



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112639937 B

(45) 授权公告日 2023.06.23

(21) 申请号 201980057735.9

池田隆之

(22) 申请日 2019.08.22

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112639937 A

专利代理师 刘侗

(43) 申请公布日 2021.04.09

(51) Int.Cl.

(30) 优先权数据

G09F 9/33 (2006.01)

2018-166335 2018.09.05 JP

G09F 9/00 (2006.01)

2018-166336 2018.09.05 JP

G09F 9/30 (2006.01)

H01L 33/48 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.03.04

(56) 对比文件

(86) PCT国际申请的申请数据

CN 105700723 A, 2016.06.22

PCT/IB2019/057065 2019.08.22

CN 106952941 A, 2017.07.14

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/049392 JA 2020.03.12

JP 2016174143 A, 2016.09.29

US 2015187898 A1, 2015.07.02

US 2017358624 A1, 2017.12.14

US 2018053917 A1, 2018.02.22

US 9653642 B1, 2017.05.16

(73) 专利权人 株式会社半导体能源研究所
地址 日本神奈川

审查员 陈坤云

(72) 发明人 山崎舜平 楠纮慈 江口晋吾

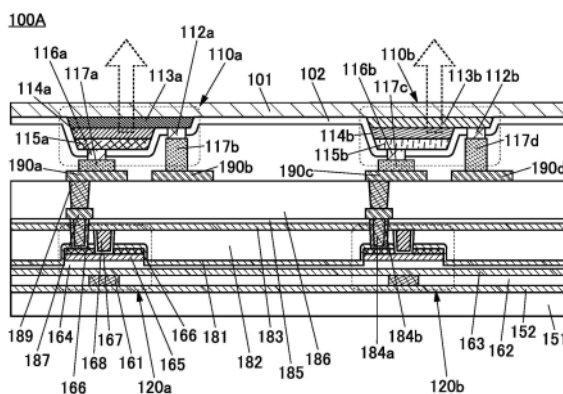
权利要求书3页 说明书30页 附图20页

(54) 发明名称

显示装置、显示模块、电子设备及显示装置的制造方法

(57) 摘要

提供一种清晰度高的显示装置。提供一种显示质量高的显示装置。本发明的一个方式是一种包括衬底、绝缘层、多个晶体管及多个发光二极管的显示装置。多个发光二极管以矩阵状设置于衬底。多个晶体管的每一个与多个发光二极管中的至少一个电连接。多个发光二极管位于与多个晶体管相比更靠近衬底一侧。多个发光二极管向衬底一侧发射光。多个晶体管的每一个包括金属氧化物层及栅电极。金属氧化物层包括沟道形成区域。栅电极的顶面的高度与绝缘层的顶面的高度大致一致。



1. 一种显示装置,包括:

衬底、绝缘层、多个晶体管、多个发光二极管及保护层,

其中,所述多个发光二极管以矩阵状设置于所述衬底上,

所述多个晶体管的每一个与所述多个发光二极管中的至少一个电连接,

所述多个发光二极管位于与所述多个晶体管相比更靠近所述衬底一侧,

所述多个发光二极管向所述衬底一侧发射光,

所述多个发光二极管的每一个包括第一电极、第一半导体层、发光层、第二半导体层及第二电极,

所述保护层以覆盖所述多个发光二极管的每一个包括的所述第一半导体层、所述发光层、所述第二半导体层、所述第一电极的侧面及所述第二电极的侧面的方式设置,

所述多个晶体管的每一个包括金属氧化物层及栅电极,

所述金属氧化物层包括沟道形成区域,

并且,所述栅电极的顶面的高度与所述绝缘层的顶面的高度大致一致。

2. 一种显示装置,包括:

衬底、绝缘层、多个晶体管、多个发光二极管及保护层,

其中,所述多个发光二极管以矩阵状设置于所述衬底上,

所述多个晶体管的每一个与所述多个发光二极管中的至少一个电连接,

所述多个发光二极管位于与所述多个晶体管相比更靠近所述衬底一侧,

所述多个发光二极管向所述衬底一侧发射光,

所述多个发光二极管的每一个包括第一电极、第一半导体层、发光层、第二半导体层及第二电极,

所述保护层以覆盖所述多个发光二极管的每一个包括的所述第一半导体层、所述发光层、所述第二半导体层、所述第一电极的侧面及所述第二电极的侧面的方式设置,

所述多个晶体管的每一个包括金属氧化物层、栅极绝缘层、栅电极、第一导电层及第二导电层,

所述金属氧化物层包括沟道形成区域,

所述金属氧化物层包括与所述第一导电层重叠的第一区域、与所述第二导电层重叠的第二区域及所述第一区域和所述第二区域之间的第三区域,

所述第一导电层及所述第二导电层互分开地位于所述金属氧化物层上,

所述绝缘层位于所述第一导电层及所述第二导电层上,

所述绝缘层包括与所述第三区域重叠的开口,

所述栅极绝缘层位于所述开口的内侧,并与所述绝缘层的侧面及所述第三区域的顶面重叠,

并且,所述栅电极位于所述开口的内侧,并隔着所述栅极绝缘层与所述绝缘层的侧面及所述第三区域的顶面重叠。

3. 根据权利要求1或2所述的显示装置,

其中所述多个发光二极管中的至少一个是微型发光二极管。

4. 根据权利要求1或2所述的显示装置,

其中所述多个发光二极管包括第一发光二极管及第二发光二极管,

并且所述第一发光二极管和所述第二发光二极管呈现互不相同的颜色的光。

5. 根据权利要求4所述的显示装置，

其中电连接到所述第一发光二极管的第一晶体管及电连接到所述第二发光二极管的第二晶体管的沟道长度和沟道宽度中的一个或两个互不相同。

6. 根据权利要求1或2所述的显示装置，

其中所述多个发光二极管都呈现相同颜色的光。

7. 根据权利要求1或2所述的显示装置，还包括驱动电路，

其中所述驱动电路包括多个电路用晶体管，

所述多个电路用晶体管的每一个在半导体衬底中包括沟道形成区域，

所述绝缘层、所述多个晶体管及所述多个发光二极管的每一个位于所述衬底和所述半导体衬底之间，

并且所述多个晶体管位于与所述多个电路用晶体管相比更靠近所述衬底一侧。

8. 根据权利要求1或2所述的显示装置，还包括功能层，

其中所述功能层位于所述衬底和所述多个发光二极管中的至少一个之间，

所述多个发光二极管中的至少一个隔着所述功能层向所述衬底一侧发射光，

并且所述功能层包括着色层和颜色转换层的一个或两个。

9. 根据权利要求1或2所述的显示装置，还包括触摸传感器，

其中所述发光二极管通过所述衬底向所述触摸传感器一侧发射光。

10. 一种具有权利要求1或2所述的显示装置及连接器或集成电路的显示模块。

11. 一种电子设备，包括：

权利要求10所述的显示模块；以及

天线、电池、框体、照相机、扬声器、麦克风及操作按钮中的至少一个。

12. 一种显示装置的制造方法，包括如下步骤：

在第一衬底上以矩阵状形成多个晶体管；

在第二衬底上以矩阵状形成多个发光二极管；

在所述第二衬底上以覆盖多个发光二极管的方式形成保护层，

在所述第一衬底或所述第二衬底上形成与所述多个晶体管中的至少一个或所述多个发光二极管中的至少一个电连接的第一导体；以及

以通过所述第一导体使所述多个晶体管中的至少一个和所述多个发光二极管中的至少一个电连接的方式一次贴合形成在相互不同的衬底上的所述多个晶体管和所述多个发光二极管，

其中，在形成所述多个晶体管的工序中采用至少一次平坦化处理。

13. 根据权利要求12所述的显示装置的制造方法，包括如下步骤：

通过在所述第一衬底上形成所述第一导体，使所述第一导体和所述多个晶体管中的至少一个电连接；

在所述第二衬底上形成与所述多个发光二极管中的至少一个电连接的第二导体；以及

以使所述第一导体和所述第二导体接触的方式贴合所述第一衬底和所述第二衬底。

14. 根据权利要求12所述的显示装置的制造方法，
其中在第三衬底上形成着色层、颜色转换层及触摸传感器中的至少一个，
在贴合所述第一衬底和所述第二衬底之后剥离所述第二衬底，
并且将所述第三衬底贴合于通过剥离所述第二衬底来露出的面。
15. 根据权利要求12所述的显示装置的制造方法，
其中在第三衬底上形成着色层、颜色转换层及触摸传感器中的至少一个，
在贴合所述第一衬底和所述第二衬底之后对所述第二衬底进行抛光来减薄所述第二衬底的厚度，
并且将所述第三衬底贴合于所述第二衬底的被抛光的面。
16. 根据权利要求12所述的显示装置的制造方法，
其中所述多个发光二极管中的至少一个是微型发光二极管。
17. 根据权利要求12所述的显示装置的制造方法，
其中所述多个晶体管中的至少一个在沟道形成区域中包括金属氧化物。

显示装置、显示模块、电子设备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、显示模块、电子设备及它们的制造方法。

[0002] 注意,本发明的一个方式不局限于上述技术领域。作为本发明的一个方式的技术领域的例子,可以举出半导体装置、显示装置、发光装置、蓄电装置、存储装置、电子设备、照明装置、输入装置(例如,触摸传感器等)、输入输出装置(例如,触摸面板等)、它们的驱动方法或它们的制造方法。

背景技术

[0003] 近年来,已提出了将微型发光二极管(MicroLED(LightEmittingDiode))用于显示元件的显示装置(例如,专利文献1)。将微型LED用于显示元件的显示装置具有高亮度、高对比度、长使用寿命等优点,因此作为新一代显示装置,对其的研究开发非常活跃。

[0004] [先行技术文献]

[0005] [专利文献]

[0006] [专利文献1]美国专利申请公开第2014/0367705号说明书

发明内容

[0007] 发明所要解决的技术问题

[0008] 在将微型LED用于显示元件的显示装置中,LED芯片的安装所需要的时间极长,所以制造成本的缩减是要解决的课题。例如,在取放方式中,在不同的晶片上分别制造红色(R)、绿色(G)、蓝色(B)的LED,逐一切割出LED,并将其安装于电路板上。因此,显示装置的像素数越多,要安装的LED的个数越多,所以安装所需要的时间变长。此外,显示装置的清晰度越高,安装LED的难易度越高。

[0009] 本发明的一个方式的目的之一是提供一种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显示质量高的显示装置。本发明的一个方式的目的之一是提供一种低功耗的显示装置。本发明的一个方式的目的之一是提供一种可靠性高的显示装置。

[0010] 本发明的一个方式的目的之一是缩减将微型LED用于显示元件的显示装置的制造成本。本发明的一个方式的目的之一是以高成品率制造将微型LED用于显示元件的显示装置。

[0011] 注意,上述目的的描述并不妨碍其他目的的存在。本发明的一个方式不一定需要实现所有上述目的。可以从说明书、附图、权利要求书的记载中抽取上述目的以外的目的。

[0012] 解决技术问题的手段

[0013] 本发明的一个方式的显示装置包括衬底、绝缘层、多个晶体管及多个发光二极管。多个发光二极管以矩阵状设置于衬底上。多个晶体管的每一个与多个发光二极管中的至少一个电连接。多个发光二极管位于与多个晶体管相比更靠近衬底一侧。多个发光二极管向衬底一侧发射光。多个晶体管的每一个包括金属氧化物层及栅电极。金属氧化物层包括沟道形成区域。栅电极的顶面的高度与绝缘层的顶面的高度大致一致。

[0014] 另外,本发明的一个方式的显示装置包括衬底、绝缘层、多个晶体管及多个发光二极管。多个发光二极管以矩阵状设置于衬底上。多个晶体管的每一个与多个发光二极管中的至少一个电连接。多个发光二极管位于与多个晶体管相比更靠近衬底一侧。多个发光二极管向衬底一侧发射光。多个晶体管的每一个包括金属氧化物层、栅极绝缘层、栅电极、第一导电层及第二导电层。金属氧化物层包括沟道形成区域。金属氧化物层包括与第一导电层重叠的第一区域、与第二导电层重叠的第二区域及第一区域和第二区域之间的第三区域。第一导电层及第二导电层互相分开地位于金属氧化物层上。绝缘层位于第一导电层及第二导电层上。绝缘层包括与第三区域重叠的开口。栅极绝缘层位于开口的内侧,并与绝缘层的侧面及第三区域的顶面重叠。栅电极位于开口的内侧,并隔着栅极绝缘层与绝缘层的侧面及第三区域的顶面重叠。

[0015] 多个发光二极管中的至少一个优选是微型发光二极管。

[0016] 多个发光二极管也可以包括呈现互不相同的颜色的光的第一发光二极管及第二发光二极管。此时,电连接到第一发光二极管的第一晶体管及电连接到第二发光二极管的第二晶体管的沟道长度和沟道宽度中的一个或两个也可以互不相同。

[0017] 另外,多个发光二极管也可以都呈现相同颜色的光。

[0018] 本发明的一个方式的显示装置优选还包括驱动电路。驱动电路包括多个电路用晶体管。多个电路用晶体管的每一个在半导体衬底中包括沟道形成区域。绝缘层、多个晶体管及多个发光二极管的每一个位于衬底和半导体衬底之间。多个晶体管位于与多个电路用晶体管相比更靠近衬底一侧。

[0019] 本发明的一个方式的显示装置优选还包括功能层。功能层位于衬底和多个发光二极管中的至少一个之间。多个发光二极管中的至少一个通过功能层向衬底一侧发射光。功能层包括着色层和颜色转换层的一个或两个。

[0020] 本发明的一个方式的显示装置优选还包括触摸传感器。发光二极管通过衬底向触摸传感器一侧发射光。

[0021] 本发明的一个方式是一种包括具有上述任何结构的显示装置的模块,该模块安装有柔性印刷电路板(Flexible printed circuit,以下记为FPC)或TCP(Tape Carrier Package:带载封装)等连接器或者利用COG(Chip On Glass:玻璃覆晶封装)方式或COF(Chip On Film:薄膜覆晶封装)方式等安装有集成电路(IC)。

[0022] 本发明的一个方式是一种包括上述模块、天线、电池、框体、照相机、扬声器、麦克风及操作按钮中的至少一个的电子设备。

[0023] 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:在第一衬底上以矩阵状形成多个晶体管;在第二衬底上以矩阵状形成多个发光二极管;在第一衬底或第二衬底上形成与多个晶体管中的至少一个或多个发光二极管中的至少一个电连接的第一导电体;以及以通过第一导电体使多个晶体管中的至少一个和多个发光二极管中的至少一个电连接的方式贴合第一衬底和第二衬底,在形成多个晶体管的工序中采用至少一次的平坦化处理。多个发光二极管中的至少一个优选是微型发光二极管。多个晶体管中的至少一个优选在沟道形成区域中包括金属氧化物。

[0024] 在本发明的一个方式的显示装置的制造方法中,也可以通过在第一衬底上形成第一导电体,使第一导电体和多个晶体管中的至少一个电连接,在第二衬底上形成与多个发

光二极管中的至少一个电连接的第二导电体,以使第一导电体和第二导电体接触的方式贴合第一衬底和第二衬底。

[0025] 在本发明的一个方式的显示装置的制造方法中,也可以在第三衬底上形成着色层、颜色转换层及触摸传感器中的至少一个,在贴合第一衬底和第二衬底之后剥离第二衬底,将第三衬底贴合于通过剥离第二衬底来露出的面。

[0026] 另外,在本发明的一个方式的显示装置的制造方法中,也可以在第三衬底上形成着色层、颜色转换层及触摸传感器中的至少一个,在贴合第一衬底和第二衬底之后对第二衬底进行抛光来减薄第二衬底的厚度,将第三衬底贴合于第二衬底的被抛光的面。

[0027] 发明效果

[0028] 根据本发明的一个方式,可以提供一种清晰度高的显示装置。根据本发明的一个方式,可以提供一种显示质量高的显示装置。根据本发明的一个方式,可以提供一种低功耗的显示装置。根据本发明的一个方式,可以提供一种可靠性高的显示装置。

[0029] 根据本发明的一个方式,可以缩减将微型LED用于显示元件的显示装置的制造成本。根据本发明的一个方式,可以以高成品率制造将微型LED用于显示元件的显示装置。

[0030] 注意,上述效果的描述并不妨碍其他效果的存在。本发明的一个方式不一定需要具有所有上述效果。可以从说明书、附图、权利要求书的记载中抽取上述效果以外的效果。

附图说明

[0031] 图1是示出显示装置的一个例子的截面图。

[0032] 图2A至图2C是示出显示装置的制造方法的一个例子的截面图。

[0033] 图3是示出显示装置的一个例子的截面图。

[0034] 图4是示出显示装置的一个例子的截面图。

[0035] 图5A及图5B是示出显示装置的一个例子的截面图。

[0036] 图6A及图6B是示出显示装置的制造方法的一个例子的截面图。

[0037] 图7是示出显示装置的一个例子的截面图。

[0038] 图8A是示出晶体管的一个例子的俯视图,图8B及图8C是示出晶体管的一个例子的截面图。

[0039] 图9A是示出晶体管的一个例子的俯视图,图9B及图9C是示出晶体管的一个例子的截面图。

[0040] 图10是示出显示装置的像素的一个例子的电路图。

[0041] 图11A及图11B是示出电子设备的一个例子的图。

[0042] 图12A及图12B是示出电子设备的一个例子的图。

[0043] 图13A及图13B是示出电子设备的一个例子的图。

[0044] 图14A至图14D是示出电子设备的例子的图。

[0045] 图15A至图15F是示出电子设备的例子的图。

具体实施方式

[0046] 参照附图对实施方式进行详细说明。注意,本发明不局限于以下说明,而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及详细内容在不脱离本发明

的宗旨及其范围的情况下可以被变换为各种形式。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。

[0047] 注意,在下面说明的发明结构中,在不同的附图中共同使用相同的附图标记来显示相同的部分或具有相同功能的部分,而省略反复说明。此外,当显示具有相同功能的部分时有时使用相同的阴影线,而不特别添加附图标记。

[0048] 另外,为了便于理解,有时附图中示出的各构成的位置、大小及范围等并不显示其实际的位置、大小及范围等。因此,所公开的发明不一定局限于附图所公开的位置、大小、范围等。

[0049] 另外,根据情况或状态,可以互相调换“膜”和“层”。例如,可以将“导电层”变换为“导电膜”。此外,可以将“绝缘膜”变换为“绝缘层”。

[0050] (实施方式1)

[0051] 在本实施方式中,参照图1至图9B说明本发明的一个方式的显示装置。

[0052] [显示装置的概要]

[0053] 本实施方式的显示装置包括作为显示元件的多个发光二极管及驱动显示元件的多个晶体管。多个发光二极管以矩阵状设置于对可见光具有透过性的衬底上。多个晶体管的每一个与多个发光二极管中的至少一个电连接。多个发光二极管位于与多个晶体管相比更靠近该衬底一侧。多个发光二极管向该衬底一侧发射光。

[0054] 通过贴合形成在互不相同的衬底上的多个晶体管和多个发光二极管形成本实施方式的显示装置。

[0055] 在本实施方式的显示装置的制造方法中,一次贴合多个发光二极管和多个晶体管,因此即使在制造其像素数多的显示装置或高精细的显示装置的情况下,与将发光二极管逐一安装于电路板的方法相比,也可以缩短显示装置的制造时间,并降低制造难易度。

[0056] 本实施方式的显示装置具有使用发光二极管显示影像的功能。由于发光二极管是自发光元件,因此在作为显示元件使用发光二极管时,显示装置不需要背光,并也可以不设置偏振片。由此,可以减少显示装置的功耗,并可以实现显示装置的薄型化及轻量化。此外,因为作为显示元件使用发光二极管的显示装置具有高对比度及宽视角,所以可以得到高显示质量。另外,通过将无机材料用于发光材料,可以延长显示装置的使用寿命且提高可靠性。

[0057] 在本实施方式中,特别说明作为发光二极管使用微型LED的情况的例子。另外,在本实施方式中,说明具有双异质结的微型LED。注意,对发光二极管没有特别的限制,例如,可以采用具有量子阱结的微型LED、使用纳米柱的LED等。

[0058] 发光二极管的发射光的区域的面积优选为 1mm^2 以下,更优选为 $10000\mu\text{m}^2$ 以下,进一步优选为 $3000\mu\text{m}^2$ 以下,进一步优选为 $700\mu\text{m}^2$ 以下。注意,在本说明书等中,有时将发射光的区域的面积为 $10000\mu\text{m}^2$ 以下的发光二极管记为微型LED。

[0059] 显示装置所包括的晶体管优选在沟道形成区域中具有金属氧化物。使用金属氧化物的晶体管可以降低功耗。因此,通过将该晶体管与微型LED组合,可以实现功耗极低的显示装置。

[0060] 特别是,本实施方式的显示装置优选包括栅电极的顶面的高度与绝缘层的顶面的高度大致一致的晶体管。例如,通过采用CMP (Chemical Mechanical Polishing) 法等进行

