



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105745765 A

(43)申请公布日 2016.07.06

(21)申请号 201480058890.X

(22)申请日 2014.10.30

(30)优先权数据

2013-225132 2013.10.30 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.04.26

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2014/078913 2014.10.30

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/064697 JA 2015.05.07

(71)申请人 京瓷株式会社

地址 日本京都府

(72)发明人 藤本直树

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

代理人 李国华

(51)Int.Cl.

H01L 31/12(2006.01)

G01J 1/02(2006.01)

H01L 33/02(2006.01)

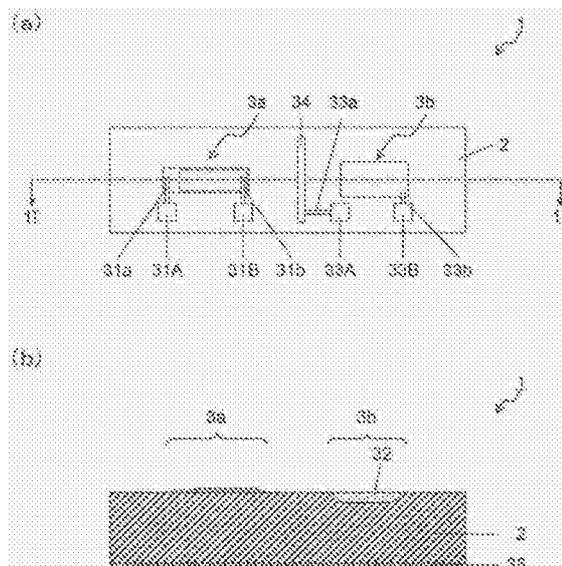
权利要求书1页 说明书8页 附图5页

## (54)发明名称

受光发光元件以及使用该受光发光元件的传感器装置

## (57)摘要

本发明的受光发光元件(1)具备:一导电型的半导体基板(2);具有层叠在半导体基板(2)的上表面的多个半导体层的发光元件(3a);在半导体基板(2)的上表面侧具有掺杂了逆导电型的杂质的逆导电型半导体区域(32)的受光元件(3b);和配置在半导体基板(2)的上表面并且成为受光元件(3b)的电极的第1电极焊盘(33A),一导电型的半导体基板(2)中的杂质浓度是第1电极焊盘(33A)的正下方的区域高于其他区域。



1. 一种受光发光元件,其特征在于,具备:  
一导电型的半导体基板;  
发光元件,其具有层叠在该半导体基板的上表面的多个半导体层;  
受光元件,其在所述半导体基板的上表面侧具有掺杂了逆导电型的杂质的逆导电型半导体区域;和  
第1电极焊盘,其配置在所述半导体基板的上表面,并且成为所述受光元件的电极,  
所述一导电型的半导体基板中的杂质浓度是所述第1电极焊盘的正下方的区域高于其他区域。
2. 根据权利要求1所述的受光发光元件,其特征在于,  
所述第1电极焊盘的正下方的区域中的杂质和构成与所述半导体基板的上表面相接的所述半导体层的元素中的至少1个相同。
3. 根据权利要求1或2所述的受光发光元件,其特征在于,  
所述多个半导体层包含一导电型的接触层,  
所述受光发光元件还具备:第2电极,其配置在该接触层的上表面,并且成为所述发光元件的电极,  
该第2电极以及所述第1电极焊盘由相同材料构成。
4. 根据权利要求1~3中任一项所述的受光发光元件,其特征在于,  
所述半导体基板上的所述第1电极焊盘的正下方的区域具有向所述第1电极焊盘侧突出的突出部。
5. 根据权利要求4所述的受光发光元件,其特征在于,  
所述第1电极焊盘覆盖了所述突出部。
6. 根据权利要求1~5中任一项所述的受光发光元件,其特征在于,  
所述第1电极焊盘位于所述发光元件与所述受光元件之间的区域。
7. 根据权利要求1~6中任一项所述的受光发光元件,其特征在于,  
所述半导体基板在所述第1电极焊盘与所述发光元件之间还具有槽。
8. 一种传感器装置,其使用了权利要求1~7中任一项所述的受光发光元件,所述传感器装置的特征在于,  
从所述发光元件向被照射物照射光,根据对应于来自该被照射物的反射光而输出的来自所述受光元件的输出电流,来检测所述被照射物的位置信息、距离信息以及浓度信息之中的至少1个。

## 受光发光元件以及使用该受光发光元件的传感器装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及受光发光元件以及使用了该受光发光元件的传感器装置。

### 背景技术

[0002] 以往,提出了各种传感器装置,从发光元件向被照射物照射光,通过受光元件来接收对于向被照射物入射的光的反射光,由此来检测被照射物的特性。该传感器装置被利用在广泛的领域中,例如,在涉及到光电断路器、光电耦合器、远程控制单元、IrDA(Infrared Data Association,红外数据协会)通信设备、光纤通信用装置、还有原稿尺寸传感器等许多方面的应用中被运用。

[0003] 作为这样的传感器装置,记载了一种受光发光元件,其在由硅构成的半导体基板的一个表面掺杂杂质,并将担负受光功能的浅pn结区域与担负发光功能的深pn结区域相邻配置。而且,在半导体基板的表面,配置有担负受光功能的pn结区域的p侧电极以及n侧电极。(例如参照JP特开平8-46236号公报。)

[0004] 但是,在同一硅基板上一体地形成了受光元件与发光元件的情况下,在使发光元件驱动时,有时漏电流(所谓噪声电流)会从发光元件经由硅基板而流入到受光元件。该漏电流作为误差成分(噪声)而混入到来自受光元件的输出电流(根据受光强度而输出的电流)中。因此,在现有的受光发光元件中,由于这样的噪声电流的产生,有可能导致受光元件对反射光的探测精度下降。

[0005] 本发明鉴于上述问题点而作,其目的在于提供一种高传感性能的受光发光元件以及使用了该受光发光元件的传感器装置。

### 发明内容

[0006] 本发明的受光发光元件具备:一导电型的半导体基板;发光元件,其具有层叠在该半导体基板的上表面的多个半导体层;受光元件,其在所述半导体基板的上表面侧具有掺杂了逆导电型的杂质的逆导电型半导体区域;和第1电极焊盘,其配置在所述半导体基板的上表面,并且成为所述受光元件的电极,所述一导电型的半导体基板中的杂质浓度是所述第1电极焊盘的正下方的区域高于其他区域。

