

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02143222.8

H01L 27/14 (2006.01)

H04N 5/225 (2006.01)

H04N 5/335 (2006.01)

[45] 授权公告日 2007 年 12 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 100353557C

[22] 申请日 2002.9.20 [21] 申请号 02143222.8

[30] 优先权

[32] 2001. 9. 21 [33] JP [31] 2001 - 288255

[32] 2002. 7. 24 [33] JP [31] 2002 - 215040

[73] 专利权人 ENG 株式会社

地址 日本福冈县

[72] 发明人 有馬裕

[56] 参考文献

US6097022A 2000. 8. 1

CN1213248A 1999. 4. 7

JP2000 - 340779A 2000. 12. 8

CN1217618A 1999. 5. 26

审查员 赵 端

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 张 鑫

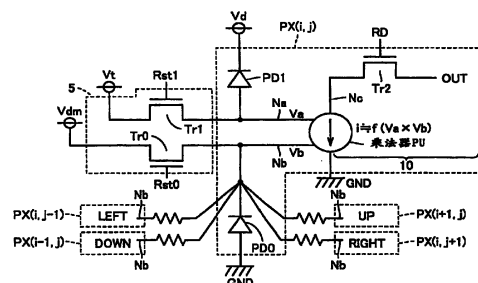
权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 16 页

[54] 发明名称

对比度检测能力强的半导体摄像元件

[57] 摘要

本发明揭示一种对比度检测能力强的半导体摄像元件，各像素包含作为受光检测元件的第 1 和第 2 光电二极管。第 1 光电二极管提供与入射到该像素的入射光量对应的第 1 电位。内部节点由于通过电阻成分与其它像素中的内部节点电耦合，因此第 2 光电二极管对该内部节点提供与周围平均光量对应的第 2 电位。像素信号生成电路读出第 1 与第 2 电位之积作为像素信号。像素信号按照根据该像素周围区域的平均光量进行自动调整的受光灵敏度特性(信号放大倍数)，具有与该像素光量对应的强度。



1. 一种半导体摄像元件，其特征在于，包括
构成图像传感器的多个像素电路，

各个所述像素电路对每个所述像素电路调整固有的信号放大倍数，并从包含周围像素的邻近检测受光信号的平均信号，对像素固有的检测受光信号的读出放大倍数进行调制。

2. 如权利要求1所述的半导体摄像元件，其特征在于，
各所述像素电路包含能够对放大系数 β 进行电模拟调制的MOS晶体管，
所述MOS晶体管用于信号读出放大。

3. 如权利要求2所述的半导体摄像元件，其特征在于，
在各所述像素电路中，周围的平均受光量信号输入到调制所述MOS晶体管放大系数用的控制栅极。

4. 如权利要求3所述的半导体摄像元件，其特征在于，
利用在阱与基板间形成的二极管和由所述阱形状设定的像素间的连接电阻，提供所述周围的平均受光量信号。

5. 如权利要求4所述的半导体摄像元件，其特征在于，
在所述阱内形成提供各像素受光信号的光电二极管。

6. 一种半导体摄像元件，其特征在于，包括
多个像素，

各所述像素包含图像信号生成电路，所述图像信号生成电路根据该像素和配置在该像素周围的其它多个像素中至少一部分周围像素的光量调整信号放大倍数，生成与所述该像素的入射光量对应的电信号。

7. 如权利要求6所述的半导体摄像元件，其特征在于，
根据所述周围像素中的平均光量，设定所述信号放大倍数。

8. 如权利要求6所述的半导体摄像元件，其特征在于，
设定所述多个像素的各自的所述信号放大倍数，使得在所述周围像素的平均光量小的区域中的信号放大倍数相对大于在所述周围像素的平均光量大的区域。

9. 如权利要求6所述的半导体摄像元件，其特征在于，
各所述像素，还包括

电连接在供给第 1 固定电压的第 1 电压节点和第 1 节点之间的、在所述第 1 节点生成与入射到所述该像素的入射光量对应的第 1 电位的第 1 受光检测元件，和

电连接在供给第 2 固定电压的第 2 电压节点和第 2 节点之间的、在所述第 2 节点生成与入射到所述周围像素的入射光量对应的第 2 电位的第 2 受光检测元件，

所述图像信号生成电路根据所述第 1 和第 2 电位之积生成所述电信号，

10. 如权利要求 9 所述的半导体摄像元件，其特征在于，

对于各所述像素，

所述第 1 电位随着入射到所述该像素的入射光量的增加而上升，

所述第 2 电位随着入射到所述周围像素的入射光量的增加而下降。

11. 如权利要求 9 所述的半导体摄像元件，其特征在于，

对于各所述像素，

所述第 1 电位随着入射到所述该像素的入射光量的增加而下降，

所述第 2 电位随着入射到所述周围像素的入射光量的增加而上升。

12. 如权利要求 9 所述的半导体摄像元件，其特征在于，

所述第 1 受光检测元件具有将从所述第 1 节点向所述第 1 电压节点的方向作为正方向，在所述第 1 节点与所述第 1 电压节点之间连接的第 1 二极管，

所述第 2 受光检测元件具有将从所述第 2 电压节点向所述第 2 节点的方向作为正方向，在所述第 2 节点与所述第 2 电压节点之间连接的第 2 二极管，

所述周围像素的所述第 2 节点相互之间通过电阻成分进行电耦合。

13. 如权利要求 9 所述的半导体摄像元件，其特征在于，

所述第 1 受光检测元件具有将从所述第 1 电压节点向所述第 1 节点的方向作为正方向，在所述第 1 电压节点与所述第 1 节点之间连接的第 1 二极管。

所述第 2 受光检测元件具有将从所述第 2 节点向所述第 2 电压节点的方向作为正方向，在所述第 2 节点与所述第 2 电压节点之间连接的第 2 二极管，

所述周围像素的所述第 2 节点相互之间通过电阻成分进行耦合。

14. 如权利要求 9 所述的半导体摄像元件，其特征在于，

所述图像信号生成电路包含能够根据控制栅极所加的电压对放大系数进行模拟调制的场效应晶体管，

所述场效应晶体管的所述控制节点与所述第 2 节点连接，

所述场效应晶体管根据所述放大系数放大所述第 1 节点电位，生成所述电信号。

15. 如权利要求 9 所述的半导体摄像元件，其特征在于，还包括将所述第 1 和第 2 节点电位以规定周期分别复位到规定电位用的复位电路。

16. 如权利要求 9 所述的半导体摄像元件，其特征在于，还包括以规定周期将所述第 1 节点电位复位到规定电位，同时将所述第 2 节点通过电阻成分与固定的偏置电压电耦合用的复位电路。

17. 如权利要求 9 所述的半导体摄像元件，其特征在于，
在第 1 导电型基板上生成半导体摄像元件，
所述半导体摄像元件，还包括
在所述基板上形成的与所述第 1 导电型相反的导电型的第 2 导电型阱区，
所述第 2 受光检测元件具有利用所述基板与所述阱区之间的结形成的二极管。

18. 如权利要求 15 所述的半导体摄像元件，其特征在于，
所述第 2 节点相当于所述阱区。

19. 如权利要求 15 所述的半导体摄像元件，其特征在于，
所述半导体摄像元件，还包括
在所述阱区内形成的所述第 1 导电型的第 1 扩散区，和
在所述第 1 扩散区内形成的所述第 2 导电型的第 2 扩散区，
对每个所述像素独立设置所述第 1 和第 2 扩散区，
所述第 1 受光检测元件具有利用所述第 1 扩散区和所述第 2 扩散区之间的结形成的二极管。

对比度检测能力强的半导体摄像元件

技术领域

本发明涉及实现与人的视觉感知特性接近的受光感知特性的半导体摄像元件，尤其特别涉及在视场内混合存在亮度差别很大的区域也能够在整个区域检测足够的对比度的半导体摄像装置。因而，本发明技术可作为在各种状况下使用的具有高视觉感知能力的摄像装置，能用于包括室外的监视用摄像机和车载用摄像机等。

背景技术

电荷耦合器件（CCD：Charge-coupled device）和互补型金属—氧化物—半导体（CMOS：complementary metal-oxide semiconductor）摄像元件等固体摄像元件，即所谓的半导体图像传感器（下面也称为“半导体摄像元件”），已从装在摄像机和数字照像机中，到现在连移动电话等中也装有固体摄像元件，它作为廉价且功耗小的摄像元件已广泛普及。

但是，半导体摄像元件的感知能力大大低于人的视觉感知能力。人的视觉在一个视场内即使有 4—5 个数量级速度的亮度分布，也能够足以检测出亮处和暗处的对比度。该优异的对比度感知能力是利用处于视网膜内的受光细胞能够对每个细胞调节其感光特性的功能来实现的。

