



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101719993 B

(45) 授权公告日 2012. 07. 18

(21) 申请号 200910179060. 3

EP 1681850 A1, 2006. 07. 19, 说明书摘要, 说

(22) 申请日 2009. 10. 09

明书第 [0016] 段, 图 1、3、4.

(30) 优先权数据

审查员 张维克

2008-262997 2008. 10. 09 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 山下雄一郎 大贯裕介

(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 11038

代理人 邹姗姗

(51) Int. Cl.

H04N 5/355 (2011. 01)

(56) 对比文件

JP 2008-148082 A, 2008. 06. 26, 全文.

US 6850278 B1, 2005. 02. 01, 全文.

CN 1716622 A, 2006. 01. 04, 全文.

US 2004/0251394 A1, 2004. 12. 16, 全文.

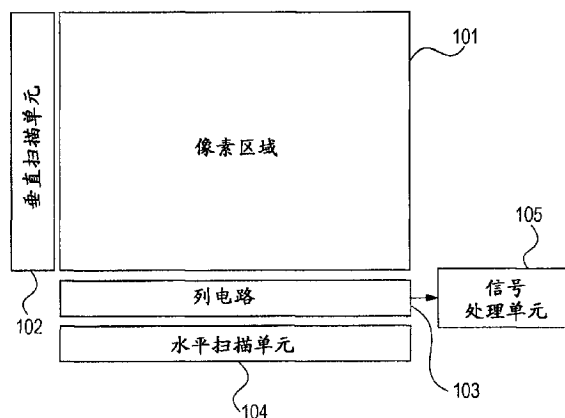
权利要求书 1 页 说明书 14 页 附图 18 页

(54) 发明名称

固态图像拾取装置

(57) 摘要

本发明提供了固态图像拾取装置, 包括多个像素, 其中每个像素都包括电荷存储部分、光电转换部分、第一传送部分和第二传送部分, 当一个时段期间所生成的信号电荷被传送到放大器时, 控制单元提供脉冲, 使得将导通脉冲提供给第二传送部分, 而将截止脉冲提供给第一传送部分, 由此将所存储的信号电荷传送到放大器, 然后向复位部分提供导通脉冲, 以复位传送到放大器的信号电荷, 随后向第一传送部分和第二传送部分提供导通脉冲, 以将光电转换部分中所保持的信号电荷传送到放大器。



1. 一种固态图像拾取装置,包括:

多个像素,每个像素都包括光电转换部分、配置成存储由第一传送部分从光电转换部分传送的信号电荷的电荷存储部分、配置成放大基于由第二传送部分传送的信号电荷的信号放大器及复位部分;以及

配置成提供驱动脉冲的控制单元,其中当一个时段期间所生成的信号电荷被传送到放大器时,该控制单元提供脉冲,使得将导通脉冲提供给第二传送部分,同时将截止脉冲提供给第一传送部分,由此将所存储的信号电荷传送到放大器,然后向复位部分提供导通脉冲,以复位被传送到放大器的信号电荷,随后向第一传送部分和第二传送部分提供导通脉冲,以将光电转换部分中所保持的信号电荷传送到放大器,

其中,放大器的输入部分连接到浮置扩散区域;

其中,电荷存储部分被设置在光电转换部分和浮置扩散区域之间的电荷路径中;以及

其中,光电转换部分中的信号电荷经由电荷存储部分被传送到浮置扩散区域。

2. 如权利要求1所述的固态图像拾取装置,其中光电转换部分与电荷存储部分之间的电荷传送路径是以掩埋沟道结构的形式提供的。

3. 如权利要求1所述的固态图像拾取装置,其中在信号电荷在光电转换部分与电荷存储部分中累积期间,光电转换部分与电荷存储部分之间的电荷传送路径中对于信号电荷的势垒低于光电转换部分与其它区域之间的势垒。

4. 如权利要求1所述的固态图像拾取装置,其中控制单元配置成在将导通脉冲提供给第一传送部分与第二传送部分之前,向第二传送部分多次提供导通脉冲。

5. 如权利要求1所述的固态图像拾取装置,其中控制单元配置成向第二传送部分提供中间电平脉冲,该中间电平脉冲的峰值在导通脉冲的峰值与截止脉冲的峰值之间的范围内。

6. 如权利要求5所述的固态图像拾取装置,其中控制单元配置成从多个值中选择中间电平脉冲的峰值。

7. 如权利要求6所述的固态图像拾取装置,还包括配置成处理从放大器输出的信号的读取电路,

其中控制单元将中间电平脉冲的峰值设置成使得:由该中间电平脉冲传送的信号电荷数小于可以由读取电路读取的最大电荷数。

8. 如权利要求1至6中任一项所述的固态图像拾取装置,还包括配置成处理从放大器输出的信号的可变增益放大器电路,

其中用于当通过向第一传送部分和第二传送部分提供导通脉冲而将光电转换部分中所保持的信号电荷传送到放大器时所获得的信号的增益小于用于当通过向第二传送部分提供导通脉冲而将电荷存储部分中所存储的信号电荷传送到放大器时所获得的信号的增益。

9. 如权利要求6所述的固态图像拾取装置,还包括温度检测器,

其中控制单元依赖从温度检测器接收到的温度信息,改变中间电平脉冲的峰值。

10. 如权利要求1所述的固态图像拾取装置,其中依赖于入射到像素的光量,在将当通过向第二传送部分提供导通脉冲而将所存储的信号电荷传送到放大器时所获得的信号用于形成图像的模式与不将该信号用于形成图像的模式之间执行切换。

固态图像拾取装置

技术领域

[0001] 本发明涉及固态图像拾取装置,更具体地涉及扩展其动态范围的技术。

背景技术

[0002] 在诸如公知为 CMOS 图像传感器的放大型 (amplification-type) 图像拾取装置中,存在多种已知电子快门技术来在不使用机械阻挡光的方法的情况下而控制对整个平面上的所有像素的累积的开始与结束。

[0003] 在与日本专利公开 No. 2006-246450 中所公开的电子快门关联的技术中,在信号电荷生成周期中在光电转换部分中生成的电荷传送到电荷存储部分,并且在曝光结束后,光电转换部分复位以除去光电转换部分中剩余的电荷,由此实现电子快门的功能。

[0004] 这种技术的特征在于,功能是由专用部分独立地实现的,从而光电转换部分基本上只执行光电转换,而曝光期间的电荷累积是由与光电转换部分相邻布置的电荷存储部分执行的。应当指出,电荷存储部分是 FD 区域分开布置的。因为光电转换部分中电荷的饱和数小,所以可以利用低电压来执行电荷从光电转换部分到电荷存储部分的传送。这种器件可以容易地通过基于普通 CMOS 生产工艺的简单工艺生产,即,其生产比 CCD 或其它类似器件更简单。应当指出,在此处和本说明书中的其它地方,假设电荷是由电子提供的。因此,在使用电子的情况下,表述“电荷数”应当理解为“电子数”。

[0005] 在日本专利公开 No. 2006-246450 所公开的技术中,每个像素中电荷存储部分的提供导致电荷饱和量的增加。但是,电荷饱和量的增加会导致信号的范围根据布置在光电转换部分和电荷存储部分的后面阶段的读取电路的动态范围而受限的情况。这种情况是由以上所述的配置造成的,其中光电转换的功能和累积信号电荷的功能是分开实现的,而且这两个功能中的每一个都是单独优化的。

[0006] 鉴于以上所述,本发明提供了一种通过完全利用信号电荷来产生图像信号的技术,其中信号电荷的量是通过独立布置的电荷存储部分增加的,而不受在后面阶段布置的读取电路的动态范围的限制。

发明内容

[0007] 一种装置,包括:多个像素,每个像素都包括光电转换部分、配置成存储由第一传送部分从光电转换部分传送的信号电荷的电荷存储部分、配置成放大基于由第二传送部分传送的信号电荷的信号的放大器、以及复位部分;和配置成提供驱动脉冲的控制单元,其中当一个时段中生成的信号电荷传送到放大器时,控制单元提供脉冲,使得将导通脉冲提供给第二传送部分,同时将截止脉冲提供给第一传送部分,由此将所存储的信号电荷传送到放大器,然后向复位部分提供导通脉冲,以便复位传送到放大器的信号电荷,随后向第一传送部分和第二传送部分提供导通脉冲,以便将存储在光电转换部分中的信号电荷传送到放大器。

[0008] 从以下结合附图对示例性实施例的描述,本发明的更多特征将变得显而易见。

附图说明

- [0009] 图 1 是例示根据本发明实施例的固态图像拾取装置的框图。
- [0010] 图 2 是根据本发明实施例的固态图像拾取装置的像素区域中布置的像素的等效电路。
- [0011] 图 3 是例示根据本发明实施例的驱动脉冲的图。
- [0012] 图 4A 至 4H 是例示根据本发明实施例的电势分布 (potential profile) 的图。
- [0013] 图 5 是例示根据本发明实施例的驱动脉冲的图。
- [0014] 图 6 是例示根据本发明实施例的驱动脉冲的图。
- [0015] 图 7A 至 7D 是例示根据本发明实施例的像素信号分布的图。
- [0016] 图 8A 至 8C 是例示根据本发明实施例的信号处理的概念的图。
- [0017] 图 9 是例示根据本发明实施例的噪声与信号之比的图。
- [0018] 图 10 是例示根据本发明实施例的驱动脉冲的图。
- [0019] 图 11A 至 11G 是例示根据本发明实施例的电势分布的图。
- [0020] 图 12 是根据本发明实施例的图像拾取装置的示意图。
- [0021] 图 13 是根据本发明实施例的图像拾取装置的示意图。
- [0022] 图 14A 至 14H 是各自示出亮度与输出之间关系的图。

具体实施方式

- [0023] 以下参照附图详细描述本发明的实施例。
- [0024] 首先,参照图 1 和 2 来说明固态图像拾取装置的配置与像素的等效电路,这对以下所述的所有实施例都是通用的。
- [0025] 在图 1 中,标号 101 指示像素区域,其中多个像素以矩阵的形式布置。标号 102 指示配置成以一个或多个像素行为单位扫描像素区域中的像素的垂直扫描单元。垂直扫描单元 102 可以利用移位寄存器或解码器来构造。
- [0026] 标号 103 指示配置成处理由垂直扫描单元从像素区域 101 扫描并读取的信号的列电路。列电路可以包括例如配置成减小像素噪声的 CDS 电路、配置成放大从每个像素输出的信号的放大器、配置成将从每个像素接收到的模拟信号转换成数字形式的模数转换器,等等。
- [0027] 标号 104 指示配置成以一个或多个列为单位顺序扫描像素区域中的像素从而读取由列电路处理的信号的水平扫描单元。就象对于垂直扫描单元一样,水平扫描单元可以利用移位寄存器或解码器来构造。
- [0028] 标号 105 指示配置成对从固态图像拾取装置输出的信号执行特定处理的信号处理单元。
- [0029] 尽管在图 1 中没有示出互连,但在以上所述的组成部分之间存在互连,通过这些互连来传输光信号、驱动信号及其它信号。
- [0030] 图 2 例示了布置在像素区域中的像素的等效电路。尽管为了简化起见图 2 仅示出了像素区域 101 中包括的以 3×3 阵列形式布置的 9 个像素,但像素的个数并不限于这个例子。标号 2 指示充当光电转换部分的光电二极管 (PD)。光电二极管的阳极连接到固定

电压电平（例如，地电平）。光电二极管的阴极通过充当第一传送部分的第一传送晶体管（transfer transistor）8 连接到电荷存储部分 3 的一端。电荷存储部分 3 的另一端连接到固定电压电平（例如，地电平）。前面所述的电荷存储部分 3 的一端还通过充当第二传送部分的第二传送晶体管 9 连接到 FD 区域 4。FD 区域 4 还连接到充当放大器一部分的放大晶体管 12 的栅电极。放大晶体管 12 的栅极充当放大器的输入部分。放大晶体管 12 的栅极还通过充当复位部分的复位晶体管 10 连接到像素电源线。可以采用 MOS 晶体管作为每个传送晶体管。

[0031] 充当选择部分的选择晶体管 11 连接成使得，充当一个主电极的漏电极连接到像素电源线，而充当另一个主电极的源电极连接到放大晶体管 12 的充当一个主电极的漏极。如果输入有效信号 SEL，则选择晶体管导通，由此选择晶体管的两个主电极将彼此电连接。结果，放大晶体管 12 与连接到垂直信号线 OUT 的恒定电流源（未示出）结合形成源跟随器电路，且对应于充当放大晶体管 12 的控制电极的栅电极的电压的信号出现在垂直信号线 OUT 上。根据出现在垂直信号线 OUT 上的信号，从固态图像拾取装置输出一个信号。该信号穿过信号处理电路和其它电路元件，由此形成图像信号。

[0032] 在图 2 所示的例子中，每个像素都包括一个复位部分、一个放大器和一个选择部分。可选地，多个像素可以共享一个复位部分、一个放大器和一个选择部分。如果没有提供选择部分，则可以通过控制放大器的输入部分的电压来选择每个像素。

[0033] 以上已经描述了在本发明实施例中通用的固态图像拾取装置的配置的例子，其中电荷存储部分布置在光电转换部分与 FD 区域之间。

[0034] 在特定的实施例中，固态图像拾取装置可以配置成使得在光电转换部分与电荷存储部分之间的电荷路径中提供一种机制，以允许在低电平脉冲被提供给第一传送部分从而将第一传送部分保持在截止（off）状态的情况下电荷从光电转换部分被传送到电荷存储部分。

