

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01J 1/46 (2006.01)

G01J 1/44 (2006.01)

H01L 31/10 (2006.01)

H04N 5/335 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580014879.4

[45] 授权公告日 2009 年 12 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 100570295C

[22] 申请日 2005.5.2

[21] 申请号 200580014879.4

[30] 优先权

[32] 2004.5.10 [33] JP [31] 140073/2004

[86] 国际申请 PCT/JP2005/008301 2005.5.2

[87] 国际公布 WO2005/108938 日 2005.11.17

[85] 进入国家阶段日期 2006.11.10

[73] 专利权人 浜松光子学株式会社

地址 日本静冈县

[72] 发明人 水野诚一郎 铃木保博

[56] 参考文献

JP2001-145030A 2001.5.25

JP2003-232679A 2003.8.22

JP2002-354195A 2002.12.6

审查员 冯津京

[74] 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司  
代理人 龙淳

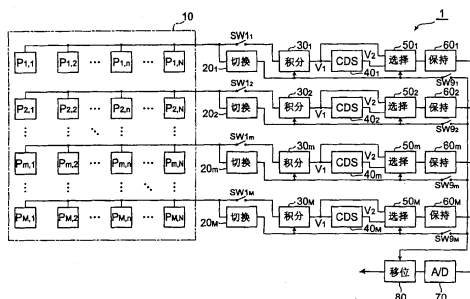
权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 4 页

[54] 发明名称

光检测装置

[57] 摘要

本发明涉及一种具有可扩大在光检测中的动态范围、同时也可改善 S/N 比的构造的光检测装置。该光检测装置具有：包含光电二极管的像素、积分电路、CDS 电路、选择电路以及切换电路。在光电二极管中所产生的电荷蓄积在积分电路中的积分电容部，且由积分电路输出与该蓄积电荷量相对应的第 1 电压值 V1。CDS 电路输入第 1 电压值，输出与以基准时刻的该第 1 电压值为基准的该第 1 电压值的变动份相对应的第 2 电压值 V2。切换电路比较在光电二极管产生的电荷量与其阈值，根据该比较结果，指示设定积分电路中的积分电容部的电容值，同时，指示选择电路选择第 1 及第 2 电压值的何者作为输出电压值。



1.一种光检测装置，其具有：

光电二极管，产生与入射光强度相对应的电荷；

积分电路，该积分电路具有电容值可变的积分电容部，将由所述光电二极管产生的电荷蓄积在所述积分电容部，并输出与蓄积在所述积分电容部中的电荷的量相对应的第 1 电压值；

相关双采样电路，输入由所述积分电路输出的第 1 电压值，并输出第 2 电压值，该第 2 电压值与以基准时刻上的该第 1 电压值为基准的第 1 电压值的变动份相对应；

选择电路，同时输入由所述积分电路输出的第 1 电压值，和由所述相关双采样电路输出的第 2 电压值，选择这些电压值中的任意一个，然后将所选择的电压值作为输出电压值输出；以及

切换电路，对由所述光电二极管产生的电荷量和该电荷量的阈值进行比较，根据该比较结果，指示所述积分电路进行所述积分电容部的电容值的设定，同时，指示所述选择电路进行输出电压值的选择，其特征在于，

所述切换电路，当由所述光电二极管产生的电荷量为所述阈值以上时，指示所述积分电路，设定所述积分电容部为第 1 电容值，同时指示所述选择电路，将所述第 1 电压值作为所选择的输出电压值输出，而且，

所述切换电路，当由所述光电二极管产生的电荷量小于所述阈值时，指示所述积分电路将所述积分电容部设定为小于所述第 1 电容值的第 2 电容值，同时指示所述选择电路输出所述第 2 电压值作为所选择的输出电压值。

2.如权利要求 1 所述的光检测装置，其特征在于，

还具有 A / D 转换电路，输入由所述选择电路输出的电压值，并将该电压值转换为数字值，然后输出转换后的数字值。

3.如权利要求 2 所述的光检测装置，其特征在于，

---

还具有移位电路，输入由所述 A / D 转换电路输出的数字值，并根据所述积分电路中的所述积分电容部被设定为所述第 1 电容值及所述第 2 电容值中的哪一个，而对所述数字值进行移位，然后，输出移位后的数字值。

## 光检测装置

### 技术领域

本发明涉及一种包含1个或1个以上的光电二极管的光检测装置。

### 背景技术

光检测装置具有：1个或1个以上的光电二极管；以及输出与从这些光电二极管输出的电荷量相对应的电压值的积分电路。在这种光检测装置中，根据光入射而由光电二极管发生的电荷蓄积在积分电路的积分电容部中，并由积分电路输出与该蓄积电荷量相对应的电压值。根据由该积分电路输出的电压值，可得入射至光电二极管的光的强度。而且，当多个光电二极管1维或2维排列时，该光检测装置可用作固体摄像装置。

具有上述构造的光检测装置，可利用CMOS技术进行制造，通过改变用于在积分电路中将输入电荷量转换为输出电压值的积分电容部的电容值，可增大入射光强度检测的动态范围(dynamic range)。例如，在非专利文献1所记载的光检测装置中，积分电路为，在放大器的输入输出端子间设置有电容值可变的积分电容部，将由光电二极管输出的电荷蓄积在积分电容部，并输出对应于该蓄积电荷量的电压值。而且，在非专利文献1所记载的光检测装置中，通过利用来自外部的控制适当设定积分电容部的电容值，达到扩大入射光强度检测的动态范围的目的。

即，通过减小积分电容部的电容值，即使在入射光强度较小的情况下，检测灵敏度也会变大，另一方面，通过加大积分电容部的电容值，即使在入射光强度较大的情形下，也可避免输出信号的饱和。若应用该光检测装置(固体摄像装置)，则在例如盛夏的白天那样对非常亮的被摄物体摄像时，可进行输出信号不发生饱和的被摄物体的摄像。此外，若在例如夜间那样对非常暗的被摄物体摄像时，也可灵敏度佳地进行被摄物体的摄像。

