



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 106289210 A

(43) 申请公布日 2017. 01. 04

(21) 申请号 201510247649. 8

(22) 申请日 2015. 05. 15

(71) 申请人 东南大学

地址 210018 江苏省南京市四牌楼 2 号东南
大学路

(72) 发明人 杨波 胡迪 戴波 王行军

(74) 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所
(普通合伙) 32204

代理人 肖念

(51) Int. Cl.

G01C 19/5656(2012. 01)

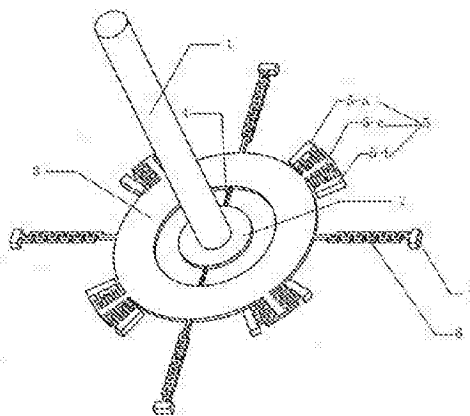
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种用于角速度敏感的仿生毛发式硅微陀螺仪

(57) 摘要

本发明公开了一种用于角速度敏感的仿生毛发式硅微陀螺仪,由上层聚合物毛发、中层硅微传感器和设有电路的底层玻璃衬底组成,所述中层硅微传感器包括圆形质量块以及与圆形质量块同心心的环形质量块,所述圆形质量块和环形质量块之间设置有两个扭力梁,所述上层聚合物毛发粘合在圆形质量块中心,所述环形质量块的圆周侧部均匀的设置若干梳齿组和方波支撑梁,所述梳齿组和方波支撑梁相互交错排列。本发明结构新颖,拥有较强的灵敏度,与现有的平面工艺兼容,其上层聚合物毛发的设置相比于以往单纯的平面结构,能够有效放大哥氏力效应,提高结构的灵敏度。



1. 一种用于角速度敏感的仿生毛发式硅微陀螺仪,由上层聚合物毛发(1)、中层硅微传感器和设有电路的底层玻璃衬底组成,其特征在于:所述中层硅微传感器包括圆形质量块(2)以及与圆形质量块(2)同圆心的环形质量块(3),所述圆形质量块(2)和环形质量块(3)之间设置有两个扭力梁(4),所述上层聚合物毛发(1)粘合在圆形质量块(2)中心,所述环形质量块(3)的圆周侧部均匀的设置若干梳齿组(5)和方波支撑梁(6),所述梳齿组(5)和方波支撑梁(6)相互交错排列。

2. 根据权利要求1所述的一种用于角速度敏感的仿生毛发式硅微陀螺仪,其特征在于:所述环形质量块(3)上设置有四个梳齿组(5)和四个方波支撑梁(6),相邻的两个梳齿组(5)间隔为90度,相邻的两个方波支撑梁(6)间隔为90度。

3. 根据权利要求1所述的一种用于角速度敏感的仿生毛发式硅微陀螺仪,其特征在于:所述两个扭力梁(4)以圆形质量块(2)的轴线为基准相互对称。

4. 根据权利要求1或2所述的一种用于角速度敏感的仿生毛发式硅微陀螺仪,其特征在于:所述梳齿组(5)由左梳齿(5-a)、右梳齿(5-b)和中梳齿(5-c)构成,其中中梳齿(5-c)固定在环形质量块(3)上,左梳齿(5-a)和右梳齿(5-b)固定在底层玻璃衬底上。

5. 根据权利要求1或2所述的一种用于角速度敏感的仿生毛发式硅微陀螺仪,其特征在于:所述方波支撑梁(6)与锚点(7)固定连接。

6. 根据权利要求1或2所述的一种用于角速度敏感的仿生毛发式硅微陀螺仪,其特征在于:所述梳齿组(5)中梳齿的方向平行于环形质量块(3)的切线方向。

7. 根据权利要求1所述的一种用于角速度敏感的仿生毛发式硅微陀螺仪,其特征在于:所述圆形质量块(2)在底层玻璃衬底上的投影区域内以扭力梁(4)的轴线方向为切割方向设有第一半圆形金属电极(809b)和第二半圆形金属电极(809c)。

