



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103915471 A

(43) 申请公布日 2014. 07. 09

(21) 申请号 201310661412. 5

H01L 51/56 (2006. 01)

(22) 申请日 2013. 12. 09

(30) 优先权数据

10-2012-0158493 2012. 12. 31 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 林宪培

(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 51/50 (2006. 01)

H01L 51/52 (2006. 01)

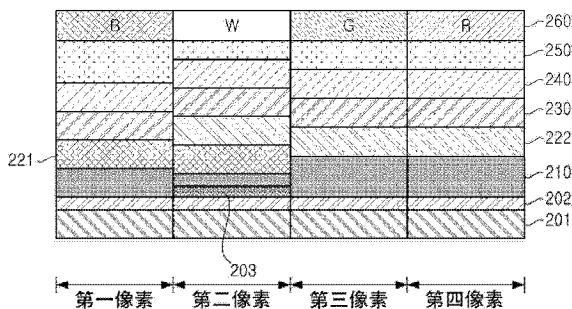
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

有机发光二极管显示装置及其制造方法

(57) 摘要

公开了一种防止随着视角出现颜色改变的有机发光二极管显示装置及其制造方法。所述显示装置可以包括：由第一像素、第二像素、第三像素和第四像素限定的基板；在所述基板上形成的阳极；用于发射第一颜色的光的第一有机发光层；用于发射第二颜色的光的第二有机发光层；和在所述第一有机发光层或第二有机发光层上由半透明金属材料形成的阴极，其中在所述第一像素和所述第二像素中形成所述第一有机发光层；在所述第二像素、所述第三像素和所述第四像素中形成所述第二有机发光层；并且所述第二像素发射所述第一颜色的光和所述第二颜色的光的混合光。



1. 一种有机发光二极管显示装置,包括:
由第一像素、第二像素、第三像素和第四像素限定的基板;
在所述基板上形成的阳极;
用于发射第一颜色的光的第一有机发光层,所述第一有机发光层形成在所述阳极上;
用于发射第二颜色的光的第二有机发光层,所述第二有机发光层形成在所述阳极上;
和
在所述第一有机发光层或第二有机发光层上由半透明金属材料形成的阴极,
其中在所述第一像素和所述第二像素中形成所述第一有机发光层;在所述第二像素、所述第三像素和所述第四像素中形成所述第二有机发光层;并且所述第二像素发射所述第一颜色的光和所述第二颜色的光的混合光。
2. 如权利要求 1 所述的有机发光二极管显示装置,其中所述第一颜色的光和所述第二颜色的光的混合光具有白色。
3. 如权利要求 2 所述的有机发光二极管显示装置,其中所述第一有机发光层发射蓝色光,所述第二有机发光层发射黄色光,并且所述混合光对应于白色光。
4. 如权利要求 1 到 3 之一所述的有机发光二极管显示装置,还包括:
在所述基板上形成的反射层,
其中所述反射层和所述阴极彼此间隔足以满足微腔条件的距离。
5. 如权利要求 4 所述的有机发光二极管显示装置,还包括在所述第二像素的反射层上形成的光吸收层,该光吸收层用于吸收所述混合光。
6. 如权利要求 5 所述的有机发光二极管显示装置,还包括在所述第二像素的光吸收层上形成的半透明层,该半透明层用于反射所述混合光。
7. 一种用于制造有机发光二极管显示装置的方法,包括:
在基板上形成阳极;
在所述阳极上形成第一有机发光层;
在所述阳极上形成第二有机发光层,其中所述第二有机发光层与所述第一有机发光层重叠;以及
在所述第一有机发光层或第二有机发光层上形成阴极。
8. 如权利要求 7 所述的方法,
其中所述基板由第一像素、第二像素、第三像素和第四像素限定,并且
所述第一有机发光层和所述第二有机发光层在所述第一像素、所述第二像素、所述第三像素和所述第四像素中的任何一个中彼此重叠。
9. 如权利要求 8 所述的方法,其中通过使用遮罩来形成所述第一有机发光层和所述第二有机发光层。
10. 如权利要求 9 所述的方法,其中在所述遮罩中包括的开放区域在面积上大于所述第一像素、所述第二像素、所述第三像素和所述第四像素中的至少两个。
11. 如权利要求 7 到 10 之一所述的方法,还包括在所述基板和所述阳极之间形成反射层。
12. 如权利要求 11 所述的方法,还包括在所述第一有机发光层和所述第二有机发光层彼此重叠的像素的反射层上形成光吸收层。

