



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114375498 B

(45) 授权公告日 2025. 05. 27

(21) 申请号 202080063329.6

(22) 申请日 2020.10.16

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114375498 A

(43) 申请公布日 2022.04.19

(30) 优先权数据
2019-197019 2019.10.30 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2022.03.08

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2020/039051 2020.10.16

(87) PCT国际申请的公布数据
W02021/085171 JA 2021.05.06

(73) 专利权人 索尼半导体解决方案公司
地址 日本神奈川县

(72) 发明人 小室雄太郎 蛭子芳树 山岸肇

(74) 专利代理机构 北京信慧永光知识产权代理
有限责任公司 11290
专利代理师 梁兴龙 曹正建

(51) Int.Cl.
H10F 39/12 (2025.01)
H10F 39/18 (2025.01)
G01S 17/931 (2020.01)
H04N 25/70 (2023.01)

(56) 对比文件
US 2014077323 A1, 2014.03.20

审查员 席楠

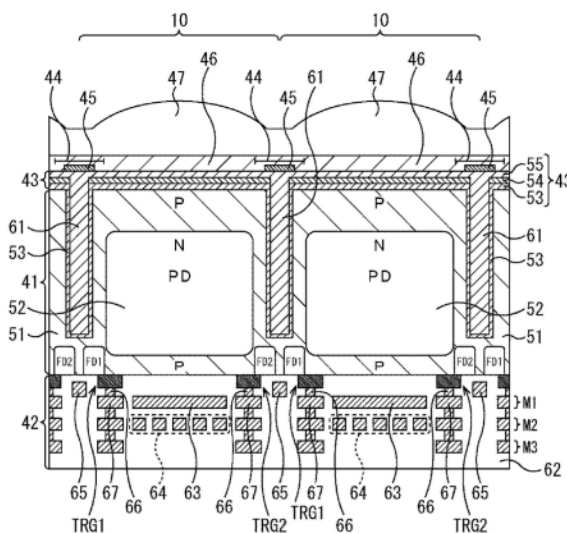
权利要求书2页 说明书26页 附图32页

(54) 发明名称

受光元件、测距模块和电子设备

(57) 摘要

本技术涉及一种能够减少入射光泄漏到相邻像素中的受光元件、测距模块和电子设备。所述受光元件包括：半导体层，在其中以像素为单位形成有对红外光进行光电转换的光电二极管；和配线层，在其中形成有读出由所述光电二极管产生的电荷的传输晶体管，其中在所述配线层的像素边界部处形成有遮挡红外光的像素间遮光单元。本技术可以适用于例如测量到被摄体的距离的测距模块等。



1. 一种受光元件,包括:
半导体层,在其中以像素为单位形成有对红外光执行光电转换的光电二极管;和
配线层,在其中形成有读出由所述光电二极管产生的电荷的传输晶体管,
其中在所述配线层的像素边界部处形成有遮挡红外光的像素间遮光单元,
其中所述配线层包括反射膜,所述反射膜被配置为当在平面图中观察时其至少一部分与
与所述光电二极管重叠,和
其中所述像素间遮光单元在基板深度方向上的位置在所述反射膜的上方。
2. 根据权利要求1所述的受光元件,
其中所述配线层包括一层或多层金属膜,和
所述像素间遮光单元形成在比最靠近所述半导体层的金属膜更靠近所述半导体层的一
侧。
3. 根据权利要求2所述的受光元件,
其中所述像素间遮光单元形成在与将所述传输晶体管的栅极和最靠近所述半导体层
的金属膜连接的栅极接触部同层的位置。
4. 根据权利要求3所述的受光元件,
其中在形成所述栅极接触部的同时形成所述像素间遮光单元。
5. 根据权利要求1~4中任一项所述的受光元件,
所述像素间遮光单元由与所述反射膜相同的材料形成。
6. 根据权利要求1~4中任一项所述的受光元件,
所述像素间遮光单元由与所述反射膜不同的材料形成。
7. 根据权利要求1~4中任一项所述的受光元件,
其中所述像素间遮光单元通过当在平面图中观察时在所述像素的边界线上以预定间
隔配置遮光构件来构成。
8. 根据权利要求1~4中任一项所述的受光元件,
其中所述像素间遮光单元通过当在平面图中观察时在所述像素的边界线上以预定间
隔配置在该边界线的方向上长的线状遮光构件来构成。
9. 根据权利要求1~4中任一项所述的受光元件,
其中所述像素间遮光单元通过当在平面图中观察时以围绕所述像素的整个周边的形
式在所述像素的边界线上配置遮光构件来构成。
10. 根据权利要求1~4中任一项所述的受光元件,
其中在与形成所述半导体层的配线层的表面相对的背面侧以像素为单位形成片上透
镜。
11. 根据权利要求10所述的受光元件,
其中在所述半导体层的背面侧形成蛾眼结构。
12. 根据权利要求1~4中任一项所述的受光元件,
其中在所述半导体层中形成包括第一传输晶体管和第二传输晶体管的两个传输晶体
管,
第一传输晶体管将由所述光电二极管产生的电荷传输到第一电荷累积部,和
第二传输晶体管将由所述光电二极管产生的电荷传输到第二电荷累积部。

13. 根据权利要求1~4中任一项所述的受光元件，
其中所述半导体层还包括在所述像素边界部处挖入所述半导体层的深度方向的至少一部分的像素间分离部。

14. 一种测距模块，包括：

预定的发光源；和

根据权利要求1~13中任一项所述的受光元件。

15. 一种电子设备，包括：

测距模块，所述测距模块包括：

预定的发光源；和

根据权利要求1~13中任一项所述的受光元件。

受光元件、测距模块和电子设备

技术领域

[0001] 本技术涉及一种受光元件、测距模块和电子设备,更具体地,涉及能够减少入射光泄漏到相邻像素中的受光元件、测距模块和电子设备。

背景技术

[0002] 在相关技术中,使用间接飞行时间 (ToF) 方式的测距系统是已知的。在这样的测距系统中,必须包括可以将通过接收活性光的由对象物反射的反射光而获得的信号电荷快速分配到不同区域的传感器,该活性光使用特定相位的发光二极管 (LED) 或激光器发出。

[0003] 因此,例如,已经提出了一种能够通过直接向传感器的基板施加电压以在基板内产生电流而快速调制基板内的宽范围的区域的技术(例如,参见专利文献1)。

[0004] [引用文献列表]

[0005] [专利文献1]日本专利申请特开JP 2011-86904A

发明内容

[0006] [技术问题]

[0007] 在许多情况下,波长约为940nm的近红外线被用作间接ToF方式中使用的受光元件的光源。由于作为半导体层的硅对近红外线的吸收系数低并且量子效率低,因此可以考虑通过延长光路长度来提高量子效率的结构,但是存在入射光泄漏到相邻像素中的担忧。

[0008] 本技术是鉴于这种情况而设计的,并且可以减少入射光泄漏到相邻像素中。

[0009] [问题的解决方案]

[0010] 根据本技术第一方面的受光元件包括半导体层,在其中以像素为单位形成有对红外光执行光电转换的光电二极管;和配线层,在其中形成有读出由所述光电二极管产生的电荷的传输晶体管,其中在所述配线层的像素边界部处形成有遮挡红外光的像素间遮光单元。

[0011] 根据本技术第二方面的测距模块包括预定的发光源;和受光元件,其中所述受光元件包括半导体层,在其中以像素为单位形成有对红外光执行光电转换的光电二极管;和配线层,在其中形成有读出由所述光电二极管产生的电荷的传输晶体管,其中在所述配线层的像素边界部处形成有遮挡红外光的像素间遮光单元。

[0012] 根据本技术第三方面的电子设备包括测距模块,所述测距模块包括预定的发光源;和受光元件,其中所述受光元件包括半导体层,在其中以像素为单位形成有对红外光执行光电转换的光电二极管;和配线层,在其中形成有读出由所述光电二极管产生的电荷的传输晶体管,其中在所述配线层的像素边界部处形成有遮挡红外光的像素间遮光单元。

[0013] 在本技术的第一至第三方面中,受光元件设置有半导体层,在其中以像素为单位形成有对红外光执行光电转换的光电二极管;和配线层,在其中形成有读出由所述光电二极管产生的电荷的传输晶体管,其中在所述配线层的像素边界部处形成有遮挡红外光的像素间遮光单元。

[0014] 受光元件、测距模块和电子设备可以是独立的装置,也可以是组入其他装置的模块。

附图说明

- [0015] 图1是示出本技术适用的受光元件的示意性构成例的框图。
- [0016] 图2是示出像素的第一构成例的截面图。
- [0017] 图3是说明像素间遮光单元的效果的图。
- [0018] 图4是示出像素的第一构成例的变形例的截面图。
- [0019] 图5是示出图2中的像素的电路构成例的图。
- [0020] 图6是示出图4中的像素电路的布置例的平面图。
- [0021] 图7是示出像素间遮光单元的其他形成示例的平面图。
- [0022] 图8是示出像素间遮光单元的其他形成示例的平面图。
- [0023] 图9是示出图2中的像素的其他电路构成例的图。
- [0024] 图10是示出图9中的像素电路的布置例的平面图。
- [0025] 图11是示出像素的第二构成例的截面图。
- [0026] 图12是示出蛾眼结构部的其他形状示例的截面图。
- [0027] 图13是示出像素的第三构成例的截面图。
- [0028] 图14是说明图13中的反射膜的效果的图。
- [0029] 图15是示出像素的第三构成例的第一变形例的截面图。
- [0030] 图16是说明图15中的反射膜的效果的图。
- [0031] 图17是示出像素的第三构成例的第二变形例的截面图。
- [0032] 图18是示出像素的第四构成例的截面图。
- [0033] 图19是示出像素的第五构成例的截面图。
- [0034] 图20是示出像素的第六构成例的截面图。
- [0035] 图21是示出像素的第七构成例的截面图。
- [0036] 图22是示出像素的第七构成例的变形例的截面图。
- [0037] 图23是示出像素的第八构成例的截面图。
- [0038] 图24是示出像素的第八构成例的变形例的截面图。
- [0039] 图25是示出像素的第九构成例的截面图。
- [0040] 图26是示出在受光元件被构造为IR成像传感器的情况下的像素的电路构成例的图。
- [0041] 图27是在受光元件被构造为IR成像传感器的情况下的像素的截面图。
- [0042] 图28是示出在受光元件被构造为RGBIR成像传感器的情况下的像素布置例的图。
- [0043] 图29是示出本技术适用的测距模块的构成例的框图。
- [0044] 图30是示出作为本技术适用的电子设备的智能电话的构成例的框图。
- [0045] 图31是示出车辆控制系统的示意性构成的示例的框图。
- [0046] 图32是示出车外信息检测单元和成像单元的安装位置的示例的说明图。

具体实施方式

[0047] 下面将说明用于体现本技术的形态(以下称为实施方案)。注意,将按以下顺序进行说明。

- [0048] 1. 受光元件的构成例
- [0049] 2. 根据像素的第一构成例的截面图
- [0050] 3. 第一构成例的变形例
- [0051] 4. 像素的电路构成例
- [0052] 5. 像素的平面图
- [0053] 6. 像素的其他电路构成例
- [0054] 7. 像素的平面图
- [0055] 8. 根据像素的第二构成例的截面图
- [0056] 9. 根据像素的第三构成例的截面图
- [0057] 10. 第三构成例的变形例
- [0058] 11. 根据像素的第四构成例的截面图
- [0059] 12. 根据像素的第五构成例的截面图
- [0060] 13. 根据像素的第六构成例的截面图
- [0061] 14. 根据像素的第七构成例的截面图
- [0062] 15. 根据像素的第八构成例的截面图
- [0063] 16. 根据像素的第九构成例的截面图
- [0064] 17. IR成像传感器的构成例
- [0065] 18. RGBIR成像传感器的构成例
- [0066] 19. 测距模块的构成例
- [0067] 20. 电子设备的构成例
- [0068] 21. 移动体的应用例

[0069] 注意,在以下将参照的附图中,相同或相似的部分由相同或相似的附图标记表示。然而,附图是示意性的并且厚度与平面图尺寸之间的关系、各层的厚度比率等与实际不同。此外,在一些情况下,附图包括附图之间的尺寸关系和比率不同的部分。

[0070] 另外,以下说明中诸如上下等方向的定义仅为简洁起见所提供的定义,并非旨在限定本公开的技术思想。例如,当对象旋转90度后观察时,上下变换并解释为左右,当对象旋转180度后观察时,上下解释为倒置。

[0071] <1. 受光元件的构成例>

[0072] 图1是示出本技术适用的受光元件的示意性构成例的框图。

[0073] 图1所示的受光元件1是通过间接ToF方式输出测距信息的ToF传感器。

[0074] 受光元件1接收通过从预定光源发出的光(照射光)并撞击物体的反射而获得的光(反射光),并且输出其中将关于到物体的距离信息作为深度值存储的深度图像。另外,从光源发出的照射光例如是波长在780nm~1000nm的范围内的红外光,并且是以预定的周期反复点亮和熄灭的脉冲光。

[0075] 受光元件1包括形成在图中未示出的半导体基板上的像素阵列部21以及集成在与像素阵列部21相同的半导体基板上的周边电路部。周边电路部包括例如垂直驱动单元22、

列处理单元23、水平驱动单元24、系统控制单元25等。

[0076] 受光元件1还设有信号处理单元26和数据存储单元27。注意,信号处理单元26和数据存储单元27可以安装在与受光元件1相同的基板上,并且可以设置在与受光元件1不同的模块内的基板上。

[0077] 像素阵列部21产生对应于接收光量的电荷,并且被构造为使得输出对应于电荷的信号的像素10在行方向和列方向上以二维矩阵状配置。即,像素阵列部21对入射光执行光电转换并且包括输出与作为光电转换的结果获得的电荷相对应的信号的多个像素10。这里,行方向是像素10在水平方向上排列的方向,列方向是像素10在垂直方向上排列的方向。行方向为图中的横方向,列方向为图中的纵方向。将在图2和随后的附图中说明像素10的细节。

[0078] 在像素阵列部21中,在矩阵状的像素阵列中,像素驱动线28针对每个像素行在行方向上配线,并且两个垂直信号线29针对每个像素列在列方向上配线。像素驱动线28传输用于执行在从像素10读出信号时的驱动的驱动信号。注意,在图1中,针对像素驱动线28示出了一个配线,但是配线的数量不限于一个。像素驱动线28的一端连接到与垂直驱动单元22的各行相对应的输出端。

[0079] 由移位寄存器、地址解码器等构成的垂直驱动单元22以行为单位等同时驱动像素阵列部21的所有像素10。即,垂直驱动单元22与控制垂直驱动单元22的系统控制单元25一起构成控制像素阵列部21的各单元像素10的操作的驱动单元。

[0080] 根据垂直驱动单元22的驱动控制从像素行的各像素10输出的检测信号通过垂直信号线29输入到列处理单元23。列处理单元23对通过垂直信号线29从各像素10输出的检测信号进行预定的信号处理,并且临时保持经过信号处理的检测信号。列处理单元23具体地执行噪声去除处理、模数(AD)转换处理等作为信号处理。

[0081] 水平驱动单元24由移位寄存器、地址解码器等构成,并且顺次选择与列处理单元23的像素列相对应的单位电路。通过水平驱动单元24的选择性扫描,在列处理单元23中针对各单位电路经过信号处理的检测信号顺次输出到信号处理单元26。

[0082] 系统控制单元25由产生各种时序信号的时序发生器等构成,并且基于由时序发生器产生的各种时序信号对垂直驱动单元22、列处理单元23、水平驱动单元24等进行驱动控制。

[0083] 信号处理部26至少具有运算处理功能,并且基于从列处理部23输出的检测信号进行诸如运算处理等各种信号处理。数据存储部27临时存储在执行信号处理时由信号处理单元26执行的信号处理所需的数据。

[0084] 上述构成的受光元件1输出其中将关于到物体的距离信息作为深度值存储在像素值中的深度图像。

[0085] <2. 根据像素的第一构成例的截面图>

[0086] 图2是示出配置在像素阵列部21中的像素10的第一构成例的截面图。

[0087] 受光元件1包括半导体基板41和形成在其表面侧(图中的下侧)的多层配线层42。

[0088] 半导体基板41例如由硅(Si)形成,并且例如形成为约数 μm 的厚度。在半导体基板41中,例如,在P型(第一导电类型)半导体区域51中以像素为单位形成N型(第二导电类型)半导体区域52,因此以像素为单位形成光电二极管PD。设置在半导体基板41的表面和背面

两者上的P型半导体区域51还用作用于抑制暗电流的空穴电荷累积区域。

[0089] 图2中的上侧的半导体基板41的上表面是半导体基板41的背面,并且是光入射的光入射面。在半导体基板41的背面侧的上表面上形成有防反射膜43。

[0090] 防反射膜43具有其中例如层叠有固定电荷膜和氧化膜的层叠结构,并且例如可以使用根据原子层沉积(ALD)法的具有高介电常数(High-k)的绝缘薄膜。具体地,可以使用氧化铪(HfO_2)、氧化铝(Al_2O_3)、氧化钛(TiO_2)、氧化钛锶(STO)等。在图2的例子中,防反射膜43被构成为使得氧化铪膜53、氧化铝膜54和氧化硅膜55被层叠。

[0091] 在防反射膜43的上表面和像素10的与半导体基板41相邻的边界部44(以下也称为作为像素边界部44)上形成有防止入射光入射到相邻像素中的像素间遮光膜45。像素间遮光膜45的材料仅需要是遮光的材料,该材料的示例可以包括诸如钨(W)、铝(Al)和铜(Cu)等金属材料。

[0092] 平坦化膜46由诸如氧化硅(SiO_2)、氮化硅(SiN)、氮氧化硅(SiON)等绝缘膜或诸如树脂等有机材料在防反射膜43的上表面和像素间遮光膜45的上表面上构成。

[0093] 然后,片上透镜47在平坦化膜46的上表面上以像素为单位形成。片上透镜47由诸如苯乙烯系树脂、丙烯酸系树脂、苯乙烯-丙烯酸共聚合系树脂或硅氧烷系树脂等树脂材料形成。由片上透镜47收集的光有效地入射到光电二极管PD上。

[0094] 另外,在半导体基板41的背面侧的像素边界部44处,从半导体基板41的背面侧(片上透镜47侧)到基板深度方向上的预定深度形成将相邻像素分离的像素间分离部61。包括像素间分离部61的底面和侧壁的外周部被作为防反射膜43的一部分的氧化铪膜53覆盖。像素间分离部61防止入射光穿透邻接像素10并被限制在其自身的像素内,并且防止入射光从相邻像素10泄漏。

[0095] 在图2的例子中,通过在从背面侧挖出的沟槽(凹槽)中埋入作为防反射膜43的最上层的材料的氧化硅膜55,同时形成氧化硅膜55和像素间分离部61,因此作为防反射膜43的层叠膜的一部分的氧化硅膜55和像素间分离部61由相同的材料形成,但是它们的材料不必一定相同。作为像素间分离部61的埋在从背面侧挖出的沟槽(凹槽)中的材料可以是诸如钨(W)、铝(Al)、钛(Ti)、氮化钛(TiN)等金属材料。

[0096] 另一方面,在其上形成有多层配线层42的半导体基板41的表面侧,针对形成在各像素10中的一个光电二极管PD形成两个传输晶体管TRG1和TRG2。另外,作为临时保持从光电二极管PD传输的电荷的电荷累积部的浮动扩散区域FD1和FD2在半导体基板41的表面侧由高浓度的N型半导体区域(N型扩散区域)形成。

[0097] 多层配线层42由多个金属膜M和其间的层间绝缘膜62构成。在图2中,示出了多层配线层42由第一金属膜M1至第三金属膜M3的三层构成的示例。

[0098] 反射膜(反射构件)63形成在位于多层配线层42的多个金属膜M之中的最靠近半导体基板41的第一金属膜M1中的光电二极管PD的形成区域下方的区域(即,在平面图中观察时至少一部分与光电二极管PD的形成区域重叠的区域)中。反射膜63由与第一金属膜M1的其他金属配线67的材料相同的材料形成,例如,诸如铜(Cu)、铝(Al)、钨(W)、钛(Ti)或氮化钛(TiN)等金属膜。

