



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109990772 B

(45) 授权公告日 2024.12.17

(21) 申请号 201811547213.0

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2018.12.18

G01C 19/5712 (2012.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

B81B 3/00 (2006.01)

申请公布号 CN 109990772 A

(56) 对比文件

(43) 申请公布日 2019.07.09

US 6105428 A, 2000.08.22

(30) 优先权数据

US 2015247877 A1, 2015.09.03

2017-242453 2017.12.19 JP

US 2003027370 A1, 2003.02.06

(73) 专利权人 精工爱普生株式会社

审查员 陈楠

地址 日本东京

(72) 发明人 沈泽照夫

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

专利代理人 玉昌峰 纪秀凤

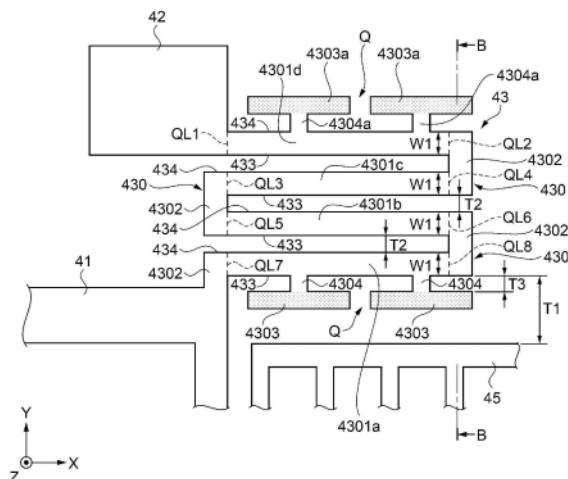
权利要求书2页 说明书20页 附图18页

(54) 发明名称

物理量传感器、复合传感器、电子设备和移动物体

(57) 摘要

本发明提供一种物理量传感器、复合传感器、电子设备和移动物体，物理量传感器能够减小弹性部的尺寸波动导致的检测精度下降。其中，陀螺仪传感器(1)包括：弹性部(43)，具有通过折叠部(430)连接的多个梁部(第一部分(4301a)、4301b、4301c、4301d))；结构体(固定驱动部(45))，与多个梁中的位于外侧的外侧梁(第一部分(4301a))相对，当将外侧梁和结构体的间隔设为T1，在T2<T1的情况下，在外侧梁的结构体侧设置有与外侧梁相对的第一梁(4303)。



1.一种物理量传感器,其特征在于,包括:

基板,所述基板包括在将相互正交的三个轴设为X轴、Y轴及Z轴时正交于所述Z轴且相互为表背关系的第一面及第二面;以及

陀螺仪传感器元件,支承于所述基板的所述第一面,所述陀螺仪传感器元件基于静电电容的变化来检测角速度,

所述陀螺仪传感器元件包括:

结构体,所述结构体配置为在从所述Z轴的方向看的俯视观察时与所述基板的所述第一面重叠;以及

弹性部,所述弹性部配置为在从所述Z轴的方向看的俯视观察时与所述基板的所述第一面重叠,

所述弹性部包括相互平行配置的内侧梁部和外侧梁部,

所述外侧梁部在从所述Z轴的方向看的俯视观察时与所述结构体相对并且配置在所述内侧梁部与所述结构体之间,

所述弹性部在从所述Z轴的方向看的俯视观察时包括仅设置于所述外侧梁部的、作为与所述内侧梁部相反的侧的所述结构体侧并且与所述外侧梁部平行的第一梁部,

所述第一梁部的中间部通过连接部连接于所述外侧梁部,

当将所述外侧梁部和所述结构体的间隔设为T1,

将所述内侧梁部和所述外侧梁部的间隔设为T2,

将所述外侧梁部和所述第一梁部的间隔设为T3时,

满足 $T2 < T1 \leq 10\mu m$ 且 $0.8 < T3/T2 < 3.0$ 。

2.根据权利要求1所述的物理量传感器,其中,

满足 $0.8 < T3/T2 \leq 2.0$ 。

3.根据权利要求2所述的物理量传感器,其中,

满足 $0.9 < T3/T2 \leq 1.1$ 。

4.根据权利要求1至3中任一项所述的物理量传感器,其中,当设梁部的沿所述Z轴的深度为D1时,

满足 $20\mu m \leq D1 \leq 30\mu m$ 。

5.根据权利要求4所述的物理量传感器,其中,

当设梁部的宽度为W1时,

满足 $0 < W1 \leq 10\mu m$ 。

6.根据权利要求1至3中任一项所述的物理量传感器,其中,所述陀螺仪传感器元件包括:

固定部,固定于所述基板的所述第一面;

质量部,连接于所述固定部;以及

驱动部,驱动所述质量部。

7.根据权利要求6所述的物理量传感器,其中,

所述结构体是所述驱动部。

8.根据权利要求7所述的物理量传感器,其中,

所述第一梁部在所述Y轴的方向上与所述驱动部相对。

9. 根据权利要求7所述的物理量传感器,其中,
所述第一梁部在所述X轴的方向上与所述驱动部相对。
10. 根据权利要求6所述的物理量传感器,其中,
所述结构体是所述质量部。
11. 根据权利要求10所述的物理量传感器,其中,
所述第一梁部在所述Y轴的方向上与所述质量部相对。
12. 根据权利要求1至3中任一项所述的物理量传感器,其中,
所述陀螺仪传感器元件包括检测部。
13. 根据权利要求1至3中任一项所述的物理量传感器,其中,
在从所述Z轴的方向看的俯视观察时,所述第一梁部与所述连接部形成为一体的T字状。
14. 一种物理量传感器,其特征在于,包括:
基板;
固定部,相对于所述基板固定;
弹性部,连接至所述固定部,具有通过折叠部连接的内侧梁和外侧梁;以及
结构体,在所述基板的俯视观察中与所述外侧梁相对,
在所述基板的俯视观察中,所述外侧梁位于所述内侧梁和所述结构体之间,
当将所述外侧梁和所述结构体的间隔设为T1,
将所述内侧梁和所述外侧梁彼此的间隔设为T2时,满足 $T1 \leq 10\mu m$,
在 $T2 < T1$ 的情况下,在所述外侧梁的所述结构体侧设置有与所述外侧梁相对的第一
梁,
当将所述外侧梁和所述第一梁的间隔设为T3时,
满足 $0.8 < T3/T2 < 3.0$ 。
15. 一种复合传感器,其特征在于,包括:
权利要求1至14中任一项所述的物理量传感器;以及
加速度传感器。
16. 一种电子设备,其特征在于,包括:
权利要求1至14中任一项所述的物理量传感器;以及
控制部,基于从所述物理量传感器输出的检测信号进行控制。
17. 一种移动物体,其特征在于,包括:
权利要求1至14中任一项所述的物理量传感器;以及
姿势控制部,基于所述物理量传感器输出的检测信号进行姿势的控制。

物理量传感器、复合传感器、电子设备和移动物体

技术领域

[0001] 本发明涉及物理量传感器、复合传感器、惯性测量单元、便携式电子设备、电子设备和移动物体。

背景技术

[0002] 近年来,作为物理量传感器的示例,已开发出一种使用利用硅MEMS(微电子机械系统)技术的陀螺仪传感器元件的陀螺仪传感器。在物理量传感器中,用于检测角速度的陀螺仪传感器在例如游戏机的运动感测功能等应用中迅速普及。

[0003] 作为这样的陀螺仪传感器,例如,专利文献1公开了一种构成角速度传感器的传感器元件。该传感器元件具有:支承基板;固定到支承基板的固定部;相对于固定部由弹性梁(支承梁)支承的振动体;设置在振动体上的梳齿形可动电极;以及通过间隔与该可动电极啮合的固定梳齿电极。在具有这种构成的角速度传感器中,当向固定梳齿电极施加电压时,振动体由于可动电极和固定梳齿电极之间产生的静电力而在X轴方向上振动(驱动振动)。当围绕Z轴(或Y轴)的角速度作用在处于这种振动状态的振动体时,振动体由于科里奥利力而在Y轴(或Z轴)方向上振动(检测振动)。通过检测与该科里奥利力引起的振动体在Y轴(或Z轴)方向上的振动幅度的大小相对应的电信号,能够检测旋转的角速度。

[0004] 这种传感器元件可以通过干法蚀刻来制造,例如,在专利文献2中,记载了一种硅的深反应离子蚀刻技术(Deep Reactive ion Etching),即所谓的Bosch工艺(Bosch process),其通过交替切换SF₆(蚀刻气体)和C₄F₈(沉积气体)两种系统的反应性等离子气体来重复蚀刻和侧壁保护膜沉积的过程。

[0005] 然而,当专利文献1中描述的传感器元件旨在通过专利文献2中描述的干法蚀刻来制造时,如果传感器元件的每个部分的形状图案有疏有密,则蚀刻气体的流动发生波动,每个部分的截面形状也各不相同。具体地,开口率大的部分(图案)由于蚀刻气体的流动而推进侧蚀刻,截面形状的变化增大,相反地,开口率小的部分(图案)截面形状的变化变小。并且,当在支承振动体的弹性部中发生这种截面形状的波动时,弹性部的各个部分的共振频率波动,传感器元件中的检测信号受到影响,结果,出现检测精度降低的问题。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开2009-175079号公报

[0009] 专利文献2:日本特表平7-503815号公报。

发明内容

[0010] 本发明用于解决上述技术问题中的至少一部分问题而提出,可以通过如下方式或应用例来实现。

[0011] [应用例1]本应用例的物理量传感器包括:弹性部,具有通过折叠部连接的多个梁的;结构体,与所述梁中的位于外侧的外侧梁相对,其中,当将所述外侧梁和所述结构体之

间的间隔设为T1,将所述多个梁之间的间隔设为T2时,在T2<T1的情况下,在所述外侧梁的所述结构体侧设置有与外侧梁相对的第一梁。

[0012] 根据本应用例的物理量传感器,当外侧梁和结构体之间的间隔T1与多个梁之间的间隔T2满足 $T2 < T1$ 时,换句话说,外侧梁和结构体之间的开口率大时,在外侧梁的结构体侧设置与外侧梁相对的第一梁。通过该第一梁,能够减小外侧梁与结构体之间的开口率,并能够接近梁彼此的开口率。由此,能够减少由于蚀刻气体的流动而导致的截面形状的波动,结果,能够减少由于截面形状的波动而引起的包括多个梁的弹性部的共振频率的波动所导致的检测精度的降低。

[0013] [应用例2]在上述应用例记载的物理量传感器中,当将所述外侧梁和所述第一梁部之间的间隔为T3时,优选满足 $0.8 < T3/T2 < 3.0$ 。

[0014] 根据本应用例,能够减小第一梁和外侧梁之间的间隔(开口率)与多个梁之间的间隔(开口率)的波动。换句话说,能够减小对共振频率的影响较小的区域内的多个梁的截面形状的波动,减小由多个梁的截面形状的波动引起的梁的共振频率的波动。

[0015] [应用例3]在上述应用例记载的物理量传感器中,优选满足 $0.8 < T3/T2 \leq 2.0$ 。

[0016] 根据本应用例,在几乎不发生对共振频率的影响的区域内,能够进一步减小第一梁与外侧梁之间的间隔(开口率)与多个梁之间的间隔(开口率)的波动,并且能够减小由多个梁的截面形状的波动引起的梁的共振频率的波动。

[0017] [应用例4]在上述应用例记载的物理量传感器中,优选满足 $0.9 \leq T3/T2 \leq 1.1$ 。

[0018] 根据本应用例,在不会对共振频率造成影响的区域,能够更加减小第一梁与外侧梁之间的间隔(开口率)与多个梁彼此的间隔(开口率)的波动,并且能够显著减小由多个梁的截面形状的波动引起的梁的共振频率的波动。

[0019] [应用例5]在上述应用例记载的物理量传感器中,优选满足 $T1 \leq 10\mu m$ 。

[0020] 根据本应用例,通过以这种方式设定外侧梁和结构体之间的间隔,能够获得更小型的物理量传感器。

[0021] [应用例6]在上述应用例记载的物理量传感器中,在将梁的深度设为D1时,优选满足 $20\mu m \leq D1 \leq 30\mu m$ 。

[0022] 根据本应用例,在将梁的深度D1设定为 $20\mu m \leq D1 \leq 30\mu m$ 时,能够减小蚀刻气体的流动导致的截面形状的波动,结果,能够减小由于截面形状的波动引起的多个梁的共振频率的波动所导致的检测精度的下降。

[0023] [应用例7]在上述应用例记载的物理量传感器中,在将梁的宽度设为W1时,优选满足 $0 < W1 \leq 10\mu m$ 。

[0024] 根据本应用例,在将梁的深度D1设定为 $20\mu m \leq D1 \leq 30\mu m$ 时,由于梁的纵横比(宽度/深度)变为1/2以下,因此,能够提供提高了由于小型且截面形状的波动引起的多个梁的共振频率的波动所影响到的检测精度的物理量传感器。

[0025] [应用例8]在上述应用例记载的物理量传感器中,优选所述弹性部和所述结构体设置在传感器元件中,所述传感器元件是能够检测角速度的角速度传感器元件。

[0026] 根据本应用例,能够提供减小由于多个梁的共振频率的波动导致的检测精度的降低,输出特性稳定的角速度传感器。

[0027] [应用例9]本应用例的复合传感器包括上述应用例8记载的物理量传感器和加速

度传感器。

[0028] 根据本应用例的复合传感器,能够轻松地构成包括可减小由于多个梁的共振频率的波动导致的检测精度降低的角速度传感器和加速度传感器的复合传感器,并能够取得稳定的角速度数据和加速度数据。

[0029] [应用例10]根据本应用例的惯性测量单元包括:上述应用例8记载的物理量传感器、加速度传感器和控制所述物理量传感器和加速度传感器的控制部。

[0030] 根据本应用例的惯性测量单元,通过由控制部控制可减小由于多个梁的共振频率的波动导致的检测精度降低的物理量传感器(角速度传感器)以及加速度传感器,而能够得到可靠性高且能够输出物理量数据的惯性测量单元。

[0031] [应用例11]本应用例的便携式电子设备包括:上述应用例中的任一个的物理量传感器;容纳有所述物理量传感器的外壳;容纳在所述外壳中,对处理来自所述物理量传感器的输出数据进行处理的处理部;容纳在所述外壳中的显示部;以及覆盖所述外壳的开口部的透光罩。

[0032] 根据本应用例的便携式电子设备,由于处理部基于从上述物理量传感器输出的输出数据进行控制,因此,能够享受上述物理量传感器的效果,得到可靠性高的便携式电子设备。

[0033] [应用例12]在上述应用例记载的便携式电子装置中,优选包括卫星定位系统,测量用户的移动距离和移动轨迹。

[0034] 根据本应用例,能够得到可以通过卫星定位系统测量用户的移动距离和移动轨迹的可靠性高的便携式电子设备。

[0035] [应用例13]上述应用例的电子设备具备:上述应用例的任一例中记载的物理量传感器、和基于从所述物理量传感器输出的检测信号进行控制的控制部。

[0036] 根据本应用例的电子设备,由于控制部基于从上述物理量传感器输出的检测信号进行控制,因此,能够享受上述物理量传感器的效果,得到可靠性高的电子设备。

[0037] [应用例14]上述应用例的移动物体具备:上述应用例的任一例中记载的物理量传感器、和基于从所述物理量传感器输出的检测信号进行姿势的控制的姿势控制部。

[0038] 根据本应用例的移动物体,由于姿势控制部基于从上述物理量传感器输出的检测信号进行姿势的控制,因此,能够享受上述物理量传感器的效果,得到可靠性高的移动物体。

[0039] [应用例15]上述应用例中记载的移动物体包括:发动机系统、制动系统和无钥匙进入系统中的至少一个系统,优选所述姿态控制部基于所述检测信号控制所述系统。

[0040] 根据本应用例,由于姿态控制部基于从上述物理量传感器输出的检测信号,进行发动机系统、制动系统和无钥匙进入系统中的至少一个系统的控制,因此,能够享受上述物理量传感器的效果,得到可靠性高的移动物体。

[0041] [应用例16]本应用例的物理量传感器包括:基板;固定部,相对于所述基板固定;弹性部,连接至所述固定部,具有通过折叠部连接的内侧梁和外侧梁;以及结构体,在所述基板的俯视观察中与所述外侧梁相对,在所述基板的俯视观察中,所述外侧梁位于所述内侧梁和所述结构体之间,当将所述外侧梁和所述结构体的间隔设为T1,将所述内侧梁和所述外侧梁彼此的间隔设为T2时,在T2<T1的情况下,在所述外侧梁的所述结构体侧设置有

