



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117178314 A

(43) 申请公布日 2023. 12. 05

(21) 申请号 202280027309.2

(22) 申请日 2022.04.08

(30) 优先权数据

2021-072674 2021.04.22 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.10.09

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2022/053306 2022.04.08

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/224070 JA 2022.10.27

(71) 申请人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 山崎舜平 冈崎健一 久保田大介

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

专利代理师 宋俊寅 张鑫

(51) Int.Cl.

G09F 9/30 (2006.01)

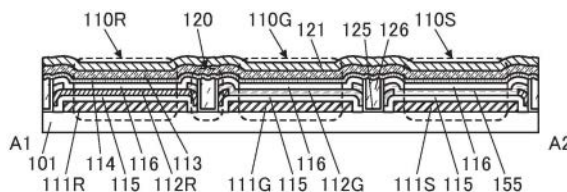
权利要求书2页 说明书53页 附图49页

(54) 发明名称

显示装置及显示装置的制造方法

(57) 摘要

本发明的一个方式提供一种具有摄像功能的显示装置。提供一种开口率高的显示装置或摄像装置。显示装置包括第一发光元件及受光元件。第一发光元件中依次层叠有第一像素电极、第一有机层及公共电极。受光元件中依次层叠有第二像素电极、第二有机层及公共电极。第一有机层包括第一发光层，第二有机层包括光电转换层。在第一发光元件与受光元件之间的区域中包括第一层及第二层。第一层与第二有机层重叠且包含与第一有机层相同的材料。第二层与第一有机层重叠且包含与第二有机层相同的材料。在第一发光元件与受光元件之间的区域中，第一有机层的端部与第一层的端部对置，第二有机层的端部与第二层的端部对置。



1. 一种显示装置,包括:

第一发光元件;以及

受光元件,

其中,所述第一发光元件中依次层叠有第一像素电极、第一有机层及公共电极,

所述受光元件中依次层叠有第二像素电极、第二有机层及所述公共电极,

所述第一有机层包括第一发光层,

所述第二有机层包括光电转换层,

在所述第一发光元件与所述受光元件之间的区域中包括第一层及第二层,

所述第一层与所述第二有机层重叠且包含与所述第一有机层相同的材料,

所述第二层与所述第一有机层重叠且包含与所述第二有机层相同的材料,

在所述第一发光元件与所述受光元件之间的区域中,所述第一有机层的端部与所述第一层的端部对置,

并且,在所述第一发光元件与所述受光元件之间的区域中,所述第二有机层的端部与所述第二层的端部对置。

2. 根据权利要求1所述的显示装置,还包括:

第二发光元件,

其中所述第二发光元件中依次层叠有第三像素电极、第三有机层及所述公共电极,

所述第三有机层包括第二发光层,

在所述第二发光元件与所述第一发光元件之间的区域中包括第三层及第四层,

所述第三层与所述第三有机层重叠且包含与所述第一有机层相同的材料,

所述第四层与所述第一有机层重叠且包含与所述第三有机层相同的材料,

在所述第二发光元件与所述第一发光元件之间的区域中,所述第一有机层的端部与所述第三层的端部对置,

并且在所述第二发光元件与所述第一发光元件之间的区域中,所述第三有机层的端部与所述第四层的端部对置。

3. 根据权利要求1或2所述的显示装置,还包括:

树脂层,

其中所述树脂层位于所述第一发光元件与所述受光元件之间的区域,

所述第一有机层的端部与所述第一层的端部夹着所述树脂层对置,

并且所述第二有机层的端部与所述第二层的端部夹着所述树脂层对置。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的显示装置,还包括:

第一绝缘层,

其中所述第一绝缘层位于所述第一发光元件与所述受光元件之间,

并且所述第一绝缘层与所述第一有机层的端部、所述第二有机层的端部、所述第一层的端部及所述第二层的端部接触。

5. 一种显示装置的制造方法,包括如下步骤:

并列形成第一像素电极及第二像素电极的第一工序;

使用第一金属掩模在所述第一像素电极上形成岛状的第一有机层的第二工序;

使用第二金属掩模在所述第二像素电极上形成岛状的第二有机层的第三工序;

在所述第一像素电极与所述第二像素电极之间的区域通过蚀刻分别分割所述第一有机层及所述第二有机层的第四工序;以及

以覆盖所述第一有机层及所述第二有机层的方式形成公共电极的第五工序,其中,所述第一有机层包含发光性有机化合物,并且,所述第二有机层包含光电转换材料。

6. 根据权利要求5所述的显示装置的制造方法,还包括:

在所述第四工序之后且所述第五工序之前包括在通过所述蚀刻形成的狭缝内形成树脂层的第六工序。

7. 根据权利要求6所述的显示装置的制造方法,其中作为所述树脂层使用感光性有机树脂。

8. 根据权利要求6或7所述的显示装置的制造方法,还包括:

在所述第四工序之后且所述第六工序之前包括以接触于通过所述蚀刻露出的所述第一有机层的侧面及所述第二有机层的侧面的方式形成第一绝缘层的第七工序。

9. 根据权利要求8所述的显示装置的制造方法,

其中作为所述第一绝缘层使用利用原子层沉积法形成的氧化金属膜。

显示装置及显示装置的制造方法

技术领域

[0001] 本发明的一个方式涉及一种显示装置。本发明的一个方式涉及一种摄像装置。本发明的一个方式涉及一种具有摄像功能的显示装置。

[0002] 注意,本发明的一个方式不局限于上述技术领域。作为本说明书等所公开的本发明的一个方式的技术领域的例子,可以举出半导体装置、显示装置、发光装置、蓄电装置、存储装置、电子设备、照明装置、输入装置、输入输出装置、这些装置的驱动方法或这些装置的制造方法。半导体装置是指能够利用半导体特性而工作的所有装置。

背景技术

[0003] 近年来,为了显示高分辨率的图像,显示装置被要求高清晰化。在智能手机、平板终端及笔记本型PC(个人计算机)等信息终端设备中,显示装置除了高清晰化之外还被要求低功耗化。此外,显示装置除了显示图像的功能之外还被要求各种功能,诸如触摸面板的功能、拍摄指纹以进行个人识别的功能等。

[0004] 作为显示装置,例如已开发了包括发光元件的发光装置。利用电致发光(Electroluminescence,以下称为EL)现象的发光元件(也记载为“EL元件”)具有容易实现薄型轻量化;能够高速地响应输入信号;以及能够使用直流恒压电源等而驱动的特征等,并已将其应用于显示装置。例如,专利文献1公开了使用有机EL元件的具有柔性的发光装置。

[先行技术文献]

[专利文献]

[0005] [专利文献1]日本专利申请公开第2014-197522号公报

发明内容

发明所要解决的技术问题

[0006] 本发明的一个方式的目的之一是提供一种具有摄像功能的显示装置。本发明的一个方式的目的之一是提供一种包括高清晰显示部的摄像装置或显示装置。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种开口率高的显示装置或摄像装置。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种能够进行高灵敏度摄像的摄像装置或显示装置。另外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种能获取指纹等生物信息的显示装置。此外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种被用作触摸面板的显示装置。

[0007] 本发明的一个方式的目的之一是提供一种可靠性高的显示装置、摄像装置或电子设备。本发明的一个方式的目的之一是提供一种具有新颖的结构显示装置、摄像装置或电子设备等。本发明的一个方式的目的之一是至少改善现有技术的问题中的至少一个。

[0008] 注意,这些目的的记载不妨碍其他目的的存在。注意,本发明的一个方式并不需要实现所有上述目的。另外,可以从说明书、附图、权利要求书等的记载抽出上述以外的目的。

解决技术问题的手段

[0009] 本发明的一个方式是一种显示装置,该显示装置包括第一发光元件及受光元件。

第一发光元件中依次层叠有第一像素电极、第一有机层及公共电极。受光元件中依次层叠有第二像素电极、第二有机层及公共电极。第一有机层包括第一发光层。第二有机层包括光电转换层。在第一发光元件与受光元件之间的区域中包括第一层及第二层。第一层与第二有机层重叠且包含与第一有机层相同的材料。第二层与第一有机层重叠且包含与第二有机层相同的材料。在第一发光元件与受光元件之间的区域中,第一有机层的端部与第一层的端部对置。在第一发光元件与受光元件之间的区域中,第二有机层的端部与第二层的端部对置。

[0010] 另外,在上述显示装置中,优选包括第二发光元件。第二发光元件中依次层叠有第三像素电极、第三有机层及公共电极。第三有机层包括第二发光层。另外,在第二发光元件与第一发光元件之间的区域中包括第三层及第四层。第三层优选与第三有机层重叠且包含与第一有机层相同的材料。另外,第四层优选与第一有机层重叠且包含与第三有机层相同的材料。另外,在第二发光元件与第一发光元件之间的区域中,第一有机层的端部优选与第三层的端部对置。再者,在第二发光元件与第一发光元件之间的区域中,第三有机层的端部优选与第四层的端部对置。

[0011] 另外,在上述任意显示装置中,优选包括树脂层。树脂层位于第一发光元件与受光元件之间的区域。此外,第一有机层的端部与第一层的端部优选夹着树脂层对置。再者,第二有机层的端部与第二层的端部优选夹着树脂层对置。

[0012] 另外,在上述任意显示装置中,优选包括第一绝缘层。第一绝缘层位于第一发光元件与受光元件之间。另外,第一绝缘层优选与第一有机层的端部、第二有机层的端部、第一层的端部及第二层的端部接触。

[0013] 另外,本发明的另一个方式是一种显示装置的制造方法,包括:并列形成第一像素电极及第二像素电极的第一工序;使用第一金属掩模在第一像素电极上形成岛状的第一有机层的第二工序;使用第二金属掩模在第二像素电极上形成岛状的第二有机层的第三工序;在第一像素电极与第二像素电极之间的区域通过蚀刻分别分割第一有机层及第二有机层的第四工序;以及以覆盖第一有机层及第二有机层的方式形成公共电极的第五工序,其中第一有机层包含发光性有机化合物,第二有机层包含光电转换材料。

[0014] 另外,在上述方法中,在第四工序之后且第五工序之前优选包括在通过蚀刻形成的狭缝内形成树脂层的第六工序。

[0015] 另外,在上述方法中,作为树脂层优选使用感光性有机树脂。

[0016] 另外,在上述任意方法中,在第四工序之后且第六工序之前优选包括以接触于通过蚀刻露出的第一有机层的侧面及第二有机层的侧面的方式形成第一绝缘层的第七工序。

[0017] 此外,在上述方法中,作为第一绝缘层优选使用利用原子层沉积法形成的氧化金属膜。

发明效果

[0018] 根据本发明的一个方式,可以提供一种具有摄像功能的显示装置。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种包括高清晰显示部的摄像装置或显示装置。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种开口率高的显示装置或摄像装置。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种能够进行高灵敏度摄像的摄像装置或显示装置。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种能够获取指纹等生物信息的显示装置。此外,根据本发明的一个方式,

可以提供一种被用作触摸面板的显示装置。

[0019] 另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种可靠性高的显示装置、摄像装置或电子设备。另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种具有新颖的结构显示装置、摄像装置或电子设备等。此外,根据本发明的一个方式,可以解决现有技术的问题中的至少一个。

[0020] 注意,这些效果的记载不妨碍其他效果的存在。此外,本发明的一个方式并不需要具有所有上述效果。另外,可以从说明书、附图、权利要求书等的记载抽出上述以外的效果。

附图简要说明

[0021] 图1A至图1C是示出显示装置的结构例子的图。

图2A及图2B是示出显示装置的结构例子的图。

图3A及图3B是示出显示装置的结构例子的图。

图4A及图4B是示出显示装置的结构例子的图。

图5A及图5B是示出显示装置的结构例子的图。

图6A及图6B是示出显示装置的结构例子的图。

图7A至图7C是示出显示装置的制造方法例子的图。

图8A至图8C是示出显示装置的制造方法例子的图。

图9A至图9C是示出显示装置的制造方法例子的图。

图10A至图10C是示出显示装置的制造方法例子的图。

图11A至图11C是示出显示装置的制造方法例子的图。

图12是示出显示装置的结构例子的图。

图13A是示出显示装置的结构例子的图。图13B是示出晶体管的结构例子的图。

图14A、图14B及图14D是示出显示装置的例子的截面图。图14C及图14E是示出图像例子的图。图14F至图14H是示出像素例子的俯视图。

图15A是示出显示装置的结构例子的截面图。图15B至图15D是示出像素例子的俯视图。

图16A是示出显示装置的结构例子的截面图。图16B至图16I是示出像素的一个例子的俯视图。

图17A及图17B是示出显示装置的结构例子的图。

图18A至图18G是示出显示装置的结构例子的图。

图19A至图19F是示出像素例子的图。图19G及图19H是示出像素的电路图的例子的图。

图20A至图20J是示出显示装置的结构例子的图。

图21A及图21B是示出电子设备的一个例子的图。

图22A至图22D是示出电子设备的一个例子的图。

图23A至图23F是示出电子设备的一个例子的图。

图24A至图24F是示出电子设备的一个例子的图。

实施发明的方式

[0022] 以下,参照附图对实施方式进行说明。但是,所属技术领域的普通技术人员可以很容易地理解一个事实,就是实施方式可以以多个不同形式来实施,其方式和详细内容可以在不脱离本发明的宗旨及其范围的条件下被变换为各种各样的形式。因此,本发明不应该

被解释为仅局限在以下所示的实施方式所记载的内容中。

[0023] 注意,在以下说明的发明的结构中,在不同的附图之间共同使用相同的附图标记来表示相同的部分或具有相同功能的部分,而省略其重复说明。此外,当表示具有相同功能的部分时有时使用相同的阴影线,而不特别附加附图标记。

[0024] 注意,在本说明书所说明的各个附图中,有时为了明确起见,夸大表示各构成要素的大小、层的厚度、区域。因此,本发明并不局限于附图中的尺寸。

[0025] 在本说明书等中使用的“第一”、“第二”等序数词是为了避免构成要素的混淆而附记的,而不是为了在数目方面上进行限定的。

[0026] 注意,以下,“上”、“下”等方向的表现基本上按照附图的方向而使用。但是,为了简化起见,说明书中的“上”或“下”表示的方向有时与附图不一致。例如,当说明叠层体等的叠层顺序(或者形成顺序)等时,即使附图中的设置该叠层体的一侧的面(被形成面、支撑面、结合面、平坦面等)位于该叠层体的上侧,有时也将该方向记载为“下”,或者将与此相反的方向记载为“上”等。

[0027] 在本说明书等中,“膜”和“层”可以相互调换。例如,有时可以将“导电层”变换为“导电膜”。此外,例如,有时可以将“绝缘层”变换为“绝缘膜”。

[0028] 注意,在本说明书中,EL层是指设置在发光元件的一对电极之间且至少包括发光物质的层(也称为发光层)或包括发光层的叠层体。

[0029] 在本说明书等中,显示装置的一个方式的显示面板是指能够在显示面显示(输出)图像等的面板。因此,显示面板是输出装置的一个方式。

[0030] 此外,在本说明书等中,有时将在显示面板的衬底上安装有例如FPC(Flexible Printed Circuit:柔性印刷电路)或TCP(Tape Carrier Package:载带封装)等连接器的结构或在衬底上以COG(Chip On Glass:玻璃覆晶封装)方式等直接安装IC(Integrated Circuit:集成电路)的结构称为显示面板模块或显示模块,或者也简称为显示面板等。

[0031] (实施方式1)

在本实施方式中,说明本发明的一个方式的显示装置的结构例子及显示装置的制造方法例子。

[0032] 本发明的一个方式是一种包括发光元件(也称为发光器件)和受光元件(也称为受光器件)的显示装置。发光元件包括一对电极及该一对电极间的EL层。受光元件包括一对电极及该一对电极间的活性层。发光元件优选为有机EL元件(有机电场发光元件)。受光元件优选为有机光电二极管(有机光电转换元件)。

[0033] 另外,显示装置优选包括发出不同颜色的两个以上的发光元件。发出不同颜色的发光元件各自包括包含不同材料的EL层。例如,通过包括分别发射红色(R)、绿色(G)或蓝色(B)的光的三种发光元件,可以实现全彩色显示装置。

[0034] 由于可以通过多个受光元件进行摄像,所以本发明的一个方式被用作摄像装置。此时,发光元件可以被用作用来摄像的光源。另外,由于可以通过多个发光元件显示图像,所以本发明的一个方式被用作显示装置。因此,可以说本发明的一个方式是具有摄像功能的显示装置或具有显示功能的摄像装置。

[0035] 例如,在本发明的一个方式的显示装置的显示部中,发光元件被配置为矩阵状,并且受光元件被配置为矩阵状。因此,显示部具有显示图像的功能并被用作受光部。由于可以

通过设置在显示部中的多个受光元件拍摄图像,所以显示装置可以被用作图像传感器或触摸面板。也就是说,可以利用显示部拍摄图像或者检测出对象物的靠近或接触。并且,设置在显示部中的发光元件可以被用作受光时的光源,因此不需要除了显示装置以外另行设置光源,可以实现功能性高的显示装置而无需增加电子构件的构件数量。

[0036] 在本发明的一个方式中,在对象物反射显示部中的发光元件的发光时,受光元件可以检测出其反射光,因此即使在黑暗的环境下也可以进行摄像及触摸(包括非接触)检测。

[0037] 另外,在本发明的一个方式的显示装置中,可以在指头或手掌等接触显示部时拍摄指纹或掌纹。因此,包括本发明的一个方式的显示装置电子设备可以利用所拍摄的指纹或掌纹的图像执行个人识别。由此,不需要另外设置用于指纹识别或掌纹识别的摄像装置并可以缩减电子设备的构件数量。此外,由于显示部以矩阵状设置有受光元件,所以显示部的任何部分都可以拍摄指纹及掌纹,从而可以实现方便性良好的电子设备。

[0038] 在此,已知当在发光颜色不同的发光元件间分别形成EL层的一部分或全部时,通过使用高精细金属掩模(以下也记为FMM:Fine Metal Mask)等荫罩的蒸镀法进行形成。然而,该方法不容易实现显示装置的高清晰化及高开口率化,因为因FMM的精度、FMM与衬底的错位、FMM的挠曲、以及蒸气的散射等所导致的沉积的膜的轮廓变大等各种影响而岛状有机膜的形状及位置不同于设计。因此,已进行如下措施:通过采用Pentile排列等特殊像素排列方式等而模拟地提高清晰度(也被称为像素密度)。

[0039] 在使用FMM的制造方法中,为了尽量实现高清晰化、高开口率化,可以以相邻的两个岛状有机膜的一部分重叠的方式进行形成。由此,与不重叠两个岛状有机膜的情况相比,可以大幅度缩小发光区域间的距离。然而,当重叠地形成相邻的两个岛状有机膜时,在相邻的两个发光元件间有时经过重叠地形成的有机膜发生电流泄漏,而导致非意图的发光。由此,导致亮度下降、对比度下降等,而显示品质下降。另外,由于泄漏电流而功耗效率、功耗等下降。

[0040] 另外,在发光元件与受光元件之间产生同样的泄漏电流的情况下,由于该泄漏电流成为使用受光元件进行摄像时的噪声的主要原因,所以摄像的灵敏度(S/N比)有可能下降。

[0041] 于是,在本发明的一个方式中,以相邻的发光元件与受光元件之间或相邻的两个发光元件之间的各有机膜的一部分彼此重叠的方式使用FMM分别形成有机膜。具体而言,使用FMM分别形成发光元件中的包含发光性有机化合物的层(也称为发光层)和受光元件中的包含光电转换材料的层(也称为活性层或光电转换层)。此时,在发光元件及受光元件之间,也可以不分别形成可以共同使用的有机膜而在发光元件间及发光元件与受光元件之间使用共同的膜。层叠有发光层、活性层及其他有机膜的有机叠层膜位于相邻的发光元件与受光元件之间。接着,通过利用光刻法对该有机叠层膜的一部分进行蚀刻,分割该有机叠层膜。由此,可以分割发光元件与受光元件之间的电流的泄漏路径(泄漏通道)。因此,可以减少使用受光元件进行摄像时的噪声,进行高灵敏度的摄像。

[0042] 再者,可以在相邻的两个发光元件间分割电流的泄漏路径(泄漏通道)。由此,可以实现亮度的提高、对比度的提高、功率效率的提高或者功耗的降低等。

[0043] 再者,为了保护由于蚀刻露出的有机叠层膜的侧面,优选形成绝缘层。由此,可以

提高显示装置的可靠性。

[0044] 以下参照附图说明本发明的一个方式的显示装置的结构例子及制造方法例子。

[0045] [结构例子1]

图1A示出显示装置100的俯视示意图。显示装置100包括多个呈现红色光的发光元件110R、多个呈现绿色光的发光元件110G、多个呈现蓝色光的发光元件110B及多个受光元件110S。在图1A中,为了简单地区别各发光元件,对各发光元件或受光元件的发光区域内附上R、G、B、S的符号。

[0046] 发光元件110R、发光元件110G、发光元件110B及受光元件110S都以矩阵状排列。图1A示出两个元件在一个方向上交替排列的结构。注意,发光元件的排列方法不局限于此,可以使用条纹排列、S条纹排列、Delta排列、拜耳排列或锯齿形(zigzag)排列等排列方法,也可以使用Pentile排列或Diamond排列等。

[0047] 作为发光元件110R、发光元件110G及发光元件110B,优选使用OLED(Organic Light Emitting Diode:有机发光二极管)或QLED(Quantum-dot Light Emitting Diode:量子点发光二极管)等EL元件。作为EL元件含有的发光物质,可以举出发射荧光的物质(荧光材料)、发射磷光的物质(磷光材料)、呈现热活化延迟荧光的物质(热活化延迟荧光(Thermally activated delayed fluorescence:TADF)材料)等。作为EL元件所包含的发光物质,除了有机化合物之外还可以使用无机化合物(量子点材料等)。

[0048] 作为受光元件110S,例如可以使用pn型或pin型光电二极管。受光元件110S被用作检测入射到受光元件110S的光并产生电荷的光电转换元件。在光电转换元件中,根据入射光量决定所产生的电荷量。尤其是,作为受光元件110S,优选使用包括包含有机化合物的层的有机光电二极管。有机光电二极管容易实现薄型化、轻量化及大面积化且其形状及设计的自由度高,所以可以应用于各种各样的装置。

[0049] 另外,图1A示出与公共电极113电连接的连接电极111C。连接电极111C被供应用来对公共电极113供应的电位(例如,阳极电位或阴极电位)。连接电极111C设置在发光元件110R等排列的显示区域的外侧。另外,在图1A中,以虚线表示公共电极113。

[0050] 连接电极111C可以沿着显示区域的外周设置。例如,既可以沿着显示区域的外周的一个边设置,又可以横跨显示区域的外周的两个以上的边设置。就是说,在显示区域的顶面形状为方形的情况下,连接电极111C的顶面形状可以为带状、L字状、“门”字状(方括号状)或四角形等。

[0051] 图1B及图1C分别是对应于图1A中的点划线A1-A2及点划线C1-C2的截面示意图。图1B示出发光元件110G、发光元件110R及受光元件110S的截面示意图,图1C示出连接电极111C的截面示意图。

[0052] 图1B示出发光元件110R、发光元件110G及受光元件110S的截面。发光元件110R包括像素电极111R、有机层115、有机层112R、有机层116、有机层114及公共电极113。发光元件110G包括像素电极111G、有机层115、有机层112G、有机层116、有机层114及公共电极113。受光元件110S包括像素电极111S、有机层115、有机层115、有机层116、有机层114及公共电极113。发光元件110R、发光元件110G、受光元件110S及发光元件110B(未图示)共同使用有机层114及公共电极113。有机层114也可以说是公共层。

[0053] 发光元件110R所包括的有机层112R包含至少发射红色光的发光有机化合物。发光

元件110G所包括的有机层112G包含至少发射绿色光的发光有机化合物。发光元件110B所包括的有机层112B(未图示)包含至少发射蓝色光的发光有机化合物。有机层112R、有机层112G及有机层112B各自也可以被称为发光层。

[0054] 受光元件110S中的有机层155包含对可见光或红外光的波长区域具有灵敏度的光电转换材料。在有机层155中的光电转换材料具有灵敏度的波长区域中,优选包含发光元件110R所发射的光的波长区域、发光元件110G所发射的光的波长区域和发光元件110B所发射的光的波长区域中的一个以上。另外,也可以使用对比发光元件110R所发射的光的波长区域长波长的红外光具有灵敏度的光电转换材料。也可以将有机层155称为活性层或光电转换层。

[0055] 以下,在说明发光元件110R、发光元件110G及发光元件110B之间共同的内容时有时称为发光元件110进行说明。同样地,在说明有机层112R、有机层112G及有机层112B等用字母进行区别的构成要素之间共同的内容时,有时用省略字母的符号进行说明。

[0056] 在各发光元件中位于像素电极与公共电极113之间的叠层膜可以被称为EL层。另外,在受光元件110S中,可以将位于像素电极111S与公共电极113之间的叠层膜称为PD层。

[0057] 在各发光元件或受光元件110S中,有机层115是位于有机层112或有机层155与像素电极111之间的层。另外,有机层116是位于有机层112或有机层155与有机层114之间的层。有机层114是位于有机层116与公共电极113之间的层。

[0058] 有机层115、有机层116及有机层114可以分别独立包括电子注入层、电子传输层、空穴注入层和空穴传输层中的一个以上。例如,可以采用如下结构:有机层115具有从像素电极111一侧包括空穴注入层及空穴传输层的叠层结构,有机层116包括电子传输层,并且有机层114包括电子注入层。或者,可以采用如下结构:有机层115具有从像素电极111一侧包括电子注入层及电子传输层的叠层结构,有机层116包括空穴传输层,并且有机层114包括空穴注入层。

[0059] 注意,关于有机层112、有机层114、有机层115、有机层116及有机层155等位于发光元件或受光元件110S的一对电极间的层,“有机层”包括构成有机EL元件或有机光电转换元件的层的意思,并不需要包含有机化合物。例如,有机层112、有机层114、有机层115及有机层116都可以不包含有机化合物,并可以使用仅包含无机化合物或无机物的膜。

[0060] 像素电极111R、像素电极111G及像素电极111B(未图示)都按每个发光元件设置。另外,公共电极113及有机层114设置为各发光元件及受光元件110S共同使用的一个层。各像素电极和公共电极113的任一方使用对可见光具有透光性的导电膜且另一方使用具有反射性的导电膜。通过使各像素电极具有透光性且使公共电极113具有反射性,可以实现底面发射型(底部发射结构)显示装置。相对于此,通过使各像素电极具有反射性且使公共电极113具有透光性,可以实现顶面发射型(顶部发射结构)显示装置。另外,通过使各像素电极及公共电极113的双方具有透光性,可以实现双面发射型(双面发射结构)显示装置。

[0061] 在公共电极113上以覆盖发光元件110R、发光元件110G、受光元件110S及发光元件110B(未图示)的方式设置保护层121。保护层121具有防止水等杂质从上方向各发光元件扩散的功能。

[0062] 相邻的发光元件与受光元件110S间以及相邻的两个发光元件间设置有狭缝120。狭缝120相当于对位于相邻的发光元件与受光元件110S间或相邻的两个发光元件间的有机

层112或有机层155、有机层115及有机层116进行了蚀刻的部分。

[0063] 狭缝120中设置有绝缘层125及树脂层126。绝缘层125沿着狭缝120的侧壁及底面设置。树脂层126设置在绝缘层125上,具有填充狭缝120的凹部而使该狭缝的顶面平坦化的功能。通过由树脂层126使狭缝120的凹部平坦化,可以提高有机层114、公共电极113及保护层121的覆盖性。

[0064] 另外,狭缝120可以在连接电极111C等外部连接端子的开口部的同时形成,可以无需增大工序而形成它们。另外,狭缝120因为包括绝缘层125及树脂层126,所以发挥防止像素电极111与公共电极113之间的短路的效果。另外,树脂层126发挥提高有机层114的密接性的效果。就是说,通过设置树脂层126提高有机层114的密接性,所以可以抑制有机层114的膜剥离。

[0065] 绝缘层125以接触于有机层(例如,有机层115等)的侧面的方式设置,所以该有机层可以不与树脂层126接触。当该有机层与树脂层126接触时,有时因树脂层126所包含的有机溶剂等而有机层溶解。因此,如本实施方式所示,通过在有机层与树脂层126之间设置绝缘层125,可以保护有机层的侧面。另外,狭缝120至少具有分割空穴注入层、空穴传输层、电子抑制层、发光层、活性层、空穴抑制层、电子传输层和电子注入层中的任一个或多个的结构,即可。

[0066] 绝缘层125可以为包含无机材料的绝缘层。作为绝缘层125,可以使用氧化绝缘膜、氮化绝缘膜、氧氮化绝缘膜及氮氧化绝缘膜等无机绝缘膜。绝缘层125可以为单层结构,也可以为叠层结构。作为氧化绝缘膜,可以举出氧化硅膜、氧化铝膜、氧化镁膜、铟镓锌氧化物膜、氧化镓膜、氧化锗膜、氧化钇膜、氧化锆膜、氧化镧膜、氧化钼膜及氧化钽膜等。作为氮化绝缘膜,可以举出氮化硅膜及氮化铝膜等。作为氧氮化绝缘膜,可以举出氧氮化硅膜、氧氮化铝膜等。作为氮氧化绝缘膜,可以举出氮氧化硅膜、氮氧化铝膜等。尤其是,通过将利用ALD法形成的氧化铝膜、氧化钪膜、氧化硅膜等无机绝缘膜用于绝缘层125,可以形成针孔较少且保护EL层功能优异的绝缘层125。

[0067] 在本说明书等中,“氧氮化物”是指在其组成中氧含量多于氮含量的材料,而“氮氧化物”是指在其组成中氮含量多于氧含量的材料。例如,“氧氮化硅”是指在其组成中氧含量多于氮含量的材料,而“氮氧化硅”是指在其组成中氮含量多于氧含量的材料。

[0068] 绝缘层125可以利用溅射法、CVD法、PLD法、ALD法等形成。优选的是,绝缘层125利用覆盖性优异的ALD法形成。

[0069] 作为树脂层126,可以适合使用包含有机材料的绝缘层。例如,作为树脂层126可以使用丙烯酸树脂、聚酰亚胺树脂、环氧树脂、亚胺树脂、聚酰胺树脂、聚酰亚胺酰胺树脂、硅酮树脂、硅氧烷树脂、苯并环丁烯类树脂、酚醛树脂及上述树脂的前体等。另外,作为树脂层126,也可以使用聚乙烯醇(PVA)、聚乙烯醇缩丁醛、聚乙烯吡咯烷酮、聚乙二醇、聚甘油、普鲁兰、水溶性纤维素或者醇可溶性聚酰胺树脂等有机材料。

[0070] 另外,作为树脂层126,可以使用感光性树脂。作为感光性树脂也可以使用光致抗蚀剂。作为感光性树脂也可以使用正型材料或负型材料。

[0071] 另外,也可以通过作为树脂层126使用被着色的材料(例如,包含黑色颜料的材料等)来附加遮蔽来自相邻的像素的杂散光而抑制混色的功能。

[0072] 另外,也可以通过在绝缘层125与树脂层126之间设置反射膜(例如,包含选自银、

钯、铜、钛和铝等中的一个或多个的金属膜)来附加使上述反射膜反射发光层所发射的光而提高光提取效率的功能。

[0073] 树脂层126的顶面越为平坦越好,但有时为平缓的曲面形状。图1B等示出树脂层126的顶面为具有凹部及凸部的波形形状的例子,但不局限于此。例如,树脂层126的顶面可以为凸面、凹面或者平面。

[0074] 作为保护层121也可以使用无机绝缘膜与有机绝缘膜的叠层膜。例如,优选在一对无机绝缘膜间夹持有机绝缘膜。另外,有机绝缘膜优选被用作平坦化膜。因此,可以使有机绝缘膜的顶面平坦,所以其上的无机绝缘膜的覆盖性提高,由此可以提高阻挡性。另外,保护层121的顶面变平坦,所以当在保护层121的上方设置结构物(例如,滤色片、触摸传感器的电极或透镜阵列等)时可以减少起因于下方结构的凹凸形状的影响,所以是优选的。

[0075] 保护层121例如可以具有至少包括无机绝缘膜的单层结构或叠层结构。作为无机绝缘膜,例如可以举出氧化硅膜、氧氮化硅膜、氮氧化硅膜、氮化硅膜、氧化铝膜、氧氮化铝膜、氧化镓膜等的氧化物膜或氮化物膜。或者,作为保护层121也可以使用铟镓氧化物、铟镓锌氧化物等的半导体材料。

[0076] 图1C示出连接电极111C与公共电极113电连接的连接部130。在连接部130中,连接电极111C上隔着有机层114设置有公共电极113。另外,以接触于连接电极111C的侧面的方式设置有绝缘层125,该绝缘层125上设置有树脂层126。

[0077] 注意,也可以在连接部130中不设置有机层114。此时,在连接部130中,在连接电极111C上以与连接电极111C接触的方式设置公共电极113,并且以覆盖公共电极113的方式设置保护层121。

[0078] 接下来,详细说明狭缝120及其附近的合适结构。图2A是包括图1B中的发光元件110R的一部分、发光元件110G的一部分及它们之间的区域的截面示意图。

[0079] 如图2A所示,像素电极111的端部优选具有锥形形状。由此,可以提高有机层115等的台阶覆盖性。注意,在本说明书等中,“对象物的端部具有锥形形状”是指具有如下截面形状:在其端部的区域中表面与被形成面所形成的角度为大于 0° 且小于 90° ;并且其厚度从端部逐渐地增加。虽然在此示出像素电极111R等具有单层结构的情况,但也可以层叠多个层。

[0080] 覆盖像素电极111R设置有有机层115。另外,覆盖像素电极111G设置有有机层115。上述有机层115通过由狭缝120分割一连续的膜来形成。

[0081] 在以狭缝120为准设置有发光元件110R一侧,覆盖有机层115设置有有机层112R。另外,在以狭缝120为准设置有发光元件110G一侧,有机层115上设置有层135R。层135R也可以说是将成为有机层112R的膜的一部分被狭缝120分割而留在发光元件110G一侧的断片。

[0082] 另外,在以狭缝120为准设置有发光元件110G一侧,覆盖有机层115设置有有机层112G。另外,在以狭缝120为准设置有发光元件110R一侧,有机层112R上设置有层135G。层135G也可以说是将成为有机层112G的膜的一部分被狭缝120分割而留在发光元件110R一侧的断片。

[0083] 有机层112R的端部(侧面)及层135R的端部隔着狭缝120彼此对置。有机层112G的端部及层135G的端部同样隔着狭缝120彼此对置。

[0084] 注意,根据狭缝120的位置及宽度、形成有机层112R的位置、形成有机层112G的位置等有时没有形成层135R和层135G中的一方或双方。具体而言,在形成狭缝120之前的有机

层112R的端部与形成狭缝120的位置重叠的情况下,有时没有形成层135R。

[0085] 覆盖有机层112R及层135G设置有有机层116。另外,覆盖有机层112G及层135R设置有有机层116。与有机层115同样,上述有机层116通过由狭缝120分割一连续的膜来形成。

[0086] 绝缘层125设置在狭缝120的内部,并以接触于一对有机层115的侧面、有机层112R的侧面、有机层112G的侧面、层135R的侧面、层135G的侧面及一对有机层116的侧面的方式设置。另外,绝缘层125以覆盖衬底101的顶面的方式设置。

