



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117223044 A

(43) 申请公布日 2023. 12. 12

(21) 申请号 202280032040.7

(22) 申请日 2022.04.18

(30) 优先权数据

2021-077918 2021.04.30 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.10.30

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2022/053598 2022.04.18

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/229781 JA 2022.11.03

(71) 申请人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县厚木市

(72) 发明人 久保田大介 山下晃央 镰田太介

中村太纪

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

专利代理师 李志强 梅黎

(51) Int.Cl.

G09F 9/30 (2006.01)

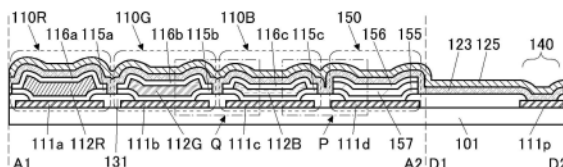
权利要求书2页 说明书51页 附图38页

(54) 发明名称

显示装置及显示装置的制造方法

(57) 摘要

提供一种具有光检测功能且精度高的光检测功能的显示装置。该显示装置包括受光器件及第一发光器件。受光器件依次层叠有第一电极、受光层及公共电极。第一发光器件依次层叠有第二电极、第一EL层及公共电极。受光层包括第一层、第二层、第一层与第二层之间的活性层。第一层包含具有空穴传输性的第一物质,第二层包含具有电子传输性的第二物质。活性层的端部、第一层的端部及第二层的端部彼此一直或大致一致。第一EL层包括第三层、第四层以及第三层与第四层之间的第一发光层。第三层包含具有空穴传输性的第三物质,第四层包含具有电子传输性的第四物质。



1. 一种显示装置,包括:  
受光器件;以及  
第一发光器件,  
其中,所述受光器件依次层叠有第一电极、受光层及公共电极,  
所述第一发光器件依次层叠有第二电极、第一EL层及所述公共电极,  
所述受光层包括第一层、第二层以及所述第一层与所述第二层之间的活性层,  
所述第一层包含具有空穴传输性的第一物质,  
所述第二层包含具有电子传输性的第二物质,  
所述活性层的端部、所述第一层的端部及所述第二层的端部彼此一致或大致一致,  
所述第一EL层包括第三层、第四层以及所述第三层与所述第四层之间的第一发光层,  
所述第三层包含具有空穴传输性的第三物质,  
所述第四层包含具有电子传输性的第四物质,  
并且,所述第一发光层的端部位于所述第三层的端部的内侧且位于所述第四层的端部的内侧。
2. 根据权利要求1所述的显示装置,  
其中所述活性层具有隔着所述第一层与所述第一电极重叠的区域。
3. 根据权利要求1所述的显示装置,  
其中所述活性层具有隔着所述第二层与所述第一电极重叠的区域。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的显示装置,  
其中所述第一发光层具有隔着所述第三层与所述第二电极重叠的区域。
5. 根据权利要求1至3中任一项所述的显示装置,  
其中所述第一发光层具有隔着所述第四层与所述第二电极重叠的区域。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的显示装置,  
其中所述第三层的端部及所述第四层的端部一致或大致一致。
7. 根据权利要求1至6中任一项所述的显示装置,  
其中所述第一物质与所述第三物质不同。
8. 根据权利要求1至7中任一项所述的显示装置,  
其中所述第二物质与所述第四物质不同。
9. 根据权利要求1至8中任一项所述的显示装置,  
其中所述活性层包含第五物质,  
并且所述第一发光层包含与所述第五物质不同的第六物质。
10. 根据权利要求1至9中任一项所述的显示装置,还包括第二发光器件,  
其中所述第二发光器件依次层叠有第三电极、第二EL层及所述公共电极,  
并且所述第二EL层包括所述第三层、所述第四层以及所述第三层与所述第四层之间的第二发光层。
11. 根据权利要求1至9中任一项所述的显示装置,还包括第二发光器件,  
其中所述第二发光器件依次层叠有第三电极、第二EL层及所述公共电极,  
所述第二EL层包括第五层、第六层以及所述第五层与所述第六层之间的第二发光层,  
所述第五层包含所述第三物质,

并且所述第六层包含所述第四物质。

12. 根据权利要求10或11所述的显示装置，  
其中所述第二发光层包含与所述第六物质不同的第七物质。

13. 一种显示装置的制造方法，包括如下步骤：

形成第一电极及第二电极的工序；

在所述第一电极及所述第二电极上形成受光膜的工序；

在所述受光膜上形成具有与所述第一电极重叠的区域的岛状第一牺牲层的工序；

在将所述第一牺牲层用作掩模对所述受光膜进行蚀刻来形成受光层的同时使所述第二电极露出的工序；

在所述第一牺牲层及所述第二电极上形成第一功能膜的工序；

在所述第一功能膜上使用金属掩模形成具有与所述第二电极重叠的区域的岛状发光层的工序；

在所述发光层及所述第一功能膜上形成第二功能膜的工序；

在所述第二功能膜上形成具有与所述发光层重叠的区域的岛状第二牺牲层的工序；

在将所述第二牺牲层用作掩模对所述第一功能膜及所述第二功能膜进行蚀刻来形成第一功能层及第二功能层的同时使所述第一牺牲层露出的工序；

去除所述第一牺牲层及所述第二牺牲层来使所述受光层及所述第二功能层露出的工序；以及

在所述受光层及所述第二功能层上形成公共电极的工序，

其中，所述第一功能层包含具有空穴传输性的物质，

并且，所述第二功能层包含具有电子传输性的物质。

14. 一种显示装置的制造方法，包括如下步骤：

形成第一电极及第二电极的工序；

在所述第一电极及所述第二电极上形成受光膜的工序；

在所述受光膜上形成具有与所述第一电极重叠的区域的岛状牺牲层的工序；

在将所述牺牲层用作掩模对所述受光膜进行蚀刻来形成受光层的同时使所述第二电极露出的工序；

在所述牺牲层上形成第一功能层的同时在所述第二电极上形成第二功能层的工序；

在所述第二功能层上使用金属掩模形成具有与所述第二电极重叠的区域的岛状发光层的工序；

在所述第一功能层上形成第三功能层的同时在所述发光层上形成第四功能层的工序；

去除所述牺牲层剥离所述第一功能层及所述第三功能层的同时使所述受光层露出的工序；以及

在所述受光层及所述第四功能层上形成公共电极的工序，

其中，所述第二功能层包含具有空穴传输性的物质，

并且，所述第四功能层包含具有电子传输性的物质。

## 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一个例子,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、上述装置的驱动方法或者上述装置的制造方法。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,诸如作为触摸面板的功能、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器件(也称为发光元件)的发光装置。利用有机化合物的电致发光(EL:Electroluminescence)现象的发光器件(也称为“EL器件”、“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公开了应用有机EL器件(也称为有机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光检测功能的清晰度高的显示装置。本发明的一个方式的目的之一是提供一种具有高精度的光检测功能的显示装置。本发明的一个方式的目的之一是提供一种具有光检测功能的功耗低的显示装置。本发明的一个方式的目的之一提供一种具有光检测功能的可靠性高的显示装置。本发明的一个方式的目的之一是提供一种新颖的显示装置。

[0007] 注意,这些目的的记载并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。注意,可以从说明书、附图、权利要求书等的记载抽取上述以外的目的。

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,包括:受光器件;以及第一发光器件。受光器件依次层叠有第一电极、受光层及公共电极。第一发光器件依次层叠有第二电极、第一EL层及公共电极。受光层包括第一层、第二层以及第一层与第二层之间的活性层。第一层包含具

有空穴传输性的第一物质,第二层包含具有电子传输性的第二物质。活性层的端部、第一层的端部及第二层的端部彼此一致或大致一致。第一EL层包括第三层、第四层以及第三层与第四层之间的第一发光层。第三层包含具有空穴传输性的第三物质,第四层包含具有电子传输性的第四物质。第一发光层的端部位于第三层的端部的内侧且位于第四层的端部的内侧。

[0009] 在上述显示装置中,活性层优选具有隔着第一层与第一电极重叠的区域。

[0010] 在上述显示装置中,活性层优选具有隔着第二层与第一电极重叠的区域。

[0011] 在上述显示装置中,第一发光层优选具有隔着第三层与第二电极重叠的区域。

[0012] 在上述显示装置中,第一发光层优选具有隔着第四层与第二电极重叠的区域。

[0013] 在上述显示装置中,第三层的端部及第四层的端部优选一致或大致一致。

[0014] 在上述显示装置中,第一物质优选与第三物质不同。

[0015] 在上述显示装置中,第二物质优选与第四物质不同。

[0016] 在上述显示装置中,优选的是,活性层包含第五物质,并且第一发光层包含与第五物质不同的第六物质。

[0017] 在上述显示装置中,优选还包括第二发光器件。第二发光器件优选依次层叠有第三电极、第二EL层及公共电极。第二EL层优选包括第三层、第四层以及第三层与第四层之间的第二发光层。

[0018] 在上述显示装置中,优选还包括第二发光器件。第二发光器件优选依次层叠有第三电极、第二EL层及公共电极。第二EL层优选包括第五层、第六层以及第五层与第六层之间的第二发光层。第五层优选包含第三物质,并且第六层优选包含第四物质。

[0019] 在上述显示装置中,第二发光层优选包含与第六物质不同的第七物质。

[0020] 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:形成第一电极及第二电极的工序;在第一电极及第二电极上形成受光膜的工序;在受光膜上形成具有与第一电极重叠的区域的岛状第一牺牲层的工序;在将第一牺牲层用作掩模对受光膜进行蚀刻来形成受光层的同时使第二电极露出的工序;在第一牺牲层及第二电极上形成第一功能膜的工序;在第一功能膜上使用金属掩模形成具有与第二电极重叠的区域的岛状发光层的工序;在发光层及第一功能膜上形成第二功能膜的工序;在第二功能膜上形成具有与发光层重叠的区域的岛状第二牺牲层的工序;在将第二牺牲层用作掩模对第一功能膜及第二功能膜进行蚀刻来形成第一功能层及第二功能层的同时使第一牺牲层露出的工序;去除第一牺牲层及第二牺牲层来使受光层及第二功能层露出的工序;以及在受光层及第二功能层上形成公共电极的工序。第一功能层包含具有空穴传输性的物质,并且,第二功能层包含具有电子传输性的物质。

[0021] 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:形成第一电极及第二电极的工序;在第一电极及第二电极上形成受光膜的工序;在受光膜上形成具有与第一电极重叠的区域的岛状牺牲层的工序;在将牺牲层用作掩模对受光膜进行蚀刻来形成受光层的同时使第二电极露出的工序;在牺牲层上形成第一功能层的同时在第二电极上形成第二功能层的工序;在第二功能层上使用金属掩模形成具有与第二电极重叠的区域的岛状发光层的工序;在第一功能层上形成第三功能层的同时在发光层上形成第四功能层的工序;去除牺牲层剥离第一功能层及第三功能层的同时使受光层露出的工序;以及在受光层

及第四功能层上形成公共电极的工序。第二功能层包含具有空穴传输性的物质,并且,第四功能层包含具有电子传输性的物质。

#### 发明效果

[0022] 根据本发明的一个方式可以提供一种具有光检测功能的清晰度高的显示装置。根据本发明的一个方式可以提供一种具有高精度的光检测功能的显示装置。根据本发明的一个方式可以提供一种具有光检测功能的功耗低的显示装置。本发明的一个方式的目的之一提供一种具有光检测功能的可靠性高的显示装置。根据本发明的一个方式可以提供一种新颖的显示装置。

[0023] 注意,这些效果的记载并不妨碍其他效果的存在。注意,本发明的一个方式并不需要具备所有上述效果。注意,可以从说明书、附图、权利要求书等的记载抽取上述以外的效果。

#### 附图简要说明

[0024] 图1A至图1D是示出显示装置的结构例子的截面图。图1E是示出拍摄的图像的例子

的图。  
图2A至图2D是示出显示装置的结构例子的截面图。  
图3A及图3B是示出显示装置的结构例子的截面图。  
图4A是示出显示装置的结构例子的俯视图。图4B是示出显示装置的结构例子的截面图。

图5A及图5B是示出显示装置的结构例子的截面图。  
图6A至图6C是示出显示装置的结构例子的截面图。  
图7A至图7C是示出显示装置的结构例子的截面图。  
图8A至图8C是示出显示装置的结构例子的截面图。  
图9A及图9B是示出显示装置的结构例子的截面图。  
图10A至图10E是示出显示装置的制造方法例子的截面图。  
图11A至图11D是示出显示装置的制造方法例子的截面图。  
图12A至图12D是示出显示装置的制造方法例子的截面图。  
图13A至图13D是示出显示装置的制造方法例子的截面图。  
图14A至图14C是示出显示装置的制造方法例子的截面图。  
图15A至图15D是示出显示装置的制造方法例子的截面图。  
图16A至图16D是示出显示装置的制造方法例子的截面图。  
图17A至图17D是示出显示装置的制造方法例子的截面图。  
图18A至图18D是示出显示装置的制造方法例子的截面图。  
图19A及图19B是示出显示装置的制造方法例子的截面图。  
图20A及图20B是示出显示装置的结构例子的俯视图。  
图21是示出显示装置的结构例子的立体图。  
图22是示出显示装置的结构例子的截面图。  
图23是示出显示装置的结构例子的截面图。  
图24是示出显示装置的结构例子的截面图。  
图25是示出显示装置的结构例子的截面图。

图26是示出显示装置的结构例子的截面图。

图27A至图27D是示出发光器件的结构例子的截面图。

图28A至图28G是示出受发光器件的结构例子的截面图。

图29A至图29E是示出电子设备的一个例子的图。

实施发明的方式

[0025] 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。

[0026] 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。

[0027] 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。

[0028] 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。

[0029] 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”。

[0030] 在本说明书等中,EL层是指设置在发光器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。

[0031] 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。

[0032] 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。

[0033] (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。

[0034] 本发明的一个方式的显示装置包括显示部,显示部包括以矩阵状配置的多个像素。像素包括发光器件及受光器件(也称为受光元件)。发光器件被用作显示器件(也称为显示元件)。本发明的一个方式的显示装置的显示部中发光器件以矩阵状配置,可以在该显示部显示图像。此外,本发明的一个方式的显示装置具有使用受光器件检测出光的功能。

[0035] 在本发明的一个方式的显示装置的显示部中,受光器件以矩阵状配置,因此该显示部除了图像显示功能以外还具有摄像功能和感测功能中的一个或两个。显示部可以用于图像传感器或触控传感器。也就是说,通过由显示部检测光,可以拍摄图像或检测对象物(指头、手或笔等)的接近或接触。此外,本发明的一个方式的显示装置可以将发光器件用作传感器的光源。因此,不需要与显示装置另行设置受光部及光源,而可以减少电子设备的构件数量。

[0036] 当将受光器件用于图像传感器时,显示装置能够使用受光器件拍摄图像。例如,本

实施方式的显示装置可以用作扫描仪。

[0037] 例如,可以利用图像传感器获取基于指纹、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,由此可以实现小型及轻量化的电子设备。

[0038] 在将受光器件用于触摸传感器的情况下,显示装置使用受光器件检测出对象物的接近或接触。

[0039] 在本说明书等中,有时将使用金属掩模或FMM(Fine Metal Mask,高精度金属掩模)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,将不使用金属掩模或FMM制造的器件称为MML(Metal Mask Less)结构的器件。

[0040] 以下,参照附图说明更具体的例子。

[0041] <结构例子1>

图1A至图1D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。

[0042] 图1A所示的显示装置100在衬底50与衬底59之间包括具有受光器件的层53及具有发光器件的层57。

[0043] 图1A示出从具有发光器件的层57发射红色(R)、绿色(G)及蓝色(B)的光且光入射到具有受光器件的层53的结构。此外,图1A以箭头示出从层57发射的光及入射到层53的光。

[0044] 注意,本说明书等中的蓝色(B)的波长区域是指400nm以上且小于490nm,蓝色(B)光在该波长区域至少具有一个发射光谱的峰。绿色(G)的波长区域是指490nm以上且小于580nm,绿色(G)光在该波长区域至少具有一个发射光谱的峰。红色(R)的波长区域是指580nm以上且小于700nm,红色(R)光在该波长区域至少具有一个发射光谱的峰。另外,本说明书等中的可见光的波长区域是指400nm以上且小于700nm,可见光在该波长区域至少具有一个发射光谱的峰。红外(IR)的波长区域是指700nm以上且小于900nm,红外(IR)光在该波长区域至少具有一个发射光谱的峰。

[0045] 在本发明的一个方式的显示装置中,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。每个子像素包括发光器件或受光器件。例如,像素可以具有包括四个子像素的结构。具体而言,一个像素可以包括具有发射红色(R)光的发光器件的子像素、具有发射绿色(G)光的发光器件的子像素、具有发射蓝色(B)光的发光器件的子像素以及具有受光器件的子像素。

[0046] 此外,像素中的发光器件所发射的光的颜色的组合不局限于红色(R)、绿色(G)及蓝色(B)的三种。像素中的发光器件所发射的光的颜色的组合例如可以为黄色(Y)、青色(C)及品红色(M)的三种。此外,像素中的发光器件所发射的光的颜色也可以为四种以上。

[0047] 像素也可以包括五个以上的子像素。具体而言,一个像素可以包括红色(R)、绿色(G)、蓝色(B)及白色(W)的四种发光器件及受光器件。此外,可以包括红色(R)、绿色(G)、蓝色(B)及红外(IR)的四种发光器件及受光器件。受光器件既可设置在所有像素中又可设置在部分像素中。此外,一个像素也可以包括多个受光器件。例如,一个像素可以包括红色(R)、绿色(G)及蓝色(B)的三种发光器件、对可见光的波长区域具有灵敏度的受光器件及对红外光的波长区域具有灵敏度的受光器件。

[0048] 本发明的一个方式的显示装置可以具有检测接触显示装置的对象物的功能。对对

象物没有特别的限制,可以为生物或物体。在对象物为生物时,显示装置例如可以具有检测手指或手掌的功能。如图1B所示,层57中的发光器件所发射的光被接触显示装置100的手指52反射,层53中的受光器件检测出该反射光。由此,可以检测出手指52接触显示装置100。也就是说,本发明的一个方式的显示装置可以被用作触摸传感器。此外,如图1C所示,层57中的发光器件所发射的光被接近显示装置100的手指52反射,层53中的受光器件检测出该反射光。由此,可以检测出手指52接近显示装置100。也就是说,本发明的一个方式的显示装置可以被用作近似触摸传感器。

[0049] 在显示装置100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100而即使没有接触显示装置100,也可以检测出手指52。例如,优选的是,在显示装置100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100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100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100。通过采用上述结构,可以降低显示装置100弄脏或损伤的风险,或者可以在避免手指52直接接触有可能附着于显示装置100的污垢(例如,灰尘或细菌等)的状态下操作显示装置100。

[0050] 本发明的一个方式的显示装置可以具有拍摄接触显示装置的对象物的功能。显示装置例如可以具有检测手指52的指纹的功能。图1D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1D示出包括发光器件的层57及包括受光器件的层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1D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中的受光器件所接收的光强度高于位于凸部正下的层53中的受光器件所接收的光的强度。由此,可以使用受光器件拍摄手指52的指纹。

[0054] 当层53中的受光器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150 $\mu\text{m}$ 至250 $\mu\text{m}$ ,所以受光器件的排列间隔例如为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120 $\mu\text{m}$ 以下,更进一步优选为100 $\mu\text{m}$ 以下,还优选为50 $\mu\text{m}$ 以下。排列间隔越小越好,例如可以为1 $\mu\text{m}$ 以上、10 $\mu\text{m}$ 以上或20 $\mu\text{m}$ 以上。

[0055] 图1E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1E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器件的光量的不同可以拍摄对比度高的指纹67。此外,使用所取得的指纹图像进行指纹识别。注意,在此以将手指用作对象物而拍摄指纹为例进行说明,但本发明的一个方式不局限于此。例如,显示装置可以检测出接触或接近显示部的手掌。此外,显示装置可

以拍摄手掌,可以使用所取得的掌纹图像进行掌纹识别。

[0056] 如上所述,在本发明的一个方式的显示装置中,受光器件可以检测出从发光器件发射而照射到对象物且被该对象物反射的光。因此,即使在黑暗处也可以检测出接触或接近显示部的对象物。再者,显示装置例如可以进行指纹识别及掌纹识别等识别。

[0057] 通过在显示部中设置受光器件,不需要将传感器外部连接到显示装置。因此,由于可以减少构件个数,所以可以实现小型且轻量的显示装置。

[0058] 衬底50可以使用具有能够承受发光器件及受光器件的形成的耐热性的衬底。在使用绝缘衬底作为衬底50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。

[0059] 尤其是,衬底50优选使用在上述绝缘衬底或半导体衬底上形成包括晶体管等半导体元件的半导体电路的衬底。该半导体电路例如优选构成像素电路、栅极线驱动电路(栅极驱动器)、源极线驱动电路(源极驱动器)等。此外,除了上述以外也可以构成运算电路、存储电路等。

[0060] <结构例子2>

[结构例子2-1]

对可用于本发明的一个方式的显示装置的发光器件及受光器件的结构进行说明。图2A示出本发明的一个方式的显示装置的截面示意图。图2A示出可用于显示装置的发光器件20R、发光器件20G、发光器件20B及受光器件30PS的结构。

[0061] 发光器件20R、发光器件20G及发光器件20B分别具有发射光的功能(以下,也记为发光功能)。作为发光器件20R、发光器件20G及发光器件20B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(量子点材料等)、呈现热活化延迟荧光的物质(热活化延迟荧光(TADF:Thermally Activated Delayed Fluorescence)材料)等。注意,作为TADF材料,也可以使用单重激发态与三重激发态间处于热平衡状态的材料。这种TADF材料由于发光寿命(激发寿命)短,所以可以抑制发光器件的高亮度区域中的效率降低。

[0062] 发光器件20R包括电极21a、EL层25R及电极23。发光器件20G包括电极21b、EL层25G及电极23。发光器件20B包括电极21c、EL层25B及电极23。在发光器件20R中,夹在电极21a与电极23之间的EL层25R至少包括发光层41R。发光层41R包含发射光的发光物质。通过对电极21a与电极23之间施加电压,从EL层25R发射光。同样地,EL层25G至少包括发光层41G。发光层41G包含发射光的发光物质。通过对电极21b与电极23之间施加电压,从EL层25G发射光。EL层25B至少包括发光层41B。发光层41B包含发射光的发光物质。通过对电极21c与电极23之间施加电压,从EL层25B发射光。

[0063] EL层25R、EL层25G及EL层25B分别也可以还包括包含空穴注入性高的物质的层(以下,记为空穴注入层)、包含空穴传输性高的物质的层(以下,记为空穴传输层)、包含电子传输性高的物质的层(以下,记为电子传输层)、包含电子注入性高的物质的层(以下,记为电子注入层)、载流子阻挡层、激子阻挡层和电荷产生层中的一个或多个。空穴注入层、空穴传输层、电子传输层、电子注入层、载流子阻挡层、激子阻挡层和电荷产生层也可以称为功能

层。

[0064] 此外,在本说明书等中,当说明发光器件20R、发光器件20G及发光器件20B间共同的内容或不需要区别它们时,有时简单地记为发光器件20。同样地,EL层25R、EL层25G及EL层25B有时简单地记为EL层25。其他构成要素也是同样的。

[0065] 受光器件30PS具有检测光的功能(以下,也记为受光功能)。受光器件30PS具有检测可见光的功能。受光器件30PS对可见光具有灵敏度。受光器件30PS更优选具有检测可见光及红外光的功能。受光器件30PS优选对可见光及红外光具有灵敏度。受光器件30PS例如可以使用pn型或pin型光电二极管。

[0066] 受光器件30PS包括电极21d、受光层35PS及电极23。夹在电极21d与电极23之间的受光层35PS至少包括活性层。受光器件30PS被用作光电转换器件,可以通过入射到受光层35PS的光产生电荷,可以将其提取为电流。此时,也可以在电极21d与电极23之间施加电压。所产生的电荷量取决于入射到受光层35PS的光量。

[0067] 受光层35PS也可以还包括空穴传输层、电子传输层、包含双极性物质(电子传输性及空穴传输性高的物质)的层和载流子阻挡层中的一个或多个。受光层35PS也可以包括包含可用于空穴注入层的物质的层。在受光器件30PS中,该层可以被用作空穴传输层。此外,受光层35PS也可以包括包含可用于电子注入层的物质的层。在受光器件30PS中,该层可以被用作电子传输层。此外,具有空穴注入性的物质也可以说具有空穴传输性。具有电子注入性的物质也可以说具有电子传输性。因此,在本说明书等中,有时将具有空穴注入性的物质记为具有空穴传输性的物质。同样地,有时将具有电子注入性的物质记为具有电子传输性的物质。

[0068] 活性层包含半导体。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。尤其优选的是,作为受光器件30PS使用包括包含有机半导体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显示装置。此外,通过使用有机半导体,可以通过相同的方法(例如真空蒸镀法)形成发光器件20所包括的EL层及受光器件30PS所包括的受光层,由此可以共同的制造装置,所以是优选的。

[0069] 本发明的一个方式的显示装置可以作为发光器件20R、发光器件20G及发光器件20B以及受光器件30PS分别适当地使用有机EL器件及有机光电二极管。有机EL器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器件的显示装置中。本发明的一个方式的显示装置除了显示图像的功能以外还具有摄像功能和感测功能中的一个或两个。

[0070] 电极21a、电极21b、电极21c及电极21d设置在同一面上。图2A示出电极21a、电极21b、电极21c及电极21d设置在衬底50上的结构。电极21a、电极21b、电极21c及电极21d可以使用相同的材料。此外,电极21a、电极21b、电极21c及电极21d可以通过相同的工序形成。例如,电极21a、电极21b、电极21c及电极21d可以通过将形成在衬底50上的导电膜加工为岛状来形成。通过在同一工序中形成电极21a、电极21b、电极21c及电极21d,可以提高显示装置的生产率。

[0071] 电极21a、电极21b、电极21c及电极21d可以说都是像素电极。电极23为在发光器件20R、发光器件20G、发光器件20B及受光器件30PS中共同的层,可以说是公共电极。像素电极

和公共电极中发射光或入射光一侧的电极使用透过可见光及红外光的导电膜。不发射光或不入射光一侧的电极优选使用反射可见光及红外光的导电膜。

[0072] 图2A示意性地示出在发光器件20R、发光器件20G、发光器件20B及受光器件30PS的每一个中电极21a、电极21b、电极21c及电极21d被用作阳极且电极23被用作阴极的结构。在图2A中,为了便于理解阳极及阴极的方向,发光器件20R的左侧示出发光二极管的电路符号,受光器件30PS的右侧示出光电二极管的电路符号。另外,用附有- (负)的圆圈示出电子,用附有+ (正)的圆圈示出空穴,用箭头示意性地示出电子及空穴流过的方向。

[0073] 在发光器件20R、发光器件20G及发光器件20B中,用作阳极的电极21a、电极21b及电极21c与供应第一电位的第一布线电连接。在发光器件20R、发光器件20G、发光器件20B及受光器件30PS中,用作阴极的电极23与供应第二电位的第二布线电连接。第二电位比第一电位低。在受光器件30PS中,用作阳极的电极21d与供应第三电位的第三布线电连接。在此,对受光器件30PS施加反向偏置电压。也就是说,第三电位比第二电位低。

[0074] 图2B示出图2A所示的结构的具体例子。在发光器件20R中,EL层25R依次层叠有第一层27a、发光层41R及第二层29a。在发光器件20G中,EL层25G依次层叠有第一层27b、发光层41G及第二层29b。在发光器件20B中,EL层25B依次层叠有第一层27c、发光层41B及第二层29c。

[0075] 此外,在发光器件20R中,具有设置在一对电极(电极21a及电极23)之间的第一层27a、发光层41R及第二层29a的结构可以被用作单个发光单元,在本说明书等中,有时将发光器件20R的结构称为单结构。发光器件20G及发光器件20B也是同样的。

[0076] 第一层27a、第一层27b及第一层27c在发光器件20R、发光器件20G及发光器件20B中位于用作阳极的电极21a、电极21b及电极21c一侧。第一层27a、第一层27b及第一层27c分别可以为空穴传输层或空穴注入层。或者,第一层27a、第一层27b及第一层27c分别也可以具有空穴注入层及空穴注入层上的空穴传输层的叠层结构。再者,空穴注入层也可以具有叠层结构,空穴传输层也可以具有叠层结构。或者,第一层27a、第一层27b及第一层27c分别也可以包含具有空穴传输性的物质及具有空穴注入性的物质。此外,在本说明书等中,有时将第一层27a、第一层27b及第一层27c记为功能层。

[0077] 第一层27a、第一层27b及第一层27c可以使用相同的材料。此外,第一层27a、第一层27b及第一层27c可以通过同一工序形成。例如,第一层27a、第一层27b及第一层27c可以通过加工将成为第一层27a、第一层27b及第一层27c的膜形成。通过在同一工序中形成第一层27a、第一层27b及第一层27c,可以提高显示装置的生产率。

[0078] 第二层29a、第二层29b及第二层29c在发光器件20R、发光器件20G及发光器件20B中位于用作阴极的电极23一侧。第二层29a、第二层29b及第二层29c分别可以为电子传输层或电子注入层。或者,第二层29a、第二层29b及第二层29c分别也可以具有电子传输层及电子传输层上的电子注入层的叠层结构。再者,电子注入层也可以具有叠层结构,电子传输层也可以具有叠层结构。或者,第二层29a、第二层29b及第二层29c分别也可以包含具有电子传输性的物质及具有电子注入性的物质。此外,在本说明书等中,有时将第二层29a、第二层29b及第二层29c记为功能层。

[0079] 第二层29a、第二层29b及第二层29c可以使用相同的材料。此外,第二层29a、第二层29b及第二层29c可以通过同一工序形成。例如,第二层29a、第二层29b及第二层29c可以

通过加工将成为第二层29a、第二层29b及第二层29c的膜形成。通过在同一工序中形成第二层29a、第二层29b及第二层29c,可以提高显示装置的生产率。

[0080] 如图2B所示,在受光器件30PS中,受光层35PS依次层叠有第三层37PS、活性层43PS及第四层39PS。

[0081] 位于用作受光器件30PS的阳极的电极21d一侧的第三层37PS可以为空穴传输层。第三层37PS所包含的具有空穴传输性的物质也可以与第一层27a、第一层27b及第一层27c所包含的具有空穴传输性的物质不同。受光器件30PS所包括的第三层37PS优选在与构成发光器件20的层(例如,第一层27a、第一层27b及第一层27c)不同的工序中形成。通过在不同工序中形成,可以将进一步适合于受光器件30PS的材料用于第三层37PS。此外,在本说明书等中,有时将第三层37PS记为功能层。

