



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109596858 A

(43)申请公布日 2019. 04. 09

(21)申请号 201811541155.0

(22)申请日 2018.12.17

(71)申请人 陕西理工大学

地址 723001 陕西省汉中市汉台区东一环  
路陕西理工大学

(72)发明人 王鹏 杨帆 王楠 梁应选  
王明武 陈曼龙

(74)专利代理机构 北京方圆嘉禾知识产权代理  
有限公司 11385

代理人 董芙蓉

(51)Int.Cl.

G01P 15/12(2006.01)

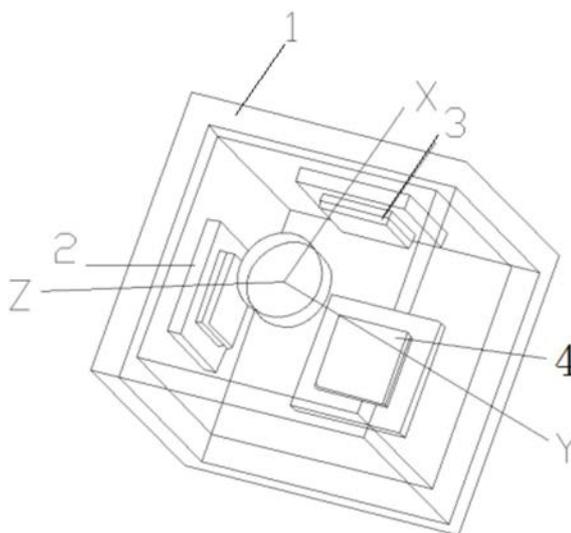
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

## (54)发明名称

一种简易的三轴MEMS加速度传感器

## (57)摘要

本发明涉及一种简易的三轴MEMS加速度传感器,包括数个传感器,三维坐标系的三个方向上分别设置一个具有面内多梁结构的加速度传感器,坐标轴上的传感器在工作时互相之间不会产生干扰,可以有效地保障三个方向上的测量灵敏度和固有频率,提高测量的精度。



1. 一种简易的三轴MEMS加速度传感器,包括数个传感器,其特征在于:三维坐标系的三个方向上分别设置一个或数个传感器,传感器分别测量加速度、温度、速度、角度中的任意一种或几种量值,坐标轴上的传感器在工作时互相之间不会产生干扰;其中,所述传感器包括矩形的质量块、PCB板;其中,质量块相对的两个端面上分别设置两根敏感梁,每个端面上的两根敏感梁间隔平行的设置;质量块的另两个相对的端面上分别设置一根支撑梁;其中,支撑梁与敏感梁的轴线位于质量块的中心,并且,所述支撑梁、敏感梁与质量块形成面内复合多梁结构加速度传感器敏感结构;

其中,每根敏感梁上安装一个压敏电阻和两块焊盘,所述压敏电阻通过引线分别与每块焊盘连接;同时每个压敏电阻和焊盘与外接的PCB板电连接成惠斯通电桥。

2. 根据权利要求1所述的简易的三轴MEMS加速度传感器,其特征在于:所述PCB板包括十二块金属焊盘,其中每两个相邻的金属焊盘为一组,每一组中的两个焊盘通过导线与传感器芯片上的金属焊盘一一对应的电连接,形成惠斯通电桥。

3. 根据权利要求1所述的简易的三轴MEMS加速度传感器,其特征在于:其中三维坐标系的X轴上的传感器测量X轴加速度值、Z轴上的传感器测量Z轴加速度值、Y轴上的传感器测量Y轴加速度值。

4. 根据权利要求1所述的简易的三轴MEMS加速度传感器,其特征在于:所述加速度传感器为压阻式MEMS加速度传感器芯片。

## 一种简易的三轴MEMS加速度传感器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种简易的三轴MEMS加速度传感器。

### 背景技术

[0002] 三轴加速度传感器是目前MEMS加速度传感器领域的研究难点之一,限制其发展的主要技术障碍有三点:(1)无法同时满足加速度传感器三个轴的灵敏度的要求,即在设计敏感结构时,往往只考虑其中一个方向或者两个方向的测量灵敏度,这显然不利于MEMS三轴加速度传感器的研发;(2)传统的单片三轴加速度传感器无法彻底消除传感器三轴间的横向交叉干扰;(3)传感器三个轴的固有频率无法同时提升;