再者，有时会在积分电路的后级设置 CDS (Correlated Double Sampling, 相关双采样) 电路。该 CDS 电路是在分别开始和结束积分电路中的电荷蓄积动作时，输出与由积分电路输出的电压值的差相对应的电压值。通过设置 CDS 电路，可去除积分电路中的重置开关噪声 (reset switch noise)，而可进行 S / N 比优异的光检测。

非专利文献 1: S. L. Garverick, et al., "A 32-Channel Charge Readout IC for Programmable, Nonlinear Quantization of Multichannel Detector Data", IEEE Journal of Solid-State Circuits, Vol. 30, No. 5, pp.533-541 (1995)

## 发明内容

### 发明所要解决的课题

发明人等就现有的光检测装置进行了研究，结果发现如下课题。即，现有的光检测装置，即使在设有 CDS 电路的情形下，依积分电路的积分电容部的电容值的不同，而会有不能改善光检测的 S / N 比的情形。

本发明是为解决上述课题而做出的，目的在于提供一种具有可扩大光检测中的动态范围、同时也可改善 S / N 比的构造的光检测装置。

### 解决课题的手段

本发明的光检测装置具有光电二极管、积分电路、CDS 电路、选择电路及切换电路。光电二极管产生与入射光强度相对应的量的电荷。积分电路系具有电容值为可变的积分电容部。并且，该积分电路将由光电二极管产生的电荷蓄积在积分电容部，输出与蓄积在积分电容部的电荷量相对应的第 1 电压值。CDS 电路输入由积分电路输出的第 1 电压值，输出与以在基准时刻的该第 1 电压值为基准的该第 1 电压值的变动份相对应的第 2 电压值。选择电路为，同时输入由积分电路输出的第 1 电压值与由 CDS 电路输出的第 2 电压值，选择它们中的任一个，然后输出所选择的电压值作为输出电压值。切换电路为，比较由光电二极管产生的电荷量与其阈值，根据该比较结果，对积分电路指示设定积分电容部的电容值，同时，对选择电路指示选择输出电压值。

特别地，切换电路为，当在光电二极管产生的电荷量为阈值以上时，指示积分电路将积分电容部设定为第 1 电容值，同时指示选择电路输出第 1 电压值作为所选择的输出电压值。另一方面，切换电路是当在光电二极管发生的电荷量小于阈值时，指示积分电路将积分电容部设定为小于第 1 电容值的第 2 电容值，同时指示选择电路输出第 2 电压值作为所选择的输出电压值。

在本发明的光检测装置中，光电二极管产生与入射光强度相对应的量的电荷。该电荷蓄积在积分电路的电容值可变的积分电容部，从积分电路输出对应于该蓄积电荷量的第 1 电压值。由积分电路输出的第 1 电压值输入至 CDS 电路，由 CDS 电路输出与以在基准时刻的该第 1 电压值为基准的该第 1 电压值的变动份相对应的第 2 电压值。此外，通过切换电路比较在光电二极管产生的电荷量与其阈值，根据该比较结果，来设定积分电路的积分电容部的电容值，同时，选择选择电路中的输出电压值。即，当在光电二极管产生的电荷量为阈值以上时，积分电路的积分电容部设定为第 1 电容值，同时由选择电路输出第 1 电压值作为所选择的输出电压值。另一方面，当在光电二极管产生的电荷量小于阈值时，积分电路的积分电容部设定为小于第 1 电容值的第 2 电容值，同时由选择电路输出第 2 电压值作为所选择的输出电压值。

本发明的光检测装置也可以还具有 A/D 转换电路，其输入由选择电路输出的电压值，将该电压值转换为数字值，然后将该经转换的数字值输出。再者，本发明的光检测装置也可以还具有位移位电路，其输入由 A/D 转换电路输出的数字值，且按照积分电路的积分电容部被设定为第 1 电容值及第 2 电容值的哪一个而将数字值进行位移位，然后将该经位移位的数字值输出。

本发明的各实施例通过以下详细的说明和附图，可更加充分了解。这些实施例仅为了例示而表示，而并非用以限定本发明。

而且，由以下详细的说明，可更加明确本发明进一步的应用范围。然而，详细说明及特定事例虽为用以表示本发明的优选实施例，但仅用于例示而表示，显然对本领域技术人员而言，由该详细说明在本发明的思想和范围中的种种变形及改进是显而易见的。

## 发明的效果

根据本发明的光检测装置，可扩大光检测的动态范围，同时可进行 S / N 比改善的光检测。

## 附图说明

图 1 是表示本发明的光检测装置的一实施例的整体构成的图。

图 2 是图 1 所示的光检测装置中的像素  $P_{m,n}$ 、切换电路  $20_m$ 、积分电路  $30_m$ 、CDS 电路  $40_m$ 、选择电路  $50_m$  以及保持电路  $60_m$  的各电路图。

图 3 是用于说明图 1 所示的光检测装置的动作的时序图（其一）。

图 4 是用于说明图 1 所示的光检测装置的动作的时序图（其二）。

## 符号的说明

1...光检测装置，10...光检测部，20...切换电路，30...积分电路，40...CDS 电路，50...选择电路，60...保持电路，70...A / D 转换电路，80...位移位电路。

## 具体实施方式

以下利用图 1~图 4 详细说明本发明的光检测装置的一实施例。其中，在附图的说明中，对于相同要素标示相同符号，且省略重复的说明。

首先，发明人对于想到本发明构思的经过进行说明。包含于积分电路的输出电压值的噪声成分  $V_n$  近似地以下式(1)表示。在此， $C_d$  是光电二极管的接合电容值， $C_f$  是积分电路的积分电容部的电容值， $k$  是波兹曼常数（Boltzmann's constant）， $T$  是绝对温度， $B$  是以积分电路为中心的读取电路是整体的频带， $G_m$  是构成积分电路的初级晶体管的传导率（conductance）。

（公式 1）

$$V_n \approx \sqrt{\left(\frac{C_d}{C_f} \sqrt{\frac{8kTB}{3G_m}}\right)^2 + \frac{kT}{C_f}} \quad \dots (1)$$

