



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101794796 B

(45) 授权公告日 2012. 11. 14

(21) 申请号 201010000313. 9

CN 101262003 A, 2008. 09. 10, 全文.

(22) 申请日 2010. 01. 08

审查员 周江

(30) 优先权数据

2009-003164 2009. 01. 09 JP

(73) 专利权人 索尼公司

地址 日本东京

(72) 发明人 久保寺隆 中村明弘 竹下光明

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司
11240

代理人 吴孟秋 梁韬

(51) Int. Cl.

H01L 27/146 (2006. 01)

H04N 5/335 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2006215048 A1, 2006. 09. 28, 全文.

CN 1551365 A, 2004. 12. 01, 全文.

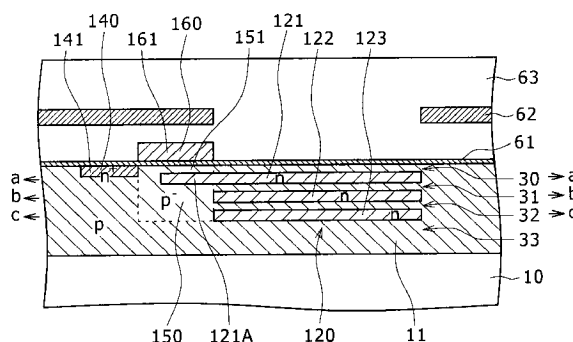
权利要求书 3 页 说明书 16 页 附图 20 页

(54) 发明名称

固态图像拾取元件及其驱动方法

(57) 摘要

本发明公开了固态图像拾取元件及其驱动方法。该固态图像拾取元件包括:(A) 光接收/电荷累积区域,形成在半导体层中,并且通过层叠M个光接收/电荷累积层来形成该区域,其中 $M \geq 2$; (B) 电荷输出区域,在半导体层中形成;(C) 耗尽层形成区域,由位于光接收/电荷累积区域和电荷输出区域之间的部分半导体层形成;以及(D) 控制电极区域,用于控制在耗尽层形成区域中的耗尽层的形成状态,其中,固态图像拾取元件进一步包括:从每个光接收/电荷累积层延伸至耗尽层形成区域的光接收/电荷累积层延长部。



1. 一种固态图像拾取元件,包括:

(A) 光接收 / 电荷累积区域,形成在半导体层中,并且通过层叠 M 个光接收 / 电荷累积层来形成,其中 $M \geq 2$;

(B) 电荷输出区域,形成在所述半导体层中;

(C) 耗尽层形成区域,由部分所述半导体层形成,该部分半导体层位于所述光接收 / 电荷累积区域和所述电荷输出区域之间;以及

(D) 控制电极区域,用于控制耗尽层在所述耗尽层形成区域中的形成状态,其中

所述固态图像拾取元件还包括从各个光接收 / 电荷累积层延伸至所述耗尽层形成区域的光接收 / 电荷累积层延长部。

2. 根据权利要求 1 所述的固态图像拾取元件,其中,

所述耗尽层形成区域具有第一导电类型,

所述电荷输出区域、所述光接收 / 电荷累积层以及所述光接收 / 电荷累积层延长部具有第二导电类型,以及

所述光接收 / 电荷累积层夹在具有第一导电类型的上层和下层之间。

3. 根据权利要求 1 所述的固态图像拾取元件,其中,

所述控制电极区域包括一个控制电极部,

所述电荷输出区域包括一个电荷输出部,以及

经由基于将具有第 m 个值的控制电压施加给所述控制电极部而在所述耗尽层形成区域中形成的耗尽层,将在第 m 个光接收 / 电荷累积层中所累积的电荷传送至所述电荷输出部,其中 $1 \leq m \leq M$ 。

4. 根据权利要求 1 所述的固态图像拾取元件,其中,

所述耗尽层形成区域的部分的厚度在各个光接收 / 电荷累积层上不同,所述耗尽层形成区域的所述部分位于所述光接收 / 电荷累积层延长部和所述控制电极区域之间,

所述控制电极区域包括 M 个控制电极部,

所述电荷输出区域具有 M 个电荷输出部,以及

经由基于将控制电压施加给第 m 个控制电极部而在所述耗尽层形成区域中形成的耗尽层,将在第 m 个光接收 / 电荷累积层中所累积的电荷传送至第 m 个电荷输出部,其中 $1 \leq m \leq M$ 。

5. 根据权利要求 1 所述的固态图像拾取元件,其中,

各个光接收 / 电荷累积层延长部在所述耗尽层形成区域中的投影图像彼此不重叠。

6. 根据权利要求 5 所述的固态图像拾取元件,其中,

所述耗尽层形成区域的部分的厚度在每个光接收 / 电荷累积层相同,所述耗尽层形成区域的所述部分位于所述光接收 / 电荷累积层延长部和所述控制电极区域之间,

所述控制电极区域包括一个控制电极部,

所述电荷输出区域包括 M 个电荷输出部,以及

经由基于将控制电压施加给所述控制电极部而在所述耗尽层形成区域中形成的耗尽层,将在第 m 个光接收 / 电荷累积层中所累积的电荷传送至第 m 个电荷输出部,其中 $1 \leq m \leq M$ 。

7. 根据权利要求 1 所述的固态图像拾取元件,其中,

在电荷累积以前,每个光接收 / 电荷累积层被完全耗尽。

8. 根据权利要求 1 所述的固态图像拾取元件,其中

随着沿所述半导体层的法线方向与所述控制电极区域的距离的增大,所述耗尽层形成区域的杂质浓度降低。

9. 根据权利要求 1 所述的固态图像拾取元件,其中,

对于光接收 / 电荷累积层,沿所述半导体层的法线方向与所述控制电极区域的距离越远,将所述光接收 / 电荷累积层中所累积的电荷传送至电荷输出部时施加给所述控制电极区域的控制电压的绝对值越高。

10. 根据权利要求 1 所述的固态图像拾取元件,其中,

所述耗尽层形成区域的部分的杂质浓度在所述耗尽层形成区域的所述部分的厚度方向上变化,所述耗尽层形成区域的所述部分位于所述光接收 / 电荷累积层延长部和所述控制电极区域之间。

11. 根据权利要求 1 所述的固态图像拾取元件,其中,

当电荷为电子时,在将光接收 / 电荷累积层中所累积的电荷传送至所述电荷输出区域时,关于电子的所述电荷输出区域的电势低于所述耗尽层的电势,并且所述耗尽层的电势低于所述光接收 / 电荷累积层的电势。

12. 一种固态图像拾取元件的驱动方法,所述固态图像拾取元件包括:

(A) 光接收 / 电荷累积区域,形成在半导体层中,并且通过层叠 M 个光接收 / 电荷累积层来形成,其中 $M \geq 2$, (B) 电荷输出区域,形成在所述半导体层中, (C) 耗尽层形成区域,由部分所述半导体层形成,该部分半导体层位于所述光接收 / 电荷累积区域和所述电荷输出区域之间,以及 (D) 控制电极区域,用于控制耗尽层在所述耗尽层形成区域中的形成状态,所述固态图像拾取元件还包括从各个光接收 / 电荷累积层延伸至所述耗尽层形成区域的光接收 / 电荷累积层延长部,所述控制电极区域包括一个控制电极部,并且所述电荷输出区域包括一个电荷输出部;所述驱动方法包括以下步骤:

经由通过将控制电压顺序施加给所述控制电极部而在所述耗尽层形成区域中形成的耗尽层,将在所述光接收 / 电荷累积层中所累积的电荷顺序传送至所述电荷输出部。

13. 一种固态图像拾取元件的驱动方法,所述固态图像拾取元件包括:

(A) 光接收 / 电荷累积区域,形成在半导体层中,并且通过层叠 M 个光接收 / 电荷累积层来形成,其中 $M \geq 2$, (B) 电荷输出区域,形成在所述半导体层中, (C) 耗尽层形成区域,由部分所述半导体层形成,该部分半导体层位于所述光接收 / 电荷累积区域和所述电荷输出区域之间,以及 (D) 控制电极区域,用于控制耗尽层在所述耗尽层形成区域中的形成状态,所述固态图像拾取元件还包括从各个光接收 / 电荷累积层延伸至所述耗尽层形成区域的光接收 / 电荷累积层延长部,位于所述光接收 / 电荷累积层延长部和所述控制电极区域之间的所述耗尽层形成区域的部分的厚度在各个光接收 / 电荷累积层上不同,所述控制电极区域包括 M 个控制电极部,并且所述电荷输出区域包括 M 个电荷输出部;所述驱动方法包括以下步骤:

经由通过将控制电压施加给所述控制电极部而在所述耗尽层形成区域中形成的所述耗尽层,将所述光接收 / 电荷累积层中累积的电荷传送至所述电荷输出部。

14. 一种固态图像拾取元件的驱动方法,所述固态图像拾取元件包括:

(A) 光接收 / 电荷累积区域, 形成在半导体层中, 并且通过层叠 M 个光接收 / 电荷累积层来形成, 其中 $M \geq 2$, (B) 电荷输出区域, 形成在所述半导体层中, (C) 耗尽层形成区域, 由部分所述半导体层形成, 该部分半导体层位于所述光接收 / 电荷累积区域和所述电荷输出区域之间, 以及 (D) 控制电极区域, 用于控制耗尽层在所述耗尽层形成区域中的形成状态, 所述固态图像拾取元件还包括从各个光接收 / 电荷累积层延伸至所述耗尽层形成区域的光接收 / 电荷累积层延长部, 各个光接收 / 电荷累积层延长部在所述耗尽层形成区域中的投影图像彼此不重叠, 位于所述光接收 / 电荷累积层延长部和所述控制电极区域之间的所述耗尽层形成区域的部分的厚度在每个光接收 / 电荷累积层相同, 所述控制电极区域包括一个控制电极部, 并且所述电荷输出区域包括 M 个电荷输出部, 所述驱动方法包括以下步骤:

经由通过将控制电压施加给所述控制电极部而在所述耗尽层形成区域中所形成的耗尽层, 将所述光接收 / 电荷累积层中累积的电荷同时传送至所述电荷输出部。

15. 根据权利要求 12 所述的固态图像拾取元件的驱动方法, 其中, 在电荷累积以前, 各个光接收 / 电荷累积层被完全耗尽。

16. 根据权利要求 12 所述的固态图像拾取元件的驱动方法, 其中, 所述耗尽层形成区域具有第一导电类型,

所述电荷输出区域、所述光接收 / 电荷累积层以及所述光接收 / 电荷累积层延长部具有第二导电类型, 以及

所述光接收 / 电荷累积层夹在具有所述第一导电类型的上层和下层之间。

17. 根据权利要求 12 所述的固态图像拾取元件的驱动方法, 其中,

随着沿所述半导体层的法线方向与所述控制电极区域的距离的增大, 所述耗尽层形成区域的杂质浓度降低。

18. 根据权利要求 12 所述的固态图像拾取元件的驱动方法, 其中,

对于光接收 / 电荷累积层, 沿所述半导体层的法线方向与所述控制电极区域的距离越远, 将所述光接收 / 电荷累积层中所累积的电荷传送至所述电荷输出部时施加给所述控制电极部的控制电压的绝对值越高。

19. 根据权利要求 12 所述的固态图像拾取元件的驱动方法, 其中,

位于所述光接收 / 电荷累积层延长部和所述控制电极区域之间的所述耗尽层形成区域的部分的杂质浓度, 在位于所述光接收 / 电荷累积层延长部和所述控制电极区域之间的所述耗尽层形成区域的所述部分的厚度方向上变化。

20. 根据权利要求 12 所述的固态图像拾取元件的驱动方法, 其中,

当电荷为电子时, 在将光接收 / 电荷累积层中所累积的电荷传送至所述电荷输出部时, 关于电子的所述电荷输出部的电势低于所述耗尽层的电势, 并且所述耗尽层的电势低于所述光接收 / 电荷累积层的电势。

固态图像拾取元件及其驱动方法

[0001] 相关申请的引用

[0002] 本申请包含于 2009 年 1 月 9 日向日本专利局提交的日本优先专利申请 JP 2009-003164 中所公开的相关主题,其全部内容结合于此作为参考。

技术领域

[0003] 本发明涉及固态图像拾取元件及其驱动方法,具体来讲,涉及单板式彩色固态图像拾取元件及其驱动方法。

背景技术

[0004] 在诸如 CCD(电荷耦合装置)图像传感器、CMOS(互补金属氧化物半导体)图像传感器的相关技术的单板式彩色固态图像拾取元件中,将传播红光、绿光、以及蓝光的彩色滤光片设置在光接收/电荷累积层之上。为了获得彩色视频信息,输出通过彩色滤光片传播并且通过光接收/电荷累积层所接收的可见光作为来自固态图像拾取元件的信号。每种颜色的彩色滤光片吸收约 2/3 的入射光。因此,存在可见光的利用效率低和灵敏度低的缺点。此外,因为每个固态图像拾取元件仅提供一种颜色的彩色信号,所以尤其存在低分辨率和明显的伪彩色等其他缺点。

[0005] 因此,为了克服这种缺点,人们研究并开发了层叠三种光接收/电荷累积层的固态图像拾取元件(例如,参见日本专利公开第 2006-278446 号)。例如,这种结构的固态图像拾取元件具有从光入射面顺序层叠三种用于生成与蓝、绿以及红的三原色相对应的光电荷的光接收/电荷累积层的像素结构。每个固态图像拾取元件具有用于独立读取在各光接收/电荷累积层中生成的电荷的信号读电路,并且对大部分入射光进行光电转换。因此,可见光的利用效率接近 100%,并且通过一个固态图像拾取元件获得与蓝、绿以及红的三原色相对应的信号。因此,具有获得高灵敏度和高分辨率的优良图像的优点。

发明内容

[0006] 然而,在上述专利公开中所披露的固态图像拾取元件中,为各层叠的光接收/电荷累积层设置了 MOS 型开关。即,三个 MOS 型开关彼此独立地设置。因此,固态图像拾取元件的整体面积增大,因此,不适于小型化。此外,在设置用于传送来自每个光接收/电荷累积层的电荷的连接区域时,当连接区域由 n+ 半导体层或者 p+ 半导体层形成时,连接区域将受到 kTC 噪声的影响。

[0007] 因此,期望提供一种具有层叠光接收/电荷累积层且可以减小固态图像拾取元件的整体面积,并且能够减小在电荷传送时的噪声影响的构造或者结构的固态图像拾取元件及其驱动方法。

[0008] 根据本发明的固态图像拾取元件或者在根据本发明的第一模式到第三模式的固态图像拾取元件的驱动方法中的固态图像拾取元件包括:

[0009] (A) 在半导体层形成的光接收/电荷累积区域,其通过层叠 M 个(其中, $M \geq 2$) 光

接收 / 电荷累积层来形成 ;

[0010] (B) 在半导体层形成的电荷输出区域 ;

[0011] (C) 由部分半导体层形成的耗尽层形成区域, 所述部分半导体层位于光接收 / 电荷累积区域和电荷输出区域之间 ; 以及

[0012] (D) 控制电极区域, 用于控制耗尽层形成区域中的耗尽层的形成状态, 其中

[0013] 固态图像拾取元件进一步包括 : 从每个光接收 / 电荷累积层延伸至耗尽层形成区域的光接收 / 电荷累积层延长部。

[0014] 顺便提及, 在根据本发明的固态图像拾取元件或者在根据本发明的第一模式或者第二模式的固态图像拾取元件的驱动方法中的固态图像拾取元件中, 各个光接收 / 电荷累积层延长部在耗尽层形成区域的投影图像不需要彼此重叠或者可以彼此重叠。在这种情况下, 虽然通过对光接收 / 电荷累积层延长部进行投影来获得投影图像时的投影方向基本上是任意的, 但是假设投影方向为半导体层的法线方向 (其方向可以称作“Z 方向”)。对于以下描述上述假设仍然成立。

[0015] 在根据本发明的第一模式的固态图像拾取元件驱动方法中, 控制电极区域包括一个控制电极部, 电荷输出区域包括一个电荷输出部, 并且经由通过将控制电压顺序施加给控制电极部在耗尽层形成区域形成的耗尽层, 将在光接收 / 电荷累积层中所累积的电荷顺序传送给电荷输出部。

[0016] 在根据本发明的第二模式的固态图像拾取元件的驱动方法中, 位于在光接收 / 电荷累积层延长部和控制电极区域之间的部分耗尽层形成区域的厚度, 根据每个光接收 / 电荷累积层而不同, 控制电极区域包括 M 个控制电极部, 电荷输出区域包括 M 个电荷输出部, 并且经由通过将控制电压施加给控制电极部在耗尽层形成区域所形成的耗尽层, 将在光接收 / 电荷累积层中所累积的电荷传送给电荷输出部。顺便提及, 在光接收 / 电荷累积层中所累积的电荷经由通过将控制电压顺序施加给控制电极部在耗尽层形成区域中形成的耗尽层顺序传送给电荷输出部, 或者, 可以将各个光接收 / 电荷累积层所累积的电荷经由通过将具有不同值的控制电压同时施加给各个控制电极部在耗尽层形成区域中形成的耗尽层同时传送给各个电荷输出部。