[0003] 技术障碍(1)产生的原因是MEMS加工工艺导致的,虽然目前体硅加工工艺日趋完善,可以加工出常规的三维立体结构,然而由于离子注入工艺的复杂性,目前只能在硅结构的某一个面上进行离子注入,这就导致了传感器三个轴灵敏度的差异。

[0004] 技术障碍(2)产生的原因是传感器敏感结构本身所造成的,传统三轴加速度传感器的敏感结构在受到某个方向加速度作用下,其另外两个方向上都会存在扭矩,进而导致了三个方向上的相互串扰,为了解决这个问题,西安交通大学赵玉龙等人研制了基于复合八梁结构的低横向交叉干扰加速度传感器可以有效的抑制传感器的横向交叉干扰,但是只限于单轴加速度传感器,在多轴加速度传感器中无法得到应用,因此需要进一步研究。

[0005] 技术障碍(3)产生的原因是传感器敏感结构本身所造成的,由于传感器的灵敏度和固有频率是一对相互制约的参数,灵敏度越高,固有频率越低,传统的三轴加速度传感器由于三个轴的灵敏度不一致,这就导致了其三个轴方向的固有频率不一致,从而对传感器的应用造成一定的影响。

### 发明内容

[0006] 基于上述存在的技术障碍,本发明提出一种具有高灵敏度、低横向交叉干扰的三轴加速度传感器,采用的技术方案如下:

[0007] 三维坐标系的三个方向上分别设置加速度传感器1,加速度传感器2,加速度传感器3; $X, Y, Z$ 三个坐标相互正交。

[0008] 由于本发明采用了面内加速度传感器结构,可以有效的降低单个传感器的横向交叉干扰,且每个传感器都具有较高的固有频率和测量灵敏度,因此可保证三轴加速度传感器的测量精度,三个传感器工作时,利用本发明的架构可以避免传感器之间的互相干扰,提高待测量的精度,三个方向固有频率得到有效地保障。

### 附图说明

[0009] 图1为本发明传感器安装示意图;

[0010] 图2为传感器轴线交互示意图;

[0011] 图3为压阻式MEMS加速度传感器芯片示意图;

[0012] 图4为PCB板示意图；

[0013] 附图序号说明：面板1、加速度传感器1、加速度传感器2、加速度传感器3、加速度传感器4、质量块5、敏感梁6、支撑梁7、压敏电阻8、引线9、焊盘10、焊盘10-1、焊盘10-2、焊盘10-3、焊盘10-4、焊盘10-5、焊盘10-6、焊盘10-7、焊盘10-8、焊盘11、焊盘12、焊盘13、焊盘14、焊盘15、焊盘16、焊盘17、焊盘18、焊盘19、焊盘20、焊盘21、焊盘22；

### 具体实施方式

[0014] 下面结合附图对本发明做详细的说明。

[0015] 图1中，简易的三轴MEMS加速度传感器包括三个传感器，三维坐标系的三个方向上分别设置一个加速度传感器，被测物体放置在传感器能够捕捉到待测数值的位置，每根三维坐标系上设置的传感器在工作时互相之间不会产生干扰。

[0016] 三个坐标系上的传感器的高度可以根据需要进行设置，因此三个传感器的高度可以在一条高度上，也可以在三条不同的高度线上。

[0017] 三个方向上设置的传感器可以分别位于三个面板1上。三个面板1之间可以是呈三维坐标系的角度设置，即三个面板之间互相垂直形成一个正交的三维空间。

[0018] 本发明优选三维坐标系的每根坐标轴上设置一个加速度传感器，三个方向上的传感器可以测量同一数据，也可以是功能不同的传感器，为了方便描述，每个面板1上的传感器以位于的位置作为区分，其中，优选Z轴上的传感器Z2用于测量Z向加速度值，X轴上的传感器X3用于测量X轴加速度值，Y轴上的传感器Y4用于测量Y向加速度值。三个传感器工作时互不影响，有效克服了传统三轴加速度传感器横向交叉干扰较大的劣势。

[0019] 优选加速度传感器Z2、加速度传感器X3、加速度传感器Y4为压阻式MEMS加速度传感器芯片。

[0020] 具体的，所述压阻式MEMS加速度传感器芯片包括质量块5，优选质量块5为矩形结构，所述质量块5相对的两个端面上分别设置两根间隔的敏感梁6，且每个端面上的敏感梁6平行的设置；另外两个端面上设置两根支撑梁7；四根敏感梁6和两根支撑梁7的轴线位于质量块轴心的位置，且与质量块5形成面内复合多梁结构加速度传感器敏感结构。

