



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109863442 B

(45) 授权公告日 2022.03.04

(21) 申请号 201780065599.9

(22) 申请日 2017.11.01

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109863442 A

(43) 申请公布日 2019.06.07

(30) 优先权数据  
2016-218812 2016.11.09 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2019.04.23

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2017/039489 2017.11.01

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02018/088291 JA 2018.05.17

(73) 专利权人 第一精工株式会社  
地址 日本京都府

(72) 发明人 绪方健治 黑木省吾

(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

代理人 刘新宇 张会华

(51) Int.Cl.  
G02B 26/08 (2006.01)  
B81B 3/00 (2006.01)  
G02B 5/08 (2006.01)  
G02B 26/10 (2006.01)

(56) 对比文件  
US 2015/0362724 A1, 2015.12.17  
JP 特开2013-80068 A, 2013.05.02  
US 2015/0021483 A1, 2015.01.22  
US 2011/0032590 A1, 2011.02.10  
JP 特开2010-263736 A, 2010.11.18  
CN 104094160 A, 2014.10.08

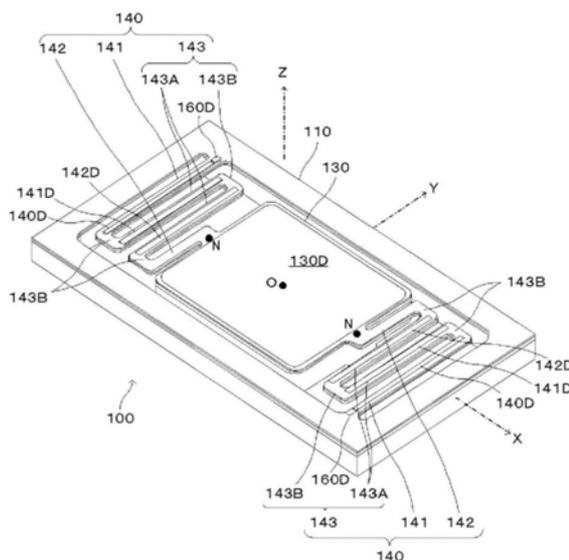
审查员 谢小漪

权利要求书2页 说明书11页 附图7页

(54) 发明名称  
可动反射元件

### (57) 摘要

致动器部(140)具备:臂始端部(141),其形成有压电元件,一端与固定框(110)的内边连接,在固定框(110)与镜面部(130)之间的间隙沿着Y轴方向从一端起以超过镜面部(130)的外边的中点(N)的方式呈直线状延伸;臂终端部(142),其一端与镜面部(130)的外边的中点(N)连接,与臂始端部(141)平行地延伸;臂中继部(143),其是沿着Y轴方向延伸的臂连结部(143B)和与臂始端部(141)平行地延伸且形成有压电元件的臂伸长部(143A)交替地连结而蜿蜒地形成的,将臂始端部(141)的另一端与臂终端部(142)的另一端之间连结。



1. 一种可动反射元件,其具备:

平板状的固定框;

摆动部,其具有反射面,以与所述固定框之间隔开间隙的方式配置于所述固定框的框内,在一个面形成有镜面;以及

第1致动器部,其是具有挠性的一对构件,将所述固定框和所述摆动部连结,在沿着与第1旋转轴线正交的第1方向延伸的部分形成有能够伸缩地构成的压电元件,该构件分别配置于所述摆动部的沿着所述第1旋转轴线的方向的第2方向上的两侧,该第1致动器部由于所述压电元件的伸缩而变形,从而使所述摆动部相对于所述固定框以所述第1旋转轴线为中心摆动,

所述第1致动器部具备:

第1臂始端部,其形成有所述压电元件,一端在所述第1方向上与所述固定框的内边连接,在所述固定框与所述摆动部之间的间隙沿着所述第1方向从所述一端起以超过所述摆动部的外边的中点的方式呈直线状延伸;

第1臂终端部,其一端与所述摆动部的外边的中点连接,与所述第1臂始端部平行地延伸;以及

第1臂中继部,其是沿着所述第2方向延伸的第1臂连结部和与所述第1臂始端部平行地延伸且形成有所述压电元件的第1臂伸长部交替地连结而蜿蜒地形成的,将所述臂始端部的另一端和所述臂终端部的另一端之间连结,

该可动反射元件具备第1检测用电极,其设置于所述第1臂始端部与所述固定框连接的部分,检测所述第1臂始端部的位移,

所述第1检测用电极与形成于所述第1臂始端部的所述压电元件沿所述第1方向排列,

所述固定框和所述摆动部的厚度比所述第1致动器部的厚度大,

所述摆动部在所述中点向所述第1旋转轴线的轴向突出并与所述第1臂终端部的一端连接,

所述臂终端部与所述摆动部沿所述第1旋转轴线的轴向连接。

2. 根据权利要求1所述的可动反射元件,其中,

在所述第1致动器部上,在沿着所述第1方向延伸的部分形成有沿着所述第1方向伸缩的所述压电元件。

3. 根据权利要求1所述的可动反射元件,其中,

所述摆动部具备:

平板状的可动框,其以与所述固定框之间隔开间隙的方式配置于所述固定框的框内,与所述第1致动器部连结;

平板状的镜面部,其具有反射面,以与所述可动框之间隔开间隙的方式配置于所述可动框的框内;以及

第2致动器部,其是具有挠性的一对构件,将所述可动框和所述镜面部连结,在沿着所述第1方向延伸的部分或沿着所述第2方向延伸的部分形成有能够伸缩地构成的压电元件,该构件分别配置于所述镜面部的所述第1方向上的两侧,该第2致动器部由于所述压电元件的伸缩而变形,从而使所述镜面部相对于所述可动框以与所述第1旋转轴线交叉的第2旋转轴线为中心摆动。

4. 根据权利要求3所述的可动反射元件, 其中,

所述第2致动器部具备:

第2臂始端部, 其形成有所述压电元件, 一端与所述可动框的内边连接, 在所述可动框与所述镜面部之间的间隙沿着所述第2方向从所述一端起以超过所述镜面部的外边的中点的方式呈直线状延伸;

第2臂终端部, 其一端与所述镜面部的外边的中点连接, 与所述第2臂始端部平行地延伸;

第2臂中继部, 其是沿着所述第1方向延伸的第2臂连结部和与所述第2臂始端部平行地延伸且形成有所述压电元件的第2臂伸长部交替地连结而蜿蜒地形成的, 将所述第2臂始端部的另一端与所述第2臂终端部的另一端之间连结。

5. 根据权利要求4所述的可动反射元件, 其中,

在所述第2致动器部上, 在沿着所述第2方向延伸的部分形成有沿着所述第2方向伸缩的所述压电元件。

6. 根据权利要求5所述的可动反射元件, 其中,

在所述第2致动器部上, 在沿着所述第1方向延伸的部分形成有沿着所述第1方向伸缩的所述压电元件。

7. 根据权利要求4~6中任一项所述的可动反射元件, 其中,

所述第1致动器部分别以所述镜面部为中心而二重旋转对称地配置,

所述第2致动器部分别以所述镜面部为中心而二重旋转对称地配置,

从所述第1臂始端部的一端朝向另一端的朝向和从所述第2臂始端部的一端朝向另一端的朝向在以所述镜面部为中心的旋转方向上相同。

8. 根据权利要求4~6中任一项所述的可动反射元件, 其中,

所述第1致动器部分别以所述镜面部为中心而二重旋转对称地配置,

所述第2致动器部分别以所述镜面部为中心而二重旋转对称地配置,

从所述第1臂始端部的一端朝向另一端的朝向和从所述第2臂始端部的一端朝向另一端的朝向在以所述镜面部为中心的旋转方向上反向。

9. 根据权利要求4~6中任一项所述的可动反射元件, 其中,

该可动反射元件具备检测所述第2致动器部的位移的第2检测用电极,

所述第2检测用电极设置于所述第2致动器部与所述可动框连接的部分。

10. 根据权利要求1或4所述的可动反射元件, 其中,

在所述摆动部安装有配重。

## 可动反射元件

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种可动反射元件。

### 背景技术

[0002] 提出了可使用半导体制造工艺而制造的作为MEMS(微机电系统, Micro Electro Mechanical Systems)元件的可动反射元件。例如, 专利文献1所公开的可动反射元件具备: 外侧致动器, 其从固定框的内边延伸到可动框的旋转轴线; 以及内侧致动器, 其从可动框延伸到镜的旋转轴线(与可动框的旋转轴线正交的旋转轴线)。一边利用外侧致动器使可动框沿着一旋转轴线以较低的频率(水平扫描频率)摆动, 一边利用内侧致动器使镜沿着另一旋转轴线以较高的频率(垂直扫描频率)摆动。使用该可动反射元件, 能够使由镜反射来的光沿着水平方向和垂直方向进行二维扫描。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1: 日本特许第4092283号公报