[0087] 树脂层126以接触于绝缘层125的顶面及侧面的方式设置。树脂层126具有使有机层114的被形成面的凹部平坦化的功能。

[0088] 覆盖有机层116、绝缘层125及树脂层126的顶面依次形成有有机层114、公共电极113及保护层121。注意,有机层114若不需要则可以不设置。

[0089] 在此,层135R及层135G是位于将成为有机层112R或有机层112G的膜端部的部分。在利用FMM的沉积方法中,有机膜的厚度趋向于越近于端部越变薄,所以层135R及层135G具有比有机层112R或有机层112G薄的部分。层135R及层135G有时薄得在截面观察中确认不到。另外,即使层135R或层135G存在,也有时难以在截面观察中确认到层135R与有机层112G的境界或层135G与有机层112R的境界。

[0090] 另一方面,层135R及层135G包含发光化合物(例如,荧光材料、磷光材料或量子点等),因此通过在平面上照射紫外光或可见光等光,可以得到由于光致发光的发光。通过使用光学显微镜等观察该发光,可以确认到层135R及层135G存在。具体而言,因为在设置有层135R的部分层135R与有机层112G重叠,所以在向该部分照射紫外光等时确认到来自层135R的光和来自有机层112G的光的双方。另外,根据发射光谱、波长、发光颜色等,可以确认到层135R或层135G包含与有机层112R或有机层112G相同的材料。另外,有时还可以推测层135R、层135G所包含的化合物。

[0091] 注意,在此示出使用FMM分别形成有机层112R及有机层112G并将其他有机层(有机层115、有机层116)形成为一连续的膜的例子,但不局限于此。例如,有机层115和有机层116中的一方或双方也可以使用FMM分别形成。此时,狭缝120的附近有时与层135R等同样地留下有机层115或有机层116的断片。

[0092] 图2B示出发光元件110G的一部分、受光元件110S的一部分以及位于它们之间的狭缝120的截面示意图。

[0093] 狭缝120的发光元件110G一侧且有机层112G上设置有层135S。层135S也可以说是将成为有机层155的膜的一部分被狭缝120分割而留在发光元件110G一侧的断片。层135S及有机层155隔着狭缝120彼此对置。

[0094] 另外,狭缝120的受光元件110S一侧且有机层115与有机层155之间设置有层135G。层135G与有机层112G隔着狭缝120彼此对置。

[0095] 在图2A及图2B所示的放大图中说明发光元件110R与发光元件110G之间的区域及发光元件110G与受光元件110S之间的区域,发光元件110R与发光元件110B之间、发光元件110G与发光元件110B之间、发光元件110R与受光元件110S之间以及发光元件110B与受光元件110S之间也具有同样的结构。

[0096] 图3A及图3B分别是不包括绝缘层125时的截面示意图。在图3A中,树脂层126以与一对有机层115的侧面、有机层112R的侧面、有机层112G的侧面、层135R的侧面、层135G的侧

面及一对有机层116的侧面接触的方式设置。另外,在图3B中,树脂层126以与有机层155的侧面及层135S的侧面接触的方式设置。

[0097] 此时,有时由于在形成将成为树脂层126的膜时使用的溶剂而EL层或PD层的一部分溶解。因此,在不设置绝缘层125的情况下,作为树脂层126的溶剂优选使用水、或者乙醇、甲基醇、异丙基醇(IPA)或甘油等醇。注意,不局限于此,使用不溶解或不容易溶解EL层及PD层的溶剂,即可。

[0098] 如上所述,本发明的一个方式的显示装置可以采用没有设置覆盖像素电极的端部的绝缘物的结构。换言之,可以采用像素电极与EL层间没有设置绝缘物的结构。通过采用该结构,可以有效地提取来自EL层的发光,而可以使视角依赖性极小。例如,在本发明的一个方式的显示装置中,视角(在从斜侧看屏幕时维持一定对比度的最大角度)可以为 100° 以上且小于 180° 、优选为 150° 以上且 170° 以下的范围内。另外,上下左右都可以采用上述视角。通过采用本发明的一个方式的显示装置,视角特性得到提高,可以提高图像的可见度。

[0099] [变形例子]

图4A及图4B分别是是图2A及图2B的变形例子。图4A及图4B示出设置覆盖像素电极的端部的绝缘层131的情况的例子。

[0100] 绝缘层131具有使有机层115的被形成面平坦化的功能。绝缘层131的端部优选具有锥形形状。此外,通过在绝缘层131中使用有机树脂,可以使其表面具有平缓的曲面。因此,可以提高形成在绝缘层131上的膜的覆盖性。

[0101] 作为能够用于绝缘层131的材料,例如可以使用丙烯酸树脂、聚酰亚胺树脂、环氧树脂、聚酰胺树脂、聚酰亚胺酰胺树脂、硅氧烷树脂、苯并环丁烯类树脂、酚醛树脂及这些树脂的前体等。

[0102] 如图4A及图4B所示,绝缘层131也可以在与狭缝120重叠的区域中具有凹部。该凹部由于在进行用来形成狭缝120的蚀刻时绝缘层131顶部的一部分被蚀刻而可形成。因为绝缘层125的一部分以嵌入于绝缘层131的该凹部的方式形成,所以可以提高它们的密接性。

[0103] 狭缝120设置在重叠于绝缘层131的区域。另外,层135R、层135G及层135S也设置在重叠于绝缘层131的区域。

[0104] 图5A及图5B是在绝缘层131上设置绝缘层132的情况的例子。

[0105] 绝缘层132隔着绝缘层131重叠于像素电极111的端部。另外,绝缘层132覆盖绝缘层131的端部设置。另外,绝缘层132具有与像素电极111的顶面接触的部分。

[0106] 绝缘层132的端部优选具有锥形形状。由此,可以提高覆盖绝缘层132的端部设置的EL层等形成在绝缘层132上的膜的台阶覆盖性。

[0107] 另外,绝缘层132的厚度优选比绝缘层131薄。通过形成较薄的绝缘层132,可以提高形成在绝缘层132上的膜的台阶覆盖性。

[0108] 作为可用于绝缘层132的无机绝缘材料,例如可以使用氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、氮化硅、氧化铝、氧氮化铝或氧化镓等氧化物或氮化物。此外,也可以使用氧化钇、氧化锆、氧化镓、氧化钽、氧化镁、氧化镧、氧化铈及氧化钕等。

[0109] 另外,绝缘层132也可以层叠有包含上述无机绝缘材料的膜。例如,可以采用在氮化硅膜上层叠氧化硅膜或氧氮化硅膜的叠层结构、在氧化铝膜上层叠氧化硅膜或氧氮化硅膜的叠层结构等。氧化硅膜及氧氮化硅膜是尤其不容易被蚀刻的膜,所以优选配置在上侧。

另外,氮化硅膜及氧化铝膜是不容易使水、氢、氧等扩散的膜,所以通过配置在绝缘层131一侧而被用作防止从绝缘层131脱离的气体扩散到发光元件的阻挡层。

[0110] 狭缝120设置在重叠于绝缘层132的区域。另外,层135R、层135G也设置在重叠于绝缘层132的区域。

[0111] 通过设置绝缘层132,可以防止在形成狭缝120时绝缘层131的顶面被蚀刻。

[0112] [结构例子2]

以下说明更具体的结构例子。

[0113] 图6A是下面例示出的显示装置的截面示意图。图6A示出包括发光元件110R、发光元件110G、发光元件110B、受光元件110S及连接部130的区域的截面。另外,图6B是放大位于发光元件110R与发光元件110G之间的狭缝120及其附近的截面示意图。

[0114] 发光元件110B包括像素电极111B、有机层115、有机层112B、有机层116、有机层114及公共电极113。在图6A所示的结构中,由狭缝120分割的有机层112B的一部分(断片)的层135B设置在发光元件110R附近及受光元件110S附近。

[0115] 像素电极111的下方设置有导电层161、导电层162及树脂层163。

[0116] 导电层161设置在绝缘层105上。导电层161在设置在绝缘层105中的开口中具有贯穿绝缘层105的部分。导电层161被用作电连接位于绝缘层105的下方的布线、晶体管或电极等(未图示)与像素电极111的布线或电极。

[0117] 导电层161的位于绝缘层105的开口的部分形成有凹部。树脂层163以填充该凹部的方式设置,被用作平坦化膜。树脂层163的顶面越为平坦越好,但有时为平缓的曲面形状。图6A等示出树脂层163的顶面为具有凹部及凸部的波形形状的例子,但不局限于此。例如,树脂层163的顶面可以为凸面、凹面或者平面。

[0118] 导电层161及树脂层163上设置有导电层162。导电层162被用作电连接导电层161与像素电极111的电极。

[0119] 在此,在发光元件110为顶面发射型发光元件时,通过作为导电层162使用对可见光具有反射性的膜且作为像素电极111使用对可见光具有透过性的膜,可以将导电层162用作反射电极。并且,由于可以还在绝缘层105的开口部(也称为接触部)的顶部隔着树脂层163设置导电层162及像素电极111,所以与接触部重叠的部分也可以为发光区域。因此,可以提高开口率。

[0120] 同样地,在将受光元件110S用作接收来自上方的光的光电转换元件的情况下,可以将反射性膜用于导电层162并将透光性膜用于像素电极111。再者,由于接触部也可以被用作受光区域,所以受光面积增大并可以提高受光灵敏度。

[0121] 此外,也可以使各像素电极111的厚度不同。此时,可以将像素电极111用于微腔的光学调整层。在使用微腔时,作为公共电极使用具有透过性及反射性的膜。

[0122] 图6A及图6B示出树脂层126的形状与上述不同的例子。

[0123] 如图6B所示,树脂层126的顶部具有其宽度大于狭缝120的宽度的形状。如后面所述,绝缘层125将树脂层126作为蚀刻掩模被加工,所以残留被树脂层126的顶部覆盖的部分。并且,在显示装置的制造工序中使用的牺牲层145的一部分也因同样的理由而残留。具体而言,在狭缝120附近有机层116上设置有牺牲层145。另外,绝缘层125的一部分覆盖牺牲层145的顶面设置。另外,树脂层126覆盖牺牲层145及绝缘层125设置。

[0124] 此时,绝缘层125的端部及牺牲层145的端部优选都具有锥形形状。由此,可以提高有机层114等的台阶覆盖性。

[0125] 如图6A及图6B所示,层135R、层135G、层135B及层135S都接触于绝缘层125并具有与绝缘层125、牺牲层145及树脂层126重叠的区域。

[0126] [制造方法例子]

以下,参照附图说明本发明的一个方式的显示装置的制造方法的一个例子。在此,以上述图6A所示的显示装置为例进行说明。图7A至图10C是以下例示出的显示装置的制造方法例子的各工序中的截面示意图。另外,在图7A等中的右侧还示出连接部130及其附近的截面示意图。

[0127] 构成显示装置的薄膜(绝缘膜、半导体膜、导电膜等)可以利用溅射法、化学气相沉积(CVD:Chemical Vapor Deposition)法、真空蒸镀法、脉冲激光沉积(PLD:Pulsed Laser Deposition)法、原子层沉积(ALD:Atomic Layer Deposition)法等形成。作为CVD法有等离子体增强化学气相沉积(PECVD:Plasma Enhanced CVD)法或热CVD法等。此外,作为热CVD法之一,有有机金属化学气相沉积(MOCVD:Metal Organic CVD)法。

[0128] 此外,构成显示装置的薄膜(绝缘膜、半导体膜、导电膜等)可以利用旋涂法、浸渍法、喷涂法、喷墨法、分配器法、丝网印刷法、胶版印刷法、刮刀(doctor knife)法、狭缝式涂布法、辊涂法、帘式涂布法、刮刀式涂布法等方法形成。

[0129] 此外,当对构成显示装置的薄膜进行加工时,可以利用光刻法等进行加工。除了上述方法以外,还可以利用纳米压印法、喷砂法、剥离法等对薄膜进行加工。此外,可以通过利用金属掩模等遮蔽掩模的沉积方法直接形成岛状的薄膜。

[0130] 光刻法典型地有如下两种方法。一个是在要进行加工的薄膜上形成抗蚀剂掩模,通过蚀刻等对该薄膜进行加工,并去除抗蚀剂掩模的方法。另一个是在沉积感光性薄膜之后,进行曝光及显影来将该薄膜加工为所希望的形状的方法。

[0131] 在光刻法中,作为用于曝光的光,例如可以使用i线(波长365nm)、g线(波长436nm)、h线(波长405nm)或将这些光混合了的光。另外,还可以使用紫外光、KrF激光或ArF激光等。此外,也可以利用液浸曝光技术进行曝光。此外,作为用于曝光的光,也可以使用极紫外(EUV:Extreme Ultra-violet)光或X射线等。另外,也可以使用电子束代替用于曝光的光。当使用极紫外光、X射线或电子束时,可以进行极其微细的加工,所以是优选的。注意,在通过利用电子束等光束进行扫描而进行曝光时,不需要光掩模。

[0132] 作为薄膜的蚀刻方法,可以利用干蚀刻法、湿蚀刻法及喷砂法等。

[0133] [衬底101的准备]

作为衬底101,可以使用至少具有能够承受后面的热处理程度的耐热性的衬底。在使用绝缘衬底作为衬底101的情况下,可以使用玻璃衬底、石英衬底、蓝宝石衬底、陶瓷衬底、有机树脂衬底等。此外,还可以使用以硅或碳化硅等为材料的单晶半导体衬底或多晶半导体衬底、以硅锗等为材料的化合物半导体衬底、SOI衬底等半导体衬底。

[0134] 尤其是,衬底101优选使用在上述半导体衬底或绝缘衬底上形成有包括晶体管等半导体元件的半导体电路的衬底。该半导体电路优选例如构成像素电路、栅极线驱动电路(栅极驱动器)、源极线驱动电路(栅极驱动器)等。除此以外,还可以构成运算电路、存储电路等。

[0135] 在衬底101的最上部设置绝缘层105。在绝缘层105中设置到达设置在衬底101中的晶体管、布线或电极等的多个开口。该开口可以通过光刻法形成。

[0136] 作为绝缘层105可以使用无机绝缘材料或有机绝缘材料。

[0137] [导电层161、树脂层163、导电层162、像素电极111的形成]

在绝缘层105上沉积将成为导电层161的导电膜。此时,由于绝缘层105的开口而导电膜中形成凹部。

[0138] 接着,在该导电膜的凹部上形成树脂层163。

[0139] 作为树脂层163优选使用感光性树脂。此时,先沉积树脂膜后经过光掩模使树脂膜曝光,然后进行显影处理,由此可以形成树脂层163。然后,也可以通过灰化等对树脂层163的顶部进行蚀刻,以调整树脂层163的顶面高度。

[0140] 另外,当作为树脂层163使用非感光性树脂时,在沉积树脂膜之后通过灰化等对树脂膜的顶部进行蚀刻到将成为导电层161的导电膜的表面露出,以使该树脂层的厚度最合适,由此可以形成树脂层163。

[0141] 接着,在将成为导电层161的导电膜及树脂层163上沉积将成为导电层162的导电膜。然后,通过光刻法在两层导电膜上形成抗蚀剂掩模,通过蚀刻去除导电膜的不需要的部分。然后,去除抗蚀剂掩模,由此可以以同一工序形成导电层161及导电层162。

[0142] 在此,使用同一光掩模以同一工序形成导电层161及导电层162,但也可以使用不同光掩模分别形成导电层161及导电层162。此时,优选的是,以在俯视时导电层161被包括在导电层162的轮廓的内侧的方式加工导电层161和导电层162。

[0143] 接着,覆盖导电层161及导电层162形成导电膜,通过蚀刻去除该导电膜的一部分,由此形成像素电极111及连接电极111C(图7A)。此时,如图7A所示,优选以包括导电层161及导电层162的方式形成像素电极111及连接电极111C,由此导电层161及导电层162不暴露于形成像素电极111等时的蚀刻气氛。

[0144] [有机层115的形成]

接着,在像素电极111上沉积有机层115(图7B)。有机层115优选不使用FMM进行沉积。

[0145] 注意,也可以使用FMM分别形成有机层115。在此情况下,可以参照后面的有机层112R等的记载。

[0146] 有机层115可以优选利用真空蒸镀法形成。此外,也可以利用溅射法或喷墨法等形成。另外,不局限于此,可以适当地使用上述沉积方法。

[0147] [有机层112R、有机层112G、有机层112B及有机层155的形成]

接着,以包括有机层115上且重叠于像素电极111R的区域的方式形成岛状有机层112R。

[0148] 有机层112R优选利用通过FMM的真空蒸镀法形成。另外,也可以利用使用FMM的溅射法或喷墨法形成岛状有机层112R。

[0149] 图7C示出通过FMM151R沉积有机层112R的状况。图7C示出利用在被形成面位于下侧的方式倒转衬底的状态下进行沉积的所谓的面朝下(facedown)方式进行沉积的状况。

[0150] 在使用FMM的蒸镀法等中,在多情况下蒸镀在大于FMM的开口图案的范围上。因此,如图7C中的虚线所示,即使使用其开口图案与像素电极111R的图案相同的FMM151R,有机层

112R也可被沉积到像素电极111R与相邻于该像素电极111R的像素电极之间的区域。

[0151] 接着,使用FMM151G在像素电极111G上形成有机层112G(图8A)。

[0152] 与有机层112R同样,作为有机层112G也可形成扩大到像素电极111G的外侧的图案。其结果是,如图9A中的区域RG所示,可在有机层112R上形成层叠了有机层112G的部分。

[0153] 接着,使用FMM151B(未图示)在像素电极111B上形成有机层112B。然后,使用FMM151S在像素电极111S上形成有机层155。

[0154] 与有机层112R及有机层112G同样,作为有机层112B及有机层155也形成延伸到像素电极111B或像素电极111S的外侧的图案。其结果是,如图8B所示,形成有机层112G上层叠有有机层112B的区域GB、有机层112B上层叠有有机层155的区域BS以及有机层112R上层叠有有机层155的区域RS。另外,虽未在此示出,但是也形成有机层112G上层叠有有机层155的区域及有机层112R上层叠有有机层112B的区域等。

[0155] 在此,优选的是,不在连接电极111C上形成有机层112R、有机层112G、有机层112B及有机层155。

[0156] 在此,按有机层112R、有机层112G、有机层112B及有机层155的顺序形成,但形成顺序不局限于此。

[0157] [有机层116的形成]

接着,覆盖有机层112R、有机层112G、有机层112B及有机层155形成有机层116(图8C)。有机层116可以以与有机层115同样的方法形成。

[0158] [牺牲膜144的形成]

接着,覆盖有机层116形成牺牲膜144。

[0159] 牺牲膜144可以使用对有机层115、有机层112、有机层155及有机层116的蚀刻处理具有高耐性的膜,即蚀刻选择比大的膜。另外,牺牲膜144可以使用相对于后面说明的牺牲膜146等牺牲膜的蚀刻选择比大的膜。并且,牺牲膜144尤其优选使用可通过给有机层115、有机层112、有机层155及有机层116带来的损伤少的湿蚀刻法去除的膜。

[0160] 作为牺牲膜144,例如可以适当地使用金属膜、合金膜、金属氧化物膜、半导体膜、无机绝缘膜等无机膜。牺牲膜144通过利用溅射法、蒸镀法、CVD法、ALD法等各种沉积方法形成。

[0161] 尤其是,由于ALD法对于被形成层的沉积损伤小,所以直接形成在有机层116上的牺牲膜144优选利用ALD法形成。

[0162] 作为牺牲膜144,例如可以使用金、银、铂、镁、镍、钨、铬、钼、铁、钴、铜、钯、钛、铝、钇、锆及钽等金属材料或者包含该金属材料的合金材料。尤其优选使用铝或银等低熔点材料。

[0163] 另外,作为牺牲膜144可以使用铟镓锌氧化物(In-Ga-Zn氧化物,也记为IGZO)等金属氧化物。并且,可以使用氧化铟、铟锌氧化物(In-Zn氧化物)、铟锡氧化物(In-Sn氧化物)、铟钛氧化物(In-Ti氧化物)、铟锡锌氧化物(In-Sn-Zn氧化物)、铟钛锌氧化物(In-Ti-Zn氧化物)、铟镓锡锌氧化物(In-Ga-Sn-Zn氧化物)等。或者,也可以使用包含硅的铟锡氧化物等。

[0164] 注意,也可以应用于使用元素M(M为铝、硅、硼、钇、铜、钒、铍、钛、铁、镍、锗、钼、镧、铈、钕、钐、钆、钇、钨和镁中的一种或多种)代替上述镓的情况。尤其是,M优选为镓、铝和钇

中的一种或多种。

[0165] 另外,作为牺牲膜144可以使用氧化铝、氧化镓、氧化硅等氧化物、氮化硅、氮化铝等氮化物或者氧氮化硅等氧氮化物。这样的无机绝缘材料可以利用溅射法、CVD法或ALD法等沉积方法形成。

[0166] 作为牺牲膜144,也可以使用可溶解于至少对位于EL层的最上部的有机层116化学上稳定的溶剂的材料。尤其是,可以将溶解于水或醇的材料适当地用于牺牲膜144。当沉积牺牲膜144时,优选的是,在溶解于水或醇等溶剂的状态下以湿式的沉积方法进行涂布,然后进行用来使溶剂蒸发的加热处理。此时,优选在减压气氛下进行加热处理,由此可以在低温且短时间下去除溶剂,而可以降低给EL层带来的热损伤。

[0167] 作为用来形成牺牲膜144的湿式沉积方法,有旋涂法、浸渍法、喷涂法、喷墨法、分配器法、丝网印刷法、胶版印刷法、刮刀(doctor knife)法、狭缝式涂布法、辊涂法、帘式涂布法、刮刀式涂布法等。

[0168] 作为牺牲膜144,可以使用聚乙烯醇(PVA)、聚乙烯醇缩丁醛、聚乙烯吡咯烷酮、聚乙二醇、聚甘油、普鲁兰、水溶性纤维素或者醇可溶性聚酰胺树脂等有机材料。

[0169] [牺牲膜146的形成]

接着,在牺牲膜144上形成牺牲膜146。

[0170] 牺牲膜146是被用作后面对牺牲膜144进行蚀刻时的硬掩模的膜。另外,在后面的牺牲膜146的加工时,牺牲膜144露出。因此,作为牺牲膜144和牺牲膜146,选择它们之间的蚀刻选择比大的膜的组合。由此,可以根据牺牲膜144的蚀刻条件以及牺牲膜146的蚀刻条件而选择可用作牺牲膜146的膜。

[0171] 牺牲膜146可以根据牺牲膜144的蚀刻条件以及牺牲膜146的蚀刻条件从各种材料中选择。例如,可以从可用于上述牺牲膜144的膜中选择。

[0172] 例如,作为牺牲膜146可以使用氧化物膜。典型地也可以使用氧化硅、氧氮化硅、氧化铝、氧氮化铝、氧化镓、氧氮化镓等氧化物膜或氧氮化物膜。

[0173] 另外,作为牺牲膜146,例如可以使用氮化物膜。具体而言,可以使用氮化硅、氮化铝、氮化镓、氮化钛、氮化钽、氮化钨、氮化镓、氮化锗等氮化物。

[0174] 例如,优选的是,作为牺牲膜144使用利用ALD法形成的氧化铝、氧化镓、氧化硅等的无机绝缘材料,作为牺牲膜146使用利用溅射法形成的铟镓锌氧化物(也记为In-Ga-Zn氧化物或IGZO)等的含铟的金属氧化物。或者,作为牺牲膜146优选使用钨、钼、铜、铝、钛及钽等金属或者包含该金属的合金。

[0175] 另外,作为牺牲膜146也可以使用可用于有机层115、有机层112、有机层155及有机层116等的有机膜。例如,可以将与用于有机层115、有机层112、有机层155或有机层116的有机膜相同的膜用于牺牲膜146。通过使用这种有机膜,可以与有机层115、有机层112、有机层155及有机层116等共同使用沉积装置,所以是优选的。再者,当将后面的牺牲层作为掩模对有机层115、有机层112、有机层155及有机层116等进行蚀刻时可以同时去除该牺牲层,所以可以简化工序。

[0176] [抗蚀剂掩模143的形成]

接着,在牺牲膜146上且与像素电极111R、像素电极111G、像素电极111B、像素电极111S及连接电极111C重叠的位置分别形成抗蚀剂掩模143(图9A)。

[0177] 抗蚀剂掩模143可以使用正型抗蚀剂材料或负型抗蚀剂材料等的含有感光性树脂的抗蚀剂材料。

[0178] 在此,当以没有牺牲膜146的状态在牺牲膜144上形成抗蚀剂掩模143时,在牺牲膜144中有针孔等缺陷的情况下,有可能因抗蚀剂材料的溶剂而有机层115、有机层112、有机层155及有机层116溶解。通过使用牺牲膜146,可以防止发生这种不良。

[0179] 注意,在作为抗蚀剂材料的溶剂使用不溶解有机层115、有机层112、有机层155及有机层116的材料的情况等下,有时也可以在牺牲膜144上直接形成抗蚀剂掩模143而不使用牺牲膜146。

[0180] [牺牲膜146的蚀刻]

接着,通过蚀刻去除牺牲膜146的不被抗蚀剂掩模143覆盖的一部分,来形成带状牺牲层147。

[0181] 当对牺牲膜146进行蚀刻时,优选采用选择比高的蚀刻条件以防止牺牲膜144被该蚀刻去除。牺牲膜146的蚀刻可以利用湿蚀刻或干蚀刻进行,但通过利用干蚀刻,可以抑制牺牲层147的图案缩小。

[0182] [抗蚀剂掩模143的去除]

接着,去除抗蚀剂掩模143。

[0183] 抗蚀剂掩模143的去除可以利用湿蚀刻或干蚀刻进行。尤其优选的是,利用将氧气体用作蚀刻气体的干蚀刻(也称为等离子体灰化)去除抗蚀剂掩模143。

[0184] 此时,抗蚀剂掩模143的去除由于在有机层116被牺牲膜144覆盖的状态下进行,因此有机层115、有机层112、有机层155及有机层116所受的影响得到抑制。尤其是,在有机层115、有机层112、有机层155及有机层116暴露于氧时有时给电特性带来负面影响,所以在进行等离子体灰化等利用氧气体的蚀刻的情况下这是优选的。另外,在通过湿蚀刻去除抗蚀剂掩模143的情况下,因为有机层116等不暴露于药液,所以也可以防止有机层116等溶解。

[0185] [牺牲膜144的蚀刻]

接着,将牺牲层147用作硬掩模通过蚀刻去除牺牲膜144的一部分,来形成牺牲层145(图9B)。

[0186] 牺牲膜144的蚀刻可以利用湿蚀刻或干蚀刻进行,但优选利用干蚀刻,由此可以抑制图案的缩小。

[0187] [有机层116、有机层112、有机层155及有机层115的蚀刻]

接着,通过蚀刻去除不被牺牲层145覆盖的有机层116、有机层112、有机层155及有机层115的一部分,来形成狭缝120。同时,连接电极111C的顶面也露出。

[0188] 此时,通过蚀刻有机层112R、有机层112G、有机层112B及有机层155的一部分被分割,形成有机层112R的断片的层135R、有机层112G的断片的层135G、有机层112B的断片的层135B以及有机层155的断片的层135S。

[0189] 尤其是,有机层116、有机层112、有机层155及有机层115的蚀刻优选利用使用主要成分中不包含氧的蚀刻气体的干蚀刻。由此,可以抑制有机层116、有机层112、有机层155及有机层115的变质,而可以实现可靠性高的显示装置。作为主要成分中不包含氧的蚀刻气体,例如可以举出 CF_4 、 C_4F_8 、 SF_6 、 CHF_3 、 Cl_2 、 H_2O 、 BCl_3 、 H_2 或者稀有气体诸如He等。另外,可以将上述气体和不包含氧的稀释气体的混合气体用作蚀刻气体。

[0190] 注意,有机层116、有机层112、有机层155及有机层115的蚀刻不局限于上述方法,可以利用使用其他气体的干蚀刻进行,也可以利用湿蚀刻进行。

[0191] 另外,在作为有机层116、有机层112、有机层155及有机层115的蚀刻利用将氧气体或含有氧气体的混合气体用于蚀刻气体的干蚀刻时,可以提高蚀刻速率。由此,可以在将蚀刻速率保持为足够的速度的状态下以低功率的条件进行蚀刻,因此可以降低蚀刻所带来的损伤。并且,可以抑制蚀刻时发生的反应生成物的附着等不良。例如,作为蚀刻气体,可以使用对上述主要成分中不包含氧的蚀刻气体添加氧气体的混合气体。

[0192] 在对有机层116、有机层112、有机层155及有机层115进行蚀刻时绝缘层105露出。因此,作为绝缘层105优选使用对有机层115的蚀刻具有高耐性的膜。注意,在对有机层115进行蚀刻时有时绝缘层105的顶部被蚀刻而不被有机层115的部分薄膜化。

[0193] 另外,也可以在有机层116、有机层112、有机层155或有机层115的蚀刻的同时对牺牲层147进行蚀刻。通过以同一个处理对有机层116、有机层112、有机层155或有机层115与牺牲层147进行蚀刻,可以简化工序,而可以减少显示装置的制造成本,因此是优选的。

[0194] [牺牲层的去除]

接着,去除牺牲层147,使牺牲层145的顶面露出(图9C)。此时,牺牲层145优选残留。此外,这时点也可以不去除牺牲层147。

[0195] [绝缘膜125f的形成]

接着,覆盖牺牲层145及狭缝120沉积绝缘膜125f。

[0196] 绝缘膜125f被用作防止水等杂质扩散到EL层的阻挡层。绝缘膜125f优选利用台阶覆盖性优异的ALD法形成,由此可以适当地覆盖EL层的侧面。

[0197] 绝缘膜125f优选使用与牺牲层145相同的膜,由此可以在后面工序中同时进行蚀刻。例如,优选将利用ALD法形成的氧化铝、氧化铪、氧化硅等无机绝缘材料用于绝缘膜125f及牺牲层145。

[0198] 注意,可用于绝缘膜125f的材料不局限于此,可以适当地使用可用于上述牺牲膜144的材料。

[0199] [树脂层126的形成]

接着,在重叠于狭缝120的区域中形成树脂层126(图10A)。树脂层126可以以与树脂层163同样的方法形成。

[0200] 在此,示出以其宽度大于狭缝120的宽度的方式形成树脂层126的情况的例子。

[0201] [绝缘膜125f、牺牲层145的蚀刻]

接着,通过蚀刻去除绝缘膜125f及牺牲层145的不被树脂层126覆盖的部分,使有机层116的顶面露出。由此,同时在被树脂层126覆盖的区域中形成绝缘层125及牺牲层145(图10B)。

[0202] 优选的是,以同一工序对绝缘膜125f及牺牲层145进行蚀刻。尤其是,牺牲层145的蚀刻优选通过给有机层116带来的蚀刻损伤较低的湿蚀刻进行。例如,优选利用使用四甲基氢氧化铵(TMAH)水溶液、稀氢氟酸、草酸、磷酸、乙酸、硝酸或它们的混合液体的湿蚀刻。

[0203] 或者,优选将绝缘膜125f和牺牲层145中的任一方或双方溶解于水或醇等溶剂而去除。在此,作为可溶解绝缘膜125f及牺牲层145的醇,可以利用乙醇、甲醇、异丙醇(IPA)或甘油等各种醇。

[0204] 为了在去除绝缘膜125f及牺牲层145之后去除包含在有机层115、有机层112、有机层115及有机层116等内部的水及吸附于表面的水,优选进行干燥处理。例如,优选在非活性气体气氛或减压气氛下进行加热处理。在加热处理中,作为衬底温度可以在50℃以上且200℃以下,优选在60℃以上且150℃以下,更优选在70℃以上且120℃以下的温度下进行。通过采用减压气氛,可以以更低温进行干燥,所以是优选的。

[0205] [有机层114的形成]

接着,覆盖有机层116、绝缘层125、牺牲层145及树脂层126等沉积有机层114。

[0206] 有机层114可以使用与有机层115等同样的方法沉积。在利用蒸镀法沉积有机层114时,也可以以不使有机层114沉积在连接电极111C上的方式使用遮蔽掩模沉积。

[0207] [公共电极113的形成]

接着,以覆盖有机层114的方式形成公共电极113。

[0208] 公共电极113可以通过蒸镀法或溅射法等沉积方法形成。或者,也可以层叠通过蒸镀法形成的膜与通过溅射法形成的膜。

[0209] 公共电极113优选以包括沉积有机层114的区域的方式形成。就是说,有机层114的端部可以与公共电极113重叠。公共电极113也可以使用遮蔽掩模形成。

[0210] 在图10C中,作为连接部130,示出在连接电极111C与公共电极113之间夹持有有机层114的例子。此时,作为有机层114优选使用电阻尽可能低的材料。或者,通过尽可能形成得薄,优选降低有机层114的厚度方向的电阻。例如,通过作为有机层114使用厚度为1nm以上且5nm以下,优选为1nm以上且3nm以下的电子注入性或空穴注入性的材料,有时可以使连接电极111C与公共电极113之间的电阻小到忽略的程度。

[0211] [保护层的形成]

接着,在公共电极113上形成保护层121(图10C)。在沉积用于保护层121的无机绝缘膜时优选使用溅射法、PECVD法或ALD法。尤其是,ALD法是台阶覆盖性良好且不容易产生针孔等缺陷的方法,所以是优选的。另外,在沉积有机绝缘膜时,由于可以在所希望的区域均匀地形成膜,所以优选使用喷墨法。

[0212] 通过上述工序,可以制造图6A所示的显示装置。

[0213] 注意,以上示出以其宽度大于狭缝120的宽度的方式形成树脂层126的情况的例子,但也可以以其宽度与狭缝120的宽度一致的方式形成树脂层126。

[0214] 图11A是在形成绝缘膜125f之后形成树脂层126这时点的截面示意图。

[0215] 例如,如图11A所示,通过形成其宽度大于狭缝120的树脂层126而然后利用灰化等对树脂层126的顶部进行蚀刻,可以只在狭缝120的内部形成树脂层126。此时,优选尽可能使树脂层126的顶面的高度与相邻的有机层116的顶面的高度一致。由此,可以减少重叠与狭缝120的部分与其两端的台阶,而可以提高有机层114等的台阶覆盖性。

[0216] 接着,与上述同样地对绝缘膜125f及牺牲层145进行蚀刻(图11B)。此时,因为牺牲层145没有被树脂层126覆盖的部分,所以牺牲层145被去除而不残留断片。

[0217] 接着,通过与上述同样的方法形成有机层114、公共电极113及保护层121,可以如图11C所示那样制造显示装置。

[0218] 另外,图11C示出在连接电极111C与公共电极113之间不设置有机层114的情况的例子。因为连接电极111C与公共电极113接触,所以可以使它们之间的接触电阻极少,而可

以降低功耗。

[0219] 以上是显示装置的制造方法例子的说明。

[0220] 本实施方式的至少一部分可以与本说明书所记载的其他实施方式适当地组合而实施。

[0221] (实施方式2)

在本实施方式中,说明本发明的一个方式的显示装置的结构例子。在此作为可以显示图像的显示装置进行说明,但是发光元件通过被用作光源也可以被用作显示装置。

[0222] 另外,本实施方式的显示装置可以为高分辨率的显示装置或大型显示装置。因此,例如也可以将本实施方式的显示装置用作如下装置的显示部:具有较大的屏幕的电子设备诸如电视装置、台式或笔记本型个人计算机、用于计算机等的显示器、数字标牌、弹珠机等大型游戏机等;数码相机;数字视频摄像机;数码相框;移动电话机;便携式游戏机;智能手机;手表型终端;平板终端;便携式信息终端;声音再现装置。

[0223] [发光装置400]

图12示出发光装置400的立体图,图13A示出发光装置400的截面图。

[0224] 显示装置400具有贴合衬底452与衬底451的结构。在图12中,以虚线表示衬底452。

[0225] 显示装置400包括显示部462、电路464及布线465等。图12示出显示装置400中安装有IC473及FPC472的例子。因此,也可以将图13所示的结构称为包括显示装置400、IC(集成电路)及FPC的显示模块。

