



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115088029 A

(43) 申请公布日 2022. 09. 20

(21) 申请号 202180014228.4

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所  
有限公司 11038

(22) 申请日 2021.02.01

专利代理师 刘倜

(30) 优先权数据

2020-023149 2020.02.14 JP

(51) Int.Cl.

G09F 9/33 (2006.01)

H01L 33/60 (2006.01)

G09F 9/30 (2006.01)

H01L 21/02 (2006.01)

H01L 21/8234 (2006.01)

H01L 27/06 (2006.01)

H01L 27/088 (2006.01)

H01L 29/786 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.08.12

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2021/050762 2021.02.01

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/161126 JA 2021.08.19

(71) 申请人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川

(72) 发明人 山崎舜平 楠纮慈 楠本直人

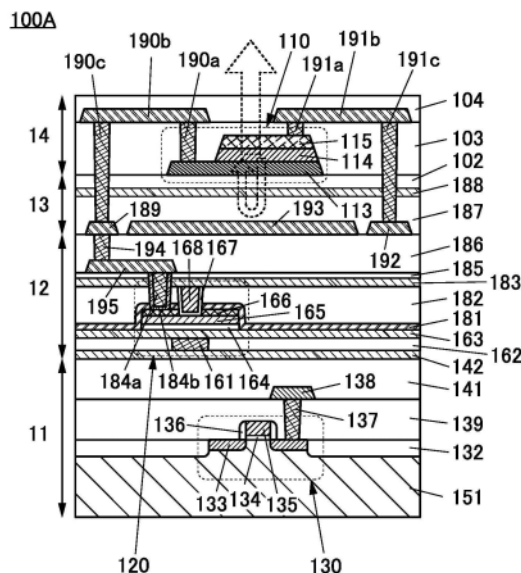
权利要求书2页 说明书32页 附图24页

(54) 发明名称

显示装置以及电子设备

(57) 摘要

提供一种廉价且可靠性高的显示装置。该显示装置具有包括像素电路所包括的发光二极管、像素电路所包括的晶体管以及像素电路的驱动电路所包括的晶体管且它们以具有彼此重叠的区域的方式层叠的结构。通过采用该结构，可以使显示装置小型化。另外，该显示装置可以以一个工序将多个发光二极管贴合到形成有晶体管等的电路板而制造。因此，可以降低显示装置的制造成本。



1. 一种显示装置,包括:

晶体管;

反射层;

发光二极管;

第一绝缘层;以及

第二绝缘层,

其中,所述晶体管、所述反射层及所述发光二极管各自具有彼此重叠的区域,

所述反射层隔着所述第一绝缘层设置在所述晶体管上,

所述发光二极管隔着所述第二绝缘层设置在所述反射层上,

所述发光二极管包括半导体层,

并且,所述半导体层具有与所述第二绝缘层接触的区域。

2. 根据权利要求1所述的显示装置,还包括:

颜色转换层和着色层中的一方或双方;以及

第三绝缘层,

其中所述颜色转换层和所述着色层中的一方或双方隔着所述第三绝缘层设置在所述发光二极管上。

3. 根据权利要求2所述的显示装置,

其中所述颜色转换层包括荧光体或量子点。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的显示装置,

其中所述晶体管在沟道形成区域中包括金属氧化物,

并且所述金属氧化物包含In、Zn及M(M为Al、Ti、Ga、Ge、Sn、Y、Zr、La、Ce、Nd和Hf中的一个或多个)。

5. 一种显示装置,包括:

第一层;

第二层;

第三层;以及

第四层,

其中,所述第二层及所述第三层设置在所述第一层与所述第四层之间,

所述第二层设置在所述第一层与所述第三层之间,

所述第一层包括第一晶体管,

所述第二层包括第二晶体管,

所述第三层包括反射层,

所述第四层包括发光二极管,

所述第一晶体管、所述第二晶体管、所述反射层及所述发光二极管各自具有彼此重叠的区域,

所述第一晶体管与所述第二晶体管之间设置有第一绝缘层,

所述第二晶体管与所述反射层之间设置有第二绝缘层,

所述反射层与所述发光二极管之间设置有第三绝缘层,

所述发光二极管包括半导体层,

并且,所述半导体层具有与所述第三绝缘层接触的区域。

6. 根据权利要求5所述的显示装置,还包括:

第五层,

其中所述第五层以与所述第三层之间夹持所述第四层的方式设置,

所述第五层包括颜色转换层和着色层中的一方或双方,

所述颜色转换层和所述着色层中的一方或双方、所述第一晶体管、所述第二晶体管、所述反射层及所述发光二极管各自具有彼此重叠的区域,

并且所述发光二极管与所述颜色转换层及所述着色层中的一方或双方之间设置有第四绝缘层。

7. 根据权利要求6所述的显示装置,

其中所述颜色转换层包括荧光体或量子点。

8. 根据权利要求5至7中任一项所述的显示装置,

其中所述第一晶体管在沟道形成区域中包含硅。

9. 根据权利要求5至8中任一项所述的显示装置,

其中所述第二晶体管在沟道形成区域中包括金属氧化物,

并且所述金属氧化物包含In、Zn及M(M为Al、Ti、Ga、Ge、Sn、Y、Zr、La、Ce、Nd和Hf中的一个或多个)。

10. 根据权利要求5至9中任一项所述的显示装置,

其中所述第一晶体管为驱动像素电路的电路的构成要素,

并且所述第二晶体管为所述像素电路的构成要素。

11. 根据权利要求1至10中任一项所述的显示装置,

其中所述半导体层为含有第13族元素及第15族元素的化合物半导体。

12. 根据权利要求1至11中任一项所述的显示装置,

其中所述发光二极管发射蓝色光、蓝紫色光、紫色光或紫外光。

13. 一种电子设备,包括:

权利要求1至12中任一项所述的显示装置;以及

电池、框体、照相机、扬声器和麦克风中的一个以上。

## 显示装置以及电子设备

### 技术领域

[0001] 本发明的一个方式涉及一种显示装置。

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

### 背景技术

[0003] 已提出了将可靠性高的发光二极管(LED(Light Emitting Diode))用于显示器件(也称为显示元件)的显示装置(例如,专利文献1、专利文献2)。尤其是,使用Micro LED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]日本专利申请公开第2008-58535号公报

[0007] [专利文献2]美国专利申请公开第2014/0367705号说明书

### 发明内容

[0008] 发明所要解决的技术问题

[0009] 当形成发射红色(R)、绿色(G)或蓝色(B)等光的LED时,需要具有适于各个发光颜色的带隙的化合物半导体。但是,即使为具有相同元素组合的化合物半导体也可以通过调整该元素的原子个数比或者引入杂质等来改变带隙。当能够在同一衬底上分别形成发射R的LED、发射G的LED及发射B的LED时,就可以使显示装置的制造工序简化。

[0010] 但是,当在同一半导体衬底上制造发光颜色不同的LED芯片时需要较多工序,目前制造难度较高。因此,进行了如下工序:对每个发光颜色使用不同的半导体衬底制造LED芯片,一个一个地取放它们来制造一个显示装置。

[0011] 但是,上述LED芯片的取放工序因为需要较多时间所以具有制造成本不降低的问题。为了解决该问题,优选采用能够同时取放多个LED芯片的结构。另外,当采用使用单色的LED芯片进行颜色转换的技术时,通过LED芯片的大量生产可以降低制造成本。

[0012] 因此,本发明的一个方式的目的之一是提供一种廉价且可靠性高的显示装置。此外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种小型显示装置。此外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种显示品质高的显示装置。此外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种功耗低的显示装置。此外,本发明的一个方式的目的之一是减少使用Micro LED的显示装置的制造成本。此外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种新颖显示装置。此外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种上述显示装置的制造方法。

[0013] 注意,这些目的的记载不妨碍其他目的的存在。本发明的一个方式并不需要实现

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。

[0014] 解决技术问题的手段

[0015] 本发明的一个方式是一种显示装置,包括晶体管、反射层、发光二极管、第一绝缘层以及第二绝缘层,其中,晶体管、反射层及发光二极管各自具有彼此重叠的区域,反射层隔着第一绝缘层设置在晶体管上,发光二极管隔着第二绝缘层设置在反射层上,发光二极管包括半导体层,半导体层具有与第二绝缘层接触的区域。

[0016] 上述显示装置可以还包括颜色转换层和着色层中的一方或双方以及第三绝缘层,颜色转换层和着色层中的一方或双方可以隔着第三绝缘层设置在发光二极管上。颜色转换层优选包括荧光体或量子点。

[0017] 在上述显示装置中,优选的是,晶体管在沟道形成区域中包括金属氧化物,金属氧化物包含In、Zn及M(M为Al、Ti、Ga、Ge、Sn、Y、Zr、La、Ce、Nd和Hf中的一个或多个)。

[0018] 本发明的另一个方式是一种显示装置,包括第一层、第二层、第三层以及第四层,其中,第二层及第三层设置在第一层与第四层之间,第二层设置在第一层与第三层之间,第一层包括第一晶体管,第二层包括第二晶体管,第三层包括反射层,第四层包括发光二极管,第一晶体管、第二晶体管、反射层及发光二极管各自具有彼此重叠的区域,第一晶体管与第二晶体管之间设置有第一绝缘层,第二晶体管与反射层之间设置有第二绝缘层,反射层与发光二极管之间设置有第三绝缘层,发光二极管包括半导体层,半导体层具有与第三绝缘层接触的区域。

[0019] 上述显示装置可以还包括第五层,第五层可以以与第三层之间夹持第四层的方式设置,第五层可以包括颜色转换层和着色层中的一方或双方,颜色转换层和着色层中的一方或双方、第一晶体管、第二晶体管、反射层及发光二极管各自可以具有彼此重叠的区域,发光二极管与颜色转换层及着色层中的一方或双方之间可以设置有第四绝缘层。

[0020] 在上述显示装置中,颜色转换层优选包括荧光体或量子点。

[0021] 在上述显示装置中,第一晶体管优选在沟道形成区域中包含硅。另外,优选的是,第二晶体管在沟道形成区域中包括金属氧化物,金属氧化物包含In、Zn及M(M为Al、Ti、Ga、Ge、Sn、Y、Zr、La、Ce、Nd和Hf中的一个或多个)。

[0022] 在上述显示装置中,第一晶体管可以为驱动像素电路的电路的构成要素,第二晶体管可以为像素电路的构成要素。

[0023] 在上述本发明的两个方式中,半导体层优选为含有第13族元素及第15族元素的化合物半导体。另外,发光二极管优选发射蓝色光、蓝紫色光、紫色光或紫外光。

[0024] 发明效果

[0025] 根据本发明的一个方式,可以提供一种廉价且可靠性高的显示装置。此外,可以提供一种小型显示装置。此外,可以提供一种显示品质高的显示装置。此外,可以提供一种功耗低的显示装置。此外,可以减少使用Micro LED的显示装置的制造成本。此外,可以提供一种新颖显示装置。此外,可以提供一种上述显示装置的制造方法。

[0026] 注意,这些效果的记载不妨碍其他效果的存在。本发明的一个方式并不需要实现所有上述效果。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

- [0027] 图1是说明显示装置的图。
- [0028] 图2A及图2B是说明显示装置的图。
- [0029] 图3A至图3D是说明发光二极管的制造方法的图。
- [0030] 图4A至图4D是说明发光二极管的制造方法的图。
- [0031] 图5A至图5D是说明发光二极管的制造方法的图。
- [0032] 图6A及图6B是说明显示装置的图。图6C至图6E是说明晶体管的图。
- [0033] 图7A及图7B是说明显示装置的图。
- [0034] 图8A及图8B是说明显示装置的图。
- [0035] 图9是说明显示装置的图。
- [0036] 图10是说明显示装置的图。
- [0037] 图11是说明显示装置的图。
- [0038] 图12A是说明晶体管的一个例子的俯视图。图12B至图12D是说明晶体管的一个例子的截面图。
- [0039] 图13是说明像素电路的一个例子的电路图。
- [0040] 图14A及图14B是说明电子设备的一个例子的图。
- [0041] 图15A及图15B是说明电子设备的一个例子的图。
- [0042] 图16A及图16B是说明电子设备的一个例子的图。
- [0043] 图17A及图17B是说明电子设备的一个例子的图。
- [0044] 图18A至图18D是说明电子设备的一个例子的图。
- [0045] 图19A至图19F是说明电子设备的一个例子的图。

## 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,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各样的形式。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符号来表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,当表示具有相同功能的部分时有时使用相同的阴影线,而不特别附加附图标记。

[0048] 另外,为了便于理解,有时附图中示出的各构成的位置、大小及范围等并不表示其实际的位置、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,例如可以将“绝缘膜”变换为“绝缘层”。

[0050] (实施方式1)

[0051] 在本实施方式中,参照附图说明本发明的一个方式的显示装置。

[0052] 本实施方式的显示装置具有包括像素电路所包括的发光二极管、像素电路所包括的晶体管以及像素电路的驱动电路所包括的晶体管且它们以具有彼此重叠的区域的方式

层叠的结构。通过采用该结构,可以使显示装置小型化。

[0053] 在本实施方式的显示装置的制造方法中,可以以一个工序将多个发光二极管贴合到形成有晶体管等的电路板。由此,即使在制造像素数多的显示装置或清晰度高的显示装置的情况下,也可以与将发光二极管一个一个地安装到电路板上的方法相比缩短显示装置的制造时间。另外,可以降低显示装置的制造难度。

[0054] 图1示出本发明的一个方式的显示装置100A的截面图。显示装置100A具有依次层叠有设置有像素电路的驱动电路等所包括的晶体管等的层11、设置有像素电路所包括的晶体管等的层12、设置有反射层的层13以及设置有像素电路所包括的发光二极管等发光器件(也称为发光元件)等的层14的结构。

[0055] 注意,在本实施方式中,为了便于理解将显示装置分为多个层而进行说明,但层的境界没有严密定义。例如,即使是在实施方式中作为层11的构成要素说明的构成要素,在该构成要素位于层11与层12的境界附近的情况下,该构成要素也可以说是层12的构成要素。另外,只要该构成要素的功能不被妨碍,该构成要素就可以位于层11之外的层中。另外,在本发明的一个方式中,根据需要也可以还设置各层所包括的绝缘层及导电层之外的其他绝缘层及导电层。另外,根据需要也可以省略各层所包括的绝缘层及导电层的一部分。

[0056] 层11例如包括像素电路的驱动电路(栅极驱动器和源极驱动器中的一方或双方)等的构成要素的晶体管130。因为晶体管130需要高速工作,所以优选使用在沟道形成区域中包含硅(单晶硅、多晶硅或非晶硅等)的晶体管(以下,Si晶体管)。图1是作为衬底151使用单晶硅的例子,晶体管130在衬底151中包括沟道形成区域。

[0057] 像素电路的驱动电路的一部分也可以设置在连接于该像素电路的外置型IC芯片内。

[0058] 晶体管130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与衬底151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151中的掺杂有杂质的区域,其中一个被用作晶体管130的源极,另一个被用作晶体管130的漏极。另外,晶体管130的周围设置有元件分离层132。

[0059] 覆盖晶体管130地设置有绝缘层139,绝缘层139上设置有导电层138。另外,设置在绝缘层139中的开口部嵌入有导电层137。导电层138通过导电层137与一对低电阻区域133中的一个电连接。另外,覆盖导电层138地设置有绝缘层141。导电层138被用作布线。该布线可以使作为构成要素包括晶体管130的电路中的其他晶体管、像素电路或者其他电路等彼此电连接。

[0060] 层12包括作为像素电路的构成要素的晶体管120、绝缘层142、绝缘层162、绝缘层181、绝缘层182、绝缘层183、导电层184a、导电层184b、绝缘层185、绝缘层186、导电层194及导电层195。这些构成要素中的一个或多个有时被认为晶体管的构成要素,但是在本实施方式中,不将其包括在晶体管的构成要素中而进行说明。层12所包括的各导电层及各绝缘层可以具有单层结构或叠层结构。

[0061] 绝缘层142设置在层11上。绝缘层142被用作防止水或氢等杂质从层11向晶体管120扩散以及氧从金属氧化物层165向绝缘层142一侧脱离的氧阻挡层。作为绝缘层142,例如可以使用与氧化硅膜相比氢及氧不容易扩散的膜诸如氧化铝膜、氧化钪膜、氮化硅膜等。

[0062] 晶体管120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。关于能够用于本发明的一个方式的显示装置的晶体管的具体例子,将在实施方式3中详细地说明。

[0063] 晶体管120优选为在沟道形成区域中包含金属氧化物层165的晶体管(以下,0S晶体管)。金属氧化物层165具有与一对导电层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与该第二区域之间的第三区域。

[0064] 0S晶体管不需贴合工序等,可以形成在隔着绝缘层等与Si晶体管重叠的区域中。因此,可以以简单工序制造叠层型器件,从而可以降低制造成本。

[0065] 另外,与使用非晶硅的晶体管相比,0S晶体管具有迁移率高而能够进行高速工作,可靠性高等特征。另外,用于0S晶体管的金属氧化物可以在成膜工序中形成,从而可以不使用在多晶硅的晶化工序中需要的激光装置等。因此,通过使用0S晶体管,可以制造廉价且可靠性高的显示装置。

[0066] 绝缘层142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。绝缘层163上设置有绝缘层164,绝缘层164上设置有金属氧化物层165。

[0067] 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具有隔着绝缘层163及绝缘层164与金属氧化物层165重叠的区域。绝缘层163优选与绝缘层142同样使用被用作阻挡层的材料形成。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。

[0068] 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中的一个被用作晶体管的源极,另一个被用作漏极。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。

[0069] 绝缘层181及绝缘层182中设置有到达金属氧化物层165的开口部,绝缘层167及导电层168埋入在该开口部的内部。该开口部设置在与金属氧化物层165的第三区域重叠的位置。绝缘层167具有与绝缘层181的侧面及绝缘层182的侧面重叠的区域。导电层168具有隔着绝缘层167与绝缘层181的侧面及绝缘层182的侧面重叠的区域。

[0070] 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具有隔着绝缘层167与金属氧化物层165重叠的区域。

[0071] 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。

[0072] 绝缘层181及绝缘层183优选与绝缘层142同样使用被用作阻挡层的材料形成。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中的氧而一对导电层166的氧化。

[0073] 与一对导电层166中的一个及导电层195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中的开口部内。该插头可以包括与该开口部的侧面及一对导电层166中的一个顶面接触的导电层184b及埋入在该导电层184b的内侧的导电层184a。导电层184b优选使用不容易扩散氢及氧的导电材料形成。

[0074] 绝缘层185上设置有导电层195、导电层194及绝缘层186。导电层195被用作使晶体管120与设置在层14中的发光二极管110电连接的布线。导电层194被用作使晶体管120与发光二极管110电连接的插头。

[0075] 作为可用于导电层194及导电层195的材料,例如可以举出铝、钛、铬、镍、铜、钇、锆、锡、锌、银、铂、金、钼、钽或钨等金属或者将其作为主要成分的合金(银、钯及铜的合金(Ag-Pd-Cu(APC))等)。另外,也可以使用氧化锡或氧化锌等氧化物。另外,导电层194及导电层195也可以具有使用上述中的任两个以上的材料的叠层结构。

[0076] 绝缘层186可以具有平坦化功能。绝缘层186优选使用具有氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、氮化硅、氧化铝、氧化钪、氮化钛等无机绝缘材料中的一个以上的单层或叠层形成。

[0077] 层13设置有导电层189、导电层192、反射层193以及覆盖它们的绝缘层187。导电层189及导电层192被用作与发光二极管110电连接的布线。反射层193设置于与在层14中设置的发光二极管110重叠的位置,并具有反射从发光二极管110发射到层12一侧的光的功能。通过设置反射层193,可以使发光二极管110所发射的光以向层14的外侧(层14的与接触于层13的面相反一侧)射出的方式调整。

[0078] 反射层193优选还具有与层12所包括的晶体管120重叠的区域。借助于反射层193,可以遮蔽从发光二极管110向层12方向发射的光,而可以抑制光被照射到晶体管120时的特性变动。出于同样理由,反射层193优选还具有与层11所包括的晶体管130重叠的区域。

[0079] 具有与反射层193重叠的区域的晶体管也可以是层12及层11所包括的晶体管的一部分。只要光照射所引起的晶体管特性变动处于容许范围内,就不需要遮蔽光。另外,有时设置在层12、层13等中的布线或电极被用作遮光层。

[0080] 反射层193优选使用层14所包括的发光二极管110所发射的光的反射率高的材料形成。例如可以举出铝、钛、铬、镍、铜、钇、锆、锡、锌、银、铂、金、钼、钽或钨等金属或者将其作为主要成分的合金(银、钯及铜的合金(Ag-Pd-Cu(APC))等)。另外,反射层193也可以具有使用上述中的任两个以上的材料的叠层结构。