-
13. 如权利要求 12 所述的方法,还包括在所述光吸收层上形成半透明层。

有机发光二极管显示装置及其制造方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求 2012 年 12 月 31 日提交的韩国专利申请 No. 10-2012-0158493 的优先权益,在此通过参考的方式并入,就如同在这里完全阐明一样。

技术领域

[0003] 本发明的实施方式涉及一种有机发光二极管显示装置及其制造方法,尤其涉及一种有源型有机发光二极管显示装置及其制造方法。

背景技术

[0004] 随着面向信息社会的进步,越来越需要用于显示信息的显示装置。特别地,具有简单驱动方法和合理价格的阴极射线管(CRT)在显示装置的初期阶段广泛使用,由此使显示装置能够普及化。后来,能够实现全色彩和宽视角的液晶显示(LCD)装置被用作 CRT 的替代物。近来,有机发光二极管(OLED)显示装置作为下一代平板显示器引起广泛关注。

[0005] 由于诸如高分辨率、薄外形和低功耗的各种优点,对被认为是下一代平板显示器的 OLED 显示装置,尤其是大尺寸 OLED 显示装置进行了积极的研究。

[0006] 图 1 是图示相关技术的 OLED 显示装置的某些部分的剖视图。

[0007] 如图 1 所示,相关技术的 OLED 显示装置可以包括基板 101、阳极 110、有机发光层 120、阴极 130、密封层 140 和色彩提升部(color refiner)150。

[0008] 首先,在基板 101 上顺序地形成阳极 110、有机发光层 120 和阴极 130。阳极 110 向有机发光层 120 提供空穴,并且阴极 130 向有机发光层 120 提供电子。因而当由提供的空穴和电子所产生的激子从激发态回到基态时发光,通过提供发射的光使得在 OLED 显示装置的屏幕上显示图像。

[0009] 图 1 示出了使用色彩提升部 150 的 WRGB 方法的 OLED 显示装置,其中色彩提升部 150 用于将白色光的颜色转换为对应于三原色的红、绿和蓝色。在阴极 130 上方的密封层 140 上形成色彩提升部 150,并且可以不在用于发射白色光的像素中形成色彩提升部 150。

[0010] 特别地,有机发光层 120 可以包括一个或多个发光层,并且有机发光层 120 可以发射由红、绿和蓝色的混合所获得的白色光。

[0011] 同时, OLED 显示装置被配置为具有多层薄膜结构,借此在每个层之间的接口中可能出现大量的光损失。为了克服此问题并且改进光提取效率,可以把微腔结构应用于 OLED 显示装置。微腔结构表示反射结构,用于满足与由每个像素所发射的光的半波长的整数倍相对应的光学距离。在此反射结构中,重复光反射使得光通过相长干涉被放大,借此向外部发射放大的光,由此与先前的相关技术相比改进了光效率。

[0012] 然而,当由包括多个发光层的有机发光层 120 发射的白色光通过微腔结构放大然后被发射到外部时,由于多个峰值波长,光的颜色可能会随着视角而改变。

发明内容

[0013] 据此,本发明的实施方式旨在提供一种 OLED 显示装置,其基本上消除了由于相关技术的限制和缺点所导致的一个或多个问题。

[0014] 本发明实施方式的一个方面旨在提供一种能够防止随着视角发生颜色变化的 OLED 显示装置。

[0015] 本发明实施方式的附加优点和特征将在以下描述中部分地加以阐明,并且当研究以下内容时对本领域普通技术人员来说将部分地变得更加清楚或者可以通过实施本发明的实施方式来得知。本发明实施方式的目的及其它优点可借助在所描写的说明书及其权利要求书以及附图中具体指出的结构来实现和获得。

[0016] 为了实现这些及其它优点并且依照本发明的意图,如这里具体化和广义描述的,提供了一种 OLED 显示装置,可以包括:由第一像素、第二像素、第三像素和第四像素限定的基板;在所述基板上形成的阳极;用于发射第一颜色的光的第一有机发光层,所述第一有机发光层形成在所述阳极上;用于发射第二颜色的光的第二有机发光层,所述第二有机发光层形成在所述阳极上;和在所述第一有机发光层或第二有机发光层上由半透明金属材料形成的阴极,其中在所述第一像素和所述第二像素中形成所述第一有机发光层;在所述第二像素、所述第三像素和所述第四像素中形成所述第二有机发光层;并且所述第二像素发射所述第一颜色的光和所述第二颜色的光的混合光。

[0017] 依照本发明实施方式的另一方面,提供了一种用于制造 OLED 显示装置的方法,可以包括:在基板上形成反射层;在该反射层上形成阳极;在所述阳极上形成第一有机发光层;在所述阳极上形成第二有机发光层,其中所述第二有机发光层与所述第一有机发光层重叠;以及在所述第一有机发光层或第二有机发光层上形成阴极。