[0226] 作为电路464,例如可以使用扫描线驱动电路。

[0227] 布线465具有对显示部462及电路464供应信号及电力的功能。该信号及电力从外部经由FPC472输入到布线465或者从IC473输入到布线465。

[0228] 图12示出通过COG(Chip On Glass:玻璃覆晶封装)方式或COF(Chip on Film:薄膜覆晶封装)方式等在衬底451上设置IC473的例子。作为IC473,例如可以使用包括扫描线驱动电路或信号线驱动电路等的IC。注意,显示装置400及显示模块不一定必须设置有IC。此外,也可以将IC利用COF方式等安装于FPC。

[0229] 图13A示出截断显示装置400的包括FPC472的区域的一部分、电路464的一部分、显示部462的一部分及包括连接部的区域的一部分时的截面的一个例子。图13A尤其示出截断显示部462中的包括发射绿色光(G)的发光元件430b及接收反射光(L)的受光元件440的区域时的截面的一个例子。

[0230] 图13A所示的显示装置400在衬底451与衬底452之间包括晶体管252、晶体管260、晶体管258、发光元件430b及受光元件440等。

[0231] 发光元件430b及受光元件440可以使用上面例示出的发光元件或受光元件。

[0232] 在此,当显示装置的像素包括具有发出彼此不同的光的发光元件的三个子像素时,作为该三个子像素可以举出红色(R)、绿色(G)、蓝色(B)这三个颜色的子像素、黄色(Y)、青色(C)及品红色(M)这三个颜色的子像素等。当包括四个上述子像素时,作为该四个子像素可以举出R、G、B及白色(W)这四个颜色的子像素、R、G、B及Y这四个颜色的子像素等。此外,子像素也可以包括发射红外光的发光元件。

[0233] 此外,作为受光元件440可以使用对红色、绿色或蓝色的波长区域的光具有灵敏度的光电转换元件或者对红外的波长区域的光具有灵敏度的光电转换元件。

[0234] 此外,衬底452和保护层416通过粘合层442贴合。粘合层442分别与发光元件430b及受光元件440重叠,显示装置400采用固体密封结构。衬底452设有遮光层417。

[0235] 发光元件430b及受光元件440作为像素电极包括导电层411a、导电层411b及导电层411c。导电层411b对可见光具有反射性,被用作反射电极。导电层411c对可见光具有透过性,被用作光学调整层。

[0236] 发光元件430b中的导电层411a通过设置在绝缘层294中的开口电连接到晶体管260所包括的导电层272b。晶体管260具有控制发光元件的驱动的功能。另一方面,受光元件440中的导电层411a与晶体管258中的导电层272b电连接。晶体管258具有使用受光元件440控制曝光的时机的功能。

[0237] 覆盖像素电极设有EL层412G或PD层412S。以接触于EL层412G的侧面及PD层412S的侧面的方式设有绝缘层421,以填充绝缘层421的凹部的方式设有树脂层422。覆盖EL层412G及PD层412S设有有机层414、公共电极413及保护层416。通过形成覆盖发光元件的保护层416,可以抑制水等杂质进入发光元件,由此可以提高发光元件的可靠性。

[0238] 另外,以与绝缘层421接触地设有层415G及层415S。层415G包含与EL层412G相同的材料,层415S包含与PD层412S相同的材料。

[0239] 发光元件430b发射的光G被发射到衬底452一侧。受光元件440通过衬底452接收光L并将其转换为电信号。衬底452优选使用对可见光的透过性高的材料。

[0240] 晶体管252、晶体管260及晶体管258都设置在衬底451上。这些晶体管可以使用同一材料及同一工序形成。

[0241] 注意,也可以以具有不同结构的方式分别制造晶体管252、晶体管260及晶体管258。例如,也可以分别制造有背栅极或没有背栅级的晶体管,也可以分别制造半导体、栅电极、栅极绝缘层、源电极及漏电极的材料和厚度中的一方或双方不同的晶体管。

[0242] 衬底451和绝缘层262被粘合层455贴合。

[0243] 显示装置400的制造方法为如下:首先,使用粘合层442将设置有绝缘层262、各晶体管、各发光元件及受光元件等的制造衬底与设置有遮光层417的衬底452贴合在一起;然后,剥离制造衬底而将其贴合在露出的衬底451,来将形成在制造衬底上的各构成要素转置到衬底451。衬底451和衬底452优选具有柔性。由此,可以提高显示装置400的柔性。

[0244] 衬底451的不与衬底452重叠的区域中设置有连接部254。在连接部254中,布线465通过导电层466及连接层292与FPC472电连接。导电层466可以通过对与像素电极相同的导电膜进行加工来获得。因此,通过连接层292可以使连接部254与FPC472电连接。

[0245] 晶体管252、晶体管260及晶体管258包括:用作栅极的导电层271;用作栅极绝缘层的绝缘层261;包含沟道形成区域281i及一对低电阻区域281n的半导体层281;与一对低电阻区域281n中的一个连接的导电层272a;与一对低电阻区域281n中的另一个连接的导电层272b;用作栅极绝缘层的绝缘层275;用作栅极的导电层273;以及覆盖导电层273的绝缘层265。绝缘层261位于导电层271与沟道形成区域281i之间。绝缘层275位于导电层273与沟道形成区域281i之间。

[0246] 导电层272a及导电层272b通过设置在绝缘层265中的开口与低电阻区域281n连接。导电层272a及导电层272b中的一个用作源极,另一个用作漏极。

[0247] 图13A示出绝缘层275覆盖半导体层的顶面及侧面的例子。导电层272a及导电层

272b通过设置在绝缘层275及绝缘层265中的开口与低电阻区域281n连接。

[0248] 另一方面,在图13B所示的晶体管259中,绝缘层275与半导体层281的沟道形成区域281i重叠而不与低电阻区域281n重叠。例如,通过以导电层273为掩模加工绝缘层275,可以形成图13B所示的结构。在图13B中,绝缘层265覆盖绝缘层275及导电层273,并且导电层272a及导电层272b分别通过绝缘层265的开口与低电阻区域281n连接。再者,还可以设置有覆盖晶体管的绝缘层268。

[0249] 对本实施方式的显示装置所包括的晶体管结构没有特别的限制。例如,可以采用平面型晶体管、交错型晶体管或反交错型晶体管等。此外,晶体管都可以具有顶栅结构或底栅结构。或者,也可以在形成沟道的半导体层上下设置栅极。

[0250] 作为晶体管252、晶体管260及及晶体管258,采用两个栅极夹着形成沟道的半导体层的结构。此外,也可以连接两个栅极,并通过对该两个栅极供应同一信号,来驱动晶体管。或者,通过对两个栅极中的一个施加用来控制阈值电压的电位,对另一个施加用来进行驱动的电位,可以控制晶体管的阈值电压。

[0251] 对用于晶体管的半导体层的半导体材料的结晶性也没有特别的限制,可以使用非晶半导体、单晶半导体或者单晶半导体以外的具有结晶性的半导体(微晶半导体、多晶半导体或其一部分具有结晶区域的半导体)。当使用单晶半导体或具有结晶性的半导体时可以抑制晶体管的特性劣化,所以是优选的。

[0252] 晶体管的半导体层优选使用金属氧化物(氧化物半导体)。就是说,本实施方式的显示装置优选使用在沟道形成区中包含金属氧化物的晶体管(以下,0S晶体管)。

[0253] 用于晶体管的半导体层的金属氧化物的带隙优选为2eV以上,更优选为2.5eV以上。通过使用带隙较宽的金属氧化物,可以减小0S晶体管的关态电流(off-state current)。

[0254] 金属氧化物优选至少包含镧或铟,更优选包含镧及铟。例如,金属氧化物优选包含镧、M(M为选自镓、铝、铋、锡、硅、硼、铜、钒、铍、钛、铁、镍、锆、锆、钼、镧、铈、钕、钐、钆、铟、铊、铋和钴中的一种或多种)及铟。尤其是,M优选为选自镓、铝、铋和锡中的一种或多种,更优选为镓。注意,以下有时将包含镧、M及铟的金属氧化物称为In-M-Zn氧化物。

[0255] 在金属氧化物使用In-M-Zn氧化物时,该In-M-Zn氧化物中的In的原子数比优选为M的原子数比以上。作为这种In-M-Zn氧化物的金属元素的原子数比,可以举出In:M:Zn=1:1:1或其附近的组成、In:M:Zn=1:1:1.2或其附近的组成、In:M:Zn=2:1:3或其附近的组成、In:M:Zn=3:1:2或其附近的组成、In:M:Zn=4:2:3或其附近的组成、In:M:Zn=4:2:4.1或其附近的组成、In:M:Zn=5:1:3或其附近的组成、In:M:Zn=5:1:6或其附近的组成、In:M:Zn=5:1:7或其附近的组成、In:M:Zn=5:1:8或其附近的组成、In:M:Zn=6:1:6或其附近的组成、In:M:Zn=5:2:5或其附近的组成等。此外,附近的组成包括所希望的原子数比的±30%的范围。通过增大金属氧化物中的镧的原子数比,可以提高晶体管的通态电流(on-state current)或场效应迁移率等。

[0256] 例如,当记载为金属元素的原子数比为In:Ga:Zn=4:2:3或其附近的组成时包括如下情况:In为4时,Ga为1以上且3以下,Zn为2以上且4以下。此外,当记载为金属元素的原子数比为In:Ga:Zn=5:1:6或其附近的组成时包括如下情况:In为5时,Ga大于0.1且为2以下,Zn为5以上且7以下。此外,当记载为金属元素的原子数比为In:Ga:Zn=1:1:1或其附近

的组成时包括如下情况:In为1时,Ga大于0.1且为2以下,Zn大于0.1且为2以下。

[0257] In-M-Zn氧化物中的In的原子数比也可以小于M的原子数比。作为这种In-M-Zn氧化物的金属元素的原子数比,可以举出In:M:Zn=1:3:2或其附近的组成、In:M:Zn=1:3:3或其附近的组成、In:M:Zn=1:3:4或其附近的组成等。通过增大金属氧化物中的M的原子数比,可以使In-M-Zn氧化物的带隙更宽而可以提高相对于光负偏压应力测试的耐性。具体而言,可以减小在晶体管的NBTIS(Negative Bias Temperature Illumination Stress)测试中测量的阈值电压的变化量或漂移电压(Vsh)的变化量。注意,漂移电压(Vsh)被定义为在晶体管的漏极电流(I_d)-栅极电压(V_g)曲线的倾斜程度最大的点的切线与I_d=1pA的直线交叉处的V_g。

[0258] 或者,晶体管的半导体层也可以包含硅。作为硅,可以举出非晶硅、结晶硅(低温多晶硅、单晶硅等)等。

[0259] 尤其是低温多晶硅的迁移率较高,可以在玻璃衬底上形成,所以可以适当地用于显示装置。例如,作为驱动电路中的晶体管252等,可以使用将低温多晶硅用于半导体层的晶体管,作为像素中的晶体管260、晶体管258等,可以使用将氧化物半导体用于半导体层的晶体管。

[0260] 或者,晶体管的半导体层也可以具有被用作半导体的层状物质。层状物质是具有层状结晶结构的材料群的总称。层状结晶结构是由共价键或离子键形成的层通过如范德华力那样的比共价键或离子键弱的键合层叠的结构。层状物质在单位层中具有高导电性,即,具有高二维导电性。通过将用作半导体并具有高二维导电性的材料用于沟道形成区域,可以提供通态电流高的晶体管。

[0261] 作为上述层状物质,例如可以举出石墨烯、硅烯、硫族化物等。硫族化物是包含氧族元素(属于第16族的元素)的化合物。此外,作为硫族化物,可以举出过渡金属硫族化物、第13族硫族化物等。作为能够被用作晶体管的半导体层的过渡金属硫族化物,具体地可以举出硫化钼(典型的是MoS₂)、硒化钼(典型的是MoSe₂)、碲化钼(典型的是MoTe₂)、硫化钨(典型的是WS₂)、硒化钨(典型的是WSe₂)、碲化钨(典型的是WTe₂)、硫化铪(典型的是HfS₂)、硒化铪(典型的是HfSe₂)、硫化锆(典型的是ZrS₂)、硒化锆(典型的是ZrSe₂)等。

[0262] 注意,图13A所示的显示装置包括0S晶体管且发光元件间的公共层分离。通过采用该结构,可以使可流过晶体管的泄漏电流以及可在相邻的发光元件间流过的泄漏电流(也称为横向泄漏电流、侧泄漏电流等)极低。另外,通过采用上述结构,在图像显示在显示装置上时观看者可以观测到图像的鲜锐度、图像的锐度、高色饱和度和高对比度中的任一个或多个。另外,通过采用可流过晶体管的泄漏电流及发光元件间的横向泄漏电流极低的结构,可以进行在显示黑色时可发生的光泄露(所谓的泛黑)等极少的显示(也称为全黑色显示)。

[0263] 尤其是,在从MML结构的发光器件中采用分别涂布结构(SBS结构)时,设置在发光元件间的层(例如是在发光元件间共同使用的有机层,也称为公共层)被分割,由此可以进行没有侧泄漏或侧泄漏极少的显示。

[0264] 电路464所包括的晶体管和显示部462所包括的晶体管既可以具有相同的结构,又可以具有不同的结构。电路464所包括的多个晶体管既可以具有相同的结构,又可以具有两种以上的不同结构。与此同样,显示部462所包括的多个晶体管既可以具有相同的结构,又可以具有两种以上的不同结构。

[0265] 优选的是,将水及氢等杂质不容易扩散的材料用于覆盖晶体管的绝缘层中的至少一个。由此,可以将该绝缘层用作阻挡层。通过采用这种结构,可以有效地抑制杂质从外部扩散到晶体管中,从而可以提高显示装置的可靠性。

[0266] 作为绝缘层261、绝缘层262、绝缘层265、绝缘层268及绝缘层275优选使用无机绝缘膜。作为无机绝缘膜,例如可以使用氮化硅膜、氧氮化硅膜、氧化硅膜、氮氧化硅膜、氧化铝膜、氮化铝膜等。此外,也可以使用氧化铪膜、氧化钇膜、氧化锆膜、氧化镓膜、氧化钽膜、氧化镁膜、氧化镧膜、氧化铈膜及氧化钼膜等。此外,也可以层叠上述无机绝缘膜中的两个以上。

[0267] 这里,有机绝缘膜的阻挡性在很多情况下低于无机绝缘膜。因此,有机绝缘膜优选在显示装置400的端部附近包括开口。由此,可以抑制杂质从显示装置400的端部通过有机绝缘膜进入。此外,也可以以其端部位于显示装置400的端部的内侧的方式形成有机绝缘膜,以使有机绝缘膜不暴露于显示装置400的端部。

[0268] 被用作平坦化层的绝缘层294优选使用有机绝缘膜。作为能够用于有机绝缘膜的材料,例如可以使用丙烯酸树脂、聚酰亚胺树脂、环氧树脂、聚酰胺树脂、聚酰亚胺酰胺树脂、硅氧烷树脂、苯并环丁烯类树脂、酚醛树脂及上述树脂的前体等。

[0269] 优选在衬底452的衬底451一侧的面设置遮光层417。此外,可以在衬底452的外侧配置各种光学构件。作为光学构件,可以使用偏振片、相位差板、光扩散层(扩散薄膜等)、防反射层及聚光薄膜(condensing film)等。此外,在衬底452的外侧也可以配置抑制尘埃的附着的抗静电膜、不容易被弄脏的具有拒水性的膜、抑制使用时的损伤的硬涂膜、冲击吸收层等。

[0270] 在图13A中示出连接部278。在连接部278中,公共电极413与布线电连接。图13A示出作为该布线采用与像素电极相同的叠层结构的情况的例子。

[0271] 衬底451及衬底452可以使用玻璃、石英、陶瓷、蓝宝石以及树脂等。从发光元件取出光一侧的衬底使用使该光透过的材料。通过将具有柔性的材料用于衬底451及衬底452,可以提高显示装置的柔性。作为衬底451或衬底452,可以使用偏振片。

[0272] 作为衬底451及衬底452,可以使用如下材料:聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)或聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)等聚酯树脂、聚丙烯腈树脂、丙烯酸树脂、聚酰亚胺树脂、聚甲基丙烯酸甲酯树脂、聚碳酸酯(PC)树脂、聚醚砜(PES)树脂、聚酰胺树脂(尼龙、芳族聚酰胺等)、聚硅氧烷树脂、环烯烃树脂、聚苯乙烯树脂、聚酰胺-酰亚胺树脂、聚氨酯树脂、聚氯乙烯树脂、聚偏二氯乙烯树脂、聚丙烯树脂、聚四氟乙烯(PTFE)树脂、ABS树脂以及纤维素纳米纤维等。此外,也可以作为衬底451和衬底452中的一方或双方使用其厚度为具有柔性程度的玻璃。

[0273] 在将圆偏振片重叠于显示装置的情况下,优选将光学各向同性高的衬底用作显示装置所包括的衬底。光学各向同性高的衬底的双折射较低(也可以说双折射量较少)。

[0274] 光学各向同性高的衬底的相位差值(retardation value)的绝对值优选为30nm以下,更优选为20nm以下,进一步优选为10nm以下。

[0275] 作为光学各向同性高的薄膜,可以举出三乙酸纤维素(也被称为TAC:Cellulose triacetate)薄膜、环烯烃聚合物(COP)薄膜、环烯烃共聚物(COC)薄膜及丙烯酸薄膜等。

[0276] 当作为衬底使用薄膜时,有可能因薄膜的吸水而发生显示面板出现皱纹等形状变化。因此,作为衬底优选使用吸水率低的薄膜。例如,优选使用吸水率为1%以下的薄膜,更

优选使用吸水率为0.1%以下的薄膜,进一步优选为使用吸水率为0.01%以下的薄膜。

[0277] 作为粘合层,可以使用紫外线固化粘合剂等光固化粘合剂、反应固化粘合剂、热固化粘合剂、厌氧粘合剂等各种固化粘合剂。作为这些粘合剂,可以举出环氧树脂、丙烯酸树脂、硅酮树脂、酚醛树脂、聚酰亚胺树脂、酰亚胺树脂、PVC(聚氯乙烯)树脂、PVB(聚乙烯醇缩丁醛)树脂、EVA(乙烯-醋酸乙烯酯)树脂等。尤其是,优选使用环氧树脂等透湿性低的材料。此外,也可以使用两液混合型树脂。此外,也可以使用粘合薄片等。

[0278] 作为连接层292,可以使用各向异性导电膜(ACF:Anisotropic Conductive Film)、各向异性导电膏(ACP:Anisotropic Conductive Paste)等。

[0279] 作为可用于晶体管的栅极、源极及漏极和构成显示装置的各种布线及电极等导电层的材料,可以举出铝、钛、铬、镍、铜、钇、锆、钼、银、钽或钨等金属或者以上述金属为主要成分的合金等。可以使用包含这些材料的膜的单层或叠层。

[0280] 此外,作为具有透光性的导电材料,可以使用氧化铟、铟锡氧化物、铟锌氧化物、氧化锌、包含镓的氧化锌等导电氧化物或石墨烯。或者,可以使用金、银、铂、镁、镍、钨、铬、钼、铁、钴、铜、钨或钛等金属材料或包含该金属材料的合金材料。或者,还可以使用该金属材料的氮化物(例如,氮化钛)等。此外,当使用金属材料或合金材料(或者它们的氮化物)时,优选将其形成得薄到具有透光性。此外,可以使用上述材料的叠层膜作为导电层。例如,通过使用银和镁的合金与铟锡氧化物的叠层膜等,可以提高导电性,所以是优选的。上述材料也可以用于构成显示装置的各种布线及电极等的导电层及发光元件所包括的导电层(被用作像素电极或公共电极的导电层)。

[0281] 作为可用于各绝缘层的绝缘材料,例如可以举出丙烯酸树脂或环氧树脂等树脂、无机绝缘材料如氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、氮化硅或氧化铝等。

[0282] 本实施方式所示的结构例子及对应该结构例子的附图等的至少一部分可以与其他结构例子或附图等适当地组合。

[0283] 本实施方式的至少一部分可以与本说明书所记载的其他实施方式适当地组合而实施。

[0284] (实施方式3)

在本实施方式中,对本发明的一个方式的显示装置进行说明。

[0285] 本发明的一个方式的显示装置包括受光元件(也称为受光器件)和发光元件(也称为发光器件)。另外,本发明的一个方式的显示装置也可以包括受发光元件(也称为受发光器件)和发光元件。

[0286] 首先,说明包括受光元件及发光元件的显示装置。

[0287] 本发明的一个方式的显示装置在受发光部中包括受光元件及发光元件。在本发明的一个方式的显示装置的受发光部中,发光元件以矩阵状配置,可以在该受发光部上显示图像。另外,在该受发光部中,受光元件以矩阵状配置,该受发光部也具有摄像功能和感测功能中的一者或两者。受发光部可以用于图像传感器或触控传感器等。也就是说,通过在受发光部中检测光,可以进行图像的拍摄、对象物(指头、笔等)的触摸操作的检测等。此外,本发明的一个方式的显示装置可以将发光元件用作传感器的光源。因此,不需要还设置显示装置外部的受光部及光源,而可以减少电子设备的构件数量。

[0288] 在本发明的一个方式的显示装置中,由于在被对象物反射(或散射)包括在受发光

部中的发光元件所发射的光时受光元件可以检测其反射光(或散射光),因此在黑暗的环境下也可以进行摄像、触摸操作的检测等。

[0289] 本发明的一个方式的显示装置所包括的发光元件被用作显示元件(也称为显示器件)。

[0290] 作为发光元件,优选使用OLED、QLED等EL元件(也称为EL器件)。作为EL元件所包含的发光物质,可以举出发射荧光的物质(荧光材料)、发射磷光的物质(磷光材料)、呈现热活化延迟荧光的物质(热活化延迟荧光(TADF)材料)等。作为发光元件,也可以使用微型发光二极管(Micro LED)等LED。作为EL元件所包含的发光物质,除了有机化合物之外还可以使用无机化合物(量子点材料等)。

[0291] 本发明的一个方式的显示装置具有使用受光元件检测出光的功能。

[0292] 当将受光元件用于图像传感器时,显示装置能够使用受光元件拍摄图像。例如,显示装置可以被用作扫描仪。

[0293] 采用了本发明的一个方式的显示装置的电子设备可以使用图像传感器的功能取得基于指纹、掌纹等生物数据的数据。也就是说,可以在显示装置内设置生物识别用传感器。通过在显示装置内设置生物识别用传感器,与分别设置显示装置和生物识别用传感器的情况相比,可以减少电子设备的构件数量,由此可以实现电子设备的小型化及轻量化。

[0294] 此外,在将受光元件用于触摸传感器的情况下,显示装置可以使用受光元件检测出对象物的触摸操作。

[0295] 作为受光元件,例如,可以使用pn型或pin型光电二极管。受光元件被用作检测入射到受光元件的光并产生电荷的光电转换元件(也称为光电转换器件)。受光元件所产生的电荷量取决于入射到受光元件的光量。

[0296] 尤其是,作为受光元件,优选使用具有包含有机化合物的层的有机光电二极管。有机光电二极管容易实现薄型化、轻量化及大面积化且其形状及设计的自由度高,所以可以应用于各种各样的装置。

[0297] 在本发明的一个方式中,作为发光元件使用有机EL元件(也称为有机EL器件),作为受光元件使用有机光电二极管。有机EL元件及有机光电二极管能够形成在同一衬底上。因此,可以将有机光电二极管安装在使用有机EL元件的显示装置中。

[0298] 在分别制造构成有机EL元件以及有机光电二极管的所有的层的情况下,成膜工序数非常多。但是,由于有机光电二极管包括多个可以与有机EL元件具有相同结构的层,因此通过一次性地形成可以与有机EL元件具有相同结构的层,可以抑制成膜工序的增加。

[0299] 例如,一对电极中的一个(公共电极)可以为受光元件与发光元件间共同使用的层。此外,例如,空穴注入层、空穴传输层、电子传输层以及电子注入层中的至少一个也可以为在受光元件与发光元件之间共同使用的层。如此,因为在受光元件与发光元件之间共同使用层,可以减少成膜次数及掩模数,而可以减少显示装置的制造工序及制造成本。此外,可以使用显示装置的现有制造设备及制造方法制造包括受光元件的显示装置。

[0300] 接着,说明包括受发光元件和发光元件的显示装置。注意,有时省略与上述同样的功能、作用及效果等的说明。

[0301] 在本发明的一个方式的显示装置中,具有呈现任意颜色的子像素包括受发光元件代替发光元件,并且呈现其他颜色的子像素包括发光元件。受发光元件具有发射光的功能

(发光功能)和接收光的功能(受光功能)这两个功能。例如,在像素包括红色的子像素、绿色的子像素及蓝色的子像素这三个子像素的情况下,其中至少一个子像素包括受发光元件且其他子像素包括发光元件。因此,本发明的一个方式的显示装置的受发光部具有使用受发光元件和发光元件的双方显示图像的功能。

[0302] 受发光元件被用作发光元件和受光元件的双方,从而可以对像素附加受光功能而不增加像素所包含的子像素个数。由此,可以在维持像素的开口率(各子像素的开口率)及显示装置的清晰度的同时将摄像功能和感测功能的一方或双方附加到显示装置的受发光部。因此,与除了包括发光元件的子像素之外还设置包括受光元件的子像素的情况相比,本发明的一个方式的显示装置可以提高像素的开口率并易于高清晰化。

[0303] 在本发明的一个方式的显示装置的受发光部中,受发光元件和发光元件以矩阵状配置,由此可以在该受发光部上显示图像。受发光部可以用于图像传感器或触控传感器等。本发明的一个方式的显示装置可以将发光元件用作传感器的光源。因此在黑暗的环境下也可以进行摄像、触摸操作的检测等。

[0304] 受发光元件可以通过组合有机EL元件和有机光电二极管来制造。例如,通过对有机EL元件的叠层结构追加有机光电二极管的活性层,可以制造受发光元件。再者,在组合有机EL元件和有机光电二极管来制造的受发光元件中通过一起形成能够具有与有机EL元件共同使用的结构的层,可以抑制成膜工序的增加。

[0305] 例如,一对电极中的一个(公共电极)可以为受发光元件与发光元件间共同使用的层。此外,例如,空穴注入层、空穴传输层、电子传输层以及电子注入层中的至少一个也可以为在受发光元件与发光元件之间共同使用的层。

[0306] 此外,受发光元件所包括的层有时在用作受光元件时和用作发光元件时分别具有不同的功能。在本说明书中,根据受发光元件用作发光元件时的功能称呼构成要素。

[0307] 本实施方式的显示装置具有使用发光元件及受发光元件显示图像的功能。也就是说,发光元件及受发光元件被用作显示元件。

[0308] 本实施方式的显示装置具有使用受发光元件检测出光的功能。受发光元件能够检测出其波长比受发光元件本身所发射的光短的光。

[0309] 当将受发光元件用于图像传感器时,本实施方式的显示装置能够使用受发光元件拍摄图像。此外,在将受发光元件用于触摸传感器的情况下,本实施方式的显示装置使用受发光元件检测出对象物的触摸操作。

[0310] 受发光元件被用作光电转换元件。受发光元件可以通过对上述发光元件的结构追加受光元件的活性层而制造。受发光元件例如可以使用pn型或pin型光电二极管的活性层。

[0311] 尤其是,受发光元件优选使用具有包含有机化合物的层的有机光电二极管的活性层。有机光电二极管容易实现薄型化、轻量化及大面积化且其形状及设计的自由度高,所以可以应用于各种各样的装置。

[0312] 以下参照附图说明作为本发明的一个方式的显示装置的一个例子的显示装置。

[0313] [显示装置的结构例子1]

[结构例子1-1]

图14A示出显示面板200的示意图。显示面板200包括衬底201、衬底202、受光元件212、发光元件211R、发光元件211G、发光元件211B、功能层203等。

[0314] 发光元件211R、发光元件211G、发光元件211B及受光元件212设置在衬底201与衬底202之间。发光元件211R、发光元件211G、发光元件211B分别发射红色(R)、绿色(G)或蓝色(B)的光。注意,以下在不区别发光元件211R、发光元件211G及发光元件211B时有时将它们记为发光元件211。

[0315] 显示面板200具有配置为矩阵状的多个像素。一个像素包括一个以上的子像素。一个子像素具有一个发光元件。例如,像素可以采用包括三个子像素的结构(R、G、B的三种颜色或黄色(Y)、青色(C)及品红色(M)的三种颜色等)或包括四个子像素的结构(R、G、B、白色(W)的四种颜色或者R、G、B、Y的四种颜色等)。再者,像素具有受光元件212。受光元件212可以设置在所有像素中,也可以设置在一部分像素中。此外,一个像素也可以具有多个受光元件212。

[0316] 图14A示出指头220触摸衬底202的表面的样子。发光元件211G所发射的光的一部分被衬底202与指头220的接触部反射。然后,反射光的一部分入射到受光元件212,由此可以检测出指头220触摸衬底202。也就是说,显示面板200可以被用作触摸面板。

[0317] 功能层203包括驱动发光元件211R、发光元件211G及发光元件211B的电路以及驱动受光元件212的电路。功能层203中设置有开关、晶体管、电容器、布线等。另外,当以无源矩阵方式驱动发光元件211R、发光元件211G、发光元件211B及受光元件212时,也可以不设置开关、晶体管等。

[0318] 显示面板200优选具有检测指头220的指纹的功能。图14B是示意性地示出指头220接触于衬底202的状态下的接触部的放大图。另外,图14B示出交替排列的发光元件211与受光元件212。

[0319] 指头220的指纹由凹部及凸部形成。因此,指纹的凸部如图14B所示地触摸衬底202。

[0320] 某一表面或界面等所反射的光有规则反射和漫反射。规则反射光是入射角与反射角一致的指向性高的光,漫反射光是强度的角度依赖性低的指向性低的光。在指头220的表面所反射的光中,与规则反射相比漫反射的成分为主。另一方面,在衬底202与大气的界面所反射的光中,规则反射的成分为主。

[0321] 在指头220与衬底202的接触面或非接触面上反射并入射到位于它们正下的受光元件212的光强度是将规则反射光与漫反射光加在一起的光强度。如上所述那样,在指头220的凹部中指头220不触摸衬底202,由此规则反射光(以实线箭头表示)为主,在其凸部中指头220触摸衬底202,由此从指头220反射的漫反射光(以虚线箭头表示)为主。因此,位于凹部正下的受光元件212所接收的光强度高于位于凸部正下的受光元件212。由此,可以拍摄指头220的指纹。

[0322] 当受光元件212的排列间隔小于指纹的两个凸部间的距离,优选小于邻接的凹部与凸部间的距离时,可以获得清晰的指纹图像。由于人的指纹的凹部与凸部的间隔大致为 $200\mu\text{m}$,所以受光元件212的排列间隔例如为 $400\mu\text{m}$ 以下,优选为 $200\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $150\mu\text{m}$ 以下,进一步优选为 $100\mu\text{m}$ 以下,进一步优选为 $50\mu\text{m}$ 以下,且为 $1\mu\text{m}$ 以上,优选为 $10\mu\text{m}$ 以上,更优选为 $20\mu\text{m}$ 以上。

[0323] 图14C示出由显示面板200拍摄的指纹图像的例子。在图14C中,在拍摄范围223内以虚线示出指头220的轮廓,并以点划线示出接触部221的轮廓。在接触部221内,通过利用

入射到受光元件212的光量的不同可以拍摄对比度高的指纹222。

[0324] 显示面板200也可以被用作触摸面板或数位板。图14D示出在将触屏笔225的顶端接触于衬底202的状态下将其向虚线箭头的方向滑动的样子。

[0325] 如图14D所示,通过在触屏笔225的顶端与衬底202接触的面扩散的漫反射光入射到位于与该接触面重叠的部分的受光元件212,可以以高精度检测触屏笔225的顶端的位置。

[0326] 图14E示出显示面板200所检测出的触屏笔225的轨迹226的例子。显示面板200可以以高精度检测出触屏笔225等检测对象的位置,所以可以在描绘应用程序等中进行高精度的描绘。此外,与使用静电电容式触摸传感器或电磁感应型触摸笔等的情况不同,即便是绝缘性高的被检测体也可以检测出位置,所以可以使用各种书写工具(例如笔、玻璃笔、羽毛笔等),而与触屏笔225的尖端部的材料无关。

[0327] 在此,图14F至图14H示出可用于显示面板200的像素的一个例子。

[0328] 图14F及图14G所示的像素各自包括红色(R)的发光元件211R、绿色(G)的发光元件211G、蓝色(B)的发光元件211B及受光元件212。像素各自包括用来使发光元件211R、发光元件211G、发光元件211B及受光元件212驱动的像素电路。

[0329] 图14F示出以 2×2 的矩阵状配置三个发光元件及一个受光元件的例子。图14G示出三个发光元件排列成一行且在其下侧配置一个横长形受光元件212的例子。

[0330] 图14H所示的像素是包括白色(W)的发光元件211W的例子。在此,一行上配置有四个发光元件,其下侧配置有受光元件212。

[0331] 注意,像素的结构不局限于上述例子,也可以采用各种各样的配置方法。

[0332] [结构例子1-2]

下面,说明包括发射可见光的发光元件、发射红外光的发光元件及受光元件的结构例子。

[0333] 图15A所示的显示面板200A以对图14A所示的结构追加的方式包括发光元件211IR。发光元件211IR发射红外光IR。此时,作为受光元件212,优选使用至少能够接收发光元件211IR所发射的红外光IR的元件。另外,作为受光元件212,更优选使用能够接收可见光和红外光的双方的元件。

[0334] 如图15A所示,在指头220触摸衬底202时,从发光元件211IR发射的红外光IR被指头220反射,该反射光的一部分入射到受光元件212,由此可以取得指头220的位置数据。

[0335] 图15B至图15D示出可用于显示面板200A的像素的一个例子。

[0336] 图15B示出一行上排列有三个发光元件且其下侧横向配置有发光元件211IR及受光元件212的例子。此外,图15C示出一行上排列有包括发光元件211IR的四个发光元件且其下侧配置有受光元件212的例子。

[0337] 图15D示出以发光元件211IR为中心四个方向上配置有三个发光元件及受光元件212的例子。

[0338] 在图15B至图15D所示的像素中,可以调换各发光元件彼此的位置,也可以调换发光元件与受光元件的位置。

[0339] [结构例子1-3]

以下,说明包括发射可见光的发光元件以及发射可见光且接收可见光的受发光元

件的结构的例子。

[0340] 图16A所示的显示面板200B包括发光元件211B、发光元件211G及发光元件213R。受发光元件213R具有作为发射红色(R)的光的发光元件的功能以及作为接收可见光的光电转换元件的功能。图16A示出受发光元件213R接收发光元件211G所发射的绿色(G)的光的例子。注意,受发光元件213R也可以接收发光元件211B所发射的蓝色(B)的光。另外,受发光元件213R也可以接收绿色光和蓝色光的双方。

[0341] 例如,受发光元件213R优选接收其波长比受发光元件213R本身所发射的光短的光。或者,受发光元件213R也可以接收其波长比本身所发射的光长的光(例如红外光)。受发光元件213R可以接收与本身所发射的光相同程度的波长,但此时也接收本身所发射的光而有时发光效率下降。因此,受发光元件213R优选以发射光谱的峰尽量不重叠于吸收光谱的峰的方式构成。

[0342] 此外,在此受发光元件所发射的光不局限于红色光。另外,发光元件所发射的光也不局限于绿色光与蓝色光的组合。例如,作为受发光元件可以采用发射绿色光或蓝色光且接收与本身所发射的光不同波长的光的元件。

