



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106531753 B

(45) 授权公告日 2021.02.02

(21) 申请号 201610805483.1

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2016.09.06

H01L 27/146 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106531753 A

(56) 对比文件

US 2010/0231774 A1, 2010.09.16

(43) 申请公布日 2017.03.22

CN 102637712 A, 2012.08.15

(30) 优先权数据

US 2003/0122209 A1, 2003.07.03

2015-180068 2015.09.11 JP

US 5585653 A, 1996.12.17

(73) 专利权人 佳能株式会社

审查员 张燕楠

地址 日本东京

(72) 发明人 铃木健太郎 中塚俊介

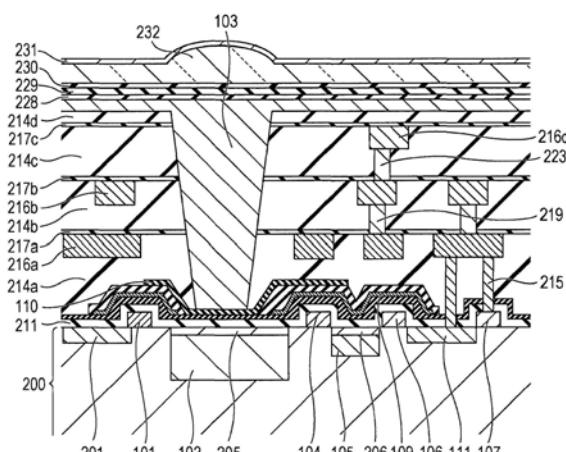
权利要求书2页 说明书8页 附图11页

(54) 发明名称

图像拾取装置和图像拾取装置的制造方法

(57) 摘要

本发明涉及图像拾取装置和图像拾取装置的制造方法。该图像拾取装置具有其中布置像素的像素区域并且其中设置多层布线结构。各像素包含光电转换单元、电荷蓄积单元、浮置扩散、覆盖电荷蓄积单元并且在光电转换单元之上开口的遮光部分以及在平面图中至少部分地重叠遮光部分形成开口的部分的波导。该装置包括设置在光学波导下面的绝缘膜。该绝缘膜具有比层间绝缘膜的折射率高的折射率。该绝缘膜被设置为与到多层布线结构的布线层中的最下面的布线层相比更接近光电转换单元。该绝缘膜延伸到遮光部分之上的部分。绝缘膜比光学波导的下部宽。



1. 一种图像拾取装置, 其特征在于, 所述图像拾取装置具有其中布置多个像素的像素区域, 并且包括布线的多层布线结构被设置在像素区域中, 像素中的每一个包含:

光电转换单元,

电荷蓄积单元, 所述电荷蓄积单元被配置为蓄积从所述光电转换单元传输的信号电荷,

浮置扩散, 所述电荷蓄积单元的所述信号电荷被传输到所述浮置扩散,

第一栅电极, 所述第一栅电极被设置在所述光电转换单元和所述电荷蓄积单元之间,

第二栅电极, 所述第二栅电极被设置在所述电荷蓄积单元和所述浮置扩散之间,

接触插头, 所述接触插头连接在所述浮置扩散和所述布线之间,

遮光部分, 所述遮光部分被配置为覆盖所述电荷蓄积单元的至少一部分, 具有在所述光电转换单元之上的开口, 并且设置在所述电荷蓄积单元的至少一部分和所述布线之间, 和

光学波导, 所述光学波导设置在所述光电转换单元之上,

所述装置包括设置在所述光学波导下面的绝缘膜,

其中, 所述绝缘膜具有比设置在电荷保持部分之上的多层布线结构的层间绝缘膜的部分的折射率高的折射率, 并且在与到所述布线相比更接近光电转换单元的部分处, 绝缘膜从光学波导下面延伸到遮光部分之上的部分, 并且其中, 所述绝缘膜的面积在平面图中大于所述光学波导的出射表面面积。

2. 根据权利要求1所述的图像拾取装置, 其中, 绝缘膜覆盖整个电荷蓄积单元。

3. 根据权利要求1所述的图像拾取装置, 其中, 光学波导的上部的入射表面积比出射表面积大。

4. 根据权利要求1所述的图像拾取装置, 其中, 防反射膜被设置在光电转换单元之上, 防反射膜具有开口, 并且绝缘膜被设置在防反射膜的开口之上。

5. 一种图像拾取装置的制造方法, 其特征在于, 所述图像拾取装置具有其中布置多个像素的像素区域, 像素中的每一个包含:

光电转换单元,

电荷蓄积单元, 所述电荷蓄积单元被配置为蓄积从所述光电转换单元传输的信号电荷,

浮置扩散, 所述电荷蓄积单元的所述信号电荷被传输到所述浮置扩散,

布线,

接触插头, 所述接触插头连接在所述浮置扩散和所述布线之间,

遮光部分, 所述遮光部分被配置为覆盖电荷蓄积单元的至少一部分, 具有在光电转换单元之上的开口, 并且被设置在所述电荷蓄积单元的至少一部分和所述布线之间, 和

波导, 所述波导设置在所述光电转换单元之上,

所述方法包括:

制备其上布置电荷蓄积单元和光电转换单元的半导体基板;

形成遮光部分;

形成蚀刻停止膜,

形成层间绝缘膜以便覆盖遮光部分、蚀刻停止膜和光电转换单元;

形成接触插头和布线；
通过蚀刻在层间绝缘膜中形成开口，所述开口至少部分地重叠光电转换单元；和
在所述开口中形成光学波导，
其中，在蚀刻中使用的蚀刻停止膜被形成为在平面图中从光电转换单元之上的部分的
至少一部分连续地延伸到遮光部分之上的部分的至少一部分，并且其中，所述绝缘膜的面
积在平面图中大于所述光学波导的出射表面面积。

6. 根据权利要求5所述的图像拾取装置的制造方法，还包括在像素区域上形成多层布
线结构，

其中，在存在连接在半导体基板与导线之间的接触插头的区域中，蚀刻停止膜被去除，
其中所述导线被包含在多层布线结构的布线层中。

7. 根据权利要求5所述的图像拾取装置的制造方法，还包括在遮光部分与蚀刻停止膜
之间形成绝缘膜。

8. 根据权利要求7所述的图像拾取装置的制造方法，还包括去除绝缘膜的至少一部分，
其中，在绝缘膜被去除的区域中，蚀刻停止膜被留下。

图像拾取装置和图像拾取装置的制造方法

技术领域

[0001] 本发明的方面一般涉及图像拾取装置,以及更特别地,涉及在光电转换单元上包含光学波导的配置。

背景技术

[0002] 提出了其中像素包含用于向光电转换单元引导光的光学波导和用于蓄积通过光电转换单元产生的信号电荷的电荷蓄积单元的CMOS传感器(例如,参见日本专利公开No.2013-168546)。在日本专利公开No.2013-168546中公开的图像拾取装置中,电荷蓄积单元被经由绝缘膜设置在电荷蓄积单元之上的遮光部分(金属遮光膜)覆盖。遮光部分的下表面、光学波导的下表面和设置在电荷蓄积单元之上的绝缘膜的上表面彼此一致。防反射膜被设置在遮光部分的上表面上。

[0003] 日本专利公开No.2013-168546中公开的技术具有以下的两个问题。

[0004] 第一个问题是在日本专利公开No.2013-168546中公开的配置中,入射在光学波导上的光可经由遮光部分下面的绝缘膜入射在电荷蓄积单元。入射在电荷蓄积单元上的光可能对电荷蓄积单元中的前面的蓄积时段中的信号导致噪声。

[0005] 第二个问题与日本专利公开No.2013-168546中公开的图像拾取装置的制造方法有关。在日本专利公开No.2013-168546中,层间绝缘膜被蚀刻以形成开口,并且在开口中形成变为光学波导的芯部材料。通过使用遮光部分作为蚀刻停止膜,层间绝缘膜和防反射膜被蚀刻以形成开口,并且,进一步通过关于层间绝缘膜和防反射膜的开口的自对准来形成开口。

发明内容

[0006] 在该制造方法中,光电转换单元容易受损并且噪声会增加。本发明的方面提供低噪声的成像相位值。

[0007] 根据本发明的一个方面,提供一种具有其中布置多个像素的像素区域的图像拾取装置,并且在像素区域中设置多层布线结构。像素中的每一个包含:光电转换单元;电荷蓄积单元,所述电荷蓄积单元被配置为蓄积从光电转换单元传输的信号电荷;浮置扩散,电荷蓄积单元的信号电荷被传输到所述浮置扩散;遮光部分,所述遮光部分被配置为覆盖电荷蓄积单元并且在光电转换单元之上开口;和光学波导,所述光学波导设置在光电转换单元之上。该装置包括设置在光学波导下面的绝缘膜,其中,绝缘膜具有比多层布线结构的层间绝缘膜大的折射率,与到多层布线结构的布线层中的最下面的布线层相比更接近光电转换单元的部分处,绝缘膜从光学波导下面延伸到遮光部分之上的部分,并且,在平面图中,绝缘膜的面积比光学波导的出射表面面积大。

[0008] 根据以下参照附图对示例性实施例的描述,本发明的方面的其它特征将变得清晰。

附图说明

- [0009] 图1是像素的平面图。
- [0010] 图2是本发明的示例1的截面图。
- [0011] 图3A和图3B是另一示例的像素的平面图。
- [0012] 图4A～4C是示例2的制造方法的截面图。
- [0013] 图5A和图5B是示例2的制造方法的截面图。
- [0014] 图6A和图6B是示例2的制造方法的截面图。
- [0015] 图7是示例3的图像拾取装置的截面图。
- [0016] 图8是示例4的图像拾取装置的截面图。
- [0017] 图9是示例5的图像拾取装置的截面图。
- [0018] 图10是示例6的图像拾取装置的截面图。
- [0019] 图11是像素的等价电路图。