[0081] 导电层189、导电层192及反射层193上设置有绝缘层187。绝缘层187上设置有绝缘层188。另外,绝缘层188上设置有绝缘层102。

[0082] 晶体管120的一对导电层166中的一个通过导电层184a及导电层184b与导电层189电连接。

[0083] 绝缘层186及绝缘层187可以具有平坦化功能。绝缘层186及绝缘层187优选使用具有氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、氮化硅、氧化铝、氧化钪、氮化钛等无机绝缘材料中的一个以上的单层或叠层形成。

[0084] 注意,在本说明书等中,氧氮化硅是指包含硅、氧及氮且其氧含量多于氮含量的材料。另外,氮氧化硅是指包含硅、氧及氮且其氮含量多于氧含量的材料。

[0085] 绝缘层188可以被用作防止杂质(氢、水等)从层14向晶体管120扩散的阻挡层。作为绝缘层188,例如可以使用与氧化硅膜相比氢及氧不容易扩散的膜诸如氧化铝膜、氧化钪膜、氮化硅膜等。

[0086] 绝缘层102优选使用具有氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、氮化硅、氧化铝、氧化钪、氮化钛等无机绝缘材料中的一个以上的单层或叠层形成。

[0087] 晶体管120可以被用作构成像素电路的晶体管。晶体管130可以被用作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方或双方)的晶体管。注意,晶体管130也可以为构成像素电路的晶体管。另外,晶体管120及130也可以被用作构成运算电路或存储电路等各种电路的晶体管。

[0088] 通过采用这种结构,在发光二极管的正下除形成像素电路所包括的晶体管等构成要素外还可以形成驱动电路所包括的晶体管等构成要素,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。

[0089] 层14包括发光二极管110、绝缘层103及绝缘层104。绝缘层102、绝缘层103及绝缘层104都可以具有单层结构或叠层结构。

[0090] 发光二极管110包括半导体层113、发光层114及半导体层115,并且按该顺序依次层叠在层13上。发光二极管110也可以还包括多个层。

[0091] 绝缘层103覆盖绝缘层102、半导体层113、发光层114及半导体层115地设置。绝缘层103优选具有平坦化功能。绝缘层103上设置有绝缘层104。

[0092] 设置在绝缘层103中的开口部设置有导电层190a及导电层191a。设置在绝缘层103、绝缘层102、绝缘层188及绝缘层187中的开口部设置有导电层190c及导电层191c。导电层190a、导电层190c、导电层191a、导电层191c被用作使各构成要素电连接的插头。

[0093] 半导体层113通过导电层190a、导电层190b及导电层190c与导电层189电连接。另外,半导体层115通过导电层191a、导电层191b及导电层191c与导电层192电连接。在此,导电层190b及导电层191b被用作连接布线。

[0094] 绝缘层103、绝缘层104、绝缘层139、绝缘层141、绝缘层162、绝缘层182及绝缘层185优选使用具有氧化硅、氮化硅、氮氧化硅、氮化硅、氧化铝、氧化铪、氮化钛等无机绝缘材料中的一个以上的单层或叠层形成。

[0095] 作为可用于导电层190a至导电层190c及导电层191a至导电层191c的材料,例如可以举出铝、钛、铬、镍、铜、钇、锆、锡、锌、银、铂、金、钼、钽或钨等金属或者将其作为主要成分的合金(银-钯及铜的合金(Ag-Pd-Cu(APC))等)。另外,也可以使用氧化锡或氧化锌等氧化物。另外,导电层190a至导电层190c及导电层191a至导电层191c也可以具有使用上述中的任两个以上的材料的叠层结构。

[0096] 发光层114被夹在半导体层113和半导体层115之间。在发光层114中,电子和空穴键合而发射光。半导体层113和半导体层115中的一个可以使用n型半导体层,另一个可以使用p型半导体层。另外,发光层114可以使用n型、i型或p型半导体层。

[0097] 包括半导体层113、发光层114及半导体层115的叠层结构以呈现红色、绿色、蓝色、蓝紫色、紫色或紫外等的光的方式形成。作为该叠层结构例如可以使用含有第13族元素及第15族元素的化合物(也称为3-5族化合物)。作为第13族元素,可以举出铝、镓、铟等。作为第15族元素,例如可以举出氮、磷、砷、锑等。

[0098] 例如,可以使用镓-磷化合物、镓-砷化合物、镓-铝-砷化合物、铝-镓-铟-磷化合物、氮化镓、铟-氮化镓化合物、硒-锌化合物等形成pn结或pin结而制造发射目的的光的发光二极管。另外,也可以使用除上述化合物外的化合物。

[0099] 另外,pn结或pin结既可以是同质结,也可以是异质结或双异质结。除此之外,也可以采用具有量子阱结的LED、使用纳米柱的LED等。

[0100] 例如,作为发射从紫外至蓝色波长区域的光的发光二极管,可以使用氮化镓等的材料。作为发射从紫外至绿色波长区域的光的发光二极管,可以使用铟-氮化镓化合物等的材料。作为发射从绿色至红色波长区域的光的发光二极管,可以使用铝-镓-铟-磷化合物或

者镓-砷化合物等的材料。作为发射红外的波长区域的光的发光二极管,可以使用镓-砷化合物等的材料。

[0101] 当设置在同一面上的多个发光二极管110例如具有能够发射R(红色)、G(绿色)、B(蓝色)等不同颜色的光的结构时,即使不使用颜色转换层也可以显示彩色图像。因此不需要形成颜色转换层的工序,从而可以抑制显示装置的制造成本。

[0102] 另外,设置在同一面上的所有发光二极管110也可以都具有发射相同颜色的光的结构。此时,从发光层114发射的光经过颜色转换层和着色层中的一方或双方被提取到显示装置外部。在显示装置的实施方式2中详细说明该结构。

[0103] 另外,本实施方式的显示装置也可以包括发射红外光的发光二极管。发射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。

[0104] 注意,虽然图1示出反射层193可以以与导电层189及导电层192相同的材料、工序形成的方式,该反射层193也可以设置在与设置有导电层189及导电层192的层不同的层中。例如,如图2A所示,反射层193也可以设置在绝缘层188上且被绝缘层102覆盖。或者,如图2B所示,反射层193也可以设置在绝缘层102与发光二极管110之间。此时,反射层193也可以与半导体层113接触并被用作发光二极管110中的一个电极层。

[0105] 发光二极管110在将另行形成的化合物半导体等的叠层结构固定到绝缘层102之后加工为图1所示的结构。使用图3A至图3D、图4A至图4D及图5A至图5D说明发光二极管110的形成方法。

[0106] 首先,在衬底300上设置剥离层310、半导体层113a、发光层114a及半导体层115a(参照图3A)。

[0107] 作为衬底300,可以使用蓝宝石( $Al_2O_3$ )衬底、碳化硅(SiC)衬底、硅(Si)衬底、化合物半导体等的单晶衬底。作为该化合物半导体,可以使用包含上述第13族元素及第15族元素的化合物。在使发光层114a等外延生长的情况下,衬底300优选由其晶格常数与发光层114a等相同或稍微不同的材料构成。

[0108] 例如,当形成发射红色光的发光二极管时,发光层114a等可以使用砷化镓铝(AlGaAs)等。此时,衬底300可以使用砷化镓(GaAs)衬底等。

[0109] 在衬底300上设置剥离层310。剥离层310为了从衬底300剥离包括半导体层113a、发光层114a及半导体层115a等的叠层体而设置。剥离层310优选由在之后的工序中通过湿蚀刻等容易去除的材料而成。例如,可以使用砷化铝(AlAs)等。

[0110] 在剥离层310上设置半导体层113a、发光层114a及半导体层115a。半导体层113a及半导体层115a被用作包覆层,例如,半导体层113a和半导体层115a中的一个可以具有p型导电性,而另一个可以具有n型导电性。注意,虽然在此说明发光二极管的基本结构为三层结构的情况,但也可以包括更多的层。或者,也可以具有通过对发光层114a的一部分添加杂质形成pn结的结构。半导体层113a、发光层114a及半导体层115a例如可以通过使用MOCVD法(有机金属化学气相沉积法)等进行外延生长形成。

[0111] 接着,在半导体层115a上设置粘合层320及衬底330(参照图3B)。衬底330可以被用作剥离包括半导体层113a、发光层114a及半导体层115a等的叠层体时的支撑衬底。粘合层320具有使上述叠层体与衬底330粘合在一起的功能。

[0112] 此外,也可以在将粘合层320及衬底330设置在半导体层115a上之前以岛状或条状

加工该叠层体。

[0113] 作为衬底330优选使用具有平坦表面的衬底。例如,可以使用硅等半导体衬底、玻璃衬底、陶瓷衬底、金属衬底、树脂衬底等。

[0114] 作为粘合层320可以使用在粘合之后能够再次进行剥离的材料。例如,可以使用粘合剂、紫外线固化树脂、热固化树脂、可溶解于水或有机溶剂等的材料等。

[0115] 接着,通过利用酸等的湿蚀刻蚀刻剥离层310(参照图3C),并分离衬底300(参照图3D)。

[0116] 接着,在另行形成的包括层11、层12及层13的叠层体上固定包括半导体层113a、发光层114a、半导体层115a、粘合层320及衬底330的叠层体(参照图4A及图4B)。图4A及图4B示出层13的构成要素,并示出将在图3D中露出的半导体层113a的表面固定到绝缘层102的表面的情况。

[0117] 接着,从图4B的叠层体去除粘合层320及衬底330(参照图4C)。粘合层320通过对其进行固化或变质可以使与半导体层115a的粘合力变弱。或者,也可以通过溶解粘合层320去除衬底330。

[0118] 接着,将半导体层113a、发光层114a及半导体层115a加工为岛状,而形成半导体层113、发光层114b及半导体层115b(参照图4D)。

[0119] 接着,为了形成使半导体层113与导电层190a电连接的区域,加工发光层114a及半导体层115a,而使半导体层113的面的一部分露出(参照图5A)。此时,半导体层113、发光层114及半导体层115的叠层被形成。

[0120] 接着,形成覆盖半导体层113、发光层114及半导体层115的叠层的绝缘层103(参照图5B)。

[0121] 接着,在绝缘层103中形成到达半导体层113的开口部以及到达半导体层115的开口部。另外,在绝缘层103、绝缘层102、绝缘层187及绝缘层186中形成到达导电层189的开口部以及到达导电层192的开口部。

[0122] 接着,在上述开口部各自中嵌入导电层(导电层190a、导电层190c、导电层191a及导电层191c)。在此,导电层190a及导电层191a可以被用作发光二极管110的一对电极。另外,也可以以与半导体层113及半导体层115各自接触的方式设置被用作发光二极管110的一对电极的导电层,从而使该导电层中的一个与导电层190a电连接,并且使该导电层中的另一个与导电层191a电连接。

[0123] 最后,在绝缘层103上形成导电层190b及导电层191b。通过导电层190b,导电层190a与导电层190c电连接,通过导电层191b,导电层191a与导电层191c电连接(参照图5C)。

[0124] 注意,虽然上面说明在绝缘层102上与其接触地固定发光二极管110所包括的半导体层113的例子,但在绝缘层102与半导体层113之间也可以设置粘合层500(参照图5D)。作为粘合层500可以使用绝缘树脂、导电树脂(包括含有导电填料的树脂)等。当作为粘合层500使用导电树脂时,粘合层500也可以被用作发光二极管110中的一个电极层。

[0125] 通过进行上述工序,可以形成一对电极中的一个与导电层189电连接且一对电极中的另一个与导电层192电连接的发光二极管。注意,虽然在用于上述工序的说明的附图中示出一个发光二极管,但上述工序中可以同时形成多个发光二极管。另外,上述工序为一个例子,也可以以其他工序形成发光二极管。

[0126] 虽然图1、图2A及图2B所示的显示装置100A具有层11、层12、层13及层14的叠层结构,但也可以具有图6A及图6B所示的叠层结构。

[0127] 图6A是具有层15、层12、层13及层14的叠层结构的显示装置100B的例子,与显示装置100A不同之处在于:设置有层15而代替层11。注意,对层14和层11所包括的相同构成要素使用相同符号。

[0128] 在此,层15包括衬底152。衬底152被用作支撑衬底。衬底152例如可以使用硅等的半导体衬底、玻璃衬底、陶瓷衬底、金属衬底、树脂衬底等。在该结构中,像素电路的驱动电路等可以由设置在层12中的OS晶体管而成。例如,如图7A所示,在设置在像素部401的外侧的区域402中设置像素电路的驱动电路所包括的晶体管120e。

[0129] 层12所包括的晶体管120的结构为一个例子,也可以为具有图6C所示的自对准结构的晶体管120c。或者,层12也可以包括具有交错型、反交错型、共面型、反共面型等的结构的晶体管。上述晶体管的结构可以用于本实施方式所示的其他显示装置。

[0130] 另外,当衬底152对发光二极管110所发射的光具有透过性时,如图8A所示,通过将反射层193设置在半导体层115上可以经过衬底152向外部射出光。或者,如图8B所示,也可以采用向两侧射出光而省略反射层193的结构。

[0131] 图6B是具有层16、层12、层13及层14的叠层结构的显示装置100C的例子,与显示装置100A不同之处在于:设置有层16而代替层11;以及层12不设置有OS晶体管。注意,对设置有层16和层11所包括的相同构成要素使用相同符号。

[0132] 在此,层16设置有由Si晶体管而成的像素电路(不包括显示器件)。因此,层16例如可以使用硅等半导体衬底。图6B示出硅衬底153设置有晶体管130d的例子。

[0133] 如图6D所示,层16也可以具有衬底154上隔着绝缘层143设置有硅层且该硅层中包括具有沟道形成区域的自对准结构的晶体管130f的结构。作为该硅层,可以使用单晶硅、多晶硅、微晶硅、非晶硅等。或者,层16也可以包括图6E所示的反交错型的晶体管130g。或者,层16也可以包括具有交错型、共面型、反共面型等的结构的晶体管。上述晶体管的结构可以用于本实施方式所示的其他显示装置所包括的层11。

[0134] 衬底154可以使用硅衬底、玻璃衬底、陶瓷衬底、金属衬底、树脂衬底等。绝缘层143优选使用具有氧化硅、氮化硅、氮氧化硅、氮化硅、氧化铝、氧化铪、氮化钛等无机绝缘材料中的一个以上的单层或叠层形成。

[0135] 在显示装置100C中,像素电路的驱动电路等可以设置在层16中。例如,如图7B所示,在设置在像素部401的外侧的区域402中设置像素电路的驱动电路所包括的晶体管130e。

[0136] 另外,在显示装置100B及显示装置100C中,像素电路的驱动电路的一部分或全部也可以设置在连接于该像素电路的外置型IC芯片内。

[0137] 图9示出组合显示装置和触摸传感器的显示装置100D(也称为触摸面板)的截面图。注意,虽然图9示出显示装置100A的结构,但也可以组合显示装置100B或显示装置100C与触摸传感器。

[0138] 对本发明的一个方式的触摸面板所包括的感测器件(也称为传感器件、感测元件、传感元件)没有限制。还可以将能够检测出手指或触屏笔等检测对象的接近或接触的各种传感器用作感测器件。

[0139] 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。

[0140] 在本实施方式中,以包括静电电容式的感测器件的触摸面板为例进行说明。

[0141] 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。

[0142] 本发明的一个方式的触摸面板可以采用贴合了分别制造的显示装置和感测器件的结构、在支撑显示器件的衬底和对置衬底中的一方或双方设置有构成感测器件的电极等的结构等各种各样的结构。

[0143] 绝缘层185上设置有导电层194。导电层194被用作用来向显示装置100A供应电源或驱动信号的电极或者布线。导电层194可以以与导电层189、导电层192、反射层193等相同的材料及工序形成。

[0144] 导电层194通过导电层195、导电层196及导电体197与FPC(Flexible printed circuits) 501电连接。向显示装置100D可以通过FPC501供应电力及驱动信号。

[0145] 作为导电体197,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。

[0146] 触摸传感器设置在衬底171的第一面上。以覆盖触摸传感器所包括的构成要素的方式设置有粘合层179,粘合层179与绝缘层104贴合在一起。

[0147] 衬底171的第一面设置有导电层177及导电层178。导电层177及导电层178形成在同一平面上。导电层177及导电层178可以使用使可见光透过的材料。绝缘层173覆盖导电层177及导电层178地设置。导电层174通过设置在绝缘层173中的开口部电连接到以夹着导电层177的方式设置的两个导电层178。

[0148] 导电层178与导电层175连接。导电层175可以以与导电层174相同的材料及工序形成。导电层175通过导电体176与FPC502电连接。与导电体197同样,作为导电体176可以使用各向异性导电膜或各向异性导电膏。

[0149] 如上所述,本实施方式的显示装置可以以同一工序形成多个发光二极管,并且可以以同一工序使该多个发光二极管与多个晶体管电连接。因此,可以实现显示装置的制造成本的缩减以及成品率的提高。另外,通过采用像素电路所包括的发光二极管、像素电路所包括的晶体管等的构成要素以及像素电路的驱动电路所包括的晶体管等的构成要素各自具有彼此重叠的区域的构造,可以使显示装置小型化。

[0150] 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。

[0151] (实施方式2)

[0152] 在本实施方式中,说明在实施方式1所说明的显示装置的发光二极管的光发射侧设置颜色转换层的构造。注意,与实施方式1相同的构成要素省略其详细说明。

[0153] 图10示出显示装置100E的截面图。显示装置100E包括发射红色光的像素20R、发射绿色光的像素20G以及发射蓝色光的像素20B。另外,被设置发光二极管的层14上设置有层17。层17设置有颜色转换层、着色层及遮光层等。

[0154] 像素20R包括发光二极管110R。像素20G包括发光二极管110G。像素20B包括发光二极管110B。发光二极管110R、发光二极管110G及发光二极管110B都发射相同颜色的光。换言之

之,发光二极管110R、发光二极管110G、发光二极管110B都可以采用相同结构。

[0155] 具体而言,发光二极管110R、发光二极管110G及发光二极管110B优选都发射蓝色光。当构成彩色图像时,可以使用发射红色(R)、绿色(G)、蓝色(B)的光的三原色的像素。在本实施方式所说明的显示装置中,像素使用颜色转换层,使得将发光二极管所发射的光转换为所需的颜色的光而发射到外部。在此,因为在使用发射蓝色光的发光二极管时发射蓝色光的像素不需要使用颜色转换层,所以可以降低制造成本。

[0156] 红色的像素20R中的重叠于发光二极管110R的区域设置有颜色转换层360R及着色层361R。发光二极管110R所发射的光在颜色转换层360R中从蓝色转换为红色,在着色层361R中红色光的纯度提高,而该光被发射到显示装置100E的外部。另外,也可以省略着色层361R。

[0157] 绿色的像素20G中的重叠于发光二极管110G的区域设置有颜色转换层360G及着色层361G。发光二极管110G所发射的光在颜色转换层360G中从蓝色转换为绿色,在着色层361G中绿色光的纯度提高,而该光被发射到显示装置100E的外部。另外,也可以省略着色层361G。

[0158] 蓝色的像素20B中的重叠于发光二极管110B的区域设置有着色层361B。发光二极管110B所发射的蓝色光在着色层361B中提高纯度,而该光被发射到显示装置100E的外部。另外,也可以省略着色层361B。如上所述那样,在蓝色的像素20B中可以省略颜色转换层。

[0159] 因为在显示装置100E中在衬底上制造仅一种发光二极管即可,所以与制造多种发光二极管时相比可以使制造装置及工序简化。

[0160] 各颜色的像素之间设置有遮光层350。遮光层350设置在至少遮蔽发光二极管110沿着横向方向发射的光的位置。根据需要也可以还设置在遮蔽发光二极管110沿着倾斜方向发射的光的位置。另外,绝缘层104上设置有覆盖像素周围的遮光层351。

[0161] 通过设置遮光层350及遮光层351,可以抑制发光二极管所发射的光进入相邻的其他颜色的像素区域中,从而可以防止混色。因此,可以提高显示装置的显示品质。另外,也可以设置有遮光层350和遮光层351中的一个。

[0162] 构成遮光层350及遮光层351的材料没有特别的限制,例如可以使用金属材料等无机材料或者包含颜料(碳黑等)或染料的树脂材料等的有机材料。另外,遮光层351也可以层叠各颜色的着色层而形成。例如,可以层叠红色、绿色、蓝色这三个颜色的着色层而形成。

