



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109979969 A

(43)申请公布日 2019. 07. 05

(21)申请号 201811555186.1

(22)申请日 2018.12.19

(30)优先权数据

10-2017-0181352 2017.12.27 KR

(71)申请人 乐金显示有限公司

地址 韩国首尔

(72)发明人 朴志娟 朴汉善 方炯锡 林亨俊

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 刘久亮

(51)Int.Cl.

H01L 27/32(2006.01)

H01L 51/56(2006.01)

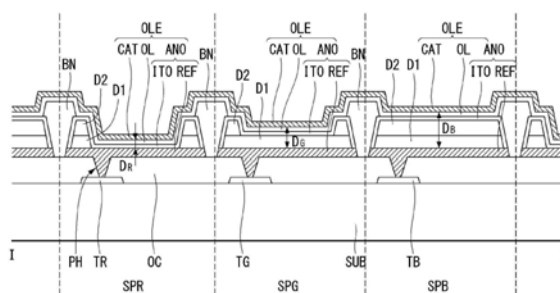
权利要求书2页 说明书12页 附图12页

(54)发明名称

微型显示器和制造微型显示器的方法

(57)摘要

微型显示器和制造微型显示器的方法。本公开涉及具有微腔结构的高孔径比微型显示器。所述微型显示器包括基板、单位像素、驱动元件和有机发光二极管。有机发光二极管各自包括阳极、有机发光层和阴极。通过顺序堆叠反射电极、第一介电层、第二介电层和透明电极来形成阳极。有机发光层堆叠在阳极上。阴极堆叠在有机发光层上。第一介电层和第二介电层具有接触部分,该接触部分使得反射电极的至少一个拐角开口。阳极通过接触部分连接到反射电极。



1. 一种微型显示器,所述微型显示器包括:
多个单位像素,其以矩阵形式布置在基板上;
驱动元件,其被放置在所述单位像素中;以及
有机发光二极管,其分别被放置在所述单位像素中并且连接到所述驱动元件;
其中,所述有机发光二极管各自包括:
阳极,在所述阳极中依次堆叠有反射电极、第一介电层、第二介电层和透明电极;
覆盖所述阳极的边缘的堤部,所述堤部位于所述第二介电层上方;
有机发光层,其堆叠在由所述堤部暴露的阳极上方;以及
阴极,其堆叠在所述有机发光层上方,
其中,所述第一介电层和所述第二介电层具有使得所述反射电极中的至少一个拐角开口的接触部分,并且通过所述接触部分将所述透明电极连接到所述反射电极。
2. 根据权利要求1所述的微型显示器,其中,所述单位像素中的每一个包括第一子像素、第二子像素和第三子像素,并且
其中,在所述第一子像素中,所述第一介电层和所述第二介电层堆叠在所述反射电极的整个表面上方,并且所述接触部分被放置在所述堤部下方。
3. 根据权利要求2所述的微型显示器,其中,在所述第二子像素中,所述第一介电层堆叠在所述反射电极的整个表面上方,所述第二介电层仅堆叠在所述第一介电层的边缘上,并且所述接触部分和所述第二介电层被放置在所述堤部下方。
4. 根据权利要求2所述的微型显示器,其中,在所述第二子像素中,仅所述第一介电层堆叠在所述反射电极的整个表面上方,并且所述接触部分被放置在所述堤部下方。
5. 根据权利要求2所述的微型显示器,其中,在所述第三子像素中,所述第一介电层和所述第二介电层仅被放置在与所述反射电极的边缘对应的所述堤部下方,并且所述反射电极的由所述堤部包围的内部区域与所述透明电极直接进行表面接触。
6. 根据权利要求2所述的微型显示器,其中,在所述第三子像素中,不存在所述第一介电层和所述第二介电层,并且所述透明电极堆叠在所述反射电极的整个表面上方。
7. 根据权利要求2所述的微型显示器,其中,所述第一子像素的阴极和反射电极间隔开第一距离,所述第一距离与所述有机发光层、所述第一介电层和所述第二介电层的厚度之和对应,
所述第二子像素的阴极和反射电极间隔开第二距离,所述第二距离与所述有机发光层和所述第一介电层的厚度之和对应,并且
所述第三子像素的阴极和反射电极间隔开第三距离,所述第三距离与所述有机发光层的厚度相对应。
8. 根据权利要求1所述的微型显示器,其中,所述单位像素中的每一个包括多个子像素,并且所述微型显示器还包括沟槽,所述沟槽在所述多个子像素之间以连续网状图案形成并且使所述多个子像素分离。
9. 根据权利要求8所述的微型显示器,所述微型显示器还包括:
覆盖所述驱动元件的第一平坦化膜,所述第一平坦化膜位于所述基板上方;以及
第二平坦化膜,所述第二平坦化膜堆叠在所述第一平坦化膜上方,
其中,所述沟槽包括:

形成在所述第一平坦化膜中的第一沟槽;以及

所述第二平坦化膜中的第二沟槽,所述第二沟槽与所述第一平坦化膜交叠并且尺寸小于第一沟槽的尺寸。

10. 根据权利要求9所述的微型显示器,其中,通过下述方式形成所述反射电极:在形成有所述第一沟槽和所述第二沟槽的整个表面上方沉积反射电极材料,以根据所述第一沟槽和所述第二沟槽的形状将所述反射电极材料划分到针对每个子像素的每个区段中。

11. 根据权利要求9所述的微型显示器,其中,通过下述方式形成所述透明电极:

在形成有所述第一介电层、所述第二介电层以及所述第一沟槽和所述第二沟槽的整个表面上方沉积透明电极材料,以所述根据第一沟槽和所述第二沟槽的形状将所述透明电极材料划分到针对每个子像素的每个区段中。

12. 根据权利要求9所述的微型显示器,所述微型显示器还包括像素接触孔,所述像素接触孔形成在所述第一平坦化膜和所述第二平坦化膜中并且具有用于暴露部分所述驱动元件的正锥形形状,

其中,所述反射电极经由所述像素接触孔与所述驱动元件接触。

13. 一种制造包括有机发光二极管的微型显示器的方法,所述方法包括以下步骤:

在基板上形成驱动元件;

在形成有所述驱动元件的所述基板的整个表面上方涂覆第一平坦化膜;

在所述第一平坦化膜上方涂覆第二平坦化膜;

形成具有从沟槽边缘的顶部突出的突出部分的沟槽,以在所述第一平坦化膜与所述第二平坦化膜之间限定子像素;

通过在形成有沟槽的整个表面上方沉积金属材料形成反射电极,使得所述反射电极具有由所述沟槽划分的子像素的形状;

形成第一介电层和第二介电层以暴露所述反射电极的部分拐角,所述第一介电层和所述第二介电层依次堆叠在所述反射电极的表面上;以及

通过在形成有所述第一介电层和所述第二介电层的整个表面上方沉积透明导电材料形成透明电极,使得所述透明电极具有由所述沟槽划分的子像素的形状。

14. 根据权利要求13所述的方法,所述方法还包括以下步骤:

通过在形成有所述有机发光二极管的阳极的所述基板的整个表面上方涂覆并图案化绝缘材料来形成堤部。

15. 根据权利要求14所述的方法,所述方法还包括以下步骤:

在形成有所述堤部的所述基板的表面上方依次堆叠有机发光层和阴极从而形成所述有机发光二极管。

微型显示器和制造微型显示器的方法

技术领域

[0001] 本公开涉及一种具有微腔结构的高孔径比微型显示器,并且更具体地说,本公开涉及一种具有微腔结构的高孔径比微型有机发光二极管显示器,其在用于实现虚拟现实的个人沉浸式设备中提供高亮度。

背景技术

[0002] 虚拟现实是指用户通过使用立体成像技术感觉到他们确实在那里的特定环境和/或情况。正在开发虚拟现实,以通过所有人类感官提供听觉、触觉和视觉线索,使得用户感觉他们处于真实世界的环境中。集成虚拟现实技术的虚拟现实设备用于军事、建筑、旅游、电影、多媒体、游戏等。

[0003] 作为虚拟现实的一种类型的增强现实是这样一种计算机图形技术:将真实世界环境与虚拟对象或信息相结合,使它们看起来像真实世界的对象。对于增强现实,用户佩戴透明眼镜,并且通过该眼镜看到虚拟对象和视频以及真实世界的环境。

[0004] 个人沉浸式设备是使用虚拟现实技术来增强体验虚拟现实环境的个体用户的沉浸感的设备。具体地,为此目的,最大化视觉沉浸感的显示器被认为是最重要的。在个人沉浸式设备中所使用的典型显示器的示例可以包括HMD(头戴式显示器)、FMD(面部安装显示器)、EGD(眼镜式显示器)等。个人沉浸式设备的显示器可以简称为“个人沉浸式显示器”。

[0005] 因为用户必须像眼镜一样佩戴它,所以期望个人沉浸式显示器尺寸小且重量轻。也就是说,为了实现个人沉浸式显示器,开发一种尺寸非常小并且具有高分辨率和高孔径比的微型显示器是很重要的。

发明内容

[0006] 本公开是致力于克服上述问题而完成的,并且本公开的一个方面是提供一种实现最高可能的真实感的个人沉浸式微型显示器。本公开的另一方面是提供一种由于其高分辨率和高亮度特性实现最高可能的真实感个人沉浸式微型显示器。本公开的又一方面提供这样一种个人沉浸式微型显示器,该微型显示器通过包括微腔结构和最大化发光区域来确保高分辨率和高亮度特性。

[0007] 本公开的示例性实施方式提供了一种微型显示器,所述微型显示器包括:多个单位像素,其以矩阵形式布置在基板上;驱动元件,其被放置在所述单位像素中;以及有机发光二极管,其分别被放置在所述单位像素中并且连接到所述驱动元件;其中,所述有机发光二极管各自包括:阳极,在所述阳极中依次堆叠有反射电极、第一介电层、第二介电层和透明电极;覆盖所述阳极的边缘的堤部,所述堤部位于所述第二介电层上;有机发光层,其堆叠在所述阳极上方;以及阴极,其堆叠在所述有机发光层上方,其中,所述第一介电层和所述第二介电层具有使得所述反射电极中的至少一个拐角开口的接触部分,并且通过所述接触部分将所述阳极连接到所述反射电极。

[0008] 在该实施方式中,所述微型显示器还包括覆盖所述阳极的边缘的堤部,所述堤部

位于所述第二介电层上,其中,所述单位像素中的每一个包括第一子像素,第二子像素和第三子像素,并且其中,在所述第一子像素中,所述第一介电层和所述第二介电层堆叠在所述反射电极的整个表面上,并且所述接触部分被放置在所述堤部下方。

[0009] 在该实施方式中,在所述第二子像素中,所述第一介电层堆叠在所述反射电极的整个表面上,所述第二介电层仅堆叠在所述第一介电层的边缘上,并且所述接触部分和所述第二介电层被放置在所述堤部下方。

[0010] 在该实施方式中,在所述第二子像素中,仅所述第一介电层堆叠在所述反射电极的整个表面上,并且所述接触部分被放置在所述堤部下方。

[0011] 在该实施方式中,在所述第三子像素中,所述第一介电层和所述第二介电层仅被放置在与所述反射电极的边缘对应的所述堤部下方,并且所述反射电极的由所述堤部包围的内部区域与所述透明电极直接进行表面接触。

