(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118339514 A
(43)申请公布日 2024.07.12

(21)申请号 202280079002.7

(22)申请日 2022.06.17

(30)优先权数据
2021-194449 2021.11.30 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.05.29

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2022/024333 2022.06.17

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/100399 JA 2023.06.08

(71)申请人 株式会社村田制作所
地址 日本

(72)发明人 石井友基 田中佑果 田渊胜宏 中土井贵英 岸宣孝 坂口仁志

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务所(普通合伙) 11277
专利代理师 刘新宇 白银环

(51)Int.Cl.
G03B 17/02(2021.01)
B60S 1/62(2006.01)
G02B 7/02(2021.01)
G03B 17/08(2021.01)
G03B 17/56(2021.01)
G03B 30/00(2021.01)
H10N 30/20(2023.01)
H04N 23/55(2023.01)

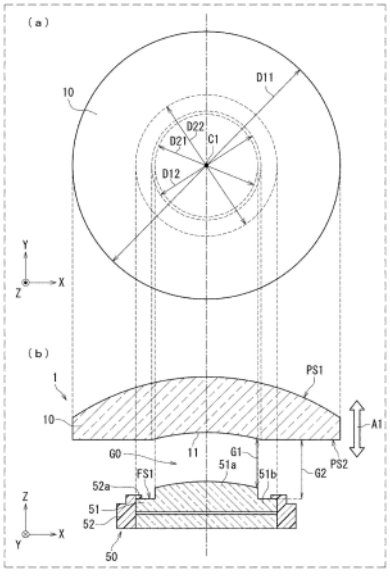
权利要求书1页 说明书11页 附图9页

(54)发明名称

光学模块和光学装置

(57)摘要

本发明的光学模块具备:透光体;振动体,其形成为筒状,支承所述透光体;压电元件,其配置于所述振动体,使所述振动体振动;以及内层光学部件,其配置于所述振动体的内侧,在所述透光体的与所述内层光学部件相对的面形成有凹部,该凹部在所述透光体的厚度方向上凹陷且具有曲率,所述内层光学部件包含与所述透光体相对的内层透镜,所述内层透镜包含朝向所述透光体突出且具有曲率的第1部分和设于所述第1部分的外周的第2部分,在所述第1部分的所述外周处,在所述第1部分与所述透光体之间形成有第1间隙,在所述第2部分与所述透光体之间形成有第2间隙,所述第2间隙大于所述第1间隙。



CN 118339514 A

1.一种光学模块,其中,

该光学模块具备:

透光体;

振动体,其形成为筒状,支承所述透光体;

压电元件,其配置于所述振动体,使所述振动体振动;以及

内层光学部件,其配置于所述振动体的内侧,

在所述透光体的与所述内层光学部件相对的面形成有凹部,该凹部在所述透光体的厚度方向上凹陷且具有曲率,

所述内层光学部件包含与所述透光体相对的内层透镜,

所述内层透镜包含朝向所述透光体突出且具有曲率的第1部分和设于所述第1部分的外周的第2部分,

在所述第1部分的所述外周处,在所述第1部分与所述透光体之间形成有第1间隙,

在所述第2部分与所述透光体之间形成有第2间隙,

所述第2间隙大于所述第1间隙。

2.根据权利要求1所述的光学模块,其中,

所述第2部分是相对于所述第1部分向远离所述透光体的方向凹陷的台阶。

3.根据权利要求1或2所述的光学模块,其中,

所述第2部分具有随着朝向所述内层透镜的外周而向远离所述透光体的方向倾斜的倾斜面。

4.根据权利要求1至3中任一项所述的光学模块,其中,

所述第2间隙为所述第1间隙的1.2倍以上。

5.根据权利要求1至4中任一项所述的光学模块,其中,

当从所述透光体的厚度方向观察时,所述内层透镜的外径大于所述透光体的所述凹部的外径。

6.根据权利要求1至5中任一项所述的光学模块,其中,

所述内层透镜的所述第1部分的所述曲率大于所述透光体的所述凹部的所述曲率。

7.根据权利要求1至6中任一项所述的光学模块,其中,

所述第2部分具有与所述内层透镜的厚度方向正交的平坦面,

所述内层光学部件包含收纳所述内层透镜的筒状的透镜保持部,

所述透镜保持部具有在所述透镜保持部的内侧与所述平坦面接触的按压部。

8.根据权利要求1至7中任一项所述的光学模块,其中,

所述第1部分配置在所述透光体的所述凹部内。

9.根据权利要求1至8中任一项所述的光学模块,其中,

所述内层透镜由球面透镜或非球面透镜构成。

10.根据权利要求1至9中任一项所述的光学模块,其中,

所述透光体的所述凹部具有呈半球状凹陷的形状。

11.一种光学装置,其中,

该光学装置具备权利要求1至10中任一项所述的光学模块和配置于所述光学模块的光学元件。

光学模块和光学装置

技术领域

[0001] 本发明涉及通过振动来去除液滴等的光学模块和光学装置。

背景技术

[0002] 在专利文献1中公开了一种液滴排除装置,该液滴排除装置具备与形成光学元件的圆顶部的曲面的端部连接并使圆顶部产生弯曲振动的励振构件。在专利文献1所记载的液滴排除装置中,防滴罩与压电元件粘接固定,通过压电元件的振动使防滴罩弯曲振动,将附着于防滴罩的表面的液滴等去除。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2017-170303号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的问题

[0007] 在专利文献1所记载的装置中,在抑制振动衰减这一点上还有改善的余地。

[0008] 用于解决问题的方案

[0009] 本发明的一方案的光学模块具备:透光体;振动体,其形成为筒状,支承所述透光体;压电元件,其配置于所述振动体,使所述振动体振动;以及内层光学部件,其配置于所述振动体的内侧,在所述透光体的与所述内层光学部件相对的面形成有凹部,该凹部在所述透光体的厚度方向上凹陷且具有曲率,所述内层光学部件包含与所述透光体相对的内层透镜,所述内层透镜包含朝向所述透光体突出且具有曲率的第1部分和设于所述第1部分的外周的第2部分,在所述第1部分的所述外周处,在所述第1部分与所述透光体之间形成有第1间隙,在所述第2部分与所述透光体之间形成有第2间隙,所述第2间隙大于所述第1间隙。

[0010] 本发明的一方案的光学装置具备所述方案的光学模块和配置于所述光学模块的光学元件。

[0011] 发明的效果

[0012] 根据本发明,能够提供能抑制振动衰减的光学模块和光学装置。

附图说明

[0013] 图1是表示本发明的实施方式1的光学装置的一例的概略立体图。

[0014] 图2是表示本发明的实施方式1的光学装置的结构的一例的概略剖视图。

[0015] 图3是表示本发明的实施方式1的光学装置的功能性结构的一例的框图。

[0016] 图4是用于说明透光体与内层透镜之间的间隙的示意图。

[0017] 图5是用于说明比较例1、比较例2和实施例1的示意图。

[0018] 图6是对比较例1、比较例2和实施例1中的透光体的位移量和声压的模拟结果的一例进行说明的图表。

[0019] 图7是对比较例1、比较例2和实施例1中的位移分布和声压分布的一例进行说明的图。

[0020] 图8是表示第2间隙的尺寸与透光体的位移量之间的关系的一例的图表。

[0021] 图9是对透光体的凹部的曲率与内层透镜的第1部分的曲率之间的关系的一例进行说明的图表。

[0022] 图10是表示变形例1的光学模块的主要结构的概略剖视图。

[0023] 图11是表示变形例2的光学模块的主要结构的概略剖视图。

[0024] 图12是表示变形例3的光学装置的主要结构的概略剖视图。

具体实施方式

[0025] (完成本发明的经过)

[0026] 在车辆的前部、后部设有具备摄像元件等的摄像单元的车辆中,利用由摄像单元获取的图像来控制安全装置,或者进行自动驾驶控制。这样的摄像单元有时配置于车外。在该情况下,在摄像单元的外部配置保护罩或透镜等透光体。

[0027] 因此,有时雨滴(液滴)、泥土、灰尘等异物附着于透光体。若异物附着于透光体,则存在异物映射在由摄像单元获取的图像中而无法得到清晰的图像的情况。

[0028] 近年来,开发了通过使透光体振动来去除附着于透光体的异物的装置。在这样的装置中,在筒状的振动体配置透光体,通过利用压电元件等使振动体振动而使透光体振动。另外,在振动体的内部配置有内层透镜等内层光学部件。

[0029] 然而,存在因配置于振动体的内部的内层光学部件的位置而使透光体和/或振动体的振动衰减的情况。例如,在透光体与内层光学部件之间设有间隙,因间隙的尺寸而产生振动衰减。由此,存在无法充分地去除附着于透光体的异物这样的问题。这是发明人发现的新的问题。

[0030] 例如,当使透光体振动时,通过该振动产生声波。从透光体产生的声波被内层光学部件反射,产生包含声波的波腹和波节的驻波。在声波的波腹处,与其他部分相比声压上升,空气成为进一步被压缩的状态。因此,在声波的波腹处,被压缩的空气作为阻尼器发挥作用,产生振动衰减。因此,在透光体与内层光学部件之间的间隙中,当在配置透光体的位置形成声波的波腹的情况下,透光体的振动会衰减。其结果是,有时无法充分去除附着于透光体的异物。

[0031] 另外,为了避开因从透光体产生的声波的反射而产生的波腹和波节地配置内层光学部件,考虑靠近透光体地配置内层光学部件,减小透光体与内层光学部件之间的间隙。在该情况下,无论有无驻波,间隙中的空气体积都变小,声压上升。其结果是,有时产生振动衰减。