### 发明内容

[0006] 发明要解决的问题

[0007] 根据装入目标的装置, 作为可动反射元件, 要求镜的摆动角度比较大的可动反射元件。然而, 在上述专利文献1所公开的可动反射元件中, 外侧致动器的长度被限制在固定框的内边与配设有旋转轴线的可动框的外边的中点之间的距离。另一方面, 若解除该限制而将致动器与可动框的除了外边的中点以外的场所连结, 则难以使镜向所期望的方向摆动。如此使镜的摆动角度增大到所期望的值、同时使形成有镜的摆动部向所期望的方向摆动、从而使其摆动状态最佳化并不容易。

[0008] 本发明是鉴于上述实际情况而做成的, 其目的在于提供一种能够使形成有镜的摆动部以最佳的状态摆动的可动反射元件。

[0009] 用于解决问题的方案

[0010] 为了达成上述目标, 本发明的第1观点的可动反射元件具备:

[0011] 平板状的固定框;

[0012] 摆动部, 其具有反射面, 以与所述固定框之间隔开间隙的方式配置于所述固定框的框内, 在一个面形成有镜面; 以及

[0013] 第1致动器部, 其是具有挠性的一对构件, 将所述固定框和所述摆动部连结, 在沿着第1方向延伸的部分或沿着与所述第1方向交叉的第2方向延伸的部分形成有能够伸缩地构成的压电元件, 该构件分别配置于所述摆动部的所述第2方向上的两侧, 该第1致动器部由于所述压电元件的伸缩而变形, 从而使所述摆动部相对于所述固定框以第1旋转轴线为中心摆动,

[0014] 所述第1致动器部具备:

[0015] 第1臂始端部,其形成有所述压电元件,一端与所述固定框的内边连接,在所述固定框与所述摆动部之间的间隙沿着所述第1方向从所述一端起以超过所述摆动部的外边的中点的方式呈直线状延伸;

[0016] 第1臂终端部,其一端与所述摆动部的外边的中点连接,与所述第1臂始端部平行地延伸;以及

[0017] 第1臂中继部,其是沿着所述第2方向延伸的第1臂连结部和与所述第1臂始端部平行地延伸且形成有所述压电元件的第1臂伸长部交替地连结而蜿蜒地形成的,将所述臂始端部的另一端和所述臂终端部的另一端之间连结。

[0018] 在该情况下,也可以是,在所述第1致动器部上,在沿着所述第1方向延伸的部分形成有沿着所述第1方向伸缩的所述压电元件。

[0019] 另外,也可以是,在所述第1致动器部上,在沿着所述第2方向延伸的部分形成有沿着所述第2方向伸缩的所述压电元件。

[0020] 另外,也可以是,所述摆动部具备:

[0021] 平板状的可动框,其以与所述固定框之间隔开间隙的方式配置于所述固定框的框内,与所述第1致动器部连结;

[0022] 平板状的镜面部,其具有反射面,以与所述可动框之间隔开间隙的方式配置于所述可动框的框内;以及

[0023] 第2致动器部,其是具有挠性的一对构件,将所述可动框和所述镜面部连结,在沿着所述第1方向延伸的部分或沿着所述第2方向延伸的部分形成有能够伸缩地构成的压电元件,该构件分别配置于所述镜面部的所述第1方向上的两侧,该第2致动器部由于所述压电元件的伸缩而变形,从而使所述镜面部相对于所述可动框以与所述第1旋转轴线交叉的第2旋转轴线为中心摆动。

[0024] 也可以是,所述第2致动器部具备:

[0025] 第2臂始端部,其形成有所述压电元件,一端与所述可动框的内边连接,在所述可动框与所述镜面部之间的间隙沿着所述第2方向从所述一端起以超过所述镜面部的外边的中点的方式呈直线状延伸;

[0026] 第2臂终端部,其一端与所述镜面部的外边的中点连接,与所述第2臂始端部平行地延伸;

[0027] 第2臂中继部,其是沿着所述第1方向延伸的第2臂连结部和与所述第2臂始端部平行地延伸且形成有所述压电元件的第2臂伸长部交替地连结而蜿蜒地形成的,将所述第2臂始端部的另一端与所述第2臂终端部的另一端之间连结。

[0028] 另外,也可以是,在所述第2致动器部上,在沿着所述第2方向延伸的部分形成有沿着所述第2方向伸缩的所述压电元件。

[0029] 另外,也可以是,在所述第2致动器部上,在沿着所述第1方向延伸的部分形成有沿着所述第1方向伸缩的所述压电元件。

[0030] 也可以是,所述第1致动器部分别以所述镜面部为中心而二重旋转对称地配置,

[0031] 所述第2致动器部分别以所述镜面部为中心而二重旋转对称地配置,

[0032] 从所述第1臂始端部的一端朝向另一端的朝向和从所述第2臂始端部的一端朝向另一端的朝向在以所述镜面部为中心的旋转方向上相同。

- [0033] 也可以是,所述第1致动器部分别以所述镜面部为中心而二重旋转对称地配置,
- [0034] 所述第2致动器部分别以所述镜面部为中心而二重旋转对称地配置,
- [0035] 从所述第1臂始端部的一端朝向另一端的朝向和从所述第2臂始端部的一端朝向另一端的朝向在以所述镜面部为中心的旋转方向上反向。
- [0036] 也可以是,该可动反射元件具备检测所述第1致动器部的位移的第1检测用电极和检测所述第2致动器部的位移的第2检测用电极中的至少一者,
- [0037] 所述第1检测用电极设置于所述第1致动器部与所述固定框连接的部分,
- [0038] 所述第2检测用电极设置于所述第2致动器部与所述可动框连接的部分。
- [0039] 也可以是,在所述摆动部安装有配重。
- [0040] 发明的效果
- [0041] 根据本发明,将使摆动部摆动的一对第1致动器部设为臂连结部和臂伸长部交替地连结而蜿蜒地弯曲而成的形状,与摆动部的外边的中点连结。这样一来,能够增大摆动部的扭转角度,同时使摆动部的旋转轴线与摆动部的外边的中点连结的方向一致,因此,能够使摆动部准确地摆动。即,能够使摆动部以最佳的状态摆动。

## 附图说明

- [0042] 图1是表示本发明的实施方式1的可动反射元件的结构立体图。
- [0043] 图2是表示图1的可动反射元件的局部的层叠构造的示意图。
- [0044] 图3是从背面观察图1的可动反射元件的立体图。
- [0045] 图4A是表示压电元件的动作(其1)的图。
- [0046] 图4B是表示压电元件的动作(其2)的图。
- [0047] 图4C是表示压电元件的动作(其3)的图。
- [0048] 图5A是表示致动器部的动作(其1)的剖视图。
- [0049] 图5B是表示致动器部的动作(其2)的剖视图。
- [0050] 图5C是表示致动器部的动作(其3)的剖视图。
- [0051] 图6是表示本发明的实施方式2的可动反射元件的结构立体图。
- [0052] 图7是从背面观察图6的可动反射元件的立体图。
- [0053] 图8是表示图6的可动反射元件的局部的层叠构造的示意图。
- [0054] 图9A是表示致动器部的动作(其1)的剖视图。
- [0055] 图9B是表示致动器部的动作(其2)的剖视图。
- [0056] 图9C是表示致动器部的动作(其3)的剖视图。

