



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102650519 B

(45) 授权公告日 2016. 06. 01

(21) 申请号 201210038714. 2

(22) 申请日 2012. 02. 17

(30) 优先权数据

2011-040509 2011. 02. 25 JP

(73) 专利权人 索尼公司

地址 日本东京

(72) 发明人 本多顺一

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 余刚 吴孟秋

(51) Int. Cl.

G01C 19/5642(2012. 01)

(56) 对比文件

JP 2000081336 A, 2000. 03. 21,

JP 2000081336 A, 2000. 03. 21,

JP 2000258165 A, 2000. 09. 22,

JP 2001050751 A, 2001. 02. 23,

JP 2007010452 A, 2007. 01. 18,

JP 2003240557 A, 2003. 08. 27,

TW 200942776 A, 2009. 10. 16,

CN 10131726 A, 2008. 12. 03,

JP 200009473 A, 2000. 01. 14,

CN 101910789 A, 2010. 12. 08,

审查员 闫舒

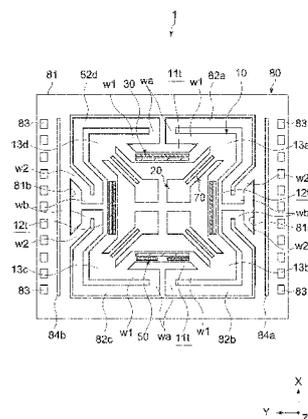
权利要求书2页 说明书13页 附图11页

(54) 发明名称

角速度传感器

(57) 摘要

一种角速度传感器,包括:框架,包括在第一方向上延伸并在正交于第一方向的第二方向上彼此相对的第一梁组、在第二方向延伸并在第一方向上彼此相对的第二梁组、以及在这些梁组之间的连接器;驱动单元,在第一和第二方向所属的第一平面中以振动模式振动框架,在该振动模式中当这些梁组中的一对彼此移动靠近时,另一对彼此移动远离,并且反之亦然;第一检测器,基于框架在第一平面中的变形量来检测环绕与第一平面正交的第三方向的轴的角速度;以及支撑机构,包括底座部和接合部。



1. 一种角速度传感器,包括:

环形框架,包括

第一梁组,在第一方向上延伸并且在与所述第一方向正交的第二方向上彼此相对,

第二梁组,在所述第二方向上延伸并且在所述第一方向上彼此相对,以及

多个连接器,被配置为连接在所述第一梁组与所述第二梁组之间;

驱动单元,被配置为以振动模式在所述第一方向和所述第二方向所属的第一平面内振动所述框架,在所述振动模式中,当所述第一梁组和所述第二梁组中的一组彼此靠近时,另一组彼此远离,并且当所述一组彼此远离时,所述另一组彼此靠近;

第一检测器,被配置为基于以所述振动模式振动的所述框架在所述第一平面中的变形量,检测环绕与所述第一平面正交的第三方向的轴的角速度;

支撑机构,包括

环形底座部,包括围绕所述框架的外侧的内周部,以及

多个接合部,被配置为接合在所述内周部与所述多个连接器之间;

第一摆,设置于所述框架并在所述第一平面内与所述框架的振动同步振动;

第二摆,设置于所述框架并在所述第一平面内与所述框架的振动同步振动;以及

第二检测器,被配置为基于所述第一摆和所述第二摆在正交于所述第一平面的方向上的变形量来检测环绕所述第一平面中两个预定方向的轴的角速度,

所述第一摆设置在所述多个连接器中成对角关系的第一连接器组中,

所述第二摆设置在所述多个连接器中成对角关系的第二连接器组中。

2. 根据权利要求1所述的角速度传感器,其中,

所述多个接合部中的每个包括

第一端部,连接至所述多个连接器之一,

第二端部,连接至所述内周部,以及

结构部,设置在所述第一端部与所述第二端部之间并且包括至少一个弯曲部。

3. 根据权利要求2所述的角速度传感器,其中,

所述底座部,包括

端子列,包括沿所述第一方向和所述第二方向之一布置的多个端子部,以及

槽,沿所述端子列形成在所述端子列与所述内周部之间。

4. 根据权利要求3所述的角速度传感器,其中,

所述底座部为方形框架体,包括在所述第一方向上彼此相对的两条边以及在所述第二方向上彼此相对的两条边,以及

所述槽,包括

第一槽部,形成于在所述第一方向上彼此相对的两条边上,以及

第二槽部,形成于在所述第二方向上彼此相对的两条边上并与所述第一槽部相通。

5. 根据权利要求1所述的角速度传感器,其中,

所述第一梁组包括含有第一弯曲部的一对第一梁部,所述第一弯曲部通过向所述第一弯曲部彼此相对的方向突出来形成第一凹部,以及

所述第二梁组包括含有第二弯曲部的一对第二梁部,所述第二弯曲部通过向所述第二弯曲部彼此相对的方向突出来形成第二凹部。

6. 根据权利要求5所述的角速度传感器,其中,
所述多个接合部的至少一部分位于所述第一凹部和所述第二凹部之一。
7. 根据权利要求1所述的角速度传感器,其中,所述第一摆和所述第二摆均包括头部和臂部。

角速度传感器

技术领域

[0001] 本申请涉及一种角速度传感器,其用于(例如)摄影机的抖动检测、虚拟现实装置中的操作检测、以及汽车导航系统中的方向检测。

背景技术

[0002] 作为民用角速度传感器,振动式陀螺仪传感器被广泛使用。该振动型陀螺仪传感器事先以预定频率使振动器振动并通过使用压电元件等检测施加于振动器上的科氏力,从而检测角速度。例如,该陀螺仪传感器结合在诸如摄像机的电子装置、虚拟现实装置、或汽车导航系统中并被用作对于抖动检测、操作检测、方向检测等的传感器。

[0003] 对于通过使用此类陀螺仪传感器检测空间中的姿势变化,已知的是沿两个或三个彼此正交的轴向来布置陀螺仪传感器的配置。例如,日本专利申请公开第HEI 11-211481号(段[0017],图1)(以下称为专利文献1)公开了以下配置,其通过在柔性基板上安装三个陀螺仪振动器并将该柔性基板弯曲为使得三个振动器彼此正交,从而允许三维角速度检测。相似地,日本专利申请公开第2000-283765号(段[0019],图8)(以下称为专利文献2)公开了一种三维角速度传感器,包括布置有在三个轴向上彼此正交的三个三臂音叉振动器的底座。

发明内容

[0004] 近年来,随着电子设备尺寸的减少,希望减少待结合在电子设备中的电子部件的尺寸和厚度。然而,在专利文献1和2的配置中,三个振动器之一被布置为其的纵向定向至正交方向(厚度方向),因而难以降低传感器的厚度。此外,需要抑制由于尺寸减少而导致的角速度检测特性的降低。

[0005] 鉴于以上提到的情况,需要提供一种角速度传感器,其能够在实现降低厚度的同时抑制检测特性的降低。

[0006] 根据本申请的一个实施方式,提供了一种角速度传感器,包括:环形框架、驱动单元、第一检测器、以及支撑机构。

[0007] 该框架包括第一梁组、第二梁组、以及多个连接器。该第一梁组在第一方向上延伸并在与第一方向正交的第二方向上彼此相对。该第二梁组在第二方向上延伸并在第一方向上彼此相对。多个连接器连接在第一梁组和第二梁组之间。

[0008] 驱动单元以振动模式在第一方向和第二方向所属的第一平面内振动框架,在振动模式中当第一梁组与第二梁组中的一对彼此靠近时,另一对彼此远离,并且当一对彼此远离时,另一对彼此靠近。

[0009] 第一检测器基于以振动模式振动的框架在第一平面中框架的变形量,检测环绕与第一平面正交的第三方向的轴的角速度。

[0010] 支撑机构包括环形基底部,包括围绕框架外侧的内周部以及在内周部和多个连接器之间接合的接合部。

[0011] 根据该角速度传感器,基于在正交于第三方向的平面内振动的框架的变形量来检测环绕第三方向轴的角速度是可能的。据此,可在不增加传感器厚度尺寸的情况下检测环绕厚度方向上的轴的角速度,并且因此可实现传感器厚度的减少。此外,多个接合部可随着框架的振动而变形,因此抑制框架和基底部之间的振动传送。据此,例如,可防止由于扰乱(disturbance,扰动)等而导致角速度检测灵敏性的波动,并可抑制检测特性的降低。

[0012] 如上所述,根据本申请,可在实现减少传感器厚度的同时抑制检测特性的降低。

[0013] 如附图所示,本申请的这些及其他目的、特征以及优点将鉴于下面对于本申请的最佳模式实施方式的详细说明变得显而易见。

附图说明

[0014] 图1示出根据本申请第一实施方式的角速度传感器的平面图;

[0015] 图2示出角速度传感器的主要部分的平面图;

[0016] 图3A示出角速度传感器的框架的基本振动随时间的变化,并且图3B示出了驱动信号随时间的变化;

[0017] 图4A是示意性地示出了环绕Z轴的角速度作用于其上的框架在某时间点处的变形状态的平面图,并且图4B示出了作用在摆以及图4A中框架的各个部分的科氏力的方向视图;

[0018] 图5A是用于说明在环绕X轴的角速度作用于框架时各摆的振动状态的示意性透视图,并且图5B是用于说明在环绕Y轴的角速度作用于框架时各摆的振动状态的示意性透视图;

[0019] 图6示出了角速度传感器驱动电路的框图;

[0020] 图7A和图7B是用于将角速度传感器的尺寸与根据本申请另一实施方式的角速度传感器的尺寸进行比较的平面图;

[0021] 图8示出了计算具有不同配置的两个角速度传感器的振动特性的实验结果;

[0022] 图9示出了根据本申请第二实施方式的角速度传感器的平面图;

[0023] 图10示出了根据本申请第三实施方式的角速度传感器的平面图;

[0024] 图11是示出了角速度传感器的变形实例的主要部分的平面图;以及

[0025] 图12是示出了角速度传感器另一变形实例的主要部分的平面图。

具体实施方式

[0026] 下面将参考附图对本申请的实施方式进行说明。

[0027] <第一实施方式>

[0028] [角速度传感器的整体配置]

[0029] 图1是示出了根据本申请第一实施方式的角速度传感器的整体配置的平面图。该角速度传感器1纵向为X轴方向,横向为Y轴方向,并且厚度方向为Z轴方向。

[0030] 该角速度传感器1包括框架10、摆20、驱动单元30、第一检测器50、第二检测器70、以及支撑机构80。框架10大致形成为矩形框架形状并且摆20固定于其四个角。驱动单元30由设置在框架10的上表面的压电元件构成,并且以预定振动模式振动框架10。第一检测器50电检测框架10在XY平面内的变形并输出对应于该变形量的检测信号。第二检测器70电检

测摆20在垂直于XY平面方向上的变形并输出对应于该变形量的检测信号。支撑机构80在不阻碍振动模式的情况下支撑框架10并安装在诸如配线基板的固定部上。

[0031] 接下来,将详细说明角速度传感器的各个部分。

[0032] 图2示出了角速度传感器1的驱动部分的基本配置的平面图。图2示出了角速度传感器1的框架10、摆20、驱动单元30、第一检测器50、以及第二检测器70的配置实例。以下将参考图2说明该角速度传感器的驱动部分的基本配置。

[0033] [框架]

