



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111052402 A

(43)申请公布日 2020.04.21

(21)申请号 201880057729.9

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

(22)申请日 2018.05.30

代理人 姜越 王秀辉

(30)优先权数据

2017-176194 2017.09.13 JP

(51)Int.Cl.

H01L 31/10(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.03.05

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2018/020773 2018.05.30

(87)PCT国际申请的公布数据

W02019/053959 JA 2019.03.21

(71)申请人 株式会社钟化

地址 日本大阪府

(72)发明人 吉河训太 口山崇

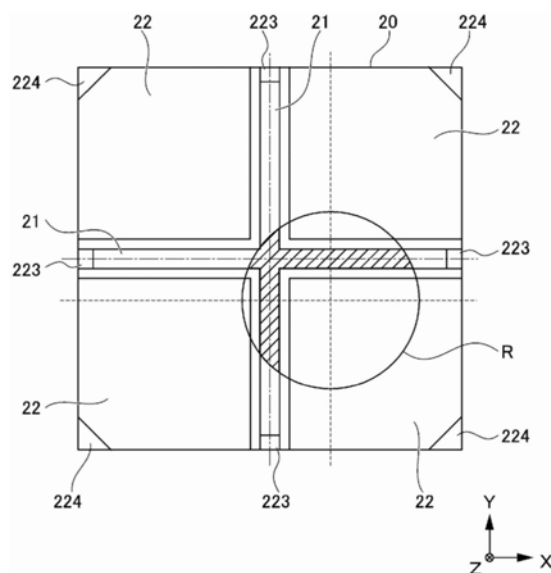
权利要求书2页 说明书12页 附图15页

(54)发明名称

光电转换元件和光电转换装置

(57)摘要

本发明提供用于检测入射光的光点尺寸的光电转换元件。光电转换元件(20)包括具备两个主面的光电转换基板,包括分离的第1灵敏度部分(21)和第2灵敏度部分(22),若将第1灵敏度部分(21)的显露在主面的灵敏度区域作为第1灵敏度区域,并将第2灵敏度部分(22)的显露在主面的灵敏度区域作为第2灵敏度区域,则对于第1灵敏度区域而言,接收向受光面入射的入射光的至少一部分,成为随着主面中的被照射入射光的照射区域R的增大而减小照射区域R中的第1灵敏度区域相对于第2灵敏度区域的比率的图案。



1. 一种光电转换元件,包括具备两个主面的光电转换基板,其中,包括分离的第1灵敏度部分和第2灵敏度部分,若将所述第1灵敏度部分的显露在所述主面的灵敏度区域作为第1灵敏度区域,并将所述第2灵敏度部分的显露在所述主面的灵敏度区域作为第2灵敏度区域,则对于所述第1灵敏度区域而言,接收向所述主面入射的入射光的至少一部分,成为如下图案,即,随着所述主面中的被照射入射光的照射区域的增大而减小所述照射区域中的所述第1灵敏度区域相对于所述第2灵敏度区域的比率。
2. 根据权利要求1所述的光电转换元件,其中,所述第1灵敏度区域在所述主面形成放射状地延伸的至少两条以上的带状的图案。
3. 根据权利要求2所述的光电转换元件,其中,所述第1灵敏度区域形成正交的两条带状的图案。
4. 根据权利要求1所述的光电转换元件,其中,所述第1灵敏度区域在所述主面形成1条带状的图案。
5. 根据权利要求2~4中任一项所述的光电转换元件,其中,所述带状的图案的宽度恒定。
6. 根据权利要求2~4中任一项所述的光电转换元件,其中,所述带状的图案的宽度从所述主面的中心朝向周边变宽。
7. 根据权利要求1~6中任一项所述的光电转换元件,其中,所述光电转换元件具备:  
多个第1电极,从所述第1灵敏度部分输出电流;和  
多个第2电极,从所述第2灵敏度部分输出电流,  
所述多个第1电极和所述多个第2电极在周边部分分离配置。
8. 根据权利要求1~7中任一项所述的光电转换元件,其中,所述光电转换基板包含单晶硅材料。
9. 根据权利要求8所述的光电转换元件,其中,所述光电转换元件具备:  
第1导电型半导体层,形成于所述光电转换基板的一个所述主面侧;和  
第2导电型半导体层,形成于所述光电转换基板的另一所述主面侧。
10. 根据权利要求9所述的光电转换元件,其中,在所述光电转换基板的所述的两主面侧的至少一方,形成于所述第1灵敏度区域的所述第1导电型半导体层或者所述第2导电型半导体层、与形成于所述第2灵敏度区域的所述第1导电型半导体层或者所述第2导电型半导体层分离。
11. 根据权利要求10所述的光电转换元件,其中,依次形成于所述主面中的受光的一侧的所述主面亦即受光面侧的钝化层、所述第1导电型半导体层以及透明电极层在所述第1灵敏度区域与所述第2灵敏度区域之间连续,依次形成于所述受光面的相反侧的所述主面亦即背面侧的钝化层、所述第2导电型半导体层以及透明电极层在所述第1灵敏度区域与所述第2灵敏度区域之间分离。
12. 根据权利要求10所述的光电转换元件,其中,

依次形成于所述主面中的受光的一侧的所述主面亦即受光面侧的钝化层、所述第1导电型半导体层以及透明电极层在所述第1灵敏度区域与所述第2灵敏度区域之间分离，

依次形成于所述受光面的相反侧的所述主面亦即背面侧的钝化层、所述第2导电型半导体层以及透明电极层在所述第1灵敏度区域与所述第2灵敏度区域之间连续。

13. 一种光电转换装置,其中,

包括权利要求1~12中任一项所述的光电转换元件。

14. 根据权利要求13所述的光电转换装置,其中,

还包括运算部,所述运算部基于所述光电转换元件中的所述第1灵敏度部分的输出电流和所述第2灵敏度部分的输出电流,运算所述光电转换元件中的入射光的光点尺寸。

15. 根据权利要求13或14所述的光电转换装置,其中,

还包括配置于入射光的上游侧的光学透镜,

所述光电转换元件配置于所述入射光的下游侧。

16. 根据权利要求15所述的光电转换装置,其中,

还包括光源跟踪机构,所述光源跟踪机构基于所述光电转换元件中的所述第2灵敏度部分的多个第2电极的输出电流的差值,跟踪发出入射光的光源,以便降低所述多个第2电极的输出电流的差值,并使所述光电转换元件的主面中的入射光的照射区域的中心接近所述第1灵敏度部分。

## 光电转换元件和光电转换装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于光检测领域等的光电转换元件和光电转换装置。

### 背景技术

[0002] 在专利文献1中公开有检测入射光的强度(照度)的光电转换元件(半导体受光元件)。作为这样的光电转换元件,例如公知有使用了结晶硅基板的元件。在使用了结晶硅基板的光电转换元件中,即使在暗电流比较小,入射光的强度较低的情况下,S/N比也比较高,是高灵敏度(与照度无关地稳定的响应)。

[0003] 专利文献1:日本专利第6093061号公报

[0004] 然而,迫切期望能够检测入射光的光点尺寸的光电转换元件。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种用于检测入射光的光点尺寸的光电转换元件和光电转换装置。

[0006] 本发明所涉及的光电转换元件包括具备两个主面的光电转换基板,包括分离的第1灵敏度部分和第2灵敏度部分,若将第1灵敏度部分的显露在主面的灵敏度区域作为第1灵敏度区域,并将第2灵敏度部分的显露在主面的灵敏度区域作为第2灵敏度区域,则对于第1灵敏度区域而言,接收向主面入射的入射光的至少一部分,成为随着主面中的被照射入射光的照射区域的增大而减小照射区域中的第1灵敏度区域相对于第2灵敏度区域的比率的图案。

[0007] 本发明所涉及的光电转换装置包括:光学透镜,配置于入射光的上游侧;和上述的光电转换元件,配置于入射光的下游侧。

[0008] 根据本发明,能够提供用于检测入射光的光点尺寸的光电转换元件和光电转换装置。

### 附图说明

[0009] 图1是表示第1实施方式所涉及的光电转换装置的结构图。

[0010] 图2是图1的光电转换元件中的II-II线剖视图。

[0011] 图3是从受光面侧示出图1和图2的光电转换元件的图。

[0012] 图4是表示入射光入射至图3的光电转换元件的情形的图。

[0013] 图5是用于对光电转换元件的受光面中的入射光的照射区域与第1灵敏度部分的重合的近似计算进行说明的图。

[0014] 图6A是表示光电转换元件的入射光的检测强度相对于入射光的照射区域的半径的特性的一个例子的图。

[0015] 图6B是将图6A中的入射光的照射区域的中心位置的偏移量为(0.05,0.05)时的特性的部分放大示出的图。

[0016] 图7A是表示入射光的照射区域的中心位置相对于受光面的中心位置的偏移量( $d_{min}$ , $d_{max}$ )的图。

[0017] 图7B是表示入射光的照射区域的中心位置相对于受光面的X向的中心位置的X向的偏移量 $d_{max}$ 的图。

[0018] 图8是表示从来自光源的入射光的焦点聚焦于光电转换元件的受光面的状态(横轴0mm)开始到使光源远离了光电转换元件时的光电转换元件的入射光的检测强度(相对值)的一个例子的图。

[0019] 图9A是表示光电转换元件的第1灵敏度部分的第1灵敏度区域的图案的变形例的图。

[0020] 图9B是表示光电转换元件的第1灵敏度部分的第1灵敏度区域的图案的变形例的图。

[0021] 图10是表示第2实施方式所涉及的三维传感器的结构的图。

[0022] 图11A是表示第2实施方式的变形例1所涉及的三维传感器2的结构的图(光源跟踪前)。

[0023] 图11B是表示第2实施方式的变形例1所涉及的三维传感器2的结构的图(光源跟踪后)。

[0024] 图12A是表示第2实施方式的变形例2所涉及的三维传感器2的结构的图(光源跟踪前)。

[0025] 图12B是表示第2实施方式的变形例2所涉及的三维传感器2的结构的图(光源跟踪后)。

### 具体实施方式

[0026] 以下,参照附图对本发明的实施方式的一个例子进行说明。此外,在各附图中对相同或者相当的部分标注相同的附图标记。另外,为了方便,也存在省略阴影线和部件附图标记等的情况,在该情况下,参照其他的附图。

[0027] (第1实施方式)

[0028] 图1是表示第1实施方式所涉及的光电转换装置的结构图。图1所示的光电转换装置1不仅检测入射光的强度,还检测入射光的光点尺寸。光电转换装置1包括光电转换元件20、存储部30以及运算部40。

[0029] 此外,在图1和后述的附图中,示出XYZ正交坐标系。XY平面是与光电转换元件20的受光面平行的面,Z向是相对于XY平面正交的方向。

[0030] 另外,在图1和后述的附图中,俯视图中的两条点划线的交点表示XY平面的中心,一条点划线与X向平行,另一条点划线与Y向平行。另外,俯视图中的两条虚线的交点表示XY平面中的入射光的光点尺寸的中心,一条虚线与X向平行,另一条虚线与Y向平行。

[0031] 光电转换元件20生成与向第1灵敏度部分21(详细内容进行后述)入射的入射光的强度相应的电流。光电转换元件20根据受光面(XY平面)中的入射光的中心位置(坐标)(以下,也称为XY位置。),将在第1灵敏度部分21中生成的电流向配置于4个边的4个电极层223(和后述的背面侧的电极层233)分配并输出。

[0032] 另外,光电转换元件20生成与向第2灵敏度部分22(详细内容进行后述)入射的入

射光的强度相应的电流。光电转换元件20根据受光面(XY平面)中的入射光的中心位置(坐标)(以下,也称为XY位置。),将在第1灵敏度部分21中生成的电流向配置于4个角的4个电极层224(和后述的背面侧的电极层234)分配并输出。

[0033] 由此,光电转换元件20生成与入射光的强度(总量)相应的电流作为第1灵敏度部分21的4对电极层223、233的电流与第2灵敏度部分22的4对电极层224、234的电流的总和。

[0034] 另外,光电转换元件20在第2灵敏度部分22的4对电极层224、234的每一个生成与受光面中的入射光的XY位置(坐标)相应的电流。另外,光电转换元件20在第1灵敏度部分21的4对电极层223、233的每一个生成与受光面中的入射光的XY位置(坐标)相应的电流。

