



(12) 发明专利

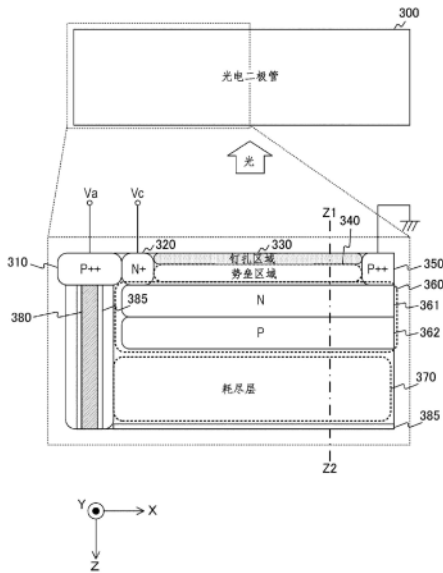
(10) 授权公告号 CN 110036491 B

(45) 授权公告日 2024. 02. 13

(21) 申请号 201880004684.9	(74) 专利代理机构 北京信慧永光知识产权代理有限公司 11290
(22) 申请日 2018.09.03	专利代理师 乔焱 曹正建
(65) 同一申请的已公布的文献号 申请公布号 CN 110036491 A	(51) Int.Cl. H01L 31/0352 (2006.01) H01L 31/107 (2006.01)
(43) 申请公布日 2019.07.19	(56) 对比文件 US 2015054111 A1, 2015.02.26 US 2009184384 A1, 2009.07.23 US 2010245809 A1, 2010.09.30 CN 101079453 A, 2007.11.28 CN 102184929 A, 2011.09.14 CN 103081130 A, 2013.05.01 CN 105247691 A, 2016.01.13 CN 106537614 A, 2017.03.22
(30) 优先权数据 2017-206729 2017.10.26 JP	(57) 摘要
(85) PCT国际申请进入国家阶段日 2019.05.30	
(86) PCT国际申请的申请数据 PCT/JP2018/032637 2018.09.03	
(87) PCT国际申请的公布数据 W02019/082513 EN 2019.05.02	
(73) 专利权人 索尼半导体解决方案公司 地址 日本神奈川县	审查员 刘倩
(72) 发明人 伊东恭佑 若野寿史 大竹悠介	权利要求书2页 说明书15页 附图21页

(54) 发明名称  
雪崩光电二极管传感器

(57) 摘要  
雪崩光电二极管传感器包括设置在基板中并将入射光转换成电荷的光电转换区域。雪崩光电二极管传感器包括位于光电转换区域上的第一导电类型的第一区域,以及以与第一区域相邻的方式设置在基板中并连接到光电转换区域的阴极。雪崩光电二极管传感器包括以与阴极相邻的方式设置在基板中的阳极,以及设置在基板中的第一导电类型的触点。第一区域的杂质浓度不同于触点的杂质浓度。



1. 一种雪崩光电二极管传感器,其包括:  
光电转换区域,所述光电转换区域设置在基板中并将入射光转换成电荷;  
第一导电类型的第一区域,所述第一区域位于所述光电转换区域上;  
阴极,所述阴极以与所述第一区域相邻的方式设置在所述基板中,并且所述阴极连接到所述光电转换区域;  
阳极,所述阳极以与所述阴极相邻的方式设置在所述基板中;以及  
所述第一导电类型的触点,所述触点设置在所述基板中,所述第一区域的杂质浓度低于所述触点的杂质浓度。
2. 根据权利要求1所述的雪崩光电二极管传感器,还包括:  
所述第一导电类型的第二区域,所述第二区域设置在所述基板中并且位于所述光电转换区域和所述第一区域之间,其中,所述第一区域的所述杂质浓度高于所述第二区域的杂质浓度。
3. 根据权利要求1所述的雪崩光电二极管传感器,还包括:  
绝缘结构,所述绝缘结构形成在所述基板中且位于所述光电转换区域和相邻的光电转换区域之间。
4. 根据权利要求3所述的雪崩光电二极管传感器,其中,所述阴极位于所述阳极和所述第一区域之间。
5. 根据权利要求3所述的雪崩光电二极管传感器,还包括:  
位于所述基板的受光面上的膜,其中,所述膜位于所述绝缘结构的侧表面上。
6. 根据权利要求1所述的雪崩光电二极管传感器,其中,在平面图中,所述第一区域围绕所述触点,并且所述阴极围绕所述第一区域。
7. 根据权利要求6所述的雪崩光电二极管传感器,其中,在所述平面图中,所述阳极围绕所述阴极。
8. 根据权利要求7所述的雪崩光电二极管传感器,其中,在所述平面图中,所述触点位于所述第一区域的中心区域。
9. 根据权利要求1所述的雪崩光电二极管传感器,其中,所述触点和所述阴极连接到接收第一电压的第一信号线,且其中,所述阳极连接到接收第二电压的第二信号线。
10. 根据权利要求1-9中任一项所述的雪崩光电二极管传感器,其中,所述阳极、所述阴极和所述第一区域是矩形或圆形。
11. 根据权利要求1所述的雪崩光电二极管传感器,其中,在平面图中,所述第一区域围绕所述阴极,所述触点围绕所述第一区域,且所述阳极围绕所述触点。
12. 根据权利要求1所述的雪崩光电二极管传感器,还包括:  
晶体管,其包括;  
源极和漏极,所述源极和所述漏极形成在所述第一区域中;  
氧化层,所述氧化层位于所述第一区域上;和  
栅极,所述栅极位于所述氧化层上。
13. 一种雪崩光电二极管传感器,其包括:  
光电转换区域,所述光电转换区域设置在基板中并将入射光转换成电荷;  
第一导电类型的第一区域,所述第一区域设置在所述基板中;

阴极,所述阴极以与所述第一区域相邻的方式设置在所述基板中,并且所述阴极连接到所述光电转换区域;

阳极,所述阳极以与所述阴极相邻的方式设置在所述基板中;以及

所述第一导电类型的触点,所述触点设置在所述第一区域中,所述第一区域的杂质浓度低于所述触点的杂质浓度。

14.根据权利要求13所述的雪崩光电二极管传感器,还包括:

所述第一导电类型的第二区域,所述第二区域设置在所述基板中并且位于所述光电转换区域和所述第一区域之间。

15.根据权利要求14所述的雪崩光电二极管传感器,其中,所述第一区域的所述杂质浓度高于所述第二区域的杂质浓度。

16.根据权利要求14所述的雪崩光电二极管传感器,还包括:

绝缘结构,所述绝缘结构形成在所述基板中且位于所述光电转换区域和相邻的光电转换区域之间。

17.根据权利要求16所述的雪崩光电二极管传感器,还包括:

位于所述基板的受光面上的膜,其中,所述膜位于所述绝缘结构的侧表面上。

18.根据权利要求13-17中任一项所述的雪崩光电二极管传感器,其中,在平面图中,所述第一区域围绕所述触点,并且所述阴极围绕所述第一区域。

19.一种雪崩光电二极管传感器,其包括:

光电转换区域,所述光电转换区域设置在基板中并将入射光转换为电荷;

第一导电类型的第一区域,所述第一区域位于所述光电转换区域上;

第一电极,所述第一电极以与所述第一区域相邻的方式设置在所述基板中,并且所述第一电极连接到所述光电转换区域;

第二电极,所述第二电极以与所述第一电极相邻的方式设置在所述基板中;以及

所述第一导电类型的第三电极,所述第三电极设置在所述第一区域中,所述第一区域的杂质浓度低于所述第三电极的杂质浓度。

## 雪崩光电二极管传感器

### 技术领域

[0001] 本技术涉及一种雪崩光电二极管传感器,特别地涉及一种对弱光进行检测的雪崩光电二极管传感器。

### 背景技术

[0002] 近来,已经开发并研究了被称为单光子雪崩二极管 (SPAD:single photon avalanche diode) 的装置,其通过捕获非常弱的光信号实现光通信、测距、光子计数等。SPAD对由入射光子生成的电荷进行雪崩放大。因此,即使光很弱,SPAD也能够检测光。然而,在SPAD中,当在硅基板表面上生成的暗电流被放大时,诸如暗计数率 (DCR:dark count rate) 等的暗电流特性会劣化。这里,提出了在硅基板表面上形成钉扎区域 (pinning region) 以抑制暗电流的SPAD (例如,参考专利文献1)。钉扎区域是这样的区域:在该区域中,调节杂质浓度的区域,使得在钉扎区域和进行雪崩放大的放大区域之间产生势垒。

[0003] 引用列表

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:JP 2015-041746A

### 发明内容

[0006] 技术问题

[0007] 在现有技术中,由于钉扎区域和放大区域之间的势垒防止暗电流流入放大区域 (或者可选地,减小了暗电流到放大区域的流入),因此可以抑制暗电流特性的劣化。然而,钉扎区域和阴极之间的电势差越大,钉扎区域和阴极之间的耗尽层宽度越小。因此,像素容量增加。这里,像素容量表示设置有SPAD的像素的静电容量。当像素容量增加时,取出在像素中收集的电荷以进行再充电所需的时间被延长,因此难以提高帧速率。当未设置钉扎区域时,虽然像素容量减小,但暗电流特性劣化。因此,存在难以在抑制暗电流的同时减小像素容量的问题。

[0008] 考虑到上述情况已经做出了本技术,并且期望在进行电荷放大的光电二极管中,在抑制暗电流的同时减小像素容量。

[0009] 解决问题的方案

[0010] 已经做出本技术来解决上述问题。根据第一方面,雪崩光电二极管传感器包括:光电转换区域,其设置在基板中并将入射光转换成电荷;第一导电类型的第一区域,其位于所述光电转换区域上;阴极,其以与第一区域相邻的方式设置在基板中,并且该阴极连接到光电转换区域;阳极,其以与阴极相邻的方式设置在基板中;以及第一导电类型的触点,其设置在基板中。第一区域的杂质浓度不同于触点的杂质浓度。例如,第一区域的杂质浓度低于触点的杂质浓度。雪崩光电二极管传感器还包括第一导电类型的第二区域,其设置在基板中并且位于光电转换区域和第一区域之间。第一区域的杂质浓度高于第二区域的杂质浓度。雪崩光电二极管传感器还包括形成基板中且位于光电转换区域和相邻的光电转换区域

之间的绝缘结构。阴极位于阳极和第一区域之间。雪崩光电二极管传感器还包括位于基板的受光面上的膜。该膜位于绝缘结构的侧表面上。在平面图中,第一区域围绕触点,并且阴极围绕第一区域。在平面图中,阳极围绕阴极。在平面图中,触点位于第一区域的中心区域。触点和阴极连接到接收第一电压的第一信号线,阳极连接到接收第二电压的第二信号线。阳极、阴极和第一区域是矩形或圆形。在平面图中,第一区域围绕阴极,触点围绕第一区域,且阳极围绕触点。雪崩光电二极管传感器还包括:晶体管,其包括形成在第一区域中的源极和漏极;氧化层,其位于第一区域上;和栅极,其位于氧化层上。

[0011] 根据本技术的第二方面,雪崩光电二极管传感器包括:光电转换区域,其设置在基板中并将入射光转换成电荷;第一导电类型的第一区域,其设置在基板中;阴极,其以与第一区域相邻的方式设置在基板中,并且该阴极连接到光电转换区域;阳极,其以与阴极相邻的方式设置在基板中;以及第一导电类型的触点,其设置在第一区域中。第一区域的杂质浓度低于触点的杂质浓度。

[0012] 雪崩光电二极管传感器还包括:第一导电类型的第二区域,其设置在基板中并且位于光电转换区域和第一区域之间。

[0013] 第一区域的杂质浓度高于第二区域的杂质浓度。

[0014] 雪崩光电二极管传感器还包括:绝缘结构,其形成在基板中且位于光电转换区域和相邻的光电转换区域之间。

[0015] 雪崩光电二极管传感器还包括位于基板的受光面上的膜,并且该膜位于绝缘结构的侧表面上。在平面图中,第一区域围绕触点,并且阴极围绕第一区域。

[0016] 另外,根据本技术的第三方面,雪崩光电二极管传感器包括:光电转换区域,其设置在基板中并将入射光转换为电荷;第一导电类型的第一区域,其位于光电转换区域上;第一电极,其以与第一区域相邻的方式设置在基板中,并且该第一电极连接到光电转换区域;第二电极,其以与第一电极相邻的方式设置在基板中;第一导电类型的第三电极,其设置在第一区域中。第一区域的杂质浓度低于第三电极的杂质浓度。

[0017] 本发明的有益效果

[0018] 根据本技术,可以获得能够在进行电荷放大的光电二极管中,在抑制暗电流的同时减小像素容量的优异效果。此外,这里所述的效果不受限制,并且可以是本技术中描述的任何一种效果。

## 附图说明

[0019] 图1是示出根据本技术的第一实施例的测距模块的构造示例的框图。

[0020] 图2是示出根据本技术的第一实施例的受光单元的构造示例的框图。

[0021] 图3是示出根据本技术的第一实施例的像素电路的构造示例的电路图。

[0022] 图4是根据本技术的第一实施例的光电二极管的横断面图的示例。

[0023] 图5是根据本技术的第一实施例的光电二极管的平面图的示例。

[0024] 图6是根据本技术的第一实施例的光电二极管的电势图的示例。

[0025] 图7是根据本技术的第一实施例的在光电二极管的深度方向上的电势图的示例。

[0026] 图8是根据比较例的在光电二极管的深度方向上的电势图的示例。

[0027] 图9是示出根据本技术的第一实施例的像素电路的操作的示例的时序图。

- [0028] 图10是示出根据比较例的像素电路的操作的示例的时序图。
- [0029] 图11是根据本技术的第一实施例的在安装基板之前的光电二极管的横断面图的示例。
- [0030] 图12是根据本技术的第一实施例的在安装基板之后的光电二极管的横断面图的示例。
- [0031] 图13是根据本技术的第一实施例的在形成绝缘区域之前的光电二极管的横断面图的示例。
- [0032] 图14是根据本技术的第一实施例的在形成绝缘区域之后的光电二极管的横断面图的示例。
- [0033] 图15是根据本技术的第一实施例的在形成覆盖膜之后的光电二极管的横断面图的示例。
- [0034] 图16是示出根据本技术的第一实施例的光电二极管的制造方法的示例的流程图。
- [0035] 图17是根据本技术的第二实施例的光电二极管的横断面图的示例。
- [0036] 图18是根据本技术的第三实施例的像素电路的横断面图的示例。
- [0037] 图19是根据本技术的第四实施例的光电二极管的平面图的示例。
- [0038] 图20是根据本技术的第五实施例的光电二极管的平面图的示例。
- [0039] 图21是示出车辆控制系统的示意性构造示例的框图。
- [0040] 图22是示出成像单元的安装位置的示例的图。

### 具体实施方式

[0041] 在下文中,将说明用于执行本技术的实施例(在下文中,称为实施例)。将按以下顺序进行说明。

- [0042] 1.第一实施例(钉扎区域的杂质浓度被设定为低于触点的杂质浓度的示例)
- [0043] 2.第二实施例(将相同电势施加于阴极电极和触点的示例)
- [0044] 3.第三实施例(将负偏压施加于晶体管的栅极的示例)
- [0045] 4.第四实施例(阴极电极外侧的钉扎区域的杂质浓度被设定为低于触点的杂质浓度的示例)

[0046] 5.第五实施例(圆形钉扎区域的杂质浓度被设定为低于触点的杂质浓度的示例)

[0047] 6.移动体的应用例

[0048] <1.第一实施例>

[0049] [测距模块的构造示例]

[0050] 图1是示出根据本技术的第一实施例的测距模块100的构造示例的框图。测距模块100使用飞行时间(ToF:time of flight)方法来测量到物体的距离,并且包括发光单元110、控制单元120、受光单元200和测距计算单元130。

[0051] 发光单元110根据控制单元120的控制而发射作为照射光的脉冲光。

[0052] 受光单元200接收针对间歇光的反射光,并基于从控制单元120发送的时钟信号生成指示光的来回时间(turnaround time)的测量数据等。受光单元200通过信号线209将预定的测量数据片(piece)提供给测距计算单元130。