一种用于角速度敏感的仿生毛发式硅微陀螺仪

[0001]

技术领域

[0002] 本发明属于微电子机械系统和微惯性测量技术领域,具体涉及一种用于角速度敏感的仿生毛发式硅微陀螺仪。

背景技术

[0003] MEMS 传感器是采用微机械加工技术制造的新型传感器,是 MEMS 器件的一个重要分支。随着微电子技术、集成电路技术和加工工艺的发展,MEMS 传感器凭借体积小、重量轻、功耗低、可靠性高、灵敏度高、易于集成以及耐恶劣工作环境等优势,极大地促进了传感器的微型化、智能化、多功能化和网络化发展。MEMS 传感器正逐步占据传感器市场,并逐渐取代传统机械传感器的主导地位,已得到消费电子产品、汽车工业、航空航天、机械、化工及医药等各领域的青睐。

[0004] 毛发式传感器是近几年新出现的一种 MEMS 传感器设计思路。毛发式传感器通过现有 MEMS 工艺技术进行加工,仿照自然界中的毛发结构进行传感器设计,毛发式传感器将传感器的敏感动作由以往的二维结构也就是平面范围拓展到了三维也就是空间范围内,极大地提高了 MEMS 传感器的感知范围。

[0005] 近年来,国内外有多家研究机构开始了对毛发式传感器的研究。荷兰特温特大学的 G. J. M. Krijnen 教授初步研发了一种毛发式陀螺仪,通过顶部的聚合物纤毛对哥氏力进行敏感,实现对外界输入角速度的测量。但是,目前大部分机构研发的毛发式陀螺仪,功能单一,结构较为复杂,实用性较差。

发明内容

[0006] 发明目的:为了克服现有技术中存在的不足,本发明提供一种检测灵敏度高、性噪比高且检测结果精确度非常高的用于角速度敏感的仿生毛发式硅微陀螺仪。

[0007] 技术方案:为解决上述技术问题,本发明提供的一种用于角速度敏感的仿生毛发式硅微陀螺仪,由上层聚合物毛发、中层硅微传感器和设有电路的底层玻璃衬底组成,所述中层硅微传感器包括圆形质量块以及与圆形质量块同圆心的环形质量块,所述圆形质量块和环形质量块之间设置有两个扭力梁,所述上层聚合物毛发粘合在圆形质量块中心,所述环形质量块的圆周侧部均匀的设置若干梳齿组和方波支撑梁,所述梳齿组和方波支撑梁相互交错排列。

[0008] 优选地,所述环形质量块上设置有四个梳齿组和四个方波支撑梁,相邻的两个梳齿组间隔为 90 度,相邻的两个方波支撑梁间隔为 90 度。

[0009] 优选地,所述两个扭力梁以圆形质量块的轴线为基准相互对称。

[0010] 优选地,所述梳齿组由左梳齿、右梳齿和中梳齿构成,其中中梳齿固定在环形质量块上,左梳齿和右梳齿固定在底层玻璃衬底上。

[0011] 优选地,所述方波支撑梁与锚点固定连接。

[0012] 优选地,所述梳齿组中梳齿的方向平行于环形质量块的切线方向。

[0013] 优选地,所述圆形质量块在底层玻璃衬底上的投影区域内以扭力梁的轴线方向为切割方向设有第一半圆形金属电极和第二半圆形金属电极。

[0014] 本发明中上层聚合物毛发的设置能够增加中层硅微传感器的质量,从而能够有效的提高检测的灵敏度,方波支撑梁连接着锚点,锚点通过金属电极与底层玻璃衬底键合,这样使得中层硅微传感器能够悬空于底层玻璃衬底,这样在两个扭力梁的支撑下,圆形质量块能够在扭力梁所处的轴线方向进行左右扭转,当圆形质量块在进行左右扭转时,圆形质量块与第一半圆形金属电极和第二半圆形金属电极所构成的电容的极板的间距会发生改变,圆形质量块与第一半圆形金属电极和第二半圆形金属电极所构成的电容检测机构的电容容值也会发生改变。

