

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G01C 19/56

G01P 9/04



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 99108433.0

[43] 授权公告日 2003 年 3 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 1103044C

[22] 申请日 1999.6.11 [21] 申请号 99108433.0

[30] 优先权

[32] 1998. 6. 12 [33] JP [31] 165166/1998

[71] 专利权人 株式会社村田制作所

地址 日本京都府

[72] 发明人 藤本克己

审查员 李 璐

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

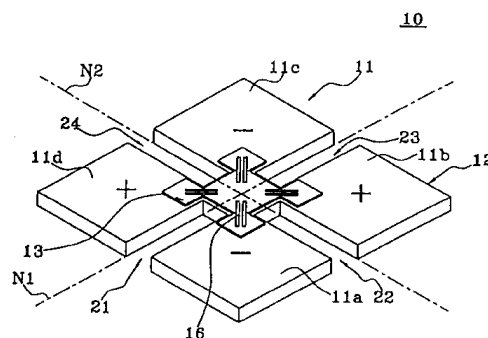
代理人 张兰英

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 7 页

[54] 发明名称 检测绕两轴的角速度的振动子和具有这种振动子的振动回转仪

[57] 摘要

一振动子包括一平板形振动体和四个从所述振动体外周四个部分的基本等分处朝向所述振动体中心设置的凹槽。一振动回转仪包括振动子以及一驱动装置和一检测装置。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种振动回转仪，它包括：

一振动子，该振动子包括一平板形振动体和四个从所述振动体外周四个部分的基本等分处朝向所述振动体中心设置的凹槽，所述凹槽从所述振动体的主表面延伸到相对的主表面；

一使所述振动子以轴对称模式振动的驱动装置，该模式是在所述四个凹槽中的彼此相对的凹槽之间延伸的两个轴线作为两个节轴；以及

一第一检测装置，检测由归因于加到所述振动子的第一回转角速度的第一 Coriolis 力引起的第一位移。

2. 如权利要求 1 所述的振动回转仪，还包括一第二检测装置，它检测由归因于加到所述振动子的第二回转角速度的第二 Coriolis 力所引起的第二位移，所述第二检测装置包括安装在所述振动子的具有第二位移的部分以检测该第二位移的分裂电极。

3. 如权利要求 2 所述的振动回转仪，其特征在于，第一和第二回转角速度作用在所述振动子平面中彼此垂直的两个方向。

4. 如权利要求 1 至 3 中的一项所述的振动回转仪，其特征在于，所述振动子可在其中心点附近被支承。

5. 一种振动回转仪，它包括：

一振动子，该振动子包括一平板形振动体和四个从所述振动体外周四个部分的基本等分处朝向所述振动体中心设置的凹槽，所述凹槽从所述振动体的主表面延伸到相对的主表面；

一使所述振动子以轴对称模式振动的驱动装置，该模式是从在所述四个凹槽中的彼此相对的凹槽之间延伸的轴线在同样的平面中转动约 45° 的两轴线作为两节轴；以及

一第一检测装置，检测由归因于加到所述振动子的第一回转角速度的第一 Coriolis 力引起的第一位移。

6. 如权利要求 5 所述的振动回转仪，还包括一第二检测装置，它检测由归因于加到所述振动子的第二回转角速度的第二 Coriolis 力所引起的第二位移，所述第二检测装置包括安装在所述振动子的具有第二位移的部分以检测该第二位移的分裂电极。

7. 如权利要求 6 所述的振动回转仪，其特征在于，第一和第二回转角速度作用在所述振动子平面中彼此垂直的两个方向。

8. 如权利要求 5 至 7 中的一项所述的振动回转仪，其特征在于，所述振动

子可在其中心点附近被支承。

检测绕两轴的角速度的振动子和具有这种振动子的振动回转仪

本发明涉及一种用于振动回转仪的振动子，和使用这种振动子的振动回转仪。更具体地说，本发明涉及一种振动子，它能检测绕两非平行轴的回转角速度，用于摄影机的防止手的摇动，汽车的导航系统，指向（瞄准）装置或类似装置，以及使用该振动子的振动回转仪。

一般称为传统振动回转仪和具有音叉型振动子或音片型振动子的振动回转仪只能检测绕一个轴线的一个回转角速度。但是，在近几年中，市场需求振动回转仪能够检测绕两个轴线的两个回转角速度，以提供提高了的灵敏度和精确度。

为了满足上述需求，本发明的申请人已经提出过下面将要讨论的两种振动回转仪。

图8示出了公开在日本未审查的第7-19878号公报上的振动回转仪的第一例子。

振动回转仪100包括一第一三棱柱状振动子101和一第二三棱柱状振动子102。第一振动子101设置有第一振动体103和两个形成在第一振动体103两侧表面上的第一压电元件105。图中只示出了一个第一压电元件105。第二振动子102设置有第二振动体104和两个形成在第二振动体104两侧表面上的第二压电元件106。图中只示出了一个第二压电元件106。

第一振动子101与第二振动子102相结合，从而分别在第一振动体103和第二振动体104设有压电元件的一个表面的中央部附近，第一振动子101大体与第二振动子102垂直相交。

在这样一种构造的振动回转仪100中，两个第一压电元件105和两个第二压电元件106连接于驱动回路(未示出)的输出端。此外，两个第一压电元件105连接于第一检测回路(未示出)的输入端。还有，两个第二压电元件106连接于第二检测回路(未示出)的输入端。

在这种振动回转仪100中，一类似驱动信号从驱动回路输入到两个第一压电元件105和两个第二压电元件106，第一振动子101和第二振动子102分别沿与第一振动体103和第二振动体104的结合表面正交的方向挠性振动。