[0053] 控制单元120控制发光单元110和受光单元200。控制单元120生成指示照射光的光

发射时序的时序信号,并通过信号线128和129将时序信号提供给发光单元110和受光单元200。

[0054] 测距计算单元130基于从受光单元200发送的测量数据来计算到物体的距离。测距计算单元130与垂直同步信号同步地生成图像数据,并输出图像数据,在图像数据中,多个表示被计算的距离的距离数据片以二维点阵形状排列。例如,图像数据可以用于其中进行与距离对应的灰度处理的图像处理、手势识别等。

[0055] [受光单元的构造示例]

[0056] 图2是示出根据本技术的第一实施例的受光单元200的构造示例的框图。受光单元200包括像素阵列单元210和读出电路230。多个像素电路220以二维点阵形状布置在像素阵列单元210中。

[0057] 像素电路220各者在接收反射光时生成脉冲信号,并将脉冲信号输出至读出电路230。

[0058] 读出电路230读出从像素阵列单元210发送的脉冲信号。读出电路230使用时间数字转换器(TDC:time to digital converter)来测量从照射光的发光时序到由脉冲信号指示的受光时序的来回时间等。然后,读出电路230将表示测量值的测量数据提供给测距计算单元130。测距计算单元130将通过用来回时间乘以光速得到的值除以2,以计算到达物体的距离。

[0059] [像素电路的构造示例]

[0060] 图3是示出根据本技术的第一实施例的像素电路220的构造示例的电路图。像素电路220包括电阻器221和光电二极管(或光电转换区域)300。此外,在同一图中,省略了除电阻器221和光电二极管300之外的电路和元件。

[0061] 电阻器221插入在电源和光电二极管300的阴极之间。光电二极管300通过光电转换放大光。例如,SPAD可以用作光电二极管300。

[0062] 光电二极管300的暗态阴极电势被设定为 $V_{op}$ 。当光电二极管300接收反射光并进行雪崩放大时,大电流流向电阻器221并且发生电压降。当阴极电势降低到不会因电压降而发生雪崩放大的电势 $V_{bd}$ 时,大电流停止。这种现象被称为“淬熄(quench)”。

[0063] 接下来,在光电二极管300中收集的电荷会因通过电势 $V_{op}$ 的再充电而泄漏,并且阴极电势在淬熄之后立即从电势 $V_{bd}$ 返回到电势 $V_{op}$ 。由于返回到电势 $V_{op}$ ,因此光电二极管300可以响应光子。这里,由以下表达式表示存储在光电二极管300中的电荷量 $Q$ 。

[0064]  $Q = C \times (V_{op} - V_{bd})$ 。在表达式中, $C$ 表示像素电路220的静电容量(像素容量)。 $Q$ 的单位例如是库仑(C),并且像素容量 $C$ 的单位例如是法拉(F)。另外,电势 $V_{op}$ 和电势 $V_{bd}$ 的单位例如是伏特(V)。

[0065] 从开始降低阴极电势的时间点到阴极电势返回到电势 $V_{op}$ 的时间点的时间是光电二极管300不能与光子反应的时间,并且被称为“死区时间”。在死区时间中,从发生雪崩放大到发生淬熄的时间非常短,因此死区时间的长度大致受到光电二极管300的再充电时间的限制。像素容量 $C$ 越小,再充电时间越短。因此,需要减小像素容量 $C$ 以实现高帧速率(即,垂直同步信号的频率)。

[0066] 此外,虽然像素电路220设置在测距模块100中,但是像素电路220可以设置在除测距模块100之外的电路或设备中。例如,像素电路220可以用在进行光通信的电路等或进行

光子计数的电路等中。

[0067] [光电二极管的构造示例]

[0068] 图4是根据本技术的第一实施例的光电二极管300的横断面图的示例。垂直于光电二极管300的受光面的方向被设定为Z方向。另外,与受光面平行的预定方向被设定为X方向。垂直于X方向和Z方向的方向被设定为Y方向。

[0069] 当从Z方向观察时,在光电二极管300的外周边缘附近设置有助于隔离像素的绝缘区域(或绝缘结构)380。

[0070] 另外,覆盖膜385形成在受光面和绝缘区域380的侧表面上。覆盖膜385可以包括氧化物,诸如氧化锆、氧化铪和/或氧化铝等。在受光面被设定为最下表面的状态下,在覆盖膜385的上侧形成耗尽层370。例如,耗尽层370包括N型半导体。在耗尽层370的上侧形成包括N层361和P层362的放大区域360。N层361形成在P层362的上侧。

[0071] 另外,在受光面被设定为后表面的状态下,在与后表面相对的前表面上形成钉扎区域330,并且在钉扎区域330中埋入阳极电极310、阴极电极320和触点350。将预定的参考电势(地电势等)施加到触点350。通过添加例如受体形成阳极电极310和触点350,并且通过添加例如供体形成阴极电极320。触点350可以位于钉扎区域330的中心区域中。

[0072] 另外,调节钉扎区域330的杂质浓度,使得在钉扎区域330和放大区域360之间沿Z方向形成具有势垒的势垒区域340。稍后将说明杂质浓度的细节。

[0073] 耗尽层370通过光电转换生成电荷,并且放大区域360针对电荷进行雪崩放大。然后,从阴极电极320输出被放大的电荷。

[0074] 另外,钉扎区域330的杂质浓度被设定为不同于(例如,低于)触点350的杂质浓度的值,例如 $1\text{E}17/\text{立方厘米}(\text{/cm}^3)$ 。另外,钉扎区域330的杂质浓度被设定为高于势垒区域340的杂质浓度的值。

[0075] 图5是根据本技术的第一实施例的光电二极管300的平面图的示例。当从Z方向观察时,光电二极管300的形状例如是矩形形状。阳极电极310沿光电二极管300的外边缘设置。阴极电极320设置为与阳极电极310的内侧相邻。钉扎区域330设置为与阴极电极320的内侧相邻。触点350设置在钉扎区域330的内侧(中心等)处。

[0076] 图6是根据本技术的第一实施例的光电二极管300的电势图的示例。在同一图中,横轴表示X方向上的自光电二极管300的外边缘距离,纵轴表示Z方向上的距离(深度)。另外,在同一图中,假设区域的颜色越深,该区域的电势越高。例如,钉扎区域330的电势高于触点350的电势。这是因为钉扎区域330的杂质浓度低于触点350的杂质浓度。

[0077] 图7是根据本技术的第一实施例的光电二极管的深度方向上的电势图的示例。在该图中,纵轴表示电势,横轴表示沿图6的线段Z1-Z2距表面的深度。

[0078] 如上所述,由于钉扎区域330的杂质浓度被设定为低于触点350的杂质浓度,因此钉扎区域330的电势变得高于触点350的电势,并且接近阴极电势。例如,与3.0伏(V)的阴极电势相比,触点350的电势变为2.7伏(V)。

[0079] 另外,钉扎区域330和放大区域360之间的势垒区域340的电势高于钉扎区域330的电势。阴极电极320埋入钉扎区域330中,因此存在即使在未入射有光时也可能发生暗电流(换句话说,泄露电流)的担忧。泄露电流中的空穴迁移到低电势侧。然而,由于在钉扎区域330和放大区域360之间出现势垒区域340中的势垒,因此空穴未到达放大区域360。另一方



面,由于在钉扎区域330和被设定为地电势的触点350之间不存在势垒,并且触点350的电势低于钉扎区域330的电势,因此空穴被吸收到地。

[0080] 另外,泄露电流中的电子迁移到高电势侧。如上所述,与钉扎区域330相比,阴极电势更高,因此,电子从阴极电极320输出并且不会造成问题。另外,由于放大区域360的电势低于钉扎区域330的电势,因此电子不会跳入放大区域360中。

[0081] 结果,不将作为暗电流出现的空穴测量为暗电流,并且可以抑制DCR的劣化。

[0082] 另外,当钉扎区域330的杂质浓度被设定为小于触点350的杂质浓度时,钉扎区域330和阴极电极320之间的杂质浓度的差与相反的情况相比进一步被减小。据此,钉扎区域330和阴极电极320之间的耗尽层宽度变宽。当耗尽层宽度变宽时,能够存储在钉扎区域330和阴极电极320之间的连接部分中的电荷量减小,并且像素容量C减小。

[0083] 这里,将在比较例的假设下给出说明,在比较例中,钉扎区域330的杂质浓度被设定为等于或大于触点350的杂质浓度。图8是比较例的在光电二极管的深度方向上的电势图的示例。

[0084] 当钉扎区域330的杂质浓度被设定为等于或大于触点350的杂质浓度时,势垒区域340的势垒增大,并且易于抑制泄露电流。然而,由于钉扎区域330和阴极电极320之间的杂质浓度的差增加,并且二者之间的耗尽层宽度变窄,因此像素容量C增加。

[0085] 图9是示出根据本技术的第一实施例的像素电路220的操作的示例的时序图。在时刻T0处,当光电二极管300接收反射光并进行雪崩放大时,大电流流向电阻器221,并且发生电压降。由于电压降,因此当阴极电势在时刻T1处降低到不会发生雪崩放大的地电势GND(或0伏)时,大电流停止。

[0086] 接下来,在光电二极管300中收集的电荷会因通过电势Vop的再充电而泄漏,并且在时刻T2处阴极电势在淬熄之后立即从地电势GND返回到电势Vop。

[0087] 从开始降低阴极电势的时刻T0到阴极电势返回到电势Vop的时刻T2的时间对应于死区时间。死区时间的长度主要受从时刻T1到时刻T2的再充电时间限制。

[0088] 在光电二极管300中,由于钉扎区域330的杂质浓度被设定为小于触点350的杂质浓度,像素容量C减小,因此可以缩短再充电时间。据此,缩短了死区时间,因此可以实现高帧速率。

[0089] 图10是示出根据比较例的像素电路的操作的示例的时序图。在该比较例中,钉扎区域330的杂质浓度被设定为等于或大于触点350的杂质浓度,因此像素容量C增加,并且再充电时间延长。结果,死区时间延长,并且难以实现高帧速率。

[0090] [光电二极管的制造方法]

[0091] 图11是根据本技术的第一实施例的在安装基板之前的光电二极管300的横断面图的示例。自前表面从较深侧起依次进行离子注入。例如,通过离子注入,形成耗尽层370,且随后形成放大区域360。此外,埋入阳极电极310、阴极电极320和触点350,并形成钉扎区域330。由于钉扎区域330的形成,在钉扎区域330和放大区域360之间形成势垒(势垒区域340)。

[0092] 图12是根据本技术的第一实施例的在安装基板之后的光电二极管的横断面图的示例。阳极电极310、阴极电极320和触点350通过信号线连接到基板401和402。

[0093] 图13是根据本技术的第一实施例的在形成绝缘区域之前的光电二极管的横断面

图的示例。在连接基板401和402之后,通过抛光装置410来抛光受光面。

[0094] 图14是根据本技术的第一实施例的在形成绝缘区域之后的光电二极管的横断面图的示例。在抛光之后,绝缘区域380形成在光电二极管300的外边缘附近,并且使像素被隔离。

[0095] 图15是根据本技术的第一实施例的在形成覆盖膜385之后的光电二极管的横断面图的示例。在形成绝缘区域380之后,覆盖膜385形成在受光面和绝缘区域380的侧表面上。

[0096] 图16是示出根据本技术的第一实施例的光电二极管300的制造方法的示例的流程图。通过离子注入形成耗尽层370和放大区域360(步骤S901)。接下来,接线信号线(步骤S902),并且抛光后表面(步骤S903)。另外,形成绝缘区域380(步骤S904),并形成覆盖膜(步骤S905)。在步骤S905之后,进行剩余的处理,并终止光电二极管300的制造工艺。

[0097] 如上所述,在本技术的第一实施例中,由于钉扎区域330的杂质浓度被设定为低于触点350的杂质浓度,因此使钉扎区域330和阴极电极320之间的杂质浓度的差变小,并且因此使二者之间的耗尽层宽度变宽。据此,可以降低像素电路220的静电容量。

[0098] <2. 第二实施例>

[0099] 在上述第一实施例中,钉扎区域330的杂质浓度被设定为低于触点350的杂质浓度。然而,与杂质浓度被设定为等于或大于触点350的杂质浓度情况相比,势垒进一步减小。因此,当暗电流增加时,存在暗电流中的空穴跳过势垒并跳入放大区域360的担忧。根据第二实施例的光电二极管300与第一实施例的不同之处在于,用除调节钉扎区域330的杂质浓度之外的方法来减小像素容量。

[0100] 图17是根据本技术的第二实施例的光电二极管300的横断面图的示例。第二实施例的光电二极管300与第一实施例的不同之处在于,触点350通过信号线连接到阴极电极320。据此,阴极电势被施加到触点350,并且不存在触点350和阴极电极320之间的电势差。因此,从连接到光电二极管300的电路的角度来看,与第一实施例相比,光电二极管300的像素容量C进一步减小。

[0101] 另外,当在触点350和地之间的导线与连接到阴极电极320的导线之间存在电势差时,会出现布线容量。然而,在第二实施例中,由于导线之间不存在电势差,因此不会出现布线容量。因此,可以进一步将像素容量C减小到对应于未发生的布线电容的一定程度。

[0102] 另外,第二实施例的钉扎区域330的杂质浓度可以被设定为小于或等于或大于触点350的杂质浓度。此外,除了触点350和阴极电极320彼此连接之外,第二实施例的光电二极管300的制造方法与第一实施例中的制造方法相同。

[0103] 如上所述,在本技术的第二实施例中,将相同的电势施加到阴极电极320和触点350,因此与二者被施加彼此不同的电势的情况相比,可以进一步减小像素容量。

[0104] <3. 第三实施例>

[0105] 在上述第一实施例中,通过离子注入在光电二极管300中形成钉扎区域330。然而,存在这样的担忧:由于离子注入,形成有光电二极管300的基板可能发生缺陷损坏。第三实施例与第一实施例的不同之处在于,将与光电二极管300相邻的金属氧化物半导体(MOS: metal oxide semiconductor)晶体管的半导体层用作钉扎区域。

[0106] 图18是根据本技术的第三实施例的像素电路220的横断面图的示例。第三实施例的像素电路220还包括晶体管390。另外,钉扎区域330没有形成在光电二极管300中。

[0107] 晶体管390是MOS晶体管,其包括金属层391、氧化膜392和半导体层393。半导体层393设置在光电二极管300的势垒区域340的上侧,氧化膜392形成在半导体层393的上侧。另外,金属层391设置在氧化膜392的上侧。

[0108] 金属层391可以用作晶体管390的栅极,并且在半导体层393中形成源极和漏极。

[0109] 低于参考电势(地电势等)的负偏压被施加到晶体管390的栅极。据此,可以通过在暗电流中引起空穴来抑制暗电流。也就是说,半导体层393用作钉扎区域。

[0110] 另一方面,由于钉扎用的杂质可以不被添加到光电二极管300的硅表面,因此可以消除因添加杂质而导致的缺陷损坏。另外,在氧化膜392具有高质量的情况下,界面电平(interface level)降低,因此可以降低DCR。据此,可以将钉扎区域(半导体层393)的电势提高到对应于(因界面电平的降低而导致的)DCR的降低的一定程度。结果,与第一实施例相比,可以进一步减小像素容量C。

[0111] 如上所述,根据本技术的第三实施例,由于通过向晶体管390的栅极电极施加负偏压来抑制暗电流,因此不必须在光电二极管300中形成钉扎区域。这样,可以消除因钉扎区域的形成而导致的光电二极管300的缺陷损坏。

[0112] <4. 第四实施例>

[0113] 在上述第一实施例中,阴极电极320形成在钉扎区域330的外围。然而,像素尺寸越大,阴极电极320和钉扎区域330之间的连接部分变得越长。因此,像素容量增加。这里,连接部分的长度表示在与阴极电极320和钉扎区域330之间的边界线平行的方向上的长度。第四实施例的光电二极管300与第一实施例的不同之处在于,通过将阴极电极320设置在钉扎区域330的内侧来减小像素容量。