[0007] 本发明的传感器装置是使用了上述任意一项的本发明的受光发光元件的传感器装置,其从所述发光元件向被照射物照射光,根据对应于来自该被照射物的反射光而输出的来自所述受光元件的输出电流,来检测所述被照射物的位置信息、距离信息以及浓度信息之中的至少1个。

[0008] 根据本发明的受光发光元件,具备:一导电型的半导体基板、具有层叠在该半导体基板的上表面的多个半导体层的发光元件、在所述半导体基板的上表面侧具有掺杂了逆导电型的杂质的逆导电型半导体区域的受光元件、和配置在所述半导体基板的上表面并且成为所述受光元件的电极的第1电极焊盘,所述一导电型的半导体基板中的杂质浓度是所述第1电极焊盘的正下方的区域高于其他区域,因此能够提供光检测精度高的受光发光元件

以及传感器装置。

### 附图说明

[0009] 图1(a)是表示本发明的受光发光元件的实施方式的一例的俯视图。(b)是沿着图1(a)的1I—1I线的概略剖面图。

[0010] 图2(a)是构成图1所示的受光发光元件的发光元件的剖面图。(b)是构成图1所示的受光发光元件的受光元件的剖面图。

[0011] 图3是构成图1所示的受光发光元件的受光元件的电极的剖面图。

[0012] 图4是表示使用了图1所示的受光发光元件的传感器装置的实施方式的一例的概略剖面图。

[0013] 图5(a)是表示本发明的受光发光元件的实施方式的变形例的俯视图。(b)是沿着图5(a)的2I—2I线的概略剖面图。

[0014] 图6是表示本发明的受光发光元件的实施方式的与图5不同的变形例的俯视图。

### 具体实施方式

[0015] 以下,参照附图来说明本发明的受光发光元件以及使用了该受光发光元件的传感器装置的实施方式的例子。另外,以下例子用于对本发明的实施方式进行例示,本发明并不限于这些实施方式。

[0016] (受光发光元件)

[0017] 本实施方式所涉及的受光发光元件1组装于复印机、打印机等图像形成装置,作为检测碳粉、介质等被照射物的位置信息、距离信息或浓度信息等的传感器装置而发挥作用。

[0018] 如图1(a)以及图1(b)所示,受光发光元件1具有:一导电型的半导体基板2、具有层叠在半导体基板2的上表面的多个半导体层的发光元件3a、在半导体基板2的上表面侧具有掺杂了逆导电型的杂质的逆导电型半导体区域32的受光元件3b、以及配置于半导体基板2的上表面的第1电极焊盘33A。另外,本实施方式所涉及的受光发光元件1具备发光元件3a以及受光元件3b各一个。另外,受光发光元件1也可以具备多个发光元件3a,还可以具备多个受光元件3b。

[0019] 半导体基板2由一导电型的半导体材料构成。即,半导体基板2由半导体材料形成,通过掺杂杂质而成为一导电型。作为形成半导体基板2的半导体材料,可以列举出例如硅(Si)等。作为掺杂到半导体基板2中的杂质,可以列举出例如磷(P)、氮(N)、砷(As)、锑(Sb)以及铋(Bi)等。另外,杂质并不限于这些。杂质的掺杂浓度例如设定为 $1 \times 10^{14} \sim 1 \times 10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup>。

[0020] 另外,半导体基板2可以是n型或p型中的任意一种,但本实施方式所涉及的半导体基板2为n型。即,在本实施方式中,一导电型为n型,另一导电型为p型。

[0021] 发光元件3a配置于半导体基板2的上表面。受光元件3b配置在发光元件3a的附近。发光元件3a作为向被照射物照射的光的光源而发挥作用。从发光元件3a发出的光在被照射物被反射而入射到受光元件3b。受光元件3b作为检测光的入射的光检测部而发挥作用。

[0022] 如图2(a)所示,发光元件3a在半导体基板2的上表面层叠多个半导体层而形成。本实施方式所涉及的发光元件3a的构成如下。

[0023] 首先,在半导体基板2的上表面,形成了缓冲层30a,该缓冲层30a对半导体基板2与层叠在半导体基板2的上表面的半导体层(在本实施方式中为后面说明的n型接触层30b)之间的晶格常数之差进行缓冲。通过缓冲层30a,能够减少在半导体基板2与构成发光元件3a的半导体层之间产生的晶格畸变等晶格缺陷,进而具有减少构成形成于半导体基板2的上表面的发光元件3a的半导体层整体的晶格缺陷或晶体缺陷的功能。

[0024] 本实施方式所涉及的缓冲层30a例如由不含杂质的砷化镓(GaAs)形成。此外,缓冲层30a的厚度例如设为2~3 $\mu\text{m}$ 程度。另外,在半导体基板2与构成层叠在半导体基板2的上表面的发光元件3a的半导体层之间的晶格常数之差不大的情况下,也可以不形成缓冲层30a。

[0025] 在缓冲层30a的上表面,形成了n型接触层30b。n型接触层30b例如在砷化镓(GaAs)中掺杂作为n型杂质的硅(Si)或硒(Se)等来形成。杂质的掺杂浓度例如设定为 $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{20}$  atoms/cm<sup>3</sup>程度。此外,n型接触层30b的厚度设定为0.8~1 $\mu\text{m}$ 程度。

[0026] 在本实施方式中,以 $1 \times 10^{18} \sim 2 \times 10^{18}$  atoms/cm<sup>3</sup>的掺杂浓度掺杂了硅(Si)作为n型杂质。n型接触层30b的上表面的一部分露出,该露出的部分经由第2电极31a,与第2电极焊盘31A电连接。第2电极31a是发光元件3a的n型电极。在本实施方式中,虽未图示,但第2电极焊盘31A通过基于金(Au)线的引线键合(wire bonding)而与外部电源电连接。第2电极焊盘31A与外部电源的电连接也可以选择铝(Al)线或铜(Cu)线等引线来取代金(Au)线。

[0027] 此外,在本实施方式中,通过引线键合来连接了第2电极焊盘31A与外部电源,但也可以取代引线键合而通过焊锡等来将电布线与第2电极焊盘31A进行接合。此外,也可以在第2电极焊盘31A的上表面形成金凸点,并通过焊锡等将电布线与该金(Au)凸点(stud bump)进行接合。n型接触层30b具有降低和与n型接触层30b连接的第2电极31a的接触电阻的功能。