[0163] 另外,发光二极管110R、发光二极管110G及发光二极管110B各自也可以发射其光子能量比蓝色光高的波长的光。例如,可以使用能够发射蓝紫色、紫色或紫外等的光的发光二极管。通过使用光子能量高的光,可以在颜色转换层中高效地进行颜色转换。

[0164] 在此情况下,如图11所示的显示装置100F那样,蓝色的像素20B中的重叠于发光二极管110B的区域设置有颜色转换层360B及着色层361B。发光二极管110B所发射的光在颜色转换层360B中从蓝紫色、紫色或紫外转换为蓝色,在着色层361B中蓝色光的纯度提高,而该光被发射到显示装置100E的外部。另外,也可以省略着色层361B。

[0165] 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品质。

[0166] 颜色转换层通过液滴喷射法(例如,喷墨法)、涂敷法、压印(imprinting)法及各种印刷法(丝网印刷法、胶印法)等形成。另外,也可以使用量子点薄膜等的颜色转换膜。

[0167] 在对成为颜色转换层的膜进行加工时,可以使用光刻法。例如,可以使用在要进行加工的薄膜上形成抗蚀剂掩模,通过蚀刻等对该薄膜进行加工,并去除抗蚀剂掩模的方法。另外,也可以使用在形成具有感光性的薄膜之后,进行曝光及显影来将该薄膜加工为所希望的形状的方法。例如,使用混合量子点而成的感光性材料形成薄膜,通过光刻法对该薄膜进行加工,由此可以形成岛状颜色转换层。

[0168] 作为构成量子点的材料,没有特别的限制,例如可以举出第14族元素、第15族元素、第16族元素、包含多个第14族元素的化合物、第4族至第14族的元素和第16族元素的化合物、第2族元素和第16族元素的化合物、第13族元素和第15族元素的化合物、第13族元素和第17族元素的化合物、第14族元素和第15族元素的化合物、第11族元素和第17族元素的化合物、氧化铁类、氧化钛类、硫系尖晶石 (spinel chalcogenide) 类、各种半导体簇等。

[0169] 具体而言,可以举出硒化镉、硫化镉、碲化镉、硒化锌、氧化锌、硫化锌、碲化锌、硫化汞、硒化汞、碲化汞、砷化铟、磷化铟、砷化镓、磷化镓、氮化铟、氮化镓、铋化铟、铋化镓、磷化铝、砷化铝、铋化铝、硒化铅、碲化铅、硫化铅、硒化铟、碲化铟、硫化铟、硒化镓、硫化砷、硒化砷、碲化砷、硫化铋、硒化铋、碲化铋、硅、碳化硅、锗、锡、硒、碲、硼、碳、磷、氮化硼、磷化硼、砷化硼、氮化铝、硫化铝、硫化钡、硒化钡、碲化钡、硫化钙、硒化钙、碲化钙、硫化铍、硒化铍、碲化铍、硫化镁、硒化镁、硫化锗、硒化锗、碲化锗、硫化锡、硒化锡、碲化锡、氧化铅、氟化铜、氯化铜、溴化铜、碘化铜、氧化铜、硒化铜、氧化镍、氧化钴、硫化钴、氧化铁、硫化铁、氧化锰、硫化钼、氧化钒、氧化钨、氧化钽、氧化钛、氧化锆、氮化硅、氮化锗、氧化铝、钛酸钡、硒锌镉的化合物、铟砷磷的化合物、镉硒硫的化合物、镉碲硫的化合物、铟镓砷的化合物、铟镓硒的化合物、铟碲硫的化合物、铜铟硫的化合物以及它们的组合等。此外,也可以使用以任意比率表示组成的所谓的合金型量子点。

[0170] 作为量子点的结构,有核型、核壳 (Core-Shell) 型、核多壳 (Core-Multishell) 型等。此外,在量子点中,由于表面原子的比例高,因此反应性高而容易发生聚集。因此,量子点的表面优选附着有保护剂或设置有保护基。通过附着有保护剂或设置有保护基,可以防止聚集并提高对溶剂的溶解性。此外,还可以通过降低反应性来提高电稳定性。

[0171] 量子点其尺寸越小带隙越大,因此适当地调节其尺寸以获得所希望的波长的光。随着结晶尺寸变小,量子点的发光向蓝色一侧(即,向高能量一侧)迁移,因此,通过改变量子点的尺寸,可以在涵盖紫外区域、可见光区域和红外区域的光谱的波长区域中调节其发光波长。通常使用的量子点的尺寸(直径)为例如0.5nm以上且20nm以下,优选为1nm以上且10nm以下。量子点其尺寸分布越小发射光谱越窄,因此可以获得色纯度高的发光。另外,对量子点的形状没有特别的限制,可以为球状、棒状、圆盘状、其他的形状。为棒状量子点的量子杆具有呈现有指向性的光的功能。

[0172] 着色层是使特定波长区域的光透过的有色层。例如,可以使用使红色、绿色、蓝色或黄色的波长区域的光透过的滤色片等。作为可用于着色层的材料,可以举出金属材料、树脂材料、含有颜料或染料的树脂材料等。

[0173] 注意,虽然使用显示装置100A的结构示出显示装置100E及显示装置100D的结构,但该显示装置100E及显示装置100D的结构也可以用于实施方式1所示的其他显示装置。

[0174] 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。

[0175] (实施方式3)

[0176] 在本实施方式中,说明能够应用于本发明的一个方式的显示装置的晶体管。

[0177] 对显示装置所包括的晶体管的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。

[0178] 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低的晶体管。

[0179] 作为显示装置所包括的晶体管,也可以使用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。例如,也可以组合使用将金属氧化物用于沟道形成区域的晶体管和沟道形成区域包含硅的晶体管。

[0180] 另外,以下示出的绝缘体、导体、氧化物、半导体可以通过溅射法、化学气相沉积(CVD:Chemical Vapor Deposition)法、分子束外延(MBE:Molecular Beam Epitaxy)法、脉冲激光沉积(PLD:Pulsed Laser Deposition)法或原子层沉积(ALD:Atomic Layer Deposition)法等形成。注意,在本说明书等中,可以将“绝缘体”换称为“绝缘膜”或“绝缘层”。另外,可以将“导体”换称为“导电膜”或“导电层”。另外,可以将“氧化物”换称为“氧化物膜”或“氧化物层”。另外,可以将“半导体”换称为“半导体膜”或“半导体层”。

[0181] 图12A是晶体管200的俯视图。注意,在图12A中,为了明确起见,省略图示一部分的构成要素。图12B是沿着图12A中的点划线A1-A2的截面图。图12B可以说是晶体管200的沟道长度方向的截面图。图12C示出沿着图12A的点划线A3-A4的截面图。图12C也可以说是晶体管200的沟道宽度方向的截面图。图12D是沿着图12A中的点划线A5-A6的截面图。

[0182] 图12A至图12D所示的半导体装置包括衬底(未图示)上的绝缘体212、绝缘体212上的绝缘体214、绝缘体214上的晶体管200、晶体管200上的绝缘体280、绝缘体280上的绝缘体282、绝缘体282上的绝缘体283以及绝缘体283上的绝缘体285。绝缘体212、绝缘体214、绝缘体280、绝缘体282、绝缘体283及绝缘体285被用作层间绝缘膜。另外,包括与晶体管200电连接且被用作插头的导体240(导体240a及导体240b)。另外,与用作插头的导体240的侧面接触的方式设置绝缘体241(绝缘体241a及绝缘体241b)。另外,在绝缘体285上及导体240上设置与导体240电连接且被用作布线的导体246(导体246a及导体246b)。

[0183] 以与绝缘体280、绝缘体282、绝缘体283及绝缘体285的开口的内壁接触的方式设置绝缘体241a,以与绝缘体241a的侧面接触的方式设置导体240a的第一导体,其内侧设置导体240a的第二导体。此外,以与绝缘体280、绝缘体282、绝缘体283及绝缘体285的开口的内壁接触的方式设置绝缘体241b,以与绝缘体241b的侧面接触的方式设置导体240b的第一导体,并且在其内侧设置导体240b的第二导体。在此,导体240的顶面的高度与重叠于导体246的区域的绝缘体285的顶面的高度可以大致一致。此外,示出在晶体管200中,作为导体240层叠有第一导体及第二导体的结构,但是本发明不局限于此。例如,导体240也可以具有单层结构或者三层以上的叠层结构。另外,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。

[0184] [晶体管200]

[0185] 如图12A至图12D所示,晶体管200包括绝缘体214上的绝缘体216、以埋入于绝缘体216的方式配置的导电体205(导电体205a及导电体205b)、绝缘体216上及导电体205上的绝缘体222、绝缘体222上的绝缘体224、绝缘体224上的氧化物230a、氧化物230a上的氧化物230b、氧化物230b上的氧化物243(氧化物243a及氧化物243b)、氧化物243a上的导电体242a、导电体242a上的绝缘体271a、氧化物243b上的导电体242b、导电体242b上的绝缘体271b、氧化物230b上的绝缘体250(绝缘体250a及绝缘体250b)、位于绝缘体250上且与氧化物230b的一部分重叠的导电体260(导电体260a及导电体260b)、以覆盖绝缘体222、绝缘体224、氧化物230a、氧化物230b、氧化物243a、氧化物243b、导电体242a、导电体242b、绝缘体271a及绝缘体271b的方式配置的绝缘体275。

[0186] 以下,有时将氧化物230a及氧化物230b统称为氧化物230。另外,有时将导电体242a和导电体242b统称为导电体242。另外,有时将绝缘体271a及绝缘体271b统称为绝缘体271。

[0187] 在绝缘体280及绝缘体275中形成到达氧化物230b的开口。该开口内配置有绝缘体250及导电体260。另外,在晶体管200的沟道长度方向上,绝缘体271a、导电体242a及氧化物243a与绝缘体271b、导电体242b及氧化物243b间设置有导电体260及绝缘体250。绝缘体250具有与导电体260的侧面接触的区域及与导电体260的底面接触的区域。

[0188] 氧化物230优选包括绝缘体224上的氧化物230a及氧化物230a上的氧化物230b。当在氧化物230b的下方包括氧化物230a,可以抑制杂质从形成在氧化物230a的下方的结构物向氧化物230b扩散。

[0189] 注意,在晶体管200中氧化物230具有氧化物230a及氧化物230b的两层叠层结构,但是本发明不局限于此。例如,氧化物230可以具有氧化物230b的单层或三层以上的叠层结构,也可以具有氧化物230a及氧化物230b分别具有叠层的结构。

[0190] 导电体260被用作第一栅(也称为顶栅极)电极,导电体205被用作第二栅(也称为背栅极)电极。此外,绝缘体250被用作第一栅极绝缘膜,绝缘体224及绝缘体222被用作第二栅极绝缘膜。另外,导电体242a被用作源电极和漏电极中的一方,导电体242b被用作源电极和漏电极中的另一方。另外,氧化物230的与导电体260重叠的区域的至少一部分被用作沟道形成区域。

[0191] 氧化物230b在与导电体242a重叠的区域具有源极区域和漏极区域中的一方且在与导电体242b重叠的区域具有源极区域和漏极区域中的另一方。另外,氧化物230b在夹在源极区域与漏极区域之间的区域具有沟道形成区域(图12B中以阴影部分表示的区域)。

[0192] 沟道形成区域是与源极区域及漏极区域相比氧空位少或者杂质浓度低而载流子浓度低的高电阻区域。在此,沟道形成区域的载流子浓度优选为 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下,更优选低于 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ ,进一步优选低于 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ ,更进一步优选低于 $1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ ,还进一步优选低于 $1 \times 10^{12} \text{ cm}^{-3}$ 。注意,沟道形成区域的载流子浓度的下限值没有特别的限制,例如可以为 $1 \times 10^{-9} \text{ cm}^{-3}$ 。

[0193] 注意,上面示出在氧化物230b中形成沟道形成区域、源极区域及漏极区域的例子,但是本发明不局限于此。例如,有时氧化物230a中也同样地形成有沟道形成区域、源极区域及漏极区域。

[0194] 另外,优选在晶体管200中将被用作半导体的金属氧化物(也称为氧化物半导体)

用于包含沟道形成区域的氧化物230 (氧化物230a及氧化物230b)。

[0195] 另外,用作半导体的金属氧化物的带隙优选为2eV以上,更优选为2.5eV以上。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。

[0196] 作为氧化物230,例如优选使用包含铟、元素M及锌的In-M-Zn氧化物(元素M为选自铝、镓、铋、锡、铜、钒、铍、硼、钛、铁、镍、锗、铟、镧、铈、钕、钐、钆、铽、钨和镁等中的一种或多种)等的金属氧化物。另外,作为氧化物230也可以使用In-Ga氧化物、In-Zn氧化物、铟氧化物。

[0197] 在此,优选的是,用于氧化物230b的金属氧化物中的In与元素M的原子个数比大于用于氧化物230a的金属氧化物中的In与元素M的原子个数比。

[0198] 具体而言,作为氧化物230a使用In:M:Zn=1:3:4[原子个数比]或其附近的组成、或者In:M:Zn=1:1:0.5[原子个数比]或其附近的组成的金属氧化物,即可。另外,作为氧化物230b,使用In:M:Zn=1:1:1[原子个数比]或其附近的组成、或者In:M:Zn=4:2:3[原子个数比]或其附近的组成的金属氧化物,即可。注意,附近的组成包括所希望的原子个数比的±30%的范围。另外,作为元素M优选使用镓。

[0199] 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。

[0200] 如此,通过在氧化物230b的下方配置氧化物230a,可以抑制杂质及氧从形成在氧化物230a的下方的结构物向氧化物230b扩散。

[0201] 此外,氧化物230a及氧化物230b除了氧以外还包含共同元素(作为主要成分),所以可以降低氧化物230a与氧化物230b的各界面的缺陷态密度。因为可以降低氧化物230a与氧化物230b的界面的缺陷态密度,所以界面散射给载流子传导带来的影响小,从而可以得到大通态电流。

[0202] 氧化物230b优选具有结晶性。尤其是,优选使用CAAC-OS(c-axis aligned crystalline oxide semiconductor:c轴取向结晶氧化物半导体)作为氧化物230b。

[0203] CAAC-OS具有结晶性高的致密结构且是杂质及缺陷(例如,氧空位(也称为 $V_o$ : oxygen vacancy)等)少的金属氧化物。尤其是,通过在形成金属氧化物后以金属氧化物不被多晶化的温度(例如,400°C以上且600°C以下)进行加热处理,可以使CAAC-OS具有结晶性更高的致密结构。如此,通过进一步提高CAAC-OS的密度,可以进一步降低该CAAC-OS中的杂质或氧的扩散。

[0204] 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。因此,包含CAAC-OS的金属氧化物的物理性质稳定。因此,具有CAAC-OS的金属氧化物具有耐热性及高可靠性。

[0205] 绝缘体212、绝缘体214、绝缘体271、绝缘体275、绝缘体282和绝缘体283中的至少一个优选被用作抑制水、氢等杂质从衬底一侧或晶体管200的上方扩散到晶体管200的阻挡绝缘膜。因此,绝缘体212、绝缘体214、绝缘体271、绝缘体275、绝缘体282和绝缘体283中的至少一个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(不容易使上述氧透过)的绝缘材料。

[0206] 另外,在本说明书中,阻挡绝缘膜是指具有阻挡性的绝缘膜。注意,在本说明书中,阻挡性是指具有抑制对应的物质的扩散的功能(也可以说是透过性低)。或者,阻挡性是指具有俘获并固定对应的物质(也称为吸杂)的功能。

[0207] 作为绝缘体212、绝缘体214、绝缘体271、绝缘体275、绝缘体282及绝缘体283,例如可以使用氧化铝、氧化镁、氧化钪、氧化镓、镓锌氧化物、氮化硅或氮氧化硅等。例如,作为绝缘体212、绝缘体275及绝缘体283,优选使用氢阻挡性更高的氮化硅等。另外,例如,作为绝缘体214、绝缘体271及绝缘体282,优选使用俘获并固定氢的性能高的氧化铝或氧化镁等。因此,可以抑制水、氢等杂质通过绝缘体212及绝缘体214从衬底一侧向晶体管200一侧扩散。此外,可以抑制水、氢等杂质从配置在绝缘体283的外方的层间绝缘膜等扩散到晶体管200一侧。另外,可以抑制绝缘体224等中的氧通过绝缘体212及绝缘体214扩散至衬底一侧。另外,可以抑制绝缘体280等中的氧通过绝缘体282等扩散至晶体管200的上方。如此,优选采用由具有抑制水、氢等杂质及氧的扩散的功能的绝缘体212、绝缘体214、绝缘体271、绝缘体275、绝缘体282及绝缘体283围绕晶体管200的结构。

[0208] 在此,作为绝缘体212、绝缘体214、绝缘体271、绝缘体275、绝缘体282及绝缘体283,优选使用具有非晶结构的氧化物。例如,优选使用 $\text{AlO}_x$  ( $x$ 是大于0的任意数)或 $\text{MgO}_y$  ( $y$ 是大于0的任意数)等金属氧化物。上述具有非晶结构的金属氧化物具有如下性质:氧原子具有悬空键而有时由该悬空键俘获或固定氢。通过将上述具有非晶结构的金属氧化物作为晶体管200的构成要素使用或者设置在晶体管200的周围,可以俘获或固定含在晶体管200中的氢或存在于晶体管200的周围的氢。尤其是,优选俘获或固定含在晶体管200的沟道形成区域的氢。通过将具有非晶结构的金属氧化物作为晶体管200的构成要素使用或者设置在晶体管200的周围,可以制造具有良好特性的可靠性高的晶体管200及半导体装置。

[0209] 另外,绝缘体212、绝缘体214、绝缘体271、绝缘体275、绝缘体282及绝缘体283优选具有非晶结构,但是也可以在其一部分形成多晶结构的区域。另外,绝缘体212、绝缘体214、绝缘体271、绝缘体275、绝缘体282及绝缘体283也可以具有层叠有非晶结构的层与多晶结构的层的多层结构。例如,也可以具有在非晶结构的层上层叠有多晶结构的层的叠层结构。

[0210] 绝缘体212、绝缘体214、绝缘体271、绝缘体275、绝缘体282及绝缘体283的成膜例如可以利用溅射法。溅射法不需要作为成膜气体使用氢,所以可以降低绝缘体212、绝缘体214、绝缘体271、绝缘体275、绝缘体282及绝缘体283的氢浓度。注意,成膜方法不局限于溅射法,也可以适当地使用CVD法、MBE法、PLD法、ALD法等。

[0211] 此外,绝缘体216、绝缘体280及绝缘体285的介电常数优选比绝缘体214低。通过将介电常数低的材料用于层间绝缘膜,可以减少产生在布线之间的寄生电容。例如,作为绝缘体216、绝缘体280及绝缘体285,适当地使用氧化硅、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或具有空孔的氧化硅等。

[0212] 导电体205以与氧化物230及导电体260重叠的方式配置。另外,导电体205优选以埋入于绝缘体216的开口中的方式设置。

[0213] 导电体205包括导电体205a及导电体205b。导电体205a与该开口的底面及侧壁接触。导电体205b以埋入于形成在导电体205a的凹部的方式设置。在此,导电体205b的顶面的高度与导电体205a的顶面的高度及绝缘体216的顶面的高度大致一致。

[0214] 导电体205a使用后面说明的能够用于导电体260a的导电材料即可。另外,导电体

205b使用后面说明的能够用于导体260b的导电材料即可。注意,示出在晶体管200中导体205层叠有导体205a及导体205b的结构,但是本发明不局限于此。例如,导体205可以具有单层结构,也可以具有两层或四层以上的叠层结构。

[0215] 绝缘体222及绝缘体224被用作栅极绝缘膜。

[0216] 绝缘体222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,绝缘体222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,绝缘体222优选具有与绝缘体224相比抑制氢和/或氧的扩散的功能。

[0217] 绝缘体222优选使用包含作为绝缘材料的铝和铪中的一方或双方的氧化物的绝缘体。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。另外,作为绝缘体222也可以使用能够用于上述绝缘体214等的阻挡绝缘膜。

[0218] 作为绝缘体224适当地使用氧化硅或氮化硅等,即可。通过以与氧化物230接触的方式设置包含氧的绝缘体224,可以减少氧化物230中的氧空位,从而可以提高晶体管200的可靠性。另外,绝缘体224优选以与氧化物230a重叠的方式加工为岛状。在此情况下,绝缘体275与绝缘体224的侧面及绝缘体222的顶面接触。由此,可以用绝缘体275使绝缘体224与绝缘体280分离,所以可以抑制绝缘体280中的氧扩散到绝缘体224而绝缘体224中的氧过多。