[0114] 图19是根据本技术的第四实施例的光电二极管300的平面图的示例。在第四实施例的光电二极管300中,当从Z方向观察时,阴极电极320设置在钉扎区域330的内侧(中心处等)。另外,触点350设置在钉扎区域330的外围。相比于第一实施例,当阴极电极320设置在钉扎区域330的内侧时,阴极电极320和钉扎区域330之间的连接部分变短,因此,减小了像素容量。

[0115] 如上所述,在本技术的第四实施例中,由于阴极电极320设置在钉扎区域330的内侧,因此与阴极电极320设置在钉扎区域330的外围的情况相比,可以进一步缩短连接部分。据此,可以减小像素电路220的静电容量。

[0116] <5. 第五实施例>

[0117] 在上述第一实施例中,光电二极管300的形状被设定为矩形。然而,在矩形形状的情况下,由于在光电二极管300的端部处可能发生强电场,因此在放大区域360的外侧会发生雪崩放大,并因此存在像素电路220的操作被阻止的担忧。这种现象被称为边缘击穿现象。第五实施例与第一实施例的不同之处在于,光电二极管300的形状被设定为圆形。

[0118] 图20是根据本技术的第五实施例的光电二极管300的平面图的示例。第五实施例的光电二极管300与第一实施例的不同之处在于,在与受光面平行的平面上的形状被设定为圆形。光电二极管300中的阴极电极320、钉扎区域330和触点350的形状也被设定为圆形。

[0119] 当光电二极管300的形状被设置为圆形时,放大区域360的有效面积减小,因此相对于一个光子的雪崩放大的发生概率(光子检测效率(PDE:photon detection efficiency))可能降低。然而,在光电二极管300的端部处不太可能发生强电场,因此可以

抑制边缘击穿现象。此外,能够提高长期可靠性。

[0120] 此外,虽然光电二极管300的形状被设定为圆形,但是也可以采用接近圆形的诸如五边形和六边形等的多边形形状。

[0121] 如上所述,在本技术的第五实施例中,由于光电二极管300的形状被设置为圆形,因此边缘消失。结果,能够抑制边缘击穿现象。

[0122] <6.移动体的应用例>

[0123] 根据本公开的技术(本技术)适用于各种产品。例如,根据本公开的技术可以实现为安装在汽车、电动汽车、混合动力汽车、摩托车、自行车、个人移动设备、飞机、无人机、船舶、机器人等中的任意种移动体上的装置。

[0124] 图21是示出作为可应用根据本公开的技术的移动体控制系统的示例的车辆控制系统的示意性构造示例的框图。

[0125] 车辆控制系统12000包括通过通信网络12001彼此连接的多个电子控制单元。在图21所示的示例中,车辆控制系统12000包括驱动系统控制单元12010、车身系统控制单元12020、车外信息检测单元12030、车内信息检测单元12040和集成控制单元12050。另外,作为集成控制单元12050的功能构造,在图中示出了微计算机12051、声音和图像输出单元12052以及车载网络接口(I/F:interface)12053。

[0126] 驱动系统控制单元12010根据各种程序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用作下列的控制装置:用于产生车辆驱动力的驱动力产生装置,诸如内燃机或驱动电机等;用于将驱动力传输到车轮的驱动力传输机构;用于调节车辆的舵角的转向机构;和用于产生车辆制动力的制动装置等。

[0127] 车身系统控制单元12020根据各种程序控制安装在车身上的各种装置的操作。例如,车身系统控制单元12020用作无钥匙进入系统、智能钥匙系统、电动车窗装置以及诸如前照灯、后灯、制动灯、方向指示灯或雾灯等各种灯的控制装置。在这种情况下,能够将从替代钥匙的便携式装置传输的电波,或将各种开关的信号输入到车身系统控制单元12020中。车身系统控制单元12020接收电波或信号的输入,且控制车辆的门锁装置、电动车窗装置、灯等。

[0128] 车外信息检测单元12030检测安装有车辆控制系统12000的车辆的外部信息。例如,成像单元12031连接到车外信息检测单元12030。车外信息检测单元12030使成像单元12031能够对车外图像进行成像,且接收成像图像。车外信息检测单元12030可以根据接收的图像进行人、车、障碍物、标志或路面上的符号等的物体检测处理或测距处理。

[0129] 成像单元12031是光学传感器,光学传感器接收光且根据接收的光量输出电信号。成像单元12031能够输出作为图像或作为测距信息的电信号。此外,成像单元12031接收的光可以是可见光,或可以是诸如红外线等不可见光。

[0130] 车内信息检测单元12040检测车内信息。例如,检测驾驶员状态的驾驶员状态检测单元12041连接到车内信息检测单元12040。例如,驾驶员状态检测单元12041包括对驾驶员进行成像的相机,且车内信息检测单元12040根据从驾驶员状态检测单元12041输入的检测信息可以计算驾驶员的疲劳程度或集中程度,或可以判断驾驶员是否打瞌睡。

[0131] 微计算机12051根据车外信息检测单元12030或车内信息检测单元12040获取的车内信息或车外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,且能够将

控制命令输出到驱动系统控制单元12010。例如,微计算机12051能够进行协同控制,以实现先进驾驶员辅助系统(ADAS:advanced driver assistance system)的功能,该功能包括车辆的碰撞避免或冲击缓和、基于车辆间距离的跟车行驶、车辆速度维持行驶、车辆碰撞警告和车辆车道偏离警告等。

[0132] 此外,微计算机12051通过根据车外信息检测单元12030或车内信息检测单元12040获取的车辆周围的信息来控制驱动力产生装置、转向机构或制动装置等,能够进行用于自动驾驶等的协同控制,在自动驾驶下,车辆不依赖于驾驶员的操作而自主地行驶。

[0133] 此外,微计算机12051能够根据车外信息检测单元12030获取的车外信息将控制命令输出到车身系统控制单元12020。例如,微计算机12051通过对应于车外信息检测单元12030检测到的前行驶车辆或对向车辆的位置来控制前照灯,能够进行诸如将远光灯切换到近光灯等以实现眩光保护的协同控制。

[0134] 声音和图像输出单元12052将声音和图像中的至少一者输出信号传输到输出装置,该输出装置能够在视觉上或听觉上向车辆内的乘客或车辆的外部通知信息。在图21的示例中,将音频扬声器12061、显示单元12062和仪表盘12063例示为输出装置。显示单元12062例如可以包括车载显示器和平视显示器中的至少一者。

[0135] 图22是示出成像单元12031的安装位置的示例的视图。

[0136] 在图22中,作为成像单元12031,设置有成像单元12101、12102、12103、12104和12105。

[0137] 例如,成像单元12101、12102、12103、12104和12105设置在诸如车辆12100的前鼻、后视镜、后保险杠、后门和车室内车前玻璃上侧等位置中。设置在前鼻的成像单元12101和设置在车室内车前玻璃上侧的成像单元12105主要获取车辆12100的前方图像。设置在后视镜的成像单元12102和12103主要获取车辆12100的侧面图像。设置在后保险杠或后门的成像单元12104主要获取车辆12100的后侧图像。设置在车室内车前玻璃上侧的成像单元12105主要用于检测前行驶车辆、行人、障碍物、交通信号灯、交通标志或行车道等。

[0138] 此外,图22图示了成像单元12101至12104的拍摄范围的示例。成像范围12111表示设置在前鼻的成像单元12101的成像范围,成像范围12112和12113分别表示设置在后视镜的成像单元12102和12103的成像范围,且成像范围12114表示设置在后保险杠或后门的成像单元12104的成像范围。例如,当将由成像单元12101至12104拍摄的多个图像数据片彼此叠加时,能够获得从上侧观察车辆12100时的俯视图像。

[0139] 成像单元12101至12104中的至少一者可以具有获取距离信息的功能。例如,成像单元12101至12104中的至少一者可以是包括多个成像元件的立体相机,或可以是包括用于检测相位差的像素的成像元件。

[0140] 例如,微计算机12051根据从成像单元12101至12104获得的距离信息获得与成像范围12111至12114中的各三维物体的距离以及随时间的距离变化(相对于车辆12100的相对速度),从而能够将作为特别在车辆12100的行驶路径上且在与车辆12100大致相同方向上以预定速度(例如,大于或等于0km/h)行驶的最接近三维物体的三维物体提取为前行驶车辆。此外,微计算机12051能够预先设定针对前行驶车辆要确保的车辆间距离,以进行自动制动控制(还包括跟车停止控制)、自动加速控制(还包括跟车起步控制)等。因此,可以进行用于自动驾驶等的协同控制,在自动驾驶下,车辆不依赖于驾驶员的操作而自主地行驶。

[0141] 例如,微计算机12051可以根据从成像单元12101至12104获得的距离信息,通过将多个三维物体数据片分类成两轮车辆的数据、普通车辆的数据、大型车辆的数据、行人的数据和诸如电线杆等其他三维物体的数据来提取与三维物体相关的三维物体数据,并使用三维物体数据来自动避开障碍物。例如,微计算机12051将车辆12100周围的障碍物区分为车辆12100的驾驶员可视觉识别的障碍物和驾驶员难以视觉识别的障碍物。此外,微计算机12051确定表示与各障碍物的碰撞危险程度的碰撞风险。在碰撞风险等于或大于设定值的情况下,碰撞可能发生,微计算机12051通过音频扬声器12061或显示单元12062向驾驶员输出警报,或通过驱动系统控制单元12010进行强制减速和避开转向,从而可以进行避免碰撞的驾驶辅助。

[0142] 成像单元12101至12104中的至少一者可以是检测红外线的红外线相机。例如,微计算机12051能够通过判断由成像单元12101至12104拍摄的图像中是否存在行人来识别行人。例如,通过对作为红外线相机的成像单元12101至12104拍摄的图像中的特定点进行提取的步骤以及通过对表示物体的轮廓线的一组特定点进行图案匹配处理来判断是否存在行人的步骤,来进行这种行人的识别。当微计算机12051确定由成像单元12101至12104拍摄的图像中存在行人,且识别出行人时,声音和图像输出单元12052控制显示单元12062,以在识别出的行人上叠加并显示用于强调的矩形轮廓线。此外,声音和图像输出单元12052可以控制显示单元12062,以将表示行人的图标等显示在期望的位置。

[0143] 在上文中,说明了可应用与本公开相关的本技术的车辆控制系统的示例。在上述的构造中,与本公开相关的技术例如能够应用于车外信息检测单元12030。具体地,例如,图1的测距模块100能够应用于图21的车外信息检测单元12030。当将与本公开相关的技术应用于车外信息检测单元12030时,暗电流被抑制,且因此能够获得准确的距离数据。结果,可以提高车辆控制系统的可靠性。

[0144] 此外,上述实施例示出了本技术的实施例的示例,并且实施例中的事项和所附权利要求中的发明特定事项具有对应关系。类似地,所附权利要求中的发明特定事项和被赋予相同术语的本技术实施例中的事项具有对应关系。然而,本技术不限于这些实施例,并且可以通过在不脱离本发明的主旨的范围内对实施例进行各种修改来实现。例如,在附图示出发明构思的不同实施例的程度上,应当理解,如果需要,可以组合不同的实施例,而不脱离发明构思的范围。

[0145] 此外,本说明书中描述的效果仅是说明性的,并不限于此,可以存在其他效果。

[0146] 此外,本技术可以具有以下构造。

[0147] (1) 一种光电二极管,其包括:

[0148] 放大区域,其放大被光电转换的电荷;

[0149] 阴极电极,从该阴极电极输出被放大的电荷;

[0150] 参考电极,其被施加预定的参考电势;

[0151] 钉扎区域,在钉扎区域中埋入阴极和参考电极,钉扎区域的杂质浓度低于参考电极的杂质浓度;和

[0152] 势垒区域,其设置在钉扎区域和放大区域之间,并且势垒区域的杂质浓度低于钉扎区域的杂质浓度。

[0153] (2) 根据(1)所述的光电二极管,

- [0154] 其中,阴极电极在与受光面平行的预定平面上形成在钉扎区域的外围。
- [0155] (3) 根据(1)至(2)中的一者或多者的光电二极管,
- [0156] 其中,阴极电极在与受光面平行的预定平面上形成在钉扎区域的内侧。
- [0157] (4) 根据(1)至(3)中的一者或多者的光电二极管,
- [0158] 其中,阴极电极、参考电极和钉扎区域的形状在与受光面平行的预定平面上是矩形形状。
- [0159] (5) 根据(1)至(4)中的一者或多者的光电二极管,
- [0160] 其中,阴极电极、参考电极和钉扎区域的形状在与受光面平行的预定平面上是圆形和多边形中的任意一种。
- [0161] (6) 一种光电二极管,其包括:
- [0162] 放大区域,其放大被光电转换的电荷;
- [0163] 一对电极,从这对电极输出被放大的电荷,并且这对电极具有相同的电势;
- [0164] 钉扎区域,在钉扎区域中埋入这对电极;和
- [0165] 势垒区域,其设置在钉扎区域和放大区域之间,并且势垒区域的杂质浓度低于钉扎区域的杂质浓度。
- [0166] (7) 一种像素电路,其包括:
- [0167] 放大区域,其放大被光电转换的电荷;
- [0168] 阴极电极,从该阴极电极输出被放大的电荷;
- [0169] 参考电极,其被施加预定的参考电势;
- [0170] 晶体管,在晶体管中,低于预定的参考电势的负偏压被施加到栅极;和
- [0171] 势垒区域,其设置在晶体管和放大区域之间。
- [0172] (8) 一种光电二极管的制造方法,该方法包括:
- [0173] 形成放大被光电转换的电荷的放大区域的放大区域形成步骤;
- [0174] 形成钉扎区域的钉扎区域形成步骤,该钉扎区域的杂质浓度低于施加有预定的参考电势的参考电极的杂质浓度;和
- [0175] 在钉扎区域中埋入参考电极和阴极电极的电极形成步骤,其中,从该阴极电极输出被放大的电荷。
- [0176] (9) 一种光电二极管的制造方法,该方法包括:
- [0177] 形成放大被光电转换的电荷的放大区域的放大区域形成步骤;
- [0178] 形成钉扎区域的钉扎区域形成步骤;和
- [0179] 在钉扎区域中埋入一对电极的电极形成步骤,其中,从这对电极输出被放大的电荷,并且这对电极具有相同的电势。
- [0180] (10)
- [0181] 一种雪崩光电二极管传感器,其包括:
- [0182] 光电转换区域,所述光电转换区域设置在基板中并将入射光转换成电荷;
- [0183] 第一导电类型的第一区域,所述第一区域位于所述光电转换区域上;
- [0184] 阴极,所述阴极以与所述第一区域相邻的方式设置在所述基板中,并且所述阴极连接到所述光电转换区域;
- [0185] 阳极,所述阳极以与所述阴极相邻的方式设置在所述基板中;以及

[0186] 第一导电类型的触点,所述触点设置在所述基板中,所述第一区域的杂质浓度不同于所述触点的杂质浓度。

[0187] (11)

[0188] 根据(10)的雪崩光电二极管传感器,其中,所述第一区域的杂质浓度低于所述触点的杂质浓度。

[0189] (12)

[0190] 根据(10)至(11)中的一者或多者的雪崩光电二极管传感器,还包括:

[0191] 第一导电类型的第二区域,所述第二区域设置在所述基板中并且位于所述光电转换区域和所述第一区域之间,其中,所述第一区域的杂质浓度高于所述第二区域的杂质浓度。

[0192] (13)

[0193] 根据(10)至(12)中的一者或多者的雪崩光电二极管传感器,还包括:

[0194] 绝缘结构,所述绝缘结构形成在所述基板中且位于所述光电转换区域和相邻的光电转换区域之间。

[0195] (14)

[0196] 根据(10)至(13)中的一者或多者的雪崩光电二极管传感器,其中,所述阴极位于所述阳极和所述第一区域之间。

[0197] (15)

[0198] 根据(10)至(14)中的一者或多者的雪崩光电二极管传感器,还包括:

[0199] 位于所述基板的受光面上的膜。其中,所述膜位于所述绝缘结构的侧表面上。

[0200] (16)