[0099] 反射膜63具有使经由片上透镜47从光入射面入射到半导体基板41内并且透过半导体基板41而未在半导体基板41内执行光电转换的红外光在反射膜63处被反射并再次入

射到半导体基板41内的功能。通过这种反射功能,可以增加在半导体基板41内执行光电转换的红外光的量并提高量子效率(QE)(即,像素10对红外光的感度)。

[0100] 另外,反射膜63在最靠近半导体基板41的第一金属膜M1处遮挡经由片上透镜47从光入射面入射到半导体基板41内并且透过半导体基板41而未在半导体基板41内执行光电转换的红外光,并且防止红外线透过位于第一金属膜M1下方的第二金属膜M2和第三金属膜M3。因此,反射膜63也可以称为遮光膜。通过这样的遮光功能,可以防止透过半导体基板41而未在半导体基板41内执行光电转换的红外光被第一金属膜M1下方的金属膜M分散而入射到周围像素上。由此,可以防止在周围像素中错误地检测到光。

[0101] 此外,防止被反射膜63反射的入射光入射到邻接像素10的光电二极管PD上的像素间遮光单元65形成在多层配线层42的像素边界部44处。作为像素间遮光单元65的材料,例如,可以使用与包括反射膜63的第一金属膜M1的金属配线67的材料相同的材料。另外,例如,当金属配线67为铜时,通过使用钨作为像素间遮光单元65的材料或者通过利用有机材料的红外光吸收膜构成像素间遮光单元65等,与第一金属膜M1的金属配线67不同的材料可以用作像素间遮光单元65的材料。

[0102] 像素间遮光单元65在基板深度方向上的位置在第一金属膜M1的反射膜63的上方(半导体基板41侧),以达到像素间遮光单元65的目的。例如,像素间遮光单元65形成在与作为将由多晶硅等形成的传输晶体管TRG1或TRG2的栅极和第一金属膜M1的金属配线67连接的栅极接触部66的同层的位置(深度方向的位置),或者形成在更靠近半导体基板41的一侧。在像素间遮光单元65形成在与栅极接触部66同层的位置的情况下,可以同时形成像素间遮光单元65和栅极接触部66,从而可以共用步骤并减少步骤数量。

[0103] 注意,在第一金属膜M1的金属配线67之中,经由栅极接触部66电气连接到传输晶体管TRG1或TRG2的栅极的金属配线被称为接触配线67。

[0104] 在作为多层配线层42的多个金属膜M之中的预定金属膜M的例如第二金属膜M2中,通过形成例如梳齿形状图案来形成配线电容64。反射膜63和配线电容64可以形成在同一层(金属膜M)中,但是在它们形成在不同层中的情况下,配线电容64形成在比反射膜63更远离半导体基板41的层中。换句话说,反射膜63形成为比配线电容64更靠近半导体基板41。

[0105] 如上所述,受光元件1具有背面照射型结构,其中作为半导体层的半导体基板41配置在片上透镜47和多层配线层42之间,并且入射光从形成有片上透镜47的背面侧入射在光电二极管PD上。

[0106] 另外,像素10包括针对设置在各像素中的光电二极管PD的两个传输晶体管TRG1和TRG2,并且被构造为能够将经过光电二极管PD中的光电转换而产生的电荷(电子)分配到浮动扩散区域FD1或FD2。

[0107] 受光元件1接收的反射光(其是波长为约780nm~1000nm的红外光)被半导体基板41的硅吸收较少并且具有低量子效率。为此,在根据第一构成例的像素10中,像素间分离部61形成在像素边界部44中以防止入射光穿透邻接像素10并被限制在其自身的像素中,并且防止入射光泄漏到相邻像素10中。另外,通过在光电二极管PD的形成区域下方的金属膜M中设置反射膜63,透过半导体基板41而未在半导体基板41内执行光电转换的红外光被反射膜63反射,并且使红外光再次入射到半导体基板41内。

[0108] 另一方面,反射膜63设置在光电二极管PD的形成区域下方的第一金属膜M1中,因

此存在被反射膜63反射的入射光可能穿透相邻像素的担忧,例如,如图3中的箭头所示。因此,像素间遮光单元65形成在多层配线层42的像素边界部44处,以防止由于从多层配线层42的回绕而使入射光泄漏到相邻像素中。

[0109] 利用上述构成,可以增加在半导体基板41内执行光电转换的红外光的量并提高量子效率(QE)(即,像素10对红外光的感度)。

[0110] <3. 第一构成例的变形例>

[0111] 图4是示出根据图2所示的第一构成例的像素10的变形例的截面图。

[0112] 在图4中,与图2所示的第一构成例中对应的部分由相同的附图标记和符号表示,并且将适当地省略对这些部分的说明。

[0113] 图4的变形例与图2的第一构成例的不同之处在于,像素间分离部61(其是通过从半导体基板41的背面侧(片上透镜47侧)挖出而形成的深沟槽隔离(DTI))被贯通半导体基板41的像素间分离部71代替,并且其他方面对于变形例和第一构成例是共同的。

[0114] 像素间分离部71通过形成从半导体基板41的背面侧(片上透镜47侧)或表面侧的部分贯通到相对侧的基板面的沟槽并且在该沟槽内埋入作为防反射膜43的最上层的材料的氧化硅膜55而形成。除了诸如氧化硅膜55等绝缘膜之外,作为像素间分离部71的在沟槽内埋入的材料例子还包括诸如钨(W)、铝(Al)、钛(Ti)、氮化钛(TiN)等金属材料。

[0115] 通过形成这样的像素间分离部71,相邻像素可以完全地电气分离。由此,防止入射光穿透邻接像素10并被限制在其自身的像素中,并且防止入射光从相邻像素10的泄漏。此外,像素间遮光单元65形成在多层配线层42的像素边界部44处,以防止由于从多层配线层42的回绕而使入射光泄漏到相邻像素中。

[0116] 因此,同样在第一构成例的变形例中,可以增加在半导体基板41内执行光电转换的红外光的量以提高量子效率(即,像素10对红外光的感度)。

[0117] <4. 像素的电路构成例>

[0118] 图5示出在像素阵列部21中二维地配置的像素10的电路构成。

[0119] 像素10包括作为光电转换元件的光电二极管PD。此外,像素10包括两个传输晶体管TRG、两个浮动扩散区域FD、两个附加电容器FDL、两个切换晶体管FDG、两个放大晶体管AMP、两个复位晶体管RST和两个选择晶体管SEL。此外,像素10包括电荷排出晶体管OFG。

[0120] 这里,在设置在像素10中的两个传输晶体管TRG、两个浮动扩散区域FD、两个附加电容器FDL、两个切换晶体管FDG、两个放大晶体管AMP、两个复位晶体管RST和两个选择晶体管SEL相互区分的情况下,它们分别被称为传输晶体管TRG1和TRG2、浮动扩散区域FD1和FD2、附加电容器FDL1和FDL2、切换晶体管FDG1和FDG2、放大晶体管AMP1和AMP2、复位晶体管RST1和RST2以及选择晶体管SEL1和SEL2,如图5所示。

[0121] 传输晶体管TRG、切换晶体管FDG、放大晶体管AMP、选择晶体管SEL、复位晶体管RST和电荷排出晶体管OFG例如由N型MOS晶体管构成。

[0122] 当供给到栅极电极的传输驱动信号TRG1g被设定为处于激活状态时,传输晶体管TRG1响应于传输驱动信号TRG1g被设定为处于导电状态,因此传输晶体管TRG1将累积在光电二极管PD中的电荷传输到浮动扩散区域FD1。当供给到栅极电极的传输驱动信号TRG2g被设定为处于激活状态时,传输晶体管TRG2响应于传输驱动信号TRG2g被设定为处于导电状态,因此传输晶体管TRG2将累积在光电二极管PD中的电荷传输到浮动扩散区域FD2。

[0123] 浮动扩散区域FD1和FD2是临时保持从光电二极管PD传输的电荷的电荷累积部。

[0124] 当供给到栅极电极的FD驱动信号FDG1g被设定为处于激活状态时,切换晶体管FDG1响应于FD驱动信号FDG1g被设定为处于导电状态,因此切换晶体管FDG1将附加电容器FDL1连接到浮动扩散区域FD1。当供给到栅极电极的FD驱动信号FDG2g被设定为处于激活状态时,切换晶体管FDG2响应于FD驱动信号FDG2g被设定为处于导电状态,因此切换晶体管FDG2将附加电容器FDL2连接到浮动扩散区域FD2。附加电容器FDL1和FDL2由图2中的配线电容64构成。

[0125] 当供给到栅极电极的复位驱动信号RSTg被设定为处于激活状态时,复位晶体管RST1通过响应于复位驱动信号RSTg被设定为处于导电状态来复位浮动扩散区域FD1的电位。当供给到栅极电极的复位驱动信号RSTg被设定为处于激活状态时,复位晶体管RST2通过响应于复位驱动信号RSTg被设定为处于导电状态来复位浮动扩散区域FD2的电位。注意,当复位晶体管RST1和RST2被设定为处于激活状态时,切换晶体管FDG1和FDG2也同时被设定为处于激活状态,并且附加电容器FDL1和FDL2也被复位。

[0126] 例如在大量入射光的高照度的情况下,垂直驱动单元22将切换晶体管FDG1和FDG2设定为处于激活状态,以将浮动扩散区域FD1和附加电容器FDL1连接以及将浮动扩散区域FD2和附加电容器FDL2连接。因此,当照度高时可以累积更多的电荷。

[0127] 另一方面,在少量入射光的低照度的情况下,垂直驱动单元22将切换晶体管FDG1和FDG2设定为处于非激活状态,以将附加电容器FDL1和FDL2与浮动扩散区域FD1和FD2分离。因此,可以提高转换效率。

[0128] 当供给到栅极电极的排出驱动信号OFG1g被设定为处于激活状态时,电荷排出晶体管OFG通过响应于排出驱动信号OFG1g被设定为处于导电状态来排出累积在光电二极管PD中的电荷。

[0129] 放大晶体管AMP1通过源极电极经由选择晶体管SEL1连接到垂直信号线29A来连接到图中未示出的恒电流源,从而构成源极跟随器电路。放大晶体管AMP2通过源极电极经由选择晶体管SEL2连接到垂直信号线29B来连接到图中未示出的恒电流源,从而构成源极跟随器电路。

[0130] 选择晶体管SEL1连接在放大晶体管AMP1的源极电极和垂直信号线29A之间。当供给到栅极电极的选择信号SEL1g被设定为处于激活状态时,选择晶体管SEL1响应于选择信号SEL1g被设定为处于导电状态,并且输出从放大晶体管AMP1输出的检测信号VSL1到垂直信号线29A。

[0131] 选择晶体管SEL2连接在放大晶体管AMP2的源极电极和垂直信号线29B之间。当供给到栅极电极的选择信号SEL2g被设定为处于激活状态时,选择晶体管SEL2响应于选择信号SEL2g被设定为处于导电状态,并且输出从放大晶体管AMP2输出的检测信号VSL2到垂直信号线29B。

[0132] 像素10的传输晶体管TRG1和TRG2、切换晶体管FDG1和FDG2、放大晶体管AMP1和AMP2、选择晶体管SEL1和SEL2以及电荷排出晶体管OFG由垂直驱动单元22控制。

[0133] 在图5的像素电路中,可以省略附加电容器FDL1和FDL2以及控制其连接的切换晶体管FDG1和FDG2,但是通过设置附加电容器FDL并根据入射光量适当使用可以确保高动态范围。

[0134] 将简要说明像素10的操作。

[0135] 首先,在开始受光之前,在所有像素中执行用于复位像素10中的电荷的复位操作。即,电荷排出晶体管OFG、复位晶体管RST1和RST2以及切换晶体管FDG1和FDG2导通,并且排出累积在光电二极管PD、浮动扩散区域FD1和FD2以及附加电容器FDL1和FDL2中的电荷。

[0136] 在累积的电荷被排出之后,在所有像素中开始受光。

[0137] 在受光期间,传输晶体管TRG1和TRG2被交替驱动。即,在第一期间,执行用于导通传输晶体管TRG1和关断传输晶体管TRG2的控制。在第一期间,在光电二极管PD中产生的电荷被传输到浮动扩散区域FD1。在第一期间之后的第二期间,执行用于关断传输晶体管TRG1和导通传输晶体管TRG2的控制。在第二期间,在光电二极管PD中产生的电荷被传输到浮动扩散区域FD2。由此,在光电二极管PD中产生的电荷被分配到浮动扩散区域FD1和FD2并被累积。

[0138] 这里,读出通过光电转换获得的电荷(电子)的传输晶体管TRG和浮动扩散区域FD也被称为活性抽头(active tap)。相对地,未读出通过光电转换获得的电荷的传输晶体管TRG和浮动扩散区域FD也被称为非活性抽头(inactive tap)。

[0139] 此外,当受光期间结束时,像素阵列部21的像素10被线序地选择。在所选择的像素10中,选择晶体管SEL1和SEL2导通。由此,在浮动扩散区域FD1中累积的电荷作为检测信号VSL1经由垂直信号线29A输出到列处理单元23。在浮动扩散区域FD2中累积的电荷作为检测信号VSL2经由垂直信号线29B输出到列处理单元23。

[0140] 如上所述,终止一次受光操作,并且执行从复位操作开始的下一次受光操作。

[0141] 由像素10接收到的反射光从光源发光的时序开始根据到对象物的距离而延迟。两个浮动扩散区域FD1和FD2中累积的电荷分配比随着根据到对象物的距离的延迟时间而变化,因此可以从两个浮动扩散区域FD1和FD2中累积的电荷分配比获得到对象物的距离。

[0142] <5. 像素的平面图>

[0143] 图6是示出图5所示的像素电路的布置例的平面图。

[0144] 图6中的横方向对应于图1中的行方向(水平方向),纵方向对应于图1中的列方向(垂直方向)。

[0145] 如图6所示,在矩形像素10的中央区域中,光电二极管PD由N型半导体区域52构成。

[0146] 传输晶体管TRG1、切换晶体管FDG1、复位晶体管RST1、放大晶体管AMP1和选择晶体管SEL1线性地配置为在光电二极管PD的外侧并沿着矩形像素10的四边之中的预定一边并置,并且传输晶体管TRG2、切换晶体管FDG2、复位晶体管RST2、放大晶体管AMP2和选择晶体管SEL2线性地配置为沿着矩形像素10的四边之中的另一边并置。

[0147] 此外,电荷排出晶体管OFG配置在与像素10的形成有传输晶体管TRG、切换晶体管FDG、复位晶体管RST、放大晶体管AMP和选择晶体管SEL的两边不同的边。

[0148] 例如,通过在像素10的边界线上以预定间隔配置具有与栅极接触部66相同的尺寸和平面形状的遮光构件来构成像素间遮光单元65。在图6的例子中,构成像素间遮光单元65的一个遮光构件的平面形状是矩形,但也可以是带有圆角的矩形、椭圆形或圆形。

[0149] 图7和图8是示出像素间遮光单元65的其他形成例的图。

[0150] 如图7所示,像素间遮光单元65可以被构造为使得在像素10的边界线上以预定间隔配置具有在像素10的边界线方向上长而在与其他像素10相邻的方向上短的平面形状的

线状遮光构件。

[0151] 可选择地,如图8所示,像素间遮光单元65可以被构造为使得以围绕像素10的整个周边的形式在像素10的边界线上配置遮光构件。

[0152] <6. 像素的其他电路构成例>

[0153] 图9示出像素10的其他电路构成例。

[0154] 在图9中,与图5中对应的部分由相同的符号表示,并且将适当地省略对这些部分的说明。

[0155] 像素10包括作为光电转换元件的光电二极管PD。此外,像素10包括两个第一传输晶体管TRGa、两个第二传输晶体管TRGb、两个存储器MEM、两个浮动扩散区域FD、两个复位晶体管RST、两个放大晶体管AMP和两个选择晶体管SEL。

[0156] 这里,在设置在像素10中的两个第一传输晶体管TRGa、两个第二传输晶体管TRGb、两个存储器MEM、两个浮动扩散区域FD、两个复位晶体管RST、两个放大晶体管AMP和两个选择晶体管SEL相互区分的情况下,它们分别被称为第一传输晶体管TRGa1和TRGa2、第二传输晶体管TRGb1和TRGb2、传输晶体管TRG1和TRG2、存储器MEM1和MEM2、浮动扩散区域FD1和FD2、放大晶体管AMP1和AMP2以及选择晶体管SEL1和SEL2,如图9所示。

[0157] 因此,图5中的像素电路与图9中的像素电路相比,传输晶体管TRG改变为两种类型,即,第一传输晶体管TRGa和第二传输晶体管TRGb,并且添加有存储器MEM。此外,省略了附加电容器FDL和切换晶体管FDG。

[0158] 第一传输晶体管TRGa、第二传输晶体管TRGb、复位晶体管RST、放大晶体管AMP和选择晶体管SEL例如由N型MOS晶体管构成。

[0159] 在图5所示的像素电路中,光电二极管PD产生的电荷被传输到浮动扩散区域FD1和FD2并被保持在其中。然而,在图9所示的像素电路中,电荷被传输到作为电荷累积部设置的存储器MEM1和MEM2并被保持在其中。

[0160] 即,当供给到栅极电极的第一传输驱动信号TRGa1g被设定为处于激活状态时,第一传输晶体管TRGa1响应于第一传输驱动信号TRGa1g被设定为处于导电状态,因此第一传输晶体管TRGa1将累积在光电二极管PD中的电荷传输到存储器MEM1。当供给到栅极电极的第一传输驱动信号TRGa2g被设定为处于激活状态时,第一传输晶体管TRGa2响应于第一传输驱动信号TRGa2g被设定为处于导电状态,因此第一传输晶体管TRGa2将累积在光电二极管PD中的电荷传输到存储器MEM2。

[0161] 此外,当供给到栅极电极的第二传输驱动信号TRGb1g被设定为处于激活状态时,第二传输晶体管TRGb1响应于第二传输驱动信号TRGb1g被设定为处于导电状态,因此第二传输晶体管TRGb1将累积在存储器MEM1中的电荷传输到浮动扩散区域FD1。当供给到栅极电极的第二传输驱动信号TRGb2g被设定为处于激活状态时,第二传输晶体管TRGb2响应于第二传输驱动信号TRGb2g被设定为处于导电状态,因此第二传输晶体管TRGb2将累积在存储器MEM2中的电荷传输到浮动扩散区域FD2。

[0162] 当供给到栅极电极的复位驱动信号RST1g被设定为处于激活状态时,复位晶体管RST1响应于复位驱动信号RST1g被设定为处于导电状态,因此复位晶体管RST1复位浮动扩散区域FD1的电位。当供给到栅极电极的复位驱动信号RST2g被设定为处于激活状态时,复位晶体管RST2响应于复位驱动信号RST2g被设定为处于导电状态,因此复位晶体管RST2复

位浮动扩散区域FD2的电位。注意,当复位晶体管RST1和RST2被设定为处于激活状态时,第二传输晶体管TRGb1和TRGb2也同时被设定为处于激活状态,并且存储器MEM1和MEM2也被复位。

[0163] 在图9所示的像素电路中,光电二极管PD产生的电荷被分配到存储器MEM1和MEM2并被累积。此外,保持在存储器MEM1和MEM2中的电荷在读出电荷时的时序被传输到浮动扩散区域FD1和FD2,并从像素10输出。

[0164] <7. 像素的平面图>

[0165] 图10是示出图9所示的像素电路的布置例的平面图。

[0166] 图10中的横方向对应于图1中的行方向(水平方向),纵方向对应于图1中的列方向(垂直方向)。

[0167] 如图10所示,在矩形像素10的中央区域中光电二极管PD由N型半导体区域52构成。

[0168] 第一传输晶体管TRGa1、第二传输晶体管TRGb1、复位晶体管RST1、放大晶体管AMP1和选择晶体管SEL1线性地配置为在光电二极管PD的外侧并沿着矩形像素10的四边之中的预定一边并置,第一传输晶体管TRGa2、第二传输晶体管TRGb2、复位晶体管RST2、复位晶体管RST2、放大晶体管AMP2和选择晶体管SEL2线性地配置为沿着矩形像素10的四边之中的另一边并置。存储器MEM1和MEM2例如由埋入型的N型扩散区域构成。

