



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110501521 B

(45) 授权公告日 2020.12.11

(21) 申请号 201910740137.3

(22) 申请日 2019.08.12

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110501521 A

(43) 申请公布日 2019.11.26

(73) 专利权人 武汉大学
地址 430072 湖北省武汉市武昌区八一路
299号

(72) 发明人 刘炎 孙成亮 胡博豪 高超
邹杨

(74) 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限
公司 42102
代理人 杨晓燕

(51) Int. Cl.
G01P 15/09 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 104764904 A, 2015.07.08

CN 106908624 A, 2017.06.30

CN 102141576 A, 2011.08.03

CN 101118250 A, 2008.02.06

Mukhiya R等.《Design, modeling and FEM-based simulations of a 1-DoF MEMS bulk micromachined piezoresistive accelerometer》.《Microsystem Technologies》.2014,第21卷(第10期),

审查员 吕新强

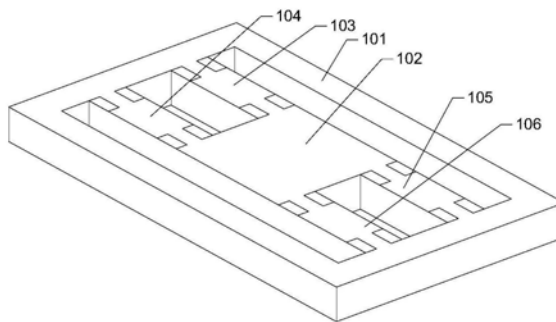
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种压电式加速度计

(57) 摘要

本发明涉及加速度计技术领域,公开了一种压电式加速度计,包括矩形框架,矩形框架内设置有质量块,质量块在一组互相平行的侧面上固定梁一、梁二、梁三和梁四;梁一和梁二互相对称且位于同一侧面,梁三和梁四互相对称且位于与梁一所在的侧面相平行的另一侧面,梁一与梁三互相对称,梁二与梁四互相对称;梁一、梁二、梁三和梁四上表面上均设置有压电片,每个压电片的四个角上分别设置有一个金属电极。本发明将各个梁设置在质量块对称的两侧,加强了加速度计的稳定性,减少加速度计在工作情况下的扭转变形;质量块的厚度与梁的厚度一致,增强了加速度计的稳定性并减少了扭转变形,同时能够获得较高的动态频宽。



1. 一种压电式加速度计,包括矩形框架(101),其特征在于:所述矩形框架(101)内设置有一个长方体的质量块(102),所述质量块(102)在一组互相平行的侧面上固定梁一(103)、梁二(104)、梁三(105)和梁四(106),所述梁一(103)、所述梁二(104)、所述梁三(105)和所述梁四(106)在远离所述质量块(102)的端头均与所述矩形框架(101)内壁固定连接;所述梁一(103)和所述梁二(104)互相对称且位于同一侧面,所述梁三(105)和所述梁四(106)互相对称且位于与所述梁一(103)所在的侧面相平行的另一侧面,所述梁一(103)与所述梁二(104)之间留置有间隙,所述梁三(105)与所述梁四(106)之间留置有间隙,所述梁一(103)与所述梁三(105)互相对称,所述梁二(104)与所述梁四(106)互相对称;所述梁一(103)、所述梁二(104)、所述梁三(105)和所述梁四(106)上表面上均设置有压电片,每个所述压电片的四个角上分别设置有一个金属电极;所述梁一(103)、所述梁二(104)、所述梁三(105)和所述梁四(106)的厚度均与质量块(102)的厚度相同。

2. 根据权利要求1所述的一种压电式加速度计,其特征在于:所述梁一(103)、所述梁二(104)、所述梁三(105)和所述梁四(106)均为长方体,所述梁一(103)、所述梁二(104)、所述梁三(105)、所述梁四(106)与所述质量块(102)形成“工”字形双轴压电式加速度计。

3. 根据权利要求1所述的一种压电式加速度计,其特征在于:所述梁一(103)、所述梁二(104)、所述梁三(105)和所述梁四(106)均为L形,所述梁一(103)、所述梁二(104)、所述梁三(105)、所述梁四(106)与所述质量块(102)形成具有L形梁的三轴压电式加速度计。

4. 根据权利要求1-3任意一项所述的一种压电式加速度计,其特征在于:所述梁一(103)、所述梁二(104)、所述梁三(105)、所述梁四(106)与所述质量块(102)通过机械加工一体成型。