[0035] 更具体而言，例如，当第一传送部分是利用 MOS 晶体管实现的时候，以上所述的机制是通过如下来实现的：构造掩埋沟道结构形式的 MOS 晶体管，使得当 MOS 晶体管处于截止状态时，在表面下某个深度处形成的势垒中存在局部降低的部分。在这种情况下，在累积信号电荷的时段期间，电荷传送部分可能不执行有意的控制操作，且电荷传送部分可以保持在固定的电压下。即，代替提供传送部分的功能，而是可以形成固定的势垒。就在累积结束之前，势垒的高度可以被降低，使得光电转换部分中剩余的信号电荷被传送到电荷存储部分。

[0036] 在这种配置中，当光入射到光电转换部分时，对应于入射光的信号电荷通过光电转换生成，且几乎所有生成的信号电荷都被传送到电荷存储部分，而不存储在光电转换部分中。因此，有可能对各像素的所有光电转换部分实现相同的电荷累积时段。当 MOS 晶体管处于截止状态时，空穴累积在 MOS 晶体管的沟道表面中，其中电荷通过其传送的沟道处于表面下的特定深度处。这使得能够减少绝缘膜界面处暗电流的影响。

[0037] 换句话说，当在光电转换部分和电荷存储部分中累积信号电荷的时段期间，电荷路径中光电转换部分与电荷存储部分之间的势垒低于该电荷路径中光电转换部分与其它区域之间的势垒。应当指出，本文中的电势是关于信号电荷而定义的。例如，当提供 OFD 区域时，光电转换部分与电荷存储部分之间的势垒被设置成低于光电转换部分与 OFD 区域之

间的势垒。

[0038] 在一特定实现中,电荷存储部分可以利用电荷耦合器件来配置,使得在电荷存储部分中累积信号电荷的时段期间,电压被施加到通过绝缘膜布置的相对电极,以累积极性与电荷存储部分的表面处的信号电荷的极性相反的电荷。这可以使得减少在布置电荷存储部分的区域中半导体表面处暗电荷的生成。

[0039] 因此,以上所述的配置使得能够进一步减少与电荷存储部分关联的暗电流。此外,在以上所述的配置中,没有必要为了减少暗电流而在电荷存储部分的表面中注入相反传导类型的杂质,从而与利用光电二极管的配置相比,允许形成负责将电荷保持在表面下面的更浅深度处的部分。这使得能够增加每单位面积存储电荷的能力。例如,存储电荷的能力可以是其中光电二极管还充当电荷存储部分的传统配置的几倍。

[0040] 执行驱动操作使得,在一个信号电荷生成时段期间从光电转换部分传送到电荷存储部分的信号电荷存储在电荷存储部分中并用作图像信号。换句话说,在光电转换部分中开始一个信号电荷生成时段以后,在不复位电荷存储部分的情况下,信号被读取到像素外部。应当指出,一个信号电荷生成时段在形成一帧图像的时段中被确定,使得该时段对像素的所有光电转换部分都是公共的。

[0041] 以下描述根据本发明的关于配置和驱动方法的特定实施例。在以下所述的这些特定实施例中,假定每个像素都配置成使得第一传送部分利用掩埋沟道 MOS 晶体管构造,而电荷存储部分由电荷耦合器件来实现。第一和第二传送部分是利用晶体管实现的。

[0042] 图 3 是例示根据本发明第一实施例的驱动脉冲的图,而图 4A 至 4H 例示了各种状态下的电势分布。在本实施例中,在一个信号电荷生成时段中生成的信号电荷被如下传送到放大器。首先,导通脉冲只提供给第二传送部分,以将存储在电荷存储部分中的信号电荷传送到放大器。其后,向复位部分提供导通脉冲,以复位传送到放大器的信号电荷。接下来,向第一和第二传送部分提供导通脉冲,以将存储在光电转换部分中的信号电荷传送到放大器。应当指出,驱动脉冲从垂直扫描单元 102 被提供给相应的元件,使得适当执行以上所述的操作。因此,垂直扫描单元 102 或者垂直扫描单元 102 与用于控制垂直扫描单元 102 的定时发生器的组合可以称为提供驱动脉冲的控制单元。

[0043] 在图 3 中,PTX1 指示提供给第一传送晶体管的驱动脉冲,PTX2 指示提供给第二传送晶体管的驱动脉冲,PRES 指示提供给复位晶体管的驱动脉冲,而 PSEL 指示提供给选择晶体管的驱动脉冲。括号中的每个数字指示像素的行号。在本实施例中,图像拾取装置具有机械快门,该机械快门操作使得当该机械快门处于打开状态时,光入射到光电转换部分上,而当该机械快门处于闭合状态时,没有光入射到光电转换部分上。即,该机械快门控制光电转换部分的曝光条件,由此确定信号电荷生成时段。在图 3 中,实心的带指示机械快门处于闭合状态的时段,而开放的带指示机械快门处于打开状态的时段。

[0044] PTS 指示将信号捕捉到列电路中的光信号存储部分中的采样脉冲。PTN 指示将信号捕捉到列电路中的噪声信号存储部分中的采样脉冲。噪声信号包括随机噪声和像素的复位晶体管与放大晶体管的偏移。在列电路包括放大器的情况下,噪声信号包括列放大器的偏移。

[0045] 应当指出,采用高电平脉冲作为导通每个晶体管的导通脉冲或者作为采样脉冲。

[0046] 在本实施例中,在电荷存储部分中所存储的信号电荷被传送到放大器以后,传送

到放大器的信号电荷被复位。其后,存储在光电转换部分中的电荷通过电荷存储部分被传送到 FD 区域。

[0047] 首先,在 T1,将高电平脉冲提供给复位晶体管及第一和第二传送晶体管,由此导通它们并由此复位光电转换部分、电荷存储部分及 FD 区域中的电荷。在这个处理中,机械快门保持在闭合状态。

[0048] 在 T2,机械快门打开,使得光入射到光电转换部分。在这种状态中,低电平脉冲被提供给相应的传送晶体管,使得传送晶体管截止。

[0049] 在 T3,机械快门闭合。

[0050] 在 T4,将低电平脉冲作为 PRES 提供给第一行中的像素,且提供高电平脉冲作为 PSEL。尽管在本例中,低电平脉冲 PRES 和高电平脉冲 PSEL 是同时提供的,但它们可以在不同的时间提供。应当指出,为了抑制复位部分中的 kTC 噪声,应当至少在如下时段上提供低电平脉冲作为 PRES,在所述时段期间提供高电平作为 PTN,以便采样噪声信号。

[0051] 在 T5,提供高电平脉冲作为 PTN。在过了预定的时段后,提供低电平脉冲作为 PTN,使得第一行中像素中的噪声信号保持在列电路中。

[0052] 在 T6a,将高电平脉冲提供给第一像素行中的第二传送晶体管。结果,只有电荷存储部分中的电荷和可以移动过光电转换部分与电荷存储部分之间的势垒的电荷被传送到放大器(第一步)。

[0053] 在 T6b,将低电平脉冲提供给第一像素行中的第二传送晶体管,以使第二传送晶体管截止。

[0054] 在 T7,提供高电平脉冲作为 PTS,以在列电路中保持根据第一步中读取的信号电荷的信号。

[0055] 在 T8,将低电平脉冲作为 PSEL 而高电平脉冲作为 PRES 提供给第一像素行。因此,在第一步中传送到放大器的电荷被复位。

[0056] 在 T9,为了再次读取相同的行,将低电平脉冲作为 PRES 而高电平脉冲作为 PSEL 提供给第一像素行。

[0057] 在 T10,提供高电平脉冲作为 PTN。在过了预定的时段后,提供低电平脉冲作为 PTN,由此在列电路中保持第一行中像素中的噪声信号。

[0058] 在 T11a,将高电平脉冲提供给第一像素行中的第一传送晶体管和第二传送晶体管,由此导通这些晶体管(第二步)。结果,累积在光电转换部分中的信号电荷通过电荷存储部分而传送到 FD 区域。

[0059] 在 T11b,将低电平脉冲提供给第一像素行中的第二传送晶体管,由此使第二传送晶体管截止。

[0060] 在 T12,提供高电平脉冲作为 PTS。在过了预定的时段后,提供低电平脉冲作为 PTS,以在列电路中保持根据在第二步中传送的信号电荷的信号。

[0061] 在 T13,将低电平脉冲作为 PSEL 而高电平脉冲作为 PRES 提供给第一像素行。

[0062] 其后,信号处理单元 105 将在上述第一和第二步中获得的信号相加到一起。这使得可以使用通过利用光电转换部分进行的光电转换生成的几乎所有电荷来形成图像信号,而不管布置在光电转换部分与电荷存储部分的后面阶段的读取电路的动态范围如何。

[0063] 通过对各像素行重复从 T4 到 T13 的处理,有可能读取一帧信号。

[0064] 在本实施例中,第一步和第二步是对每一行执行的。可选地,第一步可以首先对所有行执行,在第一步对所有行完成以后,可以执行第二步。即,在对整个图像区域完成电荷从电荷存储部分到FD区域的传送之后,处理可以回到第一行,且从光电转换部分到FD区域的读取可以从第一行开始执行。

[0065] 图 4A 至 4H 例示了以上关于图 3 所描述的各个时间处的电势分布。在这些图顶部所示的实心带指示光电转换部分或者其它部分受机械快门保护而不曝光。

[0066] 图 4A 例示了如下状态下的电势分布,在这种状态下,光电转换部分与电荷存储部分中的电荷在信号电荷累积到光电转换部分与电荷存储部分中之前被复位。应当指出,尽管在图 4A 中没有示出,但传送到 FD 区域的电荷被复位晶体管取走。在这种状态下,机械快门处于闭合状态,由此没有光入射到光电转换部分上。

[0067] 图 4B 至 4D 例示了信号电荷生成时段中的电势分布,在信号电荷生成时段中机械快门打开,使得光入射到光电转换部分上且通过光电转换生成信号电荷。

[0068] 更具体而言,图 4B 例示了在机械快门打开之后紧接着的状态下的电势分布。在这种状态下,在光电转换部分中还没有生成信号电荷。

[0069] 图 4C 例示了如下一种状态,在该状态中少量的光入射,且信号电荷保持在光电转换部分中,而没有流过在光电转换部分与电荷存储部分之间形成的势垒,其中势垒的高度是由提供给第一传送晶体管的脉冲的峰值确定的。应当指出,在这种状态下,低电平脉冲被提供给第一传送晶体管,使得势垒具有相对低的高度,以允许在光电转换部分中生成的电荷立即移动到电荷存储部分。这种状态可以通过例如由掩埋沟道 MOS 晶体管实现第一传送晶体管来获得。

[0070] 图 4D 例示了如下一种状态,在该状态中在光电转换部分中生成的信号电荷越过由第一传送晶体管形成的势垒而流到电荷存储部分,由此信号电荷也在电荷存储部分中累积。在这里,为了简化,让我们假设图 4D 中所示虚线以下区域中的光电转换部分中所存在的电荷数是 $Q1 = 10000$,虚线以下区域中的电荷存储部分中所存在的电荷数是 $Q2 = 60000$,而虚线之上所存在的电荷数是 $Q3 = 40000$ 。虚线指示在将低电平脉冲提供给第一传送晶体管的状态下势垒的高度。

[0071] 图 4E 例示了从图 3 中所示的时间 T6a 至时间 T6b 的时段中的电势分布。在这种状态下,低电平脉冲被提供给第一传送晶体管,而高电平脉冲被提供给第二传送晶体管(第一步)。在第一步的这种处理中,传送图 4D 中的电荷 $Q3$ 和 $Q2$ 。

[0072] 图 4F 例示了从图 3 中所示的时间 T11a 至时间 T11b 的时段中的电势分布。在这种状态下,高电平脉冲被提供给第一传送晶体管和第二传送晶体管(第二步)。在第二步的这种处理中,保持在光电转换部分中的信号电荷被传送到 FD 区域。

[0073] 如果电荷数 $Q2$ 和 $Q3$ 变得大于 FD 区域可以保持的个数,则会出现如图 4G 所示的在从 T6a 至 T6b 的时段中不能所有电荷都传送到 FD 区域的可能性。如图 4G 中点划线所示的,当不能所有电荷都传送到 FD 区域时,电荷部分地留在电荷存储部分中。如图 4H 所示,甚至在这种情况下,所有剩余的电荷都可以在下一个传送操作中与光电转换部分中的电荷一起被传送到 FD 区域。当满足以下条件时,这可以实现:

[0074] $Q2+Q3-Q_{FDMAX}+Q1 < Q_{FDMAX}$ (条件 1)

[0075] 其中 Q_{FDMAX} 指示可以一次完全传送到 FD 区域的最大电荷数。

[0076] 如果 $Q1$ 大于 $QFDMAX$, 则当像素驱动结束时, 有些电荷剩余, 而没有被读出。为了避免这种情况, 要满足以下条件:

[0077] $QFDMAX > Q1$ (条件 2)

[0078] 存在这样一种可能性, 即当 $QFDMAX$ 个电荷被读到 FD 区域中时, 基于电荷的信号不能被源跟随器或者后续的读取电路适当读取。如果读取电路的动态范围小于 FD 区域的动态范围, 就会出现这种情况。在这种情况下, 光信号会部分丢失。