[0219] 此外,绝缘体222及绝缘体224也可以具有两层以上的叠层结构。此时,不局限于使用相同材料构成的叠层结构,也可以是使用不同材料形成的叠层结构。注意,图12B等示出绝缘体224以与氧化物230a重叠的方式形成为岛状的结构,但是本发明不局限于此。只要能够将绝缘体224中的氧量调整为合适的量,就可以与绝缘体222同样地不对绝缘体224进行图案化。

[0220] 氧化物243a及氧化物243b设置在氧化物230b上。氧化物243a与氧化物243b隔着导体260分离。氧化物243(氧化物243a及氧化物243b)优选具有抑制氧透过的功能。通过在被用作源电极或漏电极的导体242与氧化物230b之间配置具有抑制氧的透过的功能的氧化物243,导体242与氧化物230b之间的电阻被降低,所以是优选的。另外,在能够充分降低导体242与氧化物230b间的电阻的情况下,也可以不设置氧化物243。

[0221] 作为氧化物243也可以使用包含元素M的金属氧化物。尤其是,作为元素M优选使用铝、镓、铋或锡。氧化物243的元素M的浓度优选比氧化物230b高。此外,作为氧化物243也可以使用氧化镓。另外,作为氧化物243也可以使用In-M-Zn氧化物等金属氧化物。具体而言,用于氧化物243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230b的金属氧化物中的相对于In的元素M的原子个数比。此外,氧化物243的膜厚度优选为0.5nm以上且5nm以下,更优选为1nm以上且3nm以下,进一步优选为1nm以上且2nm以下。

[0222] 优选的是,导体242a与氧化物243a的顶面接触,导体242b与氧化物243b的顶面接触。导体242a及导体242b分别用作晶体管200的源电极或漏电极。

[0223] 作为导体242(导体242a及导体242b)例如优选使用包含钽的氮化物、包含钛的氮化物、包含钼的氮化物、包含钨的氮化物、包含钽及铝的氮化物、包含钛及铝的氮化物等。在本发明的一个方式中,尤其优选采用包含钽的氮化物。此外,例如也可以使用氧化钪、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。

[0224] 另外,优选在导电体242的侧面与导电体242的顶面之间不形成弯曲面。通过使导电体242不具有该弯曲面,可以增大如图12D所示的沟道宽度方向的截面上的导电体242的截面积。由此,可以提高导电体242的导电率而提高晶体管200的通态电流。

[0225] 绝缘体271a与导电体242a的顶面接触,绝缘体271b与导电体242b的顶面接触。

[0226] 绝缘体275以与绝缘体222的顶面、绝缘体224的侧面、氧化物230a的侧面、氧化物230b的侧面、氧化物243的侧面、导电体242的侧面以及绝缘体271的侧面及顶面接触的方式设置。绝缘体275在将设置绝缘体250及导电体260的区域中形成开口。

[0227] 通过在夹在绝缘体212与绝缘体275间的区域内设置具有俘获氢等杂质的功能的绝缘体214、绝缘体271及绝缘体275,可以俘获绝缘体224或绝缘体216等中的氢等杂质而使该区域内的氢量为一定的值。此时,绝缘体214、绝缘体271及绝缘体275优选包含非晶结构的氧化铝。

[0228] 绝缘体250包括绝缘体250a及绝缘体250a上的绝缘体250b且被用作栅极绝缘膜。另外,绝缘体250a优选以与氧化物230b的顶面、氧化物243的侧面、导电体242的侧面、绝缘体271的侧面、绝缘体275的侧面及绝缘体280的侧面接触的方式配置。另外,绝缘体250的膜厚度优选为1nm以上且20nm以下。

[0229] 作为绝缘体250a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。与绝缘体224同样,优选绝缘体250a中的水或氢等杂质的浓度得到降低。

[0230] 注意,优选的是绝缘体250a使用通过加热释放氧的绝缘体形成,绝缘体250b使用具有抑制氧的扩散的功能的绝缘体形成。通过具有上述结构,可以抑制包含在绝缘体250a的氧扩散到导电体260。换言之,可以抑制供应到氧化物230的氧量的减少。另外,可以抑制包含在绝缘体250a的氧所导致的导电体260的氧化。例如,绝缘体250b可以使用与绝缘体222同样的材料设置。

[0231] 具体而言,作为绝缘体250b可以使用选自铅、铝、镓、铋、锗、钨、钛、钽、镍、锆、镁等中的一种或两种以上的金属氧化物或者可用于氧化物230的金属氧化物。特别是,优选使用包含铝和铅中的一方或双方的氧化物的绝缘体。作为该绝缘体,优选使用氧化铝、氧化铅、包含铝及铅的氧化物(铝酸铅)等。另外,绝缘体250b的膜厚度优选为0.5nm以上且3.0nm以下,更优选为1.0nm以上且1.5nm以下。

[0232] 注意,图12B及图12C示出具有两层的叠层结构的绝缘体250,但是本发明不局限于此。绝缘体250也可以为单层或者具有三层以上的叠层结构。

[0233] 导电体260设置在绝缘体250b上且被用作晶体管200的第一栅电极。导电体260优选包括导电体260a以及配置在导电体260a上的导电体260b。例如,优选以包围导电体260b的底面及侧面的方式配置导电体260a。另外,如图12B及图12C所示,导电体260的顶面与绝缘体250的顶面大致一致。虽然在图12B及图12C中导电体260具有导电体260a和导电体260b的两层结构,但是也可以具有单层结构或三层以上的叠层结构。

[0234] 作为导电体260a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、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。

[0235] 此外,当导电体260a具有抑制氧的扩散的功能时,可以抑制绝缘体250所包含的氧使导电体260b氧化而导致导电率的下降。作为具有抑制氧扩散的功能的导电材料,例如可以使用钛、氮化钛、钽、氮化钽、钇、氧化钇等。

[0236] 另外,由于导电体260还被用作布线,所以优选使用导电性高的导电体。例如,导电体260b可以使用以钨、铜或铝为主要成分的导电材料。另外,导电体260b可以具有叠层结构,例如可以具有钛或氮化钛与上述导电材料的叠层结构。

[0237] 另外,在晶体管200中,以填埋形成于绝缘体280等的开口的方式自对准地形成导电体260。通过如此形成导电体260,可以在导电体242a和导电体242b之间的区域中无需对准并确实地配置导电体260。

[0238] 另外,如图12C所示,在晶体管200的沟道宽度方向上,以绝缘体222的底面为基准,导电体260的不与氧化物230b重叠的区域的底面的高度优选比氧化物230b的底面的高度低。通过采用被用作栅电极的导电体260隔着绝缘体250等覆盖氧化物230b的沟道形成区域的侧面及顶面的结构,容易使导电体260的电场作用于氧化物230b的沟道形成区域整体。由此,可以提高晶体管200的通态电流及频率特性。以绝缘体222的底面为基准时的氧化物230a及氧化物230b不与导电体260重叠的区域中的导电体260的底面的高度和氧化物230b的底面的高度之差为0nm以上且100nm以下,优选为3nm以上且50nm以下,更优选为5nm以上且20nm以下。

[0239] 绝缘体280设置在绝缘体275上,在将设置绝缘体250及导电体260的区域中形成开口。此外,绝缘体280的顶面也可以被平坦化。在此情况下,绝缘体280的顶面的高度优选与绝缘体250的顶面的高度及导电体260的顶面的高度大致一致。

[0240] 绝缘体282以与绝缘体280的顶面、绝缘体250的顶面及导电体260的顶面接触的方式设置。另外,绝缘体282优选被用作抑制水、氢等杂质从上方向绝缘体280扩散的阻挡绝缘膜且具有俘获氢等杂质的功能。另外,绝缘体282优选被用作抑制氧透过的阻挡绝缘膜。作为绝缘体282,例如使用氧化铝等绝缘体即可。通过在夹在绝缘体212与绝缘体283的区域内设置与绝缘体280接触且具有俘获氢等杂质的功能的绝缘体282,可以俘获包含在绝缘体280等的氢等杂质而将该区域内的氢量为一定的值。尤其是,通过作为绝缘体282使用具有非晶结构的氧化铝或由非晶结构组成的氧化铝,有时可以进一步有效地俘获或固定氢,所以是优选的。由此,可以制造具有良好特性且可靠性高的晶体管200及半导体装置。

[0241] 导电体240a及导电体240b优选使用以钨、铜或铝为主要成分的导电材料。此外,导电体240a及导电体240b也可以具有叠层结构。在导电体240采用叠层结构时,作为与绝缘体241接触的导电体优选使用具有抑制水、氢等杂质的透过的功能的导电材料。例如,可以使用上述能够用于导电体260a的导电材料。

[0242] 作为绝缘体241a及绝缘体241b,例如使用氮化硅、氧化铝或氮氧化硅等绝缘体,即可。因为绝缘体241a及绝缘体241b与绝缘体283、绝缘体282及绝缘体271接触地设置,所以可以抑制包含在绝缘体280等中的水、氢等杂质经过导电体240a及导电体240b混入氧化物230。

[0243] 可以以与导电体240a的顶面及导电体240b的顶面接触的方式配置被用作布线的导电体246(导电体246a及导电体246b)。导电体246优选使用以钨、铜或铝为主要成分的导电材料。另外,该导电体可以具有叠层结构,例如,可以具有钛或氮化钛与上述导电材料的



在将原子排列看作品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。

[0259] 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。

[0260] 另外,在In-M-Zn氧化物(元素M为选自铝、镓、铟、锡和钛中的一种或多种)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(Transmission Electron Microscope)图像中被观察作为晶格像。

[0261] 例如,当对CAAC-OS膜使用XRD装置进行结构分析时,在使用 $\theta/2\theta$ 扫描的Out-of-plane XRD测量中,在 $2\theta = 31^\circ$ 或其附近检测出表示c轴取向的峰值。注意,表示c轴取向的峰值的位置( $2\theta$ 值)有时根据构成CAAC-OS的金属元素的种类、组成等变动。

[0262] 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。

[0263] 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因为a-b面方向上的氧原子的排列的低密度或因金属原子被取代而使原子间的键合距离产生变化而能够包容畸变。

[0264] 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是使晶体管的半导体层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。

[0265] 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及缺陷的生成等而降低,因此可以说CAAC-OS是杂质及缺陷(氧空位等)少的氧化物半导体。因此,包含CAAC-OS的氧化物半导体的物理性质稳定。因此,包含CAAC-OS的氧化物半导体具有高耐热性及高可靠性。另外,CAAC-OS对制造工序中的高温(所谓热积存;thermal budget)也具有稳定性。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。

[0266] [[nc-OS]]

[0267] 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)的电子束的电子衍射(也称为纳米束电子衍射)的情况下,有时得到在以直接斑点为中心的环状区域内观察到多个斑点的电子衍射图案。

[0268] [[a-like OS]]

[0269] 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。

[0270] <<氧化物半导体的结构>>

[0271] 接着,说明上述的CAC-OS的详细内容。注意,CAC-OS与材料构成有关。

[0272] [[CAC-OS]]

[0273] 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。

[0274] 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。

[0275] 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。

[0276] 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。

[0277] 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。

[0278] 另外,In-Ga-Zn氧化物中的CAC-OS是指如下构成:在包含In、Ga、Zn及O的材料构成中,部分主要成分为Ga的区域与部分主要成分为In的区域无规律地以马赛克状存在。因此,可推测,CAC-OS具有金属元素不均匀地分布的结构。

[0279] CAC-OS例如可以通过在对衬底不进行加热的条件下利用溅射法来形成。在利用溅

射法形成CAC-OS的情况下,作为成膜气体,可以使用选自惰性气体(典型的是氩)、氧气体和氮气体中的一种或多种。另外,成膜时的成膜气体的总流量中的氧气体的流量比越低越好,例如,优选使成膜时的成膜气体的总流量中的氧气体的流量比为0%以上且低于30%,更优选为0%以上且10%以下。

[0280] 例如,在In-Ga-Zn氧化物的CAC-OS中,根据通过能量分散型X射线分析法(EDX: Energy Dispersive X-ray spectroscopy)取得的EDX面分析(mapping)图像,可确认到具有以In为主要成分的区域(第一区域)及以Ga为主要成分的区域(第二区域)不均匀地分布而混合的结构。

[0281] 在此,第一区域是具有比第二区域高的导电性的区域。就是说,当载流子流过第一区域时,呈现作为金属氧化物的导电性。因此,当第一区域以云状分布在金属氧化物中时,可以实现高场效应迁移率( $\mu$ )。

[0282] 另一方面,第二区域是具有比第一区域高的绝缘性的区域。就是说,当第二区域分布在金属氧化物中时,可以抑制泄漏电流。

[0283] 在将CAC-OS用于晶体管的情况下,通过起因于第一区域的导电性和起因于第二区域的绝缘性的互补作用,可以使CAC-OS具有开关功能(控制导通/关闭的功能)。换言之,在CAC-OS的材料的一部分中具有导电性的功能且在另一部分中具有绝缘性的功能,在材料的整体中具有半导体的功能。通过使导电性的功能和绝缘性的功能分离,可以最大限度地提高各功能。因此,通过将CAC-OS用于晶体管,可以实现高通态电流( $I_{on}$ )、高场效应迁移率( $\mu$ )及良好的开关工作。

[0284] 另外,使用CAC-OS的晶体管具有高可靠性。因此,CAC-OS最适合于显示装置等各种半导体装置。

[0285] 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。

[0286] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合。

[0287] (实施方式4)

[0288] 在本实施方式中,参照图13说明本发明的一个方式的显示装置。

[0289] 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13示出像素PIX(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。

[0290] 图13所示的像素PIX(i, j)包括在实施方式1中说明的发光二极管110、开关SW21、晶体管M及电容器C1。晶体管M相当于在实施方式1中说明的晶体管120或晶体管130d。像素PIX(i, j)也可以还包括开关SW22。发光二极管110优选为微型发光二极管或小型发光二极管。

[0291] 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。

[0292] 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布线COM电连接,另一个与晶体管M的栅

极电连接。

[0293] 晶体管M的栅极与电容器C1的一个电极、开关SW21的源极和漏极中的另一个及开关SW22的源极和漏极中的另一个电连接。晶体管M的源极和漏极中的一个与布线CATHODE电连接,另一个与发光二极管110的阴极电连接。

[0294] 电容器C1的另一个电极与布线CATHODE电连接。

[0295] 发光二极管110的阳极与布线ANODE电连接。

[0296] 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。布线COM、布线CATHODE及布线ANODE的每一个被供应固定电位。可以将发光二极管110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。

[0297] 开关SW21被选择信号控制,并被用作控制像素PIX (i, j) 的选择状态的选择晶体管。

[0298] 晶体管M被用作根据供应到栅极的电位控制流过发光二极管110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二极管110的发光亮度。

[0299] 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。

[0300] 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供应到发光二极管110。或者,发光二极管110可以根据图像信号及控制信号表现灰度。

[0301] 在此,作为各像素PIX (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。

[0302] 使用具有比硅宽的带隙及比硅低的载流子浓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。

[0303] 另外,作为像素PIX (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。

[0304] 此外,也可以采用如下结构:作为像素PIX (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。

[0305] 注意,在图13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。

[0306] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合。

[0307] (实施方式5)

[0308] 在本实施方式中,使用图14A至图19F对本发明的一个方式的电子设备进行说明。

[0309] 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品质高且功耗低。另外,本发明的一个方式的显示装置容易实现高清晰化及高分辨率化。因此,可以用于各种电子设备的显示部。

[0310] 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。

[0311] 特别是,因为本发明的一个方式的显示装置可以提高清晰度,所以可以适当地用于包括较小的显示部的电子设备。作为这种电子设备可以举出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、MR用设备、XR用设备或可戴在头上的可穿戴设备等。

[0312] 本发明的一个方式的显示装置优选具有极高的分辨率诸如HD(像素数为 $1280 \times 720$ )、FHD(像素数为 $1920 \times 1080$ )、WQHD(像素数为 $2560 \times 1440$ )、WQXGA(像素数为 $2560 \times 1600$ )、4K(像素数为 $3840 \times 2160$ )、8K(像素数为 $7680 \times 4320$ )等。尤其是,优选设定为4K、8K或其以上的分辨率。另外,本发明的一个方式的显示装置中的像素密度(清晰度)优选为300ppi以上,更优选为500ppi以上,进一步优选为1000ppi以上,更进一步优选为3000ppi以上,还进一步优选为5000ppi以上,进一步优选为7000ppi以上。通过使用上述的具有高分辨率的显示装置,在便携式或家用等的个人用途的电子设备中可以进一步提高真实感或纵深感等。

[0313] 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)。

[0314] 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。

[0315] 图14A示出眼镜型电子设备700的立体图。电子设备700包括一对显示面板701、一对框体702、一对光学构件703、一对安装部704、边框707、鼻垫708等。

[0316] 电子设备700可以将由显示面板701显示的图像投影于光学构件703中的显示区域706。因为光学构件703具有透光性,所以使用者可以与通过光学构件703看到的透过图像重叠地看到显示于显示区域706的图像。因此,电子设备700是能够进行AR显示的电子设备。

[0317] 一方或双方的框体702也可以设置有能够拍摄前方的照相机。另外,框体702也可以具有无线通讯装置,通过该无线通讯装置可以对框体702供应影像信号等。另外,代替无线通讯装置或者除了无线通讯装置以外还可以包括能够连接供应影像信号或电源电位的电线的连接器。另外,通过在框体702设置陀螺仪传感器等的加速度传感器,可以检测使用者的头部朝向并将对应该方向的图像显示在显示区域706上。

[0318] 一方或双方的框体702也可以设置有处理器。处理器具有控制照相机、无线通讯装置、一对显示面板701等电子设备700所包括的各种构成要素的功能以及生成图像的功能等。处理器也可以具有生成用来进行AR显示的合成图像的功能。

[0319] 另外,通过无线通讯装置可以与外部设备进行数据通信。例如,将从外部传送的数据输出到处理器,处理器也可以根据该数据生成用来进行AR显示的图像数据。作为从外部传送的数据,除了图像数据以外还可以举出包括从生物传感器装置等传送的生物信息的数

据等。

[0320] 参照图14B说明相对于电子设备700的显示区域706的图像投影方法。框体702的内部设置有显示面板701。此外,光学构件703中设置有反射板712且在相当于光学构件703中的显示区域706的部分设置有被用作半反射镜的反射面713。

[0321] 显示面板701所发射的光715被反射板712反射到光学构件703一侧。在光学构件703的内部中,光715在光学构件703的端面反复全反射,在到达反射面713时,图像被投影于反射面713。由此,使用者可以看到反射在反射面713上的光715和经过光学构件703(包括反射面713)的透过光716。

[0322] 图14B示出反射板712及反射面713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703的厚度。另外,反射板712及反射面713也可以是平面。

[0323] 作为反射板712,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713,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716的透过率。

[0324] 在此,框体702也可以在显示面板701与反射板712间包括透镜。此时,框体702优选具有调整透镜和显示面板701之间的距离及角度的机构。由此,可以进行焦点调整及图像的放大、缩小等。例如,采用透镜和显示面板701中的一个或两个能够在光轴方向上移动的结构,即可。

[0325] 另外,框体702优选具有能够调整反射板712的角度的机构。通过改变反射板712的角度,可以改变显示图像的显示区域706的位置。由此,可以根据使用者的眼睛的位置将显示区域706配置于最合适的位置上。

[0326] 框体702优选设置有电池717及无线供电模块718。通过设置电池717,可以无需对电子设备700另行连接电池而使用,由此可以提高方便性。另外,通过设置无线供电模块718,可以以无线进行充电,由此可以提高方便性、设计性。并且,与使用连接器等有有线进行充电的情况相比,可以减少发生连接不良等故障的风险,由此可以提高电子设备700的可靠性。

[0327] 框体702设置有触摸传感器模块719。触摸传感器模块719具有检测框体702的外侧的面是否被触摸的功能。图14B示出用手指720触摸框体702的表面的情况。通过触摸传感器模块719,可以检测使用者的点按操作或滑动操作等而执行各种处理。例如,可以通过点按操作执行动态图像的暂时停止、再生等的处理或者通过滑动操作可以执行快进及快退等的处理等。另外,通过在两个框体702的每一个设置触摸传感器模块719,可以扩大操作范围。

[0328] 作为触摸传感器模块719,可以使用各种触摸传感器。例如,可以采用静电电容方式、电阻膜方式、红外线方式、电磁感应方式、表面声波式、光学方式等各种方式。尤其是,优选将静电电容方式或光学方式的传感器应用于触摸传感器模块719。

[0329] 在使用光学方式的触摸传感器时,作为受光器件(也称为受光元件)可以使用光电转换器件(也称为光电转换元件)。作为光电转换器件,可以举出作为活性层使用无机半导体的器件或使用有机半导体的器件等。

[0330] 显示面板701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700。

[0331] 图15A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、一对安装部904等。

[0332] 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。

[0333] 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。

[0334] 一个框体902设置有能够拍摄前面的摄像头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。