[0201] 根据(10)至(15)中的一者或多者的雪崩光电二极管传感器,其中,在平面图中,所述第一区域围绕所述触点,并且所述阴极围绕所述第一区域。

[0202] (17)

[0203] 根据(10)至(16)中的一者或多者的雪崩光电二极管传感器,其中,在所述平面图中,所述阳极围绕所述阴极。

[0204] (18)

[0205] 根据(10)至(17)中的一者或多者的雪崩光电二极管传感器,其中,在所述平面图中,所述触点位于所述第一区域的中心区域。

[0206] (19)

[0207] 根据(10)至(18)中的一者或多者的雪崩光电二极管传感器,其中,所述触点和所述阴极连接到接收第一电压的第一信号线,且其中,所述阳极连接到接收第二电压的第二信号线。

[0208] (20)

[0209] 根据(10)至(19)中的一者或多者的雪崩光电二极管传感器,其中,所述阳极、所述阴极和所述第一区域是矩形或圆形。

[0210] (21)

[0211] 根据(10)至(20)中的一者或多者的雪崩光电二极管传感器,其中,在平面图中,所述第一区域围绕所述阴极,所述触点围绕所述第一区域,且所述阳极围绕所述触点。



- [0212] (22)
- [0213] 根据(10)至(21)中的一者或多者的雪崩光电二极管传感器,还包括:
- [0214] 晶体管,其包括;
- [0215] 形成在所述第一区域中的源极和漏极;
- [0216] 氧化层,所述氧化层位于所述第一区域上;和
- [0217] 栅极,所述栅极位于所述氧化层上。
- [0218] (23)
- [0219] 一种雪崩光电二极管传感器,其包括:
- [0220] 光电转换区域,所述光电转换区域设置在基板中并将入射光转换成电荷;
- [0221] 第一导电类型的第一区域,所述第一区域设置在所述基板中;
- [0222] 阴极,所述阴极以与所述第一区域相邻的方式设置在所述基板中,并且所述阴极连接到所述光电转换区域;
- [0223] 阳极,所述阳极以与所述阴极相邻的方式设置在所述基板中;以及
- [0224] 第一导电类型的触点,所述触点设置在所述第一区域中,所述第一区域的杂质浓度低于所述触点的杂质浓度。
- [0225] (24)
- [0226] 根据(23)的雪崩光电二极管传感器,还包括:
- [0227] 第一导电类型的第二区域,所述第二区域设置在所述基板中并且位于所述光电转换区域和所述第一区域之间。
- [0228] (25)
- [0229] 根据(23)至(24)中的一者或多者的雪崩光电二极管传感器,其中,所述第一区域的杂质浓度高于所述第二区域的杂质浓度。
- [0230] (26)
- [0231] 根据(23)至(25)中的一者或多者的雪崩光电二极管传感器,还包括:
- [0232] 绝缘结构,所述绝缘结构形成在所述基板中且位于所述光电转换区域和相邻的光电转换区域之间。
- [0233] (27)
- [0234] 根据(23)至(26)中的一者或多者的雪崩光电二极管传感器,还包括:
- [0235] 位于所述基板的受光面上的膜,其中,所述膜位于所述绝缘结构的侧表面上。
- [0236] (28)
- [0237] 根据(23)至(27)中的一者或多者的雪崩光电二极管传感器,其中,在平面图中,所述第一区域围绕所述触点,并且所述阴极围绕所述第一区域。
- [0238] (29)
- [0239] 一种雪崩光电二极管传感器,其包括:
- [0240] 光电转换区域,所述光电转换区域设置在基板中并将入射光转换为电荷;
- [0241] 第一导电类型的第一区域,所述第一区域位于所述光电转换区域上;
- [0242] 第一电极,所述第一电极以与所述第一区域相邻的方式设置在所述基板中,并且所述第一电极连接到所述光电转换区域;
- [0243] 第二电极,所述第二电极以与所述第一电极相邻的方式设置在所述基板中;以及

