



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104143473 B

(45)授权公告日 2016.08.24

(21)申请号 201310162834.8

(22)申请日 2013.05.06

(73)专利权人 中国科学院重庆绿色智能技术研究院

地址 400714 重庆市北培区方正大道266号

(72)发明人 傅剑宇 吴迪 王国胤

(74)专利代理机构 成都赛恩斯知识产权代理事务所(普通合伙) 51212

代理人 朱月仙

(51) Int. Cl.

H01H 35/14(2006.01)

审查员 卢凯健

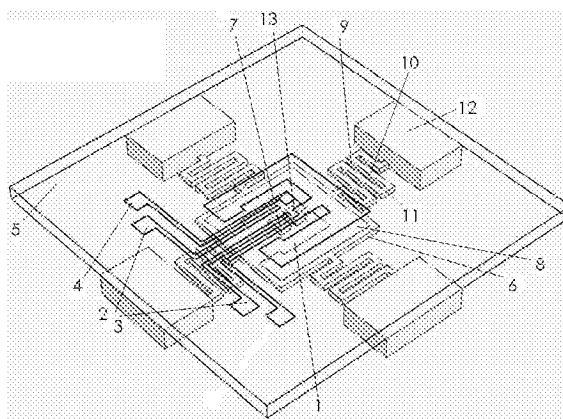
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

### (54)发明名称

加速度开关及其控制方法

### (57)摘要

本发明涉及一种加速度开关及其控制方法。加速度开关包括：固定电极、第一信号线、第二信号线、控制线和绝缘衬底，固定电极、第一信号线、第二信号线和控制线均设置在绝缘衬底上；加速度开关还包括：质量块，质量块具有平衡位置和触碰位置；质量块在平衡位置与绝缘衬底之间具有间隙；加速度开关还包括：信号触点和可动电极，信号触点和可动电极设置在质量块上；当质量块位于触碰位置时，第一信号线通过信号触点与第二信号线连接，控制线与可动电极连接，控制线用于向可动电极施加与固定电极相反的电荷以使质量块锁定在触碰位置。在监测加速度信号的过程中，不需要始终保持静电力的作用，可在有环境电磁场干扰的情况下，正确地感知加速度信号。



1. 一种加速度开关,其特征在于,包括:固定电极(1)、第一信号线(2)、第二信号线(3)、控制线(4)和绝缘衬底(5),所述固定电极(1)、第一信号线(2)、第二信号线(3)和控制线(4)均设置在所述绝缘衬底(5)上;

所述加速度开关还包括:质量块(6),所述质量块(6)具有平衡位置和触碰位置;所述质量块(6)在所述平衡位置与所述绝缘衬底(5)之间具有间隙;

所述加速度开关还包括:信号触点(7)和可动电极(8),所述信号触点(7)和可动电极(8)设置在所述质量块(6)上;

当所述质量块(6)位于所述触碰位置时,所述第一信号线(2)通过所述信号触点(7)与所述第二信号线(3)连接,所述控制线(4)与所述可动电极(8)连接,所述控制线(4)用于向所述可动电极(8)施加与所述固定电极(1)相反的电荷以使所述质量块(6)锁定在所述触碰位置。

2. 根据权利要求1所述的加速度开关,其特征在于,所述加速度开关还包括:

弹性元件(9),所述弹性元件(9)在所述控制线(4)断电时使所述质量块(6)由所述触碰位置回复到所述平衡位置。

3. 根据权利要求2所述的加速度开关,其特征在于,所述弹性元件(9)为多个,所述多个弹性元件(9)沿所述质量块(6)的周向均匀布置。

4. 根据权利要求2所述的加速度开关,其特征在于,所述弹性元件(9)为折叠梁,所述折叠梁包括多个长梁(10)和多个短梁(11),相邻两个所述长梁(10)之间通过一个所述短梁(11)连接,所述多个长梁(10)平行地设置。

5. 根据权利要求4所述的加速度开关,其特征在于,所述短梁(11)具有直线或弧形结构。

6. 根据权利要求2所述的加速度开关,其特征在于,所述加速度开关还包括安装在所述绝缘衬底(5)上的锚块(12),所述弹性元件(9)的一端与所述锚块(12)连接,另一端与所述质量块(6)连接。