[0028] 第2电极31a以及第2电极焊盘31A例如由金(Au)以及锑(Sb)的合金、金(Au)以及锗(Ge)的合金或Ni系合金等形成。此外,第2电极31a以及第2电极焊盘31A各自的厚度例如设定为0.5~5 $\mu\text{m}$ 程度。本实施方式所涉及的第2电极31a以及第2电极焊盘31A由金(Au)锑(Sb)合金形成。而且,第2电极31a以及第2电极焊盘31A配置在形成为从半导体基板2的上表面起覆盖n型接触层30b的上表面的绝缘层8上,因此与半导体基板2以及n型接触层30b以外的半导体层被电绝缘。

[0029] 绝缘层8例如由氮化硅(SiNx)或氧化硅(SiO<sub>2</sub>)等无机绝缘膜、聚酰亚胺等有机绝缘膜等形成。绝缘层8的厚度设定为0.1~1 $\mu\text{m}$ 程度。

[0030] 在n型接触层30b的上表面,形成了n型包覆层30c。n型包覆层30c具有将空穴限制在后面说明的活性层30d的功能。n型包覆层30c例如在铝砷化镓(AlGaAs)中掺杂作为n型杂质的硅(Si)或硒(Se)等来形成。n型杂质的掺杂浓度例如设定为 $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{20}$  atoms/cm<sup>3</sup>程度。n型包覆层30c的厚度例如设定为0.2~0.5 $\mu\text{m}$ 程度。本实施方式所涉及的n型接触层30c中,以 $1 \times 10^{17} \sim 5 \times 10^{17}$  atoms/cm<sup>3</sup>的掺杂浓度掺杂了硅(Si)作为n型杂质。

[0031] 在n型包覆层30c的上表面,形成了活性层30d。活性层30d作为通过电子、空穴等载流子集中并重新结合而发光的发光部来发挥作用。活性层30d例如由不含杂质的铝砷化镓(AlGaAs)形成。此外,活性层30d的厚度例如设定为0.1~0.5 $\mu\text{m}$ 程度。另外,本实施方式所涉及的活性层30d是不含杂质的层,但活性层30d也可以是包含p型杂质的p型活性层,还可以是包含n型杂质的n型活性层,只要活性层的带隙小于n型包覆层30c以及后面说明的p型包

覆层30e的带隙即可。

[0032] 在活性层30d的上表面,形成了p型包覆层30e。p型包覆层30e具有将电子限制在活性层30d的功能。p型包覆层30e例如在铝砷化镓(AlGaAs)中掺杂作为p型杂质的锌(Zn)、镁(Mg)或碳(C)等来形成。p型杂质的掺杂浓度例如设定为 $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{20}$  atoms/cm<sup>3</sup>程度。p型包覆层30e的厚度例如设定为0.2~0.5μm程度。本实施方式所涉及的p型包覆层30e中,以 $1 \times 10^{19} \sim 5 \times 10^{19}$  atoms/cm<sup>3</sup>的掺杂浓度掺杂了镁(Mg)作为p型杂质。

[0033] 在p型包覆层30e的上表面,形成了p型接触层30f。p型接触层30f例如在铝砷化镓(AlGaAs)中掺杂作为p型杂质的锌(Zn)、镁(Mg)或碳(C)等来形成。p型杂质的掺杂浓度例如设定为 $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{20}$  atoms/cm<sup>3</sup>程度。p型包覆层30e的厚度例如设定为0.2~0.5μm程度。

[0034] p型接触层30f经由第3电极31b,与第3电极焊盘31B电连接。第3电极31b是发光元件3a的p型电极。第3电极焊盘31B与第2电极焊盘31A同样地,通过引线键合与外部电源电连接。连接方法和接合方式的变形与第2电极焊盘31A的情况相同。p型接触层30f具有降低和与p型接触层30f连接的第3电极31b的接触电阻的功能。

[0035] 另外,在p型接触层30f的上表面,也可以形成具有防止p型接触层30f的氧化的功能的覆盖层(cap layer)。覆盖层例如由不含杂质的砷化镓(GaAs)形成。此外,覆盖层的厚度例如设定为0.01~0.03μm程度。

[0036] 第3电极31b以及第3电极焊盘31B例如由将金(Au)或铝(Al)和作为密接层的镍(Ni)、铬(Cr)或钛(Ti)组合而成的AuNi、AuCr、AuTi或AlCr合金等形成。第3电极31b以及第3电极焊盘31B各自的厚度例如设定为0.5~5μm程度。而且,由于配置在形成为从半导体基板2的上表面起覆盖p型接触层30f的上表面的绝缘层8上,因此与半导体基板2以及p型接触层30f以外的半导体层被电绝缘。

[0037] 以此方式构成的发光元件3a通过在第2电极焊盘31A与第3电极焊盘31B之间施加偏压,从而活性层30d发光,作为光的光源而发挥作用。

[0038] 如图2(b)所示,受光元件3b通过在一导电型的半导体基板2的上表面设置逆导电型半导体区域32(本实施方式所涉及的受光元件3b中为p型半导体区域32),从而与半导体基板2之间形成pn结而构成。p型半导体区域32是使p型杂质高浓度地扩散到半导体基板2中而形成的。作为p型杂质,可以列举出例如锌(Zn)、镁(Mg)、碳(C)、硼(B)、铟(In)或硒(Se)等。本实施方式所涉及的p型半导体区域32的p型杂质是硼(B)。p型杂质的掺杂浓度例如设定为 $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{20}$  atoms/cm<sup>3</sup>。本实施方式所涉及的p型半导体区域32的厚度例如设定为0.5~3μm程度。

[0039] p型半导体区域32经由第4电极33b而与第4电极焊盘33B电连接,半导体基板2与第1电极焊盘33A电连接。即,第4电极焊盘33B作为受光元件3b的p型电极而发挥作用。此外,第1电极焊盘33A作为受光元件3b的n型电极而发挥作用。第4电极33b以及第4电极焊盘33B由于隔着绝缘层8配置在半导体基板2的上表面,因此与半导体基板2被电绝缘。

[0040] 第1电极焊盘33A配置在半导体基板2的上表面。而且,半导体基板2中的n型的杂质浓度是在第1电极焊盘33A的正下方的区域中高于其他区域。作为n型杂质,可以列举出例如磷(P)、氮(N)、砷(As)、锑(Sb)以及铋(Bi)等。此外,n型杂质的掺杂浓度例如设定为 $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{20}$  atoms/cm<sup>3</sup>。作为本实施方式所涉及的半导体基板2的n型杂质,采用了磷(P)。

