



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110828679 A

(43)申请公布日 2020.02.21

(21)申请号 201910744565.3

(22)申请日 2019.08.13

(30)优先权数据

10-2018-0095139 2018.08.14 KR

(71)申请人 乐金显示有限公司

地址 韩国首尔

(72)发明人 李康柱 郑承龙 田成秀 金总植

(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 51/50(2006.01)

H01L 51/52(2006.01)

H01L 27/32(2006.01)

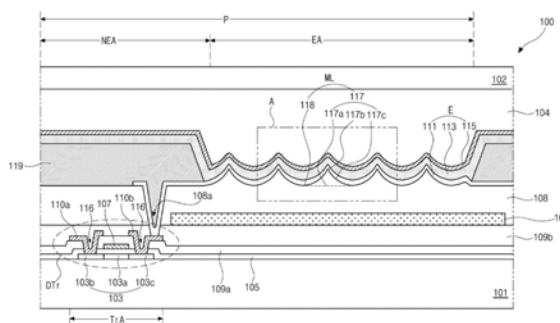
权利要求书2页 说明书14页 附图4页

(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:具有发光区域和非发光区域的基板;在所述基板上方的涂覆层,所述涂覆层包括多个凸部和多个凹部;在所述涂覆层上方的第一电极;在所述第一电极上方的发光层;和在所述发光层上方的第二电极,其中所述发光层包括依次位于所述第二电极的下方的第一发光材料层、第二发光材料层和第三发光材料层,并且其中所述第一发光材料层发射第一波长的第一光,所述第二发光材料层发射所述第一波长的第一光,并且所述第三发光材料层发射不同于所述第一波长的第二波长的第二光。



1. 一种有机发光二极管显示装置,包括:
具有发光区域和非发光区域的基板;
在所述基板上方的涂覆层,所述涂覆层包括多个凸部和多个凹部;
在所述涂覆层上方的第一电极;
在所述第一电极上方的发光层;和
在所述发光层上方的第二电极,
其中所述发光层包括依次位于所述第二电极的下方的第一发光材料层、第二发光材料层和第三发光材料层,并且
其中所述第一发光材料层发射第一波长的第一光,所述第二发光材料层发射所述第一波长的第一光,并且所述第三发光材料层发射不同于所述第一波长的第二波长的第二光。
2. 如权利要求1所述的有机发光二极管显示装置,其中所述第一波长在440nm至480nm的范围内,所述第二波长在510nm至590nm的范围内。
3. 如权利要求1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被设置成与所述第二电极的底表面具有290Å至460Å的距离。
4. 如权利要求1所述的有机发光二极管显示装置,其中所述第二发光材料层被设置成与所述第二电极的底表面具有1060Å至1260Å的距离。
5. 如权利要求1所述的有机发光二极管显示装置,其中所述第二发光材料层被设置成与所述第二电极的底表面具有1860Å至2260Å的距离。
6. 如权利要求1所述的有机发光二极管显示装置,其中所述第三发光材料层被设置成与所述第二电极的底表面具有2500Å至2700Å的距离。
7. 如权利要求1所述的有机发光二极管显示装置,其中所述发光层具有3600Å至4000Å范围内的厚度。
8. 如权利要求1所述的有机发光二极管显示装置,其中与所述多个凸部对应的发光层的厚度小于与所述多个凹部对应的发光层的厚度。
9. 如权利要求1所述的有机发光二极管显示装置,其中所述第一光包括蓝色光和天蓝色光中的一种,所述第二光包括黄绿色光。
10. 如权利要求1所述的有机发光二极管显示装置,其中与所述多个凸部对应的第一电极和第二电极的至少之一的厚度小于与所述多个凹部对应的第一电极和第二电极的至少之一的厚度。
11. 如权利要求1所述的有机发光二极管显示装置,其中每个凸部具有包括顶点、底边和斜边的三角形截面。
12. 如权利要求11所述的有机发光二极管显示装置,其中每个凸部的斜边的角度从所述底边到所述顶点逐渐增大。
13. 如权利要求1所述的有机发光二极管显示装置,其中所述第一电极、所述发光层和所述第二电极具有与所述涂覆层的顶表面的形态相一致的形状以构成微透镜。
14. 如权利要求1所述的有机发光二极管显示装置,其中所述基板包括多个像素区,其中在相邻像素区中的第一电极之间设置有堤部,所述多个凸部和所述多个凹部设置在所述

堤部的整个开口中。

15. 如权利要求14所述的有机发光二极管显示装置,其中在所述基板和所述涂覆层之间设置有波长转换层,

其中所述波长转换层的边缘部分朝着所述非发光区域延伸超出所述多个凸部和所述多个凹部的边缘部分。

16. 如权利要求15所述的有机发光二极管显示装置,其中所述多个凸部和所述多个凹部接触所述堤部的边缘部分。

17. 如权利要求15所述的有机发光二极管显示装置,其中所述堤部与所述多个凸部和所述多个凹部的边缘部分交叠。

18. 如权利要求15所述的有机发光二极管显示装置,其中所述波长转换层的边缘部分、所述多个凸部和所述多个凹部的边缘部分以及所述堤部的边缘部分在所述非发光区域中彼此交叠。

19. 如权利要求1所述的有机发光二极管显示装置,其中所述发光区域和所述非发光区域的边界部分与所述多个凸部和所述多个凹部的边缘部分交叠。

20. 如权利要求1所述的有机发光二极管显示装置,其中所述多个凸部的每一个包括底表面部分、顶表面部分以及连接所述底表面部分和所述顶表面部分的侧表面部分,其中所述侧表面部分的斜率从所述底表面部分到所述顶表面部分增大,使得所述侧表面部分在与所述顶表面部分相邻的部分处具有最大斜率。

有机发光二极管显示装置

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求享有于2018年8月14日在韩国提交的韩国专利申请No.10-2018-0095139的优先权权益,为了所有目的通过引用将该专利申请整体并入本申请,如同在本申请中被完全阐述一样。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种有机发光二极管显示装置,更具体而言,涉及一种光提取效率得到提高的有机发光二极管显示装置。

背景技术

[0004] 近来,随着信息化社会的到来,由于对用于处理及显示大量信息的信息显示器的关注以及对便携式信息媒介的需求已经增大,因此显示器领域得到快速发展。因此,各种轻薄的平板显示装置已被开发并成为亮点。

[0005] 在各种平板显示装置中,有机发光二极管(OLED)显示装置是发光型装置且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轮廓。

[0006] 此外,相比于LCD装置,OLED显示装置在视角、对比度和功耗方面具有优点。此外,OLED显示装置可由低直流(DC)电压驱动并且具有快速响应速度。另外,由于OLED显示装置的内部元件具有固相,因此OLED显示装置具有较强的抗外部冲击的耐久性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经过各种部件而发射到外部时,损失了大量的光。结果,发射到OLED显示装置的外部的光仅是从发光层发射的光的20%。

[0008] 这里,由于从发光层发射的光的量随着施加到OLED显示装置的电流的量而增大,因此可通过向发光层施加更多电流来进一步增大OLED显示装置的亮度。然而,在此情况中,功耗增大,并且还缩短了OLED显示装置的寿命。

[0009] 因此,为了提高OLED显示装置的光提取效率,已经提出一种OLED显示装置,其中将微透镜阵列(MLA)贴附到基板的外表面或者在涂覆层中形成微透镜。

[0010] 然而,即使当微透镜阵列贴附到OLED显示装置的外表面或在OLED显示装置中形成微透镜时,也会有大量光限制在OLED显示装置中而仅有少量的光被提取到外部。

发明内容

[0011] 因此,本发明旨在提供一种基本上避免了由于相关技术的限制和缺陷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其中光提取效率得到提高且寿命得到延长的有机发光二极管显示装置。