[0012] 在该实施方式中,在所述第三子像素中,不存在所述第一介电层和所述第二介电层,并且所述透明电极堆叠在所述反射电极的整个表面上方。

[0013] 在该实施方式中,所述第一子像素的阴极和反射电极间隔开第一距离,所述第一距离与所述有机发光层、所述第一介电层和所述第二介电层的厚度之和对应,所述第二子像素的阴极和反射电极间隔开第二距离,所述第二距离与所述有机发光层和所述第一介电层的厚度之和对应,并且所述第三子像素的阴极和反射电极间隔开第三距离,所述第三距离与所述有机发光层的厚度相对应。

[0014] 在该实施方式中,所述单位像素中的每一个包括多个子像素,并且所述微型显示器还包括沟槽,所述沟槽在所述多个子像素之间以连续网状图案形成并且使所述子像素分离。

[0015] 在该实施方式中,所述微型显示器还包括:覆盖所述驱动元件的第一平坦化膜,所述第一平坦化膜位于所述基板上方;以及第二平坦化膜,所述第二平坦化膜堆叠在所述第一平坦化膜上方,其中,所述沟槽包括:形成在所述第一平坦化膜中的第一沟槽;以及所述第二平坦化膜中的第二沟槽,所述第二沟槽与所述第一平坦化膜交叠并且尺寸小于第一沟槽的尺寸。

[0016] 在该实施方式中,通过下述方式形成所述反射电极:在形成有所述第一沟槽和所述第二沟槽的整个表面上方沉积反射电极材料,以根据所述第一沟槽和所述第二沟槽的形状将所述反射电极材料划分到针对每个子像素的每个区段中。

[0017] 在该实施方式中,通过下述方式形成所述透明电极:在形成有所述第一介电层、所述第二介电层以及所述第一沟槽和所述第二沟槽的整个表面上沉积透明电极材料,以所述根据第一沟槽和所述第二沟槽的形状将所述透明电极材料划分到针对每个子像素的每个区段中。

[0018] 在该实施方式中,所述微型显示器还包括像素接触孔,所述像素接触孔形成在所述第一平坦化膜和所述第二平坦化膜中并且具有用于暴露所述驱动元件的部分的正锥形形状,其中,所述反射电极经由所述像素接触孔与所述驱动元件接触。

[0019] 本公开提供了一种制造包括有机发光二极管的微型显示器的方法,所述方法包括以下步骤:在基板上形成驱动元件;在形成有所述驱动元件的所述基板的整个表面上方涂覆第一平坦化膜;在所述第一平坦化膜上方涂覆第二平坦化膜;形成具有从其边缘的顶部

突出的突出部分的沟槽,以在所述第一平坦化膜与所述第二平坦化膜之间限定子像素;通过在形成有沟槽的整个表面上方沉积金属材料形成反射电极,使得所述反射电极具有由所述沟槽划分的子像素的形状;形成第一介电层和第二介电层以暴露所述反射电极的拐角的部分,所述第一介电层和所述第二介电层依次堆叠在所述反射电极的表面上;以及通过在形成有所述第一介电层和所述第二介电层的整个表面上方沉积透明导电材料形成透明电极,使得所述透明电极具有由所述沟槽划分的子像素的形状。

[0020] 本公开提供了一种具有微腔结构的个人沉浸式显示器。具体地,本公开提供了一种确保高分辨率和高亮度特性的个人沉浸式微型显示器。根据本公开的微型显示器通过将微腔结构应用于每个子像素来最大化特定波长范围内的光量,从而实现高亮度。此外,根据本公开的微型显示器可以最大化发光区域,因为阳极的透明电极和反射电极在子像素区域的拐角处彼此接触。另外,堤部形成为在包括接触部分的阳极的边缘上覆盖尽可能小的区域,从而最大化发光区域。微型显示器区域可以以超高分辨率实现高孔径比和高亮度特性。

附图说明

[0021] 附图被包括以提供对本发明的进一步理解,并且被并入且构成本申请的一部分,附图例示了本公开的实施方式,并且与说明书一起用于解释本公开的原理。

[0022] 在附图中:

[0023] 图1是根据本公开的包括有微型显示器和成像透镜的增强现实设备的示意图;

[0024] 图2是示出根据本公开的第一示例性实施方式的微型显示器的结构的放大平面图;

[0025] 图3是示出根据本公开的第一示例性实施方式的微型显示器的结构沿着图2的线I-I'截取的截面图;

[0026] 图4A是示出根据本公开的微型显示器的第一子像素结构的放大平面图;

[0027] 图4B是示出根据本公开的微型显示器的第一子像素结构沿着图4A的线II-II'截取的放大截面图;

[0028] 图5A是示出根据本公开的微型显示器的第二子像素结构的放大平面图;

[0029] 图5B是示出根据本公开的微型显示器的第二子像素结构沿着图5A的线III-III'截取的放大截面图;

[0030] 图6A是示出根据本公开的微型显示器的第三子像素结构的放大平面图;

[0031] 图6B是示出根据本公开的微型显示器的第三子像素结构沿着图6A的线IV-IV'截取的放大截面图;

[0032] 图7是示出根据本公开的第二示例性实施方式的微型显示器的结构的放大平面图;

[0033] 图8A至图8G是示出制造根据本公开的第二示例性实施方式的微型显示器的方法的放大截面图;和

[0034] 图9A和图9B是示出根据本公开第二示例性实施方式的微型显示器中的沟槽的制造方法的放大截面图。

具体实施方式

[0035] 通过参照示例性实施方式的以下详细描述和附图,可以更容易地理解本公开的各个方面和特征以及实现它们的方法。然而,本公开可以以许多不同的形式实施,并且不应该被解释为限于这里阐述的示例性实施方式。相反,提供这些示例性实施方式是为了使本公开将是彻底和完整的,并且将本公开的概念完全传达给本领域技术人员,本公开由所附权利要求限定。

[0036] 在附图中示出的用于描述本公开的示例性实施方式的形状、尺寸、比例、角度、数量等仅仅是示例,并不限于附图中所示的那些。在整个说明书中相同的附图标记表示相同的元件。

[0037] 在描述本公开时,将省略对相关已知技术的详细描述以避免不必要地使本公开不清楚。当使用术语“包括”、“具有”、“由...组成”等时,只要不使用术语“仅”,就可以添加其他部分。除非明确说明,否则单数形式可以被解释为复数形式。

[0038] 即使没有明确说明,元件也可以被解释为包括误差容限。当使用“在...上”、“在...上方”、“在...下方”、“在...旁边”等来描述两个部分之间的位置关系时,只要不使用术语“紧邻”或“直接”,一个或更多部分就可位于所述两个部分之间。

[0039] 应当理解,尽管这里可以使用术语“第一”、“第二”等来描述各种元件,但是这些元件不受这些术语的限制。这些术语用于区分一个元件与另一个元件。这里使用的元件的术语和名称是为了便于描述而选择的,并且可以与实际产品中使用的部分的名称不同。

[0040] 本公开的各种示例性实施方式的特征可以部分地或全部地彼此联接或结合,并且可以在技术上以各种方式交互或一起工作。示例性实施方式可以独立地或彼此相关地执行。

[0041] 在下文中,将参照附图详细描述本公开的各种示例性实施方式。在下面的示例性实施方式中,电致发光显示器的描述将集中在包含有机发光材料的有机发光显示器上。然而,应该注意,本公开的技术构思不限于有机发光显示器,还可以应用于包含无机发光材料的无机发光显示器。

[0042] 首先,参照图1,将描述应用了根据本公开的微型显示器的个人沉浸式设备的示例。图1是根据本公开的包括有微型显示器和成像透镜的增强现实设备的示意图。根据本公开的微型显示器也可以应用于虚拟现实设备。

[0043] 根据本公开的增强现实设备包括:显示面板DP、成像透镜LE、全反射镜FM、光导LG和半透明镜HM。具体地,期望显示面板DP是诸如有机发光二极管显示面板的平面显示面板。成像透镜LE放置在显示面板DP的前面。成像透镜LE的中心轴与显示面板DP的中心轴重合。

[0044] 全反射镜FM放置在成像透镜LE的前面。全反射镜FM对经过成像透镜LE的来自显示面板DP的整个视频1000进行反射,并将其发送到光导LG中。光导LG将由全反射镜FM所反射的视频1000无损递送到半透明镜HM。

[0045] 半透明镜HM反射来自通过光导LG递送的显示面板DP的视频1000并将视频1000发送给用户的眼睛。此外,半透明镜HM将从半透明镜HM后面进入的真实世界视频2000和视频1000一起提供到用户的眼睛。这里,真实世界视频2000是用户在真实世界环境中直接观看的视频。可以一起观看由显示面板DP提供的视频1000以及真实世界视频2000。也就是说,作为虚拟视频的视频1000的有用信息可以是覆盖在真实世界视频2000上的覆盖视频

(overlaid video), 并作为单个视频来提供。

[0046] 图1中所示的增强现实设备的尺寸非常小并与眼镜结合, 该设备可以由使用者佩戴。为了将增强现实设备设计成可在用户身体上佩戴, 可以使显示面板DP的尺寸非常小, 例如, 对角线长度为1英寸或更小。

[0047] 为了通过使用具有小显示区域的平面显示器与外部环境同时提供视频信息, 视频信息需要高亮度。增强现实设备应该在白天和夜晚都可用。也就是说, 增强现实设备通常在阳光下或明亮的室外照明下使用。因此, 除非增强现实设备具有高亮度, 否则可能无法正确地感知提供给用户的虚拟信息和视频。

[0048] <第一示例性实施方式>

[0049] 在下文中, 将参照图2和图3来描述根据本公开的第一示例性实施方式的微型显示器。图2是示出根据本公开的第一示例性实施方式的微型显示器的结构的放大平面图。图3是示出根据本公开的第一示例性实施方式的微型显示器的结构沿着图2的线I-I'截取的截面图。

[0050] 参照图2, 应用于个人沉浸式显示器的微型有机发光二极管显示器具有以矩阵形式布置在基板SUB上的单位像素UP。每个单位像素UP包括三个子像素SP-例如, 红色子像素SPR、绿色子像素SPG和蓝色子像素SPB。

[0051] 每个子像素SP包括开关薄膜晶体管ST、连接到开关薄膜晶体管ST的驱动薄膜晶体管DT、以及连接到驱动薄膜晶体管DT的有机发光二极管OLE。扫描线SL、数据线DL和驱动电流线VDD布置在基板SUB上以限定像素区域。有机发光二极管OLE形成在像素区域中以限定发光区域。

[0052] 开关薄膜晶体管ST形成为与扫描线SL和数据线DL的交叉点相邻。开关薄膜晶体管ST用于选择像素。开关薄膜晶体管ST包括连接到扫描线SL的栅极SG、半导体层SA、源极SS和漏极SD。驱动薄膜晶体管DT用于驱动由开关薄膜晶体管ST选择的像素的有机发光二极管OLE。

[0053] 驱动薄膜晶体管DT包括连接到开关薄膜晶体管ST的漏极SD的栅极DG、半导体层DA、连接到驱动电流线VDD的源极DS、以及漏极DD。驱动薄膜晶体管DT的漏极DD连接到有机发光二极管OLE的阳极ANO。有机发光层OL介于阳极ANO与阴极CAT之间。阴极CAT连接到地电压。

[0054] 参照图3, 将更详细地描述应用于个人沉浸式显示器的微型有机发光二极管显示器。开关薄膜晶体管ST和驱动薄膜晶体管DT形成在基板SUB上。为了便于说明, 作为截面图的图3仅示出了驱动薄膜晶体管TR、TG和TB。例如, 红色驱动薄膜晶体管TR设置在红色子像素SPR中, 绿色驱动薄膜晶体管TG设置在绿色子像素SPG中, 蓝色驱动薄膜晶体管TB设置在蓝色子像素中SPB。薄膜晶体管的详细截面结构在本公开中不是重要的问题, 因此将省略其详细描述。如有必要, 可以在图3中找到薄膜晶体管的附图标记。