具体实施方式

[0020] 参照示例详细描述本发明的实施例。希望本发明的实施例适用于CMOS传感器。还希望本发明的实施例适用于在布置多个像素的像素区域中设置多层布线结构的图像拾取装置。图11是本发明的实施例的图像拾取装置的像素的等价电路图。

[0021] 像素包含光电转换单元102、电荷蓄积单元105、浮置扩散单元(FD单元)3、信号线8和溢出漏极单元(OFD单元)15。像素还包含用于光电转换单元102、电荷蓄积单元105、FD单元3、信号线8和OFD单元15之中的连接/断开之间的切换或信号放大的第一传输晶体管4、第二传输晶体管5、选择晶体管7、复位晶体管9、源级跟随器晶体管10和OFD晶体管16。各晶体管由例如MOSFET形成，并且在漏极与源极之间包含设置为控制电极的栅电极。

[0022] 光电转换单元102是根据入射光的量产生信号电荷的元件。光电二极管可被用作光电转换单元102。电荷蓄积单元105经由第一传输晶体管4连接到光电转换单元102。电荷蓄积单元105用作接地电容并且暂时蓄积从光电转换单元102传输的电荷。

[0023] FD单元3将从电荷蓄积单元105传输的电荷转换成电压信号。FD单元3包含设置在后面描述的半导体基板中的半导体区域，并且FD电容指定包含在节点中产生的寄生电容的电容。FD单元3经由第二传输晶体管5连接到电荷蓄积单元105。FD单元3还连接到复位晶体管9的源极端子以及与源级跟随器晶体管10的栅极端子。电源电压被供给到复位晶体管9的漏极端子。当复位晶体管9被接通时，FD单元3的电压被复位到电源电压。此时，复位信号电压被输出到源级跟随器晶体管10的源极端子。

[0024] 当第二传输晶体管5被接通且电荷从电荷蓄积单元105被传输到FD时，与电荷的传输量对应的像素信号电压被输出到源级跟随器晶体管10的源极端子。

[0025] 源级跟随器晶体管10的源极端子连接到选择晶体管7的漏极端子。选择晶体管7的源极端子连接到垂直输出线8。当选择晶体管7被接通时，复位信号或像素信号被输出到垂直输出线8。由此，从像素读出信号。

[0026] OFD单元15经由OFD晶体管16进一步连接到光电转换单元102。当OFD晶体管16被接通时，蓄积在光电转换单元102中的电荷被排出到OFD单元15。在所有像素中，电荷被同时排出到OFD单元15，然后，蓄积的电荷被传输到电荷蓄积单元105。以这种方式，实现对所有像

素设定同时和恒定曝光时间的电子快门。电子快门减少由依次读取来自各像素的电荷导致的曝光定时中的时间滞后,由此避免图像的畸变。

[0027] 图11所示的等价电路图适用于所有的以下示例。

[0028] 示例1

[0029] 图1是示例1的像素的平面图。贯穿在以下的各示例中所参照的附图和图11,相同的构成要素由相同的附图标记表示。

[0030] 第一传输晶体管4的栅电极104被设置在光电转换单元102与电荷蓄积单元105之间。第二传输晶体管5的栅电极106被设置在电荷蓄积单元105与FD 111之间。

[0031] 复位晶体管9的栅电极107被设置为与FD 111相邻。复位晶体管9的漏极区域经由栅电极107被设置在FD 111的相对侧。复位晶体管9的漏极区域与源级跟随器晶体管10的漏极区域是共同的。源级跟随器晶体管10的栅电极108被设置为与漏极区域相邻。源级跟随器晶体管10的源极区域经由栅电极108被设置在源级跟随器晶体管10的漏极区域的相对侧。在图1中没有示出选择晶体管7。选择晶体管7可例如经由源级跟随器晶体管10被设置在复位晶体管9的相对侧。

[0032] OFD晶体管16的栅电极101被设置为与光电转换单元102相邻。栅电极101被设置在上面设置光电转换单元102的栅电极104的一侧的不同部分上。构成OFD单元15的一部分的半导体区域经由栅电极101被设置在光电转换单元102的相对侧。半导体区域变为OFD晶体管16的漏极区域。

[0033] 光学波导103被设置在光电转换单元102之上以至少部分地重叠光电转换单元102。虽然在图1中的平面图中整个光学波导103被包含在光电转换单元102中,但是只需要光学波导103的至少一部分重叠光电转换单元102。

[0034] 遮光部分109覆盖电荷蓄积单元105,并且,在光电转换单元102之上形成开口。绝缘膜110被设置为覆盖整个光电转换单元102、电荷蓄积单元105的一部分和栅电极101和104的一部分。在后面描述绝缘膜110。由绝缘材料形成的元件隔离区域被设置在实线所示的部分以外的部分处。绝缘膜110的一部分重叠该元件隔离区域。

[0035] 图2是沿图1的线II-II的截面图。在图2中,半导体基板200中的光电转换单元102为例如其中p型半导体区域205被设置在光电转换单元102之上的n型半导体区域。因此,提供嵌入型的光电二极管结构。通过该配置,可减少在半导体基板200与设置在半导体基板200上的绝缘膜110之间的界面上产生的噪声。电荷蓄积单元105为例如n型半导体区域,并且,p型半导体区域206被设置在电荷蓄积单元105之上。因此,提供嵌入型的结构。该结构可减少噪声。

[0036] 防反射膜211被设置在光电转换单元102之上。具有层间绝缘膜214的折射率与半导体基板200的折射率之间的折射率的膜可被用作防反射膜211。其折射率为约2.0的氮化硅膜(SiN)被用作防反射膜211。

[0037] 遮光部分109被设置为在平面图中重叠光电转换单元102的一部分,并且在于平面图中重叠光电转换单元102的另一部分的部分处形成开口。遮光部分109被设置为覆盖电荷蓄积单元105和从光电转换单元102向电荷蓄积单元105传输电荷的晶体管的栅电极104的至少一部分。遮光部分109的重叠光电转换单元102的部分包含从栅电极104之上的部分起延伸的部分和从栅电极101之上的部分起延伸的部分。遮光部分109减少入射在电荷蓄积单

元105上的光，并且减少通过入射光在电荷蓄积单元105中的电荷产生和噪声的出现。

[0038] 希望遮光部分109由几乎不透过可见光的材料形成。例如，使用钨、硅化钨、氧化钨膜、铝或它们的合金膜。遮光部分109的希望的膜厚d为例如 $100 \leq d \leq 200\text{nm}$ 。由于同时在栅电极和其它部分上形成遮光部分109，因此遮光部分109具有由栅电极的膜厚导致的不均匀性。

[0039] 导线216a～216c、触点215和通孔(vias)219和223被设置在半导体基板200之上。虽然在图2中示出三个布线层，但是可以设置更多或更少的布线层。虽然这里形成多个布线层、层间绝缘膜和扩散防止膜，但是，如果不需要区分它们，那么将统一描述这些层和膜，不向附图标记添加字母。特别是当导线216主要由Cu形成时，使用扩散防止膜217。

[0040] 构成各导线216的导线可由铜、铝或它们的合金膜形成。导线216和遮光部分109可通过触点215相互连接以向遮光部分109施加电压。作为替代地，可在遮光部分109与半导体基板200之间形成触点(未示出)。

[0041] 由布线材料形成的扩散防止膜217a～217c可被设置在导线216a～216c之上。扩散防止膜217a～217c可由例如氮化硅膜(SiN)和碳化硅(SiC)形成。

[0042] 各像素还包含光学波导103和层间透镜232作为设置在光电转换单元102的正上方的光学系统。虽然光学波导103在平面图中为圆形，但是光学波导103可以为正方形、矩形、椭圆形和多边形等。未示出的滤色器和微透镜可被设置在层间透镜232之上。

[0043] 光学波导103具有在光电转换单元102上会聚入射光的功能。由于通过光学波导103增加入射在光电转换单元102上的光的量，因此，与不设置光学波导103的情况相比，灵敏度提高。特别是当光电转换单元102的面积小时或者当图像拾取装置被用于照相机时的照相机的透镜的F数大时，灵敏度会降低。通过设置光学波导103，可减小这种影响。

[0044] 层间绝缘膜214a～214c被设置在导线216之间。希望层间绝缘膜214由具有比构成光学波导103的材料的折射率低的折射率的材料形成。例如，层间绝缘膜214可由具有约1.5的折射率的氧化硅膜(SiO)形成，并且光学波导103可由具有约1.8的折射率的氧氮化硅膜(SiON)形成。以预定角度斜地入射在光学波导103与绝缘膜214a～214c中的每一个之间的各界面上的光在界面中的每一个上被全反射。因此，入射在光学波导103上的光向层间绝缘膜214中的泄漏减少，并且，更大量的入射光到达光电转换单元102。层间绝缘膜214和光学波导103的材料不限于氧化硅膜和氧氮化硅膜的组合。可以组合使用任何材料，使得光学波导103的折射率变得比层间绝缘膜214的折射率高。例如，层间绝缘膜214可以是氧化硅膜且光学波导103可以是具有约2.0的折射率的氮化硅膜(SiN)。可以使用有机膜材料和在有机膜材料中混合氧化钛微粒等的材料。层间绝缘膜214a～214c可以是不同材料的层叠膜。在这种情况下，光学波导103的折射率被设定为比光学波导103周围的层间绝缘膜214a～214c的折射率高。光学波导103具有其中入射表面面积比出射表面面积大的递减锥形。因此，能够经由光学波导103在光电转换单元102上会聚更大量的入射光。