[0013] 本发明的附加特征和优点将在随后的描述中阐述,并且一部分将由该描述而显而

易见,或者可通过实践本发明而获悉。本发明的这些及其他优点将通过文字描述和本申请的权利要求书以及附图中具体指出的结构而实现和获得。

[0014] 为了实现这些及其他优点并且根据本发明的意图,如本文具体化和广泛描述的,一种有机发光二极管显示装置包括:具有发光区域和非发光区域的基板;在所述基板上方的涂覆层,所述涂覆层包括多个凸部和多个凹部;在所述涂覆层上方的第一电极;在所述第一电极上的发光层;和在所述发光层上方的第二电极,其中所述发光层包括依次位于所述第二电极的下方的第一发光材料层、第二发光材料层和第三发光材料层,并且其中所述第一发光材料层发射第一波长的第一光,所述第二发光材料层发射所述第一波长的第一光,并且所述第三发光材料层发射不同于所述第一波长的第二波长的第二光。

[0015] 应理解,前述的概括描述和以下的详细描述均是示例性和解释性的,且旨在对要求保护的发明提供进一步的解释。

附图说明

[0016] 附图被包括在内以提供对本发明的进一步的理解,它们被并入并构成本说明书的一部分;附图示出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是示出根据本发明的第一实施方式的有机发光二极管显示装置的截面图;

[0018] 图2是图1的A的放大视图;

[0019] 图3是示出根据比较例的有机发光二极管显示装置的光的等高线图;

[0020] 图4是示出根据本发明的第二实施方式的有机发光二极管显示装置的发光二极管的截面图;及

[0021] 图5是示出根据本发明的第二实施方式的有机发光二极管显示装置的蓝色光的外量子效率的图表。

具体实施方式

[0022] 现在将详细参考本发明进行描述,其中的一些例子在附图中示出。

[0023] 图1是示出根据本发明的第一实施方式的有机发光二极管显示装置的截面图。根据本发明的全部实施方式的有机发光二极管显示装置的全部部件可操作性地耦接和配置。

[0024] 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分为顶发射型或底发射型。以下可示例性说明底发射型OLED显示装置。

[0025] 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和封装基板101的保护膜102。

[0026] 基板101包括多个像素区P且每个像素区P包括其中设置发光二极管E并实质显示图像的发光区域EA以及沿着发光区域EA的边缘的非发光区域NEA。非发光区域NEA包括其中设置驱动TFT DT_r的开关区域TrA。

[0027] 半导体层103设置在基板101上方的像素区P的非发光区域NEA的开关区域TrA中。半导体层103可包括硅且可具有位于中心部分中的有源区103a和位于有源区103a的两侧部分中的源极区103b和漏极区103c。有源区103a可用作驱动TFT DT_r的沟道,且源极区103b和漏极区103c可被相对较高浓度的杂质掺杂。

[0028] 栅极绝缘层105设置在半导体层103上方。

[0029] 栅极电极107和栅极线(未示出)设置在栅极绝缘层105上方。栅极电极107对应于半导体层103的有源区103a,且栅极线连接至栅极电极107以沿着一个方向延伸。

[0030] 第一层间绝缘层109a设置在栅极电极107和栅极线上方。第一层间绝缘层109a和栅极绝缘层105具有暴露位于有源区103a的两侧部分中的源极区103b和漏极区103c的第一和第二半导体接触孔116。

[0031] 彼此间隔开的源极电极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上方。源极电极110a通过第一半导体接触孔116连接至源极区103b,漏极电极110b通过第二半导体接触孔116连接至漏极区103c。

[0032] 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上方。

[0033] 源极电极110a和漏极电极110b、包括分别接触源极电极110a和漏极电极110b的源极区103b和漏极区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。

[0034] 尽管未示出,但数据线可设置在第二层间绝缘层109b上方。数据线可与栅极线交叉以限定各像素区P。具有与驱动TFT DTr相同结构的开关TFT可连接至驱动TFT DTr。

[0035] 开关TFT和驱动TFT DTr可根据半导体层103而示例性地具有非晶硅(a-Si) TFT、多晶硅(p-Si) TFT、单晶硅(c-Si)和氧化物TFT的其中之一。尽管图1的第一实施方式的开关TFT和驱动TFT DTr具有半导体层103包括多晶硅或氧化物半导体材料的顶栅型,但在另一实施方式中开关TFT和驱动TFT DTr可具有半导体层103包括本征非晶硅和掺有杂质的非晶硅的底栅型。

[0036] 当半导体层103包括氧化物半导体材料时,可在氧化物半导体材料的半导体层103下方设置遮光层(未示出),并且可在遮光层与半导体层103之间设置缓冲层(未示出)。

[0037] 波长转换层106设置在对应于每个像素区P的发光区域EA的第二层间绝缘层109b上方。

[0038] 波长转换层106可包括仅使从发光二极管E发射到基板101的白光中的具有对应于每个像素区P的预定颜色的波长的光透射的滤色器。

[0039] 波长转换层106可仅透射具有对应于红色、绿色或蓝色的波长的光。例如,在OLED显示装置100中,单个单元像素区(unit pixel region)可包括红色、绿色和蓝色像素区P,且位于红色、绿色和蓝色像素区P中的波长转换层106可分别包括红色、绿色和蓝色滤色器。

[0040] 在OLED显示装置100中,单个单元像素区可进一步包括其中未设置波长转换层106的白色像素区。

[0041] 在另一实施方式中,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的白光而发射对应于每个像素区P的预定颜色的光的尺寸。这里,量子点可包括选自以下材料的集合的至少一种: 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、GaN_xP_{1-x}、Ga_xN_{1-x}As、Al_xN_{1-x}P_{1-x}As、In_xN_{1-x}P_{1-x}As、Ga_xAl_{1-x}N_{1-x}P_{1-x}As、Ga_xAl_{1-x}N_{1-x}As、Ga_xIn_{1-x}N_{1-x}As、Ga_xIn_{1-x}P_{1-x}As、In_xAl_{1-x}N_{1-x}As、In_xAl_{1-x}P_{1-x}As和SbTe。然而,量子点的材料不限于此。

[0042] 例如,在红色像素区中的波长转换层106可包括CdSe或InP的量子点,在绿色像素区中的波长转换层106可包括CdZnSeS量子点,在蓝色像素区中的波长转换层106可包括ZnSe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彩再现性。

[0043] 在另一实施方式中,波长转换层106可包括包含量子点的滤色器。

[0044] 与第二层间绝缘层109b一起具有暴露漏极电极110b的第一漏极接触孔108a的涂覆层108设置在波长转换层106上方。涂覆层108在其顶表面上方具有多个凹部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。

[0045] 涂覆层108可包括具有1.5的折射率的绝缘材料。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、聚亚苯基亚磺酸树脂、苯并环丁烯和光刻胶中的一种。然而,涂覆层108的材料不限于此。

[0046] 多个凸部117可具有分别限定或围绕多个凹部118的结构,并且可具有底表面部分117a、顶表面部分117b和侧表面部分117c。

[0047] 侧表面部分117c可以是构成顶表面部分117b的整个倾斜表面。侧表面部分117c的斜率可从底表面部分117a到顶表面部分117b增大,使得侧表面部分117c可在与顶表面部分117b相邻的部分处具有最大斜率 S_{max} 。

[0048] 由于从发光层113发射的光的路径通过多个凸部117而朝向基板101改变,因此OLED显示装置100的光提取效率增大。

[0049] 连接至驱动TFT DTr的漏极电极110b的第一电极111设置在构成微透镜ML的涂覆层108上方。例如,第一电极111可以是发光二极管E的阳极且可包括具有相对较高的功函数的材料。