[0015] 本发明中当环形质量块受到其切线方向的作用力时,环形质量块会围绕其圆心旋转一定角度,因此方波支撑梁与环形质量块相连的那一端也会跟着转动,由于方波支撑梁与锚点相连的那一端固定不动,在转动过程中方波支撑梁中的方波结构会被拉长,产生与作用力方向相反的弹性力。

[0016] 有益效果:本发明相对现有技术而言具有如下优点:

(1) 在圆形质量块上粘合了上层聚合物毛发,增加了中层硅微传感器的质量,从而有效的放大了检测机构的敏感动作,提高了检测的灵敏度。

[0017] (2) 采用圆形质量块、环形质量块和扭力梁相组合的结构,使得驱动部分和检测部分良好地隔开,减小了输出噪声信号,提高了性噪比。

[0018] (3) 方波支撑梁的设计,相比与常用的直梁设计,其谐振频率低,结构灵敏度高,同时能较好地释放加工时留下的残余应力,减少对检测结果的干扰。

附图说明

[0019] 图 1 为本发明的结构示意图;

图 2 为本发明中硅微传感器的俯视图;

图 3 为本发明中制作在底层玻璃衬底上的电路示意图。

具体实施方式

[0020] 下面结合附图对本发明作更进一步的说明。

[0021] 如图 1、图 2 和图 3 所示,本发明提供一种用于角速度敏感的仿生毛发式硅微陀螺仪,用于测量 X 轴方向输入的角速度,本发明包括上层聚合物毛发 1、中层硅微传感器和设有电路的底层玻璃衬底,所述上层聚合物毛发 1 由聚合物 SU-8 经过拉伸得到,所述中层硅微传感器包括圆形质量块 2 以及与圆形质量块 2 同圆心的环形质量块 3,所述圆形质量块 2 和环形质量块 3 之间设置有第一扭力梁 4-1 和第二扭力梁 4-2,所述上层聚合物毛发 1 粘合在圆形质量块 2 中心,所述环形质量块 3 的圆周侧部设有四个梳齿组 5 和方波支撑梁 6,所述梳齿组 5 和方波支撑梁 6 相互交错排列,四个梳齿组 5 分别为第一梳齿组 5-1、第二梳齿组 5-2、第三梳齿组 5-3 和第四梳齿组 5-4,四个方波支撑梁 6 分别为第一方波支撑梁 6-1、第二方波支撑梁 6-2、第三方波支撑梁 6-3 和第四方波支撑梁 6-4,所述第一方波支撑

梁 6-1、第二方波支撑梁 6-2、第三方波支撑梁 6-3 和第四方波支撑梁 6-4 分别与第一锚点 7-1、第二锚点 7-2、第三锚点 7-3 和第四锚点 7-4 相连。

[0022] 本发明中第一梳齿组 5-1、第二梳齿组 5-2、第三梳齿组 5-3 和第四梳齿组 5-4 结构都完全相同且相邻的间隔为 90 度,具体以第一梳齿组 5-1 为例,第一梳齿组 5-1 由第一左梳齿 5-1a、第一右梳齿 5-1b 和第一中梳齿 5-1c 构成,其中第一中梳齿 5-1c 固定在环形质量块 3 上,第一左梳齿 5-1a 和第一右梳齿 5-1b 固定在底层玻璃衬底上,且第一左梳齿 5-1a 和第一右梳齿 5-1b 插接在第一中梳齿 5-1c 上。