[0035] 另外,光电转换元件20生成与入射光的密度相应的电流,换言之生成与入射光的光点尺寸相应的电流作为第1灵敏度部分21的4对电极层223、233的电流的总和。光电转换元件20的结构的内容进行后述。

[0036] 存储部30预先存储按照光电转换元件20的受光面中的入射光的XY位置(坐标)将光电转换元件20的第1灵敏度部分21和第2灵敏度部分22的输出电流(总量)(即,光电转换元件20的入射光的强度(总量))及光电转换元件20的第1灵敏度部分21的输出电流(总量)(即,向光电转换元件20的第1灵敏度部分21的入射光的强度)、与光电转换元件20的受光面中的入射光的光点尺寸相关联的表格。存储部30例如是EEPROM等能够改写的存储器。

[0037] 运算部40根据从光电转换元件20的第1灵敏度部分21的4个电极层223(233)输出的电流、和从光电转换元件20的第2灵敏度部分22的4个电极层224(234)输出的电流的总量,运算并检测入射光的强度(总量)。

[0038] 另外,运算部40基于从光电转换元件20的第2灵敏度部分22的4个电极层224(234)分别输出的电流的比例,运算并检测光电转换元件20的受光面中的入射光的XY位置(坐标)。此外,运算部40也可以基于从光电转换元件20的第1灵敏度部分21的4个电极层223(233)分别输出的电流的比例,运算并检测光电转换元件20的受光面中的入射光的XY位置(坐标)。

[0039] 另外,运算部40参照在存储部30存储的表格,求出并检测在光电转换元件20的受光面中的入射光的XY位置(坐标)处与从光电转换元件20的8个电极层223(233)、224(234)输出的电流的总量(即,光电转换元件20的入射光的强度(总量))、和从光电转换元件20的4个电极层223(233)输出的电流的总量(即,向光电转换元件20的第1灵敏度部分21的入射光的强度)对应的光电转换元件20的受光面中的入射光的光点尺寸。

[0040] 运算部40例如由DSP(Digital Signal Processor-数字信号处理器)、FPGA(Field-Programmable Gate Array-现场可编程逻辑门阵列)等运算处理器构成。运算部40的各种功能例如通过执行在存储部30存储的规定的软件(程序、应用程序)来实现。运算部40的各种功能可以通过硬件与软件的配合来实现,也可以仅通过硬件(电子电路)来实现。

[0041] 以下,对光电转换元件20的结构详细地进行说明。

[0042] <光电转换元件>

[0043] 图2是图1的光电转换元件20中的II-II线剖视图。光电转换元件20具备:n型(第2导电型)半导体基板(光电转换基板)210,具备两个主面;和钝化层220、p型(第1导电型)半导体层221、透明电极层222、电极层(第1电极)223以及电极层(第2电极)224,依次层叠于半导体基板210的主面中的作为受光的一侧的一个主面的受光面侧。另外,光电转换元件20具

备依次层叠于半导体基板210的主面中的作为受光面的相反侧的另一主面的背面侧的第1特定区域和第2特定区域的钝化层230、n型(第2导电型)半导体层231、透明电极层232、电极层(第1电极)233以及电极层(第2电极)234。

[0044] 此外,将该第1特定区域中的层叠部分即由透明电极层232、n型半导体层231、钝化层230、半导体基板210、钝化层220、p型半导体层221以及透明电极层222形成的层叠部分作为第1灵敏度部分21。另外,将第2特定区域中的层叠部分即由透明电极层232、n型半导体层231、钝化层230、半导体基板210、钝化层220、p型半导体层221以及透明电极层222形成的层叠部分作为第2灵敏度部分22。

[0045] 半导体基板(光电转换基板)210由单晶硅或者多晶硅等结晶硅材料形成。半导体基板210例如是在结晶硅材料中掺杂了n型掺杂剂的n型的半导体基板。作为n型掺杂剂,例如能够举出磷(P)。

[0046] 通过使用结晶硅作为半导体基板210的材料,从而即使在暗电流比较小,入射光的强度较低的情况下,S/N比也比较高,从而是高灵敏度(与照度无关地稳定的响应)。

[0047] 钝化层220连续地形成于半导体基板210的受光面侧的整个面。另一方面,钝化层230分离地形成于半导体基板210的背面侧中的第1灵敏度部分21和第2灵敏度部分22。钝化层220、230例如由本征(i型)非晶体硅材料形成。

[0048] 钝化层220、230抑制在半导体基板210的第1灵敏度部分21和第2灵敏度部分22中生成的载流子的再结合,从而提高载流子的回收效率。

[0049] p型半导体层221连续地形成于钝化层220上,即连续地形成于半导体基板210的受光面侧的整个面。p型半导体层221例如由非晶体硅材料形成。p型半导体层221例如是在非晶体硅材料中掺杂了p型掺杂剂的p型的半导体层。作为p型掺杂剂,例如能够举出硼(B)。

[0050] n型半导体层231分离地形成于钝化层230上,即分离地形成于半导体基板210的背面侧中的第1灵敏度部分21和第2灵敏度部分22。n型半导体层231例如由非晶体硅材料形成。n型半导体层231例如是在非晶体硅材料中掺杂了n型掺杂剂(例如,上述的磷(P))的n型半导体层。

[0051] 上述的钝化层220、230、p型半导体层221以及n型半导体层231例如使用CVD法而形成。

[0052] 透明电极层222连续地形成于p型半导体层221上,即连续地形成于半导体基板210的受光面侧的整个面。另一方面,透明电极层232分离地形成于n型半导体层231上,即分离地形成于半导体基板210的背面侧中的第1灵敏度部分21和第2灵敏度部分22。透明电极层222、232由透明的导电性材料形成。作为透明导电性材料,能够举出ITO(Indium Tin Oxide:氧化铟和氧化锡的复合氧化物)等。透明电极层222、232例如使用溅射法而形成。

[0053] 电极层223在透明电极层222上即在半导体基板210的受光面侧中的第1灵敏度部分21的4个边部分别独立地形成有4个,电极层233在透明电极层232上即在半导体基板210的背面侧中的第1灵敏度部分21的4个边部分别独立地形成有4个。电极层224在透明电极层222上即在半导体基板210的受光面侧中的第2灵敏度部分22的4个角部分别独立地形成有4个,电极层234在透明电极层232上即在半导体基板210的背面侧中的第2灵敏度部分22的4个角部分别独立地形成有4个。电极层223、233、224、234由含有银等金属粉末的导电性膏材料形成。电极层223、233、224、234例如使用印刷法而形成。

[0054] 图3是从受光面侧示出图1和图2的光电转换元件20的半导体基板210的背面侧的层230、231、232的图。如图2和图3所示，光电转换元件20具有第1灵敏度部分21和第2灵敏度部分22。第1灵敏度部分21中的显露在半导体基板210的两主面(受光面以及里面)的灵敏度区域是第1灵敏度区域，第2灵敏度部分22中的显露在半导体基板210的两主面的灵敏度区域是第2灵敏度区域。

[0055] 如图2和图3所示，形成于半导体基板210的背面侧的钝化层230、n型半导体层231以及透明电极层232在第1灵敏度部分21与第2灵敏度部分22之间分离。

[0056] 另一方面，形成于半导体基板210的受光面侧的钝化层220、p型半导体层221以及透明电极层222在第1灵敏度部分21与第2灵敏度部分22之间连续。即，在半导体基板210的受光面侧的整个面形成有钝化层220、p型半导体层221以及透明电极层222。由此，在受光面侧光学特性(例如，反射特性)一样。

[0057] 第1灵敏度部分21的光电转换特性(灵敏度)与第2灵敏度部分22的光电转换特性(灵敏度)可以相同，也可以不同。

[0058] 第1灵敏度部分21的背面侧的第1灵敏度区域形成从受光面的中心向X向和Y向放射状地延伸并相互正交的带状的图案。第1灵敏度部分21的第1灵敏度区域的带状的图案的宽度恒定。由此，如图4所示，随着受光面中的被照射入射光的照射区域R的增大(即，随着入射光的密度变低)，照射区域R中的第1灵敏度部分21(第2灵敏度区域)相对于第2灵敏度部分22(第2灵敏度区域)的比率变小。因此，随着受光面中的入射光的光点尺寸变大，第1灵敏度部分21的输出电流降低。

[0059] <表格>

[0060] 接下来，对存储于存储部30的表格的制作方法的一个例子进行说明。表格可以预先实测来制作，也可以如以下那样使用近似计算来制作。

[0061] 图5是用于对光电转换元件20的受光面中的入射光的照射区域R与第1灵敏度部分21(第1灵敏度区域)的重合的近似计算进行说明的图。如图5所示，若将入射光的照射区域R的中心位置相对于光电转换元件20的受光面的中心位置的偏移量设为(x, y)，将入射光的照射区域R的半径设为r，将第1灵敏度部分21(第1灵敏度区域)的带状的图案的宽度设为w，并且 $r \gg w$ ，则照射光的照射区域R与第1灵敏度部分21(第1灵敏度区域)的沿X向延伸的部分的重合通过下式求出。

$$[0062] \quad 2 \times w \times \sqrt{(r^2 - y^2)}$$

[0063] 另外，照射光的照射区域R与第1灵敏度部分21(第1灵敏度区域)的沿Y向延伸的部分的重合通过下式求出。

$$[0064] \quad 2 \times w \times \sqrt{(r^2 - x^2)}$$

[0065] 由此，入射光的照射区域R与第1灵敏度部分21(第1灵敏度区域)的重合通过下式求出。

$$[0066] \quad 2 \times w \times \sqrt{(r^2 - y^2)} + 2 \times w \times \sqrt{(r^2 - x^2)} - w^2$$

[0067] 也可以使用该近似计算来制作表格。

[0068] 图6A是表示光电转换元件20的入射光的检测强度相对于入射光的照射区域R的半径的特性的一个例子的图。在图6A中示出了入射光的照射区域R的中心位置相对于受光面

的中心位置的偏移量  $(x[\text{cm}], y[\text{cm}])$  为  $(0, 0)$ 、 $(0.01, 0.01)$ 、 $(0.02, 0.02)$ 、 $(0.03, 0.03)$ 、 $(0.04, 0.04)$ 、 $(0.05, 0.05)$  时的特性。图6B是将图6A中的入射光的照射区域R的中心位置的偏移量  $(x[\text{cm}], y[\text{cm}])$  为  $(0.05, 0.05)$  时的特性的部分(用双点划线包围的部分)放大示出的图。

[0069] 如图6A和图6B所示,在不是  $r \gg w$  的情况下,根据入射光的照射区域R的中心位置(光点中心坐标),入射光的检测强度具有极大值。即,相对于一个检测强度产生双重的解(半径)。

[0070] 因此,如图7A所示,也可以构成为:在入射光的照射区域R的中心位置相对于受光面的中心位置的偏移量  $(x, y)$  为  $(d_{\min}, d_{\max})$  时,基于  $d_{\min}$  与  $d_{\max}$  的其中较大一方的  $d_{\max}$ , 将入射光的照射区域R的半径  $r$  调整为满足下述式。例如,也可以调整光电转换元件20的配置、或者与光电转换装置1组合使用的光学透镜的种类(曲率)。

$$[0071] \quad r > d_{\max} \times \sqrt{2} \quad (2)$$

[0072] 例如,如图6B所示,在入射光的照射区域R的中心位置相对于受光面的中心位置的偏移量  $d_{\max} = 0.05\text{cm}$  的情况下,调整为入射光的照射区域R的半径  $r = 0.71\text{cm}$  以上。

[0073] 此外,如图7B所示,在光电转换元件20的第1灵敏度部分21(第1灵敏度区域)由通过受光面的中心并在Y向上延伸的1条带状的图案形成的情况下(在图9A中进行后述。),上述式中的  $d_{\max}$  为入射光的照射区域R的中心位置相对于受光面的X向的中心位置的X向的偏移量即可。

[0074] 如以上说明的那样,在本实施方式的光电转换装置1中,光电转换元件20生成与向第1灵敏度部分21入射的入射光的强度相应的电流。光电转换元件20根据受光面(XY平面)中的入射光的中心的XY位置(坐标),将生成的电流向配置于4个边的4对电极层223、233分配并输出。

