



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113711363 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 26

(21) 申请号 202080028870.3

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

(22) 申请日 2020.08.20

代理人 宋俊寅

(30) 优先权数据

2019-154234 2019.08.27 JP

(51) Int.Cl.

H01L 27/32 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

G06F 3/041 (2006.01)

2021.10.14

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2020/057818 2020.08.20

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/038392 JA 2021.03.04

(71) 申请人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 高桥圭 楠纮慈 木村肇

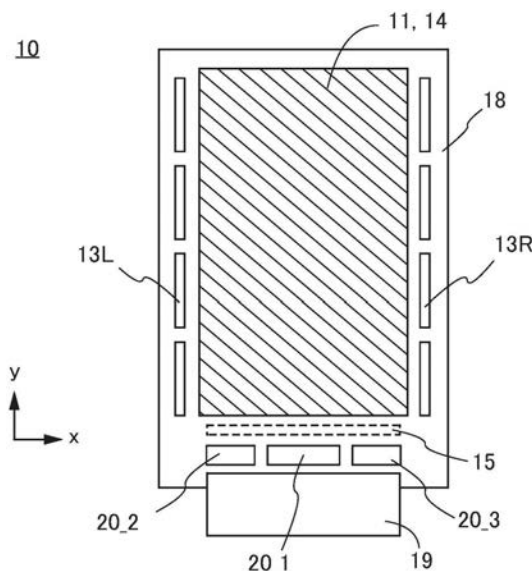
权利要求书2页 说明书46页 附图32页

(54) 发明名称

半导体装置及其制造方法

(57) 摘要

为了实现多功能,构件数量增多并且需要花费工夫分别安装这些构件,从而导致制造成本上升、成品率下降。在同一衬底上制造矩阵型的显示部和矩阵型的光传感器部。再者,通过在一个芯片上制造在同一衬底上所制造的显示部和光传感器部的驱动电路来实现减少构件数量。通过在显示面板中制造光传感器,可以使显示面板具有扫码器功能或扫描仪功能。另外,也可以使显示面板具有指纹等的识别功能或作为触摸传感器的输入输出功能。



1. 一种半导体装置，

其中，在包括显示部及光传感器部的第一衬底的一个面上安装包括至少一个半导体集成电路的芯片，

包括与所述显示部重叠的第二衬底，

以相对的方式固定所述第一衬底的一个面与所述第二衬底的一个面，

并且，所述包括半导体集成电路的芯片包括所述光传感器部的驱动电路及所述显示部的驱动电路。

2. 一种半导体装置，

其中，在包括显示部及光传感器部的第一衬底的一个面上安装包括至少一个半导体集成电路的芯片，

在与所述显示部重叠的第二衬底的一个面上包括触摸面板部，

以相对的方式固定所述第一衬底的一个面与所述第二衬底的一个面，

并且，所述包括半导体集成电路的芯片包括所述显示部的驱动电路、所述光传感器部的驱动电路及所述触摸面板部的驱动电路。

3. 一种半导体装置，

其中，在包括显示部及光传感器部的第一衬底的一个面上安装包括至少一个半导体集成电路的芯片，

在与所述显示部重叠的第二衬底的一个面上包括触摸面板部，

以相对的方式固定所述第一衬底的一个面与所述第二衬底的一个面，

并且，所述包括半导体集成电路的芯片包括所述显示部的驱动电路及所述触摸面板部的驱动电路。

4. 一种半导体装置，

其中，在包括显示部及光传感器部的第一衬底的一个面上安装包括至少一个半导体集成电路的芯片，

在与所述显示部重叠的第二衬底的一个面上包括触摸面板部，

以相对的方式固定所述第一衬底的一个面与所述第二衬底的一个面，

并且，所述包括半导体集成电路的芯片包括所述光传感器部的驱动电路及所述触摸面板部的驱动电路。

5. 根据权利要求2至4中任一项所述的半导体装置，其中所述触摸面板部为静电电容式的触摸面板。

6. 一种半导体装置，安装有：

包括显示部、光传感器部及端子部的第一衬底；

包括与所述端子部电连接的布线的薄膜；以及

在所述薄膜上包括至少一个半导体集成电路的芯片，

其中，包括与所述显示部重叠的第二衬底，

以相对的方式固定所述第一衬底的一个面与所述第二衬底的一个面，

并且，所述包括半导体集成电路的芯片包括所述光传感器部的驱动电路及所述显示部的驱动电路。

7. 一种半导体装置，安装有：

包括显示部、光传感器部及端子部的第一衬底；
包括与所述端子部电连接的布线的薄膜；以及
在所述薄膜上包括至少一个半导体集成电路的芯片，
其中，在与所述显示部重叠的第二衬底的一个面上包括触摸面板部，
以相对的方式固定所述第一衬底的一个面与所述第二衬底的一个面，
并且，所述包括半导体集成电路的芯片包括所述显示部的驱动电路、所述光传感器部的驱动电路及所述触摸面板部的驱动电路。

8. 一种半导体装置，安装有：

包括显示部、光传感器部及端子部的第一衬底；
包括与所述端子部电连接的布线的薄膜；以及
其中，在所述薄膜上包括至少一个半导体集成电路的芯片，
在与所述显示部重叠的第二衬底的一个面上包括触摸面板部，
以相对的方式固定所述第一衬底的一个面与所述第二衬底的一个面，
并且，所述包括半导体集成电路的芯片包括所述显示部的驱动电路及所述触摸面板部的驱动电路。

9. 一种半导体装置，安装有：

包括显示部、光传感器部及端子部的第一衬底；
包括与所述端子部电连接的布线的薄膜；以及
在所述薄膜上包括至少一个半导体集成电路的芯片，
其中，在与所述显示部重叠的第二衬底的一个面上包括触摸面板部，
以相对的方式固定所述第一衬底的一个面与所述第二衬底的一个面，
并且，所述包括半导体集成电路的芯片包括所述光传感器部的驱动电路及所述触摸面板部的驱动电路。

10. 根据权利要求7至9中任一项所述的半导体装置，其中所述触摸面板部为静电电容式的触摸面板。

11. 根据权利要求1至10中任一项所述的半导体装置，其中所述光传感器部包括受光部。

12. 根据权利要求1至11中任一项所述的半导体装置，其中所述显示部包括像素电极及多个与所述像素电极电连接的晶体管。

13. 根据权利要求1至12中任一项所述的半导体装置，其中所述显示部包括多个使用氧化物半导体的晶体管。

14. 根据权利要求1至13中任一项所述的半导体装置，
其中所述显示部向外部发射光，
并且所述光传感器部接收该光的反射光。

15. 根据权利要求1至14中任一项所述的半导体装置，其中设置在所述显示部的像素电极上的有机化合物层包含与所述光传感器部的有机化合物层相同的材料。

16. 根据权利要求1至15中任一项所述的半导体装置，其中所述第一衬底为薄膜。

17. 根据权利要求1至16中任一项所述的半导体装置，其中所述包括半导体集成电路的芯片包括设置在单晶硅衬底上的晶体管与包含氧化物半导体的晶体管的叠层。

半导体装置及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明的一个方式涉及一种具有触摸传感器的显示装置。另外,本发明的一个方式涉及一种显示装置。另外,本发明的一个方式涉及一种触摸传感器。此外,本发明的一个方式涉及一种半导体装置。

[0002] 注意,本发明的一个方式不局限于上述技术领域。本说明书等所公开的发明的一个方式涉及一种物体、方法或制造方法。另外,本发明的一个方式涉及一种工序(process)、机器(machine)、产品(manufacture)或者组合物(composition of matter)。由此,更具体而言,作为本说明书等所公开的本发明的一个方式的技术领域的例子,可以举出半导体装置、显示装置、发光装置、蓄电装置、存储装置、电子设备、照明装置、输入装置、输入输出装置、这些装置的驱动方法或这些装置的制造方法。

[0003] 注意,在本说明书等中,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。除了晶体管等的半导体元件之外,半导体电路、运算装置或存储装置也是半导体装置的一个方式。拍摄装置、显示装置、液晶显示装置、发光装置、输入装置、输入输出装置、光电装置、发电装置(包括薄膜太阳能电池或有机薄膜太阳能电池等)及电子设备有时包括半导体装置。

背景技术

[0004] 近年来,智能手机或平板终端等便携式信息终端已广泛普及。上述便携式信息终端经常使用具备有源矩阵型显示部或触摸传感器等的显示装置。

[0005] 另外,专利文献1公开了将一个IC兼作显示部用的驱动电路和触摸传感器用的驱动电路的技术。

[先行技术文献]

[专利文献]

[0006] [专利文献1]日本专利申请公开第2017-16098号公报

发明内容

发明所要解决的技术问题

[0007] 在室内或室外,根据显示面板周围的亮度,有时难以在显示面板上看到显示影像。为了检测显示面板周围的亮度并进行最合适的显示,与显示面板另行设置光电二极管等受光元件,根据检测的光量自动调节显示面板的显示。在这种情况下,当与显示面板另行设置受光元件时,还需要在器件内另行设置安装受光元件的空间或包括用来检测的半导体集成电路的芯片。此外,当另行设置受光元件时,由于使用微小的受光元件,所以难以根据其配置准确地检测外部的光量。

[0008] 此外,除了上述受光元件,今后还要求便携式信息终端等器件具有更多的功能。

[0009] 为了实现多功能,需要花费工夫连接各种配件设备等并将用来操作配件设备的应用软件等引入到器件中。例如,虽然可以使用配件设备来实现扫码器功能或扫描仪功能等,

但是对是否有连接线或适用机型等也有限制,所以通用性较低。

[0010] 此外,在按种类分别安装作为一个芯片的半导体集成电路的器件中,其构件数量较多并且需要花费工夫分别安装这些构件,导致制造成本上升、成品率下降。

解决技术问题的手段

[0011] 为了解决上述问题,在同一衬底上制造矩阵型的显示部及矩阵型的光传感器部。再者,通过将同一衬底上制造的显示部的驱动电路及光传感器部的驱动电路制造在一个芯片上,可以减少构件数量。

[0012] 本说明书所公开的发明的结构如下:一种半导体装置,其中,在包括显示部及光传感器部的第一衬底的一个面上安装包括至少一个半导体集成电路的芯片,包括与显示部重叠的第二衬底,以相对的方式固定第一衬底的一个面与第二衬底的一个面,并且,包括半导体集成电路的芯片包括光传感器部的驱动电路及显示部的驱动电路。

[0013] 通过在显示面板内制造光传感器,可以使显示面板具有扫码器功能或扫描仪功能。另外,也可以使显示面板具有指纹等的识别功能、获取静脉等的生物信息的功能或者作为触摸传感器的输入功能。

[0014] 另外,当将使用包含有机化合物的层的发光元件用于显示面板的显示时,可以使这些发光元件发光并利用其反射光进行拍摄。因此,即使在夜间的室外较暗的地方,也可以读取二维码(QR Code)(注册商标)等。由于在较暗的地方难以使用照相机读取二维码(注册商标)等,所以本结构是有用的。

[0015] 此外,由于在与显示面板大致相同的区域配置多个光传感器,所以还可以利用大面积准确地检测外部的光量。

[0016] 光传感器部设置在与显示面板大致相同的区域,可以通过检测触摸显示面板的人的手指等的影子来发挥作为触摸面板的作用。

[0017] 此外,当在日间的室外使用时,由于光传感器部接收太阳的光,所以难以将显示面板用作触摸面板。因此,也可以将静电电容式的触摸面板设置在显示面板上,当在日间的室外使用时,根据外光的光量切换为静电电容式的触摸面板。

[0018] 此外,包括触摸面板部的结构也是本发明之一,该结构如下:一种半导体装置,其中,在包括显示部及光传感器部的第一衬底的一个面上安装包括至少一个半导体集成电路的芯片,在与显示部重叠的第二衬底的一个面上包括触摸面板部,以相对的方式固定第一衬底的一个面与第二衬底的一个面,并且,包括半导体集成电路的芯片包括显示部的驱动电路、光传感器部的驱动电路及触摸面板部的驱动电路。

[0019] 此外,虽然在上述结构中示出一个芯片包括三种驱动电路,但是不局限于此,一个芯片也可以包括两种驱动电路。

[0020] 作为两种驱动电路,包括显示部的驱动电路与触摸面板部的驱动电路这两种驱动电路的结构也是本发明之一,该结构如下:一种半导体装置,其中,在包括显示部及光传感器部的第一衬底的一个面上安装包括至少一个半导体集成电路的芯片,在与显示部重叠的第二衬底的一个面上包括触摸面板部,以相对的方式固定第一衬底的一个面与第二衬底的一个面,并且,包括半导体集成电路的芯片包括显示部的驱动电路及触摸面板部的驱动电路。

[0021] 此外,作为两种驱动电路,包括光传感器部的驱动电路与触摸面板部的驱动电路

这两种驱动电路的结构也是本发明之一,该结构如下:一种半导体装置,其中,在包括显示部及光传感器部的第一衬底的一个面上安装包括至少一个半导体集成电路的芯片,在与显示部重叠的第二衬底的一个面上包括触摸面板部,以相对的方式固定第一衬底的一个面与第二衬底的一个面,并且,包括半导体集成电路的芯片包括光传感器部的驱动电路及触摸面板部的驱动电路。

[0022] 当上述显示面板的第一衬底为玻璃衬底时,作为显示部的驱动电路使用以COG (Chip On Glass:玻璃覆晶封装)方式安装的IC(半导体集成电路)。

[0023] 另外,当第一衬底使用薄膜诸如塑料薄膜时,也可以以COF (Chip On Film:薄膜覆晶封装)方式或TCP (Tape Carrier Package:带载封装)等安装方法安装IC。

[0024] 另外,也可以将IC配置在FPC (Flexible printed circuits:柔性印刷电路)上。

[0025] 另外,在FPC上配置IC的结构也是本发明之一,该结构如下:一种半导体装置,其中,在包括显示部、光传感器部及端子部的第一衬底、包括与端子部电连接的布线的薄膜以及薄膜上安装包括至少一个半导体集成电路的芯片,包括与上述显示部重叠的第二衬底,以相对的方式固定第一衬底的一个面与第二衬底的一个面,并且,包括半导体集成电路的芯片包括光传感器部的驱动电路及显示部的驱动电路。

[0026] 另外,在FPC上配置IC且包括触摸面板部的结构也是本发明之一,该结构如下:一种半导体装置,其中,在包括显示部、光传感器部及端子部的第一衬底、包括与端子部电连接的布线的薄膜以及薄膜上安装包括至少一个半导体集成电路的芯片,在与显示部重叠的第二衬底的一个面上包括触摸面板部,以相对的方式固定第一衬底的一个面与上述第二衬底的一个面,并且,包括半导体集成电路的芯片包括显示部的驱动电路、光传感器部的驱动电路及触摸面板部的驱动电路。

[0027] 此外,虽然在上述结构中示出FPC上的一个芯片包括三种驱动电路,但是不局限于此,FPC上的一个芯片也可以包括两种驱动电路。

[0028] 作为两种驱动电路,包括显示部的驱动电路与触摸面板部的驱动电路这两种驱动电路的结构也是本发明之一,该结构如下:一种半导体装置,其中,在包括显示部、光传感器部及端子部的第一衬底、包括与端子部电连接的布线的薄膜以及薄膜上安装包括至少一个半导体集成电路的芯片,在与显示部重叠的第二衬底的一个面上包括触摸面板部,以相对的方式固定第一衬底的一个面与第二衬底的一个面,并且,包括半导体集成电路的芯片包括显示部的驱动电路及触摸面板部的驱动电路。

[0029] 此外,作为两种驱动电路,包括光传感器部的驱动电路与触摸面板部的驱动电路这两种驱动电路的结构也是本发明之一,该结构如下:一种半导体装置,其中,在包括显示部、光传感器部及端子部的第一衬底、包括与端子部电连接的布线的薄膜以及薄膜上安装包括至少一个半导体集成电路的芯片,在与显示部重叠的第二衬底的一个面上包括触摸面板部,以相对的方式固定第一衬底的一个面与第二衬底的一个面,并且,包括半导体集成电路的芯片包括光传感器部的驱动电路及触摸面板部的驱动电路。

[0030] 在上述各结构中,显示部向外部发射光,光传感器部接收该光的反射光。在上述各结构中,显示部包括像素电极及多个与像素电极电连接的晶体管。另外,在上述各结构中,显示部在显示部的像素电极上包括被用作发光层的有机化合物层。另外,在上述各结构中,光传感器部包括受光部。此外,在上述各结构中,设置在显示部的像素电极上的有机化合物

层包含与光传感器部的有机化合物层相同的材料。当光传感器部的受光部包括有机化合物层并且与显示部的具有有机化合物层的发光元件包括至少一个共同的层时,工序得到简化,所以是优选的。

[0031] 在上述各结构中,上述显示部包括多个使用氧化物半导体的晶体管(也称为OS晶体管)。具体而言,使用被用作包括沟道形成区域的氧化物半导体的金属氧化物。例如,作为氧化物半导体优选使用In-M-Zn氧化物(元素M为选自铝、镓、铟、铜、钒、铍、硼、钛、铁、镍、锗、锆、钼、镧、铈、钕、钐、钇、铪、钨、锡和镁等中的一种或多种)等金属氧化物。

[0032] 另外,也可以使用LTPS(Low Temperature Polysilicon:低温多晶硅)晶体管代替使用氧化物半导体的晶体管。使用氧化物半导体的晶体管或LTPS晶体管可以在同一衬底上使用同一工序制造像素用晶体管和驱动电路用晶体管。作为使用同一工序制造的驱动电路,有解复用器或扫描线驱动电路等。另外,也可以是在形成LTPS晶体管后再制造使用氧化物半导体的晶体管的所谓的LTPO结构。

[0033] 另外,一个包括多种驱动电路的芯片也可以采用包括设置在单晶硅衬底上的晶体管与包含氧化物半导体的晶体管的叠层结构。例如,由设置在单晶硅衬底上的晶体管构成高速驱动的电路,由包含氧化物半导体的晶体管构成被用作存储器的电路,通过采用这种结构,可以提高集成度。另外,可以在包含氧化物半导体的晶体管上再层叠包含氧化物半导体的晶体管。

[0034] 另外,一个芯片除了多种驱动电路之外,还可以包括其他电路,例如接收电路、充电电路或CPU电路等。

发明效果

[0035] 根据本发明的一个方式,通过对多种不同的驱动电路进行单芯片化,可以减少构件数量并提高安装效率。

[0036] 另外,根据本发明的一个方式,可以提供一种具有触摸传感器的显示装置,该显示装置具有多功能,显示部用的驱动电路、光传感器用的驱动电路及触摸传感器用的驱动电路形成在一个IC上。

[0037] 此外,根据本发明的一个方式可以提供一种新颖的半导体装置。

[0038] 注意,这些效果的记载不妨碍其他效果的存在。此外,本发明的一个方式并不需要具有所有上述效果。本发明的一个方式并不需要具有所有上述效果。另外,说明书、附图以及权利要求书等的记载中显然存在上述效果以外的效果,可以从说明书、附图以及权利要求书等的记载中获得上述效果以外的效果。

附图简要说明

[0039] 图1A及图1B是示出显示装置的结构例子的示意图。

图2是示出显示装置的结构例子的电路方框图。

图3A、图3B、图3C及图3D是示出显示装置的感测方式的截面示意图。

图4是示出显示装置的感测方式的截面示意图。

图5A、图5B、图5C及图5D是示出显示装置的一个例子的截面图,图5E、图5F、图5G及图5H是示出像素的一个例子的俯视图。

图6A、图6B及图6C是示出显示装置的一个例子的截面图。

图7A、图7B及图7C是示出显示装置的一个例子的截面图。

图8A、图8B及图8C是示出显示装置的一个例子的截面图。

图9是示出显示装置的一个例子的截面图。

图10A及图10B是示出显示装置的一个例子的截面图。

图11A及图11B是示出显示装置的一个例子的截面图。

图12是示出显示装置的一个例子的截面图。

图13A及图13B是示出像素电路的一个例子的电路图。

图14是示出半导体装置的结构例子的图。

图15是示出半导体装置的结构例子的图。

图16A至图16C是示出晶体管的结构例子的图。

图17A至图17C是示出晶体管的结构例子的图。

图18A至图18C是示出晶体管的结构例子的图。

图19A是说明IGZO的结晶结构的分类的图。图19B是说明CAAC-IGZO膜的XRD光谱的图。图19C是说明CAAC-IGZO膜的纳米束电子衍射图案的图。

图20A是示出电子设备的一个例子的立体图，图20B是截面图。

图21A、图21B、图21C及图21D是示出电子设备的一个例子的图。

图22A、图22B、图22C、图22D、图22E及图22F是示出电子设备的一个例子的图。

实施发明的方式

[0040] 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。

[0041] 另外，本说明书中的以下实施方式可以适当地组合。另外，当在一个实施方式中示出多个结构例子时，可以适当地组合这些结构例子。

[0042] 另外，在附图中，为便于清楚地说明，有时夸大表示大小、层的厚度或区域。因此，本发明并不局限于附图中的尺寸。此外，在附图中，示意性地示出理想的例子，而不局限于附图所示的形状或数值等。

[0043] 另外，在本说明书等中，“电极”或“布线”不在功能上限定其构成要素。例如，有时将“电极”用作“布线”的一部分，反之亦然。再者，“电极”或“布线”还包括多个“电极”或“布线”被形成为一体的情况等。

[0044] (实施方式1)

在本实施方式中，参照图1、图2、图3及图4说明本发明的一个方式的显示装置的结构例子。

[0045] 图1A是显示装置10的示意图。图1A示出显示部11及光传感器部14与其外围电路的位置关系。在图1所示的示意图中，衬底18上包括显示部11、光传感器部14、扫描线驱动电路的IC列13L、扫描线驱动电路的IC列13R、解复用器15、FPC(Flexible printed circuits)19、IC20_1、IC20_2及IC20_3。在排列的三个IC中，IC20_1配置在中央，IC20_2及20_3配置在上述IC20_1的两侧。IC20_1至20_3通过FPC19与图2所示的主机16连接。主机16包括CPU及时序控制器。如图1A所示，光传感器部14在同一衬底18上形成在与显示部11相同的位置。但是，在此所说的“相同的位置”不是指“重叠的位置”，而表示以不重叠的方式配置各个微细

的显示区域(发光区域)和各个微细的光传感器区域(受光区域)。

[0046] 在扫描线驱动电路的IC列13L或扫描线驱动电路的IC列13R的各个IC中,在一个IC中制造显示部11的驱动电路的一部分及光传感器部14的驱动电路的一部分。

[0047] 虽然在图1A中示出配置有扫描线驱动电路的IC列13L及扫描线驱动电路的IC列13R的合计八个IC的例子,但是没有特别的限制,既可以在一侧配置八个,也可以配置在IC20_1、IC20_2及IC20_3的周围。注意,不局限于配置八个IC的例子,为了减少构件数量也可以配置一个IC。此外,当采用像素数为8K的显示部时,也可以配置八个以上的IC。

[0048] 注意,也可以使用COF(Chip On Film)方式或TCP(Tape Carrier Package)等安装方法来设置IC20_1至20_3。图1B示出在FPC19上配置IC20_1至20_3的例子。通过将IC20_1至20_3配置在FPC19上,可以缩小衬底18的面积,从而可以实现显示装置10的小型化。

[0049] 此外,也可以在FPC上通过使用COF方式或TCP等安装方法来设置扫描线驱动电路的IC列13L及扫描线驱动电路的IC列13R。

[0050] 注意,虽然在图1A及图1B中作为一个例子示出包括IC20_1、IC20_2及IC20_3的三个IC、扫描线驱动电路的IC列13L的四个IC及扫描线驱动电路的IC列13R的四个IC,即合计包括11个IC的例子,但是不局限于此。

[0051] 显示装置10可以包括11个以上的IC。另外,虽然图1B示出IC20_1至20_3连接至一个IC的例子,但是不局限于此。也可以为每个IC设置不同的FPC。

[0052] 此外,在减少构件数量的情况下,也可以将IC20_1、IC20_2及IC20_3的三个IC用作一个IC,将扫描线驱动电路的IC列13L的四个IC用作一个IC,将扫描线驱动电路的IC列13R的四个IC用作一个IC,即合计配置三个IC。当显示部的面积小时,也可以将上述所有IC总用作一个IC。

[0053] 另外,图2是示出本发明的一个方式的显示装置10的结构例子的电路方框图。显示装置10包括显示部11、光传感器部14、扫描线驱动电路13、IC20_1至20_m(m为2以上的整数)以及主机16。

[0054] 显示部11包括配置为矩阵状的多个像素12、多个扫描线GL以及多个信号线SL,并且具有显示图像的功能。

[0055] 在显示部11中,通过控制像素12的发光/非发光可以显示图像。作为像素12,例如可以使用液晶元件或EL(电致发光)元件(注意,EL元件包含有机化合物和无机化合物中的一方或双方)。另外,像素12除此以外例如也可以使用下述中的至少一个:LED芯片(白色LED芯片、红色LED芯片、绿色LED芯片及蓝色LED芯片等)、晶体管(根据电流而发光的晶体管)、电子发射元件、使用碳纳米管的显示元件、电子墨水、电润湿(electrowetting)元件、电泳元件、使用MEMS(微电子机械系统)的显示元件(例如,GLV(光栅光阀)、DMD(数字微镜设备)、DMS(数码微快门)、MIRASOL(注册商标)、IMOD(干涉调制)元件、快门方式的MEMS显示元件、光干涉方式的MEMS显示元件、压电陶瓷显示元件等))以及量子点等。

[0056] 在本实施方式中,在像素12中使用包括有机化合物层的EL元件。

[0057] 显示部11优选具有HD(像素个数1280×720)、FHD(像素个数1920×1080)、WQHD(像素个数2560×1440)、WQXGA(像素个数2560×1600)、4K、8K等极高的像素个数。尤其优选具有4K、8K或更高的像素个数。另外,设置在显示部11中的像素的密度(清晰度)优选为300ppi以上,更优选为500ppi以上,更优选为800ppi以上,进一步优选为1000ppi以上,更进一步优

选为1200ppi以上。这样的具有高像素个数及高清晰度的显示部11可以进一步提高便携式或家用等的个人用途中的临场感或深度感等。

[0058] 扫描线驱动电路13通过扫描线GL与像素12电连接。扫描线驱动电路13具有将扫描信号输出到扫描线GL的功能。有时将扫描线驱动电路13也称为栅极驱动器。

[0059] IC20_1包括电路21_1、信号线驱动电路22_1、光传感器部的驱动电路23以及光传感器部的检测电路24。IC20_2包括电路21_2及信号线驱动电路22_2。同样地,IC20_m包括电路21_m及信号线驱动电路22_m。另外,下面有时将IC20_1至20_m总称为IC20_1至20_3,将信号线驱动电路22_1至22_m总称为信号线驱动电路22。

[0060] IC20_1通过端子St1与信号线SL电连接,通过端子Ht1与主机16电连接,通过端子Tt1与布线CLx电连接,通过端子Rt1与布线CLy电连接。IC20_2通过端子St2与信号线SL电连接,通过端子Ht2与主机16电连接。同样地,IC20_m通过端子Stm与信号线SL电连接,通过端子Htm与主机16电连接。

[0061] IC20_1至20_m优选由多个IC芯片(以下称为IC)构成。例如,考虑IC20由一个IC构成的情况。随着显示部11如4K或8K那样高分辨率化,信号线SL的个数增加。其结果是IC的占有面积变大。难以制造占有面积大的IC,其价格也高。另外,在将IC压接到衬底(或薄膜等)时,对于IC的每一个端子有最适当的压力。在显示部11如4K或8K那样具有高像素个数的情况下,IC的端子的数量也变得极多,在进行压接时施加到IC整体的负荷也变大。其结果是,IC会产生裂缝等,变得难以安装IC。通过由多个IC构成IC20_1至20_3,施加到一个IC的负荷减小,因此变得容易安装IC。

[0062] 信号线驱动电路22具有对显示部11输出影像信号(也称为视频信号)的功能。信号线驱动电路22具有通过信号线SL对显示部11所包括的像素12输出作为模拟信号的影像信号的功能。例如,作为信号线驱动电路22,可以采用组合移位寄存器电路与缓冲器电路的结构。另外,显示装置10也可以包括连接于信号线SL的解复用器电路。另外,有时将信号线驱动电路22称为源极驱动器。

[0063] 光传感器部的驱动电路23通过布线CLx与光传感器部14电连接。光传感器部的驱动电路23能够输出驱动光传感器部14中的传感器元件的信号。光传感器部的驱动电路23例如可以采用组合移位寄存器电路和缓冲器电路的结构。

[0064] 光传感器部的检测电路24通过布线CLy与光传感器部14电连接。光传感器部的检测电路24具有对电路21_1输出来自光传感器部14所包括的传感器元件的输出信号的功能。例如,作为光传感器部的检测电路24,可以采用包括放大电路和模拟数字转换电路(ADC: Analog-Digital Converter)的结构。在光传感器部的检测电路24中,将从光传感器部14输出的模拟信号转换为数字信号而输出到电路21_1。

[0065] 在图2中IC20_1与存在于显示部11的端部的像素12连接,但是不局限于此,IC20_1也可以与存在于显示部11的中央或者其他任何地方的像素12连接。