平坦化处理,使栅电极的顶面和绝缘层的顶面平坦化来使栅电极的顶面的高度和绝缘层的顶面的高度一致。

[0061] 很容易减小这种结构的晶体管的尺寸。通过减小晶体管的尺寸,可以减小像素的尺寸,从而可以提高显示装置的清晰度。

[0062] 因为可以提高本实施方式的显示装置的清晰度,所以可以将其适当地用于包括较小的显示部的电子设备。例如,作为这种电子设备,可以举出手表型或手镯型信息终端设备(可穿戴设备)或者可戴在头上的可穿戴设备诸如头戴显示器等VR(Virtual Reality)用设备、眼镜型AR(Augmented Reality)用设备或MR(Mixed Reality)用设备等。

[0063] [显示装置的结构例子1]

[0064] 图1示出显示装置100A的截面图。图2A至图2C示出显示装置100A的制造方法的截面图。

[0065] 图1所示的显示装置100A是贴合图2A所示的LED衬底150A和图2B所示的电路板150B(参照图2C)而构成的。

[0066] 图2A示出LED衬底150A的截面图。

[0067] LED衬底150A包括衬底101、发光二极管110a、发光二极管110b及保护层102。

[0068] 发光二极管110a包括电极112a、半导体层113a、发光层114a、半导体层115a及电极116a。发光二极管110b包括电极112b、半导体层113b、发光层114b、半导体层115b及电极116b。

[0069] 电极112a与半导体层113a电连接。电极116a与半导体层115a电连接。电极112b与半导体层113b电连接。电极116b与半导体层115b电连接。保护层102以覆盖衬底101、半导体层113a、113b、发光层114a、114b及半导体层115a、115b的方式设置。保护层102覆盖电极112a、112b的侧面及电极116a、116b的侧面,并包括与电极112a、112b的顶面及电极116a、116b的顶面重叠的开口。电极112a、112b的顶面及电极116a、116b的顶面在该开口中露出。

[0070] 发光层114a被夹在半导体层113a和半导体层115a之间。发光层114b被夹在半导体层113b和半导体层115b之间。在发光层114a、114b中,电子和空穴键合而发射光。半导体层113a、113b和半导体层115a、115b中的一个为n型半导体层,另一个为p型半导体层。

[0071] 包括半导体层113a、发光层114a及半导体层115a的叠层结构和包括半导体层113b、发光层114b及半导体层115b的叠层结构以各自呈现红色、黄色、绿色或蓝色等的光的方式形成。两个叠层结构优选呈现不同颜色的光。例如,可以将镓-磷化合物、镓-砷化合物、镓-铝-砷化合物、铝-镓-铟-磷化合物、镓氮化物、铟-氮化镓化合物、硒-锌化合物等用于这些叠层结构。

[0072] 当以呈现互不相同的颜色的光的方式形成发光二极管110a和发光二极管110b时,不需要颜色转换层的形成工序。由此,可以抑制显示装置的制造成本。

[0073] 此外,两个叠层结构也可以呈现相同颜色的光。此时,发光层114a、114b所发射的光也可以经过颜色转换层和着色层中的一个或两个被提取到显示装置外部。注意,在后面的显示装置的结构例子2中说明各颜色的像素包括呈现同一颜色的光的发光二极管的结构。

[0074] 另外,本实施方式的显示装置也可以包括呈现红外光的发光二极管。呈现红外光的发光二极管例如可以被用作红外光传感器的光源。

[0075] 作为衬底101,例如可以使用蓝宝石(Al_2O_3)衬底、碳化硅(SiC)衬底、硅(Si)衬底、氮化镓(GaN)衬底等单晶衬底。

[0076] 如图1所示,发光二极管110a、110b的光发射到衬底101一侧。因此,衬底101优选对可见光具有透过性。例如,通过抛光等减薄厚度,可以提高衬底101的对可见光的透过性。

[0077] 图2B示出电路板150B的截面图。

[0078] 电路板150B包括衬底151、绝缘层152、晶体管120a、晶体管120b、导电层184a、导电层184b、导电层187、导电层189、绝缘层186、绝缘层188、导电层190a、导电层190b、导电层190c及导电层190d。电路板150B还包括绝缘层162、绝缘层181、绝缘层182、绝缘层183及绝缘层185等绝缘层。虽然这些绝缘层中的一个或多个有时被看作晶体管的构成要素,但是在本实施方式中,不将其包括在晶体管的构成要素中进行说明。

[0079] 作为衬底151,可以使用:绝缘衬底诸如玻璃衬底、石英衬底、蓝宝石衬底、陶瓷衬底等;或者半导体衬底诸如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、硅锗等的化合物半导体衬底、SOI衬底等。

[0080] 衬底151优选遮断可见光(对可见光具有非透过性)。在衬底151遮断可见光时,可以抑制光从外部进入到形成在衬底151上的晶体管120a、120b。但是,本发明的一个方式不局限于此,衬底151也可以对可见光具有透过性。

[0081] 衬底151上设置有绝缘层152。绝缘层152被用作阻挡层,该阻挡层防止水或氢等杂质从衬底151扩散到晶体管120a、120b及氧从金属氧化物层165向绝缘层152一侧脱离。作为绝缘层152,例如可以使用与氧化硅膜相比氢或氧不容易扩散的膜诸如氧化铝膜、氧化钪膜、氮化硅膜等。

[0082] 晶体管120a、120b包括导电层161、绝缘层163、绝缘层164、金属氧化物层165、一对导电层166、绝缘层167、导电层168等。

[0083] 金属氧化物层165包括沟道形成区域。金属氧化物层165包括与一对导电层166中的一个重叠的第一区域、与一对导电层166中的另一个重叠的第二区域以及该第一区域和该第二区域之间的第三区域。

[0084] 绝缘层152上设置有导电层161及绝缘层162,并且覆盖导电层161及绝缘层162地设置有绝缘层163及绝缘层164。金属氧化物层165设置在绝缘层164上。导电层161被用作栅电极,绝缘层163及绝缘层164被用作栅极绝缘层。导电层161隔着绝缘层163及绝缘层164与金属氧化物层165重叠。绝缘层163优选与绝缘层152同样地被用作阻挡层。与金属氧化物层165接触的绝缘层164优选使用氧化硅膜等氧化物绝缘膜。

[0085] 在此,导电层161的顶面的高度与绝缘层162的顶面的高度大致一致。例如,在绝缘层162中设置开口,并以填埋该开口的方式形成导电层161,然后通过CMP法等进行平坦化处理,从而可以使导电层161的顶面的高度和绝缘层162的顶面的高度一致。由此,可以缩小晶体管120a、120b的尺寸。

[0086] 一对导电层166分开地设置在金属氧化物层165上。一对导电层166被用作源极及漏极。覆盖金属氧化物层165及一对导电层166地设置有绝缘层181,绝缘层181上设置有绝缘层182。绝缘层181及绝缘层182中设置有到达金属氧化物层165的开口,绝缘层167及导电层168埋入在该开口内部。该开口与上述第三区域重叠。绝缘层167与绝缘层181的侧面及绝缘层182的侧面重叠。导电层168隔着绝缘层167与绝缘层181的侧面及绝缘层182的侧面重

叠。导电层168被用作栅电极,绝缘层167被用作栅极绝缘层。导电层168隔着绝缘层167与金属氧化物层165重叠。

[0087] 在此,导电层168的顶面的高度与绝缘层182的顶面的高度大致一致。例如,在绝缘层182中设置开口,以填埋该开口的方式形成绝缘层167及导电层168,然后进行平坦化处理,从而可以使导电层168的顶面的高度和绝缘层182的顶面的高度一致。由此,可以缩小晶体管120a、120b的尺寸。

[0088] 而且,覆盖绝缘层182、绝缘层167及导电层168的顶面地设置有绝缘层183及绝缘层185。绝缘层181及绝缘层183优选与绝缘层152同样被用作阻挡层。通过由绝缘层181覆盖一对导电层166,可以抑制因包含在绝缘层182的氧而一对导电层166的氧化。

[0089] 与一对导电层166中的一个及导电层187电连接的插头埋入在设置于绝缘层181、绝缘层182、绝缘层183及绝缘层185中的开口内。插头优选包括与该开口的侧面及一对导电层166中的一个的顶面接触的导电层184b及埋入在该导电层184b的内侧的导电层184a。此时,作为导电层184b,优选使用氢及氧不容易扩散的导电材料。

[0090] 此外,在图1中,绝缘层185上设置有导电层187,导电层187上设置有绝缘层186。绝缘层186设置有到达导电层187的开口,导电层189埋入在该开口内部。另一方面,如图2B所示,绝缘层185上也可以设置有导电层187及绝缘层186,导电层187上也可以设置有绝缘层188。在此,导电层187的顶面的高度与绝缘层186的顶面的高度一致或大致一致。例如,在绝缘层186中设置开口,并以填埋该开口的方式形成导电层187,然后通过CMP法等进行平坦化处理,从而可以使导电层187的顶面的高度和绝缘层186的顶面的高度一致。在图2B中,绝缘层188设置有到达导电层187的开口,导电层189埋入在该开口内部中。导电层189被用作使导电层187与导电层190a或导电层190c电连接的插头。

[0091] 晶体管120a的一对导电层166中的一个通过导电层184a、导电层184b、导电层187及导电层189与导电层190a电连接。

[0092] 同样地,晶体管120b的一对导电层166中的一个通过导电层184a、导电层184b、导电层187及导电层189与导电层190c电连接。

[0093] 另外,作为可用于构成本实施方式的显示装置的各种导电层的材料,可以举出铝、钛、铬、镍、铜、钇、锆、钼、银、钽或钨等金属或以它们为主要成分的合金等。可以以单层或叠层结构使用包含这些材料的膜。例如,可以举出包含硅的铝膜的单层结构、在钛膜上层叠铝膜的两层结构、在钨膜上层叠铝膜的两层结构、在铜-镁-铝合金膜上层叠铜膜的两层结构、在钛膜上层叠铜膜的两层结构、在钨膜上层叠铜膜的两层结构、依次层叠钛膜或氮化钛膜、铝膜或铜膜以及钛膜或氮化钛膜的三层结构、以及依次层叠钼膜或氮化钼膜、铝膜或铜膜以及钼膜或氮化钼膜的三层结构等。另外,可以使用氧化钇、氧化锡或氧化锌等氧化物。另外,通过使用包含锰的铜,可以提高蚀刻时的形状的控制性,所以是优选的。

[0094] 作为可用于构成本实施方式的显示装置的各种绝缘层的材料,例如可以举出如丙烯酸树脂、聚酰亚胺、环氧及硅酮等树脂、如氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、氮化硅或氧化铝等无机绝缘材料。

[0095] 另外,电路板150B也可以包括反射发光二极管的光的反射层及遮断该光的遮光层中的一个或两个。

[0096] 如图1所示,设置于LED衬底150A的电极112a、112b、116a、116b分别与设置于电路

板150B的导电层190a、190b、190c、190d电连接。

[0097] 例如,电极116a和导电层190a通过导电体117a电连接。由此,可以使晶体管120a和发光二极管110a电连接。电极116a被用作发光二极管110a的像素电极。

[0098] 此外,电极112a和导电层190b通过导电体117b电连接。电极112a被用作发光二极管110a的共同电极。

[0099] 同样地,电极116b和导电层190c通过导电体117c电连接。由此,可以使晶体管120b和发光二极管110b电连接。电极116b被用作发光二极管110b的像素电极。

[0100] 此外,电极112b和导电层190d通过导电体117d电连接。电极112b被用作发光二极管110b的共同电极。

[0101] 例如,导电体117a至117d可以适当地使用银、碳、铜等的导电膏、金、焊料等的凸块。此外,与导电体117a至117d连接的电极112a、112b、116a、116b及导电层190a至190d各自优选使用与导电体117a至117d的接触电阻低的导电材料。例如,在导电体117a至117d使用银膏时,如果与它们连接的导电材料是铝、钛、铜、银(Ag)、钯(Pd)和铜(Cu)的合金(Ag-Pd-Cu(APC))等,则接触电阻低,所以是优选的。

[0102] 图2C示出将导电体117a至117d设置在电路板150B一侧,并贴合LED衬底150A和电路板150B的例子。或者,也可以在LED衬底150A一侧设置导电体117a至117d,并贴合LED衬底150A和电路板150B。

[0103] 多个发光二极管也可以电连接到一个晶体管。

[0104] 接着,图3示出显示装置100B的截面图。

[0105] 示出在显示装置100B中晶体管120a和晶体管120b的沟道长度互不相同的例子。其他结构与显示装置100A同样。

[0106] 驱动发光二极管110a的晶体管120a和驱动发光二极管110b的晶体管120b的尺寸、沟道长度、沟道宽度及结构等中的至少一个可以互不相同。例如,在发光二极管110a和发光二极管110b呈现互不相同的颜色的光的情况等下,可以根据颜色而改变晶体管结构。具体而言,也可以根据用来以所希望的亮度发光的电流以及颜色而改变晶体管的沟道长度和沟道宽度中的一个或两个。

[0107] 接着,图4示出显示装置100C的截面图。

[0108] 显示装置100C包括在衬底131中具有沟道形成区域的晶体管(晶体管130a、130b)和在金属氧化物中具有沟道形成区域的晶体管(晶体管120a、120b)的叠层。

[0109] 作为衬底131,优选使用单晶硅衬底。晶体管130a、130b包括导电层135、绝缘层134、绝缘层136、一对低电阻区域133。导电层135被用作栅极。绝缘层134位于导电层135和衬底131之间,并被用作栅极绝缘层。绝缘层136覆盖导电层135的侧面地设置,并被用作侧壁。一对低电阻区域133是衬底131中的掺杂有杂质的区域,其中一个被用作晶体管的源极,另一个被用作晶体管的漏极。

[0110] 此外,在相邻的两个晶体管之间以埋入在衬底131中的方式设置有元件分离层132。

[0111] 覆盖晶体管130a、130b地设置有绝缘层139,绝缘层139上设置有导电层138。导电层138通过埋入在绝缘层139的开口中的导电层137与一对低电阻区域133中的一个电连接。此外,覆盖导电层138地设置有绝缘层141,绝缘层141上设置有导电层142。导电层138及导

电层142各自被用作布线。此外,覆盖导电层142地设置有绝缘层143及绝缘层152,绝缘层152上设置有晶体管120a、120b。从绝缘层152到衬底101的叠层结构与显示装置100A同样,所以省略详细的说明。

[0112] 晶体管120a、120b可以被用作构成像素电路的晶体管。此外,晶体管130a、130b被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(栅极驱动器和源极驱动器中的一个或两个)的晶体管。另外,晶体管120a、120b、130a、130b可以被用作构成运算电路及存储电路等各种电路的晶体管。

[0113] 通过采用这种结构,在发光二极管的正下除形成像素电路外还可以形成驱动电路等,因此与在显示部的外侧设置驱动电路的情况相比,可以使显示装置小型化。另外,可以实现窄边框(非显示区域窄)的显示装置。

[0114] [显示装置的结构例子2]

[0115] 图5A示出显示装置100D的截面图,而图5B示出显示装置100E的截面图。

[0116] 显示装置100D及显示装置100E包括各颜色的像素呈现同一颜色的光的发光二极管。

[0117] 显示装置100D及显示装置100E包括设置有着色层CFR及颜色转换层CCMR的衬底191。

[0118] 具体而言,衬底191在重叠于红色像素所包括的发光二极管110a的区域中包括着色层CFR及颜色转换层CCMR。颜色转换层CCMR具有将蓝色光转换为红色光的功能。

[0119] 在图5A、图5B中,包括在红色像素中的发光二极管110a所发射的光由颜色转换层CCMR从蓝色转换为红色,由着色层CFR提高红色光的纯度,并发射到显示装置100D或显示装置100E的外部。

[0120] 虽然未图示,但是衬底191同样地在重叠于绿色像素所包括的发光二极管的区域中包括绿色着色层、将蓝色光转换为绿色光的颜色转换层。由此,包括在绿色像素中的发光二极管所发射的光由颜色转换层从蓝色转换为绿色,由着色层提高绿色光的纯度,并发射到显示装置的外部。

[0121] 另一方面,衬底191在重叠于蓝色像素所包括的发光二极管110b的区域中不包括颜色转换层。衬底191也可以在重叠于蓝色像素所包括的发光二极管110b的区域中包括蓝色着色层。在设置蓝色着色层时,可以提高蓝色光的纯度。在不设置蓝色着色层时,可以使制造工序简化。

[0122] 发光二极管110b所发射的蓝色光通过粘合层192及衬底191发射到显示装置100D或显示装置100E的外部。

[0123] 在各颜色的像素包括相同结构的发光二极管的显示装置的制造中,在衬底上只要制造一种发光二极管即可,因此与制造多种发光二极管的情况相比,可以使制造装置及工序简化。

[0124] 因为衬底191位于提取来自发光二极管的光的一侧,所以优选使用对可见光具有高透过性的材料。作为可用于衬底191的材料,例如可以举出玻璃、石英、蓝宝石、树脂等。衬底191也可以使用树脂薄膜等薄膜。由此,可以实现显示装置的轻量化、薄型化。

[0125] 作为颜色转换层优选使用荧光体或量子点(QD:Quantum dot)。特别是,量子点的发射光谱的峰宽窄,因此可以得到色纯度高的发光。因此,能够提高显示装置的显示质量。

激光 (DPSS)。

[0135] 此外,也可以在衬底101和发光二极管110a、110b之间设置剥离层。

[0136] 剥离层可以使用有机材料或无机材料形成。

[0137] 作为可用于剥离层的有机材料,例如可以举出聚酰亚胺树脂、丙烯酸树脂、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、酚醛树脂等。

[0138] 作为能够用于剥离层的无机材料,可以举出包含选自钨、钼、钛、钽、铌、镍、钴、锆、锌、钇、铈、钡、钕、铍及硅中的元素的金属、包含该元素的合金或包含该元素的化合物等。包含硅的层的结晶结构可以是非晶、微晶或多晶中的任一种。

[0139] 作为粘合层192,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。此外,也可以使用粘合薄片等。

[0140] 此外,如显示装置100E所示,也可以使用粘合层192将设置有着色层CFR及颜色转换层CCMR等的衬底191贴合到衬底101。也就是说,也可以不剥离衬底101。

[0141] 此时,优选通过抛光等减薄衬底101的厚度。由此,可以提高发光二极管所发射的光的提取效率。此外,还可以实现显示装置的薄型化、轻量化。

[0142] 首先,如显示装置100A那样,贴合电路板和LED衬底,然后对LED衬底所包括的衬底101进行抛光,使用粘合层192将设置有着色层CFR及颜色转换层CCMR等的衬底191贴合到衬底101的被抛光的面,从而可以制造显示装置100E。

[0143] [显示装置的结构例子3]

[0144] 图7示出显示装置100F的截面图。

[0145] 本发明的一个方式的显示装置也可以是安装有触摸传感器的显示装置(也称为输入输出装置或触摸面板)。上述各显示装置的结构可以用于触摸面板。显示装置100F是将触摸传感器安装于显示装置100A的例子。

[0146] 对本发明的一个方式的触摸面板所包括的感测元件(也称为传感元件)没有特别的限制。可以将能够检测出手指、触屏笔等检测对象的接近或接触的各种传感器用作感测元件。

[0147] 例如,作为传感器的方式,可以利用静电电容式、电阻膜式、表面声波式、红外线式、光学式、压敏式等各种方式。

[0148] 在本实施方式中,以包括静电电容式的感测元件的触摸面板为例进行说明。

[0149] 作为静电电容式,有表面型静电电容式、投影型静电电容式等。另外,作为投影型静电电容式,有自电容式、互电容式等。优选使用互电容式,因为可以同时多点感测。

[0150] 本发明的一个方式的触摸面板可以采用贴合分别形成的显示装置和检测元件而成的结构、在支撑显示元件的衬底和对置衬底中的一个或两个设置构成检测元件的电极等而成的结构等各种的结构。

[0151] 在显示装置100F中,从衬底151到衬底101为止的叠层结构与显示装置100A同样,所以省略详细的说明。

[0152] 导电层187b通过导电层189b、导电层190e及导电体195与FPC1电连接。显示装置100F通过FPC1被供应信号及电力。

[0153] 导电层187b可以使用与导电层187a同一材料及同一工序形成。导电层189b可以使用与导电层189a同一材料及同一工序形成。导电层190e可以使用与导电层190a至190d同一

材料及同一工序形成。

[0154] 作为导电体195,例如可以使用各向异性导电膜(ACF:Anisotropic Conductive Film)或各向异性导电膏(ACP:Anisotropic Conductive Paste)等。

[0155] 衬底171设置有触摸传感器。衬底171和衬底101以衬底171的设置触摸传感器的面朝向衬底101一侧的方式由粘合层179彼此贴合。

[0156] 衬底171的衬底101一侧设置有电极177及电极178。电极177及电极178形成在同一平面上。电极177及电极178使用使可见光透过的材料。绝缘层173覆盖电极177及电极178地设置。电极174通过设置在绝缘层173中的开口电连接到以夹着电极177的方式设置的两个电极178。