当绕第一振动子101轴线的回转角速度在这种情况下加大时，在与振动方向正交的方向上产生科里奥利(Coriolis)力。第一振动子101的振动方向被Coriolis力所改变，并导致在两个第一压电元件105之间产生一依照回转角速度的信号。该信号由检测回路检测，从而输出与绕第一振动子轴线的回转角速度相对应的检

测信号。

类似地，当绕第二振动子 102 轴线的回转角速度加大时，在两个第二压电元件 106 之间按照回转角速度产生信号。该信号由检测回路检测，从而输出与绕第二振动子轴线的回转角速度相对应的检测信号。

因此，这种振动回转仪 100 能够检测绕两个轴线的两个回转角速度，即，绕第一振动子 101 轴线的回转角速度和绕第二振动子 102 轴线的回转角速度。

振动回转仪 100 具有以下的问题。第一，当两个振动子的共振频率彼此接近时产生干涉(拍(beat))。这样就会从各振动子中发出伪角速度信号。这就有必要采取诸如将各振动子的形状做成各异的对策，充分地将各个振动子的驱动方向和检测方向上的共振频率彼此分离开来，通过使用例如一低通滤波器来充分衰减其成分包括诸共振频率之差的拍频。

两种类型的振动子需要两种驱动回路和检测回路，这样导致回路的数量两倍于单轴回转仪的数量，因此费用也加倍。

以同样的频率和同样的相位激励两个方向上的振动子能消除拍频。即，如果两个振动子在驱动方向上的共振频率彼此完全一致，就可消除拍频。但是，事实上要使两个共振频率彼此完全一致是不可能的，因为要考虑到温度特性。

图 9 示出了公开在日本未审查的第 6-3153 号公报上的振动回转仪的第二实施例。

振动回转仪 110 包括一盘状振动体 112。在振动体 112 的一主平面上形成中心角约为 45° 的扇形压电元件 114a、114b、114c、114d、114e、114f、114g、114h，这些压电元件 114a-114h 用来检测，以获得对应于回转角速度的信号。

在振动体 112 的另一主平面上形成盘状压电元件 116，该压电元件用来驱动，使振动体 112 挠性振动。

压电元件 114a、114d 和压电元件 114e、114h 连接于第一检测回路(未示出)，而压电元件 114b、114g 和压电元件 114c、114f 连接于第二检测回路(未示出)。

这里，x 轴方向定义为与振动体 112 的主平面正交的方向；y 轴定义为与 X 轴方向正交并在压电元件 114a、114b、114g、114h 与压电元件 114c、114d、114e、114f 之间通过的方向；z 轴定义为与 x 轴方向正交并在压电元件 114a、114b、114c、114d 与压电元件 114e、114f、114g、114h 之间通过的方向。

当来自驱动回路(未示出)的驱动信号施加到压电元件 116 时，振动体 112 以所谓的同心模式振动，其中盘的中心部分沿 x 轴方向往复振动。

当在这种情况下回转角速度绕 z 轴进行时，Coriolis 力施加在 y 轴方向，由

此在压电元件 114a、114d 产生的电压与压电元件 114e、114h 产生的电压之间产生压差，用第一检测回路检测这种压差，以获得绕 z 轴进行的回转角速度。

类似地，当回转角速度绕 y 轴进行时，Coriolis 力施加在 z 轴方向，由此在压电元件 114b、114g 产生的电压与压电元件 114c、114f 产生的电压之间产生压差，用第二检测回路检测这种压差，以获得绕 y 轴进行的回转角速度。

这样，振动回转仪 110 能够检测两种绕两轴线的回转角速度，即在振动体 112 中绕 y 轴的回转角速度和绕 z 轴的回转角速度。

在振动回转仪 110 中，在第一传统例子中成为问题的绕两轴的两共振频率的干涉被解决了，因为只存在一个振动体并以驱动方向上和检测方向上的共振频率绕两轴彼此完全一致的模式振动。

还有，只要一个驱动回路就足够了，与第一个传统例子相比，回路费用就降低了。

第二个传统例子是一包括平板的平面结构，这种结构与第一个传统例子的三维布置的结构相比，具有极好的可工作性。

但是，在第二个传统例子，检测平板状振动体的水平方向产生的 Coriolis 力所引起的压电元件挠性位移的变化。一般而言，当水平方向的力施加到平板上时，该力所引起的平板的变形是很小的，甚至当力施加到平板的振动体时，平板的位移也是小的，因而，压电元件的挠性位移也是小的，且要获得的检测信号也是如此。因此，只能获得灵敏度低的振动回转仪。

本发明提供一种振动子，它能解决有关现有技术中的上述问题，并能用高的灵敏度和精确度检测绕两轴线的角速度。

振动子包括一平板振动体和四个从振动体外周的大体等分的四个部分朝向振动体中心设置的凹槽。这些凹槽从振动体的一主表面延伸到相对的主表面。

本发明的振动回转仪是一种使用振动子的振动回转仪，该振动子包括一平板振动体和四个从振动体外周的基本等分的四个部分朝向振动体中心设置的凹槽，这些凹槽从振动体的一主表面延伸到相对的主表面。振动体回转仪还包括一使振动子绕两轴振动的驱动装置和一第一检测装置，它检测由归因于加到振动子的第一回转角速度的第一 Coriolis 力引起的第一位移。