[0032] 本发明人等进行了深入研究,结果发现了通过抑制透光体与内层光学部件之间的间隙中的声压的上升来抑制振动的衰减的结构,从而完成了以下的发明。

[0033] 本发明的第1方案的光学模块具备:透光体;振动体,其形成为筒状,支承所述透光体;压电元件,其配置于所述振动体,使所述振动体振动;以及内层光学部件,其配置于所述振动体的内侧,在所述透光体的与所述内层光学部件相对的面形成有凹部,该凹部在所述透光体的厚度方向上凹陷且具有曲率,所述内层光学部件包含与所述透光体相对的内层透

镜,所述内层透镜包含朝向所述透光体突出且具有曲率的第1部分和设于所述第1部分的外周的第2部分,在所述第1部分的所述外周处,在所述第1部分与所述透光体之间形成有第1间隙,在所述第2部分与所述透光体之间形成有第2间隙,所述第2间隙大于所述第1间隙。

[0034] 通过这样的结构,能够抑制振动衰减。

[0035] 所述第2部分也可以是相对于所述第1部分向远离所述透光体的方向凹陷的台阶。

[0036] 通过这样的结构,能够进一步抑制振动衰减。

[0037] 所述第2部分也可以具有随着朝向所述内层透镜的外周而向远离所述透光体的方向倾斜的倾斜面。

[0038] 通过这样的结构,能够进一步抑制振动衰减。

[0039] 所述第2间隙也可以为所述第1间隙的1.2倍以上。

[0040] 通过这样的结构,能够进一步抑制振动衰减。

[0041] 当从所述透光体的厚度方向观察时,所述内层透镜的外径也可以大于所述透光体的所述凹部的外径。

[0042] 通过这样的结构,能够在维持内层透镜的光学特性的同时抑制振动衰减。

[0043] 所述内层透镜的所述第1部分的所述曲率也可以大于所述透光体的所述凹部的所述曲率。

[0044] 通过这样的结构,能够进一步抑制振动衰减。

[0045] 也可以是,所述第2部分具有与所述内层透镜的厚度方向正交的平坦面,所述内层光学部件包含收纳所述内层透镜的筒状的透镜保持部,所述透镜保持部具有在所述透镜保持部的内侧与所述平坦面接触的按压部。

[0046] 通过这样的结构,能够在维持内层透镜的光学特性的同时保持内层透镜。

[0047] 所述第1部分也可以配置在所述透光体的所述凹部内。

[0048] 通过这样的结构,能够在使模块小型化的同时抑制振动衰减。

[0049] 所述内层透镜也可以由球面透镜或非球面透镜构成。

[0050] 通过这样的结构,能够进一步抑制振动衰减。

[0051] 所述透光体的所述凹部也可以具有呈半球状凹陷的形状。

[0052] 通过这样的结构,能够进一步抑制振动衰减。

[0053] 本发明的一方案的光学装置具备所述方案的光学模块和配置于所述光学模块的光学元件。

[0054] 通过这样的结构,能够抑制振动衰减。

[0055] 以下,根据附图对本发明的一个实施方式进行说明。此外,以下的说明本质上只不过是例示,并不意图限制本公开、其应用物或者其用途。而且,附图是示意性的,各尺寸的比例等未必与现实的尺寸的比例一致。

[0056] (实施方式1)

[0057] [光学装置]

[0058] 图1是表示本发明的实施方式1的光学装置100的一例的概略立体图。图2是表示本发明的实施方式1的光学装置100的结构的一例的概略剖视图。图中的X、Y、Z方向表示光学装置100的纵向、横向和高度方向。

[0059] 如图1和图2所示,光学装置100具备光学模块1和光学元件2。光学元件2配置于光

学模块1。具体而言,光学元件2配置于光学模块1的内部。

[0060] 在本实施方式中,说明光学装置100为摄像装置的例子。光学装置100例如安装于车辆的前方、后方等,对拍摄对象进行拍摄。此外,安装光学装置100的场所不限于车辆,也可以安装于船舶、飞机等其它装置。

[0061] 光学元件2为摄像元件,例如为接收从可见区域到远红外区域的任一波长的光的CMOS、CCD、辐射热测量计、热电堆。

[0062] 光学装置100在被安装于车辆等而在室外使用的情况下,有时雨滴、泥土、灰尘等异物会附着于在光学元件2的视野方向上配置并覆盖外部的光学模块1的透光体10。光学模块1能够产生振动以去除附着于透光体10的雨滴等异物。

[0063] [光学模块]

[0064] 如图1和图2所示,光学模块1具备透光体10、振动体20、压电元件30、固定部40和内层光学部件50。此外,在光学模块1中,固定部40不是必须的结构。

[0065] <透光体>

[0066] 透光体10具有使光学元件2所检测的波长的能量线或光透射的透光性。在本实施方式中,透光体10是用于保护光学元件2、内层光学部件50免于异物附着的罩。在光学装置100中,光学元件2通过透光体10来检测能量线或光。

[0067] 作为形成透光体10的材料,例如能够使用透光性的塑料、石英、硼硅酸等玻璃、透光性的陶瓷或合成树脂等。通过例如由强化玻璃形成透光体10,能够提高透光体10的强度。在本实施方式中,透光体10由BK-7(硼硅酸玻璃)形成。

[0068] 透光体10例如具有圆顶形状。当从光学模块1的高度方向(Z方向)观察时,透光体10形成为圆形。此外,透光体10的形状不限于此。

[0069] 在本实施方式中,透光体10具有第1主面PS1和与第1主面PS1相反侧的第2主面PS2。第1主面PS1是位于透光体10的外侧的主面。第1主面PS1由连续的弯曲面形成。具体而言,第1主面PS1呈圆形地弯曲。第2主面PS2是位于透光体10的内侧的主面。在第2主面PS2的平坦面设有凹部11。

[0070] 具体而言,第2主面PS2是透光体10中的与内层光学部件50相对的面。在第2主面PS2形成有在透光体10的厚度方向(Z方向)上凹陷且具有曲率的凹部11。例如,当从透光体10的厚度方向(Z方向)观察时,凹部11设于透光体10的中央,具有圆形形状。例如,凹部11具有呈半球状凹陷的形状。

[0071] 透光体10的外周端部接合于振动体20。具体而言,沿着从透光体10的厚度方向(Z方向)观察时的透光体10的外周,透光体10的第2主面PS2与振动体20的振动凸缘21接合。透光体10与振动体20的接合例如能够使用粘接材料或钎焊材料来实施。或者,也能够使用热压接或阳极接合等。

[0072] <振动体>

[0073] 振动体20形成为筒状,支承透光体10。另外,通过利用压电元件30使振动体20振动,从而使透光体10振动。

[0074] 振动体20具有振动凸缘21、第1筒状体22、弹簧部23、第2筒状体24、振动板25和连接部26。此外,在振动体20中,连接部26不是必须的结构。

[0075] 当从光学模块1的高度方向(Z方向)观察时,振动凸缘21由圆环状的板构件形成。

振动凸缘21沿着透光体10的外周配置,与透光体10接合。振动凸缘21通过与透光体10面接触而稳定地支承透光体10。

[0076] 第1筒状体22形成为具有一端和另一端的筒状。第1筒状体22由在内部设有通孔的中空构件构成。通孔沿光学模块1的高度方向(Z方向)设置,在第1筒状体22的一端和另一端设有通孔的开口。第1筒状体22例如具有圆筒形状。当从光学模块1的高度方向观察时,第1筒状体22的外形和通孔的开口形成为圆形。

[0077] 在第1筒状体22的一端设有振动凸缘21,在第1筒状体22的另一端设有弹簧部23。第1筒状体22支承振动凸缘21,另一方面,第1筒状体22由弹簧部23支承。

[0078] 弹簧部23是支承第1筒状体22的另一端的板簧。弹簧部23构成为弹性变形。弹簧部23支承圆筒状的第1筒状体22的另一端,并从支承的位置朝向第1筒状体22的外侧延伸。

[0079] 弹簧部23形成为板状。另外,弹簧部23具有在内部设有通孔的中空圆状,以呈圆形形状包围第1筒状体22的周围的方式延伸。换言之,弹簧部23具有圆环板状。圆环板状是指板状构件形成为环状的形状。当从光学模块1的高度方向(Z方向)观察时,弹簧部23的外形和通孔的开口形成为圆形。

[0080] 弹簧部23将第1筒状体22和第2筒状体24连接。具体而言,弹簧部23在弹簧部23的内周侧与第1筒状体22连接,并在弹簧部23的外周侧与第2筒状体24连接。

[0081] 第2筒状体24形成为具有一端和另一端的筒状。当从光学模块1的高度方向(Z方向)观察时,第2筒状体24位于比第1筒状体22靠外侧的位置,并支承弹簧部23。在第2筒状体24的一端连接有弹簧部23。在第2筒状体24的另一端连接有振动板25。

[0082] 第2筒状体24由在内部设有通孔的中空构件构成。通孔沿光学模块1的高度方向(Z方向)设置,在第2筒状体24的一端和另一端设有通孔的开口。第2筒状体24例如具有圆筒形状。当从光学模块1的高度方向观察时,第2筒状体24的外形和通孔的开口形成为圆形。

[0083] 振动板25是从第2筒状体24的另一端向内侧延伸的板状的构件。振动板25支承第2筒状体24的另一端,并从支承的位置朝向第2筒状体24的内侧延伸。

[0084] 振动板25具有在内部设有通孔的中空圆状,并沿着第2筒状体24的内周设置。振动板25具有圆环板状。

[0085] 连接部26将振动板25和固定部40连接。连接部26从振动板25的外周端部朝向外侧延伸,且朝向固定部40弯折。连接部26被固定部40支承。连接部26构成为具有节点,使来自振动板25的振动难以传递。