[0050] 第一电极111设置在每个像素区P中,堤部119设置在相邻像素区P中的第一电极111之间。第一电极111在每个像素区P中由作为相邻像素区P之间的边界的堤部119隔开。

[0051] 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。堤部119可与多个凸部和多个凹部的边缘部分交叠(overlay)。发光区域和非发光区域的边界部分可与多个凸部和多个凹部的边缘部分交叠。

[0052] 此外,堤部119的开口被设置成对应于波长转换层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。波长转换层的边缘部分可朝着非发光区域延伸超出多个凸部和多个凹部的边缘部分。由于波长转换层106与堤部119交叠,因此防止了未穿过波长转换层106的光泄漏。

[0053] 发光层113设置在第一电极111上方。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用于提高发光效率。

[0054] 依次位于涂覆层108上方的第一电极111和发光层113可具有与涂覆层108的顶表面的多个凸部117和多个凹部118的形态(morphology)相一致的形状以构成微透镜ML。

[0055] 发光层113可在微透镜ML的凸部117和凹部118中具有不同厚度。

[0056] 在对应于微透镜ML的凸部117的侧表面部分117c的区域中的发光层113的厚度可

小于在对应于微透镜ML的凹部118的区域中的发光层113的厚度。发光层113的厚度可定义为在与发光层113的顶表面和底表面的切线C1和C2(图2)垂直的方向上的长度。

[0057] 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中具有不同厚度,因此在微透镜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4)的距离不同于在微透镜ML的凸部117的侧表面部分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。

[0058] 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中的预定位置处。

[0059] 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,因此从发光二极管E发射的光的光提取效率提高。

[0060] 第二电极115设置在发光层113上方。例如,第二电极115可以是阴极。

[0061] 第二电极115可具有与涂覆层108的顶表面的多个凸部117和多个凹部118的形态相一致的形状以构成微透镜ML。

[0062] 当根据信号向第一和第二电极111和115施加电压时,从第一电极111注入的空穴和从第二电极115注入的电子被传输到发光层113以构成激子。当激子从激发态跃迁到基态时,可从发光层113发射作为可见光线的光。

[0063] 发光层113的光可穿过透明的第一电极111而朝向外发射,从而显示图像。

[0064] 由于涂覆层108构成微透镜ML,因此由于全反射而被限制在发光层113的内部的光能够通过涂覆层108的微透镜ML以小于全反射的临界角的角度透射,以通过多次反射被提取到外部。结果,提高了OLED显示装置100的光提取效率。

[0065] 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设置在发光区域EA对应的堤部119的整个开口中,因此整个发光区域EA用作微透镜ML,从而光提取效率最大化。

[0066] 薄膜型保护膜102设置在驱动TFT DTr和发光二极管E上方,面密封部104设置在发光二极管E与保护膜102之间。面密封部104可包括透明且具有粘性质的有机材料或无机材料。保护膜102和基板101可通过面密封部104彼此贴附以封装OLED显示装置100。

[0067] 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。用于补充至少两个无机保护膜的抗冲击性的有机保护膜可插在至少两个无机保护膜之间。

[0068] 在有机保护膜和无机保护膜彼此交替层叠的结构中,无机保护膜可完全包裹有机保护膜,以便防止湿气和氧气通过有机保护膜的侧表面渗透。

[0069] 结果,能够防止湿气和氧气从外部渗透到OLED显示装置100的内部。

[0070] 在OLED显示装置100中,用于防止由于外部光导致的对比度降低的偏振板(未示出)可设置在透明基板101的外表面上方。由于在发射来自发光层113的光的驱动模式中阻挡外部光的偏振板设置在OLED显示装置100的表面上方,因此对比度增大。

[0071] 在OLED显示装置100中,由于发光材料层203a、203b和203c设置在由于涂覆层108而构成微透镜ML的发光层113中的预定位置处,因此从发光二极管E发射的光的光提取效率提高。

[0072] 图2是图1的A的放大视图。

[0073] 在图2中,第一电极111、发光层113和第二电极115依次设置在包括具有彼此交替的多个凹部118和多个凸部117的微透镜ML的涂覆层108上方。第一电极111、发光层113和第二电极115构成发光二极管E。

[0074] 依次位于涂覆层108上方的第一电极111、发光层113和第二电极115具有与涂覆层108的顶表面的形态相一致的形状以构成微透镜ML。

[0075] 每个凸部117可具有底表面部分117a、顶表面部分117b和侧表面部分117c。侧表面部分117c可以是构成顶表面部分117b的整个倾斜表面。

[0076] 侧表面部分117c可根据底表面部分117a与顶表面部分117b之间的总高度H而分成下区段LA、中间区段MA和上区段UA。下区段LA可限定为从底表面部分117a到总高度H的一半(H/2)的区段。在下区段LA与上区段UA之间的中间区段MA可限定为从总高度H的一半(H/2)到总高度H的五分之四(4H/5)的区段。上区段UA可限定为从总高度H的五分之四(4H/5)到顶表面部分117b的区段。

[0077] 为了进一步提高发光层113的光提取效率,涂覆层108的凸部117可具有顶表面部分117b具有尖锐形状的结构。例如,凸部117可具有三角形截面,包括对应于顶表面部分117b的顶点、对应于底表面部分117a的底边和对应于侧表面部分117c的斜边。

[0078] 涂覆层108的凸部117的侧表面部分117c的角度 θ_1 和 θ_2 可从底表面部分117a到顶表面部分117b逐渐增大。角度 θ_1 和 θ_2 定义为侧表面部分117c的切线C1和C2与水平表面(即底表面部分117a)之间的角度。当角度 θ_1 和 θ_2 变成最大值时,侧表面部分117c可具有最大斜率 S_{max} 。斜率可由该角度的正切值($\tan\theta$)定义。

[0079] 由于侧表面部分117c的角度 θ_1 和 θ_2 从底表面部分117a到顶表面部分117b逐渐增大,因此涂覆层108的凸部117的侧表面部分117c在与顶表面部分117b相邻的上区段UA中具有最大斜率 S_{max} 。

[0080] 位于包括具有凹部118和凸部117的微透镜ML的涂覆层108上方的第一电极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可包括底表面部分117a、顶表面部分117b和侧表面部分117c,侧表面部分117c可包括上区段UA、中间区段MA和下区段LA。

[0081] 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上方,因此发光层113可在不同区段具有不同厚度d1、d2、d3和d4。发光层113可形成为具有对应于微透镜ML的凹部118和凸部117的不同厚度d1、d2、d3和d4。

[0082] 发光层113的厚度可定义为在与发光层113的切线C1和C2垂直的方向上的长度。例如,位于微透镜ML的凸部117的侧表面部分117c的发光层113的第三和第四厚度d3和d4可小于位于凹部118和凸部117的顶表面部分117b的发光层113的第一和第二厚度d1和d2。

[0083] 位于凸部117的侧表面部分117c的发光层113的厚度d3和d4可从下区段LA到上区段UA逐渐增大。

[0084] 由于发光层113形成在具有微透镜ML的涂覆层108上方,涂覆层108的凸部117的侧表面部分117c可具有从底表面部分117a到顶表面部分117b逐渐增大的角度 θ_1 和 θ_2 。结果,位于侧表面部分117c的发光层113的第三和第四厚度d3和d4小于位于凹部118和顶表面部分117b的发光层113的第一和第二厚度d1和d2。

[0085] 由于侧表面部分117c的角度 θ_1 和 θ_2 从下区段LA到上区段UA逐渐增大,因此位于侧表面部分117c的发光层113可在角度 θ_2 具有相对较大值的上区段UA中具有作为最小值的第

四厚度 d_4 ,且可在角度 θ_1 具有相对较小值的中间区段MA中具有作为最大值的第三厚度 d_3 。

[0086] 例如,第一厚度 d_1 可等于或大于第二厚度 d_2 ,第二厚度 d_2 可大于第三厚度 d_3 ,第三厚度 d_3 可大于第四厚度 d_4 ,例如, $d_1 \geq d_2 > d_3 > d_4$ 。