[0169] 作为像素间遮光单元65,采用其中具有与栅极接触部66相同的平面形状的遮光构件以等间隔配置的构成,如图6所示,但是可以采用图7和图8所示的构成或者其他构成。

[0170] 注意,像素电路的布置不限于图6或图10所示的示例,也可以采用其他布置。

[0171] <8. 根据像素的第二构成例的截面图>

[0172] 图11是示出像素10的第二构成例的截面图。

[0173] 在图11中,与图2所示的第一构成例中对应的部分由相同的附图标记和符号表示,并且将适当地省略对这些部分的说明。

[0174] 在图11的第二构成例中,在半导体基板41的背面且在光电二极管PD的形成区域的上方形成其中周期性地形成微细凹凸的蛾眼(Moth Eye)结构部111。此外,形成在半导体基板41的蛾眼结构部111的上表面上的防反射膜43也形成为具有对应于蛾眼结构部111的蛾眼结构。

[0175] 半导体基板41的蛾眼结构部111被构造为使得例如规则地(格子状地)设置具有大致相同形状和大致相同尺寸的多个四角锥的区域。

[0176] 蛾眼结构部111形成为具有例如其中在光电二极管PD侧具有顶点的四角锥形状的多个区域规则地并置排列的倒棱锥结构。

[0177] 可选择地,蛾眼结构部111可以具有其中在片上透镜47侧具有顶点的多个四角锥的区域规则地并置排列的正棱锥结构。多个四角锥的尺寸和配置可以随机地形成而不是规则地排列。另外,蛾眼结构部111的各四角锥的各凹部或各凸部具有一定程度的曲率,并且可以是圆形。蛾眼结构部111仅被要求具有其中凹凸结构周期性或随机地重复的结构,并且凹部或凸部的形状是任意的。

[0178] 图12是示出蛾眼结构部111的其他形状例的截面图。

[0179] 在图12的例子中,蛾眼结构部111的形状具有与半导体基板41平行的面,并且具有其中在基板深度方向上以固定量挖出的凹部以规则间隔并置排列的凹凸结构。注意,在图

12中,防反射膜43由两层构成,即,氧化铪膜53和氧化硅膜55,但是可以类似于其他构成例由三层构成,或者可以由单层构成。

[0180] 如图11和图12所示,蛾眼结构部111作为衍射入射光的衍射结构形成在半导体基板41的光入射面上,因此可以减轻在基板界面处的折射率的突然变化,并减少反射光的影响。

[0181] 第二构成例的其他构成与第一构成例的相同。

[0182] 此外,在图11和图12中,像素间遮光单元65形成在多层配线层42的像素边界部44处,以防止由于从多层配线层42的回绕而使入射光泄漏到相邻像素中。

[0183] 因此,同样在第二构成例中,可以进一步增加在半导体基板41内执行光电转换的红外光的量以提高量子效率(即,像素10对红外光的敏感度)。

[0184] <9. 根据像素的第三构成例的截面图>

[0185] 图13是示出像素10的第三构成例的截面图。

[0186] 在上述第一和第二构成例中,已经说明了防止由于从多层配线层42的回绕而使入射光泄漏到相邻像素中的构成,但是在第三构成例中,将要说明防止由于从片上透镜47侧的回绕而使入射光泄漏到相邻像素中的构成。

[0187] 在图13中,与图2所示的第一构成例中对应的部分由相同的附图标记和符号表示,并且将适当地省略对这些部分的说明。

[0188] 在图13所示的第三构成例中,在与图2中的光电二极管PD的形成区域下方的第一金属膜M1的同层处形成的反射膜63改变为反射膜141。另外,省略了图2中形成在多层配线层42的像素边界部44处的像素间遮光单元65。

[0189] 第三构成例中的反射膜141的形成材料与第一构成例中的反射膜63的形成材料不同。具体地,在第一构成例中,反射膜141由与电气连接到传输晶体管TRG1或TRG2的栅极的金属配线67的材料相同的材料(例如,铜、铝等)形成,但是在第三构成例中,反射膜141可以由与金属配线67的材料不同的材料形成。例如,在金属配线67由铜形成的情况下,反射膜141由铝、钨(W)、铂(Pt)、镍(Ni)等形成。

[0190] 反射膜141的形成材料可以根据例如半导体基板41的厚度来确定。例如,当半导体基板41具有大的厚度时(例如,当厚度为 $6\mu\text{m}$ 以上时),铝可以用作反射膜141的材料。另外,例如,当半导体基板41具有小的厚度时(例如,当厚度小于 $6\mu\text{m}$ 时),钨、铂、镍等可以用作反射膜141的材料。

[0191] 换句话说,例如,当半导体基板41具有大的厚度时(例如,当厚度为 $6\mu\text{m}$ 以上时),具有相对较高反射率的材料(例如,具有高于70%的反射率的材料)可以用作反射膜141的材料。另外,例如,当半导体基板41具有小的厚度时(例如,当厚度小于 $6\mu\text{m}$ 时),具有相对较低的反射率的材料(例如,具有30%~70%以下的反射率的材料)可以用作反射膜141的材料。

[0192] 作为反射膜141的形成材料,使用至少在红外光的波长范围内具有比第一金属膜M1的其他金属配线67的材料更低的反射率(折射率)的材料。这种材料的例子包括诸如Al、Ni、Cr、Fe、Pt、Rh和Sn等金属、其合金、诸如 Ta_2O_5 、 Al_2O_3 和 Si_3N_4 等金属化合物。

[0193] 第三构成例的其他构成与第一构成例的相同。

[0194] 受光元件1接收的反射光是波长为约780nm~1000nm的红外光,被作为半导体基板41的硅吸收少并且具有低量子效率。为此,入射到半导体基板41的光透过半导体基板41,并

且被反射膜141再次向半导体基板41反射。在这种情况下,当反射膜141的反射率高到接近100%时,如图14中的实线箭头所示,反射膜141反射的光进一步透过半导体基板41的光入射面,被片上透镜47反射,并且泄漏到相邻像素10中,这可能会导致耀斑。

[0195] 根据第三构成例,反射膜141由具有比第一金属膜M1的其他金属配线67的材料更低反射率的材料形成,并且根据半导体基板41的厚度形成成为具有比其他金属配线67的材料更低的反射率,因此,如图14中的虚线箭头所示,可以进行调整,使得由反射膜141反射的所有光束都在半导体基板41内被吸收,由此,可以防止反射膜141反射的光进一步透过半导体基板41的光入射面,从而可以防止由于从片上透镜47侧的回绕而使入射光泄漏到相邻像素中。

[0196] 利用上述构成,可以进一步增加在半导体基板41内执行光电转换的红外光的量以提高量子效率(即,像素10对红外光的感度),并且抑制由于反射光透过半导体基板41造成的耀斑的原因。

[0197] <10. 第三构成例的变形例>

[0198] <第一变形例>

[0199] 图15是示出根据图13所示的第三构成例的像素10的第一变形例的截面图。

[0200] 在图15中,与图13所示的第三构成例中对应的部分由相同的附图标记和符号表示,并且将适当地省略对这些部分的说明。

[0201] 在图15的第一变形例中,反射膜141在基板深度方向上的位置与图13所示的第三构成例中不同,并且其他方面对于图15所示的第一变形例和图13所示的第三构成例是相同的。

[0202] 具体地,在图13所示的第三构成例中,反射膜141在基板深度方向上形成在与第一金属膜M1相同的位置(同层),但是在图15的第一变形例中,反射膜141形成在与第一金属膜M1不同的位置(不同层)。具体地,反射膜141在基板深度方向上形成在比第一金属膜M1更靠近光电二极管PD的一侧(半导体基板41侧)。

[0203] 在反射膜141形成在与第一金属膜M1同层的情况下,如图16的A所示,反射膜141必须配置成避开第一金属膜M1的金属配线67,因此,当在平面图中观察时反射膜141的面积减小。

[0204] 另一方面,在反射膜141形成在与第一金属膜M1不同的层的情况下,如图16的B所示,当在平面图中观察时第一金属膜M1的金属配线67和反射膜141彼此不干涉,因此反射膜141可以在与光电二极管PD重叠的区域中大尺寸地配置。由此,可以更大程度地实现反射膜63的目的。即,更大量的透过半导体基板41而未在半导体基板41内执行光电转换的红外光可以被反射膜63反射,从而入射到半导体基板41内。

[0205] 利用上述构成,可以进一步增加在半导体基板41内执行光电转换的红外光的量以提高量子效率(即,像素10对红外光的感度),并且抑制由于反射光透过半导体基板41造成的耀斑的原因。

[0206] <第二变形例>

[0207] 图17是示出根据图13所示的第三构成例的像素10的第二变形例的截面图。

[0208] 在图17中,与图13所示的第三构成例中对应的部分由相同的附图标记和符号表示,并且将适当地省略对这些部分的说明。

[0209] 在图17所示的第二变形例中,将图13所示的第三构成例中的反射膜141替换为反射膜141P,并且其他构成对于图17所示的第二变形例和图13所示的第三构成例是相同的。

[0210] 反射膜141P在基板深度方向上的位置与图13所示的反射膜141的位置不同,并且反射膜141P的形成材料也与反射膜141的形成材料不同。

[0211] 具体地,反射膜141P在与传输晶体管TRG1和TRG2的栅极相同的基板深度位置处由与传输晶体管TRG1和TRG2的栅极相同的材料(例如,多晶硅)形成。通过在与传输晶体管TRG1和TRG2的栅极相同的基板深度位置处使用相同的材料形成反射膜141P,可以在形成传输晶体管TRG1和TRG2的栅极的同时形成反射膜141P,因此可以共用步骤并减少步骤数量。注意,反射膜141P可以由多晶硅和自对准硅化物膜形成。

[0212] 如同在图15的第一变形例和图17的第二变形例中那样,反射膜141或141P在基板深度方向上形成在比第一金属膜M1更靠近光电二极管PD侧的一侧,因此还可以防止由于从多层配线层42的回绕而使入射光泄漏到相邻像素中。

[0213] <11. 根据像素的第四构成例的截面图>

[0214] 图18是示出像素10的第四构成例的截面图。

[0215] 在图18中,与图13所示的第三构成例中对应的部分由相同的附图标记和符号表示,并且将适当地省略对这些部分的说明。

[0216] 在图18的第四构成例中,在光电二极管PD的形成区域下方的半导体基板41与多层配线层42之间的连接面上进一步形成其中周期性地形成微细凹凸的蛾眼结构部161。蛾眼结构部161可以形成为具有倒棱锥结构或正棱锥结构,类似于图11中说明的蛾眼结构部111。可选择地,蛾眼结构部161可以具有其中平行于半导体基板41的凹部以规则间隔并置排列的凹凸结构,如图12所示。

[0217] 第四构成例的其他构成与图13所示的第三构成例的相同。

[0218] 蛾眼结构部161形成在光电二极管PD的形成区域下方的半导体基板41与多层配线层42之间的界面处,因此透过光电二极管PD的光被蛾眼结构部161扩散并且到达反射膜141。由于反射膜141对红外光的反射被抑制,所以可以防止反射膜141反射的光进一步透过半导体基板41的光入射面。结果,可以防止由于从片上透镜47侧的回绕而使入射光泄漏到相邻像素中。

[0219] <12. 根据像素的第五构成例的截面图>

[0220] 图19是示出像素10的第五构成例的截面图。

[0221] 在图19中,与图13所示的第三构成例中对应的部分由相同的附图标记和符号表示,并且将适当地省略对这些部分的说明。

[0222] 在图19的第五构成例中,图13所示的第三构成例中的反射膜141替换为反射膜141M。图19中的其他构成与图13所示的第三构成例的相同。

[0223] 反射膜141M与反射膜141的不同之处在于,其半导体基板41侧的表面形状具有其中周期性地形成微细凹凸的蛾眼结构。反射膜141M的半导体基板41侧的表面形状形成为蛾眼结构,因此透过光电二极管PD的光被反射膜141M扩散并且朝向半导体基板41反射,类似于图18的第四构成例。由此,反射膜141M对红外光的反射被抑制,可以防止反射膜141M反射的光进一步透过半导体基板41的光入射面。结果,可以防止由于从片上透镜47侧的回绕而使入射光泄漏到相邻像素中。

[0224] <13.根据像素的第六构成例的截面图>

[0225] 图20是示出像素10的第六构成例的截面图。

[0226] 在图20中,与上述第一至第五构成例中对应的部分由相同的附图标记和符号表示,并且将适当地省略对这些部分的说明。

[0227] 根据图20的第五构成例的像素10包括在半导体基板41的背面且在光电二极管PD的形成区域上方的蛾眼结构部111,并且包括在半导体基板41的前面且在光电二极管PD的形成区域下方的蛾眼结构部161。

[0228] 此外,根据图20的第六构成例的像素10在光电二极管PD的形成区域下方的第一金属膜M1的层中包括由具有比第一金属膜M1的其他金属配线67的材料更低的反射率的材料形成的反射膜141。

[0229] 换句话说,根据图20的第六构成例的像素10具有其中蛾眼结构部111被添加到根据图18所示的第四构成例的半导体基板41的背面侧的结构。

[0230] 在图20的第六构成例中,半导体基板41的背面侧(图中的上侧)的蛾眼结构部111的微细凹凸结构的形状和半导体基板41的前面侧(图中的下侧)的蛾眼结构部161的微细凹凸结构的形状可以相同或不同。另外,蛾眼结构部111的凹凸结构的周期和蛾眼结构部161的凹凸结构的周期可以相同或不同。

[0231] 例如,在将蛾眼结构部111的凹凸结构的周期设定为比蛾眼结构部161的凹凸结构的周期长的情况下,波长接近于红外光的光被蛾眼结构部111扩散,波长接近于紫外线的光被蛾眼结构部161扩散,并且波长接近于红外光的光未被蛾眼结构部161扩散。在半导体基板41具有大的厚度且不需要相对抑制红外光的反射的情况下,蛾眼结构部111的凹凸结构的周期被设定为长于蛾眼结构部161的凹凸结构的周期。相比之下,在半导体基板41具有小的厚度并且反射膜141中红外光的反射要求被抑制的情况下,蛾眼结构部161的凹凸结构的周期被设定为长于蛾眼结构部111的凹凸结构的周期。

[0232] 同样在图20的第六构成例中,通过具有比其他金属配线67更低的反射率的反射膜141,可以防止由于从片上透镜47侧的回绕而使入射光泄漏到相邻像素中。另外,通过蛾眼结构部111和161,可以防止反射膜141反射的光进一步透过半导体基板41的光入射面。

[0233] <14.根据像素的第七构成例的截面图>

[0234] 图21是示出像素10的第七构成例的截面图。

[0235] 在图21中,与上述第一至第六构成例中对应的部分由相同的附图标记表示,并且将适当地省略对这些部分的说明。

[0236] 根据图21的第六构成例的像素10包括在半导体基板41的背面的蛾眼结构部111。

[0237] 此外,根据图20的第六构成例的像素10在光电二极管PD的形成区域下方的第一金属膜M1的层中包括由具有比第一金属膜M1的其他金属配线67的材料更低的反射率的材料形成的反射膜141。

[0238] 另外,在反射膜141的半导体基板41侧的表面上形成有多个虚设接触部181。虚设接触部181由与连接到传输晶体管TRG1或TRG2的栅极的栅极接触部66相同的材料在相同的步骤中形成,但是作为未连接到像素晶体管的栅极的接触配线。通过在反射膜141的半导体基板41侧的表面上形成多个虚设接触部181而形成微细凹凸结构,因此可以获得具有与图19所示的第五构成例中的反射膜141M相同的效果。

[0239] 即,透过光电二极管PD的光被形成在反射膜141M的半导体基板41侧的表面上的多个虚设接触部181扩散,并且被多个虚设接触部181朝向半导体基板41反射。由此,可以防止反射膜141反射的光进一步透过半导体基板41的光入射面。结果,可以防止由于从片上透镜47侧的回绕而使入射光泄漏到相邻像素中。

[0240] 同样在图21的第七构成例中,通过具有比其他金属配线67更低的反射率的反射膜141,可以防止由于从片上透镜47侧的回绕而使入射光泄漏到相邻像素中。另外,通过蛾眼结构部111,可以防止反射膜141反射的光进一步透过半导体基板41的光入射面。

[0241] <第七构成例的变形例>

[0242] 注意,虚设接触部181的平面形状和尺寸、配置在反射膜141的平面上的虚设接触部181的数量等没有特别限制并且可以任意确定。虚设接触部件181的尺寸和形状可以与连接到传输晶体管TRG1或TRG2的栅极的栅极接触部66的尺寸和形状相同或不同。

[0243] 例如,如图22所示,虚设接触部181形成为具有比栅极接触部66大的平面尺寸,并且可以隔着层间绝缘膜62形成在反射膜141的稍微上方(光电二极管PD侧)而未连接到反射膜141。

[0244] <15.根据像素的第八构成例的截面图>

[0245] 图23是示出像素10的第八构成例的截面图。

[0246] 在图23中,与上述第一至第七构成例中对应的部分由相同的附图标记和符号表示,并且将适当地省略对这些部分的说明。

[0247] 在上述第一至第七构成例及其变形例中,已经说明了其中防止由于从多层配线层42的回绕而使入射光泄漏到相邻像素中的各种构成以及其中防止由于从片上透镜47侧的回绕而使入射光泄漏到相邻像素中的各种构成。通过适当地组合这样的各种构成,可以采用其中防止由于从多层配线层42的回绕和由于从片上透镜47侧的回绕而使入射光泄漏到相邻像素中的构成。

[0248] 例如,根据图23所示的第八构成例的像素10具有图2所示的第一构成例和图13所示的第三构成例两者的特征构成。

[0249] 即,图23所示的像素10在光电二极管PD的形成区域下方的第一金属膜M1的层中包括由具有比第一金属膜M1的其他金属配线67的材料更低的反射率的材料形成的反射膜141。

[0250] 此外,图23所示的像素10在多层配线层42的像素边界部44处包括防止反射膜141反射的入射光入射到邻接像素10的光电二极管PD上的像素间遮光单元65。

[0251] 例如,图23的第八构成例的其他构成与图2所示的第一构成例的相同。

[0252] 根据具有上述构成的图23所示的像素10,通过配置在多层配线层42的像素边界部44处的像素间遮光单元65,防止了由于从多层配线层42的回绕而使入射光泄漏到相邻像素中。

[0253] 此外,通过在多层配线层42中配置在光电二极管PD的形成区域下方的反射膜141,可以防止由于从片上透镜47侧的回绕而使入射光泄漏到相邻像素中。

[0254] 此外,例如,除了图23所示的像素间遮光单元65和反射膜141之外,图24所示的像素10还具有其中在半导体基板41的背面添加蛾眼结构部111的结构。通过蛾眼结构部111,可以进一步抑制在基板界面处的反射。

[0255] 尽管图中未示出,但是通过适当地组合其中防止由于从多层配线层42的回绕而使入射光泄漏到相邻像素中的各种构成(上述第一和第二构成例)以及其中防止由于从片上透镜47侧的回绕而使入射光泄漏到相邻像素中的各种构成(上述第三至第七构成例),可以同时实现防止由于从多层配线层42的回绕而使入射光泄漏到相邻像素中和防止由于从片上透镜47侧的回绕而使入射光泄漏到相邻像素中。

[0256] <16.根据像素的第九构成例的截面图>

[0257] 图25是示出像素10的第九构成例的截面图。

[0258] 在图25中,与上述第一至第八构成例中对应的部分由相同的附图标记表示,并且将适当地省略对这些部分的说明。

[0259] 在上述第一至第八构成例中,受光元件1使用一个半导体基板(即,仅有半导体基板41)构成,但是在图25的第九构成例中,受光元件1使用两个半导体基板(即,半导体基板41和半导体基板301)构成。

[0260] 根据图25的第九构成例的像素10被构造为使得使用一个半导体基板41的图23的第八构成例改变为使用两个半导体基板(即,半导体基板41和半导体基板301)的构成。以下,为了便于理解,通过将半导体基板41和半导体基板301分别称为第一基板41和第二基板301进行说明。

[0261] 图25的第九构成例与图2的第一构成例的相同之处在于,像素间遮光膜45、平坦化膜46和片上透镜47形成在第一基板41的光入射面侧。第九构成例与图2的第一构成例的相同之处还在于,像素间分离部61形成在第一基板41的背面侧的像素边界部44处。