[0066] 电路21_1包括图像处理电路25_1及RAM26_1。同样地,电路21_m包括图像处理电路25_m及RAM26_m。注意,以下有时将图像处理电路25_1至25_m总称为图像处理电路25,将RAM26_1至26_m总称为RAM26。

[0067] 图像处理电路25具有根据来自主机16的指令生成影像信号的功能。另外,图像处理电路25能够按照显示部11的规格对影像信号进行信号处理来将其转换为模拟影像信号,

并供应到信号线驱动电路22。另外,图像处理电路25_1具有根据来自主机16的指令生成向光传感器部的驱动电路23输出的驱动信号的功能。另外,图像处理电路25_1具有对从光传感器部的检测电路24输入的信号进行分析并将该信号作为位置信息输出到主机16的功能。此外,图像处理电路25_1具有对从光传感器部的检测电路24输入的信号进行分析并将该信号作为图像数据输出到主机16的功能。

[0068] RAM26具有保持图像处理电路25进行处理时所需要的数据的功能。此外,RAM26也可以具有暂时保持图像处理电路所处理的数据(位置信息等)的功能。

[0069] 作为图像处理电路25,例如可以采用包括处理器的结构。例如,可以使用DSP(Digital Signal Processor:数字信号处理器)、GPU(Graphics Processing Unit:图形处理器)等微处理器。另外,这些微处理器也可以由FPGA(Field Programmable Gate Array:现场可编程门阵列)或FPAA(Field Programmable Analog Array:现场可编程模拟阵列)等PLD(Programmable Logic Device:可编程逻辑器件)来构成。通过由处理器解释并执行来自各种程序的指令,进行各种数据处理或程序控制。

[0070] 主机16包括CPU27及时序控制器28。

[0071] 时序控制器28被输入决定显示部11的改写的时序的各种同步信号。作为同步信号,例如有水平同步信号、垂直同步信号以及基准时钟信号等,时序控制器28根据上述信号生成扫描线驱动电路13、信号线驱动电路22以及光传感器部的驱动电路23的控制信号。另外,时序控制器28也可以具有生成决定光传感器部的检测电路24输出信号的时序的信号的功能。在此,时序控制器28优选输出分别与对扫描线驱动电路13输出的信号以及对光传感器部的驱动电路23输出的信号同步的信号。尤其是,优选将改写显示部11的数据的期间和在光传感器部14中感测的期间分开。例如,可以将一个帧期间分为改写显示部11的数据的期间和感测期间的方式驱动显示装置10。另外,例如通过在一个帧期间中设置两个以上的感测期间,可以提高检测灵敏度及检测准确度。

[0072] CPU27具有执行指令且总体控制显示装置10的功能。CPU27所执行的指令是从外部输入的指令及存储在内部存储器中的指令。CPU27生成控制时序控制器28及图像处理电路25的信号。

[0073] 由于将时序控制器28包含在主机16中,所以IC20不需要包括时序控制器。由此,可以减小IC的占有面积。另外,可以降低IC的价格。另外,可以使用一个时序控制器控制多个IC的时序。

[0074] 光传感器部14包括用来检测感测对象对显示装置10的接触或接近的多个光传感器元件。在本实施方式中,使用光学式的光传感器部14。在后述的实施方式2中进行关于光传感器部14的详细说明。

[0075] 此外,显示装置10也可以采用除了光学式的光传感器部14之外还设置有静电电容式的触摸传感器部的结构。通过使显示装置10安装有不同方式的传感器,被用于触摸面板的传感器可以适当地切换静电电容式和光学式。例如,在夜间外出时下雨的情况下,如果屏幕上有水滴则有可能导致静电电容式的误动作,因此可以采用光学式的触摸面板。另外,除了静电电容式的触摸传感器部之外,还可以采用电阻膜式、表面声波式、红外线方式等各种方式代替静电电容式。当采用红外线方式时,可以获取静脉等生物信息。

[0076] 图3A、图3B、图3C及图3D是还设置有静电电容式触摸传感器的截面示意图。

[0077] 图3A所示的显示装置包括衬底18、衬底70、FPC19、IC20、EL元件73、受光元件110、绝缘膜78、绝缘膜87、导电膜72、导电膜79、导电膜80、导电膜81、着色膜71及遮光膜77等。注意,虽未图示,但优选在衬底18和EL元件73之间包括晶体管等。另外,导电膜79优选被用作晶体管的栅电极、源电极或者漏电极。受光元件110是光学式的传感器,也可以将其称为构成光传感器部14的一个元件。

[0078] 图3A、图3B、图3C及图3D中的IC20至少包括静电电容式的触摸面板的驱动电路的一部分。

[0079] EL元件73包括导电膜74、EL层75及导电膜76。导电膜74被用作EL元件73的阳极和阴极中的一个,导电膜76被用作EL元件73的阳极和阴极中的另一个。另外,导电膜76被用作反射膜,导电膜74具有使可见光透过的功能。EL层75包括发光层,当对导电膜74和导电膜76之间施加电压时,电流流过EL层75而EL层75中的发光层发光。EL层75呈现的光通过着色膜71及衬底70被提取到显示装置的外部。图3A所示的显示装置具备所谓的顶部发射型显示装置。注意,电流不流过形成在绝缘膜78上的EL层75,所以不发光。此外,也可以在绝缘膜78和衬底70之间设置遮光膜77。通过设置遮光膜77,可以提高显示装置的可见度。

[0080] 触摸传感器部可以利用设置在衬底70一侧的导电膜72与导电膜79之间形成的电容进行检测。就是说,导电膜72被用作布线CL_x和布线CL_y中的一个,导电膜79被用作布线CL_x和布线CL_y中的另一个。如此,通过将用作晶体管的电极的导电膜兼作触摸传感器的电极,可以简化工序并降低制造成本。

[0081] 如图3A所示,优选去除绝缘膜78上的导电膜74。这是因为当绝缘膜78上有导电膜74时,导电膜74遮蔽形成在导电膜72和导电膜79之间的电力线而丧失触摸传感器的功能。

[0082] 导电膜79通过导电膜80与IC20电连接。导电膜72通过FPC19与IC20电连接。IC20通过导电膜81及FPC19与主机16电连接。注意,也可以和导电膜79在同一工序形成导电膜80及导电膜81。

[0083] 图3A所示的显示装置也可以在导电膜72和导电膜74之间形成的电容构成触摸传感器。图3B示出此情况的例子。在图3B中,导电膜72被用作布线CL_x和布线CL_y中的一个,导电膜74被用作布线CL_x和布线CL_y中的另一个。导电膜72通过FPC19与IC20电连接。另外,导电膜74通过形成在衬底18上的导电膜(未图示)与IC20电连接。

[0084] 图3C所示的显示装置是从图3A的结构中去除导电膜72并以在由导电膜79构成的一对布线(导电膜79a、导电膜79b)之间形成的电容构成触摸传感器的例子。就是说,导电膜79a被用作布线CL_x和布线CL_y中的一个,导电膜79b被用作布线CL_x和布线CL_y中的另一个。导电膜79a通过导电膜80与IC20电连接。另外,导电膜79b通过形成在衬底18上的导电膜(未图示)与IC20电连接。通过采用这种结构,可以比图3A所示的结构进一步简化工序。

[0085] 图3D所示的显示装置是从图3A的结构中去除导电膜72并以在导电膜74和导电膜79之间形成的电容构成触摸传感器的例子。就是说,导电膜74被用作布线CL_x和布线CL_y中的一个,导电膜79被用作布线CL_x和布线CL_y中的另一个。导电膜79通过导电膜80与IC20电连接。另外,导电膜74通过形成在衬底18上的导电膜(未图示)与IC20电连接。通过采用这种结构,可以比图3A所示的结构进一步简化工序。

[0086] 另外,图4是COF的结构例子。图4是在衬底70一侧设置静电电容式触摸传感器的截面示意图。以在导电膜84和导电膜85之间形成的电容构成触摸传感器。就是说,导电膜84被

用作布线CL_x和布线CL_y中的一个,导电膜85被用作布线CL_x和布线CL_y中的另一个。导电膜85及导电膜84通过FPC19与IC20电连接。

[0087] 另外,IC20使用设置在单晶硅衬底上的晶体管构成。另外,在图4中,IC20层叠有信号线驱动电路22_m和光传感器部的驱动电路23。例如,信号线驱动电路22_m可以使用设置在单晶硅衬底上的晶体管构成,光传感器部的驱动电路23可以使用OS晶体管构成。此外,当这些驱动电路包括共同使用的电路时,还可以进一步缩小电路规模。

[0088] 此外,IC20也可以是在设置于单晶硅衬底上的晶体管上构成沟道区域包含氧化物半导体的晶体管的IC芯片。

[0089] 通过进一步层叠沟道区域包含氧化物半导体的晶体管,也可以层叠多种电路。

[0090] 注意,在后述的实施方式3中示出在设置于单晶硅衬底上的晶体管上构成沟道区域包含氧化物半导体的晶体管的IC芯片的详细说明。

[0091] 注意,在图3或图4的结构中,也可以对显示像素用信号线驱动电路、静电电容式触摸传感器用驱动电路及光传感器用信号线驱动电路进行单芯片化。也可以以各种组合模式对各驱动电路进行单芯片化。也可以从显示像素用信号线驱动电路、静电电容式触摸传感器用驱动电路和光传感器用信号线驱动电路中选择至少两个驱动电路而进行单芯片化。此外,显示像素用信号线驱动电路、静电电容式触摸传感器用驱动电路和光传感器用信号线驱动电路中的至少一个也可以不与其他驱动电路进行单芯片化。

[0092] 例如,也可以在一个显示装置10中安装多个IC芯片。此时,也可以以各种组合模式对各IC芯片中的某些驱动电路进行单芯片化。

[0093] 例如,也可以对显示像素用信号线驱动电路及静电电容式触摸传感器用驱动电路进行单芯片化来制造IC芯片A,对显示像素用信号线驱动电路及光传感器用信号线驱动电路进行单芯片化来制造IC芯片B,只对显示像素用信号线驱动电路进行单芯片化来制造IC芯片C。而且,一个显示装置10也可以安装有IC芯片A、IC芯片B及IC芯片C。

[0094] 或者,例如也可以对显示像素用信号线驱动电路、静电电容式触摸传感器用驱动电路及光传感器用信号线驱动电路进行单芯片化来制造IC芯片D,对显示像素用信号线驱动电路及光传感器用信号线驱动电路进行单芯片化来制造IC芯片B。而且,一个显示装置10也可以安装有IC芯片D及IC芯片B。

[0095] 或者,例如也可以只对显示像素用信号线驱动电路进行单芯片化来制造IC芯片C,对静电电容式触摸传感器用驱动电路及光传感器用信号线驱动电路进行单芯片化来制造IC芯片E。而且,一个显示装置10也可以安装有IC芯片C及IC芯片E。

[0096] 或者,例如也可以对显示像素用信号线驱动电路、静电电容式触摸传感器用驱动电路及光传感器用信号线驱动电路进行单芯片化来制造IC芯片D,对显示像素用信号线驱动电路及光传感器用信号线驱动电路进行单芯片化来制造IC芯片B。而且,一个显示装置10也可以安装有IC芯片D及IC芯片B。

[0097] 另外,也可以对向扫描线驱动电路供应信号的电路进行单芯片化。例如,也可以对向显示像素用OS晶体管(或LTPS晶体管)用扫描线驱动电路供应起始脉冲信号或时钟信号的电路及向光传感器用OS晶体管(或LTPS晶体管)用扫描线驱动电路供应起始脉冲信号或时钟信号的电路进行单芯片化。此外,也可以对这些电路进行单芯片化来制造IC芯片A、IC芯片B、IC芯片C和IC芯片D中的至少一个。

[0098] 注意,LTPS (Low Temperature Polysilicon:低温多晶硅) 晶体管是指以在玻璃衬底上或塑料薄膜上通过低温工艺形成的多晶硅膜为沟道形成区域的晶体管。

[0099] 如本实施方式所示,通过对多种不同的驱动电路进行单芯片化,可以减少构件数量并提高安装效率。

[0100] 此外,本实施方式所示的显示装置10可以提供一种具有触摸传感器的显示装置,该显示装置具有多功能,显示部用的驱动电路、光传感器用的驱动电路及触摸传感器用的驱动电路形成在一个IC上。

[0101] (实施方式2)

在本实施方式中,以下对实施方式1所示的光传感器部14的顶面结构、截面结构以及包括光传感器部14的显示装置进行说明。

[0102] 以下所示的显示装置是具有显示图像的功能及拍摄与屏幕重叠的拍摄对象的功能的装置。

[0103] 本实施方式的显示装置在显示部包括受光元件及发光元件。具体而言,在显示部中,发光元件配置为矩阵形状,由此该显示部能够显示图像。此外,在该显示部中,受光元件配置为矩阵形状,由此该显示部也被用作受光部。受光部可以用于图像传感器或触摸传感器。也就是说,通过由受光部检测出光,能够获取图像数据,即所谓的拍摄或者能够检测出对象物(手指或笔等)的接近或接触。

[0104] 在本实施方式的显示装置中,当显示部包括的发光元件所发射的光被对象物反射时,受光元件能够检测出该反射光,由此即使在较暗的地方也能够拍摄图像或者检测出触摸(包括靠近(near touch))。

[0105] 本实施方式的显示装置具有使用发光元件显示图像的功能。也就是说,发光元件被用作显示元件。

[0106] 作为发光元件,优选采用OLED (Organic Light Emitting Diode) 以及QLED (Quantum-dot Light Emitting Diode) 等的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(Thermally activated delayed fluorescence:TADF) 材料) 等。另外,作为发光元件,也可以采用micro LED (Light Emitting Diode) 等的LED。

[0107] 本实施方式的显示装置具有使用受光元件检测出光的功能。

[0108] 当将受光元件用于图像传感器时,本实施方式的显示装置能够使用受光元件拍摄图像。

[0109] 例如,可以使用图像传感器获取指纹、掌纹或虹膜等的信息。也就是说,可以在本实施方式的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零部件个数,由此可以实现电子设备的小型化及轻量化。

[0110] 此外,可以使用图像传感器获取用户的表情、视线或瞳孔直径的变化等的信息。通过分析该信息,可以获取用户的身心的信息。通过根据该信息改变图像和声音中的一者或两者的输出内容,可以使用户安全地使用如对应VR (Virtual Reality) 的机器、对应AR (Augmented Reality) 的机器或对应MR (Mixed Reality) 的机器等机器。

[0111] 此外,在将受光元件用于触摸传感器的情况下,本实施方式的显示装置使用受光元件检测出对象物的接近或接触。

[0112] 作为受光元件,例如,可以使用pn型或pin型光电二极管。受光元件被用作检测出入射到受光元件的光来产生电荷的光电转换元件。所产生的电荷量取决于所入射的光量。

[0113] 尤其是,作为受光元件,优选使用具有包含有机化合物的层的有机光电二极管。有机光电二极管容易实现薄型化、轻量化及大面积化,且形状及设计的自由度高,由此可以应用于各种各样的显示装置。

[0114] 在本发明的一个方式中,使用有机EL元件作为发光元件,并使用有机光电二极管作为受光元件。有机光电二极管中可以以与有机EL元件相同的结构形成的层很多。因此,可以在不需大幅度增加制造工序的情况下在显示装置内设置受光元件。例如,可以将受光元件的活性层及发光元件的发光层分别形成,而其他层则是受光元件和发光元件共同使用。

[0115] 图5A、图5B、图5C及图5D示出本发明的一个方式的显示装置的部分截面示意图。

[0116] 图5A所示的显示装置50A在衬底51与衬底59之间包括具有受光元件的层53及具有发光元件的层57。

[0117] 图5B所示的显示装置50B在衬底51与衬底59之间包括具有受光元件的层53、具有晶体管的层55及具有发光元件的层57。

[0118] 显示装置50A及显示装置50B从具有发光元件的层57发射红色(R)、绿色(G)以及蓝色(B)的光。

[0119] 本发明的一个方式的显示装置具有配置为矩阵形状的多个像素。一个像素具有一个以上的子像素。一个子像素具有一个发光元件。例如,像素可以采用具有三个子像素的结构(R、G、B的三种颜色或黄色(Y)、青色(C)及品红色(M)的三种颜色等)或具有四个子像素的结构(R、G、B、白色(W)的四种颜色或者R、G、B、Y的四种颜色等)。再者,像素具有受光元件。受光元件既可设置在所有像素又可设置在一部分像素中。此外,一个像素也可以具有多个受光元件。

[0120] 具有晶体管的层55优选具有第一晶体管及第二晶体管。第一晶体管与受光元件电连接。第二晶体管与发光元件电连接。

[0121] 本发明的一个方式的显示装置也可以具有检测出与显示装置接触的如手指等对象物的功能。例如,如图5C所示,具有发光元件的层57中的发光元件所发射的光被接触显示装置50B的手指52反射,使得具有受光元件的层53中的受光元件检测出该反射光。由此,可以检测出与显示装置50B接触的手指52。

[0122] 如图5D所示,本发明的一个方式的显示装置也可以具有对接近显示装置50B(未接触)的对象物进行检测或拍摄的功能。

[0123] 图5E、图5F、图5G及图5H示出像素的一个例子。

[0124] 图5E及图5F所示的像素包括R、G、B的三个子像素(三个发光元件)和受光元件PD。图5E是三个子像素及受光元件PD配置为 2×2 的矩阵形状的例子,图5F是三个子像素及受光元件PD配置为一个横列的例子。

[0125] 图5G所示的像素包括R、G、B、W的四个子像素(四个发光元件)及受光元件PD。

[0126] 图5H所示的像素包括R、G、B的三个子像素、发射红外光的发光元件IR及受光元件PD。此时,受光元件PD优选具有检测出红外光的功能。受光元件PD也可以具有检测出可见光

和红外光的双方的功能。根据传感器的用途,可以决定受光元件PD所检测出的光的波长。

[0127] 以下参照图6、图7及图8说明本发明的一个方式的显示装置的详细结构。

[0128] 图6A示出显示装置10A的截面图。

[0129] 显示装置10A包括受光元件110及发光元件190。

[0130] 受光元件110包括像素电极111、公共层112、活性层113、公共层114及公共电极115。

[0131] 发光元件190包括像素电极191、公共层112、发光层193、公共层114及公共电极115。

[0132] 像素电极111、像素电极191、公共层112、活性层113、发光层193、公共层114及公共电极115均既可具有单层结构又可具有叠层结构。

[0133] 像素电极111及像素电极191位于绝缘层214上。像素电极111及像素电极191可以使用同一材料及同一工序形成。

[0134] 公共层112位于像素电极111上及像素电极191上。公共层112是受光元件110与发光元件190共同使用的层。

[0135] 活性层113隔着公共层112与像素电极111重叠。发光层193隔着公共层112与像素电极191重叠。活性层113包含第一有机化合物,而发光层193包含与第一有机化合物不同的第二有机化合物。

[0136] 公共层114位于公共层112上、活性层113上及发光层193上。公共层114是受光元件110与发光元件190共同使用的层。

[0137] 公共电极115具有隔着公共层112、活性层113及公共层114与像素电极111重叠的部分。此外,公共电极115具有隔着公共层112、发光层193及公共层114与像素电极191重叠的部分。公共电极115是受光元件110与发光元件190共同使用的层。

[0138] 在本实施方式的显示装置中,受光元件110的活性层113使用有机化合物。受光元件110的活性层113以外的层可以采用与发光元件190(EL)相同的结构。由此,只要在发光元件190的制造工序中追加形成活性层113的工序,就可以在形成发光元件190的同时形成受光元件110。此外,发光元件190与受光元件110可以形成在同一衬底上。因此,可以在不需大幅度增加制造工序的情况下在显示装置内设置受光元件110。

[0139] 在显示装置10A中,只有受光元件110的活性层113及发光元件190的发光层193是分别形成的,而其他层可以是受光元件110和发光元件190共同使用。但是,受光元件110及发光元件190的结构不局限于此。除了活性层113及发光层193以外,受光元件110及发光元件190还可以具有其他分别形成的层(参照后述的显示装置10K、显示装置10L及显示装置10M)。受光元件110与发光元件190优选共同使用一层以上的层(公共层)。由此,可以在不需大幅度增加制造工序的情况下在显示装置内设置受光元件110。

[0140] 显示装置10A在一对衬底(衬底151及衬底152)之间包括受光元件110、发光元件190、晶体管41及晶体管42等。

[0141] 在受光元件110中,位于像素电极111与公共电极115之间的公共层112、活性层113及公共层114各自可以被称为有机层(包含有机化合物的层)。像素电极111优选具有反射可见光的功能。像素电极111的端部被分隔壁216覆盖。公共电极115优选具有透射可见光的功能。

[0142] 受光元件110具有检测光的功能。具体而言,受光元件110是接收从显示装置10A的外部入射的光29并将其转换为电信号的光电转换元件。光29也可以说是发光元件190的光被对象物反射的光。此外,光29也可以通过后述的透镜入射到受光元件110。

[0143] 衬底152的衬底151一侧的表面设置有遮光层BM。遮光层BM在与受光元件110重叠的位置及与发光元件190重叠的位置形成有开口。通过设置遮光层BM,可以控制受光元件110检测光的范围。

[0144] 作为遮光层BM,可以使用遮挡来自发光元件的光的材料。遮光层BM优选吸收可见光。作为遮光层BM,例如,可以使用金属材料或包含颜料(碳黑等)或染料的树脂材料等形成黑矩阵。遮光层BM也可以采用红色滤光片、绿色滤光片及蓝色滤光片的叠层结构。

[0145] 这里,受光元件110检测出被对象物反射的来自发光元件190的光。但是,有时来自发光元件190的光在显示装置10A内被反射而不经对象物地入射到受光元件110。遮光层BM可以减少这种杂散光的负面影响。例如,在没有设置遮光层BM的情况下,有时发光元件190所发射的光23a被衬底152反射,由此反射光23b入射到受光元件110。通过设置遮光层BM,可以抑制反射光23b入射到受光元件110。由此,可以减少噪声来提高使用受光元件110的传感器的灵敏度。

[0146] 在发光元件190中,分别位于像素电极191与公共电极115之间的公共层112、发光层193及公共层114可以被称为EL层。像素电极191优选具有反射可见光的功能。像素电极191的端部被分隔壁216覆盖。像素电极111和像素电极191通过分隔壁216彼此电绝缘。公共电极115优选具有透射可见光的功能。

[0147] 发光元件190具有发射可见光的功能。具体而言,发光元件190是电压被施加到像素电极191与公共电极115之间时向衬底152一侧发射光的电致发光元件(参照发光21)。

[0148] 发光层193优选以不与受光元件110的受光区域重叠的方式形成。由此,可以抑制发光层193对光29的吸收,来可以增加照射到受光元件110的光量。

[0149] 像素电极111通过设置在绝缘层214中的开口电连接到晶体管41的源极或漏极。像素电极111的端部被分隔壁216覆盖。

[0150] 像素电极191通过设置在绝缘层214中的开口电连接到晶体管42的源极或漏极。像素电极191的端部被分隔壁216覆盖。晶体管42具有控制发光元件190的驱动的功能。

[0151] 晶体管41及晶体管42接触地形成于同一层(图6A中的衬底151)上。

[0152] 电连接于受光元件110的电路中的至少一部分优选使用与电连接于发光元件190的电路相同的材料及工序而形成。由此,与分别形成两个电路的情况相比,可以减小显示装置的厚度,并可以简化制造工序。

[0153] 受光元件110及发光元件190各自优选被保护层195覆盖。在图6A中,保护层195设置在公共电极115上并与该公共电极115接触。通过设置保护层195,可以抑制水等杂质混入受光元件110及发光元件190,由此可以提高受光元件110及发光元件190的可靠性。此外,可以使用粘合层142贴合保护层195和衬底152。

[0154] 此外,如图7A所示,受光元件110及发光元件190上也可以没有保护层。在图7A中,使用粘合层142贴合公共电极115和衬底152。

[0155] [显示装置10B]

图6B示出显示装置10B的截面图。此外,在后述的显示装置的说明中,有时省略说

明与先前说明的显示装置同样的结构。

[0156] 图6B所示的显示装置10B除了包括显示装置10A的结构以外还包括透镜149。

[0157] 本实施方式的显示装置也可以包括透镜149。透镜149设置在与受光元件110重叠的位置。在显示装置10B中,以与衬底152接触的方式设置有透镜149。显示装置10B所包括的透镜149在衬底151一侧具有凸面。或者,透镜149也可以在衬底152一侧具有凸面。

[0158] 在将遮光层BM和透镜149的双方形成在衬底152的同一面上的情况下,对它们的形成顺序没有限制。虽然在图6B中示出先形成透镜149的例子,但是也可以先形成遮光层BM。在图6B中,透镜149的端部被遮光层BM覆盖。

[0159] 显示装置10B采用光29通过透镜149入射到受光元件110的结构。与没有透镜149的情况相比,通过设置透镜149,可以减小受光元件110的拍摄范围,由此可以抑制与相邻的受光元件110的拍摄范围重叠。由此,可以拍摄模糊少的清晰图像。此外,在受光元件110的拍摄范围相等的情况下,与没有透镜149的情况相比,通过设置透镜149,可以增大针孔的尺寸(在图6B中相当于与受光元件110重叠的BM的开口尺寸)。由此,通过具有透镜149,可以增加入射到受光元件110的光量。

[0160] 与图6B所示的显示装置10B同样,图7B和图7C所示的显示装置也各自采用光29通过透镜149入射到受光元件110的结构。

[0161] 在图7B中,以与保护层195的顶面接触的方式设置有透镜149。图7B所示的显示装置所包括的透镜149在衬底152一侧具有凸面。

[0162] 图7C所示的显示装置在衬底152的显示面一侧设置有透镜阵列146。透镜阵列146所具有的透镜设置在与受光元件110重叠的位置。优选衬底152的衬底151一侧的表面设置有遮光层BM。

[0163] 作为用于本实施方式的显示装置的透镜的形成方法,既可在衬底上或受光元件上直接形成如微透镜等透镜,又可将另外制成的微透镜阵列等透镜阵列贴合在衬底上。

[0164] 图6C示出显示装置10C的截面图。

[0165] 图6C所示的显示装置10C与显示装置10A的不同之处在于:包括衬底153、衬底154、粘合层155、绝缘层212及分隔壁217,而不包括衬底151、衬底152及分隔壁216。

[0166] 衬底153和绝缘层212被粘合层155贴合。衬底154和保护层195被粘合层142贴合。

[0167] 显示装置10C将形成在制造衬底上的绝缘层212、晶体管41、晶体管42、受光元件110及发光元件190等转置在衬底153上而形成。衬底153和衬底154优选具有柔性。由此,可以提高显示装置10C的柔性。例如,衬底153和衬底154优选使用树脂。

[0168] 作为衬底153及衬底154,可以使用如下材料:聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)或聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)等聚酯树脂、聚丙烯腈树脂、丙烯酸树脂、聚酰亚胺树脂、聚甲基丙烯酸甲酯树脂、聚碳酸酯(PC)树脂、聚醚砜(PES)树脂、聚酰胺树脂(尼龙、芳族聚酰胺等)、聚硅氧烷树脂、环烯烃树脂、聚苯乙烯树脂、聚酰胺-酰亚胺树脂、聚氨酯树脂、聚氯乙烯树脂、聚偏二氯乙烯树脂、聚丙烯树脂、聚四氟乙烯(PTFE)树脂、ABS树脂以及纤维素纳米纤维等。衬底153和衬底154中的一个或两个也可以使用其厚度为具有柔性程度的玻璃。

[0169] 本实施方式的显示装置所具有的衬底可以使用光学各向同性高的薄膜。作为光学各向同性高的薄膜,可以举出三乙酸纤维素(也被称为TAC:Cellulose triacetate)薄膜、环烯烃聚合物(COP)薄膜、环烯烃共聚物(COC)薄膜及丙烯酸薄膜等。

[0170] 分隔壁217优选吸收发光元件所发射的光。作为分隔壁217,例如可以使用包含颜料或染料的树脂材料等形成黑矩阵。此外,通过使用茶色抗蚀剂材料,可以由被着色的绝缘层构成分隔壁217。

[0171] 发光元件190所发射的光23c有时被衬底152及分隔壁217反射,使得反射光23d入射到受光元件110。此外,光23c有时透过分隔壁217被晶体管或布线等反射,使得反射光入射到受光元件110。通过由分隔壁217吸收光23c,可以抑制反射光23d入射到受光元件110。由此,可以减少噪声来提高使用受光元件110的传感器的灵敏度。

[0172] 分隔壁217优选至少吸收受光元件110所检测出的光的波长。例如,在受光元件110检测出发光元件190所发射的绿色光的情况下,分隔壁217优选至少吸收绿色光。例如,当分隔壁217具有红色滤光片时,可以吸收绿色光23c,由此可以抑制反射光23d入射到受光元件110。

[0173] 图8A示出显示装置10K的截面图,图8B示出显示装置10L的截面图,并且图8C示出显示装置10M的截面图。

[0174] 显示装置10K与显示装置10A的不同之处在于:包括缓冲层184及缓冲层194,而没有公共层114。缓冲层184及缓冲层194既可具有单层结构又可具有叠层结构。