[0079] 具有以上所述限制的读取电路的例子包括每个像素的放大器、布置在列电路中的列放大器、列模数转换器及布置在每个输出通道中的最后模拟放大器和模数转换器。

[0080] 作为例子, 解释像素放大器的动态范围。在这里, 假设放大器包括以源跟随器形式配置的放大晶体管和恒定电流源。

[0081] 当大量电荷从光电转换部分和电荷存储部分传送到 FD 区域时, 在 FD 区域中出现电势的降低。作为 FD 区域中电势降低的结果, 如果 FD 区域的电压 (即放大晶体管的栅极的电压) 与放大晶体管的源极的电压之差变得小于放大晶体管的阈值电压 (V_{th}), 则放大器不用作源跟随器, 由此不能读取信号。甚至当放大器所读取的电荷数小于源跟随器电路的动态范围时, 如果列放大器具有高增益, 则列放大器的输入动态范围受到限制, 且这确定了读取电路的饱和度。

[0082] 鉴于以上所述, $QFDMAX$ 的值可以设置为允许传送不超过读取电路的动态范围的电荷数的值。

[0083] 为了与本实施例进行比较, 例如, 让我们考虑其中电荷从光电转换部分与电荷存储部分同时传送到 FD 区域的配置, 和其中电荷首先从光电转换部分传送到电荷存储部分、然后光电转换部分中的电荷与电荷存储部分中的电荷一起传送到 FD 区域的配置。在这两种配置中, 通过设置电荷存储部分而提高了电荷的饱和数, 这导致电荷数超过 FD 区域或后续读取电路的动态范围的可能性增加。即, 尽管通过设置电荷存储部分而提高了电荷的饱和数, 但增加的电荷不是必然被有效地使用。相反, 在本实施例中, 在电荷存储部分中的电荷传送到 FD 区域之后, 光电转换部分中的电荷通过电荷存储部分传送到 FD 区域, 由此可以完全使用由电荷存储部分增加的电荷。

[0084] 在本实施例中, 动态范围是通过设置电荷存储部分来扩展的, 且读取可以不受布置在光电转换部分与电荷存储部分的后面阶段的读取电路的动态范围的限制。

[0085] 特别是当光电转换部分与电荷存储部分的整体动态范围大于布置在光电转换部分的后面阶段的读取电路的动态范围时, 本实施例非常有用。

[0086] 图 5 例示了根据本发明第二实施例的驱动脉冲。在该第二实施例中, 如从 T14 至 T18 可以看到的, 通过第二传送晶体管进行的从电荷存储部分到 FD 区域的传送比前一实施例中执行得多了很多次。在附加的传送中, 导通脉冲只向第二传送晶体管提供多次。在图 5 所示的特定例子中, 附加的导通脉冲在从 T16a 至 T16b 的时段中提供。

[0087] 当第一实施例中所描述的条件 (1) 不满足时, 在结束从光电转换部分到 FD 区域传送电荷的处理之后, 特定数量的电荷剩余在电荷存储部分中, 因此信号电荷没有被完全使用。当 $QFDMAX$ 小或者当 $Q1$ 、 $Q2$ 和 $Q3$ 之和大于 $2 \times QFDMAX$ 时, 这种情况会出现。

[0088] 在这种情况下, 在电荷存储部分中所存储的信号电荷传送之后, 在光电转换部分中所保持的信号电荷传送之前, 进一步执行从电荷存储部分的读取。即, 第二实施例包括执

行再次读取的附加步骤,以便只传送电荷存储部分中剩余的信号电荷。这减少了在传送处理结束时电荷存储部分中剩余的电荷数。

[0089] 尤其是当 Q2 和 Q3 之和比 QFDMAX 大得多时,本实施例很有用。

[0090] 依赖于 Q2+Q3 的值,导通第二传送晶体管的附加导通脉冲可以只提供一次或者提供多次。

[0091] 图 6 以时间图的形式例示了根据第三实施例的驱动脉冲。在该第三实施例中,读取电路具有处理从像素输出的信号的可变增益放大器。如由 601 在图 7C 中所表示的,在第二步中(其中读取光电转换部分和电荷存储部分中的电荷)放大器的增益切换成是第一步中的增益的 $G (G > 1)$ 倍大。即,第二步中读出的信号的增益被设置成大于第一步中读出的信号的增益。

[0092] 以下参照图 7A 至 7D 来更具体地描述根据本实施例的操作。

[0093] 图 7A 例示了在光电转换部分中像素上由入射光生成的电荷的分布。光电转换部分中的饱和度与存储在电荷存储部分中的信号电荷的边界由点线表示。

[0094] 图 7B 例示了对应于图 7A 中所示分量 A 的信号,即,基于在第一步中从电荷存储部分传送的信号电荷的信号。这一步中的随机噪声可以表示为 $N1 = V_{RN1} (mVrms)$ 。

[0095] 图 7C 例示了对应于图 7A 中所示分量 B 的信号,即,基于在第二步中主要从光电转换部分传送的信号电荷的信号而提取的信号分量。在这里,假定后续阶段中的读取电路具有增益 G 。在这种情况下,随机噪声可以由 $N2 = V_{RN2} (mVrms)$ 给出。

[0096] 其后,图 7B 和 7C 中所示的信号分量合成到一起,以获得单个图像。在该合成处理中,为了实现输出中关于光强度的恒定梯度,即,为了实现恒定的信号敏感度,图 7C 中所示的以高增益 G 读取的信号被除以增益 G 。

[0097] 图 7D 例示了作为图 7C 中所示的信号除以增益 G 的结果而获得的信号。当信号电平降低时,噪声电平也降低到 $1/G$ 。

[0098] 在这种情况下,随机噪声由 $N3 = V_{RN2}/G (mVrms)$ 给出。

[0099] 在合成两个信号之后,随机噪声由下式给出:

$$[0100] \quad ((V_{RN1})^2 + (V_{RN2}/G)^2)^{0.5},$$

[0101] 其小于当不执行增益切换时所获得的噪声,即

$$[0102] \quad ((V_{RN1})^2 + (V_{RN2})^2)^{0.5}。$$

[0103] 因此,通过上述方式对第二步中读取的信号增加放大器的增益,可以提高信噪比(SN比)。因此,可以对具有低亮度的对象拍摄具有高敏感度的图像。对于用于以上目的的放大器,可以使用例如列放大器。

[0104] 下面描述本发明本实施例固有的效果。在具有低亮度的对象的情况下,在光电转换部分中生成的几乎所有信号电荷都保持在光电转换部分中,而不流过光电转换部分与电荷存储部分之间的势垒。即,对于具有低亮度的对象,光电转换部分中所保持的信号电荷数与不保持的信号电荷数之比很高,因此第二步中读取的信号与总信号之比很高。因此,通过针对基于在第二步中传送的信号电荷的信号增加读取电路的增益,可以提高信噪比(SN比),因此可以对具有低亮度的对象拍摄具有高敏感度的图像。

[0105] 但是,读取电路增益的增加导致输入动态范围减小。即,增益的增加导致 QFDMAX 的减小。更具体而言,如果增益以因子 G 增大,则输入动态范围变成 $QFDMAX/G$ 。因此,当读

取电路的增益增大时,以高精度和小离差 (dispersion) 读取少量电荷是很重要的。相反,在第二步的读取中,读取是对光电转换部分中累积的信号电荷执行的,而没有将信号电荷传递通过光电转换部分与电荷存储部分之间的相对低的势垒,因此实现读取中的小离差是相当容易的。

[0106] 在本实施例中,如上所述,电荷通过多个传送操作逐部分地从电荷存储部分与光电转换部分传送。这使得可以在第一和第二输出信号中实现小离差。因此,可以增大一次传送的电荷总数,而且可以将读取电路设置成具有大增益。

[0107] 为了实现高性能,光电转换部分中的饱和电荷量 $Q1$ 可以设置成满足以下条件:

[0108] $Q1 < QFDMAX/G$

[0109] 下面描述第四实施例。在该第四实施例中,操作在当只有电荷存储部分中所存储的信号电荷传送到 FD 区域时所获得的信号用于形成图像的模式与不使用该信号的模式之间切换。即,当基于电荷存储部分所存储的信号电荷的输出信号小于预定的阈值时,该信号不用于形成图像。这防止了随机噪声的增加。要与阈值比较的信号可以是当只有电荷存储部分中所存储的信号电荷传送到 FD 区域时所获得的信号,或者是当主要是光电转换部分中所保持的信号电荷传送到 FD 区域时所获得的信号。可选地,与入射光量关联的信息可以从适当布置的 AF 传感器获得,且关于是否加信号的切换可以基于与入射光量关联的信息确定。在任何一种情况下,关于是否加信号的切换都是依赖入射到一组多个像素中的一个像素上的光量来执行的。

[0110] 下面参照图 8A 至 8C 给出更具体的说明。图 8A 例示了当只有电荷存储部分中所存储的信号电荷传送到 FD 区域时获得的信号,而图 8B 例示了当主要是电荷存储部分中所存储的信号电荷传送到 FD 区域时获得的信号。图 8C 例示了图 8A 和图 8B 中所示信号的合成。在图 8A 中,由白线所表示的方框中的区域中的信号以随机噪声分量为主。这种信号的添加导致信噪比的降低。相反,在图 8B 中所示由白线所表示的方框中的区域中的信号的情况下,信号具有应当用于形成图像的足够高的电平,如图 8B 中灰色可以看到的。例如,对于具有低亮度的对象,没有信号电荷流过光电转换部分与电荷存储部分之间形成的势垒,且所有信号电荷都只在光电转换部分中累积。即,在电荷存储部分中几乎没有信号电荷。因此,如果在这种情况下执行从电荷存储部分的传送,则结果只能是增加噪声。

[0111] 为了避免以上情况,当来自电荷存储部分的信号低于预定阈值时,作为只有电荷存储部分中所存储的信号电荷传送到 FD 区域的结果而获得的信号不用于形成图像。另一方面,当来自光电转换部分的信号高于预定阈值时,确定在电荷存储部分中也有信号电荷,因此电荷存储部分中的信号电荷用于形成图像。

[0112] 本发明还可以应用到其它实施例,以除了先前实施例中所获得的益处之外实现针对相对少量的入射光的情况形成高质量图像、而不降低信噪比的益处。

[0113] 更具体而言,如图 9 所示,随机噪声与总信号之比随亮度降低而增加。甚至在随机噪声与总信号之比相对大的范围中,本实施例也使得可以实现低噪声特征,而不受随机噪声 V_{RNI} 的影响。

[0114] 图 10 例示了根据本发明第五实施例的驱动脉冲。该第五实施例与前面实施例的区别在于,当电荷从电荷存储部分传送到 FD 区域时,电荷是利用中间电平脉冲通过多个传送操作逐部分地传送的。中间电平脉冲指其峰值在导通脉冲与截止脉冲峰值之间的范围中

的脉冲。中间电平脉冲可以通过修改控制单元 102 以使其能够生成中间电平脉冲而获得的。

[0115] 首先,在 T1,将高电平脉冲提供给复位晶体管及第一和第二传送晶体管,以导通它们,由此复位光电转换部分、电荷存储部分和 FD 区域中的电荷。在这个处理中,机械快门保持在闭合状态下。

[0116] 在 T2,机械快门打开,使得光入射到光电转换部分上。在这种状态下,将低电平脉冲提供给各传送晶体管,使得传送晶体管截止。

[0117] 在 T3,机械快门闭合。

[0118] 在 T4,将低电平脉冲作为 PRES 提供给第一行中的像素,且提供高电平脉冲作为 PSEL。尽管在本例中,低电平脉冲 PRES 和高电平脉冲 PSEL 是同时提供的,但它们可以在不同的时间提供。但是,为了抑制复位部分中的 kTC 噪声,应当至少在如下时段上提供低电平脉冲作为 PRES,在该时段期间提供高电平作为 PTN,以采样噪声信号。

[0119] 在 T5,提供高电平脉冲作为 PTN,以使得在列电路中保持第一行中像素中的噪声信号。

[0120] 在 T6a,将中间电平脉冲提供给第一像素行中的第二传送晶体管。结果,在光电转换部分与电荷存储部分中所保持的信号电荷中,只有可以移动过由中间电平脉冲形成的势垒的信号电荷部分被传送到 FD 区域(第一步)。

[0121] 在 T6b,将低电平脉冲提供给第一像素行中的第二传送晶体管,以使第二传送晶体管截止。

[0122] 在 T7,提供高电平脉冲作为 PTS,以在列电路中保持根据第一步中读取的信号电荷的信号。

[0123] 在 T8,将低电平脉冲作为 PSEL 而高电平脉冲作为 PRES 提供给第一像素行。因此,在第一步中传送到 FD 区域的电荷被复位。

[0124] 在 T9,提供高电平脉冲作为 PTN,使得在列电路中保持第一行中像素中的噪声信号。

[0125] 在 T10a,将高电平脉冲提供给第一像素行中的第二传送晶体管,由此导通第二晶体管(第二步)。这个脉冲的峰值可以设置成使得电荷存储部分中所存储的电荷完全被传送到 FD 区域。应当指出,在这种状态下,提供给第一像素行中的第一传送晶体管的脉冲保持在低电平下。

[0126] 在 T10b,将低电平脉冲提供给第一像素行中的第二传送晶体管,以使第二传送晶体管截止。

[0127] 在 T11,提供高电平脉冲作为 PTS,以在列电路中保持根据在第二步中传送的信号电荷的信号。

[0128] 在 T12,将低电平脉冲作为 PSEL 而高电平脉冲作为 PRES 提供给第一像素行。

[0129] 在 T13,提供高电平脉冲作为 PTN,以使得在列电路中保持第一行中像素中的噪声信号。

[0130] 在 T14a,将高电平脉冲提供给第一像素行中的第一传送晶体管和第二传送晶体管,由此导通这些晶体管(第三步)。在第三步的该处理中,光电转换部分中所保持的信号电荷被传送到 FD 区域。

