



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112703598 A

(43) 申请公布日 2021.04.23

(21) 申请号 201980060662.9

(22) 申请日 2019.09.20

(30) 优先权数据

2018-177347 2018.09.21 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.03.16

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2019/057958 2019.09.20

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/058919 JA 2020.03.26

(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 山崎舜平 池田隆之 挂端哲弥

德丸亮

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 宋俊寅

(51) Int.Cl.

H01L 27/144 (2006.01)

G02B 5/22 (2006.01)

H01L 21/02 (2006.01)

H01L 27/146 (2006.01)

H01L 29/786 (2006.01)

H04N 5/33 (2006.01)

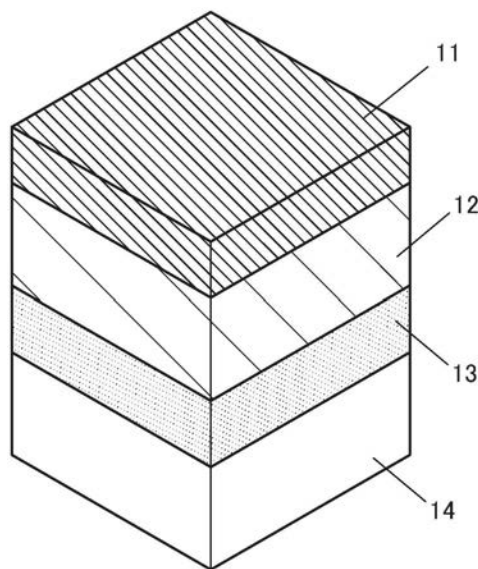
权利要求书2页 说明书16页 附图24页

(54) 发明名称

摄像装置、其制造方法及电子设备

(57) 摘要

提供一种适合检测红外光的摄像装置。本发明是一种摄像装置，其中依次层叠第一层、第二层、第三层、第四层，第一层包括红外透射滤波器，第二层包含单晶硅，第三层包括器件形成层，第四层包括支撑衬底，第二层包括将单晶硅用作光吸收层的光电转换器件，第三层包括在沟道形成区域包含金属氧化物的晶体管，光电转换器件与晶体管电连接，光电转换器件接收透过红外透射滤波器的光。



1. 一种包括单晶硅衬底以及支撑衬底的摄像装置的制造方法,包括如下步骤:

在所述单晶硅衬底的第一面一侧设置与所述单晶硅衬底的导电型相反的导电型的区域来形成光电转换器件;

在所述光电转换器件上形成在沟道形成区域包含金属氧化物且与所述光电转换器件电连接的晶体管;

在所述晶体管上形成第一绝缘层;

在所述支撑衬底上形成第二绝缘层;

使所述第一绝缘层的表面与所述第二绝缘层的表面结合;以及

对与所述单晶硅衬底的第一面相对的面进行研磨以及抛光来使所述光电转换器件的光吸收层薄层化。

2. 一种包括单晶硅衬底以及支撑衬底的摄像装置的制造方法,包括如下步骤:

在所述单晶硅衬底的第一面一侧设置与所述单晶硅衬底的导电型相反的导电型的区域来形成光电转换器件;

在所述光电转换器件上形成第一绝缘层及与所述光电转换器件电连接的第一导电层;

在所述支撑衬底上形成在沟道形成区域包含金属氧化物的晶体管;

在所述晶体管上形成第二绝缘层及与所述晶体管电连接的第二导电层;

使所述第一绝缘层的表面与所述第二绝缘层的表面结合且使所述第一导电层的表面与所述第二导电层的表面结合;以及

对与所述单晶硅衬底的第一面相对的面进行研磨以及抛光来使所述光电转换器件的光吸收层薄层化。

3. 根据权利要求1或2所述的摄像装置的制造方法,

其中在所述单晶硅衬底的抛光的面一侧设置具有与所述单晶硅衬底相同的导电型且其载流子浓度比所述单晶硅衬底高的区域来形成所述光电转换器件。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的摄像装置的制造方法,

其中形成与所述光电转换器件接触的第三绝缘层,

并且隔着所述第三绝缘层以与所述光电转换器件重叠的方式形成光学滤波器层。

5. 根据权利要求4所述的摄像装置的制造方法,

其中所述光学滤波器层是遮蔽可见光且透过红外光的层。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的摄像装置的制造方法,

其中所述金属氧化物包含In、Zn、M(M为Al、Ti、Ga、Sn、Y、Zr、La、Ce、Nd或Hf)。

7. 一种依次层叠第一层、第二层、第三层以及第四层的摄像装置,

其中,所述第一层、所述第二层、所述第三层以及所述第四层包括彼此重叠的区域,所述第一层包括光学滤波器层,

所述第二层包括单晶硅,

所述第三层包括器件形成层,

所述第四层包括支撑衬底,

所述第二层包括将所述单晶硅用作光吸收层的光电转换器件,

所述第三层包括在沟道形成区域包含金属氧化物的晶体管,

所述光电转换器件与所述晶体管电连接,

并且,所述光电转换器件接收透过所述光学滤波器层的光。

8. 根据权利要求7所述的摄像装置,

其中所述光学滤波器层是遮蔽可见光且透过红外光的层。

9. 根据权利要求7或8所述的摄像装置,

其中所述器件形成层包括第一晶体管、第二晶体管、第三晶体管、第四晶体管以及电容器,

所述光电转换器件的一方电极与所述第一晶体管的源极和漏极中的一方电连接,

所述第一晶体管的源极和漏极中的另一方与所述第二晶体管的源极和漏极中的一方电连接,

所述第二晶体管的源极和漏极中的一方与所述电容器的一方电极电连接,

所述电容器的一方电极与所述第三晶体管的栅极电连接,

并且所述第三晶体管的源极和漏极中的一方与所述第四晶体管的源极和漏极中的一方电连接。

10. 根据权利要求7至9中任一项所述的摄像装置,

其中所述金属氧化物包含In、Zn、M(M为Al、Ti、Ga、Ge、Sn、Y、Zr、La、Ce、Nd或Hf)。

11. 一种包括权利要求7至10中任一项所述的摄像装置以及光源的电子设备。

摄像装置、其制造方法及电子设备

技术领域

[0001] 本发明的一个方式涉及一种摄像装置。

[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的技术领域涉及一种物体、方法或制造方法。另外,本发明的一个方式涉及一种程序(process)、机器(machine)、产品(manufacture)或者组合物(composition of matter)。因此,更具体而言,作为本说明书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、液晶显示装置、发光装置、照明装置、蓄电装置、存储装置、摄像装置、它们的驱动方法或者它们的制造方法。

[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。晶体管、半导体电路为半导体装置的一个方式。另外,存储装置、显示装置、摄像装置、电子设备有时包括半导体装置。

背景技术

[0004] 使用形成在衬底上的氧化物半导体薄膜构成晶体管的技术受到关注。例如,专利文献1公开了将包括氧化物半导体的关态电流极低的晶体管用于像素电路的结构摄像装置。

[先行技术文献]

[专利文献]

[0005] [专利文献1]日本专利申请公开第2011-119711号公报

发明内容

发明所要解决的技术问题

[0006] 摄像装置不仅用于使可见光成像的单元而且用于各种用途。例如,用于个人识别、缺陷分析、医疗诊断、安全领域等用途。在这些用途中除了可见光以外根据用途选择适当的X射线等短波长的光、红外光等长波长的光等。

[0007] 本发明的一个方式的目的之一是提供一种适合检测红外光的摄像装置。本发明的一个方式的目的之一是提供一种适合生物识别的摄像装置。本发明的一个方式的目的之一是提供一种适合动态摄像的摄像装置。此外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种上述摄像装置的制造方法。

[0008] 本发明的一个方式的目的之一是提供一种低功耗的摄像装置。本发明的一个方式的目的之一是提供一种高可靠性的摄像装置。本发明的一个方式的目的之一是提供一种小型的摄像装置。本发明的一个方式的目的之一是提供一种新颖的摄像装置。本发明的一个方式的目的之一是提供一种上述摄像装置的工作方法。此外,本发明的一个方式的目的之一是提供一种新颖的半导体装置等。

[0009] 注意,这些目的的记载并不妨碍其他目的的存在。注意,本发明的一个方式并不需要实现所有上述目的。可以从说明书、附图、权利要求书等的记载得知并抽出上述以外的目

的。

解决技术问题的手段

[0010] 本发明的一个方式是一种摄像装置及其制造方法,其中在摄像器件中包含单晶硅,在构成电路的晶体管的沟道形成区域包含金属氧化物。

[0011] 本发明的一个方式是一种包括单晶硅衬底以及支撑衬底的摄像装置的制造方法,包括如下步骤:在单晶硅衬底的第一面一侧设置与单晶硅衬底的导电型相反的导电型的区域来形成光电转换器件;在光电转换器件上形成在沟道形成区域包含金属氧化物且与光电转换器件电连接的晶体管;在晶体管上形成第一绝缘层;在支撑衬底上形成第二绝缘层;使第一绝缘层的表面与第二绝缘层的表面结合;以及对与单晶硅衬底的第一面相对的面进行研磨以及抛光来使光电转换器件的光吸收层薄层化。

[0012] 本发明的其他方式是一种包括单晶硅衬底以及支撑衬底的摄像装置的制造方法,包括如下步骤:在单晶硅衬底的第一面一侧设置与单晶硅衬底的导电型相反的导电型的区域来形成光电转换器件;在光电转换器件上形成第一绝缘层及与光电转换器件电连接的第一导电层;在支撑衬底上形成在沟道形成区域包含金属氧化物的晶体管;在晶体管上形成第二绝缘层及与晶体管电连接的第二导电层;使第一绝缘层的表面与第二绝缘层的表面结合且使第一导电层的表面与第二导电层的表面结合;以及对与单晶硅衬底的第一面相对的面进行研磨以及抛光来使光电转换器件的光吸收层薄层化。

[0013] 此外,也可以在单晶硅衬底的抛光的面一侧设置具有与单晶硅衬底相同的导电型且其载流子浓度比单晶硅衬底高的区域来形成光电转换器件。

[0014] 此外,也可以形成与光电转换器件接触的第三绝缘层且隔着第三绝缘层以与光电转换器件重叠的方式形成光学滤波器层。

[0015] 本发明的其他方式是一种依次层叠第一层、第二层、第三层以及第四层的摄像装置,其中,第一层、第二层、第三层以及第四层包括彼此重叠的区域,第一层包括光学滤波器层,第二层包括单晶硅,第三层包括器件形成层,第四层包括支撑衬底,第二层包括将单晶硅用作光吸收层的光电转换器件,第三层包括在沟道形成区域包含金属氧化物的晶体管,光电转换器件与晶体管电连接,并且,光电转换器件接收透过光学滤波器层的光。

[0016] 器件形成层可以包括第一晶体管、第二晶体管、第三晶体管、第四晶体管以及电容器,光电转换器件的一方电极与第一晶体管的源极和漏极中的一方电连接,第一晶体管的源极和漏极中的另一方与第二晶体管的源极和漏极中的一方电连接,第二晶体管的源极和漏极中的一方与电容器的一方电极电连接,电容器的一方电极与第三晶体管的栅极电连接,并且第三晶体管的源极和漏极中的一方与第四晶体管的源极和漏极中的一方电连接。

[0017] 作为光学滤波器层可以使用遮蔽可见光且透过红外光的层。

[0018] 晶体管的沟道形成区域所包含的金属氧化物优选包含In、Zn、M(M为Al、Ti、Ga、Ge、Sn、Y、Zr、La、Ce、Nd或Hf)。

发明效果

[0019] 通过使用本发明的一个方式可以提供一种适合检测红外光的摄像装置。通过使用本发明的一个方式可以提供一种适合生物识别的摄像装置。通过使用本发明的一个方式可以提供一种适合动态摄像的摄像装置。此外,通过使用本发明的一个方式可以提供一种上述摄像装置的制造方法。

[0020] 通过使用本发明的一个方式可以提供一种低功耗的摄像装置。通过使用本发明的一个方式可以提供一种高可靠性的摄像装置。通过使用本发明的一个方式可以提供一种小型的摄像装置。通过使用本发明的一个方式可以提供一种新颖的摄像装置。通过使用本发明的一个方式可以提供一种上述摄像装置的工作方法。此外,通过使用本发明的一个方式可以提供一种新颖的半导体装置等。

附图简要说明

[0021] 图1是说明摄像装置的图。

图2A、图2B是说明像素电路的图。

图3A是说明卷帘快门方式的图。图3B是说明全局快门方式的图。

图4A、图4B是说明摄像装置的制造方法的图。

图5A至图5C是说明摄像装置的制造方法的图。

图6A、图6B是说明摄像装置的制造方法的图。

图7A至图7C是说明摄像装置的制造方法的图。

图8A、图8B是说明摄像装置的制造方法的图。

图9A至图9D是说明摄像装置的制造方法的图。

图10A至图10C是说明摄像装置的图。

图11A、图11B是说明像素电路的工作的时序图。

图12A、图12B是说明像素电路的图。

图13是说明摄像装置的方框图。

图14A、图14B是说明摄像装置的像素的结构图。

图15A至图15D是说明晶体管的图。

图16A1至图16A3、图16B1至图16B3是说明安装摄像装置的封装、相机模块的立体图。

图17A至图17C是说明电子设备的图。

图18A至图18C是说明电子设备的图。

实施发明的方式

[0022] 参照附图对实施方式进行详细说明。注意,本发明不局限于下面说明,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限定在以下所示的实施方式所记载的内容中。另外,在下面所说明的发明的结构中,在不同的附图中共同使用相同的附图标记来表示相同的部分或具有相同功能的部分,而省略其重复说明。另外,有时在不同的附图中适当地省略或改变相同构成要素的阴影。

[0023] 另外,即使在电路图上为一个要素,如果在功能上没有问题,该要素也可以使用多个要素构成。例如,有时被用作开关的多个晶体管可以串联或并联连接。此外,有时对电容器进行分割并将其配置在多个位置上。

[0024] 此外,有时一个导电体具有布线、电极及端子等多个功能,在本说明书中,有时对同一要素使用多个名称。另外,即使在电路图上示出要素之间直接连接的情况,有时实际上该要素之间通过多个导电体连接,本说明书中这种结构也包括在直接连接的范畴内。

[0025] (实施方式1)

在本实施方式中,参照附图对本发明的一个方式的摄像装置及其制造方法进行说明。

[0026] 本发明的一个方式是一种对应于红外光的摄像装置。通过使接收的红外光图像数据化,可以用于生物识别、工业产品的缺陷分析、合格品挑选等的用途。此外,通过使用能够以全局快门方式进行摄像的像素电路,即使对运动对象进行拍摄,也可以得到没有畸变的图像。

[0027] <摄像装置>

图1是说明本发明的一个方式的摄像装置的图。摄像装置包括层11、层12、层13及层14。

[0028] 层11包括光学滤波器层。作为光学滤波器层,例如,可以使用遮蔽可见光且透过红外光的层(以下,红外光透过滤波器)。在本说明书中,红外光透过滤波器主要是指遮蔽其波长比近红外光短的光(主要是可见光)的滤波器。通过遮蔽成为噪声的可见光,可以取得清晰的红外光图像。注意,可以实现作为光学滤波器层使用透过其他特定波长的光的层且专门用于使用该光的摄像的摄像装置。

[0029] 层12包括光电转换器件(也称为光电转换元件)。作为光电转换器件,可以使用光电二极管。在本发明的一个方式中,由于进行使用红外光的摄像,所以使用能够将红外光转换为电的光电二极管。例如,可以使用将单晶硅用于光电转换部的pn结型光电二极管、将多晶硅或微晶硅用于光电转换层的pin结型光电二极管等。或者,也可以使用化合物半导体等能够将红外区域的光转换为电的材料。在本实施方式中,对作为光电转换器件使用包括单晶硅的pn结型光电二极管的例子进行说明。此外,受光面为层11一侧。