[0055] 基板SUB的形成了薄膜晶体管TR、TG和TB的表面不是平坦的, 并且由于在其上形成了许多元件而具有许多阶梯部分。有机发光层OL需要形成在平坦表面上以均匀一致地发光。因此, 在基板SUB的整个表面上涂覆平坦化膜OC(外涂层)以使基板上的表面平坦化。

[0056] 有机发光二极管OLE的阳极ANO放置在平坦化膜OC上。这里, 阳极ANO经由形成在平坦化膜OC中的像素接触孔PH而连接到驱动薄膜晶体管TR、TG和TB的漏极DD。

[0057] 每个阳极ANO包括设置在下侧的反射电极REF和设置在上侧的透明电极ITO。此外，阳极ANO包括堆叠在反射电极REF与透明电极ITO之间的第一介电层D1和第二介电层D2。透明电极ITO通过形成在覆盖反射电极REF的第一介电层D1和第二介电层D2的拐角处的接触部分CNT而连接到反射电极REF。对于各个子像素SPR、RPG和SPB，阳极ANO的结构略有不同。

[0058] 在蓝色子像素SPB的阳极ANO中，第一介电层D1和第二介电层D2二者均堆叠在透明电极ITO与反射电极REF之间。

[0059] 在绿色子像素SPG的阳极ANO中，第一介电层D1以均匀的厚度堆叠在透明电极ITO与反射电极REF之间。另一方面，第二介电层D2可以仅堆叠在第一介电层D1的边缘的极窄区域上。尽管未示出，但是第一介电层D1不存在于绿色子像素SPG中，并且仅第二介电层D2可以插入在透明电极ITO与反射电极REF之间。也就是说，在绿色子像素SPG中，仅第一介电层D1和第二介电层D2中的一个可以插入在透明电极ITO与反射电极REF之间。

[0060] 在红色子像素SPR的阳极ANO中，透明电极ITO和反射电极REF的大部分彼此直接接触。第一介电层D1和第二介电层D2仅堆叠在反射电极REF的边缘的极窄区域上。尽管未示出，但是第一介电层D1和第二介电层D2不存在于红色子像素SPR中，并且透明电极ITO和反射电极REF彼此完全直接接触。

[0061] 在形成了阳极ANO的基板SUB上，在形成有开关薄膜晶体管ST、驱动薄膜晶体管DT和各种布线DL、SL以及VDD的区域上形成用于限定发光区域的堤部BN。阳极ANO的由堤部BN暴露的部分用作发光区域。有机发光层OL形成在阳极ANO的由堤部BN暴露的该部分上。一层阴极CAT堆叠在有机发光层OL上方。

[0062] 有机发光层OL可以由产生白光的有机材料构成。因为有机发光层OL不发射特定波长的光，所以有机发光层OL可以涂覆在基板的整个表面上。在这种情况下，虽然未示出，但是可以将滤色器堆叠在阴极CAT上以产生红色光、绿色光和蓝色光。

[0063] 在根据本公开的微型有机发光二极管显示器中，由于阳极ANO之间的结构差异，反射电极REF与阴极CAT之间的距离对于每个子像素SP而言是不同的。例如，蓝色子像素SPB中的反射电极REF和阴极CAT间隔开第一距离DB，在该蓝色子像素SPB中的反射电极REF和阴极CAT之间堆叠有透明电极ITO、第一介电层D1、第二介电层D2和有机发光层OL。绿色子像素SPG中的反射电极REF和阴极CAT间隔第二距离DG，在该绿色子像素SPG中的反射电极REF和阴极CAT之间堆叠有透明电极ITO、第一介电层D1和有机发光层OL。红色子像素SPR中的反射电极REF和阴极CAT间隔第三距离DR，在该红色子像素SPR中的反射电极REF与阴极CAT之间堆叠有透明电极ITO和有机发光层OL。

[0064] 从有机发光层OL生成的光被反射电极REF反射并向上投射(project)。在这种情况下，可以通过光反射的空间距离与反射的光的波长之间的关系来放大或抵消光量。如果光量被抵消，则光输出减少，导致亮度降低。另一方面，如果光量被放大，则实现了最大光输出，从而导致高亮度。为了放大光量，发射和投射从有机发光层OL产生的光的空间距离应该是反射的光的波长的倍数。也就是说，可以通过根据发射光的波长改变反射电极REF与阴极CAT之间的距离来放大所需的光，并实现高亮度。

[0065] 这种现象被称为微腔效应。如前所述，由于红色子像素SPR、绿色子像素SPG和蓝色子像素SPB中的阴极CAT与反射电极REF之间的距离差异而形成了微腔结构。也就是说，根据第一介电层D1和第二介电层D2的存在与否，可以针对每种颜色子像素来改变微腔结构。下

面将描述用于形成针对每种颜色子像素的微腔结构的详细结构。考虑到申请人所公开的制造工艺给出了示例性实施方式的以下描述,并且可以与图3的结构不同。期望根据制造环境和工艺条件选择合适的结构。

[0066] 下面将描述用于形成针对每个子像素的微腔结构的详细结构。本公开提供了第一和第二示例性实施方式。然而,除了形成阳极的方法的不同之外,第一和第二示例性实施方式针对每个子像素提供相同的结构。因此,以下针对每个子像素的微腔结构的描述适用于第一和第二示例性实施方式二者。

[0067] 首先,将参照图4A至图4B描述根据本公开的微型有机发光二极管显示器中的蓝色子像素SPB的结构,该蓝色子像素SPB是第一子像素的示例。图4A是根据本公开的微型显示器的第一子像素结构的放大平面图。图4B是根据本发明的微型显示器的第一子像素结构沿着图4的线II-II'截取的放大截面图。

[0068] 本发明的微型显示器中的蓝色子像素SPB的阳极ANO包括反射电极REF、第一介电层D1、第二介电层D2和透明电极ITO。反射电极REF优选地由具有高光反射率的(诸如银(Ag)、铝(Al)、钼(Mo)和/或钛(Ti))的金属材料制成。第一介电层D1和第二介电层D2可以由有机材料或无机材料制成。第一介电层D1和第二介电层D2可以由不同材料或相同材料制成。透明电极ITO可以由诸如铟锡氧化物或铟锌氧化物的透明导电材料制成。

[0069] 首先形成反射电极REF。例如,反射电极REF可以具有矩形形状。然而,反射电极REF不限于这种形状,而可以具有如八边形或椭圆形的其他形状。第一介电层D1和第二介电层D2依次堆叠在反射电极REF上。在第一介电层D1和第二介电层D2中形成接触部分CNT,该接触部分CNT使得反射电极REF的四个拐角开口。

[0070] 透明电极ITO堆叠在第二介电层D2上方。透明电极ITO通过接触部分CNT与反射电极REF进行物理和电接触并且与反射电极REF连接。在第一子像素的阳极ANO中,反射电极REF和透明电极ITO间隔开第一介电层D1和第二介电层D2的厚度之和 T_1+T_2 。

[0071] 堤部BN形成在透明电极ITO上。堤部BN具有开口,该开口使得透明电极ITO的大部分中心区域开口(open)。例如,堤部BN可以成形为覆盖透明电极ITO的所有四个边和四个拐角。像素的孔径比和亮度由堤部BN的开口面积确定。开口面积越大(即孔径比越高),亮度越高。因此,期望堤部BN被配置为覆盖尽可能少的阳极ANO。例如,堤部BN可以包括接触部分CNT,并且可以优选地成形为覆盖阳极ANO的边缘上的尽可能小的表面积。

[0072] 图4A示出了元件彼此间隔开相当大的距离。然而,这是为了更好地理解附图,并且元件的边界可能在实际上交叠。如有必要,元件可以间隔得更远。

[0073] 接下来,将参照图5A至图5B描述根据本公开的微型有机发光二极管显示器中的绿色子像素SPG的结构,该绿色子像素SPG是第二子像素的示例。图5A是示出根据本公开的微型显示器的第二子像素结构的放大平面图。图5B是示出根据本公开的微型显示器的第二子像素结构沿着图5A的线III-III'截取的放大截面图;

[0074] 本发明的微型显示器中的绿色子像素SPG的阳极ANO包括反射电极REF、第一介电层D1、第二介电层D2和透明电极ITO。反射电极REF优选地由具有高光反射率的金属材料制成,诸如银(Ag)、铝(Al)、钼(Mo)和/或钛(Ti)。第一介电层D1和第二介电层D2可以由有机材料或无机材料制成。透明电极ITO可以由诸如铟锡氧化物或铟锌氧化物的透明导电材料制成。

[0075] 首先形成反射电极REF。例如,反射电极REF可以具有矩形形状。第一介电层D1和第二介电层D2依次堆叠在反射电极REF上。具体地,选择性地堆叠第二介电层D2以覆盖第一介电层D1的边缘上尽可能小的表面积。在第一介电层D1和第二介电层D2中形成接触部分CNT,其使得反射电极REF的四个拐角开口。尽管未示出,但是可以根本不形成第二介电层D2。在这种情况下,接触部分CNT形成在第一介电层D1的四个拐角处。

[0076] 透明电极ITO堆叠在第一介电层D1和第二介电层D2上方。透明电极ITO通过接触部分CNT与反射电极REF进行物理和电接触并且与反射电极REF连接。在第二子像素的阳极AN0中,反射电极REF和透明电极ITO间隔开第一介电层D1的厚度T1。

[0077] 堤部BN形成在透明电极ITO上。堤部BN具有开口,该开口使得透明电极ITO的大部分中心区域开口。例如,堤部BN可以成形为覆盖透明电极ITO的所有四个边和四个拐角。像素的孔径比和亮度由堤部BN的开口面积确定。开口面积越大(即孔径比越高),亮度越高。因此,期望堤部BN被配置为覆盖尽可能少的阳极AN0。例如,期望堤部BN被成形为在包括接触部分CNT和第二介电层D2的阳极AN0的边缘上覆盖尽可能小的表面积。也就是说,在由堤部BN暴露的部分中,仅第一介电层D1插入在反射电极REF与透明电极ITO之间。

[0078] 最后,将参照图6A至图6B描述根据本公开的微型有机发光二极管显示器中的红色子像素SPR的结构,该红色子像素SPR是红色子像素的示例。图6A是示出根据本公开的微型显示器的第三子像素结构的放大平面图。图6B是示出根据本公开的微型显示器的第三子像素结构沿着图6A的线IV-IV'截取的放大截面图。

[0079] 本发明的微型显示器中的红色子像素SPR的阳极AN0包括反射电极REF、第一介电层D1、第二介电层D2和透明电极ITO。反射电极REF优选地由具有高光反射率的金属材料制成,诸如银(Ag)、铝(Al)、钼(Mo)和/或钛(Ti)。第一介电层D1和第二介电层D2可以由有机材料或无机材料制成。透明电极ITO可以由诸如铟锡氧化物或铟锌氧化物的透明导电材料制成。

[0080] 首先形成反射电极REF。例如,反射电极REF可以具有矩形形状。第一介电层D1和第二介电层D2依次堆叠在反射电极REF上。具体地,选择性地堆叠第一介电层D1和第二介电层D2,以覆盖反射电极REF的边缘上尽可能小的表面积。在第一介电层D1和第二介电层D2中形成接触部分CNT,其使得反射电极REF的四个拐角开口。尽管未示出,但是可以根本不形成第一介电层D1和第二介电层D2。在这种情况下,根本不存在接触部分CNT,并且透明电极ITO与反射电极REF直接表面接触。