[0262] 另外,第九构成例与图2的第一构成例的相同之处还在于,作为光电转换单元的光电二极管PD以像素为单位形成在第一基板41上,并且两个传输晶体管TRG1和TRG2以及作为电荷累积部的浮动扩散区域FD1和FD2形成在第一基板41的前面侧。

[0263] 另一方面,作为与图2的第一构成例的不同,作为第一基板41的表面侧的配线层311的绝缘层313贴合到第二基板301的绝缘层312。

[0264] 第一基板41的配线层311包括至少单层的金属膜M,并且反射膜141使用该金属膜M形成在位于光电二极管PD的形成区域下方的区域中。此外,像素间遮光单元65形成在配线层311的像素边界部44处。

[0265] 像素晶体管Tr1和Tr2形成在作为第二基板301的贴合面侧的绝缘层312侧的相对侧的界面处。像素晶体管Tr1和Tr2例如是放大晶体管AMP和选择晶体管SEL。

[0266] 即,在仅使用一个半导体基板41(第一基板41)构成的第一至第八构成例中,传输晶体管TRG、切换晶体管FDG、放大晶体管AMP和选择晶体管SEL的所有像素晶体管都形成在半导体基板41上。然而,在使用两个半导体基板的层叠结构的根据第九构成例的受光元件1中,传输晶体管TRG以外的像素晶体管(即,切换晶体管FDG、放大晶体管AMP和选择晶体管SEL)形成在第二基板301上。

[0267] 包括至少两层金属膜M的多层配线层321形成在第二基板301的与第一基板41侧相对的一侧。多层配线层321包括第一金属膜M11、第二金属膜M12和层间绝缘膜333。

[0268] 控制传输晶体管TRG1的传输驱动信号TRG1g通过贯通第二基板301的硅通孔(TSV)331-1从第二基板301的第一金属膜M11供给到第一基板41的传输晶体管TRG1的栅极电极。控制传输晶体管TRG2的传输驱动信号TRG2g通过贯通第二基板301的TSV 331-2从第二基板

301的第一金属膜M11供给到第一基板41的传输晶体管TRG2的栅极电极。

[0269] 类似地,累积在浮动扩散区域FD1中的电荷通过贯通第二基板301的TSV 332-1从第一基板41侧传输到第二基板301的第一金属膜M11。累积在浮动扩散区域FD2中的电荷通过贯通第二基板301的TSV 332-2从第一基板41侧传输到第二基板301的第一金属膜M11。

[0270] 配线电容64形成在第一金属膜M11或第二金属膜M12的图中未示出的区域中。形成有配线电容64的金属膜M形成为具有高的配线密度以形成电容,并且连接到传输晶体管TRG、切换晶体管FDG等的栅极电极的金属膜M形成为具有低的配线密度以减少感应电流。可以采用其中连接到栅极电极的配线层(金属膜M)对于每个像素晶体管不同的构成。

[0271] 如上所述,根据第九构成例的像素10可以被构造为使得两个半导体基板(即,第一基板41和第二基板301)层叠,并且传输晶体管TRG以外的像素晶体管形成在与包括光电转换单元的第一基板41不同的第二基板301上。此外,控制像素10的驱动的垂直驱动单元22和像素驱动线28、用于传输检测信号的垂直信号线29等也形成在第二基板301上。由此,像素可以微细化,并且后道工艺(BEOL)设计的自由度也增加了。

[0272] 同样在第九构成例中,反射膜141形成在位于光电二极管PD的形成区域下方的配线层311的区域中,并且像素间遮光单元65形成在配线层311的像素边界部44处。由此,可以同时实现防止由于从多层配线层42的回绕而使入射光泄漏到相邻像素中和防止由于从片上透镜47侧的回绕而使入射光泄漏到相邻像素中。

[0273] 图25的第九构成例被构造为使得图23的第八构成例改变为其中层叠两个半导体基板的层叠结构。然而,类似地,上述第一至第七构成例可以改变为其中层叠两个半导体基板的层叠结构。

[0274] <17. IR成像传感器的构成例>

[0275] 包括像素间遮光单元65和反射膜141中的至少一个的上述像素结构不限于根据间接ToF方式输出测距信息的受光元件,还可以适用于接收红外光并生成IR图像的IR成像传感器。

[0276] 图26示出在受光元件1被构造为生成并输出IR图像的IR成像传感器的情况下的像素10的电路构成。

[0277] 在受光元件1是ToF传感器的情况下,受光元件1将光电二极管PD产生的电荷分配到两个浮动扩散区域FD1和FD2中并累积电荷,因此像素10包括两个传输晶体管TRG、两个浮动扩散区域FD、两个附加电容器FDL、两个切换晶体管FDG、两个放大晶体管AMP、两个复位晶体管RST和两个选择晶体管SEL。

[0278] 在受光元件1是IR成像传感器的情况下,临时保持光电二极管PD产生的电荷的电荷累积部的数量可以是一个,因此传输晶体管TRG的数量、浮动扩散区域FD的数量、附加电容器FDL的数量、切换晶体管FDG的数量、放大晶体管AMP的数量、复位晶体管RST的数量和选择晶体管SEL的数量也被设定为一个。

[0279] 换句话说,在受光元件1是IR成像传感器的情况下,如图26所示,像素10等效于其中从图4所示的电路构成中省略了传输晶体管TRG2、切换晶体管FDG2、复位晶体管RST2、放大晶体管AMP2和选择晶体管SEL2的构成。浮动扩散区域FD2和垂直信号线29B也省略了。

[0280] 图27是在受光元件1被构造为IR成像传感器的情况下的像素10的截面图。

[0281] 图27示出在图23所示的第八构成例适用于IR成像传感器的情况下的截面构成。

[0282] 受光元件1被构造为IR成像传感器的情况与受光元件1被构造为ToF传感器的情况之间的区别在于,如图26中所说明,浮动扩散区域FD2是否存在形成在半导体基板41的前面侧的浮动扩散区域FD2和像素晶体管。为此,作为半导体基板41的前面侧的多层配线层42的构成不同于图23中的构成。具体地,与图23相比,在图27所示的像素10中省略了浮动扩散区域FD2和传输晶体管TRG2。

[0283] 另一方面,作为与图23共同的构成,在图27所示的像素10中,在光电二极管PD的形成区域下方的多层配线层42的第一金属膜M1的层中,使用具有比第一金属膜M1的其他金属配线67的材料更低反射率的材料形成反射膜141。此外,像素间遮光单元65形成在多层配线层42的像素边界部44处。

[0284] 图27示出在图23所示的第八构成例适用于IR成像传感器的情况下的截面构成。然而,类似地,通过省略形成在半导体基板41的前面侧的浮动扩散区域FD2和与其对应的像素晶体管,上述第一至第七构成例可以适用于IR成像传感器。

[0285] 同样在受光元件1被构造为IR成像传感器的情况下,通过在多层配线层42的像素边界部44处设置像素间遮光单元65,可以防止由于从多层配线层42的回绕而使入射光泄漏到相邻像素中。此外,通过设置反射膜141,可以防止由于从片上透镜47侧的回绕而使入射光泄漏到相邻像素中。

[0286] 因此,即使在受光元件1被构造为IR成像传感器的情况下,也可以进一步增加在半导体基板41内执行光电转换的红外光的量以提高量子效率(即,对红外光的感度)。

[0287] <18. RGBIR成像传感器的构成例>

[0288] 包括像素间遮光单元65和反射膜141中的至少一个的上述像素结构不限于仅接收红外光的受光元件,还可以适用于接收红外光和RGB光的RGBIR成像传感器。

[0289] 图28示出在受光元件1被构造为接收红外光和RGB光的RGBIR成像传感器的情况下的像素布置例。

[0290] 在受光元件1被构造为RGBIR成像传感器的情况下,接收R(红色)光的R像素、接收B(蓝色)光的B像素、接收G(绿色)光的G像素和接收IR(红外)光的IR像素被分配给 2×2 的4个像素,如图28的A所示。

[0291] 反射透过半导体基板41而未在半导体基板41内执行光电转换的红外光并且使红外光再次入射到半导体基板41内的反射膜63或141可以设置在所有的R像素、B像素、G像素和IR像素中,或者为了调整接收光量(受光感度)等的目的,可以仅设置在一些像素中。

[0292] 例如,如图28的B所示,在R像素、B像素、G像素和IR像素之中,可以采用其中反射膜63或141设置在IR像素和R像素中并且未设置B像素和G像素中的构成。

[0293] <19. 测距模块的构成例>

[0294] 图29是示出使用上述受光元件1输出测距信息的测距模块的构成例的框图。

[0295] 测距模块500包括发光单元511、发光控制单元512和受光单元513。

[0296] 发光单元511包括发出具有预定波长的光的光源,并且用亮度周期性变化的照射光照射物体。例如,发光单元511包括发出波长在780nm~1000nm范围内的红外光的发光二极管作为光源,并且与从发光控制单元512供给的矩形波的发光控制信号CLKp同步地产生照射光。

[0297] 注意,发光控制信号CLKp不限于矩形波,只要其是周期信号即可。例如,发光控制

信号CLKp可以是正弦波。

[0298] 发光控制单元512将发光控制信号CLKp供给到发光单元511和受光单元513,并且控制照射光的照射时序。发光控制信号CLKp的频率例如是20兆赫(MHz)。注意,发光控制信号CLKp的频率不限于20兆赫,并且可以是5兆赫、100兆赫等。

[0299] 受光单元513接收从物体反射的反射光,根据受光结果计算出针对每个像素的距离信息,并且生成和输出其中对应于到物体(被摄体)的距离的深度值被存储为像素值的深度图像。

[0300] 在受光单元513中使用具有上述第一至第八构成例中任一个的像素结构的受光元件1。例如,作为受光单元513的受光元件1基于发光控制信号CLKp从与分配到像素阵列部21的各像素10的浮动扩散区域FD1或FD2的电荷相对应的检测信号计算出针对每个像素的距离信息。

[0301] 如上所述,作为通过间接ToF方式获得并输出关于到被摄体的距离信息的测距模块500的受光单元513,可以组入具有上述第一至第八构成例中任一个的像素结构的受光元件1。由此,可以改善作为测距模块500的测距特性。

[0302] <20. 电子设备的构成例>

[0303] 注意,如上所述,受光元件1可以适用于测距模块,并且还可以适用于各种电子设备,例如,诸如配备有测距功能的数码相机和数码摄像机等成像装置以及配备测距功能的智能电话。

[0304] 图30是示出作为本技术适用的电子设备的智能电话的构成例的框图。

[0305] 如图30所示,智能电话601被构造为使得测距模块602、成像装置603、显示器604、扬声器605、麦克风606、通信模块607、传感器单元608、触摸面板609和控制单元610经由总线611相互连接。此外,控制单元610通过使CPU执行程序而具有作为应用处理单元621和操作系统处理单元622的功能。

[0306] 图29所示的测距模块500适用于测距模块602。例如,测距模块602设置在智能电话601的前面,通过对智能电话601的使用者进行测距,可以输出使用者的脸部、手部、手指等的表面形状的深度值作为测距结果。

[0307] 成像装置603配置在智能电话601的前面上,并且通过将智能电话601的使用者作为被摄体成像来获取由使用者拍摄的图像。注意,尽管图中未示出,但是可以采用其中成像装置603也配置在智能电话601的背面上的构成。

[0308] 显示器604显示用于执行应用处理单元621和操作系统处理单元622执行处理的操作画面、成像装置603拍摄的图像等。当使用智能电话601拨打电话时,扬声器605和麦克风606执行例如对方的语音的输出和使用者的语音的收集。

[0309] 通信模块607经由诸如因特网、公用电话网、所谓的4G线路和5G线路等无线移动体用的广域通信网、广域网(WAN)和局域网(LAN)等通信网执行网络通信、执行诸如Bluetooth(注册商标)和近场通信(NFC)等短距离无线通信。传感器单元608感测速度、加速度、接近度等,并且触摸面板609对于在显示器604上显示的操作画面获取使用者的触摸操作。

[0310] 应用处理单元621执行用于通过智能电话601提供各种服务的处理。例如,应用处理单元621可以基于从测距模块602供给的深度值、通过虚拟再现使用者的面部表情来由计算机图形创建面部,并且可以执行在显示器604上显示面部的处理。此外,应用处理单元621

可以基于从测距模块602供给的深度值来执行创建例如任意立体物体的三维形状数据的处理。

[0311] 操作系统处理单元622执行用于实现智能电话601的基本功能和操作的处理。例如,操作系统处理单元622可以基于从测距模块602供给的深度值来执行用于认证使用者面部的处理。此外,操作系统处理单元622可以基于从测距模块602供给的深度值来执行例如用于识别使用者手势的处理,并且可以根据手势来执行用于输入各种操作的处理。

[0312] 在以这种方式构成的智能电话601中,上述测距模块500适用作测距模块602,因此可以执行例如用于测量并显示到预定物体的距离或者创建并显示预定物体的三维形状数据的处理等。

[0313] <21.移动体的应用例>

[0314] 根据本公开的技术(本技术)可以适用于各种产品。例如,根据本公开的技术被实现为安装在诸如汽车、电动汽车、混合动力汽车、摩托车、自行车、个人移动装置、飞机、无人飞行器、船舶和机器人等任何类型的移动体上的装置。

[0315] 图31是作为根据本公开的技术可以适用的移动体控制系统的示例的车辆控制系统的示意构成例的框图。

[0316] 车辆控制系统12000包括经由通信网络12001连接的多个电子控制单元。在图31所示的示例中,车辆控制系统12000包括驱动系统控制单元12010、主体系统控制单元12020、车外信息检测单元12030、车内信息检测单元12040和综合控制单元12050。此外,作为综合控制单元12050的功能构成,示出了微型计算机12051、声音图像输出单元12052和车载网络接口(I/F)12053。

[0317] 驱动系统控制单元12010根据各种程序来控制与车辆的驱动系统有关的装置的操作。例如,驱动系统控制单元12010是产生如内燃机或驱动电机等车辆的驱动力的驱动力产生装置、向车轮传递驱动力的驱动力传递机构、调整车辆的转向角的转向机构、产生车辆的制动力的诸如制动装置等的控制装置。

[0318] 主体系统控制单元12020根据各种程序来控制安装到车体的各种装置的操作。例如,主体系统控制单元12020用作无钥匙进入系统、智能钥匙系统、电动窗装置或诸如头灯、尾灯、刹车灯、汽车用闪光灯或雾灯等各种灯的控制装置。在这种情况下,代替按键的从便携式装置传递的无线电波或各种开关的信号可以输入到主体系统控制单元12020。主体系统控制单元12020接收无线电波或信号的输入并控制车辆的门锁装置、电动窗装置、灯等。

[0319] 车外信息检测单元12030检测配备有车辆控制系统12000的车辆的外的信息。例如,成像单元12031与车外信息检测单元12030连接。车外信息检测单元12030使成像单元12031拍摄车辆外部的图像并接收所拍摄的图像。车外信息检测单元12030可以基于接收到的图像进行诸如人、汽车、障碍物、标志、道路上的文字等物体检测处理或距离检测处理。

[0320] 成像单元12031是接收光并输出对应于该光的受光量的电气信号的光学传感器。成像单元12031可以输出电气信号作为图像或作为测距信息。另外,由成像单元12031接收的光可以是可见光或诸如红外线等不可见光。

[0321] 车内信息检测单元12040检测车内的信息。例如,车内信息检测单元12040与检测驾驶员的状态的驾驶员状态检测单元12041连接。例如,驾驶员状态检测单元12041包括拍摄驾驶员的相机,并且基于从驾驶员状态检测单元12041输入的检测信息,车内信息检测单

元12040可以计算驾驶员的疲劳度或集中度,或者可以判断驾驶员是否入睡。

[0322] 微型计算机12051可以基于由车外信息检测单元12030或车内信息检测单元12040获得的车辆内部和外部的信息来计算驱动力产生装置、转向机构或制动装置的控制目标值,并且可以向驱动系统控制单元12010输出控制指令。例如,微型计算机12051可以进行协调控制,以实现包括车辆的碰撞避免或碰撞缓和、基于车辆之间的距离的追踪行驶、车辆速度保持行驶、车辆碰撞警告、车辆的车道偏离警告等的高级驾驶员辅助系统(ADAS)的功能。

[0323] 此外,微型计算机12051可以通过基于由车外信息检测单元12030或车内信息检测单元12040获得的关于车辆周围的信息来控制驱动力产生装置、转向机构、制动装置等来进行协调控制,以实现自主行驶而不依赖于驾驶员的操作的自动驾驶等。

[0324] 此外,微型计算机12051可以基于由车外信息检测单元12030获得的车辆外部的信息将控制指令输出到主体系统控制单元12020。例如,微型计算机12051根据由车外信息检测单元12030检测到的前方车辆或对向车辆的位置来控制头灯,进行协调控制,以实现诸如将远光灯切换为近光灯等防止耀斑。

[0325] 声音图像输出单元12052将声音和图像中的至少一种的输出信号传递到能够在视觉上或听觉上通知车辆乘员或车辆外部的信息的输出装置。在图31的示例中,作为输出装置,例示了音频扬声器12061、显示单元12062和仪表盘12063。例如,显示单元12062可以包括车载显示器和平视显示器中的至少一种。

[0326] 图32是示出了成像单元12031的安装位置的示例的图。

[0327] 在图32中,车辆12100具有成像单元12101,12102,12103,12104和12105作为成像单元12031。

[0328] 例如,成像单元12101,12102,12103,12104和12105设置在例如车辆12100的车头、侧视镜、后保险杠和后门以及车内的挡风玻璃的上侧等位置。设置在车头上的成像单元12101和设置在车内的挡风玻璃上侧的成像单元12105主要获得车辆12100的前方的图像。设置在侧视镜上的成像单元12102和12103主要获得车辆12100的侧方的图像。设置在后保险杠或后门上的成像单元12104主要获得车辆12100的后方的图像。成像单元12101和12105所获取的前方图像主要用于检测前方车辆、行人、障碍物、交通信号灯、交通标志、车道等。

[0329] 此外,图32示出了成像单元12101~12104的成像范围的示例。成像范围12111表示设置在车头上的成像单元12101的成像范围,成像范围12112和12113分别表示设置在侧视镜上的成像单元12102和12103的成像范围,成像范围12114表示设置在后保险杠或后门上的成像单元12104的成像范围。例如,通过叠加由成像单元12101~12104拍摄的图像数据,可以获得车辆12100的从上方看到的鸟瞰图像。

[0330] 成像单元12101~12104中的至少一个可以具有获取距离信息的功能。例如,成像单元12101~12104中的至少一个可以是包括多个成像元件的立体相机,或者可以是具有相位差检测用的像素的成像元件。

[0331] 例如,基于从成像单元12101~12104获得的距离信息,微型计算机12051通过获得距成像范围12111~12114内的各立体物的距离和距离的时间变化(相对于车辆12100的相对速度),可以提取位于车辆12100的行驶路线上的特别是最靠近的立体物,即,在与车辆12100的大致相同的方向上以预定速度(例如,0km/h以上)行驶的立体物作为前方车辆。此外,微型计算机12051可以设定在前方车辆的前方预先确保的车辆之间的距离,并且可以进

行自动制动控制(包括追踪行驶停止控制)、自动加速控制(包括追踪行驶开始控制)等。以这种方式,能够进行用于实现自主行驶而不依赖于驾驶员的操作的自动驾驶等的协调控制。

[0332] 例如,基于从成像单元12101~12104获得的距离信息,微型计算机12051可以将关于立体物的立体物数据分类为两轮车辆、普通车辆、大型车辆、行人和诸如电线杆等其他立体物并提取,从而可以用于自动避开障碍物。例如,微型计算机12051将车辆12100周围的障碍物识别为车辆12100的驾驶员可以看到的障碍物和难以看到的障碍物。然后,微型计算机12051判断指示与各障碍物碰撞的危险度的碰撞风险,并且当存在碰撞风险超过设定值的碰撞的可能性时,微型计算机12051经由音频扬声器12061或显示单元12062向驾驶者输出警告或者通过驱动系统控制单元12010进行强制减速或回避转向,从而进行碰撞避免的驾驶辅助。

