

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200480035896.1

[51] Int. Cl.

H04N 5/32 (2006.01)
H01L 27/146 (2006.01)
G01T 1/24 (2006.01)
G01T 1/20 (2006.01)

[43] 公开日 2007 年 1 月 3 日

[11] 公开号 CN 1890957A

[22] 申请日 2004.11.22

[21] 申请号 200480035896.1

[30] 优先权

[32] 2003.12.5 [33] JP [31] 408032/2003

[86] 国际申请 PCT/JP2004/017661 2004.11.22

[87] 国际公布 WO2005/055591 英 2005.6.16

[85] 进入国家阶段日期 2006.6.2

[71] 申请人 佳能株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 远藤忠夫

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所
代理人 康建忠

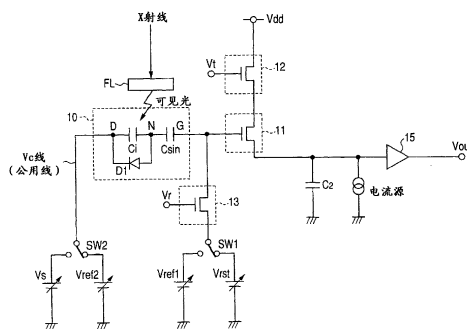
权利要求书 3 页 说明书 27 页 附图 16 页

[54] 发明名称

放射线图像拾取装置和放射线图像拾取方法

[57] 摘要

提供了一种放射线图像拾取装置，其可以抑制 GND 和电源线上的电压波动、省却逐帧等待周期、可以稳定并高速地进行运动图像照相、并可以降低成本并减小暗电流。在用于检测入射放射线的像素中，设置了用于将放射线转换为电信号的 MIS 型转换元件；用于读出电信号的源极跟随器型第一 TFT；逐行地从第一 TFT 读取由驱动电路部分选择的转换元件的电信号的第二 TFT；逐行地复位或刷新已由第一 TFT 完成从中读取的转换元件的第三 TFT。



1、一种放射线图像拾取装置，具有：

放射线检测电路部分，其中用于检测入射放射线的多个像素被二维排列在基片上；和

驱动电路部分，用于驱动所述放射线检测电路部分，其特征在于：
所述像素包括：

MIS 型转换元件，用于将入射放射线转换为电信号，

源极跟随器型第一场效应晶体管，用于读出通过所述转换元件的转换产生的电信号，

第二场效应晶体管，其被设置以从所述第一场效应晶体管读出通过所述驱动电路部分逐行选择的所述转换元件的电信号，和

第三场效应晶体管，其被设置以逐行复位或刷新通过所述第一场效应晶体管读出的所述转换元件。

2、根据权利要求 1 的放射线图像拾取装置，其特征在于：

所述转换元件的一种类型的电极通过所述第三场效应晶体管连接到第一开关，该第一开关用于在执行所述复位的复位偏压和执行所述刷新的第一刷新偏压之间转换，并且

所述转换元件的另一类型的电极通过与各个转换元件公用的偏压线连接到第二开关，该第二开关用于在通过所述转换元件提供转换操作的传感器偏压和刷新所述转换元件的电信号的第二刷新偏压之间转换。

3、根据权利要求 2 的放射线图像拾取装置，其特征在于：

在所述转换元件的刷新操作中，所述第一刷新偏压用于获取运动图像并且所述第二刷新偏压用于获取静止图像。

4、根据权利要求 2 的放射线图像拾取装置，其特征在于：

所述复位偏压、所述第一刷新偏压、所述传感器偏压和所述第二刷新偏压中的至少一个偏压值根据所述第一场效应晶体管中的栅极阈值电压被确定。

5、根据权利要求1的放射线图像拾取装置，其特征在于：

其进一步具有读取电路部分，用于读出来自所述放射线检测电路部分的输出信号，并且

所述读取电路部分包括：放大装置，用于放大来自所述放射线检测电路部分的输出信号；累积装置，用于临时累积放大的输出信号；和串行转换装置，用于使累积的输出信号进行串行转换。

6、根据权利要求1的放射线图像拾取装置，其特征在于：

所述转换元件、所述第一场效应晶体管、所述第二场效应晶体管和所述第三场效应晶体管主要由非晶硅半导体构成。

7、根据权利要求1的放射线图像拾取装置，其特征在于：

所述转换元件被配置为具有：作为下部电极形成在所述基片上的第一金属薄膜层；形成在所述第一金属薄膜层上并由非晶氮化硅构成的用于阻止电子和正空穴通过的绝缘层；形成在绝缘层上并由非晶氮化硅构成的光电转换层；形成在光电转换层上以阻止正空穴注入的N型注入阻止层；和作为上部电极在注入阻止层上或在注入阻止层的一部分上形成的第二金属薄膜层上形成的透明导电层，

在刷新模式中，沿从所述光电转换层朝所述第二金属薄膜层引导正空穴的方向，对所述转换元件提供电场，

在光电转换模式中，对所述转换元件提供电场以使通过放射线入射在所述光电转换层产生的正空穴停留在光电转换层中并朝第二金属薄膜层引导电子，并且

在所述光电转换模式中在所述光电转换层中累积的所述正空穴、或朝所述第二金属薄膜层引导的所述电子被检测作为光信号。

8、根据权利要求1的放射线图像拾取装置，其特征在于：

其还具有用于转换所述放射线的波长的波长转换器。

9、根据权利要求8的放射线图像拾取装置，其特征在于：

所述波长转换器具有 Gd_2O_2S 、 Gd_2O_3 和 CsI 之一作为其主成分。

10、一种放射线图像拾取方法，用于放射线图像拾取装置，所述放射线图像拾取装置具有放射线检测电路部分和用于驱动所述放射线

检测电路部分的驱动电路部分，在放射线检测电路部分中的像素设置有：用于将入射放射线转换为电信号的 MIS 型转换元件；用于读出电信号的源极跟随器型第一场效应晶体管；设置用于从所述第一场效应晶体管读出所述转换元件中所选择的转换元件的电信号的第二场效应晶体管；和设置用于复位或刷新所述转换元件的第三场效应晶体管，其中所述像素被二维排列在基片上，其特征在于：

当所述转换元件的电信号从所述第一场效应晶体管读出时，通过使所述驱动电路部分逐行驱动所述第二场效应晶体管，所述电信号被逐行读出，并且

从中读取已完成的所述转换元件通过所述第三场效应晶体管被逐行复位或刷新。

放射线图像拾取装置和放射线图像拾取方法

技术领域

本发明涉及一种可适用于医学诊断和工业无损检验的放射线图像拾取装置和一种放射线图像拾取方法。在本说明书的上下文中的放射线包括 X 射线、 γ 射线、 α 射线和 β 射线。

背景技术

安装在医院和其它地方的 X 射线照相系统通常使用下列两种系统中的其中一种：胶片暴露于照射并透射过患者的 X 射线的薄膜照相系统，和透射过患者的 X 射线被转换为电信号并被进行数字图像处理的图像处理系统。

用于实现图像处理系统的可利用装置之一为具有将 X 射线转换为可见光的荧光体和将可见光转换为电信号的光电转换器件的放射线图像拾取装置。透射过患者的 X 射线照射荧光体，并且关于患者身体的内部信息由荧光体转换为可见光并通过光电转换器件提供为电信号。如果关于患者身体的内部信息被转换为电信号，则通过 A/D 转换器可将这些电信号转换为数字信号，使得要被记录、显示、打印或用于诊断的 X 射线图像信息作为数字值被处理。

近来，使用用于光电转换器件的非晶硅半导体薄膜的放射线图像拾取装置已进入实用。

图 10 示出了在日本专利申请公开第 H08-116044 号中所描述的、使用非晶硅半导体薄膜作为 MIS 型光电转换元件和开关元件的材料常规光电转换基片的平面图，并且该示图包括连接其的布线。

图 11 示出了沿图 10 中的线 11-11 切割的截面。在下列描述中，为了简化起见，MIS 型光电转换元件将只被称作光电转换元件。

如图 11 中所示，光电转换元件 101 和开关元件 102(非晶硅 TFT，

在下文中简单地被称作 TFT) 形成于同一基片 103 上。光电转换元件 101 的下部电极与 TFT 102 的下部电极(栅极)由同一第一金属薄膜层 104 形成,光电转换元件 101 的上部电极与 TFT 102 的上部电极(源极和漏极)由同一第二金属薄膜层 105 形成。

第一金属薄膜层 104 和第二金属薄膜层 105 也形成于图 10 中所示的光电转换电路部分(放射线检测电路部分)内并共享栅极驱动线 106 和矩阵信号线 107。图 10 中示出了 $2 \times 2 = 4$ 个像素的等效部分,其中阴影部分为光电转换元件 101 的光接收面。标号 109 表示给光电转换元件加偏压的电源线,标号 110 表示将光电转换元件 101 与 TFT 102 连接的接触孔。

使用如图 10 中所示的非晶硅半导体用作主材料的配置,使得能够同时在同一基片上制备光电转换元件 101、开关元件 102、栅极驱动线 106 和矩阵信号线 107,由此可以容易地而且以较低的成本设置大面积的光电转换电路部分(放射线检测电路部分)。

下面将参照图 12A-12C 描述光电转换元件 101 的器件操作。

图 12A-12C 是说明图 10 和图 11 中所示的光电转换元件 101 的器件操作的能带图。

图 12A 和图 12B 分别示出刷新模式下和光电转换模式下的操作,其中水平轴表示沿其薄膜厚度方向在图 11 中所示的每一层的状态。这里, M1 表示由第一金属薄膜层 104 形成的下部电极(G 电极),例如,其可由 Cr 构成。非晶氮化硅($a\text{-SiN}_x$)绝缘薄膜层 111 为阻止电子和空穴通过的绝缘层。它需要足够的厚度以不产生隧道效应,并且通常以 50nm 或更大的厚度形成。

非晶氢化硅($a\text{-Si:H}$)薄膜层 112 为由未掺杂掺杂物的本征半导体层(i 层)形成的光电转换半导体层。 N^+ 层为由非单晶半导体组成的单导电型载流子的注入阻止层,如 N 型非晶氢化硅薄膜层,其被形成以阻止空穴注入非晶氢化硅薄膜层 112 中。M2 表示由例如 Al 的第二金属薄膜层 105 形成的上部电极(D 电极)。

在图 10 中,尽管为上部电极的 D 电极没有完全覆盖 N^+ 层 113,

但是因为电子可在 D 电极和 N^+ 层 113 之间自由地前后移动，所以 D 电极和 N^+ 层 113 总是处于相同电位，以下描述将以此为前提。

光电转换元件 101 的器件操作包括两种操作模式，即刷新模式和光电转换模式，其不同于电压被施加到 D 电极和 G 电极的方式。

在图 12A 中所示的刷新模式下，相对于 G 电极负电位被给到 D 电极，并且在 i 层 112 中由图中黑圆圈表示的空穴通过电场被引导到 D 电极。与此同时，由图中的白圆圈表示的电子被注入 i 层 112。在该处理中，一些空穴和电子在 N^+ 层 113 和 i 层 112 中被重新结合并消失。如果该状态持续足够长时间，则空穴将被从 i 层 112 清除。

为了从上述状态转换到图 12B 中所示的光电转换模式，D 电极相对于 G 电极具有正电位。这导致 i 层 112 中的电子立即被引导到 D 电极。然而，由于 N^+ 层 113 对空穴起注入阻止层的作用，因此空穴不被引导到 i 层 112。在这种状态下，当光入射到 i 层 112 上时，光被吸收以产生电子空穴对。这些电子通过电场被引导到 D 电极。另一方面，空穴在 i 层 112 内移动并到达 i 层 112 和非晶氮化硅绝缘薄膜层 111 之间的界面，但是，因为这些空穴不能移动到该绝缘层 111 内，所以其停留在 i 层 112 内。然后，随着电子移动到 D 电极和空穴移动到 i 层 112 与绝缘层的界面，电流从 G 电极流过以保持光电转换元件 101 内的电中性。由于该电流与由光产生的电子空穴对相匹配，因此其与入射光成正比。

在图 12B 的光电转换模式下的状态保持一段时间之后，当图 12A 中所示的刷新模式恢复时，停留在 i 层 112 的空穴如上所述被引导到 D 电极，并且与这些空穴匹配的电流流过。在光电转换模式期间，这些空穴的量与已入射的光的总量匹配。然后，与注入进 i 层 112 的电子量匹配的电流也流过，但在检测中可减去该量，因为其基本上恒定。换句话说，该光电转换元件 101 不仅可实时地检测正在入射的光的量，也可检测在某个时段已经入射的光的总量。

然而，如果光电转换模式的持续时间非常长或者由于一些原因或其它因素使得入射光的照度非常强，则即使光入射，电流也不能流过。

当如图 12C 中所示,许多空穴停留在 i 层 112 并且降低了 i 层 112 的电场,产生的电子不能被引导并与 i 层 112 的空穴重新结合时,这种情况发生。这样的状态被称作光电转换元件 101 的饱和状态。在该状态下如果光入射的条件发生变化,则电流可能不稳定地流动,但如果恢复刷新模式,则 i 层 112 中的空穴将被清除,并且在下一光电转换模式下与光成正比的电流将再次流过。

当 i 层 112 中的空穴在如上所述的刷新模式下被清除时,尽管最好清除所有空穴,但清除其中一些空穴仍是有效的,并且可获得与以上描述等同的电流而不会产生任何问题。因此,在光电转换模式下的下一检测时机存在图 12C 的饱和状态是可以的,然后,刷新模式下 G 电极相对于 D 电极的电位、刷新模式的持续时间和 N⁺层 113 的注入阻止层的特性可被确定。

此外,在刷新模式下,将电子注入 i 层 112 不是必要条件,并且不总是要求 D 电极相对于 G 电极的电位为负,因为在 i 层 112 中有许多空穴的情况下,即使 D 电极相对于 G 电极的电位为正,在 i 层 112 中的电场也沿朝 D 电极引导空穴的方向作用。此外,关于为注入阻止层的 N⁺层 113 的特性,不必包括将电子注入 i 层 112 的能力来作为必要条件。

图 13 示出了根据现有技术的光电转换电路的单像素的等效部分,其配置包括光电转换元件 101 和 TFT 102。

参照图 13,光电转换元件 101 包括由 i 层构成的电容部分(C_i)和由注入阻止层构成的另一电容部分 C_{SiN} 。当光电转换元件 101 饱和时,即当在 D 电极和节点 N (i 层)之间没有(或几乎没有)电场时,因为光生成的电子和空穴被重新结合,在 i 层和注入阻止层之间的结点(图 13 中的节点 N)不能再使空穴载流子在 N 部分累积。

换句话说,节点 N 的电位绝不会高于 D 电极的电位。为了实现该饱和状态下的操作,在图 13 中所示的配置中,二极管(D1)与电容部分 C_i 并联连接。因此,光电转换元件 101 具有三个构成元件,包括电容部分 C_i 、电容部分 C_{SiN} 和二极管 D1。

图 14 是示出图 13 中所示的光电转换电路的单像素等效部分的操作的时序图。参照图 13 和图 14，下面将描述包括光电转换元件 101 和 TFT 102 的像素的电路操作。

