(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116806447 A
(43)申请公布日 2023.09.26

(21)申请号 202280010956.2
(22)申请日 2022.01.18
(30)优先权数据
2021-011705 2021.01.28 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2023.07.20
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2022/050365 2022.01.18
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2022/162494 JA 2022.08.04
(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 久保田大介 初见亮 新仓泰裕 山崎舜平
(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
(51)Int.Cl.
H10K 59/90(2023.01)
H10K 59/12(2023.01)
H10K 71/00(2023.01)
H10K 50/14(2023.01)
H10K 30/84(2023.01)

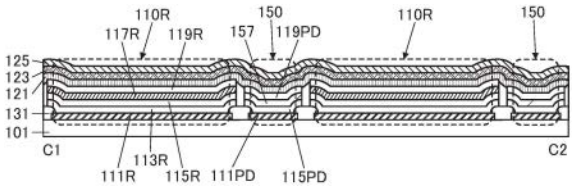
权利要求书2页 说明书38页 附图32页

(54)发明名称

显示设备以及显示设备的制造方法

(57)摘要

提供一种具有检测出接触或靠近显示部的物体的功能的显示装置。显示装置包括发光元件及受光元件。发光元件包括第一像素电极、第一功能层、发光层、公共层及公共电极，受光元件包括第二像素电极、第二功能层、受光层、公共层及公共电极。第一功能层包括空穴注入层和电子注入层中的一个，第二功能层包括空穴传输层和电子传输层中的一个。在发光元件中公共层被用作空穴注入层和电子注入层中的另一个，在受光元件中被用作空穴传输层和电子传输层中的另一个。



CN 116806447 A

1.一种显示装置,包括:

发光元件;以及

受光元件,

其中,所述发光元件包括第一像素电极、第一功能层、发光层、公共层及公共电极,

所述受光元件包括第二像素电极、第二功能层、受光层、所述公共层及所述公共电极,

所述第一功能层包括空穴注入层和电子注入层中的一个,

所述第二功能层包括空穴传输层和电子传输层中的一个,

并且,在所述发光元件中所述公共层被用作所述空穴注入层和所述电子注入层中的另一个。

2.根据权利要求1所述的显示装置,

其中所述第一功能层和所述第二功能层彼此分离。

3.根据权利要求1或2所述的显示装置,还包括:

第一晶体管;以及

第二晶体管,

其中所述第一晶体管的源极和漏极中的一个与所述第一像素电极电连接,

所述第二晶体管的源极和漏极中的一个与所述第二像素电极电连接,

并且所述第一晶体管及所述第二晶体管在沟道形成区域中含有硅。

4.根据权利要求1或2所述的显示装置,还包括:

第一晶体管;以及

第二晶体管,

其中所述第一晶体管的源极和漏极中的一个与所述第一像素电极电连接,

所述第二晶体管的源极和漏极中的一个与所述第二像素电极电连接,

并且所述第一晶体管及所述第二晶体管在沟道形成区域中含有金属氧化物。

5.一种显示装置的制造方法,包括如下步骤:

形成第一像素电极、第二像素电极及连接电极的第一工序;

在所述第一像素电极上及所述第二像素电极上沉积发光膜的第二工序;

在所述发光膜上及所述连接电极上形成第一牺牲膜的第三工序;

对所述第一牺牲膜及所述发光膜进行蚀刻而使所述第二像素电极露出,且在所述第一像素电极上形成发光层和所述发光层上及所述连接电极上的第一牺牲层的第四工序;

在所述发光层上及所述第二像素电极上沉积受光膜的第五工序;

在所述受光膜上及所述连接电极上形成第二牺牲膜的第六工序;

对所述第二牺牲膜及所述受光膜进行蚀刻,形成所述第二像素电极上的受光层和所述受光层上及所述连接电极上的第二牺牲层的第七工序;

去除所述第一牺牲层及所述第二牺牲层的第八工序;

在所述发光层上及所述受光层上形成公共层的第九工序;以及

以具有与所述公共层及所述连接电极接触的区域的方式形成公共电极的第十工序。

6.根据权利要求5所述的显示装置的制造方法,

其中所述公共层在包括所述第一像素电极、所述发光层、所述公共层及所述公共电极的发光元件中被用作空穴注入层和电子注入层中的一个。

7.根据权利要求6所述的显示装置的制造方法，

其中在所述第一工序与所述第二工序之间包括在所述第一像素电极上及所述第二像素电极上沉积第一功能膜的第十一工序，

在所述第四工序中对所述第一功能膜进行蚀刻，形成所述第一像素电极上的第一功能层，

在所述第四工序与所述第五工序之间包括在所述第一牺牲层上及所述第二像素电极上沉积第二功能膜的第十二工序，

在所述第七工序中对所述第二功能膜进行蚀刻，形成所述第二像素电极上的第二功能层，

所述第一功能层包括所述空穴注入层和所述电子注入层中的另一个，

并且所述第二功能层包括空穴传输层和电子传输层中的一个。

8.根据权利要求5至7中任一项所述的显示装置的制造方法，

其中所述发光膜、所述受光膜及所述公共层通过使用遮蔽掩模的蒸镀法形成。

9.根据权利要求5至8中任一项所述的显示装置的制造方法，

其中所述第一牺牲膜和所述第二牺牲膜包括相同的金属膜、合金膜、金属氧化物膜、半导体膜或无机绝缘膜，

在所述第四工序中所述发光膜通过使用不包含氧作为主要成分的蚀刻气体的干蚀刻被蚀刻，

并且在所述第八工序中所述第一牺牲层及所述第二牺牲层通过使用四甲基氢氧化铵水溶液、稀氢氟酸、草酸、磷酸、乙酸、硝酸或它们的混合液体的湿蚀刻被去除。

10.根据权利要求9所述的显示装置的制造方法，

其中所述第一牺牲膜及所述第二牺牲膜包含氧化铝。

11.根据权利要求5至10中任一项所述的显示装置的制造方法，

其中在所述第十工序之后包括在所述公共电极上形成保护层的第十四工序。

显示设备以及显示设备的制造方法

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显示装置的制造方法。

[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通过利用半导体特性而工作的所有装置。

背景技术

[0003] 近年来，显示装置被用于智能手机、平板终端、笔记本型PC(个人计算机)等信息终端设备、电视装置、显示器装置等各种设备。此外，被要求一种显示装置，即不仅能够显示图像而且具有各种功能，诸如作为触摸传感器的功能、拍摄指纹以进行识别的功能等的显示装置。

[0004] 作为显示装置，例如已开发了包括发光元件(也称为发光器件)的发光装置。尤其是，利用电致发光(EL:Electroluminescence)现象的发光元件(也称为“EL元件”或“EL器件”)具有容易实现薄型轻量化;能够高速地响应输入信号;以及能够使用直流稳压电源等而驱动等特征，并且上述发光元件已被应用于显示装置。例如，专利文献1公开了使用有机EL元件(也称为有机EL器件)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] 本发明的一个方式是提供一种具有检测出接触或接近显示部的物体的功能的显示装置及其制造方法。本发明的一个方式是提供一种具有进行识别的功能的显示装置及其制造方法。本发明的一个方式是提供一种开口率高的显示装置及其制造方法。本发明的一个方式是提供一种小型显示装置及其制造方法。本发明的一个方式是提供一种可靠性高的显示装置及其制造方法。本发明的一个方式是提供一种新颖显示装置及其制造方法。

[0007] 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

[0008] 本发明的一个方式是一种显示装置，该显示装置包括发光元件及受光元件，发光元件包括第一像素电极、第一功能层、发光层、公共层及公共电极，受光元件包括第二像素电极、第二功能层、受光层、公共层及公共电极，第一功能层包括空穴注入层和电子注入层中的一个，第二功能层包括空穴传输层和电子传输层中的一个，在发光元件中公共层被用

作空穴注入层和电子注入层中的另一个。

[0009] 另外，在上述方式中，第一功能层和第二功能层也可以彼此分离。

[0010] 另外，在上述方式中，也可以还包括第一晶体管及第二晶体管，第一晶体管的源极和漏极中的一个也可以与第一像素电极电连接，第二晶体管的源极和漏极中的一个也可以与第二像素电极电连接，第一晶体管及第二晶体管也可以在沟道形成区域中含有硅或金属氧化物。

[0011] 另外，本发明的一个方式是一种显示装置的制造方法，包括如下步骤：形成第一像素电极、第二像素电极及连接电极的第一工序；在第一像素电极上及第二像素电极上沉积发光膜的第二工序；在发光膜上及连接电极上形成第一牺牲膜的第三工序；对第一牺牲膜及发光膜进行蚀刻而使第二像素电极露出，且在第一像素电极上形成发光层和发光层上及连接电极上的第一牺牲层的第四工序；在发光层上及第二像素电极上沉积受光膜的第五工序；在受光膜上及连接电极上形成第二牺牲膜的第六工序；对第二牺牲膜及受光膜进行蚀刻，形成第二像素电极上的受光层和受光层上及连接电极上的第二牺牲层的第七工序；去除第一牺牲层及第二牺牲层的第八工序；在发光层上及受光层上形成公共层的第九工序；以及以具有与公共层及连接电极接触的区域的方式形成公共电极的第十工序。

[0012] 另外，在上述方式中，公共层在包括第一像素电极、发光层、公共层及公共电极的发光元件中也可以被用作空穴注入层和电子注入层中的一个。

[0013] 另外，在上述方式中，在第一工序与第二工序之间也可以包括在第一像素电极上及第二像素电极上沉积第一功能膜的第十一工序，在第四工序中也可以对第一功能膜进行蚀刻，形成第一像素电极上的第一功能层，在第四工序与第五工序之间也可以包括在第一牺牲层上及第二像素电极上沉积第二功能膜的第十二工序，在第七工序中也可以对第二功能膜进行蚀刻，形成第二像素电极上的第二功能层，第一功能层也可以包括空穴注入层和电子注入层中的另一个，第二功能层也可以包括空穴传输层和电子传输层中的一个。

[0014] 另外，在上述方式中，发光膜、受光膜及公共层也可以通过使用遮蔽掩模的蒸镀法形成。

[0015] 另外，在上述方式中，第一牺牲膜和第二牺牲膜也可以包括相同的金属膜、合金膜、金属氧化物膜、半导体膜或无机绝缘膜，在第四工序中发光膜也可以通过使用不包含氧作为主要成分的蚀刻气体的干蚀刻被蚀刻，在第八工序中第一牺牲层及第二牺牲层也可以通过使用四甲基氢氧化铵水溶液、稀氢氟酸、草酸、磷酸、乙酸、硝酸或它们的混合液体的湿蚀刻被去除。

[0016] 另外，在上述方式中，第一牺牲膜及第二牺牲膜也可以包含氧化铝。

[0017] 另外，在上述方式中，也可以还包括第十工序之后的在公共电极上形成保护层的第十四工序。

发明效果

[0018] 根据本发明的一个方式可以提供一种具有检测出接触或接近显示部的物体的功能的显示装置及其制造方法。根据本发明的一个方式可以提供一种具有进行识别的功能的显示装置及其制造方法。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及其制造方法。根据本发明的一个方式可以提供一种小型显示装置及其制造方法。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及其制造方法。根据本发明的一个方式可以提

供一种新颖显示装置及其制造方法。

[0019] 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

[0020] 图1A至图1E是示出显示装置的结构例子的截面图。图1F是示出所拍摄的图像的例子的图。

图2A及图2B是示出显示装置的结构例子的俯视图。

图3A及图3B是示出显示装置的结构例子的俯视图。

图4A是示出显示装置的结构例子的俯视图。图4B是示出受光元件的受光范围的图。

图5是示出显示装置的结构例子的俯视图。

图6A至图6E是示出显示装置的结构例子的截面图。

图7A至图7D是示出显示装置的制造方法例子的截面图。

图8A至图8C是示出显示装置的制造方法例子的截面图。

图9A至图9D是示出显示装置的制造方法例子的截面图。

图10A至图10C是示出显示装置的制造方法例子的截面图。

图11A至图11C是示出显示装置的制造方法例子的截面图。

图12A是示出显示装置的结构例子的俯视图。图12B及图12C是示出显示装置的结构例子的截面图。

图13A是示出显示装置的结构例子的俯视图。图13B是示出显示装置的结构例子的截面图。

图14是示出显示装置的结构例子的立体图。

图15是示出显示装置的结构例子的截面图。

图16是示出显示装置的结构例子的截面图。

图17是示出显示装置的结构例子的截面图。

图18是示出显示装置的结构例子的截面图。

图19是示出显示装置的结构例子的截面图。

图20A至图20D是示出发光元件的结构例子的截面图。

图21A及图21B是示出显示装置的结构例子的图。

图22A至图22G是示出显示装置的结构例子的图。

图23A至图23E是示出电子设备的一个例子的图。

实施发明的方式

[0021] 以下，参照附图对实施方式进行说明。但是，实施方式可以以多个不同方式来实施，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，就是其方式和详细内容可以被变换为各种各样的形式而不脱离本发明的宗旨及其范围。因此，本发明不应该被解释为仅限定在以下所示的实施方式所记载的内容中。

[0022] 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。

[0023] 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、层的厚度或区域。因此,本发明并不局限于附图中的尺寸。

[0024] 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。

[0025] 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”,将“绝缘层”变换为“绝缘膜”。

[0026] 注意,在本说明书等中,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。

[0027] 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例如显示(输出)图像的面板。因此,显示面板是输出装置的一个方式。

[0028] 在本说明书等中,有时将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。

[0029] (实施方式1)

在本实施方式中对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的一个例子进行说明。

[0030] 本发明的一个方式的显示装置包括像素被排列为矩阵状的显示部。像素包括多个子像素,每一个子像素设置有一个发光元件(也称为发光器件)。设置在同一像素中的多个子像素可以具有发射互不相同的颜色的光的功能。

[0031] 发光元件各自包括一对电极以及该一对电极间的发光层。发光元件优选为有机EL元件(有机电致发光元件)。发射不同颜色光的两个以上的发光元件各自包括包含不同材料的发光层。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。

[0032] 这里,已知在不同颜色的发光元件之间分别形成发光层时,利用使用金属掩模等荫罩的蒸镀法。然而,这方法由于金属掩模的精度、金属掩模与衬底的错位、金属掩模的挠曲、以及蒸气散射等导致的所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与设计时的形状及位置产生偏差,难以实现高清晰化及高开口率化。因此,例如已采用pentile排列等特殊像素排列方式等,以疑似性地提高清晰度(也称为像素密度)。

[0033] 在本发明的一个方式中,不使用金属掩模等荫罩而将发光层加工为微细图案。由此,与使用荫罩分别形成发光层的情况相比,可以使得子像素更加微型化,可以提高像素的开口率。另外,因为可以分别形成发光层,所以可以实现极为鲜明、对比度极高且显示质量极高的显示装置。

[0034] 通过使子像素微型化,在子像素中可以设置无助于显示的子像素。例如,除了包括发光元件的子像素以外,还可以将包括受光元件(也称为受光器件)的子像素设置在像素中。即使在这种情况下,本发明的一个方式的显示装置也可以抑制像素密度值变小。例如,可以将像素密度设定为400ppi以上、可以设定为1000ppi以上、可以设定为3000ppi以上或者可以设定为5000ppi以上。

[0035] 本发明的一个方式的显示装置所包括的受光元件被用作光传感器。因此,本发明

的一个方式的显示装置可以使用发光元件显示图像并使用受光元件检测出例如接触或接近显示部的物体。另外,在本发明的一个方式的显示装置中,例如在该显示装置的使用者的手指接触显示部时,可以根据该手指的指纹进行识别。

[0036] 通过将受光元件设置在显示部中,不需要将传感器外部连接到显示装置。因此,可以缩减显示装置的构件数量,可以实现显示装置的小型化及轻量化。

[0037] 另外,在本发明的一个方式的显示装置中,受光元件可以检测出由发光元件发射而照射到物体且被该物体反射的光。因此,例如即使在黑暗的地方,可以检测出接触或接近显示部的物体,并且可以进行指纹识别等识别。

[0038] 在本说明书等中,有时将使用金属掩模或FMM(Fine Metal Mask,高精细金属掩模)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。

[0039] 此外,在本说明书等中,有时将在各颜色的发光元件(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元件称为白色发光元件。白色发光元件通过与着色层(例如,滤色片)组合可以实现全彩色显示的发光装置。

[0040] 另外,发光元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,可以得到在发光元件整体上以白色发光的结构。包括三个以上的发光层的发光元件也是同样的。

[0041] 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发光单元,而且各发光单元包括一个以上的发光层。为了得到白色发光,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,得到白色发光的结构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。

[0042] 另外,在对上述白色发光元件(单结构或串联结构)和SBS结构的发光元件进行比较的情况下,可以使SBS结构的发光元件的功耗比白色发光元件低。因此,在想要降低显示装置的功耗时优选采用SBS结构的发光元件。另一方面,白色发光元件的制造工艺比SBS结构的发光元件简单,由此可以降低制造成本或者提高制造成品率。

[0043] 图1A至图1E是示出本发明的一个方式的显示装置的结构例子的截面图。

[0044] 图1A所示的显示装置10A在衬底51和衬底59之间具有包括受光元件的层53以及包括发光元件的层57。

[0045] 图1B所示的显示装置10B在衬底51和衬底59之间具有包括晶体管的层55、包括受光元件的层53及包括发光元件的层57。

[0046] 显示装置10A及显示装置10B具有从包括发光元件的层57发射红色(R)、绿色(G)及蓝色(B)的光的结构。

[0047] 在本发明的一个方式的显示装置中,将配置为矩阵状的多个像素设置在显示部中。一个像素包括一个以上的子像素。一个子像素包括一个发光元件或一个受光元件。例如,像素可以具有包括四个子像素的结构。具体而言,例如可以具有一个像素包括R、G、B的三种颜色的发光元件以及受光元件。此外,也可以具有包括黄色(Y)、青色(C)及品红色(M)

的三种颜色的发光元件以及受光元件的结构。另外，像素可以具有包括五个子像素的结构。具体而言，例如可以具有一个像素包括R、G、B及白色(W)的四种颜色的发光元件以及受光元件的结构。或者，也可以具有R、G、B及红外(IR)的四种颜色的发光元件以及受光元件的结构。受光元件既可以设置在所有像素中，又可以设置在一部分像素中。另外，一个像素也可以包括多个受光元件。

[0048] 本发明的一个方式的显示装置也可以具有检测出接触显示装置的手指等对象物的功能。例如，如图1C及图1D所示，在包括发光元件的层57中的发光元件所发射的光被接触显示装置10B的手指52反射时，包括受光元件的层53中的受光元件检测出该反射光。由此，在图1C所示的情况下，可以检测出手指52接触显示装置10B。另外，在图1D所示的情况下，可以检测出手指52接近显示装置10B。就是说，本发明的一个方式的显示装置可以具有作为触摸传感器(也称为直接触摸传感器)的功能，并且可以具有作为近似触摸传感器(near touch sensor，也称为悬浮传感器、悬浮触摸传感器、非接触传感器或无接触传感器)的功能。

[0049] 如上所述，例如在显示装置10B具有作为近似触摸传感器的功能时，只要手指52接近显示装置10B而没有接触显示装置10B，就可以检测出手指52。例如，优选的是，在显示装置10B与手指52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10B可以检测出手指52。通过采用该结构，可以在手指52没有直接接触显示装置10B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10B。通过采用上述结构，可以降低显示装置10B弄脏或受伤的风险。另外，可以在避免手指52直接接触有可能附着于显示装置10B的污垢(例如，灰尘或细菌等)的状态下由手指52操作显示装置10B。

[0050] 此外，本发明的一个方式的显示装置例如可以具有检测出手指52的指纹的功能。图1E示意性地示出手指52接触衬底59的状态下的接触部的放大图。此外，图1E示出包括发光元件的层57和包括受光发光元件的层53交替排列的情况。

[0051] 手指52的指纹由凹部及凸部形成。因此，指纹的凸部如图1E所示地接触衬底59。

[0052] 某一表面或界面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较高的光，扩散反射光是强度的角度依赖性低的指向性较低的光。在手指52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59与大气的界面所反射的光中，规则反射的成分为主。

[0053] 在手指52与衬底59的接触面或非接触面上反射并入射到位于它们正下的层53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，在手指52的凹部中手指52不触摸衬底59，由此规则反射光(以实线箭头表示)为主，在其凸部中手指52触摸衬底59，由此从手指52反射的漫反射光(以虚线箭头表示)为主。因此，位于凹部正下的层53中的受光元件所接收的光强度高于位于凸部正下的层53中的受光元件所接收的光的强度。由此，可以使用受光元件拍摄手指52的指纹。

[0054] 当层53中的受光元件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150μm至250μm，所以受光元件的排列间隔例如为400μm以下，优选为200μm以下，更优选为150μm以下，进一步优选为120μm以下，更进一步优选为100μm以下，还优选为50μm以下。排列间隔越小越好，例如可以为1μm以上、10μm以上或20μm以上。

[0055] 图1F是由本发明的一个方式的显示装置拍摄的指纹图像的例子。在图1F中，在区域65内以虚线示出手指52的轮廓，并以点划线示出接触部69的轮廓。在区域65内，通过利用入射到受光元件的光量的不同可以拍摄对比度高的指纹67。

[0056] 如上所述，在本发明的一个方式的显示装置中，受光元件可以检测出由发光元件发射而照射到手指52等物体且被该物体反射的光。因此，例如即使在黑暗的地方，可以检测出接触或接近显示部的物体，并且可以进行指纹识别等识别。

[0057] 此外，通过将受光元件设置在显示部中，不需要将传感器外部连接到显示装置。因此，可以缩减显示装置的构件数量，可以实现显示装置的小型化及轻量化。

[0058] [结构例子1]

图2A是示出本发明的一个方式的显示装置10的结构例子的俯视示意图。显示装置10包括发射红色光的多个发光元件110R、发射绿色光的多个发光元件110G、发射蓝色光的多个发光元件110B及多个受光元件150。在图2A中为了便于区别各发光元件110，在各发光元件110的发光区域内附上符号“R”、“G”、“B”。另外，在各受光元件150的受光区域内附上符号“PD”。

[0059] 在本说明书等中，例如在说明显示装置10A和显示装置10B之间共同的内容的情况或者不需要区别它们的情况下，简单地记为“显示装置10”。就是说，可以将显示装置10的构成要素等用于图1A所示的显示装置10A和图1B所示的显示装置10B的双方。其他构成要素也同样。

[0060] 发光元件110R、发光元件110G、发光元件110B及受光元件150排列为矩阵状。图2A示出在X方向上发光元件110R、发光元件110G及发光元件110B排列且在其下受光元件150排列的例子。作为一个例子，图2A示出在与X方向交叉的Y方向上发射同一颜色的光的发光元件110排列的结构。在图2A所示的显示装置10中，例如可以由在X方向上排列的包括发光元件110R的子像素、包括发光元件110G的子像素及包括发光元件110B的子像素、以及设置在这些子像素下的包括受光元件150的子像素构成像素20。

[0061] 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)、无机化合物(例如量子点材料)或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。

[0062] 作为受光元件150，例如可以使用pn型或pin型光电二极管。受光元件150被用作检测出入射到受光元件150的光来产生电荷的光电转换器件。所产生的电荷量取决于入射的光量。

[0063] 尤其是，作为受光元件150，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，且形状及设计的自由度高，由此可以应用于各种各样的显示装置。

[0064] 在本发明的一个方式中，使用有机EL器件作为发光元件110，并使用有机光电二极管作为受光元件150。有机EL器件及有机光电二极管可以形成在同一衬底上。因此，可以将有机光电二极管安装在使用有机EL器件的显示装置中。

[0065] 图2A示出公共电极123及连接电极111C。在此，连接电极111C与公共电极123电连接。连接电极111C设置在排列有发光元件110及受光元件150的显示部的外部。另外，图2A中以虚线示出具有与发光元件110、受光元件150及连接电极111C重叠的区域的公共电极123。

[0066] 连接电极111C也可以沿着显示部的外周而设置。例如，连接电极111C既可以沿着显示部的外周中的一边而设置，又可以沿着显示部的外周中的两边以上而设置。换言之，当显示部的顶面形状为长方形时，连接电极111C的顶面形状可以为带状、L字状、匚字状(方括号状)或框状等。

[0067] 图2B是示出显示装置10的结构例子的俯视示意图，也是图2A所示的显示装置10的变形例子。图2B所示的显示装置10的与图2A所示的显示装置10不同之处在于：包括发射红外光的发光元件110IR。发光元件110IR例如可以发射近红外光(波长为750nm以上且1300nm以下的光)。

[0068] 在图2B所示的例子中，在X方向上除了发光元件110R、发光元件110G及发光元件110B以外排列有发光元件110IR，在其下排列有受光元件150。另外，受光元件150具有检测出红外光的功能。

[0069] 图3A是示出显示装置10的结构例子的俯视示意图，也是图2B所示的显示装置10的变形例子。图3A所示的显示装置10的与图2B所示的显示装置10不同之处在于：在X方向上受光元件150和发光元件110IR交替排列。

