



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109640011 B

(45) 授权公告日 2021.10.26

(21) 申请号 201811153284.2

(22) 申请日 2018.09.30

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109640011 A

(43) 申请公布日 2019.04.16

(30) 优先权数据
2017-195154 2017.10.05 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社
地址 日本东京

(72) 发明人 篠原真人

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038
代理人 刘前红

(51) Int.Cl.

H04N 5/369 (2011.01)

H04N 9/04 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2015349012 A1, 2015.12.03

JP H0563468 A, 1993.03.12

US 2016173856 A1, 2016.06.16

CN 105304658 A, 2016.02.03

CN 103529889 A, 2014.01.22

CN 101534397 A, 2009.09.16

US 2005068438 A1, 2005.03.31

JP 2010056675 A, 2010.03.11

审查员 林群芳

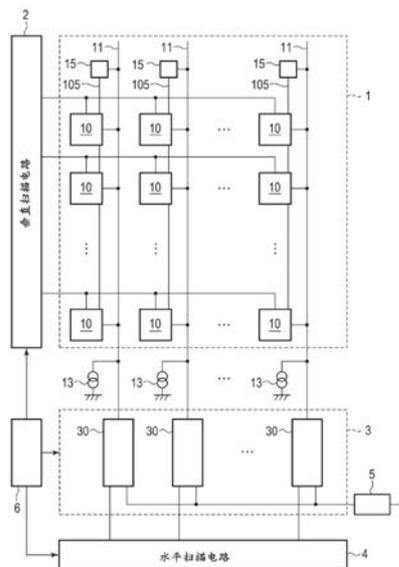
权利要求书3页 说明书9页 附图9页

(54) 发明名称

固态成像设备和成像系统

(57) 摘要

本发明涉及固态成像设备和成像系统。作为实施例的固态成像设备包括：多个像素，每个像素包括至少一个光电转换单元和放大晶体管，放大晶体管具有第一输入节点、第一主节点和第二主节点，第一输入节点电连接到光电转换单元；晶体管，具有第二输入节点、第三主节点和第四主节点，并且具有与放大晶体管相同的极性；至少一条信号线，所述多个像素中的每个像素的第一主节点电连接到信号线；以及电流源，其电连接到信号线，并且电源电压被施加于第三主节点，第四主节点和第二主节点彼此电连接，第一主节点和第二输入节点彼此电连接。



1. 一种固态成像设备,其特征在于,包括:

多个像素,每个像素包括至少一个光电转换单元和放大晶体管,所述放大晶体管具有第一输入节点、第一主节点和第二主节点,所述第一输入节点电连接到所述光电转换单元;

第一晶体管,该第一晶体管具有第二输入节点、第三主节点和第四主节点并且具有与所述放大晶体管相同的极性;

至少一条信号线,所述多个像素中的每个像素的第一主节点电连接到所述至少一条信号线;以及

电流源,该电流源电连接到所述信号线,

其中,电源电压被施加于第三主节点,第四主节点和第二主节点彼此电连接,并且第一主节点和第二输入节点彼此电连接,并且

其中,在平面图中,将所述放大晶体管的第一主节点电连接到所述第一晶体管的第二输入节点的第一布线与所述放大晶体管的第一输入节点的电极的至少一部分相交。

2. 根据权利要求1所述的固态成像设备,其中,所述多个像素中的每个像素具有所述第一晶体管。

3. 根据权利要求1所述的固态成像设备,还包括多个像素组,每个像素组包括所述多个像素,

其中,多条信号线中的每条信号线被提供给所述多个像素组中的对应的一个像素组,并且所述第一晶体管被提供给所述多条信号线中的对应的一条信号线。

4. 根据权利要求1所述的固态成像设备,

其中,所述多个像素中的每个像素包括:

选择晶体管,该选择晶体管设在所述放大晶体管的第一主节点和所述信号线之间;

浮置扩散区,该浮置扩散区电连接到所述光电转换单元;

第二布线,该第二布线将所述浮置扩散区电连接到所述放大晶体管的第一输入节点;

以及

第三布线,该第三布线电连接到所述选择晶体管的输入节点;并且

其中,在平面图中所述第一布线的至少一部分位于所述第二布线和所述第三布线之间。

5. 一种固态成像设备,其特征在于,包括:

多个像素,每个像素包括至少一个光电转换单元和放大晶体管,所述放大晶体管具有第一输入节点、第一主节点和第二主节点,所述第一输入节点电连接到所述光电转换单元;

第一晶体管,该第一晶体管具有第二输入节点、第三主节点和第四主节点并且具有与所述放大晶体管相同的极性;

至少一条信号线,所述多个像素中的每个像素的第一主节点电连接到所述至少一条信号线;以及

电流源,该电流源电连接到所述信号线;

反馈电路,该反馈电路通过从所述电流源供应的驱动电流进行操作,并且

其中,在平面图中,将所述放大晶体管的第一主节点电连接到所述第一晶体管的第二输入节点的第一布线与所述放大晶体管的第一输入节点的电极的至少一部分相交。

6. 根据权利要求5所述的固态成像设备,还包括多条信号线,

其中,所述反馈电路是针对所述信号线中的每条信号线提供的。

7.根据权利要求5所述的固态成像设备,其中,所述反馈电路是针对所述像素中的每个像素提供的。

8.根据权利要求6所述的固态成像设备,其中,所述电流源将驱动电流供应给所述放大晶体管。

9.根据权利要求7所述的固态成像设备,其中,所述电流源将驱动电流供应给所述放大晶体管。

10.根据权利要求8所述的固态成像设备,

其中,所述反馈电路包括所述第一晶体管,并且

其中,所述第一晶体管的第二输入节点电连接到所述放大晶体管的第一主节点,所述第一晶体管的第四主节点电连接到所述放大晶体管的第二主节点,并且电源电压被施加于所述第一晶体管的第三主节点。

11.根据权利要求9所述的固态成像设备,

其中,所述反馈电路包括所述第一晶体管,并且

其中,所述第一晶体管的第二输入节点电连接到所述放大晶体管的第一主节点,所述第一晶体管的第四主节点电连接到所述放大晶体管的第二主节点,并且电源电压被施加于所述第一晶体管的第三主节点。

12.根据权利要求10所述的固态成像设备,其中,所述第一晶体管执行源极跟随器操作。

13.根据权利要求11所述的固态成像设备,其中,所述第一晶体管执行源极跟随器操作。

14.根据权利要求12所述的固态成像设备,其中,所述第一晶体管的极性与所述放大晶体管的极性是相同的,并且所述第一晶体管是抑制型的。

15.根据权利要求13所述的固态成像设备,其中,所述第一晶体管的极性与所述放大晶体管的极性是相同的,并且所述第一晶体管是抑制型的。

16.根据权利要求14所述的固态成像设备,还包括重置晶体管,该重置晶体管将所述放大晶体管的第一输入节点重置为重置电压,其中,满足

$$-\Delta V2 - \Delta V1 \geq V_{th1}$$

其中,所述第一晶体管的阈值电压为 V_{th1} ,由所述第一晶体管的电流值和电导确定的电压为 $\Delta V1$,并且由所述放大晶体管的电流值和电导确定的电压为 $\Delta V2$ 。

17.根据权利要求16所述的固态成像设备,其中,满足

$$V_{RES} \leq V_{DD} + V_{th2} + V_{th1} + \Delta V2$$

其中,所述放大晶体管的阈值电压为 V_{th2} ,所述重置电压为 V_{RES} ,并且所述电源电压为 V_{DD} 。

18.根据权利要求10所述的固态成像设备,

其中,所述多个像素中的每个像素还包括:

选择晶体管,该选择晶体管设在所述放大晶体管的第一主节点和所述信号线之间;

浮置扩散区,该浮置扩散区电连接到所述光电转换单元;

第二布线,该第二布线将所述浮置扩散区电连接到所述放大晶体管的第一输入节点的

电极;以及

第三布线,该第三布线电连接到所述选择晶体管的输入节点的电极,

其中,在平面图中所述第一布线的至少一部分位于所述第二布线和所述第三布线之间。

19.根据权利要求11所述的固态成像设备,

其中,所述多个像素中的每个像素还包括:

选择晶体管,该选择晶体管设在所述放大晶体管的第一主节点和所述信号线之间;

浮置扩散区,该浮置扩散区电连接到所述光电转换单元;

第二布线,该第二布线将所述浮置扩散区电连接到所述放大晶体管的第一输入节点的电极;以及

第三布线,该第三布线电连接到所述选择晶体管的输入节点的电极,

其中,在平面图中所述第一布线的至少一部分位于所述第二布线和所述第三布线之间。

20.一种成像系统,其特征在于,包括:

根据权利要求1至19中任一项所述的固态成像设备;以及

信号处理单元,该信号处理单元对从所述固态成像设备输出的像素信号进行处理。

21.根据权利要求20所述的成像系统,

其中,所述多个像素中的每个像素包括两个光电转换单元,并且

其中,所述信号处理单元分别对在所述两个光电转换单元处产生的图像信号进行处理,并且获取关于从所述固态成像设备到被摄体的距离的距离信息。

固态成像设备和成像系统

技术领域

[0001] 本发明涉及固态成像设备和成像系统。

背景技术

[0002] 近年来作为固态成像设备的主流CMOS图像传感器具有光电二极管、放大晶体管和恒流电路,光电二极管根据入射光累积信号电荷,放大晶体管根据信号电荷输出信号电压,恒流电路用作放大晶体管的负载。放大晶体管的栅极形成将光电二极管的信号电荷转换为信号电压的浮置扩散电容器。放大晶体管作为源极跟随器操作,并且以低阻抗输出浮置扩散电容器的信号电压。在这样的布置中,浮置扩散电容器的电容的减小使信号电压的振幅增大,并且可以提高像素的后一级的信号处理单元中的信噪比。

[0003] 日本专利申请公开No.2008-42814公开了将从放大晶体管输出的信号电压反馈给放大晶体管的漏极、从而有效地减小放大晶体管的栅极和漏极之间的电容。

发明内容

[0004] 根据本发明的一个实施例的固态成像设备包括:多个像素,每个像素包括至少一个光电转换单元和放大晶体管,放大晶体管具有第一输入节点、第一主节点和第二主节点,第一输入节点电连接到光电转换单元;晶体管,该晶体管具有第二输入节点、第三主节点和第四主节点,并且具有与放大晶体管相同的极性;信号线,所述多个像素中的每个像素的第一主节点电连接到该信号线;以及电流源,其电连接到信号线,并且电源电压被施加于第三主节点,第四主节点和第二主节点彼此电连接,第一主节点和第二输入节点彼此电连接。

[0005] 根据本发明的另一实施例的固态成像设备包括:多个像素,每个像素包括至少一个光电转换单元和放大晶体管,放大晶体管具有第一输入节点、第一主节点和第二主节点,第一输入节点电连接到光电转换单元;晶体管,该晶体管具有第二输入节点、第三主节点和第四主节点,并且具有与放大晶体管相同的极性;信号线,所述多个像素中的每个像素的第一主节点电连接到该信号线;电流源,其电连接到信号线;以及反馈电路,其通过从电流源供应的驱动电流进行操作。

[0006] 参照附图阅读示例性实施例的以下描述,本发明的进一步特征将变得清楚。

附图说明

[0007] 图1是根据第一实施例的固态成像设备的框图。

[0008] 图2是根据第一实施例的像素的等效电路图。

[0009] 图3是根据第二实施例的像素的等效电路图。

[0010] 图4是根据第二实施例的像素的平面图。

[0011] 图5是根据第三实施例的像素的等效电路图。

[0012] 图6是根据第四实施例的像素的等效电路图。

[0013] 图7是根据第五实施例的像素的等效电路图。

[0014] 图8是根据第六实施例的成像系统的框图。

[0015] 图9A和9B是根据第七实施例的车载相机的成像系统的框图。

具体实施方式

[0016] 日本专利申请公开No. 2008-42814中公开的反馈电路不仅向放大晶体管供应电流,而且向恒流电路供应电路。因此,存在成像设备的消耗电流增大的问题。

[0017] 下面描述的技术涉及减小成像设备的消耗电流的技术。

[0018] 下面将描述本发明的实施例。根据第一实施例至第五实施例的固态成像设备均具有多个像素和晶体管,其中每个像素均具有光电转换单元和放大晶体管,晶体管具有与放大器晶体管相同的极性。放大晶体管具有第一输入节点、第一主节点和第二主节点,并且具有与放大晶体管相同的极性的晶体管具有第二输入节点、第三主节点和第四主节点。所述多个像素中的每个像素的放大晶体管的第一输入节点电连接到信号线,并且该信号线电连接到电流源。所述晶体管可以是针对每条信号线或每个像素提供的。电源电压被供应给第三主节点,第四主节点和第二主节点彼此电连接,并且放大晶体管的第一主节点和晶体管的第二输入节点彼此电连接。因此,晶体管把根据放大晶体管的第一主节点的电压的电压供应给放大晶体管的第二主节点,并且通过驱动电流进行操作,其中放大晶体管通过该驱动电流作为源极跟随器进行操作。

[0019] 放大晶体管的输入节点的电压和第二主节点的电压以恒定的电压差变化。放大晶体管的输入节点和第二主节点之间的电容可以基本上被消除或者显著减小,并且沟道长度调制效应可以被抑制。这可以增大输出增益,并且提高信噪比。此外,因为用于反馈的晶体管仅通过放大晶体管的驱动电流进行操作,所以可以在抑制消耗电流的增大的同时增大信噪比。

[0020] 现在将根据附图来详细描述本发明的优选实施例。本发明不限于下面描述的实施例。例如,以下任一个实施例的一部分的构造可以被添加到另一个实施例,或者被替换为另一个实施例的一部分的构造。

[0021] 第一实施例

[0022] 图1是根据本实施例的固态成像设备的框图。该固态成像设备是例如互补金属氧化物半导体(CMOS)图像传感器,并且具有像素区域1、垂直扫描电路2、列电路3、水平扫描电路4、输出电路5、控制电路6、列信号线11和电流源13。

[0023] 像素区域1具有按矩阵对齐的多个像素10,并且每个像素10具有光电转换单元,该光电转换单元基于入射光产生并累积信号电荷。注意,在本说明书中,如本文所使用的行方向指示图中的水平方向,如本文所使用的列方向指示图中的垂直方向。在像素10上,可以布置微透镜和滤色器。滤色器是例如红色、蓝色和绿色的原色滤色器,并且根据Bayer布置被提供给各个像素10。像素10中的一些作为光学黑像素(OB像素)被遮光。所述多个像素10包括输出用于焦点检测的像素信号的焦点检测像素,并且还具有输出用于产生图像的像素信号的多个成像像素。每条列信号线11设在像素10的每列上,并且每个电流源13电连接到列信号线11。虽然在本实施例中每个反馈电路15是针对每条列信号线11提供的,但是每个反馈电路15可以是针对每个像素组提供的,其中每个像素组包括多个像素10。反馈电路15经由电压供应线105将根据列信号线11上的信号电压的电压供应给每列上的多个像素10。

[0024] 垂直扫描电路2由移位电阻器(shift resistor)、门电路、缓冲电路等形成,并且基于垂直同步信号、水平同步信号、时钟信号等选择性地将驱动脉冲输出到行。驱动脉冲可以顺序地或选择性地在每行上供应。列电路3具有用于各条列信号线11的信号处理电路30。信号处理电路30具有差分放大器电路和采样保持电路,并且放大从像素10输出的像素信号并暂时将该像素信号保持到列信号线11。信号处理电路30可以通过计算像素重置信号和像素光信号之间的差异来执行相关双采样。

[0025] 水平扫描电路4具有移位电阻器,并且顺序地读出在信号处理电路30中保持的像素信号。输出电路5可以具有差分放大器电路、缓冲电路和箝位电路,并且将从水平扫描电路4读出的像素信号输出到固态成像设备的外部。这样的构造允许经由光学系统照在像素区域1上的入射光输出二维图像电信号。注意,可以向输出电路5提供模数转换器电路以输出数字图像信号。可替代地,可以在列电路上提供模数转换器电路。控制电路6充当基于时钟或同步信号等来产生各种控制信号和驱动信号的定时生成器。