振动回转仪还可包括一第二检测装置，它检测由归因于加到振动子的第二回转角速度的第二 Coriolis 力。

有利的是，第一和第二角速度作用在振动子平面中彼此垂直的两个方向。

此外，两轴可以是在四个凹槽中的彼此相对的凹槽之间延伸的两个轴线。

或者，两轴轴可从在四个凹槽中的彼此相对的凹槽之间延伸的轴线转动约 45°。

另外，振动子可在其中心点附近被支承。

由于这些凹槽设置在振动子外周的四个方向，振动子在平面外和平面内的方向都能容易地弯曲，由此能获得大的振幅，以增加振动回转仪的灵敏度。

此外，由于绕两个轴线的角速度由一个振动子检测，可采用驱动方向的共振频率与两检测方向的共振频率完全一致的振动模式，没有绕两轴的共振频率彼此不一致的问题。因此，由于两轴由一个振动子检测，所以可得到一更加精确的振动回转仪。

由于振动子的中心是两节轴的交叉点，振动子的节点仅仅是振动子中心的一点，如果振动子支承在其中心附近，就可在不妨碍振动子振动的情况下获得振动子的稳定振动，其支承结构也被简化。

通过结合附图的本发明的以下描述，本发明的其它特征和优点将会很清楚，其中具有几种形式的较佳实施例，但要理解是，本发明不限于所示的精确排列和手段。

图 1A 是从上面看的本发明第一实施例的一振动子和振动回转仪的立体图。

图 1B 是从底侧看的图 1A 的振动子和振动回转仪的立体图。

图 2 是本发明第一实施例的一振动子和振动回转仪的俯视图。

图 3 示出了图 2 中所示的振动子和振动回转仪的 x 轴方向的截面。

图 4 是一示意性回路，它示出了本发明第一实施例的振动回转仪的作用。

图 5 是从上侧看的本发明第二实施例的振动子和振动回转仪立体图。

图 6 是本发明第二实施例的振动子和振动回转仪的俯视图。

图 7 是从上侧看的本发明实施例的振动子支承结构和振动回转仪的立体图。

图 8 是一立体图，它示出了一传统振动回转仪的第一个例子。

图 9 是一从上侧看的立体图，它示出了一传统振动回转仪的第二个例子。

下面结合附图详细描述本发明的较佳实施例。

图 1A、1B 还和 3 示出了本发明第一实施例的振动子，和使用该振动子的振动回转仪。振动回转仪 10 包括一基本为正方形平板形的振动子 11，振动子 11 包括一振动体 12、压电元件 13 和压电元件 17。

振动体 12 由一基本为正方形的平板制成，而该平板由诸如镍铬恒弹性钢的恒弹性金属材料构成。在振动体 12 四侧的各个约中间处，即，在振动体 12 的外周四个部分进行基本相同的等分，朝振动体 12 的中心点形成四个凹槽 21、22、23、24。

用沿四个凹槽 21、22、23、24 分别延伸的方向的中心线将振动子 11 分成四个区域。即，被凹槽 21 和 22、凹槽 22 和 23、凹槽 23 和 24 以及凹槽 24 和 21 的中心线包围的区域分别定义为第一区域 11a、第二区域 11b、第三区域

11c 和第四区域 11d。第一至第四区域 11a-11d 中的每一区域有一大的矩形部与一小的矩形部在各自的公共角相连的形状，第一至第四区域 11a-11d 的小的矩形部一体形成了设置在凹槽 21 和 23 之间以及凹槽 22 与 24 之间的中心部。

压电元件 13 用来检测振动体 12 的振动，并设置在振动体 12 一主平面的基本中心部。更具体地说，设置压电元件 13，以覆盖小的矩形部和第一至第四区域 11a-11d 中每一大矩形部的一部分。

参阅图 2 和 3，压电元件 13 包括一由诸如 PZT 的压电陶瓷构成的压电板 14，一设置在压电板 14 的一整个主表面上的全电极 15 和多个在压电板 14 另一主表面上的分裂电极(split electrode)16a、16b、16c、16d、16e、16f、16g 和 16h。注意图 1A 和 3，为了清楚起见，用编号 16 集中表示分裂电极 16a-16h。稍后将会描述分裂电极 16a-16h 的详细分布。压电元件 13 通过全电极 15 固定于振动体 12 上。

压电元件 17 用于驱动振动体 12，并设置在与振动体 12 一主平面上形成压电元件 13 的区域相对应的振动体 12 另一主平面的主中心部。压电元件 17 包括一压电板 18 和一对设置在压电板 18 的两个全主表面上的全电极 19、20。压电元件 17 通过全电极 19 固定于振动体 12。

第一实施例的振动回转仪 10 以轴对称模式振动，该模式是用四凹槽 21、22、23、24 中的两个彼此相对的轴线相连的槽作为振动子 11 的振动节轴(nodal axes)。穿过凹槽 21 和凹槽 23 的轴线被定义为节轴 N1，而穿过凹槽 22 和凹槽 24 的轴线定义为节轴 N2。

将驱动信号施加到压电元件 17 上使振动子 11 发生振动。为了使振动子 11 用节轴 N1、N2 作为节轴、以轴对称模式振动，必须在压电元件 17 的以节轴 N1、N2 形成的边界上颠倒其极化的极性(polarity of the polarization)。这样，压电元件 17 在厚度方向上达到极化，使得压电元件 17 的与第一区域 11a 和第三区域 11c 对应的部分和驱动用的压电元件 17 的与第二区域 11b 和第四区域 11d 对应的部分，极化方向彼此相反。在图 1A 和 1B 中，振动子 11 的第一区域 11a 和第三区域 11c 用“+”表示，第二区域 11b 和第四区域 11d 用“-”表示。