与此不同的是，在以往的半导体摄像元件中，由于所有的像素具有相同的受光特性，因此很难同时得到在视野内的明处和暗处的足够的对比度。

图 14 和图 15 所示为利用以往的半导体摄像元件的拍摄例子的第 1 图和第 2 图。

参照图 14 和图 15，这些拍摄例子是在晴朗的白天从点亮荧光灯的室内拍摄的包括窗外的情景。这样的情景在日常生活是经常看到的司空见惯的场景。这样普通的情景在人的眼中，无论室内还是窗外的情景，都毫无困难地能够以足够的对比度看见，这样的经验是都知道的。

但是，用以往的半导体摄像元件，若如图 14 的拍摄例子所示，调整像素的受光灵敏度特性，使得能看见室内，则窗外过亮，不能检测明亮部分的对比

度。另外，若如图 15 的拍摄例子所示进行调整，使得能以足够的对比度看见窗外的情景，则这一次是室内过暗，很难检测黑暗部分的对比度。由此可知，用以往的图像传感器，在视野内同时混合存在明亮区域与黑暗区域时，在整个区域检测足够的对比度的能力大大低于人的视觉检测。

因而，为了用以往的半导体摄像元件作为代替人的视觉的视觉信息检测装置，该对比度感知能力低是在实用上要必须解决的一个大问题。

下面用图 16 说明以往的半导体摄像元件的对比度检测能力低的情况。

一般晴朗白天的室外照度为数万勒克司左右。而荧光灯点亮的室内照度在太阳光不入射的场所约为 500 勒克司左右，在暗处为 100 勒克司以下。即在图 14 和图 15 所示的拍摄例子中，如图 16 内的亮度分布例所示，窗外的亮度分布与室内黑暗部分（脸的部分）的亮度分布以各自的平均值表示，有 2—3 个数量级的差别。

在图 14 的拍摄例子中，为了在室内的比较亮的区域（500 勒克司以下）能够感知足够的对比度，要如图 16 所示的灵敏度直线那样调整象素的受光灵敏度特性。但是，如上所述，在以往的半导体摄像元件中，由于全部象素具有相同的灵敏度特性。因此若以这样的受光灵敏度特性拍摄，则对窗外的明亮部分，受光灵敏度完全饱和，变成雪白。另外可知，即使在黑暗部分，为整个的 $1/5$ 以下的振幅，也不能够得到足够的对比度。这样，用以往的半导体摄像元件，连我们日常碰到很多的场景也不能感知足够的对比度。

发明内容

本发明目的在于提供在一个视场内即使亮度分布大的情况下也能够以足够的对比度检测明亮部分和黑暗部分的半导体摄像元件。

按照本发明的半导体摄像元件，包括构成图像传感器的多个象素电路，各个所述象素电路能够对每个象素调整固有的信号放大倍数，并以包含周围象素的邻近检测受光信号的平均信号对象素固有的检测受光信号的读出放大倍数进行调制。

最好象素电路具有能够对放大系数 β 进行电模拟调制的 MOS 晶体管，将该 MOS 晶体管用于信号读出放大。

特别是在这样的结构中，在象素电路中周围的平均受光量信号输入到调制 MOS 晶体管放大系数 β 控制栅极。

或者，最好其特征在于，利用在阱与基板间形成的二极管和由阱形状设定的像素间的连接电阻提供周围的平均受光量信号。

最好其特征在于，在阱内形成提供各像素受光信号的光电二极管。

按照本发明其它结构的半导体摄像元件，包括多个像素，各像素包含图像信号生成电路，所述图像信号生成电路根据该像素和配置在该像素周围的其它多个像素中至少一部分周围像素的光量调整信号放大倍数，根据该信号放大倍数生成与该像素的入射光量对应的电信号。

最好根据所述周围像素中的平均光量设定信号放大倍数。

另外，最好设定多个像素的各自的信号放大倍数，使得在所述周围像素的平均光量小的区域中的信号放大倍数相对大于在所述周围像素的平均光量大的区域。

或者最好各像素还包括电连接在供给第1固定电压的第1电压节点和第1节点之间的、在所述第1节点生成与入射到所述该像素的入射光量对应的第1电位的第1受光检测元件，以及电连接在供给第2固定电压的第2电压节点和第2节点之间的、在所述第2节点生成与入射到所述周围像素的入射光量对应的第2电位的第2受光检测元件。图像信号生成电路根据第1和第2电位之积生成电信号。

最好对于各所述像素，第1电位随着入射到所述该像素的入射光量的增加而上升，第2电位随着入射到所述周围像素的入射光量的增加而下降。

或者最好对于各所述像素，第1电位随着入射到所述该像素的入射光量的增加而下降，第2电位随着入射到所述周围像素的入射光量的增加而上升。

另外，最好第1受光检测元件具有将从第1节点向所述第1电压节点的方向作为正方向的，在所述第1电压节点与所述第1节点之间连接的第1二极管，第2受光检测元素具有将从第2电压节点向所述第2节点的方向作为正方向的，在所述第2节点与第2电压节点之间连接的第2二极管。所述周围像素的第2节点相互之间通过电阻成分进行电耦合。

另外，最好第1受光检测元件具有将从第1电压节点向第1节点的方向作为正方向，在第1电压节点与第1节点之间连接的第1二极管，第2受光检测元素具有将从第2节点向第2电压节点的方向作为正方向，在第2节点与第2电压节点之间连接的第2二极管。所述周围像素的第2节点相互之间通过电阻成分进行电耦合。

或者，最好图像信号生成电路包含能够根据控制栅极所加的电压对放大系数 β 进行模拟调制的场效应晶体管。场效应晶体管的控制节点与第2节点连接，场效应晶体管根据放大系数 β 将第1节点电位放大，通过这样生成电信号。

另外，最好半导体摄像元件还具有将第1和第2节点电位以规定周期分别复位到规定电位用的复位电路。

或者，最好半导体摄像元件还具有以规定周期将第1节点电位复位到规定电位，同时将第2节点通过电阻成分与固定的偏置电压电耦合用的复位电路。

另外，最好半导体摄像元件在第1导电型基板上生成，还具有在基板上形成的与第1导电型相反的导电型的第2导电型阱区。第2受光检测元件具有利用基板与阱区之间的结形成的二极管。

最好第2节点相当于阱区。

或者，最好半导体摄像元件还具有在阱区内形成的第1导电型的第1扩散区，以及在第1扩散区内形成的第2导电型的第2扩散区。第1和第2扩散区对每个像素独立设置，第1受光检测元件具有利用第1扩散区与第2扩散区之间的结形成的二极管。

因而，本发明的主要优点在于，能够以足够的对比度检测用以往的图像传感器难以检测的在同一视场内有大亮度差的图像。结果，本发明的半导体摄像元件（图像传感器）能够用作为具有接近人的知觉能力的优异的摄像装置。因而，该图像传感器在监视装置和车载摄像机等要求适应急剧环境变化的领域能够发挥威力。

由于一般CMOS图像传感器的S/N比为60—65dB左右，因此若画面中最暗处的图像质量允许为29dB左右，则本发明的半导体摄像元件（图像传感器）估计能够在整个画面检测足够的对比度，达到数百倍左右的平均亮度差。

另外，本发明的半导体摄像元件（图像传感器），由于能够将对每个像素可模拟调整受光灵敏度特性的功能紧凑地装在一起，因此与以往的图像传感器相比，在灵敏度和清晰度方面不比它差。

附图说明

图1所示为按照本发明实施例的半导体摄像元件的构成简要方框图。

图2为说明各像素构成的方框图。

图3所示为各像素构成的详细电路图。

图 4 所示为按照本发明的半导体摄像元件的像素特性示意图和其拍摄例子。

图 5 所示为 A-MOS 器件的元件构成例子的示意图。

图 6 所示为 A-MOS 器件的元件构成参数的示意图。

图 7A 和 7B 为说明 A-MOS 器件和 β 调制原理的示意图。

图 8 所示为按照实施例 2 的各像素构成的电路图。

图 9 所示为按照实施例 3 的光电二极管配置例子的结构图。

图 10 所示为按照实施例 4 的各像素构成的电路图。

图 11 所示为按照实施例 5 的各像素构成的电路图。

图 12 所示为按照实施例 5 的光电二极管配置例子的结构图。

图 13 所示为按照实施例 6 的各像素构成的电路图。

图 14 所示为利用以往的半导体摄像元件的拍摄例子的第 1 图（室内可看见）。

图 15 所示为利用以往的半导体摄像元件的拍摄例子的第 2 图（室外可看见）。

图 16 为以往的半导体摄像元件的对比度检测能力低的说明图。

具体实施方式

下面，参照附图详细说明本发明的实施例。另外，在以下的说明中，对同一或相当部分附加同一参照标号。

实施例 1

参照图 1，本发明的半导体摄像元件 1 包括多个像素 PX 呈矩阵状配置的像素阵列 2，读出控制电路 3，复位电路 5 和电源电路 7。

读出控制电路 3 生成对像素阵列 2 中的图像数据生成时刻进行控制用的控制信号 RD。复位电路 5 定期对各像素 PX 中的受光检测元件的状态进行复位。复位电路 5 进行的复位动作时刻利用来自读出控制电路 3 的复位信号 Rst0 和 Rst1 进行控制。电源电路 7 对像素阵列 2 内的各像素供给电源电压 Vd 和接地电压 GND。

