



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106662444 B

(45)授权公告日 2019.10.11

(21)申请号 201580031569.7

(22)申请日 2015.06.11

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106662444 A

(43)申请公布日 2017.05.10

(30)优先权数据

2014-122512 2014.06.13 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.12.13

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2015/002918 2015.06.11

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/190103 JA 2015.12.17

(73)专利权人 株式会社电装

地址 日本爱知县

(72)发明人 酒井峰一 城森知也

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
72002

代理人 徐殿军

(51)Int.Cl.

G01C 19/5656(2006.01)

H01L 41/113(2006.01)

(56)对比文件

CN 103424109 A, 2013.12.04,

CN 103033176 A, 2013.04.10,

JP 2013181856 A, 2013.09.12,

JP 2014006238 A, 2014.01.16,

JP 2011075415 A, 2011.04.14,

审查员 刘洋

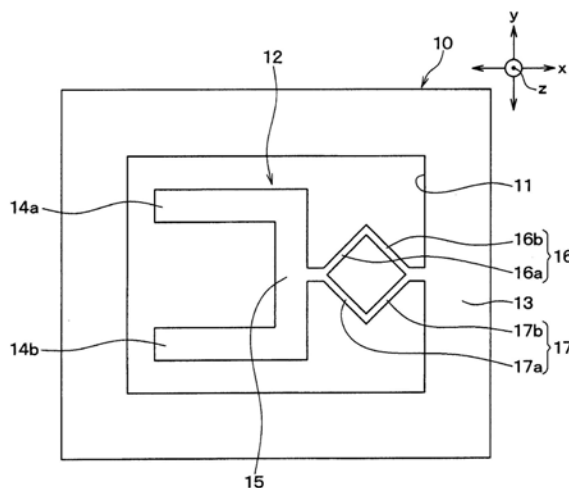
权利要求书1页 说明书8页 附图9页

(54)发明名称

角速度传感器

(57)摘要

一种角速度传感器,经由具有第1梁构成部件和第2梁构成部件的多个梁部将振动体支承于外周部,在将基板的面方向中的一方向设为第1方向、将基板的面方向之中的与第1方向正交的方向设为第2方向时,第1梁构成部件至少能够在第1方向上位移,第2梁构成部件与第1梁构成部件连结,至少能够在第2方向上位移,多个梁部中的至少一部分中,将第1梁构成部件和所述第2梁构成部件之中的外周部侧的梁构成部件相互一体化。



1. 一种角速度传感器,具备:

基板(10),使用压电材料而构成;

振动体(12),形成于所述基板,具有在所述基板的面方向上振动的第1振动片和第2振动片(14a和14b);以及

外周部(13),形成于所述基板,配置在所述振动体的周围;

在使所述振动体振动的状态下被施加角速度时,产生与该角速度相应的电荷,

所述振动体经由具有第1梁构成部件(16a~19a)和第2梁构成部件(16b~19b)的多个梁部(16~19)支承于所述外周部,在将所述基板的面方向中的一方向设为第1方向、将所述基板的面方向之中的与所述第1方向正交的方向设为第2方向时,所述第1梁构成部件(16a~19a)至少能够在所述第1方向上位移,所述第2梁构成部件(16b~19b)与所述第1梁构成部件连结,至少能够在所述第2方向上位移,所述振动体具有基部(15),该基部(15)在使所述第1振动片和所述第2振动片向相同方向突出的状态下支承所述第1振动片和所述第2振动片,

所述多个梁部中的至少一部分的、所述第1梁构成部件和所述第2梁构成部件之中的所述外周部侧的梁构成部件相互被一体化,

在被施加了沿着所述第1振动片和所述第2振动片的排列方向的方向的冲击时,设所述第1振动片及所述第2振动片和所述基部向相同方向振动的同相模式的共振频率为 $f_1$ ,设所述第1振动片及所述第2振动片和所述基部向相反方向振动的同相吸收模式的共振频率为 $f_3$ ,设 $n$ 为整数的情况下,以下关系成立:所述同相吸收模式的共振频率 $f_3$ 大于所述同相模式的共振频率 $f_1$ ,所述同相吸收模式的共振频率 $f_3$ 与所述同相模式的共振频率 $f_1$ 的 $n$ 倍的值之差的绝对值 $\Delta f_3$ 大于对所述同相模式的共振频率 $f_1$ 乘以回避差 $D$ 而得到的值,并且所述回避差 $D$ 大于0%,所述回避差 $D$ 表示使该绝对值 $\Delta f_3$ 从所述同相模式的共振频率 $f_1$ 偏离的程度。

2. 如权利要求1所述的角速度传感器,

在所述振动体与所述外周部之间,形成有框部(20);

所述多个梁部的所述第1梁构成部件和所述第2梁构成部件之中的所述外周部侧的梁构成部件由所述框部构成,由此所述多个梁部全部被一体化。

3. 如权利要求1或2所述的角速度传感器,

所述多个梁部的弹簧常数比所述第1振动片和所述第2振动片所具有的弹簧常数小。

4. 如权利要求1或2所述的角速度传感器,

通过将在所述第1振动片和所述第2振动片上产生的电荷进行差动放大,检测所述角速度,

在将与所述第1方向以及所述第2方向正交的方向设为第3方向时,所述第1振动片和所述第2振动片,当在所述第1方向上驱动振动时被施加所述角速度时,在所述第3方向上向相互相反方向振动,在被施加了沿着所述第3方向的方向的冲击时,具有该第1振动片和所述第2振动片在所述第3方向上向相同方向振动的同相模式的共振频率 $f_{in}$ 、和向相互相反方向振动的反相模式的共振频率 $f_{anti}$ ,在将反相模式的共振频率 $f_{anti}$ 与同相模式的共振频率 $f_{in}$ 的差分除以反相模式的共振频率 $f_{anti}$ 而得到的值、即 $(f_{anti} - f_{in}) / f_{anti}$ 定义为去耦合率时,该去耦合率的绝对值为0.2以上。

## 角速度传感器

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请基于2014年6月13日提出的日本申请号2014-122512号,在此引用其记载内容。

### 技术领域

[0003] 本申请涉及具有振动体的角速度传感器。

### 背景技术

[0004] 以往以来,提出并记载了具有振动片被固定于基部的振动体的角速度传感器(例如,参照专利文献1)。具体而言,该角速度传感器使用由压电材料构成的基板而构成,在基板上将振动体和包围振动体的外周部进行区划而形成。并且,振动体经由多个梁部被支承于外周部。

[0005] 据此,通过配置在振动体(基部)与外周部之间的梁部,能够抑制从外周部向振动体传递振动、冲击等扰动,并且能够抑制检测精度降低。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:特开2011-75415号公报

### 发明内容

[0009] 但是,上述角速度传感器中,各梁部分别独立地与外周部连接。因此,根据不同的各梁部,扰动的抑制效果不同,有时不能充分抑制检测精度降低。

[0010] 本申请鉴于上述点,目的是提供能够抑制检测精度降低的角速度传感器。

[0011] 本申请的第一方式中,角速度传感器具备:基板,使用压电材料构成;振动体,形成于基板,具有在基板的面方向上振动的第1振动片和第2振动片;以及外周部,形成于基板,配置在振动体的周围;在使振动体振动的状态下被施加角速度时,产生与该角速度相应的电荷。

[0012] 振动体经由具有第1梁构成部件和第2梁构成部件的多个梁部被支承于外周部,在将基板的面方向中的一方向设为第1方向、将基板的面方向中的与第1方向正交的方向设为第2方向时,第1梁构成部件至少能够在第1方向上位移,第2梁构成部件与第1梁构成部件连结,至少能够在第2方向上位移;多个梁部的至少一部分中,第1梁构成部件和第2梁构成部件之中的外周部侧的梁构成部件相互一体化。