[0343] 如此,通过受发光元件213R兼用作发光元件和受光元件,可以减少配置在一个像素中的元件的个数。因此,容易实现高清晰化、高开口率化、高分辨率化等。

[0344] 图16B至图16I示出可用于显示面板200B的像素的一个例子。

[0345] 图16B示出受发光元件213R、发光元件211G及发光元件211B排列成一列的例子。图16C示出发光元件211G及发光元件211B在纵方向上交替地排列且受发光元件213R配置在它们旁边的例子。

[0346] 图16D示出以 2×2 的矩阵状配置三个发光元件(发光元件211G、发光元件211B及发光元件211X)以及一个受发光元件的例子。发光元件211X是发射R、G、B以外的光的元件。作为R、G、B以外的光,可以举出白色(W)光、黄色(Y)光、青色(C)光、品红色(M)光、红外光(IR)、紫外光(UV)等光。在发光元件211X发射红外光时,受发光元件优选具有检测红外光的功能或者检测可见光及红外光的双方的功能。可以根据传感器的用途决定受发光元件所检测的光的波长。

[0347] 图16E示出两个像素。包括以虚线围绕的三个元件的区域相当于一个像素。每个像素都包括发光元件211G、发光元件211B及受发光元件213R。在图16E中的左侧像素中,在与受发光元件213R相同的行上配置发光元件211G且在与受发光元件213R相同的列上配置发光元件211B。在图16E中的右侧像素中,在与受发光元件213R相同的行上配置发光元件211G且在与发光元件211G相同的列上配置发光元件211B。在图16E所示的像素布局中,在第奇数行和第偶数行上,受发光元件213R、发光元件211G及发光元件211B反复地配置,并且在各列中,第奇数行及第偶数行分别配置有互不相同的颜色的发光元件或受发光元件。

[0348] 图16F示出采用Pentile排列的四个像素,相邻的两个像素包括发射组合不同的两个颜色的光的发光元件或受发光元件。图16F示出发光元件或受发光元件的顶面形状。

[0349] 图16F中的左上的像素及右下的像素包括受发光元件213R及发光元件211G。另外,右上的像素及左下的像素包括发光元件211G及发光元件211B。就是说,在图16F所示的例子中,各像素设置有发光元件211G。

[0350] 发光元件及受发光元件的顶面形状没有特别的限制,可以采用圆形、椭圆形、多角

形、角部带弧形的多角形等。在图16F等中,作为发光元件及受发光元件的顶面形状示出大约倾斜45度的正方形(菱形)的例子。注意,各颜色的发光元件及受发光元件的顶面形状可以互不相同,也可以一部分或所有颜色中相同。

[0351] 各颜色的发光元件及受发光元件的发光区域(或受发光区域)的尺寸可以彼此不同,也可以一部分或所有颜色中相同。例如,在图16F中,也可以使设置在各像素中的发光元件211G的发光区域的面积小于其他元件的发光区域(或受发光区域)。

[0352] 图16G示出图16F所示的像素排列的变形例子。具体而言,图16G的结构可以通过将图16F的结构旋转了45度来得到。在图16F中说明一个像素包括两个元件,但是如图16G所示,也可以说由四个元件构成一个像素。

[0353] 图16H是图16F所示的像素排列的变形例子。图16H中的左上的像素及右下的像素包括受发光元件213R及发光元件211G。另外,右上的像素及左下的像素包括受发光元件213R及发光元件211B。就是说,在图16H所示的例子中,各像素设置有受发光元件213R。各像素设置有受发光元件213R,所以与图16F所示的结构相比,图16H所示的结构可以以高清晰度进行拍摄。由此,例如可以提高生物识别的精度。

[0354] 图16I是图16H所示的像素排列的变形例子,可以通过将该像素排列旋转了45度来得到。

[0355] 在图16I中,假设由四个元件(两个发光元件及两个受发光元件)构成一个像素来进行说明。如此,在一个像素包括多个具有受光功能的受发光元件时,可以以高清晰度进行拍摄。因此,可以提高生物识别的精度。例如,拍摄的清晰度可以高达显示清晰度乘以根2。

[0356] 具有图16H或图16I所示的结构的显示装置包括p个(p为2以上的整数)第一发光元件、q个(q为2以上的整数)第二发光元件及r个(r为大于p且大于q的整数)受发光元件。p及r满足 $r=2p$ 。此外,p、q、r满足 $r=p+q$ 。第一发光元件及第二发光元件中的一个发射绿色光,另一个发射蓝色光。受发光元件发射红色光且具有受光功能。

[0357] 例如,当使用受发光元件检测接触操作时,来自光源的发光优选不容易被使用者看到。蓝色光的可见度低于绿色光,由此优选使用发射蓝色光的发光元件作为光源。因此,受发光元件优选具有受蓝色光的功能。注意,不局限于此,也可以根据受发光元件的灵敏度适当地选择用作光源的发光元件。

[0358] 如此,可以将各种排列的像素用于本实施方式的显示装置。

[0359] 本实施方式的至少一部分可以与本说明书所记载的其他实施方式适当地组合而实施。

[0360] (实施方式4)

在本实施方式中,对能用于本发明的一个方式的受发光装置的发光元件(也称为发光器件)及受光元件(也称为受光器件)进行说明。

[0361] 在本说明书等中,有时将使用金属掩模或FMM(Fine Metal Mask,高清晰金属掩模)制造的器件称为具有MM(Metal Mask)结构的器件。此外,在本说明书等中,有时将不使用金属掩模或FMM制造的器件称为具有MML(Metal Mask Less)结构的器件。

[0362] 此外,在本说明书等中,有时将在各颜色的发光器件(这里为蓝色(B)、绿色(G)及红色(R))中分别形成发光层或分别涂布发光层的结构称为SBS(Side By Side)结构。另外,在本说明书等中,有时将可发射白色光的发光器件称为白色发光器件。白色发光器件通过

与着色层(例如,滤色片)组合可以实现全彩色的显示装置。

[0363] 另外,发光器件大致可以分为单结构和串联结构。单结构的器件优选具有如下结构:在一对电极间包括一个发光单元,而且该发光单元包括一个以上的发光层。为了以单结构得到白色发光,以两个以上的发光层的各发光处于补色关系的方式选择发光层即可。例如,通过使第一发光层的发光颜色与第二发光层的发光颜色处于补色关系,可以得到在发光器件整体上以白色发光的结构。此外,包括三个以上的发光层的发光器件也是同样的。

[0364] 串联结构的器件优选具有如下结构:在一对电极间包括两个以上的多个发光单元,而且各发光单元包括一个以上的发光层。通过在各发光单元中使用发射相同颜色的光的发光层,可以实现每规定电流的亮度得到提高且其可靠性比单结构更高的发光器件。为了以串联结构得到白色发光,采用组合从多个发光单元的发光层发射的光来得到白色发光的结构即可。注意,得到白色发光的发光颜色的组合与单结构中的结构同样。此外,在串联结构的器件中,优选在多个发光单元间设置电荷产生层等中间层。

[0365] 另外,在对上述白色发光器件(单结构或串联结构)和SBS结构的发光器件进行比较的情况下,可以使SBS结构的发光器件的功耗比白色发光器件低。在想要降低功耗时优选采用SBS结构的发光器件。另一方面,白色发光器件的制造程序比SBS结构的发光器件简单,由此可以降低制造成本或者提高制造成品率,所以是优选的。

[0366] [器件结构]

接着,说明可用于本发明的一个方式的显示装置的发光元件、受光元件及受发光元件的详细结构。

[0367] 本发明的一个方式的显示装置可以采用如下任意结构:向与形成有发光元件的衬底相反的方向发射光的顶部发射结构;向形成有发光元件的衬底一侧发射光的底部发射结构;向两面发射光的双面发射结构。

[0368] 在本实施方式中,以顶部发射结构的显示装置为例进行说明。

[0369] 注意,在本说明书等中,除非另有说明,否则即便在对包括多个要素(发光元件、发光层等)的结构进行说明的情况下,当说明各要素间的共同部分时,省略其符号的字母。例如,当说明在发光层383R及发光层383G等中的共同的事项时,有时记为发光层383。

[0370] 图17A所示的显示装置380A包括受光元件370PD、发射红色(R)的光的发光元件370R、发射绿色(G)的光的发光元件370G及发射蓝色(B)的光的发光元件370B。

[0371] 各发光元件依次层叠有像素电极371、空穴注入层381、空穴传输层382、发光层、电子传输层384、电子注入层385及公共电极375。发光元件370R包括发光层383R,发光元件370G包括发光层383G,发光元件370B包括发光层383B。发光层383R包含发射红色的光的发光物质,发光层383G包含发射绿色的光的发光物质,发光层383B包含发射蓝色的光的发光物质。

[0372] 发光元件是通过对像素电极371与公共电极375之间施加电压而向公共电极375一侧发射光的电场发光元件。

[0373] 受光元件370PD依次层叠有像素电极371、空穴注入层381、空穴传输层382、活性层373、电子传输层384、电子注入层385及公共电极375。

[0374] 受光元件370PD是接收从显示装置380A的外部入射的光并将其转换为电信号的光电转换元件。

[0375] 在本实施方式中,对在发光元件及受光元件中像素电极371都被用作阳极且公共电极375都被用作阴极的情况进行说明。也就是说,通过将反向偏压施加到像素电极371与公共电极375之间来驱动受光元件,可以检测出入射到受光元件的光而产生电荷并以电流的方式取出。

[0376] 在本实施方式的显示装置中,受光元件370PD的活性层373使用有机化合物。受光元件370PD的活性层373以外的层可以采用与发光元件相同的结构。由此,只要在发光元件的制造工序中追加形成活性层373的工序,就可以在形成发光元件的同时形成受光元件370PD。此外,发光元件与受光元件370PD可以形成在同一衬底上。因此,可以在不需大幅度增加制造工序的情况下在显示装置内设置受光元件370PD。

[0377] 在显示装置380A中,示出分别形成受光元件370PD的活性层373及发光元件的发光层383而其他层由受光元件370PD和发光元件共同使用的例子。但是,受光元件370PD及发光元件的结构不局限于此。除了活性层373及发光层383以外,受光元件370PD及发光元件也可以包括其他分别形成的层。受光元件370PD与发光元件优选共同使用一个以上的层(公共层)。由此,可以在不需大幅度增加制造工序的情况下在显示装置内设置受光元件370PD。

[0378] 作为像素电极371与公共电极375中的提取光一侧的电极,使用使可见光透过的导电膜。此外,作为不提取光一侧的电极,优选使用反射可见光的导电膜。

[0379] 本实施方式的显示装置所包括的发光元件优选采用光学微腔谐振器(微腔)结构。因此,发光元件所包括的一对电极中的一个优选为对可见光具有透过性及反射性的电极(半透过-半反射电极),另一个优选为对可见光具有反射性的电极(反射电极)。当发光元件具有微腔结构时,可以在两个电极之间使从发光层得到的发光谐振,并且可以增强从发光元件发射的光。

[0380] 注意,半透过-半反射电极可以采用反射电极与对可见光具有透过性的电极(也称为透明电极)的叠层结构。

[0381] 透明电极的光透过率为40%以上。例如,在发光元件中,优选使用对可见光(波长为400nm以上且小于750nm的光)的透过率为40%以上的电极。半透过-半反射电极的对可见光的反射率为10%以上且95%以下,优选为30%以上且80%以下。反射电极对可见光的反射率为40%以上且100%以下,优选为70%以上且100%以下。另外,这些电极的电阻率优选为 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 以下。另外,在发光元件发射近红外光(波长为750nm以上且1300nm以下的光)时,与对可见光的透过率或反射率同样,这些电极的对近红外光的透过率或反射率优选满足上述数值范围。

[0382] 发光元件至少包括发光层383。作为除了发光层383以外的层,发光元件还可以包括包含空穴注入性高的物质、空穴传输性高的物质、空穴阻挡材料、电子传输性高的物质、电子注入性高的物质、电子阻挡材料或双极性的物质(电子传输性及空穴传输性高的物质)等的层。

[0383] 例如,发光元件及受光元件可以共同使用空穴注入层、空穴传输层、电子传输层和电子注入层中的一个以上。另外,发光元件及受光元件可以分别形成空穴注入层、空穴传输层、电子传输层和电子注入层中的一个以上。

[0384] 空穴注入层是将空穴从阳极注入到空穴传输层的包含空穴注入性高的材料的层。作为空穴注入性高的材料,可以使用芳香胺化合物、包含空穴传输性材料及受体材料(电子

受体材料)的复合材料。

[0385] 在发光元件中,空穴传输层是通过空穴注入层将从阳极注入的空穴传输到发光层的层。在受光元件中,空穴传输层是根据入射到活性层中的光而产生的空穴传输到阳极的层。空穴传输层是包含空穴传输性材料的层。作为空穴传输性材料,优选采用空穴迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。注意,只要空穴传输性比电子传输性高,就可以使用上述以外的物质。作为空穴传输性材料,优选使用富 π 电子型杂芳族化合物(例如咪唑衍生物、噻吩衍生物、呋喃衍生物等)或者芳香胺(包含芳香胺骨架的化合物)等空穴传输性高的材料。

[0386] 在发光元件中,电子传输层是通过电子注入层将从阴极注入的电子传输到发光层的层。在受光元件中,电子传输层是将基于入射到活性层中的光而产生的电子传输到阴极的层。电子传输层是包含电子传输性材料的层。作为电子传输性材料,优选采用电子迁移率为 $1 \times 10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的物质。注意,只要电子传输性比空穴传输性高,就可以使用上述以外的物质。作为电子传输性材料,可以使用包含喹啉骨架的金属配合物、包含苯并喹啉骨架的金属配合物、包含噁唑骨架的金属配合物、包含噻唑骨架的金属配合物、噁二唑衍生物、三唑衍生物、咪唑衍生物、噁唑衍生物、噻唑衍生物、菲咯啉衍生物、包含喹啉配体的喹啉衍生物、苯并喹啉衍生物、喹啉衍生物、二苯并喹啉衍生物、吡啶衍生物、联吡啶衍生物、嘧啶衍生物以及含氮杂芳族化合物等缺 π 电子型杂芳族化合物等的电子传输性高的材料。

[0387] 电子注入层是将电子从阴极注入到电子传输层的包含电子注入性高的材料的层。作为电子注入性高的材料,可以使用碱金属、碱土金属或者包含上述物质的化合物。作为电子注入性高的材料,也可以使用包含电子传输性材料及供体性材料(电子给体性材料)的复合材料。

[0388] 发光层383是包括发光物质的层。发光层383可以包括一种或多种发光物质。作为发光物质,适当地使用呈现蓝色、紫色、蓝紫色、绿色、黄绿色、黄色、橙色、红色等发光颜色的物质。此外,作为发光物质,也可以使用发射近红外光的物质。

[0389] 作为发光物质,可以举出荧光材料、磷光材料、TADF材料、量子点材料等。

[0390] 作为荧光材料,例如可以举出茈萘衍生物、葱衍生物、三亚苯衍生物、芴衍生物、咪唑衍生物、二苯并噻吩衍生物、二苯并呋喃衍生物、二苯并喹啉衍生物、喹啉衍生物、吡啶衍生物、嘧啶衍生物、菲衍生物、萘衍生物等。

[0391] 作为磷光材料,例如可以举出具有4H-三唑骨架、1H-三唑骨架、咪唑骨架、嘧啶骨架、吡嗪骨架或吡啶骨架的有机金属配合物(尤其是铱配合物)、以具有吸电子基团的苯基吡啶衍生物为配体的有机金属配合物(尤其是铱配合物)、铂配合物、稀土金属配合物等。

[0392] 发光层383除了发光物质(客体材料)以外还可以包含一种或多种有机化合物(主体材料、辅助材料等)。作为一种或多种有机化合物,可以使用在本实施方式中说明的空穴传输材料和电子传输材料中的一方或双方。此外,作为一种或多种有机化合物,也可以使用双极性材料或TADF材料。

[0393] 例如,发光层383优选包含磷光材料、容易形成激基复合物的空穴传输性材料及电子传输性材料的组合。通过采用这样的结构,可以高效地得到利用从激基复合物到发光物质(磷光材料)的能量转移的ExTET(Exciplex-Triplet Energy Transfer:激基复合物-三重态能量转移)的发光。另外,通过作为该激基复合物选择形成发射与发光物质的最低能量一侧的吸收带的波长重叠的光的组合,可以使能量转移变得顺利,从而高效地得到发光。通

过采用上述结构,可以同时实现发光元件的高效率、低电压驱动以及长寿命。

[0394] 作为形成激基复合物的材料的组合,空穴传输性材料的HOMO能级(最高占有分子轨道能级)优选为电子传输性材料的HOMO能级以上的值。空穴传输性材料的LUMO能级(最低空分子轨道)优选为电子传输性材料的LUMO能级以上的值。注意,材料的LUMO能级及HOMO能级可以从通过循环伏安(CV)测量测得的材料电化学特性(还原电位及氧化电位)求出。

[0395] 注意,激基复合物的形成例如可以通过如下方法确认:对具有空穴传输性的材料的发射光谱、具有电子传输性的材料的发射光谱及混合这些材料而成的混合膜的发射光谱进行比较,当观察到混合膜的发射光谱比各材料的发射光谱向长波长一侧漂移(或者在长波长一侧具有新的峰)的现象时说明形成有激基复合物。或者,对具有空穴传输性的材料的瞬态光致发光(PL)、具有电子传输性的材料的瞬态PL及混合这些材料而成的混合膜的瞬态PL进行比较,当观察到混合膜的瞬态PL寿命与各材料的瞬态PL寿命相比具有长寿命成分或者延迟成分的比率变大等瞬态响应不同时说明形成有激基复合物。此外,可以将上述瞬态PL称为瞬态电致发光(EL)。换言之,对具有空穴传输性的材料的瞬态EL、具有电子传输性的材料的瞬态EL及这些材料的混合膜的瞬态EL进行比较,观察瞬态响应的不同,也可以确认激基复合物的形成。

[0396] 活性层373包含半导体。作为该半导体,可以举出硅等无机半导体及包含有机化合物的有机半导体。在本实施方式中,示出使用有机半导体作为活性层373包含的半导体的例子。通过使用有机半导体,可以以同一方法(例如真空蒸镀法)形成发光层383和活性层373,并可以共同使用制造设备,所以是优选的。

[0397] 作为活性层373含有的n型半导体的材料,可以举出富勒烯(例如C₆₀、C₇₀等)、富勒烯衍生物等具有电子接受性的有机半导体材料。富勒烯具有足球形状,该形状在能量上稳定。富勒烯的HOMO能级及LUMO能级都深(低)。因为富勒烯的LUMO能级较深,所以电子受体性(受体性)极高。一般地,当如苯那样 π 电子共轭(共振)在平面上扩大时,电子供体性(供体型)变高。另一方面,富勒烯具有球形状,尽管 π 电子共轭扩大,但是电子受体性变高。在电子受体性较高时,高速且高效地引起电荷分离,所以对受光元件来说是有益的。C₆₀、C₇₀都在可见光区域中具有宽吸收带,尤其是,C₇₀与C₆₀相比具有更大的 π 电子共轭体系,在长波长区域中也具有更宽的吸收带,所以是优选的。除此之外,作为富勒烯衍生物可以举出[6,6]-苯基-C₇₁-丁酸甲酯(简称:PC70BM)、[6,6]-苯基-C₆₁-丁酸甲酯(简称:PC60BM)、1',1'',4',4''-四氢-二[1,4]甲烷萘并(methanonaphthaleno)[1,2:2',3',56,60:2'',3''] [5,6]富勒烯-C₆₀(简称:ICBA)等。

[0398] 作为n型半导体的材料,例如可以举出N,N'-二甲基-3,4,9,10-萘四羧酸二酰亚胺(简称:Me-PTCDI)等的花四羧酸衍生物。

[0399] 作为n型半导体的材料,例如可以举出2,2'-(5,5'-(噻吩并[3,2-b]噻吩-2,5-二基)双(噻吩-5,2-二基))双(甲烷-1-基-1-亚基)二丙二腈(简称:FT2TDMN)。

[0400] 作为n型半导体的材料,可以举出具有喹啉骨架的金属配合物、具有苯并喹啉骨架的金属配合物、具有噻唑骨架的金属配合物、噻二唑衍生物、三唑衍生物、咪唑衍生物、噁唑衍生物、噻唑衍生物、菲罗啉衍生物、喹啉衍生物、苯并喹啉衍生物、喹啉衍生物、二苯并喹啉衍生物、吡啶衍生物、联吡啶衍生物、嘧啶衍生物、萘衍生物、蒽衍生物、香豆素衍生物、若丹明衍生物、三嗪衍生物、醌衍生物等。

[0401] 作为活性层373含有的p型半导体的材料,可以举出铜(II)酞菁(Copper(II) phthalocyanine:CuPc)、四苯基二苯并二茛并茛(Tetraphenyldibenzoperiflanthene:DBP)、酞菁锌(Zinc Phthalocyanine:ZnPc)、锡酞菁(SnPc)、喹吡啶酮、红荧烯等具有电子供体性的有机半导体材料。

[0402] 另外,作为p型半导体的材料,可以举出咪唑衍生物、噻吩衍生物、呋喃衍生物、具有芳香胺骨架的化合物等。再者,作为p型半导体的材料,可以举出萘衍生物、蒽衍生物、芘衍生物、三亚苯衍生物、芴衍生物、吡咯衍生物、苯并呋喃衍生物、苯并噻吩衍生物、吡啶衍生物、二苯并呋喃衍生物、二苯并噻吩衍生物、吡啶咪唑衍生物、吡啶衍生物、酞菁衍生物、萘酞菁衍生物、喹吡啶酮衍生物、红荧烯衍生物、并四苯衍生物、聚亚苯亚乙烯衍生物、聚对亚苯衍生物、聚芴衍生物、聚乙烯咪唑衍生物、聚噻吩衍生物等。

[0403] 具有电子供体性的有机半导体材料的HOMO能级优选比具有电子接收性的有机半导体材料的HOMO能级浅(高)。具有电子供体性的有机半导体材料的LUMO能级优选比具有电子接收性的有机半导体材料的LUMO能级浅(高)。

[0404] 优选使用球状的富勒烯作为具有电子接收性的有机半导体材料,且优选使用其形状与平面相似的有机半导体材料作为具有电子供体性的有机半导体材料。形状相似的分子具有容易聚集的趋势,当同一种分子凝集时,因分子轨道的能级相近而可以提高载流子传输性。

[0405] 例如,优选共蒸镀n型半导体和p型半导体形成活性层373。此外,也可以层叠n型半导体和p型半导体形成活性层373。

[0406] 发光元件及受光元件可以使用低分子化合物或高分子化合物,还可以包含无机化合物。构成发光元件及受光元件的层可以通过蒸镀法(包括真空蒸镀法)、转印法、印刷法、喷墨法、涂敷法等的方法形成。

[0407] 例如,作为空穴传输性材料或电子阻挡材料,可以使用聚(3,4-乙撑二氧噻吩)/聚(苯乙烯磺酸)(PEDOT/PSS)等高分子化合物及钼氧化物、碘化铜(CuI)等无机化合物。另外,作为电子传输性材料或空穴阻挡材料,可以使用氧化锌(ZnO)等无机化合物、乙氧基化聚乙烯亚胺(PEIE)等有机化合物。受光器件例如也可以包含PEIE与ZnO的混合膜。

[0408] 作为活性层373,可以使用被用作供体的聚[[4,8-双[5-(2-乙基己基)-2-噻吩基]苯并[1,2-b:4,5-b']二噻吩-2,6-二基]-2,5-噻吩二基[5,7-双(2-乙基己基)-4,8-二氧-4H,8H-苯并[1,2-c:4,5-c']二噻吩-1,3-二基]]聚合物(简称:PBDB-T)或PBDB-T衍生物等高分子化合物。例如,可以使用将受体材料分散到PBDB-T或PBDB-T衍生物的方法等。

[0409] 图17B所示的显示装置380B与显示装置380A的不同之处在于受光元件370PD和发光元件370R为相同的结构。

[0410] 受光元件370PD及发光元件370R共同使用活性层373及发光层383R。

[0411] 在此,受光元件370PD优选采用与发射其波长比要检测的光长的光的发光元件相同的结构。例如,检测蓝色光的结构的受光元件370PD可以采用与发光元件370R和发光元件370G中的一方或双方同样的结构。例如,检测绿色光的结构的受光元件370PD可以采用与发光元件370R同样的结构。

[0412] 通过使受光元件370PD及发光元件370R具有相同结构,与受光元件370PD及发光元件370R包括分别形成的层的结构相比,可以减少沉积工序的个数及掩模的个数。因此,可以

减少像素部的制造工序及制造成本。

[0413] 另外,与受光元件370PD及发光元件370R具有包括分别形成的层的结构的情况相比,在将受光元件370PD及发光元件370R形成为相同结构的情况下,可以减小错位的余地。由此,可以提高像素的开口率并提高光提取效率。由此,可以使发光元件的寿命更长。另外,显示装置可以显示高亮度。另外,也可以提高显示装置的清晰度。

[0414] 发光层383R包含发射红色光的发光材料。活性层373包括吸收其波长比红色光短的光(例如,绿色光和蓝色光中的一方或双方)的有机化合物。活性层373优选包括不容易吸收红色光且吸收其波长比红色光短的光的有机化合物。由此,可以从发光元件370R高效地提取红色光,受光元件370PD可以以高精度度检测出其波长比红色光短的光。

[0415] 另外,示出在显示装置380B中发光元件370R及受光元件370PD具有相同结构的例子,但是发光元件370R及受光元件370PD也可以具有彼此不同的厚度的光学调整层。

[0416] 图18A及图18B所示的显示装置380C包括发射红色(R)的光且具有受光功能的受发光元件370SR、发光元件370G以及发光元件370B。发光元件370G及发光元件370B的结构可以参照上述显示装置380A等。

[0417] 受发光元件370SR依次层叠有像素电极371、空穴注入层381、空穴传输层382、活性层373、发光层383R、电子传输层384、电子注入层385及公共电极375。受发光元件370SR具有与上述显示装置380B中的发光元件370R及受光元件370PD相同的结构。

[0418] 图18A示出受发光元件370SR被用作发光元件的情况。图18A示出发光元件370B发射蓝色光,发光元件370G发射绿色光,并且受发光元件370SR发射红色光的例子。

[0419] 图18B示出受发光元件370SR被用作受光元件的情况。图18B示出受发光元件370SR接收发光元件370B所发射的蓝色光以及发光元件370G所发射的绿色光的例子。

[0420] 发光元件370B、发光元件370G及受发光元件370SR都包括像素电极371及公共电极375。在本实施方式中,以像素电极371被用作阳极且公共电极375被用作阴极的情况为例进行说明。通过将反向偏压施加到像素电极371与公共电极375之间来驱动受发光元件370SR,可以检测出入射到受发光元件370SR的光并产生电荷,由此可以将其提取为电流。

[0421] 可以说受发光元件370SR是对发光元件追加活性层373的结构。换言之,只要对发光元件的制造工序追加形成活性层373的工序就可以在形成发光元件的同时形成受发光元件370SR。另外,可以将发光元件及受发光元件形成在同一衬底上。因此,可以使显示部具有拍摄功能和感测功能中的一方或双方而无需大幅度地增加制造工序。

[0422] 对发光层383R及活性层373的层叠顺序没有限制。图18A、图18B示出空穴传输层382上设置有活性层373且活性层373上设置有发光层383R的例子。发光层383R和活性层373的层叠顺序也可以相互调换。

[0423] 受发光元件也可以不包括空穴注入层381、空穴传输层382、电子传输层384和电子注入层385中的至少一个层。另外,受发光元件也可以包括空穴阻挡层、电子阻挡层等其他功能层。

[0424] 在受发光元件中,作为提取光一侧的电极使用透过可见光的导电膜。另外,作为不提取光一侧的电极使用反射可见光的导电膜。

[0425] 构成受发光元件的各层的功能及材料与构成发光元件及受光元件的各层的功能及材料相同,所以省略详细说明。

[0426] 图18C至图18G示出受发光元件的叠层结构的例子。

[0427] 图18C所示的受发光元件包括第一电极377、空穴注入层381、空穴传输层382、发光层383R、活性层373、电子传输层384、电子注入层385及第二电极378。

[0428] 图18C示出空穴传输层382上设置有发光层383R且发光层383R上层叠有活性层373的例子。

[0429] 如图18A至图18C所示,活性层373与发光层383R也可以彼此接触。

[0430] 此外,优选在活性层373与发光层383R间设置缓冲层。此时,缓冲层优选具有空穴传输性及电子传输性。例如,作为缓冲层优选使用具有双极性的物质。或者,作为缓冲层可以使用空穴注入层、空穴传输层、电子传输层、电子注入层、空穴阻挡层和电子阻挡层等中的至少一个层。图18D示出作为缓冲层使用空穴传输层382的例子。

[0431] 通过在活性层373与发光层383R之间设置缓冲层,可以抑制激发能从发光层383R转移到活性层373。另外,可以使用缓冲层调整微腔结构的光路长度(腔长)。因此,可以从在活性层373与发光层383R之间的包括缓冲层的受发光元件获取高发光效率。

[0432] 图18E示出在空穴注入层381上依次层叠有空穴传输层382-1、活性层373、空穴传输层382-2、发光层383R的叠层结构的例子。空穴传输层382-2被用作缓冲层。空穴传输层382-1及空穴传输层381-2既可以包含相同的材料又可以包含不同的材料。另外,也可以使用可用于上述缓冲层的层代替空穴传输层381-2。另外,也可以调换活性层373和发光层383R的位置。

[0433] 图18F所示的受发光元件与图18A所示的受发光元件不同之处在于不包括空穴传输层382。如此,受发光元件也可以不包括空穴注入层381、空穴传输层382、电子传输层384和电子注入层385中的至少一个层。另外,受发光元件也可以包括空穴阻挡层、电子阻挡层等其他功能层。

[0434] 图18G所示的受发光元件与图18A所示的受发光元件的不同之处在于不包括活性层373及发光层383R而包括兼用作发光层及活性层的层389。

[0435] 作为兼用作发光层及活性层的层,例如可以使用包含可以用于活性层373的n型半导体、可以用于活性层373的p型半导体以及可以用于发光层383R的发光物质的三个材料的层。

[0436] 此外,n型半导体及p型半导体的混合材料的吸收光谱的最低能量一侧的吸收带与发光物质的发射光谱(PL光谱)最大峰优选不重叠,更优选具有充分距离。

[0437] (实施方式5)

在本实施方式中,说明包括本发明的一个方式的受光器件等的显示装置的例子。

[0438] 在本实施方式的显示装置中,像素可以包括具有发出互不相同的颜色的光的发光器件的多种子像素。例如,像素可以包括三种子像素。作为该三种子像素,可以举出红色(R)、绿色(G)及蓝色(B)这三个颜色的子像素、黄色(Y)、青色(C)及品红色(M)这三个颜色的子像素等。或者,像素可以包括四种子像素。作为该四种子像素,可以举出R、G、B、白色(W)这四个颜色的子像素、R、G、B、Y这四个颜色的子像素等。

[0439] 子像素的排列没有特别的限制,可以采用各种排列方法。作为子像素的排列,例如可以举出条纹排列、S条纹排列、矩阵排列、Delta排列、拜耳排列、Pentile排列等。

[0440] 另外,作为子像素的顶面形状,例如可以举出三角形、四角形(包括矩形、正方形)、

五角形等多角形、角部带弧形的上述多角形形状、椭圆形或圆形等。在此,子像素的顶面形状相当于发光器件的发光区域的顶面形状。

[0441] 在像素包括发光器件及受光器件的显示装置中,像素具有受光功能,所以该显示装置可以在显示图像的同时检测出对象物的接触或接近。例如,不仅使显示装置所包括的所有子像素显示图像,而且可以使部分子像素呈现用作光源的光并使其他子像素显示图像。

[0442] 图19A、图19B及图19C所示的像素包括子像素G、子像素B、子像素R及子像素PS。

[0443] 图19A所示的像素采用条形排列。图19B所示的像素采用矩阵排列。

[0444] 图19C所示的像素排列具有在一个子像素(子像素B)的旁边纵向排列三个子像素(子像素R、子像素G及子像素S)的结构。

[0445] 图19D、图19E及图19F所示的像素包括子像素G、子像素B、子像素R、子像素IR及子像素PS。

[0446] 图19D、图19E及图19F示出一个像素设置在两行的例子。上方的行(第一行)设置有三个子像素(子像素G、子像素B及子像素R),下方的行(第二行)设置有两个子像素(一个子像素PS和一个子像素IR)。

[0447] 在图19D中,横向排列三个纵长形的子像素G、子像素B、子像素R,在其下方横向排列子像素PS和横长形的子像素IR。在图19E中,纵向排列两个横长形的子像素G及子像素R,在其旁边排列纵长形的子像素B,在它们的下方横向排列横长形的子像素IR和纵长形的子像素PS。在图19F中,横向排列三个纵长形的子像素R、子像素G及子像素B,在它们的下方横向排列横长形的子像素IR和纵长形的子像素PS。在图19E及图19F中,示出子像素IR的面积最大而子像素PS的面积与子像素等为相同程度的情况。

[0448] 注意,子像素的布局不局限于图19A至图19F所述的结构。

[0449] 子像素R包括发射红色光的发光器件。子像素G包括发射绿色光的发光器件。子像素B包括发射蓝色光的发光器件。子像素IR包括发射红外光的发光器件。子像素PS包括受光器件。虽然对子像素PS检测出的光的波长没有特别限制,但是子像素PS包括的受光器件优选对子像素R、子像素G、子像素B或子像素IR中的发光器件所发射的光具有灵敏度。例如,优选的是,检测出蓝色、紫色、蓝紫色、绿色、黄绿色、黄色、橙色、红色等波长区域的光和红外线的波长区域的光中的一个或多个。

[0450] 子像素PS的受光面积比其他子像素的发光面积小。受光面积越小摄像范围越窄,可以实现摄像结果变模糊的抑制以及分辨率的提高。因此,通过使用子像素PS,可以以高清晰度或高分辨率进行摄像。例如,可以使用子像素PS进行用来利用指纹、掌纹、虹膜、脉形状(包括静脉形状、动脉形状)或脸等的个人识别的摄像。

[0451] 另外,子像素PS可以用于触摸传感器(也称为直接触摸传感器)或者近似触摸传感器(也称为悬浮传感器、悬浮触摸传感器、非接触式传感器、无接触式传感器)等。例如,子像素PS优选检测出红外光。由此,在黑暗的环境下也可以检测出触摸。

[0452] 在此,触摸传感器或近似触摸传感器可以检测出对象物(指头、手或笔等)的接近或接触。触摸传感器通过显示装置与对象物直接接触可以检测出对象物。另外,即使对象物没有接触显示装置,近似触摸传感器也可以检测出该对象物。例如,优选的是,在显示装置与对象物之间的距离为0.1mm以上且300mm以下、优选为3mm以上且50mm以下的范围内显示

装置可以检测出该对象物。通过采用该结构,可以在对象物没有直接接触显示装置的状态下进行操作,换言之可以以非接触(无接触)方式操作显示装置。通过采用上述结构,可以减少显示装置被弄脏或受损伤的风险或者对象物不直接接触附着于显示装置的污渍(例如,垃圾或病毒等)而操作显示装置。

[0453] 因为进行高清晰摄像,所以子像素PS优选设置在显示装置所包括的所有像素中。另一方面,在将子像素PS用于触摸传感器或近似触摸传感器等的情况下,与拍摄指纹等的情况相比不需高精度,因此将其设置在显示装置所包括的部分像素中即可。通过使显示装置所包括的子像素PS的个数少于子像素R等的个数,可以提高检测速度。