[0030] 层13包括器件形成层。器件形成层包括构成像素电路的晶体管等。作为该晶体管,优选使用在沟道形成区域包含金属氧化物的晶体管(以下,0S晶体管)。0S晶体管具有关态电流极低的特性,能够在像素电路中长时间保持数据等,适用于像素电路的构成要素。

[0031] 层14包括支撑衬底。在本发明的一个方式中,在单晶硅衬底的第一面一侧形成与该单晶硅衬底的导电型相反的导电型的区域而制造光电二极管。此时,单晶硅衬底需要被用作支撑体的厚度(例如,几百 μm)。

[0032] 然而,在被用作光电二极管的光吸收层的区域在光的进入方向上过厚时,在离耗尽层的距离超过扩散长度的区域产生的光生载流子复合,不能取出到外部。因此,需要使单晶硅衬底薄层化,使得光吸收层的厚度调整为适当的厚度。支撑衬底是该薄层化的工序(研磨、抛光)中需要的构成要素。此外,也成为完成的摄像装置的支撑衬底。

[0033] <像素电路>

图2A是说明由层11所包括的光电转换器件及层12的器件形成层所包括的晶体管等构成的像素电路的一个例子的电路图。像素电路可以包括光电转换器件101、晶体管103、晶体管104、晶体管105、晶体管106、电容器108。注意,也可以不设置电容器108。

[0034] 光电转换器件101的一方电极(阴极)与晶体管103的源极和漏极中的一方电连接。晶体管103的源极和漏极中的另一方与晶体管104的源极和漏极中的一方电连接。晶体管104的源极和漏极中的一方与电容器108的一方电极电连接。电容器108的一方电极与晶体管105的栅极电连接。晶体管105的源极和漏极中的一方与晶体管106的源极和漏极中的一方电连接。

[0035] 在此,将使晶体管103的源极和漏极中的另一方、电容器108的一方电极与晶体管105的栅极连接的布线设为节点FD。节点FD可以被用作电荷存储部。

[0036] 光电转换器件101的另一方电极(阳极)与布线121电连接。晶体管103的栅极与布线127电连接。晶体管104的源极和漏极中的另一方与布线122电连接。晶体管105的源极和漏极中的另一方与布线123电连接。晶体管104的栅极与布线126电连接。晶体管106的栅极与布线128电连接。电容器108的另一方电极例如与GND布线等基准电位线电连接。晶体管106的源极和漏极中的另一方与布线129电连接。

[0037] 布线127、126、128可以具有作为控制各晶体管的导通的信号线的功能。布线129可以具有作为输出线的功能。

[0038] 布线121、122、123可以具有作为电源线的功能。图2A所示的结构是光电转换器件101的阴极一侧与晶体管103电连接且使节点FD复位到高电位而进行工作的结构,所以布线122处于高电位(高于布线121的电位)。

[0039] 图2A示出光电转换器件101的阴极与节点FD电连接的结构,但是如图2B所示,也可以采用光电转换器件101的阳极一侧与晶体管103的源极和漏极中的一方电连接的结构。

[0040] 该结构是使节点FD复位到低电位而进行工作的结构,所以布线122处于低电位(低于布线121的电位)。

[0041] 晶体管103具有控制节点FD的电位的功能。晶体管104具有使节点FD的电位复位的功能。晶体管105被用作源极跟随电路,可以将节点FD的电位作为图像数据输出到布线129。晶体管106具有选择输出图像数据的像素的功能。

[0042] 晶体管103及晶体管104优选使用0S晶体管。0S晶体管具有关态电流极低的特性。通过作为晶体管103、104使用0S晶体管,可以尽量延长能够在节点FD中保持电荷的期间。因此,可以采用在所有像素中同时进行电荷的积累工作的全局快门方式而不使电路结构、工作方法复杂。

[0043] <摄像装置的工作方式>

图3A示意性地示出卷帘快门方式的工作方法,图3B示意性地示出全局快门方式。 E_n 表示第 n 列(n 为自然数)的曝光(积累工作)、 R_n 表示第 n 列的读出工作。图3A、图3B示出第1行至第 M 行(M 为自然数)的工作。

[0044] 卷帘快门方式是依次进行曝光及数据读出的工作方法,其中一个行的读出期间与其他行的曝光期间重叠。曝光后立刻进行读出工作,所以即使使用数据的保持期间较短的电路结构也可以进行摄像。但是,由于由没有摄像的同时性的数据构成1个帧的图像,所以在拍摄动体时在图像中产生歪曲。

[0045] 另一方面,全局快门方式是在所有像素中同时进行曝光而在各像素保持数据,按每个行读出数据的工作方法。因此,在动体的摄像中也可以得到没有歪曲的图像。

[0046] 当在像素电路中使用在沟道形成区域包含Si的晶体管(以下, Si晶体管)等关态电流较高的晶体管时,数据电位容易从电荷存储部流出,所以多采用卷帘快门方式。为了使用Si晶体管实现全局快门方式,需要另行设置存储电路等,还需要以高速进行复杂的工作。另一方面,当在像素电路中使用0S晶体管时,从电荷存储部几乎没有流出数据电位,所以容易实现全局快门方式。另外,本发明的一个方式的摄像装置可以通过卷帘快门方式工作。

[0047] 此外,作为晶体管105、106也可以使用0S晶体管。另外,可以任意组合并使用0S晶

体管和Si晶体管。另外,所有晶体管可以采用OS晶体管或Si晶体管。作为Si晶体管,可以举出含有非晶硅的晶体管、含有结晶性的硅(典型为低温多晶硅、单晶硅等)的晶体管等。

[0048] <制造方法>

接着,对本发明的一个方式的摄像装置的制造方法进行说明。制造方法有第一方法及第二方法,这些方法都使用贴合方法。

[0049] <第一方法>

第一方法是在设置在单晶硅衬底上的光电转换器件上制造晶体管等且贴合支撑衬底的方法。

[0050] 首先,在单晶硅衬底21的第一面一侧形成光电转换器件101(参照图4A)。注意,在说明本说明书中的摄像装置的制造方法的附图中,示出整体的一部分的立体图以及其一部分的截面图。此外,附图中所示的晶体管及二极管的符号简单地示出器件的位置,而不是反映电连接或电路结构。在图4A中示出对应于多个像素的每一个的多个光电转换器件101。

[0051] 光电转换器件101可以通过单晶硅衬底21的一部分的区域与设置在单晶硅衬底中的区域22的接合而形成。区域22是具有与单晶硅衬底21相反的导电型的区域。这里,单晶硅衬底21的导电型为p型,区域22的导电型为n型。就是说,光电转换器件101是pn结型光电二极管。

[0052] 区域22可以通过对单晶硅衬底21的第一面利用离子掺杂或离子注入等的方法添加n型掺杂剂(磷、砷等)来形成。

[0053] 接着,在光电转换器件101上形成器件形成层23(参照图5A)。在器件形成层23中除了像素电路所包括的晶体管或电容器以外根据需要设置多个绝缘膜。注意,光电转换器件101与该晶体管电连接。

[0054] 由于晶体管及电容器具有立体结构,所以在器件形成层23的上部产生凹凸。由于该凹凸影响到后面工序,所以通过设置绝缘层24使表面的凹凸平坦化(参照图5B)。注意,绝缘层24不局限于单层,也可以为多个层的叠层。例如,可以使用氧化硅膜等的无机膜、丙烯酸树脂或聚酰亚胺等的有机膜。注意,由于在下面的工序中使无机膜彼此贴合,所以至少最外的表面为无机膜。此外,也可以根据需要利用CMP(chemical mechanical polishing:化学机械抛光)等使表面平坦化。

[0055] 接着,在支撑衬底25上形成绝缘层26,使绝缘层26的表面与绝缘层24的表面密接,由此进行贴合处理(参照图5C)。

[0056] 支撑衬底25优选使用玻璃衬底、陶瓷衬底、半导体衬底、金属衬底等的平坦性高的硬质材料。绝缘层26优选使用氧化硅膜等无机膜,绝缘层24的最外表面与绝缘层26的最外表面优选至少使用相同的材料形成。

[0057] 此外,优选在贴合之前使绝缘层26的表面及绝缘层24的表面亲水性化。通过使贴合面亲水性化,可以得到原子级的牢固的粘合力。此外,也可以根据需要进行加热处理或加压处理。

[0058] 接着,使用掩模抛光单元27对与单晶硅衬底21的第一面相对的面进行研磨以及抛光,使单晶硅衬底21薄层化(参照图6A)。可以作为掩模抛光单元27根据需要适当地使用研磨(grinding)装置、精研(lapping)装置、抛光(polishing)装置、CMP装置等。此外,也可以组合使用湿蚀刻。

[0059] 单晶硅衬底21的厚度考虑到光的进入长度、扩散长度、耗尽层的厚度等来决定即可。例如,在以近红外光为摄像对象时,单晶硅衬底21的厚度为 $3\mu\text{m}$ 以上且 $100\mu\text{m}$ 以下,优选为 $5\mu\text{m}$ 以上且 $50\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $10\mu\text{m}$ 以上且 $25\mu\text{m}$ 以下。

[0060] 也可以在将单晶硅衬底21减薄成所希望的厚度之后,在与单晶硅衬底21的第一面相对的面一侧形成具有 p^+ 型导电型的区域28(参照图6B)。区域28是其载流子浓度比单晶硅衬底21高且电阻低的区域,并被用作光电转换器件101的载流子取出电极(公共电极)。此外,在像素电路中,被用作布线121或其一部分。注意,也可以不设置区域28。

[0061] 区域28可以通过对与单晶硅衬底21的第一面相对的面利用离子掺杂、离子注入、气相扩散、固相扩散等的方法添加 p 型掺杂剂(硼、铝等)来形成。以上是第一方法。

[0062] <第二方法>

第二方法是将设置在单晶硅衬底上的光电转换器件与设置在支撑衬底上的晶体管等贴合在一起的方法。注意,在以下说明中,省略与第一方法重复的说明。

[0063] 首先,与第一方法同样地形成光电转换器件101(参照图4A)。然后,在光电转换器件101上形成绝缘层31及导电层32(参照图4B)。绝缘层31可以由与绝缘层26相同的材料构成。导电层32是电连接光电转换器件101与晶体管的插头,导电层32的一端与光电转换器件101电连接。

[0064] 导电层32可以在绝缘层31中设置开口部之后以填充该开口部的方式设置钛、钨、钼及它们的氮化物等的导电物中的任意个或多个,利用CMP等去除不需要的导电物来形成。导电层32埋设于绝缘层31,其表面是与绝缘层31的表面连续的平面。

[0065] 接着,在支撑衬底25上形成器件形成层23(参照图7A)。在器件形成层23中根据需要除了像素电路所包括的晶体管或电容器以外设置多个绝缘膜。然后,形成绝缘层33及导电层34(参照图7B)。绝缘层33可以由与绝缘层24相同的材料构成。导电层34是电连接光电转换器件101与晶体管的插头,导电层34的一端与晶体管电连接。

[0066] 导电层34可以在绝缘层33中设置开口部之后以填充该开口部的方式设置钛、钨、钼及它们的氮化物等的导电物中的任意个或多个,利用CMP等去除不需要的导电物来形成该开口部。导电层34埋设于绝缘层33中,其表面是与绝缘层33的表面连续的平面。

[0067] 接着,将绝缘层31的表面与绝缘层33的表面、以及将导电层32与导电层34的表面密接,由此进行贴合处理(参照图7C)。

[0068] 注意,在贴合之前,优选进行绝缘层31的表面及绝缘层33的表面的亲水化、以及导电层32的表面及导电层34的表面的亲水化。通过对贴合面进行上述处理,可以得到原子级的牢固的粘合力。此外,也可以根据需要进行加热处理或加压处理。

[0069] 接着,使用掩模抛光单元27对与单晶硅衬底21的第一面相对的面进行研磨以及抛光,使单晶硅衬底21薄层化(参照图8A)。

[0070] 也可以在将单晶硅衬底21减薄成所希望的厚度之后,在与单晶硅衬底21的第一面相对的面一侧形成具有 p^+ 型导电型的区域28(参照图8B)。以上是第二方法。

[0071] <变形例子1>

也可以对以第一方法或第二方法制造的光电转换器件101还进行加工。例如,如图9A至图9D所示,也可以按每个像素使光电转换器件101的区域28及光吸收层的区域分断。

[0072] 首先,设置按每个像素使包括区域28的单晶硅衬底21分断的槽(参照图9A)。接着,

在该槽及区域28上设置氧化硅等的绝缘层35(参照图9B)。接着,在绝缘层35中设置到达区域28的开口部36(参照图9C)。然后,在绝缘层35及开口部36上设置对对象波长的光具有透光性的导电层37(参照图9D)。

[0073] 导电层37被用作光电转换器件101的载流子取出电极(公共电极)。此外,在像素电路中,被用作布线121或其一部分。注意,作为导电层37,除了铟锡氧化物等的导电性氧化物以外还可以使用导电性有机膜、金属丝网、具有与区域28相同的导电型的半导体膜等。

[0074] 此外,通过在设置在像素间的槽中设置绝缘层35,可以抑制从相邻的像素进入的杂散光,由此可以得到更清晰的图像。

[0075] <变形例子2>

也可以对以第一方法、第二方法制造的结构及作为变形例子示出的结构还附加构成要素。例如,如图10A所示,可以在区域28上设置绝缘层38作为保护层。绝缘层38可以使用对较宽的波长范围的光具有透光性的氧化硅膜等。此外,也可以层叠被用作钝化膜的氮化硅膜。此外,也可以作为抗反射膜层叠氧化铅等介电膜。

[0076] 也可以在绝缘层38上形成遮光层39。遮光层39具有抑制从倾斜方向进入光的功能。遮光层39可以使用铝、钨等的金属层。或者,可以层叠该金属层及被用作抗反射膜的介电膜。或者,也可以使用树脂层代替金属层。

[0077] 可以在绝缘层38及遮光层39上设置绝缘层40作为平坦化膜。作为绝缘层40可以使用有机树脂膜等。

[0078] 再者,也可以在绝缘层40上设置光学滤波器层41。作为光学滤波器层41,选择透过目的的光的材料而形成。作为光学滤波器层,例如可以使用红外光透射滤波器。通过使用红外光透射滤波器,可以实现只对红外光具有灵敏度的摄像装置。

[0079] 作为红外光透射滤波器,例如可以使用在玻璃或树脂等的透过红外光的主材料中分散透过红外光且吸收可见光的材料来形成的层。透过的红外光的波长可以适当地选择分散在主材料中的材料来调整。例如,在以用于生物识别等的静脉的摄像为目的时,至少选择透过被血红蛋白吸收的近红外光的材料即可。

[0080] 再者,设置微透镜阵列42,且一个像素接收由一个透镜集聚的光。通过设置微透镜阵列42,即使设置遮光层39也可以高效地接收光。

[0081] 注意,也可以省略图10A至图10C所示的构成要素的任意个。或者,也可以还设置其他构成要素。

[0082] <像素电路的工作>

[0083] 接着,用图11A的时序图说明图2A所示的像素电路的工作的一个例子。在本说明书中的时序图的说明中,以“H”表示高电位,以“L”表示低电位。对布线121一直供应“L”且对布线122、123一直供应“H”。

[0084] 在期间T1,当布线126的电位设为“H”、布线127的电位设为“H”、布线128的电位设为“L”时,晶体管103、104导通而对节点FD供应布线123的电位“H”(复位工作)。

[0085] 在期间T2,当布线126的电位设为“L”、布线127的电位设为“H”、布线128的电位设为“L”时,晶体管104不导通而停止复位电位的供应。另外,节点FD的电位对应光电转换器件101的工作下降(积累工作)。