[0082] 第三层37PS可以使用可用于第一层27a、第一层27b及第一层27c的材料。第三层37PS所包含的具有空穴传输性的物质也可以与第一层27a、第一层27b及第一层27c所包含的具有空穴传输性的物质相同。第三层37PS也可以具有叠层结构。

[0083] 位于用作受光器件30PS的阴极的电极23一侧的第四层39PS可以为电子传输层。第四层39PS所包含的具有电子传输性的物质也可以与第二层29a、第二层29b及第二层29c所包含的具有电子传输性的物质不同。受光器件30PS所包括的第四层39PS优选在与构成发光器件20的层(例如,第二层29a、第二层29b及第二层29c)不同的工序中形成。通过在不同工序中形成,可以将进一步适合于受光器件30PS的材料用于第四层39PS。此外,在本说明书等中,有时将第四层39PS记为功能层。

[0084] 第四层39PS可以使用可用于第二层29a、第二层29b及第二层29c的材料。第四层39PS所包含的具有电子传输性的物质也可以与第二层29a、第二层29b及第二层29c所包含的具有电子传输性的物质相同。第四层39PS也可以具有叠层结构。

[0085] 此外,第三层37PS也可以包括在发光器件中用作空穴注入层的层,即包含空穴注入性高的物质的层。空穴注入层在受光器件中可以被用作空穴传输层。第四层39PS也可以包括在发光器件中用作电子注入层的层,即包含电子注入性高的物质的层。电子注入层在受光器件中可以被用作电子传输层。

[0086] 如图2B等所示,EL层25R、EL层25G、EL层25B及受光层35PS优选不包括彼此共同的层。此外,EL层25R、EL层25G、EL层25B及受光层35PS优选不包括彼此接触的区域。也就是说,EL层25R、EL层25G、EL层25B及受光层35PS优选彼此分离。

[0087] 通过相邻的两个发光器件20的EL层25分离,可以抑制在发光器件间产生泄漏电流。也就是说,可以抑制在所希望的发光器件以外的发光器件发光的现象(也称为串扰),因此可以实现显示品质高的显示装置。

[0088] 通过受光器件30PS的受光层35PS与相邻的发光器件20的EL层25分离,可以抑制泄漏电流从发光器件20流过受光器件30PS(也称为侧泄漏)。因此,可以实现SN比(Signal to Noise Ratio:信噪比)高且精度高的受光器件30PS。

[0089] 在本发明的一个方式的显示装置中,发光器件20与受光器件30PS间的侧泄漏得到抑制,因此可以缩小发光器件20与受光器件30PS的间隔。也就是说,可以提高在像素中发光器件20及受光器件30PS所占的比率(以下也称为开口率)。另外,可以缩小像素尺寸,从而可以提高显示装置的清晰度。由此,可以实现具有光检测功能的高开口率显示装置。另外,可

以实现具有光检测功能的高清晰显示装置。

[0090] 受光器件30PS的清晰度可以为100ppi以上,优选为200ppi以上,更优选为300ppi以上,进一步优选为400ppi以上,更进一步优选为500ppi以上,且为2000ppi以下、1000ppi以下或600ppi以下等。尤其是,通过受光器件30PS的清晰度为200ppi以上且600ppi以下,优选为300ppi以上且600ppi以下,可以适当地用于指纹的拍摄。

[0091] 在使用本发明的一个方式的显示装置进行指纹识别时,通过提高受光器件30PS的清晰度,例如可以以高精度提取指纹的特征点 (Minutia) 而可以提高指纹识别的精度。此外,在清晰度为500ppi以上时,可以符合美国国家标准与技术研究院 (NIST:National Institute of Standards and Technology) 等规格,因此是优选的。注意,在假设受光器件的清晰度为500ppi时,每像素的尺寸为 $50.8\mu\text{m}$ ,可知具有足够的清晰度来拍摄指纹的间距 (典型的是 $300\mu\text{m}$ 以上且 $500\mu\text{m}$ 以下)。

[0092] [结构例子2-2]

图2C示出与图2A及图2B所示的结构不同的结构。图2C所示的显示装置示意性地示出如下结构:在发光器件20R、发光器件20G及发光器件20B中电极21a、电极21b及电极21c被用作阳极且电极23被用作阴极,在受光器件30PS中电极21d被用作阴极且电极23被用作阳极。

[0093] 在发光器件20R、发光器件20G及发光器件20B中用作阳极的电极21a、电极21b及电极21c与供应第一电位的的第一布线电连接。在发光器件20R、发光器件20G及发光器件20B中用作阴极且在受光器件30PS中用作阳极的电极23与供应第二电位的第二布线电连接。第二电位比第一电位低。在受光器件30PS中用作阴极的电极21d与供应第三电位的第三布线电连接。第三电位比第二电位高。

[0094] 如图2C所示,用作公共电极的电极23可以在发光器件20R、发光器件20G及发光器件20B中被用作阳极和阴极中的一方且在受光器件30PS中被用作阳极和阴极中的另一方。通过采用这种结构,可以减小发光器件20的像素电极(电极21a、电极21b及电极21c)与受光器件30PS的像素电极(电极21d)的电位差,且可以抑制像素电极间的泄漏(以下,也称为侧泄漏)。因此,可以实现SN比高且精度高的受光器件30PS。

[0095] 例如,可以将第一电位(供应给电极21a、电极21b及电极21c的电位)设定为12V,可以将第二电位(供应给电极23的电位)设定为0V,且可以将第三电位(供应给电极21d的电位)设定为4V。通过采用这种结构,可以减小发光器件20的像素电极(电极21a、电极21b及电极21c)与受光器件30PS的像素电极(电极21d)的电位差,且可以抑制发光器件20与受光器件30PS之间的侧泄漏。

[0096] 再者,可以减小第一电位、第二电位及第三电位中最高的电位与最低的电位之差,因此可以实现功耗低的显示装置。

[0097] 图2D示出图2C所示的结构的具体例子。关于发光器件20R、发光器件20G及发光器件20B,可以参照上述记载,所以省略其详细说明。

[0098] 位于用作受光器件30PS的阴极的电极21d一侧的第三层37PS可以为电子传输层。第三层37PS所包含的具有电子传输性的物质也可以与第二层29a、第二层29b及第二层29c所包含的具有电子传输性的物质不同。此外,第三层37PS可以使用可用于第二层29a、第二层29b及第二层29c的材料。第三层37PS所包含的具有电子传输性的物质也可以与第二层

29a、第二层29b及第二层29c所包含的具有电子传输性的物质相同。

[0099] 位于用作受光器件30PS的阳极的电极23一侧的第四层39PS可以为空穴传输层。第四层39PS所包含的具有空穴传输性的物质也可以与第一层27a、第一层27b及第一层27c所包含的具有空穴传输性的物质不同。此外,第四层39PS可以使用可用于第一层27a、第一层27b及第一层27c的材料。第四层39PS所包含的具有空穴传输性的物质也可以与第一层27a、第一层27b及第一层27c所包含的具有空穴传输性的物质相同。

[0100] 此外,第三层37PS也可以包括在发光器件中用作电子注入层的层,即包含电子注入性高的物质的层。第四层39PS也可以包括在发光器件中用作空穴注入层的层,即包含空穴注入性高的物质的层。

[0101] 在本实施方式中,说明在发光器件20中电极21a、电极21b及电极21c被用作阳极且电极23被用作的结构,但本发明的一个方式不局限于此。也可以采用在发光器件20中电极21a、电极21b及电极21c被用作阴极且电极23被用作阳极的结构。此时,第一层27a、第一层27b及第一层27c可以为电子传输层和电子注入层中的一方或双方。第二层29a、第二层29b及第二层29c可以为空穴传输层和空穴注入层中的一方或双方。

[0102] [结构例子2-3]

图3A示出与图2B所示的结构不同的结构。图3A所示的发光器件20R、发光器件20G及发光器件20B包括第一层27代替第一层27a、第一层27b及第一层27c且包括第二层29代替第二层29a、第二层29b及第二层29c。第一层27在发光器件20R、发光器件20G及发光器件20B中为共同的层,可以称为第一公共层。同样地,第二层29在发光器件20R、发光器件20G及发光器件20B中为共同的层,可以称为第二公共层。

[0103] 如图3A所示,位于用作发光器件20R、发光器件20G及发光器件20B的阳极的电极21a、电极21b及电极21c一侧的第一层27可以为空穴传输层或空穴注入层。或者,第一层27也可以具有空穴注入层及空穴注入层上的空穴传输层的叠层结构。关于第一层27,可以参照第一层27a、第一层27b及第一层27c的记载,因此省略其详细说明。

[0104] 位于用作发光器件20R、发光器件20G及发光器件20B的阴极的电极23一侧的第二层29可以为电子传输层或电子注入层。或者,第二层29也可以具有电子传输层及电子传输层上的电子注入层的叠层结构。关于第二层29,可以参照第二层29a、第二层29b及第二层29c的记载,因此省略其详细说明。

[0105] 在电极23与第二层29之间及在电极23与第四层39PS之间也可以设置第三公共层。第三公共层例如包括电子注入层。或者,第三公共层也可以具有电子传输层及电子传输层上的电子注入层的叠层结构。第三公共层在发光器件20R、发光器件20G、发光器件20B及受光器件30PS中为共同的层。此外,在作为第三公共层使用电子注入层时,该电子注入层在受光器件30PS中被用作电子传输层。

[0106] 此外,如图3B所示,也可以具有在受光器件30PS中电极21d被用作阴极且电极23被用作阳极的结构。

[0107] 此外,也可以在电极23与第二层29之间及在电极23与第四层39PS之间设置第三公共层。第三公共层可以参照上述记载,因此省略其详细说明。此外,在作为第三公共层使用电子注入层时,该电子注入层也可以不在受光器件30PS中具有特定功能。

[0108] 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以及包含空穴传输材料及受体材料(电子受体材料)的复合材料等。

[0109] 在发光器件中,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。在受光器件中,空穴传输层是将根据入射到活性层中的光所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 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 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 $\pi$ 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)、芳香胺(具有芳香胺骨架的化合物)等空穴传输性高的材料。

[0110] 在发光器件中,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。在受光器件中,电子传输层是将根据入射到活性层中的光所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、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、噻啶衍生物、含氮杂芳族化合物等缺 $\pi$ 电子型杂芳族化合物等电子传输性高的材料。

[0111] 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物质的层。作为电子注入性高的物质,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物质,也可以使用包含电子传输材料及供体材料(电子给体材料)的复合材料。

[0112] 作为电子注入层,例如可以使用锂、铯、镱、氟化锂(LiF)、氟化铯(CsF)、氟化钙( $\text{CaF}_2$ )、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( $\text{LiO}_x$ )或碳酸铯等碱金属、碱土金属或它们的化合物。另外,电子注入层也可以具有两层以上的叠层结构。作为该叠层结构,例如可以采用作为第一层使用氟化锂且作为第二层设置铯的结构。

[0113] 或者,作为电子注入层也可以使用电子传输性材料。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电子传输性材料。具体而言,可以使用具有吡啶环、二嗪环(噻啶环、吡嗪环、哒嗪环)以及三嗪环中的至少一个的化合物。

[0114] 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 $-3.6\text{eV}$ 以上且 $-2.3\text{eV}$ 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、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。

[0115] 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)、2,9-二(萘-2-基)-4,7-二苯基-1,10-菲咯啉(简称:NBPhen)、二喹啉并[2,3-a:2',3'-c]吩嗪(简称:HATNA)、2,4,6-三[3'-(吡啶-3-基)联苯基-3-基]-1,3,5-三嗪(简称:TmPPPz)等。此外,与BPhen相比,NBPhen具有高玻璃化转变点( $T_g$ ),从而具有高耐热性。

[0116] 作为电荷产生层,例如可以适当地使用锂等能够用于电子注入层的材料。另外,作

为电荷产生层,例如可以适当地使用能够用于空穴注入层的材料。另外,作为电荷产生层,可以使用包含空穴传输性材料和受体性材料(电子接收性材料)的层。另外,作为电荷产生层,可以使用包含电子传输性材料和供体性材料的层。通过形成包括这种层的电荷产生层,可以抑制层叠发光单元的情况下的驱动电压的上升。

[0117] 活性层包含半导体。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)形成发光层和活性层,并可以共同使用制造设备,所以是优选的。

[0118] 作为活性层含有的n型半导体的材料,可以举出富勒烯(例如C<sub>60</sub>或C<sub>70</sub>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 $\pi$ 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 $\pi$ 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,所以对受光器件来说是有益的。C<sub>60</sub>、C<sub>70</sub>都在可见光区域中具有宽吸收带,尤其是,C<sub>70</sub>与C<sub>60</sub>相比具有更大的 $\pi$ 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。

[0119] 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-花四羧酸二酰亚胺(简称:Me-PTCDI)等的花四羧酸衍生物。

[0120] 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)。

[0121] 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、萘衍生物、香豆素衍生物、若丹明衍生物、三嗪衍生物、酞衍生物等。

[0122] 作为活性层含有的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)、喹吖啶酮、红荧烯等具有电子供体性的有机半导体材料。

[0123] 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、萘衍生物、茈萘衍生物、三茈萘衍生物、茈萘衍生物、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、喹吖啶酮衍生物、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、聚茈萘衍生物、聚乙烯咪唑衍生物、聚噻吩衍生物等。

[0124] 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)。

[0125] 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。

[0126] 例如,优选共蒸镀n型半导体和p型半导体形成活性层。此外,也可以层叠n型半导体和p型半导体形成活性层。

[0127] 发光器件及受光器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。构成发光器件及受光器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。

[0128] 例如,作为空穴传输材料或电子阻挡材料,可以使用聚(3,4-乙烯二氧噻吩)/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。此外,作为电子传输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。

[0129] 活性层也可以使用被用作供体的聚[[4,8-双(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)或者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。

[0130] 对本发明的一个方式的显示装置的更具体的结构例子进行说明。

[0131] <结构例子3>

[结构例子3-1]

图4A是示出本发明的一个方式的显示装置100A的结构例子的俯视示意图。显示装置100A包括多个像素103配置为矩阵状的显示部及显示部外侧的连接部140。

[0132] 像素103各自包括多个子像素。图4A示出像素103包括子像素120R、子像素120G、子像素120B及子像素130的例子。子像素120R包括发射红色光的发光器件110R。子像素120G包括发射绿色光的发光器件110G。子像素120B包括发射蓝色光的发光器件110B。子像素130包括受光器件150。在图4A中,为了简单地区别各器件,对发光器件110的发光区域内附上符号R、G、B。此外,对受光器件150的受光区域内附上符号PS。

[0133] 图4B示出对应于图4A中的点划线A1-A2及点划线D1-D2的截面图。发光器件110R、发光器件110G、发光器件110B及受光器件150设置于衬底101上。

[0134] 在本说明书等中,在例如记载为“A上的B”或“A下的B”的情况下,并不一定需要具有A与B接触的区域。

[0135] 发光器件110R包括电极111a、第一层115a、发光层112R、第二层116a及公共电极123。发光器件110G包括电极111b、第一层115b、发光层112G、第二层116b及公共电极123。发光器件110B包括电极111c、第一层115c、发光层112B、第二层116c及公共电极123。受光器件150包括电极111d、第三层155、活性层157、第四层156及公共电极123。电极111a、电极111b、电极111c及电极111d被用作像素电极。

[0136] 发光器件110R、发光器件110G及发光器件110B可以使用上述发光器件20R、发光器

件20G及发光器件20B的结构。受光器件150可以使用上述受光器件30PS的结构。

[0137] 在发光器件及受光器件中共用公共电极123。公共电极123以外的发光器件及受光器件的构成要素不在发光器件及受光器件中共用而分离设置。

[0138] 具体而言,电极111a、电极111b、电极111c及电极111d不在发光器件110及受光器件150中共用而分离设置。第一层115a、第一层115b及第一层115c不在发光器件110中共用而分离设置。同样地,发光层112R、发光层112G及发光层112B不在发光器件110中共用而分离设置。同样地,第二层116a、第二层116b及第二层116c不在发光器件110中共用而分离设置。

[0139] 受光器件150所包括的第三层155、活性层157及第四层156都不在发光器件110中共用而分离设置。通过受光器件150所包括的第三层155、活性层157及第四层156与发光器件110分离设置,可以抑制泄漏电流从发光器件110流过受光器件150。因此,可以实现SN比高且精度高的受光器件150。

[0140] 受光器件150所包括的第三层155优选在与发光器件110所包括的功能层(例如,第一层115a、第一层115b及第一层115c)不同的工序中形成。通过在不同工序中形成,可以将进一步适合于受光器件150的材料用于第三层155。也就是说,第三层155可以包含与发光器件110的功能层所包含的有机化合物不同的有机化合物。

[0141] 同样地,受光器件150所包括的第四层156优选在与发光器件110所包括的功能层(例如,第二层116a、第二层116b及第二层116c)不同的工序中形成。通过在不同工序中形成,可以将进一步适合于受光器件150的材料用于第四层156。也就是说,第四层156可以包含与发光器件110的功能层所包含的有机化合物不同的有机化合物。

[0142] 以覆盖电极111a的端部、电极111b的端部、电极111c的端部及电极111d的端部的方式设置绝缘层131。绝缘层131的端部优选为锥形形状。若不需要也可以不设置绝缘层131。

[0143] 注意,在本说明书等中,锥形形状是指构成要素的侧面的至少一部分相对于衬底面倾斜地设置的形状。例如,优选具有倾斜的侧面和衬底面(也称为锥角)小于90度的区域。

[0144] 第一层115a、第一层115b、第一层115c及第三层155分别包括与电极111的顶面接触的区域及与绝缘层131的表面接触的区域。此外,第一层115a的端部、第一层115b的端部、第一层115c的端部及第三层155的端部位于绝缘层131上。

[0145] 作为电极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。通过作为电极111使用具有透光性的导电膜且作为公共电极123使用具有反射性的导电膜,显示装置100A可以成为底面发射型(底部发射结构)的显示装置。另一方面,通过作为电极111使用具有反射性的导电膜且作为公共电极123使用具有透光性的导电膜,显示装置100A可以成为顶面发射型(顶部发射结构)的显示装置。注意,通过使用电极111和公共电极123的双方都使用具有透光性的导电膜,显示装置100A可以成为双面发射型(双面发射结构)的显示装置。

[0146] 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器件的功能。

[0147] 保护层125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、氮化硅膜、氮氧化硅膜、氮化硅膜、氧化铝膜、氮氧化铝膜、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。

[0148] 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。

[0149] 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。

[0150] 如图4B所示,连接部140包括公共电极123及连接电极111p。连接部140可以被称为阴极接触部。连接电极111p可以使用与电极111a、电极111b、电极111c及电极111d相同的材料。此外,连接电极111p可以经过与电极111a、电极111b、电极111c及电极111d相同的工序形成。以覆盖连接电极111p的端部的方式设置绝缘层131。以覆盖公共电极123的方式设置保护层125。

[0151] 注意,图4A示出在俯视时连接部140位于显示部的右侧的例子,但对连接部140的位置没有特别的限制。连接部140只要在俯视时设置在显示部的上侧、右侧、左侧和下侧中的至少一个位置即可,也可以以围绕显示部的四边的方式设置。此外,连接部140也可以为一个或多个。

[0152] 连接部140可以沿着显示部的外周而设置。例如,既可以沿着显示部的外周的一个边设置,又可以跨着显示部的外周的两个边以上设置。此外,对连接部140的顶面形状没有特别的限制。在显示部的顶面形状为长方形时,连接部140的顶面形状例如可以为带状、L字状、方括号状或四角形。

[0153] 图5A示出图4B中用点划线示出的区域P的放大图,图5B示出区域Q的放大图。在图5A中,左侧示出发光器件110B,右侧示出受光器件150。在图5B中,左侧示出发光器件110G,右侧示出发光器件110B。

[0154] 如图5A所示,在发光器件110B中,发光层112B的端部位于第一层115c的端部的内侧。此外,发光层112B的端部位于第二层116c的端部的内侧。发光层112B的顶面及侧面与第二层116c接触。也就是说,发光层112B的顶面及侧面被第二层116c覆盖。通过发光层112B的顶面及侧面被第二层116c覆盖,可以抑制杂质扩散到发光层112B。因此,可以提高发光器件110B的可靠性。该杂质例如有公共电极123所包含的金属成分等。

[0155] 发光层112B的侧面优选具有锥形形状。发光层112B的侧面与被形成面(在此,第一层115c)所形成的角度 $\theta_{112B}$ 优选小。具体而言,角度 $\theta_{112B}$ 优选大于0度且小于90度,更优选大于0度且小于60度,更优选大于0度且小于50度,更优选大于0度且小于40度,更优选大于0度且小于30度。通过使角 $\theta_{112B}$ 变小,可以提高形成于发光层112B及第一层115c上的层(例如,第二层116c)的台阶覆盖性,可以抑制在该层发生断开或空洞等不良。

[0156] 发光层112B可以使用FMM形成。越接近使用FMM形成的发光层112B的端部,其厚度越薄,有时角度 $\theta_{112B}$ 极小。例如,角度 $\theta_{112B}$ 有时大于0度且小于30度。因此,发光层112B的侧面

与顶面连续连接,有时不能明确区分侧面和顶面。

[0157] 第二层116c的端部与第一层115c的端部一致或大致一致。换言之,第二层116c的顶面形状与第一层115c一致或大致一致。例如,通过在形成将成为第一层115c的第一膜及将成为第二层116c的第二膜之后使用相同的掩模进行加工,可以形成第一层115c及第二层116c。

[0158] 另外,在本说明书等中,“端部一致或大致一致”是指叠层中的每一层的轮廓的至少一部分重叠。例如,包括上层与下层由同一掩模图案或其一部分相同的掩模图案加工而成的情况。但是,严格地说,有轮廓不重叠的情况,例如,上层位于下层的内侧或者上层位于下层的外侧,这种情况也可以说“顶面形状一致或大致一致”。

[0159] 第一层115c及第二层116c的侧面优选都垂直于或大致垂直于被形成面。例如,第一层115c的侧面与被形成面(在此,绝缘层131)所形成的角度 $\theta_{115c}$ 优选为60度以上且90度以下。第二层116c的侧面与被形成面(在此,第一层115c)所形成的角度 $\theta_{116c}$ 优选为60度以上且90度以下。

[0160] 此外,在此以发光器件110B为例进行说明,发光器件20R及发光器件20B也是同样的。

[0161] 如图5A所示,在受光器件150中,第三层155的端部、活性层157的端部及第四层156的端部彼此一致或大致一致。换言之,第三层155、活性层157及第四层156的顶面形状彼此一致或大致一致。例如,通过在形成将成为第三层155的第三膜、将成为活性层157的活性膜及将成为第四层156的第四膜之后使用相同的掩模进行加工,可以形成第三层155、活性层157及第四层156。

[0162] 第三层155、活性层157及第四层156的侧面优选都垂直于或大致垂直于被形成面。例如,第三层155的侧面与被形成面(在此,绝缘层131)所形成的角度 $\theta_{155}$ 优选为60度以上且90度以下。活性层157的侧面与被形成面(在此,第三层155)所形成的角度 $\theta_{157}$ 优选为60度以上且90度以下。第四层156的侧面与被形成面(在此,活性层157)所形成的角度 $\theta_{156}$ 优选为60度以上且90度以下。此外,角度 $\theta_{155}$ 、角度 $\theta_{156}$ 及角度 $\theta_{157}$ 优选都大于角度 $\theta_{112B}$ 。同样地,角度 $\theta_{155}$ 、角度 $\theta_{156}$ 及角度 $\theta_{157}$ 优选都大于发光层112R的侧面与被形成面所形成的角度。角度 $\theta_{155}$ 、角度 $\theta_{156}$ 及角度 $\theta_{157}$ 优选都大于发光层112G的侧面与被形成面所形成的角度。

[0163] 如图5A所示,优选的是,受光器件150所包括的受光层177不包括与发光器件110B所包括的EL层175B共用的层,且不包括与EL层175B接触的区域。也就是说,受光层177优选与EL层175B分离。注意,在图5A中,作为与受光器件150相邻的发光器件示出发光器件110B,但不局限于此。受光器件所包括的受光层优选与相邻于该受光器件的发光器件所包括的EL层分离。此外,两个受光器件相邻的情况也是同样的,一个受光器件所包括的受光层优选与另一个受光器件所包括的受光层分离。

[0164] 如图5B所示,优选的是,发光器件110G所包括的EL层175G不包括与发光器件110B所包括的EL层175B共用的层,且不包括与EL层175B接触的区域。也就是说,EL层175G优选与EL层175B分离。此外,在图5B中,作为与发光器件110G相邻的发光器件示出发光器件110B,但不局限于此。发光器件所包括的EL层优选与相邻于该发光器件的发光器件所包括的EL层分离。

[0165] [结构例子3-2]

图6A示出与图4B所示的结构不同的结构。图6A所示的发光器件110R、发光器件110G及发光器件110B与图4B所示的结构的主要不同之处在于发光层112R、发光层112G及发光层112B具有与公共电极123接触的区域。此外,在本说明书等中,有时将发光层112R、发光层112G及发光层112B统称为发光层112。

[0166] 具体而言,在发光器件110R中,第一层115a的端部、发光层112R的端部及第二层116a的端部彼此一致或大致一致。换言之,第一层115a、发光层112R及第二层116a的顶面形状彼此一致或大致一致。发光器件110G及发光器件110B也是同样的。通过采用这种结构,可以增大发光层112的面积,由此可以增大发光器件110的发光区域的面积。也就是说,可以实现高开口率的显示装置。

[0167] 图6B示出图6A中用点划线所示的区域P1的放大图,图6C示出区域Q1的放大图。在图6B中,左侧示出发光器件110B,右侧示出受光器件150。在图6C中,左侧示出发光器件110G,右侧示出发光器件110B。

[0168] 如图6B所示,在发光器件110B中,第一层115c及发光层112B的侧面优选都垂直于或大致垂直于被形成面。例如,第一层115c的侧面与被形成面(在此,绝缘层131)所形成的角度 $\theta_{115c}$ 优选为60度以上且90度以下。发光层112B的侧面与被形成面(在此,第一层115c)所形成的角度 $\theta_{112B}$ 优选为60度以上且90度以下。此外,发光层112B的端部附近的厚度有时比该端部的内侧的厚度薄。

[0169] 如图6C所示,在发光器件110G中,第一层115b及发光层112G的侧面优选都垂直于或大致垂直于被形成面。例如,第一层115b的侧面与被形成面(在此,绝缘层131)所形成的角度 $\theta_{115b}$ 优选为60度以上且90度以下。发光层112G的侧面与被形成面(在此,第一层115b)所形成的角度 $\theta_{112G}$ 优选为60度以上且90度以下。此外,发光层112G的端部附近的厚度有时比该端部的内侧的厚度薄。发光器件110R也是同样的。

[0170] [结构例子3-3]

图7A示出与图4B所示的结构不同的结构。图7A所示的发光器件110R、发光器件110G及发光器件110B与图4B所示的结构的主要不同之处在于:包括第一层115代替第一层115a、第一层115b及第一层115c;以及包括第二层116代替第二层116a、第二层116b及第二层116c。

[0171] 具体而言,发光器件110R作为EL层依次层叠有第一层115、发光层112R及第二层116。发光器件110G作为EL层依次层叠有第一层115、发光层112G及第二层116。发光器件110B作为EL层依次层叠有第一层115、发光层112B及第二层116。

[0172] 第一层115在发光器件110R、发光器件110G及发光器件110B中为共同的层,可以称为第一公共层。同样地,第二层116可以称为第二公共层。第一层115可以使用可用于第一层115a、第一层115b及第一层115c的材料。第二层116可以使用可用于第二层116a、第二层116b及第二层116c的材料。

[0173] 图7B示出图7A中用点划线示出的区域R的放大图,图7C示出区域S的放大图。在图7B中,左侧示出发光器件110B,右侧示出受光器件150。在图7C中,左侧示出发光器件110G,右侧示出发光器件110B。

[0174] 如图7B所示,优选的是,受光器件150所包括的受光层177不包括与发光器件110B所包括的EL层175B共用的层,且不包括与EL层175B接触的区域。也就是说,受光器件所包括

的受光层优选与相邻于该受光器件的发光器件所包括的EL层分离。此外,两个受光器件相邻的情况也是同样的,一个受光器件所包括的受光层优选与另一个受光器件所包括的受光层分离。

[0175] 如图7B所示,第二层116的端部与第一层115的端部一致或大致一致。换言之,第二层116的顶面形状与第一层115一致或大致一致。例如,通过在形成将成为第一层115的第一膜及将成为第二层116的第二膜之后使用相同的掩模进行加工,可以形成第一层115及第二层116。

[0176] 第一层115及第二层116的侧面优选都垂直于或大致垂直于被形成面。例如,第一层115的侧面与被形成面(在此,绝缘层131)所形成的角度 $\theta_{115}$ 优选为60度以上且90度以下。第二层116的侧面与被形成面(在此,第一层115)所形成的角度 $\theta_{116}$ 优选为60度以上且90度以下。

[0177] 如图7C所示,发光器件110G所包括的发光层112G和发光器件110B所包括的EL层175B共用第一层115及第二层116。此外,在图7C中作为与发光器件110G相邻的发光器件示出发光器件110B,其他相邻的两个发光器件也是同样的。相邻的两个发光器件可以共用第一层115及第二层116。

[0178] [结构例子3-4]

图8A示出与图4B所示的结构不同的结构。图8A所示的发光器件110R、发光器件110G及发光器件110B与图4B所示的结构的主要不同之处在于在像素电极与EL层之间包括光学调整层。图8A所示的受光器件150与图4B所示的结构的主要不同之处在于像素电极与受光层之间包括光学调整层。具体而言,发光器件110R在电极111a与第一层115a之间包括光学调整层180a。发光器件110G在电极111b与第一层115b之间包括光学调整层180b。发光器件110B在电极111c与第一层115c之间包括光学调整层180c。受光器件150在电极111d与第三层155之间包括光学调整层180d。此外,在连接部140中,在连接电极111p与公共电极123之间包括导电层180p。导电层180p可以加工将成为光学调整层180a、光学调整层180b、光学调整层180c及光学调整层180d的导电膜而形成。连接部140通过导电层180p与连接电极111p及公共电极123电连接。

[0179] 光学调整层180a、光学调整层180b、光学调整层180c及光学调整层180d优选使用对可见光具有高透过性的导电材料。光学调整层180a、光学调整层180b、光学调整层180c及光学调整层180d更优选使用对可见光及红外光具有高透过性的导电材料。光学调整层180a、光学调整层180b、光学调整层180c及光学调整层180d例如可以使用氧化铟、铟锡氧化物、铟锌氧化物、氧化锌、含镓的氧化锌、含硅的铟锡氧化物、含硅的铟锌氧化物等导电氧化物。

[0180] 在此,作为电极111a、电极111b、电极111c及电极111d使用对可见光具有反射性的导电膜,作为公共电极123使用对可见光具有反射性及透过性的导电膜。由此,发光器件110R、发光器件110G、发光器件110B及受光器件150可以实现所谓微腔结构(微腔谐振器结构)。作为发光器件110R、发光器件110G及发光器件110B,使特定波长的光增强,可以得到色纯度高的发光器件。作为受光器件150,使想要检测出的特定波长的光增强,可以得到灵敏度高的受光器件。