[0026] 图2是根据本实施例的像素10的等效电路图。像素10包括光电转换单元PD、传送晶体管M1、浮置扩散区FD、重置晶体管M2、放大晶体管M3和选择晶体管M4。在以下描述中,例示了其中像素10的每个晶体管是N沟道MOS晶体管的例子。光电转换单元PD由例如光电二极管形成,并且执行入射光的光电转换和电荷的累积。注意,光电转换单元PD可以不是光电二极管,而是其他光电材料。此外,当形成隐埋光电二极管(buried photodiode)时,可以降低暗电流噪声。向光电转换单元PD提供微透镜,并且通过该微透镜会聚的光进入光电转换单元FD。

[0027] 传送晶体管M1被提供给对应的光电转换单元PD,并且驱动脉冲PTX从垂直扫描电路2施加于其栅极。一旦驱动脉冲PTX变为高电平,传送晶体管M1就导通(传导状态),光电转换单元PD中累积的信号电荷就被传送到在放大晶体管M3的栅极(第一输入节点)处形成的浮置扩散区FD。此外,当驱动脉冲PTX变为低电平时,传送晶体管M1截止(非传导状态)。传送晶体管M1的导通和截止使得光电转换单元PD的信号电荷能够被传送到浮置扩散区FD。浮置扩散区FD将信号电荷转换为信号电压,并且放大晶体管M3经由选择晶体管M4将根据栅极电压的信号电压从源极(第一主节点)输出到列信号线11。

[0028] 重置晶体管M2的源极连接到浮置扩散区FD,并且驱动脉冲PRES从垂直扫描电路2施加于栅极。一旦驱动脉冲PRES变为高电平,重置晶体管M2就导通,并且重置电压VRES被供应给浮置扩散区FD。选择晶体管M4设在放大晶体管M3和列信号线11之间,并且驱动脉冲PSEL从垂直扫描电路2施加于选择晶体管M4的栅极。一旦驱动脉冲PSEL变为高电平,放大晶体管M3和列信号线11就彼此电传导。电流源13电连接到列信号线11。电流源13由MOS晶体管形成,其漏极电连接到列信号线11,其源极电连接到接地布线。预定电位被施加于电流源13的栅极,并且电流源13经由列信号线11向放大晶体管M3的源极供应恒定的偏置电流。

[0029] 在本实施例中,反馈电路15是针对每条列信号线11提供的,并且向放大晶体管M3的漏极(第二主节点)供应根据从放大晶体管M3输出的信号电压而变化的电压。反馈电路15由作为例子的N沟道MOS反馈晶体管15a形成,并且反馈晶体管15a的极性可以是与放大晶体管M3的极性相同的极性。在反馈晶体管15a中,栅极(第二输入节点)连接到列信号线11,漏极(第三主节点)连接到电源电压VDD的电源布线,并且源极(第四主节点)经由电压供应线105连接到放大晶体管M3的漏极。这样,反馈晶体管15a串联地连接在电源布线和放大晶体

管M3的漏极之间。当选择晶体管M4处于导通状态时,驱动电流从电流源13供应给放大晶体管M3,并且反馈晶体管15a仅通过供应给放大晶体管M3的驱动电流而作为源极跟随器操作。如本文所使用的表达“仅通过驱动电流”要从实质的意义上来理解,而非意图排除在半导体设计中不可避免的电流成分,诸如泄漏电流。

[0030] 在该例子中,当反馈晶体管15a的阈值电压为 V_{th1} 时,反馈晶体管15a的源极电压(即,放大晶体管M3的漏极电压 V_D)比列信号线11的信号电压低电压 ΔV_1 和阈值电压 V_{th1} 之和。因此,漏极电压 V_D 用方程1表示,其中,电压 V_0 是列信号线11的信号电压,电压 ΔV_1 是由从电流源13供应的电流值和反馈晶体管15a的电导确定的电压。

[0031] $V_D = V_0 - V_{th1} - \Delta V_1$ (方程1)

[0032] 另一方面,当放大晶体管M3作为源极跟随器操作时,放大晶体管M3的栅极电压 V_G 和漏极电压 V_D 以恒定的差电压变化。因此,放大晶体管M3的栅极和漏极之间的电容变成基本上为零或明显低的值。此外,因为不管信号电压的电平如何,放大晶体管M3的源极和漏极之间的电压都是恒定的,所以沟道长度调制效应得到抑制,并且源极跟随器的输出增益可以增大。

[0033] 此外,为了使放大晶体管M3作为源极跟随器操作,需要满足以下方程2,其中,放大晶体管M3的阈值电压被表示为 V_{th2} ,其漏极电压被表示为 V_D ,其栅极电压被表示为 V_G 。

[0034] $V_D \geq V_G - V_{th2}$ (方程2)

[0035] 此外,列信号线11的信号电压 V_0 用以下方程3表达。

[0036] $V_0 = V_G - V_{th2} - \Delta V_2$ (方程3)

[0037] 在方程3中,值 ΔV_2 是由从电流源13供应的电流值、放大晶体管M3的电导和选择晶体管M4的导通电阻确定的电压。以下方程4是从方程1和方程3导出的。

[0038] $V_D = V_G - V_{th2} - \Delta V_2 - V_{th1} - \Delta V_1$ (方程4)

[0039] 因此,通过用与源极跟随器操作条件相关的方程2替换方程4而导出以下方程5。

[0040] $V_G - V_{th2} - \Delta V_1 - V_{th1} - \Delta V_1 \geq V_G - V_{th2}$ (方程5)

[0041] 对方程5进行简化以导出以下方程6。

[0042] $-\Delta V_2 - \Delta V_1 \geq V_{th1}$ (方程6)

[0043] 因为 ΔV_1 和 ΔV_2 这二者都是正值,所以阈值电压 V_{th1} 是负值。为了使放大晶体管M3作为源极跟随器操作,优选的是,反馈晶体管15a是抑制型的,并且具有满足方程6的阈值电压 V_{th1} 。

[0044] 因为电压 V_0 是反馈晶体管15a的栅极电压,所以优选的是满足以下方程7以使得反馈晶体管15a能够作为源极跟随器操作。

[0045] $V_{DD} \geq V_0 - V_{th1}$ (方程7)

[0046] 从方程7和方程3导出方程8。

[0047] $V_{DD} \geq V_G - V_{th2} - \Delta V_2 - V_{th1}$ (方程8)

[0048] 方程8进一步用方程9表达。

[0049] $V_G \leq V_{DD} + V_{th2} + V_{th1} + \Delta V_2$ (方程9)

[0050] 放大晶体管M3的栅极电压 V_G 被重置为重置电压 V_{RES} ,因此方程9用方程10表达。

[0051] $V_{RES} \leq V_{DD} + V_{th2} + V_{th1} + \Delta V_2$ (方程10)

[0052] 如上面所讨论的,当满足方程6和方程10时,放大晶体管M3作为源极跟随器操作。

注意,对于阈值电压 V_{th1} 和 V_{th2} 的一些值,优选的是,在方程10中重置电压 V_{RES} 被设置为低于电源电压 V_{DD} 。

[0053] 将描述如上所述那样构造的固态成像设备的总体操作。垂直扫描电路2使驱动脉冲 $PRES$ 变为高电平以重置浮置扩散区 FD 的电荷。垂直扫描电路2使驱动脉冲 $PRES$ 变为低电平以结束重置操作。像素10的在重置状态下的信号电压被输出到列信号线11,并且被保持在信号处理电路30的电容器中。接着,垂直扫描电路2使驱动脉冲 PTX 变为高电平、然后变为低电平,以将光电转换单元 PD 中累积的信号电荷传送到浮置扩散区 FD 。浮置扩散区 FD 的电位根据电荷量而降低预定电压。基于浮置扩散区 FD 的信号电荷的信号电压从放大晶体管 $M3$ 被输出到列信号线11。列信号线11上的信号电压被输入到反馈晶体管15a的栅极,反馈晶体管15a的源极电位根据该信号电压而降低预定电位。如上所述,当放大晶体管 $M3$ 作为源极跟随器操作时,放大晶体管 $M3$ 的栅极电压和漏极电压以恒定的电压差变化。光电转换时的信号电压从放大晶体管 $M3$ 的源极被输出到列信号线11,并且被保持在信号处理电路30的电容器中。信号处理电路30的比较器电路输出重置信息中的信号电压和光电转换时的信号电压的差分信号,从而可以获得已经从中移除噪声成分的信号。