[0157] 加工与电极177、178同一的导电层而得到的布线172连接到加工与电极174同一的导电层而得到的导电层175。导电层175通过连接体176电连接到FPC2。

[0158] [晶体管的结构例子]

[0159] 可用于本发明的一个方式的显示装置的晶体管的结构不局限于图1等所示的晶体管120a、120b的结构。下面,参照图8A至图8C及图9A至图9C说明可用于本发明的一个方式的显示装置的晶体管的结构例子。

[0160] 图8A示出晶体管300的俯视图。另外,在图8A中,为了附图的明了化省略部分构成要素而进行图示。图8B示出沿着图8A的点划线A1-A2的截面图。图8B可以说是晶体管300的沟道长度方向上的截面图。图8C示出沿着图8A的点划线A3-A4的截面图。图8C可以说是晶体管300的沟道宽度方向上的截面图。

[0161] 图9A示出晶体管300A的俯视图。另外,在图9A中,为了附图的明了化省略部分构成要素而进行图示。图9B示出沿着图9A的点划线A1-A2的截面图。图9B可以说是晶体管300A的沟道长度方向上的截面图。图9C示出沿着图9A的点划线A3-A4的截面图。图9C可以说是晶体管300A的沟道宽度方向上的截面图。

[0162] 另外,图9A至图9C所示的晶体管300A是图8A至图8C所示的晶体管300的变形例子。在图8A至图8C中,氧化物层330c、绝缘层354及绝缘层380都具有单层结构,而在图9A至图9C中,它们都具有叠层结构。关于其他结构,图8A至图8C和图9A至图9C的结构相同。

[0163] 在本说明书等中,晶体管是指至少包括栅极、漏极以及源极这三个端子的元件。晶体管在漏极(漏极端子、漏区域或漏电极)与源极(源极端子、源区域或源电极)之间具有形成沟道的区域(以下也称为沟道形成区域),并且通过沟道形成区域电流能够流过源极和漏极之间。注意,在本说明书等中,沟道形成区域是指电流主要流过的区域。

[0164] 另外,在使用极性不同的晶体管的情况或电路工作中的电流方向变化的情况等下,源极及漏极的功能有时互相调换。因此,在本说明书等中,有时源极和漏极可以相互调换。

[0165] 注意,沟道长度例如是指晶体管的俯视图中的半导体(或在晶体管处于导通状态时,在半导体中电流流过的部分)和栅电极互相重叠的区域或者沟道形成区域中的源极(源区域或源电极)和漏极(漏区域或漏电极)之间的距离。另外,在一个晶体管中,沟道长度不一定在所有的区域中成为相同的值。也就是说,一个晶体管的沟道长度有时不限于一个值。因此,在本说明书中,沟道长度是沟道形成区域中的任一个值、最大值、最小值或平均值。

[0166] 沟道宽度例如是指在晶体管的俯视图中半导体(或在晶体管处于导通状态时,在半导体中电流流过的部分)和栅电极互相重叠的区域或者沟道形成区域中的垂直于沟道长度方向的沟道形成区域的方向的长度。另外,在一个晶体管中,沟道宽度不一定在所有的区域中成为相同的值。也就是说,一个晶体管的沟道宽度有时不限于一个值。因此,在本说明书中,沟道宽度是沟道形成区域中的任一个值、最大值、最小值或平均值。

[0167] 在本说明书等中,根据晶体管的结构,有时形成沟道的区域中的实际上的沟道宽度(以下,也称为“实效沟道宽度”)和晶体管的俯视图所示的沟道宽度(以下,也称为“外观上的沟道宽度”)不同。例如,在栅电极覆盖半导体的侧面时,有时因为实效的沟道宽度大于外观上的沟道宽度,所以不能忽略其影响。例如,在微型且栅电极覆盖半导体的侧面的晶体管中,有时形成在半导体的侧面上的沟道形成区域的比例增高。在此情况下,实效的沟道宽度大于外观上的沟道宽度。

[0168] 在上述情况下,有时难以通过实测估计实效沟道宽度。例如,为了根据设计值估计实效沟道宽度,需要一个假设,即已知半导体的形状。因此,当半导体的形状不确定时,难以准确地测定实效沟道宽度。

[0169] 在本说明书中,在简单地描述为“沟道宽度”时,有时是指外观上的沟道宽度。或者,在本说明书中,在简单地表示“沟道宽度”时,有时表示实效沟道宽度。注意,通过对截面TEM图像等进行分析等,可以决定沟道长度、沟道宽度、实效沟道宽度、外观上的沟道宽度等的值。

[0170] 晶体管300包括隔着绝缘层314配置在衬底(未图示)上并埋入于绝缘层316地配置的导电层305、配置在绝缘层316及导电层305上的绝缘层322、配置在绝缘层322上的绝缘层324、配置在绝缘层324上的氧化物层330(氧化物层330a、氧化物层330b及氧化物层330c)、配置在氧化物层330上的绝缘层350、配置在绝缘层350上的导电层360(导电层360a及导电层360b)、与氧化物层330b的顶面的一部分接触的导电层342a及导电层342b以及与绝缘层324的顶面的一部分、氧化物层330a的侧面、氧化物层330b的侧面、导电层342a的侧面及顶面及导电层342b的侧面及顶面接触地配置的绝缘层354。

[0171] 晶体管300上设置有各自被用作层间膜的绝缘层380、绝缘层374及绝缘层381。此外,晶体管300与被用作插头的导电层340(导电层340a及导电层340b)电连接。另外,与导电层340的侧面接触地设置有绝缘层341(绝缘层341a及绝缘层341b)。

[0172] 氧化物层330优选包括配置在绝缘层324上的氧化物层330a、配置在氧化物层330a上的氧化物层330b以及配置在氧化物层330b上且其至少一部分与氧化物层330b的顶面接触的氧化物层330c。当在氧化物层330b下设置有氧化物层330a时,可以抑制杂质从形成在氧化物层330a下方的结构物扩散到氧化物层330b。当在氧化物层330b上设置有氧化物层330c时,可以抑制杂质从形成在氧化物层330c的上方的结构物扩散到氧化物层330b。

[0173] 另外,晶体管300示出氧化物层330具有氧化物层330a、氧化物层330b和氧化物层330c的三层结构的例子,本发明不局限于此。例如,氧化物层330也可以具有氧化物层330b的单层、氧化物层330a和氧化物层330b的两层结构、氧化物层330b和氧化物层330c的两层结构或四层以上的叠层结构。此外,氧化物层330a、氧化物层330b以及氧化物层330c也可以各自具有两层以上的叠层结构。

[0174] 氧化物层330b上设置有导电层342(导电层342a及导电层342b)。导电层342的厚度

例如可以为1nm以上且50nm以下,优选为2nm以上且25nm以下。

[0175] 导电层360被用作晶体管300的第一栅(也称为顶栅)电极,导电层342a及导电层342b都被用作晶体管300的源电极或漏电极。

[0176] 在晶体管300中,优选将被用作半导体的金属氧化物(下面也称为氧化物半导体)用于包括沟道形成区域的氧化物层330。通过将氧化物半导体用于晶体管的沟道形成区域,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。

[0177] 作为上述金属氧化物,优选使用其带隙为2.0eV以上,优选为2.5eV以上的金属氧化物。通过将带隙较宽的金属氧化物用于氧化物层330,可以减小晶体管的关态电流。通过采用这种晶体管,可以提供低功耗的显示装置。

[0178] 例如,作为氧化物层330优选使用具有铟(In)、元素M及锌(Zn)的In-M-Zn氧化物(元素M为选自铝、镓、铊、锡、铜、钒、铍、硼、钛、铁、镍、锗、钼、镧、铈、钆、钇或镁中的一种或多种)等金属氧化物。特别是,作为元素M可以使用铝、镓、铊或锡。此外,作为氧化物层330也可以使用In-M氧化物、In-Zn氧化物或M-Zn氧化物。

[0179] 优选将载流子密度低的金属氧化物用于晶体管300。在要降低金属氧化物的载流子密度的情况下,可以降低金属氧化物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。作为金属氧化物中的杂质,例如有氢、氮、碱金属、碱土金属、铁、镍、硅等。

[0180] 特别是,由于包含在金属氧化物中的氢与键合到金属原子的氧起反应而成为水,因此有时在金属氧化物中形成氧空位。当金属氧化物中的沟道形成区域中包括氧空位时,晶体管有时具有常开启特性。再者,有时氢进入氧空位中而成的缺陷被用作供体而生成作为载流子的电子。此外,氢的一部分键合到与金属原子键合的氧而生成作为载流子的电子。因此,使用包含多量氢的金属氧化物的晶体管容易具有常开启特性。

[0181] 因此,在将金属氧化物用于氧化物层330时,优选尽量减少金属氧化物中的氢。具体而言,在金属氧化物中,利用二次离子质谱(SIMS:Secondary Ion Mass Spectrometry)测得的氢浓度低于 1×10^{20} atoms/cm³,优选低于 1×10^{19} atoms/cm³,更优选低于 5×10^{18} atoms/cm³,进一步优选低于 1×10^{18} atoms/cm³。通过将氢等杂质被充分降低的金属氧化物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。

[0182] 在氧化物层330使用金属氧化物的情况下,当使导电层342(导电层342a及导电层342b)和氧化物层330接触时,氧化物层330中的氧扩散到导电层342,而导致导电层342的氧化。导电层342的导电率因导电层342的氧化而下降的盖然性高。注意,也可以将氧化物层330中的氧向导电层342扩散的情况称为导电层342吸收氧化物层330中的氧的情况。

[0183] 在氧化物层330中的氧扩散到导电层342(导电层342a及导电层342b)时,在导电层342a和氧化物层330b及氧化物层330c之间及导电层342b和氧化物层330b及氧化物层330c之间都会形成层。因为该层包含比导电层342多的氧,所以推测为该层具有绝缘性。此时,可以将导电层342、该层和氧化物层330b或氧化物层330c的三层结构认为由金属-绝缘体-半导体构成的三层结构,并且有时将其称为MIS(Metal-Insulator-Semiconductor)结构。

[0184] 于是,导电层342(导电层342a及导电层342b)优选由具有氧化物层330中的氢容易扩散到导电层342且氧化物层330中的氧不容易扩散到导电层342的特性的导电材料构成。由此,在氧化物层330的氢扩散到导电层342时,氧化物层330中的氢浓度得到减少,从而可

以对晶体管300赋予稳定的电特性。注意,在本说明书等中,有时将氧化物中的氢容易扩散到导电层的情况称为该导电层容易抽出(容易吸收)该氧化物中的氢。此外,有时将氧化物中的氧不容易扩散到导电层的情况称为该导电层不容易氧化、该导电层具有抗氧化性等。

[0185] 作为上述导电材料,例如有包含钽(Ta)、钛(Ti)等的导电体。特别是,优选将包含钽的导电体用于导电层342。包含钽的导电体既可以包含氮,又可以包含氧。因此,包含钽的导电体的组成式优选满足 TaN_xO_y (x 是大于0且为1.67以下的实数,并且, y 是大于0且为1.0以下的实数)。包含钽的导电体具有金属钽、氧化钽、氮化钽、氮氧化钽、氧氮化钽等。于是,在本说明书等中,有时将包含钽的导电体记载为 TaN_xO_y 。

[0186] 在 TaN_xO_y 中,钽比率优选高。或者,氮及氧的比率优选低, x 及 y 的值优选小。通过增高钽比率, TaN_xO_y 的电阻率降低,因此可以对将该 TaN_xO_y 用于导电层342的晶体管300赋予良好的电特性。

[0187] 此外,在 TaN_xO_y 中,氮比率优选高, x 的值优选大。通过将氮比率高的 TaN_xO_y 用于导电层342,可以抑制导电层342的氧化。此外,可以减薄形成在导电层342和氧化物层330之间的层的厚度。

[0188] 另外,扩散到导电层342的氢有时残留在导电层342中。换言之,氧化物层330中的氢有时被导电层342吸收。此外,氧化物层330中的氢有时透过导电层342释放到设置于导电层342附近的结构体或晶体管300的外方。

[0189] 为了减少氧化物层330中的氢浓度来抑制在导电层342和氧化物层330之间形成层,优选的是,导电层342由具有氧化物层330中的氢容易扩散到导电层342的特性的导电材料构成,且在导电层342和氧化物层330之间设置具有抑制导电层342的氧化的功能的层。通过设置该层,实现导电层342和氧化物层330不接触的结构,从而可以抑制导电层342吸收氧化物层330中的氧。

[0190] 下面,说明晶体管300的详细结构。

[0191] 绝缘层314优选被用作抑制水、氢等杂质从衬底一侧扩散到晶体管300的绝缘阻挡膜。因此,作为绝缘层314优选使用具有抑制氢原子、氢分子、水分子、氮原子、氮分子、氧化氮分子(N_2O 、 NO 、 NO_2 等)、铜原子等杂质的扩散的功能(不容易使上述杂质透过)的绝缘材料。另外,优选使用具有抑制氧(例如,氧原子、氧分子等中的至少一个)的扩散的功能的绝缘材料。

[0192] 在本说明书中,抑制杂质或氧的扩散的功能是指抑制该杂质和该氧中的任一个或全部的扩散的功能。此外,有时将具有抑制氢或氧的扩散的功能的膜称为不容易使氢或氧透过的膜、氢或氧的透过性低的膜、对氢或氧具有阻挡性的膜、相对于氢或氧的阻挡膜等。此外,在阻挡膜具有导电性时,有时将该阻挡膜称为导电阻挡膜。

[0193] 例如,优选的是,作为绝缘层314使用氧化铝膜或氮化硅膜等。由此,可以抑制水或氢等杂质从与绝缘层314相比更靠近衬底一侧扩散到晶体管300一侧。或者,可以抑制包含在绝缘层324等中的氧扩散到与绝缘层314相比更靠近衬底一侧。另外,绝缘层314也可以具有两层以上的叠层结构。在此情况下,不局限于由相同材料构成的叠层结构,而可以采用由不同材料构成的叠层结构。例如,也可以采用氧化铝膜和氮化硅膜的叠层。

[0194] 例如,优选的是,作为绝缘层314使用通过溅射法形成的氮化硅膜。由此,可以减少绝缘层314中的氢浓度,从而可以进一步抑制水或氢等杂质从与绝缘层314相比更靠近衬底

一侧扩散到晶体管300一侧。

[0195] 被用作层间膜的绝缘层316的介电常数优选比绝缘层314低。通过将介电常数低材料作为层间膜,可以减少产生在布线之间的寄生电容。例如,作为绝缘层316,适当地使用氧化硅膜、氧氮化硅膜、氮氧化硅膜、氮化硅膜、添加有氟的氧化硅膜、添加有碳的氧化硅膜、添加有碳及氮的氧化硅膜或具有空孔的氧化硅膜等。

[0196] 绝缘层316优选包括氢浓度低且包含超过化学计量组成的氧的区域(下面也称为过剩氧区域)或者因加热而脱离的氧(下面也称为过剩氧)。例如,作为绝缘层316,优选使用通过溅射法形成的氧化硅膜。由此,可以抑制混入氧化物层330中的氢或者可以对氧化物层330供应氧来减少氧化物层330中的氧空位。因此,可以提供抑制电特性变动而实现稳定的电特性并提高了可靠性的晶体管。

[0197] 此外,绝缘层316也可以具有叠层结构。例如,也可以采用在绝缘层316中的至少与导电层305的侧面接触的部分设置与绝缘层314相同的绝缘体的结构。通过采用这种结构,可以抑制导电层305被包含在绝缘层316中的氧氧化。或者,可以抑制包含在绝缘层316中的氧被导电层305吸收。或者,可以由导电层305抑制绝缘层316的含氧量的减少。

[0198] 导电层305有时被用作第二栅(也称为底栅)电极。在此情况下,可以通过单独地改变施加到导电层305的电位而不使其与施加到导电层360的电位联动来控制晶体管300的阈值电压(V_{th})。尤其是,通过对导电层305施加负电位,可以使晶体管300的 V_{th} 更大,由此可以降低关态电流。因此,与不施加负电位的情况相比,对导电层305施加负电位可以减少导电层360被施加的电位为0V时的漏电流。

[0199] 导电层305以重叠于氧化物层330及导电层360的方式配置。此外,导电层305优选以埋入在绝缘层314或绝缘层316中的方式设置。

[0200] 如图8B所示,导电层305优选比氧化物层330中的沟道形成区域大。尤其是,如图8C所示,导电层305优选延伸到氧化物层330的与沟道宽度方向上交叉的端部的外侧的区域。就是说,优选在氧化物层330的沟道宽度方向的侧面的外侧,导电层305和导电层360隔着绝缘层重叠。通过具有该结构,可以由被用作第一栅电极的导电层360的电场和被用作第二栅电极的导电层305的电场电围绕氧化物层330的沟道形成区域。

[0201] 如图8C所示,使导电层305延伸来被用作布线。但是,本发明不局限于此,也可以在导电层305下设置被用作布线的导电层。此外,不一定需要在每一个晶体管中设置一个导电层305。例如,也可以在多个晶体管中共同使用导电层305。

[0202] 虽然示出在晶体管300中导电层305具有两个层的叠层结构(绝缘层314上的第一导电层及第一导电层上的第二导电层)的例子,但是本发明不局限于此。例如,导电层305也可以是单层或者具有三层以上的叠层结构。在结构体具有叠层结构的情况下,有时按形成顺序赋予序数以进行区别。

[0203] 在此,作为导电层305的第一导电层优选使用具有抑制氢原子、氢分子、水分子、氮原子、氮分子、氧化氮分子(N_2O 、 NO 、 NO_2 等)、铜原子等杂质的扩散的功能的导电材料。另外,优选使用具有抑制氧(例如,氧原子、氧分子等中的至少一个)的扩散的功能的导电材料。

[0204] 当导电层305的第一导电层使用具有抑制氧的扩散的功能的导电材料时,可以抑制使导电层305的第二导电层氧化而导致导电率的下降。作为具有抑制氧的扩散的功能的导电材料,例如,优选使用钽、氮化钽、钇、氧化钇等。因此,导电层305的第一导电层优选采

用使用上述导电材料的单层结构或叠层结构。例如,导电层305的第一导电层也可以采用钽膜、氮化钽膜、钽膜或氧化钽膜和钛膜或氮化钛膜的叠层。

[0205] 作为导电层305的第二导电层,优选使用以钨、铜或铝为主要成分的导电材料。在图8B等中,导电层305的第二导电层是单层,但是导电层305的第二导电层也可以具有叠层结构,例如,可以采用钛膜或氮化钛膜和包含该导电材料的膜的叠层。

[0206] 绝缘层322及绝缘层324被用作栅极绝缘层。

[0207] 绝缘层322优选具有抑制氢(例如,氢原子、氢分子等中的至少一个)的扩散的功能。此外,绝缘层322优选具有抑制氧(例如,氧原子、氧分子等中的至少一个)的扩散的功能。例如,绝缘层322优选与绝缘层324相比能够抑制氢和氧中的一个或两个的扩散。

[0208] 作为绝缘层322的材料,优选使用包含作为绝缘材料的铝和铪中的一个或两个的氧化物的绝缘体。作为该绝缘体,优选使用氧化铝、氧化铪、包含铝及铪的氧化物(铝酸铪)等。当使用这种材料形成绝缘层322时,绝缘层322被用作抑制氧从氧化物层330释放到衬底一侧或氢等杂质从晶体管300的周围部扩散氧化物层330的层。因此,通过设置绝缘层322,可以抑制氢等杂质向晶体管300的内侧的扩散来抑制氧空位生成在氧化物层330中。此外,可以抑制导电层305与绝缘层324或氧化物层330所包含的氧起反应。

[0209] 或者,例如也可以对上述绝缘体添加氧化铝、氧化铋、氧化锗、氧化铌、氧化硅、氧化钛、氧化钨、氧化钇、氧化锆。此外,也可以对上述绝缘体进行氮化处理。此外,作为绝缘层322还可以在包含上述绝缘体的绝缘膜上层叠氧化硅膜、氧氮化硅膜或氮化硅膜。

[0210] 作为绝缘层322,例如也可以以单层结构或叠层结构使用包含氧化铝、氧化铪、氧化钽、氧化锆、锆钛酸铅(PZT)、钛酸锶(SrTiO_3)或 $(\text{Ba}, \text{Sr})\text{TiO}_3$ (BST)等所谓的high-k材料的绝缘材料。当进展晶体管的微型化及高集成化时,由于栅极绝缘层的薄膜化,有时发生泄漏电流等问题。通过作为被用作栅极绝缘层的绝缘层使用high-k材料,可以在保持物理厚度的同时降低晶体管工作时的栅极电位。

[0211] 在与氧化物层330接触的绝缘层324中,优选通过加热使氧脱离。例如,作为绝缘层324适当地使用氧化硅膜、氧氮化硅膜等,即可。通过以与氧化物层330接触的方式设置包含氧的绝缘层,可以减少氧化物层330中的氧空位,从而可以提高晶体管300的可靠性。