## 具体实施方式

- [0057] 以下,参照附图详细地说明本发明的实施方式。
- [0058] 实施方式1.
- [0059] 首先,对本发明的实施方式1进行说明。
- [0060] 如图1所示,可动反射元件100是整体上呈矩形平板状的元件。在可动反射元件100中,在其平板形成狭缝,从而形成有如下各部,即固定框110、镜面部130以及致动器部140。在本实施方式中,镜面部130相当于摆动部,致动器部140与第1致动器相对应。

[0061] 固定框110是配置于最外周的平板状的框体。镜面部130是配置于固定框110的框内的矩形平板状的构件。致动器部140是将固定框110和镜面部130连结的构件,在镜面部130的两端设置有一对致动器部140。

[0062] 在此,规定以镜面部130的重心位置为原点O的XYZ三维正交坐标系。在该XYZ坐标系中,在图1中,将致动器部140相对于镜面部130所配置的方向设为X轴,将在镜面部130的反射层130D内与X轴正交的方向设为Y轴,将镜面部130的反射层130D的法线方向设为Z轴。在本实施方式中,第1方向相当于Y轴,第2方向相当于X轴。另外,第1旋转轴线是X轴附近的假想的旋转轴线,第2旋转轴线成为Y轴附近的假想的旋转轴线。

[0063] 固定框110固定于未图示的基座。镜面部130以不直接固定于基座的状态使用。致动器部140分别设置于固定框110与镜面部130之间且是镜面部130的X轴方向两侧,将固定框110和镜面部130连结。

[0064] 如图2所示,可动反射元件100具有A层100A、B层100B、C层100C依次层叠而成的层叠构造。A层100A实际上被分成3个层。该3个层将在后述。固定框110、镜面部130、致动器部140包括A层100A、B层100B、C层100C的3层构造。

[0065] 如图3所示,与固定框110、镜面部130的厚度相比,致动器部140的厚度被设定得较小,在致动器部140的下方形成有空隙。镜面部130和致动器部140在由固定框110围成的空间内成为从基座悬浮的状态。

[0066] 致动器部140在至少上下方向(Z轴方向)上具有挠性,能够向上方翘曲或向下方翘曲。由此,致动器部140能够使镜面部130在预定的自由度的范围内相对于固定框110摆动。在镜面部130的上表面,如后述那样在+Z侧形成有反射面,该反射面对所入射的光、电磁波等射束进行反射。

[0067] 另外,A层100A、B层100B、C层100C这3层具有彼此相同的俯视形状(图1所示的形状),D层100D的俯视形状与A层100A、B层100B、C层100C不同。

[0068] D层100D与在致动器部140形成的上部电极层140D、141D、142D、在镜面部130形成的反射层130D、作为第1检测用电极的检测用电极160D相对应。在固定框110,除了形成有配线之外,未形成D层。其中,在固定框110中省略配线的图示。上部电极层140D、141D、142D形成压电元件的电极,反射层130D形成镜面部130的反射面,检测用电极160D形成用于检测镜面部130的位移的电极。无需在除此之外的部分形成D层。

[0069] 如前所述,在固定框110形成有作为配线发挥功能的D层。不过,上部电极层140D、141D、142D分别为了形成单独的压电元件而需要电绝缘,因此,不期望在C层的整个上表面形成具有相同的俯视形状的D层。

[0070] 接着,对构成可动反射元件100的A层100A、B层100B、C层100C、D层100D的材质进行说明。首先,A层100A是成为其他各层的支承基板的基板层,由能够对在其上表面形成的B层100B、C层100C、D层100D进行支承的材质形成。不过,致动器部140需要在至少上下方向(Z轴方向)上具有挠性。即,作为基板层的A层100A由具有一定程度的挠性的材料形成,以能够使各致动器部140在需要的范围内(使镜面部130以所要求的角度倾斜所需要的范围内)产生挠曲。在该实施方式中,A层100A由硅基板构成。更具体而言,A层100A成为由硅构成的支承层、在支承层之上形成的二氧化硅的BOX层(二氧化硅绝缘膜)、在BOX层之上形成的由硅构成的活性层的3层构造。

[0071] 此外,A层100A也可以不包含BOX层,是由支承层和活性层构成的两层构造。即,A层100A也可以是单一的硅基板。

[0072] B层100B构成压电元件的下部电极。另外,D层100D构成压电元件的上部电极。因而,无论B层100B还是D层100D都由导电性材料形成。

[0073] C层100C构成压电元件,由呈现压电效果的压电材料形成。C层100C由例如PZT(锆钛酸铅)或KNN(铌酸钾钠)的薄膜形成。在本实施方式中,压电元件由以导电性材料层(B层100B和D层100D)夹着压电材料层(C层100C)而成的夹层构造体构成。

[0074] 此外,如上述那样,D层100D中的在各致动器部140形成的部分构成压电元件用的上部电极层。不过,在镜面部130形成的D层130D作为镜面部130的反射层发挥功能。因而,致动器部140的上部电极层140D、141D、142D是导电性的层即可,表面无需是反射性的。另外,在镜面部130形成的D层130D的表面具有反射性即可,无需是导电性的层。其中,在对可动反射元件100进行量产的情况下,上部电极层140D、141D、142D和反射层130D形成为由相同的材料构成的D层100D。在该情况下,作为D层100D的材料,使用兼备电极层的功能和反射层的功能的材料。

[0075] 更具体而言,D层100D需要上表面也起到作为反射面(镜面)的功能,因此,期望的是,D层100D的上表面部分由反射率较高的耐腐蚀性优异的材料、例如金(Au)的薄膜层构成。金(Au)的薄膜层对光、电磁波具有良好的反射率,而且耐腐蚀性优异,因此,能够长期维持稳定的反射性能。此外,B层100B只要起到作为下部电极(导电层)的功能即可,因此,是任意的金属层足矣。

[0076] 可动反射元件100具有适于量产化的构造。尤其是,可动反射元件100的制造可应用利用了半导体制造工艺的MEMS元件的制造方法。可动反射元件100是在硅基板(A层100A:基板层)的上表面使铂层(B层100B:下部电极层)、PZT层(C层100C:压电材料层)、铂/金层(D层100D:下层部分由铂构成、上层部分由金构成的两层构造层)依次堆积而构成的。铂用作上部电极层和下部电极层的原因在于,能够在其成为压电材料层的PZT层之间形成良好的界面。另一方面,作为反射层,优选如上述这样使用金,因此,D层的下层部分使用适于上部电极层的铂,上层部分使用适于反射层的金。

[0077] 在形成了4层的层叠构造体之后,对D层100D进行图案化处理,而且,利用蚀刻等方法在由A层100A、B层100B、C层100C这3层构成的构造体的部分形成沿着上下方向贯通的狭缝。另外,利用蚀刻等去除致动器部140、镜面部130的下表面侧的一部分,则可动反射元件100完成。

[0078] 对可动反射元件100的各部的尺寸的一个例子进行说明。A层100A是边长5mm见方、厚度0.3mm的硅基板。B层100B是厚度300nm左右的铂的薄膜层。另外,C层100C是厚度2 $\mu$ m左右的PZT层。D层100D是厚度300nm左右的铂/金的薄膜层。在此,对于致动器部140,蚀刻去除硅基板(A层100A)的下表面侧,而使厚度成为0.10mm。由此,在与基座的上表面之间形成0.20mm的空隙。另外,将固定框110与致动器部140、致动器部140与镜面部130之间的狭缝的宽度设为0.3mm,将致动器部140的宽度设为0.5mm。

[0079] 能够任意地变更各部的尺寸。致动器部140的厚度、宽度、长度变更成获得使镜面部130能够在预定的角度范围(满足作为可动镜所要求的性能的范围)内倾斜这样的挠性的尺寸即可。另外,固定框110的厚度设定成能够将可动反射元件100牢固地固定安装于基