与所述外侧梁相对的第一梁。

附图说明

[0042] 图1是表示物理量传感器的第一实施方式的陀螺仪传感器(角速度传感器)的简要构成的立体图。

[0043] 图2是示出图1所示的陀螺仪传感器的简要构成的截面图。

[0044] 图3是示意性地示出图1所示的陀螺仪传感器元件的俯视图。

[0045] 图4是示意性地示出图3所示的弹性部的一部分(A部)的俯视图。

[0046] 图5是图4的B-B截面图。

[0047] 图6A是用于说明在干蚀刻方法中,由开口率的差异引起的形状波动的截面图。

[0048] 图6B是示出间隔T1/间隔T2与梁的宽度W1(深部宽度W2)的变化率之间的相关性的曲线图。

[0049] 图7是示出物理量传感器的第二实施方式的陀螺仪传感器的简要构成的俯视图。

[0050] 图8是示意性地示出图7所示的弹性部的一部分(C部)的俯视图。

[0051] 图9是示出物理量传感器的第三实施方式的陀螺仪传感器的简要构成的俯视图。

[0052] 图10是示意性地示出图9所示的弹性部的一部分(F部)的俯视图。

[0053] 图11是示出复合传感器的简要构成的功能框图。

[0054] 图12是示出惯性测量单元的简要构成的立体分解图。

[0055] 图13是示出惯性测量单元的惯性传感器元件的配置例的立体图。

[0056] 图14是示意性地示出便携式电子设备的构成的俯视图。

[0057] 图15是示出便携式电子设备的简要构成的功能框图。

[0058] 图16是示意性地示出电子设备的一个示例的移动型个人计算机的构成的立体图。

[0059] 图17是示意性地示出电子设备的一个示例的智能手机(移动电话)的构成的立体图。

[0060] 图18是示出电子设备的一个示例的数字静态照相机的构成的立体图。

[0061] 图19是示出移动物体的一例的汽车的构成的立体图。

附图标记说明

[0063] 1、1A、1B...作为物理量传感器的陀螺仪传感器;2...基板;3...盖子;4...作为传感器元件的陀螺仪元件(角速度传感器元件);10...封装;21...凹部;22...突出部;23...上表面;31...凹部;33...下表面;40、40a、40b...元件体;41...质量部;42...固定部;43...弹性部;44...驱动部;45...作为结构体的固定驱动部;46...固定驱动部;48...支承梁;49、49a、49b...固定检测部;212...底面;430...折叠部;431...第一正面;432...第二正面;471...检测部;472...检测部;473...框架;900...复合传感器;1000...作为便携式电子设备的腕式设备;1100...作为电子设备的个人计算机;1200...作为电子设备的智能手机;1300...作为电子设备的数字静态照相机;1500...作为移动物体的汽车;2000...惯性测量单元;4301a、4301b、4301c、4301d...作为梁的第一部分;4302...作为梁的第二部分;4303...第一梁;4304...连接部;T1...第一部分和固定驱动部的间隔;T2...相邻的第一部分的间隔;T3...第一部分和第一梁的间隔;W1...第一部分的宽度;Q...第一梁和第一梁的间隙;QL1、QL2、QL3、QL4、QL5、QL6、QL7...表示第一部分的边界的虚线。

具体实施方式

[0064] 在下文中,将基于附图所示的实施方式,对物理量传感器、复合传感器、惯性测量单元、便携式电子设备、电子设备和移动物体进行详细说明。

[0065] 1. 物理量传感器<第一实施方式>

[0066] 首先,物理量传感器的实施方式,以陀螺仪传感器(角速度传感器)作为示例,并参考图1、图2和图3进行说明。图1是示出物理量传感器的第一实施方式的陀螺仪传感器(角速度传感器)的简要构成的立体图。

[0067] 图2是示出图1所示的陀螺仪传感器的简要构成的截面图。图3是示意性地示出图1所示的陀螺仪传感器元件的俯视图。在图1中,示意性地示出了基板(基座),并且省略了盖子的图示。以下,在物理量传感器的各个实施方式的说明中,将彼此正交的三个轴定义为X轴(第三轴)、Y轴(第一轴)和Z轴(第二轴)。并且,沿X轴的方向也称为“X轴方向”,沿Y轴的方向也称为“Y轴方向”,沿Z轴的方向也称为“Z轴方向”。并且,Z轴是表示基板和盖子重叠的厚度方向的轴,Y轴是沿陀螺仪传感器元件的驱动方向的轴。另外,为了便于说明,在从Z轴方向观察时的俯视图中,有时将盖侧的+Z轴方向侧称为“上方”或将+Z轴方向侧的表面称为“上表面”,将相反侧的-Z轴方向侧称为“下方”,或将-Z轴方向侧的表面称为“下表面”。另外,为了便于说明,在各图中,根据需要适当地夸大各部分的尺寸,各部分的尺寸比不一定与实际的尺寸比一致。

[0068] [陀螺仪传感器]

[0069] 如图1所示,物理量传感器的第一实施方式的陀螺仪传感器1是能够检测绕X轴的角速度的角速度传感器。如图2所示,该陀螺仪传感器1具有作为传感器元件的陀螺仪传感器元件(角速度传感器元件)4和容纳陀螺仪传感器元件4的封装10。

[0070] (封装)

[0071] 封装10具有支承陀螺仪传感器元件4的基板2(基座)和连接到基板2的盖子3。在基板2和盖子3之间形成有容纳陀螺仪传感器元件4的空间S。基板2和盖子3均为板状,并且沿着包括X轴和Y轴的平面即XY平面(基准平面)配置。

[0072] 基板2设置有向上开口(朝向陀螺仪传感器元件4侧)的凹部21。在凹部21的中央部分设置有从凹部21的底表面212突出的突起部22。此外,在基板2的凹部21之外的上表面23上固定有陀螺仪传感器元件4的一部分(后述的固定部42及固定驱动部45、46)。

[0073] 盖子3设有向下(基板2侧)开口的凹部31。盖子3设置在基板2上,以便以非接触方式覆盖陀螺仪传感器元件4,凹部31之外的下表面33接合到基板2的上表面23。

[0074] 此外,用作空腔的空间S是由凹部21和凹部31形成的气密空间,处于减压状态(例如,大约 1×10^2 Pa到 1×10^{-2} Pa)。由此,能够提高角速度的检测灵敏度。

[0075] 对基板2的构成材料没有特别限制,但优选使用具有绝缘性的材料,具体而言,优选使用高电阻的玻璃材料、硅材料,例如,优选使用含有一定量的碱金属离子(可动离子)的玻璃材料(例如,Pyrex(注册商标)玻璃这样的硼硅酸盐玻璃)。由此,当陀螺仪传感器元件4由硅作为主要材料制成时,可以将基板2和陀螺仪传感器元件4阳极接合。除此之外,它可以是石英基板、水晶基板或SOI(绝缘体上硅)基板。

[0076] 另外,盖子3的构成材料没有特别限制,例如,可以使用与上述基板2相同的材料。

[0077] 这种接合基板2和盖子3的方法没有特别限制,根据基板2和盖子3的构成材料而不

同。接合基板2和盖3的方法,例如,可以采用使用粘合剂、钎焊材料等接合材料的接合法;直接接合法;阳极接合等固体接合法等。

[0078] (陀螺仪传感器元件)

[0079] 如图3所示,作为传感器元件的陀螺仪传感器元件(角速度传感器元件)4具有在Y轴方向上排列的两个元件体40(40a、40b)和两个固定检测部49(49a、49b)。在图3中,两个元件体40a和40b构成为在+(正)Y轴方向和-(负)Y轴方向上下对称,并且彼此具有相同的构成。

[0080] 各个元件体40a和40b包括质量部41、多个固定部42、多个弹性部43、多个驱动部44(可动驱动电极)、多个固定驱动部45和46(固定驱动电极)、检测部471和472(可动检测电极)和多个支承梁48。质量部41形成为一个整体,包括驱动部44、框架473、检测部471、472和支承梁48。也就是说,检测部471和472具有包括在质量部41中的形状。

[0081] 质量部41的外形在从Z轴方向观察的平面图(下文中简称为“俯视图”)中呈四边形的框架形状,如上所述,包括驱动部44、框架473和检测部471、472而构成。质量部41的外形,具体而言,是由沿Y轴方向彼此平行延伸的一对部分和连接该一对部分的端部并沿X轴方向彼此平行延伸的一对部分构成。

[0082] 固定部42相对于一个元件体40设置有四个,每个固定部42固定到上述基板2的上表面23。另外,各个固定部42在俯视图中配置在质量部41的外侧,在本实施方式中,其配置在与质量部41的各个角部对应的位置处。另外,在图中,位于元件体40a的-Y轴侧的固定部42和位于元件体40b的+Y轴侧的固定部42用作共同的固定部。

[0083] 在本实施方式中,弹性部43相对于一个元件体40设置有四个,各个弹性部43在俯视图中连接质量部41的一部分和固定部42。在本实施方式中,弹性部43连接到质量部41的框架473的角部,但不限于此,也可以是质量部41能够相对于固定部42移位的任何位置。在图3中,质量部41被构成为能够相对于Y轴方向移位。在图中,各个弹性部43在俯视图中具有蛇行线形状,具有沿X轴方向延伸的作为多个梁的第一部分4301a、4301b、4301c和4301d以及构成折叠部430且沿Y轴方向延伸的第二部分4302(参见图4)。弹性部43的形状不限于图示的形状,只要其在期望的驱动方向(在本实施方式中为Y轴方向)上是能够弹性变形的构成即可。

[0084] 驱动部44相对于一个元件体40设置有八个,各个驱动部44连接到沿质量部41的Y轴方向延伸的部分。具体而言,四个驱动部44位于质量部41的+X侧,其余四个驱动部44位于质量部分41的-X侧。各个驱动部44呈梳齿形状,具有从质量部41沿X轴方向延伸的主干部分和从该主干部分沿Y轴方向延伸的多个分支部分。

[0085] 固定驱动部45和46分别相对于一个元件体40设置有八个,各个固定驱动部45和46固定到上述基板2的上表面23。另外,固定驱动部45和46中的每一个具有与驱动部44对应的梳齿形状,并被设置为将驱动部44夹在其间。

[0086] 检测部471和472是在俯视图中具有矩形形状的板状部件,其设置在质量部41的内侧,并通过支承梁48连接到质量部41。检测部471和472能够分别绕旋转轴J4旋转(移位)。

[0087] 此外,固定检测部49(固定检测电极)设置在位于基板2的凹部21中的突出部22上(参见图2)。该固定检测部49分别在俯视图中呈矩形形状,并且面对检测部471和472。此外,固定检测部49与检测部471和472分离。

[0088] 此外,上述结构的质量部41、弹性部43、驱动部44、固定驱动部45的一部分、固定驱动部46的一部分、检测部471和472和支承梁48设置在基板2的凹部21上方,与基板2分离。

[0089] 上述元件体40,通过采用Bosch方法(Bosch process),即、将使用例如反应性等离子体气体的蚀刻工艺和淀积(沉积)工艺组合起来,通过对掺杂有磷、硼等杂质的导电性硅基板进行图案化而共同形成。

[0090] 而且,作为固定检测部49的构成材料,例如,可以使用铝、金、铂、ITO(氧化铟锡)、ZnO(氧化锌)或它们的组合等。

[0091] 另外,尽管未图示出,但是固定部42、固定驱动部45、固定驱动部46、固定检测部49a和固定检测部49b分别电连接到布线和端子。这些布线和端子,例如,设置在基板2上。

[0092] 以上,对陀螺仪传感器1的构成进行了简要的说明。具有这种构成的陀螺仪传感器1可以以下述方式检测角速度 ω_x 。

[0093] 首先,当在陀螺传感器1的驱动部44和固定驱动部45、46之间施加驱动电压时,静电吸引力在固定驱动部45、46和驱动部44之间发生强度的周期性变化。由此,各个驱动部44随着各个弹性部43的弹性变形而在Y轴方向上振动。此时,元件体40a的多个驱动部44和元件体40b的多个驱动部44在Y轴方向上彼此反相地振动(驱动振动)。

[0094] 如此地,当在驱动部44在Y轴方向上振动的状态下将角速度 ω_x 施加到陀螺仪传感器1时,科里奥利力起作用,检测部471和472绕旋转轴J4移位。此时,元件体40a的检测部471和472以及元件体40b的检测部471和472沿彼此相反的方向移位。例如,当元件体40a的检测部471和472分别在+Z轴方向上移位时,包括在元件体40b中的检测部471和472分别在-Z轴方向上移位。此外,当包括在元件体40a中的检测部471和472分别在-Z轴方向上移位时,包括在元件体40b中的检测部471和472分别在+Z轴方向上移位。

[0095] 当检测部471和472以这种方式移位(检测振动)时,检测部471和472与固定检测部49之间的距离改变。随着距离的变化,检测部471、472和固定检测部49之间的静电电容改变。然后,可以基于静电电容的变化量来检测施加到陀螺仪传感器1的角速度 ω_x 。

[0096] 如上所述,当驱动部44在Y轴方向上振动(驱动振动)时,理想而言,优选驱动部44从非驱动时的状态起就基本上与Y轴方向平行地振动。然而,陀螺仪传感器元件4的形状由于加工误差等,有时不能形成理想的形状。其中,在构成弹性部43的梁(第一部分4301a、4301b、4301c、4301d)的形状中,会出现例如,梁的宽度W1(参见图4)会波动,或者梁的截面形状不能成为理想的矩形形状等情况。如上所述,当梁的宽度W1(参见图4)波动时,弹性部43的共振频率也发生波动。另外,如果梁的截面形状不是矩形,则经由质量部41连接到弹性部43的驱动部44的振动不仅包含所期望的驱动振动方向的Y轴方向上的振动分量,也包含除此之外的振动方向的X轴方向或Z轴方向上的振动分量(不必要的振动分量),所谓的正交信号会增大。

[0097] 在本实施方式中,使弹性部43的构成具有一些特征,以能够减小这种弹性部43的共振频率的波动,并减小正交信号的增加。在下文中,参考图4、图5、图6A和图6B,对弹性部43进行详细的说明。

[0098] (弹性部)

[0099] 图4是示意性地示出图3所示的弹性部的一部分(A部分)的俯视图。图4示出了由图3所示的点划线包围的A部分中的弹性部43。图5是示意性地示出沿图4的B-B线截取的弹性

部的一部分的截面图。图6A是用于说明在干蚀刻方法中由开口率的差异引起的形状波动的截面图。图6B是示出间隔T1/间隔T2与梁的宽度W1(深部宽度W2)的变化率之间的相关性的曲线图。注意,图6B中的间隔T1是梁和结构体之间的间隔,间隔T2是梁和相邻的梁之间的间隔。

[0100] 如图4所示,弹性部43在俯视图中具有蛇行线形状。弹性部43包括:沿X轴方向(长度方向)延伸的多个细长梁的第一部分4301a、4301b、4301c和4301d;沿Y轴方向(宽度方向)延伸的多个第二部分4302;以及分别连接到两个第一部分4301a、4301b的每一个的多个第一梁4303。注意,第一部分4301a、4301b、4301c和4301d比第二部分4302长。另外,第一部分4301a、4301b、4301c和4301d是分别由图中所示的虚线QL1、QL2、QL3、QL4、QL5、QL6、QL7和QL8作为粗略边界线而界定的部分。第二部分4302构成所谓的折叠部430,其连接并折叠相邻的第一部分4301a、4301b、4301c和4301d。多个第一部分4301a、4301b、4301c、4301d被包括第二部分4302的折叠部430向后折叠以形成蛇行线形状。另外,弹性部43的一端连接到质量部41的端部,在图中用虚线QL7表示,另一端连接到固定部42的端部,在图中用虚线QL1表示。

[0101] 本实施方式的弹性部43包括四个第一部分4301a、4301b、4301c和4301d。四个第一部分4301a、4301b、4301c和4301d被配置成彼此具有间隔T2地排列。第一部分4301a、4301b、4301c和4301d可以分为两个部分,即:作为位于外侧的两个外侧梁的第一部分4301a、第一部分4301d;以及位于作为外侧梁的第一部分4301a和第一部分4301d之间的两个作为内侧梁的第一部分4301b和第一部分4301c。第一部分4301a、4301b、4301c和4301d被包括第二部分4302的折叠部430向后折叠以形成蛇行线形状。此外,弹性部43的一端连接到质量部41,另一端连接到固定部42。

[0102] 作为一个外侧梁的第一部分4301a,其一端连接到质量部41,并被配置为面对作为结构体的固定驱动部45。第一部分4301a在第一部分4301a与固定驱动部45之间具有间隔T1,并沿着固定驱动部45的外边缘延伸。作为一个外侧梁的第一部分4301d,其一端连接到固定部42,并被配置在固定驱动部45的相反侧。

[0103] 作为一个内侧梁的第一部分4301b,其一端经由第二部分4302连接到第一部分4301a,另一端经由另一个第二部分4302连接到第一部分4301c。在另一端,经由第二部分4302连接到第一部分4301b的作为另一个内侧梁的第一部分4301c,在另一端经由另一个第二部分4302连接到第一部分4301d。

[0104] 另外,优选四个第一部分4301a、4301b、4301c和4301d构成为使得在与长度方向(X轴方向)正交的方向(Y轴方向)上的宽度W1满足 $0 < W1 \leq 10 (\mu\text{m})$ 。通过构成这样的第一部分4301a、4301b、4301c和4301d,当深度D1(参见图6A)为 $20\mu\text{m} \leq D1 \leq 30\mu\text{m}$ 时,第一部分4301a、4301b、4301c、4301d的纵横比(宽度/深度)变为1/2以下,因此,陀螺仪传感器1能够提高由于尺寸小且截面形状波动引起的多个第一部分4301a、4301b、4301c和4301d的共振频率的波动所影响的检测精度。

[0105] 第二部分4302设置成沿着Y轴方向(宽度方向)延伸,该Y轴方向与作为第一部分4301a、4301b、4301c、4301d的长度方向的X轴方向相交。第二部分4302构成所谓的折叠部430,其在+X轴侧的端部连接,并折叠第一部分4301a和相邻的第一部分4301b。同样地,第二部分4302包括:在-X轴侧的端部连接,并折叠第一部分4301b和相邻的第一部分4301c的折

叠部430；以及在+X轴侧的端部连接，并折叠第一部分4301c和相邻的第一部分4301d的折叠部430。

[0106] 第一梁4303配置在第一部分4301a和作为结构体的固定驱动部45之间。第一梁4303在自身与第一部分4301a之间具有间隔T3，并经由连接部4304连接到第一部分4301a。在本方式中，设置有两个第一梁4303。两个第一梁4303在面对第一部分4301a的长度方向的中央部分的位置上具有间隙Q，并沿第一部分4301a的长度方向延伸。另外，第一梁4303作为大概形状，是指图中阴影线所示的部分。

[0107] 第一梁4303特别设置用于减少用于形成陀螺仪传感器元件4的Bosch法(Bosch工艺)等的干蚀刻期间的第一部分4301a的截面形状的波动。另外，该截面形状的波动是由陀螺仪传感器元件4的各个部分的形状图案的疏密引起，也是由于干蚀刻期间的蚀刻气体的流动的差异所致。在下文中，在干法蚀刻中，将参考图6A和6B，对由形状图案的疏密引起的各个部分的截面形状的波动进行说明。

[0108] 在Bosch方法等干法蚀刻中，在开口率大的部分中，换言之，越是在与相邻部分的间隔大的部分(图案)，蚀刻气体的流动越容易，侧蚀刻通过流动的蚀刻气体进行，截面形状的变化增大。与此相反，在开口率小的部分中，换言之，与相邻部分的间隔小的部分(图案)，其截面形状的变化变小(微负载效应)。