[0034] 框架10的边用作振动梁并包括第一梁组11a和11b以及第二梁组12a和12b。图2中,第一梁11a和11b在Y轴方向上彼此平行延伸并由在X轴方向上彼此相对的一对边构成。第二梁12a和12b在X轴方向上彼此平行延伸并且由在Y轴方向上彼此相对的一对边构成。梁11a、11b、12a、和12b具有相同的长度、宽度、以及厚度并且框架10的外表面为中空的、大致为方形形状。

[0035] 框架10由单晶硅基板经过微加工技术形成。例如,框架10可通过使用熟知的MEMS(微电子机械系统)制造工艺形成。未具体限定框架10的尺寸。例如,框架10一边的长度范围为1000 μm 至4000 μm ,框架10的厚度范围为10 μm 至200 μm ,并且各个梁11a、11b、12a、和12b的宽度范围为50 μm 至200 μm 。

[0036] 在对应于框架10的四个角的部分形成在第一梁11a和11b以及第二梁12a和12b之间连接的多个连接器13a、13b、13c、和13d。各个第一梁11a和11b以及第二梁12a和12b的两端都由连接器13a至13d支撑。正如稍后描述的,梁11a、11b、12a、和12b用作两侧都由连接器13a至13d支撑的振动梁。框架10的四个角并未限定为附图中所示的成角状的形状。框架10的四个角可以是倒角(chamfered)或倒圆。

[0037] 连接器13a至13d布置在框架10的四个角,该四个角对应于方形的角。在该实施方式中,各个第一梁11a和11b以及第二梁12a和12b都被弯曲并整体上以弓形形成,向包括连接器13a至13d作为角的方形S的内侧突出。

[0038] 换言之,第一梁11a至11b包括弯曲部11p和倾斜部11v。该弯曲部11p通过向弯曲部11p彼此相对的方向(X轴方向)突出而在外周侧上形成凹部11t。倾斜部11v将弯曲部11p的两端固定至连接器13a至13d。类似地,第二梁12a至12b包括弯曲部12p和倾斜部12v。该弯曲部12p通过向弯曲部12p彼此相对的方向(Y轴方向)突出而在外周侧上形成凹部12t。倾斜部12v将弯曲部12p的两端固定至连接器13a至13d。倾斜部11v和12v支撑弯曲部11p和12p,使得弯曲部11p和12p位于方形S内侧。

[0039] [摆]

[0040] 该角速度传感器1包括第一摆21a和21b以及第二摆22a和22b。

[0041] 第一摆21a和21b形成在处于对角关系的一对连接器13a和13c(第一连接器)中。第一摆21a和21b在框架10内侧沿该对角方向延伸。每个第一摆21a和21b的一端固定至连接部13a或13c并且第一摆21a和21b的另一端在靠近框架10中心处彼此相对。

[0042] 第二摆22a和22b形成在处于对角关系的另一对连接器13a和13c(第二连接器)中。第二摆22a和22b在框架10内侧沿该对角方向延伸。每个第二摆22a和22b的一端固定至连接部13d或13b并且第二摆22a和22b的另一端在靠近框架10的中心处彼此相对。

[0043] 摆21a、21b、22a、和22b通常具有相同的形状和尺寸并且在加工框架10外形时同时

形成。未具体限制摆21a、21b、22a、和22b的形状和尺寸并且摆21a、21b、22a、和22b不必具有相同的形状。在该实施方式中,摆21a、21b、22a、和22b包括形成于自由端侧的头部H以及在头部H和连接器13a至13d之间连接的臂部L。由于正如稍后描述的梁11a、11b、12a、和12b的振动,臂部L在XY平面内被激发。头部H用作梁11a、11b、12a、和12b的振动配重。值得注意的是可忽略摆21a、21b、22a和22b的形成。

[0044] 框架10的形状并未限定为如上所述的大致为方形的形状,而可以是包括矩形和平行四边形形状的其他四边形形状,或与其相当的大致为四边形形状。此外,框架10的形状并未限定为四边形形状而可以为其他多角形状,包括八角形形状等。两端由四个角中的连接部支撑的梁具有线性形状。

[0045] [驱动单元]

[0046] 该角速度传感器1包括压电驱动层作为振动框架10的驱动单元30。该压电驱动层包括第一驱动电极301和第二驱动电极302。取决于输入电压,该驱动电极301和302发生机械变形,然后由于该变形产生的驱动力振动梁11a、11b、12a、和12b。根据输入电压的极性来控制变形的方向。

[0047] 第一驱动电极301和第二驱动电极302在梁11a、11b、12a、和12b的上表面线性形成。更具体地,每个第一驱动电极301和每个第二驱动电极302在关于梁的轴对称的位置中形成。图1中,为方便理解,以不同的剖面线示出第一驱动电极301和第二驱动电极302。在附图中示出的实例中,第一驱动电极301布置在第一梁11a和11b的内边缘侧以及第二梁12b的外边缘侧。第二驱动电极302布置在第一梁11a的外边缘侧以及第二梁12a和12b的内边缘侧。

[0048] 第一驱动电极301和第二驱动电极302配置相同。第一驱动电极301和第二驱动电极302通常具有下电极层、压电材料层、和上电极层的堆叠结构。第一驱动电极301和第二驱动电极302被形成为厚度均为(例如)0.5 μm 至3 μm 。值得注意的是,包括了要在其上形成驱动电极的梁的框架由单晶硅基板制成,并且在其上要形成驱动电极的表面上预先形成诸如氧化硅膜的绝缘薄膜。

[0049] 极化并定向压电材料层,从而依据下电极层和上电极层之间的电势差伸缩。因而,每个驱动电极301和302的下电极层连接至公共参考电压并且反相交流电压施加至每个驱动电极301和302的上电极层,结果第一驱动电极301和第二驱动电极302彼此以相反相位伸缩。

[0050] 未具体限定下电极层、压电材料层、和上电极层的构成材料。例如,下电极层由钛(Ti)和铂(Pt)堆叠式薄膜构成,压电材料层由锆钛酸铅(PZT)构成,上电极层由铂构成。这些层可通过诸如溅射法、真空蒸发法、或CVD法的薄膜制造技术形成。此外,关于图样化所形成的薄膜,可使用利用光刻技术的蚀刻。

[0051] 第一驱动电极301和第二驱动电极302可形成于所有梁11a、11b、12a、和12b。第一驱动电极301和第二驱动电极302中的任何一个可形成于每个梁中。此外,当彼此相对的梁组中的一个梁振动时,振动经由框架的连接器传送至另一个梁,并且因而可激发另一梁的振动。从而,驱动电极可仅布置在彼此相对的梁组的一个梁中。

[0052] 反相电压施加至第一驱动电极301和第二驱动电极302,使得一个扩展而另一个收缩。据此,两端由连接器13a至13d支撑的第一梁组11a和11b在X轴方向上弯曲并变形,并且

在XY平面内以彼此远离的方向和彼此靠近的方向来交替振动。相似地,两端由连接器13a至13d支撑的第二梁组12a和12b在Y轴方向上弯曲并变形,并且在XY平面内以彼此远离的方向和彼此靠近的方向来交替振动。

[0053] 此处,布置在内边缘侧和外边缘侧的每个第一驱动电极301和每个第二驱动电极302之间的位置关系在第一梁组11a和11b以及第二梁组12a和12b中相反。因而,在第一梁组11a和11b(的相对梁的中心部分)以彼此靠近的方向振动的情况下,第二梁组12a和12b(的相对梁的中心部分)在彼此远离的方向上振动。相反地,在第一梁组11a和11b以它们彼此远离的方向振动的情况下,第二梁组12a和12b在它们彼此靠近的方向上振动。此时,每个梁11a、11b、12a、和12b的中心部分形成振动电路并且它们的端部分(连接器13a至13d)形成振动节点。以下将这种振动模式称为框架10的基本振动。

[0054] 驱动梁11a、11b、12a、和12b以其共振频率驱动。取决于梁11a、11b、12a、和12b的形状、长度等来定义其共振频率。随着框架10的基本振动中的共振频率接近角速度检测中的共振频率,检测输出增加。在检测到环绕Z轴的角速度的情况下,这两个共振频率几乎不依赖于框架10的厚度,因此通过减少框架10的厚度可增加由于电压驱动导致的机械位移。然而,如果框架10变薄,框架10的机械强度将降低,因此设定厚度使得可以确保装置的可靠性。

[0055] 此外,随着振动梁的工作频率降低,振动器的振幅增加,因而可获得高性能的角速度传感器。另一方面,随着振动梁变小,因而工作频率趋于增加。在该实施方式中,梁11a、11b、12a、和12b的共振频率设置范围为1kHz至100kHz。

[0056] 图3A示出了框架10基本振动随时间的变化,图3B示出了驱动信号1和2随时间的变化。图3B中,“驱动信号1”对应于施加至第一驱动电极301的输入电压,“驱动信号2”对应于施加至第二驱动电极302的输入电压。如图3B所示,驱动信号1和驱动信号2具有交替反相变化的交流电波形。据此,图3A中框架10的变化顺序是(a)、(b)、(c)、(d)、(a)等。框架10以振动模式振动,在该振动模式中当第一梁组11a和11b以及第二梁组12a和12b中的一对彼此靠近时,另一对彼此远离,而当一对彼此远离时,另一对彼此靠近。

[0057] 值得注意的是,实际上,在施加输入信号后直到框架变化(位移),由于压电元件的响应时段、输入工作频率、框架共振频率而导致存在着延迟时段。在该实例中,假设延迟时段足够短,描述图3A和3B随时间的变化。

[0058] 在如上所述的框架10的基本振动时,第一摆21a和21b以及第二摆22a和22b在XY平面内以每个连接器13a至13d为中心与框架10同步振动。摆21a、21b、22a、和22b的振动由梁11a、11b、12a、和12b的振动激发。在该情况下,第一摆21a和21b以及第二摆22a和22b以自XY平面中摆的支点(即,连接器13a至13d)左摇摆和右摇摆方向来彼此反相地振动(摆动)。

[0059] 如图3A所示,当第一梁组11a和11b以它们彼此靠近的方向振动时,第一摆21a和第二摆22a以它们彼此远离的方向振动(状态(b)),并且当第一梁组11a和11b以它们彼此远离的方向振动时,第一摆21a和第二摆22a以它们彼此靠近的方向来振动(状态(d))。取决于第二梁组12a和12b的振动方向,第一摆21b和第二摆22b也以它们彼此远离的方向以及它们彼此靠近的方向来交替振动。如上所述,第一摆21a和21b以及第二摆22a和22b与框架10基本振动同步地彼此反相振动。

[0060] 在根据如上所述配置的本实施方式的角速度传感器1中,当施加反相交流电压至

驱动电极301和302时, 框架10的梁11a、11b、12a、和12b以图3A所示的振动模式振动。当环绕Z轴的角速度作用在持续这种基本振动的框架10上时, 由于该角速度而产生的科氏力作用在框架10的每个点上, 并且因此, 如图4A所示, 框架10在XY平面内应变变形。因而, 通过检测框架10在XY平面内的变形量可检测作用于框架10的角速度的大小和方向。

[0061] 图4A是示意性地示出了环绕Z轴附近的角速度作用于其上的框架10在某时间点处的变形状态的平面图。图4B示出作用于图4A中摆以及框架各个部分上的科氏力方向的图示。值得注意的是, 为便于理解, 稍微夸张地示出了框架10的变形形状和状态。