首先，将描述刷新操作。

参照图 13， V_s 被设置为 9V， V_{ref} 被设置为 3V。在刷新操作中，将开关 SW-A 转到 V_{ref} ，将开关 SW-B 转到 $V_g(\text{on})$ 并将开关 SW-C 接通。通过实现该状态，D 电极被偏置到 V_{ref} (6V)，G 电极被偏置到地 (GND) 电位并且节点 N 被偏置到最大 V_{ref} (6V)。在本上下文中“最大”的意思是：如果在该刷新操作之前，通过光电转换操作，节点 N 的电位已累积到或超过 V_{ref} ，则节点 N 将通过二极管 D1 被偏置到 V_{ref} 。另一方面，如果现有的光电转换未将节点 N 的电位提高到大于 V_{ref} ，则通过该刷新操作节点 N 将不被偏置到 V_{ref} 的电位。在实际使用中，如果在过去已进行了多次操作，则通过该刷新操作，可假定节点 N 被实际上偏置到 V_{ref} (6V)。

然后，在节点 N 被偏置到 V_{ref} 之后，将开关 SW-A 转到 V_s 侧。这使得 D 电极被偏置到 V_s (9V)。通过该刷新操作，在光电转换元件 101 的节点 N 中所累积的空穴载流子朝 D 电极的方向被清除。

下面，将描述关于 X 射线的照射周期。

如图 14 中所示，X 射线以脉冲形式被辐射。透射过对象的 X 射线照射荧光体 F1 并被转换为可见光。来自荧光体 F1 的可见光照射半导体层 (i 层) 并进行光电转换。通过光电转换产生的空穴载流子累积在节点 N 中并提高其电位。由于 TFT 102 为断开 (off) 状态，所以 G 电极侧的电位被同样提高。

等待周期介于刷新周期和 X 射线照射周期之间。在该等待周期无需进行特别的处理，该等待周期为防止紧接在刷新操作之后由暗电流等引起的光电转换元件 101 的特性的不稳定所设置的准备周期，使得直到不稳定减弱为止不允许进行操作。如果紧接在刷新操作之后光电转换元件 101 的特性并非不稳定，则等待周期不是特别需要。

下面，将描述传输操作。

在传输操作中，开关 SW-B 被转到 $V_g(\text{on})$ 侧以导通 TFT 102。这使得与通过 X 射线照射所累积的空穴载流子 (S_h) 的量匹配的电子载流子 (S_e) 通过 TFT 102 从读取电容 C_2 侧流向 G 电极，以提高读取电容 C_2 的电位。然后， S_e 和 S_h 之间的关系为 $S_e = S_h \times C_{SiN} / (C_{SiN} + C_i)$ 。同时，读取电容 C_2 的电位由放大器放大并输出。TFT 102 保持导通足够长时间，以使得能传输充分的信号电荷，然后，其被断开。

最后，将描述复位操作。

在复位操作中，开关 SW-C 被接通，读取电容 C_2 被复位到地 (GND) 电位以准备下一传输操作。

图 15 是常规光电转换器件的二维电路图。

为了简化说明，图 15 仅示出了 $3 \times 3 = 9$ 像素的等效部分。标号 S1-1 至 S3-3 表示光电转换元件；T1-1 至 T3-3 表示开关元件 (TFT)；G1 至 G3 表示用于导通和断开 TFT (T1-1 至 T3-3) 的栅极线；M1 至 M3 表示信号线；和 V_s 线为对光电转换元件 (S1-1 至 S3-3) 提供累积偏压或刷新偏压的线。

参照图 15，在光电转换元件 (S1-1 至 S3-3) 的实黑侧的电极为 G 电极，在相对侧的电极为 D 电极。鉴于 D 电极在各点共享 V_s 线，为了便于光的入射，薄 N^+ 层被用作 D 电极。光电转换元件 (S1-1 至 S3-3)、TFT (T1-1 至 T3-3)、栅极线 G1 至 G3、信号线 M1 至 M3 和 V_s 线共同被称作光电转换电路部分 (放射线检测电路部分) 701。

V_s 线通过电源 V_s 或电源 V_{ref} 被加偏压，并且其响应 VSC 的控制信号而转换。标号 SR1 表示将驱动脉冲电压提供到栅极线 G1-G3 的移位寄存器，并且从外部提供导通 TFT (T1-1 至 T3-3) 的电压。然后，由电源 $V_g(\text{on})$ 确定要被提供的电压。

读取电路部分 702 放大光电转换电路部分 (放射线检测电路部分) 701 中的信号线 M1-M3 的并行信号输出，将其转换为串行，并输出所转换的信号。

标号 RES1-RES3 表示用于复位信号线 M1-M3 的开关；A1-A3 表示放大信号线 M1-M3 的信号的放大器；CL1-CL3 表示暂时存储由放

大器 A1-A3 放大的信号的取样保持电容；Sn1-Sn3 表示执行取样保持的开关；B1-B3 表示缓冲放大器；Sr1-Sr3 表示将并行信号转换为串行的开关；SR2 表示用于向开关 Sr1-Sr3 提供用于将并行信号转换为串行的脉冲的移位寄存器；和 Ab 表示输出转换成串行的信号的缓冲放大器。

图 16 是说明图 15 中所示的光电转换器件的操作的时序图。参照该时序图，下面将描述图 15 中所示的光电转换器件的操作。

控制信号 VSC 旨在将两种不同的偏压提供到 Vs 线，即光电转换元件 (S1-1 至 S3-3) 的 D 电极。当控制信号 VSC 为“Hi”时，D 电极采用 Vref (V)，当控制信号 VSC 为“Lo”时，D 电极采用 Vs (V)。读取电源 Vs (V) 和刷新电源 Vref (V) 均为直流电源。

首先，将描述刷新周期的操作。

移位寄存器 SR1 的所有信号被设置为“Hi”，读取电路部分 702 的 CRES 信号被设置为“Hi”。在这种状态下，对于起开关作用的所有 TFT (T1-1 至 T3-3) 和对于读取电路 702 中的开关元件 RES1-RES3 来说，接通状态被建立，并且所有光电转换元件 (S1-1 至 S3-3) 的 G 电极均取 GND 电位。然后，当控制信号 VSC 变为“Hi”时，所有光电转换元件 (S1-1 至 S3-3) 的 D 电极进入由刷新电源 Vref (V) (负电位) 偏置的状态。这使得所有光电转换元件 (S1-1 至 S3-3) 置于刷新模式，并且进行刷新。

下面，将描述光电转换周期。

当控制信号 VSC 转换为“Lo”状态时，所有光电转换元件 (S1-1 至 S3-3) 的 D 电极进入由刷新电源 Vs (负电位) 偏置的状态。用这种方法，光电转换元件 (S1-1 至 S3-3) 被置于光电转换模式。在这种状态下，移位寄存器 SR1 的所有信号变为“Lo”，并且读取电路部分 702 的 CRES 信号变为“Lo”。这使得起开关作用的所有 TFT (T1-1 至 T3-3) 被断开，并使得读取电路 702 的开关元件 RES1-RES3 也被断开。所有光电转换元件 (S1-1 至 S3-3) 的 G 电极处于直流偏置下的开路状态，但是因为光电转换元件 (S1-1 至 S3-3) 在其构成元件中也

具有电容部分，所以电位被保持。

到现在为止，因为没有光入射在光电转换元件（S1-1 至 S3-3）上，所以没有电荷产生，即，没有电流流过。在这种状态下，当光源以脉冲形式被接通时，光照射每一光电转换元件（S1-1 至 S3-3）的 D 电极（ N^+ 电极），并且所谓的光电流流过。尽管图 15 中未示出光源，但其可以是例如复印机中的荧光灯、LED、卤素灯等。在 X 射线图像拾取装置中，其确切地为 X 射线源，并且在这种情况下，可使用将 X 射线转换为可见光的闪烁器。由光引起流动的光电流作为电荷被累积在每一个光电转换元件（S1-1 至 S3-3）中，并且即使光源被断开之后，其也被保持。

下面，将描述读取周期。

读取操作采用以下顺序，首先读取第一行的光电转换元件（S1-1 至 S1-3），然后读取第二行的光电转换元件（S2-1 至 S2-3），最后读取第三行的光电转换元件（S3-1 至 S3-3）。

首先读取第一行的光电转换元件（S1-1 至 S1-3），选通脉冲(gate pulse)从 SR1 被给到开关元件 TFT（T1-1 至 T1-3）的栅极线 G1。当完成这一操作时，选通脉冲的高电平为从外部提供的电压 $V(on)$ 。由此 TFT（T1-1 至 T1-3）被导通，并且累积在第一行的光电转换元件（S1-1 至 S1-3）中的信号电荷被传送到信号线 M1-M3。

尽管在图 15 中未示出，但读取电容被添加到信号线 M1-M3，并且信号电荷通过 TFT（T1-1 至 T1-3）被传输到读取电容。例如，附加到信号线 M1 的读取电容等于与信号线 M1 相连的 TFT（T1-1 至 T3-1）的栅极和源极之间的（3 个）电容（ C_{gs} ）的总和，并且对应于图 13 中的电容 C_2 。传输到信号线 M1-M3 的信号电荷通过放大器 A1-A3 放大。通过接通 CRES 信号，信号电荷被传输到取样保持电容 CL1-CL3 以断开 CRES 信号并被保持。

然后，通过以开关 Sr1、Sr2 和 Sr3 的顺序施加来自移位寄存器 SR2 的脉冲，由取样保持电容 CL1-CL3 保持的信号按取样保持电容 CL1、CL2 和 CL3 的顺序从放大器 Ab 被输出。因此，对应于第一行

的光电转换元件 (S1-1 至 S1-3) 的光电转换信号被成功地读出。用同样的方法, 信号从第二行的光电转换元件 (S2-1 至 S2-3) 和第三行的光电转换元件 (S3-1 至 S3-3) 被读出。

通过使用第一行的 SMPL 信号对信号线 M1-M3 的信号进行取样并将其保持在取样保持电容 CL1-CL3 中, 使得可以利用 CRES 信号将信号线 M1-M3 复位到 GND 电位并在之后将选通脉冲施加到栅极线 G2。因此, 当第一行的信号通过移位寄存器 SR2 进行到串行的转换时, 第二行的光电转换元件 (S2-1 至 S2-3) 的信号电荷可同时通过移位寄存器 SR1 被传输。

通过至此描述的操作, 从第一行至第三行的所有光电转换元件 (S1-1 至 S3-3) 的信号电荷均可被输出。

可以这么说, 上述的 X 射线图像拾取装置的操作构成获取一个静止图像的操作顺序, 即执行刷新操作、使用 X 射线照射对象并读出作为结果而产生的信号。要获取连续的运动图像, 可重复和期望的运动图像的数目同样多次数的图 16 的时序图所示的操作。

然而, 利用使用很多个像素的 X 射线图像拾取装置要获取运动图像, 将需要进一步提高帧频。刷新光电转换元件的操作要通过所有光电转换元件共用的 V_s 线进行, 必需确保每帧都获得刷新周期。这导致了特殊问题, 即, 当要获取运动图像时, 帧频被降低, 即操作速度减慢。

简单的胸透所需的面积和像素间距通常说来分别不小于 40cm^2 和不大于 $200\mu\text{m}$ 。假定要生产具有 40cm^2 的照相区域和 $200\mu\text{m}$ 的像素间距的 X 射线图像拾取装置, 则光电转换元件的数量将为四百万个之多。在刷新时同时刷新如此大量的像素将导致对应的较大电流流过, X 射线图像拾取装置的电源线上的 GND 电位和电压波动将相应地变得较大, 因此不能稳定地拾取图像。

取决于对所需图像的要求, 使用 X 射线的照射必须等待一段时间直到这些波动减小为止。尽管在图 16 中未示出, 但图 14 中的等待周期对应于该时间。换句话说, 同时刷新光电转换器件不仅需要每帧一

个刷新周期而且需要每帧一个等待周期。

如上所述，根据所有光电转换元件在读取操作的每帧被刷新一次的现有技术涉及难以拍摄运动图像的问题。

而且，如果照相区域大到 40cm^2 ，则信号线 M1-M3 的电容将升至 50pF - 100pF 之间。如果照相像素以 $200\mu\text{m}$ 的间距排列，则其电容将约为 1pF - 3pF 。假定信号线电容为 100pF ，像素电容为 2pF ，并且传输操作通过 TFT 被执行，则在这前后信号电压将降到 $2\text{pF}/(2\text{pF}+100\text{pF}) \leq 1/50$ 。同样地，噪声电压也将降低，但也出现一个问题，即因为后级的读取电路部分 702 的噪声分量不为 0，该噪声分量包括所谓的电路噪声（如电阻的热噪声和晶体管的散粒噪声），所以系统的最终 S/N 比将降低。

为了弥补系统 S/N 比的降低，应减小读取电路部分 702 的初始级的电路噪声。更具体地说，初始级应包括显著体现低噪声设计的高标准的放大器。为了实现这一目标，构成放大器的晶体管的元件尺寸将变得巨大，导致芯片尺寸大大增加。这将引起更大的电流消耗，并导致需要冷却机构来阻止产生的发热的另一问题。

日本专利申请公开第 H11-307756 号提出了一种解决 S/N 比降低这一问题的方法，通过该方法，来自光电转换元件的信号电位被输入 TFT 的栅极，并且通过将这些 TFT 用作源极跟随器获得输出。因为来自光电转换元件的输出信号被输入进读取电路而不会受到降低，所以该方法在提高 S/N 比方面具有优点。

然而，由光电转换元件中累积电荷所引起的电压被施加到源极跟随器 TFT 的栅极端很长一段时间。通常出现这样一种问题，即主要由非晶硅制成的 TFT 经受由于电场应力作用于其栅极端引起的栅极阈值电压 (V_{th}) 的波动，该阈值电压为导通 TFT 的指示值。

在日本专利申请公开第 H11-307756 号所描述的电路配置中，相对于由光电转换元件的累积电荷所引起的源极跟随器的栅极端电压 V_g ，降低了对应于 TFT 的阈值电压 V_{th} 的量的输出信号以该降低后的电平从源极端被输出。因此，输出信号电压为 $V_g - V_{th}$ 。该电压被输入进读

取电路部分。通常，可被施加到由结晶硅构成的读取电路（IC）的输入端的绝对最大额定值相对于其光电源电压约为 0.5V。这样就存在一种风险，即如果源极跟随器 TFT 的阈值电压 V_{th} 变化，则可能超过读取电路的输入额定值，并且如果该风险成为现实，则读取电路会被毁坏。

现今，半导体加工变得日趋精细，其需要降低源电压和电流消耗。作为读取电路的电源，单 5V 电源日益被广泛使用。因此，国外和国内对读取电路的输入电压的要求通常为 0-5V，因此对源极跟随器型 TFT 的阈值电压 V_{th} 波动的限制应限制在非常小的范围内。实际上，甚至在从工厂装运时（在 TFT 生产时）TFT 的阈值电压 V_{th} 也是不均匀的，并且当其工作时阈值电压也是变化的。日本专利申请公开第 H11-307756 号未提及对 TFT 中的阈值电压 V_{th} 波动这一问题的任何解决办法。

此外，根据日本专利申请公开第 H11-307756 号的光电转换元件由 PIN 型光电二极管构成。由于这些 PIN 型光电二极管不需要 MIS 型光电转换元件所需的刷新操作，因此，其似乎不会产生在刷新操作引起的运动图像拾取方面的难题。然而，这些 PIN 型光电二极管需要包括 PI 结和 IN 结的两种结，这就引起了暗电流增加的问题。特别是，P 层为光电转换元件独有的层，并需要与在相同的基片上生产的其它 TFT 完全不同的生产工艺。这就意味着 TFT 和光电转换元件的层叠结构必需分开生产，从而在产量和成本方面是不利的。