在该式(1)的右边,平方根中的第1项表示积分电路中所包含的放大器的热杂音所引起的噪声成分,而第2项表示重置开关噪声成分。CDS电路是去除该式(1)右边的重置开关噪声成分的电。包含在CDS电路的输出电压值中的噪声成分 $V_n$ 近似地以下式(2)表示。在此, $V_\alpha$ 为主要由CDS电路中所包含的放大器所引起的噪声成分。

(公式2)

$$V_n \approx \sqrt{\left(\frac{C_d}{C_f} \sqrt{\frac{8kTB}{3G_m}}\right)^2 + V_\alpha^2} \quad \dots (2)$$

到此为止,一般认为: $V_\alpha$ 的值充分小,通过设置CDS电路,来降低噪声,S/N比改善。然而,实际上, $V_\alpha$ 的值并非充分小,当积分电路的积分电容部的电容值 $C_f$ 较大时, $V_\alpha$ 的值的的影响增大,与上述公式(1)的值相比上述公式(2)的值会变大,因设置CDS电路,反而使得噪声变大。本发明正是根据上述发明人的见解而做出的。

下面,对本发明的光检测装置的一个实施例进行说明。图1是本发明的光检测装置的一个实施例的整体构成图。该图1所示的光检测装置1具有:包含 $M \times N$ 个像素 $P_{1,1} \sim P_{M,N}$ 的光检测部10;M个开关 $SW_{1,1} \sim SW_{1,M}$ ;切换电路 $20_1 \sim 20_M$ ;积分电路 $30_1 \sim 30_M$ ;CDS电路 $40_1 \sim 40_M$ ;选择电路 $50_1 \sim 50_M$ ;保持电路 $60_1 \sim 60_M$ ;A/D转换电路70;位移电路80以及M个开关 $SW_{9,1} \sim SW_{9,M}$ 。在此,M、N是2以上的整数。

$M \times N$ 个像素 $P_{1,1} \sim P_{M,N}$ 分别具有共同的构成。M个切换电路 $20_1 \sim 20_M$ 也分别具有共同的构成。M个积分电路 $30_1 \sim 30_M$ 也分别具有共同的构成。M个CDS电路 $40_1 \sim 40_M$ 也分别具有共同的构成。M个选择电路 $50_1 \sim 50_M$ 也分别具有共同的构成。此外,M个保持电路 $60_1 \sim 60_M$ 也分别具有共同的构成。

在光检测部10中,像素 $P_{m,n}$ 位于第m行第n列。开关 $SW_{1,m}$ 、切换电路 $20_m$ 、积分电路 $30_m$ 、CDS电路 $40_m$ 、选择电路 $50_m$ 、保持电路 $60_m$ 及开关 $SW_{9,m}$ 分别是根据光检测部10中构成第m行的N个像素 $P_{m,1} \sim P_{m,N}$ 而设置的。此外,A/D转换电路70及位移电路80分别

是在该光检测装置 1 整体中仅设置 1 个。在此， $m$  是 1 以上  $M$  以下的任意整数， $n$  是 1 以上  $N$  以下的任意整数。

像素  $P_{m,n}$  包含产生与入射光强度相对应的量的电荷的光电二极管。构成第  $m$  行的  $N$  个像素  $P_{m,1} \sim P_{m,N}$  是通过共同的配线而与切换电路  $20_m$  相连接，此外，经由其共同的配线及开关  $SW_{1,m}$ ，而与积分电路  $30_m$  相连接。

积分电路  $30_m$  是具有电容值可变的积分电容部，将在构成第  $m$  行的  $N$  个像素  $P_{m,1} \sim P_{m,N}$  分别所包含的光电二极管中产生的电荷蓄积在积分电容部，再将与蓄积在积分电容部的电荷量相对应的第 1 电压值  $V_1$  输出。CDS 电路  $40_m$  输入由积分电路  $30_m$  输出的第 1 电压值  $V_1$ ，再输出与以在基准时刻的该第 1 电压值  $V_1$  为基准的该第 1 电压值  $V_1$  的变动份相对应的第 2 电压值  $V_2$ 。

选择电路  $50_m$  同时输入由积分电路  $30_m$  输出的第 1 电压值  $V_1$  及由 CDS 电路  $40_m$  输出的第 2 电压值  $V_2$ ，选择它们的任一个，然后输出所选择的电压值作为输出电压值。切换电路  $20_m$  为，比较在构成第  $m$  行的  $N$  个像素  $P_{m,1} \sim P_{m,N}$  分别所包含的光电二极管中产生的电荷量与其阈值，根据其比较结果，指示积分电路  $30_m$  设定积分电容部的电容值，同时，指示选择电路  $50_m$  选择输出电压值。

A/D 转换电路 70 是由保持电路  $60_m$  暂时保持并输入由  $M$  个选择电路  $50_1 \sim 50_M$  依序输出的电压值，将该电压值转换为数字值，然后输出经转换的数字值。位移位电路 80 是输入由 A/D 转换电路 70 输出的数字值，对应于各积分电路  $30_m$  的积分电容部的电容值而将数字值进行位移位，然后再输出经位移位的数字值。

图 2 是图 1 所示的光检测装置 1 中的像素  $P_{m,n}$ 、切换电路  $20_m$ 、积分电路  $30_m$ 、CDS 电路  $40_m$ 、选择电路  $50_m$  以及保持电路  $60_m$  分别的电路图。

像素  $P_{m,n}$  包括光电二极管 PD 及开关  $SW_{11}$ 。光电二极管 PD 的阳极端子接地。光电二极管 PD 的阴极端子经由开关  $SW_{11}$  而与共同的配线相连接，该共同的配线与切换电路  $20_m$  的输入端相连接，同时，经由开关  $SW_{1,m}$  与积分电路  $30_m$  的输入端相连接。开关  $SW_{11}$  对应于控制

信号  $S_{m,n,1}$  的电平来进行开闭动作。此外，开关  $SW_{1m}$  对应于控制信号  $S_{m,n,2}$  的电平来进行开闭动作。

Reset 信号及控制信号  $S_{m,n,2}$  为高电平时，开关  $SW_{1m}$  关闭，与比较器 21 的非反转输入端子相连接的共同配线的电荷被初始化。

