

1. 一种光检测器,其中,具备:
多个像素;以及
共用复位线,与上述多个像素连接,
上述多个像素分别具有:
雪崩光电二极管;
猝熄晶体管,该猝熄晶体管的栅极及源极连接于上述雪崩光电二极管的阴极;以及
光电二极管复位晶体管,该光电二极管复位晶体管的源极及漏极中的一方连接于上述猝熄晶体管的漏极,该光电二极管复位晶体管的源极及漏极中的另一方连接于上述共用复位线,

在上述雪崩光电二极管的阴极的电位是雪崩倍增停止的电位时,上述猝熄晶体管为弱反型状态,

在上述光电二极管复位晶体管为导通状态的情况下,从上述雪崩光电二极管的阴极到上述共用复位线为止的电气线路的时间常数为100ps以上。

2. 如权利要求1所述的光检测器,其中,
上述多个像素分别还具有:
电荷积蓄部,积蓄由上述雪崩光电二极管生成的电荷;以及
传输门晶体管,该传输门晶体管的源极及漏极中的一方连接于上述雪崩光电二极管的阴极,该传输门晶体管的源极及漏极中的另一方连接于上述电荷积蓄部。

3. 如权利要求2所述的光检测器,其中,
还具备与上述多个像素连接的读出线,
上述多个像素分别还具有:
复位晶体管,该复位晶体管的源极及漏极中的一方连接于上述电荷积蓄部;
放大晶体管,该放大晶体管的栅极连接于上述电荷积蓄部;以及
选择晶体管,该选择晶体管的源极及漏极中的一方连接于上述放大晶体管的源极及漏极中的一方,该选择晶体管的源极及漏极中的另一方连接于上述读出线。

4. 如权利要求1所述的光检测器,其中,
上述多个像素分别还在上述雪崩光电二极管的阴极与上述猝熄晶体管的上述栅极及上述源极之间具有:

电荷积蓄部,连接于上述猝熄晶体管的上述栅极及上述源极,积蓄由上述雪崩光电二极管生成的电荷;以及

传输门晶体管,该传输门晶体管的源极及漏极中的一方连接于上述雪崩光电二极管的阴极,该传输门晶体管的源极及漏极中的另一方连接于上述电荷积蓄部,

上述雪崩光电二极管的阴极与上述猝熄晶体管的上述栅极及上述源极经由上述电荷积蓄部及上述传输门晶体管而连接。

5. 如权利要求4所述的光检测器,其中,
还具备与上述多个像素连接的读出线,
上述多个像素分别还具有:
放大晶体管,该放大晶体管的栅极连接于上述电荷积蓄部;以及
选择晶体管,该选择晶体管的源极及漏极中的一方连接于上述放大晶体管的源极及漏

极中的一方,该选择晶体管的源极及漏极中的另一方连接于上述读出线。

6. 如权利要求2至5中任一项所述的光检测器,其中,

上述多个像素分别还具有:

计数晶体管,该计数晶体管的源极及漏极中的一方连接于上述电荷积蓄部;以及
计数电容器,连接于上述计数晶体管的源极及漏极中的另一方。

7. 一种固体摄像装置,包括权利要求1至6中任一项所述的光检测器,其中,具备:

像素阵列,由上述多个像素以矩阵状配置而成;

列电路,从上述多个像素以行单位读出信号;

垂直传送电路,选择作为由上述列电路读出信号的对象行;

全部像素驱动驱动器,驱动对于上述多个像素的全部共用的信号线;

水平传送电路,传送由上述列电路读出的信号;以及

输出放大器,将由上述水平传送电路传送来的信号向外部输出。

8. 一种距离测定装置,其中,具备:

光源,发出向被摄体照射的光;

权利要求7所述的固体摄像装置,接受从上述光源发出的光被上述被摄体反射的反射光;以及

信号处理装置,基于从上述固体摄像装置输出的信号,计算到上述被摄体的距离。

光检测器、固体摄像装置及距离测定装置

技术领域

[0001] 本发明涉及光检测器、固体摄像装置及距离测定装置。

背景技术

[0002] 以往,已知有使用雪崩光电二极管的光检测器(例如,参照专利文献1)。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:国际公开第2018/216400号

发明内容

[0006] 发明要解决的课题

[0007] 本公开的目的是提供能够将雪崩光电二极管的阴极的电位高精度地复位的光检测器等。

[0008] 用来解决课题的手段

[0009] 有关本公开的一技术方案的光检测器具备:多个像素;以及共用复位线,与上述多个像素连接,上述多个像素分别具有:雪崩光电二极管;猝熄晶体管,该猝熄晶体管的栅极及源极连接于上述雪崩光电二极管的阴极;以及光电二极管复位晶体管,该光电二极管复位晶体管的源极及漏极中的一方连接于上述猝熄晶体管的漏极,该光电二极管复位晶体管的源极及漏极中的另一方连接于上述共用复位线。

[0010] 有关本公开的一技术方案的固体摄像装置是包括上述光检测器的固体摄像装置,具备:像素阵列,由上述多个像素以矩阵状配置而成;列电路,从上述多个像素以行单位读出信号;垂直传送电路,选择作为由上述列电路读出信号的对象行;全部像素驱动驱动器,驱动对上述多个像素的全部共用的信号线;水平传送电路,传送由上述列电路读出的信号;以及输出放大器,将由上述水平传送电路传送来的信号向外部输出。

[0011] 有关本公开的一技术方案的距离测定装置具备:光源,发出向被摄体照射的光;上述固体摄像装置,接受从上述光源发出的光被上述被摄体反射的反射光;以及信号处理装置,基于从上述固体摄像装置输出的信号,计算到上述被摄体的距离。

[0012] 发明效果

[0013] 根据本公开,能够将雪崩光电二极管的阴极的电位高精度地复位。

附图说明

[0014] 图1是表示有关实施方式1的光检测器具备的像素的构成的电路图。

[0015] 图2是表示有关实施方式1的光检测器进行的动作的一例的顺序图。

[0016] 图3是表示有关实施方式2的光检测器具备的像素的构成的电路图。

[0017] 图4是表示有关实施方式2的光检测器进行的动作的一例的顺序图。

[0018] 图5是表示有关实施方式3的光检测器具备的像素的构成的电路图。

[0019] 图6是表示有关实施方式4的光检测器具备的像素的构成的电路图。

[0020] 图7是表示有关实施方式5的距离测定装置的构成的框图。

[0021] 图8是表示有关实施方式5的距离测定装置进行的拍摄子范围图像的动作的一例的顺序图其1。

[0022] 图9是表示有关实施方式5的距离测定装置进行的拍摄子范围图像的动作的一例的顺序图其2。

[0023] 图10是表示有关比较例的光检测器具备的像素的构成的电路图。

具体实施方式

[0024] (得到本公开的一技术方案的过程)

[0025] 以往,关于光检测器,着力于高灵敏度、高精细地拍摄图像,但近年来还出现了除此以外还拥有还能够取得距光检测器的距离信息的功能的光检测器。如果对图像添加距离信息,则能够感知光检测器的摄影对象的三维信息。例如,如果拍摄人物,则能够三维地检测动作(姿势),所以能够作为各种各样的机器的输入装置来使用。如果进一步例示,则若搭载到汽车上,就能够识别与存在于本车周围的物体、人物等的距离,所以能够应用于防碰撞及自动驾驶等。

[0026] 在从光检测器到物体的距离测定中使用的许多方法之中,有TOF(Time Of Flight:飞行时间)法,该TOF法测定自从光检测器附近朝向物体照射光起到由物体反射而回到光检测器为止的时间。根据该方法,如果使光源较强,则能够以高解析力测定到远方的物体的距离。

[0027] 为了测定到远方的物体的距离,光检测器需要拥有能够检测来自物体的微弱的反射光的高灵敏度。进而,还需要能够检测反射光到达光检测器的定时。为了满足这两个要求,例如可以考虑以下所述的构成的具备雪崩光电二极管的光检测器。

[0028] 图10是表示有关比较例的光检测器具备的像素501的构成的电路图。

[0029] 如图10所示,有关比较例的光检测器除了多个像素501以外,还具备与多个像素501连接的共用复位线504、以及与多个像素501连接的读出线512。

[0030] 共用复位线504是用来向所连接的像素501中包含的雪崩光电二极管502(后述)的阴极施加复位电位的信号线,连接于供给复位电位的电源。

[0031] 读出线512是用于将与积蓄在所连接的像素501中包含的电荷积蓄部505(后述)中的电荷对应的信号向像素501的外部读出的信号线。

[0032] 像素501包括雪崩光电二极管502、光电二极管复位晶体管503、电荷积蓄部505、传输门晶体管508、复位晶体管509、放大晶体管510和选择晶体管511而构成。

[0033] 雪崩光电二极管502是利用被称作雪崩倍增的现象使受光灵敏度上升的光电二极管。雪崩光电二极管502如果有入射光,则即使是微弱光也将所生成的电子进行雪崩倍增,在阴极产生较大的电压振幅。

[0034] 光电二极管复位晶体管503是用来将雪崩光电二极管502的阴极设为复位电位的晶体管,光电二极管复位晶体管503的源极及漏极中的一方连接于雪崩光电二极管502的阴极,光电二极管复位晶体管503的源极及漏极中的另一方连接于共用复位线504。通过将光电二极管复位晶体管503设为导通状态,能够将雪崩光电二极管502的阴极设为复位电位。

[0035] 电荷积蓄部505积蓄由雪崩光电二极管502生成的电荷。电荷积蓄部505重叠有fF量级的电容。

[0036] 传输门晶体管508是用来将由雪崩光电二极管502生成的电荷传送给电荷积蓄部505的晶体管,传输门晶体管508的源极及漏极中的一方连接于雪崩光电二极管502的阴极,传输门晶体管508的源极及漏极中的另一方连接于电荷积蓄部505。通过将传输门晶体管508设为导通状态,能够将由雪崩光电二极管502生成的电荷传送给电荷积蓄部505。

[0037] 复位晶体管509是用来将电荷积蓄部505设为复位电位的晶体管,复位晶体管509的源极及漏极中的一方连接于电荷积蓄部505。复位晶体管509的源极及漏极中的另一方例如可以连接于共用复位线504,也可以连接于与供给复位电位的其他电源连接的信号线。通过将复位晶体管509设为导通状态,能够将由电荷积蓄部505设为复位电位。