[0045] 防反射膜228、层间绝缘膜229和防反射膜230被设置在光学波导103与层间透镜232之间。作为防反射膜228和230，例如可以使用具有约1.6的折射率的氧氮化硅膜(SiON)，作为层间绝缘膜229，可以使用具有约1.5的折射率的氧化硅膜(SiO)。层间绝缘膜229可被用作周边电路区域中的层间绝缘膜。

[0046] 可进一步在层间透镜232之上形成防反射膜231。该抗反射结构可增大入射光的透

射率,由此增大灵敏度。

[0047] 在示例1中,包含导线216和层间绝缘膜214的多层布线结构被设置在像素区域中的半导体基板200之上。希望通过在通过贯穿多层布线结构的各绝缘膜214形成的开口中嵌入上述的高折射率部件形成光学波导103。

[0048] 绝缘膜110被设置为从光学波导103下面延伸到达遮光部分109之上的部分。绝缘膜110包含具有比层间绝缘膜214的折射率高的折射率的材料。特别希望绝缘膜110具有比层间绝缘膜214的设置在电荷蓄积单元之上的部分的折射率高的折射率。该配置防止从光学波导103泄漏的光入射到电荷蓄积单元105中。以下将解释其原因。

[0049] 考虑其中绝缘膜110不延伸到遮光部分109之上的部分的情况,即,其中绝缘膜110的端部在截面图中大致相同的高度处面向遮光部分109的端部的情况。入射在光学波导103上的光的一部分通过绝缘膜110传播,并且光的一部分在绝缘膜110的端部处泄漏到电荷保持部分之上的层间绝缘膜214中并且变为杂散光。杂散光通过遮光部分109与半导体基板200之间的绝缘膜入射到电荷蓄积单元105并且导致噪声。如果绝缘膜110如图2所示的那样延伸到遮光部分109之上的部分,那么从光学波导103传播到绝缘膜110的光沿绝缘膜110到达遮光部分109之上的部分。在这种情况下,遮光部分109的存在防止从绝缘膜110的端部泄漏的光入射电荷蓄积单元105。希望绝缘膜110的面积在平面图中比光学波导的出射表面面积大。

[0050] 由于绝缘膜110延伸到遮光部分109之上的部分,因此,从光学波导103泄漏到层间绝缘膜214中的光和不入射到光学波导103的上部开口的光可通过具有比层间绝缘膜214的折射率高的折射率的绝缘膜110被会聚在光学波导103上。并且,在这种情况下,由于层间绝缘膜214中的杂散光减少,所以可减少向电荷蓄积单元105的光入射。平面图中的绝缘膜110的形状不限于图1所示的形状,而可以为各种形状。

[0051] 图3A示出示例1的绝缘膜110的形状的第一另一示例。图3A与图1的不同在于,绝缘膜110覆盖整个遮光部分109。在图1中,存在其中在电荷蓄积单元105之上绝缘膜110和遮光部分109不在垂直方向上层叠在一起的部分,而第一另一示例具有其中绝缘膜110位于整个遮光部分109之上的层叠结构。在层叠膜中,由于一般在界面上出现来自上方的入射光的反射,因此,来自上方的入射光的透射率可减小。即,在第一另一示例中,与图2所示的示例相比,在不入射光学波导103的上部开口而入射层间绝缘膜214的杂散光中,穿过遮光部分109且到达电荷蓄积单元105的杂散光的比率可减小。虽然图3A是单位像素的平面图,但是遮光部分109和绝缘膜110可连接到相邻的像素的遮光部分和绝缘膜。

[0052] 图3B示出示例1的绝缘膜110的第二另一示例。在图3B中,第二另一示例与图1和图2的示例1的不同在于,绝缘膜110不在OFD晶体管16的栅电极101上延伸到遮光部分109之上的部分。如果接触插头215出于制造过程的原因在平面图中既不重叠遮光部分109也不重叠绝缘膜110,那么第二另一示例是合适的。并且,在第二另一示例中,由于绝缘膜110在光学波导103与电荷蓄积单元105之间延伸到遮光部分109之上的部分,因此可通过上述的机制改善对于电荷蓄积单元105的遮蔽性能。

[0053] 如果绝缘膜110在像素的至少一部分处、希望地在光学波导103与电荷蓄积单元105之间延伸到遮光部分109之上的部分,那么提供示例1的效果。可考虑像素布局、希望的像素特性和制造处理,可以适当地设计在哪个部分处绝缘膜110延伸到遮光部分109之上的

部分。

[0054] 示例2

[0055] 图4A～4C、图5A、图5B、图6A和图6B是示出示例2的图像拾取装置的制造方法的截面图。

[0056] 在图4A中,在制备半导体基板之后,形成OFD单元201、光电转换单元102、电荷蓄积单元105、FD 111和各晶体管的栅电极101、104、106和107。

[0057] 然后,在光电转换单元102、各晶体管的栅电极和各晶体管的源极区域和漏极区域上形成防反射膜211。可以使用氮化硅膜作为防反射膜211。防反射膜211可被用作用于形成设置在像素区域外面的周边电路区域中的晶体管的侧间隔件的未示出的膜。

[0058] 然后,如图4B所示,在整个像素区域中形成绝缘膜301。在绝缘膜301上,变为遮光部分109的遮蔽部件形成为至少覆盖光电转换单元102、栅电极104和电荷蓄积单元105。遮蔽部件的在平面图中重叠光电转换单元102的部分被去除,使得形成覆盖光电转换单元102的一部分和电荷蓄积单元105的遮光部分109。绝缘膜301可由氧化硅膜形成。可通过干蚀刻去除遮蔽部件。希望绝缘膜301部分地残留在遮光部分109的开口中。这是由于,如果绝缘膜301被完全去除,那么防反射膜211的一部分也被去除,由此,抗反射效果会降低并且灵敏度会下降。

[0059] 然后,如图4C所示,在像素区域中形成绝缘膜302。然后,在光电转换单元102上的遮光部分109的开口中、在栅电极104上以及在电荷蓄积单元105的至少一部分上,形成绝缘膜110。在后面描述绝缘膜110在平面图中的形状。

[0060] 可通过干蚀刻执行绝缘膜110的构图。在去除绝缘膜110的区域中,希望使得绝缘膜302部分残留。这是由于,如果绝缘膜302被完全去除,那么在其中遮光部分109被设置在绝缘膜302下面的区域中,遮光部分109的一部分也被去除。

[0061] 然后,如图5A所示,通过公知的方法形成导线216a～216c、接触插头215、通孔插头219a和219b、层间绝缘膜214a～214d和扩散防止膜217a～217c。虽然在图5A中示出三个布线层,但是可以设置更多或更少的布线层。虽然这里形成多个布线层、层间绝缘膜和扩散防止膜,但是,如果不需要区分它们,那么将统一描述这些层和膜,而不向附图标记添加字母。当导线216主要由Cu形成时,不需要使用扩散防止膜217。

[0062] 然后,如图5B所示,在层间绝缘膜214与扩散防止膜217的要形成光学波导的部分处形成开口218。通过例如干蚀刻形成开口。在开口的形成期间,绝缘膜110用作蚀刻停止膜。由于通过绝缘膜110阻止蚀刻,因此,光电转换单元102向蚀刻损伤的暴露减少并且避免噪声的增加。不需要通过绝缘膜110完全阻止蚀刻。仅需要材料对层间绝缘膜214的蚀刻期间的蚀刻条件比层间绝缘膜214不容易蚀刻。如果层间绝缘膜214由氧化硅膜或诸如BPSG、PSG和NSG的主要由氧化硅制成的玻璃基材料形成,那么绝缘膜110可由包含氮化硅膜和碳化硅膜的膜形成。

[0063] 可通过进一步的蚀刻去除一部分或整个绝缘膜110。

[0064] 然后,如图6A所示,具有比层间绝缘膜214的折射率高的折射率的高折射率材料被嵌入在开口208中以进行平坦化,并形成光学波导103。可通过例如高密度等离子化学气相沉积或有机材料的旋转涂敷来嵌入高折射率材料。可通过例如化学机械抛光(CMP)或回蚀刻进行平坦化。

[0065] 然后,如图6B所示,形成层间绝缘膜229和位于层间绝缘膜229的上侧和下侧的防反射膜228和230。氧化硅膜可被用作层间绝缘膜229,并且,氧氮化硅膜可被用作防反射膜228。与其中层间绝缘膜229被设置为与构成光学波导103的部件接触的配置相比,防反射膜228可增大入射在光电转换单元102上的光的量。

[0066] 与其中后面描述的层间透镜232和绝缘膜229被设置为相互接触的配置相比,防反射膜230可增大入射在光电转换单元102上的光的量。

[0067] 层间透镜232在防反射膜230之上形成,并且防反射膜231在层间透镜232之上形成。

[0068] 如上所述,在示例2的制造方法中,用作蚀刻停止膜的绝缘膜110形成为在平面图中从光电转换单元102的至少一部分连续地延伸到遮光部分之上的部分的至少一部分。该配置防止从绝缘膜110的侧表面漏出的光入射到遮光部分109下面的半导体基板200,并且改善电荷蓄积单元105的遮蔽性能。