[0131] 在 T14b, 将低电平脉冲提供给第一像素行中的第一传送晶体管和第二传送晶体管, 由此使这些晶体管截止。

[0132] 在 T15, 在列电路中保持基于在第三步中传送的信号电荷的信号。

[0133] 其后, 在以上所述第一至第三步中获得的信号由信号处理单元 105 相加到一起。因此, 可以将通过由光电转换部分的光电转换生成的几乎所有电荷作为形成图像的电荷, 而不管在光电转换部分与电荷存储部分的后面阶段布置的读取电路的动态范围如何。

[0134] 通过对各像素行重复从 T4 至 T15 的处理, 可以读取一帧信号。

[0135] 尽管在以上例子中在从 T6a 至 T6b 的时段中利用中间电平脉冲的传送操作(第二步)只执行了一次, 但是该传送操作可以重复多次。

[0136] 图 11A 至 11G 例示了以上关于图 10 所描述的各个时间处的电势分布。在这些图顶部所示的实心带指示光电转换部分或其它部分受机械快门的保护而不曝光。

[0137] 图 11A 例示了在复位光电转换部分与电荷存储部分中电荷的操作在信号电荷生成时段之前执行的状态下的电势分布。这种操作在图 10 所示的从 T1 至 T2 的时段中执行。应当指出, 尽管图 11A 中未示出, 但传送到 FD 区域的电荷被复位晶体管取走。在这种状态下, 机械快门处于闭合状态, 由此没有光入射到光电转换部分上。

[0138] 图 11B 至 11D 例示了在信号电荷生成时段中的电势分布, 在该信号电荷生成时段中机械快门打开, 使得光入射到光电转换部分上且通过光电转换生成信号电荷。

[0139] 图 11B 例示了在机械快门打开之后紧接着的状态下的电势分布。在这种状态下, 在光电转换部分中还没有生成信号电荷。

[0140] 图 11C 例示了在少量光入射且信号电荷保持在光电转换部分中而没有流过光电转换部分与电荷存储部分之间形成的势垒的状态下的电势分布, 其中势垒的高度是由提供给第一传送晶体管的脉冲的峰值确定的。应当指出, 在这种状态下, 低电平脉冲被提供给第一传送晶体管, 使得势垒具有允许光电转换部分中所生成的电荷立即移动到电荷存储部分的相对低的高度。这种状态可以通过利用例如掩埋沟道 MOS 晶体管实现第一传送晶体管来获得。

[0141] 图 11D 例示了在如下状态下的电势分布, 在该状态中, 光电转换部分中所生成的信号电荷越过由第一传送晶体管形成的势垒而流到电荷存储部分, 由此信号电荷也累积在电荷存储部分中。在这里, 为了简化起见, 让我们假设图 11D 中所示虚线以下区域中的光电转换部分中所存在的电荷数是 $Q1 = 10000$, 虚线以下区域中的电荷存储部分中所存在的电荷数是 $Q2 = 60000$, 而虚线之上所存在的电荷数是 $Q3 = 40000$ 。

[0142] 图 11E 例示了图 10 所示从时间 T6a 至时间 T6b 的时段中的电势分布。在这种状态下, 低电平脉冲被提供给第一传送晶体管, 而中间电平脉冲被提供给第二传送晶体管(第二步)。在第二步的该处理中, 图 11D 中所示电荷 Q3 的全部和 Q2 的部分被传送到 FD 区域。传送到 FD 区域的电荷量可以通过调节提供给第二传送晶体管的中间电平脉冲的峰值来任意控制。图 11F 例示了图 10 所示从时间 T10a 至时间 T10b 的时段中的电势分布。在这种状态下, 低电平脉冲被提供给第一传送晶体管, 而高电平脉冲被提供给第二传送晶体管(第三步)。在第三步的该处理中, 在第二步中没有传送的、在电荷存储部分中剩余的电荷被传送到 FD 区域。例如, 传送了 50000 个信号电荷。

[0143] 图 11G 例示了图 10 所示从时间 T14a 至时间 T14b 的时段中的电势分布。在这种

状态下,高电平脉冲被提供给第一传送晶体管和第二传送晶体管(第四步)。在第四步的该处理中,光电转换部分中所保持的信号电荷被传送到 FD 区域。例如,在这个步骤中传送了 2000 个电荷。

[0144] 下面描述本发明本实施例固有的效果。在以上所述的第一实施例中,假设所有 QFDMAX 个信号电荷都可以被位于 FD 区域之后阶段的源跟随器和读取电路适当处理。即,假设当 QFDMAX 个信号电荷被传送到 FD 区域时,对应于信号的值适当输出到外面,而不会在电路中饱和。

[0145] 但是,在实践中,存在如下可能性,即依赖于放大器的电源电压或其它因素,可以被电路适当处理的电荷量低于 QFDMAX(以下,可以被电路适当处理的最大电荷量将称为 QFDMAX2)。在这种情况下,执行限制传送到 FD 区域的电荷量。

[0146] 在这种情况下,通过利用中间电平脉冲来控制传送,使得传送到 FD 区域的电荷量限制到 QFDMAX2 或者更少,从而所有电荷都被适当读取。更具体而言,调节中间电平脉冲的峰值以使得响应于该中间电平脉冲而传送的信号电荷的数量小于允许被读取电路适当读取的电荷的最大数量。

[0147] 为了适应这种状况,光电二极管的电荷饱和量 Q1 可以设置成使得满足以下条件:

[0148] $Q1 < QFDMAX2$

[0149] 通过将 Q1 设置成充分小于 QFDMAX2,可以只对来自光电转换部分的信号执行高增益放大,由此减少图像的暗部分中的噪声。

[0150] 尤其当 FD 区域的动态范围大于位于光电转换部分的后面阶段的读取电路的动态范围时,本实施例是非常有用的。

[0151] 在本实施例中,如上所述,通过设置电荷存储部分,扩展了动态范围,且可以在不受位于光电转换部分与电荷存储部分的后面阶段的读取电路的动态范围的限制的情况下进行读取。

[0152] 下面描述本发明的第六实施例。该第六实施例与第五实施例的区别在于,中间电平脉冲被提供给每个像素行不止一次,而是多次。

[0153] 除在中间电平脉冲与充当导通脉冲的高电平脉冲之间附加地提供第二中间电平脉冲之外,驱动脉冲以类似于图 10 中所例示的方式提供。对应地,还附加地提供用于复位 FD 区域的脉冲与用于采样列电路中的噪声信号和光信号的采样脉冲。中间电平脉冲的峰值可以设置成在用于导通传送晶体管的高电平脉冲的峰值与用于使传送晶体管截止的低电平脉冲的峰值之间范围内的任意值。对于多个中间电平脉冲,峰值可以相等或者不同。

[0154] 本实施例可以应用到其它实施例,使得可以进一步精确地设置与从光电转换部分到 FD 区域传送电荷关联的条件,以便适合位于光电转换部分的后面阶段的读取电路的动态范围。

[0155] 在本发明的第七实施例中,第五或第六实施例中所使用的中间电平脉冲根据温度而改变。图 12 是包括根据本实施例的固态图像拾取装置的图像拾取系统的框图。

[0156] 标号 1201 指示固态图像拾取装置。标号 1202 指示温度检测器。尽管在这个例子中温度检测器位于固态图像拾取装置的内部,但温度检测器也可以位于外部靠近该固态图像拾取装置的位置处。标号 1203 指示 CPU。标号 1204 指示依赖从温度检测器 1202 提供的温度信息并根据从 CPU 1203 提供的控制信号来控制固态图像拾取装置的控制单元。标号

1205 指示配置成根据从控制单元 1204 提供的控制信号而向固态图像拾取装置提供依赖于温度的电压的可变电压源。更具体而言,这个电压被提供到图 1 所示的垂直扫描电路,以依赖温度而改变中间电平脉冲的峰值或者提供该中间电平脉冲的定时。

[0157] 接下来,描述根据本实施例的操作流程。首先,在信号电荷生成时段,信号电荷在光电转换部分中累积。如果过了预定的时段,则信号电荷生成时段结束。如果信号电荷生成时段结束,则由温度检测器获取与固态图像拾取装置或者其相邻装置关联的温度信息。然后,访问查找表来检索对应于所获得温度信息的电压值,且具有对应于温度的所检索出的值的电压从可变电压源提供。其后,执行以上所述的读取操作。

[0158] 信号电荷的能量随温度而变。因此,当温度变化时,如果由中间电平脉冲形成的势垒保持不变,则传送到 FD 区域的电荷数发生变化。在本实施例中,鉴于以上所述,提供了温度检测器,由此依赖于从温度检测器提供的信号,改变或切换中间电平脉冲的峰值或者提供该中间电平脉冲的定时。

[0159] 通过将本实施例应用到以上所述的第五或第六实施例,除了在第五或第六实施例中获得的益处之外,还可以实现如下进一步的益处,即当固态图像拾取装置的温度或周围环境的温度发生变化时,通过调节中间电平脉冲,可以使所传送的电荷数的变化最小。

[0160] 接下来,下面将描述第八实施例。在第八实施例中,依赖布置在光电转换部分的后面阶段的读取电路的增益,用在先前实施例中的中间电平脉冲变化。布置在光电转换部分的后面阶段的读取电路可以包括布置在每个像素中的放大器、布置在列电路中的列放大器及配置成将从列电路接收到的并行信号转换成串行信号并输出结果信号的输出放大器。

[0161] 图 13 是包括根据本发明本实施例的固态图像拾取装置的图像拾取系统的框图。

[0162] 标号 1301 指示固态图像拾取装置。标号 1302 指示控制单元。标号 1303 指示 CPU。标号 1304 指示可变电压源。对布置在光电转换部分的后面阶段的读取电路增益的切换是由控制单元 1302 和 CPU 1303 执行的,使得依赖于敏感度、读取速度和 / 或其它因素的变化,增益被适当地控制。

[0163] 接下来,描述根据本实施例的操作流程。首先,在信号电荷生成时段,信号电荷在光电转换部分中累积。如果过了预定的时段,则累积结束。访问表示增益 - 电压对应关系的查找表,来检索对应于布置在光电转换部分的后面阶段的读取电路的增益的电压。根据检索的结果,从可变电压源提供对应于该增益的电压。其后,执行以上所述的读取操作。此外,可以提供温度检测器,由此也可以以类似于第四实施例的方式执行温度补偿。

[0164] 接下来,参照图 14A 至 14H,以下给出关于当读取电路的增益可变时通过改变中间电平脉冲的峰值或者通过改变提供该中间电平脉冲的定时所获得的效果的解释。

[0165] 图 14A 例示了当提供第一中间电平脉冲时输出电压对入射光量的依赖性(光电转换特性)。图 14B 例示了当提供第二中间电平脉冲时所获得的光电转换特性。图 14C 例示了当提供高电平脉冲时所获得的光电转换特性。图 14D 例示了在电荷由读取脉冲传送到 FD 区域且执行了相加之后所获得的输出信号特性。图 14E 至 14H 例示了当脉冲峰值依赖于读取电路的增益而变化时所获得的光电转换特性与输出信号特性。更具体而言,当读取电路的增益从第一增益变为大于该第一增益的第二增益时,例示了针对施加大于图 14A 至 14C 中所使用的脉冲峰值的脉冲峰值的情况的光电转换特性与输出信号特性。

[0166] 当读取电路的增益可变时,导致读取电路饱和的入射光量(光的饱和量)随读取

电路的增益而变。图 14A 至 14C 中的线 904a、904b 和 904c 表示用于读取电路的低增益的特性,而线 906a、906b 和 906c 表示用于读取电路的高增益的特性。当读取电路的增益低时,在入射光量较大(入射光的饱和量)的 905a、905b 和 905c 处发生饱和,且因此所有传送到 FD 区域的电荷都可以用作图像信号。但是,当读取电路的增益高时,在更低的值(入射光的饱和量)907a、907b 和 907c 处发生饱和。在这种情况下,部分被传送到 FD 区域的电荷超过了读取电路的输入动态范围,且图像信息部分丢失。结果,通过组合图 14A 至 14C 中区域 A、B 和 C 中信号所获得的整体光电转换特性具有由图 14D 中 909 指示的步骤。即,结果产生的整体光电转换特性具有其中传感器没有敏感度的死区。在图 14D 中,为了比较,还示出了在没有信息丢失的理想状态下获得的线 908。

[0167] 为了避免以上情况,如图 14E 至 14G 中所示,中间电平脉冲的峰值限制到低于图 14A 至 14C 所示的电平。可选地,可以以更短的时段提供脉冲,从而限制电荷的过渡运动,即,减少响应于中间电平脉冲的施加而传送的电荷数。这使得当关于图 14A 至 14C 提供三次脉冲来读取电荷时,可以获得图 14E 至 14G 中所示的光电转换特性。如果合成这些信号,则获得图 14H 中所示的整体光电特性。不象图 14D 中所示的情况,在区域 A、B 和 C 组合之后,没有信息丢失且没有出现不期望的死区。

[0168] 应当指出,因为限制了一次可以读取的电子数,所以降低了整体特性的光饱和量。光饱和量的降低可以通过增加施加中间电平脉冲的次数并通过提高中间电平电压来抑制。