[0181] 通过使光学调整层180a、光学调整层180b、光学调整层180c及光学调整层180d的

厚度不同,可以使各光路长度不同。作为各光学调整层,既可以使用厚度不同的导电膜,也可以采用单层结构或多层结构而使各结构不同。

[0182] [结构例子3-5]

图8B示出与图4B所示的结构不同的结构。图8B所示的显示装置与图4B所示的显示装置的主要不同之处在于相邻的两个发光器件之间及相邻的发光器件与受光器件之间包括树脂层184。此外,两个受光器件相邻的结构的情况也是同样的,也可以在相邻的两个发光器件之间设置树脂层184。

[0183] 图8C示出图8B中用点划线所示的区域T的放大图。在图8C中,左侧示出发光器件110B,右侧示出受光器件150。也可以在发光器件110B与树脂层184之间、受光器件150与树脂层184之间包括绝缘层182。绝缘层182沿着EL层175B的侧面、受光层177的侧面及绝缘层131的顶面设置。树脂层184具有填充位于发光器件110B与受光器件150之间的凹部且使其顶面平坦化的功能。通过设置树脂层184,可以提高形成在其上的公共电极123及保护层125的台阶覆盖性。由于绝缘层182以与EL层175B的侧面及受光层177的侧面接触的方式设置,所以可以具有这些层与树脂层184不接触的结构。在EL层175B及受光层177与树脂层184接触时,由于包含在树脂层184中的成分(例如,有机溶剂)EL层175B及受光层177会溶解。通过设置绝缘层182,可以保护EL层175B的侧面及受光层177的侧面。绝缘层182尤其优选覆盖活性层157的侧面。此外,也可以不设置绝缘层182。

[0184] 绝缘层182可以为包含无机材料的绝缘层。作为绝缘层182,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182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、氧化钆膜及氧化钽膜等。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、氧化钆膜、氧化硅膜等无机绝缘膜用于绝缘层182,可以形成针孔较少且保护EL层功能优异的绝缘层182。

[0185] 绝缘层182可以利用溅射法、CVD法、PLD法、ALD法等形成。绝缘层182优选利用覆盖性良好的ALD法形成。

[0186] 作为树脂层184,可以适合使用包含有机材料的绝缘层。例如,作为树脂层184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184,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。

[0187] 另外,作为树脂层184,也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。感光性树脂可以使用正型材料或负型材料。另外,也可以通过作为树脂层184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。另外,也可以通过在绝缘层182与树脂层184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。

[0188] 树脂层184的顶面越平坦越好,但有时成为平缓的曲面形状。树脂层184的顶面例

如也可以为具有凹部及凸部的波型形状、凸面、凹面或平面。

[0189] [结构例子3-6]

图9A示出与图7A所示的结构不同的结构。图9A所示的发光器件110R、发光器件110G及发光器件110B与图4B所示的结构的主要不同之处在于第一层115的侧面及第二层116的侧面的形状不同。

[0190] 图9B示出图9A中用点划线所示的区域V的放大图。区域S的放大图可以参照图7C。在图9B中,左侧示出发光器件110B,右侧示出受光器件150。在图7C中,左侧示出发光器件110G,右侧示出发光器件110B。

[0191] 第一层115的侧面具有锥形形状。第一层115的侧面与被形成面(在此,绝缘层131)所形成的角度 $\theta_{115}$ 优选小。具体而言,角度 $\theta_{115}$ 优选大于0度且小于90度,更优选大于0度且小于60度,更优选大于0度且小于50度,更优选大于0度且小于40度,更优选大于0度且小于30度。通过使角度 $\theta_{115}$ 变小,可以提高形成于绝缘层131及第一层115上的层(例如,第二层116)的台阶覆盖性,可以抑制在该层发生断开或空洞等不良。

[0192] 第二层116的侧面优选具有锥形形状。第二层116的侧面与被形成面(在此,第一层115)所形成的角度 $\theta_{116}$ 优选小。具体而言,角度 $\theta_{116}$ 优选大于0度且小于90度,更优选大于0度且小于60度,更优选大于0度且小于50度,更优选大于0度且小于40度,更优选大于0度且小于30度。通过使角度 $\theta_{116}$ 变小,可以提高形成于第一层115及第二层116上的层(例如,公共电极123)的台阶覆盖性,可以抑制在该层发生断开或空洞等不良。

[0193] 如图9B所示,第二层116的端部位于第一层115的端部的内侧。或者,第二层116的端部也可以与第一层115的端部一致或大致一致。

[0194] <制造方法例子1>

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4B所示的显示装置100的制造方法为例进行说明。图10A至图13D是显示装置100的制造方法的各工序中的截面示意图。图10A至图13D示出对应于图4A中的点划线A1-A2的截面及对应于点划线D1-D2的截面。

[0195] 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)法等形式形成。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。

[0196] 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。

[0197] 当对构成显示装置的薄膜进行加工时,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、剥离法对薄膜进行加工。

[0198] 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。

[0199] 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、X射线等。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。

[0200] 在薄膜的蚀刻中,可以利用干蚀刻法、湿蚀刻法、喷砂法等。

[0201] (电极111a至电极111d、连接电极111p的形成)

在衬底101上形成电极111a、电极111b、电极111c、电极111d及连接电极111p。首先,沉积导电膜,通过光刻法形成抗蚀剂掩模,通过蚀刻去除导电膜的不要部分。然后,去除抗蚀剂掩模,由此可以形成电极111a、电极111b、电极111c及连接电极111p。

[0202] 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,不但可以提高发光器件的光提取效率,还可以提高颜色再现性。

[0203] (绝缘层131的形成)

接着,覆盖电极111a、电极111b、电极111d、电极111c及连接电极111p的端部形成绝缘层131(图10A)。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的端部优选具有锥形形状,以提高后面的膜的台阶覆盖性。尤其在使用有机绝缘膜时优选使用感光材料,此时可以根据曝光及显影的条件容易控制端部的形状。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100为高清晰显示装置。

[0204] (功能膜155f、活性膜157f、功能膜156f的形成)

接着,在电极111a、电极111b、电极111c、电极111d及绝缘层131上依次沉积将在后面成为第三层155的功能膜155f、将在后面成为活性层157的活性膜157f及将在后面成为第四层156的功能膜156f。功能膜155f、活性膜157f及功能膜156f例如可以利用蒸镀法、溅射法或喷墨法等形式。注意,不局限于此,可以适当地利用上述沉积方法。此外,在本说明书等中,有时将功能膜155f、活性膜157f及功能膜156f统称为受光膜。

[0205] 功能膜155f、活性膜157f及功能膜156f优选以不设置在连接电极111p上的方式形成。例如,在利用蒸镀法或溅射法形成功能膜155f、活性膜157f及功能膜156f时,可以在连接电极111p上不沉积功能膜155f、活性膜157f及功能膜156f的方式使用遮蔽掩模而形成。

[0206] (牺牲膜128f、牺牲膜129f的形成)

接着,在功能膜156f上依次形成牺牲膜128f及牺牲膜129f(图10B)。牺牲膜128f以与连接电极111p的顶面接触的方式设置。

[0207] 牺牲膜128f可以使用对功能膜156f、活性膜157f及功能膜155f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128f可以适当地使用相对于后面说明的牺牲膜129f的蚀刻选择比大的膜。并且,牺牲膜128f尤其优选使用可通过给功能膜156f、活性膜157f及功能膜155f带来的损伤少的湿蚀刻法去除的膜。

[0208] 作为牺牲膜128f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。牺牲膜128f可以利用溅射法、蒸镀法、CVD法或ALD法等各种沉积方法形成。尤其是,由于ALD法对于被形成层的沉积损伤小,所以直接形成在功能膜156f上的牺牲膜

128f优选利用ALD法形成。

[0209] 作为牺牲膜128f,例如可以使用金、银、铂、镁、镍、钨、铬、钼、铁、钴、铜、钡、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。

[0210] 作为牺牲膜128f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,也记为ITO)、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。

[0211] 注意,也可以用于使用元素M(M为选自铝、硅、硼、钇、铜、钒、铍、钛、铁、镍、锗、锆、钼、镧、铈、钕、钐、钨和镁中的一种或多种)代替上述镓的情况。尤其是,元素M优选为选自镓、铝和钇中的一种或多种。

[0212] 作为牺牲膜128f可以使用氧化铝、氧化钪、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法等形式。

[0213] 作为牺牲膜128f,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156f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128f。当沉积牺牲膜128f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128f,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156f、活性膜157f及功能膜155f带来的热损伤,所以是优选的。

[0214] 作为可用于牺牲膜128f的形成的湿式沉积方法,例如有旋涂法、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、帘式涂布法及刮刀式涂布法。

[0215] 作为牺牲膜128f,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。

[0216] 牺牲膜129f是被用作后面对牺牲膜128f进行蚀刻时的硬掩模的膜。另外,在后面的牺牲膜129f的加工时,牺牲膜128f露出。因此,作为牺牲膜128f和牺牲膜129f,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128f的蚀刻条件以及牺牲膜129f的蚀刻条件而选择可用作牺牲膜129f的膜。

[0217] 例如,在作为牺牲膜129f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钽的合金等用于牺牲膜129f。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,有IGZO、ITO等金属氧化物膜,可以将上述膜用于牺牲膜128f。

[0218] 注意,不局限于此,牺牲膜129f可以根据牺牲膜128f的蚀刻条件以及牺牲膜129f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128f的膜中选择。

[0219] 例如,作为牺牲膜129f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、氧化钪及氧氮化钪等氧化物膜或氧氮化物膜。

[0220] 作为牺牲膜129f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、氮化镓、氮化钛、氮化钽、氮化钨、氮化镓、氮化锗等氮化物。或者,作为牺牲膜129f也可以使用钨、钼、铜、铝、钛及钽等金属或者包含该金属的合金。

[0221] 例如,优选的是,作为牺牲膜128f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129f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。

[0222] 牺牲膜129f例如可以使用可用于功能膜155f、活性膜157f或功能膜156f的材料。通过使用这种材料,可以共同使用沉积装置,因此是优选的。再者,在后面将牺牲层用作掩模对功能膜155f、活性膜157f及功能膜156f进行蚀刻时,也可以去除牺牲膜129f,因此可以使工序简化。

[0223] (牺牲层129、牺牲层128的形成)

接着,在与电极111d重叠的区域的牺牲膜129f上形成抗蚀剂掩模133(图10C)。

[0224] 抗蚀剂掩模133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。

[0225] 在此,当不形成牺牲膜129f而在牺牲膜128f上形成抗蚀剂掩模133时,在牺牲膜128f中有针孔等缺陷的情况下,有可能因抗蚀剂材料的溶剂而功能膜156f等溶解。通过使用牺牲膜129f,可以防止发生这种不良。

[0226] 当作为牺牲膜128f使用不容易产生针孔等缺陷的膜时,也可以不使用牺牲膜129f而在牺牲膜128f上直接形成抗蚀剂掩模133。

[0227] 接着,通过蚀刻去除不被抗蚀剂掩模133覆盖的区域的牺牲膜129f,形成牺牲层129。

[0228] 当对牺牲膜129f进行蚀刻时,优选采用选择比大的蚀刻条件以防止牺牲膜128f由于该蚀刻被去除。牺牲膜129f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129的面积缩小。

[0229] 接着,去除抗蚀剂掩模133(图10D)。

[0230] 抗蚀剂掩模133的去除可以利用湿蚀刻或干蚀刻进行。尤其是,优选通过使用氧气体作为蚀刻气体的干蚀刻(也被称为等离子体灰化)去除抗蚀剂掩模133。

[0231] 此时,在功能膜156f上设置有牺牲膜128f的状态下去除抗蚀剂掩模133,所以可以抑制给功能膜156f、活性膜157f及功能膜155f带来的损伤。尤其适合于等离子体灰化等使用氧气体的蚀刻的情况,这是因为在活性膜157f与氧气接触时,受光器件的特性有可能受到负面影响。

[0232] 接着,将牺牲层129用作掩模,通过蚀刻去除不被牺牲层129覆盖的区域的牺牲膜128f,在与电极111d重叠的区域形成牺牲层128的同时,形成与连接电极111p的顶面接触的牺牲层128p。

[0233] 牺牲膜128f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,由此可以抑制牺牲层128及牺牲层128p的面积缩小。

[0234] (第三层155、活性层157、第四层156的形成)

接着,在通过蚀刻去除牺牲层129的同时,通过蚀刻去除不被牺牲层128及牺牲层128p覆盖的区域的的功能膜156f、活性膜157f及功能膜155f,形成第四层156、活性层157及第

三层155(图10E)。

[0235] 通过在同一工序中对功能膜156f、活性膜157f及功能膜155f以及牺牲层129进行蚀刻,可以使工序简化,可以提高显示装置的生产率,由此可以降低制造成本。

[0236] 尤其是,在功能膜156f、活性膜157f及功能膜155f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156f、活性膜157f及功能膜155f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 $\text{CF}_4$ 、 $\text{C}_4\text{F}_8$ 、 $\text{SF}_6$ 、 $\text{CHF}_3$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{BCl}_3$ 、 $\text{H}_2$ 或He等贵金属。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。

[0237] 也可以分别进行功能膜156f、活性膜157f及功能膜155f的蚀刻及牺牲层129的蚀刻。例如,也可以对功能膜156f、活性膜157f及功能膜155f进行蚀刻之后对牺牲层129进行蚀刻。

[0238] (功能膜115f的形成)

接着,覆盖绝缘层131、电极111a、电极111b、电极111c、连接电极111p、第三层155、活性层157、第四层156及牺牲层128沉积功能膜115f(图11A)。功能膜115f后面成为第一层115a、第一层115b及第一层115c。功能膜115f优选不使用FMM进行沉积。

[0239] 功能膜115f的沉积可以使用可用于上述功能膜155f、活性膜157f及功能膜156f的沉积的方法。注意,不局限于此,可以适当地利用上述沉积方法。

[0240] (发光层112R、发光层112G、发光层112B的形成)

接着,在与电极111a重叠的区域的的功能膜115f上形成岛状发光层112R(图11B)。

[0241] 发光层112R优选利用使用FMM的真空蒸镀法形成。此外,也可以利用使用FMM的溅射法或喷墨法形成岛状发光层112R。

[0242] 图11B示出通过FMM151R形成发光层112R的情况。图11B示出利用在以发光层112R的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)方式形成发光层112R的情况。

[0243] 在使用FMM的真空蒸镀法中,在大于FMM的开口部的范围内蒸镀的情况较多。如图11B中用虚线所示,在大于FMM151R的开口部的范围内会沉积发光层112R。此外,发光层112R的端部具有锥形形状。

[0244] 接着,使用FMM151G在与电极111b重叠的区域的的功能膜115f上形成发光层112G(图11C)。发光层112G的端部具有锥形形状。

[0245] 接着,使用FMM151B在与电极111c重叠的区域的的功能膜115f上形成发光层112B(图11D)。发光层112B的端部具有锥形形状。

[0246] 优选在连接电极111p上不形成发光层112R、发光层112G及发光层112B。

[0247] 在此,按发光层112R、发光层112G、发光层112B的顺序形成,但形成顺序不局限于此。

[0248] (功能膜116f、牺牲膜118f、牺牲膜119f的形成)

接着,覆盖发光层112R、发光层112G、发光层112B及功能膜115f形成功能膜116f。功能膜116f后面成为第二层116a、第二层116b及第二层116c。功能膜116f的形成可以使用可用于上述功能膜155f、活性膜157f及功能膜156f的沉积的方法。注意,不局限于此,可以适当地利用上述沉积方法。

[0249] 接着,在功能膜116f上依次形成牺牲膜118f及牺牲膜119f(图12A)。

[0250] 牺牲膜118f可以适当地使用对功能膜116f及功能膜115f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118f可以适当地使用相对于后面说明的牺牲膜119f的蚀刻选择比大的膜。并且,牺牲膜118f可以使用可通过给功能膜156f及功能膜155f带来的损伤少的湿蚀刻法去除的膜。

[0251] 牺牲膜118f可以使用可用于牺牲膜128f的材料。此外,牺牲膜118f的形成可以使用可用于牺牲膜128f的形成的方法。注意,不局限于此,可以适当地利用上述沉积方法。

[0252] 牺牲膜118f优选使用与牺牲膜128f相同的材料。再者,牺牲膜118f的厚度优选与牺牲膜128f的厚度大致相同。

[0253] 牺牲膜119f是被用作后面对牺牲膜118f进行蚀刻时的硬掩模的膜。另外,在后面的牺牲膜119f的加工时,牺牲膜118f露出。因此,作为牺牲膜118f和牺牲膜119f,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118f的蚀刻条件以及牺牲膜119f的蚀刻条件而选择可用作牺牲膜119f的膜。

[0254] 牺牲膜119f可以使用可用于牺牲膜129f的材料。此外,牺牲膜118f的形成可以使用可用于牺牲膜128f的形成的方法。注意,不局限于此,可以适当地利用上述沉积方法。牺牲膜119f可以使用与牺牲膜129f相同或不同材料。此外,牺牲膜118f的厚度可以与牺牲膜128f的厚度大致相同或不同。

[0255] 牺牲膜119f的蚀刻可以参照牺牲膜129f的蚀刻的记载,因此省略其详细说明。

[0256] (牺牲层119a至119c、牺牲层118a至118c的形成)

接着,在与电极111a重叠的区域的牺牲膜119f上、与电极111b重叠的区域的牺牲膜119f上及与电极111d重叠的区域的牺牲膜119f上形成抗蚀剂掩模134a、抗蚀剂掩模134b及抗蚀剂掩模134c(图12B)。

[0257] 抗蚀剂掩模134a大于发光层112R。也就是说,抗蚀剂掩模134a的端部位于发光层112R的端部的外侧。同样地,抗蚀剂掩模134b大于发光层112G。也就是说,抗蚀剂掩模134b的端部位于发光层112G的端部的外侧。抗蚀剂掩模134c大于发光层112B。也就是说,抗蚀剂掩模134c的端部位于发光层112B的端部的外侧。

[0258] 关于抗蚀剂掩模134a、抗蚀剂掩模134b及抗蚀剂掩模134c可以参照抗蚀剂掩模133的记载,因此省略其详细说明。

[0259] 在此,当不形成牺牲膜119f而在牺牲膜118f上形成抗蚀剂掩模134a、抗蚀剂掩模134b及抗蚀剂掩模134c时,在牺牲膜118f中有针孔等缺陷的情况下,有可能因抗蚀剂材料的溶剂而功能膜116f等溶解。通过使用牺牲膜119f,可以防止发生这种不良。

[0260] 当作为牺牲膜118f使用不容易产生针孔等缺陷的膜时,也可以不使用牺牲膜119f而在牺牲膜118f上直接形成抗蚀剂掩模134a、抗蚀剂掩模134b及抗蚀剂掩模134c。

[0261] 接着,通过蚀刻去除不被抗蚀剂掩模134a、抗蚀剂掩模134b及抗蚀剂掩模134c覆盖的区域的牺牲膜119f,形成牺牲层119a、牺牲层119b及牺牲层119c。

[0262] 当对牺牲膜119f进行蚀刻时,优选采用选择比大的蚀刻条件以防止牺牲膜118f由于该蚀刻被去除。牺牲膜119f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119a、牺牲层119b及牺牲层119c的面积缩小。

[0263] 接着,去除抗蚀剂掩模134a、抗蚀剂掩模134b及抗蚀剂掩模134c(图12C)。

[0264] 抗蚀剂掩模134a、抗蚀剂掩模134b及抗蚀剂掩模134c的去除可以使用与抗蚀剂掩模133的去除相同的方法。

[0265] 此时,在功能膜116f上设置有牺牲膜118f的状态下去除抗蚀剂掩模134a、抗蚀剂掩模134b及抗蚀剂掩模134c,所以可以抑制给功能膜156f、发光层112R、发光层112G、发光层112B及功能膜155f带来的损伤。尤其适合于等离子体灰化等使用氧气体的蚀刻的情况,这是因为在发光层112R、发光层112G及发光层112B与氧气接触时,发光器件的特性有可能受到负面影响。

[0266] 接着,将牺牲层119a、牺牲层119b及牺牲层119c用作掩模,通过蚀刻去除不被牺牲层119a、牺牲层119b及牺牲层119c覆盖的区域的牺牲膜118f,形成牺牲层118a、牺牲层118b及牺牲层118c。

[0267] 牺牲膜118f的蚀刻可以参照牺牲膜128f的蚀刻的记载,因此省略其详细说明。

[0268] (第一层115a至115c、第二层116a至116c的形成)

接着,在通过蚀刻去除牺牲层119a、牺牲层119b及牺牲层119c的同时,通过蚀刻去除不被牺牲层118a、牺牲层118b及牺牲层118c覆盖的区域的的功能膜116f及功能膜115f,形成第二层116a、第二层116b、第二层116c、第一层115a、第一层115b及第一层115c(图12D)。

[0269] 通过在同一工序中对功能膜116f及功能膜115f以及牺牲层119a、牺牲层119b及牺牲层119c进行蚀刻,可以使工序简化,可以提供显示装置的生产率,由此可以降低制造成本。

[0270] 尤其是,在功能膜116f及功能膜115f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156f及功能膜155f的变质,可以实现一种可靠性高的显示装置。

[0271] 此外,可以分别进行功能膜116f及功能膜115f的蚀刻及牺牲层119a、牺牲层119b及牺牲层119c的蚀刻。例如,也可以在对功能膜116f及功能膜115f进行蚀刻之后对牺牲层119a、牺牲层119b及牺牲层119c进行蚀刻。

[0272] (牺牲层118a至118c、牺牲层128、牺牲层128p的去除)

接着,去除牺牲层118a、牺牲层118b、牺牲层118c、牺牲层128及牺牲层128p,使第二层116a的顶面、第二层116b的顶面、第二层116c的顶面、第四层156的顶面及连接电极111p的顶面露出(图13A)。

[0273] 牺牲层118a、牺牲层118b、牺牲层118c、牺牲层128及牺牲层128p可以利用湿蚀刻或干蚀刻去除。此时,优选利用尽可能不给发光层112、活性层157、第一层115、第二层116、第三层155、第四层156及连接电极111p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。

[0274] 或者,优选用水或醇等溶剂将牺牲层118a、牺牲层118b、牺牲层118c、牺牲层128及牺牲层128p溶解并去除。在此,作为有可能溶解牺牲层118a、牺牲层118b、牺牲层118c、牺牲层128及牺牲层128p的醇,可以使用乙醇、甲醇、异丙醇(IPA)或甘油等各种醇。

[0275] 为了同时去除牺牲层118a至118c以及牺牲层128及牺牲层128p,去除这些层时所需的蚀刻时间优选大致相同。例如,牺牲层118a至118c以及牺牲层128及牺牲层128p优选使用相同材料。再者,牺牲层118a至118c以及牺牲层128及牺牲层128p的厚度优选大致相同。

[0276] 为了在去除牺牲层118a、牺牲层118b、牺牲层118c、牺牲层128及牺牲层128p之后去除包含在发光层112、活性层157、第一层115、第二层116、第三层155、第四层156及连接电极111p的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。

[0277] (公共电极123的形成)

接着,覆盖第二层116a、第二层116b、第二层116c、第四层156及连接电极111p形成公共电极123(图13B)。公共电极123在连接部140与连接电极111p电连接。

[0278] 公共电极123可以利用蒸镀法或溅射法形成。或者,公共电极123也可以层叠利用蒸镀法形成的膜及利用溅射法形成的膜。公共电极123优选使用遮蔽掩模形成。遮蔽掩模优选以在显示装置100的端部公共电极123不露出的方式,即以公共电极123的端部位于显示装置100的端部的内侧的方式设置。

[0279] 此外,也可以在沉积公共电极123时不使用遮蔽掩模。如图13C所示,形成将成为公共电极123的导电层123f。接着,如图13D所示,在导电层123f上形成抗蚀剂掩模135,加工导电层123f,由此可以形成公共电极123。此时,优选以在显示装置的端部公共电极123不露出的方式,即以公共电极123的端部位于显示装置的端部的内侧的方式加工。

[0280] (保护层125的形成)

接着,在公共电极123上形成保护层125。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。

[0281] 通过上述工序,可以制造图4B所示的显示装置。

[0282] 在本发明的一个方式的显示装置中,发光器件的发光层可以使用FMM形成而受光器件的活性层可以不使用FMM形成。通过采用这种结构,可以提供一种具有高精度的光检测功能的显示装置。

[0283] <制造方法例子2>

以下说明图6A所示的显示装置的制造方法。图14A至图14C是显示装置的制造方法的各工序中的截面示意图。注意,关于与上述制造方法例子1重复的部分省略说明,对不同的部分进行说明。

[0284] 首先,与制造方法例子1同样地形成至牺牲膜119f(图12A)。

[0285] (牺牲层119a至119c、牺牲层118a至118c的形成)

接着,在与电极111a重叠的区域的牺牲膜119f上、与电极111b重叠的区域的牺牲膜119f上及与电极111d重叠的区域的牺牲膜119f上形成抗蚀剂掩模134a、抗蚀剂掩模134b及抗蚀剂掩模134c(图14A)。

[0286] 抗蚀剂掩模134a小于发光层112R。也就是说,抗蚀剂掩模134a的端部位于发光层112R的端部的内侧。同样地,抗蚀剂掩模134b小于发光层112G。也就是说,抗蚀剂掩模134b的端部位于发光层112G的端部的内侧。抗蚀剂掩模134c小于发光层112B。也就是说,抗蚀剂掩模134c的端部位于发光层112B的端部的内侧。

[0287] 接着,通过蚀刻去除不被抗蚀剂掩模134a、抗蚀剂掩模134b及抗蚀剂掩模134c覆

盖的区域的牺牲膜119f,形成牺牲层119a、牺牲层119b及牺牲层119c。

[0288] 接着,去除抗蚀剂掩模134a、抗蚀剂掩模134b及抗蚀剂掩模134c(图14B)。

[0289] 接着,将牺牲层119a、牺牲层119b及牺牲层119c用作掩模,通过蚀刻去除不被牺牲层119a、牺牲层119b及牺牲层119c覆盖的区域的牺牲膜118f,形成牺牲层118a、牺牲层118b及牺牲层118c。

[0290] (第一层115a至115c、第二层116a至116c的形成)

接着,在通过蚀刻去除牺牲层119a、牺牲层119b及牺牲层119c的同时,通过蚀刻去除不被牺牲层118a、牺牲层118b及牺牲层118c覆盖的区域的的功能膜116f及功能膜115f,形成第二层116a、第二层116b、第二层116c、第一层115a、第一层115b及第一层115c(图14C)。此时,不被牺牲层118a、牺牲层118b及牺牲层118c覆盖的区域的发光层112R、发光层112G、发光层112B也被蚀刻,发光层112R、发光层112G、发光层112B的一部分露出。

[0291] 尤其是,发光层112R、发光层112G、发光层112B、功能膜116f及功能膜115f的蚀刻优选利用使用不包含氧作为主要成分的蚀刻气体的干蚀刻。由此,可以抑制发光层112R、发光层112G、发光层112B、功能膜116f及功能膜115f的变质,因此可以实现一种可靠性高的显示装置。

[0292] 牺牲层118a、牺牲层118b、牺牲层118c、牺牲层128及牺牲层128p的去除之后的工序可以参照上述制造方法例子1,因此省略其详细说明。

[0293] 通过上述工序,可以制造图6A所示的显示装置。

[0294] <制造方法例子3>

以下说明图7A所示的显示装置的制造方法。图15A至图15D是显示装置的制造方法的各工序中的截面示意图。注意,关于与上述重复的部分省略说明,对不同的部分进行说明。

[0295] 首先,与制造方法例子1同样地形成至牺牲膜119f(图12A)。

[0296] (牺牲层119、牺牲层118的形成)

接着,在与电极111a、电极111b及电极111c重叠的区域的牺牲膜119f上形成抗蚀剂掩模134(图15A)。

[0297] 接着,通过蚀刻去除不被抗蚀剂掩模134覆盖的区域的牺牲膜119f,形成牺牲层119。

[0298] 接着,去除抗蚀剂掩模134(图15B)。

[0299] 接着,将牺牲层119用作掩模,通过蚀刻去除不被牺牲层119覆盖的区域的牺牲膜118f,形成牺牲层118。

[0300] (第一层115、第二层116的形成)

接着,在通过蚀刻去除牺牲层119的同时,通过蚀刻去除不被牺牲层118覆盖的区域的的功能膜116f及功能膜115f,形成第二层116及第一层115(图15C)。

[0301] (牺牲层118、牺牲层128、牺牲层128p的去除)

接着,去除牺牲层118、牺牲层128及牺牲层128p(图15D)。关于牺牲层118、牺牲层128及牺牲层128p的去除,可以参照上述记载,因此省略其详细说明。

[0302] 公共电极123的形成之后的工序可以参照上述制造方法例子1,因此省略其详细说明。

[0303] 通过上述工序,可以制造图7A所示的显示装置。

[0304] <制造方法例子4>

以下说明图8B所示的显示装置的制造方法。图16A至图16D是显示装置的制造方法的各工序中的截面示意图。注意,关于与上述重复的部分省略说明,对不同的部分进行说明。

[0305] 首先,与制造方法例子1同样地形成至第二层116a、第二层116b、第二层116c、第一层115a、第一层115b及第一层115c(图12D)。

[0306] (绝缘膜182f的形成)

接着,覆盖牺牲层118a、牺牲层118b、牺牲层118c、牺牲层128、牺牲层128p及绝缘层131沉积绝缘膜182f(图16A)。

[0307] 绝缘膜182f被用作防止杂质扩散到EL层及受光层的阻挡层。作为杂质例如有水。绝缘膜182f在利用台阶覆盖性优异的ALD法形成时可以适当地覆盖EL层的侧面及受光层的侧面,因此是优选的。

[0308] 绝缘膜182f优选使用与牺牲层118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182f及牺牲层118。

[0309] 注意,可用于绝缘膜182f的材料不局限于此,可以适当地使用可用于上述牺牲层119的材料。

[0310] (树脂层184的形成)

接着,在相邻的两个发光器件之间以及相邻的发光器件与受光器件之间形成树脂层184(图16B)。图16B示出以使树脂层184的宽度比器件间的宽度大的方式形成时的例子。

[0311] 作为树脂层184优选使用感光树脂。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184。然后,也可以通过灰化等对树脂层184的顶部进行蚀刻,以调整树脂层184的顶面高度。

[0312] 在作为树脂层184使用非感光树脂时,在沉积树脂膜后,为了其厚度成为最适当的厚度,利用灰化直到使牺牲层118及牺牲层128的表面露出为止去除树脂膜的上部,由此可以形成树脂层184。