[0335] 参照图15B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。

[0336] 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。

[0337] 图15B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。

[0338] 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。

[0339] 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,可以进行焦点调整及图像的放大、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。

[0340] 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。

[0341] 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。

[0342] 图16A、图16B示出护目镜型电子设备950的立体图。图16A是示出电子设备950的正面、平面及左侧面的立体图,图16B是示出电子设备950的背面、底面及右侧面的立体图。

[0343] 电子设备950包括一对显示面板951、框体952、一对安装部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。

[0344] 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。

[0345] 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。

[0346] 电子设备950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。

[0347] 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。

[0348] 缓冲构件955是与使用者的脸(额头或脸颊等)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及安装部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。

[0349] 图17A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。

[0350] 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。

[0351] 显示部6502可以使用本发明的一个方式的显示装置。

[0352] 图17B是包括框体6501的麦克风6506一侧的端部的截面示意图。

[0353] 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。

[0354] 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。

[0355] 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。

[0356] 显示面板6511可以使用柔性显示器。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。

[0357] 图18A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。

[0358] 显示部7000可以使用本发明的一个方式的显示装置。

[0359] 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18A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。

[0360] 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。

[0361] 图18B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。

[0362] 显示部7000可以使用本发明的一个方式的显示装置。

[0363] 图18C和图18D示出数字标牌的一个例子。

[0364] 图18C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。

[0365] 图18D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。

[0366] 在图18C和图18D中,可以将本发明的一个方式的显示装置用于显示部7000。

[0367] 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。

[0368] 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。

[0369] 如图18C和图18D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。

[0370] 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。

[0371] 图19A至图19F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。

[0372] 图19A至图19F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。

[0373] 下面,详细地说明图19A至图19F所示的电子设备。

[0374] 图19A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19A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;以及电波强度的显示等。或者,可以在显示有信息9051的位置上显示图标9050等。

[0375] 图19B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。例如,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。

[0376] 图19C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及进行充电。充电也可以通过无线供电进行。

[0377] 图19D至图19F是示出可以折叠的便携式信息终端9201的立体图。另外,图19D是将便携式信息终端9201展开的状态的立体图、图19F是折叠的状态的立体图、图19E是从图19D的状态和图19F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。

[0378] 本实施方式可以与其他实施方式适当地组合。

[0379] [符号说明]

[0380] 11:层、12:层、13:层、14:层、15:层、16:层、17:层、20B:像素、20G:像素、20R:像素、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、102:绝缘层、103:绝缘层、104:绝缘层、110:发光二极管、110B:发光二极管、110G:发光二极管、110R:发光二极管、113:半导体层、113a:半导体层、114:发光层、114a:发光层、114b:发光层、115:半导体层、115a:半导体层、115b:半导体层、120:晶体管、120c:晶体管、120e:晶体管、130:晶体管、130d:晶体管、130e:晶体管、130f:晶体管、130g:晶体管、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:绝缘层、143:绝缘层、151:衬底、152:衬底、153:硅衬底、

154:衬底、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、173:绝缘层、174:导电层、175:导电层、176:导电体、177:导电层、178:导电层、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:绝缘层、188:绝缘层、189:导电层、190a:导电层、190b:导电层、190c:导电层、191a:导电层、191b:导电层、191c:导电层、192:导电层、193:反射层、194:导电层、195:导电层、196:导电层、197:导电体、200:晶体管、205:导电体、205a:导电体、205b:导电体、212:绝缘体、214:绝缘体、216:绝缘体、222:绝缘体、224:绝缘体、230:氧化物、230a:氧化物、230b:氧化物、240:导电体、240a:导电体、240b:导电体、241:绝缘体、241a:绝缘体、241b:绝缘体、242:导电体、242a:导电体、242b:导电体、243:氧化物、243a:氧化物、243b:氧化物、246:导电体、246a:导电体、246b:导电体、250:绝缘体、250a:绝缘体、250b:绝缘体、260:导电体、260a:导电体、260b:导电体、271:绝缘体、271a:绝缘体、271b:绝缘体、275:绝缘体、280:绝缘体、282:绝缘体、283:绝缘体、285:绝缘体、300:衬底、310:剥离层、320:粘合层、330:衬底、350:遮光层、351:遮光层、360B:颜色转换层、360G:颜色转换层、360R:颜色转换层、361B:着色层、361G:着色层、361R:着色层、401:像素部、402:区域、500:粘合层、501:FPC、502:FPC、700:电子设备、701:显示面板、702:框体、703:光学构件、704:安装部、706:显示区域、707:边框、708:鼻垫、712:反射板、713:反射面、715:光、716:透过光、717:电池、718:无线供电模块、719:触摸传感器模块、720:手指、900:电子设备、901:显示面板、902:框体、903:光学构件、904:安装部、905:摄像头、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:安装部、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。