[0021] 所述每根敏感梁6上各布置着一个压敏电阻8，四个压敏电阻8形状均为长方形，并按照应力分布进行排布，每个压敏电阻8的两端通过金属引线9与同一根敏感梁6上的两个焊盘10分别相连，每个压敏电阻8和焊盘10再通过金丝键合技术与外接PCB板连接成惠斯通电桥。为了描述方便，将每根敏感梁6上的焊盘进行编号，分别为焊盘10-1、焊盘10-2、焊盘10-3、焊盘10-4、焊盘10-5、焊盘10-6、焊盘10-7、焊盘10-8。

[0022] 所述的PCB板如图4所示，PCB板共包含序号为11-22共12个金属焊盘，12块金属焊盘分为6组，每组为相邻的两个焊盘，例如焊盘11和焊盘12为一组，焊盘13和焊盘14为一组，焊盘15和焊盘16为一组，焊盘17和焊盘18为一组、每一组中的每个金属焊盘单独对应压阻式MEMS加速度传感器芯片上的金属焊盘，例如焊盘11对应压阻式MEMS加速度传感器芯片上的10-1焊盘，焊盘12对应压阻式MEMS加速度传感器芯片上的10-2焊盘，以此类推，其中每组对应连接的焊盘通过金丝键合技术对应相连，即可将压阻式MEMS加速度传感器芯片上的敏感电阻与PCB板连接为惠斯通电桥的形式。焊盘19和焊盘20为一组、焊盘21和焊盘22为传感器与外界相连的预设焊盘。

[0023] 本发明中,加速度传感器主要针对高精度加速度信号进行测量,因此,粘贴传感器的时候使用的粘结剂需要有足够高的强度和硬度,以提高传感器的实际固有频率。除此之外,粘结剂需要有良好的抵抗性,具体表现在抗机械冲击、抗热循环、耐高温、耐化学腐蚀等性能,且具有很好的长期工作稳定性。常用的粘结剂有环氧树脂和硅胶、橡胶两种。环氧树脂适用环境多,为传感器的封装提供了灵活性,且具有密封的作用,但是环氧树脂性质易受到热环境的影响,通过调节环氧树脂的固化条件可以提高封装的质量;硅胶、橡胶能够在室温下固化,为传感器提供良好的绝缘,但其固化后强度较小,防化学侵蚀性能较差,当与空气接触时会发生剥离和脱落。考虑到高频应用环境,需要尽量避免传感器封装中引入粘弹性或者粘塑性部件,降低传感器系统的整体固有频率,引起传感器输出信号的滞后与漂移。

[0024] 因此,本发明采用具有较高硬度的DG-3S型改性环氧胶(中蓝晨光化工研究院有限公司)作为粘合剂,将DG-3S胶粘剂按比例A:B=2:1或1:1(重量份比)将两组份混合均匀后使用。

[0025] 优选将DG-3S型改性环氧胶进行固话,固化后环氧树脂可用温度范围是60~125℃,具体的,在60℃恒温箱将DG-3S型改性环氧胶固化1-3个小时,优选固话2小时之后再使用最佳。固话可以保证环氧树脂的粘合强度增强。

[0026] 固化后的环氧树脂涂抹在传感器底部,为了粘贴精准,可以事先在面板上画出粘贴的位置,具体粘贴的时候按照画出的位置进行对应。

[0027] 所述三个面板采用不锈钢材料制作,在面板上挖设数个孔,其他与传感器连接的导线可以穿过孔后与其他部件连接。优选传感器外接的导线上套接屏蔽线,避免其他信号源的干扰。其他导线引出后还可以使用环氧树脂将孔密封,固定外接导线。

[0028] 三个精度高的MEMS传感器放在三个互相垂直的平面上,可以有效地保障三个方向上的测量灵敏度和固有频率,且三个方向传感器之间没有互相干扰的情况,提高测量的精度。

[0029] 本发明通过金丝球焊机可以实现引线的的焊接,引线用于实现电气连接,给予传感器工作的能源。所述三维坐标系上的三个传感器可以共用一个电源和地。

[0030] 以上仅为本发明实施例的较佳实施例而已,并不用以限制本发明实施例,凡在本发明实施例的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明实施例的保护范围内。