[0313] (绝缘膜182f、牺牲层的蚀刻)

接着,通过蚀刻去除不被树脂层184覆盖的区域的绝缘膜182f、牺牲层118a、牺牲层118b、牺牲层118c、牺牲层128及牺牲层128p,使第二层116的顶面、第四层156的顶面及连接电极111p的顶面露出。此外,在被树脂层184覆盖的区域形成绝缘层182(图16C)。此时,有时树脂层184的上部被去除而树脂层184的顶面的高度变低。

[0314] 优选在同一工序中进行绝缘膜182f以及牺牲层118a、牺牲层118b、牺牲层118c、牺牲层128及牺牲层128p的蚀刻。尤其是,牺牲层118a、牺牲层118b、牺牲层118c、牺牲层128及牺牲层128p的蚀刻可以适当地使用对于第二层116a、第二层116b、第二层116c及第四层156的蚀刻损伤小的湿蚀刻。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、乙酸、硝酸或它们的混合液体的湿蚀刻。

[0315] 或者,优选将绝缘膜182f和牺牲层118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182f及牺牲层118的醇,可以利用乙醇、甲醇、异丙醇(IPA)或

甘油等各种醇。

[0316] 为了在去除牺牲层118a、牺牲层118b、牺牲层118c、牺牲层128及牺牲层128p之后去除包含在发光层112、活性层157、第一层115、第二层116、第三层155、第四层156及连接电极111p的内部的水及吸附于表面的水,优选进行干燥处理。

[0317] (公共电极123的形成)

接着,覆盖绝缘层182、树脂层184、第二层116、第四层156及连接电极111p形成公共电极123(图16D)。

[0318] (保护层125的形成)

接着,在公共电极123上形成保护层125。

[0319] 通过上述工序,可以制造图8B所示的显示装置。

[0320] <制造方法例子5>

以下说明图9A所示的显示装置的制造方法。图17A至图19B是显示装置的制造方法的各工序中的截面示意图。注意,关于与上述重复的部分省略说明,对不同的部分进行说明。

[0321] 首先,与制造方法例子1同样地形成至绝缘层131(图10A)。

[0322] (功能膜155f、活性膜157f、功能膜156f的形成)

接着,在电极111a、电极111b、电极111c、电极111d及绝缘层131上依次沉积将在后面成为第三层155的功能膜155f、将在后面成为活性层157的活性膜157f及将在后面成为第四层156的功能膜156f。关于功能膜155f、活性膜157f及功能膜156f的形成,可以参照上述记载,因此省略其详细说明。

[0323] (牺牲膜128f、牺牲膜129f的形成)

接着,在功能膜156f上依次形成牺牲膜128f及牺牲膜129f(图17A)。

[0324] 牺牲膜128f的厚度优选为10nm以上且3 $\mu\text{m}$ 以下,更优选为10nm以上且2 $\mu\text{m}$ 以下,更优选为10nm以上且1 $\mu\text{m}$ 以下,更优选为20nm以上且1 $\mu\text{m}$ 以下,更优选为20nm以上且500nm以下,更优选为30nm以上且500nm以下,更优选为30nm以上且400nm以下,更优选为40nm以上且400nm以下,更优选为40nm以上且300nm以下,更优选为50nm以上且300nm以下,更优选为50nm以上且200nm以下,更优选为50nm以上且100nm以下。再者,牺牲膜128f的厚度优选比第一层115的厚度厚。

[0325] 关于牺牲膜129f,可以参照上述记载,因此省略其详细说明。

[0326] (牺牲层129、牺牲层128的形成)

接着,在与电极111d重叠的区域的牺牲膜129f上及与连接部140重叠的区域的牺牲膜129f上形成抗蚀剂掩模133及抗蚀剂掩模133p(图17B)。

[0327] 接着,通过蚀刻去除不被抗蚀剂掩模133及抗蚀剂掩模133p覆盖的区域的牺牲膜129f,由此形成牺牲层129及牺牲层129p。

[0328] 接着,去除抗蚀剂掩模133(图17C)。

[0329] 接着,将牺牲层129及牺牲层129p用作掩模,通过蚀刻去除不被牺牲层129及牺牲层129p覆盖的区域的牺牲膜128f,在与电极111d重叠的区域形成牺牲层128的同时,形成与连接电极111p的顶面接触的牺牲层128p。

[0330] (第三层155、活性层157、第四层156的形成)

接着,通过蚀刻去除牺牲层129及牺牲层129p的同时,通过蚀刻去除不被牺牲层128及牺牲层128p覆盖的区域的的功能膜156f、活性膜157f及功能膜155f,由此形成第四层156、活性层157及第三层155(图17D)。

[0331] 通过在同一工序中对功能膜156f、活性膜157f及功能膜155f、牺牲层129及牺牲层129p进行蚀刻,可以使工序简化,显示装置的生产率得到提高,由此可以降低制造成本。

[0332] 尤其是,关于功能膜156f、活性膜157f及功能膜155f的蚀刻,可以参照上述记载,因此省略其详细说明。

[0333] (第一层115的形成)

接着,覆盖绝缘层131、电极111a、电极111b、电极111c、连接电极111p、第三层155、活性层157、第四层156、牺牲层128及牺牲层128p沉积将成为第一层115的功能膜。

[0334] 在此,在设置牺牲层128或牺牲层128p的区域与不设置牺牲层128及牺牲层128p的区域之间形成不沉积该功能膜的区域。也就是说,该功能膜在设置牺牲层128或牺牲层128p的区域及不设置牺牲层128或牺牲层128p的区域分开设置。在图18A中作为分开设置的该功能膜示出在牺牲层128上沉积的第一层115d、在牺牲层128p上沉积的第一层115p以及在不设置牺牲层128及牺牲层128p的区域沉积的第一层115p。此外,第一层115与电极111a、电极111b及电极111c的顶面接触。

[0335] 将成为牺牲层128或牺牲层128p的牺牲膜128f的厚度优选在上述范围内。在牺牲膜128f的厚度薄时,有时不能分开设置将成为第一层115的功能膜。此外,在牺牲膜128f的厚度厚时,有时牺牲膜128f的加工很困难。通过牺牲膜128f的厚度在上述范围内,可以分开设置将成为第一层115的功能膜且可以容易加工牺牲膜128f。

[0336] (发光层112R、发光层112G、发光层112B的形成)

接着,使用FMM151R在与电极111a重叠的区域的的第一层115上形成岛状发光层112R(图18B)。

[0337] 接着,使用FMM151G在与电极111b重叠的区域的的第一层115上形成发光层112G。

[0338] 接着,使用FMM151B在与电极111c重叠的区域的的第一层115上形成发光层112B(图18C)。

[0339] 关于发光层112R、发光层112G及发光层112B的形成,可以参照上述记载,因此省略其详细说明。

[0340] 注意,对发光层112R、发光层112G及发光层112B的形成顺序没有特别的限制。

[0341] (第二层116的形成)

接着,覆盖发光层112R、发光层112G、发光层112B、第一层115、第一层115d及第一层115p形成将成为第二层116的功能膜。

[0342] 在此,在设置牺牲层128或牺牲层128p的区域与不设置牺牲层128及牺牲层128p的区域之间形成不沉积该功能膜的区域。也就是说,该功能膜在设置牺牲层128或牺牲层128p的区域与不设置牺牲层128或牺牲层128p的区域分开(也称为断开)设置。在图18D中作为分开设置的该功能膜示出在牺牲层128上沉积的第二层116d、在牺牲层128p上沉积的第二层116p及在不设置牺牲层128及牺牲层128p的区域沉积的第二层116。此外,第二层116d与第一层115d接触。第二层116p与第一层115p接触。第二层116与第一层115接触。此时,第二层116的端部也可以位于第一层115的端部的内侧。

[0343] 将成为牺牲层128或牺牲层128p的牺牲膜128f的厚度优选在上述范围内。在牺牲膜128f的厚度薄时,有时不能分开设置将成为第二层116的功能膜。通过牺牲膜128f的厚度在上述范围内,可以分开设置将成为第二层116的功能膜。

[0344] (牺牲层128、牺牲层128p的去除)

接着,去除牺牲层128及牺牲层128p。此时,牺牲层128上的第一层115d及第二层116d及牺牲层128p上的第一层115p及第二层116p也被去除,使第二层116a的顶面、第二层116b的顶面、第二层116c的顶面、第四层156的顶面及连接电极111p的顶面露出(图19A)。

[0345] 牺牲层128及牺牲层128p的去除优选使用尽量不对第一层115、第二层116、第三层155、活性层157、第四层156及连接电极111p带来损伤的方法。牺牲层128及牺牲层128p的去除可以适当地使用湿蚀刻。通过使牺牲层128溶解,牺牲层128上的第一层115d及第二层116d都被去除(也称为剥离)。同样地,通过使牺牲层128p溶解,牺牲层128p上的第一层115p及第二层116p都被去除(剥离)。通过使用剥离,可以去除第一层115d、第二层116d、第一层115p及第二层116p而不对第一层115及第二层116带来损伤。

[0346] 为了在去除牺牲层128及牺牲层128p之后去除包含在光层112、活性层157、第一层115、第二层116、第三层155、第四层156及连接电极111p的内部的水及附着在表面的水,优选进行干燥处理。

[0347] (公共电极123的形成)

接着,覆盖第二层116、第四层156及连接电极111p形成公共电极123(图19B)。公共电极123在连接部140与连接电极111p电连接。

[0348] (保护层125的形成)

接着,在公共电极123上形成保护层125。

[0349] 通过上述工序,可以制造图9A所示的显示装置。

[0350] 以上是显示装置的制造方法的一个例子的说明。

[0351] 如上所述,在本发明的一个方式的显示装置的制造方法中,可以在同一衬底上分别形成发光器件及受光器件。再者,发光器件及受光器件除了公共电极以外可以不包括共同的构成要素。由此,可以提高受光器件的SN比,因此可以实现具有高精度的受光器件的显示装置。此外,可以实现功耗低的显示装置。

[0352] <像素布局>

以下说明像素布局。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。

[0353] 作为子像素的顶面形状,例如可以举出三角形、四角形(包括长方形、正方形)、五角形等多角形、这些多角形的角部呈圆形的形状、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或受光器件的受光区域的顶面形状。

[0354] 在图4A所示的显示装置100A中,一个像素103以二行三列构成。像素103在上行(第一行)包括三个子像素(子像素120R、120G、120B),在下行(第二行)包括一个子像素(子像素130)。换言之,像素103在左列(第一列)包括子像素120R,在中央列(第二列)包括子像素120G,在右列(第三列)包括子像素120B,在第一列至第三列包括子像素130。

[0355] 在本实施方式等中,为了便于说明像素布局,附图的横方向(X方向)为行方向且纵

方向(Y方向)为列方向,但不局限于此,可以调换行方向及列方向。因此,在本说明书等中,有时将行方向和列方向中的一方记为第一方向且将行方向和列方向中的另一方记为第二方向。第二方向与第一方向正交。此外,在显示部的顶面形状为矩形时,第一方向及第二方向也可以都不平行于显示部的轮廓的直线部分。此外,显示部的顶面形状不局限于矩形,也可以为多角形或具有曲线的形状(圆、椭圆等),第一方向及第二方向可以为对于显示部的任意方向。

[0356] 在本实施方式等中,为了便于说明像素布局,从附图的左侧示出子像素的顺序,但不局限于此,可以调换成从右侧开始的顺序。同样地,从附图的上侧示出子像素的顺序,但不局限于此,可以调换成从下侧开始的顺序。

[0357] 图20A及图20B示出与图4A不同的像素排列。

[0358] 在图20A所示的显示装置100B中,像素103采用条纹排列。像素103在行方向上包括子像素120R、子像素120G、子像素120B及子像素130。

[0359] 在图20B所示的显示装置100C中,像素103采用矩阵排列。像素103以二行二列构成,在上行(第一行)包括两个子像素(子像素120R、120G),在下行(第二行)包括两个子像素(子像素120B、130)。换言之,像素103在左列(第一列)包括两个子像素(子像素120R、130),在右列(第二列)包括两个子像素(子像素120G、120B)。

[0360] 注意,对各子像素的位置没有特别的限制。例如,也可以调换子像素120R及子像素130的位置。

[0361] 各子像素所包括的发光器件的发光区域的面积可以彼此相同或不同。例如,发光区域的面积可以根据发光器件的寿命决定。寿命短的发光器件的发光区域的面积优选比其他发光器件的发光区域的面积大。通过使发光区域的面积变大,施加到发光器件的电流密度变低,因此可以延长该发光器件的寿命。也就是说,可以实现可靠性高的显示装置。

[0362] 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。

[0363] 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。

[0364] (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。

[0365] <结构例子1>

图21是示出显示装置200的结构例子的立体图。显示装置200具有贴合衬底151与衬底152的结构。在图21中,以虚线表示衬底152。

[0366] 显示装置200包括显示部162、电路164及布线165等。图21示出在显示装置200中安装有IC(集成电路)173、FPC172的例子。因此,也可以将图21所示的结构称为包括显示装置、IC及FPC的显示模块。

[0367] 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100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。

[0368] 虽然图21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。

[0369] 图22是示出图21所示的显示装置200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22所示的显示装置200记载为显示装置200A。

[0370] 显示装置200A在衬底151和衬底152之间包括晶体管201、晶体管141、晶体管142、发光器件110及受光器件150等。

[0371] 衬底152及绝缘层214通过粘合层242粘合。作为对发光器件110及受光器件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也可以与发光器件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。

[0372] 发光器件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具有控制发光器件110的驱动的功能。受光器件150所包括的电极111PS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。

[0373] 发光器件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入射到受光器件150。衬底152优选使用对可见光及红外光的透过性高的材料。

[0374] 衬底152的衬底151一侧的表面设置有遮光层148。遮光层148在与受光器件150重叠的位置及与发光器件110重叠的位置具有开口。此外,与受光器件150重叠的位置设置有遮蔽紫外光的滤光片149。注意,也可以不设置滤光片149。

[0375] 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。

[0376] 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。

[0377] 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。

[0378] 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,也可以使用氧化钪膜、氧化钇膜、氧化锆膜、氧化镓膜、氧化钽膜、氧化镁膜、氧化镧膜、氧化铈膜或氧化钼膜。此外,也可以层叠上述绝缘膜中的两个以上。

[0379] 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。

[0380] 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200A的端部附近包括开口。由此,可以抑制从显示装置200A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200A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200A的端部。

[0381] 在图22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200A的可靠性。

[0382] 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。

[0383] 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、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。

[0384] 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。

[0385] 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。

[0386] 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、结晶硅(低温多晶硅、单晶硅等)等。

[0387] 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、铋、锡等。另外,也可以包含选自硼、硅、钛、铁、镍、锗、锆、钼、镧、铈、钕、钐、钆、铪、钨、镁及钴等中的一种或多种。

[0388] 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。

[0389] 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。

[0390] 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、冲击吸收层等。

[0391] 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。

[0392] 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。

[0393] 作为连接层244,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。

[0394] 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。

[0395] 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、钇及钛等金属材料、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)。

[0396] 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、氮化硅、氮氧化硅、氮化硅或氧化铝等。

[0397] <结构例子2>

图23是示出显示装置200B的结构例子的截面图,也是显示装置200A的变形例子。显示装置200B的与显示装置200A不同之处在于:包括衬底153、粘合层159及绝缘层212代替衬底151;以及包括衬底154、粘合层160及绝缘层158代替衬底152。

[0398] 在显示装置200B中,衬底153和绝缘层212由粘合层159贴合。衬底154和绝缘层158由粘合层160贴合。

[0399] 当制造图23所示的显示装置200B时,首先,由粘合层242贴合设置有绝缘层212、各晶体管、发光器件110及受光器件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149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159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160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200B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200B。

[0400] 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。

[0401] <结构例子3>

图24是示出显示装置200C的结构例子的截面图。显示装置200C包括衬底301、发光器件110、受光器件150、电容器240及晶体管310。衬底301相当于图21等中的衬底151。

[0402] 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。

[0403] 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。

[0404] 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。

[0405] 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。

[0406] 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的源极或漏极电连接。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。

[0407] 以覆盖电容器240的方式设置有绝缘层255,绝缘层255上设置有发光器件110及受光器件150等。发光器件110及受光器件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相当于图21等中的衬底152。

[0408] 发光器件110的电极111及受光器件150的电极111PS通过嵌入绝缘层255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的源极或漏极电连接。

[0409] <结构例子4>

图25是示出显示装置200D的结构例子的截面图。显示装置200D的与显示装置200C主要不同之处在于:晶体管结构。注意,有时省略与显示装置200C同样的部分的说明。

[0410] 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(也称为OS晶体管)。

[0411] 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。

[0412] 衬底331相当于图21等中的衬底151。作为衬底331,可以使用绝缘性衬底或半导体衬底。

[0413] 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、氧化钪膜、氮化硅膜等与氧化硅膜相比不容易扩散氢或氧的膜。

[0414] 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。

[0415] 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。关于可以用于半导体层321的材料将在后面详细描述。

[0416] 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。

[0417] 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。

[0418] 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。

[0419] 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。

[0420] 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。

[0421] 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。

[0422] 显示装置200D中的绝缘层254至衬底420的结构与显示装置200C同样。

[0423] <结构例子5>

图26是示出显示装置200E的结构例子的截面图。在显示装置200E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200C或显示装置200D同样的部分的说明。

[0424] 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。

[0425] 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。

[0426] 借助于这种结构,在发光器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。

[0427] 此外,显示装置200C、显示装置200D及显示装置200E与显示装置200B同样可以具有柔性。

[0428] 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。

[0429] 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。

[0430] (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器件进行说明。

[0431] <<发光器件的结构例子>>

如图27A所示,发光器件在一对电极(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)。

[0432] 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27A的结构称为单结构。

[0433] 图27B示出图27A所示的发光器件所包括的EL层686的变形例子。具体而言,图27B所示的发光器件包括电极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。

[0434] 此外,如图27C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。

[0435] 如图27D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27D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器件。

[0436] 注意,在图27C及图27D中,如图27B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。

[0437] 有时将按每个发光器件分别形成发光颜色(在此,蓝色(B)、绿色(G)及红色(R))的结构称为SBS(Side By Side)结构。

[0438] 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。

[0439] 发光器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、蓝色、品红色、黄色或白色等。此外,当发光器件具有微腔结构时,可以进一步提高颜色纯度。

[0440] 白色发光器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,可以得到在发光器件整体上以白色发光的发光器件。在使用三种以上的发光物质时,通过组合各发光颜色,作为发光器件整体发射白色光即可。此外,具有三个以上的发光层的发光器件也是同样的。

[0441] 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。或者,优选包含每个发光包含R、G、B中的两种以上的光谱成分的两种以上的发光物质。

[0442] 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。

[0443] 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。

[0444] (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受发光器件的结构。可以对上述显示装置追加受发光器件。或者,可以将受光器件调换为受发光器件。本发明的一个方式的显示装置例如可以包括发光器件、受光器件及受发光器件。或者,本发明的一个方式的显示装置可以包括发光器件及受发光器件。

[0445] 受发光器件具有发光功能及受光功能。在此,以发射红色光且具有受光功能的受发光器件为例进行说明。注意,受发光器件的制造方法可以参照上述受光器件的制造方法,因此省略其详细说明。或者,受发光器件的制造方法可以参照上述发光器件的制造方法,因此省略其详细说明。

[0446] 本发明的一个方式的显示装置可以采用如下中的任意结构:向与形成有发光器件的衬底相反的方向发射光的顶部发射结构;向形成有发光器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。

[0447] 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。

[0448] 图28A所示的受发光器件依次层叠有电极377、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及电极378。

[0449] 发光层383R包含发射红色光的发光材料。活性层373包含吸收可见光的有机化合物。或者,活性层373也可以包含吸收可见光及红外光的有机化合物。或者,活性层373也可以包含吸收可见光的有机化合物及吸收红外光的有机化合物。另外,活性层373所包含的有机化合物优选至少不容易吸收发光层383R所发射的光。由此,从受发光器件高效率地提取红色光,并且可以以高精度检测出比红色短波长的光(例如,绿色光及蓝色光)和比红色长波长的光(例如,红外光)中的一个或多个。

[0450] 图28A示意性地示出受发光器件被用作发光器件的情况。图28A以箭头示出从受发光器件发射的红色(R)光。

[0451] 图28B示意性地示出受发光器件被用作受光器件的情况。图28B以箭头示出入射到受发光器件的蓝色光(G)及绿色光(B)。

[0452] 受发光器件通过对电极377与电极378之间施加电压可以检测出入射到受发光器件的光且产生电荷,可以取出该电荷作为电流。

[0453] 可以说受发光器件是对发光器件追加活性层373的结构。换言之,只要对发光器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器件的同时形成受发光器件。另外,可以将发光器件及受发光器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。

[0454] 对发光层383R及活性层373的层叠顺序没有限制。图28A及图28B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。例如,发光层383R和活性

层373的层叠顺序也可以相互调换。

[0455] 另外,受发光器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,受发光器件也可以包括空穴阻挡层、电子阻挡层等其他功能层。

[0456] 在受发光器件中,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。

[0457] 构成受发光器件的各层的功能及材料与构成发光器件及受光器件的各层的功能及材料相同,所以省略详细说明。

[0458] 图28C至图28G示出受发光器件的叠层结构的例子。

[0459] 图28C所示的受发光器件包括电极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及电极378。

[0460] 图28C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。

[0461] 如图28A至图28C所示,活性层373与发光层383R也可以接触。

[0462] 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28D示出作为缓冲层使用空穴传输层382的例子。

[0463] 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器件获取高发光效率。

[0464] 图28E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。

[0465] 图28F所示的受发光器件的与图28A所示的受发光器件不同之处在于不包括空穴传输层382。如此,受发光器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,受发光器件也可以包括空穴阻挡层、电子阻挡层等其他功能层。

[0466] 图28G所示的受发光器件的与图28A所示的受发光器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。

[0467] 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。

[0468] 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。

[0469] 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。

[0470] 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。

[0471] (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。

[0472] 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、锆、锆、钼、镧、铈、钕、钆、钽、钨、镁和钴等中的一种或多种。

[0473] 金属氧化物可以通过溅射法、有机金属化学气相沉积(MOCVD: Metal Organic Chemical Vapor Deposition)法等化学气相沉积(CVD: Chemical Vapor Deposition)法、原子层沉积(ALD: Atomic Layer Deposition)法等形成。

[0474] <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(poly crystal)等。

[0475] 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。

[0476] 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谱的峰的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谱峰形状左右对称,否则不能说膜或衬底处于非晶状态。

[0477] 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,以室温形成的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。

[0478] <<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。

[0479] 在此,对上述CAAC-OS、nc-OS及a-like OS的详细内容进行说明。

[0480] [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。

[0481] 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。

[0482] 此外,在In-M-Zn氧化物(元素M为选自铝、镓、铋、锡和钛中的一种或多种)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。

[0483] 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轴取向的峰值。注意,表示c轴取向的峰值的位置( $2\theta$ 值)有时根据构成CAAC-OS的金属元素的种类、组成等变动。

[0484] 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。

[0485] 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。这被认为是因为如下缘故:CAAC-OS因a-b面方向上的氧原子的排列的低密度、金属原子被取代使得原子间的键合距离发生变化等而包容畸变。

[0486] 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。

[0487] 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。

[0488] [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值。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。

[0489] [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。

[0490] <<氧化物半导体的结构>>

接着,说明上述CAC-OS的详细内容。此外,CAC-OS与材料构成有关。

[0491] [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。

[0492] 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。

[0493] 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。

[0494] 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。

[0495] 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。

[0496] 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。

[0497] CAC-OS例如可以通过在对衬底不进行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。

[0498] 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(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。

[0499] 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( $\mu$ )。

[0500] 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。

[0501] 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(控制导通/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( $\mu$ )及良好的开关工作。

[0502] 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。

[0503] 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。

[0504] <具有氧化物半导体的晶体管>

在此,说明将上述氧化物半导体用于晶体管的情况。

[0505] 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。

[0506] 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”。

[0507] 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。

[0508] 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。

[0509] 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。

[0510] <杂质>

在此,说明氧化物半导体中的各杂质的影响。

[0511] 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 $2 \times 10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下,优选为 $2 \times 10^{17}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下。

[0512] 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 $1 \times 10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下,优选为 $2 \times 10^{16}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下。

[0513] 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 $5 \times 10^{19}$  atoms/cm<sup>3</sup>,优选为 $5 \times 10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下,更优选为 $1 \times 10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下,进一步优选为 $5 \times 10^{17}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下。

[0514] 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 $1 \times 10^{20}$  atoms/cm<sup>3</sup>,优选低于 $1 \times 10^{19}$  atoms/cm<sup>3</sup>,更优选低于 $5 \times 10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup>,进一步优选低于 $1 \times 10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup>。

[0515] 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。

[0516] 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。

[0517] (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。

[0518] 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29A至图29E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。

[0519] 图29A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。

[0520] 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,当将对象物放在框体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对象物然后被该对象物反射的光。

[0521] 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。

[0522] 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)的发光器件。另外,受发光装置912优选包括发射红外光(IR)的发光器件。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)的发光器件而且包括发射红外光(IR)的发光器件时,血氧仪900可以以高精度测量出氧饱和度。

[0523] 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,可以将光均匀地照射到手指等,可以以高精度测量出氧饱和度等。

[0524] 图29B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例如可以为用来切换电源的开启或关闭的键。就是说,键9102例如可以为电源开关。另外,键9102例如可以为用来使电子设备进行所希望的工作的操作键。

[0525] 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。

[0526] 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。

[0527] 图29C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。

[0528] 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。

[0529] 图29D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、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。

[0530] 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;或者天线接收信号强度的显示等。

[0531] 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。

[0532] 图29E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、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。

[0533] 在显示部9410上可以显示信息9406及操作按钮9407等。图29E示出在显示部9410上作为信息9406显示时刻的例子。

[0534] 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。

[0535] 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。

[0536] 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]

[0537] 20B:发光器件、20G:发光器件、20R:发光器件、20:发光器件、21a:电极、21b:电极、21c:电极、21d:电极、23:电极、25B:EL层、25G:EL层、25R:EL层、25:EL层、27a:第一层、27b:第一层、27c:第一层、27:第一层、29a:第二层、29b:第二层、29c:第二层、29:第二层、30PS:受光器件、35PS:受光层、37PS:第三层、39PS:第四层、41B:发光层、41G:发光层、41R:发光层、43PS:活性层、50:衬底、52:手指、53:层、57:层、59:衬底、65:区域、67:指纹、69:接触部、100A:显示装置、100B:显示装置、100C:显示装置、100:显示装置、101:衬底、103:像素、110B:发光器件、110G:发光器件、110R:发光器件、110:发光器件、111a:电极、111b:电极、111c:电极、111d:电极、111p:连接电极、111PS:电极、111:电极、112B:发光层、112G:发光层、112R:发光层、112:发光层、115a:第一层、115b:第一层、115c:第一层、115d:第一层、115f:功能膜、115p:第一层、115:第一层、116a:第二层、116b:第二层、116c:第二层、116d:第二层、116f:功能膜、116p:第二层、116:第二层、118a:牺牲层、118b:牺牲层、118c:牺牲层、118f:牺牲膜、118:牺牲层、119a:牺牲层、119b:牺牲层、119c:牺牲层、119f:牺牲膜、119:牺牲层、120B:子像素、120G:子像素、120R:子像素、123f:导电层、123:公共电极、125:保护层、128f:牺牲膜、128p:牺牲层、128:牺牲层、129f:牺牲膜、129p:牺牲层、129:牺牲层、130:子像素、131:绝缘层、133p:抗蚀剂掩模、133:抗蚀剂掩模、134a:抗蚀剂掩模、134b:抗蚀剂掩模、134c:抗蚀剂掩模、134:抗蚀剂掩模、135:抗蚀剂掩模、140:连接部、141:晶体管、142:晶体管、143:空间、148:遮光层、149:滤光片、150:受光器件、151B:FMM、151G:FMM、151R:FMM、151:衬底、152:衬底、153:衬底、154:衬底、155f:功能膜、155:第三层、156f:功能膜、156:第四层、157f:活性膜、157:活性层、158:绝缘层、159:粘合层、160:粘合层、162:显示部、164:电路、165:布线、166:导电层、172:FPC、173:IC、175B:EL层、175G:EL层、177:受光层、180a:光学调整层、180b:光学调整层、180c:光学调整层、180d:光学调整层、180p:导电层、182f:绝缘膜、182:绝缘层、184:树脂层、200A:显示装置、200B:显示装置、200C:显示装置、200D:显示装置、200E:显示装置、200:显示装置、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、274a:导电层、274b:导电层、274:插头、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、

373:活性层、377:电极、378:电极、381:空穴注入层、382:空穴传输层、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、686a:EL层、686b:EL层、686:EL层、688:电极、911:外壳、912:受发光装置、4411:发光层、4412:发光层、4413:发光层、4420:层、4430:层、9100:便携式信息终端、9101:外壳、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:外壳、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:外壳、9402:腕带、9403:键、9404:连接端子、9406:信息、9407:操作按钮、9410:显示部。