图 2 为说明各像素构成的方框图。在图 2 中，作为代表给出呈矩阵状配置的多个像素中的第 i 行和第 j 列（i 和 j 为自然数）的像素 PX (i, j) 和与其相邻的像素组。

参照图 2, 各像素 PX 包含作为作为受光检测元件的光电二极管 PD0 和 PD1, 像素信号生成电路 10 和像素数据生成电路 15。

光电二极管 PD1 生成具有与该像素入射光量对应的电位的信号。光电二极管 PD0 通过电阻成分与周围区域多个像素中的光电二极管 PD0 电耦合。通过这样, 各像素的光电二极管 PD0 能够生成具有与该像素周围区域的平均光量对应的电位的信号。

在图 2 的构成例子中, 各像素在与相邻的 4 个像素之间, 光电二极管 PD0 相互之间电耦合。例如像素 PX (i, j) 在与像素 PX (i, j+1), PX (i, j-1), PX (i-1, j) 和 PX (i+1, j) 之间电耦合。但是, 本申请的发明不限于适用这样的构成, 各像素的光电二极管 PD0 可以与周围配置的任意个数其它像素的光电二极管 PD0 连接而构成。

像素信号生成电路 10 根据光电二极管 PD0 和 PD1 的各自的输出, 在与控制信号 PD 响应的时刻生成与该像素入射光量对应的图像信号作为输出信号。图像信号按照根据光电二极管 PD0 的输出即该像素周围区域的平均光量自动调整的受光灵敏度特性 (信号放大倍数), 具有与光电二极管 PD1 的输出即该像素的光量对应的强度。

因而, 各像素的受光灵敏度特性根据该像素周围区域的平均光量进行自动调整。具体来说, 只要在各像素中设定使得该像素的受光灵敏度 (信号放大倍数) 与周围平均光量或反比增大即可。也就是说, 各像素具有这样的自动调整功能, 即在暗区设定受光灵敏度相对较大, 而在亮区设定受光灵敏度相对较小。

像素数据生成电路 15 将像素信号生成电路 10 的输出信号 (像素信号) 进行模/数转换, 生成图像数据 DAT, 而且将生成的图像数据暂时保存。图像数据生成电路 15 保持的图像数据采用未图示的扫描电路, 能够以像素为单位, 像素的行为单位, 列为单位或全部像素阵列, 从半导体摄像元件外部对每一个任意的范围读出。另外, 在未图示的各像素中, 其内部结构和与周围像素之间的连接关系都相同。

下面用图 3 详细说明各像素的构成。

参照图 3, 电路是这样构成的, 即具有提供与入射到像素的入射光量对应的电位 V_a 的光电二极管 PD1, 以及提供与周围平均光量对应的电位 V_b 的光电二极管 PD0, 将由各光电二极管提供的电位 V_a 和 V_b 的相乘的结果作为像素信号读出。

光电二极管 PD1 将从节点 Na 向电源电压 Vd 的方向作为正方向，连接在节点 Na 与电源电压 Vd 之间。光电二极管 PD0 将从接地电压 GND 向节点 Nb 的方向作为正方向，连接在节点 Nb 与接地电压 GND 之间。

复位电路 5 具有在节点 Na 与复位电压 Vt 之间连接的复位用晶体管 Tr1，以及在节点 Nb 与复位电压 Vdm 之间连接的复位用晶体管 Tr0。复位用晶体管 Tr0 和 Tr1 分别与复位信号 Rst0 和 Rst1 响应而导通。

复位电压 Vt 是在复位时对光电二极管 PD1 加上规定的反偏置电压用的电压，也可以用接地电压 GND。同时，复位电压 Vdm 是在复位时对光电二极管 PD0 加上规定的反偏置电压用的电压，也可以用电压 Vd。关于这些偏置电压，例如可以采用由图 1 所示的电压电路 7 供给的结构。

因而，利用复位电路 5 产生的复位动作，节点 Na 和 Nb 与规定电压（Vt，Vdm）连接。然后，在光电二极管 PD1 中由于产生与该像素的光量对应的反向电流，因此电位 Va 与该像素的受光量对应产生时间性变化。

如图 2 所述，各像素中的节点 Nb 通过电阻成分与其它像素中的节点 Nb 电耦合。例如，在图 3 的构成中，例如像素 PX (i, j) 中的节点 Nb 通过电阻成分分别与上侧 (up) 的像素 PX (i-1, j)，下侧 (down) 的像素 PX (i+1, j)，左侧 (left) 的像素 PX (i, j-1) 和右侧 (right) 的像素 PX (i, j+1) 的内部节点 Nb 电耦合。

因而，节点 Nb 的电位不仅受该像素内的光电二极管 PD0 产生的反向电流的影响，还受电耦合的其它像素内的光电二极管 PD0 产生的反向电流的影响，产生时间性变化。这样，通过电阻分量将周围像素内的光电二极管 PD0 相互之间连接，就能够在节点 Nb 生成与该像素的周围光量成反比的电位 Vb。

像素信号生成电路 10 具有乘法器 PU 和读出选择开关晶体管 Tr2。乘法器 PU 在节点 Nc 与接地电压 GND 之间生成与节点 Na 和 Nb 的各自的电位 Va 和 Vb 之积有关的电流 i。即乘法器。即乘法器 PU 的电流特性用式 $i=f(Va \times Vb)$ 表示，电流 i 与电位 Va 和 Vb 之积近似成正比。

读出选择开关晶体管 Tr2 将控制信号 RD 激活时刻的节点 Nc 的电位输出作为图像信号 OUT。

通过采用这样的构成，节点 Na 的电位 Va 即使是相同电平，在周围平均光量少的像素即黑暗部分的像素中，节点 Nc 的电位相对升高，而在周围平均光量多的像素即明亮部分的像素中，节点 Nc 的电位相对降低。因而，各像素的

受光灵敏度在黑暗区域增大而在明亮区域减小，实现了这样的每个像素的信号放大倍数控制。

图 4 所示为按照本发明的半导体摄像元件的像素特性示意图和拍摄例子的图像。

参照图 4，在按照本发明的半导体摄像元件中，由于每个像素具有对受光灵敏度特性自动调整的功能，因而对每个像素实现了使该像素中的灵敏度直线（信号放大倍数）与周围平均光量成反比变化那样的（越是暗处越增大放大倍数）自动调整功能。再有，在带有这样功能的半导体摄像元件中，若调整全部像素共同地存储时间（曝光时间），使其对于视场内最明亮部分能够维持足够的对比度，则由于黑暗部分的信号根据其周围的黑暗程度放大，因此黑暗部分的对比度增强，这样在画面的全部区域就能够检测足够的对比度。曝光时间相当于从对复位信号 Rst0 和 Rst1 响应进行复位动作起到控制信号 RD 被激活为止的期间，由读出控制电路 3 设定。结果如图 4 所示的拍摄例子，能够实现明亮部分和黑暗部分都能够以足够的对比度进行检测的半导体摄像元件。

实施例 2

在实施例 2 中，说明适合这样信号放大倍数控制的乘法器 PU 的构成。在实施例 2 中，采用能够根据控制栅极输入电压对放大系数 β 进行控制的 MOS 晶体管（下面也称为“A-MOS（Adujustable β -MOS）器件”），实现对每个像素自动调整受光灵敏度特性的功能。

参照图 5，A-MOS 器件具有与通常的 MOS 晶体管相同的通常栅极 GR，源极 SR 和漏极 DR，除此之外还具有与通常栅极成一定角度形式的控制栅极 CG。

图 6 所示为 A-MOS 器件的元件构成参数的示意图。

参照图 6，A-MOS 器件作为元件构成参数具有通常栅极 GR 的栅极长 L_r ，栅极宽 W_r 和通常栅极 GR 与控制栅极 CG 之间形成的角度 θ 。

图 7A 和图 7B 为说明 A-MOS 器件中 β 调制原理的示意图。

参照图 7A，在设定控制栅极 CG 所加电压使得控制栅极 CG 下的沟道导电性与通常栅极相同时，图中阴影线所示的部分为有效栅极区。即由于有效栅极长 L 比通常栅极 GR 的栅极长 L_r 要长，有效栅极宽 W 比通常栅极 GR 的栅极宽 W_r 要窄，因此放大系数 β 降低。