[0018] 应当理解,本发明以上的大体说明和以下的详细说明都是示例性的和解释性的,旨在对所要求保护的本发明提供进一步解释。

附图说明

[0019] 附图图示了本发明的实施方式并且与说明书一起用来解释本发明的原理,附图用来提供对本发明的进一步理解并且并入并构成本申请的一部分。在附图中:

[0020] 图 1 是图示相关技术的 OLED 显示装置的剖视图;

[0021] 图 2 是图示依照本发明一个实施方式的 OLED 显示装置的剖视图;

[0022] 图 3 是图示依照本发明另一实施方式的 OLED 显示装置的剖视图;

[0023] 图 4 是图示在依照本发明一个实施方式的 OLED 显示装置的制造方法中用于形成有机发光层的工艺的平面图;以及

[0024] 图 5 是图示在 RGB 方法的 OLED 显示装置的制造方法中用于形成有机发光层的工艺的平面图。

具体实施方式

[0025] 以下,将参照附图详细描述本发明的实施方式。

[0026] 图 2 是图示依照本发明一个实施方式的 OLED 显示装置的剖视图。

[0027] 如图 2 所示,依照本发明一个实施方式的 OLED 显示装置可以包括基板 201、反射层 202、光吸收层 203、阳极 210、第一有机发光层 221、第二有机发光层 222、阴极 230、保护

层 240、密封层 250 和色彩提升部 260。

[0028] 首先,可以由第一像素、第二像素、第三像素和第四像素来限定基板 201。例如如图 2 所示,第一像素可以被限定为具有蓝色色彩提升部 B 的蓝色像素,第二像素可以被限定为具有透明色彩提升部或没有色彩提升部的白色像素,第三像素可以被限定为具有绿色色彩提升部 G 的绿色像素,并且第四像素可以被限定为具有红色色彩提升部 R 的红色像素,但不限于此结构。像素可以在布置上改变。

[0029] 基板 201 可由玻璃或柔性塑料例如聚酰亚胺、聚醚酰亚胺(PEI)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)等形成。

[0030] 可以在基板 201 上形成反射层 202。反射层 202 对应于在微腔结构中在阳极 210 的方向上发射光的区域,并且微腔结构能够被应用于大部分像素。优选地,可以在基板 201 的整个区域上形成反射层 202。可以在阳极 210 和薄膜晶体管(未示出)之间形成反射层 202。此外优选地,反射层 202 可以由具有高反射率和电导率的金属例如银(Ag)或铝(Al)形成。

[0031] 当诸如银(Ag)或铝(Al)之类的金属的厚度不超过几百埃($\text{\AA}$)时,金属展示了反射并且同时透射光的透反射特性。从而,为了反射大部分光,以能够去除透反射特性的厚度形成反射层 202。优选地,反射层 202 的厚度可以以微米(μm)为单位。

[0032] 然后,在反射层 202 上形成光吸收层 203。可以在用于向外部发射白色光的第二像素中形成光吸收层 203。白色光包括对应于全部可见光线的波长范围。从而,只有具有对应于光学距离的整数倍的预定波长和微腔结构的半波长的光被放大然后被发射到外部。据此,由于白色光失真然后被发射到外部,所以很难把微腔结构应用于向外部发射白色光的第二像素。在用于向外部发射白色光的第二像素中形成光吸收层 203,其能够在不对阳极 210 的方向上发射的白色光进行反射的情况下实现光吸收或光消除。

[0033] 为了防止白色光的反射,光吸收层 203 优选由其反射率小于大约 10% 的材料形成。此外,光吸收层 203 优选由其光密度(OD)不超过 3.5 的材料形成。

[0034] 然后,在包括反射层 202 和光吸收层 203 的基板 201 的整个区域上形成阳极 210。阳极 210 的厚度对于每个像素来说可以是不同的。微腔结构的光学距离可以随着每个像素发射的光的波长改变。可以通过阳极 210 的厚度来调节光学距离。在用于发射白色光的第二像素中不使用微腔结构,借此可以不考虑光学距离来适当地确定阳极 210 的厚度。在用于发射蓝色光的第一像素的情况下,因为蓝色光具有相对短的波长所以设置相对短的光学距离,借此用于第一像素的阳极 210 的厚度可以相对较短。