[0062] 当以Z轴为中心顺时针方向旋转的角速度作用于执行基本振动的框架10上时, 框架10的各个点(梁11a、11b、12a、和12b以及摆21a、21b、22a、和22b)中, 在正交于Z轴的XY平面内以顺时针方向关于各个点在该时间点处的移动方向(振动方向)成90度的方向上生成与角速度大小成比例的科氏力。换言之, 科氏力的定向取决于各个点在该时间点处的振动方向, 如图4B所示科氏力作用在此类点上。据此, 框架10在XY平面内被挤压(应变), 由方形形状变成大致为平行四边形形状。

[0063] 此处, 图4A和4B示出了当预定角速度以关于Z轴顺时针方向作用时的状态。值得注意的是在角速度定向反转的情况下(逆时针方向), 作用在各个点上的科氏力的定向也反转。

[0064] [第一检测器]

[0065] 角速度传感器1包括检测由于框架10振动所导致的在XY平面内变形的第一检测器50。第一检测器50包括第一检测电极51a和第二检测电极51b。

[0066] 在第一梁11b外边缘侧, 第一检测电极51a和第二检测电极关于其轴向中心部分对称布置。第一检测电极51a和第二检测电极51b与驱动电极301和302具有相同的配置。各个第一检测电极51a和第二检测电极51b由下电极层、压电材料层、和上电极层的多层体构成并且具有将梁11b的机械变形转换为电信号的功能。

[0067] 如图4A所示, 当产生环绕Z轴的角速度时, 梁11a、11b、12a、和12b由于科氏力在XY平面中应变进而变形。该应变和变形关于梁11a、11b、12a、和12b同时发生。因而, 通过为一个梁设置检测电极51a和51b, 使检测作用于框架10的角速度成为可能。

[0068] 此外, 检测电极51a和51b不仅检测由于角速度导致的框架10的变形, 并且检测基本振动中梁11b的变形。此处, 与角速度生成相关的框架10的变形关于每个梁轴向中心部分对称。换句话说, 以梁11b中心部分为界, 一个区域变形以具有对于框架10内侧的突出形状, 而另一个区域变形以具有对于框架10外侧的突出形状。因而, 在梁11b的一个区域中的外边缘侧收缩而在另一个区域中的外边缘侧扩展。布置在这些区域中的外边缘侧的第一检测电极51a和第二检测电极51b输出反相检测信号。因此, 通过生成这些检测信号的差分信号, 可移去梁11b的基本振动分量并可高精度地检测角速度分量。

[0069] [参考电极]

[0070] 根据本实施方式的角速度传感器1包括参考电极60。该参考电极60与驱动电极302平行地布置在第二梁12a的外边缘侧。参考电极60具有与驱动电极301和302相同的配置。该参考电极60由下电极层、压电检测层、和上电极层的多层体构成并且具有将梁12a的机械变形转换为电信号的功能。

[0071] 该参考电极60布置在梁12a的外边缘侧并检测被驱动电极302激发的梁12a的振

动。检测输出用于生成框架10在基本振动中振荡的参考信号。值得注意的是,取代形成参考电极60,可生成从第一检测电极51a和第二检测电极51b的输出的和信号并且该和信号可用作参考信号。

[0072] [第二检测器]

[0073] 第二检测器70由四个检测电极71a、71b、72a、和72b构成。检测电极71a、71b、72a、和72b分别布置在摆21a、21b、22a、和22b的臂部L的上表面。每个检测电极71a、71b、72a、和72b线性形成并布置在每个臂部L的轴心部分,与臂部L延伸方向平行。

[0074] 检测电极71a、71b、72a、和72b具有与第一驱动电极301和第二驱动电极302相同的配置。每个检测电极71a、71b、72a、和72b由下电极层、压电材料层、和上电极层的多层体构成并将每个臂部L的机械变形转换为电信号。换句话说,每个检测电极71a、71b、72a、和72b具有在Z轴方向上检测臂部L变形的功能。

[0075] 在本实施方式中,一条角速度检测轴设置在平行于X轴的轴向上,另一条角速度检测轴设置在平行于Y轴的轴向上。在这种配置中,检测电极71a、71b、72a、和72b作为检测器,用于检测环绕X轴的角速度以及环绕Y轴的角速度。

[0076] 反交流电压施加于驱动电极301和302。据此,框架10的梁11a、11b、12a、和12b以及摆21a、21b、22a、和22b以图3A所示的振动模式(基本振动)振动。图5A是示意性透视图,用于说明在环绕X轴的角速度作用于框架10时,各个摆21a、21b、22a、和22b的振动状态。另一方面,图5B是示意性透视图,用于说明在环绕Y轴的角速度作用于框架10时,各个摆21a、21b、22a、和22b的振动状态。

[0077] 如图5A所示,当环绕X轴的角速度作用于以基本振动而振动的框架10时,在各个摆21a、21b、22a、和22b中,与该时间点的振动方向正交的方向来生成科氏力 F_1 。据此,在X轴方向上彼此邻近的一对摆21a和22b由于科氏力 F_1 变形至Z轴的正向,然后变形量由检测电极71a和72b检测。此外,在X轴方向上彼此邻近的另一对摆22a和21b由于科氏力 F_1 变形至Z轴的负向,然后变形量由检测电极72a和71b检测。

[0078] 另一方面,如图5B所示,当环绕Y轴的角速度作用在以基本振动来振动的框架10时,在各个摆21a、21b、22a、和22b中,与该时间点的振动方向正交的方向来生成科氏力 F_2 。据此,在Y轴方向上彼此邻近的一对摆21a和22a由于科氏力 F_2 变形至Z轴的负向,然后变形量由检测电极71a和72a检测。此外,在Y轴方向上彼此邻近的另一对摆21a和22b由于科氏力 F_2 变形至Z轴的正向,然后变形量由检测电极71b和72b检测。

[0079] 同样地,在生成环绕于倾斜地相交X轴或Y轴方向上的轴线的角速度的情况下,也通过如上所述的相同原理检测角速度。换句话说,由于对应于角速度的X方向分量和Y方向分量的科氏力使摆21a、21b、22a、和22b变形,然后变形量由检测电极71a、71b、72a、和72b检测。角速度传感器1的驱动电路基于从这些检测电极的输出来检测环绕X轴的角速度以及环绕Y轴的角速度。以这种方式,可检测环绕平行于XY平面的任意轴的角速度。

[0080] [驱动电路]

[0081] 图6示出了角速度传感器1的驱动电路100的框图。图6中,为了方便,线性地示出框架10的梁11a、11b、12a、和12b,此外省略了对支撑机构80的说明。

[0082] 驱动电路100包括Go1端子、Go2端子、GFB端子、和Vref端子。Go1端子连接至第一驱动电极301的上电极层。Go2端子连接至第二驱动电极302的上电极层。GFB端子连接至参考

电极60。Vref端子连接至驱动电极301和302的下电极层并连接至检测电极51a、51b、71a、71b、72a、和72b的下电极层。

[0083] 驱动电路100还包括Gxy1端子、Gxy2端子、Gxy3端子、Gxy4端子、Gz1端子、和Gz2端子，它们均电连接至角速度传感器1的相应检测电极。Gxy1端子连接至摆21a的检测电极71a，Gxy2端子连接至摆22b的检测电极72b。Gxy3端子连接至摆21b的检测电极71b，Gxy4端子连接至摆22a的检测电极72a。此外，Gz1端子连接至框架10的检测电极51a，Gz2端子连接至框架10的检测电极51b。

[0084] 在驱动电路100中，Go1端子连接至自振荡电路101的输出端。自振荡电路101生成驱动信号（交流信号），用于对驱动电极301和302进行驱动。Go2端子经由逆放大器（inverse amplifier）102连接至自振荡电路101的输出端。该逆放大器102对自振荡电路101中生成的驱动信号进行反相。据此，第一驱动电极301和第二驱动电极302彼此反相伸展和收缩。Vref端子连接至预定的参考电势。该参考电势可以是地电势或恒定偏移电势。

[0085] 驱动电路100还包括运算电路103，检测器电路104x、104y、以及104z，以及平滑电路105x、105y、和105z。GFB端子、Gxy1端子、Gxy2端子、Gxy3端子、Gxy4端子、Gz1端子、和Gz2端子连接至运算电路103的输入端。

[0086] 运算电路103基于经由GFB端子供应的参考电极60的输出电压来生成参考信号并输出参考信号至自振荡电路101。运算电路103包括用于生成环绕X轴的角速度信号的第一差分电路、用于生成环绕Y轴的角速度信号的第二差分电路、以及用于生成环绕Z轴的角速度信号的第三差分电路。检测电极71a的输出由xy1表示，检测电极72b的输出由xy2表示，检测电极71b的输出由xy3表示，检测电极72a的输出由xy4表示，检测电极51a的输出由z1表示，检测电极51b的输出由z2表示。此时，第一差分电路计算 $(xy1+xy2)-(xy3+xy4)$ 并输出计算值至检测器电路104x。第二差分电路计算 $(xy1+xy4)-(xy2+xy3)$ 并输出计算值至检测器电路104y。此外，第三差分电路计算 $(z1-z2)$ 并输出计算值至检测器电路104z。

[0087] 检测器电路104x、104y、和104z使以上提及的差分信号与来自自振荡电路101的驱动信号或参考信号同时地经历全波整流，以获得直流信号。平滑电路105x、105y和105z平滑检测器电路的输出。来自平滑电路105x的直流电压信号 ω_x 输出包含有关环绕X轴的角速度的大小和方向的信息。此外，来自平滑电路105y的直流电压信号 ω_y 输出包含有关环绕Y轴的角速度的大小和方向的信息。另外，来自平滑电路105z的直流电压信号 ω_z 输出包含有关环绕Z轴的角速度的大小和方向的信息。换句话说，相对于参考电压（Vref）的直流电压信号 ω_x 、 ω_y 、和 ω_z 对应于关于角速度大小的信息，并且直流电压的极性对应于关于角速度方向的信息。

[0088] 如上说明，根据本实施方式，可基于在XY平面振动的框架10在XZ平面、YZ平面、和XY平面中的相应变形来检测环绕X轴方向、Y轴方向、和Z轴方向的轴的角速度。据此，可以高精度地检测环绕X轴方向、Y轴方向、和Z轴方向的三个轴的角速度而无需增加厚度尺寸。此外，可减少传感器的厚度。

[0089] 此外，根据本实施方式的角速度传感器结合在诸如数码相机、摄像机的电子设备，虚拟现实设备，或汽车导航系统中并可广泛用于作用于振动检测、操作检测、方向检测等的传感器部件。尤其是，根据本实施方式可获得尺寸和厚度减少的传感器，因此可充分满足对电子设备减少尺寸、厚度等的需求。

[0090] [支撑机构]

[0091] 接下来,将描述支撑机构80。

[0092] 如图1所示,支撑机构80包括底座部81和多个接合部82a、82b、82c、和82d。

[0093] 底座部81由环形框架体构成,其包括围绕框架10外侧的内周部。在该实施方式中,底座部81由方形框架体构成,纵向为X轴方向而横向为Y轴方向。接合部82a至82d形成在框架10与底座部81之间。换句话说,接合部82a至82d接合在框架10的连接部13a至13d与底座部81的内周侧部81a之间。

[0094] 每个接合部82a至82d由在XY平面中弯曲的梁形成并包括第一端部w1、第二端部w2、第一弯曲部wa、和第二弯曲部wb。

[0095] 第一端部w1线性地从各个连接器13a至13d朝向在Y轴方向与其相对的连接部延伸。第二端部w2分别连接至底座部81两侧的、平行于X轴方向的内周部81a和81b。附图中示出的实例中,接合部82a和82b的第二端部w2连接至一个内周部81a,接合部82c和82d的第二端部w2连接至另一个内周部81b。