[0109] 具体而言，将通过示例对模拟图6A中所示的弹性部43的图案的加工例进行说明。图6A示出了通过Bosch方法进行深度D1为 $20\mu\text{m}$ 至 $30\mu\text{m}$ ($20\mu\text{m} \leq D1 \leq 30\mu\text{m}$) 的深度蚀刻时的截面。如图6A所示，通过Bosch方法对在自身与固定驱动部45之间具有间隔T1的作为外侧梁的第一部分4301a，和在自身与第一部分4301a之间具有间隙T2的作为内侧梁的第一部分4301b进行干法蚀刻。在本例中，第一部分4301a和固定驱动部45之间的间隔T1对于第一部分4301a和第一部分4301b之间的间隔T2，满足 $T2 < T1$ 的关系。即，形成一种图案，其第一部分4301a和固定驱动部45之间的开口率大于第一部分4301a和第一部分4301b之间的开口率。当以这种图案进行干法蚀刻时，如图6A所示，在具有大开口率(间隔T1)的第一部分4301a和固定驱动部45之间容易进行侧蚀刻，在具有小开口率(间隔T2)的第一部分4301a和第一部分4301b之间难以进行侧蚀刻。

[0110] 另外，优选第一部分4301a和固定驱动部45之间的间隔T1满足 $T1 \leq 10(\mu\text{m})$ 。通过以这种方式设定作为外侧梁的第一部分4301a和作为结构体的固定驱动部45之间的间隔T1，能够获得更小型的陀螺仪传感器1。

[0111] 如上所述，在第一部分4301a中，在固定驱动部45侧的侧面上产生侧蚀刻，相比开始蚀刻的第一主面431上的深部宽度W1，深挖的底部的第一部分4301a的深部宽度W2变小。另一方面，在第一部分4301b中，第一部分4301a侧和第一部分4301c侧都具有间隔T2，因此，几乎没有发生侧蚀刻就形成，开始蚀刻的第一主面431的第一部分4301b的宽度W1和深挖的底部的第一部分4301b的深部宽度W3大致相等。

[0112] 以这种方式，一方面具有大开口率的图案的第一部分4301a与没有大开口率的图案的第一部分4301b之间的截面形状产生差异，即，截面形状波动。然后，由于该截面形状的波动，支承质量部41的弹性部43(第一部分4301a和另一个第一部分4301b、第一部分4301c、4301d)的共振频率也波动。换句话说，由弹性部43支承的质量部41的共振频率波动，对陀螺仪传感器元件4中的检测信号会产生影响。

[0113] 第一梁4303设置在开口率大(间隔T1)的第一部分4301a和固定驱动部45之间,并且能够减小固定驱动部45侧的第一部分4301a的开口率。第一梁4303以使距第一部分4301a的间隔T3满足 $0.8 < T3/T2 < 3$ 的方式设置在第一部分4301a的固定驱动部45侧。

[0114] 在图6B的曲线图中,示出了图6A所示的情况下间隔T1与间隔T2的比率(T1/T2比)与深部宽度W2相对于第一部分4301a的宽度W1的变化率之间的相关性,间隔T1为第一部分4301a和固定驱动部45之间的间隔,间隔T2为第一部分4301a和相邻的第一部分4301b之间的间隔。如图6B的曲线图所示,在T1/T2比为3.0以上的区域中,深部的深部宽度W2相对于第一部分4301a的第一主面431的宽度W1的变化率超过4%。然后,在这种深部宽度W2的变化率超过4%的情况下,有时会发生弹性部43的共振频率的波动。因此,设定T1/T2的比率使其具有超过3.0的关系是不可取的。换句话说,优选以使第一梁4303与第一部分4301a之间的间隔T3与第一部分4301a和相邻的第一部分4301b之间的间隔T2的比率T3/T2比不足3.0($T3/T2 < 3$)的方式将第一梁4303配置成与第一部分4301a相对。

[0115] 另外,如图6B的曲线图所示,当T1/T2比为0.8以下时,即,如果间隔(间隙)窄,则由于微负载效应,第一部分4301a的宽度W1增大,在比这更狭窄的间隔(间隙)设定下蚀刻不会穿透。因此,在第一梁4303中,与第一部分4301a之间的间隔T3和第一部分4301a与相邻的第一部分4301b之间的间隔T2的比率即T3/T2比,优选设定为满足 $0.8 < T3/T2 < 3$ 。

[0116] 如此地,通过相对于第一部分4301a配置第一梁4303,使得 $T3/T2$ 比为 $0.8 < T3/T2 < 3$,弹性部43能够减小第一部分4301a和另一个第一部分4301b、4301c和4301d的截面形状的波动,能够穿透,能够减小弹性部43(质量部41)的共振频率的波动。

[0117] 另外,更优选第一梁4303与第一部分4301a之间的间隔T3满足 $0.8 < T3/T2 \leq 2.0$ 。通过以这种方式设定T3/T2比,如图6B的曲线图所示,深部宽度W2相对于第一部分4301a的宽度W1的变化率低至大约2%,进一步减小第一部分4301a和另一个第一部分4301b、4301c、4301d的截面形状的波动,能够穿透,能够进一步减小弹性部43(质量部41)的共振频率的波动。

[0118] 另外,更优选第一梁4303和第一部分4301a之间的间隔T3满足 $0.9 \leq T3/T2 \leq 1.1$ 。通过以这种方式设定T3/T2比,如图6B的曲线图所示,深部宽度W2相对于第一部分4301a的宽度W1的变化在10%以内,宽度W1几乎不出现变化,第一部分4301a与另一个第一部分4301b、第一部分4301c、4301d之间的截面形状的波动进一步减小,能够穿透。由此,能够显著减小由多个第一部分4301a、4301b、4301c和4301d的截面形状的波动引起的弹性部43(质量部41)的共振频率的波动。

[0119] 另外,第一梁4303不限于固定驱动部45侧的第一部分4301a,也可以设置在位于与固定驱动部45侧相反的一侧的第一部分4301d中。在这种情况下,第一梁4303a经由连接部4304a配置,以面对与第一部分4301a相反一侧的第一部分4301d。其中,第一部分4301d和第一梁4303a之间的间隔等配置图案(配置构成)可以与上述固定驱动部45侧的第一梁4303相同。

[0120] 构成弹性部43的第一部分4301a、4301b、4301c和4301d,其从沿X轴方向的方向形成的形状(与包括Y轴和Z轴的平面的YZ平面平行的截面形状)为矩形形状。该第一部分4301a、4301b、4301c和4301d的外周面具有作为一对主面的第一主面431和第二主面432(参照图5)以及作为一对侧面的第一侧面433和第二侧面434。

[0121] 第一主面431和第二主面432分别是沿包括X轴和Y轴的平面的XY平面的平坦表面。第一主面431是+Z轴侧的表面(上表面),第二主面432是-Z轴侧的表面(下表面)。在本实施方式中,第一主面431和第二主面432分别呈蛇行线形状,并具有沿X轴方向延伸的部分和沿Y轴方向延伸的部分。

[0122] 第一侧面433是-Y轴侧的表面,第二侧面434是+Y轴侧的表面。在本实施方式中,为一个弹性部43分别设置四个第一侧面433和四个第二侧面434(参见图4)。第一侧面433的+Z轴侧的边连接到第一主面431,-Z轴侧的边连接到第二主面432。另一方面,第二侧面434的+Z轴侧的边连接到第一主面431,第二侧面434的-Z轴侧的边连接到第二主面432。

[0123] 其中,如上所述,陀螺仪传感器1包括:基板2;固定到基板2的固定部42;作为“第一轴”沿Y轴在第一方向上驱动的驱动部44;通过作用在驱动部44上的科里奥利力,作为与Y轴正交的“第二轴”的能够沿着Z轴在第二方向上移位的检测部471、472;连接驱动部44和固定部42的质量部41;连接质量部41和固定部42的弹性部43。弹性部43的外周面具有作为“主面”的第一主面431和第二主面432,以及作为“侧面”的第一侧面433和第二侧面434。

[0124] 此外,在本实施方式中,由于具有根据驱动部44的振动而移位的弹性部43、和相对于驱动部44的振动没有移位但根据科里奥利力而移位的支承梁48,因此,具有弹性部43的加工对支承梁48造成的影响较小的特征。支承梁48只要能够在Z轴方向上移位即可,例如,可以是扭簧(扭力弹簧)、折叠弹簧、或Z方向上的薄板状弹簧。

[0125] 根据上述第一实施方式的陀螺仪传感器1,当作为外侧梁的第一部分4301a和作为结构体的固定驱动部45之间的间隔T1与作为多个梁的第一部分4301a、4301b、4301c和4301d彼此的间隔间隔T1具有 $T2 < T1$ 的关系时,设置第一梁4303。换句话说,当第一部分4301a和固定驱动部45之间的开口率大时,在第一部分4301a的固定驱动部45侧设置面对第一部分4301a的第一梁4303。通过该第一梁4303,能够减小第一部分4301a和固定驱动部45之间的开口率,并使其接近多个第一部分4301a、4301b、4301c和4301d彼此的开口率。由此,即使进行深度D1为 $20\mu\text{m}$ 至 $30\mu\text{m}$ ($20\mu\text{m} \leq D1 \leq 30\mu\text{m}$)的深蚀刻(深槽蚀刻),也能够减小蚀刻气体的流动导致的截面形状的波动,减小截面形状的波动引起的包括多个第一部分4301a、4301b、4301c和4301d的弹性部43的共振频率的波动,从而减小检测精度的下降。

[0126] 另外,间隔T1如上所述,在一个陀螺仪传感器元件4中,可以是第一部分4301a和作为结构体的固定驱动部45之间的距离,但不限于此。例如,在多个陀螺仪传感器元件4配置在晶片上的状态下执行蚀刻等情况下,以位于旁边的陀螺仪传感器元件4的一部分为结构体,间隔T1可以是该结构体与该第一部分4301a之间的距离(间隔),或是框架(支承框)与该第一部分4301a之间的距离(间隔)。

[0127] <第二实施方式>

[0128] 接下来,参照图7和图8,对物理量传感器的第二实施方式进行说明。图7是示出物理量传感器的第二实施方式的陀螺仪传感器的简要构成的俯视图。图8是示意性地示出图7中所示的弹性部的一部分(C部分)的俯视图。另外,在下文中,将使用X轴、Y轴和Z轴对和第一实施方式同样的三个彼此正交的轴进行说明。在以下说明中,将主要说明与上述第一实施方式的不同之处,并将省略同样事项的说明。

[0129] 如图7和8所示,第二实施方式的陀螺仪传感器1A是能够和第一实施方式同样地检测绕X轴的角速度的角速度传感器。如图7所示,该陀螺仪传感器1A包括作为传感器元件的

陀螺仪传感器元件(角速度传感器元件)505、和容纳陀螺仪传感器元件(角速度传感器元件)505的封装(未图示出)。另外,由于封装和上述的第一实施方式相同,因此,省略对其的说明。

[0130] 陀螺仪传感器元件505包括:沿X轴方向排列的两个质量部501和502;两个固定检测部507和508;包括支承梁的多个固定部510和540;连接梁520;多个弹性部530;多个驱动部551和552。两个质量部501和502相对于+(正)X轴方向和-(负)X轴方向对称地构成,并具有同样的构成。

[0131] 质量部501和502连接到包括支承梁的固定部510、包括支承梁的多个固定部540和驱动部551、552。并且,质量部501和质量部502通过分别设置在+Y轴侧和-Y轴侧并将固定部510夹在中间的连接梁520彼此连接。质量部501和502以包括固定部510和540、连接梁520、多个弹性部530以及驱动部551和552而一体地形成。

[0132] 包括支承梁的固定部510设置在质量部501和质量部502之间,通过弯曲形状的支承梁可移位地支承质量部501和质量部502。包括支承梁的多个固定部540分别设置在质量部501的驱动部551侧和质量部502的驱动部552侧。多个固定部540经由支承梁可移动地支承质量部501和质量部502。

[0133] 驱动部551经由支承梁550连接到质量部501。驱动部552相对于质量部501和502设置在与驱动部551相对的一侧,并经由支承梁550连接到质量部502。各个驱动部551和552连接到质量部501和502的沿Y轴方向延伸的一部分。各个驱动部551和552具有梳齿形状,包括沿质量部501和502在Y轴方向上延伸的主干部分、和从主干部分沿X轴方向延伸的多个分支部分。各个驱动部551和552相对于固定驱动部(未图示出)而配置。

[0134] 固定检测部507和508(固定检测电极)被设置为分别面对质量部501和502。该固定检测部507和508与质量部501和502分离。

[0135] 多个弹性部530分别连接到驱动部551、552的主干部分的两个端部。即,在该实施方式中,设置有四个弹性部530。多个弹性部530经由驱动部551和552连接到质量部501和502。多个弹性部530构成能够使驱动部551和552在XY平面内移位。并且,各个弹性部530在从Z轴方向看的俯视图中呈蛇行线形状,具有:沿Y轴方向延伸的作为多个梁的第一部分5301、和构成折叠部533并沿X轴方向延伸的第二部分5302(参见图8)。

[0136] 如图8所示,弹性部530在从Z轴方向俯视时呈蛇行线形状。弹性部530具有:沿Y轴方向延伸的细长形状的作为多个梁的第一部分5301;沿X轴方向延伸的第二部分5302;沿X轴方向延伸的第三部分5306;沿X轴方向延伸的第四部分5305;以及分别连接到两个第一部分5301的多个第一梁5303。另外,图8中的间隔T1是梁与结构体之间的间隔,间隔T2是梁与相邻梁之间的间隔。而且,第一部分5301比第二部分5302长。另外,第一部分5301是分别由图中所示的虚线QL11、QL12、QL13和QL14界定为粗略边界线的部分。

[0137] 另外,本实施方式的弹性部530包括两个第一部分5301。两个第一部分5301配置成彼此具有间隔T2地排列。其中一个第一部分5301的一端经由第三部分5306连接到驱动部551的主干部分。其中,第一部分5301和驱动部551的主干部分的间隔T1相对于第一部分5301和第一部分5301之间的间隔T2,满足T2<T1的关系。另一个第一部分5301的一端经由第四部分5305连接到固定部531。第二部分5302将一个第一部分5301的与第三部分5306相对一侧的另一端,与另一个第一部分5301的与第四部分5305相对一侧的另一端连接。以这

种方式连接的第一部分5301被包括第二部分5302的折叠部533折叠以形成蛇行线形状。另外,优选两个第一部分5301构成为在与长度方向(Y轴方向)正交的方向(X轴方向)上的宽度W1满足 $0 < W1 \leq 2\mu m$ 。

[0138] 第一梁5303配置在一个第一部分5301和作为结构体的驱动部551的主干部分之间。第一梁5303在其与第一部分5301之间具有间隔T3,并经由连接部5304连接到第一部分5301。在本实施方式中,设置两个第一梁5303。两个第一梁5303在与第一部分5301的长度方向上的中央部分相对的位置处具有间隙,并沿着第一部分5301的长度方向延伸。另外,第一梁5303是图中阴影线所示的大概形状。

[0139] 第一梁5303优选配置成与第一部分5301相对,以使第一梁5303与第一部分5301之间的间隔T3与第一部分5301和相邻的第一部分5301之间的间隔T2的比率 $T3/T2$ 比为 $0.8 < T3/T2 < 3.0$ 。并且,进一步优选第一梁5303和第一部分5301之间的间隔T3还满足 $0.8 < T3/T2 \leq 2.0$ 。此外,更加优选第一梁5303和第一部分5301之间的间隔T3满足 $0.9 \leq T3/T2 \leq 1.1$ 。

[0140] 和第一实施方式同样,第一梁5303设置用于减小第一部分5301的截面形状的波动,特别是在干法蚀刻期间,例如用于形成陀螺仪传感器元件505的Bosch法(Bosch工艺)等。另外,该截面形状的波动是由干法蚀刻时蚀刻气体的流动差异引起的,这是由陀螺仪传感器元件505的每个部分的形状图案的疏密引起的,但由于与第一实施方式相同,因此,在此省略详细的说明。

[0141] 另外,第一梁5303不限于设置在驱动部551的主干部分侧的第一部分5301侧,也可以设置在位于与驱动部551的主干部分的配置侧相反一侧(固定部531侧)的第一部分5301中。在这种情况下,第一梁5303经由连接部5304配置,以便面对固定部531侧的第一部分5301。这里,第一部分5301和第一梁5303之间的间隔等配置图案(配置构成)可以与上述驱动部551的主干部分侧的第一梁5303相同。

[0142] 此外,弹性部530的形状不限于图示的形状,只要它是在期望的驱动方向上能够弹性变形的构成即可。并且,尽管本实施方式的弹性部530分别连接到驱动部551的主干部分的两个端部,但本发明不限于此,只要是能够相对于固定部531可移位地支承质量部501(驱动部551)的位置即可。

[0143] 对于具备包括这样的第一梁5303的第一部分5301的弹性部530的构成和优点,由于和上述第一实施方式同样,在上面已有详细说明,因此,这里省略重复的说明。

[0144] 根据上述第二实施方式的陀螺传感器1A,和第一实施方式的陀螺仪传感器1同样,能够减少蚀刻气体的流动引起的截面形状的波动,能够减小由截面形状的波动引起的包括多个第一部分5301的弹性部530的共振频率的波动,并能够减小检测精度的下降。

[0145] 另外,如上所述,间隔T1在一个陀螺仪传感器元件505中,可以是第一部分5301和作为结构体的驱动部551的主干部分之间的距离,但不限于此。例如,在多个陀螺仪传感器元件505配置在晶片上的状态下执行蚀刻等情况下,间隔T1可以是位于旁边的陀螺仪传感器元件505的部分(结构体)与该第一部分5301之间的距离(间隔),或是框架(支承框)与该第一部分5301之间的距离(间隔)。

[0146] <第三实施方式>

[0147] 接下来,参照图9和10对物理量传感器的第三实施方式进行说明。图9是示出物理量传感器的第三实施方式的陀螺仪传感器的简要构成的俯视图。图10是示意性地示出图9