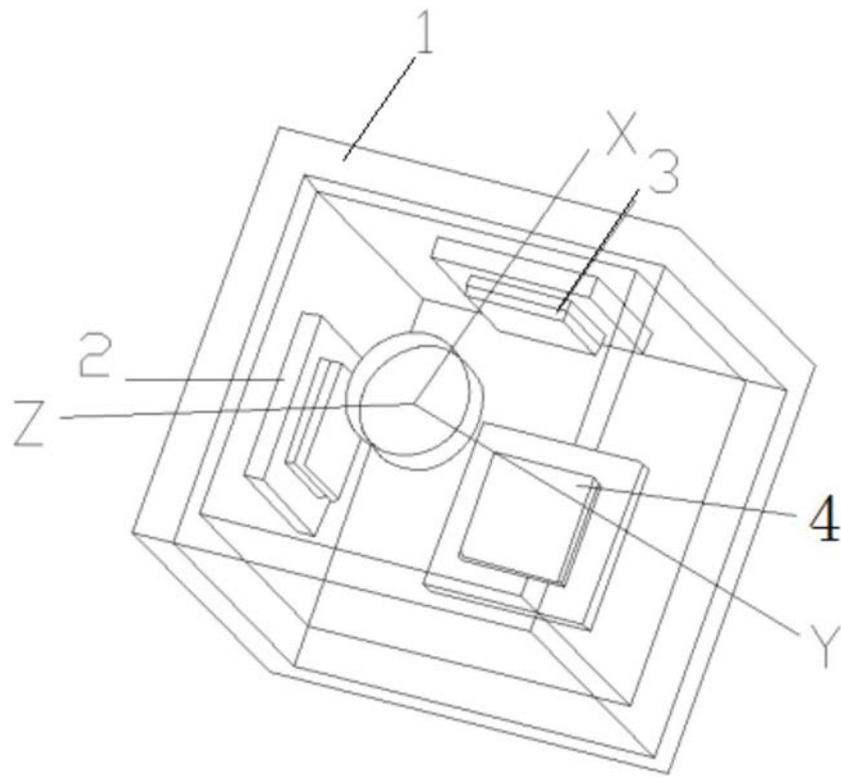


图1

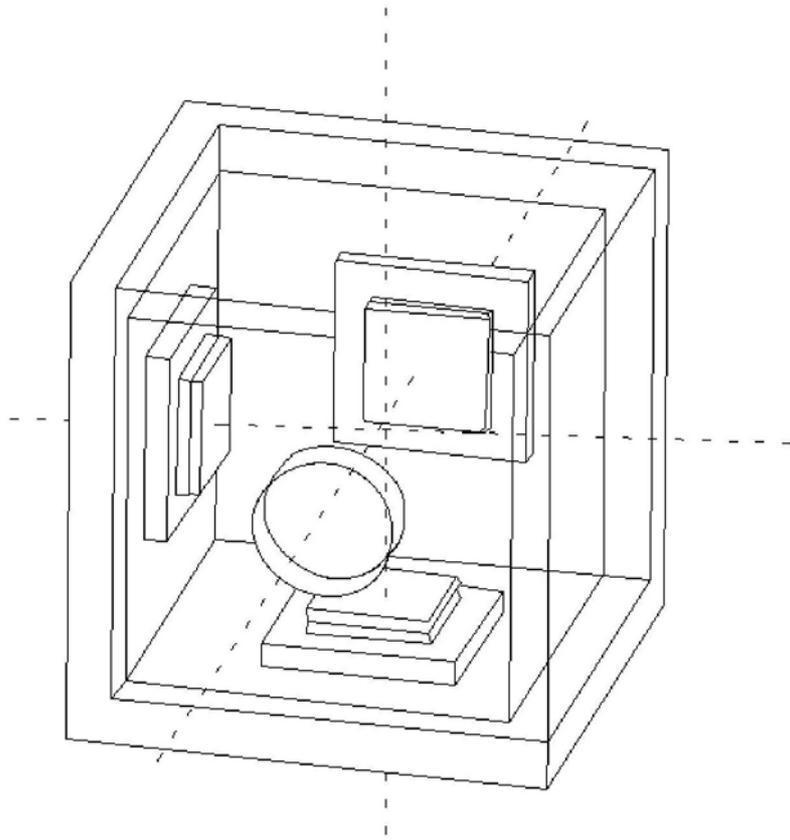


图2