[0070] 在图3A所示的显示装置10中，发光元件110R、发光元件110G及发光元件110B与发光元件110IR配置在不同行上。因此，可以使发光元件110R、发光元件110G及发光元件110B的宽度(X方向上的长度)变长，可以提高像素20所发射的光的亮度。

[0071] 图3B是示出显示装置10的结构例子的俯视示意图，也是图3A所示的显示装置10的变形例子。图3A所示的显示装置10的与图3A所示的显示装置10不同之处在于：发光元件110在X方向上按G、B、R的顺序排列，而不是按R、G、B的顺序排列。另外，与图3A所示的显示装置10不同之处在于：受光元件150设置在发光元件110G及发光元件110B下，发光元件110IR设置在发光元件110R下。

[0072] 图3B所示的显示装置10中的受光元件150的占有面积比图3A所示的显示装置10中的受光元件150的占有面积大。因此，可以提高利用受光元件150的光检测的灵敏度。因此，例如在显示装置10被用作触摸传感器或近似触摸传感器时，显示装置10可以以高精度检测出接触或接近的物体。尤其是，在显示装置10被用作近似触摸传感器时，利用受光元件150的光检测的灵敏度给物体的检测精度带来很大影响，因此受光元件150的占有面积越大越好。

[0073] 图4A是示出显示装置10的结构例子的俯视示意图，也是图3B所示的显示装置10的变形例子。图4A所示的显示装置10的与图3B所示的显示装置10不同之处在于：受光元件150设置在发光元件110G下，发光元件110IR设置在发光元件110B及发光元件110R下。

[0074] 图4A所示的显示装置10中的受光元件150的占有面积比图3B所示的显示装置10中的受光元件150的占有面积小。通过缩小受光元件150的占有面积，可以缩小每一个受光元件150的受光范围。由此，可以使不同受光元件150间，例如相邻的受光元件150间的受光范围的重叠变小。因此，可以抑制使用受光元件150拍摄的图像中出现模糊而不能拍摄清晰图像。由此，例如在显示装置10具有进行指纹识别等识别的功能时，通过缩小受光元件150的

占有面积例如可以清晰地拍摄出指纹，识别精度得到提高，所以是优选的。

[0075] 图4B是示出改变受光元件150的占有面积，具体而言改变X方向上的长度时的受光元件150的受光范围的变化的截面图。在图4B中，示出层71的底面一侧的受光元件150以及层71的顶面一侧的遮光层73。另外，示出层71上的衬底59。并且，将X方向上的长度为受光元件150的3倍左右的受光元件记为受光元件150L。

[0076] 在图4B中，将入射到受光元件150的光记为光75，并用实线表示。另外，将没有入射到受光元件150而入射到受光元件150L的光记为光77，并用虚线表示。并且，将每一个受光元件150的受光范围记为受光范围80，将每一个受光元件150L的受光范围记为受光范围81。

[0077] 如图4B所示，受光元件150的受光范围80比受光元件150L的受光范围81小。就是说，受光元件的占有面积越小，每一个受光元件的受光范围越小，不同受光元件间的受光范围的重叠变小。图4B示出如下例子：在衬底59的表面，相邻的受光元件150间受光范围80不重叠，而相邻的受光元件150L间受光范围81的一部分重叠。

[0078] 图5是示出显示装置10的结构例子的俯视示意图，也是图2A所示的显示装置10的变形例子。图5所示的显示装置10的与图2A所示的显示装置10不同之处在于：只在一部分像素20中设置受光元件150。注意，图5中的没有设置受光元件150的像素20为像素20a。

[0079] 当显示装置10具有图5所示的结构时，可以提高显示装置10的驱动频率。因此，例如在显示装置10被用作触摸传感器或近似触摸传感器时，可以迅速地检测出接触或接近显示装置10的物体的位置。因此，例如可以以高速度及高精度检测出接触或接近显示装置10的物体的动作。

[0080] 图6A是对应于图2A中的点划线A1-A2的截面图，图6B是对应于图2A中的点划线B1-B2的截面图。另外，图6C是对应于图2A中的点划线C1-C2的截面图，图6D是对应于图2A中的点划线D1-D2的截面图。并且，图6E是对应于图3A中的点划线B3-B4的截面图。发光元件110R、发光元件110G、发光元件110B及受光元件150设置在衬底101上。另外，当显示装置10包括发光元件110IR时，发光元件110IR设置在衬底101上。

[0081] 在本说明书等中，当例如记载为“A上的B”或“A下的B”时，不一定需要具有A和B接触的区域。

[0082] 图6A示出发光元件110R、发光元件110G及发光元件110B的截面结构例子。另外，图6B示出受光元件150的截面结构例子。

[0083] 发光元件110R包括像素电极111R、空穴注入层113R、空穴传输层115R、发光层117R、电子传输层119R、公共层121及公共电极123。发光元件110G包括像素电极111G、空穴注入层113G、空穴传输层115G、发光层117G、电子传输层119G、公共层121及公共电极123。发光元件110B包括像素电极111B、空穴注入层113B、空穴传输层115B、发光层117B、电子传输层119B、公共层121及公共电极123。受光元件150包括像素电极111PD、空穴传输层115PD、受光层157、电子传输层119PD、公共层121及公共电极123。

[0084] 公共层121在发光元件110中被用作电子注入层。另一方面，公共层121在受光元件150中被用作电子传输层。由此，受光元件150也可以不包括电子传输层119PD。

[0085] 另外，也可以将空穴注入层113、空穴传输层115、电子传输层119及公共层121称为功能层。

[0086] 像素电极111、空穴注入层113、空穴传输层115、发光层117及电子传输层119都可

以按各元件分离地设置。发光元件110R、发光元件110G、发光元件110B及受光元件150共同使用公共层121及公共电极123。

[0087] 另外，发光元件110及受光元件150也可以除了图6A及图6B所示的层以外还包括空穴阻挡层及电子阻挡层。此外，发光元件110及受光元件150也可以包括含有双极性物质(电子传输性及空穴传输性高的物质)等的层。

[0088] 公共层121与绝缘层131之间设置有空隙。由此，可以抑制公共层121与发光层117的侧面、受光层157的侧面、空穴传输层115的侧面及空穴注入层113的侧面接触。由此，能够抑制发光元件110中的短路及受光元件150中的短路。

[0089] 例如发光层117间的距离越短越容易形成上述空隙。例如，将该距离设定为1μm以下，优选为500nm以下，更优选为200nm以下、100nm以下、90nm以下、70nm以下、50nm以下、30nm以下、20nm以下、15nm以下或10以下nm，此时可以适当地形成上述空隙。

[0090] 图6A示出发光元件110中从下层依次设置有像素电极111、空穴注入层113、空穴传输层115、发光层117、电子传输层119、公共层121(电子注入层)及公共电极123且受光元件150中从下层依次设置有像素电极111PD、空穴传输层115PD、受光层157、电子传输层119PD、公共层121及公共电极123的结构，但本发明的一个方式不局限于此。例如，也可以采用发光元件110中从下层依次设置有像素电极、电子注入层、电子传输层、发光层、空穴传输层、空穴注入层及公共电极且受光元件150中从下层依次设置有像素电极、电子传输层、受光层、空穴传输层及公共电极的结构。在该情况下，发光元件110所包括的空穴注入层可以被用作公共层，该公共层可以设置在受光元件150所包括的空穴传输层与公共电极之间。另外，在发光元件110中可以按各元件分离电子注入层。

[0091] 以下对电子传输层设置在空穴传输层的上方的情况进行说明，但通过例如将“电子”换称为“空穴”且将“空穴”换称为“电子”等，即使在电子传输层设置在空穴传输层的下方时也可以参照以下说明。

[0092] 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，可以举出芳香胺化合物、包含空穴传输性材料及受体性材料(电子受体性材料)的复合材料等。

[0093] 空穴传输层是将从阳极通过空穴注入层注入的空穴传输到发光层的层。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$1\times10^{-6}cm^2/Vs$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(例如咔唑衍生物、噻吩衍生物或呋喃衍生物等)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。

[0094] 电子传输层是将从阴极通过电子注入层注入的电子传输到发光层的层。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$1\times10^{-6}cm^2/Vs$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。作为电子传输材料，可以使用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、具有噁唑骨架的金属配合物或具有噻唑骨架的金属配合物等，还可以使用噁二唑衍生物、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、具有喹啉配体的喹啉衍生物、苯并喹啉衍生物、喹喔啉衍生物、二苯并喹喔啉衍生物、吡啶衍生物、联吡啶衍生物、嘧啶衍生物或含氮杂芳族化合物等缺π电子型杂芳族化合物等电子传输性高的材料。

[0095] 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、碱土金属或者它们的化合物。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。

[0096] 作为电子注入层，例如可以使用锂、铯、氟化锂(LiF)、氟化铯(CsF)、氟化钙(CaF_2)、8-(羟基喹啉)锂(简称:Liq)、2-(2-吡啶基)苯酚锂(简称:LiPP)、2-(2-吡啶基)-3-羟基吡啶(pyridinolato)锂(简称:LiPPy)、4-苯基-2-(2-吡啶基)苯酚锂(简称:LiPPP)、锂氧化物(LiO_x)或碳酸铯等碱金属、碱土金属或它们的化合物。

[0097] 或者，作为上述电子注入层也可以使用具有电子传输性的材料。例如，可以将具有非共用电子对并具有缺电子杂芳环的化合物用于具有电子传输性的材料。具体而言，可以使用具有吡啶环、二嗪环(嘧啶环、吡嗪环、哒嗪环)以及三嗪环中的至少一个的化合物。

[0098] 此外，具有非共用电子对的有机化合物的最低未占据分子轨道(LUMO:Lowest Unoccupied Molecular Orbital)优选为-3.6eV以上且-2.3eV以下。一般来说，可以使用CV(循环伏安法)、光电子能谱法、光吸收能谱法及逆光电子能谱法等估计有机化合物的最高占据分子轨道(HOMO:Highest Occupied Molecular Orbital)能级及LUMO能级。

[0099] 例如，作为具有非共用电子对的有机化合物，可以使用4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:BPhen)、2,9-双(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:NBPhen)、二喹喔啉并[2,3-a:2',3'-c]吩嗪(简称:HATNA)或2,4,6-三[3'-(吡啶-3-基)联苯基-3-基]-1,3,5-三嗪(简称:TmPPPyTz)等。此外，与BPhen相比，NBPhen具有高玻璃化转变温度(Tg)，从而具有高耐热性。

[0100] 发光层是包含发光物质的层。发光层可以包括一种或多种发光物质。作为发光物质，适当地使用发射蓝色、紫色、蓝紫色、绿色、黄绿色、黄色、橙色或红色等颜色的光的物质。另外，作为发光物质也可以使用发射近红外线的物质。

[0101] 作为发光物质，可以举出荧光材料、磷光材料、TADF材料或量子点材料等。

[0102] 作为荧光材料，例如可以举出芘衍生物、蒽衍生物、三亚苯衍生物、芴衍生物、咔唑衍生物、二苯并噻吩衍生物、二苯并呋喃衍生物、二苯并喹喔啉衍生物、喹喔啉衍生物、吡啶衍生物、嘧啶衍生物、菲衍生物或萘衍生物等。

[0103] 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。

[0104] 发光层除了发光物质(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，可以使用空穴传输性材料和电子传输性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。

[0105] 例如，发光层优选包含磷光材料、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，通过以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激基复合物的方式选择组合，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。

[0106] 发光元件110R所包括的发光层117R包含发射至少在红色波长区域具有强度的光的发光性有机化合物。发光元件110G所包括的发光层117G包含发射至少在绿色波长区域具有强度的光的发光性有机化合物。发光元件110B所包括的发光层117B包含发射至少在蓝色波长区域具有强度的光的发光性有机化合物。受光元件150所包括的受光层157包含例如对可见光的波长区域具有检测灵敏度的有机化合物。

[0107] 作为像素电极111和公共电极123中的一个使用对可见光具有透光性的导电膜，另一个使用具有反射性的导电膜。通过使像素电极111具有透光性并使公共电极123具有反射性，显示装置10可以成为底面发射型(底部发射结构)的显示装置。另一方面，通过使像素电极111具有反射性且公共电极123具有透光性，显示装置10可以成为顶面发射型(顶部发射结构)的显示装置。注意，通过使像素电极111和公共电极123的双方都具有透光性，显示装置10可以成为双面发射型(双面发射结构)的显示装置。

[0108] 另外，发光元件110优选具有光学微腔谐振器(微腔)结构。由此，可以使发光层117所发射的光在像素电极111与公共电极123之间谐振，从而可以增强从发光元件110射出的光。

[0109] 在发光元件110具有微腔结构时，优选的是，公共电极123和像素电极111中的一个为具有透光性和反射性的双方的电极(半透过-半反射电极)，公共电极123和像素电极111中的另一个为具有反射性的电极(反射电极)。在此，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。注意，可以将透明电极称为光学调整层。

[0110] 透明电极的光的透过率为40％以上。例如，在发光元件110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。此外，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。反射电极的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$1\times10^{-2}\Omega$cm以下。此外，在将发射近红外光的发光元件用于显示装置时，优选该电极的对近红外光(波长为750nm以上且1300nm以下的光)的透过率以及反射率也在上述数值范围内。

[0111] 以覆盖像素电极111R的端部、像素电极111G的端部、像素电极111B的端部及像素电极111PD的端部的方式设置有绝缘层131。绝缘层131的端部优选为锥形形状。如果不需要，则可以不设置绝缘层131。

[0112] 例如，空穴注入层113R、空穴注入层113G、空穴注入层113B及空穴传输层115PD都具有与像素电极111的顶面接触的区域以及与绝缘层131的表面接触的区域。另外，空穴注入层113R的端部、空穴注入层113G的端部、空穴注入层113B的端部及空穴传输层115PD的端部位于绝缘层131上。

[0113] 如图6A所示，发射不同颜色光的发光元件110间，例如两个发光层117间设置有间隙。如此，例如优选以彼此不接触的方式设置发光层117R、发光层117G及发光层117B。由此，可以适当地防止电流通过相邻的两个发光层117流过而导致非意图的发光。因此，可以提高显示装置10的对比度，由此可以提高显示装置10的显示质量。

[0114] 公共电极123上设置有保护层125。保护层125具有防止水等杂质从上方扩散到各发光元件的功能。

[0115] 保护层125例如可以采用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、氧化铪膜等氧化物膜或氮化物膜。或者，作为保护层125也可以使用铟镓氧化物或铟镓锌氧化物等半导体材料。

[0116] 在本说明书等中，“氧氮化硅膜”是指在其组成中含氧量多于含氮量的膜。“氮氧化硅膜”是指在其组成中含氮量多于含氧量的膜。

[0117] 另外，作为保护层125，也可以采用无机绝缘膜和有机绝缘膜的叠层膜。例如，优选具有在一对无机绝缘膜间夹持有机绝缘膜的结构。并且，有机绝缘膜优选被用作平坦化膜。由此，可以实现平坦的有机绝缘膜的顶面，其上的无机绝缘膜的覆盖性得到提高，可以提高阻挡性。另外，因为保护层125的顶面平坦，所以在保护层125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)时可以减轻起因于下方的结构的凹凸形状的影响，所以是优选的。

[0118] 图6C示出Y方向上的显示装置10的截面结构例子，具体而言示出发光元件110R及受光元件150的截面结构例子。此外，发光元件110G及发光元件110B也可以与发光元件110R同样地排列在Y方向上。

[0119] 图6D示出连接电极111C和公共电极123电连接的连接部130。连接部130中连接电极111C上与其接触地设置有公共电极123，以覆盖公共电极123的方式设置有保护层125。另外，以覆盖连接电极111C的端部的方式设置有绝缘层131。

[0120] 在图6E中，除了受光元件150的截面结构例子以外，还示出发光元件110IR的截面结构例子。发光元件110IR包括像素电极111IR、空穴注入层113IR、空穴传输层115IR、发光层117IR、电子传输层119IR、公共层121及公共电极123。

[0121] 发光元件110IR所包括的发光层117IR包含发射至少在红外光的波长区域具有强度的光的发光性有机化合物。例如，发光层117IR包含发射在近红外光的波长区域具有强度的光的发光性有机化合物。当显示装置10包括发光元件110IR时，受光元件150所包括的受光层157例如包含在红外光例如在近红外光的波长区域具有检测灵敏度的有机化合物。

[0122] [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，以图2A及图6A至图6D所示的显示装置10的制造方法为例进行说明。图7A至图10C是以下例示出的显示装置的制造方法的各工序的截面示意图。图7A至图10C示出对应于图2A中的点划线A1-A2的截面、对应于点划线B1-B2的截面及对应于点划线D1-D2的截面。

[0123] 构成显示装置的薄膜(绝缘膜、半导体膜及导电膜等)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)法或原子层沉积(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。

[0124] 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、帘式涂布法或刮刀式涂布法等方法形成。

[0125] 此外，当对构成显示装置的薄膜进行加工时，例如可以利用光刻法等。除此之外，

还可以利用纳米压印法、喷砂法或剥离法对薄膜进行加工。

[0126] 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，例如通过蚀刻对该薄膜进行加工，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。

[0127] 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。此外，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，可以进行极其精细的加工，所以是优选的。另外，在通过电子束等光束的扫描进行曝光时，不需要光掩模。

[0128] 在薄膜的蚀刻中，可以利用干蚀刻法、湿蚀刻法或喷砂法等。

[0129] 为了制造显示装置10，首先准备衬底101。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、陶瓷衬底或有机树脂衬底等。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或SOI衬底等半导体衬底。

[0130] 接着，在衬底101上形成像素电极111R、像素电极111G、像素电极111B、像素电极111PD及连接电极111C。首先，沉积将成为像素电极的导电膜，通过光刻法形成抗蚀剂掩模，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，由此可以形成像素电极111R、像素电极111G及像素电极111B。

[0131] 当作为各像素电极使用对可见光具有反射性的导电膜时，优选使用可见光的波长区域整体上的反射率尽量高的材料(例如，银或铝等)。由此，不但可以提高发光元件的光提取效率，还可以提高颜色再现性。

[0132] 接着，以覆盖像素电极111R、像素电极111G、像素电极111B及像素电极111PD的端部的方式形成绝缘层131(图7A)。作为绝缘层131，可以使用有机绝缘膜或无机绝缘膜。绝缘层131的端部优选为锥形形状，以提高后面的膜的台阶覆盖性。尤其是，在使用有机绝缘膜时优选使用感光性材料，由此易于根据曝光及显影的条件而控制端部形状。作为绝缘层131也可以使用无机绝缘膜。通过作为绝缘层131使用无机绝缘膜，可以使显示装置10为高清晰显示装置。

[0133] 接着，在像素电极111R、像素电极111G、像素电极111B、像素电极111PD及绝缘层131上沉积将在后面成为空穴注入层113R的功能膜113Rf。然后，在功能膜113Rf上依次沉积将成为空穴传输层115R的功能膜115Rf、将成为发光层117R的发光膜117Rf及将成为电子传输层119R的功能膜119Rf。功能膜113Rf、功能膜115Rf、发光膜117Rf及功能膜119Rf例如可以通过蒸镀法、溅射法或喷墨法等形成。注意，不局限于此，可以适当地利用上述沉积方法。

[0134] 功能膜113Rf、功能膜115Rf、发光膜117Rf及功能膜119Rf优选以不设置在连接电极111C上的方式形成。例如，当利用蒸镀法或溅射法形成功能膜113Rf、功能膜115Rf、发光膜117Rf及功能膜119Rf时，优选利用遮蔽掩模进行形成，以避免功能膜113Rf、功能膜115Rf、发光膜117Rf及功能膜119Rf沉积在连接电极111C上。

[0135] 接着，在功能膜119Rf上沉积牺牲膜141a。另外，牺牲膜141a可以以与连接电极

111C的顶面接触的方式设置。

[0136] 牺牲膜141a可以使用对功能膜119Rf、发光膜117Rf、功能膜115Rf及功能膜113Rf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141a可以使用相对于后面说明的保护膜143a等保护膜的蚀刻选择比大的膜。并且，牺牲膜141a可以使用可通过给功能膜119Rf、发光膜117Rf、功能膜115Rf及功能膜113Rf带来的损伤少的湿蚀刻法去除的膜。

[0137] 作为牺牲膜141a例如可以使用金属膜、合金膜、金属氧化物膜、半导体膜或无机绝缘膜等无机膜。或者，牺牲膜141a可以利用溅射法、蒸镀法、CVD法或ALD法等各种沉积方法形成。

[0138] 作为牺牲膜141a，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。

[0139] 另外，作为牺牲膜141a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)或铟镓锡锌氧化物(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。

[0140] 注意，也可以使用元素M(M为选自铝、硅、硼、钇、铜、钒、铍、钛、铁、镍、锗、锆、钼、镧、铈、钕、铪、钽、钨和镁中的一种或多种)代替上述镓。尤其是，M优选为选自镓、铝和钇中的一种或多种。

[0141] 另外，作为牺牲膜141a可以使用氧化铝、氧化铪或氧化硅等无机绝缘材料。

[0142] 作为牺牲膜141a，优选使用能够溶解于如下溶剂的材料，该溶剂至少相对于功能膜119Rf在化学上稳定。尤其是，可以将溶解于水或醇的材料适当地用于牺牲膜141a。当沉积牺牲膜141a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涂布牺牲膜141a，然后进行用来使溶剂蒸发的加热处理。此时，通过在减压气氛下进行加热处理可以在低温且短时间下去除溶剂，而可以降低给功能膜119Rf、发光膜117Rf、功能膜115Rf及功能膜113Rf带来的热损伤，所以是优选的。

[0143] 作为可用于牺牲膜141a的形成的湿式沉积方法，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、刮刀法、狭缝式涂布法、辊涂法、帘式涂布法或刮刀式涂布法等。

[0144] 作为牺牲膜141a，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。

[0145] 接着，在牺牲膜141a上形成保护膜143a(图7B)。

[0146] 保护膜143a是被用作后面对牺牲膜141a进行蚀刻时的硬掩模的膜。另外，在后面的保护膜143a的加工时，牺牲膜141a露出。因此，作为牺牲膜141a和保护膜143a，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141a的蚀刻条件以及保护膜143a的蚀刻条件而选择可用作保护膜143a的膜。

[0147] 例如，在作为保护膜143a的蚀刻利用使用含有氟的气体(也称为氟类气体)的干蚀刻时，可以将硅、氮化硅、氧化硅、钨、钛、钼、钽、氮化钽、含有钼及铌的合金或者含有钼及钨的合金等用于保护膜143a。在此，作为相对于上述使用氟类气体的干蚀刻的蚀刻选择比很

大(换言之,可以使蚀刻速率慢)的膜,例如有IGZO或ITO等金属氧化物膜,可以将上述膜用于牺牲膜141a。

[0148] 注意,不局限于此,保护膜143a可以根据牺牲膜141a的蚀刻条件以及保护膜143a的蚀刻条件从各种材料中选择。例如,也可以从可用于上述牺牲膜141a的膜中选择。

[0149] 另外,作为保护膜143a,例如可以使用氮化物膜。具体而言,也可以使用氮化硅、氮化铝、氮化铪、氮化钛、氮化钽、氮化钨、氮化镓或氮化锗等氮化物膜。

[0150] 或者,作为保护膜143a可以使用氧化物膜。典型的是,可以使用氧化硅、氧氮化硅、氧化铝、氧氮化铝、氧化铪、氧氮化铪等氧化物膜或氧氮化物膜。

[0151] 此外,作为保护膜143a例如也可以使用可用于发光膜117Rf的有机膜。通过使用这种有机膜,例如可以与发光膜117Rf共同使用沉积装置,所以是优选的。

[0152] 接着,在保护膜143a上且与像素电极111R重叠的位置、以及与连接电极111C重叠的位置上分别形成抗蚀剂掩模145a(图7C)。

[0153] 抗蚀剂掩模145a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。

[0154] 在此,当不形成保护膜143a而在牺牲膜141a上形成抗蚀剂掩模145a时,在牺牲膜141a中有针孔等缺陷的情况下,例如有可能因抗蚀剂材料的溶剂而功能膜119Rf溶解。通过使用保护膜143a,可以防止发生这种不良。

[0155] 当作为牺牲膜141a使用不容易产生针孔等缺陷的膜时,也可以不使用保护膜143a而在牺牲膜141a上直接形成抗蚀剂掩模145a。

[0156] 接着,通过蚀刻去除保护膜143a的不被抗蚀剂掩模145a覆盖的部分,形成保护层149a。与此同时,在连接电极111C上也形成保护层149a。

[0157] 当对保护膜143a进行蚀刻时,优选采用选择比大的蚀刻条件以防止牺牲膜141a由于该蚀刻被去除。保护膜143a的蚀刻可以利用湿蚀刻或干蚀刻进行,但通过利用干蚀刻,可以抑制保护膜143a的图案缩小。

