



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116438644 A

(43) 申请公布日 2023. 07. 14

(21) 申请号 202180076044.0

(22) 申请日 2021.10.14

(30) 优先权数据

2020-190841 2020.11.17 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.05.10

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2021/038038 2021.10.14

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/107512 JA 2022.05.27

(71) 申请人 索尼半导体解决方案公司

地址 日本神奈川

(72) 发明人 佃恭范

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

专利代理师 沈丹阳

(51) Int.Cl.

H01L 21/8234 (2006.01)

权利要求书2页 说明书23页 附图26页

(54) 发明名称

光接收装置及距离测量装置

(57) 摘要

根据本公开的一个实施方式的光接收装置具有多层芯片结构,其中层叠至少两个半导体芯片,即第一半导体芯片和第二半导体芯片。在第一半导体芯片上,形成其中布置包括光接收元件的像素的像素阵列部。在第二半导体芯片上,使用具有三维结构的晶体管形成读取从像素输出的信号的读出电路,并且在形成读出电路的区域周围形成使用具有二维结构的晶体管的电路。

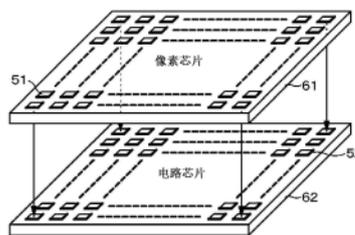


图5A

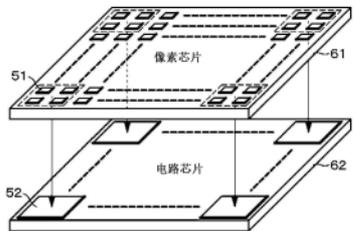


图5B

1. 一种光接收装置,包括:

堆叠芯片结构,在所述堆叠芯片结构中堆叠包括第一半导体芯片和第二半导体芯片的至少两个半导体芯片,其中,

在所述第一半导体芯片上,像素以阵列形式形成,所述像素包括光接收元件,并且

在所述第二半导体芯片上,使用三维晶体管形成读取将由所述像素输出的信号的读出电路,并且在除了形成所述读出电路的区域之外的区域中形成使用二维晶体管的电路。

2. 根据权利要求1所述的光接收装置,其中,所述光接收元件包括在盖革模式下操作的雪崩光电二极管。

3. 根据权利要求2所述的光接收装置,其中,所述光接收元件包括单光子雪崩二极管。

4. 根据权利要求1所述的光接收装置,其中,所述三维晶体管包括Fin场效应晶体管。

5. 根据权利要求1所述的光接收装置,其中,所述二维晶体管包括平面晶体管。

6. 根据权利要求1所述的光接收装置,其中,使用所述二维晶体管的电路包括高压电路,所述高压电路需要的电压超过所述三维晶体管的允许电压。

7. 根据权利要求6所述的光接收装置,其中,所述高压电路包括电压生成电路,所述电压生成电路生成用于所述光接收元件的电压。

8. 根据权利要求6所述的光接收装置,其中,所述高压电路包括激光驱动器,所述激光驱动器驱动激光光源,所述激光光源发射将由所述光接收元件接收的激光。

9. 根据权利要求1所述的光接收装置,其中,在堆叠所述第一半导体芯片和所述第二半导体芯片的两层堆叠芯片结构中,所述第一半导体芯片和所述第二半导体芯片通过包括Cu-Cu直接接合或凸点球的接合部或硅贯穿电极电耦合。

10. 根据权利要求1所述的光接收装置,其中,在堆叠所述第一半导体芯片、所述第二半导体芯片和第三半导体芯片的三层堆叠芯片结构中,在所述第三半导体芯片上形成期望的信号处理器。

11. 根据权利要求10所述的光接收装置,其中,所述第一半导体芯片、所述第二半导体芯片和所述第三半导体芯片按顺序从顶部堆叠。

12. 根据权利要求11所述的光接收装置,其中,

第一层中的所述第一半导体芯片和第二层中的所述第二半导体芯片通过硅贯穿电极电耦合,并且

第二层中的所述第二半导体芯片和第三层中的所述第三半导体芯片通过包括Cu-Cu直接接合或凸点球的接合部电耦合。

13. 根据权利要求10所述的光接收装置,其中,所述第三半导体芯片布置在所述第一半导体芯片与所述第二半导体芯片之间。

14. 根据权利要求13所述的光接收装置,其中,

第一层中的所述第一半导体芯片和第二层中的所述第三半导体芯片通过硅贯穿电极电耦合,并且

第二层中的所述第三半导体芯片和第三层中的所述第二半导体芯片通过包括Cu-Cu直接接合或凸点球的接合部电耦合。

15. 根据权利要求13所述的光接收装置,其中,第二层中的所述第二半导体芯片具有上下关系颠倒的配置。

16. 根据权利要求15所述的光接收装置,其中,

第一层中的所述第一半导体芯片和第二层中的所述第二半导体芯片通过包括Cu-Cu直接接合或凸点球的接合部电耦合,并且

第二层中的所述第二半导体芯片和第三层中的所述第三半导体芯片通过硅贯穿电极电耦合。

17. 一种距离测量装置,包括:

光源部,向距离测量目标发射光;以及

光接收装置,基于从所述光源部发射的光接收来自所述距离测量目标的反射光,

所述光接收装置包括:

堆叠芯片结构,在所述堆叠芯片结构中堆叠包括第一半导体芯片和第二半导体芯片的至少两个半导体芯片,其中,

在所述第一半导体芯片上,形成像素阵列部,在所述像素阵列部中布置像素,所述像素包括光接收元件,并且

在所述第二半导体芯片上,使用三维晶体管形成读取将由所述像素输出的信号的读出电路,并且在形成所述读出电路的区域周围的区域中形成使用二维晶体管的电路。

18. 根据权利要求17所述的距离测量装置,其中,通过ToF方法执行距离测量,所述ToF方法测量从所述光源部向所述距离测量目标发射的光被所述距离测量目标反射回来的时间。

## 光接收装置及距离测量装置

### 技术领域

[0001] 本公开涉及光接收装置和距离测量装置。

### 背景技术

[0002] 各种半导体装置(诸如光接收装置和成像装置)采用其中堆叠多个半导体芯片以在不增加安装面积的情况下提高有效安装密度的堆叠芯片结构(例如,参见专利文献1)。此外,除了采用堆叠芯片结构之外,还使用三维晶体管(例如FinFET),使得可以进一步提高有效安装密度。

[0003] 引用列表

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本未经审查专利申请公开第2019-212918号

### 发明内容

[0006] 顺便提及,存在其中半导体装置(诸如光接收装置或成像装置)使用需要相对高的驱动电压的晶体管的情况。上述三维晶体管,例如FinFET有利于需要小型化的电路。然而,通常三维晶体管趋向于由弱到高的电压,并且不适用于处理相对高电压的电路。

[0007] 因此,期望提供一种光接收装置和包括该光接收装置的距离测量装置,该光接收装置适当地使用对于需要小型化的电路有利的晶体管和对于处理相对高电压的电路有利的晶体管作为在采用堆叠芯片结构中在各个层中形成半导体芯片的晶体管。

[0008] 根据本公开的实施方式的光接收装置包括:

[0009] 堆叠芯片结构,其中堆叠包括第一半导体芯片和第二半导体芯片的至少两个半导体芯片,其中

[0010] 在第一半导体芯片上,包括光接收元件的像素以阵列形式形成,并且

[0011] 在第二半导体芯片上,使用三维晶体管形成读取将由像素输出的信号的读出电路,并且在除了形成读出电路的区域之外的区域中形成使用二维晶体管的电路。

[0012] 根据本公开的实施方式的距离测量装置包括:

[0013] 光接收装置,基于从光源部发射的光接收来自距离测量目标的反射光,

[0014] 光接收装置包括:

[0015] 堆叠芯片结构,其中堆叠包括第一半导体芯片和第二半导体芯片的至少两个半导体芯片,其中

[0016] 在第一半导体芯片上,形成其中布置包括光接收元件的像素的像素阵列部,并且

[0017] 在第二半导体芯片上,使用三维晶体管形成读取将由像素输出的信号的读出电路,并且在形成读出电路的区域周围的区域中形成使用二维晶体管的电路。

### 附图说明

[0018] 图1是示出应用了根据本公开的技术的距离测量装置的示例的示意性配置图。

- [0019] 图2A和图2B是均示出根据本应用示例的距离测量装置的具体配置的示例的框图。
- [0020] 图3是示出使用SPAD元件作为光接收元件的光接收装置中的基本像素电路的配置的示例的电路图。
- [0021] 图4A是示出SPAD元件的PN接合的电流-电压特性的特性图,并且图4B是用于描述像素电路的电路操作的波形图。
- [0022] 图5A是堆叠芯片结构的示意性分解透视图,其中像素芯片上的SPAD元件和电路芯片上的读出电路以一一对应关系布置,并且图5B是堆叠芯片结构的示意性分解透视图,其中电路芯片上的一个读出电路在像素芯片上的多个SPAD元件之间共享。
- [0023] 图6A是FinFET的结构示意性透视图,并且图6B是图6A的横截面图。
- [0024] 图7A是另一三维晶体管的结构示意性透视图,并且图7B是图7A的横截面图。
- [0025] 图8是根据本公开的实施方式的光接收装置的两层堆叠芯片结构的示例的示意性分解透视图。
- [0026] 图9是根据本公开的实施方式的光接收装置的三层堆叠芯片结构的示例的示意性分解透视图。
- [0027] 图10是示出根据示例1的ToF距离测量装置的配置示例的框图。
- [0028] 图11是示出根据示例2的ToF距离测量装置的配置示例的框图。
- [0029] 图12是示出根据示例3的ToF距离测量装置的配置示例的框图。
- [0030] 图13是示出根据示例4的ToF距离测量装置的配置示例的框图。
- [0031] 图14是示出根据示例5的ToF距离测量装置的配置示例的框图。
- [0032] 图15是用作其中需要高耐压的晶体管的平面晶体管和用作除了其中需要高耐压的晶体管之外的电路部的晶体管的FinFET的配置的示意性截面图。
- [0033] 图16是根据示例6的半导体芯片间耦合结构的示意性截面图。
- [0034] 图17是根据示例7的半导体芯片间耦合结构的示意性截面图。
- [0035] 图18是根据示例8的半导体芯片间耦合结构的示意性截面图。
- [0036] 图19是根据示例9的半导体芯片间耦合结构的示意性截面图。
- [0037] 图20是根据示例10的半导体芯片间耦合结构的示意性截面图。
- [0038] 图21是示出根据变形例的ToF距离测量装置的配置示例的框图。
- [0039] 图22是根据变形例的ToF距离测量装置的像素电路中的阳极电压和SPAD输出的波形图。
- [0040] 图23是描述车辆控制系统的示意性配置的示例的框图。
- [0041] 图24是辅助说明车外信息检测部和成像部的安装位置的示例的示图。
- [0042] 图25是描述内窥镜手术系统的示意性配置的示例的示图。
- [0043] 图26是描述摄像头和相机控制单元(CCU)的功能配置的示例的框图。

## 具体实施方式

[0044] 在下文中,参考附图详细描述了用于执行根据本公开的技术的模式(以下称为“实施方式”)。根据本公开的技术不限于实施方式。在以下的说明中,对相同的组件或具有相同功能的组件标注相同的附图标记,并省略重复的说明。应注意,按照下列顺序进行描述。

[0045] 1. 本公开的光接收装置和距离测量装置的概述

- [0046] 2.应用了根据本公开的技术的距离测量装置
- [0047] 2-1.距离测量装置的具体配置示例
- [0048] 2-2.光接收装置中的基本像素电路示例
- [0049] 2-3.光接收装置中的像素电路的电路操作示例
- [0050] 2-4.关于堆叠芯片结构
- [0051] 3.根据本公开的实施方式的光接收装置
- [0052] 3-1.示例1(TDC电路用于时间测量的示例:读出电路是布置在像素下方的电路部的示例)
- [0053] 3-2.示例2(示例1的变形例:读出电路和TDC电路是布置在像素下方的电路部的示例)
- [0054] 3-3.示例3(示例1的变形例:读出电路、TDC电路和直方图生成器是布置在像素下方的电路部的示例)
- [0055] 3-4.示例4(计数器电路用于时间测量的示例:读出电路是布置在像素下方的电路部的示例)
- [0056] 3-5.示例5(示例4的变形例:读出电路和计数器电路是布置在像素下方的电路部的示例)
- [0057] 3-6.示例6(两层堆叠芯片结构:半导体芯片通过包括Cu-Cu直接接合等的接合部直接接合的示例)
- [0058] 3-7.示例7(示例6的变形例:半导体芯片使用硅贯穿电极电耦合的示例)
- [0059] 3-8.示例8(三层堆叠芯片结构:其中第一半导体芯片、第二半导体芯片和第三半导体芯片从顶部依次堆叠的示例)
- [0060] 3-9.示例9(示例8的变形例:其中第二层中的电路芯片的上下关系颠倒的示例)
- [0061] 3-10.示例10(示例8的变形例:其中第三半导体芯片布置在第一半导体芯片和第二半导体芯片之间的示例)
- [0062] 4.变形例
- [0063] 5.根据本公开的技术的应用示例
- [0064] 5-1.应用示例1(移动体的示例)
- [0065] 5-2.应用示例2(内窥镜手术系统的示例)
- [0066] 6.本公开的可能配置
- [0067] <本公开的光接收装置和距离测量装置的概述>
- [0068] 本公开的光接收装置和距离测量装置可以具有包括在盖革模式(Geiger mode)下操作的雪崩光电二极管的配置,优选地包括单光子雪崩二极管的配置。
- [0069] 包括上述优选配置的本公开的光接收装置和距离测量装置可具有其中三维晶体管包括Fin场效应晶体管并且二维晶体管包括平面晶体管的配置。
- [0070] 此外,包括上述优选配置的本公开的光接收装置和距离测量装置可具有其中使用二维晶体管的电路包括需要超过三维晶体管的允许电压的电压的高压电路的配置。此外,高压电路可被配置为包括:电压生成电路,生成用于光接收元件的电压;或激光驱动器,驱动发射将由光接收元件接收的激光的激光光源。
- [0071] 此外,包括上述优选配置的本公开的光接收装置和距离测量装置可具有其中在堆

叠第一半导体芯片和第二半导体芯片的两层堆叠芯片结构中,第一半导体芯片和第二半导体芯片通过包括Cu-Cu直接接合或凸点球(bump ball)或硅贯穿电极的接合部电耦合。

[0072] 可替代地,包括上述优选配置的本公开的光接收装置和距离测量装置可以具有其中在堆叠第一半导体芯片、第二半导体芯片和第三半导体芯片的三层堆叠芯片结构中,在第三半导体芯片上形成期望的信号处理器的配置。此外,第一半导体芯片、第二半导体芯片和第三半导体芯片可被配置为从顶部依次堆叠。在这种情况下,第一层中的第一半导体芯片和第二层中的第二半导体芯片通过硅贯穿电极电耦合,并且第二层中的第二半导体芯片和第三层中的第三半导体芯片通过包括Cu-Cu直接接合或凸点球的接合部电耦合。

[0073] 可选地,包括上述优选配置的本公开的光接收装置和距离测量装置可以具有其中第三半导体芯片布置在第一半导体芯片和第二半导体芯片之间的配置。在这种情况下,可以采用如下配置:第一层中的第一半导体芯片和第二层中的第三半导体芯片通过硅贯穿电极电耦合,并且第二层中的第三半导体芯片和第三层中的第二半导体芯片通过包括Cu-Cu直接接合或凸点球的接合部电耦合。

[0074] 或者,包括上述优选配置的本公开的光接收装置和距离测量装置可以具有其中第二层中的第二半导体芯片的上下关系颠倒的配置。在这种情况下,可以采用如下配置:第一层中的第一半导体芯片和第二层中的第二半导体芯片通过包括Cu-Cu直接接合或凸点球的接合部电耦合,并且第二层中的第二半导体芯片和第三层中的第三半导体芯片通过硅贯穿电极电耦合。

[0075] 本公开的距离测量装置可以具有这样的配置,其中通过ToF方法执行距离测量,ToF方法测量从光源部向距离测量目标发射的光被距离测量目标反射回来的时间。

[0076] <应用了根据本公开的技术的距离测量装置>

[0077] 图1是示出应用了根据本公开的技术的距离测量装置(即,本公开的距离测量装置)的示例的示意性配置图。

[0078] 根据本应用示例的距离测量装置1采用ToF方法作为用于测量到被摄体10(作为距离测量目标)的距离的测量方法,该ToF方法测量向被摄体10发射的光(例如,具有在红外波长区域中的峰值波长的激光)由被摄体10反射回来的飞行时间。为了通过ToF方法实现距离测量,根据本应用示例的距离测量装置1包括光源部20和光接收装置30。此外,作为光接收装置30,可以使用稍后描述的根据本公开的实施方式的光接收装置。

[0079] [距离测量装置的具体配置示例]

[0080] 图2A和图2B均示出根据本应用示例的距离测量装置1的具体配置的示例。光源部20例如具有激光驱动器21、激光光源22以及扩散透镜23,并且用激光照射被摄体10。激光驱动器21在定时控制器40的控制下驱动激光光源22。激光光源22包括例如激光二极管,并且由激光驱动器21驱动以发射激光。扩散透镜23扩散从激光光源22发射的激光以用激光照射被摄体10。

[0081] 光接收装置30包括光接收透镜31、作为光接收部的光学传感器32以及信号处理器33,并且接收反射激光。反射激光是由被摄体10反射回来的光源部20的照射激光。光接收透镜31将来自被摄体10的反射激光会聚到光学传感器32的光接收表面。光学传感器32以像素为单位接收从穿过光接收透镜31的被摄体10反射的激光并且对反射激光执行光电转换。作为光学传感器32,可以使用二维阵列传感器,该二维阵列传感器包括像素,每个像素包括光

接收元件并且以矩阵(阵列)二维布置。

[0082] 光学传感器32的输出信号经由信号处理器33提供给定时控制器40。定时控制器40包括例如CPU(中央处理单元)等。定时控制器40控制光源部20和光接收装置30,对从光源部20向被摄体10发射的激光由被摄体10反射回来的时间进行测量。可以基于该时间确定到被摄体10的距离。

[0083] ToF方法包括间接(indirect)ToF方法和直接(direct)ToF方法。间接ToF方式是如下的方法:检测从光源部20发射的规定周期的脉冲光被距离测量目标(被摄体)反射并被光接收部接收该反射光的周期,根据发光周期和受光周期的相位差来测量飞行时间,由此测量到距离测量目标的距离。直接ToF方法是从光的飞行时间差直接测量到距离测量目标的距离的方法。在根据本应用示例的距离测量装置1中,可以使用间接ToF方法和直接ToF方法中的任何一种作为ToF方法。通过多次执行时间测量,通过将多次测量获得的时间累加起来创建直方图,并检测直方图的峰值的位置来测量时间。

[0084] 然后,在根据本应用示例的距离测量装置1中,其中像素的光接收元件包括响应于光子的接收而生成信号的元件的传感器,诸如SPAD(Single Photon Avalanche Diode:单光子雪崩二极管)元件被用作光学传感器32。换言之,根据本应用示例的距离测量装置1中的光接收装置30包括具有SPAD元件被用作像素的光接收元件的配置的SPAD像素传感器。SPAD元件是一种雪崩光电二极管,该雪崩光电二极管使用被称为雪崩倍增的现象增加光接收灵敏度,并且在盖革模式下操作,其中,在超过击穿电压(破坏电压)的后向电压下操作元件。

[0085] 应注意,SPAD元件在此已经被示例为像素的光接收元件(光检测元件),但是光接收元件不限于SPAD元件。即,作为像素的光接收元件,除了SPAD元件之外,还可以使用在盖革模式下操作的各种元件中的任何一种,诸如APD(雪崩光电二极管)和SiPM(硅光电倍增管)。

[0086] [光接收装置中的基本像素电路示例]

[0087] 图3示出使用SPAD元件作为光接收元件的光接收装置30中的基本像素电路的配置的示例。这里示出像素的基本像素电路示例。

[0088] 光接收装置30的像素50包括作为光接收元件的SPAD元件51和读出电路52。SPAD元件51具有耦合至节点N的阴极电极,并且读出电路52耦合至节点N,并且读取由SPAD元件51生成的信号。换言之,由SPAD元件51响应于光子的接收而生成的信号被读出电路52读取为阴极电位VCA。

[0089] 将阳极电压Vano施加至SPAD元件51的阳极电极。施加引起雪崩倍增的大负电压(即,等于或高于击穿电压的电压(例如,约-20V))作为阳极电压Vano(见图4B)。

[0090] 读出电路52包括例如恒定电流源53、淬灭电路54以及脉冲整形电路55。信号处理电路56被设置在读出电路52的后级中,更具体地,设置在脉冲整形电路55的后级中。光接收装置30的像素50各自还包括SPAD元件电压生成器57,该SPAD元件电压生成器生成用于SPAD元件的预定电压并且将预定电压作为用于驱动SPAD元件51的电压施加至淬灭晶体管541。

