



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102208422 A

(43) 申请公布日 2011. 10. 05

(21) 申请号 201110075908. 5

(22) 申请日 2011. 03. 24

(30) 优先权数据

2010-080526 2010. 03. 31 JP

(71) 申请人 索尼公司

地址 日本东京

(72) 发明人 山川真弥

(74) 专利代理机构 北京信慧永光知识产权代理
有限责任公司 11290

代理人 陈桂香 武玉琴

(51) Int. Cl.

H01L 27/146 (2006. 01)

H04N 5/374 (2011. 01)

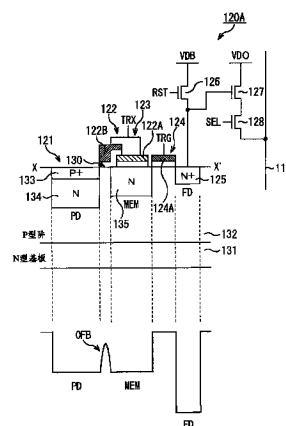
权利要求书 3 页 说明书 17 页 附图 16 页

(54) 发明名称

固体摄像器件、固体摄像器件制造方法以及
电子装置

(57) 摘要

本发明公开了固体摄像器件、固体摄像器件制造方法以及电子装置。所述固体摄像器件包括多个单位像素,其中,所述多个单位像素均包括光电转换元件、第一传输门、电荷保持区域、第二传输门和浮动扩散区域;位于所述光电转换元件与所述电荷保持区域之间的边界部分具有在规定了预定电荷量的电位下形成的溢出通道结构,所述溢出通道将超过所述预定电荷量的电荷作为信号电荷从所述光电转换元件传输至所述电荷保持区域;并且所述第一传输门设置有功函数不同的两个电极,这两个电极分别作为布置于所述溢出通道上方的栅极电极和布置于所述电荷保持区域上方的栅极电极。根据本发明的实施例,能够稳定地形成溢出势垒。



1. 一种固体摄像器件,所述固体摄像器件包括多个单位像素,其中,
所述多个单位像素均包括:

光电转换元件,所述光电转换元件用于产生与入射光量相对应的电荷且将所述电荷累积在所述光电转换元件内;

第一传输门,所述第一传输门用于对累积在所述光电转换元件中的所述电荷进行传输;

电荷保持区域,所述电荷保持区域用于保持通过所述第一传输门从所述光电转换元件传输来的所述电荷;

第二传输门,所述第二传输门用于对保持在所述电荷保持区域中的所述电荷进行传输;以及

浮动扩散区域,所述浮动扩散区域用于保持通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传输来的所述电荷,通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传输来的所述电荷作为信号而被读出,

位于所述光电转换元件与所述电荷保持区域之间的边界部分具有在规定了预定电荷量的电位下形成的溢出通道结构,所述溢出通道用于将超过所述预定电荷量的电荷作为信号电荷从所述光电转换元件传输至所述电荷保持区域,并且

所述第一传输门设有功函数不同的两个电极,这两个电极分别作为布置于所述溢出通道上方的栅极电极和布置于所述电荷保持区域上方的栅极电极。

2. 如权利要求1所述的固体摄像器件,其中,位于所述溢出通道上方的所述栅极电极的功函数小于位于所述电荷保持区域上方的所述栅极电极的功函数。

3. 如权利要求2所述的固体摄像器件,其中,位于所述溢出通道上方的所述栅极电极是N型多晶硅,而位于所述电荷保持区域上方的所述栅极电极是P型多晶硅。

4. 如权利要求3所述的固体摄像器件,其中,所述N型多晶硅和所述P型多晶硅被绝缘层分离开。

5. 如权利要求3所述的固体摄像器件,其中,位于所述溢出通道上方的所述栅极电极和位于所述电荷保持区域上方的所述栅极电极是处于同一层中的多晶硅结构,并且是通过注入不同杂质而被分离为所述N型多晶硅和所述P型多晶硅。

6. 如权利要求2所述的固体摄像器件,其中,位于所述溢出通道上方的所述栅极电极是由金属形成的电极,而位于所述电荷保持区域上方的所述栅极电极是P型多晶硅。

7. 如权利要求2所述的固体摄像器件,其中,位于所述溢出通道上方的所述栅极电极是N型多晶硅,而位于所述电荷保持区域上方的所述栅极电极是由金属形成的电极。

8. 如权利要求2所述的固体摄像器件,其中,位于所述溢出通道上方的所述栅极电极和位于所述电荷保持区域上方的所述栅极电极是由不同种类的金属形成的电极。

9. 如权利要求1~8任一项所述的固体摄像器件,其中,位于所述溢出通道上方的所述栅极电极和位于所述电荷保持区域上方的所述栅极电极每一者与同一布线连接。

10. 一种固体摄像器件制造方法,所述方法包括如下步骤:

在半导体基板中形成电荷保持区域,所述电荷保持区域用于保持从光电转换元件传输来的电荷,所述光电转换元件用于产生与入射光量相对应的电荷且将所述电荷累积在所述光电转换元件内;

形成第一传输门的第一栅极电极和第二传输门的栅极电极,所述第一传输门用于对累积在所述光电转换元件中的所述电荷进行传输,所述第一栅极电极设置在所述电荷保持区域的上方,所述第二传输门用于对保持在所述电荷保持区域中的所述电荷进行传输;

形成第二栅极电极,所述第二栅极电极的功函数与所述第一栅极电极的功函数不同,所述第二栅极电极设置在溢出通道的上方,所述溢出通道位于所述光电转换元件与所述电荷保持区域之间的边界部分中且用于将超过预定电荷量的电荷从所述光电转换元件传输至所述电荷保持区域;以及

形成所述光电转换元件和浮动扩散区域,所述浮动扩散区域用于保持通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传输来的所述电荷,通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传输来的所述电荷作为信号而被读出。

11. 一种固体摄像器件制造方法,所述方法包括如下步骤:

在半导体基板中形成电荷保持区域,所述电荷保持区域用于保持从光电转换元件传输来的电荷,所述光电转换元件用于产生与入射光量相对应的电荷且将所述电荷累积在所述光电转换元件内;

形成第一传输门和第二传输门,所述第一传输门用于对累积在所述光电转换元件中的所述电荷进行传输,所述第二传输门用于对保持在所述电荷保持区域中的所述电荷进行传输;

形成所述光电转换元件和浮动扩散区域,所述浮动扩散区域用于保持通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传输来的所述电荷,通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传输来的所述电荷作为信号而被读出;以及

将离子注入到要成为所述第一传输门的第一栅极电极的部分、要成为所述第一传输门的第二栅极电极的部分和要成为所述第二传输门的栅极电极的部分中,所述第一栅极电极设置在所述电荷保持区域的上方,所述第二栅极电极的功函数与所述第一栅极电极的功函数不同,且所述第二栅极电极设置在溢出通道的上方,所述溢出通道位于所述光电转换元件与所述电荷保持区域之间的边界部分中并用于将超过预定电荷量的电荷从所述光电转换元件传输至所述电荷保持区域。

12. 如权利要求 11 所述的固体摄像器件制造方法,其中,所述离子注入步骤包括:在利用光致抗蚀剂进行图形化之后,将 P 型离子注入到要成为所述第一传输门的所述第一栅极电极的部分和要成为所述第二传输门的所述栅极电极的部分中,以及在利用光致抗蚀剂进行图形化之后,将 N 型离子注入到要成为所述第一传输门的所述第二栅极电极的部分中。

13. 一种固体摄像器件制造方法,所述方法包括如下步骤:

在半导体基板中形成电荷保持区域,所述电荷保持区域用于保持从光电转换元件传输来的电荷,所述光电转换元件用于产生与入射光量相对应的电荷且将所述电荷累积在所述光电转换元件内;

形成第一传输门的第一栅极电极和第二传输门的栅极电极,所述第一传输门用于对累积在所述光电转换元件中的所述电荷进行传输,所述第一栅极电极设置在所述电荷保持区域的上方,所述第二传输门用于对保持在所述电荷保持区域中的所述电荷进行传输;

形成所述光电转换元件和浮动扩散区域,所述浮动扩散区域用于保持通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传输来的所述电荷,通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传

输来的所述电荷作为信号而被读出；

在所述半导体基板上形成预定的层间绝缘膜；

对所述层间绝缘膜进行蚀刻，使得能够设置第二栅极电极，所述第二栅极电极的功函数与所述第一栅极电极的功函数不同，所述第二栅极电极要被设置在溢出通道的上方，所述溢出通道位于所述光电转换元件与所述电荷保持区域之间的边界部分中并用于将超过预定电荷量的电荷从所述光电转换元件传输至所述电荷保持区域；以及

在通过将所述层间绝缘膜蚀刻成能够设置所述第二栅极电极的形状而形成的部分中，沉积预定绝缘膜然后层叠预定金属，随后除去不必要的金属层，由此形成所述第二栅极电极。

14. 一种固体摄像器件制造方法，所述方法包括如下步骤：

在半导体基板中形成电荷保持区域，所述电荷保持区域用于保持从光电转换元件传输来的电荷，所述光电转换元件用于产生与入射光量相对应的电荷且将所述电荷累积在所述光电转换元件内；

形成第二传输门的栅极电极，所述第二传输门用于对保持在所述电荷保持区域中的所述电荷进行传输；

形成所述光电转换元件和浮动扩散区域，所述浮动扩散区域用于保持通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传输来的所述电荷，通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传输来的所述电荷作为信号而被读出；

在所述半导体基板上形成预定的层间绝缘膜；

对所述层间绝缘膜进行蚀刻，使得能够设置第一传输门的第一栅极电极，所述第一传输门用于对累积在所述光电转换元件中的所述电荷进行传输，所述第一栅极电极要被设置在所述电荷保持区域的上方；

在通过将所述层间绝缘膜蚀刻成能够设置所述第一栅极电极的形状而形成的部分中，沉积预定绝缘膜然后层叠第一金属，随后除去不需要的金属层，由此形成所述第一栅极电极；

对所述层间绝缘膜进行蚀刻，使得能够设置第二栅极电极，所述第二栅极电极的功函数与所述第一栅极电极的功函数不同，所述第二栅极电极要被设置在溢出通道的上方，所述溢出通道位于所述光电转换元件与所述电荷保持区域之间的边界部分中并用于将超过预定电荷量的电荷从所述光电转换元件传输至所述电荷保持区域；以及

在通过将所述层间绝缘膜蚀刻成能够设置所述第二栅极电极的形状而形成的部分中，沉积预定绝缘膜然后层叠与所述第一金属不同的第二金属，随后除去不必要的金属层，由此形成所述第二栅极电极。

15. 一种电子装置，其安装有如权利要求 1～9 任一项所述的固体摄像器件。

固体摄像器件、固体摄像器件制造方法以及电子装置

[0001] 相关申请的交叉参考

[0002] 本申请包含与 2010 年 3 月 31 日向日本专利局提交的日本优先权专利申请 JP 2010-080526 所公开的内容相关的主题,因此将该日本优先权专利申请的全部内容以引用的方式并入本文。

技术领域

[0003] 本发明涉及固体摄像器件、固体摄像器件制造方法以及电子装置,特别地,涉及能够稳定地形成溢出势垒(overflow barrier)的固体摄像器件、该固体摄像器件的制造方法以及安装有该固体摄像器件的电子装置。

背景技术

[0004] 固体摄像器件包括例如互补型金属氧化物半导体(Complementary Metal Oxide Semiconductor, CMOS)图像传感器,该 CMOS 图像传感器通过 MOS 晶体管来读出累积在作为光电转换元件的光电二极管的 pn 结电容中的光电荷。

[0005] CMOS 图像传感器进行这样的操作:它把累积在各像素或各行等中的光电二极管内的光电荷读出。因此,例如,所有像素中的用于累积光电荷的曝光期间不可能相互一致,并且当被拍摄物体移动时所拍摄的图像中会发生失真。

[0006] 图 1 示出了单位像素的结构示例。

[0007] 如图 1 所示,单位像素 20A 除了包括光电二极管(PD)21 以外,还包括传输门 24、浮动扩散区域(FD)25、复位晶体管 26、放大晶体管 27 和选择晶体管 28。

[0008] 在单位像素 20A 中,光电二极管 21 例如是埋入型光电二极管,该埋入型光电二极管是通过将 N 型埋入层 34 埋入到形成于 P 型阱层 32 表面侧的 P 型层 33 中而形成的,上述 P 型阱层 32 形成在 N 型基板 31 上。P 型阱层 32 形成在第二传输门 24 的下方。当第二传输门 24 处于断开状态时,电荷的移动受到电位势垒的阻碍。另一方面,当第二传输门 24 处于导通状态时,第二传输门 24 下方的电位势垒变低,由光电二极管 21 的 pn 结所累积的电荷被传输至浮动扩散区域 25,并且浮动扩散区域 25 的电压的变化经过放大晶体管 27 后而被输出至信号线 17。

[0009] 如上所述,设有这种单位像素的 CMOS 图像传感器具有如下问题:当拍摄移动的被拍摄物体时,会发生图像失真。

[0010] 机械快门系统

[0011] 使用机械遮光部的机械快门系统被广泛作为实现全局曝光的方法之一,该全局曝光用于在同一曝光期间内对具有上述结构的单位像素 20A 的固体摄像器件中的所有像素进行摄像。全局曝光是这样进行的:所有像素同时开始曝光,并且所有像素同时结束曝光。

[0012] 机械快门系统通过机械地控制曝光期间使得所有像素中光入射到光电二极管 21 上的期间以及所有像素中产生的光电荷的期间彼此相同。在得到将机械快门关闭因而基本上没有光电荷被累积的状态之后,机械快门系统依次读出信号。然而,由于该机械快门系统

需要机械遮光部,因而难以小型化,并且由于机械驱动速度受到局限,因此该机械快门系统的同时性(simultaneity)比电气方法的同时性差。

[0013] 设有存储部的像素结构

[0014] 图 2 示出了包括有存储部(MEM)的 CMOS 图像传感器中的单位像素的结构示例。

[0015] 如图 2 所示,单位像素 20B 包括与浮动扩散区域(FD)25 分隔开的电荷保持区域(下文中称为“存储部(MEM)”)23。存储部 23 用于对埋入型光电二极管(PD)21 中所累积的光电荷进行暂时保持。单位像素 20B 还包括用于将光电二极管(PD)21 中所累积的光电荷传输至存储部 23 的第一传输门 22。