所示的弹性部的一部分(F部分)的俯视图。另外,在下文中,将使用X轴、Y轴和Z轴对和第一实施方式同样的三个相互正交的轴进行说明。并且,在以下的说明中,主要描述与上述第一实施方式的不同之处,对于同样的事项,省略对其的说明。

[0148] 如图9和10所示,第三实施方式的陀螺仪传感器1B是能够检测绕X轴或绕Y轴的角速度的角速度传感器。如图9所示,该陀螺仪传感器1B包括:作为传感器元件的陀螺仪传感器元件(角速度传感器元件)605、和容纳陀螺仪传感器元件(角速度传感器元件)605的封装(未图示出)。另外,由于封装可以使用和上述第一实施方式同样的封装,因此,省略对其的说明。

[0149] 陀螺仪传感器元件605具有在X轴和Y轴方向上排列的四个元件体605a、605b、605c和605d,以及四个固定检测部(未图示出)。如图9所示,四个元件体605a、605b、605c和605d在+(正)X、+Y轴方向、+X、-(负)Y轴方向、-X、+Y轴方向以及-X、-Y轴方向具有彼此相同的构成。

[0150] 各元件体605a、605b、605c和605d具备质量部601a、601b、601c、601d。各元件体605a、605b、605c和605d通过连接元件体605a和元件体605b的支承梁640、连接元件体605c和元件体605d的支承梁640以及连接两个支承梁640和固定部510的连接梁620,以可移位的方式由固定部510支承。

[0151] 在下文中,将以元件体605a为代表性示例对构成进行说明。元件体605a具有:质量部601a;以圆弧状连接质量部601a的+X轴方向侧的端部和-X轴方向侧的端部的外框架部613a、614a;连接至外框架部613a、614a的驱动部610;与驱动部610相对的固定驱动电极618;相对于固定部633可移位地支承质量部601a的弹性部630。构成元件体605a的质量部601a、外框架部613a、614a、驱动部610和弹性部630是一体地形成的,包括将各元件体605a、605b、605c、605d连接到固定部510的支承梁620和连接梁620。

[0152] 在从Z轴方向观察时的俯视图(下文中简称为“俯视图”)中,质量部601a的外形呈一种包括圆形的中央部分、和沿+X轴方向从该中心部分在+X轴方向和-X轴方向两个方向延伸的大致扇形的延伸部分的形状。

[0153] 外框架部614a在+Y轴方向上,将质量部601a的+X轴方向侧的外边缘部分和-X轴方向侧的外边缘部分连接成圆弧形。外框架部613a在-Y轴方向上,将质量部601a的+X轴方向侧的外边缘部分和-X轴方向侧的外边缘部分连接成圆弧形。

[0154] 两个驱动部610分别设置在外框架部613a和质量部601a之间,以及外框架部614a和质量部601a之间,形成两种构成。驱动部610包括连接外框架部613a、614a和质量部601a的多个主干部分611,以及从主干部分611在两侧以圆弧形延伸的多个分支部分612。多个分支部分612排列成与质量部601a的中央部分的外边缘基本为同心圆的圆弧形。

[0155] 固定驱动电极618形成为与质量部601a的中央部分的外边缘基本为同心圆的圆弧形的梳齿状,以面向配置在驱动部610的主干部分611的两侧的分支部分612。

[0156] 多个弹性部630分别连接到各个质量部601a、601b、601c、601d的四个角落。也就是说,在本实施方式中,弹性部630设置在16个位置。在下文中,将以元件体605a的构成为代表性示例进行说明。多个弹性部630的一端连接到固定部633,另一端连接到质量部601a。多个弹性部630被构成为能够使质量部601a移位。如图10所示,各个弹性部630在俯视图中具有蛇形线形状,具有:沿X轴方向延伸的作为多个梁的第一部分6301,以及构成折叠部631并沿

Y轴方向延伸的第二部分6302。

[0157] 如图10所示,弹性部630具有:沿X轴方向延伸的作为细长形状的多个梁的第一部分6301、沿Y轴方向延伸的第二部分6302、沿Y轴方向延伸的第三部分6306、分别连接至两个第一部分6301的多个第一梁6303a、6303b。另外,图10中的间隔T1是梁(第一部分6301)和结构体(质量部601a)的间隔,间隔T2是梁(第一部分6301)和相邻梁(第一部分6301)的间隔。并且,第一部分6301比第二部分更长。另外,第一部分6301是由图中所示的虚线QL21、QL22、QL23、QL24、QL25、QL26、QL27界定的部分作为粗略边界线。第二部分6302构成所谓的折叠部631,其连接并折叠第一部分6301和相邻的第一部分6301的两个端部。多个第一部分6301被包括第二部分6302的折叠部631折叠以形成蛇行线形状。此外,弹性部630的一端经由第三部分6306连接到质量部601a,另一端连接到固定部633。

[0158] 另外,本实施方式的弹性部630包括多个第一部分6301。多个第一部分6301配置成彼此具有间隔T2而排列。在质量部601a侧(-Y轴方向侧)的第一部分6301中,与折叠部631相对侧的端部经由第三部分6306连接到质量部601a。其中,第一部分6301和作为结构体的质量部601a之间的间隔T1,相对于第一部分6301和第一部分6301之间的间隔T2,满足 $T2 < T1$ 的关系。在固定部633侧(+Y轴向侧)的第一部分6301中,与折叠部631相对侧的端部连接到固定部633。第二部分6302将相邻的第一部分6301的端部彼此连接,形成折叠部631。以这种方式连接的多个第一部分6301被包括第二部分6302的折叠部631折叠而形成蛇行线形状。另外,在多个第一部分6301中,优选在与长度方向(X轴方向)正交的方向(Y轴方向)上的宽度W1被构成为满足 $0 < W1 \leq 2 (\mu\text{m})$ 。

[0159] 第一梁6303a设置在质量部601a侧(在-Y轴方向侧)的第一部分6301与作为结构体的质量部601a之间。第一梁6303a在第一梁6303a和第一部分6301之间具有间隙T3,并经由连接部6304a连接到第一部分6301。第一梁6303a沿第一部分6301的长度方向延伸。

[0160] 第一梁6303a优选配置成与第一部分6301相对,以使第一梁6303a与第一部分6301之间的间隔T3与相邻的第一部分6301之间的间隔T2之间的比率 $T3/T2$ 比为 $0.8 < T3/T2 < 3.0$ 。并且,进一步优选第一梁6303a与第一部分6301之间的间隔T3进一步满足 $0.8 < T3/T2 \leq 2.0$ 。甚至更优选第一梁6303a和第一部分6301之间的间隔T3满足 $0.9 \leq T3/T2 \leq 1.1$ 。

[0161] 和第一实施方式同样,第一梁6303a设置用于减小第一部分6301的截面形状的波动,特别是在干法蚀刻期间,例如用于形成陀螺仪传感器元件605的Bosch法(Bosch工艺)等。另外,该截面形状的波动是由干法蚀刻时蚀刻气体的流动差异引起的,这是由陀螺仪传感器元件605的每个部分的形状图案的疏密引起的,但由于与第一实施方式相同,因此,在此省略详细的说明。

[0162] 另外,第一梁6303a不限于设置在质量部601a侧的第一部分6301侧,也可以设置在位于与质量部601a的配置侧相反一侧(固定部633侧)的第一部分6301中。在这种情况下,如图10所示那样,第一梁6303b经由连接部6304b配置,以便面对固定部633侧的第一部分6301。这里,第一部分6301和第一梁6303b之间的间隔等配置图案(配置构成)可以与上述质量部601a侧的第一梁6303a相同。

[0163] 此外,弹性部630的形状不限于图示的形状,只要它是在期望的驱动方向上能够弹性变形的构成即可。并且,尽管本实施方式的弹性部630分别连接到质量部601a的两侧,但本发明不限于此,只要是能够相对于固定部633可移位地支承质量部601a的位置即可,例如

质量部601a的X轴方向的两端的边等。

[0164] 对于具备包括这样的第一梁6303a、6303b的第一部分6301的弹性部630的构成和优点,由于和上述第一实施方式同样,在上面已有详细说明,因此,这里省略重复的说明。

[0165] 根据上述第三实施方式的陀螺传感器1B,和第一实施方式的陀螺仪传感器1同样,能够减少蚀刻气体的流动引起的截面形状的波动,能够减小由截面形状的波动引起的包括多个第一部分6301的弹性部630的共振频率的波动,并能够减小检测精度的下降。

[0166] 另外,如上所述,间隔T1在一个陀螺仪传感器元件605中,可以是第一部分6301和作为结构体的质量部601a之间的距离,但不限于此。例如,在多个陀螺仪传感器元件605配置在晶片上的状态下执行蚀刻等情况下,间隔T1可以是位于旁边的陀螺仪传感器元件605的结构体与该第一部分6301之间的距离(间隔),或是框架(支承框)与该第一部分6301之间的距离(间隔)。

[0167] (复合传感器)

[0168] 接下来,参照图11,对具备上述陀螺仪传感器1、1A、1B中的任一种的复合传感器的构成例进行说明。图11是示出复合传感器的简要构成的功能框图。

[0169] 图11所示的复合传感器900包括用于检测例如汽车、机器人等的运动物体(可穿戴装置)的姿态或行为(惯性动量)的三轴角速度传感器,以及三轴加速度传感器,起到所谓的六轴运动传感器的作用。

[0170] 如图11所示,复合传感器900包括能够检测一个轴的角速度的三个角速度传感器920x、920y和920z,以及能够检测三个轴的加速度的加速度传感器950。角速度传感器920x、920y和920z不受特别限制,可以使用利用科里奥利力的陀螺仪传感器1、1A和1B中的任一个。角速度传感器920x、920y和920z分别如上述实施方式中那样,是降低检测精度的传感器,能够进行稳定的高精度的角速度检测。加速度传感器950还可以设置有独立的传感器,以分别测量三个轴向上的加速度。

[0171] 根据这样的复合传感器900,由应用上述实施方式的陀螺仪传感器1、1A、1B中的任一个的角速度传感器920x、920y、920z和能够检测三个轴的加速度的加速度传感器950,能够容易地构成复合传感器900,因此,能够容易地取得例如角速度数据和加速度数据。

[0172] <惯性测量单元>

[0173] 接下来,参照图12和图13,对惯性测量单元(IMU:Inertial Measurement Unit)进行说明。图12是示出惯性测量单元的简要构成的立体分解图。图13是示出惯性测量单元的惯性传感器元件的配置例的立体图。

[0174] 图12所示的惯性测量单元2000(IMU:Inertial Measurement Unit)是用于检测汽车、机器人等运动物体(可穿戴装置)的姿态或行为(惯性动量)的装置。惯性测量单元2000用作所谓的六轴运动传感器,其包括三轴加速度传感器和三轴角速度传感器。

[0175] 惯性测量单元2000是平面形状呈大致方形的矩形。并且,作为固定部的螺丝孔2110形成在位于正方形的对角线方向上的两个顶点附近。惯性测量单元2000可以通过这两处螺丝孔2110的两个螺丝固定到汽车等待安装物体的待安装表面上。例如,通过部件的选定或设计变更,还能够减小尺寸,使其能够安装在例如智能手机或数码相机上。

[0176] 惯性测量单元2000具有外壳2100、接合部件2200和传感器模块2300,在外壳2100的内部,形成经由接合部件2200插入传感器模块2300的构成。此外,传感器模块2300具有内

壳2310和基板2320。

[0177] 和惯性测量单元2000的整个形状同样,外壳2100的外形是平面形状呈大致方形的矩形,螺丝孔2110分别形成在位于正方形的对角线方向上的两个位置的顶点附近。另外,外壳2100是盒状的,传感器模块2300容纳在其内部。

[0178] 内壳2310是支承基板2320的部件,具有可容纳在外壳2100内部的形状。并且,内壳2310形成有用于防止与基板2320接触的凹部2311和用于使稍后描述的连接器2330暴露的开口2312。这样的内壳2310经由接合部件2200(例如,浸渍有粘接剂的垫圈)接合到外壳2100。并且,基板2320经由粘接剂接合到内壳2310的下表面。

[0179] 如图13所示,在基板2320的上表面上,安装有连接器2330、用于检测绕Z轴的角速度的角速度传感器2340z、用于检测X轴、Y轴和Z轴各轴向的加速度的加速度传感器2350。并且,在基板2320的侧面上,安装有用于检测绕X轴的角速度的角速度传感器2340x和用于检测绕Y轴的角速度的角速度传感器2340y。另外,角速度传感器2340z、2340x和2340y不受特别限制,可以使用利用科里奥利力的陀螺仪传感器1、1A和1B中的任一个。此外,加速度传感器2350不受特别限制,可以使用静电电容型加速度传感器等。

[0180] 另外,在基板2320的下表面安装有控制IC2360。控制IC2360是MCU(微控制器单元),内置包括非易失性存储器的存储部、A/D转换器等,控制惯性测量单元2000的各个部分。存储部存储有规定用于检测加速度和角速度的顺序和内容的程序,以及用于将检测到的数据数字化并将其合并到分组数据的程序、随附数据等。另外,基板2320上安装有其它多个电子元器件。

[0181] 以上,对惯性测量单元2000进行了说明。这种惯性测量单元2000包括:角速度传感器2340z、2340x、2340y和加速度传感器2350,以及控制这些传感器2340z、2340x、2340y、2350的驱动的控制IC2360(控制电路)。因此,可以享受上述陀螺仪传感器1的效果,并能够获得可靠性高的惯性测量单元2000。

[0182] <便携式电子设备>

[0183] 接下来,将参考图14和15,对使用陀螺仪传感器1、1A和1B中的任一个的便携式电子设备进行详细说明。在下文中,作为便携式电子设备的一个示例,将描述手表式活动仪(主动追踪器),并将其作为应用陀螺仪传感器1的构成进行说明。

[0184] 如图14所示,手表式活动仪(主动追踪器)的腕式设备1000通过带1032、1037等,安装到用户的手腕等部位(被检测物体),其具备数字显示的显示部150,同时还能够无线通信。上述实施方式的陀螺仪传感器1与测量加速度的传感器等一起结合在腕式设备1000中,作为测量角速度的角速度传感器114(参见图15)。

[0185] 腕式设备1000包括:外壳1030,其中至少容纳角速度传感器114(参见图15);容纳在外壳1030中的处理部100(参见图15),用于处理来自角速度传感器114的输出数据;显示部150,容纳在外壳1030中;透光罩1071,封闭外壳1030的开口部。在外壳1030的透光罩1071的外侧设置有边框1078。在外壳1030侧面,设置有多个操作按钮1080、1081。在下文中,将参考图15,进一步详细说明。

[0186] 加速度传感器113检测彼此交叉(理想状态下为正交)的三个轴向上的每个加速度,并输出基于检测到的三轴加速度的大小和方向的信号(加速度信号)。另外,角速度传感器114检测在彼此交叉(理想状态下为正交)的三个轴向上的每个角速度,输出基于检测到

的三轴角速度的大小和方向的信号(角速度信号)。

[0187] 在构成显示部150的液晶显示器(LCD)中,例如,根据各种检测模式显示下述信息,即:使用GPS传感器110或地磁传感器111的位置信息;使用移动量或加速度传感器113或使用角速度传感器114等的运动量等运动信息;使用脉冲传感器115等的脉搏率等生物信息;或当前时间等时间信息等。另外,也可以显示使用温度传感器116的环境温度。

[0188] 通信部170执行用于在用户终端和信息终端(未图示出)之间建立通信的各种控制。通信部170包括例如蓝牙(注册商标)(包括BTLE:蓝牙低功耗)、Wi-Fi(注册商标)(无线保真)、Zigbee(注册商标)、NFC(近场通信)、ANT+(注册商标)等近距离无线通信标准所对应的收发器或USB(通用总线)等通信总线标准所对应的连接器而构成。

[0189] 处理部100(处理器)例如由MPU(微处理单元)、DSP(数字信号处理器)、ASIC(专用集成电路)等构成。处理部100基于存储在存储部140中的程序和从操作部120(例如操作按钮1080、1081)输入的信号,执行各种处理。处理部100的处理包括:对GPS传感器110、地磁传感器111、压力传感器112、加速度传感器113、角速度传感器114、脉冲传感器115、温度传感器116和计时部130的各个输出信号的数据处理;在显示部150上显示图像的显示处理;将声音输出到声音输出部160的声音输出处理;通过通信部170与信息终端进行通信的通信处理;从电池180向各个部分供电的电力控制处理等。

[0190] 这样的腕式设备1000至少能够具有下述功能:

[0191] 1. 距离:通过高精度GPS功能测量从测量开始起计的总距离(移动距离)和移动轨迹。

[0192] 2. 步速:根据测量的步速距离值显示当前的行走速度。

[0193] 3. 平均速度:计算并显示从开始行走到当前的平均速度。

[0194] 4. 海拔:使用GPS功能,测量并显示海拔。

[0195] 5. 步幅:即使在GPS无线电波无法到达的隧道等位置中,也测量并显示步幅。

[0196] 6. 间距:测量并显示每分钟的步数。

[0197] 7. 心率:通过脉搏传感器测量并显示心率。

[0198] 8. 梯度:在山区的训练或越野跑中,测量并显示地面坡度。

[0199] 9. 自动分圈计测:跑过预先设定的固定距离或固定时间时,自动执行圈数测量。

[0200] 10. 运动消耗卡路里:显示消耗的卡路里。

[0201] 11. 步数:显示从运动开始起计的总步数。

[0202] 另外,腕式设备1000可以广泛应用于跑步手表、跑步者的手表、支持铁人两项或铁人三项等多种运动的跑步手表、户外手表、以及配备有卫星定位系统例如GPS的GPS手表等。