[0212] 具体而言,作为绝缘层324,优选使用通过加热使一部分的氧脱离的氧化物材料。通过加热使氧脱离的氧化物层是指在TDS(Thermal Desorption Spectroscopy:热脱附谱)分析中换算为氧分子的脱离量为 1.0×10^{18} molecules/cm³以上,优选为 1.0×10^{19} molecules/cm³以上,进一步优选为 2.0×10^{19} molecules/cm³以上,或者 3.0×10^{20} molecules/cm³以上的氧化物层。此外,进行上述TDS分析时的膜的表面温度优选在100℃以上且700℃以下,或者100℃以上且400℃以下的范围内。

[0213] 绝缘层324优选具有低氢浓度,并包括过剩氧区域或过剩氧,例如,也可以使用与绝缘层316同样的材料设置。

[0214] 绝缘层322及绝缘层324也可以具有两层以上的叠层结构。此时,不局限于由相同材料构成的叠层结构,也可以是由不同材料构成的叠层结构。

[0215] 氧化物层330优选具有化学组成互不相同的氧化物的叠层结构。具体而言,在用于氧化物层330a的金属氧化物中,元素M与主要成分的金属元素的原子个数比优选大于用于氧化物层330b的金属氧化物的元素M与主要成分的金属元素的原子个数比。此外,在用于氧

氧化物层330a的金属氧化物中,元素M与In的原子个数比优选大于用于氧化物层330b的金属氧化物中的元素M与In的原子个数比。此外,在用于氧化物层330b的金属氧化物中,In与元素M的原子个数比优选大于用于氧化物层330a的金属氧化物中的In与元素M的原子个数比。此外,氧化物层330c可以使用可用于氧化物层330a或氧化物层330b的金属氧化物。

[0216] 氧化物层330b及氧化物层330c优选具有结晶性。例如,优选使用下述CAAC-OS (c-axis aligned crystalline oxide semiconductor)。CAAC-OS等的具有结晶性的氧化物具有杂质及缺陷(氧缺陷等)少的结晶性高且致密的结构。因此,可以抑制源电极或漏电极从氧化物层330b抽出氧。因此,即使进行加热处理也可以减少从氧化物层330b被抽出的氧,所以晶体管300对制造工序中的高温(所谓热积存;thermal budget)也很稳定。

[0217] 作为氧化物层330c,优选使用CAAC-OS,并且氧化物层330c所包括的结晶的c轴优选朝向大致垂直于氧化物层330c的被形成面或顶面的方向。CAAC-OS具有容易将氧向垂直于c轴的方向上移动的性质。因此,可以将氧化物层330c所包括的氧高效地供应到氧化物层330b。

[0218] 优选的是,使氧化物层330a及氧化物层330c的导带底的能级高于氧化物层330b的导带底的能级。换言之,氧化物层330a及氧化物层330c的电子亲和势优选小于氧化物层330b的电子亲和势。在此情况下,氧化物层330c优选使用可以用于氧化物层330a的金属氧化物。此时,载流子的主要路径为氧化物层330b。

[0219] 在此,在氧化物层330a、氧化物层330b及氧化物层330c的接合部中,导带底的能级平缓地变化。换言之,也可以表达为氧化物层330a、氧化物层330b及氧化物层330c的接合部的导带底的能级连续地变化或者连续地接合。为此,优选降低形成在氧化物层330a与氧化物层330b的界面以及氧化物层330b与氧化物层330c的界面的混合层的缺陷态密度。

[0220] 具体而言,通过使氧化物层330a与氧化物层330b以及氧化物层330b与氧化物层330c除了氧之外还包含共同元素作为主要成分,可以形成缺陷态密度低的混合层。例如,在氧化物层330b为In-Ga-Zn氧化物的情况下,作为氧化物层330a及氧化物层330c可以使用In-Ga-Zn氧化物、Ga-Zn氧化物及氧化镓等。

[0221] 具体而言,作为氧化物层330a使用In:Ga:Zn=1:3:4[原子个数比]或1:1:0.5[原子个数比]的金属氧化物,即可。此外,作为氧化物层330b使用In:Ga:Zn=1:1:1[原子个数比]或In:Ga:Zn=4:2:3[原子个数比]的金属氧化物,即可。此外,作为氧化物层330c使用In:Ga:Zn=1:3:4[原子个数比]、In:Ga:Zn=4:2:3[原子个数比]、Ga:Zn=2:1[原子个数比]或Ga:Zn=2:5[原子个数比]的金属氧化物,即可。

[0222] 另外,在通过溅射法形成金属氧化物时,上述原子个数比不局限于所形成的金属氧化物的原子个数比,而也可以是用于金属氧化物的形成的溅射靶材的原子个数比。

[0223] 通过使氧化物层330a及氧化物层330c具有上述结构,可以降低氧化物层330a与氧化物层330b的界面及氧化物层330b与氧化物层330c的界面的缺陷态密度。因此,界面散射对载流子传导的影响减少,从而晶体管300可以得到高通态电流及高频率特性。

[0224] 氧化物层330c也可以具有两层以上的叠层结构。例如,氧化物层330c也可以具有第一氧化物层和该第一氧化物层上的第二氧化物。

[0225] 氧化物层330c的第一氧化物层优选包括构成用于氧化物层330b的金属氧化物的金属元素中的至少一个,更优选包括所有该金属元素。例如,作为氧化物层330c的第一氧化

物层,优选使用In-Ga-Zn氧化物膜,而作为氧化物层330c的第二氧化物层,优选使用In-Ga-Zn氧化物膜、Ga-Zn氧化物膜或氧化镓膜。由此,可以降低氧化物层330b和氧化物层330c的第一氧化物层的界面的缺陷态密度。此外,氧化物层330c的第二氧化物层优选与氧化物层330c的第一氧化物层相比抑制氧的扩散或透过。通过在绝缘层350和氧化物层330c的第一氧化物层之间设置氧化物层330c的第二氧化物层,可以抑制包含在绝缘层380中的氧向绝缘层350的扩散。因此,该氧容易经过氧化物层330c的第一氧化物层被供应到氧化物层330b。

[0226] 优选的是,使氧化物层330a及氧化物层330c的第二氧化物层的导带底的能级高于氧化物层330b及氧化物层330c的第一氧化物层的导带底的能级。此外,换言之,氧化物层330a及氧化物层330c的第二氧化物层的电子亲和势优选小于氧化物层330b及氧化物层330c的第一氧化物层的电子亲和势。在此情况下,氧化物层330c的第二氧化物层优选使用可以用于氧化物层330a的金属氧化物,氧化物层330c的第一氧化物层优选使用可以用于氧化物层330b的金属氧化物。此时,不但氧化物层330b成为载流子的主要路径,而且氧化物层330c的第一氧化物层也成为载流子的主要路径。

[0227] 作为导电层342,优选使用上述 TaN_xO_y 。此外, TaN_xO_y 也可以包含铝。例如,优选使用氮化钛、包含钛和铝的氮化物、氧化钪、氮化钪、包含锶和钪的氧化物、包含镧和镍的氧化物等。这些材料是不容易氧化的导电材料或者即使吸收氧也维持导电性的材料,所以是优选的。

[0228] 如图8B所示,绝缘层354优选与导电层342a的顶面及侧面、导电层342b的顶面及侧面、氧化物层330a及氧化物层330b的侧面以及绝缘层324的顶面的一部分接触。在采用这种结构时,由绝缘层354使绝缘层380与绝缘层324、氧化物层330a及氧化物层330b分开。

[0229] 绝缘层354与绝缘层322同样具有抑制氢和氧中的一个或两个的扩散的功能。例如,与绝缘层324及绝缘层380相比,绝缘层354优选具有抑制氢和氧中的一个或两个的扩散的功能。由此,可以抑制包含在绝缘层380中的氢向氧化物层330a及氧化物层330b的扩散。再者,可以由绝缘层322及绝缘层354围绕绝缘层324、氧化物层330等来抑制从外方扩散到绝缘层324及氧化物层330的水、氢等杂质。因此,可以对晶体管300赋予良好的电特性及可靠性。

[0230] 作为绝缘层354,例如可以形成包含铝和钪中的一个或多个的氧化物的绝缘膜。在此情况下,绝缘层354优选利用原子层沉积(ALD:Atomic Layer Deposition)法形成。因为ALD法的覆盖率高,所以可以防止由凹凸导致的绝缘层354的断开等。

[0231] 作为绝缘层354,例如可以使用包含氮化铝的绝缘膜。因此,可以形成具有高绝缘性及高热传导率的膜,由此可以提高在驱动晶体管300时产生的热的散热性。此外,也可以使用氮化硅或氮氧化硅等。

[0232] 作为绝缘层354,例如也可以使用包含镓的氧化物。包含镓的氧化物有时具有抑制氢和氧中的一个或两个的扩散的功能,所以是优选的。另外,作为包含镓的氧化物,也可以使用氧化镓、镓锌氧化物、铟镓锌氧化物等。此外,当作为绝缘层354使用铟镓锌氧化物膜时,相对于铟的镓的原子个数优选较大。由此,可以提高该氧化物膜的绝缘性。

[0233] 绝缘层350被用作栅极绝缘层。绝缘层350优选与氧化物层330c的顶面接触地配置。绝缘层350的材料可以使用氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、氮化硅、添加有氟的氧化硅、添

加有碳的氧化硅、添加有碳及氮的氧化硅、具有空孔的氧化硅等。尤其是,氧化硅及氧氮化硅具有热稳定性,所以是优选的。

[0234] 绝缘层350与绝缘层324同样优选使用因加热而释放氧的绝缘膜形成。通过作为绝缘层350与氧化物层330c的顶面接触地设置因加热而释放氧的绝缘膜,可以对氧化物层330b的沟道形成区域有效地供应氧来减少氧化物层330b的沟道形成区域中的氧空位。因此,可以提供抑制电特性变动而实现稳定的电特性并提高了可靠性的晶体管。与绝缘层324同样,优选降低绝缘层350中的水或氢等杂质的浓度。绝缘层350的厚度优选为1nm以上且20nm以下。

[0235] 导电层360优选包括导电层360a及导电层360a上的导电层360b。例如,导电层360a优选以包围导电层360b的底面及侧面的方式配置。

[0236] 作为导电层360a优选使用上述具有抑制氢原子、氢分子、水分子、氮原子、氮分子、氧化氮分子、铜原子等杂质的扩散的功能的导电材料。或者,优选使用具有抑制氧(例如,氧原子、氧分子等中的至少一个)的扩散的功能的导电材料。

[0237] 当导电层360a具有抑制氧的扩散的功能时,可以抑制绝缘层350所包含的氧使导电层360b氧化而导致导电率的下降。作为具有抑制氧的扩散的功能的导电材料,例如,优选使用钽、氮化钽、钌、氧化钌等。

[0238] 由于导电层360还被用作布线,所以优选使用导电性高的导电材料。例如,作为导电层360b,可以使用以钨、铜或铝为主要成分的导电材料。导电层360b也可以具有叠层结构,例如,可以采用钛膜、氮化钛膜和包含上述导电材料的膜的叠层结构。

[0239] 在图8A至图8C中,导电层360具有导电层360a和导电层360b的两层结构,但是既可以是单层结构,也可以是三层以上的叠层结构。

[0240] 在晶体管300中,以填埋形成于绝缘层380等的开口的方式自对准地形成被用作栅电极的导电层360。通过如此形成导电层360,可以在导电层342a和导电层342b之间的区域中无需对准并确实地配置导电层360。

[0241] 如图8B所示,导电层360的顶面与绝缘层350的顶面及氧化物层330c的顶面大致一致。

[0242] 如图8C所示,在晶体管300的沟道宽度方向上,以绝缘层322的底面为标准的导电层360中的不重叠于氧化物层330b的区域的底面的高度优选低于氧化物层330b的底面的高度。通过采用被用作栅电极的导电层360隔着绝缘层350等覆盖氧化物层330b的沟道形成区域的侧面及顶面的结构,容易使导电层360的电场作用于氧化物层330b的沟道形成区域的整个部分。因此,可以增大晶体管300的通态电流来提高频率特性。

[0243] 绝缘层380隔着绝缘层354设置在绝缘层324、氧化物层330及导电层342上。此外,绝缘层380的顶面也可以被平坦化。

[0244] 被用作层间膜的绝缘层380的介电常数优选低。通过将介电常数低的材料用于层间膜,可以减少产生在布线之间的寄生电容。绝缘层380例如优选使用与绝缘层316同样的材料设置。特别是,由于氧化硅及氧氮化硅具有热稳定性,所以是优选的。特别是,因为氧化硅、氧氮化硅、具有空孔的氧化硅等的材料容易形成包含通过加热脱离的氧的区域,所以是优选的。

[0245] 绝缘层380中的水、氢等杂质浓度优选得到减少。此外,绝缘层380优选具有低氢浓

度,并包括过剩氧区域或过剩氧,例如,也可以使用与绝缘层316同样的材料设置。另外,绝缘层380也可以具有两层以上的叠层结构。

[0246] 绝缘层374优选与绝缘层314等同样被用作抑制水、氢等杂质从上方扩散到绝缘层380的绝缘阻挡膜。此外,绝缘层374优选与绝缘层314等同样具有低氢浓度,并具有抑制氢的扩散的功能。

[0247] 如图8B所示,绝缘层374优选与导电层360、绝缘层350及氧化物层330c的每一个的顶面接触。由此,可以抑制包含在绝缘层381等中的氢等杂质混入绝缘层350中。因此,可以抑制给晶体管的电特性及晶体管的可靠性带来的负面影响。

[0248] 优选在绝缘层374上设置被用作层间膜的绝缘层381。绝缘层381的介电常数优选与绝缘层316等同样地低。与绝缘层324等同样,优选绝缘层381中的水、氢等杂质的浓度得到降低。

[0249] 在形成于绝缘层381、绝缘层374、绝缘层380及绝缘层354中的开口中配置导电层340a及导电层340b。导电层340a及导电层340b以中间夹着导电层360的方式设置。此外,导电层340a及导电层340b的顶面的高度与绝缘层381的顶面的高度可以一致。

[0250] 此外,以与绝缘层381、绝缘层374、绝缘层380以及绝缘层354的开口的侧壁接触的方式设置有绝缘层341a,以与其侧面接触的方式形成有导电层340a。导电层342a位于该开口的底部的至少一部分,导电层340a与导电层342a接触。同样地,以与绝缘层381、绝缘层374、绝缘层380以及绝缘层354的开口的侧壁接触的方式设置有绝缘层341b,以与其侧面接触的方式形成有导电层340b。导电层342b位于该开口的底部的至少一部分,导电层340b与导电层342b接触。

[0251] 导电层340a及导电层340b优选使用以钨、铜或铝为主要成分的导电材料。

[0252] 导电层340a及导电层340b也可以具有叠层结构。注意,晶体管300示出以两层的叠层结构设置导电层340a及导电层340b的结构,但是本发明不局限于此。例如,导电层340可以是单层或三层以上的叠层结构。

[0253] 作为绝缘层341a及绝缘层341b,例如使用能够用于绝缘层314、绝缘层354等的绝缘膜,即可。因为绝缘层341a及绝缘层341b与绝缘层354接触地设置,所以可以抑制从包含在绝缘层380等中的水或氢等杂质经过导电层340a及导电层340b扩散到氧化物层330。此外,可以防止绝缘层380所包含的氧被导电层340a及导电层340b吸收。

[0254] 虽然未图示,但是可以以与导电层340a的顶面及导电层340b的顶面接触的方式配置被用作布线的导电体。被用作布线的导电层优选使用以钨、铜或铝为主要成分的导电材料。此外,该导电体可以具有叠层结构,例如,可以具有钛膜、氮化钛膜与包含上述导电材料的膜的叠层结构。此外,该导电层也可以以埋入在绝缘层的开口中的方式形成。

[0255] 此外,虽然未图示,优选以覆盖上述导电层的方式设置其电阻率为 $1.0 \times 10^{13} \Omega \text{ cm}$ 以上且 $1.0 \times 10^{15} \Omega \text{ cm}$ 以下,优选为 $5.0 \times 10^{13} \Omega \text{ cm}$ 以上且 $5.0 \times 10^{14} \Omega \text{ cm}$ 以下的绝缘层。通过在上述导电层上设置具有如上电阻率的绝缘层,该绝缘层不仅可以维持绝缘性,而且可以使累积在晶体管300及上述导电层等的布线间的电荷分散,而能够抑制由于该电荷导致的晶体管或具有该晶体管的电子设备的特性不良或静电破坏,所以是优选的。

[0256] 如上所述,在本实施方式的显示装置中,可以一次贴合多个发光二极管和多个晶体管,因此可以实现显示装置的制造成本的缩减及成品率的提高。此外,通过组合微型LED

和使用金属氧化物的晶体管,可以实现功耗得到减少的显示装置。

[0257] 此外,由于可以减小本实施方式的显示装置中的晶体管尺寸,容易提高该显示装置的清晰度并将其适用于包括较小的显示部的电子设备。

[0258] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合。此外,在本说明书中,在一个实施方式中示出多个结构例子的情况下,可以适当地组合该结构例子。

[0259] (实施方式2)

[0260] 在本实施方式中,参照图10说明本发明的一个方式的显示装置。

[0261] [像素]

[0262] 本实施方式的显示装置包括配置为 m 行 n 列(m 和 n 都是1以上的整数)的矩阵状的多个像素。图10示出像素200(i, j)(i 是1以上且 m 以下的整数, j 是1以上且 n 以下的整数)的电路图的一个例子。

[0263] 图10所示的像素200(i, j)包括发光元件210、开关SW21、开关SW22、晶体管M及电容器C1。

[0264] 在本实施方式中示出作为开关SW21使用晶体管的例子。开关SW21的栅极与扫描线GL1(i)电连接。开关SW21的源极及漏极中的一个与信号线SL(j)电连接,另一个与晶体管M的栅极电连接。

[0265] 在本实施方式中示出作为开关SW22使用晶体管的例子。开关SW22的栅极与扫描线GL2(i)电连接。开关SW22的源极及漏极中的一个与公共布线电连接,另一个与晶体管M的栅极电连接。

[0266] 晶体管M的栅极与电容器C1的一个电极、开关SW21的源极及漏极中的另一个及开关SW22的源极及漏极中的另一个电连接。晶体管M的源极及漏极中的一个与阴极布线电连接,另一个与发光元件210的阴极电连接。

[0267] 电容器C1的另一个电极与阴极布线电连接。

[0268] 发光元件210的阳极与阳极布线电连接。

[0269] 扫描线GL1(i)具有供应选择信号的功能。扫描线GL2(i)具有供应控制信号的功能。信号线SL(j)具有供应图像信号的功能。公共布线、阴极布线及阳极布线的每一个被供应固定电位。可以将发光元件210的阳极一侧的电位设定为高电位,而将阴极一侧设定为低于阳极一侧的电位。

[0270] 开关SW21被选择信号控制,并被用作控制像素200的选择状态的选择晶体管。

[0271] 晶体管M被用作根据供应到栅极的电位控制流过发光元件210的电流的驱动晶体管。当开关SW21处于导通状态时,供应到信号线SL(j)的图像信号被供应到晶体管M的栅极,可以根据其电位控制发光元件210的发光亮度。

[0272] 开关SW22具有根据控制信号控制晶体管M的栅极电位的功能。具体而言,开关SW22可以将使晶体管M成为非导通状态的电位供应到晶体管M的栅极。

[0273] 例如,开关SW22可以被用于脉冲宽度的控制。在基于控制信号的期间中,可以将电流从晶体管M供应到发光元件210。或者,发光元件210可以根据图像信号及控制信号表现灰度。

[0274] 在此,作为各像素200(i, j)所包括的晶体管,优选应用其每一个的形成沟道的半导体层使用金属氧化物(氧化物半导体)的晶体管。

[0275] 使用具有比硅宽的带隙及比硅小的载流子密度的金属氧化物的晶体管可以实现极小的关态电流。由此,因为其关态电流小,所以能够长期间保持储存于与晶体管串联连接的电容器中的电荷。因此,尤其是,作为与电容器C1串联连接的开关SW21及开关SW22,优选使用应用氧化物半导体的晶体管。此外,通过将同样地应用氧化物半导体的晶体管用于其他晶体管,可以减少制造成本。

[0276] 另外,作为像素200(i, j)所包括的晶体管,可以使用其形成沟道的半导体应用硅的晶体管。特别是,在使用单晶硅或多晶硅等结晶性高的硅时可以实现高场效应迁移率及更高速的工作,所以是优选的。

[0277] 此外,也可以采用如下结构:作为像素200(i, j)所包括的晶体管中的一个以上使用应用氧化物半导体的晶体管,作为其他晶体管使用应用硅的晶体管。

[0278] 注意,在图10中,晶体管表示为n沟道型晶体管,但是也可以使用p沟道型晶体管。

[0279] [晶体管]