[0016] 在设有存储部 23 的单位像素 20B 中,由光电二极管(PD)21 累积的光电荷一旦被传输给存储部 23 之后,上述光电荷随后便被继续传输给浮动扩散区域 25,并进行读出操作。然而,由于第一传输门 22 和存储部 23 形成于同一像素内,因而光电二极管(PD)21 中能够累积的电荷最大量有所减少。这样的 CMOS 图像传感器例如披露于作为专利文献 1 的日本专利特许公报第 2006-311515 号和作为专利文献 2 的日本专利特许公报第 11-177076 号中。

[0017] 通过溢出通道使光电二极管与存储部一体化的像素结构

[0018] 作为用于解决上述使用了存储部 23 的系统中所出现的问题的方法,例如参见作为专利文献 3 的日本专利特许公报第 2009-268083 号(图 19 和图 21),本申请人在先提出过一种像素结构,在该像素结构中,当在光电二极管 21 与存储部 23 之间的电荷传输通道中形成电位势垒(一般称为溢出势垒)时,光电二极管 21 与存储部 23 以耗尽状态彼此连接。

[0019] 图 3 示出了专利文献 3 中所提出的单位像素的结构示例。如图 3 所示,单位像素 20C 具有这样的结构:该结构中,通过在栅极电极 22A 下方且在光电二极管 21 与存储部 23 之间的边界部分中设置 N 型杂质扩散区域 37 来形成溢出通道 30。

[0020] 为了形成溢出通道 30,需要使杂质扩散区域 37 处于低电位。可通过用 N 型杂质轻微地掺杂该杂质扩散区域 37 来形成该 N 型杂质扩散区域 37。

[0021] 图 4 是图 3 中单位像素 20C 的 X 方向(图 3 中的 A-A')电位图。图 4 的 X 方向电位图清楚地表明:通过在光电二极管 21 与存储部 23 之间的边界部分中设置有 N 型杂质扩散区域 37,能使该边界部分的电位下降。电位发生下降的该部分成为了溢出通道 30。光电二极管 21 中所产生的且超过了溢出通道 30 的电位的电荷会自动漏入存储部 23 并被累积在存储部 23 中。所产生的但未超过溢出通道 30 的电位的电荷则被累积在光电二极管 21 中。

[0022] 因此,通过杂质浓度来控制溢出势垒的电位高度,并且溢出通道 30 用作中间电荷传输部。具体地,在多个单位像素全部都同时进行摄像操作的曝光期间内,作为中间电荷传输部的溢出通道 30 将如下电荷作为信号电荷而传输到存储部 23 中:在光电二极管 21 中经过光电转换后产生的并且超过了由溢出通道 30 的电位所规定的预定电荷量的电荷。

[0023] 顺便提及地,在图 3 中,采用了通过设置 N 型杂质扩散区域 37 来形成溢出通道 30 的结构。然而,也可以采用如下的结构:该结构中,通过设置 P 型杂质扩散区域 37 来代替设置 N 型杂质扩散区域 37,由此形成溢出通道 30。

[0024] 在图 3 的单位像素 20C 中,在光电二极管 21 与存储部 23 之间以耗尽状态形成的溢出通道 30 的溢出势垒的电位变化会影响固体摄像器件的性能。

[0025] 具体地,溢出势垒的电位变化会影响最初读出的信号量与被保持在存储部 23 中之后然后被读出的信号量之比,因此,由于在输出图像特性方面的像素间差异或在所保持电荷的最大量方面的像素间差异因而影响了固体摄像器件的性能。

[0026] 图 5 示出了图 3 的单位像素 20C 的一部分以及该部分的电位。如图 5 所示,通过轻微注入 N 型杂质形成了其中形成有溢出通道 30 的杂质扩散区域 37。通过杂质扩散区域 37 中的杂质浓度来控制溢出势垒 (overflow barrier, OFB) 的电位高度。关于杂质注入方法,如图 6 所示,利用光致抗蚀剂 50,注入形成溢出通道 30 用的离子 (例如 N 型杂质)。

[0027] 然而,当使用这种注入方法时,无法避免地会出现光致抗蚀剂 50 的宽度的变化或者光致抗蚀剂 50 的对准精度的变化。结果,由于在杂质扩散区域 37 的两侧均存在有 N 型杂质区域,因此作为溢出通道 30 的那部分的 N 型浓度不是恒定的而是变化的。

[0028] 于是,如图 6 的溢出势垒电位图中清楚表明的那样,作为溢出通道 30 的那部分的 N 型浓度的变化表现为溢出势垒 (OFB) 的电位的变化,并且使固体摄像器件的特性劣化。

发明内容

[0029] 鉴于上述情况而做出了本发明。本发明的目的是期望能够稳定地形成溢出势垒,该溢出势垒确定了累积在光电二极管中的以及流出至存储部中的预定电荷量。

[0030] 本发明实施例提供了一种包括多个单位像素的固体摄像器件,其中,所述多个单位像素均包括:光电转换元件,所述光电转换元件用于产生与入射光量相对应的电荷且将所述电荷累积在所述光电转换元件内;第一传输门,所述第一传输门用于对累积在所述光电转换元件中的所述电荷进行传输;电荷保持区域,所述电荷保持区域用于保持通过所述第一传输门从所述光电转换元件传输来的所述电荷;第二传输门,所述第二传输门用于对保持在所述电荷保持区域中的所述电荷进行传输;以及浮动扩散区域,所述浮动扩散区域用于保持通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传输来的所述电荷,以便将通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传输来的所述电荷作为信号而读出。位于所述光电转换元件与所述电荷保持区域之间的边界部分具有在规定了预定电荷量的电位下形成的溢出通道结构,所述溢出通道用于将超过所述预定电荷量的电荷作为信号电荷从所述光电转换元件传输至所述电荷保持区域。所述第一传输门设有功函数不同的两个电极,这两个电极分别作为布置于所述溢出通道上方的栅极电极和布置于所述电荷保持区域上方的栅极电极。

[0031] 两个所述栅极电极中的位于所述溢出通道上方的那个栅极电极的功函数小于两个所述栅极电极中的位于所述电荷保持区域上方的另一个栅极电极的功函数。

[0032] 两个所述栅极电极中的位于所述溢出通道上方的那个栅极电极是 N 型多晶硅,两个所述栅极电极中的位于所述电荷保持区域上方的另一个栅极电极是 P 型多晶硅。

[0033] 所述 N 型多晶硅和所述 P 型多晶硅被绝缘层分离开。

[0034] 位于所述溢出通道上方的所述栅极电极和位于所述电荷保持区域上方的所述栅极电极是处于同一层中的多晶硅结构,并且是通过注入不同杂质而被分离为所述 N 型多晶硅和所述 P 型多晶硅。

[0035] 两个所述栅极电极中的位于所述溢出通道上方的那个栅极电极是由金属形成的电极,两个所述栅极电极中的位于所述电荷保持区域上方的另一个栅极电极是 P 型多晶硅。

[0036] 两个所述栅极电极中的位于所述溢出通道上方的那个栅极电极是 N 型多晶硅, 两个所述栅极电极中的位于所述电荷保持区域上方的另一个栅极电极是由金属形成的电极。

[0037] 两个所述栅极电极中的位于所述溢出通道上方的那个栅极电极与两个所述栅极电极中的位于所述电荷保持区域上方的另一个栅极电极是由不同种类的金属形成的电极。

[0038] 位于所述溢出通道上方的所述栅极电极和位于所述电荷保持区域上方的所述栅极电极每一者与同一布线连接。

[0039] 本发明实施例提供了第一种固体摄像器件的制造方法, 所述方法包括如下步骤: 在半导体基板中形成电荷保持区域, 所述电荷保持区域用于保持从光电转换元件传输来的电荷, 所述光电转换元件用于产生与入射光量相对应的电荷且将所述电荷累积在所述光电转换元件内; 形成第一传输门的第一栅极电极和第二传输门的栅极电极, 所述第一传输门用于对累积在所述光电转换元件中的所述电荷进行传输, 所述第一栅极电极设置在所述电荷保持区域的上方, 所述第二传输门用于对保持在所述电荷保持区域中的所述电荷进行传输; 形成第二栅极电极, 所述第二栅极电极的功函数与所述第一栅极电极的功函数不同, 所述第二栅极电极设置在溢出通道的上方, 所述溢出通道位于所述光电转换元件与所述电荷保持区域之间的边界部分中并用于将超过预定电荷量的电荷从所述光电转换元件传输至所述电荷保持区域; 以及形成所述光电转换元件和浮动扩散区域, 所述浮动扩散区域用于保持通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传输来的所述电荷, 以便将通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传输来的所述电荷作为信号而读出。

[0040] 在本发明实施例的第一种固体摄像器件的制造方法中, 在半导体基板中形成了电荷保持区域, 所述电荷保持区域用于保持从光电转换元件传输电荷, 所述光电转换元件用于产生与入射光量相对应的电荷且将所述电荷累积在所述光电转换元件内; 形成了第一传输门的第一栅极电极和第二传输门的栅极电极, 所述第一传输门用于对累积在所述光电转换元件中的所述电荷进行传输, 所述第一栅极电极设置在所述电荷保持区域的上方, 所述第二传输门用于对保持在所述电荷保持区域中的所述电荷进行传输; 形成了第二栅极电极, 所述第二栅极电极具有与所述第一栅极电极的功函数不同的功函数, 所述第二栅极电极设置在溢出通道的上方, 所述溢出通道位于所述光电转换元件与所述电荷保持区域之间的边界部分中并用于将超过预定电荷量的电荷从所述光电转换元件传输至所述电荷保持区域; 以及形成了所述光电转换元件和浮动扩散区域, 所述浮动扩散区域用于保持通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传输来的所述电荷, 以便将通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传输来的所述电荷作为信号而读出。

[0041] 本发明实施例提供了第二种固体摄像器件的制造方法, 所述方法包括如下步骤: 在半导体基板中形成电荷保持区域, 所述电荷保持区域用于保持从光电转换元件传输来的电荷, 所述光电转换元件用于产生与入射光量相对应的电荷且将所述电荷累积在所述光电转换元件内; 形成第一栅极电极和第二传输门, 所述第一传输门用于对累积在所述光电转换元件中的所述电荷进行传输, 所述第二传输门用于对保持在所述电荷保持区域中的所述电荷进行传输; 形成所述光电转换元件和浮动扩散区域, 所述浮动扩散区域用于保持通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传输来的所述电荷, 以便将通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传输来的所述电荷作为信号而读出; 以及将离子注入到要成为所述第一传输门的第一栅极电极的部分、要成为所述第一传输门的第二栅极电极的部分和要成为所述

第二传输门的栅极电极的部分中,所述第一栅极电极设置在所述电荷保持区域的上方,所述第二栅极电极具有与所述第一栅极电极的功函数不同的功函数,并且所述第二栅极电极设置在溢出通道的上方,所述溢出通道位于所述光电转换元件与所述电荷保持区域之间的边界部分中并用于将超过预定电荷量的电荷从所述光电转换元件传输至所述电荷保持区域。

[0042] 所述离子注入步骤包括:在利用光致抗蚀剂进行图形化之后,将P型离子注入到要成为所述第一传输门的所述第一栅极电极的部分和要成为所述第二传输门的所述栅极电极的部分中,以及在利用光致抗蚀剂进行图形化之后,将N型离子注入到要成为所述第一传输门的所述第二栅极电极的部分中。

[0043] 在第二种固体摄像器件的制造方法中,在半导体基板中形成了电荷保持区域,所述电荷保持区域用于保持从光电转换元件传输来的电荷,所述光电转换元件用于产生与入射光量相对应的电荷且将所述电荷累积在所述光电转换元件内;形成了第一栅极电极和第二传输门,所述第一传输门用于对累积在所述光电转换元件中的所述电荷进行传输,所述第二传输门用于对保持在所述电荷保持区域中的所述电荷进行传输;形成了所述光电转换元件和浮动扩散区域,所述浮动扩散区域用于保持通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传输来的所述电荷,以便将通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传输来的所述电荷作为信号而读出;以及将离子注入到要成为所述第一传输门的第一栅极电极、所述第一传输门的第二栅极电极和所述第二传输门的栅极电极的各个部分中,所述第一栅极电极设置在所述电荷保持区域的上方,所述第二栅极电极具有与所述第一栅极电极的功函数不同的功函数,并且所述第二栅极电极设置在溢出通道的上方,所述溢出通道位于所述光电转换元件与所述电荷保持区域之间的边界部分中并用于将超过预定电荷量的电荷从所述光电转换元件传输至所述电荷保持区域。

[0044] 本发明实施例提供了第三种固体摄像器件的制造方法,所述方法包括如下步骤:在半导体基板中形成电荷保持区域,所述电荷保持区域用于保持从光电转换元件传输来的电荷,所述光电转换元件用于产生与入射光量相对应的电荷且将所述电荷累积在所述光电转换元件内;形成第一传输门的第一栅极电极和第二传输门的栅极电极,所述第一传输门用于对累积在所述光电转换元件中的所述电荷进行传输,所述第一栅极电极设置在所述电荷保持区域的上方,所述第二传输门用于对保持在所述电荷保持区域中的所述电荷进行传输;形成所述光电转换元件和浮动扩散区域,所述浮动扩散区域用于保持通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传输来的所述电荷,以便将通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传输来的所述电荷作为信号而读出;在所述半导体基板上形成预定的层间绝缘膜;对所述层间绝缘膜进行蚀刻,使得能够设置第二栅极电极,所述第二栅极电极的功函数与所述第一栅极电极的功函数不同,所述第二栅极电极要被设置在溢出通道的上方,所述溢出通道位于所述光电转换元件与所述电荷保持区域之间的边界部分中并用于将超过预定电荷量的电荷从所述光电转换元件传输至所述电荷保持区域;以及在通过将所述层间绝缘膜蚀刻成能够设置所述第二栅极电极的形状而形成的部分中,沉积预定绝缘膜然后层叠预定金属,随后除去不必要的金属层,由此形成所述第二栅极电极。