[0075] 另外,光电转换元件20生成与向第2灵敏度部分22入射的入射光的强度相应的电流。光电转换元件20根据受光面(XY平面)中的入射光的中心的XY位置(坐标),将生成的电流向配置于4个角的4对电极层224、234分配并输出。

[0076] 由此,光电转换元件20生成与入射光的强度(总量)相应的电流作为第1灵敏度部分21的4对电极层223、233的电流和第2灵敏度部分22的4对电极层224、234的电流的总和。

[0077] 另外,光电转换元件20在第2灵敏度部分22的4对电极层224、234的每一个生成与受光面中的入射光的XY位置(坐标)相应的电流。另外,光电转换元件20在第1灵敏度部分21的4对电极层223、233的每一个生成与受光面中的入射光的XY位置(坐标)相应的电流。

[0078] 另外,光电转换元件20生成与入射光的密度相应的电流,换言之生成与入射光的光点尺寸相应的电流作为第1灵敏度部分21的4对电极层223、233的电流的总和。

[0079] 运算部40根据从光电转换元件20的第1灵敏度部分21的4对电极层223、233输出的电流、和从光电转换元件20的第2灵敏度部分22的4对电极层224、234输出的电流的总量,运算并检测入射光的强度(总量)。

[0080] 另外,运算部40基于从光电转换元件20的第2灵敏度部分22的4对电极层224、234分别输出的电流的比例(或者,从光电转换元件20的第1灵敏度部分21的4对电极层223、233分别输出的电流的比例),运算并检测光电转换元件20的受光面中的入射光的XY位置(坐标)。

[0081] 另外,运算部40参照在存储部30存储的表格,求出并检测在光电转换元件20的受光面中的入射光的XY位置(坐标)处与从光电转换元件20的8对电极层223、233、224、234输出的电流的总量(即,光电转换元件20的入射光的强度(总量))、和从光电转换元件20的4对电极层223、233输出的电流的总量(即,向光电转换元件20的第1灵敏度部分21的入射光的强度)对应的光电转换元件20的受光面中的入射光的光点尺寸。

[0082] 图8是表示从来自光源的入射光(波长940nm)的焦点聚焦于光电转换元件20的受光面的状态(横轴0mm)开始到使光源远离了光电转换元件20时的光电转换元件20中的第1灵敏度部分21的入射光的检测强度(相对值)的一个例子的图。在图8中示出了特性A、特性B、特性C和特性D,其中,上述特性A、特性B、特性C是第1灵敏度部分21的第1灵敏度区域如图3所示形成从受光面的中心向X向和Y向放射状地延伸并相互正交的带状的图案,并且其宽度分别为1.5mm、1.0mm、0.5mm时的特性,上述特性D是第1灵敏度部分21的第1灵敏度区域如图9A所示形成通过受光面的中心并向Y向延伸的带状的图案,并且其宽度是0.5mm时的特性。

[0083] 根据特性A可知,在第1灵敏度部分21的第1灵敏度区域的图案的宽度较大的情况下,即使检测距离较长,也能够获得线形的检测特性。另外,根据特性C和特性D可知,在第1灵敏度部分21的第1灵敏度区域的图案的宽度较小的情况下,在检测距离较短时,能够获得线形的检测特性。根据这些结果可知,在第1灵敏度部分21的第1灵敏度区域的图案的宽度较大的情况下适合于长距离的光检测,在第1灵敏度部分21的第1灵敏度区域的图案的宽度较小的情况下适合于短距离的光检测。

[0084] (第1实施方式的变形例)

[0085] 在本实施方式中,例示了依次形成于光电转换元件20的背面侧的钝化层230、n型半导体层231以及透明电极层232在第1灵敏度部分21与第2灵敏度部分22之间分离的形态,但并不限于此。光电转换元件20也可以是在受光面侧与背面侧的至少一方,第1灵敏度部分21的钝化层、导电型半导体层以及透明电极层、与第2灵敏度部分22的钝化层、导电型半导体层以及透明电极层分离的形态。换言之,也可以是在光电转换元件20的受光面侧与背面侧的至少一方形成第1灵敏度部分21(第1灵敏度区域)的带状的图案的形态。

[0086] 例如,也可以是与上述的本实施方式相反地在光电转换元件20的受光面侧形成第1灵敏度部分21的带状的图案的形态。更具体而言,也可以是以下形态,即,光电转换元件20的背面侧的钝化层230、n型半导体层231以及透明电极层232在第1灵敏度部分21与第2灵敏度部分22之间连续,光电转换元件20的受光面侧的钝化层220、p型半导体层221以及透明电极层222在第1灵敏度部分21与第2灵敏度部分22之间分离。

[0087] 另外,例如也可以是在光电转换元件20的受光面侧和背面侧形成第1灵敏度部分21的带状的图案的形态。更具体而言,也可以是以下形态,即,光电转换元件20的受光面侧的钝化层220、p型半导体层221以及透明电极层222在第1灵敏度部分21与第2灵敏度部分22之间分离,光电转换元件20的背面侧的钝化层230、n型半导体层231以及透明电极层232也在第1灵敏度部分21与第2灵敏度部分22之间分离。

[0088] 在该情况下,另外调整受光面的光学特性(例如,反射特性)即可。

[0089] 另外,也可以在光电转换元件20的第1灵敏度部分21与第2灵敏度部分22之间的部分形成有透明电极层。特别是若在光电转换元件20的受光面侧的钝化层220、p型半导体层

221以及透明电极层222分离的情况下形成透明电极层,则改善受光面侧的光学特性(例如,反射特性)。

[0090] 然而,在光传感器中,存在具备摇动(水平(左右)方向的摆动)机构或者倾斜(垂直(上下)方向的摆动)机构的情况。例如,在将本实施方式的光电转换装置1用于具备摇动机构的光传感器的情况下,如图9A所示,光电转换元件20的第1灵敏度部分21的第1灵敏度区域也可以由通过受光面的中心并沿Y向延伸的1条带状的图案形成。在该情况下,通过摇动机构,将入射光调整为位于受光面的X向的中心,因此光电转换元件20和运算部40检测入射光的Y向的位置即可。入射光的X向的位置根据摇动机构的角度求出。

[0091] 另一方面,在将本实施方式的光电转换装置1用于具备倾斜机构的光传感器的情况下,光电转换元件20的第1灵敏度部分21的第1灵敏度区域也可以由通过受光面的中心并沿X向延伸的1条带状的图案形成。在该情况下,通过倾斜机构,将入射光调整为位于受光面的Y向的中心,因此光电转换元件20和运算部40检测入射光的X向的位置即可。入射光的Y向的位置根据倾斜机构的角度求出。

[0092] 另外,在将本实施方式的光电转换装置1用于具备摇动机构和倾斜机构的光传感器的情况下,通过摇动机构和倾斜机构,将入射光调整为位于受光面的X向和Y向的中心,因此光电转换元件20和运算部40也可以不检测入射光的X向和Y向的位置。入射光的X向和Y向的位置根据摇动机构和倾斜机构的角度求出。

[0093] 并且,在将本实施方式的光电转换装置1用于具备摇动机构和倾斜机构的光传感器的情况下,如图9B所示,光电转换元件20的第1灵敏度部分21的第1灵敏度区域也可以由从受光面的中心朝向X向和Y向宽度逐渐变宽的图案形成。在该情况下,由光点尺寸的变化引起的输出电流的变化为线形。

[0094] 与此相对地,如图3所示,在光电转换元件20的第1灵敏度部分21的第1灵敏度区域由从受光面的中心朝向X向和Y向宽度恒定的图案形成的情况下,运算部40中的运算较为容易。

[0095] 另外,在本实施方式中,光电转换元件20的第1灵敏度部分21的第1灵敏度区域也可以由从受光面的中心放射状地延伸的3条以上的带状的图案形成。

[0096] 另外,光电转换元件20的第1灵敏度部分21的第1灵敏度区域也可以由多个岛状(点状)的图案形成。在该情况下,岛状的图案的密度也可以随着从受光面的中心放射状地扩展而变化,岛状的图案的大小也可以随着从受光面的中心放射状地扩展而变化。在该情况下,将从受光面的中心放射状地扩展的岛状的图案电连接,并与电极层连接即可。

[0097] 另外,光电转换元件20的第1灵敏度部分21的第1灵敏度区域也可以由格子状的图案形成。在该情况下,预料到在产生多个交点并且入射光的中心接近该交点时产生输出电流变大的异常点,因此优选在该异常点修正输出电流。

[0098] (第2实施方式)

[0099] 作为光传感器,存在供来自被拍摄体的扩散光入射,除了被拍摄体的X向和Y向的位置(XY位置)之外,也检测Z向(进深)的位置的三维传感器。在这样的三维传感器中,若被拍摄体的Z向(进深)的位置变化,则向内部的光电转换元件入射的入射光的光点尺寸变化(散焦)。

[0100] 因此,若将光电转换装置1用于这样的三维传感器,则通过检测向光电转换元件入

射的入射光的光点尺寸,从而能够检测被拍摄体的Z向(进深)的位置。而且,根据入射光的入射方向(详细的求出方法进行后述。)和Z向(进深)的位置,能够检测被拍摄体的三维的位置。

[0101] 图10是表示第2实施方式所涉及的三维传感器的结构的图。图10所示的三维传感器2具备例如向被拍摄体照射激光从而使从被拍摄体发出的光学像(扩散光)聚光的光学透镜50、和供来自光学透镜50的聚光入射的上述的光电转换装置1即光电转换元件20、存储部30以及运算部40。

[0102] 光电转换元件20生成与向第1灵敏度部分21入射的入射光的强度相应的电流。光电转换元件20根据受光面(XY平面)中的入射光的中心位置(XY位置),将在第1灵敏度部分21中生成的电流向配置于4个边的4对电极层223、233分配并输出。

[0103] 另外,光电转换元件20生成与向第2灵敏度部分22入射的入射光的强度相应的电流。光电转换元件20根据受光面(XY平面)中的入射光的中心位置(XY位置),将在第1灵敏度部分21中生成的电流向配置于4个角的4对电极层224、234分配并输出。

[0104] 由此,光电转换元件20生成与入射光的强度(总量)相应的电流作为第1灵敏度部分21的4对电极层223、233的电流与第2灵敏度部分22的4对电极层224、234的电流的总和。

[0105] 另外,光电转换元件20在第2灵敏度部分22的4对电极层224、234的每一个生成与受光面中的入射光的XY位置(坐标)相应的电流。另外,光电转换元件20在第1灵敏度部分21的4对电极层223、233的每一个生成与受光面中的入射光的XY位置(坐标)相应的电流。

[0106] 另外,光电转换元件20生成与入射光的密度相应的电流,换言之生成与入射光的光点尺寸相应的电流作为第1灵敏度部分21的4对电极层223、233的电流的总和。

[0107] 存储部30预先存储按照光电转换元件20的受光面中的入射光的XY位置(坐标)的每一个将光电转换元件20的第1灵敏度部分21和第2灵敏度部分22的输出电流(总量)(即,光电转换元件20的入射光的强度(总量))及光电转换元件20的第1灵敏度部分21的输出电流(总量)(即,向光电转换元件20的第1灵敏度部分21的入射光的强度)、与光电转换元件20的受光面中的入射光的光点尺寸相关联,并且将被拍摄体的Z向(进深)的位置与该光点尺寸相关联的表格。

[0108] 如上述那样,运算部40根据从光电转换元件20的第1灵敏度部分21的4对电极层223、233输出的电流、与从光电转换元件20的第2灵敏度部分22的4对电极层224、234输出的电流的总量,运算并检测入射光的强度(总量)。

[0109] 另外,如上述那样,运算部40基于从光电转换元件20的第2灵敏度部分22的4对电极层224、234分别输出的电流的比例(或者,从光电转换元件20的第1灵敏度部分21的4对电极层223、233分别输出的电流的比例),运算并检测光电转换元件20的受光面中的入射光的XY位置(坐标)。

[0110] 这里,若预先知道相对于光学透镜50的中心的XY位置(坐标)的光电转换元件20的中心的XY位置(坐标),则运算部40根据光学透镜50的中心的XY位置(坐标)、和光电转换元件20的受光面中的入射光的XY位置(坐标),运算并检测入射光的入射方向。