[0017] 在根据本发明的第三模式的固态图像拾取元件的驱动方法中, 各个光接收 / 电荷累积层延长部在耗尽层形成区域的投影图像没有彼此重叠, 位于在光接收 / 电荷累积层延长部和控制电极区域之间的部分耗尽层形成区域的厚度, 在每个光接收 / 电荷累积层相同, 控制电极区域包括一个控制电极部, 电荷输出区域包括 M 个电荷输出部, 并且经由通过将控制电压施加给控制电极部在耗尽层形成区域形成的耗尽层, 将在光接收 / 电荷累积层所累积的电荷同时传送给电荷输出部。

[0018] 在根据本发明的固态图像拾取元件或者根据本发明的第一模式到第三模式的固态图像拾取元件驱动方法中, 设置了用于控制耗尽层形成区域的耗尽层的形成状态的控制电极区域。因此, 通过将适当的控制电压施加给控制电极区域, 可以在耗尽层形成区域中形成耗尽层, 并且可以经由耗尽层将在光接收 / 电荷累积层所累积的电荷传送至电荷输出区域 (电荷输出部)。因此, 可以减小固态图像拾取元件的整体尺寸, 并且可以减小电荷传送时的噪声影响。具有通过将适当的控制电压施加给控制电极区域来延伸耗尽层, 从而控制向电荷输出区域 (电荷输出部) 传送在光接收 / 电荷累积层中所累积的电荷的构造或者结

构的固态图像拾取元件在本发明者实施研究之前是未知的。

附图说明

[0019] 图 1A 和图 1B 分别为根据第一实施例的固态图像拾取元件的示意性局部截面图和第一光接收 / 电荷累积层等的配置状态的示意性局部截面图, 并且图 1A 为沿着图 1B 的箭头 A-A 的示意性局部截面图;

[0020] 图 2A 和图 2B 分别为根据第一实施例的固态图像拾取元件的示意性局部截面图和第二光接收 / 电荷累积层等的配置状态的示意性局部截面图, 并且图 2A 为沿着图 2B 的箭头 A-A 的示意性局部截面图;

[0021] 图 3A 和图 3B 分别为根据第一实施例的固态图像拾取元件的示意性局部截面图和第三光接收 / 电荷累积层等的配置状态的示意性局部截面图, 并且图 3A 为沿着图 3B 的箭头 A-A 的示意性局部截面图;

[0022] 图 4A 和图 4B 分别为根据第二实施例的固态图像拾取元件中的控制电极部和电荷输出部的配置状态的示意图和第一光接收 / 电荷累积层等的配置状态的示意性局部截面图;

[0023] 图 5A 和图 5B 分别为根据第二实施例的固态图像拾取元件中的第二光接收 / 电荷累积层和第三光接收 / 电荷累积层等的配置状态的示意性局部截面图;

[0024] 图 6A 和图 6B 分别为根据第三实施例的固态图像拾取元件的示意性局部截面图和第一光接收 / 电荷累积层等的配置状态的示意性局部截面图, 并且图 6A 为沿着图 6B 的箭头 A-A 的示意性局部截面图;

[0025] 图 7A 和图 7B 分别为根据第三实施例的固态图像拾取元件的示意性局部截面图和第二光接收 / 电荷累积层等的配置状态的示意性局部截面图, 并且图 7A 为沿着图 7B 的箭头 A-A 的示意性局部截面图;

[0026] 图 8A 和图 8B 分别为根据第三实施例的固态图像拾取元件的示意性局部截面图和第三光接收 / 电荷累积层等的配置状态的示意性局部截面图, 并且图 8A 为沿着图 8B 的箭头 A-A 的示意性局部截面图;

[0027] 图 9 为各种区域的电势的示图, 辅助说明根据第一实施例的固态图像拾取元件的驱动方法;

[0028] 图 10 为各种区域的电势的示图, 该图为图 9 的延续, 辅助说明根据第一实施例的固态图像拾取元件的驱动方法;

[0029] 图 11 为从与图 9 或者图 10 不同的角度示出各种区域的电势的示图, 辅助说明根据第一实施例的固态图像拾取元件的驱动方法;

[0030] 图 12 为各种区域的电势的示图, 辅助说明根据第二实施例的固态图像拾取元件的驱动方法;

[0031] 图 13 为从与图 12 不同的角度示出各种区域的电势的示图, 辅助说明根据第二实施例的固态图像拾取元件的驱动方法;

[0032] 图 14 为各种区域的电势的示图, 辅助说明根据第三实施例的固态图像拾取元件的驱动方法;

[0033] 图 15 为从与图 14 不同的角度示出各种区域的电势的示图, 辅助说明根据第三实

施例的固态图像拾取元件的驱动方法；

[0034] 图 16A、16B、16C 以及 16D 为硅半导体基板等的示意性局部截面图，辅助说明制作根据第一实施例的固态图像拾取元件的方法；

[0035] 图 17A、17B 以及 17C 为硅半导体基板等的示意性局部截面图，为图 16D 的延续，辅助说明制作根据第一实施例的固态图像拾取元件的方法；

[0036] 图 18A、18B 以及 18C 为硅半导体基板等的示意性局部截面图，为图 17C 连续的延续，辅助说明制作根据第一实施例的固态图像拾取元件的方法；

[0037] 图 19 为通过将根据第一实施例的固态图像拾取元件的结构改变为背光型所形成的固态图像拾取元件的示意性局部截面图；

[0038] 图 20 为通过将根据第一实施例的固态图像拾取元件的结构改变为背光型所形成的固态图像拾取元件的修改实例的示意性局部截面图；以及

[0039] 图 21 为示出施加给控制电极区域的电压 V_{TG} 和所形成的耗尽层的厚度之间的关系的关系的曲线图。

具体实施方式

[0040] 下文中，将基于参照附图的实施例描述本发明。然而，本发明不局限于这些实施例，并且在实施例中的各种数值和材料为说明性的。顺便提及，将按照以下顺序进行描述。

[0041] 1. 根据本发明的固态图像拾取元件、根据本发明的第一模式至第三模式的固态图像拾取元件的驱动方法、以及综合说明

[0042] 2. 第一实施例（根据本发明的固态图像拾取元件和根据本发明的第一模式的固态图像拾取元件的驱动方法的具体说明）

[0043] 3. 第二实施例（根据本发明的固态图像拾取元件和根据本发明的第二模式的固态图像拾取元件的驱动方法的具体说明）

[0044] 4. 第三实施例（根据本发明的固态图像拾取元件和根据本发明的第三模式的固态图像拾取元件的驱动方法以及其他等的具体说明）

[0045] [根据根据本发明的固态图像拾取元件、根据本发明的第一模式至第三模式的固态图像拾取元件驱动的方法、以及综合说明]

[0046] 在根据本发明的第一模式至第三模式的固态图像拾取元件的驱动方法中，在电荷累积以前，可以完全耗尽每个光接收 / 电荷累积层。

[0047] 在上述根据本发明的固态图像拾取元件或者根据包括优选实施例的本发明的第一模式至第三模式的固态图像拾取元件的驱动方法中，耗尽层形成区域具有第一导电类型，电荷输出区域、光接收 / 电荷累积层以及光接收 / 电荷累积层延长部可以具有第二导电类型，并且可以将光接收 / 电荷累积层夹在具有第一导电类型的上层和下层之间。在这种情况下，当第一导电类型为 p 型时，第二导电类型为 n 型，载流子为电子。另一方面，当第一导电类型为 n 型时，第二导电类型为 p 型，载流子为空穴。

[0048] 在上述根据包括优选实施例的本发明的固态图像拾取元件中，为了执行根据本发明的第一模式的固态图像拾取元件的驱动方法，控制电极区域可以包括一个控制电极部，电荷输出区域可以包括一个电荷输出部，并且经由基于将具有第 m 个（其中， $1 \leq m \leq M$ ）值的控制电压施加给控制电极部（即， M 次施加控制电压）在耗尽层形成区域中所形成的耗

层,可以将在第 m 个光接收 / 电荷累积层中所累积的电荷传送至电荷输出部。顺便提及,当减小 m 值的时候,可以使光接收 / 电荷累积层位于更接近光入射面处。

[0049] 作为选择,在上述根据包括优选实施例的本发明的固态图像拾取元件中,为了执行根据本发明的第二模式的固态图像拾取元件的驱动方法,位于光接收 / 电荷累积层延长部和控制电极区域之间的部分耗尽层形成区域的厚度,可以根据每个光接收 / 电荷累积层而不同,控制电极区域可以包括 M 个控制电极部,电荷输出区域可以包括 M 个电荷输出部,并且经由基于将控制电压施加给第 m 个 (其中, $1 \leq m \leq M$) 控制电极部 (即,将控制电压 M 次顺序施加或者将施加电压的变化值一次施加给 M 个控制电极部) 在耗尽层形成区域中所形成的耗尽层,可以将在第 m 个光接收 / 电荷累积层中所累积的电荷传送至第 m 个电荷输出部。顺便提及,当减小 m 值的时候,可以使光接收 / 电荷累积层位于更接近光入射面处。

[0050] 作为选择,在上述根据包括优选实施例的本发明的固态图像拾取元件中,可以将各个光接收 / 电荷累积层延长部在耗尽层形成区域的投影图像设置为彼此不重叠的状态。在这种情况下,为了执行根据本发明的第三模式的固态图像拾取元件的驱动方法,位于光接收 / 电荷累积层延长部和控制电极区域之间的部分耗尽层形成区域的厚度在每个光接收 / 电荷累积层处可以相同,控制电极区域可以包括一个控制电极部,电荷输出区域可以包括 M 个电荷输出部,并且经由基于将控制电压施加给控制电极部 (即,一次施加控制电压) 在耗尽层形成区域中所形成的耗尽层,可以将在第 m 个 (其中, $1 \leq m \leq M$) 光接收 / 电荷累积层中所累积的电荷传送至第 m 个电荷输出部。顺便提及,当减小 m 值的时候,可以使光接收 / 电荷累积层位于更接近光入射面处。

[0051] 此外,在上述根据包括优选实施例和构造的本发明的固态图像拾取元件中,期望在电荷累积以前,完全耗尽每个光接收 / 电荷累积层。这将抑制出现 kTC 噪声。顺便提及,在某些情况下,不需要完全耗尽每个光接收 / 电荷累积层。此外,在先前的操作中,将在每个光接收 / 电荷累积层中所累积的电荷传送至电荷输出区域 (电荷输出部)。在完成该操作时,可以完全耗尽每个光接收 / 电荷累积层。因此,这种操作也包括在“在电荷累积以前完全耗尽每个光接收 / 电荷累积层”的概念中。如上所述,此外,在根据本发明的第一模式至第三模式的固态图像拾取元件的驱动方法中,在电荷累积以前完全耗尽每个光接收 / 电荷累积层。这种情况下的“在累积电荷以前”也以同样的含义使用。

[0052] 此外,在上述根据包括优选实施例和构造的本发明的固态图像拾取元件中,或者在上述根据包括优选实施例和构造的本发明的第一模式或者第二模式的固态图像拾取元件的驱动方法中,耗尽层形成区域的杂质浓度随着沿半导体层的法线方向 (Z 方向) 与控制电极区域的距离的增大而降低。

[0053] 作为选择,在根据包括上述优选实施例和构造的本发明的固态图像拾取元件中,或者在根据包括上述优选实施例和构造的本发明的第一模式或者第二模式的固态图像拾取元件的驱动方法中,将在光接收 / 电荷累积层中所累积的电荷传送至电荷输出部时施加给控制电极区域的控制电压的绝对值 (或者当将在光接收 / 电荷累积层中所累积的电荷传送至电荷输出部时施加给控制电极部的控制电压的绝对值),对于位于沿半导体层的法线方向 (Z 方向) 与控制电极区域的距离更长的光接收 / 电荷累积层更高。

[0054] 作为选择,在上述根据包括优选实施例和构造的本发明的固态图像拾取元件中,或者上述在根据包括优选实施例和构造的本发明的第一模式或者第二模式的固态图像拾

取元件的驱动方法中,位于光接收 / 电荷累积层延长部和控制电极区域之间的部分耗尽层形成区域的杂质浓度,随着该部分耗尽层形成区域的厚度而不同,该部分耗尽层形成区域位于光接收 / 电荷累积层延长部和控制电极区域之间。另一方面,在上述根据包括优选实施例和构造的本发明的第三模式的固态图像拾取元件的驱动方法中,耗尽层形成区域的杂质浓度可以相同(常数)。

[0055] 在上述根据包括各种优选实施例和构造的本发明的固态图像拾取元件中,或者在上述根据包括各种优选实施例和构造的本发明的第一模式至第三模式的固态图像拾取元件的驱动方法中,当电荷为电子时,在将光接收 / 电荷累积层中所累积的电荷传送至电荷输出区域(或者电荷输出部)时,关于电子的电荷输出区域(或者电荷输出部)的电势低于耗尽层的电势,并且耗尽层的电势低于光接收 / 电荷累积层的电势。

[0056] 在根据包括上述各种优选实施例和构造的本发明的固态图像拾取元件中,或者在根据包括上述优选实施例和构造的本发明的第一模式至第三模式的固态图像拾取元件的驱动方法中(下文中,可以将固态图像拾取元件和固态图像拾取元件的驱动方法简单地称作“本发明”),在传输栅极和耗尽层形成区域之间间隔绝缘膜而在耗尽层形成区域之上形成的由传输栅极所构成的一种 MOS 型开关可以作为控制电极区域的具体构造或者结构进行引用。此外,例如,可以由通过外延生长方法在具有第二导电类型的硅半导体基板上所形成的硅层来形成半导体层。在某些情况下,可以由硅半导体基板的表面区域形成半导体层。

[0057] 尽管没有限制,但是 M 的具体值可以为 2 或者 3。当 $M = 3$ 时,例如,使位于与半导体层的光入射面最近的区域的光接收 / 电荷累积层(为了方便,将其光接收 / 电荷累积层称作第一光接收 / 电荷累积层($m = 1$))位于距离半导体层的光入射面平均 $0.1\mu\text{m} \sim 0.3\mu\text{m}$ 处;使位于下一个最近区域中的光接收 / 电荷累积层(为了方便,将其光接收 / 电荷累积层称作第二光接收 / 电荷累积层($m = 2$))位于距离半导体层的光入射面平均 $0.5\mu\text{m} \sim 0.8\mu\text{m}$ 处;以及使位于最远区域中的光接收 / 电荷累积层(为了方便,将其光接收 / 电荷累积层称作第三光接收 / 电荷累积层($m = M = 3$))位于距离半导体层的光入射面平均 $1.5\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$ 处。顺便提及,在这种构造中,第一光接收 / 电荷累积层接收蓝光(例如,波长: $400\text{nm} \sim 500\text{nm}$) 并且累积电荷;第二光接收 / 电荷累积层接收绿光(例如,波长: $500\text{nm} \sim 600\text{nm}$) 并且累积电荷;以及第三光接收 / 电荷累积层接收红光(例如,波长: $600\text{nm} \sim 700\text{nm}$) 并且累积电荷。

[0058] 可以通过根据本发明的固态图像拾取元件来形成诸如 CCD 图像传感器、CMOS 图像传感器等单板式彩色固态图像拾取元件和单板式彩色固态图像拾取装置。此外,根据本发明的固态图像拾取元件可以为前光型或者背光型。

[0059] [第一实施例]

[0060] 第一实施例涉及根据本发明的固态图像拾取元件和根据本发明的第一模式的固态图像拾取元件的驱动方法。图 1A、图 2A 以及图 3A 为根据第一实施例的固态图像拾取元件的示意性局部截面图。图 1B、图 2B 以及图 3B 为第一、第二以及第三光接收 / 电荷累积层等的配置状态的示意性局部截面图。顺便提及,图 1A、图 2A、以及图 3A 为沿着图 1B、图 2B 以及图 3B 中的箭头 A-A 的示意性局部截面图。图 1B、图 2B 以及图 3B 为沿着图 1A 中的箭头 a-a、b-b 以及 c-c 的光接收 / 电荷累积层等的配置状态的示意性局部截面图。

[0061] 根据稍后要描述的第一实施例或者第二或者第三实施例的固态图像拾取元件或

者根据稍后要描述的第一实施例或者第二或者第三实施例的固态图像拾取元件驱动方法的固态图像拾取元件形成 CMOS 图像传感器,并且形成前光单板式彩色固态图像拾取元件和单板式彩色固态图像拾取装置。该固态图像拾取元件包括:

[0062] (A) 在半导体层 11 中所形成的光接收 / 电荷累积区域 120、220 或者 320,并且通过层叠 M 个 (其中, $M \geq 2$, 并且具体地, 在该实施例中, $M = 3$) 光接收 / 电荷累积层 121、122 和 123, 221、222 和 223, 或者 321、322 和 323 来形成该区域;

[0063] (B) 在半导体层 11 中所形成的电荷输出区域 (电荷保持区) 140、240 或者 340;

[0064] (C) 由部分半导体层 11 所形成的耗尽层形成区域 150、250 或者 350, 这部分半导体层 11 位于光接收 / 电荷累积区域 120、220 或者 320 和电荷输出区域 140、240 或者 340 之间; 以及

[0065] (D) 控制电极区域 160、260 或者 360, 用于控制在耗尽层形成区域 150、250 或者 350 中的耗尽层的形成状态。

[0066] 其中, 固态图像拾取元件进一步包括: 从各个光接收 / 电荷累积层 121、122 和 123, 221、222 和 223, 或者 321、322 和 323 延伸至耗尽层形成区域 150、250 或者 350 的光接收 / 电荷累积层延长部 121A、122A 和 123A, 221A、222A 和 223A, 或者 321A、322A 和 323A。顺便提及, 当通过固态图像拾取元件来形成 CMOS 图像传感器时, 还将电荷输出区域 140、240 或者 340 称作浮动扩散区域。另一方面, 当通过固态图像拾取元件来形成 CCD 图像传感器时, 电荷输出区域 140、240 或者 340 具有众所周知的垂直 CCD 结构。

[0067] 在第一实施例中, 各个光接收 / 电荷累积层延长部 121A、122A 以及 123A 在耗尽层形成区域 150 的投影图像没有彼此重叠, 并且是并列的。此外, 控制电极区域 160 包括一个控制电极部 161, 电荷输出区域 140 包括一个电荷输出部 (电荷保持部) 141。在根据第一实施例的固态图像拾取元件中, 经由基于将具有第 m 个 (其中, $1 \leq m \leq M$) 值的控制电压施加给控制电极部 161 (即, M 次施加控制电压) 在耗尽层形成区域 150 中所形成的耗尽层, 可以将第 m 个 (其中, $1 \leq m \leq M$) 光接收 / 电荷累积层 121、122 以及 123 中所累积的电荷传送到电荷输出部 141。顺便提及, 在第一实施例中或者在稍后所述的第二和第三实施例中, 当减小 m 值的时候, 可以使光接收 / 电荷累积层位于更接近光入射面处。具体地, 当减小 m 值的时候, 使光接收 / 电荷累积层位于半导体层 11 的更浅的区域中 (与半导体层的光入射面更近的区域)。

[0068] 在第一实施例中或者在稍后所述的第二和第三实施例中, 耗尽层形成区域 150、250 或者 350 具有第一导电类型 (具体地, p^- 型)。电荷输出区域、光接收 / 电荷累积层以及光接收 / 电荷累积层延长部具有第二导电类型 (具体地, n 型)。顺便提及, 更具体地, 电荷输出区域 140、240 或者 340 为 n^+ 型杂质区域, 光接收 / 电荷累积区域 120、220 以及 320 和光接收 / 电荷累积层延长部 121A、122A 和 123A, 221A、222A 和 223A, 321A、322A 和 323A 为 n 型杂质区域。此外, 将光接收 / 电荷累积层夹在具有第一导电类型的上层和下层之间。具体地, 将第一光接收 / 电荷累积层 121、221 以及 321 夹在具有第一导电类型 (具体地, p 型) 的上层 30 和下层 31 之间。将第二光接收 / 电荷累积层 122、222 以及 322 夹在具有第一导电类型 (具体地, p 型) 的上层 31 和下层 32 之间。由具有第一导电类型的层 (p 型杂质区域) 30、31、32 以及 33 来环绕耗尽层形成区域 150、250 或者 350。此外, 第三光接收 / 电荷累积层 123、223 以及 323 夹在具有第一导电类型 (具体地, p 型) 的上层 32 和下层 33

之间。在这种情况下,如上所述,在电荷输出区域 140、240 或者 340 中的第二导电类型(具体地, n 型)的杂质的浓度高于在光接收 / 电荷累积层 121、122 和 123, 221、222 和 223, 或者 321、322 和 323 及光接收 / 电荷累积层延长部 121A、122A 和 123A, 221A、222A 和 223A, 或者 321A、322A 和 323A 中的第二导电类型(具体地, n 型)的杂质的浓度。

[0069] 在第一实施例中或者在稍后所述的第二和第三实施例中,电荷为电子,并且在将在光接收 / 电荷累积层 121、122 和 123, 221、222 和 223, 或者 321、322 和 323 中所累积的电荷传送至电荷输出区域 140、240 或者 340(或者电荷输出部)时,关于电子的电荷输出区域 140、240 或者 340(或者电荷输出部)的电势低于耗尽层的电势,并且耗尽层的电势低于光接收 / 电荷累积层 121、122 和 123, 221、222 和 223, 或者 321、322 和 323 的电势。此外,在电荷累积以前,完全耗尽各个光接收 / 电荷累积层 121、122 和 123, 221、222 和 223, 或者 321、322 和 323。

[0070] 在这种情况下,如上所述,由具有第一导电类型(具体地, p^- 型)的上层 30 来覆盖第一光接收 / 电荷累积层 121、221 以及 321。即,第一光接收 / 电荷累积层 121、221 以及 321 没有在暴露状态。因此,可能减小暗电流或者减小 kTC 噪声。

[0071] 在第一实施例中或者在稍后所述的第二和第三实施例中,通过由在具有夹在传输栅极和耗尽层形成区域之间的绝缘膜 61 的耗尽层形成区域 150、250 或者 350 之上所形成的传输栅极所构成的一种 MOS 型开关来形成控制电极区域 160、260 或者 360。由通过外延生长方法在具有第二导电类型(具体地, n 型)的硅半导体基板 10 上所形成的硅层来形成半导体层 11。

[0072] 通过对于入射可见光为透明的平滑层 63 来覆盖控制电极区域 160、260 或者 360, 光接收 / 电荷累积区域 120、220 或者 320 以及电荷输出区域 140、240 或者 340。在这种情况下,例如,可见光入射在其上的平滑层 63 由 SiO_2 或者 SiN 制成。将片上显微镜头(未示出)设置在平滑层 63 上。此外,在除了光接收 / 电荷累积区域 120、220 或者 320 之外的区域之上形成光屏蔽层 62。在平滑层 63 中形成各种配线(未示出)。入射在平滑层 63 上的可见光穿过设置在光屏蔽层 62 中的开口,然后进入光接收 / 电荷累积区域 120、220 或者 320。

[0073] 在根据第一实施例的固态图像拾取元件中,其位于光接收 / 电荷累积层延长部 121A、122A 和 123A 与控制电极区域之间的耗尽层形成区域 150 的部分 151、152 和 153 的杂质浓度依靠其位于光接收 / 电荷累积层延长部 121A、122A 和 123A 与控制电极区域之间的耗尽层形成区域 150 的部分 151、152 和 153 的厚度而不同。具体地,耗尽层形成区域 150 的杂质浓度随着沿着半导体层 11 的法线的方向(Z 方向)到控制电极区域 160 的距离的增大而降低(即,在第一实施例中,在半导体层 11 的更深区域中)。更具体地,其位于与第一光接收 / 电荷累积层 121 的光接收 / 电荷累积层延长部 121A 在相同的水平面的耗尽层形成区域 150 的部分 151(在距离半导体层 11 的光入射面 $0.2\ \mu\text{m}$ 的位置处)的杂质浓度约为 $5 \times 10^{16}/\text{cm}^3$ (当 $V_{\text{TG}} = 1$ 伏时,耗尽层到达 $0.2\ \mu\text{m}$ 时的浓度)。其位于与第二光接收 / 电荷累积层 122 的光接收 / 电荷累积层延长部 122A 在相同的水平面的耗尽层形成区域 150 的部分 152(在距离半导体层 11 的光入射面 $0.6\ \mu\text{m}$ 的位置处)的杂质浓度约为 $1 \times 10^{16}/\text{cm}^3$ (当 $V_{\text{TG}} = 2$ 伏时,耗尽层到达 $0.6\ \mu\text{m}$ 时的浓度)。其位于与第三光接收 / 电荷累积层 123 的光接收 / 电荷累积层延长部 123A 在相同的水平面的耗尽层形成区域 150 的部分 153(在距离

半导体层 11 的光入射面 $2\mu\text{m}$ 的位置处) 的杂质浓度约为 $8 \times 10^{14}/\text{cm}^3$ (当 $V_{\text{TG}} = 5$ 伏时, 耗尽层到达 $3\mu\text{m}$ 时的浓度)。顺便提及, 半导体层 11 的光入射面更具体地指的是具有第一导电类型 (p 型) 的上层 30 的表面。

[0074] 如上所述, 通过设置耗尽层形成区域 150 的杂质浓度, 并且将电压 $V_{\text{TG-B}} = 1$ 伏、 $V_{\text{TG-G}} = 2$ 伏以及 $V_{\text{TG-R}} = 5$ 伏施加给控制电极区域 160 (控制电极部 161), 经由在耗尽层形成区域 150 中所形成的耗尽层, 在第一、第二以及第三光接收 / 电荷累积层 121、122 以及 123 中所累积的电荷通过光接收 / 电荷累积层延长部 121A、122A 以及 123A 传送至电荷输出部 141。图 21 示出了在施加给控制电极区域 160 的电压 V_{TG} 和形成的耗尽层的厚度之间的关系。顺便提及, 在图 21 中, 用“A”标示的白色菱形标记的曲线, 用“B”标示的白色正方形标记的曲线, 用“C”标示的白色圆标记的曲线, 用“D”标示的白色三角形标记的曲线, 用“E”标示的黑色菱形标记的曲线, 用“F”标示的黑色正方形标记的曲线表示当杂质浓度为 $1 \times 10^{14}/\text{cm}^3$ 、 $2 \times 10^{14}/\text{cm}^3$ 、 $1 \times 10^{15}/\text{cm}^3$ 、 $1 \times 10^{16}/\text{cm}^3$ 、 $1 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ 以及 $1 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 时的关系。

[0075] 以下将参照图 9 ~ 图 11 描述根据第一实施例的固态图像拾取元件的驱动方法。在第一实施例中, 基本上, 经由通过将控制电压顺序施加给控制电极部 161 在耗尽层形成区域 150 中所形成的耗尽层, 将在光接收 / 电荷累积层 121、122 以及 123 中所累积的电荷顺序传送至电荷输出部 141。顺便提及, 当将在光接收 / 电荷累积层 121、122 以及 123 中所累积的电荷传送至电荷输出部 141 时施加给控制电极部 161 的控制电压的绝对值对于位于沿着半导体层 11 的法线的方向 (Z 方向) 到控制电极区域 160 的距离更长处的光接收 / 电荷累积层更高。具体地, 当将在光接收 / 电荷累积层 121、122 以及 123 中所累积的电荷传送至电荷输出部 141 时施加给控制电极部 161 的控制电压的绝对值对于位于半导体层 11 的更深的位置处的光接收 / 电荷累积层更高。

[0076] 在图 9 ~ 图 15 中, “FD”表示电荷输出区域或者电荷输出部的电势, “B”、“R”以及“G”分别表示第一光接收 / 电荷累积层、第二光接收 / 电荷累积层以及第三光接收 / 电荷累积层的电势。“FD 复位”表示电荷输出区域或者电荷输出部的初始化 (复位)。“B 读出”表示将在第一光接收 / 电荷累积层中所累积的电荷传输至电荷输出区域或者电荷输出部。“G 读出”表示将在第二光接收 / 电荷累积层 (或者第一光接收 / 电荷累积层和第二光接收 / 电荷累积层) 中所累积的电荷传输至电荷输出区域或者电荷输出部。“R 读出”表示将在第三光接收 / 电荷累积层 (或者第一光接收 / 电荷累积层、第二光接收 / 电荷累积层以及第三光接收 / 电荷累积层) 中所累积的电荷传输至电荷输出区域或者电荷输出部。

[0077] 步骤 100

[0078] 在根据第一实施例的固态图像拾取元件的驱动方法中, 首先, 在电荷累积以前, 完全耗尽各个光接收 / 电荷累积层 121、122 以及 123。具体地, 在先前操作中将在每个光接收 / 电荷累积层中所累积的电荷传送至电荷输出区域 (电荷输出部)。在完成该操作时, 完全耗尽各个光接收 / 电荷累积层 121、122 以及 123。因此, 该操作可以完全耗尽各个光接收 / 电荷累积层 121、122 以及 123。

[0079] 步骤 110

[0080] 下文中, 例如, 将 $V_{\text{FD-B}} = 5$ 伏施加给电荷输出部 141, 并且同时将 $V_{\text{TG-B}} = 5$ 伏施加给控制电极部 161。从而, 将所谓的反向偏压施加给各个光接收 / 电荷累积层 121、122 以及 123。根据在各个光接收 / 电荷累积层 121、122 以及 123 中的光接收状态在各个光接收

/ 电荷累积层 121、122 以及 123 中累积电荷（在第一实施例中，为电子）。然而，可以省略该步骤。

[0081] 步骤 120

[0082] 在经过预定的曝光时间以后，例如，将 $V_{FD-reset} = 5$ 伏施加给电荷输出部 141。然而，值 $V_{FD-reset}$ 可以为除 5 伏以外的值（例如，电源电压 3 伏）。从而，对电荷输出区域 140 进行初始化（复位）。

[0083] 步骤 130

[0084] 下文中，将在第一光接收 / 电荷累积层 121 中所累积的电荷传送至电荷输出区域 140 (B 读出)。具体地，例如，将具有第一值 ($V_{TG-B} = 1$ 伏) 的控制电压施加给控制电极部 161。从而，在耗尽层形成区域 150 中形成耗尽层，并且该耗尽层到达第一层的光接收 / 电荷累积层延长部 121A，但不到达第二层和第三层的光接收 / 电荷累积层 122A 和 123A。结果，将第一光接收 / 电荷累积层 121 经由第一层的光接收 / 电荷累积层延长部 121A 和耗尽层电连接至电荷输出部 141，并且将在第一光接收 / 电荷累积层 121 中所累积的电荷传送至电荷输出区域 140。接下来，在电荷输出区域 140 中将电荷转换为电压。将该电压发送至众所周知的信号检测电路（在图中未示出）。顺便提及，在图 9 和图 10 中，重复示意性标示“B 读出”。

[0085] 步骤 140

[0086] 接下来，通过再次执行步骤 120 对电荷输出区域 140 进行初始化（复位）。此后，将在第二光接收 / 电荷累积层 122 中所累积的电荷传送至电荷输出区域 140 (G 读出)。具体地，例如，将具有第二值 ($V_{TG-G} = 2$ 伏) 的控制电压施加给控制电极部 161。从而，在耗尽层形成区域 150 中形成耗尽层，并且该耗尽层到达第二层的光接收 / 电荷累积层延长部 122A，但不到达第三层的光接收 / 电荷累积层 123A。结果，将第一光接收 / 电荷累积层 121、第二光接收 / 电荷累积层 122 经由第一层和第二层的光接收 / 电荷累积层延长部 121A、122A 和耗尽层电连接至电荷输出部 141，并且将在第二光接收 / 电荷累积层 122 中所累积的电荷传送至电荷输出区域 140。接下来，在电荷输出区域 140 中将电荷转换为电压。将电压发送至众所周知的信号检测电路（在图中未示出）。

[0087] 步骤 150

[0088] 下文中，通过再次执行步骤 120 对电荷输出区域 140 进行初始化（复位）。然后，将在第三光接收 / 电荷累积层 123 中所累积的电荷传送至电荷输出区域 140 (R 读出)。具体地，例如，将具有第三值 ($V_{TG-R} = 5$ 伏) 的控制电压施加给控制电极部 161。从而，在耗尽层形成区域 150 中形成耗尽层，并且该耗尽层到达第三层的光接收 / 电荷累积层延长部 123A。结果，将第一光接收 / 电荷累积层 121、第二光接收 / 电荷累积层 122 以及第三光接收 / 电荷累积层 123 经由第一层、第二层以及第三层的光接收 / 电荷累积层延长部 121A、122A 以及 123A 和耗尽层电连接至电荷输出部 141，并且将在第三光接收 / 电荷累积层 123 中所累积的电荷传送至电荷输出区域 140。接下来，在电荷输出区域 140 中将电荷转换为电压。将电压发送至众所周知的信号检测电路（在图中未示出）。

[0089] 在第一实施例中，在步骤 130 中，将在第一光接收 / 电荷累积层 121 中所累积的电荷传送至电荷输出区域 140。由接收蓝光、绿光以及红光产生在第一光接收 / 电荷累积层 121 中所累积的电荷。在步骤 140 中，将在第二光接收 / 电荷累积层 122 中所累积的电荷传

