的有效发光区域B的第一发光材料层203a、第二发光材料层203b和第三发光材料层203c设置在谐振位置处。结果,由于微腔效应,提高了OLED显示装置100的光效率。

[0171] 图4A、图4B和图4C分别是显示按照本发明一实施方式的有机发光二极管显示装置的第一发光材料层、第二发光材料层和第三发光材料层的位置,光强度的曲线图。

[0172] 在图4A中,当发射大约440nm至大约480nm波长的光的第一发光材料层203a距第二电极115大约555Å至大约615Å的距离时,光的强度具有最大值并且第一发光材料层203a具有最大光效率。

[0173] 在图4B中,当发射大约510nm至大约590nm波长的光的第二发光材料层203b距第二电极115大约2735Å至大约3025Å的距离时,光的强度具有最大值并且第二发光材料层203b具有最大光效率。

[0174] 在图4C中,当发射大约440nm至大约480nm波长的光的第三发光材料层203c距第二电极115大约3450Å至大约3815Å的距离时,光的强度具有最大值并且第三发光材料层203c具有最大光效率。

[0175] 因此,第一发光材料层203a设置在第一位置处,第一位置具有与大约555Å至大约615Å的范围对应的585Å(误差裕度为±5%)的距离。第二发光材料层203b设置在第二位置处,第二位置具有与大约2735Å至大约3025Å的范围对应的2880Å(误差裕度为±5%)的距离。第三发光材料层203c设置在第三位置处,第三位置具有与大约3450Å至大约3815Å的范围对应的3630Å(误差裕度为±5%)的距离。

[0176] 在发光层113构成微透镜ML(其中发光层113在凸部117和凹部118中具有不同厚度d1、d2、d3和d4)的OLED显示装置100中,由于发光层113的有效发光区域B的第一发光材料层203a、第二发光材料层203b和第三发光材料层203c基于微透镜ML设置在谐振位置处,所以

因微腔效应, OLED显示装置100的光效率提高。

[0177] 图5A和图5B分别是显示按照从具有微透镜的有机发光二极管显示装置和本发明一实施方式的有机发光二极管显示装置提取的光的波长, 光强度的曲线图。

[0178] 在图5A和图5B中, 样品1对应于根据相关技术的有机发光二极管显示装置, 样品2对应于具有微透镜但不具有微腔效应的有机发光二极管显示装置, 样品3对应于根据本发明一实施方式的具有微透镜且具有微腔效应的有机发光二极管显示装置100。

[0179] x轴表示光的波长, y轴表示光的强度。强度是相对于发光光谱的最大值的相对值。例如, 蓝色发光光谱的值0.34 (a.u.) 为最大值, 并且显示了黄绿色发光光谱相对于该最大值的相对值。

[0180] 在图5A中, 与样品1相比, 样品2具有更高的发光光谱。

[0181] 与不具有微透镜的OLED显示装置(样品1)相比, 具有涂覆层108(图2)的微透镜ML(图2)而不具有微腔效应的OLED显示装置(样品2)在可见射线波段中具有更大的光量。

[0182] 在图5B中, 与样品2以及样品1相比, 样品3具有更高的发光光谱。

[0183] 与具有微透镜ML而不具有微腔效应的OLED显示装置(样品2)相比, 具有涂覆层108的微透镜ML且具有微腔效应的OLED显示装置100(样品3)在可见射线波段中具有更大的光量。与OLED显示装置(样品2)以及OLED显示装置(样品1)相比, OLED显示装置100(样品3)具有更高的光提取效率。

[0184] 在OLED显示装置100的发光二极管E中, 可确定在有效发光区域B的凸部117中从第二电极115到发光材料层203a、203b和203c的距离L1、L2和L3, 使得微透镜ML具有微腔效应, 并且可根据等式3确定目标厚度Y1、Y2和Y3, 目标厚度Y1、Y2和Y3是在凹部118中从第二电极115到发光材料层203a、203b和203c的距离。结果, 黑色的可视性提高。

[0185] 例如, 可根据下面的等式7、等式8和等式9确定第一发光材料层203a、第二发光材料层203b和第三发光材料层203c的厚度。

[0186] [等式7]

[0187] $Y1 = L1 * (1/\cos\theta)$; $L1 \leq Y1$; $\theta = 20^\circ \sim 60^\circ$

[0188] [等式8]

[0189] $Y2 = L2 * (1/\cos\theta)$; $Y2 * \cos 60^\circ \leq L2 \leq Y2 * \cos 20^\circ$; $\theta = 20^\circ \sim 60^\circ$

[0190] [等式9]

[0191] $Y3 = L3 * (1/\cos\theta)$; $Y3 * \cos 60^\circ \leq L3 \leq Y3 * \cos 20^\circ$; $\theta = 20^\circ \sim 60^\circ$

[0192] 在上述等式中, Y1、Y2和Y3是在凹部118中从第二电极115到发光层113的第一发光材料层203a、第二发光材料层203b和第三发光材料层203c的第一距离、第二距离和第三距离。例如, Y1、Y2和Y3的每一个在大约3000Å至大约3500Å的范围内。

[0193] 此外, L1、L2和L3是在有效发光区域B的凸部117中从第二电极115到发光层113的第一发光材料层203a、第二发光材料层203b和第三发光材料层203c的第一距离、第二距离和第三距离。

[0194] 通过根据等式7、等式8和等式9确定第一距离Y1、第二距离Y2和第三距离Y3来实现黑色的可视性得到提高的OLED显示装置100。

[0195] 在等式8和等式9中, $\cos 60^\circ$ (-0.5) 用于与微透镜ML的凸部117的最大角度θ的最大斜率对应的发光材料层203b和203c的最小厚度, $\cos 20^\circ$ (-0.94) 用于与微透镜ML的凸部117