[0175] 在显示装置10K中,受光元件110包括像素电极111、公共层112、活性层113、缓冲层184及公共电极115。此外,在显示装置10K中,发光元件190包括像素电极191、公共层112、发光层193、缓冲层194及公共电极115。

[0176] 显示装置10L与显示装置10A的不同之处在于:包括缓冲层182及缓冲层192,而没有公共层112。缓冲层182及缓冲层192既可具有单层结构又可具有叠层结构。

[0177] 在显示装置10L中,受光元件110包括像素电极111、缓冲层182、活性层113、公共层114及公共电极115。此外,在显示装置10L中,发光元件190包括像素电极191、缓冲层192、发光层193、公共层114及公共电极115。

[0178] 显示装置10M与显示装置10A的不同之处在于:包括缓冲层182、缓冲层184、缓冲层192及缓冲层194,而没有公共层112及公共层114。

[0179] 在显示装置10M中,受光元件110包括像素电极111、缓冲层182、活性层113、缓冲层184及公共电极115。此外,在显示装置10M中,发光元件190包括像素电极191、缓冲层192、发光层193、缓冲层194及公共电极115。

[0180] 在受光元件110及发光元件190的制造中,不但可以分别形成活性层113及发光层193,而且还可以分别形成其他层。

[0181] 在显示装置10K中,分别形成公共电极115与活性层113之间的缓冲层184及公共电极115与发光层193之间的缓冲层194。作为缓冲层194,例如,可以形成电子注入层和电子传输层中的一个或两个。

[0182] 在显示装置10L中,分别形成像素电极111与活性层113之间的缓冲层182及像素电极191与发光层193之间的缓冲层192。作为缓冲层192,例如,可以形成空穴注入层和空穴传输层中的一个或两个。

[0183] 在显示装置10M中,受光元件110和发光元件190在一对电极(像素电极111或像素电极191与公共电极115)之间没有公共层。作为显示装置10M所包括的受光元件110及发光元件190,在绝缘层214上使用同一材料及同一工序形成像素电极111及像素电极191,在像

素电极111上形成缓冲层182、活性层113及缓冲层184,在像素电极191上形成缓冲层192、发光层193及缓冲层194,然后,以覆盖像素电极111、缓冲层182、活性层113、缓冲层184、像素电极191、缓冲层192、发光层193及缓冲层194的方式形成公共电极115。对缓冲层182、活性层113及缓冲层184的叠层结构、缓冲层192、发光层193及缓冲层194的叠层结构的形成顺序没有特别的限制。例如,也可以在形成缓冲层182、活性层113、缓冲层184之后,形成缓冲层192、发光层193及缓冲层194。与此相反,也可以在形成缓冲层182、活性层113、缓冲层184之前,形成缓冲层192、发光层193及缓冲层194。此外,也可以按照缓冲层182、缓冲层192、活性层113、发光层193等的顺序交替形成。

[0184] 图9所示的显示装置100A在衬底151与衬底152之间包括晶体管201、晶体管205、晶体管206、发光元件190及受光元件110等。

[0185] 衬底152及绝缘层214通过粘合层142粘合。作为对发光元件190及受光元件110的密封,可以采用固体密封结构或中空密封结构等。在图9中,由衬底152、粘合层142及绝缘层214围绕的空间143填充有非活性气体(氮、氩等),采用中空密封结构。粘合层142也可以与发光元件190重叠。此外,由衬底152、粘合层142及绝缘层214围绕的空间143也可以填充有与粘合层142不同的树脂。

[0186] 发光元件190具有从绝缘层214一侧依次层叠有像素电极191、公共层112、发光层193、公共层114及公共电极115的叠层结构。像素电极191通过形成在绝缘层214中的开口与晶体管206所包括的导电层222b连接。晶体管206具有控制发光元件190的驱动的功能。分隔壁216覆盖像素电极191的端部。像素电极191包含反射可见光的材料,而公共电极115包含透射可见光的材料。

[0187] 受光元件110具有从绝缘层214一侧依次层叠有像素电极111、公共层112、活性层113、公共层114及公共电极115的叠层结构。像素电极111通过形成在绝缘层214中的开口与晶体管205所包括的导电层222b电连接。分隔壁216覆盖像素电极111的端部。像素电极111包含反射可见光的材料,而公共电极115包含透射可见光的材料。

[0188] 发光元件190将光发射到衬底152一侧。此外,受光元件110通过衬底152及空间143接收光。衬底152优选使用对可见光的透过性高的材料。

[0189] 像素电极111及像素电极191可以使用同一材料及同一工序形成。公共层112、公共层114及公共电极115用于受光元件110和发光元件190的双方。除了活性层113及发光层193以外,受光元件110和发光元件190可以共同使用其他层。由此,由此,可以在不需大幅度增加制造工序的情况下在显示装置100A内设置受光元件110。

[0190] 衬底152的衬底151一侧的表面设置有遮光层BM。遮光层BM在与受光元件110重叠的位置及与发光元件190重叠的位置形成有开口。通过设置遮光层BM,可以控制受光元件110检测光的范围。此外,通过设置有遮光层BM,可以抑制光从发光元件190不经对象物地直接入射到受光元件110。由此,可以实现噪声少且灵敏度高的传感器。

[0191] 晶体管201、晶体管205及晶体管206都设置在衬底151上。这些晶体管可以使用同一材料及同一工序形成。

[0192] 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的一部分被用作各晶体管的栅极绝缘层。绝缘层213的一部分被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,既可以作为一个,又可以为两个以上。

[0193] 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个。由此,可以将绝缘层被用作阻挡层。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。

[0194] 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、氮化铝膜等无机绝缘膜。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、氧化铈膜及氧化钕膜等。此外,也可以层叠上述绝缘膜中的两个以上。

[0195] 这里,有机绝缘膜的阻挡性在很多情况下低于无机绝缘膜。因此,有机绝缘膜优选在显示装置100A的端部附近包括开口。由此,可以抑制从显示装置100A的端部通过有机绝缘膜的杂质侵入。此外,也可以以其端部位于显示装置100A的端部的内侧的方式形成有机绝缘膜,以保护有机绝缘膜不暴露于显示装置100A的端部。

[0196] 被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。

[0197] 在图9所示的区域228中,在绝缘层214中形成有开口。由此,即使在使用有机绝缘膜作为绝缘层214的情况下,也可以抑制杂质从外部通过绝缘层214侵入显示部162。由此,可以提高显示装置100A的可靠性。

[0198] 晶体管201、晶体管205及晶体管206包括:被用作栅极的导电层221;被用作栅极绝缘层的绝缘层211;被用作源极及漏极的导电层222a及导电层222b;半导体层231;被用作栅极绝缘层的绝缘层213;以及被用作栅极的导电层223。在此,通过对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。

[0199] 对本实施方式的显示装置所包括的晶体管结构没有特别的限制。例如,可以采用平面型晶体管、交错型晶体管或反交错型晶体管等。此外,晶体管都可以具有顶栅结构或底栅结构。或者,也可以在形成沟道的半导体层上下设置有栅极。

[0200] 作为晶体管201、晶体管205及晶体管206,采用两个栅极夹持形成沟道的半导体层的结构。此外,也可以连接两个栅极,并通过对该两个栅极供应同一信号,来驱动晶体管。或者,通过对两个栅极中的一个施加用来控制阈值电压的电位,对另一个施加用来进行驱动的电位,可以控制晶体管的阈值电压。

[0201] 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除了单晶以外的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。

[0202] 晶体管的半导体层优选使用金属氧化物(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。

[0203] 例如,半导体层优选包含M(M为选自镓、铝、硅、硼、钇、锡、铜、钒、铍、钛、铁、镍、锆、锆、钼、镧、铈、钕、钆、钇、钨或镁中的一种或多种)和锌。尤其是,M优选为选自铝、镓、钇

或锡中的一种或多种。

[0204] 尤其是,作为半导体层,优选使用包含铟(In)、镓(Ga)及锌(Zn)的氧化物(IGZO)。

[0205] 当半导体层为In-M-Zn氧化物时,优选用来形成In-M-Zn氧化物的溅射靶材中的In的原子数比为M的原子数比以上。作为这种溅射靶材的金属元素的原子数比,可以举出In:M:Zn=1:1:1、In:M:Zn=1:1:1.2、In:M:Zn=2:1:3、In:M:Zn=3:1:2、In:M:Zn=4:2:3、In:M:Zn=4:2:4.1、In:M:Zn=5:1:6、In:M:Zn=5:1:7、In:M:Zn=5:1:8、In:M:Zn=6:1:6、In:M:Zn=5:2:5等。

[0206] 此外,作为溅射靶材优选使用含有多晶氧化物的靶材,由此可以易于形成具有结晶性的半导体层。注意,所形成的半导体层的原子数比分别包含上述溅射靶材中的金属元素的原子数比的±40%的范围内。例如,在被用于半导体层的溅射靶材的组成为In:Ga:Zn=4:2:4.1[原子数比]时,所形成的半导体层的组成有时为In:Ga:Zn=4:2:3[原子数比]或其附近。

[0207] 当记载为原子数比为In:Ga:Zn=4:2:3或其附近时包括如下情况:In的原子数比为4时,Ga的原子数比为1以上且3以下,Zn的原子数比为2以上且4以下。此外,当记载为原子数比为In:Ga:Zn=5:1:6或其附近时包括如下情况:In的原子数比为5时,Ga的原子数比大于0.1且为2以下,Zn的原子数比为5以上且7以下。此外,当记载为原子数比为In:Ga:Zn=1:1:1或其附近时包括如下情况:In的原子数比为1时,Ga的原子数比大于0.1且为2以下,Zn的原子数比大于0.1且为2以下。

[0208] 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不同结构。

[0209] 在衬底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242与FPC172电连接。在连接部204的顶面上露出对与像素电极191相同的导电膜进行加工来获得的导电层166。因此,通过连接层242可以使连接部204与FPC172电连接。

[0210] 此外,可以在衬底152的外侧的表面上配置各种光学构件。作为光学构件,可以使用偏振片、相位差板、光扩散层(扩散薄膜等)、防反射层及聚光薄膜(condensing film)等。此外,在衬底152的外侧的表面上也可以配置抑制尘埃的附着的抗静电膜、不容易被弄脏的具有拒水性的膜、抑制使用时的损伤的硬涂膜、缓冲层等。

[0211] 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。通过将具有柔性的材料用于衬底151及衬底152,可以提高显示装置的柔性。

[0212] 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。

[0213] 作为连接层242,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。

[0214] 发光元件190具有顶部发射结构、底部发射结构或双面发射结构等。作为提取光一侧的电极使用使可见光透过的导电膜。此外,作为不提取光一侧的电极优选使用反射可见光的导电膜。

[0215] 发光元件190至少包括发光层193。作为发光层193以外的层,发光元件190还可以包括包含空穴注入性高的物质、空穴传输性高的物质、空穴阻挡材料、电子传输性高的物质、电子注入性高的物质或双极性的物质(电子传输性及空穴传输性高的物质)等的层。例如,公共层112优选具有空穴注入层和空穴传输层中的一个或两个。公共层114优选具有电子传输层和电子注入层中的一个或两个。

[0216] 公共层112、发光层193及公共层114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。构成公共层112、发光层193及公共层114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。

[0217] 发光层193也可以包含量子点等无机化合物作为发光材料。

[0218] 受光元件110的活性层113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含有的半导体的例子。通过使用有机半导体,可以以同一方法(例如真空蒸镀法)形成发光元件190的发光层193和受光元件110的活性层113,并可以共同使用制造设备,所以是优选的。

[0219] 作为活性层113含有的n型半导体的材料,可以举出富勒烯(例如 C_{60} 、 C_{70} 等)或其衍生物等具有电子接受性的有机半导体材料。此外,作为活性层113含有的p型半导体的材料,可以举出铜(II)酞菁(Copper(II) phthalocyanine:CuPc)或四苯基二苯并二茚并芘(Tetraphenyldibenzoperiflanthene:DBP)等具有电子供给性的有机半导体材料。

[0220] 例如,优选共蒸镀n型半导体和p型半导体形成活性层113。

[0221] 作为可用于晶体管的栅极、源极及漏极和构成显示装置的各种布线及电极等导电层的材料,可以举出铝、钛、铬、镍、铜、钇、锆、钼、银、钽或钨等金属或者以上述金属为主要成分的合金等。可以使用包含这些材料的膜的单层或叠层。

[0222] 此外,作为具有透光性的导电材料,可以使用氧化铟、铟锡氧化物、铟锌氧化物、氧化锌、包含镓的氧化锌等导电氧化物或石墨烯。或者,可以使用金、银、铂、镁、镍、钨、铬、钼、铁、钴、铜、钡或钛等金属材料、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的导电层、显示元件所包括的导电层(被用作像素电极及公共电极的导电层)。

[0223] 作为可用于各绝缘层的绝缘材料,例如可以举出丙烯酸树脂或环氧树脂等树脂、无机绝缘材料如氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、氮化硅或氧化铝等。

[0224] 图10A示出显示装置100B的截面图。

[0225] 显示装置100B与显示装置100A的不同之处主要在于包括透镜149及保护层195。

[0226] 通过设置覆盖受光元件110及发光元件190的保护层195,可以抑制水等杂质混入受光元件110及发光元件190,由此可以提高受光元件110及发光元件190的可靠性。

[0227] 在显示装置100B的端部附近的区域228中,优选绝缘层215与保护层195通过绝缘

层214的开口彼此接触。尤其是,特别优选绝缘层215包括的无机绝缘膜与保护层195包括的无机绝缘膜彼此接触。由此,可以抑制杂质从外部通过有机绝缘膜混入显示部162。因此,可以提高显示装置100B的可靠性。

[0228] 图10B示出保护层195具有三层结构的例子。在图10B中,保护层195包括公共电极115上的无机绝缘层195a、无机绝缘层195a上的有机绝缘层195b及有机绝缘层195b上的无机绝缘层195c。

[0229] 无机绝缘层195a的端部及无机绝缘层195c的端部延伸到有机绝缘层195b的端部的外侧,并且它们彼此接触。此外,无机绝缘层195a通过绝缘层214(有机绝缘层)的开口与绝缘层215(无机绝缘层)接触。由此,可以使用绝缘层215及保护层195包围受光元件110及发光元件190,可以提高受光元件110及发光元件190的可靠性。

[0230] 像这样,保护层195也可以具有有机绝缘膜和无机绝缘膜的叠层结构。此时,无机绝缘膜的端部优选延伸到有机绝缘膜的端部的外侧。

[0231] 在衬底152的衬底151一侧的表面设置有透镜149。透镜149的凸面在衬底151一侧。受光元件110的受光区域优选与透镜149重叠且不与发光层193重叠。由此,可以提高使用受光元件110的传感器的灵敏度及精确度。

[0232] 透镜149的折射率优选为1.3以上且2.5以下。透镜149可以由无机材料或有机材料形成。例如,透镜149可以使用包含树脂的材料。此外,可以将包含氧化物或硫化物的材料用于透镜149。

[0233] 具体而言,可以将包含氯、溴或碘的树脂、包含重金属原子的树脂、包含芳香环的树脂、包含硫的树脂等用于透镜149。或者,可以将树脂、具有其折射率高于该树脂的材料的纳米粒子的材料用于透镜149。作为纳米粒子,可以使用氧化钛或氧化锆等。

[0234] 此外,可以将氧化铈、氧化钪、氧化镧、氧化镁、氧化铌、氧化钽、氧化钛、氧化钇、氧化锌、包含铟和锡的氧化物、或者包含铟和镓和锌的氧化物等用于透镜149。或者,可以将硫化锌等用于透镜149。

[0235] 此外,在显示装置100B中,保护层195和衬底152通过粘合层142贴合。粘合层142与受光元件110及发光元件190重叠,显示装置100B采用固体密封结构。

[0236] 图11A示出显示装置100C的截面图。

[0237] 显示装置100C与显示装置100B的不同之处在于晶体管的结构。

[0238] 显示装置100C在衬底151上包括晶体管208、晶体管209及晶体管210。

[0239] 晶体管208、晶体管209及晶体管210包括:被用作栅极的导电层221;被用作栅极绝缘层的绝缘层211;包含沟道形成区域231i及一对低电阻区域231n的半导体层;与一对低电阻区域231n中的一个连接的导电层222a;与一对低电阻区域231n中的另一个连接的导电层222b;被用作栅极绝缘层的绝缘层225;被用作栅极的导电层223;以及覆盖导电层223的绝缘层215。绝缘层211位于导电层221与沟道形成区域231i之间。绝缘层225位于导电层223与沟道形成区域231i之间。

[0240] 导电层222a及导电层222b通过设置在绝缘层225及绝缘层215中的开口与低电阻区域231n连接。导电层222a及导电层222b中的一个被用作源极,另一个被用作漏极。

[0241] 发光元件190的像素电极191通过导电层222b与晶体管208的一对低电阻区域231n中的一个电连接。

[0242] 受光元件110的像素电极111通过导电层222b与晶体管209的一对低电阻区域231n中的另一个电连接。

[0243] 图11A示出绝缘层225覆盖半导体层的顶面及侧面的例子。另一方面,在图11B中,绝缘层225与半导体层231的沟道形成区域231i重叠而不与低电阻区域231n重叠。例如,通过以导电层223为掩模加工绝缘层225,可以制成图11B所示的结构。在图11B中,绝缘层215覆盖绝缘层225及导电层223,并且导电层222a及导电层222b分别通过绝缘层215的开口与低电阻区域231n连接。再者,还可以设置有覆盖晶体管的绝缘层218。

[0244] 图12示出显示装置100D的截面图。

[0245] 此外,显示装置100D与显示装置100C的不同之处主要在于不包括衬底151及衬底152而包括衬底153、衬底154、粘合层155、绝缘层212及透镜149。

[0246] 衬底153和绝缘层212被粘合层155贴合。衬底154和保护层195被粘合层142贴合。

[0247] 显示装置100D将形成在制造衬底上的绝缘层212、晶体管208、晶体管209、受光元件110及发光元件190等转置在衬底153上而形成。衬底153和衬底154优选具有柔性。由此,可以提高显示装置100D的柔性。

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

[0249] 此外,作为显示装置100C示出没有透镜149的例子,而作为显示装置100D示出有透镜149的例子。透镜149根据传感器的用途等适当地设置即可。

[0250] 如上所述,本实施方式的显示装置在显示部包括受光元件及发光元件,该显示部具有显示图像的功能及检测光的功能的双方。由此,与传感器设置在显示部的外部或显示装置的外部的情况相比,可以实现电子设备的小型化及轻量化。此外,也可以与设置在显示部的外部或显示装置的外部的传感器组合来实现更多功能的电子设备。

[0251] 受光元件的活性层以外的至少一个层可以与发光元件(EL元件)相同。此外,受光元件的活性层以外的所有层也可以与发光元件(EL元件)相同。例如,只要对发光元件的制造工序追加形成活性层的工序,就可以在同一衬底上形成发光元件及受光元件。此外,受光元件及发光元件可以使用同一材料及同一工序形成像素电极及公共电极。此外,通过使用同一材料及同一工序制造电连接于受光元件的电路及电连接于发光元件的电路,可以简化显示装置的制造工序。由此,可以在不经复杂的工序的情况下制造内置有受光元件的方便性高的显示装置。

[0252] 此外,本实施方式的显示装置在受光元件与发光元件之间包括着色层。该着色层也可以兼作电绝缘着受光元件和发光元件的分隔壁。因为着色层能够吸收显示装置内的杂散光,所以可以提高使用受光元件的传感器的灵敏度。

[0253] 此外,图13A示出具有受光元件的第一像素电路的一个例子,而图13B示出具有发光元件的第二像素电路的一个例子。

[0254] 图13A所示的像素电路PIX1包括受光元件PD、晶体管M1、晶体管M2、晶体管M3、晶体管M4及电容器C1。这里,示出使用光电二极管作为受光元件PD的例子。

[0255] 受光元件PD的阴极与布线V1电连接,阳极与晶体管M1的源极和漏极中的一个电连接。晶体管M1的栅极与布线TX电连接,源极和漏极中的另一个与电容器C1的一个电极、晶体管M2的源极和漏极中的一个及晶体管M3的栅极电连接。晶体管M2的栅极与布线RES电连接,

源极和漏极中的另一个与布线V2电连接。晶体管M3的源极和漏极中的一个与布线V3电连接,源极和漏极中的另一个与晶体管M4的源极和漏极中的一个电连接。晶体管M4的栅极与布线SE电连接,源极和漏极中的另一个与布线OUT1电连接。

[0256] 布线V1、布线V2及布线V3各自被供应恒定电位。当以反向偏压驱动受光元件PD时,将低于布线V1的电位供应到布线V2。晶体管M2被供应到布线RES的信号控制,使得连接于晶体管M3的栅极的节点的电位复位至供应到布线V2的电位。晶体管M1被供应到布线TX的信号控制,根据流过受光元件PD的电流控制上述节点的电位变化的时序。将晶体管M3用作根据上述节点的电位输出的放大晶体管。晶体管M4被供应到布线SE的信号控制,被用作选择晶体管,该选择晶体管用来使用连接于布线OUT1的外部电路读出根据上述节点的电位的输出。

[0257] 图13B所示的像素电路PIX2包括发光元件EL、晶体管M5、晶体管M6、晶体管M7及电容器C2。这里,示出使用发光二极管作为发光元件EL的例子。尤其是,作为发光元件EL,优选使用有机EL元件。

[0258] 晶体管M5的栅极与布线VG电连接,源极和漏极中的一个与布线VS电连接,源极和漏极中的另一个与电容器C2的一个电极及晶体管M6的栅极电连接。晶体管M6的源极和漏极中的一个与布线V4电连接,源极和漏极中的另一个与发光元件EL的阳极及晶体管M7的源极和漏极中的一个电连接。晶体管M7的栅极与布线MS电连接,源极和漏极中的另一个与布线OUT2电连接。发光元件EL的阴极与布线V5电连接。

[0259] 布线V4及布线V5各自被供应恒定电位。可以将发光元件EL的阳极一侧和阴极一侧分别设定为高电位和低于阳极一侧的电位。晶体管M5被供应到布线VG的信号控制,被用作用来控制像素电路PIX2的选择状态的选择晶体管。此外,晶体管M6被用作根据供应到栅极的电位控制流过发光元件EL的电流的驱动晶体管。当晶体管M5处于导通状态时,供应到布线VS的电位被供应到晶体管M6的栅极,可以根据该电位控制发光元件EL的发光亮度。晶体管M7被供应到布线MS的信号控制,将晶体管M6与发光元件EL之间的电位通过布线OUT2输出到外部。

[0260] 在本实施方式的显示装置中,也可以使发光元件以脉冲方式发光,以显示图像。通过缩短发光元件的驱动时间,可以降低显示装置的耗电量并抑制发热。尤其是,有机EL元件的频率特性优异,所以是优选的。例如,频率可以为1kHz以上且100MHz以下。

[0261] 在此,像素电路PIX1所包括的晶体管M1、晶体管M2、晶体管M3及晶体管M4、像素电路PIX2所包括的晶体管M5、晶体管M6及晶体管M7优选使用形成其沟道的半导体层包含金属氧化物(氧化物半导体)的晶体管。

[0262] 使用其带隙比硅宽且载流子密度低的金属氧化物的晶体管可以实现极低的关态电流。由此,因为其关态电流小,所以能够长期间保持储存于与晶体管串联连接的电容器中的电荷。因此,尤其是,与电容器C1或电容器C2串联连接的晶体管M1、晶体管M2、晶体管M5优选使用包含氧化物半导体的晶体管。此外,通过将同样地应用氧化物半导体的晶体管用于其他晶体管,可以减少制造成本。

[0263] 此外,晶体管M1至晶体管M7也可以使用形成其沟道的半导体包含硅的晶体管。特别是,在使用单晶硅或多晶硅等结晶性高的硅时可以实现高场效应迁移率及更高速的工作,所以是优选的。

[0264] 此外,晶体管M1至晶体管M7中的一个以上可以使用包含氧化物半导体的晶体管,除此以外的晶体管可以使用包含硅的晶体管。

[0265] 在图13A和图13B中,作为晶体管使用n沟道型晶体管,但是也可以使用p沟道型晶体管。

[0266] 像素电路PIX1所包括的晶体管与像素电路PIX2所包括的晶体管优选排列在同一衬底上。尤其优选像素电路PIX1所包括的晶体管和像素电路PIX2所包括的晶体管优选混合形成在一个区域内并周期性地排列。

[0267] 此外,优选在与受光元件PD或发光元件EL重叠的位置设置一个或多个包括晶体管和电容器中的一个或两个的层。由此,可以减少各像素电路的实效占有面积,从而可以实现高清晰的受光部或显示部。

[0268] 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而实施。

[0269] 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。

[0270] (实施方式3)

在本实施方式中,说明可应用于上述实施方式所说明的IC20的晶体管结构。作为一个例子,说明层叠具有不同的电特性的晶体管的结构。通过采用该结构,可以提高半导体装置的设计自由度。此外,通过层叠具有不同的电特性的晶体管,可以提高半导体装置的集成度。

[0271] 图14示出半导体装置的部分截面结构。图14所示的半导体装置包括晶体管550、晶体管500及电容器600。图16A是晶体管500的沟道长度方向上的截面图,图16B是晶体管500的沟道宽度方向上的截面图,图16C是晶体管550的沟道宽度方向上的截面图。

[0272] 晶体管500为0S晶体管。晶体管500的关态电流极小。因此,可以长期间保持通过晶体管500被写入到存储节点的数据电压或电荷。换言之,由于减少存储节点的刷新工作的频率或者不需要刷新工作,所以可以减小半导体装置的功耗。

[0273] 在图14中,晶体管500设置在晶体管550的上方,电容器600设置在晶体管550及晶体管500的上方。

[0274] 晶体管550设置在衬底311上,并包括导电体316、绝缘体315、由衬底311的一部分构成的半导体区域313以及被用作源区域或漏区域的低电阻区域314a及低电阻区域314b。

[0275] 如图16C所示,在晶体管550中,导电体316隔着绝缘体315覆盖半导体区域313的顶面及沟道宽度方向的侧面。如此,通过使晶体管550具有Fin型结构,实效沟道宽度增加,从而提高晶体管550的通态特性。此外,由于可以增强栅电极的电场的作用,所以可以提高晶体管550的关态特性。

[0276] 此外,晶体管550既可为p沟道晶体管又可为n沟道晶体管。

[0277] 半导体区域313的沟道形成区域或其附近的区域、被用作源区域或漏区域的低电阻区域314a及低电阻区域314b等优选包含硅类半导体等半导体,更优选包含单晶硅。此外,也可以使用包含Ge(锗)、SiGe(硅锗)、GaAs(砷化镓)、GaAlAs(镓铝砷)等的材料形成。可以使用使晶格受到应力,以改变晶面间距来控制有效质量的硅。此外,晶体管550也可以是使用GaAs和GaAlAs等的HEMT(High Electron Mobility Transistor:高电子迁移率晶体管)。

[0278] 在低电阻区域314a及低电阻区域314b中,除了应用于半导体区域313的半导体材料之外,还包含砷、磷等赋予n型导电性的元素或硼等赋予p型导电性的元素。

[0279] 作为被用作栅电极的导电体316,可以使用包含砷、磷等赋予n型导电性的元素或硼等赋予p型导电性的元素的硅等半导体材料、金属材料、合金材料或金属氧化物材料等导电材料。

[0280] 此外,由于导电体的材料决定功函数,所以通过选择导电体的材料,可以调整晶体管的阈值电压。具体而言,作为导电体优选使用氮化钛或氮化钽等材料。为了兼具导电性和嵌入性,作为导电体优选使用钨或铝等金属材料的叠层,尤其在耐热性方面优选使用钨。

[0281] 另外,晶体管550也可以使用SOI(Silicon on Insulator:绝缘体上硅)衬底等形成。

[0282] 另外,作为SOI衬底可以使用:通过在对镜面抛光薄片注入氧离子之后进行高温加热,在离表面有一定深度的区域中形成氧化层,并消除产生在表面层中的缺陷而形成的SIMOX(Separation by Implanted Oxygen:注入氧隔离)衬底;利用通过注入氢离子而形成的微小空隙经过加热处理成长而使半导体衬底劈开的智能剥离法或ELTRAN法(注册商标:Epitaxial Layer Transfer:外延层转移)等形成的SOI衬底。使用单晶衬底形成的晶体管在沟道形成区域中包括单晶半导体。

[0283] 注意,图14所示的晶体管550的结构只是一个例子,不局限于上述结构,根据电路结构或驱动方法使用适当的晶体管即可。例如,当半导体装置为只有OS晶体管的单极性电路(是指只有n沟道型晶体管的情况等相同极性的晶体管)时,如图15所示,使晶体管550具有与晶体管500同样的结构即可。此外,下面描述晶体管500的详细内容。

[0284] 以覆盖晶体管550的方式依次层叠有绝缘体320、绝缘体322、绝缘体324及绝缘体326。

[0285] 作为绝缘体320、绝缘体322、绝缘体324及绝缘体326,例如可以使用氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、氮化硅、氧化铝、氧氮化铝、氮氧化铝及氮化铝等。

[0286] 注意,在本说明书中,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。注意,在本说明书中,氧氮化铝是指氧含量多于氮含量的材料,“氮氧化铝”是指氮含量多于氧含量的材料。