送至电荷输出区域 140。由接收绿光和红光产生在第二光接收 / 电荷累积层 122 中所累积的电荷。在步骤 150 中,将在第三光接收 / 电荷累积层 123 中所累积的电荷传送至电荷输出区域 140。由接收红光产生在第三光接收 / 电荷累积层 123 中所累积的电荷。因此,在电荷输出区域 140 中将电荷转换为电压。将电压发送至众所周知的信号检测电路(在图中未示出),并且信号检测电路执行操作,从而可以获得大量接收的蓝光、大量接收的绿光、大量接收的红光。顺便提及,这对于稍后所述的第二实施例或者第三实施例同样成立。顺便提及,当没有设置机械快门机构时,光接收 / 电荷累积区域在步骤 130、步骤 140 以及步骤 150 中也接收光。然而,步骤 130、步骤 140 以及步骤 150 的时间非常短。因此,没有出现特殊的问题。

[0090] 根据第一实施例的固态图像拾取元件和固态图像拾取元件的驱动方法,设置了用于控制在耗尽层形成区域 150 中的耗尽层的形成状态的控制电极区域 160,并且在耗尽层形成区域中 150 中的各个光接收 / 电荷累积层延长部 121A、122A 以及 123A 的投影图像没有彼此重叠,并且是并列的。因此,通过将适当的控制电压施加给控制电极区域 160,可以在耗尽层形成区域 150 中形成耗尽层,并且可以经由耗尽层将在光接收 / 电荷累积层 121、122 以及 123 中所累积的电荷传送至电荷输出区域 140(电荷输出部 141)。因此,可以减小固态图像拾取元件的整体尺寸。

[0091] 可以通过由外延生长方法(执行原位掺杂的外延生长方法)在硅半导体基板 10 上形成包括 p 型杂质的半导体层 11 的方法来制作根据第一实施例的固态图像拾取元件,此后,通过众所周知的离子注入法形成光接收 / 电荷累积层 121、122 以及 123,光接收 / 电荷累积层延长部 121A、122A 以及 123A,电荷输出区域(浮动扩散区域)140 以及耗尽层形成区域 150,然后,在半导体层 11 的表面上形成绝缘膜 61,在耗尽层形成区域 150 之上形成控制电极区域 160,并且在整个表面上形成平滑层 63、光屏蔽层 62、平滑层 63。

[0092] 作为选择,也可以通过以下参照图 16A ~ 16D、图 17A ~ 17C 以及图 18A ~ 18C 描述的方法来制作根据第一实施例的固态图像拾取元件,图 16A ~ 16D、图 17A ~ 17C 以及图 18A ~ 18C 为硅半导体基板等的示意性局部端图。顺便提及,图 16A ~ 16D、图 17A ~ 17C 以及图 18A ~ 18C 为与沿着图 1B 中的箭头 A-A 的截面图类似的示意性局部截面图。

[0093] 步骤 A

[0094] 首先,通过外延生长方法在硅半导体基板 10 上形成包括 p 型杂质的半导体层 11A(参见图 16A)。接下来,通过众所周知的离子注入法在半导体层 11A 中形成第三光接收 / 电荷累积层 123 和耗尽层形成区域 150(参见图 16B)。顺便提及,半导体层 11A 对应于下层 33。

[0095] 步骤 B

[0096] 接下来,通过外延生长方法在整个表面的上方形成包括 p 型杂质的半导体层 11B(参见图 16C)。接下来,通过众所周知的离子注入法在半导体层 11B 的表面区域中形成第二光接收 / 电荷累积层 122 和耗尽层形成区域 150(参见图 16D)。顺便提及,位于第二光接收 / 电荷累积层 122 和第三光接收 / 电荷累积层 123 之间的半导体层 11B 对应于上层 32 或者下层 33。

[0097] 步骤 C

[0098] 接下来,通过外延生长方法在整个表面的上方形成包括 p 型杂质的半导体层

11C(参见图 17A)。接下来,通过众所周知的离子注入法在半导体层 11C 的表面区域中形成第一光接收 / 电荷累积层 121 和耗尽层形成区域 150(参见图 17B)。顺便提及,位于第一光接收 / 电荷累积层 121 和第二光接收 / 电荷累积层 122 之间的半导体层 11C 对应于上层 31 或者下层 32。

[0099] 步骤 D

[0100] 接下来,通过外延生长方法在整个表面的上方形成包括 p 型杂质的半导体层 11D,并且通过使半导体层 11D 的表面氧化来形成由 SiO_2 所制成的绝缘膜 61(参见图 17C)。接下来,通过众所周知的离子注入法在半导体层 11D 中形成耗尽层形成区域 150(参见图 18A)。顺便提及,位于绝缘膜 61 和第一光接收 / 电荷累积层 121 之间的半导体层 11D 对应于上层 30。

[0101] 步骤 E

[0102] 此后,通过众所周知的方法在耗尽层形成区域 150 之上形成控制电极区域 160(参见图 18B)。

[0103] 步骤 F

[0104] 接下来,通过众所周知的离子注入法在半导体层 11D 中形成电荷输出区域(浮动扩散区域)140(参见图 18C)。

[0105] 步骤 G

[0106] 此后,在整个表面上形成平滑层 63、光屏蔽层 62 以及平滑层 63。从而,可以获得根据第一实施例的固态图像拾取元件。顺便提及,基本上还可以通过上述方法来制作稍后所述的根据第二实施例或者第三实施例的固态图像拾取元件。

[0107] [第二实施例]

[0108] 第二实施例涉及根据本发明的固态图像拾取元件和根据本发明的第二膜式的固态图像拾取元件的驱动方法。图 4A 是根据第二实施例的固态图像拾取元件的控制电极部和电荷输出部的配置状态的示意图。图 4B、图 5A 和 5B 为第一、第二以及第三光接收 / 电荷累积层等的配置状态的示意性局部截面图。

[0109] 此外,在第二实施例中,在耗尽层形成区域中 250 中的各个光接收 / 电荷累积层延长部 221A、222A 以及 223A 的投影图像没有彼此重叠,并且是并列的。此外,与在第一实施例中一样,其位于光接收 / 电荷累积层延长部 221A、222A 以及 223A 和控制电极区域之间的耗尽层形成区域 250 的部分 251、252 以及 253 的厚度根据各个光接收 / 电荷累积层 221、222 以及 223 而不同。此外,控制电极区域 260 包括 M(在第二实施例中也为 $M = 3$) 个控制电极部 261、262 以及 263,并且电荷输出区域 240 包括 M 个电荷输出部(电荷保持部)241、242 以及 243。经由基于将控制电压施加给第 m 个(其中, $1 \leq m \leq M$) 控制电极部(在第二实施例中,将应用电压的变化值一次施加给 M 个控制电极部 261、262 以及 263)在耗尽层形成区域 250 中所形成的耗尽层,可以将第 m 个光接收 / 电荷累积层中所累积的电荷传送至第 m 个电荷输出部。

[0110] 至于位于光接收 / 电荷累积层延长部 221A、222A 以及 223A 和控制电极区域之间的耗尽层形成区域 250 的部分 251、252 以及 253 的厚度,光接收 / 电荷累积层延长部 221A、222A 以及 223A 的水平面为与前述第一实施例类似的值。此外,在根据第二实施例的固态图像拾取元件中,位于光接收 / 电荷累积层延长部 221A、222A 以及 223A 和控制电极区域之间

的耗尽层形成区域 250 的部分 251、252 以及 253 的杂质浓度根据位于光接收 / 电荷累积层延长部 221A、222A 以及 223A 和控制电极区域之间的耗尽层形成区域 250 的部分 251、252 以及 253 的厚度而不同。具体地,与第一实施例一样,随着沿着半导体层 11 的法线方向 (Z 方向) 到控制电极区域 260 的距离 (即,在半导体层 11 的更深的区域中) 的增大,耗尽层形成区域 250 的杂质浓度降低。

[0111] 以下将参照图 12 和图 13 描述根据第二实施例的固态图像拾取元件的驱动方法。在第二实施例中,基本上,经由通过将控制电压施加给控制电极部在耗尽层形成区域中所形成的耗尽层,将在光接收 / 电荷累积层中所累积的电荷传送至电荷输出部。顺便提及,在第二实施例中,经由通过将具有不同值的控制电压 V_{TG} 同时施加给各个控制电极部 261、262 以及 263 在耗尽层形成区域 250 中所形成的耗尽层,将在各个光接收 / 电荷累积层 221、222 以及 223 中所累积的电荷同时传送至各个电荷输出部 241、242 以及 243。作为选择,经由通过将控制电压顺序施加给控制电极部 261、262 以及 263 在耗尽层形成区域 250 中所形成的耗尽层,将在光接收 / 电荷累积层 221、222 以及 223 中所累积的电荷顺序传送至电荷输出部 241、242 以及 243。当将在光接收 / 电荷累积层 221、222 以及 223 中所累积的电荷传送至电荷输出部 241、242 以及 243 时,施加给控制电极部 261、262 以及 263 的控制电压的绝对值对于沿着半导体层 11 的法线方向位于到控制电极区域 260 更长的距离处的光接收 / 电荷累积层 (具体地,对于位于半导体层 11 的更深位置处的光接收 / 电荷累积层) 更高。

[0112] 步骤 200

[0113] 此外,在根据第二实施例的固态图像拾取元件的驱动方法中,与在第一实施例中的步骤 100 一样,完全耗尽各个光接收 / 电荷累积层 221、222 以及 223。

[0114] 步骤 210

[0115] 此后,与在第一实施例中的步骤 110 一样,将所谓的反向偏压施加给各个光接收 / 电荷累积层 221、222 以及 223。根据在各个光接收 / 电荷累积层 221、222 以及 223 中的光接收状态在各个光接收 / 电荷累积层 221、222 以及 223 中累积电荷 (在第二实施例中,也为电子)。

[0116] 步骤 220

[0117] 在经过预定的曝光时间以后,与在第一实施例中的步骤 120 一样,例如,将 $V_{FD-reset}$ 施加给第一电荷输出部 241、第二电荷输出部 242 以及第三电荷输出部 243,同时,将 $V_{TG-reset}$ 施加给第一控制电极部 261、第二控制电极部 262 以及第三控制电极部 263。从而,对第一电荷输出部 241、第二电荷输出部 242 以及第三电荷输出部 243 进行初始化 (复位)。

[0118] 步骤 230

[0119] 此后,将在第一光接收 / 电荷累积层 221 中所累积的电荷传送至第一电荷输出部 241,将在第二光接收 / 电荷累积层 222 中所累积的电荷同时传送至第二电荷输出部 242,并且将在第三光接收 / 电荷累积层 223 中所累积的电荷同时传送至第三电荷输出部 243 (参见在图 12 和图 13 中的“读出”)。具体地,例如,将 V_{FD-B} 施加给第一电荷输出部 241,将具有第一值的控制电压 V_{TG-B} 施加给第一控制电极部 261。同时,将 V_{FD-G} 施加给第二电荷输出部 242,并且将 V_{TG-G} 施加给第二控制电极部 262。同时,将 V_{FD-R} 施加给第三电荷输出部 243,并且将 V_{TG-R} 施加给第三控制电极部 263。从而,在耗尽层形成区域 250 中形成耗尽层,并且在第一控制电极部 261 的正下方的耗尽层到达第一层的光接收 / 电荷累积层延长部 221A,

而没有到达第二层和第三层的光接收 / 电荷累积层延长部 222A、223A。在第二控制电极部 262 的正下方的耗尽层到达第二层的光接收 / 电荷累积层延长部 222A, 而没有到达第三层的光接收 / 电荷累积层延长部 223A。在第三控制电极部 263 的正下方的耗尽层到达第三层的光接收 / 电荷累积层延长部 223A。结果, 将第一光接收 / 电荷累积层 221 经由第一层的光接收 / 电荷累积层延长部 221A 和耗尽层电连接至第一电荷输出部 241, 并且将在第一光接收 / 电荷累积层 221 中所累积的电荷传送至第一电荷输出部 241。将第二光接收 / 电荷累积层 222 经由第二层的光接收 / 电荷累积层延长部 222A 和耗尽层电连接至第二电荷输出部 242, 并且将在第二光接收 / 电荷累积层 222 中所累积的电荷传送至第二电荷输出部 242。将第三光接收 / 电荷累积层 223 经由第三层的光接收 / 电荷累积层延长部 223A 和耗尽层电连接至第三电荷输出部 243, 并且将在第三光接收 / 电荷累积层 223 中所累积的电荷传送至第三电荷输出部 243。接下来, 在电荷输出部 241、242 以及 243 中将电荷转换为电压。将电压发送至众所周知的信号检测电路 (在图中未示出)。

[0120] 此外, 在根据第二实施例的固态图像拾取元件或者根据本发明的第二模式的固态图像拾取元件的驱动方法中, 设置了用于控制在耗尽层形成区域 250 中的耗尽层的形成状态的控制电极部 261、262 以及 263, 并且在耗尽层形成区域中 250 中的各个光接收 / 电荷累积层延长部 221A、222A 以及 223A 的投影图像没有彼此重叠, 并且是并列的。因此, 通过将适当的控制电压施加给控制电极部 261、262 以及 263, 可以在耗尽层形成区域中 250 中形成耗尽层, 并且可以经由耗尽层将在光接收 / 电荷累积层 221、222 以及 223 中所累积的电荷传送至电荷输出部 241、242 以及 243。此外, 因为一次足以将控制电压施加给控制电极部 261、262 以及 263, 所以可以简化操作程序。

[0121] [第三实施例]

[0122] 第三实施例涉及根据本发明的固态图像拾取元件和根据本发明的第三模式的固态图像拾取元件的驱动方法。图 6A、图 7A 以及图 8A 为根据第三实施例的固态图像拾取元件的示意性局部截面图。图 6B、图 7B 以及图 8B 为第一、第二以及第三光接收 / 电荷累积层等的配置状态的示意性局部截面图。顺便提及, 图 6A、图 7A 以及图 8A 为沿着图 6B、图 7B 以及图 8B 中的箭头 A-A 的示意性局部截面图。图 6B、图 7B 以及图 8B 为沿着图 6A 中的箭头 a-a、b-b 以及 c-c 的光接收 / 电荷累积层等的配置状态的示意性局部截面图。

[0123] 此外, 在第三实施例中, 在耗尽层形成区域中 350 中的各个光接收 / 电荷累积层延长部 321A、322A 以及 323A 的投影图像没有彼此重叠, 并且是并列的。然而, 其位于光接收 / 电荷累积层延长部 321A、322A 以及 323A 和控制电极区域之间的耗尽层形成区域 350 的部分 351、352 以及 353 的厚度在各个光接收 / 电荷累积层 321、322 以及 323 中相同。控制电极区域 360 包括一个控制电极部 361, 并且电荷输出区域 340 包括 M 个电荷输出部 (电荷保持部) 341、342 以及 343。经由基于将控制电压施加给控制电极部 361 (即, 一次施加控制电压) 在耗尽层形成区域 350 中所形成的耗尽层, 可以将第 m 个 (其中, $1 \leq m \leq M$) 光接收 / 电荷累积层中所累积的电荷传送至第 m 个电荷输出部。

[0124] 至于位于光接收 / 电荷累积层延长部 321A、322A 以及 323A 和控制电极区域之间的耗尽层形成区域 350 的部分 351、352 以及 353 的厚度, 与控制电极区域 360 最接近的光接收 / 电荷累积层延长部 321A、322A 以及 323A 的部分 321B、322B 以及 323B 的水平面与前述第一实施例中的第一光接收 / 电荷累积层 121 的光接收 / 电荷累积层延长部 121A 的水

平面相同。顺便提及,在根据第三实施例的固态图像拾取元件中,与第一实施例或者第二实施例不同,其位于光接收 / 电荷累积层延长部 321A、322A 以及 323A 和控制电极区域之间的耗尽层形成区域 350 的部分 351、352 以及 353 的杂质浓度相同(常数)。具体地,耗尽层形成区域 350 的部分 351、352 以及 353 的杂质浓度与位于与第一实施例中的第一光接收 / 电荷累积层的光接收 / 电荷累积层延长部相同的水平面处的耗尽层形成区域 150 的部分 151 的杂质浓度相同。

[0125] 以下将参照图 14 和图 15 描述根据第三实施例的固态图像拾取元件的驱动方法。在第三实施例中,基本上,经由通过将控制电压施加给控制电极部在耗尽层形成区域所形成的耗尽层,将在光接收 / 电荷累积层中所累积的电荷同时传送至电荷输出部。

[0126] 步骤 300

[0127] 此外,在根据第三实施例的固态图像拾取元件的驱动方法中,与在第一实施例中的步骤 100 一样,首先,在电荷累积以前,完全耗尽各个光接收 / 电荷累积层 321、322 以及 323。