一种压电式加速度计

技术领域

[0001] 本发明涉及加速度计技术领域,具体涉及一种压电式加速度计。

背景技术

[0002] 惯性导航系统通过加速度计能够实时测量运载体相对惯性坐标系的加速度。目前加速度传感器主要有压阻式、电容式、压电式、力平衡式、微机械热对流式和微机械谐振器。压电式加速度计是利用具有压电效应的材料进行加速度测量,当输入加速度时,质量块产生的惯性力使得梁、薄膜结构发生形变,在其表面产生电荷,通过电荷放大器或者电压放大器,将输出与输入加速度成正比的电荷或者电压。压电式加速度传感器的动态范围宽、线性度好,非常适合于冲击以及振动的检测。

[0003] 传统的压电式加速度计多为单轴加速度计,需要三个单轴组装才能检测三轴,因此必然导致体积大、一致性差等缺陷;同时也使得质量块的厚度远大于梁的厚度,这样会导致加速度计在工作中的扭转变形,极大影响加速度计的精准测量。

发明内容

[0004] 基于以上问题,本发明提供一种压电式加速度计,加强了加速度计的稳定性,减少加速度计在工作情况下的扭转变形;质量块的厚度与梁的厚度一致,增强了加速度计的稳定性并减少了扭转变形,同时能够获得较高的动态频宽。

[0005] 为解决以上技术问题,本发明提供了一种压电式加速度计,包括矩形框架,矩形框架内设置有一个长方体的质量块,质量块在一组互相平行的侧面上固定梁一、梁二、梁三和梁四,梁一、梁二、梁三和梁四在远离质量块的端头均与矩形框架内壁固定连接;梁一和梁二互相对称且位于同一侧面,梁三和梁四互相对称且位于与梁一所在的侧面相平行的另一侧面,梁一与梁二之间留置有间隙,梁三与梁四之间留置有间隙,梁一与梁三互相对称,梁二与梁四互相对称;梁一、梁二、梁三和梁四上表面上均设置有压电片,每个压电片的四个角上分别设置有一个金属电极;梁一、梁二、梁三和梁四的厚度均与质量块的厚度相同。

[0006] 进一步地,梁一、梁二、梁三和梁四均为长方体,梁一、梁二、梁三、梁四与质量块形成“工”字形双轴压电式加速度计。

[0007] 进一步地,梁一、梁二、梁三和梁四均为L形,梁一、梁二、梁三、梁四与质量块形成具有L形梁的三轴压电式加速度计。

[0008] 进一步地,梁一、梁二、梁三、梁四与质量块通过机械加工一体成型。

[0009] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0010] 1) 将梁设置在质量块对称的两侧,加强了加速度计的稳定性,减少加速度计在工作情况下的扭转变形;

[0011] 2) 质量块的厚度与梁的厚度一致,进一步增强了加速度计的稳定性并减少了扭转变形;同时,能够获得较高的动态频宽。

附图说明

- [0012] 图1为实施例中1中的一种压电式加速度计结构示意图；
 [0013] 图2为实施例中2中的“工”字形双轴压电式加速度计结构示意图；
 [0014] 图3为实施例中2中的“工”字形双轴压电式加速度计电路连接示意图；
 [0015] 图4为实施例中3中的具有L形梁的三轴压电式加速度计结构示意图；
 [0016] 图5为实施例中3中的具有L形梁的三轴压电式加速度计电路连接示意图；

具体实施方式

[0017] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白，下面结合实施例和附图，对本发明作进一步的详细说明，本发明的示意性实施方式及其说明仅用于解释本发明，并不作为对本发明的限定。

[0018] 实施例1：

[0019] 参见图1，一种压电式加速度计，包括矩形框架101，矩形框架101内设置有一个长方体的质量块102，质量块102在一组互相平行的侧面上固定有梁一103、梁二104、梁三105和梁四106，梁一103、梁二104、梁三105和梁四106在远离质量块102的端头均与矩形框架101内壁固定连接；梁一103和梁二104互相对称且位于同一侧面，梁三105和梁四106互相对称且位于与梁一103所在的侧面相平行的另一侧面，梁一103与梁二104之间留置有间隙，梁三105与梁四106之间留置有间隙，梁一103与梁三105互相对称，梁二104与梁四106互相对称；梁一103、梁二104、梁三105和梁四106上表面上均设置有压电片，每个压电片的四个角上分别设置有一个金属电极；梁一103、梁二104、梁三105和梁四106的厚度均与质量块102的厚度相同。