[0045] 在第三种固体摄像器件的制造方法中,在半导体基板中形成了电荷保持区域,所述电荷保持区域用于保持从光电转换元件传输来的电荷,所述光电转换元件用于产生与入

射光量相对应的电荷且将所述电荷累积在所述光电转换元件内 ;形成了第一传输门的第一栅极电极和第二传输门的栅极电极,所述第一传输门用于对累积在所述光电转换元件中的所述电荷进行传输,所述第一栅极电极设置在所述电荷保持区域的上方,所述第二传输门用于对保持在所述电荷保持区域中的所述电荷进行传输 ;形成了所述光电转换元件和浮动扩散区域,所述浮动扩散区域用于保持通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传输来的所述电荷,以便将通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传输来的所述电荷作为信号而读出 ;在所述半导体基板上形成了预定的层间绝缘膜 ;对所述层间绝缘膜进行了蚀刻,使得能够设置具有与所述第一栅极电极的功函数不同的功函数的第二栅极电极,所述第二栅极电极要被设置在溢出通道的上方,所述溢出通道位于所述光电转换元件与所述电荷保持区域之间的边界部分中并用于将超过预定电荷量的电荷从所述光电转换元件传输至所述电荷保持区域 ;以及在通过将所述层间绝缘膜蚀刻成能够设置所述第二栅极电极的形状而形成的部分中,沉积预定绝缘膜然后层叠预定金属,随后除去不必要的金属层,由此形成了所述第二栅极电极。

[0046] 本发明实施例提供了第四种固体摄像器件的制造方法,所述方法包括如下步骤 :在半导体基板中形成电荷保持区域,所述电荷保持区域用于保持从光电转换元件传输来的电荷,所述光电转换元件用于产生与入射光量相对应的电荷且将所述电荷累积在所述光电转换元件内 ;形成第二传输门的栅极电极,所述第二传输门用于对保持在所述电荷保持区域中的所述电荷进行传输 ;形成所述光电转换元件和浮动扩散区域,所述浮动扩散区域用于保持通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传输来的所述电荷,以便将通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传输来的所述电荷作为信号而读出 ;在所述半导体基板上形成预定的层间绝缘膜 ;对所述层间绝缘膜进行蚀刻,使得能够设置第一传输门的第一栅极电极,所述第一传输门用于对累积在所述光电转换元件中的所述电荷进行传输,所述第一栅极电极会被设置在所述电荷保持区域的上方 ;在通过将所述层间绝缘膜蚀刻成能够设置所述第一栅极电极的形状而形成的部分中,沉积预定绝缘膜然后层叠第一金属,随后除去不需要的金属层,由此形成所述第一栅极电极 ;对所述层间绝缘膜进行蚀刻,使得能够设置第二栅极电极,所述第二栅极电极的功函数与所述第一栅极电极的功函数不同,所述第二栅极电极设置在溢出通道的上方,所述溢出通道位于所述光电转换元件与所述电荷保持区域之间的边界部分中并用于将超过预定电荷量的电荷从所述光电转换元件传输至所述电荷保持区域 ;以及在通过将所述层间绝缘膜蚀刻成能够设置所述第二栅极电极的形状而形成的部分中,沉积预定绝缘膜然后层叠与所述第一金属不同的第二金属,随后除去不必要的金属层,由此形成所述第二栅极电极。

[0047] 在第四种固体摄像器件的制造方法中,在半导体基板中形成了电荷保持区域,所述电荷保持区域用于保持从光电转换元件传输来的电荷,所述光电转换元件用于产生与入射光量相对应的电荷且将所述电荷累积在所述光电转换元件内 ;形成第二传输门的栅极电极,所述第二传输门用于对保持在所述电荷保持区域中的所述电荷进行传输 ;形成所述光电转换元件和浮动扩散区域,所述浮动扩散区域用于保持通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传输来的所述电荷,以便将通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传输来的所述电荷作为信号而读出 ;在所述半导体基板上形成预定的层间绝缘膜 ;对所述层间绝缘膜进行蚀刻,使得能够设置第一传输门的第一栅极电极,所述第一传输门用于对累积在所述

光电转换元件中的所述电荷进行传输,所述第一栅极电极会被设置在所述电荷保持区域的上方;在通过将所述层间绝缘膜蚀刻成能够设置所述第一栅极电极的形状而形成的部分中,沉积预定绝缘膜然后层叠第一金属,随后除去不需要的金属层,由此形成所述第一栅极电极;对所述层间绝缘膜进行蚀刻,使得能够设置具有与所述第一栅极电极的功函数不同的功函数的第二栅极电极,所述第二栅极电极设置在溢出通道的上方,所述溢出通道位于所述光电转换元件与所述电荷保持区域之间的边界部分中并用于将超过预定电荷量的电荷从所述光电转换元件传输至所述电荷保持区域;以及在通过将所述层间绝缘膜蚀刻成能够设置所述第二栅极电极的形状而形成的部分中,沉积预定绝缘膜然后层叠与所述第一金属不同的第二金属,随后除去不必要的金属层,由此形成所述第二栅极电极。

[0048] 本发明实施例提供了一种安装有固体摄像器件的电子装置,其中,所述固体摄像器件包括多个单位像素,所述多个单位像素均包括:光电转换元件,所述光电转换元件用于产生与入射光量相对应的电荷且将所述电荷累积在所述光电转换元件内;第一传输门,所述第一传输门用于对累积在所述光电转换元件中的所述电荷进行传输;电荷保持区域,所述电荷保持区域用于保持通过所述第一传输门从所述光电转换元件传输来的所述电荷;第二传输门,所述第二传输门用于对保持在所述电荷保持区域中的所述电荷进行传输;以及浮动扩散区域,所述浮动扩散区域用于保持通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传输来的所述电荷,以便将通过所述第二传输门从所述电荷保持区域传输来的所述电荷作为信号而读出。位于所述光电转换元件与所述电荷保持区域之间的边界部分具有在规定了预定电荷量的电位下形成的溢出通道结构,所述溢出通道将超过所述预定电荷量的电荷作为信号电荷从所述光电转换元件传输至所述电荷保持区域。此外,所述第一传输门设有功函数不同的两个电极,这两个电极分别作为布置于所述溢出通道上方的栅极电极和布置于所述电荷保持区域上方的栅极电极。

[0049] 根据本发明的实施例,能够稳定地形成溢出势垒。

附图说明

[0050] 图 1 示出了现有的单位像素的结构。

[0051] 图 2 示出了现有的单位像素的结构。

[0052] 图 3 示出了现有的单位像素的结构。

[0053] 图 4 是示出了图 3 中单位像素的 X 方向电位的电位图。

[0054] 图 5 用于辅助说明现有的单位像素中的溢出势垒的电位。

[0055] 图 6 是用于辅助说明杂质注入方法的图。

[0056] 图 7 是示出了本发明实施例所适用的固体摄像器件的结构示例的框图。

[0057] 图 8 示出了本发明实施例所适用的固体摄像器件的单位像素的一种结构。

[0058] 图 9 是图 8 中的单位像素沿 X 方向的结构图。

[0059] 图 10A、图 10B、图 10C 和图 10D 是用于说明图 8 中的单位像素的制造方法的图。

[0060] 图 11 示出了本发明实施例所适用的固体摄像器件的单位像素的另一种结构。

[0061] 图 12A、图 12B、图 12C、图 12D、图 12E、图 12F 和图 12G 是用于辅助说明图 11 中的单位像素的制造方法的图。

[0062] 图 13 示出了本发明实施例所适用的固体摄像器件的单位像素的又一种结构。

[0063] 图 14A、图 14B、图 14C、图 14D、图 14E、图 14F、图 14G 和图 14H 是用于说明图 13 中的单位像素的制造方法的图。

[0064] 图 15 是用于辅助说明图 13 中的单位像素的制造方法的图。

[0065] 图 16 示出了本发明实施例所适用的固体摄像器件的单位像素的再一种结构。

[0066] 图 17A、图 17B、图 17C、图 17D 和图 17E 是用于辅助说明图 16 中的单位像素的制造方法的图。

[0067] 图 18 是示出了本发明实施例所适用的电子装置的结构示例的框图。

具体实施方式

[0068] 下面说明用于实施本发明的实施方案（下文中将这些方案称为实施例）。顺便提及地，将按照如下顺序进行说明。

[0069] 1. 第一实施例

[0070] 2. 第二实施例

[0071] 3. 第三实施例

[0072] 4. 第四实施例

[0073] 5. 变形例

[0074] 1. 第一实施例

[0075] 固体摄像器件的结构示例

[0076] 图 7 是示出了作为本发明实施例所适用的固体摄像器件的 CMOS 图像传感器的结构示例的框图。

[0077] CMOS 图像传感器 100 包括像素阵列部 111、垂直驱动部 112、列处理部 113、水平驱动部 114 和系统控制部 115。像素阵列部 111、垂直驱动部 112、列处理部 113、水平驱动部 114 和系统控制部 115 形成在图 7 中未图示的半导体基板（芯片）上。

[0078] 在像素阵列部 111 中，以矩阵形式二维地布置有包括光电转换元件的单位像素（图 5 中的单位像素 20C），上述光电转换元件用于产生具有与入射光量对应的电荷量的光电荷（后面有时将光电荷简称为“电荷”），并将该光电荷累积在该光电转换元件内。顺便提及地，在下文中，光电荷可简称为“电荷”，并且“单位像素”可简称为“像素”。

[0079] 像素阵列部 111 还具有：沿着图 7 的水平方向（像素行中的像素的布置方向）形成的与呈矩阵形式布置的像素的各行对应的像素驱动线 116，以及沿着图 7 的垂直方向（像素列中的像素的布置方向）形成的与呈矩阵形式布置的像素的各列对应的垂直信号线 117。虽然图 7 示出了单条的像素驱动线 116，但像素驱动线 116 不限于单条线。像素驱动线 116 的一端连接至垂直驱动部 112 的与各行对应的输出端。

[0080] CMOS 图像传感器 100 还包括信号处理部 118 和数据存储部 119。信号处理部 118 和数据存储部 119 可由设置在与 CMOS 图像传感器 100 独立的基板上的例如数字信号处理器（Digital Signal Processor, DSP）等外部信号处理部来实现，或通过软件进行处理来实现，或者可以与 CMOS 图像传感器 100 安装在同一个基板上。

[0081] 垂直驱动部 112 由移位寄存器或地址解码器等构成。垂直驱动部 112 例如是以对所有像素同时进行驱动的方式或者以行为单位进行驱动的方式对像素阵列部 111 的各像素进行驱动的像素驱动部。虽然并未示出垂直驱动部 112 的具体结构，但垂直驱动部 112

一般具有两个扫描系统,即,读出扫描系统和清除扫描系统。

[0082] 读出扫描系统以行为单位依次选择并扫描像素阵列部 111 的单位像素,由此从单位像素中读出信号。清除扫描系统对将要被读出扫描系统执行读出扫描的读出行进行清除扫描,该清除扫描比读出扫描提前与快门速度对应的的时间。

[0083] 通过清除扫描系统进行的清除扫描,将不必要的电荷从读出行的单位像素的光电转换元件中清除(复位所述光电转换元件)。于是,通过清除扫描系统对不必要的电荷进行的清除(复位),来进行所谓的电子快门操作。在此情况下的电子快门操作是指排出光电转换元件中的光电荷并开始新曝光(开始累积光电荷)的操作。

[0084] 通过读出扫描系统进行的读出操作而读出的信号对应于在上一次读出操作或电子快门操作之后入射的光量。从上一次进行读出操作的读出时刻或从进行电子快门操作的清除时刻到这一次进行读出操作的读出时刻之间的期间是单位像素中的光电荷的累积时间(曝光时间)。

[0085] 通过各条垂直信号线 117 把从被垂直驱动部 112 选择并扫描的像素行中的各个单位像素输出的像素信号提供给列处理部 113。针对像素阵列部 111 的各像素列,列处理部 113 对通过垂直信号线 117 从被选择行的各个单位像素输出的像素信号进行预定的信号处理,并且暂时保持着经过该信号处理之后的像素信号。

[0086] 具体地,列处理部 113 至少进行噪声除去处理(例如相关双采样(Correlated Double Sampling,CDS)处理)等信号处理。列处理部 113 的 CDS 处理除去了复位噪声、像素所固有的例如放大晶体管阈值变化等固定模式噪声等。除了具有噪声除去处理功能以外,列处理部 113 还能够设置有例如模拟数字(Analog-to-Digital, AD)转换功能,从而将信号电平作为数字信号输出。

[0087] 水平驱动部 114 是由移位寄存器或地址解码器等构成的。水平驱动部 114 依次选择与列处理部 113 的像素列对应的单位电路。在列处理部 113 中经过信号处理后的像素信号通过水平驱动部 114 的选择和扫描而被依次输出给信号处理部 118。

[0088] 系统控制部 115 由用于产生各种时序信号的时序发生器等形成。系统控制部 115 例如基于由时序发生器产生的各种时序信号对垂直驱动部 112、列处理部 113 和水平驱动部 114 进行驱动控制。

[0089] 信号处理部 118 至少具有相加处理功能。信号处理部 118 对从列处理部 113 输出的像素信号进行诸如相加处理等各种信号处理。在信号处理部 118 进行信号处理时,数据存储部 119 暂时存储当信号处理部 118 进行信号处理时所必需的数据。

[0090] 单位像素的结构

[0091] 下面将说明图 7 中以矩阵形式布置在像素阵列部 111 中的单位像素 120 的具体结构。单位像素 120 具有这样的像素结构:该结构中,如前所述的光电二极管和存储部通过溢出通道而彼此集成在一起。在各实施例中,将单位像素 120A ~ 120D 的结构(第一实施例至第四实施例)作为单位像素 120 的示例进行说明。在第一实施例中,将会说明单位像素 120A。

[0092] 图 8 示出了单位像素 120A 的结构。

[0093] 单位像素 120A 具有作为光电转换元件的例如光电二极管(PD)121。光电二极管 121 例如是埋入型光电二极管,它是通过将 N 型埋入层 134 埋入到形成于 P 型阱层 132 的基

板表面侧处的 P 型层 133 中而形成的,其中 P 型阱层 132 形成在 N 型基板 131 上。

[0094] 单位像素 120A 除了具有光电二极管 121 以外,还具有第一传输门 122、存储部 (MEM) 123、第二传输门 124 和浮动扩散区域 (FD) 125。顺便提及地,存储部 123 和浮动扩散区域 125 被遮光。