[0128] 步骤 310

[0129] 此后,与在第一实施例中的步骤 110 一样,将所谓的反向偏压施加给各个光接收 / 电荷累积层 321、322 以及 323。根据各个光接收 / 电荷累积层 321、322 以及 323 中的光接收状态在各个光接收 / 电荷累积层 321、322 以及 323 中累积电荷(在第三实施例中,也为电子)。

[0130] 步骤 320

[0131] 在经过预定的曝光时间以后,与在第一实施例中的步骤 120 一样,例如,将 $V_{FD-reset}$ 施加给第一电荷输出部 341、第二电荷输出部 342 以及第三电荷输出部 343,并且同时,将 $V_{TG-reset}$ 施加给控制电极部 361。从而,对第一电荷输出部 341、第二电荷输出部 342 以及第三电荷输出部 343 进行初始化(复位)。

[0132] 步骤 330

[0133] 此后,将在第一光接收 / 电荷累积层 321 中所累积的电荷传送至第一电荷输出部 341,将在第二光接收 / 电荷累积层 322 中所累积的电荷同时传送至第二电荷输出部 342,并且将在第三光接收 / 电荷累积层 323 中所累积的电荷同时传送至电荷输出部 343(参见在图 14 和图 15 中的“读出”)。具体地,例如,将 V_{FD-B} 同时施加给第一电荷输出部 341、第二电荷输出部 342 以及第三电荷输出部 343,并且同时将 V_{TG-B} 施加给控制电极部 361。从而,在耗尽层形成区域 350 中形成耗尽层,并且该耗尽层到达第一层的光接收 / 电荷累积层延长部 321A 的部分 321B,第二层的光接收 / 电荷累积层延长部 322A 的部分 322B,以及第三层的光接收 / 电荷累积层延长部 323A 的部分 323B。结果,将第一光接收 / 电荷累积层 321 经由第一层的光接收 / 电荷累积层延长部 321A、321B 和耗尽层电连接至第一电荷输出部 341,并且将在第一光接收 / 电荷累积层 321 中所累积的电荷传送至第一电荷输出部 341。同时,将第二光接收 / 电荷累积层 322 经由第二层的光接收 / 电荷累积层延长部 322A、322B 和耗尽层电连接至第二电荷输出部 342,并且将在第二光接收 / 电荷累积层 322 中所累积的电荷传送至第二电荷输出部 342。此外,将第三光接收 / 电荷累积层 323 经由第三层的光接收 / 电荷累积层延长部 323A、323B 和耗尽层电连接至第三电荷输出部 343,并且将在第三光接收 / 电荷累积层 323 中所累积的电荷传送至第三电荷输出部 343。接下来,在电荷输出部

341、342 以及 343 中将电荷转换为电压。将电压发送至众所周知的信号检测电路（在图中未示出）。

[0134] 此外，在根据第三实施例的固态图像拾取元件中或者在根据本发明的第三模式的固态图像拾取元件的驱动方法中，设置了用于控制在耗尽层形成区域 350 中的耗尽层的形成状态的控制电极部 361，并且在耗尽层形成区域中 350 中的各个光接收 / 电荷累积层延长部 321A、322A 以及 323A 的投影图像没有彼此重叠，并且是并列的。因此，通过将适当的控制电压施加给控制电极部 361，可以在耗尽层形成区域中 350 中形成耗尽层，并且可以经由耗尽层将在光接收 / 电荷累积层 321、322 以及 323 中所累积的电荷同时传送至电荷输出部 341、342 以及 343。因此，可以减小固态图像拾取元件的整体尺寸。此外，因为一次足以将控制电压施加给控制电极部 361，所以可以简化操作程序。

[0135] 虽然基于优选实施例描述了本发明，但是本发明不局限于这些实施例。在实施例中所描述的固态图像拾取元件的构造和结构为说明性的，并且可以适当地改变。虽然在实施例中光接收 / 电荷累积层延长部并列配置，但是本发明不局限于此。并且可以形成光接收 / 电荷累积层为矩形平面形状，光接收 / 电荷累积层延长部从矩形形状的光接收 / 电荷累积层的三侧延伸的构造或者结构。M 的数值不局限于 3，而是可以为 2、4 或者更多。

[0136] 虽然在实施例中仅描述了前光型固态图像拾取元件，但是固态图像拾取元件可以为背光型的。具体地，例如，当将在第一实施例中所描述的固态图像拾取元件改为背光型时，如图 19 所示，光从硅半导体基板 10 入射。在硅半导体基板 10 上形成绝缘层 64 和光屏蔽层 62，并且进一步形成半导体层 11。在半导体层 11 中形成光接收 / 电荷累积层 121、122 和 123、光接收 / 电荷累积层延长部 121A、122A 和 123A、电荷输出区域（浮动扩散区域）140 以及耗尽层形成区域 150。此外，在半导体层 11 的表面上形成绝缘膜 61，在耗尽层形成区域 150 下面形成控制电极区域 160，并且形成平滑层 63。顺便提及，将控制电极区域 160 设置在第三光接收 / 电荷累积层下面。作为选择，如图 20 所示，可以在第一光接收 / 电荷累积层上面形成控制电极区域 160。顺便提及，参考符号 65 表示绝缘层。