[0454] 图19G示出具有受光器件的子像素的一个例子,而图19H示出具有发光器件的子像素的一个例子。

[0455] 图19G所示的像素电路PIX1包括受光器件PD、晶体管M11、晶体管M12、晶体管M13、晶体管M14及电容器C2。这里,示出使用光电二极管作为受光器件PD的例子。

[0456] 受光器件PD的阳极与布线V1电连接,阴极与晶体管M11的源极和漏极中的一个电连接。晶体管M11的栅极与布线TX电连接,源极和漏极中的另一个与电容器C2的一个电极、晶体管M12的源极和漏极中的一个及晶体管M13的栅极电连接。晶体管M12的栅极与布线RES电连接,源极和漏极中的另一个与布线V2电连接。晶体管M13的源极和漏极中的一个与布线V3电连接,源极和漏极中的另一个与晶体管M14的源极和漏极中的一个电连接。晶体管M14的栅极与布线SE电连接,源极和漏极中的另一个与布线OUT1电连接。

[0457] 布线V1、布线V2及布线V3各自被供应恒定电位。当以反向偏压驱动受光器件PD时,将高于布线V1的电位供应到布线V2。晶体管M12被供应到布线RES的信号控制,使得连接于晶体管M13的栅极的节点的电位复位至供应到布线V2的电位。晶体管M11被供应到布线TX的信号控制,根据流过受光器件PD的电流控制上述节点的电位变化的时序。将晶体管M13用作根据上述节点的电位输出的放大晶体管。晶体管M14被供应到布线SE的信号控制,被用作选择晶体管,该选择晶体管用来使用连接于布线OUT1的外部电路读出根据上述节点的电位的输出。

[0458] 图19H所示的像素电路PIX2包括发光器件EL、晶体管M15、晶体管M16、晶体管M17及电容器C3。这里,示出使用发光二极管作为发光器件EL的例子。尤其是,作为发光器件EL,优选使用有机EL器件。

[0459] 晶体管M15的栅极与布线VG电连接,源极和漏极中的一个与布线VS电连接,源极和漏极中的另一个与电容器C3的一个电极及晶体管M16的栅极电连接。晶体管M16的源极和漏极中的一个与布线V4电连接,源极和漏极中的另一个与发光器件EL的阳极及晶体管M17的源极和漏极中的一个电连接。晶体管M17的栅极与布线MS电连接,源极和漏极中的另一个与布线OUT2电连接。发光器件EL的阴极与布线V5电连接。

[0460] 布线V4及布线V5各自被供应恒定电位。可以将发光器件EL的阳极一侧和阴极一侧分别设定为高电位和低于阳极一侧的电位。晶体管M15被供应到布线VG的信号控制,被用作用来控制像素电路PIX2的选择状态的选择晶体管。此外,晶体管M16被用作根据供应到栅极的电位控制流过发光器件EL的电流的驱动晶体管。当晶体管M15处于导通状态时,供应到布线VS的电位被供应到晶体管M16的栅极,可以根据该电位控制发光器件EL的发光亮度。晶体管M17被供应到布线MS的信号控制,将晶体管M16与发光器件EL之间的电位通过布线OUT2输

出到外部。

[0461] 在此,像素电路PIX1所包括的晶体管M11、晶体管M12、晶体管M13及晶体管M14、像素电路PIX2所包括的晶体管M15、晶体管M16及晶体管M17优选使用形成其沟道的半导体层包含金属氧化物(氧化物半导体)的晶体管。

[0462] 使用其带隙比硅宽且载流子密度低的金属氧化物的晶体管可以实现极低的关态电流。由此,因为其关态电流小,所以能够长期间保持储存于与晶体管串联连接的电容器中的电荷。因此,尤其是,与电容器C2或电容器C3串联连接的晶体管M11、晶体管M12、晶体管M15优选使用包含氧化物半导体的晶体管。此外,通过将同样地应用氧化物半导体的晶体管用于其他晶体管,可以减少制造成本。

[0463] 例如,室温下的每沟道宽度 $1\mu\text{m}$ 的OS晶体管的关态电流值可以为 1aA ($1 \times 10^{-18}\text{A}$)以下, 1zA ($1 \times 10^{-21}\text{A}$)以下或 1yA ($1 \times 10^{-24}\text{A}$)以下。注意,室温下的每沟道宽度 $1\mu\text{m}$ 的Si晶体管的关态电流值为 1fA ($1 \times 10^{-15}\text{A}$)以上且 1pA ($1 \times 10^{-12}\text{A}$)以下。因此,也可以说,OS晶体管的关态电流比Si晶体管的关态电流低10位左右。

[0464] 此外,晶体管M11至晶体管M17也可以使用形成其沟道的半导体包含硅的晶体管。特别是,在使用单晶硅或多晶硅等结晶性高的硅时可以实现高场效应迁移率及更高速的工作,所以是优选的。

[0465] 此外,晶体管M11至晶体管M17中的一个以上可以使用包含氧化物半导体的晶体管,除此以外的晶体管可以使用包含硅的晶体管。

[0466] 在图19G和图19H中,作为晶体管使用n沟道型晶体管,但是也可以使用p沟道型晶体管。

[0467] 像素电路PIX1所包括的晶体管与像素电路PIX2所包括的晶体管优选排列在同一衬底上。尤其优选像素电路PIX1所包括的晶体管和像素电路PIX2所包括的晶体管混合形成一个区域内并周期性地排列。

[0468] 此外,优选在与受光器件PD或发光器件EL重叠的位置设置一个或多个包括晶体管和电容器中的一个或两个的层。由此,可以减少各像素电路的实效占有面积,从而可以实现高清晰的受光部或显示部。

[0469] 在提高像素电路所包括的发光器件EL的发光亮度时,需要增大流过发光器件EL的电流。为此,需要提高像素电路所包括的驱动晶体管的源极-漏极间电压。因为OS晶体管的源极-漏极间的耐压比Si晶体管高,所以可以对OS晶体管的源极-漏极间施加高电压。由此,通过作为像素电路所包括的驱动晶体管使用OS晶体管,可以增大流过发光器件的电流而提高发光器件的发光亮度。

[0470] 另外,当晶体管在饱和区域中工作时,与Si晶体管相比,OS晶体管可以使对于栅极-源极间电压的变化的源极-漏极间电流的变化细小。因此,通过作为像素电路所包括的驱动晶体管使用OS晶体管,可以根据栅极-源极间电压的变化详细决定流过源极-漏极间的电流,所以可以控制流过发光器件的电流。由此,可以增大像素电路的灰度。

[0471] 另外,关于晶体管在饱和区域中工作时流过的电流的饱和特性,与Si晶体管相比,OS晶体管即使逐渐地提高源极-漏极间电压也可以使稳定的电流(饱和电流)流过。因此,通过将OS晶体管用作驱动晶体管,即使例如包含EL材料的发光器件的电流-电压特性发生不均匀,也可以使稳定的电流流过发光器件。也就是说,OS晶体管当在饱和区域中工作时即使

提高源极-漏极间电压,源极-漏极间电流也几乎不变,因此可以使发光器件的发光亮度稳定。

[0472] 如上所述,通过作为像素电路所包括的驱动晶体管使用OS晶体管,可以实现“黑色模糊的抑制”、“发光亮度的上升”、“多灰度化”、“发光器件不均匀的抑制”等。

[0473] 本发明的一个方式的显示装置可以使刷新频率可变。例如,可以根据显示在显示装置上的内容调整刷新频率(例如,在0.01Hz以上且240Hz以下的范围内进行调整)来降低功耗。另外,也可以将通过降低刷新频率的驱动来降低显示装置的功耗这驱动称为空转停止(IDS)驱动。

[0474] 此外,也可以根据上述刷新频率使触摸传感器或近似触摸传感器的驱动频率改变。例如,在显示装置的刷新频率为120Hz时,可以将触摸传感器或近似触摸传感器的驱动频率设定为高于120Hz的频率(典型的是240Hz)。通过采用该结构,可以实现低功耗且可以提高触摸传感器或近似触摸传感器的响应速度。

[0475] 本实施方式的至少一部分可以与本说明书所记载的其他实施方式适当地组合而实施。

[0476] (实施方式6)

在本实施方式中,说明高清晰的显示装置。

[0477] [显示面板的结构例子]

用于VR、AR等的穿戴式电子设备通过使用视差可以提供3D图像。此时,右眼用的图像及左眼用的图像需要分别显示在右眼的视角内及左眼的视角内。这里,显示装置的显示部的形状可以为横向长的矩形形状,设置在右眼及左眼的视角的外侧的像素不贡献于显示,因此该像素一直显示黑色。

[0478] 显示面板的显示部分为右眼用及左眼用的两个区域,优选在不贡献于显示的外侧的区域不配置像素。由此,可以降低像素的写入所需的功耗。此外,由于减小源极线、栅极线等的负载,所以可以实现帧频高的显示。由此,由于可以显示流畅的动态图像,所以可以提高现实感。

[0479] 图20A示出显示面板的结构例子。在图20A中,在衬底701的内侧配置左眼用显示部702L及右眼用显示部702R。注意,在衬底701上除了显示部702L及显示部702R以外还可以配置驱动电路、布线、IC、FPC等。

[0480] 图20A所示的显示部702L及显示部702R具有正方形的顶面形状。

[0481] 显示部702L及显示部702R的顶面形状也可以为其他正多角形。图20B示出正六角形的情况的例子,图20C示出正八角形的情况的例子,图20D示出正十角形的情况的例子,图20E示出正十二角形的情况的例子。如此,通过使用角的数量为偶数的多角形,可以使显示部的形状为左右对称。注意,也可以使用不是正多角形的多角形。此外,也可以使用角部带弧形的正多角形或多角形。

[0482] 注意,由于由矩阵状配置的像素构成显示部,所以各显示部的轮廓的直线部分严密地不成为直线,会存在有台阶部分。尤其是,不与像素的排列方向平行的直线部分具有台阶状的顶面形状。注意,由于用户在不看到像素的形狀的状态下观看图像,所以即使显示部的倾斜的轮廓严格地说为台阶状,也可以看作直线。同样地,即使显示部的轮廓的曲线部分严格地说为台阶状,也可以看作曲线。

[0498] 此外,可以使用通过纳米束电子衍射法(NBED:Nano Beam Electron Diffraction)观察的衍射图案(也称为纳米束电子衍射图案)对膜或衬底的结晶结构进行评价。例如,在石英玻璃衬底的衍射图案中观察到光晕图案,可以确认石英玻璃处于非晶状态。此外,以室温形成的In-Ga-Zn氧化物膜的衍射图案中观察到斑点状的图案而没有观察到光晕。因此可以推测,以室温形成的In-Ga-Zn氧化物处于既不是单晶或多晶也不是非晶态的中间态,不能得出该In-Ga-Zn氧化物膜是非晶态的结论。

[0499] <<氧化物半导体的结构>>

此外,在注目于氧化物半导体的结构的情况下,有时氧化物半导体的分类与上述分类不同。例如,氧化物半导体可以分为单晶氧化物半导体和除此之外的非单晶氧化物半导体。作为非单晶氧化物半导体,例如可以举出上述CAAC-OS及nc-OS。此外,在非单晶氧化物半导体中包含多晶氧化物半导体、a-like OS(amorphous-like oxide semiconductor)及非晶氧化物半导体等。

[0500] 在此,对上述CAAC-OS、nc-OS及a-like OS的详细内容进行说明。

[0501] [CAAC-OS]

CAAC-OS是包括多个结晶区域的氧化物半导体,该多个结晶区域的c轴取向于特定的方向。此外,特定的方向是指CAAC-OS膜的厚度方向、CAAC-OS膜的被形成面的法线方向、或者CAAC-OS膜的表面的法线方向。此外,结晶区域是具有原子排列的周期性的区域。注意,在将原子排列看作晶格排列时结晶区域也是晶格排列一致的区域。再者,CAAC-OS具有在a-b面方向上多个结晶区域连接的区域,有时该区域具有畸变。此外,畸变是指在多个结晶区域连接的区域中,晶格排列一致的区域和其他晶格排列一致的区域之间的晶格排列的方向变化的部分。换言之,CAAC-OS是指c轴取向并在a-b面方向上没有明显的取向的氧化物半导体。

[0502] 此外,上述多个结晶区域的每一个由一个或多个微小结晶(最大径小于10nm的结晶)构成。在结晶区域由一个微小结晶构成的情况下,该结晶区域的最大径小于10nm。此外,结晶区域由多个微小结晶构成的情况下,有时该结晶区域的尺寸为几十nm左右。

[0503] 此外,在In-Ga-Zn氧化物中,CAAC-OS有具有层叠有含有铟(In)及氧的层(以下,In层)、含有镓(Ga)、锌(Zn)及氧的层(以下,(Ga,Zn)层)的层状结晶结构(也称为层状结构)的趋势。此外,铟和镓可以彼此置换。因此,有时(Ga,Zn)层包含铟。此外,有时In层包含镓。注意,有时In层包含锌。该层状结构例如在高分辨率TEM(Transmission Electron Microscope)图像中被观察作为晶格图像。

[0504] 例如,当对CAAC-OS膜使用XRD装置进行结构分析时,在使用 $\theta/2\theta$ 扫描的Out-of-plane XRD测量中,在 $2\theta=31^\circ$ 或其附近检测出表示c轴取向的峰。注意,表示c轴取向的峰的位置(2θ 值)有时根据构成CAAC-OS的金属元素的种类、组成等变动。

[0505] 此外,例如,在CAAC-OS膜的电子衍射图案中观察到多个亮点(斑点)。此外,在以透过样品的入射电子束的斑点(也称为直接斑点)为对称中心时,某一个斑点和其他斑点被观察在点对称的位置。

[0506] 在从上述特定的方向观察结晶区域的情况下,虽然该结晶区域中的晶格排列基本上是六方晶格,但是单位晶格并不局限于正六边形,有是非正六角形的情况。此外,在上述畸变中,有时具有五角形、七角形等晶格排列。此外,在CAAC-OS的畸变附近观察不到明确的

晶界 (grain boundary)。也就是说,晶格排列的畸变抑制晶界的形成。这可能是由于CAAC-OS因为a-b面方向上的氧原子的排列的低密度或因金属原子被取代而使原子间的键合距离产生变化等而能够包容畸变。

[0507] 此外,确认到明确的晶界的结晶结构被称为所谓的多晶 (polycrystal)。晶界成为复合中心而载流子被俘获,因而有可能导致晶体管的通态电流的降低、场效应迁移率的降低等。因此,确认不到明确的晶界的CAAC-OS是对晶体管的半导体层提供具有优异的结晶结构的结晶性氧化物之一。注意,为了构成CAAC-OS,优选为包含Zn的结构。例如,与In氧化物相比,In-Zn氧化物及In-Ga-Zn氧化物能够进一步抑制晶界的发生,所以是优选的。

[0508] CAAC-OS是结晶性高且确认不到明确的晶界的氧化物半导体。因此,可以说在CAAC-OS中,不容易发生起因于晶界的电子迁移率的降低。此外,氧化物半导体的结晶性有时因杂质的混入、缺陷的生成等而降低,因此可以说CAAC-OS是杂质及缺陷(氧空位等)少的氧化物半导体。因此,包含CAAC-OS的氧化物半导体的物理性质稳定。因此,包含CAAC-OS的氧化物半导体具有高耐热性及高可靠性。此外,CAAC-OS对制造工序中的高温(所谓热积存; thermal budget)也很稳定。由此,通过在OS晶体管中使用CAAC-OS,可以扩大制造工序的自由度。

[0509] [nc-OS]

在nc-OS中,微小的区域(例如1nm以上且10nm以下的区域,特别是1nm以上且3nm以下的区域)中的原子排列具有周期性。换言之,nc-OS具有微小的结晶。此外,例如,该微小的结晶的尺寸为1nm以上且10nm以下,尤其为1nm以上且3nm以下,将该微小的结晶称为纳米晶。此外,nc-OS在不同的纳米晶之间观察不到结晶取向的规律性。因此,在膜整体中观察不到取向性。所以,有时nc-OS在某些分析方法中与a-like OS或非晶氧化物半导体没有差别。例如,在对nc-OS膜使用XRD装置进行结构分析时,在使用 $\theta/2\theta$ 扫描的Out-of-plane XRD测量中,不检测出表示结晶性的峰。此外,在对nc-OS膜进行使用其束径比纳米晶大(例如,50nm以上)的电子束的电子衍射(也称为选区电子衍射)时,观察到类似光晕图案的衍射图案。另一方面,在对nc-OS膜进行使用其束径近于或小于纳米晶的尺寸(例如1nm以上且30nm以下)的电子束的电子衍射(也称为纳米束电子衍射)的情况下,有时得到在以直接斑点为中心的环状区域内观察到多个斑点的电子衍射图案。

[0510] [a-like OS]

a-like OS是具有介于nc-OS与非晶氧化物半导体之间的结构的氧化物半导体。a-like OS包含空洞或低密度区域。也就是说,a-like OS的结晶性比nc-OS及CAAC-OS的结晶性低。此外,a-like OS的膜中的氢浓度比nc-OS及CAAC-OS的膜中的氢浓度高。

[0511] <<氧化物半导体的构成>>

接着,说明上述CAC-OS的详细内容。此外,CAC-OS与材料构成有关。

[0512] [CAC-OS]

CAC-OS例如是指包含在金属氧化物中的元素不均匀地分布的构成,其中包含不均匀地分布的元素的材料的尺寸为0.5nm以上且10nm以下,优选为1nm以上且3nm以下或近似的尺寸。注意,在下面也将在金属氧化物中一个或多个金属元素不均匀地分布且包含该金属元素的区域混合的状态称为马赛克状或补丁(patch)状,该区域的尺寸为0.5nm以上且10nm以下,优选为1nm以上且3nm以下或近似的尺寸。

[0513] 再者,CAC-OS是指其材料分开为第一区域与第二区域而成为马赛克状且该第一区域分布于膜中的结构(下面也称为云状)。就是说,CAC-OS是指具有该第一区域和该第二区域混合的结构的复合金属氧化物。

[0514] 在此,将相对于构成In-Ga-Zn氧化物的CAC-OS的金属元素的In、Ga及Zn的原子数比的每一个记为[In]、[Ga]及[Zn]。例如,在In-Ga-Zn氧化物的CAC-OS中,第一区域是其[In]大于CAC-OS膜的组成中的[In]的区域。此外,第二区域是其[Ga]大于CAC-OS膜的组成中的[Ga]的区域。此外,例如,第一区域是其[In]大于第二区域中的[In]且其[Ga]小于第二区域中的[Ga]的区域。此外,第二区域是其[Ga]大于第一区域中的[Ga]且其[In]小于第一区域中的[In]的区域。

[0515] 具体而言,上述第一区域是以铟氧化物或铟锌氧化物等为主要成分的区域。此外,上述第二区域是以镓氧化物或镓锌氧化物等为主要成分的区域。换言之,可以将上述第一区域称为以In为主要成分的区域。此外,可以将上述第二区域称为以Ga为主要成分的区域。

[0516] 注意,有时观察不到上述第一区域和上述第二区域的明确的边界。

[0517] 此外,In-Ga-Zn氧化物中的CAC-OS是指如下构成:在包含In、Ga、Zn及O的材料构成中,部分主要成分为Ga的区域与部分主要成分为In的区域无规律地以马赛克状存在。因此,可推测,CAC-OS具有金属元素不均匀地分布的结构。

[0518] CAC-OS例如可以通过在对衬底不进行非意图性的加热的条件下利用溅射法来形成。在利用溅射法形成CAC-OS的情况下,作为沉积气体,可以使用选自惰性气体(典型的是氩)、氧气体和氮气体中的任一种或多种。此外,沉积时的沉积气体的总流量中的氧气体的流量比越低越好。例如,使沉积时的沉积气体的总流量中的氧气体的流量比为0%以上且低于30%,优选为0%以上且10%以下。

[0519] 例如,在In-Ga-Zn氧化物的CAC-OS中,根据通过能量分散型X射线分析法(EDX: Energy Dispersive X-ray spectroscopy)取得的EDX面分析(EDX-mapping)图像,可确认到具有以In为主要成分的区域(第一区域)及以Ga为主要成分的区域(第二区域)不均匀地分布而混合的结构。

[0520] 在此,第一区域是具有比第二区域高的导电性的区域。就是说,当载流子流过第一区域时,呈现作为金属氧化物的导电性。因此,当第一区域以云状分布在金属氧化物中时,可以实现高场效应迁移率(μ)。

[0521] 另一方面,第二区域是具有比第一区域高的绝缘性的区域。就是说,当第二区域分布在金属氧化物中时,可以抑制泄漏电流。

[0522] 在将CAC-OS用于晶体管的情况下,通过起因于第一区域的导电性和起因于第二区域的绝缘性的互补作用,可以使CAC-OS具有开关功能(控制开启/关闭的功能)。换言之,在CAC-OS的材料的一部分中具有导电性的功能且在另一部分中具有绝缘性的功能,在材料的整体中具有半导体的功能。通过使导电性的功能和绝缘性的功能分离,可以最大限度地提高各功能。因此,通过将CAC-OS用于晶体管,可以实现大通态电流(I_{on})、高场效应迁移率(μ)及良好的开关工作。

[0523] 此外,使用CAC-OS的晶体管具有高可靠性。因此,CAC-OS最适合于显示装置等各种半导体装置。

[0524] 氧化物半导体具有各种结构及各种特性。本发明的一个方式的氧化物半导体也可

以包括非晶氧化物半导体、多晶氧化物半导体、a-like OS、CAC-OS、nc-OS、CAAC-OS中的两种以上。

[0525] <具有氧化物半导体的晶体管>

接着,说明将上述氧化物半导体用于晶体管的情况。

[0526] 通过将上述氧化物半导体用于晶体管,可以实现场效应迁移率高的晶体管。此外,可以实现可靠性高的晶体管。

[0527] 优选将载流子浓度低的氧化物半导体用于晶体管。例如,氧化物半导体中的载流子浓度为 $1 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 以下,优选为 $1 \times 10^{15} \text{cm}^{-3}$ 以下,更优选为 $1 \times 10^{13} \text{cm}^{-3}$ 以下,进一步优选为 $1 \times 10^{11} \text{cm}^{-3}$ 以下,更进一步优选低于 $1 \times 10^{10} \text{cm}^{-3}$,且 $1 \times 10^{-9} \text{cm}^{-3}$ 以上。在以降低氧化物半导体膜的载流子浓度为目的的情况下,可以降低氧化物半导体膜中的杂质浓度以降低缺陷态密度。在本说明书等中,将杂质浓度低且缺陷态密度低的状态称为高纯度本征或实质上高纯度本征。此外,有时将载流子浓度低的氧化物半导体称为高纯度本征或实质上高纯度本征的氧化物半导体。

[0528] 因为高纯度本征或实质上高纯度本征的氧化物半导体膜具有较低的缺陷态密度,所以有可能具有较低的陷阱态密度。

[0529] 此外,被氧化物半导体的陷阱态俘获的电荷到消失需要较长的时间,有时像固定电荷那样动作。因此,有时在陷阱态密度高的氧化物半导体中形成沟道形成区域的晶体管的电特性不稳定。

[0530] 因此,为了使晶体管的电特性稳定,降低氧化物半导体中的杂质浓度是有效的。为了降低氧化物半导体中的杂质浓度,优选还降低附近膜中的杂质浓度。作为杂质有氢、氮、碱金属、碱土金属、铁、镍、硅等。注意,氧化物半导体中的杂质例如是指构成氧化物半导体的主要成分之外的元素。例如,浓度小于0.1原子%的元素可以说是杂质。

[0531] <杂质>

在此,说明氧化物半导体中的各杂质的影响。

[0532] 在氧化物半导体包含第14族元素之一的硅或碳时,在氧化物半导体中形成缺陷态。因此,将氧化物半导体中或与氧化物半导体的界面附近的硅或碳的浓度(通过二次离子质谱(SIMS:Secondary Ion Mass Spectrometry)测得的浓度)设定为 $2 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$ 以下,优选为 $2 \times 10^{17} \text{atoms/cm}^3$ 以下。

[0533] 此外,当氧化物半导体包含碱金属或碱土金属时,有时形成缺陷态而形成载流子。因此,使用包含碱金属或碱土金属的氧化物半导体的晶体管容易具有常开启特性。因此,使通过SIMS测得的氧化物半导体中的碱金属或碱土金属的浓度为 $1 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$ 以下,优选为 $2 \times 10^{16} \text{atoms/cm}^3$ 以下。

[0534] 当氧化物半导体包含氮时,容易产生作为载流子的电子,使载流子浓度增高,而n型化。其结果是,在将包含氮的氧化物半导体用于半导体的晶体管容易具有常开启特性。或者,在氧化物半导体包含氮时,有时形成陷阱态。其结果,有时晶体管的电特性不稳定。因此,将利用SIMS测得的氧化物半导体中的氮浓度设定为低于 $5 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$,优选为 $5 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$ 以下,更优选为 $1 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$ 以下,进一步优选为 $5 \times 10^{17} \text{atoms/cm}^3$ 以下。

[0535] 包含在氧化物半导体中的氢与键合于金属原子的氧起反应生成水,因此有时形成氧空位。当氢进入该氧空位时,有时产生作为载流子的电子。此外,有时由于氢的一部分与

键合于金属原子的氧键合,产生作为载流子的电子。因此,使用包含氢的氧化物半导体的晶体管容易具有常开启特性。由此,优选尽可能地减少氧化物半导体中的氢。具体而言,将利用SIMS测得的氧化物半导体中的氢浓度设定为低于 1×10^{20} atoms/cm³,优选低于 1×10^{19} atoms/cm³,更优选低于 5×10^{18} atoms/cm³,进一步优选低于 1×10^{18} atoms/cm³。

[0536] 通过将杂质被充分降低的氧化物半导体用于晶体管的沟道形成区域,可以使晶体管具有稳定的电特性。

[0537] 本实施方式的至少一部分可以与本说明书所记载的其他实施方式适当地组合而实施。

[0538] (实施方式8)

在本实施方式中,使用图21A至图24F说明本发明的一个方式的电子设备。

[0539] 本实施方式的电子设备包括本发明的一个方式的显示装置。本发明的一个方式的显示装置容易实现高清晰化、高分辨率化、大型化。因此,可以将本发明的一个方式的显示装置用于各种各样的电子设备的显示部。

[0540] 另外,本发明的一个方式的显示装置可以以低成本制造,由此可以降低电子设备的制造成本。

[0541] 作为电子设备,例如除了电视装置、台式或笔记本型个人计算机、用于计算机等的显示器、数字标牌、弹珠机等大型游戏机等具有较大的屏幕的电子设备以外,还可以举出数码相机、数码摄像机、数码相框、移动电话机、便携式游戏机、便携式信息终端、声音再现装置等。

[0542] 特别是,因为本发明的一个方式的显示装置可以提高清晰度,所以可以适当地用于包括较小的显示部的电子设备。作为这种电子设备,例如可以举出手表型、手镯型等的信息终端设备(可穿戴设备)、可戴在头上的可穿戴设备等诸如头戴显示器等VR用设备、眼镜型AR用设备等。另外,作为可穿戴设备还可以举出SR(Substitutional Reality)用设备以及MR(Mixed Reality)用设备。

[0543] 本发明的一个方式的显示装置优选具有极高的分辨率诸如HD(像素数为 1280×720)、FHD(像素数为 1920×1080)、WQHD(像素数为 2560×1440)、WQXGA(像素数为 2560×1600)、4K2K(像素数为 3840×2160)、8K4K(像素数为 7680×4320)等。尤其优选具有4K2K、8K4K或更高的分辨率。另外,本发明的一个方式的显示装置中的像素密度(清晰度)优选为300ppi以上,更优选为500ppi以上,进一步优选为1000ppi以上,更进一步优选为2000ppi以上,还进一步优选为3000ppi以上,还进一步优选为5000ppi以上,还进一步优选为7000ppi以上。通过使用上述的具有高分辨率或高清晰度的显示装置,在便携式或家用等的个人用途的电子设备中可以进一步提高真实感、纵深感等。

[0544] 可以将本实施方式的电子设备沿着房屋或高楼的内壁或外壁、汽车的内部装饰或外部装饰的曲面组装。

[0545] 本实施方式的电子设备也可以包括天线。通过由天线接收信号,可以在显示部上显示影像及信息等。另外,在电子设备包括天线及二次电池时,可以用天线进行非接触电力传送。

[0546] 本实施方式的电子设备也可以包括传感器(该传感器具有感测、检测、测量如下因素的功能:力、位移、位置、速度、加速度、角速度、转速、距离、光、液、磁、温度、化学物质、声

音、时间、硬度、电场、电流、电压、电力、辐射线、流量、湿度、倾斜度、振动、气味或红外线)。

[0547] 本实施方式的电子设备可以具有各种功能。例如,可以具有如下功能:将各种信息(静态图像、动态图像、文字图像等)显示在显示部上的功能;触摸面板的功能;显示日历、日期或时间等的功能;执行各种软件(程序)的功能;进行无线通信的功能;读出储存在存储介质中的程序或数据的功能;等。

[0548] 图21A所示的电子设备6500是可以被用作智能手机的便携式信息终端设备。

[0549] 电子设备6500包括框体6501、显示部6502、电源按钮6503、按钮6504、扬声器6505、麦克风6506、照相机6507及光源6508等。显示部6502具有触摸面板功能。

[0550] 可以对显示部6502应用本发明的一个方式的显示装置。

[0551] 图21B是包括框体6501的麦克风6506一侧的端部的截面示意图。

[0552] 框体6501的显示面一侧设置有具有透光性的保护构件6510,被框体6501及保护构件6510包围的空间内设置有显示面板6511、光学构件6512、触摸传感器面板6513、印刷电路板6517、电池6518等。

[0553] 显示面板6511、光学构件6512及触摸传感器面板6513使用粘合层(未图示)固定到保护构件6510。

[0554] 在显示部6502的外侧的区域中,显示面板6511的一部分叠回,且该叠回部分连接有FPC6515。FPC6515安装有IC6516。FPC6515与设置于印刷电路板6517的端子连接。

[0555] 显示面板6511可以使用本发明的一个方式的柔性显示器(具有柔性的显示装置)。由此,可以实现极轻量的电子设备。此外,由于显示面板6511极薄,所以可以在抑制电子设备的厚度的情况下安装大容量的电池6518。此外,通过折叠显示面板6511的一部分以在像素部的背面设置与FPC6515的连接部,可以实现窄边框的电子设备。

[0556] 图22A示出电视装置的一个例子。在电视装置7100中,框体7101中组装有显示部7000。在此示出利用支架7103支撑框体7101的结构。

[0557] 可以对显示部7000应用本发明的一个方式的显示装置。

[0558] 可以通过利用框体7101所具备的操作开关及另外提供的遥控操作机7111进行图22A所示的电视装置7100的操作。此外,也可以在显示部7000中具备触摸传感器,也可以通过用指头等触摸显示部7000进行电视装置7100的操作。此外,也可以在遥控操作机7111中具备显示从该遥控操作机7111输出的信息的显示部。通过利用遥控操作机7111所具备的操作键或触摸面板,可以进行频道及音量的操作,并可以对显示在显示部7000上的影像进行操作。

[0559] 此外,电视装置7100具备接收机及调制解调器等。可以通过利用接收机接收一般的电视广播。再者,通过调制解调器连接到有线或无线方式的通信网络,从而进行单向(从发送者到接收者)或双向(发送者和接收者之间或接收者之间等)的信息通信。

[0560] 图22B示出笔记本型个人计算机的一个例子。笔记本型个人计算机7200包括框体7211、键盘7212、指向装置7213、外部连接端口7214等。在框体7211中组装有显示部7000。

[0561] 可以对显示部7000应用本发明的一个方式的显示装置。

[0562] 图22C和图22D示出数字标牌的一个例子。

[0563] 图22C所示的数字标牌7300包括框体7301、显示部7000及扬声器7303等。此外,还可以包括LED灯、操作键(包括电源开关或操作开关)、连接端子、各种传感器、麦克风等。

[0564] 图22D示出设置于圆柱状柱子7401上的数字标牌7400。数字标牌7400包括沿着柱子7401的曲面设置的显示部7000。

[0565] 在图22C和图22D中,可以对显示部7000应用包括本发明的一个方式的晶体管的显示装置。

[0566] 显示部7000越大,一次能够提供的信息量越多。显示部7000越大,越容易吸引人的注意,例如可以提高广告宣传效果。

[0567] 通过将触摸面板用于显示部7000,不仅可以在显示部7000上显示静态图像或动态图像,使用者还能够直觉性地进行操作,所以是优选的。此外,在用于提供线路信息或交通信息等信息的用途时,可以通过直觉性的操作提高易用性。

[0568] 如图22C和图22D所示,数字标牌7300或数字标牌7400优选可以通过无线通信与使用者所携带的智能手机等信息终端设备7311或信息终端设备7411联动。例如,显示在显示部7000上的广告信息可以显示在信息终端设备7311或信息终端设备7411的屏幕上。此外,通过操作信息终端设备7311或信息终端设备7411,可以切换显示部7000的显示。

[0569] 此外,可以在数字标牌7300或数字标牌7400上以信息终端设备7311或信息终端设备7411的屏幕为操作单元(控制器)执行游戏。由此,不特定多个使用者可以同时参加游戏,享受游戏的乐趣。

[0570] 图23A是安装有取景器8100的照相机8000的外观图。

[0571] 照相机8000包括框体8001、显示部8002、操作按钮8003、快门按钮8004等。此外,照相机8000安装有可装卸的透镜8006。在照相机8000中,透镜8006和框体也可以被形成为一体。

[0572] 照相机8000通过按下快门按钮8004或者触摸用作触摸面板的显示部8002,可以进行成像。

[0573] 框体8001包括具有电极的嵌入器,除了可以与取景器8100连接以外,还可以与闪光灯装置等连接。

[0574] 取景器8100包括框体8101、显示部8102以及按钮8103等。

[0575] 框体8101通过嵌合到照相机8000的嵌入器装到照相机8000。取景器8100可以将从照相机8000接收的影像等显示到显示部8102上。

[0576] 按钮8103被用作电源按钮等。

[0577] 本发明的一个方式的显示装置可以用于照相机8000的显示部8002及取景器8100的显示部8102。此外,也可以在照相机8000中内置有取景器。

[0578] 图23B是头戴显示器8200的外观图。

[0579] 头戴显示器8200包括安装部8201、透镜8202、主体8203、显示部8204以及电缆8205等。此外,在安装部8201中内置有电池8206。

[0580] 通过电缆8205,将电力从电池8206供应到主体8203。主体8203具备无线接收器等,能够将所接收的影像信息等显示到显示部8204上。此外,主体8203具有照相机,由此可以作为输入方法利用使用者的眼球或眼睑的动作的信息。

[0581] 此外,也可以对安装部8201的被使用者接触的位置设置多个电极,以检测出根据使用者的眼球的动作而流过电极的电流,由此实现识别使用者的视线的功能。此外,还可以具有根据流过该电极的电流监视使用者的脉搏的功能。安装部8201可以具有温度传感器、

压力传感器、加速度传感器等各种传感器,也可以具有将使用者的生物信息显示在显示部8204上的功能或与使用者的头部的动作同步地使显示在显示部8204上的影像变化的功能等。

[0582] 可以对显示部8204应用本发明的一个方式的显示装置。

[0583] 图23C至图23E是头戴显示器8300的外观图。头戴显示器8300包括框体8301、显示部8302、带状固定工具8304以及一对透镜8305。

[0584] 使用者可以通过透镜8305看到显示部8302上的显示。优选的是,弯曲配置显示部8302。因为使用者可以感受高真实感。此外,通过透镜8305分别看到显示在显示部8302的不同区域上的图像,从而可以进行利用视差的三维显示等。此外,本发明的一个方式不局限于设置有一个显示部8302的结构,也可以设置两个显示部8302以对使用者的一对眼睛分别配置一个显示部。