[0111] 另外,运算部40参照在存储部30存储的表格,求出并检测在光电转换元件20的受光面中的入射光的XY位置(坐标)处与从光电转换元件20的8对电极层223、233、224、234输出的电流的总量(即,光电转换元件20的入射光的强度(总量))、和从光电转换元件20的4对

电极层223、233输出的电流的总量(即,向光电转换元件20的第1灵敏度部分21的入射光的强度)对应的光电转换元件20的受光面中的入射光的光点尺寸和被拍摄体的Z向(进深)的位置。

[0112] 而且,运算部40根据如上述那样检测到的入射光的入射方向和Z向(进深)的位置,检测被拍摄体的三维的位置。

[0113] (第2实施方式的变形例1:具有光源跟踪功能(两轴)的三维传感器)

[0114] 上述的第2实施方式的三维传感器2也可以具有跟踪光源的功能。变形例1所涉及的三维传感器2为了跟踪光源,例如具备上述的摇动(水平(左右)方向的摆动)机构和倾斜(垂直(上下)方向的摆动)机构。

[0115] 图11A和图11B是表示第2实施方式的变形例1所涉及的三维传感器2的结构图。在图11A中示出了光源跟踪前的状态,在图11B中示出了光源跟踪后的状态。

[0116] 如图11A和图11B所示,变形例1的三维传感器2在上述的第2实施方式的三维传感器2的结构的基础上还具备摇动和倾斜机构(光源跟踪机构)60。

[0117] 运算部40作为摇动和倾斜机构60的驱动控制部发挥功能,生成与光电转换元件20的第2灵敏度部分22的4对电极层224、234的输出电流的差值相应的驱动信号。

[0118] 摇动和倾斜机构60具有马达等驱动部,根据在运算部40中生成的驱动信号,变更光学透镜50和光电转换元件20的光学单元的朝向。

[0119] 例如,若将第2灵敏度部分22的4对电极层224、234的输出电流在周向上依次设为A1、A2、A3、A4,则运算部40生成与相对于X轴对置配置的电极层224、234的输出电流(A1+A4)和输出电流(A2+A3)的差值相应的驱动信号(倾斜)。

[0120] 例如在 $(A1+A4) > (A2+A3)$ 的情况下,摇动和倾斜机构60根据与输出电流(A1+A4)和输出电流(A2+A3)的差值相应的驱动信号以形成为 $(A1+A4) = (A2+A3)$ 的方式相对于X轴变更(倾斜)光学单元的朝向。

[0121] 另外,运算部40生成与相对于Y轴对置配置的电极层224、234的输出电流(A1+A2)和输出电流(A3+A4)的差值相应的驱动信号(摇动)。

[0122] 例如在 $(A1+A2) > (A3+A4)$ 的情况下,摇动和倾斜机构60根据与输出电流(A1+A2)和输出电流(A3+A4)的差值相应的驱动信号以形成为 $(A1+A2) = (A3+A4)$ 的方式相对于Y轴变更光学单元的朝向(摇动)。

[0123] 由此,摇动和倾斜机构60能够跟踪光源,以使得降低光电转换元件20的第2灵敏度部分22的4对电极层224、234的输出电流的差值,并使光电转换元件20的受光面中的入射光的照射区域R的中心位置(XY位置)接近光电转换元件20的中心位置(XY位置)即第1灵敏度部分21的中心位置(XY位置)。

[0124] 根据该变形例1的三维传感器2,即使光电转换元件20的受光面中的入射光的照射区域R脱离了第1灵敏度部分21,也能够使照射区域R的中心位置(XY位置)接近第1灵敏度部分21的中心位置(XY位置),从而光源的三维的位置检测的精度提高。

[0125] (第2实施方式的变形例2:具有光源跟踪功能(单轴)的三维传感器)

[0126] 变形例2所涉及的三维传感器2为了跟踪光源,例如具备上述的摇动(水平(左右)方向的摆动)机构与倾斜(垂直(上下)方向的摆动)机构的任意一方。

[0127] 图12A和图12B是表示第2实施方式的变形例2所涉及的三维传感器2的结构图。

在图12A中示出了光源跟踪前的状态,在图12B中示出了光源跟踪后的状态。

[0128] 如图12A和图12B所示,变形例2的三维传感器2在上述的第2实施方式的三维传感器2的结构的基础上还具备摇动机构(光源跟踪机构)61。此外,如图9A所示,光电转换元件20的第1灵敏度部分21的第1灵敏度区域由通过受光面的中心并向Y向延伸的1条带状的图案形成。

[0129] 运算部40作为摇动机构61的驱动控制部发挥功能,生成与光电转换元件20的第2灵敏度部分22的两对电极层224、234的输出电流的差值相应的驱动信号。

[0130] 摇动机构61具有马达等驱动部,根据在运算部40中生成的驱动信号,变更光学透镜50和光电转换元件20的光学单元的朝向。

[0131] 例如,若将第2灵敏度部分22的两对电极层224、234的输出电流设为A1、A2,则运算部40生成与相对于Y轴对置配置的电极层224、234的输出电流A1和输出电流A2的差值相应的驱动信号(摇动)。

[0132] 例如在 $A2 > A1$ 的情况下,摇动机构61根据与输出电流A1和输出电流A2的差值相应的驱动信号以形成为 $A1 = A2$ 的方式相对于Y轴变更光学单元的朝向(摇动)。

[0133] 由此,摇动机构61能够跟踪光源,以使得降低光电转换元件20的第2灵敏度部分22的两对电极层224、234的输出电流的差值,并使光电转换元件20的受光面中的入射光的照射区域R的中心位置(XY位置)接近光电转换元件20的X向的中心位置即第1灵敏度部分21。

[0134] 在该变形例2的三维传感器2中,即使光电转换元件20的受光面中的入射光的照射区域R脱离了第1灵敏度部分21,也能够使照射区域R的中心位置(XY位置)接近第1灵敏度部分21,从而光源的三维的位置检测的精度提高。

[0135] 另外,根据变形例2的三维传感器2,通过使来自多个光源的入射光成为以相互不同的频率调制了的调制光(脉冲光),从而能够同时检测多个光源的三维的位置。多个光源在光电转换元件20的第1灵敏度部分21的第1灵敏度区域的图案的延伸方向上排列。运算部40基于与从光电转换元件20输出的多个入射光对应地调制的输出电流,按照每个频率,如上述那样检测入射光的入射方向、入射光的光点尺寸以及光源的Z向(进深)的位置,从而检测被拍摄体的三维的位置即可。

[0136] 此外,在变形例2的三维传感器2中,例示了通过摇动机构跟踪光源的形态,但变形例2的三维传感器2的特征也能够用于通过倾斜机构跟踪光源的形态。

[0137] 以上,对本发明的实施方式进行了说明,但本发明并不限于上述的本实施方式,能够进行各种变形。例如,在本实施方式中,如图2所示,例示了异质结式的光电转换元件20,但本发明的特征并不局限于异质结式的光电转换元件,能够用于同质结式的光电转换元件等各种光电转换元件。

[0138] 另外,在本实施方式中,作为受光面侧的导电型半导体层221,例示了p型半导体层,作为背面侧的导电型半导体层231,例示了n型半导体层。然而,也可以构成为:受光面侧的导电型半导体层221是在非晶硅材料中掺杂了n型掺杂剂(例如,上述的磷(P))的n型半导体层,背面侧的导电型半导体层231是在非晶硅材料中掺杂了p型掺杂剂(例如,上述的硼(B))的p型半导体层。

[0139] 另外,在本实施方式中,作为半导体基板210,例示了n型半导体基板,但半导体基板210也可以是在结晶硅材料中掺杂了p型掺杂剂(例如,上述的硼(B))的p型半导体基板。

[0140] 另外,在本实施方式中,例示了具有结晶硅基板的光电转换元件,但并不限定于此。例如,光电转换元件也可以具有砷化镓(GaAs)基板。

[0141] 附图标记说明

[0142] 1…光电转换装置;2…三维传感器;20…光电转换元件;21…第1灵敏度部分;22…第2灵敏度部分;30…存储部;40…运算部;50…光学透镜;60…摇动和倾斜机构(光源跟踪机构);61…摇动机构(或者倾斜机构:光源跟踪机构);210…半导体基板(光电转换基板);220、230…钝化层;221…p型半导体层(第1导电型半导体层);222、232…透明电极层;223、233…电极层(第1电极);224、234…电极层(第2电极);231…n型半导体层(第2导电型半导体层)。