[0158] 接着,去除抗蚀剂掩模145a(图7D)。

[0159] 抗蚀剂掩模145a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145a。

[0160] 此时,在功能膜119Rf上设置有牺牲膜141a的状态下去除抗蚀剂掩模145a,所以给功能膜119Rf、发光膜117Rf、功能膜115Rf及功能膜113Rf带来的影响得到抑制。尤其适合于等离子体灰化等使用氧气体的蚀刻的情况,这是因为在发光膜117Rf与氧气接触时,电特性有可能受到负面影响。

[0161] 接着,将保护层149a用作掩模,通过蚀刻去除牺牲膜141a的不被保护层149a覆盖的部分,形成牺牲层147a(图8A)。与此同时,在连接电极111C上也形成牺牲层147a。

[0162] 牺牲膜141a的蚀刻可以利用湿蚀刻或干蚀刻进行,但优选利用干蚀刻法,由此可以抑制图案的缩小。

[0163] 接着,在通过蚀刻去除保护层149a的同时,通过蚀刻去除不被牺牲层147a覆盖的功能膜119Rf、发光膜117Rf、功能膜115Rf及功能膜113Rf的一部分,由此形成电子传输层119R、发光层117R、空穴传输层115R及空穴注入层113R(图8B)。

[0164] 尤其是,在功能膜119Rf、发光膜117Rf、功能膜115Rf及功能膜113Rf的蚀刻中优选

采用使用不包含氧作为主要成分的蚀刻气体的干蚀刻。由此，可以抑制功能膜119Rf、发光膜117Rf、功能膜115Rf及功能膜113Rf的变质，可以实现一种可靠性高的显示装置。作为不包含氧作为主要成分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He等贵气体。另外，可以将上述气体与不包含氧的稀释气体的混合气体用作蚀刻气体。

[0165] 接着，在牺牲层147a、绝缘层131、像素电极111G上、像素电极111B上及像素电极111PD上依次沉积将在后面成为空穴注入层113G的功能膜113Gf、将在后面成为空穴传输层115G的功能膜115Gf、将在后面成为发光层117G的发光膜117Gf及将在后面成为电子传输层119G的功能膜119Gf。此时，优选在连接电极111C上不设置功能膜113Gf、功能膜115Gf、发光膜117Gf及功能膜119Gf。

[0166] 关于功能膜113Gf、功能膜115Gf、发光膜117Gf及功能膜119Gf的沉积方法等可以援用上述功能膜113Rf、功能膜115Rf、发光膜117Rf及功能膜119Rf的沉积方法等的记载。

[0167] 接着，在功能膜119Gf上形成牺牲膜141b。牺牲膜141b可以以与上述牺牲膜141a同样的方法形成。尤其是，牺牲膜141b优选使用与牺牲膜141a相同的材料。

[0168] 与此同时，在连接电极111C上以覆盖牺牲层147a的方式沉积牺牲膜141b。

[0169] 接着，在牺牲膜141b上形成保护膜143b。保护膜143b可以使用与上述保护膜143a同样的方法形成。尤其是，保护膜143b优选使用与上述保护膜143a相同的材料。

[0170] 接着，在保护膜143b上且与像素电极111G重叠的区域、以及与连接电极111C重叠的区域形成抗蚀剂掩模145b(图8C)。

[0171] 抗蚀剂掩模145b可以使用与上述抗蚀剂掩模145a同样的方法形成。

[0172] 接着，通过蚀刻去除保护膜143b的不被抗蚀剂掩模145b覆盖的部分，形成保护层149b。与此同时，在连接电极111C上也形成保护层149b。

[0173] 关于保护膜143b的蚀刻可以援用上述保护膜143a的记载。

[0174] 接着，去除抗蚀剂掩模145a(图9A)。关于抗蚀剂掩模145b的去除，可以援用上述抗蚀剂掩模145a的记载。

[0175] 接着，将保护层149b用作掩模，通过蚀刻去除牺牲膜141b的不被保护层149b覆盖的部分，形成牺牲层147b。与此同时，在连接电极111C上也形成牺牲层147b。连接电极111C上层叠有牺牲层147a和牺牲层147b。

[0176] 关于牺牲膜141b的蚀刻可以援用上述牺牲膜141a的记载。

[0177] 接着，在通过蚀刻去除保护层149b的同时，通过蚀刻去除不被牺牲层147b覆盖的功能膜119Gf、发光膜117Gf、功能膜115Gf及功能膜113Gf的一部分，由此形成电子传输层119G、发光层117G、空穴传输层115G及空穴注入层113G(图9B)。

[0178] 关于功能膜119Gf、发光膜117Gf、功能膜115Gf、功能膜113Gf及保护层149b的蚀刻可以援用上述功能膜119Rf、发光膜117Rf、功能膜115Rf、功能膜113Rf及保护层149a的记载。

[0179] 此时，电子传输层119R、发光层117R、空穴传输层115R及空穴注入层113R因为被牺牲层147a保护所以可以防止在功能膜119Gf、发光膜117Gf、功能膜115Gf及功能膜113Gf的蚀刻工序中受伤。

[0180] 通过上述步骤，可以以高位置精度分别形成空穴注入层113R、空穴传输层115R、发光层117R、电子传输层119R以及空穴注入层113G、空穴传输层115G、发光层117G、电子传输

层119G。

[0181] 通过与以上工序同样的工序可以形成空穴注入层113B、空穴传输层115B、发光层117B、电子传输层119B及牺牲层147c(图9C)。连接电极111C上层叠有牺牲层147a、牺牲层147b及牺牲层147c。

[0182] 在形成空穴注入层113B、空穴传输层115B、发光层117B、电子传输层119B及牺牲层147c之后,通过与上述工序同样的工序形成空穴传输层115PD、受光层157、电子传输层119PD及牺牲层147d(图9D)。连接电极111C上层叠有牺牲层147a、牺牲层147b、牺牲层147c及牺牲层147d。注意,也可以不形成电子传输层119PD。

[0183] 另外,当制造包括发光元件110IR的显示装置时,例如在形成空穴注入层113B、空穴传输层115B、发光层117B、电子传输层119B及牺牲层147c之后且形成空穴传输层115PD、受光层157、电子传输层119PD及牺牲层147d之前,通过与上述工序同样的工序形成空穴注入层113IR、空穴传输层115IR、发光层117IR、电子传输层119IR及牺牲层。此时,连接电极111C上层叠有五层牺牲层。

[0184] 接着,去除牺牲层147a、牺牲层147b、牺牲层147c及牺牲层147d,使电子传输层119R的顶面、电子传输层119G的顶面、电子传输层119B的顶面及空穴传输层119PD的顶面露出(图10A)。与此同时,连接电极111C的顶面也被露出。

[0185] 牺牲层147a、牺牲层147b、牺牲层147c及牺牲层147d可以利用湿蚀刻或干蚀刻去除。此时,优选利用尽可能不给空穴注入层113、空穴传输层115、发光层117、受光层157及电子传输层119带来损伤的方法。尤其优选利用湿蚀刻法。例如,优选利用使用四甲基氢氧化铵水溶液(TMAH)、稀氢氟酸、草酸、磷酸、醋酸、硝酸或它们的混合液体的湿蚀刻。

[0186] 或者,优选用水或醇等溶剂将牺牲层147a、牺牲层147b、牺牲层147c及牺牲层147d溶解并去除。在此,作为有可能溶解牺牲层147a、牺牲层147b、牺牲层147c及牺牲层147d的醇,可以使用乙醇、甲醇、异丙醇(IPA)或甘油等各种醇。

[0187] 为了在去除牺牲层147a、牺牲层147b、牺牲层147c及牺牲层147d之后去除包含在发光层117R、发光层117G、发光层117B及受光层157等内部的水及吸附于表面的水,优选进行干燥处理。例如,优选在惰性气体气氛或减压气氛下进行加热处理。加热处理可以在50℃以上且200℃以下、优选为60℃以上且150℃以下、更优选为70℃以上且120℃以下的衬底温度下进行。通过采用减压气氛,可以在更低温度下进行干燥,所以是优选的。

[0188] 如此,可以分别形成发光层117R、发光层117G、发光层117B及受光层157等。

[0189] 接着,在电子传输层119R上、电子传输层119G上、电子传输层119B上及空穴传输层119PD上沉积公共层121。如上所述,在公共层121和绝缘层131之间可以形成空隙。

[0190] 公共电极121例如可以利用蒸镀法、溅射法或喷墨法等形成。在利用蒸镀法沉积公共层121时,优选以不使公共层121沉积在连接电极111C上的方式使用遮蔽掩模进行沉积。

[0191] 接着,以覆盖公共层121及连接电极111C的方式形成公共电极123(图10B)。

[0192] 公共电极123可以利用蒸镀法或溅射法等沉积方法形成。或者,也可以层叠利用蒸镀法形成的膜和利用溅射法形成的膜。此时,优选以包括沉积公共层121的区域的方式形成公共电极123。就是说,公共层121的端部可以与公共电极123重叠。公共电极123优选使用遮蔽掩模形成。

[0193] 公共电极123在显示部的外部与连接电极111C电连接。

[0194] 接着，在公共电极123上形成保护层125(图10C)。用于保护层125的无机绝缘膜优选利用溅射法、PECVD法或ALD法沉积。尤其优选的是ALD法，因为台阶覆盖性优异且不容易产生针孔等缺陷。另外，有机绝缘膜优选利用喷墨法沉积，由此在所希望的区域上可以形成均匀膜。

[0195] 由此，可以制造显示装置10。

[0196] 注意，上面示出形成顶面形状互不相同的公共电极123及公共层121的情况，但是也可以将它们形成在相同区域中。

[0197] 图11A是在上述步骤中去除牺牲层之后的截面示意图。接着，如图11B所示，公共层121及公共电极123使用同一遮蔽掩模或不使用遮蔽掩模形成。由此，与使用不同遮蔽掩模的情况相比，可以降低制造成本。

[0198] 此时，如图11B所示，在连接部130中，在连接电极111C与公共电极123之间夹持公共层121。此时，作为公共层121优选尽可能使用电阻低的材料。或者，优选通过尽可能形成得薄来降低公共层121的厚度方向的电阻。例如，通过作为公共层121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材料，有时可以使连接电极111C与公共电极123之间的电阻降低到可以忽略的程度。

[0199] 接着，如图11C所示，形成保护层125。此时，如图11C所示，优选以覆盖公共电极123的端部及公共层121的端部的方式设置保护层125。由此，可以高效地防止水或氧等杂质从外部扩散到公共层121及公共层121与公共电极123的界面。

[0200] 以上是显示装置的制造方法的一个例子的说明。

[0201] 如上所述，在本发明的一个方式的显示装置的制造方法中，可以不使用金属掩模等荫罩而分别制造发光元件110。由此，与使用荫罩分别制造发光元件110的情况相比，可以使得子像素更加微型化，可以提高像素的开口率。另外，因为可以分别形成发光层117，所以可以实现极为鲜明、对比度极高且显示质量极高的显示装置。

[0202] 通过使子像素微型化，在子像素中可以设置无助于显示的子像素。例如，可以将包括受光元件150的子像素设置在像素中，并且可以将包括发射红外光的发光元件110IR的子像素设置在像素中。在本发明的一个方式的显示装置中，即使在将这样无助于显示的子像素设置在像素中的情况下，也可以抑制像素密度值变小。例如，可以将像素密度设定为400ppi以上、可以设定为1000ppi以上、可以设定为3000ppi以上或者可以设定为5000ppi以上。

[0203] [结构例子2]

下面说明其一部分结构与上述结构例子1不同的显示装置的结构例子。以下，有时省略说明与上述重复的部分。

[0204] 图12A是示出显示装置10的结构例子的俯视示意图，也是图2A所示的显示装置10的变形例子。图12A所示的显示装置10的与图2A所示的显示装置10不同之处在于公共层121的形状及公共电极123的形状不同。图12A中以虚线示出公共电极123及公共层121的轮廓。

[0205] 图12B是对应于图12A中的点划线C3-C4的截面图，其示出Y方向的截面。如图12A及图12B所示，在相邻的像素间公共层121及公共电极123分离。换言之，公共层121及公共电极123在与绝缘层131重叠的区域具有端部。

[0206] 图12C是从图12B抽出设置在相邻的像素的受光元件150与发光元件110R的一部分

并放大的截面图。如图12C所示，有时绝缘层131的顶面的一部分形成有凹部。此时，优选沿着绝缘层131的凹部的表面以与其接触的方式设置有保护层125。由此，绝缘层131与保护层125的接触面积增大而它们的密接性得到提高，所以是优选的。

[0207] 另外，如图12C所示，有时绝缘层131的上方设置有空隙(也称为间隙或空间等)127。由于隔开相邻的像素的开口部的纵横比高，所以在沉积保护层125时形成空隙127。空隙127也可以处于减压状态下或者也可以处于大气压下。此外，也可以包含空气、氮、贵气体等气体或用来沉积保护层125的沉积气体等。

[0208] 注意，虽然在此没有示出，发光元件110G及发光元件110B也可以具有相同结构。

[0209] 图13A是示出显示装置10的结构例子的俯视示意图，也是图12A所示的显示装置10的变形例子。图13B是对应于图13A中的点划线C5-C6的截面图，其示出Y方向的截面。图13A及图13B所示的显示装置10的与图12A及图12B所示的显示装置10不同之处在于：不仅在相邻的像素间公共层121及公共电极123分离，在同一个像素间也分离。

[0210] 本实施方式所示的结构例子及对应于这些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。

[0211] 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。

[0212] (实施方式2)

在本实施方式中，对本发明的一个方式的显示装置的结构例子进行说明。

[0213] [结构例子1]

图14是示出显示装置100的结构例子的立体图。显示装置100具有贴合衬底151与衬底152的结构。在图14中，以虚线表示衬底152。

[0214] 显示装置100包括显示部162、电路164及布线165等。图14示出在显示装置100中安装有IC(集成电路)173、FPC172的例子。因此，也可以将图14所示的结构称为包括显示装置、IC及FPC的显示模块。

[0215] 电路164例如可以是栅极驱动器。可以向电路164等通过布线165供应信号及电力。例如可以将该信号及电力从显示装置10的外部通过FPC172输入到布线165。或者，该信号及电力可以由IC173生成并被输出到布线165。

[0216] 虽然图14示出以COG(Chip On Glass:玻璃覆晶封装)方式在衬底151上设置IC173的例子，但是也可以使用TCP(Tape Carrier Package:带载封装)方式或COF(Chip On Film:覆晶薄膜封装)方式等。

[0217] 图15是示出图14所示的显示装置100中包括FPC172的区域的一部分、包括电路164的区域的一部分、包括显示部162的区域的一部分及包括端部的区域的一部分的截面的一个例子的图。将图15所示的显示装置100记载为显示装置100A。

[0218] 显示装置100A在衬底151和衬底152之间包括晶体管201、晶体管141、晶体管142、发光元件110及受光元件150等。

[0219] 衬底152及绝缘层214通过粘合层242粘合。作为对发光元件110及受光元件150的密封，可以采用固体密封结构或中空密封结构等。由衬底152、粘合层242及绝缘层214围绕的空间143填充有惰性气体(氮气或氩气等)，采用中空密封结构。粘合层242也可以与发光元件110重叠。此外，由衬底152、粘合层242及绝缘层214围绕的区域也可以填充有与粘合层

242不同的树脂。

[0220] 发光元件110所包括的电极111通过形成在绝缘层214中的开口与晶体管142所包括的导电层222b电连接。晶体管142具有控制发光元件110的驱动的功能。受光元件150所包括的像素电极111PD通过形成在绝缘层214中的开口与晶体管141所包括的导电层222b电连接。

[0221] 发光元件110所发射的光射出到衬底152一侧。此外，光通过衬底152及空间143入射到受光元件150。衬底152优选使用对可见光及红外光的透过性高的材料。

[0222] 衬底152的衬底151一侧的表面设置有遮光层148。遮光层148在与受光元件150重叠的位置及与发光元件110重叠的位置具有开口。此外，与受光元件150重叠的位置设置有遮蔽紫外光的滤光片146。注意，也可以不设置滤光片146。

[0223] 晶体管201、晶体管141及晶体管142都形成在衬底151上。这些晶体管可以使用同一材料及同一工序形成。

[0224] 在衬底151上依次设置有绝缘层211、绝缘层213、绝缘层215及绝缘层214。绝缘层211的一部分用作各晶体管的栅极绝缘层。绝缘层213的一部分用作各晶体管的栅极绝缘层。绝缘层215以覆盖晶体管的方式设置。绝缘层214以覆盖晶体管的方式设置，并被用作平坦化层。此外，对栅极绝缘层的个数及覆盖晶体管的绝缘层的个数没有特别的限制，既可以为一个，又可以为两个以上。

[0225] 优选的是，将水或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层。由此，可以将绝缘层用作阻挡层。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。

[0226] 作为绝缘层211、绝缘层213及绝缘层215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、氧化铝膜或氮化铝膜。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、氧化铈膜或氧化钕膜。此外，也可以层叠上述绝缘膜中的两个以上。

[0227] 用作平坦化层的绝缘层214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、酚醛树脂及这些树脂的前体等。

[0228] 这里，有机绝缘膜的杂质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100A的端部附近包括开口。由此，可以抑制从显示装置100A的端部通过有机绝缘膜扩散杂质。此外，也可以以其端部位于显示装置100A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100A的端部。

[0229] 在图15所示的区域228中，在绝缘层214中形成有开口。由此，即使在作为绝缘层214使用有机绝缘膜的情况下，也可以抑制杂质从外部通过绝缘层214扩散到显示部162。由此，可以提高显示装置100A的可靠性。

[0230] 晶体管201、晶体管141及晶体管142包括：用作栅极的导电层221；用作栅极绝缘层的绝缘层211；用作源极及漏极的导电层222a及导电层222b；半导体层231；用作栅极绝缘层的绝缘层213；以及用作栅极的导电层223。在此，对通过同一导电膜进行加工而得到的多个层附有相同的阴影线。绝缘层211位于导电层221与半导体层231之间。绝缘层213位于导电层223与半导体层231之间。

[0231] 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有栅极。

[0232] 作为晶体管201、晶体管141及晶体管142，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，也可以对两个栅极中的一个施加用来控制晶体管的阈值电压的电位，对另一个施加用来进行驱动的电位。

[0233] 对用于晶体管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。

[0234] 晶体管的半导体层优选包含金属氧化物(也称为氧化物半导体)。此外，晶体管的半导体层也可以包含硅。作为硅，可以举出非晶硅或结晶硅(低温多晶硅或单晶硅等)等。

[0235] 如上所述，在半导体层包含金属氧化物的情况下，金属氧化物优选至少包含铟或锌。尤其优选包含铟及锌。另外，除此之外，优选还包含铝、镓、钇或锡等。另外，也可以包含选自硼、硅、钛、铁、镍、锗、锆、钼、镧、铈、钕、铪、钽、钨、镁及钴等中的一种或多种。

[0236] 电路164所包括的晶体管和显示部162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164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的结构。与此同样，显示部162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结构。

[0237] 衬底151与衬底152不重叠的区域中设置有连接部204。在连接部204中，布线165通过导电层166及连接层244与FPC172电连接。在连接部204的顶面上露出对与像素电极111相同的导电膜进行加工而获得的导电层166。因此，通过连接层244可以使连接部204与FPC172电连接。

[0238] 可以在衬底152的外侧配置各种光学构件。作为光学构件，可以举出偏振片、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152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、抑制随着使用而导致的损伤的硬涂膜或冲击吸收层等。

[0239] 衬底151及衬底152可以使用玻璃、石英、陶瓷、蓝宝石以及树脂等。

[0240] 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、热固化粘合剂或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)树脂或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，例如也可以使用粘合薄片。

[0241] 作为连接层244，可以使用各向异性导电膜(ACF:Anisotropic Conductive Film)或各向异性导电膏(ACP:Anisotropic Conductive Paste)。

[0242] 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、钽及钨等金属、以及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。

[0243] 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、钯及钛等金属材料、以及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、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，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导电层以及显示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)。

[0244] 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、无机绝缘材料诸如氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、氮化硅或氧化铝等。

[0245] [结构例子2]

图16是示出显示装置100B的结构例子的截面图，也是显示装置100A的变形例子。显示装置100B的与显示装置100A不同之处在于：包括衬底153、粘合层155及绝缘层212代替衬底151；以及包括衬底154、粘合层156及绝缘层158代替衬底152。

[0246] 在显示装置100B中，衬底153和绝缘层212由粘合层155贴合。衬底154和绝缘层158由粘合层156贴合。

[0247] 当制造图16所示的显示装置100B时，首先，由粘合层242贴合设置有绝缘层212、各晶体管、发光元件110及受光元件150等的第一制造衬底与设置有绝缘层158、遮光层148及滤光片146等的第二制造衬底。然后，在将第一制造衬底剥离而露出的表面上使用粘合层155贴合衬底153。由此，将形成在第一制造衬底上的各构成要素转置到衬底153上。另外，在将第二制造衬底剥离而露出的表面上使用粘合层156贴合衬底154。由此，将形成在第二制造衬底上的各构成要素转置到衬底154上。衬底153及衬底154优选具有柔性。由此，显示装置100B可以具有柔性。就是说，可以实现作为柔性显示器的显示装置100B。

[0248] 作为绝缘层212及绝缘层158，可以使用可以用于绝缘层211、绝缘层213及绝缘层215的无机绝缘膜。

[0249] [结构例子3]

图17是示出显示装置100C的结构例子的截面图。显示装置100C包括衬底301、发光元件110、受光元件150、电容器240及晶体管310。衬底301例如相当于图14中的衬底151。

[0250] 晶体管310是在衬底301中具有沟道形成区域的晶体管。作为衬底301，例如可以使用单晶硅衬底等半导体衬底。晶体管310包括衬底301的一部分、导电层311、低电阻区域312、绝缘层313及绝缘层314。导电层311被用作栅电极。绝缘层313位于衬底301和导电层311之间，并被用作栅极绝缘层。低电阻区域312是在衬底301中掺杂了杂质的区域，被用作源极或漏极。绝缘层314以覆盖导电层311的侧面的方式设置。

[0251] 另外，相邻的两个晶体管310之间以嵌入衬底301中的方式设置有元件分离层315。

[0252] 另外，以覆盖晶体管310的方式设置有绝缘层261，绝缘层261上设置有电容器240。

[0253] 电容器240包括导电层241、导电层245、位于它们之间的绝缘层243。导电层241被用作电容器240的一个电极，导电层245被用作电容器240的另一个电极，绝缘层243被用作电容器240的电介质。

[0254] 导电层241设置在绝缘层261上，并嵌入绝缘层254中。导电层241通过嵌入绝缘层

261中的插头271与晶体管310的源极和漏极中的一个电连接。绝缘层243以覆盖导电层241的方式设置。导电层245设置在隔着绝缘层243与导电层241重叠的区域中。

[0255] 以覆盖电容器240的方式设置有绝缘层255，绝缘层255上设置有发光元件110及受光元件150等。发光元件110及受光元件150上设置有保护层125，保护层125的顶面上由树脂层419贴合有衬底420。衬底420例如相当于图14中的衬底152。

[0256] 发光元件110的像素电极111及受光元件150的像素电极111PD通过嵌入绝缘层255及绝缘层243中的插头256、嵌入绝缘层254中的导电层241以及嵌入绝缘层261中的插头271与晶体管310的源极和漏极中的一个电连接。

[0257] [结构例子4]

图18是示出显示装置100D的结构例子的截面图。显示装置100D的与显示装置100C主要不同之处在于：晶体管结构。注意，有时省略与显示装置100C同样的部分的说明。

[0258] 晶体管320是在形成沟道的半导体层中使用金属氧化物的晶体管(以下，也称为OS晶体管)。

[0259] 晶体管320包括半导体层321、绝缘层323、导电层324、一对导电层325、绝缘层326及导电层327。

[0260] 衬底331例如相当于图14中的衬底151。作为衬底331，可以使用绝缘性衬底或半导体衬底。

[0261] 衬底331上设置有绝缘层332。绝缘层332被用作如下阻挡层，即防止水或氢等杂质从衬底331扩散到晶体管320以及氧从半导体层321向绝缘层332一侧脱离。作为绝缘层332例如可以使用氧化铝膜、氧化铪膜、氮化硅膜等与氧化硅膜相比不容易扩散氢或氧的膜。

[0262] 绝缘层332上设置有导电层327，以覆盖导电层327的方式设置有绝缘层326。导电层327被用作晶体管320的第一栅电极，绝缘层326的一部分被用作第一栅极绝缘层。绝缘层326的至少与半导体层321接触的部分优选使用氧化硅膜等氧化物绝缘膜。绝缘层326的顶面优选被平坦化。