[0081] 透明电极ITO堆叠在第一介电层D1和第二介电层D2上。透明电极ITO通过接触部分CNT与反射电极REF进行物理和电接触并且与反射电极REF连接。而且,透明电极ITO通过与反射电极REF的大部分中心区域直接表面接触而物理和电连接到反射电极REF。在第三子像素的阳极AN0中,反射电极REF和透明电极ITO彼此不间隔开。

[0082] 在透明电极ITO上形成堤部BN。堤部BN具有开口,该开口使得透明电极ITO的大部分中心区域开口。例如,堤部BN可以成形为覆盖透明电极ITO的所有四个边和四个拐角。像素的孔径比和亮度由堤部BN的开口面积确定。开口面积越大(即孔径比越高),亮度越高。因此,期望堤部BN被配置为覆盖尽可能少的阳极AN0。例如,期望堤部BN被成形为在包括接触部分CNT、第一介电层D1和第二介电层D2的阳极AN0的边缘上覆盖尽可能小的表面积。也就是说,反射电极REF和透明电极ITO在由堤部BN包围的反射电极REF的开口内部区域中彼此

直接表面接触。

[0083] 个人沉浸式显示器可以是对角线长度为5英寸或更小的小型显示器。具体地,对角线长度为1英寸或更小的微型显示器用作增强现实设备。期望个人沉浸式设备提供高分辨率,高亮度和高孔径比,因为它必须给出真实感。为了实现500PPI或更高的超高分辨率,微型显示器需要更小的像素尺寸。例如,在分辨率为500PPI的微型显示器的情况下,单位像素的至少一侧具有50 μ m的长度。在分辨率为5,000PPI的微型显示器的情况下,单位像素的至少一侧具有5 μ m的长度。

[0084] 在这种具有微像素尺寸的微型有机发光二极管显示器中,重要的是使发光区域最大化以确保高亮度和高孔径比。根据本发明的微型有机发光二极管显示器通过将微腔结构应用于每个子像素来最大化特定波长范围内的光量,从而实现高亮度。

[0085] 此外,子像素区域中的阳极的发光区域可以最大化,因为阳极的反射电极和透明电极在反射电极的拐角处彼此接触。另外,形成用于限定发光区域的堤部,以在包括接触部分的阳极的边缘上覆盖尽可能小的区域,从而使发光区域最大化。

[0086] <第二示例性实施方式>

[0087] 在下文中,将参照在具有微腔结构和非常小的像素尺寸的微型显示器中实现最高孔径比的制造工艺以及由制造工艺形成的结构来描述第二示例性实施方式。图7是示出根据本公开的第二示例性实施方式的微型显示器的结构的放大平面图。

[0088] 首先,参照图7,应用于根据本公开第二示例性实施方式的个人沉浸式显示器的微型有机发光二极管显示器具有在基板SUB上以矩阵布置的单位像素UP。每个单位像素UP包括三个子像素SP-例如,红色子像素SPR、绿色子像素SPG和蓝色子像素SPB。

[0089] 每个子像素SP包括开关薄膜晶体管ST、连接到开关薄膜晶体管ST的驱动薄膜晶体管DT、以及连接到驱动薄膜晶体管DT的有机发光二极管OLE。由于第二示例性实施方式的描述集中在用于形成具有最高孔径比的非常小尺寸的有机发光二极管OLED的结构和方法,因此将省略对薄膜晶体管和布线的详细描述,这是因为薄膜晶体管和布线与第一和第二示例性实施方式是相同的。

[0090] 在子像素SPR、SPG和SPB之间形成沟槽T,以分离子像素SPR、SPG和SPB。每个子像素具有阳极ANO。阳极ANO的形状由沟槽T限定。例如,沟槽T在基板SUB上以网状图案形成。结果,子像素SPR、SPG和SPB具有由沟槽T限定的矩形形状并且以矩阵布置。

[0091] 每个子像素SPR、SPG和SPB的阳极ANO包括反射电极REF和透明电极ITO。第一介电层D1和第二介电层D2堆叠在反射电极REF与透明电极ITO之间。反射电极REF和透明电极ITO通过形成在第一介电层D1和第二介电层D2的拐角处的接触部分CNT彼此接触。阳极ANO的结构在每个子像素SP略有不同。

[0092] 在蓝色子像素SPB的阳极ANO中,第一介电层D1和第二介电层D2全部堆叠在透明电极ITO和反射电极REF之间。在绿色子像素SPG的阳极ANO中,第一介电层D1以均匀的厚度堆叠在透明电极ITO和反射电极REF之间。另一方面,第二介电层D2可以仅堆叠在第一介电层D1的边缘的极小部分上。在红色子像素SPR的阳极ANO中,透明电极ITO和反射电极REF的大部分直接彼此接触。在红色子像素SPR中,透明电极ITO和反射电极REF的大部分彼此直接接触,并且第一介电层D1和第二介电层D2仅堆叠在反射电极边缘的极小部分上REF。

[0093] 在下文中,将参照图8A至图8G描述根据本公开的第二示例性实施方式的制造微型

有机发光二极管显示器的方法。图8A至图8G是示出制造根据本公开的第二示例性实施方式的微型显示器的方法的放大截面图。

[0094] 薄膜晶体管形成在基板SUB上。在有机发光二极管显示器的情况下,形成了开关薄膜晶体管和驱动薄膜晶体管。为了便于解释,这里仅示出了驱动薄膜晶体管。例如,红色驱动薄膜晶体管TR放置在红色子像素SPR中,绿色驱动薄膜晶体管TG放置在绿色子像素SPG中,蓝色驱动薄膜晶体管TB放置在蓝色子像素中SPB。薄膜晶体管的详细制造工艺在本公开中不是重要的问题,因此将省略其详细描述(图8A)。

[0095] 在形成有薄膜晶体管TR、TG和TB的基板SUB的整个表面上方依次形成第一平坦化膜OC1和第二平坦化膜OC2。像素接触孔PH和沟槽T形成在第一平坦化膜OC1和第二平坦化膜OC2中。像素接触孔PH暴露部分薄膜晶体管TR、TG和TB。沟槽T在子像素SPR、SPG和SPB之间以连续的网状图案形成。虽然图8B示出了通过沟槽T暴露基板SUB的表面,但是也可以暴露覆盖部分薄膜晶体管的绝缘膜或缓冲层的表面。具体地,像素接触孔PH的横截面具有正锥形形状。相反,沟槽T具有从正锥形形状的顶部边缘突出的突出部分。

[0096] 在形成有像素接触孔PH和沟槽T的第二平坦化膜OC2上方沉积反射金属材料。反射金属材料优选是具有高光反射率和低电阻的材料,如银(Ag)或铝(Al)。结果,在子像素SPR、SPG和SPB中分别形成反射电极REF。也就是说,一旦涂覆了反射金属材料,反射金属材料就由沟槽T自限定并且被分成用于子像素SPR、SPG和SPB的反射电极REF。自限定是指沿着现有结构的形状形成图案,而没有诸如光刻的图案化工艺。同时,形成在子像素SPR、SPG和SPB中的反射电极REF可以经由像素接触孔PH单独地连接到薄膜晶体管TR、TG和TB。此外,反射电极REF的残留物可以留在沟槽T中(图8C)。

[0097] 通过在形成有反射电极REF的基板SUB的整个表面上方涂覆并图案化绝缘材料来形成第一介电层D1和第二介电层D2。具体地,在红色子像素SPR中,第一介电层D1和第二介电层D2仅堆叠在反射电极REF的边缘的极小部分上。在绿色子像素SPG中,第一介电层D1以均匀的厚度堆叠,但是第二介电层D2仅堆叠在第一介电层D1的边缘的极小部分上。在蓝色子像素SPB的阳极ANO中,第一介电层D1和第二介电层D2都堆叠在透明电极ITO和反射电极REF之间。此外,暴露部分反射电极REF的接触部分CNT形成在第一介电层D1和第二介电层D2的四个拐角处(图8D)。

[0098] 透明导电材料沉积在形成有第一介电层D1和第二介电层D2的基板SUB的整个表面上方。透明导电材料可包括诸如铟锡氧化物或铟锌氧化物的材料。透明导电材料通过沟槽T的形状自限定,以具有与反射电极REF相同的形状,从而形成透明电极ITO。此外,透明电极ITO的残留物可以堆叠在沟槽T中的反射电极REF的残余物的顶部上。每个阳极ANO由反射电极REF和透明电极ITO组成,在其间依次堆叠第一介电层D1和第二介电层D2。具体地,由于第一介电层D1和第二介电层D2的堆叠结构的差异,红色子像素SPR、绿色子像素SPG和蓝色子像素SPB具有微腔结构(图8E)。

[0099] 通过在形成阳极ANO的基板SUB的整个表面上方涂覆并图案化绝缘材料来形成堤部BN。堤部BN优选地具有至少覆盖接触部分CN所需的最小尺寸。发光区域由堤部BN限定。因此,在红色子像素SPR中,堤部BN可以是覆盖堆叠在反射电极REF的边缘上的第一介电层D1和第二介电层D2的尺寸。在一些情况下,如果第一介电层D1和第二介电层D2可以在某种程度上用作堤部BN,则可以省略堤部BN。然而,阳极ANO的透明电极ITO以其顶部的形状精确地

覆盖第一介电层D1和第二介电层D2。因此,如果堤部BN不覆盖第一介电层D1和第二介电层D2,则它们可以沿对角线向外延伸并包括在发光区域中。在这种情况下,可能在相邻子像素之间发生颜色混合。为了防止这种情况,最期望的是堤部BN覆盖第一介电层D1和第二介电层D2的边缘(图8F)。

[0100] 有机发光层OL和阴极CAT依次堆叠在形成堤部BN的基板SUB的表面上方。阴极CAT包括铟锡氧化物或铟锌氧化物。结果,在每个子像素中形成了通过依次堆叠阳极ANO、有机发光层OL和阴极CAT而形成的有机发光二极管OLE(图8G)。

[0101] 在本公开的第二示例性实施方式中,到目前为止已经描述了在具有超高分辨率的有机发光二极管显示器中形成微尺寸像素的工艺。在个人沉浸式显示器的情况下,需要从1,000PPI到5,000PPI的超高分辨率来增强现实感。如果个人沉浸式显示器具有5,000PPI的分辨率,则单位像素可以是 $5.10\mu\text{m} \times 5.10\mu\text{m}$ 的尺寸,并且子像素可以是 $1.70\mu\text{m} \times 5.10\mu\text{m}$ 的尺寸。具体地,如果反射电极REF由具有高光反射率的银(Ag)制成,则很难通过光刻工艺精确地形成具有几 μm 的线宽的图案。为了精确地形成微子像素,本公开的第二示例性实施方式使用自限定工艺。

[0102] 为了使用自限定工艺,在形成阳极ANO时形成具有倒锥形结构的沟槽T是重要的。沟槽T必须与覆盖薄膜晶体管T的平坦化膜OC1和OC2上的像素接触孔PH一起形成。像素接触孔PH需要具有正锥形形状以允许薄膜晶体管T和阳极ANO相互接触。由于它们的形状不同,在同一薄膜上形成像素接触孔PH和沟槽T并不容易。