[0086] 在期间T3,当布线126的电位设为“L”、布线127的电位设为“L”、布线128的电位设

为“L”时,晶体管103不导通,节点FD的电位确定而被保持(保持工作)。此时,通过作为连接到节点FD的晶体管103及晶体管104使用关态电流较低的0S晶体管,可以抑制从节点FD流出过量电荷,所以可以延长数据的保持时间。

[0087] 在期间T4,当布线126的电位设为“L”、布线127的电位设为“L”、布线128的电位设为“H”时,晶体管106导通,节点FD的电位根据晶体管105的源极跟随工作被读出到布线129(读出工作)。

[0088] 以上是图2A所示的像素电路的工作的一个例子。

[0089] 图2B所示的像素电路可以根据图11B的时序图进行工作。注意,对布线121、123一直供应“H”且对布线122一直供应“L”。基本工作与上述图11A的时序图的说明相同。

[0090] 在本发明的一个方式中,如图12A、图12B所示,也可以采用在晶体管中设置背栅极的结构。图12A示出背栅极与前栅极电连接的结构,具有提高通态电流的效果。图12B示出背栅极与能够供应恒电位的布线电连接的结构,该结构可以控制晶体管的阈值电压。

[0091] 另外,也可以采用使各晶体管可以进行适当的工作的结构,诸如组合图12A、图12B。另外,像素电路也可以包括不设置有背栅极的晶体管。

[0092] 图13是说明本发明的一个方式的摄像装置的方框图。该摄像装置包括具有以矩阵状排列的本发明的一个方式的像素电路50的像素阵列51、具有选择像素阵列51的行的功能的电路52(行驱动器)、具有从像素电路50读出数据的功能的电路53以及供应电源电位的电路58。

[0093] 电路53可以包括具有选择像素阵列51的列的功能的电路54(列驱动器)、用来对像素电路50的输出数据进行相关双采样处理的电路55(CDS电路)、具有将从电路55输出的模拟数据转换为数字数据的功能的电路56(A/D转换电路等)等。

[0094] 作为电路52、54可以使用移位寄存器电路或译码器电路。电路52、53、58的一部分或全部也可以由设置在图1所示的层13中的0S晶体管形成。或者,电路52、53、58的一部分也可以由设置在层12中的Si晶体管形成。

[0095] 本实施方式可以与其他实施方式的记载适当地组合。

[0096] (实施方式2)

在本实施方式中,对本发明的一个方式的摄像装置的结构例子等进行详细说明。

[0097] 图14A是说明能够以第一方法制造的像素的截面的一个例子的图。图14B是说明能够以第二方法制造的像素的截面的一个例子的图。

[0098] 在层12中,作为光电转换器件101设置具有n型导电型的区域22、具有p型导电型的区域(单晶硅衬底21)以及具有p⁺型导电型的区域28的pn结型光电二极管。在层13中设置0S晶体管。在图14A、图14B中,以图2A所示的电路结构为例,示出晶体管103、105、106。在层14中设置支撑衬底25等。

[0099] 注意,在图14A的层13中,示出绝缘层24为绝缘层63及绝缘层64的两层的例子。绝缘层63例如可以使用丙烯酸树脂或聚酰亚胺等的有机膜。绝缘层64可以使用氧化硅膜等的无机膜。

[0100] 在图14B中的层13中,示出绝缘层31为绝缘层63、绝缘层65及绝缘层64的三层的例子。

[0101] 绝缘层65具有防止扩散氢的功能,设置在形成有0S晶体管的区域与形成有光电转

换器件101等的Si器件的区域之间。设置在光电转换器件101附近的绝缘层中的氢终结硅的悬空键。另一方面,设置在晶体管102、105、106的沟道形成区域附近的绝缘层中的氢有可能成为在氧化物半导体层中生成载流子的原因之一。

[0102] 通过设置绝缘层65将氢封闭在一个层中,可以提高Si晶体管的可靠性。同时,由于抑制氢从一个层扩散到另一个层,所以可以提高晶体管102、105、106的可靠性。

[0103] 绝缘层65例如可以使用氧化铝、氧氮化铝、氧化镓、氧氮化镓、氧化钇、氧氮化钇、氧化铪、氧氮化铪、氧化钇稳定氧化锆(YSZ)等。

[0104] 注意,绝缘层65只要可以得到上述效果就可以设置在其他位置上。例如,可以调换绝缘层63与绝缘层65。

[0105] 图15A示出详细的OS晶体管。图15A所示的OS晶体管具有通过在氧化物半导体层及导电层的叠层上设置绝缘层而设置到达该半导体层的槽来形成源电极205及漏电极206的自对准型的结构。

[0106] 除了形成在氧化物半导体层207的沟道形成区域、源极区域203及漏极区域204以外,OS晶体管还可以包括栅电极201、栅极绝缘膜202。在该槽中至少设置栅极绝缘膜202及栅电极201。在该槽中也可以还设置氧化物半导体层208。

[0107] 如图15B所示,OS晶体管也可以采用使用栅电极201作为掩模在半导体层形成源极区域203及漏极区域204的自对准型的结构。

[0108] 或者,如图15C所示,可以采用具有源电极205或漏电极206与栅电极201重叠的区域的非自对准型的顶栅极型晶体管。

[0109] 晶体管103、105、106包括背栅极535,但也可以不包括背栅极。如图15D所示的晶体管的沟道宽度方向的截面图那样,背栅极535也可以与相对的晶体管的前栅极电连接。作为一个例子,图15D示出图15A所示的晶体管的A1-A2的截面,其他结构的晶体管也是同样的。此外,也可以采用能够对背栅极535供应与前栅极不同的固定电位的结构。

[0110] 作为用于OS晶体管的半导体材料,可以使用能隙为2eV以上,优选为2.5eV以上,更优选为3eV以上的金属氧化物。典型的有含有铟的氧化物半导体等,例如,可以使用后面提到的CAAC-OS或CAC-OS等。CAAC-OS中构成晶体的原子稳定,适用于重视可靠性的晶体管等。CAC-OS呈现高迁移率特性,适用于进行高速驱动的晶体管等。

[0111] 由于OS晶体管的半导体层具有大能隙,所以呈现极低的关态电流特性,仅为几yA/ μm (每沟道宽度1 μm 的电流值)。与Si晶体管不同,OS晶体管不会发生碰撞电离、雪崩击穿、短沟道效应等,因此能够形成高耐压性和高可靠性的电路。此外,Si晶体管所引起的起因于结晶性的不均匀的电特性不均匀不容易产生在OS晶体管中。

[0112] 作为OS晶体管中的半导体层,例如可以采用包含铟、锌及M(铝、钛、镓、锗、钇、锆、镧、铈、锡、钕和铅等金属)的以“In-M-Zn类氧化物”表示的膜。例如,In-M-Zn类氧化物可以通过溅射法、ALD(Atomic layer deposition:原子层沉积)法、MOCVD(Metal organic chemical vapor deposition:有机金属化学气相沉积)法等形成。

[0113] 当利用溅射法形成In-M-Zn类氧化物膜时,优选用来形成In-M-Zn类氧化物膜的溅射靶材的金属元素的原子数比满足 $\text{In} \geq \text{M}$ 及 $\text{Zn} \geq \text{M}$ 。这种溅射靶材的金属元素的原子数比优选为 $\text{In}:\text{M}:\text{Zn}=1:1:1$ 、 $\text{In}:\text{M}:\text{Zn}=1:1:1.2$ 、 $\text{In}:\text{M}:\text{Zn}=3:1:2$ 、 $\text{In}:\text{M}:\text{Zn}=4:2:3$ 、 $\text{In}:\text{M}:\text{Zn}=4:2:4.1$ 、 $\text{In}:\text{M}:\text{Zn}=5:1:6$ 、 $\text{In}:\text{M}:\text{Zn}=5:1:7$ 、 $\text{In}:\text{M}:\text{Zn}=5:1:8$ 等。注意,所形成的半导体层的

原子数比分别有可能在上述溅射靶材中的金属元素的原子数比的 $\pm 40\%$ 的范围内变动。

[0114] 作为半导体层,可以使用载流子密度低的氧化物半导体。例如,作为半导体层可以使用载流子密度为 $1 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ 以下,优选为 $1 \times 10^{15}/\text{cm}^3$ 以下,更优选为 $1 \times 10^{13}/\text{cm}^3$ 以下,进一步优选为 $1 \times 10^{11}/\text{cm}^3$ 以下,更进一步优选为小于 $1 \times 10^{10}/\text{cm}^3$, $1 \times 10^{-9}/\text{cm}^3$ 以上的氧化物半导体。将这样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。该氧化物半导体的缺陷态密度低,因此可以说是具有稳定的特性的氧化物半导体。

[0115] 注意,本发明不局限于上述记载,可以根据所需的晶体管的半导体特性及电特性(场效应迁移率、阈值电压等)来使用具有适当的组成的材料。此外,优选适当地设定半导体层的载流子密度、杂质浓度、缺陷密度、金属元素与氧的原子数比、原子间距离、密度等,以得到所需的晶体管的半导体特性。

[0116] 当构成半导体层的氧化物半导体包含第14族元素之一的硅或碳时,氧空位增加,会使该半导体层变为n型。因此,将半导体层中的硅或碳的浓度(通过二次离子质谱分析法测得的浓度)设定为 $2 \times 10^{18}\text{atoms}/\text{cm}^3$ 以下,优选为 $2 \times 10^{17}\text{atoms}/\text{cm}^3$ 以下。

[0117] 此外,有时当碱金属及碱土金属与氧化物半导体键合时生成载流子,而使晶体管的关态电流增大。因此,将半导体层的碱金属或碱土金属的浓度(通过二次离子质谱分析法测得的浓度)设定为 $1 \times 10^{18}\text{atoms}/\text{cm}^3$ 以下,优选为 $2 \times 10^{16}\text{atoms}/\text{cm}^3$ 以下。

[0118] 此外,当构成半导体层的氧化物半导体含有氮时生成作为载流子的电子,载流子密度增加而容易n型化。其结果是,使用含有氮的氧化物半导体的晶体管容易变为常开启特性。因此,半导体层的氮浓度(通过二次离子质谱分析法测得的浓度)优选为 $5 \times 10^{18}\text{atoms}/\text{cm}^3$ 以下。

[0119] 此外,当构成半导体层的氧化物半导体包含氢时,氢与键合于金属原子的氧起反应生成水,因此有时在氧化物半导体中形成氧空位。在氧化物半导体中的沟道形成区域包含氧空位的情况下,晶体管有可能具有常开启特性。再者,有时氢进入氧空位中而成的缺陷被用作供体而生成作为载流子的电子。此外,氢的一部分键合到与金属原子键合的氧而生成作为载流子的电子。因此,使用包含较多的氢的氧化物半导体的晶体管容易具有常开启特性。

[0120] 氢进入氧空位中的缺陷会被用作氧化物半导体的供体。然而,定量地评价该缺陷是困难的。于是,在氧化物半导体中,有时不是根据供体浓度而是根据载流子浓度进行评价。由此,在本说明书等中,有时作为氧化物半导体的参数,不采用供体浓度而采用假定为不被施加电场的状态的载流子浓度。也就是说,本说明书等所记载的“载流子浓度”有时可以称为“供体浓度”。

[0121] 由此,优选尽可能减少氧化物半导体中的氢。具体而言,在氧化物半导体膜中,利用二次离子质谱(SIMS:Secondary Ion Mass Spectrometry)测得的氢浓度低于 $1 \times 10^{20}\text{atoms}/\text{cm}^3$,优选低于 $1 \times 10^{19}\text{atoms}/\text{cm}^3$,更优选低于 $5 \times 10^{18}\text{atoms}/\text{cm}^3$,进一步优选低于 $1 \times 10^{18}\text{atoms}/\text{cm}^3$ 。通过将氢等杂质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。

[0122] 氧化物半导体(金属氧化物)被分为单晶氧化物半导体和非单晶氧化物半导体。作为非单晶氧化物半导体例如有CAAC-OS(C-Axis Aligned Crystalline Oxide Semiconductor)、多晶氧化物半导体、nc-OS(nanocrystalline oxide semiconductor)、a-

like OS (amorphous-like oxide semiconductor) 及非晶氧化物半导体等。在非单晶结构中,非晶结构的缺陷态密度最高,而CAAC-OS的缺陷态密度最低。

[0123] 非晶结构的氧化物半导体膜例如具有无秩序的原子排列且不具有结晶成分。或者,非晶结构的氧化物膜例如是完全的非晶结构且不具有结晶部。

[0124] 此外,半导体层也可以为具有非晶结构的区域、微晶结构的区域、多晶结构的区域、CAAC-OS的区域和单晶结构的区域中的两种以上的混合膜。混合膜有时例如具有包括上述区域中的两种以上的区域的单层结构或叠层结构。

[0125] 下面,对非单晶半导体层的一个方式的CAC (Cloud-Aligned Composite) -OS的构成进行说明。

[0126] CAC-OS例如是指包含在氧化物半导体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2nm以下或近似的尺寸。注意,在下面也将在氧化物半导体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以0.5nm以上且10nm以下,优选为1nm以上且2nm以下或近似的尺寸混合的状态称为马赛克 (mosaic) 状或补丁 (patch) 状。

[0127] 氧化物半导体优选至少包含铟。尤其优选包含铟及锌。除此之外,也可以还包含选自铝、镓、铋、铜、钒、铍、硼、硅、钛、铁、镍、锗、锆、钼、镧、铈、钕、钐、钨和镁等中的一种或多种。

[0128] 例如,In-Ga-Zn氧化物中的CAC-OS (在CAC-OS中,尤其可以将In-Ga-Zn氧化物称为CAC-IGZO) 是指材料分成铟氧化物 (以下,称为 InO_{X1} ($X1$ 为大于0的实数)) 或铟锌氧化物 (以下,称为 $\text{In}_{X2}\text{Zn}_{Y2}\text{O}_{Z2}$ ($X2$ 、 $Y2$ 及 $Z2$ 为大于0的实数)) 以及镓氧化物 (以下,称为 GaO_{X3} ($X3$ 为大于0的实数)) 或镓锌氧化物 (以下,称为 $\text{Ga}_{X4}\text{Zn}_{Y4}\text{O}_{Z4}$ ($X4$ 、 $Y4$ 及 $Z4$ 为大于0的实数)) 等而成为马赛克状,且马赛克状的 InO_{X1} 或 $\text{In}_{X2}\text{Zn}_{Y2}\text{O}_{Z2}$ 均匀地分布在膜中的构成 (以下,也称为云状)。

[0129] 换言之,CAC-OS是具有以 GaO_{X3} 为主要成分的区域和以 $\text{In}_{X2}\text{Zn}_{Y2}\text{O}_{Z2}$ 或 InO_{X1} 为主要成分的区域混在一起的构成的复合氧化物半导体。在本说明书中,例如,当第一区域的In与元素M的原子数比大于第二区域的In与元素M的原子数比时,第一区域的In浓度高于第二区域。

[0130] 注意,IGZO是通称,有时是指包含In、Ga、Zn及O的化合物。作为典型例子,可以举出以 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_{m1}$ ($m1$ 为自然数) 或 $\text{In}_{(1-x0)}\text{Ga}_{(1-x0)}\text{O}_3(\text{ZnO})_{m0}$ ($-1 \leq x0 \leq 1$, $m0$ 为任意数) 表示的结晶性化合物。

[0131] 上述结晶性化合物具有单晶结构、多晶结构或CAAC结构。CAAC结构是多个IGZO的纳米晶具有c轴取向性且在a-b面上以不取向的方式连接的结晶结构。

[0132] 另一方面,CAC-OS与氧化物半导体的材料构成有关。CAC-OS是指如下构成:在包含In、Ga、Zn及O的材料构成中,一部分中观察到以Ga为主要成分的纳米粒子状区域,一部分中观察到以In为主要成分的纳米粒子状区域,并且,这些区域以马赛克状无规律地分散。因此,在CAC-OS中,结晶结构是次要因素。

