



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101031775 B

(45) 授权公告日 2011.05.18

(21) 申请号 200580033373.8

代理人 党晓林

(22) 申请日 2005.09.29

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

G01C 19/56 (2006.01)

288716/2004 2004.09.30 JP

G01P 9/04 (2006.01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

审查员 胡小伟

2007.03.30

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2005/018505 2005.09.29

(87) PCT申请的公布数据

W02006/036022 JA 2006.04.06

(73) 专利权人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 川内修 宫沢茂喜 高山胜己

山口启一

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

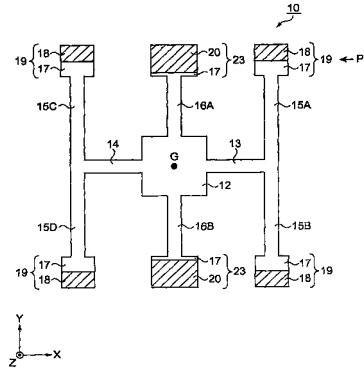
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 5 页

(54) 发明名称

振动型陀螺仪及振动型陀螺仪的制造方法

(57) 摘要

本发明提供一种振动型陀螺仪及振动型陀螺仪的制造方法，该振动型陀螺仪可改变使用质量除去装置可除去的最低除去量，从而能够进行固有共振频率的粗调和微调。本发明的振动型陀螺仪的压电振动片(10)由以下部分构成：从基部(12)向相反方向延伸的连接臂(13、14)；从连接臂(13、14)各自的前端沿与连接臂(13、14)正交的方向延伸的驱动臂(15A、15B、15C、15D)；和从基部(12)沿与连接臂(13、14)正交的方向延伸的检测臂(16A、16B)，在驱动臂(15A、15B、15C、15D)及检测臂(16A、16B)各自的前端部上，形成有由锤层(18、20)和电极膜(17)构成的作为质量调节用的调节部的第一锤部(19)和第二锤部(23)。



1. 一种振动型陀螺仪,该振动型陀螺仪用于检测被施加给压电振动片的旋转的旋转角速度,其特征在于,

上述压电振动片具有:

基部;

驱动部,其经由从上述基部延伸的支承梁进行设置,并进行预定的振动;

检测部,其在与上述驱动部相同的平面内从上述基部延伸,并检测由伴随上述驱动部旋转的科里奥利力所产生的检测振动;

第一锤部,其用于上述压电振动片的特性调节,并形成在上述驱动部的前端部分;以及第二锤部,其用于上述压电振动片的特性调节,并形成在上述检测部的前端部分,

上述第一锤部和第二锤部的至少一方由每单位面积的质量不同的多个调节部形成,

能够通过除去每单位面积的质量大的调节部进行粗调,能够通过除去每单位面积的质量小的调节部进行微调。

2. 根据权利要求1所述的振动型陀螺仪,其特征在于,

上述第一锤部的质量设定为比上述第二锤部的质量小。

3. 根据权利要求1所述的振动型陀螺仪,其特征在于,

对于在上述驱动部和上述检测部内形成有该调节部的部分,在上述驱动部,上述调节部形成在与该驱动部的延伸方向大致正交的方向的所有区域内,在上述检测部,上述调节部形成在与该检测部的延伸方向大致正交的方向的所有区域内。

4. 根据权利要求1所述的振动型陀螺仪,其特征在于,

上述第一锤部和第二锤部中的至少一方由厚度不同的多个调节部形成。

5. 根据权利要求4所述的振动型陀螺仪,其特征在于,

上述第一锤部的调节部和上述第二锤部的调节部使用相同的金属,形成为相同的厚度。

6. 根据权利要求4所述的振动型陀螺仪,其特征在于,

上述厚度不同的多个调节部中的靠近上述驱动部或上述检测部的前端的一侧的调节部的厚度,形成为比其他调节部的厚度大。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的振动型陀螺仪,其特征在于,

该振动型陀螺仪具有保持器,上述压电振动片安装在上述保持器上。

8. 根据权利要求1至6中任一项所述的振动型陀螺仪,其特征在于,

该振动型陀螺仪具有:

保持器,上述压电振动片安装在上述保持器上;以及

电路元件,其安装在上述保持器上,并具有用于驱动至少上述压电振动片的电路。

9. 一种振动型陀螺仪的制造方法,该振动型陀螺仪具有压电振动片,该压电振动片具有以下部分:基部;驱动部,其经由在同一平面内从上述基部延伸的支承梁进行设置,并进行预定的振动;以及检测部,该检测部在同一平面内从上述基部延伸,并检测由伴随上述驱动部旋转的科里奥利力所产生的检测振动,

其特征在于,该振动型陀螺仪的制造方法具有以下工序:

在形成了外形形状的上述压电振动片的表面上,形成电极膜;

在上述检测部的前端部分形成的上述电极膜的表面以及上述驱动部的前端部分形成

的上述电极膜的表面的一部分上,形成作为调节部的锤层;

至少除去在上述检测部的前端部分形成的上述锤层来调节上述检测部的固有共振频率;以及

除去在上述驱动部的前端部分形成的上述锤层来对上述驱动部的固有共振频率进行粗调,除去在上述驱动部的前端部的上述电极膜来对上述驱动部的固有共振频率进行微调。

## 振动型陀螺仪及振动型陀螺仪的制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种振动型陀螺仪及振动型陀螺仪的制造方法，该振动型陀螺仪搭载压电振动片、用于检测被施加给该压电振动片的旋转的旋转角速度。

### [0002] 背景技术

[0003] 以往，作为用于检测旋转角速度的角速度传感器，使用压电振动片的振动型陀螺仪已被用于检测VTR、相机的手抖动等。参照附图对该振动型陀螺仪的一个例子进行说明。图8是示现有振动型陀螺仪的压电振动片的一个例子的平面图。如图8所示，在压电振动片100的主臂102上，基部103从固定部101垂直地延伸，基部103的一端部103a固定在固定部101上。在基部103上设有检测部105a、105b。在基部103的另一端部103b侧设有两块作为驱动部的弯曲振动片104a、104b，弯曲振动片104a、104b相对于基部103在垂直方向上延伸。在弯曲振动片104a、104b上，设有激励部106a、106b、106c、106d(例如专利文献1)。

[0004] 对压电振动片100的动作进行说明。在相对于激励部106a、106b、106c、106d附加驱动电压时，弯曲振动片104a、104d分别沿箭头A、箭头B的方向弯曲振动。此时，如果压电振动片100在X-Y平面内沿箭头 $\omega$ 的方向进行转动，在各压电振动片104a、104b上就会被施加科里奥利(Coriolis)力，并且该科里奥利力被传递到基部103。由此，基部103以接续部分126为中心沿箭头D的方向进行弯曲振动。利用检测部105a、105b检测该基部103的弯曲振动，通过输出与所检测出的弯曲振动相对应的信号来检测旋转各速度。