的最小角度 θ 的最小斜率对应的发光材料层203b和203c的最大厚度。由于第一发光材料层203a与第二电极115相邻设置,所以从第一发光材料层203a发射的光由于表面等离激元现象(surface plasmon phenomenon)而被第二电极115吸收。当第一发光材料层203a的厚度减小时,第一发光材料层203a的光提取效果可降低。结果,在等式7中省略了从第二电极115到第一发光材料层203a的距离L1的最小值。

[0196] 根据等式7、等式8和等式9,第一距离L1可确定在大约280Å至大约300Å的范围内,第二距离L2可确定在大约2150Å至大约2550Å的范围内,并且第三距离L3可确定在大约3000Å至大约3500Å的范围内。

[0197] 图6是显示针对本发明一实施方式的有机发光二极管显示装置的微透镜的纵横比,微透镜的反射率的曲线图。

[0198] 在图6中,随着微透镜ML的纵横比增加,微透镜ML的反射率增加。此外,在微透镜ML的相似纵横比中,微透镜ML的反射率根据发光层113的厚度而变化。

[0199] 例如,厚度小于大约3500Å的发光层113的微透镜ML的反射率小于厚度等于或大于大约3500Å的发光层113的微透镜ML的反射率。

[0200] 微透镜ML的纵横比A/R可定义为涂覆层108的顶表面部117b的高度H相对于底表面部117a的直径D的一半的值。例如,微透镜ML的纵横比可具有大约0.4至大约0.5的纵横比。

[0201] 当发光层113的厚度小于大约3500Å时,针对波长的反射率明确降低。

[0202] 图7A、图7B和图7C是分别显示按照本发明一实施方式的有机发光二极管显示装置的红色子像素、绿色子像素和蓝色子像素的电压,发光效率的曲线图,表1显示了根据本发明的有机发光二极管显示装置的从第二电极到发光材料层的距离。

[0203] [表1]

[0204]

	样品 5	样品 6	样品 7	样品 8	样品 9	样品 10
L1(Å)	290	460	460	290	290	290
L2(Å)	1930	2380	2180	1400	1100	900
L3(Å)	2835	3530	3330	2500	2300	2200

[0205] 在图7A、图7B和图7C以及表1中,样品5、样品6和样品7对应于其中发光层113具有等于或大于3500Å的厚度、具有微透镜但不具有微腔效应的有机发光二极管显示装置,样品8、样品9和样品10对应于根据本发明一实施方式的具有微透镜且具有微腔效应的有机发光二极管显示装置100。

[0206] 在图7A中,样品5、样品6和样品7的红色子像素的发光效率与样品8、样品9和样品10的红色子像素的发光效率相似。

[0207] 在图7B中,样品5、样品6和样品7的绿色子像素的发光效率与样品8、样品9和样品10的绿色子像素的发光效率相似。

[0208] 在图7C中,样品5、样品6和样品7的蓝色子像素的发光效率与样品8、样品9和样品10的蓝色子像素的发光效率相似。

[0209] 由于根据等式7、等式8和等式9确定第一距离L1、第二距离L2和第三距离L3,所以

即使当发光层113具有大于大约 $3500\text{\AA}$ 的厚度时, OLED显示装置100仍具有与根据相关技术的OLED显示装置相似的发光效率并且发光层113的反射率降低。

[0210] 由于反射率降低, 所以OLED显示装置100在黑色状态下的黑色的反射率可视性可提高, 用户可识别到清晰的黑色。

[0211] 例如, 由于根据相关技术的OLED显示装置在黑色状态下具有相对较高的反射率, 所以用户不能识别到清晰的黑色。然而, 由于OLED显示装置100因发光材料层203a、203b和203c的位置而具有相对较低的反射率, 所以可提高反射率可视性, 用户可识别到清晰的黑色。

[0212] 在OLED显示装置100中, 根据等式3, 基于在有效发光区域B的凸部117中从第二电极115到发光材料层203a、203b和203c的距离 $L1$ 、 $L2$ 和 $L3$ 确定在凹部118中从第二电极115到发光材料层203a、203b和203c的距离 $Y1$ 、 $Y2$ 和 $Y3$ 。

[0213] 此外, 基于微腔效应确定在有效发光区域B的凸部117中从第二电极115到发光材料层203a、203b和203c的距离 $L1$ 、 $L2$ 和 $L3$ 。

[0214] 结果, 在凹部118中从第二电极115到发光材料层203a、203b和203c的距离 $Y1$ 、 $Y2$ 和 $Y3$ 被确定为与在有效发光区域B的凸部117中从第二电极115到发光材料层203a、203b和203c的距离 $L1$ 、 $L2$ 和 $L3$ 不同。

[0215] 因而, 根据本发明的实施方式, 在OLED显示装置100中, 提高了光提取效率并且防止了由于相对较高的反射率导致的黑色的可视性降低。

[0216] 本发明还涉及(但不限于)如下方面。

[0217] 在本发明中, 一种有机发光二极管显示装置包括: 基板; 在所述基板上的涂覆层, 所述涂覆层包括多个凸部和多个凹部; 在所述涂覆层上的第一电极; 在所述第一电极上的发光层, 所述发光层包括第一发光材料层; 和在所述发光层上的第二电极, 其中在所述多个凸部中的第一发光材料层与所述第二电极分开第一距离, 并且其中所述多个凹部中的第一发光材料层与所述第二电极分开与所述第一距离不同的第二距离。