切换电路  $20_m$  包含比较器 21 及 D 触发器 22。比较器 21 的非反转输入端子连接有基准电位  $V_{ref2}$ 。比较器 21 的反转输入端子是与连接于构成第  $m$  行的  $N$  个像素  $P_{m,1} \sim P_{m,N}$  的各开关  $SW_{11}$  的共同配线相连接。D 触发器 22 是将在 Clk 信号由低电平转为高电平的时刻输入到 D 输入端子的逻辑电平，在该时刻以后由 Q 输出端子输出，此外，将与该 Q 输出端子的逻辑电平相反的逻辑电平由反转 Q 输出端子输出。

在切换电路  $20_m$  中，比较器 21 是对反转输入端子及非反转输入端子分别的输入电压值进行大小比较。表示其比较结果的逻辑电平由比较器 21 的输出端子输出，输入到 D 触发器 22 的 D 输入端子。在 Clk 信号由低电平转为高电平的时刻的比较器 21 的输出电平，在该时刻以后，由 D 触发器 22 的 Q 输出端子输出。

积分电路  $30_m$  是包含放大器  $A_3$ 、电容元件  $C_{31}$ 、电容元件  $C_{32}$ 、开关  $SW_{31}$  及开关  $SW_{32}$ 。放大器  $A_3$  的非反转输入端子连接有基准电位  $V_{ref1}$ 。放大器  $A_3$  的反转输入端子经由开关  $SW_{1m}$  而与连接于各个构成第  $m$  行的  $N$  个像素  $P_{m,1} \sim P_{m,N}$  的开关  $SW_{11}$  的共同的配线相连接。在放大器  $A_3$  的反转输入端子与输出端子之间，相互并联设置有电容元件  $C_{31}$ 、开关  $SW_{31}$ 、以及相互串联连接的电容元件  $C_{32}$  及开关  $SW_{32}$ 。开关  $SW_{31}$  对应于 Reset 信号的电平而进行开闭动作。开关  $SW_{32}$  对应于由切换电路  $20_m$  的 D 触发器 22 的 Q 输出端子输出的逻辑电平而进行开闭动作。

在该积分电路  $30_m$  中，通过电容元件  $C_{31}$ 、电容元件  $C_{32}$  以及开关  $SW_{32}$ ，构成电容值可变的积分电容部。即，当开关  $SW_{32}$  关闭时，将积分电容部设定为第 1 电容值  $C_1 (=C_{31}+C_{32})$ ，另一方面，当开关  $SW_{32}$  开启时，将积分电容部设定为第 2 电容值  $C_2 (=C_{31})$ 。当 Reset 信号为高电平时，由于开关  $SW_{31}$  关闭，电容元件  $C_{31}$  放电，来自积分电路  $30_m$  的输出电压值初始化。此外，同时当开关  $SW_{32}$  关闭时，电容元件  $C_{32}$  也放电。Reset 信号为低电平时，由像素  $P_{m,n}$  输出的电荷蓄积在积

分电容部，且由积分电路 30<sub>m</sub> 输出对应于该蓄积电荷量的第 1 电压值 V1。

CDS 电路 40<sub>m</sub> 包含放大器 A<sub>4</sub>、电容元件 C<sub>4</sub> 及开关 SW<sub>4</sub>。放大器 A<sub>4</sub> 的输入端子经由电容元件 C<sub>4</sub> 而连接于积分电路 30<sub>m</sub> 的放大器 A<sub>3</sub> 的输出端子，且经由开关 SW<sub>4</sub> 而接地。开关 SW<sub>4</sub> 对应于 Clamp 信号的电平而进行开闭动作。在该 CDS 电路 40<sub>m</sub> 中，当开关 SW<sub>4</sub> 关闭时，来自放大器 A<sub>4</sub> 的输出电压值初始化。此外，当开关 SW<sub>4</sub> 开启时，从该开关 SW<sub>4</sub> 开启以后，输出与由积分电路 30<sub>m</sub> 输出的第 1 电压值 V1 的变动份相对应的第 2 电压值 V2。

选择电路 50<sub>m</sub> 包含开关 SW<sub>51</sub> 及开关 SW<sub>52</sub>。开关 SW<sub>51</sub> 的第 1 端连接于积分电路 30<sub>m</sub> 的放大器 A<sub>3</sub> 的输出端子。开关 SW<sub>52</sub> 的第 1 端连接于 CDS 电路 40<sub>m</sub> 的放大器 A<sub>4</sub> 的输出端子。开关 SW<sub>51</sub> 及开关 SW<sub>52</sub> 各自的第 2 端相互连接。开关 SW<sub>51</sub> 对应于来自切换电路 20<sub>m</sub> 的 D 触发器 22 的 Q 输出端子的输出逻辑电平而进行开闭动作。此外，开关 SW<sub>52</sub> 对应于来自切换电路 20<sub>m</sub> 的 D 触发器 22 的反转 Q 输出端子的输出逻辑电平而进行开闭动作。在该选择电路 50<sub>m</sub> 中，通过使开关 SW<sub>51</sub> 及开关 SW<sub>52</sub> 中的任一个关闭，来选择由积分电路 30<sub>m</sub> 输出的第 1 电压值 V1 与由 CDS 电路 40<sub>m</sub> 输出的第 2 电压值 V2 中的任一个，而输出该所选择的电压值来作为输出电压值。