7. 根据权利要求1所述的加速度开关,其特征在于,所述加速度开关还包括:控制触点(13),当所述质量块(6)位于所述触碰位置时,所述控制线(4)通过所述控制触点(13)与所述可动电极(8)连接。

8. 一种加速度开关的控制方法,其特征在于,包括:

在质量块(6)上设置可动电极(8);

在绝缘衬底(5)上设置固定电极(1);

当所述质量块(6)位于触碰位置时,向所述可动电极(8)施加与所述固定电极(1)相反的电荷,以使所述质量块(6)锁存在触碰状态。

9. 根据权利要求8所述的控制方法,其特征在于,在所述绝缘衬底(5)上设置控制线(4),在所述质量块(6)上设置控制触点(13);

当所述质量块(6)位于所述触碰位置时,所述可动电极(8)通过所述控制触点(13)与所述控制线(4)导通,通过所述控制线(4)向所述可动电极(8)施加所述电荷。

10. 根据权利要求8所述的控制方法,其特征在于,将弹性元件(9)的一端与所述绝缘衬底(5)连接,另一端与所述质量块(6)连接;

所述弹性元件(9)在所述控制线(4)断电时使所述质量块(6)由所述触碰位置回复到平

衡位置。

## 加速度开关及其控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及微机械传感器领域,特别是涉及一种加速度开关及其控制方法。

### 背景技术

[0002] 随着MEMS(Micro-Electro-Mechanical Systems,微机电系统)技术的发展,以MEMS技术为基础的锁存式微型加速度开关由于具有体积小、质量轻、成本低、功耗低等显著优点,在汽车安全气囊、运输过程监控、冲击记录、引信安全保险机构等领域有着广泛且重要的应用需求。

[0003] 现有技术中的锁存式微型加速度开关主要通过机械、双稳态和液态三种方式实现。但机械与液态锁存式开关解锁结构复杂,故多为一次性开关,不能反复利用;双稳态锁存式开关只有特定结构才能产生双稳态特性,导致结构设计欠灵活且MEMS加工难实现。因此,一种设计加工实现相对简单,同时还可反复利用的锁存式微型加速度开关成为了发展的必然趋势。

[0004] 静电力作用可使结构保持闭合状态,但现有技术中的基于静电吸合效应的微型加速度开关主要侧重于实现对开关阈值的调控,且该开关均采用压迫式接触结构。

[0005] 如图1所示,现有技术中的压迫式接触结构的结构示意图,其中A为压迫式接触结构,14为硅,15为玻璃,16为硅上金属,17为玻璃上金属。请参考图1,通过键合玻璃上的金属压焊盘将硅结构上的信号引出,解决键合技术中硅结构引线困难的问题,其基本原理如下:在硅加工过程中,结构被沉积一层金属并合金化,形成良好的欧姆接触,然后该部分在键合工艺中压在玻璃上的金属层上,从而形成从硅结构到玻璃上压焊盘的电学通路。基于静电吸合理论,通过改变该结构电容极板上的偏置电压,可改变开关结构上的静电力作用,进而改变信号触点与信号线间的初始间距,最终实现对开关阈值加速度的调节,并使其具有锁存功能。但该开关在监测加速度信号过程中,将始终保持静电力作用,在有环境电磁场干扰的情况下,无法正确感知加速度信号。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种加速度开关及其控制方法,以解决现有技术中的静电锁存式加速度开关在有环境电磁场干扰的情况下,无法正确感知加速度信号的问题。

[0007] 为解决上述技术问题,作为本发明的第一方面,提供了一种加速度开关,包括:固定电极、第一信号线、第二信号线、控制线和绝缘衬底,固定电极、第一信号线、第二信号线和控制线均设置在绝缘衬底上;加速度开关还包括:质量块,质量块具有平衡位置和触碰位置;质量块在平衡位置与绝缘衬底之间具有间隙;加速度开关还包括:信号触点和可动电极,信号触点和可动电极设置在质量块上;当质量块位于触碰位置时,第一信号线通过信号触点与第二信号线连接,控制线与可动电极连接,控制线用于向可动电极施加与固定电极相反的电荷以使质量块锁定在触碰位置。