[0095] 当向栅极电极 122A 和栅极电极 122B 施加传输脉冲 TRX 时,第一传输门就传输经过光电二极管 121 光电转换后而得到的且累积在光电二极管 121 中的电荷。

[0096] 具体地,栅极电极 122A 由 P 型多晶硅 (polycrystalline silicon; polycrystalline Si; Poly-Si) 形成,并且设置在存储部 123 的上方。另一方面,栅极电极 122B 由 N 型多晶硅 (Poly-Si) 形成,并且设置在作为形成于光电二极管 (PD) 121 与存储部 (MEM) 123 之间的边界部分中的溢出通道 130 的那部分的上方。顺便提及地,即使当栅极电极 122B 被布置为具有与作为溢出通道 130 的那部分以外的光电二极管 121 或存储部 123 重叠的某个重叠部分时,也没有问题。

[0097] 栅极电极 122A 和栅极电极 122B 各自的 Poly-Si (多晶硅) 部分被绝缘膜 (绝缘层) 分隔开,但都与同一条布线 (TRX) 电连接。形成栅极电极 122A 用的 P 型 Poly-Si 和形成栅极电极 122B 用的 N 型 Poly-Si 被氧化物膜隔离开。

[0098] 存储部 123 由在栅极电极 122A 下方形成的 N 型埋入式沟道 135 构成。存储部 123 累积通过第一传输门 122 从光电二极管 121 传输来的电荷。顺便提及地,存储部 123 被形成成为具有这样的杂质浓度:当通过第二传输门 124 传输 (排出) 电荷时,该杂质浓度处于耗尽状态。

[0099] 在单位像素 120A 中,在形成于 N 型基板 131 上的 P 型阱层 132 的内部,光电二极管 121 和存储部 123 被形成成为 N 型杂质扩散区域。例如,当在此情况下 P 型阱层 132 的 P 型杂质浓度为 $1 \times 10^{15}(\text{cm}^{-3})$ 时,光电二极管 121 和存储部 123 被形成得具有当排出电荷时会处于耗尽状态的 N 型杂质浓度,例如浓度约为 $1 \times 10^{16}(\text{cm}^{-3}) \sim 1 \times 10^{17}(\text{cm}^{-3})$ 。另外,形成于光电二极管 121 的基板表面侧上的 P 型层 133 被形成得具有例如约 $1 \times 10^{17}(\text{cm}^{-3}) \sim 1 \times 10^{19}(\text{cm}^{-3})$ 的杂质浓度。

[0100] 第二传输门 124 形成在存储部 (MEM) 123 与浮动扩散区域 (FD) 125 之间。当向栅极电极 124A 施加传输脉冲 TRG 时,第二传输门 124 就对累积在存储部 123 中的电荷进行传输。浮动扩散区域 125 是由 N 型层形成的电荷电压转换部。浮动扩散区域 125 将通过第二传输门 124 从存储部 123 传输来的电荷转换成电压。

[0101] 图 9 是图 8 中的单位像素 120A 的沿 X 方向的结构图。

[0102] 如图 9 所示,在形成有存储部 123 的存储区域 (MEM) 上覆盖有由 P 型 Poly-Si 制成的栅极电极 122A。另一方面,在由 N 型 Poly-Si 制成的栅极电极 122B 的下方有 P 型阱层 132。溢出势垒 (OFB) 可由栅极电极 122A 的 P 型 Poly-Si 的功函数与栅极电极 122B 的 N 型 Poly-Si 的功函数之差形成。

[0103] 仍参照图 8 的说明,单位像素 120A 还包括复位晶体管 126、放大晶体管 127 和选择晶体管 128。在图 8 的示例中,使用 N 沟道 MOS 晶体管作为复位晶体管 126、放大晶体管 127 和选择晶体管 128。然而,图 8 所示出的复位晶体管 126、放大晶体管 127 和选择晶体管 128 的导电类型的组合仅仅是一个示例,而不限于这些导电类型的组合。

[0104] 复位晶体管 126 被连接在电源 VDB 与浮动扩散区域 125 之间。当向复位晶体管 126

的栅极电极施加复位脉冲 RST 时,复位晶体管 126 将浮动扩散区域 125 复位。放大晶体管 127 的漏极电极连接至电源 VDD,而放大晶体管 127 的栅极电极连接至浮动扩散区域 125。放大晶体管 127 读出浮动扩散区域 125 的电压。

[0105] 例如,选择晶体管 128 的漏极电极连接至放大晶体管 127 的源极电极,并且选择晶体管 128 的源极电极连接至垂直信号线 117。当向选择晶体管 128 的栅极电极施加选择脉冲 SEL 时,选择晶体管 128 选择要被读出像素信号的单位像素 120。顺便提及地,也可将选择晶体管 128 连接在电源 VDD 与放大晶体管 127 的漏极电极之间。

[0106] 顺便提及地,取决于像素信号的读出方法,也可以省略复位晶体管 126、放大晶体管 127 和选择晶体管 128 中的一个或多个,或者可以让多个像素共用复位晶体管 126、放大晶体管 127 和选择晶体管 128 中的一个或多个。

[0107] 单位像素 120A 还包括用于把累积在光电二极管 121 中的电荷排出的电荷排出部(未图示)。在曝光开始时,当向上述电荷排出部的栅极电极施加控制脉冲 ABG 时,该电荷排出部将光电二极管 121 的电荷排出至由 N 型层形成的漏极部。电荷排出部用来防止在曝光结束后的读出期间中当光电二极管 121 饱和时发生电荷溢出。所述漏极部被施加预定电压 VDA。

[0108] 存储部上方的各栅极电极的电位

[0109] 下面对作为电荷保持区域的存储部 123 上方的各栅极电极,即第一传输门 122 的栅极电极 122A 和栅极电极 122B 的电位进行说明。

[0110] 当向栅极电极 122A 和栅极电极 122B 施加传输脉冲 TRX 时,由于形成栅极电极 122B 用的 N 型 Poly-Si 的功函数小于形成栅极电极 122A 用的 P 型 Poly-Si 的功函数,所以作为溢出通道 130 的那部分的电位下降。也就是说,当向栅极电极 122A 和栅极电极 122B 施加同一电压(传输脉冲 TRX)时,向栅极电极 122B 侧施加了例如约为 1V 的偏压。于是,就电位方面而言,是从上侧施加了偏移电压(offset voltage)。因此,形成在栅极电极 122B 下方的 P 型阱层 132 的电位下降,由此形成了溢出通道 130。

[0111] 换言之,当栅极电极 122B 设置在 P 型阱层 132 的上方,并且向栅极电极 122A 和栅极电极 122B 施加传输脉冲 TRX 时,通过栅极电极 122A 与栅极电极 122B 间的偏移对 P 型阱层 132 进行调节。也就是说,通过向栅极电极 122A 和栅极电极 122B 施加传输脉冲 TRX,使由位于光电二极管(PD)121 与存储部(MEM)123 之间的边界部分中的 P 型阱层 132 形成的溢出势垒(OFB)的电位加深,由此形成了溢出通道 130。

[0112] 顺便提及地,当通过控制溢出势垒(OFB)的电位高度而形成溢出通道 130 时,施加例如 0V 或负电位作为传输脉冲 TRX。

[0113] 制造工序

[0114] 下面参照图 10A ~ 图 10D 来说明图 8 中的单位像素 120A 的制造工序。

[0115] 首先,如图 10A 所示,进行离子注入处理,从而在形成于 N 型基板 131 上的 P 型阱层 132 中形成作为 N 型区域的存储部(MEM)123。这时形成的存储部 123 的 N 型杂质浓度是前文所述的浓度。

[0116] 接着,如图 10B 所示,进行热氧化处理从而形成氧化硅膜(Si 氧化物膜),随后形成 Poly-Si 膜并进行图形化处理,由此形成第一传输门 122 的栅极电极 122A 和第二传输门 124 的栅极电极 124A。然而,在上述图形化处理之前,进行离子注入处理使栅极电极 122A 和

栅极电极 124A 形成得具有 P 型杂质浓度。这样,由 P 型 Poly-Si 制成的栅极电极 122A 设置在存储部 123 的上方。

[0117] 顺便提及地,在本制造工序的示例中,已经说明的是在图形化之前进行离子注入的示例。然而,也可以在制造工序的最后阶段利用光掩模将离子仅注入至栅极电极 122A 中。另一方面,关于栅极电极 124A,栅极电极 124A 可以与栅极电极 122A 同时形成成为 P 型,或者可以在形成栅极电极 124A 之后通过离子注入将栅极电极 124A 形成成为 N 型。

[0118] 然后,如图 10C 所示,进行热氧化处理或层叠处理以形成氧化硅膜,随后通过再次形成 Poly-Si 膜并进行蚀刻以获得所需图形,由此形成栅极电极 122B。于是,由 N 型 Poly-Si 制成的栅极电极 122B 设置在作为溢出通道 130 的那部分的上方。

[0119] 最后,如图 10D 所示,进行离子注入处理从而在形成于 N 型基板 131 上的 P 型阱层 132 中形成光电二极管 (PD) 121 和浮动扩散区域 (FD) 125。这时形成的光电二极管 121 的杂质浓度是前文所述的浓度。随后,经过诸如杂质活化用的热处理等预定的已知制造工序,能够获得具有图 8 所示的单位像素 120A 的 CMOS 图像传感器 100。

[0120] 如上所述,在第一实施例中,由 P 型 Poly-Si 制成的栅极电极 122A 和由 N 型 Poly-Si 制成的栅极电极 122B 被设置为具有不同功函数的栅极电极(这两个栅极电极分别设置在存储部 123 的上方和溢出通道 130 的上方)。上述两个栅极电极间的偏移使光电二极管 121 与存储部 123 之间的边界部分中的 P 型阱层 132 的电位下降,由此形成溢出通道 130。

[0121] 因此,不是通过在作为溢出通道 130 的部分中设置杂质扩散区域而是能够通过设置有多个栅极电极来形成溢出通道 130。因此,能够稳定地形成溢出势垒(中间溢出势垒)。另外,由于两个栅极电极间的偏移使电位下降,与通过杂质浓度来控制溢出势垒的电位高度的情况相比,能够更有力地控制电位。

[0122] 顺便提及地,在图 8 及图 10A~图 10D 的说明中,栅极电极 122B 具有跨越到栅极电极 122A 上方的结构。然而,栅极电极 122B 不是必需具有这样的结构。只要栅极电极 122B 被设置在光电二极管 121 与存储部 123 之间的边界部分中就足够了。另外,图 8 的单位像素 120A 中,形成杂质扩散区域和栅极电极用的 P 型导体和 N 型导体可以互换。

[0123] 2. 第二实施例

[0124] 单位像素的结构

[0125] 下面参照图 11 来说明本发明的第二实施例。第二实施例与第一实施例的不同之处在于:第一实施例中由多晶硅形成的两个栅极电极中的一者在第二实施例中是由金属形成的。

[0126] 图 11 示出了单位像素 120B 的结构。顺便提及地,在图 11 中,与图 8 中相对应的构成部分由相同的附图标记表示,并适当地省略对它们的说明。

[0127] 在单位像素 120B 中,在 P 型阱层 132 上形成有层间绝缘膜 140,由 P 型 Poly-Si(多晶硅)制成的栅极电极 122A 形成在存储部 123 的上方。另外,在光电二极管 (PD) 121 与存储部 (MEM) 123 之间的边界部分中作为溢出通道 130 的那部分的上方形成有层叠在栅极绝缘膜 122D 上的金属性栅极电极 122C。

[0128] 具体地,在单位像素 120B 中,形成栅极电极 122A 以后,形成层间绝缘膜 140,蚀刻掉层间绝缘膜 140 的将要在其下方形成溢出通道 130 的部分,在层间绝缘膜 140 的该

部分中层叠栅极绝缘膜 122D 和金属性栅极电极 122C, 随后通过化学机械研磨 (chemical mechanical polishing, CMP) 除去栅极绝缘膜 122D 及金属性栅极电极 122C 的上部, 由此形成了栅极电极。上述工序被称为镶嵌工艺。将会在图 12A ~ 图 12G 所示的单位像素 120B 的制造工序部分中对该工序的细节进行说明。

[0129] 金属性栅极电极 122C 例如由下列材料形成: 选自由铪 (Hf) 和钽 (Ta) 等组成的组中的金属; 包含这些金属的合金; 或者包含这些金属的化合物。金属性栅极电极 122C 的功函数接近 N 型 Poly-Si 的功函数。具体地, 作为金属性栅极电极 122C, 具有 4.6eV 以下的功函数的材料或者优选具有 4.3eV 以下的功函数的材料是适合的。特别地, 期望使用 HfSi_x 作为金属性栅极电极 122C。

[0130] 使用氧化硅膜或诸如氧化铪 (HfO_2) 等高介电常数绝缘膜等作为栅极绝缘膜 122D。

[0131] 在如上所述形成的单位像素 120B 中, 当向栅极电极 122A 和金属性栅极电极 122C 施加传输脉冲 TRX 时, 由于金属性栅极电极 122C (例如 HfSi_x) 的功函数小于栅极电极 122A (P 型 Poly-Si) 的功函数, 因而作为溢出通道 130 的那部分的电位下降。

[0132] 制造工序

[0133] 下面参照图 12A ~ 图 12G 来说明图 11 所示的单位像素 120B 的制造工序。

[0134] 首先, 如图 12A 所示, 进行离子注入处理, 从而在形成于 N 型基板 131 上的 P 型阱层 132 中形成作为 N 型区域的存储部 (MEM) 123。

[0135] 接着, 如图 12B 所示, 通过热氧化处理形成氧化硅膜, 随后形成 Poly-Si 膜并进行图形化处理, 由此形成第一传输门 122 的栅极电极 122A 和第二传输门 124 的栅极电极 124A。然而, 在上述图形化处理之前, 进行离子注入处理使栅极电极 122A 和栅极电极 124A 形成得具有 P 型杂质浓度。于是, 由 P 型 Poly-Si 制成的栅极电极 122A 设置在存储部 123 的上方。