[0218] 在本发明中, 所述多个凸部中的至少一个包括底表面部、顶表面部和位于所述底表面部与所述顶表面部之间的侧表面部, 其中所述侧表面部的斜率从所述底表面部到所述顶表面部增加, 并且其中所述侧表面部在有效发光区域具有最大斜率。

[0219] 在本发明中, 在所述多个凸部中从所述第二电极到所述第一发光材料层的距离由下面的等式确定: $L1 = D1 * \cos\theta$, 其中 $\theta = 20^\circ \sim 60^\circ$, 其中 $L1$ 是在所述多个凸部中从所述第二电极到所述第一发光材料层的距离, $D1$ 是在所述多个凹部中从所述第二电极到所述第一发光材料层的距离, θ 是所述侧表面部的切线相对于所述底表面部的角度。

[0220] 在本发明中, 所述有机发光二极管显示装置还包括在所述第一发光材料层与所述第一电极之间的第二发光材料层, 其中在所述多个凸部中从所述第二电极到所述第二发光材料层的距离由下面的等式确定: $L2 = D2 * \cos\theta$, 其中 $\theta = 20^\circ \sim 60^\circ$, 其中 $L2$ 是在所述多个凸部中从所述第二电极到所述第二发光材料层的距离, $D2$ 是在所述多个凹部中从所述第二电极到所述第二发光材料层的距离, θ 是所述侧表面部的切线相对于所述底表面部的角度。

[0221] 在本发明中, 所述有机发光二极管显示装置还包括在所述第二发光材料层与所述第一电极之间的第三发光材料层, 其中在所述多个凸部中从所述第二电极到所述第三发光材料层的距离由下面的等式确定: $L3 = ((D2 + D3) / 2) * \cos\theta$, 其中 $\theta = 20^\circ \sim 60^\circ$, 其中 $L3$ 是在

所述多个凸部中从所述第二电极到所述第三发光材料层的距离, D_3 是在所述多个凹部中从所述第二电极到所述第三发光材料层的距离, θ 是所述侧表面部的切线相对于所述底表面部的角度。

[0222] 在本发明中,在所述多个凹部中从所述第二电极到所述第一发光材料层的距离在大约 $555\text{\AA}$ 至 $615\text{\AA}$ 的范围内,其中在所述多个凹部中从所述第二电极到所述第二发光材料层的距离在大约 $2735\text{\AA}$ 至 $3025\text{\AA}$ 的范围内,并且其中在所述多个凹部中从所述第二电极到所述第三发光材料层的距离在大约 $3450\text{\AA}$ 至 $3815\text{\AA}$ 的范围内。

[0223] 在本发明中,在所述多个凹部中从所述第二电极到所述第一发光材料层的距离由下面的等式确定: $Y_1 = L_1 * (1/\cos\theta)$, $L_1 \leq Y_1$, 并且 $\theta = 20^\circ \sim 60^\circ$, 其中 Y_1 是在所述多个凹部中从所述第二电极到所述第一发光材料层的距离, L_1 是在所述多个凸部中从所述第二电极到所述第一发光材料层的距离, θ 是所述侧表面部的切线相对于所述底表面部的角度。

[0224] 在本发明中,所述有机发光二极管显示装置还包括在所述第一发光材料层与所述第一电极之间的第二发光材料层,其中在所述多个凹部中从所述第二电极到所述第二发光材料层的距离由下面的等式确定: $Y_2 = L_2 * (1/\cos\theta)$, $Y_2 * \cos 60^\circ \leq L_2 \leq Y_2 * \cos 20^\circ$, 并且 $\theta = 20^\circ \sim 60^\circ$, 其中 Y_2 是在所述多个凹部中从所述第二电极到所述第二发光材料层的距离, L_2 是在所述多个凸部中从所述第二电极到所述第二发光材料层的距离, θ 是所述侧表面部的切线相对于所述底表面部的角度。

[0225] 在本发明中,所述有机发光二极管显示装置还包括在所述第二发光材料层与所述第一电极之间的第三发光材料层,其中在所述多个凹部中从所述第二电极到所述第三发光材料层的距离由下面的等式确定: $Y_3 = L_3 * (1/\cos\theta)$, $Y_3 * \cos 60^\circ \leq L_3 \leq Y_3 * \cos 20^\circ$, 并且 $\theta = 20^\circ \sim 60^\circ$, 其中 Y_3 是在所述多个凹部中从所述第二电极到所述第三发光材料层的距离, L_3 是在所述多个凸部中从所述第二电极到所述第三发光材料层的距离, θ 是所述侧表面部的切线相对于所述底表面部的角度。

[0226] 在本发明中,所述发光层具有在大约 $3000\text{\AA}$ 至 $3500\text{\AA}$ 范围内的厚度。

[0227] 在本发明中,所述发光层的与所述多个凸部对应的厚度小于所述发光层的与所述多个凹部对应的厚度。

[0228] 在本发明中,所述第一发光材料层和所述第三发光材料层发射第一颜色的光,所述第二发光材料层发射与所述第一颜色不同的第二颜色的光。

[0229] 在本发明中,所述第一颜色对应于 440nm 至 480nm 范围内的波长,所述第二颜色对应于 510nm 至 590nm 范围内的波长。

[0230] 在本发明中,所述第一发光材料层、所述第二发光材料层和所述第三发光材料层分别包括第一蓝色发光层、黄绿色发光层和第二蓝色发光层。

[0231] 在不背离本发明的精神或范围的情况下,可在本发明中进行各种修改和变化,这对于所属领域技术人员来说将是显而易见的。因而,本发明旨在涵盖落入所附权利要求书的范围及其等同范围内的对本发明的修改和变化。