[0280] 接着,将说明可用于显示装置的晶体管。

[0281] 对显示装置所包括的晶体管结构没有特别的限制。例如,可以采用平面型晶体管、交错型晶体管或反交错型晶体管。此外,晶体管都可以具有顶栅结构或底栅结构。或者,也可以在沟道的上下设置有栅电极。

[0282] 作为显示装置所包括的晶体管,可以使用例如将金属氧化物用于沟道形成区域的晶体管。因此,可以实现关态电流极小的晶体管。

[0283] 或者,作为显示装置所包括的晶体管,可以使用在沟道形成区域中含有硅的晶体管。作为该晶体管可以举出例如含有非晶硅的晶体管、含有结晶硅(典型为低温多晶硅)的晶体管、以及含有单晶硅的晶体管等。

[0284] [金属氧化物]

[0285] 以下,将说明可用于晶体管的半导体层的金属氧化物。

[0286] 在本说明书等中,有时将包含氮的金属氧化物也称为金属氧化物(metal oxide)。此外,也可以将包含氮的金属氧化物称为金属氧氮化物(metal oxynitride)。例如,可以将锌氧氮化物(ZnON)等含有氮的金属氧化物用于半导体层。

[0287] 在本说明书等中,有时记载为CAAC(c-axis aligned crystal)或CAC(Cloud-Aligned Composite)。CAAC是指结晶结构的一个例子,CAC是指功能或材料构成的一个例子。

[0288] 例如,作为半导体层,可以使用CAC(Cloud-Aligned Composite)-OS。

[0289] CAC-OS或CAC-metal oxide在材料的一部分中具有导电性的功能,在材料的另一部分中具有绝缘性的功能,作为材料的整个部分具有半导体的功能。此外,在将CAC-OS或CAC-metal oxide用于晶体管的半导体层的情况下,导电性的功能是使被用作载流子的电子(或空穴)流过的功能,绝缘性的功能是不使被用作载流子的电子流过的功能。通过导电性的功能和绝缘性的功能的互补作用,可以使CAC-OS或CAC-metal oxide具有开关功能(开启/关闭的功能)。通过在CAC-OS或CAC-metal oxide中使各功能分离,可以最大限度地提高各功能。

[0290] 此外,CAC-OS或CAC-metal oxide包括导电性区域及绝缘性区域。导电性区域具有上述导电性的功能,绝缘性区域具有上述绝缘性的功能。此外,在材料中,导电性区域和绝

缘性区域有时以纳米粒子级分离。另外,导电性区域和绝缘性区域有时在材料中不均匀地分布。此外,有时观察到其边缘模糊而以云状连接的导电性区域。

[0291] 此外,在CAC-OS或CAC-metal oxide中,导电性区域和绝缘性区域有时以0.5nm以上且10nm以下,优选为0.5nm以上且3nm以下的尺寸分散在材料中。

[0292] 此外,CAC-OS或CAC-metal oxide由具有不同带隙的成分构成。例如,CAC-OS或CAC-metal oxide由具有起因于绝缘性区域的宽隙的成分及具有起因于导电性区域的窄隙的成分构成。在该构成中,当使载流子流过时,载流子主要在具有窄隙的成分中流过。此外,具有窄隙的成分通过与具有宽隙的成分的互补作用,与具有窄隙的成分联动而使载流子流过具有宽隙的成分。因此,在将上述CAC-OS或CAC-metal oxide用于晶体管的沟道形成区域时,在晶体管的导通状态中可以得到高电流驱动力,即大通态电流及高场效应迁移率。

[0293] 就是说,也可以将CAC-OS或CAC-metal oxide称为基质复合材料(matrix composite)或金属基质复合材料(metal matrix composite)。

[0294] 氧化物半导体(金属氧化物)被分为单晶氧化物半导体和非单晶氧化物半导体。作为非单晶氧化物半导体例如有CAAC-OS(c-axis aligned crystalline oxide semiconductor)、多晶氧化物半导体、nc-OS(nanocrystalline oxide semiconductor)、a-like OS(amorphous-like oxide semiconductor)及非晶氧化物半导体等。

[0295] CAAC-OS具有c轴取向性,其多个纳米晶在a-b面方向上连结而结晶结构具有畸变。注意,畸变是指在多个纳米晶连结的区域中晶格排列一致的区域与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。

[0296] 虽然纳米晶基本上是六角形,但是并不局限于正六角形,有不是正六角形的情况。此外,在畸变中有时具有五角形或七角形等晶格排列。另外,在CAAC-OS中,即使在畸变附近也难以观察到明确的晶界(grain boundary)。即,可知由于晶格排列畸变,可抑制晶界的形成。这是由于CAAC-OS因为a-b面方向上的氧原子排列的低密度或因金属元素被取代而使原子间的键合距离产生变化等而能够包容畸变。

[0297] CAAC-OS有具有层状结晶结构(也称为层状结构)的倾向,在该层状结晶结构中层叠有包含铟及氧的层(下面称为In层)和包含元素M、锌及氧的层(下面称为(M,Zn)层)。另外,铟和元素M彼此可以取代,在用铟取代(M,Zn)层中的元素M的情况下,也可以将该层表示为(In,M,Zn)层。另外,在用元素M取代In层中的铟的情况下,也可以将该层表示为(In,M)层。

[0298] CAAC-OS是结晶性高的金属氧化物。另一方面,在CAAC-OS中不容易观察明确的晶界,因此不容易发生起因于晶界的电子迁移率的下降。此外,金属氧化物的结晶性有时因杂质的进入或缺陷的生成等而降低,因此可以说CAAC-OS是杂质或缺陷(氧空位(也称为 V_O (oxygen vacancy))等)少的金属氧化物。因此,包含CAAC-OS的金属氧化物的物理性质稳定。因此,包含CAAC-OS的金属氧化物具有高耐热性及高可靠性。

[0299] 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。另外,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。

[0300] 另外,在包含铟、镓和锌的金属氧化物的一种的铟-镓-锌氧化物(以下,IGZO)有时

在由上述纳米晶构成时具有稳定的结构。尤其是,IGZO有在大气中不容易进行晶体生长的倾向,所以有时与在IGZO由大结晶(在此,几mm的结晶或者几cm的结晶)形成时相比在IGZO由小结晶(例如,上述纳米结晶)形成时在结构上稳定。

[0301] 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金属氧化物。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。

[0302] 氧化物半导体(金属氧化物)具有各种结构及各种特性。本发明的一个方式的氧化物半导体也可以包括非晶氧化物半导体、多晶氧化物半导体、a-like OS、nc-OS、CAAC-OS中的两种以上。

[0303] 用作半导体层的金属氧化物膜可以使用惰性气体和氧气体中的任一个或两个形成。注意,对形成金属氧化物膜时的氧流量比(氧分压)没有特别的限制。但是,在要获得场效应迁移率高的晶体管的情况下,形成金属氧化物膜时的氧流量比(氧分压)优选为0%以上且30%以下,更优选为5%以上且30%以下,进一步优选为7%以上且15%以下。

[0304] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合。

[0305] (实施方式3)

[0306] 在本实施方式中,使用图11A至图15F对本发明的一个方式的电子设备进行说明。

[0307] 本实施方式的电子设备在显示部中包括本发明的一个方式的显示装置。本发明的一个方式的显示装置的显示质量高且功耗低。另外,本发明的一个方式的显示装置容易实现高精细化及大型化。因此,可以用于各种电子设备的显示部。

[0308] 作为电子设备,例如除了电视装置、台式或笔记本型个人计算机、用于计算机等的显示器、数字标牌、弹珠机等大型游戏机等具有较大的屏幕的电子设备以外,还可以举出数码相机、数码摄像机、数码相框、移动电话机、便携式游戏机、便携式信息终端、声音再现装置等。

[0309] 特别是,因为本发明的一个方式的显示装置可以提高清晰度,所以可以适当用于包括较小的显示部的电子设备。可以将这种电子设备适当地用于可戴在头上的可穿戴设备等,例如手表型或手镯型信息终端设备(可穿戴设备)、头戴显示器等VR用设备、眼镜型AR用设备或MR用设备等。

[0310] 本实施方式的电子设备也可以包括传感器(该传感器具有测量如下因素的功能:力、位移、位置、速度、加速度、角速度、转速、距离、光、液、磁、温度、化学物质、声音、时间、硬度、电场、电流、电压、电力、辐射线、流量、湿度、倾斜度、振动、气味或红外线)。

[0311] 本实施方式的电子设备可以具有各种功能。例如,可以具有如下功能:将各种信息(静态图像、动态图像、文字图像等)显示在显示部上的功能;触摸面板的功能;显示日历、日期或时间等的功能;执行各种软件(程序)的功能;进行无线通信的功能;读出储存在存储介质中的程序或数据的功能;等。

[0312] 图11A示出眼镜型电子设备900的立体图。电子设备900包括一对显示面板901、一对框体902、一对光学构件903、一对装上部904等。

[0313] 电子设备900可以将由显示面板901显示的图像投影于光学构件903中的显示区域906。因为光学构件903具有透光性,所以使用者可以与通过光学构件903看到的透过图像重叠地看到显示于显示区域906的图像。因此,电子设备900是能够进行AR显示的电子设备。

[0314] 电子设备900所包括的显示面板901除了图像显示功能之外优选还具有摄像功能。此时,电子设备900可以接收经过光学构件903入射到显示面板901的光,并将其转换为电信号而输出。由此,可以拍摄使用者的眼睛或眼睛及其附近,将其输出到外部或电子设备900所包括的运算部作为图像信息。

[0315] 一个框体902设置有能够拍摄前面的照相机905。此外,虽然未图示,但是任一个框体902设置有无线接收器或能够与电缆连接的连接器,从而可以对框体902供应影像信号等。此外,通过在框体902配置陀螺传感器等加速度传感器,可以检测到使用者头部的方向而将对应于该方向的图像显示于显示区域906。另外,框体902优选设置有电池,优选能够以无线或有线对该电池进行充电。

[0316] 参照图11B说明相对于电子设备900的显示区域906的图像投影方法。框体902的内部设置有显示面板901、透镜911、反射板912。此外,相当于光学构件903的显示区域906的部分包括被用作半反射镜的反射面913。

[0317] 显示面板901所发射的光915经过透镜911而被反射板912反射到光学构件903一侧。在光学构件903的内部中,光915在光学构件903的端面反复全反射,在到达反射面913时,图像被投影于反射面913。由此,使用者可以看到反射在反射面913上的光915和经过光学构件903(包括反射面913)的透过光916的两个。

[0318] 图11A和图11B示出反射板912及反射面913都具有曲面的例子。由此,与它们是平面的情况相比,可以提高光学设计的自由度,从而可以减薄光学构件903的厚度。另外,反射板912及反射面913也可以是平面。

[0319] 作为反射板912,可以使用具有镜面的构件,并且该反射板优选具有高反射率。此外,作为反射面913,也可以使用利用金属膜的反射的半反射镜,但是当使用利用全反射的棱镜等时,可以提高透过光916的透过率。

[0320] 在此,电子设备900优选具有调整透镜911和显示面板901之间的距离及角度中的一个或两个的机构。由此,可以进行焦点调整、图像的放大、缩小等。例如,采用透镜911及显示面板901中的一个或两个能够在光轴方向上移动的结构,即可。

[0321] 电子设备900优选具有能够调整反射板912的角度的机构。通过改变反射板912的角度,可以改变显示图像的显示区域906的位置。由此,可以根据使用者的眼睛的位置将显示区域906配置于最合适的位置上。

[0322] 显示面板901可以应用本发明的一个方式的显示装置。因此,可以实现能够进行清晰度极高的显示的电子设备900。

[0323] 图12A、图12B示出护目镜型电子设备950的立体图。图12A是示出电子设备950的正面、平面及左侧面的立体图,图12B是示出电子设备950的背面、底面及右侧面的立体图。

[0324] 电子设备950包括一对显示面板951、框体952、一对装上部954、缓冲构件955、一对透镜956等。一对显示面板951的每一个设置在框体952内部的能够通过透镜956看到的位置上。

[0325] 电子设备950是VR用电子设备。装上电子设备950的使用者可以通过透镜956看到显示于显示面板951的图像。此外,通过使一对显示面板951显示互不相同的图像,也可以进行利用视差的三维显示。

[0326] 框体952的背面一侧设置有输入端子957和输出端子958。可以将供应来自影像输

出设备等的影像信号或用于对设置在框体952内的电池进行充电的电力等的电缆连接到输入端子957。输出端子958例如被用作声音输出端子,可以与耳机或头戴式耳机等连接。另外,在能够通过无线通信输出声音数据的情况或从外部的影像输出设备输出声音的情况下,也可以不设置该声音输出端子。

[0327] 电子设备900优选具有一种机构,其中能够调整透镜956及显示面板951的左右位置,以根据使用者的眼睛的位置使透镜956及显示面板951位于最合适的位置上。此外,还优选具有一种机构,其中通过改变透镜956和显示面板951之间的距离来调整焦点。

[0328] 显示面板951可以应用本发明的一个方式的显示装置。因此,可以实现能够进行清晰度极高的显示的电子设备950。由此,使用者可以感受高沉浸感。

[0329] 缓冲构件955是与使用者的脸(额头及脸颊等)接触的部分。通过使缓冲构件955与使用者的脸密接,可以防止漏光,从而可以进一步提高沉浸感。缓冲构件955优选使用柔软的材料以在使用者装上电子设备950时与使用者的脸密接。例如,可以使用橡胶、硅酮橡胶、聚氨酯、海绵等材料。另外,当作为缓冲构件955使用用布或皮革(天然皮革或合成皮革)等覆盖海绵等的表面的构件时,在使用者的脸和缓冲构件955之间不容易产生空隙,从而可以适当地防止漏光。在缓冲构件955及装上部954等接触于使用者的皮肤的构件采用可拆卸的结构时,容易进行清洗及交换,所以是优选的。

[0330] 图13A所示的电子设备6500是可以用作智能手机的便携式信息终端设备。

[0331] 电子设备6500包括外壳6501、显示部6502、电源按钮6503、按钮6504、扬声器6505、麦克风6506、照相机6507及光源6508等。显示部6502具有触摸面板功能。

[0332] 显示部6502可以使用本发明的一个方式的显示装置。

[0333] 图13B是包括外壳6501的麦克风6506一侧的端部的截面示意图。

[0334] 外壳6501的显示面一侧设置有具有透光性的保护构件6510,被外壳6501及保护构件6510包围的空间内设置有显示面板6511、光学构件6512、触摸传感器面板6513、印刷电路板6517、电池6518等。

[0335] 显示面板6511、光学构件6512及触摸传感器面板6513使用粘合层(未图示)固定到保护构件6510。

[0336] 在显示部6502的外侧的区域中,显示面板6511的一部分叠回,且该叠回部分连接有FPC6515。FPC6515安装有IC6516。FPC6515与设置于印刷电路板6517的端子连接。

[0337] 显示面板6511可以使用本发明的一个方式的柔性显示器。由此,可以实现极轻量的电子设备。此外,由于显示面板6511极薄,所以可以在抑制电子设备的厚度的情况下安装大容量的电池6518。此外,通过折叠显示面板6511的一部分以在像素部的背面设置与FPC6515的连接部,可以实现窄边框的电子设备。

[0338] 图14A示出电视装置的一个例子。在电视装置7100中,框体7101中组装有显示部7000。在此示出利用支架7103支撑框体7101的结构。

[0339] 可以对显示部7000适用本发明的一个方式的显示装置。

[0340] 可以通过利用框体7101所具备的操作开关或另外提供的遥控操作机7111进行图14A所示的电视装置7100的操作。另外,也可以在显示部7000中具备触摸传感器,也可以通过用指头等触摸显示部7000进行电视装置7100的操作。另外,也可以在遥控操作机7111中具备显示从该遥控操作机7111输出的数据的显示部。通过利用遥控操作机7111所具备的操

作键或触摸面板,可以进行频道及音量的操作,并可以对显示在显示部7000上的影像进行操作。

[0341] 另外,电视装置7100具备接收机及调制解调器等。可以通过利用接收机接收一般的电视广播。再者,通过调制解调器连接到有线或无线方式的通信网络,从而进行单向(从发送者到接收者)或双向(发送者和接收者之间或接收者之间等)的信息通信。

[0342] 图14B示出笔记型个人计算机的一个例子。笔记型个人计算机7200包括框体7211、键盘7212、指向装置7213、外部连接端口7214等。在框体7211中组装有显示部7000。

[0343] 可以对显示部7000适用本发明的一个方式的显示装置。

[0344] 图14C和图14D示出数字标牌的一个例子。

[0345] 图14C所示的数字标牌7300包括框体7301、显示部7000及扬声器7303等。此外,还可以包括LED灯、操作键(包括电源开关或操作开关)、连接端子、各种传感器、麦克风等。

[0346] 图14D示出设置于圆柱状柱子7401上的数字标牌7400。数字标牌7400包括沿着柱子7401的曲面设置的显示部7000。

[0347] 在图14C和图14D中,可以对显示部7000适用本发明的一个方式的显示装置。

[0348] 显示部7000越大,一次能够提供的信息量越多。显示部7000越大,越容易吸引人的注意,例如可以提高广告宣传效果。

[0349] 通过将触摸面板用于显示部7000,不仅可以在显示部7000上显示静态图像或动态图像,使用者还能够直觉性地进行操作,所以是优选的。另外,在用于提供线路信息或交通信息等信息的用途时,可以通过直觉性的操作提高易用性。

[0350] 如图14C和图14D所示,数字标牌7300或数字标牌7400优选可以通过无线通信与使用者所携带的智能手机等信息终端设备7311或信息终端设备7411联动。例如,显示在显示部7000上的广告信息可以显示在信息终端设备7311或信息终端设备7411的屏幕上。此外,通过操作信息终端设备7311或信息终端设备7411,可以切换显示部7000的显示。

[0351] 此外,可以在数字标牌7300或数字标牌7400上以信息终端设备7311或信息终端设备7411的屏幕为操作单元(控制器)执行游戏。由此,不特定多个使用者可以同时参加游戏,享受游戏的乐趣。

[0352] 图15A至图15F所示的电子设备包括框体9000、显示部9001、扬声器9003、操作键9005(包括电源开关或操作开关)、连接端子9006、传感器9007(该传感器具有测量如下因素的功能:力、位移、位置、速度、加速度、角速度、转速、距离、光、液、磁、温度、化学物质、声音、时间、硬度、电场、电流、电压、电力、辐射线、流量、湿度、倾斜度、振动、气味或红外线)、麦克风9008等。

[0353] 图15A至图15F所示的电子设备具有各种功能。例如,可以具有如下功能:将各种信息(静态图像、动态图像及文字图像等)显示在显示部上的功能;触摸面板的功能;显示日历、日期或时间等的功能;通过利用各种软件(程序)控制处理的功能;进行无线通信的功能;读出储存在存储介质中的程序或数据并进行处理的功能;等。注意,电子设备可具有的功能不局限于上述功能,而可以具有各种功能。电子设备可以包括多个显示部。另外,也可以在电子设备中设置照相机等而使其具有如下功能:拍摄静态图像或动态图像,且将所拍摄的图像储存在存储介质(外部存储介质或内置于照相机的存储介质)中的功能;将所拍摄的图像显示在显示部上的功能;等。

[0354] 下面,详细地说明图15A至图15F所示的电子设备。

[0355] 图15A是示出便携式信息终端9101的立体图。可以将便携式信息终端9101例如用作智能手机。注意,在便携式信息终端9101中,也可以设置扬声器9003、连接端子9006、传感器9007等。另外,作为便携式信息终端9101,可以将文字或图像信息显示在其多个面上。在图15A中示出三个图标9050的例子。另外,可以将以虚线的矩形示出的信息9051显示在显示部9001的其他面上。作为信息9051的一个例子,可以举出提示收到电子邮件、SNS或电话等的信息;电子邮件或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;以及天线接收信号强度的显示等。或者,可以在显示有信息9051的位置上显示图标9050等。

[0356] 图15B是示出便携式信息终端9102的立体图。便携式信息终端9102具有将信息显示在显示部9001的三个以上的面上的功能。在此,示出信息9052、信息9053、信息9054分别显示于不同的面上的例子。例如,在将便携式信息终端9102放在上衣口袋里的状态下,使用者能够确认显示在从便携式信息终端9102的上方看到的位置上的信息9053。使用者可以确认到该显示而无需从口袋里拿出便携式信息终端9102,由此能够判断是否接电话。

[0357] 图15C是示出手表型便携式信息终端9200的立体图。可以将便携式信息终端9200例如用作智能手表。另外,显示部9001的显示面弯曲,可沿着其弯曲的显示面进行显示。此外,便携式信息终端9200例如通过与可进行无线通信的耳麦相互通信可以进行免提通话。此外,通过利用连接端子9006,便携式信息终端9200可以与其他信息终端进行数据传输或进行充电。充电也可以通过无线供电进行。