[0096] 每个第一弯曲部wa位于第一端部w1和第二端部w2之间并且被形成为从第一端部w1朝向底座部81向后弯曲约180度。每个第二弯曲部wb位于第二端部w2和第一弯曲部wa之间并且被形成为从第二端部w2朝向框架10向后弯曲约180度。通过大致沿底座部81的内周部适当地弯曲第一弯曲部wa和第二弯曲部wb之间的区域,来形成该区域。

[0097] 第一端部w1的延伸方向并不限于Y轴方向并可为X轴方向。通过将第一端部w1的延伸方向设定为Y轴方向或X轴方向,角速度传感器1的形状关于Y轴方向或X轴方向对称,从而可容易地调整框架10的振动特性。当然,不限于此,可设置在Y轴方向上延伸的第一端部,在X轴方向上延伸的第一端部。值得注意的是,尽管第一端部可形成为对于Y轴方向或X轴方向倾斜地延伸,如果第一端部形成为沿Y轴方向或X轴方向,将有利于减少元件的尺寸。

[0098] 通过如上所示配置接合部82a至82d,可获得尺寸减少的角速度传感器1。图7是用于将根据本实施方式的角速度传感器1的尺寸与根据本申请另一个实施方式的角速度传感器2的尺寸进行比较的平面图。图7A示出了角速度传感器1,图7B示出了角速度传感器2。

[0099] 用于比较而示出的角速度传感器2包括方形的框架110以及将框架110固定至固定部(未示出)的四个接合部182a、182b、182c、和182d。框架110由(例如)如第一实施方式中的第一线性梁组111a和111b和第二线性梁组112a和112b构成。

[0100] 此处将讨论以下情况,即,角速度传感器1的框架10的外形被设定为尺寸对应于角速度传感器2的框架110的尺寸的方形S。在角速度传感器2中,例如,梁111a、111b、112a、和112b线性形成,接合部182a至182d需形成在框架110的外部区域(其由L2表示)中。比较起来,在角速度传感器1中,由于每个梁11a、11b、12a、和12b形成为弓形形成以及如上所述接合部82a至82d的第一端部w1线性形成的事实,例如,接合部82a至82d可形成在由L1表示的、小于L2的范围内。

[0101] 换句话说,框架的每个梁的中心部分向框架的内侧突出从而具有弓形,相反地,弓形的凹部形成在每个梁中心部分的外侧。通过将各接合部的一部分布置在凹部中,可紧凑地布置接合部。因而,可减少角速度传感器的尺寸。

[0102] 在根据该实施方式的角速度传感器1中,如图1所示,各个接合部82a至82d设置有两个弯曲部wa和wb。据此,接合部82a至82d的弹性降低,因而在框架10振动后,接合部82a至

82d可变形。因此,可支撑框架10而不限由于框架10的振动模式和科氏力所导致的应变和变形。相似地,该作用也可在角速度传感器2中获得。

[0103] 在根据该实施方式的角速度传感器1中,如图1所示,在框架10的每个梁的外侧,弯曲部 w_a 和 w_b 布置在凹部11t和12t中。据此,在框架10的四个连接器13a至13d中的每一个与底座部81之间的间隙中,可布置各个接合部82a至82d的一个梁。可减少角速度传感器1的尺寸,同时确保驱动/检测特性,原因在于保持了接合部82a至82d的弹性。

[0104] 如上所述,根据该实施方式,可获得尺寸减少的角速度传感器。此外,对于根据该实施方式的角速度传感器1,可减少梁11a、11b、12a、和12b与摆21a、21b、22a、和22b之间的空间尺寸。因而,例如,在框架10由通过蚀刻技术的一个硅基板形成的情况下,可通过蚀刻减少待移除区域并实现稳定蚀刻,原因在于蚀刻区域的粗糙/精细分布变小。据此,可形成高精度的角速度传感器。

[0105] 此外,利用根据该实施方式的角速度传感器1,可防止角速度的检测敏感性由于外界冲击而波动并且极大地降低诸如振动或作用在电子设备上的冲击的扰乱影响。

[0106] 接下来,参考图1,在底座部81中的、在Y轴上彼此相对的两边上,布置由多个端子部83构成的端子列。在底座部81的这两边的每条边上,与X轴方向平行地布置端子部83。每个端子部83电连接至配线基板(未示出)上的连接盘。

[0107] 端子部83的端子列可布置在底座部81中的、在X轴方向上彼此相对的两边。可替换地,可在底座部81的每条边上布置如上所述的端子列。

[0108] 未具体限制连接模式并且可将倒装法或引线接合法用作连接模式。在该实施方式中,采用的是将各个端子部83电和机械连接至配线基板上的连接盘的倒装法。

[0109] 多个端子部83经由配线(未示出)连接,从而各自对应于框架10上的驱动电极301和302,检测电极51a、51b、71a、71b、72a、和72b,参考电极60,另一参考电极等。这些配线沿框架10的表面,各个摆21a、21b、22a、和22b的臂部L的表面,各个接合部82a至82d的表面,以及底座部81的表面通过。

[0110] 此外,在底座部81的内周部81a和81b与终端部83的端子列之间形成槽84a和84b。每条槽84a和84b在Z轴方向上延伸贯通底座部81并沿X轴方向形成。这些槽84a和84b被设置用于抑制经由各端子部83固定在配线基板上的底座部81与框架10之间的振动传递。值得注意的是可根据需要而省略槽84a和84b的形成。

[0111] 在具有上述配置的角速度传感器1中,通过使用槽84a和84b可抑制作用在角速度传感器1上的扰动传递,例如,作用在电子设备上的外部冲击经由配线基板传输至角速度传感器1。据此,可抑制角速度传感器1的振动特性的波动并保持稳定的角速度检测特性。

[0112] 此外,形成槽84a和84b也可抑制振动从框架10传递至底座部81,因此可消除对配线基板上其他电子部件的不利影响。

[0113] 图8示出了一个实验结果,其中具有不同配置的两个角速度传感器安装在配线基板上并且框架经受基本振动以评估在每个预定点上的振动量。例子1对应于图7A中示出的角速度传感器1,例子2对应于图7B中示出的角速度传感器。测量点A设置为各角速度传感器的任意一个摆,测量点B设置为连接框架和底座部的接合部的底座侧上的端部。此外,测量点C设置为配线基板上的任意点。如图8所示,与例子2相比,例子1可极大地减少在测量点B和C中的振动量。

[0114] 此外,在结合角速度传感器1的配线基板回流安装在电子设备的控制基板的情况下,可抑制由于回流温度导致的配线基板的热变形影响框架10。据此,可抑制框架10的振动特性在回流安装前后的波动。

[0115] <第二实施方式>

[0116] 图9示出了根据本申请第二实施方式的角速度传感器的整体配置的平面图。以下将主要讨论与第一实施方式不同的配置,与上述实施方式相同的配置将由相同的参考标号表示,并且省略或简化对其的描述。

[0117] 根据该实施方式的角速度传感器3,包括:形成在底座部81的内周部81a与端子部83的端子列之间的槽85a;以及形成在底座部81的内周部81b与端子部83的端子列之间的槽85b。在该实施方式中,槽85a和85b在Z轴方向上延伸贯通底座部81并且每条槽包括沿X轴方向形成的第一槽部851以及沿Y轴方向与第一槽部851连续形成的第二槽部852。槽85a和85b被设置用于抑制经由相应的端子部83固定在配线基板上的底座部81与框架10之间的振动传递。

[0118] 图9中,槽85a和85b对称地形成在底座部81上。该实施方式中,在槽85a和85b中,形成从一个槽部851的两端延伸的槽部852的远端以及从另一个槽部851的两端延伸的槽部852的远端,使得其在底座部81的、在Y轴方向互相平行的两侧中的中心部分处彼此相对。据此,框架10与底座部81的外周部之间的部分几乎在整个外围被槽85a和85b分离。彼此相对的一个槽部852和另一个槽部852之间的间隙形成通道,连接在框架10上的多个端子部83与多个电极之间的多个配线图案穿过该通道。

[0119] 根据该实施方式,槽85a和85b被形成为围绕框架10的几乎整个外围,因此可以极大地减少底座部81与框架10之间的振动传递。据此,可使框架10的振动特性稳定并且确保高精度的角速度检测特性。

[0120] <第三实施方式>

[0121] 图10示出了根据本申请第三实施方式的角速度传感器的整体配置的平面图。以下将主要描述与第一实施方式不同的配置,与上述实施方式相同的配置将由相同的参考标号表示,并且省略或简化对其的描述。

[0122] 根据该实施方式的角速度传感器4包括连接在框架10和底座部81之间的接合部86a、86b、86c、和86d。每个接合部86a至86d由在XY平面内弯曲的梁形成并包括第一端部w1、第二端部w2、第一弯曲部wa、和第二弯曲部wb。

[0123] 第一端部w1从各个连接器13a至13d朝向在Y轴方向上与之相对的连接部线性延伸。第二端部w2连接至底座部81的、平行于Y轴方向的两侧的内周部81c和81d。在示出的实例中,接合部86a和86d的第二端部w2彼此一体化并连接至一个内周部81d,接合部86b和86c的第二端部w2彼此一体化并连接至另一个内周部81d。

[0124] 每个第一弯曲部wa位于第一端部w1与第二端部w2之间,并且形成为从第一端部w1朝向底座部81弯回约180度。每个第二弯曲部wb位于第二端部w2与第一弯曲部wa之间,并且形成为从第二端部w2朝向框架10弯回约180度。通过大致沿底座部81的内周部适当地弯曲第一弯曲部wa和第二弯曲部wb之间的区域,来形成该区域。

[0125] 在该实施方式中,如图10所示,弯曲部wa和wb布置在框架10的各个梁的外侧的凹部11t和12t中。此外,在框架10的四个连接器13a至13d的每个与底座部81之间的间隙中布

置每个接合部86a至86d的两个梁。

[0126] 此外,在该实施方式中,在底座部81的、在X轴方向上平行的两侧的内周部81a和81b中形成朝向框架10突出的突出部87a和87b。突出部87a和87b经由预定间隙与各个接合部86a至86d的第二弯曲部wb的外周相对。

[0127] 利用根据如上所述配置的该实施方式的角速度传感器4,可以获得与根据第二实施方式的角速度传感器3相同的作用。此外,根据该实施方式,可增加接合部86a至86d的长度,因此可形成尺寸紧凑的传感器并且可以支撑框架10而不阻碍由于框架10的振动模式和科氏力产生的应变和变形。

[0128] 如上所述,尽管描述了本申请的实施方式,但不用说本申请并不限于上述实施方式并且在不背离本申请的要旨的情况下可进行各种修改。

[0129] 例如,如图11所示,框架10的连接器13a至13d可设置有对应于摆21a、21b、22a、和22b的多个砝码14a、14b、14c、和14d。砝码14a至14d用作摆21a、21b、22a、和22b的配重。据此,可容易地调整各个摆21a、21b、22a、和22b的振动特性(共振频率、失谐等)。

[0130] 可替换地,如图12所示,例如,可以将接合部82d的弯曲部wa1和wa2形成为更宽,进而这些部可被设置为如上所述的配重。

[0131] 值得注意的是本申请也可如下配置。

[0132] (1)一种角速度传感器,包括:

[0133] 环形框架,包括

[0134] 第一梁组,在第一方向上延伸并且在与第一方向正交的第二方向上彼此相对,

[0135] 第二梁组,在第二方向上延伸并且在第一方向上彼此相对,以及

[0136] 多个连接器,被配置为连接在第一梁组与第二梁组之间;

[0137] 驱动单元,被配置为以振动模式在第一方向和第二方向所属的第一平面内振动框架,在该振动模式中,当第一梁组和第二梁组中的一对彼此靠近时,另一对彼此远离,并且当一对彼此远离时,另一对彼此靠近;

[0138] 第一检测器,被配置为基于以振动模式振动的框架在第一平面中的变形量,检测环绕与第一平面正交的第三方向的轴的角速度;以及

[0139] 支撑机构,包括

[0140] 环形底座部,包括围绕框架外侧的内周部,以及

[0141] 多个接合部,被配置为接合在内周部与多个连接器之间。

[0142] (2)根据项(1)的角速度传感器,其中

[0143] 多个接合部中的每个包括

[0144] 第一端部,连接至多个连接器之一,

[0145] 第二端部,连接至内周部,以及

[0146] 结构部,设置在第一端部与第二端部之间并且包括至少一个弯曲部。

[0147] (3)根据项(2)的角速度传感器,其中

[0148] 底座部包括

[0149] 端子列,包括沿第一方向和第二方向之一布置的多个端子部,以及

[0150] 槽,沿端子列在端子列与内周部之间形成。

[0151] (4)根据项(3)的角速度传感器,其中

- [0152] 底座部为方形框架体,包括在第一方向上彼此相对的两边以及在第二方向上彼此相对的两边,以及
- [0153] 槽,包括
- [0154] 第一槽部,形成于在第一方向上彼此相对的两边上,以及
- [0155] 第二槽部,形成于在第二方向上彼此相对的两边上并与第一槽部相通。
- [0156] (5)根据项(1)至(4)任一项的角速度传感器,其中
- [0157] 第一梁组包括含有第一弯曲部的一对第一梁部,该第一弯曲部通过向第一弯曲部彼此相对的方向突出来形成第一凹部,以及
- [0158] 第二梁组包括含有第二弯曲部的一对第二梁部,该第二弯曲部通过向第二弯曲部彼此相对的方向突出来形成第二凹部。
- [0159] (6)根据项(5)的角速度传感器,其中
- [0160] 至少一部分多个接合部位位于第一凹部和第二凹部之一。
- [0161] (7)根据项(1)至(6)中任一项的角速度传感器,还包括:
- [0162] 第一摆,设置在多个连接器中成对角关系的一对第一连接器中并在第一平面中与框架的振动同步振动;
- [0163] 第二摆,设置在多个连接器中成对角关系的一对第二连接器中并在第一平面中与框架的振动同步振动;以及
- [0164] 第二检测器,被配置为基于第一摆和第二摆在正交于第一平面的方向上的变形量来检测环绕第一平面中两个预定方向轴的角速度。
- [0165] 本申请包括于2011年2月25日向日本专利局提交的日本优先权专利申请JP 2011-040509的主题,其全部内容通过引证结合于此。
- [0166] 本领域的技术人员应当理解的是只要在所附权利要求或其等价物范围内,可以根据涉及需要及其他因素进行各种修改、组合、子组合以及变换。