[0133] CAC-OS不包含组成不同的两种以上的膜的叠层结构。例如,不包含由以In为主要成分的膜与以Ga为主要成分的膜的两层构成的结构。

[0134] 注意,有时观察不到以 GaO_{X3} 为主要成分的区域与以 $\text{In}_{X2}\text{Zn}_{Y2}\text{O}_{Z2}$ 或 InO_{X1} 为主要成分的区域之间的明确的边界。

化。

[0147] 层13中设置有绝缘层31及导电层32。导电层32包括埋设于绝缘层31中的区域。导电层32与晶体管103电连接。此外,以其高度都一致的方式使绝缘层31及导电层32的表面平坦化。

[0148] 在此,导电层32及导电层34的主要成分优选为相同的金属元素。此外,绝缘层31及绝缘层33的表面优选由相同的成分构成。

[0149] 例如,作为导电层32、34可以使用Cu、Al、Sn、Zn、W、Ag、Pt或Au等。从接合的容易性的观点来看,优选使用Cu、Al、W或Au。此外,绝缘层31、33的表面可以使用氧化硅、氧氮化硅、氮氧化硅、氮化硅、氮化钛等。

[0150] 换言之,优选的是,作为导电层32和导电层34的组合都使用在上面所示的相同金属材料。此外,优选的是,作为绝缘层31及绝缘层33都使用与上述绝缘材料相同的绝缘材料。通过采用上述结构,可以进行以层12和层13的边界为贴合位置的贴合。

[0151] 通过进行该贴合,可以获得导电层32与导电层34的电连接。此外,可以以足够的机械强度使绝缘层31及绝缘层33连接。

[0152] 当接合金属层时,可以利用表面活化接合法。在该方法中,通过溅射处理等去除表面的氧化膜及杂质吸附层等并使清洁化且活化了的表面接触而接合。或者,可以利用并用温度及压力使表面接合的扩散接合法等。上述方法都可以发生原子级的结合,因此可以获得电气上和机械上都优异的接合。

[0153] 此外,当接合绝缘层时,可以利用亲水性接合法等。在该方法中,在通过抛光等获得高平坦性之后,使利用氧等离子体等进行过亲水性处理的表面接触而暂时接合,利用热处理进行脱水,由此进行正式接合。亲水性接合法也发生原子级的结合,因此可以获得机械上优异的接合。

[0154] 在贴合层12与层13的情况下,由于在各接合面绝缘层与金属层是混合的,所以,例如,组合表面活化接合法及亲水性接合法即可。

[0155] 例如,可以采用在进行抛光之后使表面清洁化,对金属层的表面进行防氧处理,然后进行亲水性处理来进行接合的方法等。此外,也可以作为金属层的表面使用Au等难氧化性金属,进行亲水性处理。此外,也可以使用上述以外的接合方法。

[0156] 以下,说明收纳图像传感器芯片的封装及相机模块的一个例子。作为该图像传感器芯片可以使用上述摄像装置的结构。

[0157] 图16A1是收纳图像传感器芯片的封装的顶面一侧的外观立体图。该封装包括使图像传感器芯片650固定的封装衬底610、玻璃盖板620及贴合它们的粘合剂630等。

[0158] 图16A2是该封装的底面一侧的外观立体图。在封装的底面包括以焊球为凸块640的BGA (Ball grid array:球栅阵列)。注意,不局限于BGA,也可以包括LGA (Land grid array:地栅阵列) 或PGA (Pin Grid Array:针栅阵列) 等。

[0159] 图16A3是省略玻璃盖板620及粘合剂630的一部分而图示的封装的立体图。在封装衬底610上形成电极焊盘660,电极焊盘660与凸块640通过通孔电连接。电极焊盘660通过图像传感器芯片650与引线670电连接。

[0160] 此外,图16B1是将图像传感器芯片收纳在透镜一体型封装内的相机模块的顶面一侧的外观立体图。该相机模块包括使图像传感器芯片651固定的封装衬底611、透镜盖621及

透镜635等。此外,在封装衬底611及图像传感器芯片651之间设置有用作摄像装置的驱动电路及信号转换电路等的IC芯片690,具有SiP(System in package:系统封装)的结构。

[0161] 图16B2是该相机模块的底面一侧的外观立体图。封装衬底611的底面及侧面具有设置有安装用连接盘641的QFN(Quad flat no-lead package:四侧无引脚扁平封装)的结构。注意,该结构是一个例子,也可以设置QFP(Quad flat package:四侧引脚扁平封装)或上述BGA。

[0162] 图16B3是省略透镜盖621及透镜635的一部分而图示的模块的立体图。连接盘641与电极焊盘661电连接,电极焊盘661通过引线671与图像传感器芯片651或IC芯片690电连接。

[0163] 通过将图像传感器芯片容纳于上述方式的封装中,可以轻松实现安装于印刷电路板等,将图像传感器芯片安装在各种半导体装置及电子设备中。

[0164] 本实施方式可以与其他实施方式的记载适当地组合。

[0165] (实施方式3)

在本实施方式中,对能够使用根据本发明的一个方式的摄像装置的电子设备的一个例子进行说明。本发明的一个方式的摄像装置可以采用不需要红外光透射滤波器的结构,容易薄型化,由此容易组装于各种设备。注意,红外光透射滤波器也可以安装在电子设备的光路中而不设置在摄像装置中。

[0166] 图17A是以手指静脉为对象的生物识别系统,该生物识别系统包括外壳911、光源912、检测台913等。通过在检测台913上放置手指,可以拍摄静脉形状。检测台913的上方设置有光源912,检测台913的下方设置有摄像装置914。检测台913由使红外光透过的材料构成,可以利用摄像装置914拍摄从光源912照射且透过手指的红外光。此外,也可以在检测台913和摄像装置914之间设置光学系统。可以将上述机器的结构还用于以掌静脉为对象的生物识别系统。

[0167] 光源912可以由薄型EL器件形成。该EL器件可以以弯曲形状设置,可以向对象物均匀地照射光。尤其是,优选为发射在700nm以上且1200nm以下具有峰的近红外光的EL器件。例如,由于波长为760nm及其附近的光被静脉中的血红蛋白吸收,所以通过接收透过手指或手掌等的光并进行成像,可以检测出静脉位置。将该作用用作生物识别。另外,通过与全局快门方式组合,即使被摄体移动,也可以进行精度高的检测。

[0168] 另外,光源912可以包括如图17B所示的发光部915、916、917那样的多个发光部。发光部915、916、917各自所发射的光的波长可以不同。另外,发光部915、916、917也可以以不同时序进行照射。因此,通过改变照射光的波长或角度可以连续地拍摄不同图像,可以将多个图像用于识别来实现高安全性。

[0169] 图17C是以掌静脉为对象的生物识别系统,该生物识别系统包括外壳921、操作按钮922、检测部923以及光源924等。通过在检测部923上刷手,可以检测出掌静脉的形状。另外,可以利用操作按钮输入密码等。检测部923的周围配置有光源924,向对象物(手掌)照射光。然后,被对象物反射的光入射到检测部923。光源924由发射近红外光的薄型EL器件形成。检测部923正下配置有摄像装置925,可以捕捉到对象物的图像(手掌的全体图)。此外,也可以在检测部923和摄像装置925之间设置光学系统。可以将上述机器的结构还用于以手指静脉为对象的生物识别系统。

[0170] 图18A是无损检测设备,该无损检测设备包括外壳931、操作面板932、传送机构933、显示器934、检测单元935、光源938等。用传送机构933将被检测构件936传送到检测单元935正下。红外光从光源938照射到被检测构件936,利用设置在检测单元935中的本发明的一个方式的摄像装置937拍摄该透过光。所拍摄的图像显示在显示器934上。然后,将被检测构件936传送到外壳931的出口,分类并回收次品。通过利用近红外光进行拍摄,可以以无损的方式高速地检测出被检测构件中的缺陷或异物等不良要素。

[0171] 图18B是监控摄像头,该监控摄像头包括外壳951、透镜952、光源953、支撑部954等。可以由本发明的一个方式的摄像装置955拍摄被照射从光源953射出的红外光的被摄体。此外,该监控摄像头也可以具有结构光的结构。在结构光中,将有线状或点状等的指向性的光从光源953照射到被摄体,从其他角度对该光进行摄像。照射到被摄体的光由于基于被摄体的形状歪曲,所以可以取得该光作为图像且从该图像得到被摄体的形状或纵深方向等的信息。此外,该监控摄像头也可以具有ToF(Time of Flight:飞行时间)传感器的结构。ToF传感器检测从光源953发射的光被被摄体反射而射出到传感器(摄像装置955)的时间。通过按摄像装置955的每个像素检测该时间,可以详细地得到离被摄体的距离的信息。就是说,可以识别被摄体的表面形状或个数。

[0172] 图18C是移动电话机,该移动电话机包括外壳981、显示部982、操作按钮983、外部连接接口984、扬声器985、麦克风986、第一摄像头987及第二摄像头988等。该移动电话机在显示部982具有触摸传感器。外壳981及显示部982具有柔性。通过用手指或触屏笔等触摸显示部982可以进行打电话或输入文字等各种操作。可以利用第一摄像头取得可见光图像,可以利用第二摄像头取得红外光图像。本发明的一个方式的摄像装置可以适用于在该移动电话机中用来获取红外光图像的要素。

[0173] 本实施方式可以与其他实施方式的记载适当地组合。

[符号说明]

[0174] 11:层、12:层、13:层、14:层、21:单晶硅衬底、22:区域、23:器件形成层、24:绝缘层、25:支撑衬底、26:绝缘层、27:掩模抛光单元、28:区域、30:遮光层、31:绝缘层、32:导电层、33:绝缘层、34:导电层、35:绝缘层、36:开口部、37:导电层、38:绝缘层、39:遮光层、40:绝缘层、41:光学滤波器层、42:微透镜阵列、50:像素电路、51:像素阵列、52:电路、53:电路、54:电路、55:电路、56:电路、58:电路、63:绝缘层、64:绝缘层、65:绝缘层、101:光电转换器件、102:晶体管、103:晶体管、104:晶体管、105:晶体管、106:晶体管、108:电容器、121:布线、122:布线、123:布线、126:布线、127:布线、128:布线、129:布线、201:栅电极、202:栅极绝缘膜、203:源区域、204:漏区域、205:源电极、206:漏电极、207:氧化物半导体层、208:氧化物半导体层、535:背栅极、610:封装衬底、611:封装衬底、620:玻璃盖板、621:透镜盖、630:粘合剂、635:透镜、640:凸块、641:连接盘、650:图像传感器芯片、651:图像传感器芯片、660:电极焊盘、661:电极焊盘、670:引线、671:引线、690:IC芯片、911:外壳、912:光源、913:检测台、914:摄像装置、915:发光部、916:发光部、917:发光部、921:外壳、922:操作按钮、923:检测部、924:光源、925:摄像装置、931:外壳、932:操作面板、933:传送机构、934:显示器、935:检测单元、936:被检测构件、937:摄像装置、938:光源、951:外壳、952:透镜、953:光源、954:支撑部、955:摄像装置、981:外壳、982:显示部、983:操作按钮、984:外部连接端口、985:扬声器、986:麦克风、987:摄像头、988:摄像头