[0287] 绝缘体322也可以被用作作用来使因设置在其下方的晶体管550等而产生的台阶平坦化的平坦化膜。例如,为了提高绝缘体322的顶面的平坦性,其顶面也可以通过利用化学机械抛光(CMP)法等的平坦化处理被平坦化。

[0288] 作为绝缘体324,优选使用能够防止氢或杂质从衬底311或晶体管550等扩散到设置有晶体管500的区域中的具有阻挡性的膜。

[0289] 作为对氢具有阻挡性的膜的一个例子,例如可以使用通过CVD法形成的氮化硅。在此,有时氢扩散到晶体管500等具有氧化物半导体的半导体元件中,导致该半导体元件的特性下降。因此,优选在晶体管500与晶体管550之间设置抑制氢的扩散的膜。具体而言,抑制氢的扩散的膜是指氢的脱离量少的膜。

[0290] 氢的脱离量例如可以利用热脱附谱分析法(TDS)等测量。例如,在TDS分析中的膜表面温度为50℃至500℃的范围内,当将换算为氢原子的脱离量换算为绝缘体324的每单位面积的量时,绝缘体324中的氢的脱离量为 10×10^{15} atoms/cm²以下,优选为 5×10^{15} atoms/

cm²以下,即可。

[0291] 注意,绝缘体326的介电常数优选比绝缘体324低。例如,绝缘体326的相对介电常数优选低于4,更优选低于3。例如,绝缘体326的相对介电常数优选为绝缘体324的相对介电常数的0.7倍以下,更优选为0.6倍以下。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。

[0292] 此外,在绝缘体320、绝缘体322、绝缘体324及绝缘体326中嵌入与电容器600或晶体管500连接的导体328、导体330等。此外,导体328及导体330具有插头或布线的功能。注意,有时使用同一符号表示具有插头或布线的功能的多个导体。此外,在本说明书等中,布线、与布线连接的插头也可以是一个构成要素。就是说,导体的一部分有时被用作布线,并且导体的一部分有时被用作插头。

[0293] 作为各插头及布线(导体328、导体330等)的材料,可以使用金属材料、合金材料、金属氮化物材料或金属氧化物材料等导电材料的单层或叠层。优选使用兼具耐热性和导电性的钨或钼等高熔点材料,优选使用钨。或者,优选使用铝或铜等低电阻导电材料。通过使用低电阻导电材料,可以降低布线电阻。

[0294] 此外,也可以在绝缘体326及导体330上设置布线层。例如,在图14中,依次层叠有绝缘体350、绝缘体352及绝缘体354。此外,在绝缘体350、绝缘体352及绝缘体354中形成有导体356。导体356具有与晶体管550连接的插头或布线的功能。此外,导体356可以使用与导体328及导体330同样的材料。

[0295] 此外,与绝缘体324同样,绝缘体350例如优选使用对氢具有阻挡性的绝缘体。此外,导体356优选包含对氢具有阻挡性的导体。尤其是,在对氢具有阻挡性的绝缘体350所具有的开口部中形成对氢具有阻挡性的导体。通过采用该结构,可以使用阻挡层将晶体管550与晶体管500分离,从而可以抑制氢从晶体管550扩散到晶体管500中。

[0296] 注意,作为对氢具有阻挡性的导体,例如优选使用氮化钽等。此外,通过层叠氮化钽和导电性高的钨,不但可以保持作为布线的导电性而且可以抑制氢从晶体管550扩散。此时,对氢具有阻挡性的氮化钽层优选与对氢具有阻挡性的绝缘体350接触。

[0297] 此外,也可以在绝缘体354及导体356上设置布线层。例如,在图14中,依次层叠有绝缘体360、绝缘体362及绝缘体364。此外,在绝缘体360、绝缘体362及绝缘体364中形成有导体366。导体366具有插头或布线的功能。此外,导体366可以使用与导体328及导体330同样的材料。

[0298] 此外,与绝缘体324同样,绝缘体360例如优选使用对氢具有阻挡性的绝缘体。此外,导体366优选包含对氢具有阻挡性的导体。尤其是,在对氢具有阻挡性的绝缘体360所具有的开口部中形成对氢具有阻挡性的导体。通过采用该结构,可以使用阻挡层将晶体管550与晶体管500分离,从而可以抑制氢从晶体管550扩散到晶体管500中。

[0299] 此外,也可以在绝缘体364及导体366上设置布线层。例如,在图14中,依次层叠有绝缘体370、绝缘体372及绝缘体374。此外,在绝缘体370、绝缘体372及绝缘体374中形成有导体376。导体376具有插头或布线的功能。此外,导体376可以使用与导体328及导体330同样的材料。

[0300] 此外,与绝缘体324同样,绝缘体370例如优选使用对氢具有阻挡性的绝缘体。此外,导体376优选包含对氢具有阻挡性的导体。尤其是,在对氢具有阻挡性的绝缘体370

所具有的开口部中形成对氢具有阻挡性的导电体。通过采用该结构,可以使用阻挡层将晶体管550与晶体管500分离,从而可以抑制氢从晶体管550扩散到晶体管500中。

[0301] 此外,也可以在绝缘体374及导电体376上设置布线层。例如,在图14中,依次层叠有绝缘体380、绝缘体382及绝缘体384。此外,在绝缘体380、绝缘体382及绝缘体384中形成有导电体386。导电体386具有插头或布线的功能。此外,导电体386可以使用与导电体328及导电体330同样的材料。

[0302] 此外,与绝缘体324同样,绝缘体380例如优选使用对氢具有阻挡性的绝缘体。此外,导电体386优选包含对氢具有阻挡性的导电体。尤其是,在对氢具有阻挡性的绝缘体380所具有的开口部中形成对氢具有阻挡性的导电体。通过采用该结构,可以使用阻挡层将晶体管550与晶体管500分离,从而可以抑制氢从晶体管550扩散到晶体管500中。

[0303] 在上面说明包括导电体356的布线层、包括导电体366的布线层、包括导电体376的布线层及包括导电体386的布线层,但是根据本实施方式的半导体装置不局限于此。与包括导电体356的布线层同样的布线层可以为三层以下,与包括导电体356的布线层同样的布线层可以为五层以上。

[0304] 在绝缘体384上依次层叠有绝缘体510、绝缘体512、绝缘体514及绝缘体516。作为绝缘体510、绝缘体512、绝缘体514及绝缘体516中的任一个,优选使用对氧或氢具有阻挡性的物质。

[0305] 例如,作为绝缘体510及绝缘体514,优选使用对从衬底311或设置有晶体管550的区域等到设置有晶体管500的区域的氢或杂质具有阻挡性的膜。因此,绝缘体510及绝缘体514可以使用与绝缘体324同样的材料。

[0306] 作为对氢具有阻挡性的膜的一个例子,可以使用通过CVD法形成的氮化硅。在此,有时氢扩散到晶体管500等具有氧化物半导体的半导体元件中,导致该半导体元件的特性下降。因此,优选在晶体管550与晶体管500之间设置抑制氢的扩散的膜。

[0307] 例如,作为对氢具有阻挡性的膜,绝缘体510及绝缘体514优选使用氧化铝、氧化钪、氧化钽等金属氧化物。

[0308] 尤其是,氧化铝的不使氧及导致晶体管的电特性变动的氢、水分等杂质透过的阻挡效果高。因此,在晶体管的制造工序中及制造工序之后,氧化铝可以防止氢、水分等杂质进入晶体管500中。此外,氧化铝可以抑制氧从构成晶体管500的氧化物释放。因此,氧化铝适合用于晶体管500的保护膜。

[0309] 例如,作为绝缘体512及绝缘体516,可以使用与绝缘体320同样的材料。此外,通过对上述绝缘体使用介电常数较低的材料,可以减少产生在布线之间的寄生电容。例如,作为绝缘体512及绝缘体516,可以使用氧化硅膜和氧氮化硅膜等。

[0310] 此外,在绝缘体510、绝缘体512、绝缘体514及绝缘体516中嵌入导电体518、构成晶体管500的导电体(例如,导电体503)等。此外,导电体518被用作与电容器600或晶体管550连接的插头或布线。导电体518可以使用与导电体328及导电体330同样的材料。

[0311] 尤其是,与绝缘体510及绝缘体514接触的区域导电体518优选为对氧、氢及水具有阻挡性的导电体。通过采用该结构,可以利用对氧、氢及水具有阻挡性的层将晶体管550与晶体管500分离,从而可以抑制氢从晶体管550扩散到晶体管500中。

[0312] 在绝缘体516的上方设置有晶体管500。

[0313] 如图16A和图16B所示,晶体管500包括以嵌入绝缘体514及绝缘体516的方式配置的导电体503、配置在绝缘体516及导电体503上的绝缘体520、配置在绝缘体520上的绝缘体522、配置在绝缘体522上的绝缘体524、配置在绝缘体524上的氧化物530a、配置在氧化物530a上的氧化物530b、彼此分开地配置在氧化物530b上的导电体542a及导电体542b、配置在导电体542a及导电体542b上并以重叠于导电体542a和导电体542b之间的方式形成开口的绝缘体580、配置在开口的底面及侧面的绝缘体545以及配置在绝缘体545的形成面上的导电体560。

[0314] 此外,如图16A和图16B所示,优选在氧化物530a、氧化物530b、导电体542a及导电体542b与绝缘体580之间配置有绝缘体544。此外,如图16A和图16B所示,导电体560优选包括设置在绝缘体545的内侧的导电体560a及以嵌入导电体560a的内侧的方式设置的导电体560b。此外,如图16A和图16B所示,优选在绝缘体580、导电体560及绝缘体545上配置有绝缘体574。

[0315] 注意,在本说明书等中,有时将氧化物530a及氧化物530b统称为氧化物530。

[0316] 在晶体管500中,在形成沟道的区域及其附近层叠有氧化物530a及氧化物530b的两层,但是本发明不局限于此。例如,可以具有氧化物530b的单层结构,也可以具有三层以上的叠层结构。

[0317] 另外,在晶体管500中,导电体560具有两层结构,但是本发明不局限于此。例如,导电体560也可以具有单层结构或三层以上的叠层结构。注意,图14、图15及图16A所示的晶体管500的结构只是一个例子而不局限于上述结构,可以根据电路结构或驱动方法使用适当的晶体管。

[0318] 在此,导电体560被用作晶体管的栅电极,导电体542a及导电体542b被用作源电极或漏电极。如上所述,导电体560以嵌入绝缘体580的开口中及夹在导电体542a与导电体542b之间的区域的方式设置。导电体560、导电体542a及导电体542b的配置根据绝缘体580的开口而自对准地被选择。换言之,在晶体管500中,可以在源电极与漏电极之间自对准地配置栅电极。由此,可以在不设置用于对准的余地的方式形成导电体560,所以可以实现晶体管500的占有面积的缩小。由此,可以实现半导体装置的微型化及高集成化。

[0319] 再者,导电体560自对准地形成在导电体542a与导电体542b之间的区域,所以导电体560不包括与导电体542a或导电体542b重叠的区域。由此,可以降低形成在导电体560与导电体542a及导电体542b之间的寄生电容。因此,可以提高晶体管500的开关速度,从而晶体管500可以具有高频率特性。

[0320] 导电体560有时被用作第一栅(也称为顶栅极)电极。导电体503有时被用作第二栅(也称为底栅极)电极。在此情况下,通过独立地改变供应到导电体503的电位而不使其与供应到导电体560的电位联动,可以控制晶体管500的阈值电压。尤其是,通过对导电体503供应负电位,可以使晶体管500的阈值电压更大并且可以减小关态电流。因此,与不对导电体503施加负电位时相比,在对导电体503施加负电位的情况下,可以减小对导电体560施加的电位为0V时的漏极电流。

[0321] 导电体503以与氧化物530及导电体560重叠的方式配置。由此,在对导电体560及导电体503供应电位的情况下,从导电体560产生的电场和从导电体503产生的电场连接,可以覆盖形成在氧化物530中的沟道形成区域。

[0322] 在本说明书等中,将由一对栅电极(第一栅电极和第二栅电极)的电场电围绕沟道形成区域的晶体管的结构称为surrounded channel (S-channel:围绕沟道)结构。此外,本说明书等中公开的S-channel结构与Fin型结构及平面型结构不同。通过采用S-channel结构,可以提高对于短沟道效应的耐性,换言之,可以实现不容易发生短沟道效应的晶体管。

[0323] 此外,导电体503具有与导电体518相同的结构,以与绝缘体514及绝缘体516的开口的内壁接触的方式形成有导电体503a,其内侧形成有导电体503b。此外,在晶体管500中,层叠有导电体503a与导电体503b,但是本发明不局限于此。例如,导电体503可以具有单层结构,也可以具有三层以上的叠层结构。

[0324] 在此,作为导电体503a优选使用具有抑制氢原子、氢分子、水分子、铜原子等杂质的扩散的功能(不容易使上述杂质透过)的导电材料。此外,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(不容易使上述氧透过)的导电材料。在本说明书中,抑制杂质或氧的扩散的功能是指抑制上述杂质和上述氧中的任一个或全部的扩散的功能。

[0325] 例如,通过使导电体503a具有抑制氧的扩散的功能,可以抑制因导电体503b氧化而导致导电率的下降。

[0326] 此外,在导电体503还具有布线的功能的情况下,作为导电体503b,优选使用以钨、铜或铝为主要成分的导电性高的导电材料。此外,虽然在本实施方式中示出由导电体503a及导电体503b的叠层构成的导电体503,但是导电体503也可以具有单层结构。

[0327] 绝缘体520、绝缘体522及绝缘体524被用作第二栅极绝缘膜。

[0328] 在此,与氧化物530接触的绝缘体524优选使用包含超过化学计量组成的氧的绝缘体。该氧通过加热容易从膜中释放。在本说明书等中,有时将通过加热释放的氧称为“过剩氧”。就是说,在绝缘体524中优选形成有包含过剩氧的区域(也称为“过剩氧区域”)。通过以与氧化物530接触的方式设置上述包含过剩氧的绝缘体,可以减少氧化物530中的氧空位(V_o :oxygen vacancy),从而可以提高晶体管500的可靠性。另外,在氢进入氧化物530的氧空位中的情况下,有时该缺陷(以下,有时称为 V_oH)被用作供体而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,使用包含多量的氢的氧化物半导体的晶体管容易具有常开启特性。此外,因为氧化物半导体中的氢因受热、电场等作用而容易移动,所以当氧化物半导体包含多量的氢时可能会导致晶体管的可靠性降低。在本发明的一个方式中,优选尽量降低氧化物530中的 V_oH 而成为高纯度本征或实质上高纯度本征。如此,为了得到这种 V_oH 被充分减少的氧化物半导体,重要的是:去除氧化物半导体中的水分、氢等杂质(有时也称为脱水、脱氢化处理);以及对氧化物半导体供应氧来填补氧空位(有时也称为加氧化处理)。通过将 V_oH 被充分减少的氧化物半导体用于晶体管的沟道形成区域,可以赋予稳定的电特性。

[0329] 具体而言,作为具有过剩氧区域的绝缘体,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是指在TDS (Thermal Desorption Spectroscopy)分析中换算为氧原子的氧的脱离量为 1.0×10^{18} atoms/cm³以上,优选为 1.0×10^{19} atoms/cm³以上,更优选为 2.0×10^{19} atoms/cm³以上,或者 3.0×10^{20} atoms/cm³以上的氧化物膜。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。

[0330] 此外,也可以以使上述具有过剩氧区域的绝缘体和氧化物530彼此接触的方式进行加热处理、微波处理或RF处理中的任一个或多个处理。通过进行该处理,可以去除氧化物530中的水或氢。例如,在氧化物530中发生VoH键合被切断的反应,换言之,发生“ $V_0H \rightarrow V_0 + H$ ”的反应而可以进行脱氢化。此时产生的氢的一部分有时与氧键合并从氧化物530或氧化物530附近的绝缘体被去除作为 H_2O 。此外,氢的一部分有时被导体542吸杂。

[0331] 此外,作为上述微波处理,例如优选使用包括产生高密度等离子体的电源的装置或包括对衬底一侧施加RF的电源的装置。例如,通过使用包含氧的气体及高密度等离子体,可以生成高密度的氧自由基,并且通过对衬底一侧施加RF,可以将由高密度等离子体生成的氧自由基高效地导入氧化物530或氧化物530附近的绝缘体中。此外,在上述微波处理中,压力为133Pa以上,优选为200Pa以上,更优选为400Pa以上。此外,作为对进行微波处理的装置内导入的气体,例如使用氧及氩,并且氧流量比($O_2 / (O_2 + Ar)$)为50%以下,优选为10%以上且30%以下。

[0332] 此外,在晶体管500的制造工序中,优选在氧化物530的表面露出的状态下进行加热处理。该加热处理例如以100℃以上且450℃以下,更优选以350℃以上且400℃以下进行,即可。此外,加热处理在氮气体或惰性气体的气氛或包含10ppm以上、1%以上或10%以上的氧化性气体的气氛下进行。例如,加热处理优选在氧气氛下进行。由此,可以对氧化物530供应氧来减少氧空位(V_0)。此外,加热处理也可以在减压状态下进行。或者,也可以在氮气体或惰性气体的气氛下进行加热处理,然后为了填补脱离的氧而在包含10ppm以上、1%以上或10%以上的氧化性气体的气氛下进行加热处理。或者,也可以在包含10ppm以上、1%以上或10%以上的氧化性气体的气氛下进行加热处理,然后在氮气体或惰性气体的气氛下连续进行加热处理。

[0333] 此外,通过对氧化物530进行加氧化处理,可以由被供应的氧填补氧化物530中的氧空位,换言之,可以促进“ $V_0 + O \rightarrow \text{null}$ ”的反应。再者,通过使残留在氧化物530中的氢与被供应的氧起反应,可以去除该氢作为 H_2O (脱水化)。由此,可以抑制残留在氧化物530中的氢与氧空位重新键合而形成 V_0H 。

[0334] 当绝缘体524具有过剩氧区域时,绝缘体522优选具有抑制氧(例如,氧原子、氧分子等)的扩散的功能(不容易使上述氧透过)。

[0335] 当绝缘体522具有抑制氧或杂质的扩散的功能时,氧化物530所包含的氧不扩散到绝缘体520一侧,所以是优选的。此外,可以抑制导体503与绝缘体524或氧化物530所包含的氧起反应。

[0336] 作为绝缘体522,例如优选使用包含氧化铝、氧化铪、含有铝及铪的氧化物(铝酸铪)、氧化钽、氧化锆、锆钛酸铅(PZT)、钛酸锶($SrTiO_3$)或(Ba, Sr) TiO_3 (BST)等所谓的high-k材料的绝缘体的单层或叠层。当进行晶体管的微型化及高集成化时,由于栅极绝缘膜的薄膜化,有时发生泄漏电流等问题。通过作为被用作栅极绝缘膜的绝缘体使用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。

[0337] 尤其是,优选使用作为具有抑制杂质及氧等的扩散的功能(不容易使上述氧透过)的绝缘材料的包含铝和铪中的一方或双方的氧化物的绝缘体。作为包含铝和铪中的一方或双方的氧化物的绝缘体,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体522时,绝缘体522被用作抑制氧从氧化物530释放或氢等杂质从晶

体管500的周围部进入氧化物530的层。

[0338] 或者,例如也可以对上述绝缘体添加氧化铝、氧化铍、氧化锆、氧化铌、氧化硅、氧化钛、氧化钨、氧化钼、氧化锆。此外,也可以对上述绝缘体进行氮化处理。此外,还可以在上述绝缘体上层叠氧化硅、氧氮化硅或氮化硅。

[0339] 绝缘体520优选具有热稳定性。例如,因为氧化硅及氧氮化硅具有热稳定性,所以是优选的。此外,通过组合high-k材料的绝缘体与氧化硅或氧氮化硅,可以形成具有热稳定性且相对介电常数高的叠层结构的绝缘体520或绝缘体526。

[0340] 此外,在图16A和图16B的晶体管500中,作为由三层的叠层结构而成的第二栅极绝缘膜示出绝缘体520、绝缘体522及绝缘体524,但是第二栅极绝缘膜也可以具有单层结构、两层结构或四层以上的叠层结构。此时,不局限于采用由相同材料而成的叠层结构,也可以采用由不同材料而成的叠层结构。

[0341] 在晶体管500中,将起到氧化物半导体作用的金属氧化物用作包含沟道形成区域的氧化物530。例如,作为氧化物530,优选使用In-M-Zn氧化物(元素M为选自铝、镓、铟、铜、钒、铍、硼、钛、铁、镍、锆、锆、钼、镧、铈、钕、钐、钆、铪、锡和镁等中的一种或多种)等金属氧化物。

[0342] 被用作氧化物半导体的金属氧化物可以使用溅射法形成,也可以使用ALD(Atomic Layer Deposition:原子层沉积)法形成。在其他实施方式中详细地说明被用作氧化物半导体的金属氧化物。

[0343] 此外,作为在氧化物530中被用作沟道形成区域的金属氧化物,优选使用其带隙为2eV以上,优选为2.5eV以上的金属氧化物。如此,通过使用带隙较宽的金属氧化物,可以减小晶体管的关态电流。

[0344] 在氧化物530中,当在氧化物530b之下设置有氧化物530a时,可以抑制杂质从形成在氧化物530a下方的结构物扩散到氧化物530b。

[0345] 此外,氧化物530优选具有各金属原子的原子个数比互不相同的多个氧化物层的叠层结构。具体而言,用于氧化物530a的金属氧化物的构成元素中的元素M的原子个数比优选大于用于氧化物530b的金属氧化物的构成元素中的元素M的原子个数比。此外,用于氧化物530a的金属氧化物中的相对于In的元素M的原子个数比优选大于用于氧化物530b的金属氧化物中的相对于In的元素M的原子个数比。此外,用于氧化物530b的金属氧化物中的相对于元素M的In的原子个数比优选大于用于氧化物530a的金属氧化物中的相对于元素M的In的原子个数比。

[0346] 优选的是,使氧化物530a的导带底的能量高于氧化物530b的导带底的能量。换言之,氧化物530a的电子亲和势优选小于氧化物530b的电子亲和势。

[0347] 在此,在氧化物530a及氧化物530b的接合部中,导带底的能级平缓地变化。换言之,也可以将上述情况表达为氧化物530a及氧化物530b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530a与氧化物530b的界面的混合层的缺陷态密度。

[0348] 具体而言,通过使氧化物530a与氧化物530b除了氧之外还包含共同元素(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530b为In-Ga-Zn氧化物的情况下,作为氧化物530a优选使用In-Ga-Zn氧化物、Ga-Zn氧化物及氧化镓等。

[0359] 绝缘体545被用作第一栅极绝缘膜。绝缘体545优选与上述绝缘体524同样地使用包含过剩的氧并通过加热而释放氧的绝缘体形成。

[0360] 具体而言,可以使用包含过剩氧的氧化硅、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。尤其是,氧化硅及氧氮化硅具有热稳定性,所以是优选的。

[0361] 通过作为绝缘体545设置包含过剩氧的绝缘体,可以从绝缘体545对氧化物530b的沟道形成区域有效地供应氧。此外,与绝缘体524同样,优选降低绝缘体545中的水或氢等杂质的浓度。绝缘体545的厚度优选为1nm以上且20nm以下。

[0362] 此外,为了将绝缘体545所包含的过剩氧高效地供应到氧化物530,也可以在绝缘体545与导电体560之间设置金属氧化物。该金属氧化物优选抑制从绝缘体545到导电体560的氧扩散。通过设置抑制氧的扩散的金属氧化物,从绝缘体545到导电体560的过剩氧的扩散受到抑制。换言之,可以抑制供应到氧化物530的过剩氧量减少。此外,可以抑制因过剩氧导致的导电体560的氧化。作为该金属氧化物,可以使用可用于绝缘体544的材料。

[0363] 此外,与第二栅极绝缘膜同样,绝缘体545也可以具有叠层结构。由于当进行晶体管的微型化及高集成化时,有时栅极绝缘膜的薄膜化导致泄漏电流等问题,因此通过使被用作栅极绝缘膜的绝缘体具有high-k材料与具有热稳定性的材料的叠层结构,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。此外,可以实现具有热稳定性及高相对介电常数的叠层结构。

[0364] 在图16A及图16B中,被用作第一栅电极的导电体560具有两层结构,但是也可以具有单层结构或三层以上的叠层结构。

[0365] 作为导电体560a,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。此外,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。通过使导电体560a具有抑制氧的扩散的功能,可以抑制因绝缘体545所包含的氧导致导电体560b氧化而导电率下降。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、钨或氧化钨等。此外,作为导电体560a可以使用可应用于氧化物530的氧化物半导体。在此情况下,通过采用溅射法形成导电体560b,可以降低导电体560a的电阻值来使其成为导电体。其可以称为OC(Oxide Conductor)电极。

[0366] 作为导电体560b,优选使用以钨、铜或铝为主要成分的导电材料。由于导电体560b还被用作布线,所以优选使用导电性高的导电体。导电体560b也可以具有叠层结构,例如,可以采用钛或氮化钛和上述导电材料的叠层结构。

[0367] 绝缘体580优选隔着绝缘体544设置在导电体542a及导电体542b上。绝缘体580优选具有过剩氧区域。例如,绝缘体580优选包含氧化硅、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、具有空孔的氧化硅或树脂等。尤其是,氧化硅及氧氮化硅具有热稳定性,所以是优选的。尤其是,氧化硅和具有空孔的氧化硅容易在后面的工序中形成过剩氧区域,所以是优选的。

[0368] 绝缘体580优选具有过剩氧区域。通过设置通过加热而释放氧的绝缘体580,可以将绝缘体580中的氧高效地供应给氧化物530。此外,优选降低绝缘体580中的水或氢等杂质的浓度。

[0369] 绝缘体580的开口以与导电体542a和导电体542b之间的区域重叠的方式形成。由此,导电体560以嵌入绝缘体580的开口中及夹在导电体542a与导电体542b之间的区域的方式设置。

[0370] 在进行半导体装置的微型化时,需要缩短栅极长度,但是需要防止导电体560的导电性的下降。为此,在增大导电体560的厚度的情况下,导电体560有可能具有纵横比高的形状。在本实施方式中,由于将导电体560以嵌入绝缘体580的开口的方式设置,所以即使导电体560具有纵横比高的形状,在工序中也不发生导电体560的倒塌。

[0371] 绝缘体574优选以与绝缘体580的顶面、导电体560的顶面及绝缘体545的顶面接触的方式设置。通过利用溅射法形成绝缘体574,可以在绝缘体545及绝缘体580中形成过剩氧区域。由此,可以将氧从该过剩氧区域供应到氧化物530中。

[0372] 例如,作为绝缘体574,可以使用包含选自铅、铝、镓、铋、锆、钨、钛、钽、镍、锆和镁等中的一种或两种以上的金属氧化物。

[0373] 尤其是,氧化铝具有高阻挡性,即使是0.5nm以上且3.0nm以下的薄膜,也可以抑制氢及氮的扩散。由此,通过利用溅射法形成的氧化铝可以在被用作氧供应源的同时还具有氢等杂质的阻挡膜的功能。

[0374] 此外,优选在绝缘体574上设置被用作层间膜的绝缘体581。与绝缘体524等同样,优选降低绝缘体581中的水或氢等杂质的浓度。

[0375] 此外,在形成于绝缘体581、绝缘体574、绝缘体580及绝缘体544中的开口配置导电体540a及导电体540b。导电体540a及导电体540b以隔着导电体560彼此对置的方式设置。导电体540a及导电体540b具有与后面说明的导电体546及导电体548同样的结构。

[0376] 在绝缘体581上设置有绝缘体582。绝缘体582优选使用对氧或氢具有阻挡性的物质。因此,作为绝缘体582可以使用与绝缘体514同样的材料。例如,作为绝缘体582优选使用氧化铝、氧化铅、氧化钽等金属氧化物。

[0377] 尤其是,氧化铝的不使氧及导致晶体管的电特性变动的氢、水分等杂质透过的阻挡效果高。因此,在晶体管的制造工序中及制造工序之后,氧化铝可以防止氢、水分等杂质进入晶体管500中。此外,氧化铝可以抑制氧从构成晶体管500的氧化物释放。因此,氧化铝适合用于晶体管500的保护膜。

[0378] 此外,在绝缘体582上设置有绝缘体586。作为绝缘体586可以使用与绝缘体320同样的材料。此外,通过作为这些绝缘体应用介电常数较低的材料,可以减少产生在布线之间的寄生电容。例如,作为绝缘体586,可以使用氧化硅膜及氧氮化硅膜等。

[0379] 此外,在绝缘体520、绝缘体522、绝缘体524、绝缘体544、绝缘体580、绝缘体574、绝缘体581、绝缘体582及绝缘体586中嵌入导电体546及导电体548等。

[0380] 导电体546及导电体548被用作与电容器600、晶体管500或晶体管550连接的插头或布线。导电体546及导电体548可以使用与导电体328及导电体330同样的材料。

[0381] 此外,也可以在形成晶体管500之后,以围绕晶体管500的方式形成开口,并以覆盖该开口的方式形成对氢或水具有高阻挡性的绝缘体。通过由上述高阻挡性的绝缘体包裹晶体管500,可以防止水分及氢从外部进入。或者,多个晶体管500都可以由对氢或水具有高阻挡性的绝缘体包裹。此外,在围绕晶体管500地形成开口的情况下,例如,当形成到达绝缘体522或绝缘体514的开口并接触于绝缘体522或绝缘体514地形成上述高阻挡性的绝缘体时