[0136] 顺便提及地, 在本制造工序的示例中, 已经说明的是在图形化之前进行离子注入的示例。然而, 也可以在制造工序的最后阶段使用光掩模将离子仅注入至栅极电极 122A 中。另一方面, 关于栅极电极 124A, 栅极电极 124A 可以与栅极电极 122A 同时形成成为 P 型, 或者可以在形成栅极电极 124A 之后通过离子注入将该栅极电极 124A 形成为 N 型。

[0137] 接下来, 如图 12C 所示, 进行离子注入处理从而在形成于 N 型基板 131 上的 P 型阱层 132 中形成光电二极管 (PD) 121 和浮动扩散区域 (FD) 125。通过热处理使杂质活化。

[0138] 随后, 如图 12D 所示, 在形成了光电二极管 (PD) 121、第一传输门 122 的栅极电极 122A、存储部 (MEM) 123、第二传输门 124 和浮动扩散区域 (FD) 125 以后, 在 P 型阱层 132 的表面侧上形成层间绝缘膜 140。然后, 如图 12E 所示, 通过光刻处理和干式蚀刻处理, 蚀刻掉层间绝缘膜 140 的如下一部分: 这一部分位于光电二极管 (PD) 121 与存储部 (MEM) 123 之间的边界部分上方且将要在这一部分中形成栅极电极。

[0139] 然后, 如图 12F 所述, 在上述的通过蚀刻而被处理成预定形状的这一部分上, 沉积由氧化硅膜或高介电常数绝缘膜形成的栅极绝缘膜 122D, 然后再层叠由 HfSi_x 等制成的金属性栅极电极 122C。随后, 通过化学机械研磨处理, 进行用于除去金属性栅极电极 122C 及栅极绝缘膜 122D 上部中的不必要金属层的镶嵌工艺。由此形成了如图 12G 所示的层叠在栅极绝缘膜 122D 上的金属性栅极电极 122C。于是, 由 HfSi_x 等制成的金属性栅极电极 122C 设置在作为溢出通道 130 的那部分的上方。

[0140] 随后,经过预定的已知制造工序,能够获得具有图 11 所示的单位像素 120B 的 CMOS 图像传感器 100。

[0141] 如上所述,在第二实施例中,由 P 型 Poly-Si 制成的栅极电极 122A 和由相当于 N 型 Poly-Si 的金属(例如 HfSi_x)制成的金属性栅极电极 122C 被设置为具有不同功函数的栅极电极(这两个栅极电极分别设置在存储部 123 的上方和溢出通道 130 的上方)。上述两个栅极电极间的偏移使光电二极管 121 与存储部 123 之间的边界部分中的 P 型阱层 132 的电位下降,从而形成了溢出通道 130。

[0142] 顺便提及地,图 11 的单位像素 120B 中形成杂质扩散区域和栅极电极用的 P 型导体和 N 型导体可以互换。当图 11 的单位像素 120B 中形成杂质扩散区域和栅极电极用的 P 型导体和 N 型导体互换时,金属电极所需的功函数也变得与前述相反。

[0143] 3. 第三实施例

[0144] 单位像素的结构

[0145] 下面参照图 13 来说明本发明的第三实施例。第三实施例与第一实施例的区别在于:第一实施例中由多晶硅形成的两个栅极电极在第三实施例中均由金属形成。

[0146] 图 13 示出了单位像素 120C 的结构。顺便提及地,在图 13 中,与图 8 和图 11 中相对应的部分由相同的附图标记表示,并适当地省略对它们的说明。

[0147] 在单位像素 120C 中,在 P 型阱层 132 上形成有层间绝缘膜 140,而层叠于栅极绝缘膜 122F 上的金属性栅极电极 122E 形成在存储部 123 的上方,层叠于栅极绝缘膜 122D 上的金属性栅极电极 122C 形成在作为溢出通道 130 的那部分的上方。

[0148] 金属性栅极电极 122E 例如由下列材料形成:选自由钛(Ti)、钼(Mo)和钌(Ru)等组成的组中的金属;包含这些金属的合金;或者包含这些金属的化合物。金属性栅极电极 122E 的功函数接近 P 型 Poly-Si 的功函数。具体地,作为金属性栅极电极 122E,具有 4.6eV 以上的功函数的材料或者优选具有 4.9eV 以上的功函数的材料是适合的。特别地,期望使用氮化钛(TiN)或钌(Ru)作为金属性栅极电极 122E。

[0149] 使用氧化硅膜或者高介电常数绝缘膜作为栅极绝缘膜 122F。

[0150] 在如上所述形成的单位像素 120C 中,当向金属性栅极电极 122E 和金属性栅极电极 122C 施加传输脉冲 TRX 时,由于金属性栅极电极 122C(例如 HfSi_x)的功函数小于金属性栅极电极 122E(例如氮化钛(TiN)等)的功函数,因而作为溢出通道 130 的那部分的电位下降。

[0151] 制造工序

[0152] 下面参照图 14A~图 14H 以及图 15 来说明图 13 所示的单位像素 120C 的制造工序。

[0153] 首先,如图 14A 所示,进行离子注入处理,从而在形成于 N 型基板 131 上的 P 型阱层 132 中形成作为 N 型区域的存储部(MEM)123。

[0154] 接着,如图 14B 所示,通过热氧化处理形成氧化硅膜,随后形成 Poly-Si 膜并进行图形化处理,由此形成了第二传输门 124 的栅极电极 124A。然后,如图 14C 所示,进行离子注入处理,从而在形成于 N 型基板 131 上的 P 型阱层 132 中形成光电二极管(PD)121 和浮动扩散区域(FD)125。通过热处理使杂质活化。

[0155] 随后,如图 14D 所示,在形成了光电二极管(PD)121、存储部(MEM)123、第二传输门

124 和浮动扩散区域 (FD) 125 以后, 在 P 型阱层 132 的表面侧上形成层间绝缘膜 140。然后, 如图 14E 所示, 通过光刻处理和干式蚀刻处理, 蚀刻掉层间绝缘膜 140 的如下一部分: 这一部分位于存储部 (MEM) 123 上方且要在这一部分中形成栅极电极。

[0156] 接着, 如图 14F 所示, 在上述的通过蚀刻而被处理成预定形状的这一部分上, 沉积由氧化硅膜或高介电常数绝缘膜形成的栅极绝缘膜 122F, 然后层叠由氮化钛 (TiN) 等制成的金属性栅极电极 122E。然后, 通过执行镶嵌工艺从而形成图 14G 所示的层叠在栅极绝缘膜 122F 上的金属性栅极电极 122E。于是, 由氮化钛 (TiN) 等制成的金属性栅极电极 122E 设置在存储部 123 的上方。另外, 如图 14H 所示, 蚀刻掉层间绝缘膜 140 的如下部分: 这部分位于光电二极管 (PD) 121 与存储部 (MEM) 123 之间的边界部分的上方且将要在该部分中形成栅极电极。然后, 如图 12F 所示, 沉积由氧化硅膜或高介电常数绝缘膜形成的栅极绝缘膜 122D, 然后层叠由 HfSi_x 制成的金属性栅极电极 122C, 并执行镶嵌工艺。于是, 如图 15 所示, 由 HfSi_x 等制成的金属性栅极电极 122C 设置在作为溢出通道 130 的那部分的上方。

[0157] 随后, 经过预定的已知制造工序, 能够获得具有图 13 所示的单位像素 120C 的 CMOS 图像传感器 100。

[0158] 4. 第四实施例

[0159] 单位像素的结构

[0160] 下面参照图 16 来说明本发明的第四实施例。第四实施例与第一实施例的区别在于: 在离子注入过程中形成 P 型 Poly-Si 和 N 型 Poly-Si。

[0161] 图 16 示出了单位像素 120D 的结构。顺便提及地, 在图 16 中, 与图 8 中相对应的部分由相同的附图标记表示, 并适当地省略对它们的说明。

[0162] 在单位像素 120D 中, 由 P 型 Poly-Si (多晶硅) 制成的栅极电极 122A 形成在存储部 123 上方。另外, 在光电二极管 (PD) 121 与存储部 (MEM) 123 之间的边界部分中作为溢出通道 130 的那部分的上方, 形成有由 N 型 Poly-Si (多晶硅) 制成的栅极电极 122B。

[0163] 具体地, 在单位像素 120D 中, 在存储部 123 的上方形成了由 Poly-Si 制成的第一传输门 122, 随后通过离子注入法, 形成由 P 型 Poly-Si 制成的栅极电极 122A 和由 N 型 Poly-Si 制成的栅极电极 122B。当由此形成上述各栅极电极时, P 型杂质和 N 型杂质在由 Poly-Si 制成的第一传输门 122 内扩散, 并由此形成了过渡部分。然而, 因为是在单个工序中完成了栅极形成过程, 所以能够减少工序。顺便提及地, 将会在图 17A ~ 图 17E 中所示的单位像素 120D 的制造工序部分中对该工序的细节进行说明。

[0164] 在如上所述形成的单位像素 120D 中, 当向栅极电极 122A 和栅极电极 122B 施加传输脉冲 TRX 时, 由于栅极电极 122B (N 型 Poly-Si) 的功函数小于栅极电极 122A (P 型 Poly-Si) 的功函数, 因而作为溢出通道 130 的那部分的电位下降。

[0165] 制造工序

[0166] 下面参照图 17A ~ 图 17E 来说明图 16 所示的单位像素 120D 的制造工序。

[0167] 首先, 如图 17A 所示, 进行离子注入处理, 从而在形成于 N 型基板 131 上的 P 型阱层 132 中形成作为 N 型区域的存储部 (MEM) 123。

[0168] 接着, 如图 17B 所示, 进行热氧化处理以形成氧化硅膜, 随后形成 Poly-Si 膜并进行图形化处理, 由此形成了第一传输门 122 和第二传输门 124。另外, 进行离子注入处理, 从而在形成于 N 型基板 131 上的 P 型阱层 132 中形成光电二极管 (PD) 121 和浮动扩散区域

(FD) 125。

[0169] 随后,如图 17C 所示,对光致抗蚀剂 150 进行图形化,然后将 P 型离子(例如硼等)注入到将要成为第一传输门 122 的栅极电极 122A 的部分和将要成为第二传输门 124 的栅极电极 124A 的部分中。另外,如图 17D 所示,对光致抗蚀剂 150 进行图形化,然后将 N 型离子(例如磷等)注入到将要成为第一传输门 122 的栅极电极 122B 的部分中。

[0170] 最后,进行热处理以使杂质活化。于是,如图 17E 所示,由 P 型 Poly-Si 制成的栅极电极 122A 设置在存储部 123 上方,而由 N 型 Poly-Si 制成的栅极电极 122B 设置在作为溢出通道 130 的那部分的上方。

[0171] 随后,经过预定的已知制造工序,能够获得具有图 16 所示的单位像素 120D 的 CMOS 图像传感器 100。

[0172] 如上所述,在第四实施例中,由 P 型 Poly-Si 制成的栅极电极 122A 和由 N 型 Poly-Si 制成的栅极电极 122B 被设置为具有不同功函数的栅极电极(该两个栅极电极分别设置在存储部 123 的上方和溢出通道 130 的上方)。该两个栅极电极间的偏移使光电二极管 121 与存储部 123 之间的边界部分中的 P 型阱层 132 的电位下降,从而形成了溢出通道 130。

[0173] 另外,由于第一传输门 122 中的 P 型区域和 N 型区域仅仅是通过杂质注入而彼此分离,这便简化了第四实施例的制造工序。然而,由于在 P 型区域与 N 型区域之间扩散有所不同,并且形成了耗尽层,这会使溢出势垒的电位的控制特性略微劣化。

[0174] 5. 变形例

[0175] 第二实施例(图 11)的说明已经对栅极电极 122A 和栅极电极 122C 做了这样的假设:栅极电极 122A 由 P 型多晶硅形成,栅极电极 122C 由金属形成。然而,也可以反过来,即,栅极电极 122A 可由金属形成,而栅极电极 122C 可由 N 型多晶硅形成。在此情况下,如第三实施例(图 13)所述,栅极电极 122A 例如由功函数接近 P 型 Poly-Si 的功函数的下列材料形成:选自由钛(Ti)、钼(Mo)和钌(Ru)等组成的组中的金属;包含这些金属的合金;或者包含这些金属的化合物。

[0176] 另外,上述第一实施例~第四实施例的单位像素 120A~单位像素 120D 中的器件结构的导电类型仅仅是示例,并且可以将 N 型变成 P 型,而将 P 型变成 N 型。N 型基板 131 的导电类型可以是 N 型或 P 型。

[0177] 另外,可以将离子轻微注入到位于光电二极管(PD)121 与存储部(MEM)123 之间的边界部分中的 P 型阱层 132 内,从而辅助具有不同功函数的两个栅极电极使 P 型阱层 132 的电位降低。

[0178] 本发明不限于对固体摄像器件的应用。也就是说,本发明适用于一般的在图像摄取部(光电转换部)中使用了固体摄像器件的电子装置,所述电子装置包括例如数码照相机和摄像机等摄像装置、具有摄像功能的便携式终端装置、在图像读取部中采用了固体摄像器件的复印机,等等。固体摄像器件可以形成成为单个芯片,或者可以是具有摄像功能的模块形式,在该模块中集中地封装有摄像部及信号处理部或者光学系统。

[0179] 本发明所适用的电子装置的结构示例

[0180] 图 18 是示出了作为本发明所适用的电子装置的摄像装置的结构示例的框图。

[0181] 图 18 的摄像装置 300 包括:由透镜组等构成的光学部 301、采用了上述单位像素

120 的各种结构之一的固体摄像器件 (摄像器件) 302、以及作为照相机信号处理电路的数字信号处理器 (Digital Signal Processor, DSP) 电路 303。摄像装置 300 还包括帧存储器 304、显示单元 305、记录单元 306、操作单元 307 和电源单元 308。DSP 电路 303、帧存储器 304、显示单元 305、记录单元 306、操作单元 307 和电源单元 308 通过总线 309 相互连接。