[0203] 另外,在上述中,使用GPS(全球定位系统)作为卫星定位系统进行了说明,但也可以使用其它全球导航卫星系统(GNSS:Global Navigation Satellite System)。例如,也可以使用一个或多个卫星定位系统,如EGNOS(欧洲地球同步卫星导航覆盖服务)、QZSS(准天顶卫星系统)、GLONASS(全球卫星导航系统)、GALILEO(伽利略卫星导航系统)、北斗(北斗卫星导航系统)等。此外,也可以对至少一个卫星定位系统利用WAAS(广域增强系统)、EGNOS(欧洲地球静止卫星导航覆盖服务)等对地静止卫星式卫星导航增强系统(SBAS:基于卫星的增强系统)。

[0204] 由于这种便携式电子设备包括陀螺仪传感器1和处理部100,因此,它具有优异的

可靠性。

[0205] <电子设备>

[0206] 接下来,参照图16至图18,对使用陀螺仪传感器1、1A、1B中的任一个的电子设备进行详细说明。另外,在以下描述中,将例示说明应用陀螺仪传感器1的构成。

[0207] 首先,参照图16,对电子设备的一个示例的移动型个人计算机进行说明。图16是示意性地示出电子设备的一个示例的移动型个人计算机的构成的立体图。

[0208] 在该图中,个人计算机1100由设置有键盘1102的主体部1104和具有显示部1108的显示单元1106组成,显示单元1106通过铰链结构部相对于主体部1104可旋转地被支承。这样的个人计算机1100中内置有用作角速度传感器的陀螺仪传感器1,并且控制部1110能够基于陀螺仪传感器1的检测数据执行例如姿态控制等控制。

[0209] 图17是示意性地示出电子设备的一个示例的智能手机(便携电话)的构成的立体图。

[0210] 在该图中,在智能手机1200中安装有上述陀螺仪传感器1。由陀螺仪传感器1检测的检测数据(角速度数据)被发送到智能手机1200的控制部1201。控制部1201包括CPU(中央处理单元)而构成,能够从接收到的检测数据识别智能手机1200的姿势和行为,改变显示在显示部1208上的显示图像,发出警告声或效果声,或驱动振动电机以振动主体。换句话说,执行智能手机1200的动作感知,从测量的姿势和行为,能够改变显示内容,发出声音或振动等。特别是当执行游戏的应用程序时,能够享受接近现实的逼真感觉。

[0211] 图18是示出电子设备的一个示例的数字静态照相机的立体图。另外,在该图中还简要示出了与外部设备的连接。

[0212] 在该图中,数字静态照相机1300的壳体(主体)1302的背面设置有显示部1310,被构成为基于CCD的成像信号进行显示,显示部1310还用作取景器,用于将被拍摄物作为电子图像显示。并且,在壳体1302的正面侧(图中的背面侧)设置有包括光学透镜(成像光学系统)和CCD等的光接收单元1304。

[0213] 拍摄者确认显示在显示部1310上的被拍摄物图像,并按下快门按钮1306之后,此时的CCD的成像信号被传送并存储在存储器1308中。并且,在该数字静态照相机1300中,在壳体1302的侧面上设置有视频信号输出端子1312和用于数据通信的输入/输出端子1314。并且,如图所示,根据需要,视频信号输出端子1312连接电视监视器1430,用于数据通信的输入/输出端子1314连接个人计算机1440。此外,形成一种通过预定操作,存储在存储器1308中的成像信号输出到电视监视器1430或个人计算机1440中的构成。这种数字静态照相机1300中内置有用作角速度传感器的陀螺仪传感器1,控制部1316能够基于陀螺仪传感器1的检测数据执行例如相机抖动校正等控制。

[0214] 由于这种电子设备包括陀螺仪传感器1和控制部1110、1201、1316,因此,具有优异的可靠性。

[0215] 另外,具备陀螺仪传感器1的电子设备除了应用于图16的个人计算机、图17的智能手机(便携电话)、图18的数字静态照相机以外,还可以应用于例如:平板终端、时钟、喷墨式喷射设备(例如,喷墨打印机)、膝上型个人计算机、电视机、摄像机、录像机、汽车导航装置、寻呼机、电子手账(包括通信功能)、电子辞典、计算器、电子游戏机、文字处理器、工作站、可视电话、用于防止犯罪的电视监视器、电子双筒望远镜、POS终端、医疗设备(例如,电子体温

计、血压计、血糖仪、心电图测量装置、超声波诊断装置、电子内窥镜)、鱼探测器、各种测量仪器、仪表类(例如,用于车辆、飞机和船只的仪表类)、飞行模拟器、地震仪、计步器、测斜仪、测量硬盘振动的振动计、机器人和无人机等飞机姿态控制装置、用于汽车的自动驾驶惯性导航的控制设备等。

[0216] <移动物体>

[0217] 接下来,在图19中示出使用陀螺仪传感器1、1A和1B中的任一个的移动物体,并详细说明。另外,在以下说明中,将例示并说明应用陀螺仪传感器1的构成。图19是表示作为移动物体的一例的汽车的构成的立体图。

[0218] 如图19所示,汽车1500中内置有陀螺仪传感器1,例如,能够通过陀螺仪传感器1检测车体1501的姿势。陀螺仪传感器1的检测信号被提供给作为控制车体姿态的姿态控制部的车体姿态控制装置1502,车体姿态控制装置1502能够基于该信号检测车体1501的姿态,并根据检测结果控制汽车悬架的硬度,或控制各个车轮1503的制动。此外,陀螺仪传感器1广泛应用于无钥匙进入系统、防盗器、汽车导航系统、汽车空调、防抱死制动系统(ABS)、气囊、轮胎压力监测系统(TPMS)、发动机控制系统(发动机系统)、用于自动驾驶的惯性导航的控制设备、混合动力车辆或电动车辆的电池监控器等电子控制单元(ECU)。

[0219] 另外,除了上述示例之外,应用于移动物体的陀螺仪传感器1还可以用作例如双足步行机器人或电气火车等的姿势控制、无线电控制飞机、无线电控制直升机以及无人机等的遥控操作或自主飞行物体的姿势控制、农业机械(农机)或建设机械(施工机械)等的姿势控制、火箭、人造卫星、船舶、AGV(自动导引车)以及双足步行机器人等的控制。如上所述,在实现各种移动物体的姿势控制时,陀螺仪传感器1和各个控制部(未图示出)结合在一起。

[0220] 由于这样的移动物体具备陀螺仪传感器1和控制部(例如,作为姿势控制部的车体姿态控制装置1502),因此,具有优异的可靠性。

[0221] 如上所述,尽管已经基于图示的实施方式对物理量传感器、复合传感器、惯性测量单元、便携式电子设备、电子设备和移动物体进行了说明,但本发明不限于此,各部分的构成可以由具有相同功能的任意构成替换。此外,可以将任何其他组件添加到本发明中。

[0222] 另外,在上述实施方式中,X轴、Y轴和Z轴彼此正交,但本发明不限于此,只要X轴、Y轴和Z轴彼此相交即可,例如,X轴可以相对于YZ平面的法线方向稍微倾斜,Y轴可以相对于XZ平面的法线方向稍微倾斜,Z轴可以相对于XY平面的法线方向稍微倾斜。另外,“稍微”意味着物理量传感器(陀螺仪传感器1)能够发挥其作用的范围,具体的倾斜角(数值)根据构成等而变化。