[0041] 在此,在本实施方式所涉及的受光发光元件1中,如上所述,半导体基板2中的第1

电极焊盘33A的正下方的区域相较于半导体基板2的其他区域,杂质浓度被设定得较大。换言之,半导体基板2的其他区域的杂质浓度小于第1电极焊盘33A的正下方的区域的杂质浓度。即,第1电极焊盘33A的正下方以外的区域中载流子密度较小,因此电流难以流动。结果,能够降低来自发光元件3a的噪声电流经由半导体基板2内而流入到受光元件3b的情况。因此,能够降低发光元件3a的噪声电流所引起的受光元件1的检测精度的下降。

[0042] 第1电极焊盘33A也可以与半导体基板2欧姆接合。结果,会提高从第1电极焊盘33A的电子的取出效率,能够使受光元件3b的检测精度得到提高。

[0043] 第1电极焊盘33A的材料的功函数可以大于半导体基板2的材料的功函数。结果,能够有效地使第1电极焊盘33A与半导体基板2欧姆接合。

[0044] 另一方面,第1电极焊盘33A的材料的功函数也可以小于半导体基板2的功函数。在该情况下,通过提高第1电极焊盘33A的正下方的区域的杂质的浓度,从而能够使第1电极焊盘33A与半导体基板2欧姆接合。

[0045] 发光元件3a的正下方的区域,优选为杂质浓度比第1电极焊盘33A的正下方的区域低的其他区域。结果,能够降低来自发光元件3a的噪声电流。

[0046] 第1电极焊盘33A的正下方的区域优选不与p型半导体区域32接触。结果,能够降低来自发光元件3a的噪声电流。

[0047] 在第1电极焊盘33A的正下方的区域内,也可以仅半导体基板2的表层部的杂质浓度较高。结果,第1电极焊盘33A与半导体基板2能够良好地电连接,并且能够降低来自发光元件3a的噪声电流流经半导体基板2内的可能性。

[0048] 另外,在本实施方式中,所谓第1电极焊盘33A的正下方的区域,若半导体基板2与第1电极焊盘33A被欧姆接合则并无特别限定,但指的是半导体基板2与第1电极焊盘33A的接合面积的70%以上的区域,半导体基板2的深度方向的厚度为0.01~0.5 $\mu\text{m}$ 。

[0049] 本实施方式所涉及的背面电极35遍及半导体基板2的整个背面而形成。

[0050] 第4电极33b、第4电极焊盘33B、第1电极焊盘33A以及背面电极35,例如使用金(Au)锑(Sb)合金、金(Au)锗(Ge)合金或Ni系合金等形成,其厚度为0.5~5 $\mu\text{m}$ 程度。本实施方式所涉及的第4电极33b、第4电极焊盘33B、第1电极焊盘33A以及背面电极35由金(Au)锗(Ge)合金形成。

[0051] 然后,第1电极焊盘33A经由第1电极33a而与护环电极(guard ring electrode)34连接,第1电极33a以及护环电极34配置在半导体基板2的上表面。半导体基板2中的n型的杂质浓度与第1电极焊盘33A的正下方的区域同样地,在第1电极33a以及护环电极34的正下方的区域中高于其他区域。护环电极34是在半导体基板2的上表面形成在发光元件3a与受光元件3b之间的带状的电极。

[0052] 通过在第1电极焊盘33A与背面电极35之间利用外部电源来施加偏压,从而由第1电极焊盘33A、第1电极33a和护环电极34以及背面电极35形成护环结构,能够降低漏电流。

[0053] 关于这样构成的受光元件3b,若光入射到p型半导体区域32,则由于光电效应而产生光电流,通过经由第4电极焊盘33B来取出该光电流,从而作为光检测部而发挥作用。另外,若在第4电极焊盘33B与第1电极焊盘33A之间施加逆偏压,则受光元件3b的光检测灵敏度会升高,故优选。

[0054] 第1电极焊盘33A和护环电极34也可以一体地形成。即,受光元件3b的n型电极也可

以具备护环电极34的功能。结果,能够使受光元件3b的n型电极作为护环电极34来发挥作用。

[0055] 第1电极焊盘33A也可以形成为包围受光元件3b。结果,能够降低发光元件3a的噪声电流对受光元件3b的影响。

[0056] 第1电极焊盘33A的正下方的区域中的杂质也可以和构成与半导体基板2的上表面相接触的半导体层的元素的至少1个相同。结果,能够在形成缓冲层30a的同时,使杂质扩散到半导体基板2的上表面,能够省略受光发光元件1的制造工序,并能够使生产效率得到提高。

[0057] 第2电极31a以及第1电极焊盘33A由相同材料构成。结果,能够同时形成第2电极焊盘31A与第1电极焊盘33A,能够省略受光发光元件1的制造工序,并能够使生产效率得到提高。另外,第2电极焊盘31A以及第1电极焊盘33A也可以由相同材料构成。

[0058] 第1电极焊盘33A也可以相比于第4电极焊盘33B位于更靠近发光元件3a侧。

[0059] 如图3所示,本实施方式所涉及的半导体基板2中的第1电极焊盘33A的正下方的区域也可以具有向第1电极焊盘33A侧突出的突出部2a。然后,第1电极焊盘33A也可以覆盖突出部2a。结果,能够在突出部2a的侧面也使第1电极焊盘33A欧姆接合,能够有效地降低来自发光元件3a的噪声电流的影响。

[0060] 半导体基板2中的杂质浓度也可以是仅突出部2a内的区域高于其他区域。结果,能够减少来自发光元件3a的噪声电流流经半导体基板2内的情况。

[0061] 此外,半导体基板2中的第1电极33a以及护环电极34的正下方的区域也可以具有向第1电极33a以及护环电极34侧突出的突出部2a。然后,第1电极33a以及护环电极34也可以覆盖突出部2a。结果,能够有效地降低来自发光元件3a的噪声电流的影响。

[0062] 另外,作为突出部2a的突出量,在第1电极焊盘33A侧为 $1\mu\text{m}$ 程度,突出面积在俯视时为第1电极焊盘33A、第1电极33a以及护环电极34的面积各自的70~90%即可。通过采用这样的构成,从而第1电极焊盘33A、第1电极33a以及护环电极34形成为覆盖突出部,因此半导体基板2与这些电极的接合成为三维接合,它们的接合强度得到提高。

[0063] (受光发光元件的制造方法)