[0038] 放大晶体管510是用来将与电荷积蓄部505的电位对应的信号向选择晶体管511输出的晶体管,放大晶体管510的栅极连接于电荷积蓄部505。

[0039] 选择晶体管511是用来将放大晶体管510输出的信号向读出线512输出的晶体管,选择晶体管511的源极及漏极中的一方连接于放大晶体管的源极及漏极中的一方,选择晶体管511的源极及漏极中的另一方连接于读出线512。通过将选择晶体管511设为导通状态,能够将由放大晶体管510输出的信号向读出线512输出。

[0040] 发明人发现,上述构成的有关比较例的光检测器中有以下的问题。

[0041] 在将上述构成的有关比较例的光检测器应用于利用TOF法测定到被摄体的距离的距离测定装置的情况下,需要在曝光定时的紧前将全部的像素501的光电二极管复位晶体管503同时设为导通状态,将全部的像素501的雪崩光电二极管502的阴极设为复位电位。在将全部的像素501的雪崩光电二极管502的阴极设为复位电位的期间,即在将全部的像素501的光电二极管复位晶体管503设为导通状态的期间,在某像素501的雪崩光电二极管502中发生了雪崩倍增的情况下,其倍增电荷经由共用复位线504到达相邻的像素501的雪崩光电二极管502的阴极。因此,发生不能将该相邻的像素501的雪崩光电二极管502的阴极正确地设为复位电位的不良状况。以下,将发生上述不良状况的现象称作“向相邻像素的电荷流入问题”。

[0042] 所以,发明人为了即使在将多个像素501的雪崩光电二极管502的阴极设为复位电位的期间在某像素501的雪崩光电二极管502中发生了雪崩倍增的情况下,也将其他像素501的雪崩光电二极管502的阴极正确地设为复位电位,进行了专门研究、实验等。并且,想到了有关下述本公开的一技术方案的光检测器等。

[0043] 有关本公开的一技术方案的光检测器具备:多个像素;以及共用复位线,与上述多个像素连接,上述多个像素分别具有:雪崩光电二极管;猝熄晶体管,该猝熄晶体管的栅极及源极连接于上述雪崩光电二极管的阴极;以及光电二极管复位晶体管,该光电二极管复位晶体管的源极及漏极中的一方连接于上述猝熄晶体管的漏极,该光电二极管复位晶体管的源极及漏极中的另一方连接于上述共用复位线。

[0044] 根据上述构成的光检测器,即使在将多个像素的光电二极管复位晶体管设为导通状态的期间在某像素的雪崩光电二极管中发生了雪崩倍增,也可通过猝熄晶体管抑制其倍增电荷向共用复位线流入。因而,根据上述构成的光检测器,能够将雪崩光电二极管的阴极的电位高精度地复位。

[0045] 此外,也可以是,上述多个像素分别还具有:电荷积蓄部,积蓄由上述雪崩光电二极管生成的电荷;以及传输门晶体管,该传输门晶体管的源极及漏极中的一方连接于上述雪崩光电二极管的阴极,该传输门晶体管的源极及漏极中的另一方连接于上述电荷积蓄部。

[0046] 由此,能够将由雪崩光电二极管生成的电荷积蓄到电荷积蓄部中。

[0047] 此外,也可以是,还具备与上述多个像素连接的读出线,上述多个像素分别还具有:复位晶体管,该复位晶体管的源极及漏极中的一方连接于上述电荷积蓄部;放大晶体管,该放大晶体管的栅极连接于上述电荷积蓄部;以及选择晶体管,该选择晶体管的源极及漏极中的一方连接于上述放大晶体管的源极及漏极中的一方,该选择晶体管的源极及漏极中的另一方连接于上述读出线。

[0048] 由此,能够将与积蓄在电荷积蓄部中的电荷对应的信号向像素的外部读出。

[0049] 此外,也可以是,上述多个像素分别还在上述雪崩光电二极管的阴极与上述猝熄晶体管的上述栅极及上述源极之间具有:电荷积蓄部,连接于上述猝熄晶体管的上述栅极及上述源极,积蓄由上述雪崩光电二极管生成的电荷;以及传输门晶体管,该传输门晶体管的源极及漏极中的一方连接于上述雪崩光电二极管的阴极,该传输门晶体管的源极及漏极中的另一方连接于上述电荷积蓄部,上述雪崩光电二极管的阴极与上述猝熄晶体管的上述栅极及上述源极经由上述电荷积蓄部及上述传输门晶体管而连接。

[0050] 由此,能够将由雪崩光电二极管生成的电荷积蓄到电荷积蓄部中。

[0051] 此外,也可以是,还具备与上述多个像素连接的读出线,上述多个像素分别还具有:放大晶体管,该放大晶体管的栅极连接于上述电荷积蓄部;以及选择晶体管,该选择晶体管的源极及漏极中的一方连接于上述放大晶体管的源极及漏极中的一方,该选择晶体管的源极及漏极中的另一方连接于上述读出线。

[0052] 由此,能够将与积蓄在电荷积蓄部中的电荷对应的信号向像素的外部读出。

[0053] 此外,也可以是,上述多个像素分别还具有:计数晶体管,该计数晶体管的源极及漏极中的一方连接于上述电荷积蓄部;以及计数电容器,连接于上述计数晶体管的源极及漏极中的另一方。

[0054] 由此,能够将积蓄在电荷积蓄部中的电荷传送给计数电容器。

[0055] 此外,也可以是,在上述雪崩光电二极管的阴极的电位是雪崩倍增停止的电位时,上述猝熄晶体管为弱反型状态。

[0056] 由此,能够使在雪崩光电二极管与共用复位线之间流动的电荷量成为在弱反型状态的猝熄晶体管中流动的电荷量以下。

[0057] 此外,也可以是,在上述光电二极管复位晶体管为导通状态的情况下,从上述雪崩光电二极管的阴极到上述共用复位线为止的电气线路的时间常数为100ps以上。

[0058] 由此,能够使在雪崩光电二极管与共用复位线之间流动的电荷量成为由100ps以上的时间常数决定的电荷量以下。

[0059] 有关本公开的一技术方案,固体摄像装置是包括上述光检测器的固体摄像装置,具备:像素阵列,由上述多个像素以矩阵状配置而成;列电路,从上述多个像素以行单位读出信号;垂直传送电路,选择作为由上述列电路读出信号的对象;全部像素驱动驱动器,驱动对上述多个像素的全部共用的信号线;水平传送电路,传送由上述列电路读出的信

号;以及输出放大器,将由上述水平传送电路传送来的信号向外部输出。

[0060] 根据上述构成的固体摄像装置,即使在将多个像素的光电二极管复位晶体管设为导通状态的期间在某像素的雪崩光电二极管中发生了雪崩倍增,也可通过猝熄晶体管抑制其倍增电荷向共用复位线流入。因而,根据上述构成的固体摄像装置,能够将雪崩光电二极管的阴极的电位高精度地复位。

[0061] 有关本公开的一技术方案的距离测定装置具备:光源,发出向被摄体照射的光;上述固体摄像装置,接受从上述光源发出的光被上述被摄体反射的反射光;以及信号处理装置,基于从上述固体摄像装置输出的信号,计算到上述被摄体的距离。

[0062] 根据上述构成的距离测定装置,即使在将多个像素的光电二极管复位晶体管设为导通状态的期间在某像素的雪崩光电二极管中发生了雪崩倍增,也可通过猝熄晶体管抑制其倍增电荷向共用复位线流入。因而,根据上述构成的距离测定装置,能够将雪崩光电二极管的阴极的电位高精度地复位。

[0063] 以下,参照附图对有关本公开的一技术方案的光检测器等的具体例进行说明。另外,以下说明的实施方式都表示包含性或具体的例子。在以下的实施方式中表示的数值、形状、材料、构成要素、构成要素的配置位置及连接形态等是一例,不是限定本公开的意思。

[0064] 另外,各图是示意图,并不一定是严密地图示的。此外,在各图中,对于实质上相同的构成赋予相同的标号,有将重复的说明省略或简略化的情况。

[0065] (实施方式1)

[0066] 图1是表示有关实施方式1的光检测器的构成的电路图。

[0067] 如图1所示,有关实施方式的光检测器除了多个像素101以外,还具备与多个像素101连接的共用复位线104以及与多个像素101连接的读出线113。

[0068] 共用复位线104是用来向所连接的像素101中包含的雪崩光电二极管102(后述)的阴极赋予复位电位的信号线,连接于供给复位电位的电源。

[0069] 读出线113是用来将与积蓄在所连接的像素101中包含的电荷积蓄部105(后述)中的电荷对应的信号向像素101的外部读出的信号线。

[0070] 像素101包括雪崩光电二极管102、光电二极管复位晶体管103、电荷积蓄部105、传输门晶体管108、复位晶体管109、放大晶体管110、选择晶体管111和猝熄晶体管112而构成。

[0071] 像素101例如配置为矩阵状。

[0072] 雪崩光电二极管102是利用被称作雪崩倍增的现象使受光灵敏度上升的光电二极管。雪崩光电二极管102如果有入射光,则即使是微弱光也将生成的电子进行雪崩倍增,在阴极产生较大的电压振幅。

[0073] 光电二极管复位晶体管103是用来将雪崩光电二极管502的阴极经由猝熄晶体管112设为复位电位的晶体管,光电二极管复位晶体管103的源极及漏极中的一方连接于猝熄晶体管的漏极,光电二极管复位晶体管103的源极及漏极中的另一方连接于共用复位线104。通过将光电二极管复位晶体管103设为导通状态,能够将雪崩光电二极管102的阴极经由猝熄晶体管112设为复位电位。

[0074] 电荷积蓄部105积蓄由雪崩光电二极管102生成的电荷。电荷积蓄部105重叠有fF量级的电容。

[0075] 传输门晶体管108是用来将由雪崩光电二极管102生成的电荷传送给电荷积蓄部

105的晶体管,传输门晶体管108的源极及漏极中的一方连接于雪崩光电二极管102的阴极,传输门晶体管108的源极及漏极中的另一方连接于电荷积蓄部105。通过将传输门晶体管108设为导通状态,能够将由雪崩光电二极管102生成的电荷传送给电荷积蓄部105。