[0005] 另外，在振动型陀螺仪中，为使测量灵敏度良好，要求在弯曲振动片104a、104b的固有共振频率与作为检测部的基部103的固有共振频率之间具有一定的振动频差(以下称为“失调频率”)。另外，在振动型陀螺仪中，为防止因弯曲振动片104a、104b各自的固有共振频率的不同(不平衡)而产生的弯曲振动向基部泄漏传播，使弯曲振动片104a、104b的固有共振频率一致。这些固有共振频率的调节通过改变基部103以及弯曲振动片104a、104b的质量来进行。

[0006] 例如，在图8所示的压电振动片100中，在基部103的另一端部103b侧，设有从弯曲振动片104a、104b突出来的突出部135。并且，通过实施从突出部135的一部分137除去质量的加工，来改变基部103的固有共振频率。另外，通过实施从各个弯曲振动片104a、104b的各前端侧的一部分136A、136B除去质量的加工，来分别独立地改变各个弯曲振动片104a、104b的固有共振频率。这些质量的除去加工，例如通过激光照射来除去在压电振动片100表面形成的薄膜等方式来进行。

[0007] 专利文献1：日本特开平11-72334号公报

[0008] 但是，在如上述那样的质量的除去加工中，在压电振动片100表面形成的薄膜的厚度大致均等，而且激光照射径也均等，因此，一次激光照射所除去的薄膜的质量大致一定。此处，由于压电振动片的制造偏差等造成每个压电振动片的所必须的质量变化量是不同的，大多需要大的质量变化。这样，在希望大的质量变化的情况下，即使能够除去大面积的薄膜，但用于加工大面积的加工时间会变长，或者，由于需要大的加工面积而阻碍了压电

振动片的小型化。为应对这些,使用了将除去部的薄膜的厚度加厚、增大一次激光照射所除去的除去量的方法,但相反,却无法除去激光照射一次的质量除去量以下的细微质量,最后难以进行所必须的微调。换言之,存在很难同时进行大的固有共振频率的调节和细微的固有共振频率的调节的问题。

[0009] 发明内容

[0010] 本发明是鉴于上述问题而完成的,其目的在于提供一种振动型陀螺仪及振动型陀螺仪的制造方法,以便可改变使用质量除去装置所能够除去的最低除去量,从而能够进行各个固有共振频率的粗调和微调。

[0011] 为解决上述问题,本发明的振动型陀螺仪是用于检测被施加给压电振动片的旋转的旋转角速度的振动型陀螺仪,其特征在于,上述压电振动片具有:基部;驱动部,其经由从上述基部延伸的支承梁进行设置,并进行预定的振动;检测部,该检测部在与上述驱动部相同的平面内从上述基部延伸,并检测由伴随上述驱动部旋转的科里奥利力所产生的检测振动;第一锤部,其用于上述压电振动片的特性调节,并形成在上述驱动部的前端部分;以及第二锤部,其用于上述压电振动片的特性调节,并形成在上述检测部的前端部分,上述第一锤部和第二锤部的至少一方由每单位面积的质量不同的多个调节部形成,能够通过除去每单位面积的质量大的调节部进行粗调,能够通过除去每单位面积的质量小的调节部进行微调。

[0012] 根据本发明的振动型陀螺仪,在第一锤部和第二锤部的至少一方,形成有每单位面积的质量不同的至少两个调节部。由此,在希望质量变化大的情况(粗调)下,能够除去每单位面积的质量大的调节部,在希望细微的变化的情况(微调)下,能够除去每单位面积的质量小的调节部。即,质量的调节,首先可利用每单位面积的质量大的调节部以短时间进行大的质量变化,接着可利用每单位面积的质量小的调节部进行细微的最后调节。因此,既不用增大调节部的面积也不用延长加工时间,就可在一锤部中进行粗调和微调。换言之,本发明可提供利用一个面积较小的调节部就能够简单地进行各个固有共振频率的粗调和微调的振动型陀螺仪。

[0013] 另外,优选上述第一锤部的质量设定为比上述第二锤部的质量小。

[0014] 这样,需要较大质量调节的检测部的调节,用每单位面积的质量大的调节部来进行,需要较小质量调节的驱动部的调节用每单位面积的质量小的调节部来进行。即,能够缩短调节所需时间,能够进行更高效的质量调节。

[0015] 另外,优选对于在上述驱动部和上述检测部内形成有该调节部的部分,在上述驱动部,上述调节部形成在与该驱动部的延伸方向大致正交的方向的所有区域内,在上述检测部,上述调节部形成在与该检测部的延伸方向大致正交的方向的所有区域内。

[0016] 这样,能够考虑到与朝向形成调节部时产生的驱动部和检测部的各自前端的方向大致正交的方向(以下,称为“宽度方向”)的形成位置的偏离,来设定调节部的大小。即,将调节部的宽度尺寸设定为比驱动部和检测部的宽度方向的尺寸大,因而即使产生形成位置的偏离,调节部也总会形成在驱动部或检测部的宽度方向的所有区域内。由此,能够防止因调节部的形成位置的偏离而造成的下述情况:使调节部的一端从驱动部或检测部的宽度方向偏离,或者另一端进入到驱动部或检测部的内侧而造成的调节部质量的偏差。换而言之,能够减小调节部和驱动部的固有共振频率的偏差。

[0017] 另外,优选上述第一锤部和第二锤部中的至少一方由厚度不同的多个调节部形成。

[0018] 这样,第一锤部和第二锤部的至少一方由厚度不同的至少两个调节部形成。由此,在希望质量变化大的情况(粗调)下,能够除去厚度大的调节部,在希望细微的变化的情况(微调)下,能够除去厚度小的调节部。即,质量的调节,首先可利用厚度大的调节部以短时间进行大的质量变化,接着可利用厚度小的调节部进行细微的最后调节。因此,既不用增大调节部的面积也不用延长加工时间,就可在一锤部中进行粗调和微调。

[0019] 另外,优选上述第一锤部的调节部和上述第二锤部的调节部使用相同的金属,形成为相同的厚度。

[0020] 这样,第一锤部的调节部和第二锤部的调节部能够由相同的形成工序来形成。换言之,能够高效地形成第一锤部的调节部和第二锤部的调节部,能够提供制造成本更加低廉的振动型陀螺仪。

[0021] 另外,优选上述厚度不同的多个调节部中的靠近上述驱动部或上述检测部前端的一侧的调节部的厚度,形成为比其他调节部的厚度大。

[0022] 这样,由于易受质量变化影响的大致前端部分的调节部的厚度大,因而能够更加高效地进行粗调。另外,在比较不容易受到质量变化影响的其他部分上形成厚度小的调节部,从而能够易于进行微调。

[0023] 另外,优选该振动型陀螺仪具有保持器,前面叙述的压电振动片安装在上述保持器上。

[0024] 另外,优选该振动型陀螺仪具有:保持器,前面叙述的压电振动片安装在上述保持器上;以及电路元件,其安装在上述保持器上,并具有用于驱动至少上述压电振动片的电路。