[0358] 图15D至图15F是示出可以折叠的便携式信息终端9201的立体图。另外,图15D是将便携式信息终端9201展开的状态的立体图、图15F是折叠的状态的立体图、图15E是从图15D的状态和图15F的状态中的一个转换成另一个时中途的状态的立体图。便携式信息终端9201在折叠状态下可携带性好,而在展开状态下因为具有无缝拼接较大的显示区域所以显示的浏览性强。便携式信息终端9201所包括的显示部9001被由铰链9055连结的三个框体9000支撑。显示部9001例如可以在曲率半径0.1mm以上且150mm以下的范围弯曲。

[0359] 本实施方式可以与其他实施方式及实施例适当地组合。

[0360] [符号说明]

[0361] C1:电容器、GL1:扫描线、GL2:扫描线、SW21:开关、SW22:开关、100A:显示装置、100B:显示装置、100C:显示装置、100D:显示装置、100E:显示装置、100F:显示装置、101:衬底、102:保护层、110a:发光二极管、110b:发光二极管、112a:电极、112b:电极、113a:半导体层、113b:半导体层、114a:发光层、114b:发光层、115a:半导体层、115b:半导体层、116a:电极、116b:电极、117a:导电体、117b:导电体、117c:导电体、117d:导电体、120a:晶体管、120b:晶体管、130a:晶体管、130b:晶体管、131:衬底、132:元件分离层、133:低电阻区域、134:绝缘层、135:导电层、136:绝缘层、137:导电层、138:导电层、139:绝缘层、141:绝缘层、142:导电层、143:绝缘层、150A:LED衬底、150B:电路板、151:衬底、152:绝缘层、161:导电层、162:绝缘层、163:绝缘层、164:绝缘层、165:金属氧化物层、166:导电层、167:绝缘层、168:导电层、171:衬底、172:布线、173:绝缘层、174:电极、175:导电层、176:连接体、177:电极、178:电极、179:粘合层、181:绝缘层、182:绝缘层、183:绝缘层、184a:导电层、184b:导电层、185:绝缘层、186:绝缘层、187:导电层、187a:导电层、187b:导电层、188:绝缘层、189:导电层、189a:导电层、189b:导电层、190a:导电层、190b:导电层、190c:导电层、190d:导电层、

190e:导电层、191:衬底、192:粘合层、195:导电体、200:像素、210:发光元件、300:晶体管、300A:晶体管、305:导电层、314:绝缘层、316:绝缘层、322:绝缘层、324:绝缘层、330:氧化物层、330a:氧化物层、330b:氧化物层、330c:氧化物层、340:导电层、340a:导电层、340b:导电层、341:绝缘层、341a:绝缘层、341b:绝缘层、342:导电层、342a:导电层、342b:导电层、350:绝缘层、354:绝缘层、360:导电层、360a:导电层、360b:导电层、374:绝缘层、380:绝缘层、381:绝缘层、900:电子设备、901:显示面板、902:框体、903:光学构件、904:装上部、905:照相机、906:显示区域、911:透镜、912:反射板、913:反射面、915:光、916:透过光、950:电子设备、951:显示面板、952:框体、954:装上部、955:缓冲构件、956:透镜、957:输入端子、958:输出端子、6500:电子设备、6501:框体、6502:显示部、6503:电源按钮、6504:按钮、6505:扬声器、6506:麦克风、6507:照相机、6508:光源、6510:保护构件、6511:显示面板、6512:光学构件、6513:触摸传感器面板、6515:FPC、6516:IC、6517:印刷电路板、6518:电池、7000:显示部、7100:电视装置、7101:框体、7103:支架、7111:遥控操作机、7200:笔记型个人计算机、7211:框体、7212:键盘、7213:指向装置、7214:外部连接端口、7300:数字标牌、7301:框体、7303:扬声器、7311:信息终端设备、7400:数字标牌、7401:柱子、7411:信息终端设备、9000:框体、9001:显示部、9003:扬声器、9005:操作键、9006:连接端子、9007:传感器、9008:麦克风、9050:图标、9051:信息、9052:信息、9053:信息、9054:信息、9055:铰链、9101:便携式信息终端、9102:便携式信息终端、9200:便携式信息终端、9201:便携式信息终端。