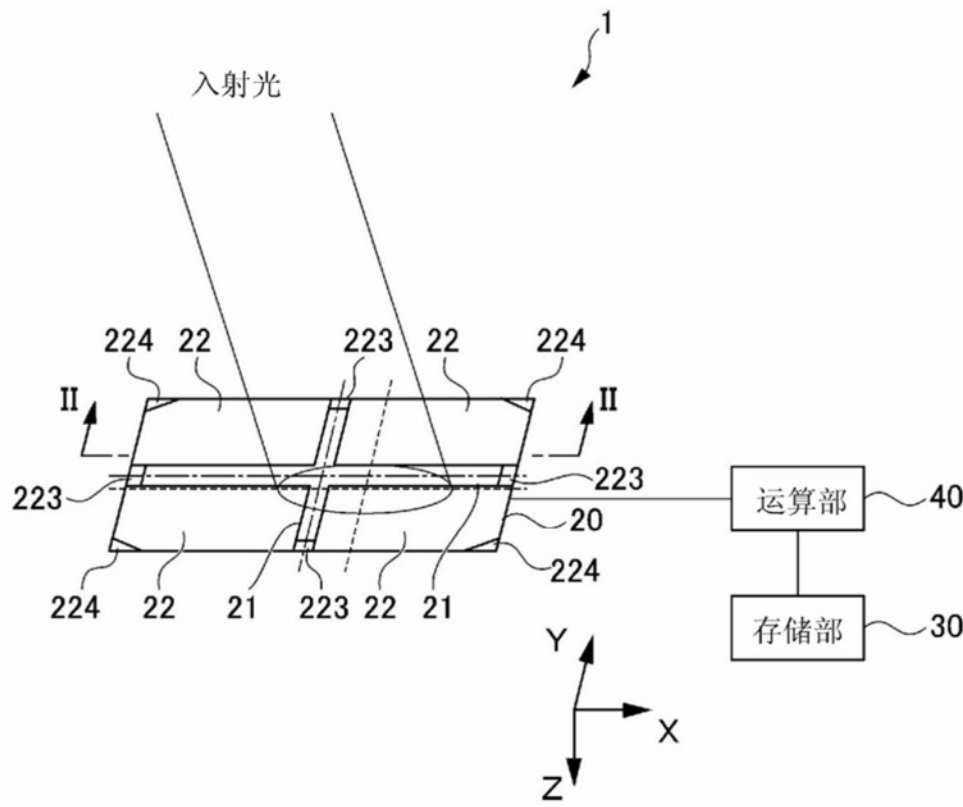


图1

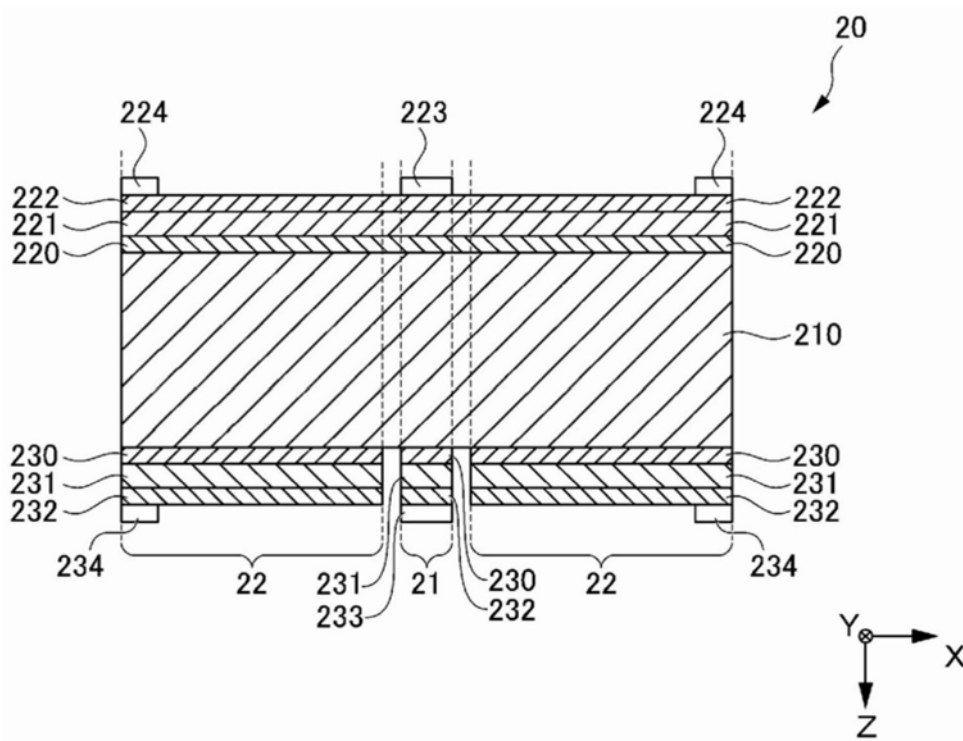


图2

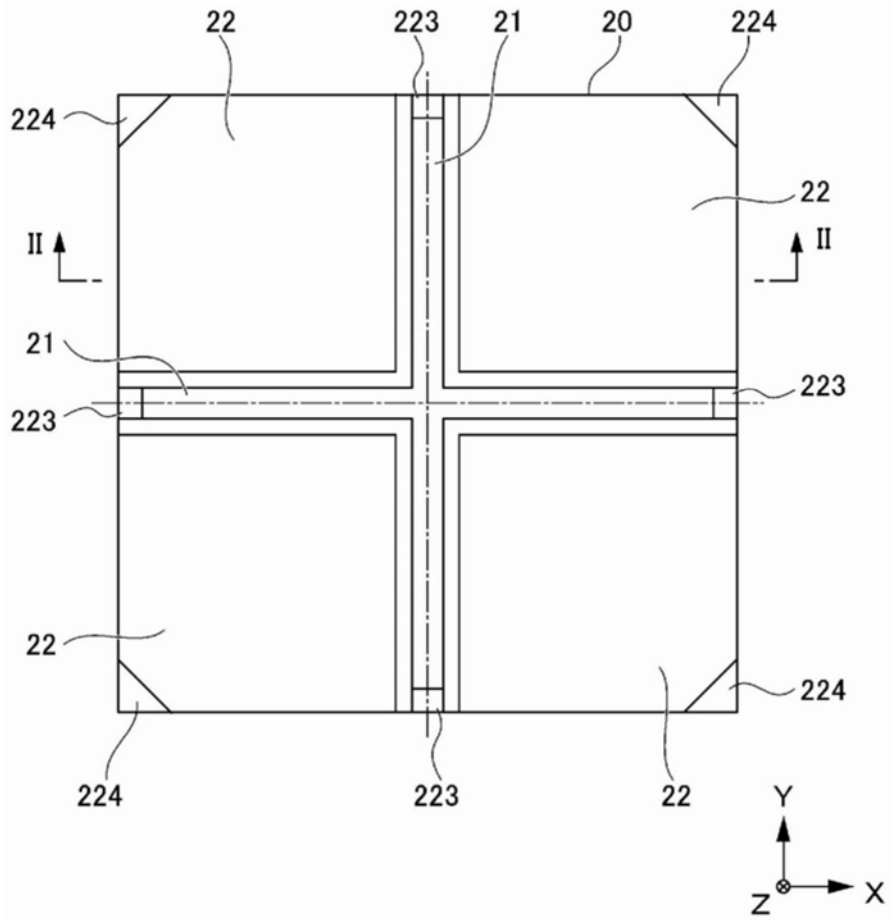


图3

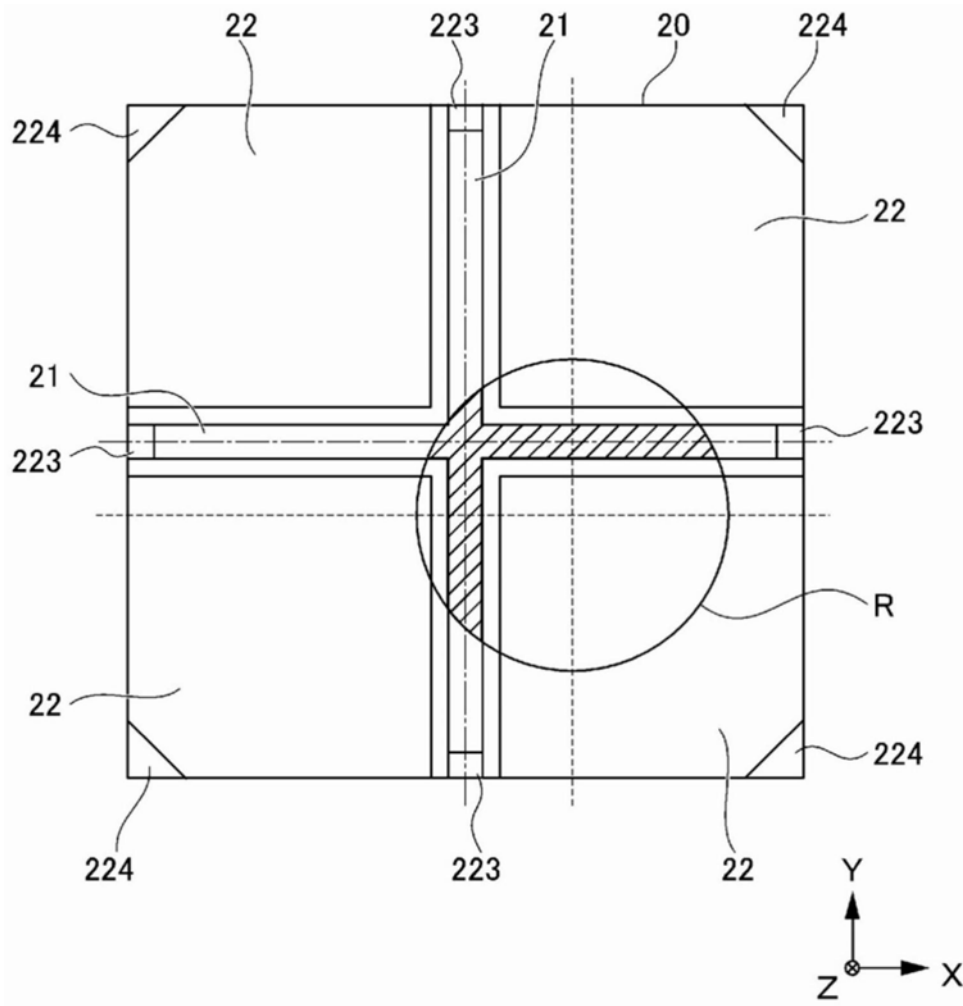


图4