[0263] 半导体层321设置在绝缘层326上。半导体层321优选包括具有半导体特性的金属氧化物膜。

[0264] 一对导电层325以与半导体层321的顶面接触的方式设置，并被用作源电极及漏电极。

[0265] 另外，以覆盖一对导电层325的顶面及侧面、以及半导体层321的侧面等的方式设置有绝缘层328，绝缘层328上设置有绝缘层264。绝缘层328可以被用作如下阻挡层，即水或氢等杂质从绝缘层264等扩散到半导体层321以及氧从半导体层321脱离。作为绝缘层328，可以使用与上述绝缘层332同样的绝缘膜。

[0266] 绝缘层328及绝缘层264中设置有到达半导体层321的开口。在该开口的内部嵌入与绝缘层264、绝缘层328及导电层325的侧面以及半导体层321的顶面接触的绝缘层323、以及导电层324。导电层324被用作第二栅电极，绝缘层323被用作第二栅极绝缘层。

[0267] 导电层324的顶面、绝缘层323的顶面及绝缘层264的顶面被进行平坦化处理以使高度大致一致，以覆盖它们的方式设置有绝缘层329及绝缘层265。

[0268] 绝缘层264及绝缘层265被用作层间绝缘层。绝缘层329被用作水或氢等杂质从绝缘层265等扩散到晶体管320的阻挡层。作为绝缘层329，可以使用与上述绝缘层328及绝缘

层332同样的绝缘膜。

[0269] 与一对导电层325中的一个电连接的插头274以嵌入绝缘层265、绝缘层329、绝缘层264及绝缘层328中的方式设置。在此，插头274优选包括覆盖绝缘层265、绝缘层329、绝缘层264及绝缘层328中的开口的侧面及导电层325的顶面的一部分的导电层274a以及与导电层274a的顶面接触的导电层274b。此时，作为导电层274a，优选使用不容易扩散氢及氧的导电材料。

[0270] 显示装置100D中的绝缘层254至衬底420的结构与显示装置100C同样。

[0271] [结构例子5]

图19是示出显示装置100E的结构例子的截面图。在显示装置100E中，层叠有沟道形成于衬底301的晶体管310及形成沟道的半导体层含有金属氧化物的晶体管320。注意，有时省略与显示装置100C或显示装置100D同样的部分的说明。

[0272] 以覆盖晶体管310的方式设置有绝缘层261，并且绝缘层261上设置有导电层251。此外，以覆盖导电层251的方式设置有绝缘层262，并且绝缘层262上设置有导电层252。导电层251及导电层252都被用作布线。此外，以覆盖导电层252的方式设置有绝缘层263及绝缘层332，并且绝缘层332上设置有晶体管320。此外，以覆盖晶体管320的方式设置有绝缘层265，并且在绝缘层265上设置有电容器240。电容器240与晶体管320通过插头274电连接。

[0273] 晶体管320可以用作构成像素电路的晶体管。此外，晶体管310可以用作构成像素电路的晶体管或构成用来驱动该像素电路的驱动电路(栅极线驱动电路、源极线驱动电路)的晶体管。此外，晶体管310及晶体管320可以用作构成运算电路或存储电路等各种电路的晶体管。

[0274] 借助于这种结构，在发光元件正下不但可以形成像素电路还可以形成驱动电路等，因此与在显示部的周围设置驱动电路的情况相比，可以使显示装置小型化。

[0275] 本实施方式所示的结构例子及对应于这些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。

[0276] 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。

[0277] (实施方式3)

在本实施方式中，对能用于本发明的一个方式的显示装置的发光元件进行说明。

[0278] <<发光元件的结构例>>

如如图20A所示，发光元件在一对电极(电极672、电极688)间包括EL层686。EL层686可以由层4420、发光层4411、层4430等的多个层构成。层4420例如可以包括含有电子注入性高的物质的层(电子注入层)及含有电子传输性高的物质的层(电子传输层)等。发光层4411例如包含发光化合物。层4430例如可以包括含有空穴注入性高的物质的层(空穴注入层)及含有空穴传输性高的物质的层(空穴传输层)。

[0279] 包括设置在一对电极间的层4420、发光层4411及层4430的结构可以被用作单一的发光单元，在本说明书中将图20A的结构称为单结构。

[0280] 图20B示出图20A所示的发光元件所包括的EL层686的变形例子。具体而言，图20B所示的发光元件包括电极672上的层4430-1、层4430-1上的层4430-2、层4430-2上的发光层4411、发光层4411上的层4420-1、层4420-1上的层4420-2及层4420-2上的电极688。例如，在

将电极672用作阳极且将电极688用作阴极时，层4430-1被用作空穴注入层，层4430-2被用作空穴传输层，层4420-1被用作电子传输层，层4420-2被用作电子注入层。或者，在将电极672用作阴极且将电极688用作阳极时，层4430-1被用作电子注入层，层4430-2被用作电子传输层，层4420-1被用作空穴传输层，层4420-2被用作空穴注入层。通过采用上述层结构，可以将载流子高效地注入到发光层4411，由此可以提高发光层4411内的载流子的再结合的效率。

[0281] 此外，如图20C所示，层4420与层4430之间设置有多个发光层(发光层4411、发光层4412、发光层4413)的结构也是单结构的变形例子。

[0282] 如图20D所示，多个发光单元(EL层686a、EL层686b)隔着中间层(电荷产生层)4440串联连接的结构在本说明书中被称为串联结构。在本说明书等中，图20D所示的结构被称为串联结构，但是不局限于此，例如，串联结构也可以被称为叠层结构。通过采用串联结构，可以实现能够以高亮度发光的发光元件。

[0283] 注意，在图20C及图20D中，如如图20B所示，层4420及层4430也可以具有由两层以上的层构成的叠层结构。

[0284] 另外，在对上述单结构、串联结构及SBS结构进行比较的情况下，按SBS结构、串联结构及单结构的顺序可以降低功耗。在想要降低功耗时优选采用SBS结构。另一方面，单结构及串联结构的制造程序比SBS结构简单，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。

[0285] 发光元件的发光颜色根据构成EL层686的材料而可以为红色、绿色、蓝色、青色、品红色、黄色或白色等。此外，当发光元件具有微腔结构时，可以进一步提高颜色纯度。

[0286] 白色发光元件优选具有发光层包含两种以上的发光物质的结构。为了得到白色发光，选择各发光处于补色关系的两种以上的发光物质即可。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，可以得到在发光元件整体上以白色发光的发光元件。此外，包括三个以上的发光层的发光元件也是同样的。

[0287] 发光层优选包含每个发光呈现R(红)、G(绿)、B(蓝)、Y(黄)、O(橙)等的两种以上的发光物质。

[0288] 本实施方式所示的结构例及对应该结构例的附图等的至少一部分可以与其他结构例或附图等适当地组合。

[0289] 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。

[0290] (实施方式4)

在本实施方式中，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。

[0291] 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。

[0292] 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。

[0293] 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(发光元件或发光层等)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。

[0294] 图21A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。

[0295] 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。

[0296] 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。

[0297] 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。

[0298] 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。

[0299] 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。

[0300] 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。

[0301] 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。

[0302] 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。

[0303] 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。

[0304] 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。

[0305] 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。

[0306] 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C_{60}或C_{70}等)或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。C_{60}、C_{70}都在可见光区域中具有宽吸收带，尤其是，C_{70}与C_{60}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)或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。

[0307] 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、具有噁唑骨架的金属配合物、具有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、菲罗啉衍生物、喹啉衍生物、苯并喹啉衍生物、喹喔啉衍生物、二苯并喹喔啉衍生物、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、三嗪衍生物或醌衍生物等。

[0308] 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)、四苯基二苯并二萘并苝(Tetraphenyldibenzoperiflanthene:DBP)、酞菁锌(Zinc Phthalocyanine:ZnPc)、锡酞菁(SnPc)或喹吖啶酮等具有电子供体性的有机半导体材料。

[0309] 另外，作为p型半导体的材料，可以举出卟唑衍生物、噻吩衍生物、呋喃衍生物或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、苝衍生物、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、吲哚衍生物、二苯并呋喃衍生物、二苯并噻吩衍生物、吲哚卟唑衍生物、卟啉衍生物、酞菁衍生物、萘酞菁衍生物、喹吖啶酮衍生物、聚亚苯亚乙烯衍生物、聚对亚苯衍生物、聚芴衍生物、聚乙烯咔唑衍生物或聚噻吩衍生物等。

[0310] 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)。

[0311] 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。

[0312] 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。

[0313] 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。

[0314] 例如,作为空穴传输性材料,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,可以使用氧化锌(ZnO)等无机化合物。

[0315] 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PBTB-T或PBDB-T衍生物的方法等。

[0316] 此外,也可以在活性层373中混合三种以上的材料。例如,为了扩大波长区域除了n型半导体材料及p型半导体材料之外还可以混合第三材料。此时,第三材料可以是低分子化合物或高分子化合物。

[0317] 图21B所示的显示装置380B与显示装置380A不同之处在于受光元件370PD和发光元件370R为相同的结构。

[0318] 受光元件370PD及发光元件370R共同使用活性层373及发光层383R。

[0319] 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。

[0320] 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,可以减少成膜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。

[0321] 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。

[0322] 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可以以高精确度检测出其波长比红色光短的光。

[0323] 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。

[0324] 图22A及图22B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的结构例如可以参照上述显示装置380A。

[0325] 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。

[0326] 图22A示出受发光元件370SR被用作发光元件的情况。图22A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。

[0327] 图22B示出受发光元件370SR被用作受光元件的情况。图22B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。

[0328] 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。

[0329] 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，可以使显示部具有摄像功能和传感功能中的一方或双方而无需大幅度地增加制造工序。

[0330] 对发光层383R及活性层373的层叠顺序没有限制。图22A及图22B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。

[0331] 另外，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及电子阻挡层等其他功能层。

[0332] 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。

[0333] 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。

[0334] 图22C至图22G示出受发光元件的叠层结构的例子。

[0335] 图22C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。

[0336] 图22C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。

[0337] 如图22A至图22C所示，活性层373与发光层383R也可以彼此接触。

[0338] 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22D示出作为缓冲层使用空穴传输层382的例子。

[0339] 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。

[0340] 图22E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281-2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281-2。另外，也可以调换活性层373和发光层383R的位置。

[0341] 图22F所示的受发光元件的与图22A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及电子阻挡层等其他功能层。

[0342] 图22G所示的受发光元件的与图22A所示的受发光元件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。

[0343] 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。

[0344] 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。

[0345] 本实施方式所示的结构例子及对应于这些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。

[0346] 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。

[0347] (实施方式5)

在本实施方式中，说明可用于上述实施方式中说明的OS晶体管的金属氧化物。

[0348] 金属氧化物优选至少包含铟或锌。尤其优选包含铟及锌。此外，除此之外，优选还包含铝、镓、钇或锡等。此外，也可以包含选自硼、硅、钛、铁、镍、锗、锆、钼、镧、铈、钕、铪、钽、钨、镁及钴等中的一种或多种。

[0349] 此外，金属氧化物可以通过溅射法、MOCVD法等CVD法或ALD法等形成。

[0350] <结晶结构的分类>

作为氧化物半导体的结晶结构，可以举出非晶(包括completely amorphous)、CAAC(c-axis-aligned crystalline)、nc(nanocrystalline)、CAC(cloud-aligned composite)、单晶(single crystal)及多晶(polycrystal)等。

[0351] 可以使用X射线衍射(XRD:X-Ray Diffraction)谱对膜或衬底的结晶结构进行评价。例如，可以使用GIXD(Grazing-Incidence XRD)测定测得的XRD谱进行评价。此外，将GIXD法也称为薄膜法或Seemann-Bohlin法。

[0352] 例如，石英玻璃衬底的XRD谱的峰形状大致为左右对称。另一方面，具有结晶结构的IGZO膜的XRD谱的峰形状不是左右对称。XRD谱的峰形状是左右不对称说明膜中或衬底中存在结晶。换言之，除非XRD谱的峰形状左右对称，否则不能说膜或衬底处于非晶状态。

[0353] 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，以室温沉积的IGZO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，以室温沉积的IGZO膜处于既不是晶态也不是非晶态的中间态，不能得出该IGZO膜是非晶态的结论。

[0354] <<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类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。

[0355] 在此，对上述CAAC-OS、nc-OS及a-like OS的详细内容进行说明。

[0356] [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。

[0357] 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。

[0358] 此外，在In-M-Zn氧化物(元素M为选自铝、镓、钇、锡及钛等中的一种或多种)中，CAAC-OS有具有层叠有含有铟(In)及氧的层(以下，In层)、含有元素M、锌(Zn)及氧的层(以下，(M,Zn)层)的层状结晶结构(也称为层状结构)的趋势。此外，铟和元素M可以彼此置换。因此，有时(M,Zn)层包含铟。此外，有时In层包含元素M。注意，有时In层包含Zn。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像。

[0359] 例如，当对CAAC-OS膜使用XRD装置进行结构分析时，在使用θ/2θ扫描的Out-of-plane XRD测量中，在2θ＝31°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的金属元素的种类或组成等变动。

[0360] 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。

[0361] 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角形，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者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。

[0362] 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或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。

[0363] 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以及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度(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。

[0364] [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θ/2θ扫描的Out-of-plane XRD测量中，检测不出表示结晶性的峰。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。

[0365] [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。

[0366] <<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。

[0367] [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。

[0368] 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。

[0369] 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。

[0370] 具体而言,上述第一区域是以铟氧化物及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及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。

[0371] 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。

[0372] 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。

[0373] CAC-OS例如可以通过在对衬底不进行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,优选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%,更优选为0%以上且10%以下。

[0374] 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。

[0375] 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)。

[0376] 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。

[0377] 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。

[0378] 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。

[0379] 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-likeOS、CAC-OS、nc-OS、CAAC-OS中的两种以上。

[0380] <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。

[0381] 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。

[0382] 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$1\times10^{17}cm^{-3}$以下,优选为$1\times10^{15}cm^{-3}$以下,更优选为$1\times10^{13}cm^{-3}$以下,进一步优选为$1\times10^{11}cm^{-3}$以下,更进一步优选低于$1\times10^{10}cm^{-3}$,且为$1\times10^{-9}cm^{-3}$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。

[0383] 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。

[0384] 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。

[0385] 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、镍或硅等。

[0386] <杂质>

在此，说明氧化物半导体中的各杂质的影响。

[0387] 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2×10^{18}atoms/cm^{3}以下，优选为2×10^{17}atoms/cm^{3}以下。

[0388] 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1×10^{18}atoms/cm^{3}以下，优选为2×10^{16}atoms/cm^{3}以下。

[0389] 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，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5×10^{19}atoms/cm^3，优选为5×10^{18}atoms/cm^{3}以下，更优选为1×10^{18}atoms/cm^{3}以下，进一步优选为5×10^{17}atoms/cm^{3}以下。

[0390] 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，在氧化物半导体中，将利用SIMS测得的氢浓度设定为低于1×10^{20}atoms/cm^3，优选低于1×10^{19}atoms/cm^3，更优选低于5×10^{18}atoms/cm^3，进一步优选低于1×10^{18}atoms/cm^3。

[0391] 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。

[0392] 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。

[0393] (实施方式6)

在本实施方式中，对包括本发明的一个方式的显示装置的电子设备进行说明。

[0394] 可以将本发明的一个方式的显示装置用于各种电子设备。例如除了电视装置、台式或笔记本型计算机、平板电脑、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，还可以在数码相机、数码摄像机、数码相框、便携式游戏机、便携式信息终端、声音再现装置等中设置本发明的一个方式的显示装置。参照图23A至图23E说明可以设置本发明的一个方式的显示装置的电子设备的结构例子。

[0395] 图23A是示出血氧仪900的一个例子的图。血氧仪900包括框体911及受发光装置912。框体911设置有空洞部，以与空洞部的壁面接触的方式设置有受发光装置912。

[0396] 受发光装置912被用作发射光的光源，还被用作检测出光的传感器。例如，当将物体放在框体911的空洞部时，受发光装置912可以检测出自己发射而照射到物体然后被该物体反射的光。

[0397] 例如，在将手指放入框体911的空洞部时，根据血液中的血红蛋白的氧饱和度(与氧结合的血红蛋白的比例)而血液的颜色发生变化。因此，由受发光装置912检测的手指反射的光的强度发生变化。例如，由受发光装置912检测的红色光的强度发生变化。由此，血氧仪900可以通过利用受发光装置912检测出反射光的强度来测量出氧饱和度。血氧仪900例如可以为脉搏血氧仪。

[0398] 作为受发光装置912可以使用本发明的一个方式的显示装置。此时，受发光装置912包括至少发射红色光(R)的发光元件。另外，受发光装置912优选包括发射红外光(IR)的发光元件。与氧结合的血红蛋白的红色光(R)反射率和不与氧结合的血红蛋白的红色光(R)反射率的差异很大。另一方面，与氧结合的血红蛋白的红外光(IR)反射率和不与氧结合的血红蛋白的红外光(IR)反射率的差异小。因此，当受发光装置912不仅包括发射红色光(R)的发光元件而且包括发射红外光(IR)的发光元件时，血氧仪900可以以高精度测量出氧饱和度。

[0399] 当作为受发光装置912使用本发明的一个方式的显示装置时，受发光装置912优选具有柔性。当受发光装置912具有柔性时，受发光装置912可以具有弯曲形状。由此，例如可以将光均匀地照射到手指，例如可以以高精度测量出氧饱和度。

[0400] 图23B是示出便携式信息终端9100的一个例子的图。便携式信息终端9100包括显示部9110、框体9101、键9102及扬声器9103等。便携式信息终端9100例如可以为平板。在此，键9102等键例如可以为用来切换电源的开启或关闭的键。就是说，键9102等键例如可以为电源开关。另外，键9102等键例如可以为用来使电子设备进行所希望的工作的操作键。

[0401] 显示部9110可以显示信息9104及操作按钮(操作图标或简称为图标)9105等。

[0402] 通过在便携式信息终端9100中设置本发明的一个方式的显示装置，显示部9110可以被用作触摸传感器或近似触摸传感器。

[0403] 图23C是示出数字标牌9200的一个例子的图。数字标牌9200可以具有柱子9201上贴合有显示部9210的结构。

[0404] 通过在数字标牌9200中设置本发明的一个方式的显示装置，显示部9210可以被用作触摸传感器或近似触摸传感器。

[0405] 图23D是示出便携式信息终端9300的一个例子的图。便携式信息终端9300包括显示部9310、框体9301、扬声器9302、照相机9303、键9304、连接端子9305及连接端子9306等。便携式信息终端9300例如可以为智能手机。注意，连接端子9305例如可以为microUSB、

lightning或Type-C等。另外，连接端子9306例如可以为耳机插口。

[0406] 在显示部9310上例如可以显示操作按钮9307。另外，在显示部9310上可以显示信息9308。作为信息9308的一个例子，可以举出：提示收到电子邮件、SNS(Social Networking Services：社交网络服务)或电话等的来信来电的显示；电子邮件或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；或者电波强度的显示等。

[0407] 通过在便携式信息终端9300中设置本发明的一个方式的显示装置，显示部9310可以被用作触摸传感器或近似触摸传感器。

[0408] 图23E是示出手表型便携式信息终端9400的一个例子的图。便携式信息终端9400包括显示部9410、框体9401、腕带9402、键9403及连接端子9404等。注意，连接端子9404与连接端子9305等同样地例如可以为microUSB、lightning或Type-C等。

[0409] 在显示部9410上可以显示信息9406及操作按钮9407等。图23E示出在显示部9410上作为信息9406显示时刻的例子。

[0410] 通过在便携式信息终端9400中设置本发明的一个方式的显示装置，显示部9410可以被用作触摸传感器或近似触摸传感器。

[0411] 本实施方式所示的结构例子及对应于这些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。

[0412] 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]

[0413] 10：显示装置、10A：显示装置、10B：显示装置、20：像素、51：衬底、52：手指、53：层、55：层、57：层、59：衬底、65：区域、67：指纹、69：接触部、71：层、73：遮光层、75：光、77：光、80：受受光范围、81：受光范围、100：显示装置、100A：显示装置、100B：显示装置、100C：显示装置、100D：显示装置、100E：显示装置、101：衬底、110：发光元件、110B：发光元件、110G：发光元件、110IR：发光元件、110R：发光元件、111：像素电极、111B：像素电极、111C：连接电极、111G：像素电极、111IR：像素电极、111PD：像素电极、111R：像素电极、113：空穴注入层、113B：空穴注入层、113G：空穴注入层、113Gf：功能膜、113IR：空穴注入层、113R：空穴注入层、113Rf：功能膜、115：空穴传输层、115B：空穴传输层、115G：空穴传输层、115Gf：功能膜、115IR：空穴传输层、115PD：空穴传输层、115R：空穴传输层、115Rf：功能膜、117：发光层、117B：发光层、117G：发光层、117Gf：发光膜、117IR：发光层、117R：发光层、117Rf：发光膜、119：电子传输层、119B：电子传输层、119G：电子传输层、119Gf：功能膜、119IR：电子传输层、119PD：电子传输层、119R：电子传输层、119Rf：功能膜、121：公共层、123：公共电极、125：保护层、127：空隙、130：连接部、131：绝缘层、141：晶体管、141a：牺牲膜、141b：牺牲膜、142：晶体管、143：空间、143a：保护膜、143b：保护膜、145a：抗蚀剂掩模、145b：抗蚀剂掩模、146：滤光片、147a：牺牲层、147b：牺牲层、147c：牺牲层、147d：牺牲层、148：遮光层、149a：保护层、149b：保护层、150：受光元件、150L：受光元件、151：衬底、152：衬底、153：衬底、154：衬底、155：粘合层、156：粘合层、157：受光层、158：绝缘层、162：显示部、164：电路、165：布线、166：导电层、172：FPC、173：IC、201：晶体管、204：连接部、211：绝缘层、212：绝缘层、213：绝缘层、214：绝缘层、215：绝缘层、221：导电层、222a：导电层、222b：导电层、223：导电层、228：区域、231：半导体层、240：电容器、241：导电层、242：粘合层、243：绝缘层、244：连接层、245：导电

层、251:导电层、252:导电层、254:绝缘层、255:绝缘层、256:插头、261:绝缘层、262:绝缘层、263:绝缘层、264:绝缘层、265:绝缘层、271:插头、274:插头、274a:导电层、274b:导电层、281-2:空穴传输层、301:衬底、310:晶体管、311:导电层、312:低电阻区域、313:绝缘层、314:绝缘层、315:元件分离层、320:晶体管、321:半导体层、323:绝缘层、324:导电层、325:导电层、326:绝缘层、327:导电层、328:绝缘层、329:绝缘层、331:衬底、332:绝缘层、370B:发光元件、370G:发光元件、370PD:受光元件、370R:发光元件、370SR:受发光元件、371:像素电极、373:活性层、375:公共电极、377:电极、378:电极、380A:显示装置、380B:显示装置、380C:显示装置、381:空穴注入层、382:空穴传输层、382-1:空穴传输层、382-2:空穴传输层、383:发光层、383B:发光层、383G:发光层、383R:发光层、384:电子传输层、385:电子注入层、389:层、419:树脂层、420:衬底、672:电极、686:EL层、686a:EL层、686b:EL层、688:电极、900:血氧仪、911:框体、912:受发光装置、4411:发光层、4412:发光层、4413:发光层、4420:层、4420-1:层、4420-2:层、4430:层、4430-1:层、4430-2:层、9100:便携式信息终端、9101:框体、9102:键、9103:扬声器、9104:信息、9110:显示部、9200:数字标牌、9201:柱子、9210:显示部、9300:便携式信息终端、9301:框体、9302:扬声器、9303:照相机、9304:键、9305:连接端子、9306:连接端子、9307:操作按钮、9308:信息、9310:显示部、9400:便携式信息终端、9401:框体、9402:腕带、9403:键、9404:连接端子、9406:信息、9407:操作按钮、9410:显示部