[0087] 在发光二极管E中,光发射出现在具有相对较高电流密度的区域中。由于发光层113在凸部117的上区段UA中具有相对较小的厚度 d_4 ,因此发光层113可在凸部117的上区段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的下区段LA中具有相对较大的厚度 d_1 ,因此发光层113可在凸部117的下区段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的每一个的出现相对较强光发射的上区段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处。结果,在有效发光区域B中构成主要电流路径并出现主要发光。

[0088] 发光层113在相较于凸部117的顶表面部分117b和凹部118具有相对较小厚度 d_4 的有效发光区域B中具有主要发光。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的厚度而设置在发光层113的预定位置处,因此从发光二极管E发射的光的光提取效率提高。

[0089] 当基于构成微透镜ML的发光层113的有效发光区域B而在发光层113中确定发光材料层203a、203b和203c的位置时,可确定发光材料层203a、203b和203c的位置以满足光学性质的腔峰(cavity peak)条件。

[0090] 腔峰可定义为最大光强。例如,在两个镜面之间产生的光可由于反射光的相长干涉而在光具有最大强度的位置处具有腔峰。

[0091] 可根据光的波长确定腔峰的位置。具有平坦结构的第一电极111、发光层113和第二电极115中的腔峰的位置不同于构成微透镜ML的第一电极111、发光层113和第二电极115中的腔峰的位置。

[0092] 在OLED显示装置100中,由于基于发光材料层203a、203b和203c的腔峰以及发光材料层113的有效发光区域B而将发光材料层203a、203b和203c设置在发光层113中的预定位置处,因此光提取效率进一步提高。

[0093] 结果,OLED显示装置100的光效率和寿命进一步提高。

[0094] 图3是示出根据比较例的有机发光二极管显示装置的光的等高线图,图4是示出根据本发明的第二实施方式的有机发光二极管显示装置的发光二极管的截面图,图5是示出根据本发明的第二实施方式的有机发光二极管显示装置的蓝色光的外量子效率的图表。

[0095] 在图3中,等高线图将根据颜色(波长)和位置的光强度示出为根据第一电极、发光层和第二电极的每一个具有平坦形状的比较例的OLED显示装置中的等高线。 x 轴表示光的波长(颜色), y 轴表示距第二电极的距离。

[0096] 当发射彩色光的发光材料层设置在针对相应波长具有相对最大强度的位置处时,光效率提高。

[0097] 发光层通过混合具有440nm至480nm的波长的蓝色光和具有510nm至590nm的波长的黄绿色光来发射白光。根据等高线图,具有440nm至480nm的波长的蓝色光在距离第二电极250Å、1500Å、2700Å和4000Å的位置处具有腔峰。这些腔峰可定义为第一、第二、第三和第四蓝色腔峰B1、B2、B3和B4。

[0098] 具有510nm至590nm的波长的黄绿色光在距离第二电极300Å、1800Å和3400Å的

位置处具有腔峰。这些腔峰可定义为第一、第二和第三黄绿色腔峰YG1、YG2和YG3。

[0099] 发光层可包括各自发射蓝色光的两个蓝色发光材料层和发射黄绿色光的一个黄绿色发光材料层以用于提高蓝色光的亮度。由于具有相对较短波长的蓝色光因材料性质而具有相对较低的发光效率,因此蓝色光的发光效率可为黄绿色光的发光效率的一半。结果,可由两个蓝色发光材料层和一个黄绿色发光材料层的组合产生均匀的白光。

[0100] 因此,当发射蓝色光的第一和第二蓝色发光材料层的每一个被设置成与第一、第二、第三和第四蓝色腔峰B1、B2、B3和B4的一个对应且发射黄绿色光的黄绿色发光材料层被设置成与第一、第二和第三黄绿色腔峰YG1、YG2和YG3的一个对应时,发光层的第一和第二蓝色发光材料层以及黄绿色发光材料层可具有最大发光效率。

[0101] 此外,由于第一和第二蓝色发光材料层和黄绿色发光材料层被设置成较靠近第二电极,因此发光二极管的总厚度减小,发光效率进一步提高。例如,基于发光材料层之间的有机层(比如空穴传输层和电子传输层)的厚度,第一和第二蓝色发光材料层可被设置成分别与第一和第三蓝色腔峰B1和B3对应,黄绿色发光材料层可被设置成与第二黄绿色腔峰YG2对应。

[0102] 当第一蓝色发光材料层被设置成与第一蓝色腔峰B1对应且黄绿色发光材料层被设置成与第一黄绿色腔峰YG1对应时,在第一蓝色发光材料层与黄绿色发光材料层之间设置有机层是困难的,因为第一蓝色发光材料层和黄绿色发光材料层分离距离较短。

[0103] 此外,当第一蓝色发光材料层被设置成与第二蓝色腔峰B2对应且黄绿色发光材料层被设置成与第二黄绿色腔峰YG2对应时,在第一蓝色发光材料层与黄绿色发光材料层之间设置有机层是困难的,因为第一蓝色发光材料层和黄绿色发光材料层分离距离较短。

[0104] 结果,第一和第二蓝色发光材料层可被设置成分别与第一和第三蓝色腔峰B1和B3对应,黄绿色发光材料层可被设置成与第二黄绿色腔峰YG2对应。

[0105] 因此,在根据第一电极、发光层和第二电极具有平坦形状的比较例的OLED显示装置中,通过将第一和第二蓝色发光材料层和黄绿色发光材料层设置成与腔峰对应,即将发射蓝色光的第一蓝色发光材料层设置成距第二电极 250\AA 的距离,将发射蓝色光的第二蓝色发光材料层设置成距第二电极 2700\AA 的距离,并且将发射黄绿色光的黄绿色发光材料层设置成距第二电极 1800\AA 的距离,来获得最大发光效率。

[0106] 在第一电极111(图1)、发光层113(图1)和第二电极115(图1)构成微透镜ML(图1)以用于提高光提取效率的根据本发明第一实施方式的OLED显示装置100(图1)中,由于发光层113在有效发光区域B(图2)中具有相对较小的厚度,因此基于等高线图,第一蓝色发光材料层可与第二电极115具有 260\AA 至 460\AA 的距离,第二蓝色发光材料层可与第二电极115具有 3500\AA 的距离,并且黄绿色发光材料层可与第二电极115具有 2500\AA 的距离,以补偿有效发光区域B中的发光层113的相对较小厚度。

[0107] 结果,在第一电极111、发光层113和第二电极115构成微透镜ML(图1)的根据第一实施方式的OLED显示装置100(图1)中,发射蓝色/黄绿色/蓝色光的第一蓝色发光材料层、黄绿色发光材料层和第二蓝色发光材料层依次设置在第二电极115下方。

[0108] 在根据本发明的第二实施方式的有机发光二极管(OLED)显示装置100(图1)的发

光二极管E(图4)中,通过将分别发射蓝色、蓝色和黄绿色光的第一、第二和第三发光材料层依次设置在第二电极115(图4)下方以满足腔峰,获得了最大发光效率并减小了发光二极管E的总厚度。结果,获得了最大发光效率并减小了发光二极管E的总厚度。

[0109] 在图4中,发光二极管E包括第一电极111和第二电极115以及在第一电极111与第二电极115之间的发光层113,并且发光层113包括第一、第二和第三发光材料层(EML) 203a、203b和203c以及在第一、第二和第三发光材料层(EML) 203a、203b和203c之间的第一和第二辅助层208和209。

[0110] 第一电极111可以是提供空穴且具有相对较大功函数的阳极。例如,第一电极111可包括以下材料之一: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-1,2-二氧基)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)、石墨烯和银纳米线中的一种。