发明内容

试图解决上述问题的本发明的一个目的是提供一种放射线图像拾取装置和一种放射线图像拾取方法，其可以抑制 GND 和电源线上的电压波动、省却逐帧等待周期、可以稳定并高速地进行运动图像照相、并可以降低成本并减小暗电流。

根据本发明的放射线图像拾取装置具有：放射线检测电路部分，其中用于检测入射放射线的多个像素被二维排列在基片上，和驱动电

路部分，用于驱动所述放射线检测电路部分，其中像素包括：MIS型转换元件，用于将入射放射线转换为电信号；源极跟随器型第一场效应晶体管，用于读出通过所述转换元件的转换产生的电信号；第二场效应晶体管，其被设置以从所述第一场效应晶体管读出通过所述驱动电路部分逐行选择的所述转换元件的电信号；和第三场效应晶体管，其被设置以逐行复位或刷新通过所述第一场效应晶体管读出的所述转换元件。

在另一种模式的根据本发明的放射线图像拾取装置中，转换元件的一种类型的电极（G电极）通过第三场效应晶体管连接到第一开关，该第一开关用于在执行复位的复位偏压和执行刷新的第一刷新偏压之间的转换；并且转换元件的另一类型的电极（D电极）通过与各个转换元件公用的偏压线被连接到第二开关，该第二开关用于在通过转换元件提供转换操作的传感器偏压和刷新转换元件的电信号的第二刷新偏压之间的转换。

在另一种模式的根据本发明的放射线图像拾取装置中，在转换元件的刷新操作中，第一刷新偏压用于获取运动图像并且第二刷新偏压用于获取静止图像。

在另一种模式的根据本发明的放射线图像拾取装置中，来自复位偏压、第一刷新偏压、传感器偏压和第二刷新偏压的至少一个偏压值根据第一场效应晶体管中的栅极阈值电压（ V_{th} ）被确定。

在另一种模式的根据本发明的放射线图像拾取装置中，其进一步具有读取电路部分，用于读出来自放射线检测电路部分的输出信号，并且读取电路部分包括：放大装置，用于放大来自放射线检测电路部分的输出信号；累积装置，用于临时累积放大的输出信号；和串行转换装置，用于使累积的输出信号进行串行转换。

在另一种模式的根据本发明的放射线图像拾取装置中，转换元件、第一场效应晶体管、第二场效应晶体管和第三场效应晶体管主要由非晶硅半导体构成。

在另一种模式的根据本发明的放射线图像拾取装置中，转换元件

被配置为具有：作为下部电极形成在所述基片上的第一金属薄膜层；形成在所述第一金属薄膜层上并由非晶氮化硅构成的用于阻止电子和正空穴通过的绝缘层；形成在绝缘层上并由非晶氮化硅构成的光电转换层；形成在光电转换层上以阻止正空穴注入的N型注入阻止层；和作为上部电极在注入阻止层上或在注入阻止层的一部分上形成的第二金属薄膜层上形成的透明导电层。在刷新模式中，沿从所述光电转换层朝所述第二金属薄膜层引导正空穴的方向，对所述转换元件提供电场，在光电转换模式中，对所述转换元件提供电场以使通过放射线入射在所述光电转换层产生的正空穴停留在光电转换层中并朝第二金属薄膜层引导电子，并且在所述光电转换模式中在所述光电转换层中累积的所述正空穴、或朝所述第二金属薄膜层引导的所述电子被检测作为光信号。

在另一种模式的根据本发明的放射线图像拾取装置中，其还具有用于转换放射线的波长的波长转换器。

在另一种模式的根据本发明的放射线图像拾取装置中，波长转换器可具有 Gd_2O_2S 、 Gd_2O_3 和 CsI 之一作为其主材料。

根据本发明的一种放射线图像拾取方法为用于放射线图像拾取装置的放射线图像拾取方法，放射线图像拾取装置具有放射线检测电路部分和用于驱动所述放射线检测电路部分的驱动电路部分，在放射线检测电路部分中的像素设置有：用于将入射放射线转换为电信号的MIS型转换元件；用于读出电信号的源极跟随器型第一场效应晶体管；设置用于从所述第一场效应晶体管读出所述转换元件中所选择的转换元件的电信号的第二场效应晶体管；和设置用于复位或刷新所述转换元件的第三场效应晶体管，其中所述像素被二维排列在基片上，由此当所述转换元件的电信号从所述第一场效应晶体管读出时，通过使所述驱动电路部分逐行驱动所述第二场效应晶体管，所述电信号被逐行读出，并且已经从中读取已完成的所述转换元件通过所述第三场效应晶体管被逐行复位或刷新。

根据本发明，由于从中电信号已被读出的转换元件被逐行刷新(或

复位)，所以可抑制 GND 和电源线上的电压波动、可省却逐帧等待周期、并可以稳定并高速地进行运动图像照相。此外，由于光电转换元件为 MIS 型配置，不同于 PIN 型配置，因此暗电流可被抑制，并且可以以较低成本制造放射线图像拾取装置。根据本发明实现的放射线图像拾取装置可特别应用于比目前更高质量的医疗处理环境，以服务于未来的老龄化社会。

此外，由于转换元件的电信号通过源极跟随器型第一场效应晶体管读出，所以不用减小转换元件的输出信号就可读出该电信号，从而与常规放射线图像拾取装置相比产生更高的 S/N 比。此外，由于复位偏压、第一刷新偏压、传感器偏压和第二刷新偏压的至少一个偏压根据第一场效应晶体管中的阈值电压 (V_{th}) 被确定，所以即使第一场效应晶体管的阈值电压 (V_{th}) 例如在正使用放射线图像拾取装置的时候发生变化，该变化也可通过改变复位偏压等得到补偿。因此，转换元件的电信号可被稳定地输出，使得可以实现高可靠性的放射线图像拾取装置。

而且，由于组成像素的光电转换元件、第一场效应晶体管、第二场效应晶体管和第三场效应晶体管主要由非晶硅半导体构成，所以光电转换元件和场效应晶体管可在相同基片上制造，使得在生产过程中放射线图像拾取装置的产量可被提高。

结合附图，根据以下描述，本发明的其它特征和优点将变得显而易见，其中相同的参考符号表示相同或类似的部分。

附图说明

包含在说明书中并构成说明书的一部分的附图说明了本发明的实施例，并且与说明书一起用于说明本发明的原理。

图 1 是在本发明的一个优选实施例中的 X 射线图像拾取装置的单像素等效部分的电路图；

图 2 是示出图 1 中所示的 X 射线图像拾取装置的操作的时序图；

图 3 是本发明的优选实施例中的 X 射线图像拾取装置的二维电路

图；

图 4 是示出图 3 中所示的 X 射线图像拾取装置的操作的时序图；

图 5 示出了本发明的优选实施例中的 X 射线图像拾取装置的照相顺序；

图 6 是在放射线检查模式（运动图像模式）下图 5 中所示的 X 射线图像拾取装置的时序图；

图 7 是在放射线检查模式（运动图像模式）下图 5 中所示的 X 射线图像拾取装置的另一时序图；

图 8 是在照相模式（静止图像模式）下图 5 中所示的 X 射线图像拾取装置的时序图；

图 9 示出了本发明优选实施例中的 X 射线图像拾取装置应用于 X 射线诊断系统的示例的示意图；

图 10 示出了通过将非晶硅半导体薄膜用作光电转换元件和开关元件的材料所配置的光电转换基片的平面图；

图 11 示出了沿图 10 中的线 11-11 所切割的截面图；

图 12A、12B 和 12C 是说明图 10 和图 11 中所示的光电转换元件的器件操作的能带图；

图 13 示出了其配置包括光电转换元件和 TFT（光电转换元件 TFT）的光电转换电路的单像素的等效部分；

图 14 是示出图 13 中所示的光电转换电路的单像素的等效部分的操作的时序图；

图 15 是常规 X 射线图像拾取装置的二维电路图；和

图 16 是示出常规 X 射线图像拾取装置的操作的时序图。

具体实施方式

下面将参照附图描述体现本发明的放射线图像拾取装置和放射线图像拾取方法。对本发明优选实施例的下列描述将涉及具有在其上形成光电转换阵列的基片的放射线图像拾取装置，该放射线图像拾取装置与上述的常规装置一样使用 MIS 型光电转换元件，并且使用非晶硅

半导体薄膜作为用于场效应晶体管的半导体材料。尽管要描述的本发明的实施例使用 X 射线作为放射线，但本发明不限于此，可适用的放射线还包括诸如 γ 射线以及 α 射线和 β 射线之类的电磁波。

图 1 是本发明的优选实施例中的 X 射线图像拾取装置的单像素等效部分的电路图。

如图 1 中所示，MIS 型光电转换元件 10 包括由作为半导体光电转换层的非晶氢化硅等的 i 层构成的电容部分 C_i ，和由非晶氮化硅等的绝缘层（双导电型载流子的注入阻止层）构成的电容部分 C_{SiN} 。当光电转换元件 10 饱和时，即当在 D 电极和节点 N（i 层）之间没有（或几乎没有）电场时，因为光生成的电子和空穴随后被重新结合，所以，在这些 i 层和注入阻止层之间的结点（图 1 中的节点 N）不能再使空穴载流子在 N 部分累积。

换句话说，节点 N 的电位绝不会高于 D 电极的电位。为了实现该饱和状态下的操作，在图 1 中所示的配置中，二极管（D1）与电容部分 C_i 并联连接。因此，光电转换元件 10 具有三个构成元件，其包括电容部分 C_i 、电容部分 C_{SiN} 和二极管 D1。

V_{ref1} 为通过第三 TFT（13）刷新光电转换元件 10 的第一刷新偏压， V_{rst} 为同样通过第三 TFT（13）复位光电转换元件 10 的复位偏压。通过选择第一开关 SW1 的连接，实现在这些偏压之间的转换。第三 TFT（13）为复位或刷新光电转换元件 10 的场效应晶体管，并用作开关元件。 V_s 为用于将电压提供到光电转换元件 10 的 D 电极的传感器偏压，以使光电转换元件 10 通过各个光电转换元件公用的 V_s 线执行光电转换； V_{ref2} 为用于通过各个光电转换元件公用的 V_s 线刷新光电转换元件 10 的第二刷新偏压。通过选择第二开关 SW2 的连接，实现在这些偏压之间的转换。所有这些第一刷新偏压 V_{ref1} 、复位偏压 V_{rst} 、传感器偏压 V_s 和第二刷新偏压 V_{ref2} 均为可调电源。

第一 TFT（11）为向放大器 15 提供输出而不降低累积在光电转换元件 10 中的信号电位的场效应晶体管。第一 TFT（11）为栅极端与光电转换元件 10 的 G 电极相连的源极跟随器型晶体管。第二 TFT

(12)为选择性地将漏极偏压 Vdd 提供到第一 TFT (11) 的漏极端的场效应晶体管, 并用作开关元件。电容 C_2 为在第一 TFT (11) 的源极端寄生的读取电容。标号 FL 表示吸收 X 射线并将其转换为可见光的荧光体。

通过荧光体 FL 的转换所产生的可见光照射 MIS 型光电转换元件 10, 并通过该光电转换元件执行光电转换, 生成电子和正空穴。如上所述, 荧光体 FL 为将 X 射线波长转换为可见域波长的波长转换荧光体, 并且被设置在直接或间接地靠近 TFT 的位置。作为该荧光体 FL 的原材料可使用 $Gd_2O_2S: Tb$ 、 $Gd_2O_3: Tb$ 、 $CsI: Tl$ 、 $CsI: Na$ 等。用于光电转换元件 10、第一 TFT (11)、第二 TFT (12) 和第三 TFT (13) 的材料主要为非晶硅。

在本发明的本实施例中, 当累积在光电转换元件 10 中的信号电荷通过按源极跟随器连接的第一 TFT (11) 被输出到放大器 15 时, 该第一 TFT (11) 的栅极阈值电压 V_{th} 例如在使用过程中发生波动, 并且通过改变复位偏压 V_{rst} 可降低或消除阈值电压的波动对输出的影响。

例如, V_{rst1} 表示光电转换元件 10 的复位电压, V_{th1} 表示第一 TFT (11) 的阈值电压, 在暗状态下 (当信号电荷为 0 时), 输出电压为 $(V_{rst1}) - (V_{th1})$ 。当信号电荷 V_{sig} 已被累积时, 输出电压为 $(V_{rst1}) + (V_{sig}) - (V_{th1})$ 。

例如, 如果第一 TFT (11) 的阈值电压 V_{th2} 从其初始阈值电压 V_{th1} 已变化了 +2V, 并且自其开始使用起的三年中信号电荷 V_{sig} 被累积, 则其输出电压将为 $(V_{rst1}) + (V_{sig}) - (V_{th2})$, 即 $(V_{rst1}) + (V_{sig}) - (V_{th1}) - 2$, 输出电压被降低了 2V, 即阈值电压差。这就出现了信号检测不准确的问题, 并且在一些情况下可能超过放大器 15 (在下文中将要描述的信号读取电路部分) 的输入额定值, 从而引起一些器件出现问题。在本发明的本实施例中, 通过将复位偏压 V_{rst} 改变与如上所述的第一 TFT (11) 的阈值电压 V_{th} 的变化相同的偏压, 该问题被解决。

根据没有光照射的暗状态下预先获得的输出电平和已知的 V_{rst} 电平，或者根据实验获得的“使用期间的变化和阈值电压 V_{th} 的变化”的函数，可得出第一 TFT (11) 的阈值电压 V_{th} 的变化。即使第一 TFT (11) 的阈值电压 V_{th} 的变化后，通过将第一刷新偏压 V_{ref1} (其为通过第三 TFT (13) 刷新光电转换元件 10 的电源) 改变与复位偏压 V_{rst} 的变化相同的量，第一刷新偏压 V_{ref1} 也可被类似地刷新。

当在光电转换元件 10 中已经累积的载流子为空穴载流子的情况下，刷新条件将为 $(V_{ref1}) > (V_{rst})$ 的关系。如果 $(\Delta V_{th}) \ll (V_{ref1}) - (V_{rst})$ ，其中 ΔV_{th} 为阈值电压 V_{th} 的变化，则几乎不需要改变第一刷新偏压 V_{ref1} 。

鉴于 V_s 表示传感器偏压，当第一刷新偏压 V_{ref1} 改变第一 TFT (11) 的阈值电压 V_{th} 的变化量时，对光电转换元件 10 的半导体层 (C_i) 起作用的电位差发生变化。该电位差确定饱和电荷量。该饱和电荷量最好始终被设置为常量，即，与复位偏压 V_{rst} 和第一刷新偏压 V_{ref1} 一样，最好将传感器偏压 V_s 改变与 ΔV_{th} 同样多的量。

V_{ref2} 为刷新光电转换元件 10 的第二刷新偏压。通过转换第二开关 SW2，从 V_s 线 (公用线) 提供刷新电压。然后，第三 TFT (13) 被导通，并且第一开关 SW1 设在复位偏压 V_{rst} 侧。因此，在刷新期间 D 电极被设置为 V_{ref2} ，G 电极被设置为 V_{rst} 。由于该复位偏压 V_{rst} 根据阈值电压 V_{th} 改变，当要使用第二刷新偏压时，该第二刷新偏压 V_{ref2} 最好与复位偏压 V_{rst} 类似地变化。