座的尺寸即可。

[0080] 如图1所示,致动器部140是具有挠性的一对构件,其将固定框110和镜面部130连接,在从固定框110的内边沿着Y轴方向延伸的部分形成有沿着Y轴方向伸缩的压电元件。致动器部140分别配置于镜面部130的X轴方向上的两侧,由于压电元件的伸缩而变形,从而使镜面部130相对于固定框110以沿着X轴方向的旋转轴线为中心摆动。致动器部140由3个部分构成,将各部分设为作为第1臂始端部的臂始端部141、作为第1臂终端部的臂终端部142、作为第1臂中继部的臂中继部143。即,致动器部140具备臂始端部141、臂终端部142以及臂中继部143。

[0081] 臂始端部141的一端与固定框110的内边连接。臂始端部141在固定框110与镜面部130之间的间隙沿着Y轴方向从该一端起以超过镜面部130的外边的中点N的方式呈直线状延伸。在臂终端部142形成有由上部电极层140D构成的压电元件。

[0082] 臂终端部142的一端与镜面部130的外边的中点N连接,臂终端部142与臂始端部141平行地延伸。

[0083] 臂中继部143是沿着X轴方向延伸的作为第1臂连结部的臂连结部143B和与臂始端部141平行地延伸的作为第1臂伸长部的臂伸长部143A交替地连结而蜿蜒地形成的,将臂始端部141的另一端和臂终端部142的另一端之间连结。

[0084] 在臂始端部141形成有压电元件。该压电元件由B层(下部电极层)100B、C层(压电材料层)100C以及D层(上部电极层)140D形成。无论在臂中继部143还是在两根臂伸长部143A分别形成有压电元件。该压电元件由B层(下部电极层)100B、C层(压电材料层)100C以及D层(上部电极层)141D、142D构成,分别独立地形成。

[0085] 致动器部140以镜面部130的重心G为中心而二重旋转对称地配置。

[0086] 接着,对致动器部140的动作进行说明。例如在臂始端部141形成有A层(基板层)100A、B层(下部电极层)100B、C层(压电材料层)100C、D层(上部电极层)140D。将A层(基板层)100A称为“致动器主体部100A”。另外,将B层(下部电极层)100B、C层(压电材料层)100C、D层(上部电极层)140D的3层构造部分称为“压电元件(100B、100C、140D)”。这样的话,臂始端部141能够视作由具有挠性的致动器主体部100A和固定安装到致动器主体部100A的上表面的压电元件(100B、100C、140D)构成。

[0087] 图4A、图4B、图4C是表示臂始端部141的动作的剖视图。如图4A所示,A层100A是由硅基板等构成的致动器主体部,由B层100B、C层100C、D层140D构成的3层构造体是压电元件。C层(压电材料层)100C具有如下性质:若沿着厚度方向施加预定极性的电压,则沿着长度方向(与厚度方向正交的方向)伸缩。

[0088] 若以D层(上部电极层)140D侧为正、B层(下部电极层)100B侧为负的方式对两电极层间施加电压,则C层(压电材料层)100C沿着长度方向(与厚度方向正交的方向)伸长。相反也具有如下性质:若以D层(上部电极层)140D侧为负、B层(下部电极层)100B侧为正的方式对两电极层间施加电压,则C层(压电材料层)100C沿着长度方向收缩。伸缩的程度成为与所施加的电压值相应的量。

[0089] 因而,如图4B所示,若施加D层(上部电极层)140D为正、B层(下部电极层)100B为负的极性(以下称为正极性)的电压,则由B层100B、C层100C、D层140D这3层构成的压电元件沿着长度方向伸长,向在面方向(沿着Y轴的方向)上伸长的方向的应力施加于具有挠性的A层

100A的上表面侧。其结果,臂始端部141以上方凸起的方式弯曲。

[0090] 与此相对,如图4C所示,若施加D层(上部电极层)140D为负、B层(下部电极层)100B为正的极性(以下,称为相反极性)的电压,则由B层100B、C层100C、D层140D这3层构成的压电元件沿着长度方向收缩,向在面方向上收缩的方向的应力施加于具有挠性的A层100A的上表面侧。其结果,臂始端部141以下方凸起的方式弯曲。

[0091] 当然,也可以使用具有如下性质的C层100C:若以D层(上部电极层)140D侧为正、B层(下部电极层)100B侧为负的方式对两电极层间施加电压,则C层(压电材料层)100C沿着长度方向收缩,而若以D层(上部电极层)140D侧为负、B层(下部电极层)100B侧为正的方式对两电极层间施加电压,则C层100C沿着长度方向伸长。在该情况下,若施加正极性的电压,则以下方凸起的方式弯曲,若施加负极性的电压,则以上方凸起的方式弯曲。

[0092] 无论是哪种情况,通过对D层(上部电极层)140D与B层(下部电极层)100B之间施加预定极性的电压,都能够使图4B或图4C所示的变形产生。此外,由于构成压电元件的材料的不同(例如,根据块体、薄膜的不同),极化作用不同,因此,存在电压的极性与伸缩之间的关系与上述相反的情况。

[0093] 而且,臂伸长部143A利用由A层(基板层)100A、B层(下部电极层)100B、C层(压电材料层)100C、D层(上部电极层)141D、142D形成的压电元件以与图4A~图4C所示的臂始端部141相同的方式动作。

[0094] 返回图1,未图示的D层100D中的作为第1检测电极的检测用电极160是为了检测致动器部140的位移而设置的。检测用电极160D以为了配线而宽度比致动器部140的宽度窄的方式形成。

[0095] 检测用电极160D设置于致动器部140与固定框110连接的部分。这些部分是致动器部140的变形变大的场所。因而,通过这些场所配设检测用电极160D,能够稳定地检测致动器部140的位移。

[0096] 镜面部130借助致动器部140与固定框110连接,被致动器部140支承为从基座悬浮的悬空状态。因而,若致动器部140向上方或者下方弯曲,则支承为悬空状态的镜面部130绕X轴、即相对于Y轴方向倾斜。

[0097] 在未对臂始端部141、臂伸长部143A的各压电元件施加电压的情况下,如图5A所示,镜面部130借助致动器部140保持水平姿势的状态而被支承于基座(固定点)的上方。白的三角形表示镜面部130的重心G。重心G与坐标系的原点O一致。

[0098] 若臂始端部141以向上方凸起的方式弯曲、与臂始端部141相邻的臂伸长部143A向下方凸起、与向下方凸起的臂伸长部143A相邻的臂伸长部143A以向上方凸起的方式弯曲,则致动器部140整体以+Y端降低的方式倾斜。由此,如图5B所示,能够使镜面部130以该+Y端最大程度降低的方式倾斜。

[0099] 若臂始端部141以向下方凸起的方式弯曲、与臂始端部141相邻的臂伸长部143A向上方凸起、与向上方凸起的臂伸长部143A相邻的臂伸长部143A以向下方凸起的方式弯曲,则致动器部140整体以-Y端降低的方式倾斜。由此,如图5C所示,能够使镜面部130以该-Y端最大程度降低的方式倾斜。

[0100] 在+X侧的致动器部140的压电元件和-X侧的致动器部140的压电元件分别施加相反极性的电压。由此,能够使镜面部130相对于固定框110绕X轴摆动。

[0101] 倾斜的程度成为与所施加的电压值相应的量。因而,只要对所施加的电压的极性和值进行调整,就可任意地调整镜面部130相对于X轴方向的倾斜角度。

[0102] 该实施方式的可动反射元件100的具有反射面的镜面部130借助致动器部140与固定框110连接。如此一来,与以往的基于万向架(gimbal)构造的支承方法相比,虽然是单纯的构造,但可确保充分的位移角。若利用机械的转动机构实现万向架构造,则零件的个数增加,构造不得不变得复杂。另外,若使用扭杆实现万向架构造,则构造虽被单纯化,但最大位移角被抑制在扭杆的最大扭转角度的范围内,难以确保充分的位移角。在本实施方式中,利用致动器部140支承镜面部130,因此,虽然是单纯的构造,但能够确保充分的位移角。