[0008] 进一步地,加速度开关还包括:弹性元件,弹性元件在控制线断电时使质量块由触

碰位置回复到平衡位置。

[0009] 进一步地,弹性元件为多个,多个弹性元件沿质量块的周向均匀布置。

[0010] 进一步地,弹性元件为折叠梁,折叠梁包括多个长梁和多个短梁,相邻两个长梁之间通过一个短梁连接,多个长梁平行地设置。

[0011] 进一步地,短梁具有直线或弧形结构。

[0012] 进一步地,加速度开关还包括安装在绝缘衬底上的锚块,弹性元件的一端与锚块连接,另一端与质量块连接。

[0013] 进一步地,加速度开关还包括:控制触点,当质量块位于触碰位置时,控制线通过控制触点与可动电极连接。

[0014] 作为本发明的第二方面,提供了一种加速度开关的控制方法,包括:在质量块上设置可动电极;在绝缘衬底上设置固定电极;当质量块在加速度作用下位于触碰位置时,向可动电极施加与固定电极相反的电荷,以使质量块锁存在触碰状态。

[0015] 进一步地,在绝缘衬底上设置控制线,在质量块上设置控制触点;当质量块位于触碰位置时,可动电极通过控制触点与控制线导通,通过控制线向可动电极施加电荷。

[0016] 进一步地,将弹性元件的一端与绝缘衬底连接,另一端与质量块连接;弹性元件在控制线断电时使质量块由触碰位置回复到平衡位置。

[0017] 本发明通过在触碰的过程中,向固定电极和可动电极施加相反电性的电荷,使其保持在锁存状态。在监测加速度信号的过程中,不需要始终保持静电力的作用,可在有环境电磁场干扰的情况下,正确地感知加速度信号,具有结构简单、制作容易、可反复多次使用的特点,可广泛应用在微机电系统领域。

## 附图说明

[0018] 图1示意性出了现有技术中的压迫式接触结构的结构示意图;

[0019] 图2示意性出了本发明的整体结构示意图;

[0020] 图3示意性出了本发明的固定结构部分示意图;

[0021] 图4示意性出了本发明的可动结构部分示意图;以及

[0022] 图5示意性出了本发明的具有柔性触点的可动结构部分示意图。

[0023] 图中附图标记:1、固定电极;2、第一信号线;3、第二信号线;4、控制线;5、绝缘衬底;6、质量块;7、信号触点;8、可动电极;9、弹性元件;10、长梁;11、短梁;12、锚块;13、控制触点;14、硅;15、玻璃;16、硅上金属;17、玻璃上金属;A、压迫式接触结构。

## 具体实施方式

[0024] 以下结合附图对本发明的实施例进行详细说明,但是本发明可以由权利要求限定和覆盖的多种不同方式实施。

[0025] 作为本发明的第一方面,提供了一种加速度开关,特别是一种静电锁存式微型加速度开关,其可利用闭合瞬态的静电力作用实现锁存。如图2至图5所示,该加速度开关包括:固定电极1、第一信号线2、第二信号线3、控制线4和绝缘衬底5,固定电极1、第一信号线2、第二信号线3和控制线4均设置在绝缘衬底5上。

[0026] 加速度开关还包括:质量块6,质量块6具有平衡位置和触碰位置;质量块6在平衡

位置与绝缘衬底5之间具有间隙(例如,质量块6在平衡位置时,悬空地设置在绝缘衬底5上)。

[0027] 加速度开关还包括:信号触点7和可动电极8,信号触点7和可动电极8设置在质量块6上,特别地,信号触点7位于与第一信号线2和第二信号线3的两个端部相对应的位置处,进一步地,还可位于质量块6的上方。

[0028] 当质量块6位于触碰位置时,第一信号线2通过信号触点7与第二信号线3连接,控制线4与可动电极8连接,控制线4用于向可动电极8施加与固定电极1相反的电荷以使质量块6锁定在触碰位置。