[0182] 光学部 301 获取来自于被拍摄物体的入射光 (图像光), 然后在固体摄像器件 302 的摄像面上形成图像。固体摄像器件 302 以像素为单位, 将入射光 (该入射光的图像被光学部 301 形成在摄像面上) 的量转换为电信号, 并将该电信号作为像素信号输出。作为固体摄像器件 302, 可使用上述各实施例的 CMOS 图像传感器 100 的固体摄像器件等, 即能够通过全局曝光 (global exposure) 来实现不失真地进行成像的固体摄像器件。

[0183] 例如, 显示单元 305 由诸如液晶面板或有机电致发光 (electro luminescence, EL) 面板等平板型显示装置构成。显示单元 305 显示出由固体摄像器件 302 拍摄到的动态图像或静态图像。记录单元 306 将由固体摄像器件 302 拍摄到的动态图像或静态图像记录在诸如录像带或数字式多用盘 (Digital Versatile Disk, DVD) 等记录媒介上。

[0184] 在用户进行的操作下, 操作单元 307 发出摄像装置 300 的各种功能的操作命令。电源单元 308 适当地向 DSP 电路 303、帧存储器 304、显示单元 305、记录单元 306 和操作单元 307 提供各种电力以作为它们的操作电力。

[0185] 如上所述, 当使用上述各实施例的 CMOS 图像传感器 100 作为固体摄像器件 302 时, 能够减少由像素晶体管的阈值变化所产生的噪声, 从而能够确保高的信噪比 (S/N)。因此, 在诸如摄像机或者数码照相机等摄像装置 300 中以及在用于诸如手机等移动装置的相机模块中, 也能够提高所拍摄图像的图像质量。

[0186] 另外, 上述各实施例已经举例说明了将本发明应用于以矩阵形式布置单位像素而形成的 CMOS 图像传感器的情况, 上述单位像素是把与可见光的量相对应的信号电荷作为物理量进行感测。然而, 本发明不限于应用于 CMOS 图像传感器, 还适用于列方式 (column system) 的固体摄像器件, 该列方式的固体摄像器件通常形成有与像素阵列部的各像素列对应布置着的列处理部。

[0187] 另外, 本发明不限于应用于对入射的可见光量的分布进行感测并将该分布作为图像进行拍摄的固体摄像器件。本发明还适用于如下固体摄像器件: 用于将红外线、X 射线或粒子等的入射量的分布拍摄成图像的固体摄像器件; 以及, 从广义上讲, 通常包括用于对诸如压力或电容等其它物理量的分布进行感测并将该分布拍摄成图像的例如指纹检测传感器等固体摄像器件 (物理量分布感测器件)。

[0188] 应当注意的是, 在本说明书中, 当然可以按照所说明的顺序以时间顺序进行流程图中所述的步骤, 但是例如当进行呼叫时, 也可并行地或按必要时序进行上述步骤, 而不一定必须按时间顺序来实现。