[0103] 如此,可动反射元件100具有沿着Y轴延伸的臂始端部141、臂伸长部143A,在其上表面或者下表面分别固定安装有压电元件,该压电元件通过施加预定极性的电压,沿着长度方向伸缩。因此,只要对臂始端部141、臂伸长部143A的压电元件施加电压而使压电元件伸缩,就能够使镜面部130更大幅度地相对于Y轴方向倾斜(绕X轴旋转)。因此,在绕X轴方面,可确保充分的位移角。

[0104] 此外,在该实施方式中,采用在固定框110配置有致动器部140和镜面部130的构造。然而,固定框110无需由框体构成,例如,只要能够固定致动器部140的一端,就也可以不是框状。不过,致动器部140和镜面部130是产生位移的可动构成要素,因此,避免与外部物体接触较好。关于这一点,如果如固定框110这样是框状,则能够将可动构成要素围在内部,因此,能够保护可动构成要素,以免与外部物体接触。

[0105] 另外,固定框110、镜面部130并不限于矩形形状,也可以是例如椭圆状、多边形形状。

[0106] 如以上详细地说明那样,根据本实施方式1的可动反射元件100,致动器部140的沿着Y轴方向的部分的长度比从固定框110的内边到镜面部130的沿着Y轴方向的外边的中点N的距离长,而且蜿蜒地形成。由此,能够抑制致动器部140的配置面积的增大化,同时加长从固定框110到镜面部130的致动器部140的长度,而将镜面部130的驱动频率设为所期望的值。因而,根据本实施方式1的可动反射元件100,能够实现驱动频率的最佳化和小型化。

[0107] 即,致动器部140与镜面部130的外边的中点N连接,因此,除XY方向之外的转矩几乎不作用于镜面部130,镜面部130的振动能够不偏向任一个方向,并且不扭转。另外,对于致动器部140,能够设为简单的结构,使镜面部130小型化。

[0108] 另外,从镜面部130的扭转角度的观点来看,根据该可动反射元件100,将使镜面部130摆动的一对致动器部140设为臂连结部143B和臂伸长部143A交替地连结而蜿蜒地弯曲而成的形状,与镜面部130的外边的中点N连结。这样一来,能够增大镜面部130的扭转角度,同时使镜面部130的旋转轴线与连结镜面部130的外边的中点N的方向一致,因此,能够使镜面部130准确地摆动。

[0109] 实施方式2.

[0110] 接着,对本发明的实施方式2进行说明。

[0111] 如图6和图7所示,本实施方式2的可动反射元件100具备:固定框110,其固定于基座;可动框120,其配置于固定框110的框内;以及镜面部130,其配置于可动框120的框内。而且,可动反射元件100具备:致动器部140,其是将固定框110和可动框120连结的一对构件;以及致动器部150,其是将可动框120和镜面部130连结的一对构件。在本实施方式的可动反

射元件100中,层叠有A层100A、B层100B、C层100C。

[0112] 致动器部140设置于固定框110与可动框120之间的、可动框120的X轴方向上的两侧。致动器部150设置于可动框120与镜面部130之间的、镜面部130的Y轴方向上的两侧。致动器部140的结构和动作与上述实施方式1相同。在本实施方式中,可动框120、致动器部150、镜面部130相当于摆动部。

[0113] 如图8所示,在本实施方式2的可动反射元件100中,固定框110、可动框120、镜面部130、致动器部140、150也分别包括A层100A、B层100B、C层100C的3层构造。如图7所示,与固定框110、可动框120的厚度相比,镜面部130、致动器部140、150的厚度被设定得较小,在镜面部130、致动器部140、150的下方形成有空隙。

[0114] 致动器部150是具有挠性的一对构件,其将可动框120和镜面部130连结,在从可动框120的内边沿着X轴方向延伸的部分形成有沿着X轴方向伸缩的压电元件。致动器部150分别配置于镜面部130的Y轴方向上的两侧,由于压电元件的伸缩而变形,从而使镜面部130相对于可动框120以沿着Y轴方向的旋转轴线为中心摆动。致动器部150具备作为第2臂始端部的臂始端部151、作为第2臂终端部的臂终端部152以及作为第2臂中继部的臂中继部153。

[0115] 臂始端部151的一端与可动框120的内边连接。臂始端部151在可动框120与镜面部130之间的间隙沿着Y轴方向从该一端起以超过镜面部130的外边的中点N的方式呈直线状延伸。

[0116] 臂终端部152的一端与可动框120的外边的中点N连接,臂终端部152与臂始端部151平行地延伸。

[0117] 臂中继部153是沿着X轴方向延伸的作为第2臂连结部的臂连结部153B和与臂始端部151平行地延伸且形成有压电元件的作为第2臂伸长部的臂伸长部153A交替地连结而蜿蜒地形成的,将臂始端部151的另一端和臂终端部152的另一端之间连结。

[0118] 在臂始端部151形成有压电元件。该压电元件由B层(下部电极层)100B、C层(压电材料层)100C以及D层(上部电极层)150D形成。

[0119] 在臂伸长部153A形成有压电元件。压电元件由B层(下部电极层)100B、C层(压电材料层)100C以及D层(上部电极层)151D、152D形成。

[0120] 在未对致动器部150的各压电元件施加电压的情况下,如图9A所示,镜面部130保持水平姿势的状态支承于可动框120。白的三角形表示镜面部130的重心G。重心G与坐标系的原点O一致。

[0121] 若臂始端部151以向上方凸起的方式弯曲、与臂始端部151相邻的臂伸长部153A向下方凸起、与向下方凸起的臂伸长部153A相邻的臂伸长部153A以向上方凸起的方式弯曲,则致动器部150整体以+X端降低的方式倾斜。由此,如图9B所示,能够使镜面部130相对于可动框120以该镜面部130的+X端最大程度降低的方式倾斜。

[0122] 若臂始端部151以向下方凸起的方式弯曲、与臂始端部151相邻的臂伸长部153A向上方凸起、与向上方凸起的臂伸长部153A相邻的臂伸长部153A以向下方凸起的方式弯曲,则致动器部150整体以-X端降低的方式倾斜。由此,如图9C所示,能够使镜面部130相对于可动框120以该镜面部130的-X端最大程度降低的方式倾斜。

[0123] 在一对致动器部150中,对+Y侧的压电元件与-Y侧的压电元件之间分别施加相反极性的电压。由此,能够使镜面部130相对于可动框120绕Y轴摆动。

[0124] 倾斜的程度成为与所施加的电压值相应的量。因而,只要对所施加的电压的极性和值进行调整,就可任意地调整镜面部130相对于X轴方向的倾斜角度。

[0125] 另外,可动反射元件100具有沿着X轴延伸的臂始端部151、臂伸长部153A,在其上表面或者下表面分别固定安装有压电元件,该压电元件通过施加预定极性的电压,而沿着长度方向伸缩。因此,只要对臂始端部151、臂伸长部153A的压电元件施加电压而使压电元件伸缩,就能够使镜面部130更大幅度相对于X轴方向倾斜(绕Y轴旋转)。因此,在绕Y轴方面,可确保充分的位移角。

[0126] 作为第2检测用电极的检测用电极170D设置于致动器部150与可动框120连接的部分。这些部分是致动器部150的变形变大的场所。因而,通过这些场所配设检测用电极170D,能够稳定地检测致动器部150的位移。

[0127] 根据以上进行了说明的本实施方式的可动反射元件100,致动器部150的沿着X轴方向的部分的长度比从可动框120的内边到镜面部130的沿着X轴方向的外边的中点N的距离长。由此,能够扩大镜面部130的驱动频率的设定范围,因此,能够将可动框120的驱动频率与镜面部130的驱动频率的比率设为所期望的值。因而,根据本实施方式2的可动反射元件100,能够实现驱动频率的最佳化和小型化。

