

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
G01C 19/56 (2006.01)



## [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810057741.8

[43] 公开日 2009年8月19日

[11] 公开号 CN 101509771A

[22] 申请日 2008.2.14

[21] 申请号 200810057741.8

[71] 申请人 中国科学院声学研究所

地址 100080 北京市海淀区北四环西路21号

[72] 发明人 张燕燕 侯朝焕 王东辉 张铁军

[74] 专利代理机构 北京泛华伟业知识产权代理有限公司

代理人 王勇

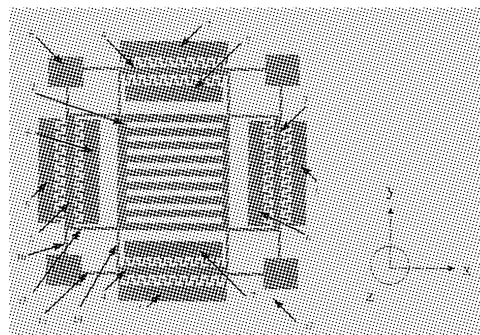
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

### [54] 发明名称

解耦微机械陀螺

### [57] 摘要

本发明提供一种解耦微机械陀螺，包括：玻璃衬底(1)；金属电极(8)，其覆盖在玻璃衬底(1)表面；可移动的中央质量块(2)，其通过内侧检测支撑梁(13)与驱动梳齿结构(3)相连接，并通过内侧驱动支撑梁(14)与检测梳齿结构(4)相连接，其特征在于，所述中央质量块(2)和金属电极(8)呈栅状，从而在检测梳齿结构的电容发生变化时，所述中央质量块(2)和金属电极(8)之间的电容也发生变化。从而使陀螺工作时能够检测到的电容变化量增加，提高陀螺的灵敏度。



1. 一种解耦微机械陀螺，包括：玻璃衬底（1）；金属电极（8），其覆盖在所述玻璃衬底（1）表面；可移动的中央质量块（2），其通过内侧检测支撑梁（13）与驱动梳齿结构（3）相连接，并通过内侧驱动支撑梁（14）与检测梳齿结构（4）相连接，其特征在于，所述中央质量块（2）和金属电极（8）呈栅状，并且在检测梳齿结构（4）的电容发生变化时，所述中央质量块（2）和金属电极（8）之间的电容也发生变化。

2. 根据权利要求1所述的微机械陀螺，其特征在于，所述中央质量块（2）和金属电极（8）的栅格排列方向均与陀螺的驱动方向垂直。

3. 根据权利要求2所述的微机械陀螺，其特征在于，所述中央质量块（2）为对称栅状结构，所述金属电极（8）为叉指栅状结构。

4. 根据权利要求3所述的微机械陀螺，还包括：

驱动梳齿结构（3），其对称分布在所述中央质量块（2）的左右两侧，通过内侧检测支撑梁（13）与所述中央质量块（2）的上下两边相连接，并通过外侧驱动支撑梁（10）与位于所述驱动梳齿结构（3）上下两端的锚点（9）相连接；

检测梳齿结构（4），其对称分布在所述中央质量块（2）的上下两侧，通过内侧驱动支撑梁（14）与所述中央质量块（2）的左右两边相连接，并通过外侧检测支撑梁（11）与位于所述检测梳齿结构（3）左右两端的锚点（9）相连接；

驱动电极（5），呈梳齿状，其对称分布在所述驱动梳齿结构（3）的左右两侧，并与所述驱动梳齿结构（3）配合，通过自己的锚点固定在所述玻璃衬底（1）上；

检测电极（7），呈梳齿状，其对称分布在所述检测梳齿结构（4）的上下两侧，并与所述检测梳齿结构（4）配合，通过自己的锚点固定在所述玻璃衬底（1）上；

其中所述外侧驱动支撑梁（10）和外侧检测支撑梁（11）完全相同，所述锚点（9）设置在所述外侧驱动支撑梁（10）和外侧检测支撑梁（11）的相交处。

5. 根据权利要求4所述的微机械陀螺，还包括：

驱动反馈电极（6），呈梳齿状，其位于所述驱动梳齿结构（3）邻近

---

所述中央质量块(2)的一侧或远离所述中央质量块(2)的一侧,与所述驱动梳齿结构(3)配合,并且通过自己的锚点固定在所述玻璃衬底(1)上,用于测量驱动模式的振幅并反馈给所述驱动电极(5)。