[0103] 参照图9A和图9B,下面将描述根据本公开的第二示例性实施方式的形成用于自限定(self-defining)工艺的沟槽的方法的示例。图9A和图9B是示出根据本公开第二示例性实施方式的微型显示器中的沟槽的制造方法的放大截面图。

[0104] 红色驱动薄膜晶体管TR形成在基板SUB上。在红色驱动薄膜晶体管TR上方涂覆第一平坦化膜OC1。在第一平坦化膜OC1中形成第一沟槽T1和第一像素接触孔H1。第一沟槽T1限定子像素的边界。第一像素接触孔H1暴露红色驱动薄膜晶体管TR的一部分。

[0105] 在形成有第一平坦化膜OC1的基板SUB的整个表面上方涂覆第二平坦化膜OC2。在第二平坦化膜OC2中形成第二沟槽T2和第二像素孔H2。在这种情况下,第二沟槽T2形成在与第一沟槽T1相同的位置,并且与第一沟槽T1的尺寸相同。另一方面,第二像素接触孔H2形成在与第二像素接触孔H1相同的位置,并且尺寸大于第一像素接触孔H1(图9A)。

[0106] 之后,通过使用对第一平坦化膜OC1具有高蚀刻反应性但对第二平坦化膜OC2的蚀刻反应性低的蚀刻溶液来蚀刻第一平坦化膜OC1。然后,位于第二平坦化膜OC2下方的第一平坦化膜OC1在第一沟槽T1和第一像素接触孔H1处被选择性地过蚀刻。结果,第一沟槽T1成为尺寸大于第二沟槽T2的扩展沟槽T1'。另一方面,第一像素接触孔H1成为尺寸与第二像素接触孔H2相同的正锥形接触孔H1'(图9B)。

[0107] 如上所述,可以使用蚀刻反应性的差异同时形成具有倒锥形形状的沟槽T1和具有正锥形形状的像素接触孔PH。为此,期望第一平坦化膜OC1和第二平坦化膜OC2包括具有不同蚀刻反应特性的不同材料。然而,本公开不限于该方法,并且可以使用诸如半色调掩模技术和底切技术的其他方法。

[0108] 尽管已经参照附图详细描述了本公开的实施方式,但是本领域技术人员将理解,在不改变本发明的技术精神或基本特征的情况下,本发明可以以其他特定形式实现。发明。

因此,应该注意,前述实施方式在所有方面仅仅是说明性的,不应被解释为限制本发明。本发明的范围由所附权利要求限定,而不是由本发明的详细描述限定。在权利要求的含义和范围内进行的所有改变或修改或其等同物应被解释为落入本发明的范围内。