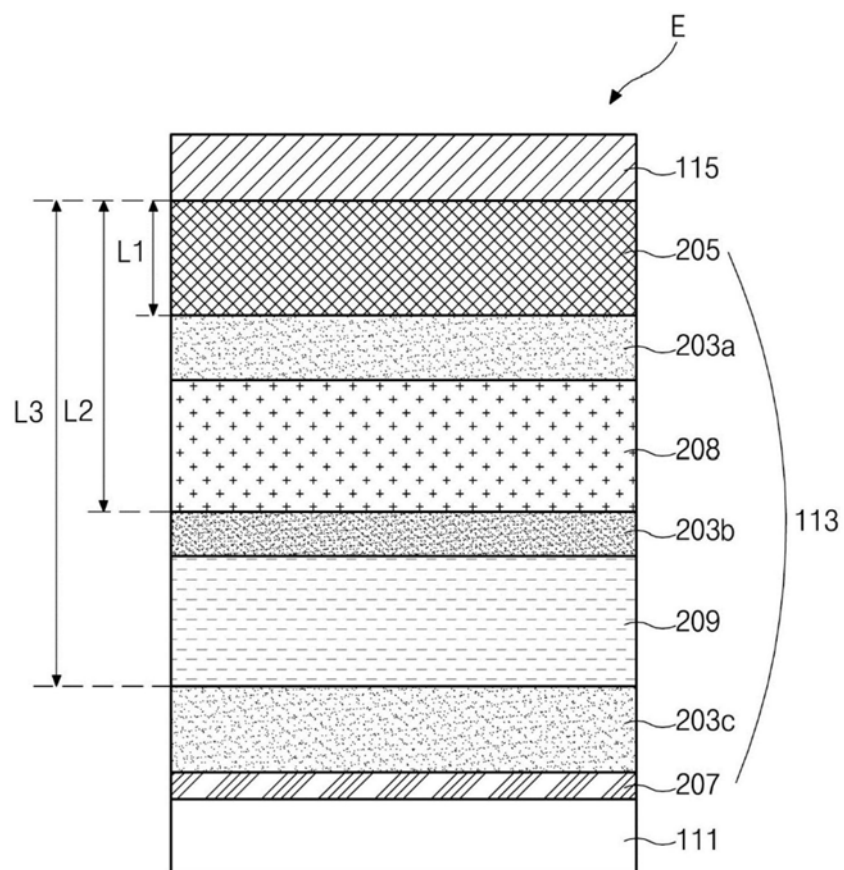


图3

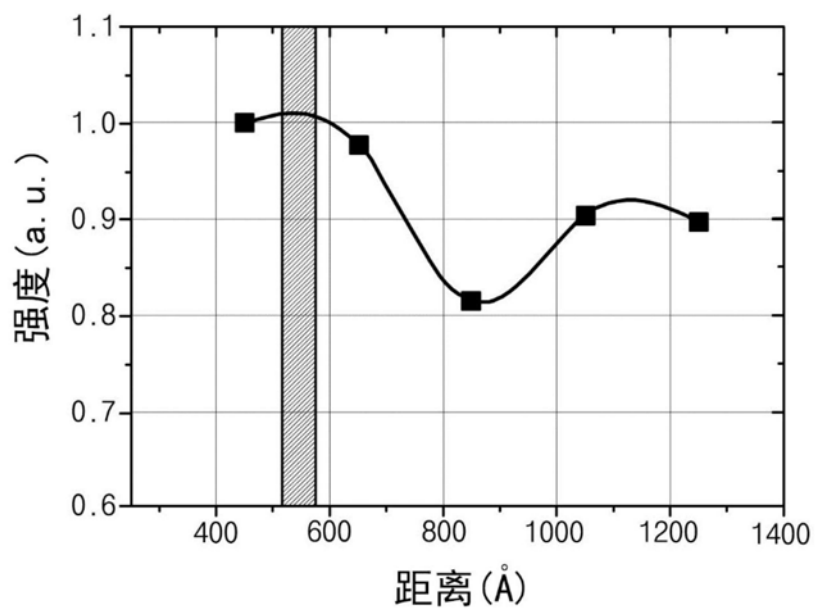


图4A

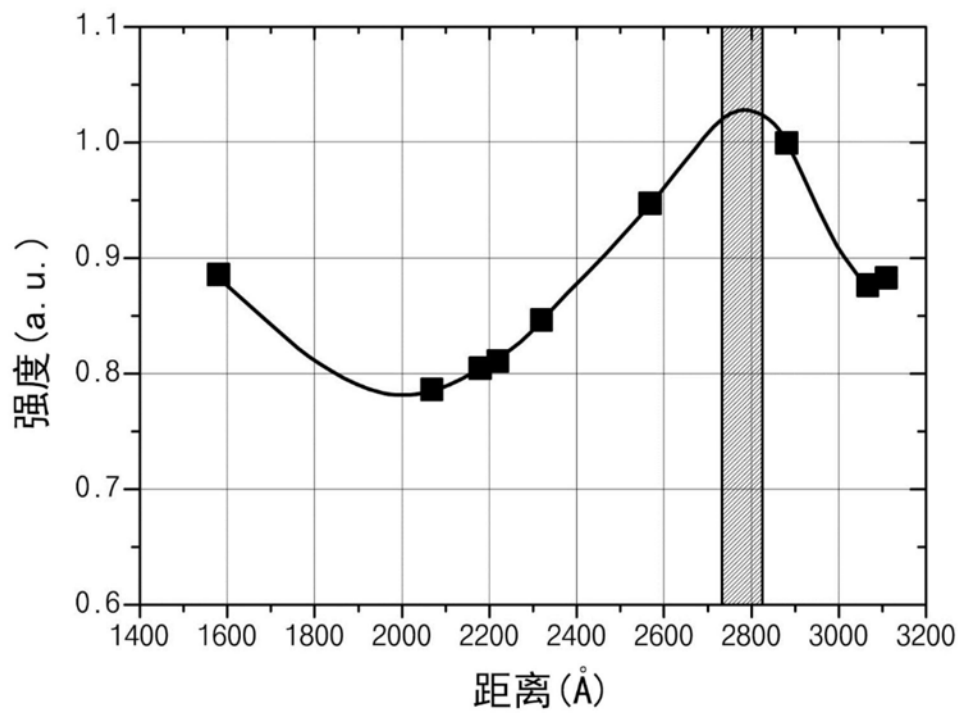


图4B

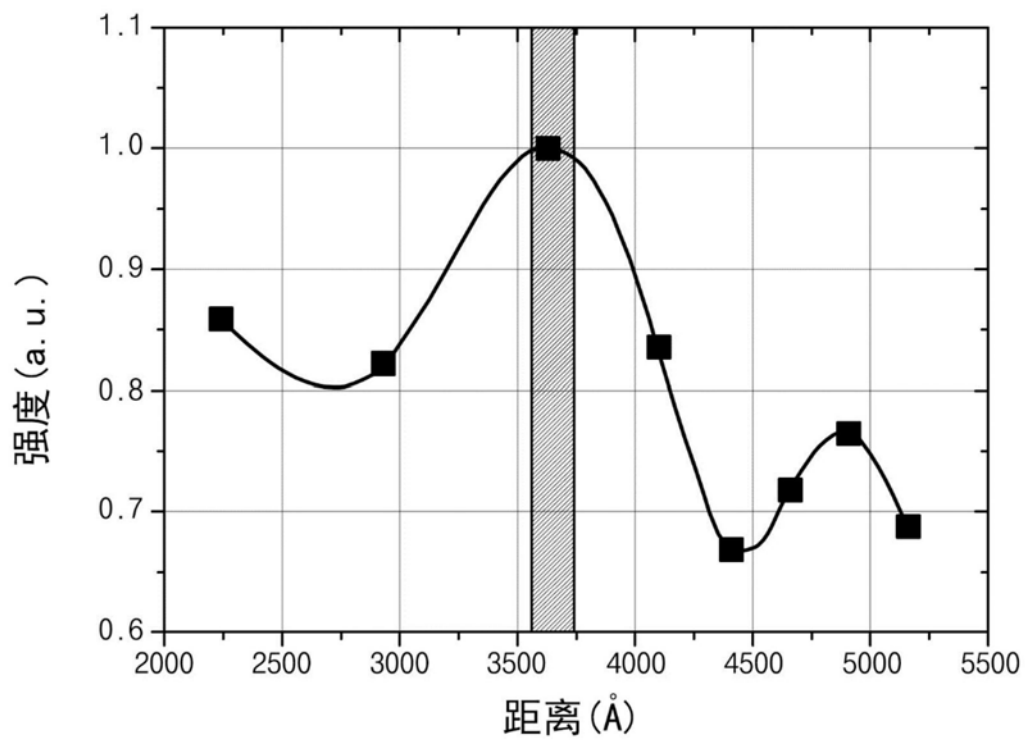


图4C

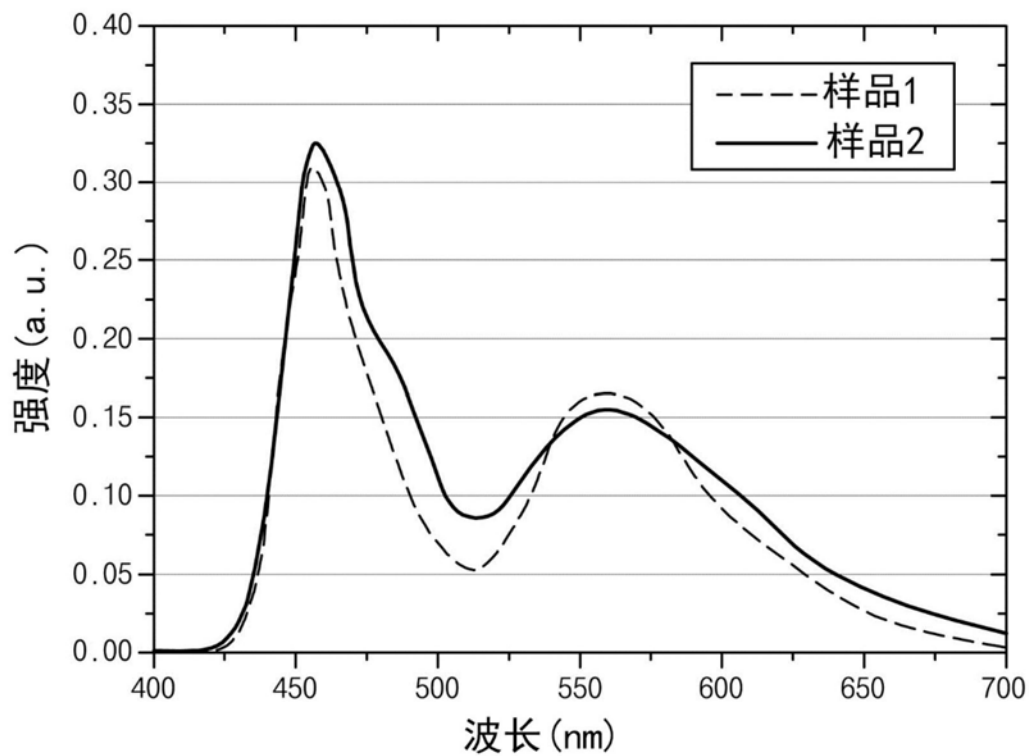