[0013] 据此,在梁部之中的外周部侧的梁构成部件被一体化的部分中,使位移相互耦合,因此能够进一步抑制从外周部向振动体传递扰动,并且能够抑制检测精度降低。

### 附图说明

[0014] 关于本申请的上述目的及其他目的、特征及优点通过参照所附的附图的进行的下

述的详细记述而变得更加明确。

[0015] 图1是本申请的第1实施方式中的角速度传感器的俯视图。

[0016] 图2的(a)是表示图1所示的角速度传感器的工作的图,图2的(b)是表示图2的(a)所示的角速度传感器的工作的模式图。

[0017] 图3是表示一般的角速度传感器的共振倍率的频率特性(响应曲线)的图。

[0018] 图4是表示第1实施方式的角速度传感器的共振倍率的频率特性(响应曲线)的图。

[0019] 图5是表示与静止状态对应的同相模式和同相吸收模式的运动的示意图。

[0020] 图6A是表示对图1所示的角速度传感器在y轴方向上施加了冲击时的同相模式的运动的示意图。

[0021] 图6B是表示对图1所示的角速度传感器在y轴方向上施加了冲击时的同相吸收模式的运动的示意图。

[0022] 图7是使Q值变化时的数式1的曲线图。

[0023] 图8是本申请的第2实施方式中的角速度传感器的俯视图。

[0024] 图9是本申请的第3实施方式中的角速度传感器的俯视图。

## 具体实施方式

[0025] 以下,基于图对本申请的实施方式进行说明。另外,以下的各实施方式彼此中,对于相互相同或等效的部分赋予相同的标号来进行说明。

[0026] (第1实施方式)

[0027] 参照附图对本申请的第1实施方式进行说明。另外,本实施方式的角速度传感器适合应用于检测对车辆施加的角速度。

[0028] 如图1所示,角速度传感器具备由作为压电材料的水晶或PZT(钛酸锆铅)等构成的基板10。并且,在基板10,实施周知的微细加工而形成有槽部11,通过槽部11将振动体12以及外周部13分区而形成。另外,外周部13以位于振动体12的周围的方式与振动体12分区而形成。

[0029] 振动体12的第1振动片14a和第2振动片14b保持于基部15。具体而言,基部15呈具有长度方向(图1中纸面上下方向)的平面矩形状。并且,第1振动片14a和第2振动片14b配置成在基部15的长度方向的两端部向相同方向突出。也就是说,本实施方式的振动体12是所谓音叉型。

[0030] 此外,在各振动片14a和14b形成有未图示的驱动电极以及检测电极。例如,在各振动片14a和14b之中的基部15侧形成有驱动电极,在各振动片14a和14b之中的与基部15侧相反一侧形成有检测电极。

[0031] 并且,振动体12经由第1梁部16和第2梁部17支承于外周部13。在此,对第1梁部16和第2梁部17的具体结构进行说明。另外,以下,将第1振动片14a和第2振动片14b相对于基部15的突出方向(图1中纸面左右方向)设为x轴方向,将基板10的面内中与该突出方向正交的方向(第1振动片14a和第2振动片14b的排列方向)设为y轴方向,将相对于基板10的面方向的法线方向设为z轴方向来说明。此外,本实施方式中,y轴方向相当于第1方向,x轴方向相当于第2方向,z轴方向相当于第3方向。

[0032] 第1梁部16由相对于x轴方向以及y轴方向倾斜的第1梁构成部件16a和第2梁构成

部件16b构成。换言之,第1梁部16由能够在x轴方向以及y轴上位移的第1梁构成部件16a和第2梁构成部件16b构成。并且,第1梁部16为,第1梁构成部件16a配置在振动体12侧、并且第2梁构成部件16b配置在外周部13侧、第1梁构成部件16a与第2梁构成部件16b连结而成的大致V字状。

[0033] 同样,第2梁部17由相对于x轴方向以及y轴方向倾斜的第1梁构成部件17a和第2梁构成部件17b构成。换言之,第2梁部17由能够在x轴方向以及y轴方向上位移的第1梁构成部件17a和第2梁构成部件17b构成。并且,第2梁部17为,第1梁构成部件17a配置在振动体12侧、并且第2梁构成部件17b配置在外周部13侧、第1梁构成部件17a与第2梁构成部件17b连结而成的大致V字状。另外,第2梁部17为在第1梁部16所构成的大致V字状的相反侧具有凸部的大致V字状。

[0034] 并且,第1梁部16以及第2梁部17,在各第1梁构成部件16a、17a的振动体12侧的端部连结而被一体化的状态下与振动体12连结。此外,第1梁部16以及第2梁部17,在各第2梁构成部件16b、17b的外周部13侧的端部连结而被一体化的状态下与外周部13连结。也就是说,本实施方式中,可以说由第1梁部16和第2梁部17构成平面框状的梁部,该框状的梁部的相对的2组角部之中的1组角部与振动体12以及外周部13连结。

[0035] 进而,在本实施方式中,第1梁部16和第2梁部17的截面积、长度等被适当调整为弹簧常数比第1振动片14a和第2振动片14b所具有的弹簧常数小。

[0036] 这样的角速度传感器中,在检测角速度时,在形成于第1振动片14a和第2振动片14b的驱动电极上被施加驱动信号。另外,施加于第1振动片14a和第2振动片14b的驱动信号是具有规定的振幅、频率的脉冲状的驱动信号,相位相差 $180^{\circ}$ 。由此,如图2所示,第1振动片14a和第2振动片14b沿着y轴方向以反向驱动振动。换言之,第1振动片14a和第2振动片14b以相互开闭的方式驱动振动。

[0037] 并且,在该状态下,若被施加绕x轴方向的角速度,则通过科里奥利力,第1振动片14a和第2振动片14b在z轴方向上以反向振动。例如,在第1振动片14a向朝向图2的(a)中纸面垂直方向的一侧振动的情况下,第2振动片14b向图2的(a)中纸面垂直方向近前侧振动。并且,在形成于第1振动片14a和第2振动片14b的未图示的检测电极上产生与振动相应的电荷。因此,通过对在各检测电极上产生的电荷进行差动放大,来进行角速度的检测。另外,在图2的(a)、图2的(b)中,在圈中标黑圆点的记号表示朝向纸面垂直方向的一侧,在圈中标×印的记号表示向纸面垂直方向近前侧振动。

[0038] 此时,振动体12经由第1梁部16和第2梁部17支承于外周部13。因此,通过第1梁部16和第2梁部17在x轴方向以及y轴方向上位移(弯曲),能够抑制从外周部13向振动体12传递振动、冲击等扰动。

[0039] 此外,第1梁部16和第2梁部17中的各第2梁构成部件16b、17b被一体化。因此,第1梁部16和第2梁部17使位移相互耦合,因此能够进一步抑制从外周部13向振动体12传递扰动。

[0040] 这里,通过如上述的检测原理来进行角速度的检测,但第1振动片14a和第2振动片14b具有在z轴方向上向相同方向振动的同相模式的共振频率 $f_{in}$ 、和向相互反方向振动的反相模式的共振频率 $f_{anti}$ 。

[0041] 另外,如图2的(b)所示,这里的同相模式是指在被施加了沿着z轴方向的冲击时第

1振动片14a和第2振动片14b在z轴方向上向相同方向振动。此外,这里的反相模式是指在被施加了沿着z轴方向的冲击时第1振动片14a和第2振动片14b在z轴方向上向反方向振动。

[0042] 在被施加了向z轴方向的冲击时,若第1振动片14a和第2振动片14b以同相模式变化,则通过对形成于第1振动片14a和第2振动片14b的检测电极上所产生的电荷进行差动放大(差动输出),由此基于该冲击的振动所引起的电荷(信号)被抵消。但是,在被施加了向z轴方向的冲击时,若第1振动片14a和第2振动片14b以反相模式变化,则基于该冲击的振动所引起的电荷(信号)不会通过差动放大而被抵消,因此成为输出误差而检测精度降低。

[0043] 在被施加了向z轴方向的冲击时,共振倍率(响应强度)对应于该冲击中包含的频率成分而改变。具体而言,一般的角速度传感器(没有特别考虑共振频率的角速度传感器)中,共振倍率的频率特性(响应曲线)如图3所示在同相模式的共振频率 $f_{in}$ 下共振倍率最大。并且,以同相模式的共振频率 $f_{in}$ 为中心,在其他频域下共振倍率急剧下降,越远离同相模式的共振频率 $f_{in}$ 则越下降。但是,与同相模式的共振频率 $f_{in}$ 另外地存在反相模式的共振频率 $f_{anti}$ ,该反相模式的共振频率 $f_{anti}$ 也比同相模式的共振频率 $f_{in}$ 足够小,但共振倍率以某种程度变大。并且,冲击中包含的该反相模式的共振频率 $f_{anti}$ 成分引发使第1振动片14a和第2振动片14b向反方向振动的运动,引起输出误差。