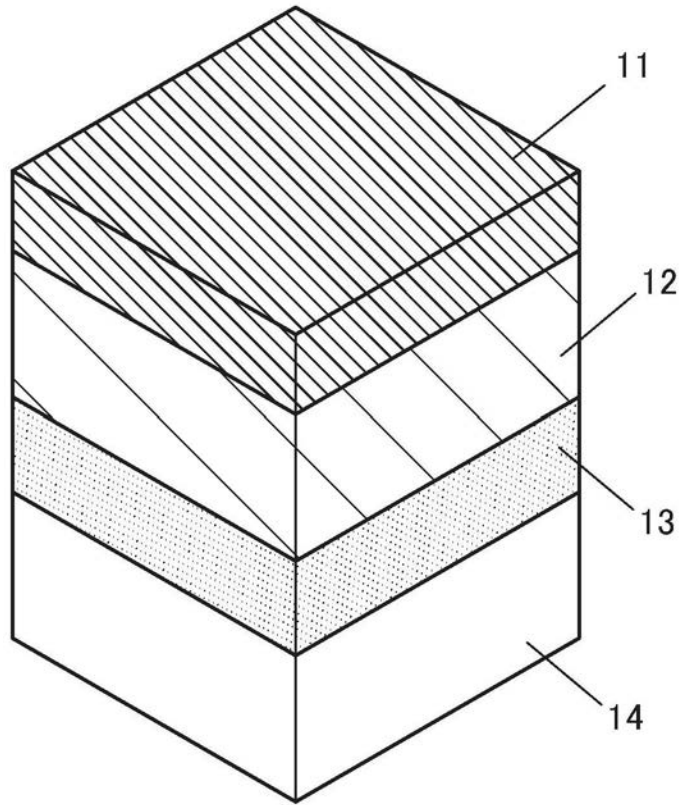


图1

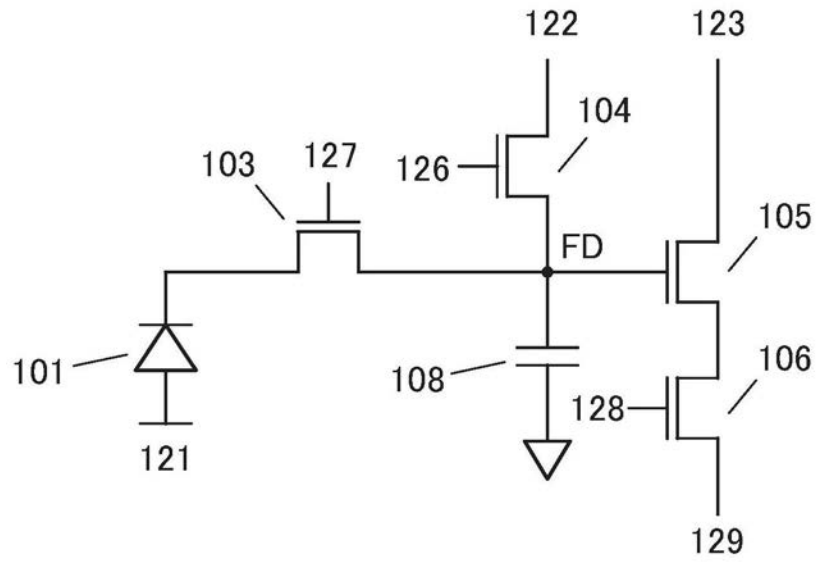


图2A

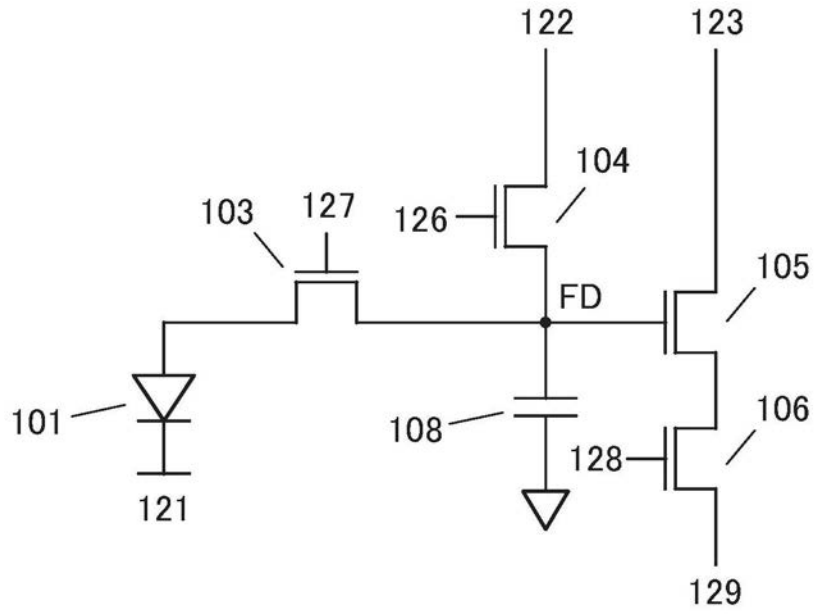


图2B

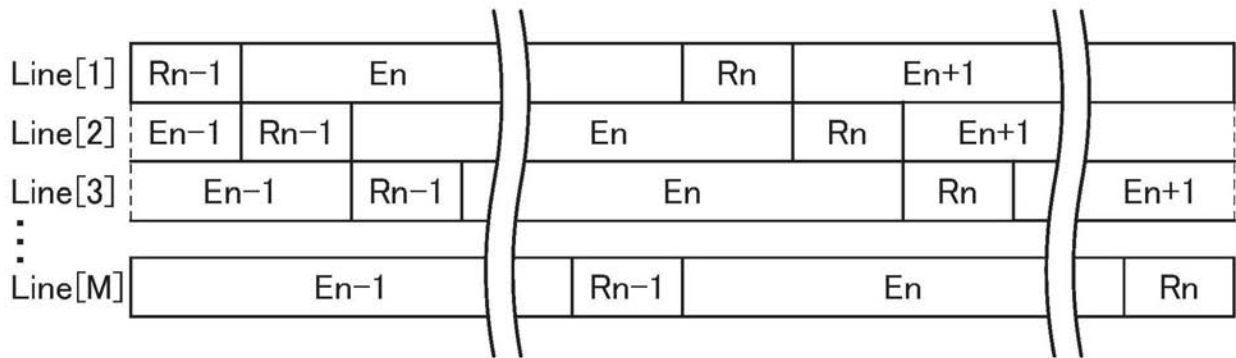


图3A

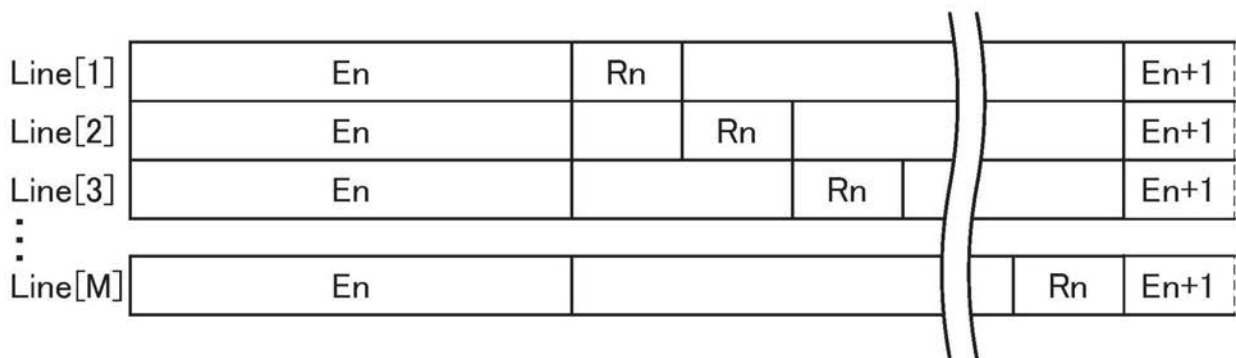


图3B

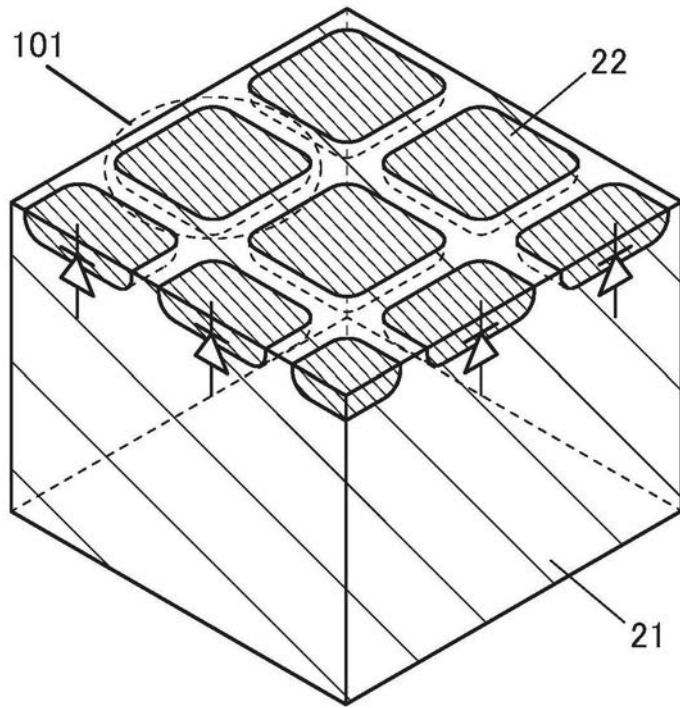


图4A

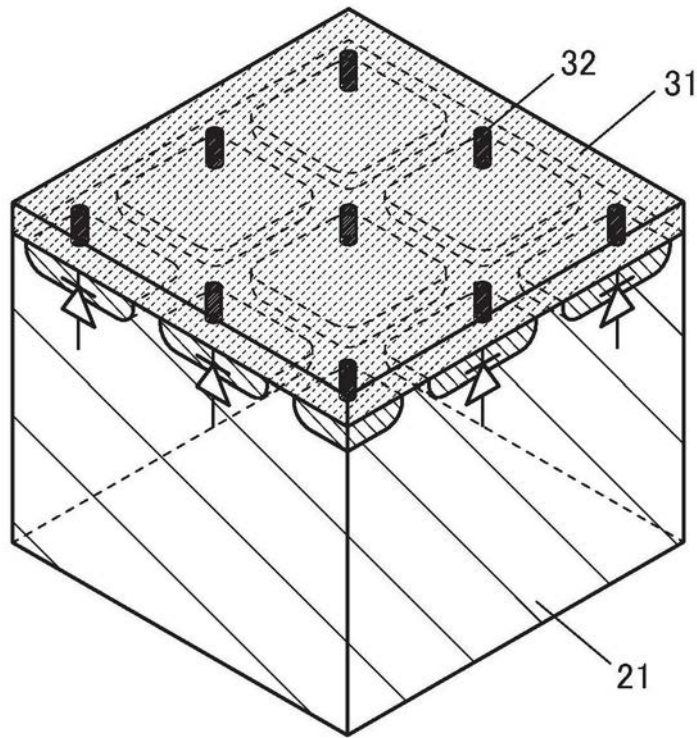


图4B

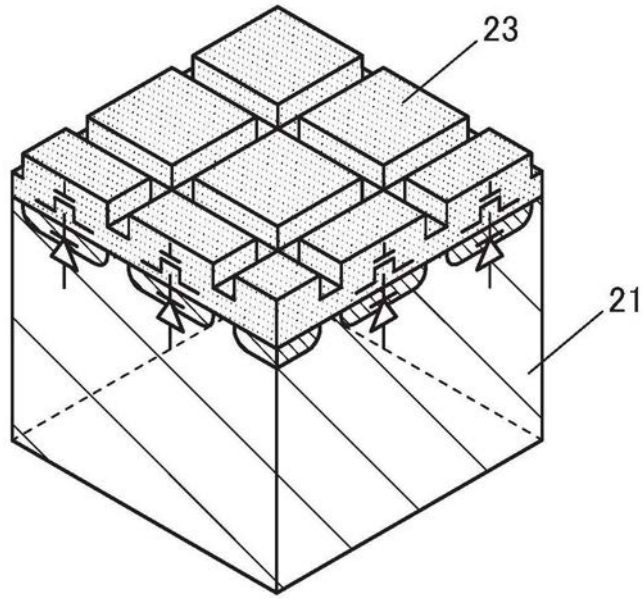


图5A

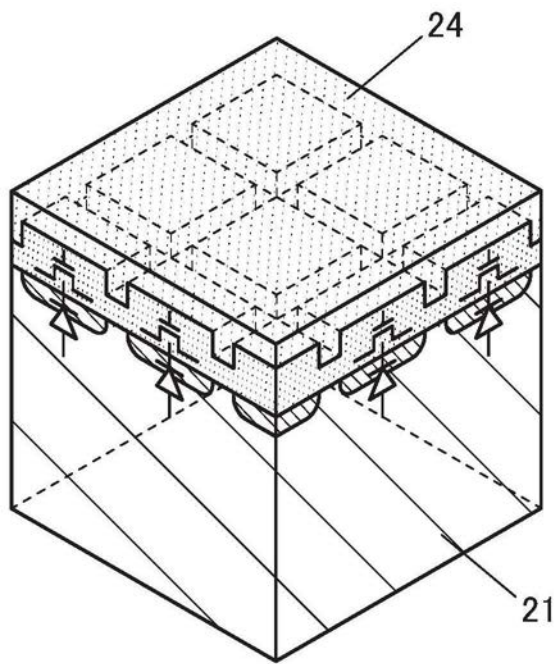


图5B

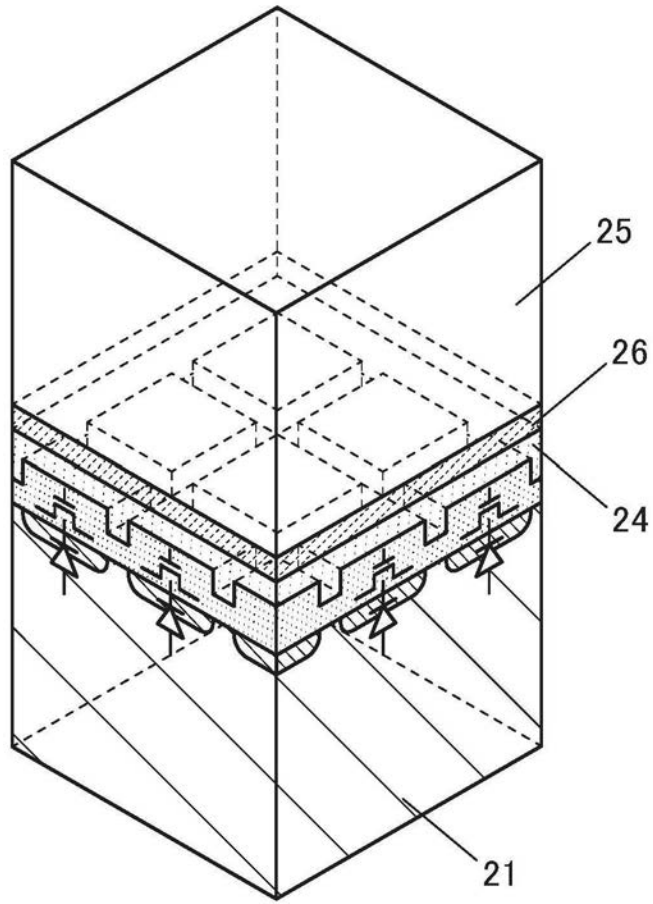


图5C

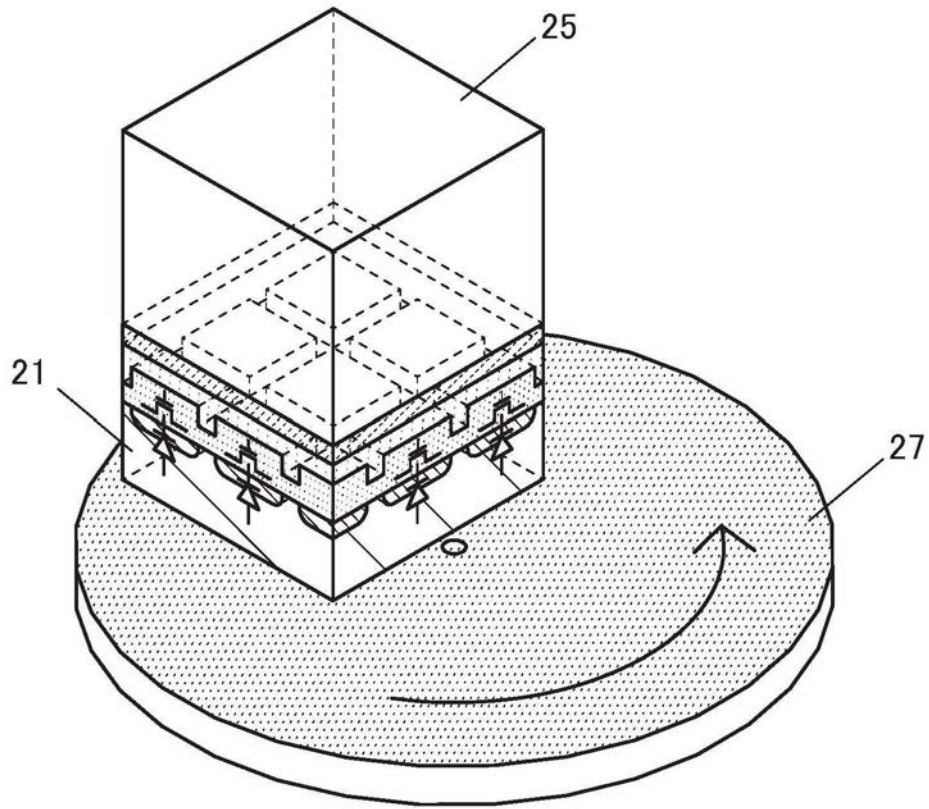


图6A

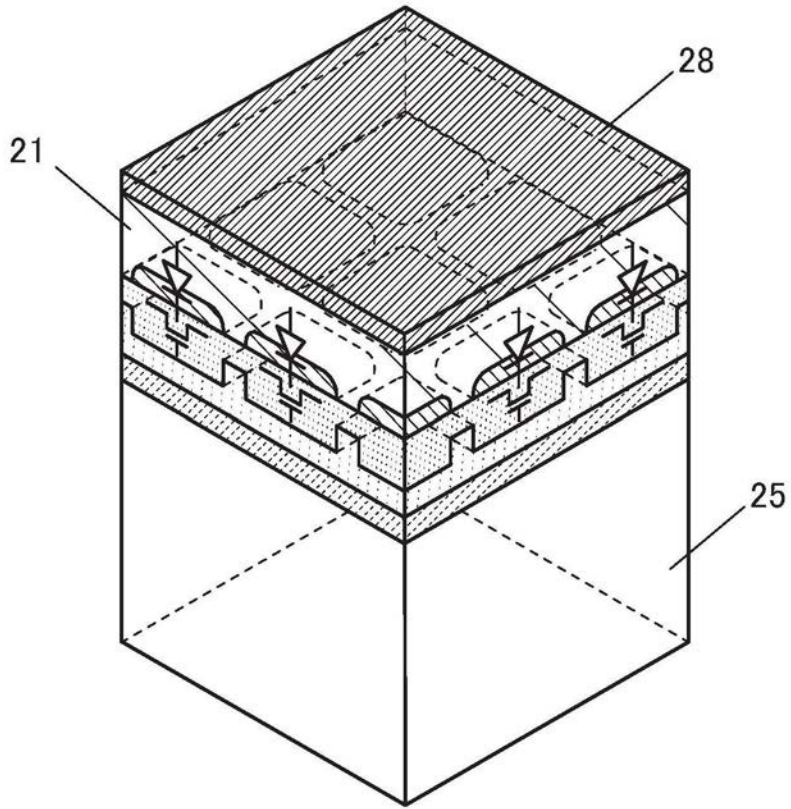