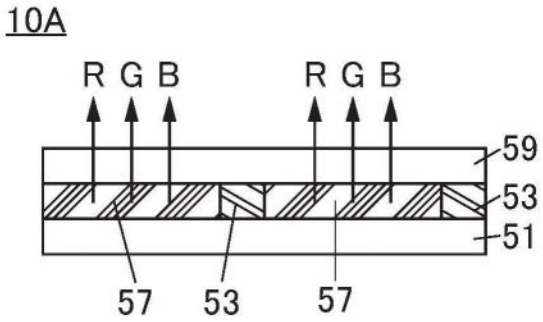

10A
R G B
R G B
59
53
51
57
53
57

图1A

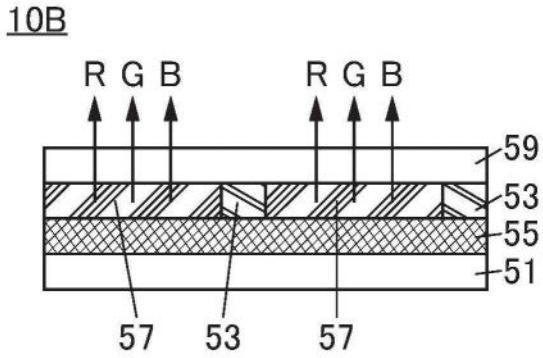

10B
R G B
R G B
59
53
55
51
57
53
57

图1B

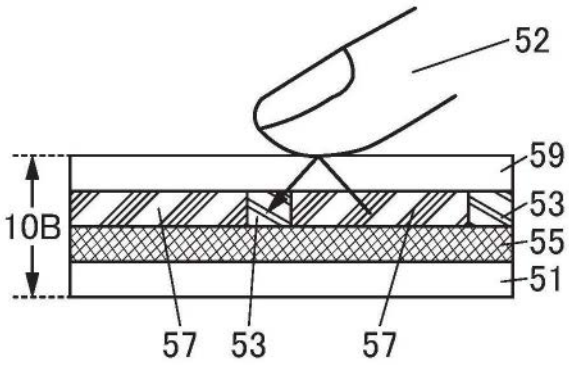

52
59
10B
53
55
51
57
53
57

图1C

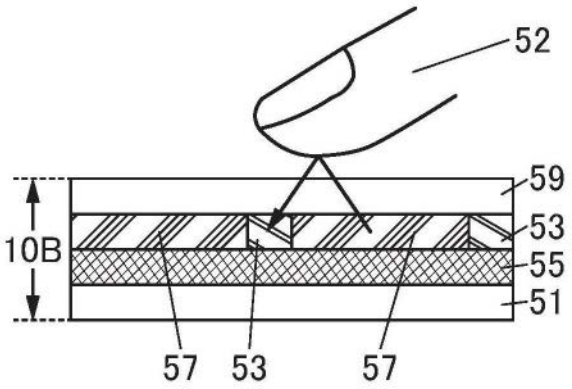


图1D

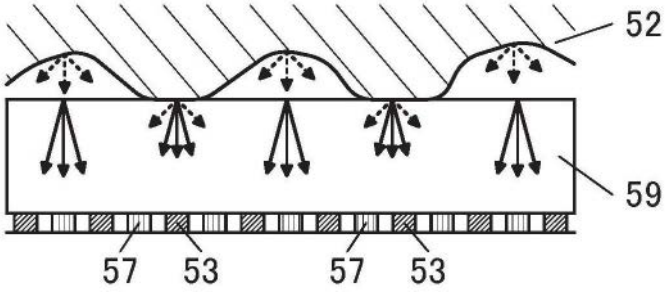


图1E

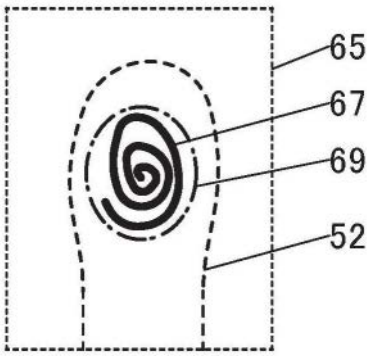


图1F

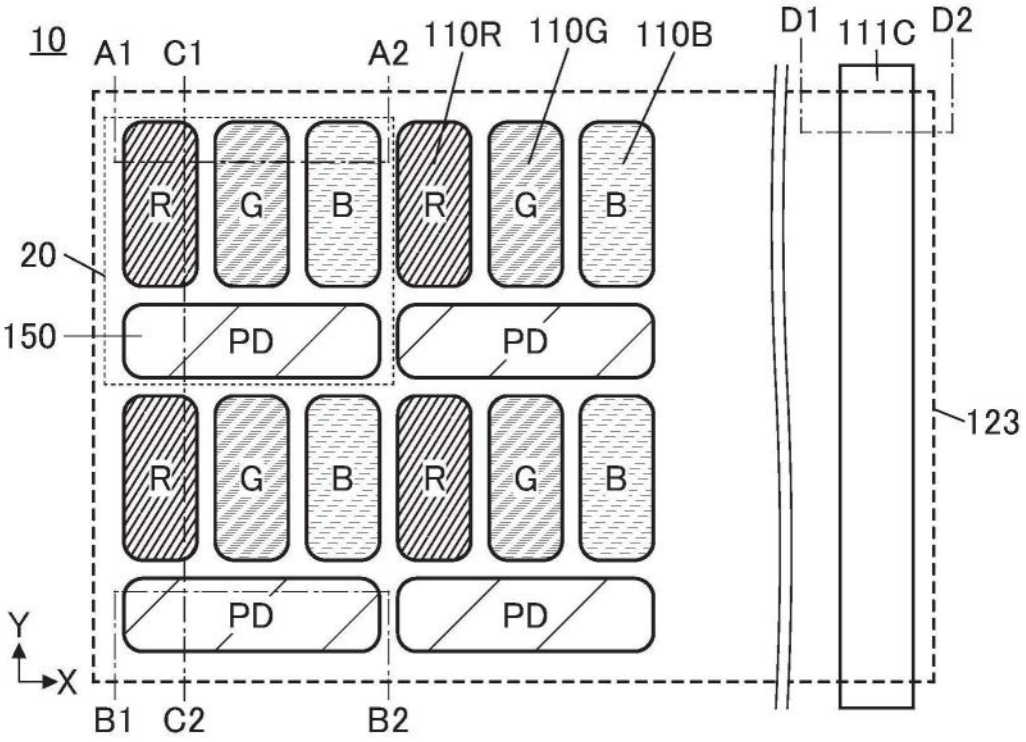


图2A

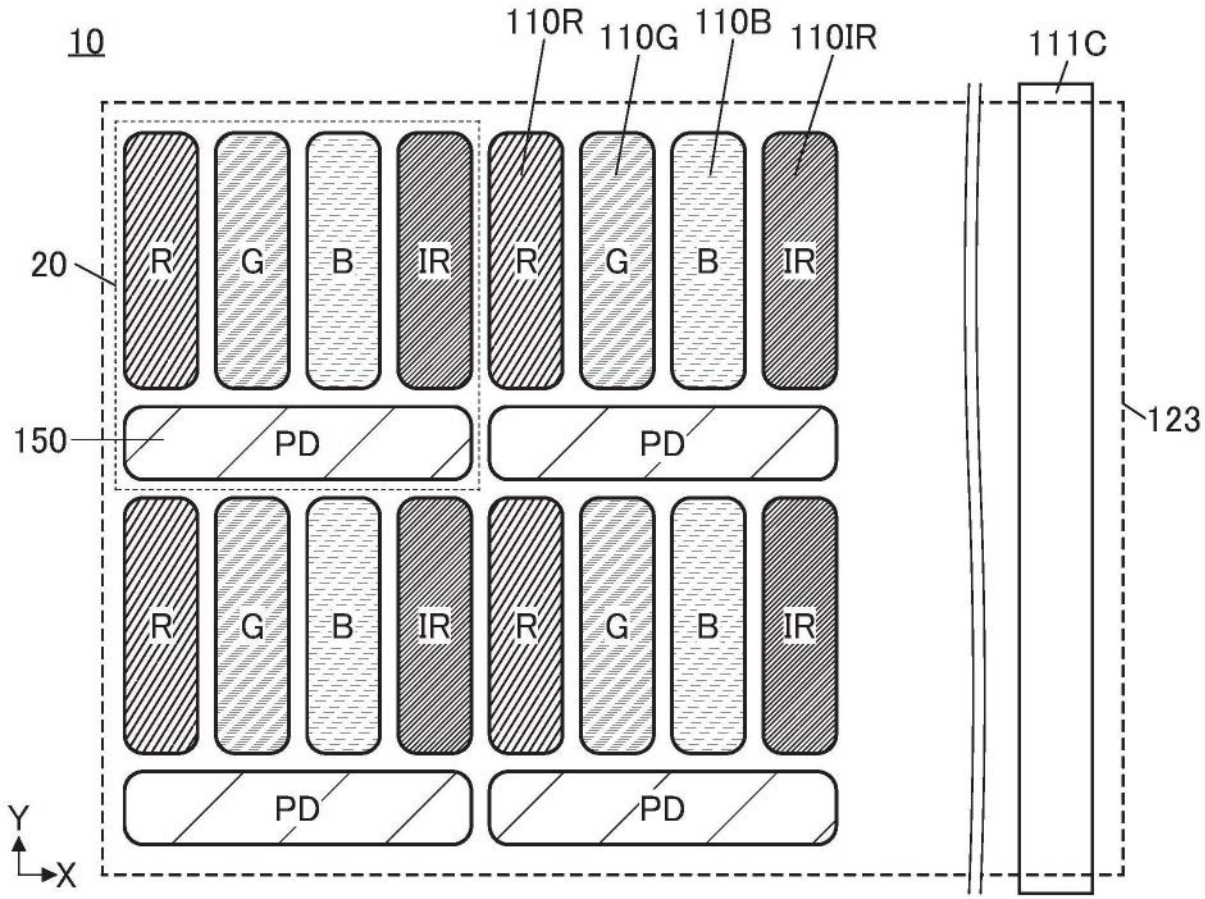


图2B

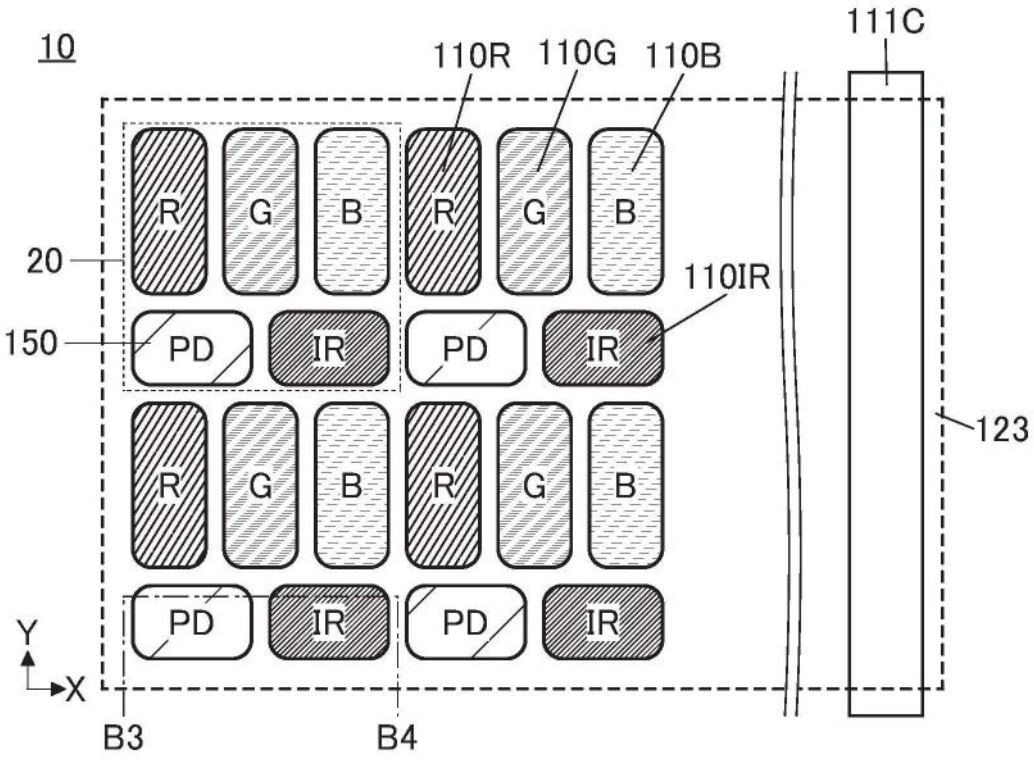

10
110R
110G
110B
111C
R
G
B
20
110IR
150
PD
IR
123
Y
X
B3
B4

图3A

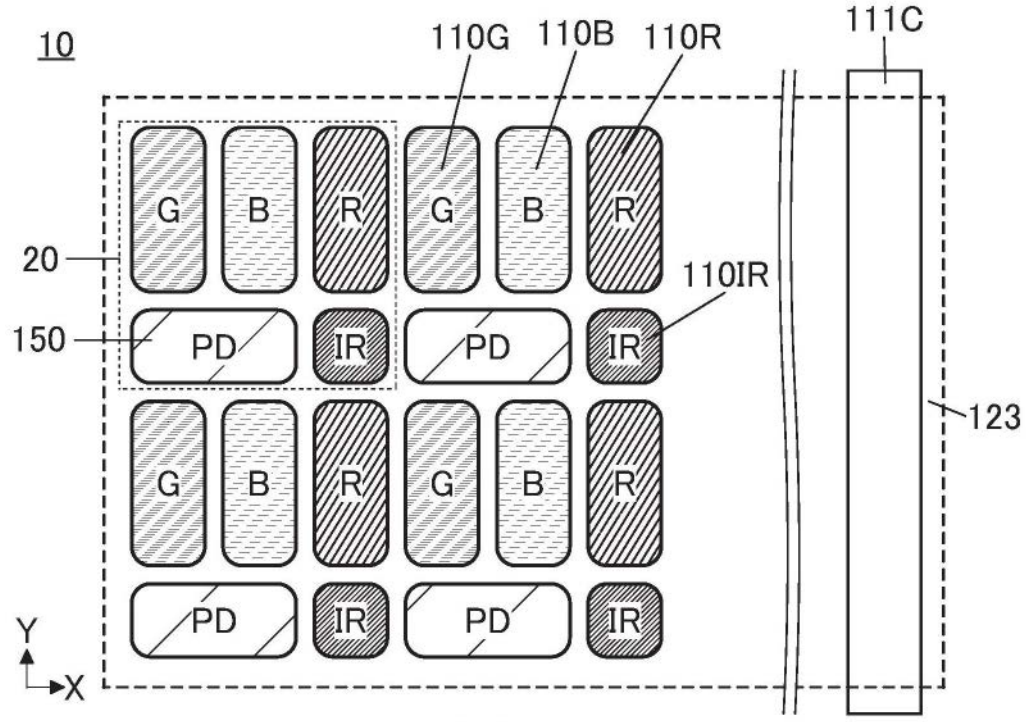

10
110G
110B
110R
111C
G
B
R
20
110IR
150
PD
IR
123
Y
X

图3B

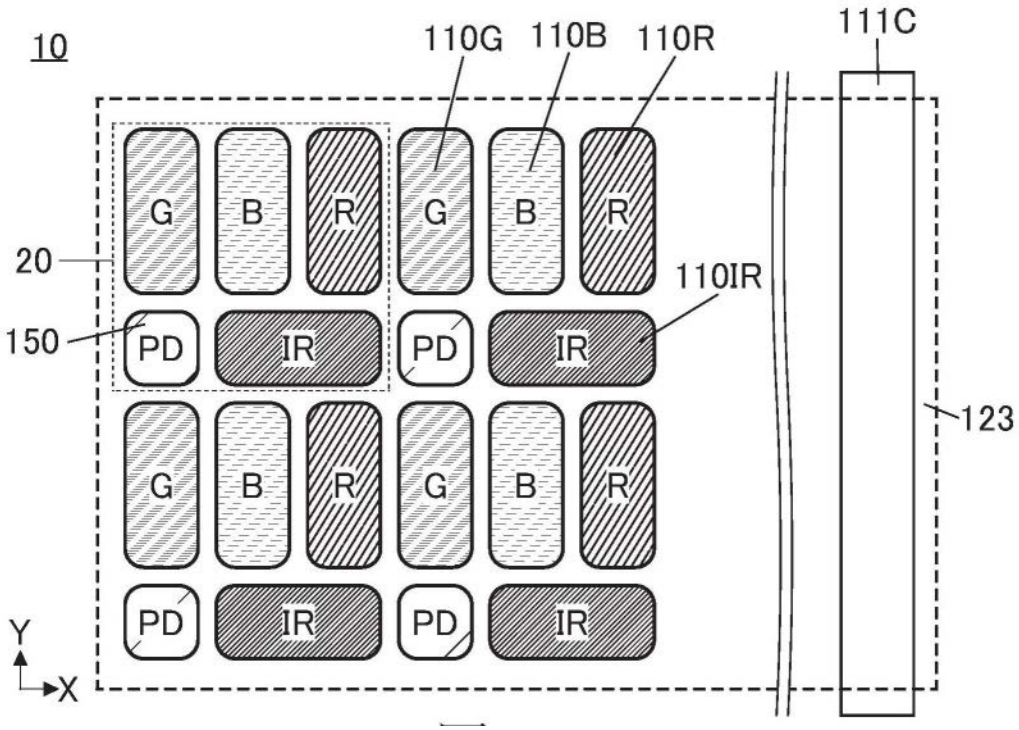

10
110G
110B
110R
111C
G
B
R
20
110IR
150
PD
IR
123
Y
X

图4A

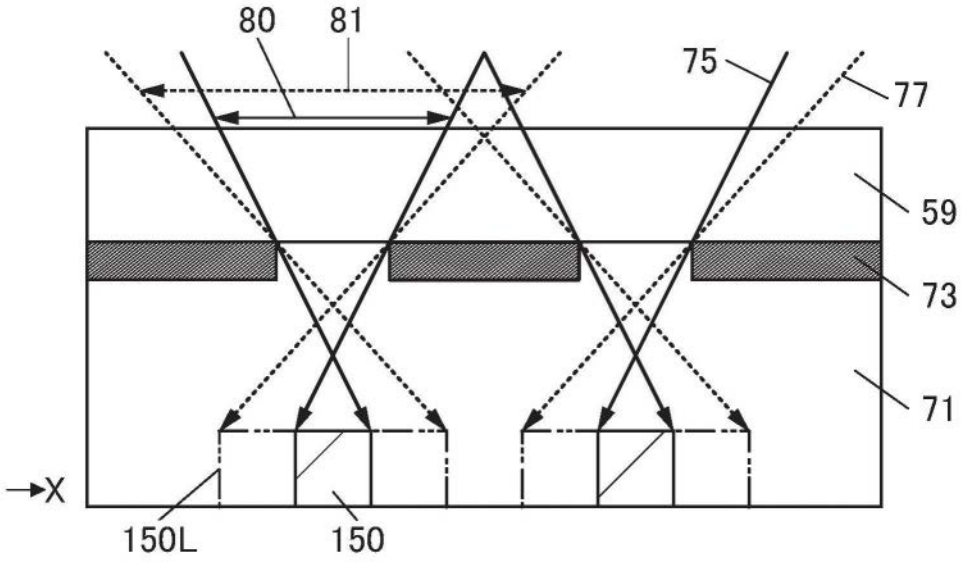

80
81
75
77
59
73
71
X
150L
150

图4B

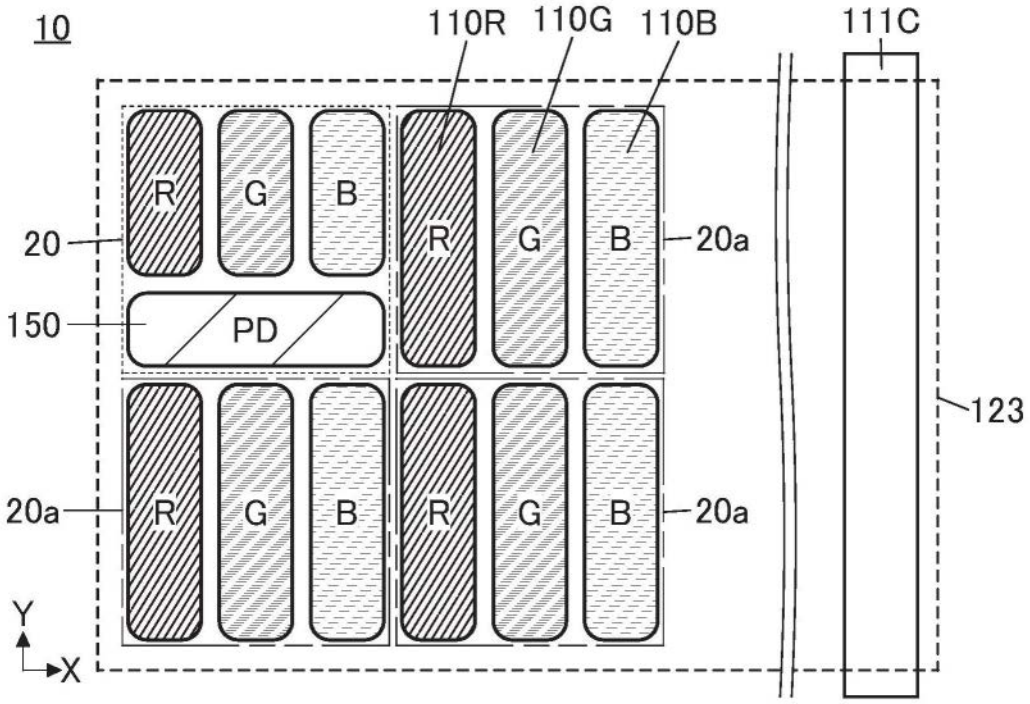

10
110R
110G
110B
111C
R
G
B
20
20a
150
PD
123
Y
X

图5

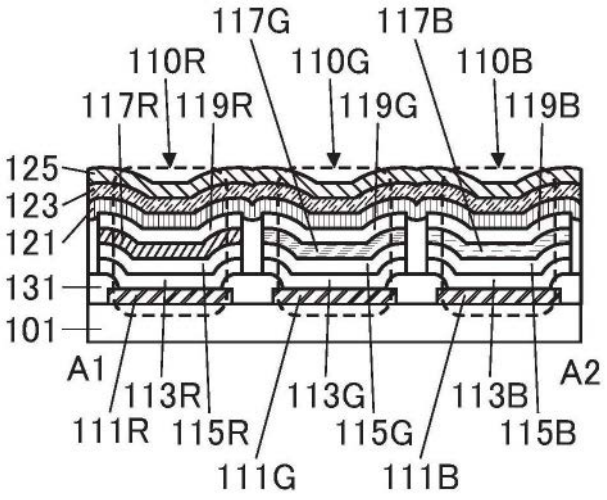

117G
117B
110R
110G
110B
117R
119R
119G
119B
125
123
121
131
101
A1
A2
113R
113G
113B
111R
115R
115G
115B
111G
111B

图6A

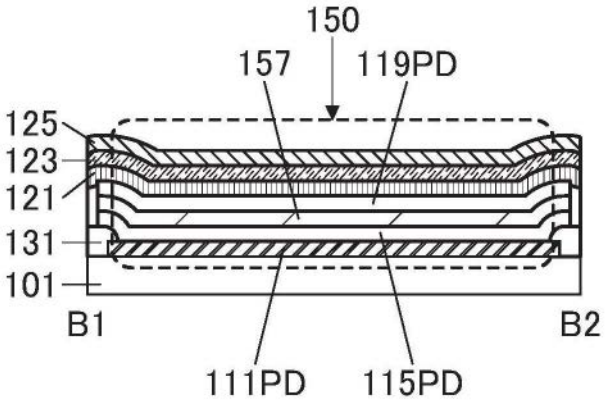

150
157
119PD
125
123
121
131
101
B1
B2
111PD
115PD

图6B

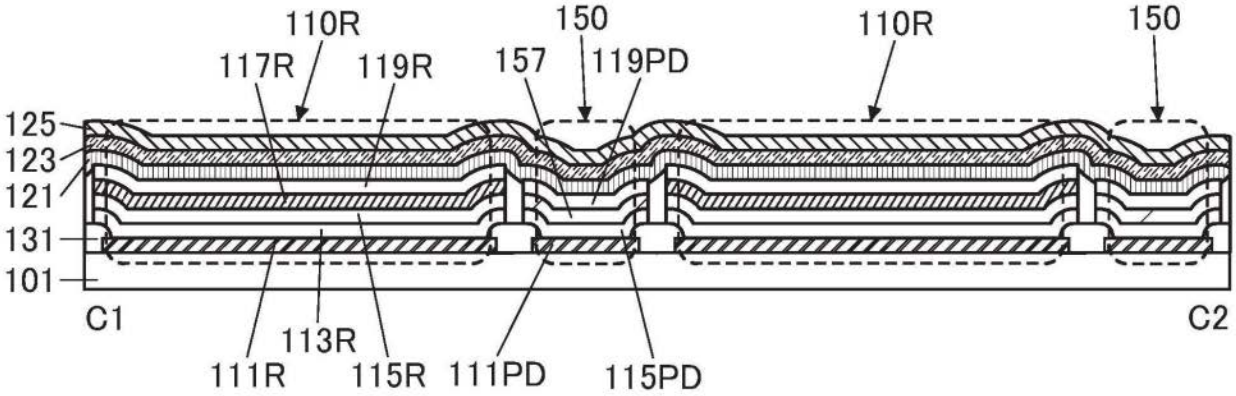

110R
150
110R
150
117R
119R
157
119PD
125
123
121
131
101
C1
C2
113R
111R
115R
111PD
115PD

图6C

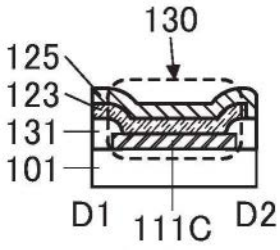

130
125
123
131
101
D1
111C
D2

图6D

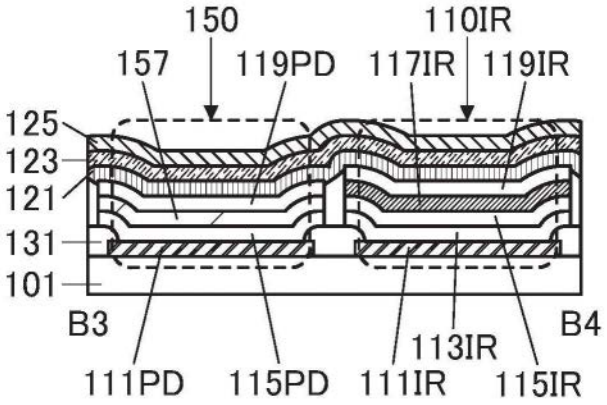

150
110IR
157
119PD
117IR
119IR
125
123
121
131
101
B3
B4
113IR
111PD
115PD
111IR
115IR

图6E

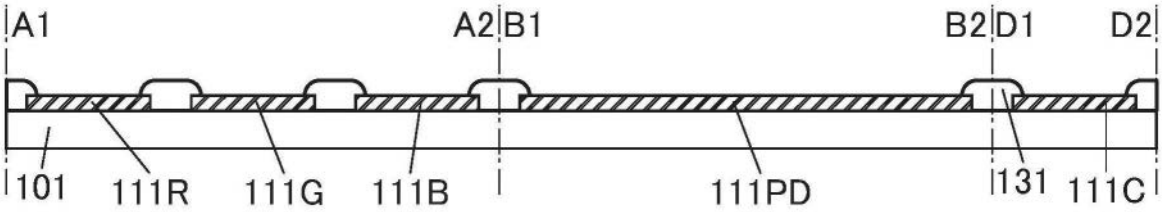

A1
A2
B1
B2
D1
D2
101
111R
111G
111B
111PD
131
111C

图7A

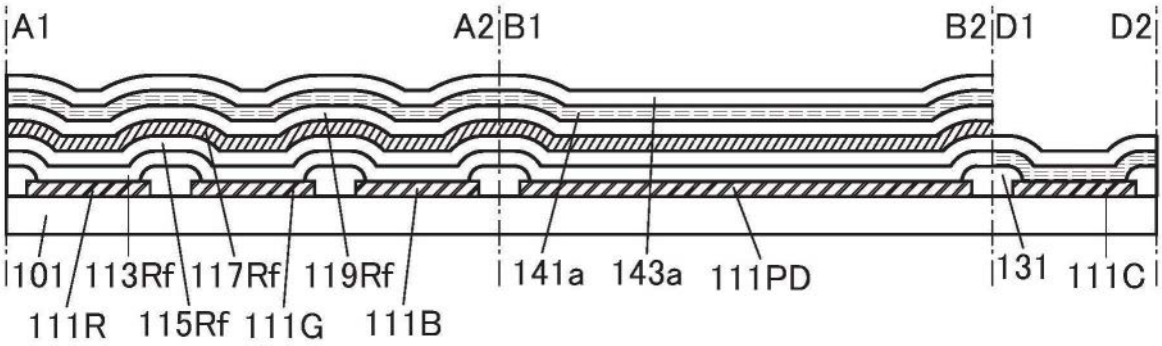

A1
A2
B1
B2
D1
D2
101
113Rf
117Rf
119Rf
141a
143a
111PD
131
111C
111R
115Rf
111G
111B