[0035] 同时,可以对第三和第四像素中的每个相同地设置光学距离。与红色光半波长和绿色光半波长的最小公倍数相对应的距离短于像素区域的厚度。从而,用于第三像素的阳极 210 的厚度可以与用于第四像素的阳极 210 的厚度相同,并且用于第三和第四像素中的每个的阳极 210 的厚度可以大于用于第一像素的阳极 210 的厚度。然而,不限于此结构。即,光学距离可以改变,并且阳极 210 可以在厚度上改变。

[0036] 阳极 210 由其功函数很大以便提供空穴的材料形成。例如,阳极 210 可以由其功函数高的导电氧化物材料形成,其中导电氧化物材料可以是透明材料,例如氧化铟锡(ITO)、氧化铟锌(IZO)或氧化铟锡锌(ITZO)。

[0037] 阳极 210 的下表面与薄膜晶体管(未示出)连接,并且阳极 210 的上表面与第一有

机发光层 221 和第二有机发光层 222 连接,由此把空穴从薄膜晶体管提供到第一有机发光层 221 和第二有机发光层 222。薄膜晶体管可以是驱动薄膜晶体管。

[0038] 然后,在阳极 210 上形成发射第一颜色的光的第一有机发光层 221。可以在包括用于发射白色光的第二像素的至少一个像素中形成第一有机发光层 221。例如,如图 2 所示,可以在第一像素和第二像素中形成第一有机发光层 221。优选地,第一有机发光层 221 由用于发射蓝色光但不限于蓝色光的材料形成。

[0039] 可以在第一有机发光层 221 和阳极 210 之间插入至少一个功能层(未示出)。功能层改进了从阳极 210 到第一有机发光层 221 的空穴迁移率。例如,功能层可以是空穴注入层(未示出)和空穴传输层(未示出)。优选地,这些功能层由其空穴迁移率相对较高的材料形成。

[0040] 然后,在阳极 210 上形成发射第二颜色的光的第二有机发光层 222。可以在包括用于发射白色光的第二像素的至少一个像素中形成第二有机发光层 222。优选地,在第二像素、第三像素和第四像素中形成第二有机发光层 222,并且第二像素发射第一颜色的光和第二颜色的光的混合光。在第二像素中,第一有机发光层 221 和第二有机发光层 222 可以彼此重叠。优选地,在像素(其中第一有机发光层 221 和第二有机发光层 222 彼此重叠)的反射层 202 上形成有光吸收层 203。优选地,第二有机发光层 222 由用于发射黄色光的材料形成,其中黄色光当与蓝色光混合时能够发射白色光。然而,从第一有机发光层 221 和第二有机发光层 222 发射的光的颜色不限于上述颜色。如果满足通过混合从第一有机发光层 221 发射的第一颜色的光和从第二有机发光层 222 发射的第二颜色的光生成白色光,那么可以提供带颜色的光的任何混合。

[0041] 可以在第一有机发光层 221 和第二有机发光层 222 之间进一步插入至少一个功能层。即,可以插入用于改进空穴和电子迁移率的功能层或电荷控制层,以便向第二有机发光层 222 传输在第一有机发光层 221 发光之后留下的空穴,并且还向第一有机发光层 221 传输在第二有机发光层 222 发光之后留下的电子。优选地,空穴传输层可以位于与阴极 230 邻近的第二有机发光层 222 附近或者可以与第二有机发光层 222 接触。同时,电子传输层可以位于与阳极 210 邻近的第一有机发光层 221 附近或者可以与第一有机发光层 221 接触。

[0042] 如上所述,第一有机发光层 221 和第二有机发光层 222 只在用于发射白色光的第二像素中彼此重叠,并且单个发光层位于其余像素中的每个中,由此防止了随着视角的颜色改变并且展示了微腔效果。

[0043] 然后,在第一有机发光层 221 和 / 或第二有机发光层 222 上形成阴极 230。对于上述发光方法,阴极 230 由透明材料形成,使得光从第一有机发光层 221 和第二有机发光层 222 被发射到外部。阴极 230 向所有像素施加相同的电压,即阴极 230 被认为是公共电极。从而,阴极 230 可以在无需图案化的情况下被形成为用于覆盖基板的整个区域的单个层。此外,可以提供辅助电极并且使其与阴极 230 的上侧或下侧连接,以便防止由电阻增加所引起的驱动问题,由此减小了电阻。优选地,反射层 202 和阴极 230 彼此间隔足以满足微腔条件的距离。

[0044] 阴极 230 可以由银(Ag)、镁(Mg)、铝(Al)、铜(Cu)或包括以上材料中任何一种的合金形成。此外,阴极 230 可以由具有低功函数的金属材料或其合金形成。为了向外部发射光,阴极 230 由薄膜类型形成,即阴极 230 具有不超过几百埃(Å)的厚度。