100

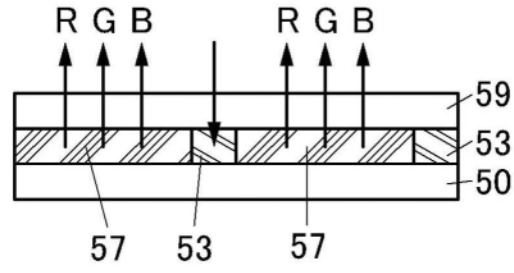


图1A

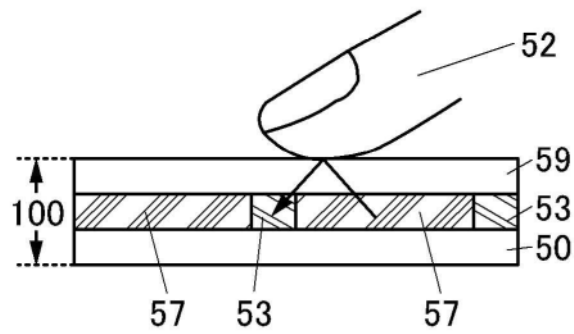


图1B

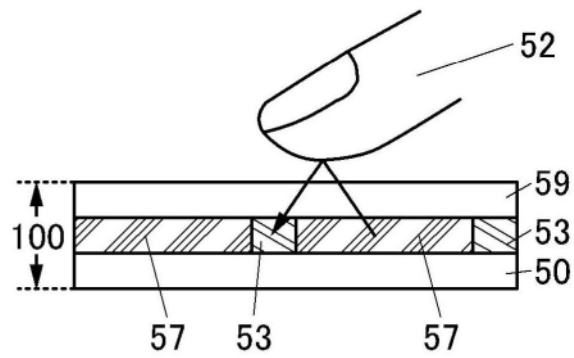


图1C



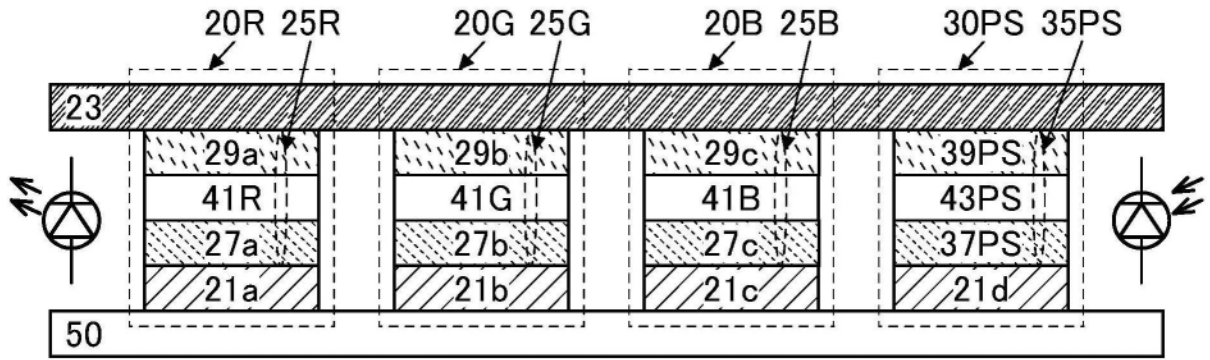


图2B

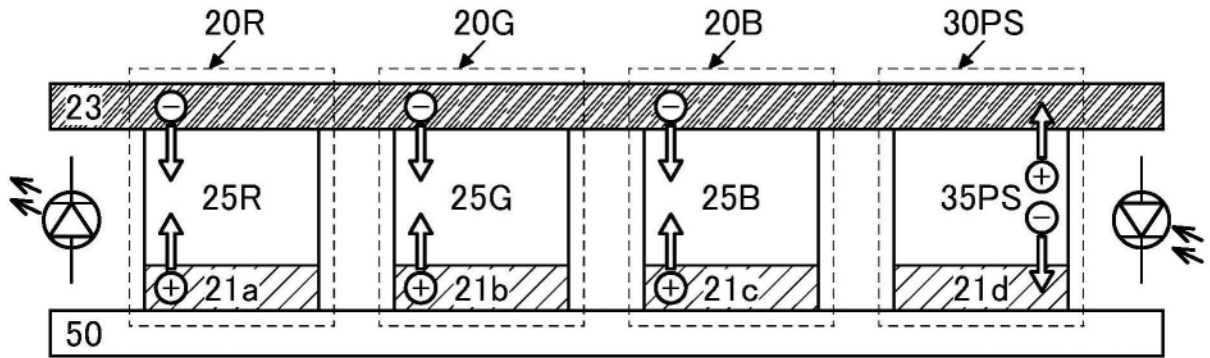


图2C

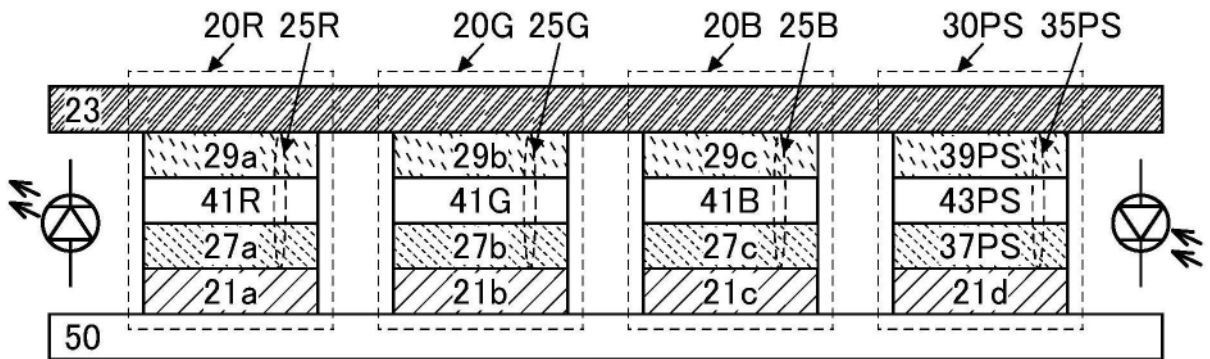


图2D

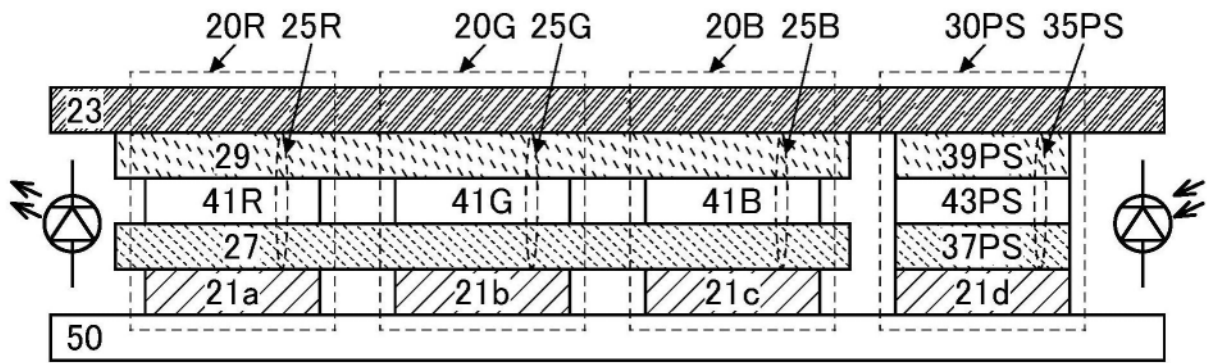


图3A

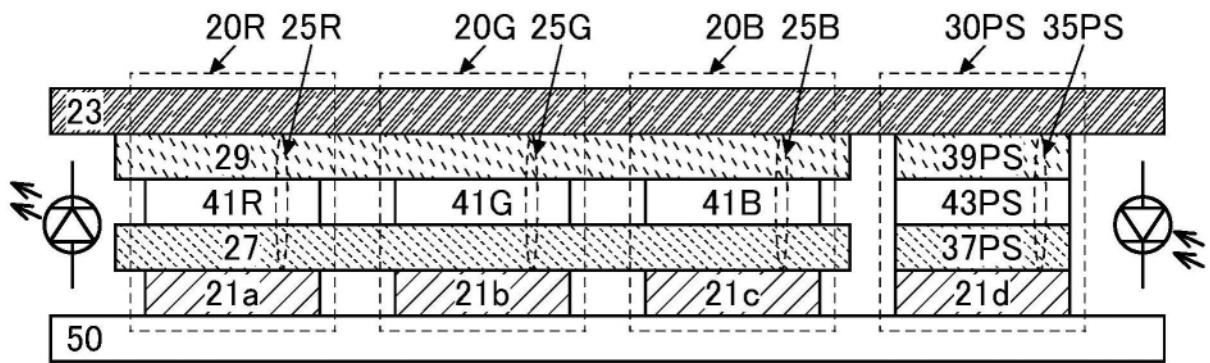


图3B

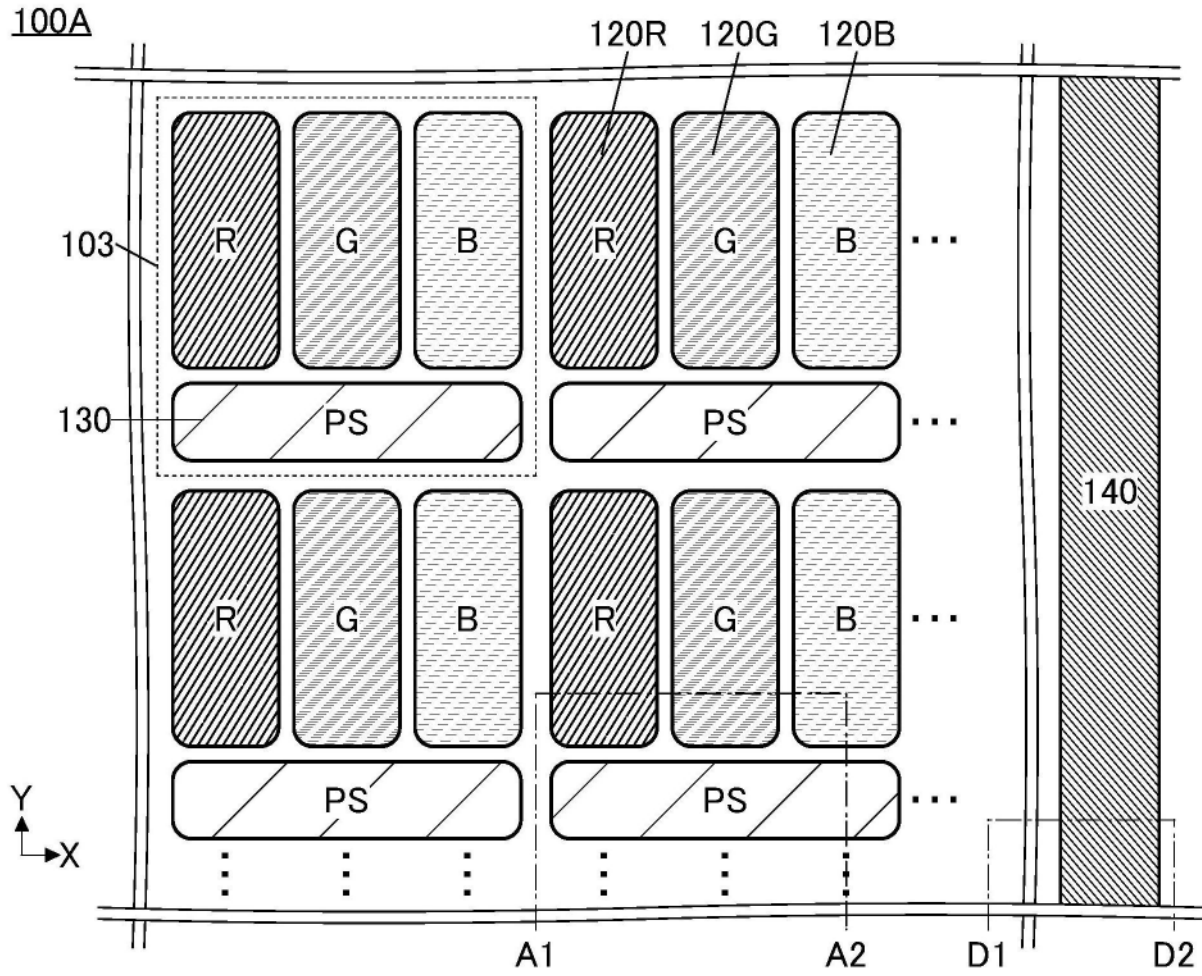


图4A

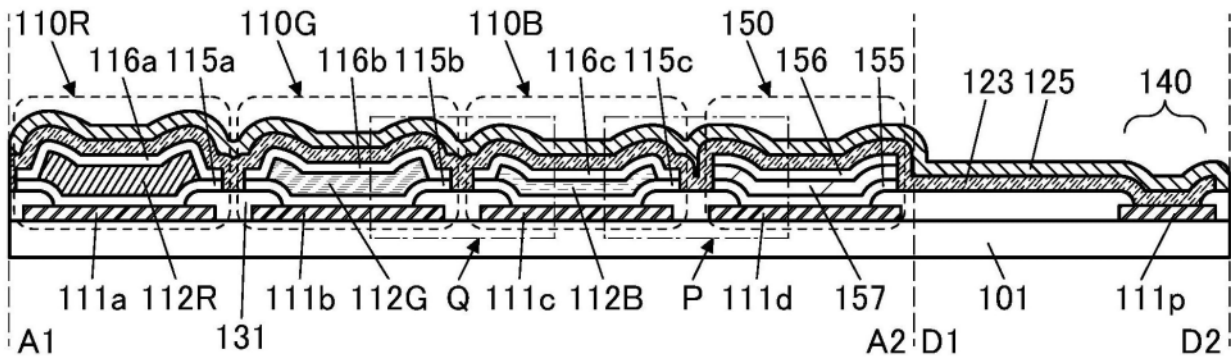


图4B

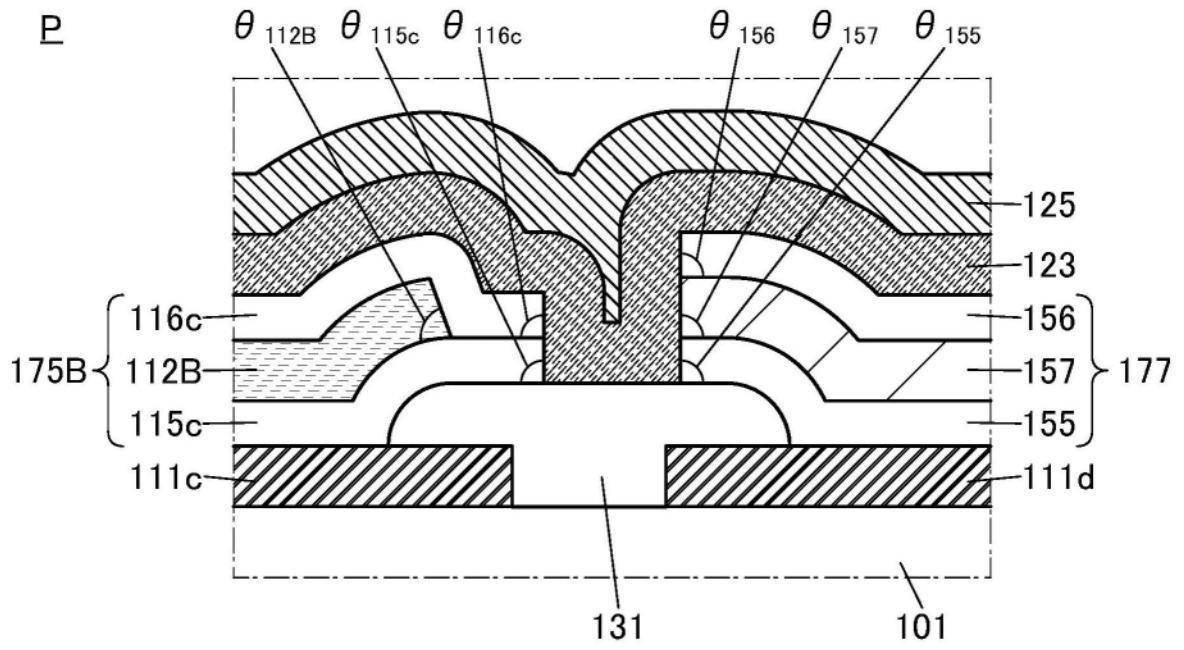


图5A

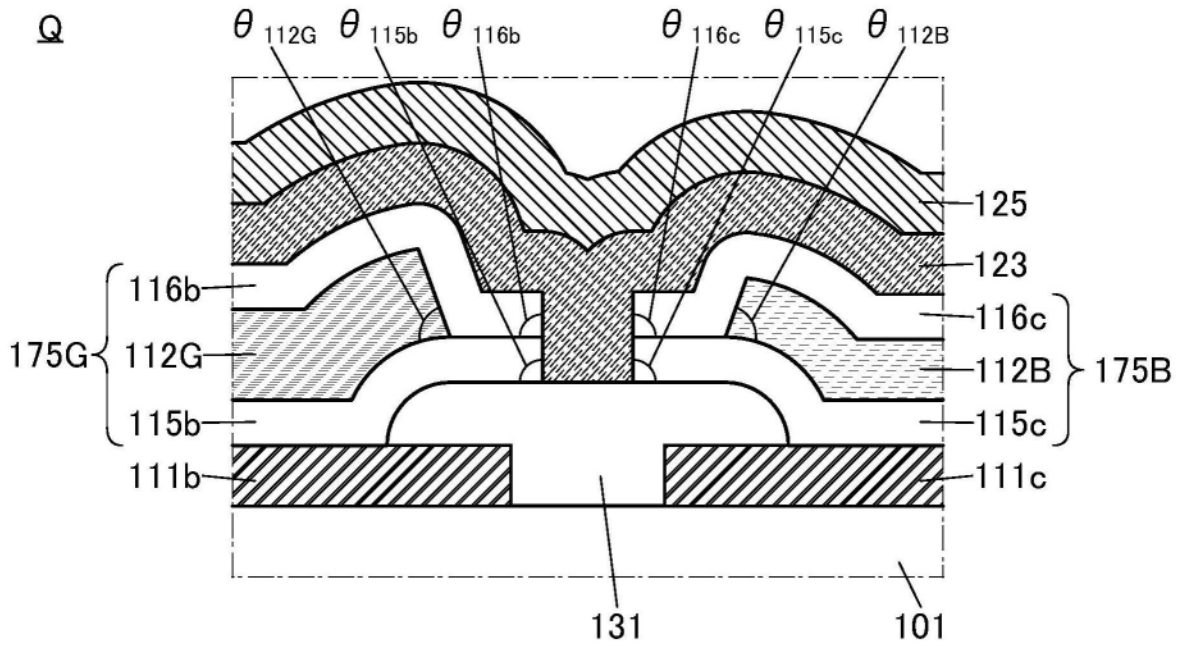


图5B

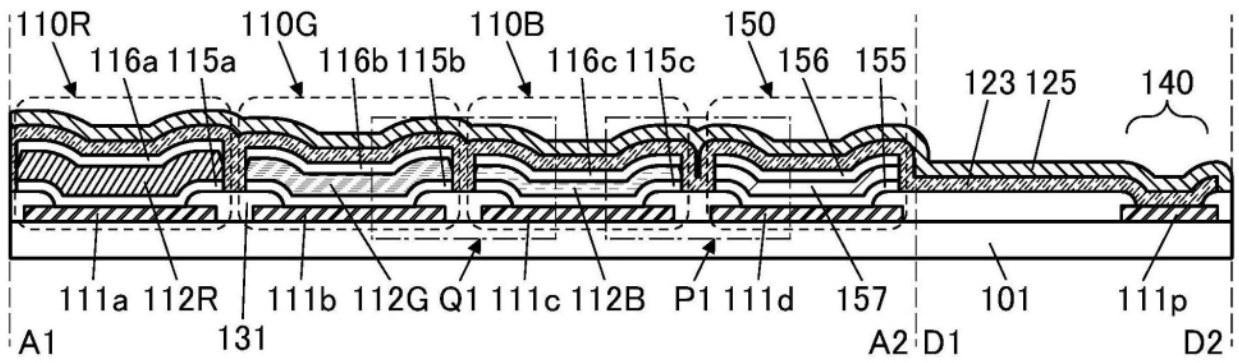


图6A

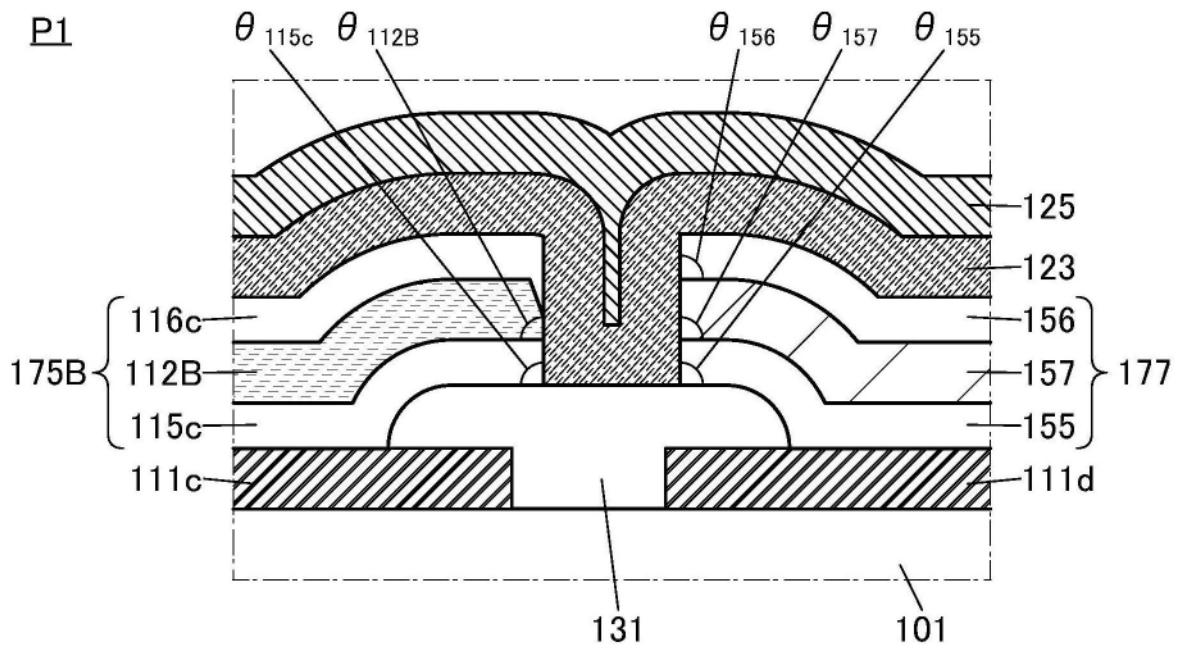


图6B

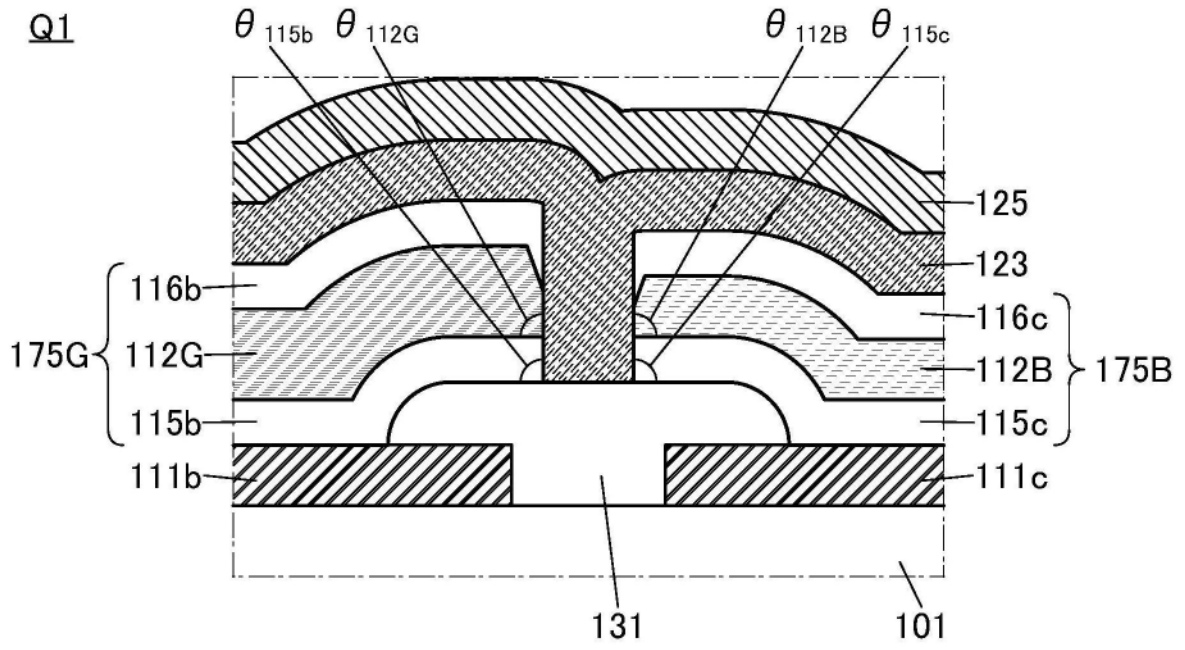


图6C

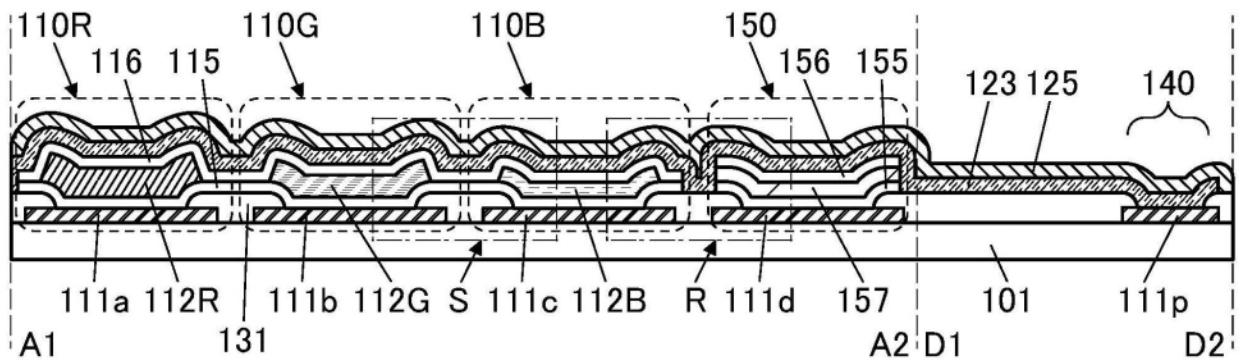


图7A



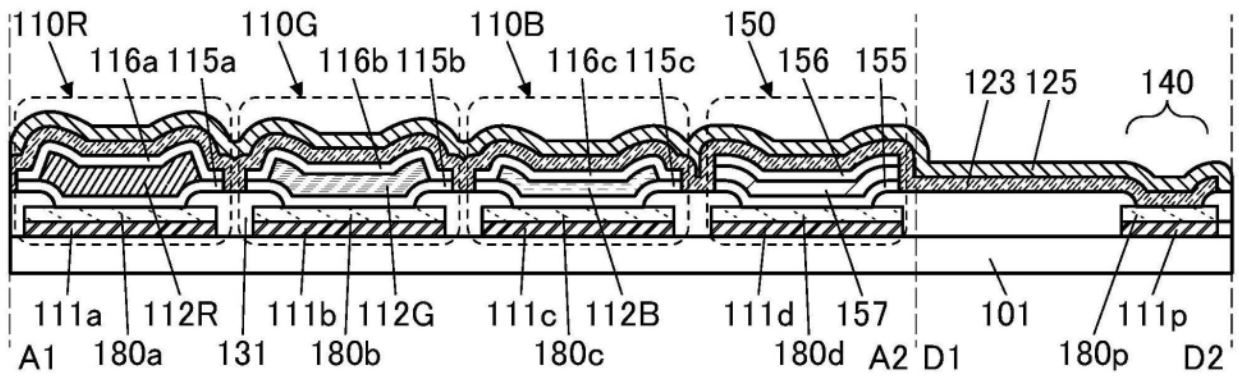


图8A

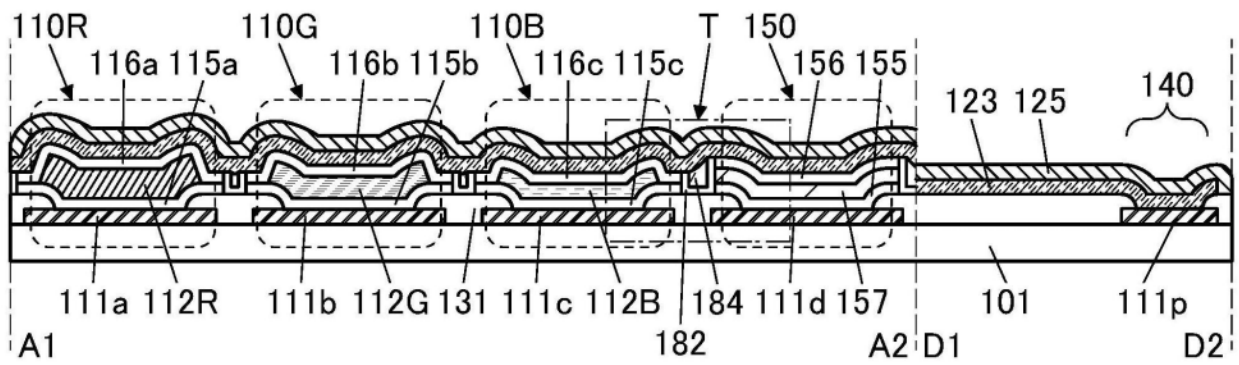


图8B

I

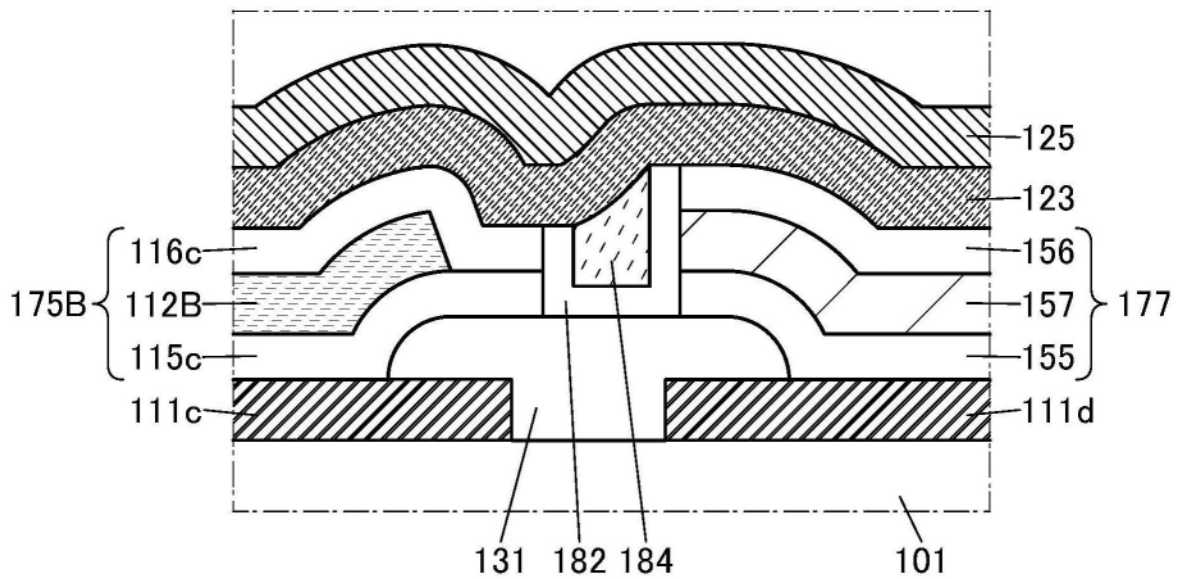


图8C

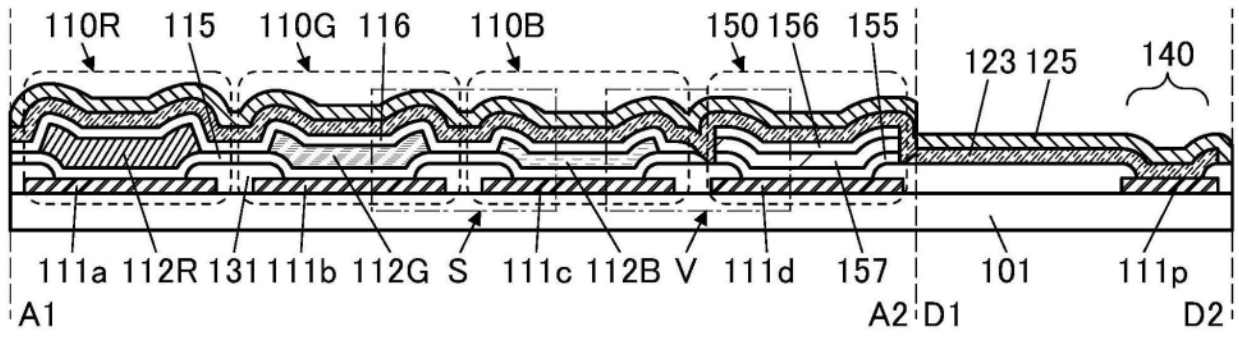


图9A

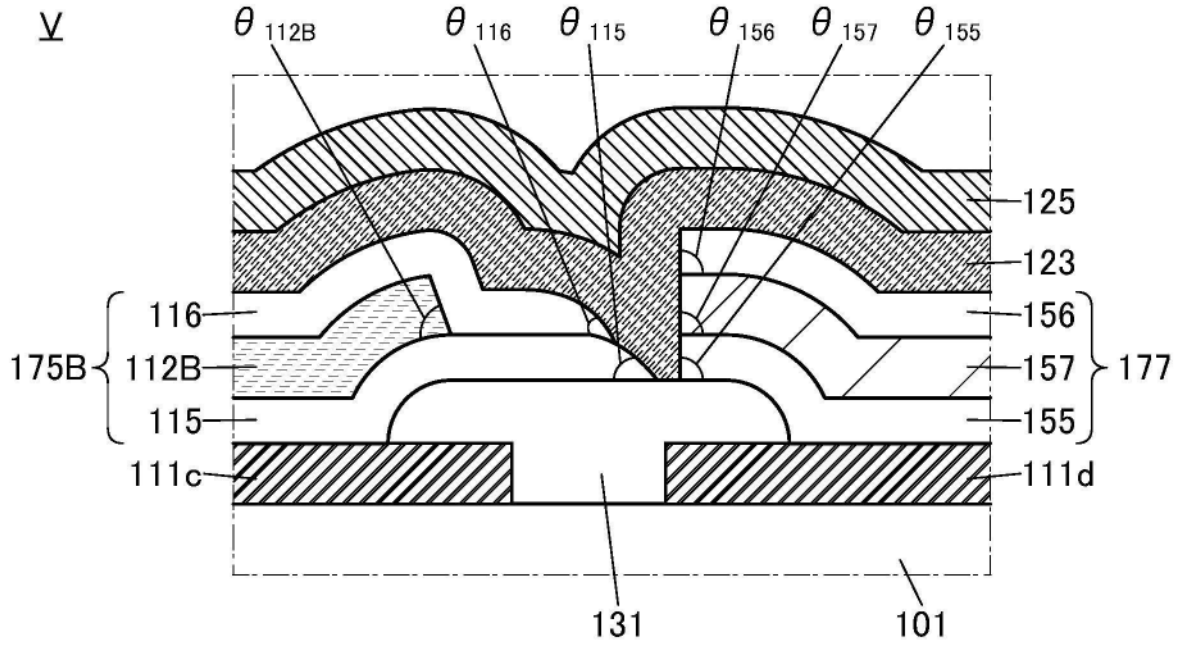


图9B