[0111] 第二电极115可以是提供电子且具有相对较小功函数的阴极。例如,第二电极115可为具有相对较小功函数的第一金属(例如银)和第二金属(例如Mg)的合金的单层、第一和第二金属的双层或第一和第二金属的合金的多层。

[0112] 第二电极115可以是反射电极且第一电极111可以是透反射电极。或者,第一电极111可以是反射电极且第二电极115可以是透明电极。例如,第一和第二电极111和115的至少一个可以是反射电极。

[0113] 第二电极115可包括在可见光波带中具有等于或大于90%的反射率的材料,第一电极111可包括在可见光波带中具有等于或大于80%的透射率的材料。例如,可见光波带可以是380nm至800nm的波长带。

[0114] 当第二电极115具有等于或大于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反射以在发光二极管E中朝向第一电极111前进。此外,当第一电极111具有等于或大于80%的透射率时,大量的光可穿过第一电极111。

[0115] 第二电极115可具有90nm至120nm的厚度以用于提高可见光波带中的反射率。然而,第二电极115的厚度不限于此且可根据第二电极115的材料而改变。第一电极111可具有115nm至135nm的厚度以用于提高可见光波带中的透射率。然而,第一电极111的厚度不限于此且可根据第一电极111的材料而改变。

[0116] 第一电子传输层(ETL1) 205设置在第二电极115与第一发光材料层203a之间,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,第一空穴传输层(HTL1) 207设置在第三发光材料层203c与第一电极111之间。

[0117] 电子注入层(EIL)(未示出)可设置在第二电极115与第一电子传输层205之间。电子注入层可有助于电子从第二电极115注入到第一电子传输层205。

[0118] 第一电子传输层205可具有至少两层或可包括至少两种材料。空穴阻挡层(HBL)(未示出)可设置在第一电子传输层205与第一发光材料层203a之间。由于空穴阻挡层防止了注入到第一发光材料层203a的空穴传输到第一电子传输层205,因此改善了第一发光材料层203a中空穴和电子的结合,从而提高了第一发光材料层203a的发光效率。

[0119] 第一电子传输层205和空穴阻挡层可形成为单层。电子注入层、第一电子传输层

205和空穴阻挡层可称作电子传送层。

[0120] 电子从第二电极115通过第一电子传输层205而提供到第一发光材料层203a,空穴从第一辅助层208提供到第一发光材料层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中再结合以产生光。

[0121] 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 (HTL2) (未示出) 和与第二发光材料层203b相邻的第二电子传输层 (ETL2) (未示出)。

[0122] 空穴注入层 (HIL) (未示出) 可设置在第二空穴传输层与第二发光材料层203b之间,电子注入层 (EIL) (未示出) 可设置在第二电子传输层与第一发光材料层203a之间。

[0123] 电子阻挡层 (EBL) (未示出) 可设置在第一发光材料层203a与第二空穴传输层之间。由于电子阻挡层防止了注入到第一发光材料层203a中的电子传输到第二空穴传输层,因此改善了第一发光材料层203a中空穴和电子的结合,从而提高了第一发光材料层203a的发光效率。

[0124] 空穴阻挡层 (HBL) (未示出) 可设置在第二电子传输层与第二发光材料层203b之间。由于空穴阻挡层防止了注入到第二发光材料层203b的空穴传输到第二电子传输层,因此改善了第二发光材料层203b中空穴和电子的结合,从而提高了第二发光材料层203b的发光效率。

[0125] 电子阻挡层和第二空穴传输层可形成为单层,且第二电子传输层和空穴阻挡层可形成为单层。空穴注入层、第二空穴传输层和电子阻挡层可称作空穴传送层,且电子注入层、第二电子传输层和空穴阻挡层可称作电子传送层。

[0126] 第一电荷产生层 (CGL1) 可设置在第一辅助层208的第二空穴传输层与第二电子传输层之间。第一电荷产生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产生层之间,且电子注入层可设置在第一电荷产生层与第二电子传输层之间。

[0127] 第一电荷产生层可包括正型电荷产生层 (P-CGL) 和负型电荷产生层 (N-CGL)。正型电荷产生层可向第一发光材料层203a提供空穴,且负型电荷产生层可向第二发光材料层203b提供电子。

[0128] 电子从第一辅助层208提供到第二发光材料层203b,空穴从第二辅助层209提供到第二发光材料层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中再结合以产生光。

[0129] 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 (HTL3) 和与第三发光材料层203c相邻的第三电子传输层 (ETL3)。

[0130] 空穴注入层 (HIL) 可设置在第三空穴传输层与第三发光材料层203c之间,且电子注入层 (EIL) 可设置在第三电子传输层与第二发光材料层203b之间。

[0131] 电子阻挡层 (EBL) 可设置在第二发光材料层203b与第三空穴传输层之间。由于电子阻挡层防止了注入到第二发光材料层203b中的电子传输到第三空穴传输层,因此改善了第二发光材料层203b中空穴和电子的结合,从而提高了第二发光材料层203b的发光效率。

[0132] 空穴阻挡层 (HBL) 可设置在第三电子传输层与第三发光材料层203c之间。由于空穴阻挡层防止了注入到第三发光材料层203c的空穴传输到第三电子传输层,因此改善了第三发光材料层203c中空穴和电子的结合,从而提高了第三发光材料层203c的发光效率。

[0133] 电子阻挡层和第三空穴传输层可形成为单层,且第三电子传输层和空穴阻挡层可形成为单层。空穴注入层、第三空穴传输层和电子阻挡层可称作空穴传送层,且电子注入层、第三电子传输层和空穴阻挡层可称作电子传送层。

[0134] 第二电荷产生层(CGL2)可设置在第二辅助层209的第三空穴传输层与第三电子传输层之间。第二电荷产生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产生层之间,且电子注入层可设置在第二电荷产生层与第三电子传输层之间。

[0135] 第二电荷产生层可包括正型电荷产生层(P-CGL)和负型电荷产生层(N-CGL)。正型电荷产生层可向第二发光材料层203b提供空穴,且负型电荷产生层可向第三发光材料层203c提供电子。

[0136] 电子从第二辅助层209提供到第三发光材料层203c,空穴通过第一空穴传输层207从第一电极111提供到第三发光材料层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中再结合以产生光。

[0137] 在根据本发明的第二实施方式的OLED显示装置100的发光层113中,与第二电极115相邻的第一和第二发光材料层的每一个发射具有440nm至480nm的波长的蓝色光和天蓝色光中的一种,且与第一电极111相邻的第三发光材料层203c发射具有510nm至590nm的波长的黄绿色光。结果,发光二极管E通过混合来自第一、第二和第三发光材料层203a、203b和203c的蓝色光和黄绿色光而发射白光。

[0138] 相比于发射黄绿色光的第三发光材料层203c,发射蓝色光的第一和第二发光材料层203a和203b具有相对较低的发光效率。由于第一和第二发光材料层203a和203b这两层发射蓝色光且第三发光材料层203c这一层发射黄绿色光,因此相对较低发光效率的蓝色光的亮度提高而获得均匀的白光。

[0139] 在根据本发明的第二实施方式的有机发光二极管(OLED)显示装置100的发光二极管E中,分别发射蓝色、蓝色和黄绿色光的第一、第二和第三发光材料层203a、203b和203c依次设置在第二电极115下方。

[0140] 第一、第二和第三发光材料层203a、203b和203c的每一个可包括至少一种基质和至少一种掺杂剂,或其中混合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性质的基质和具有电子传输性质的基质时,可调节第一、第二和第三发光材料层203a、203b和203c的每一个的电荷平衡并可提高第一、第二和第三发光材料层203a、203b和203c的每一个的效率。掺杂剂可包括荧光掺杂剂或磷光掺杂剂。