[0045] 阴极 230 再次向阳极 210 反射在反射层 202 上反射的光,借此重复从相应像素发射的光的反射,使得由相长干涉放大的光被发射到外部。通过以上微腔效果,可以改进光提取效率。

[0046] 接下来,在阴极 230 上形成保护层 240。保护层 240 保护在形成密封层 250 之前形成的下部结构免受随后工艺的影响,并且帮助从阴极 230 发射的光的部分反射。例如,保护层 240 可以由硅氮化物(SiN_x)或硅氧化物(SiO_x)形成。

[0047] 然后,在保护层 240 上形成密封层 250。密封层 250 可以包括交替沉积的至少一个无机膜和至少一个有机膜,其中面对保护层 240 的膜和面对色彩提升部 260 的膜可以由无机膜形成。即,可以提供用于覆盖有机膜的无机膜的结构。

[0048] 此后,在密封层 250 上形成色彩提升部 260。依照 OLED 显示装置的制造方法,可以使附加的保护层 240 或气隙位于色彩提升部 260 和密封层 250 之间。

[0049] 色彩提升部 260 可以包括在第一像素中形成的蓝色色彩提升部 B、在第三像素中形成的绿色色彩提升部 G 和在第四像素中形成的红色色彩提升部 R。例如,由第一像素发射蓝色光,其中蓝色色彩提升部 B 被形成为表现精确的颜色。位于第三像素和第四像素中的第二有机发光层 222 发射黄色光,其中通过使用在第三像素中形成的红色色彩提升部 R 把黄色光转换为红色光,并且通过使用在第四像素中形成的绿色色彩提升部 G 把黄色光转换为绿色光。

[0050] 在第二像素的情况下,发射通过混合分别从第一有机发光层 221 和第二有机发光层 222 发射的蓝色光和黄色光所获得的白色光,其中白色色彩提升部 W 由透明材料形成,或者省略色彩提升部。

[0051] 图 3 是图示依照本发明另一实施方式的 OLED 显示装置的剖视图。

[0052] 如图 3 所示,依照本发明另一实施方式的 OLED 显示装置可以进一步包括半透明层 204,半透明层 204 形成在阳极 210 和光吸收层 203 之间的第二像素中。

[0053] 白色光由第二像素发射。如上所述,用于发射白色光的像素由于白色光失真的缘故而不能使用微腔结构。然而,如果附加地提供由能够部分反射光的半透明材料形成的半透明层 204 或者附加地提供由其折射率相对高于周围材料的折射率的材料形成的半透明层 204,那么在用于在阴极 230 和半透明层 204 之间重复反射白色光的过程期间,白色光在防止失真的范围内被略微地放大,然后被发射到外部。据此,附加地插入半透明层 204,使得可以改进亮度。

[0054] 图 4 是图示在依照本发明一个实施方式的 OLED 显示装置的制造方法期间的遮罩(shadow mask)工艺的平面图。

[0055] 如图 4 所示,在对准蓝色遮罩 BS(其具有在面积上相对大于第一有机发光层 221 的第一开放区域(open area))之后,在第一开放区域上沉积用于形成第一有机发光层 221 的材料,其中蓝色遮罩 BS 与第一有机发光层 221 重叠以便形成用于发射蓝色光的第一有机发光层 221。

[0056] 然后,在对准黄色遮罩 YS(其具有在面积上相对大于第二有机发光层 222 的第二开放区域)之后,在第二开放区域上沉积用于形成第二有机发光层 222 的材料,其中黄色遮罩 YS 与第二有机发光层 222 重叠以便形成用于发射黄色光的第二有机发光层 222。在第二像素中,第一有机发光层 221 和第二有机发光层 222 彼此重叠,由此发射通过混合以上蓝色

和黄色光所获得的白色光。

[0057] 优选地,在用以形成第一有机发光层和第二有机发光层所使用的本发明的遮罩中包括的开放区域在面积上大于第一像素、第二像素、第三像素和第四像素中的至少两个。遮罩例如 BS, YS 的第一开放区域和第二开放区域大于相关技术的那些区域,使得可以减少掩模制造成本,并且有助于制造掩模的工艺。

[0058] 图 5 是图示 RGB 独立沉积方法的遮罩制造工艺的平面图。

[0059] 如图 5 所示,在 RGB 独立沉积方法的情况下,通过在红色遮罩 RS 的红色开放区域中沉积用于形成红色有机发光层的材料来形成红色像素 R,通过在绿色遮罩 GS 的绿色开放区域中沉积用于形成绿色有机发光层的材料来形成绿色像素 G,并且通过在蓝色遮罩 BS 的蓝色开放区域中沉积用于形成蓝色有机发光层的材料来形成蓝色像素 B。