[0333] 成像单元12101~12104中的至少一个可以是用于检测红外光的红外相机。例如,微型计算机12051可以通过判断行人是否存在于成像单元12101~12104的成像图像中来识别人。例如,通过提取作为红外相机的成像单元12101~12104的成像图像中的特征点的过程以及通过对指示物体的轮廓的一系列特征点进行图案匹配处理以判断该物体是否为行人的过程来进行行人的识别。当微型计算机12051判断行人存在于成像单元12101~12104的成像图像中并且识别出行人时,声音图像输出单元12052控制显示单元12062,使得识别出的行人被矩形轮廓线覆盖以用于强调。此外,声音图像输出单元12052可以使显示单元12062在期望的位置显示指示行人的图标等。

[0334] 上面已经说明了根据本公开的技术适用的车辆控制系统的示例。根据本公开的技术可以适用于上述构成之中的车外信息检测单元12030和成像单元12031。具体地,受光元件1或测距模块500可以适用于车外信息检测单元12030和成像单元12031的距离检测处理块。通过将根据本公开的技术适用于车外信息通过检测单元12030和成像单元12031,可以高精度地测量到诸如人、车辆、障碍物、标志或路面上的文字等物体的距离,并且通过利用获取的距离信息,可以减轻驾驶员的疲劳,并且可以提高驾驶员和车辆的安全水平。

[0335] 本技术的实施方案不限于上述实施方案,并且可以在不脱离本技术要旨的情况下进行各种改变。

[0336] 此外,在上述受光元件1中,已经说明了使用电子作为信号载体的示例,但是可以将通过光电转换产生的空穴用作信号载体。

[0337] 例如,在上述受光元件1的像素10中,可以采用其中所有或一些构成例被任意组合的构成。

[0338] 本说明书记载的效果仅是示例而非限制,并且可以提供本说明书中记载的效果以外的效果。

[0339] 本技术可以采用以下构成。

[0340] (1) 一种受光元件,包括:

[0341] 半导体层,在其中以像素为单位形成有对红外光执行光电转换的光电二极管;和

[0342] 配线层,在其中形成有读出由所述光电二极管产生的电荷的传输晶体管,

[0343] 其中在所述配线层的像素边界部处形成有遮挡红外光的像素间遮光单元。

[0344] (2) 根据(1)所述的受光元件,

- [0345] 其中所述配线层包括一层或多层金属膜,和
- [0346] 所述像素间遮光单元形成在比最靠近所述半导体层的金属膜更靠近所述半导体层的一侧。
- [0347] (3) 根据(2)所述的受光元件,
- [0348] 其中所述像素间遮光单元形成在与将所述传输晶体管的栅极和最靠近所述半导体层的金属膜连接的栅极接触部同层的位置。
- [0349] (4) 根据(3)所述的受光元件,
- [0350] 其中在形成所述栅极接触部的同时形成所述像素间遮光单元。
- [0351] (5) 根据(1) ~ (4)中任一项所述的受光元件,
- [0352] 其中所述配线层包括反射膜,所述反射膜被配置为当在平面图中观察时其至少一部分与所述光电二极管重叠,和
- [0353] 所述像素间遮光单元由与所述反射膜相同的材料形成。
- [0354] (6) 根据(1) ~ (4)中任一项所述的受光元件,
- [0355] 其中所述配线层包括反射膜,所述反射膜被配置为当在平面图中观察时其至少一部分与所述光电二极管重叠,和
- [0356] 所述像素间遮光单元由与所述反射膜不同的材料形成。
- [0357] (7) 根据(1) ~ (6)中任一项所述的受光元件,
- [0358] 其中所述像素间遮光单元通过当在平面图中观察时在所述像素的边界线上以预定间隔配置遮光构件来构成。
- [0359] (8) 根据(1) ~ (6)中任一项所述的受光元件,
- [0360] 其中所述像素间遮光单元通过当在平面图中观察时在所述像素的边界线上以预定间隔配置在该边界线的方向上长的线状遮光构件来构成。
- [0361] (9) 根据(1) ~ (6)中任一项所述的受光元件,
- [0362] 其中所述像素间遮光单元通过当在平面图中观察时以围绕所述像素的整个周边的形式在所述像素的边界线上配置遮光构件来构成。
- [0363] (10) 根据(1) ~ (9)中任一项所述的受光元件,
- [0364] 其中在与形成所述半导体层的配线层的表面相对的背面侧以像素为单位形成片上透镜。
- [0365] (11) 根据(10)所述的受光元件,
- [0366] 其中在所述半导体层的背面侧形成蛾眼结构。
- [0367] (12) 根据(1) ~ (11)中任一项所述的受光元件,
- [0368] 其中在所述半导体层中形成包括第一传输晶体管和第二传输晶体管的两个传输晶体管,
- [0369] 第一传输晶体管将由所述光电二极管产生的电荷传输到第一电荷累积部,和
- [0370] 第二传输晶体管将由所述光电二极管产生的电荷传输到第二电荷累积部。
- [0371] (13) 根据(1) ~ (12)中任一项所述的受光元件,
- [0372] 其中所述半导体层还包括在所述像素边界部处挖入所述半导体层的深度方向的至少一部分的像素间分离部。
- [0373] (14) 一种测距模块,包括:

- [0374] 预定的发光源;和
- [0375] 受光元件,
- [0376] 其中所述受光元件包括
- [0377] 半导体层,在其中以像素为单位形成有对红外光执行光电转换的光电二极管;和
- [0378] 配线层,在其中形成有读出由所述光电二极管产生的电荷的传输晶体管,
- [0379] 其中在所述配线层的像素边界部处形成有遮挡红外光的像素间遮光单元。
- [0380] (15)一种电子设备,包括:
- [0381] 测距模块,所述测距模块包括:
- [0382] 预定的发光源;和
- [0383] 受光元件,
- [0384] 其中所述受光元件包括
- [0385] 半导体层,在其中以像素为单位形成有对红外光执行光电转换的光电二极管;和
- [0386] 配线层,在其中形成有读出由所述光电二极管产生的电荷的传输晶体管,
- [0387] 其中在所述配线层的像素边界部处形成有遮挡红外光的像素间遮光单元。
- [0388] [附图标记列表]
- [0389] 1 受光元件
- [0390] 10 像素
- [0391] 21 像素阵列部
- [0392] M1 第一金属膜
- [0393] M2 第二金属膜
- [0394] M3 第三金属膜
- [0395] PD 光电二极管
- [0396] 41 半导体基板
- [0397] 42 多层配线层
- [0398] 44 边界部(像素边界部)
- [0399] 45 像素间遮光膜
- [0400] 47 片上透镜
- [0401] 61 像素间分离部
- [0402] 62 层间绝缘膜
- [0403] 63 反射膜
- [0404] 65 像素间遮光单元
- [0405] 66 栅极接触部
- [0406] 67 金属配线
- [0407] 71 像素间分离部
- [0408] 111 蛾眼结构部
- [0409] 141 (141P,141M)反射膜
- [0410] 161 蛾眼结构部
- [0411] 181 虚设接触部
- [0412] 500 测距模块