[0029] 特别地,控制线4与固定电极1位于质量块6的上方。优选地,第一信号线2、第二信号线3、控制线4与固定电极1可以是在绝缘衬底5上直接溅射或电镀金、铝、铜等金属材料形成的,特别地,其由一系列线条组成,在一个优选的实施例中,线条尺寸不小于10微米×10微米,高度一般在500-2000埃。优选地,质量块6可以通过体硅工艺形成的,例如可为长方体结构,在一个优选的实施例中,质量块6长500-5000微米、宽500-5000微米、高10-450微米。显然,本发明中的上述部件的尺寸并不局限于上述优选实施例中所列举的尺寸。

[0030] 在一个优选的实施例中,可动电极8可以通过溅射或电镀金、铝、铜等金属材料形成的由一系列线条组成的不规则结构,优选地,线条尺寸不小于10微米×10微米,高度一般在500-2000埃,与固定电极1之间具有2-100微米的间隙。显然,本发明中的可动电极8的尺寸并不局限于上述优选实施例中所列举的尺寸。

[0031] 当在本发明中的加速度开关的敏感方向(即为绝缘衬底5的表面法向方向)上作用足够大的加速度后,信号触点7将与第一信号线2、第二信号线3接触,使得第一信号线2和第二信号线3的端头连接,从而实现外电路的导通。同时,控制线4与可动电极8导通,此时便可通过控制线4向可动电极8施加与固定电极1相反的电荷,从而使可动电极8与固定电极1之间形成电容结构,产生足够大的静电力作用,使得加速度开关保持在闭合状态(即质量块6锁定在触碰位置)。当静电力撤销后(例如,停止向控制线4供电),加速度开关又可回复到初始的断开状态,以监测下一次的加速度信号。

[0032] 因此,本发明在监测加速度信号的过程中,不需要始终保持静电力的作用,可在有环境电磁场干扰的情况下,正确地感知加速度信号,具有结构简单、制作容易、可反复多次使用的特点,可广泛应用在微机电系统领域。

[0033] 优选地,请参考图2、图4和图5,加速度开关还包括:弹性元件9,弹性元件9在控制线4断电时使质量块6由触碰位置回复到平衡位置。在一个实施例中,弹性元件9为多个,多个弹性元件9沿质量块6的周向均匀布置。显然,弹性元件也可以采用悬臂式等其它结构来固定质量块6。

[0034] 在图4和图5所示的实施例中,弹性元件9的个数为四个,分别位于质量块6的四周,且这四个弹性元件9处于悬空状态。在其它的实施例中,弹性元件9的个数也可以为两个、三个、五个或更多。

[0035] 优选地,请参考图2、图4和图5,弹性元件9为折叠梁,折叠梁包括多个长梁10和多个短梁11,相邻两个长梁10之间通过一个短梁11连接,多个长梁10平行地设置。优选地,短梁11具有直线或弧形结构。

[0036] 在一个实施例中,折叠梁是通过体硅工艺形成的,为一折或多折结构,以实现在敏

感方向上具有较低弹性系数,分辨率高;在非敏感方向上具有较高弹性系数,交叉灵敏度低。优选地,其长梁10长100-3000微米、连接长梁10间的短梁11长10-300微米,进一步地,梁宽5-100微米、梁厚5-100微米。显然,折叠梁及其长梁10和短梁11的尺寸并不限于上述实施例中的尺寸,还可以是其它尺寸。

[0037] 优选地,请参考图2、图4和图5,加速度开关还包括安装在绝缘衬底5上的锚块12,弹性元件9的一端与锚块12连接,另一端与质量块6连接。特别地,锚块12固定在绝缘衬底5上,且分布于质量块6的周围,并分别通过悬空的弹性元件9(例如折叠梁等)与质量块6连接。在一个优选的实施例中,锚块12可以通过体硅工艺形成的长方体结构,优选地,其截面积不小于200微米×200微米、高15-500微米,通过键合工艺被固定在绝缘衬底5上。