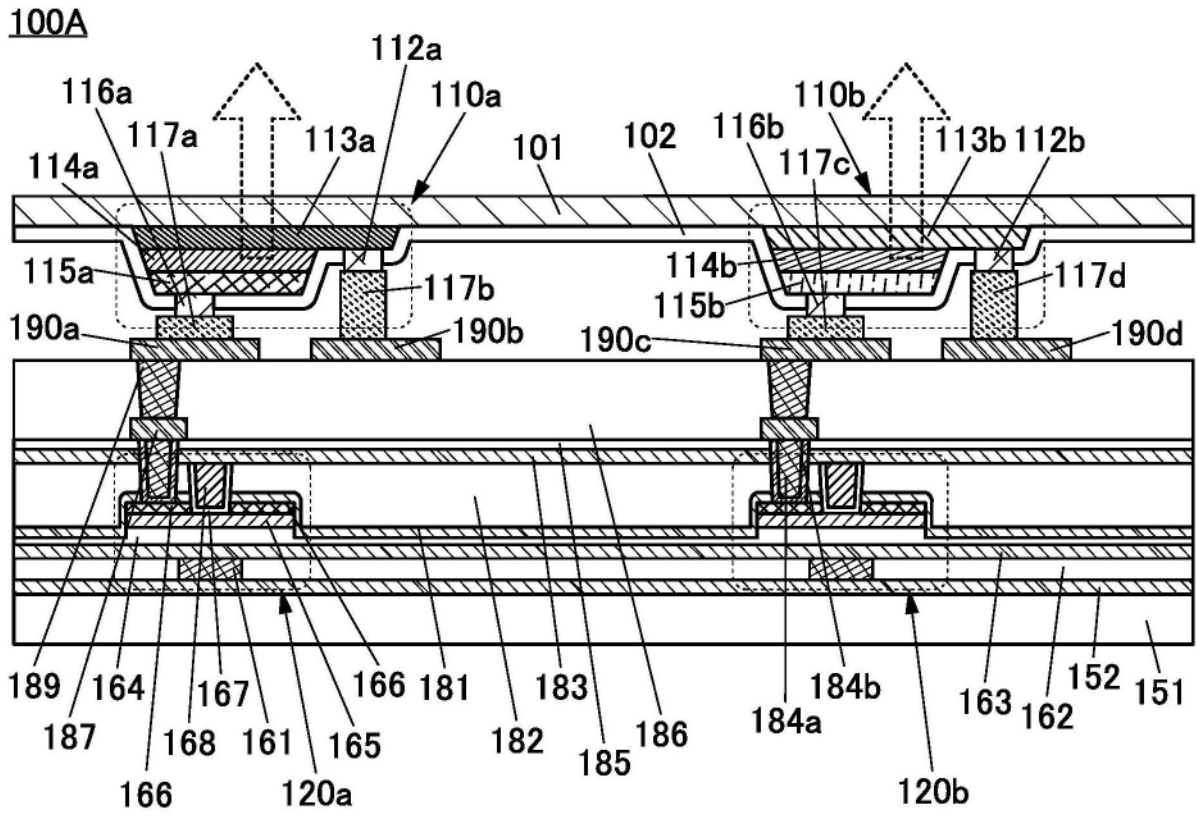


图1

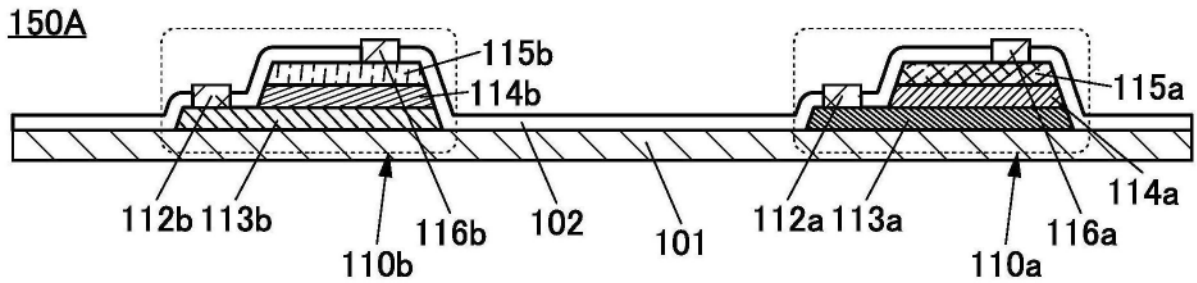


图2A

150B

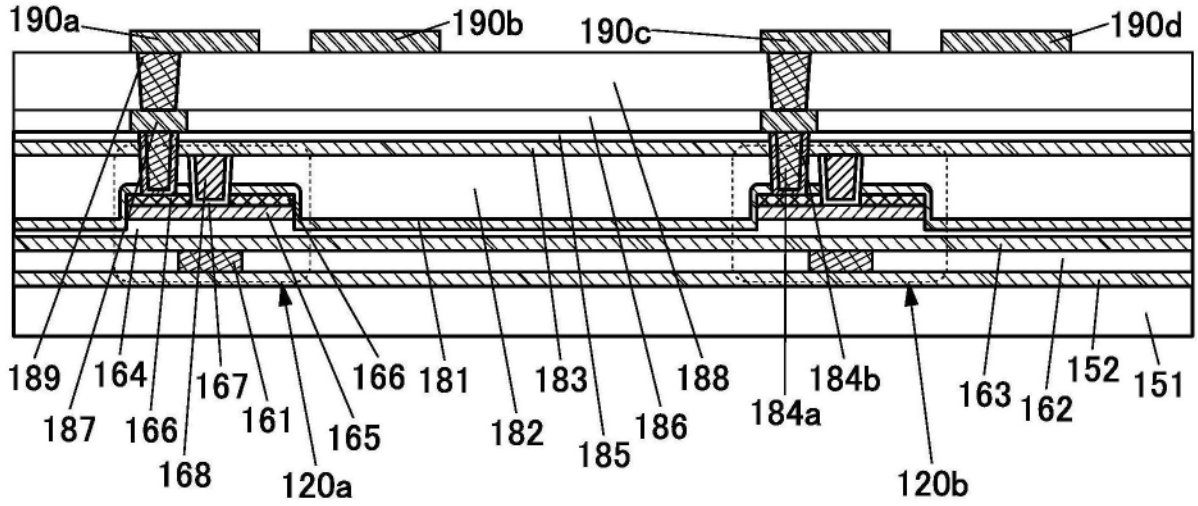


图2B

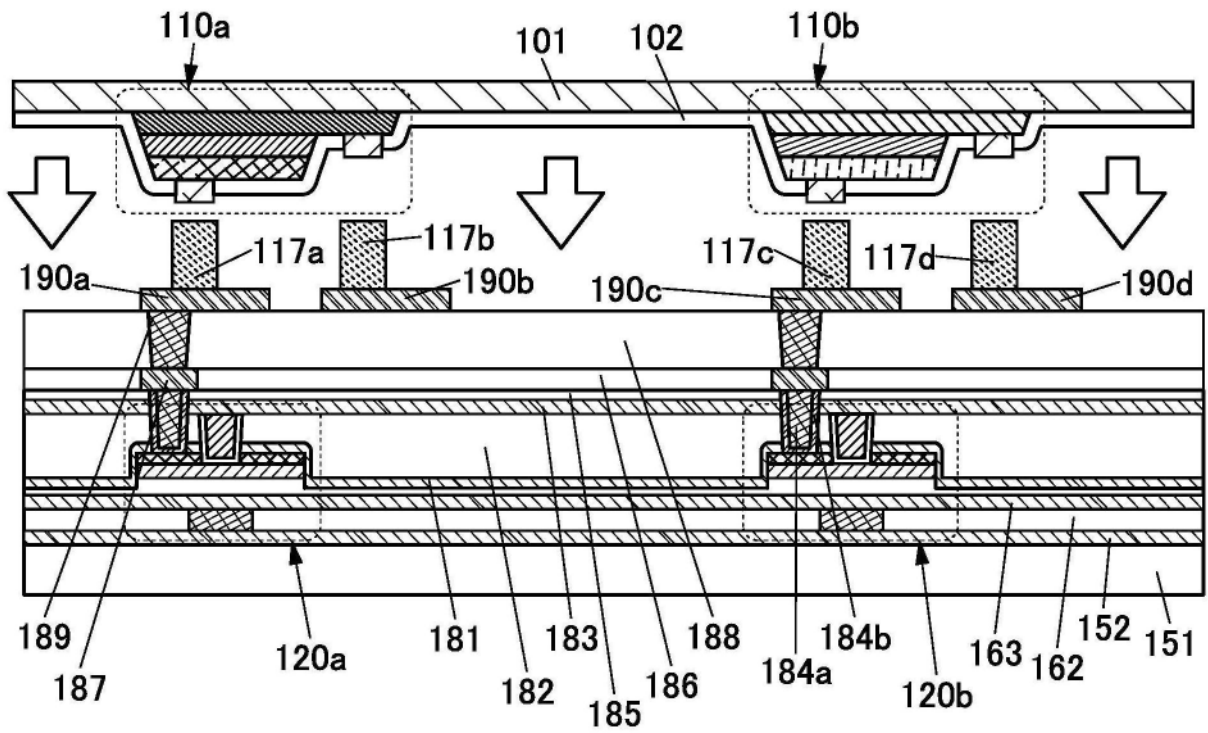


图2C

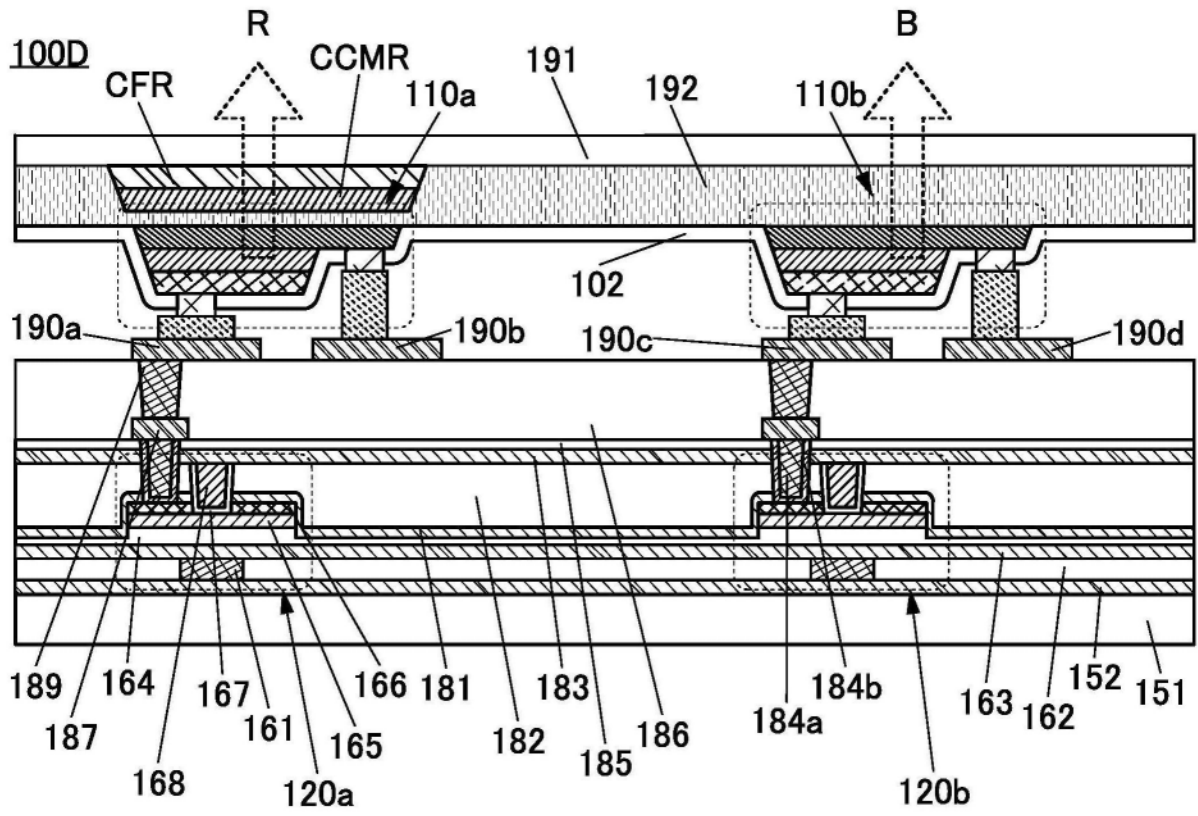


图5A

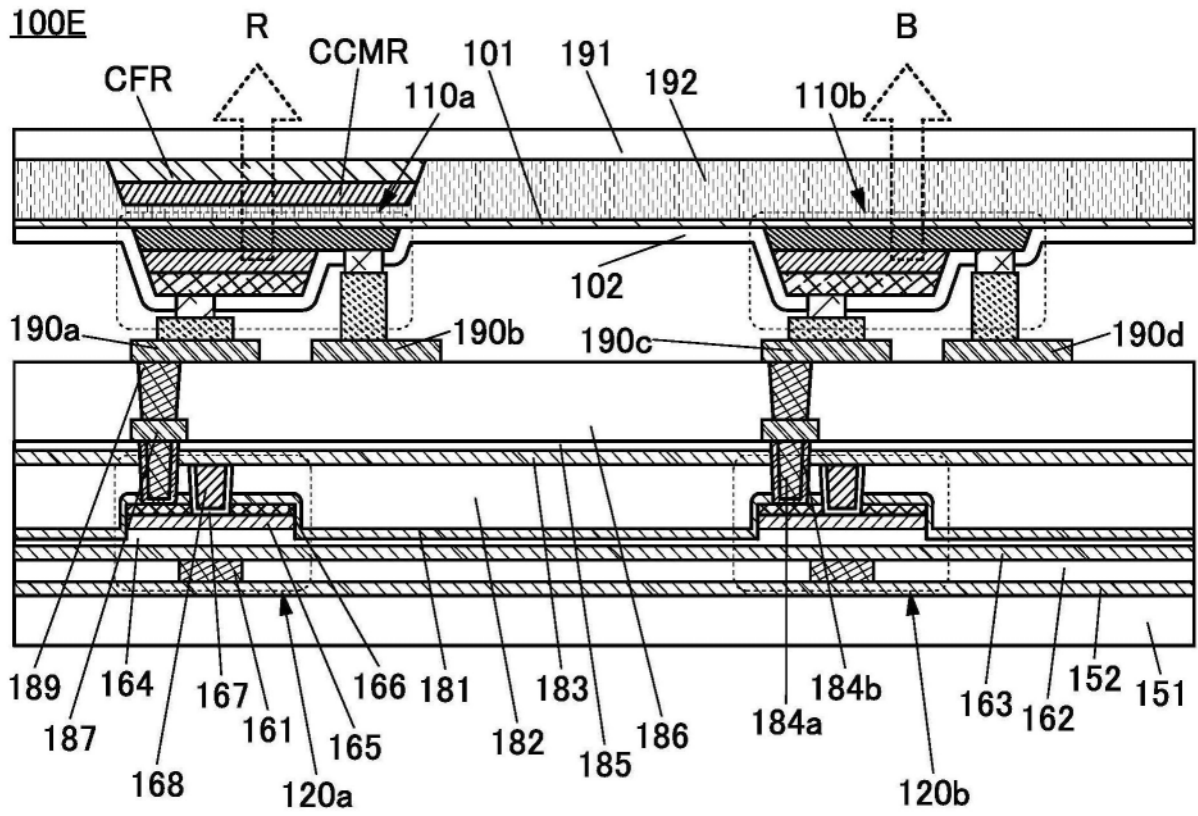


图5B

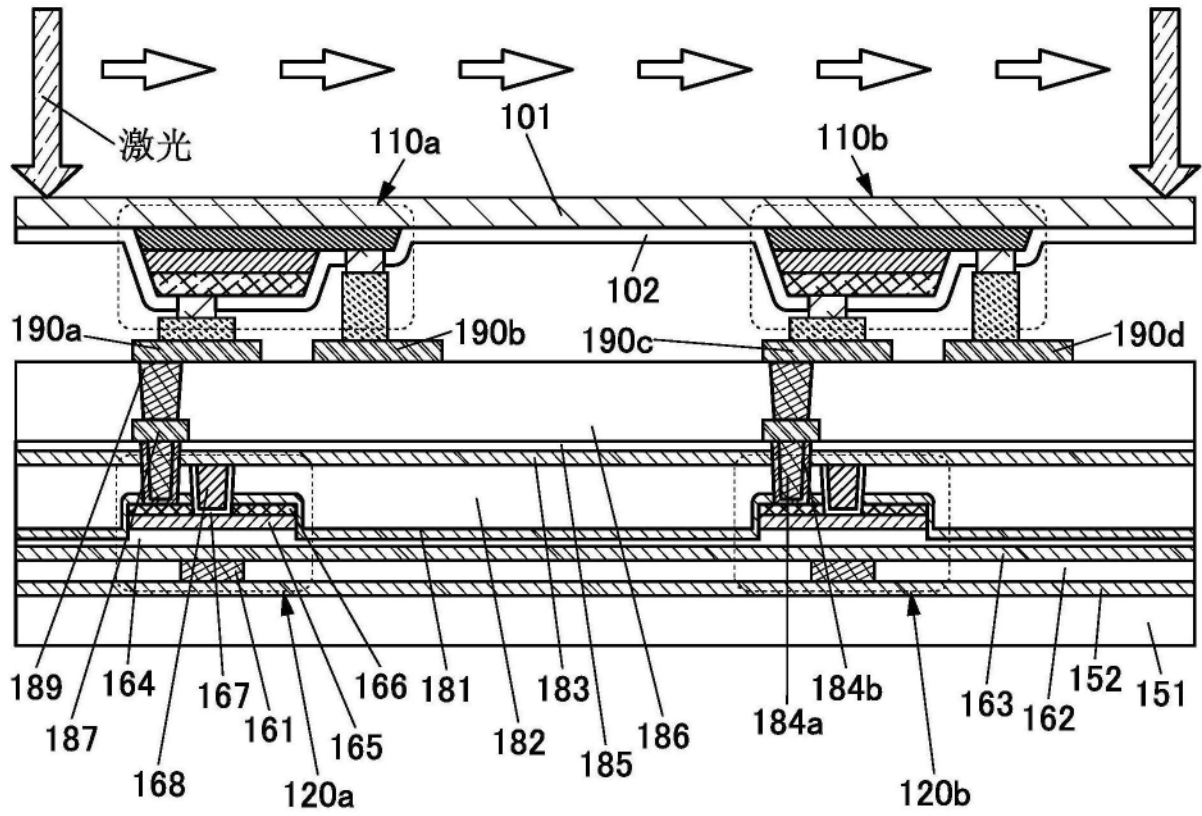


图6A

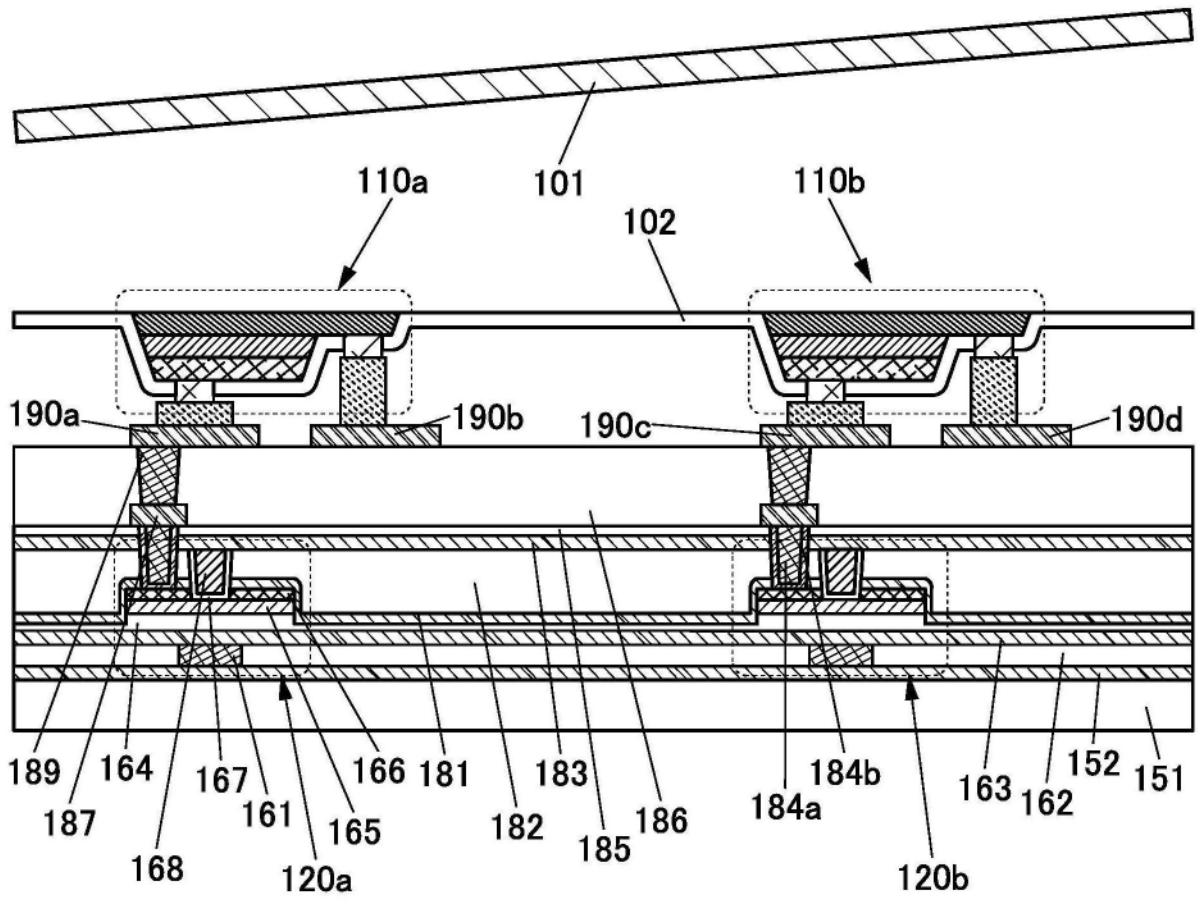


图6B

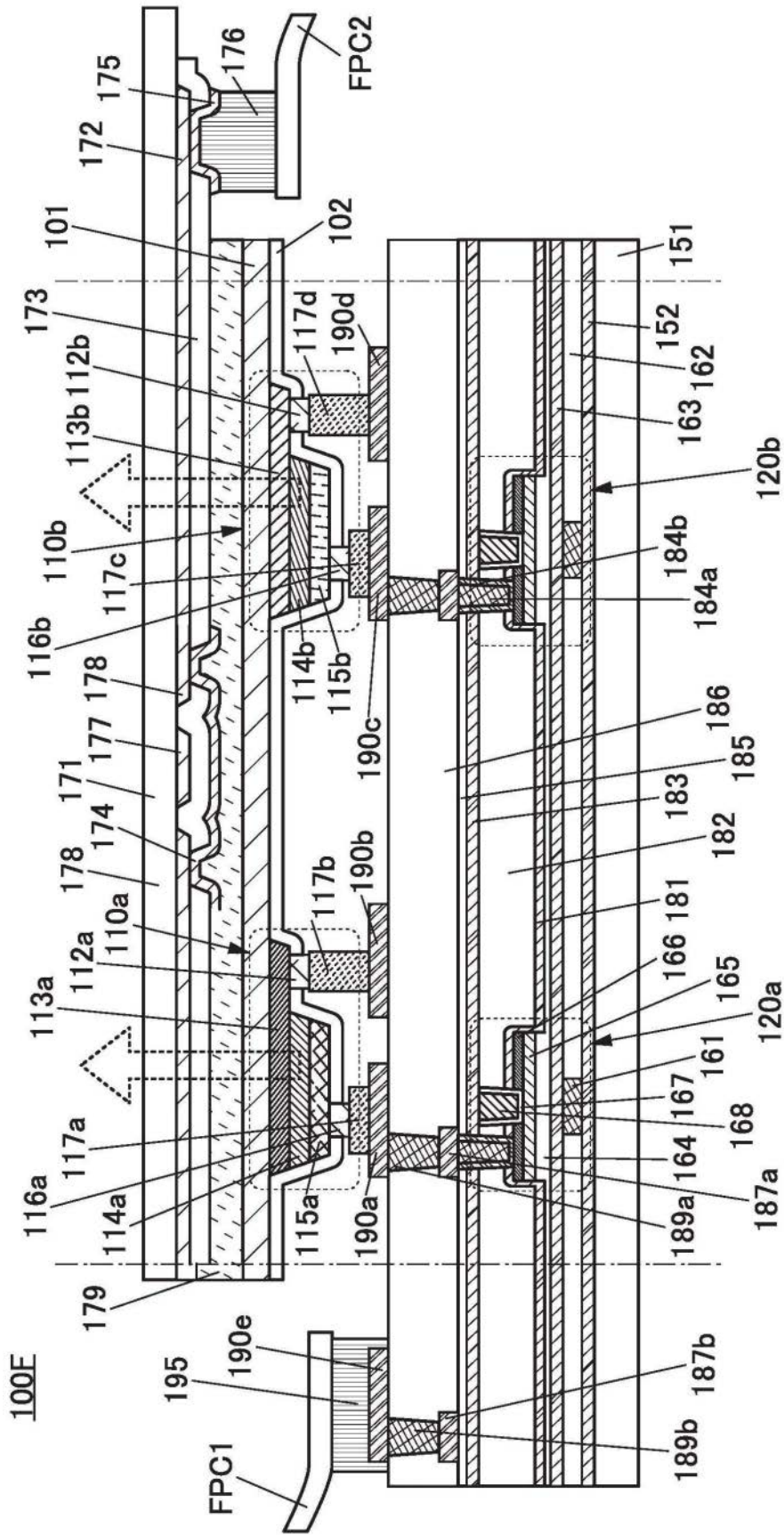


图7

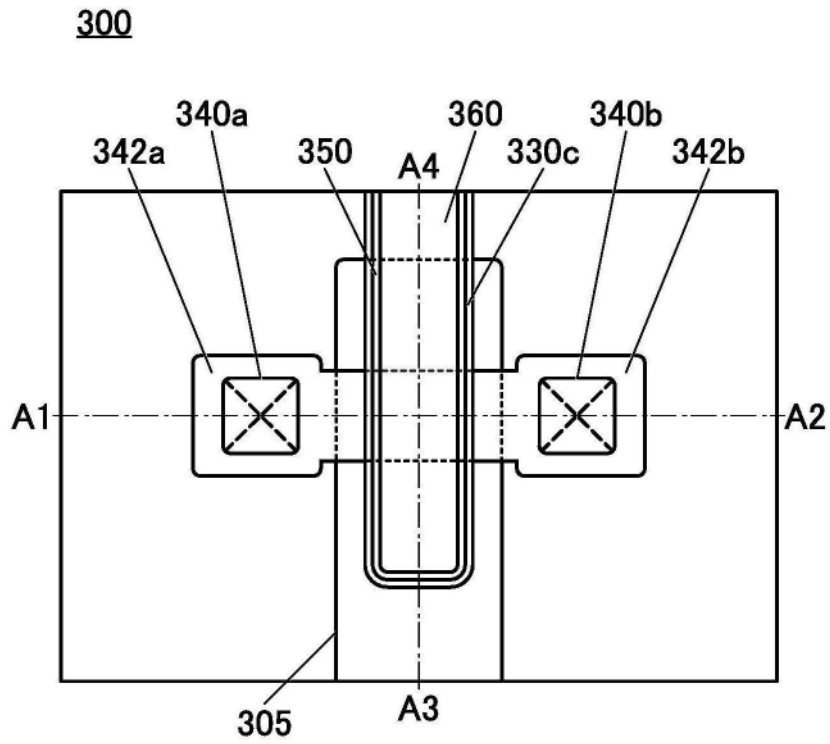


图8A

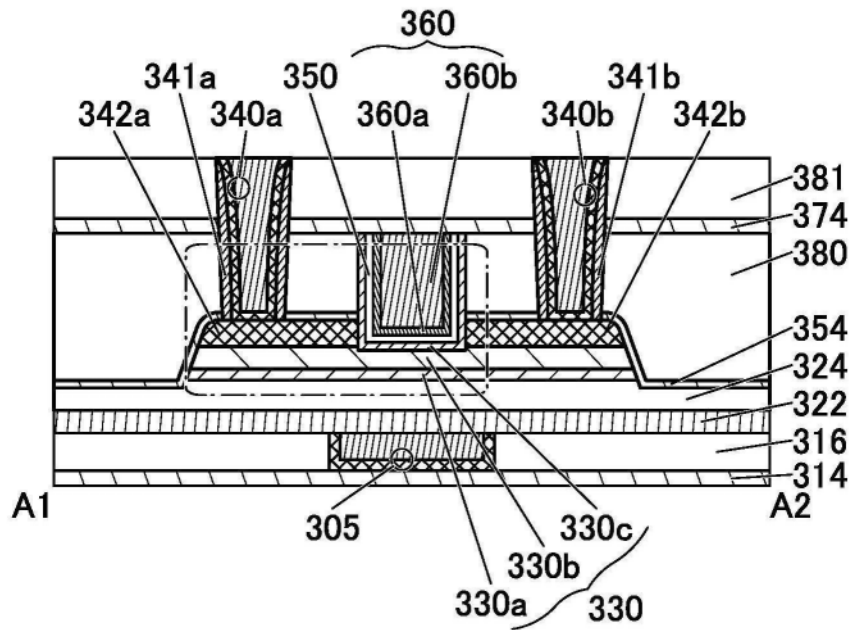


图8B

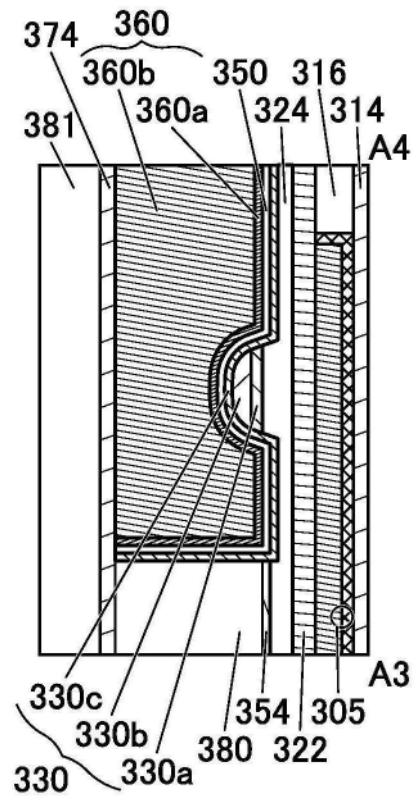


图8C

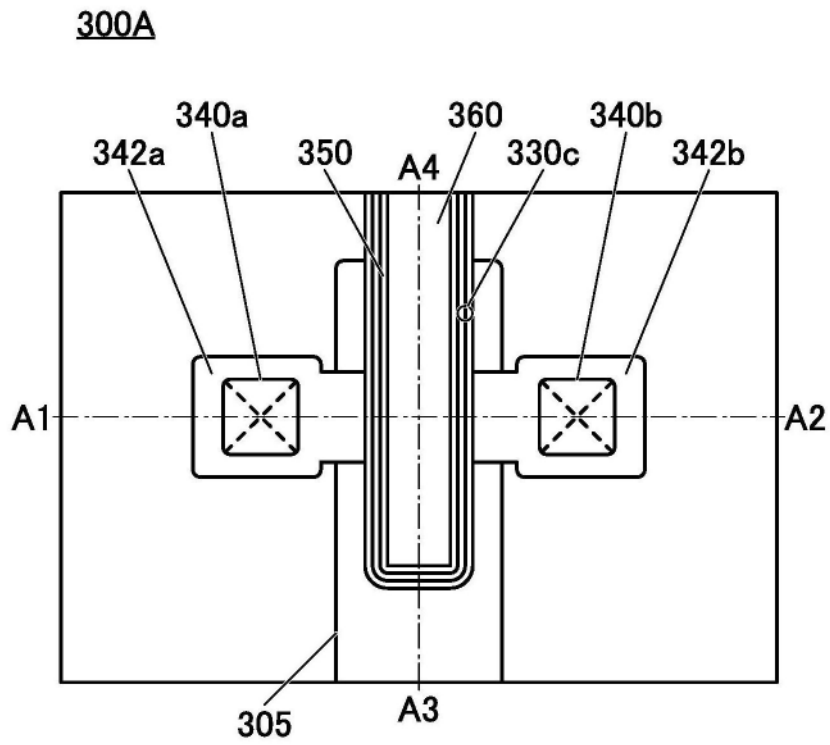


图9A

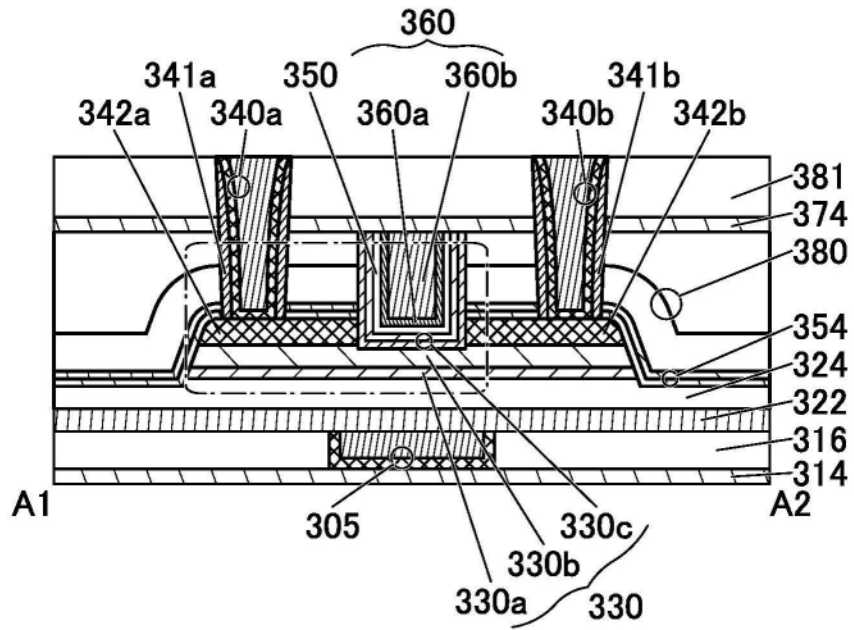


图9B

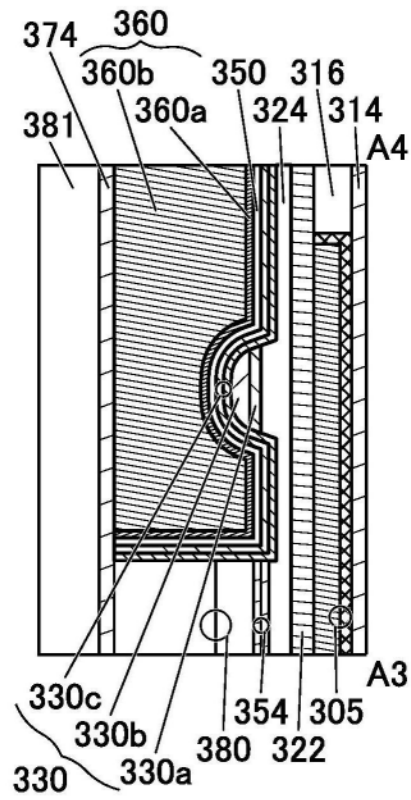


图9C

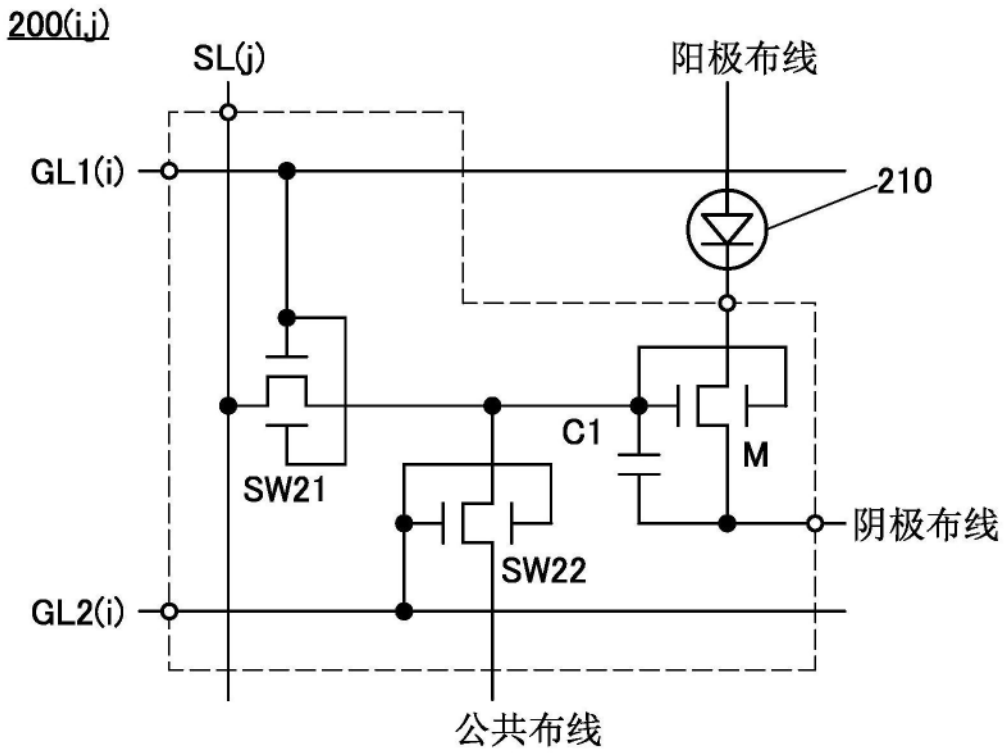


图10