保持电路 60<sub>m</sub> 包含电容元件 C<sub>6</sub>、开关 SW<sub>61</sub>、缓冲器电路 A<sub>6</sub> 及开关 SW<sub>62</sub>。电容元件 C<sub>6</sub> 的一方端子接地。电容元件 C<sub>6</sub> 的另一方端子经由开关 SW<sub>61</sub> 而与选择电路 50<sub>m</sub> 的输出端相连接，且经由缓冲器电路 A<sub>6</sub> 及开关 SW<sub>62</sub> 而与 A/D 转换电路 70 的输入端相连接。开关 SW<sub>61</sub> 对应于 Hold 信号的电平而进行开闭动作。开关 SW<sub>62</sub> 对应于控制信号 S<sub>m</sub> 的电平而进行开闭动作。在该保持电路 60<sub>m</sub> 中，当开关 SW<sub>61</sub> 开启时，将该开关 SW<sub>61</sub> 正要开启前的来自选择电路 50<sub>m</sub> 的输出电压值保持于电容元件 C<sub>6</sub>。此外，当开关 SW<sub>62</sub> 关闭时，即输出保持于该电容元件 C<sub>6</sub> 的电压值。

此外，连接于切换电路 20<sub>m</sub> 的 D 触发器 22 的 Q 输出端子的开关 SW<sub>9m</sub> 对应于控制信号 S<sub>m</sub> 的电平，以与保持电路 60<sub>m</sub> 的开关 SW<sub>62</sub> 相同的时序进行开闭动作。

接着，就具有上述构造的光检测装置 1 的动作进行说明。其中，越照射到光，基于所产生的载流子（carrier），光电二极管的阴极电位越会下降。即，当光强烈照射时，光电二极管的阴极电位是低于基准电位  $V_{ref2}$ ，当光较弱时，光电二极管的阴极电位高于基准电位  $V_{ref2}$ 。图 3 及图 4 分别是说明图 1 所示的光检测装置 1 的动作的时序图。图 3 是表示向光电二极管 PD 的光入射的强度较大时的动作，图 4 是表示光入射向光电二极管 PD 的强度较小时的动作。其中，光检测装置 1 是根据由控制部（未图示）输出的各种控制信号，进行如下所示的动作。

分别在第 3 图及第 4 图中，由上而下依序分别表示：控制积分电路  $30_m$  的开关  $SW_{31}$  的开闭动作的 Reset 信号的电平；控制像素  $P_{m,n}$  的开关  $SW_{11}$  的开闭动作的控制信号  $S_{m,n,1}$  的电平；控制开关  $SW_{1m}$  的开闭动作的控制信号  $S_{m,n,2}$  的电平；输入到切换电路  $20_m$  的 D 触发器 22 的 Clk 信号的电平；由切换电路  $20_m$  的 D 触发器 22 的 Q 输出端子输出的逻辑信号的电平；控制积分电路  $30_m$  的开关  $SW_{32}$  的开闭、选择电路  $50_m$  的开关  $SW_{51}$  的开闭、选择电路  $50_m$  的开关  $SW_{52}$  的开闭、CDS 电路  $40_m$  的开关  $SW_4$  的开闭动作的 Clamp 信号的电平；以及控制保持电路  $60_m$  的开关  $SW_{61}$  的开闭动作的 Hold 信号的电平。

在时刻  $t_1$ ，Reset 信号为高电平。由此，积分电路  $30_m$  的开关  $SW_{31}$  关闭，而使由积分电路  $30_m$  输出的电压值 V1 初始化。此外，控制信号  $S_{m,n,2}$  为高电平，开关  $SW_{1m}$  关闭，而使连接于比较器 21 的反转输入端子的配线的电荷初始化。在时刻  $t_2$ ，控制信号  $S_{m,n,2}$  为低电平，开关  $SW_{1m}$  开启，而使共同配线与积分电路  $30_m$  的连接切断。

在此后的时刻  $t_3$  到时刻  $t_8$  为止的期间，控制信号  $S_{m,n,1}$  为高电平，像素  $P_{m,n}$  的开关  $SW_{11}$  关闭。由此，通过切换电路  $20_m$  的比较器 21，对像素  $P_{m,n}$  的光电二极管 PD 的阴极电位与基准电位  $V_{ref2}$  做大小比较。接着，当 Clk 信号在由时刻  $t_3$  到时刻  $t_5$  为止的期间中间的时刻  $t_4$  转为高电平时，该时刻  $t_4$  的比较器 21 的输出逻辑电平被保持在 D 触发器 22，在时刻  $t_4$  以后，则由 D 触发器 22 的 Q 输出端子输出。在从时刻  $t_4$  到时刻  $t_5$  为止的期间的一部分期间，Reset 信号为低电平。

此时，当像素  $P_{m,n}$  的光电二极管 PD 的阴极电位为基准电位  $V_{ref2}$  以下时，即，在像素  $P_{m,n}$  的光电二极管 PD 所产生的电荷量在某阈值以

上时，如第3图所示，在时刻 $t_4$ 以后，由D触发器22的Q输出端子输出的逻辑电平为高电平，积分电路 $30_m$ 的开关 $SW_{32}$ 关闭，积分电路 $30_m$ 的积分电容部设定在第1电容值 $C_1 (=C_{31}+C_{32})$ 。在从时刻 $t_4$ 到时刻 $t_5$ 为止的期间中的一部分期间，由于Reset信号为高电平，因此积分电路 $30_m$ 的开关 $SW_{31}$ 关闭，而使电容元件 $C_{32}$ 的电荷初始化。此外，在选择电路 $50_m$ 中，开关 $SW_{51}$ 关闭，同时开关 $SW_{52}$ 开启，而使来自积分电路 $30_m$ 的输出电压值V1由选择电路 $50_m$ 输出。

另一方面，当像素 $P_{m,n}$ 的光电二极管PD的阴极电位大于基准电位 $V_{ref2}$ 时，即，在像素 $P_{m,n}$ 的光电二极管PD所产生的电荷量小于阈值时，如图4所示，在时刻 $t_4$ 以后，由D触发器22的Q输出端子输出的逻辑电平为低电平，积分电路 $30_m$ 的开关 $SW_{32}$ 开启，积分电路 $30_m$ 的积分电容部设定在第2电容值 $C_2 (=C_{31})$ 。此外，在选择电路 $50_m$ 中，开关 $SW_{51}$ 开启，同时开关 $SW_{52}$ 关闭，而使来自CDS电路 $40_m$ 的输出电压值V2由选择电路 $50_m$ 输出。