[0091] 恒定电流源53耦合在电源电压VDD的电源线与节点N之间。淬灭电路54是抑制SPAD元件51的雪崩倍增的电路,并且包括例如,包括N型MOS晶体管的淬灭晶体管541。淬灭晶体管541具有栅电极,对其施加淬灭控制电压VQ。淬灭晶体管541通过施加至栅电极的淬灭控

制电压VQ将节点N设置在非盖革模式下的电位,从而抑制SPAD元件51的雪崩倍增。

[0092] 脉冲整形电路55包括例如,包括CMOS逆变器电路的晶体管电路部,该CMOS逆变器电路包括P型MOS晶体管551和N型MOS晶体管552,并且检测SPAD元件51的反应边缘。由脉冲整形电路55整形的脉冲信号被提供给后级的逻辑电路55。

[0093] 信号处理电路56包括,例如配置有晶体管、TDC(时间-数字转换器;时间测量)电路等。TDC电路基于SPAD输出(即,脉冲整形电路55的输出脉冲)测量向距离测量目标发射的光被距离测量目标反射回来的时间。应注意,信号处理电路56可包括TDC电路,或者可包括计数器电路。SPAD元件电压生成器57生成用于SPAD元件的预定电压,并且将预定电压施加至淬灭晶体管541。

[0094] 如上所述,等于或高于击穿电压VBD的电压(例如,约-20V)被施加到SPAD元件51。超过击穿电压VBD的过量电压被称为过量偏置电压VEX。SPAD元件51的特性根据要施加的过量偏置电压VEX的电压值相对于击穿电压VBD的电压值有多高而改变。

[0095] 图4A示出在盖革模式下操作的SPAD元件51的PN接合的I(电流)-V(电压)特性。图4A示出击穿电压VBD、过量偏置电压VEX、以及SPAD元件51的操作点的关系。

[0096] [光接收装置中的像素电路的电路操作示例]

[0097] 接下来,参考图4B中的波形图,描述具有上述配置的像素电路的电路操作的示例。

[0098] 在没有电流流过SPAD元件51的情况下,具有值(VDD-Vano)的电压被施加至SPAD元件51。该电压值(VDD-Vano)是(VBD+VEX)。然后,由于暗电子产生率DCR(暗计数率)或光照射而在SPAD元件51的PN接合部处产生的电子引起雪崩倍增发生,从而产生雪崩电流。即使在遮光状态(即,没有光进入的状态)下也随机地发生这种现象。这是暗电子产生率DCR。

[0099] 在阴极电位VCA降低并且SPAD元件51的端子之间的电压变为PN二极管的击穿电压VBD的情况下,雪崩电流停止。然后,阴极电位VCA通过恒定电流源53增加,这导致阴极电位VCA恢复到电源电压VDD,并且再次返回到初始状态。

[0100] 在光进入SPAD元件51并且即使生成单个电子-空穴对的情况下,该单个电子-空穴对变成雪崩电流的生成源。因此,有可能以特定检测效率PDE(光子检测效率)检测即使单个光子的进入。

[0101] 重复上述操作。此外,在这系列操作中,阴极电位VCA的波形由脉冲整形电路55整形,并且具有以一个光子的到达时间为起点的脉冲宽度T的脉冲信号变成SPAD输出(像素输出)。

[0102] [关于堆叠芯片结构]

[0103] 具有上述配置的光接收装置30,即,使用SPAD元件51作为光接收元件的光接收装置30采用例如通过堆叠多个半导体芯片(半导体衬底)配置的堆叠芯片结构,以便在不增加安装面积的情况下提高有效安装密度。图5A和图5B中所示的两层堆叠芯片结构,即通过堆叠像素芯片61和电路芯片62配置的堆叠芯片结构在这里被描述为示例。在像素芯片61上,形成包括SPAD元件51的像素50,并且在电路芯片62上,形成电路部,诸如读出电路52。然而,堆叠芯片结构不限于两层结构,并且可以是包括三层或更多层的堆叠结构。

[0104] 图5A是堆叠芯片结构的示意性分解透视图,其中,像素芯片61上的SPAD元件51和电路芯片62上的读出电路52以一对一的对应关系设置。图5B是其中电路芯片62上的一个读出电路52在像素芯片61上的多个SPAD元件51之间共享的堆叠芯片结构的示意性分解透视图。

图。图5B示例了电路芯片62上的一个读出电路52在由像素芯片61上的虚线包围的四个SPAD元件51之间共享的情况,但是SPAD元件51的数量不限于四个。

[0105] 采用上述堆叠芯片结构使得可以在不增加安装面积的情况下提高有效安装密度,并且除了采用堆叠芯片结构之外,使用三维晶体管作为包括在诸如读出电路52的电路部中的晶体管使得可以进一步提高有效安装密度。作为三维晶体管,例如可以例示FinFET(场效应晶体管)。

[0106] 图6A示出FinFET的示意性透视图,并且图6B示出图6A的横截面图。FinFET具有多栅极结构,其中,硅衬底71上具有薄宽度的鳍(Fin)部72的两个侧表面部和顶表面部被用作沟道73,并且栅电极74形成为跨越鳍部72。栅电极74的底表面部与形成在硅衬底71上的氧化物75接触。鳍部72的夹着沟道73的两侧是源极区76和漏极区77。

[0107] 三维晶体管不限于具有上述结构的FinFET。图7A示出另一三维晶体管的示意性透视图,并且图7B示出图7A的横截面图。除了上述FinFET的沟道位置之外,其他三维晶体管具有其中栅电极74的底表面部与硅衬底71接触以在硅衬底71中形成沟道73的结构,即,鳍部72的两个侧表面部和顶表面部。

[0108] <根据本公开的实施方式的光接收装置>

[0109] 根据本公开的实施方式的光接收装置30具有堆叠芯片结构,该堆叠芯片结构通过堆叠包括半导体芯片(半导体衬底)的多个半导体芯片来配置,每个包括SPAD元件51的像素形成在该半导体芯片上的阵列中。在光接收装置30中,在堆叠芯片结构中,电路部(诸如读出电路52)形成在半导体芯片下方的半导体芯片上,每个包括SPAD元件51的像素形成在该半导体芯片上的阵列中;然而,要求像素正下方的电路部小型化。更具体地,可以通过提高距离测量空间分辨率来获得详细的距离图像;然而,堆叠芯片结构中的瓶颈是诸如形成在像素下方的读出电路52之类的电路部的区域。因此,要求像素正下方的电路部小型化。因此,根据本公开的实施方式的光接收装置30使用三维晶体管作为包括在诸如需要小型化的读出电路52的电路部中的晶体管。三维晶体管可以减小相同驱动力所需的安装面积,这对于解决空间分辨率的瓶颈是极其有效的。可以例示图6A和图6B中示出的FinFET和图7A和图7B中示出的晶体管作为三维晶体管。

[0110] 顺便提及,FinFET通常针对低电压执行处理创建,并且不适用于配置包括光接收装置30的距离测量装置1所需的高电压电路的晶体管。此处,“高压电路”是需要超过三维晶体管的允许电压(例如,FinFET的允许电压)的电压的电路。可以例示图2A中示出的距离测量装置1的激光驱动器21、图3中示出的光接收装置30的SPAD元件电压生成器57等作为包括光接收装置30的距离测量装置1所需的高压电路。

[0111] 因此,在根据本公开的实施方式的光接收装置30中,如在图8中的分解透视图所示出的,在像素芯片61(第一半导体芯片)下方的电路芯片62(第二半导体芯片)中,使用三维晶体管形成其要求小型化并且布置在像素正下方的读出电路52,在像素芯片61(第一半导体芯片)上的每个包括SPAD元件51的像素形成为阵列。此外,高压电路58,具体地,激光驱动器21和SPAD元件电压生成器57各自使用二维晶体管形成在除了形成像素正下方的读出电路52的区域之外的区域中。二维晶体管是所谓的平面晶体管。平面晶体管可以是SOI(绝缘体上硅)或CMOS工艺。在平面晶体管中,容易调整栅极氧化膜的膜厚。

[0112] 如上所述,在通过堆叠像素芯片61和电路芯片62配置的两层堆叠芯片结构中,对

于需要小型化并且设置在像素下方的读出电路52,使用诸如FinFET的三维晶体管。此外,高压电路58(诸如激光驱动器21和SPAD元件电压生成器57)使用二维晶体管在除了形成读出电路52的区域之外的区域中形成。这使得可以提供作为精细SPAD像素传感器的光接收装置30。通常难以仅通过FinFET工艺提供精细SPAD像素传感器。应注意,像素芯片61的处理(每个像素包括SPAD元件51的像素形成在该像素芯片上)无关紧要。

[0113] 堆叠芯片结构不限于两层结构,并且可以是包括三层或更多层的结构。图9是三层堆叠芯片结构的示例的示意性分解透视图。在通过堆叠除了像素芯片61和电路芯片62之外的第三半导体芯片63配置的三层堆叠芯片结构中,像素芯片61和电路芯片62的配置与两层堆叠芯片结构中的配置相同。

[0114] 即,在像素芯片61上,各自包括SPAD元件51的像素形成为阵列(不管工艺如何)。要求小型化的读出电路52通过使用诸如FinFET的三维晶体管形成在电路芯片62的像素阵列正下方的区域中,并且诸如激光驱动器21和SPAD元件电压生成器57的高压电路58通过使用二维晶体管形成在除了形成读出电路52的区域之外的区域中。

[0115] 可以在第三半导体芯片63上形成期望的信号处理器59(与处理无关)。作为期望的信号处理器59,能够例示图像识别处理函数(DNN:Deep Neural Network)、超分辨率信号处理、像素输出信息保持(DRAM/SRAM)、距离信息计算机构、电源控制机构(相当于PM(Power Management) IC)等电路部。然而,这里例示的各个电路部是示例,并且信号处理器59不限于这些电路部。

[0116] 要注意的是,在上述三层堆叠芯片结构中,电路芯片62和第三半导体芯片63的堆叠顺序可以颠倒。换言之,可以采用三层堆叠芯片结构,其中第三半导体芯片63是第二层中的半导体芯片并且电路芯片62是第三层中的半导体芯片。

[0117] 以下描述是根据本公开的实施方式的光接收装置30的具体示例,光接收装置30在像素正下方使用三维晶体管用于读出电路52,并且使用二维晶体管用于形成在除了形成读出电路52的区域之外的区域中的高电容电路。

[0118] [示例1]

[0119] 示例1是使用TDC电路用于时间测量的示例,并且是其中读出电路52是布置在像素下方的电路部的示例。图10示出根据示例1的ToF距离测量装置的配置示例。这里,示出像素电路的一个像素的基本电路示例。这适用于下面将要描述的示例。

[0120] 在根据示例1的ToF距离测量装置中,与读出电路52和信号处理电路56相比,驱动激光光源22的激光驱动器21和生成用于驱动SPAD元件51的电压的SPAD元件电压生成器57各自是需要较高电压的电路(高电压电路)。

[0121] 设置在读出电路52的后级的信号处理电路56包括例如TDC电路561、直方图生成器562和距离计算器563。

[0122] TDC电路561基于读出电路52的输出、即脉冲整形电路55的输出脉冲,测量从激光光源22向距离测量目标发射的光被距离测量目标反射回来的时间。TDC电路561执行多次时间测量。

[0123] 直方图生成器562通过将TDC电路561的多次测量所获得的时间累加来创建直方图。SPAD元件51是具有极高灵敏度的高性能设备,并且每次事件生成一个脉冲(引起每次事件发生一个脉冲);因此,难以区分干扰光事件和反射光事件。因而,TDC电路561的时间测量

的执行被重复多次,并且直方图生成器562通过将通过多次测量获得的时间累加来创建直方图。

[0124] 距离计算器563基于通过累计通过多次测量获得的时间而创建的直方图,检测从激光光源22发射向距离测量目标的光被距离测量目标反射回来的时间,基于检测到的时间计算到距离测量目标的距离,并且输出到距离测量目标的距离作为距离测量结果。

[0125] 在根据示例1的ToF距离测量装置中,在包括读出电路52、TDC电路561、直方图生成器562和距离计算器563的像素电路中,在图10中由虚线A包围的读出电路52是布置在像素下方的电路部。然后,堆叠芯片结构中的瓶颈是在像素下方形成的电路部(诸如读出电路52)的面积;因此,需要小型化并且布置在像素正下方的读出电路52使用诸如FinFET的三维晶体管形成。此外,在除了形成像素正下方的读出电路52的区域之外的区域中,使用二维晶体管(平面晶体管)形成高压电路,具体地,激光驱动器21和SPAD元件电压生成器57。

[0126] [示例2]

[0127] 示例2是示例1的变形例,并且是读出电路52和TDC电路561是布置在像素下方的电路部的示例。图11示出根据示例2的ToF距离测量装置的配置示例。

[0128] 在根据示例2的ToF距离测量装置中,在包括读出电路52、TDC电路561、直方图生成器562和距离计算器563的像素电路中,在图11中由虚线B包围的信号处理电路56的读出电路52和TDC电路561是布置在像素下方的电路部。然后,使用诸如FinFET的三维晶体管形成布置在像素下方的读出电路52和TDC电路561。此外,与示例1一样,在除了形成像素正下方的读出电路52的区域之外的区域中,使用二维晶体管(平面晶体管)形成激光驱动器21和SPAD元件电压生成器57。

[0129] [示例3]

[0130] 示例3是示例1的变形例,并且是读出电路52、TDC电路561和直方图生成器562是布置在像素下方的电路部的示例。图12示出根据示例3的ToF距离测量装置的配置示例。

[0131] 在根据示例3的ToF距离测量装置中,在包括读出电路52、TDC电路561、直方图生成器562和距离计算器563的像素电路中,读出电路52和信号处理电路56的TDC电路561和直方图生成器562(在图12中由虚线C包围)是布置在像素下方的电路部。然后,使用诸如FinFET的三维晶体管形成布置在像素下方的读出电路52、TDC电路561和直方图生成器562。此外,与示例1一样,在除了形成像素正下方的读出电路52的区域之外的区域中,使用二维晶体管(平面晶体管)形成激光驱动器21和SPAD元件电压生成器57。

[0132] [示例4]

[0133] 示例4是其中计数器电路用于时间测量的示例,并且是其中读出电路52是布置在像素下方的电路部的示例。图13示出根据示例4的ToF距离测量装置的配置示例。

[0134] 在根据示例4的ToF距离测量装置中,布置在读出电路52的后级中的信号处理电路56包括例如计数器电路564和图像处理计算部565。

[0135] 计数器电路564对读出电路52的输出进行计数,该读出电路52被控制为SPAD元件51被淬灭晶体管54仅转动预定时间至盖革模式的状态,即,脉冲整形电路55的输出脉冲,这使得可以从与预定时间相对应的距离获得图像数据。淬灭晶体管541的淬灭控制电压VQ的定时根据必要的距离被顺序地改变,这使得可以获得与直到从激光光源22发射向距离测量目标的光被距离测量目标反射回来的时间相对应的图像。图像处理计算部565对计数器电

路564的计数结果执行诸如生成距离图像和增益校正的处理。

[0136] 在根据示例4的ToF距离测量装置中,在包括读出电路52、计数器电路564和图像处理计算部565的像素电路中,图13中由虚线D包围的读出电路52是布置在像素下方的电路部。然后,堆叠芯片结构中的瓶颈是在像素下方形成的电路部(诸如读出电路52)的面积;因此,需要小型化并且布置在像素正下方的读出电路52使用诸如FinFET的三维晶体管形成。此外,在除了形成像素正下方的读出电路52的区域之外的区域中,例如,使用二维晶体管(平面晶体管)形成作为高压电路的SPAD元件电压生成器57。

[0137] 应注意,包括激光光源22的激光照射系统在图13中未示出;然而,激光照射系统的激光驱动器21也是高压电路。因此,激光驱动器21也可使用二维晶体管(平面晶体管)形成。

[0138] [示例5]

[0139] 示例5是示例4的变形例,并且是读出电路52和计数器电路564是布置在像素下方的电路部的示例。图14示出根据示例4的ToF距离测量装置的配置示例。

[0140] 在根据示例5的ToF距离测量装置中,在包括读出电路52、计数器电路564和图像处理计算部565的像素电路中,在图14中由虚线E包围的信号处理电路56的读出电路52和计数器电路564是布置在像素下方的电路部。然后,使用诸如FinFET的三维晶体管形成布置在像素下方的读出电路52和计数器电路564。此外,在其中形成像素正下方的读出电路52的区域之外的区域中,例如,SPAD元件电压生成器57是使用二维晶体管(平面晶体管)形成的,如示例4。

[0141] 应注意,在图14中未示出包括激光光源22的激光照射系统;然而,与根据示例4的ToF距离测量装置一样,作为高压电路的激光驱动器21也可以使用二维晶体管(平面晶体管)形成。

[0142] 在上述示例1、示例2、示例3、示例4和示例5中布置在像素下方的电路部的所有晶体管不限于其中使用诸如FinFET的三维晶体管的配置。例如,在一些情况下,在与耦合至SPAD元件51的阴极布线接触的晶体管中需要高耐压。因此,如图15所示,优选使用二维晶体管(平面晶体管)作为其中需要高耐压的晶体管71和72。在除了需要高耐压的晶体管之外的电路部的晶体管73和74中,需要高速和小面积;因此,优选使用具有其中执行沟道长度增加的多栅极结构的FinFET(三维晶体管)。

[0143] [示例6]

[0144] 示例6是两层堆叠芯片结构中的半导体芯片间耦合结构的示例,并且是半导体芯片通过诸如Cu-Cu直接接合的接合部直接接合的示例。图16示意性示出根据示例6的半导体芯片间耦合结构。

[0145] 在通过堆叠作为第一半导体芯片的像素芯片61和作为第二半导体芯片的电路芯片62配置的两层堆叠芯片结构中,具有阴极电极511和阳极电极512的SPAD元件51形成在像素芯片61上,并且布线层81设置在SPAD元件51下方在衬底底表面侧上。

[0146] 相反,在电路芯片62上,使用三维晶体管(例如,FinFET82)形成读出电路52,并且在衬底上表面侧上在读出电路52上方提供布线层83。然后,第一层中的像素芯片61和第二层中的电路芯片62被配置为通过包括Cu-Cu直接接合、凸点球等的接合部84和85电耦合。

[0147] [示例7]

[0148] 示例7是示例6的变形例,并且是半导体芯片通过使用硅贯穿电极而电耦合的示

例。图17示意性地示出根据示例7的半导体芯片间耦合结构。

[0149] 在根据示例6的半导体芯片间耦合结构中,像素芯片61和电路芯片62被配置为通过包括Cu-Cu直接接合、凸点球等的接合部84和85电耦合。相反,在根据示例7的半导体芯片间耦合结构中,第一层中的像素芯片61和第二层中的电路芯片62被配置为使用硅贯穿电极(硅通孔:TSV)86和87通过外部电极88电耦合。因此,使用与Cu-Cu直接接合等相比在工艺技术上成熟的硅贯穿电极86和87使得可以为像素芯片61和电路芯片62的工艺的组合提供灵活性。

[0150] [示例8]

[0151] 示例8是三层堆叠芯片结构中的半导体芯片间耦合结构的示例,并且是第一半导体芯片、第二半导体芯片和第三半导体芯片从顶部依次堆叠的示例。图18示意性示出根据示例8的半导体芯片间耦合结构。

[0152] 根据示例8的半导体芯片间耦合结构是除了像素芯片61(第一半导体芯片)和电路芯片62(第二半导体芯片)之外还包括第三半导体芯片63的三层结构,并且具有像素芯片61、电路芯片62和第三半导体芯片63从顶部依次堆叠的配置。

[0153] 在根据示例8的半导体芯片间耦合结构中,具有阴极电极511和阳极电极512的SPAD元件51形成在像素芯片61上,并且布线层81设置在SPAD元件51下方、在衬底底表面侧上。在电路芯片62上,使用三维晶体管(例如,FinFET82)形成读出电路52,并且布线层83设置在读出电路52下方的衬底底表面侧上。然后,第一层中的像素芯片61和第二层中的电路芯片62被配置为通过硅通孔电极86和87电耦合。

[0154] 在第三半导体芯片63上,图9中描述的期望信号处理器59(例如,电路部,诸如图像识别处理函数(DNN)、超分辨率信号处理、像素输出信息保持(DRAM/SRAM)、距离信息计算机制和电源控制机构(对应于PMIC))使用例如FinFET82形成。布线层83设置在衬底上表面侧的信号处理器59上方。然后,第二层中的电路芯片62和第三层中的第三半导体芯片63被配置为通过包括Cu-Cu直接接合、凸点球等的接合部84和85电耦合。与硅贯穿电极相比,包括Cu-Cu直接接合等的接合部允许以高信号安装密度设置读出电路52和信号处理器59,并且具有低电容。因此,期望通过高速和宽带信号处理改善距离测量特性。

[0155] [示例9]