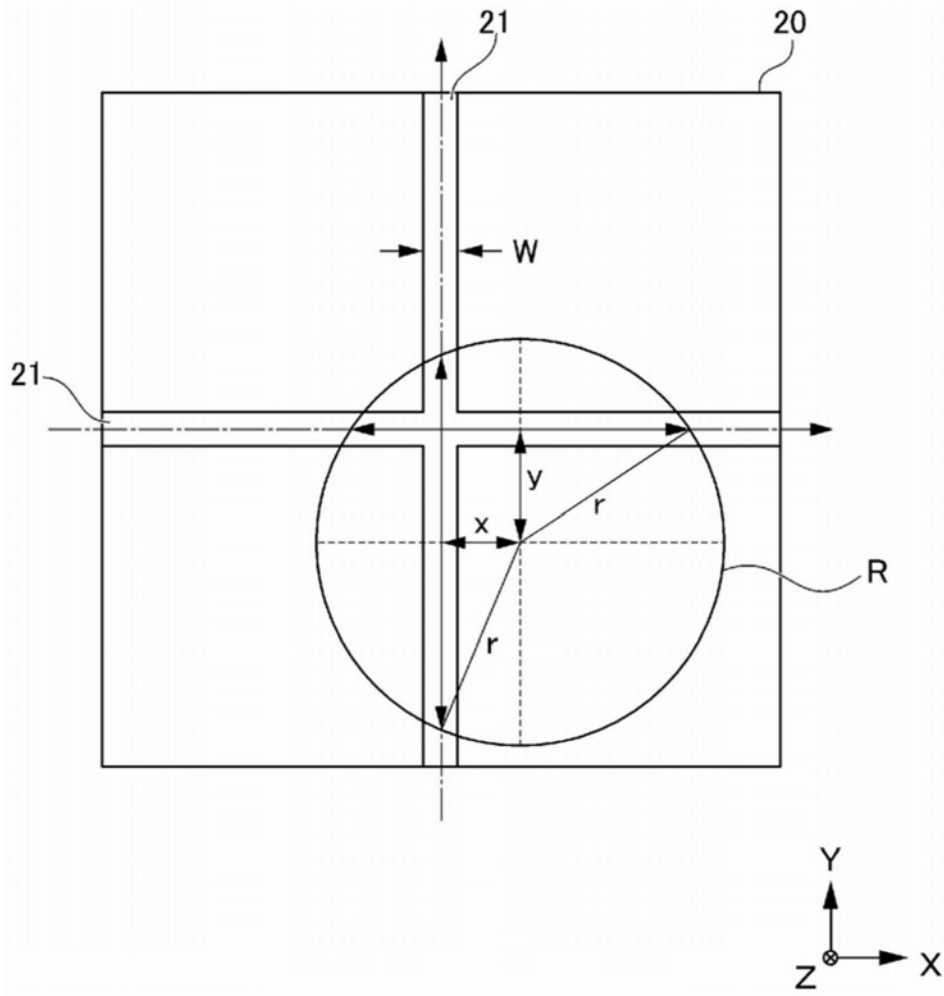


图5

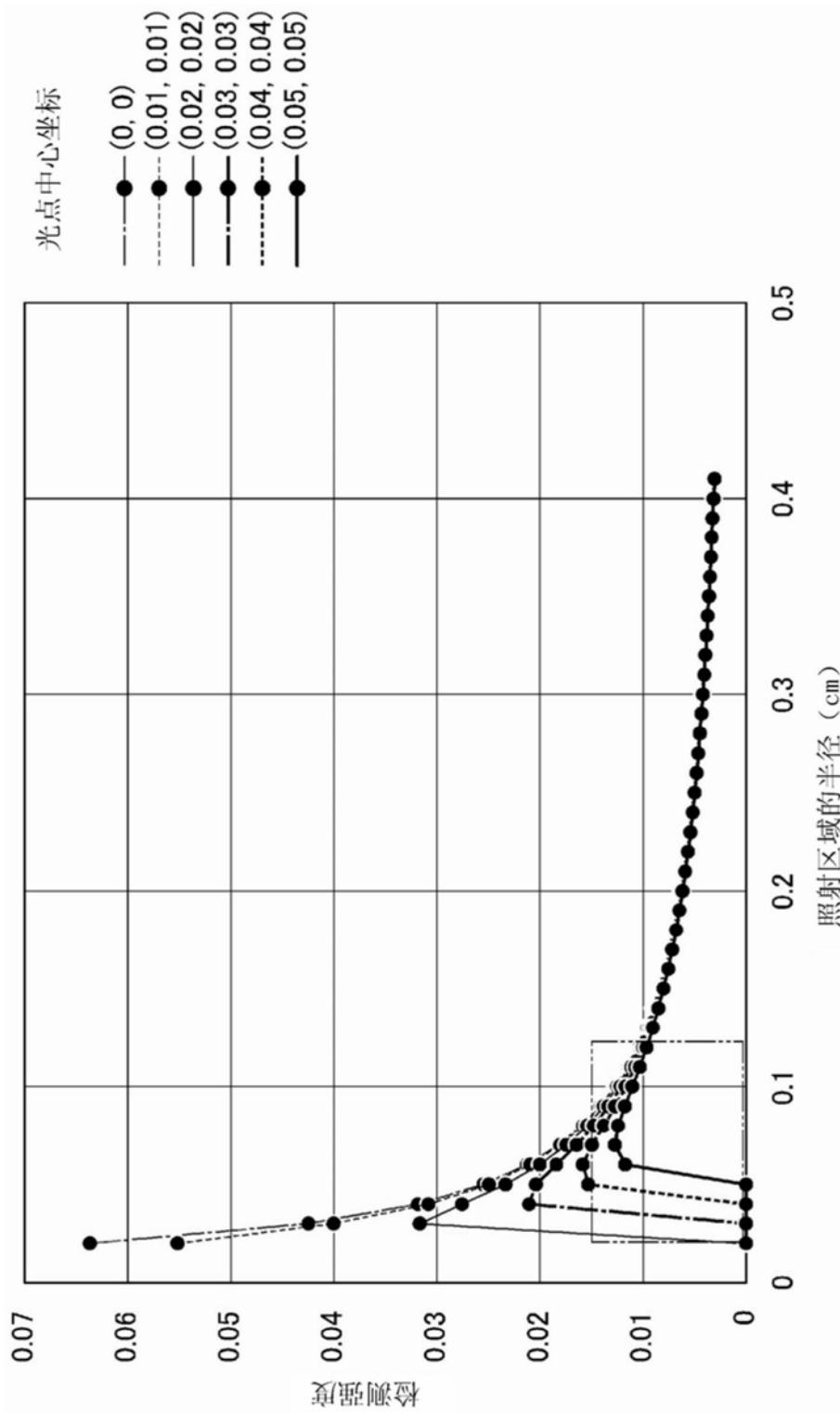


图6A

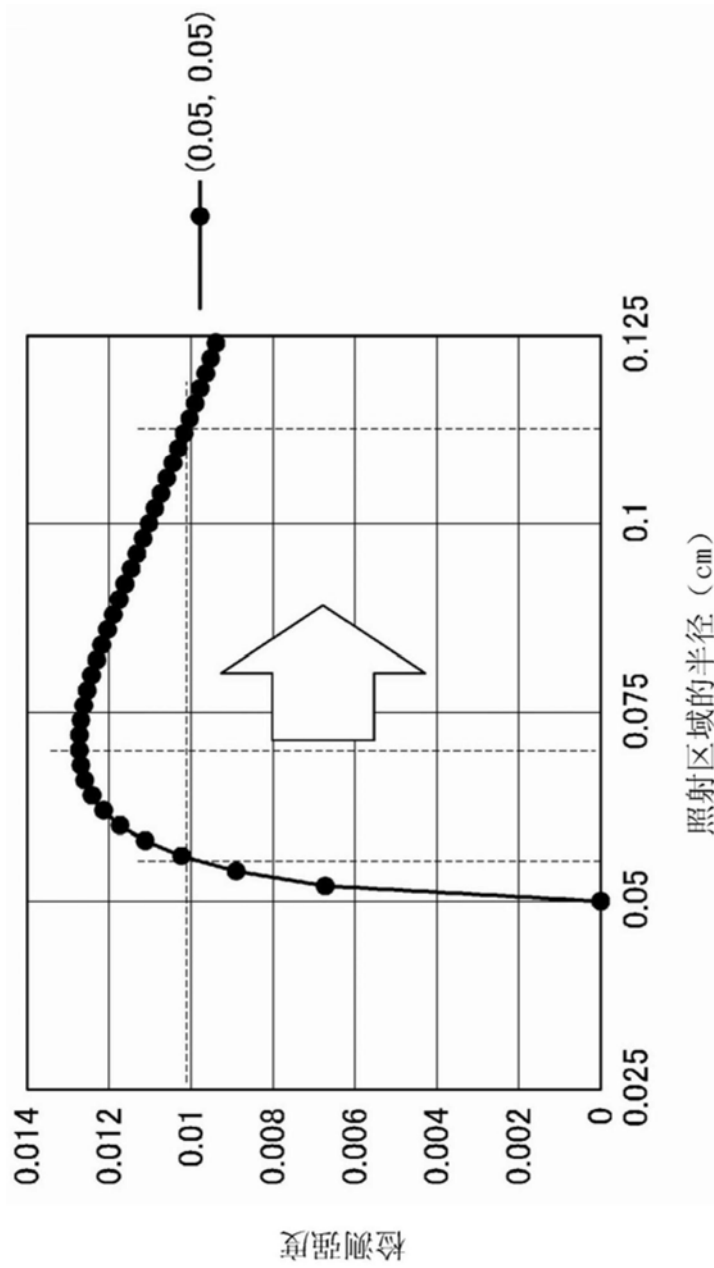


图6B

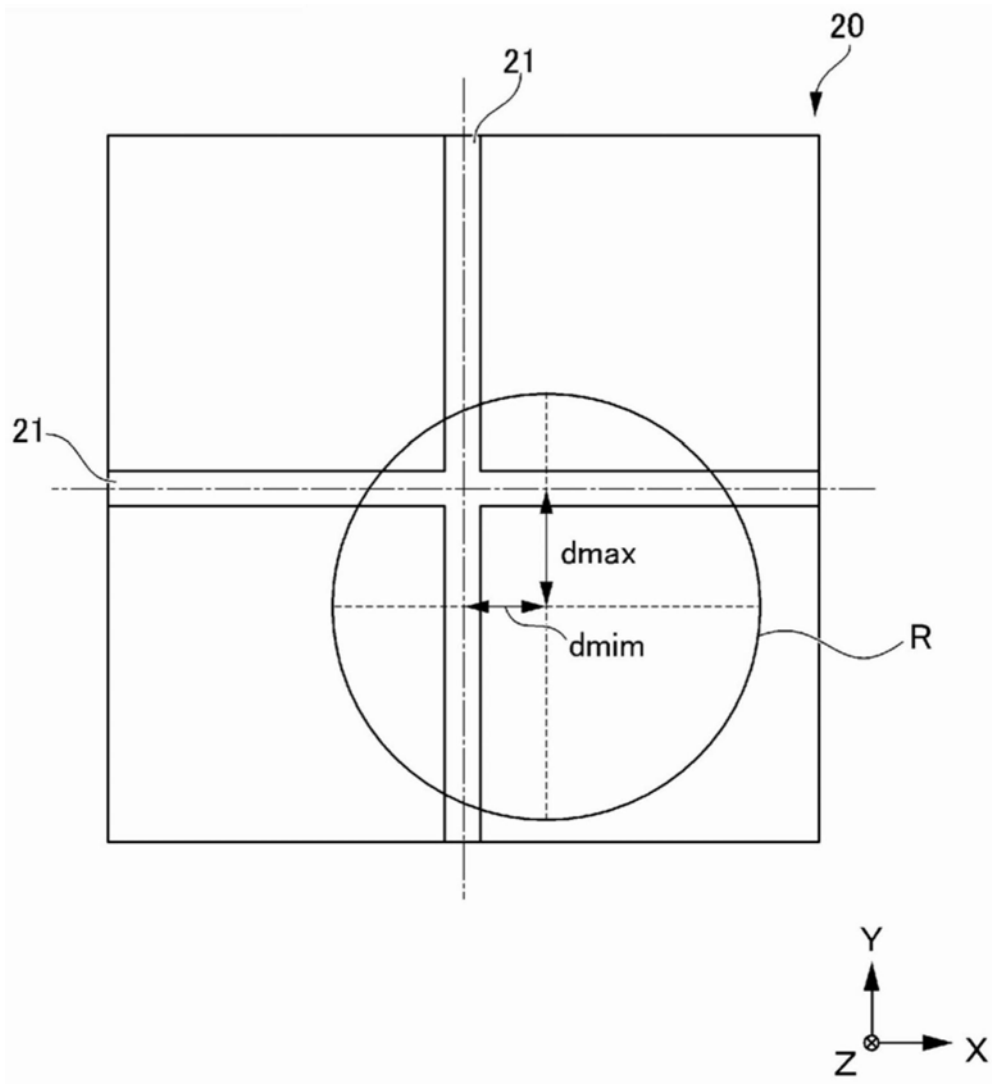


图7A

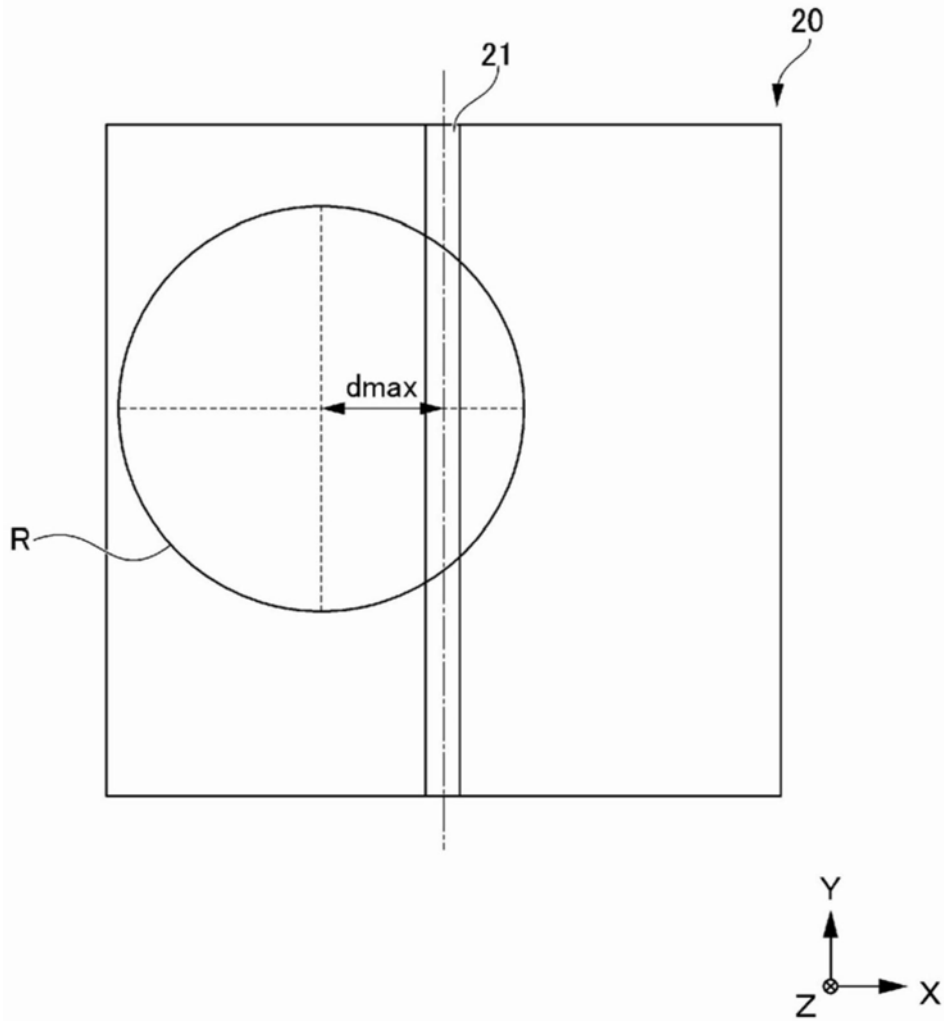