在使用第二刷新偏压 V_{ref2} 的刷新操作中，当 V_s 线用于公用时，在单个刷新操作中大量的电荷被移动，系统的 GND 电位和参考电位变化，并且下一读取操作不能被执行，直到其恢复完成为止。在配置 40cm^2 的光电转换元件中，该等待周期为从 0.5 秒甚至到几秒。因此，使用第二刷新偏压 V_{ref2} 的刷新操作不适合于其中涉及运动体的运动图像拍摄。在该实施例中，使用第一刷新偏压 V_{ref1} 的刷新操作被应用于运动图像拍摄，而使用第二刷新偏压 V_{ref2} 的刷新操作被应用于静止图像拍摄。

如上所述,在本发明的本实施例中,复位偏压 V_{rst} 改变与对应于第一 TFT (11) 的阈值电压 V_{th} 的变化同样多的量。此外,与此相应,第一刷新偏压 V_{ref1} 、传感器偏压 V_s 和第二刷新偏压 V_{ref2} 也变化。

图 2 是示出图 1 中所示的 X 射线图像拾取装置的操作的时序图。如图 2 中所示,存在 4 个不同的操作周期,包括 X 射线照射周期、读取周期、刷新周期和复位周期。

首先,将描述 X 射线照射周期。

如图 2 中所示,X 射线以脉冲形式被辐射。透射过对象的 X 射线照射荧光体 FL,该荧光体将 X 射线转换为可见光。然后,通过荧光体的转换所产生的可见光照射光电转换元件 10 的半导体层 (i 层) 并在那里进行光电转换。光电转换产生的空穴载流子被累积在 i 层和绝缘层 (注入阻止层) 之间的界面以升高节点 N 的电位。G 电极的电位也被升高同样多。在 X 射线照射周期,第一开关 SW1 被设置在复位偏压 V_{rst} 侧并且第二开关 SW2 被设置在传感器偏压 V_s 侧。

下面,将描述读取周期。

通过将电压提供到图 1 中所示的第二 TFT (12) 的栅极端 V_t 并由此将其作为开关元件导通,读取操作被实现。由于对应于使用 X 射线照射所累积的载流子空穴 (Sh) 量的电位被施加到第一 TFT (11) 的栅极,所以第二 TFT (12) 的导通导致电流在第一 TFT (11) 的漏极和源极之间流动。这导致要被输入到放大器 15 的输出信号。然后,第三 TFT (13) 的栅极阈值电压 V_{th} 使输出信号从施加到要被供给的栅极的电位偏移等同于 V_{th} 的量。

下面,将描述刷新操作。

图 2 示出了当电容部分 C_i 和电容部分 C_{SiN} 相等时 D 电极、G 电极和节点 N 的电位。通过将信号输入到第三 TFT (13) 的栅极端 V_r 以将其作为开关元件置于导通状态,并将第一开关 SW1 连接到第一刷新偏压 V_{ref1} 侧,实现刷新操作。然后,节点 G 的电位升高,但是由于 $C_i=C_{SiN}$,节点 N 的电位也同时以一半陡的斜率升高。然而,节点 N 的电位的升高绝不会超过 $V_s=9V$ 。升高节点 N 的电位使得累积在节点

N 中的部分信号电荷（空穴载流子）被注入 D 电极侧。即，光电转换元件 10 进行刷新操作。

下面，将描述复位操作。

通过将信号输入到第三 TFT (13) 的栅极端 V_r 以将其作为开关元件导通，并且将第一开关 SW1 连接到复位偏压 V_{rst} 侧，复位操作被实现。该操作使得光电转换元件 10 的 G 电极被复位到复位偏压 V_{rst} 。在该复位操作中，节点 N 的电位从刷新操作时的电位（图 2 中的 V_s ）衰减。当电容部分 C_i 和电容部分 C_{SiN} 相等时，衰减量 ΔV_N 为第一刷新偏压 V_{ref1} 和复位偏压 V_{rst} 之间的电位差的 1/2。节点 N 的衰减量 ΔV_N 确定将由下一光电转换累积的空穴载流子的量，即饱和电荷量。

尽管在图 14 中所示的转换处理中的相应阶段提供了等待周期，但在图 2 中所示的本实施例中并没有提供等待周期。将参照图 3 和图 4 描述其原因。

图 3 是本发明的优选实施例中的 X 射线图像拾取装置的二维电路图。

为了简化说明，图 3 中仅示出 $3 \times 3 = 9$ 像素的等效部分。标号 S(1-1) 至 S(3-3) 表示光电转换元件；T1(1-1) 至 T1(3-3) 表示其栅极端与光电转换元件 10 的 G 电极相连的第一 TFT；T2(1-1) 至 T2(3-3) 表示被设置用于在扫描中逐行选择性地读取光电转换元件的电信号的第二 TFT；T3(1-1) 至 T3(3-3) 表示被设置用于刷新或复位从中电信号已被读出的光电转换元件的第三 TFT。

标号 G1-G4 表示用于导通或断开为第二 TFT 的 T2(1-1) 至 T2(3-3)、为第三 TFT 的 T3(1-1) 至 T3(3-3) 的栅极线；M1-M3 表示信号线。 V_s 公用线为所有像素的公用线，用以将传感器偏压 (V_s) 或第二刷新偏压 (V_{ref2}) 提供到光电转换元件 S(1-1) 至 S(3-3) 的 D 电极。 V_r 公用线为所有像素的公用线，用以将复位偏压 (V_{rst}) 或第一刷新偏压 (V_{ref1}) 提供到光电转换元件 S(1-1) 至 S(3-3) 的 G 电极。

光电转换元件 S (1-1) 至 S (3-3) 的实黑侧的电极 G 电极, 相对侧的电极 D 电极。为了便于光的入射, 部分共享 V_s 公用线的薄 N^+ 层被用作 D 电极。光电转换元件 S (1-1) 至 S (3-3)、第一 TFT (T1 (1-1) 至 T1 (3-3))、第二 TFT (T2 (1-1) 至 T2 (3-3))、第三 TFT (T3 (1-1) 至 T3 (3-3))、栅极线 G1-G3、信号线 M1-M3、 V_s 公用线、 V_r 公用线、传感器偏压 V_s 、第二刷新偏压 V_{ref2} 、复位偏压 V_{rst} 和第一刷新偏压 V_{ref1} 共同被称作光电转换电路部分(放射线检测电路部分) 31。

移位寄存器 SR1 构成驱动电路部分 32, 其用于将起驱动作用的脉冲电压提供到栅极线 G1-G4, 并且导通或断开第二 TFT (T2 (1-1) 至 T2 (3-3)) 和第三 TFT (T3 (1-1) 至 T3 (3-3)), 从而逐行地从第一 TFT (T1 (1-1) 至 T1 (3-3)) 读出光电转换元件 S (1-1) 至 S (3-3) 的电信号。

读取电路部分 33 从光电转换电路部分 31 中读取并行输出信号, 然后将其转换为串行, 并提供该转换信号。标号 A1-A3 表示信号线 M1-M3 与其反相端 (-) 相连的运算放大器。电容元件 Cf1-Cf3 被分别连接在这些反相端 (-) 和输出端之间。此外, 电流源 I1-I3 被分别连接到信号线 M1-M3。当第二 TFT (T2 (1-1) 至 T2 (3-3)) 导通时, 电容元件 Cf1-Cf3 累积光电转换元件 S (1-1) 至 S (3-3) 的电信号。标号 RES1-RES3 表示将电容元件 Cf1-Cf3 复位的开关并且与电容元件 Cf1-Cf3 并联。在图3中, 复位偏压由 GND 表示。标号 CL1-CL3 表示暂时存储累积在运算放大器 A1-A3 和电容元件 Cf1-Cf3 中的信号的取样保持电容。标号 Sn1-Sn3 表示使取样保持电容 CL1-CL3 执行取样保持的开关; B1-B3 为缓冲放大器; Sr1-Sr3 为将并行信号转换为串行的开关; SR2 为向 Sr1-Sr3 提供用于转换为串行的脉冲的移位寄存器; 以及 1000 为用于输出转换为串行的信号的放大器。

图 4 是示出图 3 中所示的 X 射线图像拾取装置的操作的时序图。其示出了两帧等效操作。图 4 的时序图示出了包括光电转换周期和读取周期的两个操作周期。

首先，将描述光电转换周期。

所有光电转换元件 S (1-1) 至 S (3-3) 的 D 电极均处于被读取电源 VS (正电位) 偏置的状态。移位寄存器 SR1 的每个信号均为“低”，并且为第二 TFT 的 T2 (1-1) 至 T2 (3-3)、为第三 TFT 的 T3 (1-1) 至 T3 (3-3) 均被断开。当在该状态下 X 射线以脉冲方式入射时，每个光电转换元件的 D 电极 (N⁺电极) 通过荧光体由可见光照射，并在每个光电转换元件的 i 层中产生电子和空穴载流子。然后，在电子通过传感器偏压 Vs 被移动到 D 电极的同时，空穴在光电转换元件内的 i 层和绝缘层中被累积，并且在 X 射线的照射停止之后被继续保持。

下面，将描述读取周期。

读取操作以下列顺序进行，首先是第一行的光电转换元件 (S1-1 至 S1-3)、然后是第二行的光电转换元件 (S2-1 至 S2-3)、最后是第三行的光电转换元件 (S3-1 至 S3-3)。

首先读出第一行的光电转换元件 (S1-1 至 S1-3)，选通脉冲从移位寄存器 SR1 被提供到栅极线 G1，从而导通第一行的第二 TFT (T2 (1-1) 至 T2 (1-3))。由此使漏电流流到第一行的第一 TFT (T1 (1-1) 至 T1 (1-3))，其栅极端电位与第一行的光电转换元件 (S1-1 至 S1-3) 的信号电荷一致，并且电流流入与集成在其中的读取电路部分 33 的第一级的运算放大器 A1-A3 相连的电容 Cf1-Cf3。

根据光电转换元件的信号量，运算放大器 A1-A3 的端子如图 4 所示变化。由于第一行的第二 TFT (T2 (1-1) 至 T2 (1-3)) 被同时导通，所以运算放大器 A1-A3 的输出同时变化。因而它们被并行输出。在该状态下通过接通“SMPL”信号，运算放大器 A1-A3 的输出信号被传输到取样保持电容 CL1-CL3，并且当开 SMPL 信号断开时被保持在电容 CL1-CL3 中。然后，脉冲从移位寄存器 SR2 依次施加到开关 Sr1、Sr2 和 Sr3，并且依次将输出从 CL2 和 CL3 提供到放大器 1000。因此，第一行的光电转换元件 (S1-1 至 S1-3) 的光电转换信号顺序转换为串行并输出。第二行的光电转换元件 (S2-1 至 S2-3) 的读取操作和第三行的光电转换元件 (S3-1 至 S3-3) 的读取操作以相同方式被实

现。

当第一行的 SMPL 信号使得运算放大器 A1-A3 的信号被取样保持电容 CL1-CL3 取样保持时，其意味着第一行的光电转换元件（S1-1 至 S1-3）的信号已从光电转换电路部分 31 输出。因此，在读取电路部分 33 内通过开关 Sr1-Sr3 进行到串行的转换的同时，可以执行光电转换电路部分 31 内的第一行的光电转换元件（S1-1 至 S1-3）的刷新操作或复位操作、或者电容元件 Cf1-Cf3 的复位操作。

在该实施例中，第一行的光电转换元件（S1-1 至 S1-3）的刷新操作与第二行的光电转换元件（S2-1 至 S2-3）的读取操作同时执行。为实现这一点，用于控制第一行的第三 TFT（T3（1-1）至 T3（1-3））的栅极线与用于控制第二行的第二 TFT（T2（2-1）至 T2（2-3））的栅极线 G2 相同。因此，同一栅极线由两行共享。

当栅极线 G2 接通时 Vref1/XVrst 信号升高为“Hi”，使得 Vr 公用线被 Vref1 偏置，并使得第一行的光电转换元件（S1-1 至 S1-3）被刷新。之后，类似地，当栅极线 G2 接通时 Vref1/XVrst 信号下降为“Lo”，使得 Vr 公用线被复位偏压 Vrst 偏置，并且第一行的光电转换元件（S1-1 至 S1-3）的 G 电极通过复位偏压 Vrst 复位。当该栅极线 G2 接通时，第二行的第二 TFT（T2（2-1）至 T2（2-3））被同时导通，与第二行的光电转换元件（S2-1 至 S2-3）匹配的电位类似地被读出。以这种方法，在本发明的本实施例中，第 n 行的光电转换元件以及第 n-1 行的光电转换元件的刷新操作和复位操作被同时执行。

通过以上所述操作，第一至第三行的所有光电转换元件 S（1-1）至 S（3-3）的信号电荷可被输出。

通过执行上述操作来重复执行光电转换周期和读取周期，可获取连续运动图像。本实施例的时序图与表示现有技术的图 16 的时序图的区别在于没有刷新周期，并且获取运动图像的帧频被相应地增加。而且，因为所有的光电转换元件被集中刷新，所以现有技术需要等待周期以减小由于刷新时出现的暗电流分量所引起的 GND 和电源的波动。在本实施例中，由于刷新为逐行进行，同时刷新的光电转换元件的数

量很少，所以不需要单独的等待周期，并且运动图像的帧频也可相应地增加。

图 5 示出了本发明的优选实施例中的 X 射线图像拾取装置的照相顺序。图 5 示出照相顺序，包括从放射线检查模式（运动图像模式）的操作状态到满足拍摄者的拍摄静止图像的需要照相模式（静止图像模式）的转换。

图 6 是图 5 中所示的 X 射线图像拾取装置在放射线检查模式（运动图像模式）下的时序图。在放射线检查模式下，重复图 6 中绘制的定时操作。在该周期内，确定对象（患者）的位置和角度以拍摄对象的静止图像，拍摄者监视患者的放射线检查图像。通常在该周期内，使用较小剂量的 X 射线执行照射。当拍摄者向 X 射线图像拾取装置发出曝光请求信号（打算拍摄静止图像的信号）时，发生从放射线检查模式到照相模式的转换。图 8 中示出照相模式下的操作定时。从放射线检查模式到照相模式的流程并非总是仅涉及照相模式一次，如图 5 所示，而是根据拍摄对象的图像构成，照相模式可按需要重复多次，如放射线检查模式→照相模式→放射线检查模式→照相模式等。

图 7 是图 5 中所示的 X 射线图像拾取装置在放射线检查模式（运动图像模式）下的不同于图 6 中所示的另一时序图。与图 6 的差别在于 X 射线不是以脉冲形式辐射。这使得读取周期内和光电转换周期内的操作可以同时进行，从而产生可提高放射线检查模式下的操作频率的优点。此外，由于 X 射线不是以脉冲形式入射，可减少 X 射线发生源的负载。

根据本发明的 X 射线图像拾取装置被应用于放射线检查装置，在放射线检查模式中，通过第三 TFT（T3（1-1）至 T3（3-3））提供第一刷新偏压 V_{ref1} ，定位和其它方面由放射线检查确定，并且在转换到静止图像照相模式的情况下，从 V_s 公用线提供第二刷新偏压 V_{ref2} 。由于来自 V_s 公用线的刷新同时覆盖所有像素，所以在刷新操作之后，系统的 GND 电位和参考电位的波动变得较大，从而导致一个缺点，即下一读取操作不能进行，直到其恢复完成为止，这不适合于运动图