[0044] 关于该反相模式的共振频率 $f_{anti}$ ,越是存在于与同相模式的共振频率近之处则该共振频率 $f_{anti}$ 下的共振倍率越大。即,如图3所示,共振倍率以同相模式的共振频率 $f_{in}$ 为中心衰减。但是,若反相模式的共振频率 $f_{anti}$ 与同相模式的共振频率 $f_{in}$ 过近,则在被施加了冲击时存在该冲击中包含的反相模式的共振频率 $f_{anti}$ 成分没有充分衰减的区域。因此,该冲击中的没有完全衰减的反相模式的共振频率 $f_{anti}$ 成分引发该振动中的反相模式的运动。

[0045] 因此,可以说通过使同相模式的共振频率 $f_{in}$ 与反相模式的共振频率 $f_{anti}$ 相离,能够成为冲击中包含的反相模式的共振频率 $f_{anti}$ 成分充分衰减的区域,并且能够抑制反相模式的运动的引起。关于共振倍率的频率特性,能够基于允许z轴方向的位移的弹簧来调整,也就是说在本实施方式的情况下能够基于第1振动片14a和第2振动片14b的设定来调整。并且,如果如图4所示反相模式的共振频率 $f_{anti}$ 离开同相模式的共振频率 $f_{in}$ ,则能够降低反相模式的共振频率 $f_{anti}$ 下的共振倍率。

[0046] 具体而言,将反相模式的共振频率 $f_{anti}$ 与同相模式的共振频率 $f_{in}$ 的差分除以反相模式的共振频率 $f_{anti}$ 而得到的值( $= (f_{anti} - f_{in}) / f_{anti}$ )定义为去耦合率(Decoupling Ratio(以下,称为D.R.))。于是,如果设D.R.的绝对值为0.2以上,则共振倍率的峰值(Q值:共振频率为 $f_{in}$ 时的共振倍率)不管大还是小都为3以下且存在10%左右的误差,能够成为能够确保鲁棒性(Robustness)的区域。优选地,如果D.R.的绝对值为0.4以上,则能够使反相模式的共振频率 $f_{anti}$ 下的共振倍率为1以下,冲击中包含的反相模式的共振频率 $f_{anti}$ 成分更充分地衰减,能够抑制反相模式的运动的引起。例如,如果同相模式的共振频率 $f_{in}$ 为10kHz、反相模式的共振频率 $f_{anti}$ 为16kHz,则能够使D.R.的绝对值为0.4以上、共振倍率为1以下。

[0047] 因此,在本实施方式中,D.R.的绝对值为0.2以上,优选的是0.4以上。由此,能够抑制反相模式的运动的引起。因此,能够抑制角速度传感器的输出误差,能够抑制检测精度进一步降低。

[0048] 此外,这样的角速度传感器对于向沿着y轴方向的方向施加的冲击,具有两个共振模式的频率 $f_1$ 、 $f_3$ 。具体而言,如在图5中示意地表示那样,是使被弹簧 $s_1$ 、 $s_2$ 支承的两个重锤(weight) $m_1$ 、 $m_2$ 向相同方向振动的同相模式的共振频率 $f_1$ 、以及使两个重锤 $m_1$ 、 $m_2$ 向反方向振动的同相吸收模式的共振频率 $f_3$ 。

[0049] 另外,图5中,弹簧 $s_2$ 由第1梁部16和第2梁部17构成,重锤 $m_2$ 由基部15构成,弹簧 $s_1$ 由第1振动片14a和第2振动片14b构成,重锤 $m_1$ 由第1振动片14a和第2振动片14b构成。此外,同相吸收模式的共振频率 $f_3$ 为比同相模式的共振频率 $f_1$ 大的频率。

[0050] 即,如图6A所示,在对角速度传感器向y轴方向施加了冲击时,在同相模式的共振频率 $f_1$ 下,在y轴方向上第1振动片14a及第2振动片14b和基部15向相同方向振动。相对于此,如图6B所示,在对角速度传感器向y轴方向施加了冲击时,在同相吸收模式的共振频率 $f_3$ 下,在y轴方向上第1振动片14a及第2振动片14b和基部15向反方向振动。

[0051] 在此,如果对角速度传感器向y轴方向施加冲击,则第1振动片14a及第2振动片14b与基部15通过(1)基于非共振的振动激励、(2)基于共振的振动激励、(3)基于共振干涉的振动激励这三个的合计所引起的位移机理而振动。也就是说,通过这些(1)~(3)的振动激励同时以被合计的方式发生,从而第1振动片14a及第2振动片14b和基部15位移(振动)。

[0052] (1)基于非共振的振动激励是单纯地根据惯性力和弹簧力来计算的位移量。此外,(2)基于共振的振动激励是根据具有与角速度传感器所具有的共振模式、主要是同相模式的共振频率 $f_1$ 相同的频率的冲击成分的施加时间、以及振动体12固有的Q值(共振倍率的峰值)来计算的激励量。并且,(3)基于共振干涉的振动激励是基于同相模式的共振频率 $f_1$ 的整数倍( $n$ 倍)和同相吸收模式的共振频率 $f_3$ 下的干涉而产生的激励量。

[0053] 在此,(3)相当于基于共振干涉的振动激励的影响程度的放大率 $A$ 如下式所述。该数学式意味着进行使(3)基于共振干涉的振动激励充分降低到与(1)基于非共振的振动激励、(2)基于共振的振动激励同等程度的状态的 $A$ 倍位移。

[0054] 【数式1】

$$[0055] \quad A = \frac{\left(\frac{n \cdot f_1}{f_3}\right)^2}{\sqrt{\left\{1 - \left(\frac{n \cdot f_1}{f_3}\right)^2\right\}^2 + \left(\frac{n \cdot f_1}{f_3 \cdot Q}\right)^2}}$$

[0056] 另外,数学式中的 $f_1$ 表示同相模式的共振频率 $f_1$ , $f_3$ 表示同相吸收模式的共振频率 $f_3$ , $n$ 表示整数, $Q$ 表示Q值。

[0057] 此外,使Q值变化而将数学式1图表化的结果为图7。图7中的回避差 $D$ 表示使同相吸收模式的共振频率 $f_3$ 与同相模式的共振频率 $f_1$ 的 $n$ 倍的值之差的绝对值 $\Delta f_3$ 从同相模式的共振频率 $f_1$ 偏离的程度。如图7所示,在回避差 $D=0$ 时,即在绝对值 $\Delta f_3$ 与同相模式的共振频率 $f_1$ 一致时,放大率 $A$ 最大。此时,(3)基于共振干涉的振动激励呈现为最大的峰值,并且在全振动激励中所占的作用率(contribution ratio)也变高。

[0058] 因此,通过设计成不成为绝对值 $\Delta f_3 (= |f_3 - n \times f_1|)$ 与同相模式的共振频率 $f_1$ 一致这样的条件,(3)基于共振干涉的振动激励不成为最大的峰值,能够减少在全振动激励中所占的作用率。也就是说,在绝对值 $\Delta f_3$ 大于对同相模式的共振频率 $f_1$ 乘以回避差 $D$ 而得

到的值的关系 ( $\Delta f_3 > f_1 \times D$ ) 中, 只要至少使回避差  $D$  不为  $0\%$  ( $D \neq 0$ ), 而使其大于  $0\%$  即可。由此, 能够避免 (3) 基于共振干涉的振动激励成为最大位移。

[0059] 并且, 如果设计成回避差  $D$  大于  $5\%$  ( $D > 5\%$ ), 则数学式1中的分母的根号内的第1项成为比第2项足够大的值, 能够与第2项中包含的  $Q$  值无关地决定放大率  $A$ 。具体而言, 如图7所示, 放大率  $A$  降低到20左右。像这样, 能够与  $Q$  值无关地设定放大率  $A$ , 并能够使放大率  $A$  足够小, 因此能够提高鲁棒性。

[0060] 进而, 如果设计成回避差  $D$  大于  $10\%$  ( $D > 10\%$ ), 则如图7所示, 放大率  $A$  几乎降低至1位数。由此, 能够抑制为使 (3) 基于共振干涉的振动激励充分降低到与 (1) 基于非共振的振动激励、(2) 基于共振的振动激励同等程度的状态。

[0061] 另外, 图7中将使  $Q$  值在  $50 \sim 300$  中变化的情况作为一例进行了表示, 但关于  $Q$  值的大小, 不限于这里所示的范围。