## 解耦微机械陀螺

### 技术领域

本发明涉及一种角速度传感器，尤其涉及解耦微机械陀螺。

### 背景技术

微机械陀螺是在硅微加工技术基础上发展起来的一种角速度传感器，其利用科里奥利力来测量物体的旋转角速度。与传统的角速度传感器相比，微机械陀螺的体积较小、重量较轻、成本更低，同时还具有可靠性高、抗振动冲击能力强、可大批量生产、价格便宜等诸多优点，因而在航空航天、机器人自动控制、惯性导航、武器制导、汽车、消费类电子产品等领域有非常广泛的应用前景。

微机械陀螺工作时，驱动和检测两个模态的机械耦合会严重影响陀螺的性能，解决方法是增加结构复杂度，使驱动部分与检测部分独立运动，实现所谓解耦结构。例如在申请号为 200610010099.9 的中国专利申请中公开了一种对称结构双级解耦单晶硅微机械陀螺仪，其采用完全对称的器件结构、切向驱动和切向运动检测方式来降低系统阻尼获得较高的品质因子，从而降低驱动模态和检测模态之间的耦合。文献“A Single-Crystal Silicon Symmetrical and Decoupled MEMS Gyroscope on an Insulating Substrate. Journal of Microelectromechanical Systems. Vol.14, No.4, AUGUST 2005”也描述了一种完全对称的解耦微机械陀螺，它的驱动模态和检测模态的固有频率完全匹配，从而提高了陀螺的解耦性。

然而以上介绍的微机械陀螺均存在如下缺陷：由于微机械制造工艺中刻蚀深宽比的限制，硅片的厚度较薄，使梳齿结构的检测电容较小，电容的变化量也非常小，测量难度较大，从而限制了陀螺的灵敏度。此外，驱动模态的振幅不能维持恒定，因此很难对角速度进行准确测量。

### 发明内容

本发明的目的在于克服现有技术中存在的缺陷，提供一种具有较高灵敏度的微机械陀螺。

根据本发明的一个方面，提供一种解耦微机械陀螺，包括：玻璃衬底；金属电极，其覆盖在所述玻璃衬底表面；可移动的中央质量块，其通过内侧检测支撑梁与驱动梳齿结构相连接，并通过内侧驱动支撑梁与检测梳齿结构相连接，其中，所述中央质量块和金属电极呈栅状，并且在检测梳齿结构的电容发生变化时，所述中央质量块和金属电极之间的电容也发生变化。

根据本发明的另一个方面，所述中央质量块和金属电极的栅格排列方向均与陀螺的驱动方向垂直。

其中，所述中央质量块为对称栅状结构，所述金属电极为叉指栅状结构。

根据本发明的再一个方面，还包括：

驱动梳齿结构，其对称分布在所述中央质量块的左右两侧，通过内侧检测支撑梁与所述中央质量块的上下两边相连接，并通过外侧驱动支撑梁与位于所述驱动梳齿结构上下两端的锚点相连接；

检测梳齿结构，其对称分布在所述中央质量块的上下两侧，通过内侧驱动支撑梁与所述中央质量块的左右两边相连接，并通过外侧检测支撑梁与位于所述检测梳齿结构左右两端的锚点相连接；

驱动电极，呈梳齿状，其对称分布在所述驱动梳齿结构的左右两侧，并与所述驱动梳齿结构配合，通过自己的锚点固定在所述玻璃衬底上；

检测电极，呈梳齿状，其对称分布在所述检测梳齿结构的上下两侧，并与所述检测梳齿结构配合，通过自己的锚点固定在所述玻璃衬底上；

其中所述外侧驱动支撑梁和外侧检测支撑梁完全相同，所述锚点设置在所述外侧驱动支撑梁和外侧检测支撑梁的相交处。

根据本发明的又一个方面，还包括：

驱动反馈电极，呈梳齿状，其位于所述驱动梳齿结构邻近所述中央质量块的一侧或远离所述中央质量块的一侧，与所述驱动梳齿结构配合，并且通过自己的锚点固定在所述玻璃衬底上，用于测量驱动模态的振幅并反馈给所述驱动电极。