[0023] 本发明中第一梳齿组 5-1、第二梳齿组 5-2、第三梳齿组 5-3 和第四梳齿组 5-4 的梳齿方向平行于环形质量块 3 的切线方向,其中第一梳齿组 5-1 和第三梳齿组 5-3 作为驱动梳齿组,组成变间距式静电电容驱动极板,第二梳齿组 5-2 和第四梳齿组 5-4 作为检测梳齿组,组成变间距式电容检测结构。

[0024] 本发明中的底层玻璃衬底上第一半圆形金属电极 809b 和第二半圆形金属电极 809c 为两个半圆形电极,电极 809a 和 809d 分别为其引出的电极;电极 801a 与第一左梳齿 5-1a 键合,电极 801b 为其引出电极;电极 802a 与第一右梳齿 5-1b 键合,电极 802b 为其引出电极;电极 803a 与第二左梳齿 5-2a 键合,电极 803b 为其引出电极;电极 804a 与第二右梳齿 5-2b 键合,电极 804b 为其引出电极;电极 805a 与第三左梳齿 5-3a 键合,电极 805b 为其引出电极;电极 806a 与第三右梳齿 5-3b 键合,电极 806b 为其引出电极;电极 807a 与第四左梳齿 5-4a 键合,电极 807b 为其引出电极;电极 808a 与第四右梳齿 5-4b 键合,电极 808b 为其引出电极;电极 810a 与第一锚点 7-1 键合、电极 810b 与第二锚点 7-2 键合、电极 810c 与第三锚点 7-3 键合、电极 810d 与第四锚点 7-4 键合,其中电极 810a、电极 810b、电极 810c 和电极 810d 相互连接,电极 810e 为其引出电极。

[0025] 第一梳齿组 5-1 和第三梳齿组 5-3 作为驱动梳齿组采用梳齿电容静电驱动形式,具体以第一梳齿组 5-1 为例,当在电极 801b、802b 分别施加相位相反的交流电压 $\pm U_a \sin \omega t$,并叠加相同的直流偏置电压 U_p ,第一中梳齿 5-1c 上的电平为零的情况下,第一中梳齿 5-1c 受到的驱动力为:

$$F_d = \frac{4n_0 \epsilon}{d} U_p U_a \sin \omega t$$

式中, n_0 为第一中梳齿 5-1c 的单边梳齿个数, h 为梳齿的厚度, ϵ 为介电常数, d 为梳齿间隙。在驱动力 F_d 的作用下,环形质量块 3 在第一方波支撑梁 6-1、第二方波支撑梁 6-2、第三方波支撑梁 6-3 和第四方波支撑梁 6-4 的支撑下,以圆形质量块 2 的圆心为旋转中心,在 XOY 平面上做往复旋转运动,环形质量块 3 带动着圆形质量块 2 也在 XOY 平面上做往复旋转运动,以顺时针旋转为例,若此时有沿 X 轴正方向输入的角速度 ω ,则根据哥氏力的右手判别定则,以第一扭力梁 4-1 和第二扭力梁 4-2 的轴线为界,对于圆形质量块 2 的左半圆,其受到向上的哥氏力作用,对于圆形质量块 2 的右半圆,其受到向下的哥氏力作用,则圆形质量块 2 将带动上层聚合物毛发 1 翻转。

圆形质量块 2 与设置在其下方的第一半圆形金属电极 809b 和第二半圆形金属电极 809c 构成两个对称的电容结构,其中圆心质量块 2 作为这两个电容的公共极板,当进行角速度检测时,圆形质量块 2 产生翻转时,第一半圆形金属电极 809b 和第二半圆形金属电极

809c 与圆形质量块 2 所构成的两个电容的容值会跟随翻转的角度发生改变,检测电路分别通过电极 809a 和电极 810e 及电极 809d 和电极 810e 来检测两个电容容值的变化,通过检测容值的变化,可以得到偏转的角度,进一步可计算出输入角速度的大小。

以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出:对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