[0062] 因此, 在本实施方式中, 关于同相模式的共振频率  $f_1$  和比其大的同相吸收模式的共振频率  $f_3$ , 同相吸收模式的共振频率  $f_3$  与同相模式的共振频率  $f_1$  的  $n$  倍的值之差的绝对值  $\Delta f_3$  满足以下的条件。即, 设为绝对值  $\Delta f_3$  大于对同相模式的共振频率  $f_1$  乘以回避差  $D$  而得到的值的关系 ( $\Delta f_3 > f_1 \times D$ ), 并且至少回避差  $D$  大于  $0\%$ 。由此, 能够避免 (3) 基于共振干涉的振动激励成为最大位移。

[0063] 优选地, 通过使回避差  $D > 5\%$ , 能够使放大率  $A$  与  $Q$  值无关地降低, 能够提高鲁棒性。更优选地, 通过使回避差  $D > 10\%$ , 能够使放大率  $A$  几乎降低到1位数, 能够抑制为使 (3) 基于共振干涉的振动激励充分降低到与 (1) 基于非共振的振动激励、(2) 基于共振的振动激励同等程度的状态。

[0064] 通过设计成被设定为满足这样的关系的同相模式的共振频率  $f_1$  和同相吸收模式的共振频率  $f_3$ , 能够降低 (3) 基于共振干涉的振动激励。

[0065] 另外, 如数学式1所示, 将放大率  $A$  通过同相模式的共振频率  $f_1$  的整数倍 ( $n$  倍) 和同相吸收模式的共振频率  $f_3$  以及  $Q$  值来定义, 由此通过降低数学式1中的  $Q$  值也能够降低放大率  $A$ 。例如, 如本实施方式那样的角速度传感器通常在被真空密封的状态下被使用, 因此通过降低此时的真空度来降低  $Q$  值。如果像这样降低  $Q$  值, 则能够降低放大率  $A$ , 进而能够降低 (3) 基于共振干涉的振动激励。此外, 如果降低  $Q$  值, 则 (2) 基于共振的振动激励也降低, 因此与 (3) 基于共振干涉的振动激励一起降低, 能够实现耐冲击性能的进一步提高。

[0066] 如上说明, 在本实施方式中, 振动体12经由第1梁部16和第2梁部17支承于外周部13。因此, 第1梁部16和第2梁部17向  $x$  轴方向以及  $y$  轴方向位移 (弯曲), 由此能够抑制从外周部13向振动体12传递振动或冲击等扰动。

[0067] 此外, 第1梁部16和第2梁部17的各第2梁构成部件16b、17b被一体化。因此, 第1梁部16和第2梁部17将位移相互耦合, 因此能够进一步抑制从外周部13向振动体12传递扰动, 能够进一步抑制检测精度降低。

[0068] 并且, 第1梁部16和第2梁部17的弹簧常数比第1振动片14a和第2振动片14b所具有的弹簧常数小。因此, 与第1梁部16和第2梁部17的弹簧常数比第1振动片14a和第2振动片14b所具有的弹簧常数大的情况相比, 能够抑制从外周部13向振动体12传递扰动。

[0069] 进而, 在本实施方式中,  $D.R.$  的绝对值为  $0.2$  以上。因此, 即使角速度传感器被施加向  $z$  轴方向的冲击, 也能够抑制反相模式的运动的引起。因此, 能够抑制产生输出误差, 进而



能够抑制检测精度降低。

[0070] 此外,在本实施方式中,设为绝对值  $\Delta f_3$  比对同相模式的共振频率  $f_1$  乘以回避差  $D$  而得到的值大的关系 ( $\Delta f_3 > f_1 \times D$ ), 并且至少回避差  $D$  大于 0%。因此,能够抑制基于共振干涉的振动激励成为最大位移,并且能够提高耐冲击性能。

[0071] (第2实施方式)

[0072] 对本申请的第2实施方式进行说明。本实施方式是对第1实施方式变更第1梁部16和第2梁部17的结构而得到的,其他由于与第1实施方式相同,因此在此省略说明。

[0073] 在本实施方式中,如图8所示,振动体12经由第1梁部16及第2梁部17、以及隔着振动体12而配置在与第1梁部16和第2梁部17相反的一侧的第3、第4梁部18、19支承于外周部13。

[0074] 第1梁部16和第2梁部16、17具有在x轴方向上延伸的第1梁构成部件16a、17a、与第1梁构成部件16a、17a连结且在y轴方向上延伸的第2梁构成部件16b、17b。也就是说,第1梁部16和第2梁部17具有能够在y轴方向上位移的第1梁构成部件16a、17a、以及能够在x轴方向上位移的第2梁构成部件16b、17b。并且,第1梁部16的第2梁构成部件16b和第2梁部17的第2梁构成部件17b被一体化。

[0075] 同样,第3、第4梁部18、19具有在x轴方向上延伸的第1梁构成部件18a、19a、以及与第1梁构成部件18a、19a连结且在y轴方向上延伸的第2梁构成部件18b、19b。也就是说,第3、第4梁部18、19具有能够在y轴方向上位移的第1梁构成部件18a、19a、以及能够在x轴方向上位移的第2梁构成部件18b、19b。并且,第3梁部18的第2梁构成部件18b和第4梁部19的第2梁构成部件19b被一体化。

[0076] 既可以像这样具备第1~第4梁部16~19,此外也可以使第1、第2梁构成部件16a~19b仅在一方向上位移。这样的角速度传感器也是第1梁部16和第2梁部17的第2梁构成部件16b、17b被一体化,第3、第4梁部18、19的第2梁构成部件18b、19b被一体化,因此能够得到与上述第1实施方式相同的效果。

[0077] (第3实施方式)

[0078] 对本申请的第3实施方式进行说明。本实施方式是对第2实施方式变更第2梁构成部件16b~19b的结构而得到的,其他由于与第2实施方式相同,因此在此省略说明。

[0079] 在本实施方式中,如图9所示,在振动体12与外周部13之间,形成有包围振动体12的框部20,该框部20经由多个支承部21支承于外周部13。并且,第1梁构成部件16a~19a分别与框部20连结,第2梁构成部件16b~19b由框部20构成。也就是说,第1~第4梁部16~19的第2梁构成部件16b~19b全部被一体化。

[0080] 据此,第1~第4梁部16~19由于各梁部16~19的位移全部耦合,因此能够进一步抑制从外周部13向振动体12传递扰动,并且能够得到与上述第2实施方式相同的效果。

[0081] 另外,上述中说明了框部20(第1~第4梁部16~19的第2梁构成部件16b~19b)经由多个支承部21支承于外周部13的结构,但框部20也可以仅经由一个支承部21支承于外周部13。

[0082] (其他实施方式)

[0083] 本申请并不限于上述实施方式,能够在权利要求中记载的范围内进行适当变更。

[0084] 例如,上述各实施方式中,也可以变更振动体12的结构。例如,振动体12也可以是第1振动片14a和第2振动片14b相对于基部15向两方向突出的所谓H型音叉。

[0085] 此外,振动体12也可以是在第1振动片14a与第2振动片14b之间具有向与该第1振动片14a和第2振动片14b相同的方向突出的检测片的所谓三脚音叉。在该情况下,第1振动片14a和第2振动片14b为驱动片,基于在检测片上产生的电荷进行角速度的检测。另外,当为这样的振动体12的情况下,由于检测片只有一个,因此基于在检测片上产生的电荷进行角速度的检测。也就是说,不进行差动放大而进行角速度的检测。

[0086] 进而,振动体12也可以是第1振动片14a和第2振动片14b以及检测片相对于基部15向两侧突出的所谓双T型音叉。

[0087] 此外,在上述第1实施方式中,第1梁构成部件16a、17a中的基部15侧的端部也可以不被一体化,也可以分别设置于基部15。

[0088] 并且,在上述各实施方式中,各梁部16~19的弹簧常数也可以比第1振动片14a和第2振动片14b所具有的弹簧常数大。

[0089] 本申请是依据实施例来记述的,但应理解为本申请不限于该实施例及构造。本申请还包含多种变形例及均等范围内的变形。并且,多种组合及形态、进而包括对其追加或删除仅一要素后的结构在内的其他组合及形态也包含在本申请的范畴及思想范围内。