另外，参照图 7B，在设定控制栅极 CG 所加电压使得控制栅极 CGF 的沟道导电性比通常栅极要足够大时，有效栅极宽 W 和栅极长 L 与通常栅极 GR 的栅

极宽 W_r 和栅极长 L_r 相等。

这样，A-MOS 器件通过改变控制栅极 CG 所加电压，能够对有效栅极长 L 和栅极宽 W 进行模拟调制。结果，A-MOS 器件实现了利用控制栅极电压进行放大系数 β 的模拟调制。这样，A-MOS 器件具有能够以比较紧凑的结构实现 10—1000 倍左右的 β 调制特性的特点。A-MOS 器件的放大系数 β 的调制特性可以利用图 6 所示的参数进行设定。

图 8 所示为按照实施例 2 的各像素构成的电路图。

参照图 8，在按照实施例 2 的构成中，在节点 N_c 与接地电压 GND 之间设置电耦合的 A-MOS 晶体管 Tr_4 ，来代替乘法器 PU。A-MOS 晶体管 Tr_4 的通常栅极 GR 与节点 N_a 连接，控制栅极 CG 与节点 N_b 连接。

这样，在实施例 2 中的构成是，与入射到像素的入射光量对应电位改变的光电二极管 PD1 与 A-MOS 晶体管 Tr_4 的通常栅极连接，与周围平均光量对应的电位节点 N_b 与 A-MOS 晶体管 Tr_4 的控制栅极连接。如上所述，与周围平均光量对应的电位是利用通过电阻分量与周围像素连接的平均光量检测用光电二极管 PD0 提供的。

利用该构成，对周围平均光量少的像素即黑暗部分的像素中，增大 A-MOS 晶体管的放大系数 β ，对明亮部分的像素，减小 β ，对每个像素实现了这样的控制。换句话说，利用 A-MOS 晶体管，能够实现图 3 所示的乘法器 PU 的功能。

通过这样的每个像素的 β 调整，与实施例 1 相同，黑暗部分像素的信号放大倍数大于明亮部分的像素。结果，能够提高暗处的对比度。由于复位电路 5 和各像素的其它部分构成与实施例 1 相同，因此不重复详细说明。

这样，若采用 A-MOS 器件作为各像素的信号读出放大晶体管，则能够以只要对 A-MOS 器件的控制栅极提供表示周围平均光量的电压这样比较简单的电路构成，实现在周围黑暗时将该像素的放大倍数提高 100 倍左右的自动调整功能，同时能够抑制由于每个像素加上自动调整功能而导致像素面积的增大。

实施例 3

下面说明在实施例 3 中各像素设置的 2 个光电二极管的有效配置。

图 9 所示为按照实施例 3 的光电二极管配置例子的结构图。

参照图 9，用形成半导体摄像元件的 P 型硅基板 (P-sub) 20 和与设置在 P 型硅基板 20 上的 N 阱 21 之间形成的 PN 结，构成检测周围区域平均光量用的光电二极管 PD0。

再用在该 N 阱 21 内形成的 P⁺型区 22 和与在 P⁺型区 22 内形成的 N⁺型区 23 之间形成的 PN 结, 构成检测入射到该像素的入射光量用的光电二极管 PD1。另外, P⁺型区 22 和 N⁺型区 23 的杂质浓度高于 P 型硅基板 20 和 N 阱 21。

P⁺型区 22 和 N⁺型区 23 是每个像素独立设置的。另外, 在同一 N 阱 21 内形成的多个像素间通过 N 阱的扩散电阻电耦合, 即各像素的 N 阱 21 相当于图 3 的电路构成中的节点 Nb。因而, 在同一 N 阱 21 形成的多个像素间, 节点 Nb 电耦合, 检测平均光量。

或者也可以在同一 N 阱上形成整个像素阵列 2。在这种情况下, 在各像素中, 该像素的光电二极管 PD0 与其它像素的光电二极管 PD0 之间的电阻值与像素值的距离相应增大。因而, 各像素中的节点 Nb 的电位 Vb, 由于受到入射到相邻像素的入射光量的影响相对较大, 因此结果能够根据电位 Vb 检测像素周围区域的平均光量。

若按照实施例 3 的光电二极管的配置, 则各像素设置的 2 个光电二极管以纵向结构配置。再有, 对于周围像素间的光电二极管之间的电阻连接, 可以不设置特别的布线等, 以 N 阱的形状构成。因而, 能够防止各像素和像素阵列面积的增大。

实施例 4

图 10 所示为按照实施例 4 的像素构成的电路图。

将图 10 与图 8 进行比较, 则在按照实施例 4 的构成中。在复位电压 (例如电源电压 Vd) 与节点 Nb 之间连接电阻器 R0, 来代替与光电二极管 PD0 对应设置的复位用晶体管 Tr0。其它部分的构成由于与图 8 相同, 因此不重复详细说明。

作为这样的构成, 由于节点 Nb 稳定在与入射到该像素和与该像素电耦合的周围像素内的光电二极管 PD0 的入射光量对应的电位, 因此也与实施例 1 或 2 的构成相同, 能够利用节点 Nb 的电位 Vb 检测像素周围区域的平均光量。因而, 对于周围平均光量的检测动作, 由于不需要进行定期性的复位操作, 因此可以简化复位电路 5。另外, 同样的构成对于按照实施例 1 的图 3 所示电路构成也能够适用。

实施例 5

图 11 所示为按照实施例 5 的像素构成的电路图。

将图 11 与图 8 进行比较, 在按照实施例 5 的构成中, 是将按照实施例 2

的构成交换光电二极管的配置。即光电二极管 PD0 将从节点 Nb 向电源电压 vd 的方向作为正方向，连接在节点 Nb 与电源电压 Vd 之间，光电二极管 PD1 将从接地电压 GND 向节点 Na 的方向作为正方向，连接在接地电压 GND 与节点 Na 之间。与此相对应，读出选择开关晶体管 Tr2 和 A-MOS 晶体管 Tr4 作 N 沟道型改变为 P 沟道型。另外，同样的构成对于按照实施例 1 的图 3 所示电路构成也能够适用。

图 12 所示为按照实施例 5 的光电二极管配置例子的结构图。

参照图 12，在实施例 5 中，用与设置在形成半导体摄像元件的 N 型硅基板（N-sub）30 上的 P 阱 31 之间形成的 PN 结，构成检测像素周围区域平均光量用的光电二极管 PD0。再用在该 P 阱 31 内形成的 N⁺型区 32 与在 N⁺型区 32 内形成的 P⁺型区 33 之间形成的 PN 结，构成检测入射到该像素的入射光量用的光电二极管 PD1。

与图 9 所示结构相同，N⁺型区 32 和 P⁺型区 33 是每个像素独立设置，N⁺型区 32 和 P⁺型区 33 的杂质浓度高于 N 型硅基板 30 和 P 阱 31。另外，关于 P 阱 31 的设计，只要与图 9 中的 N 阱 21 相同即可。

这样，作为将光电二极管的配置加以交换的构成，也与实施例 1 或 2 相同，能够实现在每个像素中与周围平均光量对应使灵敏度直线（放大倍数）变化的自动调整功能，在整个画面区域能够检测足够的对比度。再有，与实施例 3 相同，在每个像素必须要 2 个光电二极管的构成中，也能够防止各像素和像素阵列面积的增大。

实施例 6

图 13 所示为按照实施例 6 的像素构成的电路图。

将图 13 与图 11 进行比较，在按照实施例 6 的构成中，在作为复位电压的接地电压 GND 与节点 Nb 之间连接电阻器 R0，来代替与光电二极管 PD0 对应设置的复位晶体管 Tr0。其它部分的构成由于与图 11 相同，因此不重复详细说明。

这样，在将光电二极管的配置加以交换的构成中，也与实施例 4 相同，简化复位电路 5 的构成。而且在整个画面区域能够检测足够的对比度。另外，在按照图 13 的电路构成中，各像素必需的 2 个光电二极管 PD0 和 PD1 也与图 12 的结构图相同，它的配置能够防止各像素和像素阵列面积的增大。