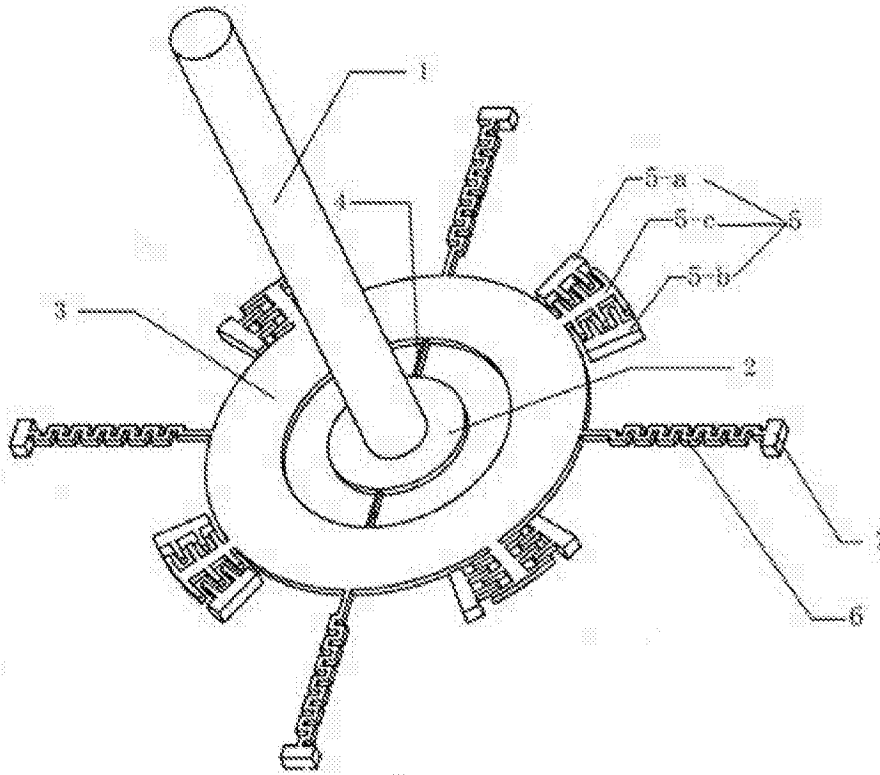


图 1

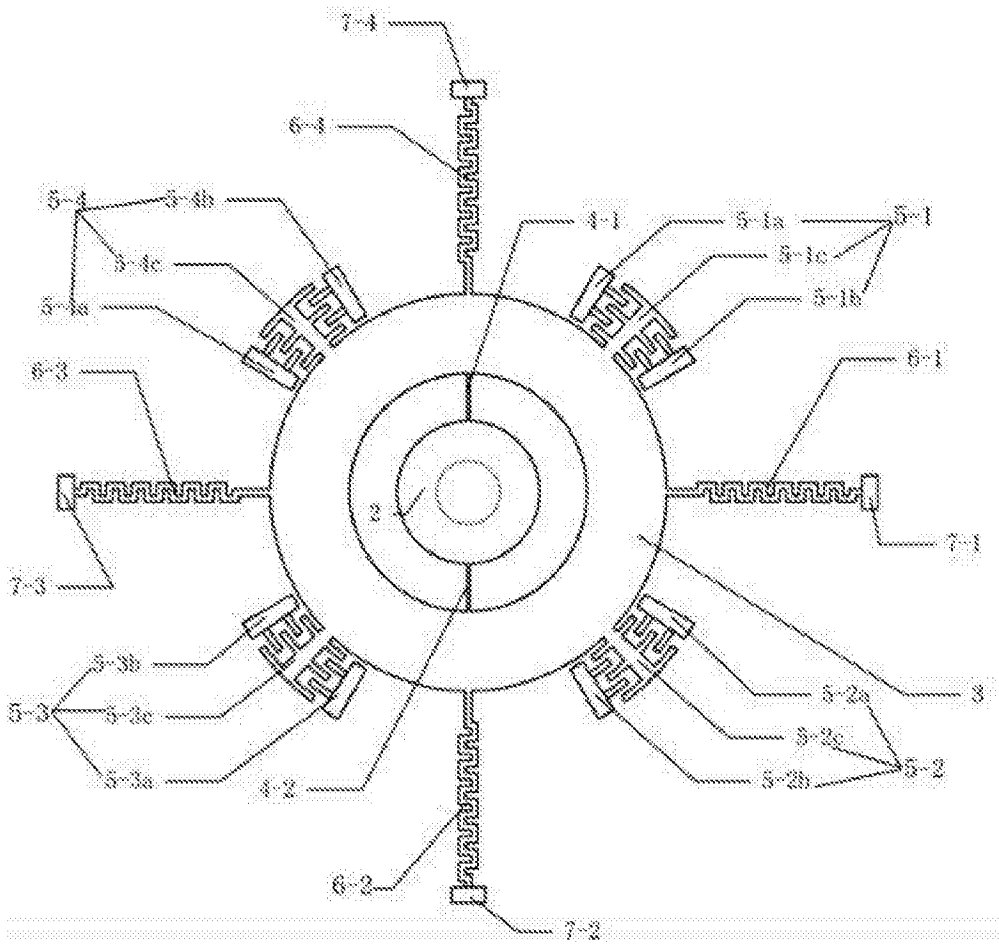