[0137] 本领域的技术人员应该理解，根据设计要求和其它因素，可以有多种修改、组合、再组合和改进，均应包含在本发明的权利要求或等同物的范围之内。

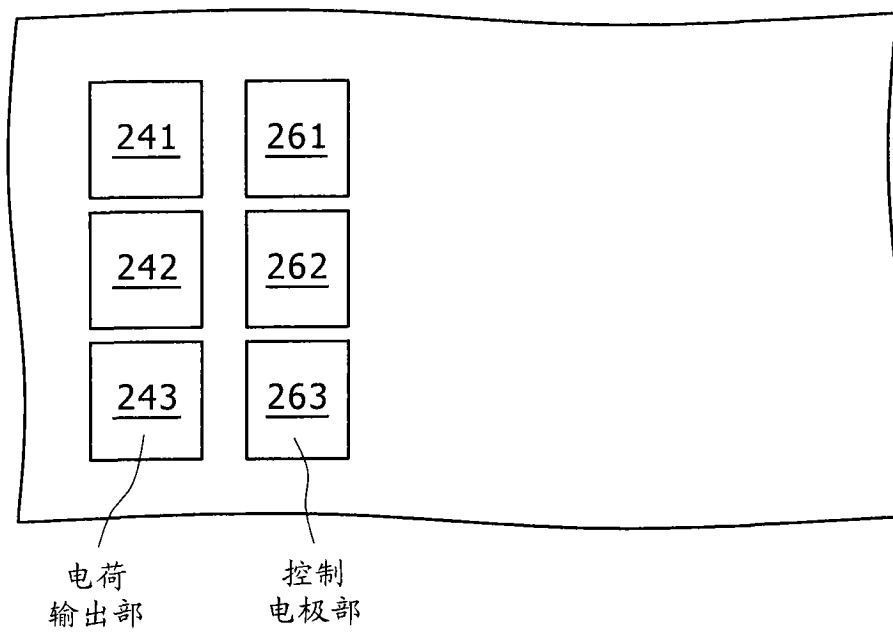


图 4A

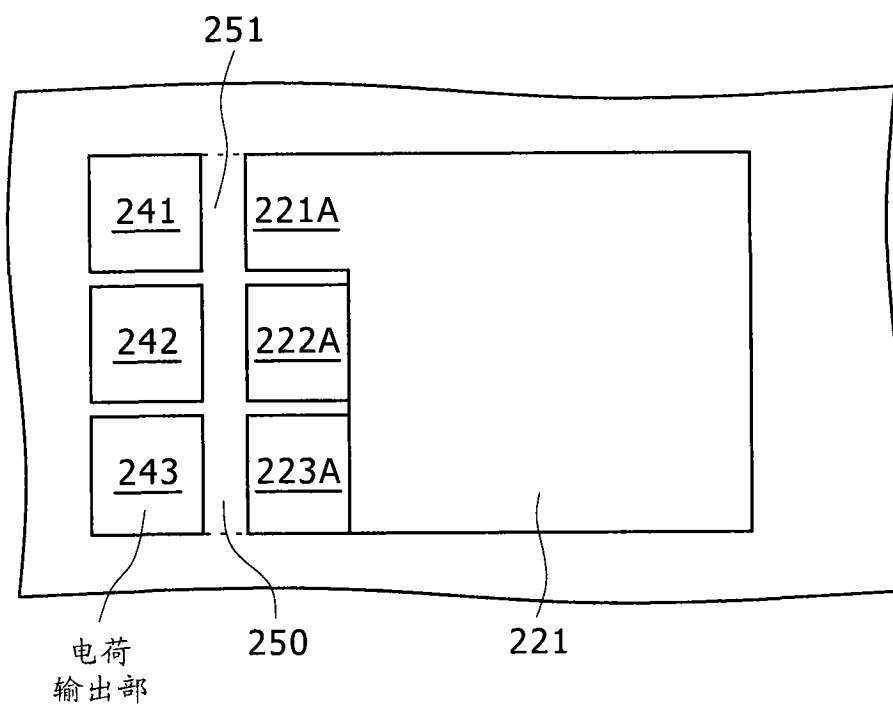


图 4B

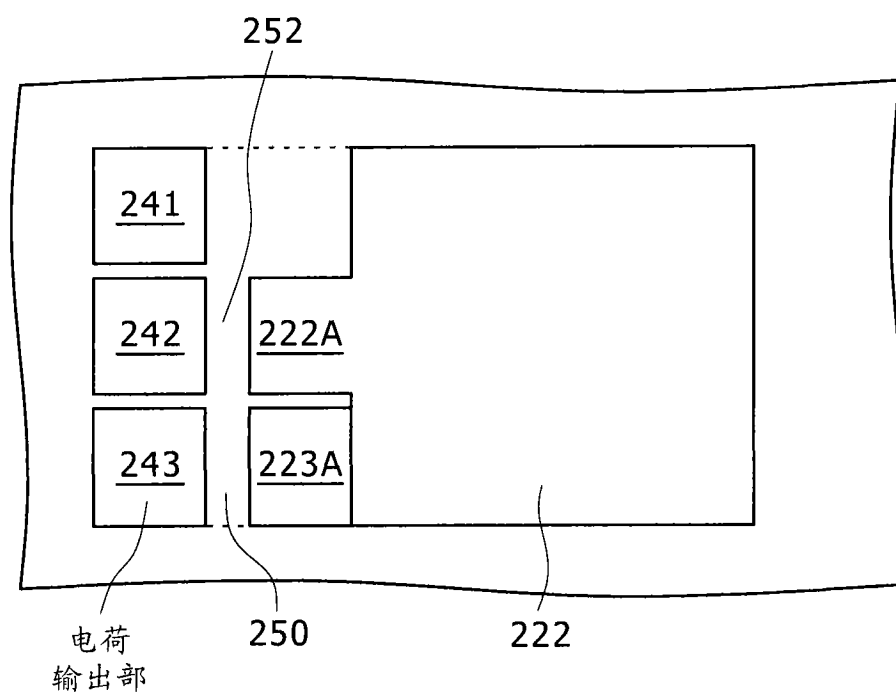


图 5A

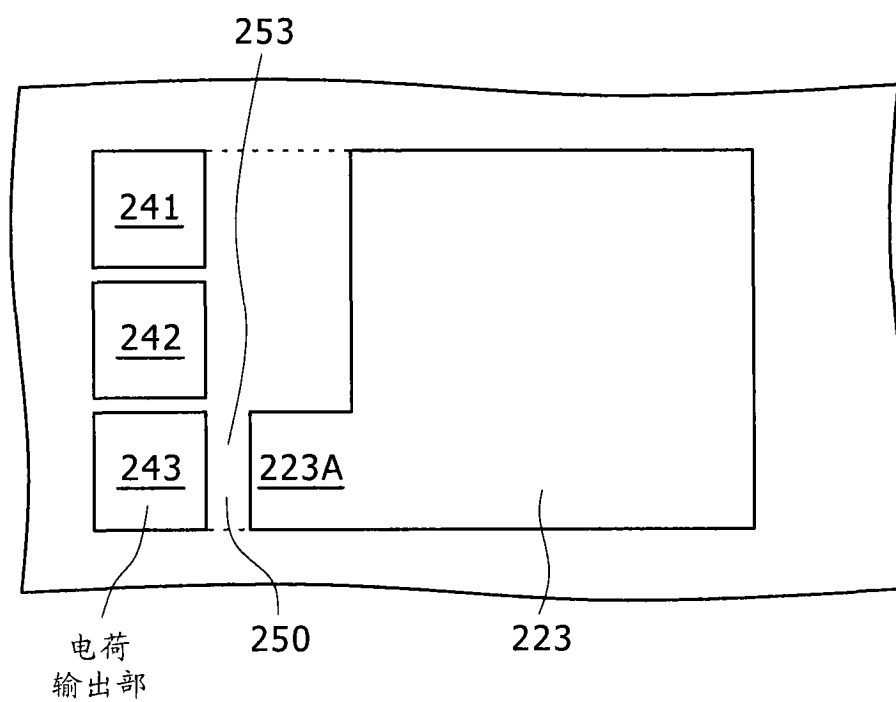


图 5B

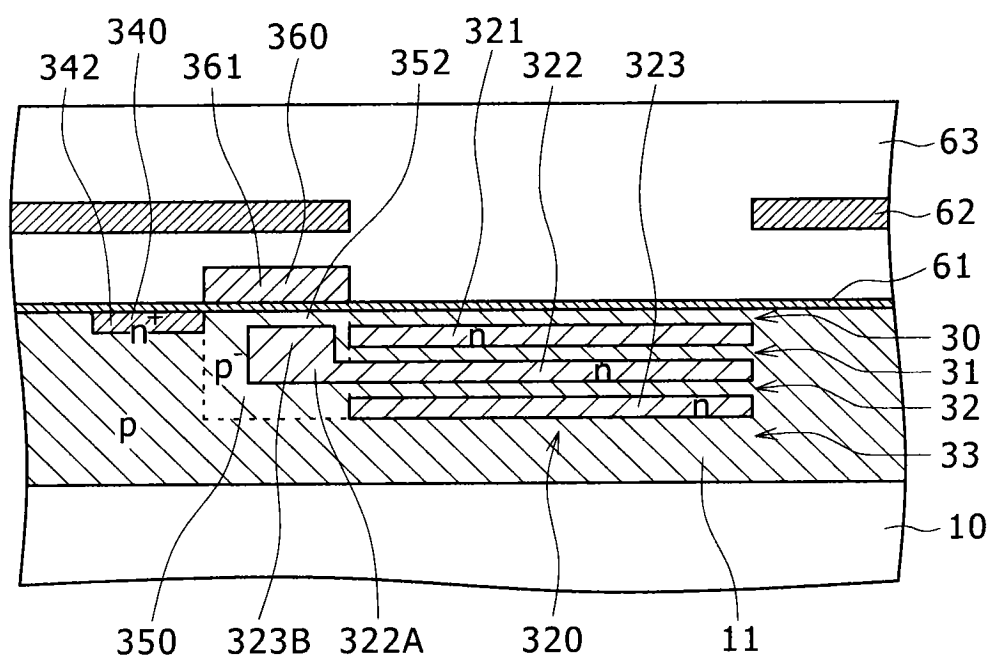


图 7A

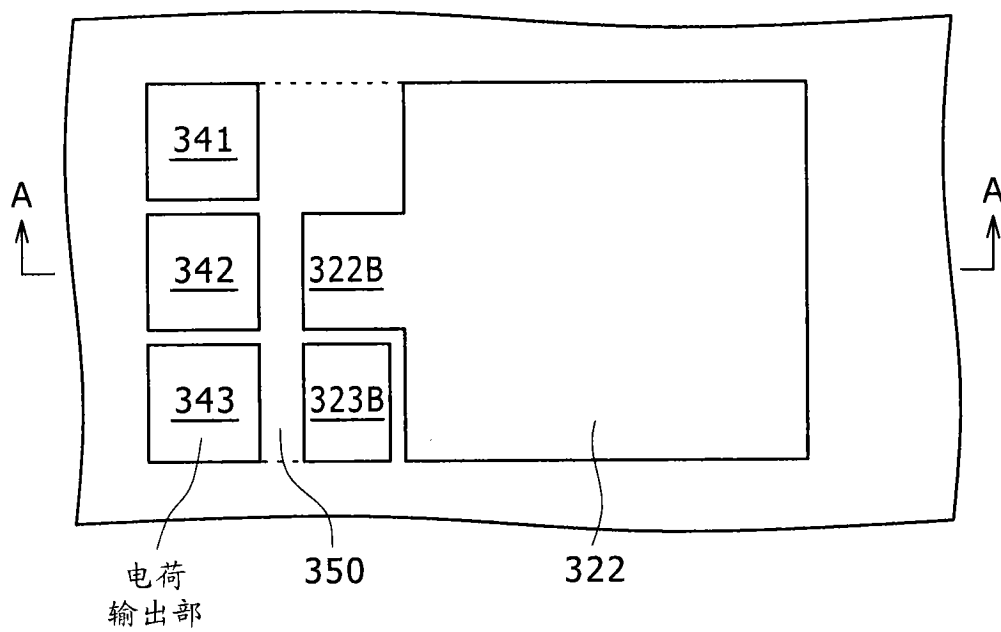


图 7B

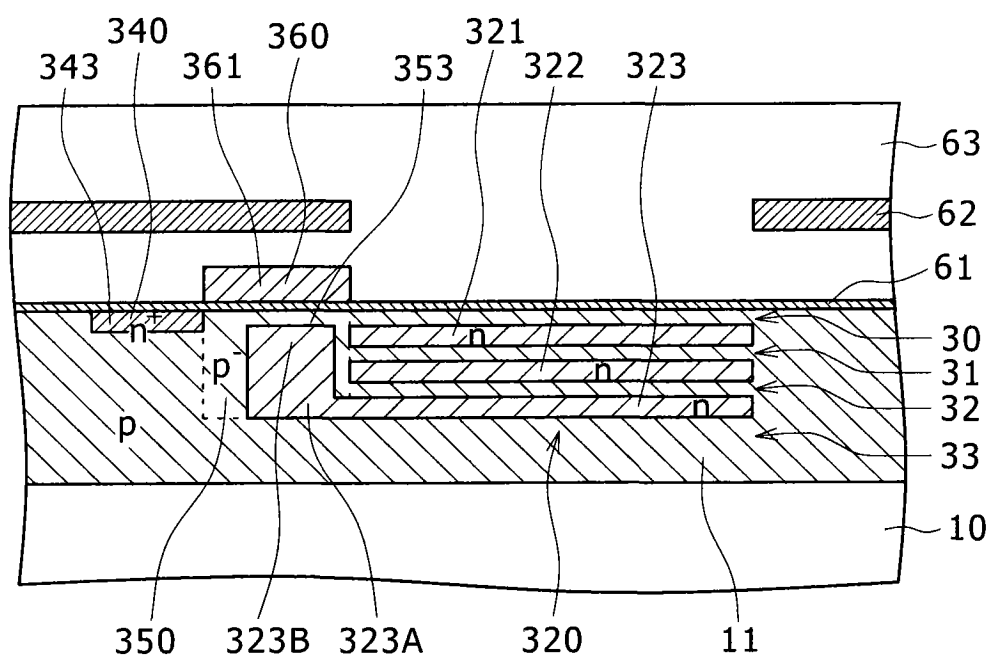


图 8A

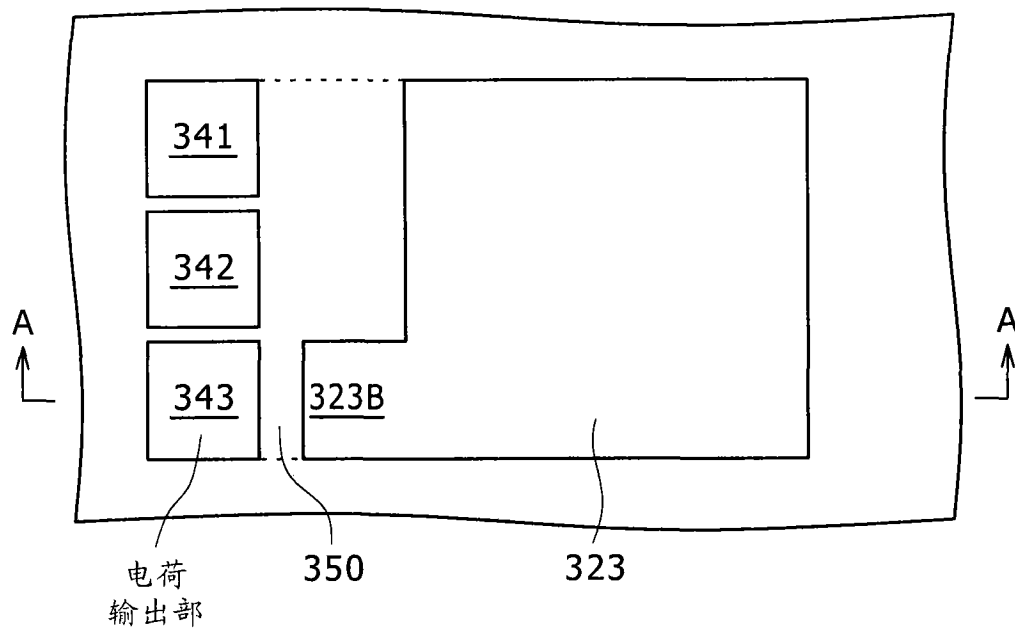


图 8B