[0054] 如上所述,根据本实施例,反馈电路15将根据放大晶体管 $M3$ 的信号电压变化的电压供应给放大晶体管 $M3$ 的漏极。因此可以基本上消除或显著减小放大晶体管 $M3$ 的栅极和漏极之间的电容并且抑制沟道长度调制效应。这可以增大输出增益,并且提高信噪比。此外,因为反馈电路15仅通过放大晶体管 $M3$ 的驱动电流进行操作,所以可以在消耗电流不增大的情况下增大信噪比。

[0055] 第二实施例

[0056] 接着,将主要针对与第一实施例的构造不同的构造来描述根据本发明的第二实施例的固态成像设备。图3是根据本实施例的像素10的等效电路图。在本实施例中,反馈电路15是针对每个像素10提供的。在像素10中,为对应的单个放大晶体管 $M3$ 提供单个反馈晶体管15a,并且反馈晶体管15a的源极经由电压供应线105仅连接到放大晶体管 $M3$ 的漏极。反馈晶体管15a的栅极经由布线103连接到放大晶体管 $M3$ 的源极。

[0057] 同样在本实施例中,反馈晶体管15a将根据从放大晶体管 $M3$ 的源极输出的信号电压变化的电压供应到放大晶体管 $M3$ 的漏极。由此,可以基本上消除或显著减小放大晶体管 $M3$ 的栅极和漏极之间的电容并且增大信噪比。此外,因为反馈电路15a仅通过放大晶体管 $M3$ 的驱动电流进行操作,所以消耗电流的增大可以被抑制。

[0058] 此外,在本实施例中,反馈晶体管15a是针对每个像素10提供的,并且单个放大晶体管 $M3$ 的漏极连接到来自反馈晶体管15a的电压供应线105。因此,与第一实施例相比,电压供应线105中的电容可以减小,并且反馈的延迟时间可以显著降低。

[0059] 此外,在本实施例中,反馈信号电压不是列信号线11的信号电压,而是放大晶体管 $M3$ 的源极的信号电压。因此,在上述方程6($-\Delta V_2 - \Delta V_1 \geq V_{th1}$)中, ΔV_2 的值由于选择晶体管 $M4$ 的导通电阻而比第一实施例中的 ΔV_2 的值小一个电压降。因此,与第一实施例相比,反馈晶体管15a的阈值电压 V_{th1} 需要满足的条件放宽,这可以提高设计的灵活性。

[0060] 图4是根据本实施例的像素的平面图。在图4中,与图3中的电路元件对应的组件用相同的编号标记。薄栅极氧化膜被形成在有源区110和120上,并且被厚氧化膜覆盖的元件隔离区被形成在除有源区110和120之外的区域中。

[0061] 传送晶体管M1的源极区被形成在有源区120中,该源极区形成保持从光电转换单元PD传送的信号电荷的浮置扩散区FD。浮置扩散区FD经由接触孔C2连接到布线102的一端。布线102的另一端经由接触孔C3连接到放大晶体管M3的栅电极M3g。

[0062] 在有源区110中,放大晶体管M3的栅电极M3g经由绝缘层形成在区域110b和区域110c之间的沟道区上。区域110c既用作放大晶体管M3的源极区,又用作选择晶体管M4的漏极区。选择晶体管M4的栅电极M4g经由绝缘层形成在区域110c和区域110d之间的沟道区上。栅电极M4g经由接触孔C6连接到驱动布线104。区域110d形成选择晶体管M4的源极区,并且连接到列信号线11(未例示)。此外,在有源区110中,反馈晶体管15a的栅电极15g经由绝缘层形成在区域110a和区域110b之间的沟道区上。栅电极15g经由接触孔C4连接到布线103。布线103进一步经由接触孔C5连接到区域110c,即,放大晶体管M3的源极区和选择晶体管M4的漏极区。区域110a形成反馈晶体管15a的漏极区,并且经由接触孔C1连接到电源布线110。区域110b既用作反馈晶体管15a的源极区,又用作放大晶体管M3的漏极区。

[0063] 在图4中,布线(第一布线)103与放大晶体管M3的栅电极M3g相交,并且邻近布线(第二布线)102和浮置扩散区FD。然而,布线103、栅电极M3g、布线102和浮置扩散区FD之间的电容被基本上消除或显著减小,因为布线103是放大晶体管M3的输出。此外,在平面图中布线103的至少一部分位于布线102和驱动布线(第三布线)104之间,从而驱动布线104和布线102之间的电容通过电屏蔽效应而减小。在传送晶体管M1的驱动布线和重置晶体管M2的驱动布线上,相对于布线102的电容可以以与选择晶体管M4的驱动布线104相同的方式减小。此外,尽管没有例示,但是连接到布线103的上层中的布线可以被布置为覆盖浮置扩散区FD和布线102的大部分。这可以通过电屏蔽效应来减小浮置扩散区FD、布线102、栅电极M3g和其驱动布线、电源布线101等之间的电容。

[0064] 如上所述,根据本实施例,可以在抑制消耗电流增大的同时提高信噪比。此外,因为反馈电路15是在像素10的基础上提供的,所以电压供应线105上的电容可以减小,并且反馈的延迟时间与第一实施例相比可以显著降低。

[0065] 第三实施例

[0066] 接着,将主要针对与第二实施例的构造不同的构造来描述根据本发明的第三实施例的固态成像设备。图5是根据本实施例的像素10的等效电路图。在本实施例中,像素10没有传送晶体管M1,并且光电转换单元PD的N电极形成浮置扩散区FD。在具有这种构造的像素10中,不同于第一实施例和第二实施例,通过使用相关双采样的噪声消除不能被执行。在这种情况下,可以提供将放大晶体管M3的信号电压反馈给重置电压VRES的电路。

[0067] 同样在本实施例中,使用了仅通过用于使放大晶体管M3作为源极跟随器操作的驱动电流进行操作的反馈电路15,可以在抑制消耗电流增大的同时提高信噪比。

[0068] 第四实施例

[0069] 接着,将主要针对与第一实施例的构造不同的构造来描述根据本发明的第四实施例的固态成像设备。图6是根据本实施例的像素10的等效电路图。像素10包括光电转换单元PDA和PDB、传送晶体管M1A和M1B、浮置扩散区FD、重置晶体管M2、放大晶体管M3和选择晶体管M4。光电转换单元PDA和PDB均由例如光电二极管形成,并且执行入射光的光电转换和电荷的累积。光电转换单元PDA和PDB设有共用的微透镜,由该微透镜会聚的光进入光电转换单元PDA和PDB。这样,光电转换单元被光瞳划分为PDA和PDB。注意,形成像素10的光电转换

单元的数量不限于两个,而是可以多于两个。

[0070] 传送晶体管M1A和M1B分别被提供给光电转换单元PDA和PDB,并且驱动脉冲PTXA和PTXB被施加于相应的栅极。一旦驱动脉冲PTXA和PTXB变为高电平,传送晶体管M1A和M1B就导通(传导状态),并且光电转换单元PD的信号被传送到浮置扩散区FD,浮置扩散区FD是放大晶体管M3的输入节点。此外,当驱动脉冲PTXA和PTXB变为低电平时,传送晶体管M1A和M1B截止(非传导状态)。传送晶体管M1A和M1B的同时的导通和截止使得光电转换单元PDA和PDB的信号电荷能够被传送到浮置扩散区FD。放大晶体管M3从其源极输出根据在浮置扩散区FD中相加的信号电荷的信号电压。此外,驱动脉冲PTXA开启或关闭,光电转换单元PDA的信号电荷被传送到浮置扩散区FD,放大晶体管M3从其源极输出根据信号电荷的信号电压。根据上述构造,可以获得(A+B)信号和光电转换单元PDA的A信号,在(A+B)信号中,光电转换单元PDA和PDB的各自的信号电荷被相加。(A+B)信号用作图像信号。光电转换单元PDB的B信号可以通过从(A+B)信号减去A信号来计算。注意,代替减法,来自光电转换单元PDB的信号电荷可以被独立地读出。A信号和B信号用作作用于相位差检测的焦点检测信号。