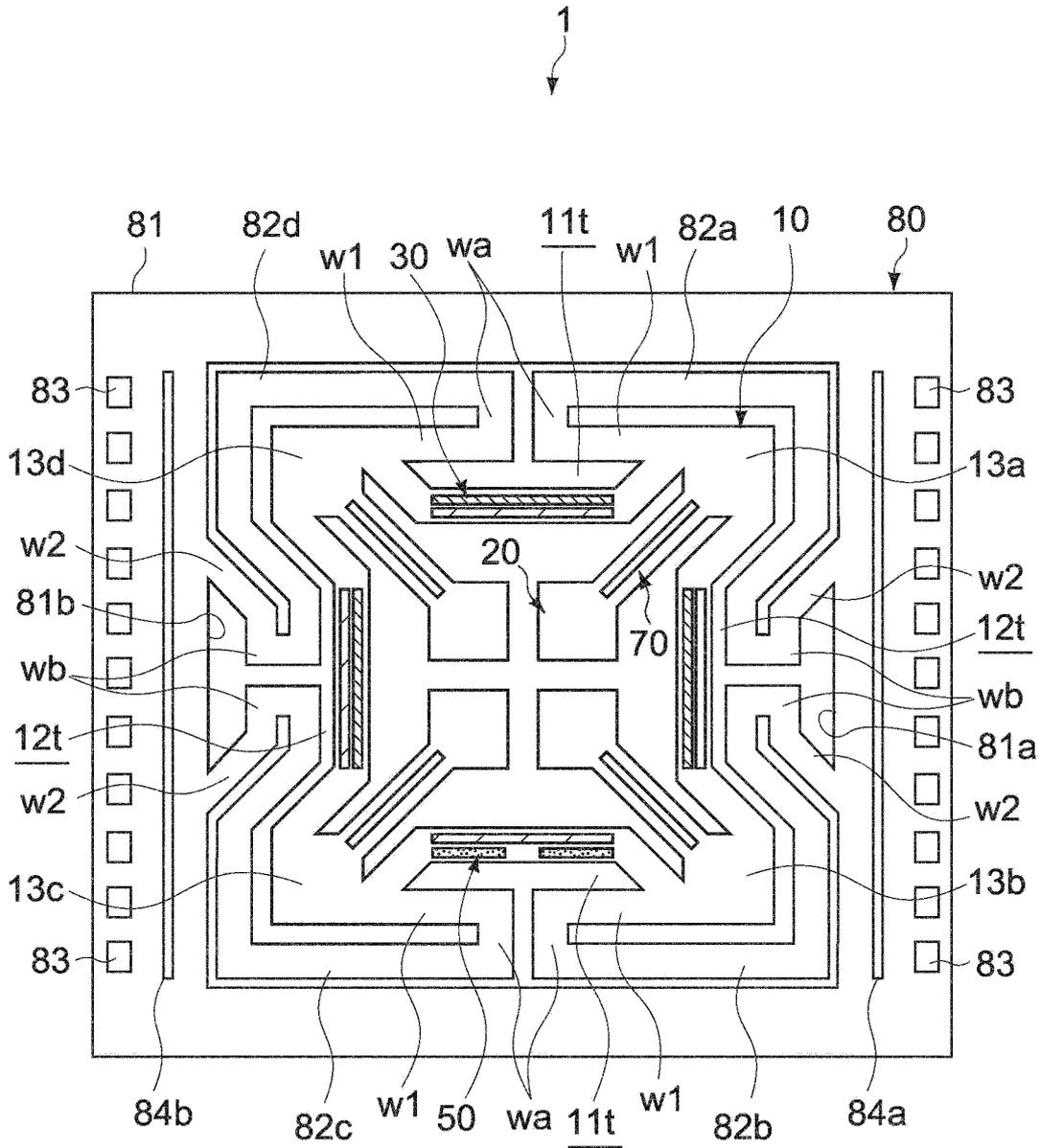


图1

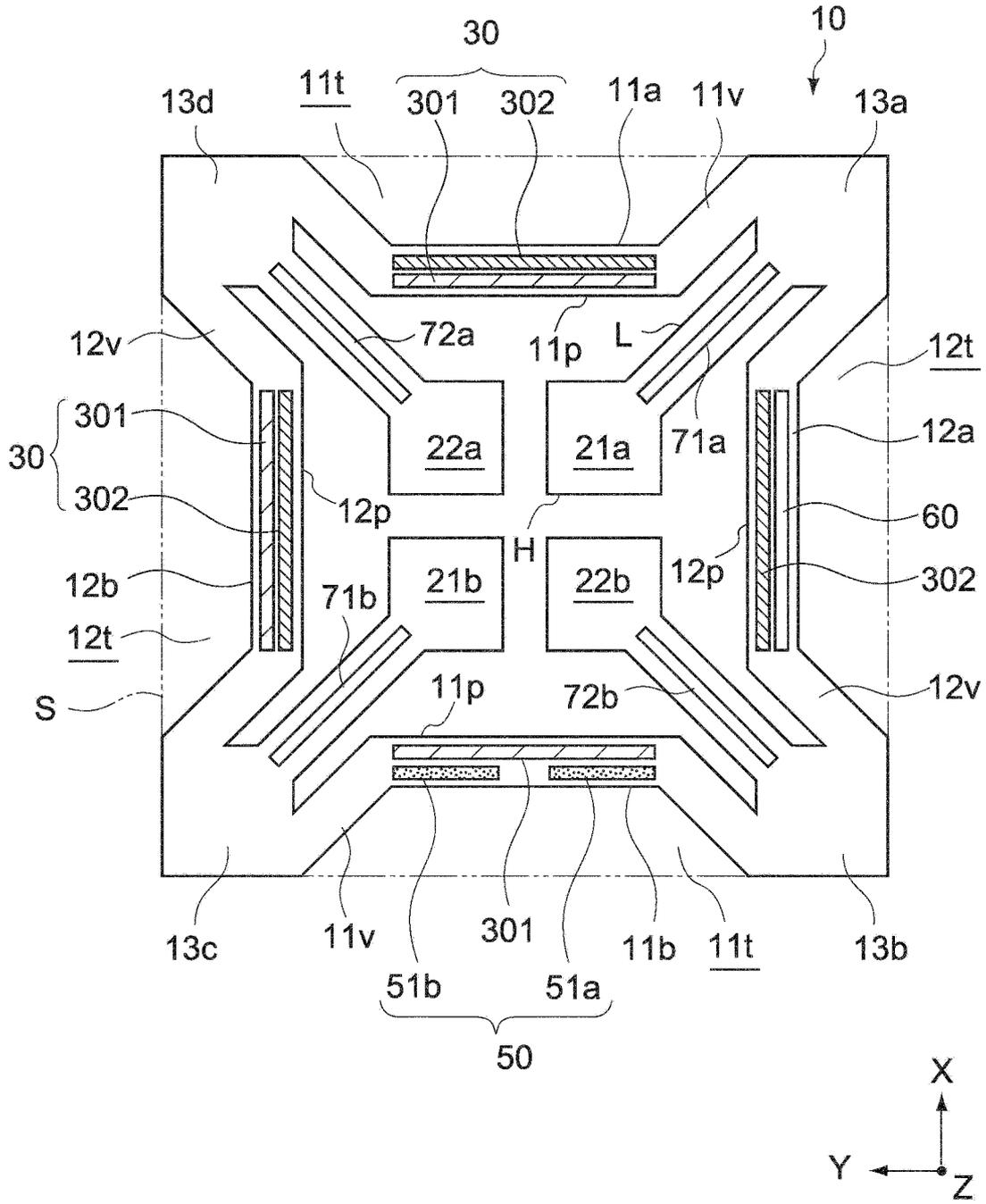


图2

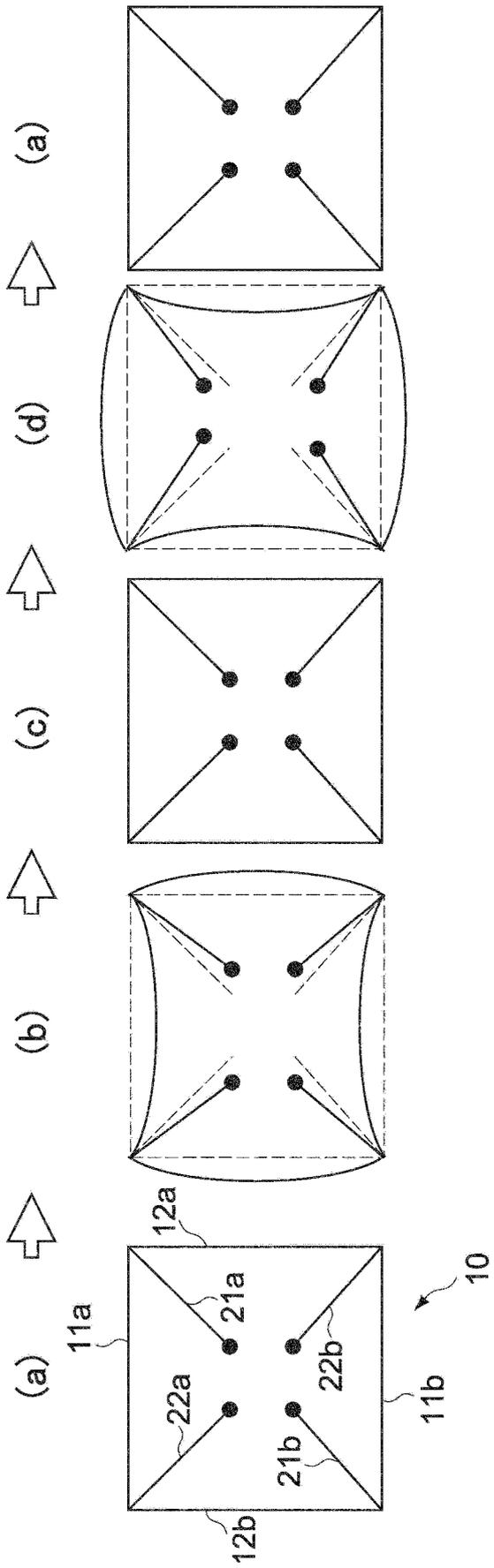


图3A

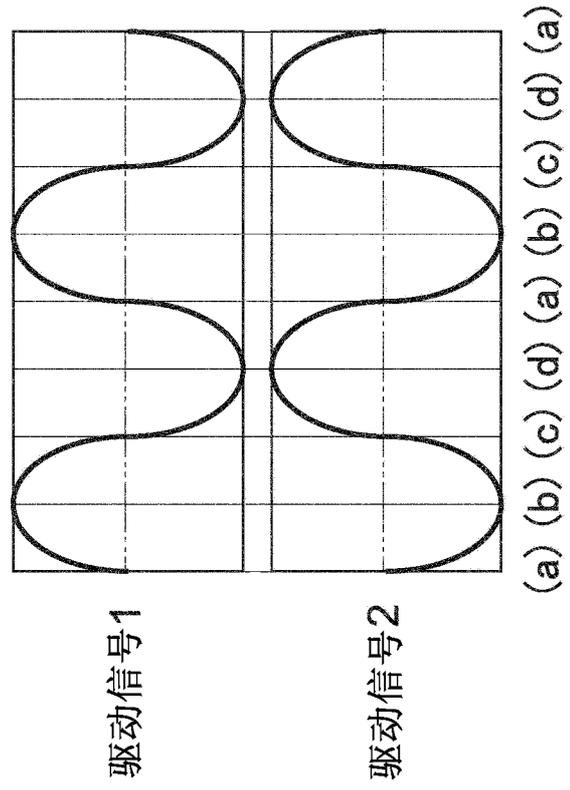


图3B

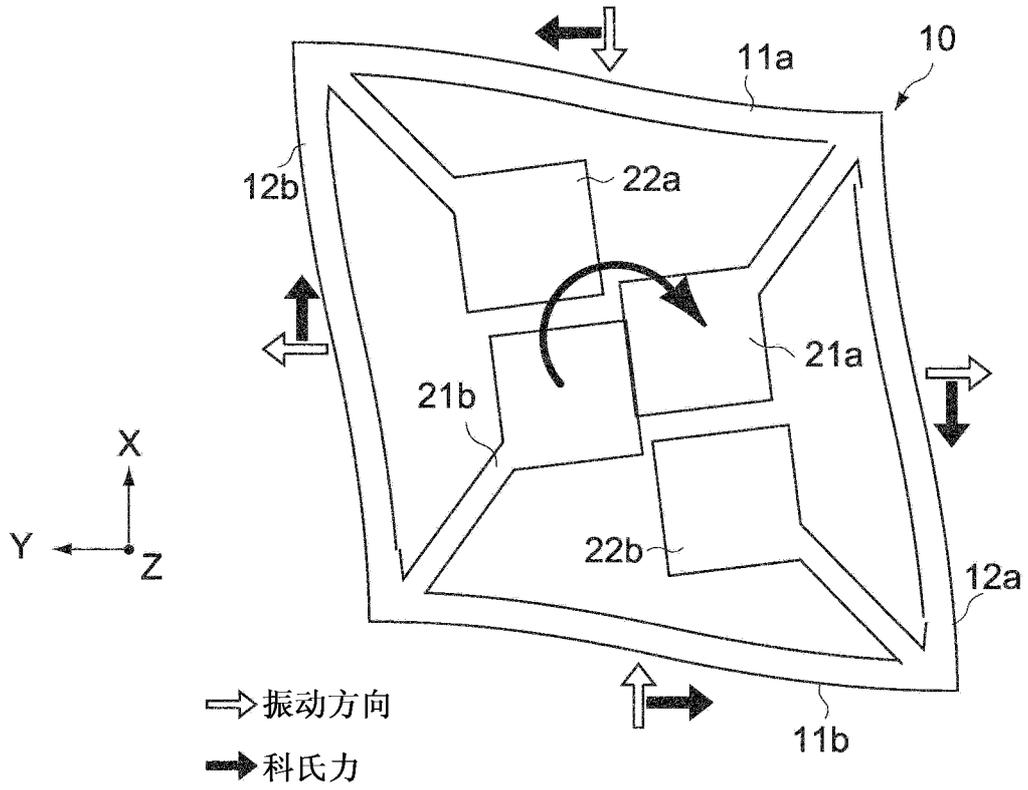


图4A

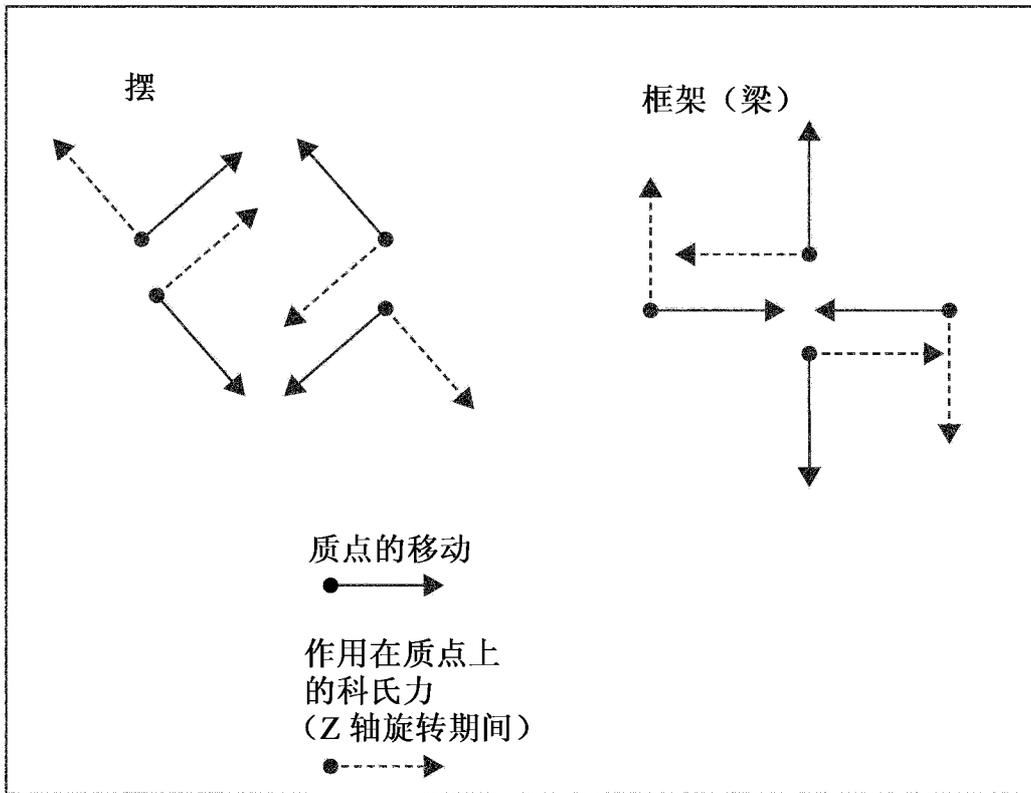


图4B

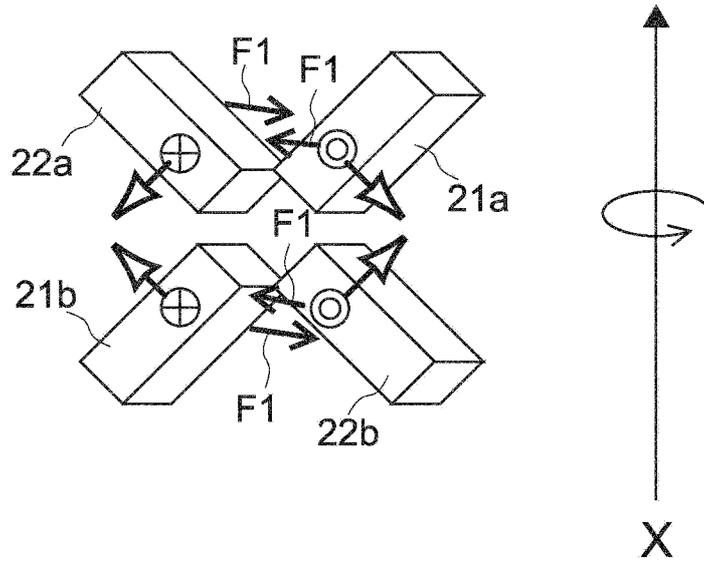
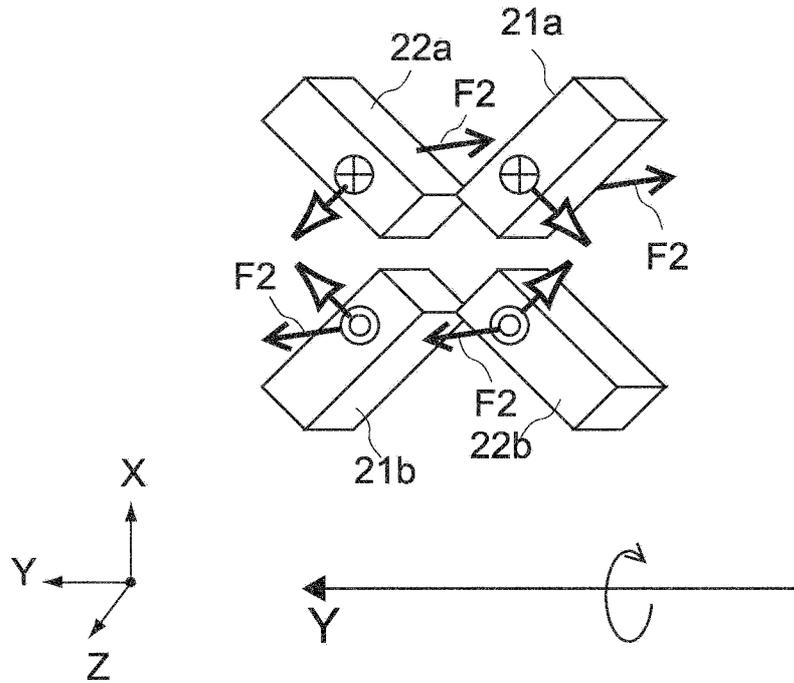