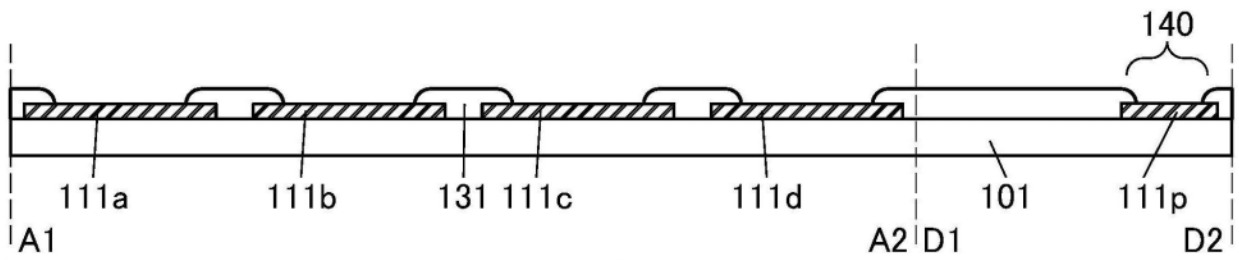


图10A

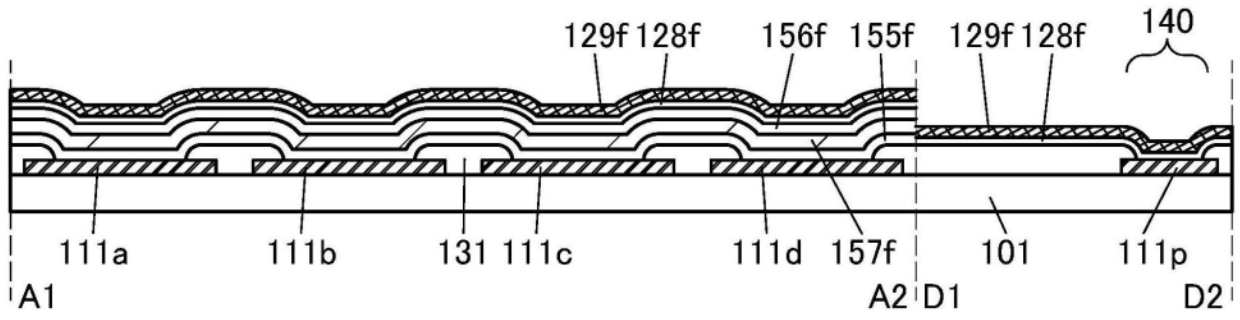


图10B

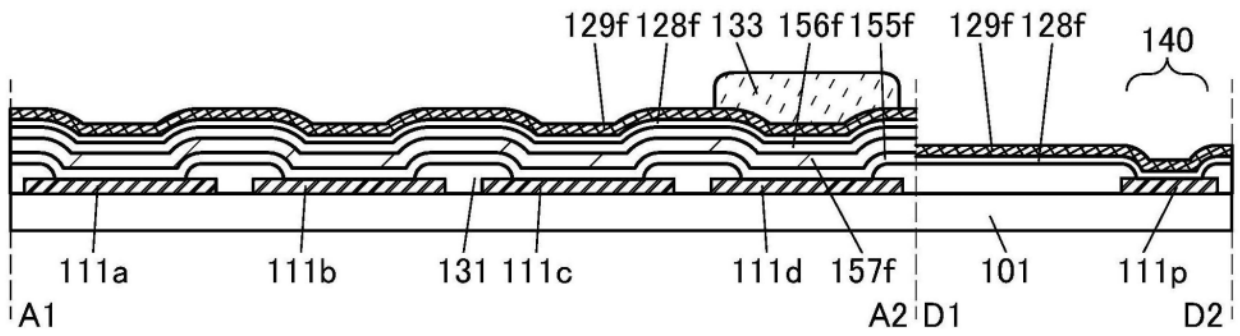


图10C

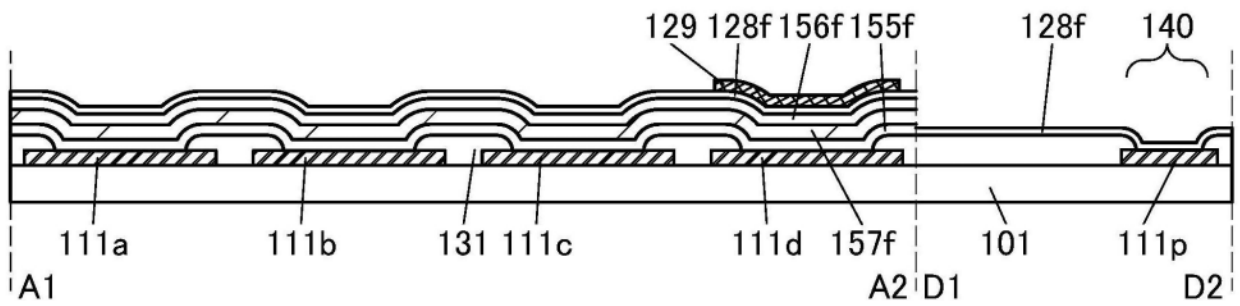


图10D

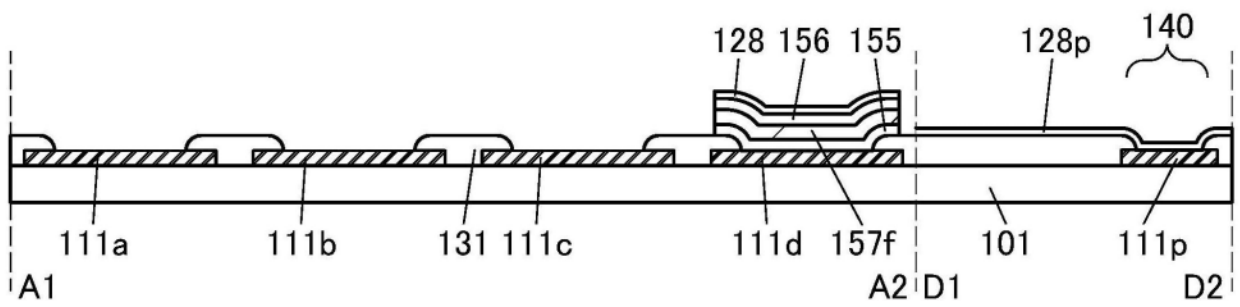


图10E

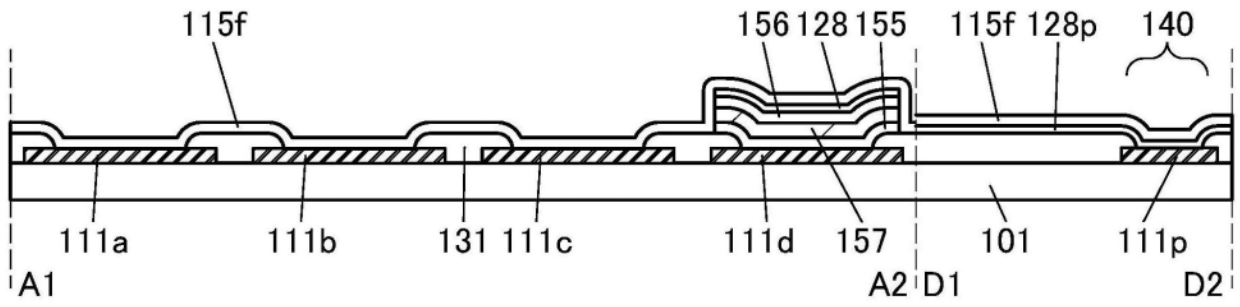


图11A

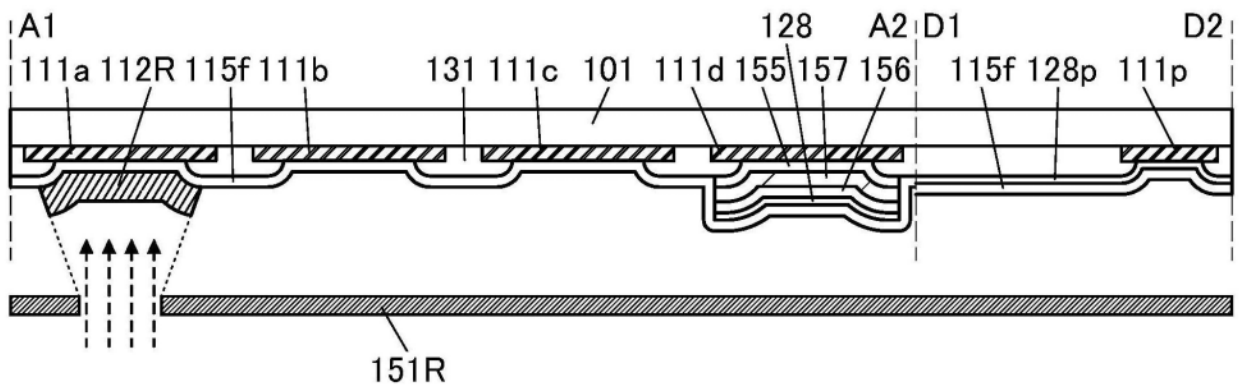


图11B

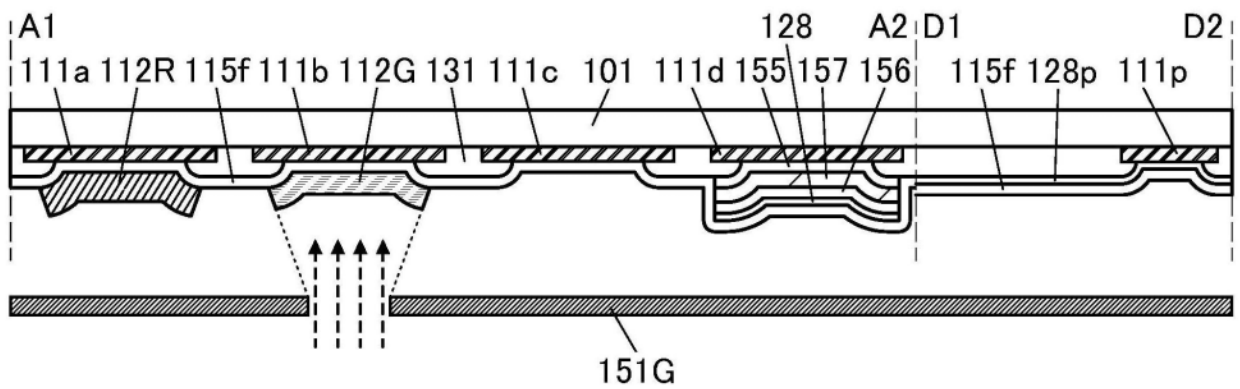


图11C

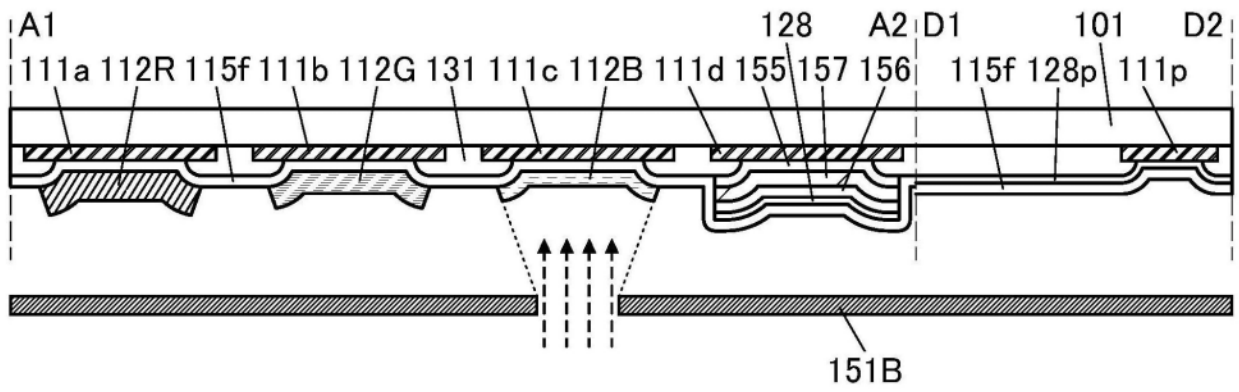


图11D

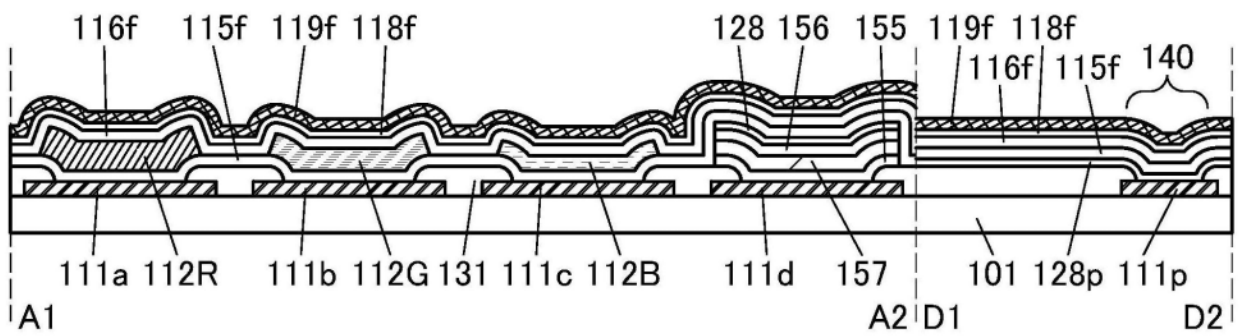


图12A

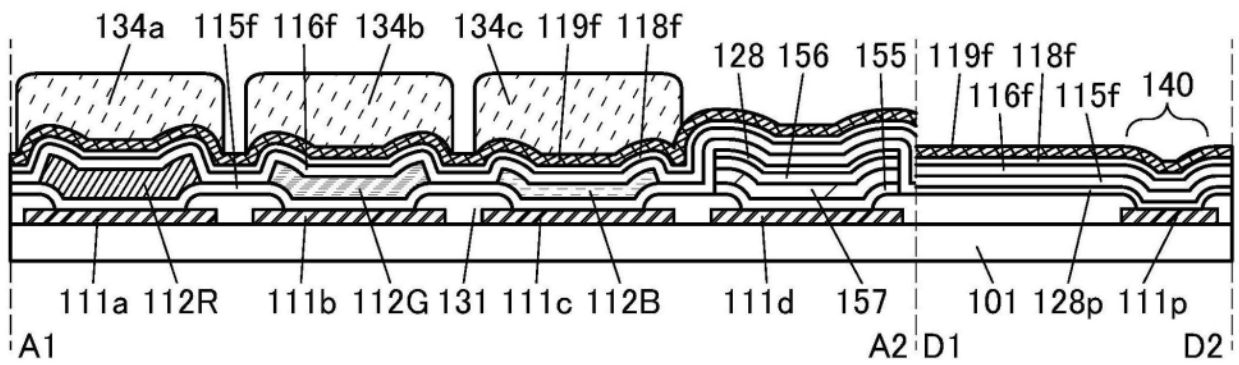


图12B

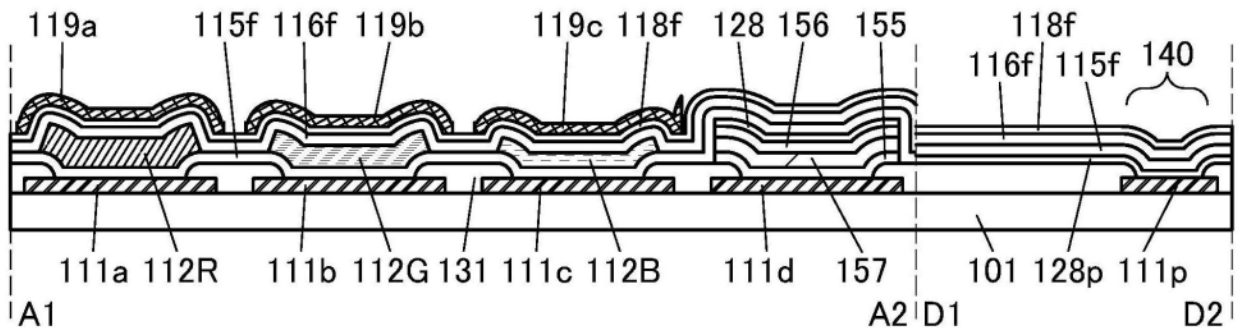


图12C

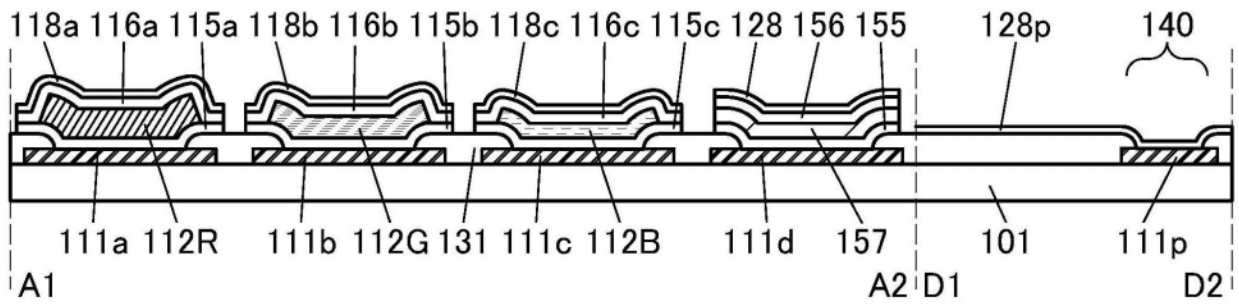


图12D

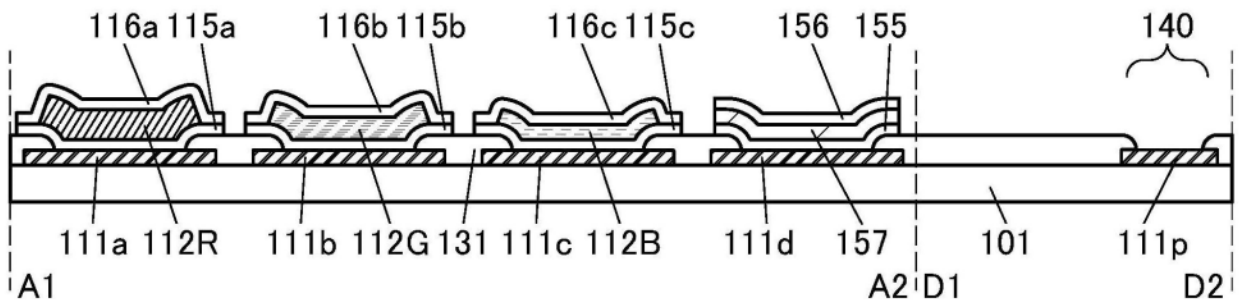


图13A

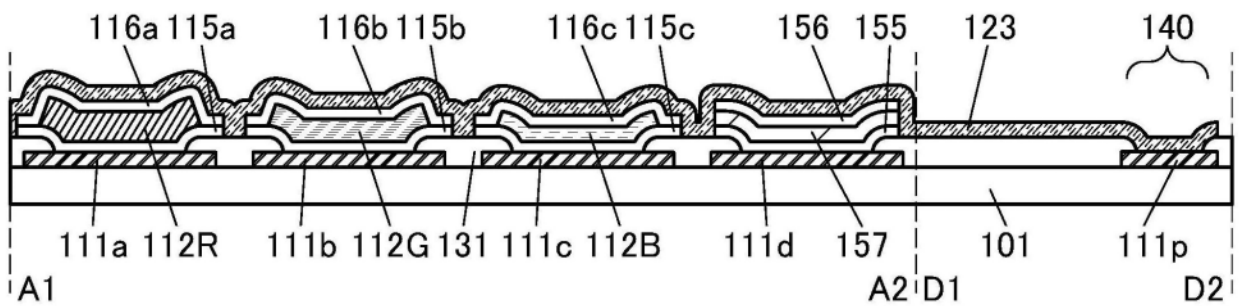


图13B

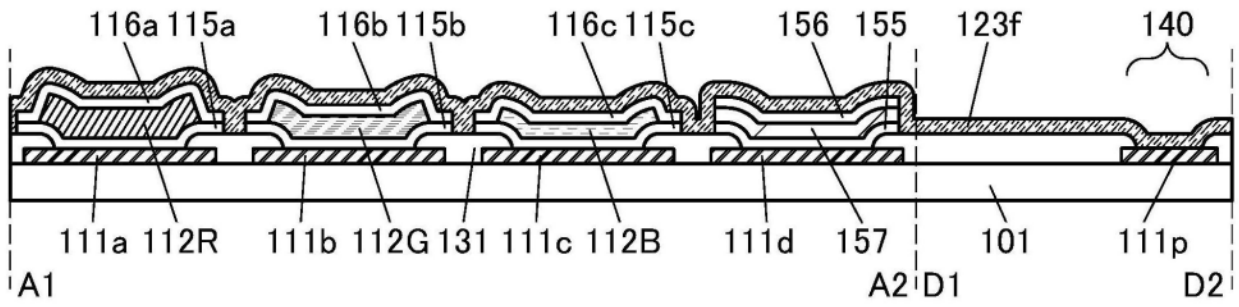


图13C

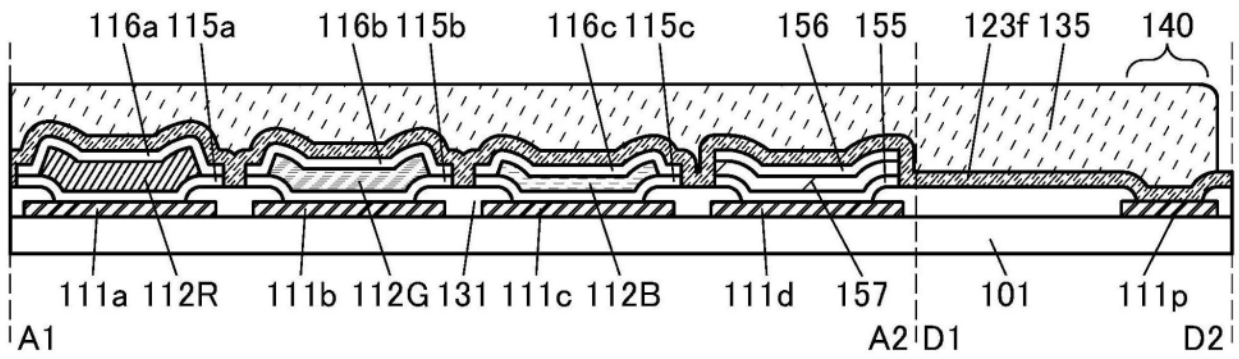


图13D

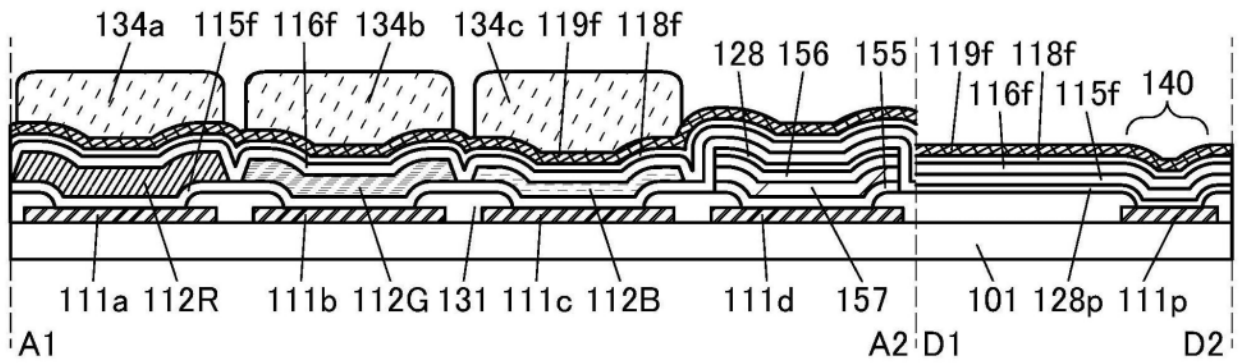


图14A

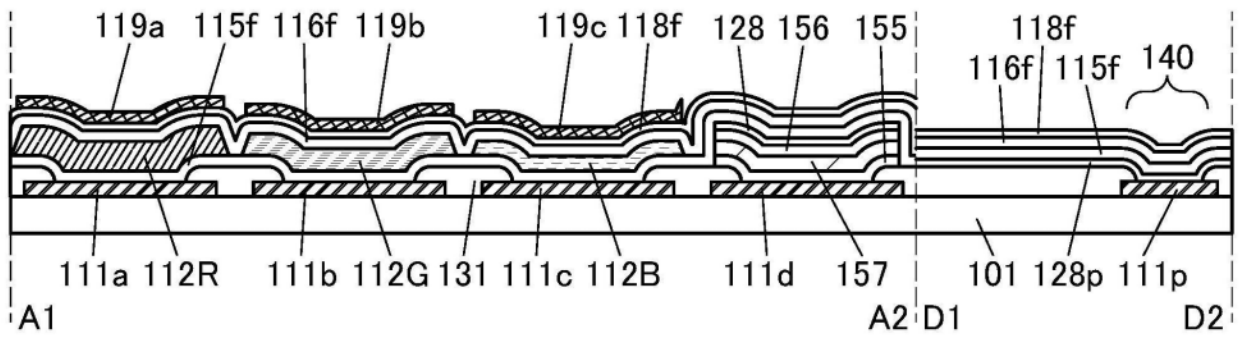


图14B

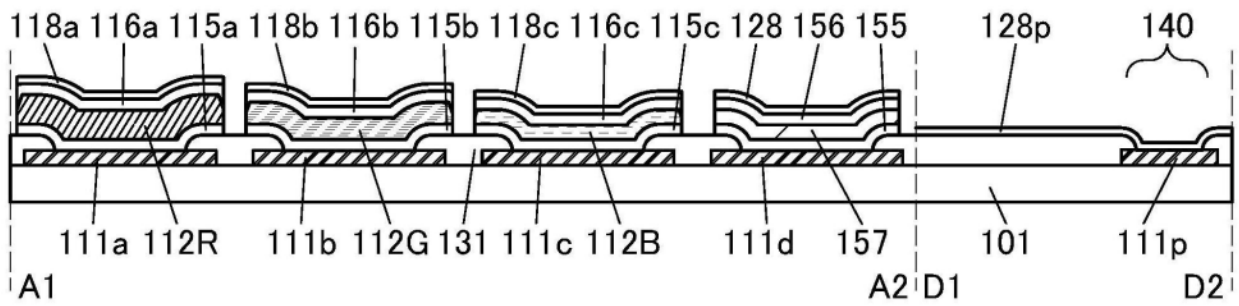


图14C

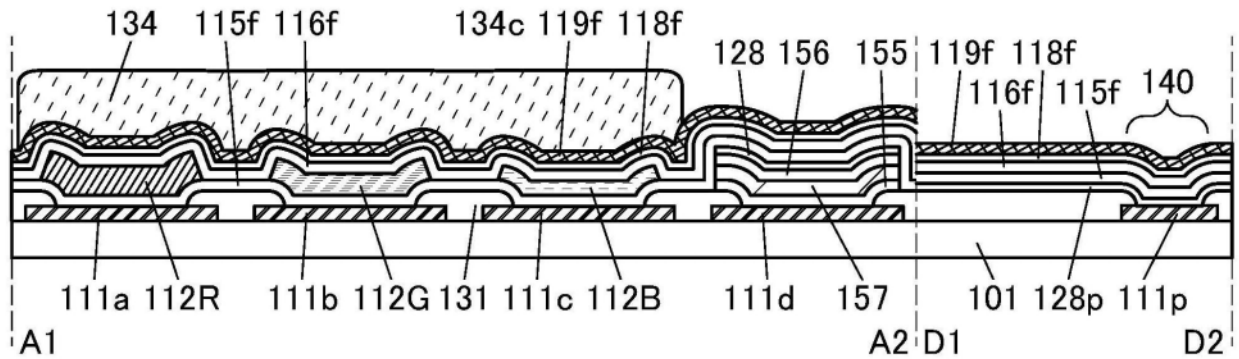