可以兼作晶体管500的制造工序的一部分,所以是优选的。此外,作为对氢或水具有高阻挡性的绝缘体,例如使用与绝缘体522或绝缘体514同样的材料即可。

[0382] 接着,在晶体管500的上方设置有电容器600。电容器600包括导电体610、导电体620及绝缘体630。

[0383] 此外,也可以在导电体546及导电体548上设置导电体612。导电体612被用作与晶体管500连接的插头或者布线。导电体610被用作电容器600的电极。此外,可以同时形成导电体612及导电体610。

[0384] 作为导电体612及导电体610可以使用包含选自钼、钛、钽、钨、铝、铜、铬、钽、铈中的元素的金属膜或以上述元素为成分的金属氮化物膜(氮化钼膜、氮化钛膜、氮化钼膜、氮化钨膜)等。或者,也可以使用铟锡氧化物、包含氧化钨的铟氧化物、包含氧化钨的铟锌氧化物、包含氧化钛的铟氧化物、包含氧化钛的铟锡氧化物、铟锌氧化物、添加有氧化硅的铟锡氧化物等导电材料。

[0385] 在本实施方式中,导电体612及导电体610具有单层结构,但是不局限于此,也可以具有两层以上的叠层结构。例如,也可以在具有阻挡性的导电体与导电性高的导电体之间形成对具有阻挡性的导电体及导电性高的导电体具有高紧密性的导电体。

[0386] 以隔着绝缘体630重叠于导电体610的方式设置导电体620。作为导电体620可以使用金属材料、合金材料、金属氧化物材料等导电材料。优选使用兼具耐热性和导电性的钨或钼等高熔点材料,尤其优选使用钨。当与导电体等其他构成要素同时形成导电体620时,使用低电阻金属材料的Cu(铜)或Al(铝)等即可。

[0387] 在导电体620及绝缘体630上设置有绝缘体640。绝缘体640可以使用与绝缘体320同样的材料。此外,绝缘体640可以被用作覆盖其下方的凹凸形状的平坦化膜。

[0388] 通过采用本结构,可以实现使用包含氧化物半导体的晶体管的半导体装置的微型化或高集成化。

[0389] 作为可用于本发明的一个方式的半导体装置的衬底,可以使用玻璃衬底、石英衬底、蓝宝石衬底、陶瓷衬底、金属衬底(例如,不锈钢衬底、包含不锈钢箔的衬底、钨衬底、包含钨箔的衬底等)、半导体衬底(例如,单晶半导体衬底、多晶半导体衬底或化合物半导体衬底)、SOI(Silicon on Insulator,绝缘体上硅)衬底等。此外,也可以使用可承受本实施方式的处理温度的耐热性的塑料衬底。作为玻璃衬底的一个例子,可以举出钡硼硅酸盐玻璃、铝硅酸盐玻璃、铝硼硅酸盐玻璃或钠钙玻璃等。此外,也可以使用晶化玻璃等。

[0390] 此外,作为衬底可以使用柔性衬底、贴合薄膜、包含纤维状材料的纸或基材薄膜等。作为柔性衬底、贴合薄膜、基材薄膜等,可以举出如下例子。例如可以举出以聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)、聚醚砜(PES)、聚四氟乙烯(PTFE)为代表的塑料。或者,作为一个例子,可以举出丙烯酸树脂等合成树脂等。或者,作为一个例子,可以举出聚丙烯、聚酯、聚氟化乙烯或聚氯乙烯等。或者,作为一个例子,可以举出聚酰胺、聚酰亚胺、芳族聚酰胺树脂、环氧树脂、无机蒸镀薄膜、纸类等。尤其是,通过使用半导体衬底、单晶衬底或SOI衬底等制造晶体管,能够制造特性、尺寸或形状等的偏差小、电流能力高且尺寸小的晶体管。当利用上述晶体管构成电路时,可以实现电路的低功耗化或电路的高集成化。

[0391] 此外,也可以作为衬底使用柔性衬底,并在柔性衬底上直接形成晶体管、电阻器

及/或电容器等。或者,也可以在衬底与晶体管、电阻器及/或电容器等之间设置剥离层。剥离层可以在如下情况下使用,即在剥离层上制造半导体装置的一部分或全部,然后将其从衬底分离并转置到其他衬底上的情况。此时,也可以将晶体管、电阻器及/或电容器等转置到耐热性低的衬底或柔性衬底上。此外,作为上述剥离层,例如可以使用钨膜与氧化硅膜的无机膜的叠层结构、衬底上形成有聚酰亚胺等有机树脂膜的结构或含有氢的硅膜等。

[0392] 就是说,也可以在于一个衬底上形成半导体装置之后将该半导体装置转置到其他衬底上。作为半导体装置被转置的衬底,不仅可以使用时可以形成晶体管的衬底,还可以使用纸衬底、玻璃纸衬底、芳族聚酰胺薄膜衬底、聚酰亚胺薄膜衬底、石材衬底、木材衬底、布衬底(包括天然纤维(丝、棉、麻)、合成纤维(尼龙、聚氨酯、聚酯)或再生纤维(醋酯纤维、铜氨纤维、人造纤维、再生聚酯)等)、皮革衬底、橡皮衬底等。通过使用这种衬底,可以实现具有柔性的半导体装置的制造、不易损坏的半导体装置的制造、耐热性的提高、轻量化或薄型化。

[0393] 通过在具有柔性的衬底上设置半导体装置,可以提供抑制重量增加且不易损坏的半导体装置。

[0394] <晶体管的变形例子1>

图17A、图17B及图17C所示的晶体管500A是图16A及图16B所示的晶体管500的变形例子。图17A是晶体管500A的俯视图,图17B是晶体管500A的沟道长度方向上的截面图,图17C是晶体管500A的沟道宽度方向上的截面图。注意,在图17A的俯视图中,为了明确起见,省略构成要素的一部分。图17A、图17B及图17C所示的结构也可以用于如晶体管550等本发明的一个方式的半导体装置所包括的其他晶体管。

[0395] 图17A、图17B及图17C所示的结构晶体管500A与图16A及图16B所示的结构晶体管500的不同之处在于包括绝缘体552、绝缘体513及绝缘体404。此外,与图16A及图16B所示的结构晶体管500的不同之处在于与导电体540a的侧面接触地设置绝缘体552,且与导电体540b的侧面接触地设置绝缘体552。再者,与图16A及图16B所示的结构晶体管500的不同之处在于不包括绝缘体520。

[0396] 在图17A、图17B及图17C所示的结构晶体管500A中,绝缘体512上设置有绝缘体513。此外,绝缘体574上及绝缘体513上设置有绝缘体404。

[0397] 在图17A、图17B及图17C所示的结构晶体管500A中,绝缘体514、绝缘体516、绝缘体522、绝缘体524、绝缘体544、绝缘体580及绝缘体574被图案化,绝缘体404覆盖它们。也就是说,绝缘体404分别与绝缘体574的顶面、绝缘体574的侧面、绝缘体580的侧面、绝缘体544的侧面、绝缘体524的侧面、绝缘体522的侧面、绝缘体516的侧面、绝缘体514的侧面、绝缘体513的顶面接触。由此,氧化物530等被绝缘体404及绝缘体513与外部隔开。

[0398] 绝缘体513及绝缘体404优选高效地抑制氢(例如,氢原子、氢分子等中的至少一个)或水分子的扩散。例如,作为绝缘体513及绝缘体404,优选使用作为氢阻挡性高的材料的氮化硅或氮氧化硅。由此,由于可以抑制氢等扩散到氧化物530中,因此可以抑制晶体管500A的特性下降。因此,可以提高本发明的一个方式的半导体装置的可靠性。

[0399] 绝缘体552以与绝缘体581、绝缘体404、绝缘体574、绝缘体580及绝缘体544接触的方式设置。绝缘体552优选具有抑制氢或水分子的扩散的功能。例如,作为绝缘体552优选使用作为氢阻挡性高的材料的氮化硅、氧化铝或氮氧化硅等的绝缘体。尤其是,氮化硅为氢阻

挡性高的材料,因此优选用于绝缘体552。通过作为绝缘体552使用氢阻挡性高的材料,可以抑制水或氢等的杂质从绝缘体580等通过导电体540a及导电体540b扩散到氧化物530。此外,可以抑制包含在绝缘体580中的氧被导电体540a及导电体540b吸收。如此,可以提高本发明的一个方式的半导体装置的可靠性。

[0400] <晶体管的变形例子2>

参照图18A、图18B及图18C说明晶体管500B的结构例子。图18A是晶体管500B的俯视图。图18B是在图18A中以点划线L1-L2表示的部分的截面图。图18C是在图18A中以点划线W1-W2表示的部分的截面图。在图18A的俯视图中,为了明确起见,省略构成要素的一部分。

[0401] 晶体管500B是晶体管500的变形例子,并可以代替晶体管500。由此,为了防止重复说明,主要对晶体管500B与晶体管500的不同之处进行说明。

[0402] 被用作第一栅电极的导电体560包括导电体560a及导电体560a上的导电体560b。作为导电体560a优选使用具有抑制氢原子、氢分子、水分子、铜原子等杂质的扩散的功能的导电材料。此外,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。

[0403] 当导电体560a具有抑制氧的扩散的功能时,可以提高导电体560b的材料的选择性。也就是说,通过包括导电体560a,可以抑制导电体560b的氧化,而可以防止导电率的下降。

[0404] 此外,优选以覆盖导电体560的顶面及侧面以及绝缘体545的侧面的方式设置绝缘体544。作为绝缘体544优选使用具有抑制水或氢等杂质及氧的扩散的功能的绝缘材料。例如优选使用氧化铝或氧化铪等。此外,例如,可以使用氧化镁、氧化镓、氧化锗、氧化钇、氧化锆、氧化镧、氧化钕或氧化钽等金属氧化物、氮氧化硅或氮化硅等。

[0405] 通过设置绝缘体544,可以抑制导电体560的氧化。此外,通过包括绝缘体544,可以抑制绝缘体580所包含的水、氢等杂质扩散到晶体管500B。

[0406] 因为在晶体管500B中,导电体542a的一部分及导电体542b的一部分与导电体560重叠,所以与晶体管500相比,晶体管500B的寄生电容容易变大。因此,与晶体管500相比具有工作频率低的倾向。但是,晶体管500B不需要在绝缘体580等中设置开口而嵌入导电体560或绝缘体545等的工序,所以与晶体管500相比具有高生产率。

[0407] 本实施方式所示的构成、结构、方法等可以与其他的实施方式及实施例等所示的构成、结构、方法等适当地组合而使用。

[0408] (实施方式4)

在本实施方式中,说明金属氧化物之一的氧化物半导体。

[0409] 金属氧化物优选至少包含镧或铈。尤其优选包含镧及铈。另外,除此之外,优选还包含铝、镓、钇或锡等。另外,也可以包含选自硼、硅、钛、铁、镍、锗、锆、钼、镧、铈、钕、钆、钇、钨、镁及钴等中的一种或多种。

[0410] <结晶结构的分类>

首先,参照图19A对氧化物半导体中的结晶结构的分类进行说明。图19A是说明氧化物半导体,典型为IGZO(包含In、Ga及Zn的金属氧化物)的结晶结构的分类的图。

[0411] 如图19A所示那样,氧化物半导体大致分为“Amorphous(无定形)”、“Crystalline(结晶性)”、“Crystal(结晶)”。另外,在“Amorphous”中包含completely amorphous。另外,

在“Crystalline”中包含CAAC(c-axis-aligned crystalline)、nc(nanocrystalline)及CAC(cloud-aligned composite)。另外,在“Crystalline”的分类中不包含single crystal(单晶)、poly crystal(多晶)及completely amorphous。另外,“Crystal”的分类中包含single crystal及poly crystal。

[0412] 另外,图19A所示的外框线被加粗的部分中的结构是介于“Amorphous(无定形)”与“Crystal(结晶)”之间的中间状态,是属于新颖的边界区域(New crystalline phase)的结构。就是说,该结构与“Crystal(结晶)”或在能量性上不稳定的“Amorphous(无定形)”可以说是完全不同的结构。

[0413] 另外,可以使用X射线衍射(XRD:X-Ray Diffraction)光谱对膜或衬底的结晶结构进行评价。在此,图19B示出被分类为“Crystalline”的CAAC-IGZO膜的通过GIXD(Grazing-Incidence XRD)测量而得到的XRD光谱。另外,将GIXD法也称为薄膜法或Seemann-Bohlin法。下面,将通过图19B所示的GIXD测量而得到的XRD光谱简单地记为XRD光谱。图19B的纵轴为intensity(强度),横轴为 2θ 。另外,图19B所示的CAAC-IGZO膜的组成是In:Ga:Zn=4:2:3[原子个数比]附近。另外,图19B所示的CAAC-IGZO膜的厚度为500nm。

[0414] 如图19B所示,在CAAC-IGZO膜的XRD光谱中检测出表示明确的结晶性的峰值。具体而言,在CAAC-IGZO膜的XRD光谱中, $2\theta=31^\circ$ 附近检测出表示c轴取向的峰值。另外,如图19B所示那样, $2\theta=31^\circ$ 附近的峰值在以检测出峰值强度的角度为轴时左右非对称。

[0415] 另外,可以使用纳米束电子衍射法(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。图19C示出CAAC-IGZO膜的衍射图案。图19C是将电子束向平行于衬底的方向入射的NBED观察的衍射图案。另外,图19C所示的CAAC-IGZO膜的组成是In:Ga:Zn=4:2:3[原子个数比]附近。另外,在纳米束电子衍射法中,进行束径为1nm的电子衍射法。

[0416] 如图19C所示那样,在CAAC-IGZO膜的衍射图案中观察到表示c轴取向的多个斑点。

[0417] <<氧化物半导体的结构>>

另外,在注目于氧化物半导体的结晶结构的情况下,有时氧化物半导体的分类与图19A不同。例如,氧化物半导体可以分类为单晶氧化物半导体和除此之外的非单晶氧化物半导体。作为非单晶氧化物半导体,例如可以举出上述CAAC-OS及nc-OS。另外,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。

[0418] 在此,对上述CAAC-OS、nc-OS及a-like OS的详细内容进行说明。

[0419] [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。另外,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。另外,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。另外,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。

[0420] 另外,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。另外,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。

[0421] 另外,在In-M-Zn氧化物(元素M为选自铝、镓、铟、锡及钛等中的一种或多种)中,CAAC-OS有包括含有层叠有铟(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。另外,铟和元素M可以彼此置换。因此,有时(M,Zn)层包含铟。另外,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图像中被观察作为晶格像。

[0422] 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c轴取向的峰值。注意,表示c轴取向的峰值的位置(2θ 值)有时根据构成CAAC-OS的金属元素的种类、组成等变动。

[0423] 另外,例如,在CAAC-OS膜的电子衍射图案中观察到多个亮点(斑点)。另外,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。

[0424] 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。另外,在上述畸变中,有时具有五角形、七角形等晶格排列。另外,在CAAC-OS的畸变附近观察不到明确的晶界(grain boundary)。也就是说,晶格排列的畸变抑制晶界的形成。这可能是由于CAAC-OS可容许因如下原因而发生的畸变,即a-b面方向上的氧原子的排列的低密度或因金属原子被取代而使原子间的键合距离产生变化。

[0425] 另外,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氧化物能够进一步地抑制晶界的发生,所以是优选的。

[0426] 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。另外,氧化物半导体的结晶性有时因杂质的混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。

[0427] [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。另外,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。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。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)的电子射线的电子衍射(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)的电子射线的电子衍射(也称为纳米束电子射线)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。

[0428] [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。另外,a-like OS的膜中的氢浓度比nc-OS及CAAC-OS的膜中的氢浓度高。

[0429] <<氧化物半导体的构成>>

接着,说明上述的CAC-OS的详细内容。另外,说明CAC-OS与材料构成有关。

[0430] [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。

[0431] 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。

[0432] 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的原子个数比的每一个记为[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。另外,第二区域是其[Ga]大于CAC-OS膜的组成中的[Ga]的区域。另外,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。另外,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。

[0433] 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。另外,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。另外,可以将上述第二区域称为以Ga为主要成分的区域。

[0434] 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。

[0435] 例如,在In-Ga-Zn氧化物的CAC-OS中,根据通过能量分散型X射线分析法(EDX: Energy Dispersive X-ray spectroscopy)取得的EDX面分析(EDX-mapping)图像,可确认到具有以In为主要成分的区域(第一区域)及以Ga为主要成分的区域(第二区域)不均匀地分布而混合的结构。

[0436] 在将CAC-OS用于晶体管的情况下,通过起因于第一区域的导电性和起因于第二区域的绝缘性的互补作用,可以使CAC-OS具有开关功能(控制开启/关闭的功能)。换言之,在CAC-OS的材料的一部分中具有导电性的功能且在另一部分中具有绝缘性的功能,在材料的整体中具有半导体的功能。通过使导电性的功能和绝缘性的功能分离,可以最大限度地提高各功能。因此,通过将CAC-OS用于晶体管,可以实现高通态电流(I_{on})、高场效应迁移率(μ)

及良好的开关工作。

[0437] 氧化物半导体具有各种结构及各种特性。本发明的一个方式的氧化物半导体也可以包括非晶氧化物半导体、多晶氧化物半导体、a-like OS、CAC-OS、nc-OS、CAAC-OS中的两种以上。

[0438] <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。

[0439] 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。另外,可以实现可靠性高的晶体管。

[0440] 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可以为 $1 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 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”。另外,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”。

[0441] 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。

[0442] 此外,被氧化物半导体的陷阱能级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。

[0443] 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。

[0444] <杂质>

在此,说明氧化物半导体中的各杂质的影响。

[0445] 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能级。因此,将氧化物半导体中或氧化物半导体的界面附近的硅或碳的浓度(通过二次离子质谱分析法(SIMS:Secondary Ion Mass Spectrometry)测得的浓度)设定为 $2 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$ 以下,优选为 $2 \times 10^{17} \text{atoms/cm}^3$ 以下。

[0446] 另外,当氧化物半导体包含碱金属或碱土金属时,有时形成缺陷能级而形成载流子。因此,使用包含碱金属或碱土金属的氧化物半导体的晶体管容易具有常开启特性。因此,使通过SIMS测得的氧化物半导体中的碱金属或碱土金属的浓度为 $1 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$ 以下,优选为 $2 \times 10^{16} \text{atoms/cm}^3$ 以下。

[0447] 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,有时形成陷阱能级。其结果,有时晶体管的电特性不稳定。因此,将利用SIMS测得的氧化物半导体中的氮浓度设定为低于 $5 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$,优选为 $5 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$ 以下,更优选为 $1 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$ 以下,进一步优选为 $5 \times 10^{17} \text{atoms/cm}^3$ 以下。

[0448] 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。另外,有时由于氢的一部分与键合于金属原子的氧键合,产生作为载流子的电子。因此,使用包含氢的氧化物半导体的晶体管容易具有常开启特性。由此,优选尽可能地减少氧化物半导体中的氢。具体而言,在氧化物半导体中,将利用SIMS测得的氢浓度设定为低于 1×10^{20} atoms/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。

[0449] 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。

[0450] 本实施方式所示的构成、结构、方法等可以与其他的实施方式及实施例等所示的构成、结构、方法等适当地组合而使用。

[0451] (实施方式5)

在本实施方式中,参照图20、图21及图22对本发明的一个方式的电子设备进行说明。

[0452] 本实施方式的电子设备包括本发明的一个方式的显示装置。例如,可以将本发明的一个方式的显示装置用于电子设备的显示部。因为本发明的一个方式的显示装置具有检测光的功能,所以可以在显示部进行生物识别或者检测出触摸或靠近。由此,可以提高电子设备的功能性及方便性。

[0453] 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。

[0454] 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)。

[0455] 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。

[0456] 图20A所示的电子设备6500是可以被用作智能手机的便携式信息终端设备。

[0457] 电子设备6500包括框体6501、显示部6502、电源按钮6503、按钮6504、扬声器6505、麦克风6506、照相机6507及光源6508等。显示部6502具有触摸面板功能。

[0458] 显示部6502可以使用本发明的一个方式的显示装置。

[0459] 图20B是包括框体6501的麦克风6506一侧的端部的截面示意图。

[0460] 框体6501的显示面一侧设置有具有透光性的保护构件6510,被框体6501及保护构件6510包围的空间内设置有显示面板6511、光学构件6512、触摸传感器面板6513、印刷电路板6517、电池6518等。

[0461] 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。

[0462] 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。

[0463] 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。

[0464] 图21A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。

[0465] 可以对显示部7000适用本发明的一个方式的显示装置。

[0466] 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21A所示的电视装置7100的操作。此外,也可以在显示部7000中具备触摸传感器,也可以通过用指头等触摸显示部7000进行电视装置7100的操作。此外,也可以在遥控操作机7111中具备显示从该遥控操作机7111输出的数据的显示部。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。

[0467] 此外,电视装置7100具备接收机及调制解调器等。可以通过利用接收机接收一般的电视广播。再者,通过调制解调器连接到有线或无线方式的通信网络,从而进行单向(从发送者到接收者)或双向(发送者和接收者之间或接收者之间等)的信息通信。

[0468] 图21B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。

[0469] 可以对显示部7000适用本发明的一个方式的显示装置。

[0470] 图21C和图21D示出数字标牌的一个例子。

[0471] 图21C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。

[0472] 图21D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。

[0473] 在图21C和图21D中,可以对显示部7000适用本发明的一个方式的显示装置。

[0474] 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。

[0475] 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,用户还能够直觉性地进行操作,所以是优选的。此外,在用于提供线路信息或交通信息等信息的用途时,可以通过直觉性的操作提高易用性。

[0476] 如图21C和图21D所示,数字标牌7300或数字标牌7400优选可以通过无线通信与用户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。

[0477] 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,不特定多个用户可以同时参加游戏,享受游戏的乐趣。

[0478] 图22A至图22F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。

[0479] 图22A至图22F所示的电子设备具有各种功能。例如，可以具有如下功能：将各种信息（静态图像、动态图像及文字图像等）显示在显示部上的功能；触摸面板的功能；显示日历、日期或时间等的功能；通过利用各种软件（程序）控制处理的功能；进行无线通信的功能；读出储存在存储介质中的程序或数据并进行处理的功能；等。注意，电子设备可具有的功能不局限于上述功能，而可以具有各种功能。电子设备可以包括多个显示部。此外，也可以在电子设备中设置照相机等而使其具有如下功能：拍摄静态图像或动态图像，且将所拍摄的图像储存在存储介质（外部存储介质或内置于照相机的存储介质）中的功能；将所拍摄的图像显示在显示部上的功能；等。

[0480] 下面，详细地说明图22A至图22F所示的电子设备。

[0481] 图22A是示出便携式信息终端9101的立体图。可以将便携式信息终端9101例如用作智能手机。注意，在便携式信息终端9101中，也可以设置扬声器9003、连接端子9006、传感器9007等。此外，作为便携式信息终端9101，可以将文字或图像信息显示在其多个面上。在图22A中示出三个图标9050的例子。此外，可以将以虚线的矩形示出的信息9051显示在显示部9001的其他面上。作为信息9051的一个例子，可以举出提示收到电子邮件、SNS或电话等的信息；电子邮件或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。

[0482] 图22B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，用户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。用户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。

[0483] 图22C是示出手表型便携式信息终端9200的立体图。可以将便携式信息终端9200例如用作智能手表（注册商标）。此外，显示部9001的显示面弯曲，可沿着其弯曲的显示面进行显示。此外，便携式信息终端9200例如通过与可进行无线通信的耳麦相互通信可以进行免提通话。此外，通过利用连接端子9006，便携式信息终端9200可以与其他信息终端进行数据传输或进行充电。充电也可以通过无线供电进行。

[0484] 图22D、图22E、图22F是示出可以折叠的便携式信息终端9201的立体图。此外，图22D是将便携式信息终端9201展开的状态的立体图、图22F是折叠的状态的立体图、图22E是从图22D的状态和图22F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。

[0485] 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而实施。

[0486] 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]

[0487] 10:显示装置、10A:显示装置、10B:显示装置、10C:显示装置、10K:显示装置、10L:显示装置、10M:显示装置、11:显示部、12:像素、13:扫描线驱动电路、13L:IC列、13R:IC列、14:光传感器部、15:解复用器、16:主机、18:衬底、19:FPC、20:IC、20_m:IC、20_1:IC、20_2:IC、20_3:IC、21:发光、21_m:电路、21_1:电路、21_2:电路、22:信号线驱动电路、22_m:信号线驱动电路、22_1:信号线驱动电路、22_2:信号线驱动电路、23:驱动电路、23a:光、23b:反射光、23c:光、23d:反射光、24:检测电路、25:图像处理电路、25_m:图像处理电路、25_1:图像处理电路、26:RAM、26_m:RAM、26_1:RAM、27:CPU、28:时序控制器、29:光、41:晶体管、42:晶体管、50A:显示装置、50B:显示装置、51:衬底、52:手指、53:层、55:层、57:层、59:衬底、70:衬底、71:着色膜、72:导电膜、73:EL元件、74:导电膜、75:EL层、76:导电膜、77:遮光膜、78:绝缘膜、79:导电膜、79a:导电膜、79b:导电膜、80:导电膜、81:导电膜、84:导电膜、85:导电膜、87:绝缘膜、100A:显示装置、100B:显示装置、100C:显示装置、100D:显示装置、110:受光元件、111:像素电极、112:公共层、113:活性层、114:公共层、115:公共电极、142:粘合层、143:空间、146:透镜阵列、149:透镜、151:衬底、152:衬底、153:衬底、154:衬底、155:粘合层、162:显示部、164:电路、165:布线、166:导电层、172:FPC、182:缓冲层、184:缓冲层、190:发光元件、191:像素电极、192:缓冲层、193:发光层、194:缓冲层、195:保护层、195a:无机绝缘层、195b:有机绝缘层、195c:无机绝缘层、201:晶体管、204:连接部、205:晶体管、206:晶体管、208:晶体管、209:晶体管、210:晶体管、211:绝缘层、212:绝缘层、213:绝缘层、214:绝缘层、215:绝缘层、216:分隔壁、217:分隔壁、218:绝缘层、221:导电层、222a:导电层、222b:导电层、223:导电层、225:绝缘层、228:区域、231:半导体层、231i:沟道形成区域、231n:低电阻区域、242:连接层、311:衬底、313:半导体区域、314a:低电阻区域、314b:低电阻区域、315:绝缘体、316:导电体、320:绝缘体、322:绝缘体、324:绝缘体、326:绝缘体、328:导电体、330:导电体、350:绝缘体、352:绝缘体、354:绝缘体、356:导电体、360:绝缘体、362:绝缘体、364:绝缘体、366:导电体、370:绝缘体、372:绝缘体、374:绝缘体、376:导电体、380:绝缘体、382:绝缘体、384:绝缘体、386:导电体、404:绝缘体、500:晶体管、500A:晶体管、500B:晶体管、503:导电体、503a:导电体、503b:导电体、510:绝缘体、512:绝缘体、513:绝缘体、514:绝缘体、516:绝缘体、518:导电体、520:绝缘体、522:绝缘体、524:绝缘体、526:绝缘体、530:氧化物、530a:氧化物、530b:氧化物、540a:导电体、540b:导电体、542:导电体、542a:导电体、542b:导电体、543a:区域、543b:区域、544:绝缘体、545:绝缘体、546:导电体、548:导电体、550:晶体管、552:绝缘体、560:导电体、560a:导电体、560b:导电体、574:绝缘体、580:绝缘体、581:绝缘体、582:绝缘体、586:绝缘体、600:电容器、610:导电体、612:导电体、620:导电体、630:绝缘体、640:绝缘体、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