图7B

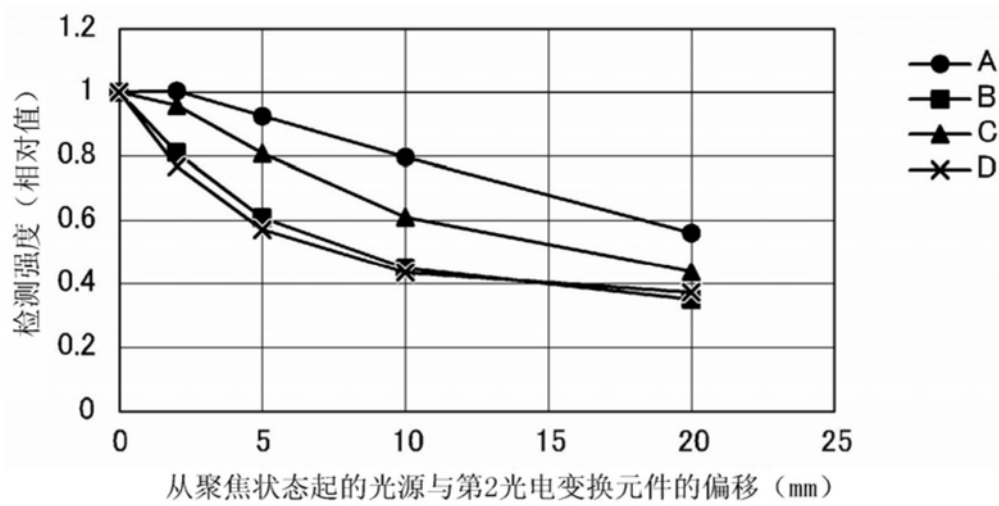


图8

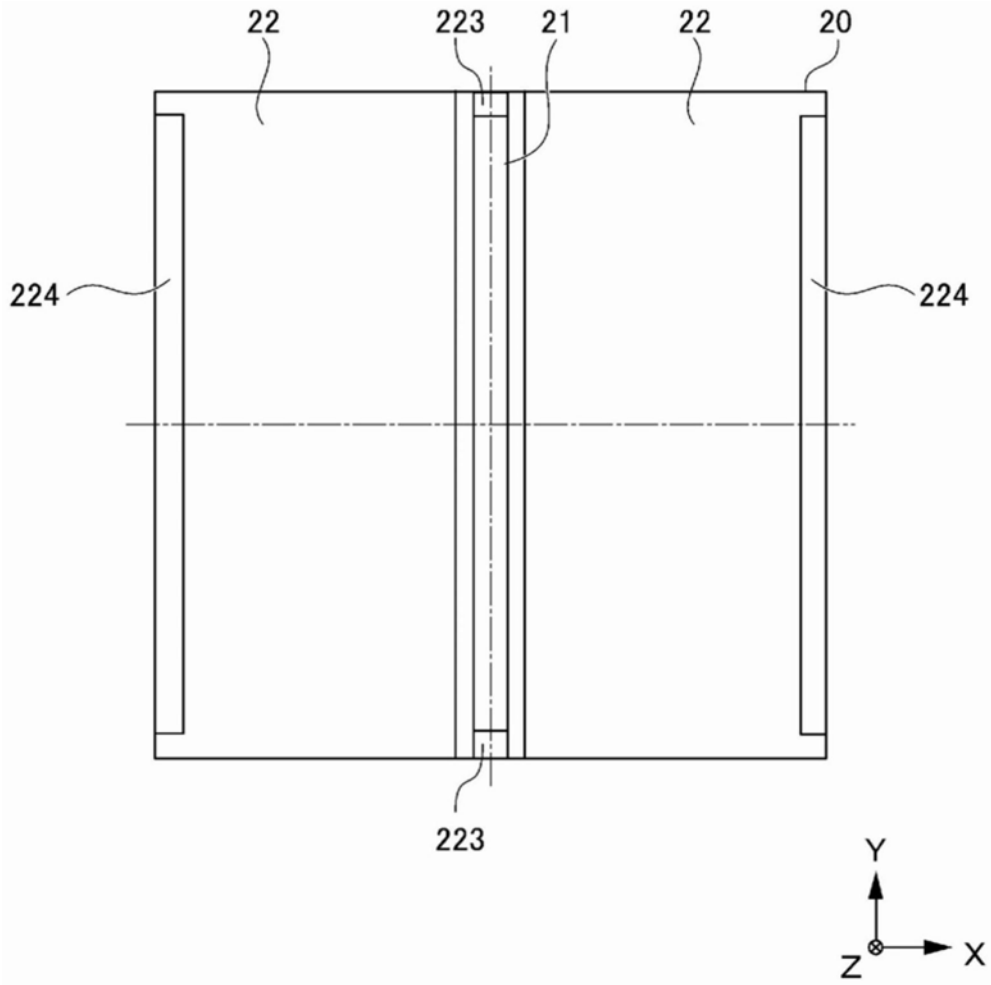


图9A

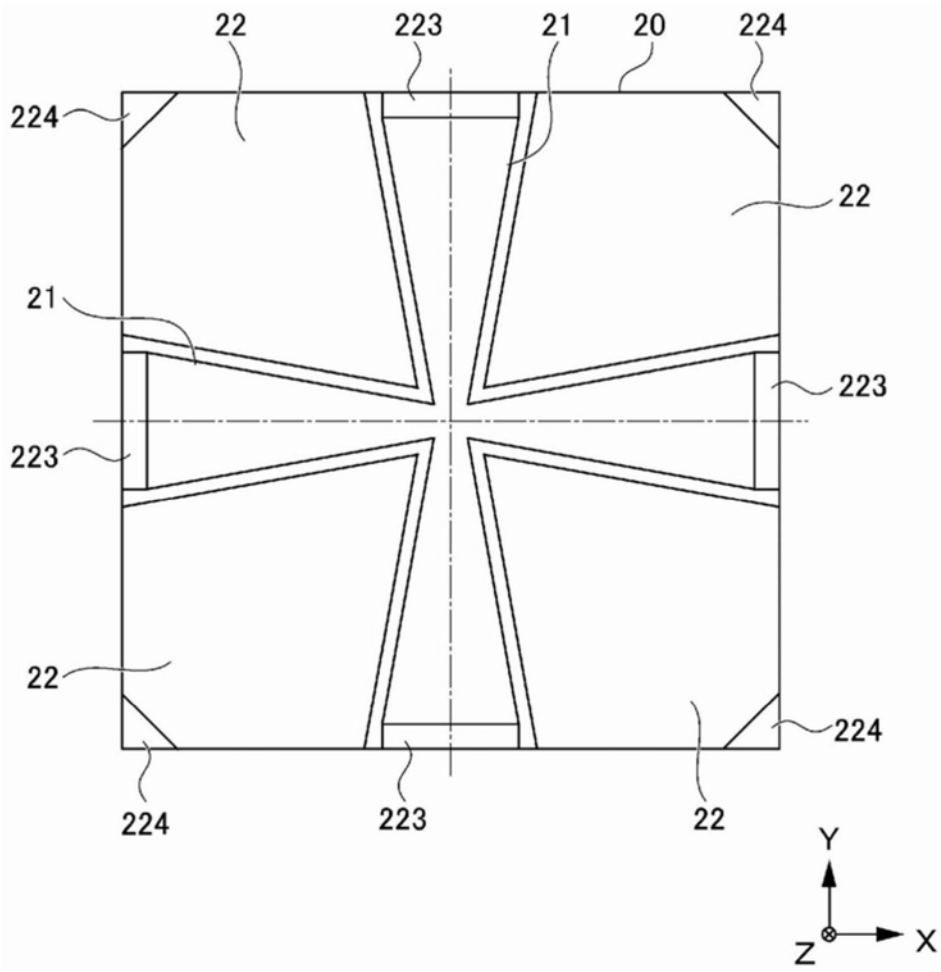


图9B

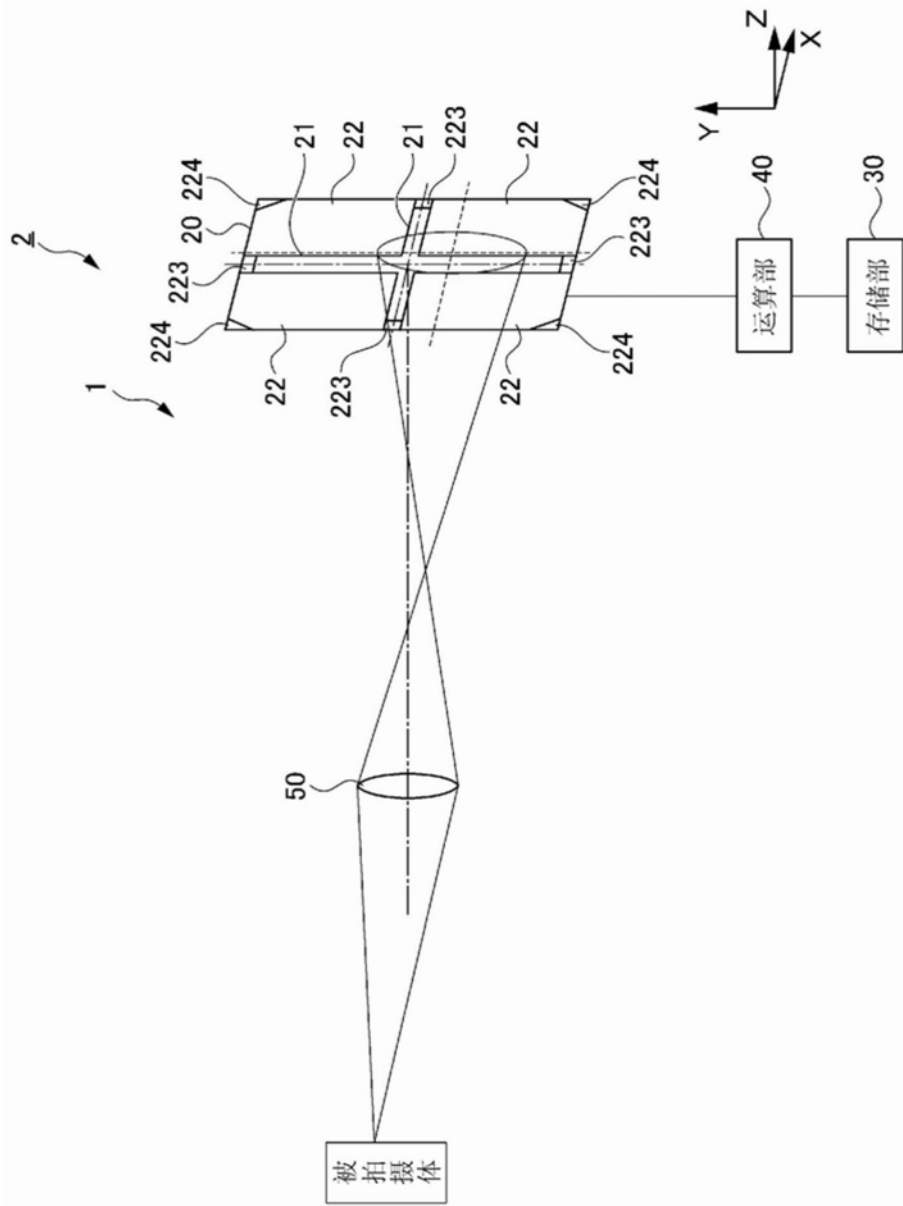