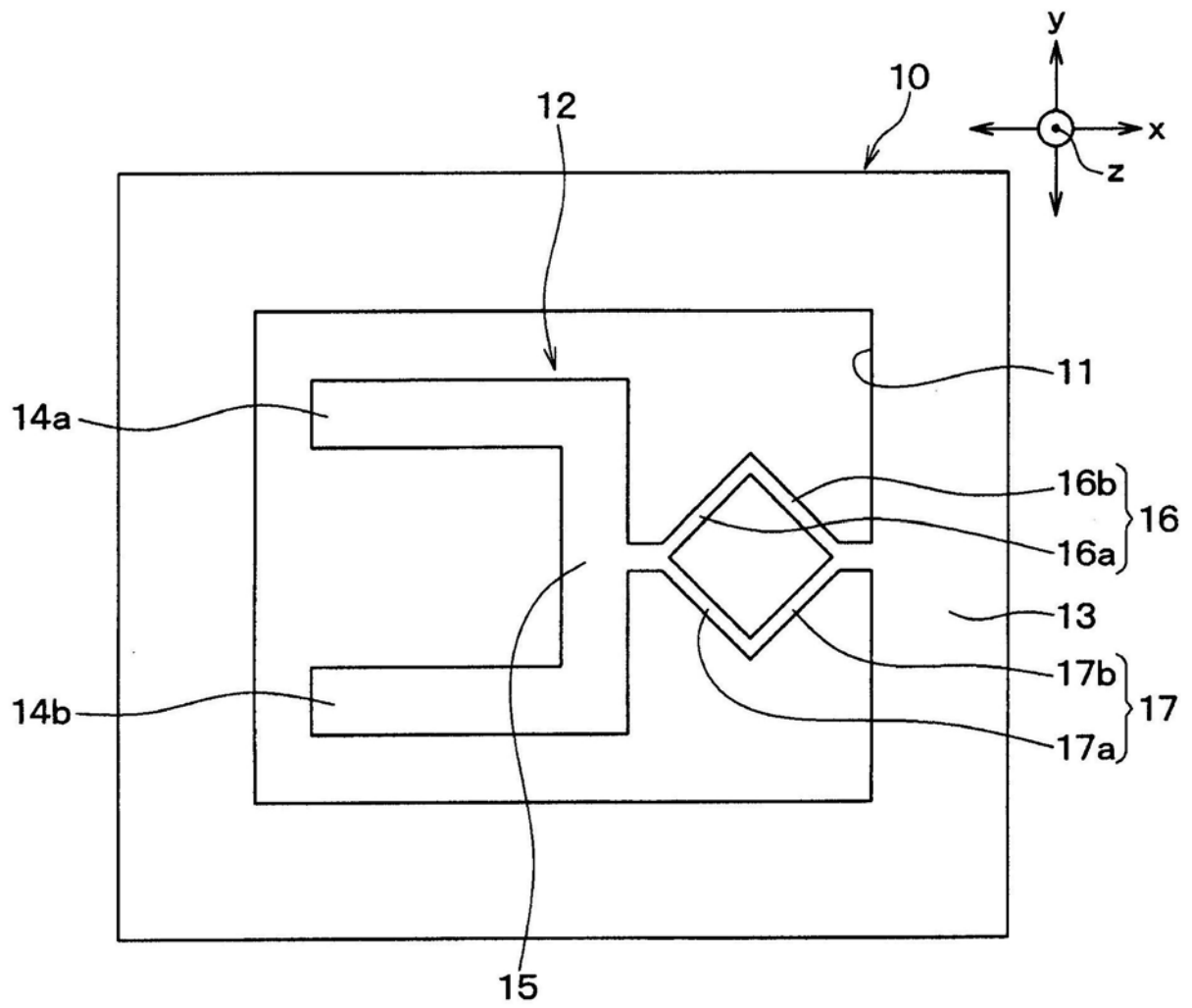
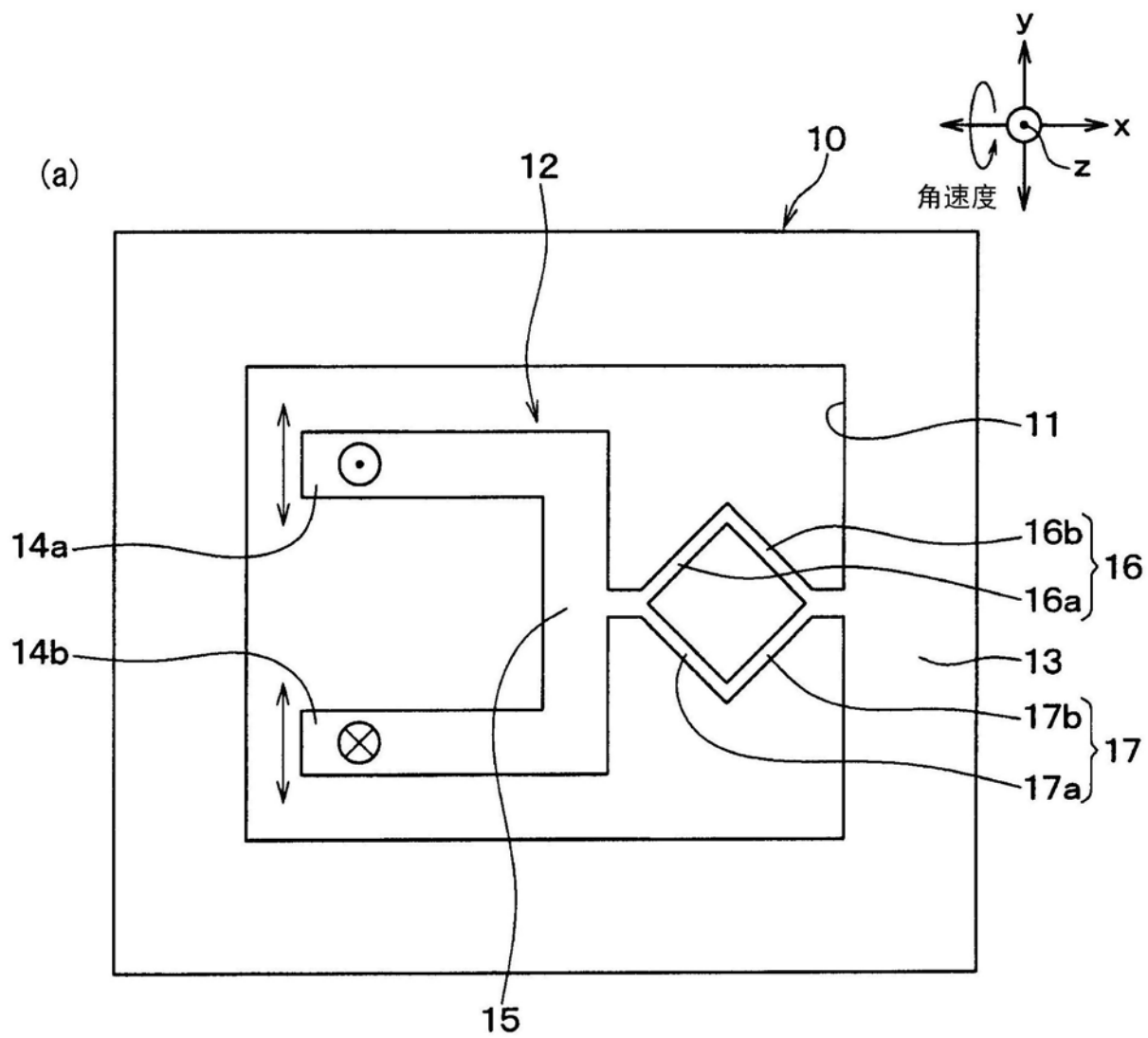


图1



(b)