[0064] 接着,示出受光发光元件1的制造方法的例子。

[0065] 首先,准备n型的半导体基板2。半导体基板2由n型的半导体材料构成。n型的杂质浓度上没有限定。在本实施方式中,使用了硅(Si)基板中以 $1 \times 10^{14} \sim 1 \times 10^{15} \text{atoms/cm}^3$ 的浓度包含磷(P)作为n型的杂质的n型的硅(Si)基板。作为n型的杂质,除了磷(P)以外,还可以列举出例如氮(N)、砷(As)、锑(Sb)以及铋(Bi)等,掺杂浓度设为 $1 \times 10^{14} \sim 1 \times 10^{18} \text{atoms/cm}^3$ 。

[0066] 接着,使用热氧化法,在半导体基板2上形成由氧化硅( $\text{SiO}_2$ )构成的扩散阻挡膜S。

[0067] 在扩散阻挡膜S上涂敷光致抗蚀剂,通过光刻法对所希望的图案进行了曝光、显影之后,通过湿式蚀刻法,在扩散阻挡膜S中形成用于形成p型半导体区域32的开口部Sa。开口部Sa不必一定贯通扩散阻挡膜S。

[0068] 然后,在扩散阻挡膜S上涂敷聚硼膜(poly-boron film)(PBF)。接下来,使用热扩散法,经由扩散阻挡膜S的开口部Sa,使聚硼膜(PBF)所包含的硼(B)向半导体基板2的内部扩散,形成p型半导体区域32。此时,例如将聚硼膜(PBF)的厚度设为 $0.1 \sim 1\mu\text{m}$ ,在含氮( $\text{N}_2$ )

以及氧(O<sub>2</sub>)的气氛中在700~1200℃的温度下使其热扩散。然后,除去扩散阻挡膜S。

[0069] 接着,通过在MOCVD(有机金属化学气相生长: Metal-organic Chemical Vapor Deposition)装置的反应炉内对半导体基板2进行热处理,从而除去形成于半导体基板2的表面的自然氧化膜。该热处理例如在1000℃的温度下进行10分钟左右。

[0070] 然后,使用MOCVD法,将构成发光元件3a的各半导体层(缓冲层30a、n型接触层30b、n型包覆层30c、活性层30d、p型包覆层30e、p型接触层30f)依次层叠在半导体基板2上。然后,在所层叠的半导体层上涂敷光致抗蚀剂,通过光刻法对所希望的图案进行曝光、显影之后,通过湿式蚀刻法来形成发光元件3a。另外,进行多次蚀刻以使n型接触层30b的上表面的一部分露出。然后,除去光致抗蚀剂。

[0071] 接着,使用热氧化法、溅射法或等离子体CVD法等,形成绝缘层8使得覆盖发光元件3a的露出面以及半导体基板2(包含p型半导体区域32)的上表面。接下来,在绝缘层8上涂敷光致抗蚀剂,通过光刻法对所希望的图案进行曝光、显影之后,通过湿式蚀刻法,在绝缘层8上形成用于将后面说明的第2电极31a和第3电极31b以及第4电极33b分别与n型接触层30b和p型接触层30f以及p型半导体区域32连接的开口。然后,除去光致抗蚀剂。

[0072] 接着,在配置第1电极焊盘33A、第1电极33a以及护环电极34的区域,通过热扩散法以及离子注入法,使磷(P)掺杂到半导体基板2中。

[0073] 接着,在绝缘层8上涂敷光致抗蚀剂,通过光刻法对所希望的图案进行曝光、显影之后,使用电阻加热法、溅射法等,形成用于形成第2电极31a、第2电极焊盘31A、第4电极33b、第4电极焊盘33B、第1电极33a以及第1电极焊盘33A的合金膜。然后,使用剥离法来除去光致抗蚀剂,并且将第2电极31a、第2电极焊盘31A、第4电极33b、第4电极焊盘33B、第1电极33a、第1电极焊盘33A以及护环电极34形成为所希望的形状。同样地,第3电极31b以及发光元件侧第2电极焊盘33B也分别通过同样的工序来形成。

[0074] 接着,使用电阻加热法、溅射法等,在半导体基板2的背面形成用于形成背面电极34的合金膜。本实施方式所涉及的背面电极34遍及半导体基板2的整个背面而形成。

[0075] (传感器装置)

[0076] 接着,说明具备受光发光元件1的传感器装置100。以下,举例说明将受光发光元件1应用于复印机、打印机等图像形成装置中的对附着在中间转印带V上的碳粉T(被照射物)的位置进行检测的传感器装置的情况。

[0077] 如图4所示,本实施方式所涉及的传感器装置100配置为受光发光元件1的形成了发光元件3a以及受光元件3b的面与中间转印带V对置。而且,从发光元件3a向中间转印带V或中间转印带V上的碳粉T照射光。在本实施方式中,在发光元件3a的上方配置棱镜P1,此外在受光元件3b的上方配置棱镜P2,从发光元件3a发出的光由棱镜P1折射而入射到中间转印带V或中间转印带V上的碳粉T。然后,针对该入射光L1的正反射光L2由棱镜P2折射而由受光元件3b接收。在受光元件3b,根据所接收到的光的强度而产生光电流,经由第4电极33B等由外部装置对该光电流进行检测。

[0078] 在本实施方式所涉及的传感器装置100中,能够如上述那样检测与来自中间转印带V或碳粉T的正反射光的强度相应的光电流。因此,例如根据由受光元件3b所检测到的光电流值,能够检测碳粉T是否位于给定位置。即,能够检测碳粉T的位置。另外,由于正反射光的强度还与碳粉T的浓度相对应,因此根据所产生的光电流的大小,还能够检测碳粉T的浓

度。同样地,由于正反射光的强度还与受光发光元件1和碳粉T的距离相对应,因此根据所产生的光电流的大小,还能够检测受光发光元件1和碳粉T的距离。

[0079] 根据本实施方式所涉及的传感器装置100,能够取得受光发光元件1所具有的上述效果。

[0080] 以上,示出了本发明的具体的实施方式的例子,但本发明并不限于此,在不脱离本发明的主旨的范围内能够进行各种变更。

[0081] 例如,本实施方式所涉及的第1电极焊盘33A、第1电极33a以及护环电极34的正下方的区域中,采用了磷(P)作为半导体基板2的n型杂质,但也可以采用作为构成与半导体基板2的上表面相接的半导体层即缓冲层30a的元素的至少1个的砷(As)。通过采用这样的构成,从而可以不通过热扩散法以及离子注入法来使杂质扩散到第1电极焊盘33A、第1电极33a以及护环电极34的正下方的区域中,能够削减工序,结果能够缩短工序、削减制造成本。