检测用的压电元件 13 在全区域的厚度方向中以同样的方向极化。如图 2 所述，分裂电极 16a-16h 设置成每对分裂电极 16a-16h 设置在节轴 N1 和 N2 限定的四个区域的对应一个区域中。

如图 2 所示，假定在基本为正方形的振动子 11 的两对角方向之中，从第一区域 11a 延伸到第三区域 11c 的对角方向定义为 x 轴方向，从第二区域 11b 延伸到第四区域 11d 的对角方向定义为 y 轴方向。X 轴方向和 y 轴方向表示要被振动回转仪 10 检测的两回转角速度的轴向。分裂电极 16a-16h 放入 x 轴方向和 y 轴方

向而形成的。更具体地说，分裂电极 16a 和 16b 设置在第一区域 11a，从而放入 x 轴。同样，分裂电极 16c 和 16d、分裂电极 16e 和 16d 以及分裂电极 16g 和 16h 分别设置在第二区域 11b、第三区域 11c 和第四区域 11d，使分裂电极 16e 和 16f 放入 x 轴，分裂电极 16c 和 16d 以及分裂电极 16g 和 16h 分别放入 y 轴。

使用这样一种构造的振动子 11 的振动回转仪 10 连接在如图 4 所示的回路中。

振荡回路 30 的一输出端连接于驱动用压电元件 17(图中未示出)。振荡回路 30 的一输入端连接于检测用压电元件 13。更具体地说，振荡回路 30 包括一加法器 32，取自分裂电极 16g 和 16h 的检测用压电元件 13 的输出信号由加法器 32 接收作为反馈信号。加法器 32 的输出信号由一移相器 34 进行相位修正，此外，一 AGC 回路 36(自动增益控制回路(automatic gain control circuit))调整振幅。AGC 回路 36 的输出信号作为驱动信号送到驱动用压电元件 17。

检测用压电元件 13 的分裂电极 16a、16b 连接于第一检测回路 40 的输入端。检测用压电元件 13 的分裂电极 16e、16f 也连接于第一检测回路 40 的输入端。分裂电极 16a、16b、16e、16f 沿 x 轴方向设置在位。

检测用压电元件 13 的分裂电极 16c、16d 连接于第二检测回路 50。检测用压电元件 13 的分裂电极 16g、16h 也连接于第二检测回路 50。分裂电极 16c、16d、16g、16h 沿 y 轴方向设置在位。

第一检测回路 40 包括差动回路 41、42。从分裂电极 16a、16b 输出的信号由差动回路 41 接收，检测出输出信号差。类似地，从分裂电极 16e、16f 输出的信号由差动回路 42 接收，检测出输出信号差。差动回路 41 的输出信号和差动回路 42 的输出信号由一加法器 43 接收并被合成。加法器 43 的输出信号由一同步检测回路 44 接收，并同步地检测到振荡回路 30 中的相位回路 34 的信号。同步检测回路 44 检测的信号由一平缓和直流放大器(smoothing and DC amplifier)45 平缓和放大，并被作为来自第一检测回路 40 的输出信号输出。

第二检测回路 50 包括差动回路 51、52。从分裂电极 16c、16d 输出的信号由差动回路 51 接收，检测出输出信号差。类似地，从分裂电极 16g、16h 输出的信号由差动回路 52 接收，检测出输出信号差。差动回路 51 的输出信号和差动回路 52 的输出信号由一加法器 53 接收并被合成。加法器 53 的输出信号由一同步检测回路 54 接收，并同步地检测到振荡回路 30 中的相位回路 34 的信号。同步检测回路 54 检测的信号由一平缓和直流放大器 55 平缓和放大，并被作为来自第二检测回路 50 的输出信号输出。

在该振动回转仪 10 中，驱动用压电元件 17 通过向其施加一驱动信号而对应于其极化方向膨胀/收缩，即，如图 1B 所示，如果驱动用压电元件 17 的对应于用

“+”表示的第一区域 11a 和第三区域 11c 的部分沿厚度方向朝上弯, 驱动用压电元件 17 的对应于用“-”表示的第二区域 11b 和第四区域 11d 的部分沿厚度方向朝下弯, 振动体 12 也因此弯曲, 总体上, 振动体 11 的第一区域 11a 和第三区域 11c 沿厚度方向朝上弯, 而振动体 11 的第二区域 11b 和第四区域 11d 沿厚度方向朝下弯。

如图 2 所示, 当回转角速度绕 x 轴方向增加增加时, 用实线箭头表示的 Coriolis 力沿与弯曲方向垂直的方向施加在振动子 11 上。

振动子的第一区域 11a 和第三区域 11c 被实线箭头方向的 Coriolis 力所弯曲, 产生了一在平面内的振动。

检测用压电元件 13 也因此在此平面内振动, 归因于绕 x 轴方向的回转角速度的 Coriolis 信号从沿 x 轴方向设置的分裂电极 16a、16b、16e、16f 输出。归因于绕 x 方向的回转角速度的 Coriolis 信号通过分裂电极 16a、16b、16e、16f 而被第一检测回路 40 所接收, 并被检测。

当回转角速度绕 y 轴方向加大时, 用虚线箭头表示的 Coriolis 力沿垂直于弯曲方向的方向施加在振动子 11 上。

振动子 11 的第二区域 11b 和第四区域 11d 被虚线箭头方向的 Coriolis 力所弯曲, 这样产生了平面内的振动。

检测用压电元件 13 也因此产生了平面内振动, 归因于绕 y 轴方向的回转角速度的 Coriolis 信号从沿 y 轴方向设置的分裂电极 16c、16d、16g、16h 输出。归因于绕 y 方向的回转角速度的 Coriolis 信号通过分裂电极 16c、16d、16g、16h 而被第二检测回路 50 所接收, 并被检测。