[0020] 在本实施例中，质量块102与各个梁的材料可为结构钢、硅、合金、有机玻璃等；压电片可为AlN、PZT、ZnO等压电材料；金属电极可采用Mo、Al、Au、Pt和Ag等材料；质量块102、各个梁、压电片和金属电极的制作可采用微机械加工（MEMS）或者传统机械加工方式一体成型，使加速度计的整体稳定性较好。其工作原理为：质量块102受到某一方向的载荷产生微位移，进而梁一103、梁二104、梁三105和梁四106上的压电片随着梁的弯曲而弯曲，根据正压电效应，压电片会产生正比于加速度的电荷，通过测量电荷的大小进而可以推导出加速度的大小，再通过测量不同金属电极之间的电荷或电压信号值，即可推算出对应轴向方向上的加速度大小。

[0021] 压电式加速度计的灵敏度既可以用电荷灵敏度 S_q 表示，也可以用电压灵敏度 S_v 表示：

[0022] 电荷灵敏度： $S_q = \frac{Q_a}{a}$ ；

[0023] 电压灵敏度： $S_v = \frac{V_a}{a}$ ；

[0024] 则可通过 $a = \frac{Q_a}{S_q} = \frac{V_a}{S_v}$ 计算加速度值；

[0025] 其中， Q_a 为测量端出现的电荷量，电荷灵敏度 S_q 为压电片在一个单位加速度下产生的电荷量，可通过仪器进行测量； V_a 为测量端在一定负载相关下的电压值，电压灵敏度 S_v 为

压电片在一个单位加速度下产生的电压值,可通过仪器进行测量。

[0026] 实施例2:

[0027] 如图2和图3所示,一种压电式加速度计,包括矩形框架101,矩形框架101内设置有一个长方体的质量块102,质量块102在一组互相平行的侧面上固定梁一103、梁二104、梁三105和梁四106,梁一103、梁二104、梁三105和梁四106在远离质量块102的端头均与矩形框架101内壁固定连接;梁一103和梁二104互相对称且位于同一侧面,梁三105和梁四106互相对称且位于与梁一103所在的侧面相平行的另一侧面,梁一103与梁二104之间留置有间隙,梁三105与梁四106之间留置有间隙,梁一103与梁三105互相对称,梁二104与梁四106互相对称;梁一103、梁二104、梁三105和梁四106上表面上均设置有压电片,每个压电片的四个角上分别设置有一个金属电极;梁一103、梁二104、梁三105和梁四106的厚度均与质量块102的厚度相同。

[0028] 梁一103、梁二104、梁三105和梁四106均为长方体,梁一103、梁二104、梁三105、梁四106与质量块102、矩形框架101形成“工”字形双轴压电式加速度计。

[0029] 图3为“工”字形压电双轴加速计的金属电极电路连接示意图,其共有16个金属电极107~122。金属电极109、114、115、120通过导线互连引出至电极接头123,金属电极108、111、118、121通过导线互连引出至电极接头127;当受到Z轴方向的载荷时,梁的夹持端和连接质量块102一端将产生相反的形变,进而电极接头123和电极接头127产生电性相反的电荷,通过测量电极接头123和电极接头127的电荷或电压信号即可推算出Z轴的加速度;

[0030] 金属电极107、117通过导线互连引出至电极接头125,金属电极112、122通过导线互连引出至电极接头128;当受到Y轴方向的载荷时,各梁的夹持端的上、下部产生相反的形变,进而电极接头125和电极接头128产生电性相反的电荷,通过测量电极接头125和电极接头128的电荷或电压信号即可推算出Y轴的加速度;

[0031] 金属电极110、113通过导线互连引出至电极接头126,金属电极116、119通过导线互连引出至电极接头124;当受到X轴方向的载荷时,左梁和右梁产生的是相反的变形,电极接头126和电极接头124产生电性相反的电荷,通过测量电极接头126和电极接头124的电荷或电压信号即可,特别的,该变形非常微小,信号可以忽略不计。

[0032] 当受到Z轴方向载荷时,电极接头123和电极接头127用于测量Z轴加速度信号,而用于测量Y轴加速度信号的电极接头125和电极接头128、用于测量X轴加速度信号的电极接头126和电极接头124为对称连接,电荷相互抵消,信号输出基本为0;

[0033] 当受到Y轴方向载荷时,电极接头125和电极接头128用于测量Y轴加速度信号,而用于测量Z轴加速度信号的电极接头123和电极接头127、用于测量X轴加速度信号的电极接头126和电极接头124为对称连接,电荷相互抵消,信号输出基本为0;