[0071] 反馈电路15是以与第一实施例相同的方式针对每条列信号线11提供的,并且经由电压供应线105将根据从放大晶体管M3输出的信号电压变化的电压供应到放大晶体管M3的漏极。此外,反馈晶体管15a串联地连接在电源电压VDD的电源布线和放大晶体管M3的漏极之间,并且仅通过供应给放大晶体管M3的驱动电流而作为源极跟随器操作。

[0072] 同样在本实施例中,可以基本上消除或显著减小光瞳划分的像素10中的浮置扩散区FD的电容并且增大信号增益。此外,因为反馈电路仅通过放大晶体管的驱动电流进行操作,所以可以在抑制消耗电流增大的同时下提高信噪比。

[0073] 第五实施例

[0074] 接着,将主要针对与第四实施例的构造不同的构造来描述根据本发明的第五实施例的固态成像设备。图7是根据本实施例的像素10的等效电路图。反馈电路15是在像素10的基础上提供的。在像素10中,单个反馈晶体管15a被提供给对应的单个放大晶体管M3,并且反馈晶体管15a的源极经由电压供应线105仅连接到放大晶体管M3的漏极。同样在本实施例中,可以基本上消除或显著减小光瞳划分的像素10中的浮置扩散区FD的电容并且增大信号电压的输出增益。此外,因为反馈电路仅通过放大晶体管的驱动电流进行操作,所以可以在抑制消耗电流增大的同时下提高信噪比。

[0075] 第六实施例

[0076] 根据上述实施例的固态成像设备可以被应用于各种成像系统。这样的成像系统可以是数字静态相机、数字摄影机、摄像头、复印机、传真机、移动电话、车载相机、观测卫星、监控相机等。图8例示了作为成像系统的例子的数字静态相机的框图。

[0077] 图8中所示的成像系统包括屏障206、透镜202、光圈204、成像设备207、信号处理单元208、定时生成单元220、总体控制/操作单元218、存储器单元210、存储介质控制I/F单元216、存储介质214和外部I/F单元212。屏障206保护透镜202,透镜202捕捉被摄体在成像设备207上的光学图像。光圈204改变已经通过透镜202的光的量。成像设备207包括上述实施例的固态成像设备中的任一个,并且将透镜202捕捉的光学图像转换为图像数据。在该例子中,模数(AD)转换单元被形成在成像设备207的半导体基板上。信号处理单元208对从成像设备207输出的捕捉数据执行各种校正或数据压缩。定时生成单元220将各种定时信号输出

到成像设备207和信号处理单元208。总体控制/操作单元218控制整个数字静态相机,并且存储器单元210暂时存储图像数据。存储介质控制I/F单元216是用于将图像数据存储到存储介质214或者从存储介质214读出图像数据的接口,并且存储介质214是用于存储或读出捕捉数据的可移除存储介质,诸如半导体存储器等。外部I/F单元212是用于与外部计算机等通信的接口。定时信号等可以从成像系统的外部输入,并且成像系统可以至少具有成像设备207和对从成像设备207输出的捕捉信号进行处理的信号处理单元208。

[0078] 在本实施例中,已经描述了在不同的半导体基板上提供成像设备207和AD转换单元的构造。然而,成像设备207和AD转换单元可以被形成在同一个半导体基板上。此外,成像设备207和信号处理单元208可以被形成在同一个半导体基板上。

[0079] 此外,每个像素可以具有第一光电转换单元和第二光电转换单元。信号处理单元208可以被配置为对基于由第一光电转换单元产生的电荷的像素信号和基于由第二光电转换单元产生的电荷的像素信号进行处理并且获取关于从成像设备207到被摄体的距离的距离信息。

[0080] 第七实施例

[0081] 图9A和9B例示了根据本发明的第七实施例的与车载相机相关的成像系统的例子。成像系统300具有上述任一个实施例的成像设备310。成像系统300具有图像处理单元312和视差获取单元314,图像处理单元312对成像设备310获取的多个图像数据执行图像处理,视差获取单元314根据成像系统300获取的多个图像数据计算视差(视差图像的相位差)。此外,成像系统300具有距离获取单元316和碰撞确定单元318,距离获取单元316基于所计算的视差来计算到物体的距离,碰撞确定单元318基于所计算的距离来确定是否存在碰撞可能性。这里,视差获取单元314和距离获取单元316是获取关于到物体的距离的距离信息的距离信息获取单元的例子。也就是说,距离信息是关于视差、散焦量或到物体的距离等的信息。碰撞确定单元318可以使用距离信息中的任何一种来确定碰撞可能性。距离信息获取单元可以用专门设计的硬件实现,或者可以用软件模块实现。此外,距离信息获取单元可以用现场可编程门阵列(FPGA)或专用集成电路(ASIC)实现,或者可以用它们的组合实现。

[0082] 成像系统300连接到车辆信息获取设备320,并且可以获取车辆信息,诸如车辆速度、偏航率、转向角度等。此外,成像系统300与控制ECU 330连接,控制ECU 330是基于碰撞确定单元318的确定结果来输出用于使车辆产生制动力的控制信号的控制设备。此外,成像系统300与警告设备340连接,警告设备340基于碰撞确定单元318的确定结果来向驾驶者发出警告。例如,当作为碰撞确定单元318的确定结果为碰撞概率高时,控制ECU 330通过应用刹车、推回加速器、抑制引擎功率等执行车辆控制以避免碰撞或减小损坏。警告设备340通过发出警告(诸如声音)、在汽车导航系统等的显示器上显示警告信息、向座位安全带或方向盘提供振动等来警告用户。成像系统300用作如上所述那样控制车辆的的操作的控制单元。

[0083] 在本实施例中,通过使用成像系统300捕捉车辆周围的区域(例如,前面的区域或后面的区域)。图9B例示了捕捉车辆的前面的区域(捕捉区域350)的情况下的成像系统。作为成像控制单元的车辆信息获取设备320向成像系统300或成像设备310发送指令以执行上面的第一实施例至第六实施例中描述的操作。因为成像设备310的操作与第一实施例至第六实施例中的成像设备的操作是相同的,所以其描述在这里被省略。这样的构造可以进一步改进测距精度。

[0084] 尽管已经在以上描述中例示了用于避免对于另一车辆的碰撞的例子,但是实施例适用于跟随另一车辆的自动驾驶控制、不离开行车道的自动驾驶控制等。此外,成像系统不限于诸如对象车辆的车辆,并且可以被应用于诸如例如船、飞机或工业机器人之类的移动单元(移动装置)。另外,成像系统可以被广泛地应用于利用物体识别的设备,诸如智能运输系统(ITS),而限于移动单元。

[0085] 其他实施例

[0086] 本发明不限于上述实施例,各种修改是可能的。例如,本发明的实施例包括任一个实施例的一部分的构造被添加到另一个实施例的例子或者任一个实施例的一部分的构造被替换为另一个实施例的一部分的构造的例子。

[0087] 虽然已经在上述实施例中描述了单个像素具有单个放大晶体管的构造,但是本发明不限于这些构造。例如,当单个像素具有分别提供给多个光电转换单元的多个放大晶体管时,可以在放大晶体管的基础上提供反馈晶体管。

[0088] 虽然在以上实施例中已经考虑和描述了每个晶体管由N型晶体管形成的情况,但是每个晶体管可以由P型晶体管形成。在这种情况下,上述每个驱动信号的电平将是相反的。