在这样一种构造的振动回转仪 10 中, 在振动体 11 周边的四个方向上设置若干凹槽 21、22、23、24, 振动子 11 很容易通过施加到驱动用压电元件 17 的信号在平面外方向弯曲, Coriolis 力也增加了。振动子 11 通过平面内方向的 Coriolis 力在平面内振动, 振动子 11 由于凹槽 21-24 的存在, 也容易在平面内方向弯曲, 获得了一归因于 Coriolis 力的大的振幅, 由此增加了 Coriolis 信号的振幅, 又提高了振动回转仪的灵敏度。

由于两个检测方向(x 轴方向和 y 轴方向)的角速度由一个振动子 11 检测, 可以采用驱动方向上的共振频率与两检测方向上的共振频率完全一致的振动模式。因此, 不会有两检测方向上共振频率不一致的问题, 由于两方向中角速度由一个振动子检测, 可获得相当精确的振动回转仪。

图 5 和 6 示出了本发明第二实施例的振动回转仪 20。对于与第一实施例中所示的振动回转仪 10 相同的构件用相同的编号, 并省略对其的详细描述。

振动回转仪 20 不同于第一实施例的振动回转仪 10 之处在于振动子 11 的两

个对角，即从穿过四个凹槽 21-24 的轴线转过约 45° 的两个轴线是振动的节轴。

从振动子 11 的第一区域 11a 延伸到第三区域 11c 的节轴用 N3 表示，从第二区域 11b 延伸到第四区域 11d 的节轴用 N4 表示，为了使振动子 11 用两节轴 N3、N4 作为振动节轴、以轴对称模式振动，就必须用节轴 N3、N4 作为边界颠倒驱动用压电元件 17 内极化的极性。这样，驱动用压电元件 17 在厚度方向的极化被节轴 N3、N4 所分割，使穿越凹槽 21、23 的区域与穿越凹槽 22、24 的区域的极化方向相反。在图 5 和图 6 中，振动子 11 的穿越凹槽 21、23 的区域用“+”表示，而穿越凹槽 22、24 的区域用“-”表示。

在该振动回转仪 20 中，驱动用压电元件 17 通过向其施加一驱动信号而对应于其极化方向膨胀/收缩。即，如图 5 和图 6 所示，如果用“+”表示的区域沿厚度方向朝上弯，用“-”表示的区域沿厚度方向朝下弯，振动体 12 也因此弯曲，总之，振动体 11 挠性振动。

当回转角速度绕 x 轴方向增加时，用实线箭头表示的 Coriolis 力沿与弯曲方向垂直的方向施加在振动子 11 上。

振动子 11 的第二区域 11b 和第 4 区域 11d 用振动子 11 的中心点作为旋转轴沿实线箭头方向可回转地弯曲，产生了一在平面内的振动。

检测用压电元件 13 也因此在此平面内振动，归因于绕 x 轴方向的回转角速度的 Coriolis 信号从分裂电极 16c、16d、16g、16h 输出。归因于绕 x 方向的回转角速度的 Coriolis 信号被第一检测回路 40 所接收，信号被检测。

类似地，当回转角速度绕 y 轴方向加大时，用虚线箭头表示的 Coriolis 力沿垂直于弯曲方向的方向施加在振动子 11 上。

振动子 11 的第一区域 11a 和第三区域 11c 用振动子 11 的中心点作为旋转轴沿虚线箭头方向可回转地弯曲，产生了在平面内的振动。

检测用压电元件 13 也因此产生了平面内振动，归因于绕 y 轴方向的回转角速度的 Coriolis 信号从分裂电极 16a、16b、16e、16f 输出。归因于绕 y 方向的回转角速度的 Coriolis 信号被第二检测回路 50 所接收，信号被检测。

与第一实施例所示的振动回转仪 10 相似，在这样一种构造的振动回转仪 20 中，在振动体 11 周边的四个方向上设置若干凹槽 21、22、23、24，振动子 11 很容易通过施加到驱动用压电元件 17 的信号朝平面外方向弯曲，Coriolis 力也增加了。振动子 11 通过平面内方向的 Coriolis 力在平面内振动，振动子 11 由于凹槽 21-24 的存在，也容易在平面内方向弯曲，获得了一归因于 Coriolis 力的大振幅，由此增加了 Coriolis 信号的振幅，这又提高了振动回转仪的灵敏度。

由于两个检测方向的角速度由一个振动子 11 检测，可以采用驱动方向上的共振频率与两检测方向上的共振频率完全一致的振动模式。因此，不会有两检测

方向上共振频率不一致的问题，由于两方向中的角速度由一个振动子检测，可获得相当精确的振动回转仪。

在第一实施例的振动回转仪 10 和第二实施例的振动回转仪 20 中，振动子 11 的中心点是两节轴的交叉点，振动子 11 的节点只有一个点，即振动子 11 的中心点。因而，例如如图 7 所示，如果振动子 11 通过将一柱体支承件安装在振动子 11 中心点附近而被支承，在不妨碍振动子 11 振动的情况下就能使振动子 11 稳定振动，也简化了支承结构。

在本发明的实施例中，振动子是一种连接于金属振动体的板状压电元件的结构，但不限于此，振动子本体由板状压电陶瓷构成的振动子、形成在振动体表面的具有适当极性的电极也可使用。