图 2

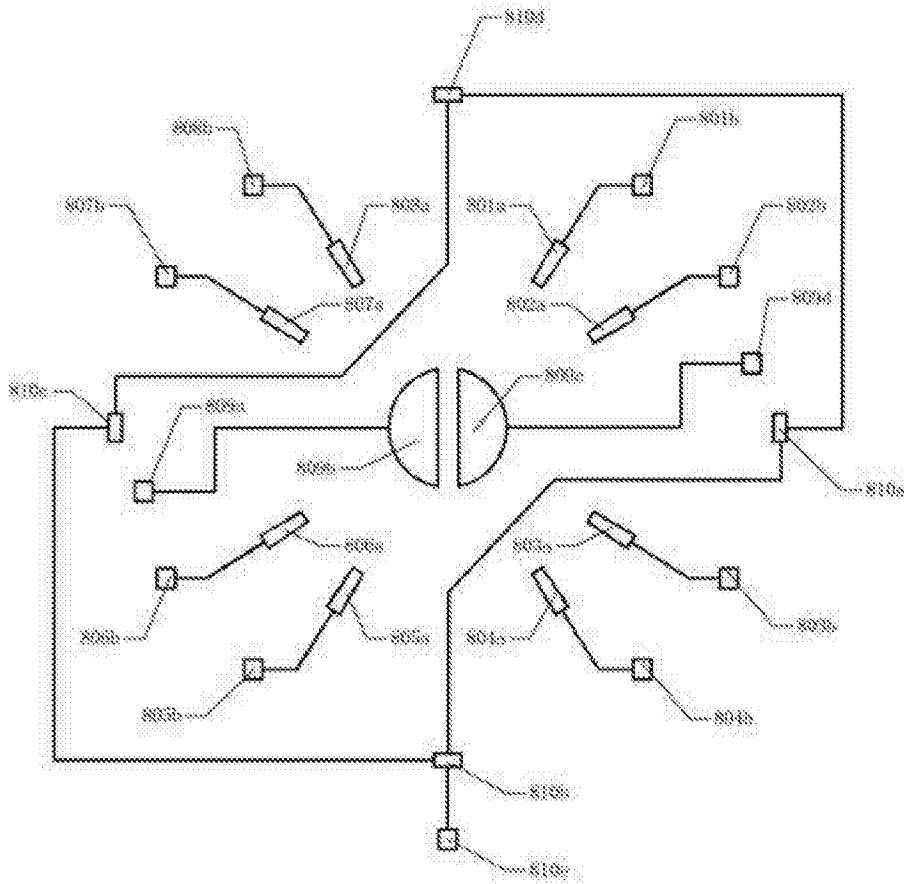


图 3