[0141] 这里,分别发射蓝色、蓝色和黄绿色光的第一、第二和第三发光材料层203a、203b和203c在构成微透镜ML(图2)的发光层113的有效发光区域B(图2)中设置在具有最大发光效率的位置处。

[0142] 在图5中,与第一和第二电极111和115一起构成微透镜ML的发光层113的蓝色光在第一和第二蓝色腔峰B1与B2(图3)之间具有附加的第五、第六和第七蓝色腔峰B5、B6和B7。

[0143] x轴表示距第二电极115的距离,y轴表示外量子效率(EQE)。EQE是外量子效率,其是当光从第一和第二发光材料层203a和203b发射到外部时的发光效率。EQE的相对最大值对应于腔峰。

[0144] 曲线C表示在第一电极、发光层和第二电极具有平坦形状的根据比较例的OLED显

示装置中通过相对于距第二电极的距离测量发射蓝色光的发光材料层的EQE得到的实验结果。曲线D表示在根据本发明的第二实施方式的OLED显示装置100中通过相对于距第二电极115的距离测量发射蓝色光的发光材料层203a和203b的EQE获得的实验结果。

[0145] 曲线C具有第一和第二蓝色腔峰B1和B2,第一和第二蓝色腔峰B1和B2分别在距离第二电极**250 Å**和**1500 Å**处具有相对较强的EQE。曲线D除了具有第一和第二蓝色腔峰B1和B2之外还具有第五、第六和第七蓝色腔峰B5、B6和B7。第五蓝色腔峰B5可对应于与第二电极115相距**350 Å**至**460 Å**的范围的距离,第六蓝色腔峰B6可对应于与第二电极115相距**1000 Å**至**1300 Å**的范围的距离,第七蓝色腔峰B7可对应于与第二电极115相距**1700 Å**至**2300 Å**的范围的距离。

[0146] 在第一电极111、发光层113和第二电极115构成用于提高EQE的微透镜ML的OLED显示装置100中,附加的第五、第六和第七蓝色腔峰B5、B6和B7可由于通过微透镜ML使得用于蓝色腔峰的发光材料层203a和203b的距离和位置的部分变形而产生。

[0147] 结果,可通过将发射蓝色光的第二发光材料层203b设置成与通过微透镜ML而增加的第五、第六和第七蓝色腔峰B5、B6和B7的一个对应而使第一、第二和第三发光材料层203a、203b和203c能够满足所有腔峰。结果,在根据本发明的第二实施方式的OLED显示装置100中获得最大发光效率。

[0148] 在根据第二实施方式的发光二极管E中,发射蓝色光的第一发光材料层203a可设置在第二电极115与发射蓝色光的第二发光材料层203b之间,以对应于第一和第五蓝色腔峰B1和B5中的一个。

[0149] 例如,第一发光材料层203a可与作为阴极的第二电极115的底表面分离**290 Å**至**460 Å**范围内的第一距离L1。

[0150] 发射蓝色光的第二发光材料层203b可设置在发射蓝色光的第一发光材料层203a与发射黄绿色光的第三发光材料层203c之间,以对应于第六和第七蓝色腔峰B6和B7中的一个。

[0151] 例如,第二发光材料层203b可与作为阴极的第二电极115的底表面分离**1060 Å**至**1260 Å**范围内或**1860 Å**至**2260 Å**范围内的第二距离L2。

[0152] 与发射蓝色光的第一和第二发光材料层203a和203b相比,发射黄绿色光的第三发光材料层203c可与第一电极111相邻设置,以对应于第二黄绿色腔峰YG2(图3)。

[0153] 例如,第三发光材料层203c可与作为阴极的第二电极115的底表面分离**2500 Å**至**2700 Å**范围内的第三距离L3。

[0154] 在根据本发明的第二实施方式的OLED显示装置100中,发射蓝色光的第一发光材料层203a可被设置成与第一和第五蓝色腔峰B1和B5中的一个对应。发射蓝色光的第二发光材料层203b可被设置成与第六和第七蓝色腔峰B6和B7中的一个对应。发射黄绿色光的第三发光材料层203c可被设置成与第二黄绿色腔峰YG2对应。

[0155] 由于第一、第二和第三发光材料层203a、203b和203c被设置成与腔峰对应,因此可在第一电极111、发光层113和第二电极115构成微透镜ML的OLED显示装置100中获得最大发光效率。

[0156] 特别地,第一发光材料层203a可设置在**290 Å**至**460 Å**范围内的第一距离L1的位

置处,第二发光材料层203b可设置在1060Å至1260Å范围内或1860Å至2260Å范围内的第二距离L2的位置处,第三发光材料层203c可设置在2500Å至2700Å范围内的第三距离L3的位置处。结果,获得了最大发光效率,同时减小了发光层113的总厚度。例如,发光层113可具有小于4000Å的总厚度,例如在3600Å至4000Å范围内的厚度。

[0157] 在根据本发明第二实施方式的OLED显示装置100中,由于第一电极111、发光层113和第二电极115构成微透镜ML,因此光提取效率提高。此外,由于基于构成微透镜ML的发光层113的有效发光区域B将第一、第二和第三发光材料层203a、203b和203c设置成与腔峰对应,因此第一、第二和第三发光材料层203a、203b和203c的每一个具有最大发光效率,从而进一步提高了OLED显示装置100的发光效率。

[0158] 此外,OLED显示装置100的发光层113的总厚度随着光提取效率和发光效率的提高而减小。

[0159] 当发光层113的厚度增大时,发光二极管E的发光效率由于来自第一、第二和第三发光材料层203a、203b和203c的光被有机层吸收而降低,或者工艺效率降低使得用于发光层113的制造时间增加。在根据本发明的第二实施方式的OLED显示装置100中,由于发光层113的第四厚度L4减小,因此防止了发光效率和工艺效率的降低。

[0160] 此外,由于在构成微透镜ML的发光层113的凹部118(图2)中从第二电极115到发光材料层203a、203b和203c的距离与在凸部117(图2)的侧表面部分117c(图2)的有效发光区域B中从第二电极115到发光材料层203a、203b和203c的距离确定为不同,因此基于发光层113的有效发光区域B(图2)将发光材料层203a、203b和203c设置成满足光学性质的腔峰。结果,OLED显示装置100的光提取效率提高。

[0161] 此外,由于发光层113和/或发光二极管E的总厚度减小,因此防止了发光效率和工艺效率的降低。

[0162] 本发明还涉及而不限制于以下方面。

[0163] 在本发明中,有机发光二极管显示装置包括:具有发光区域和非发光区域的基板;在所述基板上方的涂覆层,所述涂覆层包括多个凸部和多个凹部;在所述涂覆层上方的第一电极;在所述第一电极上方的发光层;和在所述发光层上方的第二电极,其中所述发光层包括依次位于所述第二电极的下方的第一发光材料层、第二发光材料层和第三发光材料层,并且其中所述第一发光材料层发射第一波长的第一光,所述第二发光材料层发射所述第一波长的第一光,并且所述第三发光材料层发射不同于所述第一波长的第二波长的第二光。