[0156] 示例9是示例8的变形例,并且是第二层中的电路芯片62的上下关系颠倒的示例。图19示意性示出根据示例9的半导体芯片间耦合结构。

[0157] 在像素芯片61、电路芯片62和第三半导体芯片63按此顺序从顶部堆叠的三层堆叠芯片结构中,在示例9中,第二层中的电路芯片62具有其中上下关系颠倒的配置,即,其中使用FinFET82形成的读出电路52仅设置在第二层中的电路芯片62上的配置,或者分开设置在第二层和第三半导体芯片63中的电路芯片62上,布线层83设置在像素芯片61的一侧。然后,第一层中的电路芯片62和第二层中的电路芯片62被配置为通过包括Cu-Cu直接接合、凸点球等的接合部84和85电耦合。此外,第二层中的电路芯片62和第三层中的电路芯片62被配置为通过硅贯穿电极86电耦合。根据该耦合配置,能够降低阴极电容,这使得能够预期降低电力消耗的效果。

[0158] [示例10]

[0159] 示例10是示例8的变形例,并且是第三半导体芯片被设置在第一半导体芯片和第

二半导体芯片之间的示例。图20示意性示出根据示例10的半导体芯片间耦合结构。

[0160] 在根据示例8的半导体芯片间耦合结构中,像素芯片61、电路芯片62和第三半导体芯片63被配置为从顶部依次堆叠。相反,在根据示例10的半导体芯片间耦合结构中,像素芯片61、第三半导体芯片63、以及电路芯片62被配置为从顶部以这种顺序堆叠,即,第三半导体芯片63被配置为设置在像素芯片61与电路芯片62之间。

[0161] 然后,在根据示例9的半导体芯片间耦合结构中,第一层中的电路芯片62和第三层中的电路芯片62被配置为使用硅贯穿电极86A、87A、86B和87B通过外部电极88A和88B电耦合。此外,第二层中的第三半导体芯片63和第三层中的电路芯片62被配置为通过包括Cu-Cu直接接合、凸点球等的接合部84和85电耦合。

[0162] <变形例>

[0163] 虽然以上已经基于优选示例描述了根据本公开的技术,但根据本公开的技术不限于这些示例。在上述实施方式中描述的光接收装置和距离测量装置的配置和结构是示例并且可以适当地变形。例如,在上述实施方式中,已经示例了所谓的阴极读出像素配置,其中,SPAD元件51的阴极电压VCA由读出电路52读取;然而,可以采用所谓的阳极读出像素配置,其中,读取SPAD元件51的阳极电压Vano。下面说明包括具有阳极读出像素配置的光接收装置的距离测量装置作为变形例。

[0164] 图21示出根据变形例的ToF距离测量装置的配置示例的框图。SPAD元件51具有耦合至阴极电压VCA的节点的阴极电极和耦合至作为读出电路52的输入端的节点N的阳极电极。恒定电流源53耦合在节点N与地之间。包括P型MOS晶体管的淬灭晶体管542耦合到节点N。由SPAD元件电压生成器57(其是高压电路)生成的电压施加至淬灭晶体管542。图22示出具有阳极读出像素配置的像素电路中的阳极电压Vano和SPAD输出的波形图。

[0165] 在根据具有阳极读出像素配置的变形例的ToF距离测量装置中,例如,信号处理电路56的读出电路52和计数器电路564是设置在像素下方的电路部,并且电路部使用诸如FinFET的三维晶体管形成。此外,在除了形成像素正下方的读出电路52的区域之外的区域中,使用二维晶体管(平面晶体管)形成作为高压电路的SPAD元件电压生成器57。

[0166] 应当注意,作为根据变形例的ToF距离测量装置的配置示例,已经示例了其中设置在读出电路52的后级中的信号处理电路56包括计数器电路564和图像处理计算部565的配置;然而,与阴极读出像素配置一样,信号处理电路56可以包括TDC电路561、直方图生成器562和距离计算器563。在这种情况下,与阴极读出像素配置一样,设置在像素下方的电路部使用诸如FinFET的三维晶体管形成,并且在形成像素正下方的读出电路52的区域之外的区域中,高压电路使用二维晶体管(平面晶体管)形成。

[0167] <根据本公开的技术的应用示例>

[0168] 根据本公开的技术可应用于各种产品。下面描述更具体的应用示例。例如,根据本公开的技术可以安装在诸如汽车、电动车辆、混合动力车辆、摩托车、自行车、个人移动性、飞机、无人机、船舶、机器人、建筑机器、以及农业机器(牵引车)的任何种类的移动体上的距离测量装置的形式来实现。

[0169] [应用例1:移动体]

[0170] 图23是描绘车辆控制系统7000的示意性配置的示例的方框图,车辆控制系统7000作为可以应用根据本公开的示例的技术的移动体控制系统的示例。车辆控制系统7000包括

经由通信网络7010彼此连接的多个电子控制单元。在图23所示的示例中,车辆控制系统7000包括驱动系统控制单元7100、车身系统控制单元7200、电池控制单元7300、车外信息检测单元7400、车内信息检测单元7500和集成控制单元7600。例如,将多个控制单元彼此连接的通信网络7010可以是符合任意标准的车载通信网络,诸如控制器局域网(CAN)、局域互联网(LIN)、局域网(LAN)、FlexRay(注册商标)等。

[0171] 每个控制单元包括:微型计算机,根据各种程序执行运算处理;存储部,存储由微型计算机执行的程序、用于各种操作的参数等;以及驱动电路,其驱动各种控制对象设备。每个控制单元还包括:网络接口(I/F),用于经由通信网络7010与其他控制单元执行通信;以及通信I/F,用于通过有线通信或无线电通信与车辆内和车外的设备、传感器等进行通信。图23所示的集成控制单元7600的功能配置包括微型计算机7610、通用通信I/F7620、专用通信I/F7630、定位部7640、信标接收部7650、车载装置I/F7660、声音/图像输出部7670、车载网络I/F7680和存储部7690。其他控制单元类似地包括微型计算机、通信I/F、存储部等。

[0172] 驾驶系统控制单元7100根据各种程序控制与车辆的驾驶系统相关的装置的操作。例如,驱动系统控制单元7100用作用于产生车辆的驱动力的驱动力产生装置(诸如内燃机、驱动电机等)、用于将驱动力传递到车轮的驱动力传递机构、用于调节车辆的转向角的转向机构、用于产生车辆的制动力的制动装置等的控制装置。驱动系统控制单元7100可以具有作为防抱死制动系统(ABS)、电子稳定控制(ESC)等的控制装置的功能。

[0173] 驾驶系统控制部7100与车辆状态检测部7110连接。车辆状态检测部7110例如包括检测车体的轴向旋转运动的角速度的陀螺仪传感器、检测车辆的加速度的加速度传感器和用于检测加速踏板的操作量、制动踏板的操作量、方向盘的转向角、发动机转速或车轮的转速等的传感器中的至少一个。驱动系统控制单元7100使用从车辆状态检测部7110输入的信号进行运算处理,对内燃机、驱动电动机、电动动力转向装置、制动装置等进行控制。

[0174] 车身系统控制单元7200根据各种程序来控制提供给车身的各种装置的操作。例如,车身系统控制单元7200用作用于无钥匙进入系统、智能钥匙系统、电动车窗装置或诸如前照灯、后备灯、制动灯、转向信号、雾灯等的各种灯的控制装置。在这种情况下,从移动装置发射的无线电波作为按键或者各种开关的信号的替代物可以被输入到车身系统控制单元7200。车身系统控制单元7200接收这些输入的无线电波或信号,并且控制车辆的门锁装置、电动车窗装置、灯等。

[0175] 电池控制单元7300根据各种程序控制作为用于驱动电机的电源的二次电池7310。例如,从包括二次电池7310的电池设备向电池控制单元7300供应关于电池温度、电池输出电压、电池中剩余电荷量等的信息。电池控制单元7300使用这些信号执行算术运算处理,并且执行用于调节二次电池7310的温度的控制或控制提供给电池设备等的冷却设备。

[0176] 车外信息检测单元7400检测关于包括车辆控制系统7000的车辆外部的信息。例如,车外信息检测部7400与成像部7410和车外信息检测部7420中的至少一个连接。成像部7410包括飞行时间(ToF)相机、立体相机、单目相机、红外相机和其他相机中的至少一个。例如,车外信息检测部7420包括用于检测当前大气条件或天气条件的环境传感器和用于检测在包括车辆控制系统7000的车辆的周围的其他车辆、障碍物、行人等的外围信息检测传感器中的至少一个。

[0177] 环境传感器例如可以是检测雨的雨滴传感器、检测雾的雾传感器、检测阳光程度的阳光传感器和检测降雪的雪传感器中的至少一个。外围信息检测传感器可以是超声波传感器、雷达装置以及LIDAR装置(光检测和距离测量装置,或者激光成像检测和距离测量装置)中的至少一个。成像部7410和车外信息检测部7420中的每一个可被设置为独立的传感器或装置,或者可被设置为其中多个传感器或装置被集成的装置。

[0178] 图24描述了成像部7410和车外信息检测部7420的安装位置的示例。成像部7910、7912、7914、7916和7918例如设置在车辆7900的前鼻、侧视镜、后保险杠和后门上的位置和车辆内部中的挡风玻璃的上部上的位置中的至少一个处。设置在车辆内部的前鼻部的成像部7910和设置在挡风玻璃的上部的成像部7918主要获得车辆7900的前方的图像。设置于侧视镜的成像部7912和7914主要获得车辆7900的侧面的图像。设置在后保险杠或后门的成像部7916主要获得车辆7900的后方的图像。设置在车辆内部内的挡风玻璃的上部的成像部7918主要用于检测前方车辆、行人、障碍物、信号、交通标志、车道等。

[0179] 顺便提及,图24描述了相应成像部7910、7912、7914和7916的成像范围的示例。成像范围a表示设置到前鼻的成像部7910的成像范围。成像范围b和c分别表示提供给侧视镜的成像部7912和7914的成像范围。成像范围d表示设置到后保险杠或后门的成像部7916的成像范围。例如,通过叠加由成像部7910、7912、7914和7916成像的图像数据,能够获得从上方观看的车辆7900的鸟瞰图像。

[0180] 在车辆7900的前方、后方、侧方、角落和车辆内部的挡风玻璃的上部设置的车外信息检测部7920、7922、7924、7926、7928、7930例如也可以是超声波传感器或雷达装置。设置于车辆7900的前鼻、后保险杠、车辆7900的后门、车室内的挡风玻璃的上部的车外信息检测部7920、7926、7930例如也可以是LIDAR装置。这些车外信息检测部7920至7930主要用于检测先行车、行人、障碍物等。

[0181] 返回图23,将继续描述。车外信息检测部7400使成像部7410拍摄车外的图像,接收拍摄图像数据。另外,车外信息检测部7400从与车外信息检测部7400连接的车外信息检测部7420接收检测信息。在车外信息检测部7420是超声波传感器、雷达装置、LIDAR装置的情况下,车外信息检测部7400发送超声波、电磁波等,并且接收接收到的反射波的信息。车外信息检测部7400基于接收到的信息,可以进行对人类、车辆、障碍物、标志、路面上的文字等物体进行检测的处理或者与物体之间的距离进行检测的处理。另外,车外信息检测部7400也可以基于接收到的信息进行识别降雨、雾、路面状况等的环境识别处理。车外信息检测单元7400可以基于所接收的信息来计算到车辆外部的物体的距离。

[0182] 此外,基于所接收的图像数据,车外信息检测单元7400可执行识别人、车辆、障碍物、标志、道路表面上的字符等的图像识别处理或者检距离测量其的距离的处理。车外信息检测单元7400可以将所接收的图像数据进行诸如失真校正、对准等的处理,并且将通过多个不同的成像部7410成像的图像数据组合以生成鸟瞰图像或全景图像。车外信息检测部7400可以使用由成像部7410拍摄到的图像数据来进行视点变换处理,该成像部7410包括互不相同的成像部。

[0183] 车载信息检测单元7500检测车辆内部的信息。例如,车载信息检测单元7500与检测驾驶员的状态的驾驶员状态检测部7510连接。驾驶员状态检测部7510可以包括对驾驶员成像的照相机、检测驾驶员的生物信息的生物传感器、收集车辆内部内的声音的麦克风等。

生物传感器例如设置在座椅表面、方向盘等中,并检测坐在座椅上的乘客或保持方向盘的驾驶员的生物信息。基于从驾驶员状态检测部7510输入的检测信息,车载信息检测单元7500可以计算驾驶员的疲劳度或驾驶员的集中度,或者可以确定驾驶员是否打瞌睡。车载信息检测单元7500可以使通过收集声音获得的音频信号经受诸如噪声消除处理等的处理。

[0184] 集成控制单元7600根据各种程序控制车辆控制系统7000内的一般操作。综合控制单元7600与输入部7800连接。输入部7800由触摸面板、按钮、麦克风、开关、杆等能够由乘员进行输入操作的装置实现。集成控制单元7600可以被供应通过对通过麦克风输入的语音的语音识别而获得的数据。输入部分7800可以例如是使用红外线或其他无线电波的远程控制设备,或者支持车辆控制系统7000的操作的外部连接设备,诸如移动电话、个人数字助理(PDA)等。输入部7800可以是例如照相机。在这种情况下,乘坐者可以通过手势输入信息。替代地,可以输入通过检测乘员穿戴的可穿戴装置的运动而获得的数据。此外,输入部7800可以例如包括输入控制电路等,该输入控制电路等基于乘员等使用上述输入部7800输入的信息来生成输入信号,并将所生成的输入信号输出至综合控制单元7600。乘员等通过操作输入部7800,向车辆控制系统7000输入各种数据或者指示处理操作。

[0185] 存储部7690可以包括存储由微型计算机执行的各种程序的只读存储器(ROM)和存储各种参数、操作结果、传感器值等的随机存取存储器(RAM)。此外,存储部7690可以通过诸如硬盘驱动器(HDD)等的磁存储设备、半导体存储设备、光存储设备、磁光存储设备等来实现。

[0186] 通用通信I/F7620是广泛使用的通信I/F,该通信I/F调解与存在于外部环境7750中的各种装置的通信。通用通信I/F7620可以实现蜂窝通信协议,诸如全球移动通信系统(GSM(注册商标))、全球微波接入互操作性(WiMAX(注册商标))、长期演进(LTE(注册商标))、LTE-高级(LTE-A)等,或者诸如无线LAN(也称为无线保真(Wi-Fi(注册商标))、蓝牙(注册商标)等的另一无线通信协议。例如,通用通信I/F7620可以经由基站或接入点连接到存在于外部网络(例如,互联网、云网络或公司特定网络)上的装置(例如,应用服务器或控制服务器)。此外,例如,通用通信I/F7620可以使用对等(P2P)技术连接至存在于车辆附近的终端(该终端例如是驾驶员的终端、行人或商店或机器型通信(MTC)终端)。

[0187] 专用通信I/F7630是支持开发用于在车辆中使用的通信协议的通信I/F。专用通信I/F7630可以实现标准协议,例如,如车辆环境中的无线接入(WAVE)(其是作为较低层的电气和电子工程师协会(IEEE)802.11p和作为较高层的IEEE1609的组合)、专用短程通信(DSRC)或蜂窝通信协议。专用通信I/F7630通常执行V2X通信作为包括以下各项中的一项或多项的概念:车辆与车辆(车辆到车辆)之间的通信、道路与车辆(车辆到基础设施)之间的通信、车辆与家庭(车辆到家庭)之间的通信、以及行人与车辆(车辆到行人)之间的通信。

[0188] 定位部7640例如通过从GNSS卫星接收全球导航卫星系统(GNSS)信号(例如,来自全球定位系统(GPS)卫星的GPS信号)来执行定位,并且生成包括车辆的纬度、经度和海拔的位置信息。顺便提及,定位部7640可以通过与无线接入点交换信号来识别当前位置,或者可以从诸如移动电话、个人手持电话系统(PHS)或具有定位功能的智能电话之类的终端获得位置信息。

[0189] 例如,信标接收部7650接收从安装在道路等上的无线电台发送的无线电波或电磁波,并且由此获得有关当前位置、拥堵、封闭道路、所需时间等的信息。顺便提及,信标接收

部7650的功能可以被包括在上述专用通信I/F7630中。

[0190] 车载装置I/F7660是调解微型计算机7610与存在于车辆内的不同车载装置7760之间的连接的通信接口。车载装置I/F7660可以使用诸如无线LAN、蓝牙(注册商标)、近场通信(NFC)或无线通用串行总线(WUSB)的无线通信协议来建立无线连接。此外,车载装置I/F7660可以经由未在图中示出的连接端子(以及线缆,如果必要的话)通过通用串行总线(USB)、高清多媒体接口(HDMI(注册商标))、移动高清链路(MHL)等建立有线连接。车载装置7760可以例如包括乘员拥有的移动装置和可穿戴装置以及被携带或附接至车辆的信息装置中的至少一个。车载装置7760还可以包括搜索到任意目的地的路径的导航装置。车载装置I/F7660与这些车载装置7760交换控制信号或数据信号。

[0191] 车载网络I/F7680是调解微型计算机7610与通信网络7010之间的通信的接口。车载网络I/F7680根据通信网络7010所支持的预定协议来发送和接收信号等。

[0192] 集成控制单元7600的微型计算机7610基于经由通用通信I/F7620、专用通信I/F7630、定位部7640、信标接收部7650、车载装置I/F7660和车载网络I/F7680中的至少一个获得的信息,根据各种程序控制车辆控制系统7000。例如,微型计算机7610可以基于所获得的关于车辆内部和外部的信息计算驱动力产生装置、转向机构或制动装置的控制目标值,并且向驱动系统控制单元7100输出控制命令。例如,微型计算机7610可以执行旨在实现高级驾驶员辅助系统(ADAS)的功能的协作控制,该功能包括用于车辆的防撞或减震、基于跟随距离的跟随驾驶、维持驾驶的车辆速度、车辆碰撞的警告、车辆与车道的偏离的警告等。另外,微型计算机7610可通过基于所获得的关于车辆周围环境的信息控制驱动力产生装置、转向机构、制动装置等,来执行意图用于自动驾驶的协作控制,其使车辆自动行驶而不取决于驾驶员的操作等。

[0193] 微型计算机7610可以生成车辆与诸如周围结构、人等物体之间的三维距离信息,并且基于经由通用通信I/F7620、专用通信I/F7630、定位部7640、信标接收部7650、车载装置I/F7660和车载网络I/F7680中的至少一个获得的信息生成包括关于车辆的当前位置的周围的信息的局部地图信息。此外,微型计算机7610可基于获得的信息预测诸如车辆的碰撞、行人等的接近、进入封闭道路等的危险,并产生警告信号。警告信号例如可以是用于产生警告声音或点亮警告灯的信号。

[0194] 声音/图像输出部7670将声音和图像中的至少一个的输出信号发送到输出装置,该输出装置能够视觉上或听觉地将信息通知给车辆的乘员或车辆外部。在图23的示例中,音频扬声器7710、显示部7720和仪表盘7730被示出为输出设备。例如,显示部7720可以包括板载显示器和平视显示器中的至少一个。显示部7720可以具有增强现实(AR)显示功能。输出设备可以是不同于这些设备,并且可以是诸如耳机的另一设备、诸如由乘客等佩戴的眼镜型显示器的可佩戴设备、投影仪、灯等。在输出设备是显示设备的情况下,显示设备以各种形式(诸如文本、图像、表格、图形等)可视地显示通过由微型计算机7610执行的各种处理获得的结果或从另一控制单元接收的信息。此外,在输出装置是音频输出装置的情况下,音频输出装置将由再现的音频数据或声音数据等组成的音频信号转换成模拟信号,并且在听觉上输出模拟信号。

[0195] 顺便提及,在图23所描绘的示例中,经由通信网络7010彼此连接的至少两个控制单元可以集成到一个控制单元中。可替代地,每个单独的控制单元可以包括多个控制单元。

此外,车辆控制系统7000可包括图中未示出的另一控制单元。另外,由以上描述中的控制单元之一执行的功能的部分或全部可以被分配给另一控制单元。也就是说,只要经由通信网络7010发送和接收信息,就可以由任何控制单元执行预定算术处理。类似地,连接到控制单元中的一个的传感器或装置可以连接到另一控制单元,并且多个控制单元可以经由通信网络7010相互发送和接收检测信息。

[0196] 上面已经描述了可以应用根据本公开的技术的车辆控制系统的示例。在根据本公开的技术中,在上述组件中的成像部7410或车外信息检测部7420包括ToF相机(ToF传感器)的情况下,可以使用作为精细SPAD像素传感器的光接收装置作为ToF相机。仅通过FinFET工艺难以实现精细SPAD像素传感器。因此,通过将光接收装置搭载于距离测量装置的ToF照相机,能够构成小型的车辆控制系统。

[0197] [应用例2:内窥镜手术系统]

[0198] 此外,例如,根据本公开的技术可以应用于内窥镜手术系统。

[0199] 图25是描述可应用根据本公开的实施方式的技术(本技术)的内窥镜手术系统的示意性配置的示例的视图。

[0200] 图25示出手术操作者(医师)11131正在使用内窥镜手术系统11000对病床11133上的患者11132进行手术的状态。如图所示,内窥镜手术系统11000包括内窥镜11100、诸如气腹管11111和能量装置11112等其他手术工具11110、将内窥镜11100支撑在其上的支撑臂设备11120、以及安装有各种内窥镜手术设备的推车11200。