[0025] 本发明提供一种振动型陀螺仪的制造方法,该振动型陀螺仪具有压电振动片,该压电振动片具有以下部分:基部;驱动部,其经由在同一平面内从上述基部延伸的支承梁进行设置,并进行预定的振动;以及检测部,该检测部在同一平面内从上述基部延伸,并检测由伴随上述驱动部旋转的科里奥利力所产生的检测振动,其特征在于,振动型陀螺仪的制造方法具有以下工序:在形成了外形形状的上述压电振动片的表面上,形成电极膜;在上述检测部的前端部分形成的上述电极膜的表面以及上述驱动部的前端部分形成的上述电极膜的表面的一部分上,形成作为调节部的锤层;至少除去在上述检测部的前端部分形成的上述锤层来调节上述检测部的固有共振频率;以及除去在上述驱动部的前端部分形成的上述锤层来对上述驱动部的固有共振频率进行粗调,除去在上述驱动部的前端部的上述电极膜来对上述驱动部的固有共振频率进行微调。

[0026] 根据本发明的振动型陀螺仪的制造方法,由于能够同时形成第一锤部和第二锤部的锤层,因此能够减少形成锤层的工序,且能够缩减制造工时数。另外,需进行大的固有共振频率的调节的检测部,通过除去锤部以短时间进行调节,需微调的驱动部通过依次进行除去锤部的粗调和除去电极膜的微调,以短时间进行细微的调节,从而能够调节为希望的固有共振频率。即,能够以低成本提供精度良好的振动型陀螺仪。

[0027] 附图说明

[0028] 图1是示出第一实施方式的振动型陀螺仪的压电振动片的概要的平面图。

- [0029] 图 2 是用于示意地说明压电振动片的驱动振动的平面图。
- [0030] 图 3 是用于示意地说明压电振动片的检测振动的平面图。
- [0031] 图 4 是示出调节部的激光加工的示意平面图。
- [0032] 图 5 的 (a) 至 (c) 是示出锤层的变形例的平面图。
- [0033] 图 6 是示出第二实施方式的振动型陀螺仪的概要的主剖面图。
- [0034] 图 7 的 (a) 至 (f) 是示出第三实施方式的振动型陀螺仪的压电振动片的概要的制造工序的工序说明图, 左列为驱动臂前端附近的主视图, 右列为检测臂前端附近的主视图。
- [0035] 图 8 是示出现有的振动型陀螺仪的压电振动片的平面图。

## 具体实施方式

[0036] 下面, 参照附图对本发明的振动型陀螺仪的最佳方式进行说明。另外, 本发明并不限于下述实施方式。

[0037] (第一实施方式)

[0038] 图 1 是示出本发明的第一实施方式的振动型陀螺仪的压电振动片的概要的平面图。

[0039] 如图 1 所示, 压电振动片 10 形成于 XY 平面内。在第一实施方式中, 压电振动片 10 由水晶制成, 在 X 轴被称作电轴、Y 轴被称作机械轴和 Z 轴被称作光轴的情况下, 该压电振动片 10 是沿 X 轴与 Y 轴的平面方向切制而成的 Z 切割水晶基板。压电振动片 10 由预定厚度的水晶基板形成。压电振动片 10 的平面形状是这样的形状: 在 XY 平面内沿水晶的晶轴展开, 相对于中心点 G 呈 180° 点对称的形状。中心点 G 是压电振动片 10 的重心位置。另外, 虽然在图 1 中未图示, 但是在压电振动片 10 的表面形成有预定的电极。

[0040] 在压电振动片 10 上形成有基部 12, 该基部 12 是具有分别与 X 轴方向和 Y 轴方向平行的端面的矩形状。在基部 12 上形成有作为支承梁的两个连接臂 13、14, 这两个连接臂 13、14 从基部 12 的与 Y 轴平行的两个端面的中央沿与 X 轴平行的方向延伸。另外, 在基部 12 上形成有从基部 12 的与 X 轴平行的两个端面的中央起沿与 Y 轴平行的方向延伸的检测部, 该检测部是沿 Y 轴正方向形成的检测臂 16A 和沿 Y 轴负方向形成的检测臂 16B。在连接臂 13、14 各自的前端上, 形成有在与连接臂 13 正交的方向上延伸的一对驱动臂。在连接臂 13 的前端, 沿 Y 轴正方向延伸有驱动臂 15A, 沿 Y 轴负方向延伸有驱动臂 15B。另外, 在连接臂 14 的前端, 沿 Y 轴正方向延伸有驱动臂 15C, 和沿 Y 轴负方向延伸有驱动臂 15D。

[0041] 在驱动臂 15A、15B、15C、15D 的前端部上, 形成有宽幅形状的第一锤部 19。在第一锤部 19 上, 作为调节部形成有电极膜 17 和形成于电极膜 17 的表面上的锤层 18。另外, 锤层 18 形成为与电极膜 17 相比厚度变大。另外, 锤层 18 在第一锤部 19 的宽度方向 (X 方向) 上设为宽度完全充满, 并且在本例中, 锤层 18 形成在第一锤部 19 的前端侧的大致一半的区域内。因此, 第一锤部 19 形成为: 电极膜 17 占大致一半的面积, 锤层 18 占剩下的一半面积。并且, 锤层 18 能够利用例如金、银等金属使用真空蒸镀法等形成。

[0042] 在检测臂 16A、16B 的前端部上, 形成有宽度设定为比第一锤部 19 宽的宽幅形状的第二锤部 23。通过增加宽度, 能够增加第二锤部 23 的面积, 从而能够增加可除去的质量。在第二锤部 23 上作为调节部形成有电极膜 17 和形成于电极膜 17 的表面上的锤层 20。锤层 20 形成为与电极膜 17 相比厚度变大。另外, 锤层 20 在第二锤部 23 的宽度方向 (X 方

向)上设为宽度完全充满,并且在本例中,锤层 20 形成为占第二锤部 23 的大部分的区域。因此,第二锤部 23 形成为:锤层 20 占面积的几乎所有区域,电极膜 17 占剩下的些许部分的面积。另外,与第一锤层相同,锤层 20 能够利用例如金、银等金属使用真空蒸镀法等形成。

[0043] 驱动臂 15A、15B、15C、15D 以产生预定的共振频率的驱动振动的方式来设定其宽度和长度等的尺寸。另外,检测臂 16A、16B 以及连接臂 13、14 以产生预定的共振频率的检测振动的方式来设定其宽度和长度等的尺寸。

[0044] 接下来,对压电振动片 10 的振动动作进行说明。图 2 和图 3 是用于示意地说明本第一实施方式的压电振动片 10 的动作的平面图。在图 2 和图 3 中,为了容易理解地表现振动方式,将各振动臂简化为用线表示。与图 1 相同的结构部分用相同符号表示,并省略说明。