[0585] 可以将本发明的一个方式的显示装置用于显示部8302。本发明的一个方式的显示装置还可以实现极高的清晰度。例如,如图23E所示,即使使用透镜8305对显示进行放大观看,像素也不容易被使用者看到。就是说,可以利用显示部8302使使用者看到现实感更高的影像。

[0586] 图23F是护目镜型头戴显示器8400的外观图。头戴显示器8400包括一对框体8401、安装部8402及缓冲构件8403。一对框体8401内各自设置有显示部8404及透镜8405。通过使一对显示部8404显示互不相同的图像,可以进行利用视差的三维显示。

[0587] 使用者可以通过透镜8405看到显示部8404上的显示。透镜8405具有焦点调整机构,可以根据使用者的视力调整位置。显示部8404优选为正方形或横向长的矩形。由此,可以提高真实感。

[0588] 安装部8402优选具有塑性及弹性以可以根据使用者的人脸尺寸调整并没有掉下来。另外,安装部8402的一部分优选具有被用作骨传导耳机的振动机构。由此,只要安装就可以享受影像及声音,而不需耳机、扬声器等音响设备。此外,也可以具有通过无线通信将声音数据输出到框体8401内的功能。

[0589] 安装部8402及缓冲构件8403是与使用者的人脸(额头、脸颊等)接触的部分。通过使缓冲构件8403与使用者的人脸密接,可以防止漏光,从而可以进一步提高沉浸感。缓冲构件8403优选使用柔软的材料以在使用者装上头戴显示器8400时与使用者的人脸密接。例如,可以使用橡胶、硅酮橡胶、聚氨酯、海绵等材料。另外,当作为缓冲构件8403使用用布或皮革(天然皮革或合成皮革)等覆盖海绵等的表面的构件时,在使用者的脸和缓冲构件8403之间不容易产生空隙,从而可以适当地防止漏光。另外,在使用这种材料时,不仅让使用者感觉亲肤,而且当在较冷的季节等装上的情况下不让使用者感到寒意,所以是优选的。在缓冲构件8403或安装部8402等接触于使用者的皮肤的构件采用可拆卸的结构时,容易进行清洗或交换,所以是优选的。

[0590] 图24A至图24F所示的电子设备包括框体9000、显示部9001、扬声器9003、操作键9005(包括电源开关或操作开关)、连接端子9006、传感器9007(该传感器具有感测、检测或测量如下因素的功能:力、位移、位置、速度、加速度、角速度、转速、距离、光、液、磁、温度、化学物质、声音、时间、硬度、电场、电流、电压、电力、辐射线、流量、湿度、倾斜度、振动、气味或红外线)、麦克风9008等。

[0591] 图24A至图24F所示的电子设备具有各种功能。例如,可以具有如下功能:将各种信息(静态图像、动态图像及文字图像等)显示在显示部上的功能;触摸面板的功能;显示日历、日期或时间等的功能;通过利用各种软件(程序)控制处理的功能;进行无线通信的功能;读出储存在存储介质中的程序或数据并进行处理的功能;等。注意,电子设备可具有的功能不局限于上述功能,而可以具有各种功能。电子设备可以包括多个显示部。此外,也可以在电子设备中设置照相机等而使其具有如下功能:拍摄静态图像或动态图像,且将所拍摄的图像储存在存储介质(外部存储介质或内置于照相机的存储介质)中的功能;将所拍摄的图像显示在显示部上的功能;等。

[0592] 可以将本发明的一个方式的显示装置用于显示部9001。

[0593] 下面,详细地说明图24A至图24F所示的电子设备。

[0594] 图24A是示出便携式信息终端9101的立体图。可以将便携式信息终端9101例如用作智能手机。注意,在便携式信息终端9101中,也可以设置扬声器9003、连接端子9006、传感器9007等。此外,作为便携式信息终端9101,可以将文字及图像信息显示在其多个面上。在图24A中示出显示三个图标9050的例子。此外,可以将以虚线的矩形示出的信息9051显示在显示部9001的其他面上。作为信息9051的一个例子,可以举出提示收到电子邮件、SNS或电话等的信息;电子邮件、SNS等的标题;电子邮件或SNS等的发送者姓名;日期;时间;电池余量;以及天线接收信号强度的显示等。或者,可以在显示有信息9051的位置上显示图标9050等。

[0595] 图24B是示出便携式信息终端9102的立体图。便携式信息终端9102具有将信息显示在显示部9001的三个以上的面上的功能。在此,示出信息9052、信息9053、信息9054分别显示于不同的面上的例子。例如,在将便携式信息终端9102放在上衣口袋里的状态下,使用者能够确认显示在从便携式信息终端9102的上方看到的位置上的信息9053。使用者可以确认到该显示而无需从口袋里拿出便携式信息终端9102,由此能够判断是否接电话。

[0596] 图24C是示出手表型便携式信息终端9200的立体图。可以将便携式信息终端9200例如用作智能手表(注册商标)。此外,显示部9001的显示面弯曲,可沿着其弯曲的显示面进行显示。此外,便携式信息终端9200例如通过与可进行无线通信的耳麦相互通信可以进行免提通话。此外,通过利用连接端子9006,便携式信息终端9200可以与其他信息终端进行数据传输及充电。充电也可以通过无线供电进行。

[0597] 图24D至图24F是示出可以折叠的便携式信息终端9201的立体图。此外,图24D是将便携式信息终端9201展开的状态的立体图、图24F是折叠的状态的立体图、图24E是从图24D的状态和图24F的状态中的一个转换成另一个时中途的状态的立体图。便携式信息终端9201在折叠状态下可携带性好,而在展开状态下因为具有无缝拼接较大的显示区域所以显示的浏览性强。便携式信息终端9201所包括的显示部9001被由铰链9055连结的三个框体9000支撑。显示部9001例如可以在曲率半径0.1mm以上且150mm以下的范围弯曲。

[0598] 本实施方式所示的结构例子及对应该结构例子的附图等的至少一部分可以与其他结构例子或附图等适当地组合。

[0599] 本实施方式的至少一部分可以与本说明书所记载的其他实施方式适当地组合而实施。

[符号说明]

[0600] 100:显示装置、101:衬底、105:绝缘层、110:发光元件、110B:发光元件、110G:发光元件、110R:发光元件、110S:受光元件、111:像素电极、111B:像素电极、111C:连接电极、111G:像素电极、111R:像素电极、111S:像素电极、112:有机层、112B:有机层、112G:有机层、112R:有机层、113:公共电极、114:有机层、115:有机层、116:有机层、120:狭缝、121:保护层、125:绝缘层、125f:绝缘膜、126:树脂层、130:连接部、131:绝缘层、132:绝缘层、135B:层、135G:层、135R:层、135S:层、143:抗蚀剂掩模、144:牺牲膜、145:牺牲层、146:牺牲膜、147:牺牲层、151B:FMM、151G:FMM、151R:FMM、151S:FMM、155:有机层、161:导电层、162:导电层、163:树脂层