- [0413] 511 发光单元
- [0414] 513 受光单元
- [0415] 601 智能电话

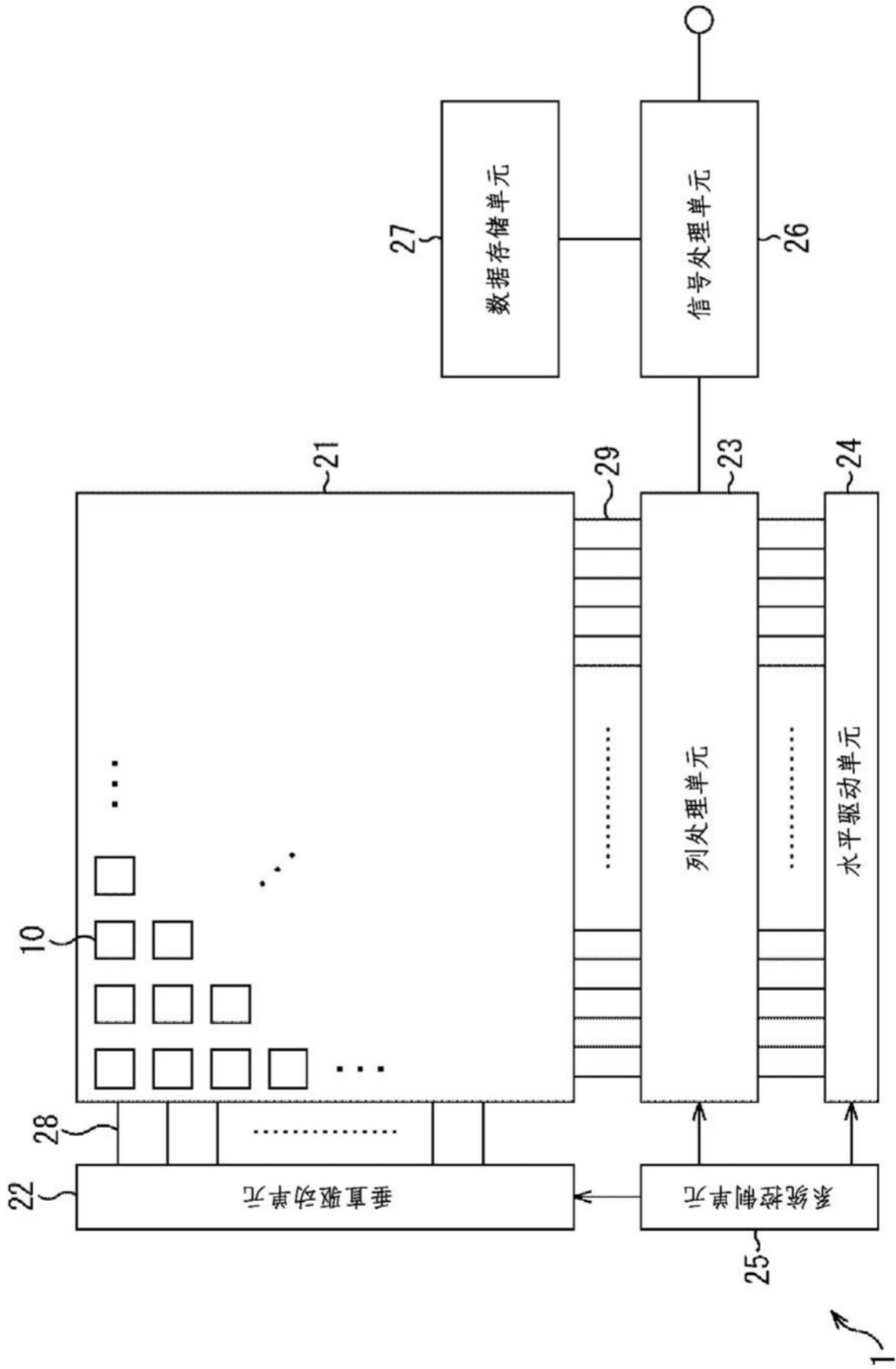


图1

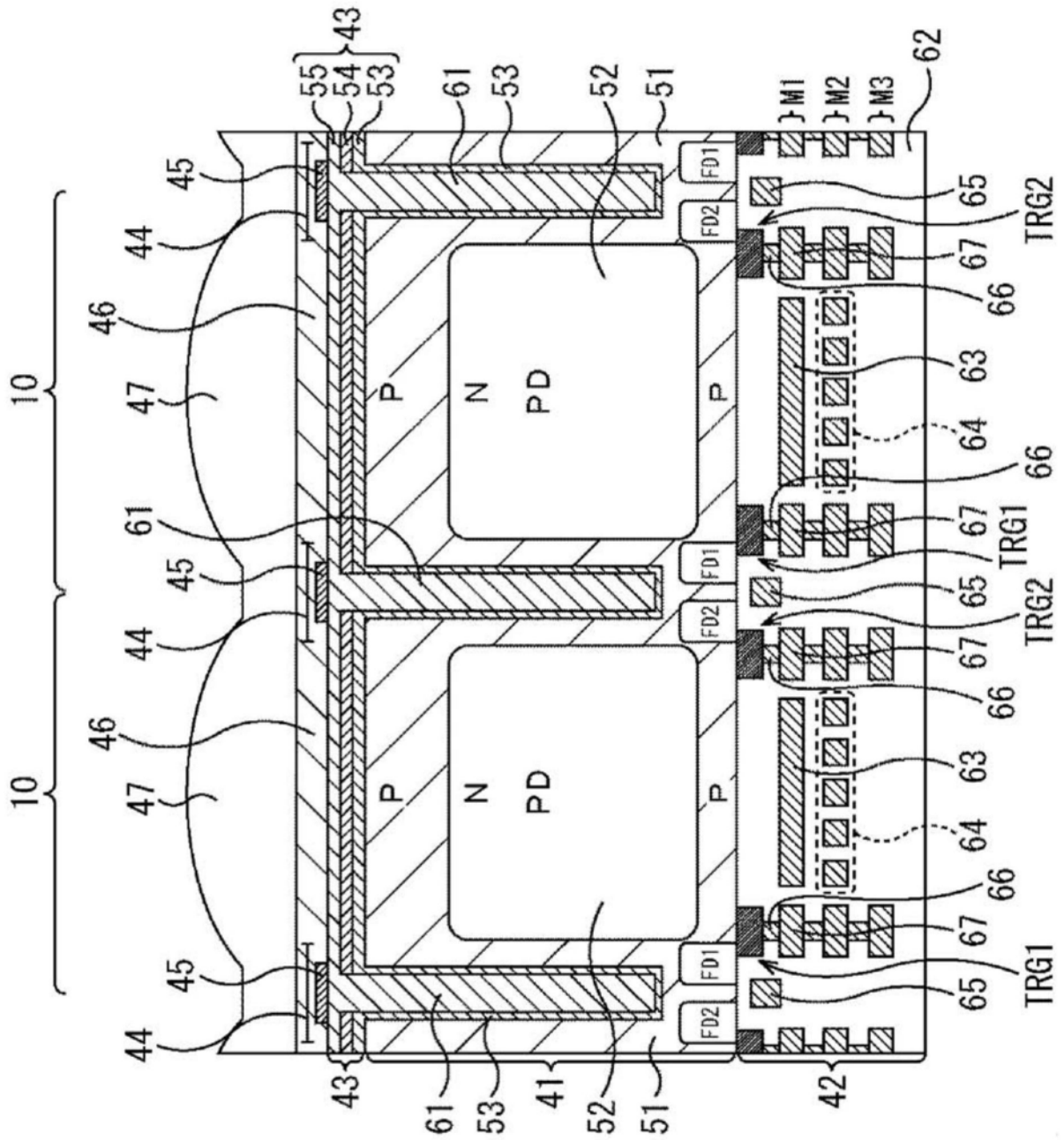


图2

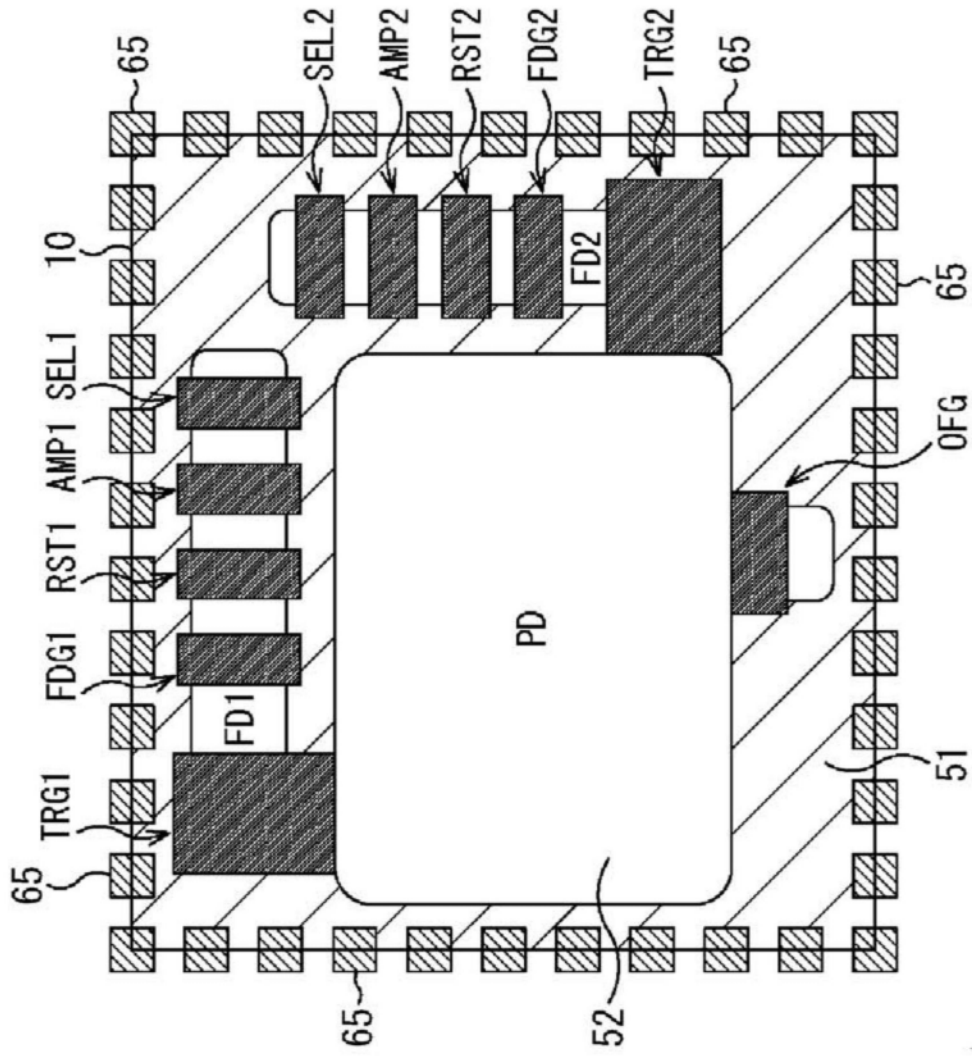


图6

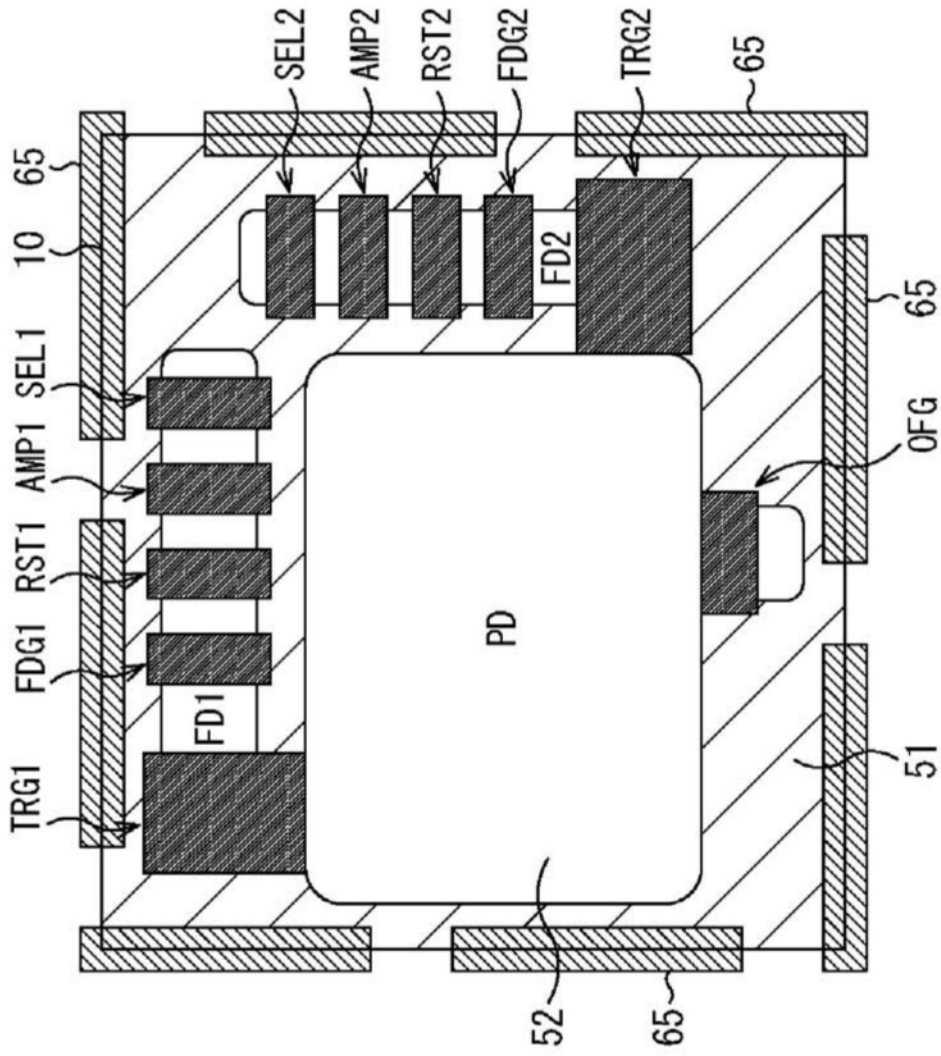


图7

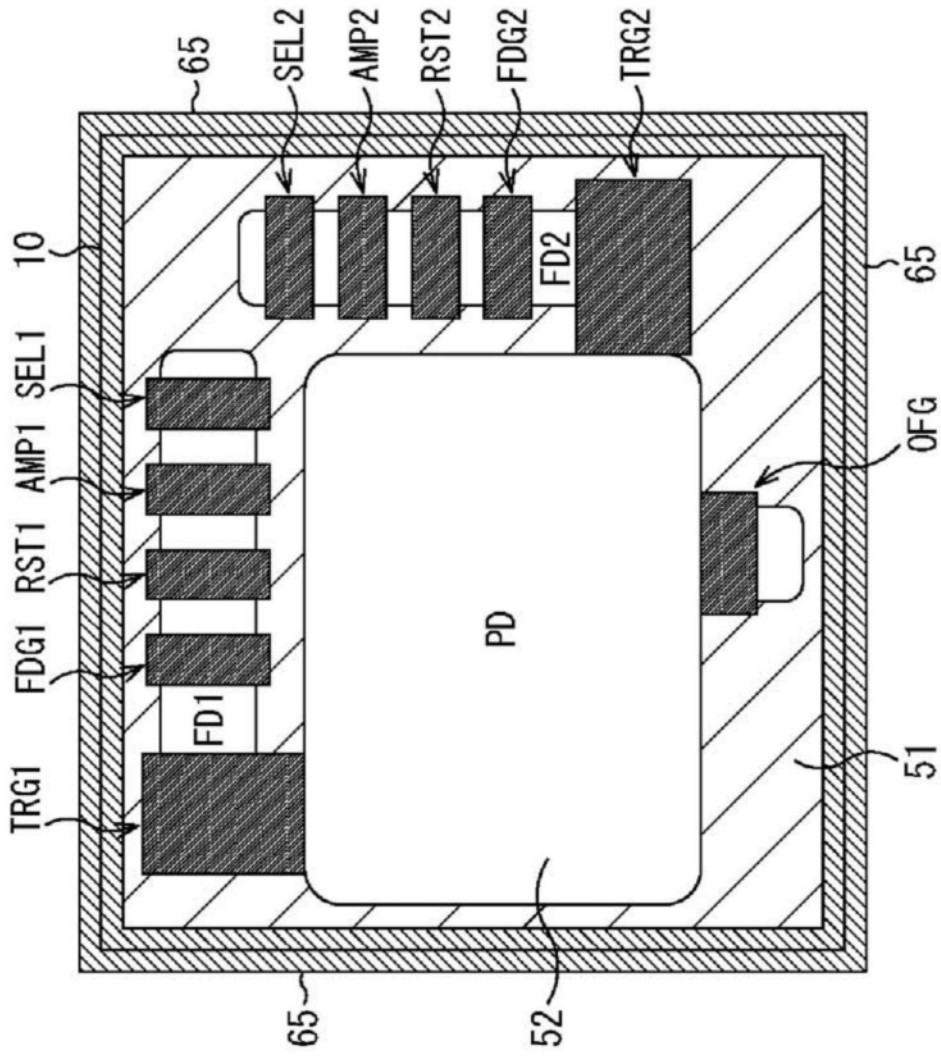


图8

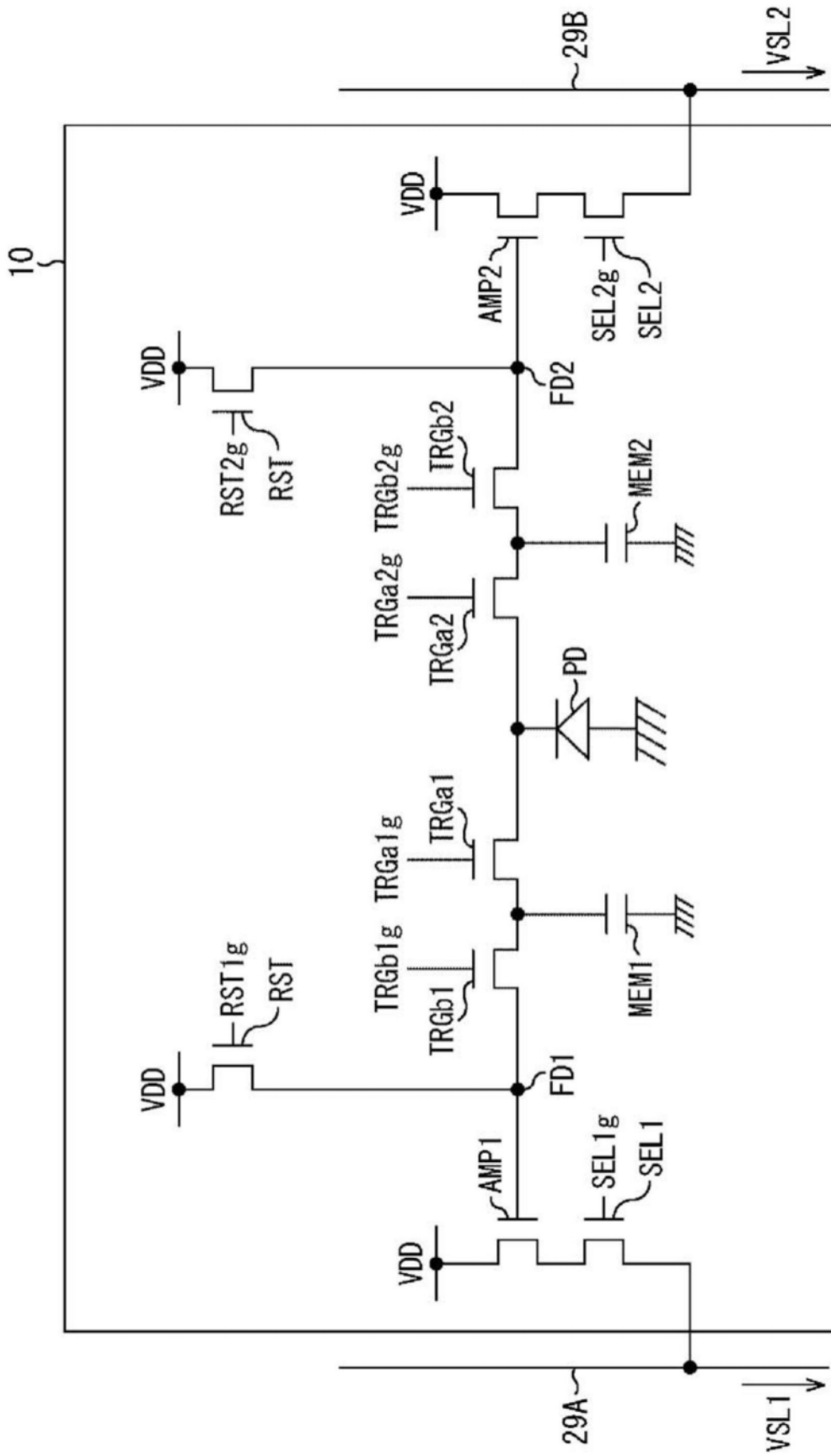


图9