与现有技术相比，本发明具有以下优点：

1. 除梳齿结构的检测电容外，还提供了另一组栅状结构的检测电容，从而使陀螺工作时能够检测到的电容变化量增加，提高陀螺的灵敏度；

2. 能够充分利用空间，节约陀螺的制造成本。

### 附图说明

图 1 为本发明实施例的硅结构示意图；

图 2 为本发明实施例的玻璃衬底上的栅状金属电极示意图；

图 3 示意了本发明的优选实施例中与玻璃衬底相连接的硅结构的锚点。

#### 附图标记一览表

1—玻璃衬底；2—可移动的中央质量块；3—驱动梳齿结构；4—检测梳齿结构；5—驱动电极；6—驱动反馈电极；7—检测电极；8—金属电极；9—锚点；10—外侧驱动支撑梁；11—外侧检测支撑梁；12—硅结构；13—内侧检测支撑梁；14—内侧驱动支撑梁。

### 具体实施方式

以下，通过本发明的一个优选的实施例说明本发明的优点。

图 1 为本发明优选实施例的微机械陀螺的硅结构示意图。该硅结构 12 包括：

可移动的对称栅状中央质量块 2，其具有沿 y 轴方向排列的栅格，其中所述 y 轴为检测方向，与之垂直的 x 轴为驱动方向；所述中央质量块的上下两边通过内侧检测支撑梁 13 与驱动梳齿结构 3 相连接，而其左右两边通过内侧驱动支撑梁 14 与检测梳齿结构 4 相连接；

驱动梳齿结构 3，其对称分布在所述中央质量块的左右两侧，通过外侧驱动支撑梁 10 与位于所述驱动梳齿结构上下两端的锚点 9 相连接；

检测梳齿结构 4，其对称分布在所述中央质量块的上下两侧，通过外侧检测支撑梁 11 与位于所述检测梳齿结构左右两端的锚点 9 相连接；

驱动电极 5，呈梳齿状，其对称分布在所述驱动梳齿结构的左右两侧并与所述驱动梳齿结构配合，通过自己的锚点固定在玻璃衬底 1 上（如图 3 所示）；

检测电极 7，呈梳齿状，其对称分布在所述检测梳齿结构的上下两侧并与所述检测梳齿结构配合，通过自己的锚点固定在所述玻璃衬底上；

由于所述驱动支撑梁与检测支撑梁完全相同，两个振动模态的固有频率可以完全匹配。

可选地，还可以使用驱动反馈电极 6。所述驱动反馈电极呈梳齿状并与所述驱动梳齿结构配合，其可以位于所述驱动梳齿结构邻近所述中央质量块的一侧（如图 1 所示），也可以位于远离所述中央质量块的一侧（未示出），并通过自己的锚点固定在所述玻璃衬底上。其用于测量驱动模态的振幅并反馈给所述驱动电极，从而达到维持驱动模态振幅恒定的目的。

图 2 为本发明优选实施例的玻璃衬底上的栅状金属电极示意图。金属电极 8 为叉指栅状结构，其通常利用本领域公知的溅射等方法覆盖在所述玻璃衬底上。所述栅状金属电极的栅格同样沿 y 轴方向排列，用以在陀螺工作时和所述中央质量块产生电容变化。

图 3 示意了本发明的优选实施例中与玻璃衬底相连接的硅结构的锚点。如图 3 所示，由于锚点 9 设置在所述外侧检测支撑梁与所述外侧驱动支撑梁的相交处，使得驱动模态和检测模态的振动相对独立，系统具有很好的解耦特性。

对于本领域的技术人员来说，应该理解，所述中央质量块和金属电极的栅状结构并不局限于本实施例的对称栅状结构和叉指栅状结构，并且诸如其栅格的边长、数量及排列等仅为示例性的。该构造的目的是，在陀螺产生梳齿结构检测电容的同时，还可以由所述中央质量块与金属电极形成栅状结构检测电容。优选地，所述中央质量块和金属电极的栅格排列方向均与陀螺的驱动方向垂直。