[0034] 当受到X轴方向载荷时,电极接头126和电极接头124用于测量X轴加速度信号,而用于测量Z轴加速度信号的电极接头123和电极接头127、用于测量Y轴加速度信号的电极接头125和电极接头128为对称连接,电荷相互抵消,信号输出基本为0。

[0035] 本实施例中的其他部分与实施例1相同,这里不再赘述。

[0036] 实施例3:

[0037] 如图4和图5所示,一种压电式加速度计,包括矩形框架101,矩形框架101内设置有一个长方体的质量块102,质量块102在一组互相平行的侧面上固定梁一103、梁二104、梁三

105和梁四106,梁一103、梁二104、梁三105和梁四106在远离质量块102的端头均与矩形框架101内壁固定连接;梁一103和梁二104互相对称且位于同一侧面,梁三105和梁四106互相对称且位于与梁一103所在的侧面相平行的另一侧面,梁一103与梁二104之间留置有间隙,梁三105与梁四106之间留置有间隙,梁一103与梁三105互相对称,梁二104与梁四106互相对称;梁一103、梁二104、梁三105和梁四106上表面上均设置有压电片,每个压电片的四个角上分别设置有一个金属电极;梁一103、梁二104、梁三105和梁四106的厚度均与质量块102的厚度相同。

[0038] 梁一103、梁二104、梁三105和梁四106均为L形,梁一103、梁二104、梁三105、梁四106与质量块102、矩形框架101形成具有L形梁的三轴压电式加速度计。

[0039] 如图4所示,具有L形梁的三轴压电式加速度计,质量块102为长方体,在质量202对称两边设有梁一103、梁二104、梁三105、梁四106,各个梁的一端固定于矩形框架101上,另一端连接质量块102,在梁的表面上设有压电片。在梁一103的压电片上分布了金属电极207、208、209、210;在梁二104的压电片上分布了金属电极211、212、213、214;在梁三105的压电片上分布了金属电极215、216、217、218;在梁四106的压电片上分布了金属电极219、220、221、222。

[0040] 图5为具有L形梁的三轴压电式加速度计的金属电极电路连接示意图,其共有16个金属电极207~222。金属电极210、216、213、219通过导线互连引出至电极接头228,金属电极207、212、222、217通过导线互连引出至电极接头225;当受到Z轴方向的载荷时,夹持端和连接质量块102一端将产生相反的形变,进而电极接头225和电极接头228产生电性相反的电荷,通过测量电极接头225和电极接头228的电荷或电压信号即可推算出Z轴的加速度;

[0041] 金属电极209、215通过导线互连引出至电极接头224,金属电极214、210通过导线互连引出至电极接头227;当受到Y轴方向的载荷时,梁靠近质量块102一端的上、下部产生相反的形变,进而电极接头224和电极接头227产生电性相反的电荷,通过测量电极接头224和电极接头227的电荷或电压信号即可推算出Y轴的加速度;

[0042] 金属电极208、211通过导线互连引出至电极接头223,金属电极218、221通过导线互连引出至电极接头226;当受到X轴方向的载荷时,梁的夹持端的上、下部产生相反的形变,进而电极接头223和电极接头226产生电性相反的电荷,通过测量电极接头223和电极接头226的电荷或电压信号即可推算出X轴的加速度;

[0043] 当受到Z轴方向载荷时,电极接头225和电极接头228用于测量Z轴加速度信号,而用于测量Y轴加速度信号的电极接头224和电极接头227、用于测量X轴加速度信号的电极接头223和电极接头226为对称连接,电荷相互抵消,信号输出基本为0;

[0044] 当受到Y轴方向载荷时,电极接头224和电极接头227用于测量Y轴加速度信号,而用于测量Z轴加速度信号的电极接头225和电极接头228、用于测量X轴加速度信号的电极接头223和电极接头226为对称连接,电荷相互抵消,信号输出基本为0;

[0045] 当受到X轴方向载荷时,电极接头223和电极接头226用于测量X轴加速度信号,而用于测量Z轴加速度信号的电极接头225和电极接头228、用于测量Y轴加速度信号的电极接头224和电极接头227为对称连接,电荷相互抵消,信号输出基本为0。

[0046] 本实施例中的其他部分与实施例1相同,这里不再赘述。

[0047] 上述实施例2和实施例3中各个金属电极的型号规格相同,各个电极接头的型号规

格相同,为了便于阐述本发明的工作原理,分别以数字标号加以区分。

[0048] 如上即为本发明的实施例。上述实施例以及实施例中的具体参数仅是为了清楚表述发明验证过程,并非用以限制本发明的专利保护范围,本发明的专利保护范围仍然以其权利要求书为准,凡是运用本发明的说明书及附图内容所作的等同结构变化,同理均应包含在本发明的保护范围内。