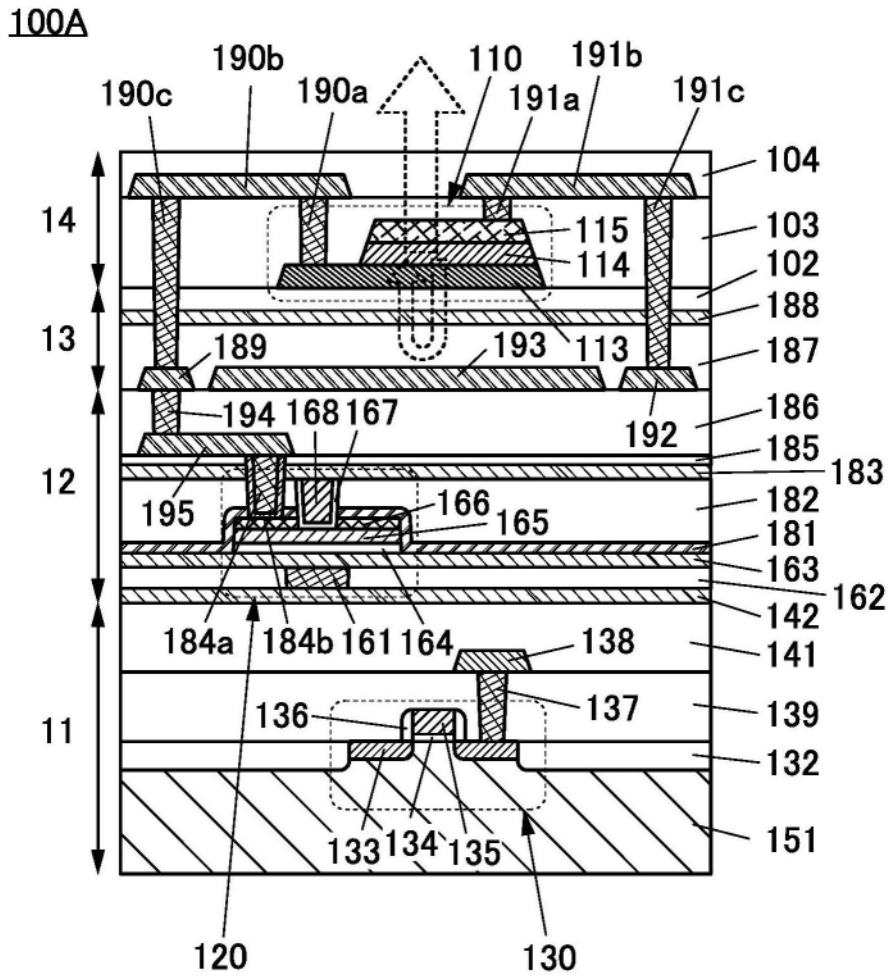


图1

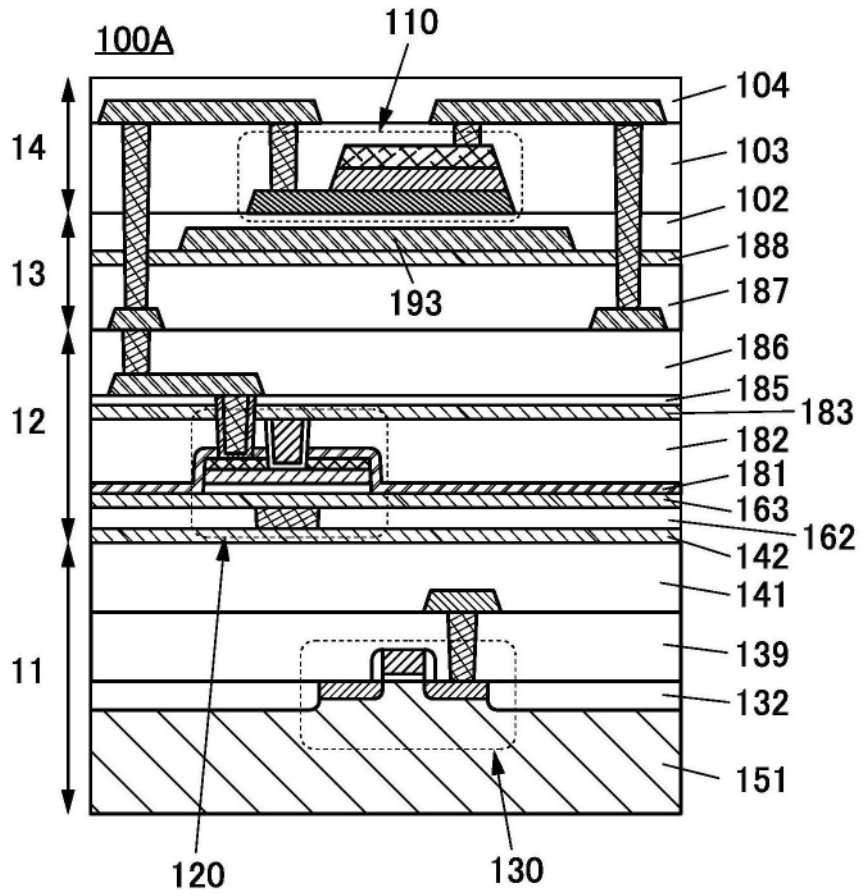


图2A

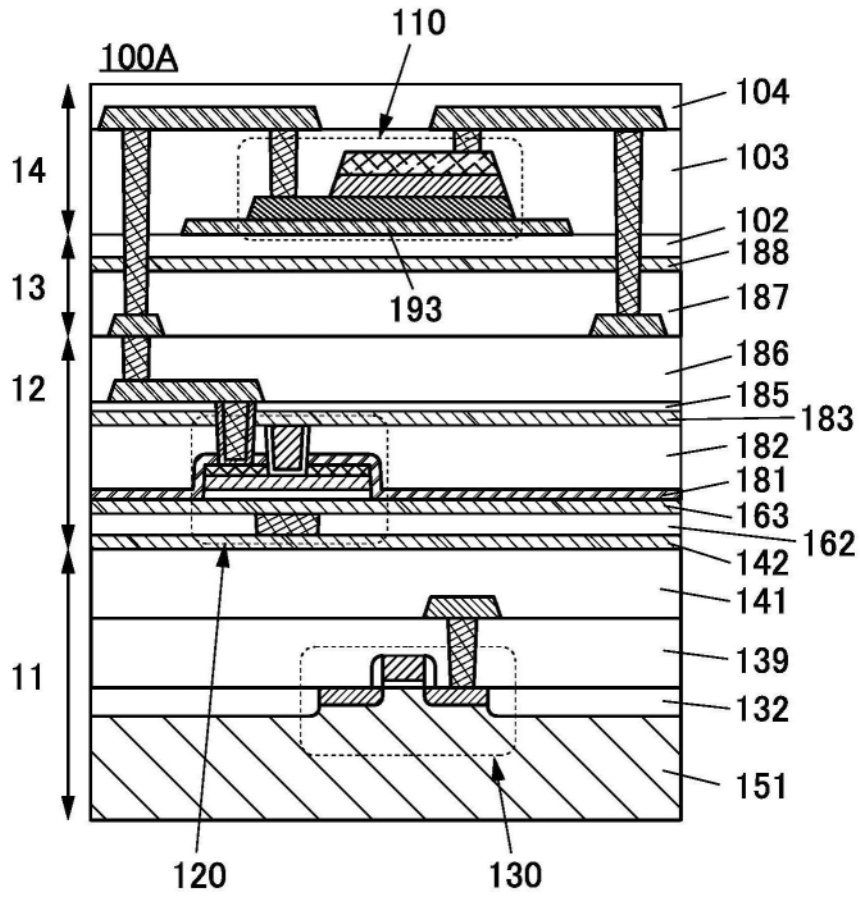


图2B

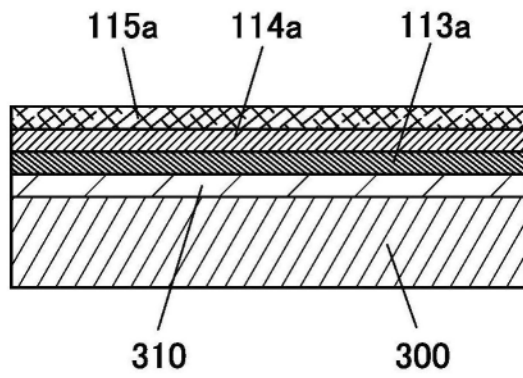


图3A

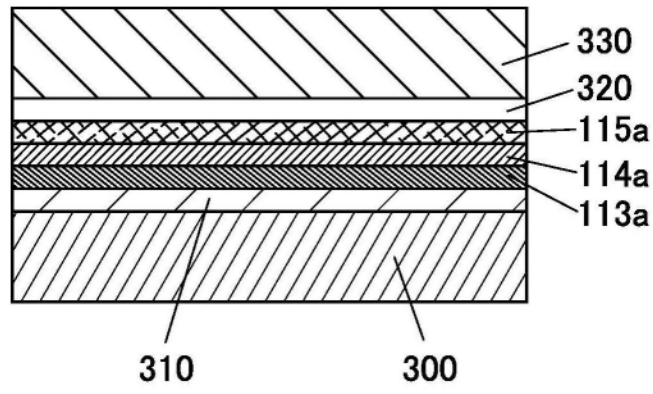


图3B

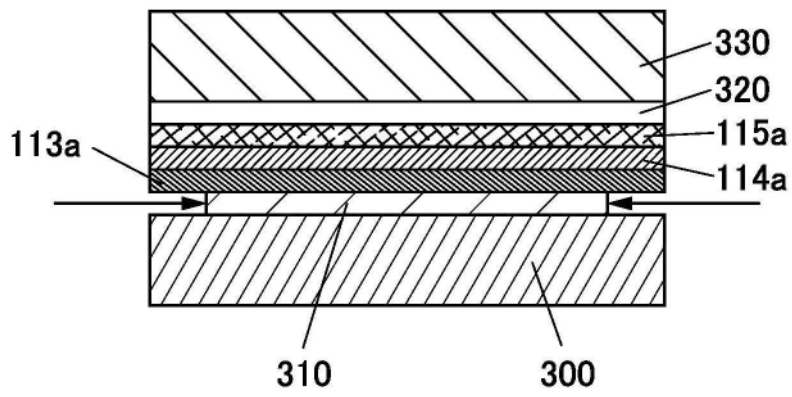


图3C

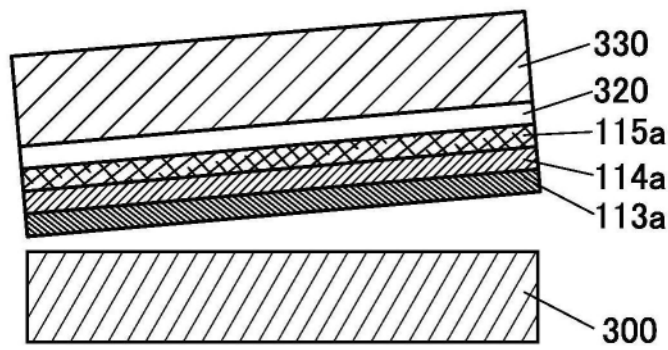


图3D

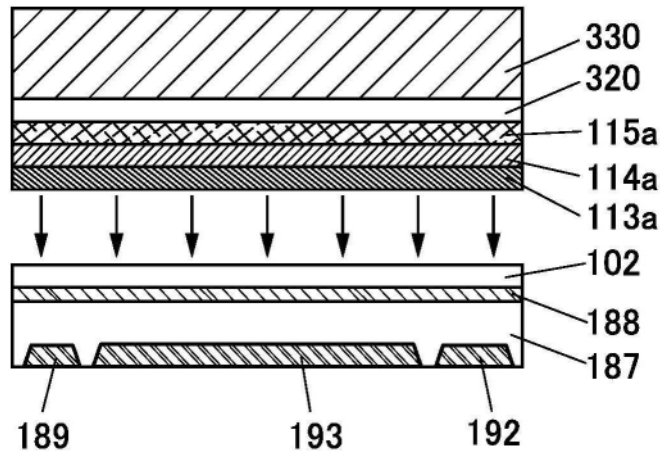


图4A

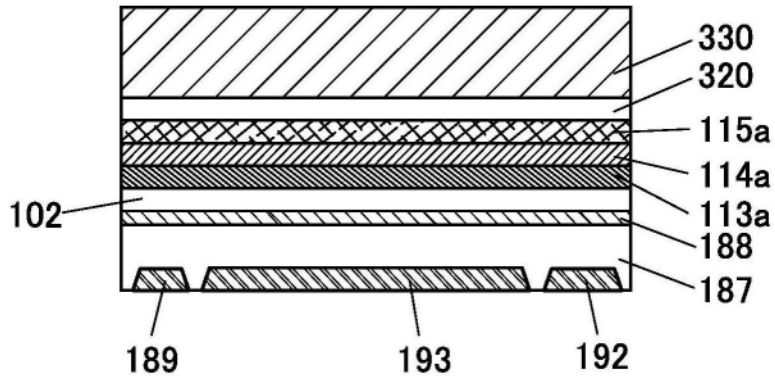


图4B

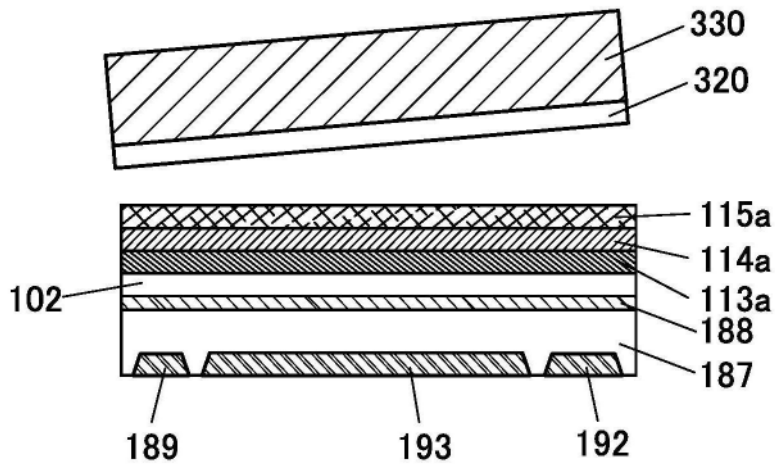


图4C

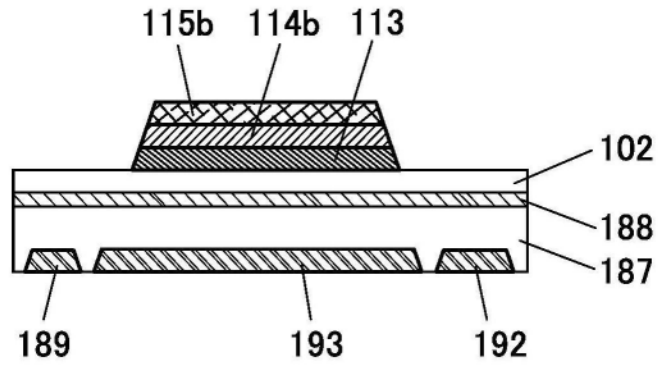


图4D

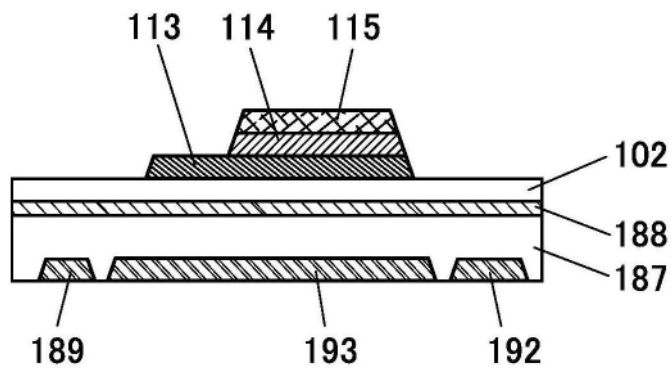


图5A

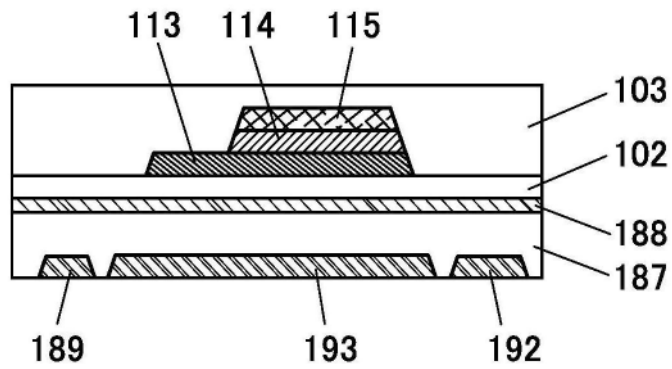


图5B

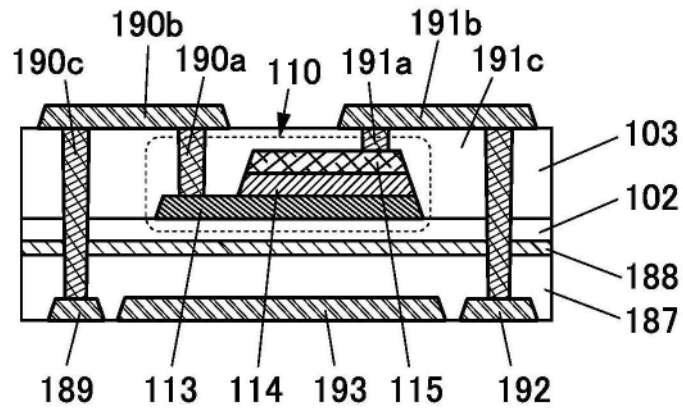


图5C

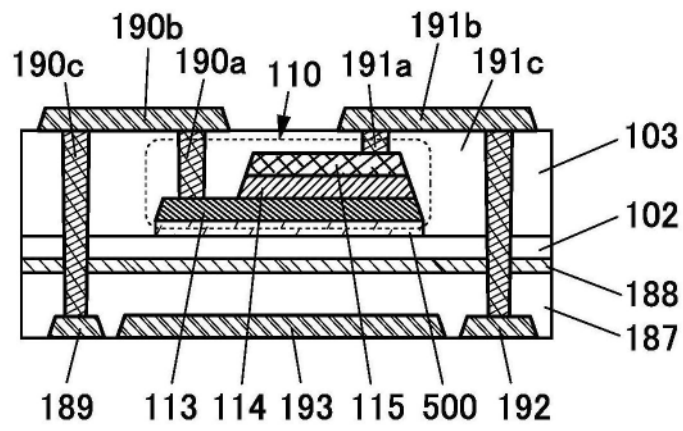


图5D

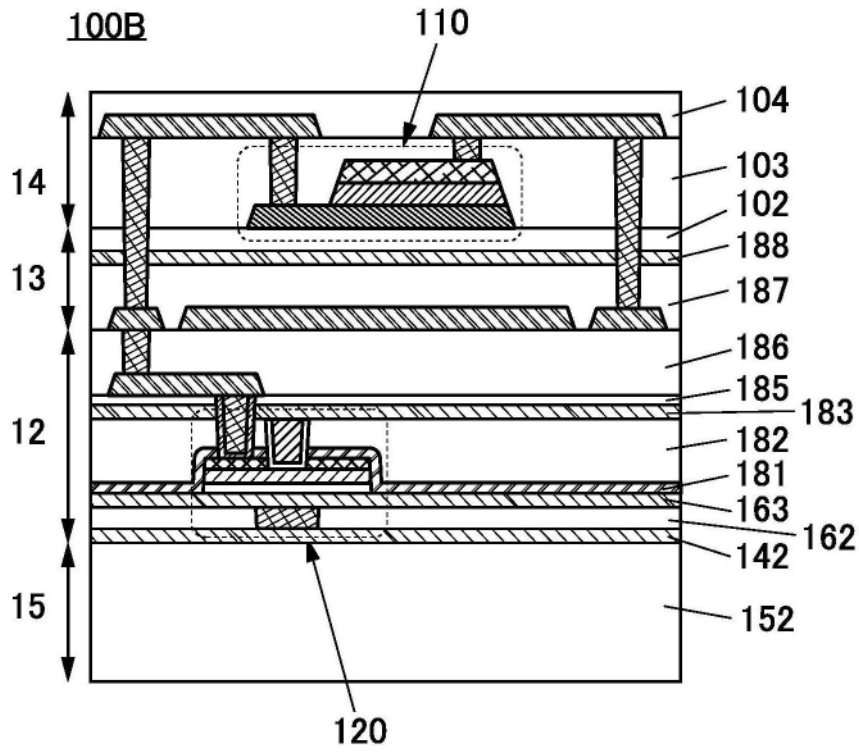


图6A

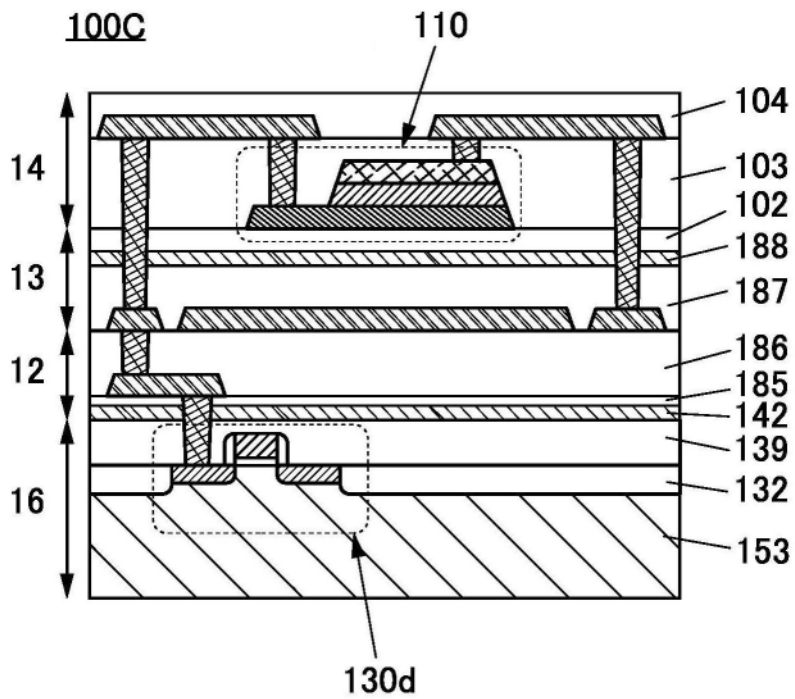


图6B