像照相（放射线检查）。然而同时，缺少介入 TFT 产生了一个优点，即因为在 V_s 公用线和第二刷新偏压 V_{ref2} 之间可获得较大的电位差，所以可设置较大量的饱和电荷。因此，对于使用静止图像照相以获取用于诊断用途的静止图像来说，通过使用来自公用线 V_s 侧的第二刷新偏压 V_{ref2} 执行刷新，确保高 S/N 比更有益。

图 9 示出了本发明优选实施例中的 X 射线图像拾取装置应用于 X 射线诊断系统的示例的示意图。

由 X 射线管 6050 产生的 X 射线 6060 透射过患者或对象 6061 的胸部 6062，并入射在放射线图像拾取装置（图像传感器）6040 上。这些入射 X 射线包含关于对象 6061 身体的内部情况的信息。响应 X 射线的入射，该信息通过荧光体转换为可见光，然后进行光电转换从而获得电信号。这些电信号被转换为数字信号，由图像处理器 6070 对其进行图像处理，并且在控制室内的显示器 6080 上观察获得的图像。

通过诸如电话线 6090 之类的传输装置，该视觉信息可被传输到远地，并可在另一地方如医生工作室中显示在显示器 6081 上或存储在诸如光盘之类的存储介质中，使得医生能够在远地诊断所摄患者。此外，可视信息也可通过胶片处理器 6100 记录在胶片上。

尽管本发明的实施例的以上描述涉及一种 X 射线图像拾取装置或 X 射线图像拾取系统，但也可将诸如 γ 射线、 α 射线或 β 射线之类的放射线转换为光，并将产生的光应用到光电转换器件。根据本发明的光电转换元件阵列也可用于检测可见光或红外线的一般图像拾取装置。本发明使用的场效应晶体管最好为薄膜晶体管，其中通过使用诸如非晶氢化硅之类的非单晶半导体形成沟道域，并且其形式不限于下部栅极交错形式，而是也可使用上部栅极交错形式或上部栅极共面形式。

本实施例的 MIS 型光电转换元件 10 具有与图 11 中所示的光电转换元件 101 类似的层配置。因此，其具有作为下部电极在绝缘基片 103 上形成的第一金属薄膜层 104、由非晶氮化硅构成并形成在第一金属薄膜层上以阻止电子和正空穴的通过的绝缘层 111、由非晶氢化硅

构成并形成在绝缘层上的光电转换层 112、形成在光电转换层上以阻止正空穴注入的 N 型注入阻止层 113，和作为上部电极在注入阻止层 113 上和注入阻止层 113 的一部分上形成的第二金属薄膜层 105 上形成的透明导电层（未示出）。关于 MIS 型光电转换元件 10 的器件操作，如图 12A-12C 中所示，在刷新模式（图 12A）中，沿从光电转换层 112 朝第二金属薄膜层 105 引导正空穴的方向提供电场，而在光电转换模式（图 12B）中，沿使通过放射线入射在光电转换层 112 产生的正空穴停留在光电转换层中并朝第二金属薄膜层 105 引导电子的方向提供电场。在光电转换模式中，检测在光电转换层 112 中累积的正空穴或引向第二金属薄层 105 的电子作为光信号。

在本发明的本实施例中，由于读出 MIS 型光电转换元件 10 被逐行刷新（或复位），所以与一起刷新所有像素的常规 X 射线图像拾取装置相比，其仅较少数量的光电转换元件 10 要刷新，从而可减小紧接在每次刷新操作后流过的瞬态电流，抑制 GND 和电源线上的电压波动，省却了逐帧等待周期并可以稳定并高速地进行运动图像照相。此外，由于光电转换元件 10 为 MIS 型配置，不同于 PIN 型配置，因此不需要形成 P 层，从而可抑制暗电流，并且可以以较低成本制造该放射线图像拾取装置。

此外，由于转换元件的电信号通过源极跟随器型第一场效应晶体管读出，所以不会减小转换元件的输出信号而可读出该电信号，从而与常规放射线图像拾取装置相比可产生更高的 S/N 比。这使得不必具有如常规装置中的读取电路部分的初始级的低噪声设计的放大器。也不需要增加元件尺寸。相应地，该读取电路部分可减少电流消耗和发热。这提供了一个优点，即简化了否则装置需要的复杂的散热机构，并增加了装置外形设计的自由度。

此外，由于复位偏压 V_{rst} 的偏压值可变，因此 MIS 型光电转换元件 10 可通过第三 TFT (13) 复位到任意期望的电压。由于这样使得施加到第一 TFT (11) 的栅极端的累积开始电压能够被确定为 V_{rst} ，所以不管第一 TFT (11) 的阈值电压 (V_{th}) 具有什么电平，要被输

出到读取电路部分 33 的电压电平在累积开始时都可被调整到 $(V_{rst}) - (V_{th})$ 。由于这样能够补偿可能发生的第二 TFT (11) 的阈值电压的任何变化, 因此 MIS 型光电转换元件 10 的电信号可被稳定地输出, 从而可以得到高可靠的放射线图像拾取装置。

在本实施例中, 鉴于 MIS 型光电转换元件 10 通过第三 TFT (13) 由第一刷新偏压 V_{ref1} 刷新, 当累积在 MIS 型光电转换元件 10 的空穴载流子要被刷新时, 应当有关系式 $(V_{rst}) < (V_{ref1})$ 。因此, 在本实施例中, 当复位偏压 V_{rst} 可根据第二 TFT (11) 阈值电压 (V_{th}) 改变时, 第一刷新偏压 V_{ref1} 可类似地改变。

由于组成像素的光电转换元件 10、第二 TFT (11)、第三 TFT (12) 和第四 TFT (13) 主要由非晶硅半导体构成, 所以光电转换元件和场效应晶体管可在相同基片上制造, 使得在生产过程中放射线图像拾取装置的产量可被提高。

由于在不脱离本发明的精神和范围的情况下, 可得到本发明的许多更明显广泛不同的实施例, 因此应当理解, 本发明并不限于其特定实施例, 而是由权利要求中限定。

本申请要求对 2003 年 12 月 5 日提交的日本专利申请第 2003-408032 号的优先权, 日本专利申请第 2003-408032 号以参照的方式被包含在这里。