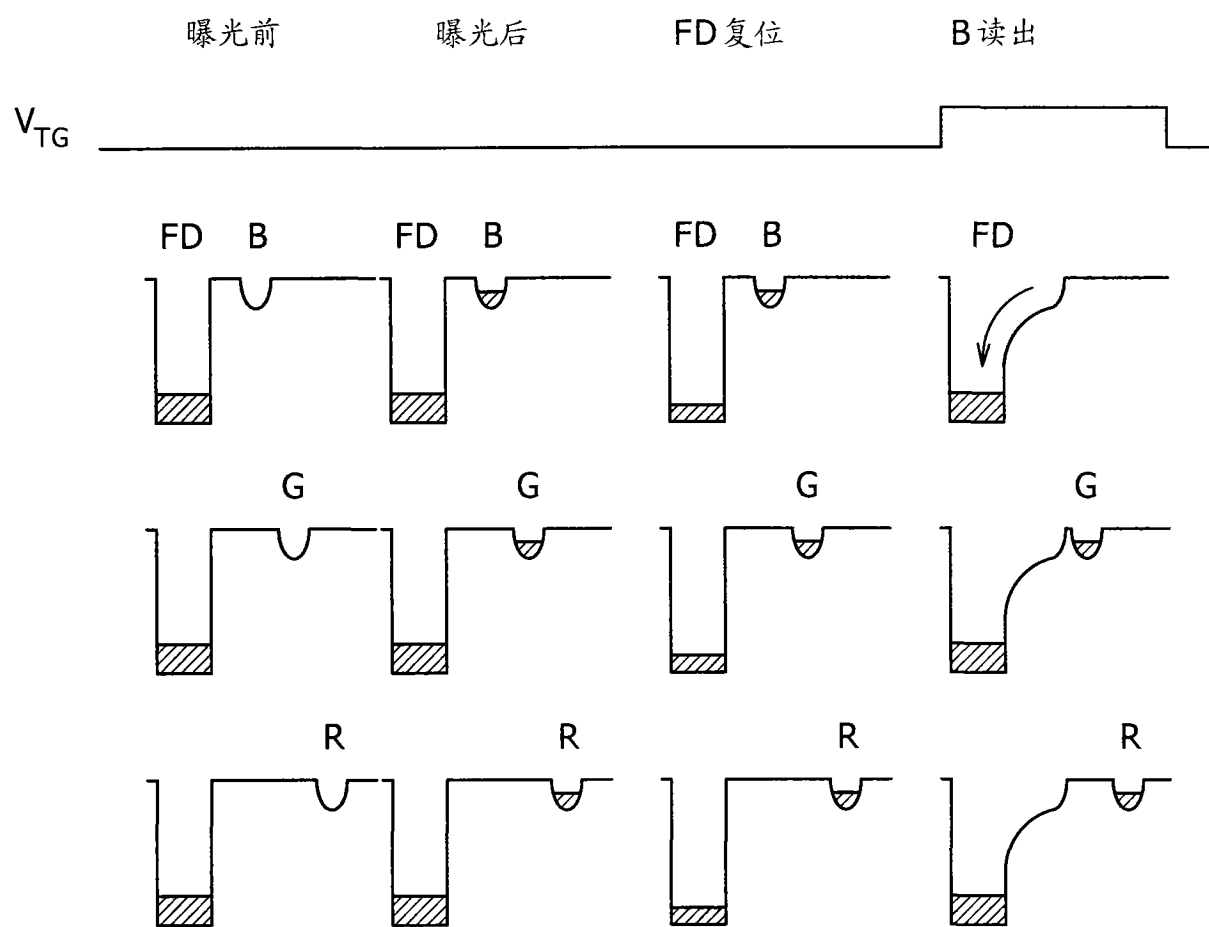


图 9

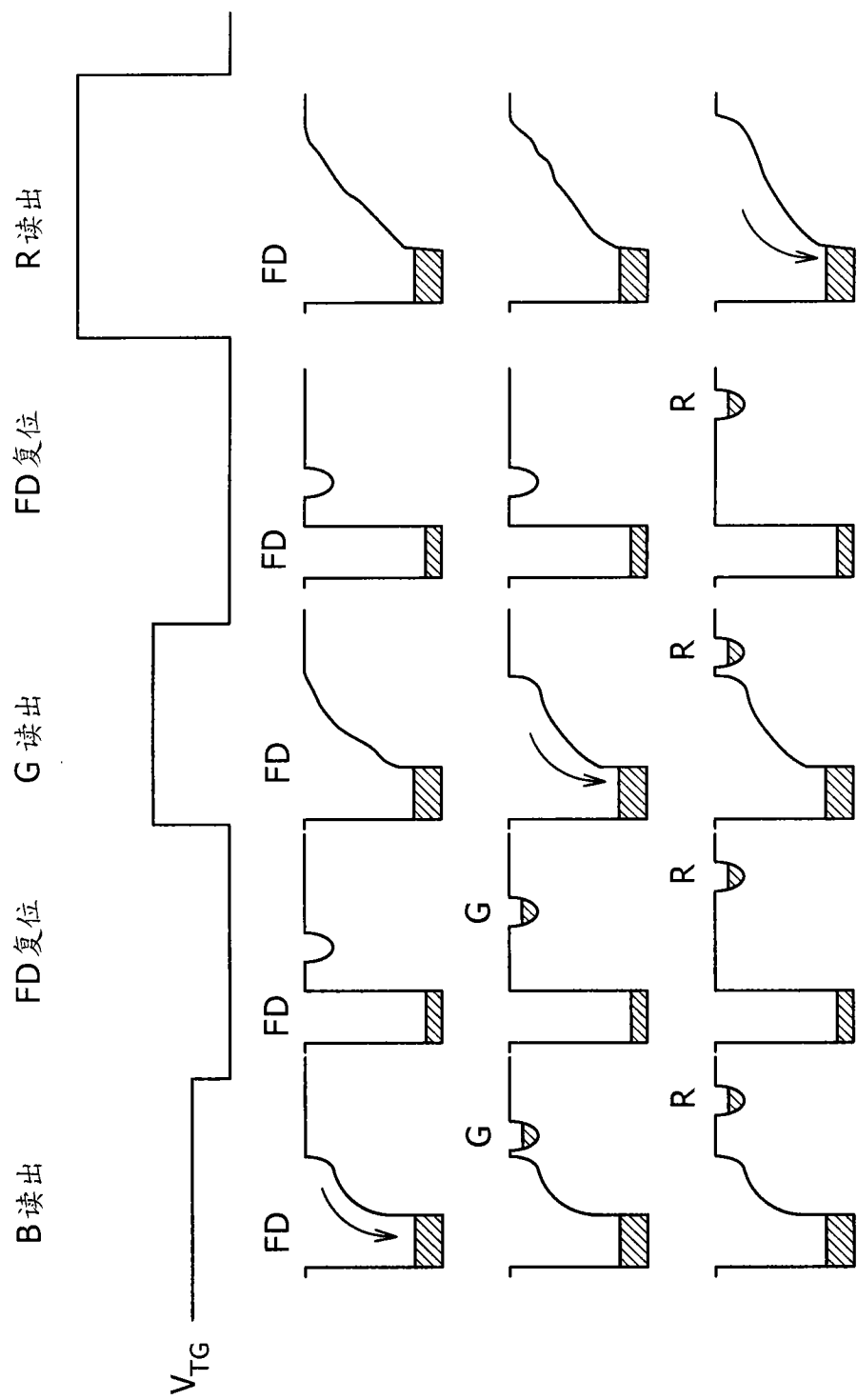


图 10

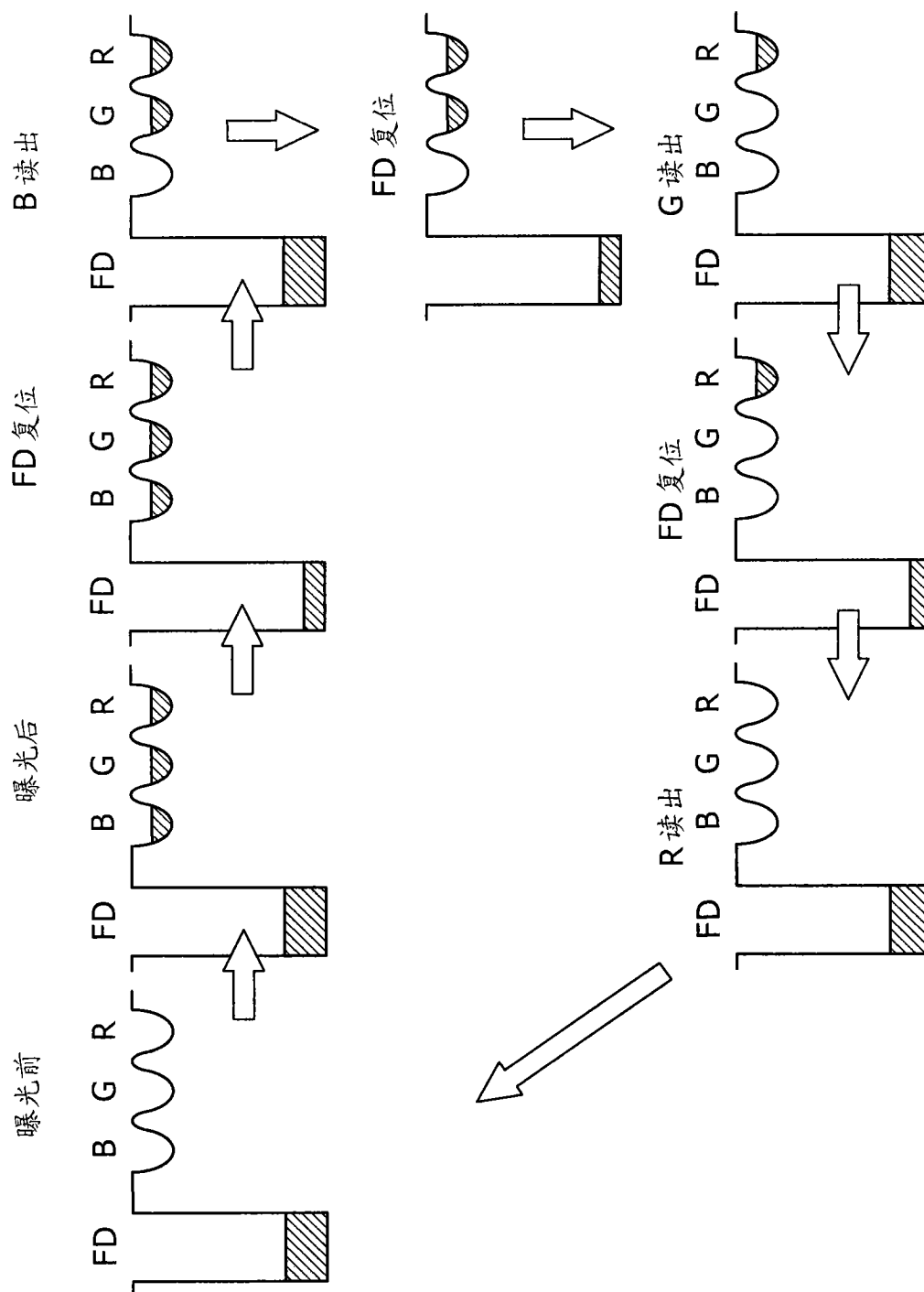


图 11

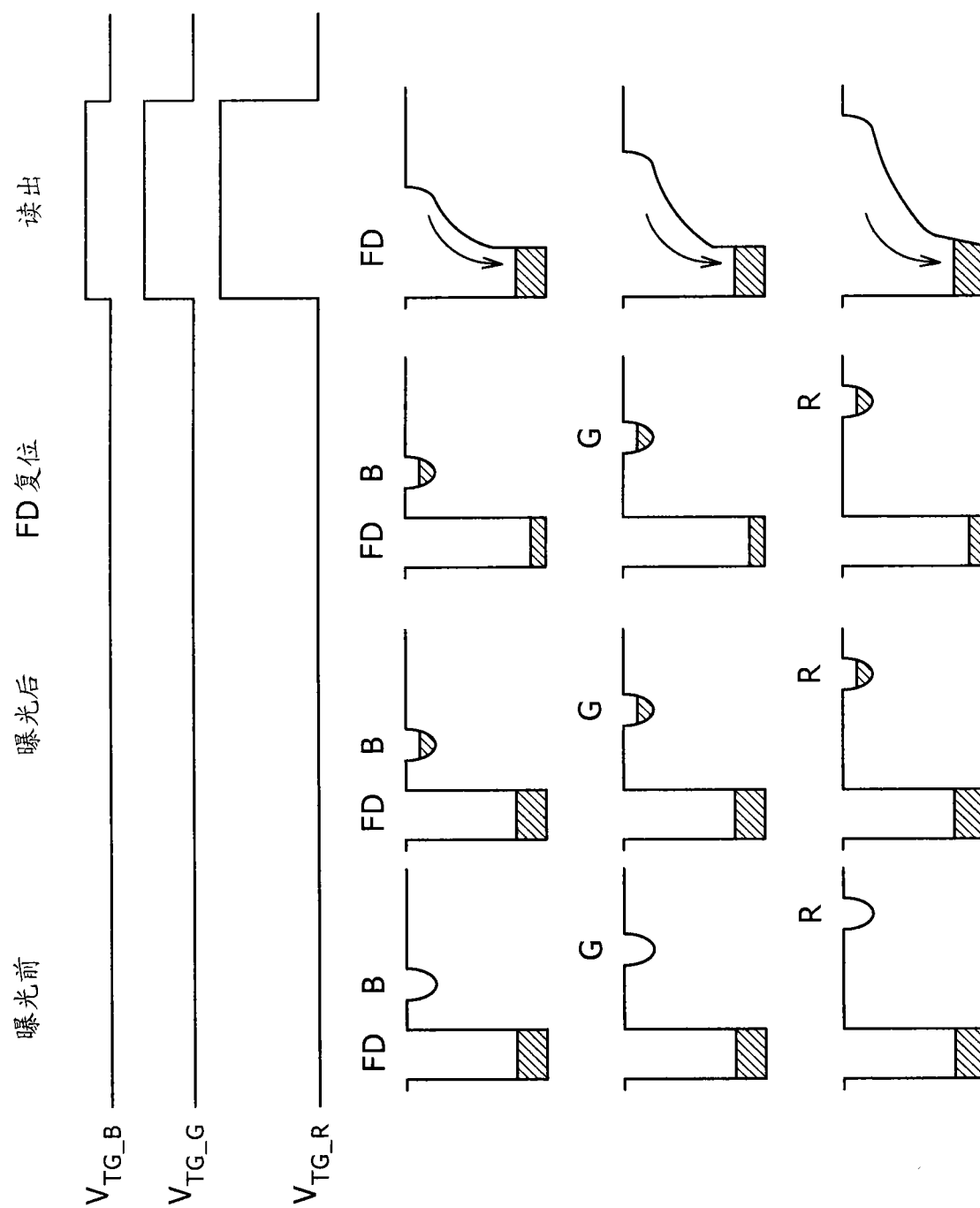


图 12

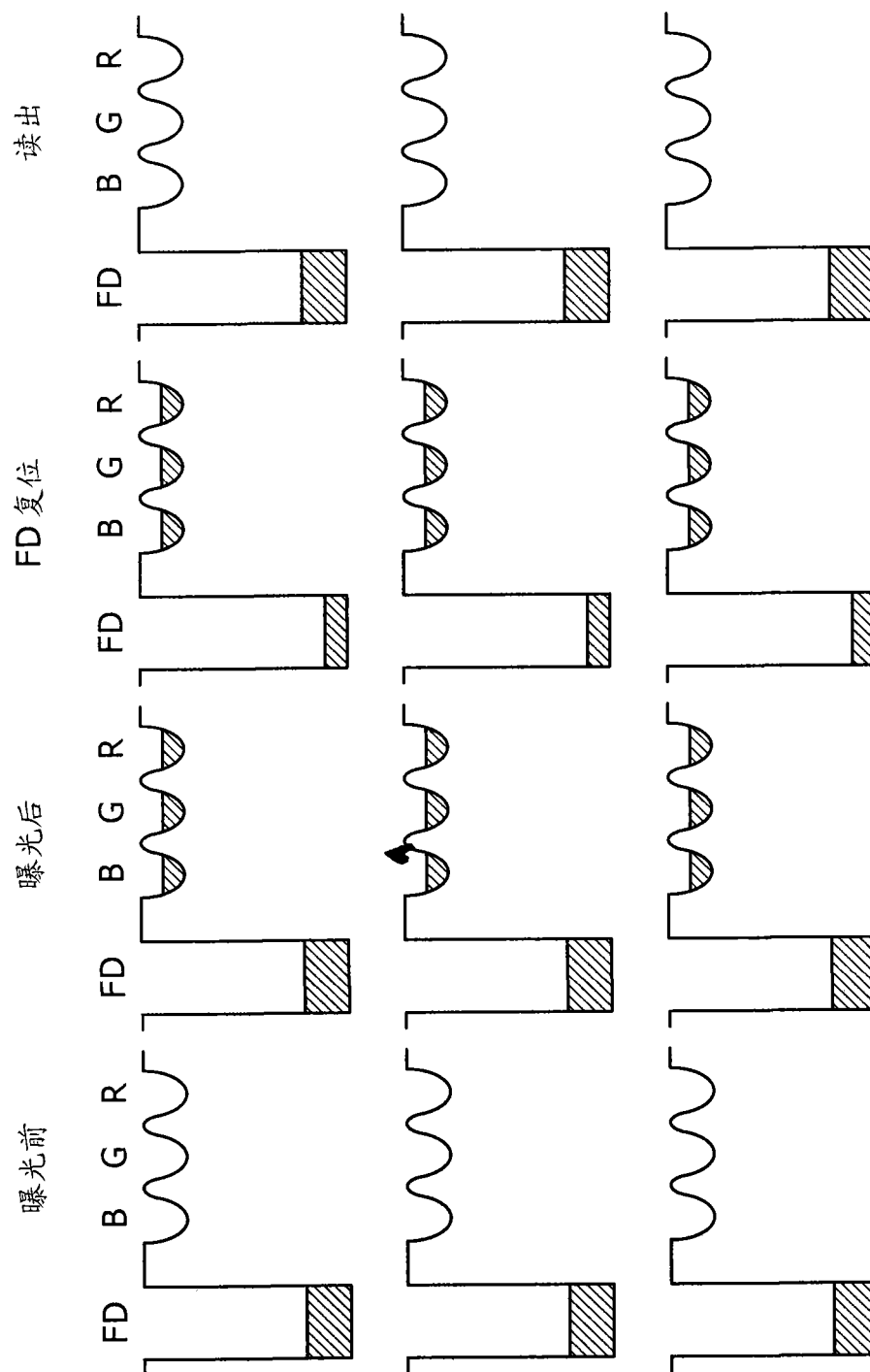


图 13

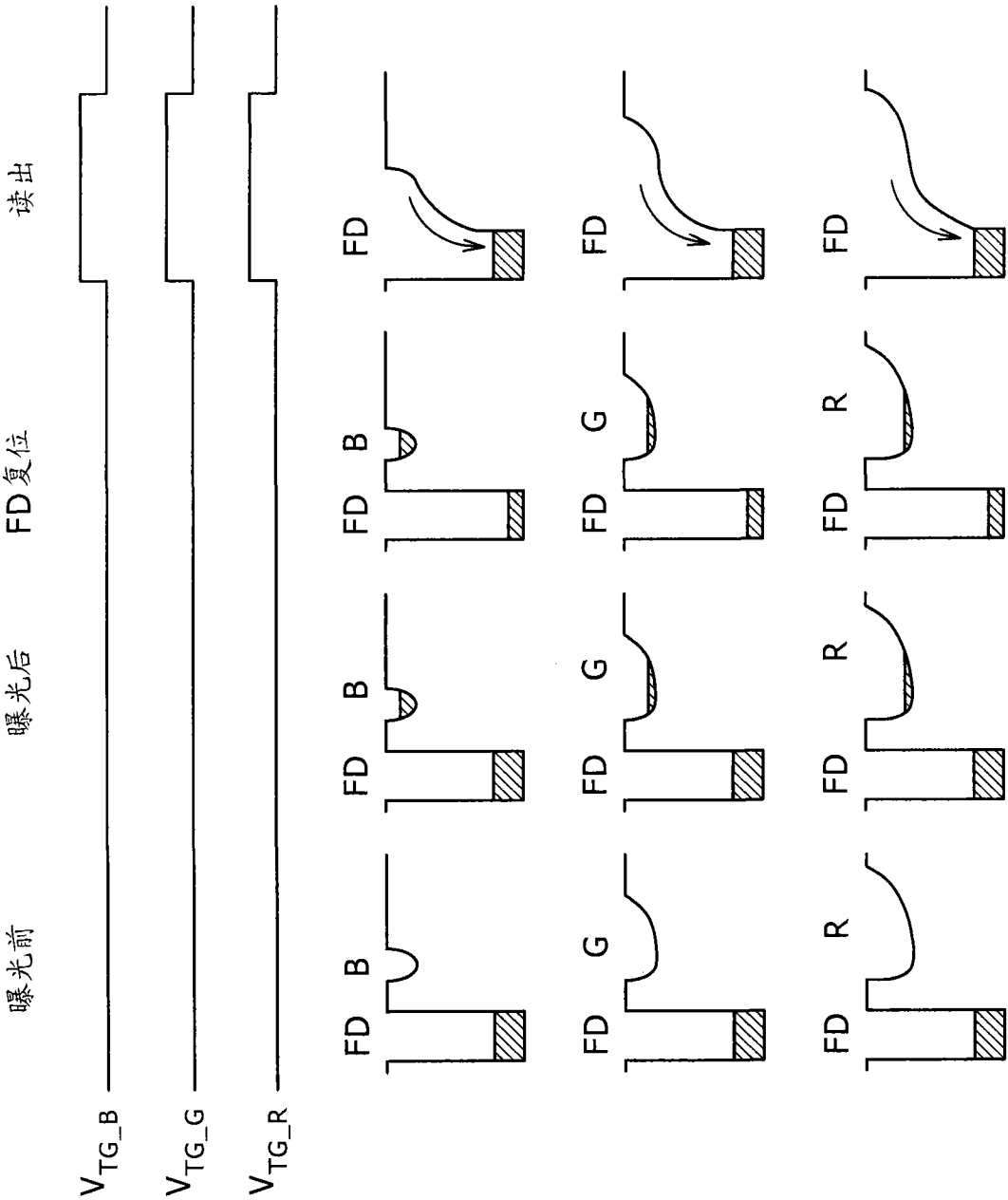


图 14

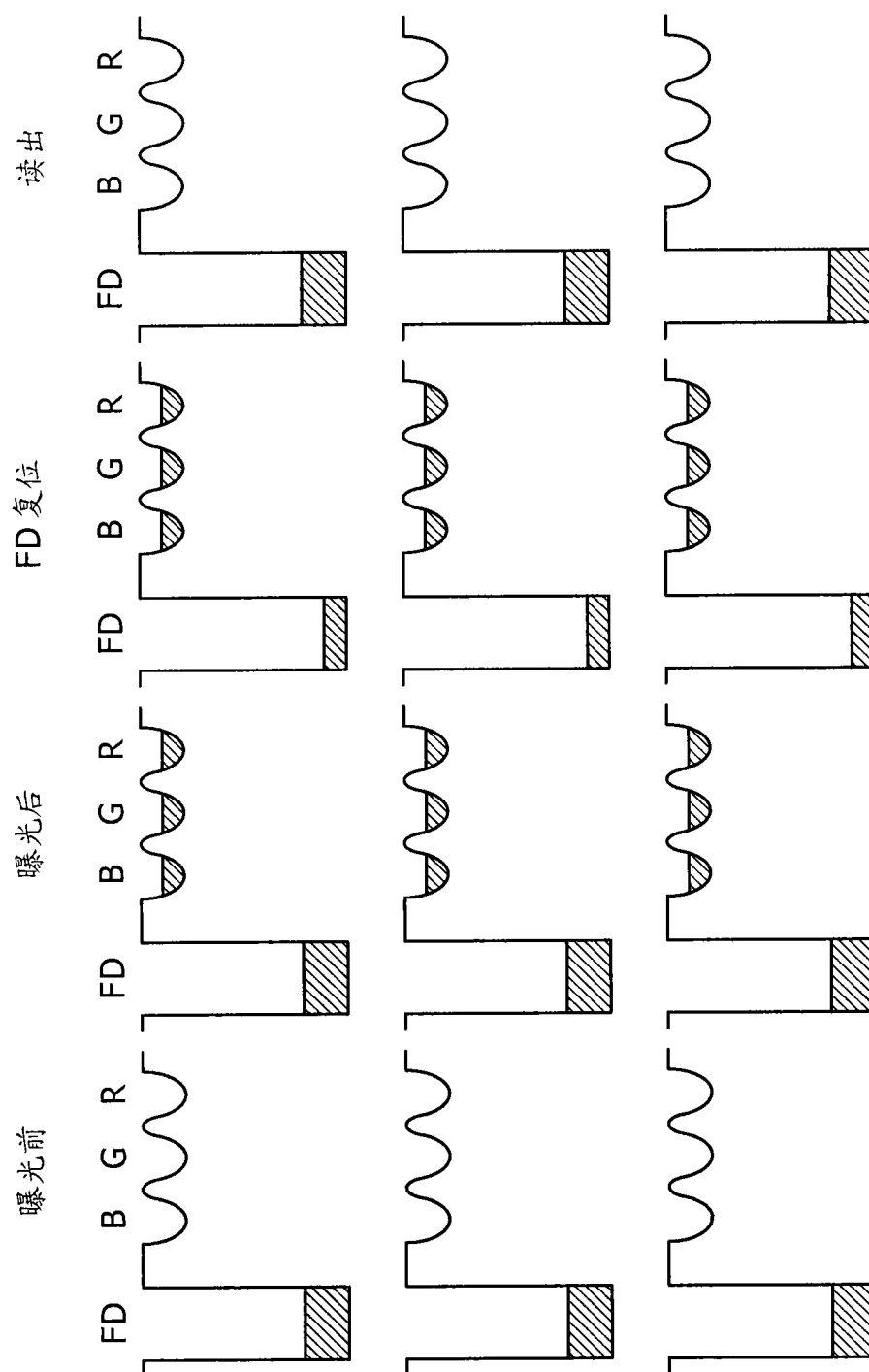


图 15

[步骤-A]

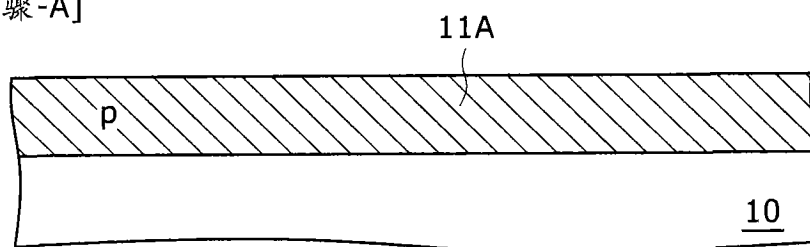


图 16A

[步骤-A] 续

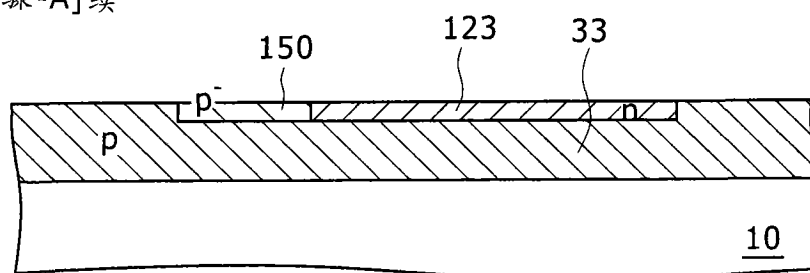


图 16B

[步骤-B]