图15A

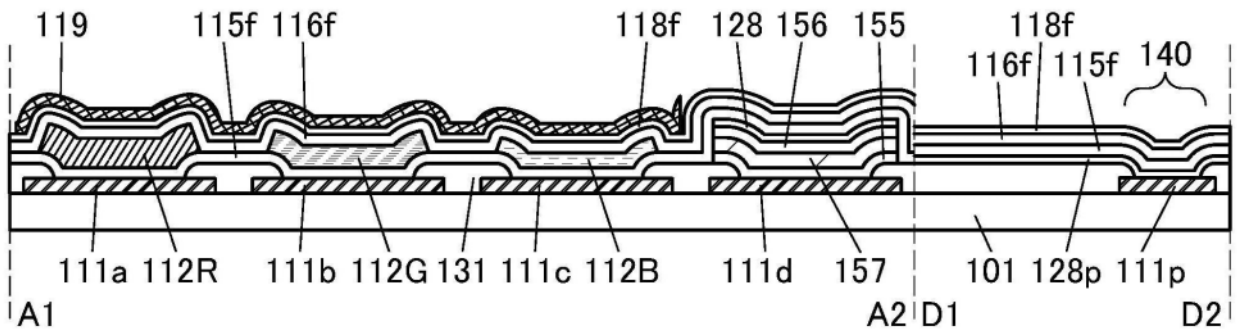


图15B

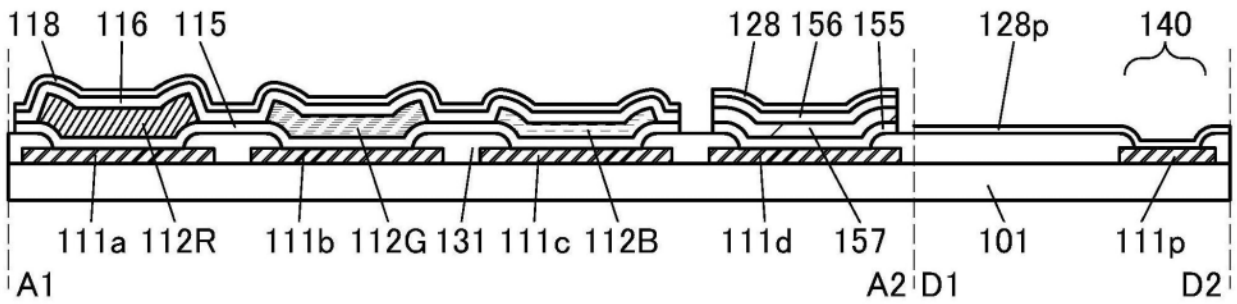


图15C

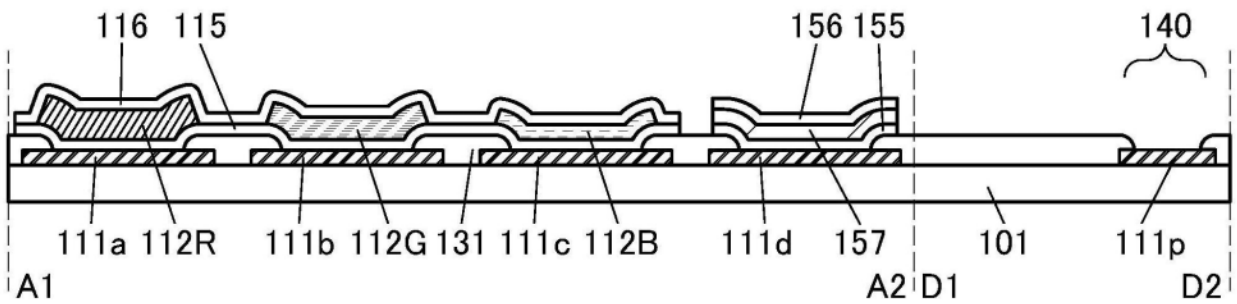


图15D

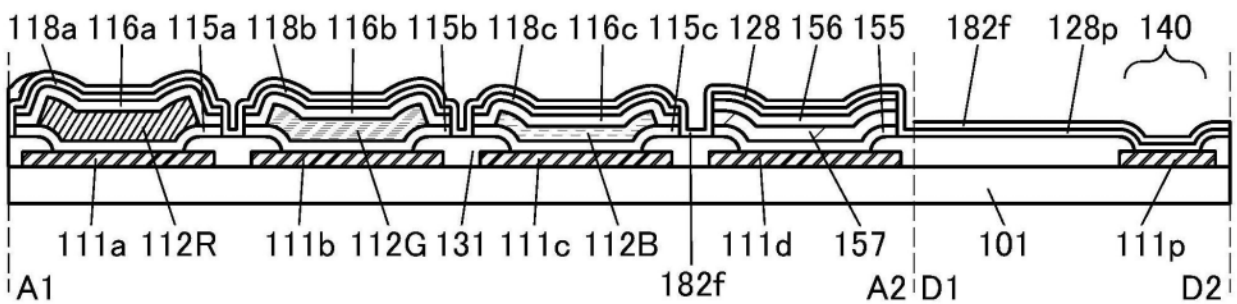


图16A

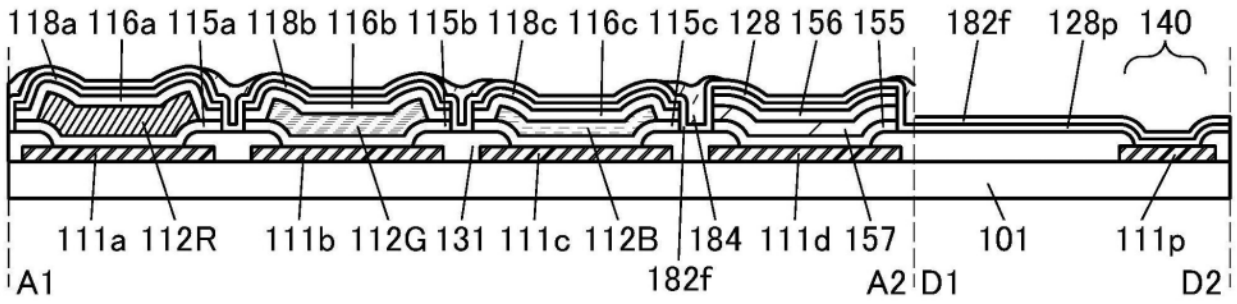


图16B

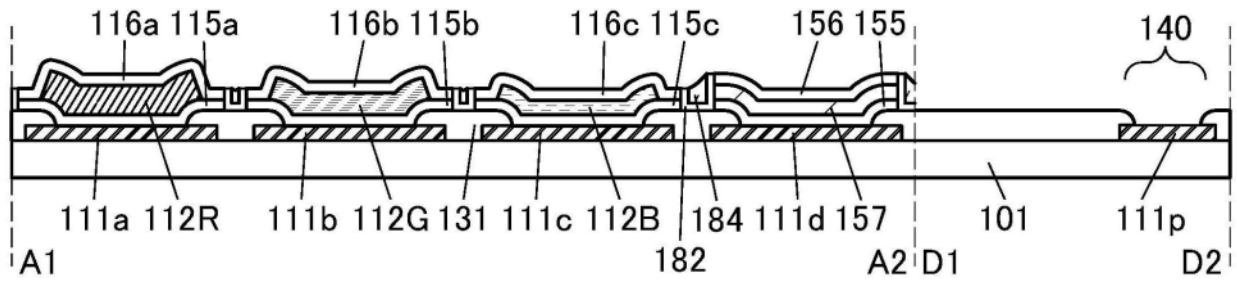


图16C

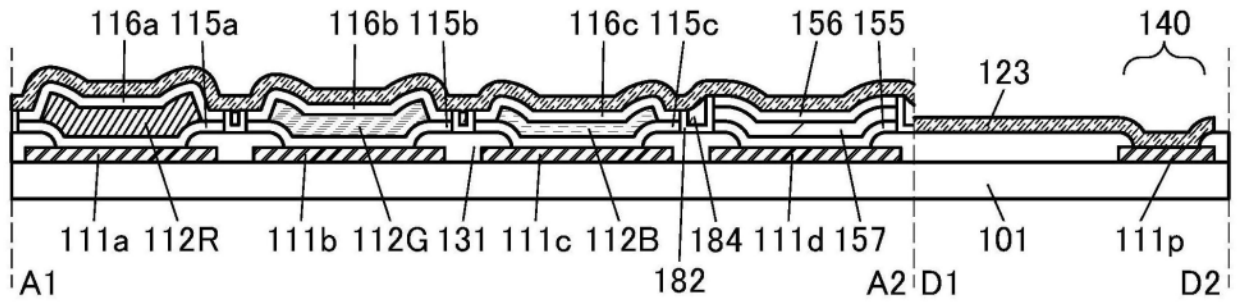


图16D

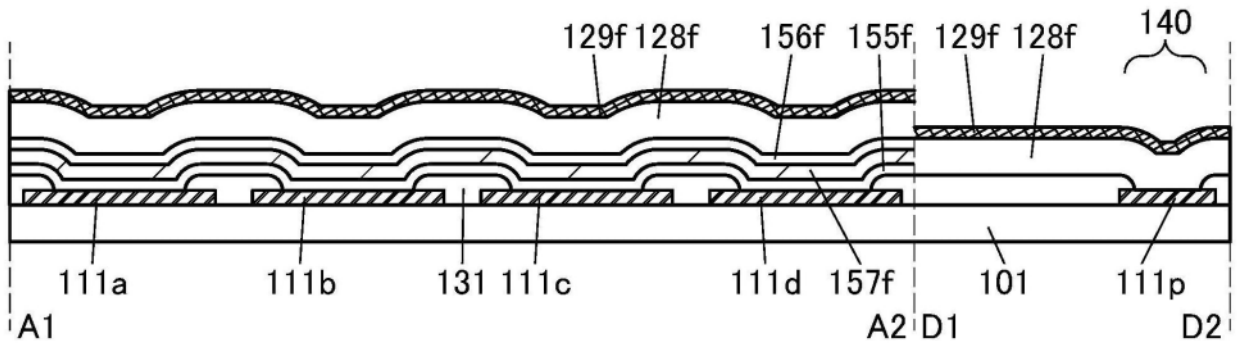


图17A

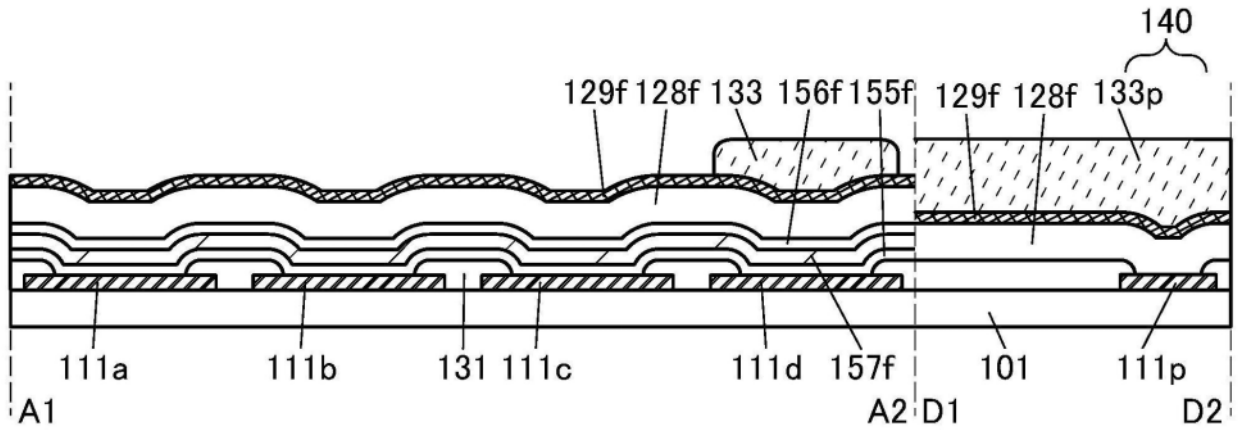


图17B

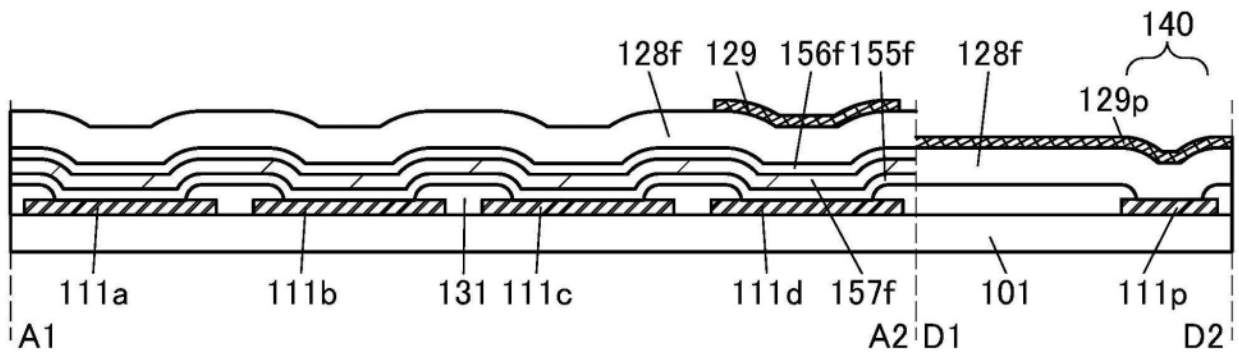


图17C

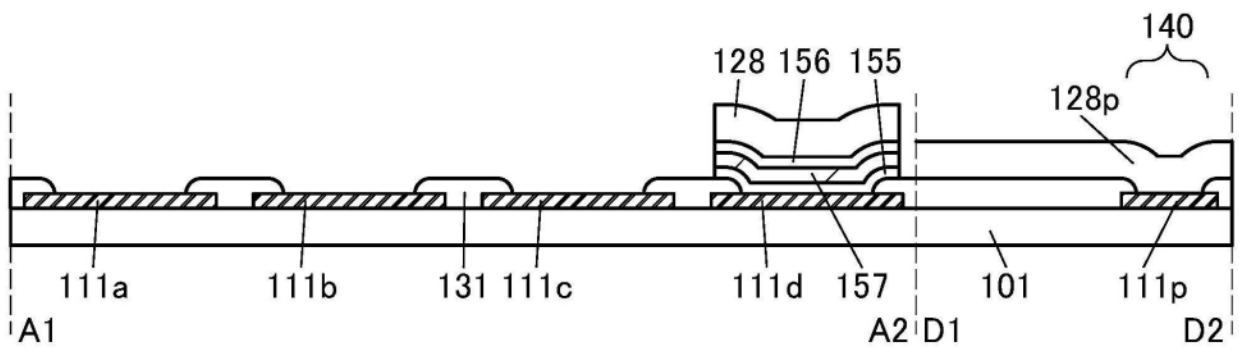


图17D

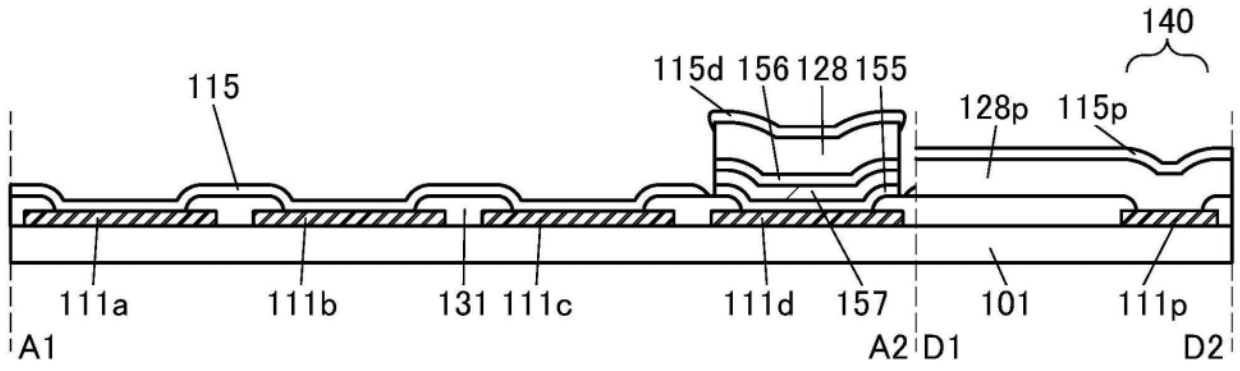


图18A

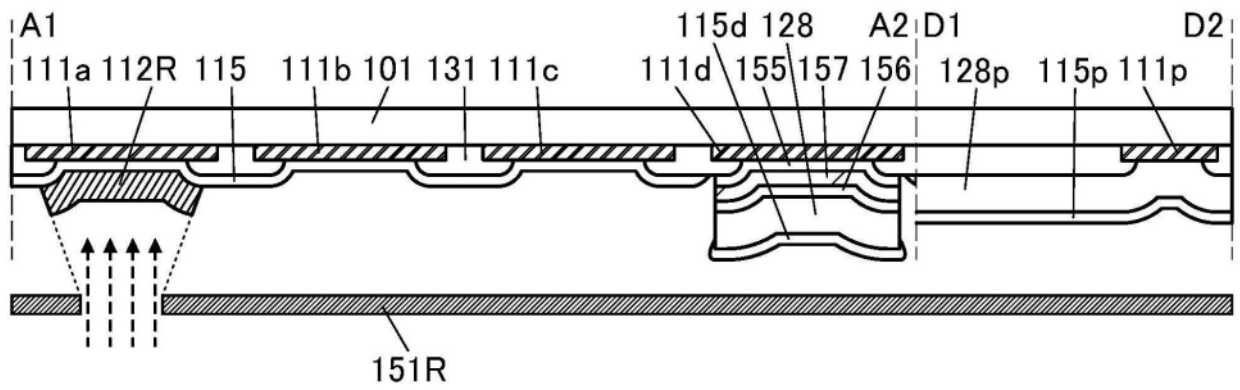


图18B

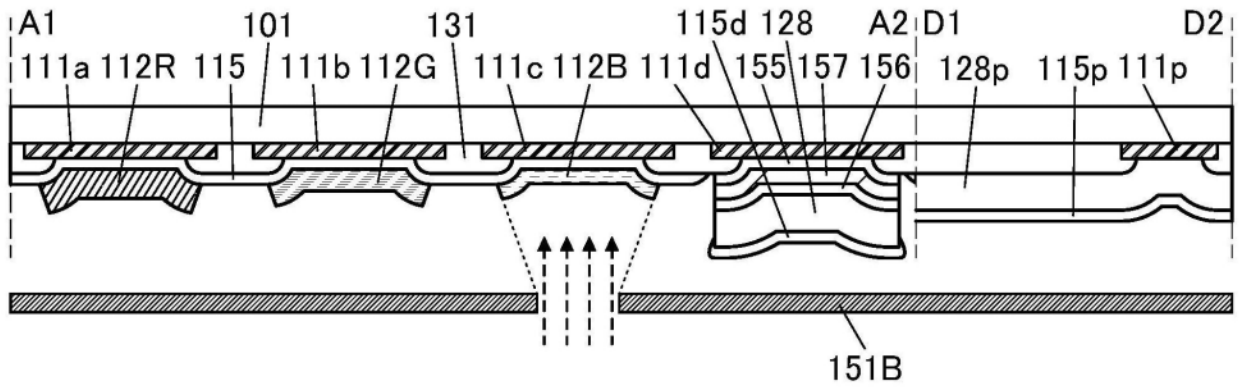


图18C

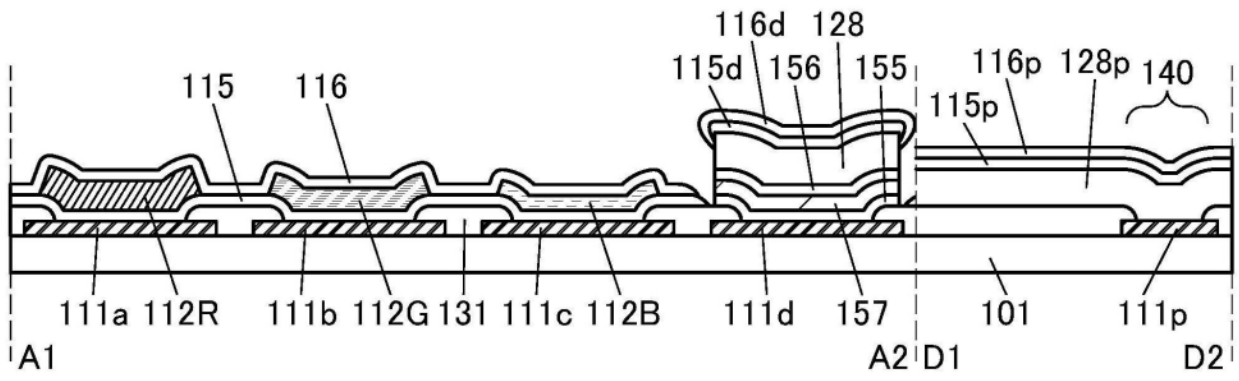


图18D

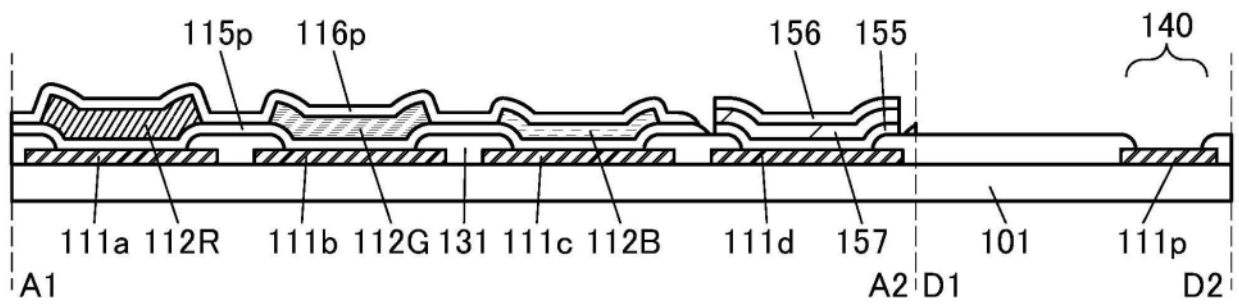


图19A

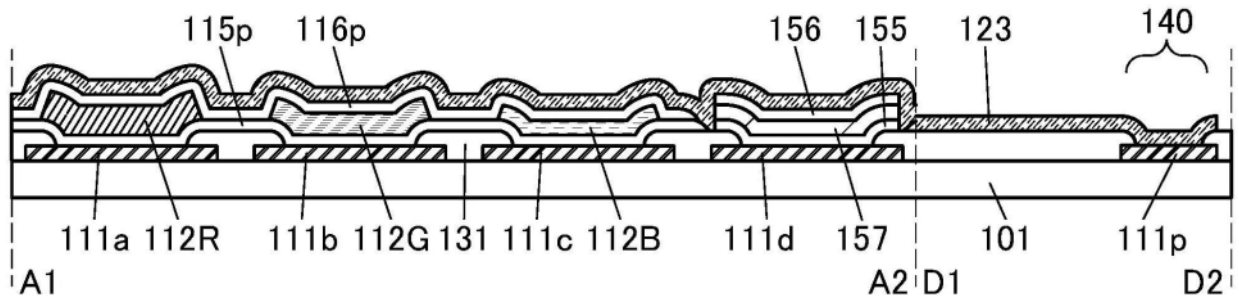


图19B

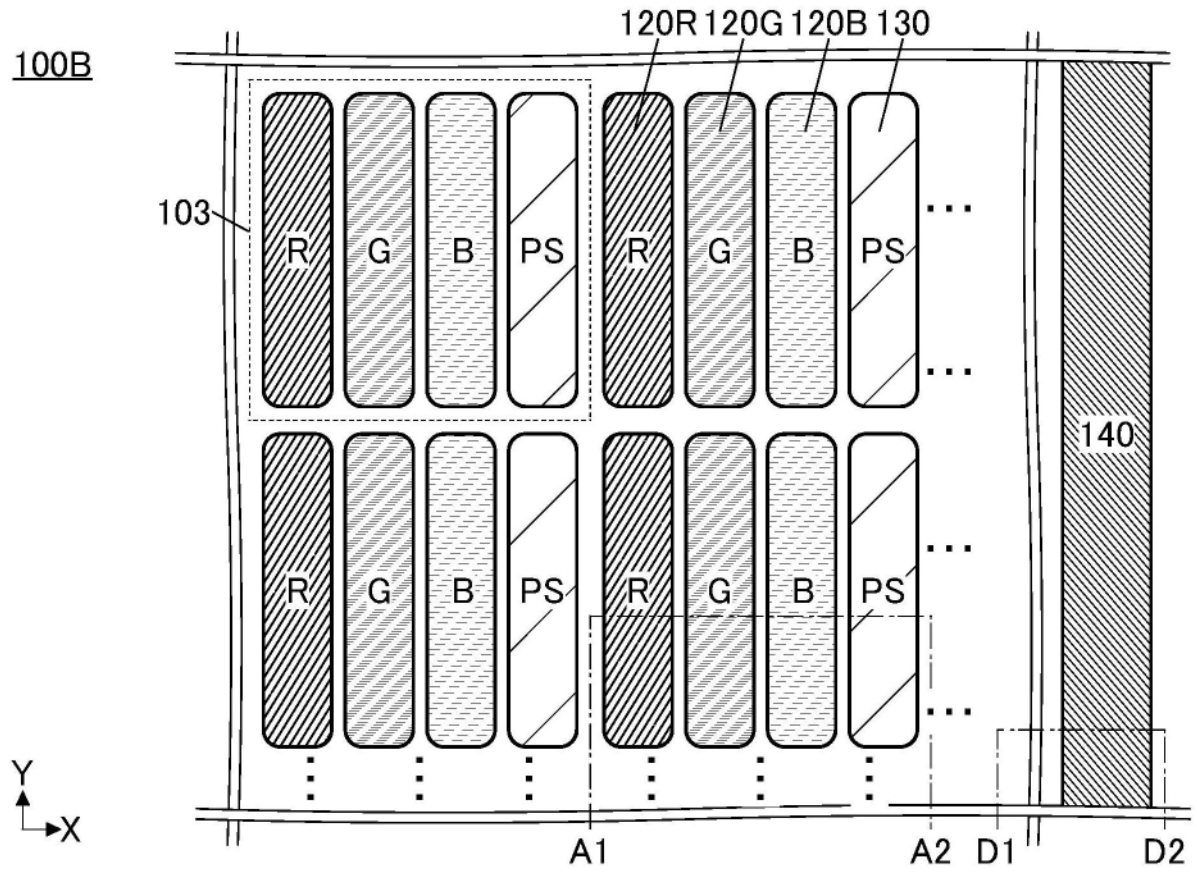


图20A

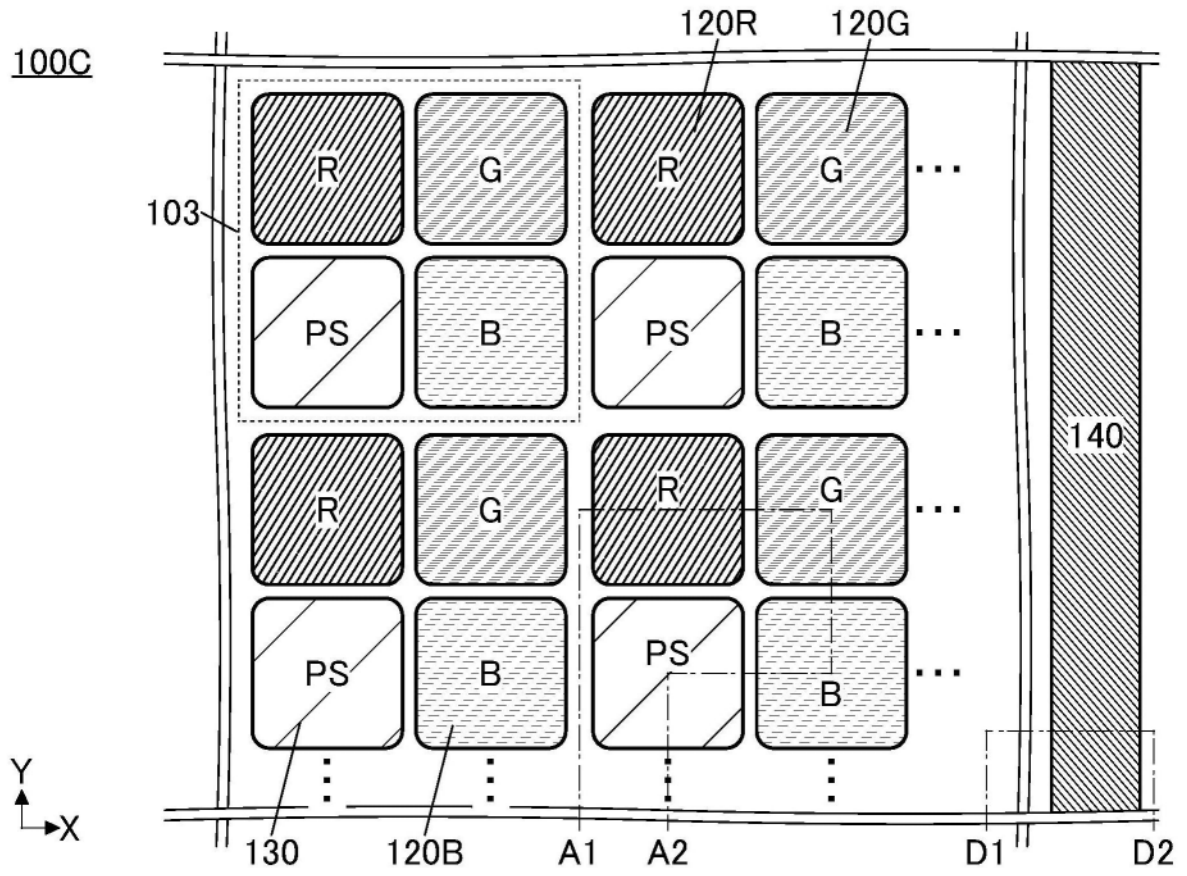


图20B

200

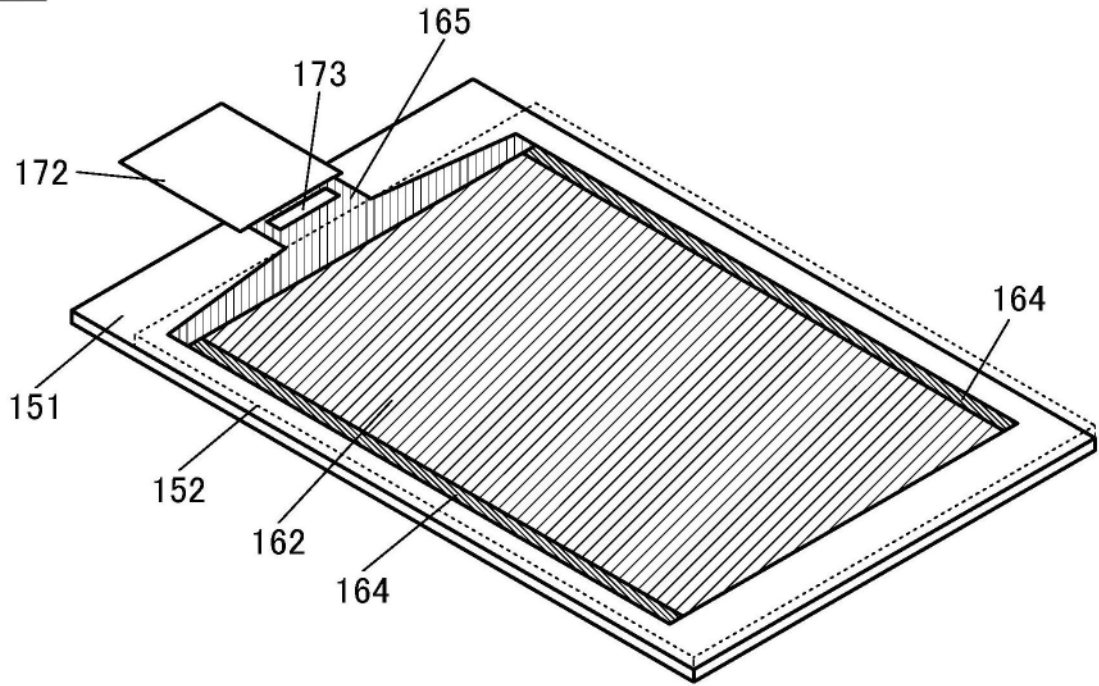


图21

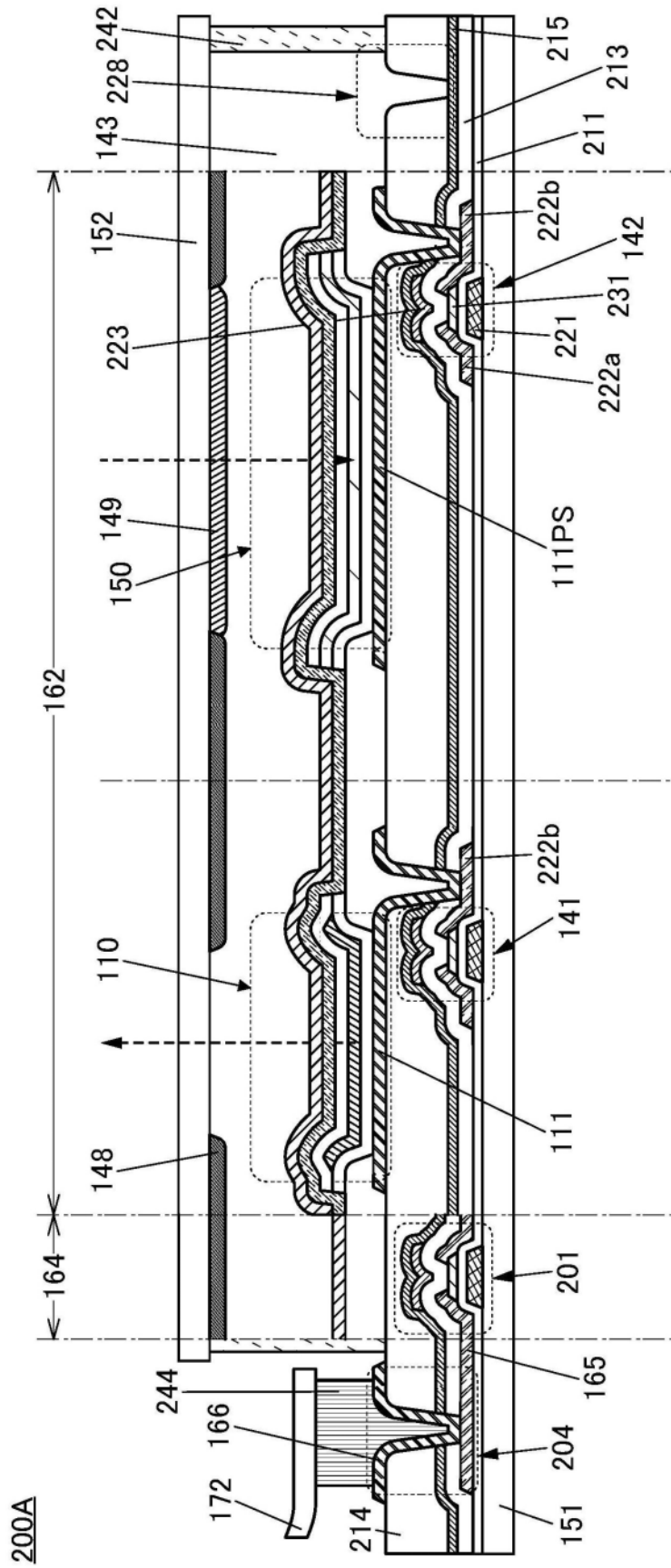