[0169] 本实施例可以应用到其它实施例,以便除了在其它实施例中所获得的益处之外,还实现如下附加益处,即甚至当布置在光电转换部分的后面阶段的读取电路的增益发生变化时,也可以在信号合成之后获得没有死区的连续光电转换特性。

[0170] 尽管已经参照示例实施例描述了本发明,但应当理解本发明不限于所公开的示例实施例。以下权利要求的范围要符合最广泛的解释,从而包括所有修改及等效的结构与功能。

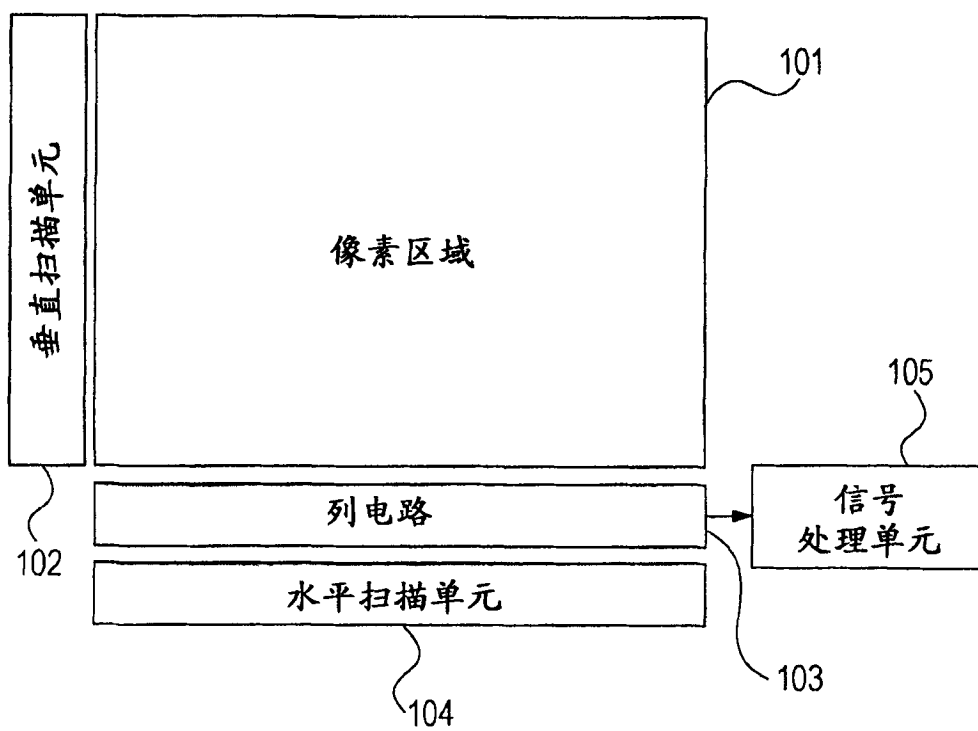


图 1

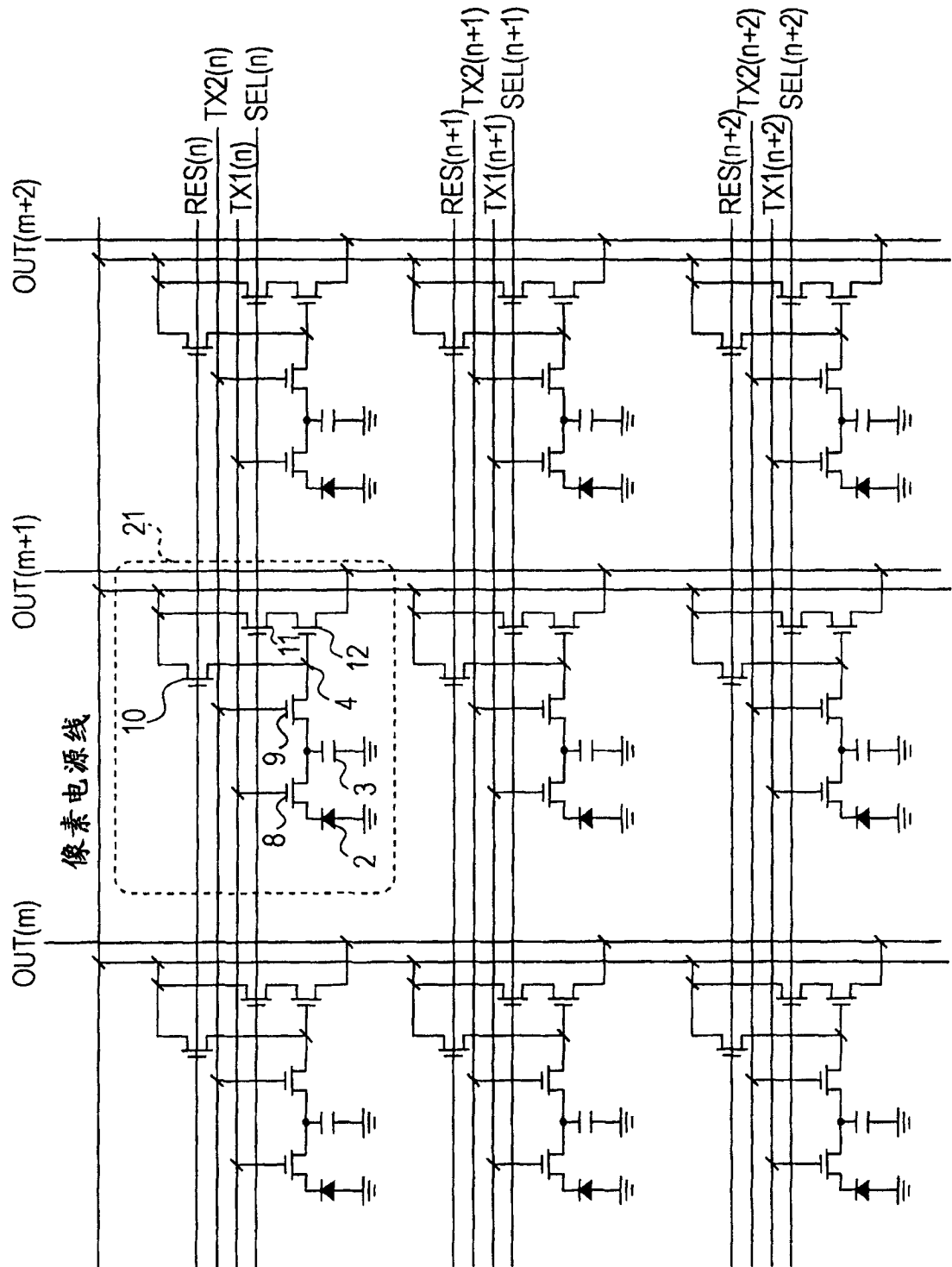


图 2

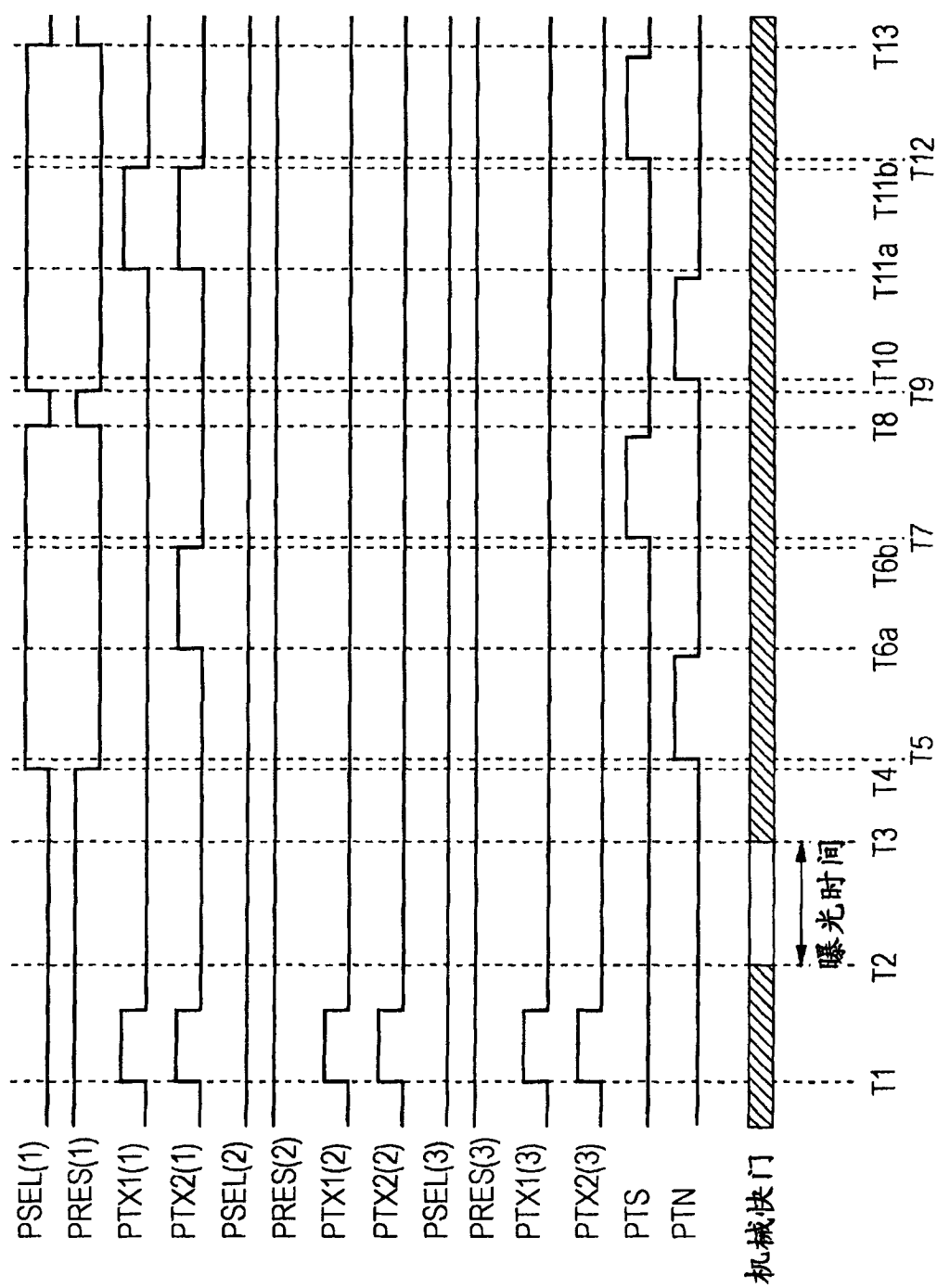


图 3

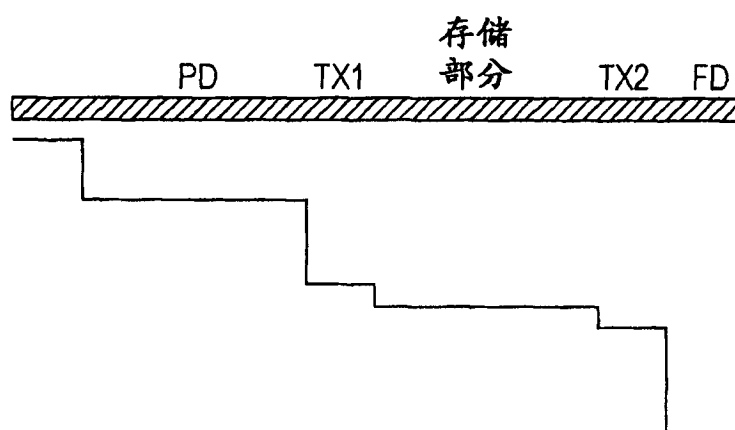


图 4A

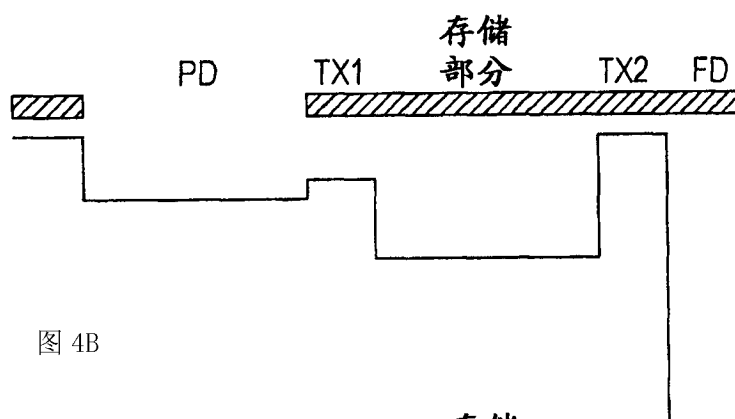


图 4B

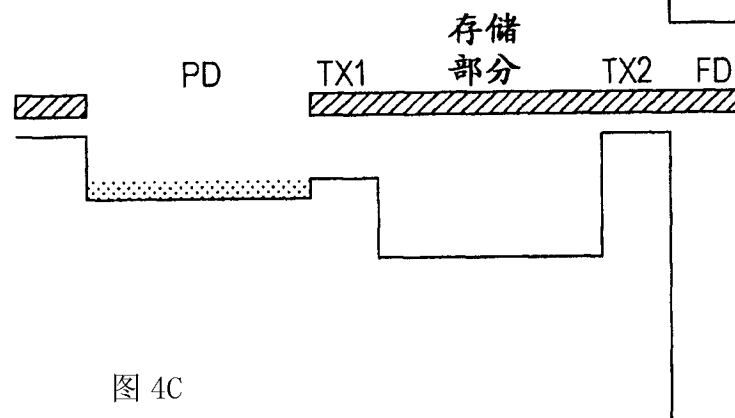


图 4C

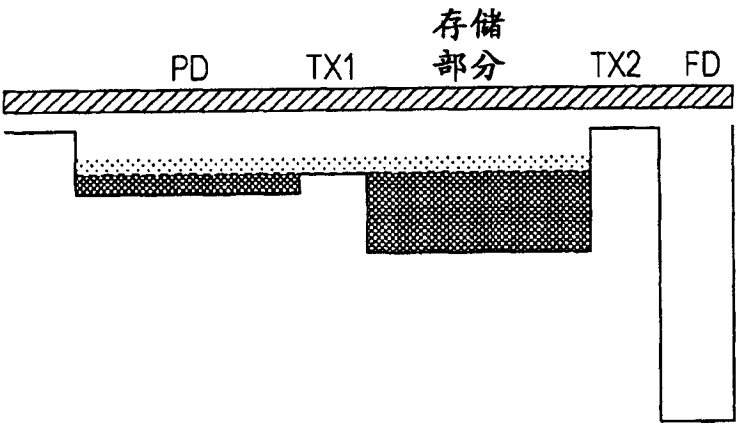


图 4D

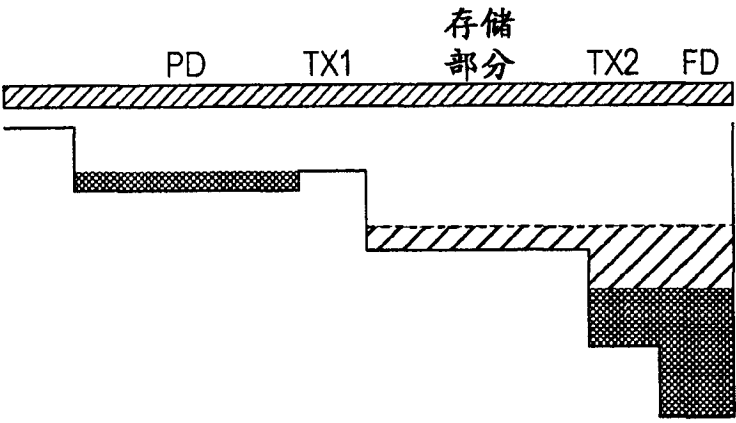
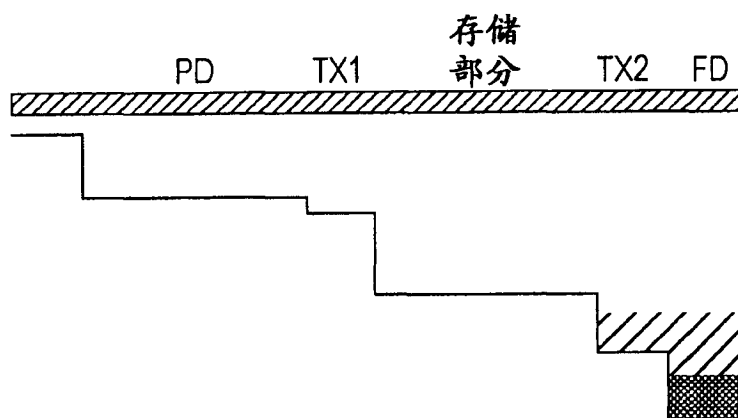
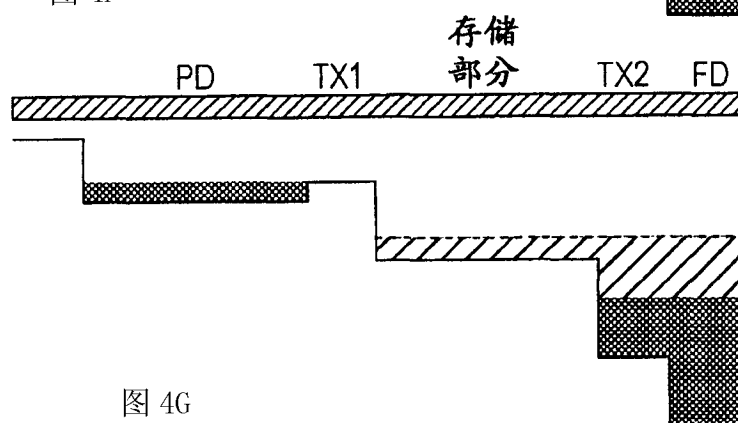
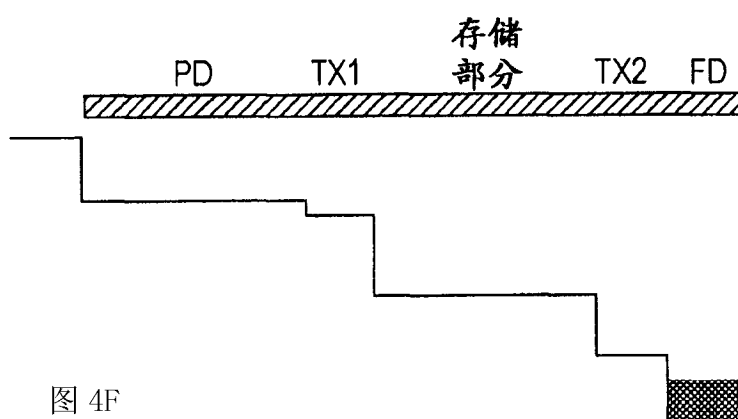