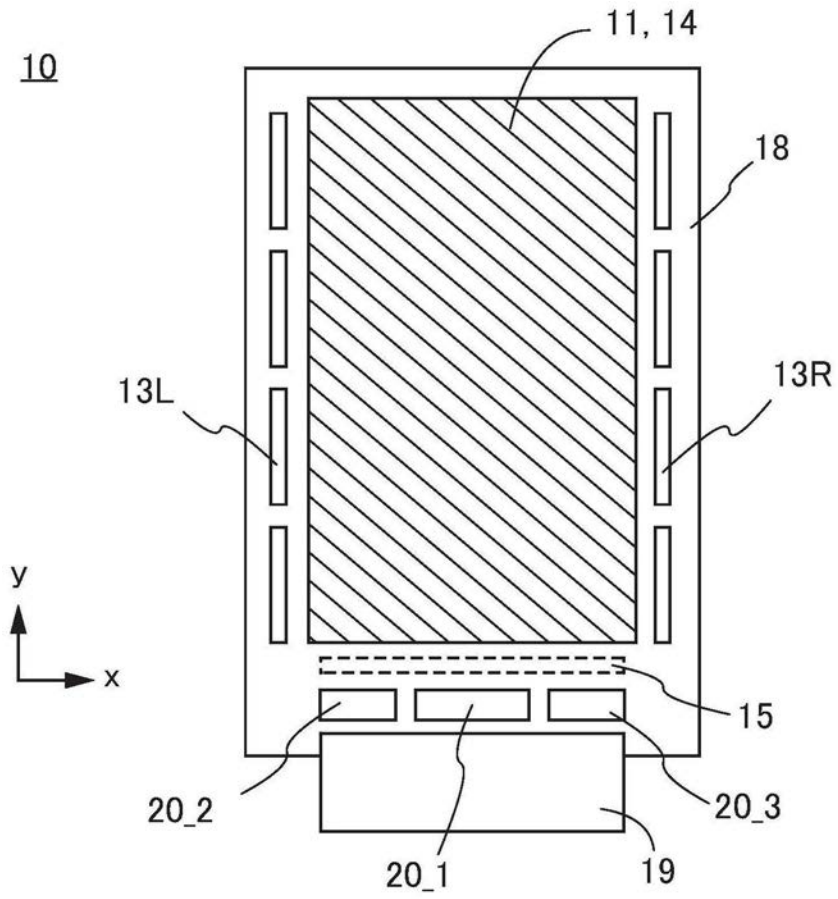


图1A

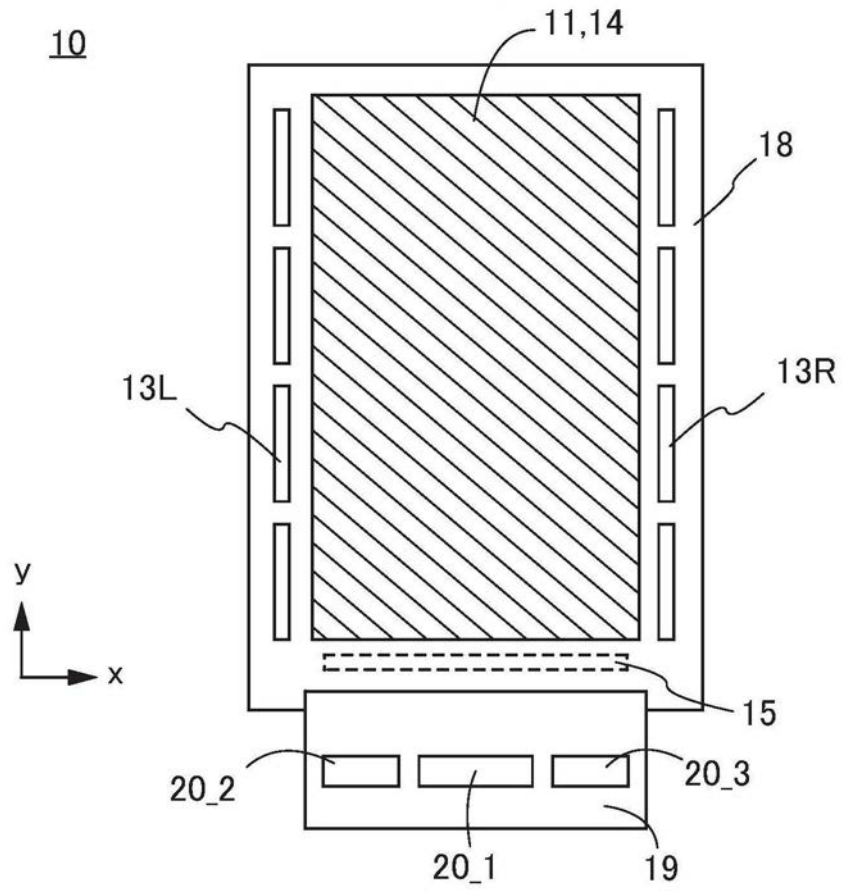


图1B

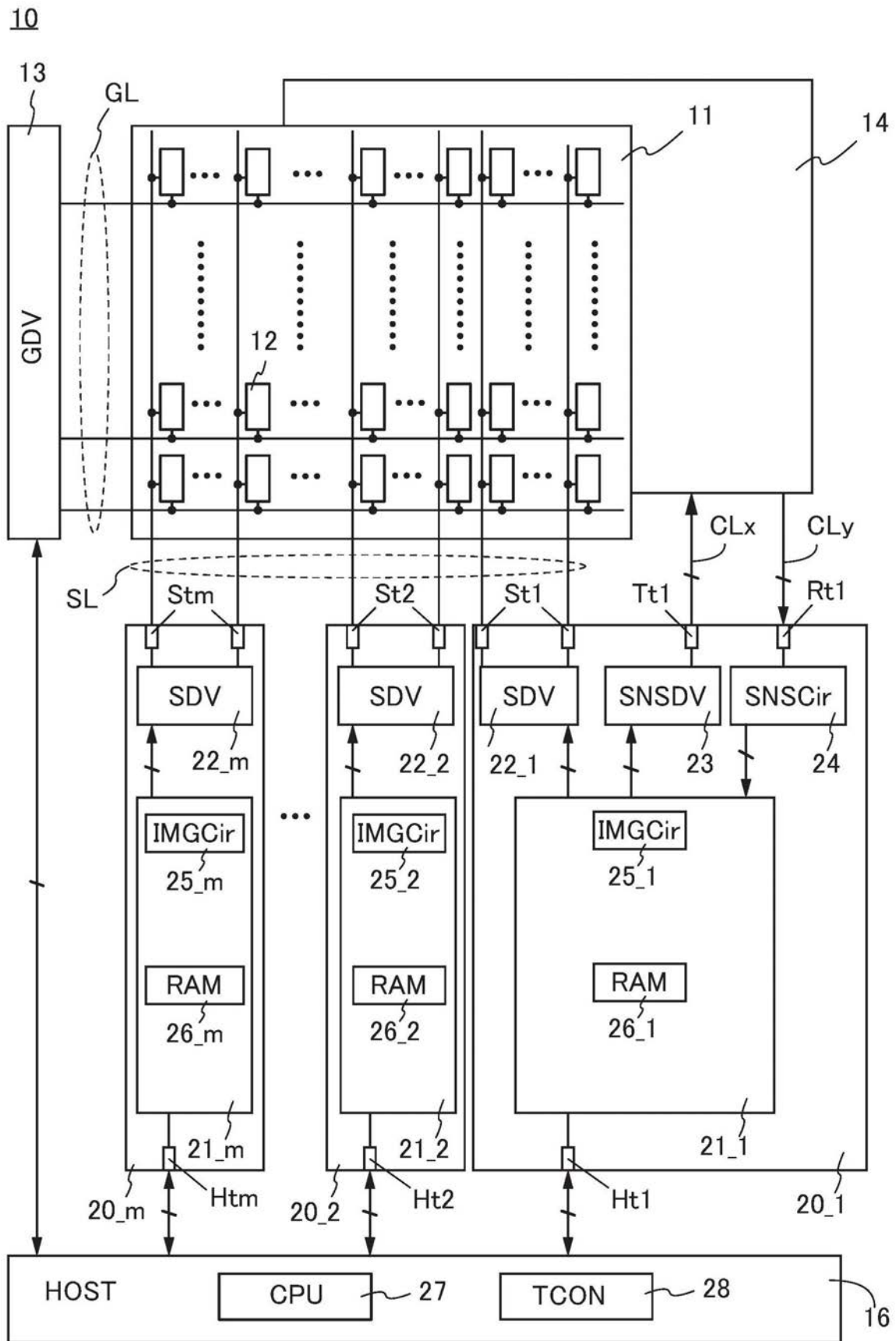


图2

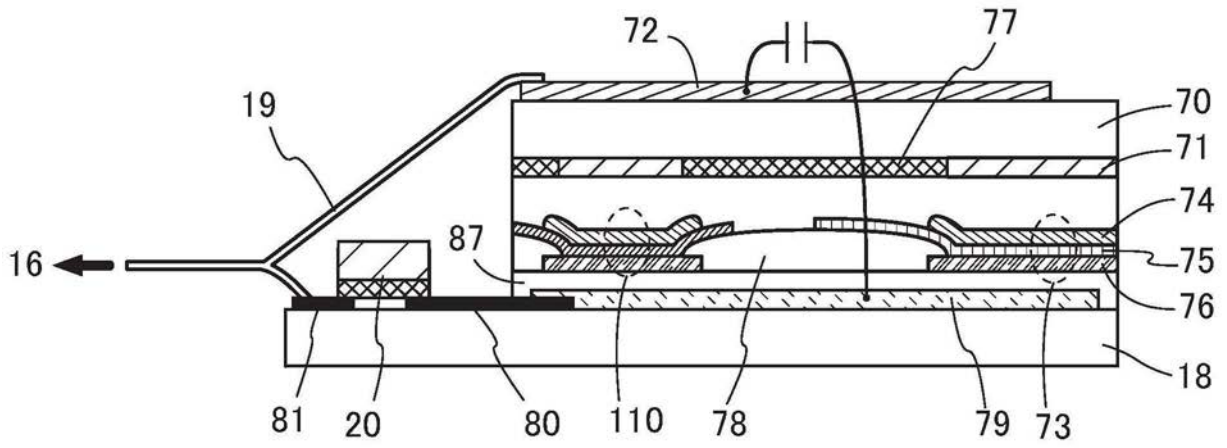


图3A

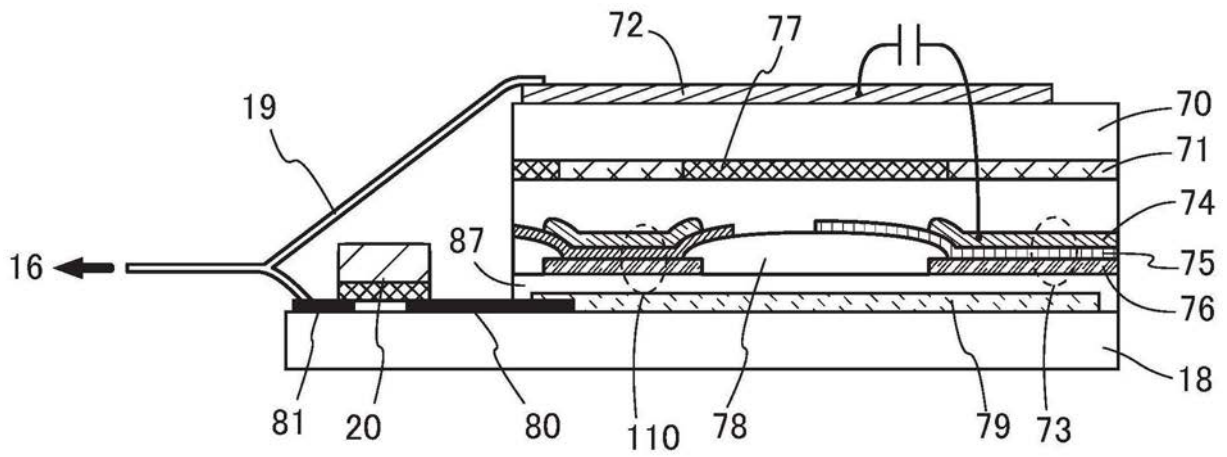


图3B

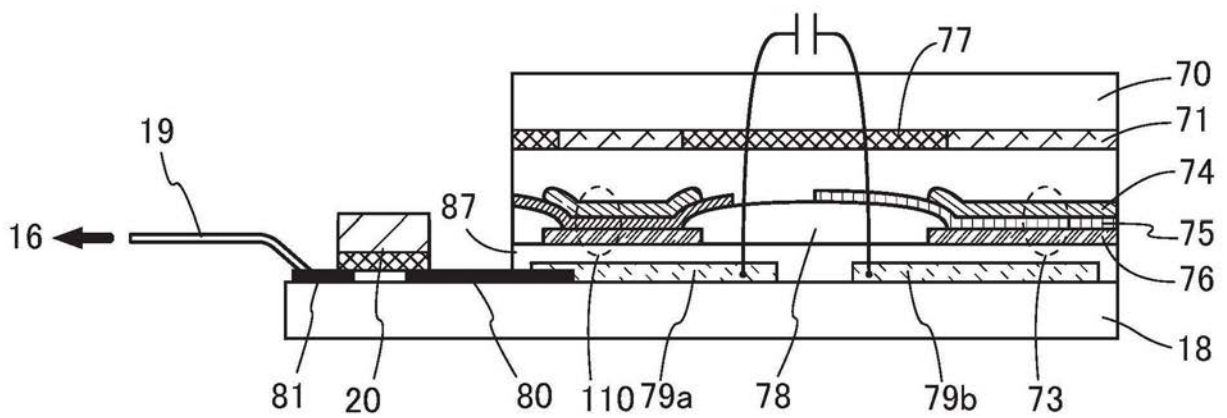


图3C

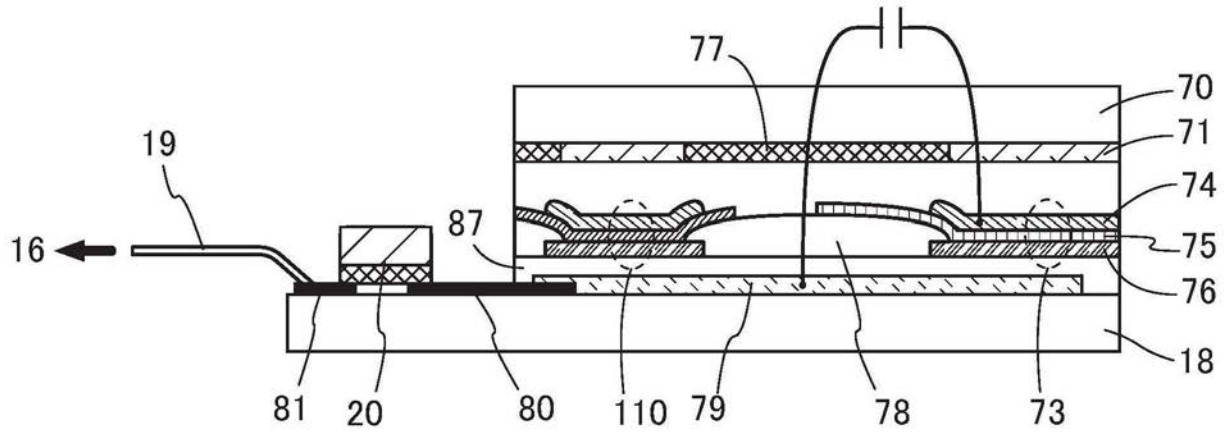


图3D

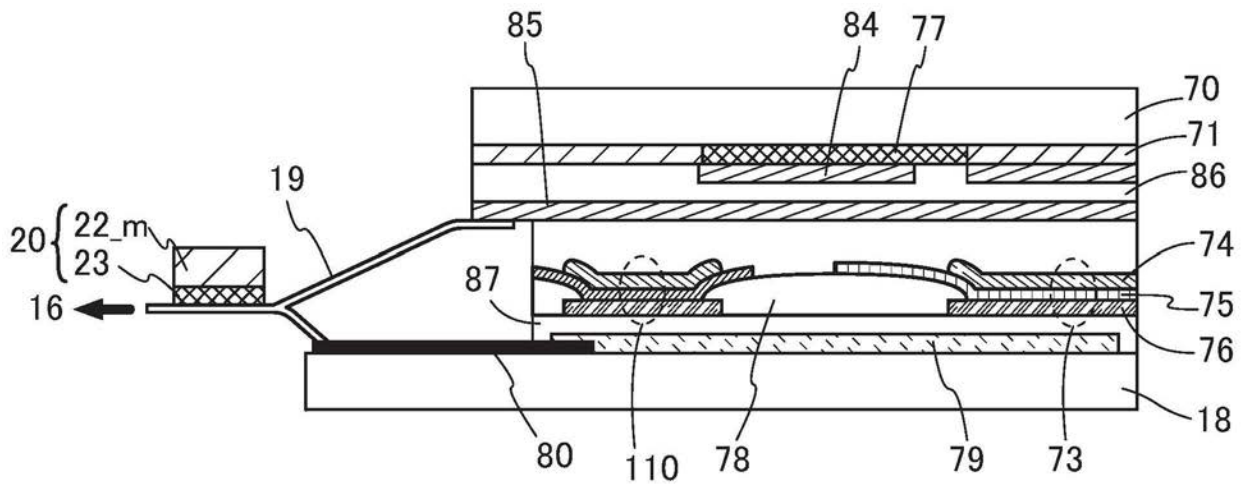


图4

50A

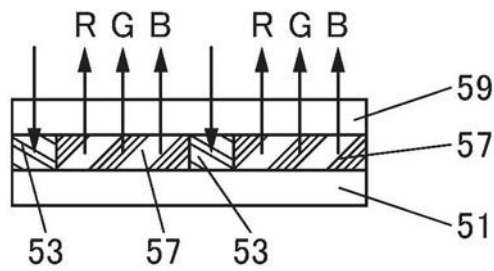


图5A

50B

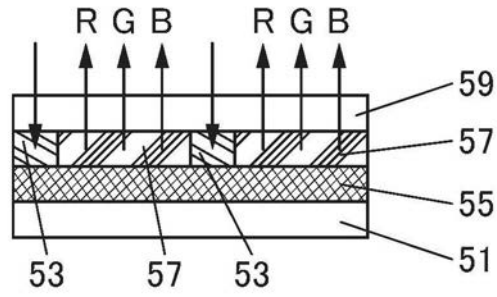


图5B

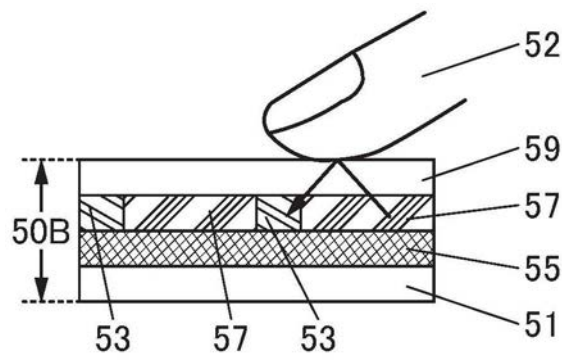


图5C

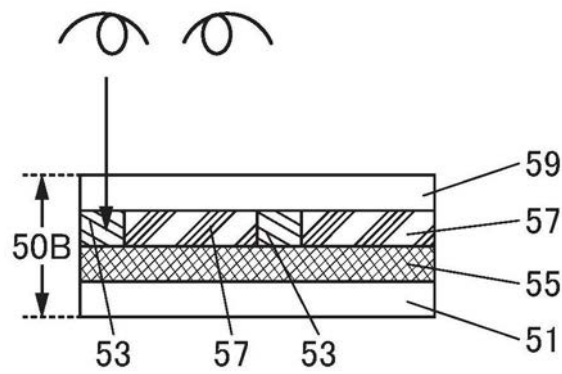


图5D

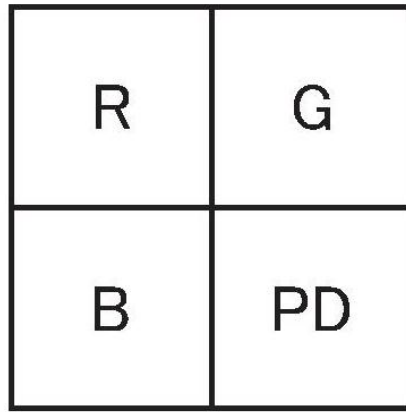


图5E

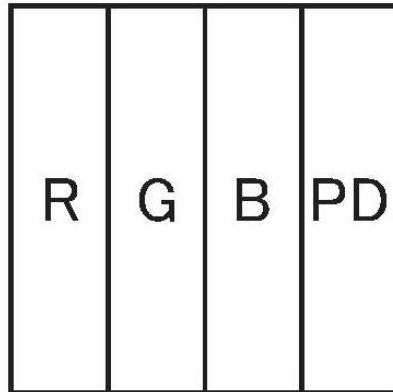


图5F

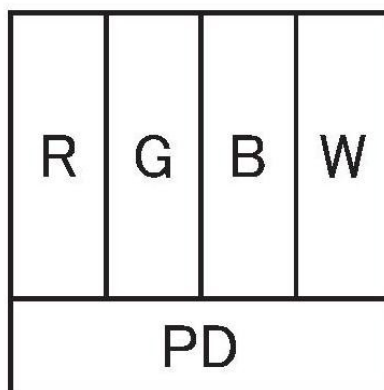


图5G

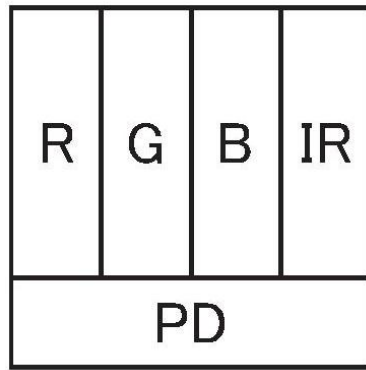


图5H

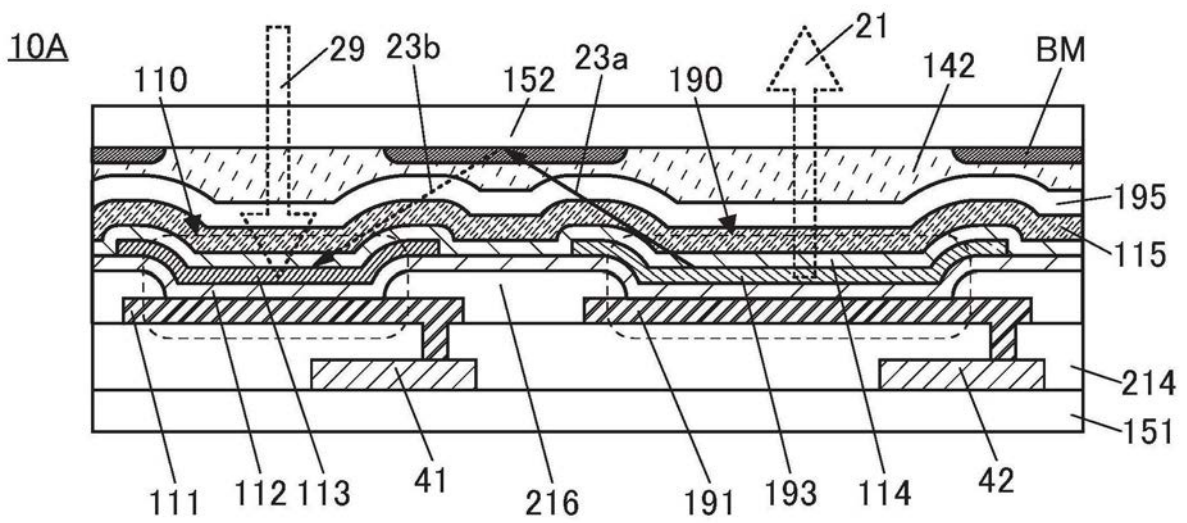


图6A

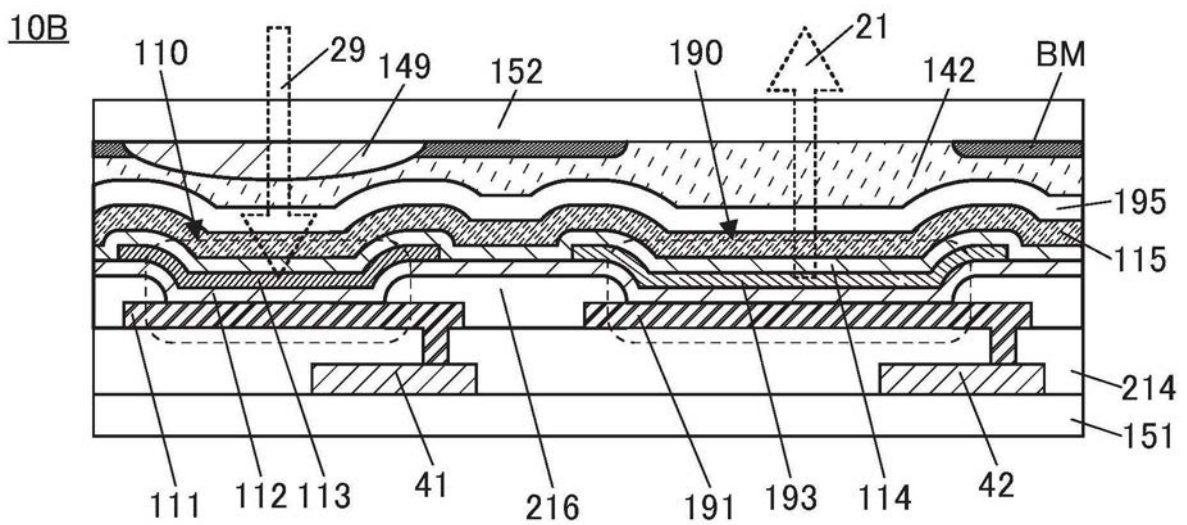


图6B

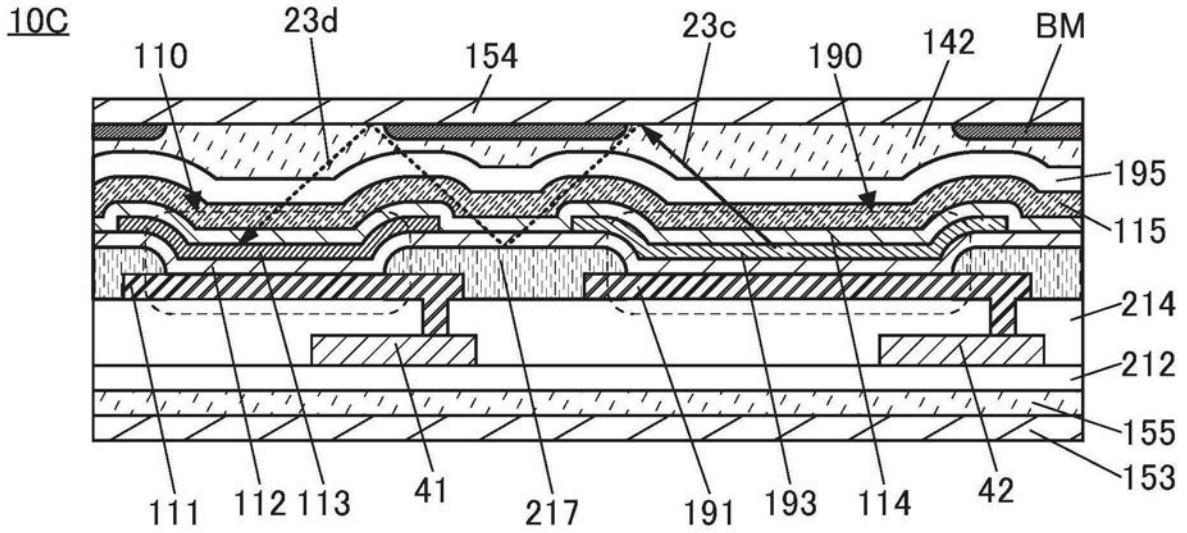


图6C

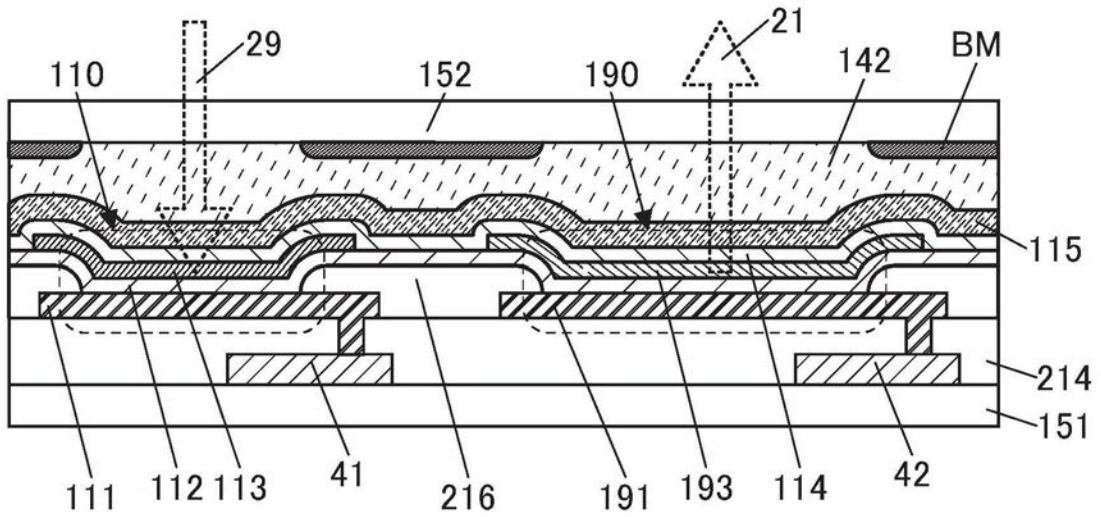


图7A

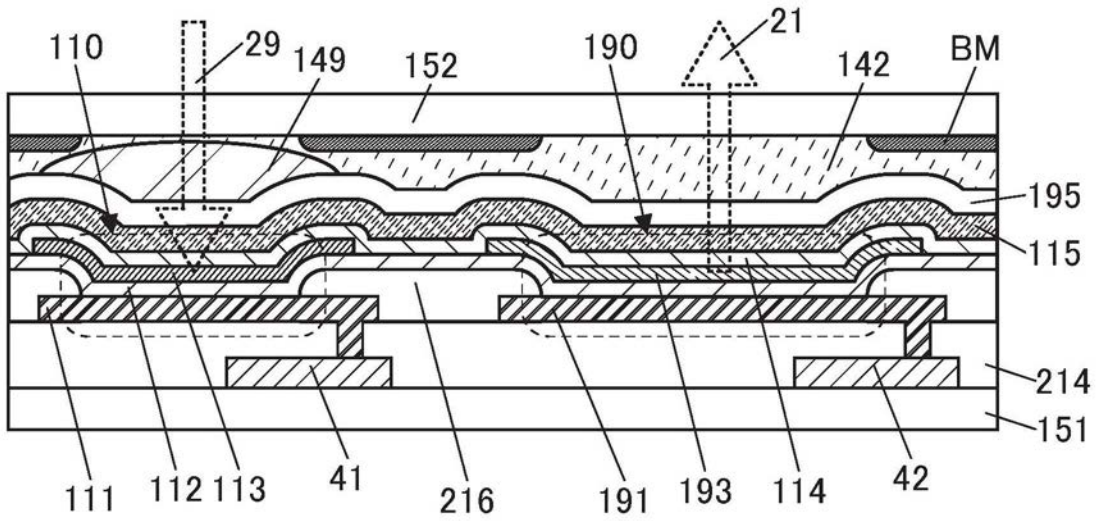


图7B