[0201] 内窥镜11100包括:透镜镜筒11101,该透镜镜筒具有从其远端起预定长度的区域以插入到患者11132的体腔中;以及摄像头11102,该摄像头连接到透镜镜筒11101的近端。在图示的例子中,示出内窥镜11100,该内窥镜11100具有硬性型的透镜镜筒11101作为硬性镜。然而,内窥镜11100可以另外被包括作为具有柔性类型的透镜镜筒11101的柔性内窥镜。

[0202] 透镜镜筒11101在其远端具有开口,物镜装配在该开口中。光源装置11203连接到内窥镜11100,使得由光源装置11203产生的光被在透镜镜筒11101内部延伸的光导引入透镜镜筒11101的前端,并且经由物镜向患者11132的体腔内的观察对象照射。另外,内窥镜11100既可以是直视内窥镜,也可以是斜视内窥镜或侧视内窥镜。

[0203] 光学系统和图像拾取元件被设置在摄像头11102的内部,使得来自观察对象的反射光(观察光)通过光学系统会聚在图像拾取元件上。通过摄像元件对观察光进行光电转换,生成与观察光对应的电信号、即与观察图像对应的图像信号。图像信号作为RAW数据被传输至CCU11201。

[0204] CCU11201包括中央处理单元(CPU)、图形处理单元(GPU)等,并且整体控制内窥镜11100和显示装置11202的操作。此外,CCU11201从摄像头11102接收图像信号并且针对图像信号执行用于基于图像信号显示图像的各种图像处理,诸如,例如,显影处理(去马赛克处理)。

[0205] 显示装置11202在CCU11201的控制下基于CCU11201进行了图像处理的图像信号在其上显示图像。

[0206] 光源装置11203包括诸如发光二极管(LED)的光源,并且在手术区域成像时向内窥镜11100提供照射光。

[0207] 输入装置11204是内窥镜手术系统11000的输入接口。用户能够通过输入装置

11204对内窥镜手术系统11000进行各种信息的输入或指示输入。例如,用户输入改变内窥镜11100的摄像条件(照射光的种类、倍率、焦距等)的指示等。

[0208] 处置工具控制装置11205控制用于烧灼或切割组织、封闭血管等的能量装置11112的驱动。为了确保内窥镜11100的视野、确保手术医生的作业空间,气腹装置11206通过气腹管11111向患者11132的体腔内供给气体而使体腔膨胀。记录器11207是能够记录与手术有关的各种信息的设备。打印机11208是能够以各种形式(诸如文本、图像或图形)打印与手术有关的各种信息的设备。

[0209] 要注意的是,在向内窥镜11100成像手术区域时提供照射光的光源装置11203可包括白光源,该白光源包括例如LED、激光光源或其组合。在白色光源包括红色、绿色和蓝色(RGB)激光光源的组合的情况下,由于可以针对每种颜色(每种波长)以高精度控制输出强度和输出时序,所以可以由光源装置11203进行所拍摄图像的白平衡的调整。此外,在这种情况下,如果来自各个RGB激光光源的激光束分时地照射在观察目标上并且与照射定时同步地控制摄像头11102的图像拾取元件的驱动。然后,还可以分时地拍摄分别与R、G和B颜色相对应的图像。根据该方法,即使不对摄像元件设置滤色器,也能够得到彩色图像。

[0210] 此外,可以控制光源装置11203,使得每个预定时间改变要输出的光的强度。通过与光强度改变的定时同步地控制摄像头11102的图像拾取元件的驱动以分时获取图像并且合成图像,可产生没有曝光不足阻挡阴影和曝光过度亮点的高动态范围的图像。

[0211] 此外,光源装置11203可以被配置为提供准备进行特殊光观察的预定波长带的光。在特殊光观察中,通过使用生物体组织的光的吸收的波长依赖性来照射与通常观察时的照射光(即白色光)相比窄的频带的光,来进行以高对比度对粘膜的表层部的血管等规定的组织进行摄像的窄频带光观察(窄频带光观察)。或者,在特殊光观察中,也可以进行从通过激励光的照射而产生的荧光得到图像的荧光观察。在荧光观察中,能够通过向生物体组织照射激励光来进行来自生物体组织的荧光的观察(自发荧光观察),或者通过向生物体组织局部地注入吲哚菁绿(ICG)等试剂并对生物体组织照射与试剂的荧光波长对应的激励光来得到荧光图像。光源装置11203可以构成为提供如上所述的适合于特殊光观察的窄频带光和/或激励光。

[0212] 图26是描绘图25中描绘的摄像头11102和CCU11201的功能配置的示例的框图。

[0213] 摄像头11102包括透镜单元11401、图像拾取单元11402、驱动单元11403、通信单元11404和摄像头控制单元11405。CCU11201包括通信单元11411、图像处理单元11412以及控制单元11413。摄像头11102和CCU11201通过传输电缆11400连接用于彼此通信。

[0214] 透镜单元11401是光学系统,被设置在至透镜镜筒11101的连接位置处。从透镜镜筒11101的远端获取的观察光被引导至摄像头11102并被引入透镜单元11401中。透镜单元11401包括包含变焦透镜和聚焦透镜的多个透镜的组合。

[0215] 图像拾取单元11402所包括的图像拾取元件的数量可以是一个(单板型)或多个(多板型)。在图像拾取单元11402被配置为多板型的图像拾取单元的情况下,例如,通过图像拾取元件生成与各个R、G和B相对应的图像信号,并且图像信号可被合成以获得彩色图像。图像拾取单元11402还可被配置为具有一对图像拾取元件,用于获取准备用于三维(3D)显示的右眼和左眼的相应图像信号。在进行3D显示的情况下,手术操作者11131能够更准确地掌握手术区域内的生物体组织的深度。应注意,在图像拾取单元11402被配置为立体型的

图像拾取单元的情况下,与单个图像拾取元件相应地设置多个系统的透镜单元11401。

[0216] 此外,图像拾取单元11402不一定被设置在摄像头11102上。例如,图像拾取单元11402可在透镜镜筒11101的内部设置在物镜的紧后方。

[0217] 驱动单元11403包括致动器,并且在摄像头控制单元11405的控制下将透镜单元11401的变焦透镜和聚焦透镜沿着光轴移动预定距离。结果,能够适当地调整由图像拾取单元11402拾取的图像的倍率和焦点。

[0218] 通信单元11404包括用于向和从CCU11201发送和接收各种信息的通信装置。通信单元11404通过传输线缆11400将从图像拾取单元11402获取的图像信号作为RAW数据传输至CCU11201。

[0219] 此外,通信单元11404从CCU11201接收用于控制摄像头11102的驱动的控制信号,并且将控制信号供应至摄像头控制单元11405。控制信号包括与图像拾取条件有关的信息,诸如,指定拾取的图像的帧速率的信息、指定图像拾取时的曝光值的信息和/或指定拾取的图像的倍率和焦点的信息。

[0220] 应注意,图像拾取条件(诸如帧速率、曝光值、放大倍率或焦点)可以由用户指定,或者可以基于所获取的图像信号由CCU11201的控制单元11413自动设置。在后者的情况下,自动曝光(AE)功能、自动聚焦(AF)功能和自动白平衡(AWB)功能结合在内窥镜11100中。

[0221] 摄像头控制单元11405基于通过通信单元11404接收的来自CCU11201的控制信号控制摄像头11102的驱动。

[0222] 通信单元11411包括用于向和从摄像头11102发送和接收各种信息的通信装置。通信单元11411通过传输线缆11400接收从摄像头11102传输至其的图像信号。

[0223] 此外,通信单元11411将用于控制摄像头11102的驱动的控制信号传送至摄像头11102。图像信号和控制信号可以通过电通信、光通信等传输。

[0224] 图像处理单元11412对从摄像头11102发送到其的RAW数据形式的图像信号执行各种图像处理。

[0225] 控制部11413进行涉及内窥镜11100的手术区域等的拍摄和通过手术区域等的拍摄获得的拍摄图像的显示的各种控制。例如,控制单元11413创建用于控制摄像头11102的驱动的控制信号。

[0226] 此外,控制单元11413基于图像处理单元11412已经进行图像处理的图像信号控制显示装置11202显示拍摄手术区域等的拍摄图像。于是,控制单元11413可使用各种图像识别技术来识别拾取的图像中的各种被摄体。例如,控制单元11413能够通过检测包括在拾取的图像中的被摄体的边缘的形状、颜色等识别诸如镊子、特定活体区域、出血、使用能量装置11112时的雾等手术工具。当控制单元11413控制显示装置11202显示所拍摄的图像时,控制单元11413可以使用识别结果使得与手术区域的图像重叠的方式显示各种手术支持信息。在重叠显示手术支援信息并提示给手术操作者11131的情况下,能够减轻手术操作者11131的负担,手术操作者11131能够可靠地进行手术。

[0227] 将摄像头11102和CCU11201彼此连接的传输线缆11400是准备用于电信号通信的电信号电缆、准备用于光通信的光纤或准备用于电通信和光通信两者的复合电缆。

[0228] 这里,虽然在所描绘的示例中,通过使用传输线缆11400的有线通信执行通信,但是摄像头11102与CCU11201之间的通信可以通过无线通信执行。

[0229] 上面已经描述了可以应用根据本公开的技术的内窥镜手术系统的示例。根据本公开的技术可以应用于上述组件中的摄像头11102。具体地,在摄像头11102包括测量至患部的距离的距离测量装置的情况下,可以使用作为精细SPAD像素传感器的光接收装置作为距离测量装置的ToF照相机。仅通过FinFET工艺难以实现精细SPAD像素传感器。因此,通过将光接收装置作为距离测量装置的ToF方式照相机安装,能够构成小型的内窥镜手术系统。

[0230] 应注意,虽然在此已经给出内窥镜手术系统作为一个示例的描述,但是根据本公开的技术也可以应用于例如微图形手术系统等。

[0231] <本公开的可能的配置>

[0232] 应注意,本公开还可具有以下配置。

[0233] <<A. 光接收装置>>>

[0234] [A-01]

[0235] 一种光接收装置,包括:

[0236] 堆叠芯片结构,其中包括第一半导体芯片和第二半导体芯片的至少两个半导体芯片被堆叠,其中

[0237] 在第一半导体芯片上,包括光接收元件的像素以阵列形式形成,并且

[0238] 在第二半导体芯片上,使用三维晶体管形成读取将由像素输出的信号的读出电路,并且在除了形成读出电路的区域之外的区域中形成使用二维晶体管的电路。

[0239] [A-02]

[0240] 根据[A-01]所述的光接收装置,其中,光接收元件包括在盖革模式下操作的雪崩光电二极管。

[0241] [A-03]

[0242] 根据[A-02]所述的光接收装置,其中,光接收元件包括单光子雪崩二极管。

[0243] [A-04]

[0244] 根据[A-01]至[A-03]中任一项所述的光接收装置,其中,三维晶体管包括Fin场效应晶体管。

[0245] [A-05]

[0246] 根据[A-01]至[A-04]中任一项所述的光接收装置,其中,二维晶体管包括平面晶体管。

[0247] [A-06]

[0248] 根据[A-01]至[A-05]中任一项所述的光接收装置,其中,使用二维晶体管的电路包括需要超过三维晶体管的允许电压的电压的高压电路。

[0249] [A-07]

[0250] 根据[A-06]所述的光接收装置,其中,高压电路包括生成用于光接收元件的电压的电压生成电路。

[0251] [A-08]

[0252] 根据[A-06]所述的光接收装置,其中,高压电路包括激光驱动器,激光驱动器驱动发射将由光接收元件接收的激光的激光光源。

[0253] [A-09]

[0254] 根据[A-01]至[A-08]中任一项所述的光接收装置,其中,在其中堆叠第一半导体

芯片和第二半导体芯片的两层堆叠芯片结构中,第一半导体芯片和第二半导体芯片通过包括Cu-Cu直接接合或凸点球的接合部或硅贯穿电极电耦合。

[0255] [A-10]

[0256] 根据[A-01]至[A-08]中任一项所述的光接收装置,其中,在堆叠第一半导体芯片、第二半导体芯片和第三半导体芯片的三层堆叠芯片结构中,在第三半导体芯片上形成期望的信号处理器。

[0257] [A-11]

[0258] 根据[A-10]所述的光接收装置,其中,第一半导体芯片、第二半导体芯片和第三半导体芯片按顺序从顶部堆叠。

[0259] [A-12]

[0260] 根据[A-11]所述的光接收装置,其中,

[0261] 第一层中的第一半导体芯片和第二层中的第二半导体芯片通过硅贯穿电极电耦合,并且

[0262] 第二层中的第二半导体芯片和第三层中的第三半导体芯片通过包括Cu-Cu直接接合或凸点球的接合部电耦合。

[0263] [A-13]

[0264] 根据[A-10]所述的光接收装置,其中,第三半导体芯片布置在第一半导体芯片与第二半导体芯片之间。

[0265] [A-14]

[0266] 根据[A-13]所述的光接收装置,其中,

[0267] 第一层中的第一半导体芯片和第二层中的第三半导体芯片通过硅贯穿电极电耦合,并且

[0268] 第二层中的第三半导体芯片和第三层中的第二半导体芯片通过包括Cu-Cu直接接合或凸点球的接合部电耦合。

[0269] [A-15]

[0270] 根据[A-13]所述的光接收装置,其中,第二层中的第二半导体芯片具有上下关系颠倒的配置。

[0271] [A-16]

[0272] 根据[A-15]所述的光接收装置,其中,

[0273] 第一层中的第一半导体芯片和第二层中的第二半导体芯片通过包括Cu-Cu直接接合或凸点球的接合部电耦合,并且

[0274] 第二层中的第二半导体芯片和第三层中的第三半导体芯片通过硅贯穿电极电耦合。

[0275] <<B. 距离测量装置>>

[0276] [B-01]

[0277] 一种距离测量装置,包括:

[0278] 光源部,向距离测量目标发射光;以及

[0279] 光接收装置,基于从光源部发射的光接收来自距离测量目标的反射光,

[0280] 光接收装置包括:

[0281] 堆叠芯片结构,其中堆叠包括第一半导体芯片和第二半导体芯片的至少两个半导体芯片,其中

[0282] 在第一半导体芯片上,形成像素阵列部,在像素阵列部中布置包括光接收元件的像素,并且

[0283] 在第二半导体芯片上,使用三维晶体管形成读取将由像素输出的信号的读出电路,并且在形成读出电路的区域周围的区域中形成使用二维晶体管的电路。

[0284] [B-02]

[0285] 根据[B-01]所述的距离测量装置,其中,光接收元件包括在盖革模式下操作的雪崩光电二极管。

[0286] [B-03]

[0287] 根据[B-02]所述的距离测量装置,其中,光接收元件包括单光子雪崩二极管。

[0288] [B-04]

[0289] 根据[B-01]至[B-03]中任一项所述的距离测量装置,其中,三维晶体管包括Fin场效应晶体管。

[0290] [B-05]

[0291] 根据[B-01]至[B-04]中任一项所述的距离测量装置,其中,二维晶体管包括平面晶体管。

[0292] [B-06]

[0293] 根据[B-01]至[B-05]中任一项所述的距离测量装置,其中,使用二维晶体管的电路包括需要超过三维晶体管的允许电压的电压的高压电路。

[0294] [B-07]

[0295] 根据[B-06]所述的距离测量装置,其中,高压电路包括生成用于光接收元件的电压的电压生成电路。

[0296] [B-08]

[0297] 根据[B-06]所述的距离测量装置,其中,高压电路包括激光驱动器,激光驱动器驱动发射由光接收元件接收的激光的激光光源。

[0298] [B-09]

[0299] 根据[B-01]至[B-08]中任一项所述的距离测量装置,其中,在堆叠第一半导体芯片和第二半导体芯片的两层堆叠芯片结构中,第一半导体芯片和第二半导体芯片通过包括Cu-Cu直接接合或凸点球的接合部或硅贯穿电极电耦合。

[0300] [B-10]

[0301] 根据[B-01]至[B-08]中任一项所述的距离测量装置,其中,在堆叠第一半导体芯片、第二半导体芯片和第三半导体芯片的三层堆叠芯片结构中,在第三半导体芯片上形成期望的信号处理器。

[0302] [B-11]

[0303] 根据[B-10]所述的距离测量装置,其中,第一半导体芯片、第二半导体芯片和第三半导体芯片按顺序从顶部堆叠。

[0304] [B-12]

[0305] 根据[B-11]所述的距离测量装置,其中,

[0306] 第一层中的第一半导体芯片和第二层中的第二半导体芯片通过硅贯穿电极电耦合,并且

[0307] 第二层中的第二半导体芯片和第三层中的第三半导体芯片通过包括Cu-Cu直接接合或凸点球的接合部电耦合。

[0308] [B-13]

[0309] 根据[B-10]所述的距离测量装置,其中,第三半导体芯片布置在第一半导体芯片与第二半导体芯片之间。

[0310] [B-14]

[0311] 根据[B-13]所述的距离测量装置,其中,

[0312] 第一层中的第一半导体芯片和第二层中的第三半导体芯片通过硅贯穿电极电耦合,并且

[0313] 第二层中的第三半导体芯片和第三层中的第二半导体芯片通过包括Cu-Cu直接接合或凸点球的接合部电耦合。

[0314] [B-15]

[0315] 根据[B-13]所述的距离测量装置,其中,第二层中的第二半导体芯片具有上下关系颠倒的配置。

[0316] [B-16]

[0317] 根据[B-15]所述的距离测量装置,其中,

[0318] 第一层中的第一半导体芯片和第二层中的第二半导体芯片通过包括Cu-Cu直接接合或凸点球的接合部电耦合,并且

[0319] 第二层中的第二半导体芯片和第三层中的第三半导体芯片通过硅贯穿电极电耦合。

[0320] [B-17]

[0321] 根据[B-01]至[B-16]中任一项所述的距离测量装置,其中,通过ToF方法来执行距离测量,ToF方法测量从光源部发射向距离测量目标的光被距离测量目标反射回来的时间。