[0045] 图 2 是对驱动振动进行说明的图。在图 2 中,驱动振动是驱动臂 15A、15B、15C、15D 沿箭头 A 方向进行振动的弯曲振动,在用实线表示的振动姿态与用双点划线表示的振动姿态之间以预定频率进行反复。此时,驱动臂 15A、15B 和驱动臂 15C、15D 以与穿过重心位置 G 的 Y 轴成线对称的方式进行振动,因此,基部 12、连接臂 13、14 以及检测臂 16A、16B 几乎不振动。

[0046] 图 3 是对检测振动进行说明的图。在图 3 中,检测振动在用实线表示的振动姿态与用双点划线表示的振动姿态之间以上述驱动振动的频率进行反复。检测振动是在压电振动片 10 进行如图 2 中所示的驱动振动的状态下,对压电振动片 10 施加了绕 Z 轴的旋转角速度  $\omega$  时,箭头 B 所示方向的科里奥利力作用于驱动臂 15A、15B 以及 15C、15D 而产生的。

[0047] 由此,驱动臂 15A、15B、15C、15D 如箭头 B 所示进行振动。箭头 B 所示的振动是相对于重心位置 G 的周向的振动。而且同时,检测臂 16A、16B 如箭头 C 所示那样进行振动,并且是呼应箭头 B 的振动而沿与箭头 B 反向的周向进行振动。

[0048] 此时,当驱动臂 15A、15B、15C、15D 和检测臂 16A、16B 进行如图 2 所示的振动时,由于作为振动系统是取得平衡的状态,所以基部 12 的周缘部不振动。因此,即使在该基部 12 上连接用于支承压电振动片 10 的导向 (lead) 部件,也不会给压电振动片 10 的振动带来影响。

[0049] 下面,参照图 1 对压电振动片的特性调节进行说明。为使压电振动片 10 的测量灵敏度良好,对如图 1 所示的压电振动片 10 有这样的要求:在驱动臂 15A、15B、15C、15D 的固有共振频率和检测臂 16A、16B 的固有共振频率之间具有一定的振动频差(以下称为“失调频率”)。为了调节该失调频率,进行从在检测臂 16A、16B 上形成的第二锤部 23 的锤层 20 和电极膜 17 除去质量的加工,使检测臂 16A、16B 的固有共振频率变化。由于失调频率的调节有必要取得较多的调节量,而通过扩大锤层 20 在第二锤部 23 中所占的区域,就能取得较大的调节量。另外,从锤层 20 和电极膜 17 除去质量的加工,既可对锤层 20 和电极膜 17 中的某一方进行加工,也可对双方都进行加工。

[0050] 另外,对如图 1 所示的压电振动片 10 有这样的要求:使驱动臂 15A、15B、15C、15D 各自的固有共振频率一致。这是为了防止所谓振动泄漏、即防止因驱动臂 15A、15B、15C、15D 的弯曲振动通过连接臂 13、14 向检测臂 16A、16B 传播。振动泄漏是由于驱动臂 15A、15B、15C、15D 各自的固有共振频率的不同(不平衡)而产生的。为消除该固有共振频率的不同,而改变驱动臂 15A、15B、15C、15D 各自的固有共振频率,并进行调节来使驱动臂 15A、

15B、15C、15D 各自的固有共振频率一致。对驱动臂 15A、15B、15C、15D 的固有共振频率的调节,是通过从形成于驱动臂 15A、15B、15C、15D 各自的前端部上的第一锤部 19 的锤层 18 和电极膜 17 除去质量的加工来进行的。锤层 18 和电极膜 17 在第一锤部 19 上设置为大致各占一半,通过除去锤层 18 来进行粗调,通过除去电极膜 17 来进行微调。另外,从锤层 18 和电极膜 17 除去质量的加工,可对锤层 18 和电极膜 17 中的某一方进行加工,也可对双方都加工。

[0051] 另外,在本例中,从锤层 18、20 和电极膜 17 除去质量的加工,一个例子是使用通过照射激光来熔化、蒸发锤层 18、20 和电极膜 17 的方法。如图 4 表示的激光加工的示意图所示,在照射激光 22 的同时通过将驱动臂 15A 与激光相对地移动,来连续或间歇(单发)地除去锤层 18。在图 4 中表示照射激光 22 并由此连续地按沿箭头方向除去锤层 18 的例子,依次反复加工下一列或进行往复加工。电极膜 17 的除去加工也与锤层 18 相同。

[0052] 根据第一实施方式所示的振动型陀螺仪的压电振动片 10,在驱动臂 15A、15B、15C、15D 上,作为调节部的第一锤部 19 是由锤层 18 和电极膜 17 形成的,在检测臂 16A、16B 上,作为调节部的第二锤部 23 是由锤层 20 和电极膜 17 形成的。由于锤层 18、20 和电极膜 17 的厚度不同,因此相同面积的激光照射所能够除去的质量不同。即,能够使厚度大的锤层 18、20 有大的质量变化,能够使厚度小的电极膜 17 有小的质量变化。因此,质量调节可通过下述方式进行:以厚度大的锤层 18、20 在短时间内进行大的质量变化(粗调),以厚度小的电极膜 17 进行细微的质量变化(微调)。由此,能够利用较小面积的调节部在短时间内对各个固有共振频率进行粗调或微调,从而提供一种价格低廉且小型的振动型陀螺仪。

[0053] 另外,在第一实施方式中,锤层的形状以如图 1 所示的在 X 方向上具有长边的形状为例进行了说明,但不限于此,如果能保证预定的面积可不拘泥于形状。例如,还可以是图 5(a) 至图 5(c) 中所示的形状。在图 5(a) 中,在表面形成有电极膜 17 的驱动臂 15A 的前端部分上,形成有圆形的锤层 18。另外,在图 5(b) 中,在表面形成有电极膜 17 的驱动臂 15A 的前端部分的表面上,形成有在与第一实施方式中所示的锤层正交的方向上具有长边的矩形形状的锤层 18。并且,在图 5(c) 中,在表面形成有电极膜 17 的驱动臂 15A 的前端部分上,形成有在与第一实施方式中所示的锤层正交的方向上具有长边的矩形形状的两个锤层 18a、18b。

[0054] 另外,进行除去第一锤部 19 和第二锤部 23 的锤层 18、20 以及电极膜 17 的加工,无需对锤层 18 和电极膜 17、以及锤层 20 和电极膜 17 都进行加工。只要能够完成希望的质量调节,对哪一部分加工都可以,以第一锤部 19 作为一个例子进行说明的话,有只加工锤层 18,或者只加工电极膜 17,或者锤层 18 和电极膜 17 两者都加工的模式,其中那种模式都可以。

[0055] (第二实施方式)

[0056] 按照图 6 对第二实施方式进行说明。图 6 是示出本发明的振动型陀螺仪的概要结构的主剖面图。

[0057] 如图 6 所示,本发明的振动型陀螺仪 30 由如下部分构成:压电振动片 10、收纳在作为保持器的箱(package)31 的凹部内的电路元件 32、支承基板 34、支承部 35、盖体 37 等。