[0086] 在本实施方式中,第1筒状体22、弹簧部23、第2筒状体24、振动板25和连接部26一体地形成。此外,第1筒状体22、弹簧部23、第2筒状体24、振动板25和连接部26也可以分体地形成,还可以由分别的构件形成。

[0087] 构成上述振动体20的要素例如由金属或陶瓷形成。作为金属,例如能够使用不锈钢、42合金、50合金、因瓦合金、超因瓦合金、可伐合金、铝或硬铝等。或者,构成振动体20的要素可以由氧化铝、氧化锆等陶瓷形成,也可以由Si等半导体形成。而且,构成振动体20的要素也可以被绝缘材料覆盖。另外,也可以对构成振动体20的要素进行黑体处理。

[0088] 另外,构成振动体20的要素的形状、配置不限定于上述例子。

[0089] <压电元件>

[0090] 压电元件30配置于振动体20,使振动体20振动。压电元件30设于振动板25的主面。

具体而言,压电元件30设于振动板25的与透光体10所在侧相反的一侧的主面。压电元件30通过使振动板25振动而使第2筒状体24在贯通方向(Z方向)上振动。例如,压电元件30通过被施加电压而振动。

[0091] 压电元件30具有在内部设有通孔的中空圆状。换言之,压电元件30具有圆环板状。当从光学模块1的高度方向(Z方向)观察时,压电元件30的外形和通孔的开口形成为圆形。

[0092] 此外,压电元件30的外形和通孔的开口并不限定于此。

[0093] 压电元件30具有压电体和电极。作为形成压电体的材料,例如能够使用钛酸钡($BaTiO_3$)、钛酸锆酸铅(PZT:$PbTiO_3 \cdot PbZrO_3$)、钛酸铅($PbTiO_3$)、偏铌酸铅($PbNb_2O_6$)、钛酸铋($Bi_4Ti_3O_{12}$)、$(K,Na)NbO_3$等适当的压电陶瓷、或者$LiTaO_3$、$LiNbO_3$等适当的压电单晶等。电极例如可以是Ni电极。电极也可以是通过溅射法形成的由Ag或Au等金属薄膜构成的电极。或者,电极除了溅射以外,也可以通过镀敷、蒸镀来形成。

[0094] 固定部40将振动体20固定。另外,固定部40将内层光学部件50固定。固定部40形成为筒状。例如,固定部40具有圆筒形状。另外,固定部40的形状并不限定于圆筒形状。固定部40也可以与振动体20一体地形成。

[0095] <内层光学部件>

[0096] 如图2所示,内层光学部件50是配置于振动体20的内部的光学部件。例如,内层光学部件50是透镜模块。

[0097] 在本实施方式中,内层光学部件50具有内层透镜51、透镜保持部52和内层凸缘53。

[0098] 内层透镜51由多个透镜构成。内层透镜51在振动体20的内侧配置于光学元件2的光路上,与透光体10相对。内层透镜51在与透光体10相对的一侧包含第1部分51a和第2部分51b。具体而言,构成内层透镜51的多个透镜中的配置于与透光体10相对的位置的透镜包含第1部分51a和第2部分51b。

[0099] 第1部分51a是内层透镜51中的朝向透光体10突出且具有曲率的部分。当从内层透镜51的厚度方向(Z方向)观察时,第1部分51a具有圆形形状。第1部分51a具有朝向内层透镜51的中央去而厚度变大的形状。例如,第1部分51a具有球面形状。另外,第1部分51a具有在内层透镜51的厚度方向(Z方向)上延伸的外壁。第1部分51a在外壁的下端与第2部分51b连接。

[0100] 第2部分51b是内层透镜51中的设于第1部分51a的外周的部分。当从内层透镜51的厚度方向(Z方向)观察时,第2部分51b形成为环状。

[0101] 在本实施方式中,第2部分51b是在内层透镜51的厚度方向(Z方向)上相对于第1部分51a向远离透光体10的方向凹陷的台阶。第2部分51b具有在内层透镜51的厚度方向(Z方向)上形成于比第1部分51a距透光体10较远的位置的平坦面FS1。平坦面FS1与内层透镜51的厚度方向(Z方向)正交。即,平坦面FS1在X方向、Y方向上延伸。

[0102] 内层透镜51例如由球面透镜构成。此外,内层透镜51不限于球面透镜,也可以由非球面透镜构成。

[0103] 透镜保持部52保持内层透镜51。透镜保持部52形成为具有一端和另一端的筒状。具体而言,透镜保持部52具有圆筒形状,保持内层透镜51的外周。

[0104] 透镜保持部52具有在透镜保持部52的内侧与第2部分51b的平坦面FS1接触的按压部52a。按压部52a是在透镜保持部52的一端向透镜保持部52的内侧突出的构件。当从内层

光学部件50的高度方向(Z方向)观察时,按压部52a形成为环状。按压部52a与第2部分51b的平坦面FS1接触,并在内层透镜51的厚度方向(Z方向)上按压平坦面FS1。

[0105] 在本实施方式中,在透镜保持部52的另一端设有与内层透镜51接触的接触部52b。接触部52b在透镜保持部52的另一端侧向透镜保持部52的内侧突出。例如,当从内层光学部件50的高度方向(Z方向)观察时,接触部52b形成为环状。内层透镜51收纳在透镜保持部52内,被按压部52a相对于接触部52b按压。由此,内层透镜51保持在透镜保持部52内。此外,接触部52b也可以相对于透镜保持部52能够拆装。例如,接触部52b也可以具有圆环形状,通过螺纹结构安装于透镜保持部52。

[0106] 内层凸缘53从透镜保持部52的外壁朝向外侧延伸。具体而言,内层凸缘53与透镜保持部52的另一端连接,并朝向固定部40延伸。当从光学模块1的高度方向(Z方向)观察时,内层凸缘53形成为圆环板状。内层凸缘53的外周与固定部40连接。内层凸缘53通过被固定部40支承而固定于振动体20的内侧。

[0107] 图3是表示本发明的实施方式1的光学装置100的功能性结构的一例的框图。如图3所示,压电元件30由控制部3控制。控制部3将产生振动的驱动信号施加于压电元件30。控制部3例如经由供电导体与压电元件30连接。压电元件30基于来自控制部3的驱动信号在光学模块1的高度方向(Z方向)上振动。通过压电元件30振动,从而使振动体20振动,通过将振动体20的振动传递至透光体10,从而透光体10振动。由此将附着于透光体10的雨滴等异物去除。

[0108] 控制部3例如能够由半导体元件等实现。例如,控制部3能够由微型计算机、CPU(中央处理器:Central Processing Unit)、MPU(微处理器:Micro Processing Unit)、GPU(图形处理器:Graphics Processing Unit)、DSP(数字信号处理器:Digital Signal Processor)、FPGA(现场可编程门阵列:Field Programmable Gate Array)、或者ASIC(专用集成电路:Application Specific Integrated Circuit)构成。控制部3的功能可以仅由硬件构成,也可以通过将硬件和软件组合来实现。

[0109] 例如,控制部3通过读取存储于存储部的数据、程序并进行各种运算处理,来实现预定的功能。

[0110] 控制部3可以包含于光学装置100,也可以包含于与光学装置100不同的控制装置。例如,在控制部3不包含于光学装置100中的情况下,光学装置100可以由包括控制部3的控制装置控制。或者,控制部3也可以包含于光学模块1。

[0111] [关于间隙]

[0112] 接下来,在光学模块1中,说明形成于透光体10与内层透镜51之间的间隙。

[0113] 返回到图2,在透光体10与内层透镜51之间形成有间隙G0。

[0114] 图4是用于说明透光体10与内层透镜51之间的间隙G0的示意图。图4的(a)示出从第1主面PS1侧观察到的透光体10的概略图,图4的(b)示出透光体10附近的概略剖视图。图4中的附图标记D11表示透光体10的外径,附图标记D12表示透光体10的凹部11的外径,附图标记D21表示内层透镜51的第1部分51a的外径,附图标记D22表示内层透镜51的第2部分51b的外径。附图标记A1表示透光体10的振动方向。此外,凹部11的外径D12是指透光体10的第2主面PS2中的划定凹部11的直径。另外,内层透镜51的第2部分51b的外径D22也指内层透镜51的外径。另外,附图标记D11、D12、D21、D22分别是从光学模块1的高度方向(Z方向)观察时

的尺寸。

[0115] 在本实施方式中,当从光学模块1的高度方向(Z1方向)观察时,凹部11的外径D12大于内层透镜51的第1部分51a的外径D11。另外,内层透镜51的外径D22大于凹部11的外径D12。由此,能够提高光学特性。通过使内层透镜51的外径D22大于凹部11的外径D12,从而从透光体10入射的光容易穿过内层透镜51入射至光学元件2。

[0116] 如图4所示,间隙G0形成在透光体10与内层透镜51之间。具体而言,间隙G0形成在透光体10的第2主面PS2和内层透镜51的与透光体10的第2主面PS2相对的面之间。

[0117] 在间隙G0中,形成有第1间隙G1和第2间隙G2。第1间隙G1在内层透镜51的第1部分51a的外周处形成于第1部分51a与透光体10之间。例如,第1间隙G1在第1部分51a的外周处形成于第1部分51a与凹部11之间。第2间隙G2形成在内层透镜51的第2部分51b与透光体10之间。例如,第2间隙G2形成在第2部分51b的平坦面FS1与透光体10的第2主面PS2之间。