[0076] 复位晶体管109是用来将电荷积蓄部105设为复位电位的晶体管,复位晶体管109的源极及漏极中的一方连接于电荷积蓄部105。复位晶体管109的源极及漏极中的另一方例如可以连接于共用复位线104,也可以连接于与供给复位电位的其他电源连接的信号线。通过将复位晶体管109设为导通状态,能够将电荷积蓄部105设为复位电位。

[0077] 放大晶体管110是用来将与电荷积蓄部105的电位对应的信号向选择晶体管111输出的晶体管,放大晶体管110的栅极连接于电荷积蓄部105。

[0078] 选择晶体管111是用来将放大晶体管110输出的信号向读出线113输出的晶体管,选择晶体管111的源极及漏极中的一方连接于放大晶体管的源极及漏极中的一方,选择晶体管111的源极及漏极中的另一方连接于读出线113。通过将选择晶体管111设为导通状态,能够将放大晶体管110输出的信号向读出线113输出。

[0079] 有关实施方式1的光检测器具备的像素101和有关比较例的光检测器具备的像素501在本质上不同的是像素101具备猝熄晶体管112这一点。

[0080] 猝熄晶体管112的栅极及源极连接于雪崩光电二极管102的阴极。

[0081] 在雪崩光电二极管102的阴极不产生空穴而产生电子,所以雪崩光电二极管102的阴极的电位不会比共用复位线104的电位高。因此,猝熄晶体管112的源极—漏极间电流大致由猝熄晶体管112的阈值电压决定。

[0082] 有关实施方式1的光检测器中,像素101具备猝熄晶体管112,从而能够解决上述的向相邻像素的电荷流入问题。以下,对其理由进行说明。

[0083] 在光电二极管复位晶体管103是导通状态的情况下,考虑由雪崩光电二极管102开始了雪崩倍增的时候。

[0084] 虽然根据雪崩光电二极管102的大小而不同,但雪崩倍增过程通常以100ps的量级持续。

[0085] 在猝熄晶体管112中没有流过足够电流的情况下,通过雪崩倍增产生的电荷被积蓄到雪崩光电二极管102内的PN结部分。并且,通过积蓄电荷而施加在PN结部分上的电荷被减弱,如果最终电场低于产生雪崩倍增的阈值,则雪崩倍增过程停止。

[0086] 相对于此,在猝熄晶体管112中流过足够电流的情况下,通过雪崩倍增产生的电子经由光电二极管复位晶体管103及猝熄晶体管112向共用复位线104流出。因此,在雪崩光电二极管102内的PN结部分的N侧不会积蓄电子,向PN结部分施加的电荷不被减弱。因而,不发生上述雪崩倍增过程的停止,在雪崩倍增过程的期间中从雪崩光电二极管102的阴极向共用复位线104持续流出电子。其流出速度是超过共用复位线104的电荷排出能力之程度,所以共用复位线104的电位下降。在与共用复位线104连接的其他的像素101中,电子从共用复位线104向该像素101的雪崩光电二极管102的阴极流入。然后,光电二极管复位晶体管103成为截止状态而复位期间结束,但在该像素101中,由于上述电子的流入,雪崩光电二极管102的阴极的电位没有被正确地复位。

[0087] 在上述构成的像素101中,将猝熄晶体管112设定为,使得在雪崩光电二极管102的阴极的电位是雪崩倍增停止的电位时为弱反型状态。于是,在光电二极管复位晶体管103是

导通状态的情况下,即使在雪崩光电二极管102中开始了雪崩倍增,通过雪崩倍增产生的电荷的经由光电二极管复位晶体管103及猝熄晶体管112向共用复位线104的流出也花费较多的时间。如上述那样,由于雪崩光电二极管102的倍增过程以100ps的量级结束,所以在该期间内几乎不发生电荷流出。即,能够防止向接近像素的电荷流入问题的发生。

[0088] 更具体地讲,作为猝熄晶体管112的设定,使得在发生雪崩光电二极管102的雪崩倍增过程的100ps间几乎不流过电流。即,只要将猝熄晶体管112设定为,使得在光电二极管复位晶体管103是导通状态的情况下,从雪崩光电二极管102的阴极到共用复位线104的电气线路的时间常数为100ps以上即可。例如,如果将雪崩光电二极管102的电容设为10fF,则为了雪崩光电二极管102的阴极变化1V而需要10fC的电荷。为了将该电荷以100ps供给而需要100 μ A的电流。因而,只要将猝熄晶体管112设定为使得在猝熄晶体管112的栅极—源极间电压是0V时流动的电流为100 μ A以下即可。

[0089] 另一方面,在流过猝熄晶体管112中的电流太小的情况下,相反,雪崩光电二极管102的阴极的电位不会被正确地复位。为了使其被正确地复位,需要将进行复位工序的复位期间确保得比雪崩光电二极管102的雪崩倍增过程的期间长。在此基础上,将猝熄晶体管112设定为使得在复位期间内雪崩光电二极管102的阴极的电位能够正确地复位即可。例如,设复位期间为1 μ s,设雪崩光电二极管102的雪崩倍增时的振幅为1V,设雪崩光电二极管102的电容为10fF。此时,只要将猝熄晶体管112设定为使得在猝熄晶体管112的栅极—源极间电压是0V时流动的电流为0.1 μ A以上即可。

[0090] 以下,对有关实施方式1的光检测器进行的动作进行说明。

[0091] 图2是表示有关实施方式1的光检测器进行的动作的一例的顺序图。

[0092] 如图2所示,有关实施方式1的光检测器在全局曝光期间,将与光电二极管复位晶体管103的栅极连接的信号线PRT对于全部像素101同时设为高电平,开始全部像素101的雪崩光电二极管102的阴极的电位的复位动作。此时,即使在某像素101的雪崩光电二极管102中发生了雪崩倍增,通过该雪崩倍增产生的电子也会被该像素101的猝熄晶体管112限制向共用复位线104流出。因此,防止了电子向相邻的像素101的雪崩光电二极管102的阴极流入。然后,有关实施方式1的光检测器将信号线PRT对于全部像素同时设为低电平,停止复位动作。

[0093] 然后,有关实施方式1的光检测器将与传输门晶体管108的栅极连接的信号线TRN对于全部像素101同时设为高电平而将全部像素101的传输门晶体管108设为导通状态。从其紧后起,将由雪崩光电二极管102产生的倍增电荷向电荷积蓄部105传送。然后,有关实施方式1的光检测器将信号线TRN对于全部像素同时设为低电平。通过使该信号线TRN成为高电平的期间与进行曝光的期间一致,实现由有关实施方式1的光检测器进行的希望的曝光动作。

[0094] 在全局曝光期间之后,有关实施方式1的光检测器通过逐行进给动作(滚动驱动动作)读出与积蓄在各像素101的电荷积蓄部105中的电荷对应的信号。在图2中,图示了第k行的读出动作。

[0095] 有关实施方式1的光检测器在各行的读出动作中,将与选择晶体管111的栅极连接的信号线SEL仅对作为对象的行的像素101同时设为高电平而将该行的像素101的选择晶体管111设为导通状态。于是,与积蓄在电荷积蓄部105中的电荷对应的信号(为了方便将该信

号称作“第1信号”)从放大晶体管110被输出至读出线113。

[0096] 然后,有关实施方式1的光检测器将与复位晶体管109的栅极连接的信号线RST仅对作为对象的行的像素101同时设为高电平而将该行的像素101的复位晶体管109设为导通状态。于是,积蓄在电荷积蓄部105中的电荷被排出。于是,与电荷被排出后的状态的电荷积蓄部105的电位对应的信号(为了方便将该信号称作“第2信号”)从放大晶体管110被输出至读出线113。

[0097] 然后,有关实施方式1的光检测器将信号线RST仅对该行的像素101同时设为低电平,将信号线SEL仅对该行的像素101同时设为低电平。这里,各行的读出动作结束。

[0098] 然后,有关实施方式1的光检测器或外部的装置通过对被输出的第1信号和第2信号进行CDS(Correlated Double Sampling:相关双采样)处理,能得到雪崩光电二极管102在曝光期间中是否进行了雪崩倍增的信息。

[0099] (实施方式2)

[0100] 图3是表示有关实施方式2的光检测器的构成的电路图。以下,关于有关实施方式2的光检测器,对于与有关实施方式1的光检测器的构成要素同样的构成要素,认为是已经说明的而赋予相同的标号,省略其详细的说明,以与有关实施方式1的光检测器的不同点为中心进行说明。

[0101] 如图3所示,有关实施方式2的光检测器与有关实施方式1的光检测器相比在像素101变更为像素201这一点上不同。

[0102] 像素201相对于像素101追加计数晶体管206和计数电容器207而构成。

[0103] 计数晶体管206是用来将积蓄在电荷积蓄部105中的电荷传送给计数电容器207的晶体管,计数晶体管206的源极及漏极中的一方连接于电荷积蓄部105。通过将计数晶体管206设为导通状态,能够将积蓄在电荷积蓄部105中的电荷传送给计数电容器207。

[0104] 计数电容器207连接于计数晶体管206的源极及漏极中的另一方,积蓄从电荷积蓄部105传送来的电荷。计数电容器207的电位成为与从电荷积蓄部105传送来电荷的次数对应的电位。

[0105] 上述构成的有关实施方式2的光检测器通过与有关实施方式1的光检测器同样的理由,能够解决向相邻像素的电荷流入问题。

[0106] 以下,对有关实施方式2的光检测器进行的动作进行说明。

[0107] 图4是表示有关实施方式2的光检测器进行的动作的一例的顺序图。这里例示的动作,是利用TOF法为了检测到被摄体的距离而进行的动作的一例。这里,假设有关实施方式2的光检测器具备发出向被摄体照射的光(光脉冲)的光源,多个像素201接受从光源发出的光被摄体反射的反射光而进行说明。