[0069] 作为另一效果,在层间绝缘膜214中的开口218的形成期间,可在电荷蓄积单元105侧更宽地形成开口218。这是由于,即使开口218被设置为在平面图中重叠遮光部分109,也在开口218的蚀刻期间通过绝缘膜110保护遮光部分109。

[0070] 示例3

[0071] 图7是示例3的图像拾取装置的截面图。与示例1的那些部件相同的部件由相同的附图标记表示,并且将省略其详细描述。

[0072] 示例3与示例1和2的不同在于绝缘膜110的平面形状。在示例3中,光学波导103的端部位于遮光部分109的开口部分外面。在示例3中,由于光学波导103具有比示例1和2的出射表面和入射表面宽的出射表面和入射表面,因此能够在光电转换单元102上会聚更多的光。

[0073] 并且,在图7所示的配置中,由于绝缘膜110延伸到遮光部分109之上的部分,因此在层间绝缘膜214上泄漏的光和不入射到光学波导103的入射表面的光通过折射率比层间绝缘膜214的折射率高的绝缘膜110会聚在光学波导103上。因此,层间绝缘膜214中的杂散光减少并且在电荷蓄积单元105中产生的噪声减少。

[0074] 示例4

[0075] 图8是示出示例4的截面图。在示例4中,与示例3相比,在电荷蓄积单元105之上不存在p型半导体区域205,而第一传输晶体管的栅电极104延伸到电荷蓄积单元105之上的部分。

[0076] 在示例4中,在电荷蓄积单元105中,在半导体基板200的表面附近产生的噪声通过利用施加在栅电极104的电压而减小。由于硅基板表面的p型半导体部分的体积与通过离子注入形成p型半导体区域205的情况相比可减小,因此能够增大可在电荷蓄积单元105中蓄积的电子的数量。

[0077] 示例5

[0078] 图9是示出示例5的截面图。示例5与示例1的不同在于,光学波导103之上的开口区域A4比布线层的开口区域A1、A2和A3大。在本发明的示例中,由于电荷蓄积单元105除了光电转换单元102以外还存在于半导体区域200中,因此被光电转换单元102占据的面积变得相对较小。如在示例5中那样,通过大大增大光学波导103的上部开口,能够使得更大量的光

入射到相对小面积的光电转换单元102,由此增大灵敏度。

[0079] 示例6

[0080] 图10是示出示例6的截面图。在图10中,与示例1相比,防反射膜211在要形成对于FD 111和源级跟随器晶体管的栅电极107的触点215的位置处形成开口。并且,绝缘膜110在要形成触点215的位置处残留。使得绝缘膜110在通过干蚀刻对触点215进行开口时用作蚀刻停止膜。

[0081] 防反射膜211可减少氢烧结处理期间在半导体基板200中氢的扩散,而在示例6中,防反射膜211可通过防反射膜211的开口在半导体基板200中扩散更大量的氢。这增加终止存在于硅基板表面上的缠绕键(tangling bond)的效果,并且进一步减少噪声。

[0082] 形成防反射膜211的开口的位置不限于要形成对于FD 111和源级跟随器晶体管的栅电极107的触点215的位置。可在要形成其它触点(未示出)的位置处形成防反射膜211的开口。关于对于FD 111和SF晶体管的栅电极107的触点,防反射膜211可留下并且被用作蚀刻停止膜。

[0083] 虽然参照示例描述了本发明,但是可以在不背离本发明的概念的情况下做出组合和变化。

[0084] 虽然已参照示例性实施例描述了本发明,但应理解,本发明不限于公开的示例性实施例。所附权利要求的范围应被赋予最宽泛的解释以包含所有这样的变更方式以及等同的结构和功能。