[0189] 本发明的实施例不限于上述实施例, 而是在不背离本发明的精神下能够做出各种改变。

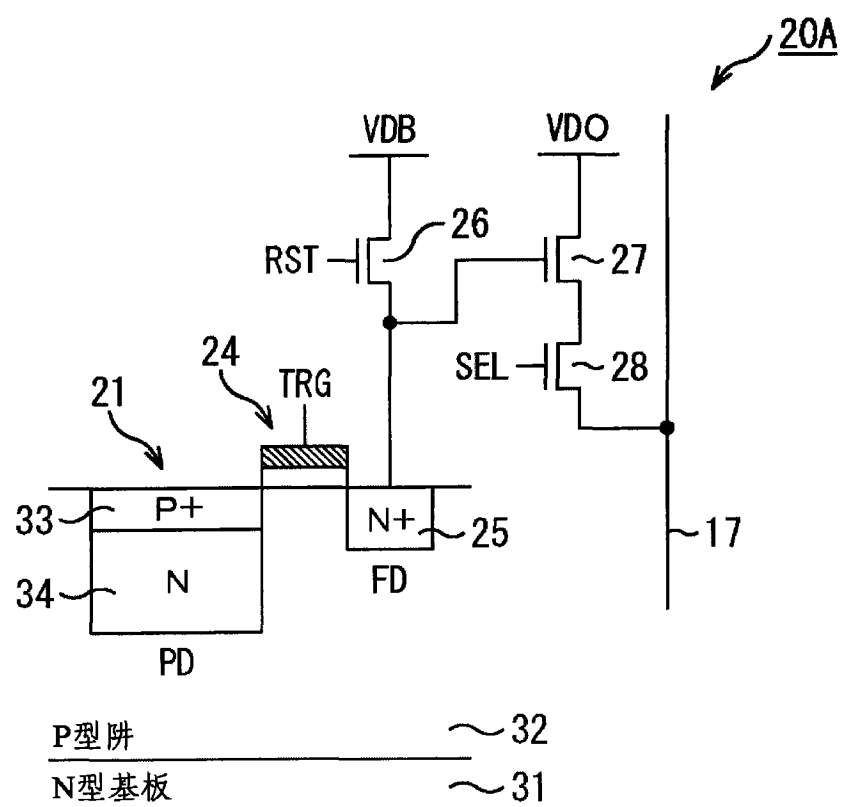


图 1

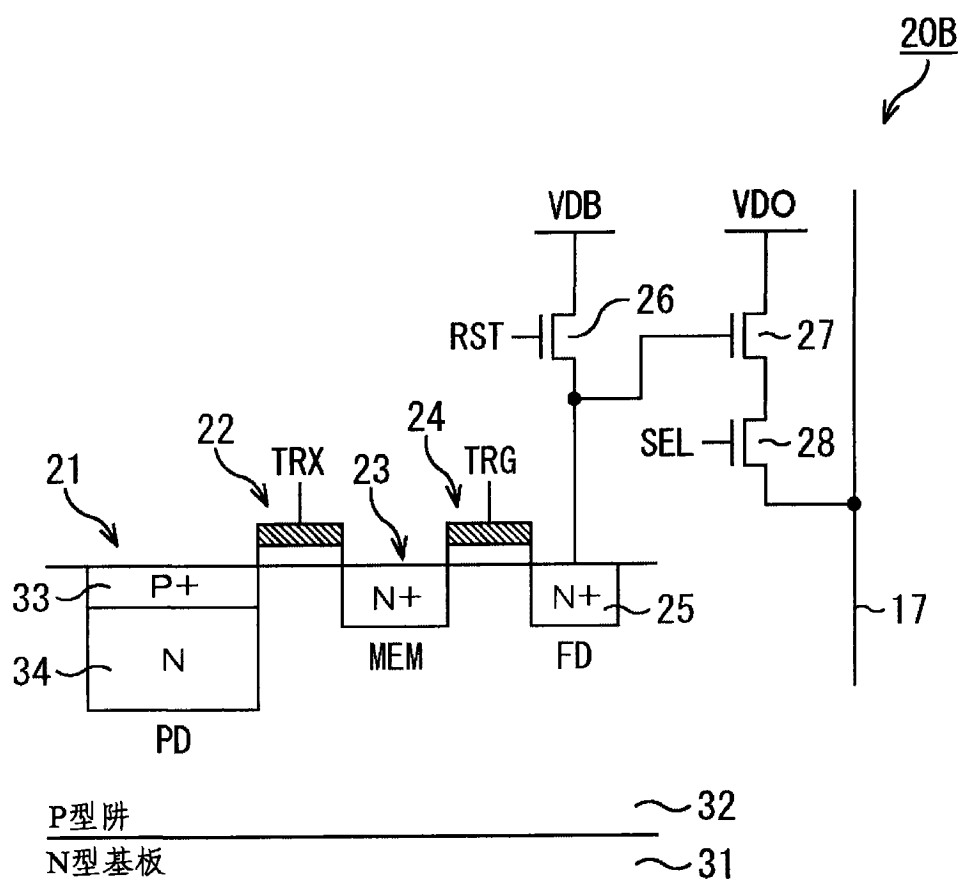


图 2

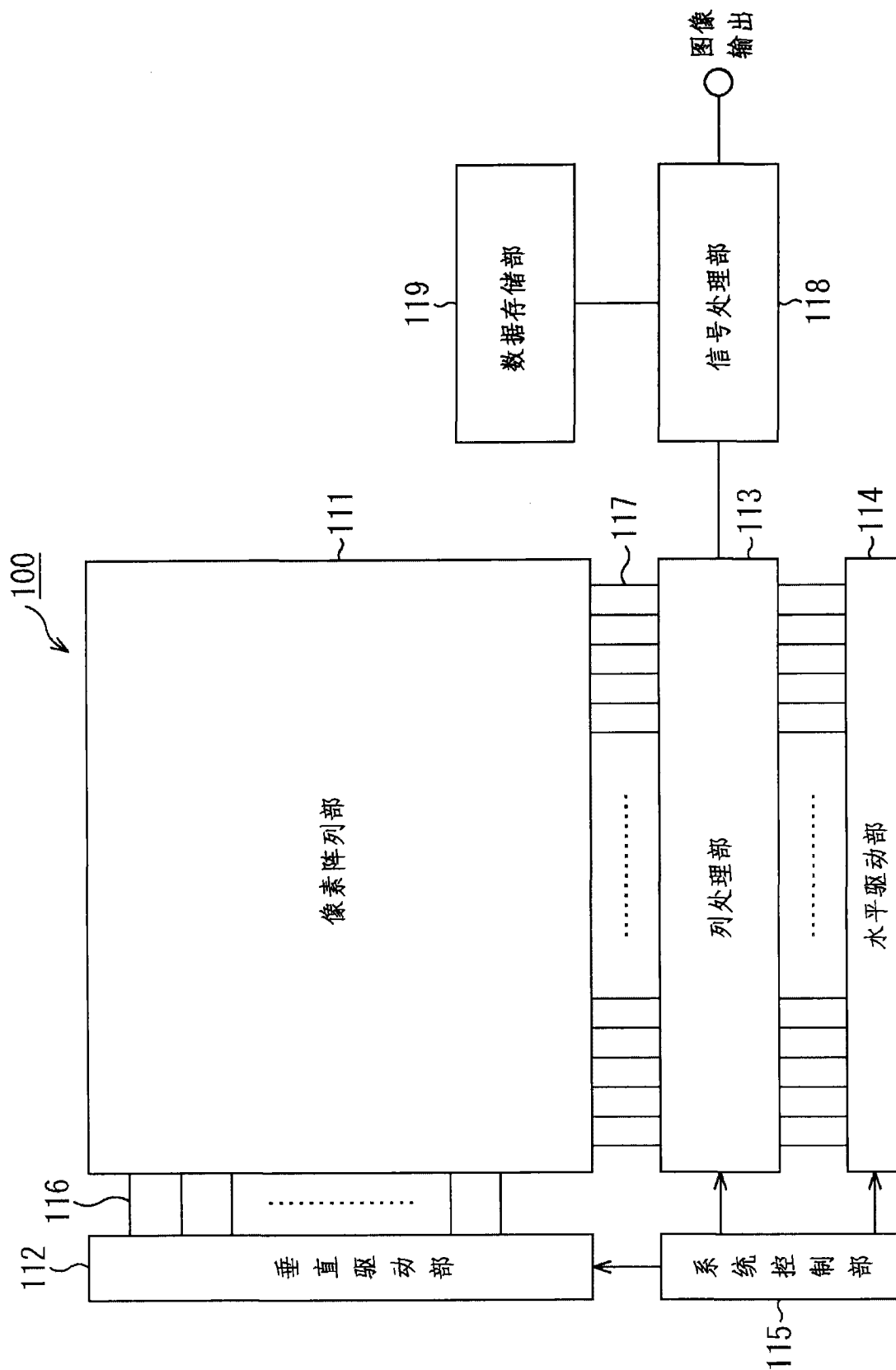


图 7

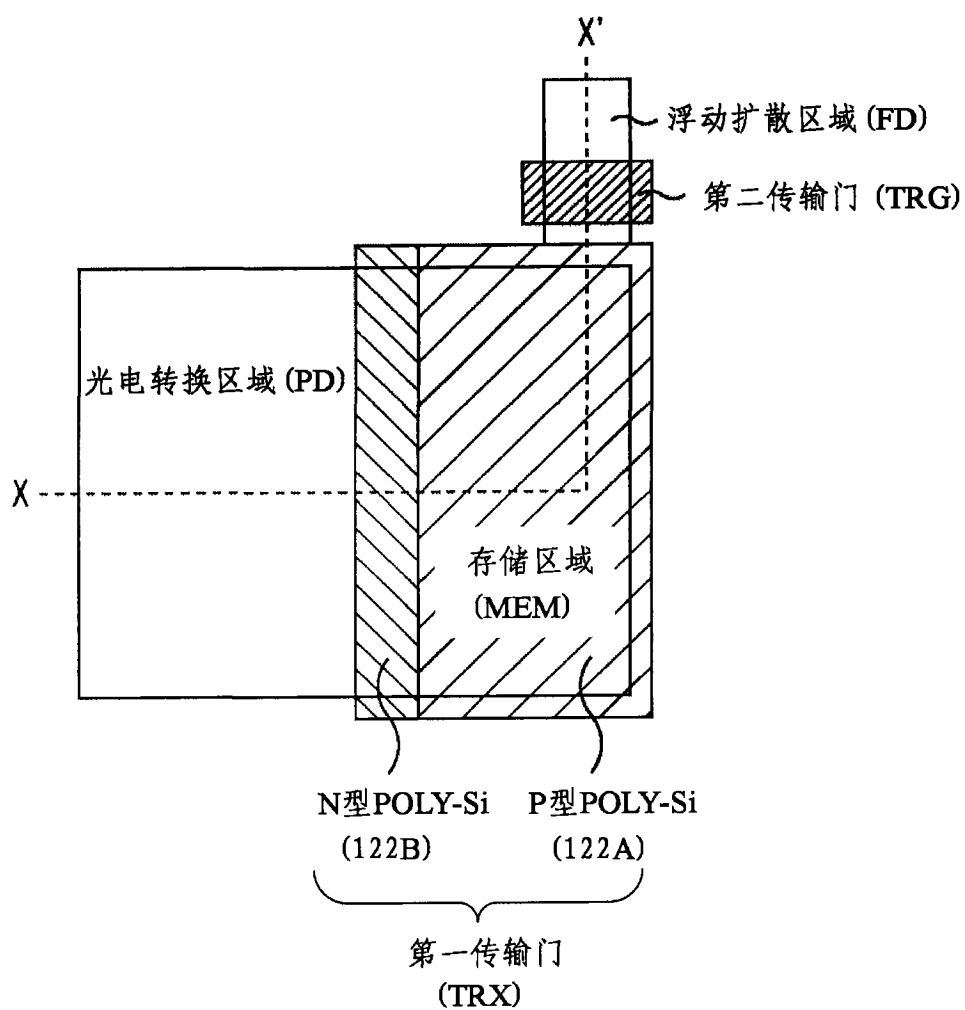


图 9

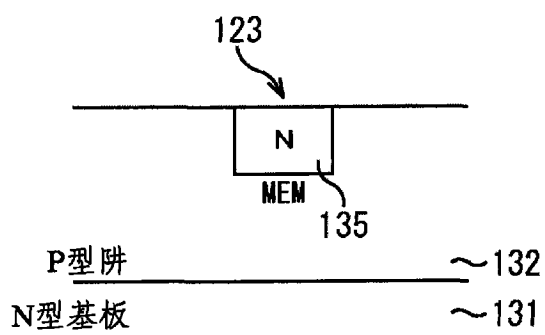


图 10A

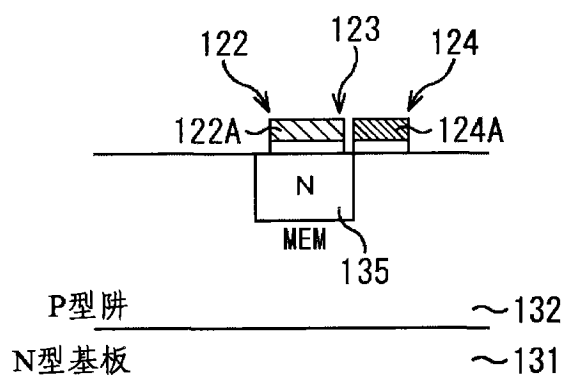


图 10B

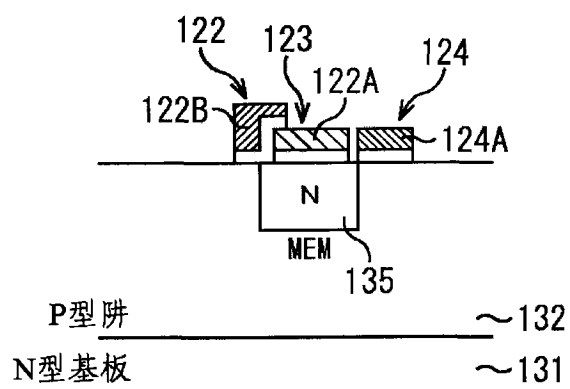


图 10C

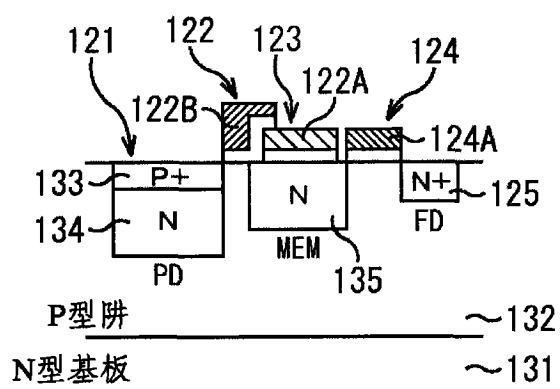


图 10D

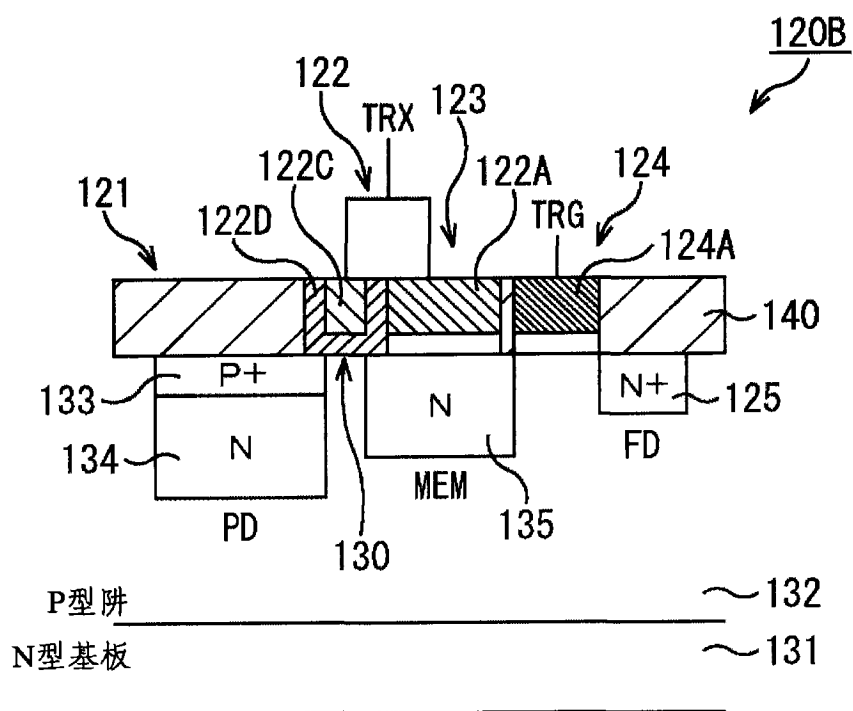


图 11

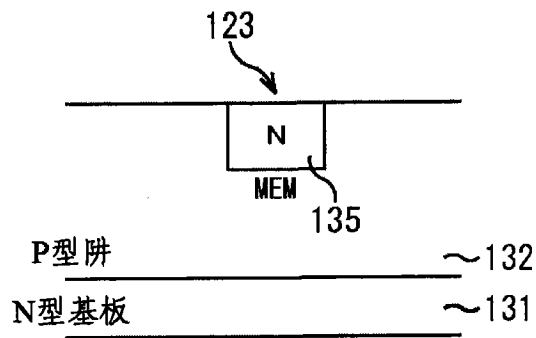


图 12A

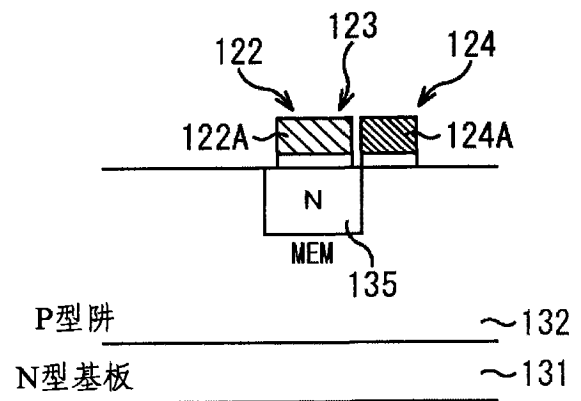


图 12B

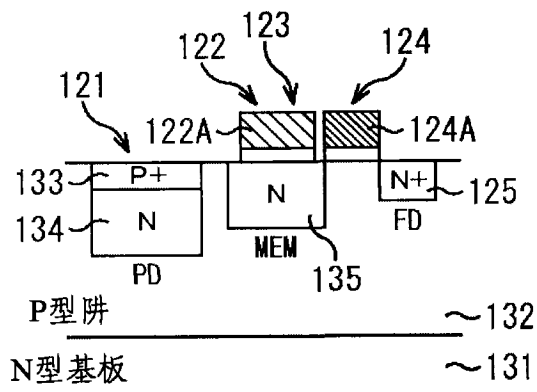


图 12C

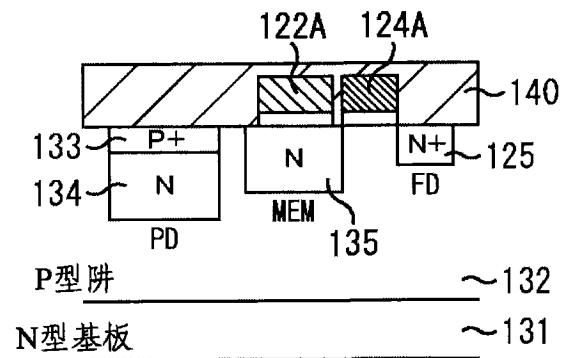


图 12D

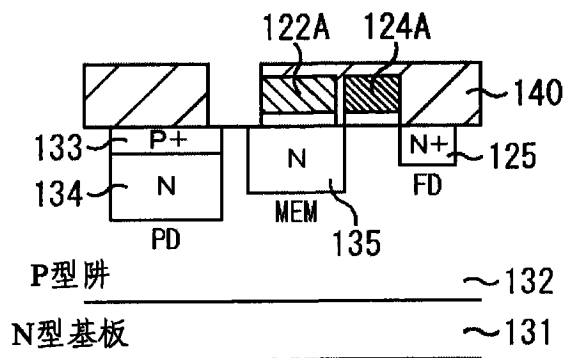


图 12E

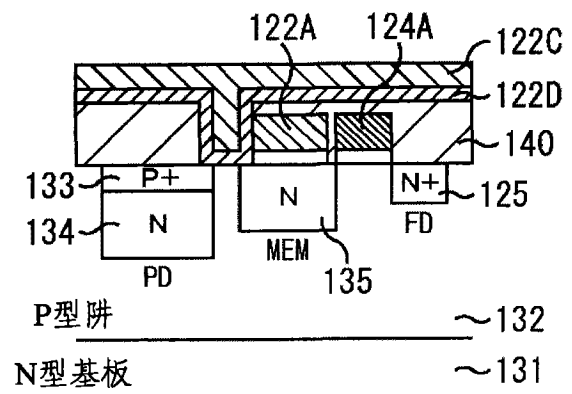


图 12F

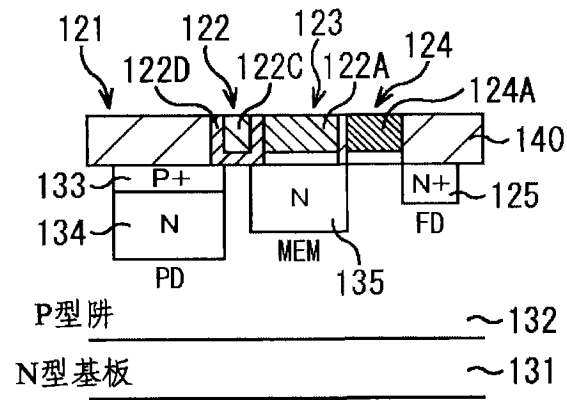


图 12G