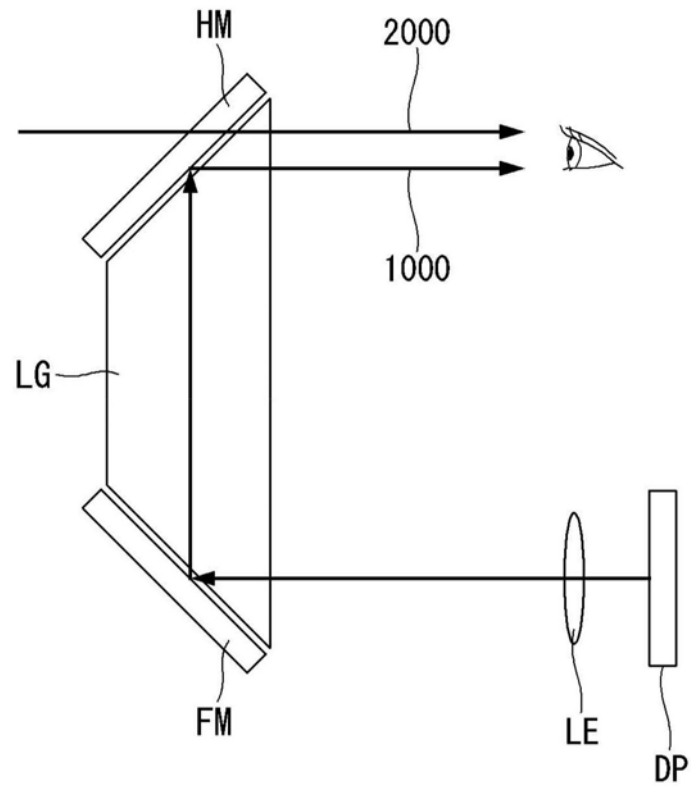


图1

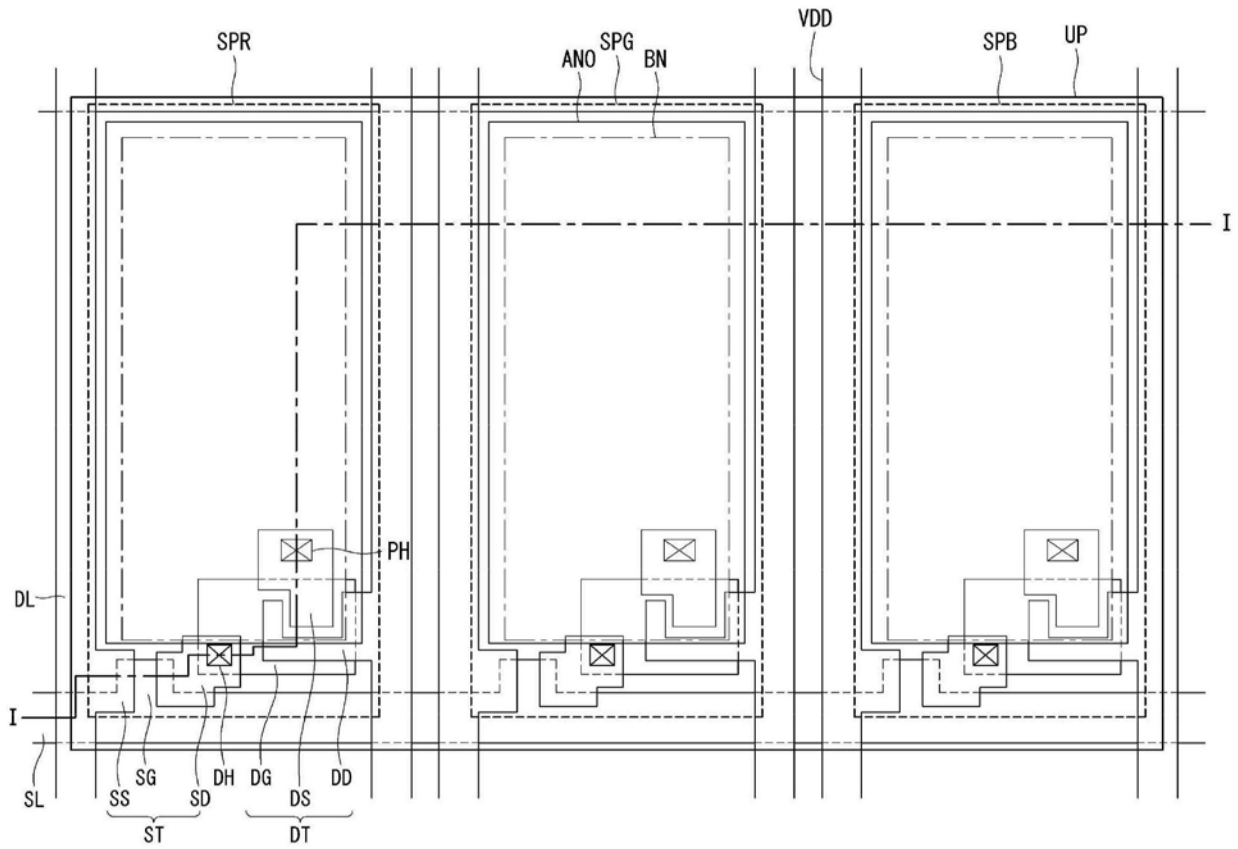


图2

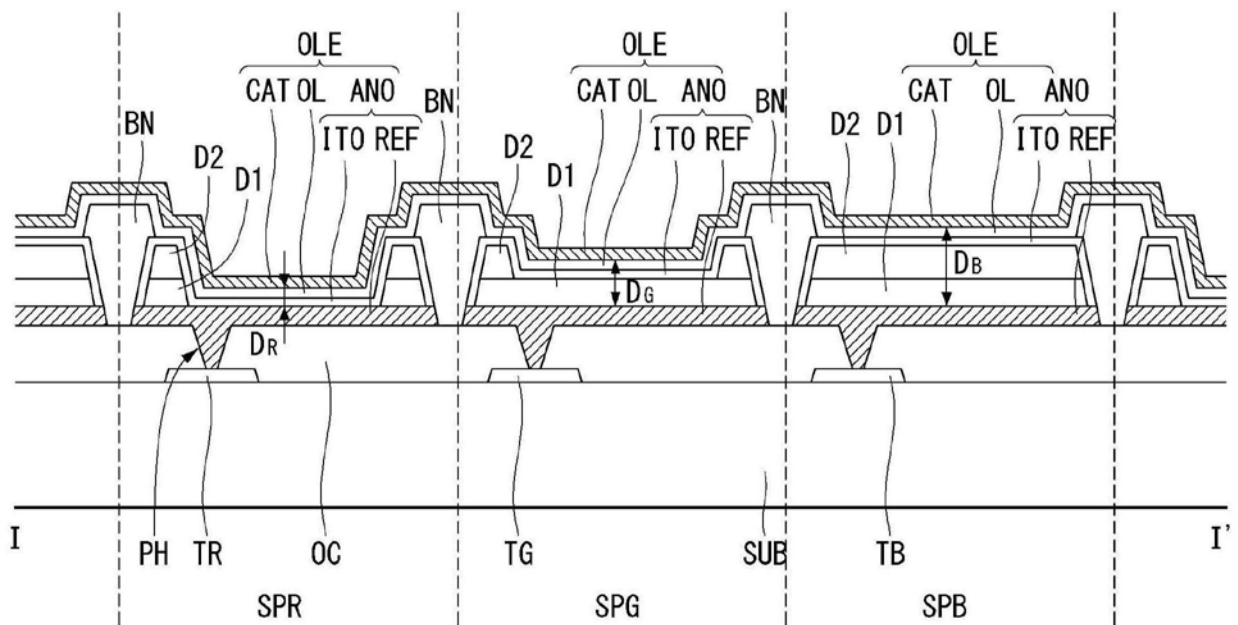


图3

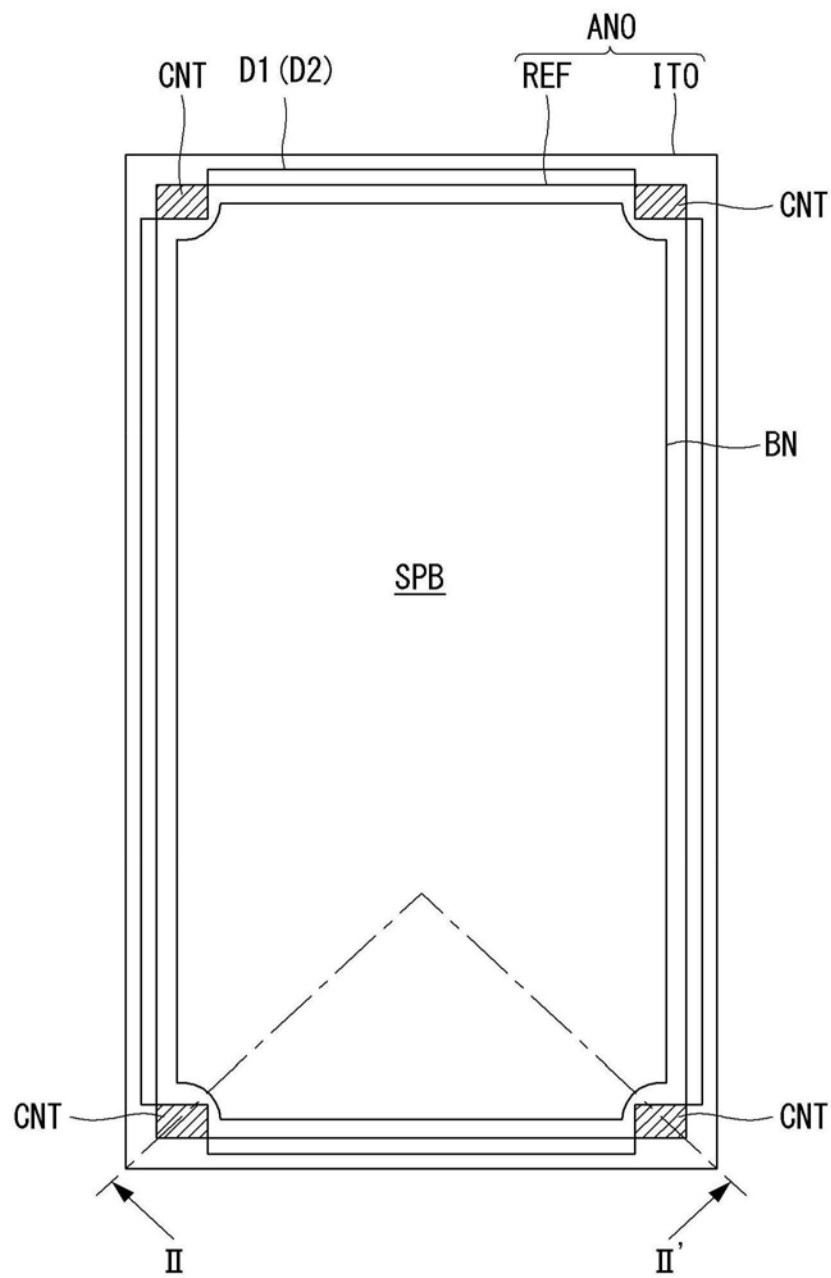


图4A

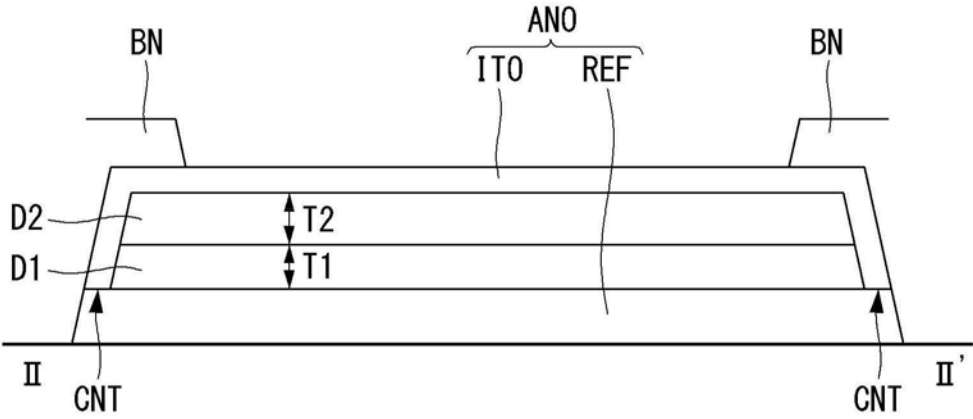


图4B

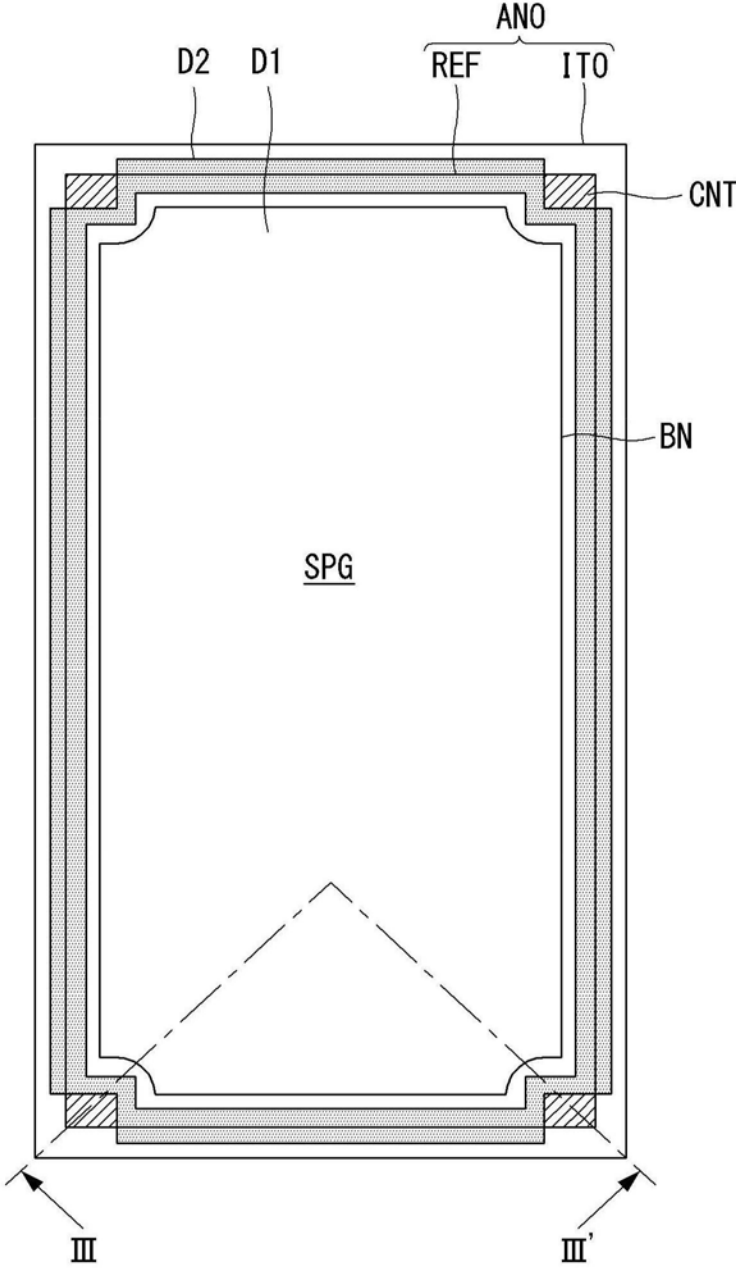


图5A

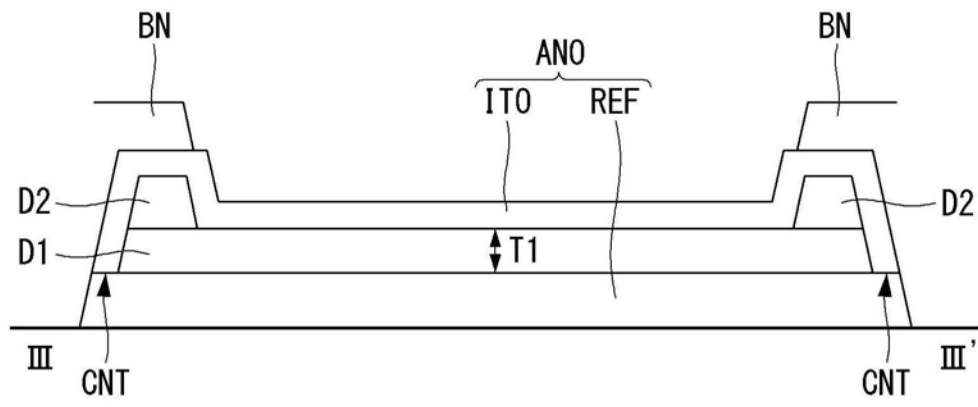


图5B

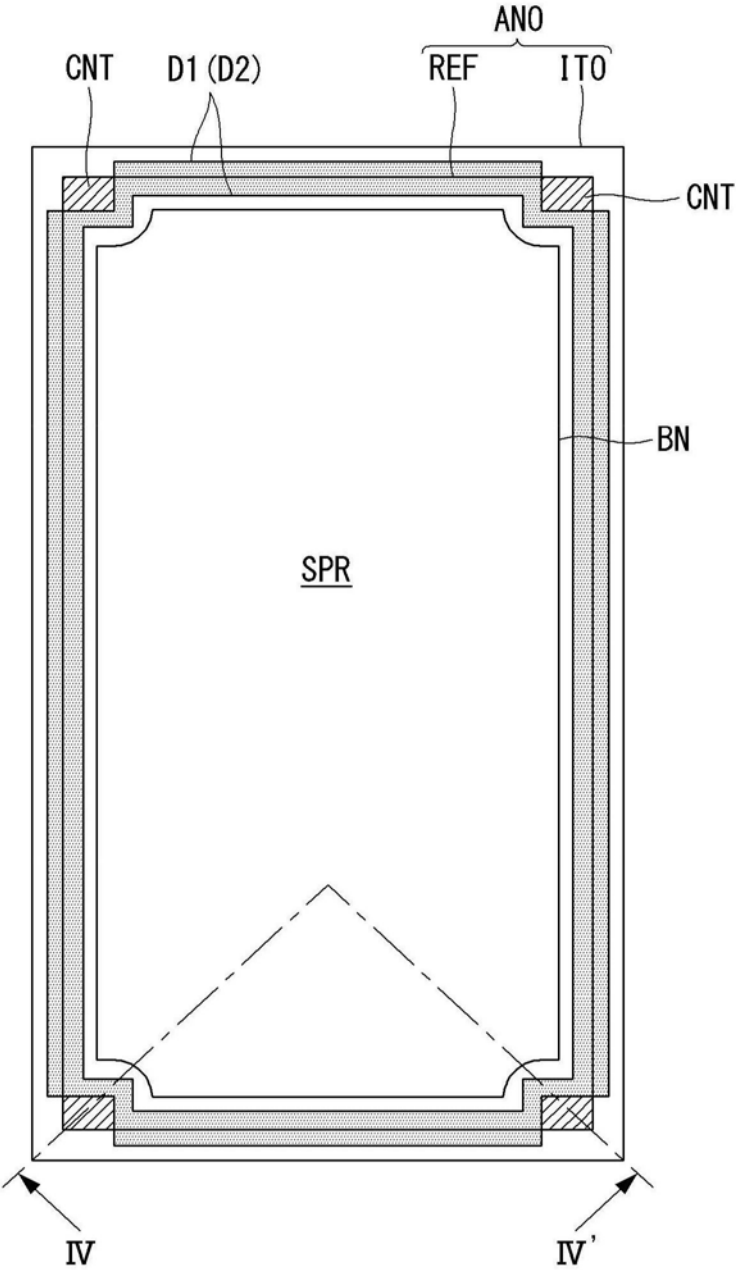


图6A

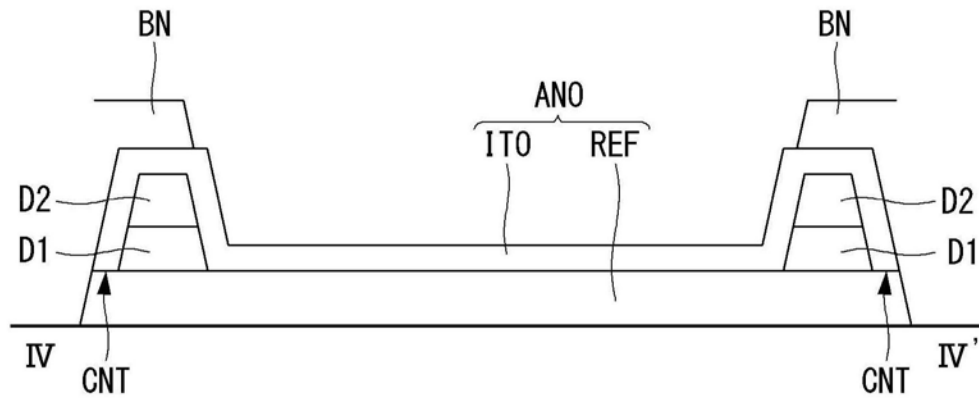


图6B

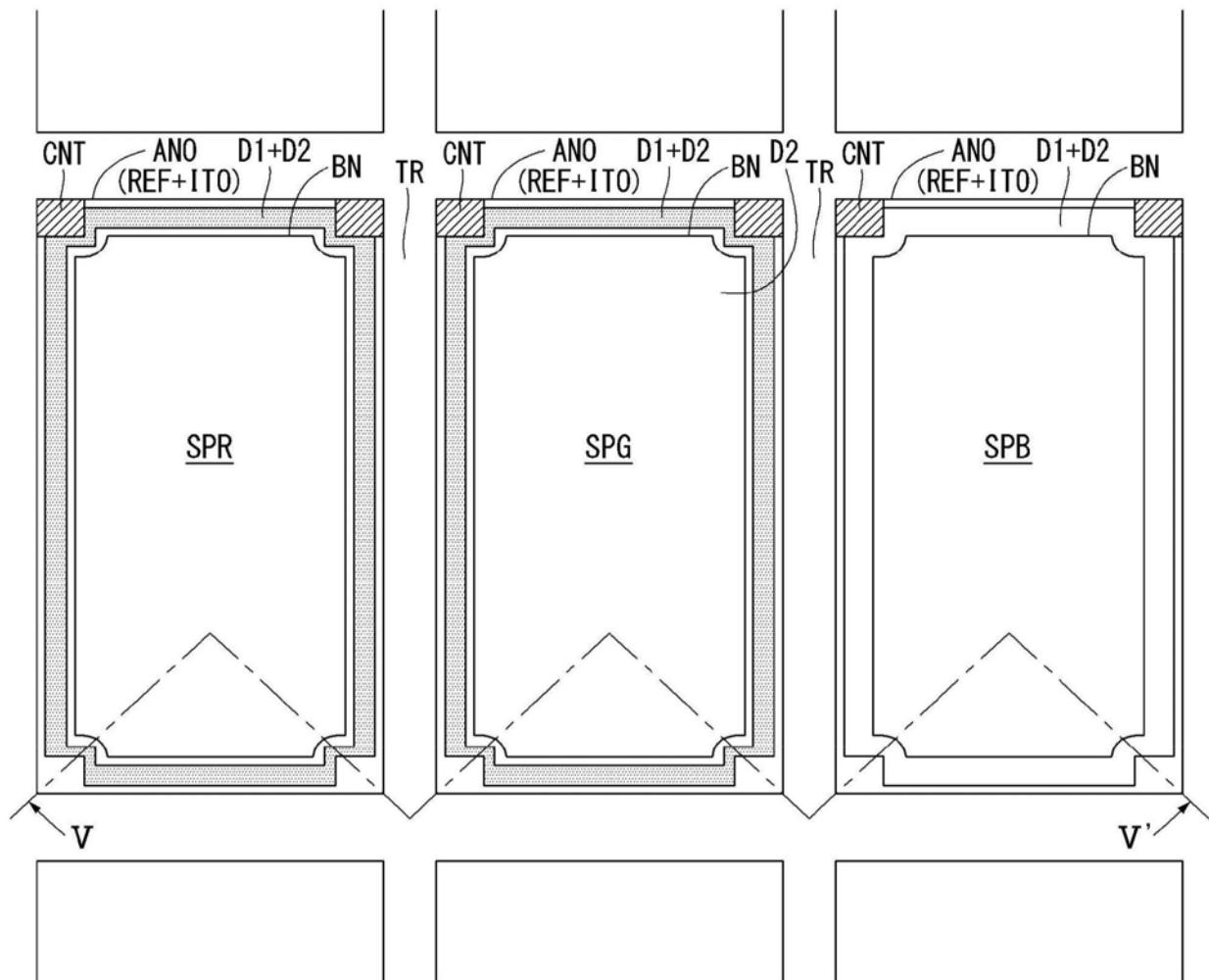


图7

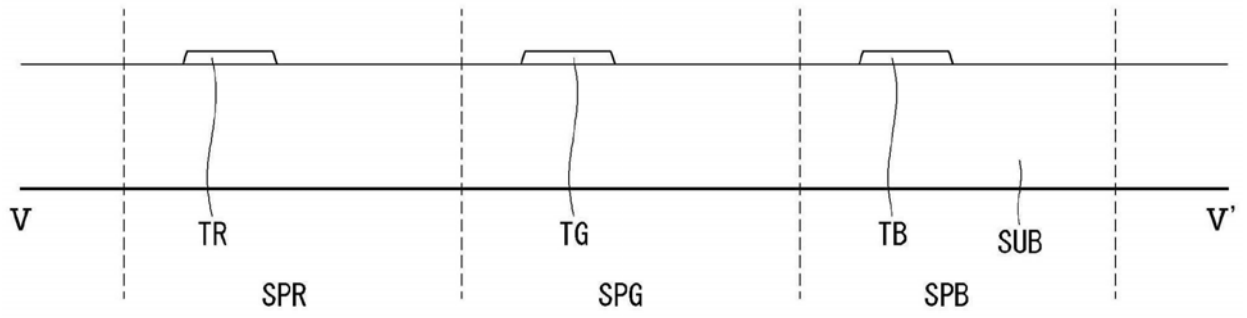