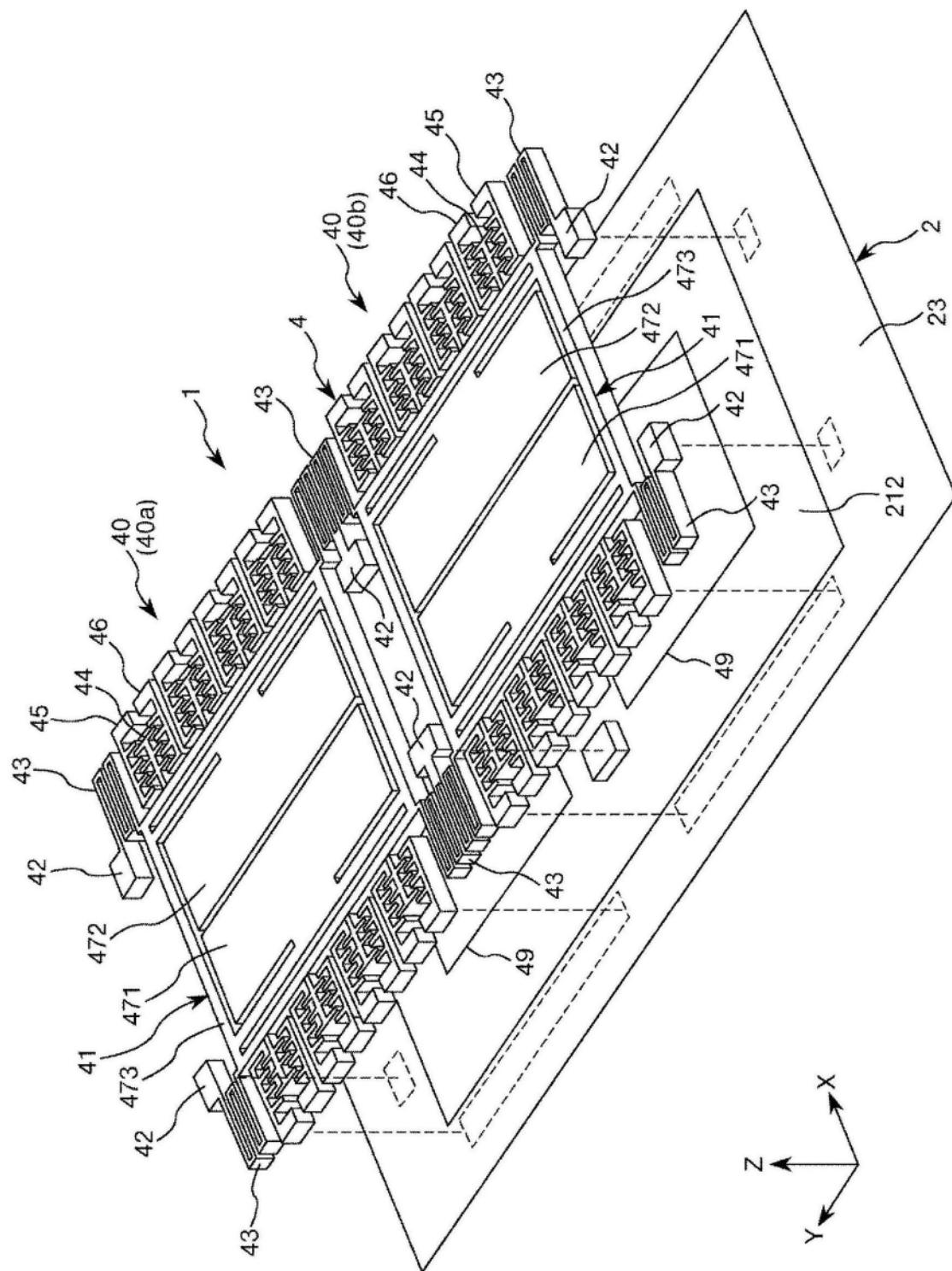


图1

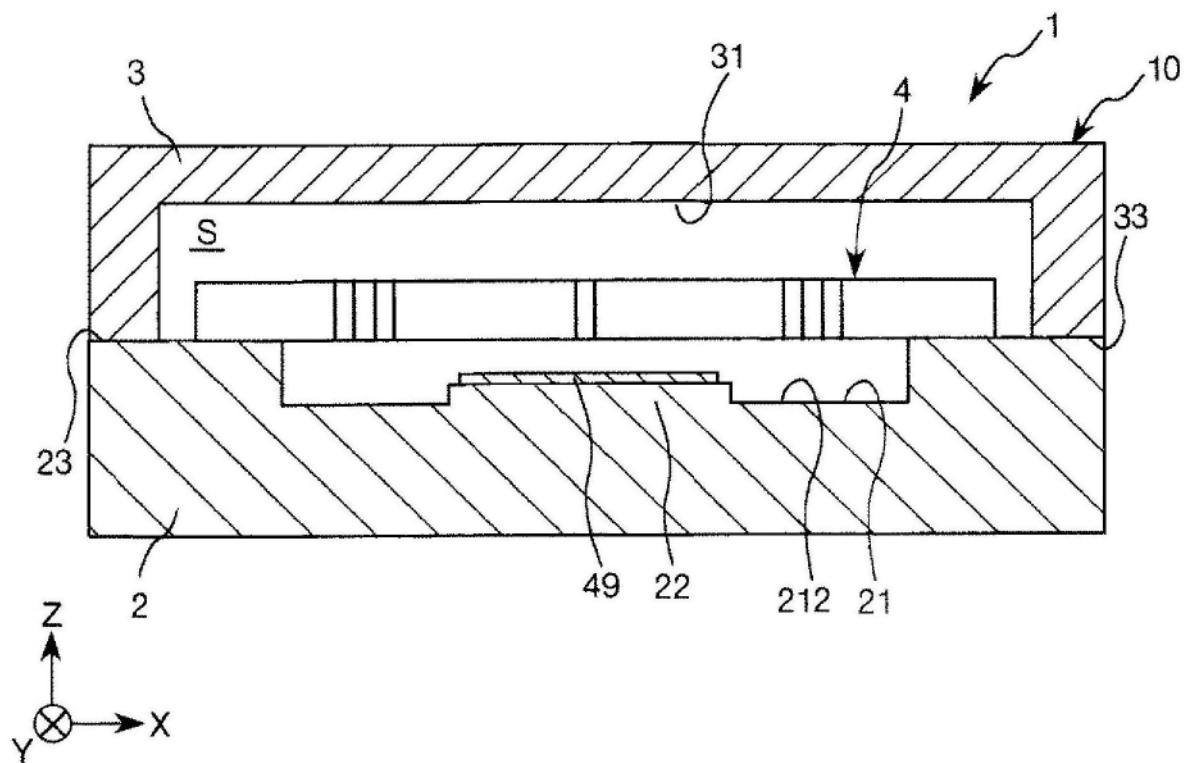


图2

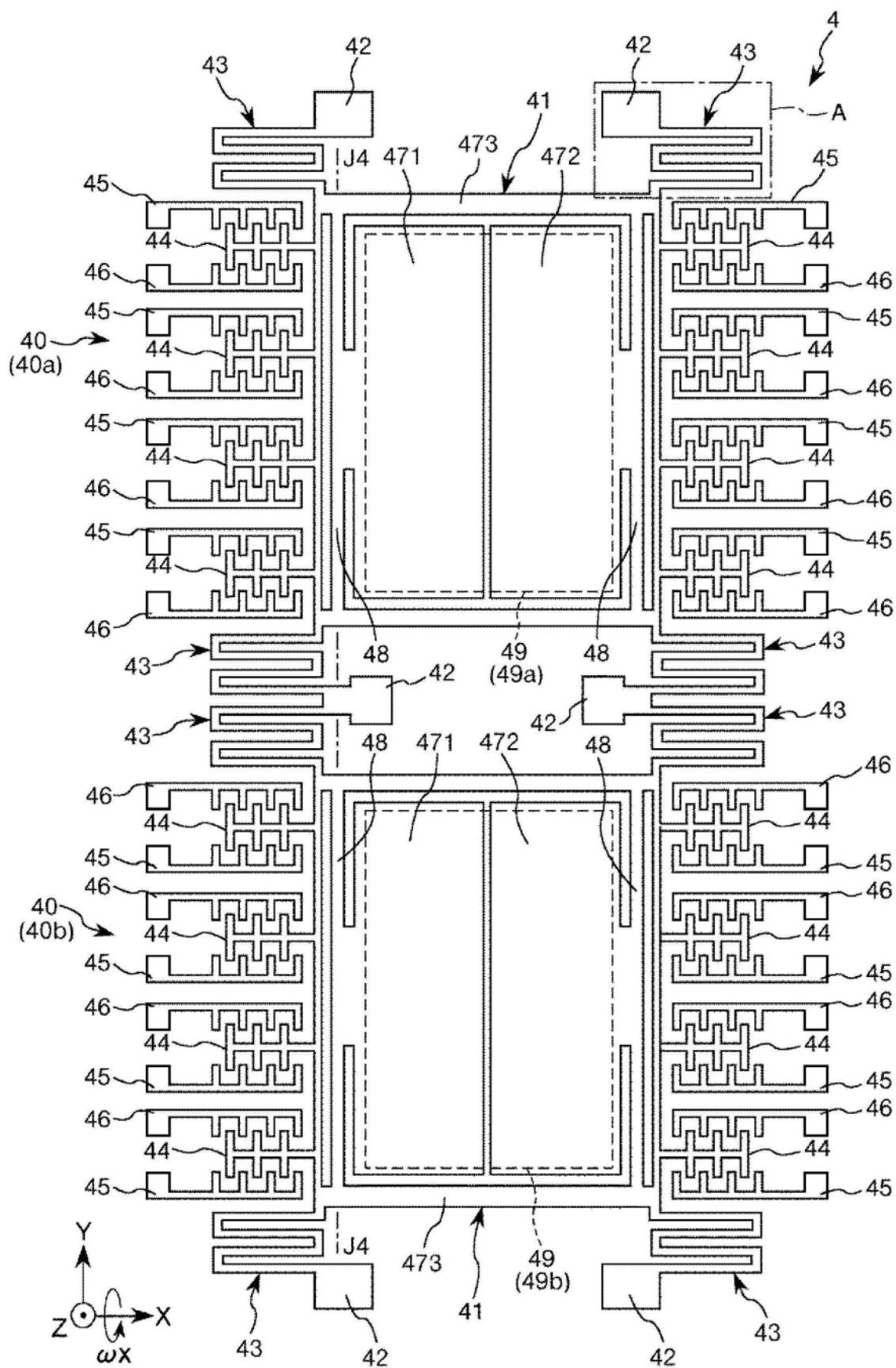


图3

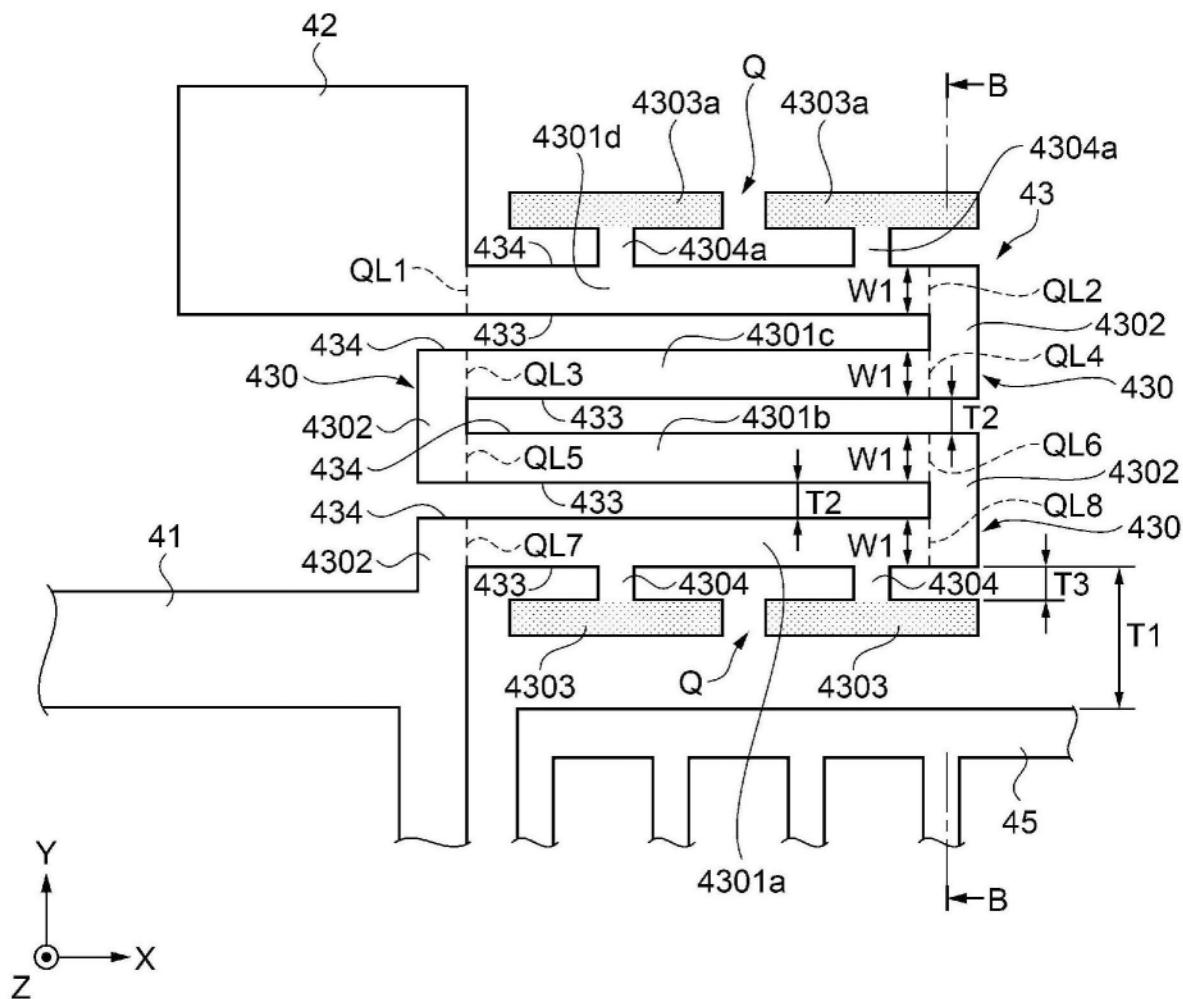


图4

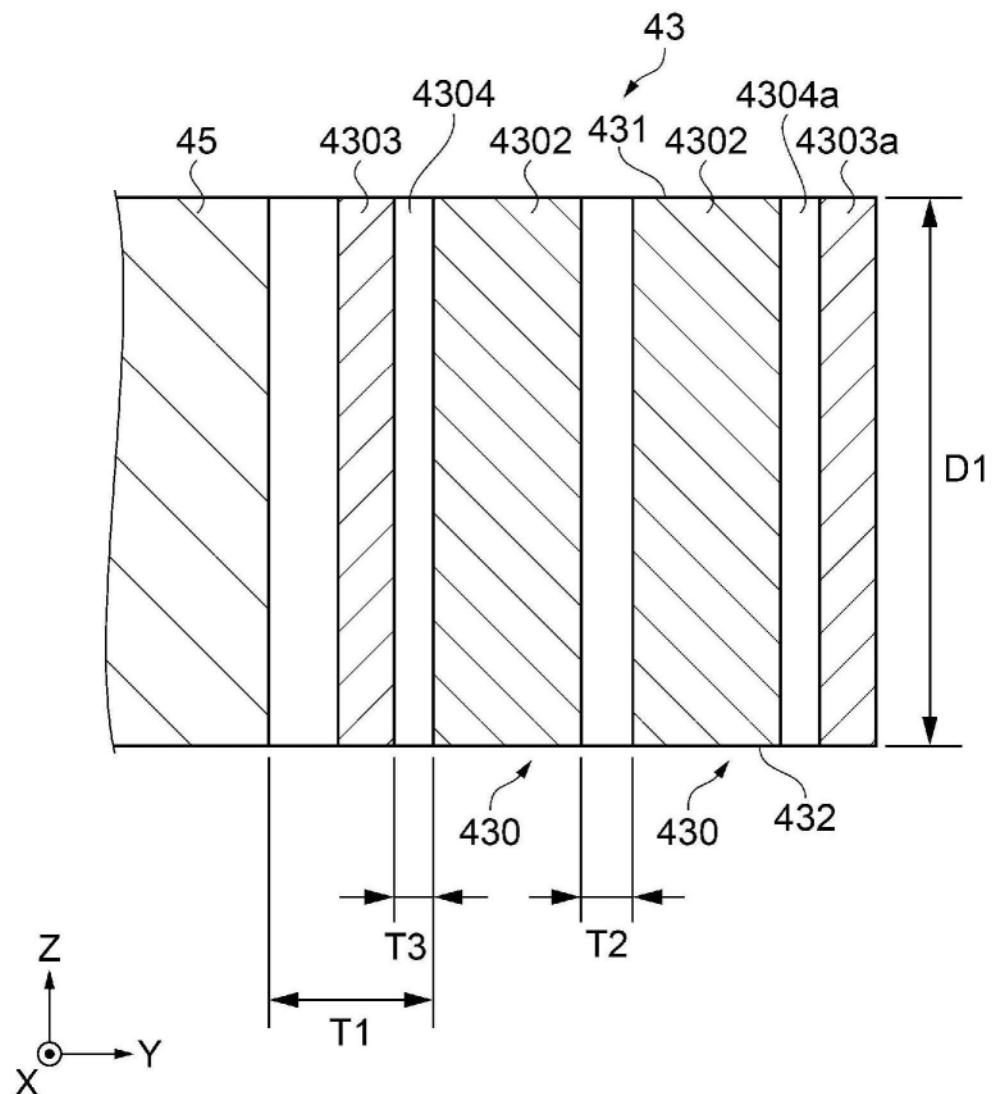


图5

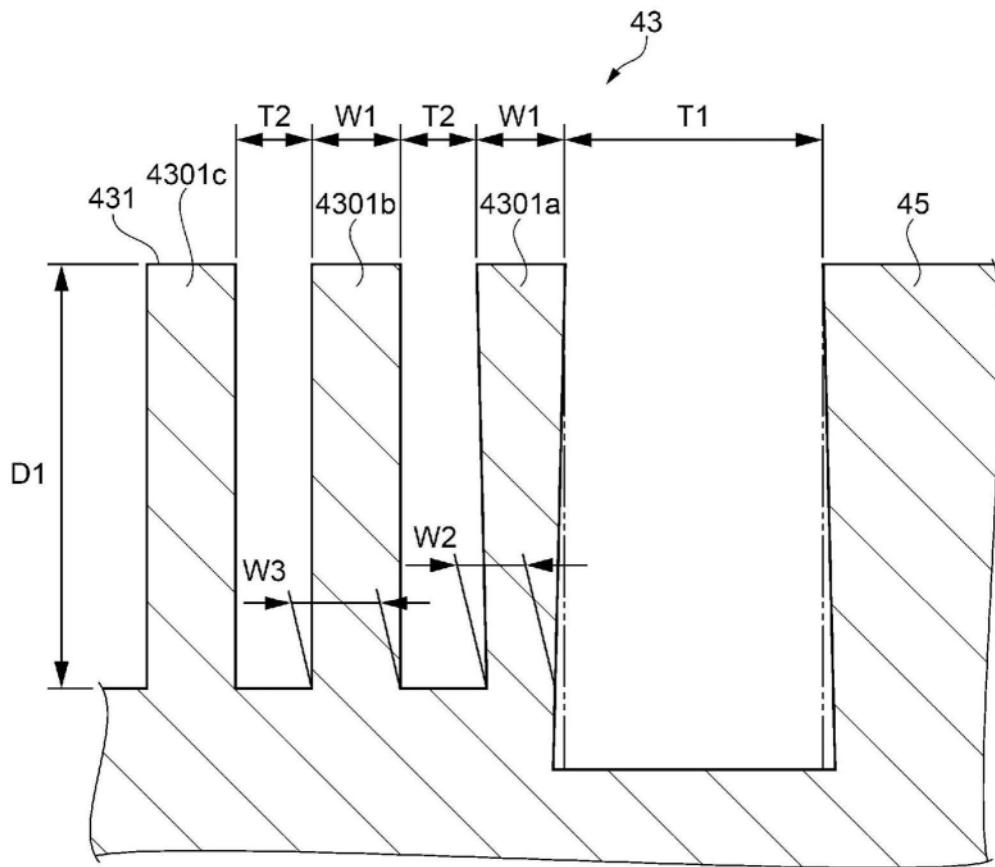


图6A

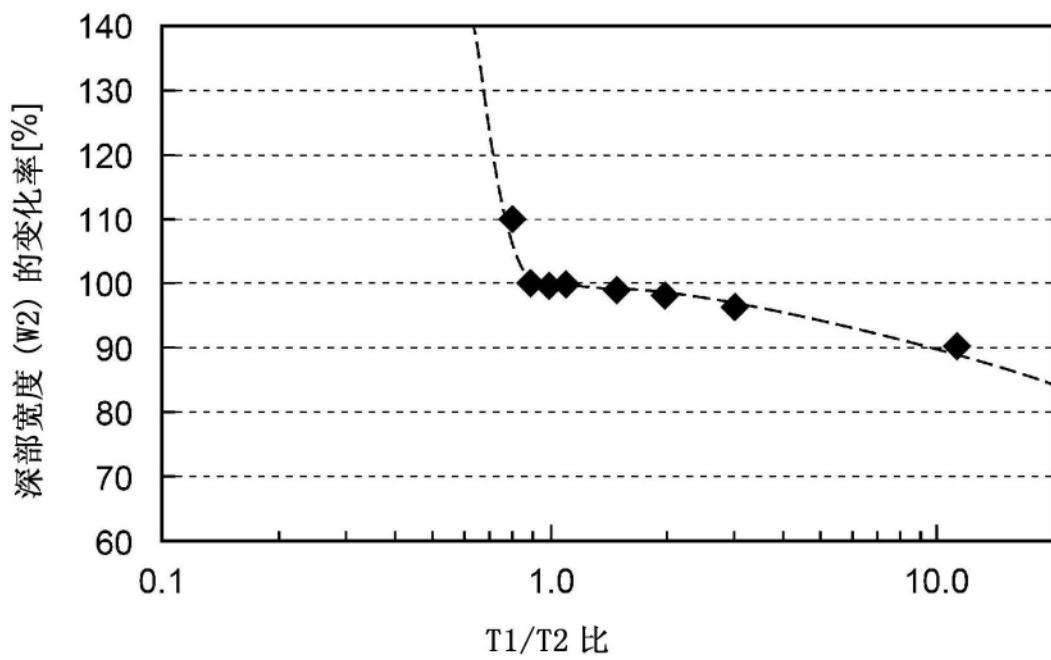