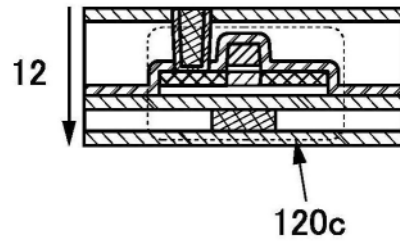


图6C

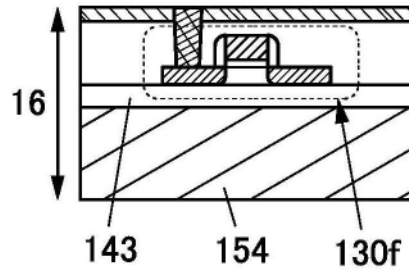


图6D

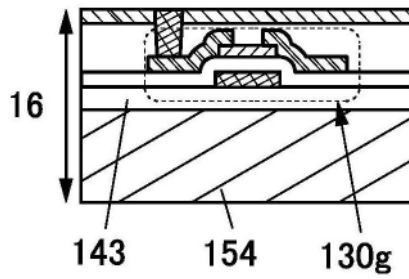


图6E

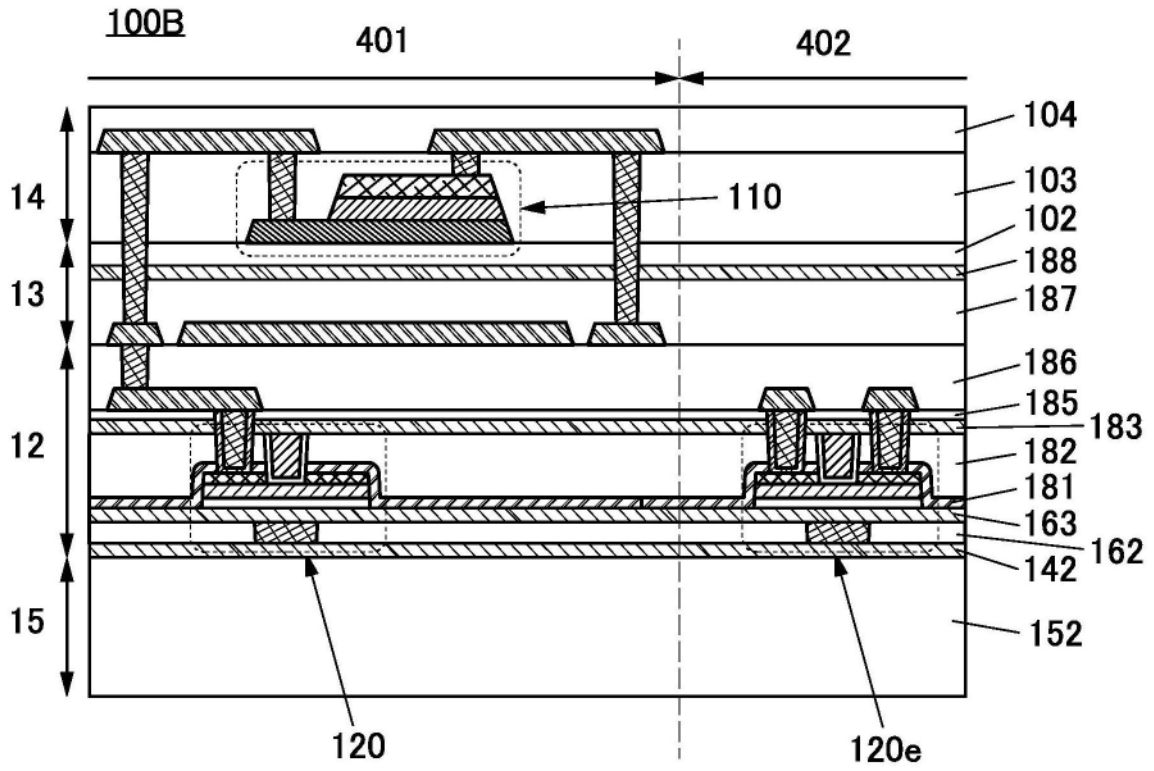


图7A

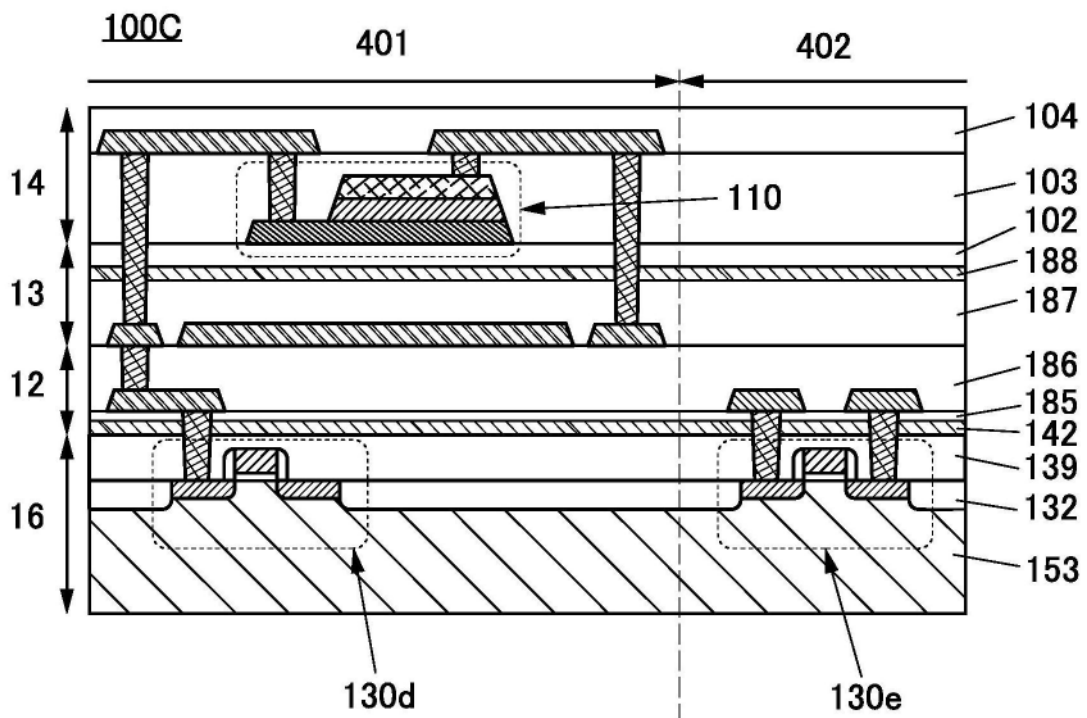


图7B

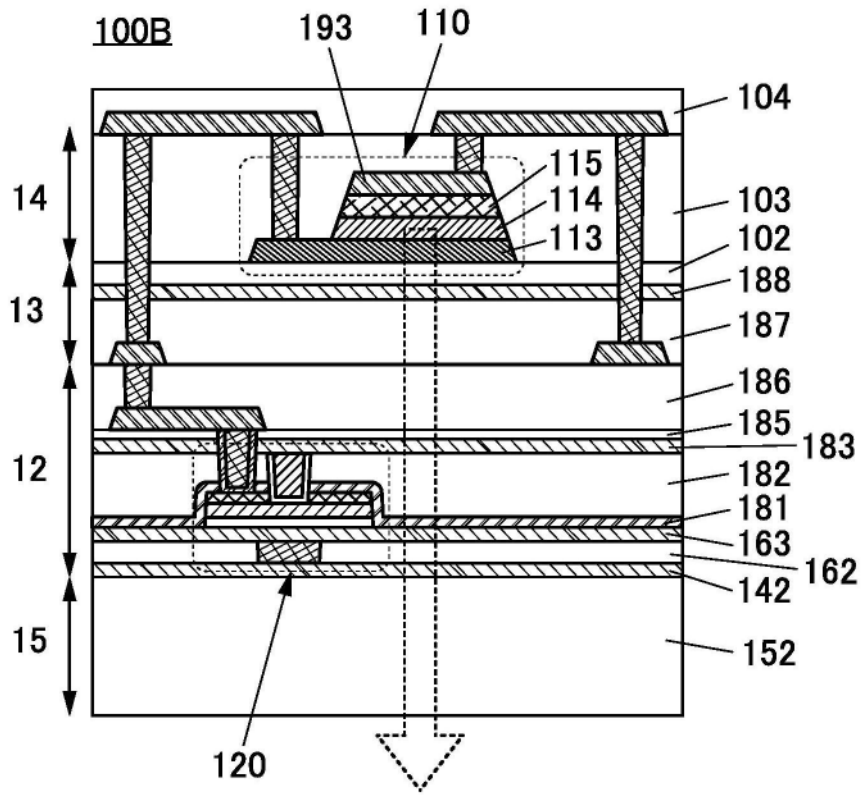


图8A

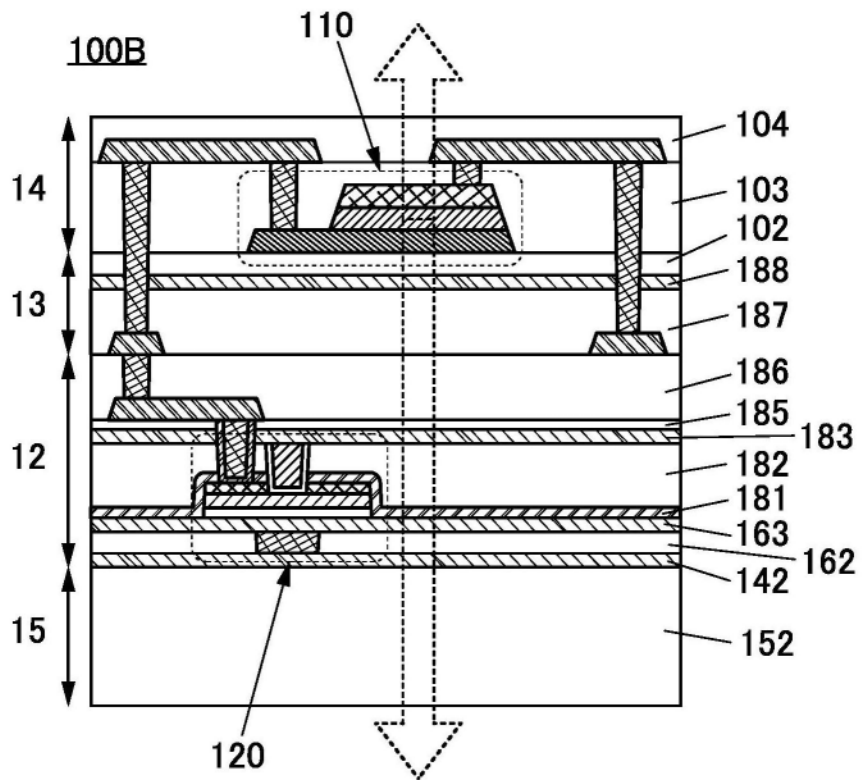


图8B

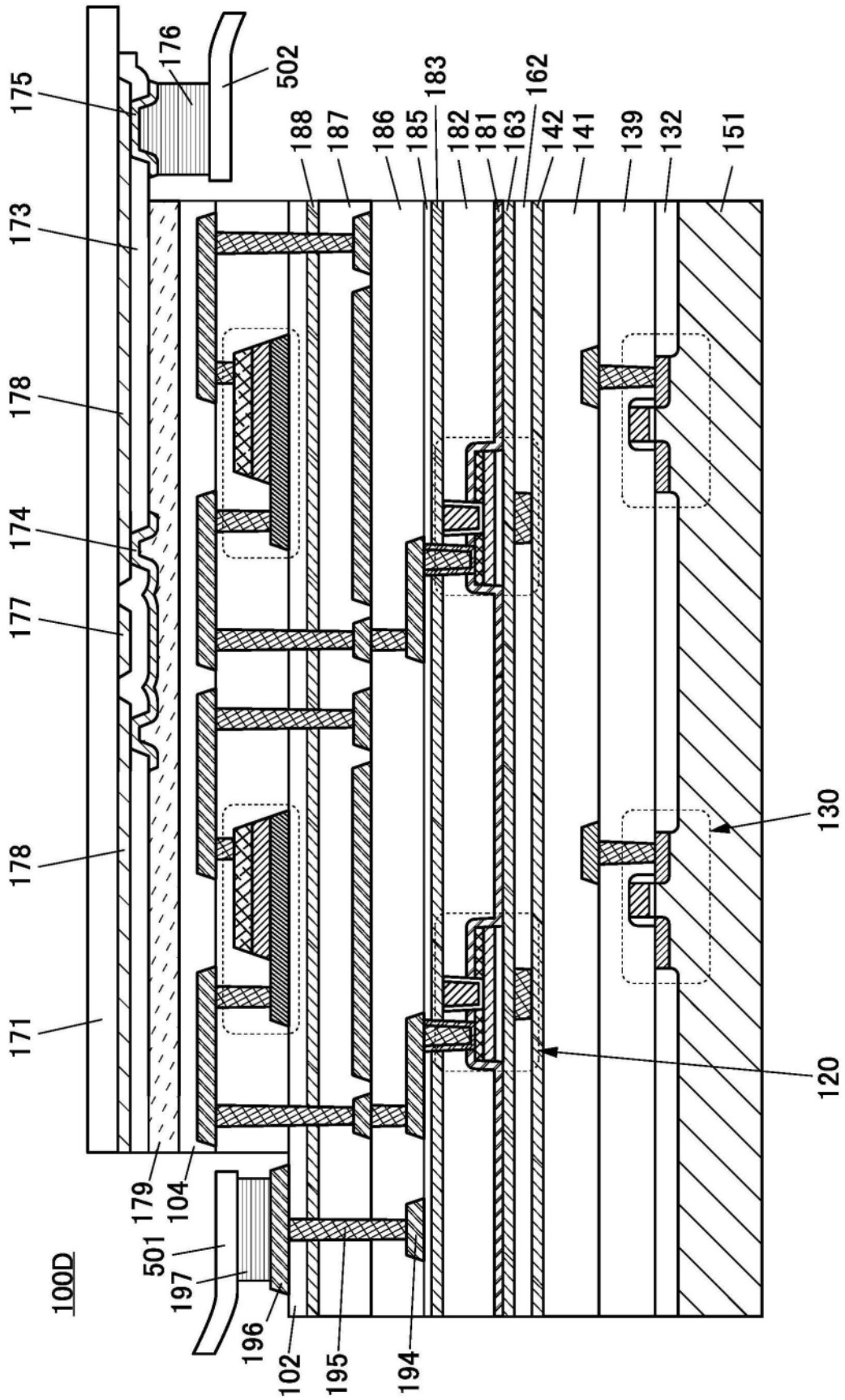


图9

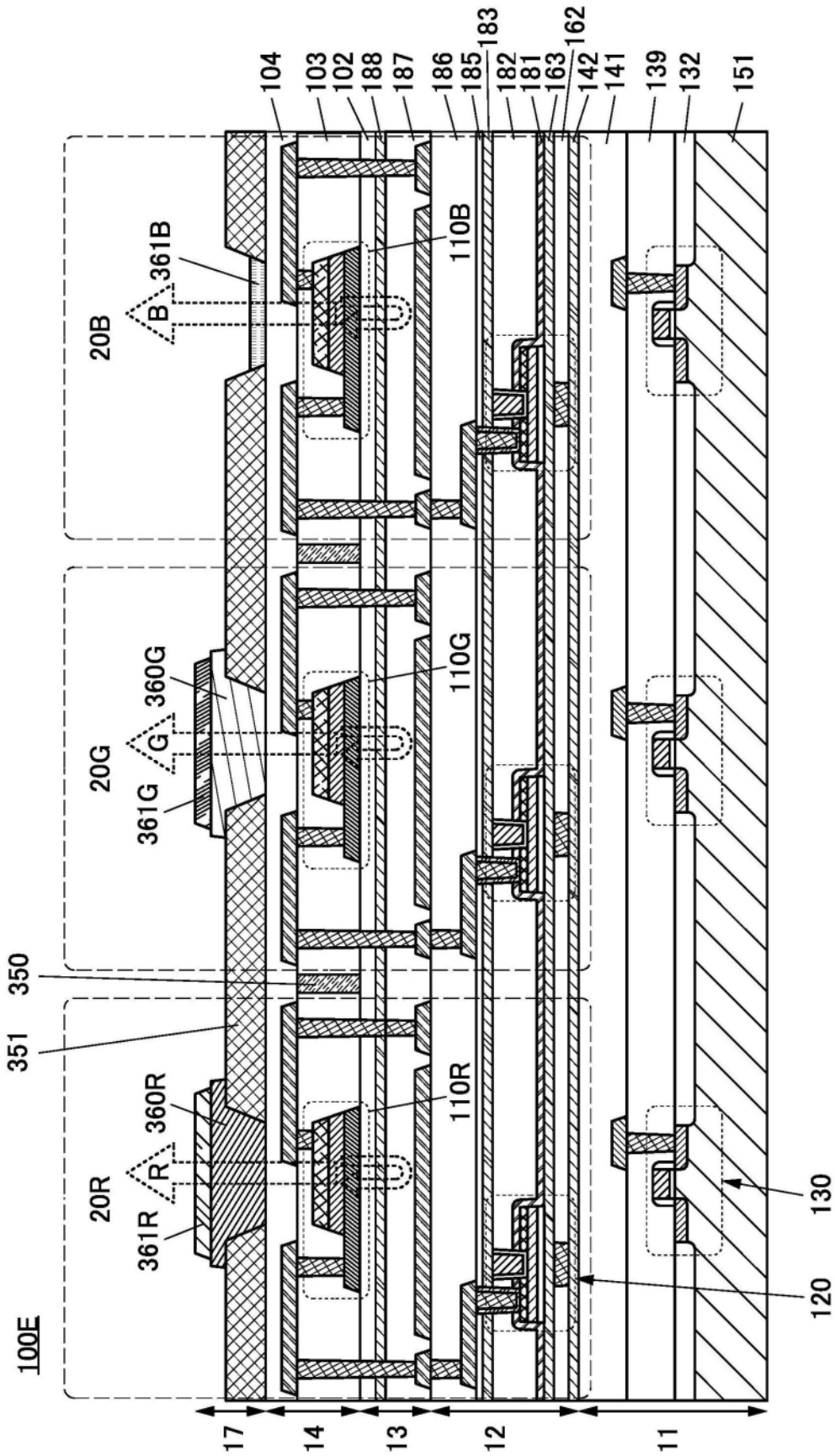


图10

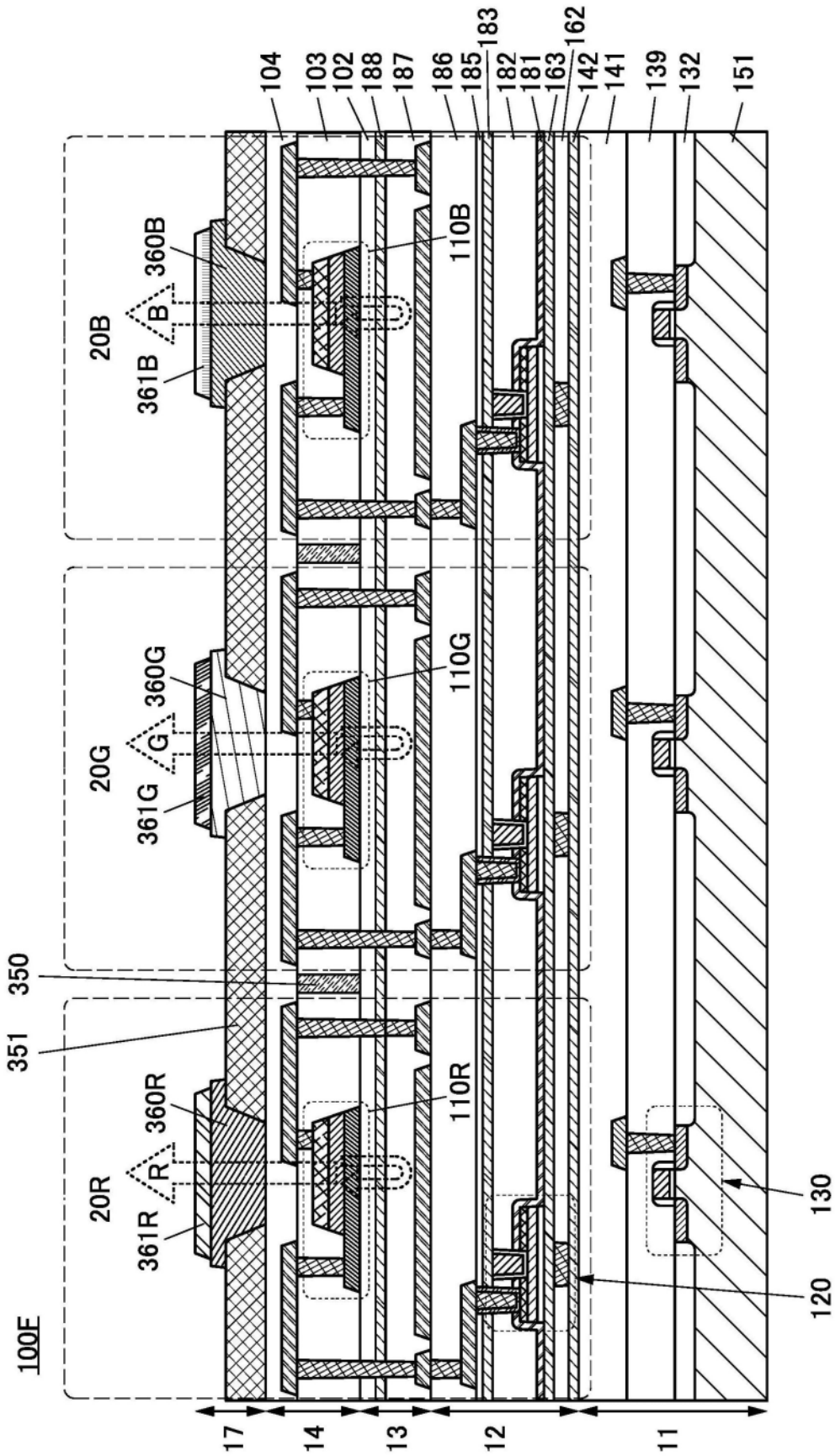


图11

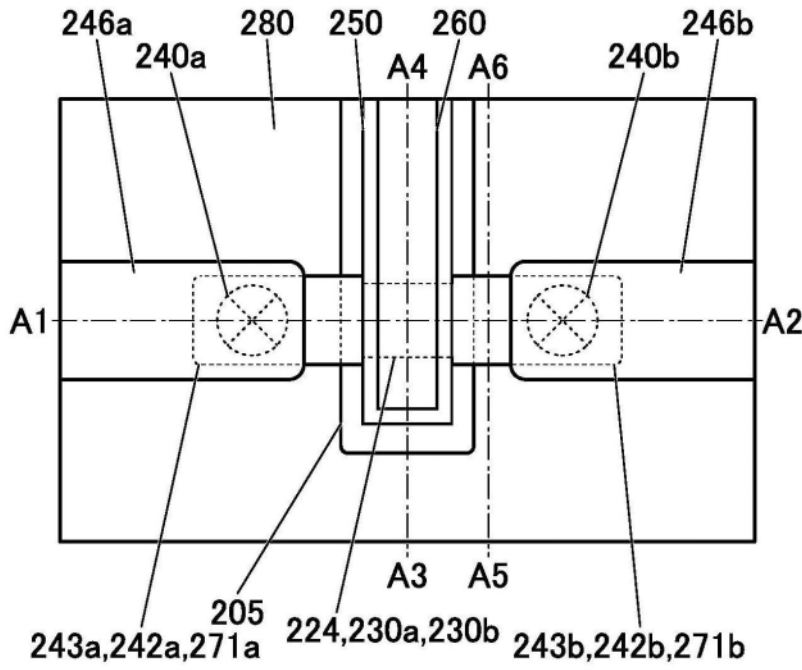


图12A

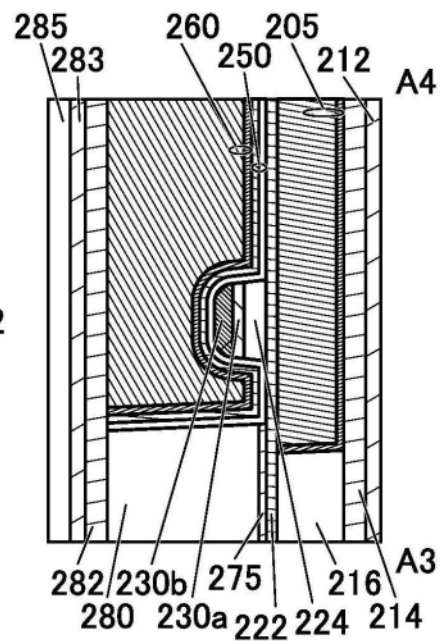


图12C

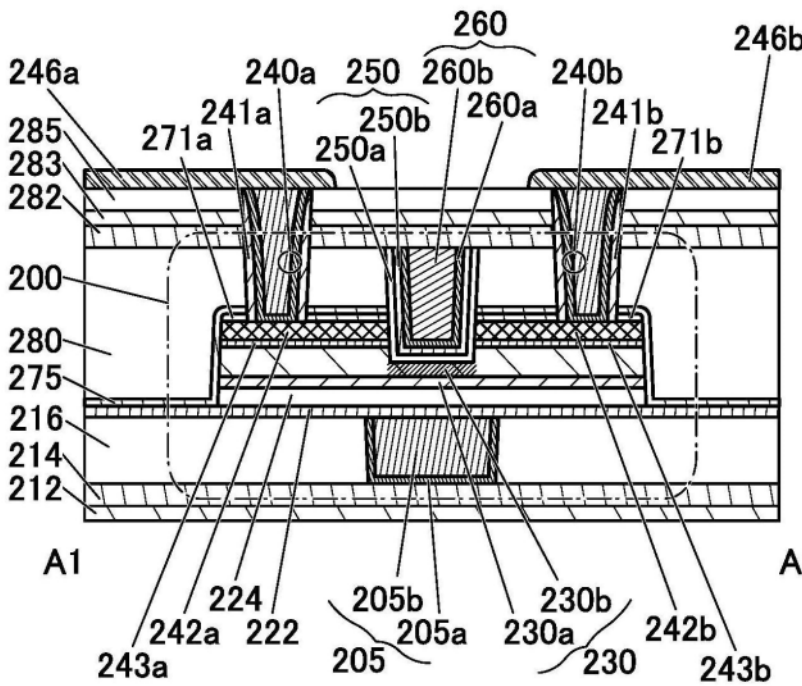


图12B

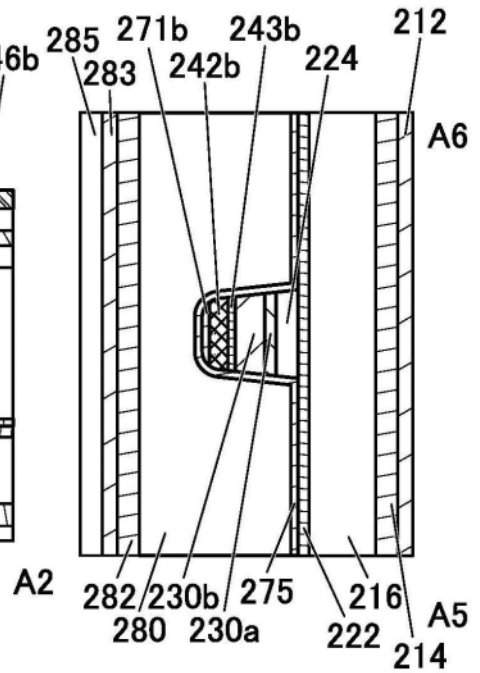


图12D

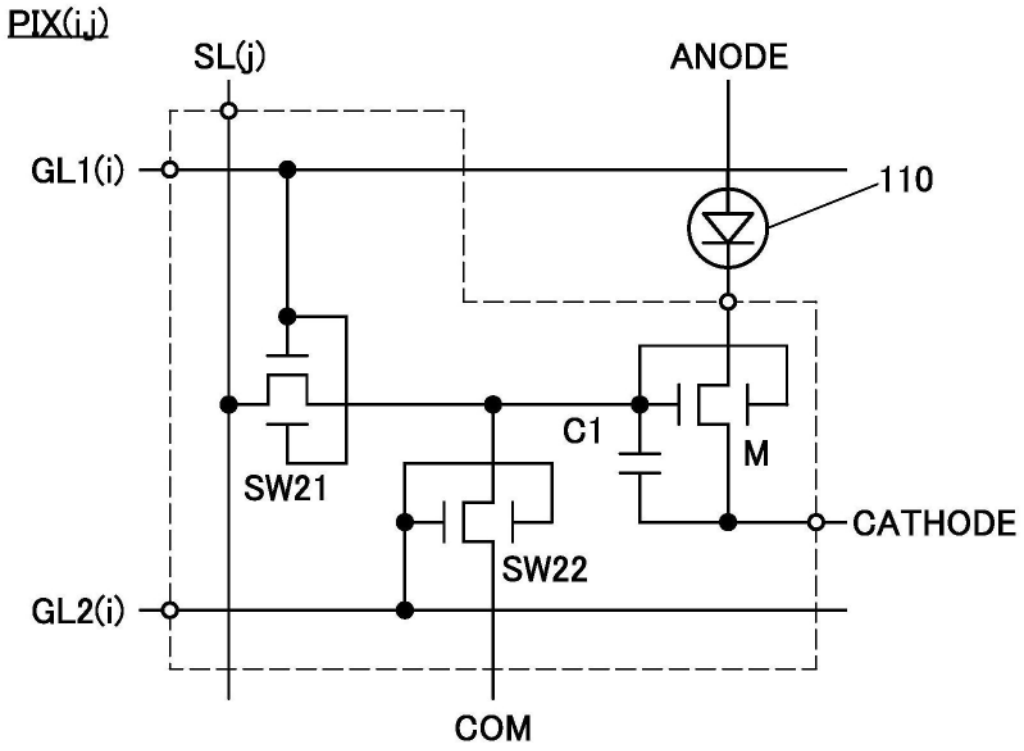


图13

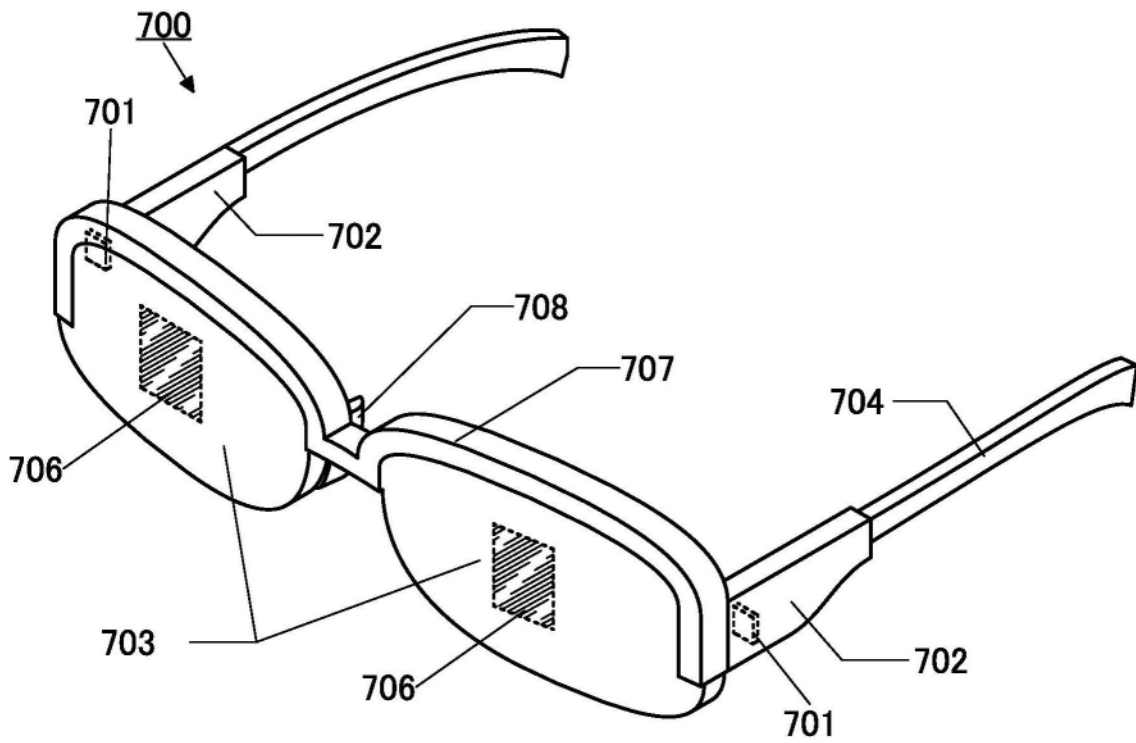


图14A

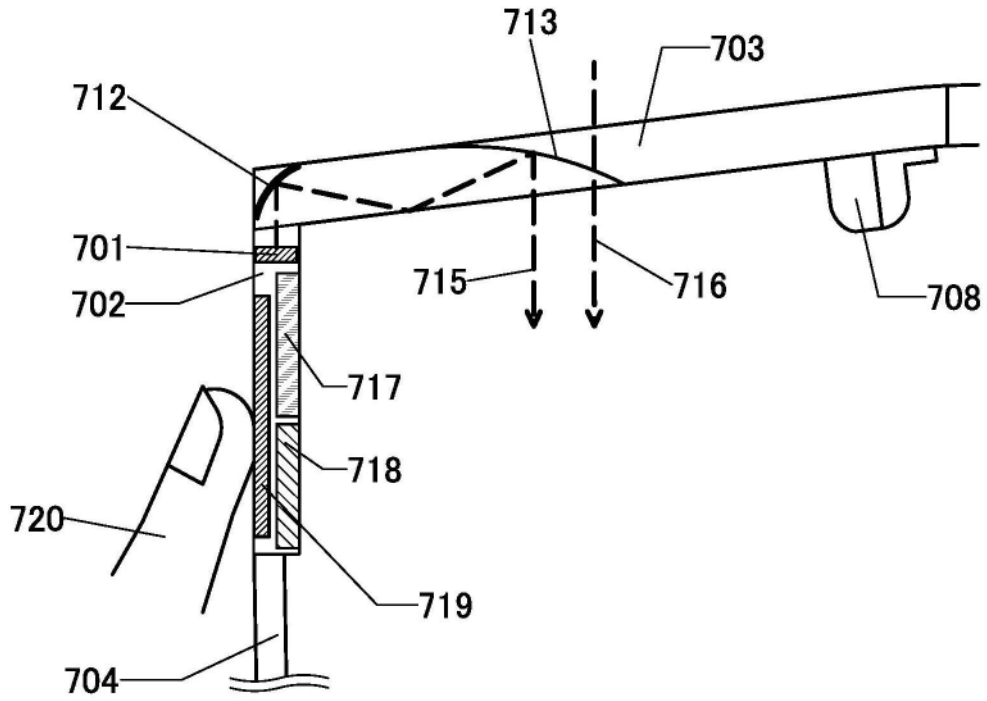


图14B