	第1振动片	第2振动片
同相模式	⊙	⊙
	⊗	⊗
反相模式	⊙	⊗
	⊗	⊙

图2

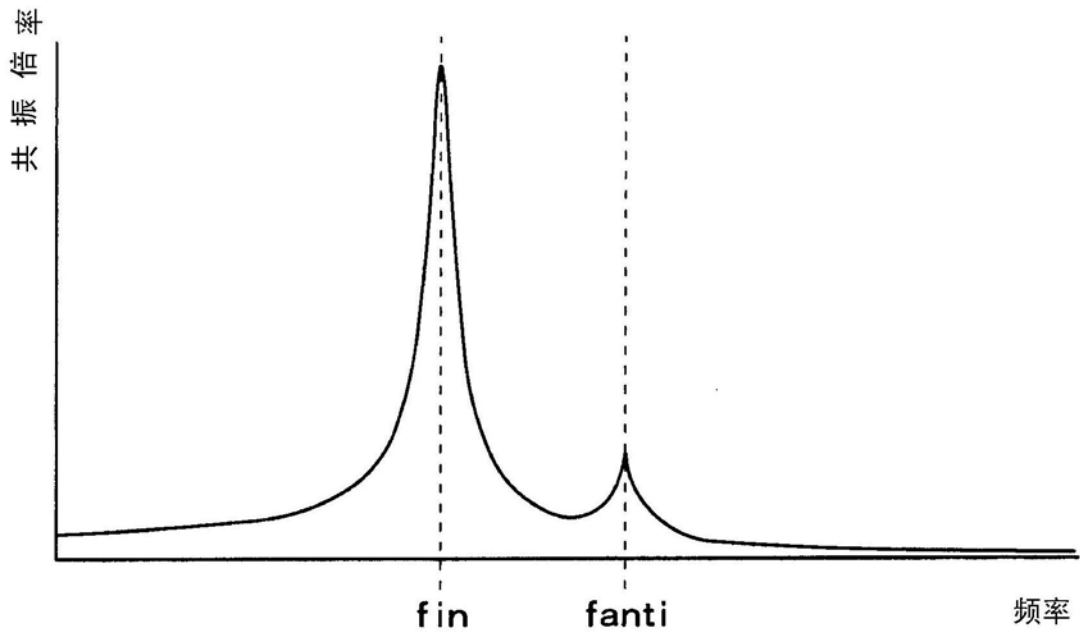


图3

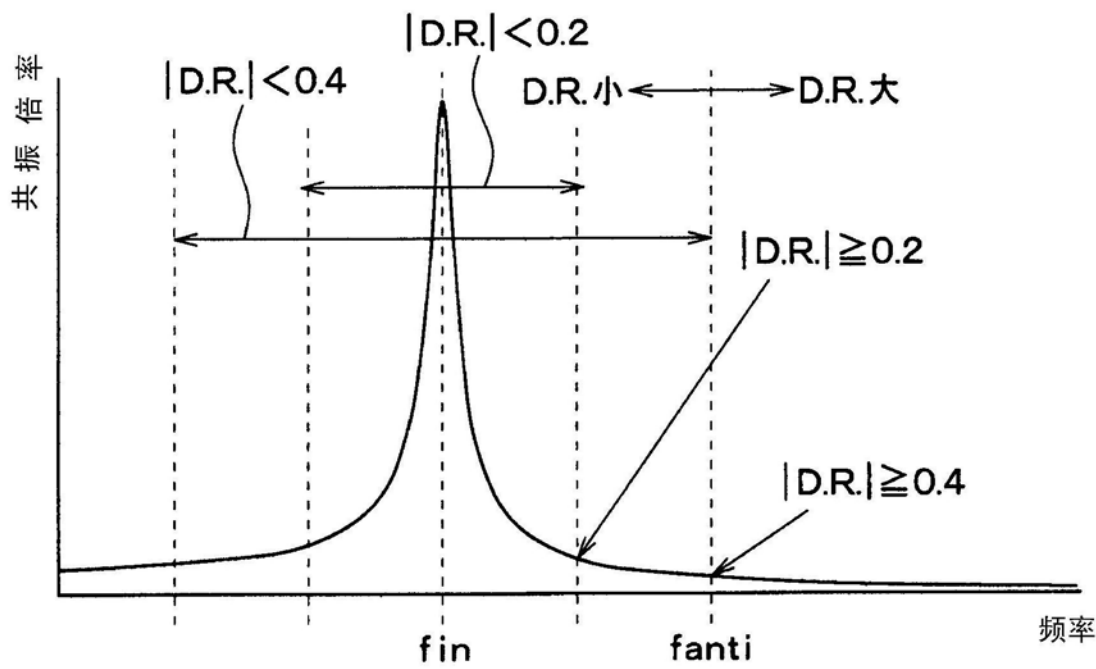


图4