图6B

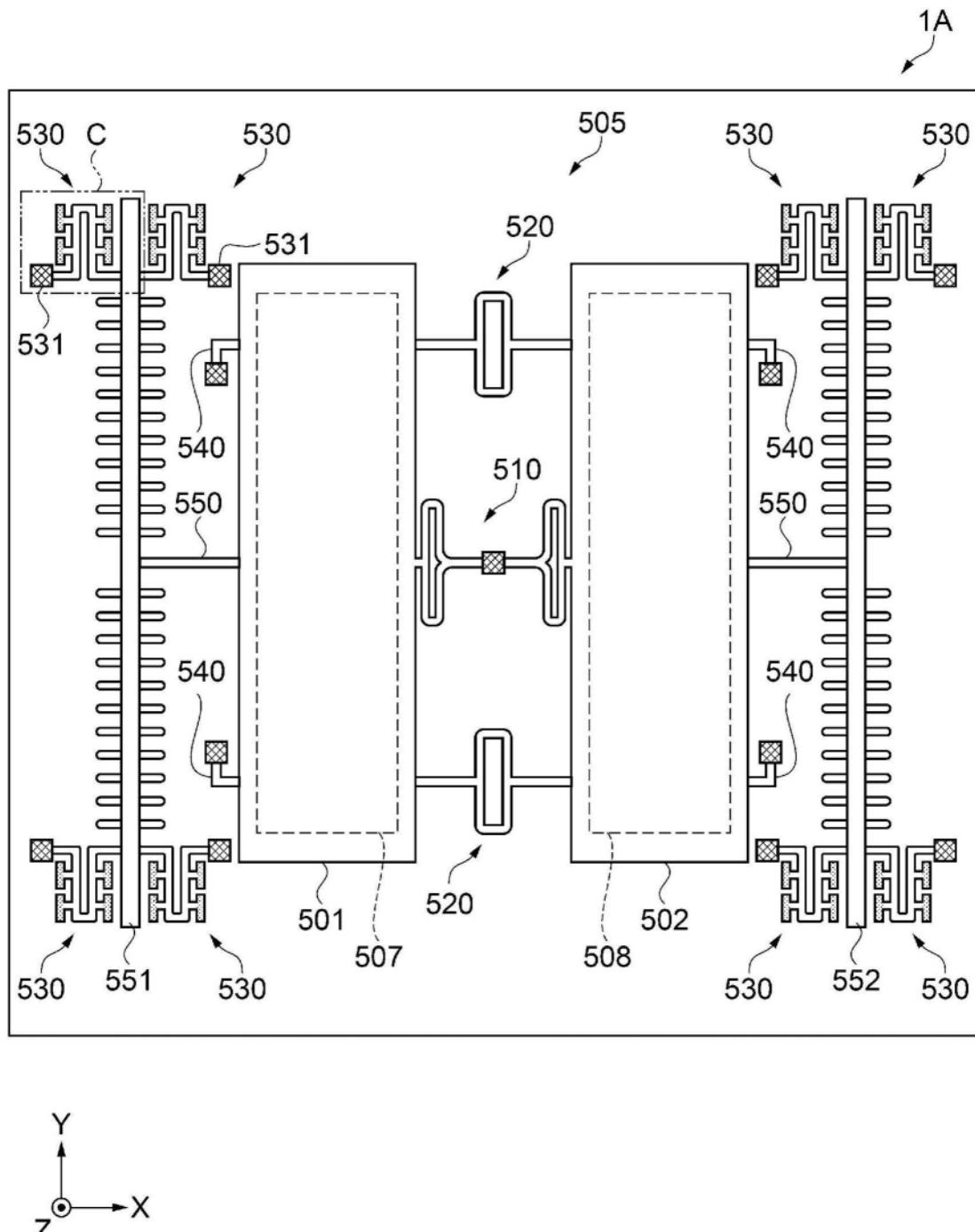


图7

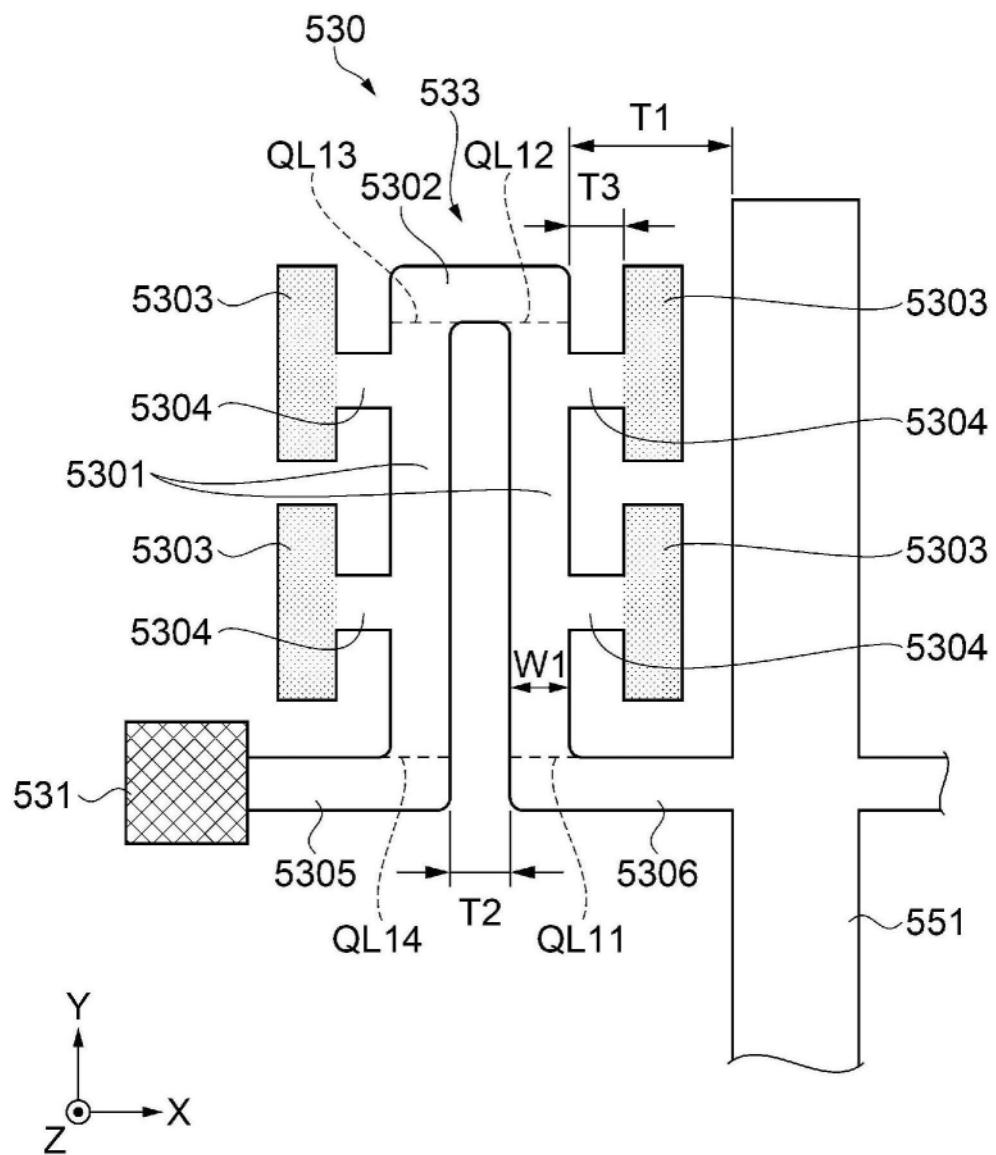


图8

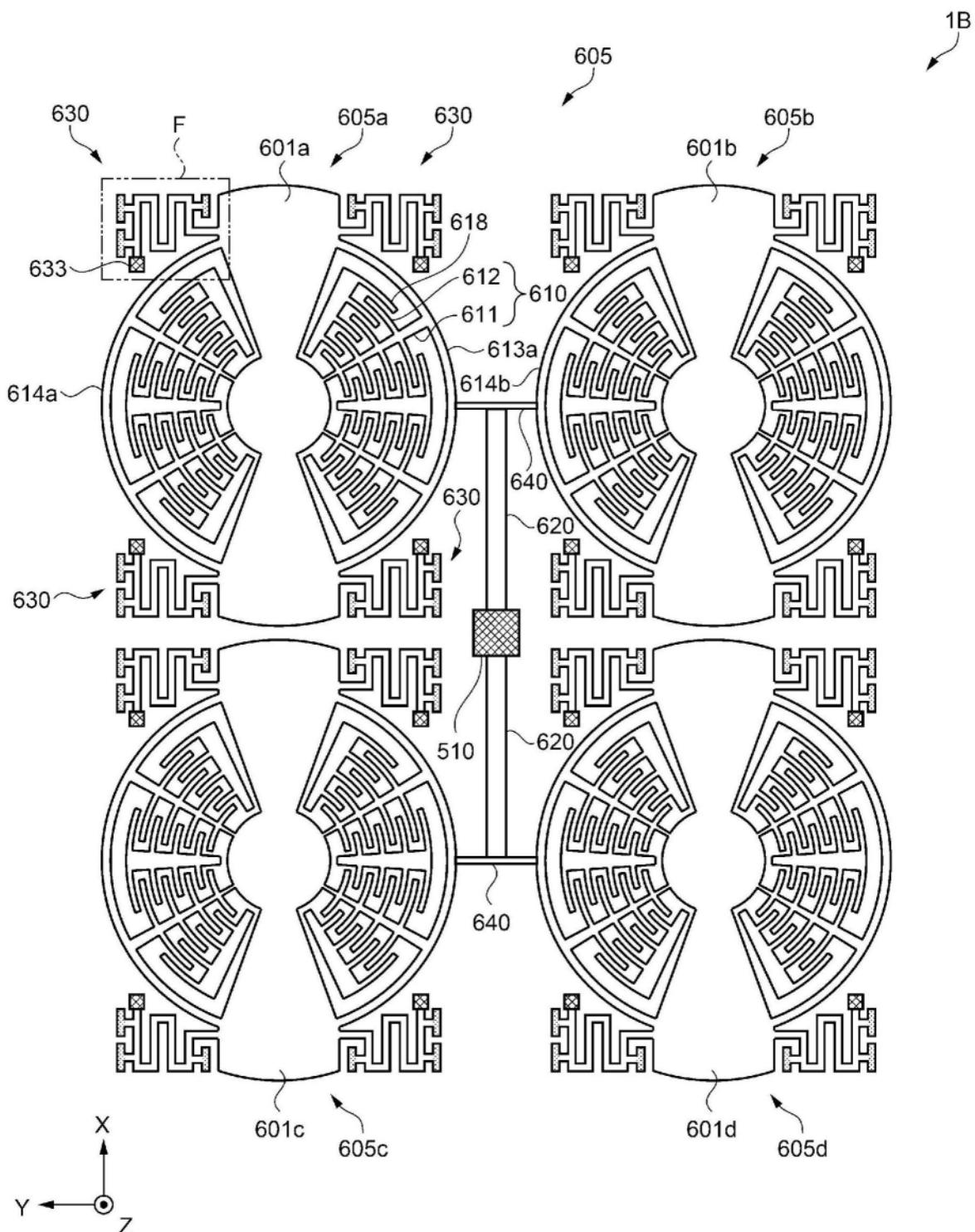


图9

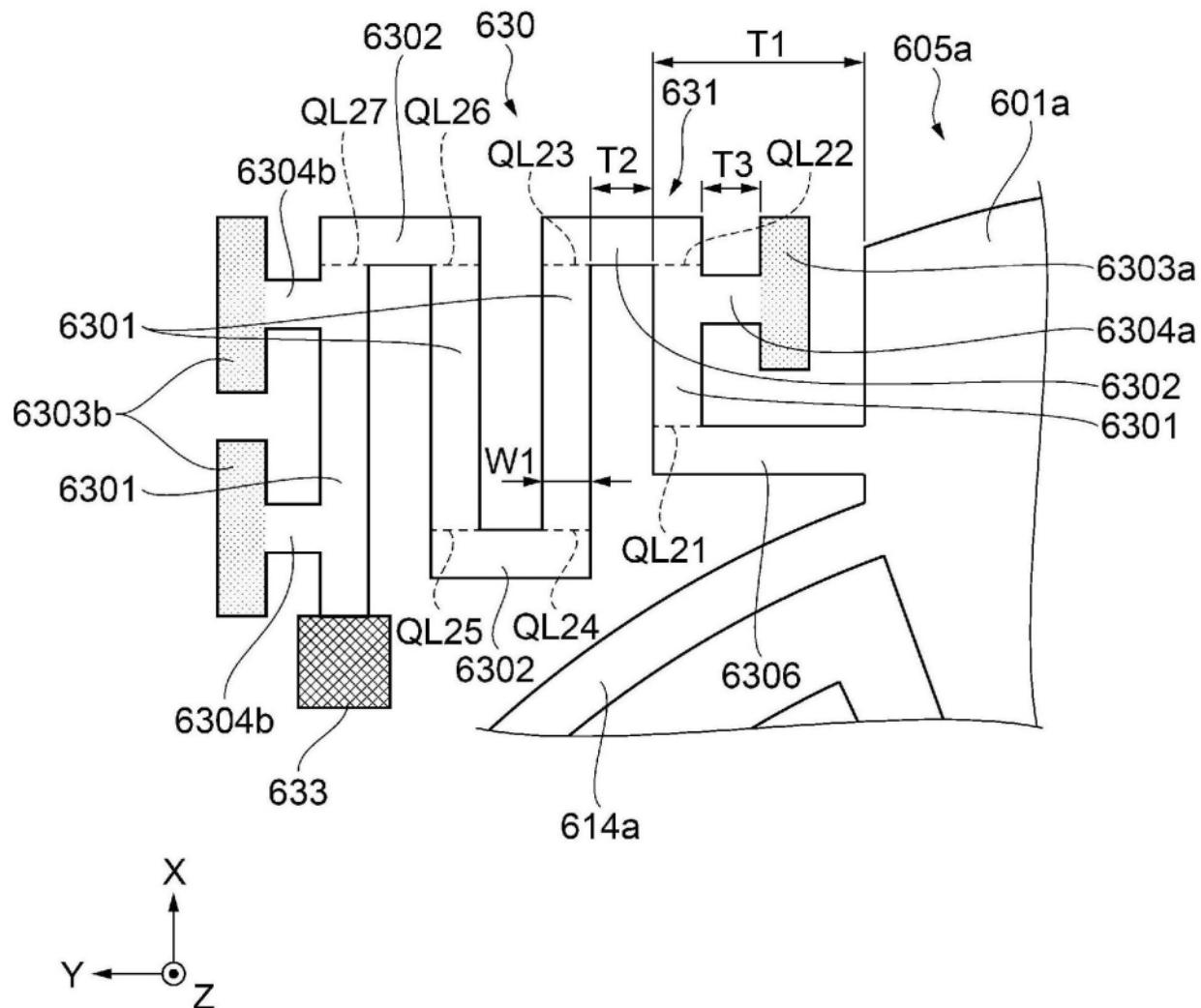


图10

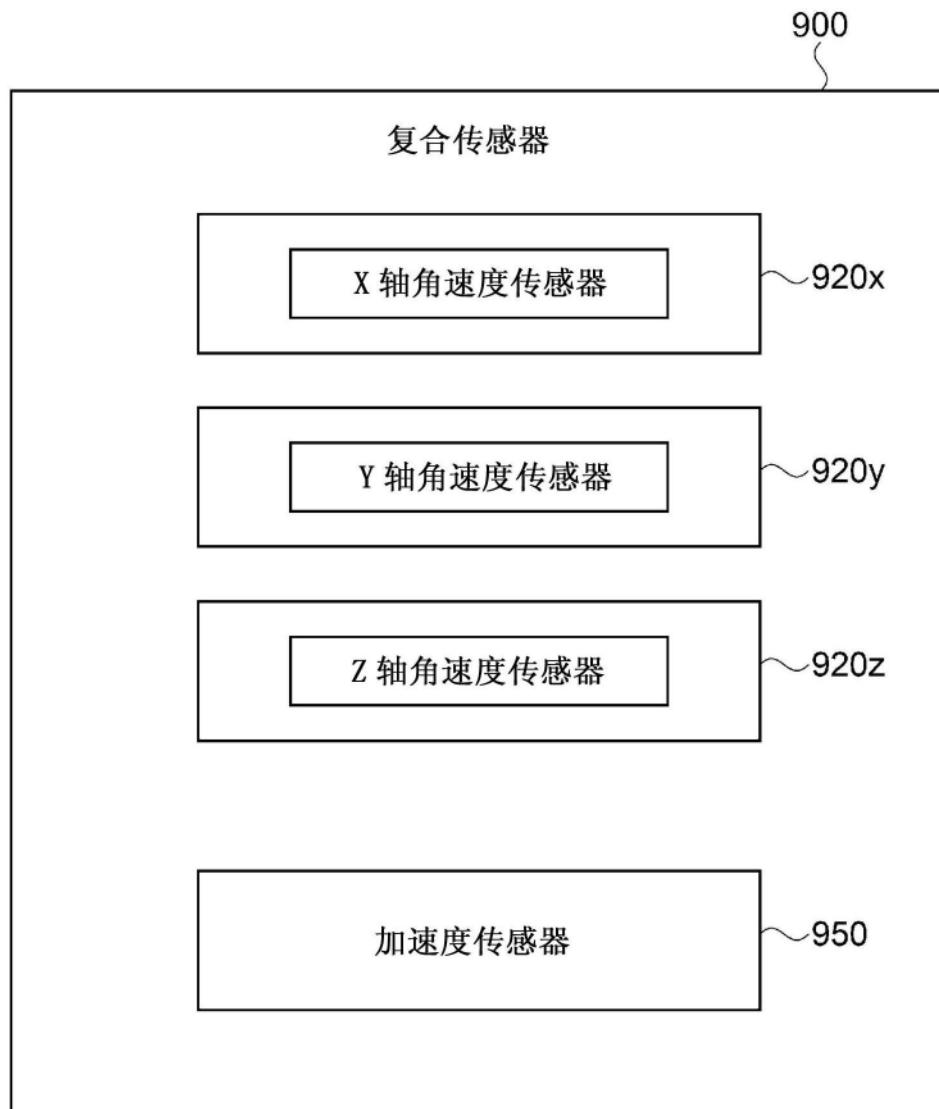


图11

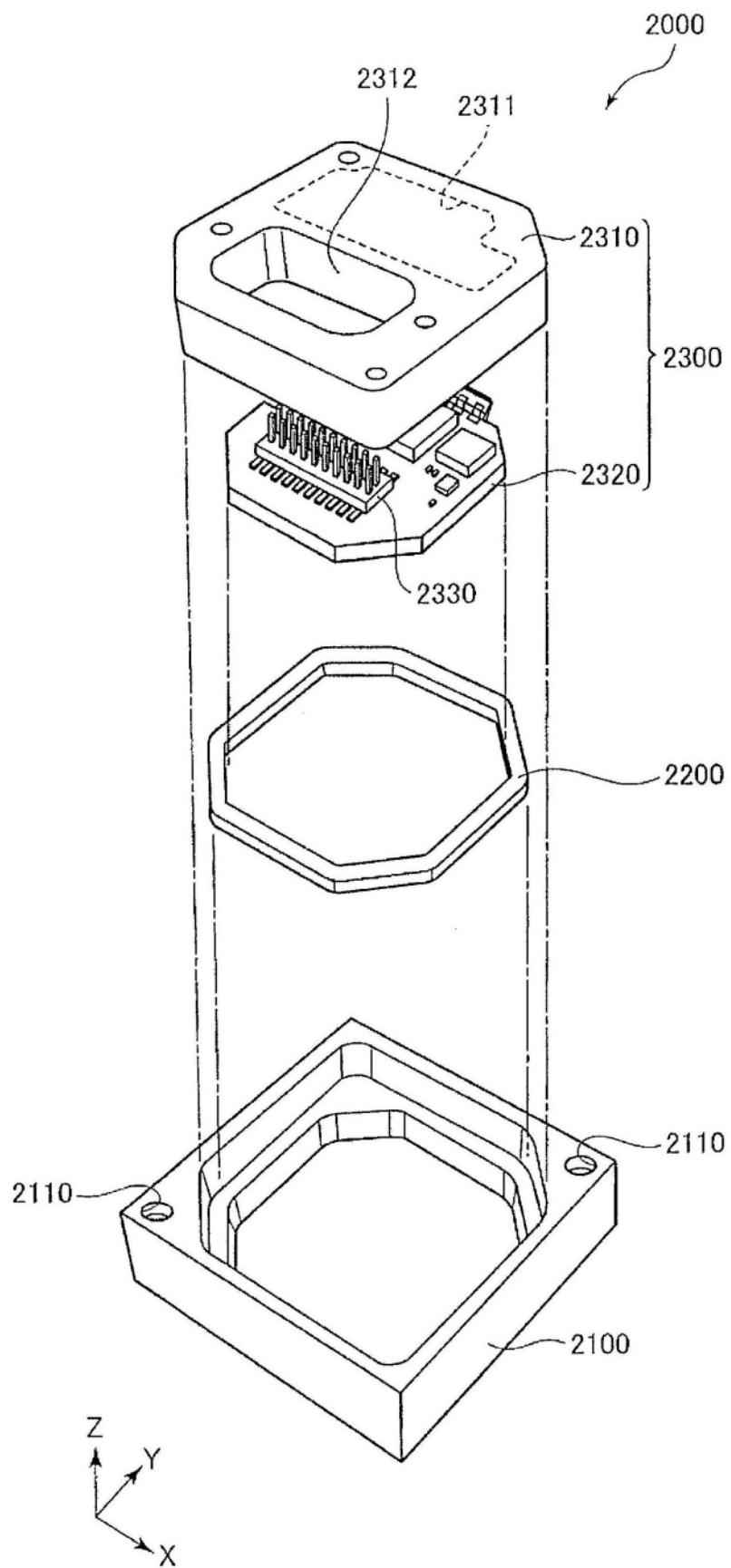


图12