在时刻 $t_5$ 到时刻 $t_8$ 为止的期间，控制信号 $S_{m,n,2}$ 为高电平，共同的配线的开关 $SW_{1m}$ 关闭。由此，在像素 $P_{m,n}$ 的光电二极管PD所产生且储存在接合电容的电荷被转送且蓄积在积分电路 $30_m$ 的积分电容部，且使与该蓄积电荷量相对应的第1电压值V1由积分电路 $30_m$ 输出。由该积分电路 $30_m$ 输出的第1电压值V1被输入到CDS电路 $40_m$ ，且使与该第1电压值V1的变动份相对应的第2电压值V2由CDS电路 $40_m$ 输出。

在时刻 $t_5$ 以后的时刻 $t_6$ ，Clamp信号转为低电平，使CDS电路 $40_m$ 的开关 $SW_4$ 开启。由此，与以该时刻 $t_6$ 的第1电压值V1为基准的该第1电压值V1的变动份相对应的第2电压值V2由此以后由CDS电路 $40_m$ 输出。

在时刻 $t_8$ 以后的时刻 $t_9$ ，Hold信号转为低电平，使保持电路 $60_m$ 的开关 $SW_{61}$ 开启。由此，由时刻 $t_9$ 前由选择电路 $50_m$ 输出的电压值被保持在保持电路 $60_m$ 的电容元件 $C_6$ 。

如以上所述，当向像素 $P_{m,n}$ 的光入射强度较大、且在光电二极管PD所产生的电荷量为阈值以上时（图3），积分电路 $30_m$ 的积分电容部是设定在第1电容值 $C_1 (=C_{31}+C_{32})$ ，在时刻 $t_9$ 由选择电路 $50_m$

输出且通过保持电路 60<sub>m</sub> 保持的电压值是由积分电路 30<sub>m</sub> 输出的第 1 电压值 V1。另一方面, 当向像素 P<sub>m,n</sub> 的光入射强度较小、而在光电二极管 PD 所产生的电荷量小于阈值时(图 4), 积分电路 30<sub>m</sub> 的积分电容部是设定在小于第 1 电容值 C1 的第 2 电容值 C<sub>2</sub> (=C<sub>31</sub>), 在时刻 t<sub>9</sub> 由选择电路 50<sub>m</sub> 输出且通过保持电路 60<sub>m</sub> 保持的电压值是由 CDS 电路 40<sub>m</sub> 输出的第 2 电压值 V2。

即, 当在像素 P<sub>m,n</sub> 的光电二极管 PD 产生的电荷量为阈值以上时, 由于积分电路 30<sub>m</sub> 的积分电容部的电容值设定地较大, 因此使入射光强度检测的动态范围扩大。此外, 当积分电路 30<sub>m</sub> 的积分电容部的电容值设定地较大时, 上述公式(2)中的 V<sub>α</sub> 的值的的影响虽会变大, 但此时, 不是由 CDS 电路 40<sub>m</sub> 输出的第 2 电压值 V2, 而是由积分电路 30<sub>m</sub> 输出的第 1 电压值 V1, 通过选择电路 50<sub>m</sub> 选择且通过保持电路 60<sub>m</sub> 保持, 因此改善光检测的 S / N 比。

以上说明的动作是对于第 1 行~第 M 行并列进行, 此外, 在各行中, 对于 N 个像素 P<sub>m,1</sub>~P<sub>m,N</sub> 依序进行。对各行的第 n 个像素 P<sub>m,n</sub> 的上述动作结束时, 分别输入到各保持电路 60<sub>m</sub> 的开关 SW<sub>62</sub> 及各开关 SW<sub>9m</sub> 的控制信号 S<sub>m</sub> 依序变为高电平。由此, 保持于保持电路 60<sub>m</sub> 的电压值输入到 A / D 转换电路 70 且转换为数字值。再者, 由该 A / D 转换电路 70 输出的数字值通过位移位电路 80, 对应于由切换电路 20<sub>m</sub> 的 D 触发器 22 的 Q 输出端子输出的逻辑电平, 而仅位移所需位数。

即, 当积分电路 30<sub>m</sub> 的积分电容部中的第 1 电容值 C1 与第 2 电容值 C2 的比 (C1 / C2) 为 2<sup>p</sup> 时, 由切换电路 20<sub>m</sub> 的 D 触发器 22 的 Q 输出端子输出的逻辑电平为高电平时(即, 积分电路 30<sub>m</sub> 的积分电容部被设定为第 1 电容值 C<sub>1</sub> 时), 由 A / D 转换电路 70 输出的数字值通过位移位电路 80, 仅移位 p 位至上位。

其中, 本发明并非限定于上述实施例, 可为种种变形。例如, CDS 电路也可为其它构成。此外, 光电二极管可为 2 维排列, 也可为 1 维排列, 而且, 也可仅有 1 个。

由以上本发明的说明可知, 显然可将本发明进行种种变形。这些变形不能被认为脱离本发明的思想及范围, 所有对本领域技术人员显而易见的改良都包含于以下的权利要求范围中。