[0118] 第2间隙G2大于第1间隙G1。具体而言,在光学模块1的高度方向(Z方向)上,第2间隙G2的尺寸大于第1间隙G1的尺寸。通过使第2间隙G2的尺寸大于第1间隙G1的尺寸,从而抑制间隙G0中的空气体积变小。由此,能够抑制在间隙G0内声压上升而产生振动衰减的情况。

[0119] 此外,在本实施方式中,在第2部分51b配置有按压部52a,但即使在使第2间隙G2减小了按压部52a的厚度的量的情况下,第2间隙G2仍大于第1间隙G1。

[0120] [关于透光体的位移量与声压之间的关系]

[0121] 为了调查透光体10的位移长度与声压之间的关系,使用比较例1、比较例2和实施例1的分析模型进行模拟。使用图5～图7对比较例1、比较例2和实施例1的分析模型及模拟结果进行说明。此外,模拟使用村田软件(Murata Software)株式会社制的Femtet进行了压电/声波分析(谐波分析、强耦合)。在分析模型中,透光体10的材料为硼硅酸玻璃,形成振动体20的材料为不锈钢,压电元件30为PZT。另外,透光体10与振动体20通过环氧树脂粘接。另外,振动体20的共振频率为27kHz。

[0122] 图5是用于说明比较例1、比较例2和实施例1的示意图。如图5所示,在比较例1中,使用具有与透光体相对的面为平坦面的内层透镜的分析模型。在比较例2中,使用具有与透光体相对的面朝向透光体突出且具有曲率的内层透镜的分析模型。在比较例2的内层透镜中,与透光体相对的面仅由第1部分51a形成,不具有第2部分51b。在实施例1中,使用具有在本实施方式中说明的光学模块1的结构的分析模型。此外,在比较例1和比较例2中,仅内层透镜的结构不同,其他结构与实施例1相同。

[0123] 图6是对比较例1、比较例2和实施例1中的透光体的位移量和声压的模拟结果的一例进行说明的图表。此外,图6所示的声压表示间隙G0内的声压,位移量表示透光体10的中央部分的位移量。

[0124] 如图6所示,在实施例1中,与比较例1和比较例2相比,间隙G0内的声压较小,透光体10的位移量较大。在实施例1中,内层透镜51的第1部分51a朝向透光体10突出,并且形成具有曲率的面。因此,由第1部分51a反射的声波容易扩散。

[0125] 另外,在第1部分51a的外周设有相对于第1部分51a向远离透光体10的方向配置的第2部分51b。因此,第2部分51b与透光体10之间的第2间隙G2大于第1部分51a的外周处的第1部分51a与透光体10之间的第1间隙G1。因此,间隙G0内的声波容易朝向内层透镜51的径向外侧放出。

[0126] 另一方面,在比较例1中,内层透镜的与透光体10面对的面平坦地形成,因此,由内层透镜反射的声波难以扩散。另外,由于间隙从透光体的中央朝向径向外侧变小,因此间隙内的声波难以向内层透镜的径向外侧放出。

[0127] 在比较例2中,内层透镜的与透光体10面对的面形成为朝向透光体10突出且具有曲率的面,因此在由内层透镜反射的声波容易扩散这一点上与比较例1不同。然而,由于间隙从透光体的中央朝向径向外侧变小,因此间隙内的声波难以向内层透镜的径向外侧放出这一点与比较例1相同。

[0128] 如此,在实施例1中,与比较例1和比较例2相比,成为声波容易从间隙G0内放出的结构,能够减小间隙G0内的声波。其结果是,能够抑制振动衰减,能够增大透光体10的位移量。

[0129] 图7是对比较例1、比较例2和实施例1中的位移分布和声压分布的一例进行说明的图。如图7所示,在比较例1中,透光体的最大位移量约为6μm,在比较例2中,最大位移量约为6.5μm,在实施例1中,最大位移量约为7.2μm。

[0130] 另一方面,若着眼于声压分布,则可知的是,在实施例1中,与比较例1和比较例2相比,声波向内层透镜51的径向外侧放出。即,可知在实施例1中,与比较例1和比较例2相比,抑制了声波集中在间隙G0内。

[0131] [关于第2间隙的尺寸]

[0132] 图8是表示第2间隙G2的尺寸与透光体的位移量之间的关系的一例的图表。如图8所示,第2间隙G2的尺寸越大,则透光体10的位移量越大。在本实施方式中,第1间隙G1的尺寸为50μm。第2间隙G2的尺寸优选大于50μm。更优选的是,第2间隙G2的尺寸为60μm以上。

[0133] 或者,第2间隙G2的尺寸优选为第1间隙G1的尺寸的1.2倍以上。更优选的是,第2间隙G2的尺寸为第1间隙G1的尺寸的1.5倍以上。

[0134] [关于透光体的凹部的曲率与内层透镜的第1部分的曲率之间的关系]

[0135] 使用图9来说明透光体10的凹部11的曲率与内层透镜51的第1部分51a的曲率的关系。

[0136] 图9是对透光体10的凹部11的曲率与内层透镜51的第1部分51a的曲率之间的关系的一例进行说明的图表。在图9中,横轴表示曲率差,纵轴表示透光体10的位移量。此外,“曲率差”是指,由凹部11的曲率减去第1部分51a的曲率而得到的值。

[0137] 在图9中,在曲率差为“-1”时,第1部分51a的曲率大于凹部11的曲率。在曲率差为“0”时,凹部11的曲率和第1部分51a的曲率相等。在曲率差为“+1”时,第1部分51a的曲率小于凹部11的曲率。

[0138] 如图9所示,在曲率差为“-1”时,与曲率差为“0”和“+1”时相比,声压降低,透光体10的位移量变大。即,第1部分51a的曲率越是大于凹部11的曲率,声压越低,位移量越大。

[0139] 因此,透光体10的凹部11的曲率优选小于内层透镜51的第1部分51a的曲率。由此,能够减小间隙G0内的声压,能够抑制振动衰减。其结果是,能够增大透光体10的位移量。

[0140] [效果]

[0141] 根据实施方式1的光学模块1和光学装置100,能够起到以下的效果。

[0142] 光学模块1具备透光体10、振动体20、压电元件30和内层光学部件50。振动体20形成为筒状,支承透光体10。压电元件30配置于振动体20,使振动体20振动。内层光学部件50

配置于振动体20的内侧。在透光体10的与内层光学部件50相对的面PS2形成有凹部11，凹部11在透光体10的厚度方向(Z方向)上凹陷且具有曲率。内层光学部件50包含与透光体10相对的内层透镜51。内层透镜51包含朝向透光体10突出且具有曲率的第1部分51a和设于第1部分51a的外周的第2部分51b。在第1部分51a的外周处，在第1部分51a与透光体10之间形成有第1间隙G1。在第2部分51b与透光体10之间形成有第2间隙G2。第2间隙G2大于第1间隙G1。

[0143] 通过这样的结构，能够抑制振动衰减。根据光学模块1，能够抑制声压在形成于透光体10与内层透镜51之间的间隙G0内集中。具体而言，在内层透镜51中，通过使第2间隙G2大于第1间隙G1，从而在间隙G0内反射的声波容易向内层透镜51的外侧放出。由此，在间隙G0内，声压变小，能够抑制透光体10的振动衰减。其结果是，能够增大透光体10的位移量，能够提高附着于透光体10的液滴的去除效率。

[0144] 第2部分51b是相对于第1部分51a向远离透光体10的方向凹陷的台阶。通过这样的结构，能够使第2间隙G2大于第1间隙G1，能够抑制透光体10的振动衰减。

[0145] 第2间隙G2为第1间隙G1的1.2倍以上。通过这样的结构，能够进一步衰减透光体10的振动衰减。

[0146] 当从透光体10的厚度方向(Z方向)观察时，内层透镜51的外径D22大于透光体10的凹部11的外径D12。通过这样的结构，能够在提高光学特性的同时抑制透光体10的振动衰减。

[0147] 内层透镜51的第1部分51a的曲率大于透光体10的凹部11的曲率。通过这样的结构，使由第1部分51a反射的声波更容易扩散。由此，能够进一步抑制声压集中在间隙G0内，能够进一步抑制振动衰减。

[0148] 第2部分51b具有与内层透镜51的厚度方向(Z方向)正交的平坦面FS1。内层光学部件50包含收纳内层透镜51的筒状的透镜保持部52。透镜保持部52具有在透镜保持部52的内侧与平坦面FS1接触的按压部52a。通过这样的结构，能够在利用第2部分51b抑制声压的集中的同时，利用透镜保持部52的按压部52a来稳定地保持内层透镜51。由此，通过抑制内层透镜51的脱落并抑制位置偏移，能够维持光学路径。

[0149] 内层透镜51由球面透镜或非球面透镜构成。通过这样的结构，能够容易地制作具有第1部分51a和第2部分51b的内层透镜51。

[0150] 透光体10的凹部11具有呈半球状凹陷的形状。通过这样的结构，即使在透光体10的凹部11处反射声波时，也能够使声波扩散。由此，能够抑制声压集中在间隙G0内，能够抑制振动衰减。

[0151] 光学装置100具备光学模块1和配置于光学模块1的光学元件2。通过这样的结构，能够起到与上述光学模块1相同的效果。

[0152] ＜变形例1＞

[0153] 图10是表示变形例1的光学模块1A的主要结构的概略剖视图。如图10所示，也可以是，内层透镜51A的第2部分51ba具有随着朝向内层透镜51A的外周而向远离透光体10的方向倾斜的倾斜面FS2。倾斜面FS2以朝向内层透镜51A的径向外侧去而第2间隙G2连续地变大的方式倾斜。内层透镜51A例如也可以由非球面透镜构成。