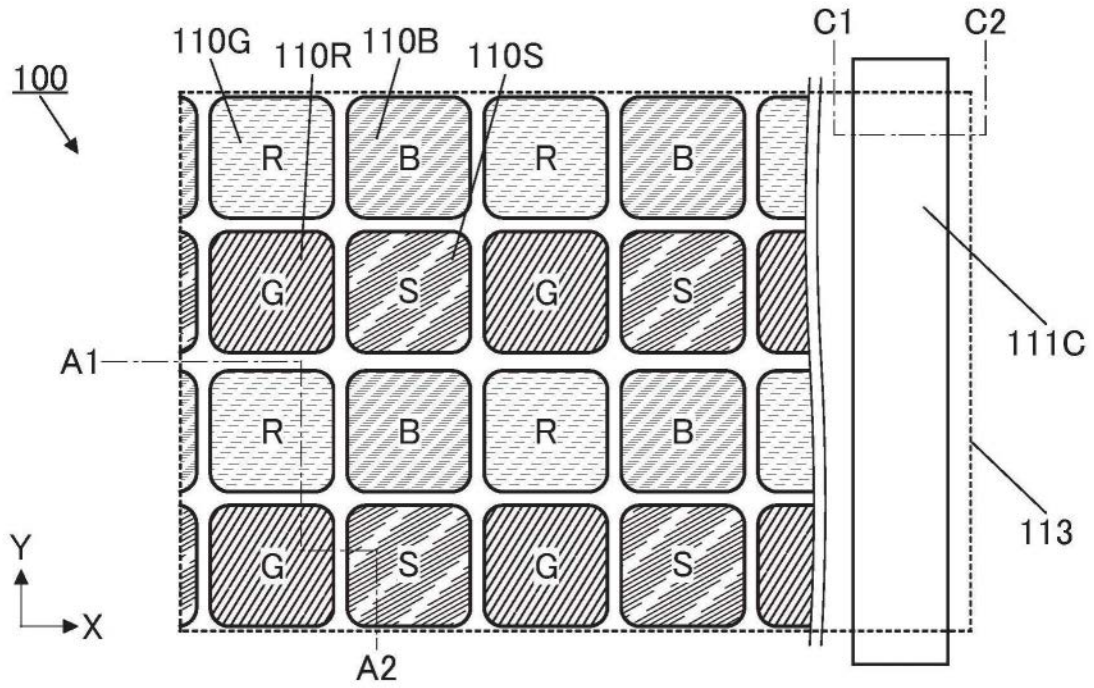


图1A

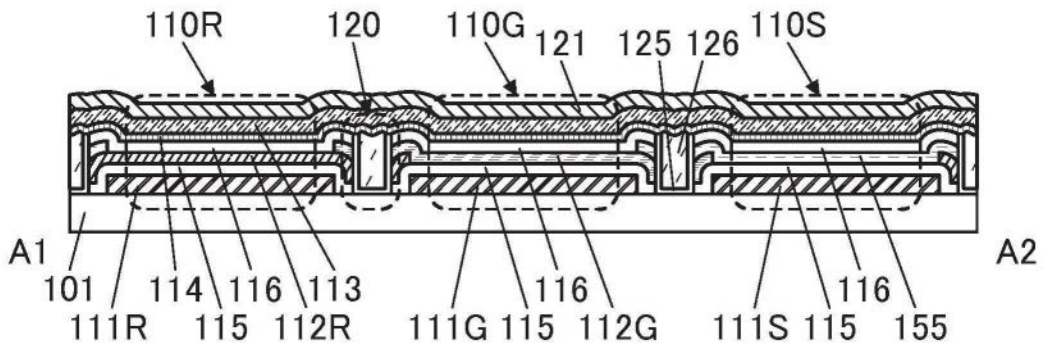


图1B

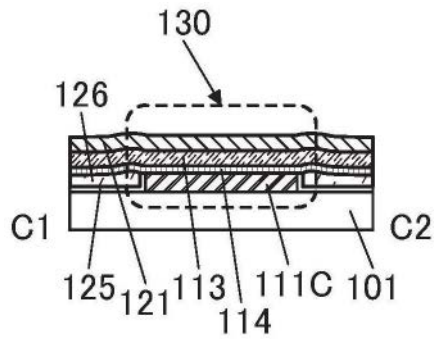


图1C

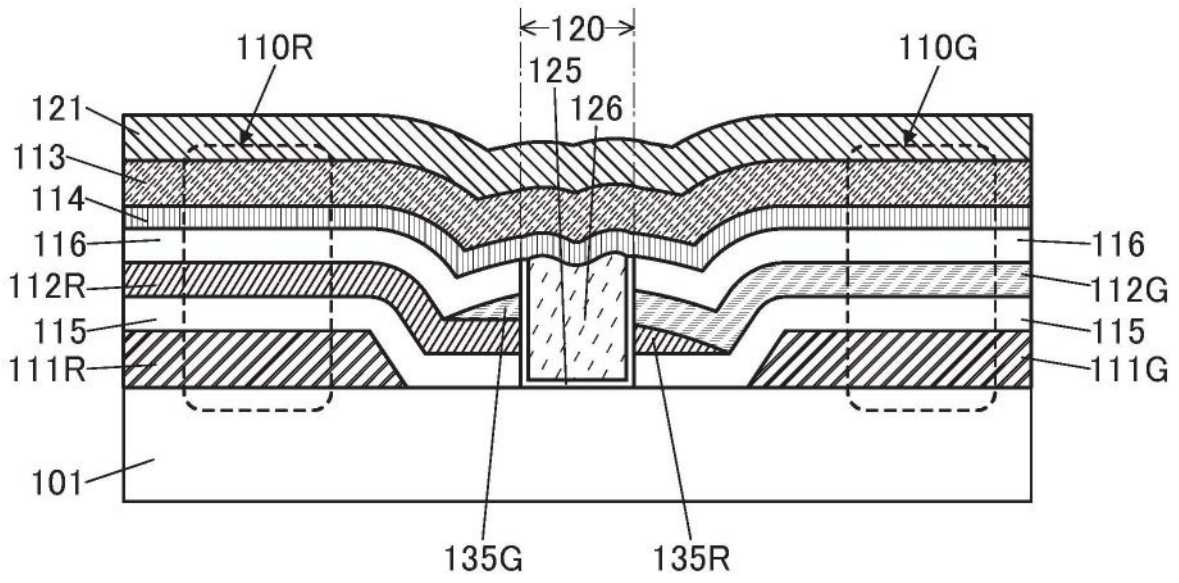


图2A

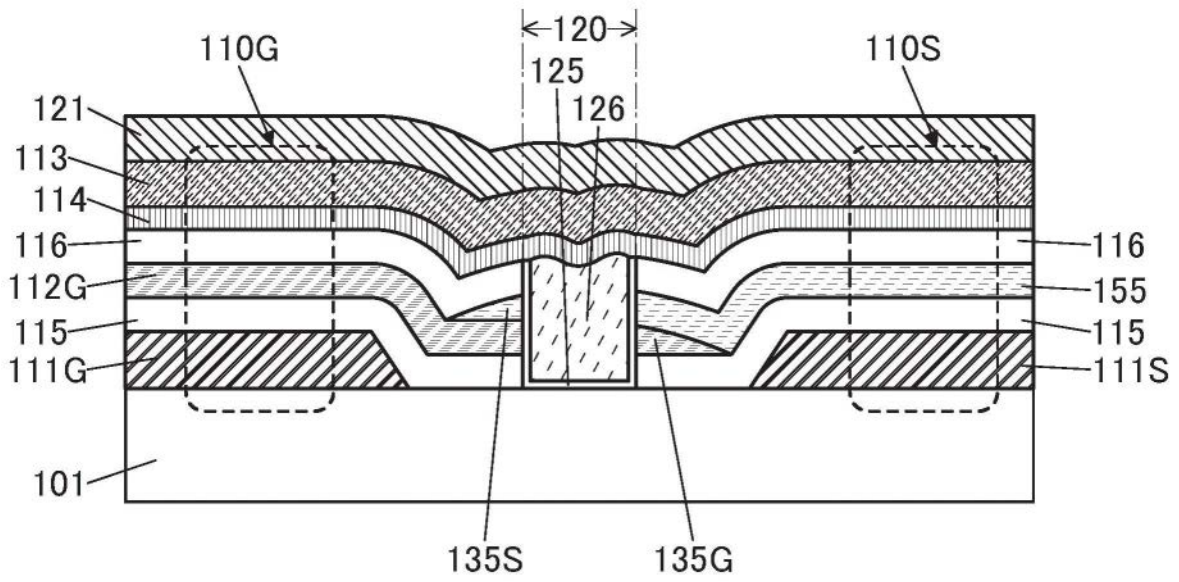


图2B

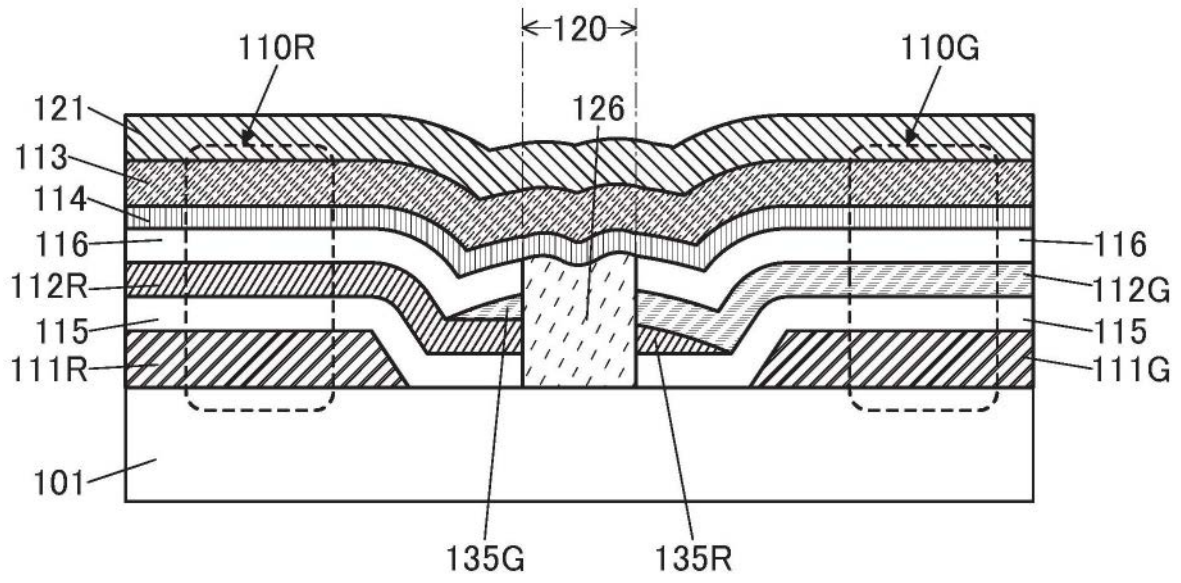


图3A

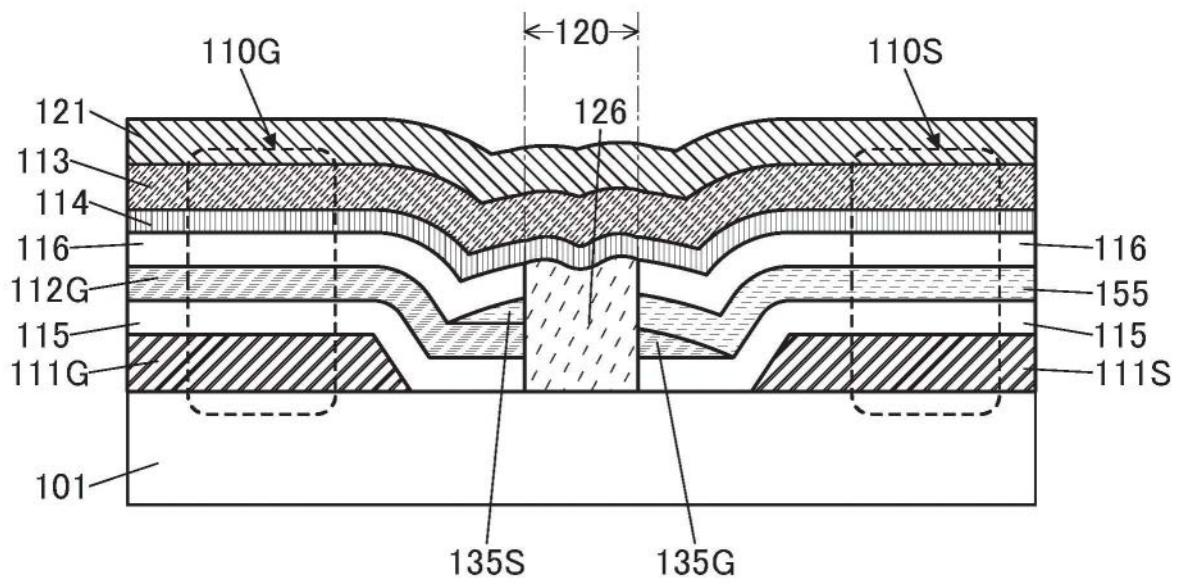


图3B

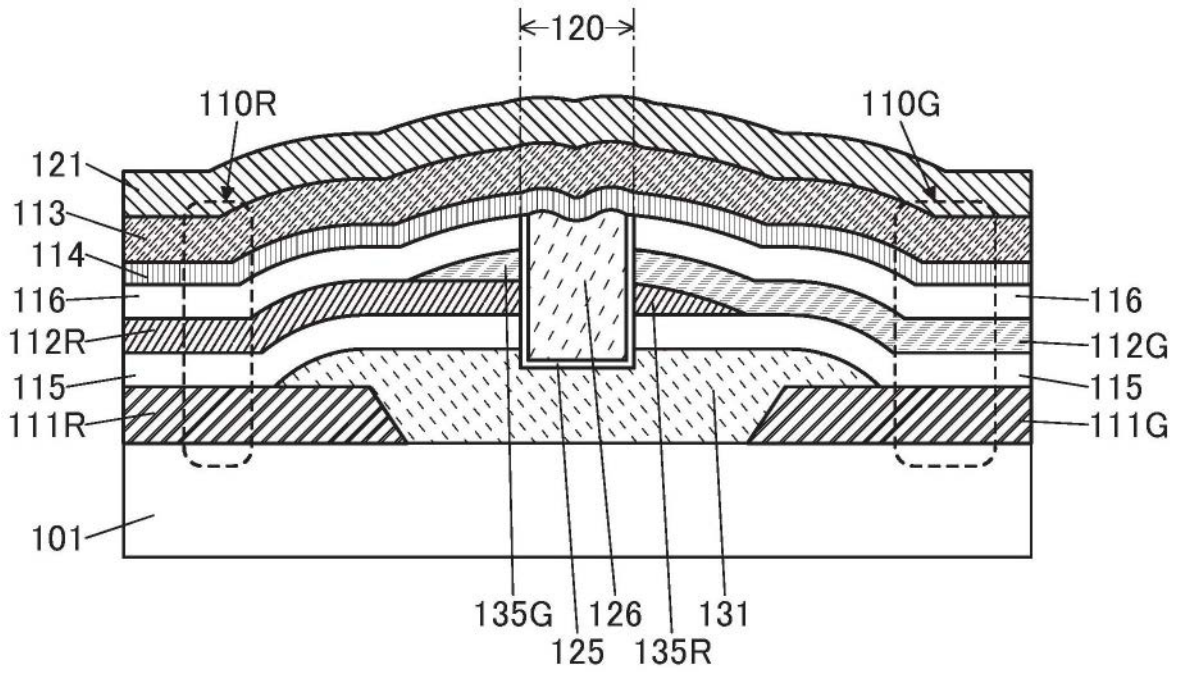


图4A

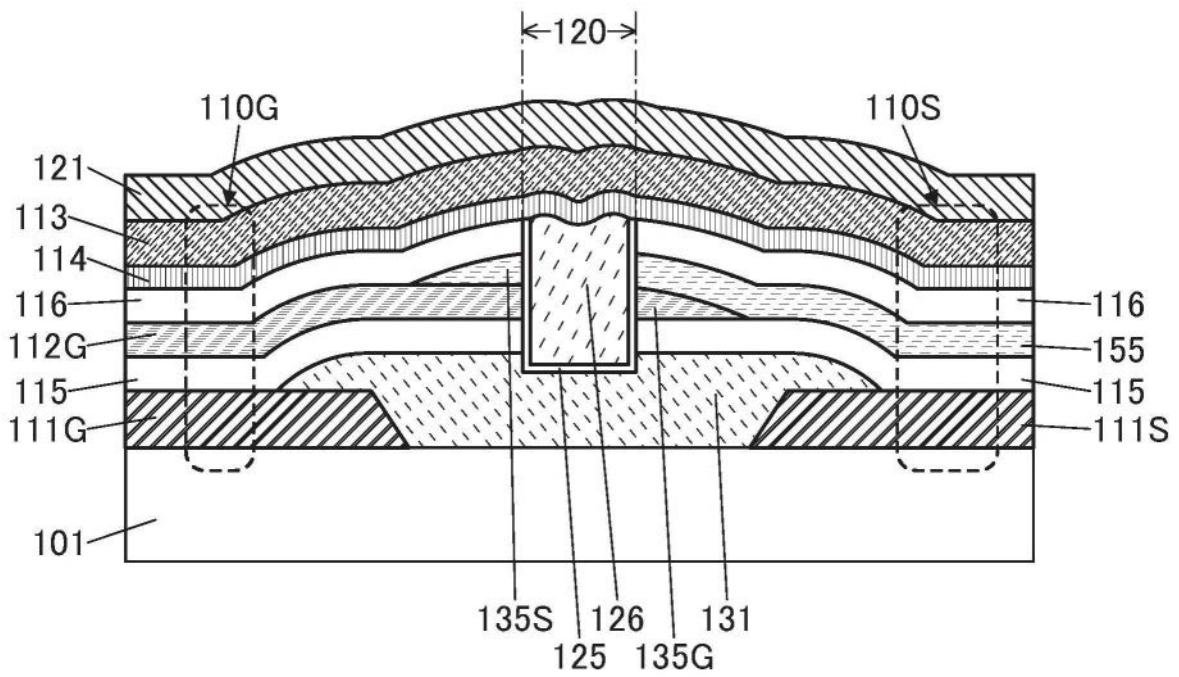


图4B

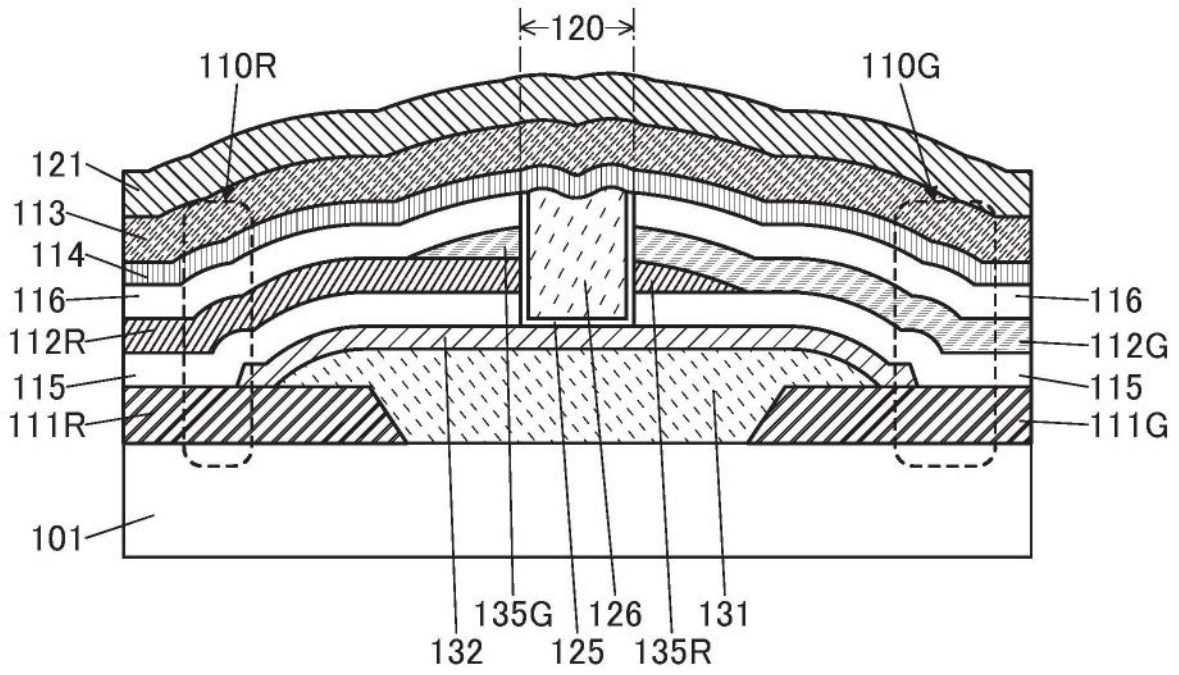


图5A

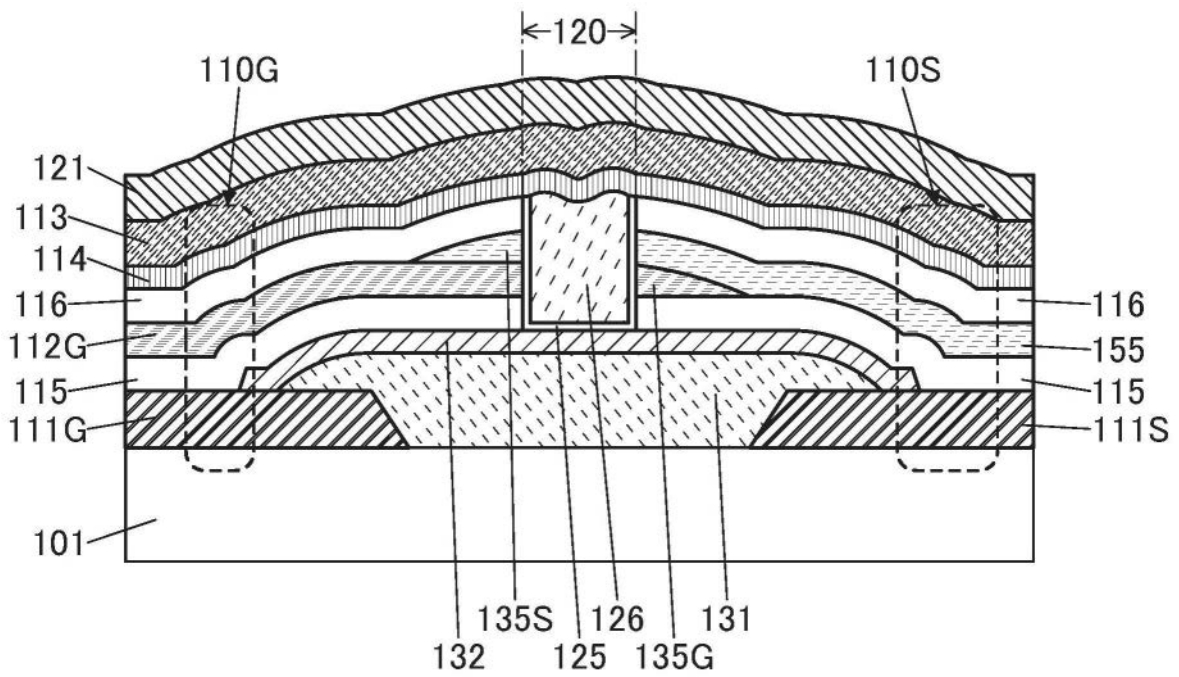


图5B

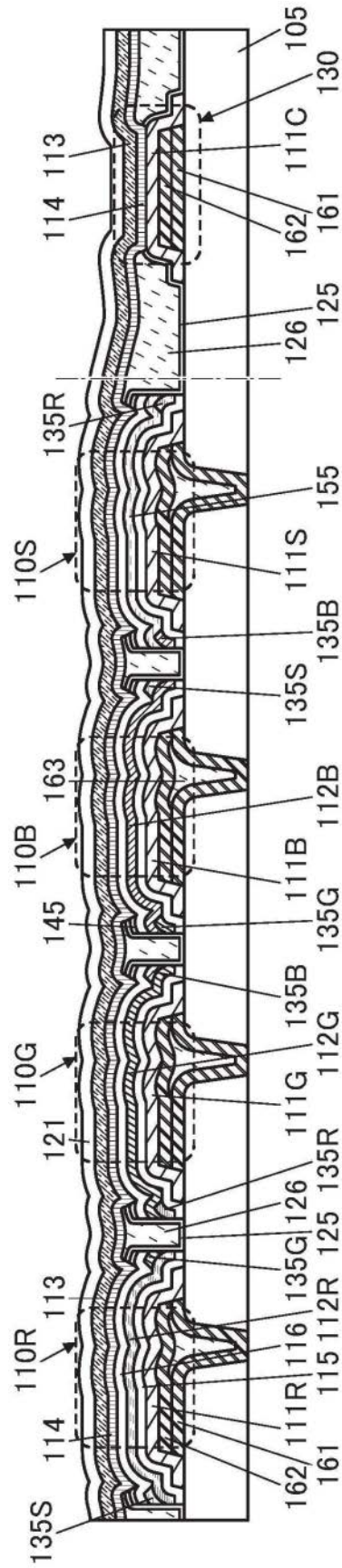


图6A

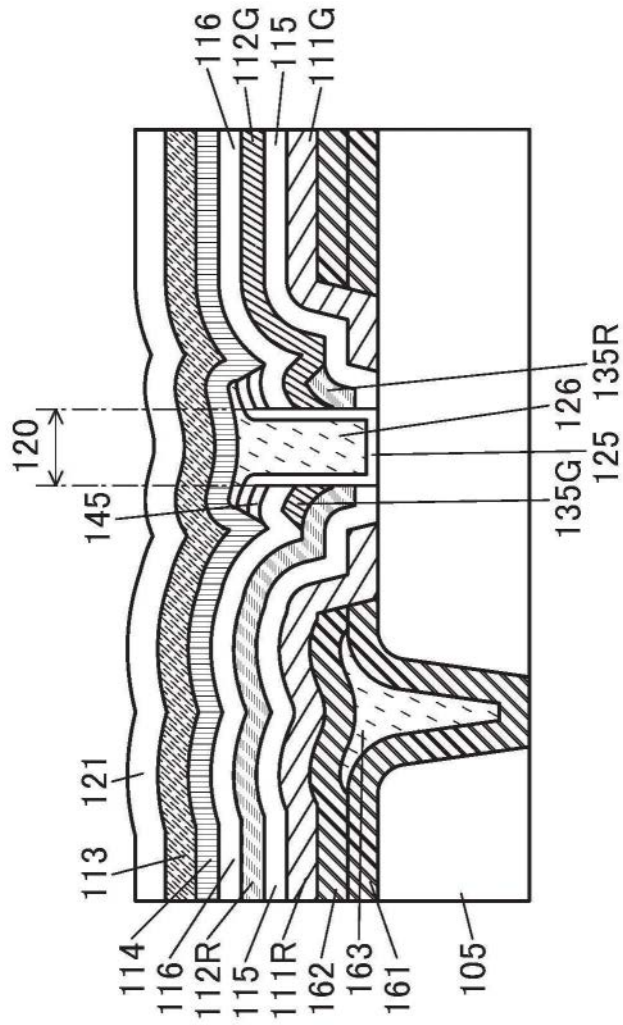


图6B

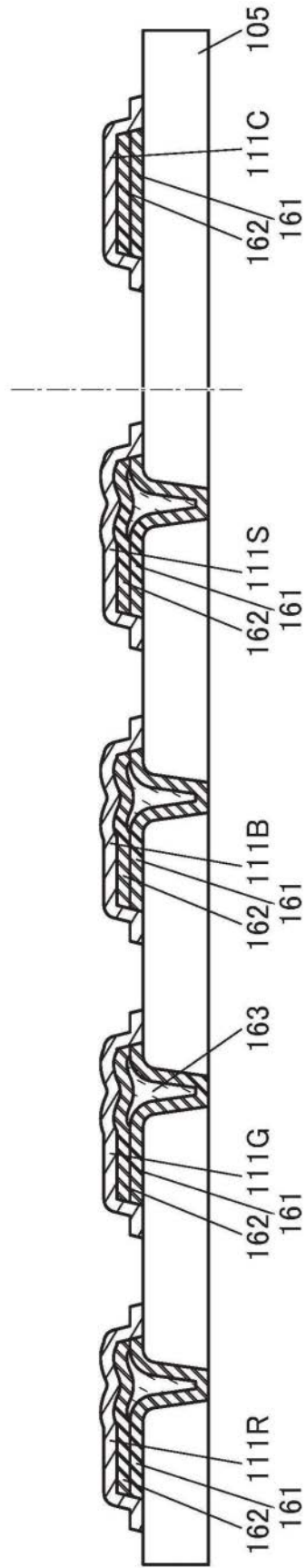


图7A

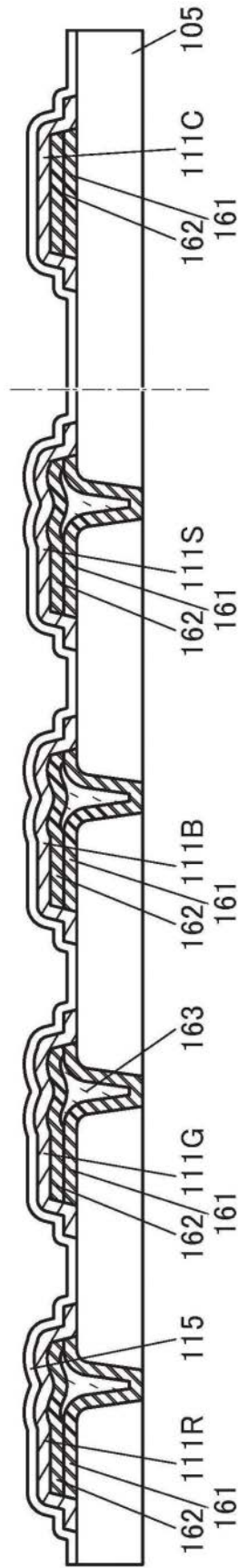


图7B

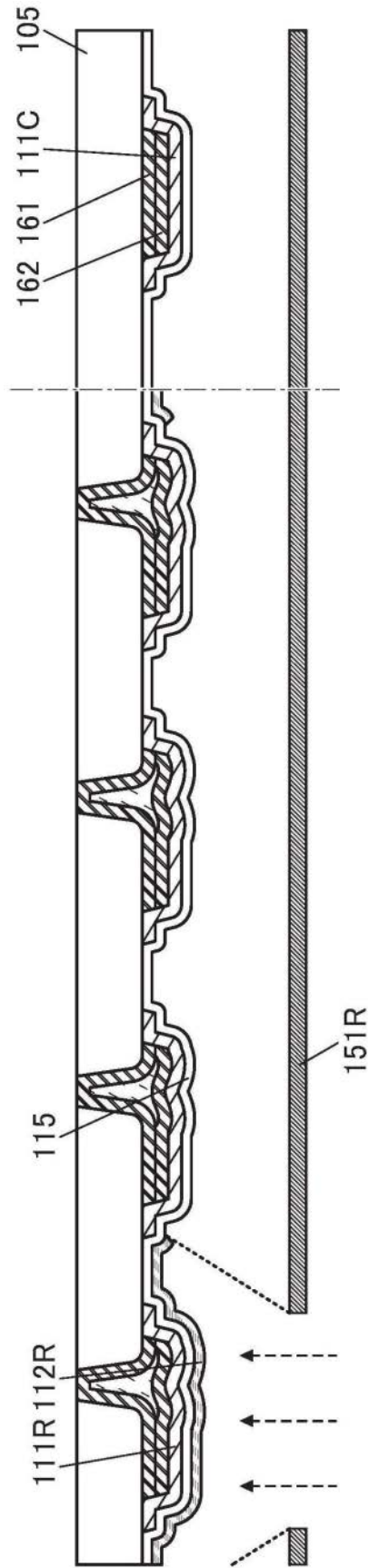


图7C

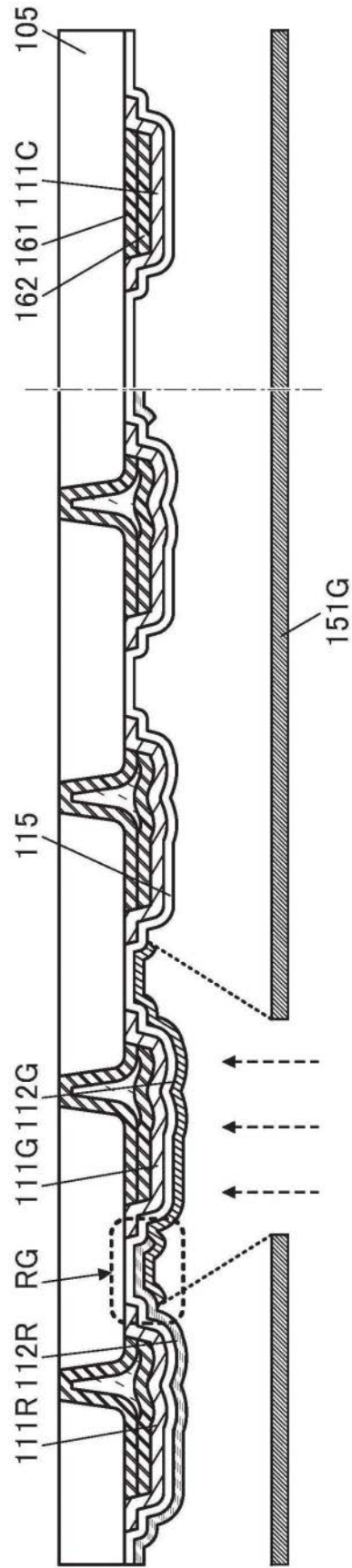


图8A

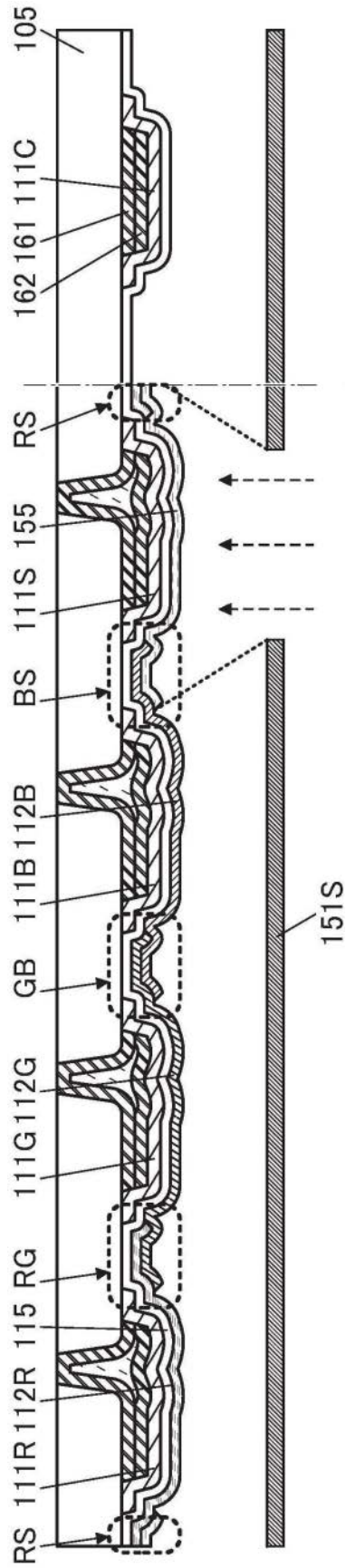


图8B

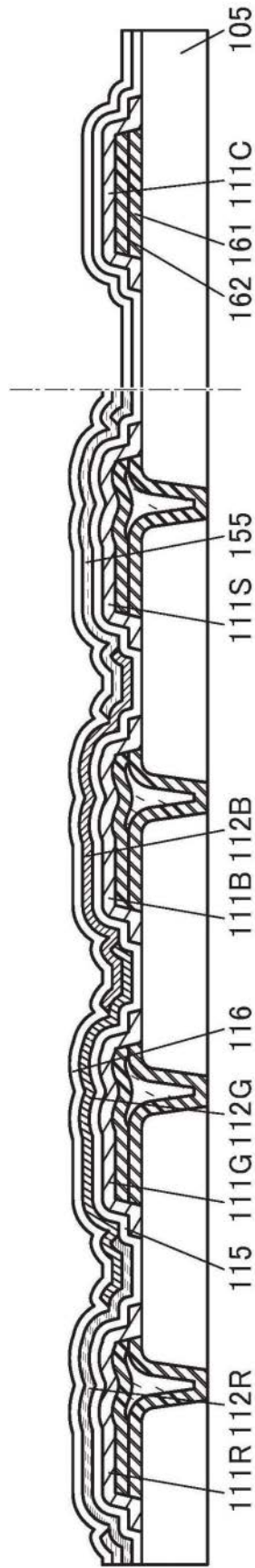


图8C

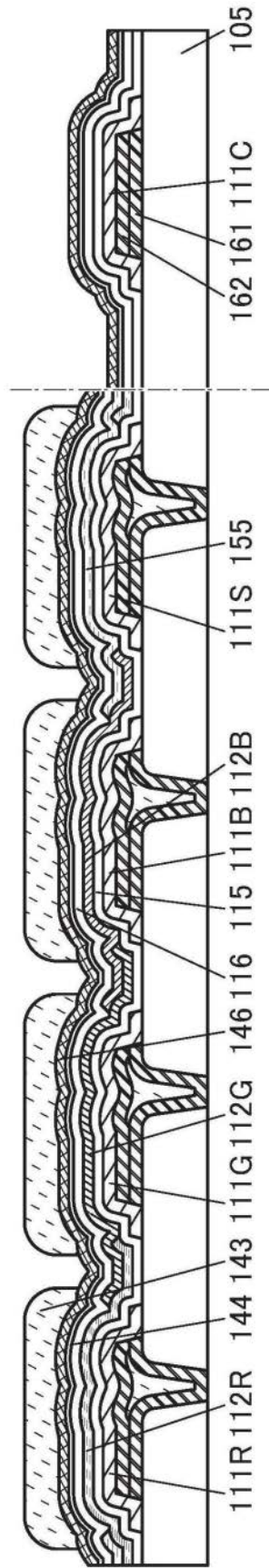


图9A

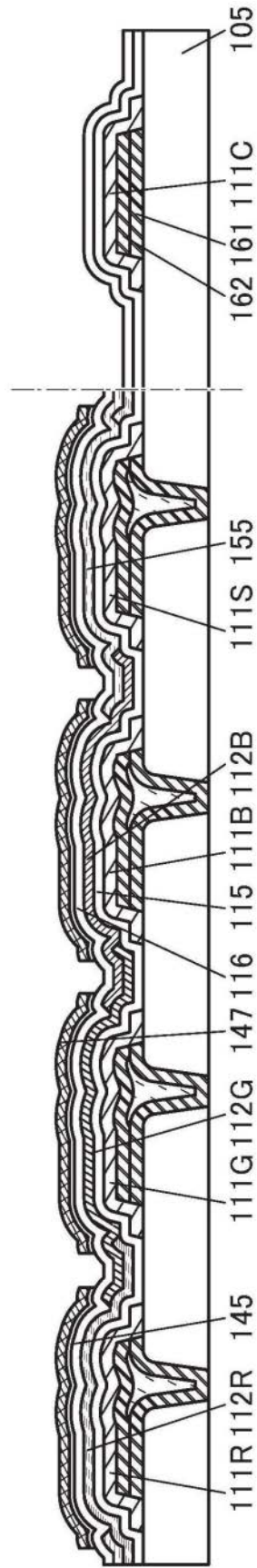


图9B

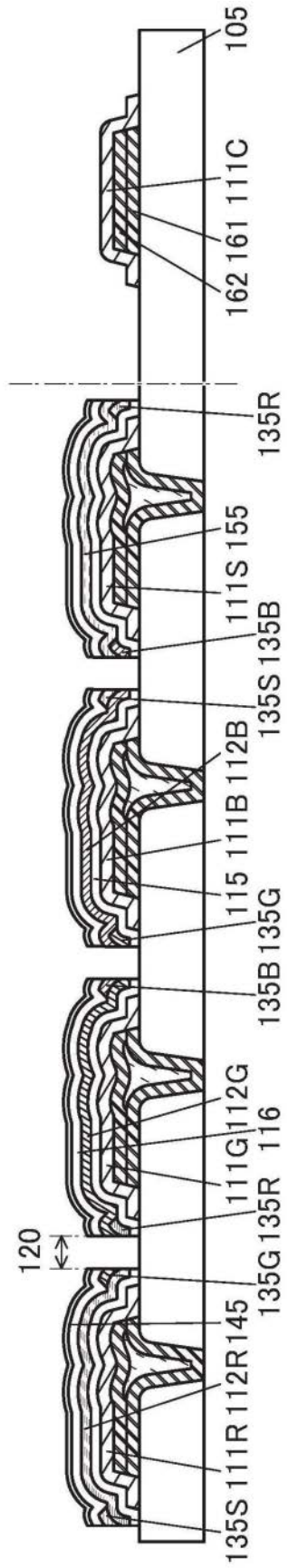


图9C

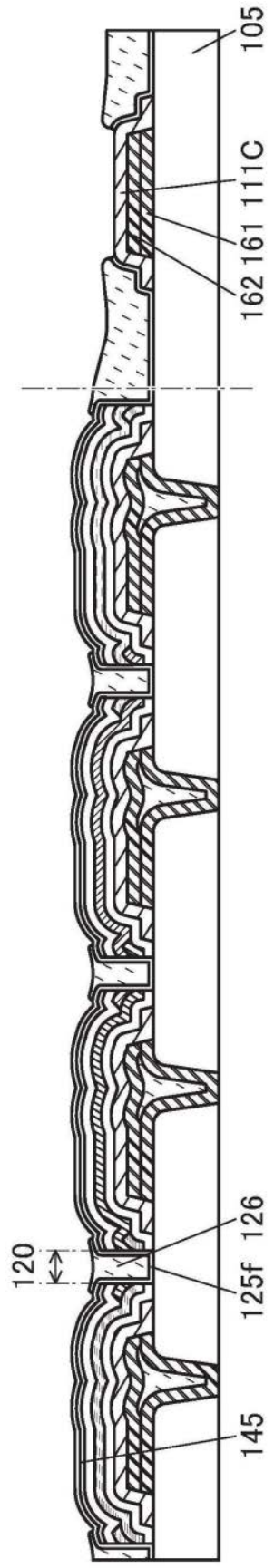


图10A

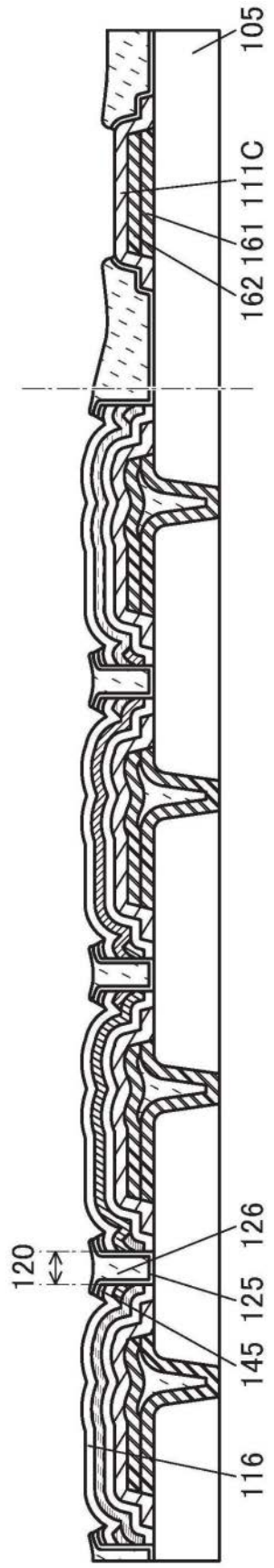


图10B

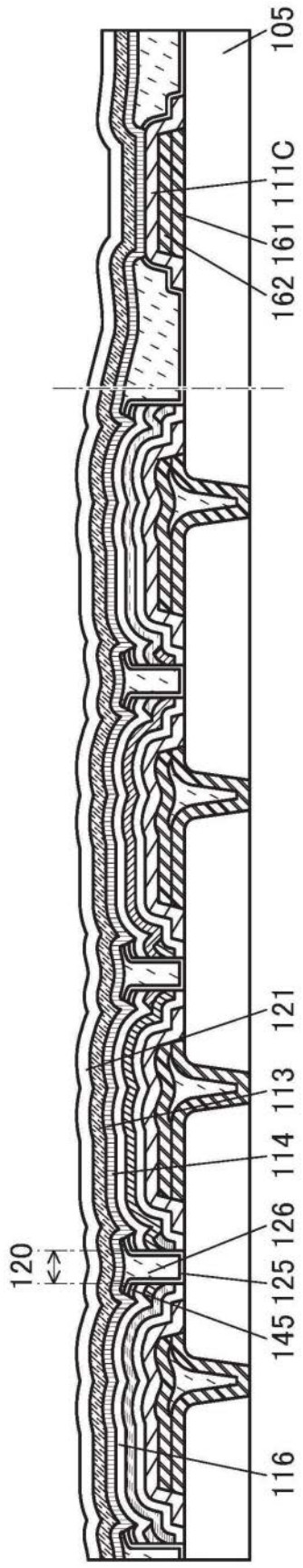


图10C

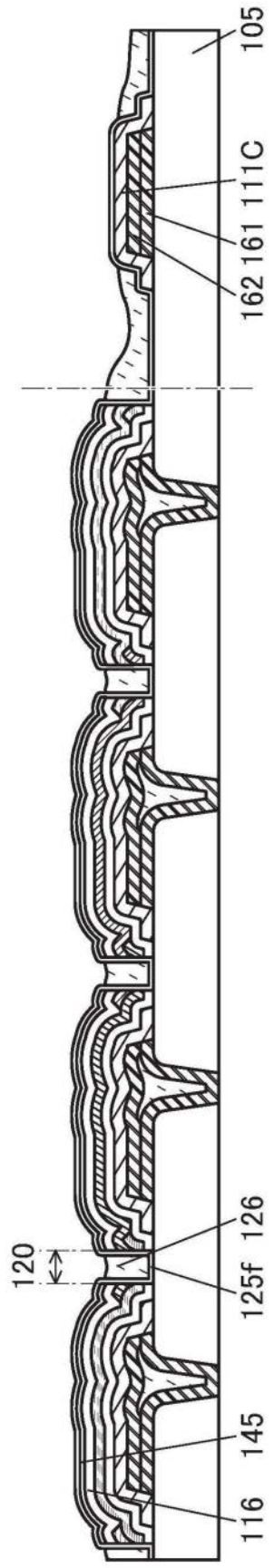


图11A

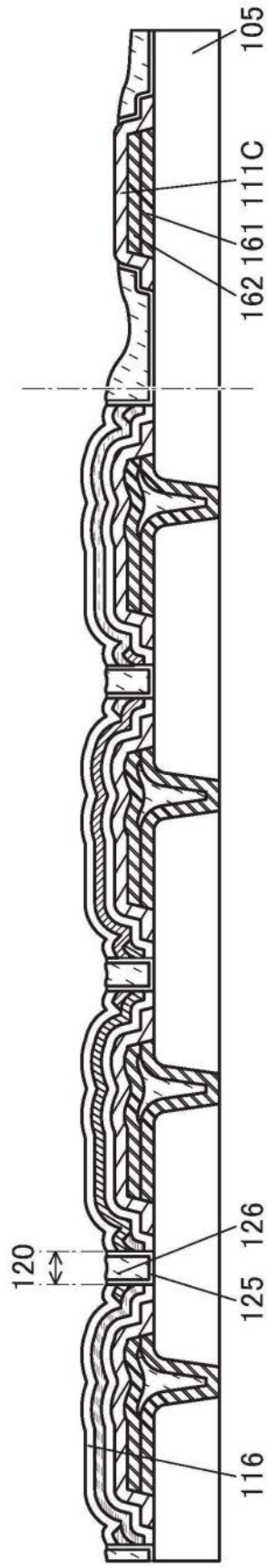


图11B

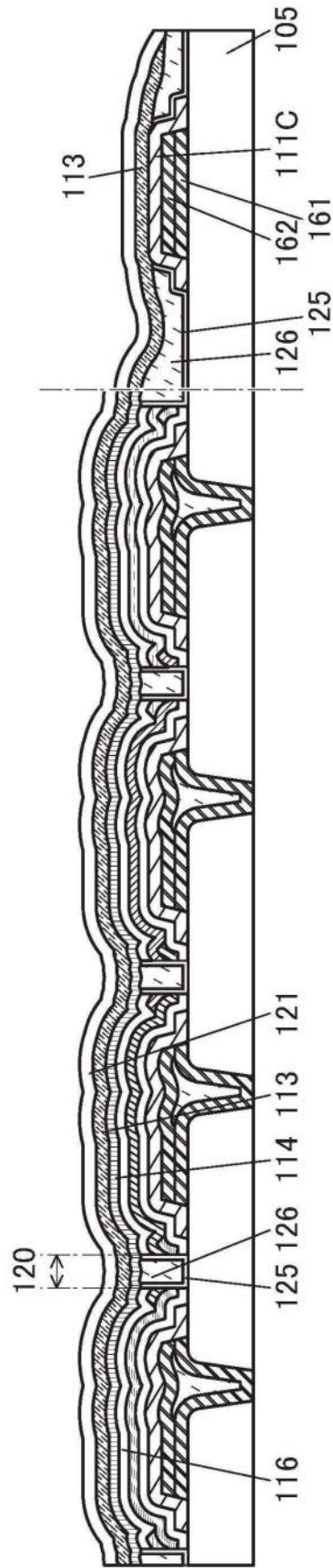


图11C

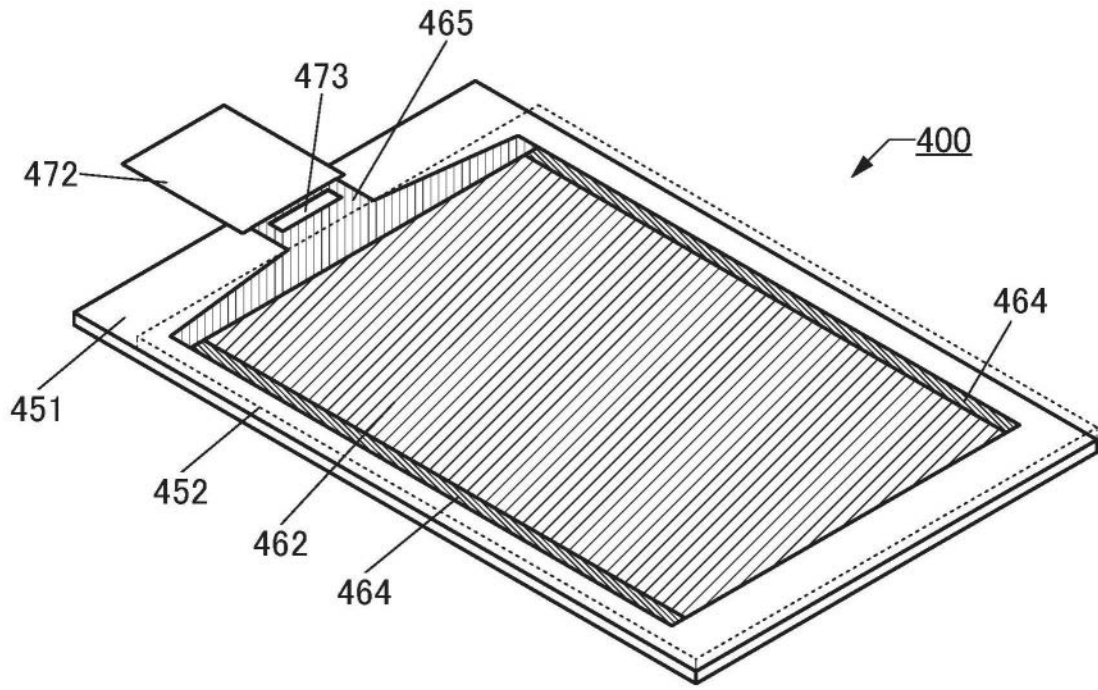


图12

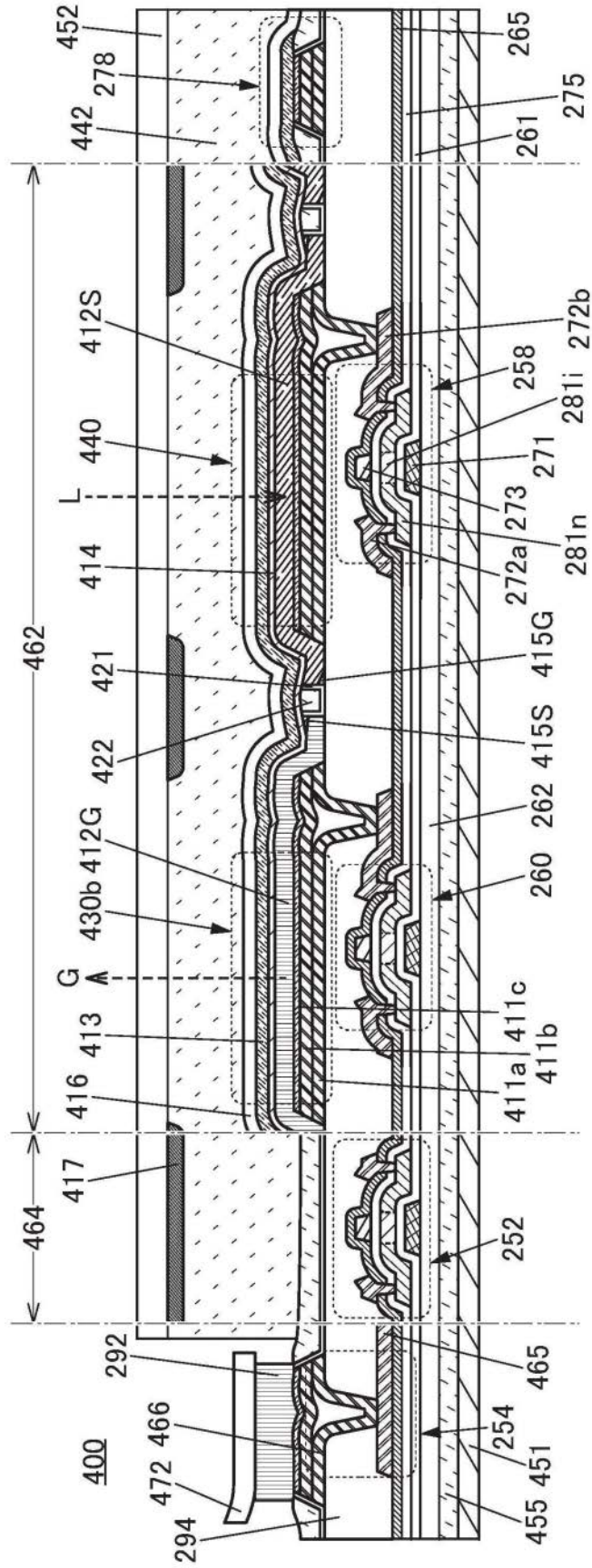


图13A

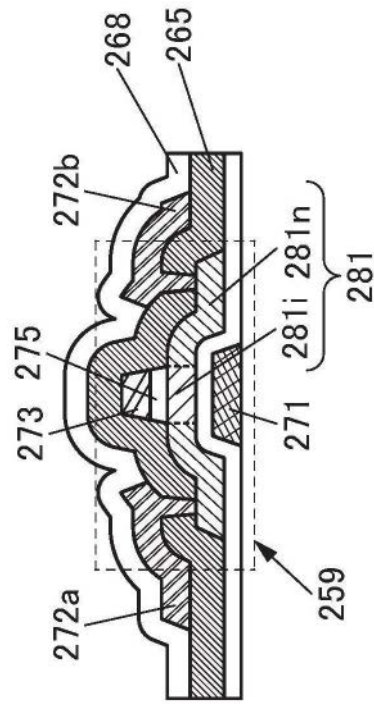


图13B

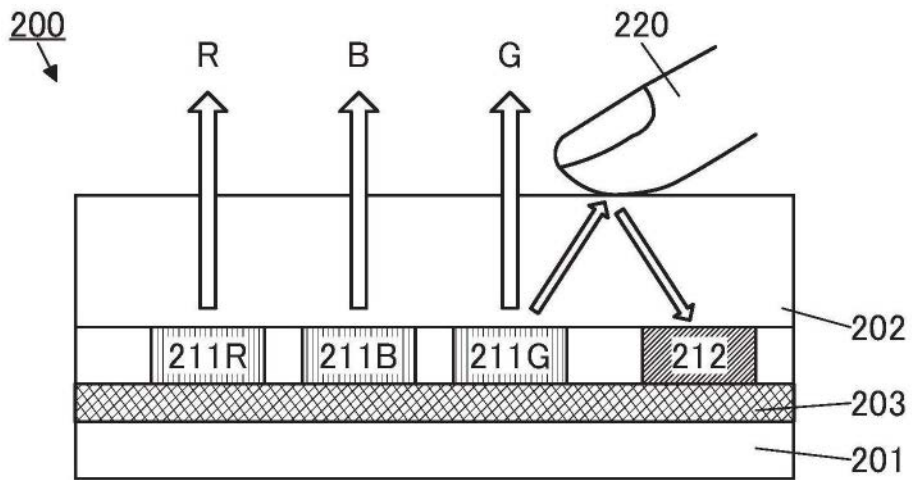


图14A

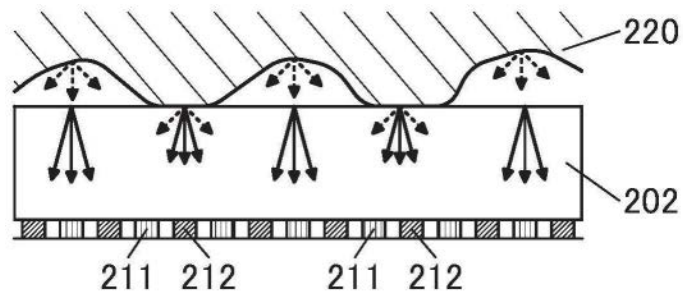


图14B

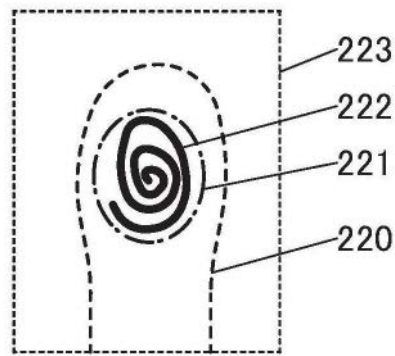


图14C

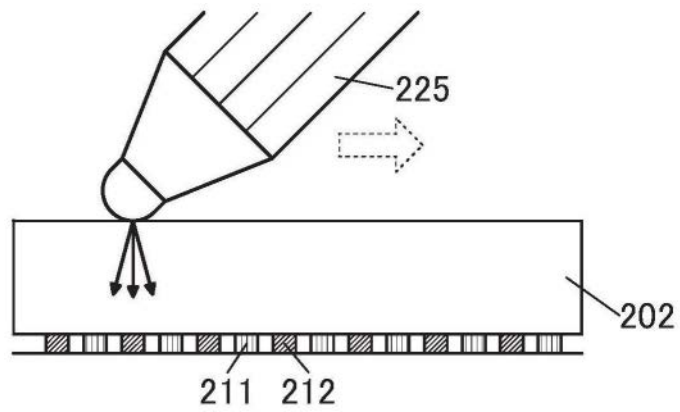


图14D

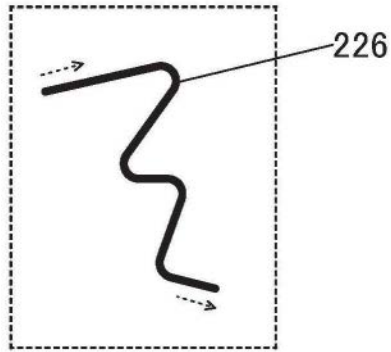


图14E



图14F

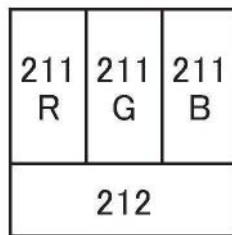


图14G

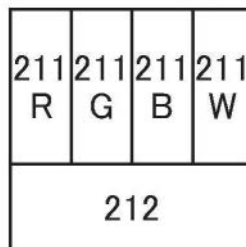


图14H

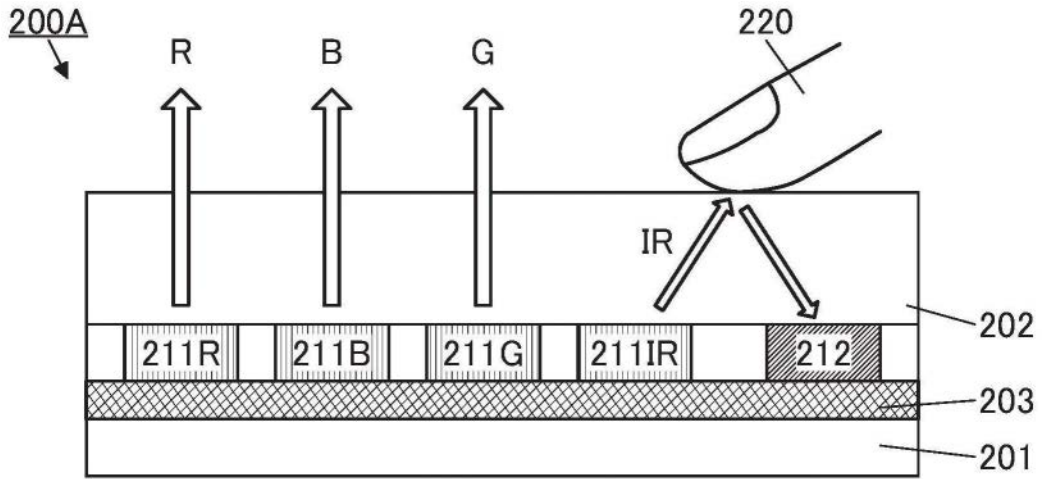


图15A

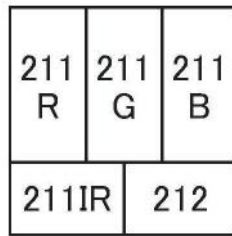


图15B

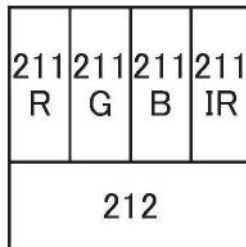


图15C

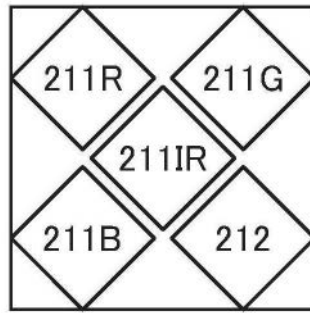


图15D

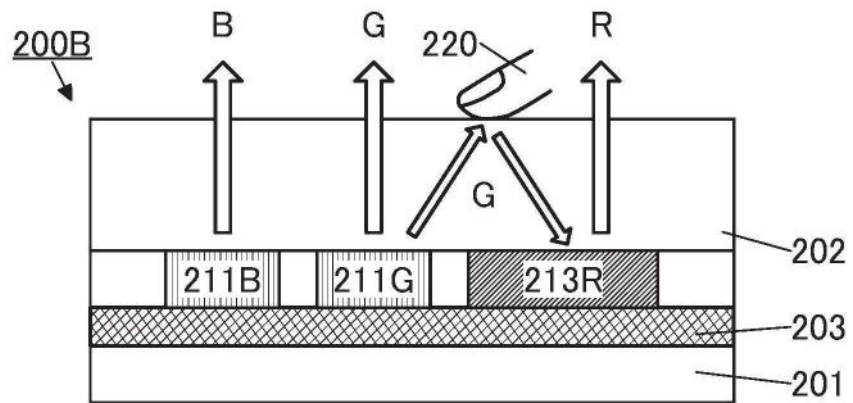


图16A

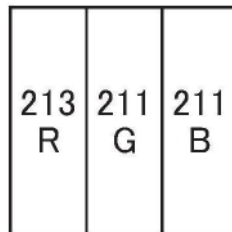


图16B

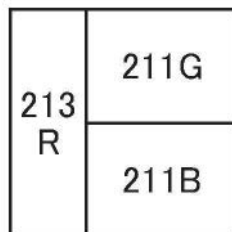


图16C

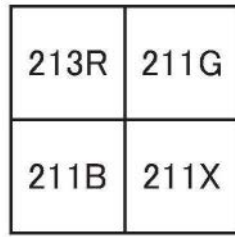


图16D

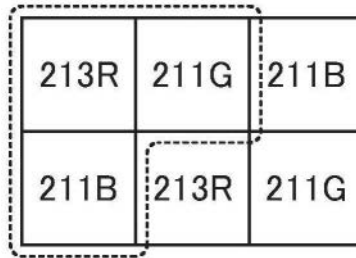


图16E

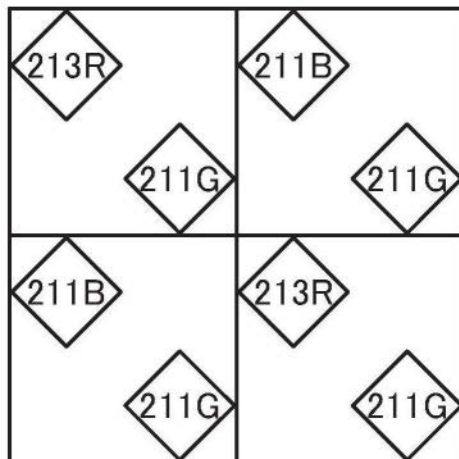