图5A



→ 振动方向

→ 科氏力

图5B

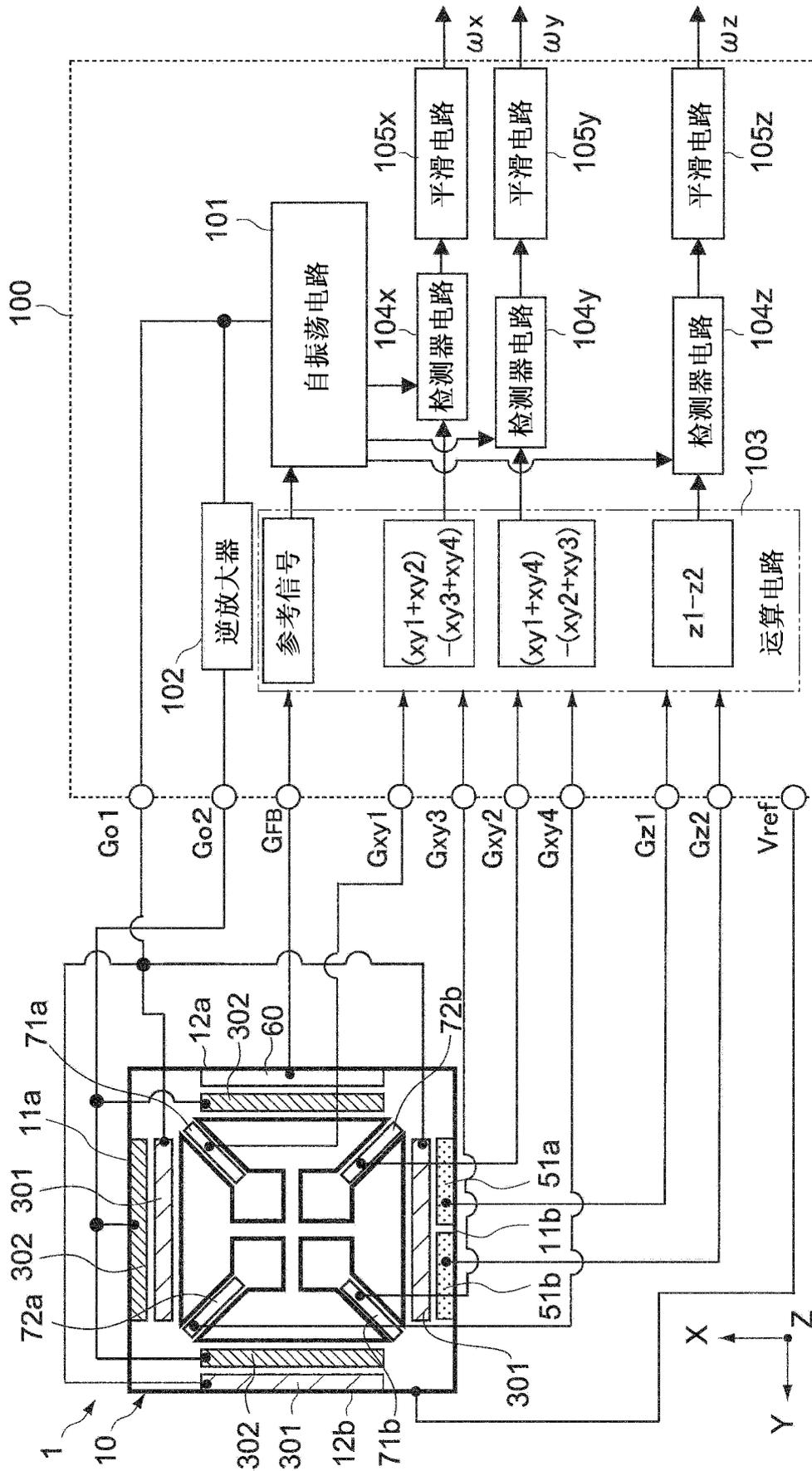


图6

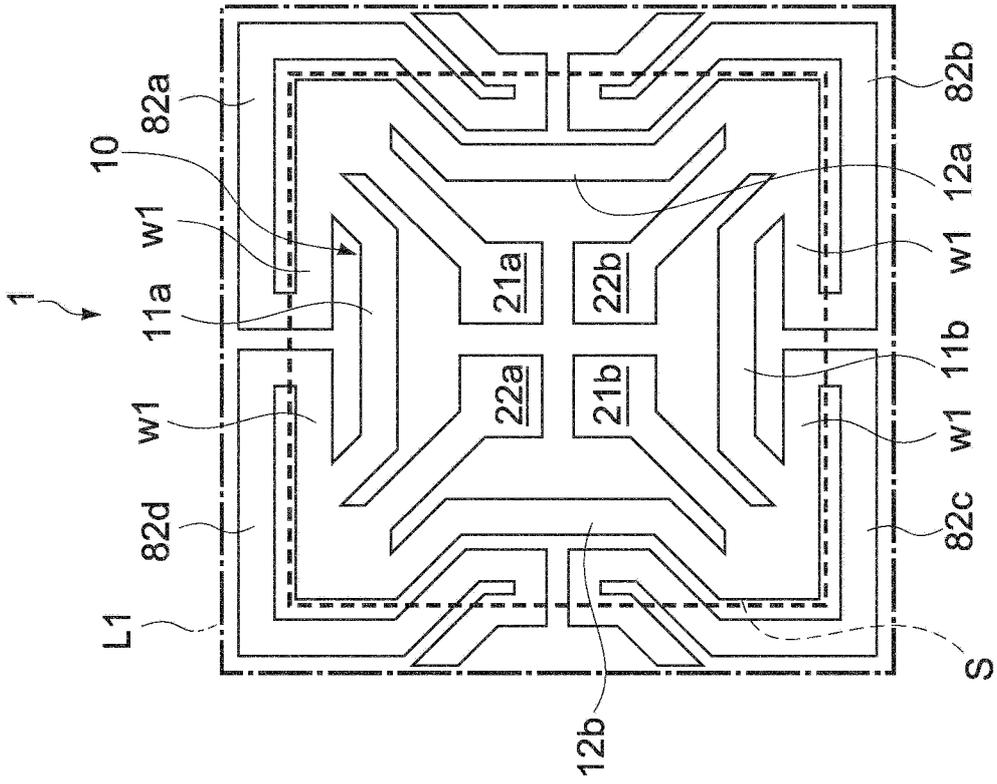


图7A

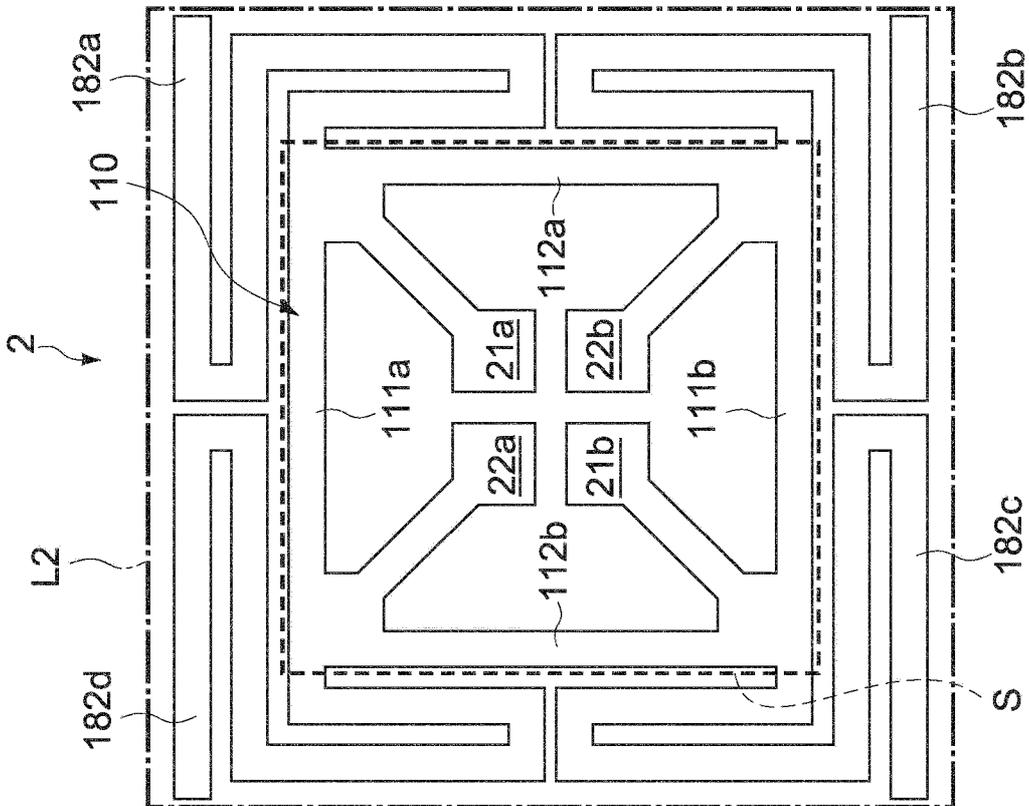


图7B

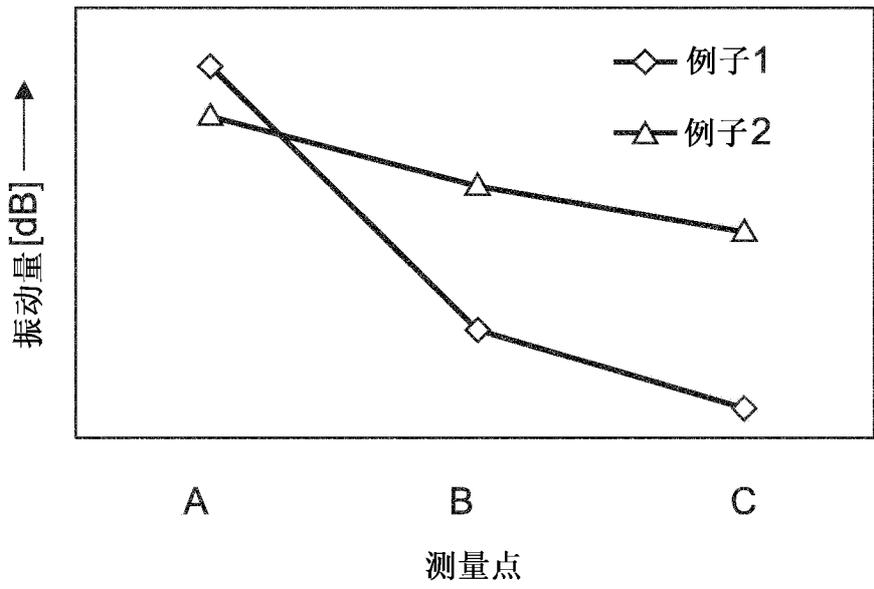