[0244] 第一导电类型的第三电极,所述第三电极设置在所述第一区域中,所述第一区域的杂质浓度低于所述第三电极的杂质浓度。

[0245] 本领域技术人员应该理解,可以根据设计要求和因素进行各种修改、组合、子组合和替换,只要它们在所附权利要求或其等同物的范围内即可。

[0246] 附图标记的列表

[0247] 100 测距模块

[0248] 110 发光单元

[0249] 120 控制单元

[0250] 130 测距计算单元

[0251] 200 受光单元

[0252] 210 像素阵列单元

[0253] 220 像素电路

[0254] 221 电阻器

[0255] 230 读出电路

[0256] 300 光电二极管

[0257] 310 阳极电极

[0258] 320 阴极电极

[0259] 330 钉扎区域

[0260] 340 势垒区域

[0261] 350 触点

[0262] 360 放大区域

[0263] 361 N层

[0264] 362 P层

[0265] 370 耗尽层

[0266] 380 绝缘区域

[0267] 385 覆盖膜

[0268] 390 晶体管

[0269] 391 金属层

[0270] 392 氧化膜

[0271] 393 半导体层

[0272] 401、402 基板

[0273] 410 抛光装置

[0274] 12030 车外信息检测单元

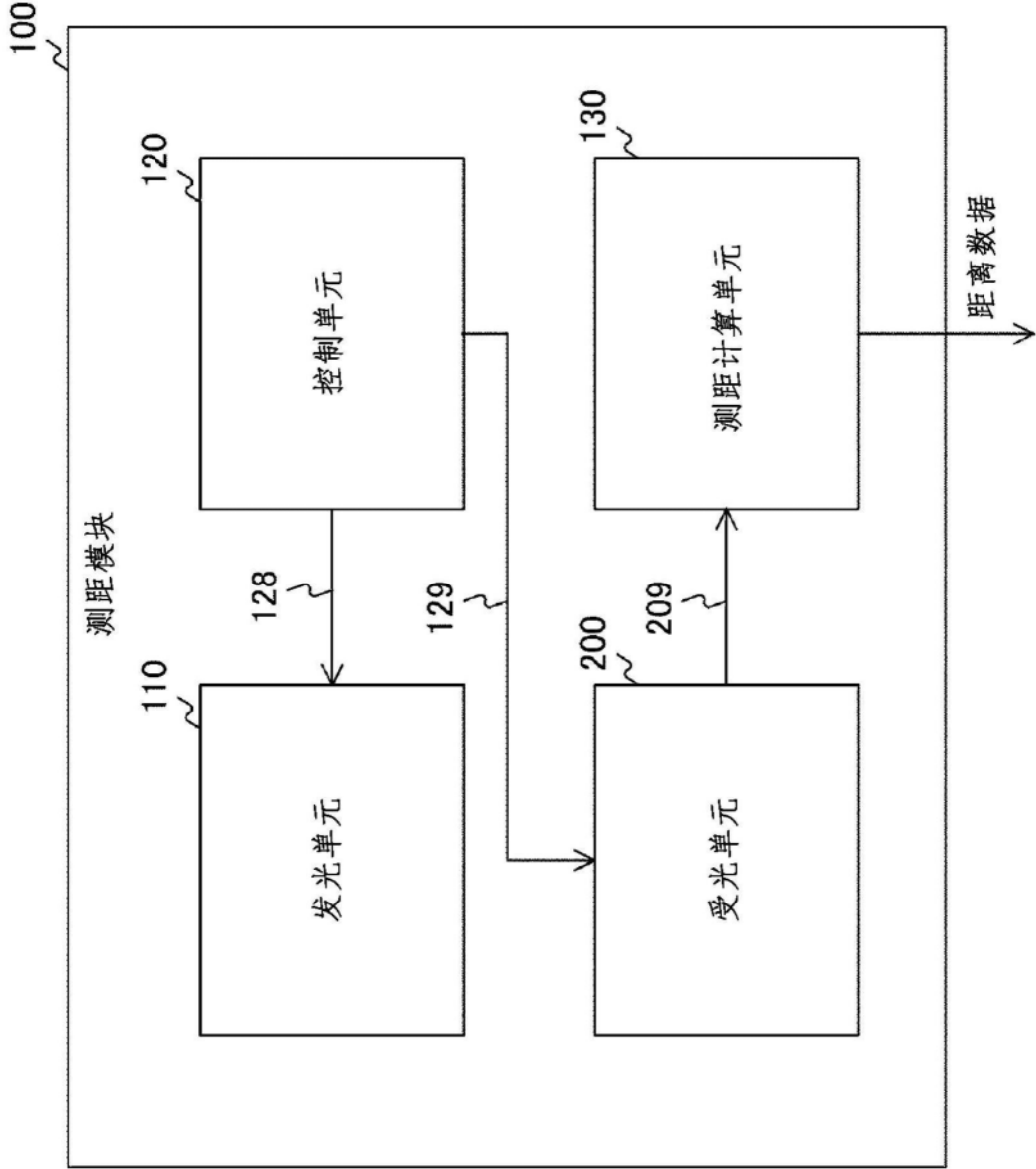


图1

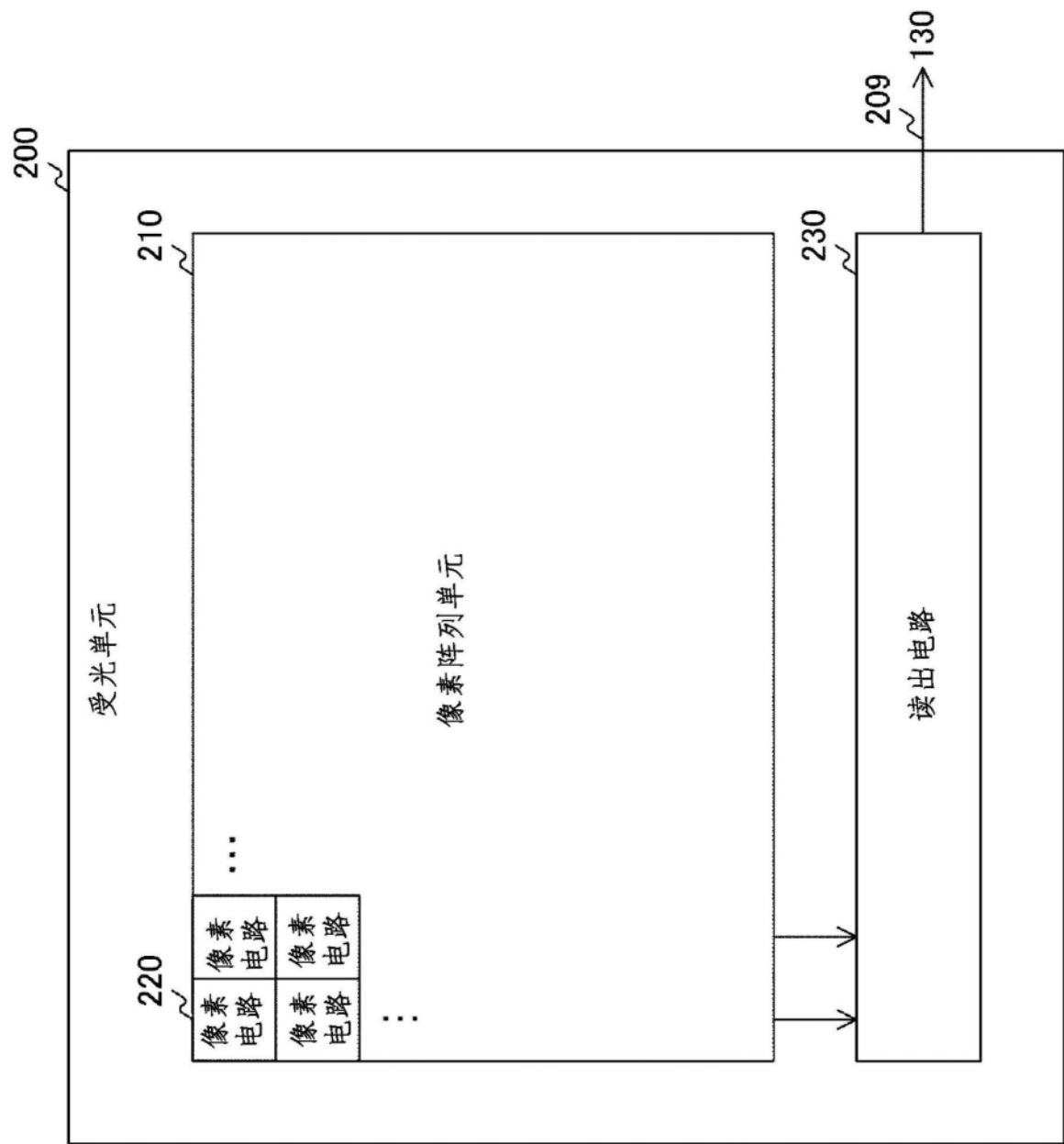


图2

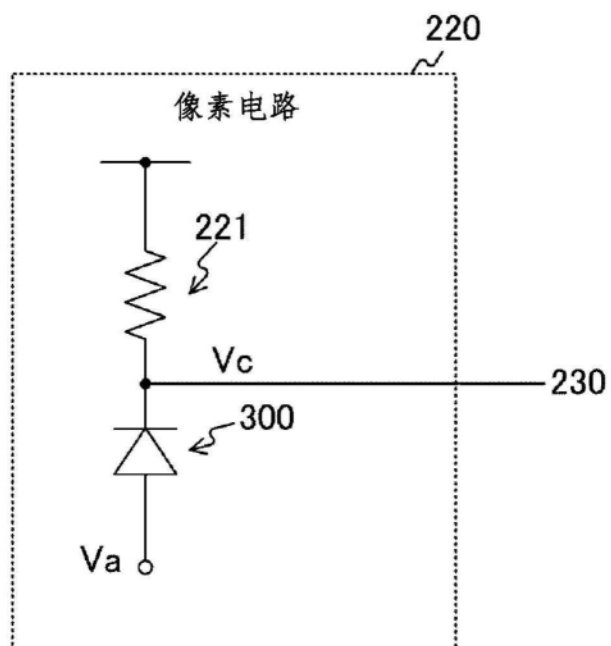


图3

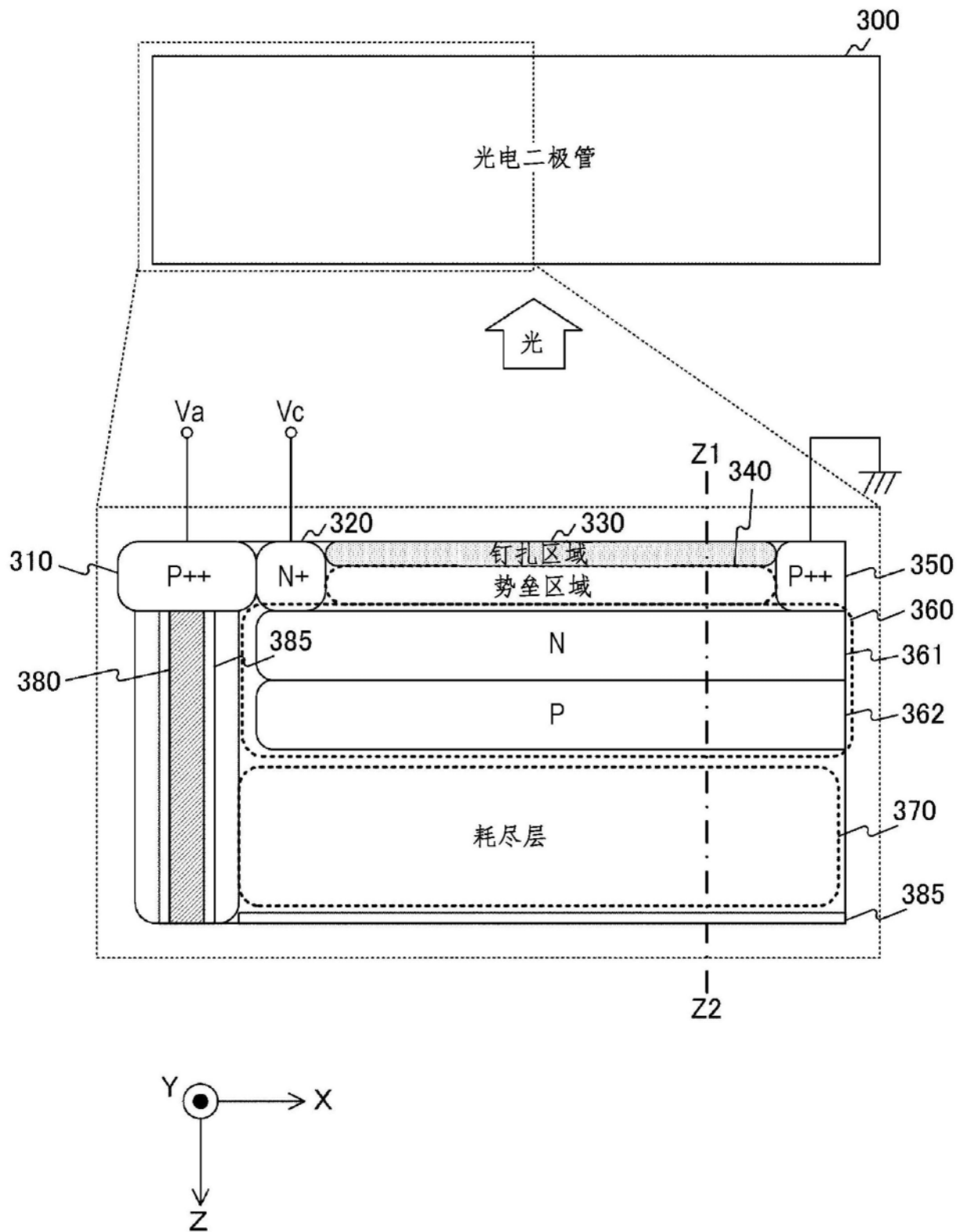


图4

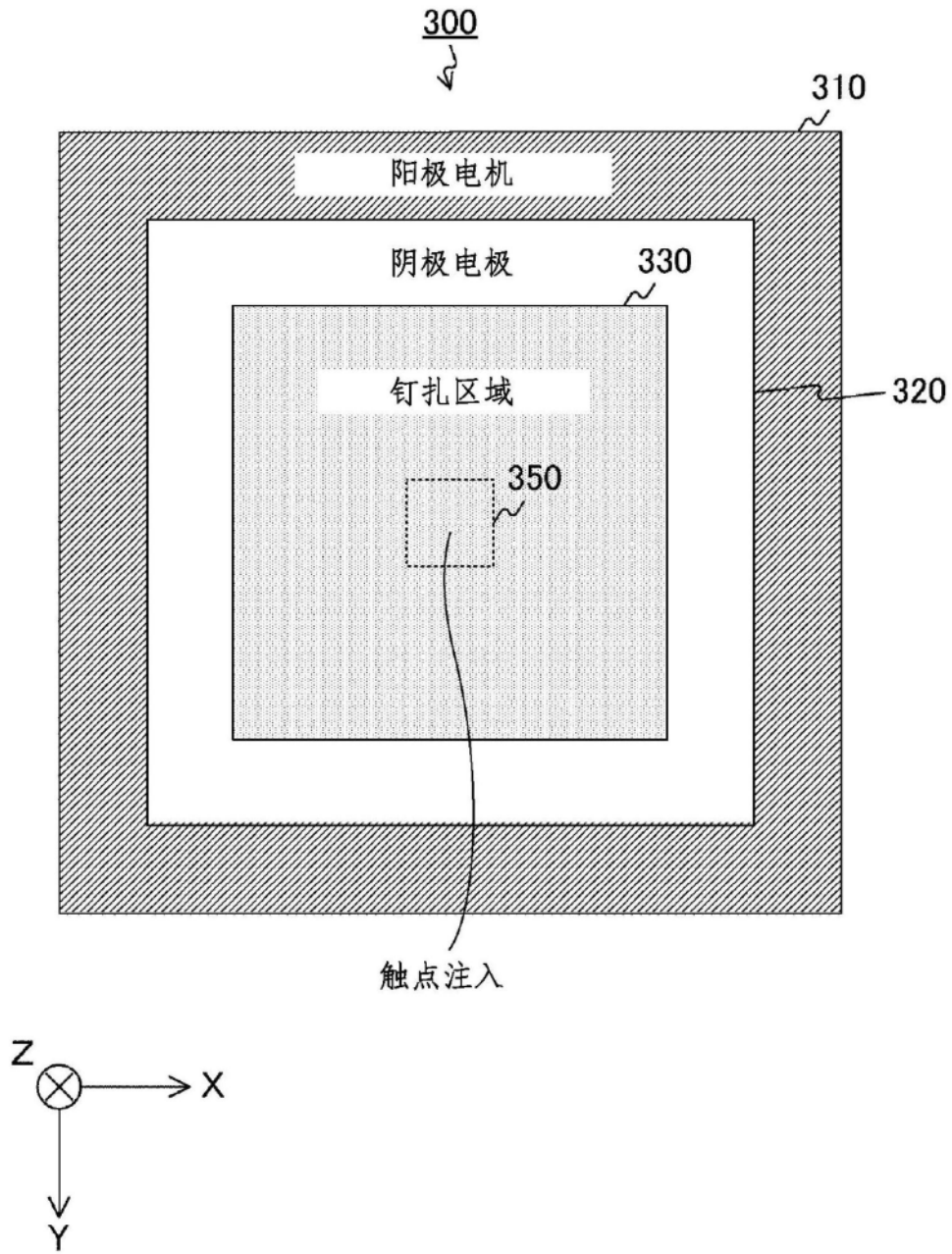