[0154] 在这样的结构中也是，由于能够使第2间隙G2大于第1间隙G1，因此，能够抑制间隙G0内的声压的集中，能够抑制透光体10的振动衰减。

[0155] ＜变形例2＞

[0156] 图11是表示变形例2的光学模块1B的主要结构的概略剖视图。如图11所示,内层透镜51的第1部分51a也可以配置在透光体10A的凹部11A内。另外,凹部11A的曲率也可以大于内层透镜51的第1部分51a的曲率。

[0157] 通过这样的结构,能够将透光体10和内层透镜51更靠近地配置而使光学模块1小型化。即使如此将透光体10和内层透镜51靠近地配置而使间隙G0变小,通过使第2间隙G2大于第1间隙G1,也成为容易从间隙G0内放出声波的结构。由此,能够在实现光学模块1B的小型化的同时抑制间隙G0内的声压的集中,能够抑制透光体10的振动衰减。

[0158] ＜变形例3＞

[0159] 图12是表示变形例3的光学装置100A的主要结构的概略剖视图。如图12所示,在光学装置100A中的光学模块1C中,在振动体20A的角部设有弯曲部R1。弯曲部R1设于振动体20A的各构成要素相连接的部分。弯曲部R1具有呈圆形地弯曲的形状。

[0160] 通过在振动体20A的角部设置弯曲部R1,能够在振动体20A的振动时使应力分散。由此,能够降低应力,因此能够抑制振动体20A的疲劳破坏,能够提高可靠性。

[0161] 此外,虽然在本实施方式中说明了第2部分51b由台阶或倾斜面构成的例子,但不限定于此。第2部分51b只要形成为使第2间隙G2大于第1间隙G1即可。例如,第2部分51b也可以由向远离透光体10的方向弯曲的弯曲面构成。弯曲面例如是指具有曲率的面。

[0162] 本发明参照附图并与优选的实施方式相关联地进行了充分记载,但对于熟悉本技术的人而言,进行各种变形、修改是显而易见的。这样的变形、修改只要没有超出由权利要求书限定的本发明的范围,应该理解为包含在本发明中。

[0163] 产业上的可利用性

[0164] 本发明的振动装置和振动控制方法能够应用于在室外使用的车载照相机、监视照相机或LiDAR等光传感器。

[0165] 附图标记说明

[0166] 1、1A、1B、1C、光学模块;2、光学元件;3、控制部;10、10A、透光体;11、11A、凹部;20、20A、振动体;21、振动凸缘;22、第1筒状体;23、弹簧部;24、第2筒状体;25、振动板;26、连接部;30、压电元件;40、固定部;50、内层光学部件;51、51A、内层透镜;51a、第1部分;51b、51ba、第2部分;52、透镜保持部;52a、按压部;52b、接触部;53、内层凸缘;100、100A、光学装置;A1、振动方向;C1、中心;D11、D12、D21、D22、外径;FS1、平坦面;FS2、倾斜面;G0、间隙;G1、第1间隙;G2、第2间隙;PS1、第1主面;PS2、第2主面。

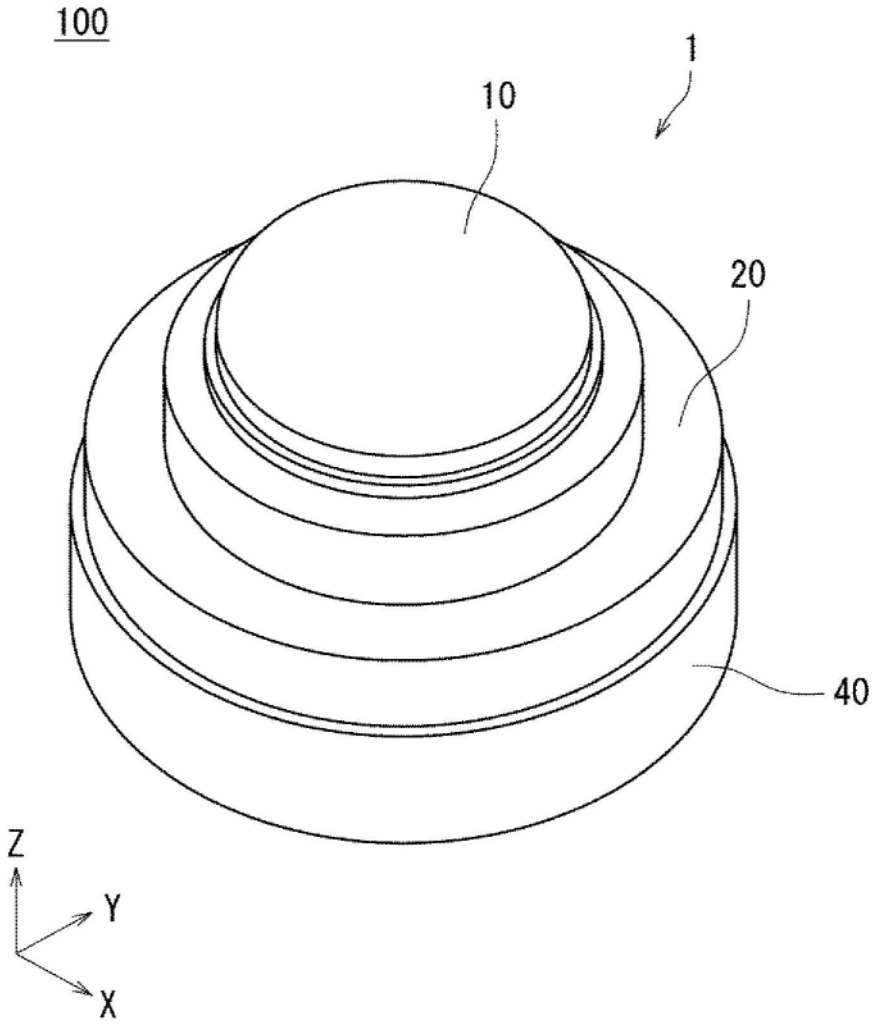


图1

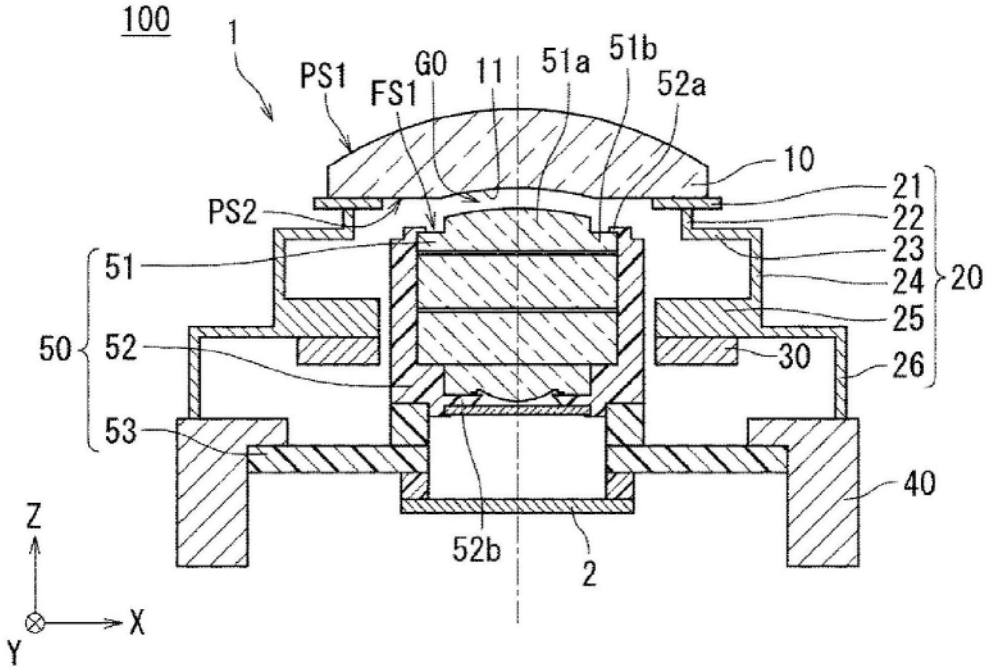

100
1
PS1
FS1
G0
11
51a
51b
52a
10
21
22
23
24
25
26
20
PS2
51
52
53
50
30
40
52b
2
Z
X
Y