[0164] 在本发明中,所述第一波长可在440nm至480nm的范围内,所述第二波长可在510nm至590nm的范围内。

[0165] 在本发明中,所述第一发光材料层可被设置成与所述第二电极的底表面具有290Å至460Å的距离。

[0166] 在本发明中,所述第二发光材料层可被设置成与所述第二电极的底表面具有1060Å至1260Å的距离。

[0167] 在本发明中,所述第二发光材料层可被设置成与所述第二电极的底表面具有1860Å至2260Å的距离。

[0168] 在本发明中,所述第三发光材料层可被设置成与所述第二电极的底表面具有

2500Å至2700Å的距离。

[0169] 在本发明中,所述发光层可具有在3600 Å至4000 Å范围内的厚度。

[0170] 在本发明中,与所述多个凸部对应的所述发光层的厚度可小于与所述多个凹部对应的所述发光层的厚度。

[0171] 在本发明中,所述第一光可包括蓝色光和天蓝色光中的一种,所述第二光可包括黄绿色光。

[0172] 在本发明中,与所述多个凸部对应的第一电极和第二电极的至少之一的厚度可小于与所述多个凹部对应的第一电极和第二电极的至少之一的厚度。

[0173] 在本发明中,每个凸部可具有包括顶点、底边和斜边的三角形截面。

[0174] 在本发明中,每个凸部的斜边的角度可从所述底边到所述顶点逐渐增大。

[0175] 在本发明中,所述第一电极、所述发光层和所述第二电极可具有与所述涂覆层的顶表面的形态相一致的形状以构成微透镜。

[0176] 在本发明中,所述基板可包括多个像素区,其中在相邻像素区中的第一电极之间设置有堤部,所述多个凸部和所述多个凹部设置在所述堤部的整个开口中。

[0177] 在本发明中,在所述基板和所述涂覆层之间可设置有波长转换层,其中所述波长转换层的边缘部分可朝着所述非发光区域延伸超出所述多个凸部和所述多个凹部的边缘部分。

[0178] 在本发明中,所述多个凸部和所述多个凹部可接触所述堤部的边缘部分。

[0179] 在本发明中,所述堤部可与所述多个凸部和所述多个凹部的边缘部分交叠。

[0180] 在本发明中,所述波长转换层的边缘部分、所述多个凸部和所述多个凹部的边缘部分以及所述堤部的边缘部分在所述非发光区域中可彼此交叠。

[0181] 在本发明中,所述发光区域和所述非发光区域的边界部分可与所述多个凸部和所述多个凹部的边缘部分交叠。

[0182] 在本发明中,所述多个凸部的每一个可包括底表面部分、顶表面部分以及连接所述底表面部分和所述顶表面部分的侧表面部分,其中所述侧表面部分的斜率从所述底表面部分到所述顶表面部分增大,使得所述侧表面部分在与所述顶表面部分相邻的部分处具有最大斜率。

[0183] 对所属领域技术人员将显而易见的是,在不脱离本发明的精神或范围的情况下可在本发明中做出各种修改和变化。因此本发明旨在涵盖落在所附权利要求书及其等同物的范围内对本发明的所有修改和变化。