图 4E



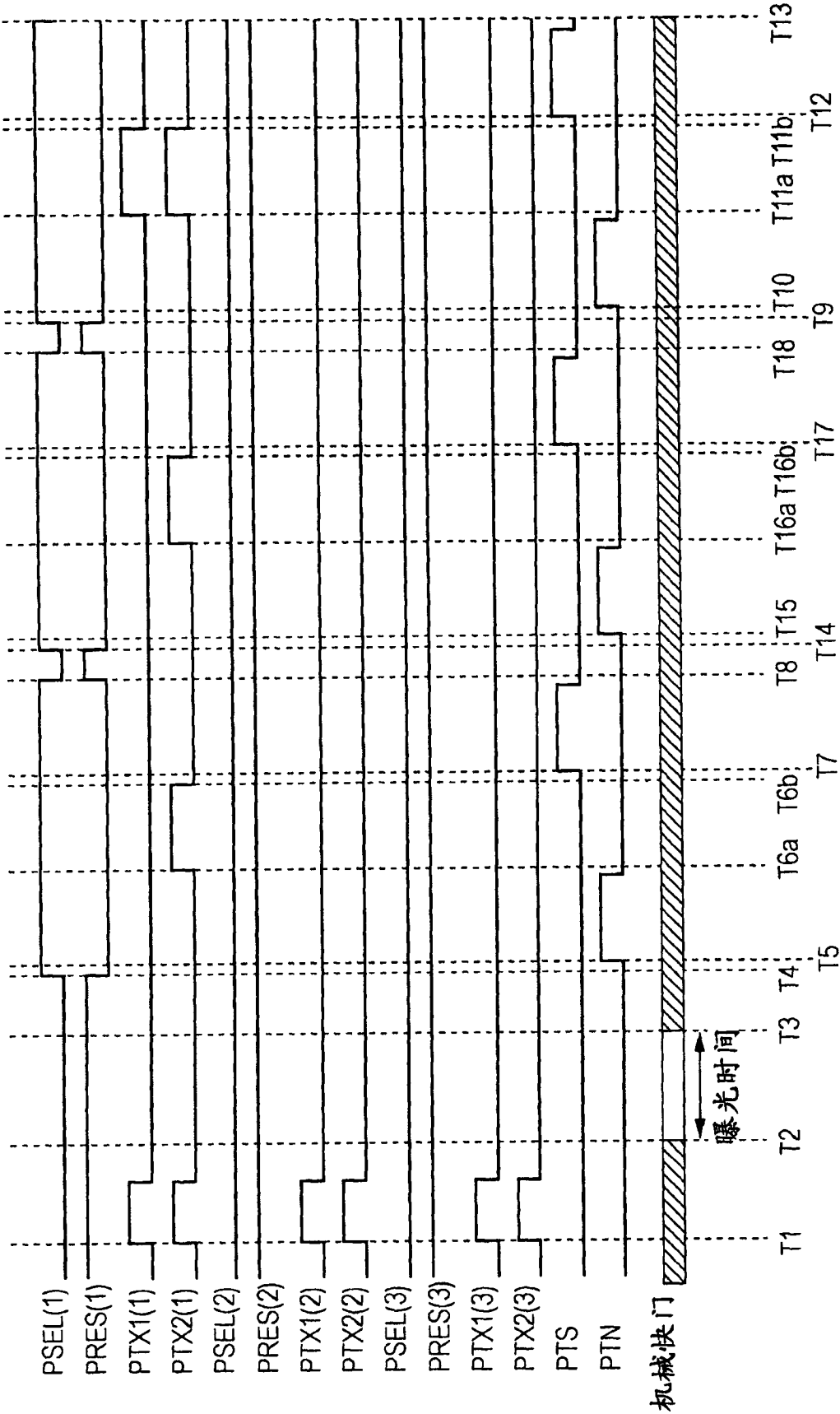


图 5

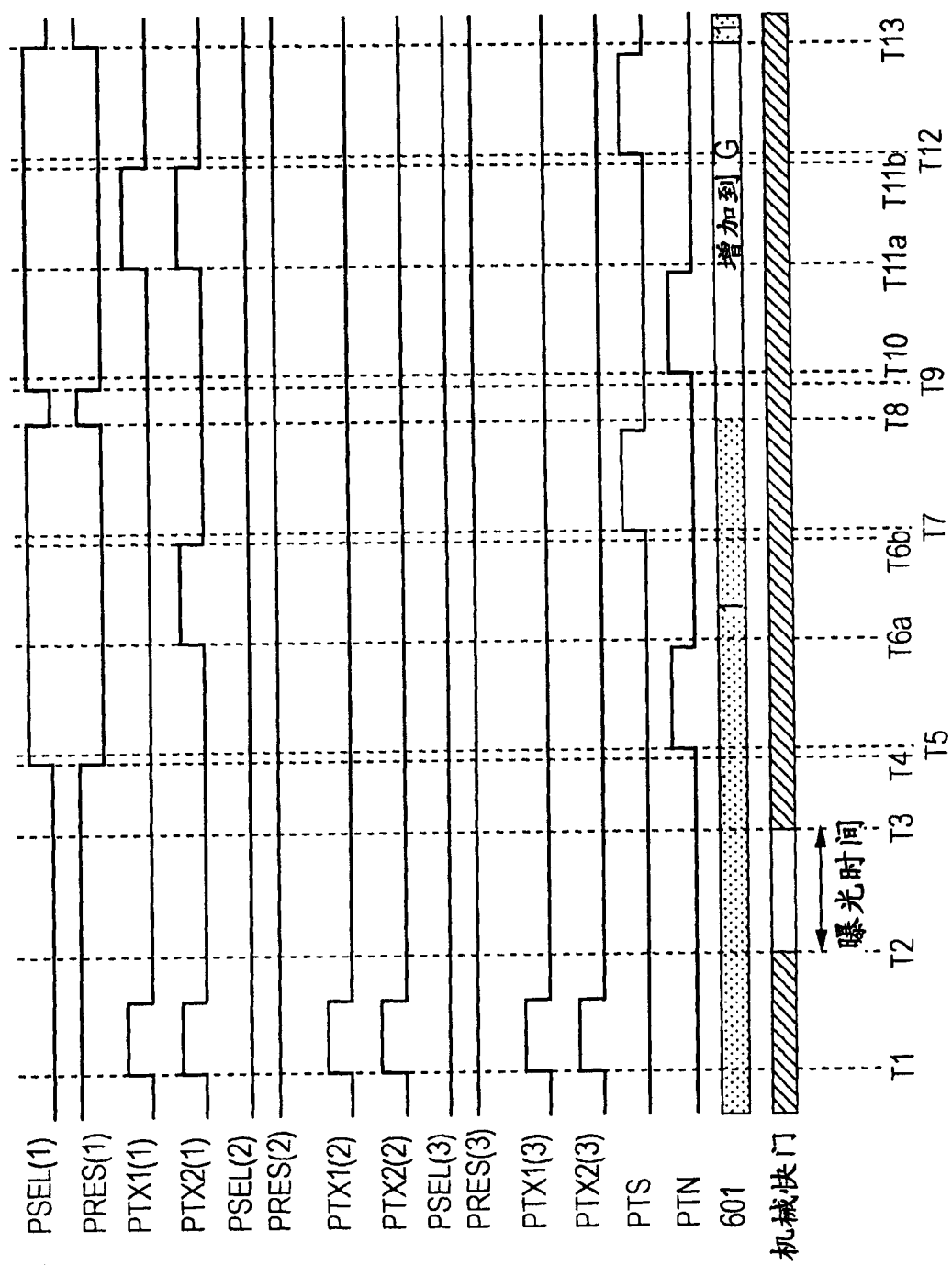


图 6



图 7A

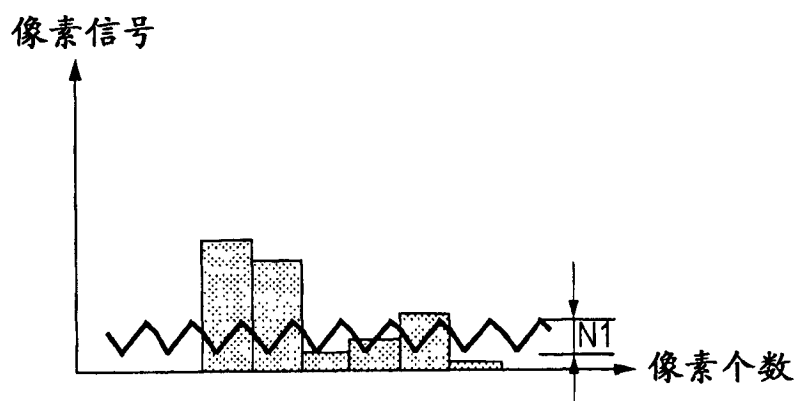


图 7B

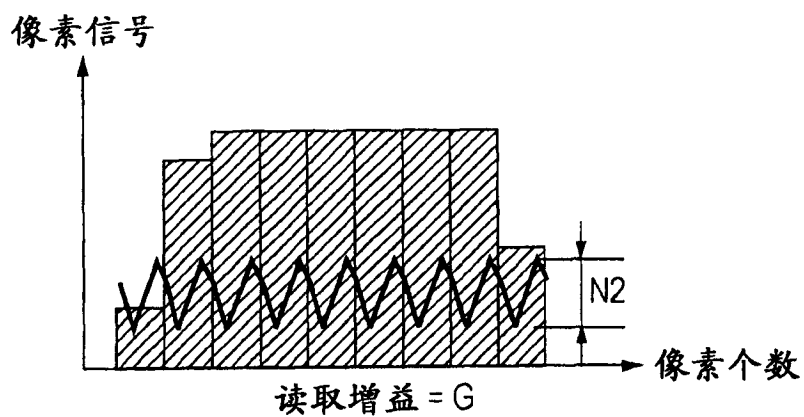


图 7C

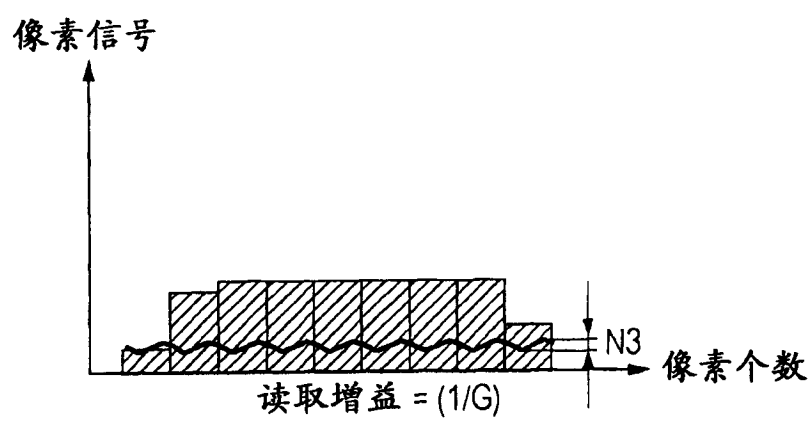
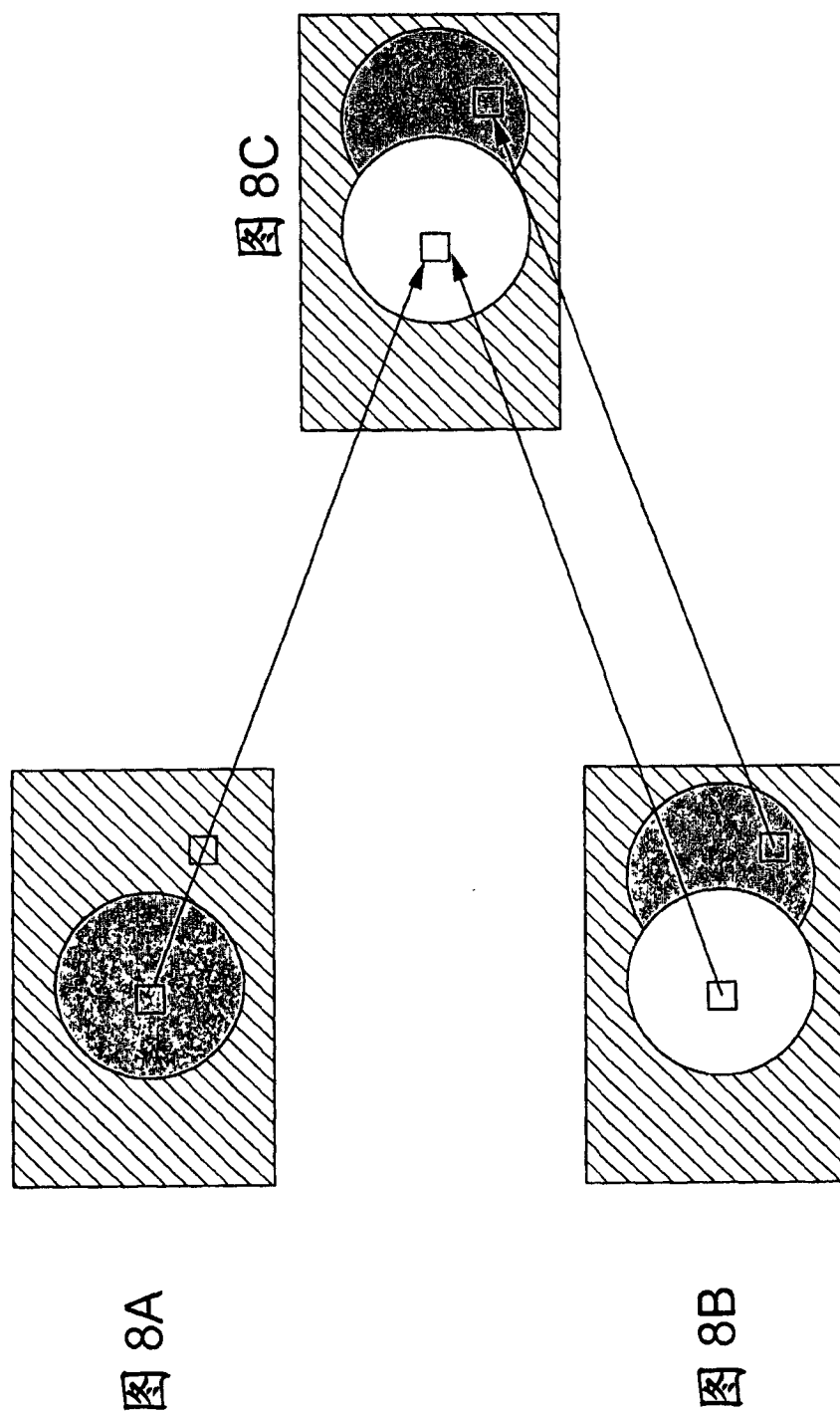