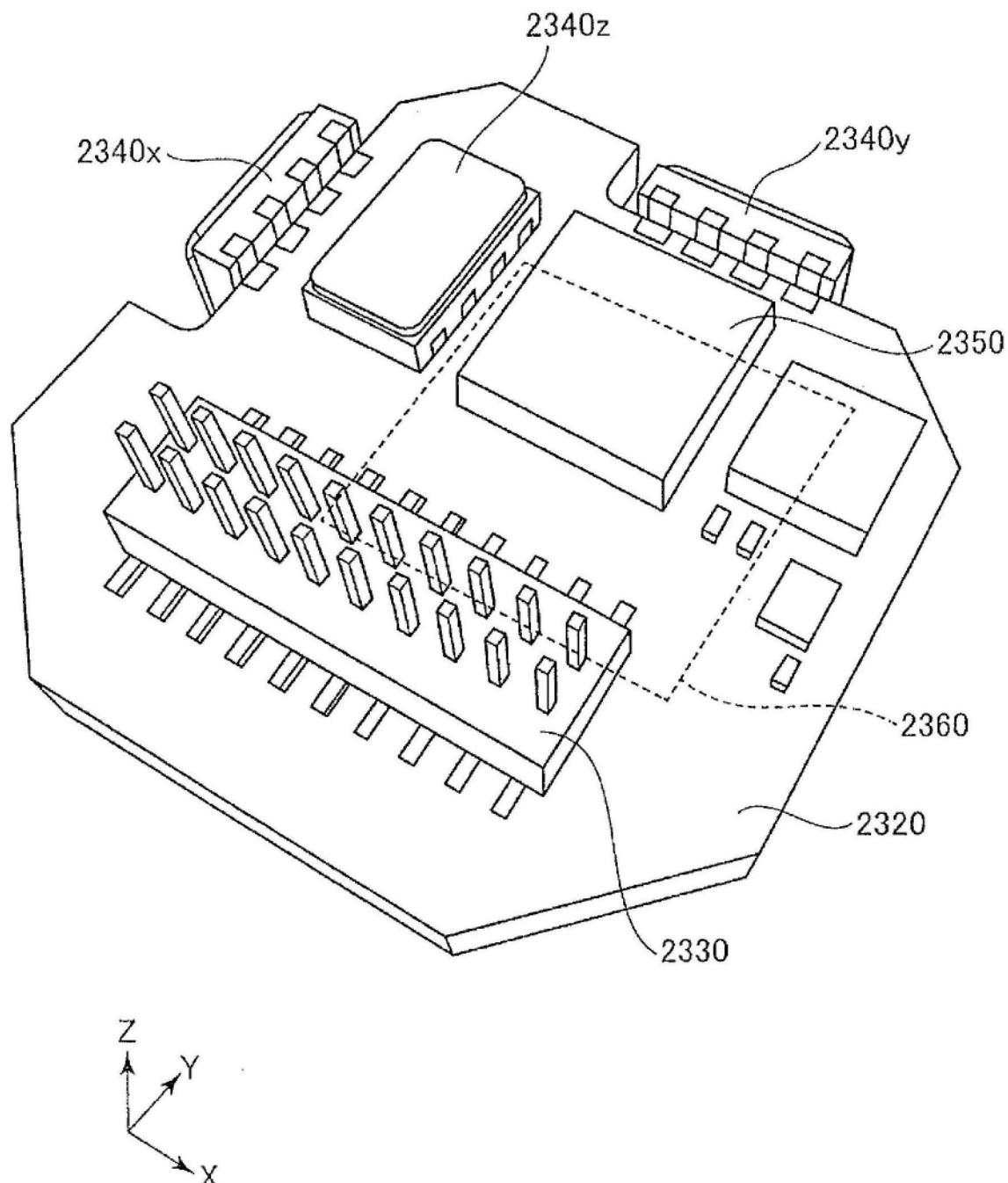


图13

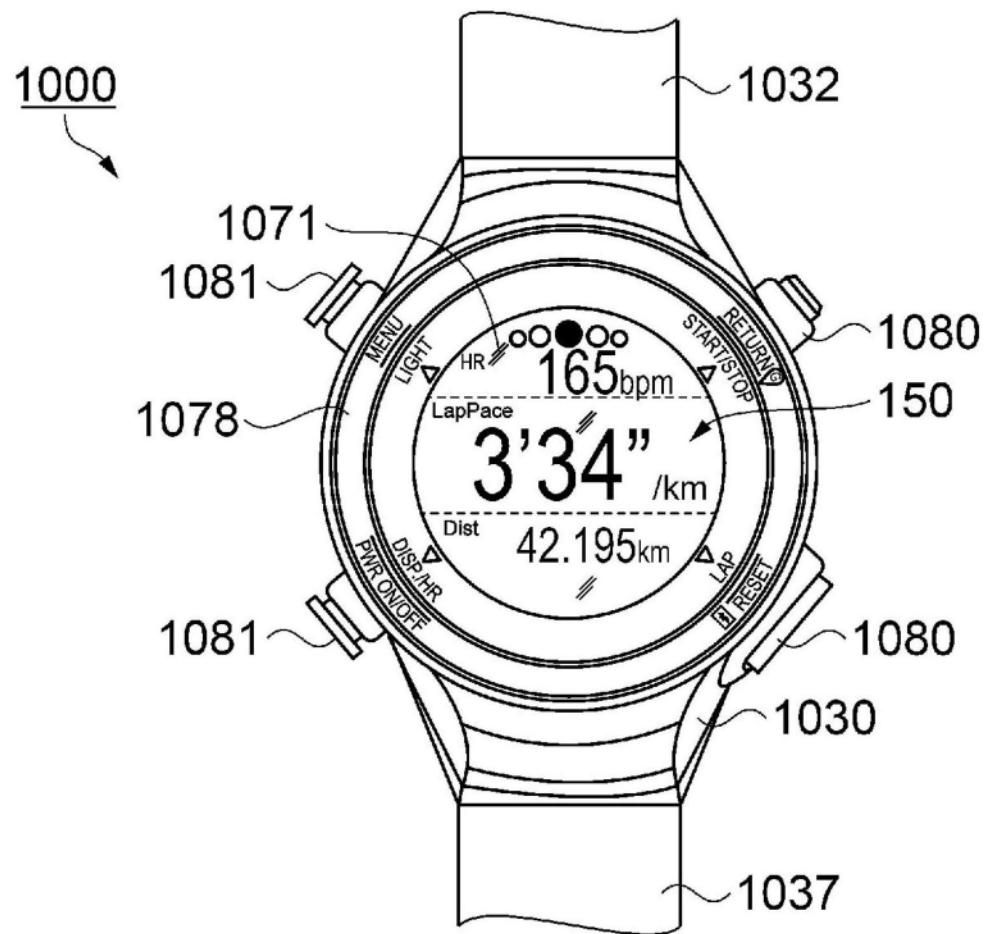


图14

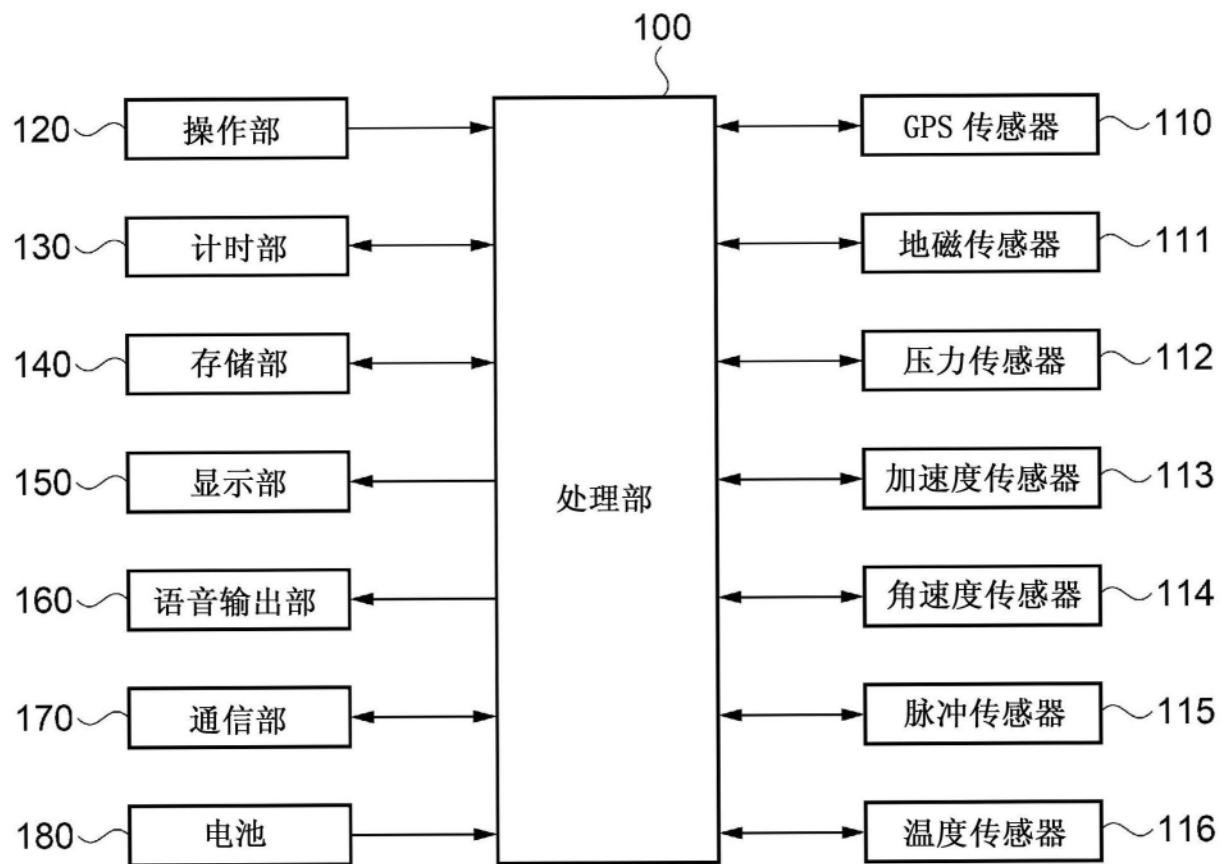


图15

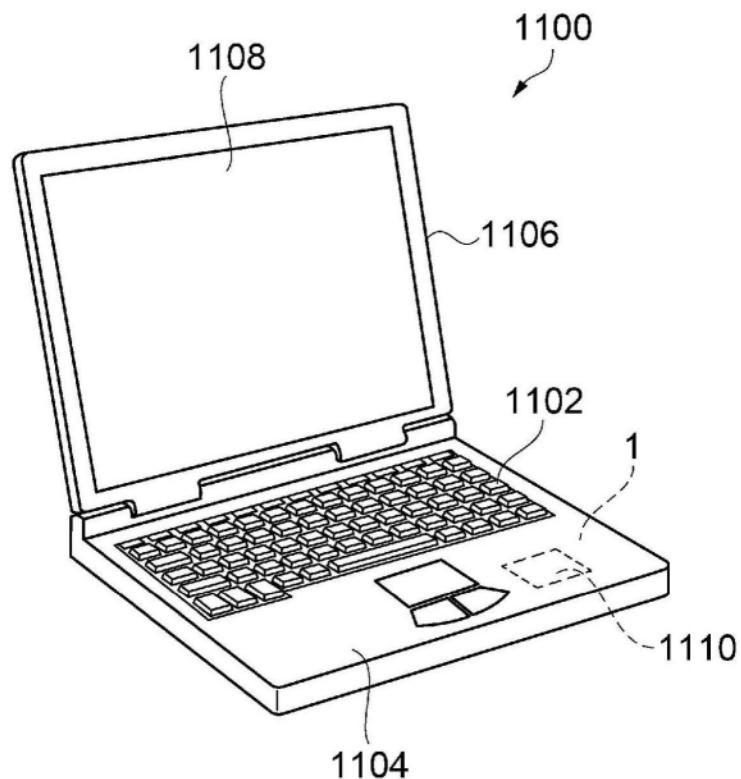


图16

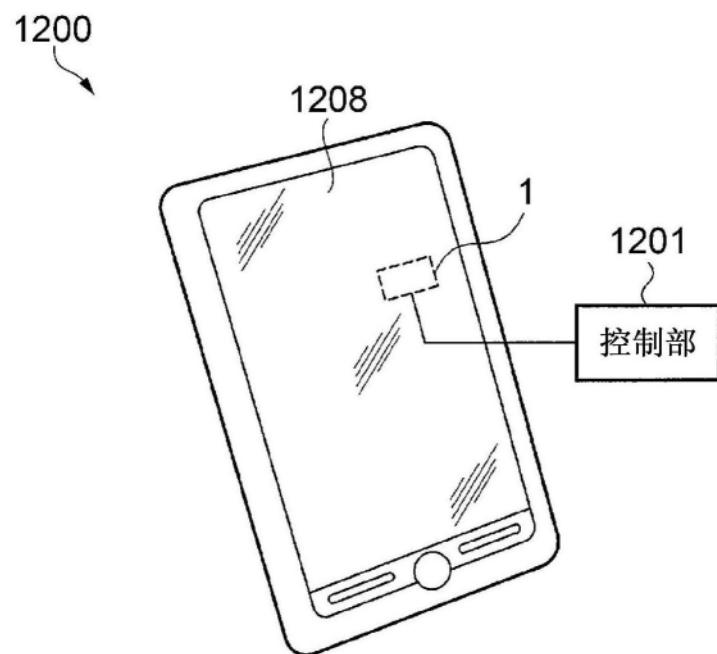


图17

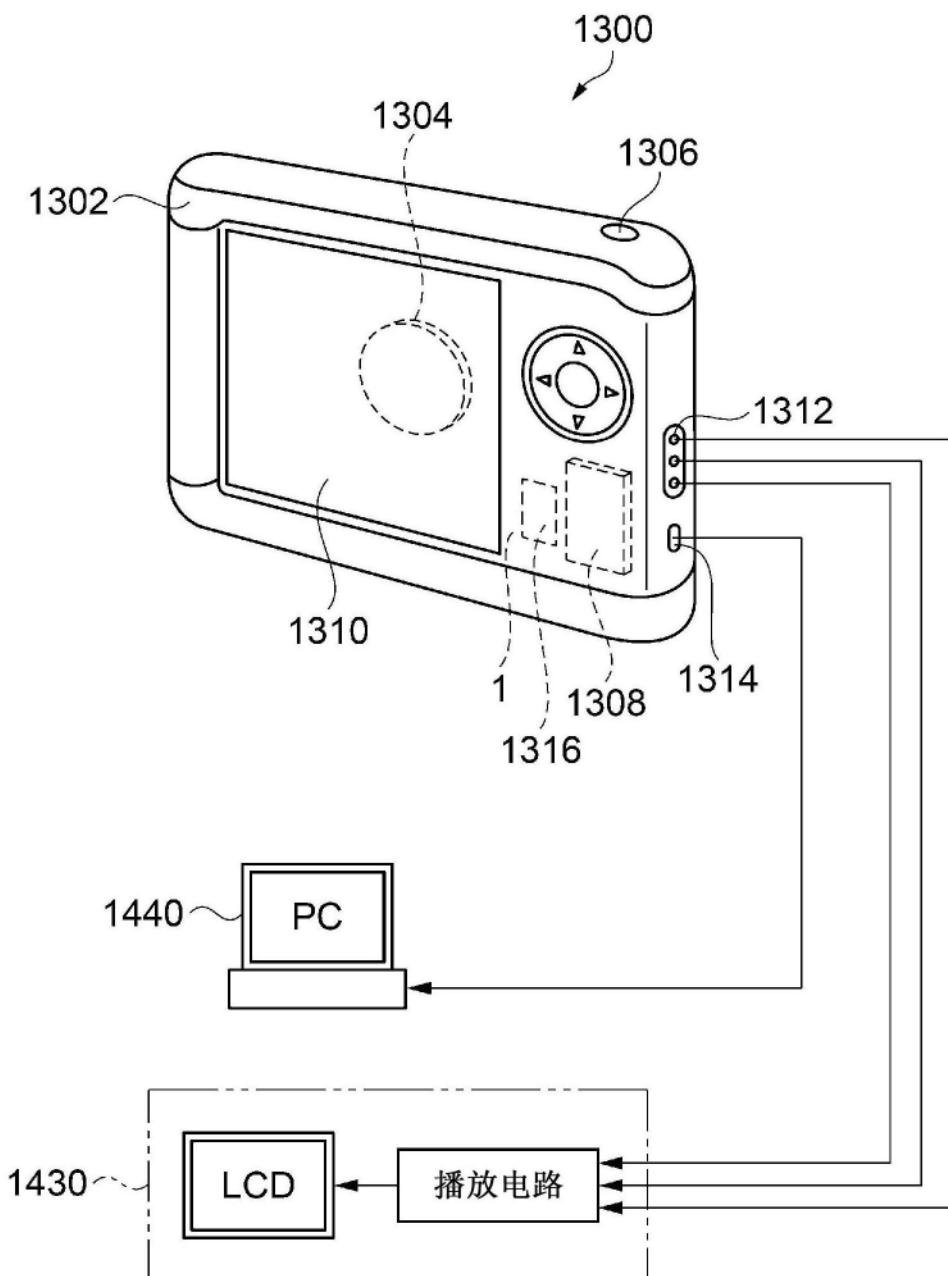


图18

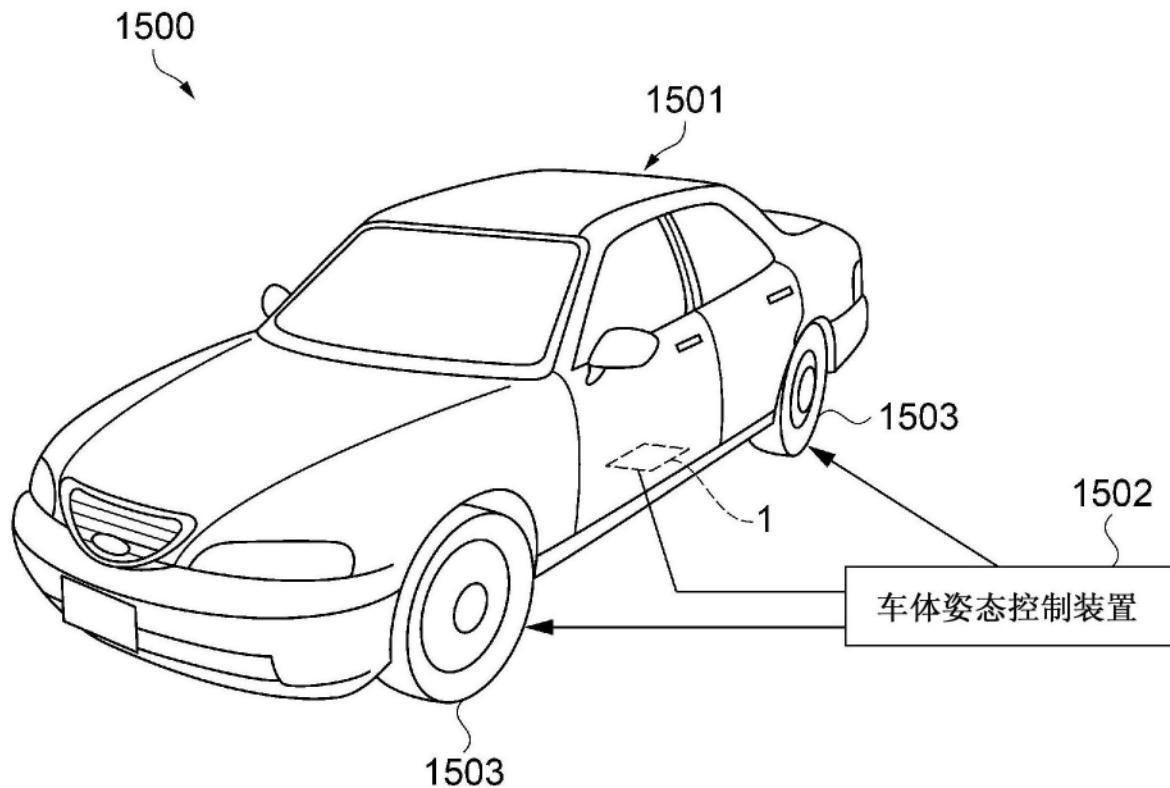


图19