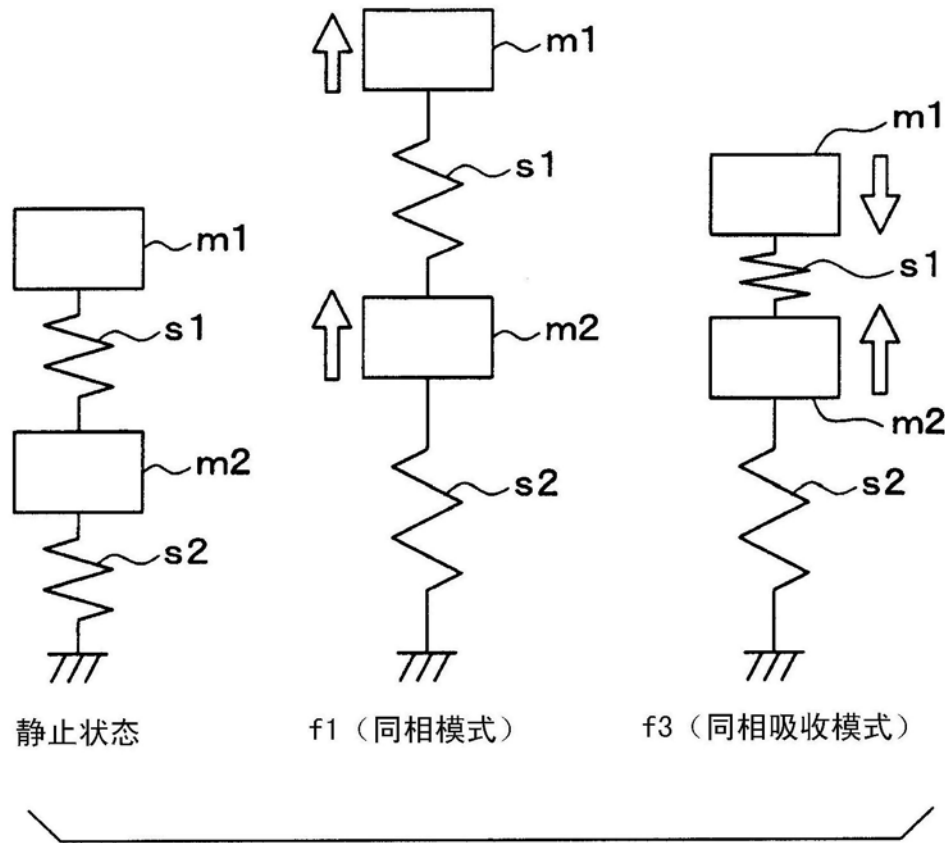


图5

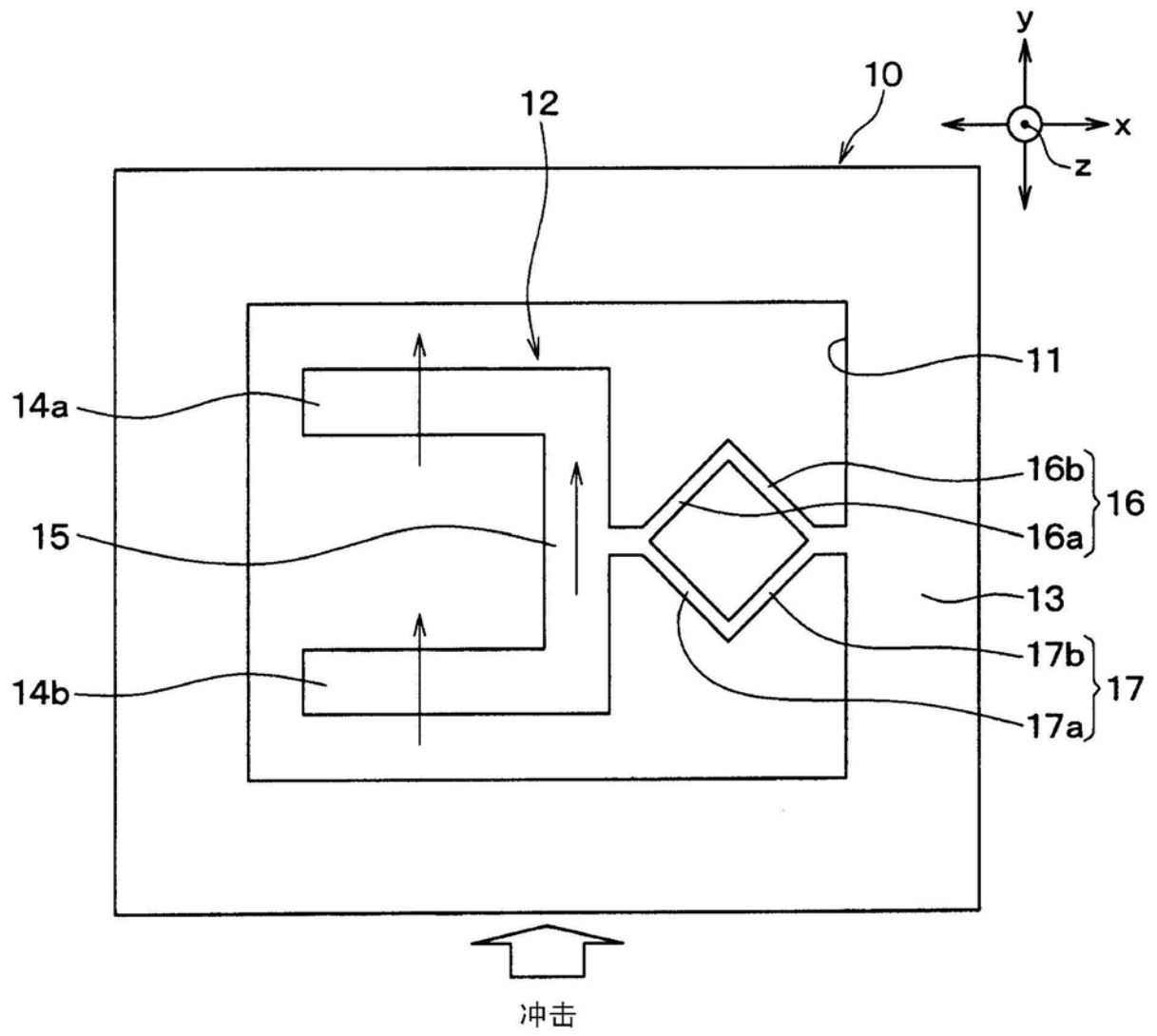


图6A

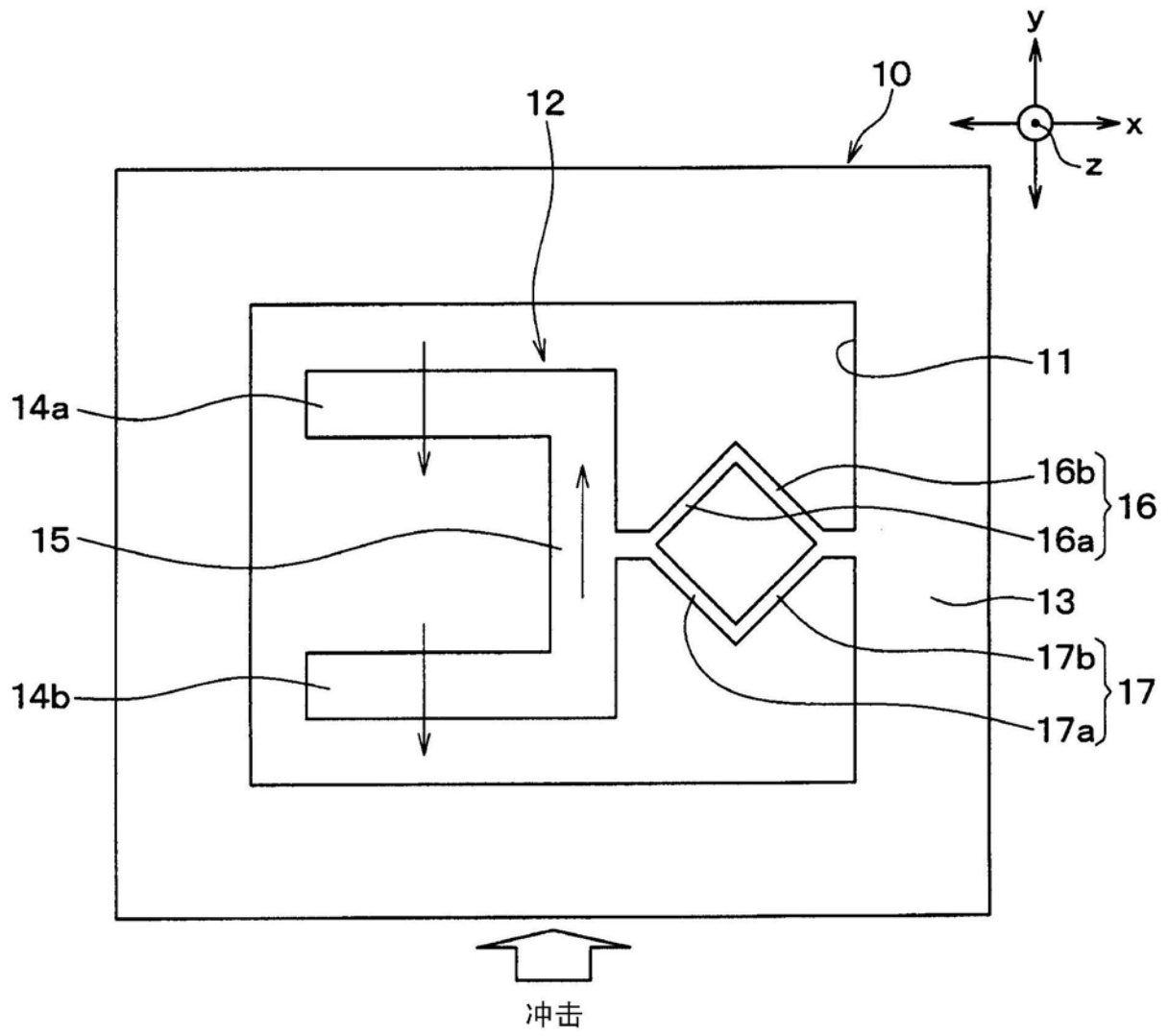


图6B