图5A

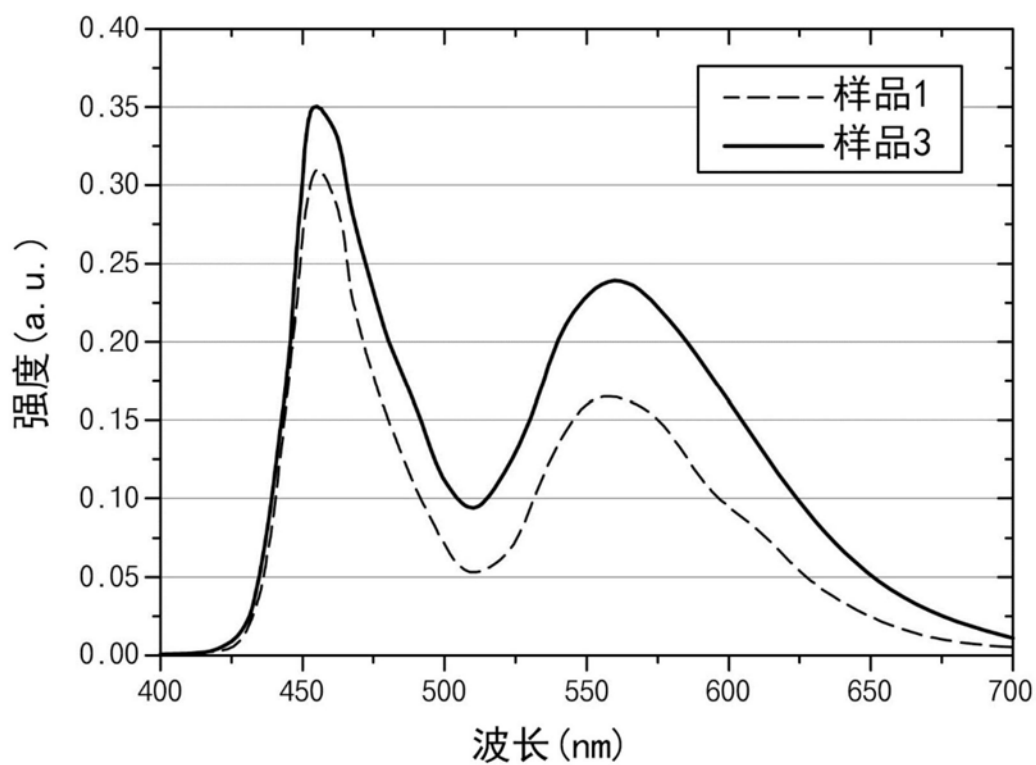


图5B

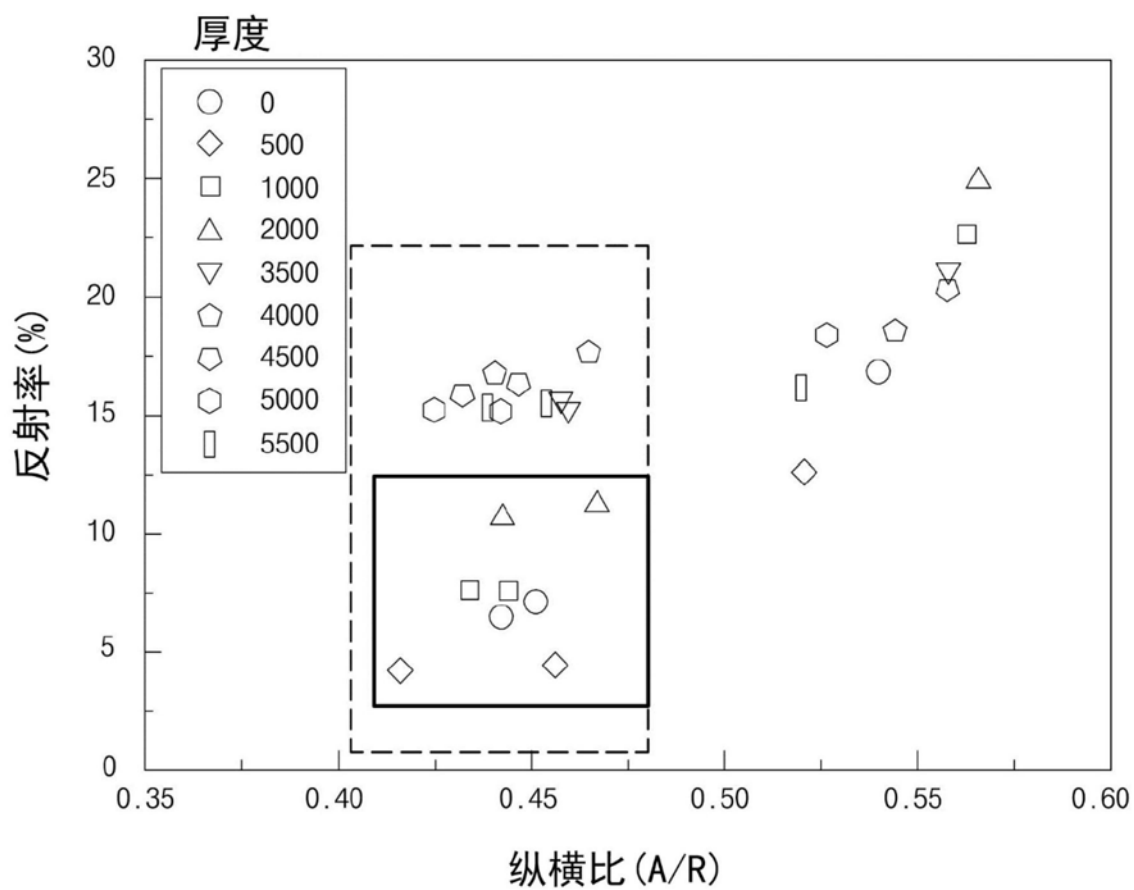


图6

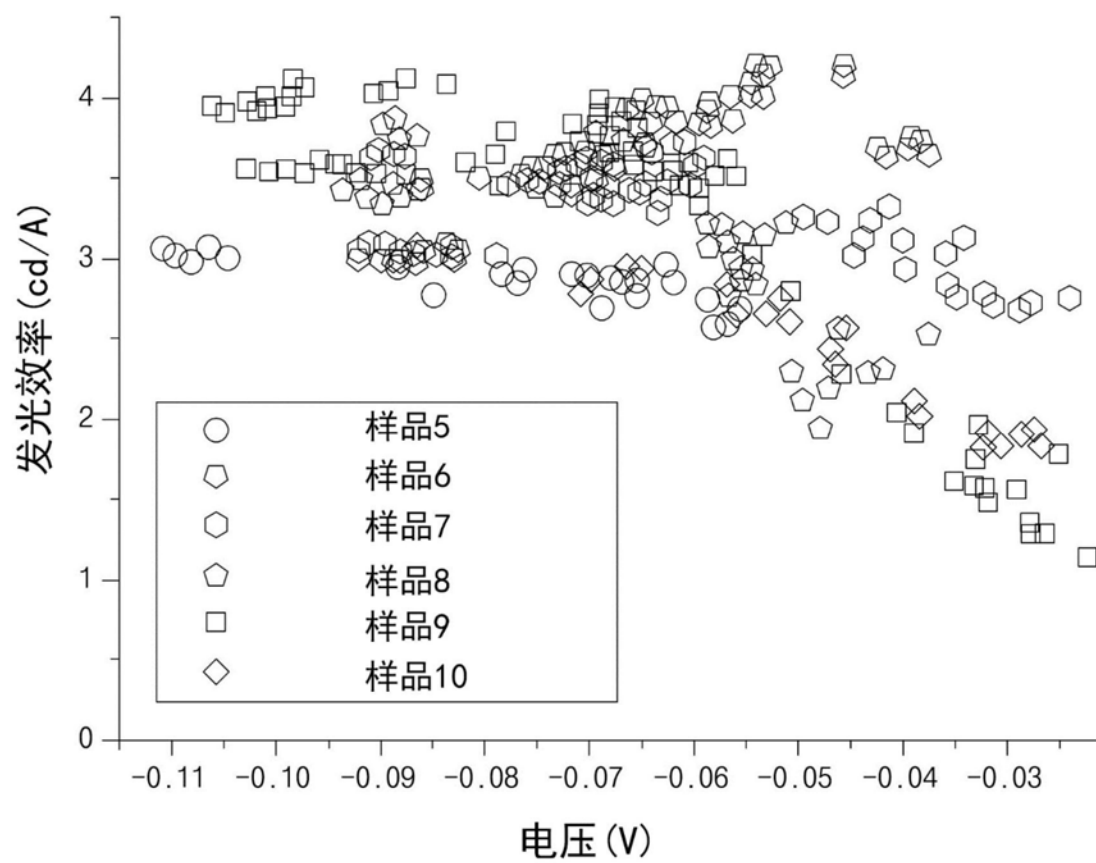


图7A

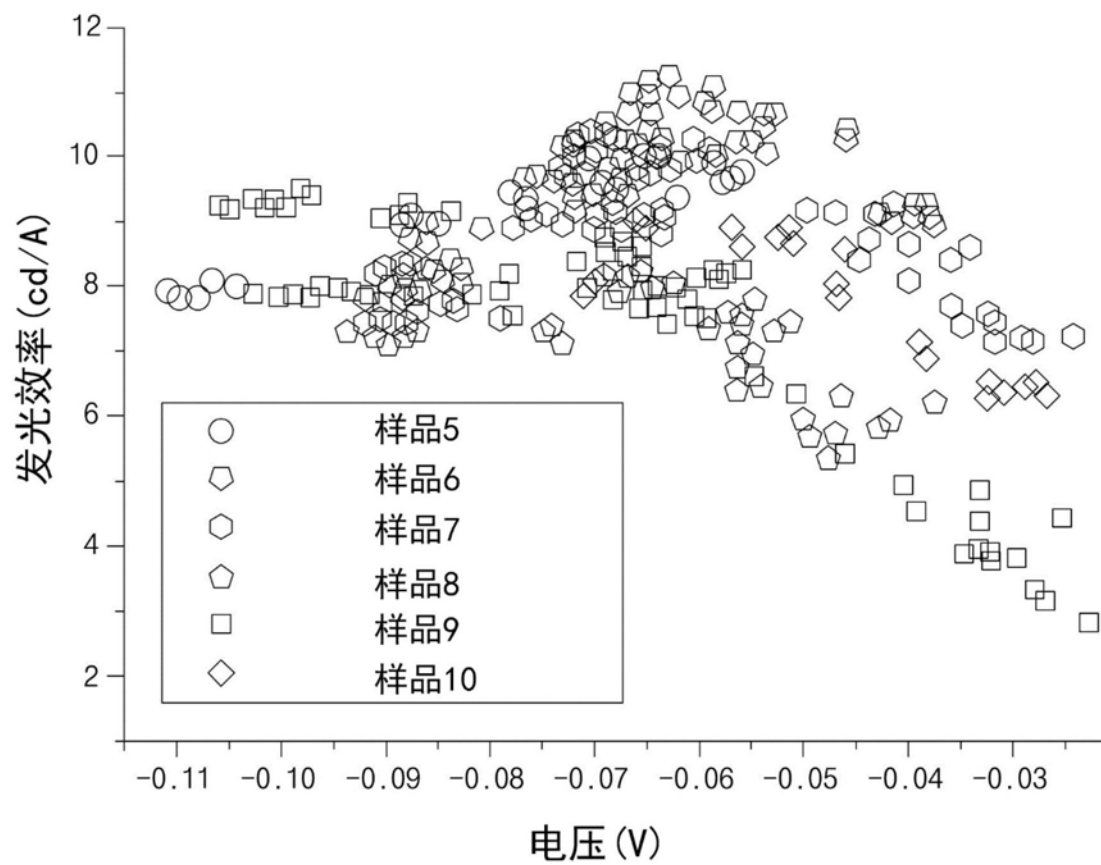


图7B