图16F

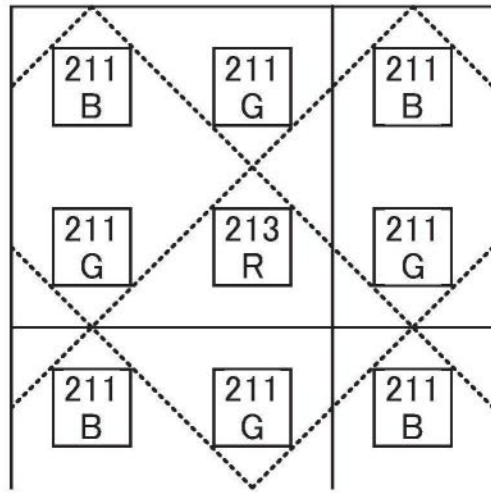


图16G

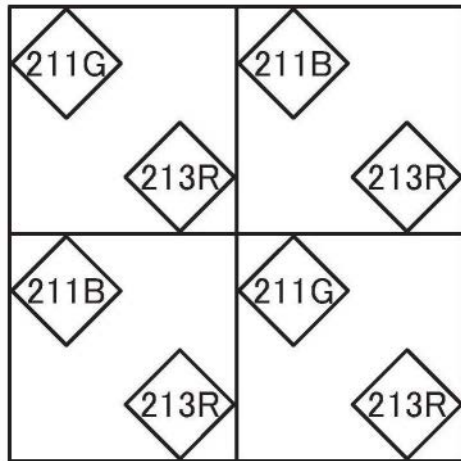


图16H

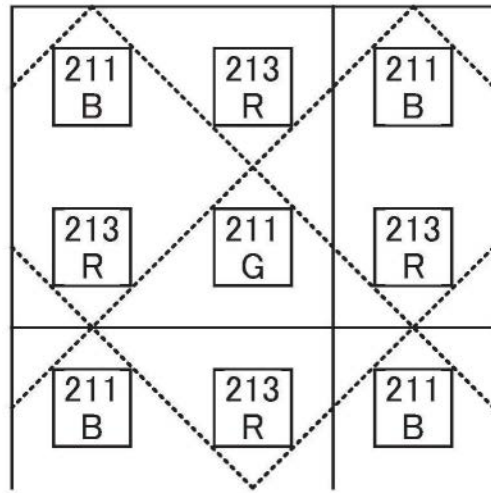


图16I

380A

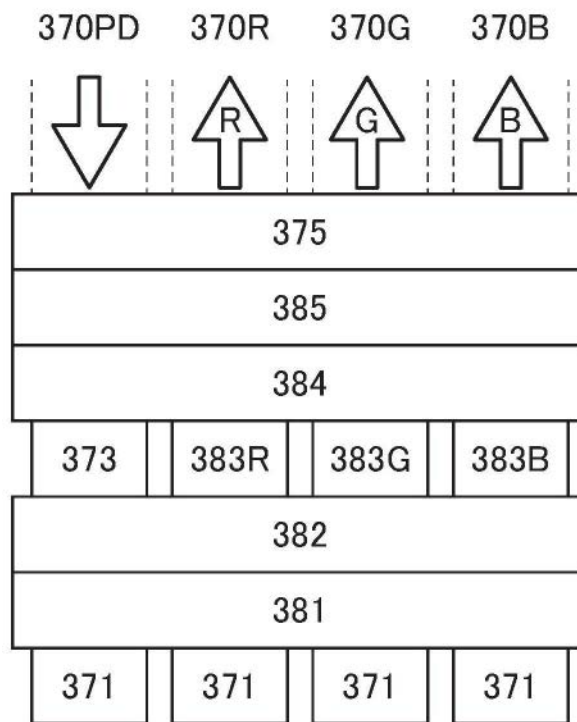


图17A

380B

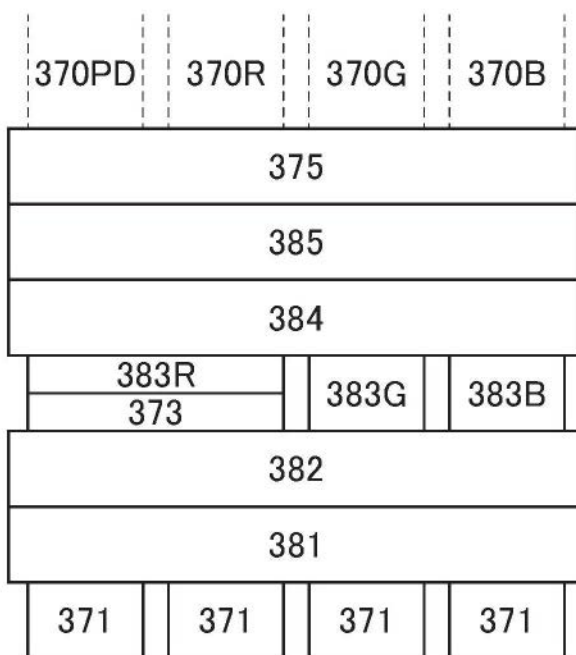


图17B

380C

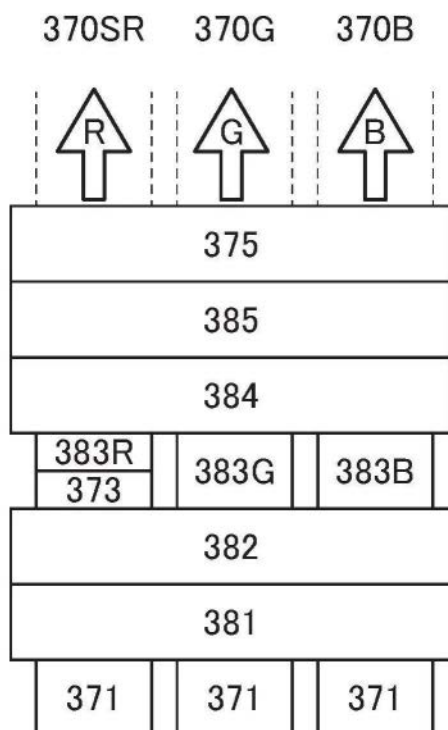


图18A

380C

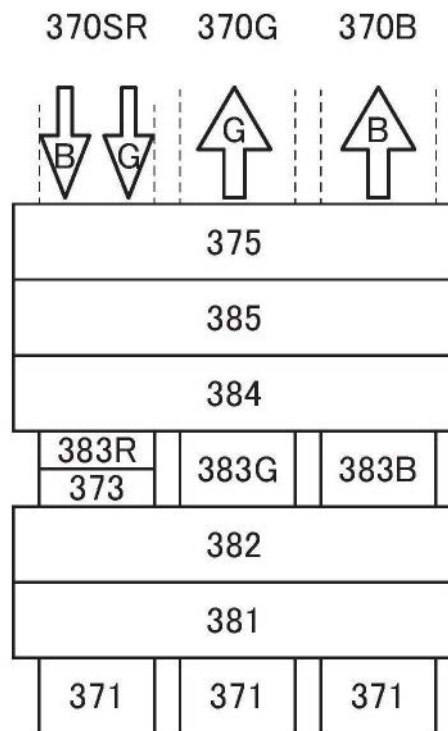


图18B

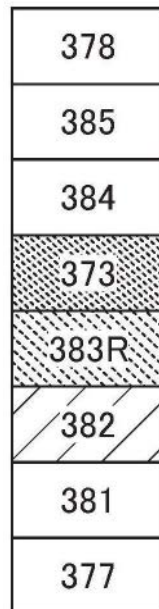


图18C



图18D



图18E

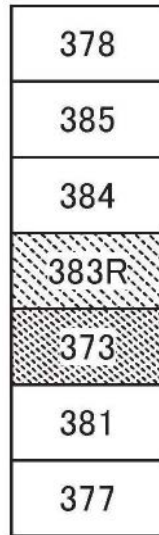


图18F

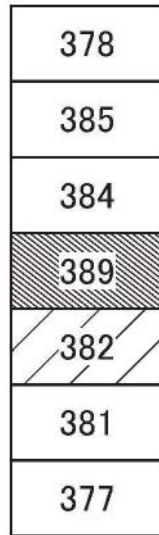


图18G

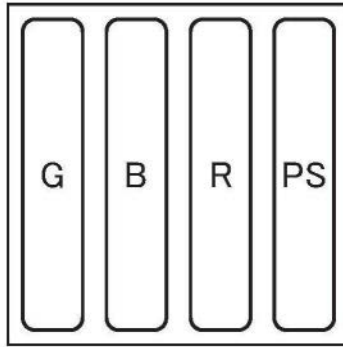


图19A

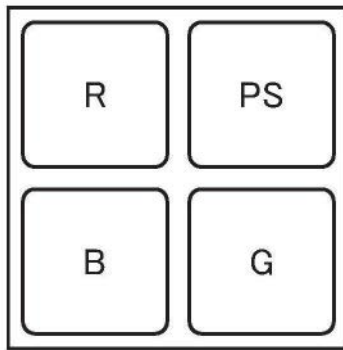


图19B

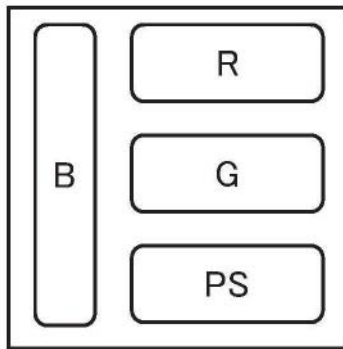


图19C

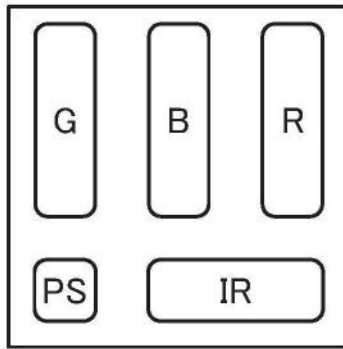


图19D

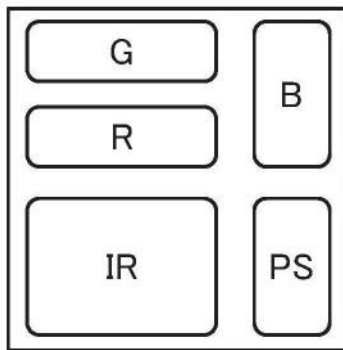


图19E

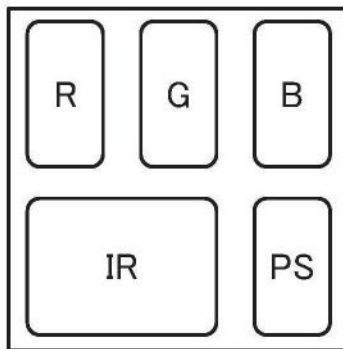


图19F

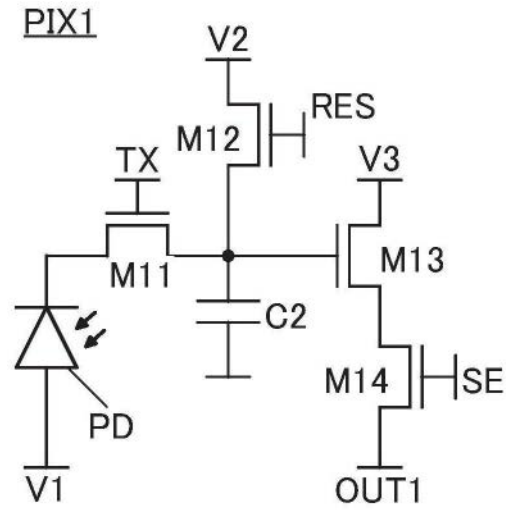


图19G

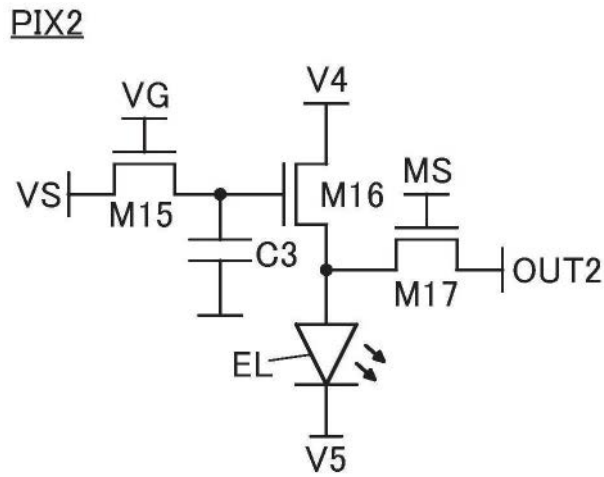


图19H

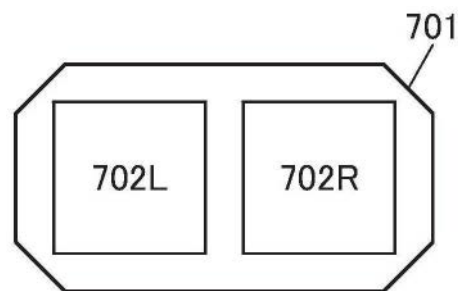


图20A

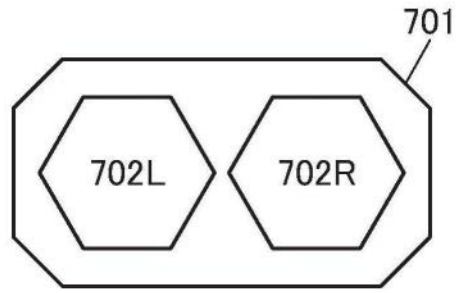


图20B

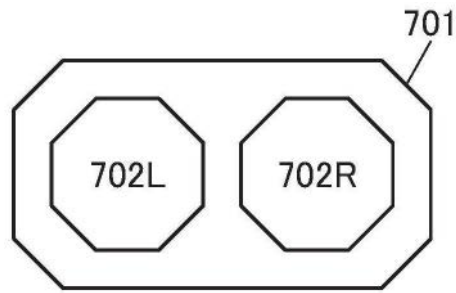


图20C

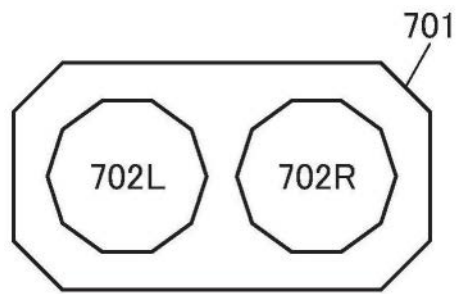


图20D

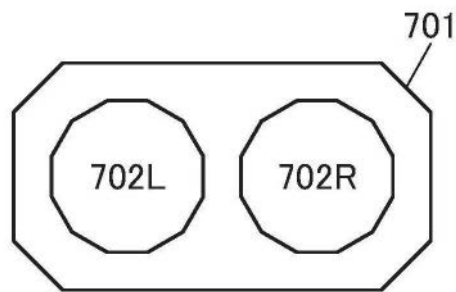


图20E

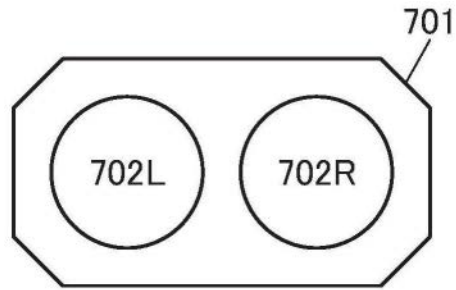


图20F

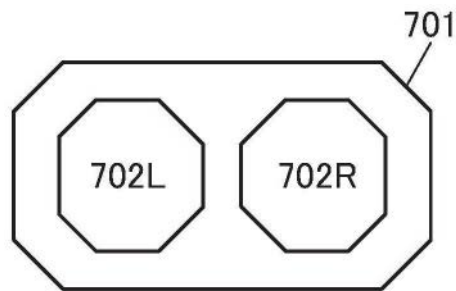


图20G

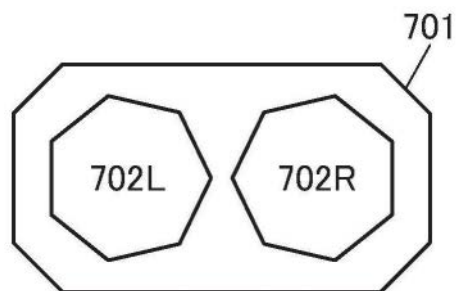


图20H

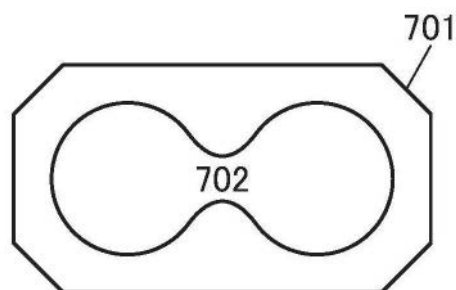


图20I

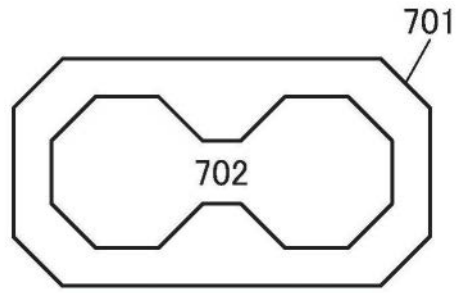


图20J

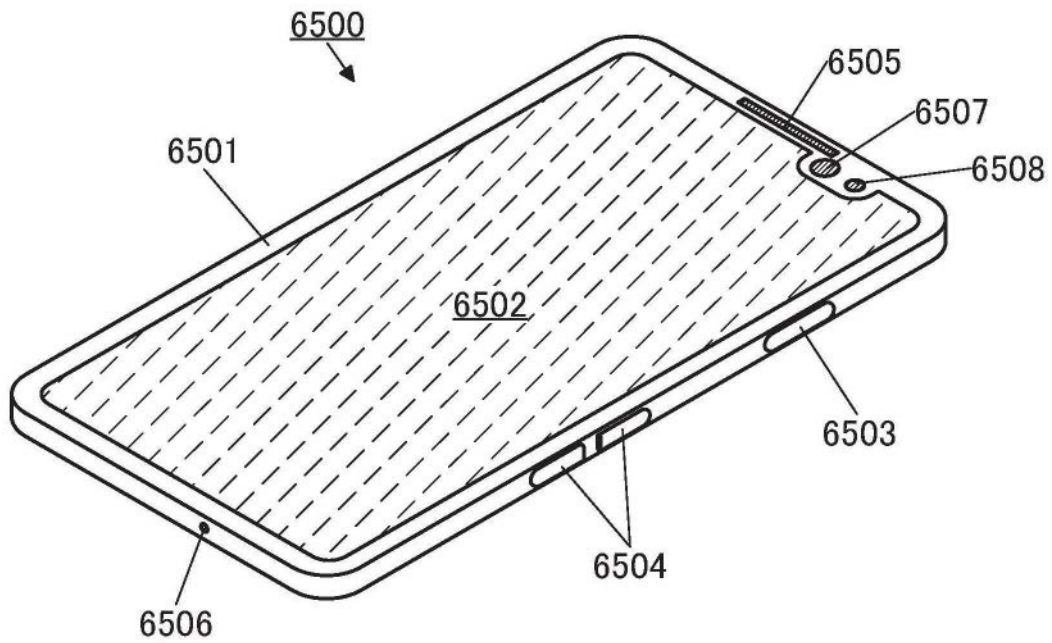


图21A

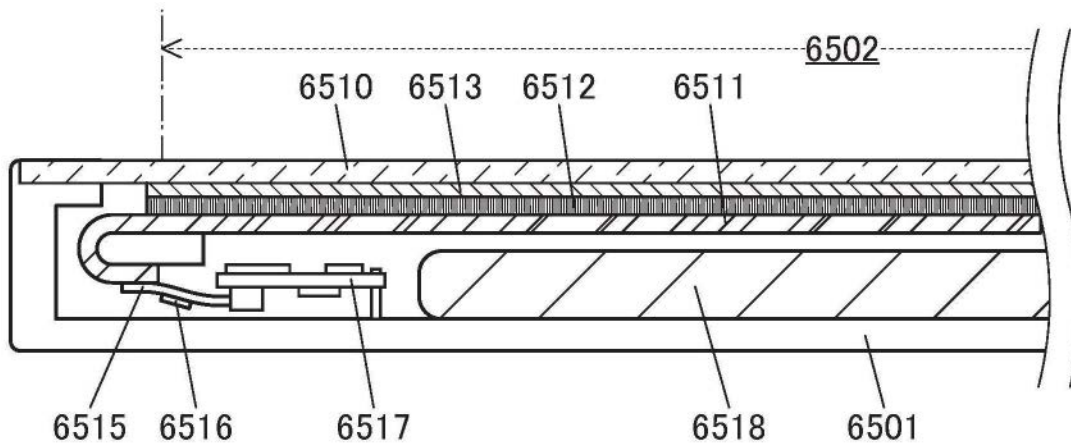


图21B

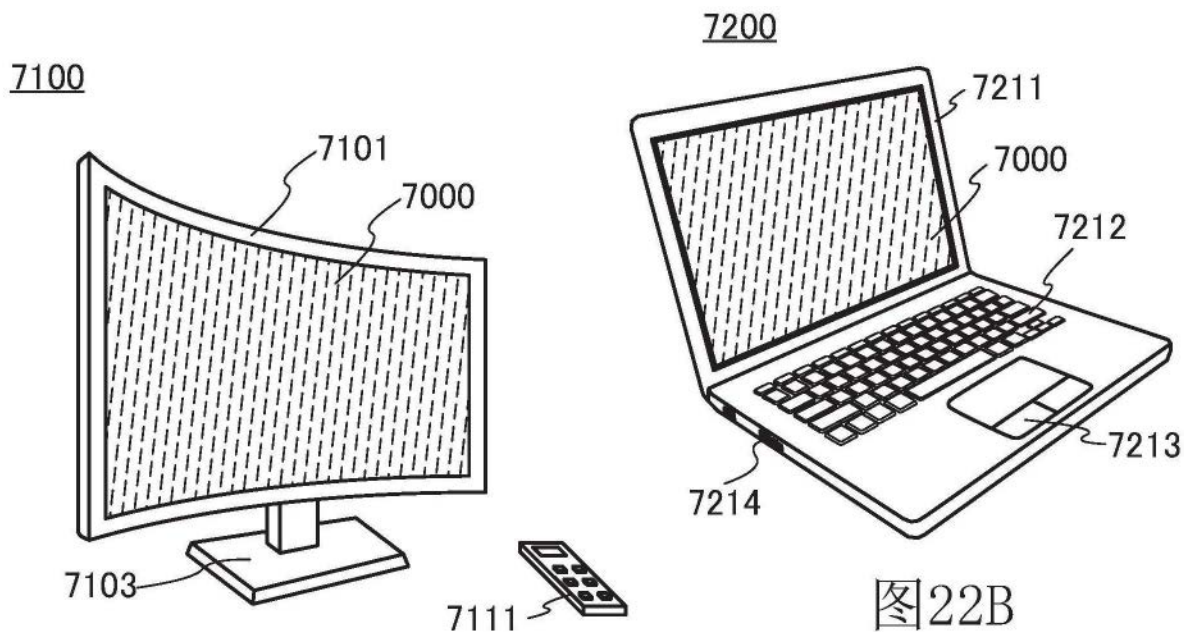


图22A

图22B

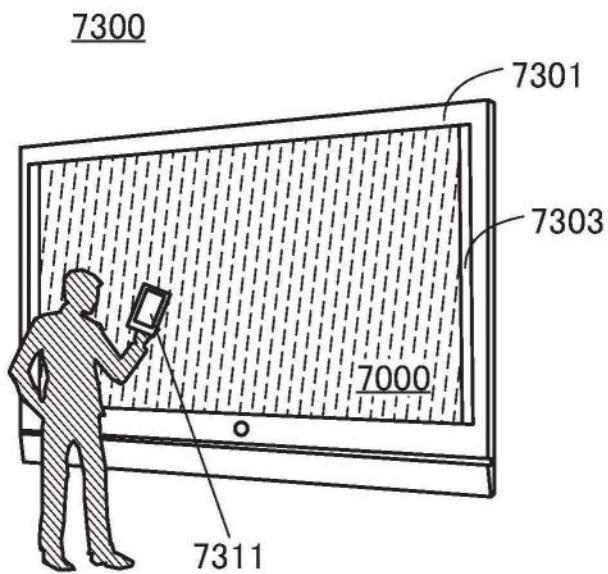


图22C

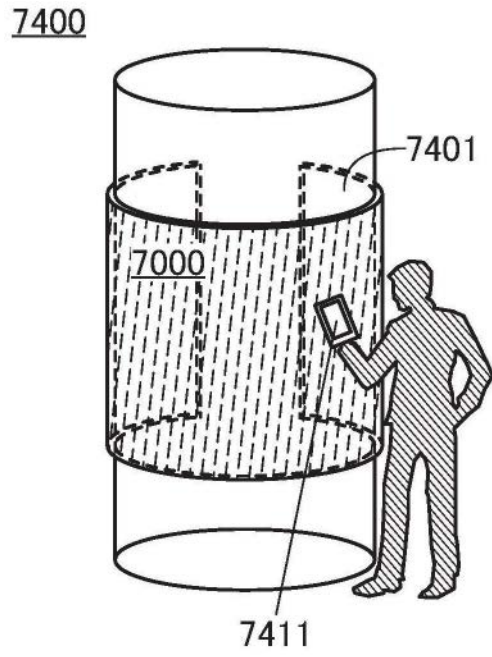


图22D

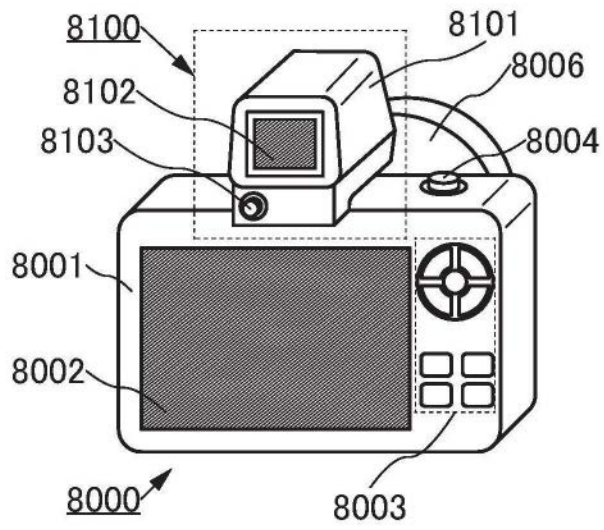


图23A

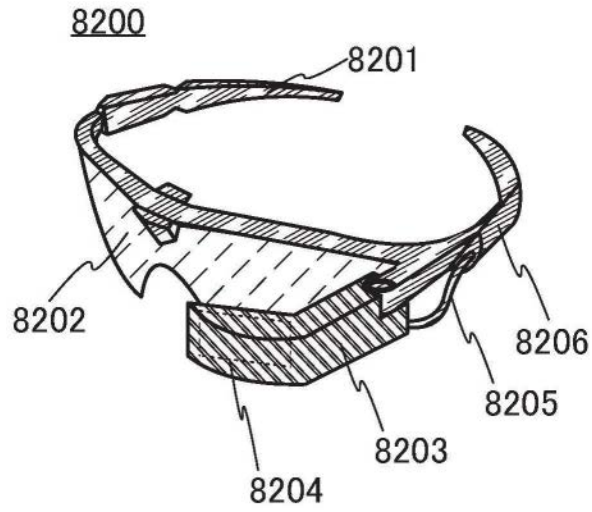


图23B

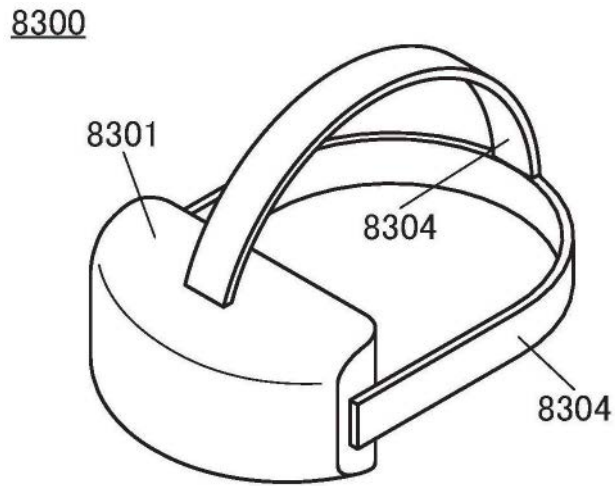


图23C

8300

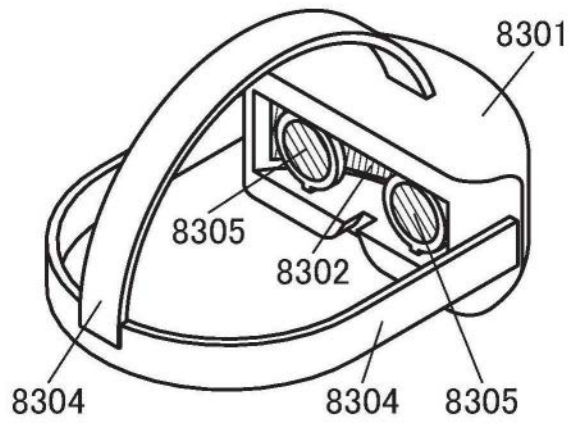


图23D

8300

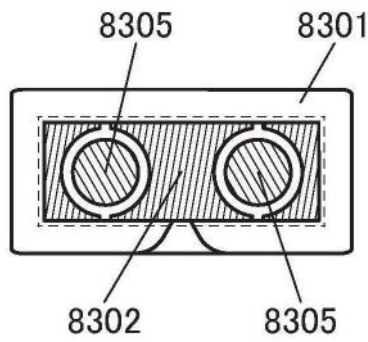


图23E

8400

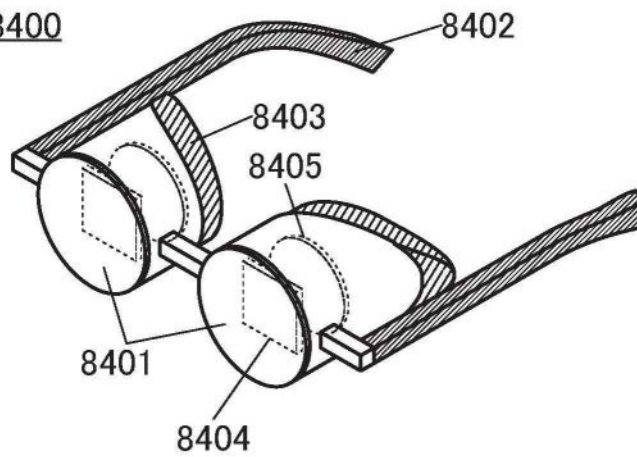


图23F

9101

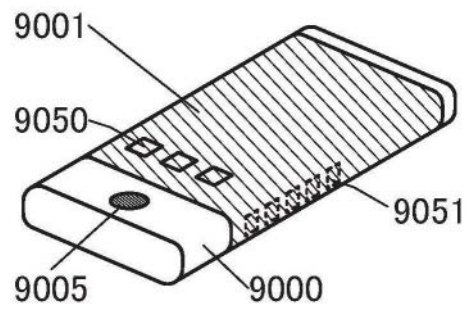


图24A

9102

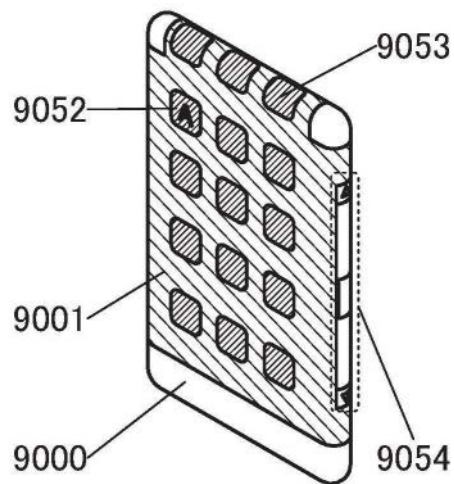


图24B

9200

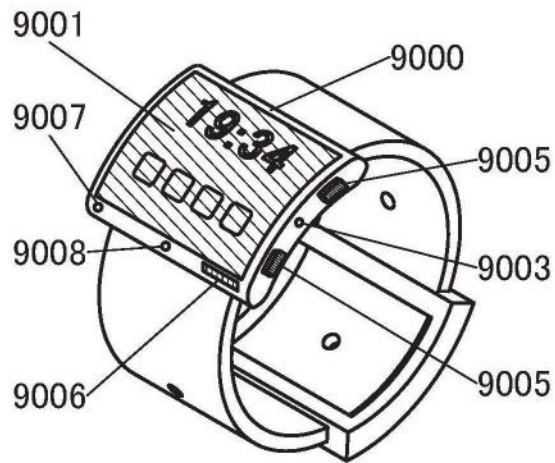


图24C

9201

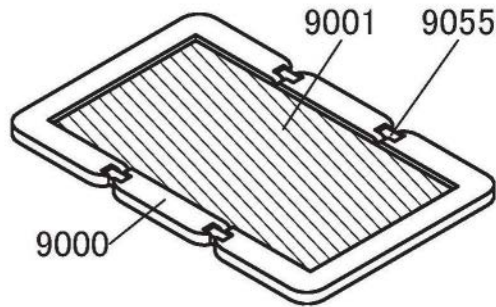


图24D

9201

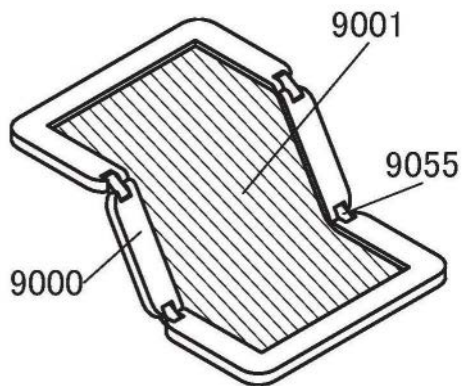


图24E

9201

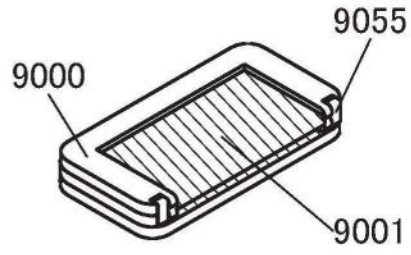


图24F