[0322] 本申请基于2020年11月17日向日本专利局提交的日本专利申请第2020-190841号要求优先权,其全部内容结合于此作为参考。

[0323] 本领域技术人员应该理解,根据设计需求和其他因素,可以进行各种修改、组合、子组合和变更,只要它们在所附权利要求或其等效的范围内即可。

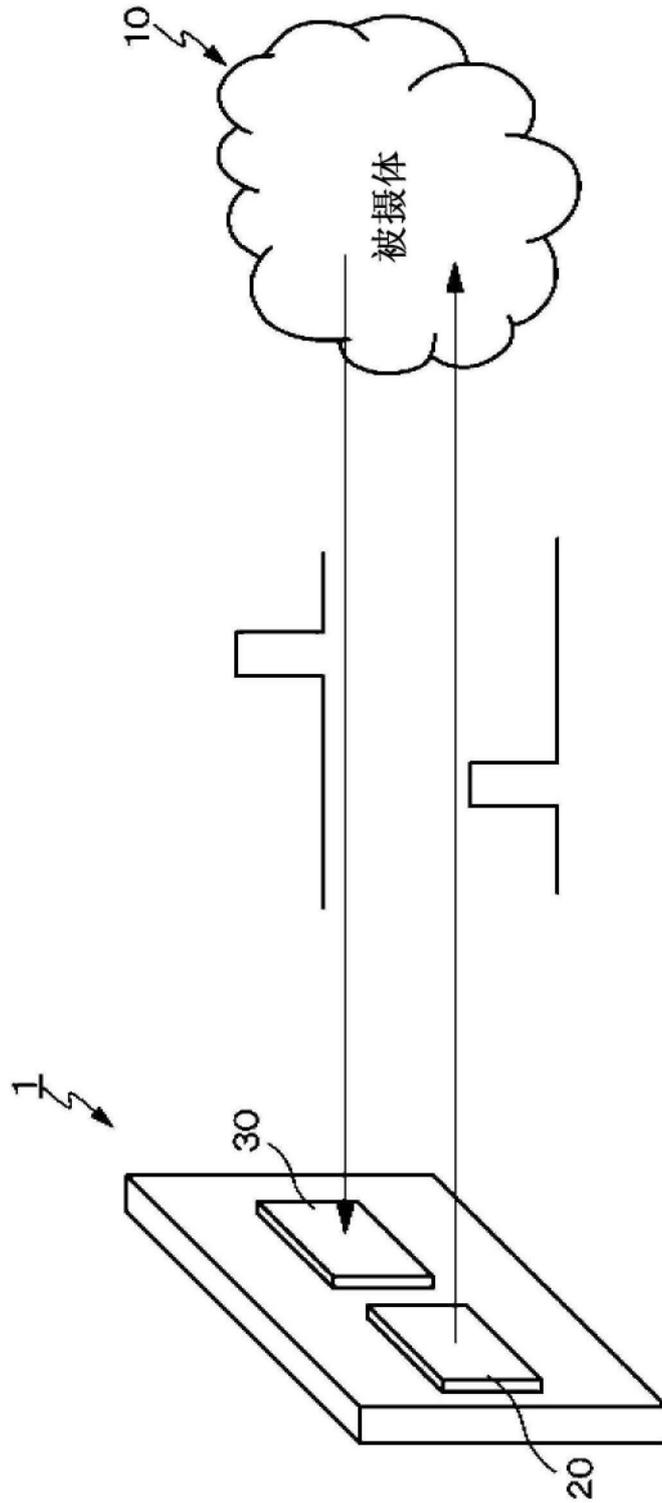


图1

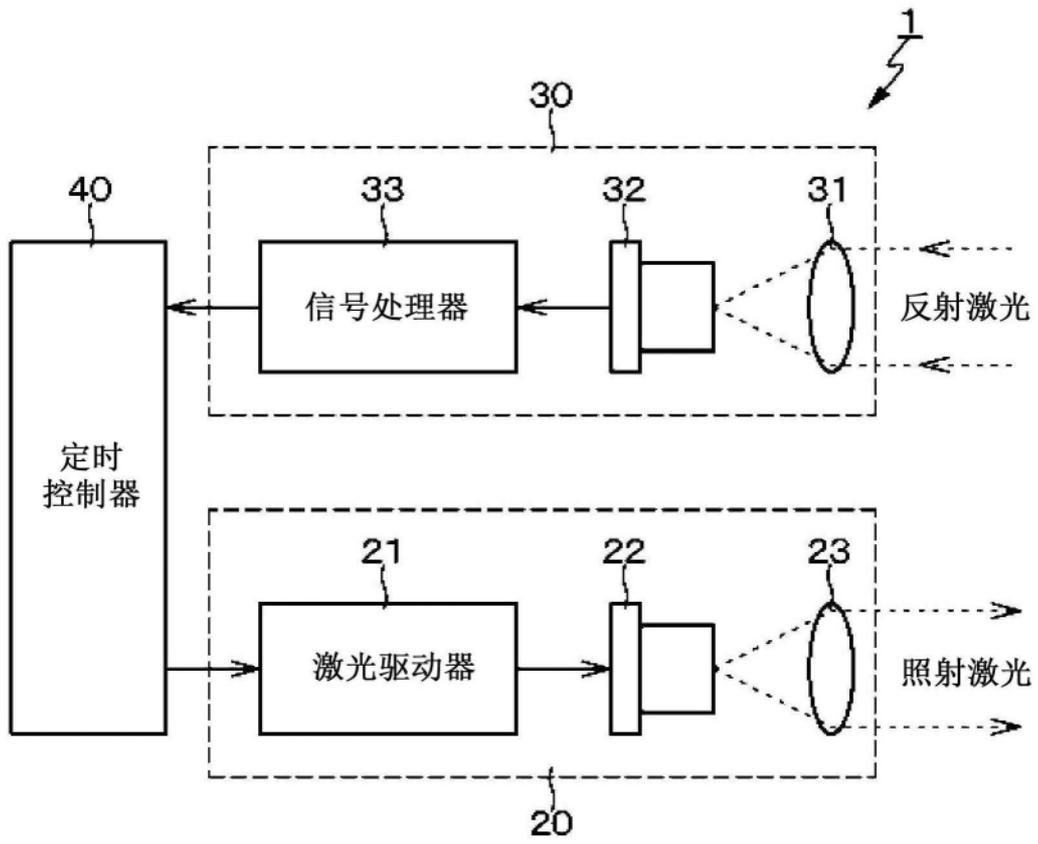


图2A

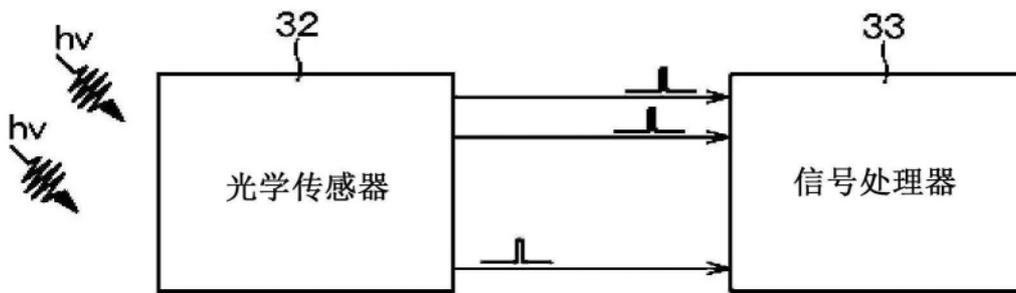


图2B

图2

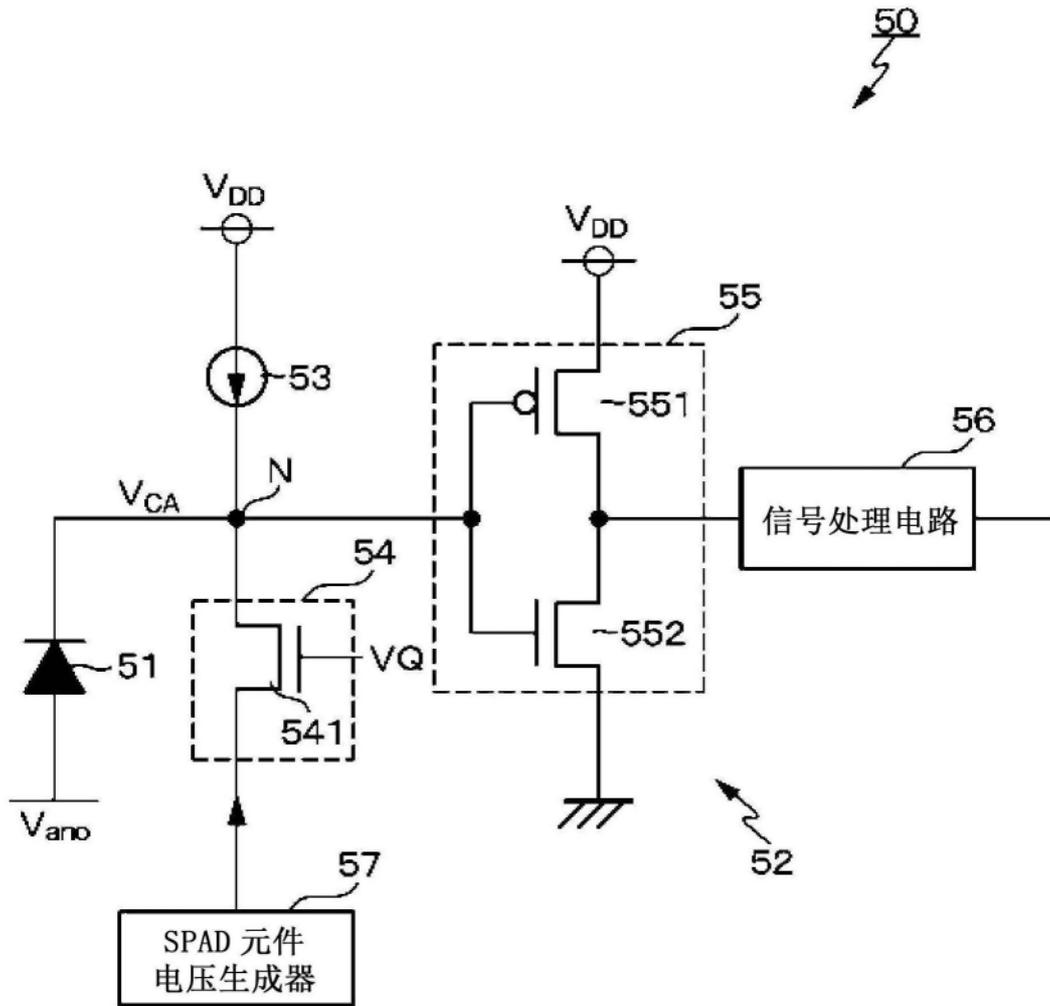


图3

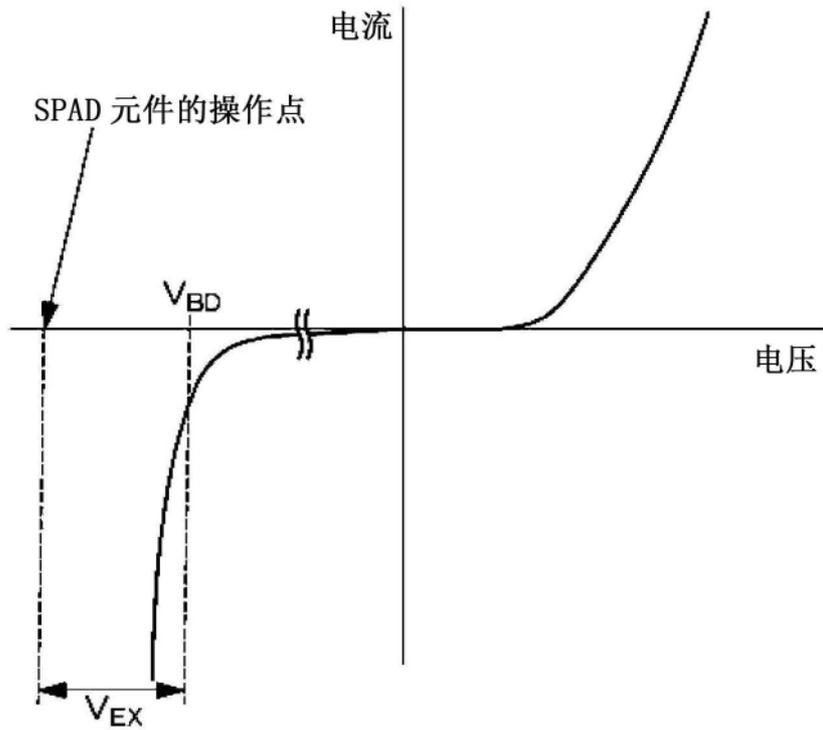


图4A