[0060] 在 RGB 独立沉积方法的遮罩中的开放区域比在依照本发明一个实施方式的 OLED 显示装置的制造方法中所提出的遮罩的开放区域小得多。从而,如果使用 RGB 独立沉积方法的遮罩,那么增加了用于制造掩模的时间和成本,从而也增加了制造成本。

[0061] 然而,在本发明中提出的遮罩具有对应于两个或更多个像素的开放区域,借此可以有有助于掩模的制造工艺,从而降低制造成本。

[0062] 依照本发明的实施方式,用于发射不同颜色的光的多个有机发光层部分重叠,使得可以在没有随着视角出现颜色改变的情况下实现微腔。

[0063] 此外,用于发射不同颜色的光的多个有机发光层部分重叠,使得遮罩的开放区域在尺寸上被最大化,借此能够容易地制造 OLED 显示装置的有机发光层。

[0064] 此外,因为把具有良好视角特性的微腔应用于本发明的实施方式,所以可以实现改进的光效率和颜色特性。

[0065] 依照本发明,可以通过改进光效率和颜色特性来增加 OLED 显示装置的寿命。

[0066] 对本领域技术人员来说清楚的是:在不脱离本发明的精神或范围的情况下可以对本发明的实施方式进行各种修改和改变。从而,本发明旨在覆盖落入所附权利要求书的范围及其等效范围之内的对本发明的所有修改和改变。