图6B

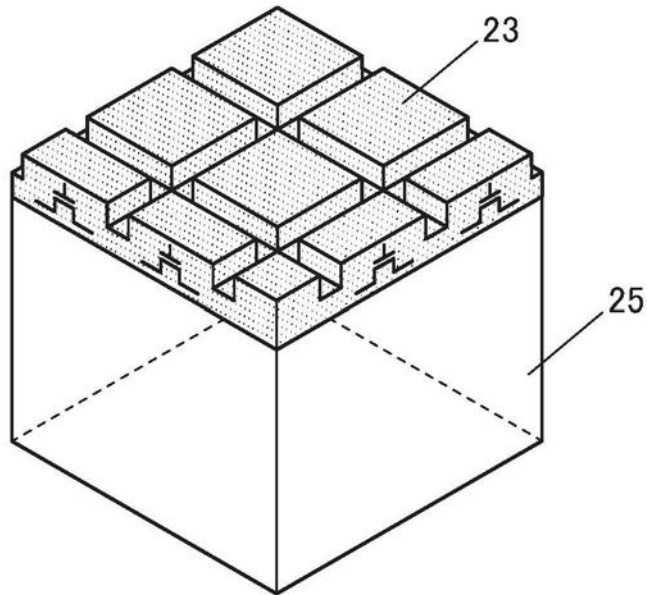


图7A

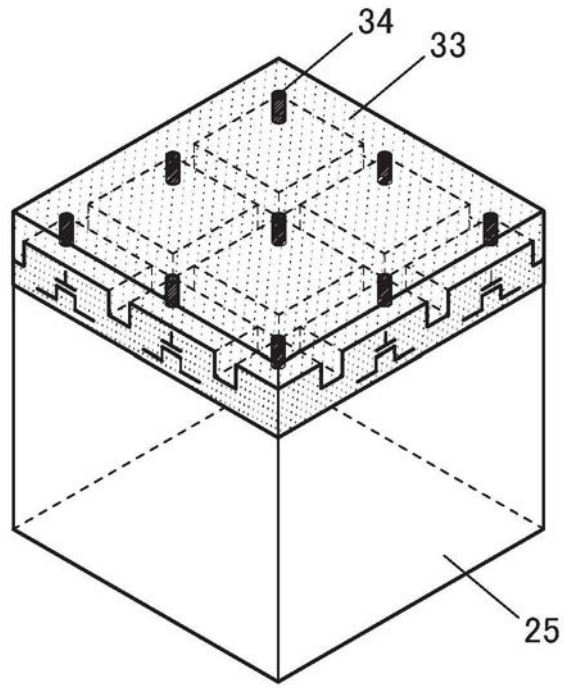


图7B

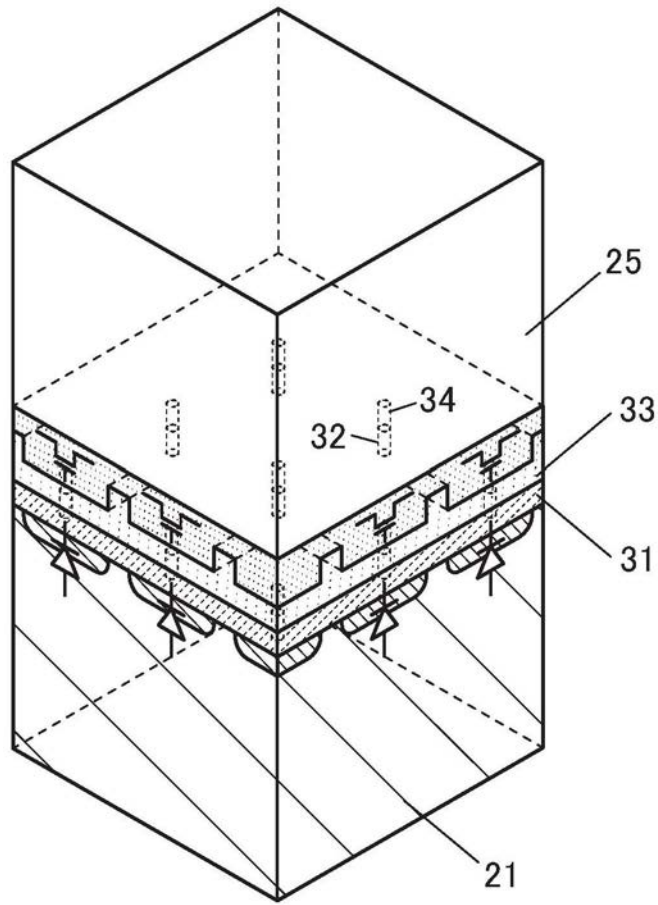


图7C

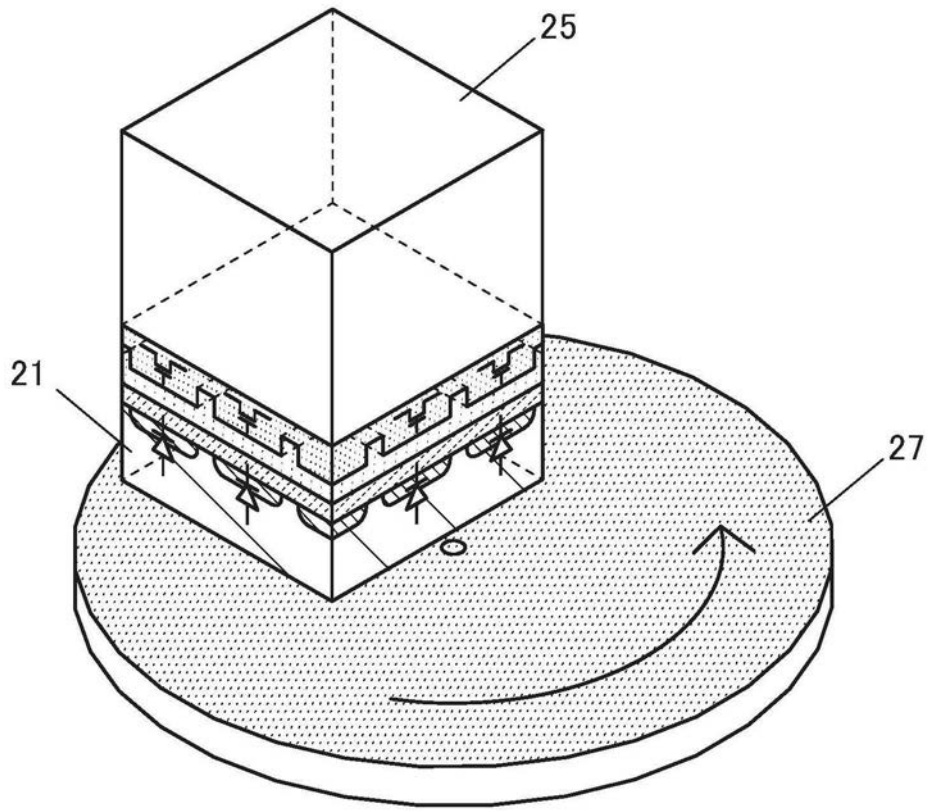


图8A

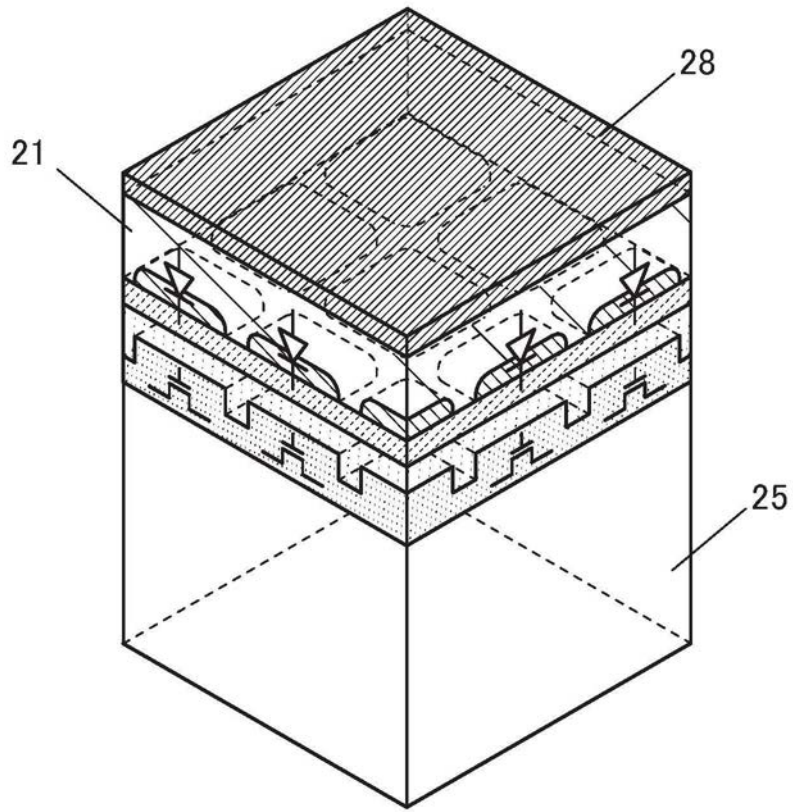


图8B

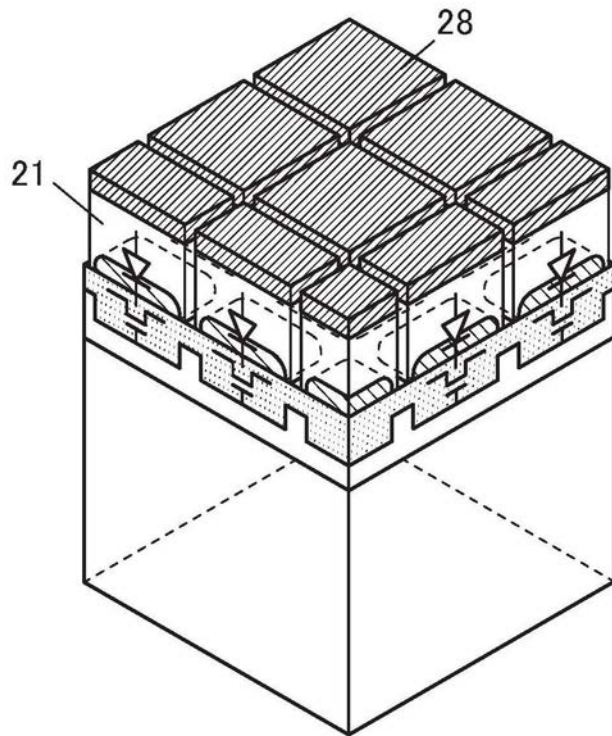


图9A

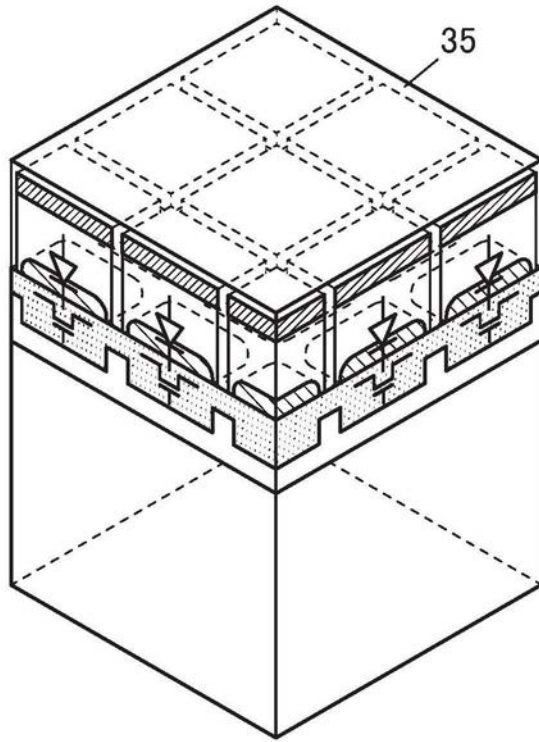


图9B

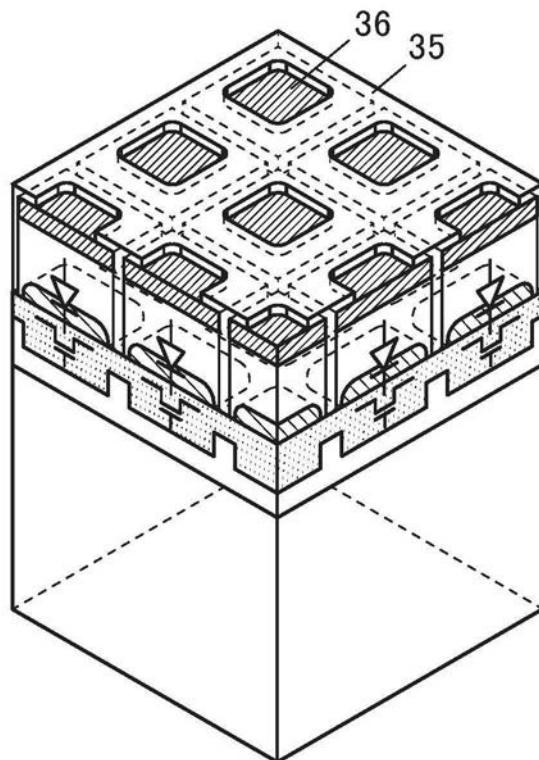


图9C

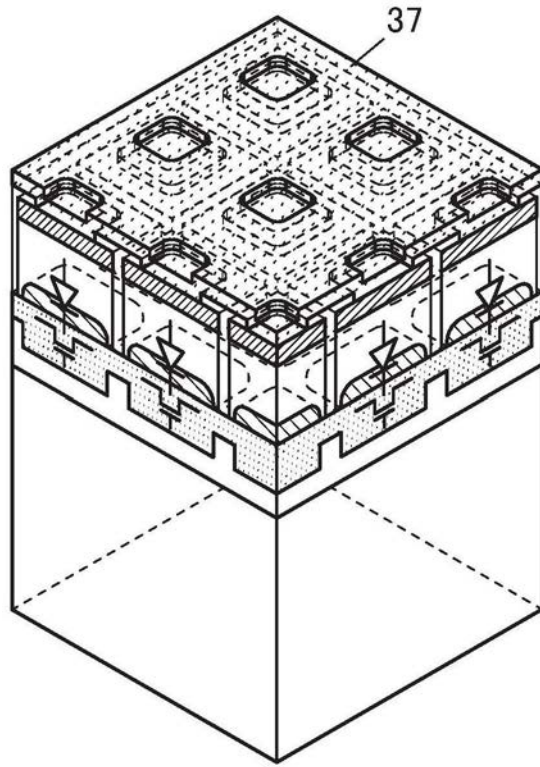


图9D

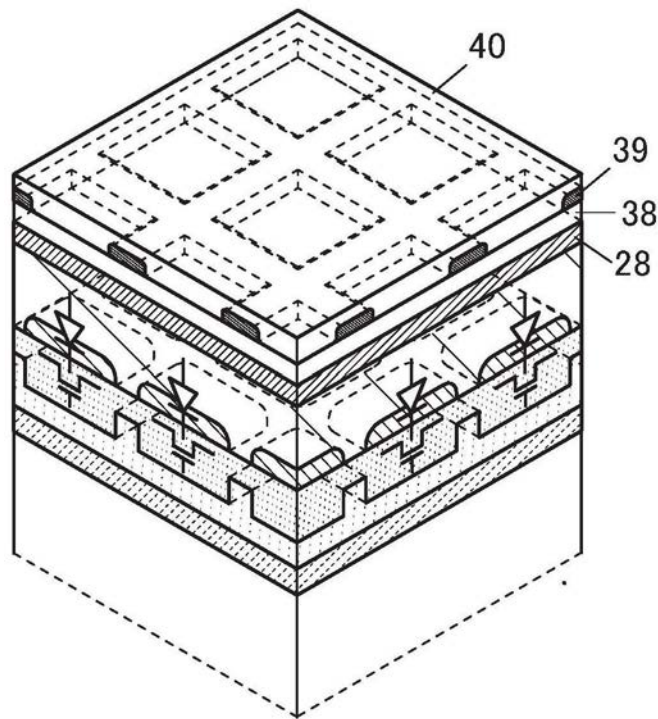


图10A

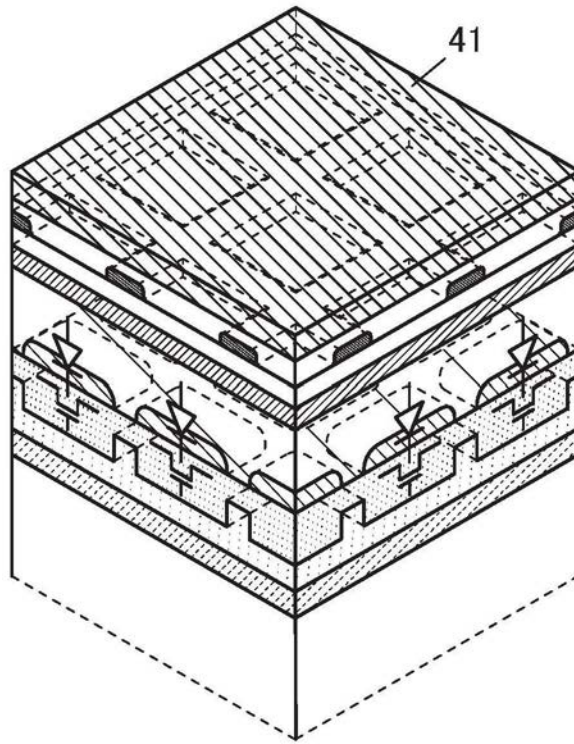


图10B

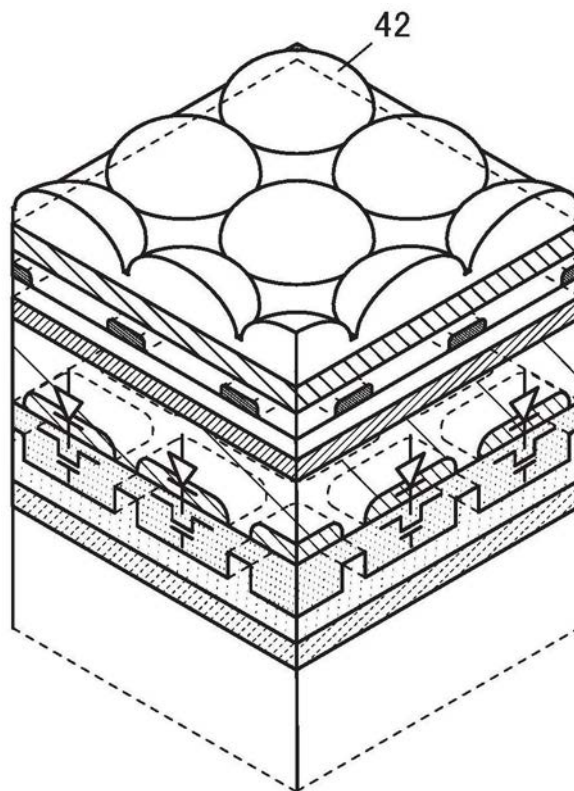