[0108] 如图4所示,有关实施方式2的光检测器在第1脉冲期间从光源发出光脉冲,并且将信号线PRT对于全部像素201同时设为高电平而开始全部像素201的雪崩光电二极管102的阴极的电位的复位动作。

[0109] 接着,有关实施方式2的光检测器将与想要计测的距离区域的最初对应的定时(如果设其距离为 d ,光速为 c ,则 $2d/c$ 后),将信号线PTR对于全部像素201同时设为低电平而将复位动作停止,并将信号线TRN对于全部像素201同时设为高电平而将全部像素201的传输门晶体管108设为导通状态。从其紧后起,将由雪崩光电二极管102产生的倍增电荷传送给

电荷积蓄部105。然后,有关实施方式2的光检测器在与想要计测的距离区域的结束对应的定时,将信号线TRN对于全部像素201同时设为低电平而结束由雪崩光电二极管102产生的倍增电荷向电荷积蓄部105的传送。

[0110] 通过该一系列的动作,只有被存在于想要计测的距离区域中的被摄体反射的反射光所带来的倍增电荷被积蓄到电荷积蓄部105中。

[0111] 然后,将与计数晶体管206的栅极连接的信号线CNT对于全部像素201同时设为高电平而将全部像素201的计数晶体管206设为导通状态。此时,在电荷积蓄部105中积蓄有倍增电荷的情况下,该倍增电荷被传送至计数电容器207,从而计数电容器207的电位下降。这里,第1脉冲期间结束。

[0112] 然后,有关实施方式2的光检测器通过反复进行与第1脉冲期间的动作同样的动作,能够使检测被摄体的概率提高。

[0113] 在各脉冲期间,如果在信号线TRN为高电平的期间雪崩光电二极管102中发生雪崩倍增,则倍增电荷被传送至计数电容器207,计数电容器207的电位发生变化。另一方面,如果不发生雪崩倍增,则计数电容器207的电位不发生变化。即,计数电容器207的电位为与发生了雪崩倍增的次数一对一对应的电位。

[0114] 在反复进行与第1脉冲期间的动作同样的动作后,有关实施方式2的光检测器通过逐行进给动作(滚动驱动动作)读出与积蓄在各像素101的计数电容器207中的电荷对应的信号。在图4中,图示了第k行的读出动作。

[0115] 有关实施方式2的光检测器在各行的读出动作中,将与选择晶体管111的栅极连接的信号线SEL仅对作为对象的行的像素201同时设为高电平而将该行的像素201的选择晶体管111设为导通状态。然后,将信号线RST仅对该行的像素201同时设为高电平而将该行的像素201的复位晶体管109设为导通状态。于是,积蓄在电荷积蓄部105中的电荷被排出。

[0116] 然后,将信号线RST仅对该行的像素201同时设为低电平而将该行的像素201的复位晶体管109设为截止状态。于是,与电荷被排出的状态的电荷积蓄部105的电位对应的第2信号从放大晶体管110被输出至读出线113。

[0117] 然后,将信号线CNT仅对该行的像素201同时设为高电平而将该行的像素201的计数晶体管206设为导通状态。于是,积蓄在计数电容器207中的电荷被传送至电荷积蓄部105,与被传送至电荷积蓄部105的电荷对应的信号(为了方便,将该信号也称作“第3信号”)从放大晶体管110被输出至读出线113。

[0118] 然后,有关实施方式2的光检测器将信号线RST和信号线CNT仅对于该行的像素201同时设为高电平而将该行的像素201的复位晶体管109和计数晶体管206设为导通状态。于是,积蓄在电荷积蓄部105及计数电容器207中的电荷被排出。

[0119] 然后,有关实施方式2的光检测器将信号线RST、信号线CNT和信号线SEL仅对该行的像素201依次设为低电平。这里,各行的读出动作完成。

[0120] 然后,有关实施方式2的光检测器或外部的装置通过对被输出的第3信号和第2信号进行CDS处理,能得到表示在多次反复的脉冲期间中的信号线TRN为高电平的期间雪崩光电二极管102进行了雪崩倍增的次数的信息。

[0121] (实施方式3)

[0122] 图5是表示有关实施方式3的光检测器的构成的电路图。以下,关于有关实施方式3

的光检测器,对于与有关实施方式1的光检测器的构成要素同样的构成要素,认为是已经说明的而赋予相同的标号,省略其详细的说明,以与有关实施方式1的光检测器的不同点为中心进行说明。

[0123] 如图5所示,有关实施方式3的光检测器与有关实施方式1的光检测器相比,在像素101被变更为像素301这一点上不同。

[0124] 像素301相对于像素101,将复位晶体管109删除,将光电二极管复位晶体管103和猝熄晶体管112的配置位置变更以使雪崩光电二极管102与猝熄晶体管112的栅极及源极经由电荷积蓄部105和传输门晶体管108而连接来构成。因此,电荷积蓄部105连接于猝熄晶体管112的栅极及源极,传输门晶体管108的源极及漏极中的另一方连接于电荷积蓄部105。

[0125] 通过像素301的上述构成,光电二极管复位晶体管103能够兼具备有关实施方式1的复位晶体管109的功能。

[0126] 在上述构成的像素301中,雪崩光电二极管502的阴极的电位的复位通过将光电二极管复位晶体管103和传输门晶体管108同时设为导通状态来进行。

[0127] 上述构成的有关实施方式3的光检测器通过与有关实施方式1的光检测器同样的理由,能够解决向相邻像素的电荷流入问题。

[0128] (实施方式4)

[0129] 图6是表示有关实施方式4的光检测器的构成的电路图。以下,关于有关实施方式4的光检测器,对于与有关实施方式3的光检测器的构成要素同样的构成要素,认为是已经说明的而赋予相同的标号,省略其详细的说明,以与有关实施方式2的光检测器的不同点为中心进行说明。

[0130] 如图6所示,有关实施方式4的光检测器与有关实施方式3的光检测器相比,在像素301被变更为像素401这一点上不同。

[0131] 像素401相对于像素301追加计数晶体管206和计数电容器207而构成。

[0132] 计数晶体管206的源极及漏极中的一方连接于电荷积蓄部105。

[0133] 计数电容器207连接于计数晶体管206的源极及漏极中的另一方。

[0134] 上述构成的有关实施方式4的光检测器通过与有关实施方式2的光检测器同样的动作,能够将计数电容器207的电位设为与发生了雪崩倍增的次数一对一地对应的电位。

[0135] 此外,上述构成的有关实施方式4的光检测器通过与有关实施方式1的光检测器同样的理由,能够解决向相邻像素的电荷流入问题。

[0136] (实施方式5)

[0137] 图7是表示有关实施方式5的距离测定装置900的构成的框图。

[0138] 如图7所示,距离测定装置900具备固体摄像装置801、信号处理装置809和光源812。

[0139] 光源812发出向被摄体照射的光。

[0140] 固体摄像装置801包括有关实施方式2的光检测器而构成,接受从光源812发出的光被被摄体反射的反射光。

[0141] 固体摄像装置801具备像素阵列804、列电路805、垂直传送电路803、全部像素驱动驱动器808、水平传送电路806和输出放大器807。

[0142] 像素阵列804将有关实施方式1的多个像素201配置为矩阵状而构成。

[0143] 列电路805从多个像素201以行单位读出信号。列电路805也可以还具备将所读出的信号放大的列放大电路和进行CDS处理的CDS电路。

[0144] 垂直传送电路803选择作为由列电路805读出的对象的行。

[0145] 全部像素驱动驱动器808驱动对于多个像素201的全部共用的信号线(例如,信号线RST、信号线PTR等)。

[0146] 水平传送电路806传送由列电路805读出的信号。

[0147] 输出放大器807将由水平传送电路806传送来的信号向外部输出。

[0148] 信号处理装置809基于从固体摄像装置801输出的信号,计算到被摄体的距离。信号处理装置809还对光源812及固体摄像装置801的动作进行控制。信号处理装置809也可以还对从固体摄像装置801输出的信号进行处理,变换为图像等。

[0149] 信号处理装置809具备控制电路810和逻辑存储器电路811。

[0150] 控制电路810对固体摄像装置801的动作进行控制,并且对从输出放大器807输出的信号进行处理。例如,控制电路810在来自输出放大器807的输出是模拟信号的情况下变换为数字信号。

[0151] 逻辑存储器电路811对光源812的发光定时进行控制,并且对从控制电路810输出的信号进行信号处理,计算到被摄体的距离。逻辑存储器电路811例如也可以将信号处理结果向外部的计算机813输出。

[0152] 上述构成的距离测定装置900通过使光源812的发光定时与固体摄像装置801的曝光定时同步而动作,计算到被摄体的距离。

[0153] 以下,对距离测定装置900进行的到被摄体的距离的计算进行说明。

[0154] 距离测定装置900将作为距离测定的对象的被摄体所处的相对于距离测定装置900的距离范围分割为多个。以下,将分割后的各距离范围称作“子范围”。并且,由固体摄像装置801拍摄仅摄像了处于各子范围内的被摄体的各子范围图像。然后,距离测定装置900将由固体摄像装置801拍摄的多个子范围图像用逻辑存储器电路811进行合成,计算同时拥有距离信息和图像信息的距离图像。并且,基于计算出的距离图像,计算到作为距离测定的对象的被摄体的距离。

[0155] 在本公开中,子范围的数量没有被限定,这里作为一例,假设子范围是子范围1和子范围2这两个而进行说明。

[0156] 子范围1是相对于距离测定装置900的距离为 d_1 到 d_1+dw 的距离范围。子范围2是相对于距离测定装置900的距离为 d_2 到 d_2+dw 的距离范围。

[0157] 距离测定装置900通过将子范围1对应的子范围图像1和与子范围2对应的子范围图像2进行合成,实现距离的解析力 dw 、距离范围 $d_1 \sim d_2+dw$ 。

[0158] 图8是表示距离测定装置900进行的拍摄子范围图像1的动作的一例的顺序图。

[0159] 如图8所示,距离测定装置900通过进行与图4所示的有关实施方式2的光检测器进行的动作同样的动作,拍摄子范围图像1。因此,这里省略关于其详细情况的说明,但这里的特征是,在相对于光源812发出光脉冲的时刻经过了 $2d_1/c$ 的定时,将信号线TRN对于全部像素201同时设为高电平,将全部像素201的传输门晶体管108设为导通状态,在固体摄像装置801中开始曝光。并且,在将该状态保持 dw 之后,将信号线TRN设为低电平而将全部像素201的传输门晶体管108设为截止状态。由此,距离测定装置900拍摄子范围图像1。