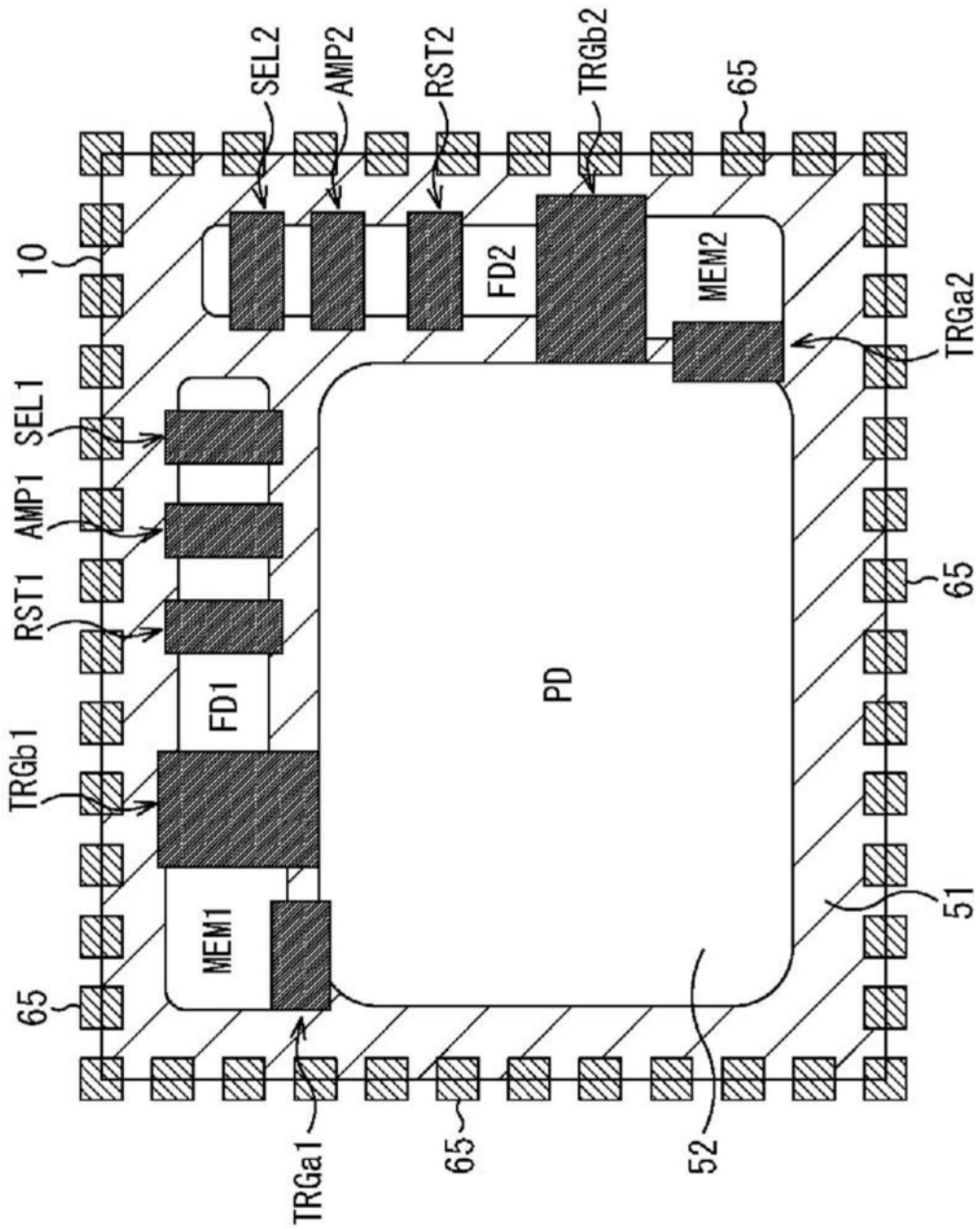


图10

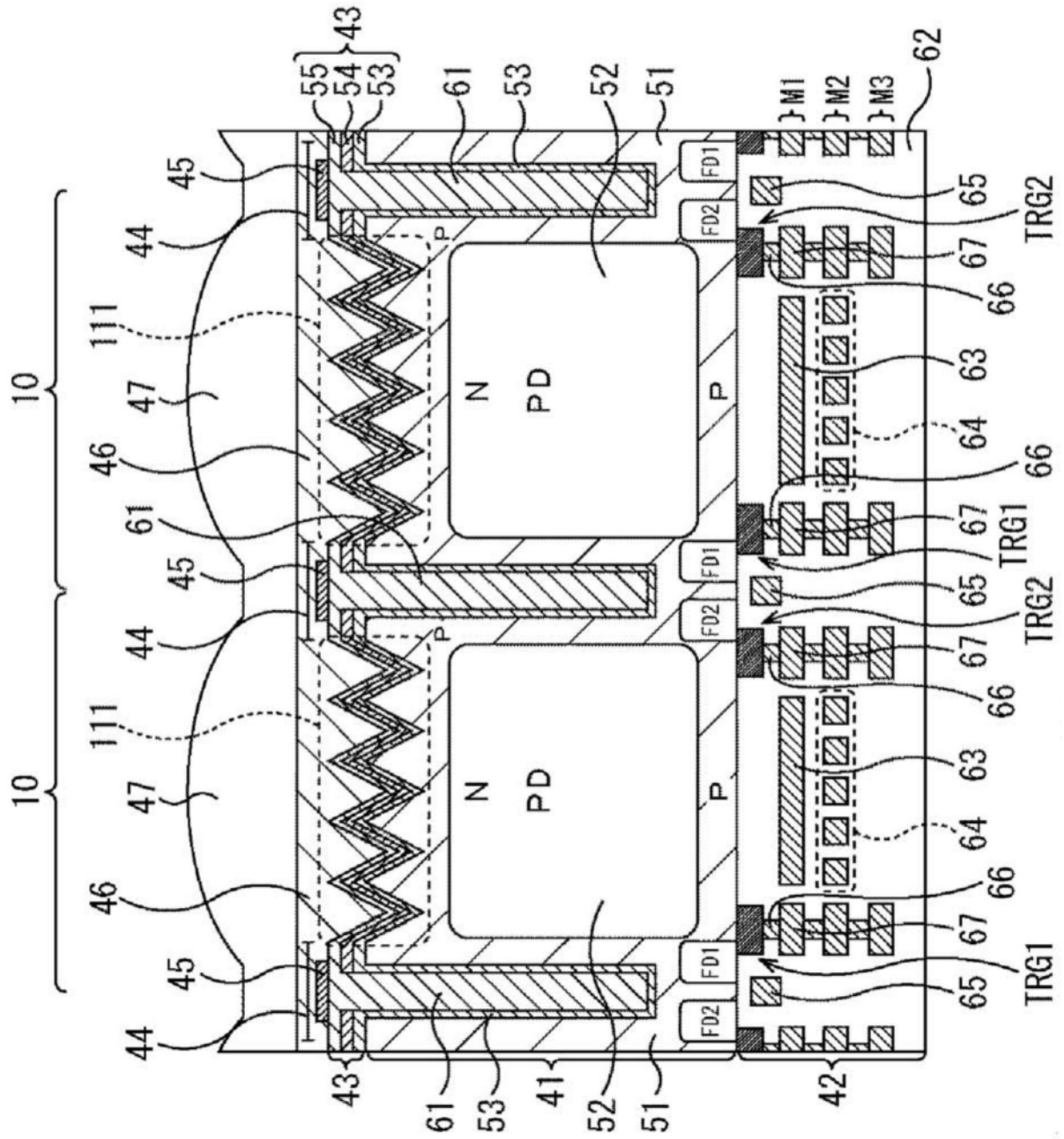


图11

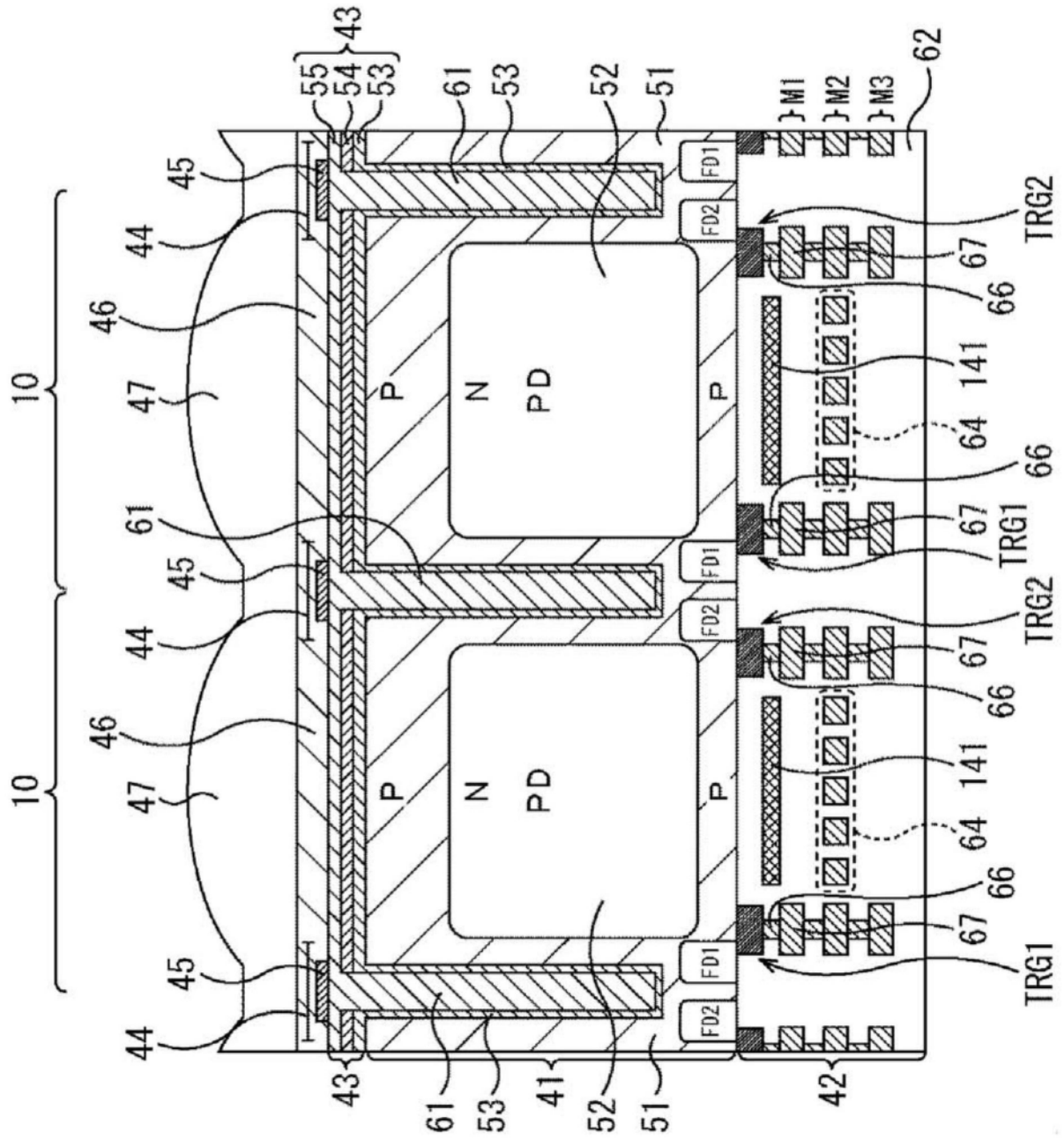


图15

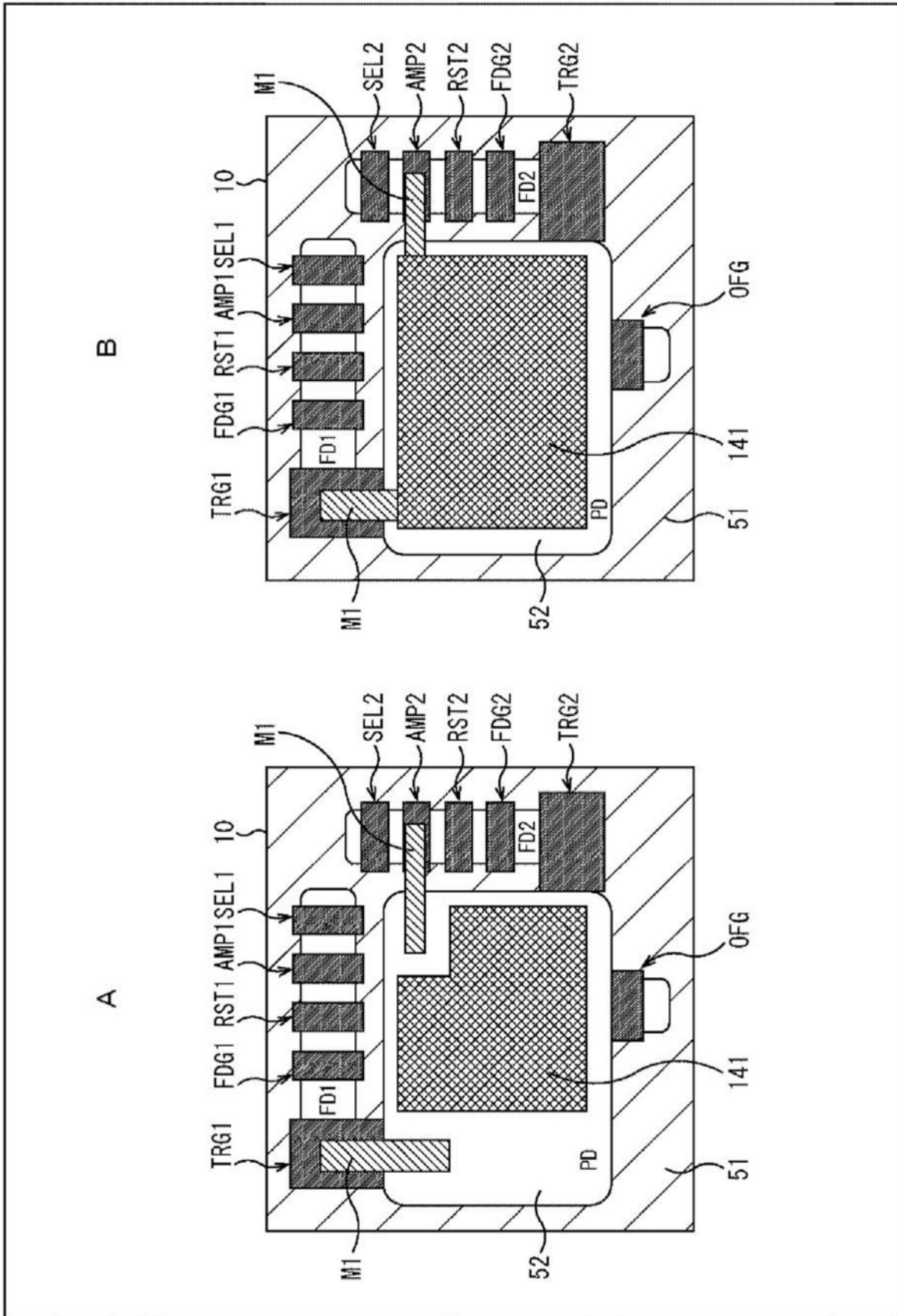


图16

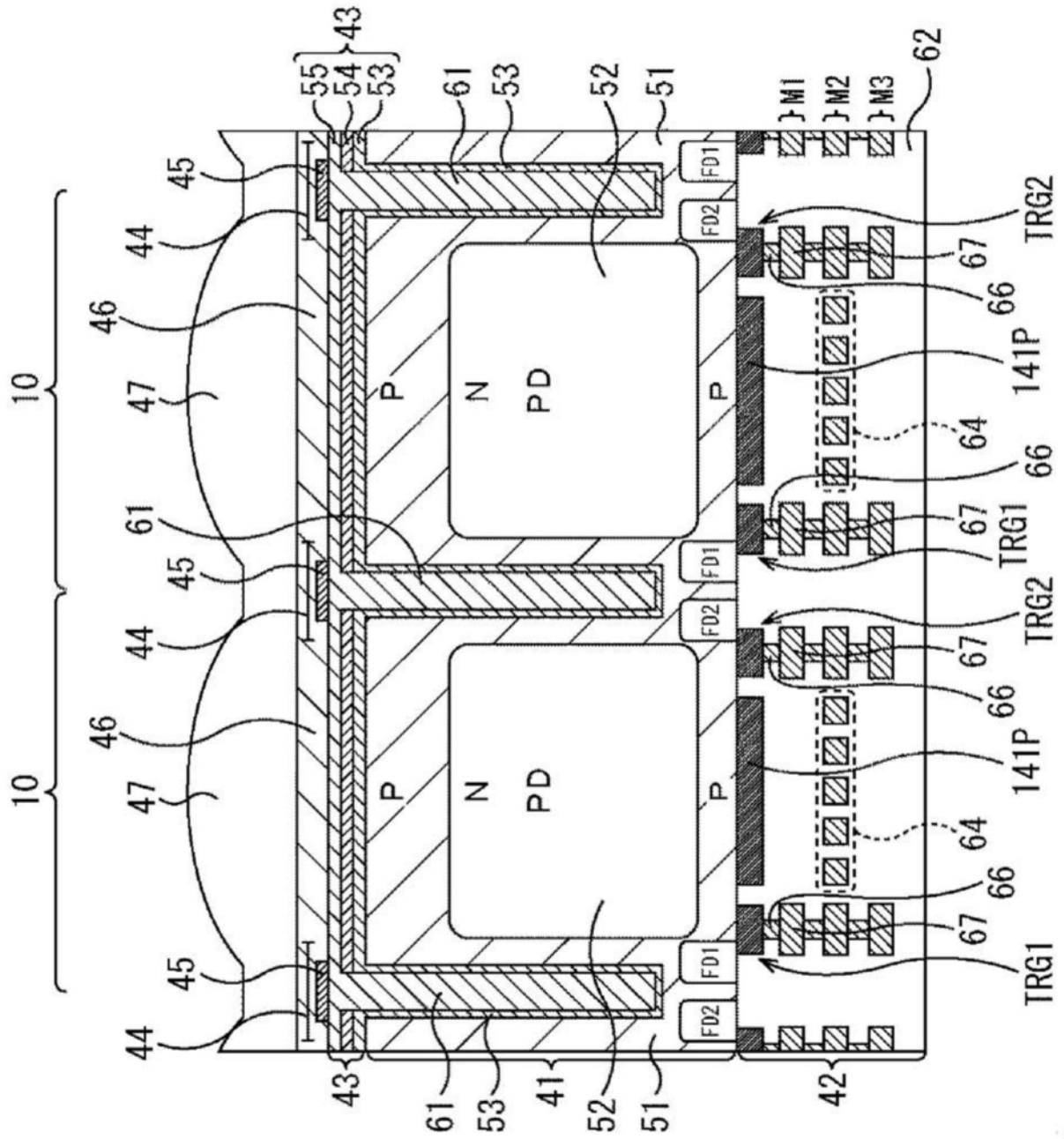


图17

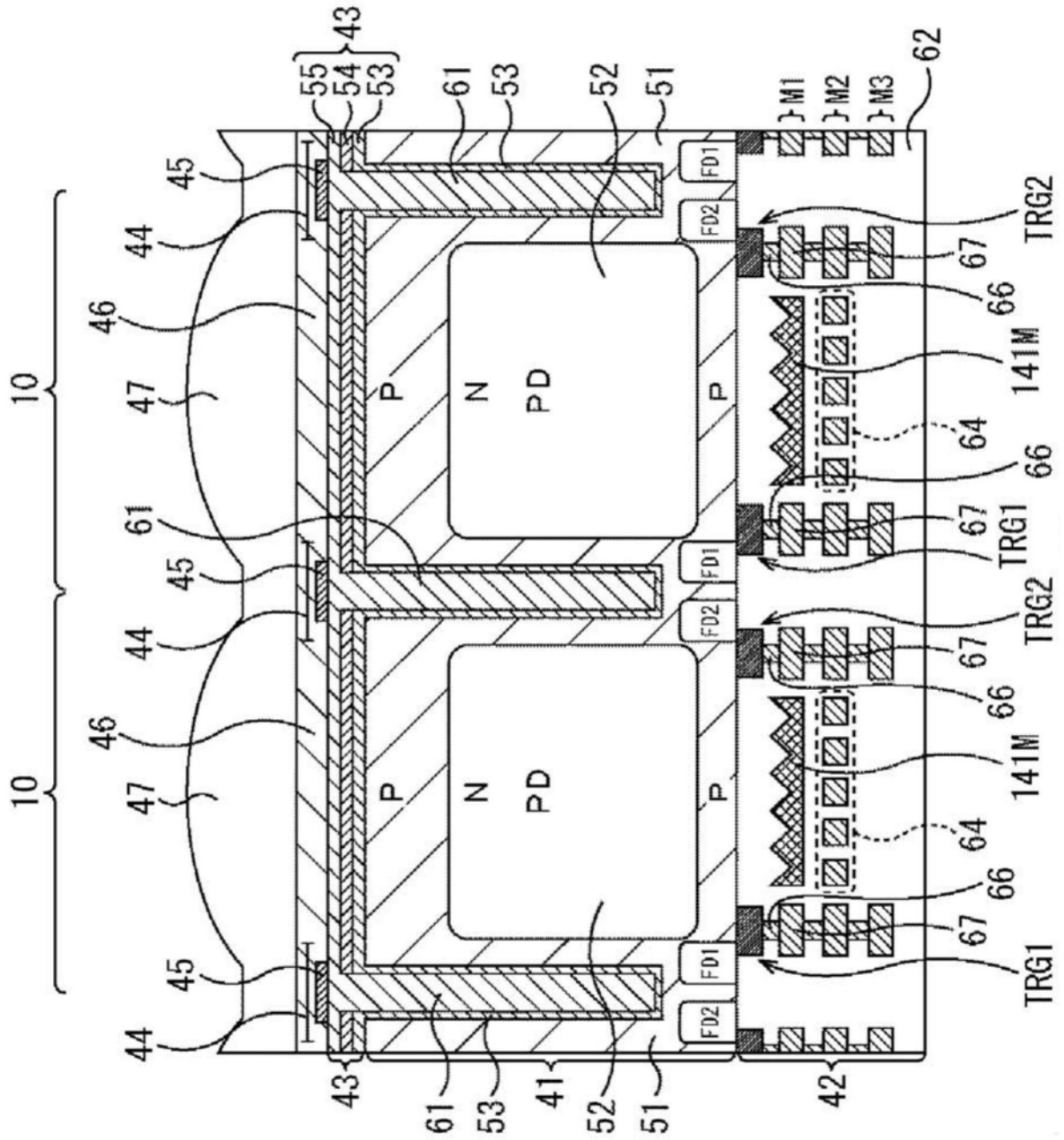


图19

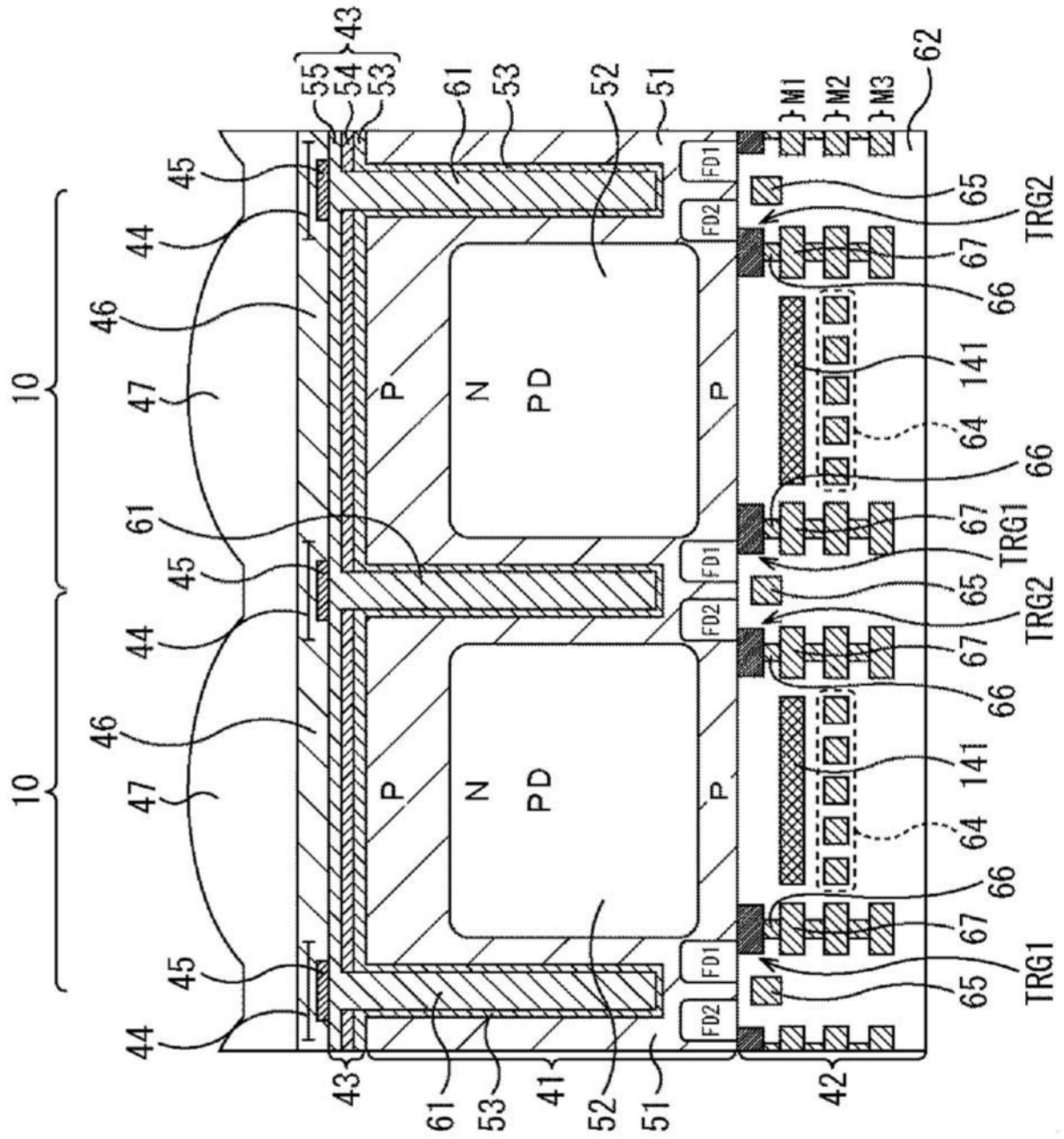


图23