[0128] 另外,在本实施方式2中,致动器部140以镜面部130为中心而二重旋转对称地配置。另外,致动器部150以镜面部130为中心而二重旋转对称地配置。并且,从臂始端部141的与固定框110连接的一端朝向另一端的朝向与从臂始端部151的与可动框120连接的一端朝向另一端的朝向在以镜面部130的重心G为中心的旋转方向上相同。

[0129] 并且,无论致动器部140还是致动器部150都以摆动对象的外边的中点N为中心蜿蜒地形成。由此,能够使驱动频率的比率最佳化,并且能够使可动框120小型化。另外,能够使镜面部130保持平衡而平衡良好地摆动。

[0130] 此外,致动器部150的朝向也可以不同。即,也可以是,从臂始端部141的与固定框110连接起来的一端朝向另一端的朝向与从臂始端部151的与可动框120连接起来的一端朝向另一端的朝向在以镜面部130为中心的旋转方向上成为反向。

[0131] 例如,在利用本实施方式2的可动反射元件100进行了射束的二维扫描的情况下,当在所投影的图像产生畸变的情况下,存在如下情况:通过替代性地使用致动器部150的朝向不同的可动反射元件100,图像的畸变被矫正。在这样的情况下,想到采用致动器部150成为反向的可动反射元件100作为解决方案。

[0132] 对基于上述的二维扫描的图像的畸变进行矫正的方法还存在各种方法。例如,也可以是,通过使可动框120带有配重,来对可动框120和镜面部130的摆动状态的轴偏移进行校正,而对所投影的图像的畸变进行矫正。

[0133] 此外,带有配重的并不限定于可动框120。例如,也可以在镜面部130带有配重。或者,也可以在致动器部140、150这两者或者一者带有配重。

[0134] 上述实施方式的可动反射元件100能够使在镜面部130的表面形成的反射面具有两轴的自由度地倾斜。因此,通过将可动反射元件100装入使光束、指向性电波二维地进行扫描的二维扫描装置,而能够进行二维扫描。利用该二维扫描装置,使光束进行扫描,能够实现将图像向屏幕投影的投影仪,使指向性电波进行扫描,能够实现车载用的雷达等。

[0135] 尤其是,上述实施方式的可动反射元件100作为MEMS元件适于小型化和低耗电

流化,因此,最佳的是装入移动电话、智能手机、平板电脑型电子终端等小型设备而利用,适于将投影仪的功能附加于这些小型设备的用途。近年来,对于汽车,雷达成为不可缺少的技术,需要大范围地照射具有指向性的电波。利用上述实施方式的可动反射元件100,也能够实现小型且可进行大范围的雷达照射的车载用装置。

[0136] 如以上详细地说明那样,根据本实施方式,使镜面部130(和可动框120)摆动的一对致动器部140、150设为蜿蜒地弯曲而成的形状和与镜面部130(和可动框120)的外边的中点N连结。这样一来,能够增大镜面部130(和可动框120)的扭转角度,同时使镜面部130(和可动框120)沿着镜面部130(和可动框120)的旋转轴线通过该中点N的方向准确地摆动。即,能够使镜面部130(和可动框120)以最佳的状态摆动。

[0137] 在上述实施方式中,致动器部140、150的蜿蜒的次数(折回次数)设为3次,但折回次数也可以设为4次以上。

[0138] 在上述实施方式中,是在臂始端部141、151和臂伸长部143A、153A形成的压电元件伸缩的结构,但并不限于此。也可以是除了在臂始端部141、151和臂伸长部143A、153A形成的压电元件的伸缩之外,在臂终端部142、152和臂连结部143B、153B形成的压电元件也伸缩的结构。在该结构的情况下,臂终端部142、152和臂连结部143B、153B由B层(下部电极层)100B、C层(压电材料层)100C和D层(上部电极层)100D形成。

[0139] 另外,也可以是如下结构:在臂始端部141、151和臂伸长部143A、153A形成的压电元件不伸缩,在臂终端部142、152和臂连结部143B、153B形成的压电元件伸缩。在该结构的情况下,臂始端部141、151和臂伸长部143A、153A由例如B层(下部电极层)100B、C层(压电材料层)100C形成。另外,臂终端部142、152和臂连结部143B、153B由B层(下部电极层)100B、C层(压电材料层)100C以及D层(上部电极层)100D形成。

[0140] 如此,在致动器部140、150中,对于利用压电元件使哪一部分伸缩,可根据可动框120和镜面部130所要求的摆动状态适当设计。

[0141] 本发明可在不脱离本发明的广义的精神和范围的前提下进行各种实施方式和变形。另外,上述的实施方式用于说明本发明,并不限定本发明的范围。即,本发明的范围不是由实施方式,而是由权利要求书表示。并且,在权利要求书内和与其同等的发明的意义的范围内所施加的各种变形被视作本发明的范围内。

[0142] 此外,对于本申请,主张以在2016年11月9日提出申请的日本特许出愿2016-218812号为基础的优先权,将日本特许出愿2016-218812号的说明书、权利要求书、附图整体作为参照编入到本说明书中。

[0143] 产业上的可利用性

[0144] 本发明能够用于反射镜的驱动元件。

[0145] 附图标记说明

[0146] 100、可动反射元件;100A、A层(致动器主体部);100B、B层;100C、C层;100D、D层;110、固定框;120、可动框;130、镜面部;130D、D层(反射层);140、致动器部(第1致动器部);140D、141D、142D、D层(上部电极层);141、臂始端部;142、臂终端部;143、臂中继部;143A、臂伸长部;143B、臂连结部;150、致动器部(第2致动器部);150D、151D、152D、D层(上部电极层);151、臂始端部;152、臂终端部;153、臂中继部;153A、臂伸长部;153B、臂连结部;160D、170D、D层(检测用电极)。