[0082] 形成于半导体基板2的上表面的缓冲层30a的砷(As)在形成发光元件3a的工序中,扩散到半导体基板2中。在形成了发光元件3a之后的蚀刻中,虽然通过蚀刻来除去形成在发光元件3a以外的区域的半导体层,但在半导体基板2的上表面会残留扩散了砷(As)的层。通常,该扩散层通过对半导体基板2的表面进行蚀刻而被除去,但在与第1电极焊盘33A、第1电极33a以及护环电极34相当的区域通过光刻法来形成蚀刻掩模,不进行扩散层的蚀刻。然后,若除去蚀刻掩模而形成第1电极焊盘33A、第1电极33a以及护环电极34,则在它们正下方的区域中会存在作为n型杂质的砷(As)。

[0083] 此外,第1电极焊盘33A和第1电极33a以及第2电极焊盘31A和第2电极31a也可以由相同材料构成。在本实施方式的情况下,第1电极焊盘33A以及第1电极33a由金(Au)锗(Ge)合金形成,第2电极焊盘31A以及第2电极31a由金(Au)锑(Sb)合金形成,但也可以将第1电极焊盘33A和第1电极33a以及第2电极焊盘31A和第2电极31a全部由例如金(Au)锗(Ge)合金来形成。通过采用这样的构成,能够削减电极焊盘以及电极的形成工序,结果能够缩短工序、削减制造成本。

[0084] 此外,在本实施方式所涉及的传感器装置100中,作为使用方式记载了检测碳粉T的浓度的例子,但传感器装置100的用途并不限于碳粉浓度的检测。传感器装置100能够测量物质的表面状态,例如能够测量人的皮肤或片剂等的表面状态。

[0085] 此外,如图5所示,在半导体基板2的第1电极焊盘33A与发光元件3a之间也可以形成槽2b。结果,来自发光元件3a的噪声电流在半导体基板2内流动时,会绕过槽2b,能够减小对受光元件3b的影响。

[0086] 此外,形成在第1电极焊盘33A与发光元件3a之间的槽2b也可以从半导体基板2的一端部一直形成到另一端部。结果,能够使发光元件3a的噪声电流良好地迂回。

[0087] 此外,如图6所示,第1电极焊盘33A也可以位于半导体基板2上的发光元件3a与受光元件3b之间的区域。由于具备这样的构成,因此在从受光元件3b取出电流时,在对第1电极焊盘33A以及第4电极焊盘33B施加逆偏压时,能够在第1电极焊盘33A的正下方产生电场。结果,在来自发光元件3a的噪声电流在半导体基板2内流动的情况下,噪声电流会进行流动使得绕过在第1电极焊盘33A的正下方所产生的电场。因此,能够降低发光元件3a的噪声电流对受光元件2b的影响。