图 7D



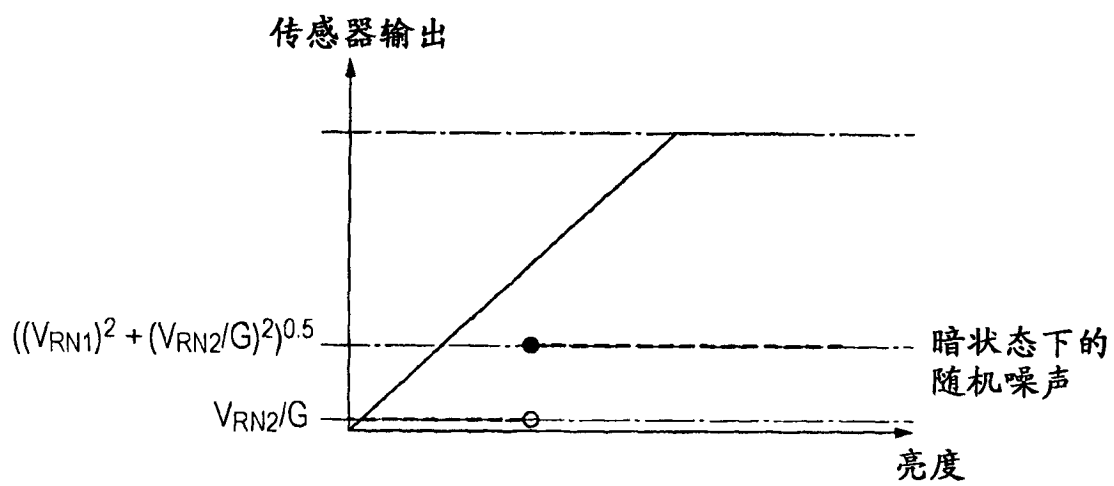


图 9

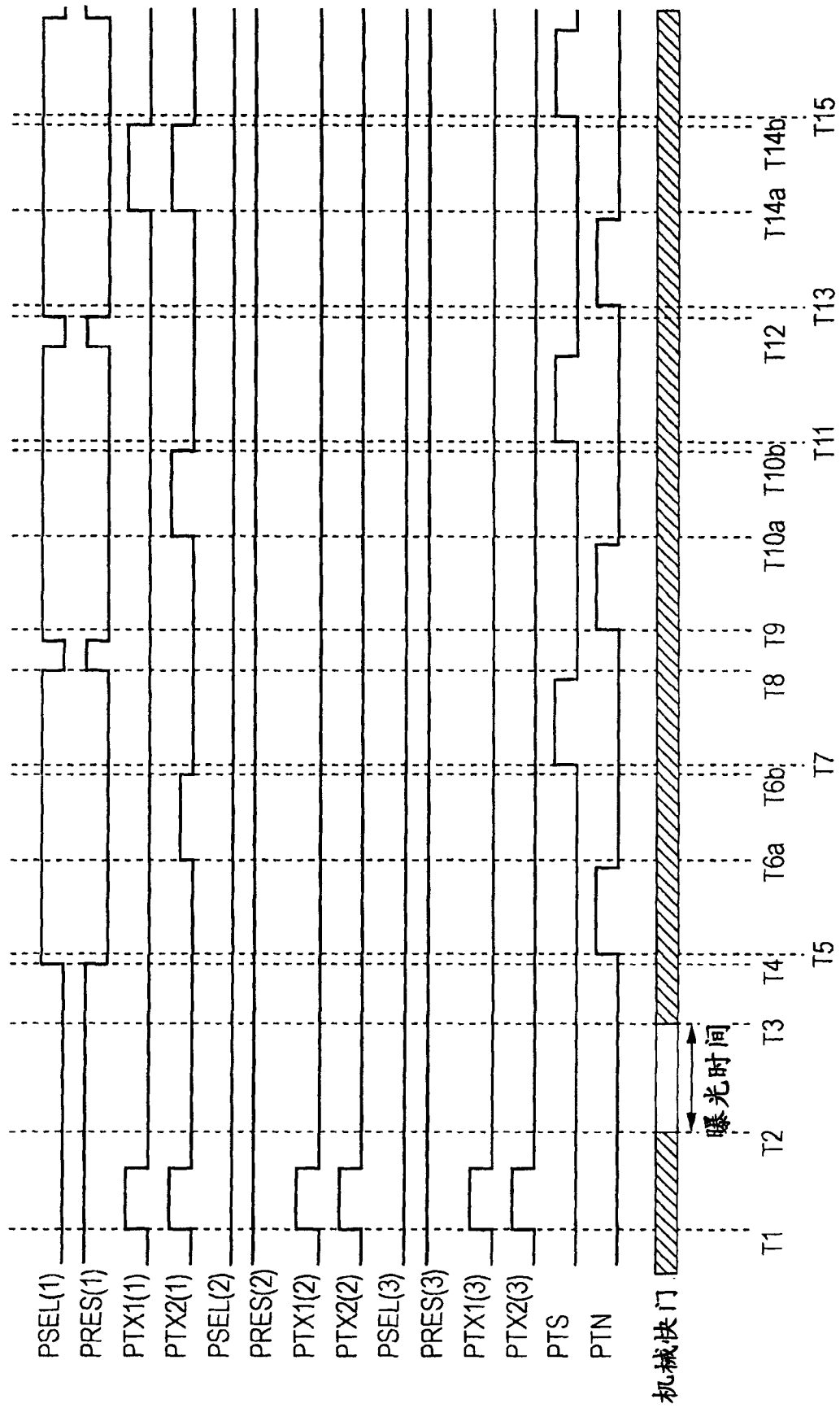


图 10

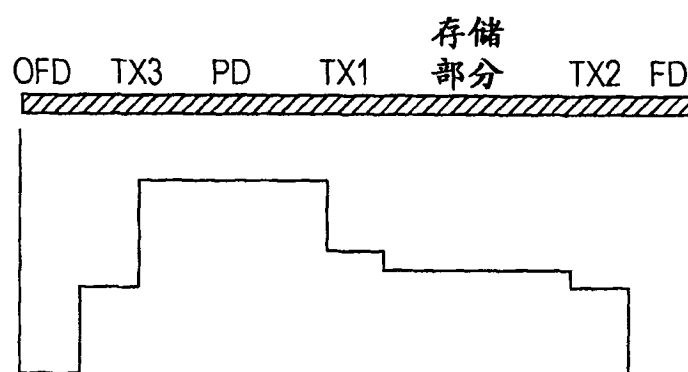


图 11A

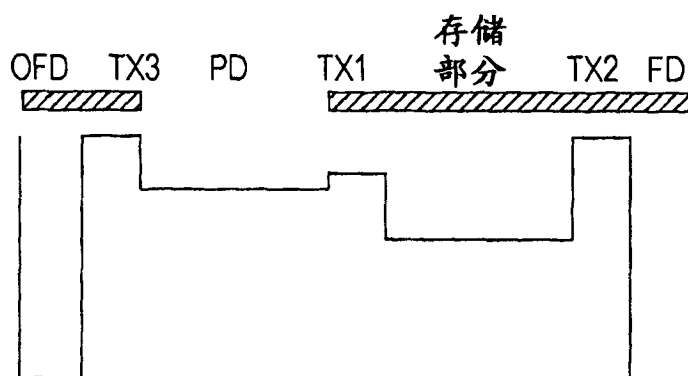


图 11B

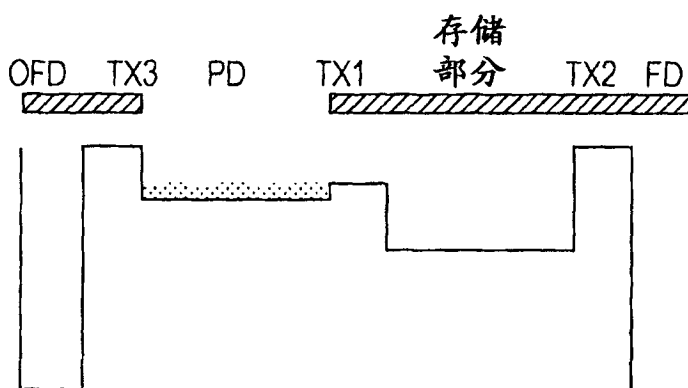


图 11C

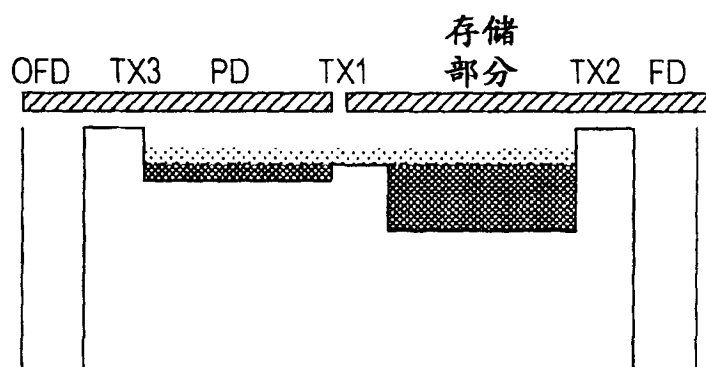


图 11D

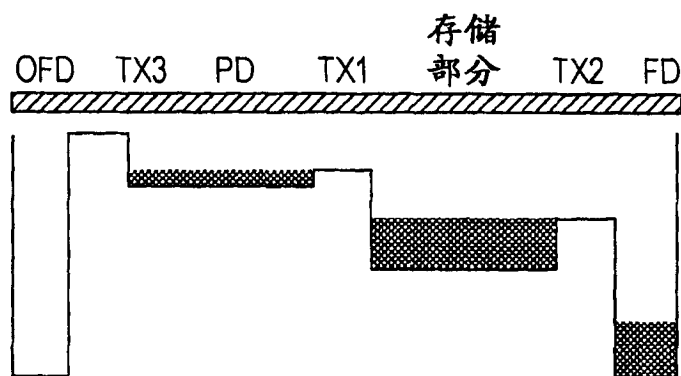


图 11E

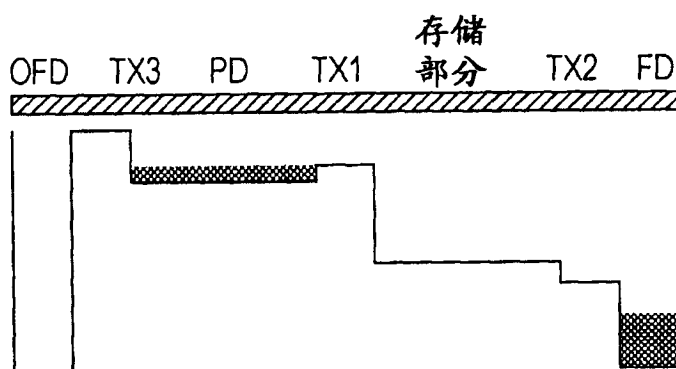


图 11F

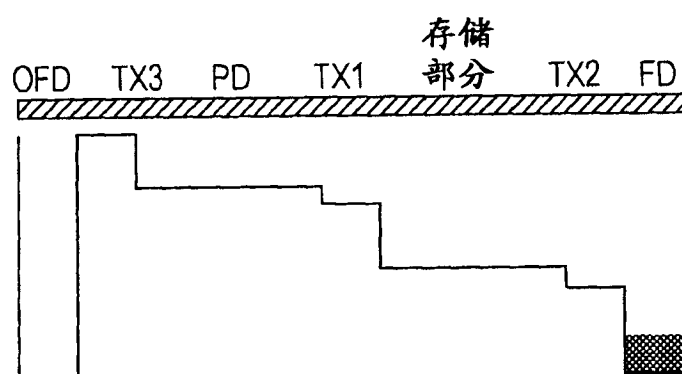


图 11G