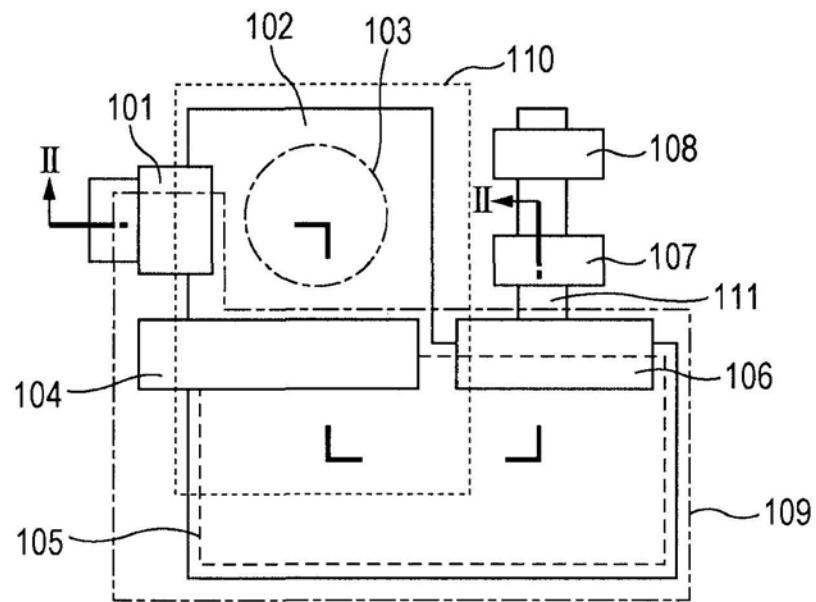


图1

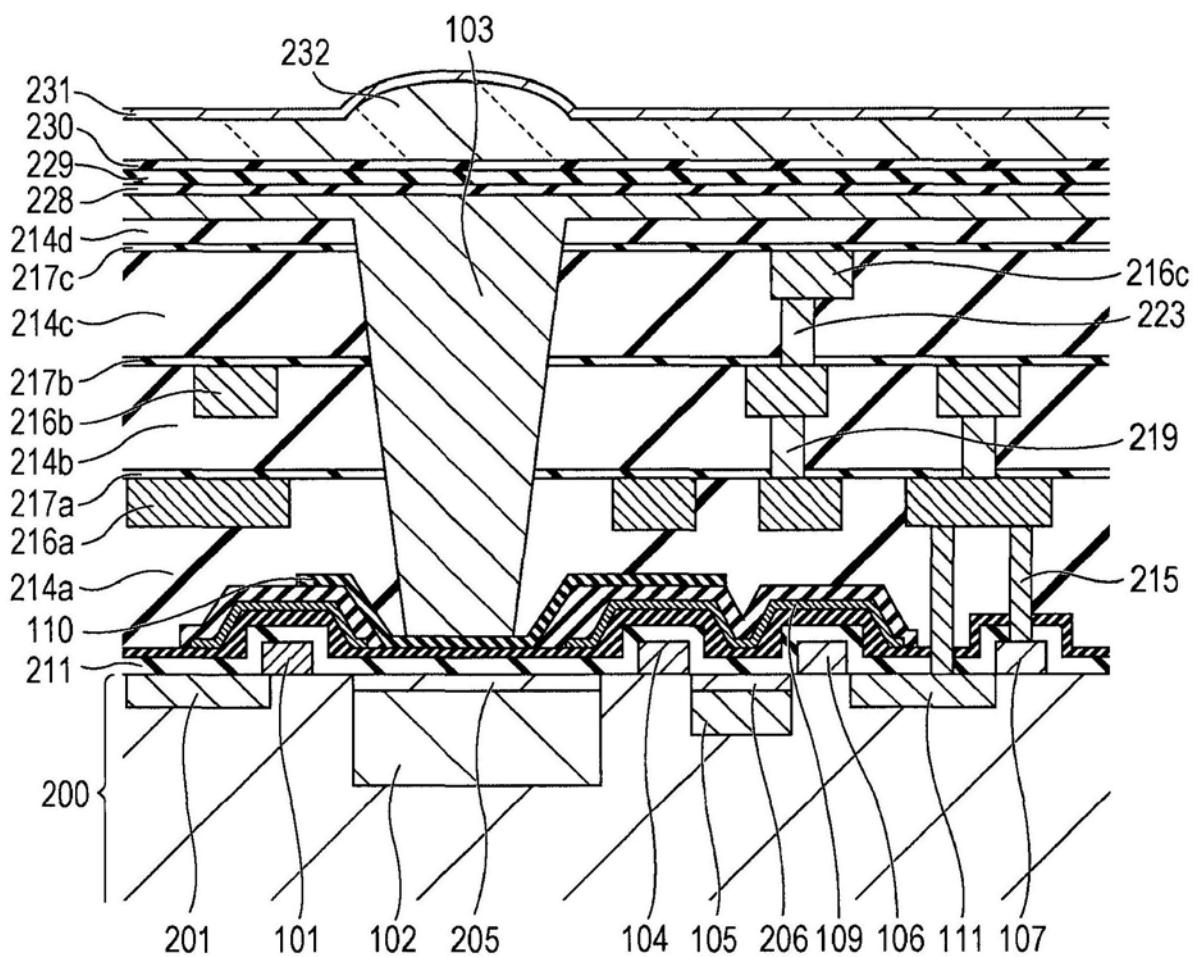


图2

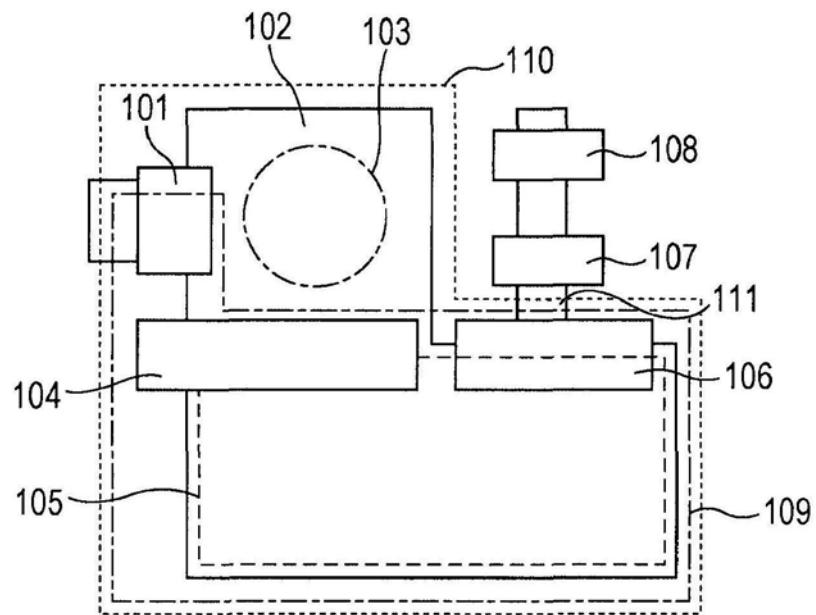


图3A

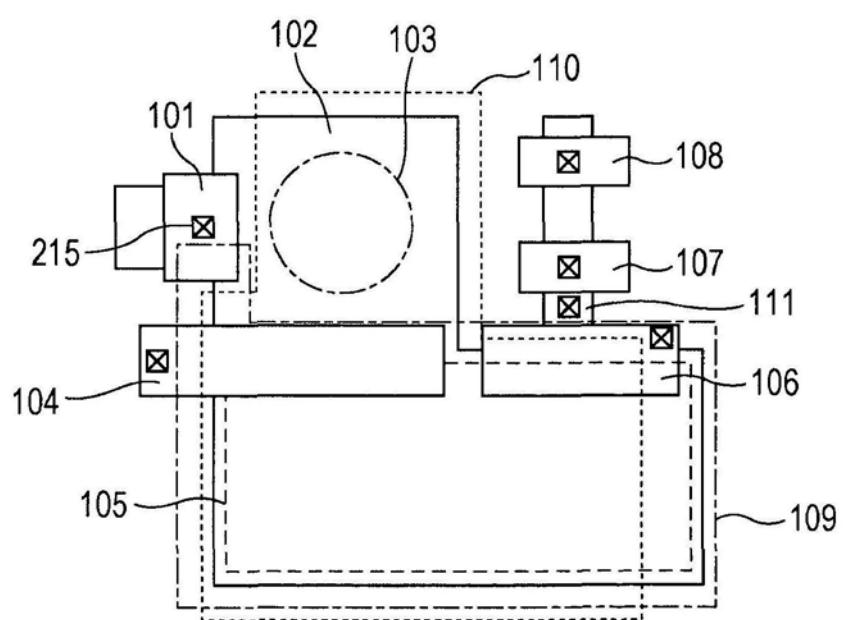


图3B