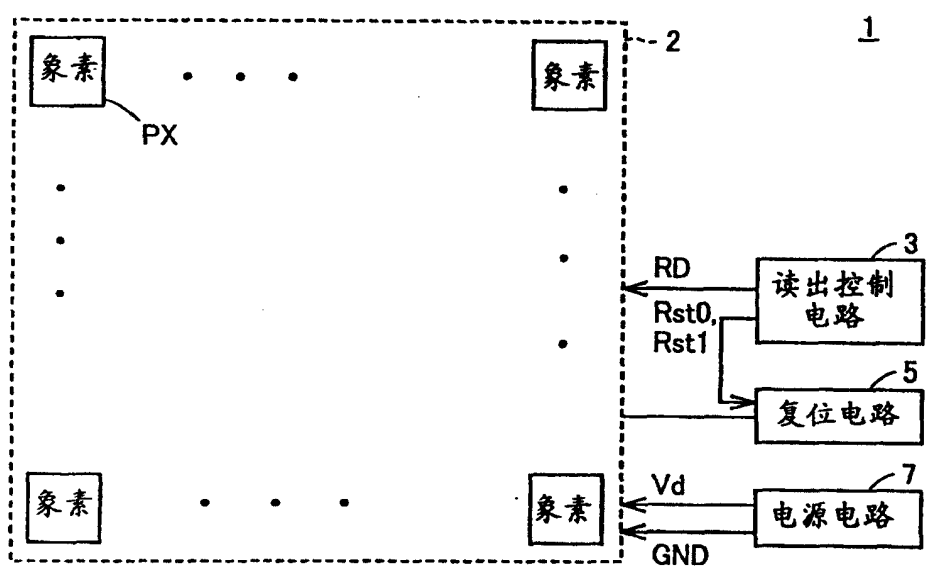


图 1

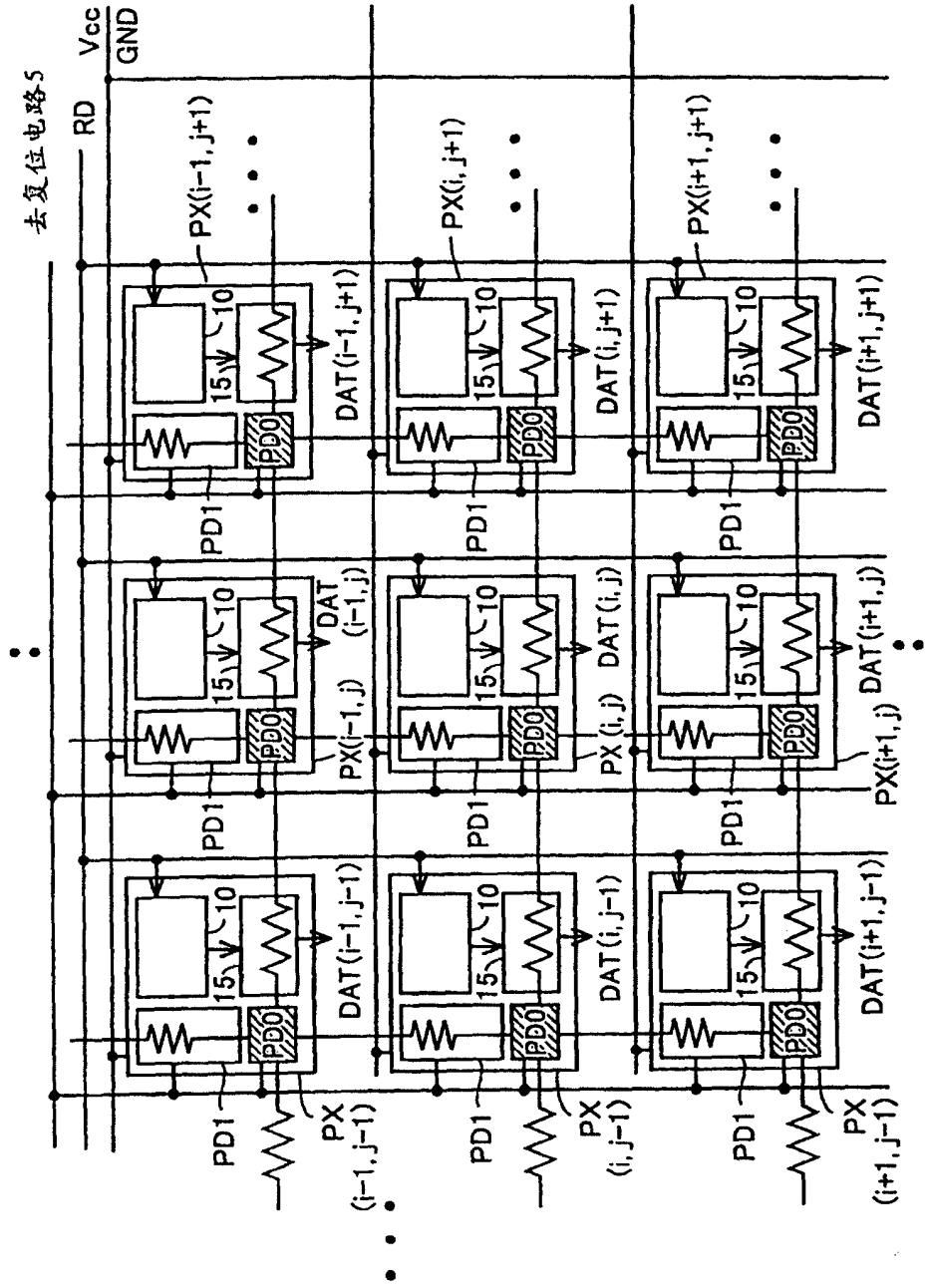


图 2

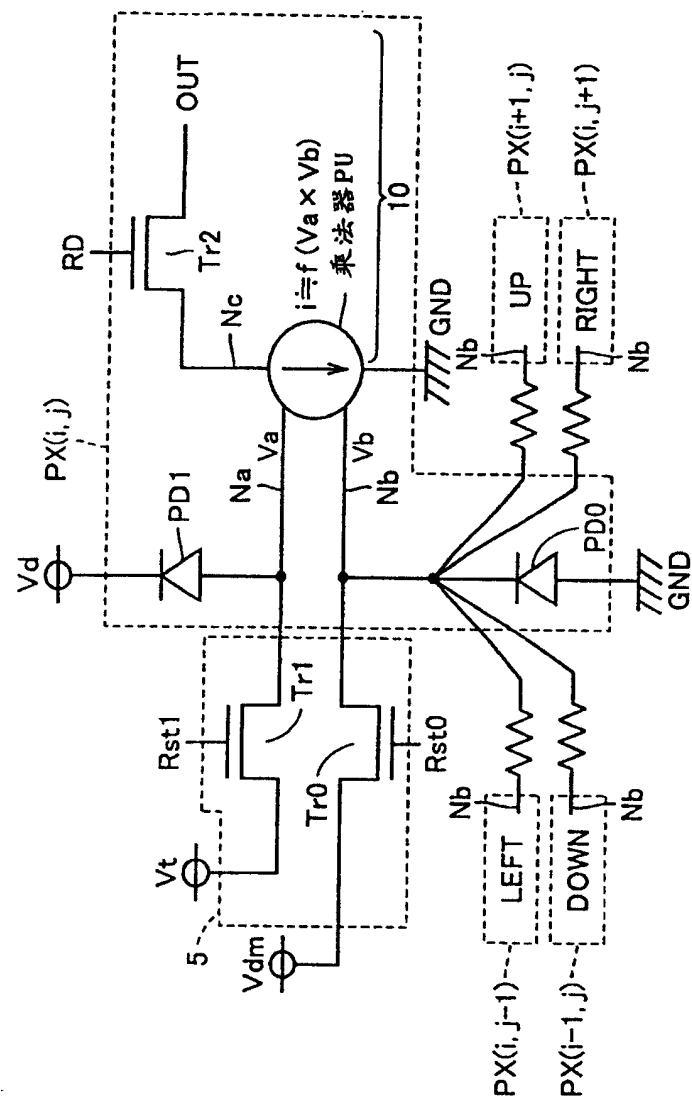


图 3