[0160] 图9是表示距离测定装置900进行的拍摄子范围图像2的动作的一例的顺序图。

[0161] 如图9所示,距离测定装置900通过进行与图4所示的有关实施方式2的光检测器进行的动作同样的动作,拍摄子范围图像2。因此,这里省略关于其详细情况的说明,但这里的特征是,在相对于光源812发出光脉冲的时刻经过了 $2d_2/c$ 的定时,将信号线TRN对于全部像素201同时设为高电平而将全部像素201的传输门晶体管108设为导通状态,在固体摄像装置801中开始曝光。并且,在将该状态保持 d_w 之后,将信号线TRN设为低电平而将全部像素201的传输门晶体管108设为截止状态。由此,距离测定装置900拍摄子范围图像2。

[0162] 如果拍摄了子范围图像1和子范围图像2,则逻辑存储器电路811将这些子范围图像1和子范围图像2进行合成而计算距离图像,基于计算出的距离图像,计算到作为距离测定的对象的被摄体的距离。

[0163] (补充)

[0164] 如以上这样,作为在本申请中公开的技术的例示,对实施方式1~实施方式5进行了说明。但是,本公开的技术并不限于这些,只要不脱离本公开的主旨,也能够应用于适当进行了变更、替换、附加、省略等的实施方式或变形例。