[0089] 注意,上述每个实施例仅例示了所实施的实现本发明的例子,并且本发明的技术范围不由这些实施例解释。也就是说,在不脱离本发明的技术构思或其主要特征的情况下,本发明可以以各种形式实现。

[0090] 本发明的益处

[0091] 根据本发明,可以在抑制消耗电流增大的同时提高信噪比。

[0092] 虽然已经参照示例性实施例描述了本发明,但是要理解本发明不限于所公开的示例性实施例。所附权利要求的范围应被赋予最宽泛的解释以便包含所有这样的修改以及等同的结构和功能。

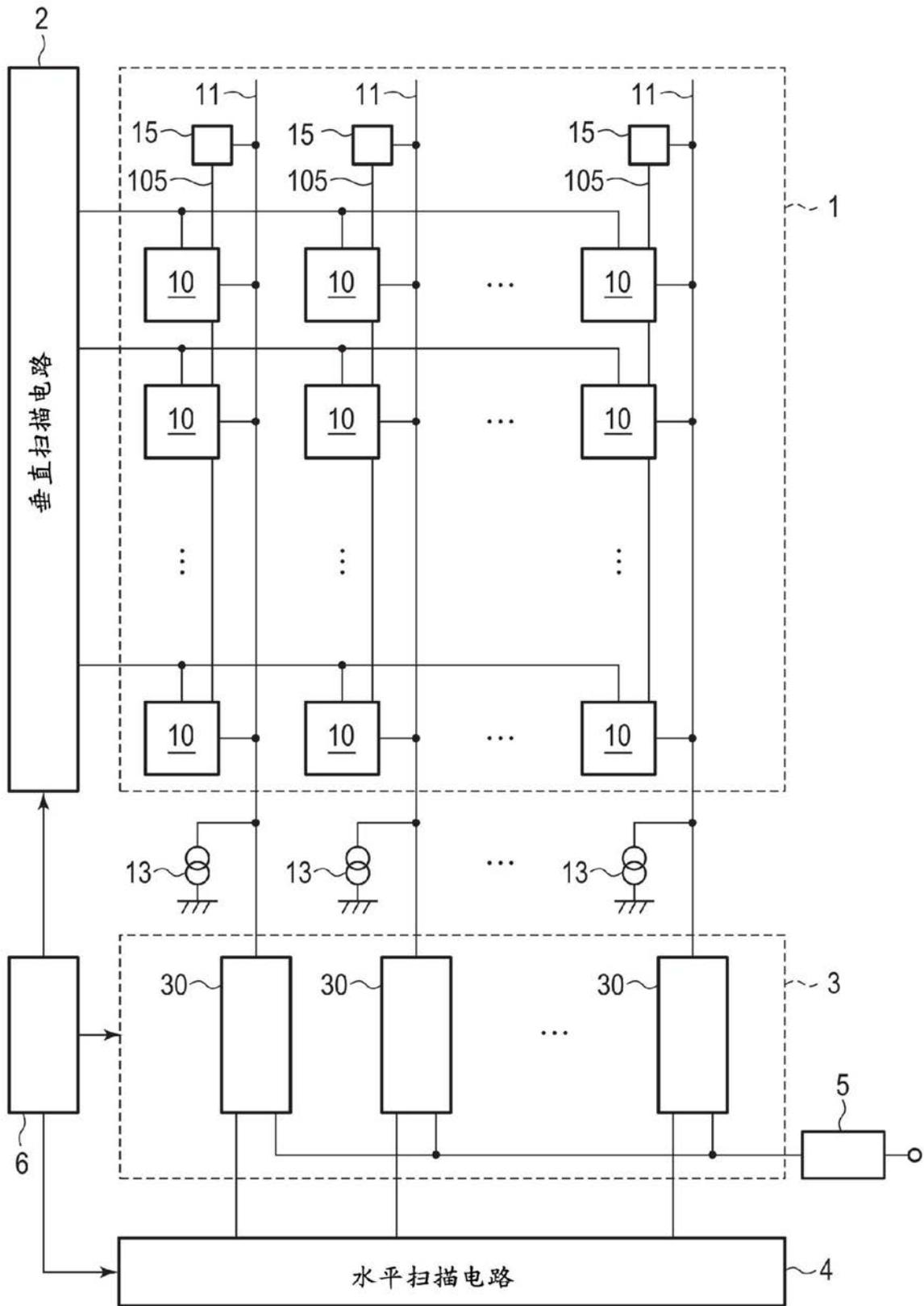


图1

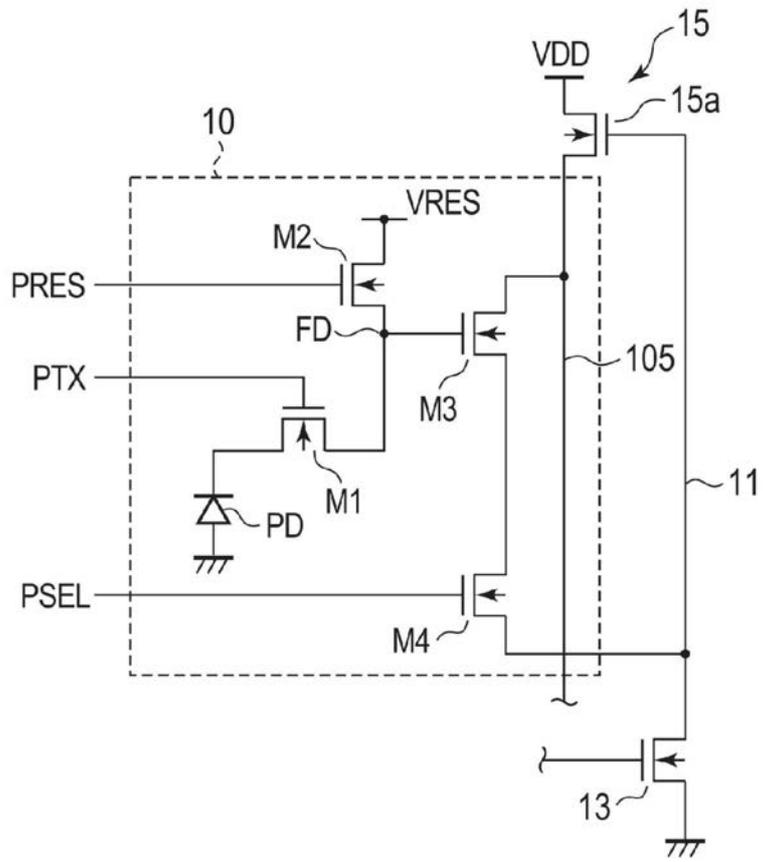


图2

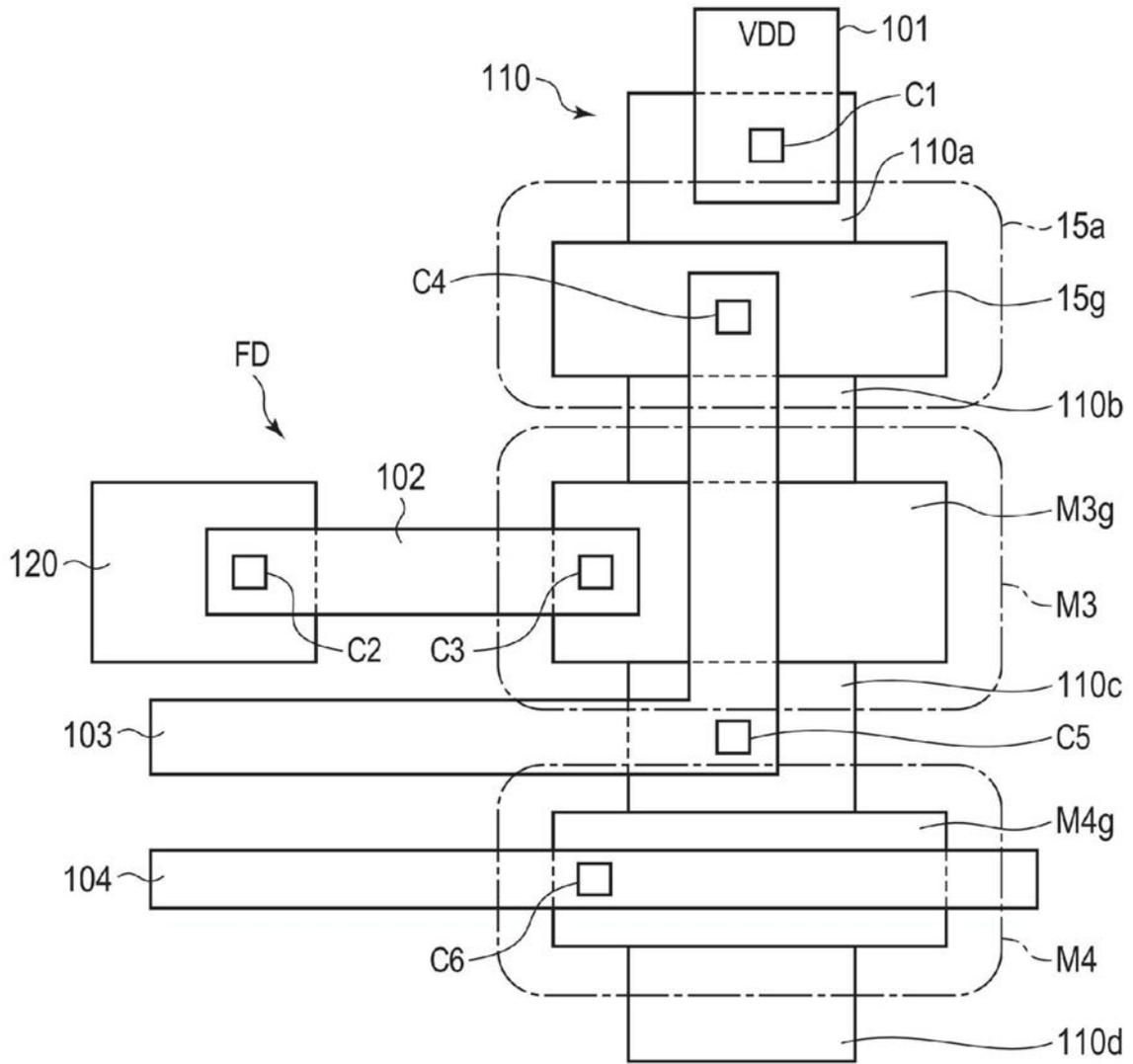


图4

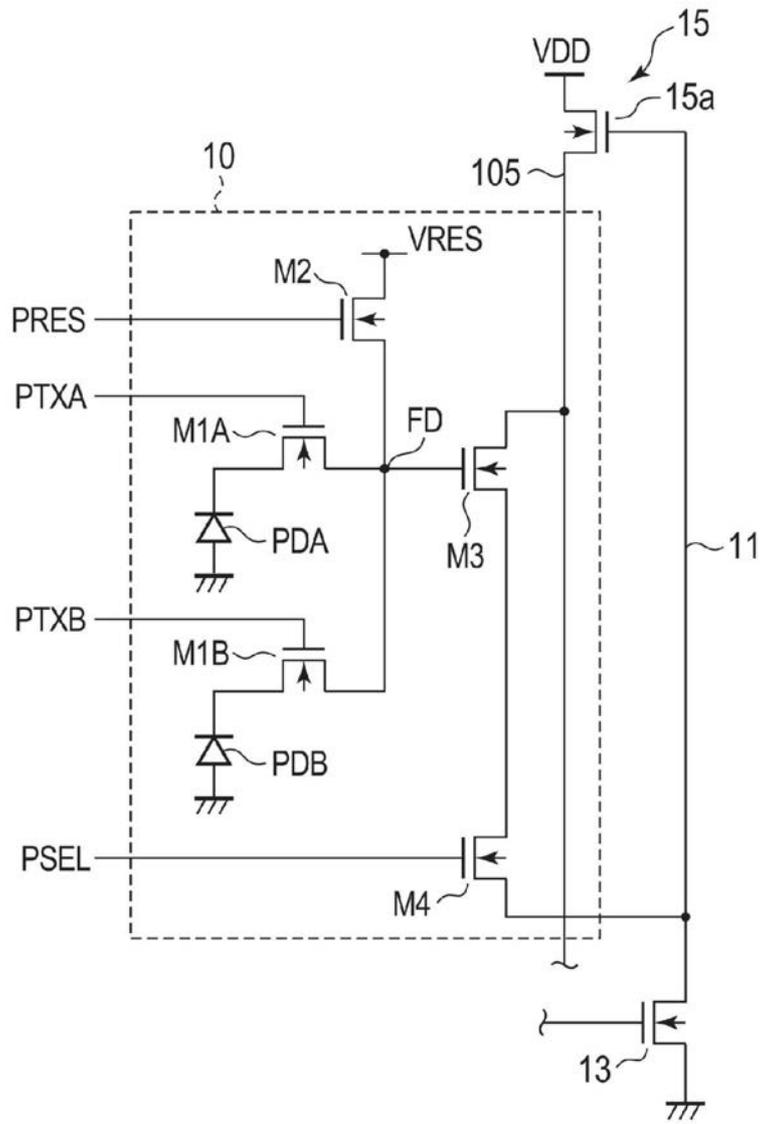