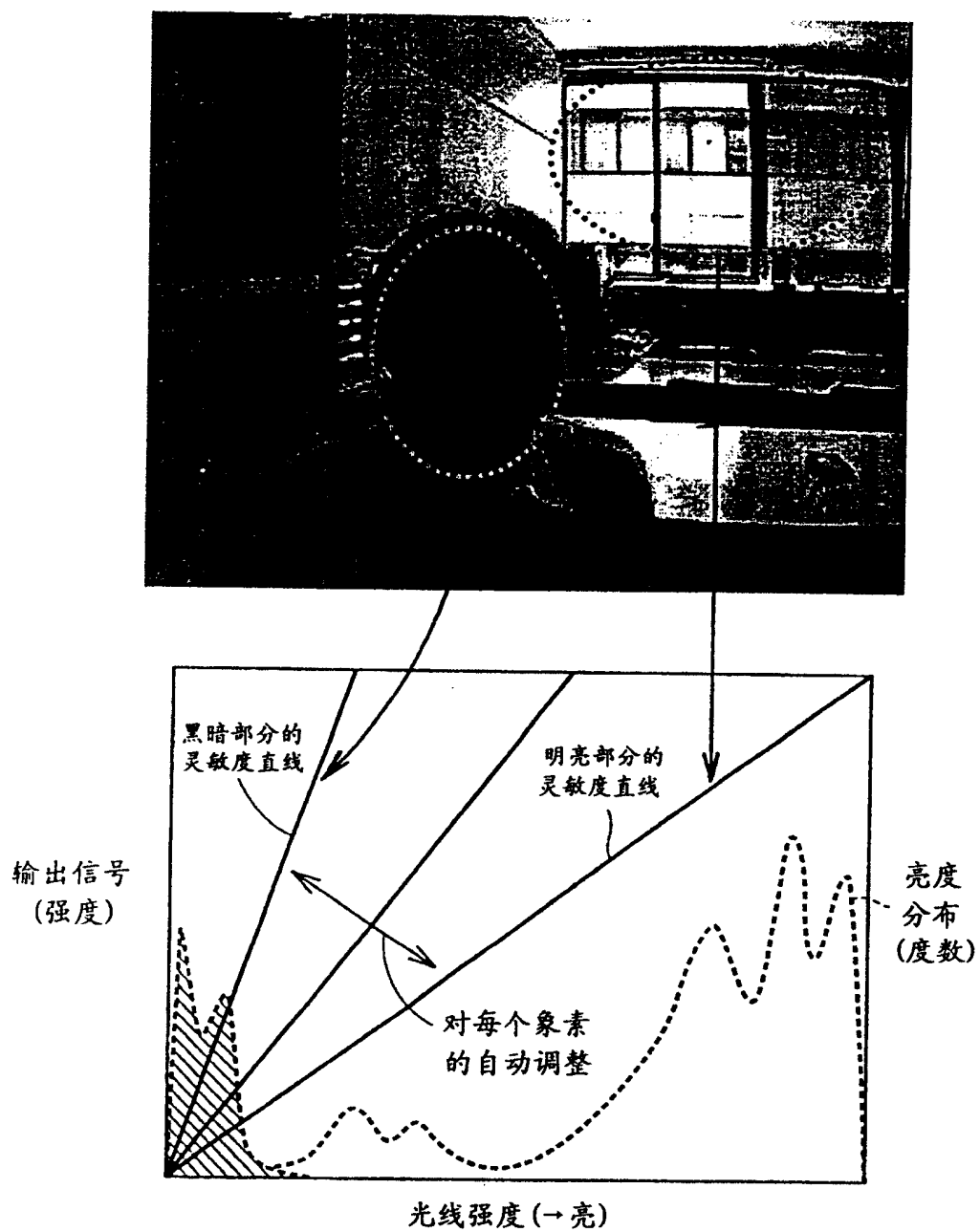


图 4

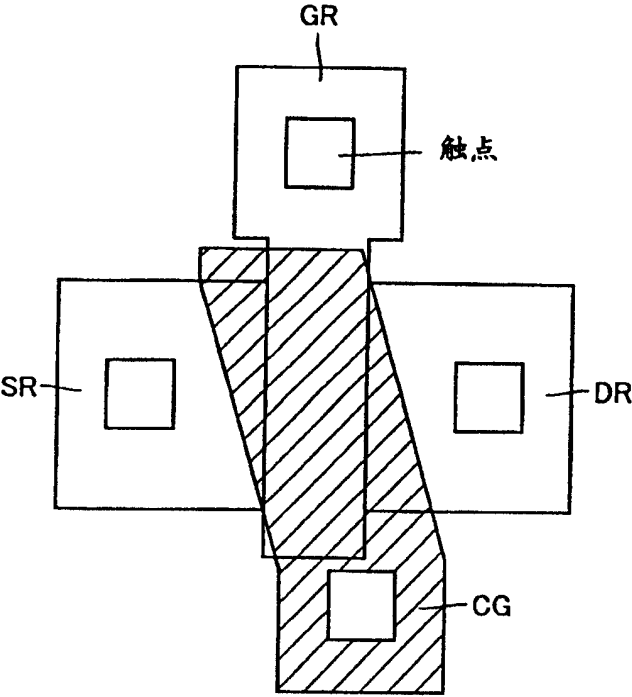


图 5

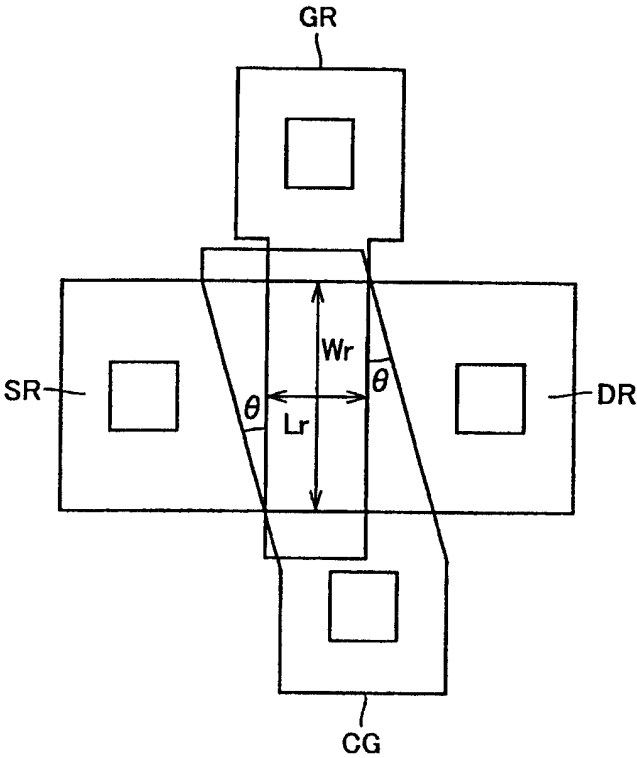


图 6

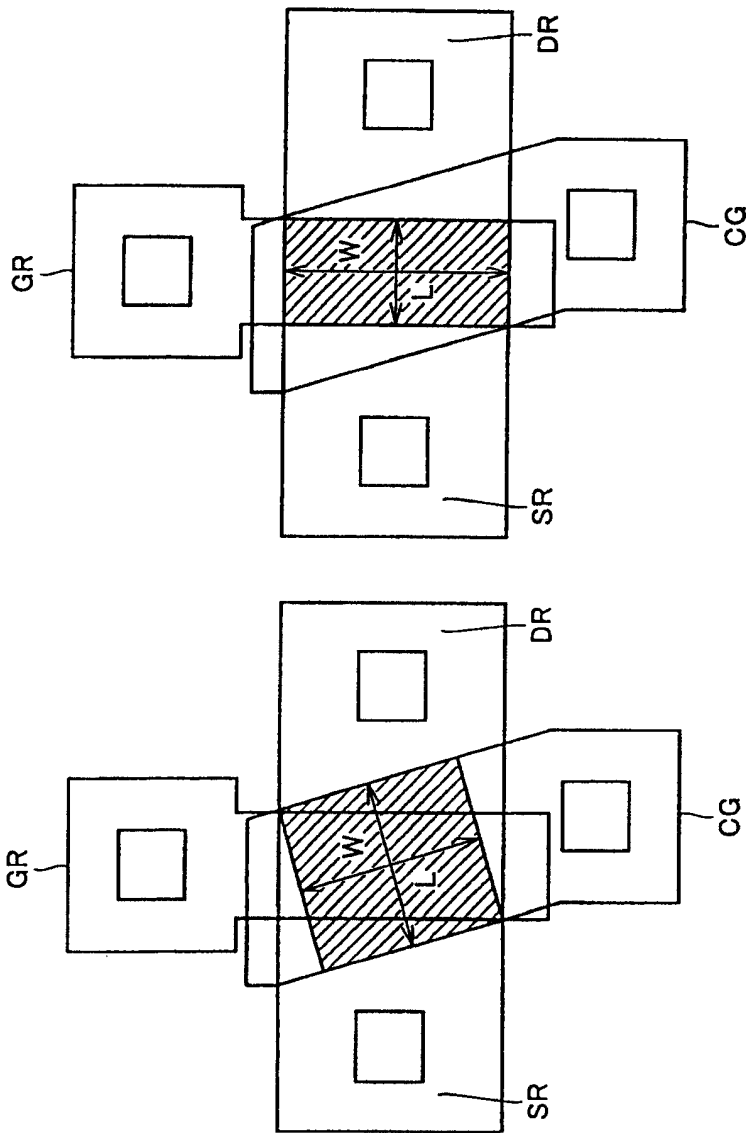