[0038] 优选地,请参考图2、图4和图5,加速度开关还包括:控制触点13,当质量块6位于触碰位置时,控制线4通过控制触点13与可动电极8连接。优选地,控制触点13与信号触点7的高度一致,且位于控制线4端头的正下方,并与其之间存在间隙。特别地,可动电极8固定在质量块6上,与控制触点13电学连接,位于固定电极1的正下方,并与其之间有间隙。

[0039] 本发明中控制触点13与信号触点7的高度一致,构成了同步接触结构,保证了在本发明中的加速度开关导通的同时,可动电极8与固定电极1之间产生足够大的静电力形成静电锁存,维持加速度开关处于闭合状态。该结构可使得该加速度开关保持了机械开关在敏感加速度过程中不受电磁场干扰的优点,且通过调节可动电极8与固定电极1之间施加的电压能灵活控制加速度开关的锁存与解锁,满足多次重复使用的目的。

[0040] 在一个优选的实施例中,信号触点7与控制触点13是通过深硅刻蚀技术与溅射金、铝、铜等金属材料相结合的形式形成的长方体结构,也可通过电镀镍、铜等金属形成。特别地,这两种触点的高度相等,均具有导电性,例如,尺寸一般可以为:长10-300微米、宽10-300微米、高1-50微米。优选地,信号触点7截面需大于第一信号线2、第二信号线3的端头间的尺寸。优选地,信号触点7与第一信号线2、第二信号线3的端头之间、控制触点13与控制线4的端头之间的间隙一致,例如一般可以为1-50微米。

[0041] 在一个优选的实施例中,绝缘衬底5的尺寸可以为:长5000微米、宽5000微米、高50-500微米。优选地,第一信号线2、第二信号线3、控制线4与固定电极1的高可以为1000埃。优选地,质量块6为尺寸可以是2000微米×2000微米×30微米的长方体。折叠梁为多折结构、梁宽30微米、厚30微米、长梁10长1500微米、短梁11长50微米。信号触点7与控制触点13为长方体,例如,长可为50微米、宽可为50微米、高可为20微米。可动电极8的高可为1000埃。锚块12的长可为500微米、宽可为300微米、高可为55微米。信号触点7与第一信号线2、第二信号线3之间的间隙可为5微米。控制触点13与控制线4之间的间隙可为5微米。固定电极1与可动电极8之间的间隙可为25微米。

[0042] 在上述实施例中,绝缘衬底5可以是石英、玻璃或长有电介质的硅等衬底材料。第一信号线2、第二信号线3、控制线4、固定电极1与可动电极8可采用金、铝、铜等材料制成。质量块6、弹性元件9、信号触点7、控制触点13和锚块12均可采用硅等材料制成,其中信号触点7和控制触点13可通过在硅上制作金、铝、铜等材料以保证其导电性。

[0043] 特别地,上述实施例中,信号触点7和控制触点13还可在已有结构基础上通过氟化氢硅刻蚀工艺、表面牺牲层工艺等加工手段制作成柔性触点结构,利用结构的弹性形变克服因刻蚀均匀性造成的同步接触结构间的高度误差。

[0044] 特别地,可将外信号电路的两极分别与第一信号线2、第二信号线3连接,外控制电路的两极分别与控制线4和固定电极1连接。当本发明中的加速度开关在其敏感方向(这里为绝缘衬底5的表面法向方向)上受到外界足够大的加速度作用后,质量块6在惯性力和弹性元件9的弹性力的共同作用下,向绝缘衬底5运动,信号触点7随着质量块6的运动与第一信号线2、第二信号线3接触,同时控制触点13与控制线4接触。此时,外控制电路向可动电极8和固定电极1分别施加相反的电荷,从而使二者之间形成电容,产生足够大的静电力,使得信号触点7与第一信号线2、第二信号线3保持接触,以保证加速度开关维持闭合状态。随后降低外控制电路施加在可动电极8和固定电极1上的电压,当静电力不足以维持锁存状态,质量块6被弹性元件9拉回到初始的平衡位置,信号触点7与第一信号线2、第二信号线3分离,加速度开关回复到断开状态。