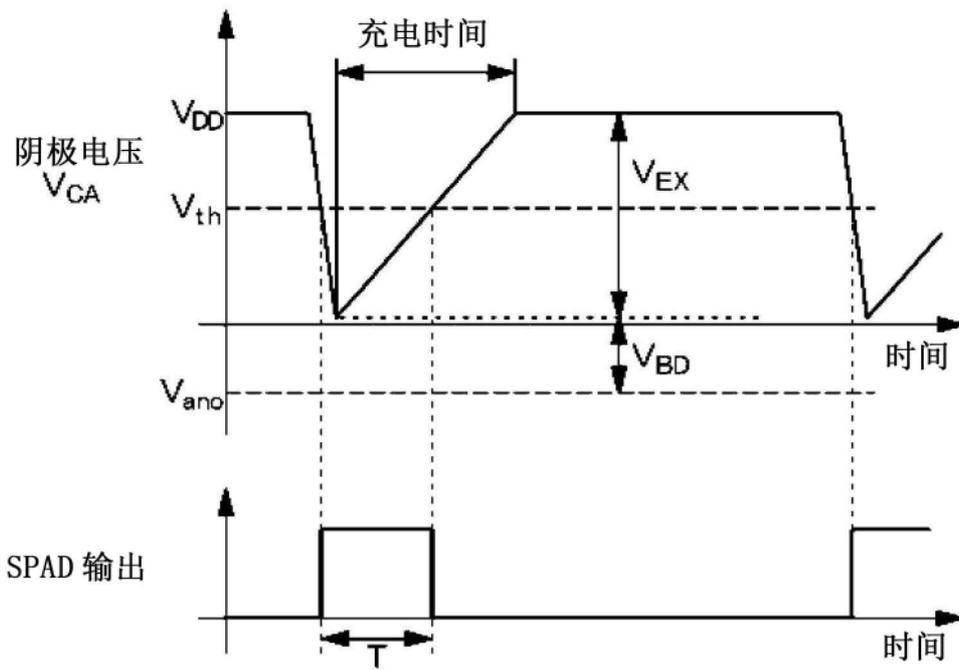


图4B

图4

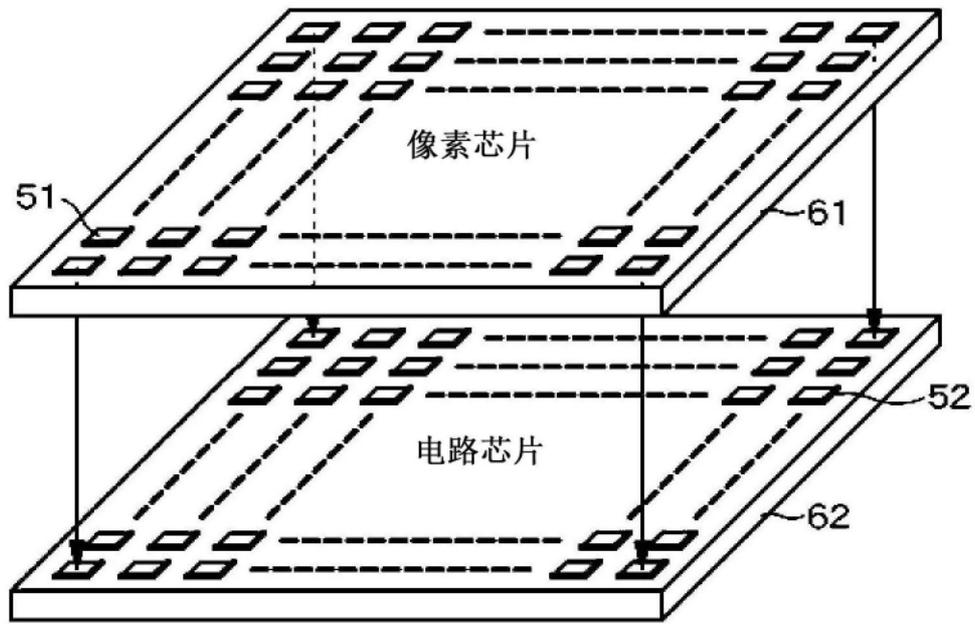


图5A

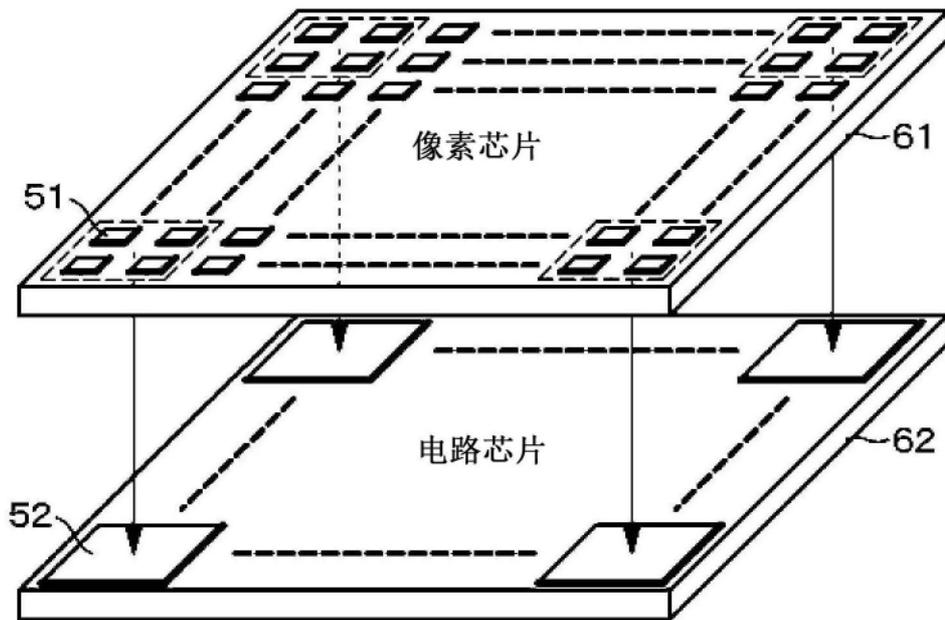


图5B

图5

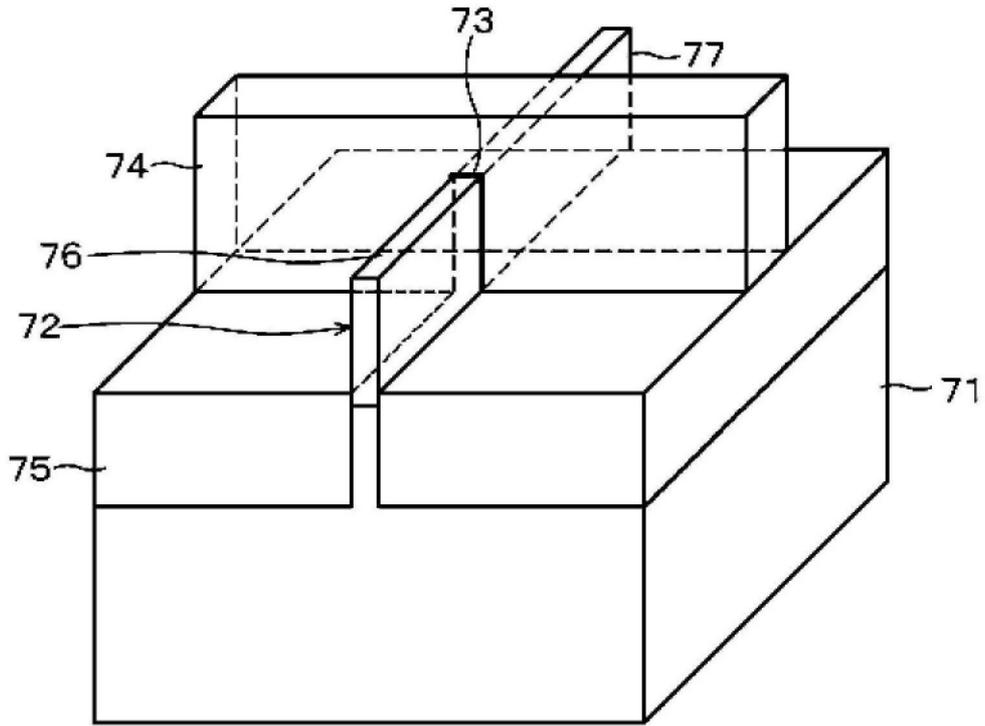


图6A

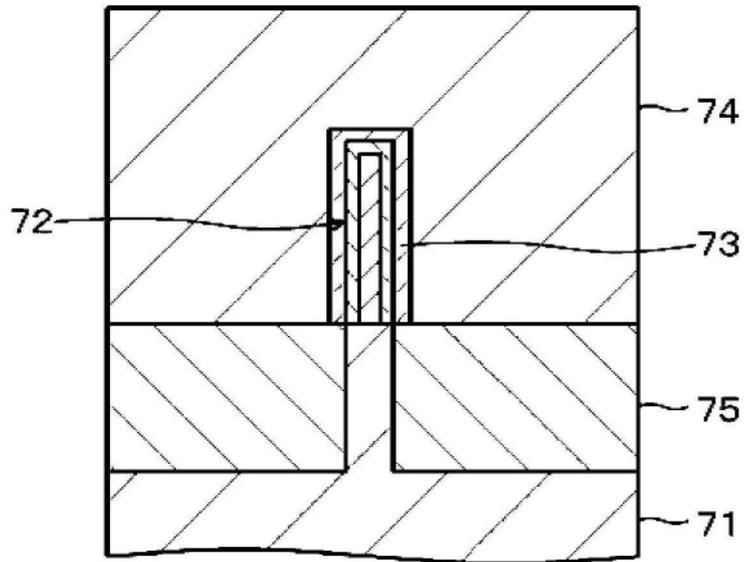


图6B

图6

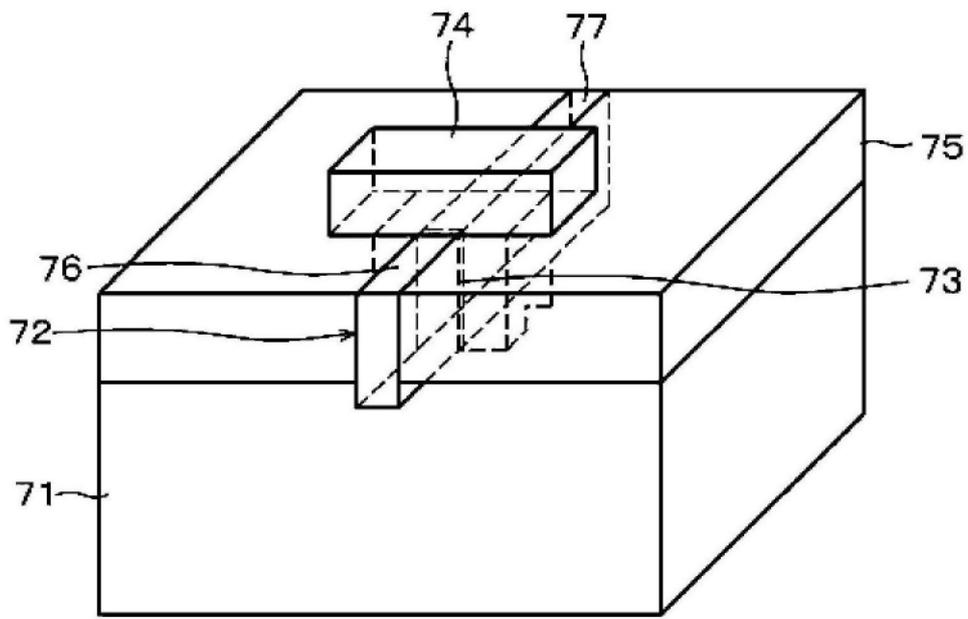


图7A

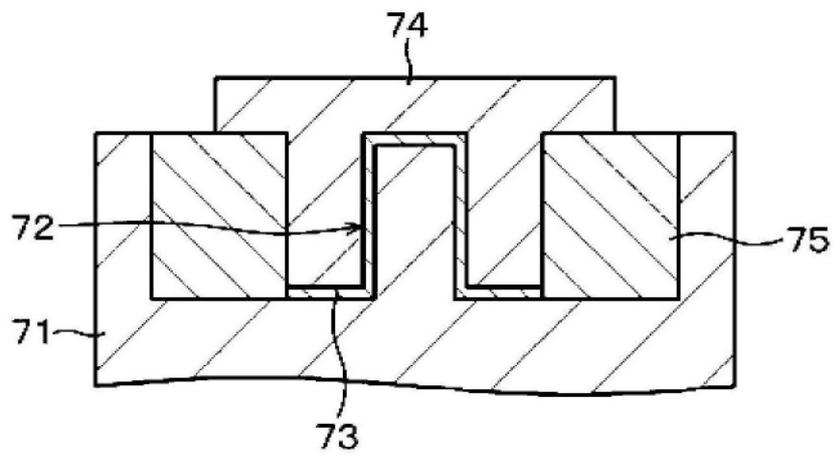


图7B

图7

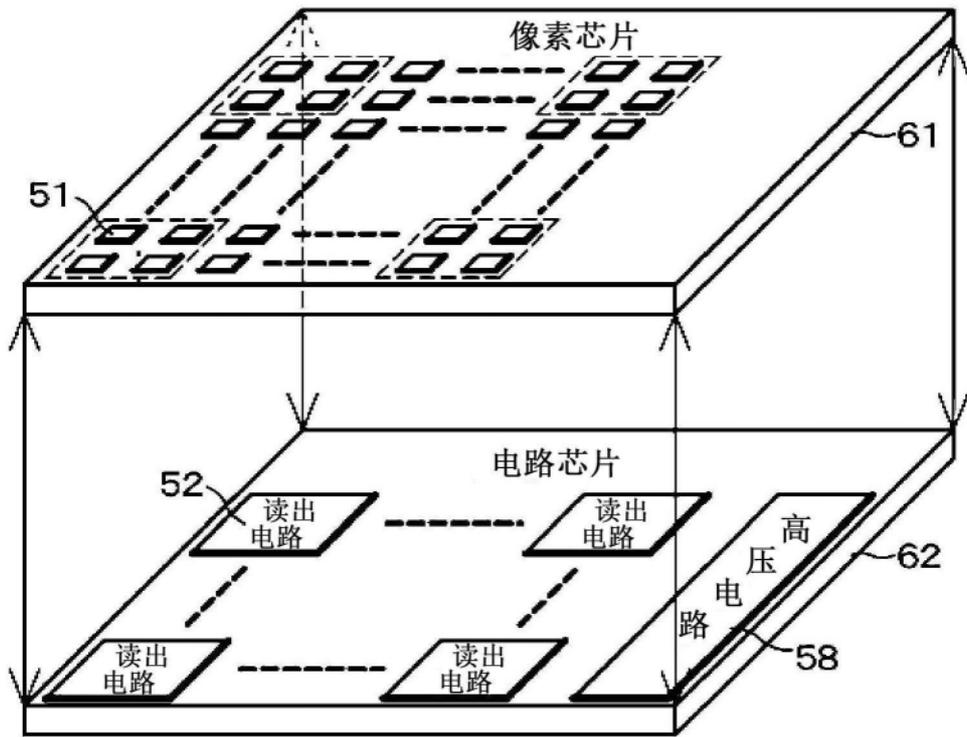


图8