图 7B

图 7A

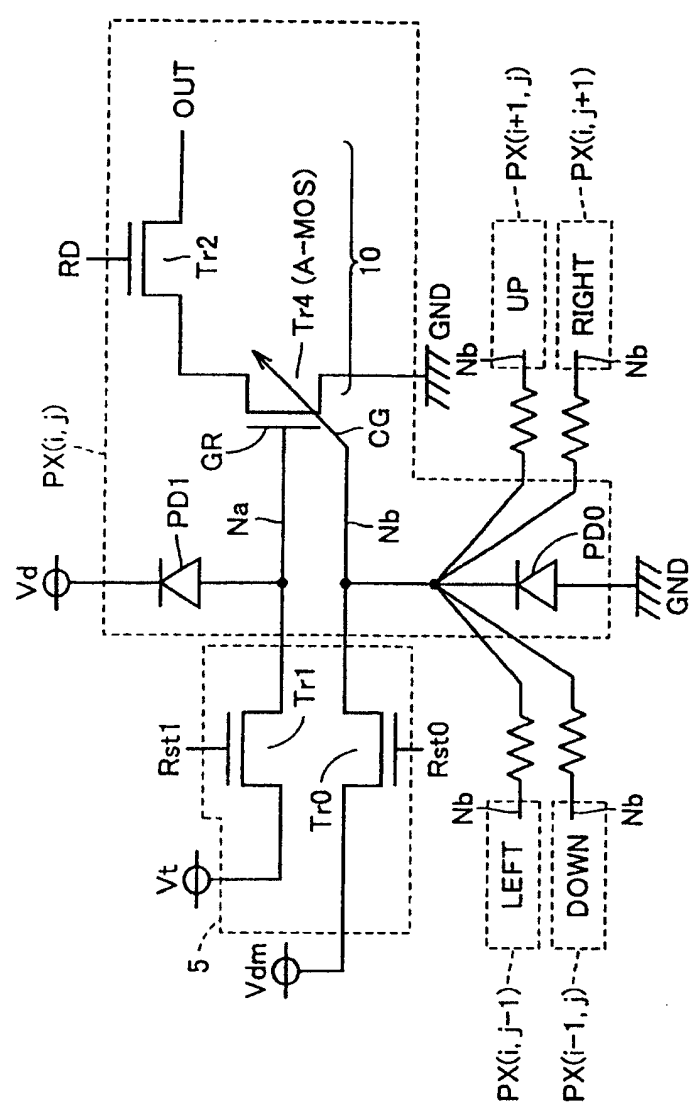


图 8

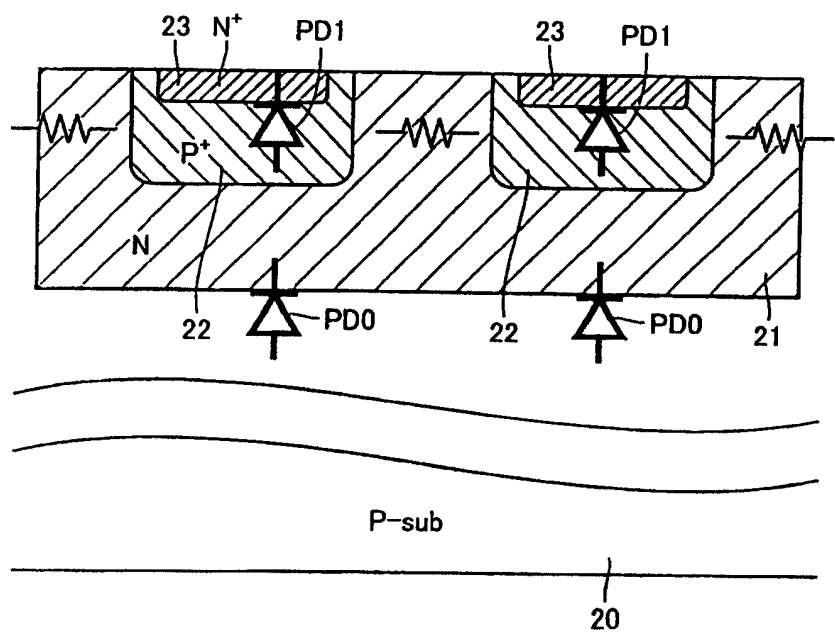
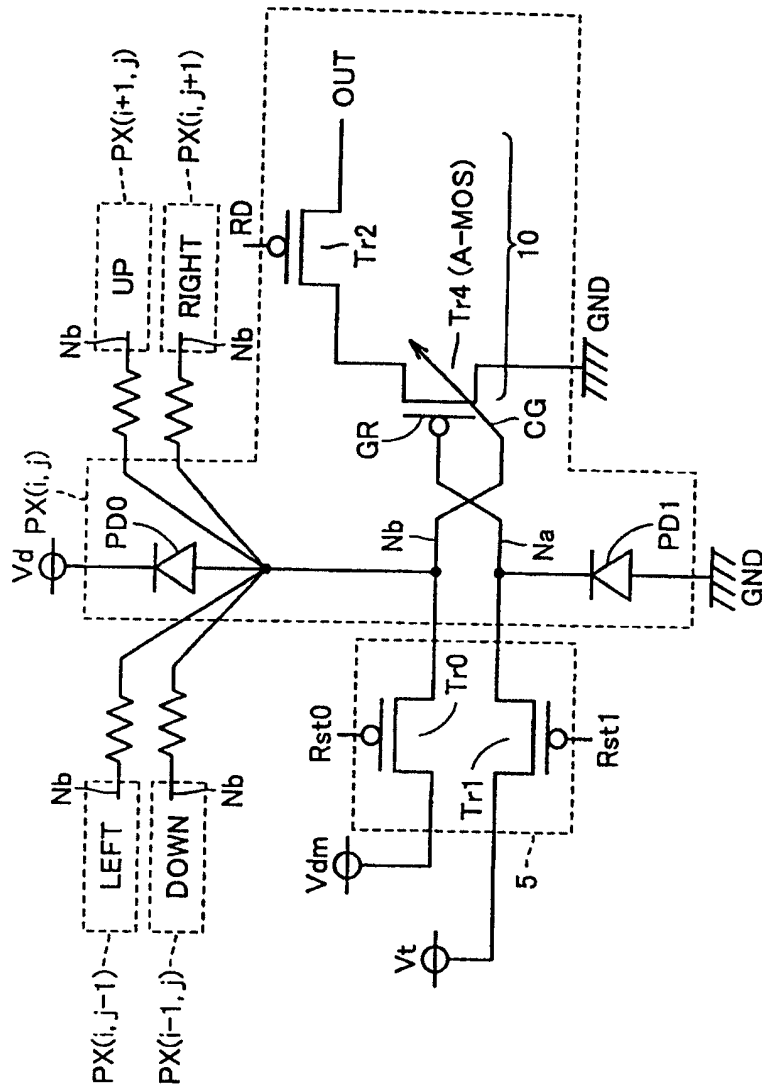