图2

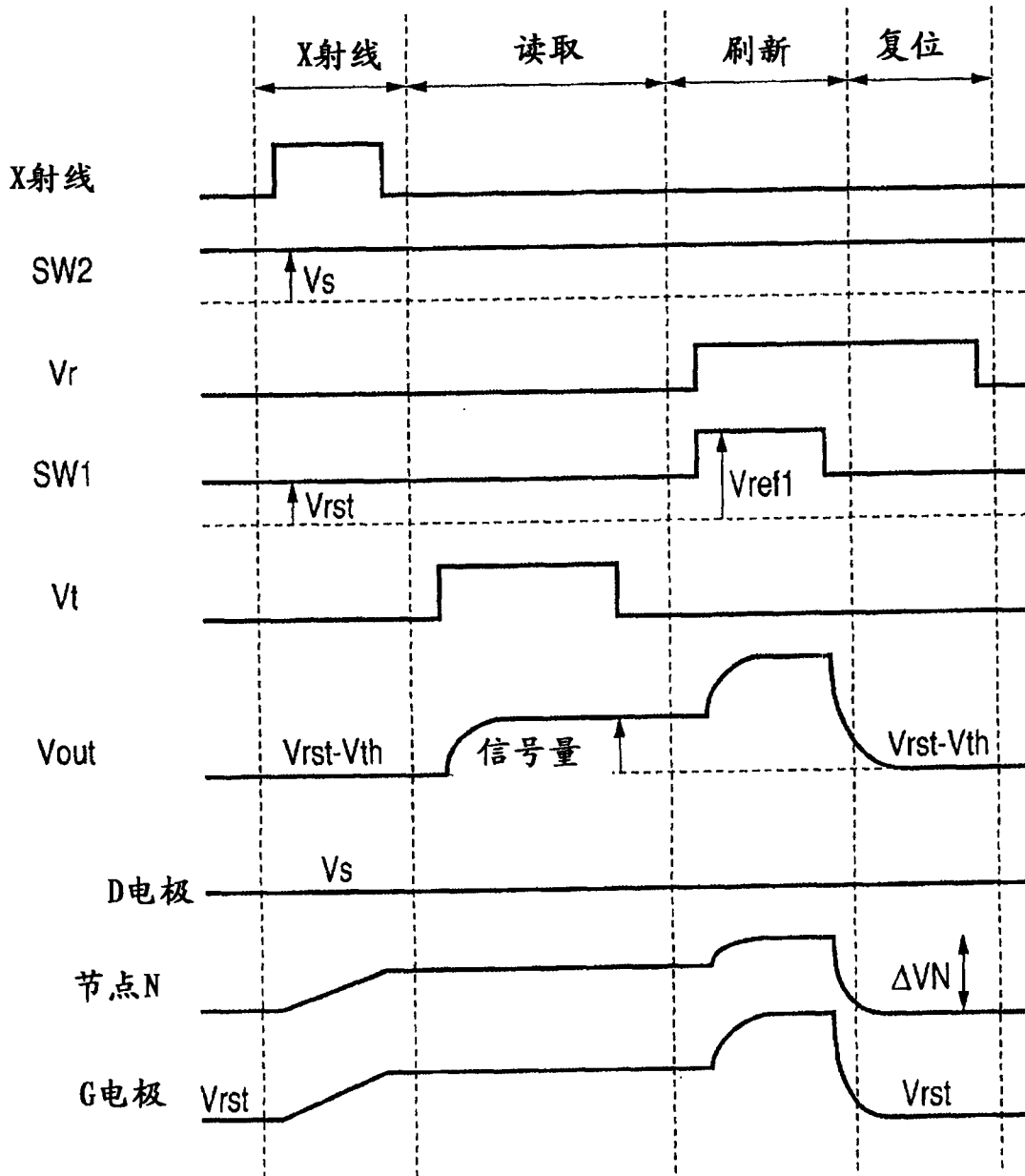


图 3

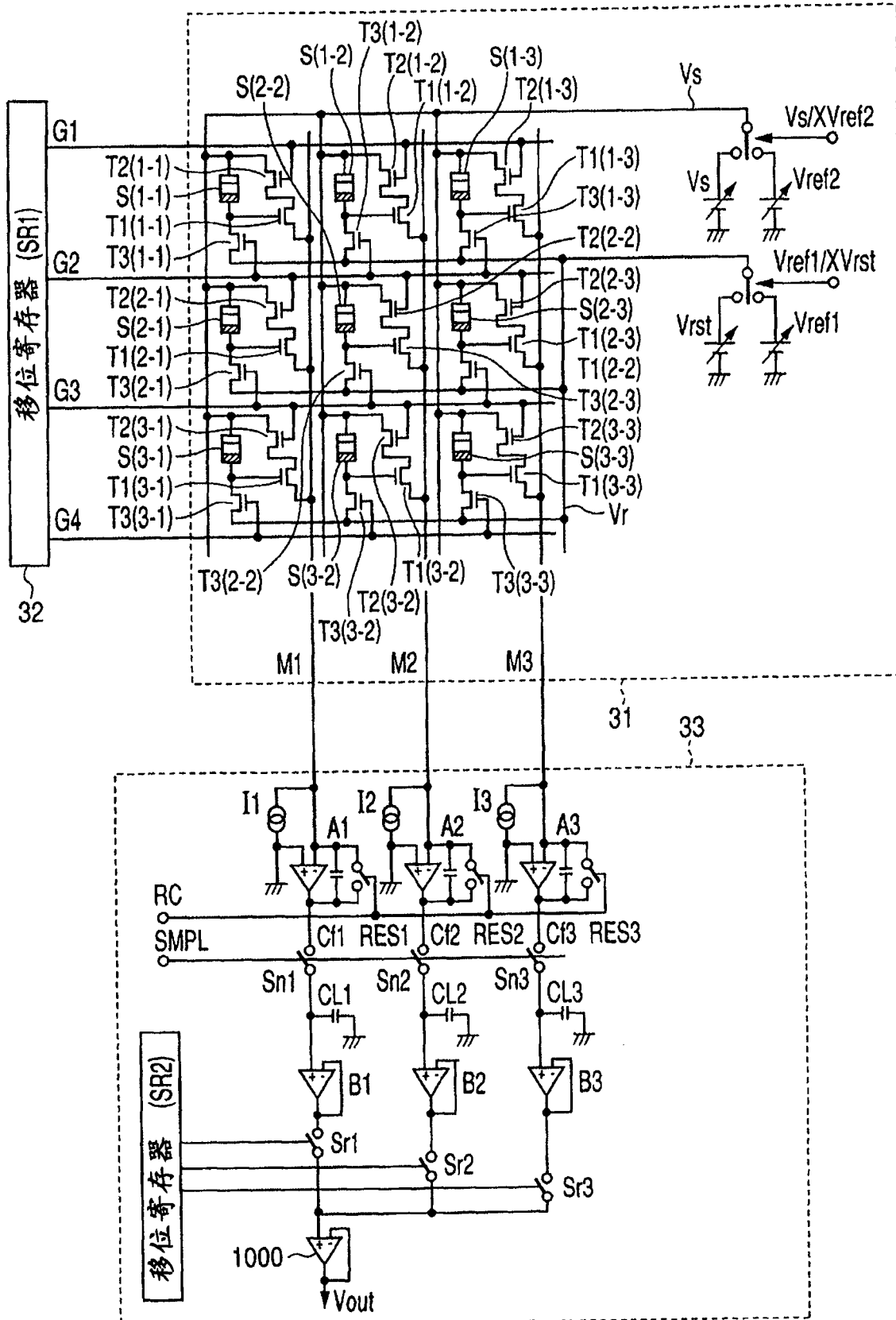


图4

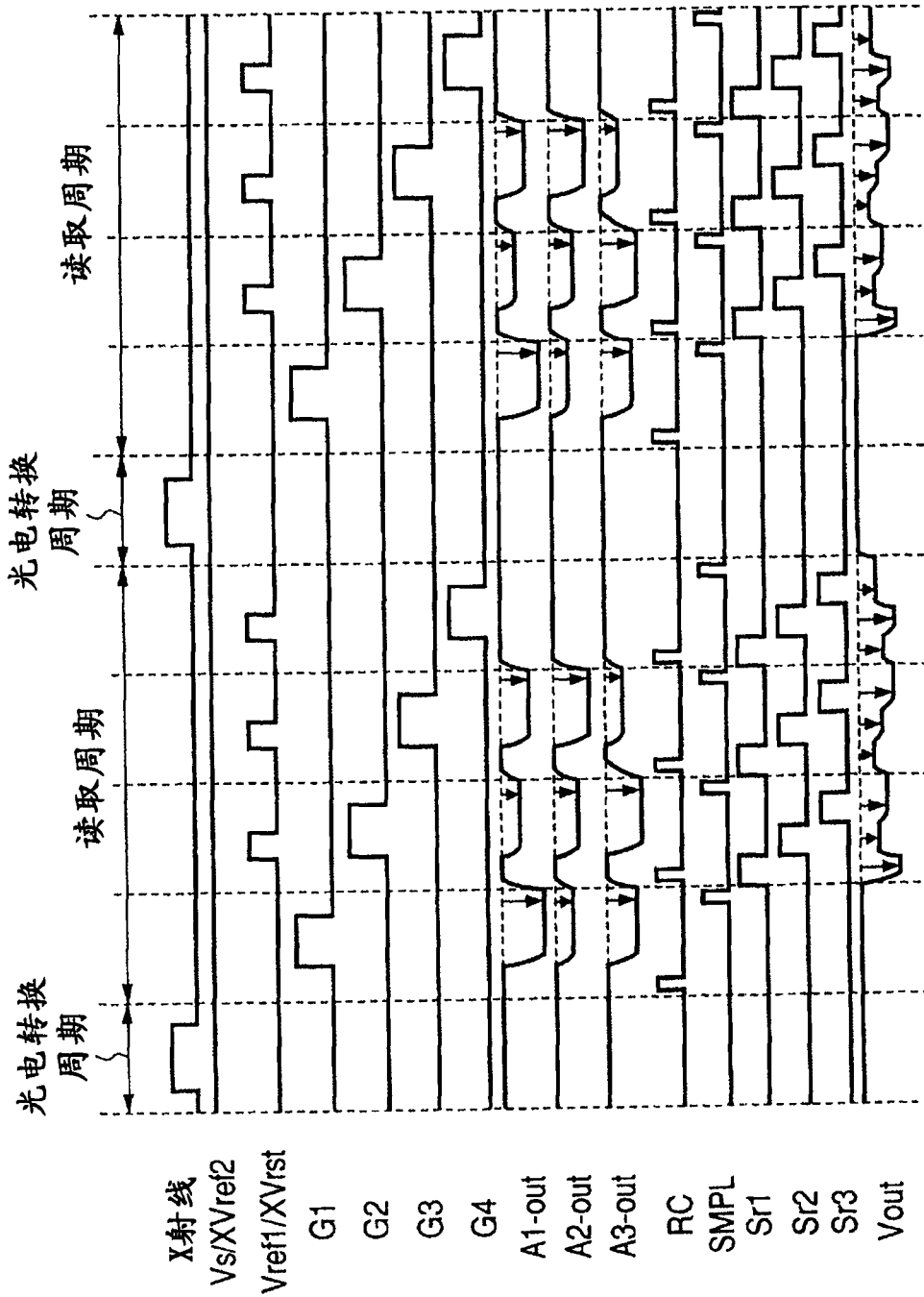


图5

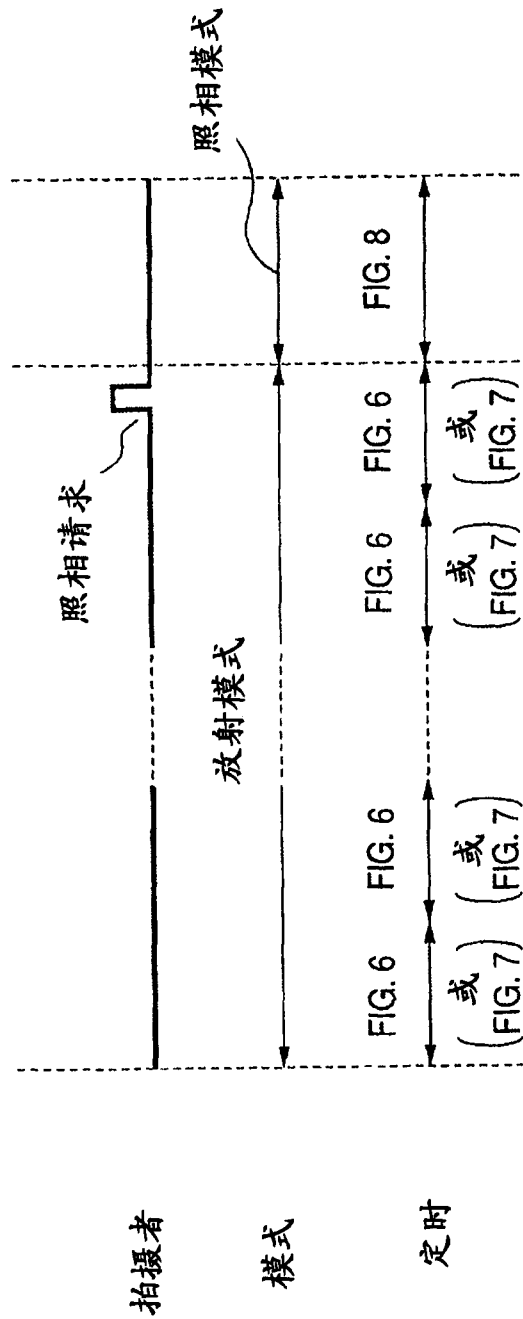


图6

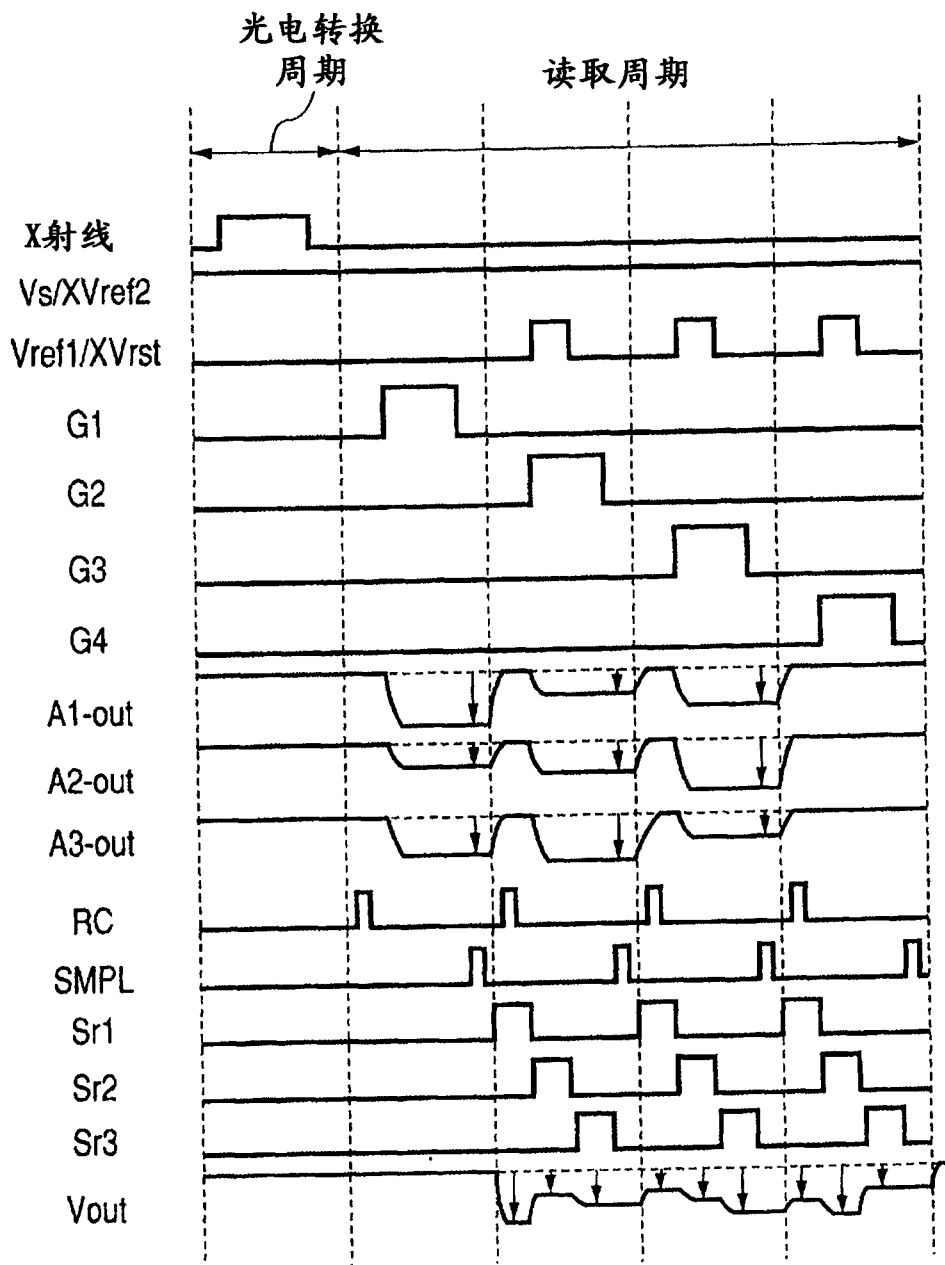


图7

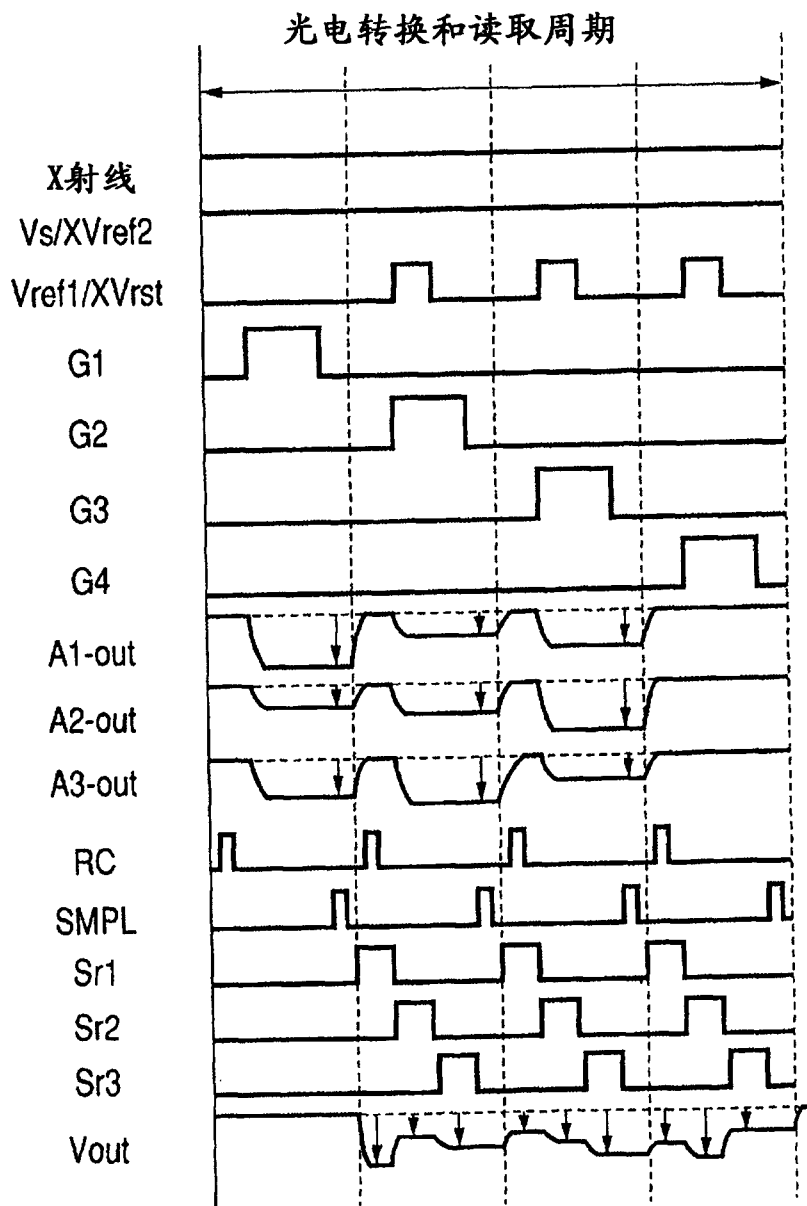