图5

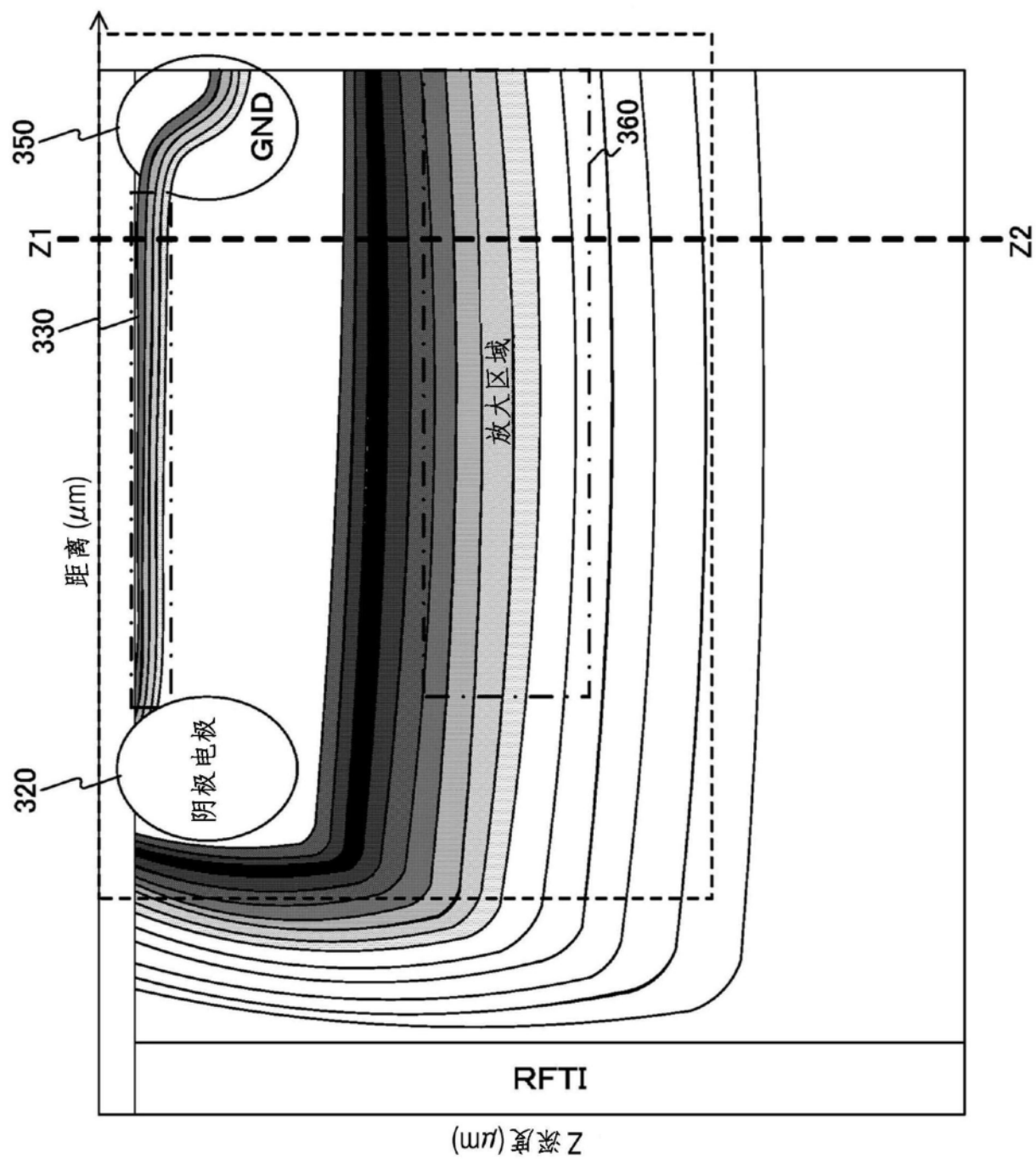


图6



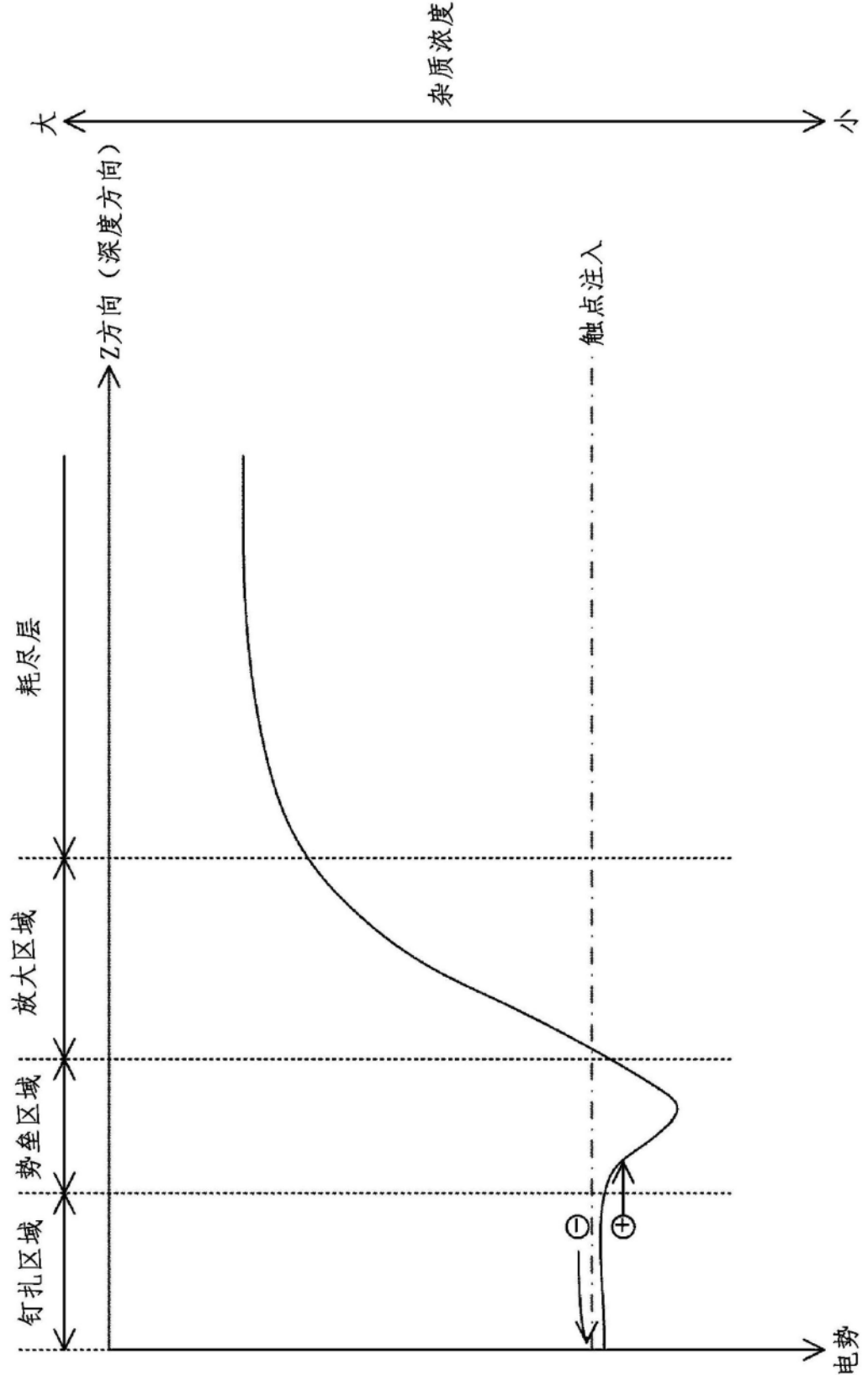


图7

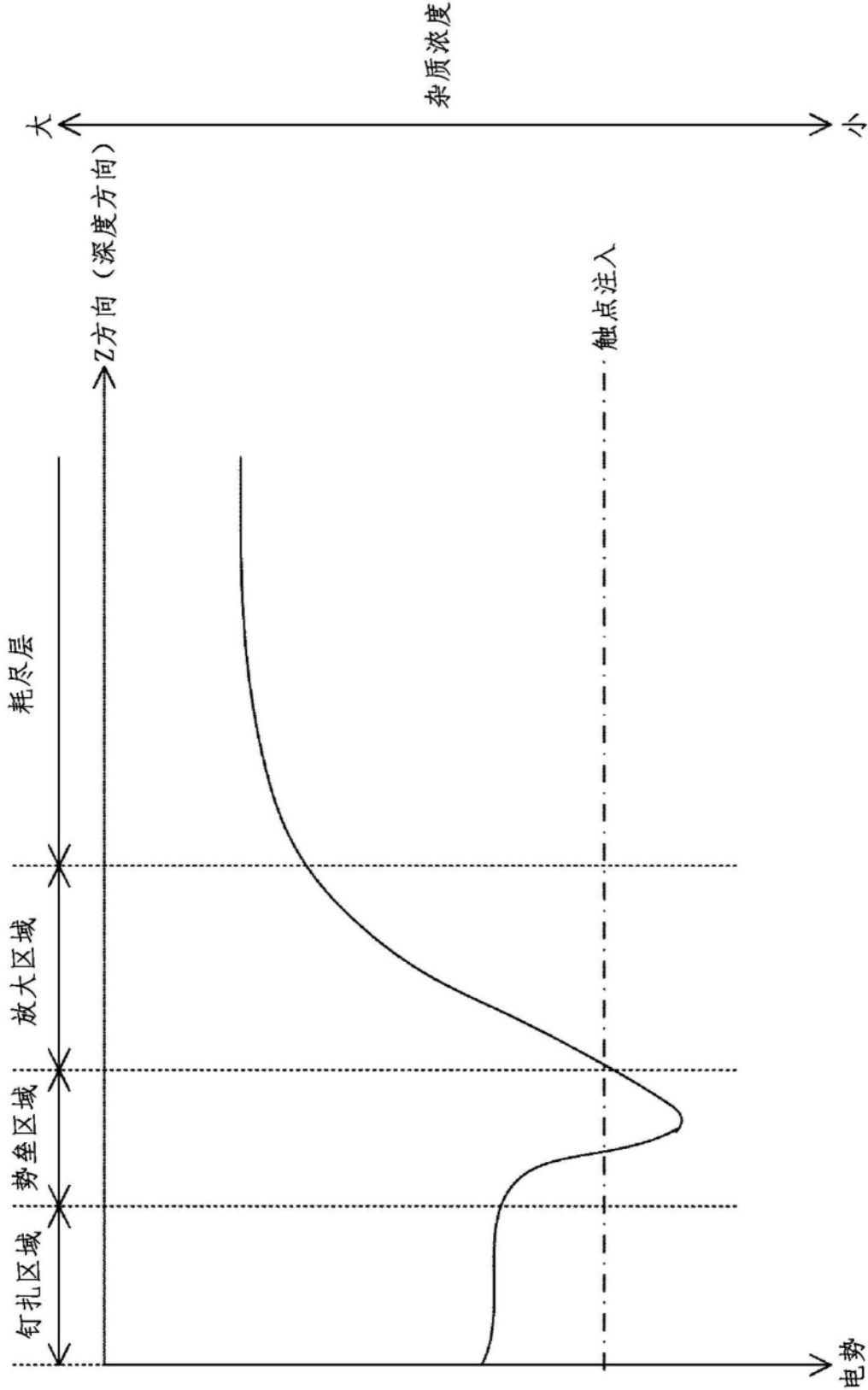


图8

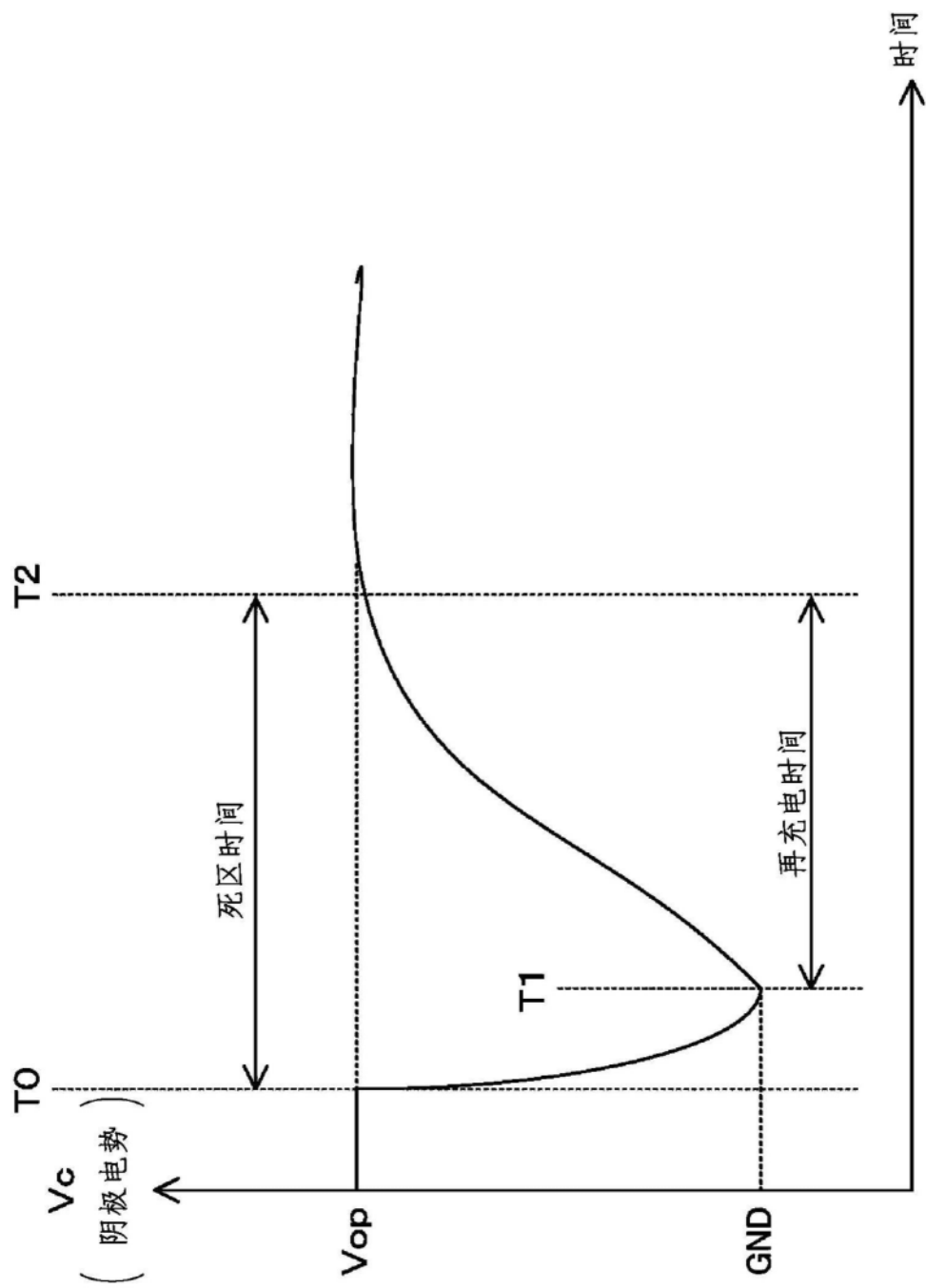


图9

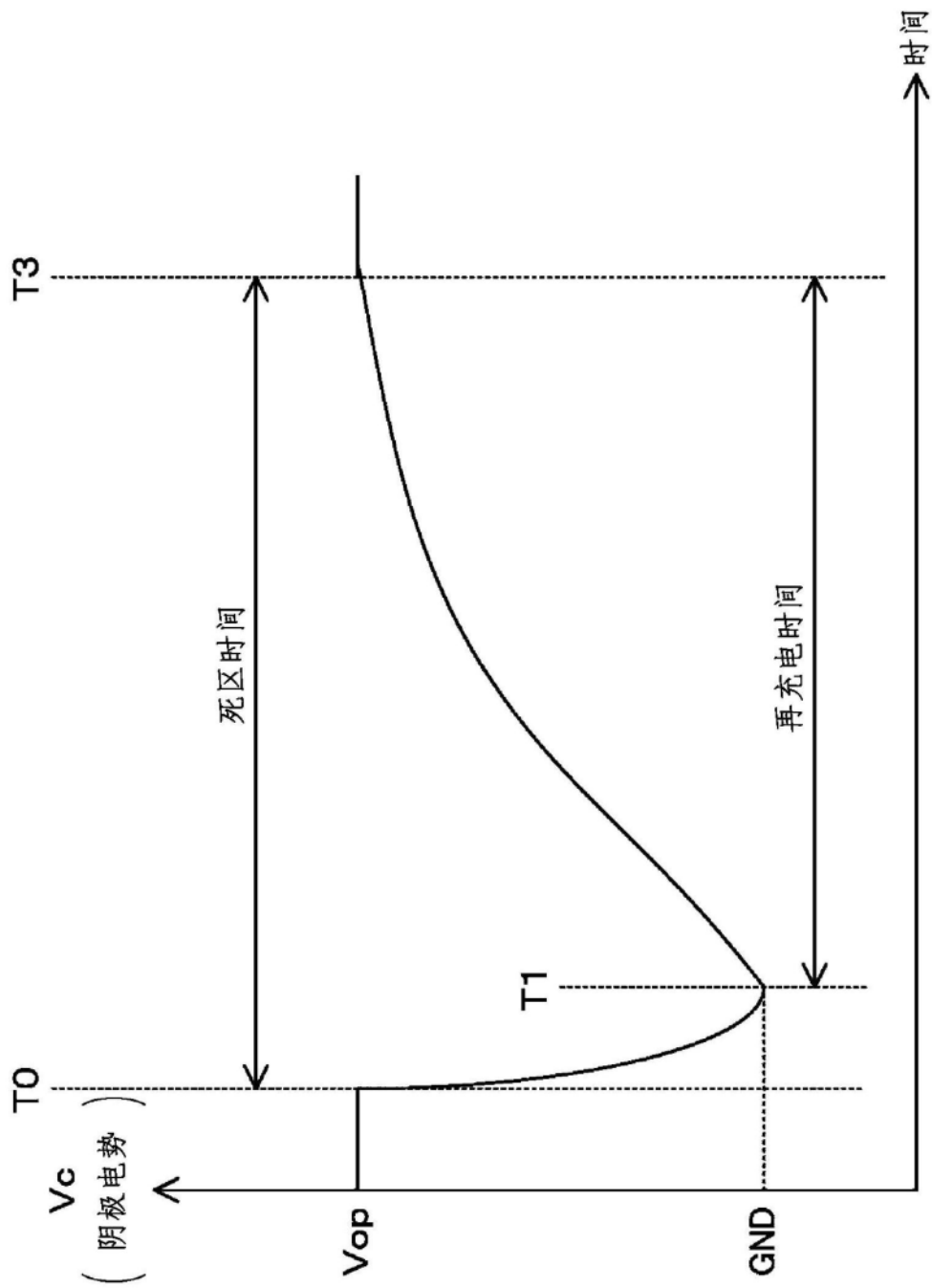


图10

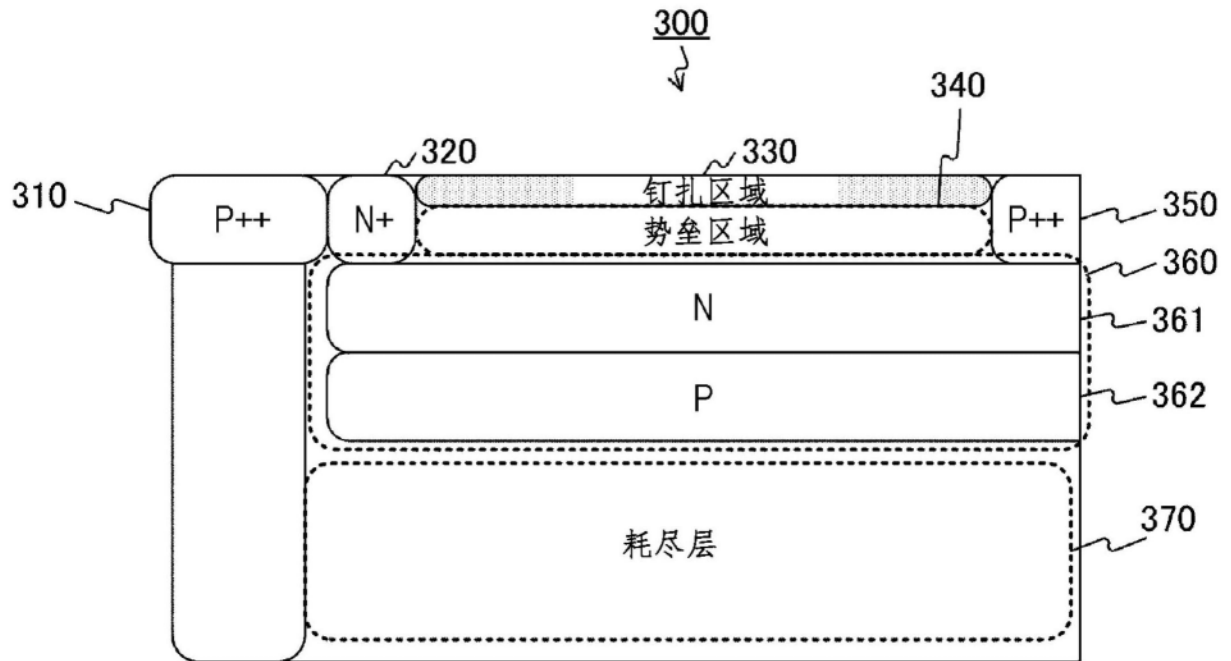


图11

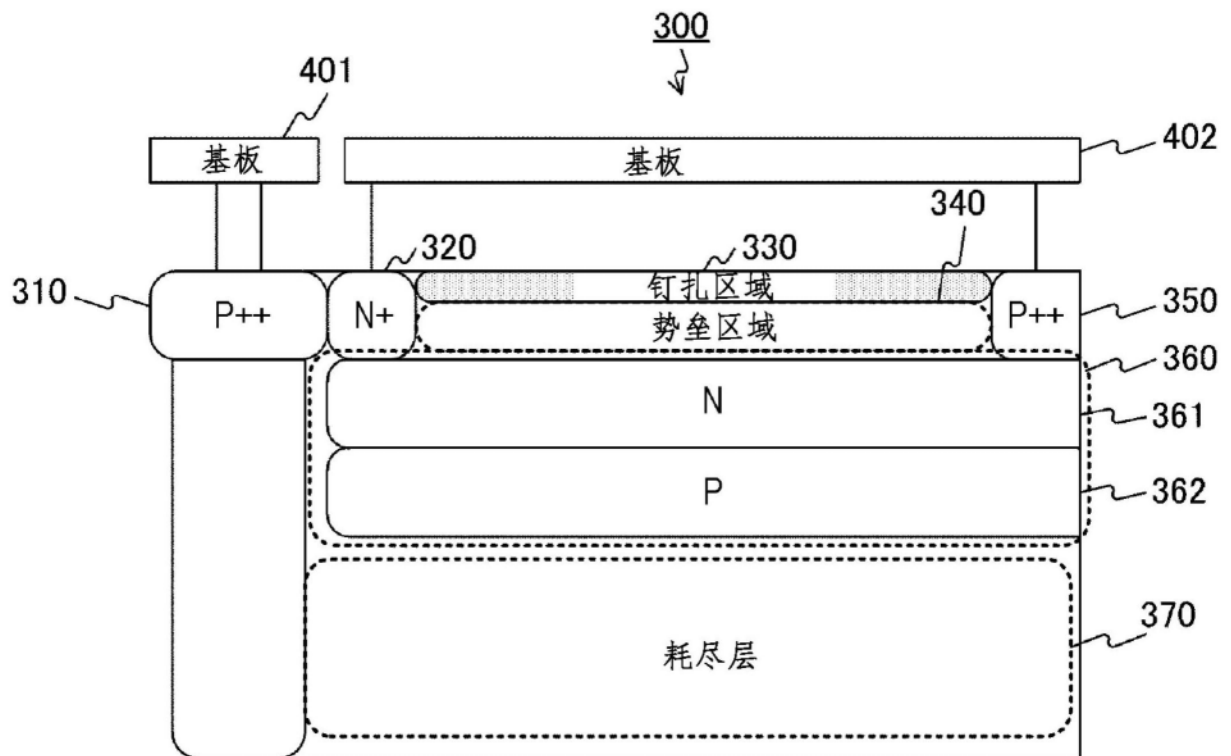


图12

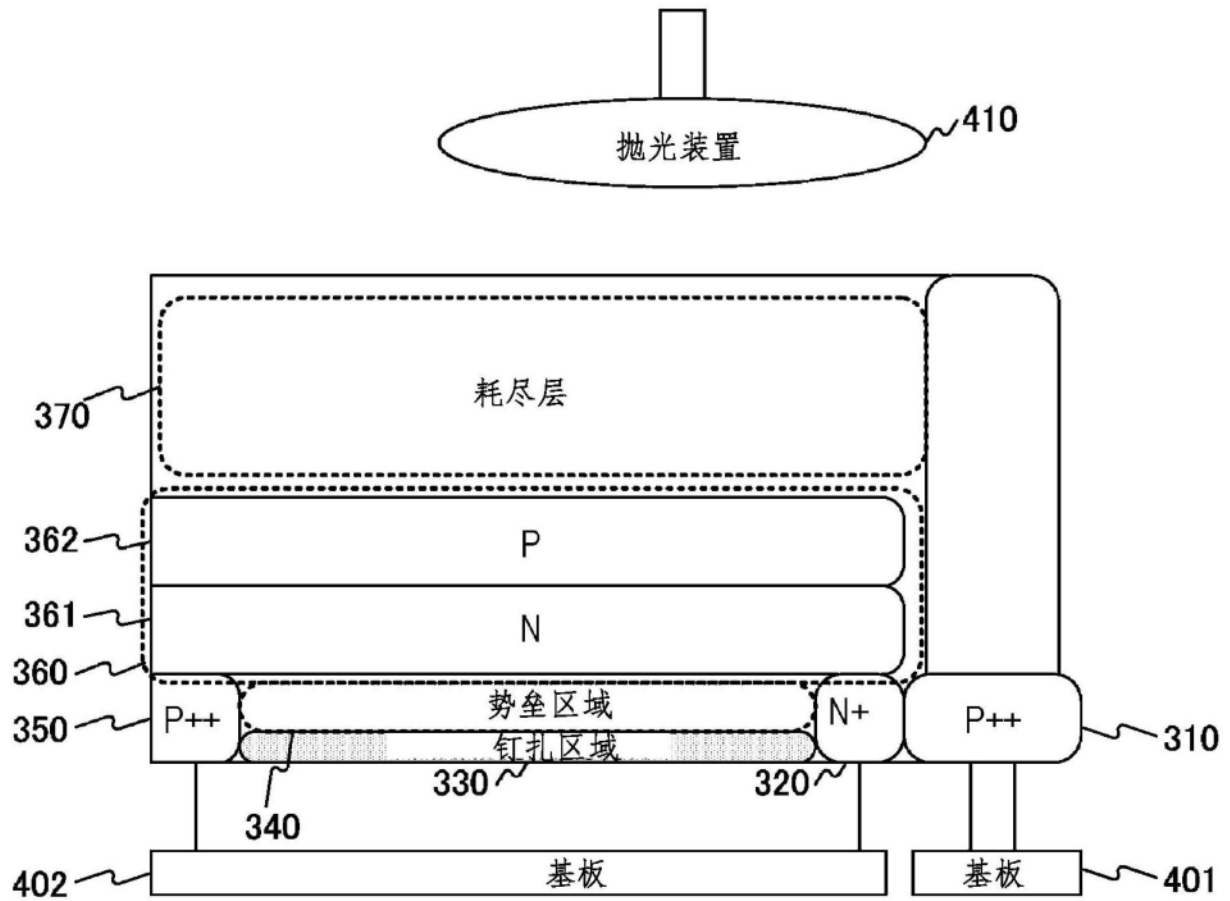


图13

300