[0045] 作为本发明的第二方面,请参考图2至图5,提供了一种加速度开关的控制方法,包括:在质量块6上设置可动电极8;在绝缘衬底5上设置固定电极1;当质量块6在加速度作用下位于触碰位置时,向可动电极8施加与固定电极1相反的电荷,以使质量块6锁存在触碰状态。特别地,该触碰位置可以是指质量块6与绝缘衬底5直接或间接触碰的位置,例如,在质量块6与绝缘衬底5之间发生间接触碰时,可指质量块6上的可动电极8与绝缘衬底5上的固定电极1间隔设置形成电容结构的情况。

[0046] 当加速度开关在其敏感方向上受到外界足够大的加速度作用后,质量块6在惯性力的作用下,向绝缘衬底5运动并到达触碰位置。此时,外控制电路向可动电极8和固定电极1分别施加相反的电荷,从而使二者之间形成电容,产生足够大的静电力,以实现锁存的功能。随后降低外控制电路的施加在可动电极8和固定电极1上的电压,当静电力不足以维持锁存状态,质量块6回复到初始的平衡位置,加速度开关也相应地回复到断开状态。

[0047] 优选地,在绝缘衬底5上设置控制线4,在质量块6上设置控制触点13;当质量块6位于触碰位置时,可动电极8通过控制触点13与控制线4导通,通过控制线4向可动电极8施加电荷。

[0048] 优选地,将弹性元件9的一端与绝缘衬底5(特别是安装在绝缘衬底5上的锚块12)连接,另一端与质量块6连接;弹性元件9在控制线4断电时使质量块6由触碰位置回复到平衡位置。