图10C

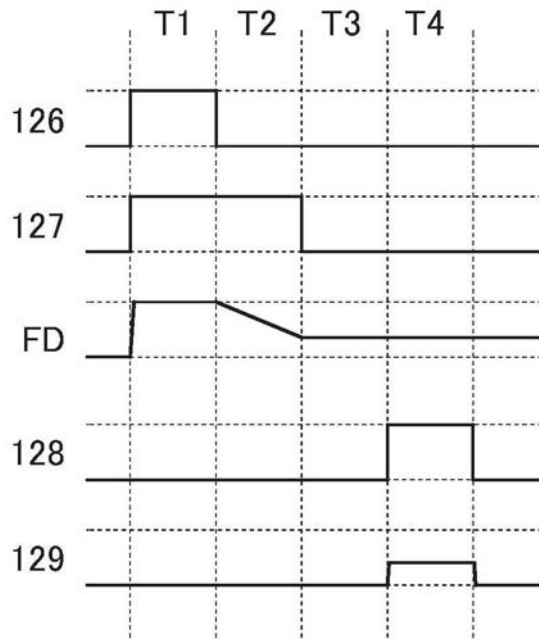


图11A

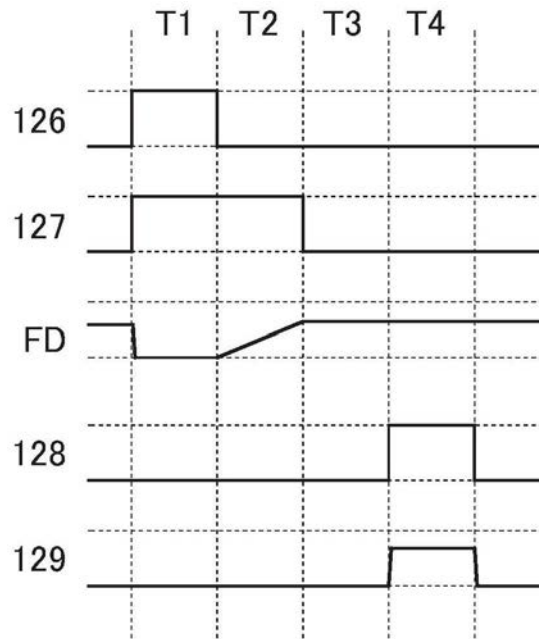


图11B

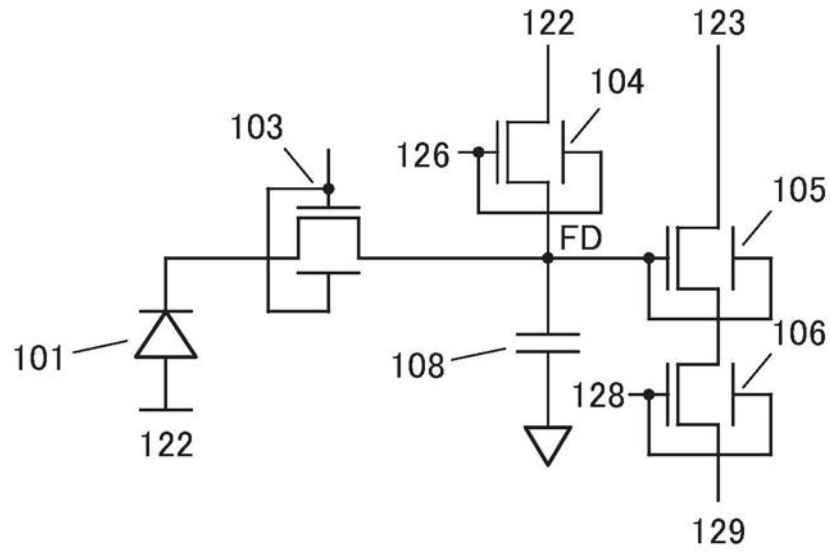


图12A

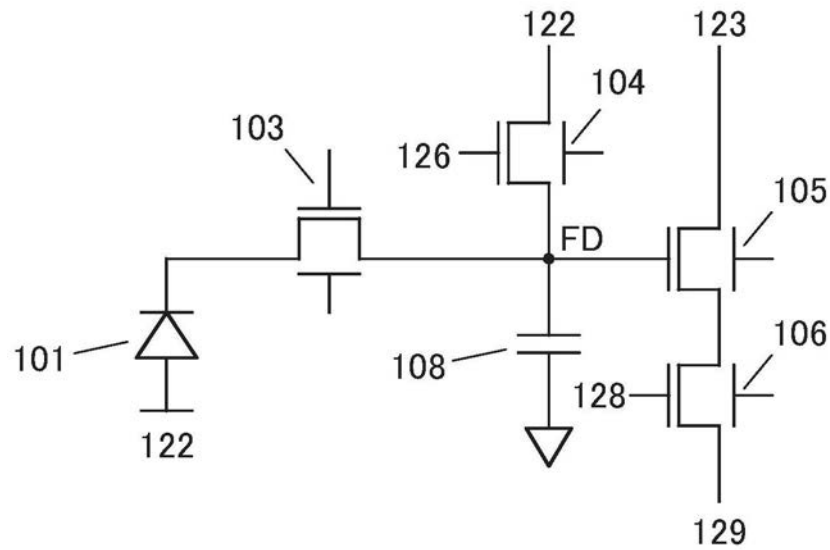


图12B

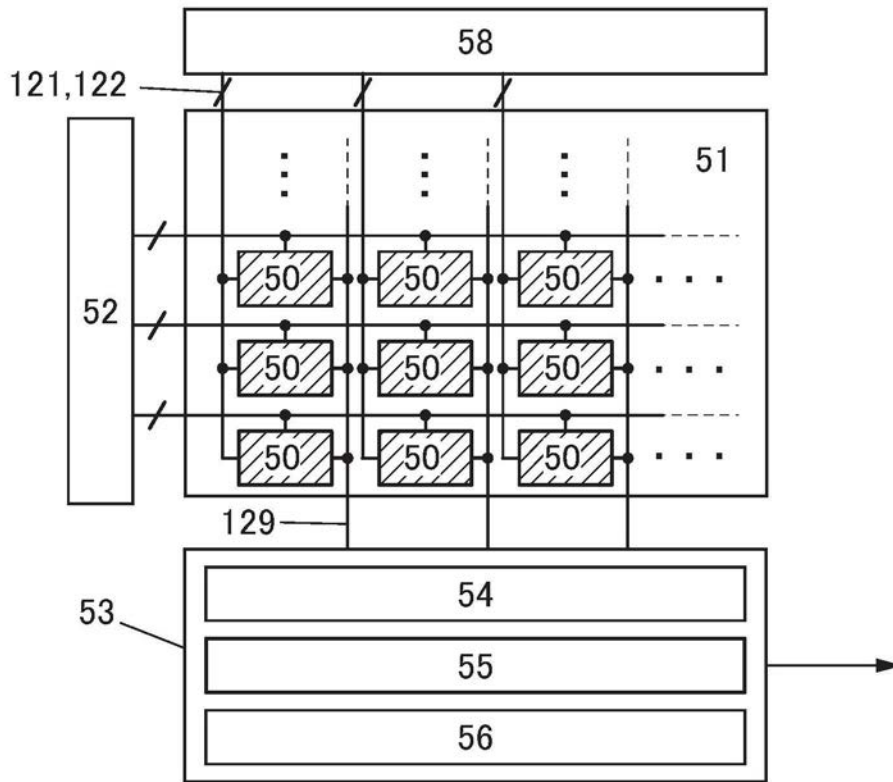


图13

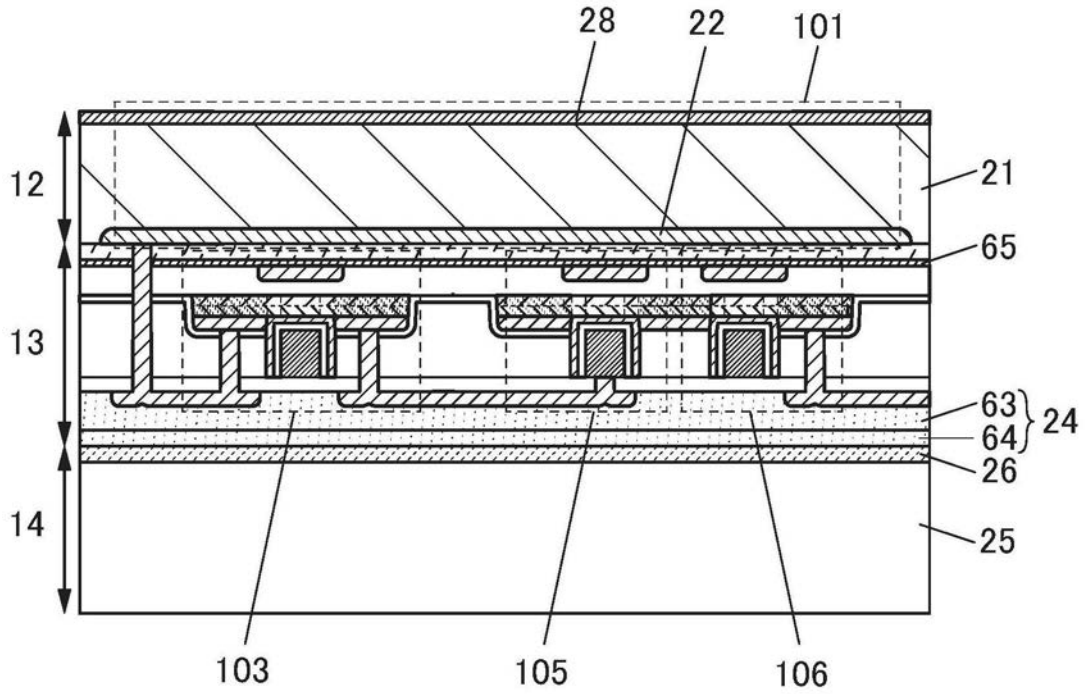


图14A

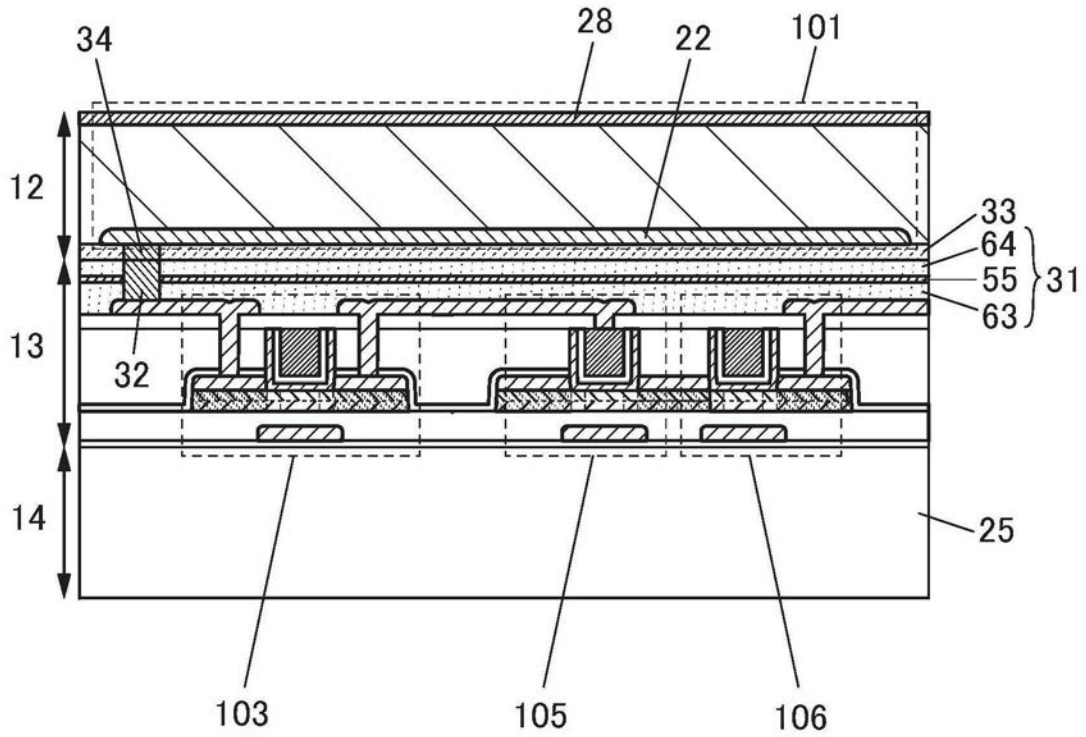


图14B

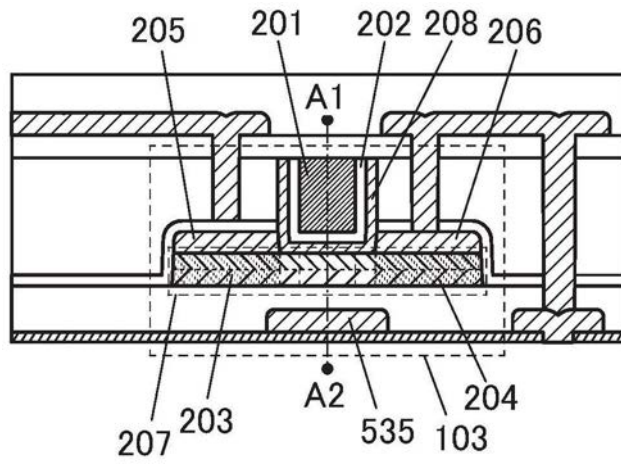


图15A

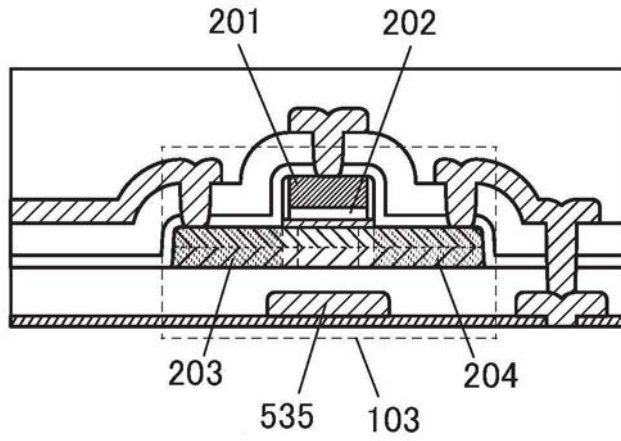


图15B

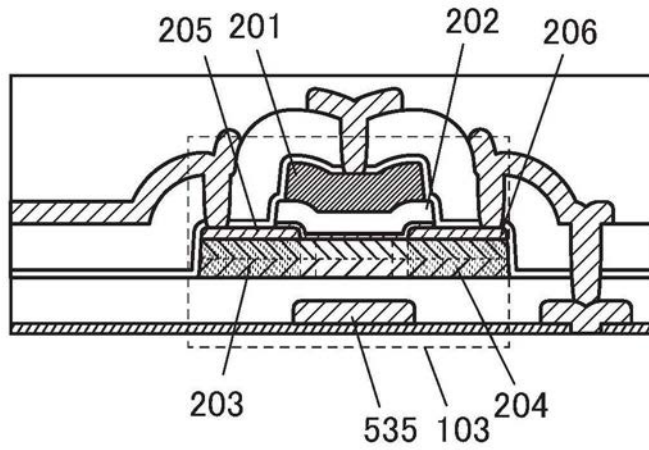


图15C

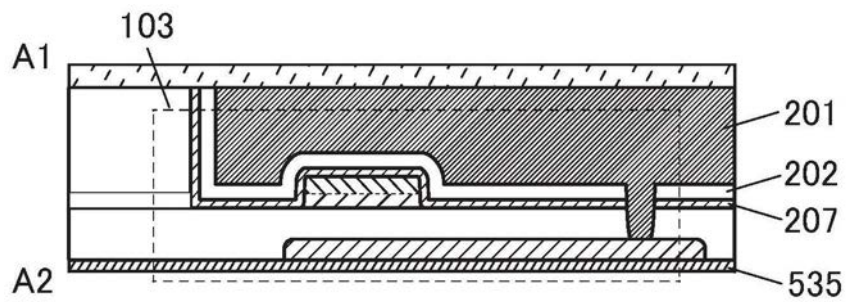


图15D