[0165] 产业上的可利用性

[0166] 有关本公开的光检测器等能够广泛地应用于检测光的装置等。

[0167] 标号说明

[0168] 101、201、301像素

[0169] 102雪崩光电二极管

[0170] 103光电二极管复位晶体管

[0171] 104共用复位线

[0172] 105电荷积蓄部

[0173] 108传输门晶体管

[0174] 109复位晶体管

[0175] 110放大晶体管

[0176] 111选择晶体管

[0177] 112猝熄晶体管

[0178] 113读出线

[0179] 206计数晶体管

[0180] 207计数电容器

[0181] 801固体摄像装置

[0182] 803垂直传送电路

[0183] 804像素阵列

[0184] 805列电路

[0185] 806水平传送电路

[0186] 807输出放大器

[0187] 808全部像素驱动驱动器

[0188] 809信号处理装置

[0189] 810控制电路

- [0190] 811逻辑存储器电路
- [0191] 812光源
- [0192] 813计算机

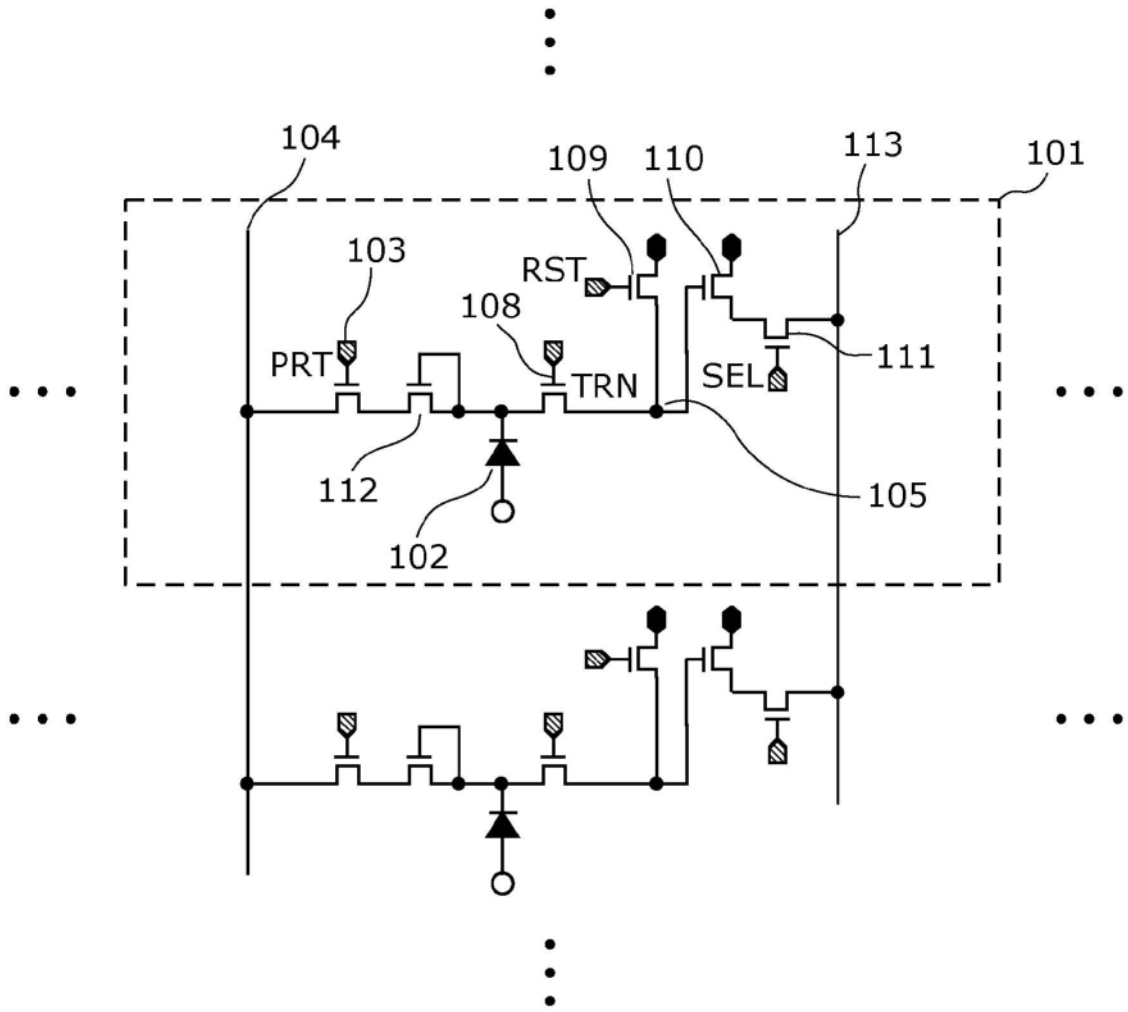


图1

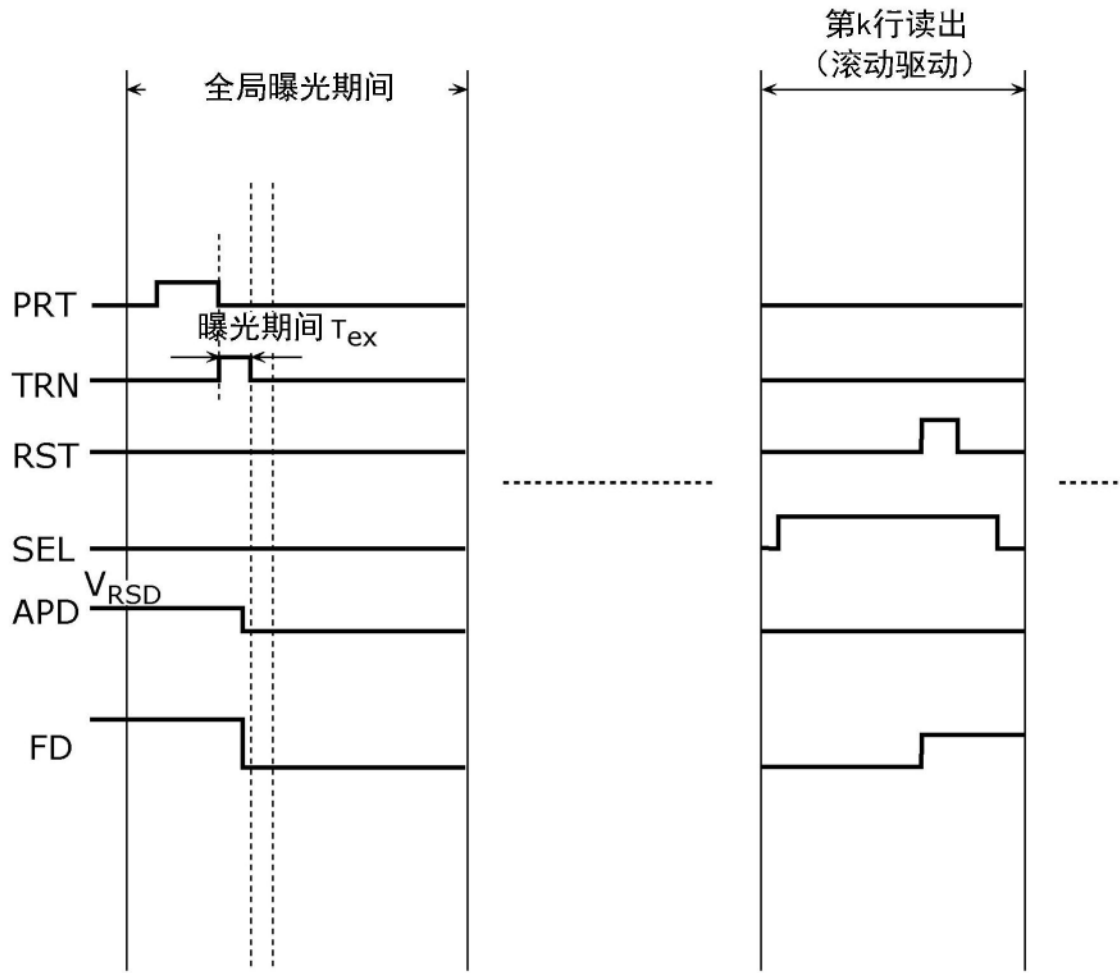


图2

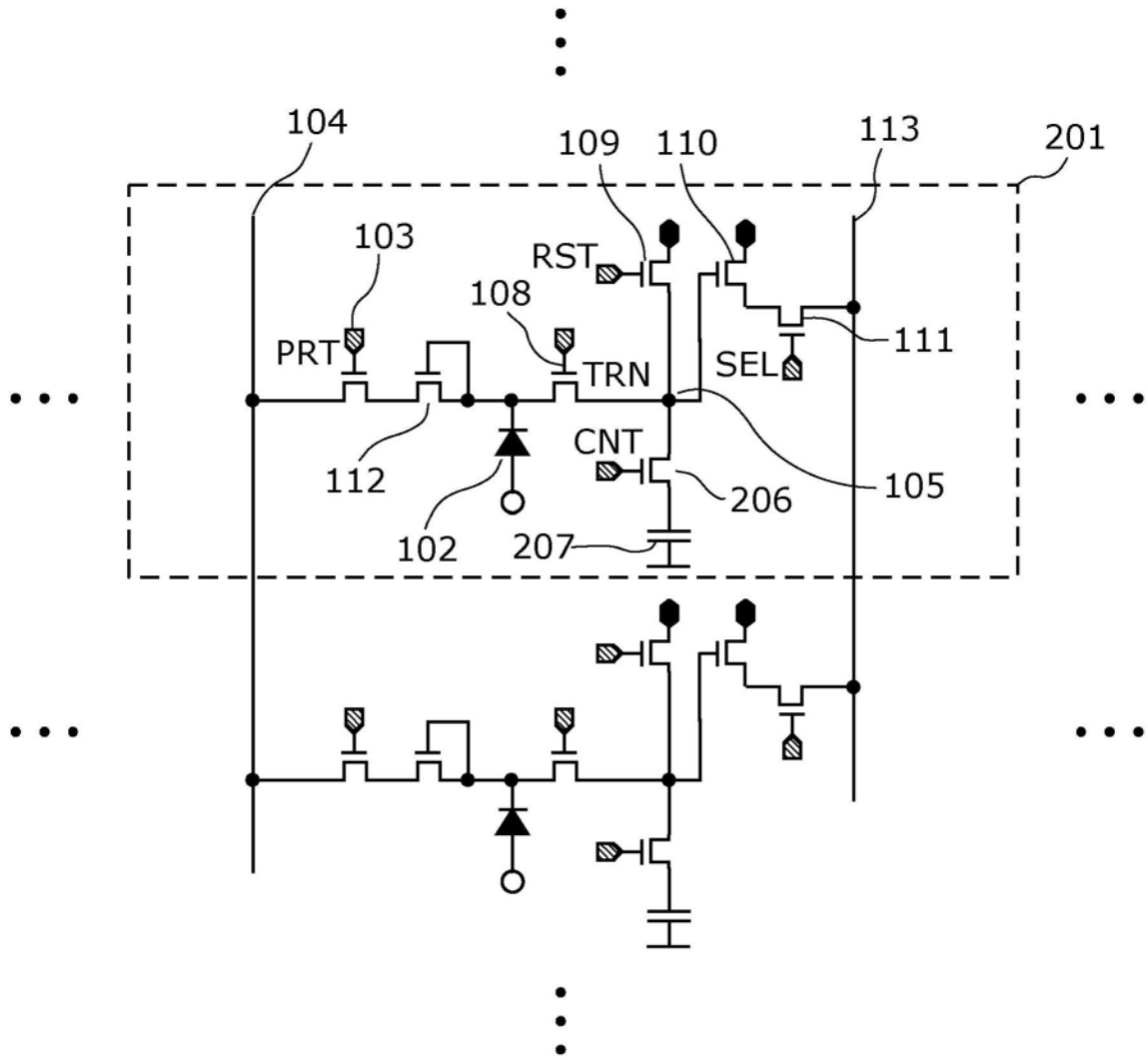


图3