图6

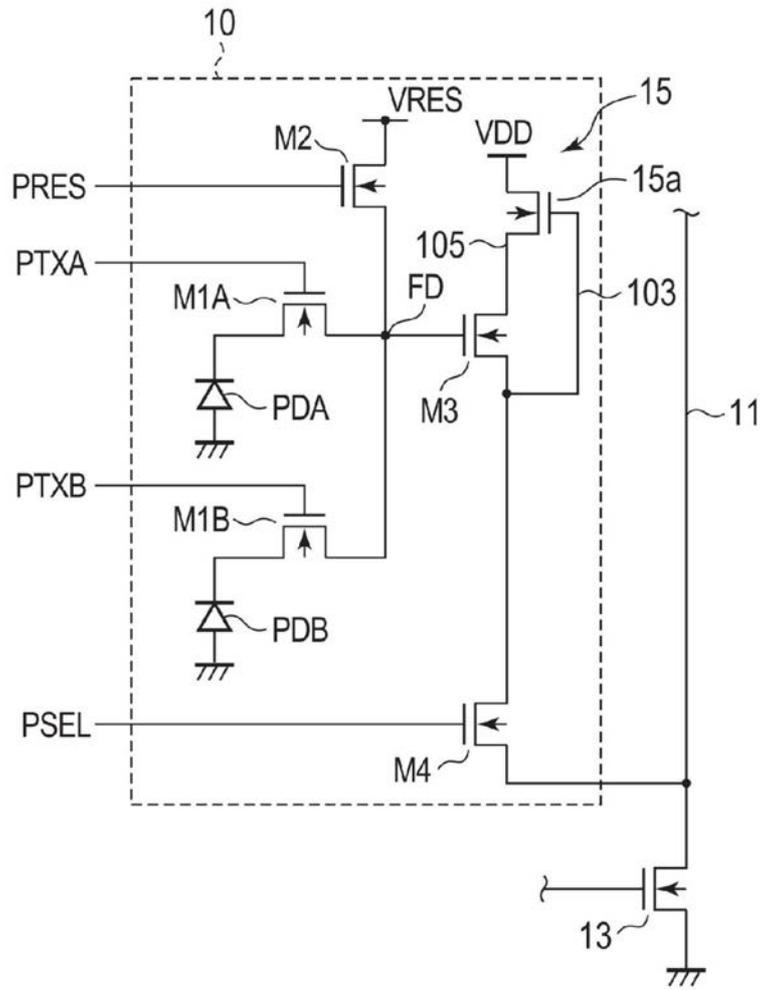


图7

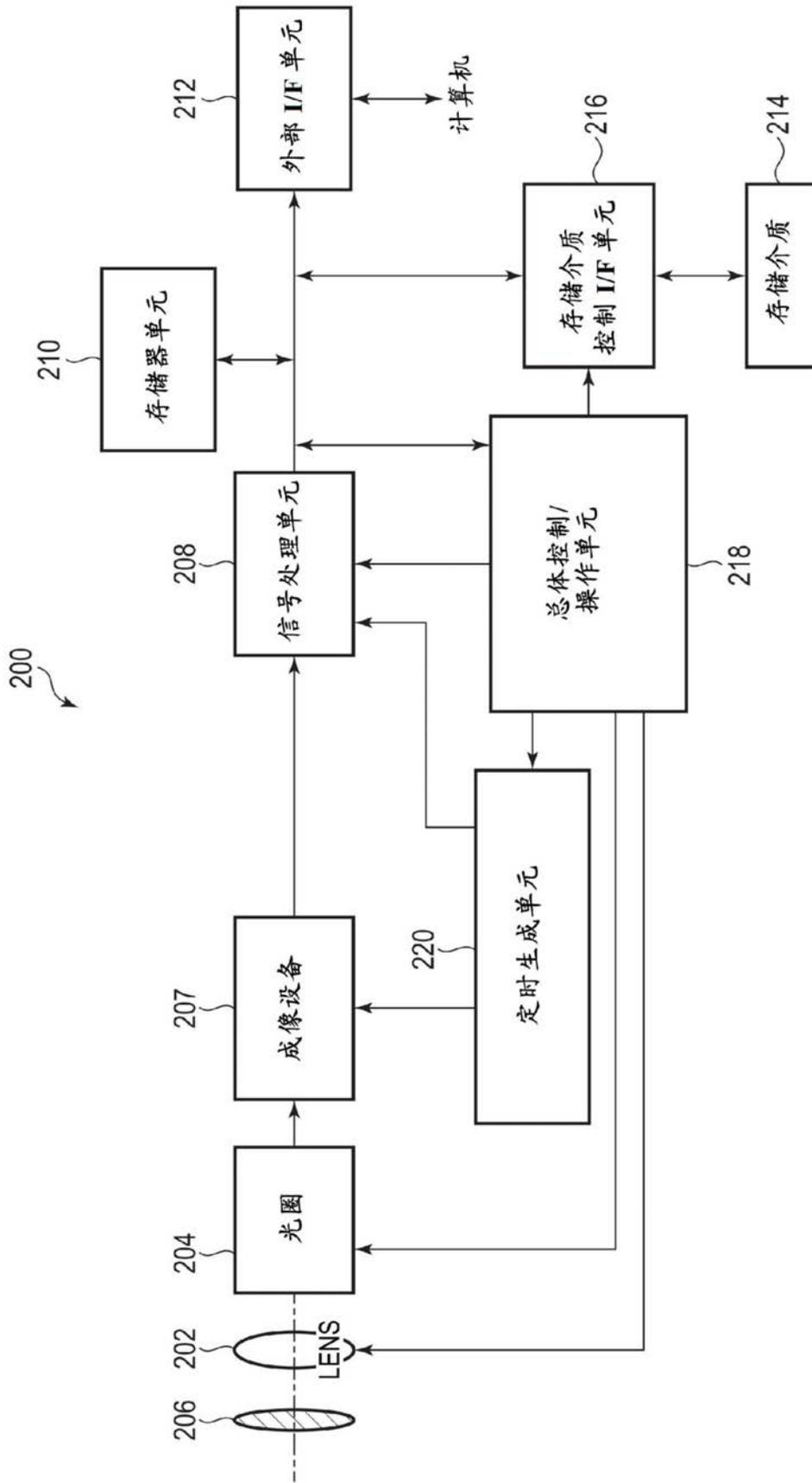


图8

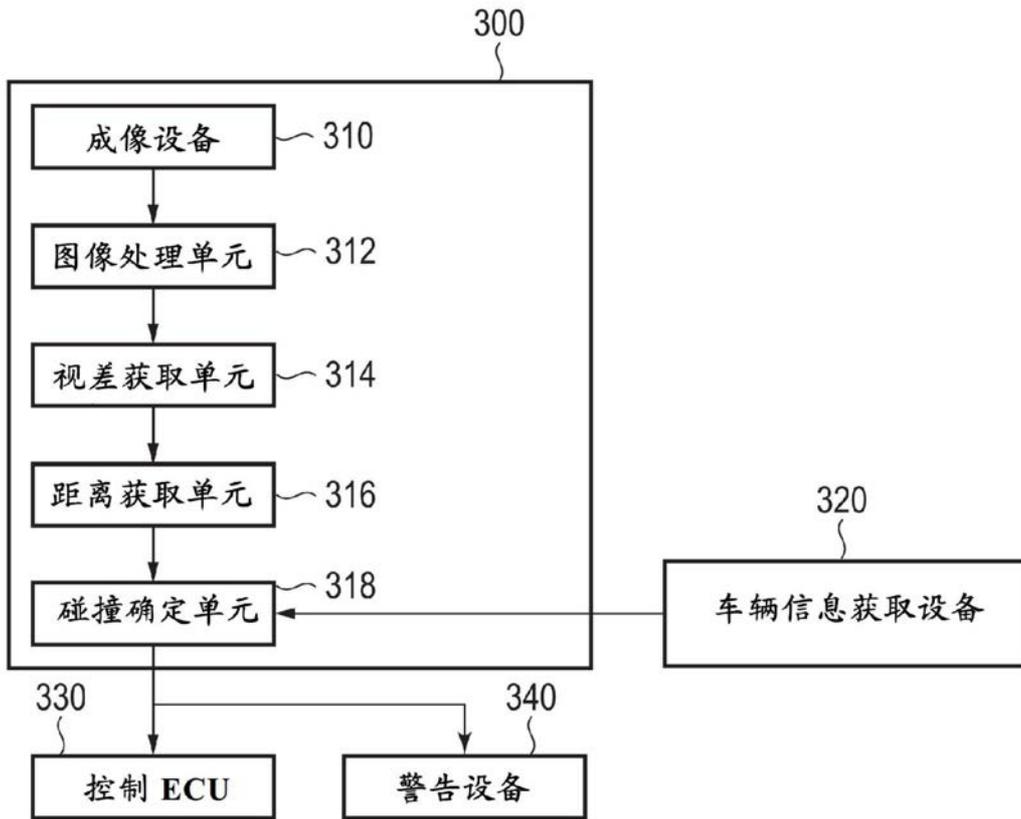


图9A

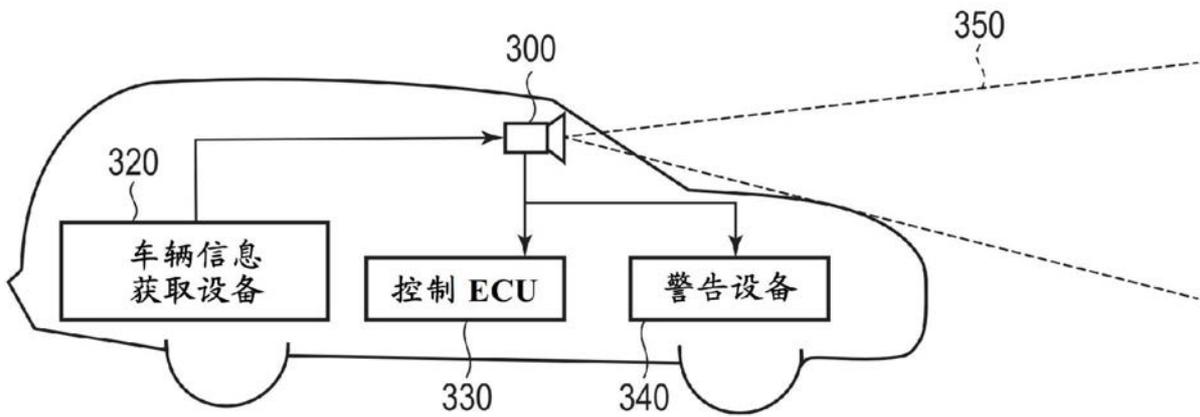


图9B