图7B

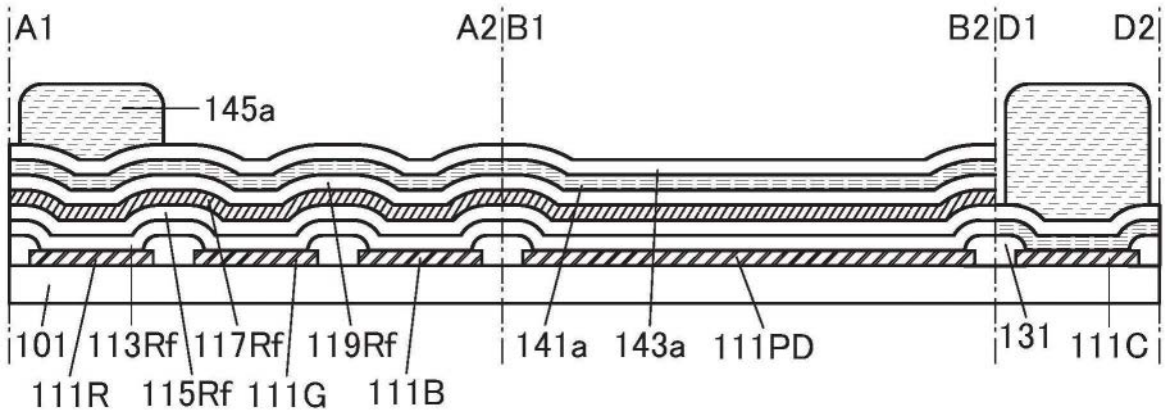

A1
A2
B1
B2
D1
D2
145a
101
113Rf
117Rf
119Rf
141a
143a
111PD
131
111C
111R
115Rf
111G
111B

图7C

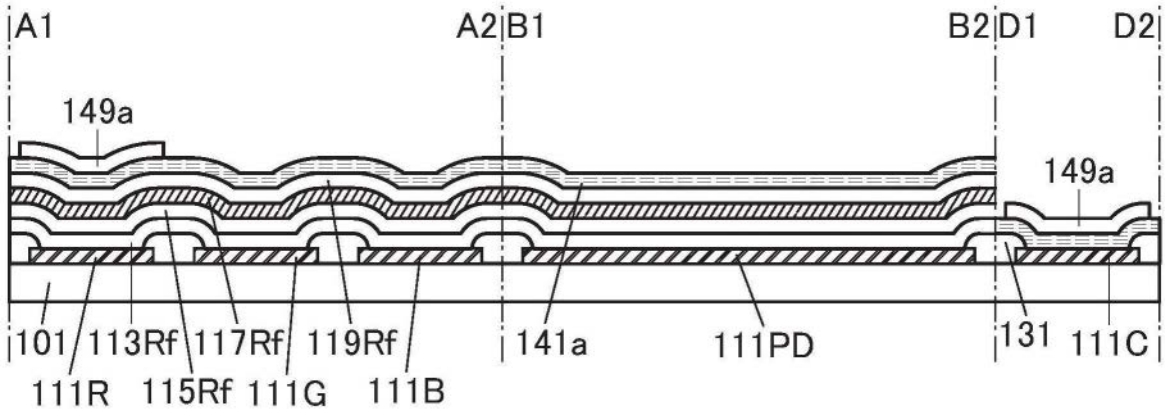

A1
A2
B1
B2
D1
D2
149a
149a
101
113Rf
117Rf
119Rf
141a
111PD
131
111C
111R
115Rf
111G
111B

图7D

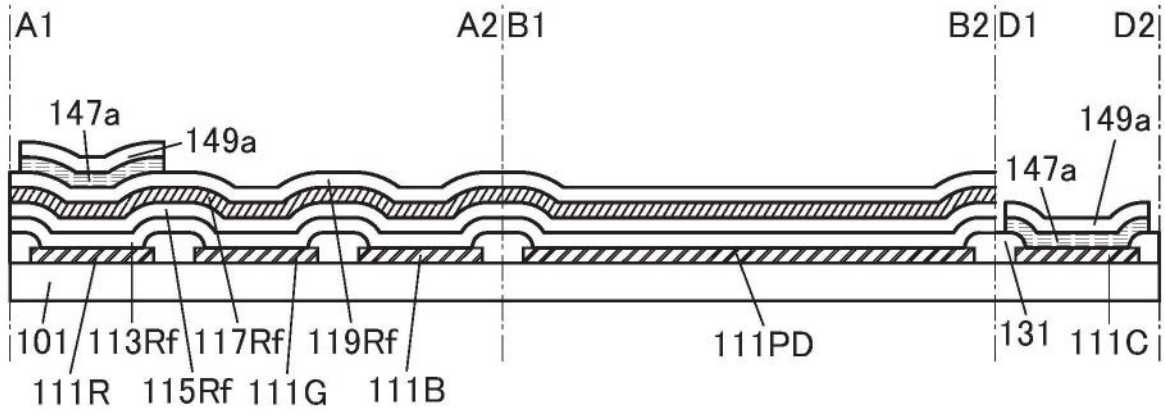

A1
A2
B1
B2
D1
D2
147a
149a
147a
149a
101
113Rf
117Rf
119Rf
111PD
131
111C
111R
115Rf
111G
111B

图8A

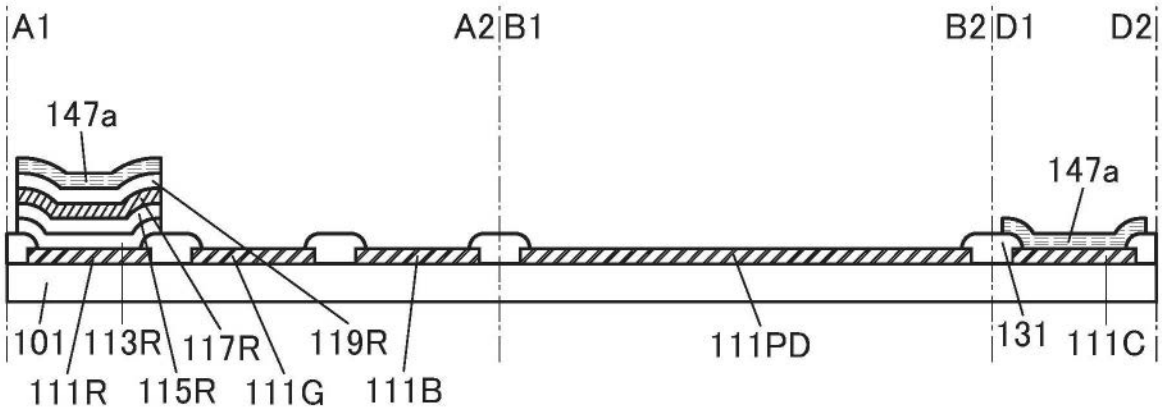

A1
A2
B1
B2
D1
D2
147a
147a
101
113R
117R
119R
111PD
131
111C
111R
115R
111G
111B

图8B

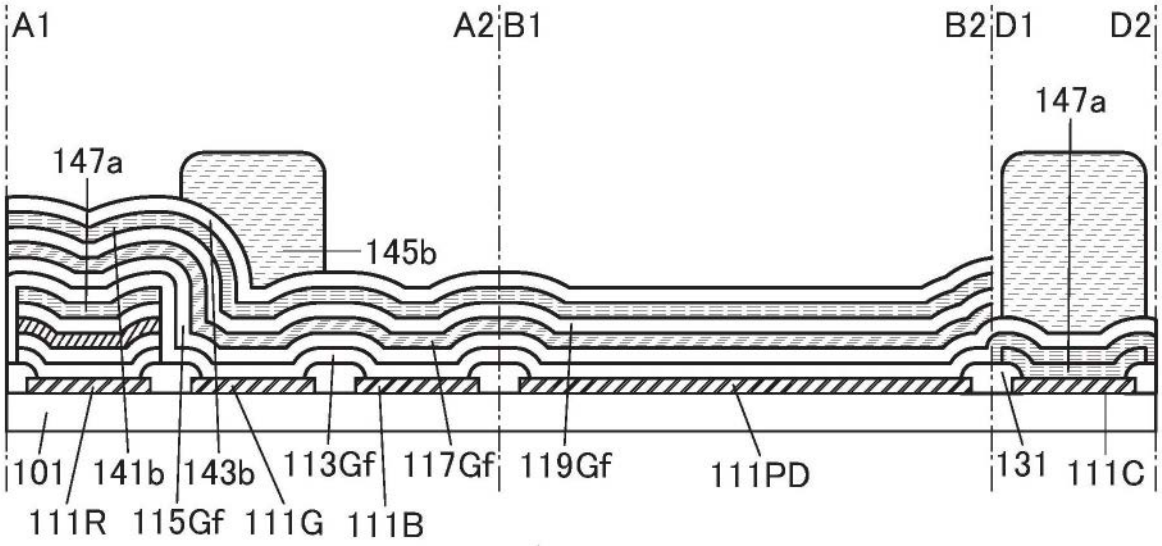

A1
A2
B1
B2
D1
D2
147a
147a
145b
101
141b
143b
113Gf
117Gf
119Gf
111PD
131
111C
111R
115Gf
111G
111B

图8C

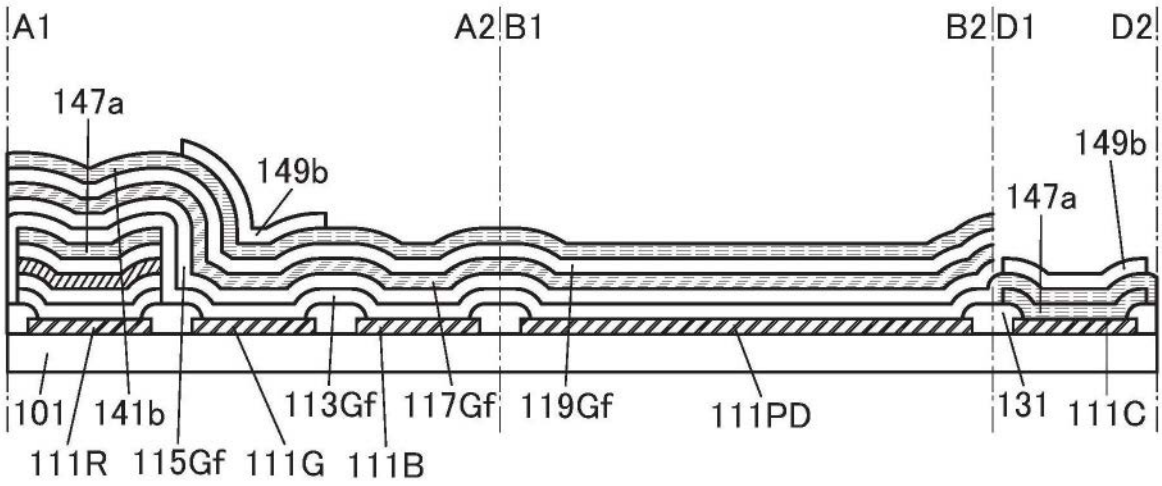

A1
A2
B1
B2
D1
D2
147a
149b
149b
147a
101
141b
113Gf
117Gf
119Gf
111PD
131
111C
111R
115Gf
111G
111B

图9A

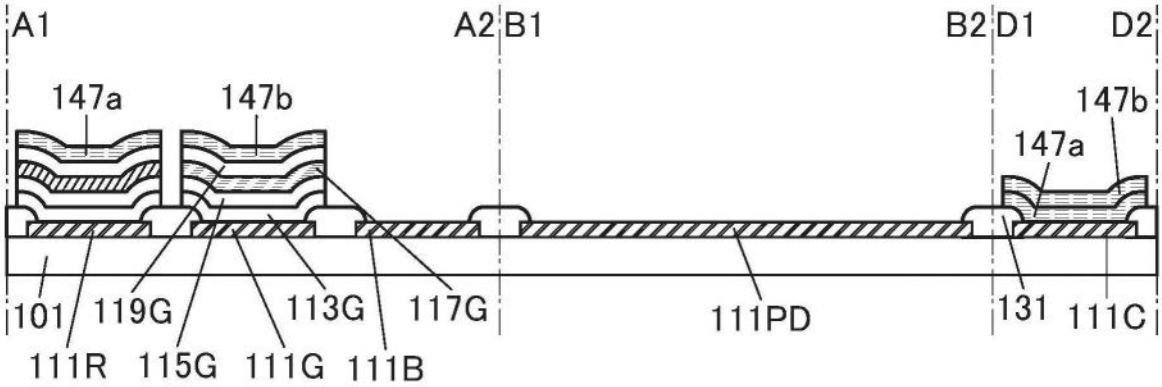

A1
A2
B1
B2
D1
D2
147a
147b
147b
147a
101
119G
113G
117G
111PD
131
111C
111R
115G
111G
111B

图9B

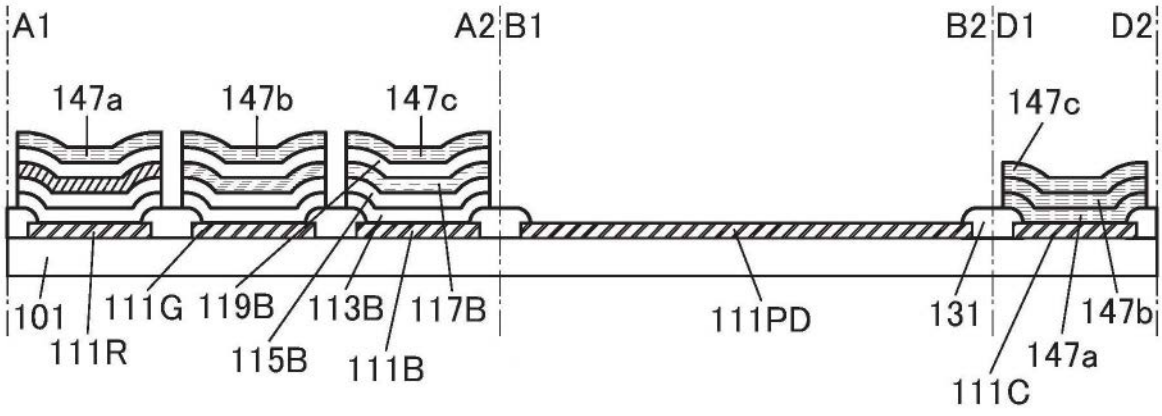

A1
A2
B1
B2
D1
D2
147a
147b
147c
147c
101
111G
119B
113B
117B
111PD
131
147b
111R
115B
111B
147a
111C