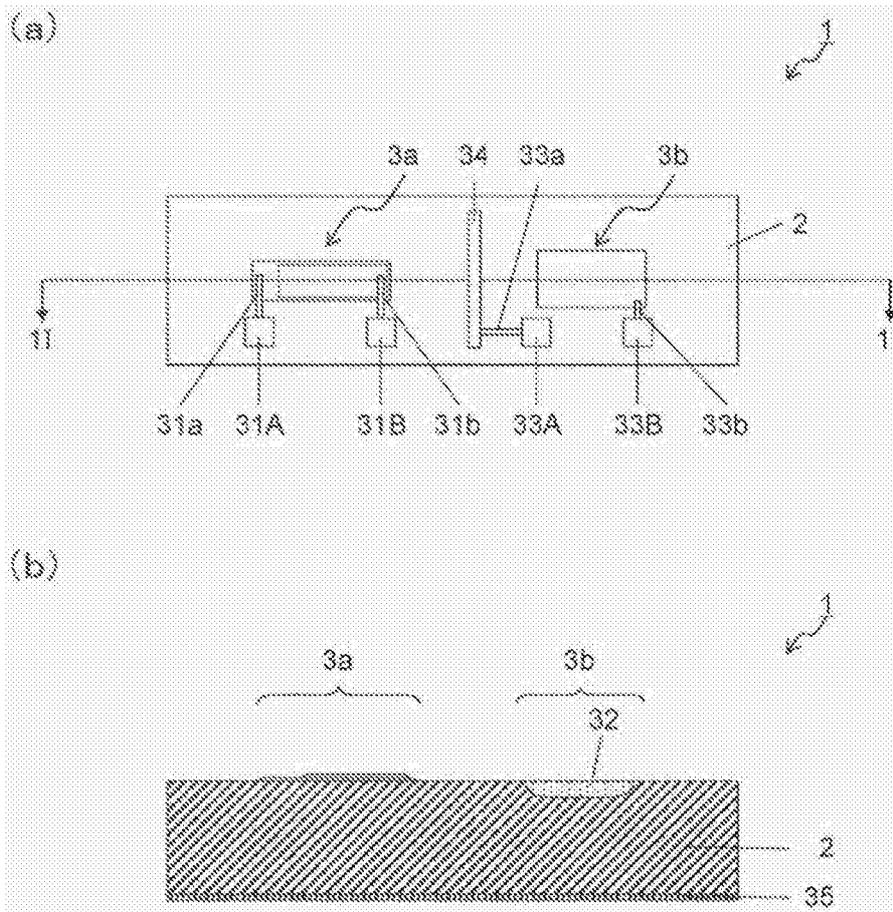


图1

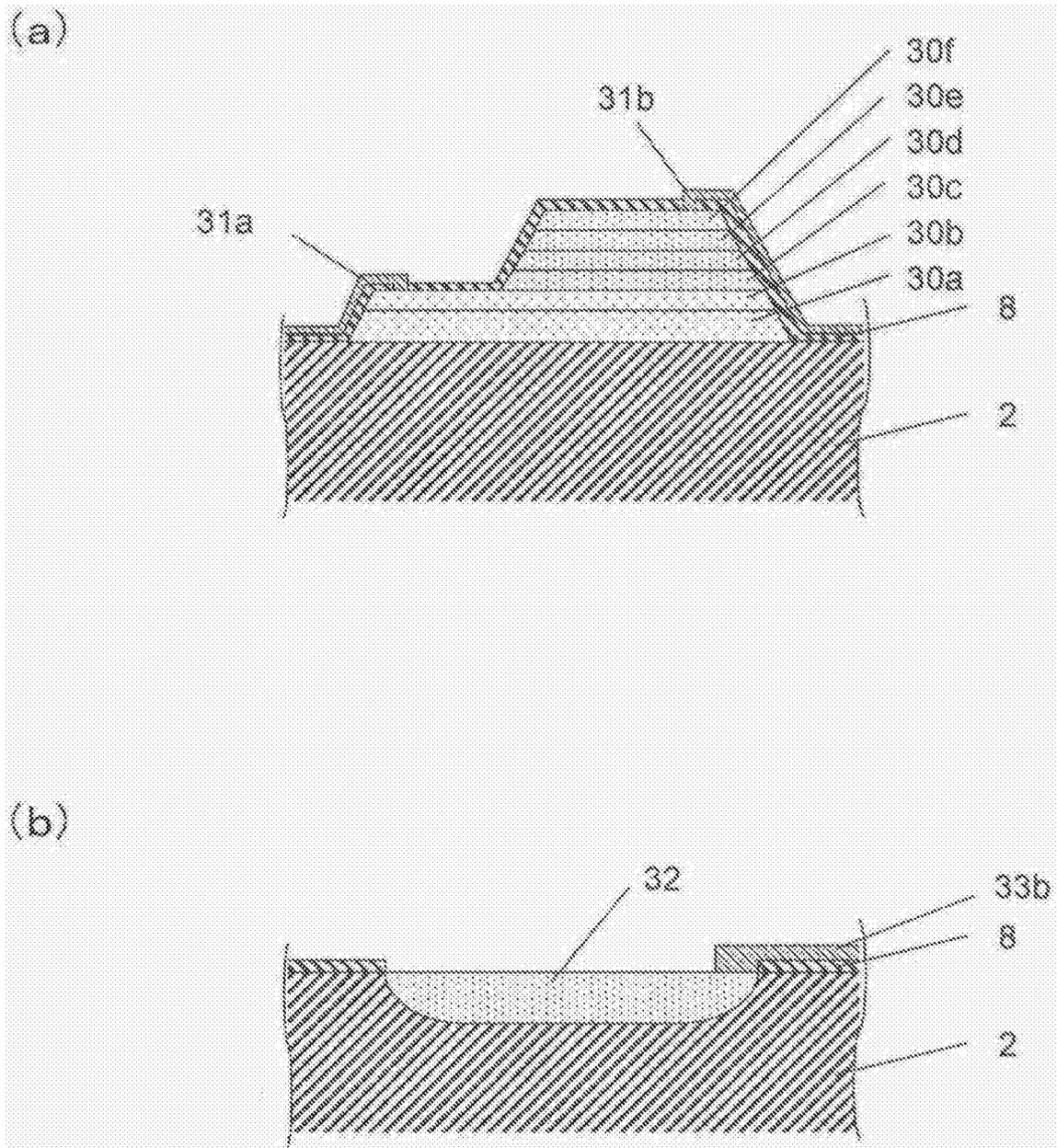


图2

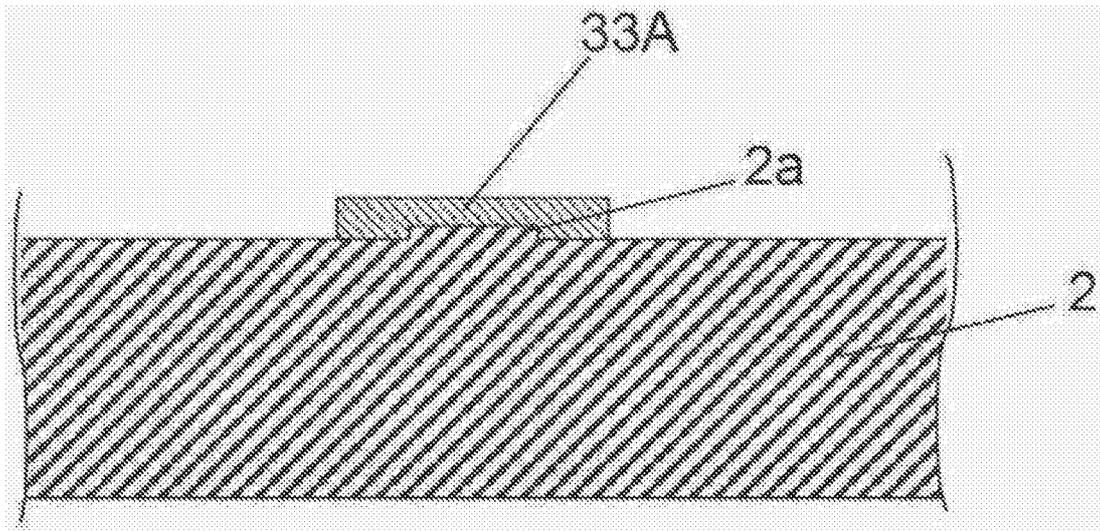


图3