图2

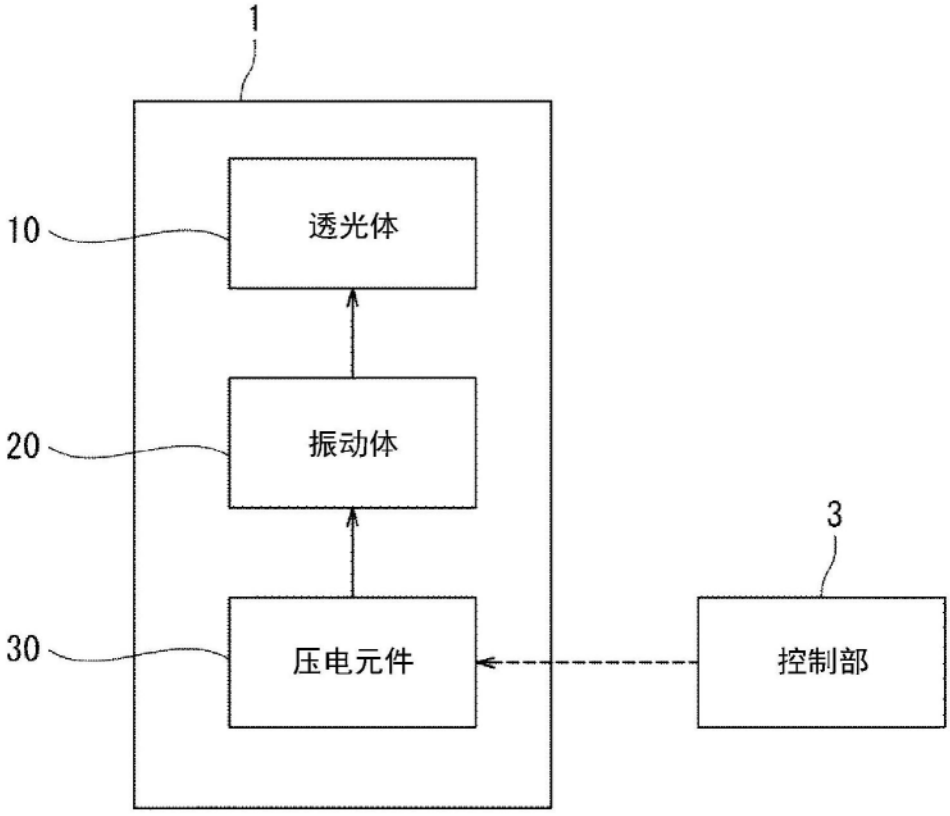

1
10
透光体
20
振动体
30
压电元件
3
控制部

图3

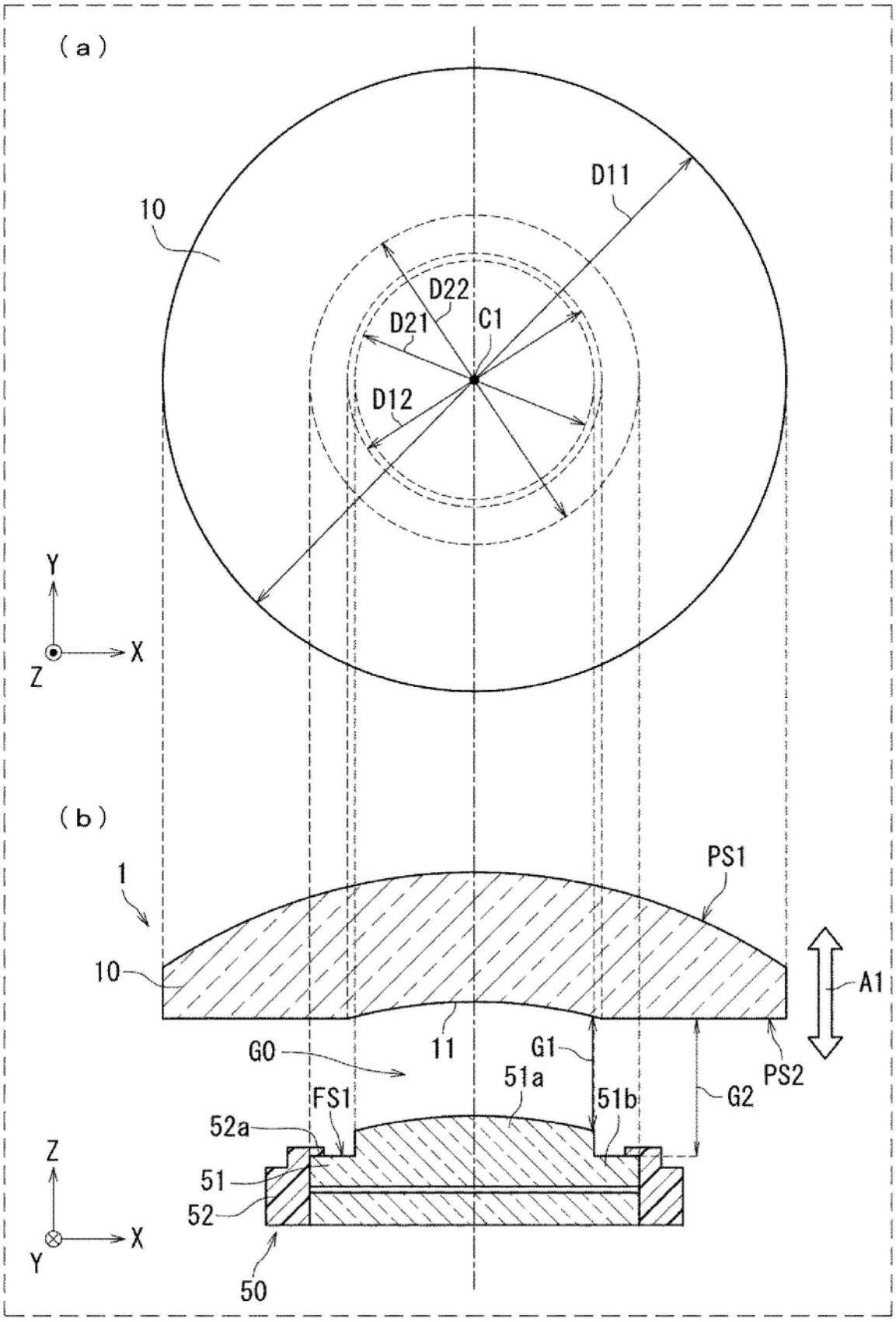

(a)
10
D11
D22
D21
C1
D12
Y
X
Z
(b)
1
PS1
10
A1
11
G0
G1
PS2
G2
51a
FS1
51b
52a
51
52
50
Z
X
Y

图4

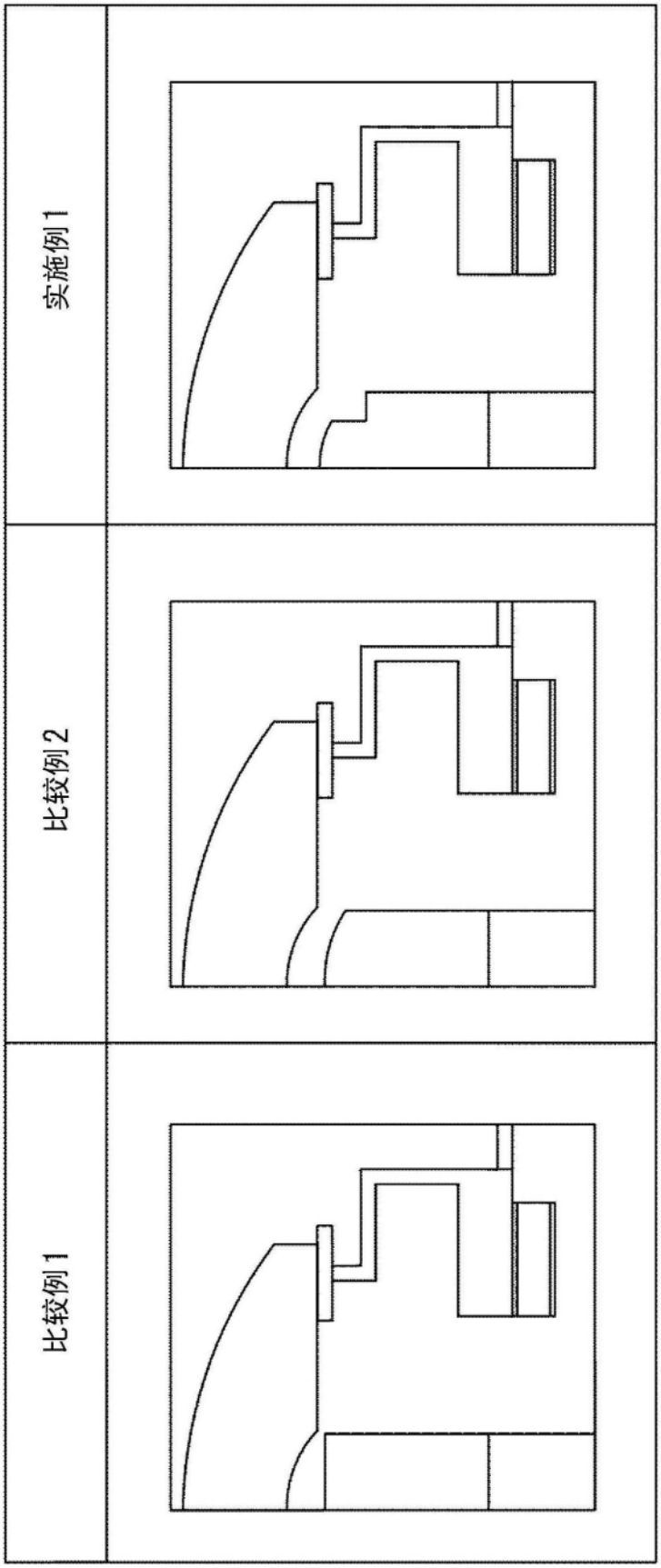


图5

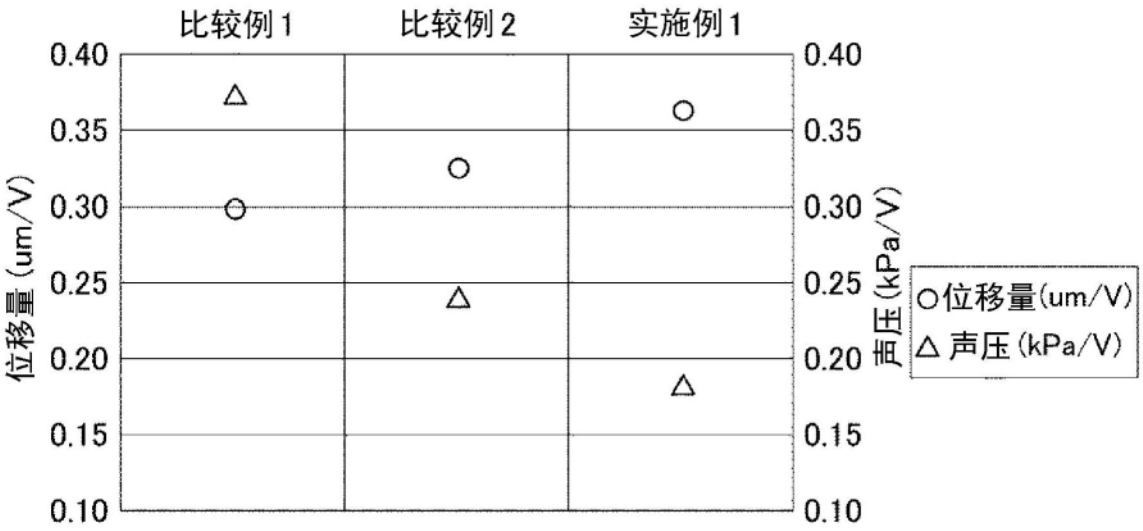

比较例1
比较例2
实施例1
0.40
0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
位移量(um/V)
声压(kPa/V)
○位移量(um/V)
△声压(kPa/V)

图6

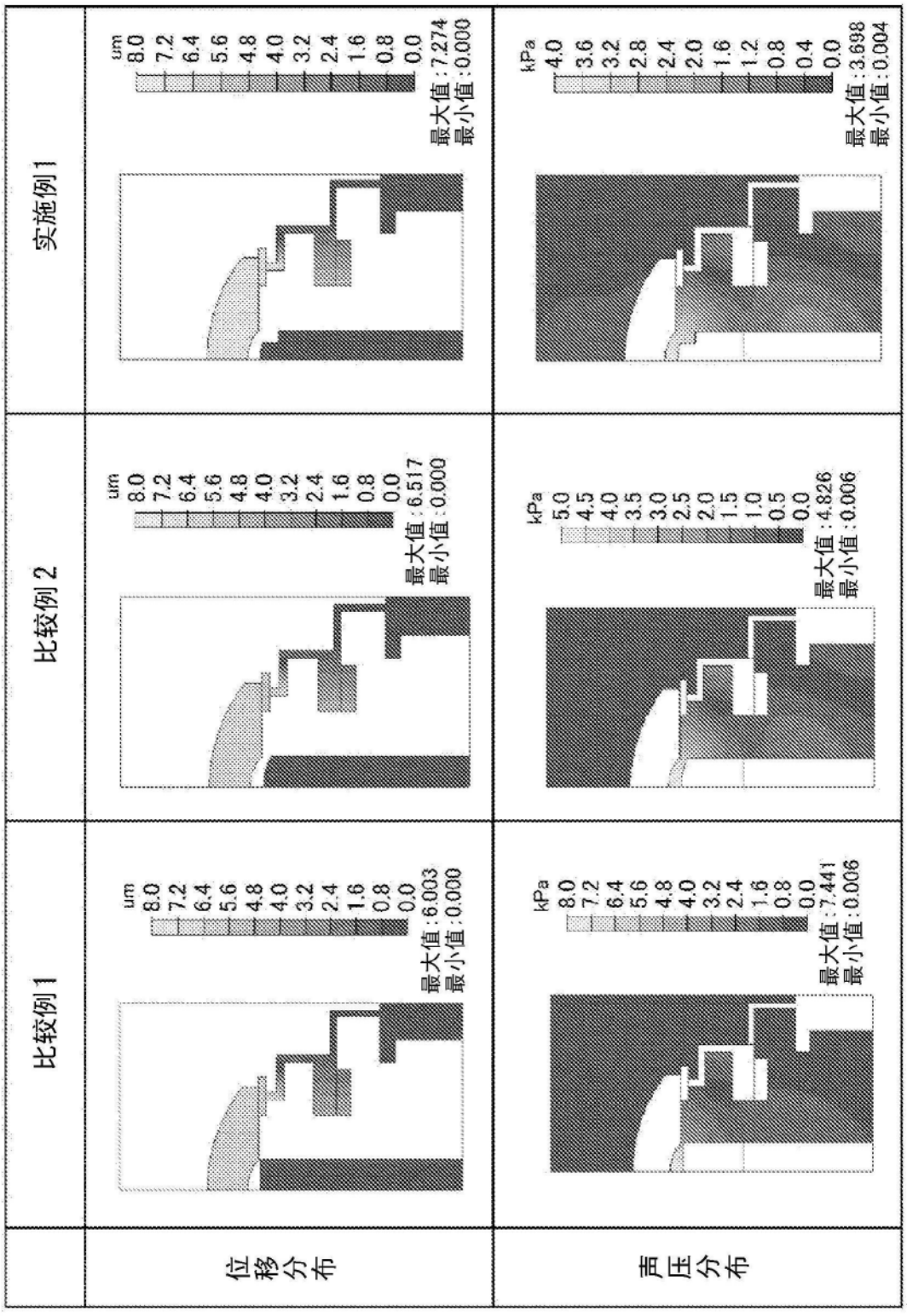

比较例1
比较例2
实施例1
位移分布
声压分布
um
8.0
7.2
6.4
5.6
4.8
4.0
3.2
2.4
1.6
0.8
0.0
最大值:6.003
最小值:0.000
最大值:6.517
最小值:0.000