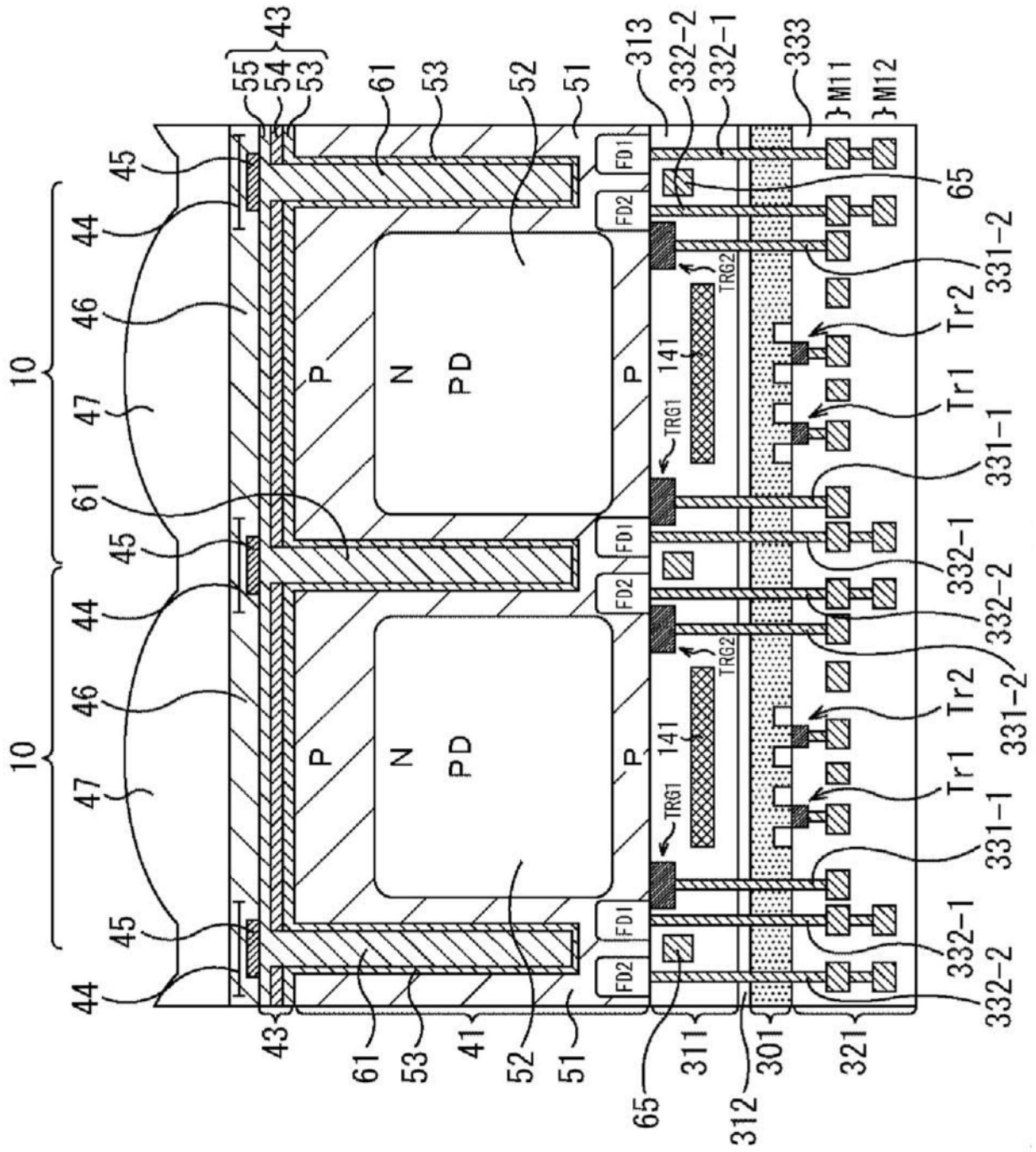


图25

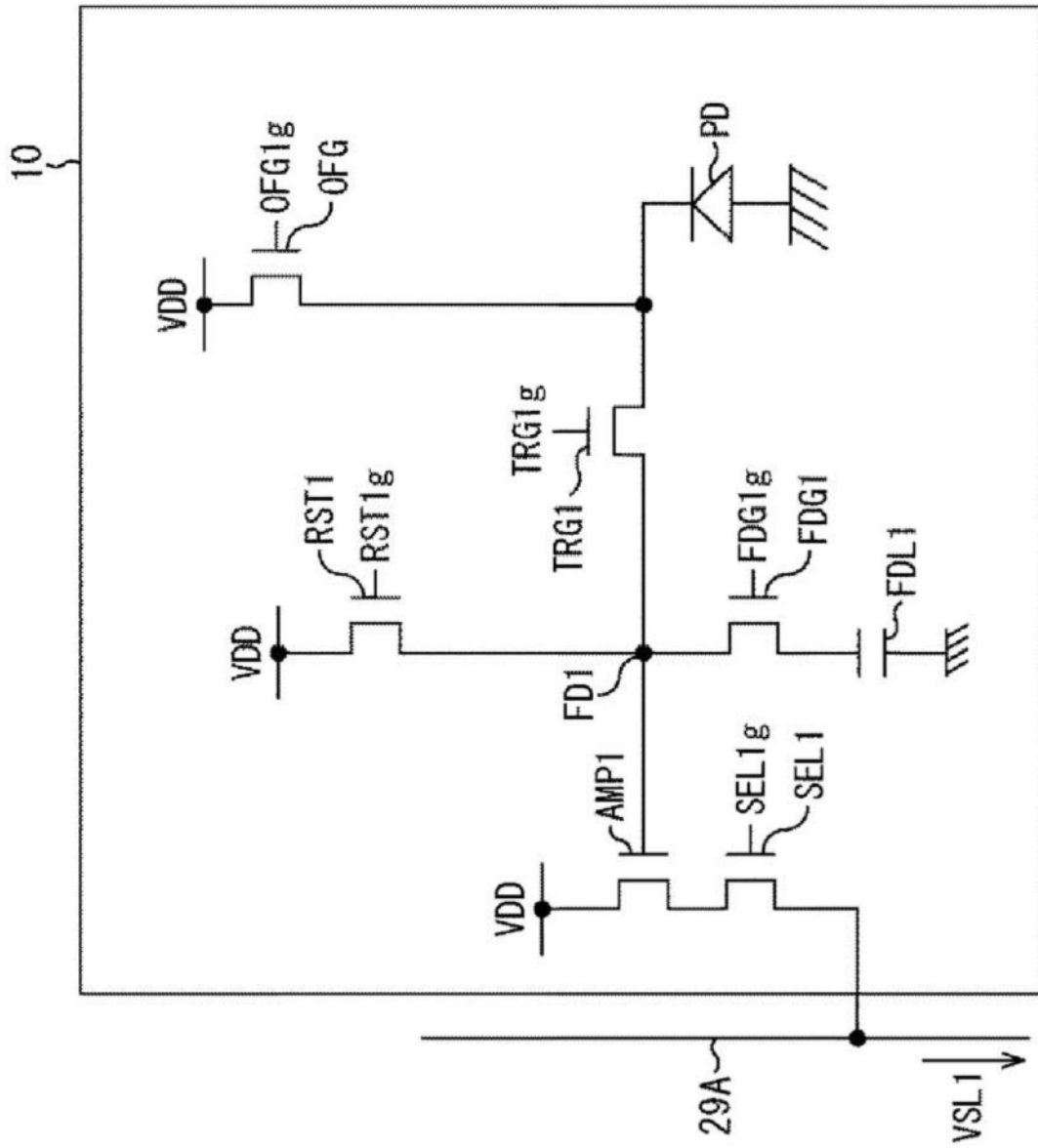


图26

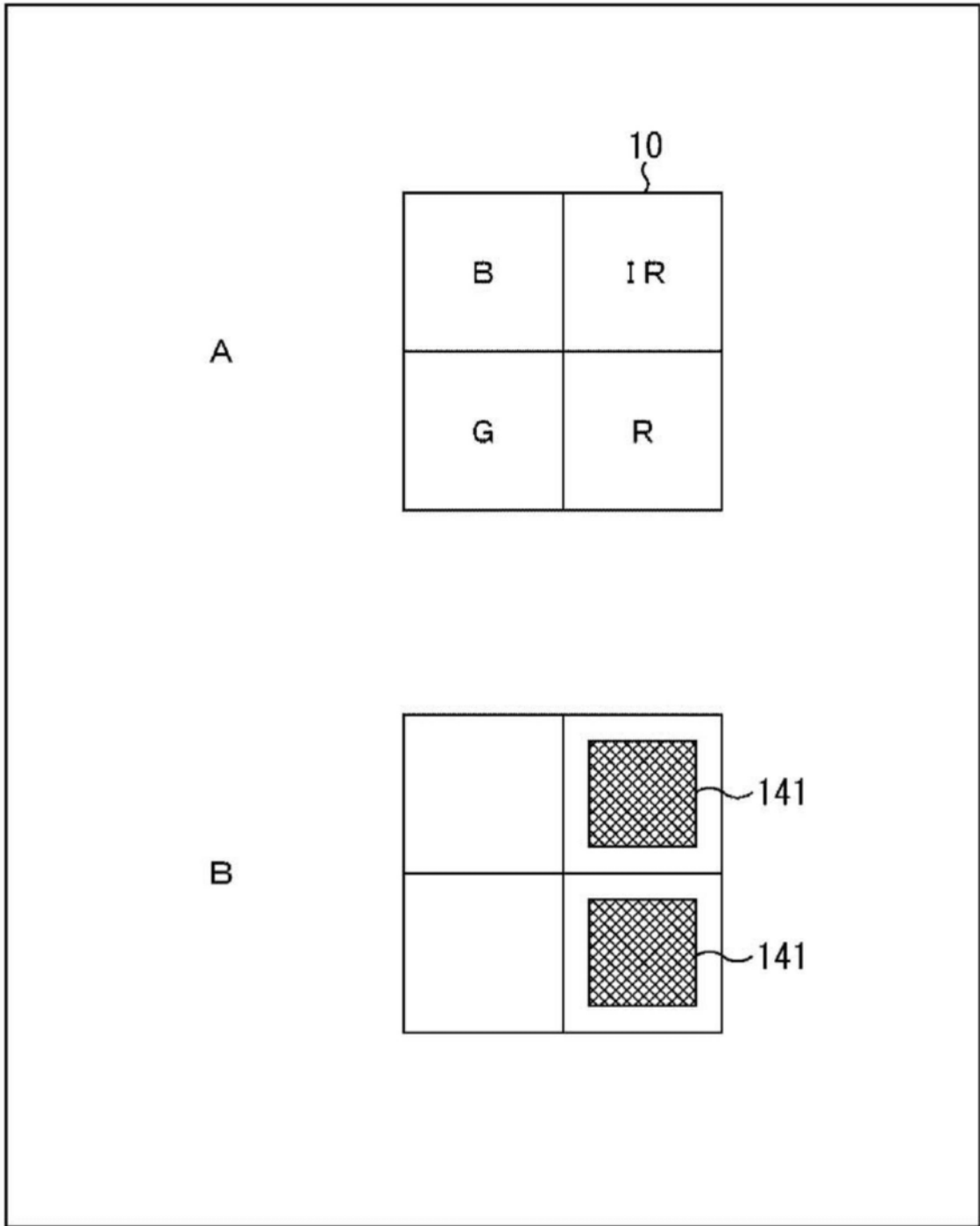


图28

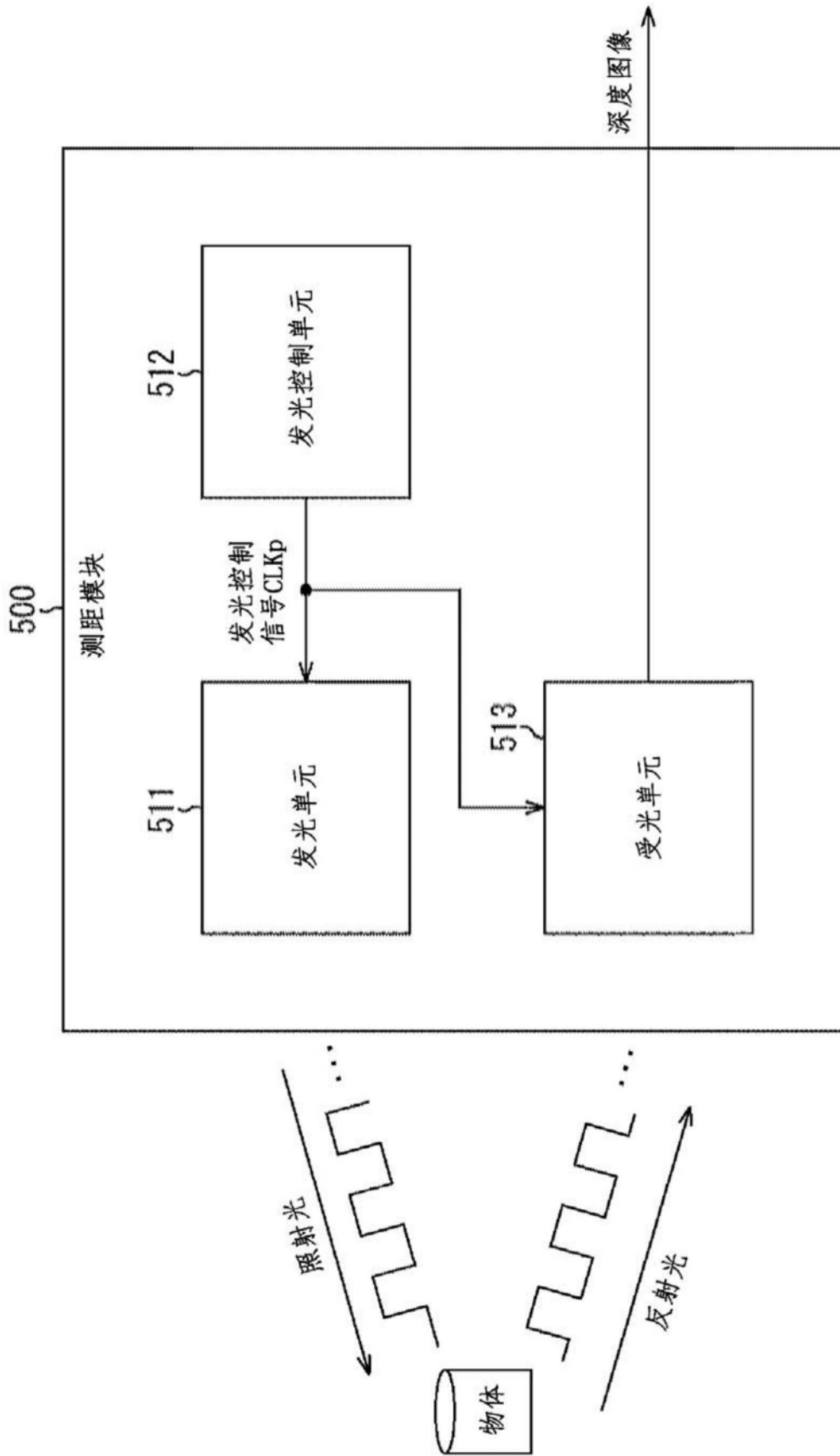


图29

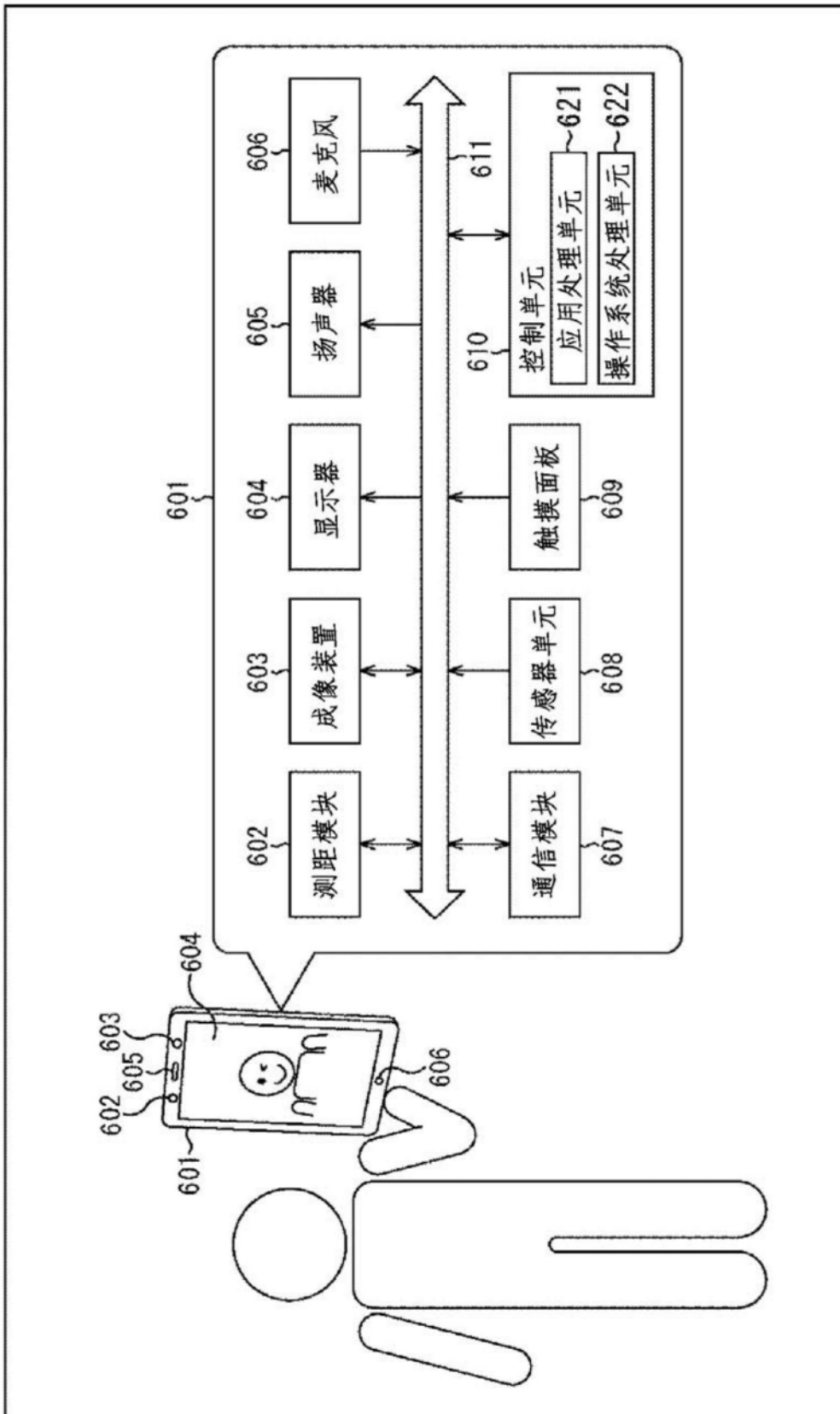


图30

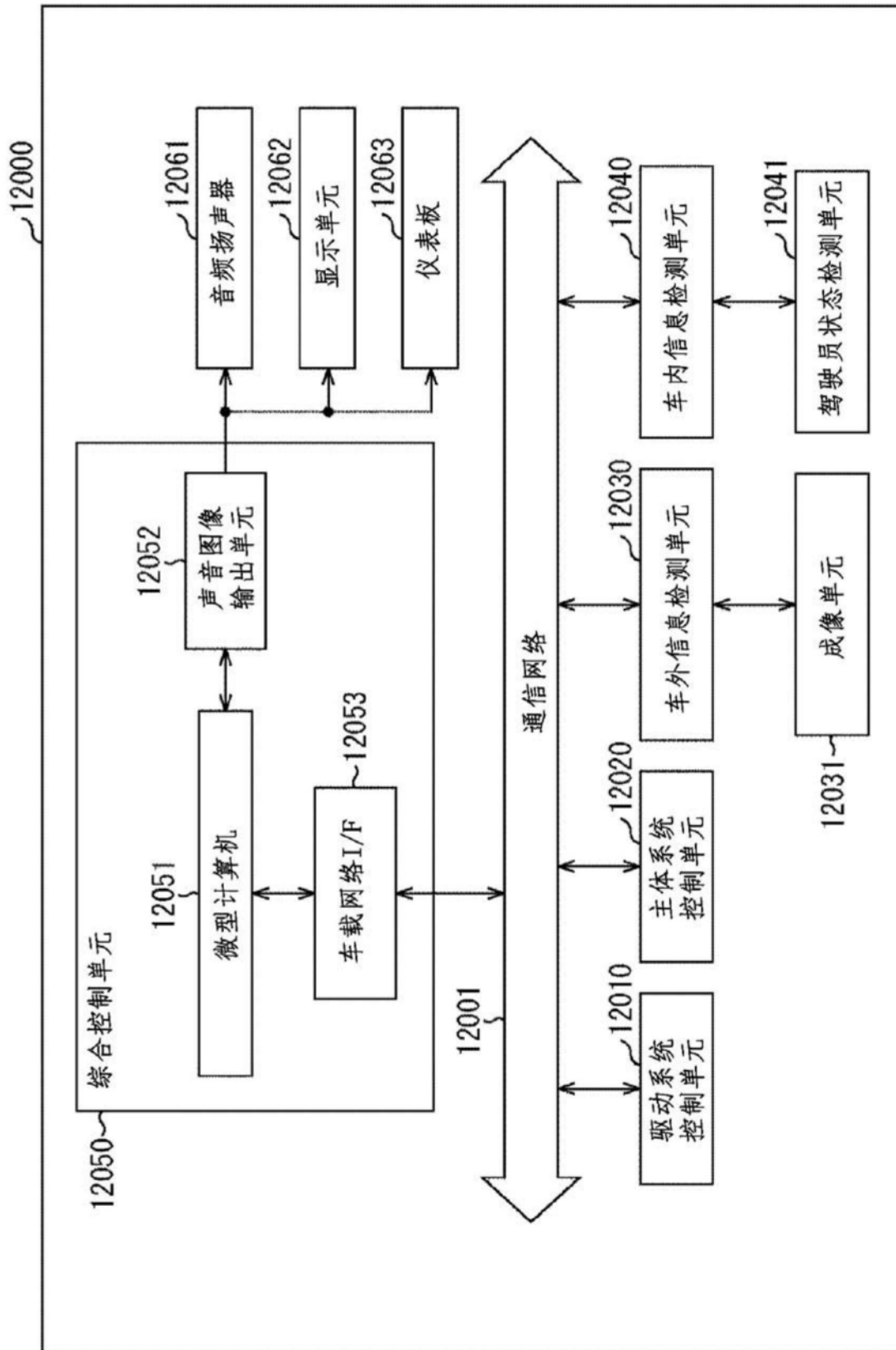


图31

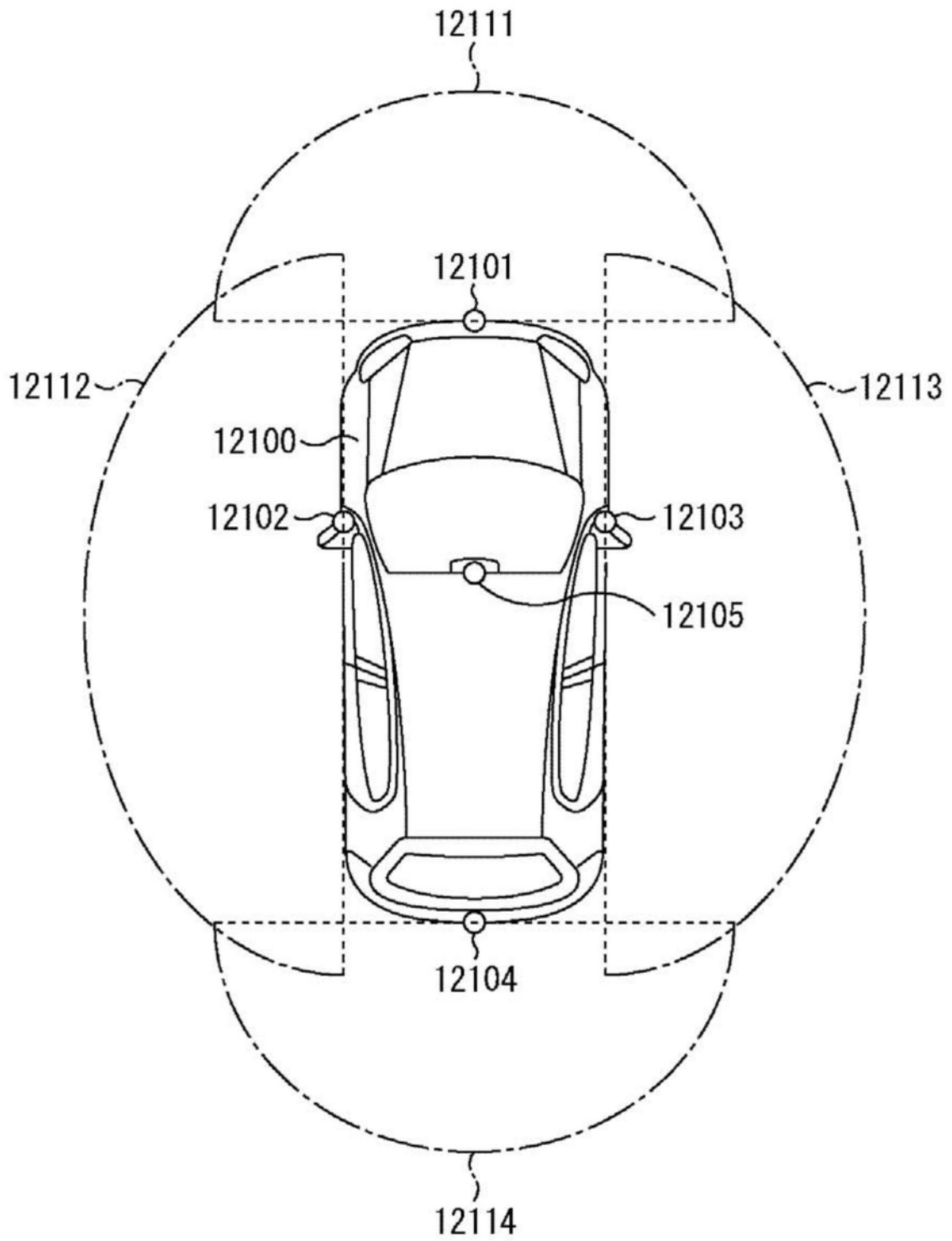


图32