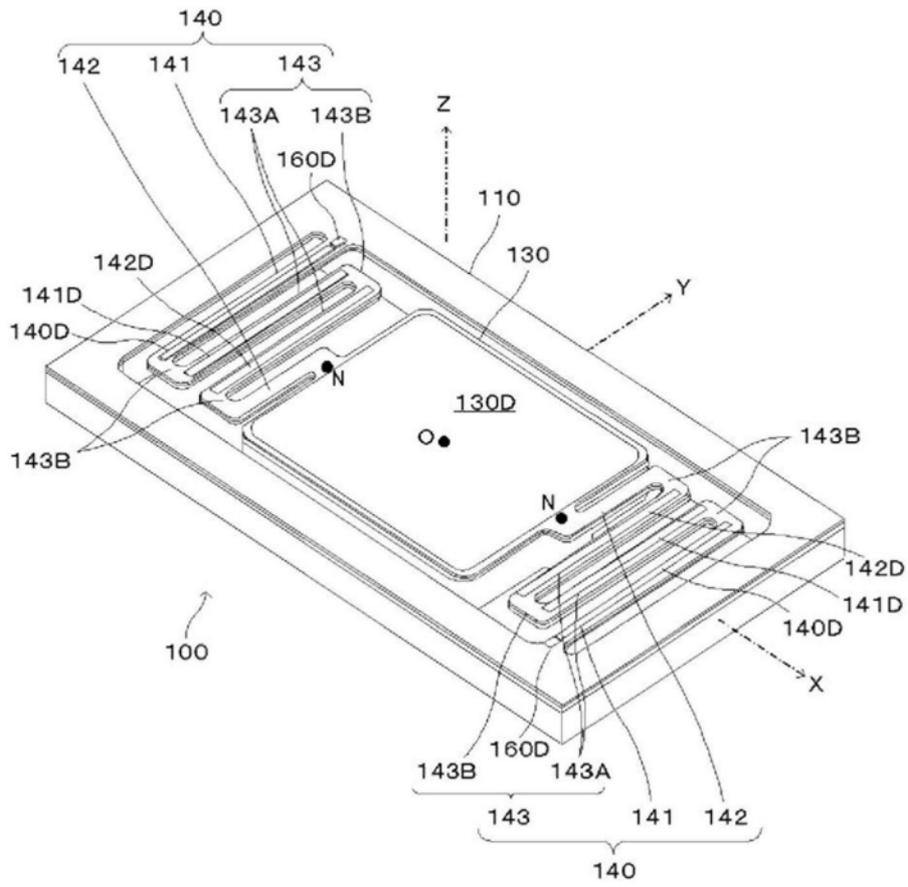


图1

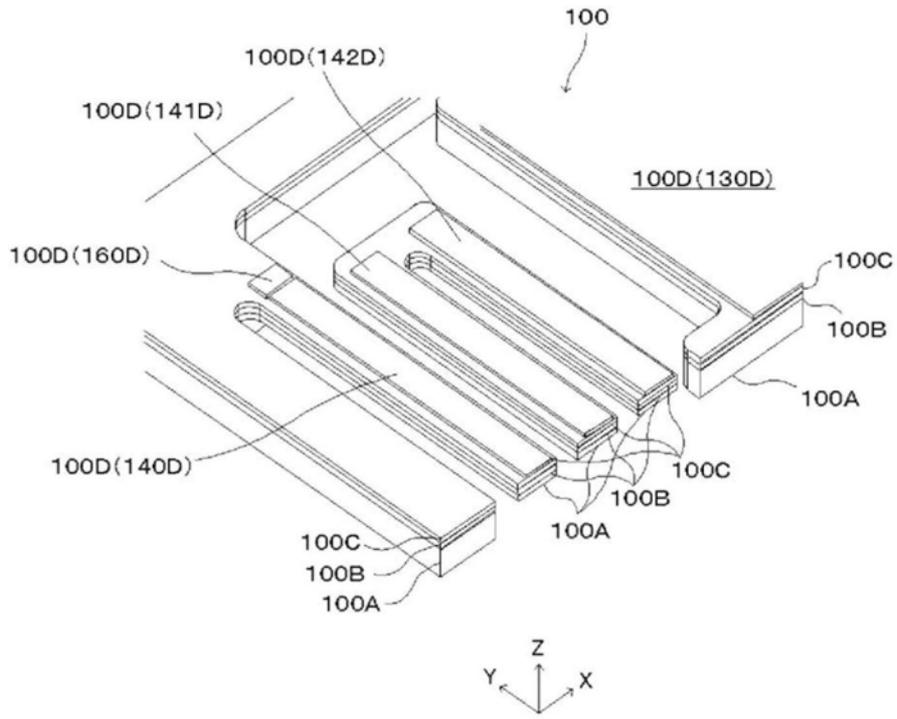


图2

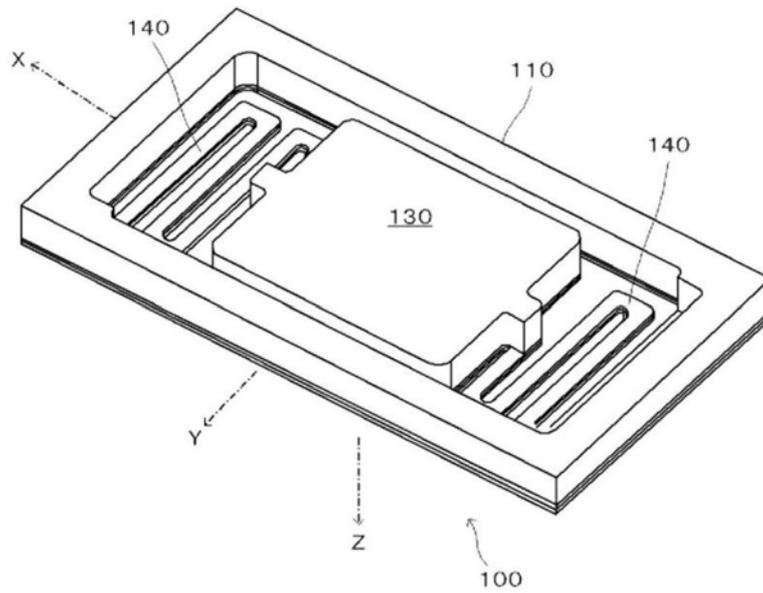


图3

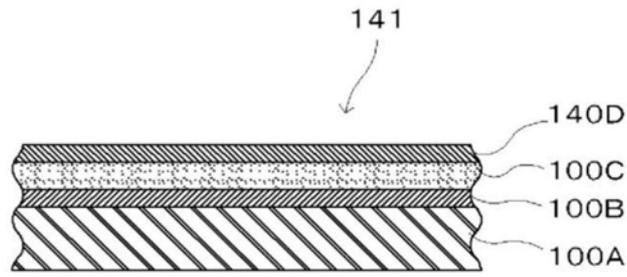


图4A

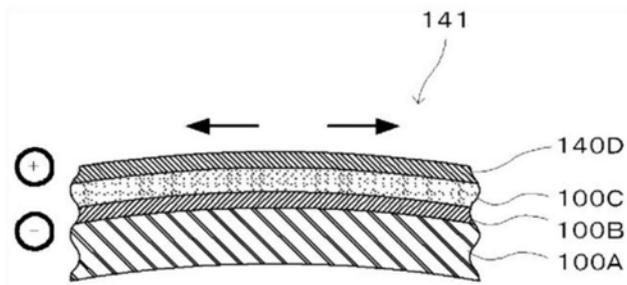


图4B

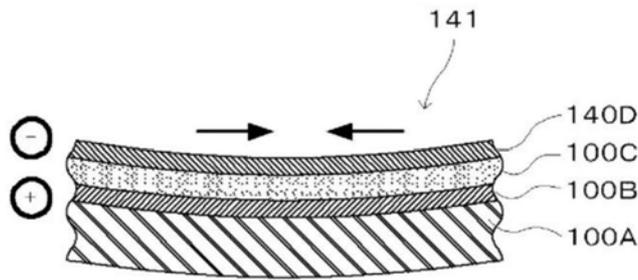


图4C

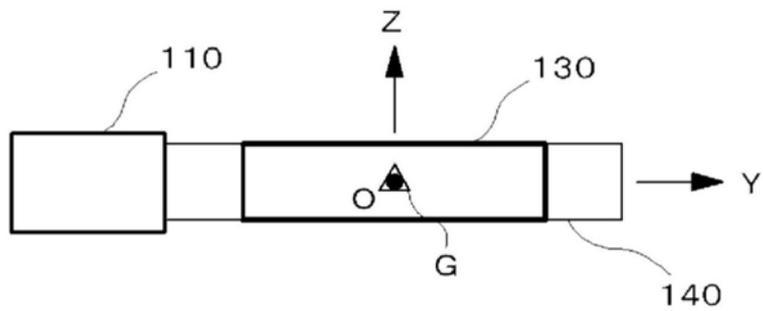


图5A

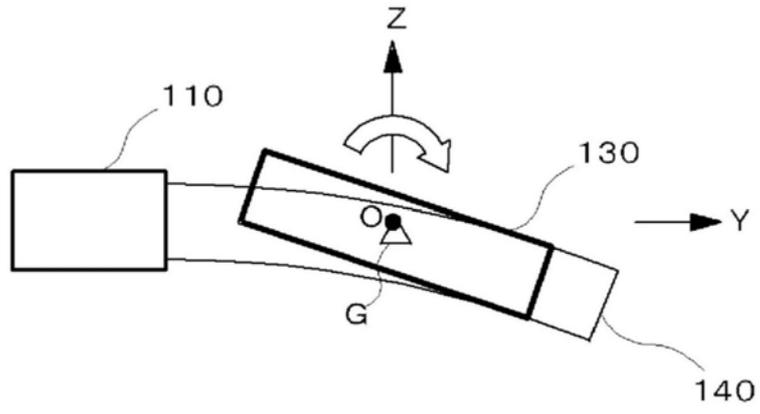