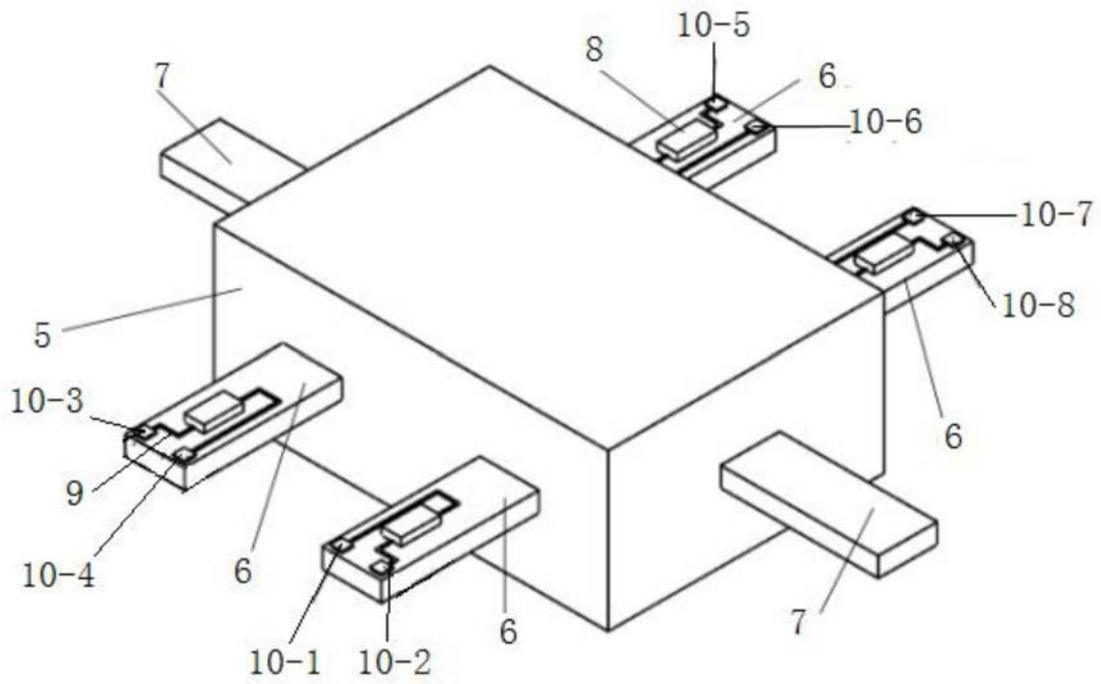


图3

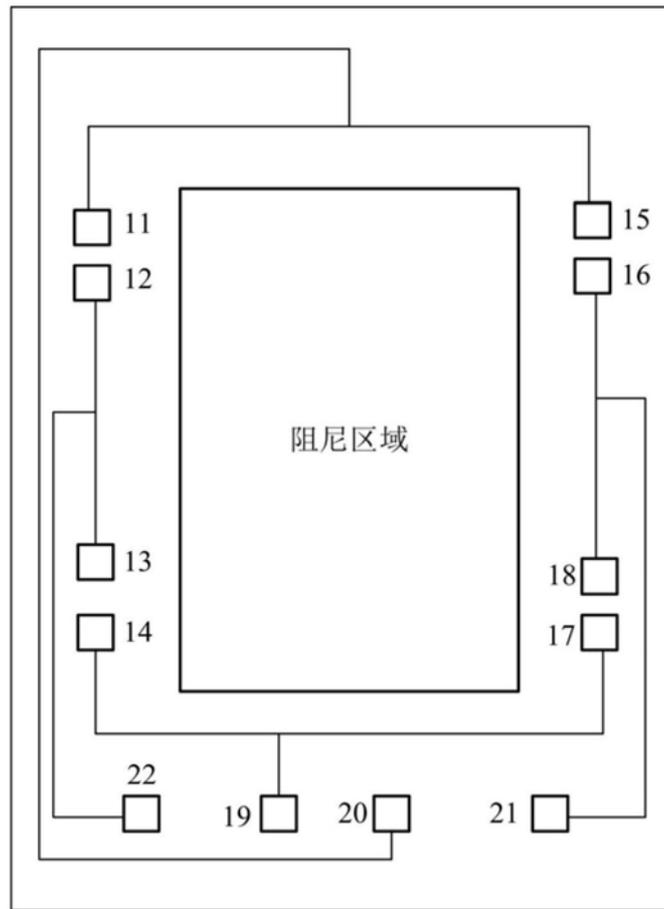


图4