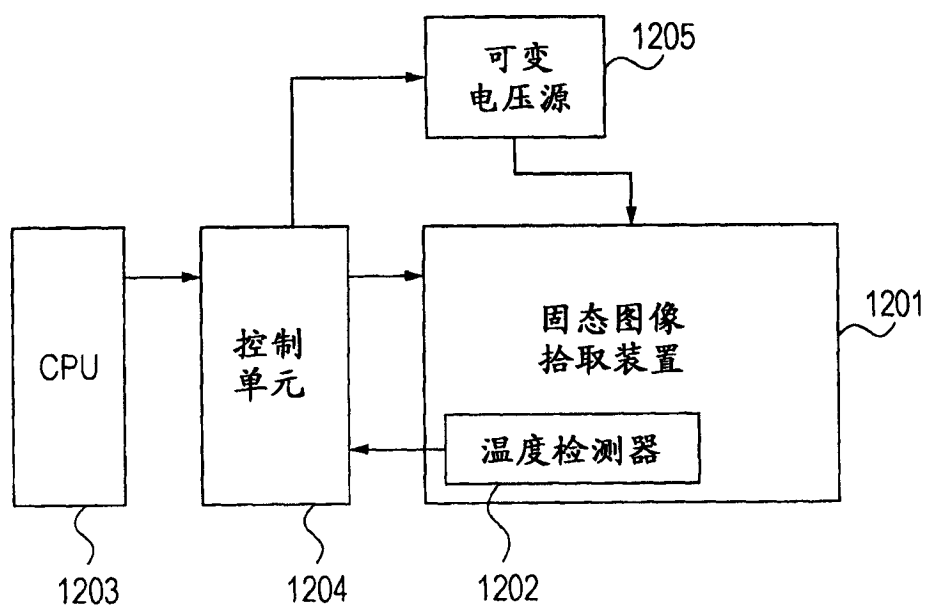


图 12

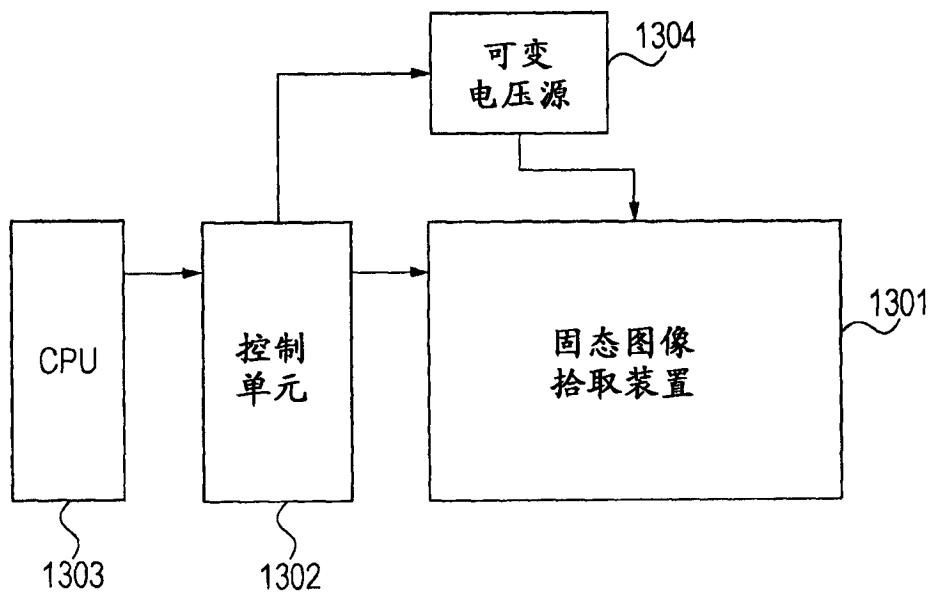


图 13

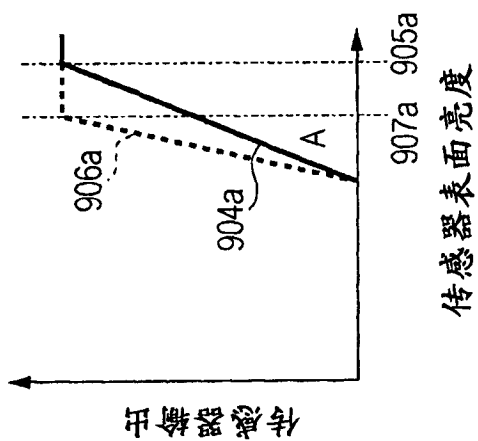


图 14A

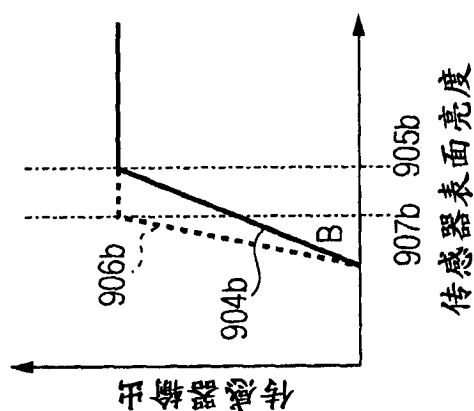


图 14B

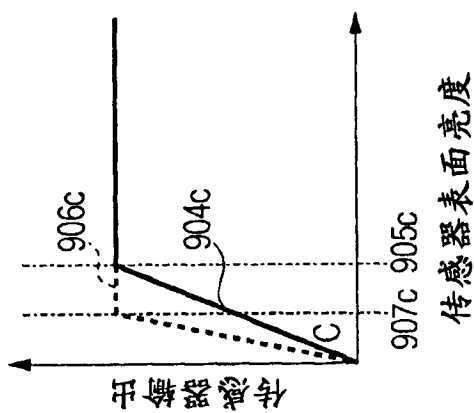


图 14C

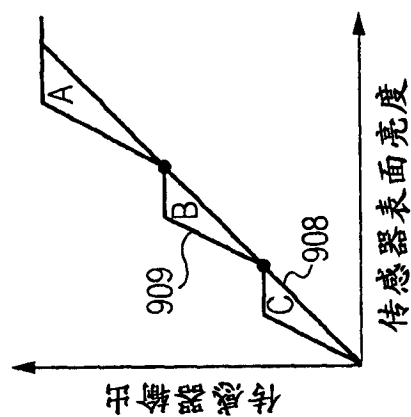


图 14D

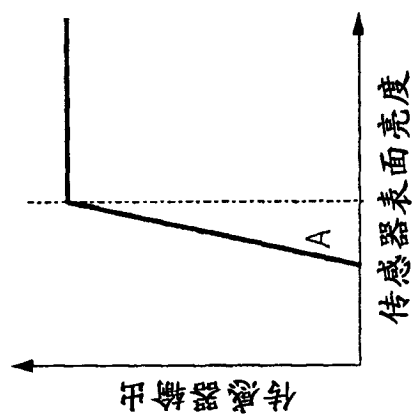


图 14E

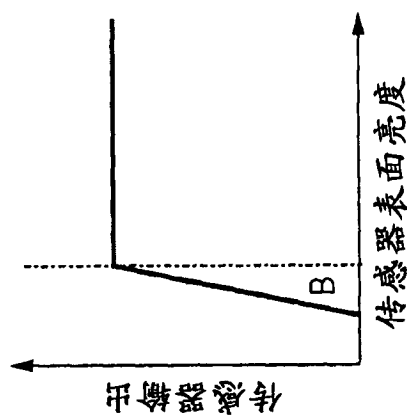


图 14F

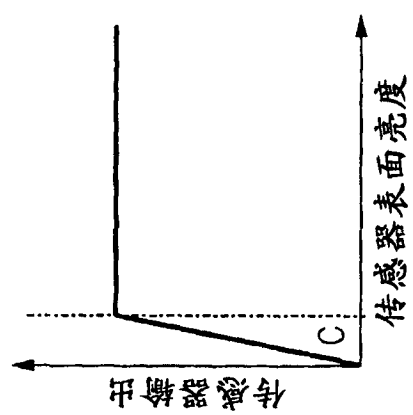


图 14G

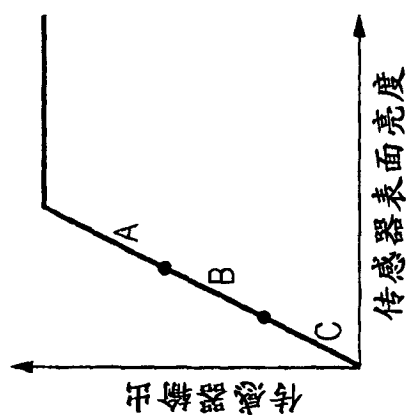


图 14H