图8A

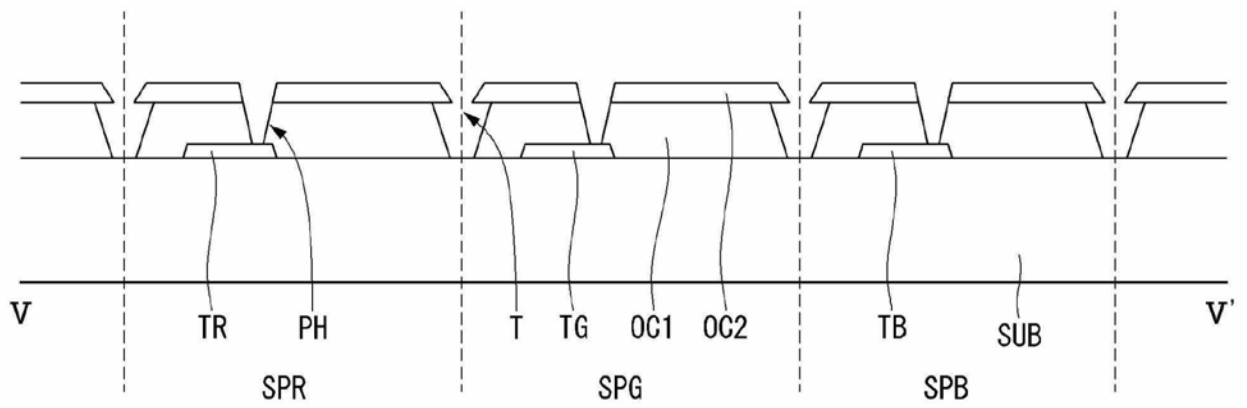


图8B

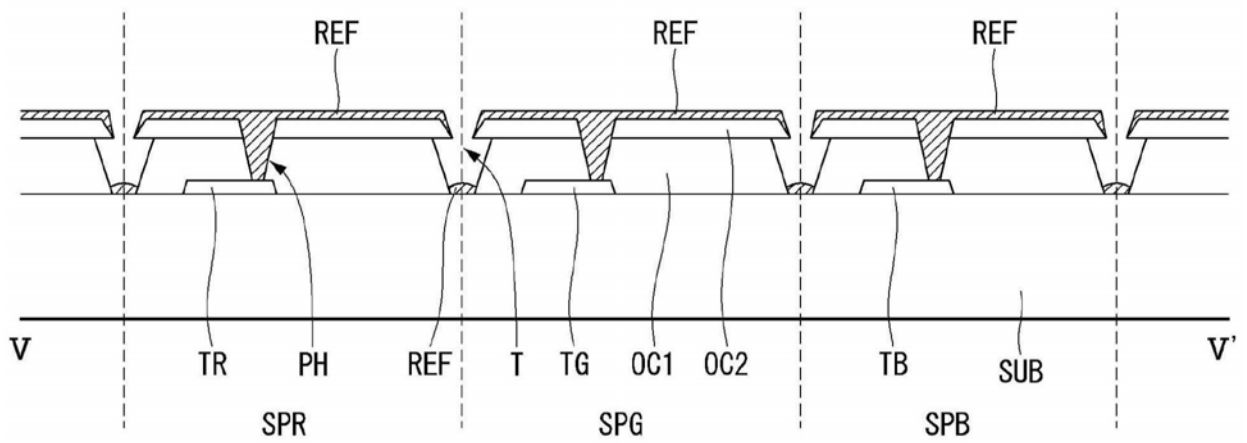


图8C

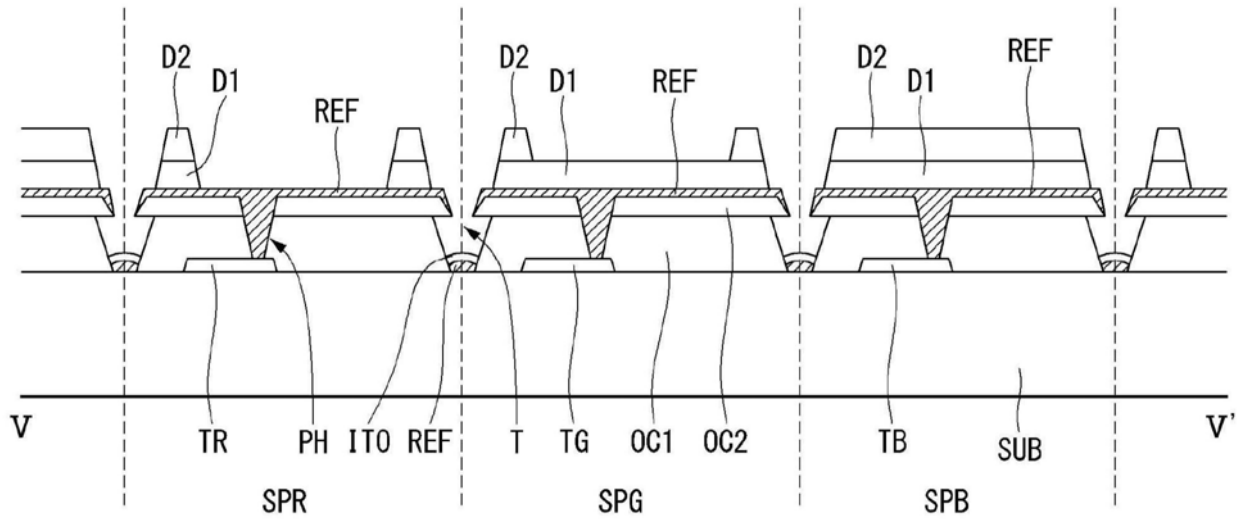


图8D

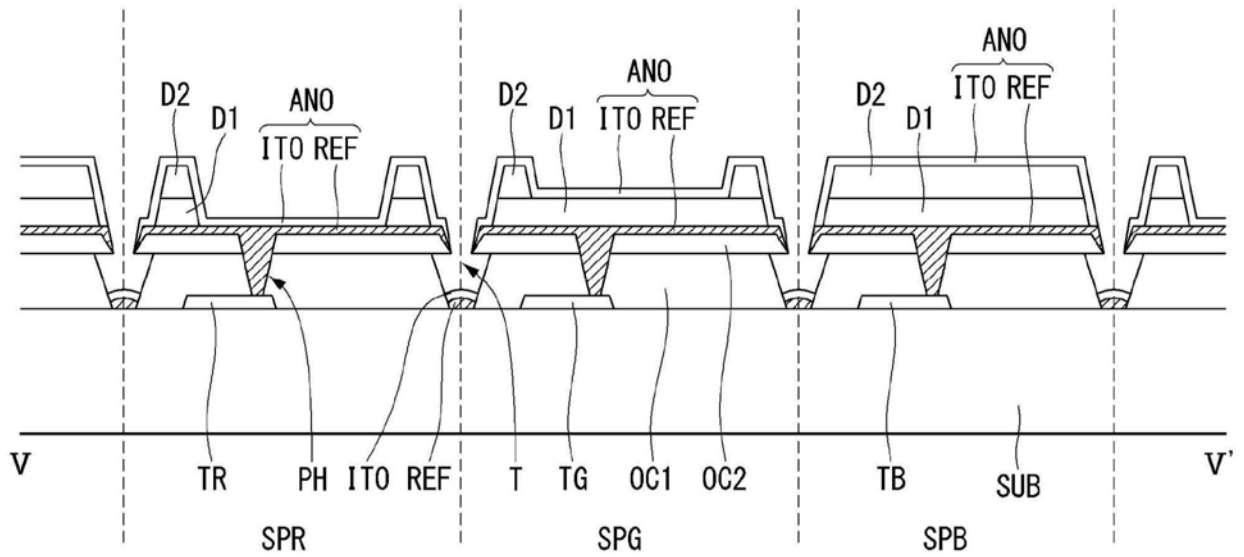


图8E

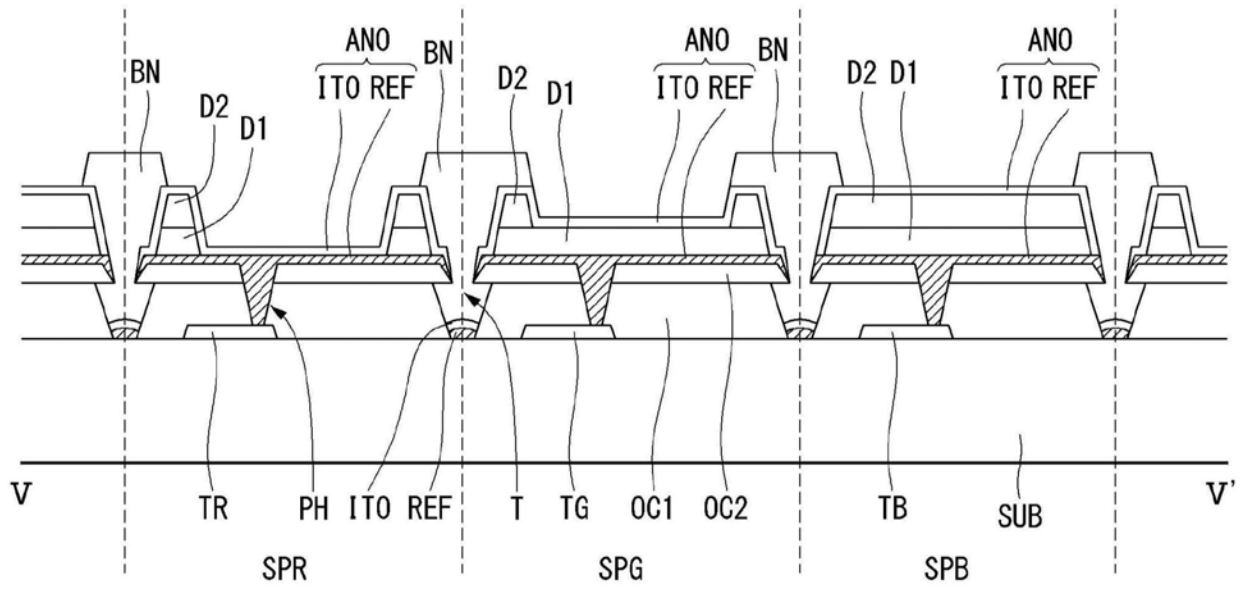


图8F

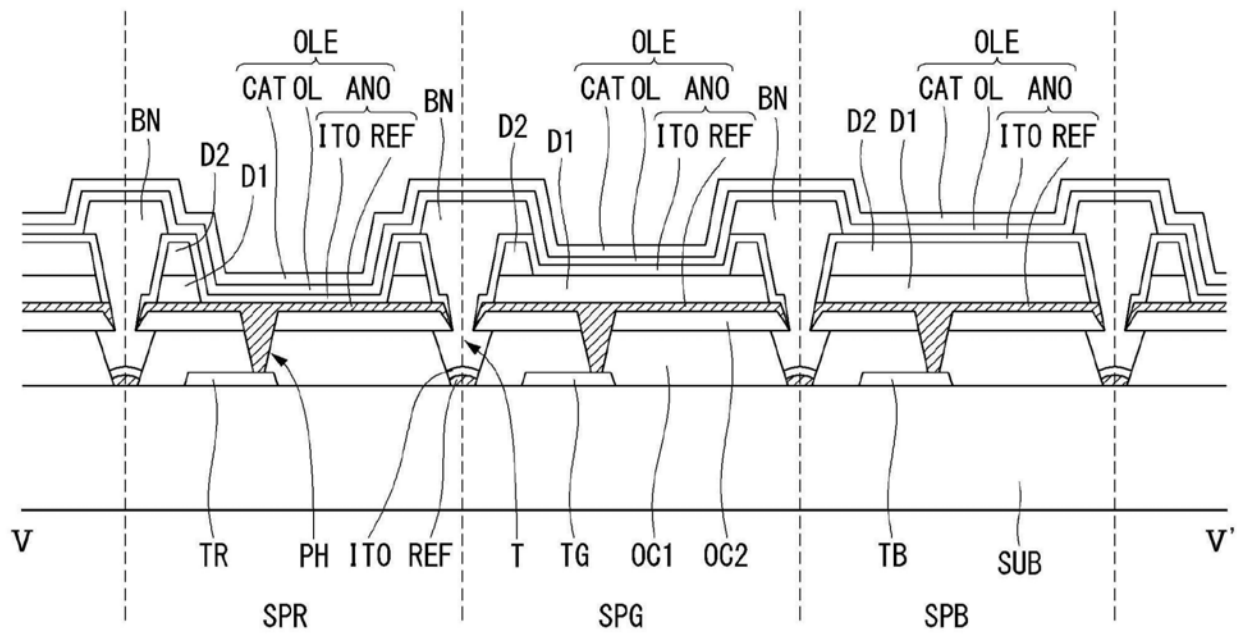


图8G

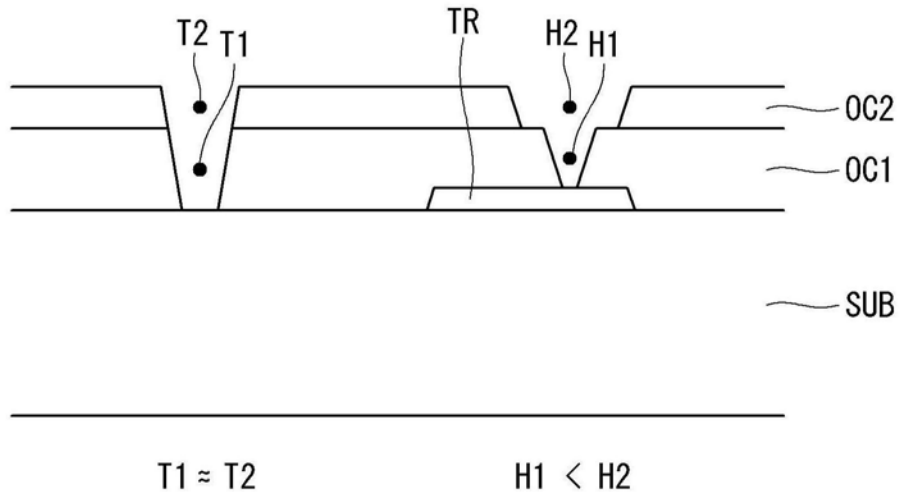


图9A

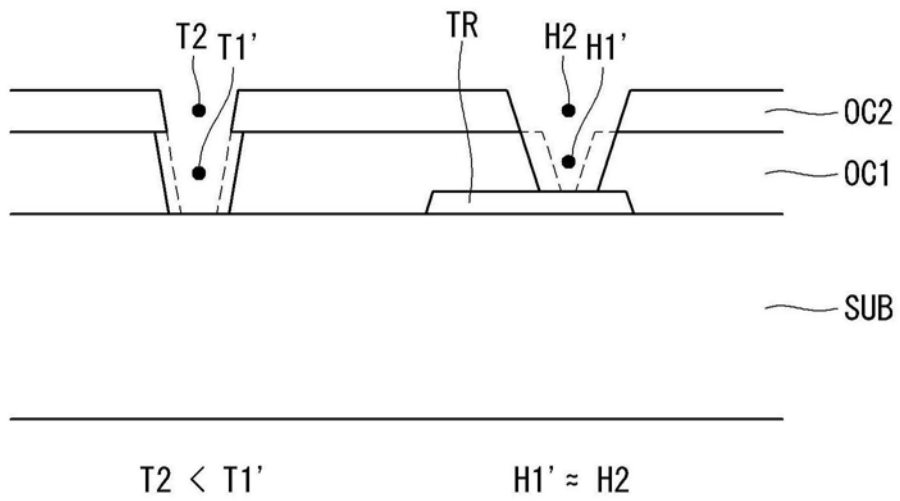


图9B

专利名称(译)	微型显示器和制造微型显示器的方法		
公开(公告)号	CN109979969A	公开(公告)日	2019-07-05
申请号	CN201811555186.1	申请日	2018-12-19
[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	朴志娟 朴汉善 方炯锡 林亨俊		
发明人	朴志娟 朴汉善 方炯锡 林亨俊		
IPC分类号	H01L27/32 H01L51/56		
CPC分类号	H01L27/3246 H01L27/3276 H01L51/56 H01L2227/323 H01L27/3211 H01L27/3258 H01L51/5218 H01L51/5265 H01L27/3232		
代理人(译)	刘久亮		
优先权	1020170181352 2017-12-27 KR		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

微型显示器和制造微型显示器的方法。本公开涉及具有微腔结构的高孔径比微型显示器。所述微型显示器包括基板、单位像素、驱动元件和有机发光二极管。有机发光二极管各自包括阳极、有机发光层和阴极。通过顺序堆叠反射电极、第一介电层、第二介电层和透明电极来形成阳极。有机发光层堆叠在阳极上。阴极堆叠在有机发光层上。第一介电层和第二介电层具有接触部分，该接触部分使得反射电极的至少一个拐角开口。阳极通过接触部分连接到反射电极。