最大值:7.274
最小值:0.000
kPa
8.0
7.2
6.4
5.6
4.8
4.0
3.2
2.4
1.6
0.8
0.0
最大值:7.441
最小值:0.006
5.0
4.5
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
最大值:4.826
最小值:0.006
4.0
3.6
3.2
2.8
2.4
2.0
1.6
1.2
0.8
0.4
0.0
最大值:3.698
最小值:0.004

图7

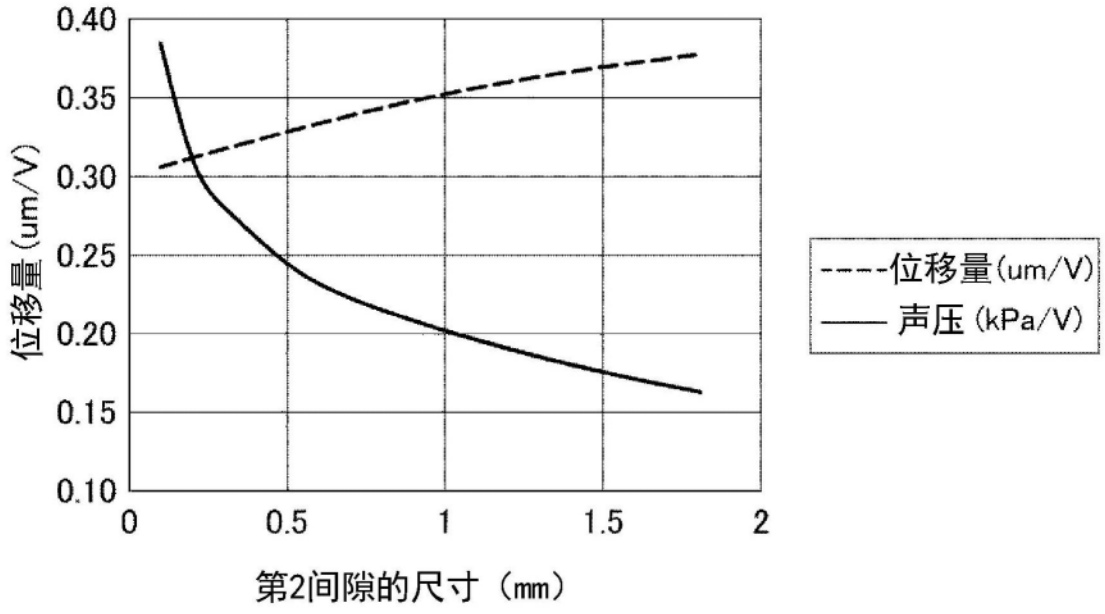

0.40
0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
位移量(um/V)
0
0.5
1
1.5
2
第2间隙的尺寸（mm）
----位移量(um/V)
—— 声压(kPa/V)

图8

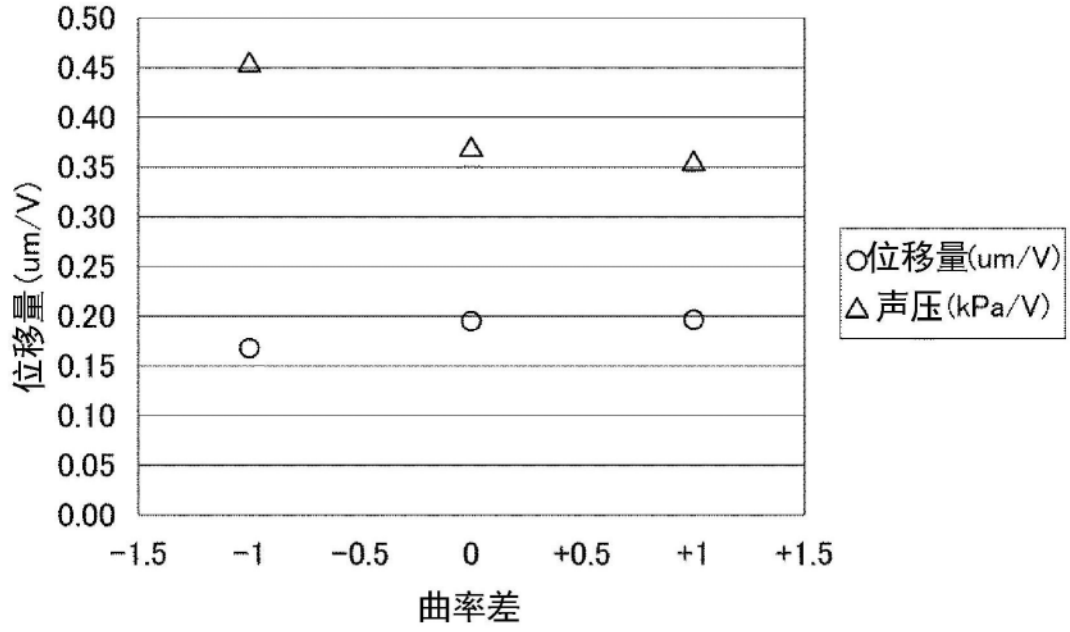

0.50
0.45
0.40
0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
位移量(um/V)
-1.5
-1
-0.5
0
+0.5
+1
+1.5
曲率差
○位移量(um/V)
△声压(kPa/V)