[0049] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

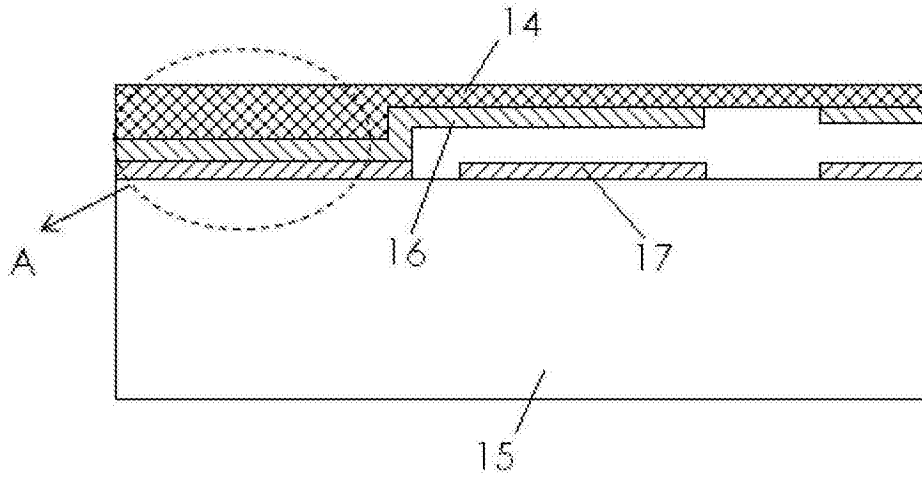


图1

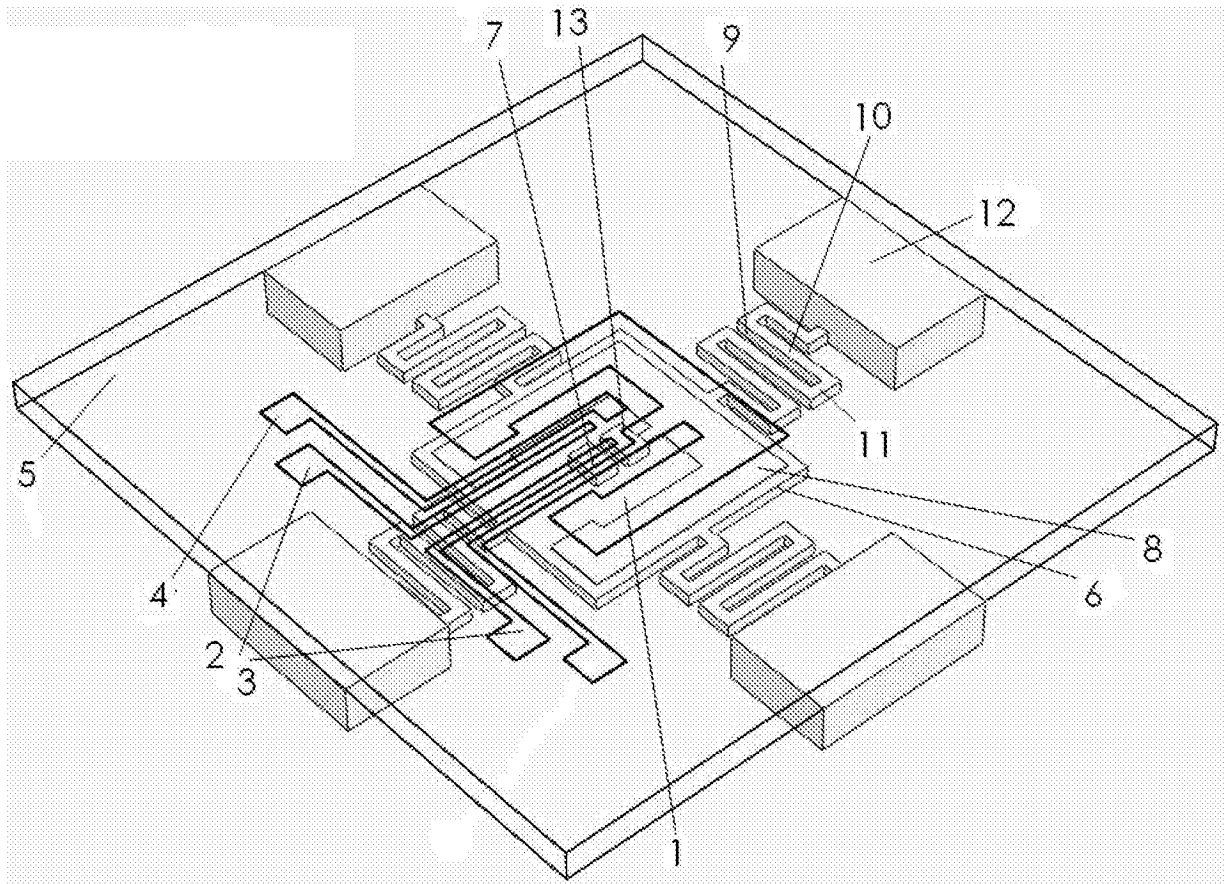