图22

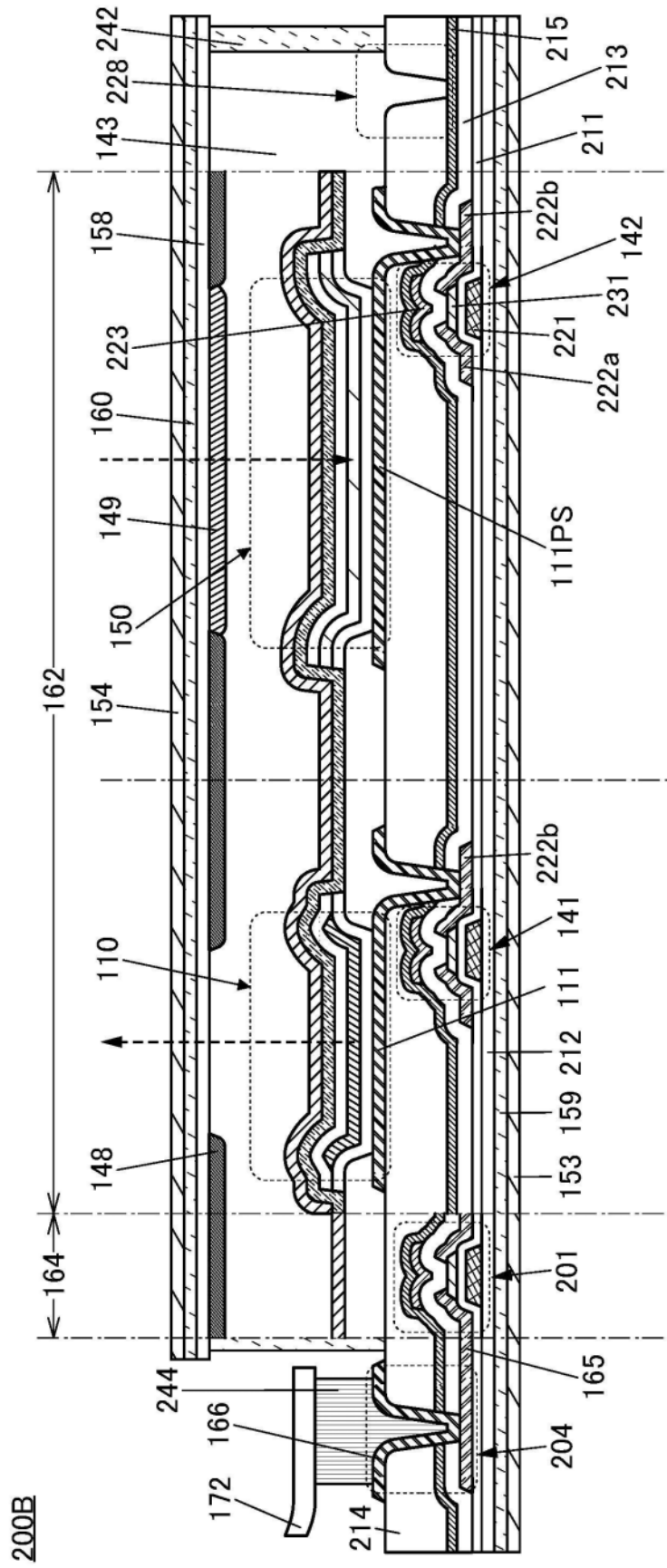


图23

200C

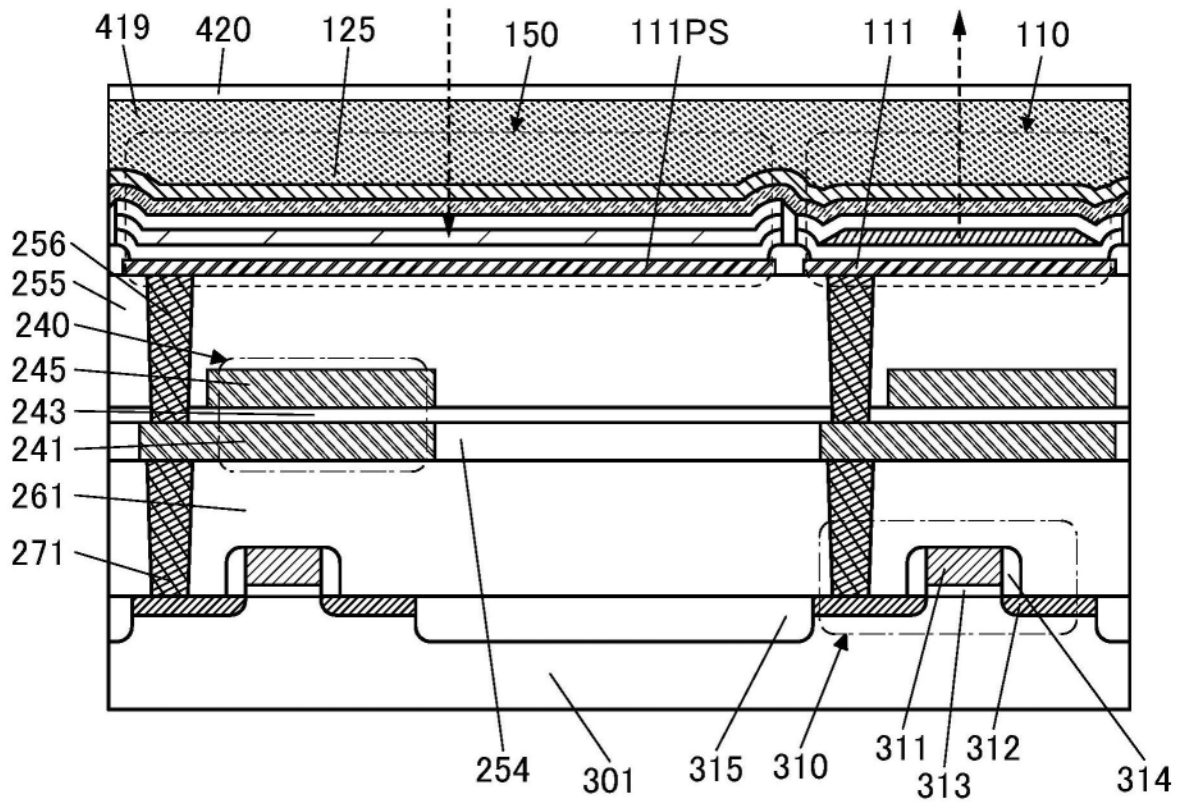


图24

200D

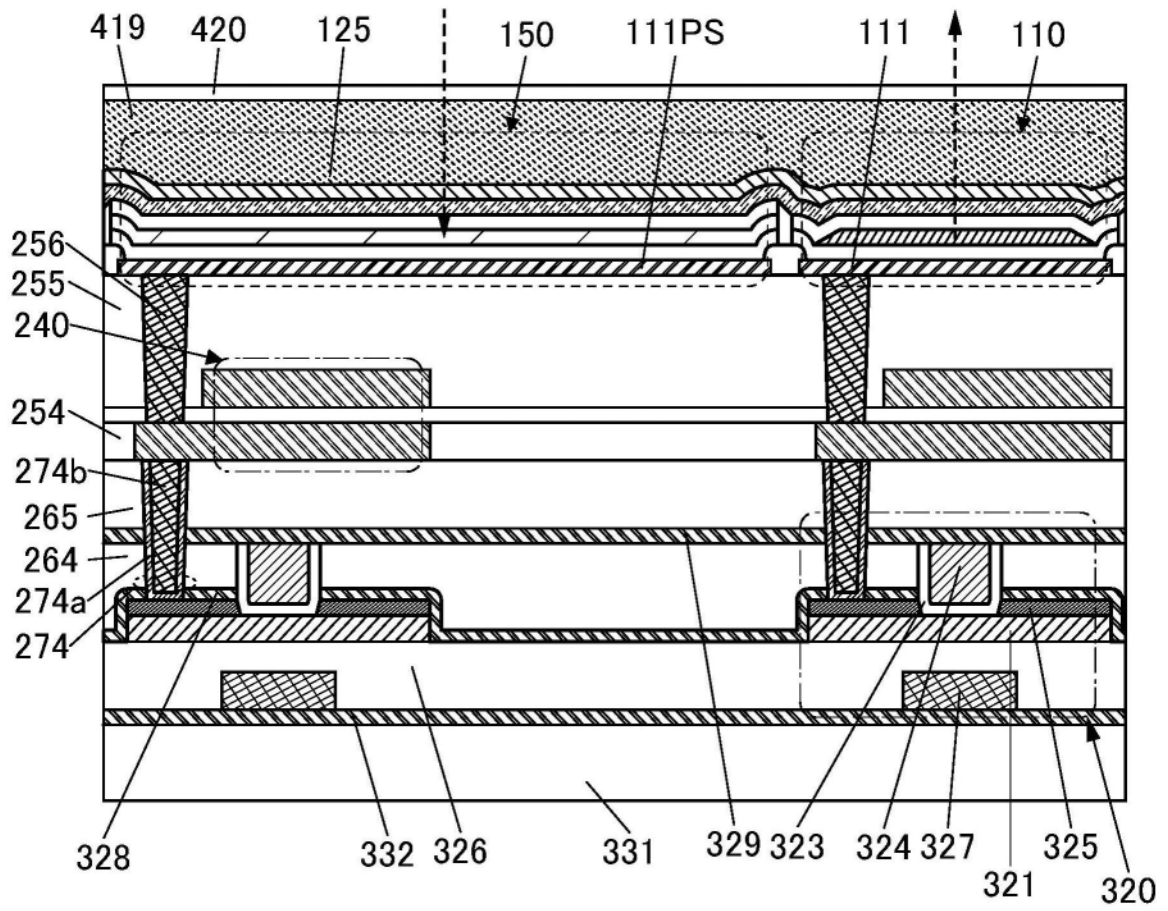


图25

200E

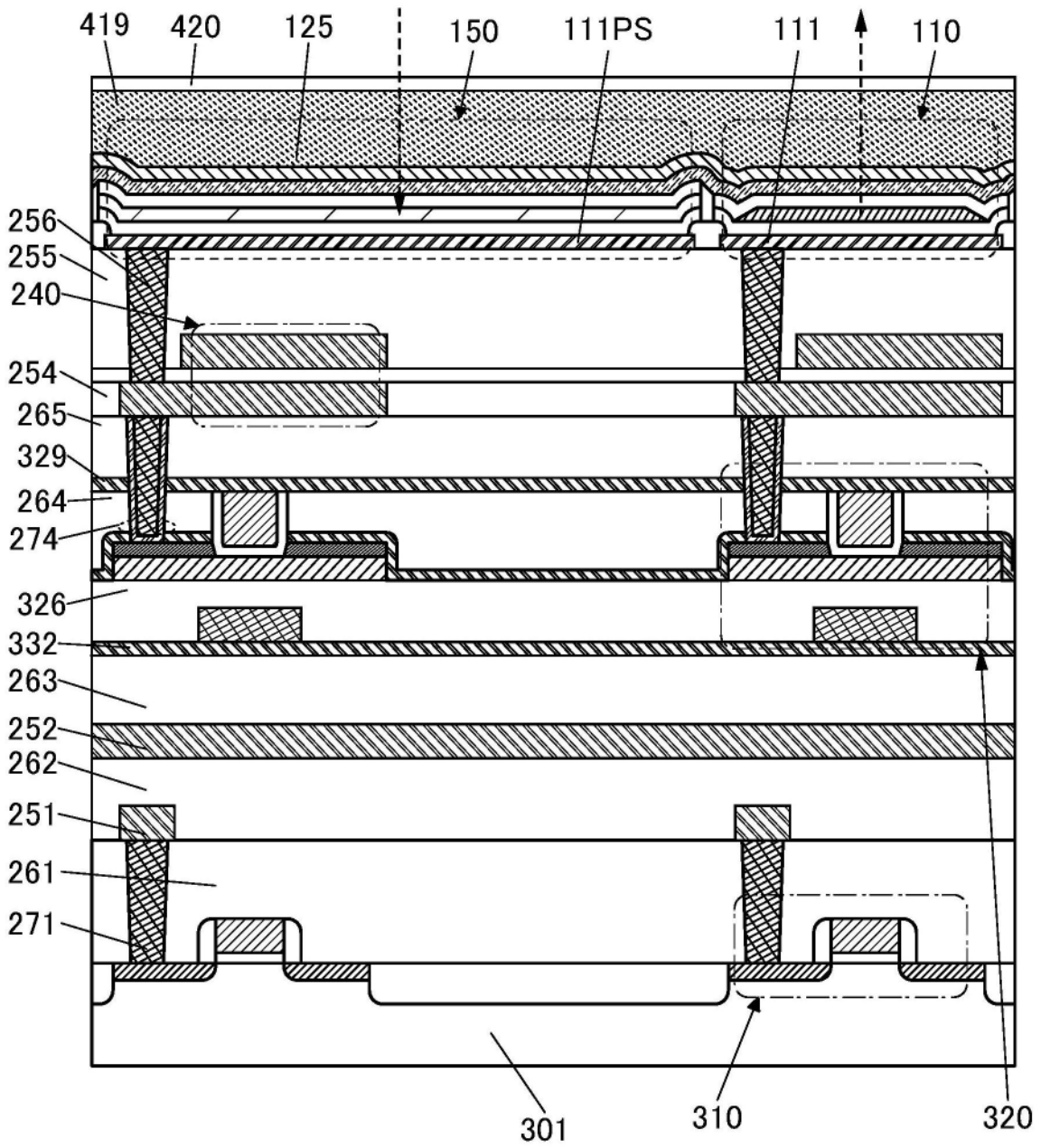


图26

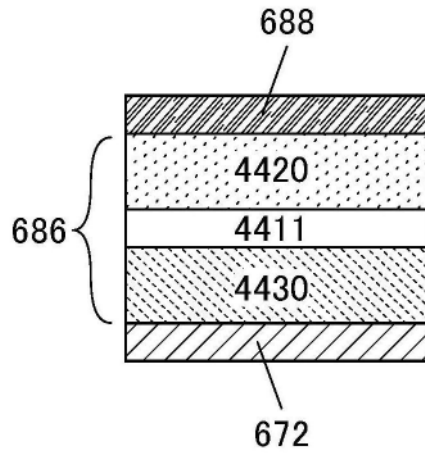


图27A

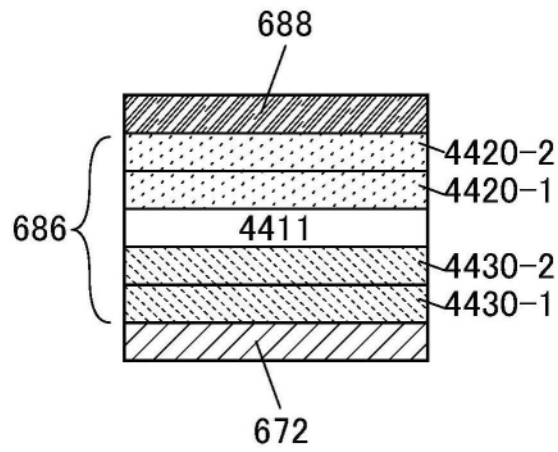


图27B

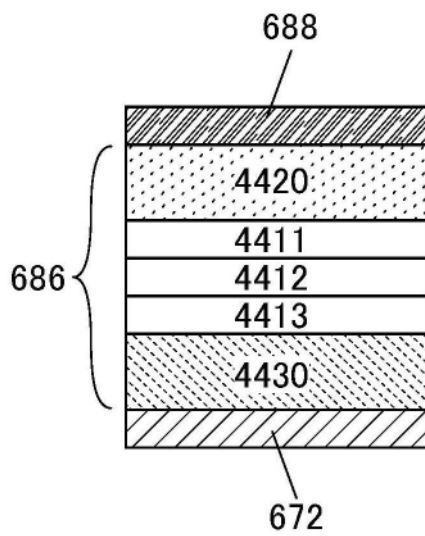


图27C

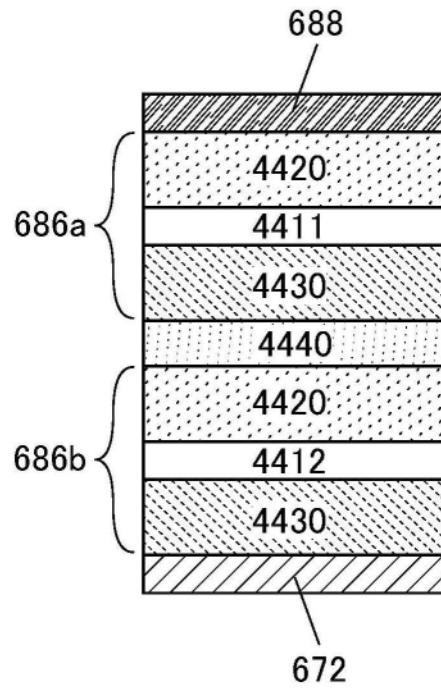


图27D

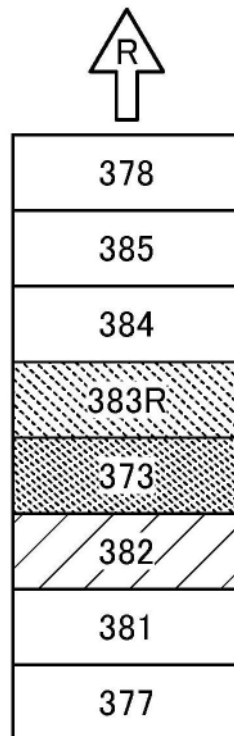


图28A

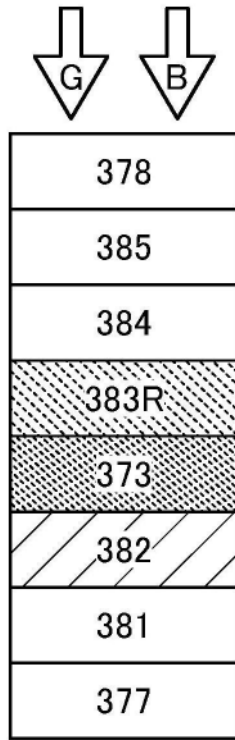


图28B

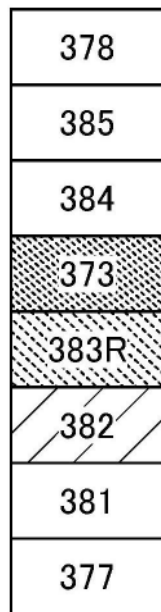


图28C

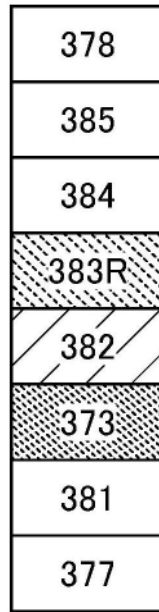


图28D

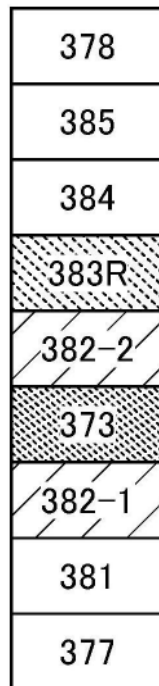


图28E

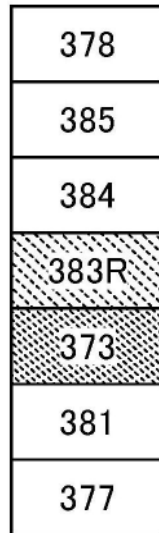


图28F

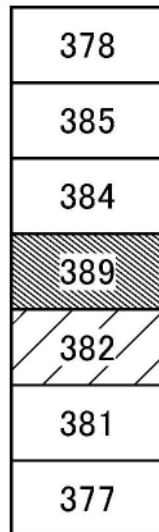


图28G

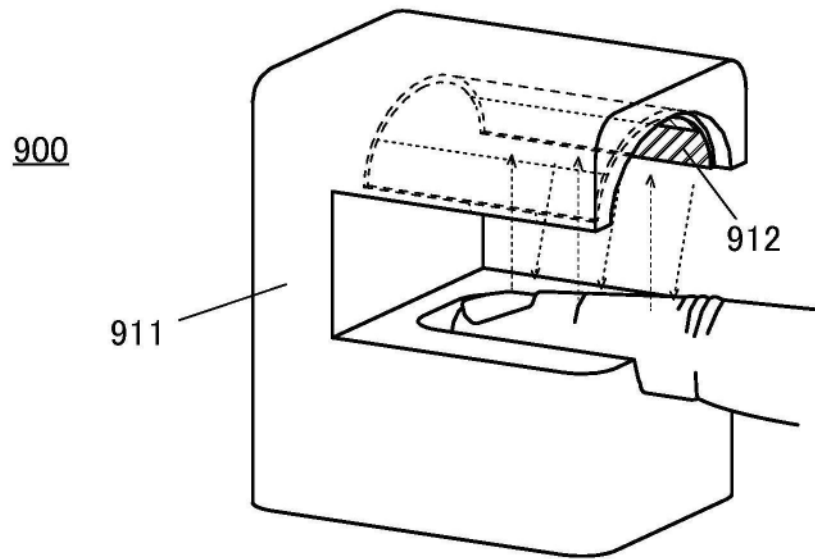


图29A

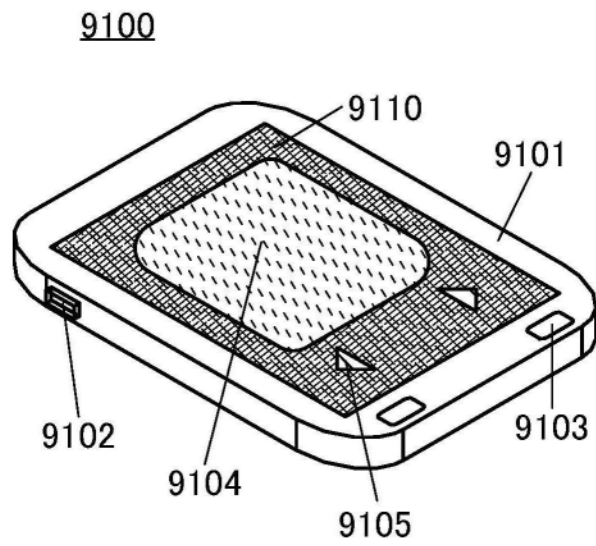


图29B

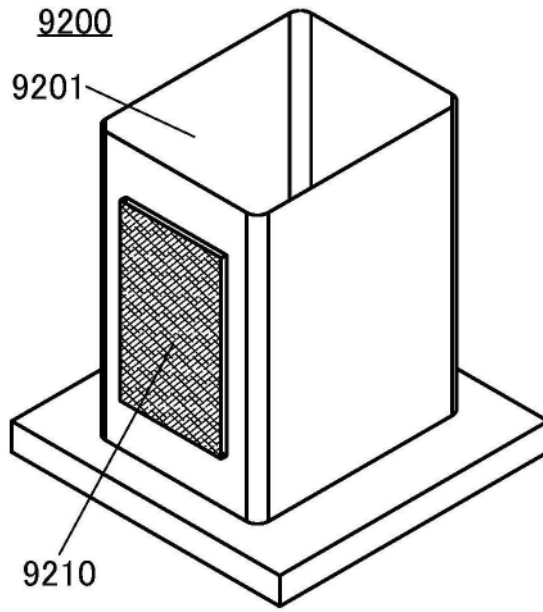


图29C

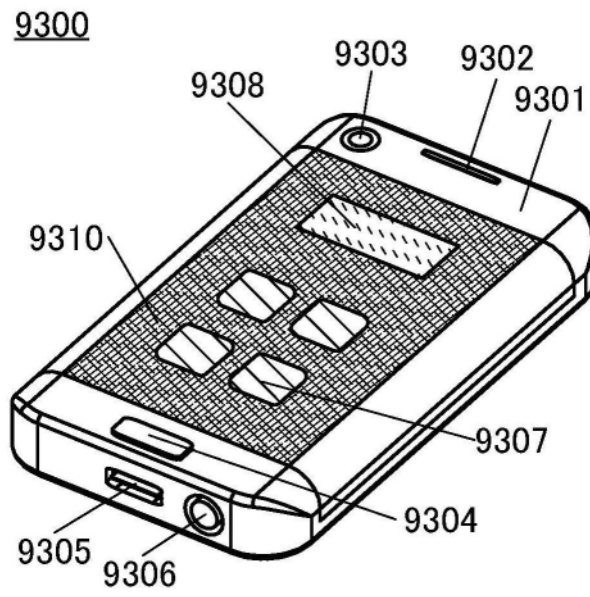


图29D

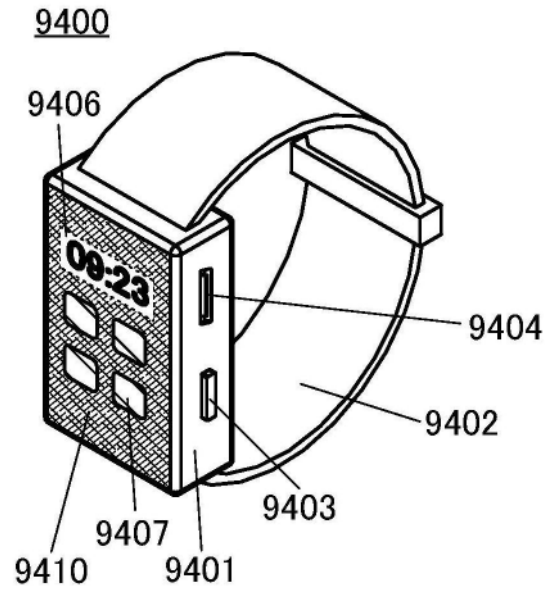


图29E