[0058] 例如,在由陶瓷形成的箱 31 中,形成有三阶结构的凹部。电路元件 32 是用导电性粘结剂(未图示)等固定在箱 31 的最下阶,其通过由线接合(wire bonding)的金属细线

(接合线)33 与在箱 31 的中间阶段形成的连接配线部(未图示)相连接。电路元件 32 具有至少驱动压电振动片 10 并检测旋转角速度的功能。支承基板 34 的一端连接固定于箱 31 的上阶,在该支承基板 34 的表面上连接有支承部 35,该支承部 35 的一端部上连接有在上述的第一实施方式中详述的压电振动片 10。支承部 35 由具有挠性的金属薄板等形成为多个细长形状,为了防止支承基板 34 与压电 振动片 10 接触,在从支承基板 34 突出来的部分成为向上折弯的形状。在其折弯方向的端部上,连接有压电振动片 10。箱 31 的开口部经由连接部 36 使用例如缝焊、金属加热粘接等用盖体 37 封闭。

[0059] 根据第二实施方式,在箱内安装并收纳有在第一实施方式中详述的压电振动片 10。压电振动片 10 由于能够高效地进行特性调节,因此价格低廉,并且能够缩小特性调节用的锤部因而是小型的。因此,根据本例能够提供小型且价格低廉的振动型陀螺仪 30。

[0060] 另外,在上述的第二实施方式中,已对在箱 31 内收纳电路元件 32 的结构作为一个例子进行了说明,但是电路元件 32 还可以是不收纳于箱 31 内的结构,而也具有与第二实施方式同样的效果。例如,电路元件 32 也可以构成为安装在安装有振动型陀螺仪 30 的基板(未图示)等上,在箱内收纳有压电振动片 10、支承压电振动片 10 的支承部 35、以及与支承部 35 连接的支承基板 34。另外,在该结构中,在箱 31 的凹部中形成的阶差还可以是两阶结构。

[0061] 另外,已举例说明了上述的箱 31 的凹部是三阶或两阶结构,但阶数不限于此,还可以是一阶结构或者四阶以上的结构。

[0062] (第三实施方式)

[0063] 下面,作为第三实施方式,参照附图对本发明的振动型陀螺仪的压电振动片的制造方法进行说明。图 7 的 (a) ~ (f) 是示出如前面叙述的图 1 所示的第一实施方式的振动型陀螺仪的压电振动片 10 的概要的制造工序的工序说明图。图 7 是从图 1 所示的 P 方向观察压电振动片 10 的图,左列表示驱动臂 15A 的前端附近,右列表示检测臂 16A 的前端附近。

[0064] 首先,如图 7(a) 所示,准备这样的压电振动片 10 :其例如是由水晶板构成的,并且具有如图 1 所示的作为驱动部的驱动臂 15A、15B、15C、15D 以及作为检测部的检测臂 16A、16B 等的外形形状。下面,以驱动臂 15A 和检测臂 16A 为代表依次对压电振动片 10 的制造工序进行说明,但是驱动臂 15A、15B、15C、15D 和检测臂 16A、16B 按需要分别用相同工序进行相同加工。

[0065] 下面,如图 7(b) 所示,在压电振动片 10 的表面形成电极膜 17。例如为提高与水晶的密合性,电极膜 17 的结构为,形成铬(Cr)等的基础金属层,在其表面形成金(Au)层。电极膜 17 的形成能够使用蒸镀法或喷溅涂敷法等进行成膜。

[0066] 下面,如图 7(c) 所示,在驱动臂 15A 的前端部分的第一锤部 19 和检测臂 16A 的前端部分的第二锤部 23 上,分别形成作为调节部的锤层 18、20。锤层 18、20 例如通过用金属掩膜等的蒸镀法或喷溅涂敷法等而形成金(Au)等的金属层,该层的厚度形成为比电极膜 17 的厚度大。锤层 18 形成于第一锤部 19 的大致一半的区域内,锤层 20 形成于第二锤部 23 的大致整个区域内。

[0067] 下面,如图 7(d) 所示,进行检测臂 16A 的质量调节,以便将检测臂 16A 的固有共振频率调节为希望的频率。该质量调节是在第一实施方式中已作说明的、用于调节失调频率

而进行的质量调节,例如通过照射聚焦的激光L0,从而将形成于检测臂16A的锤层20熔化、蒸发并除去而进行。另外,如果必要的话,也可将电极膜17熔化、蒸发并除去。

[0068] 下面,如图7(e)和图7(f)所示,进行驱动臂15A的质量调节,以便将驱动臂15A的固有共振频率调节为希望的频率。该质量调节是在第一实施方式中已作说明的、用于防止所谓振动泄漏、即防止因驱动臂15A、15B、15C、15D的弯曲振动通过连接臂13、14向检测臂16A、16B传播而进行的质量调节。改变驱动臂15A、15B、15C、15D各自的固有共振频率,进行调节使得驱动臂15A、15B、15C、15D各自的固有共振频率一致。该质量调节例如通过照射聚光的激光L1和激光L2,将形成于驱动臂15A的锤层18和电极膜17熔化、蒸发并除去而进行。

[0069] 如图7(e)所示,驱动臂15A的质量调节,首先对在驱动臂15A上形成的锤层18,照射激光L1,除去锤层18。由于锤层18的厚度大,因而一次激光能够除去的质量大,换言之,利用能够产生大的质量变化,大致地调节固有共振频率,进行所谓的粗调。

[0070] 接下来,如图7(f)所示,向驱动臂15A的第一锤部19的一部分电极膜17照射激光L2,除去电极膜17。由于电极膜17的膜厚小,因而一次激光能够除去的质量小,能够进行细微质量的调节。因此,通过除去电极膜17的质量来进行所谓的微调。

[0071] 根据上面叙述的第三实施方式所示的振动型陀螺仪的压电振动片的制造方法,能够同时形成第一锤部19的锤层18和第二锤部23的锤层20,因此能够缩短形成锤层18、20的制造工时数。另外,根据本例,通过将粗调和微调组合起来,从而能够高效地进行调节。即,需进行大的固有共振频率调节的检测臂16A、16B,通过除去锤层20能够以短时间进行调节。接着,通过对需进行微调的驱动臂15A、15B、15C、15D依次进行除去锤层18的粗调和除去电极膜17的微调,从而能够以短时间进行直到细微的调节为止的调节。即,能够高效地制造出高精度的振动型陀螺仪,因而能够以低成本提供。

[0072] 如图7(e)和图7(f)所示,锤层18和锤层20被除去的部分成为凹部21b、21a。该凹部21b、21a的底面如图7(e)和图7(f)所示也可以位于锤层18、20中,或者也可以将锤层18、20和形成在锤层18、20下方的电极膜17双方除去而使水晶面成为底面。另外,在图7(e)中,将锤层20被除去的凹部21a划分成三个来表示,在图7(f)中,将锤层18被除去的凹部21b划分成两个来表示,但不限于此,也可以通过连续地除去而形成连起来的一个凹部。