以上描述了约为正方形的振动子，但本发明不限于此，根据用途也可选择盘状的或多边形。

虽然描述了本发明的较佳实施例，但在以下权利要求的范围之内可对在此公开的内容进行多种改变。因此，应知道的是，除权利要求陈述的之外，本发明的范围不受此限制。

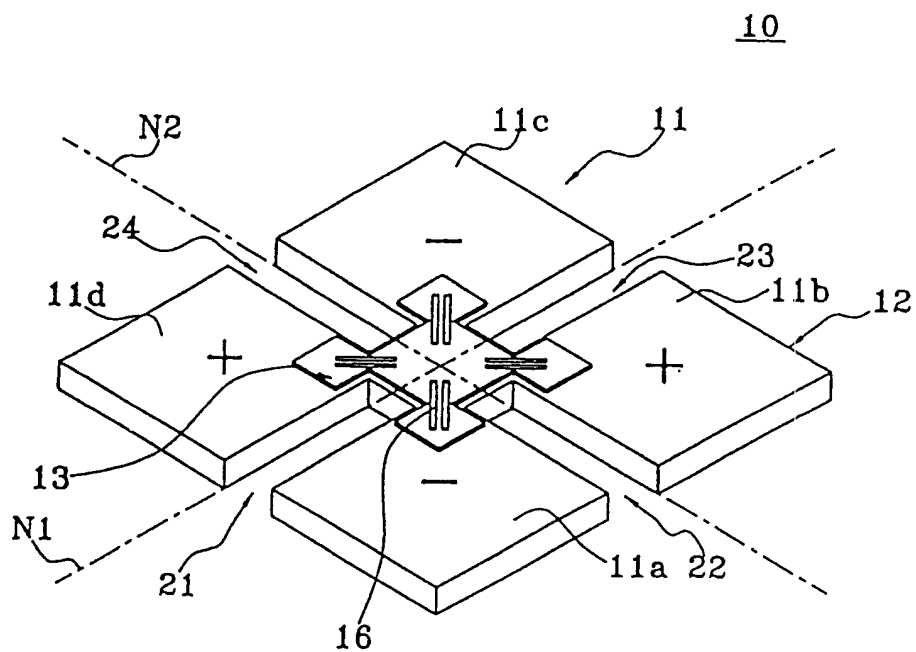


图 1A

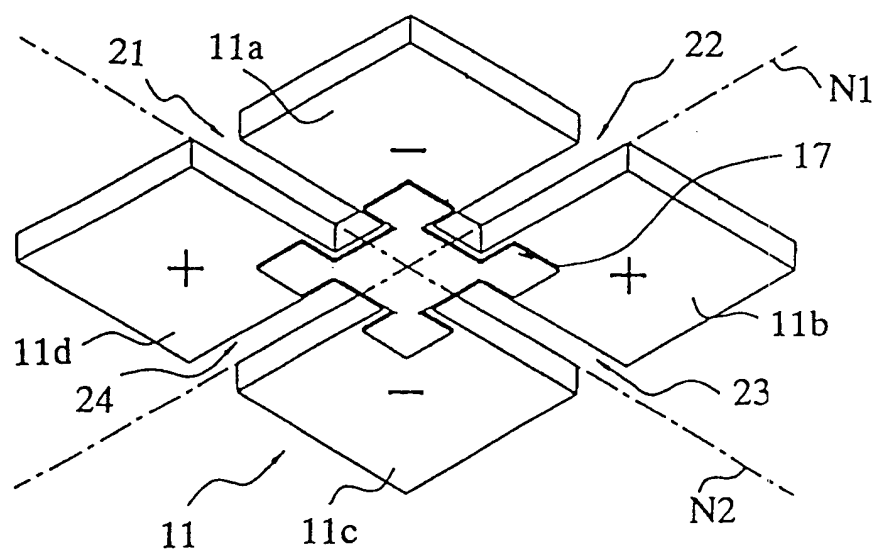