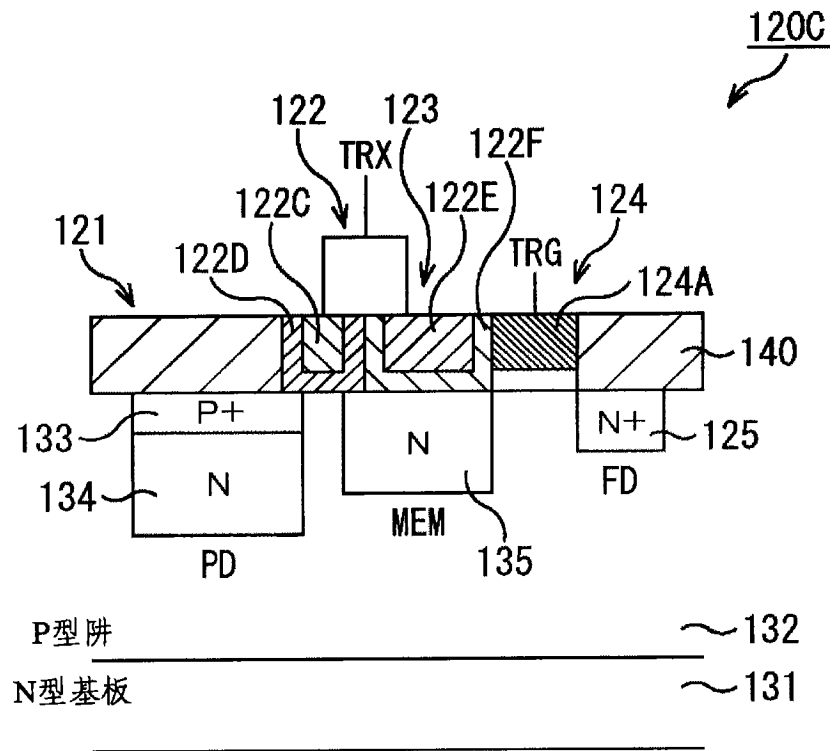


图 13

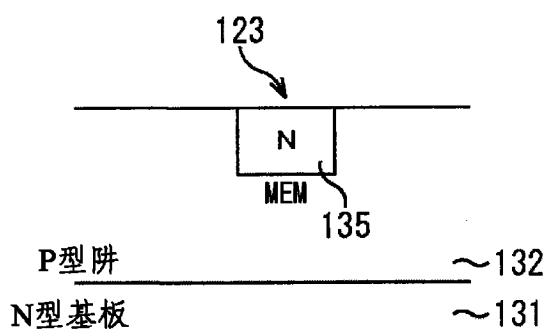


图 14A

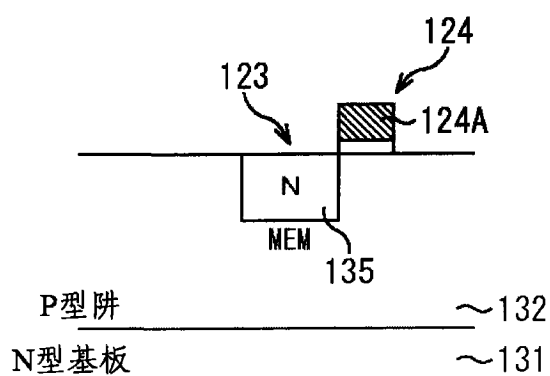


图 14B

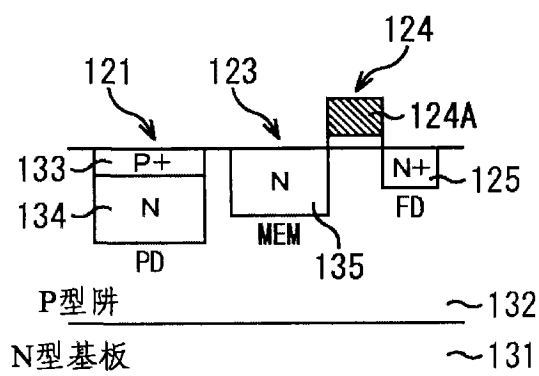


图 14C

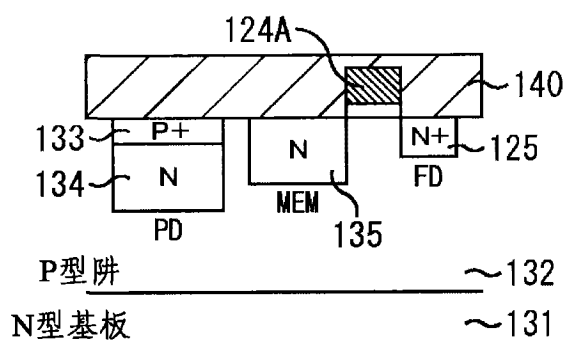


图 14D

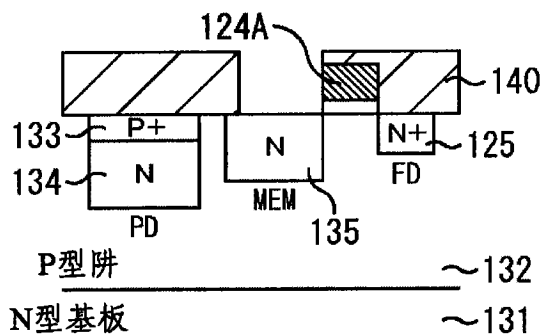


图 14E

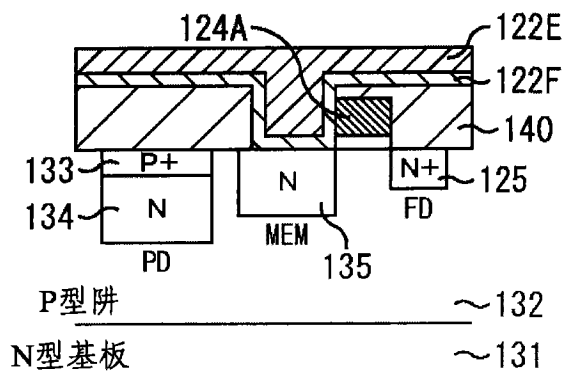


图 14F

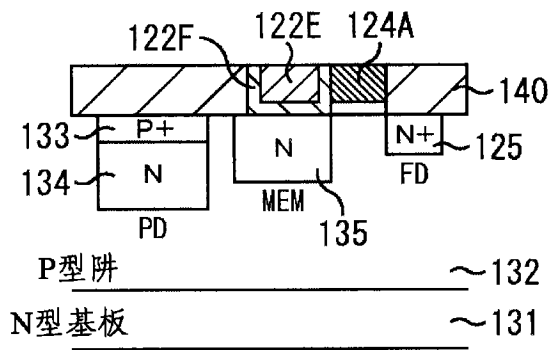


图 14G

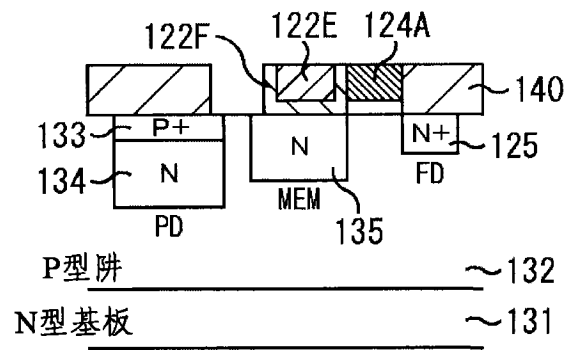


图 14H

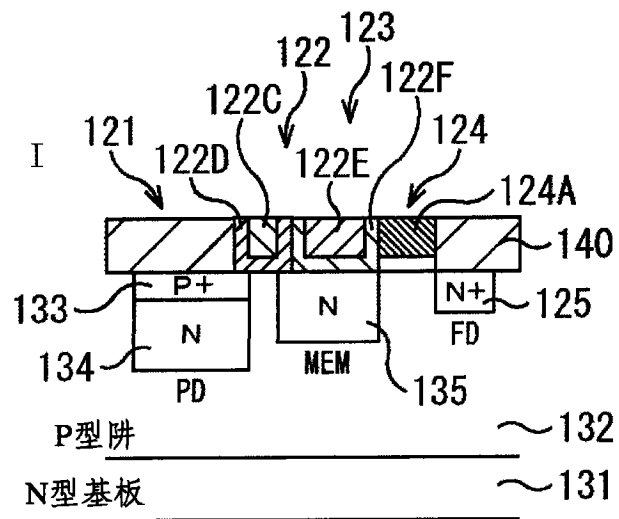


图 15

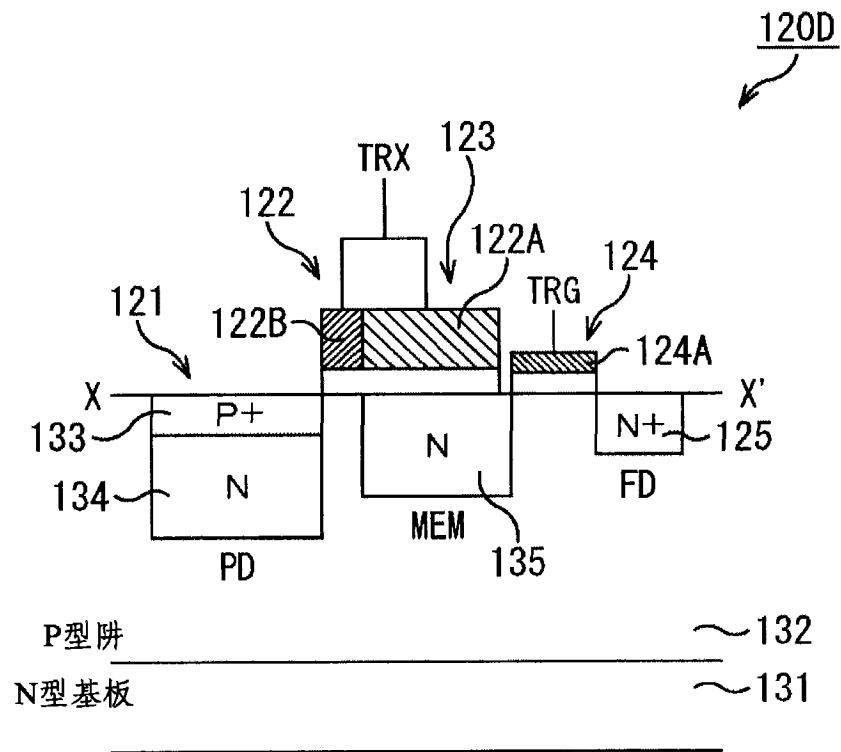


图 16

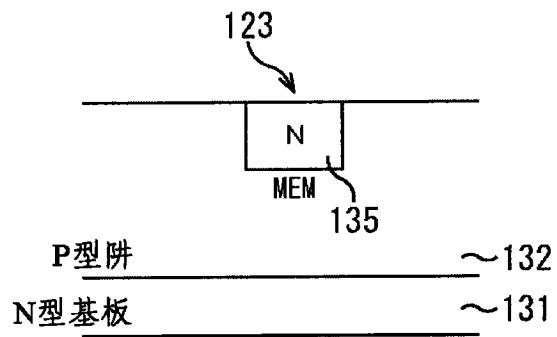


图 17A

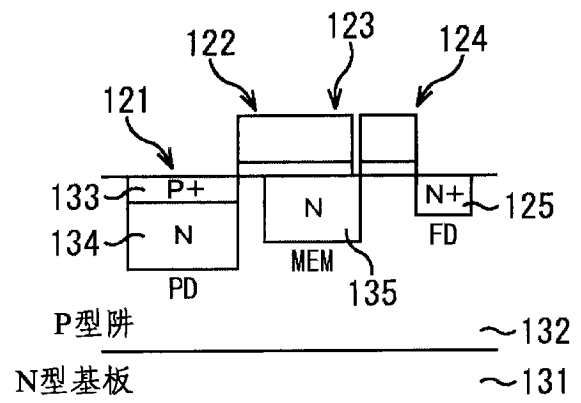


图 17B

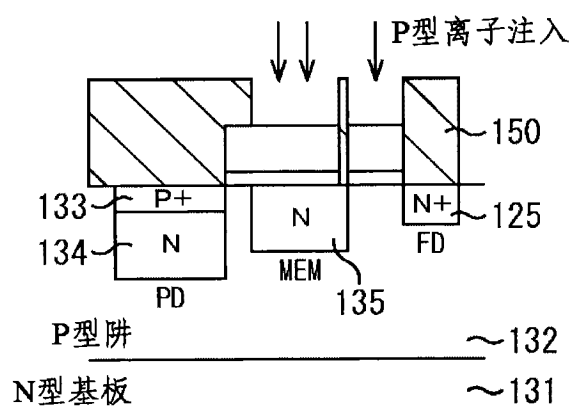


图 17C

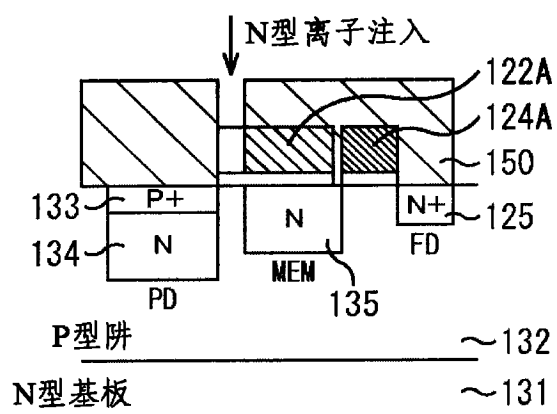


图 17D

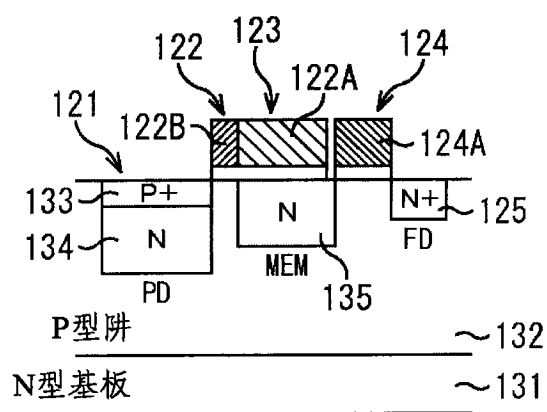


图 17E

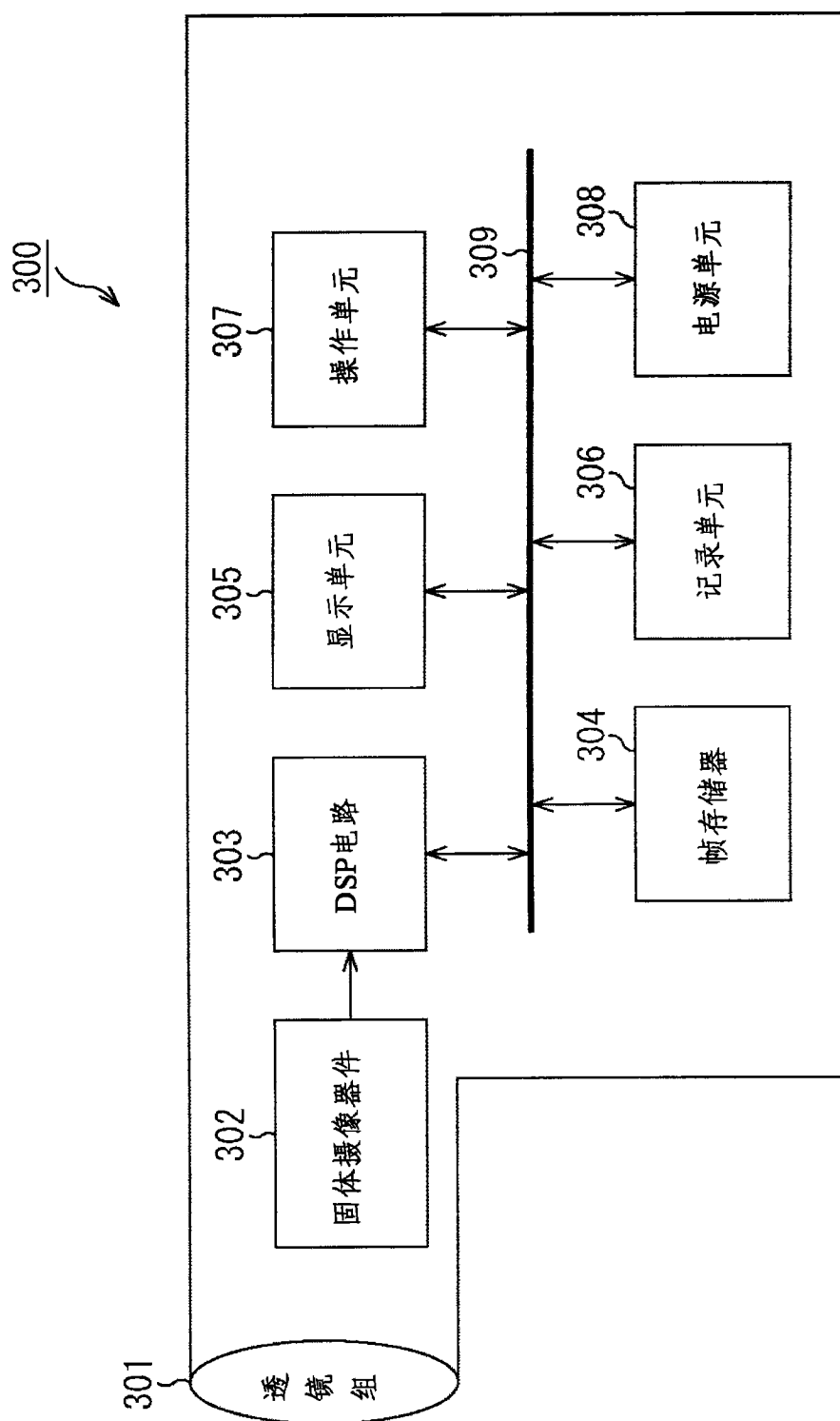


图 18