图2

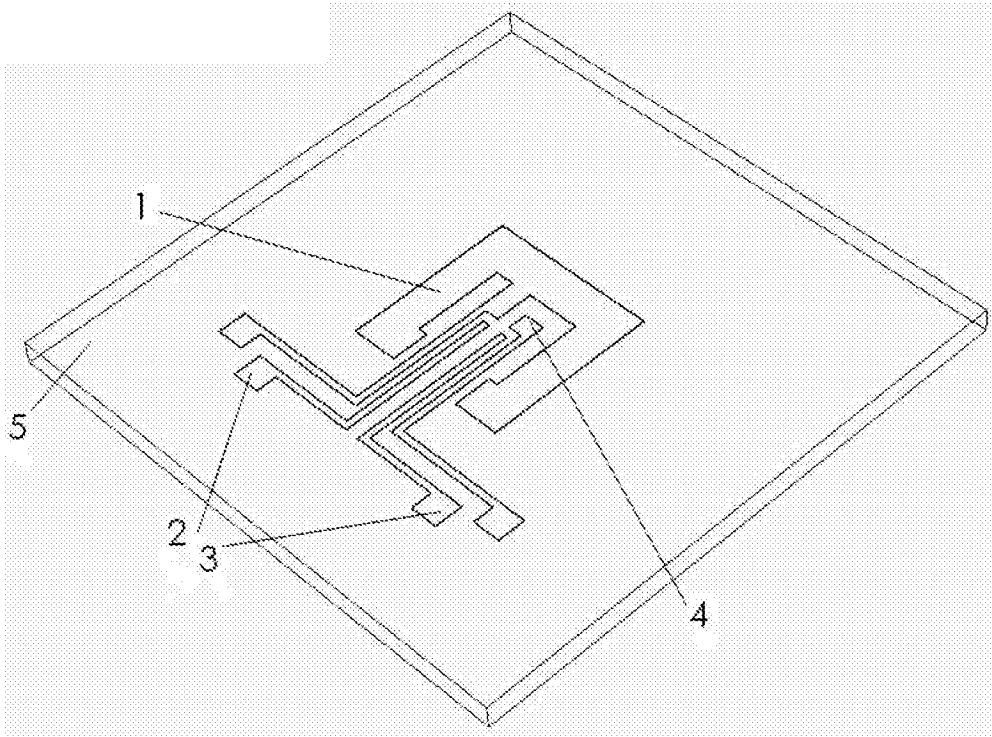


图3

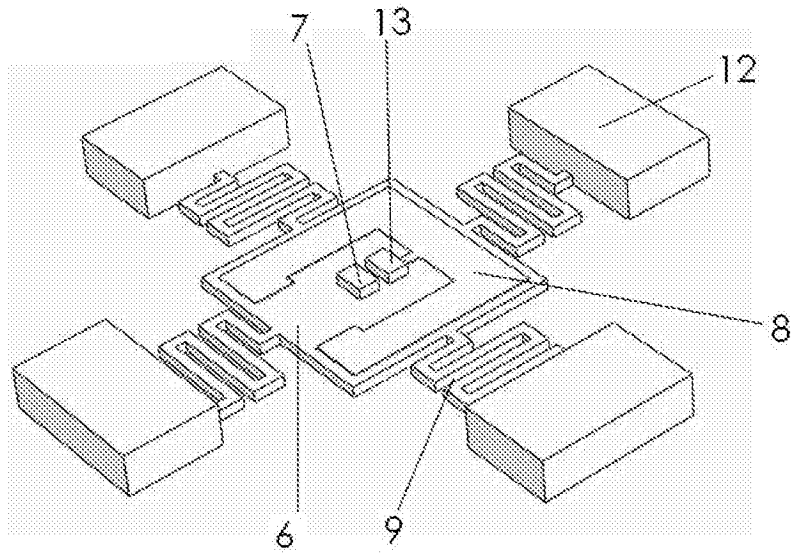


图4

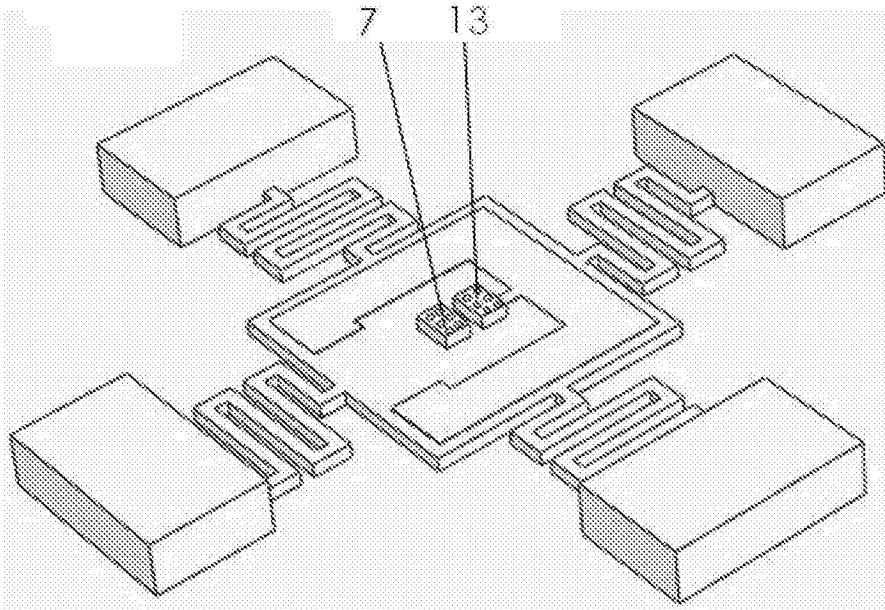


图5