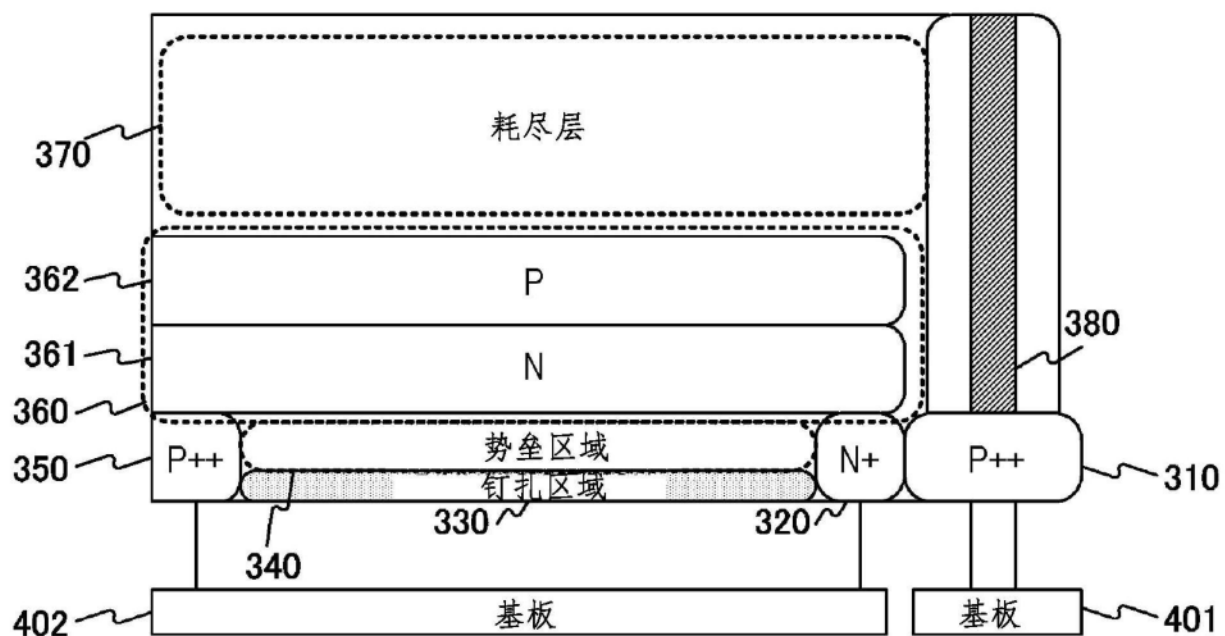


图14

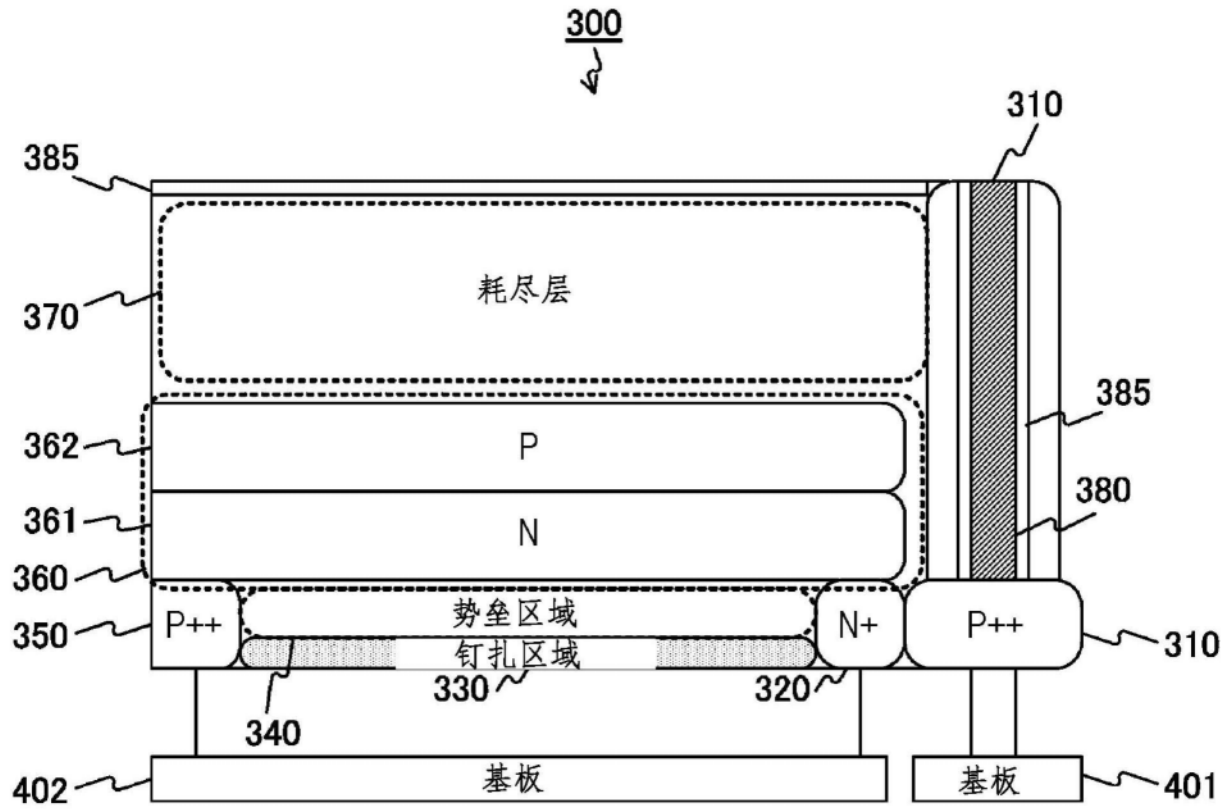


图15



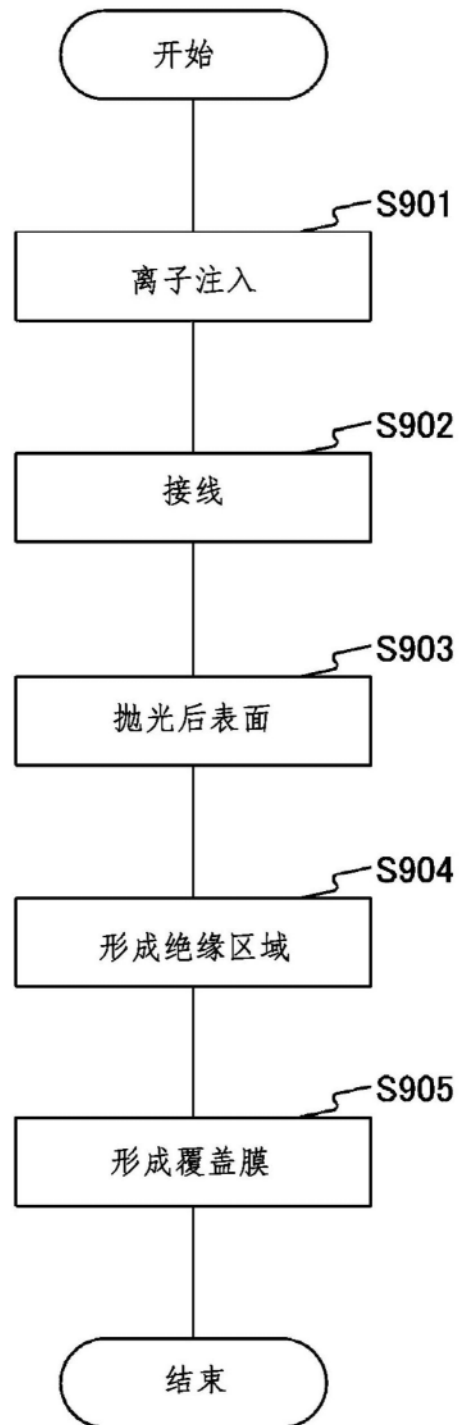


图16

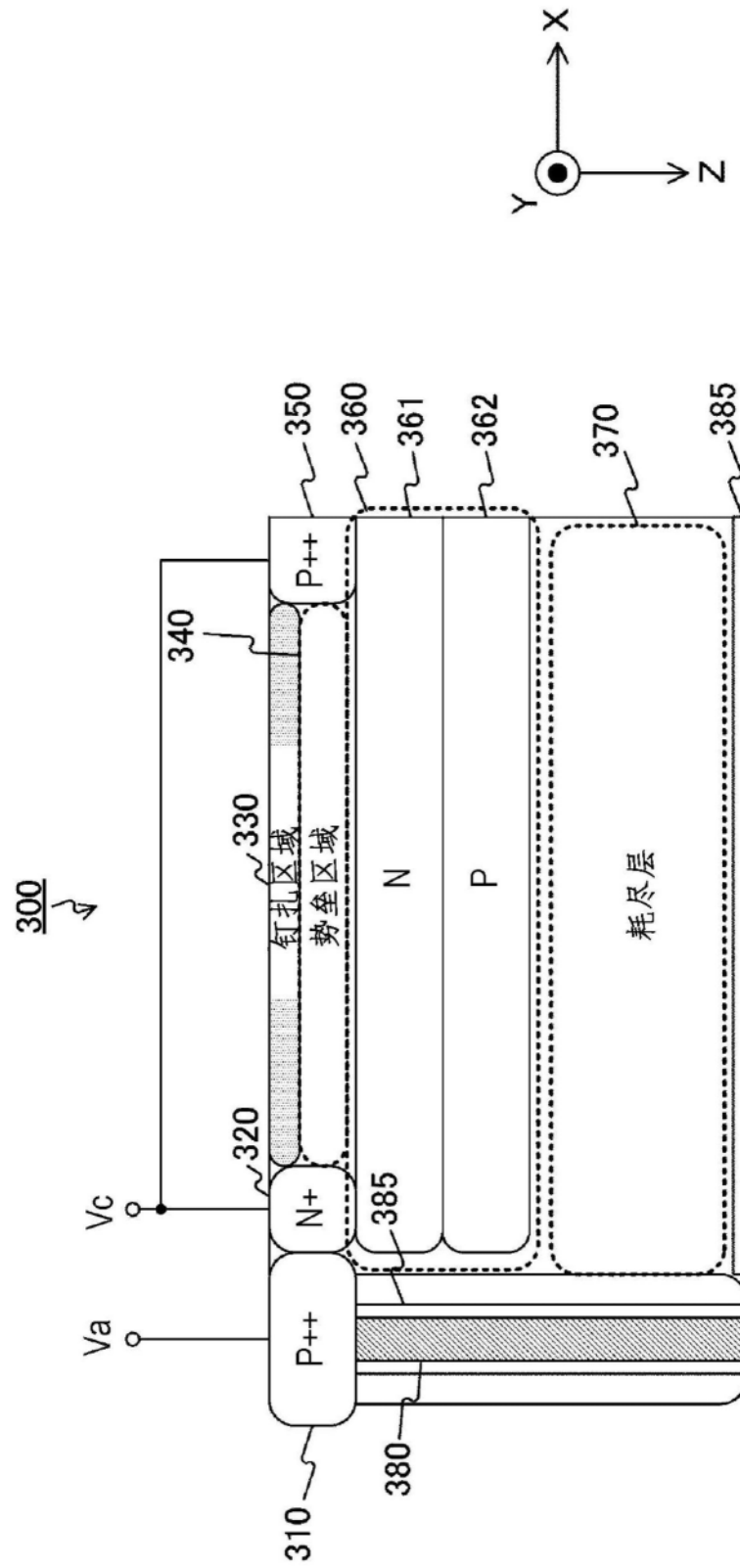


图17

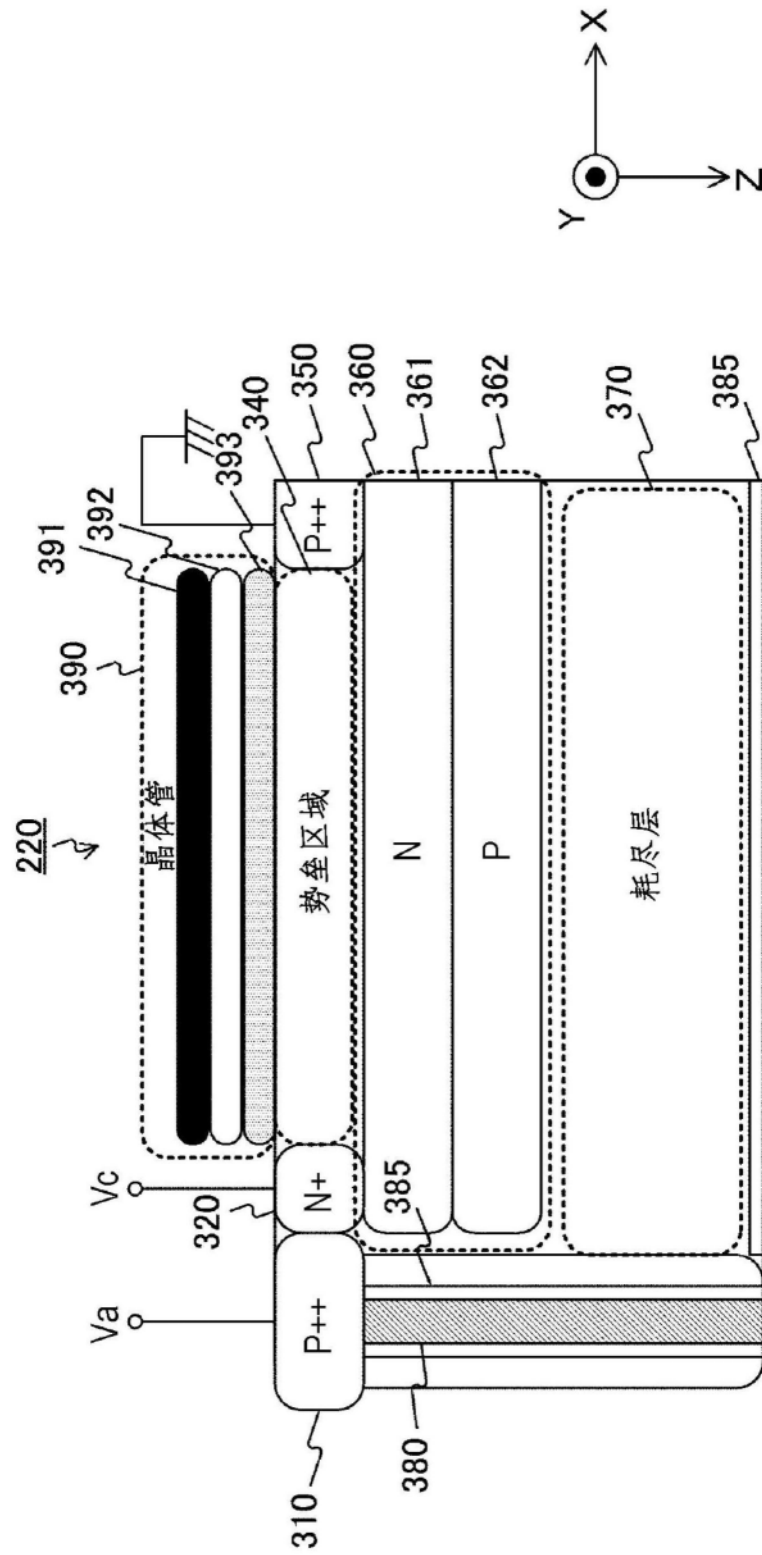


图18

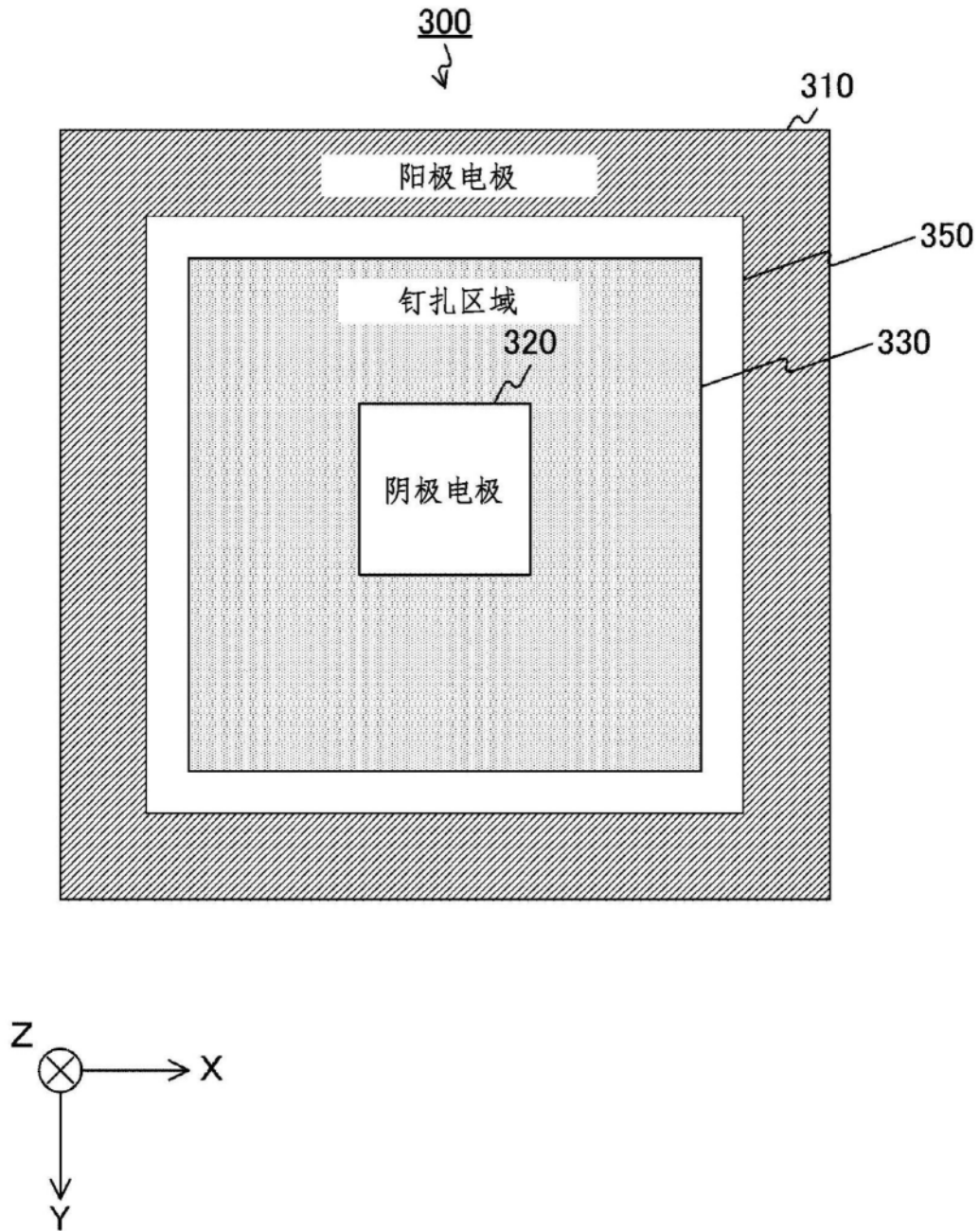


图19

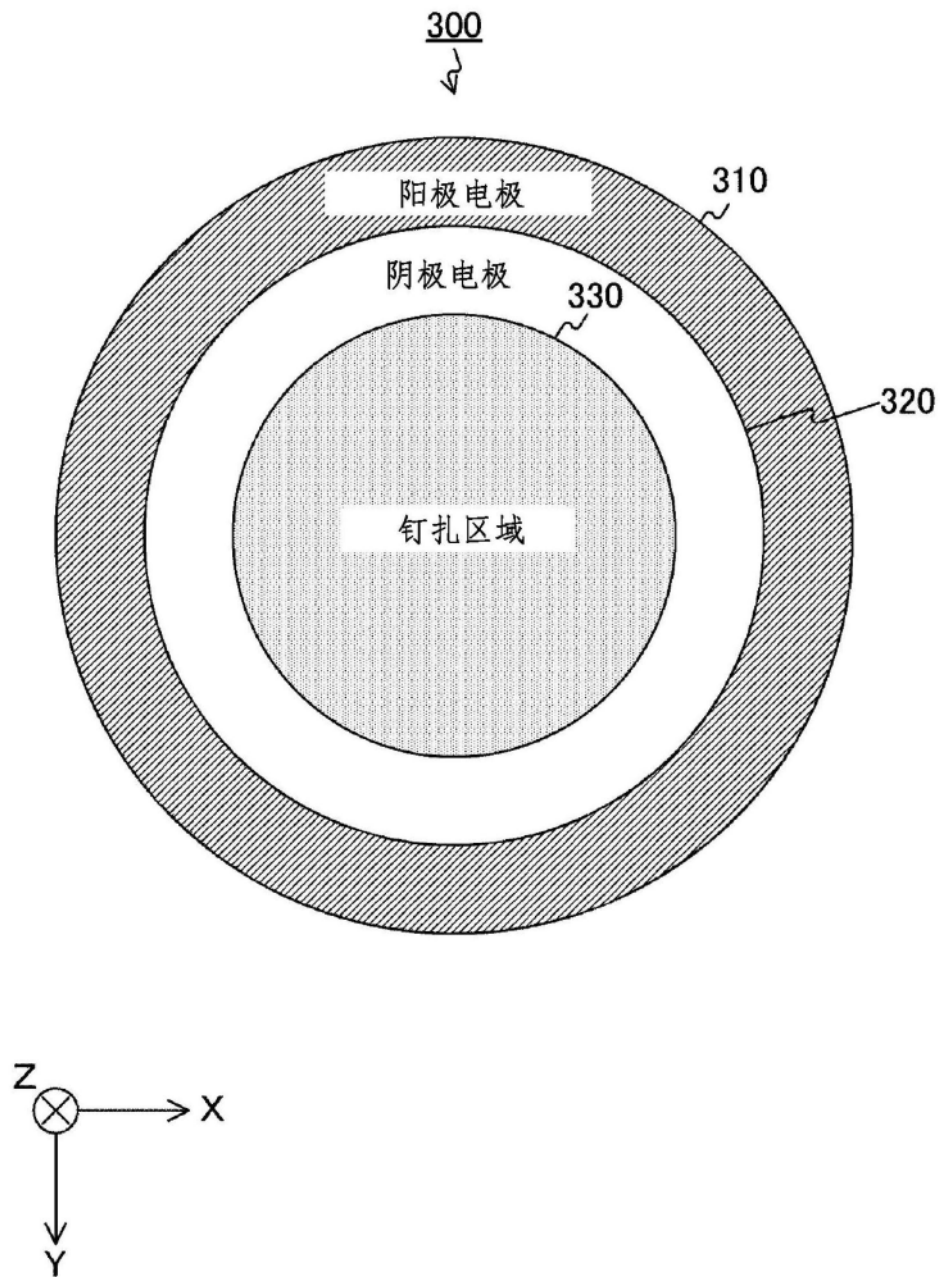


图20

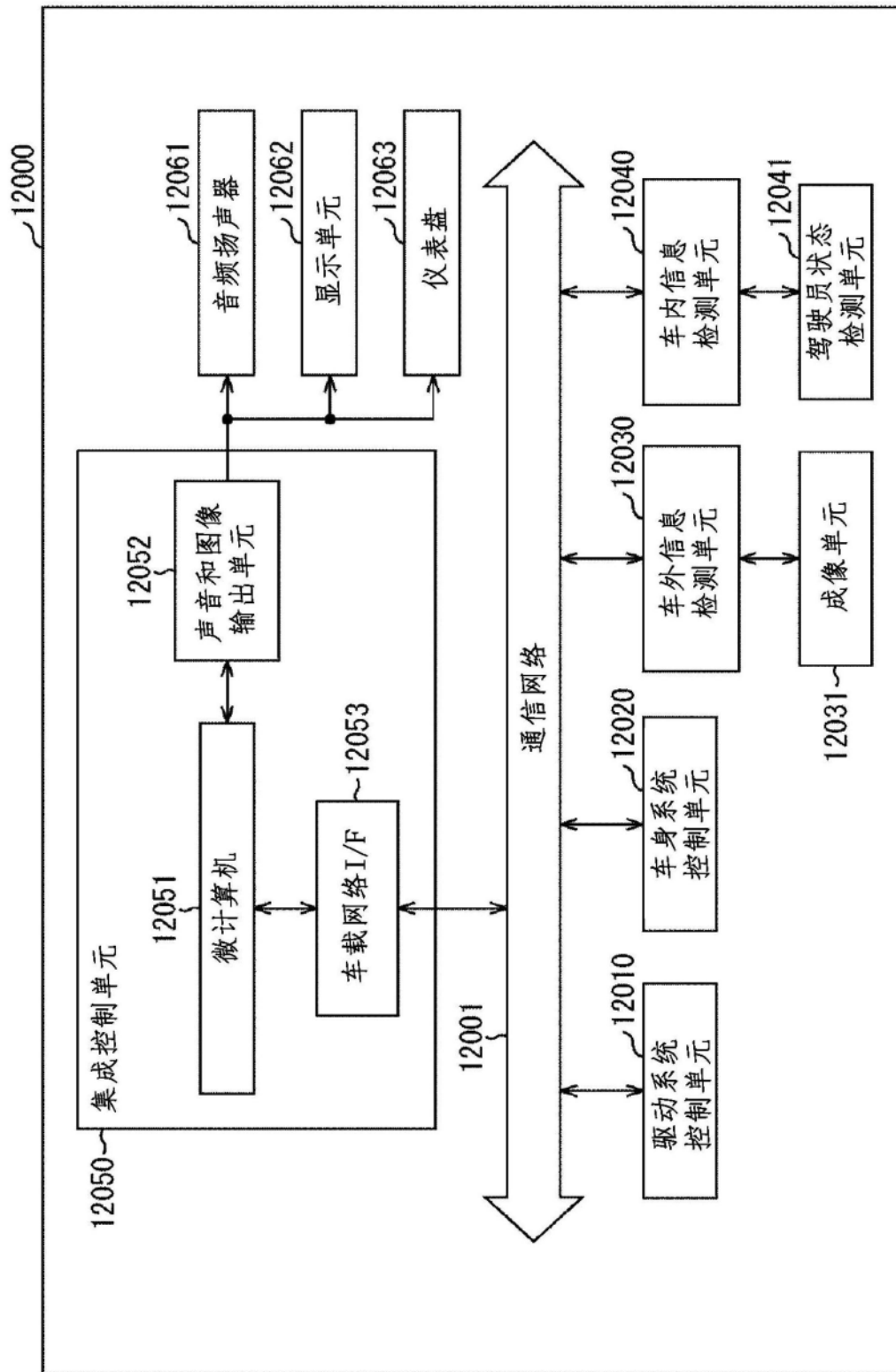


图21

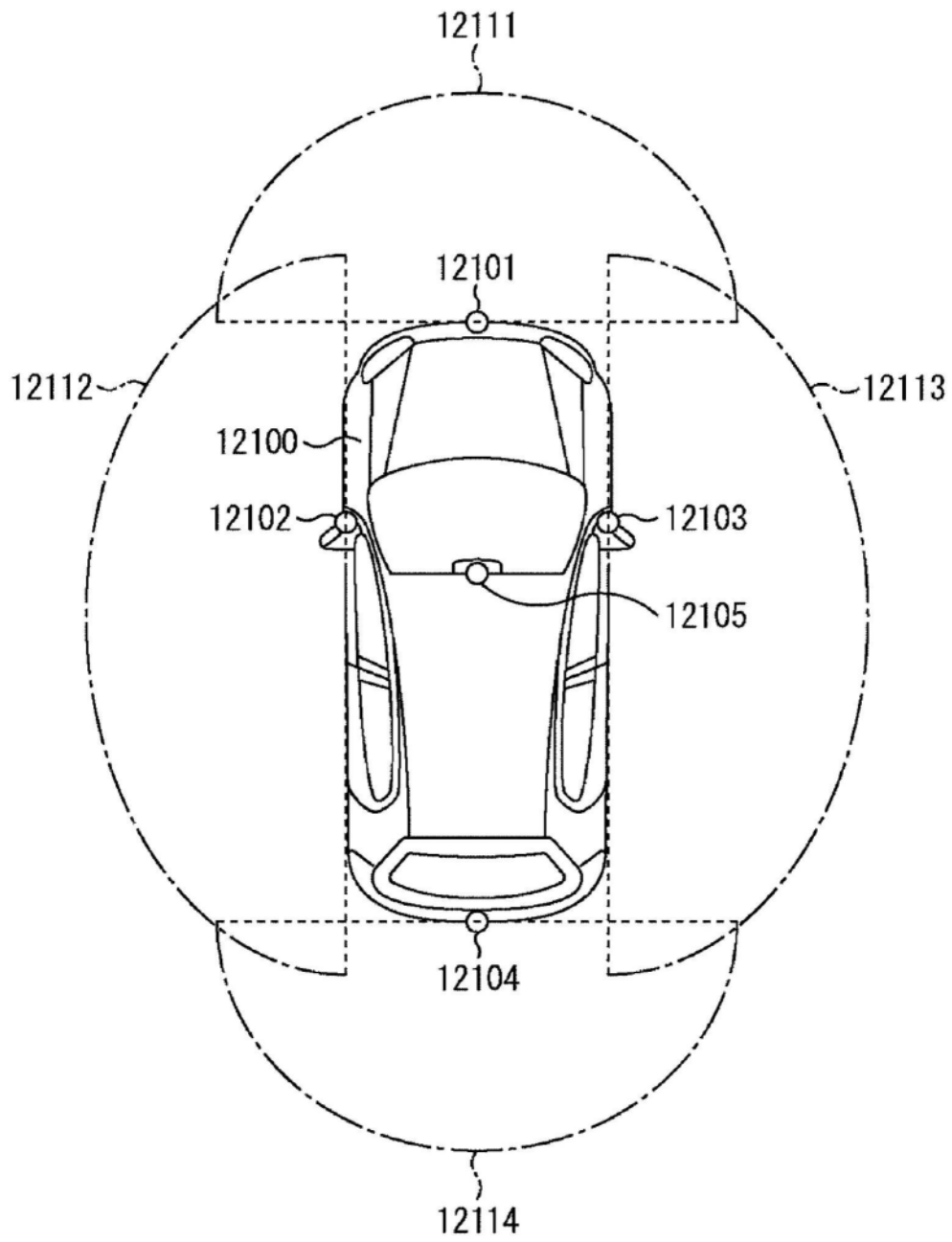


图22