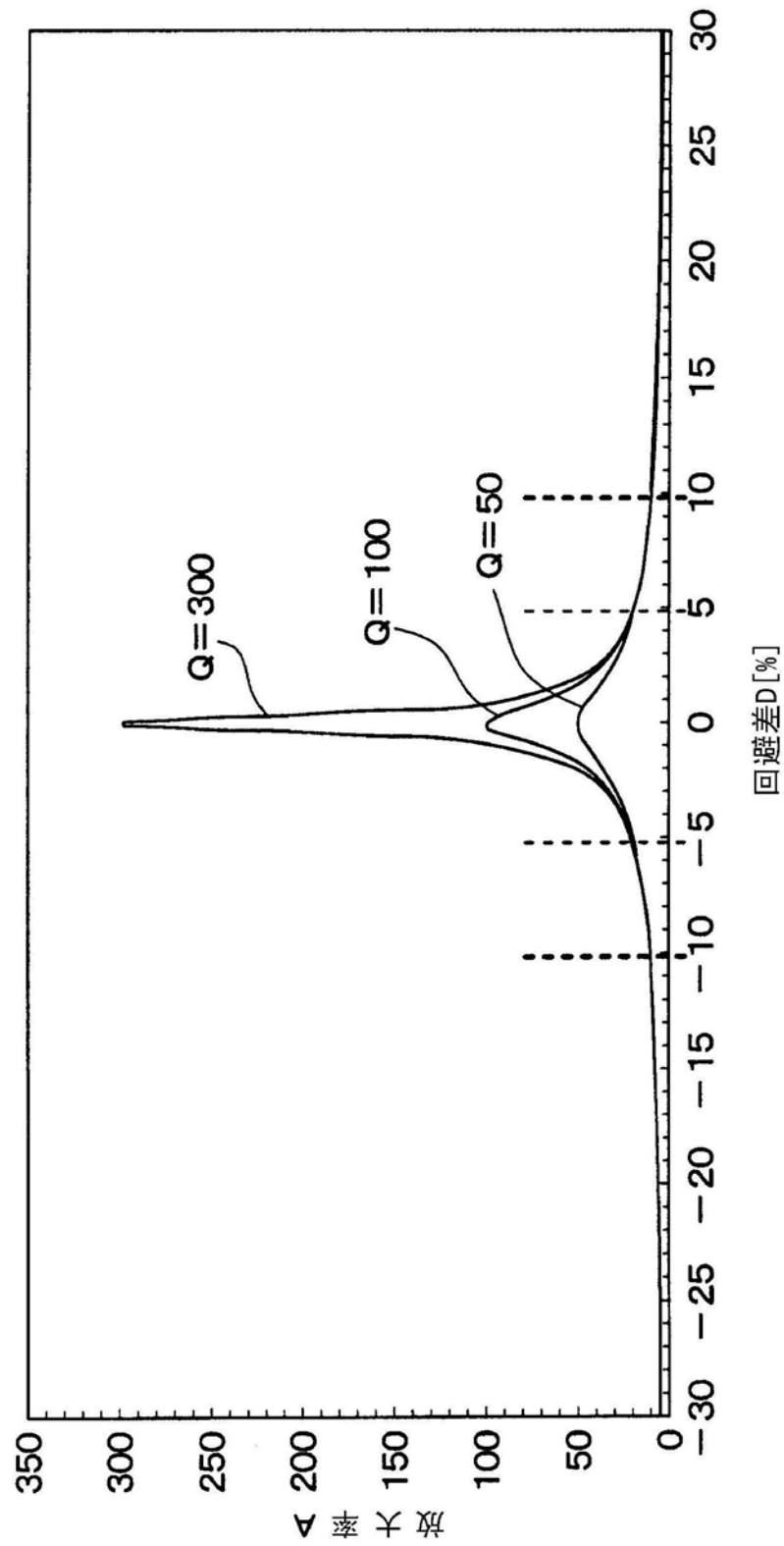


图7

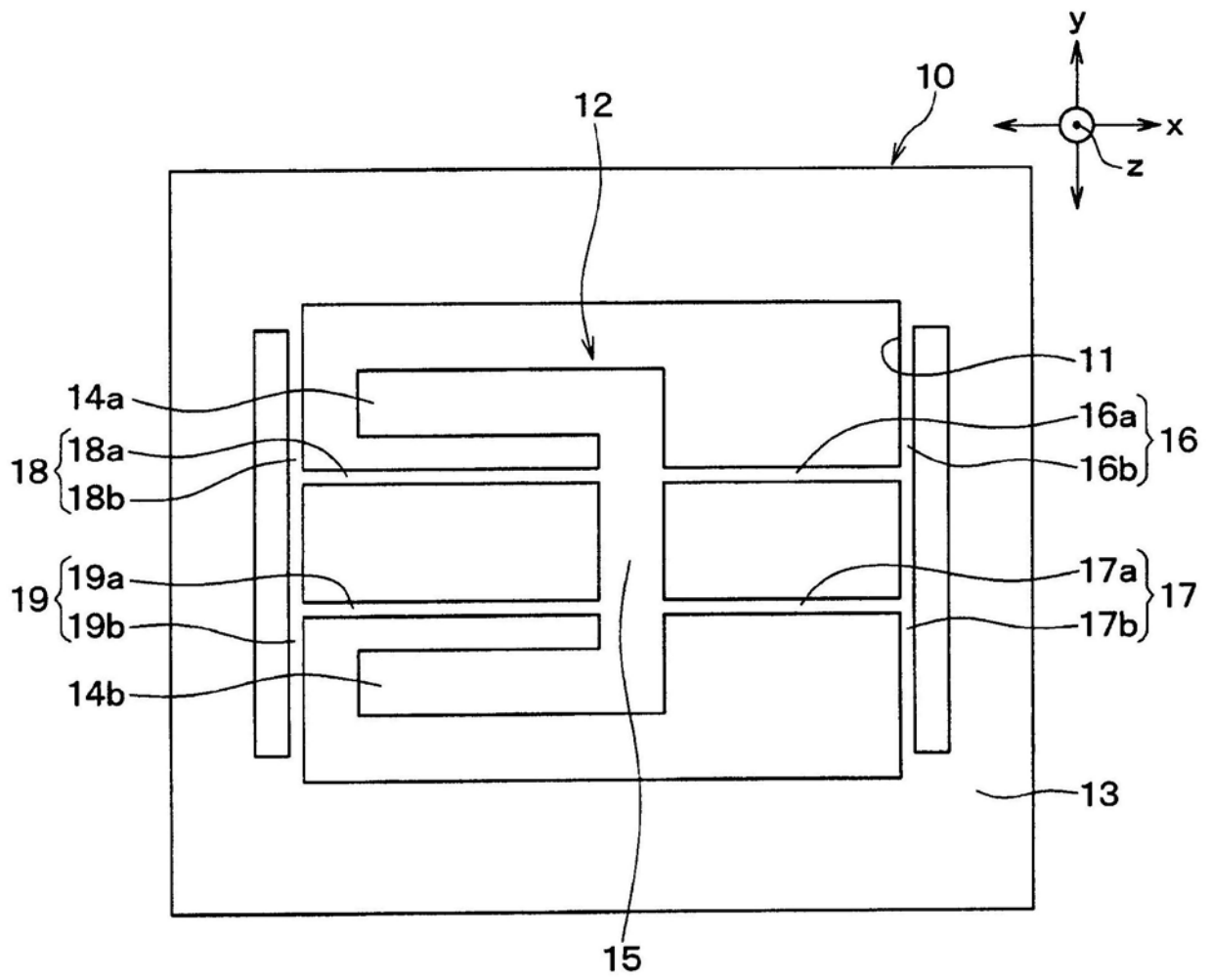


图8

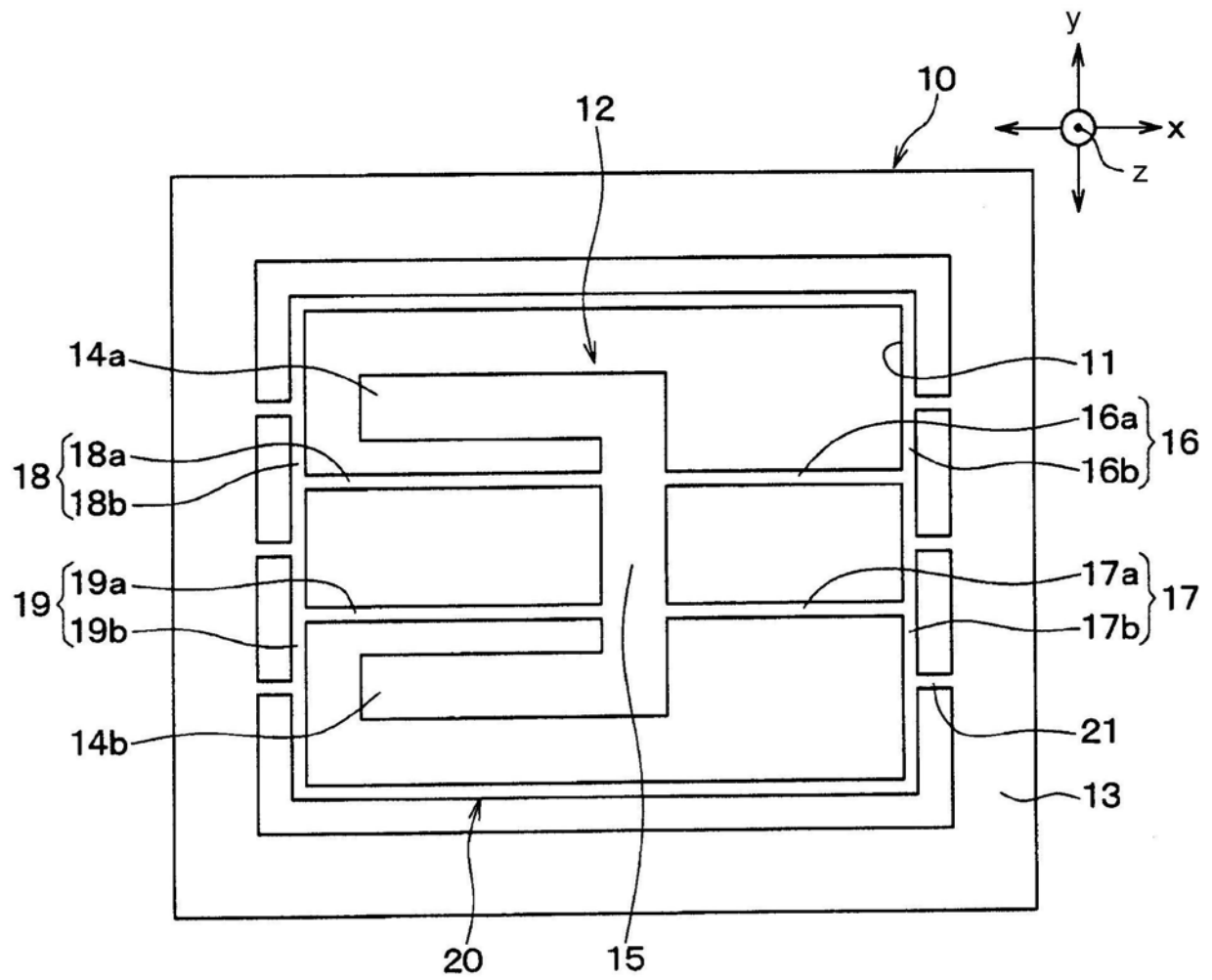


图9