[0073] 另外,在上面叙述说明中,锤层18、20和电极膜17的除去是以除去加工驱动臂15A和检测臂16A的一个面为例进行说明的,但不限于此,也可以对在两个面上形成的锤层18、20和电极膜17进行除去加工。

[0074] 另外,在前面叙述中对使用锤层18和电极膜17来进行驱动臂15A的质量调节作了说明,但根据质量的调节量,还存在仅进行锤层18的除去来调节质量,而不进行电极膜17的除去的情况,或者也存在仅进行电极膜17的除去来调节质量,而不进行锤层18的除去的情况。

[0075] 另外,形成锤层18、20的材质比形成电极膜17的材质的比重大,例如,用金形成锤层18、20,用铝形成电极膜17等也具有同样的效果。

[0076] 另外,已对在第一锤部19和第二锤部23中分别设置一个锤层18、20进行了说明,但不限于此,第一锤部19和第二锤部23中也可形成多个厚度不同的锤层。

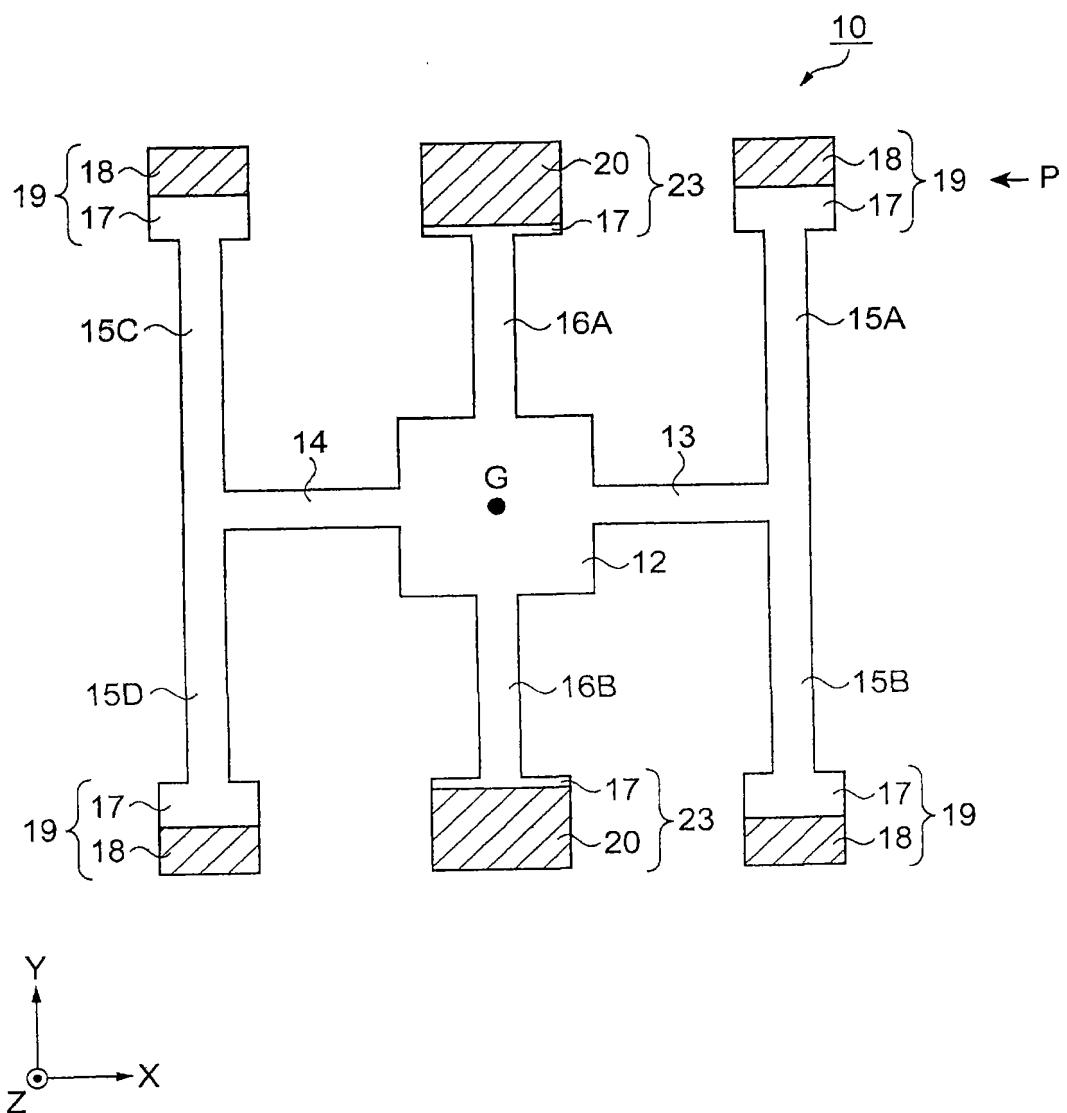


图 1

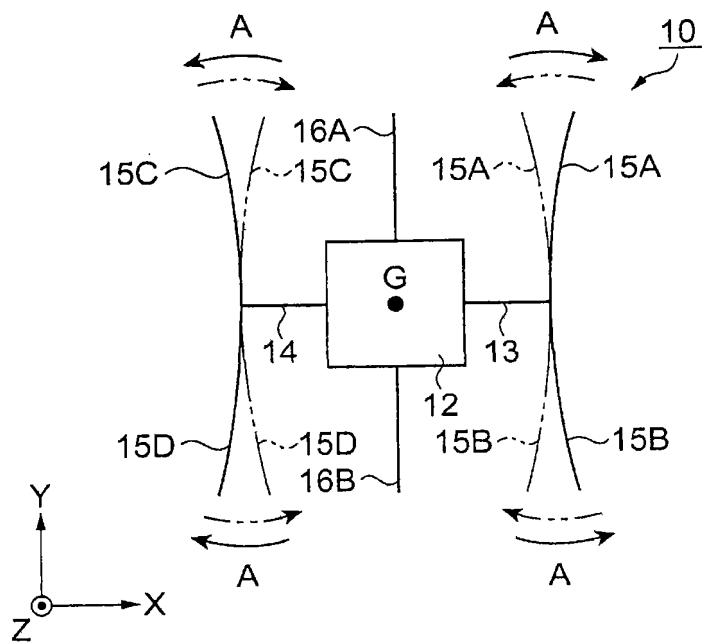


图 2

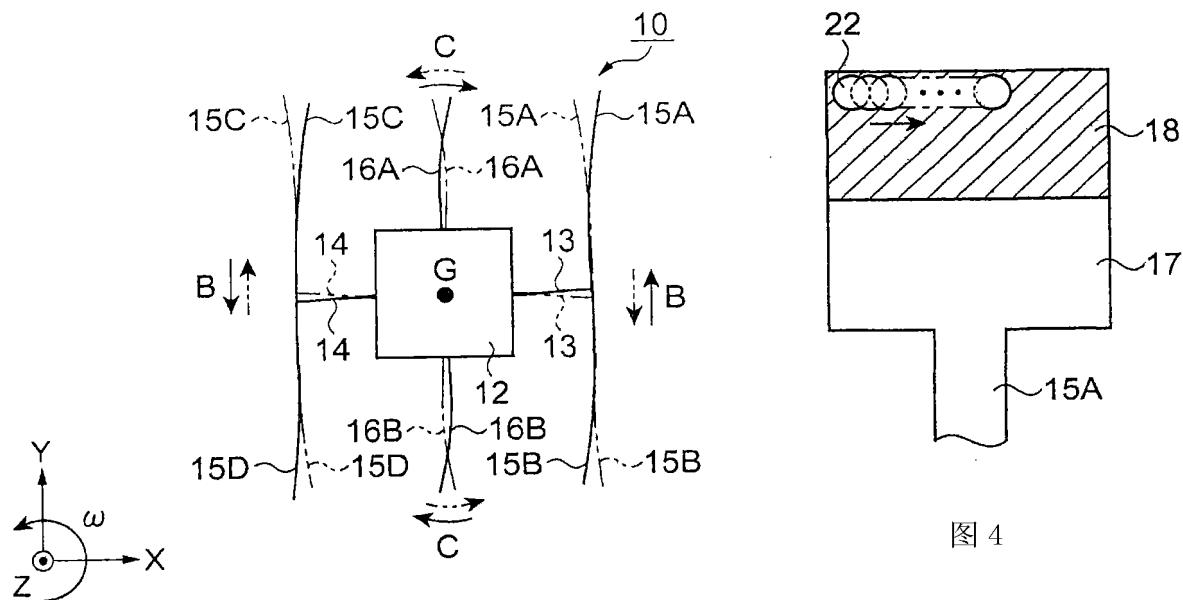