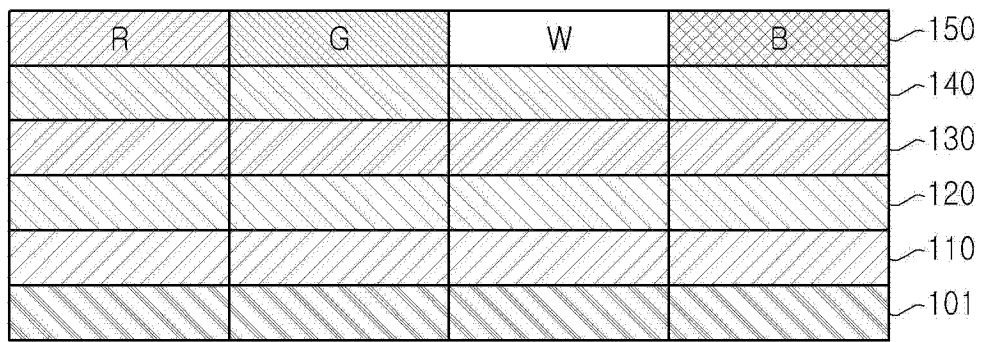


图 1

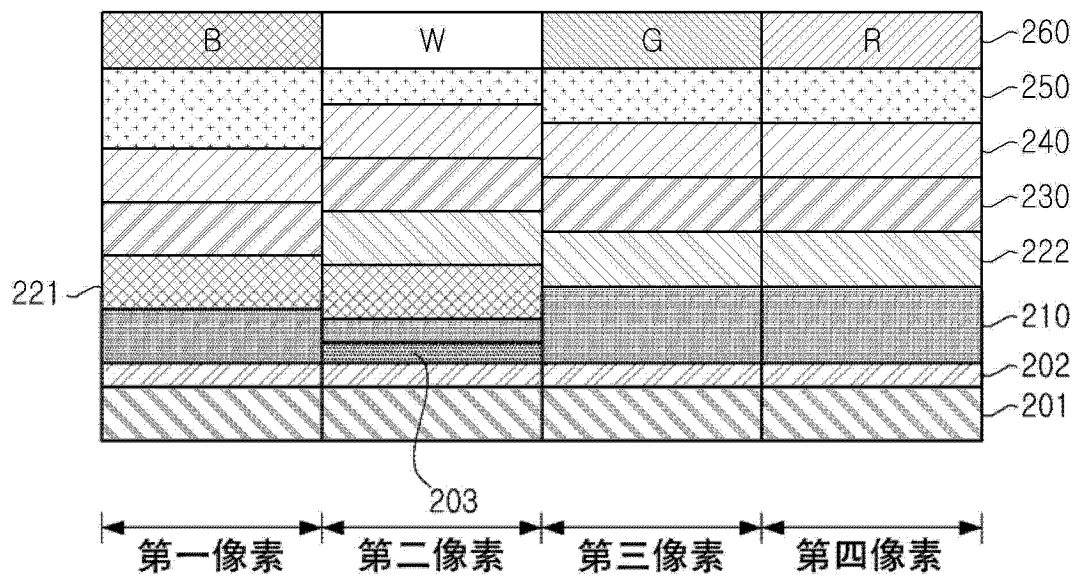


图 2

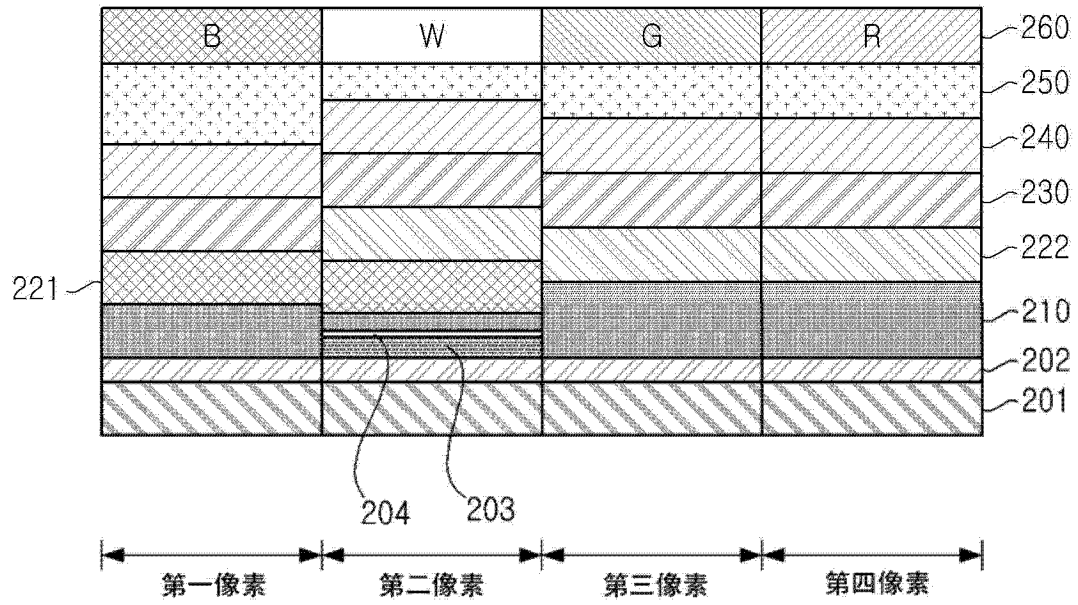


图 3

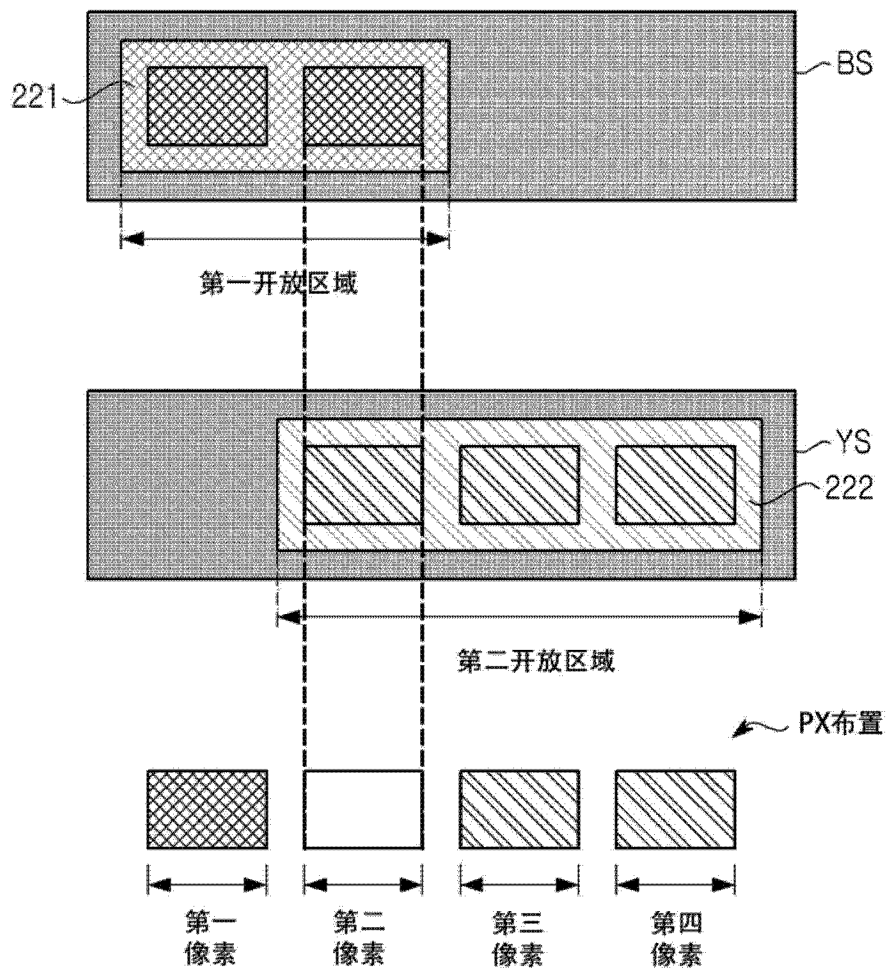


图 4

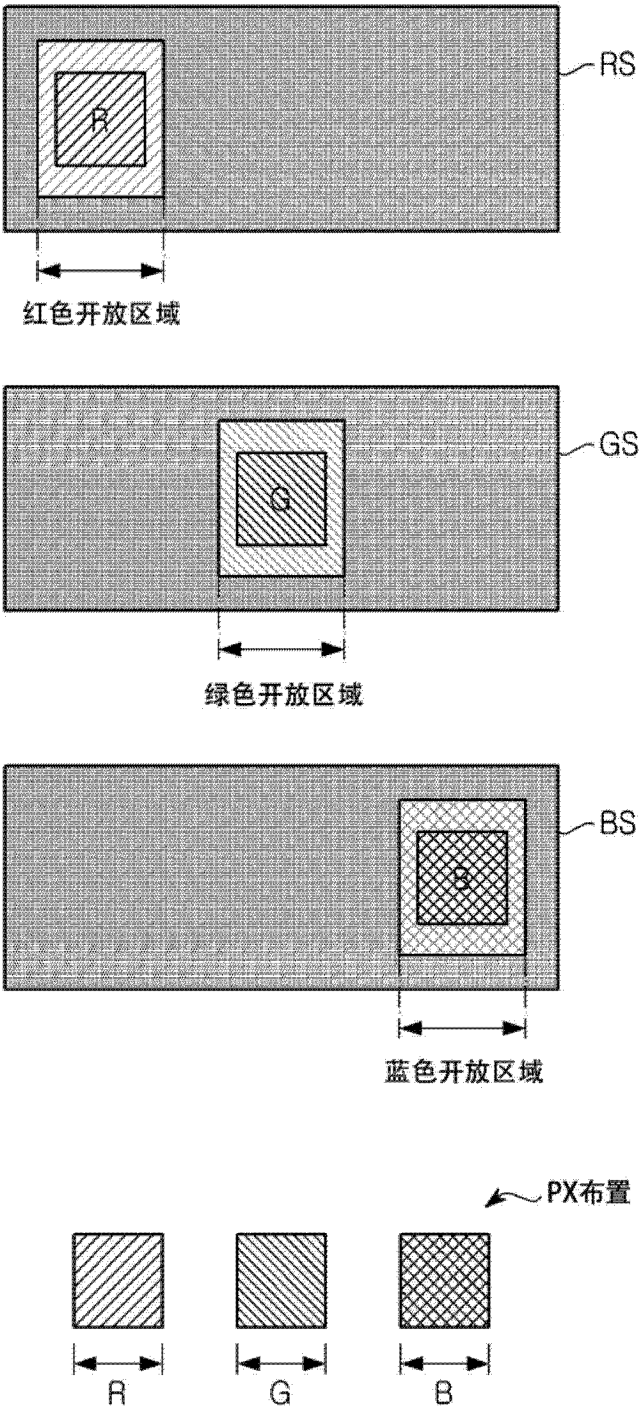


图 5

专利名称(译)	有机发光二极管显示装置及其制造方法		
公开(公告)号	CN103915471A	公开(公告)日	2014-07-09
申请号	CN201310661412.5	申请日	2013-12-09
[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	李康柱 林宪培		
发明人	李康柱 林宪培		
IPC分类号	H01L27/32 H01L51/50 H01L51/52 H01L51/56		
代理人(译)	徐金国		
优先权	1020120158493 2012-12-31 KR		
其他公开文献	CN103915471B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

公开了一种防止随着视角出现颜色改变的有机发光二极管显示装置及其制造方法。所述显示装置可以包括：由第一像素、第二像素、第三像素和第四像素限定的基板；在所述基板上形成的阳极；用于发射第一颜色的光的第一有机发光层；用于发射第二颜色的光的第二有机发光层；和在所述第一有机发光层或第二有机发光层上由半透明金属材料形成的阴极，其中在所述第一像素和所述第二像素中形成所述第一有机发光层；在所述第二像素、所述第三像素和所述第四像素中形成所述第二有机发光层；并且所述第二像素发射所述第一颜色的光和所述第二颜色的光的混合光。