图 1B

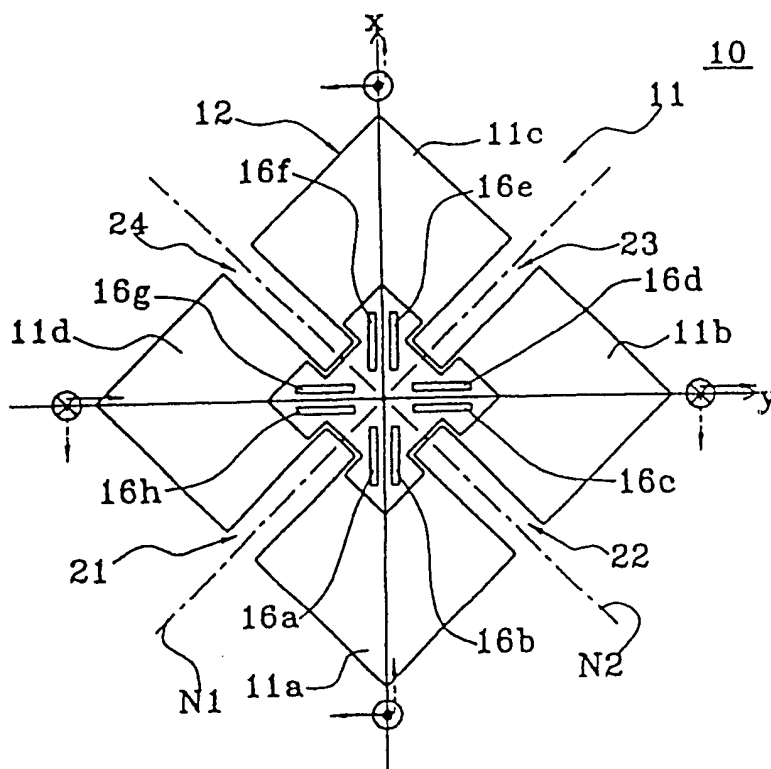


图 2

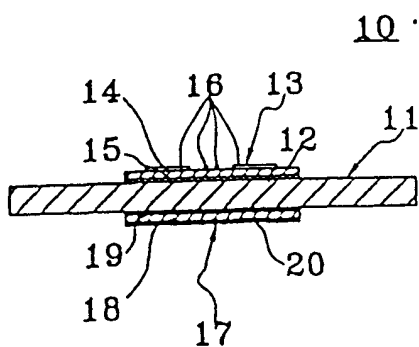


图 3

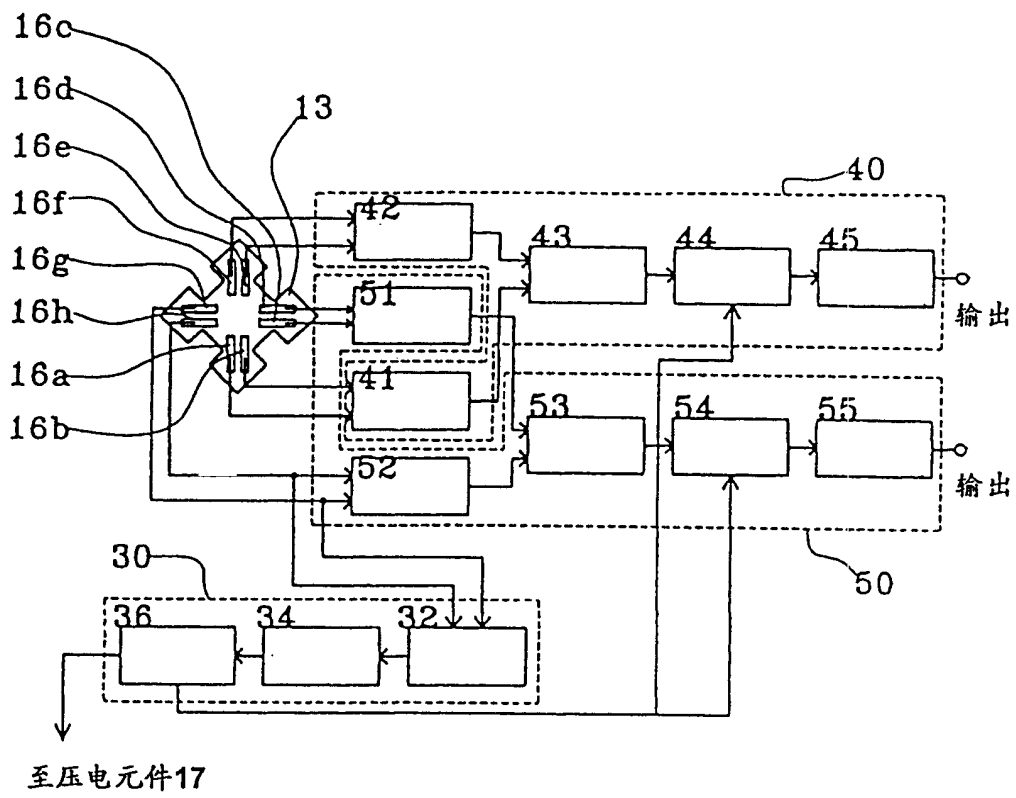


图 4

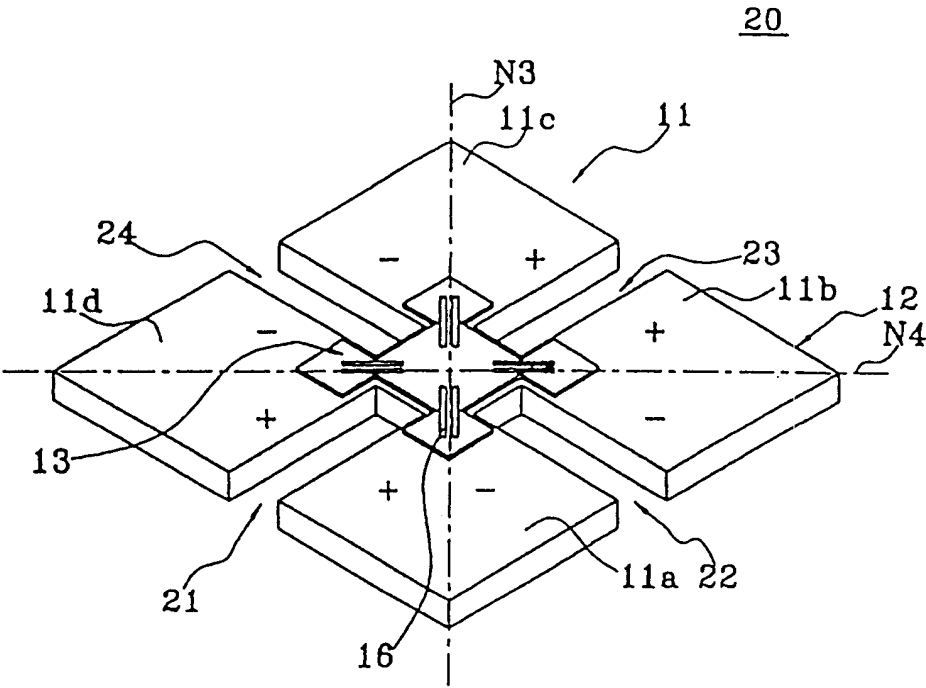