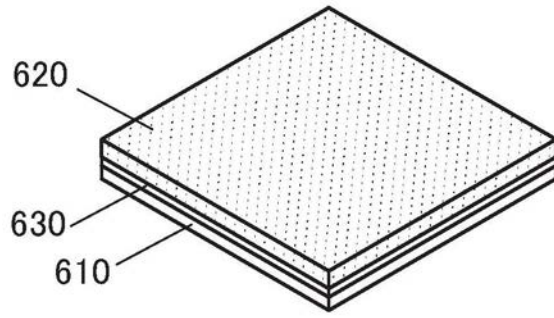


图16A1

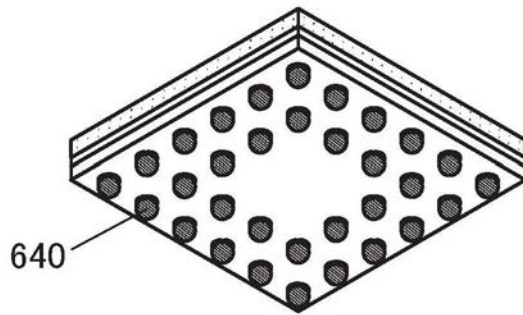


图16A2

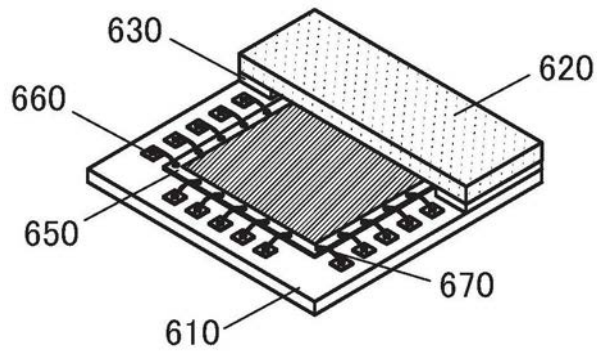


图16A3

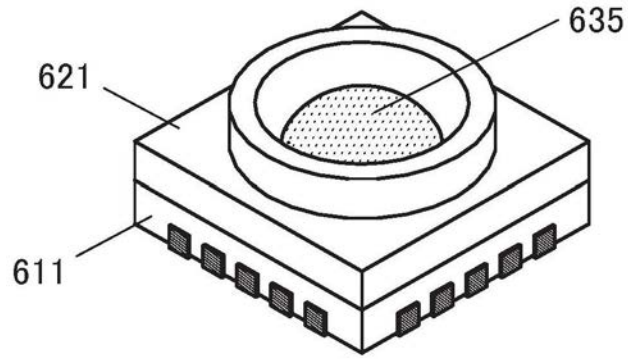


图16B1

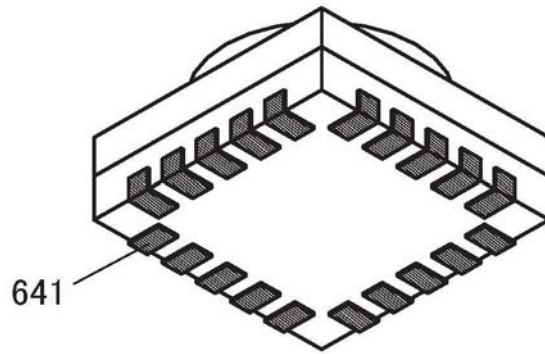


图16B2

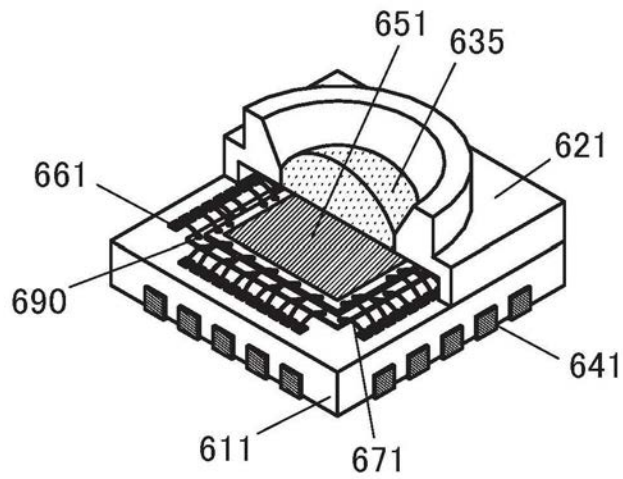


图16B3

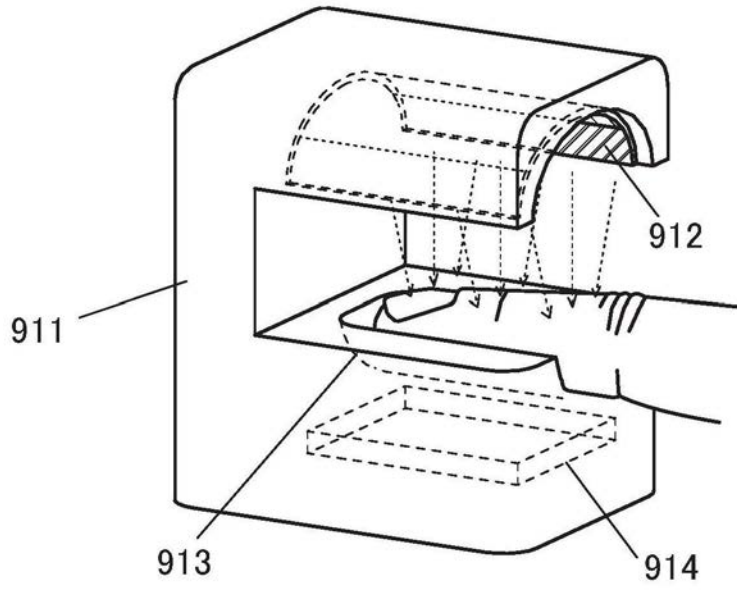


图17A

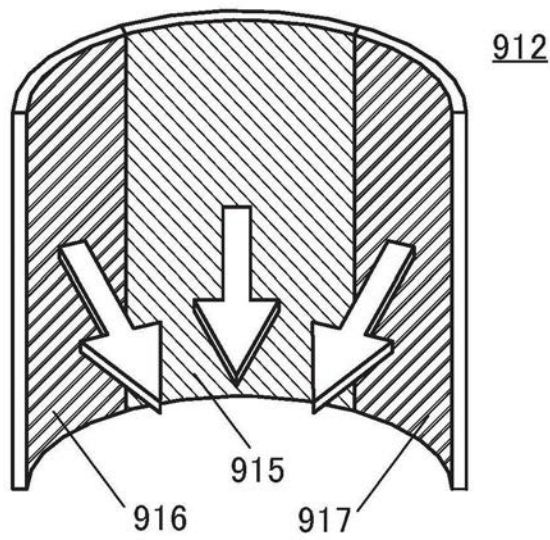


图17B

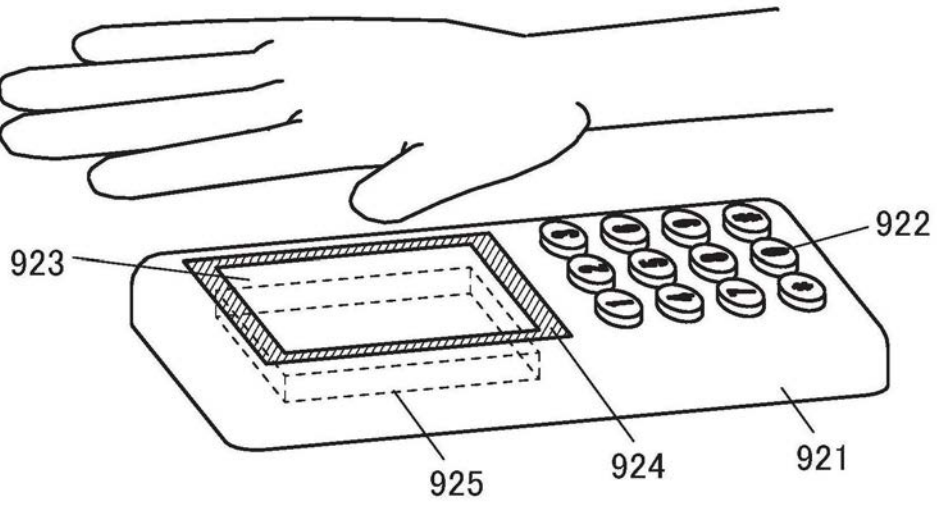


图17C

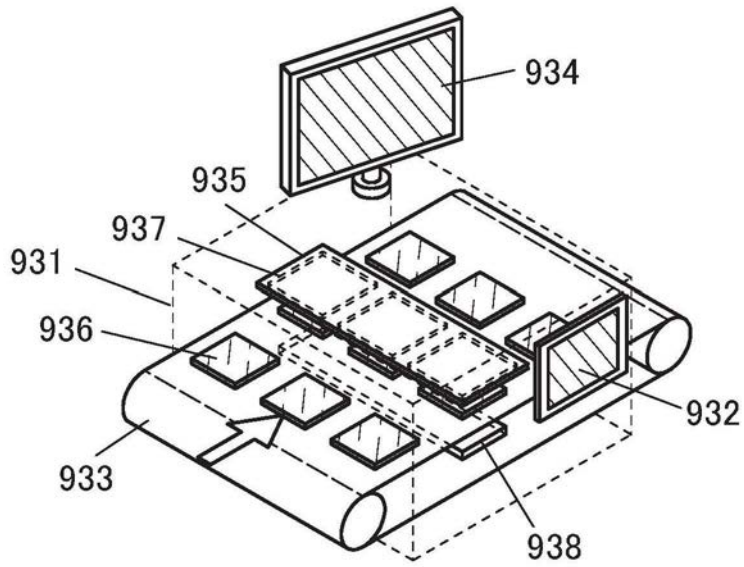


图18A

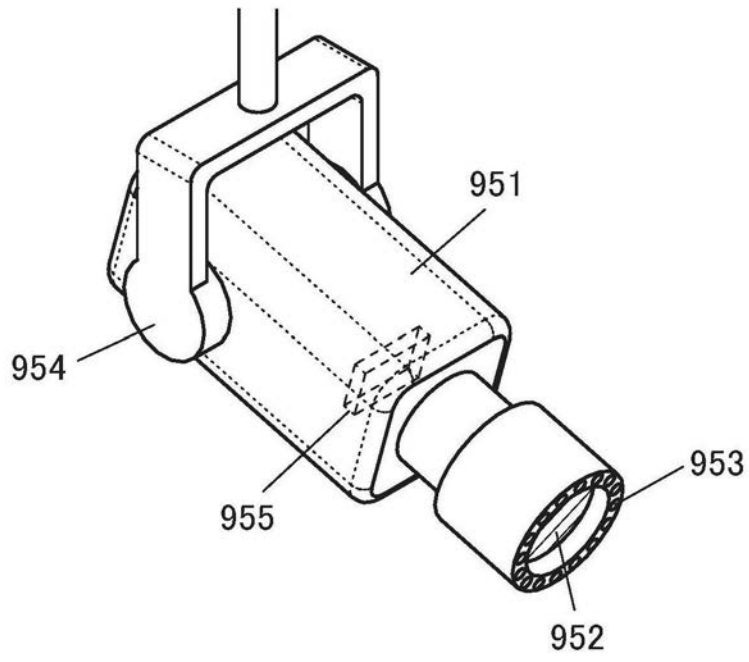


图18B

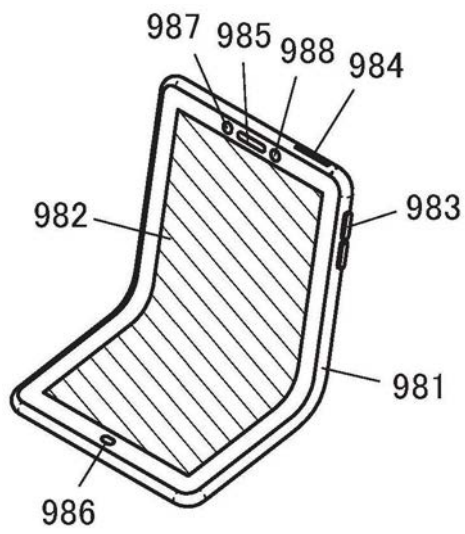


图18C