图8

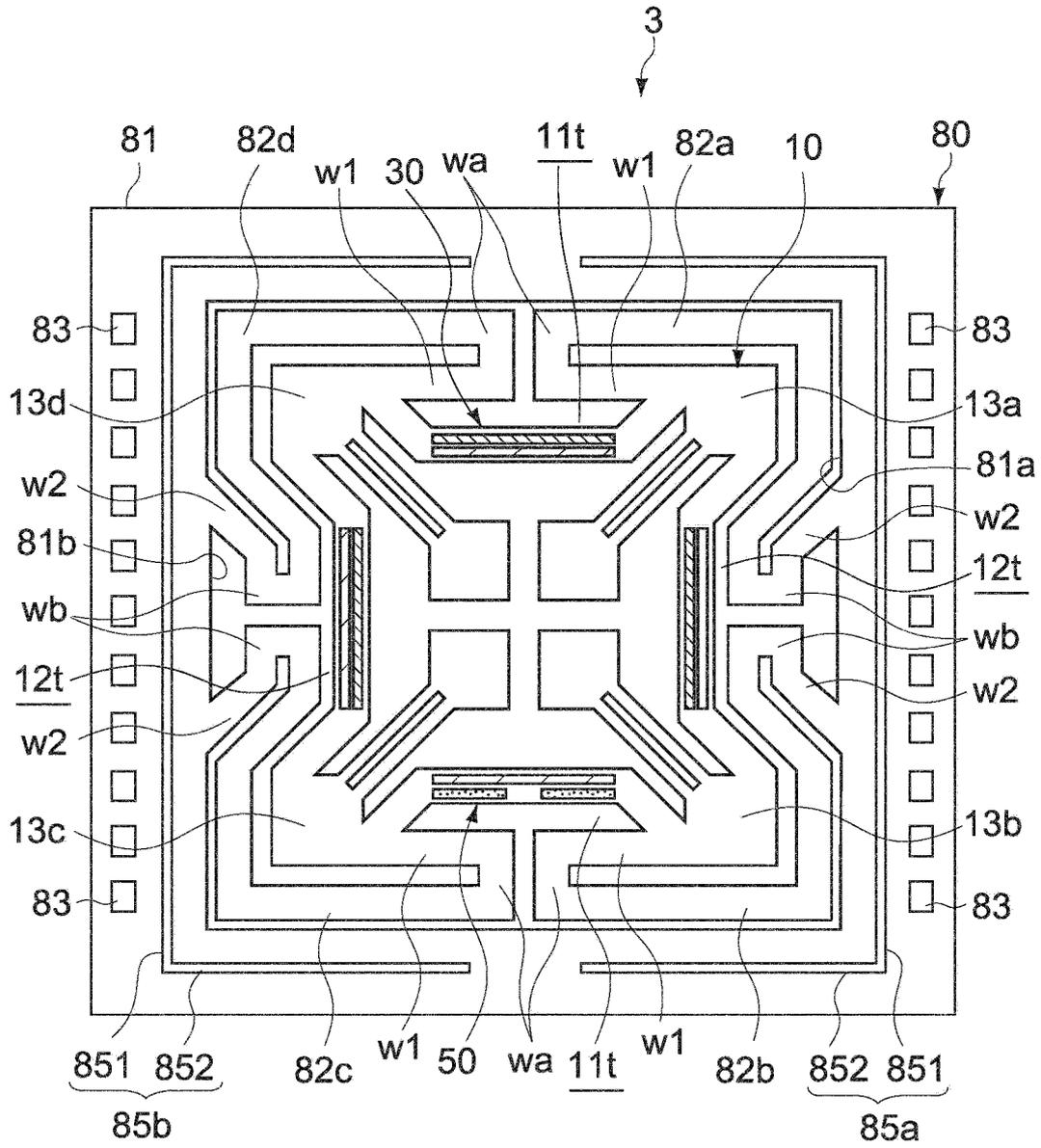


图9

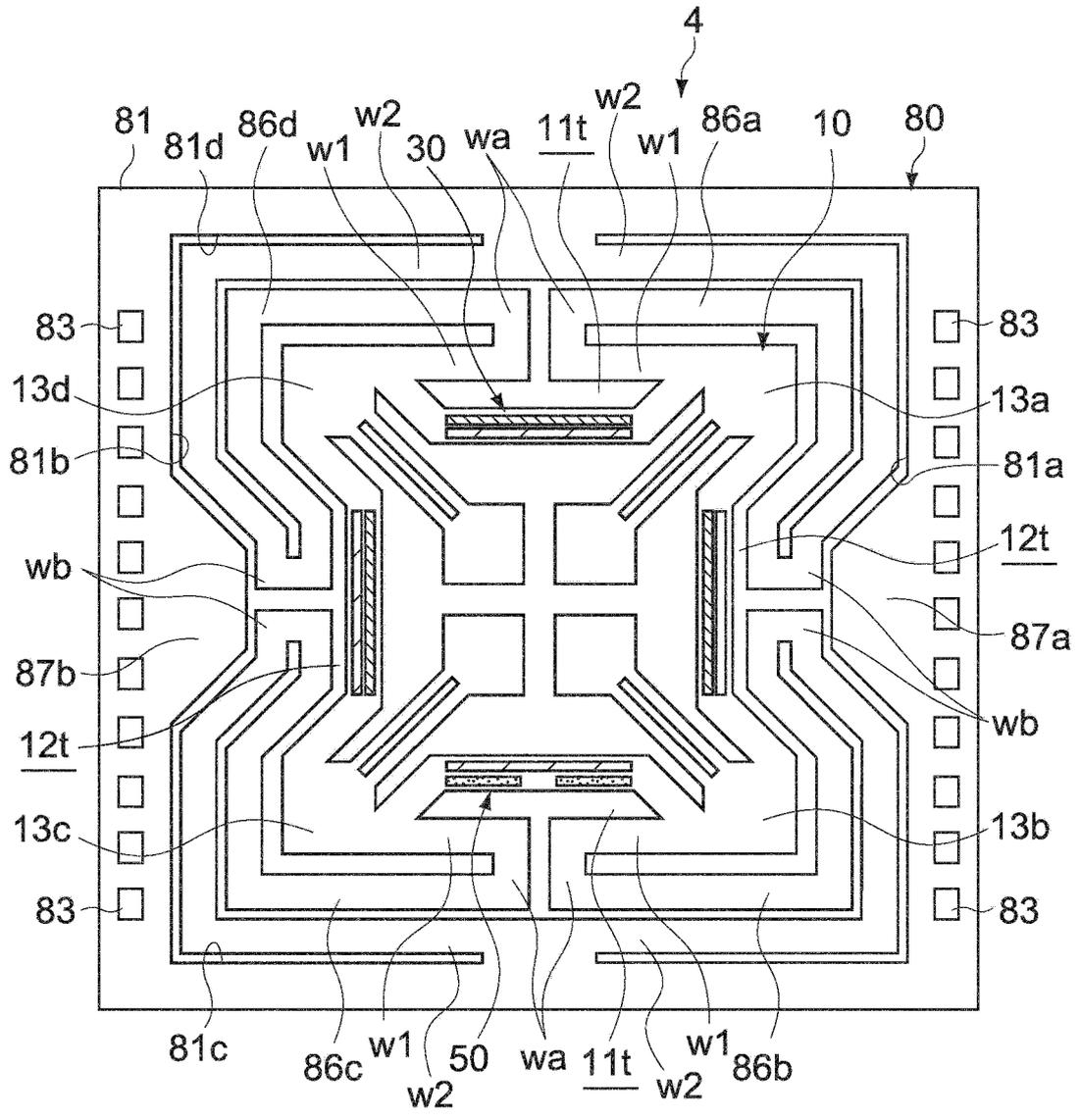


图10

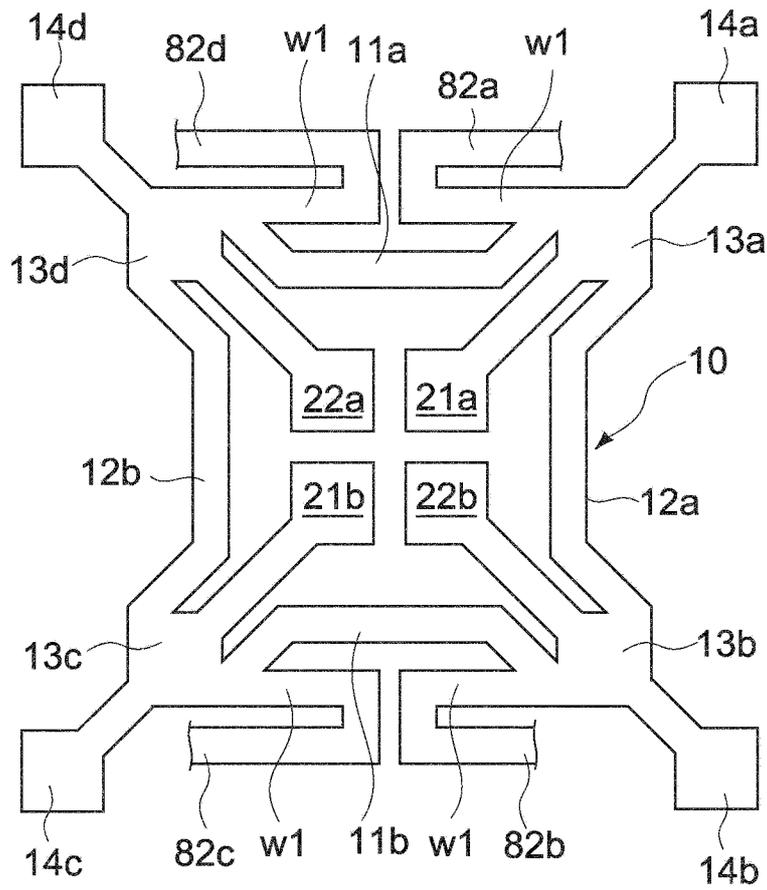


图11

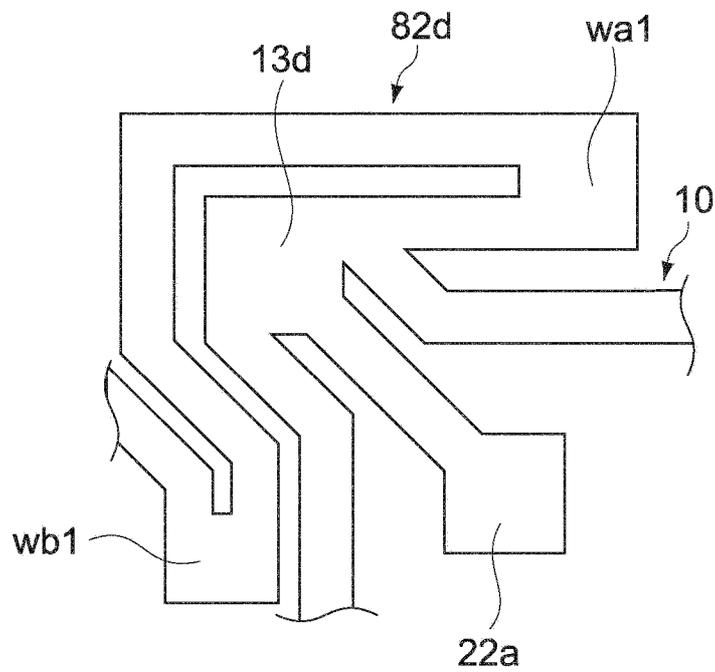


图12