图9C

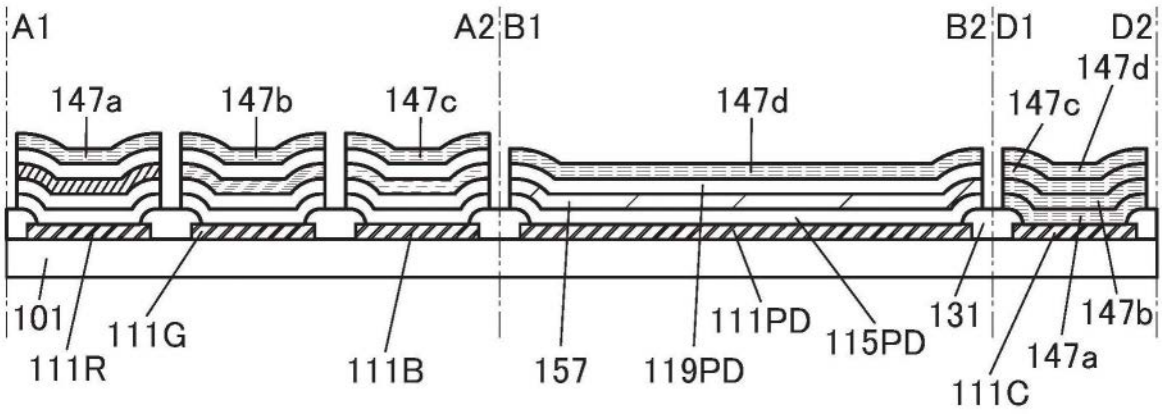


图9D

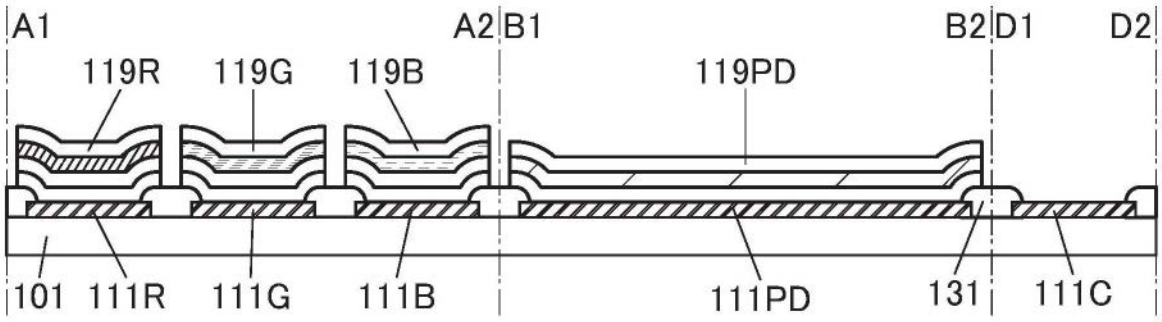


图10A

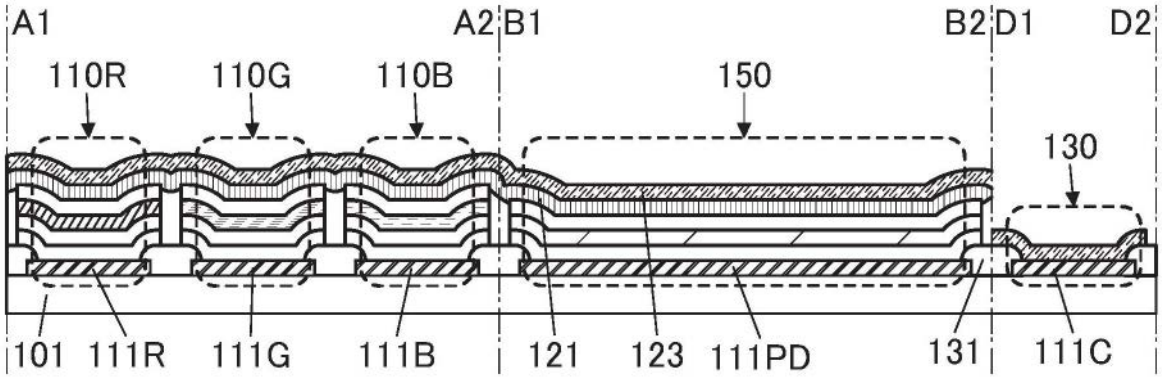


图10B

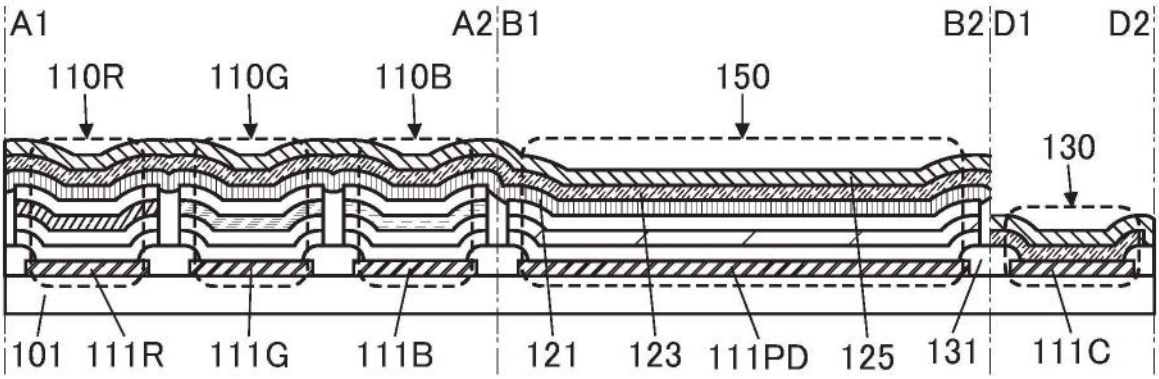


图10C

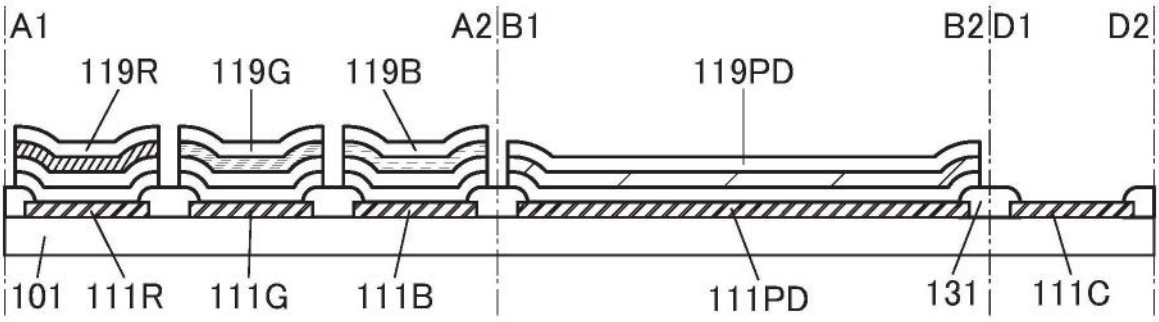


图11A

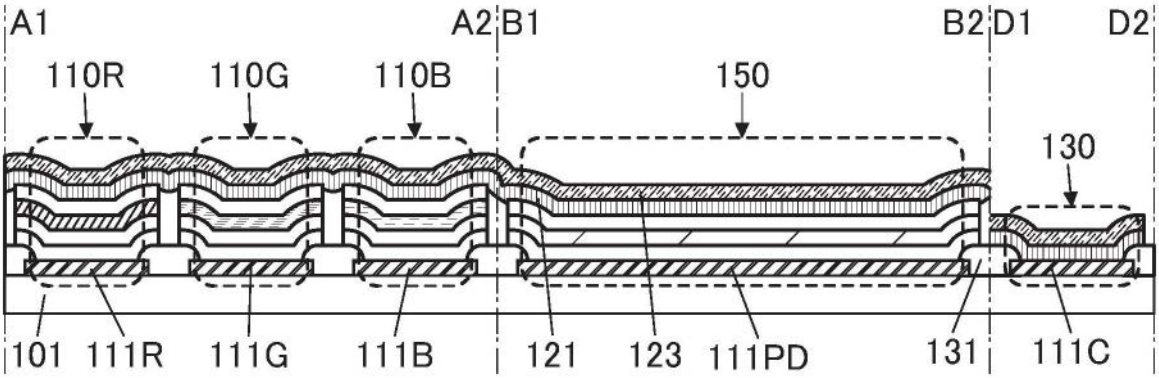


图11B

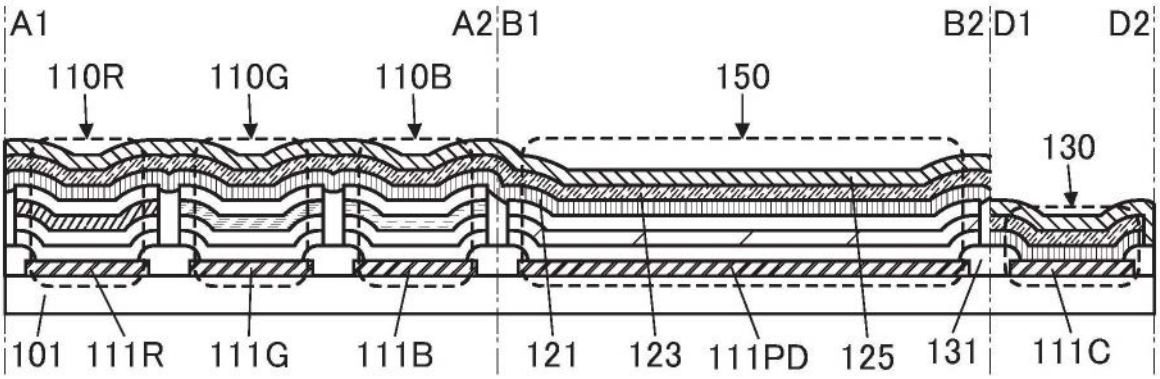

A1
A2
B1
B2
D1
D2
110R
110G
110B
150
130
101
111R
111G
111B
121
123
111PD
125
131
111C

图11C

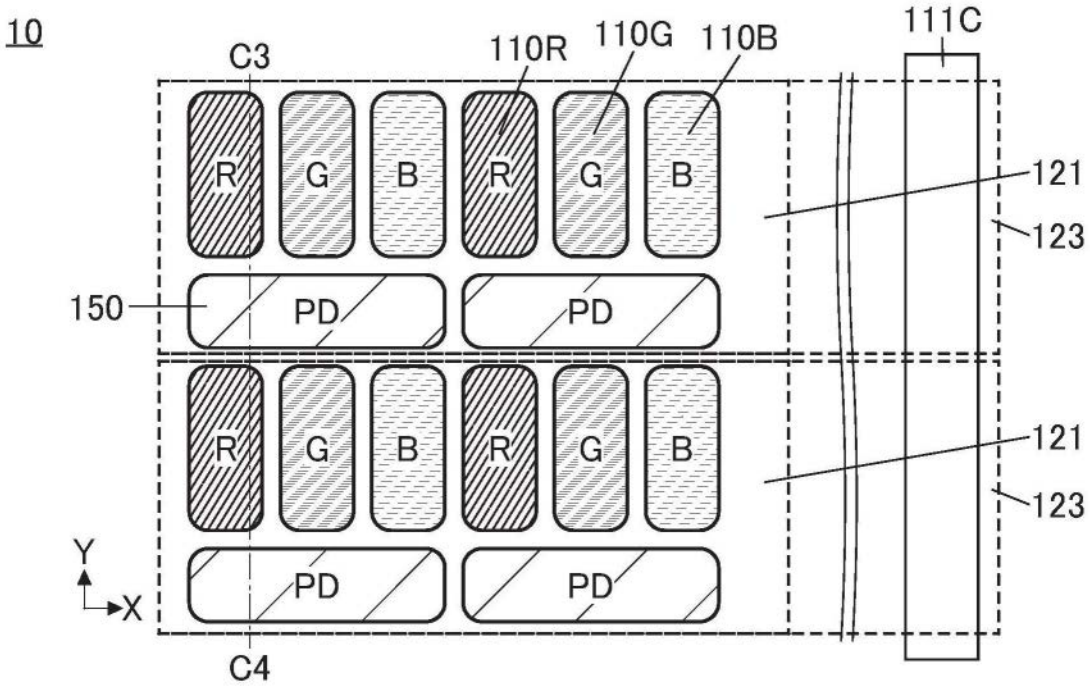

10
C3
110R
110G
110B
111C
R
G
B
121
123
150
PD
Y
X
C4

图12A

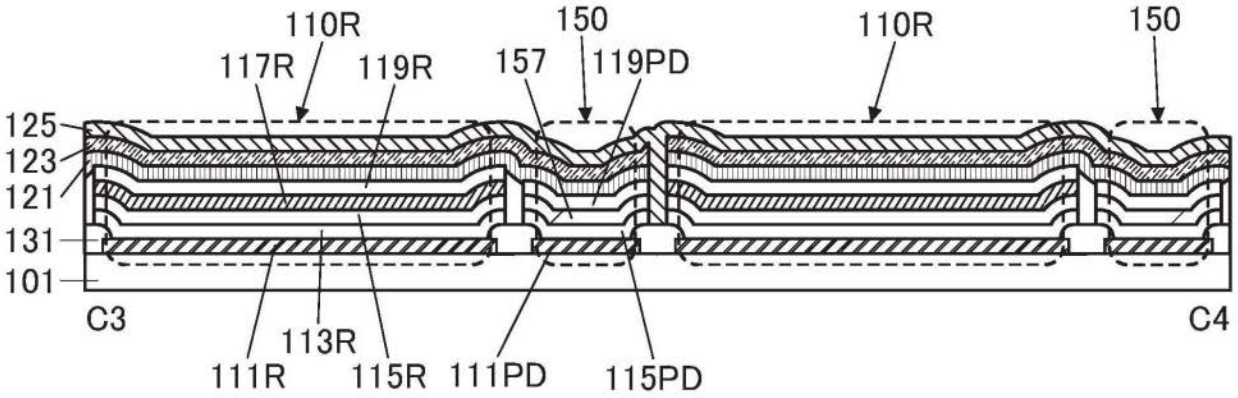

110R
150
110R
150
117R
119R
157
119PD
125
123
121
131
101
C3
C4
113R
111R
115R
111PD
115PD

图12B

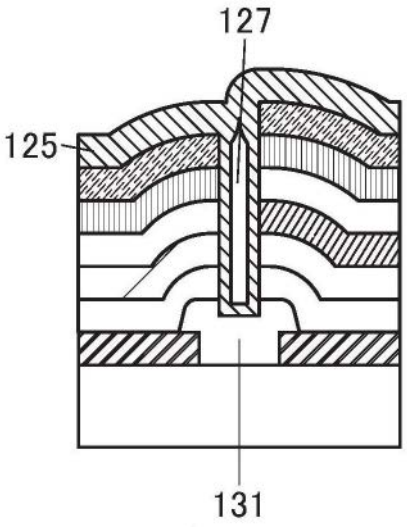

127
125
131

图12C

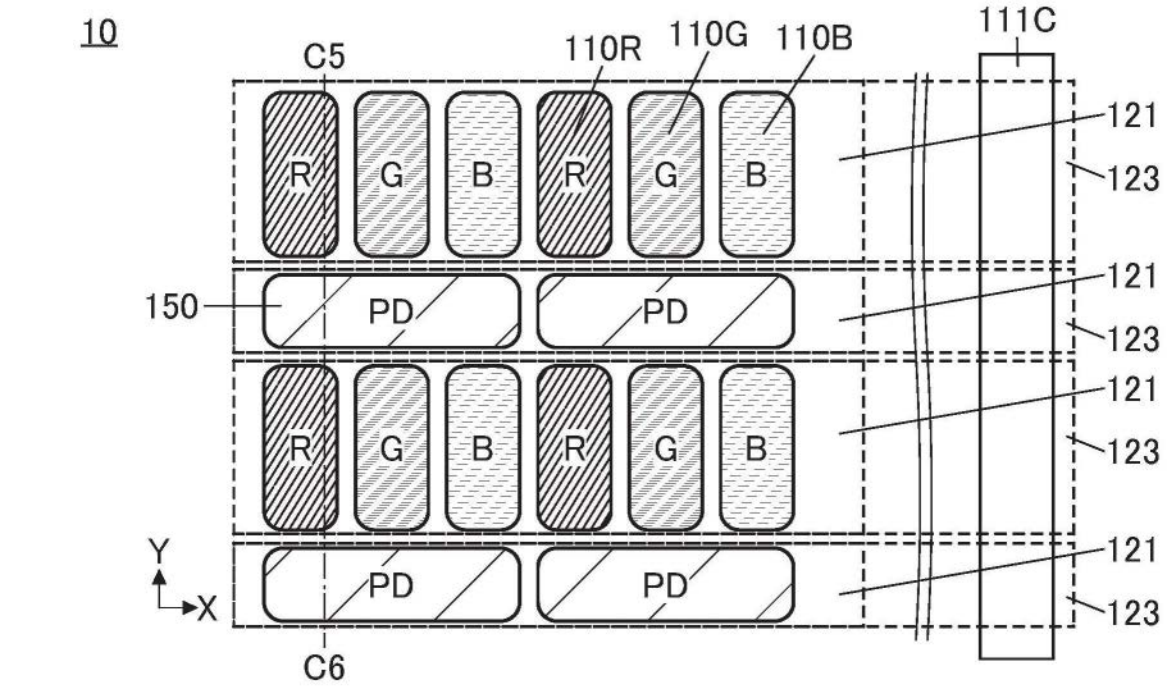

10
C5
110R
110G
110B
111C
R
G
B
121
123
150
PD
Y
X
C6

图13A

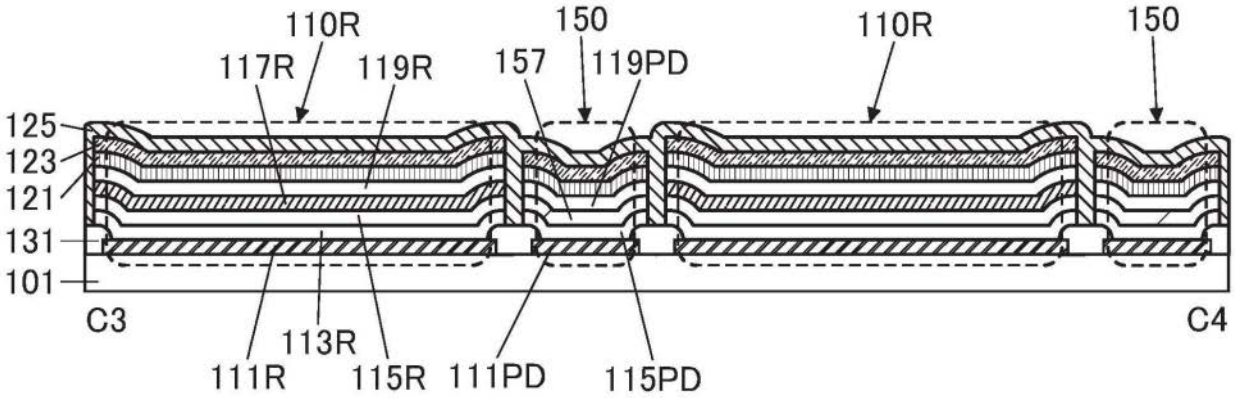

110R
117R
119R
150
157
119PD
125
123
121
131
101
C3
C4
113R
111R
115R
111PD
115PD

图13B

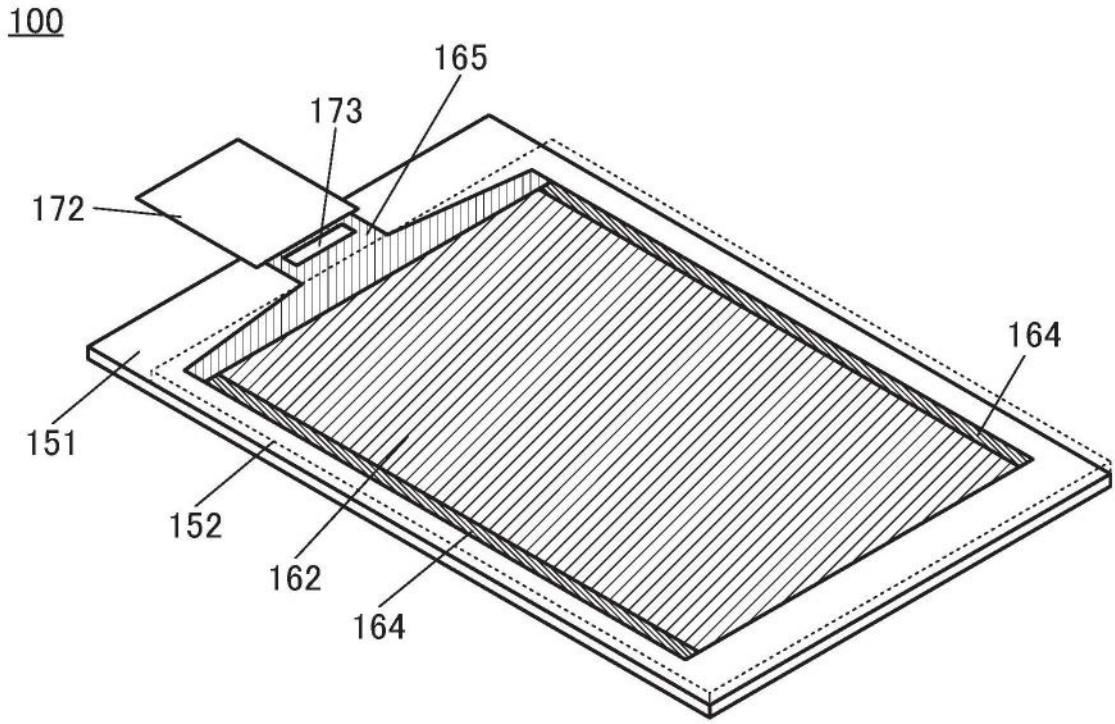


图14

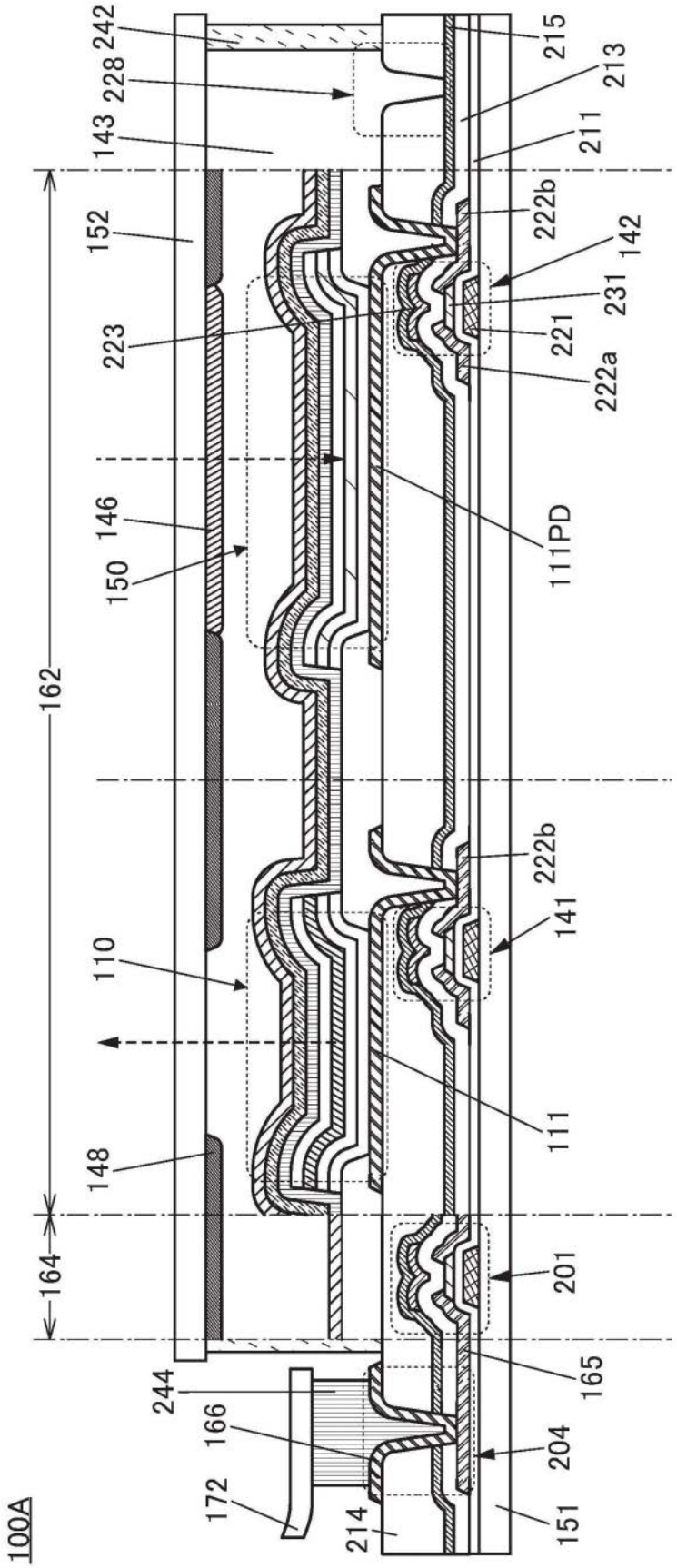

242
228
143
152
223
146
150
162
110
148
164
244
166
172
100A
214
204
151
165
201
141
111
222b
142
231
221
222a
111PD
215
213
211

图15

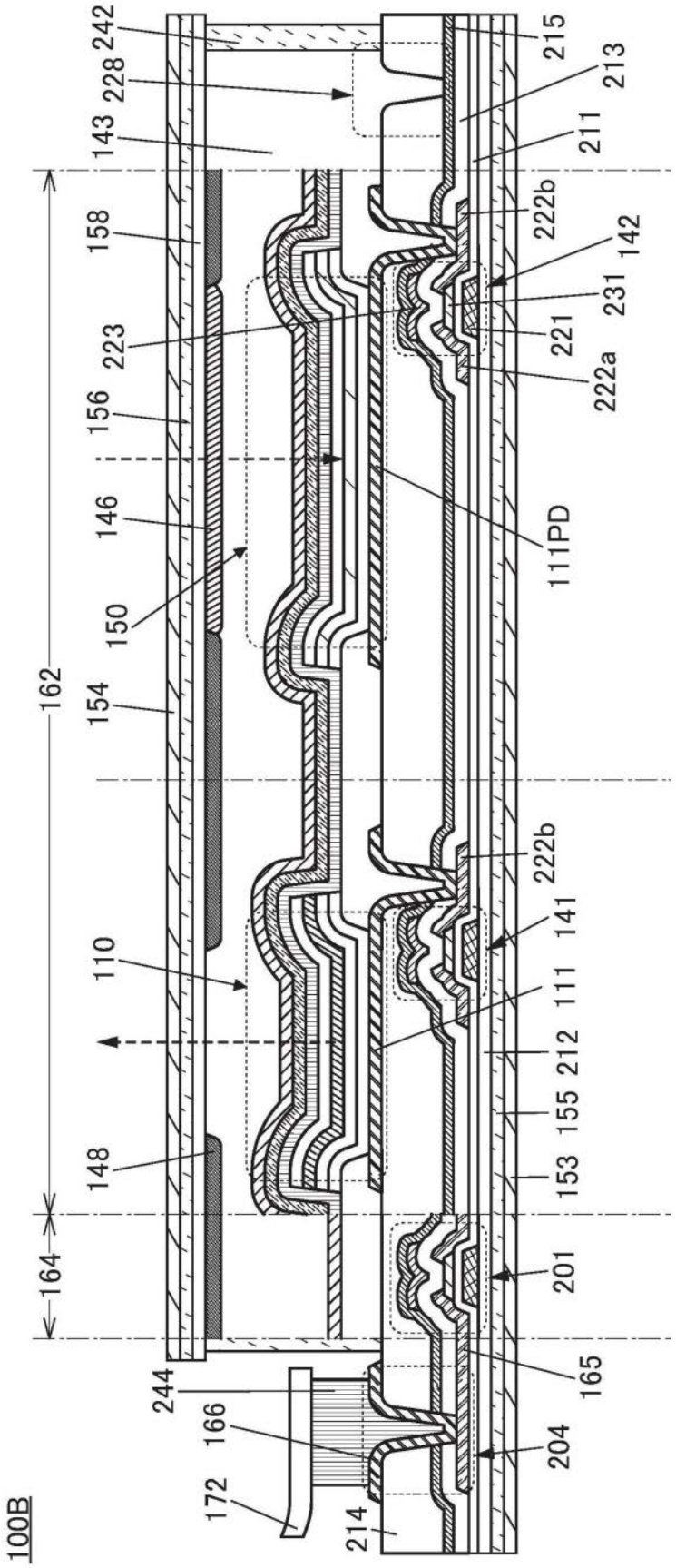

242
228
143
158
223
156
146
150
154
162
110
148
164
244
166
172
214
100B
215
213
211
222b
142
231
221
222a
111PD
222b
141
111
212
155
153
201
165
204