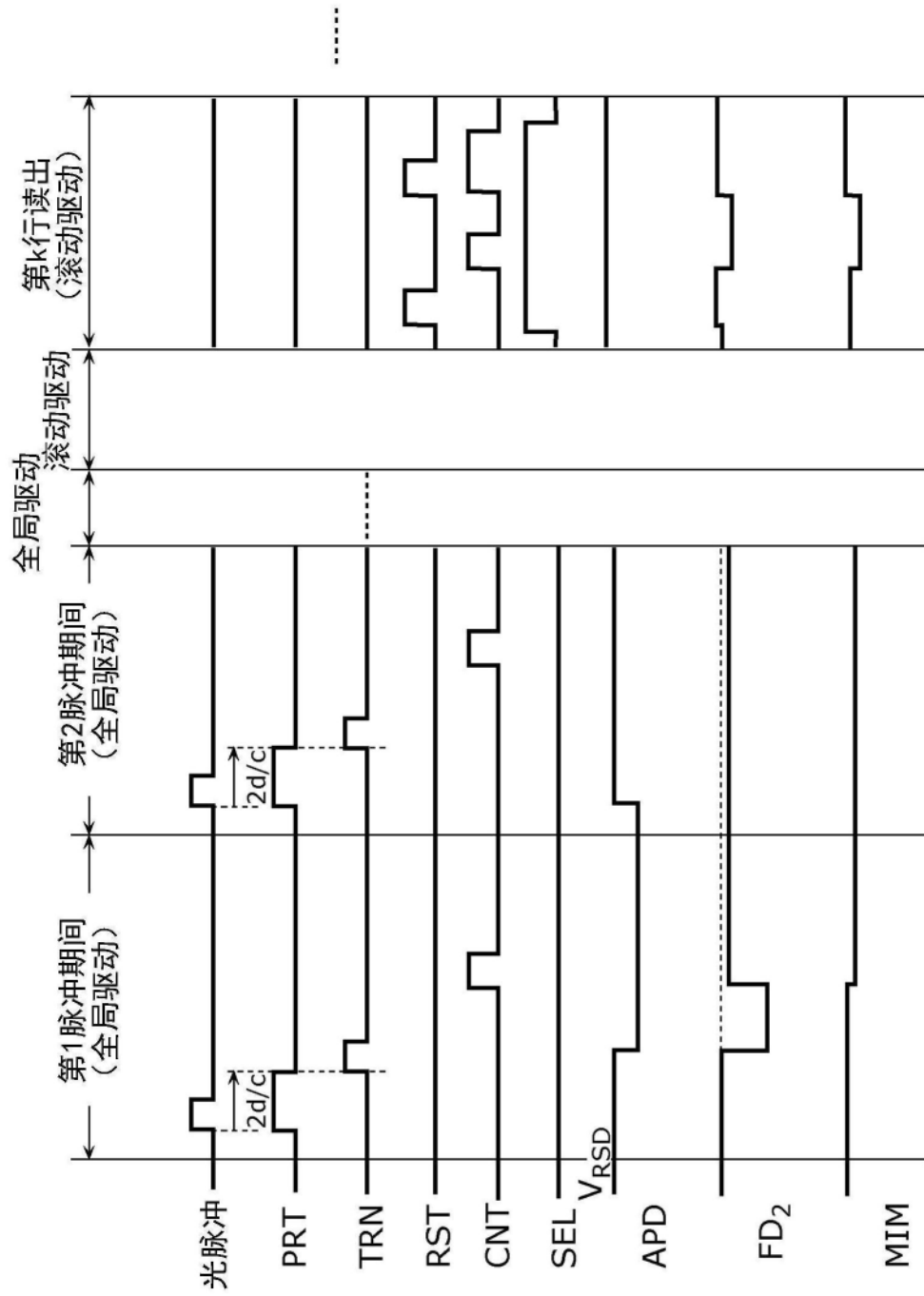


图4

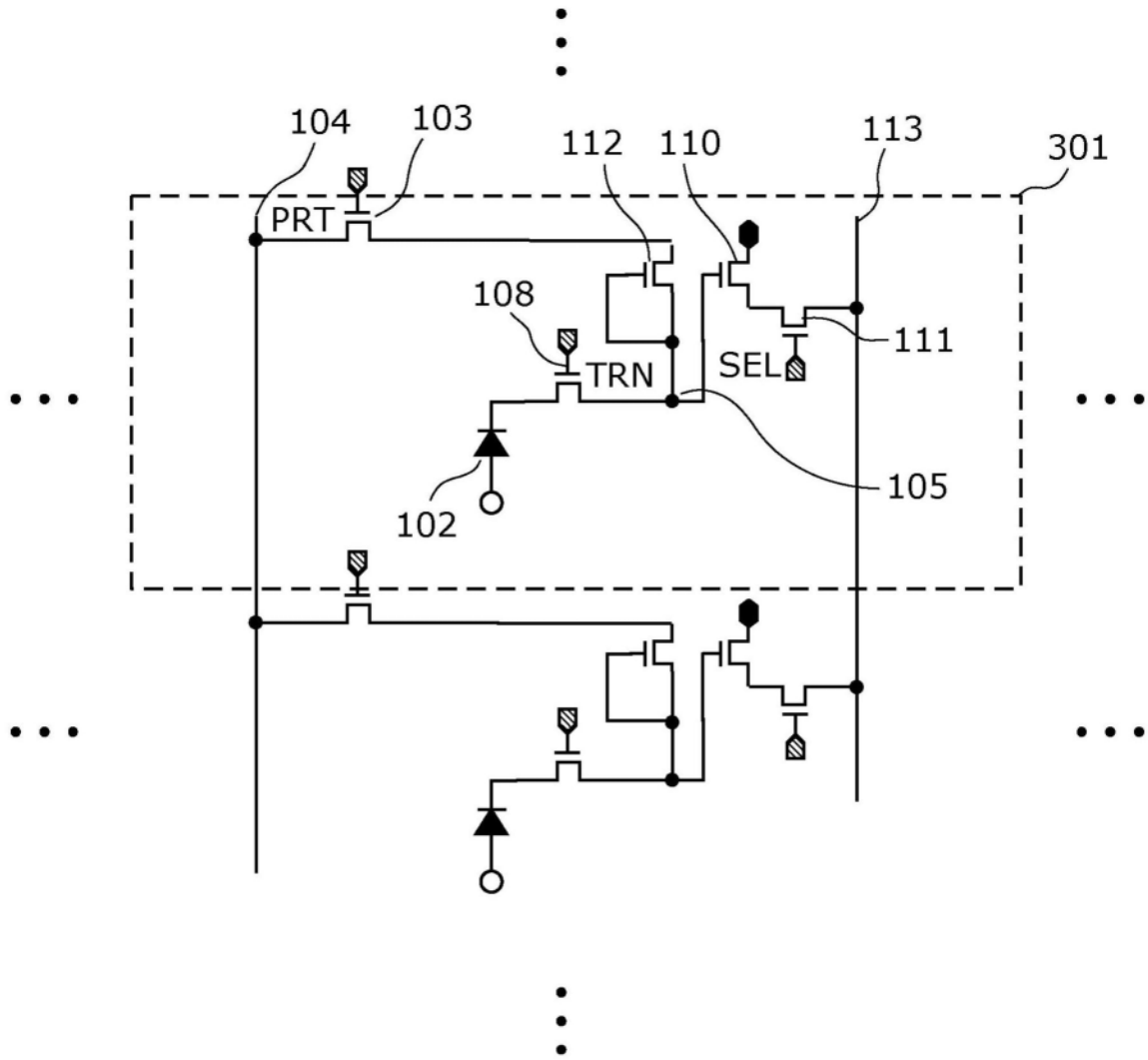


图5

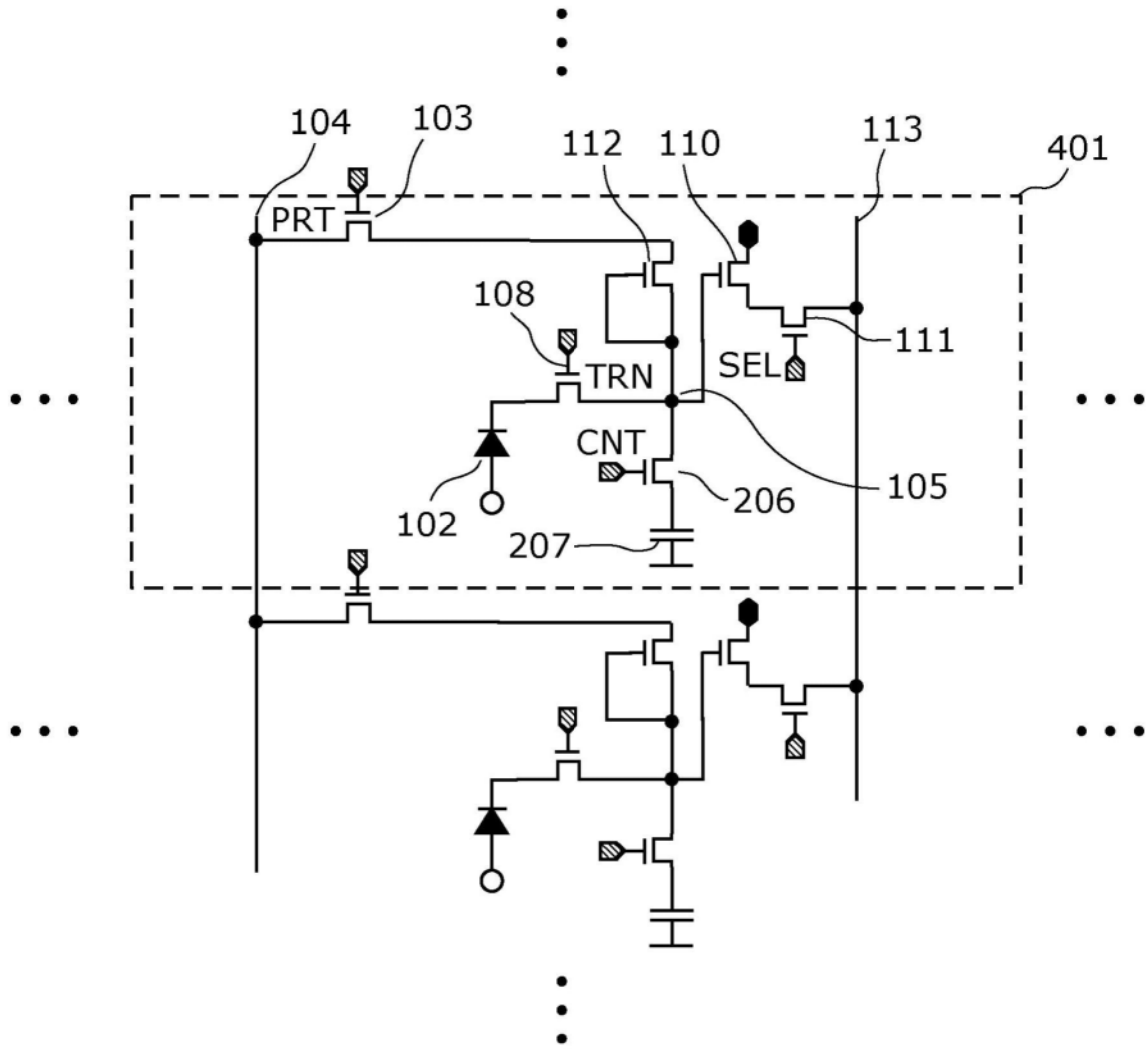


图6

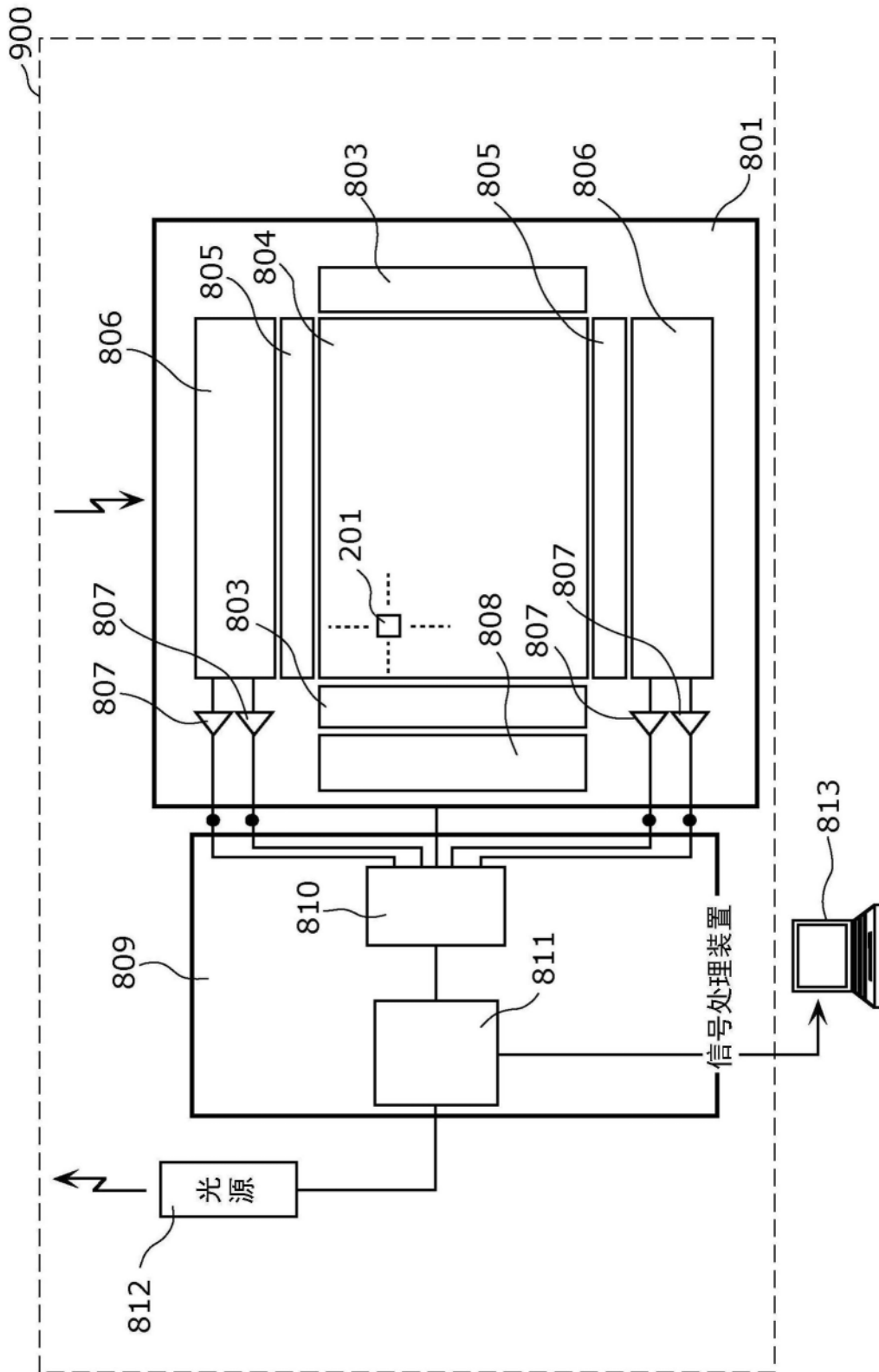


图7

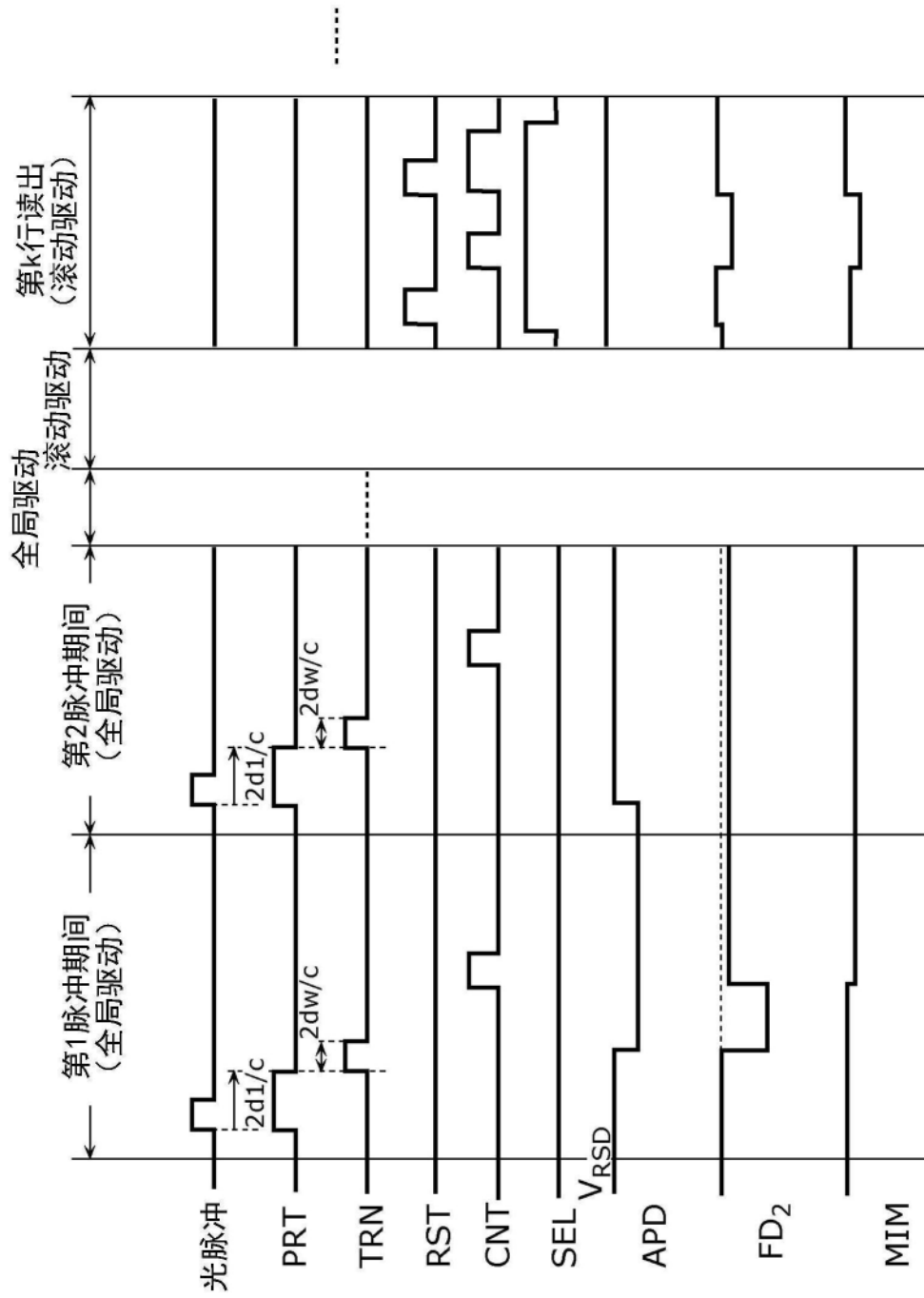


图8

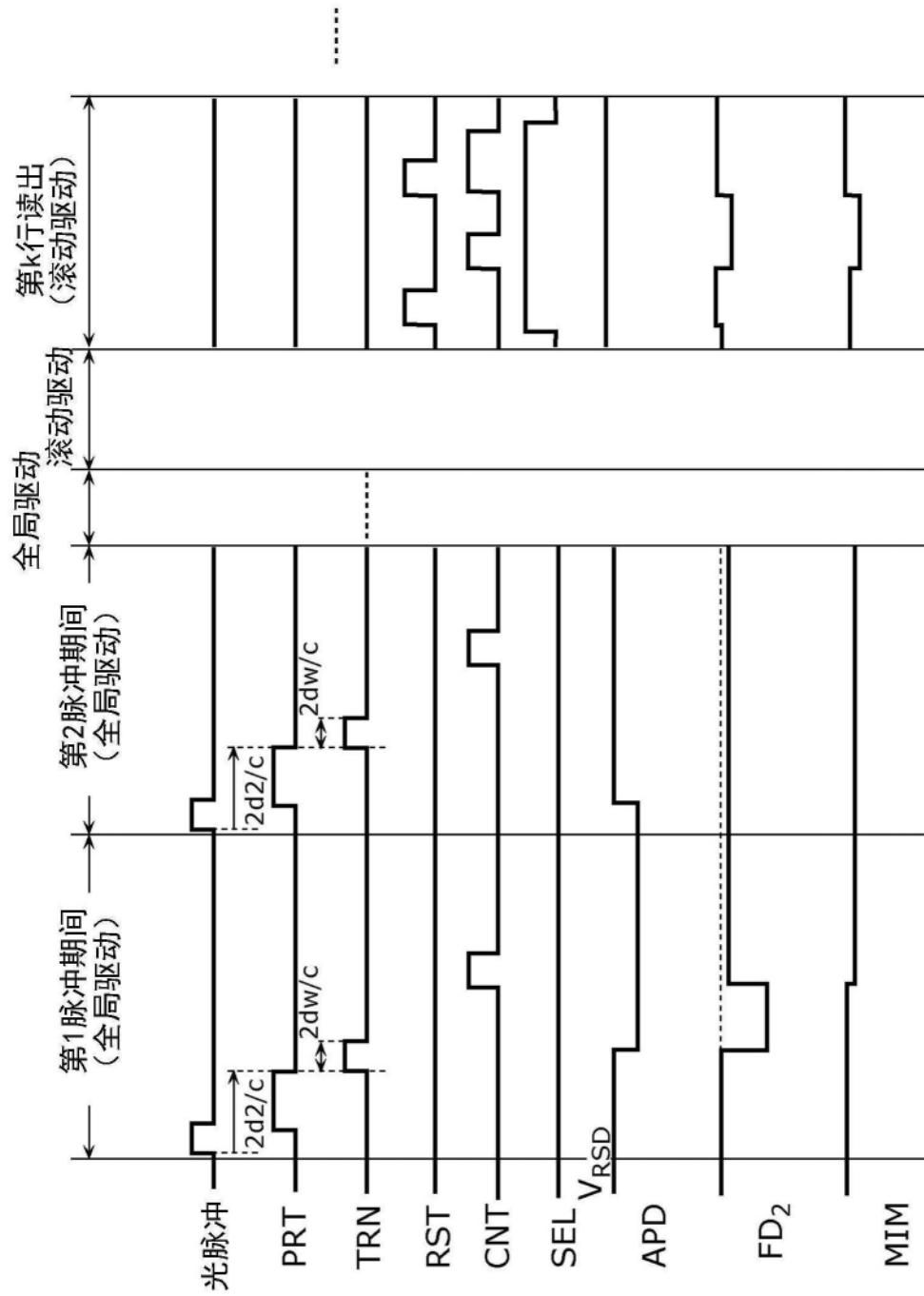


图9

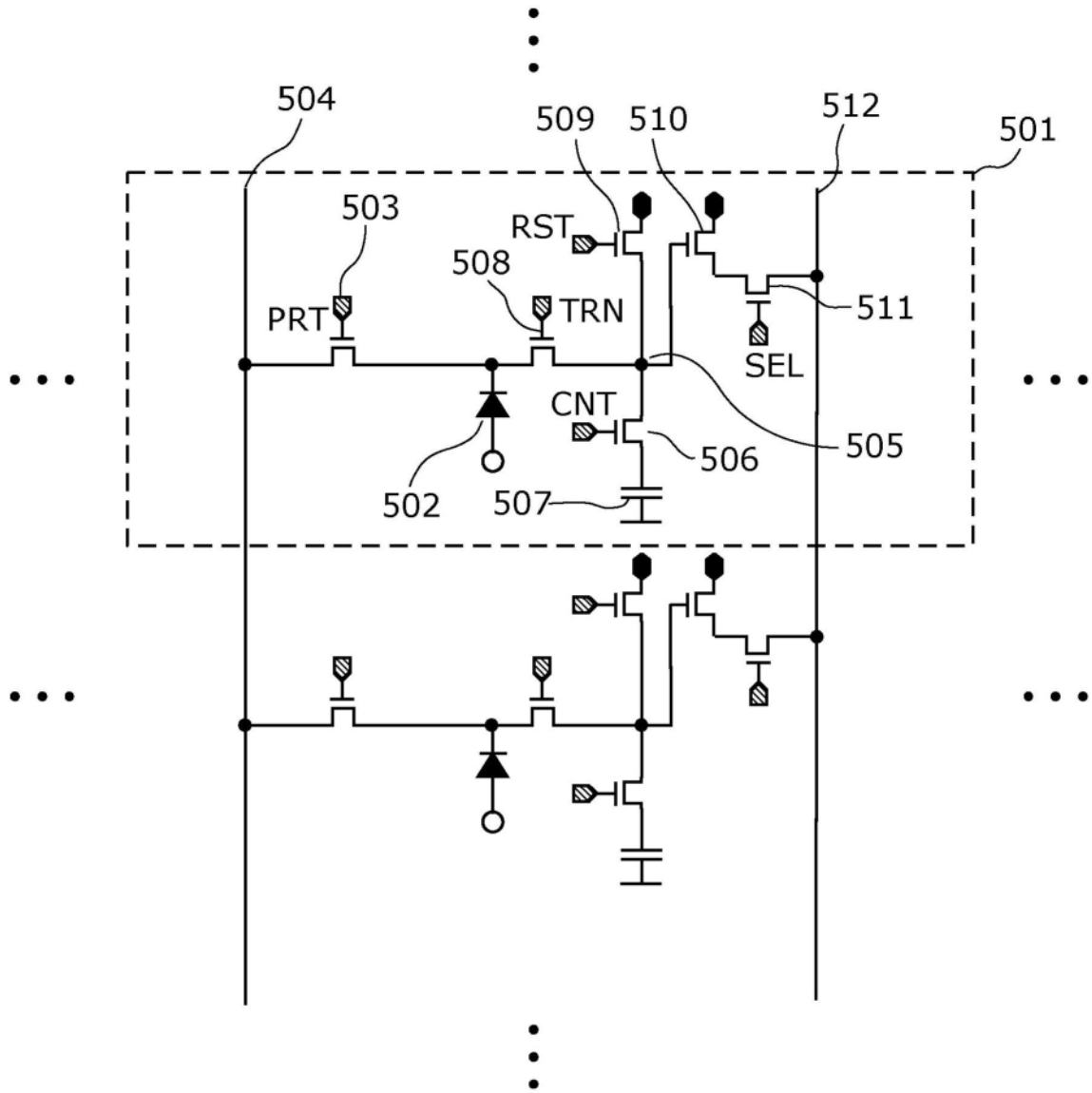


图10