### 产业上的可利用性

本发明的光检测装置可适用于包含 1 个或 1 个以上的光电二极管的固体摄像装置等。

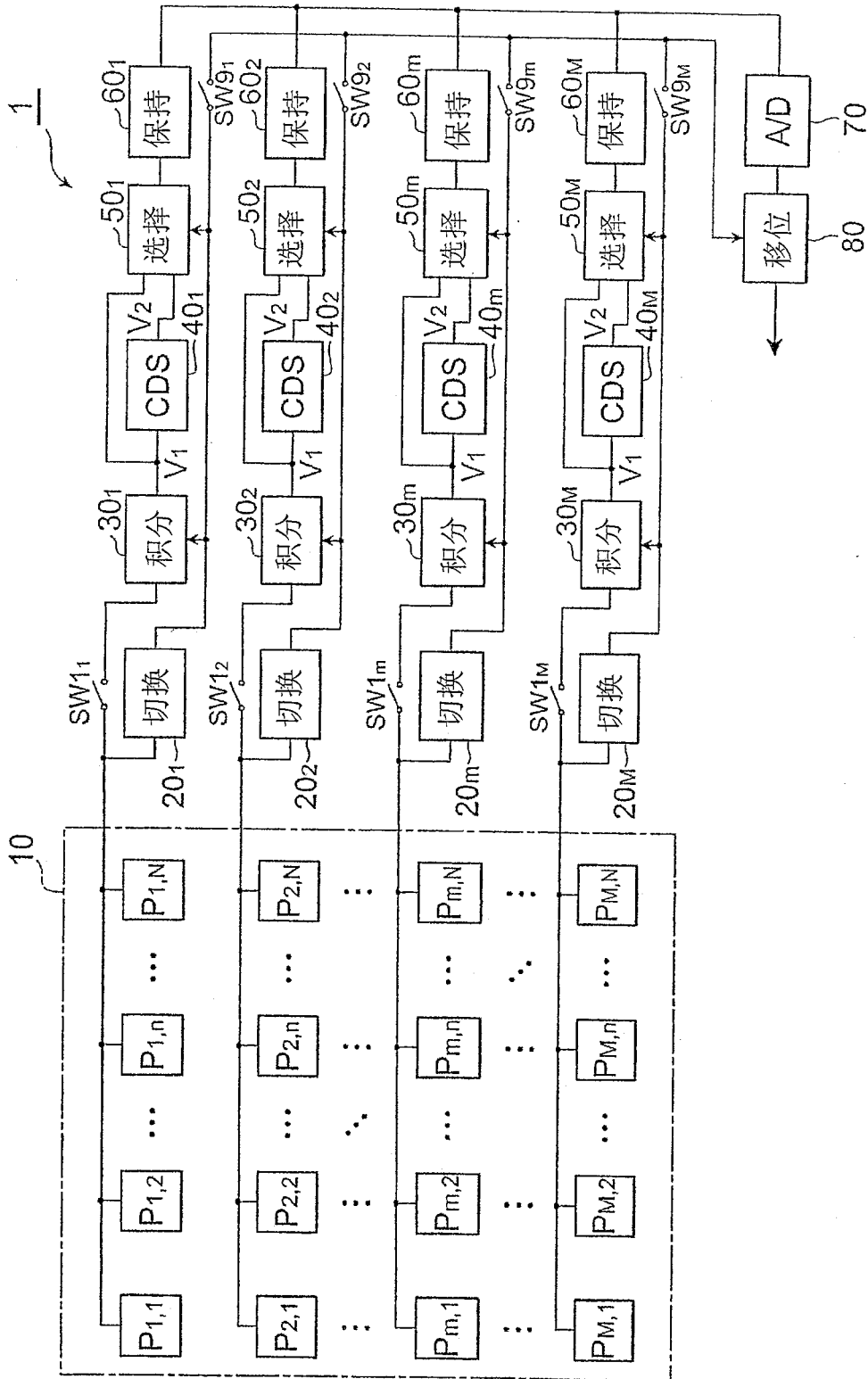


图1