当该微机械陀螺工作时，分别在所述驱动电极上施加  $v_d \pm v_{ac} \sin \omega t$ ，并将所述中央质量块接地，中央质量块会受到交变的静电力作用而发生 x 轴方向的振动，所述驱动反馈电极与驱动梳齿结构之间的电容发生改变，通过测量这一电容变化并将其反馈到所述驱动电极，使得所述中央质量块以稳定的振幅振动。当 z 方向有角速度输入时，中央质量块在哥氏力的作用下在 y 轴方向产生振动。因此 y 轴方向的振动使得所述检测梳齿结构的电容发生变化，同时所述中央质量块与玻璃衬底上的金属电极间的电容也会发生变化，同时测量这两组电容变化，进行叠加，就可求出输入角速度的值。所述检测梳齿结构的电容指检测梳齿结构与其两侧的检测电极之间的电容。

本实施例采用完全对称的器件结构，使得驱动模态和检测模态的固有频率完全匹配，对工艺误差的容忍性较强。通过设计驱动梳齿结构、检测梳齿结构和锚点的连接关系，使得所述驱动梳齿结构只能在 x 轴方向振动，

所述检测梳齿结构只能在 y 轴方向振动，从而实现了系统的解耦。驱动模态和检测模态的振动都与玻璃衬底平面平行，系统的阻尼较小，在大气压下也有较高的品质因子。此外，中央质量块接地，有效地隔离了驱动模态和检测模态之间的电磁干扰。