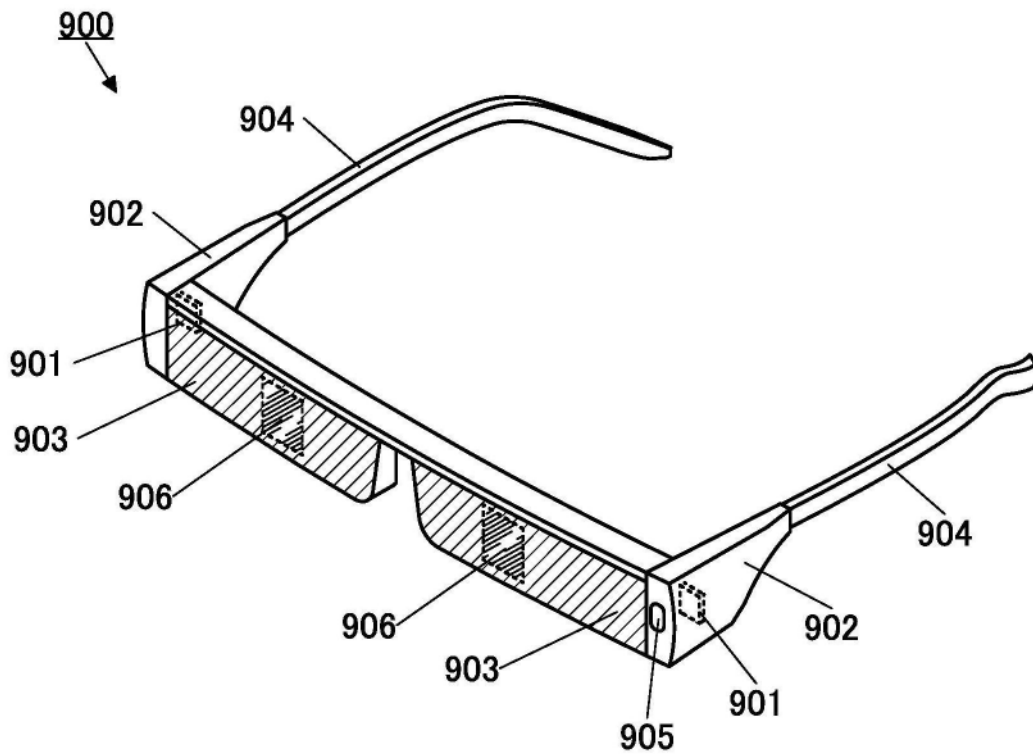


图15A

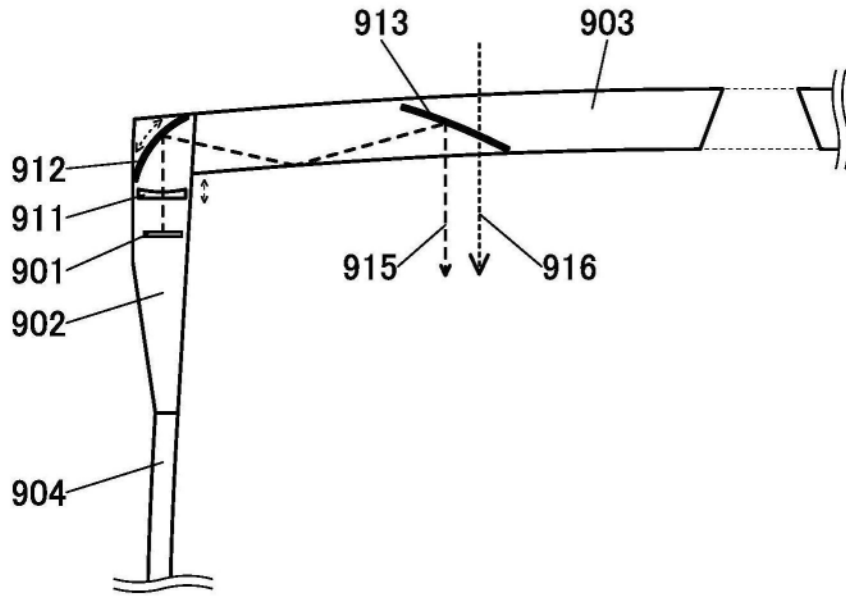


图15B

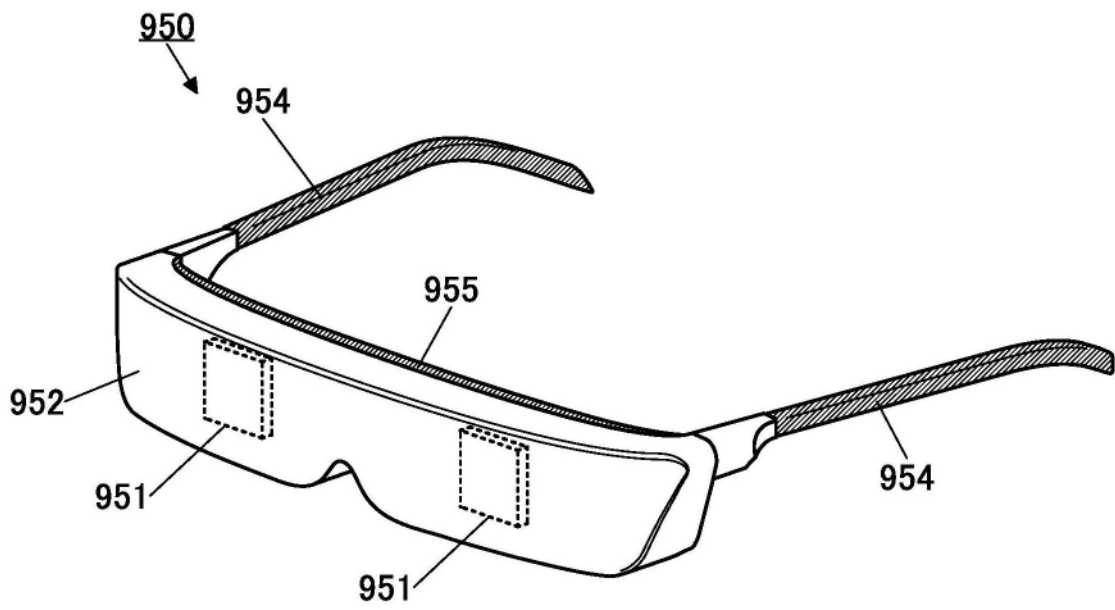


图16A

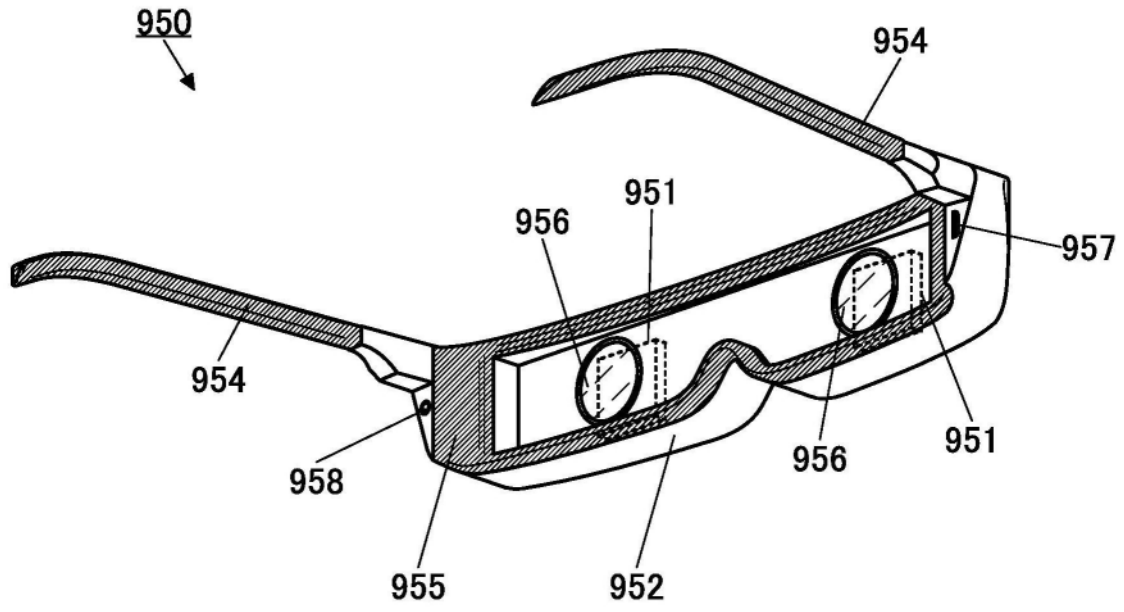


图16B

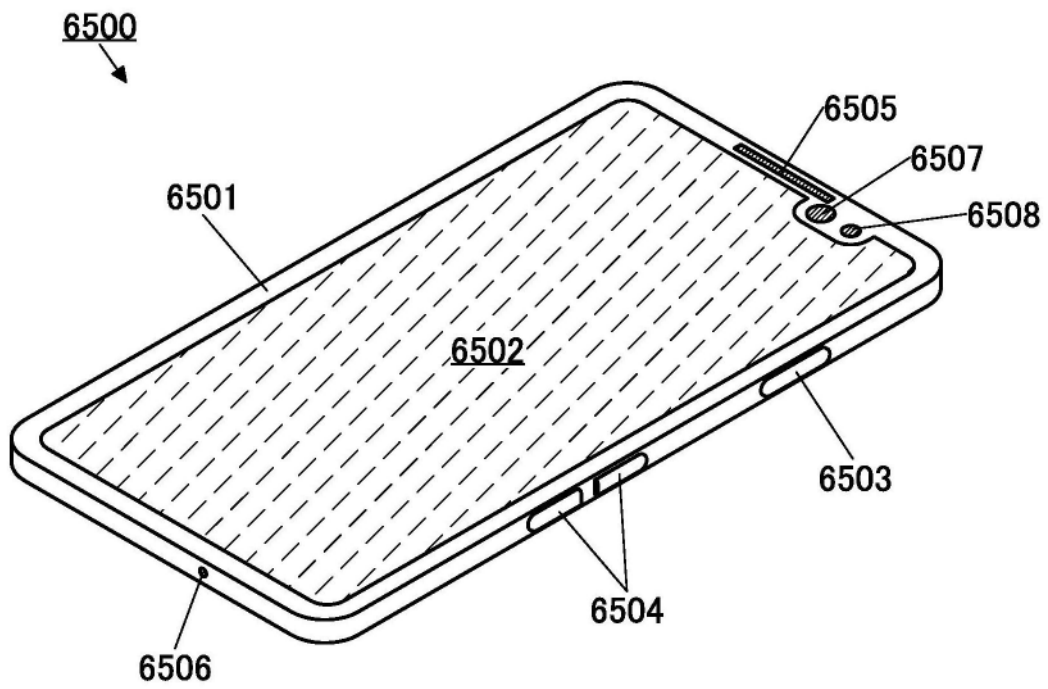


图17A

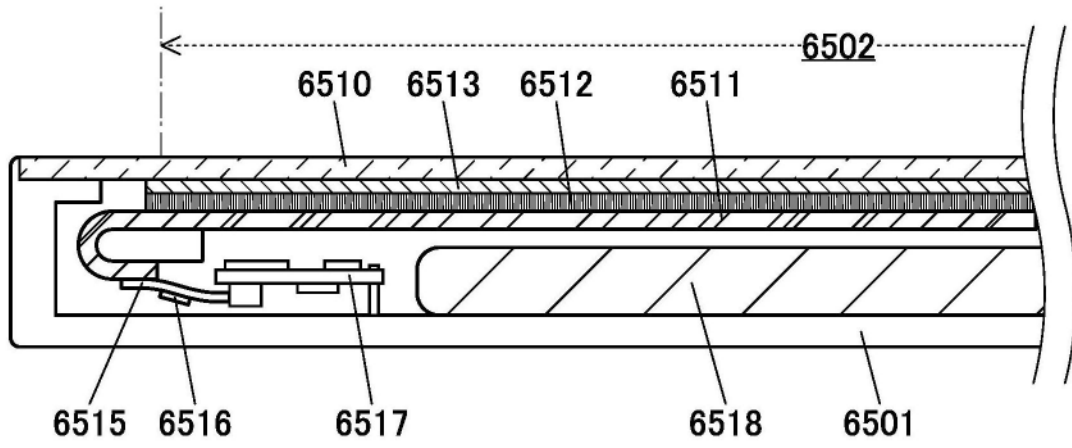


图17B

7100

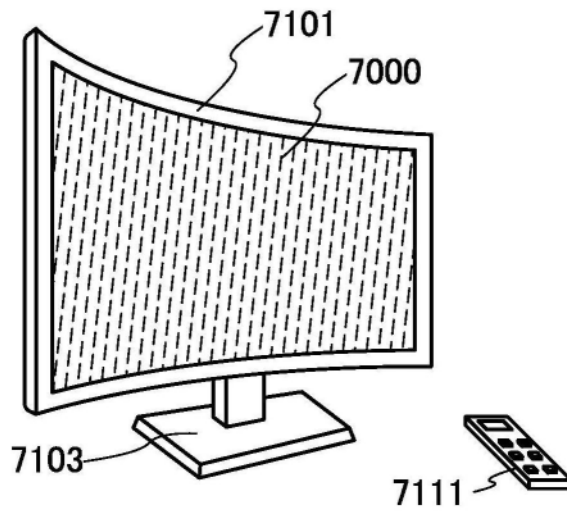


图18A

7200

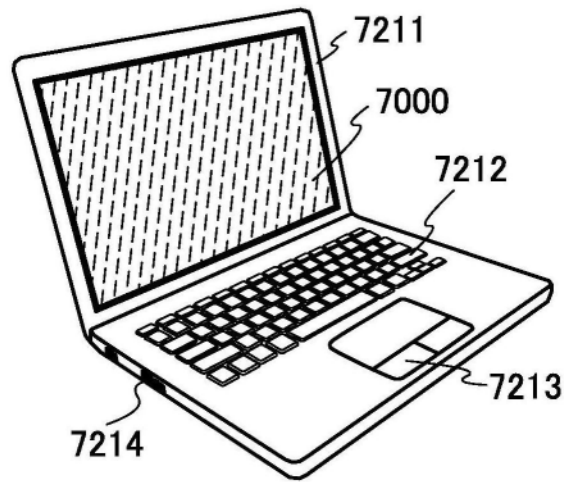


图18B

7300

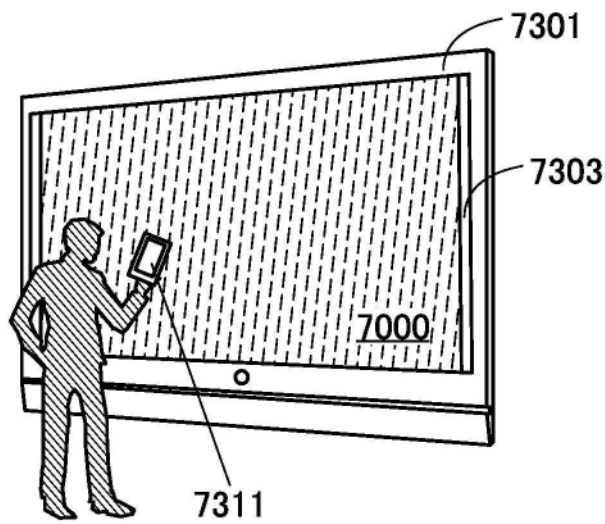


图18C

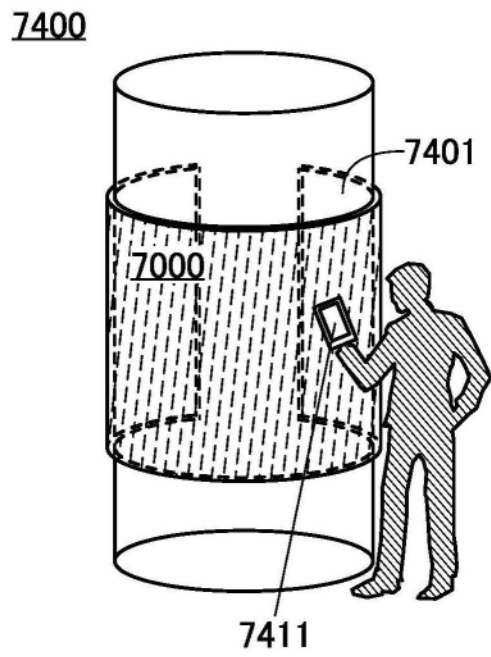


图18D

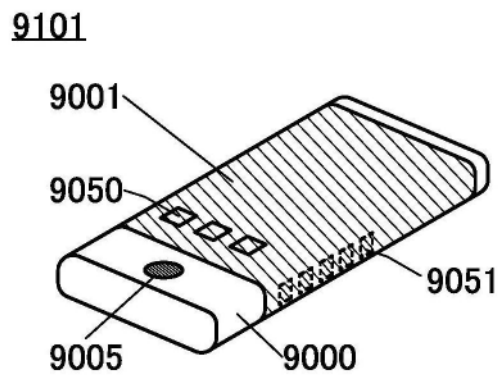


图19A

**9102**

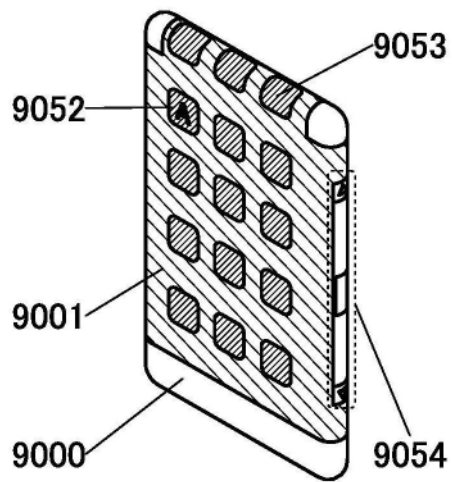


图19B

**9200**

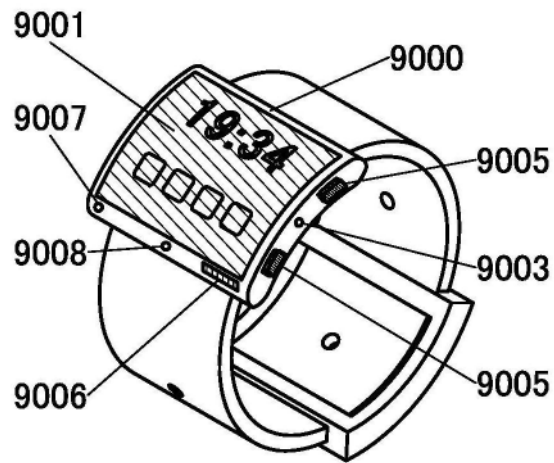


图19C

**9201**

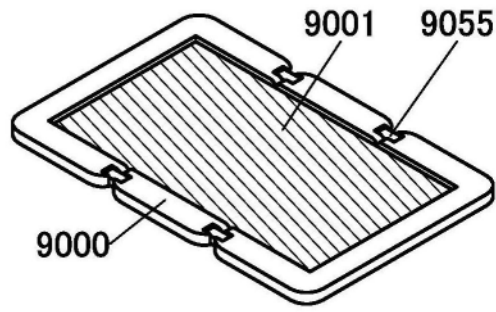


图19D

**9201**

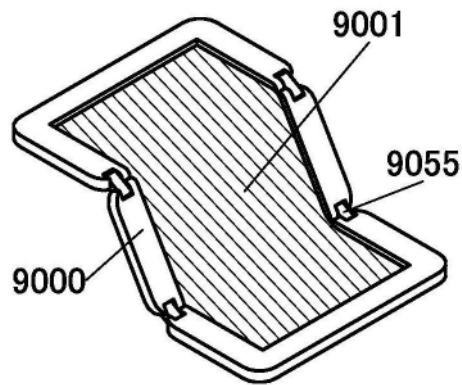


图19E

**9201**

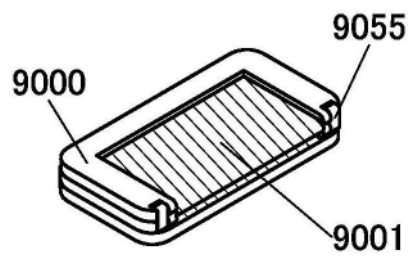


图19F