图8

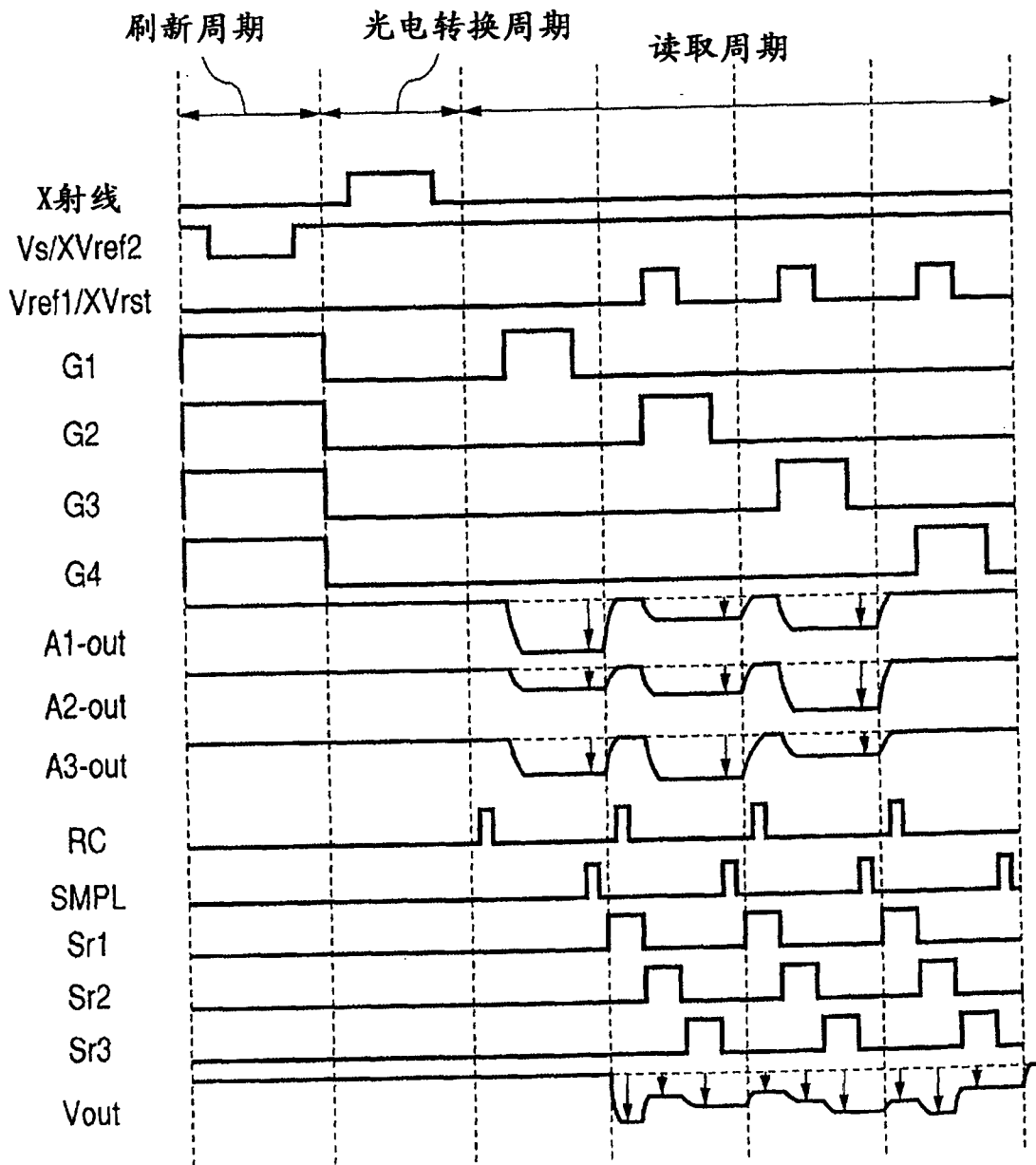


图9

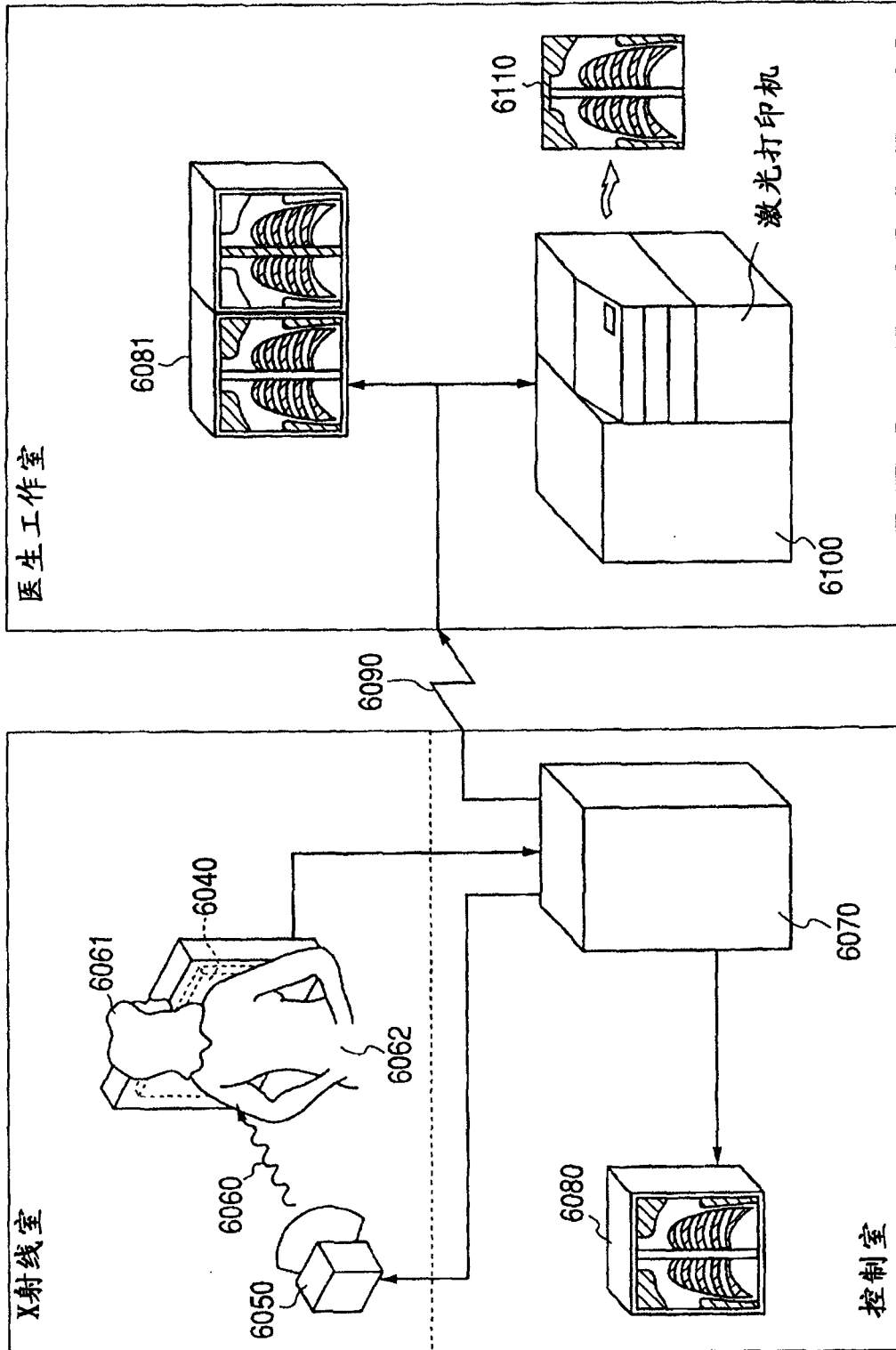


图10

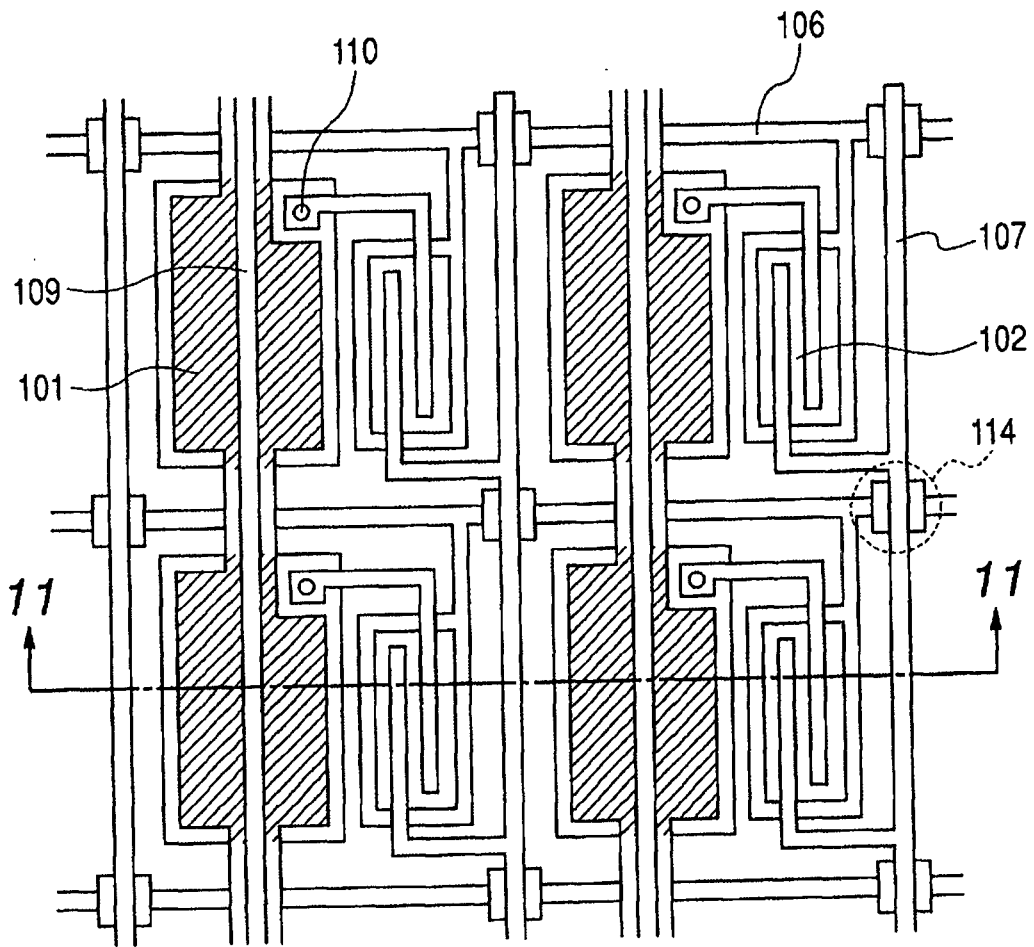


图11

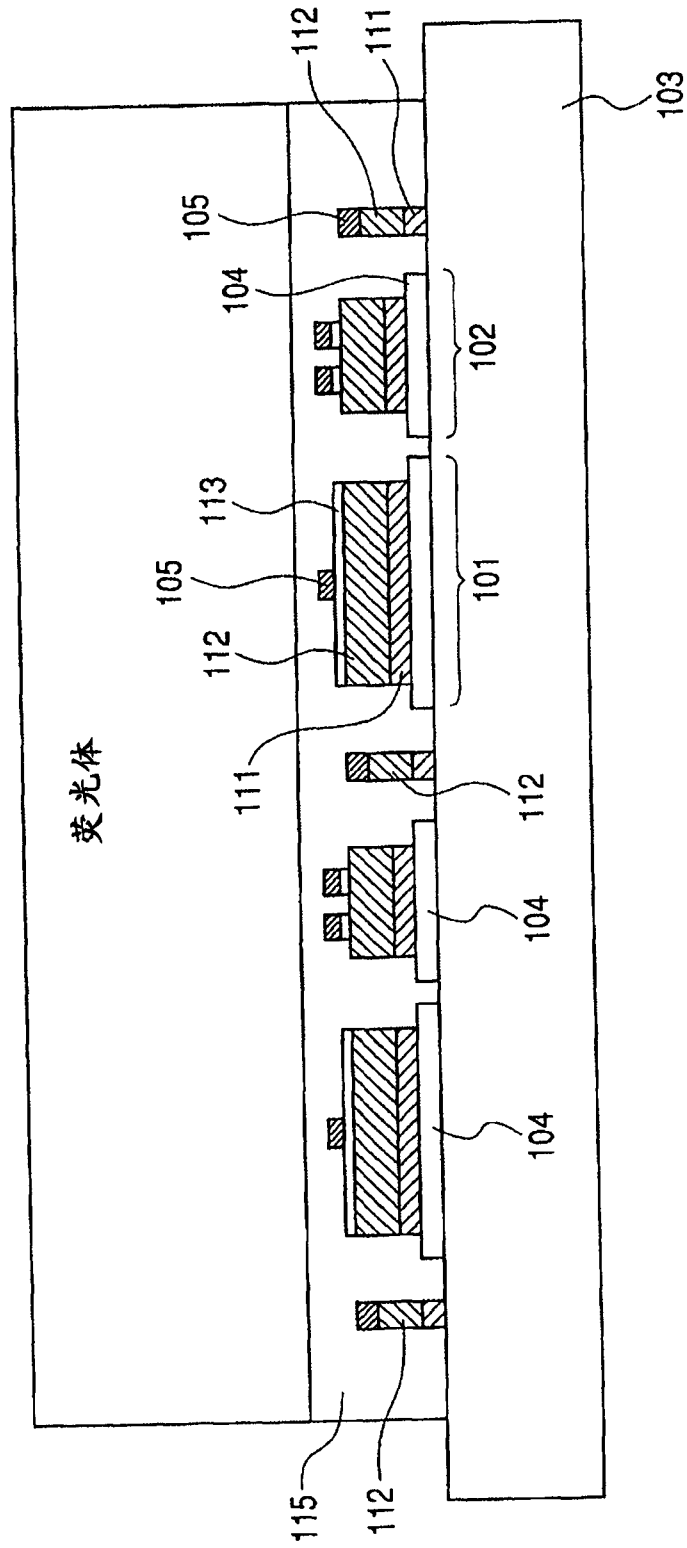


图 12A
刷新模式

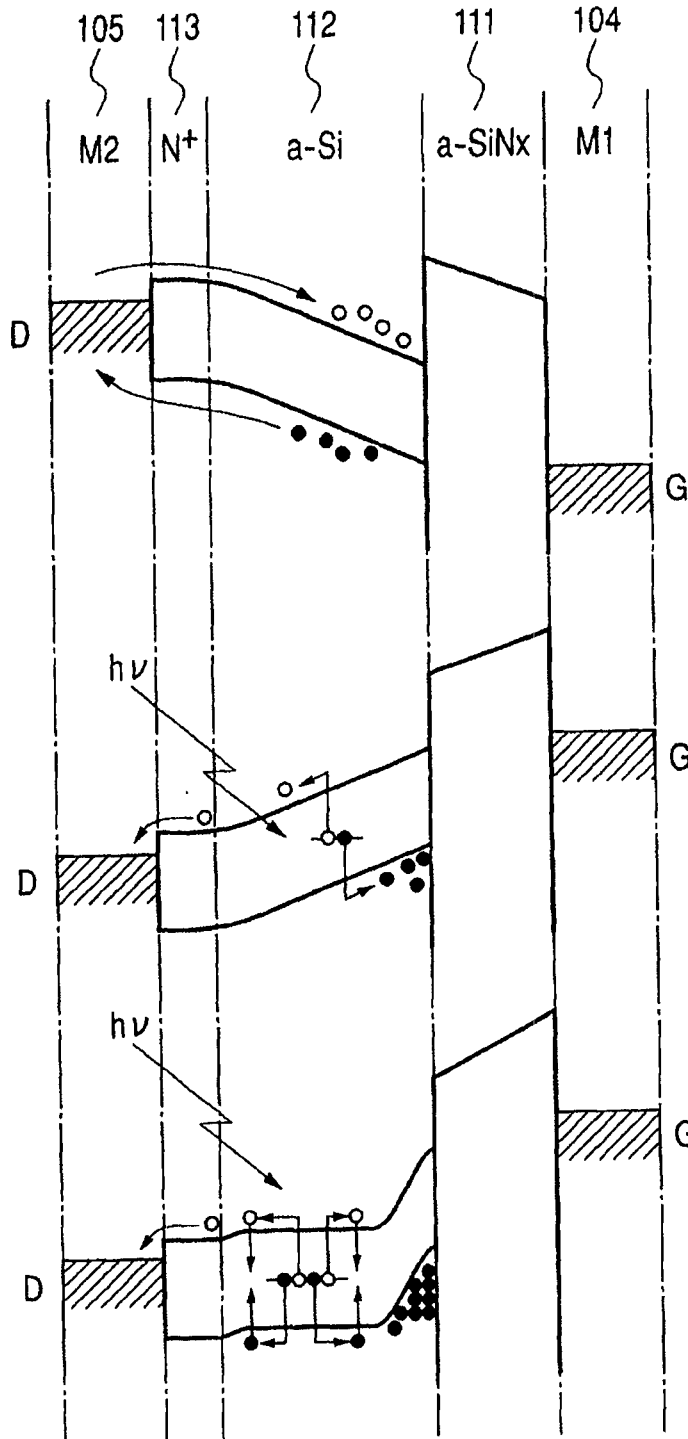