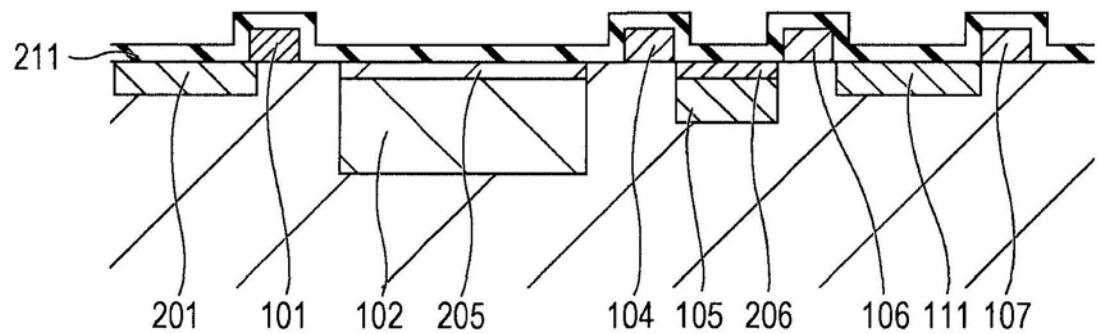


图4A

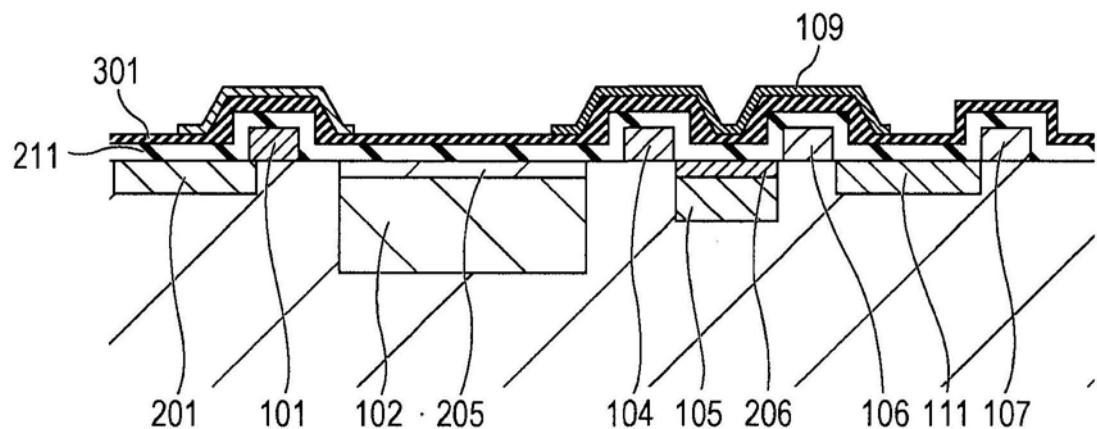


图4B

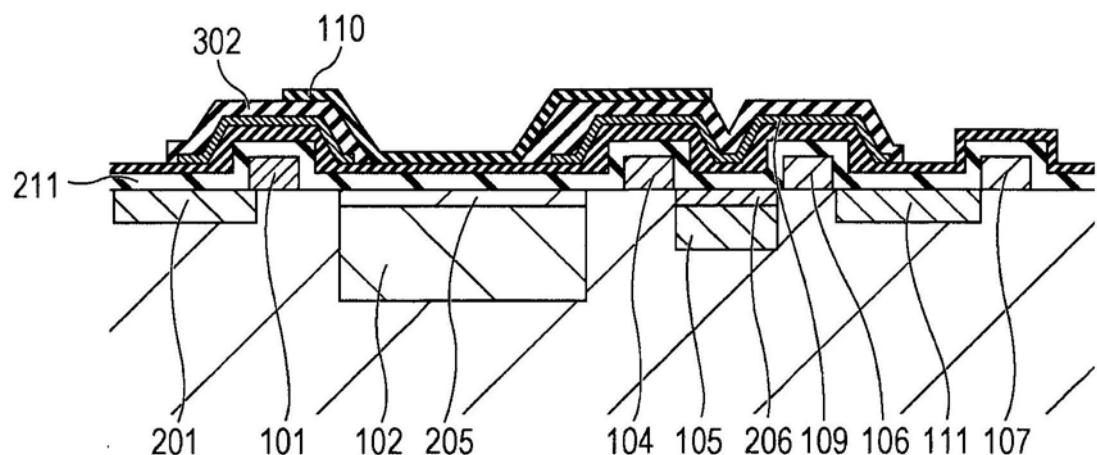


图4C

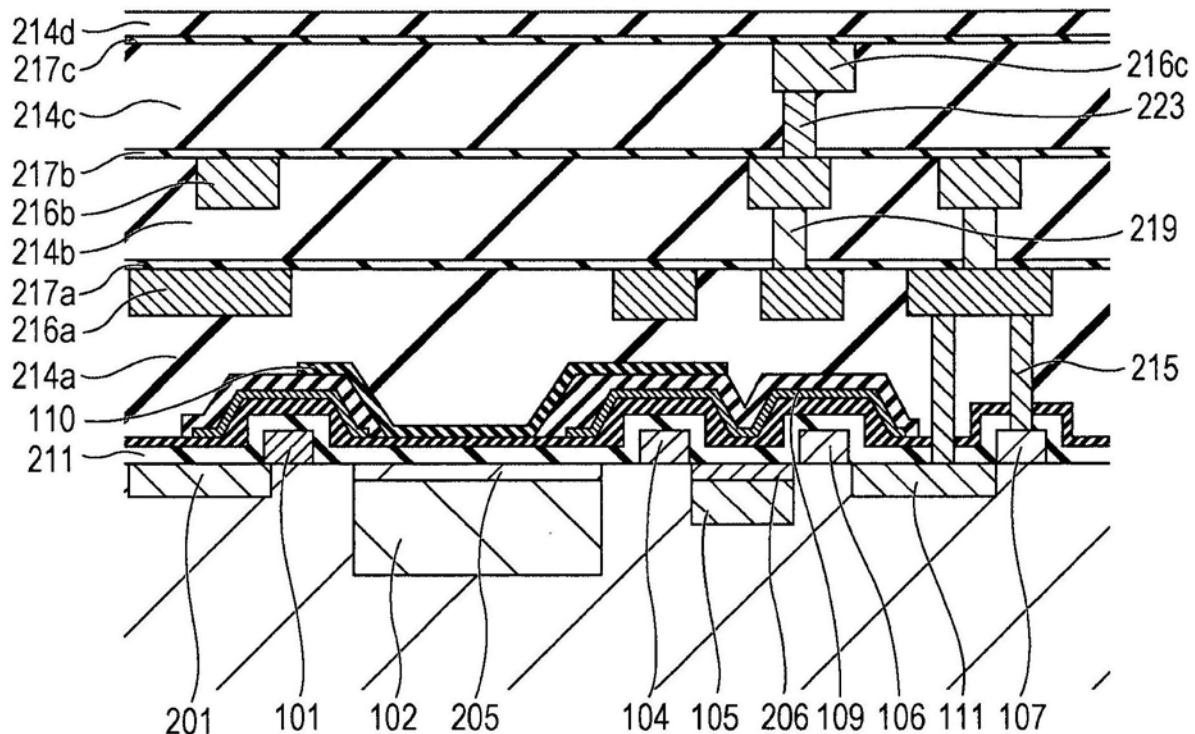


图5A