图 5

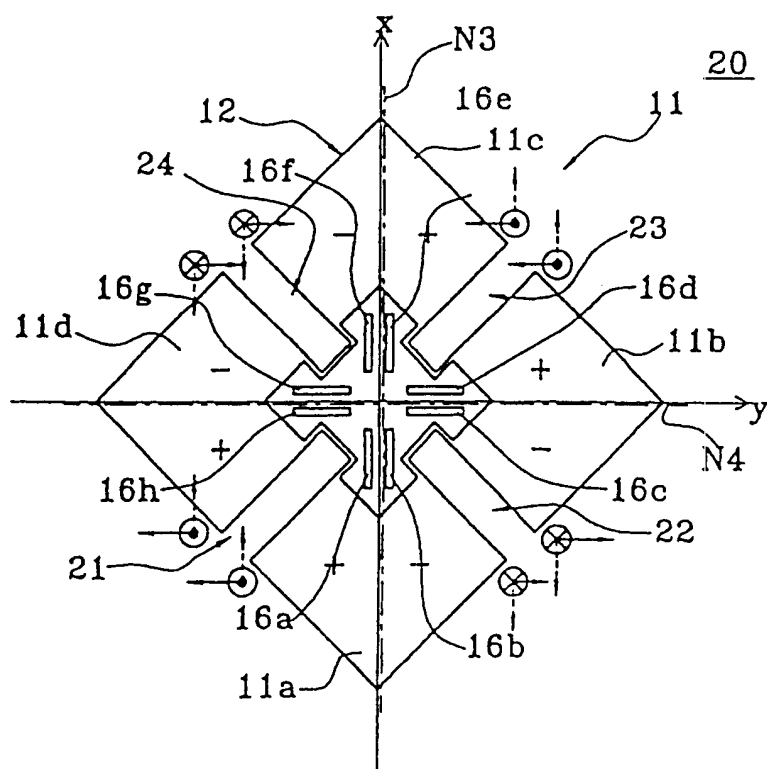


图 6

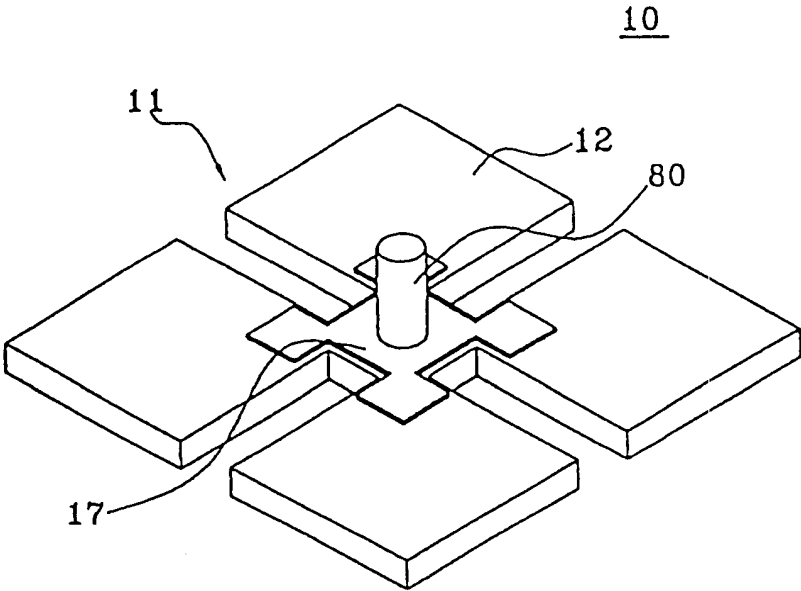


图 7

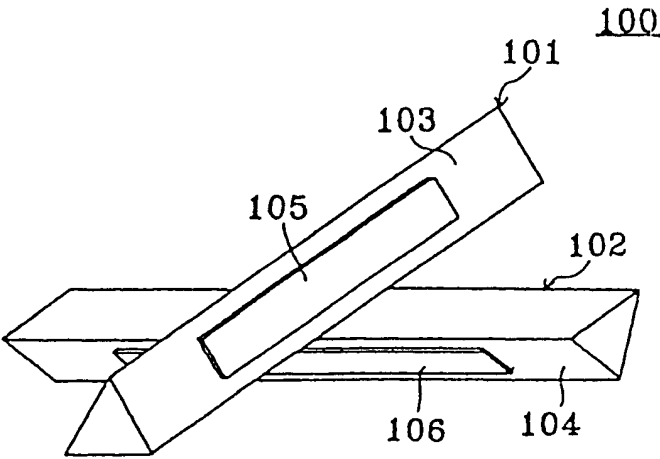


图 8

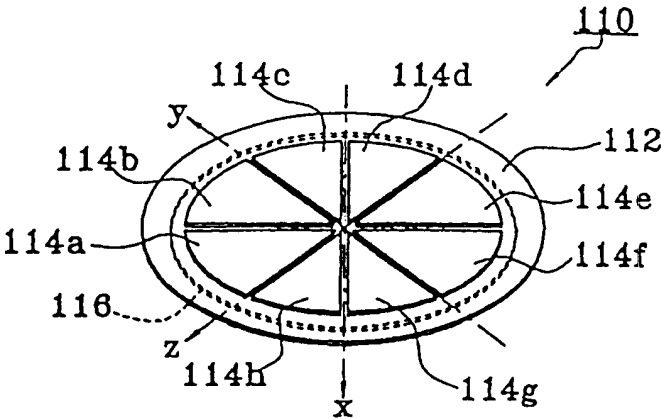


图 9