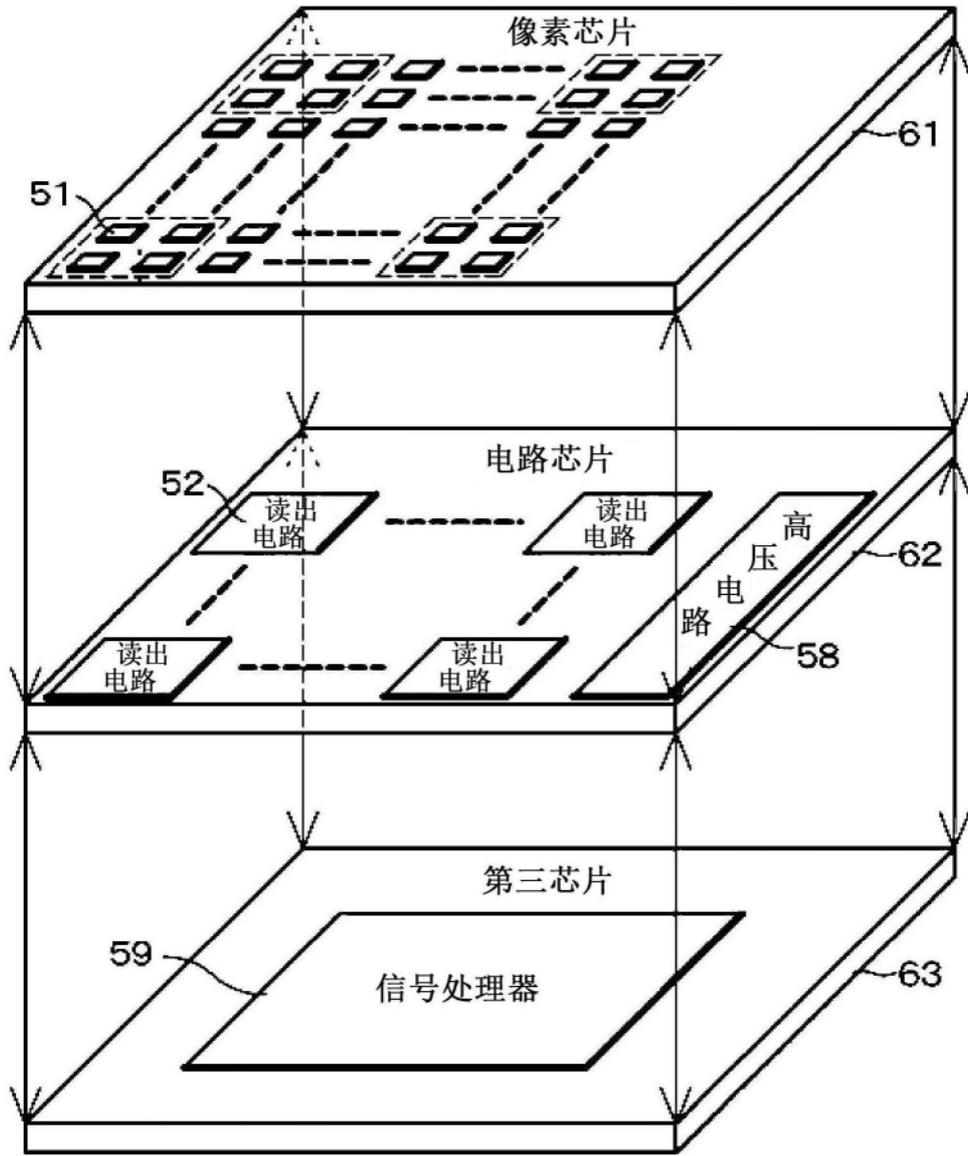


图9

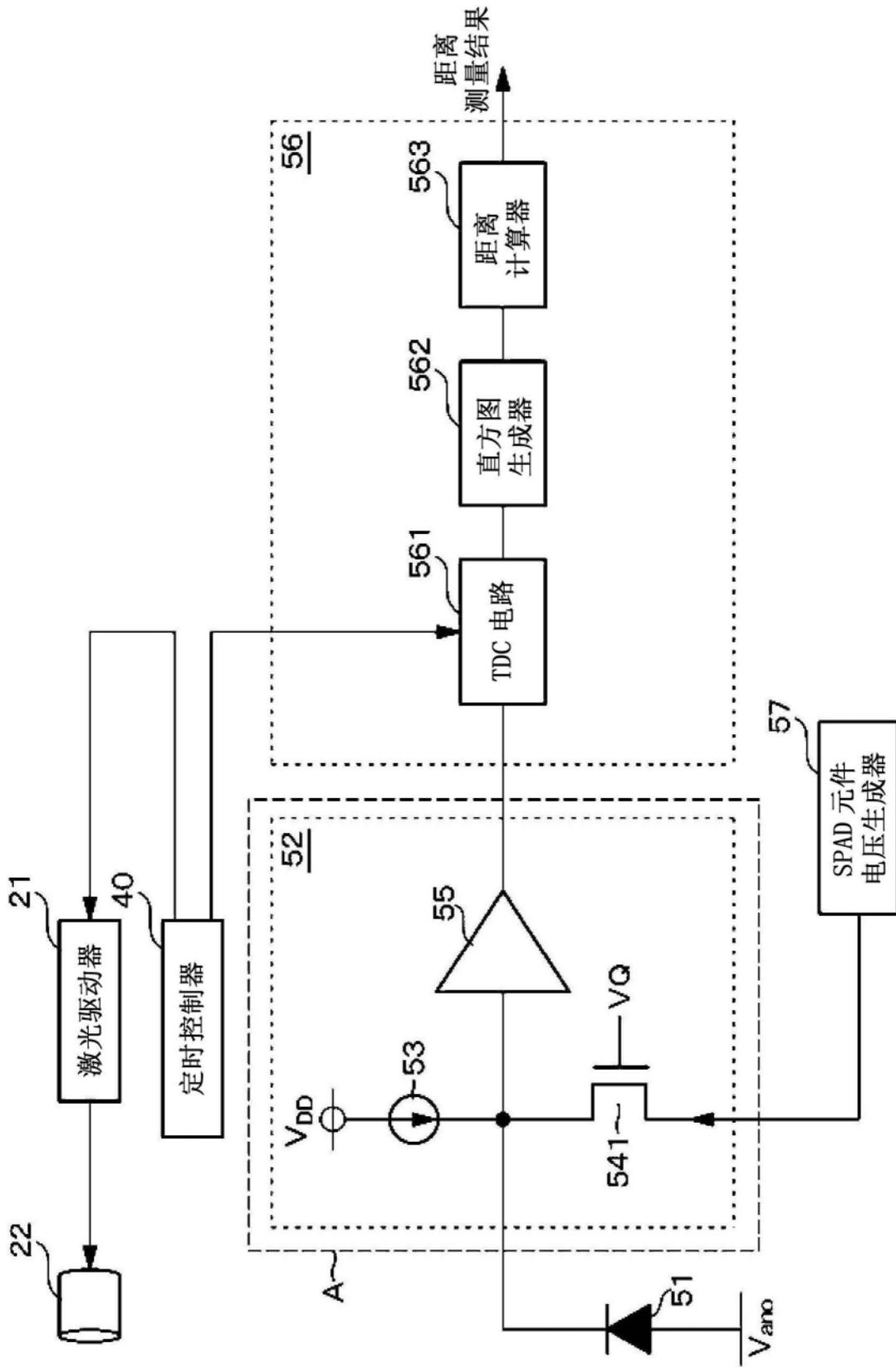


图10

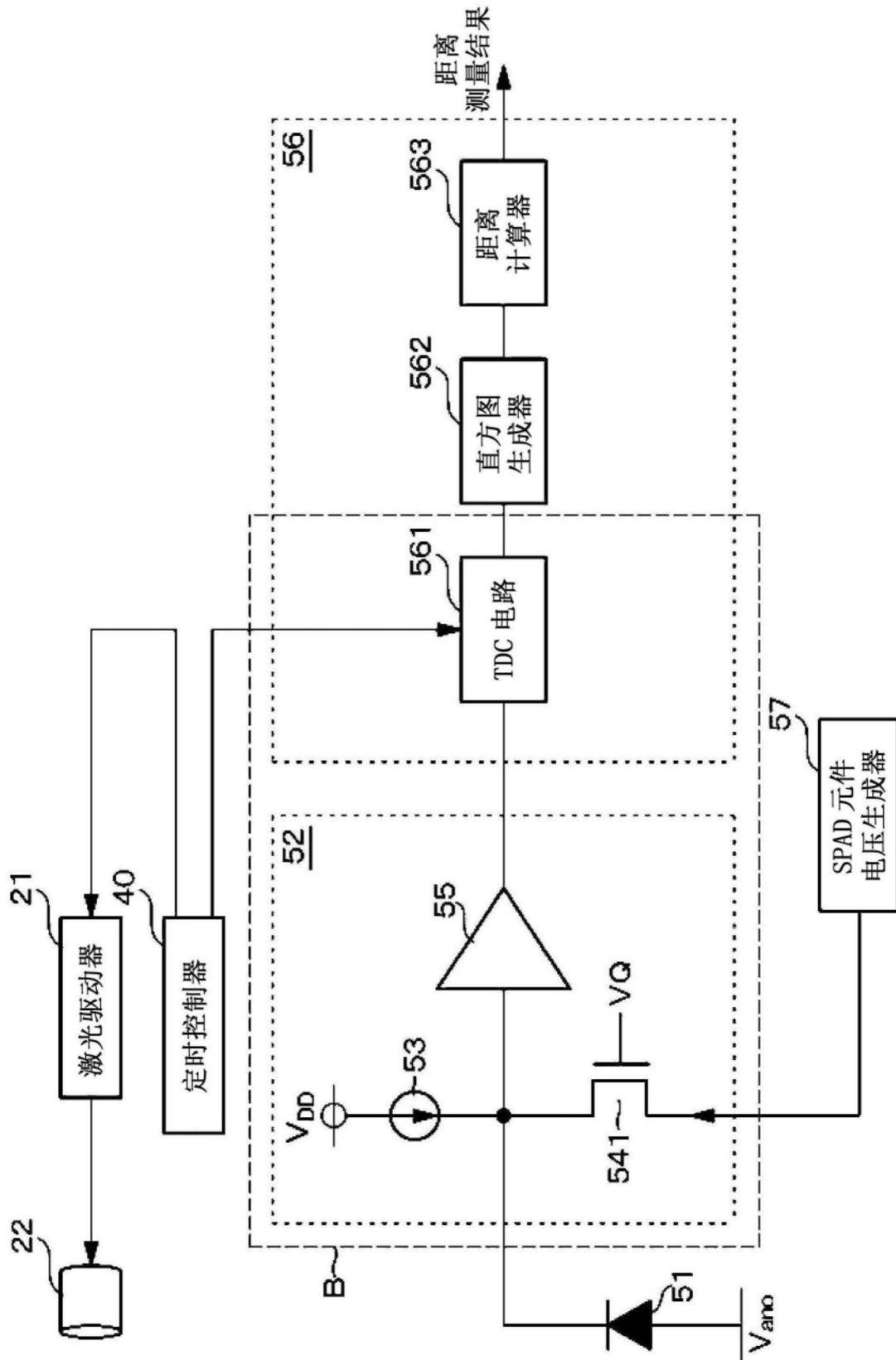


图11

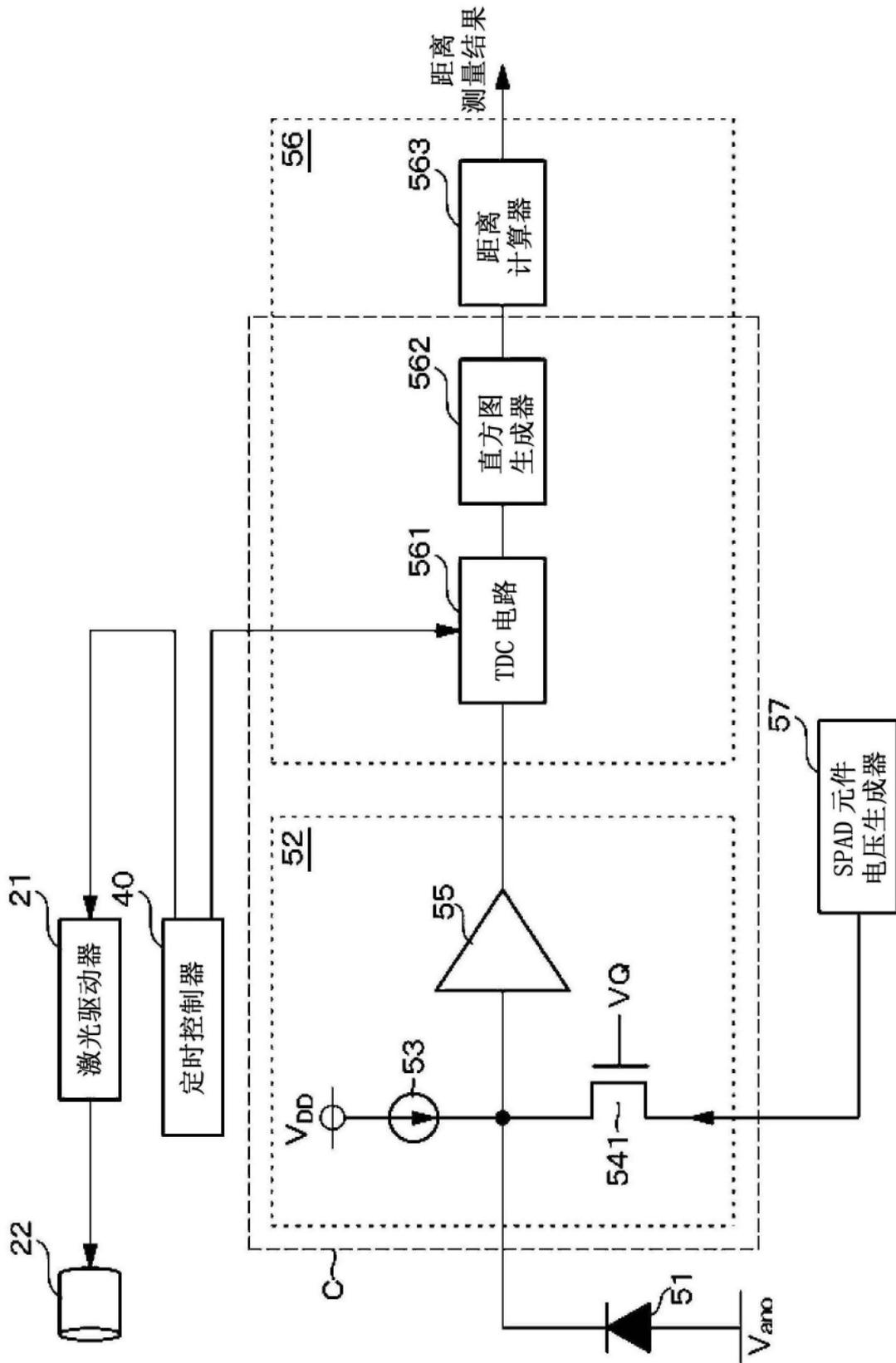


图12

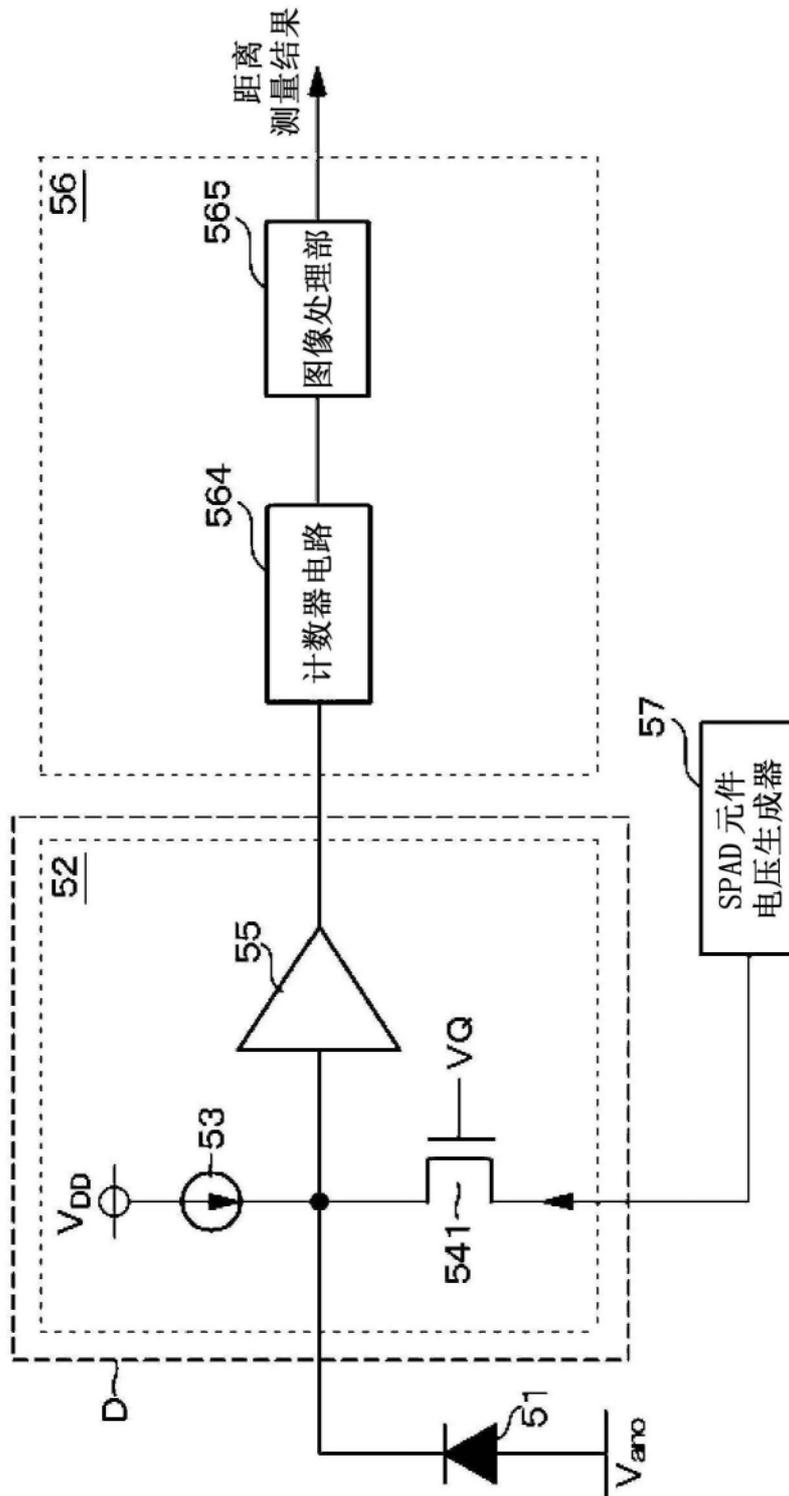


图13

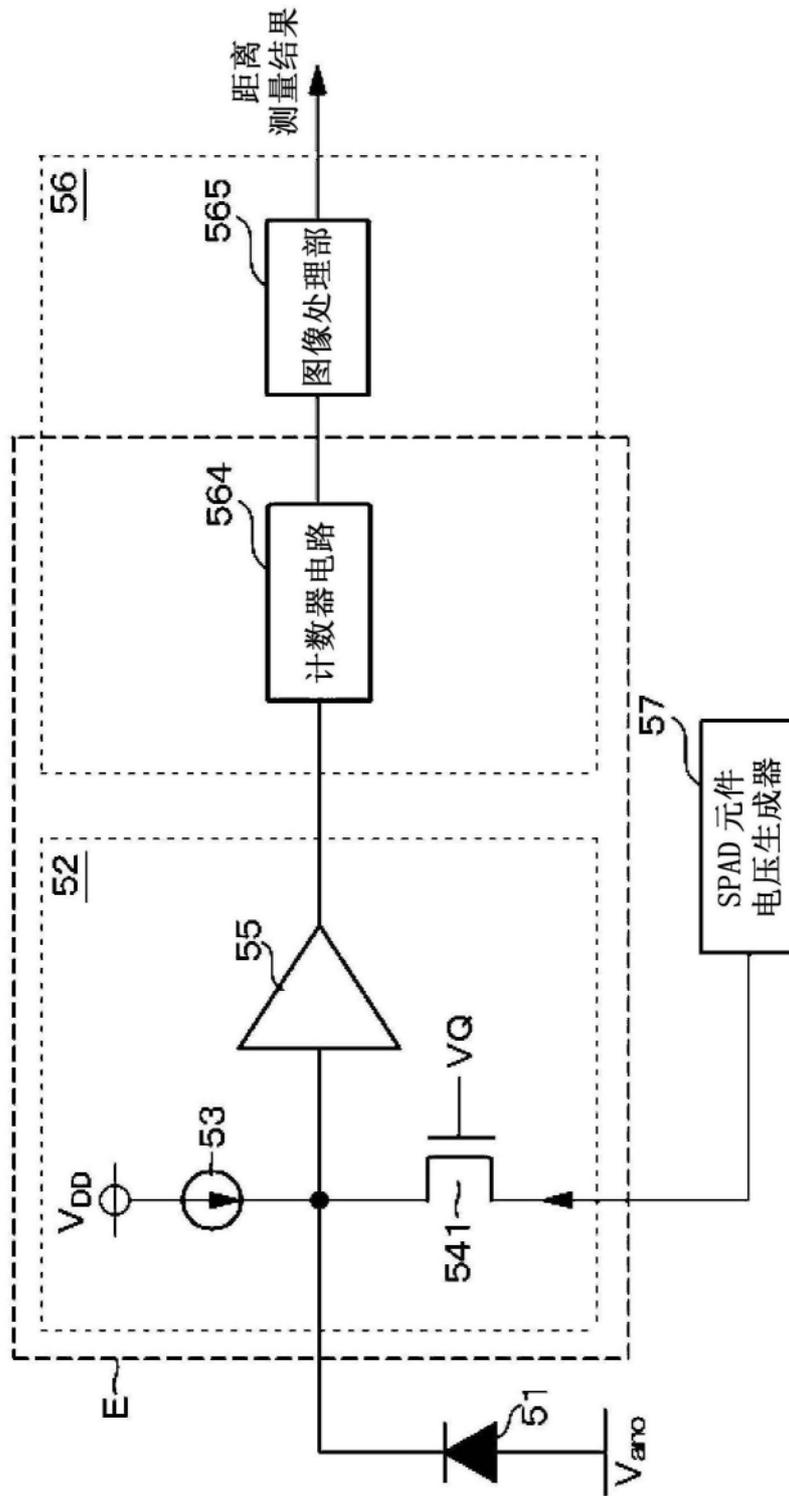


图14

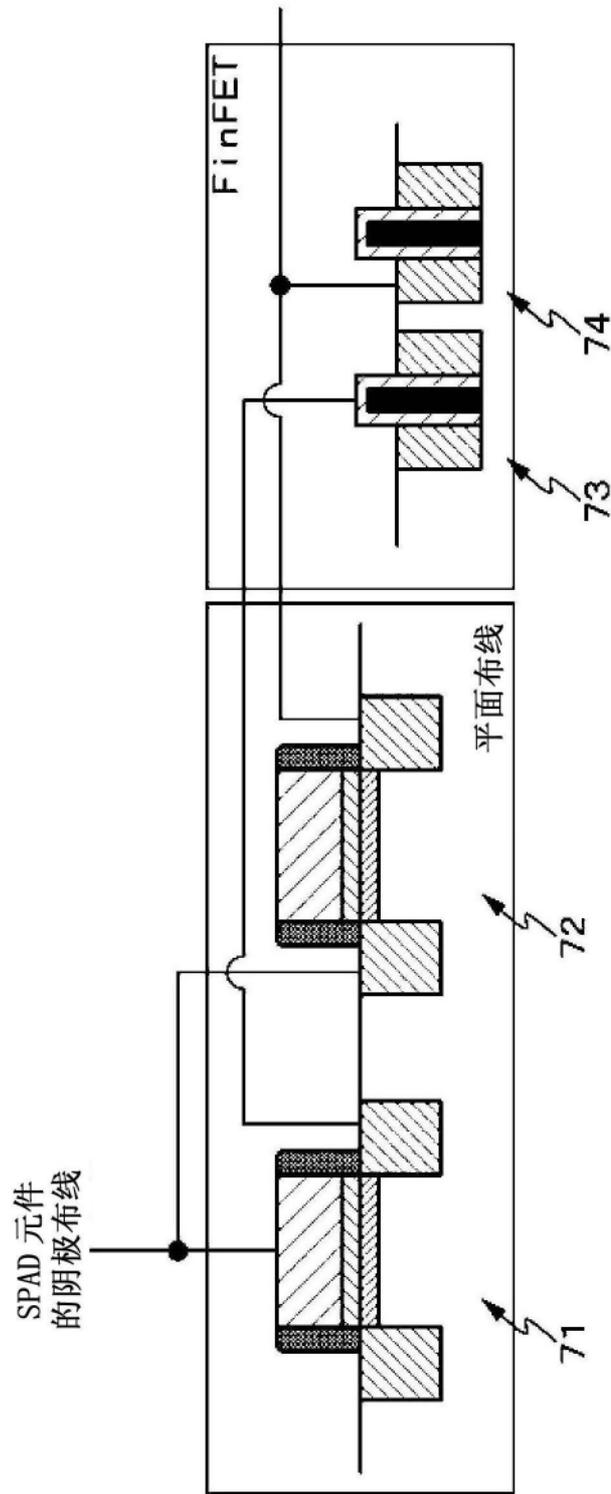


图15

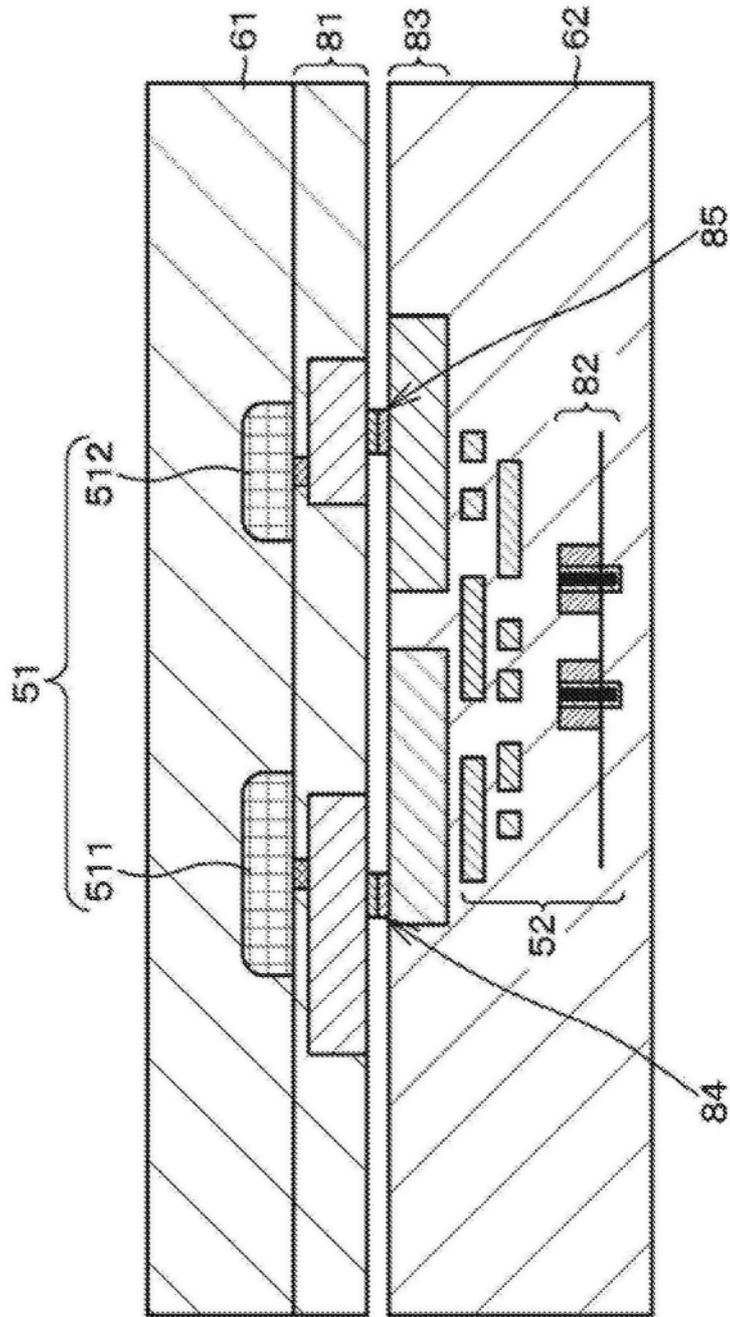


图16

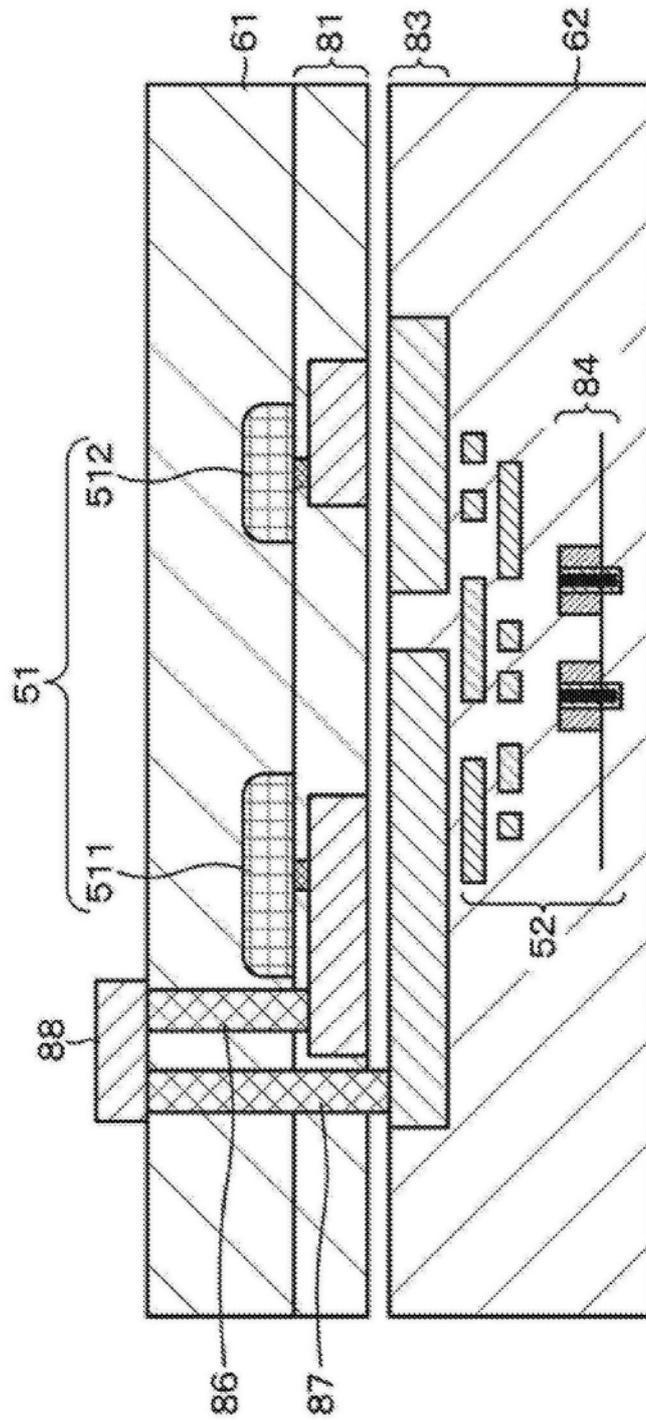