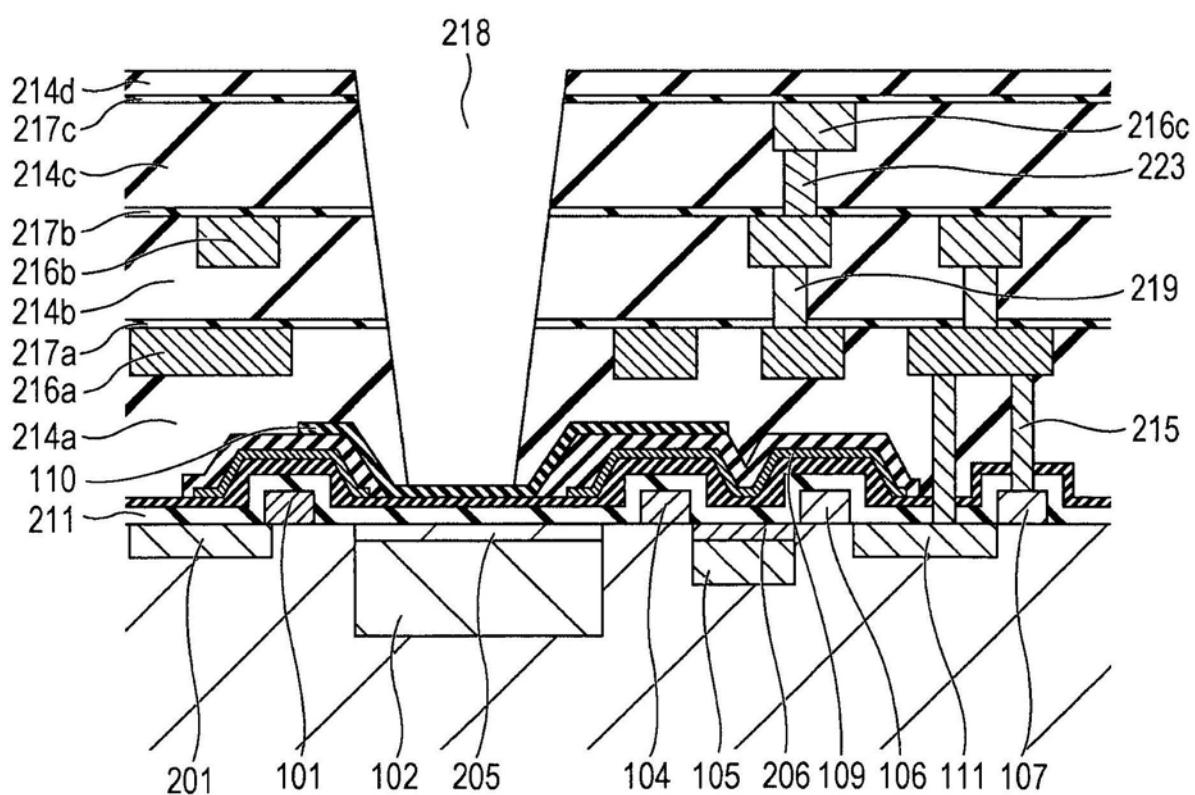


图5B

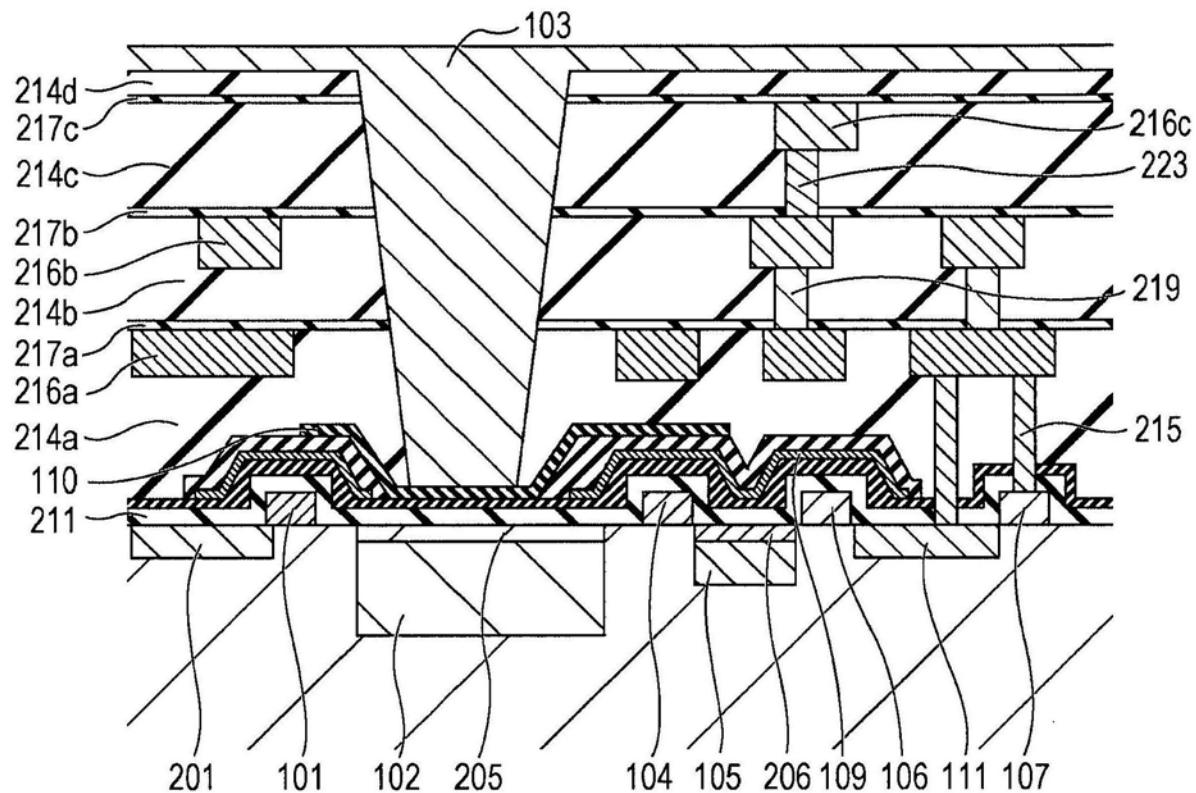


图6A

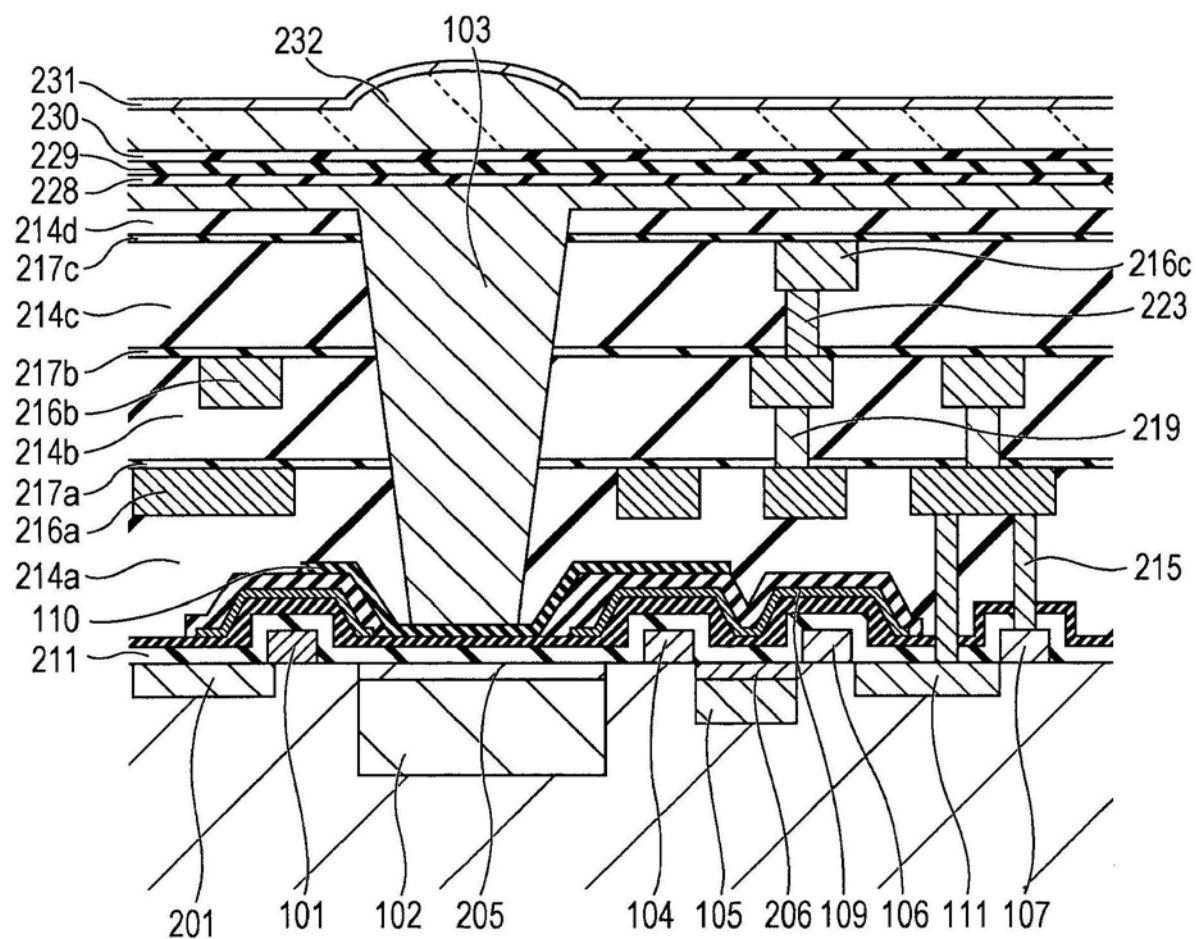


图6B

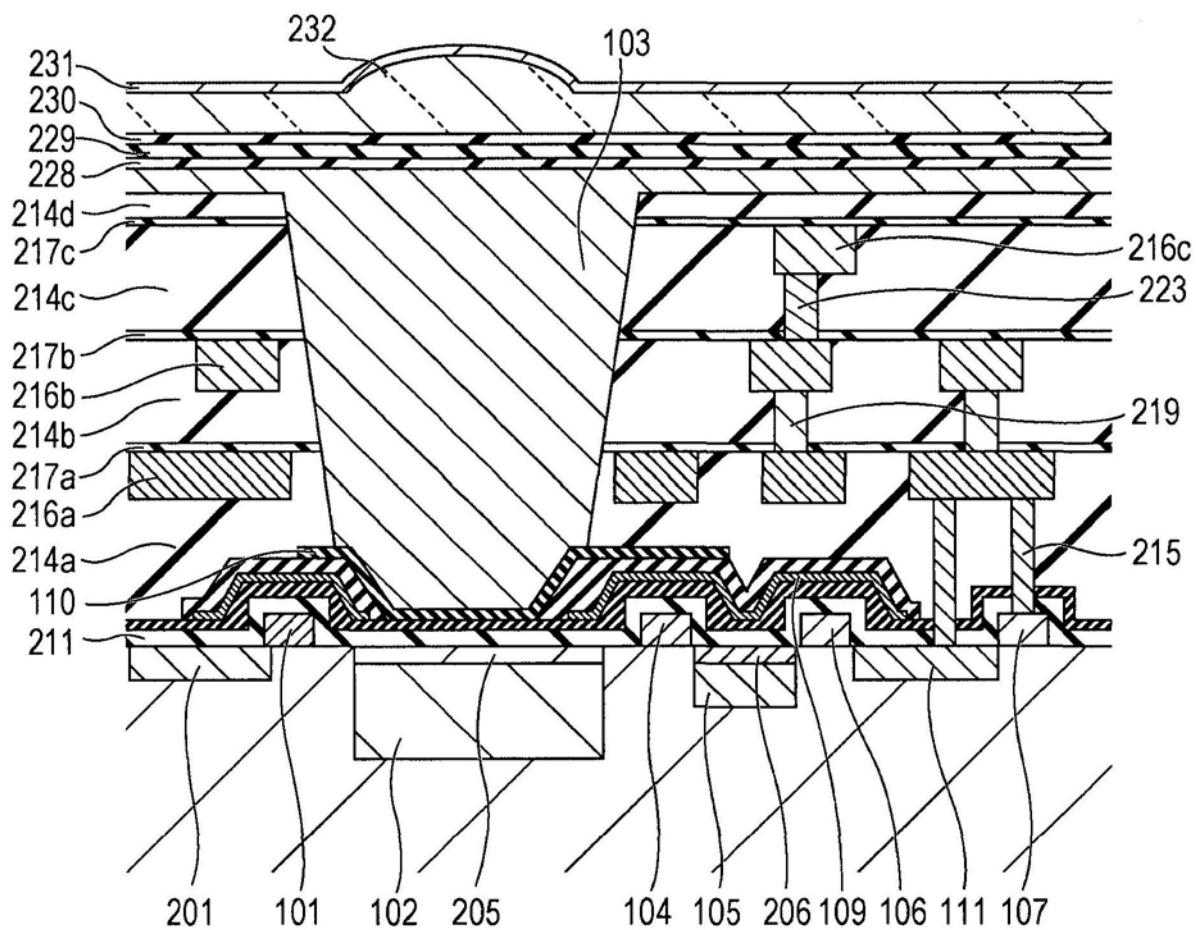