图16

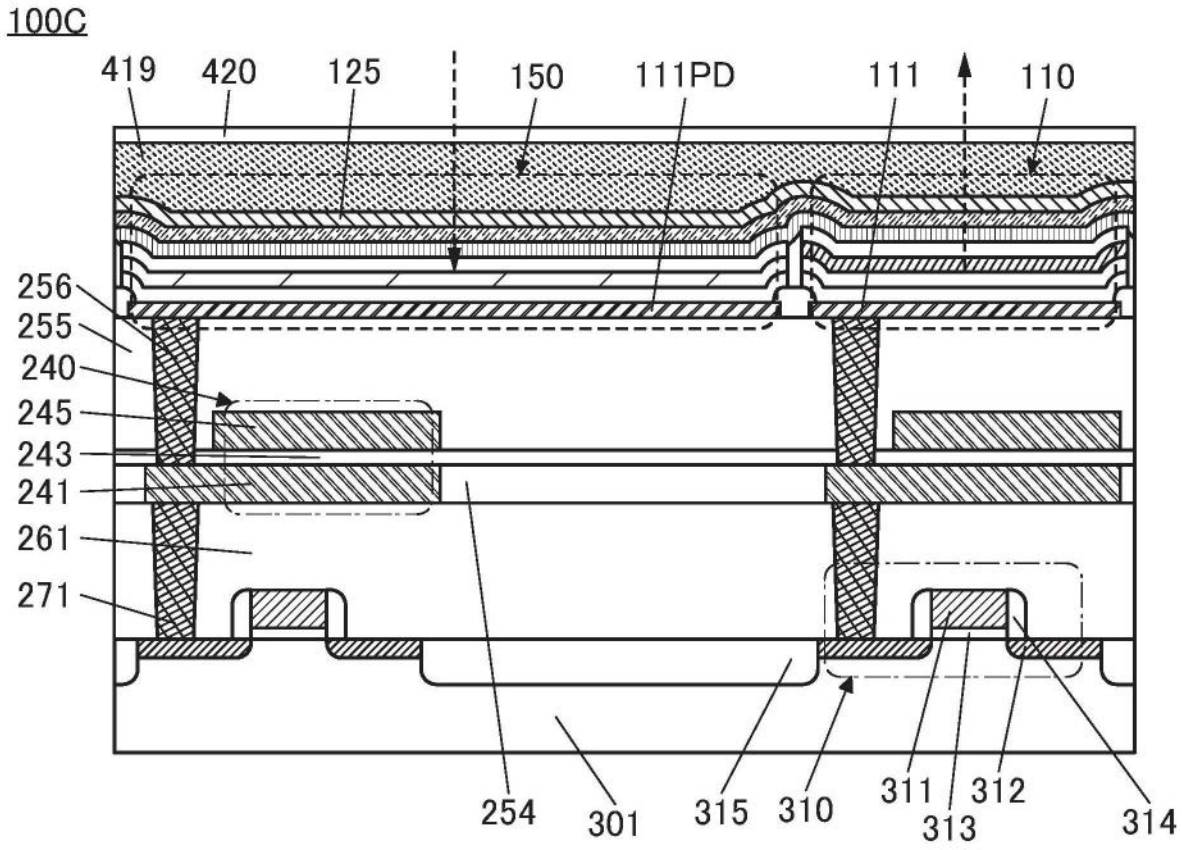

100C
419
420
125
150
111PD
111
110
256
255
240
245
243
241
261
271
254
301
315
310
311
313
312
314

图17

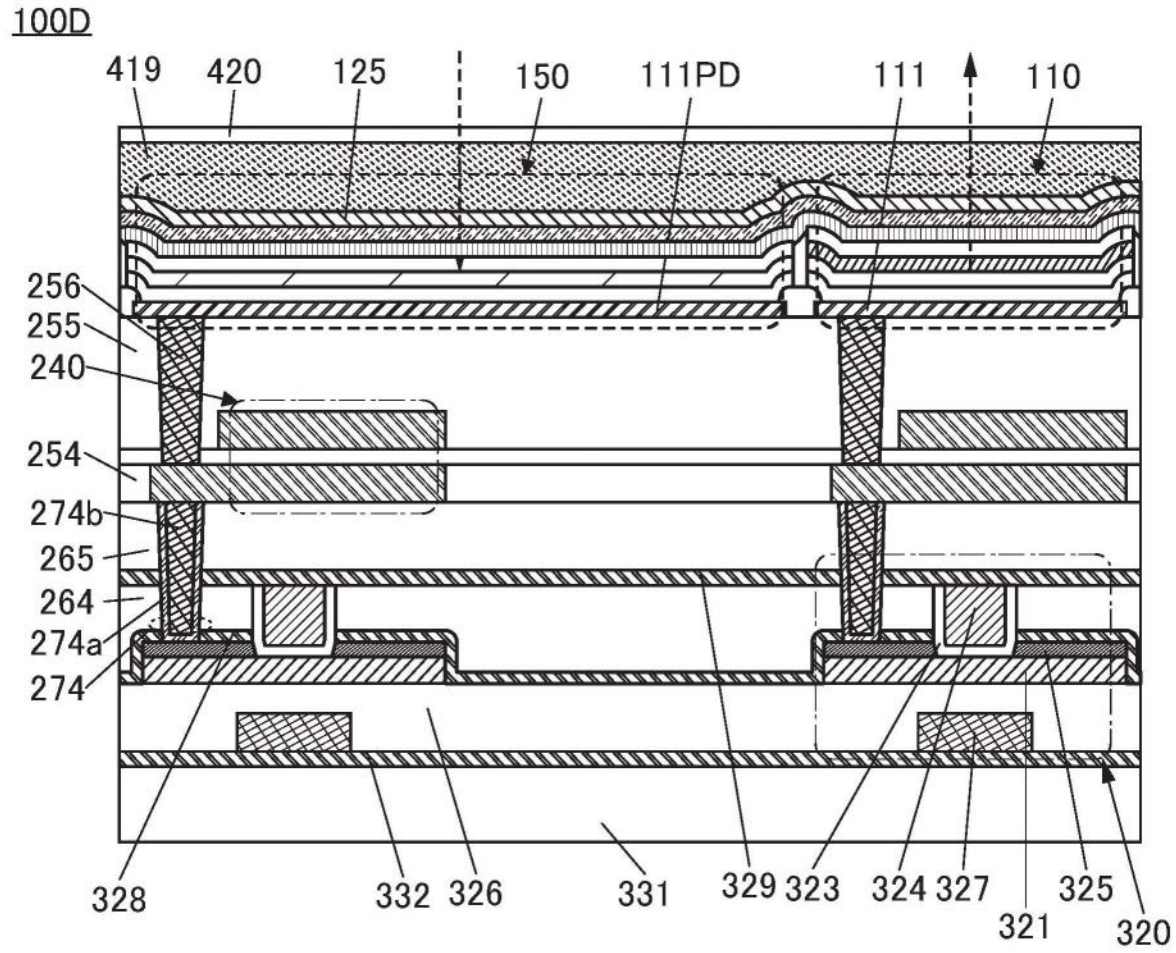

100D
419
420
125
150
111PD
111
110
256
255
240
254
274b
265
264
274a
274
328
332
326
331
329
323
324
327
321
325
320

图18

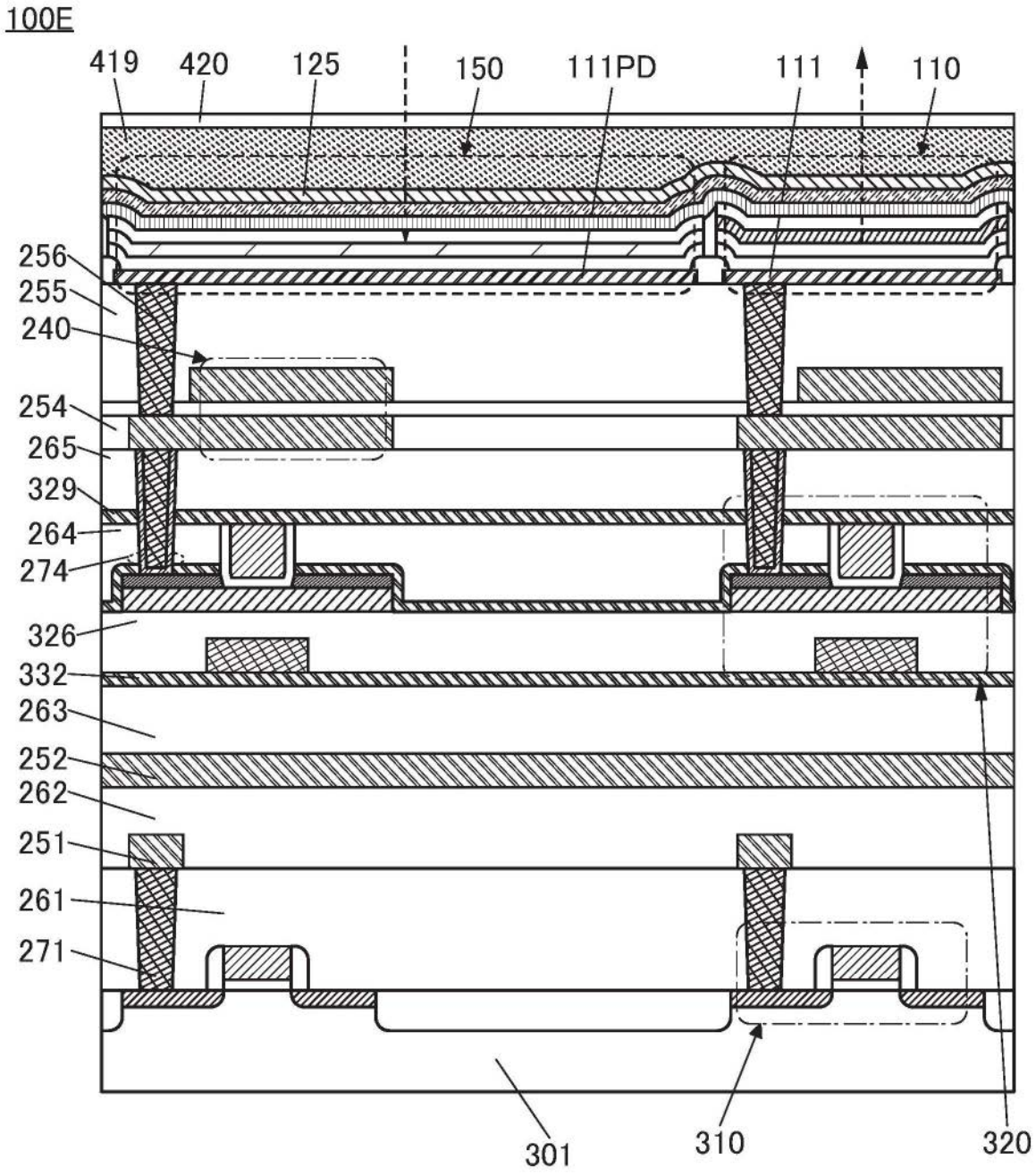

100E
419
420
125
150
111PD
111
110
256
255
240
254
265
329
264
274
326
332
263
252
262
251
261
271
301
310
320

图19

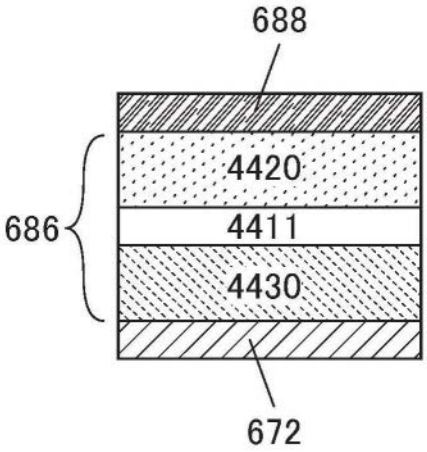


图20A

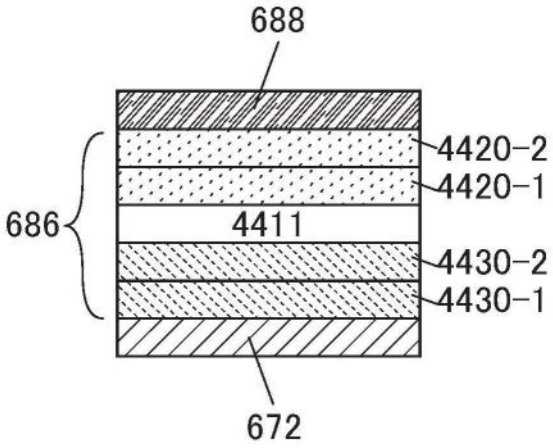


图20B

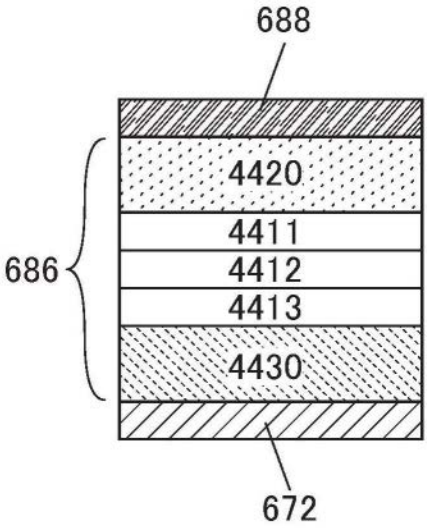


图20C

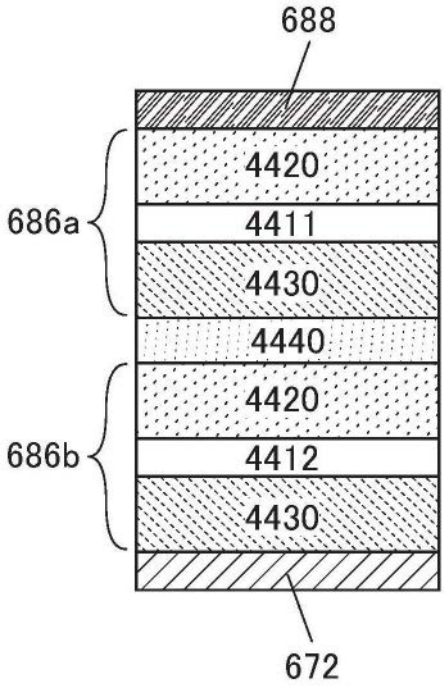

688
4420
4411
4430
4440
4420
4412
4430
686a
686b
672

图20D

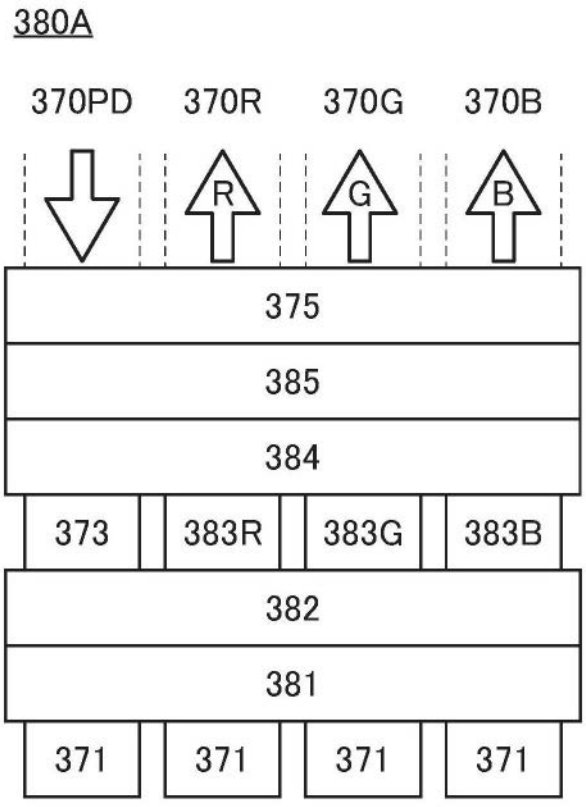

380A
370PD
370R
370G
370B
R
G
B
375
385
384
373
383R
383G
383B
382
381
371
371
371
371

图21A

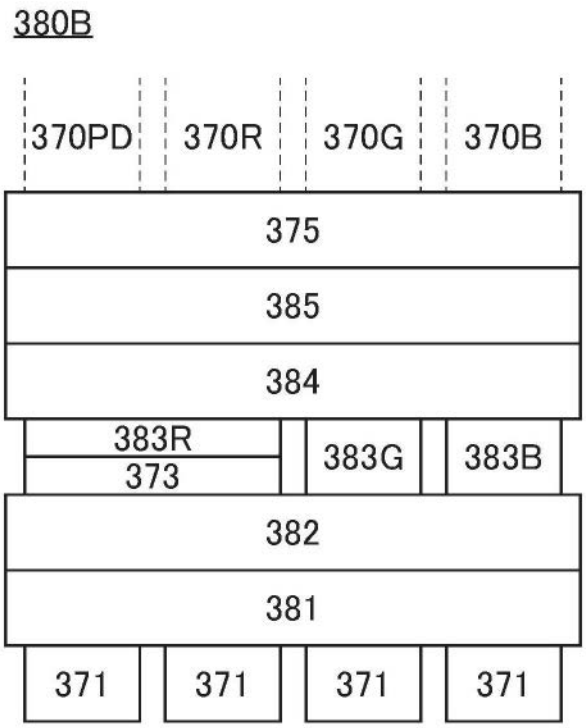

380B
370PD
370R
370G
370B
375
385
384
383R
373
383G
383B
382
381
371
371
371
371

图21B

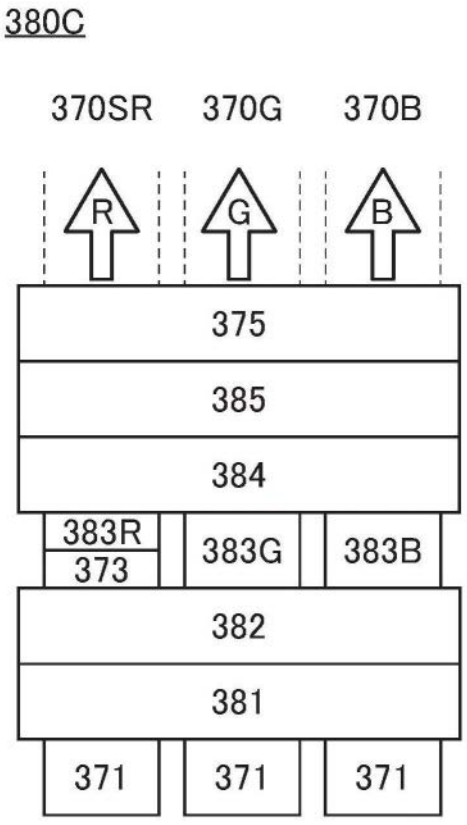

380C
370SR
370G
370B
R
G
B
375
385
384
383R
373
383G
383B
382
381
371
371
371

图22A

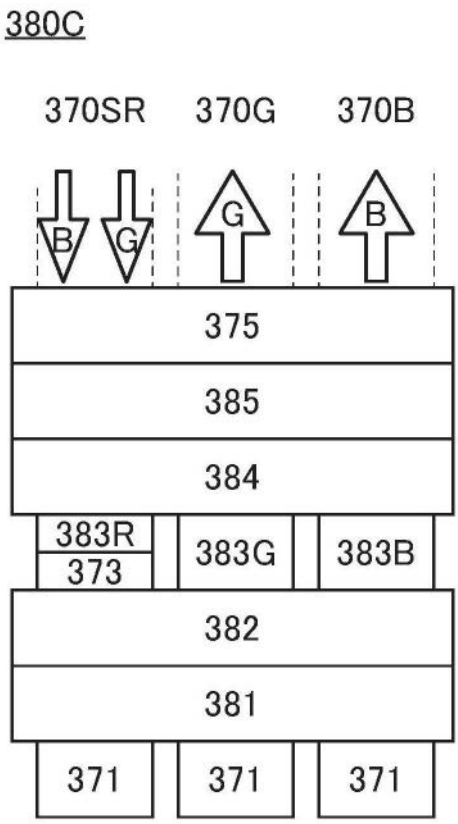

380C
370SR
370G
370B
B
G
G
B
375
385
384
383R
373
383G
383B
382
381
371
371
371

图22B

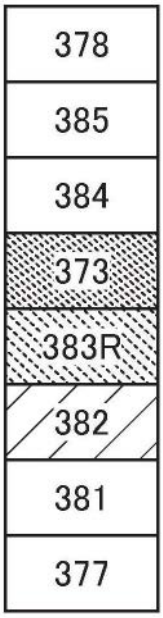

378
385
384
373
383R
382
381
377

图22C

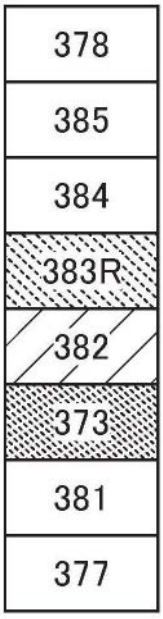

378
385
384
383R
382
373
381
377

图22D

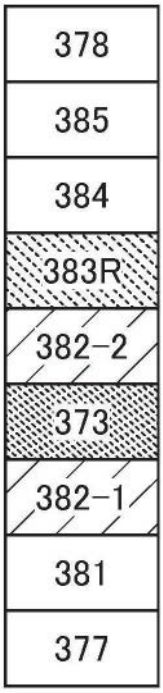

378
385
384
383R
382-2
373
382-1
381
377

图22E

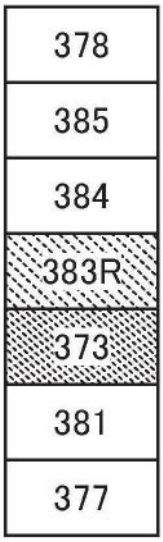


图22F

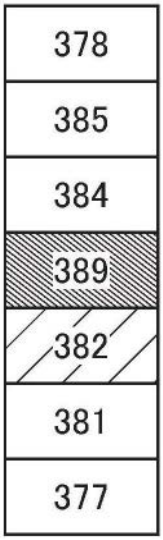


图22G

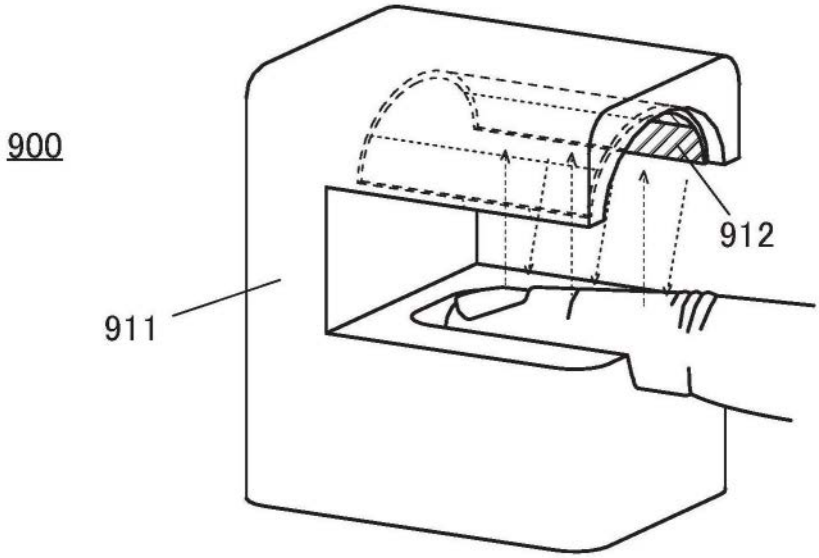


图23A

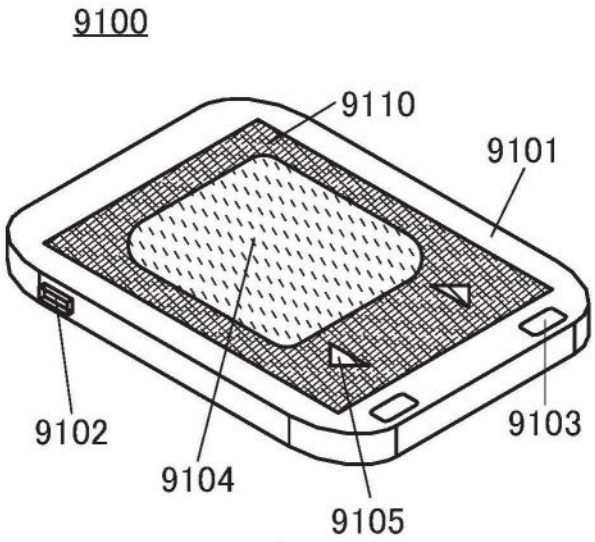


图23B

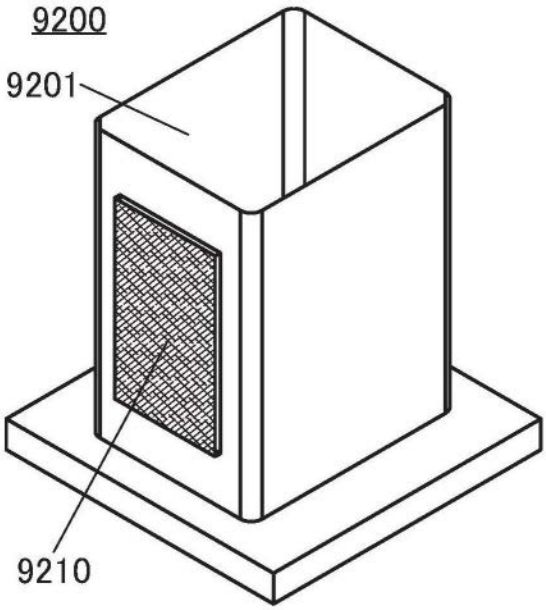

9200
9201
9210

图23C

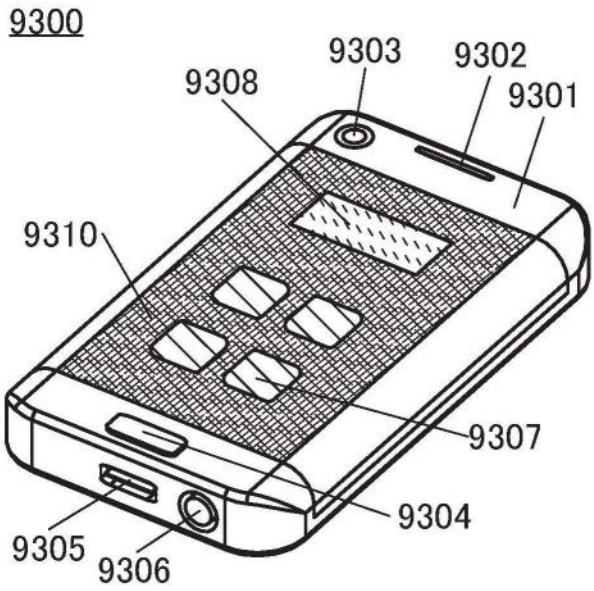

9300
9303
9302
9308
9301
9310
9307
9304
9305
9306

图23D

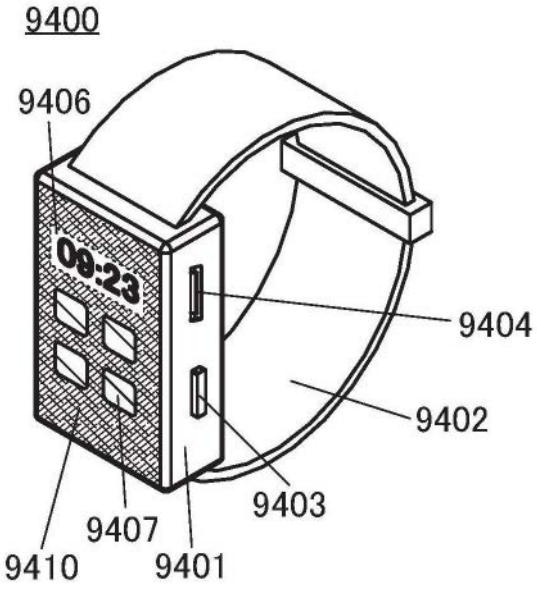


图23E