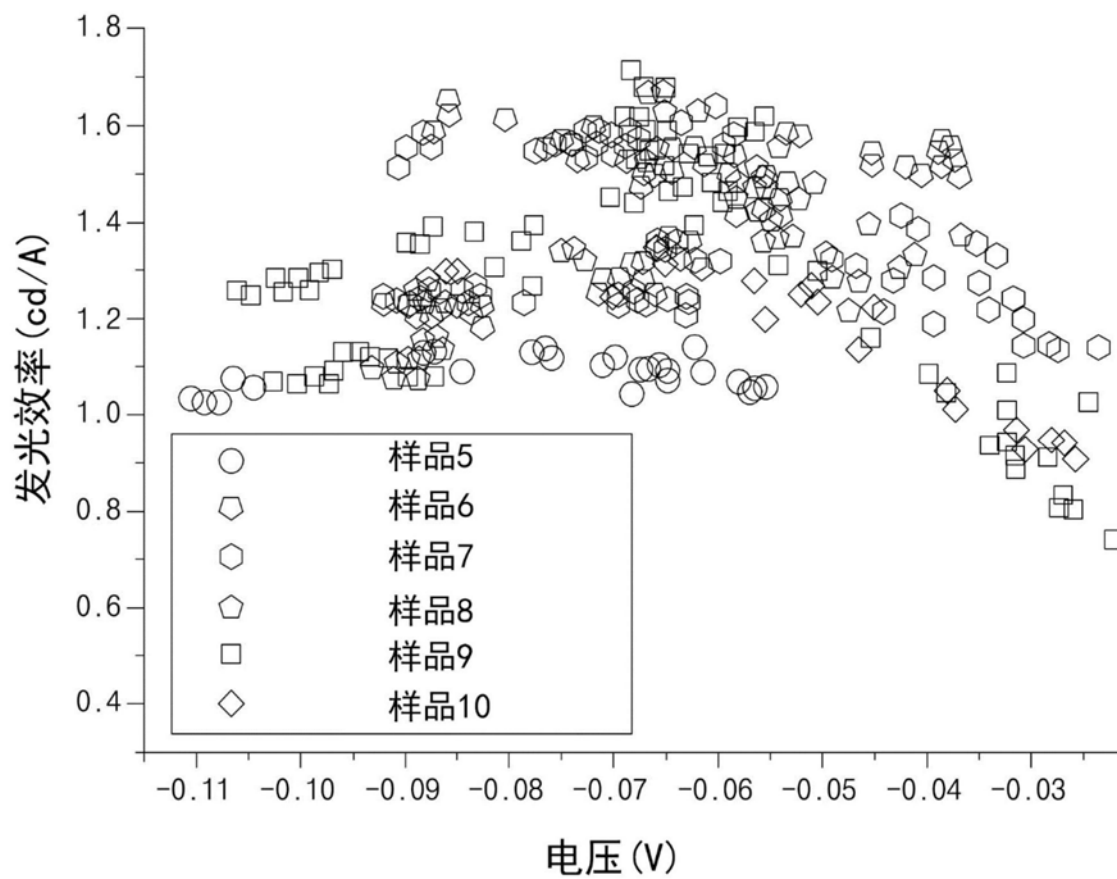


图7C

专利名称(译)	有机发光二极管显示装置		
公开(公告)号	CN110660825A	公开(公告)日	2020-01-07
申请号	CN201910541833.1	申请日	2019-06-21
[标]申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
[标]发明人	沈东敏 张志向 金津泰		
发明人	沈东敏 张志向 金津泰		
IPC分类号	H01L27/32 H01L51/52		
CPC分类号	H01L27/3218 H01L27/322 H01L51/524 H01L51/5275 H01L27/3258 H01L51/504 H01L51/5209 H01L51/5262 H01L2251/558 H01L27/326 H01L27/3225 H01L51/5253		
代理人(译)	徐金国		
优先权	1020180075227 2018-06-29 KR		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种有机发光二极管显示装置包括：基板；在所述基板上的涂覆层，所述涂覆层包括多个凸部和多个凹部；在所述涂覆层上的第一电极；在所述第一电极上的发光层，所述发光层包括第一发光材料层；和在所述发光层上的第二电极，其中所述多个凸部中的第一发光材料层与所述第二电极分开第一距离，并且其中所述多个凹部中的第一发光材料层与所述第二电极分开与所述第一距离不同的第二距离。