图 9



11

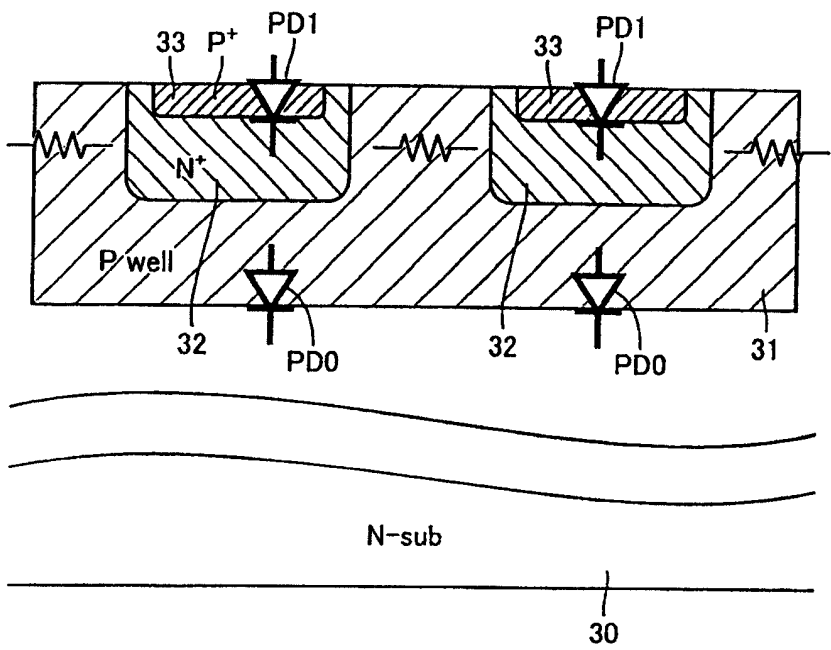


图 12

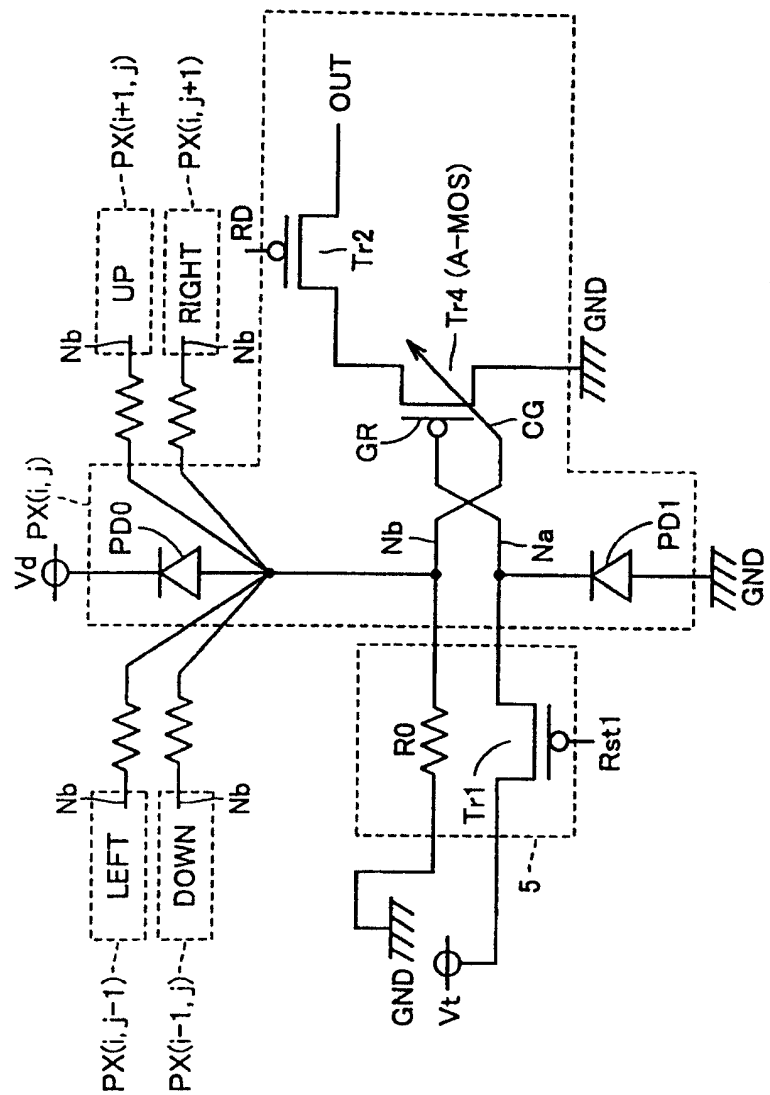


图 13

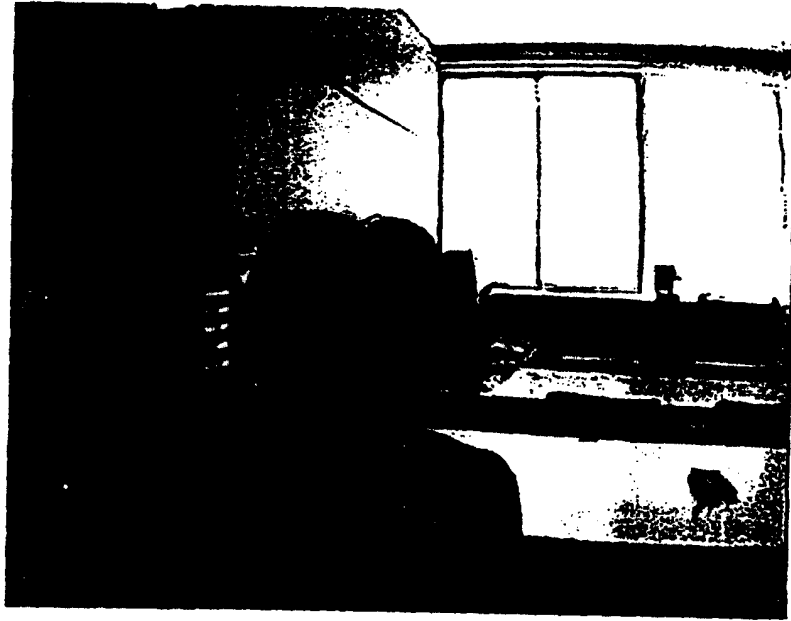


图 14

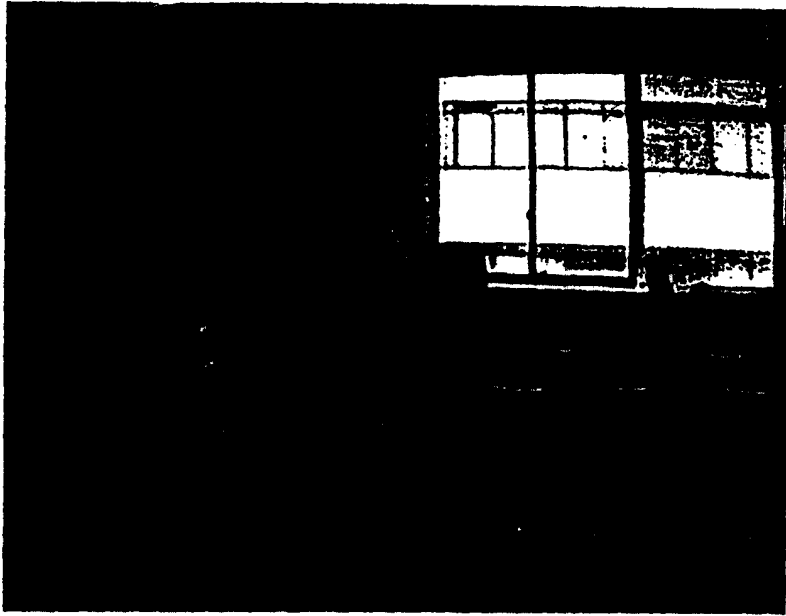


图 15

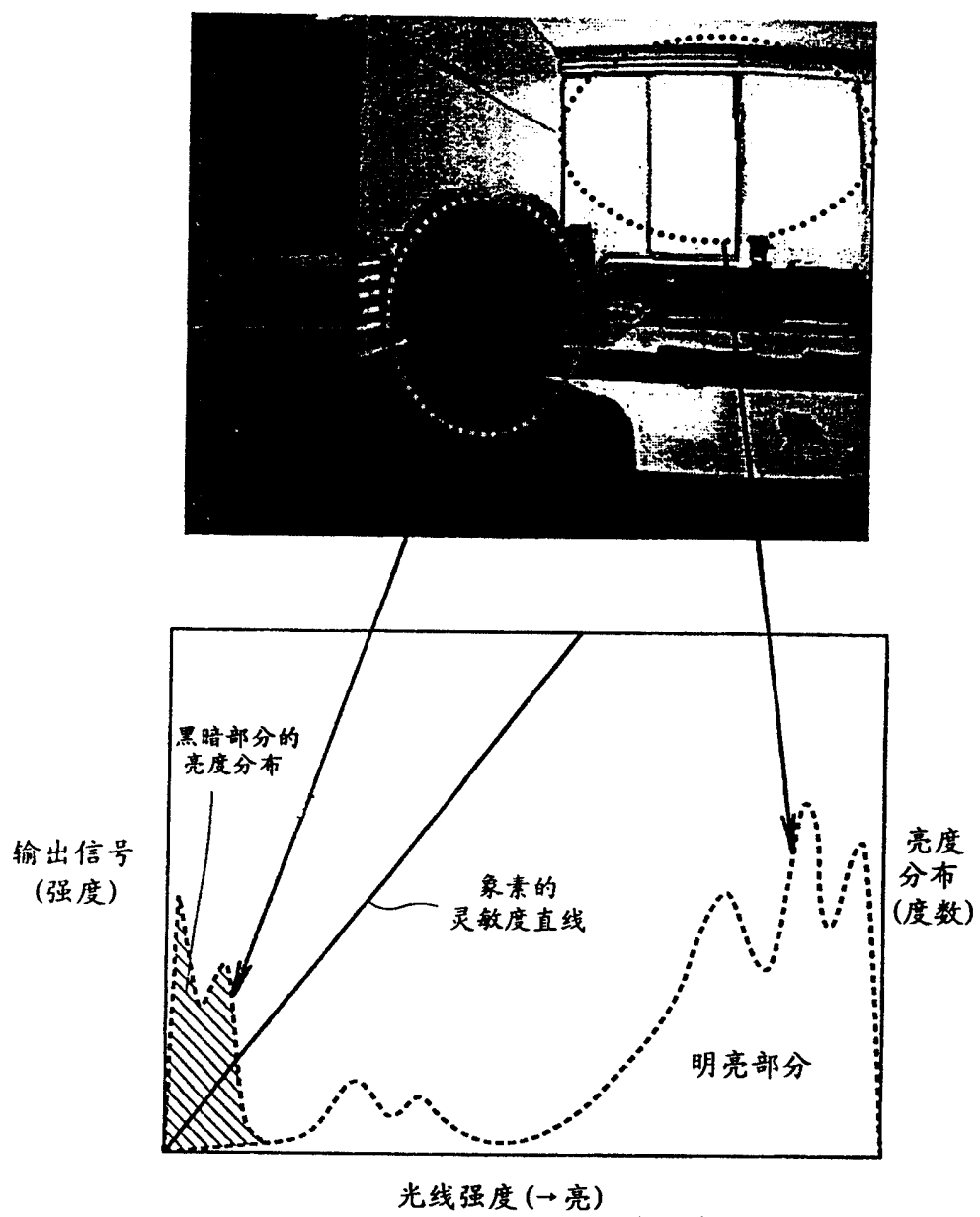


图 16