图10

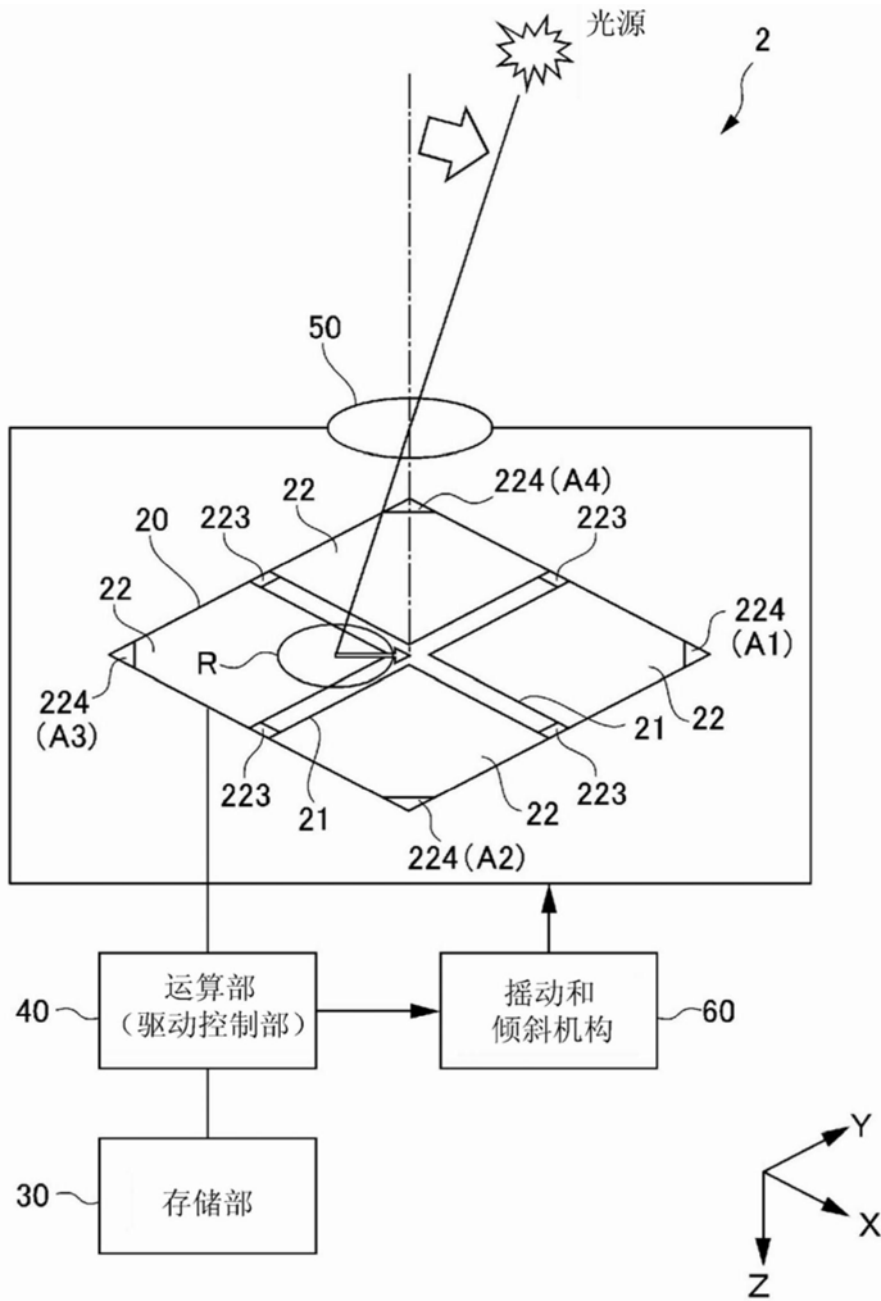


图11A

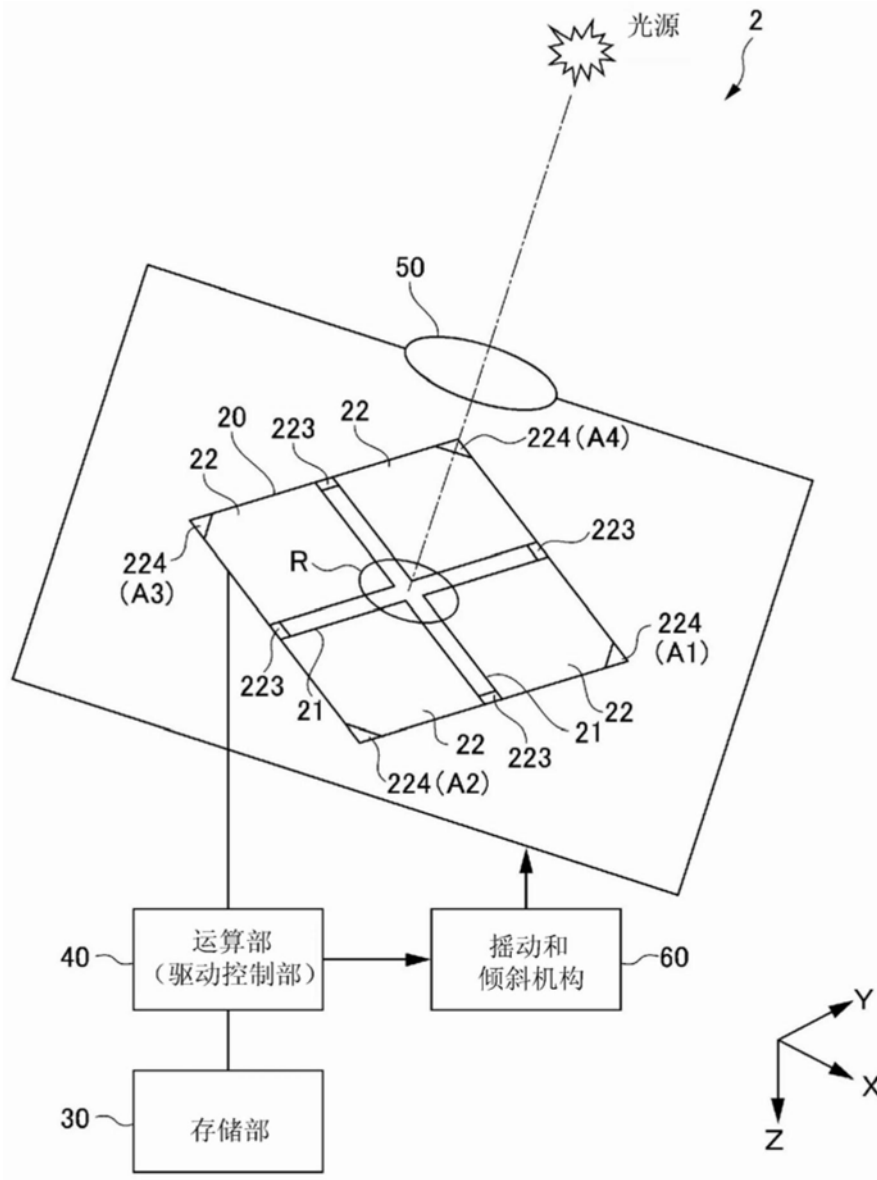


图11B

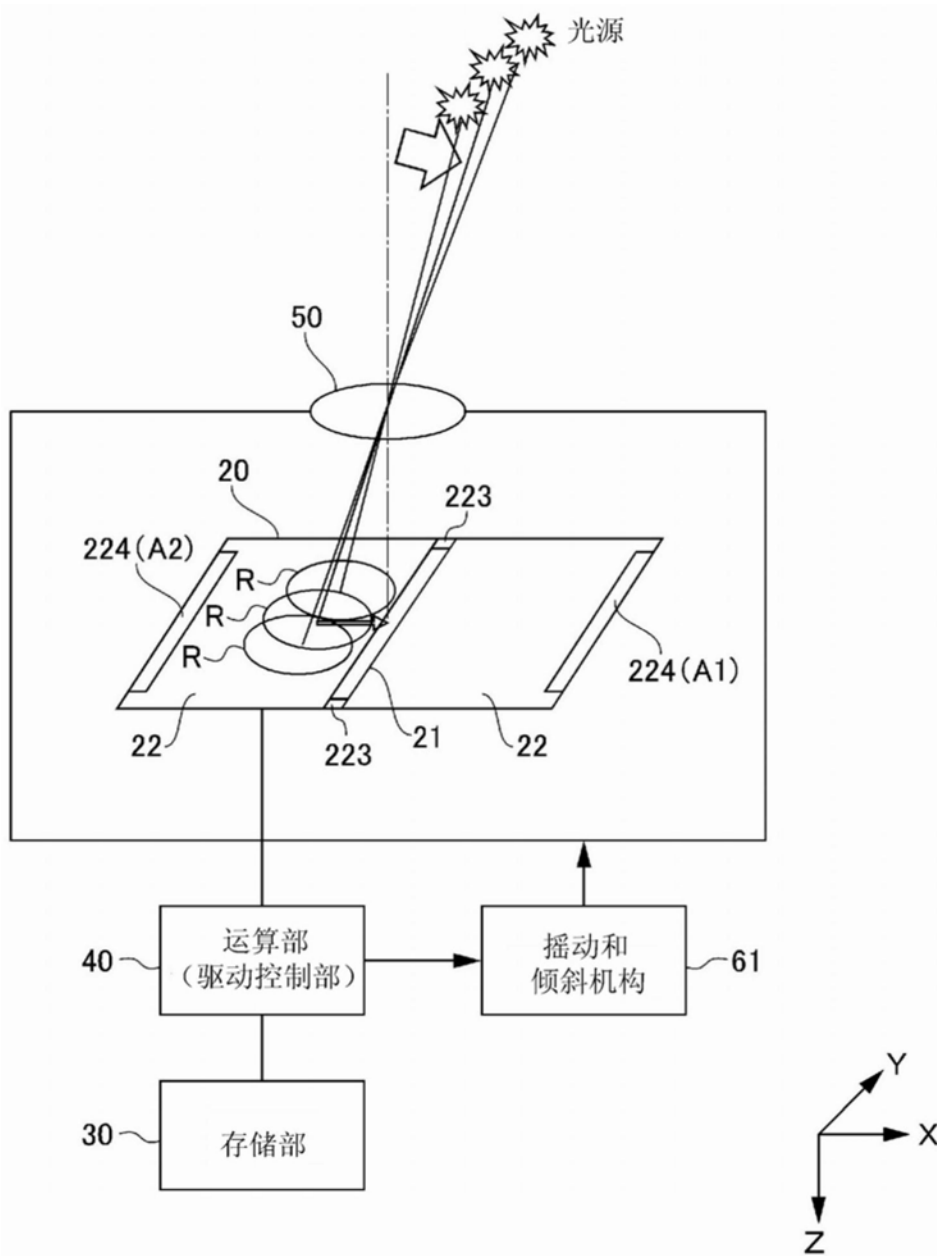


图12A

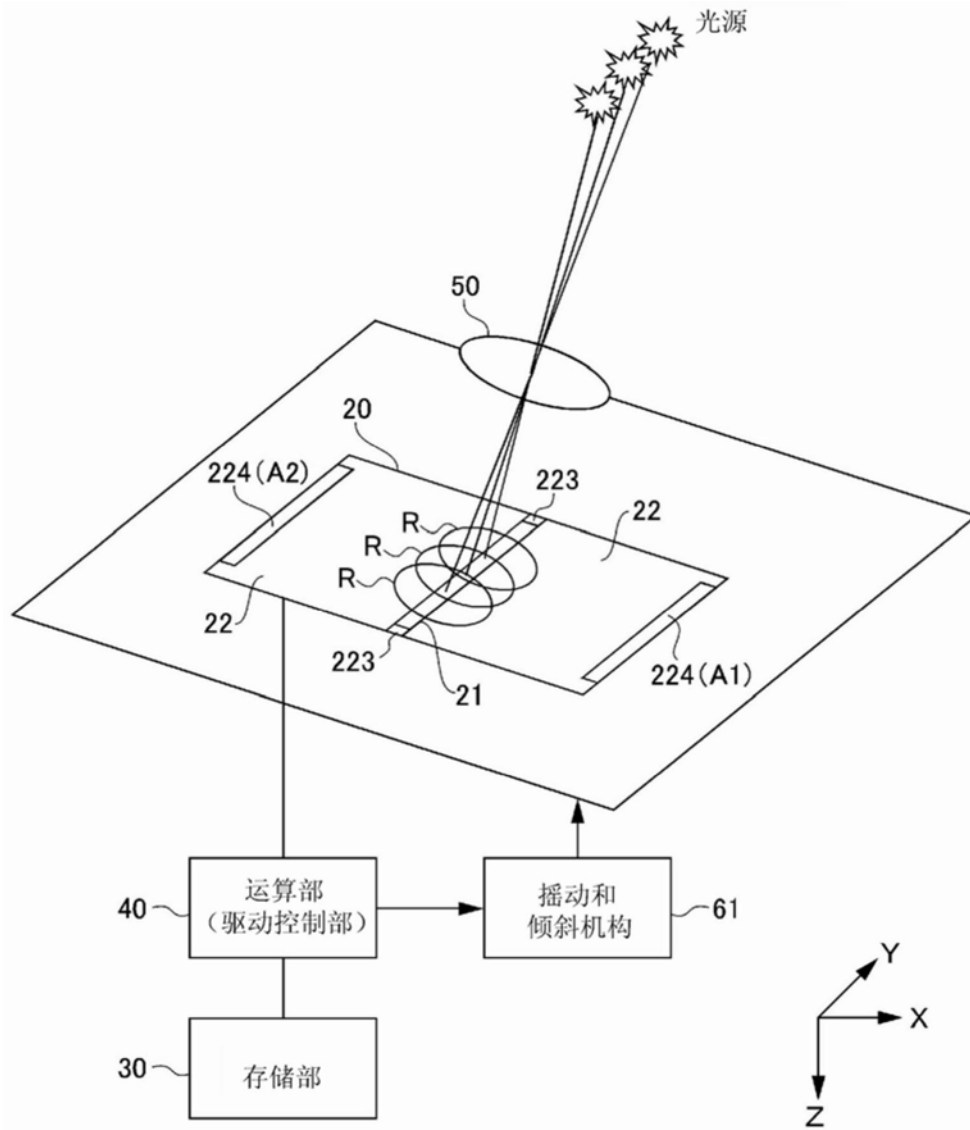


图12B