图9

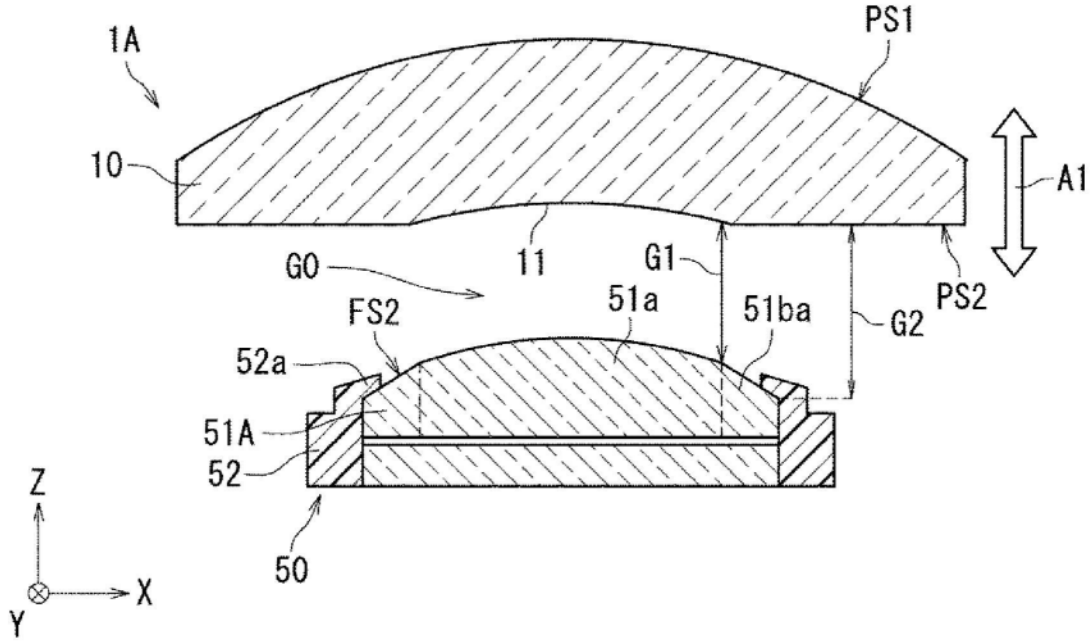

1A
PS1
10
A1
11
G0
G1
PS2
FS2
51a
51ba
G2
52a
51A
52
50
Z
X
Y

图10

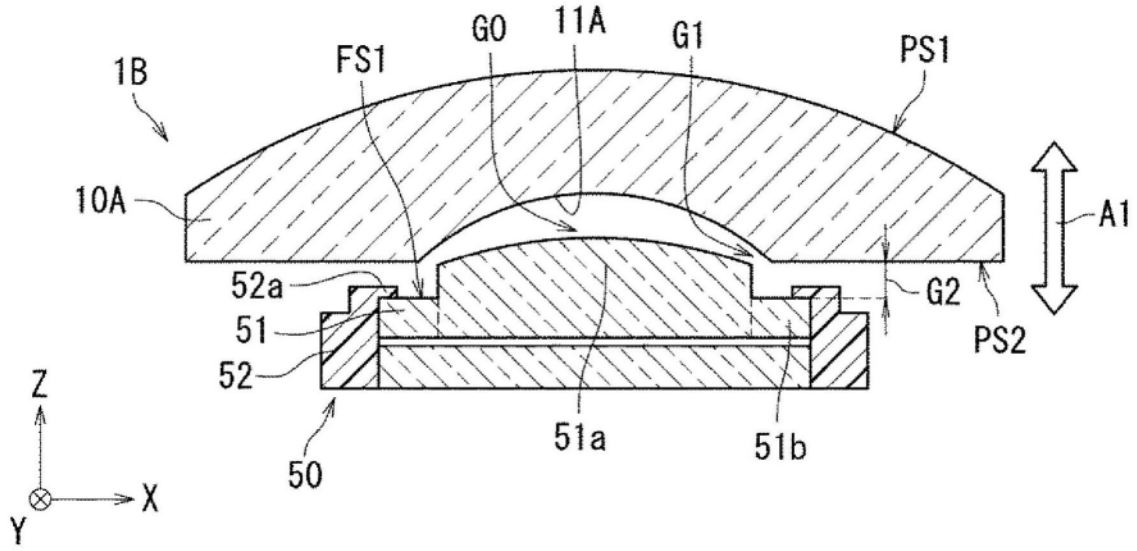

1B
G0
11A
G1
FS1
PS1
10A
A1
52a
G2
51
52
PS2
50
51a
51b
Z
X
Y

图11

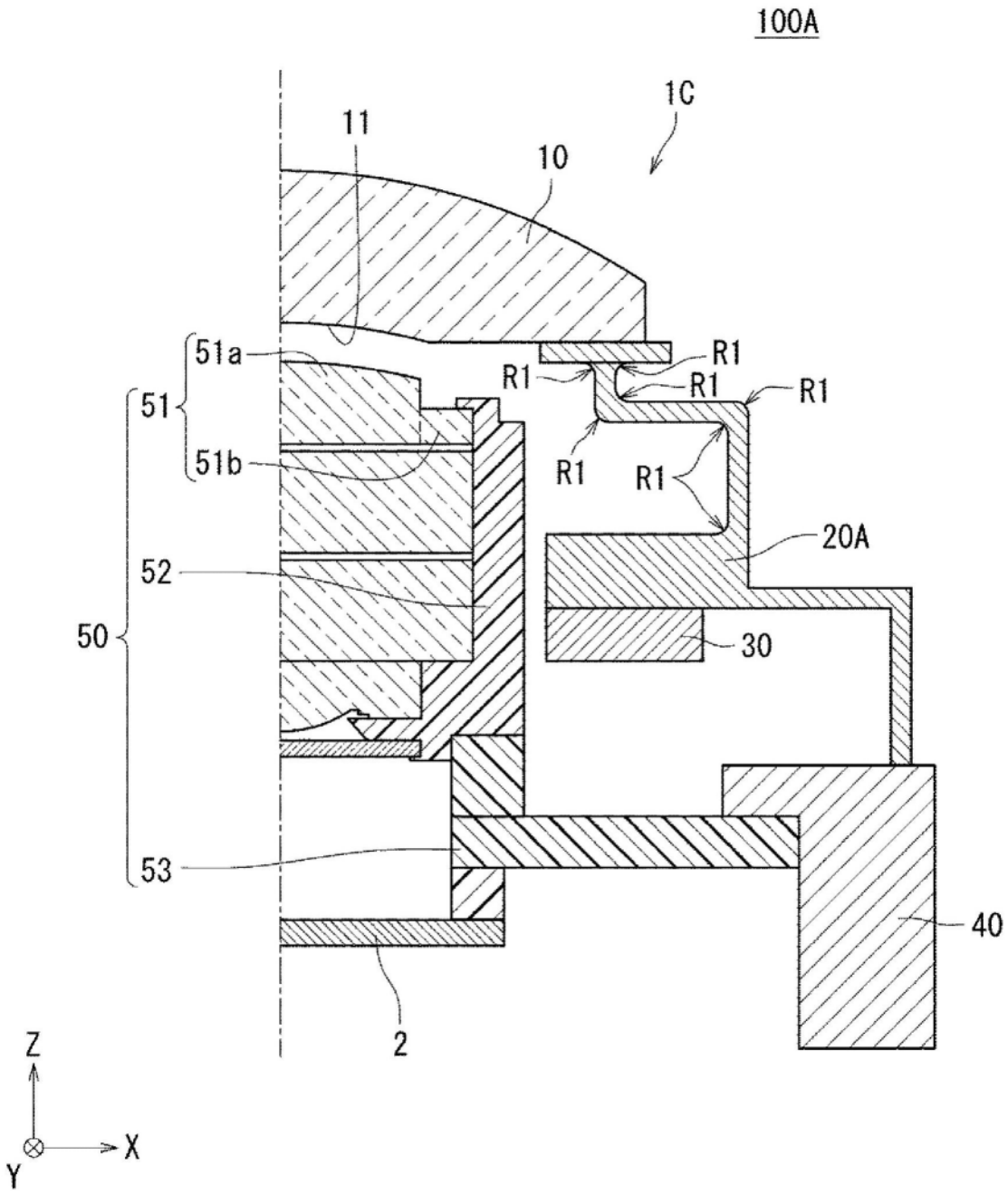


图12