虽然本发明已经通过实施例进行了描述，然而本发明并非局限于在此所描述的实施例，在不脱离本发明精神和范围的情况下还包括所作出的各种改变以及变化。



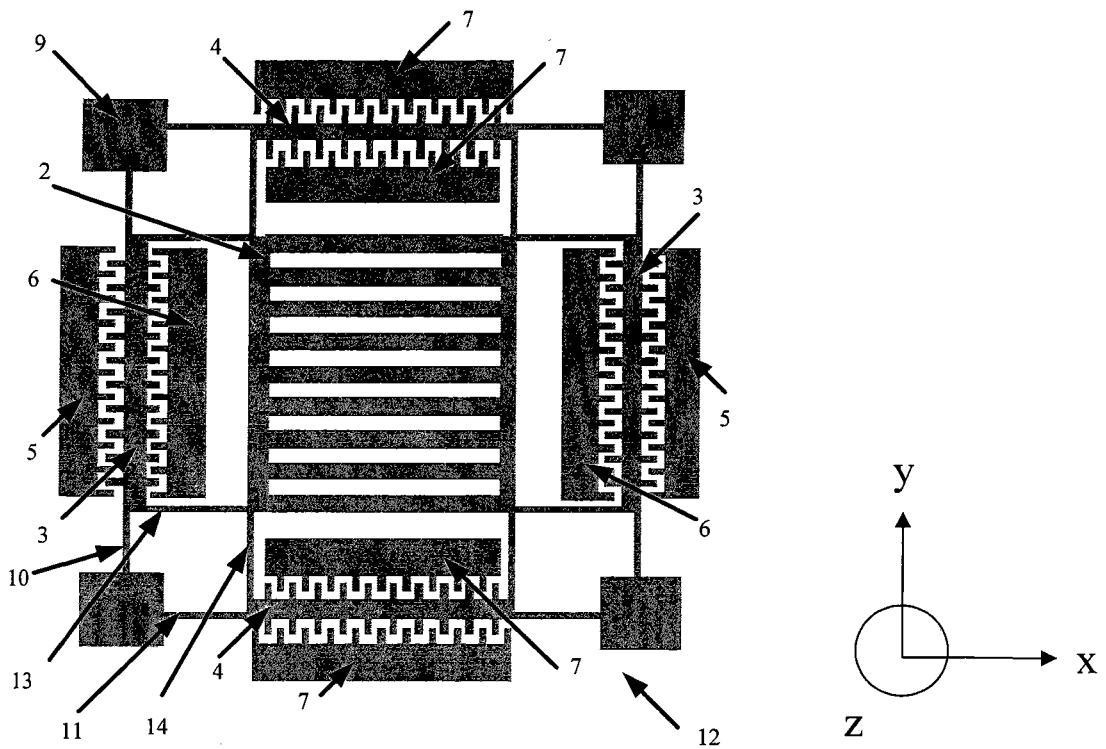


图 1

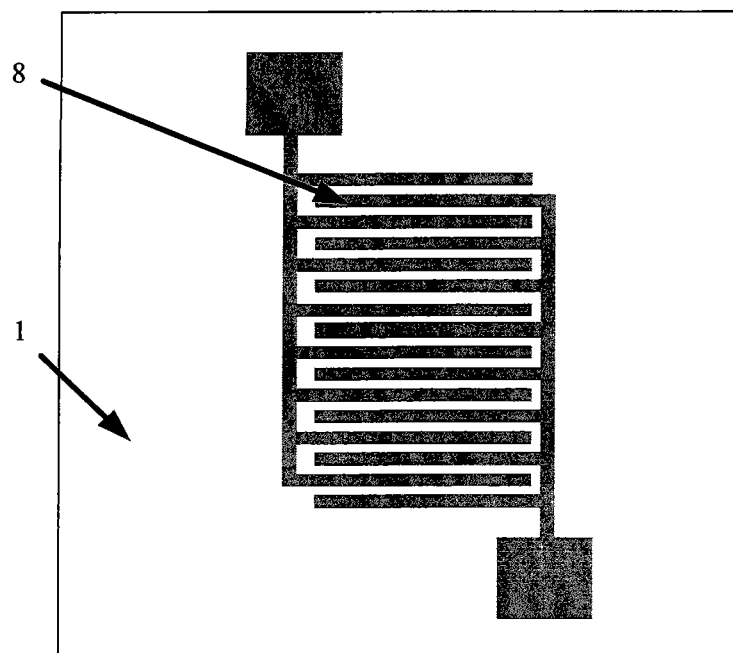


图 2

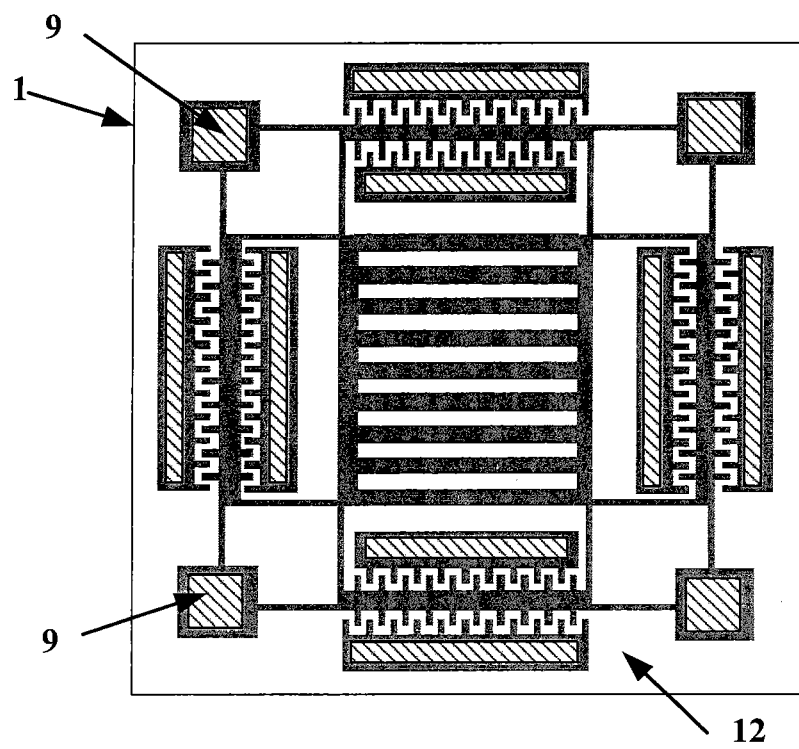


图 3