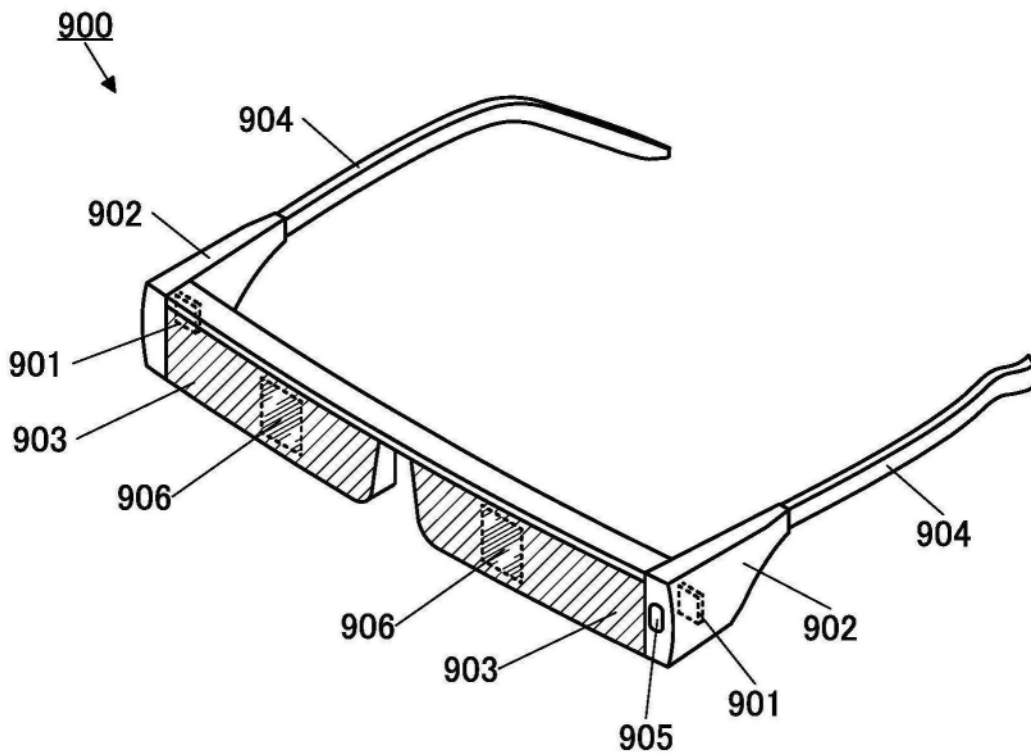


图11A

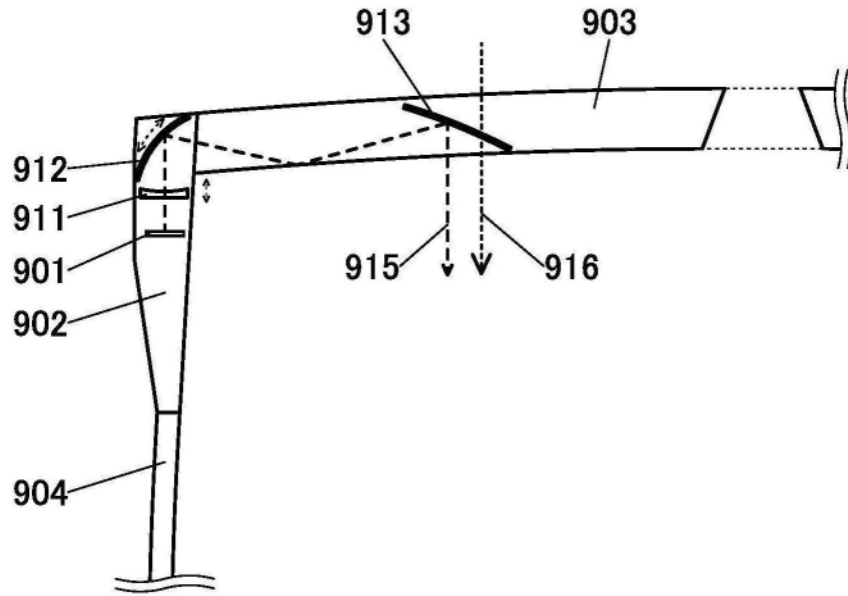


图11B

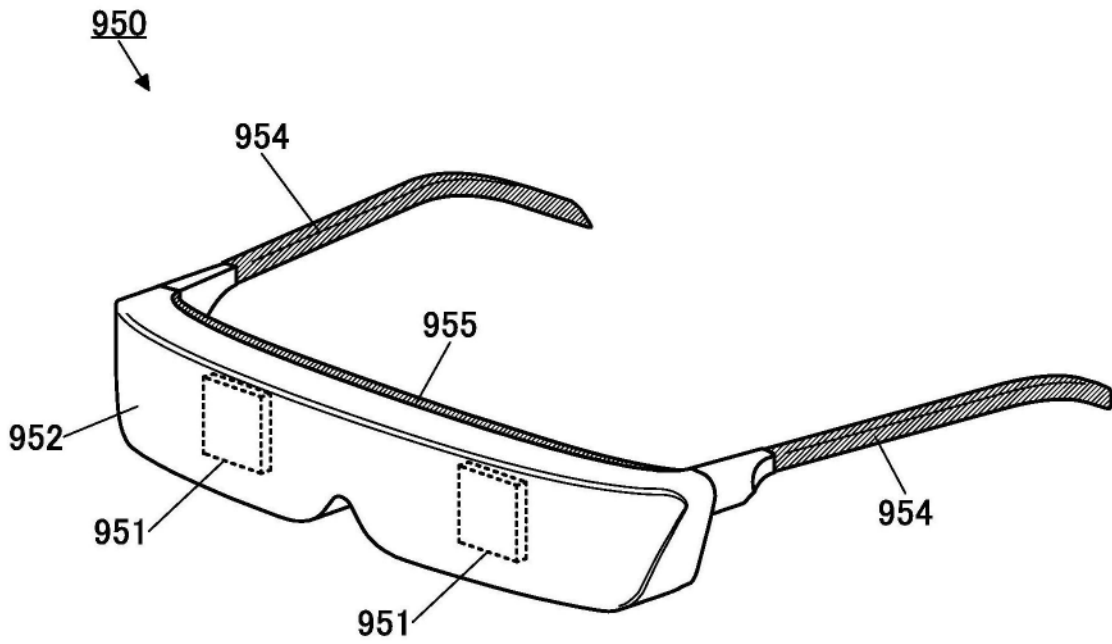


图12A

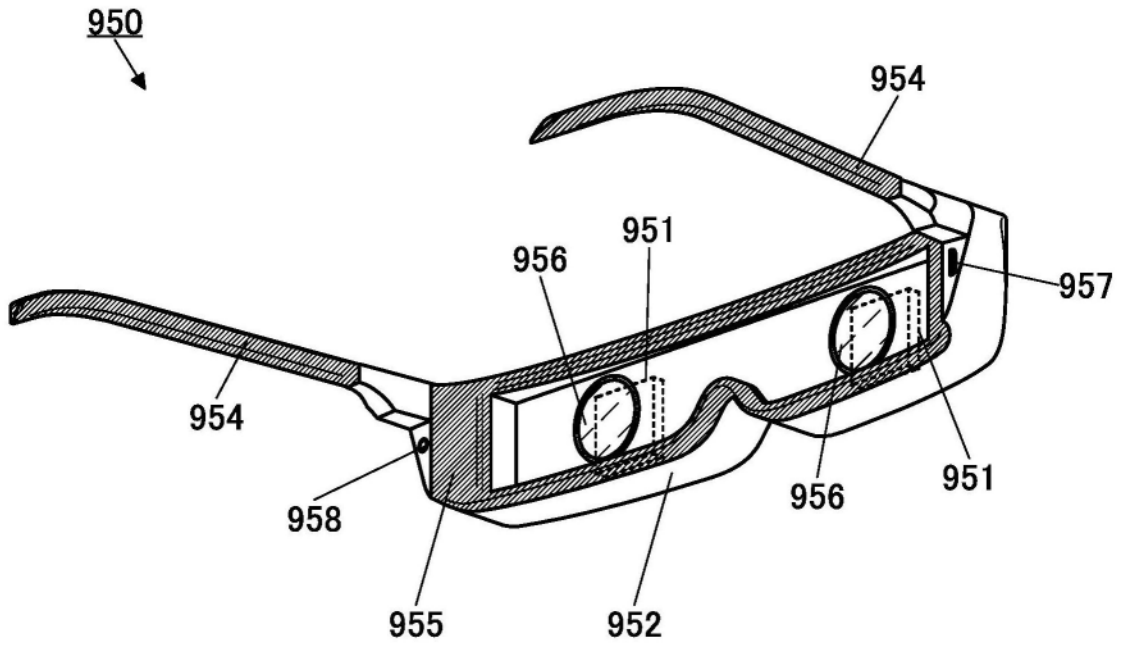


图12B

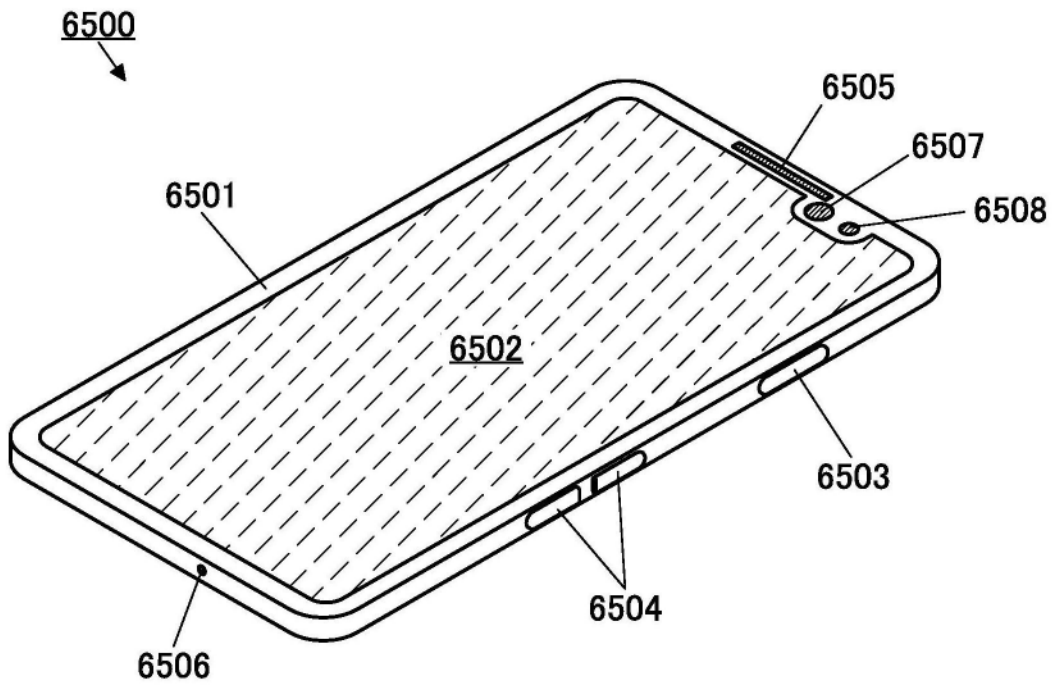


图13A

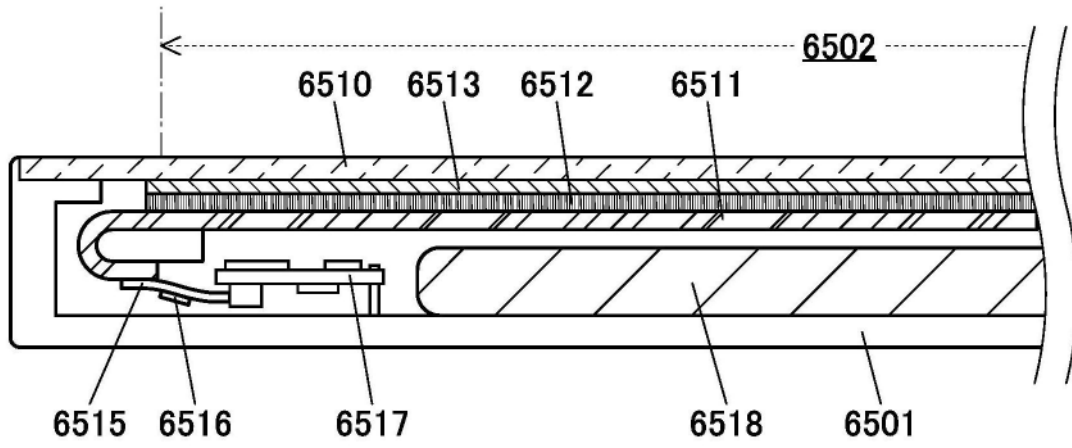


图13B

7100

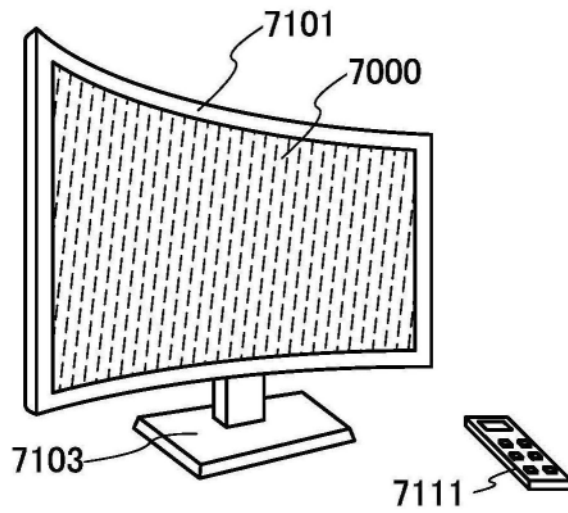


图14A

7200

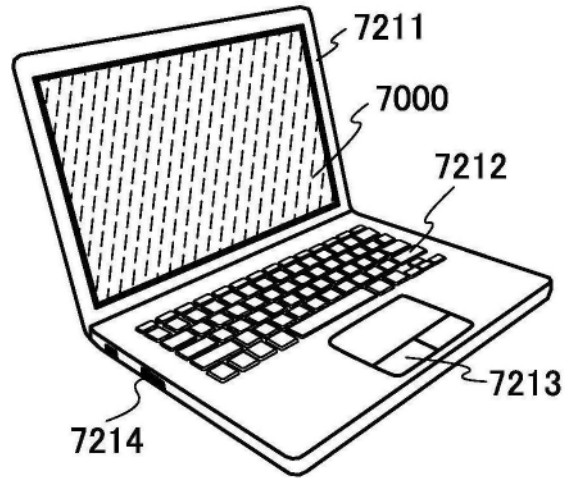


图14B

7300

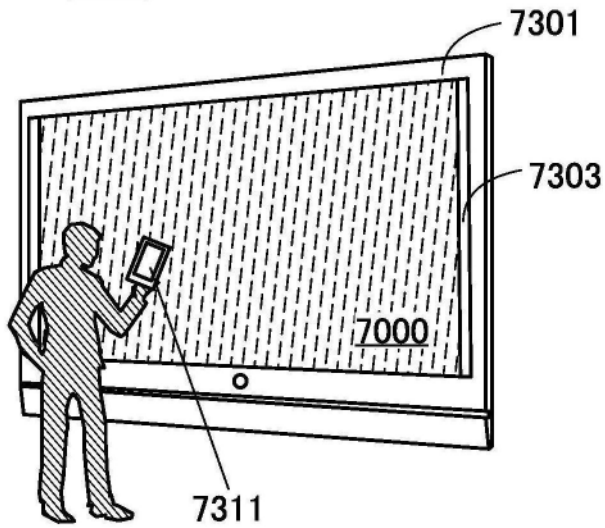


图14C

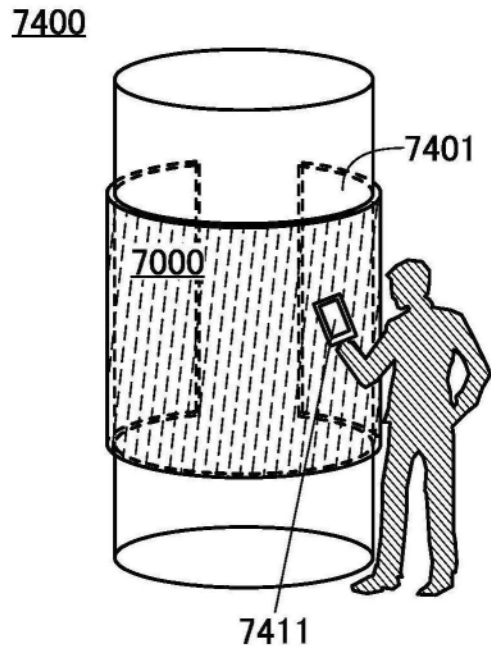


图14D

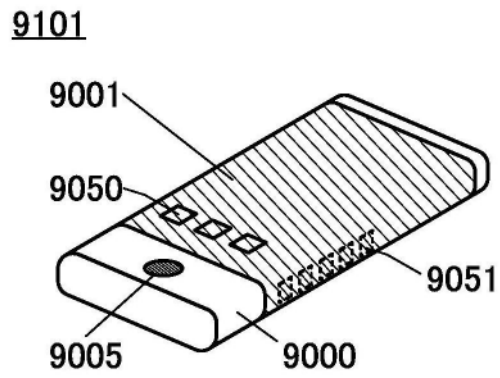


图15A

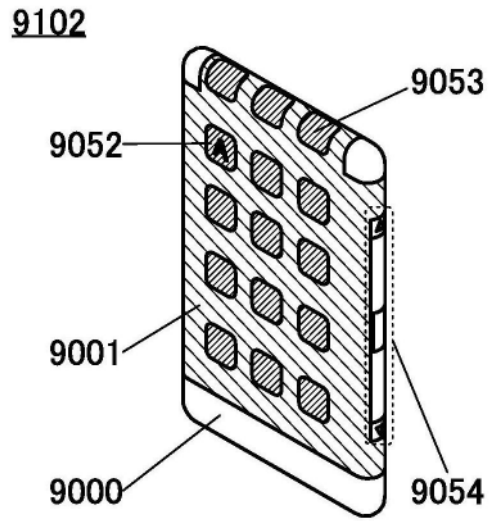


图15B

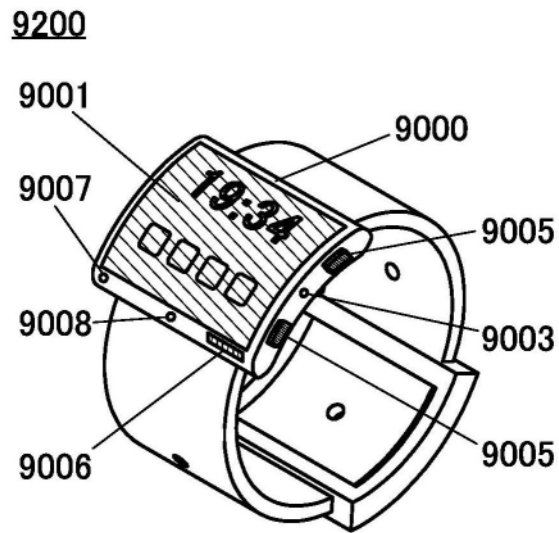


图15C

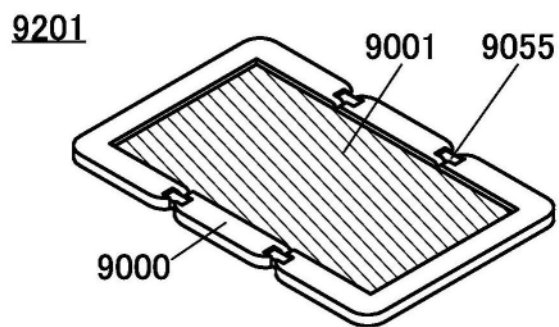


图15D

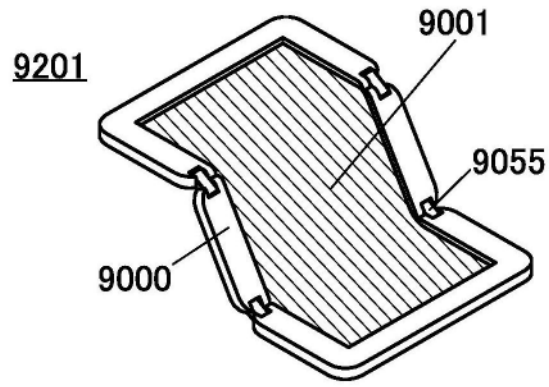


图15E

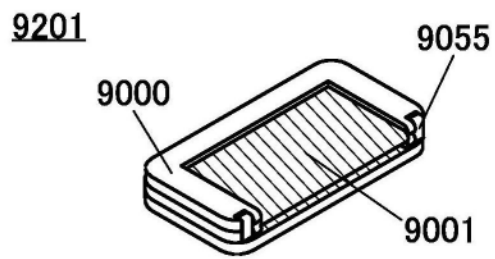


图15F