图5B

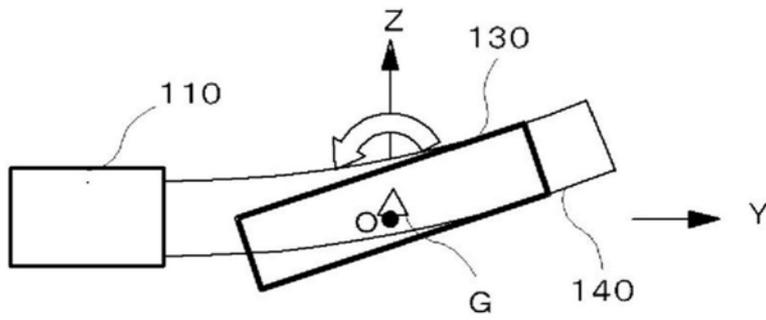


图5C

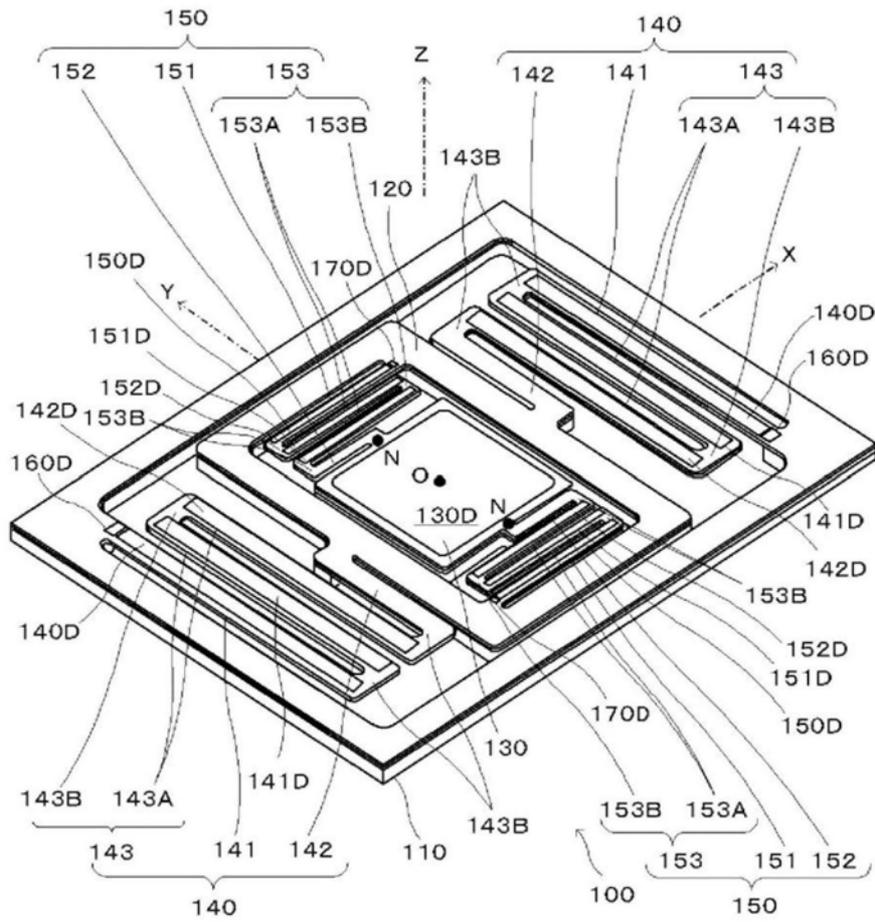


图6

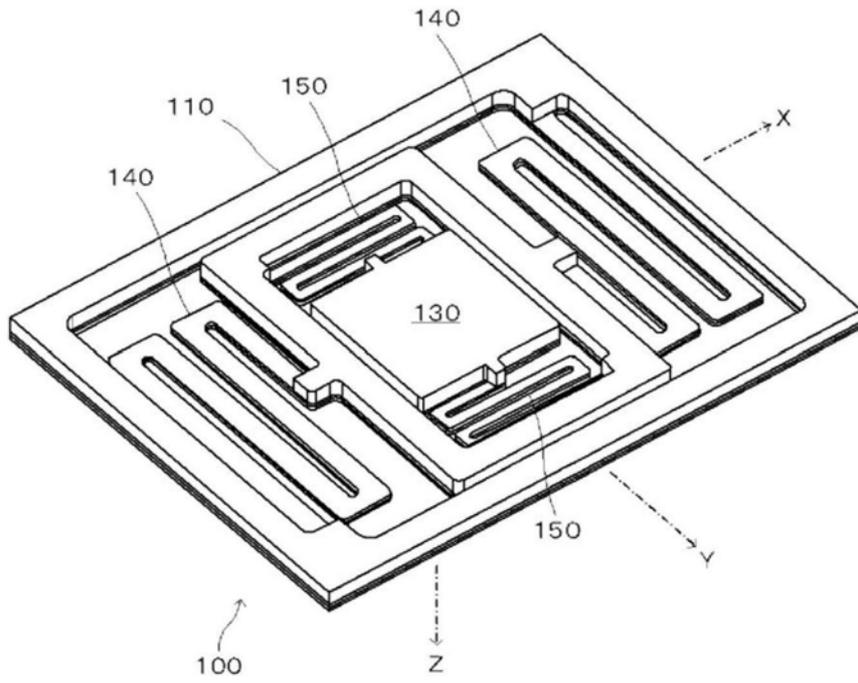


图7

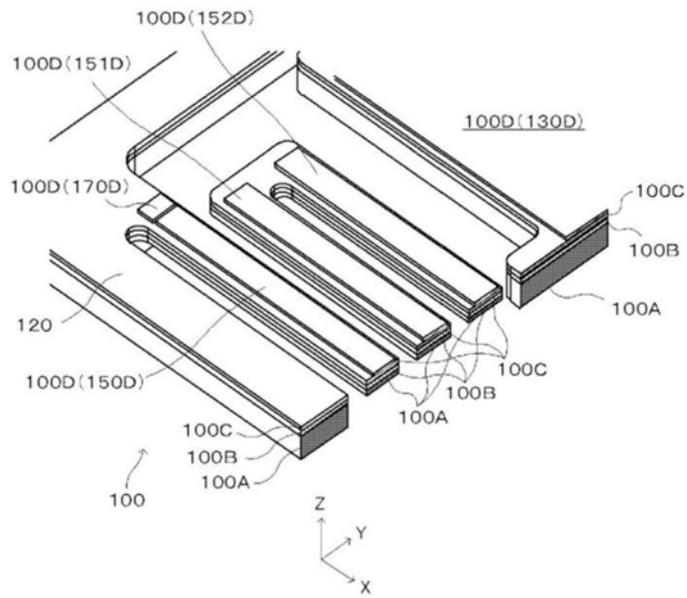


图8

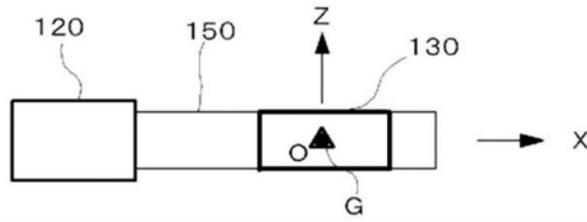


图9A

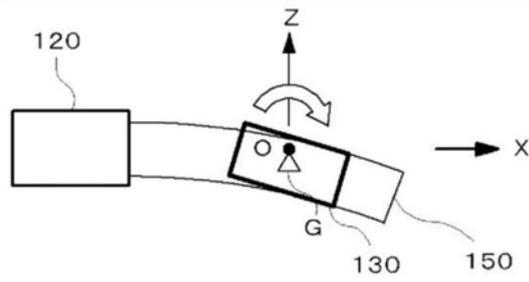


图9B

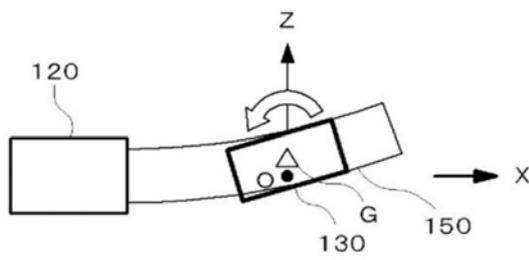


图9C