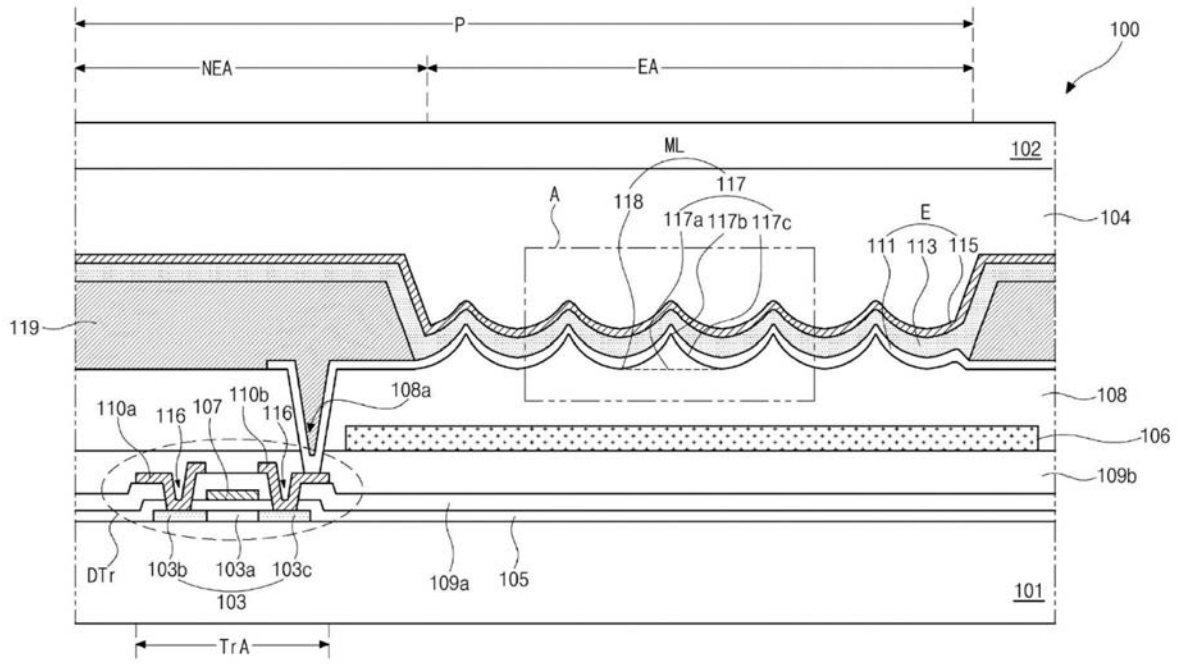


图1

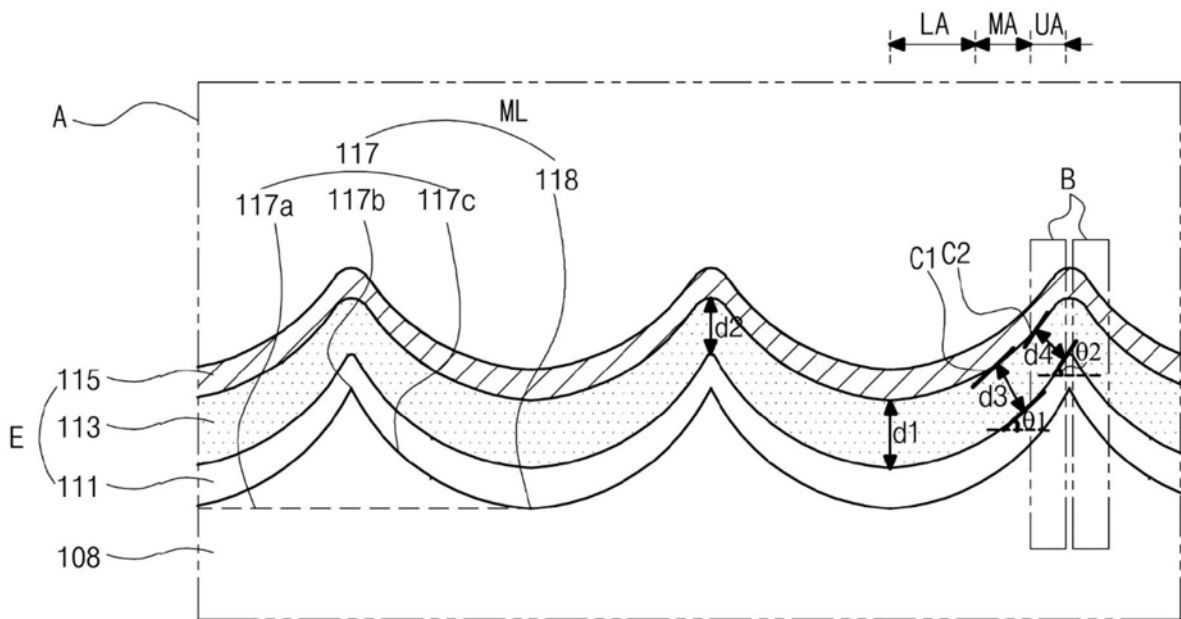


图2

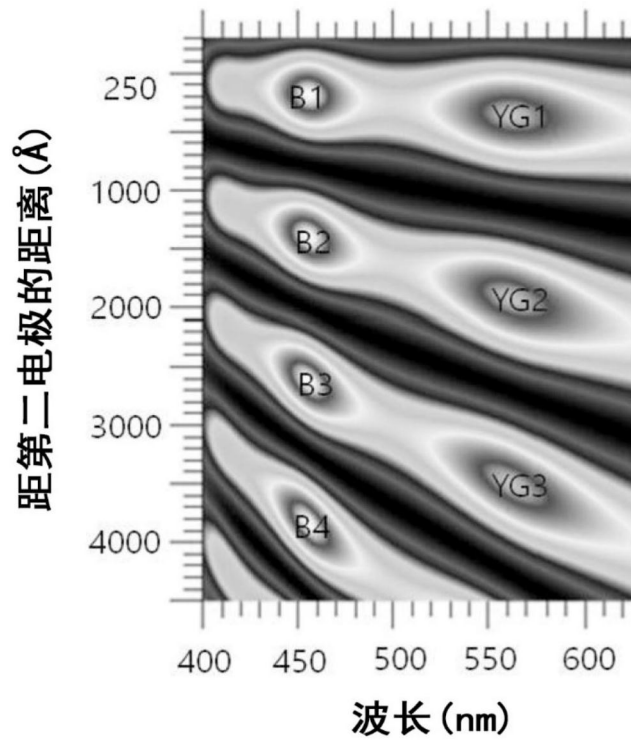


图3

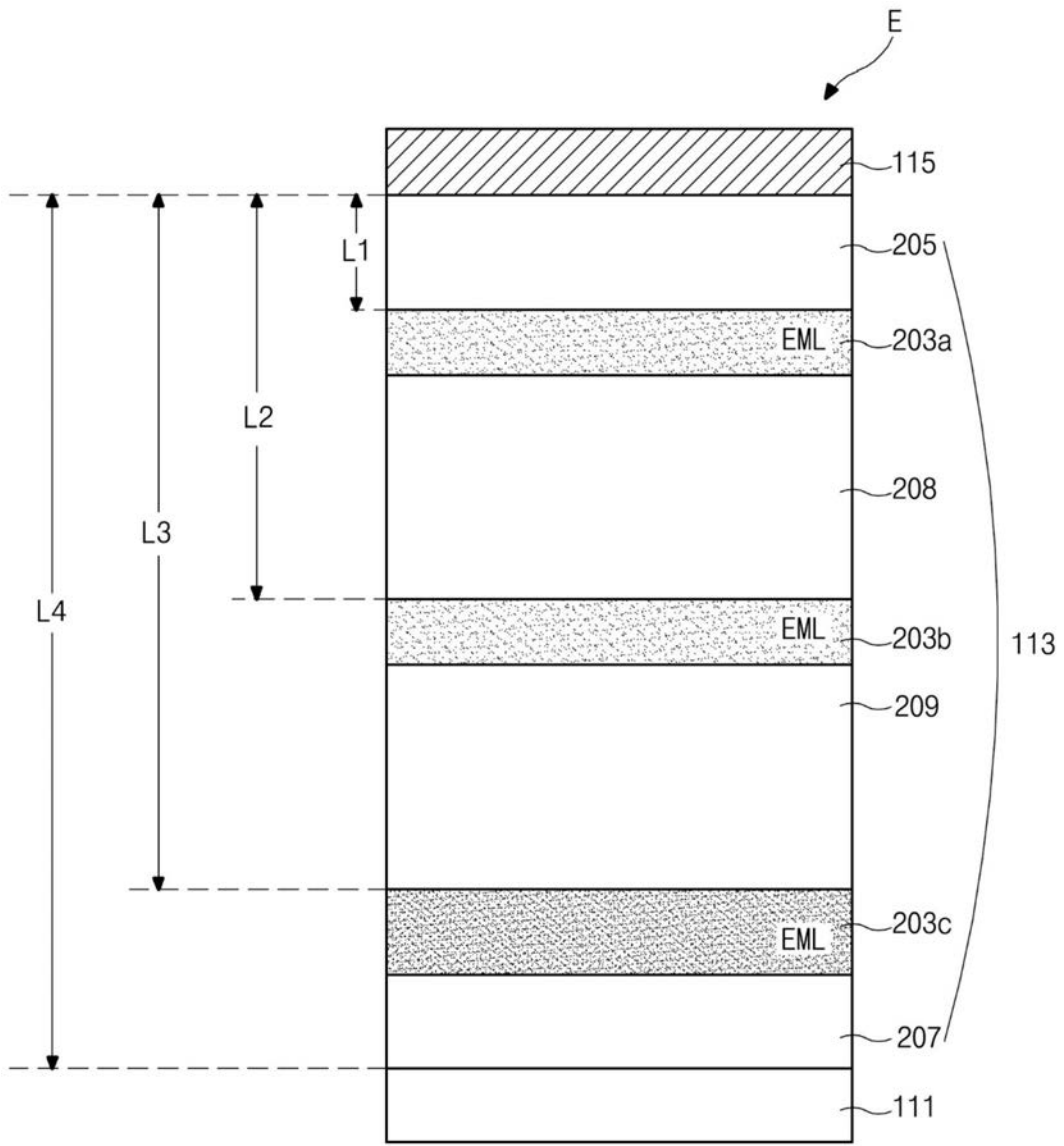


图4

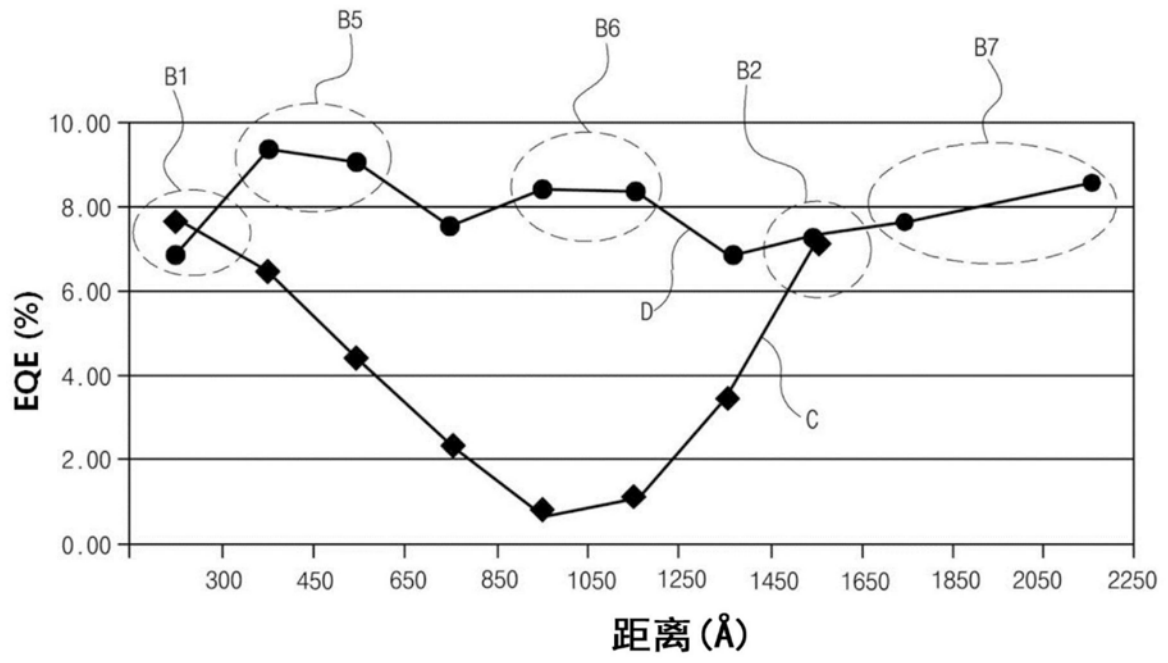


图5