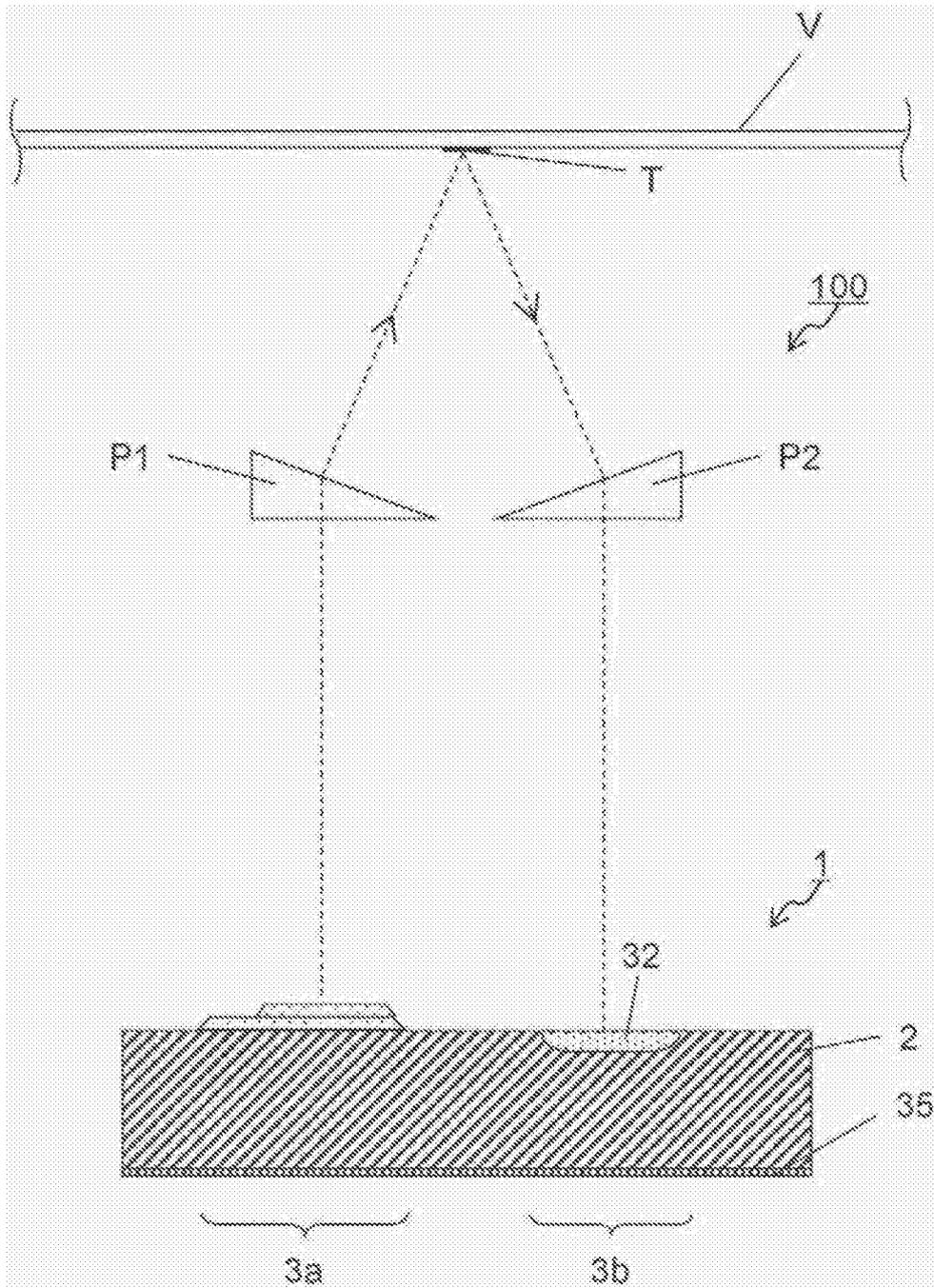


图4

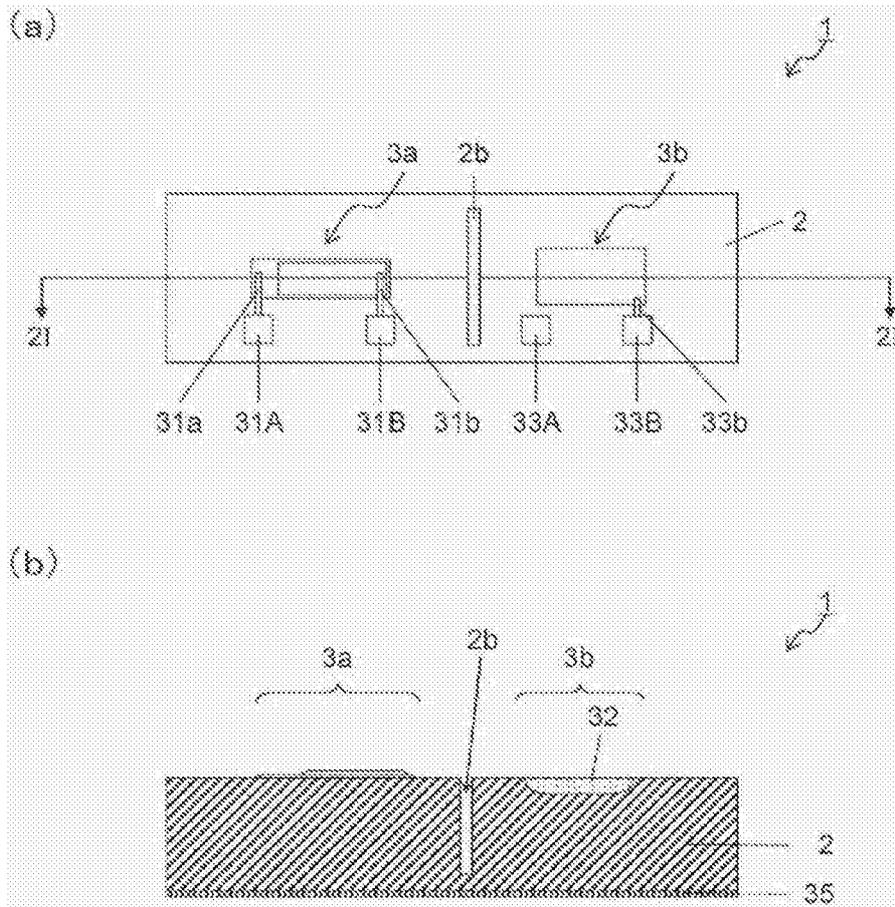


图5

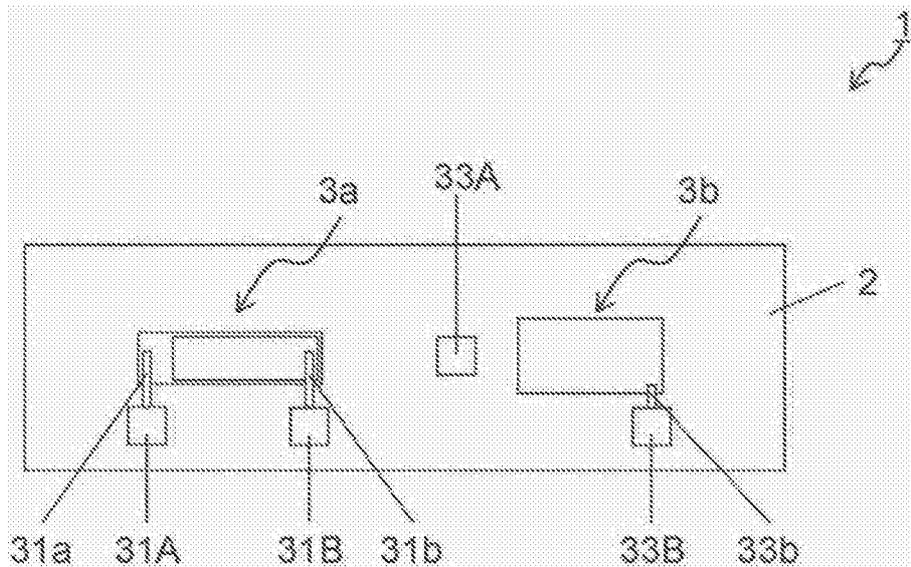


图6