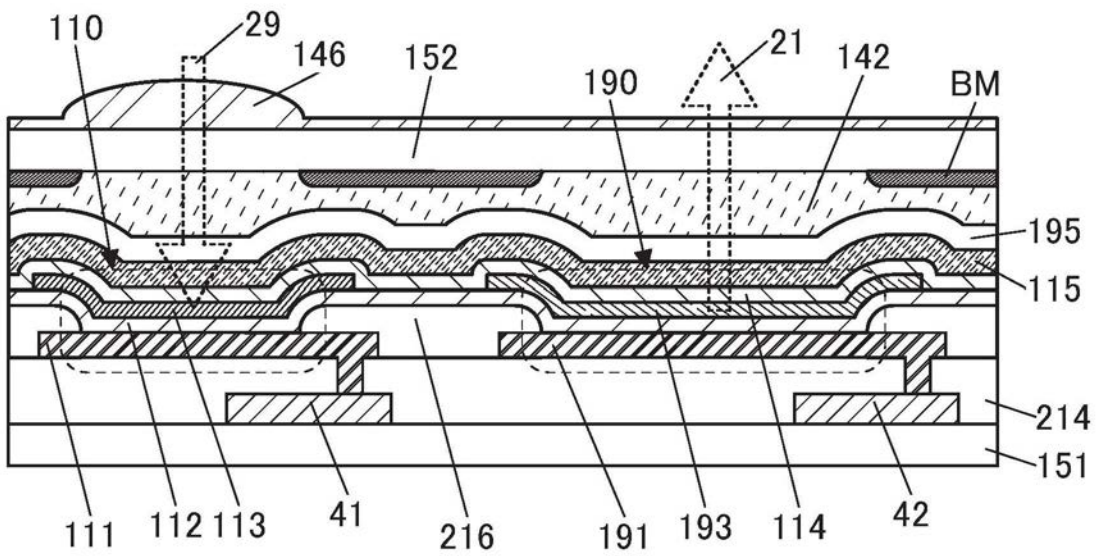


图7C

10K

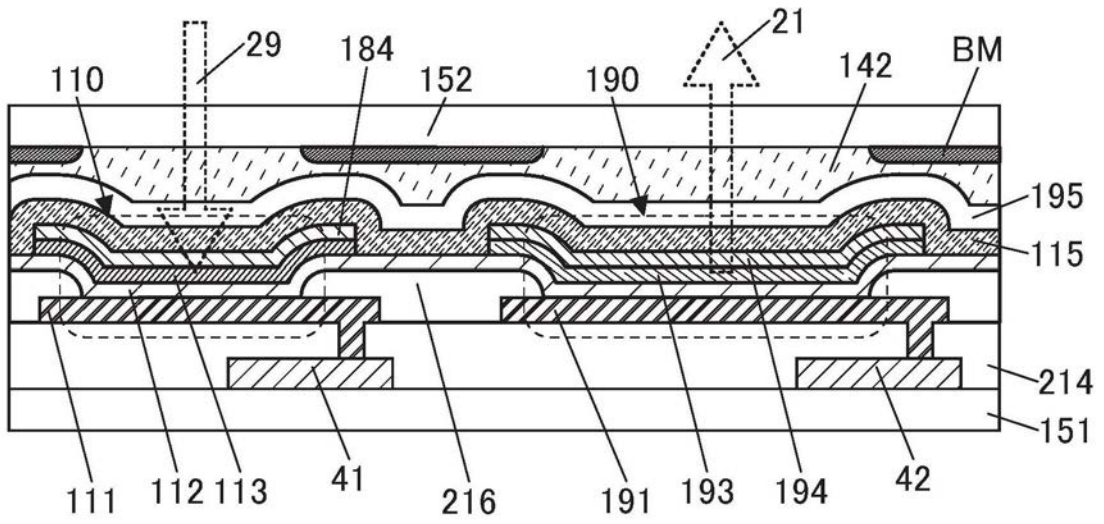


图8A

10L

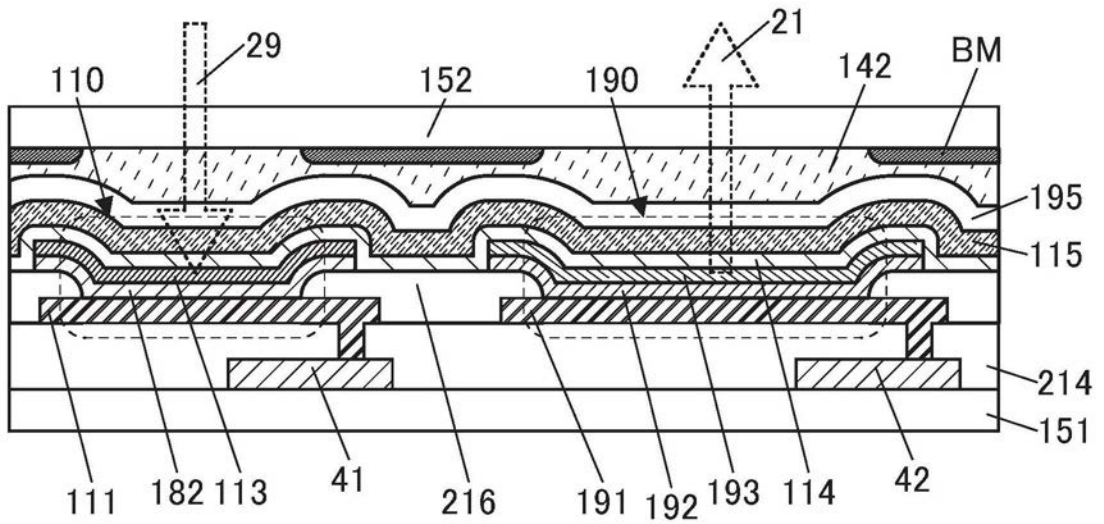


图8B

10M

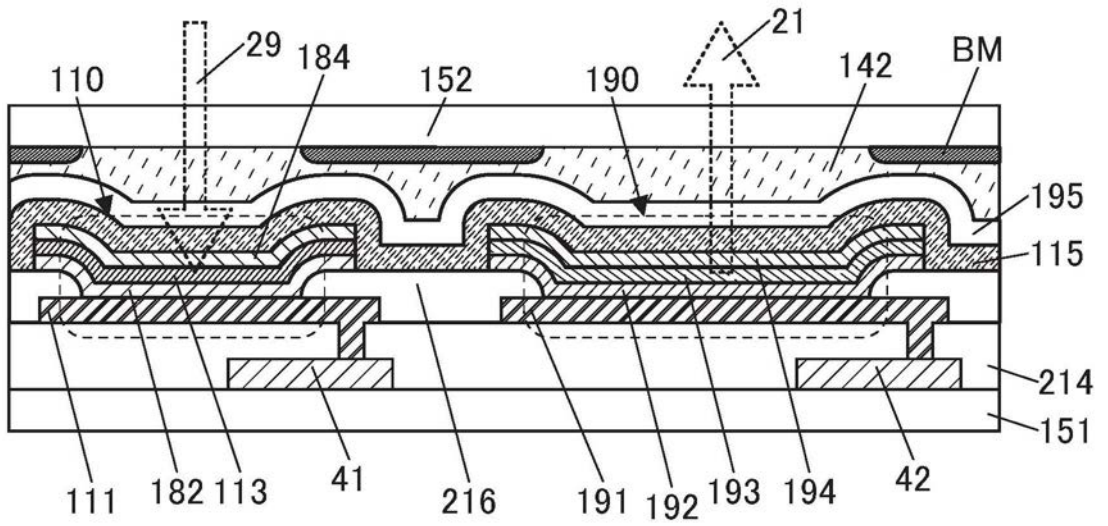


图8C

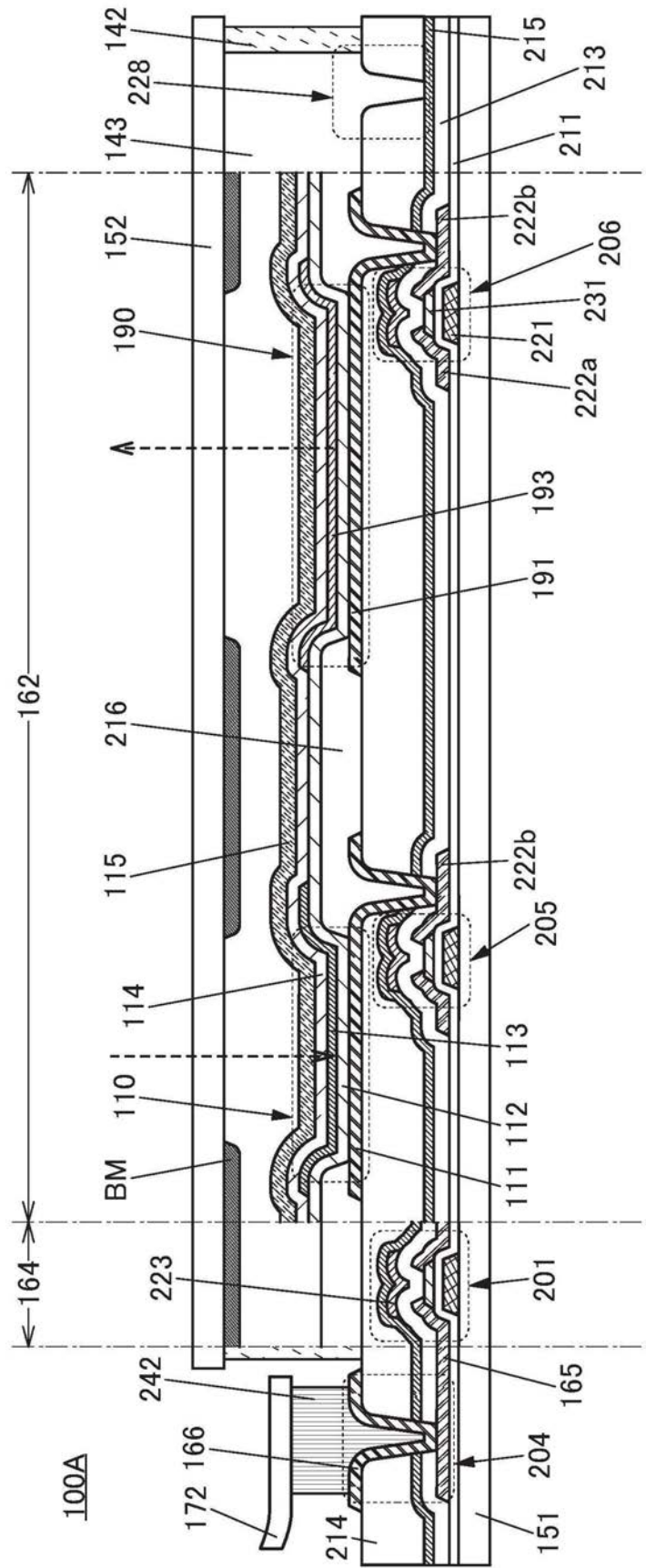


图9

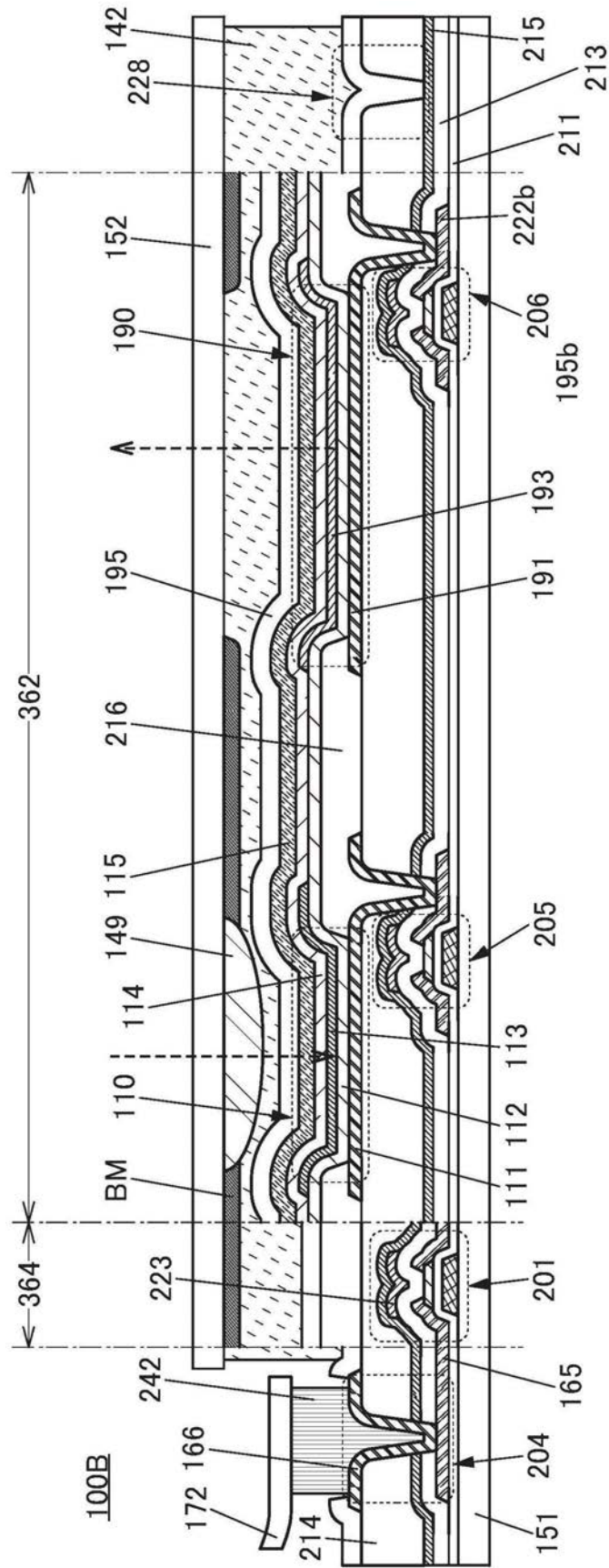


图10A

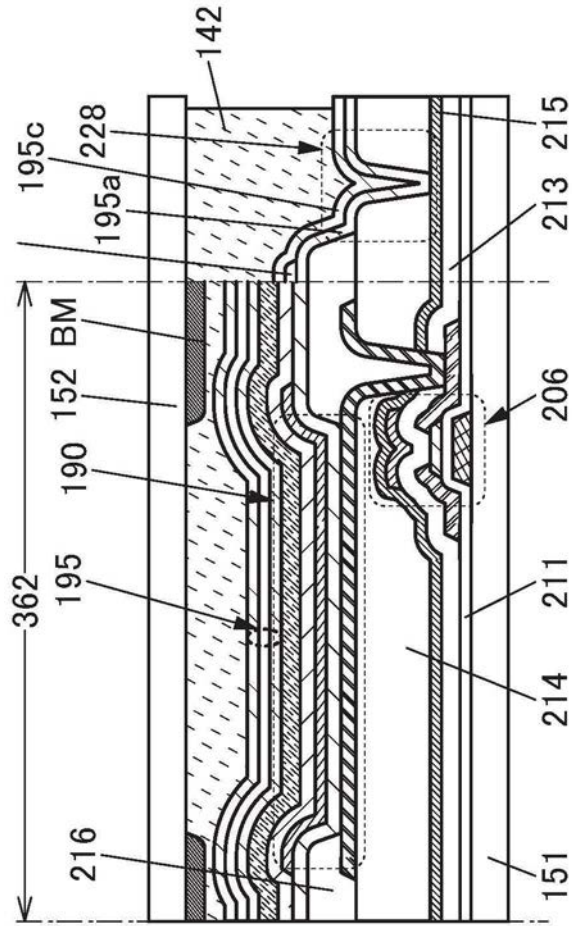


图10B

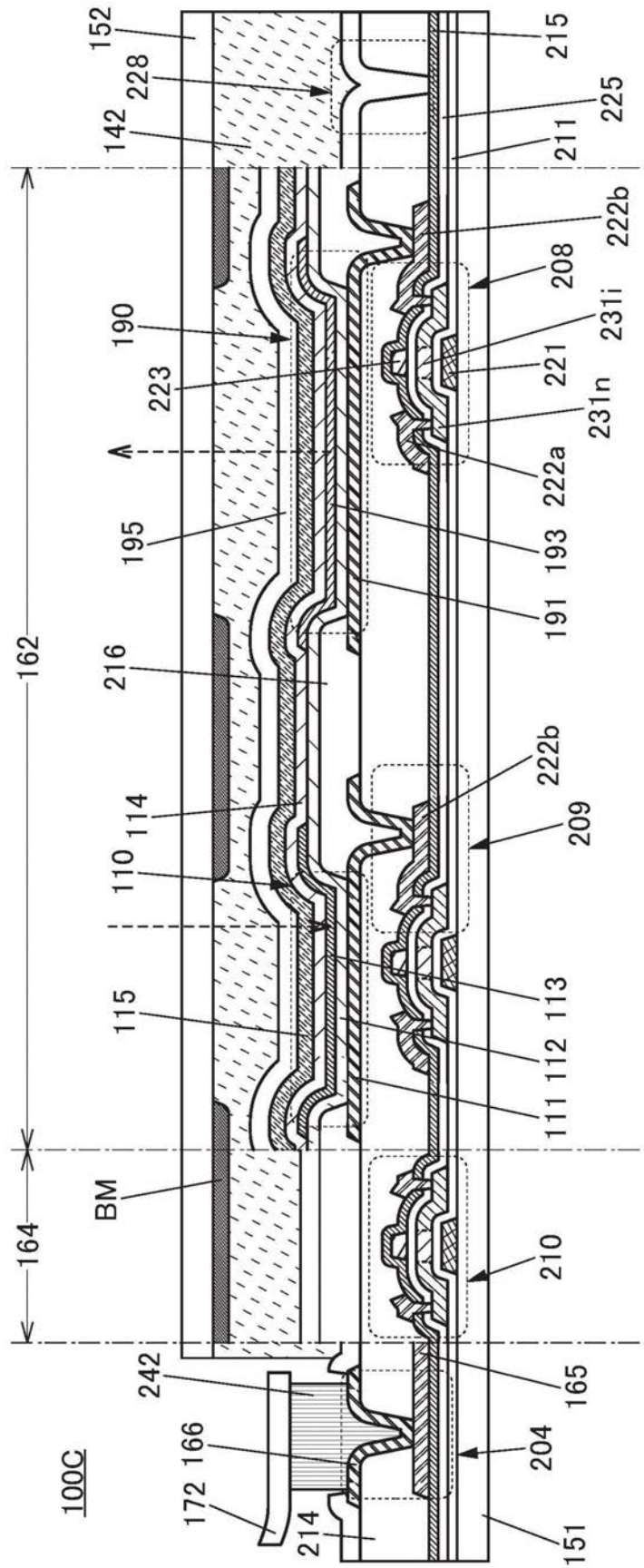


图11A

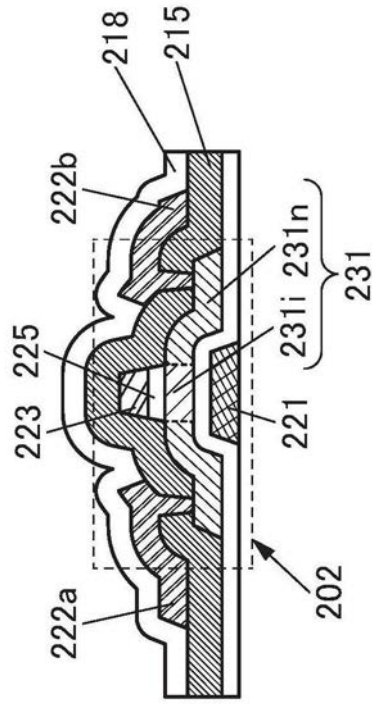


图11B

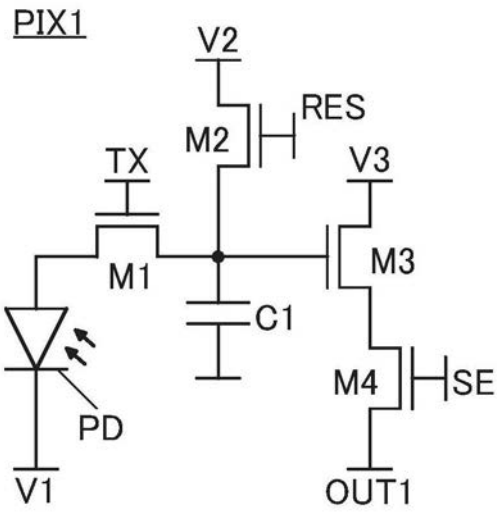


图13A

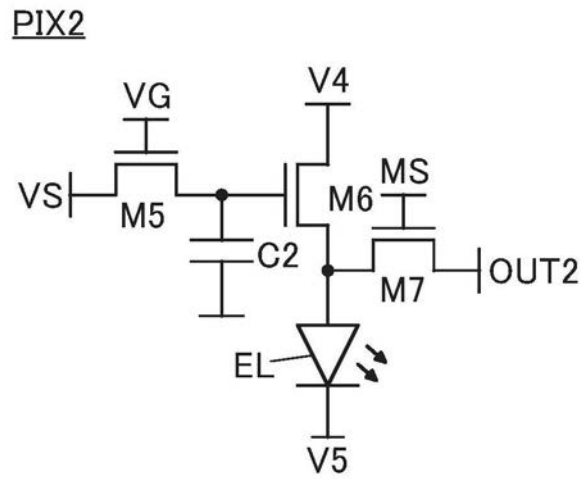


图13B

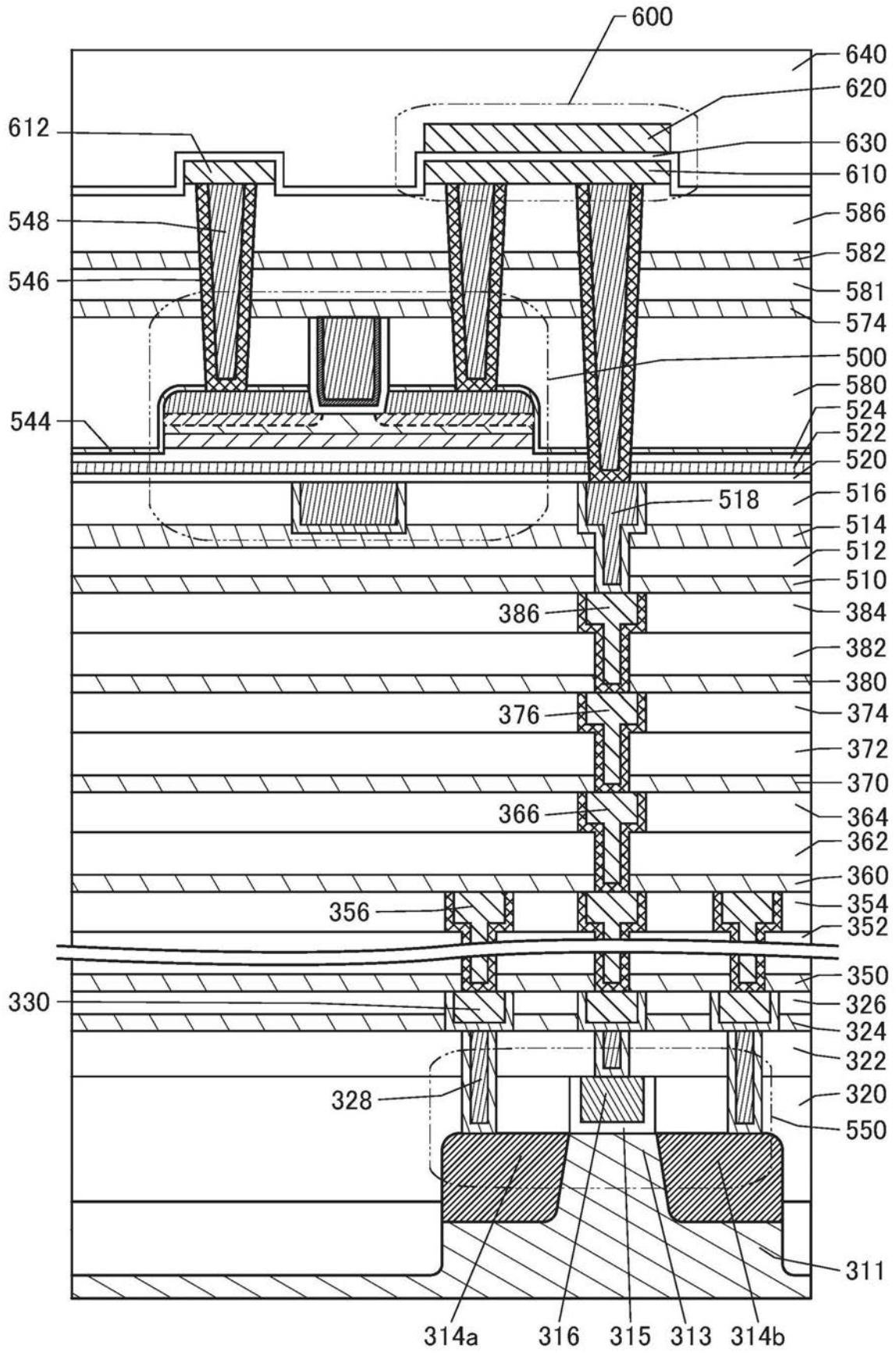


图14

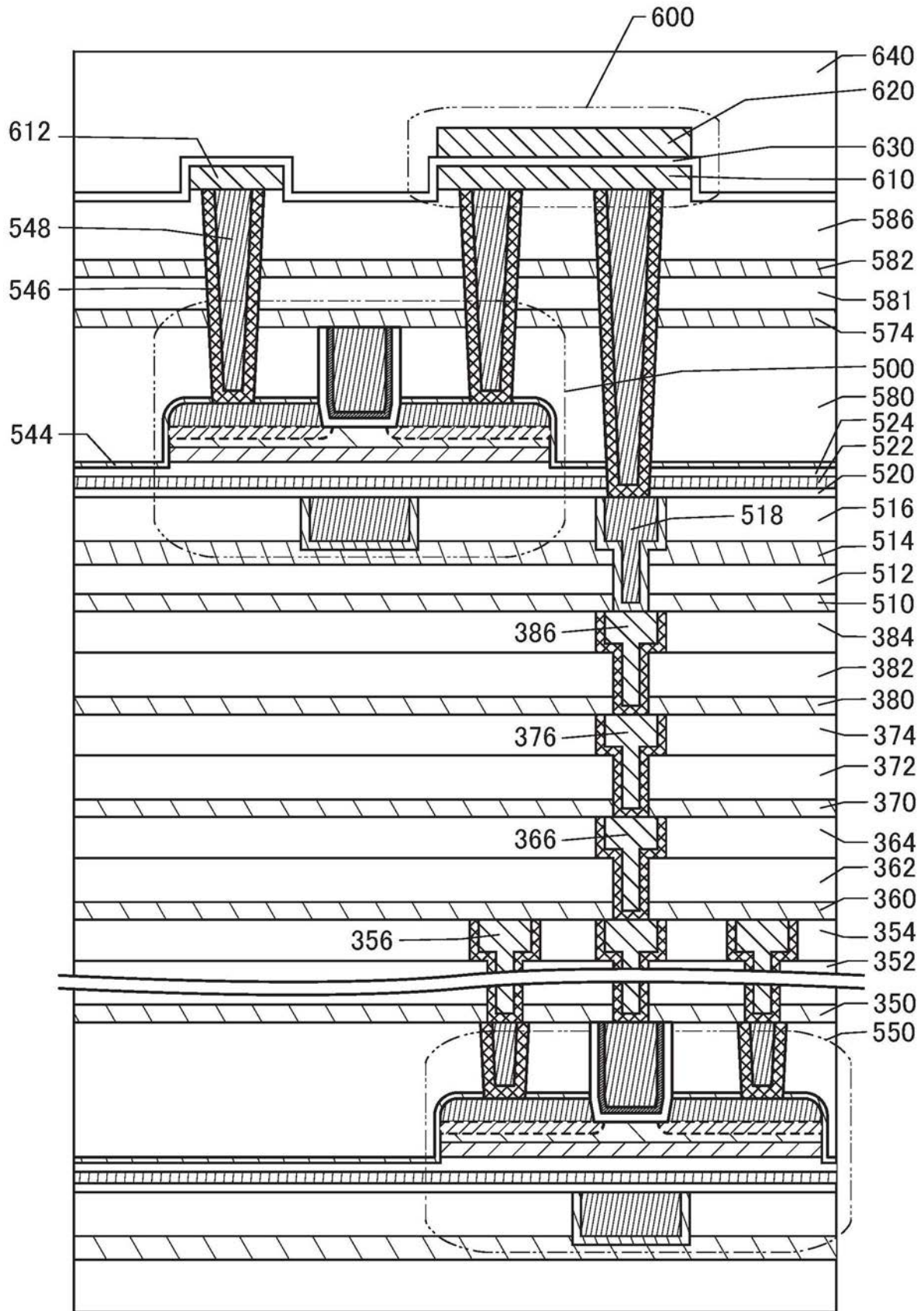


图15

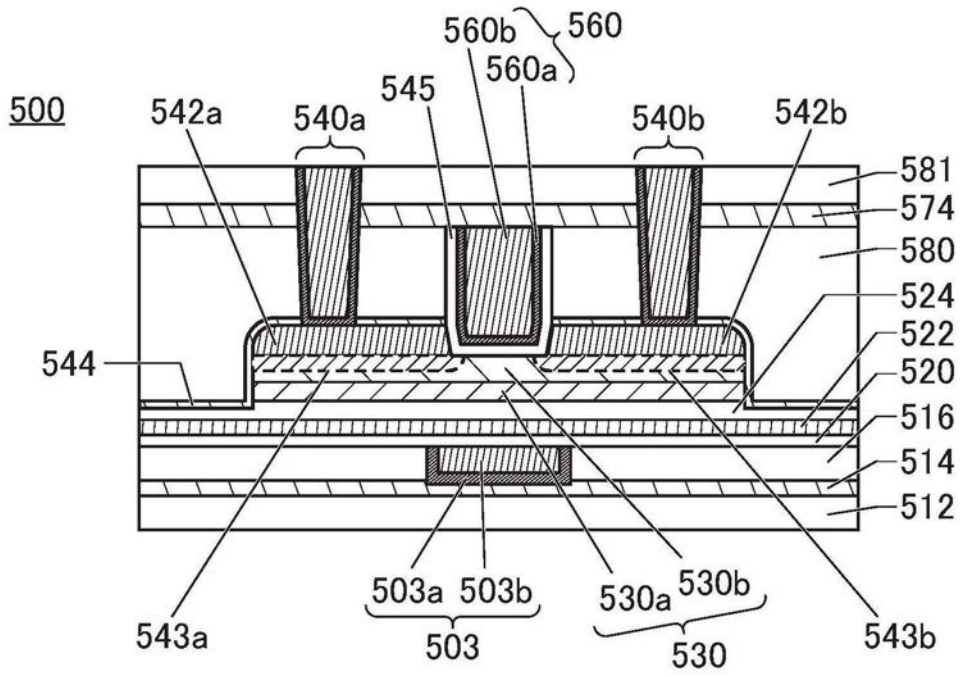


图16A

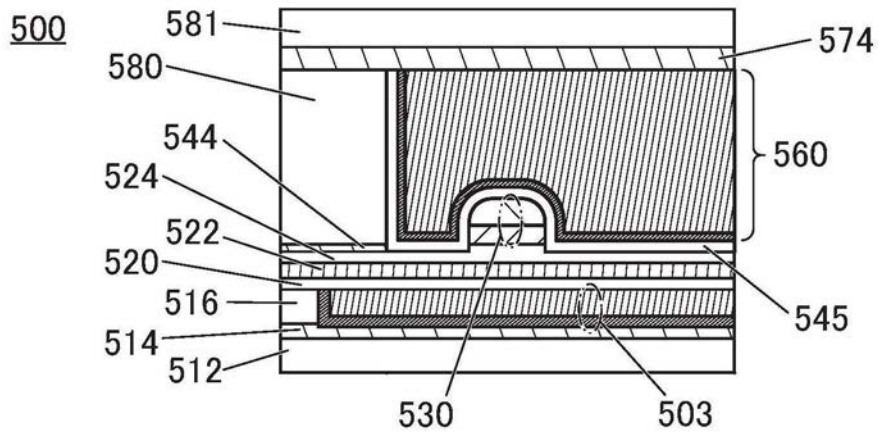


图16B

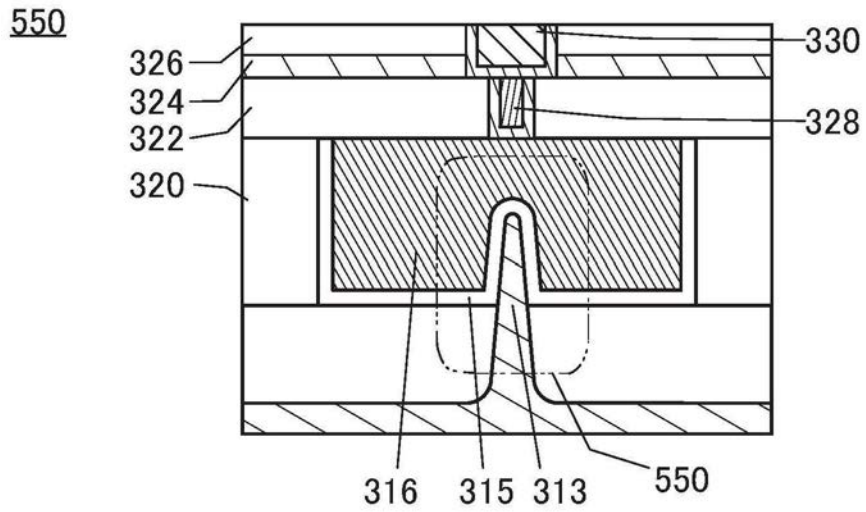


图16C

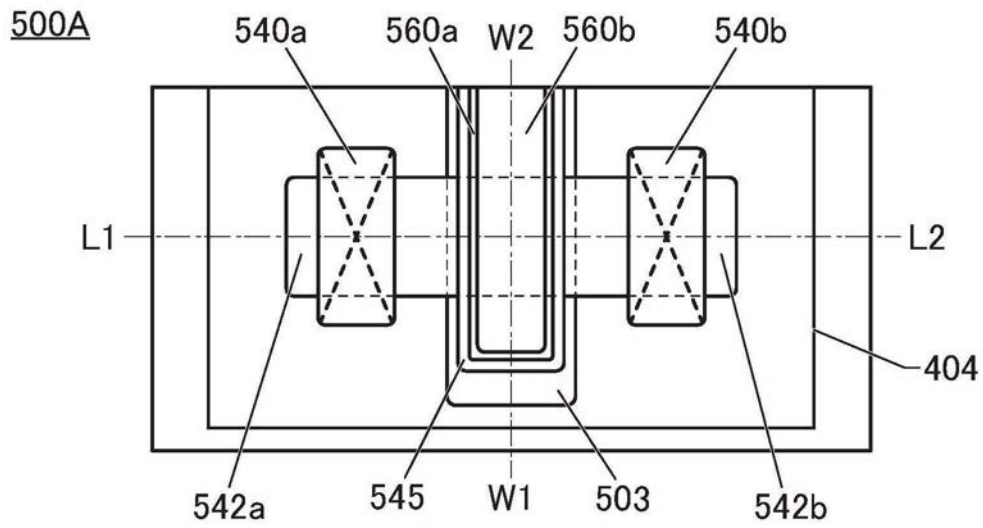


图17A

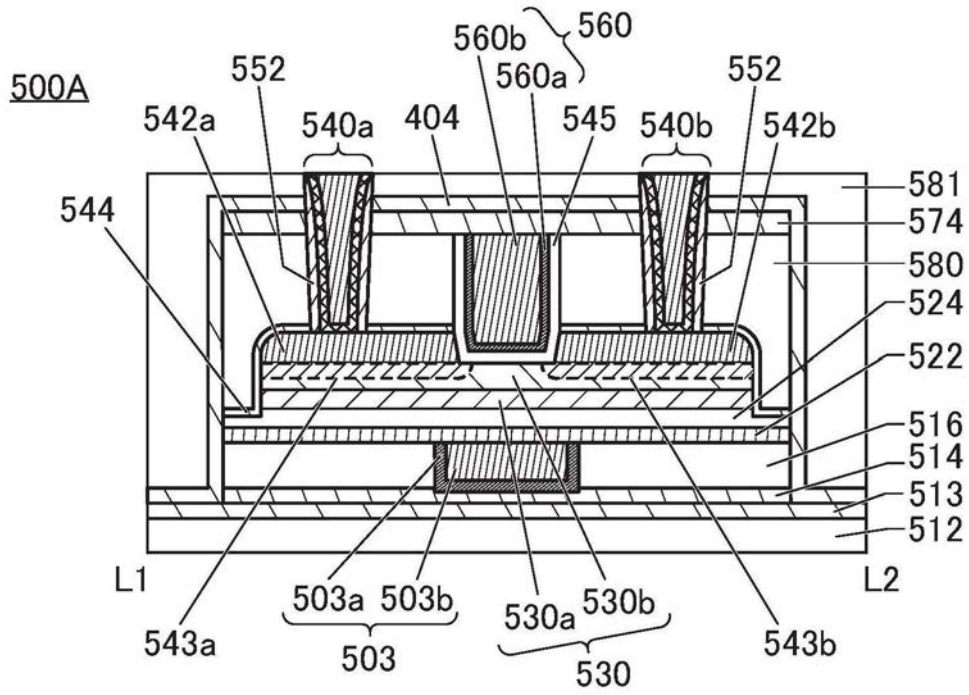


图17B

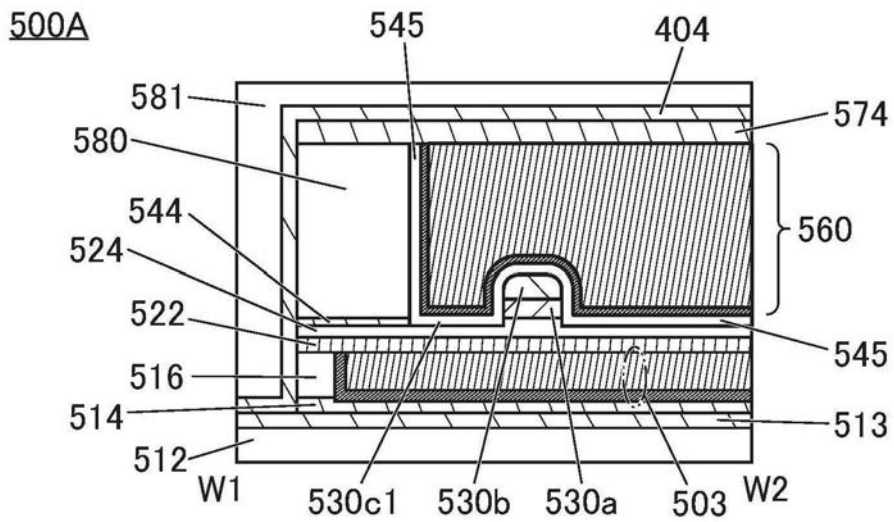


图17C

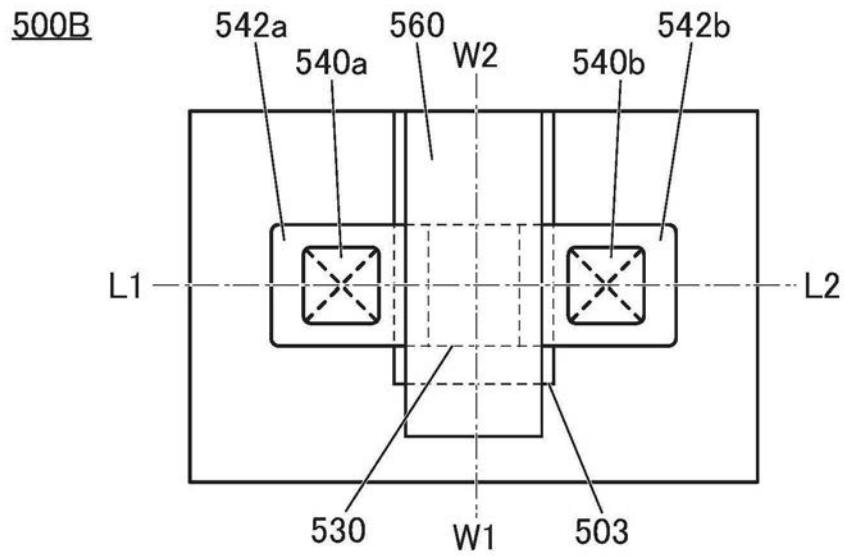


图18A

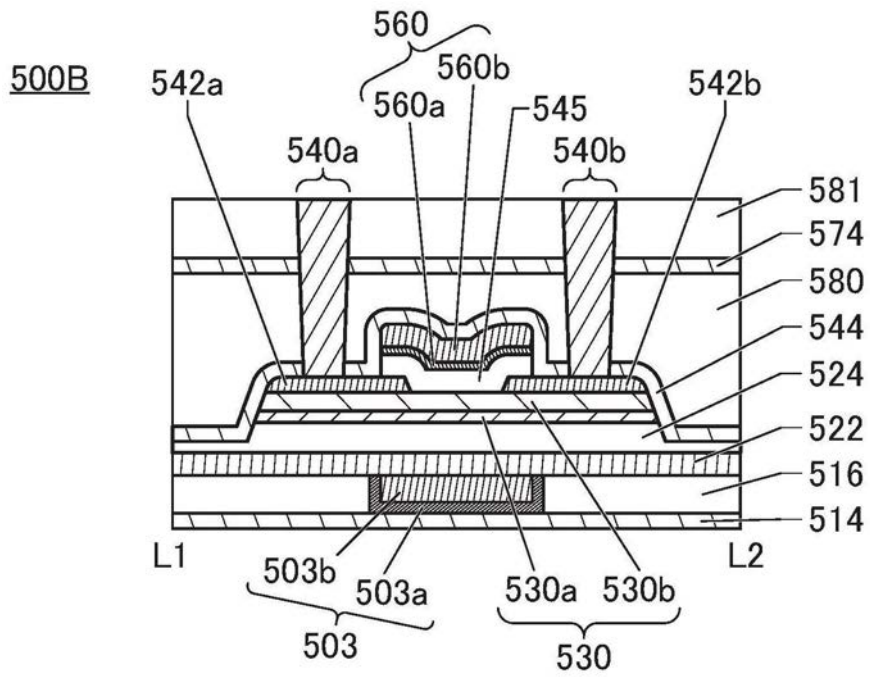


图18B

500B