图 12B
光电转换模式

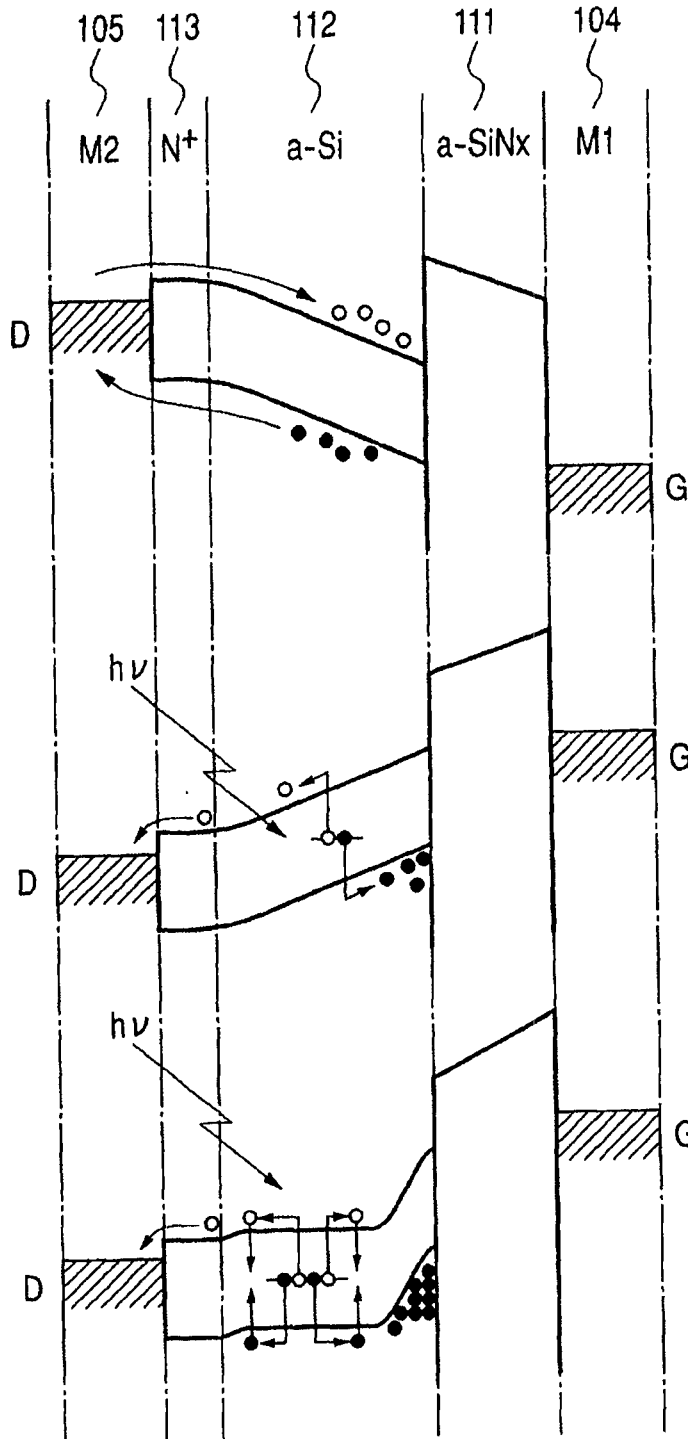
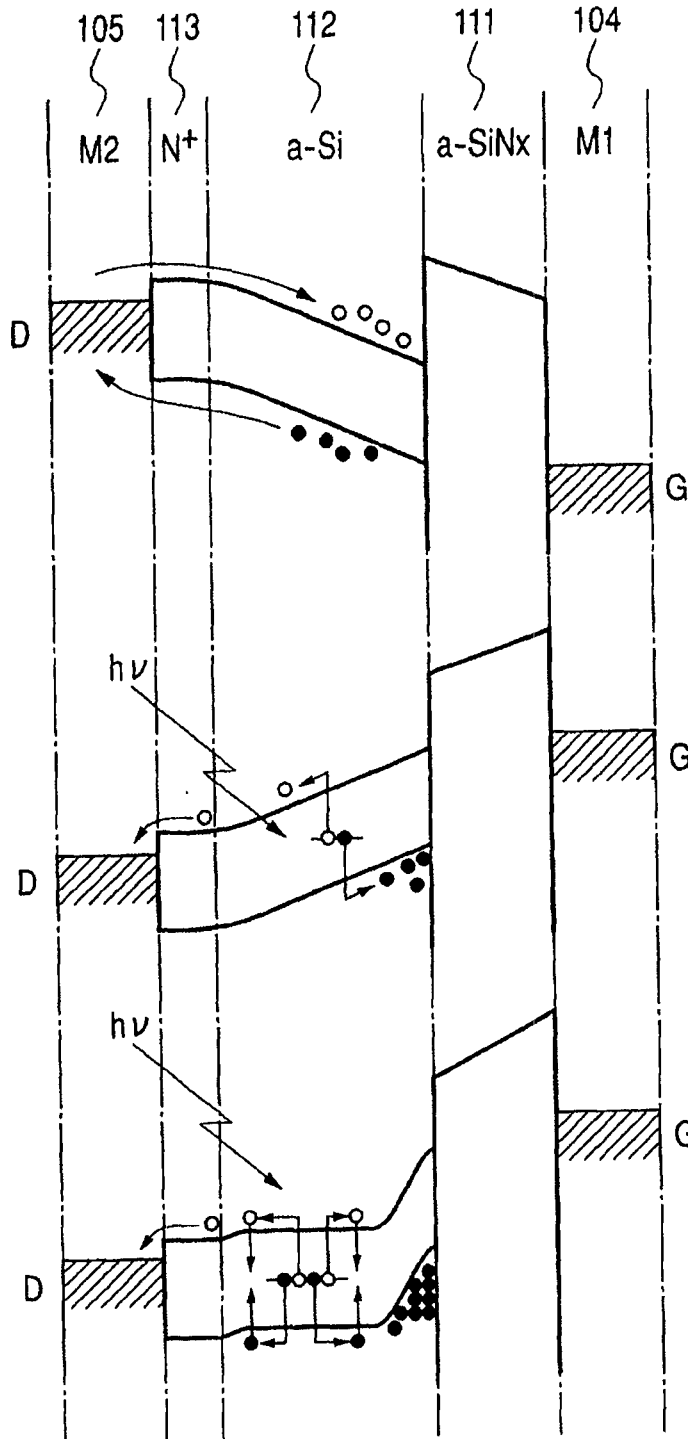
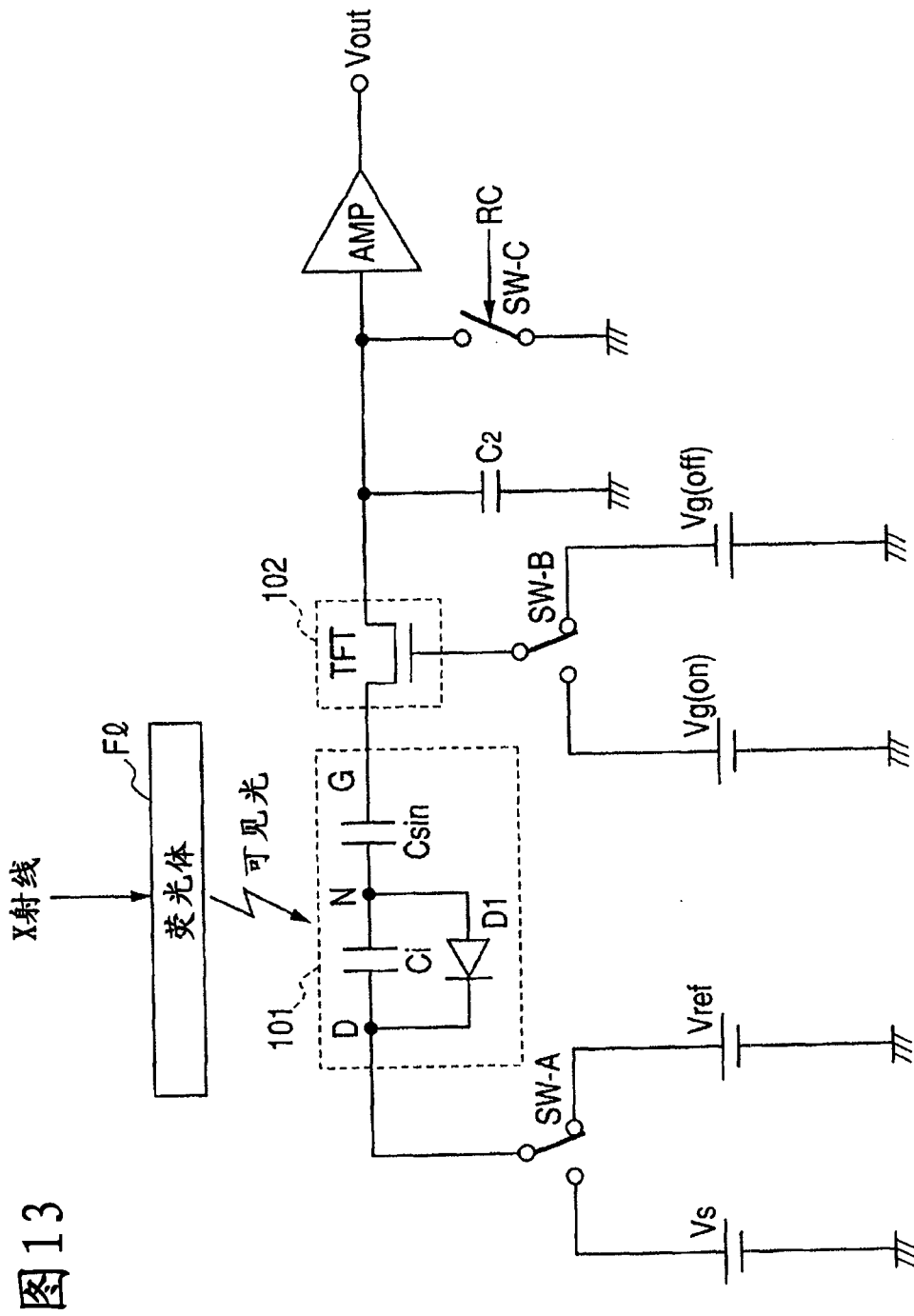


图 12C
饱和状态





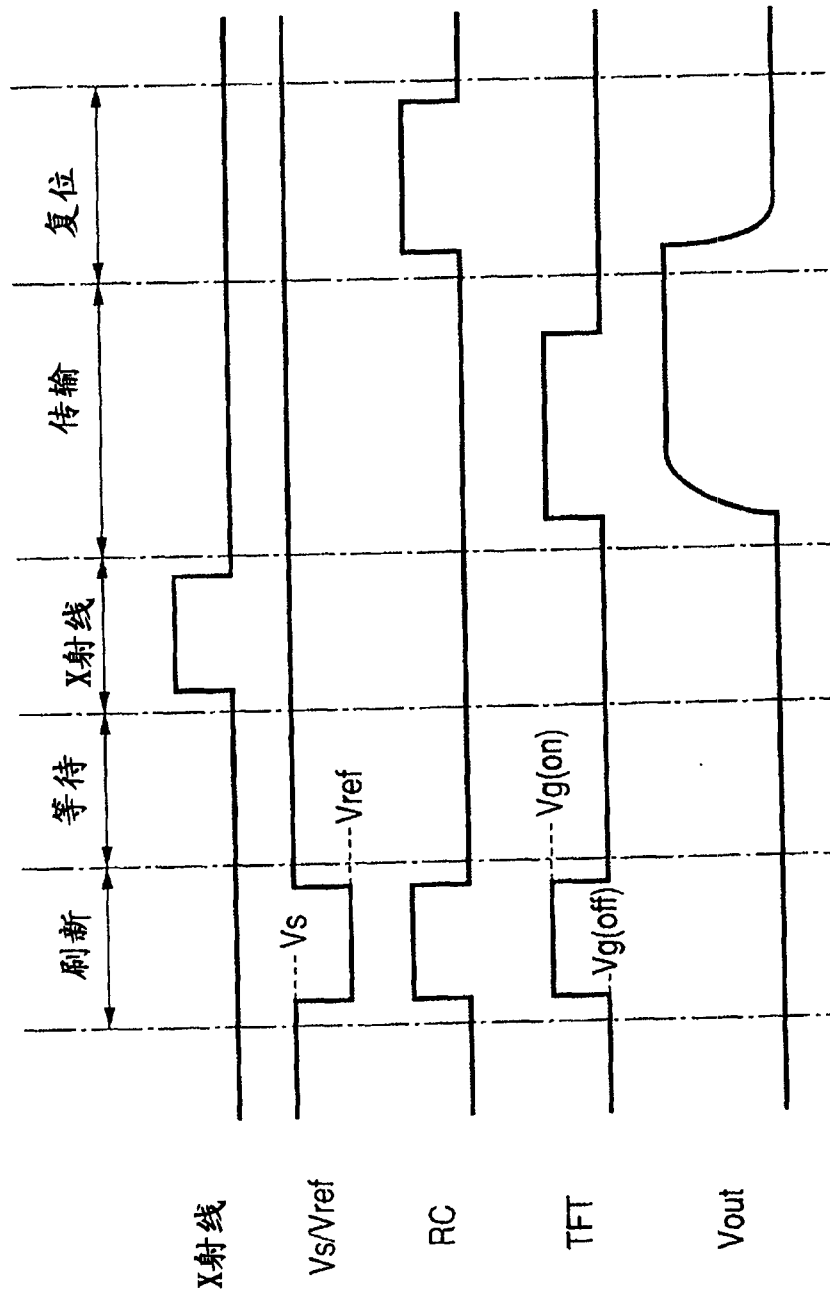


图14

图15
现有技术

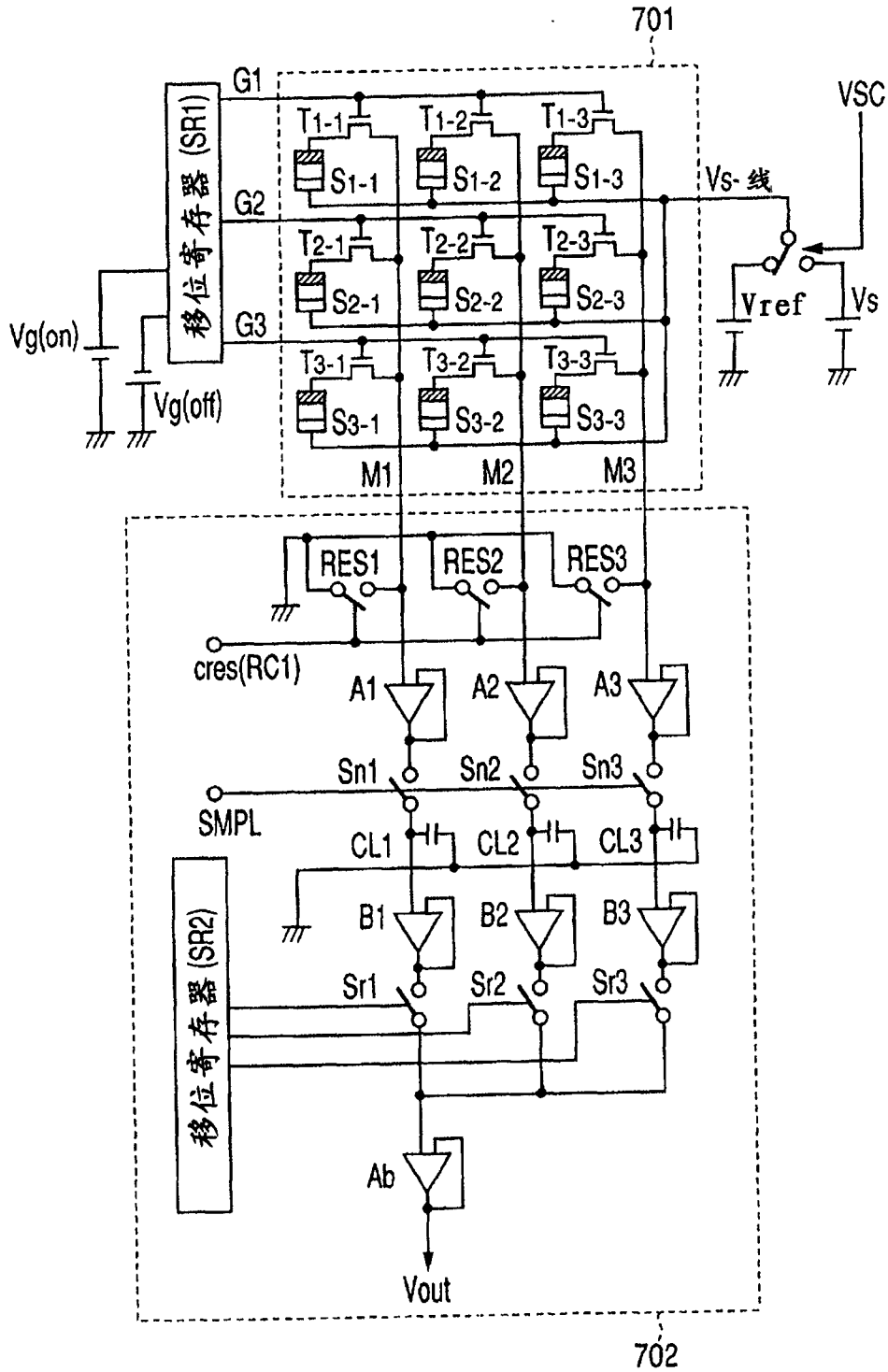


图16 现有技术