图17

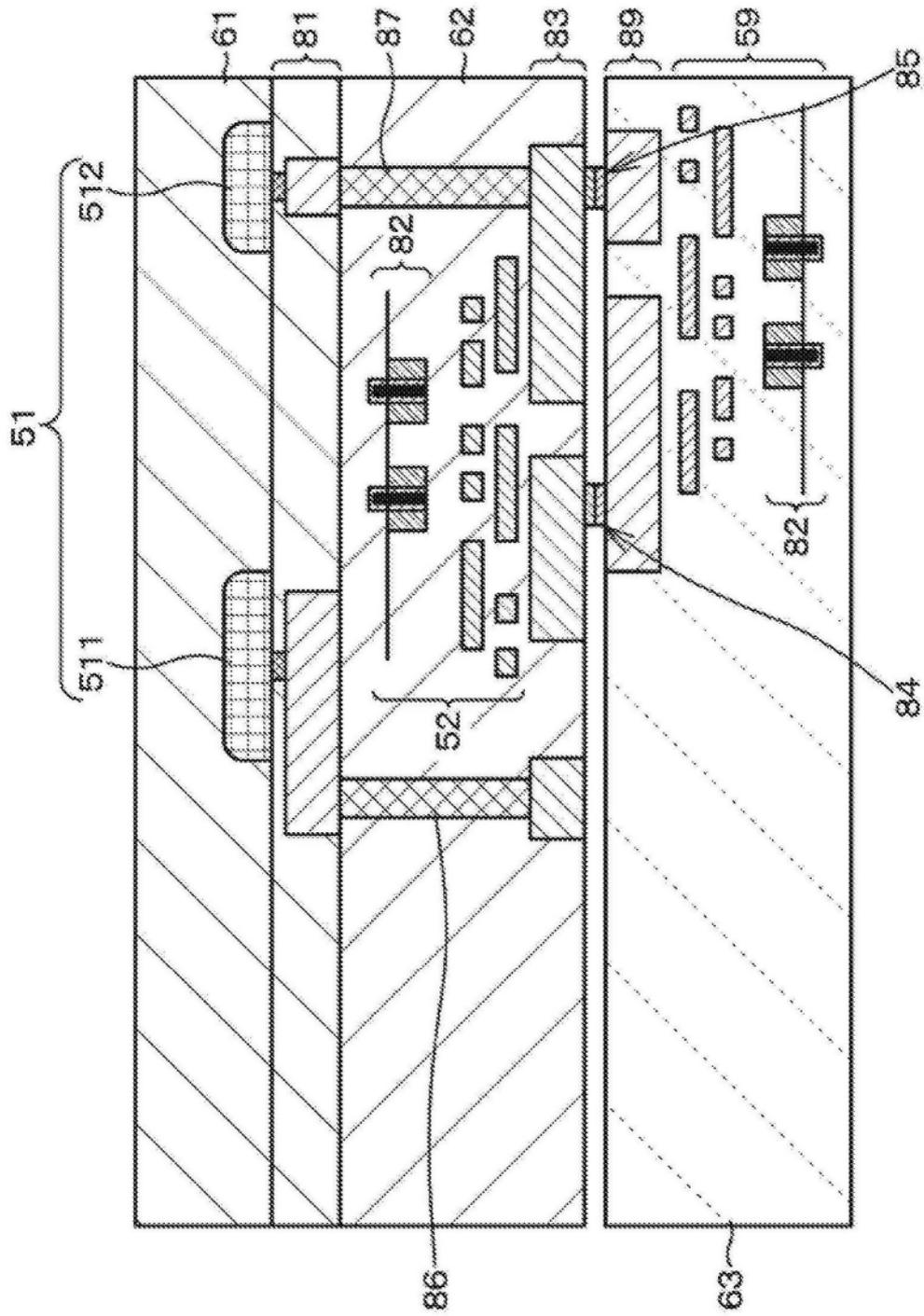


图18

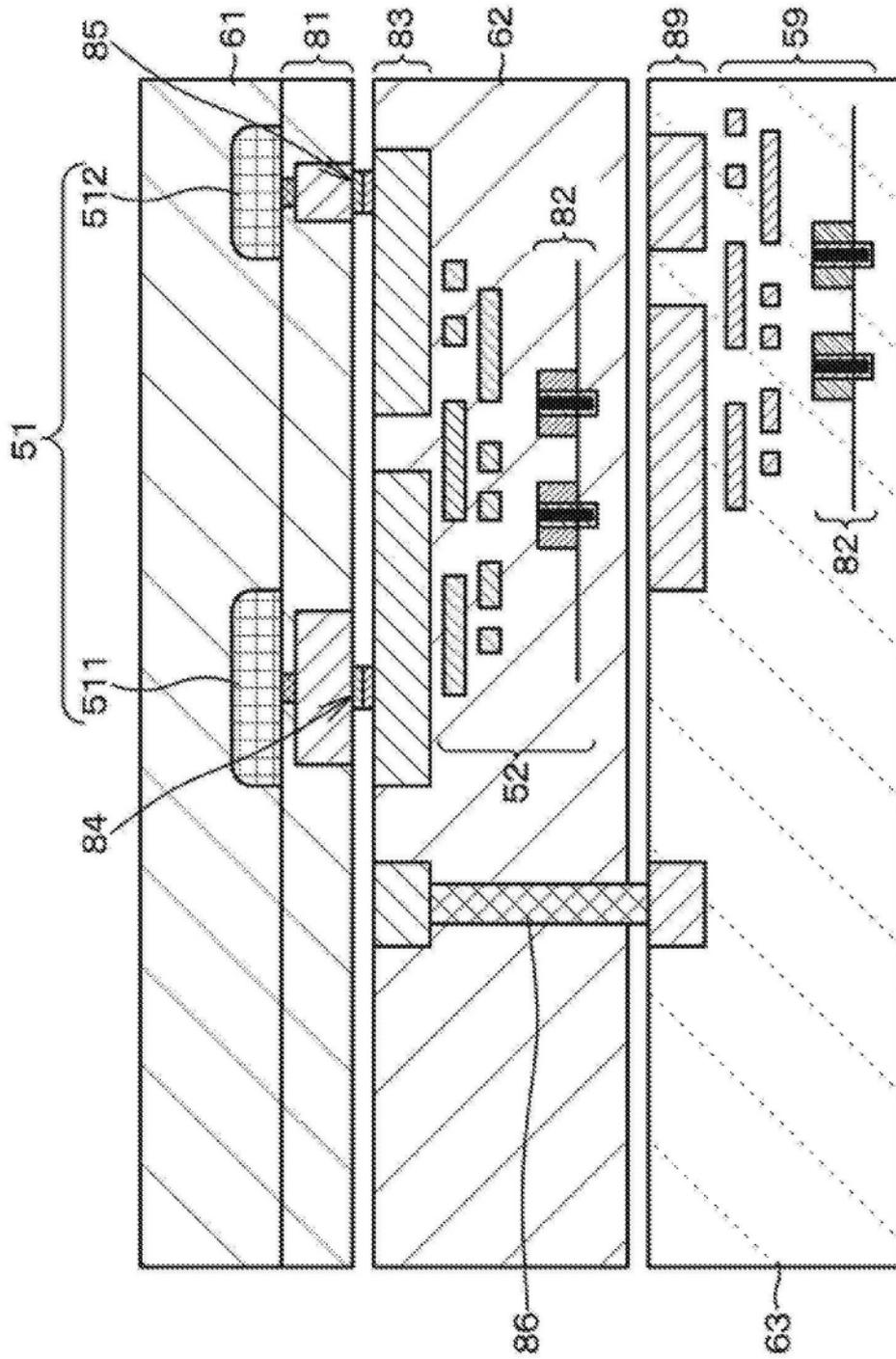


图19

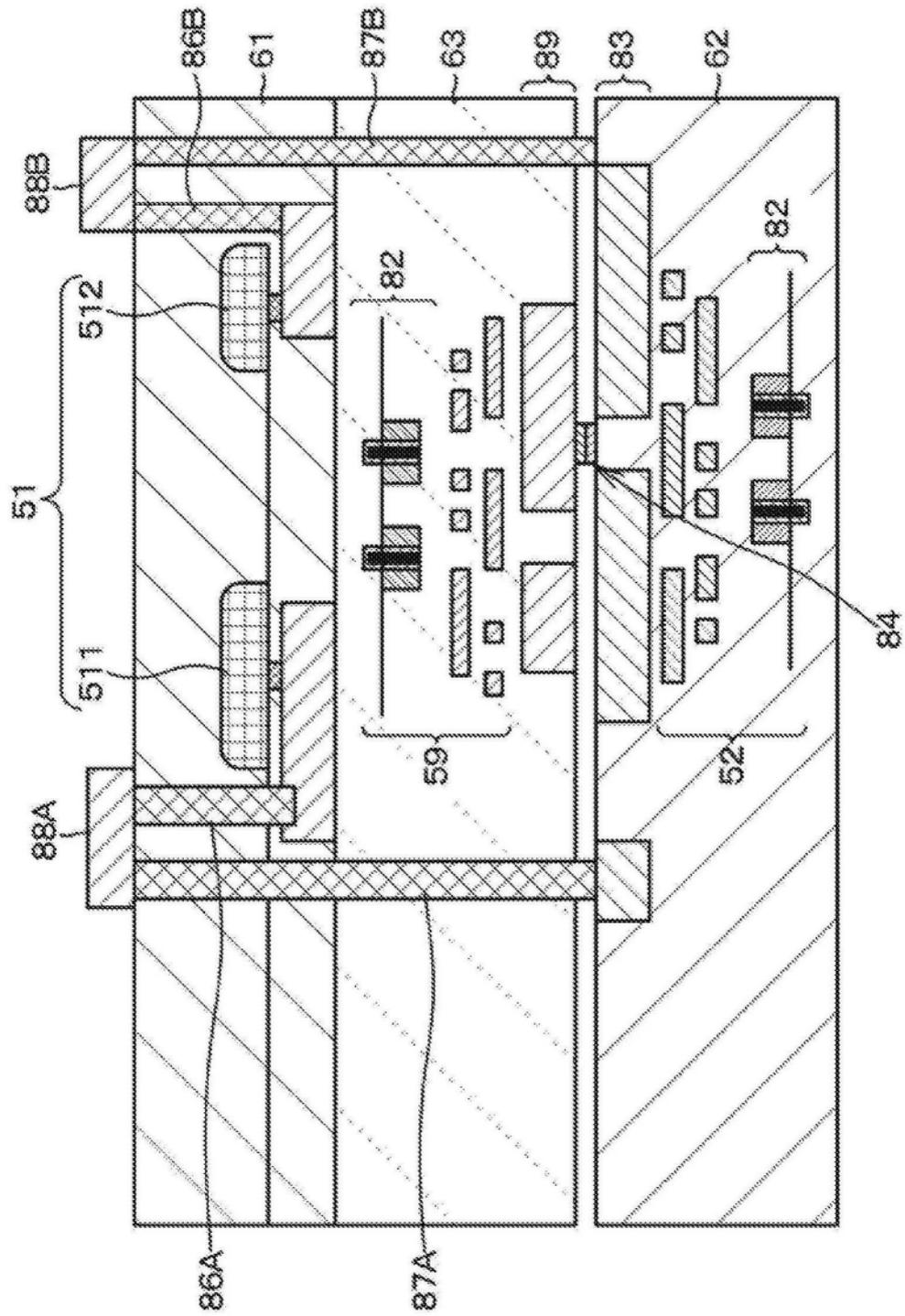


图20

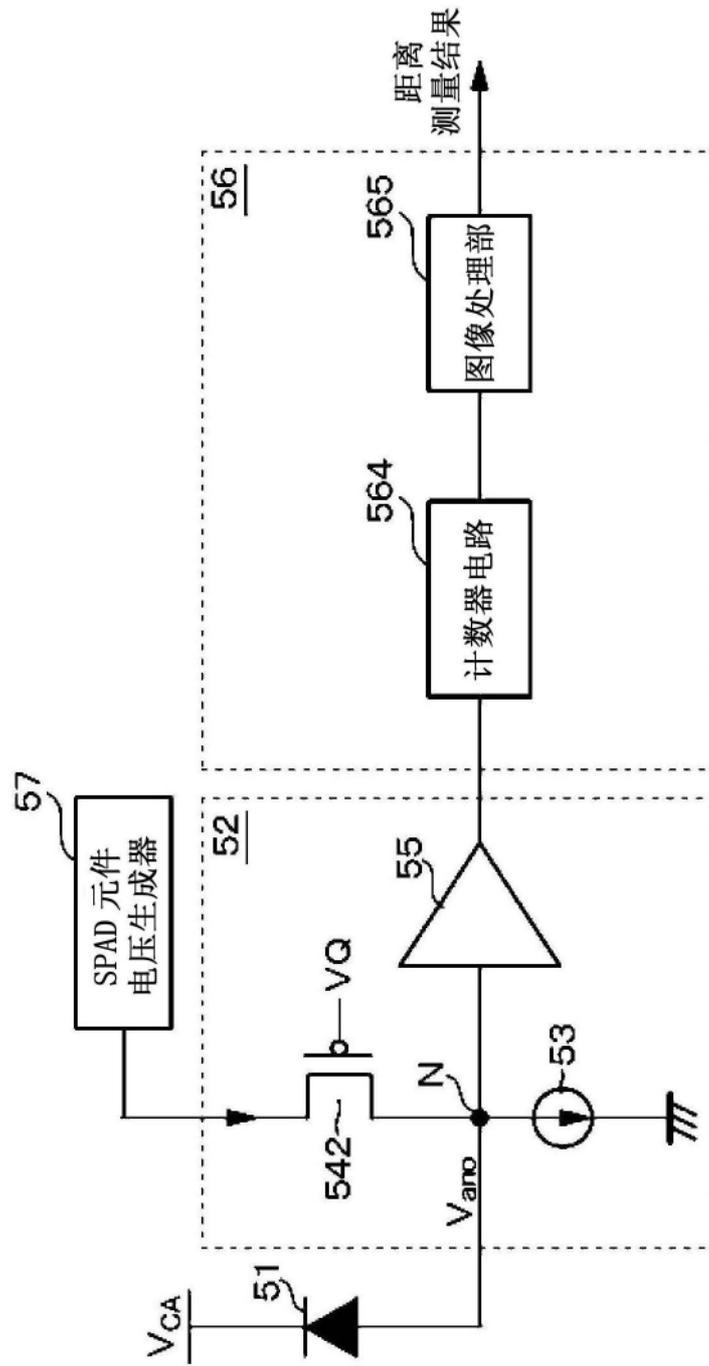


图21

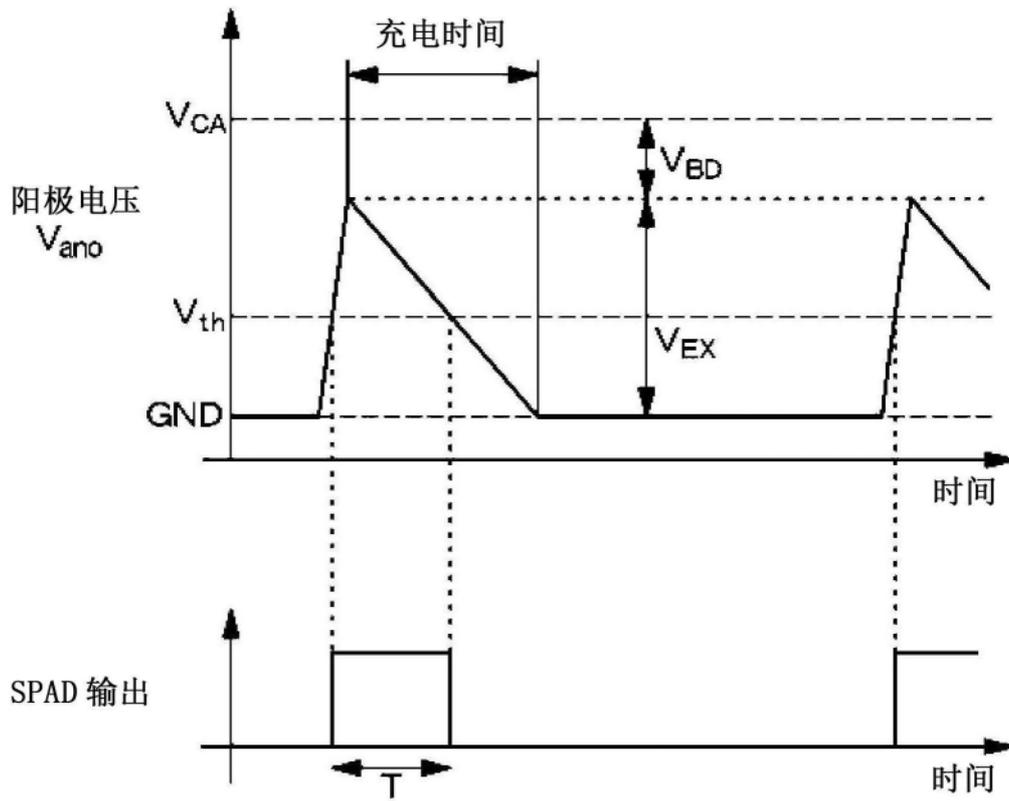


图22

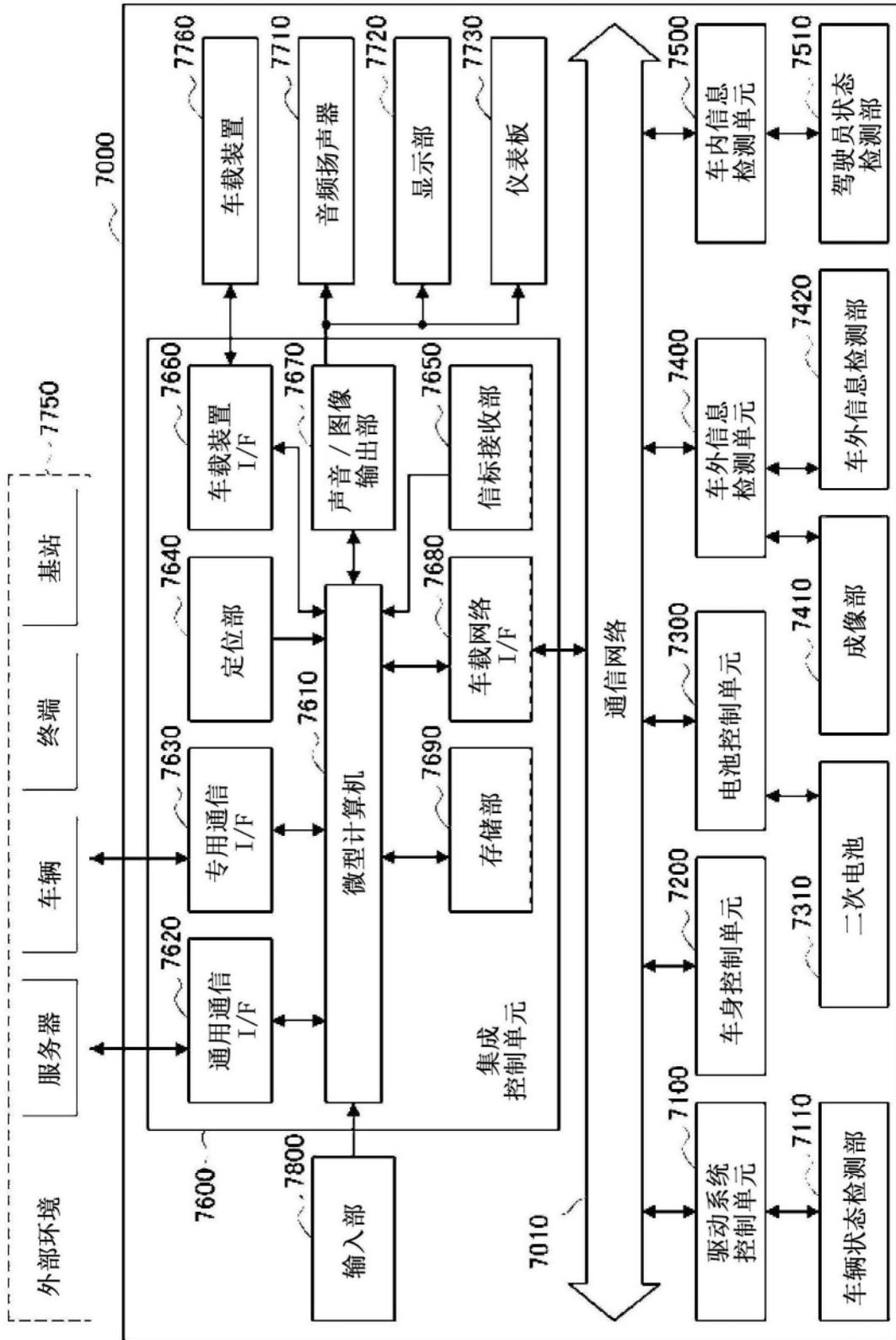


图23

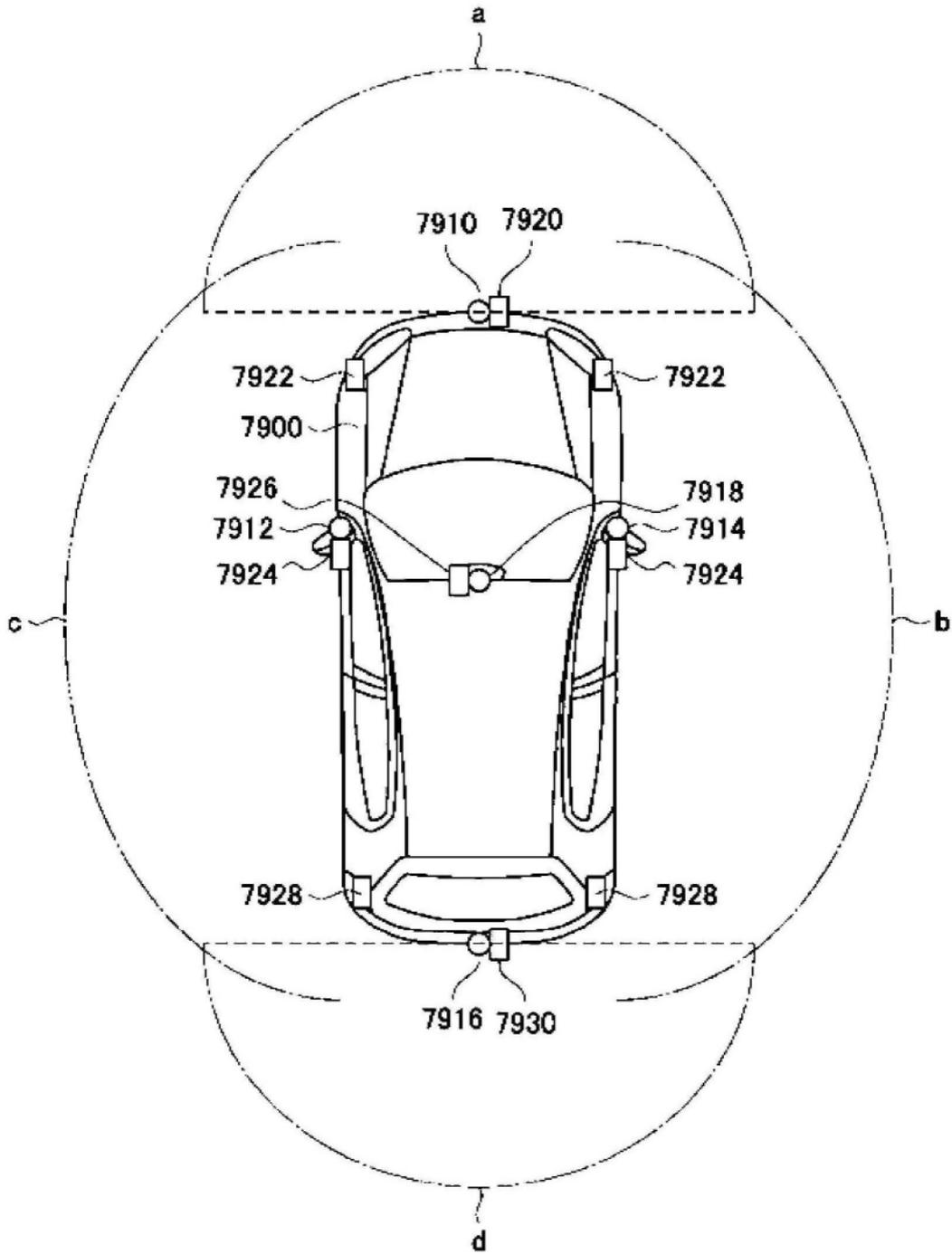


图24

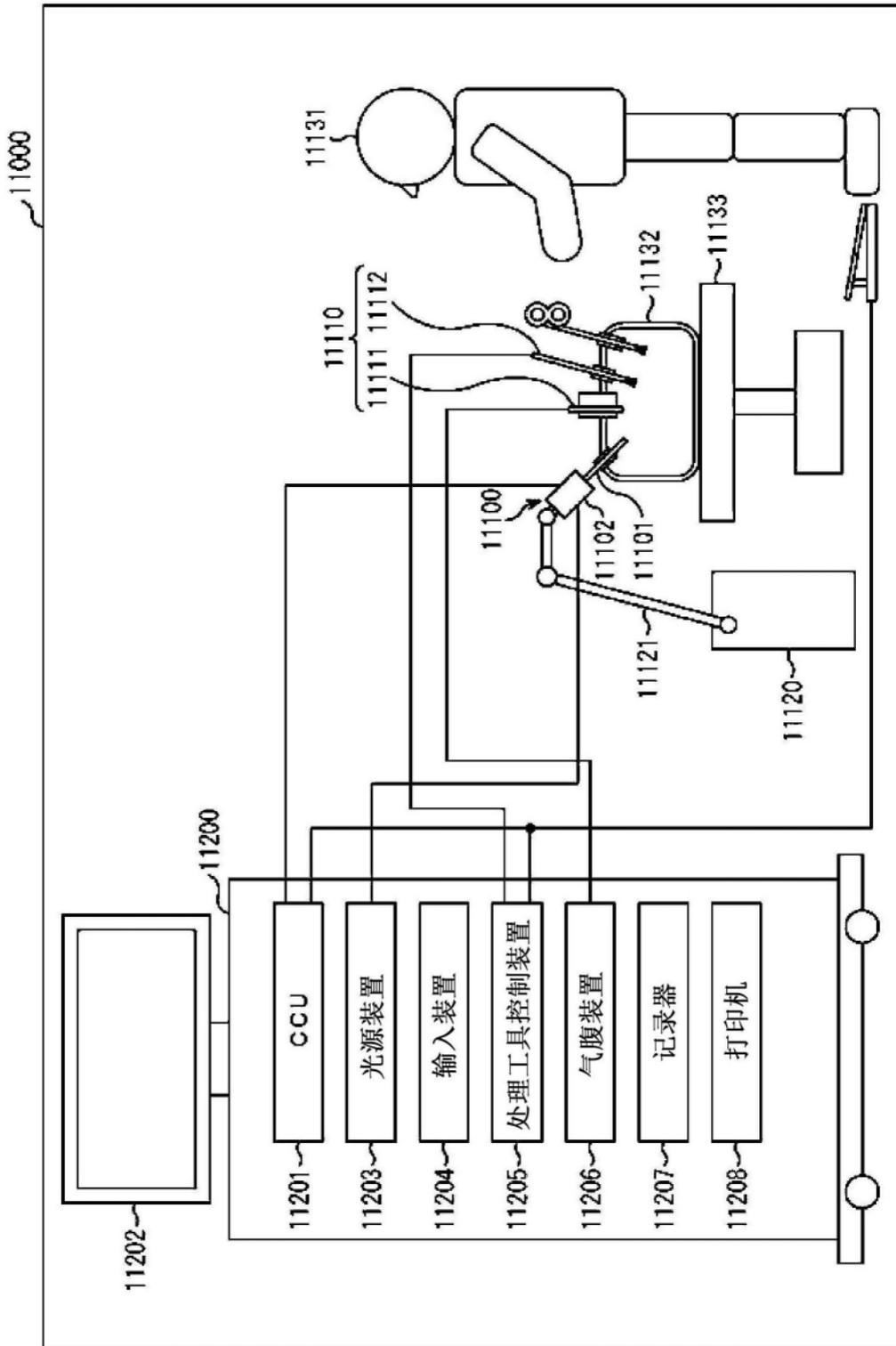


图25