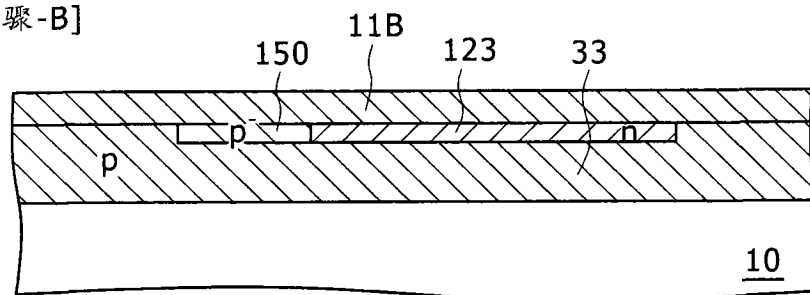


图 16C

[步骤-B] 续

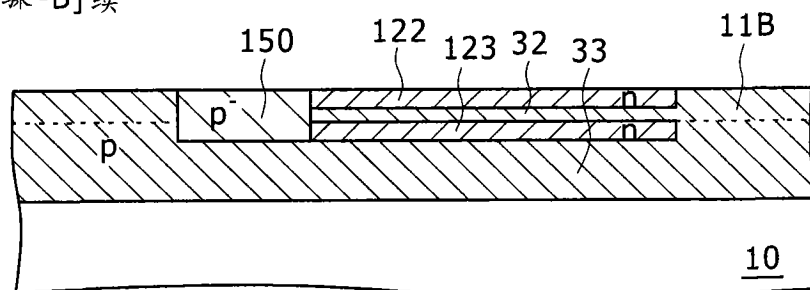


图 16D

[步骤-C]

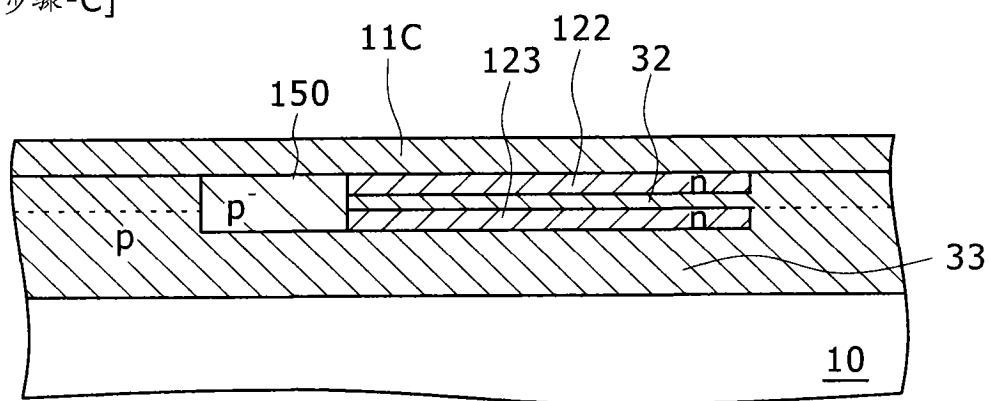


图 17A

[步骤-C] 续

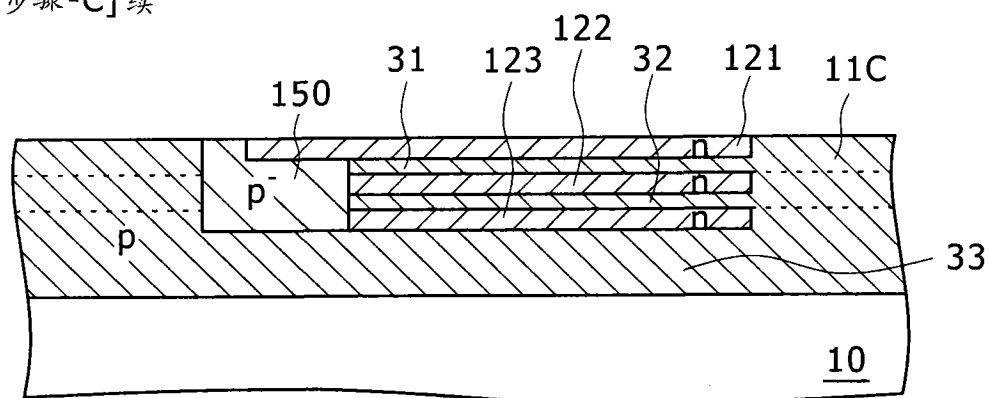


图 17B

[步骤-D]

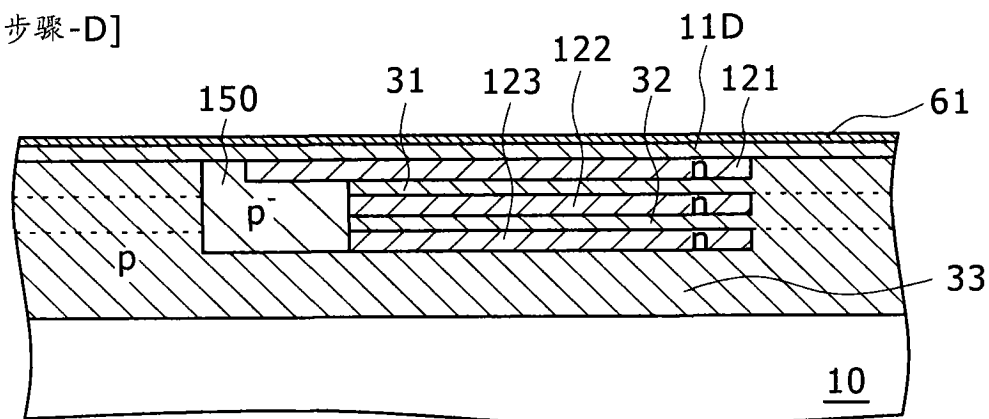


图 17C

[步骤-D] 续

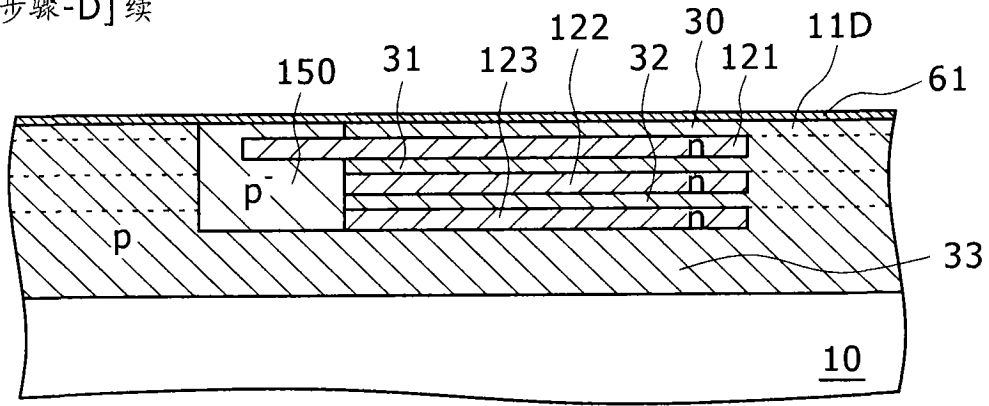


图 18A

[步骤-E]

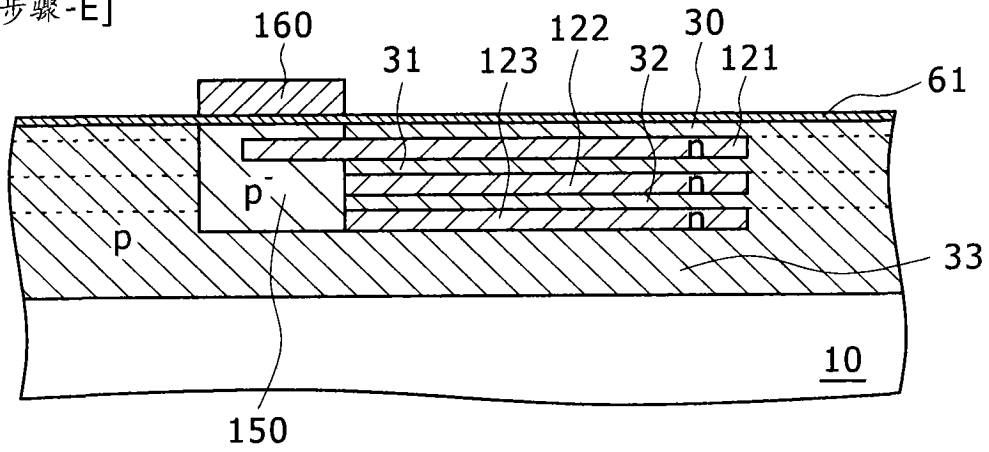


图 18B

[步骤-F]

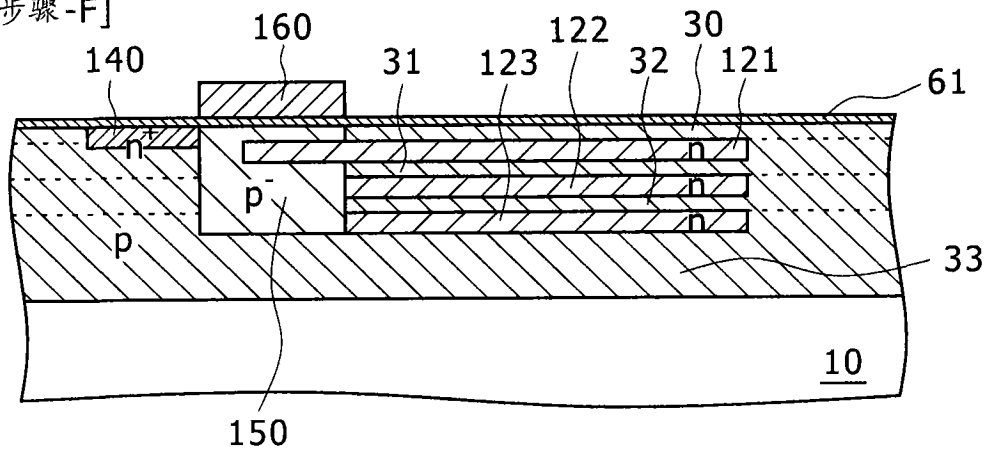


图 18C

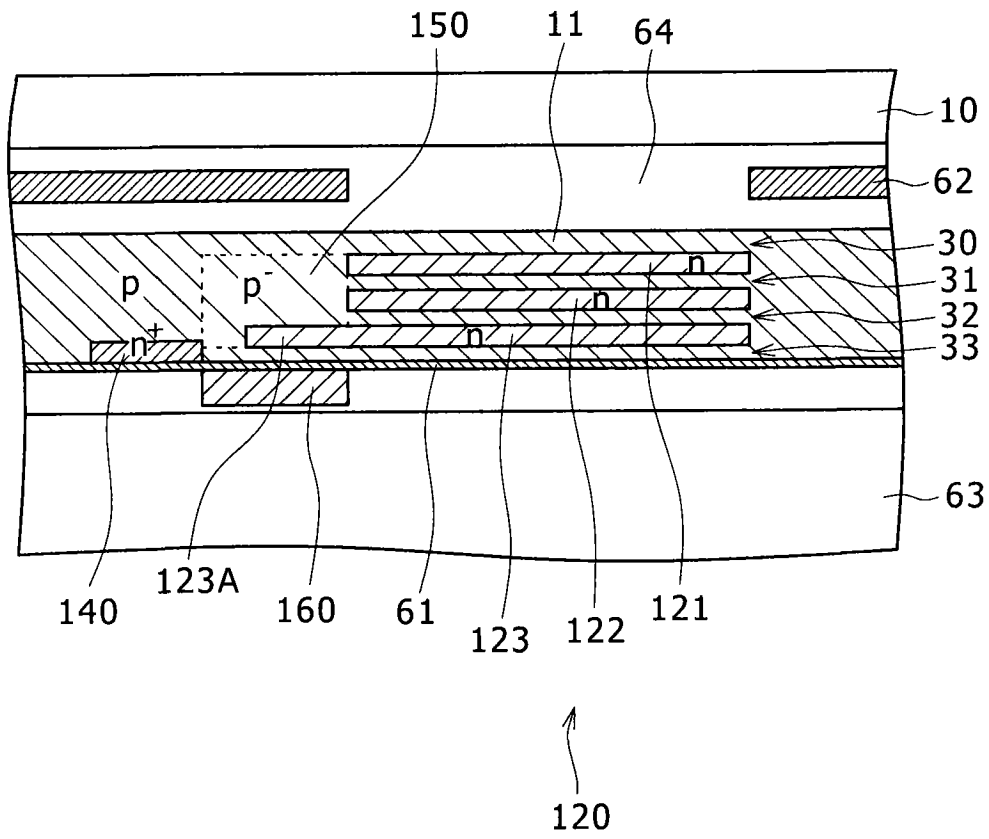


图 19

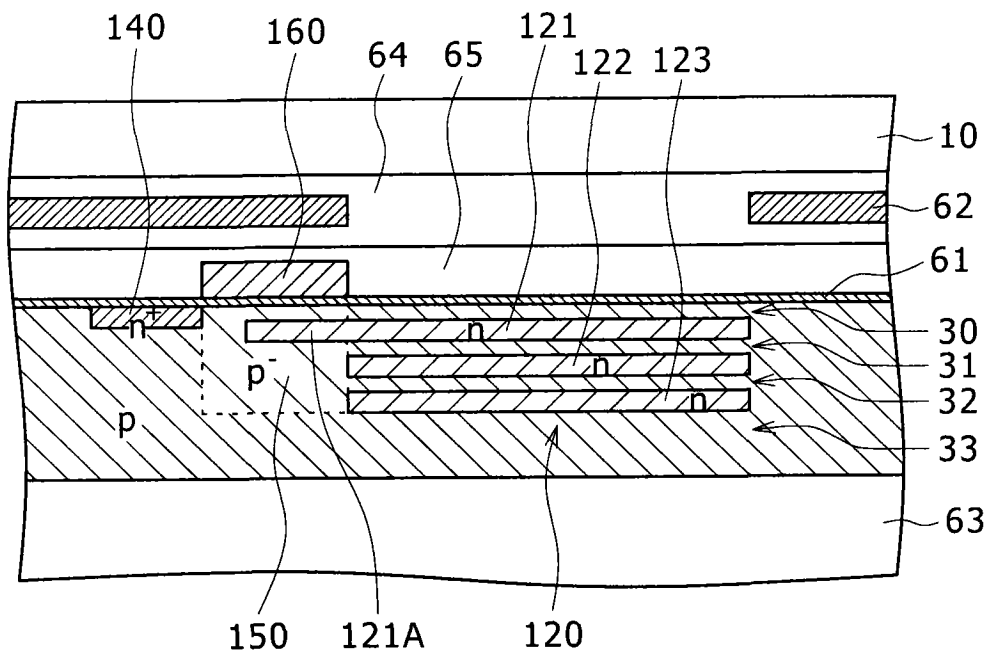


图 20

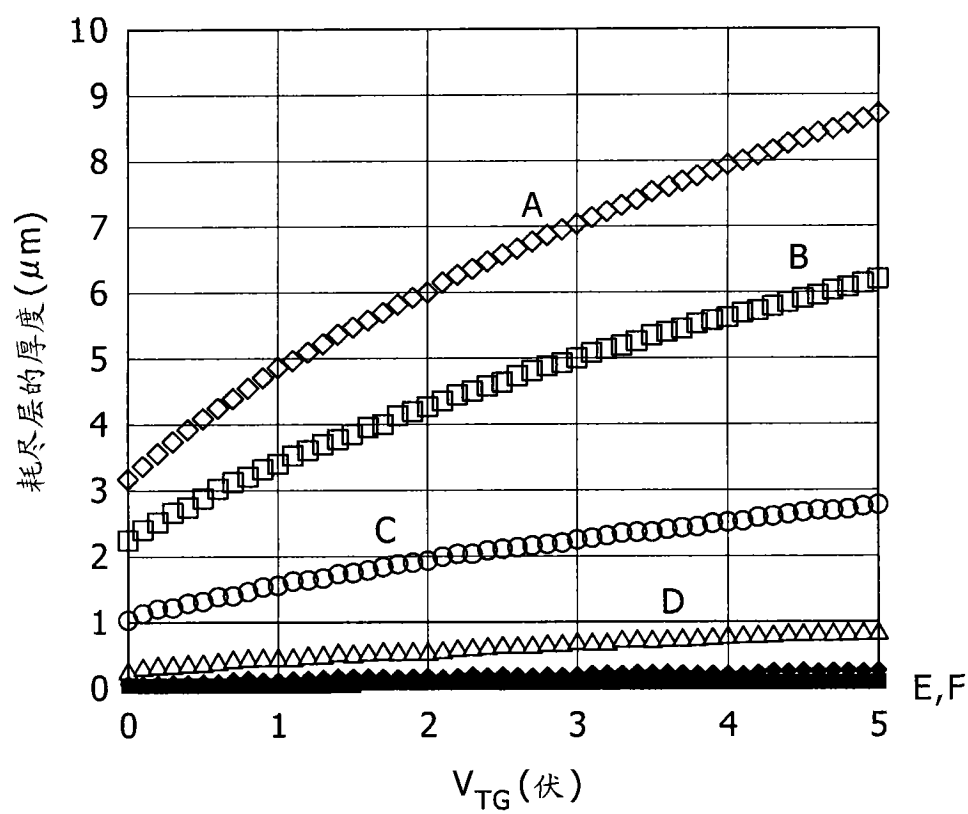


图 21