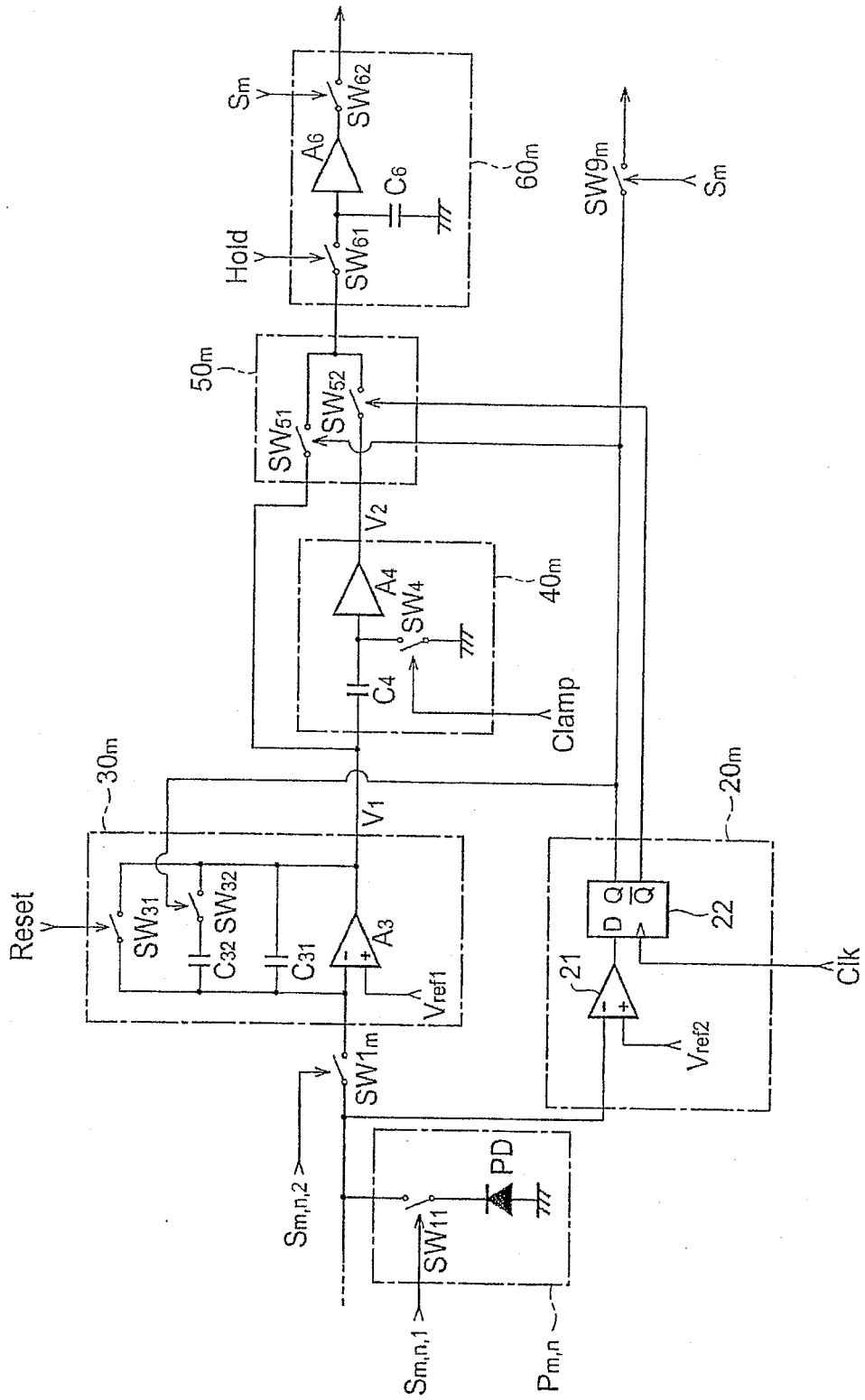


图2

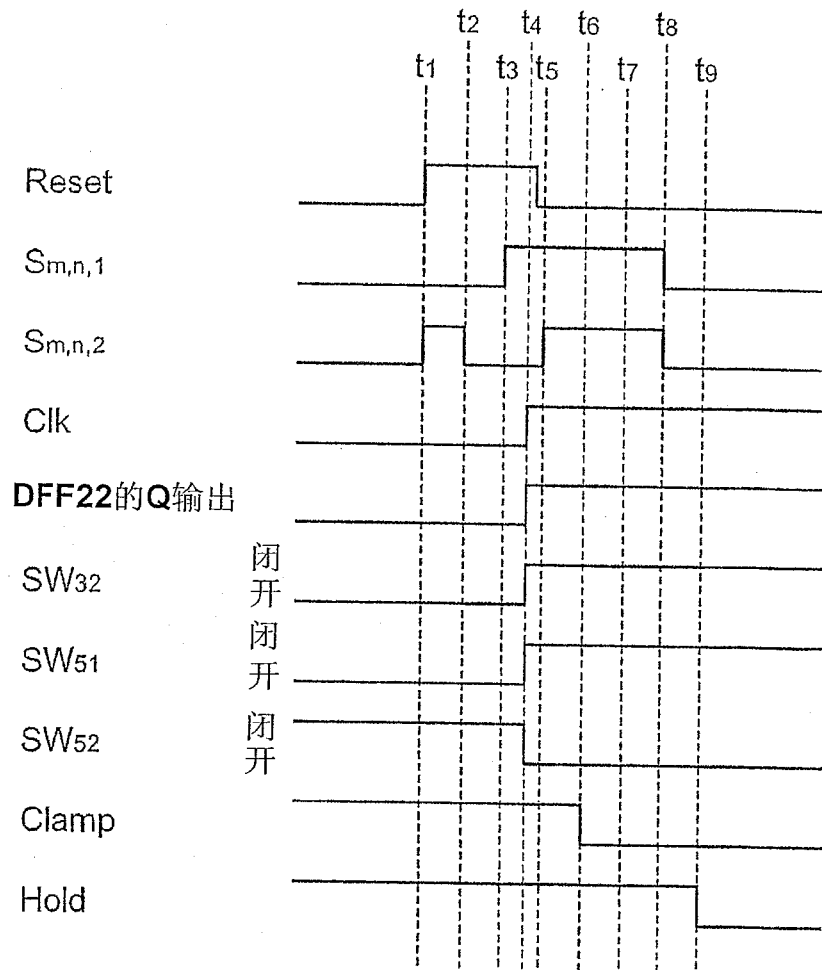


图3

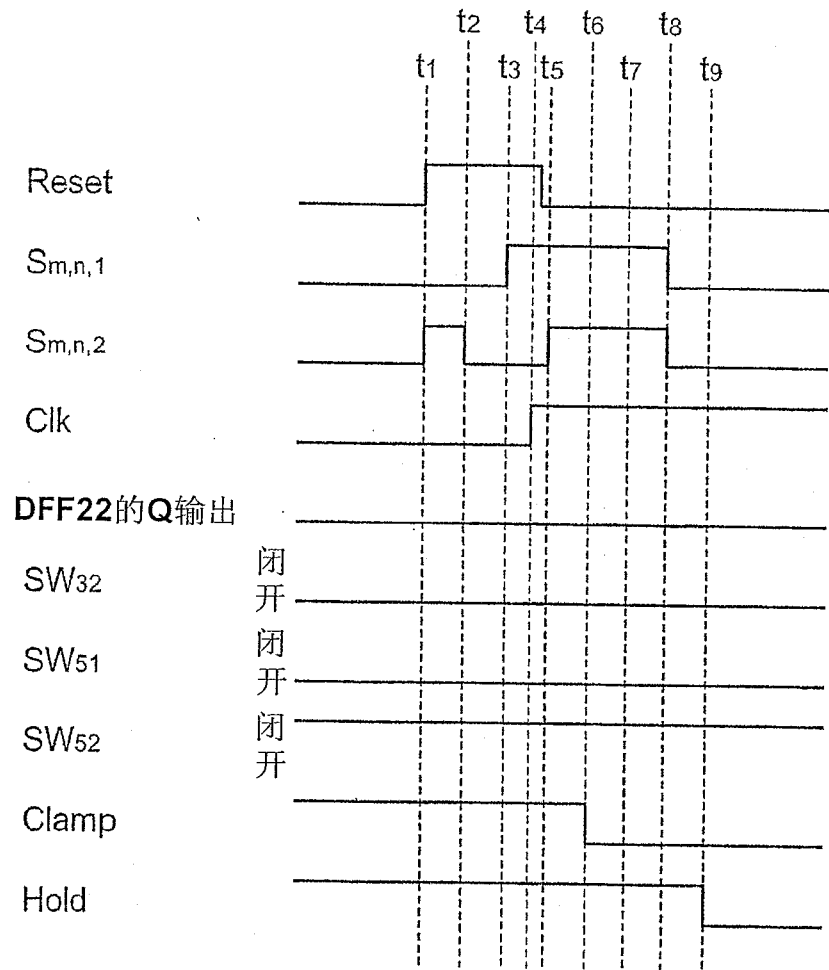


图4