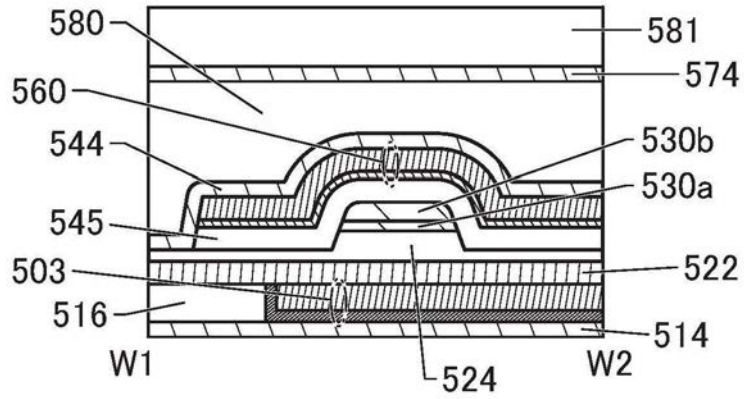


图18C

中间状态
新颖的边界区域

Amorphous (无定形)	Crystalline (结晶性)	Crystal (结晶)
<ul style="list-style-type: none"> completely amorphous 	<ul style="list-style-type: none"> CAAC nc CAC 不包含 single crystal 及 poly crystal	<ul style="list-style-type: none"> single crystal poly crystal

图19A

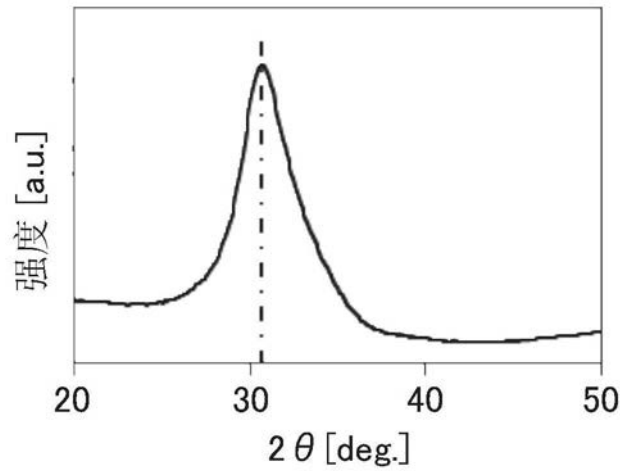


图19B

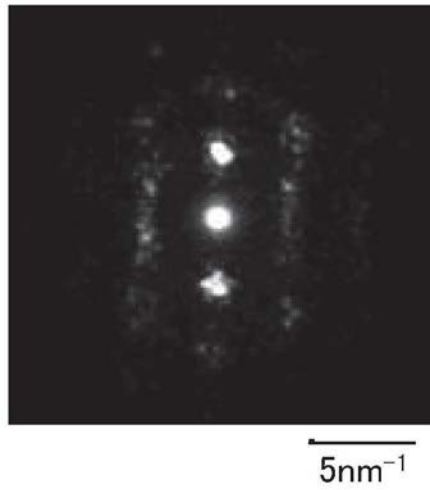


图19C

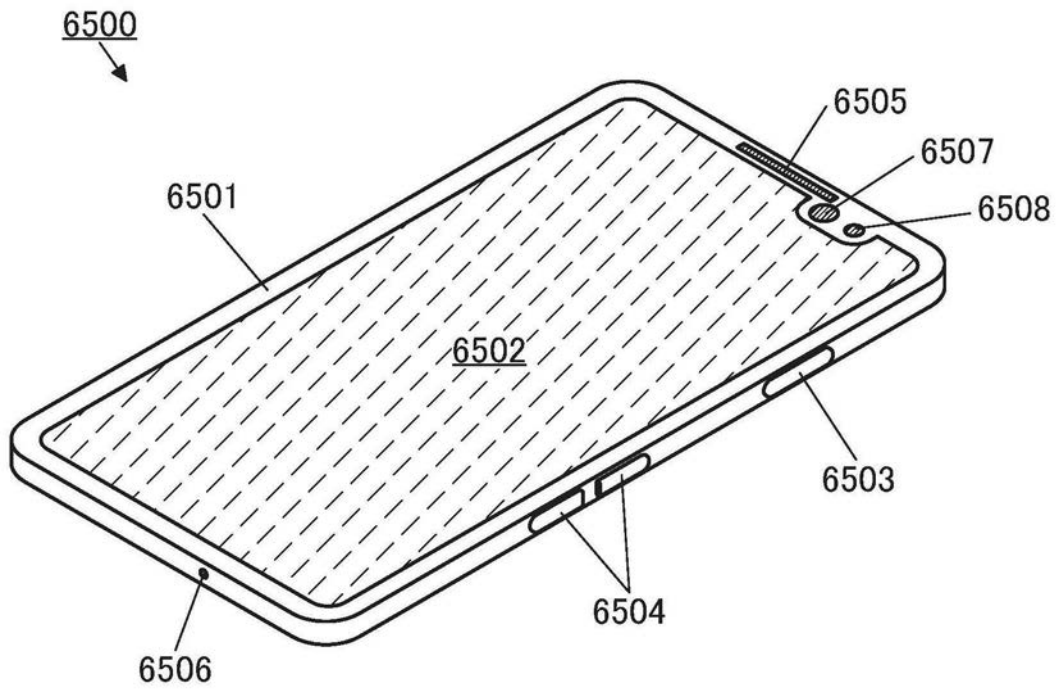


图20A

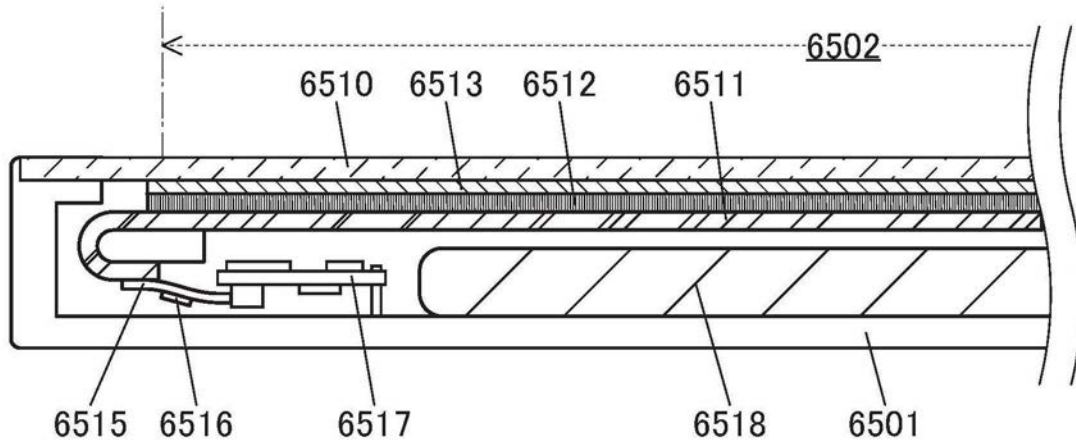


图20B

7100

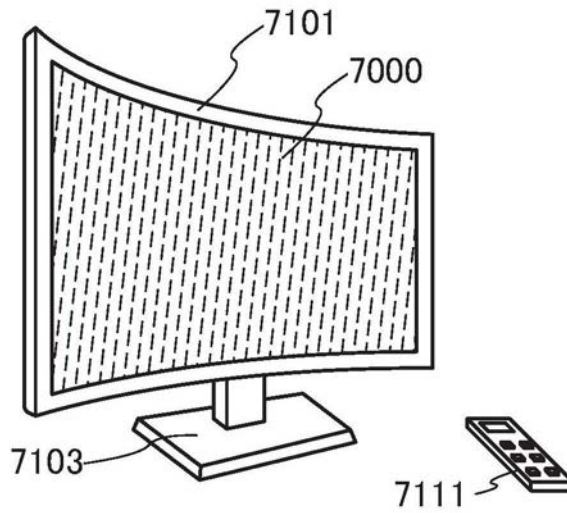


图21A

7200

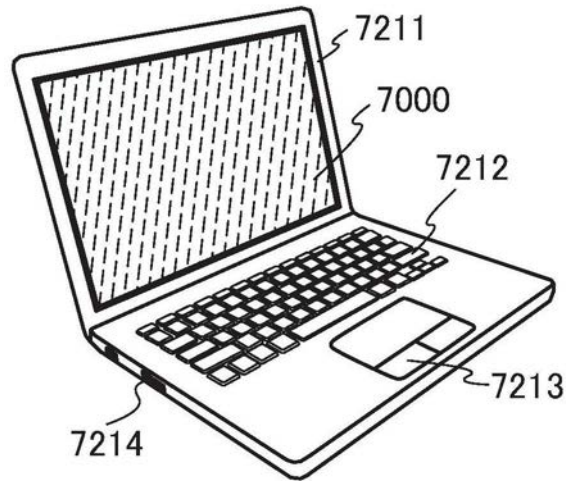


图21B

7300

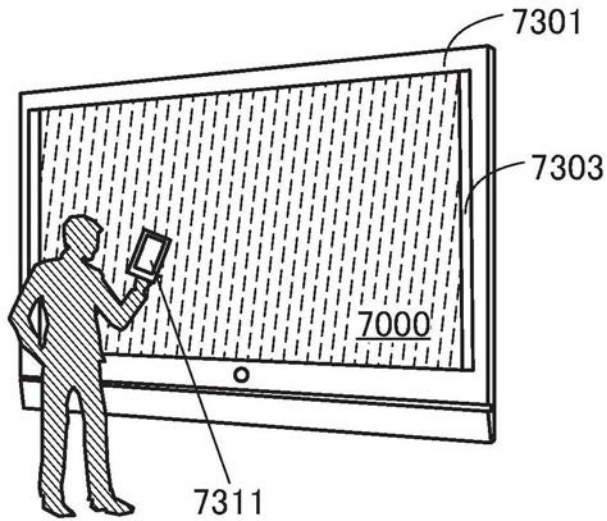


图21C

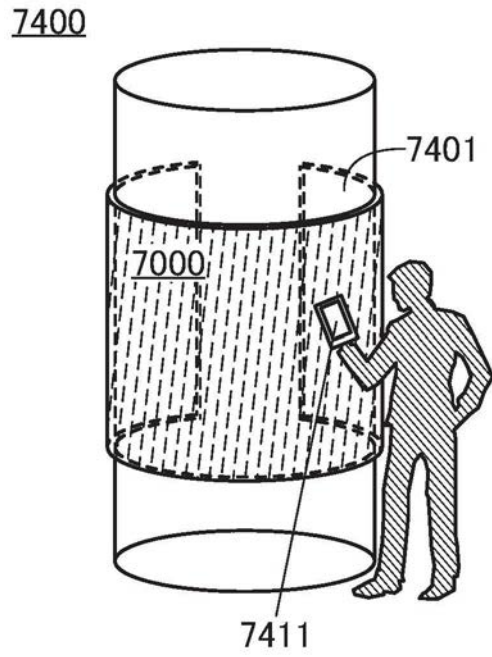


图21D

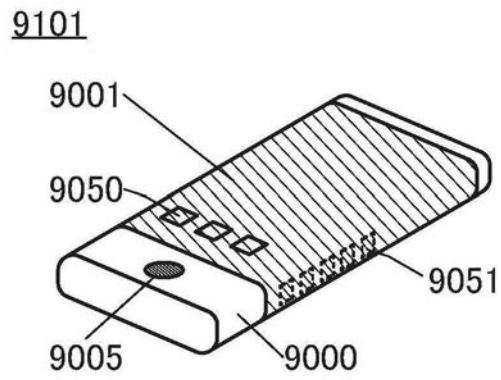


图22A

9102

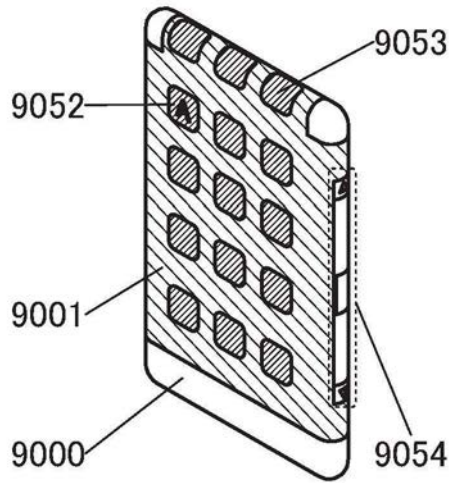


图22B

9200

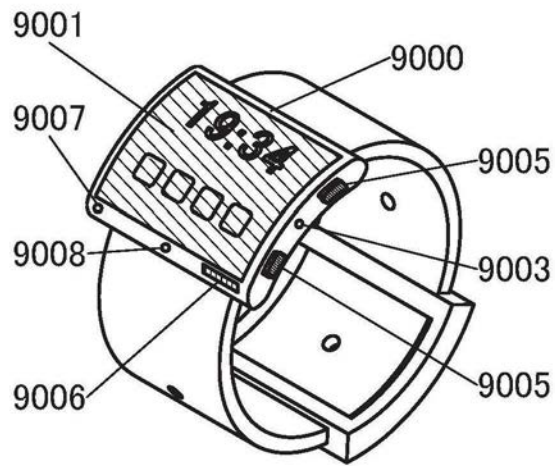


图22C

9201

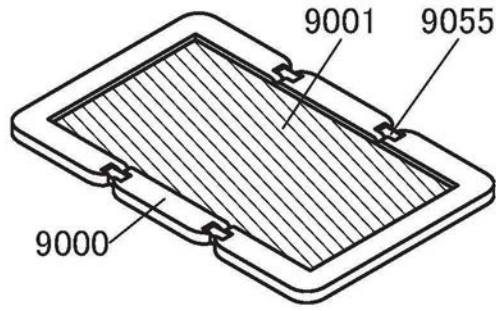


图22D

9201

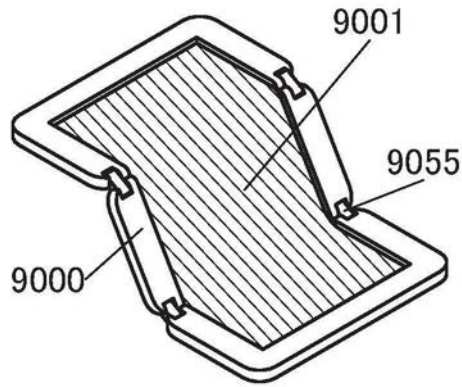


图22E

9201

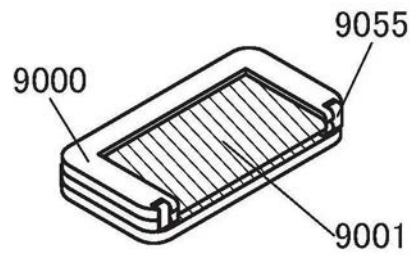


图22F