图7

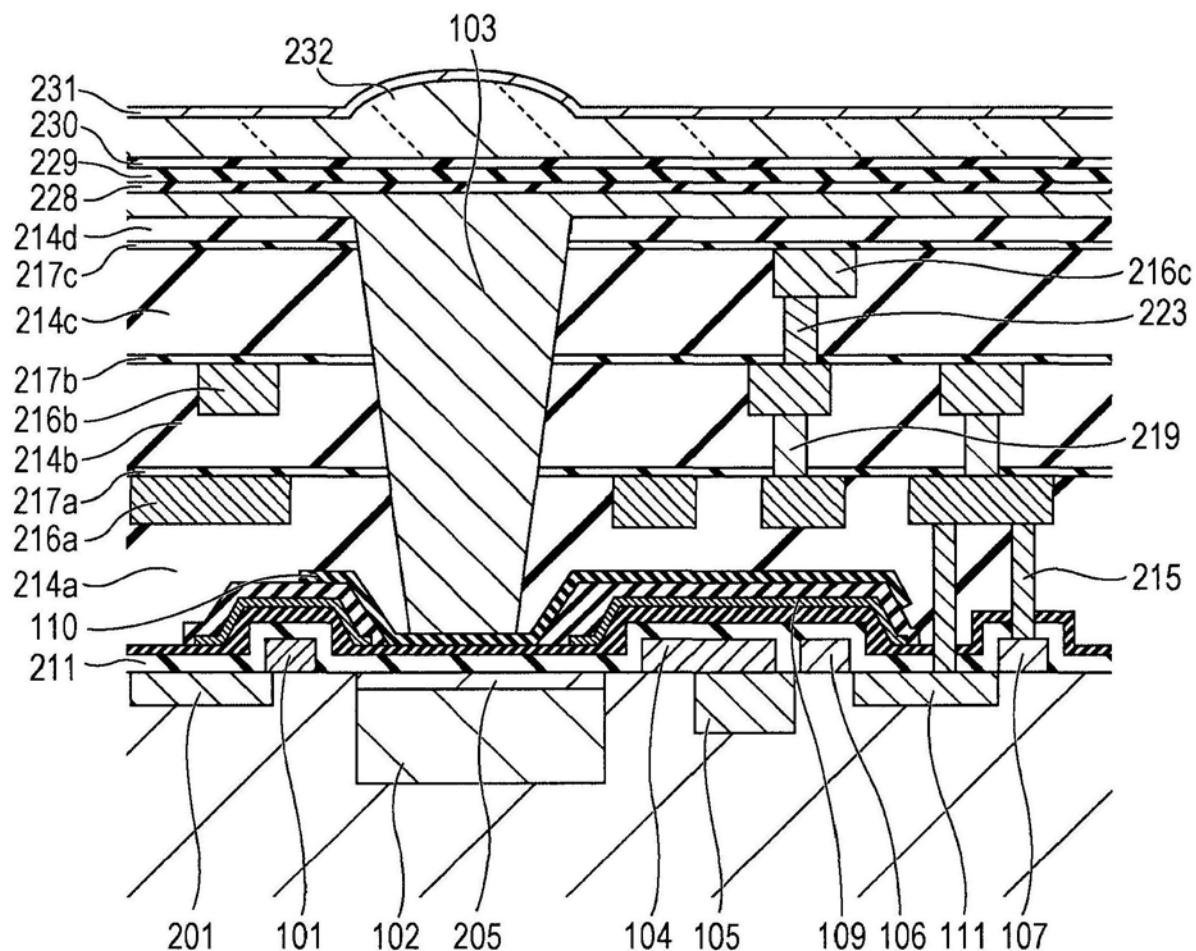


图8

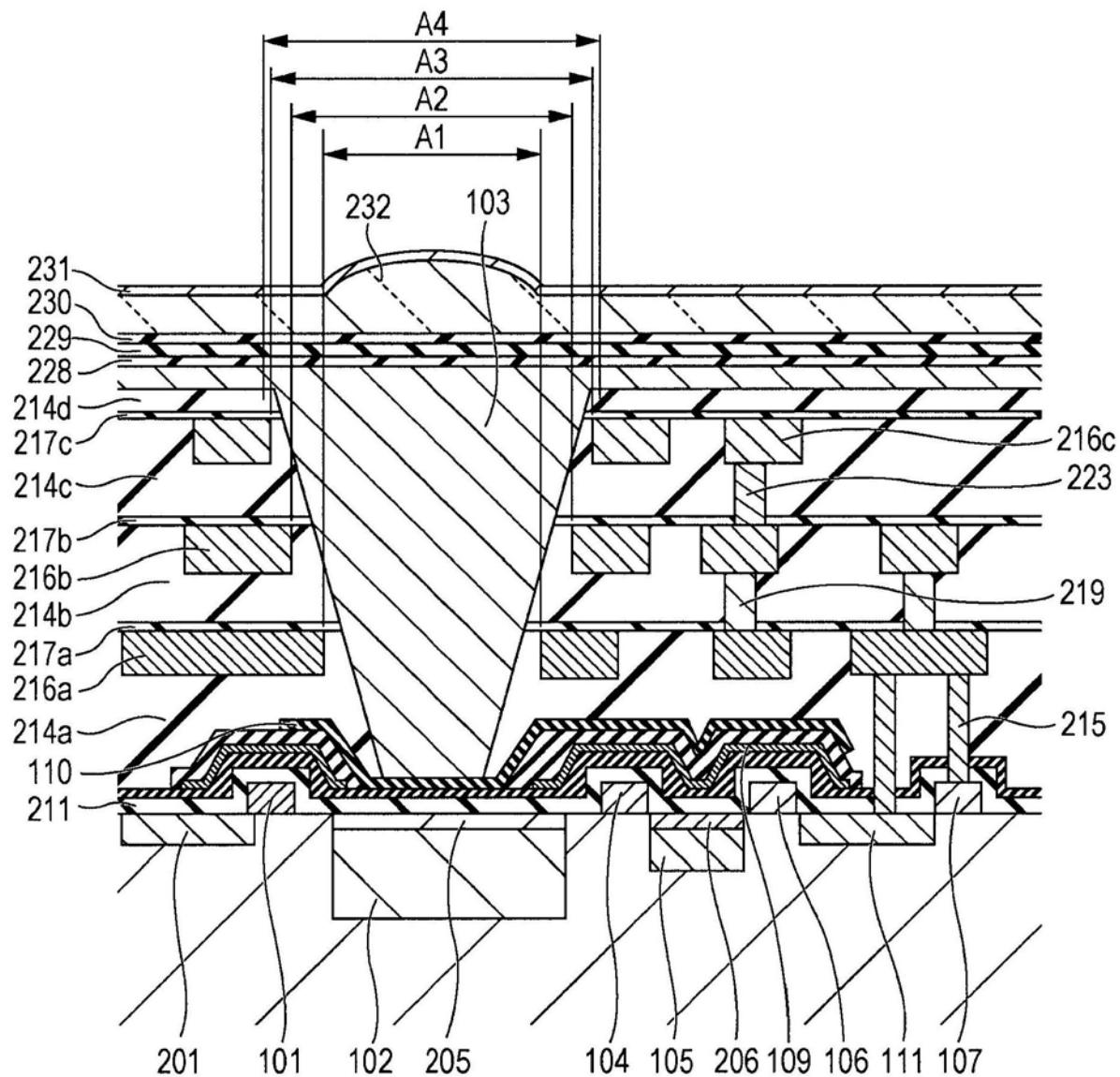


图9

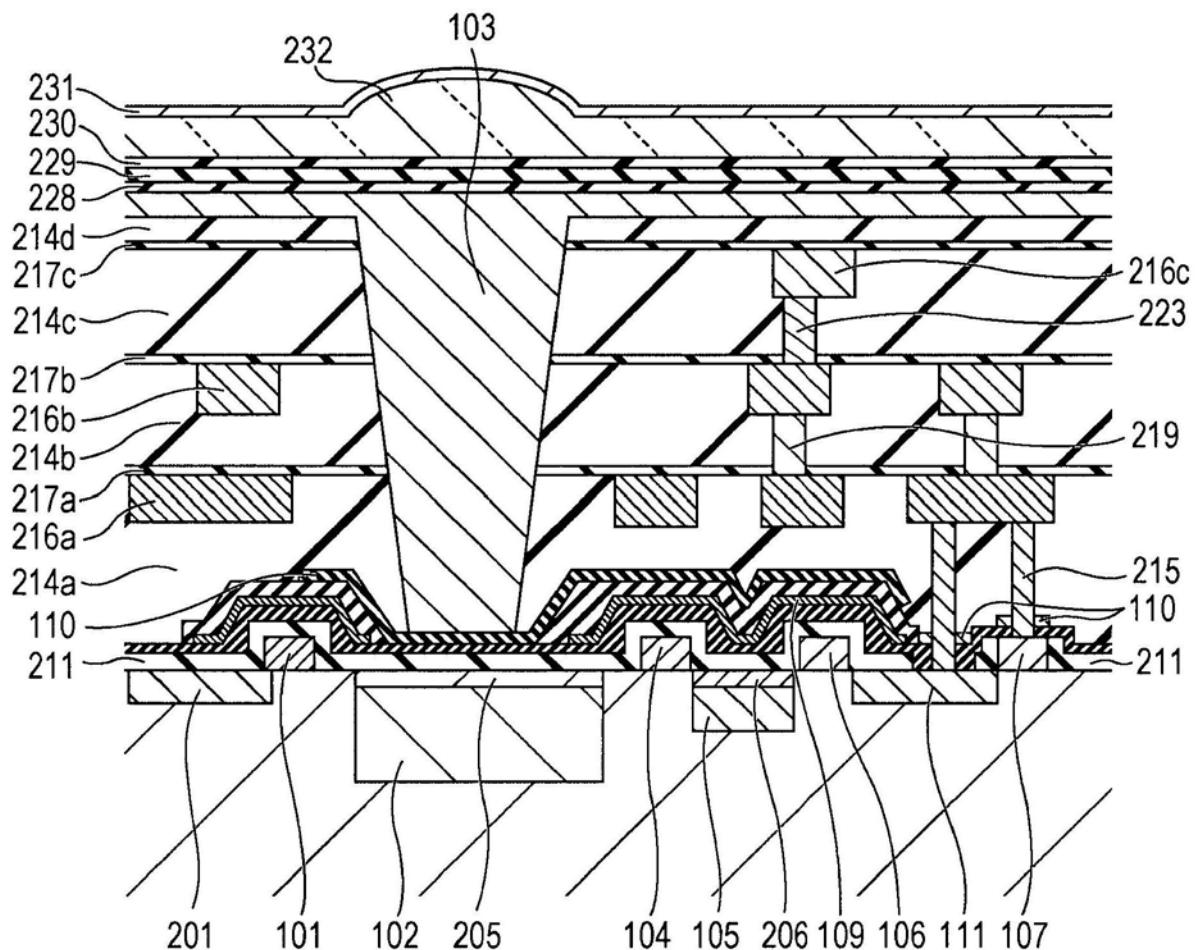


图10

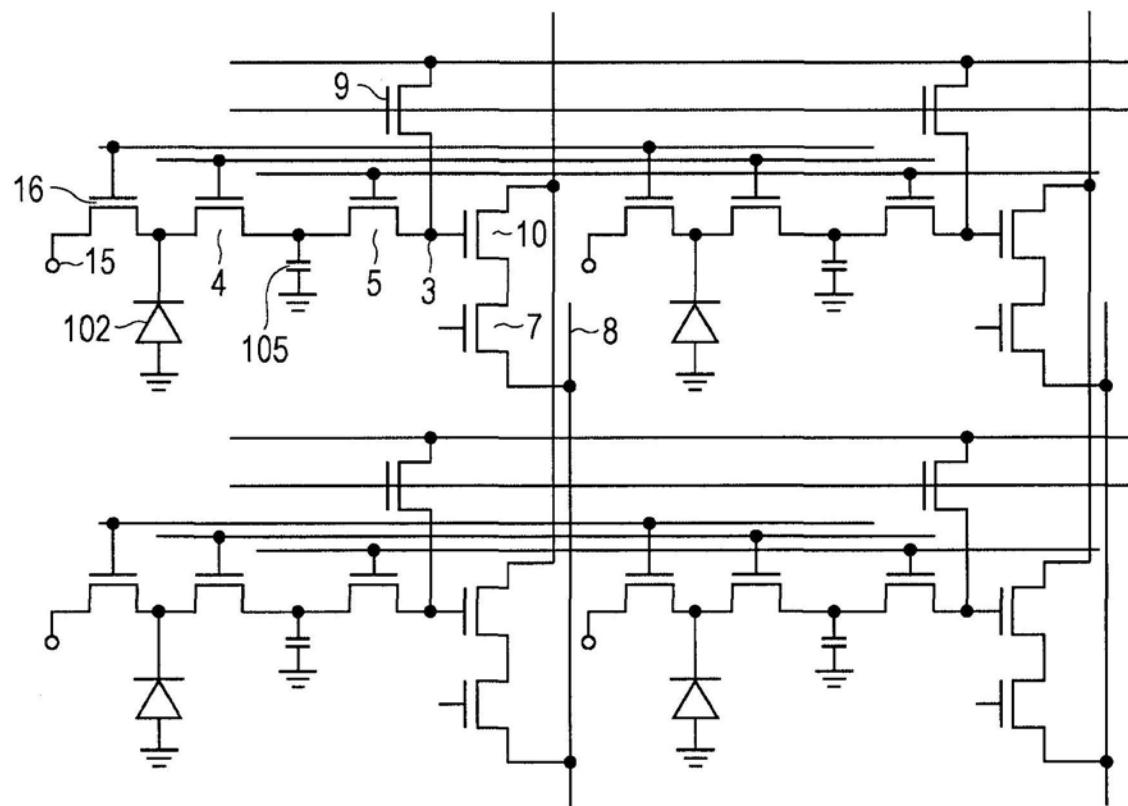


图11