图 3

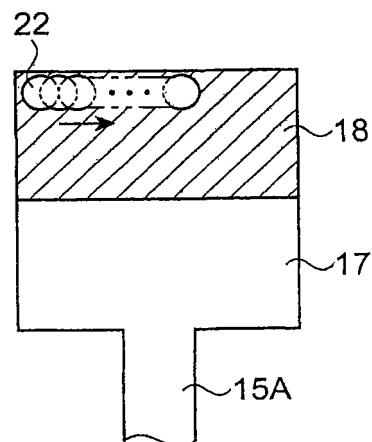


图 4

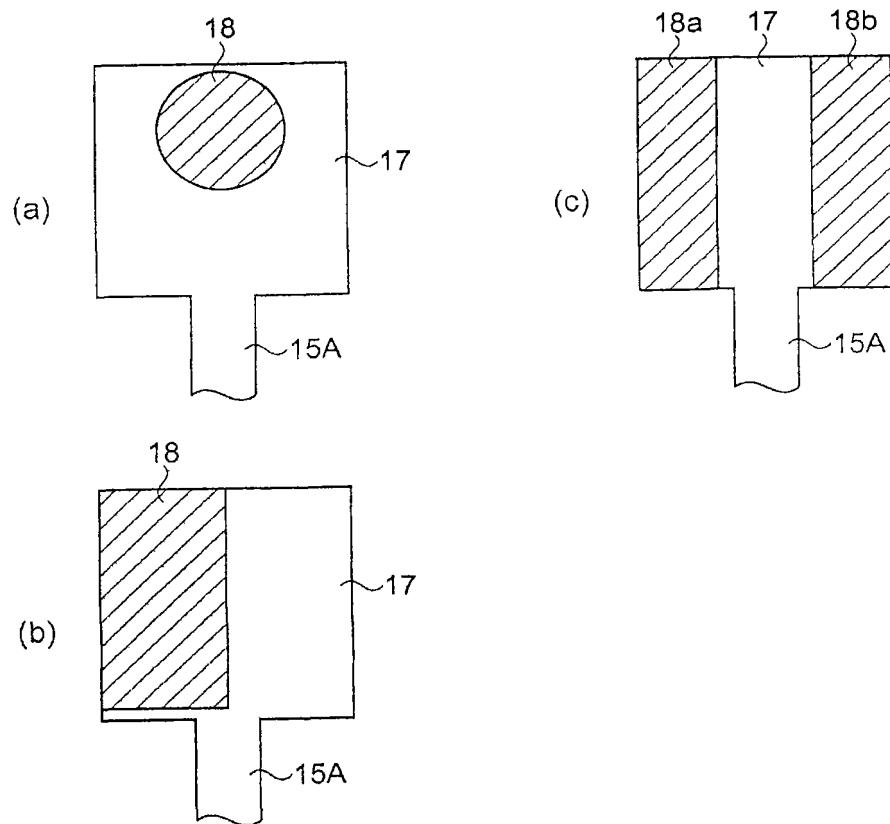


图 5

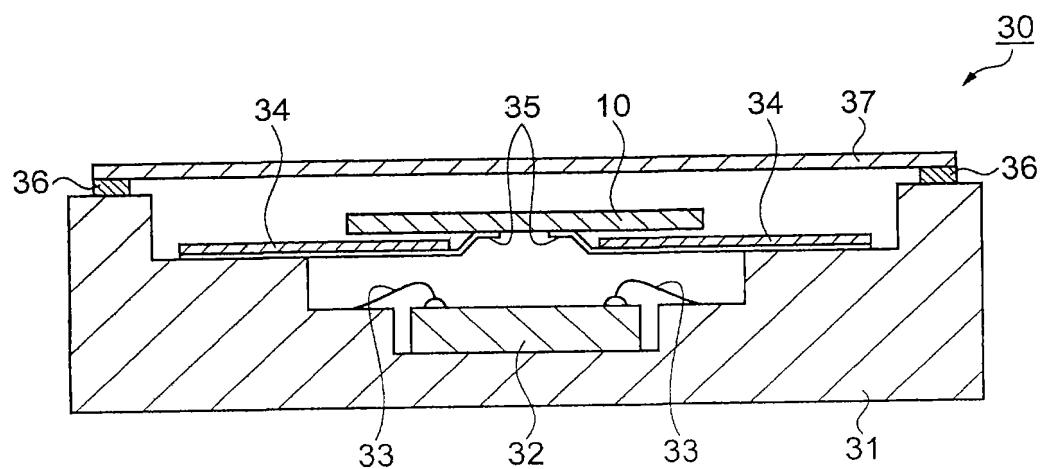


图 6

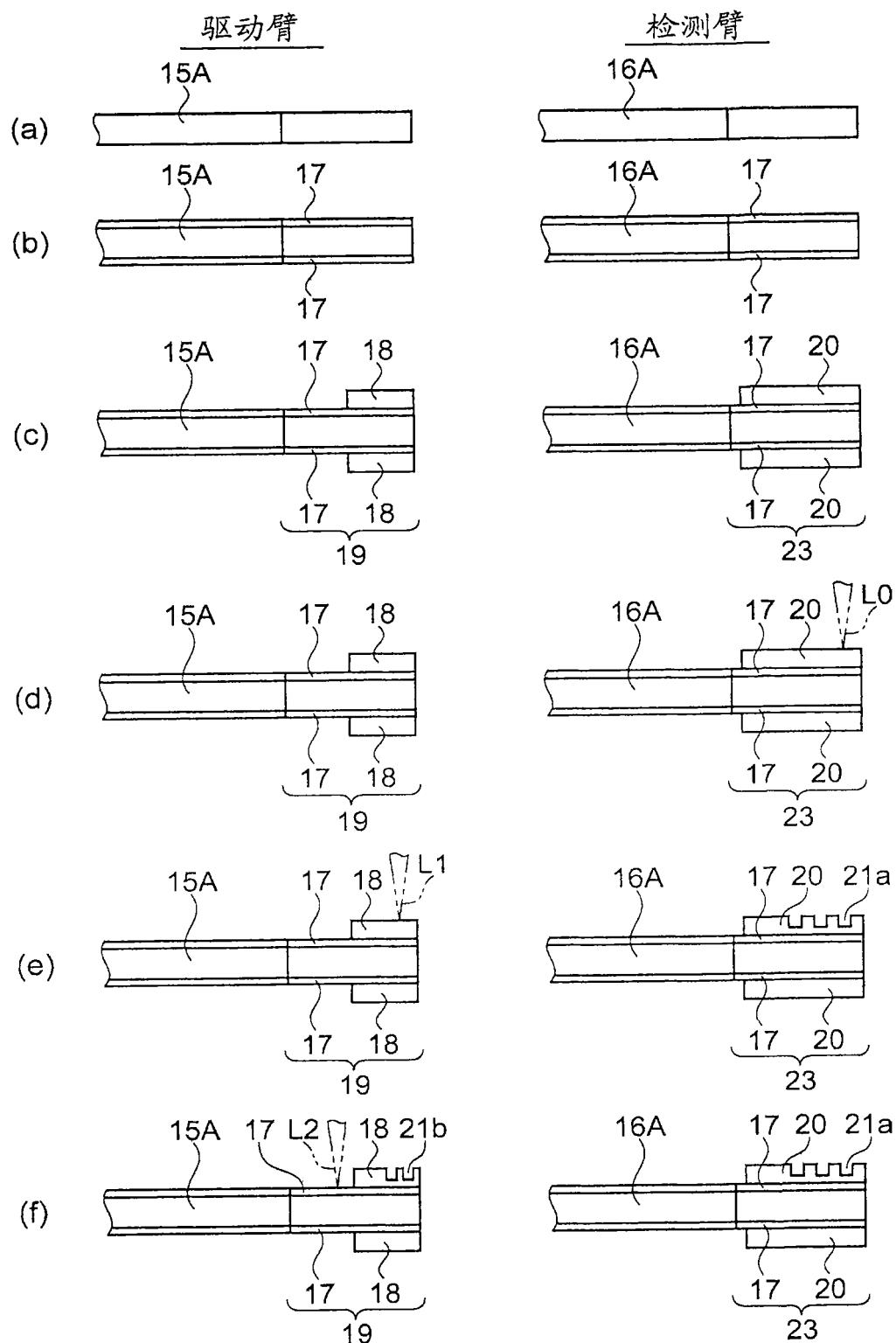


图 7

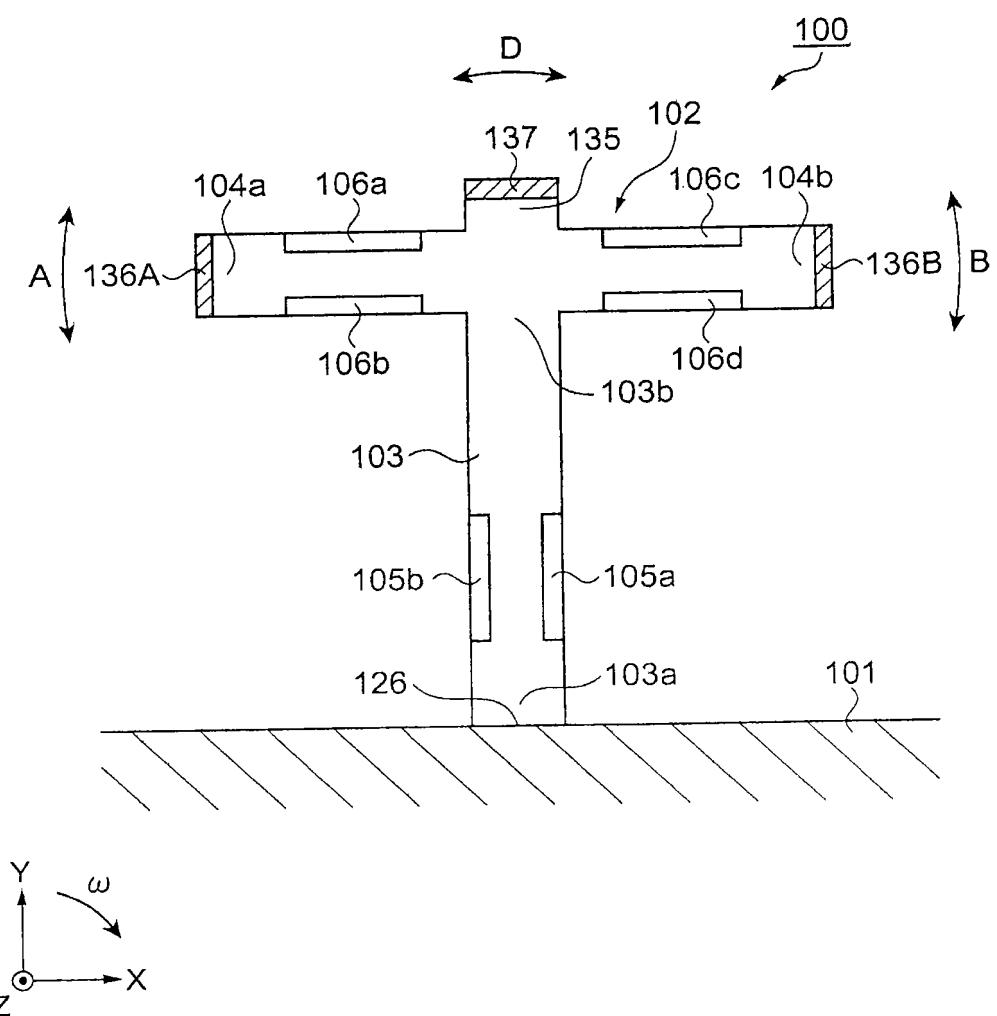


图 8