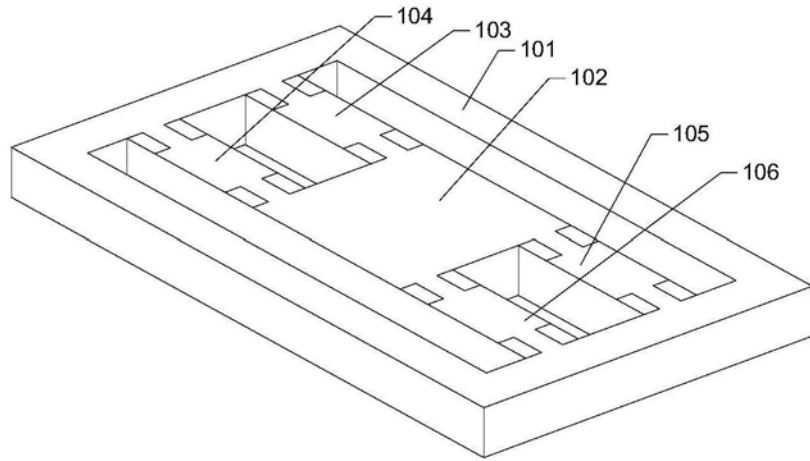


图1

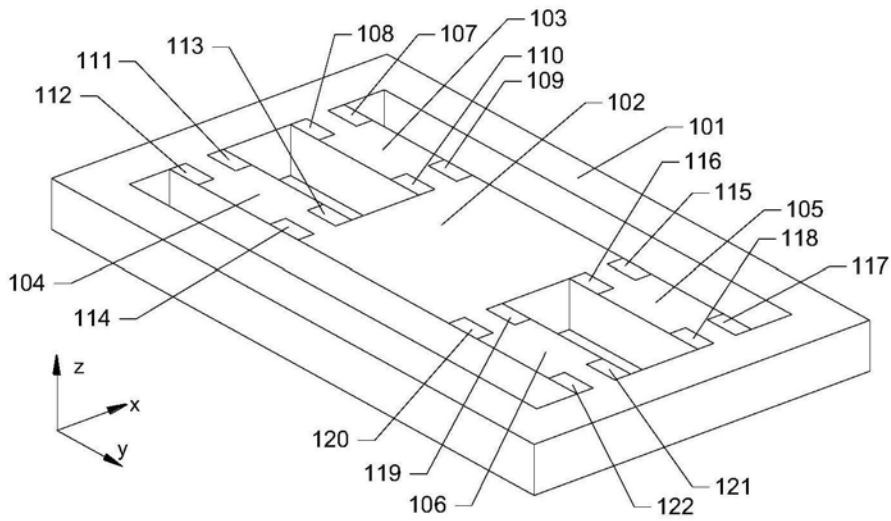


图2

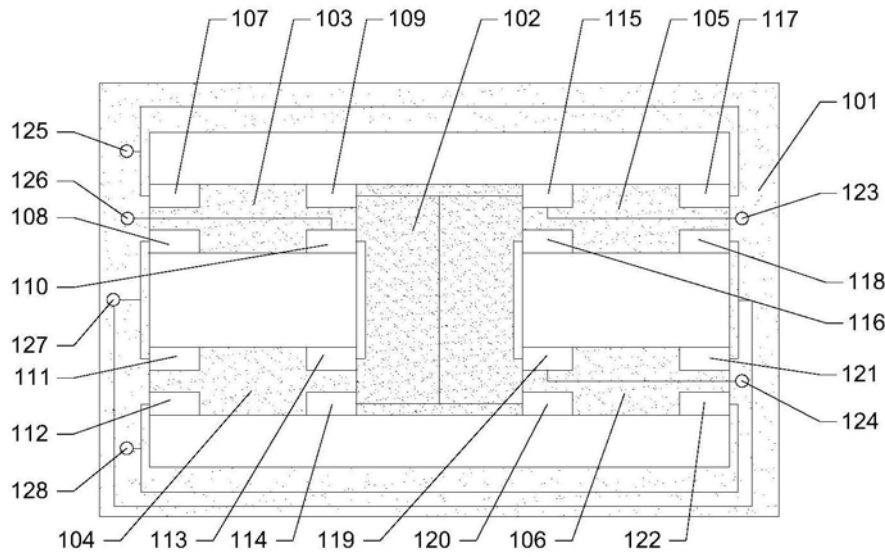


图3

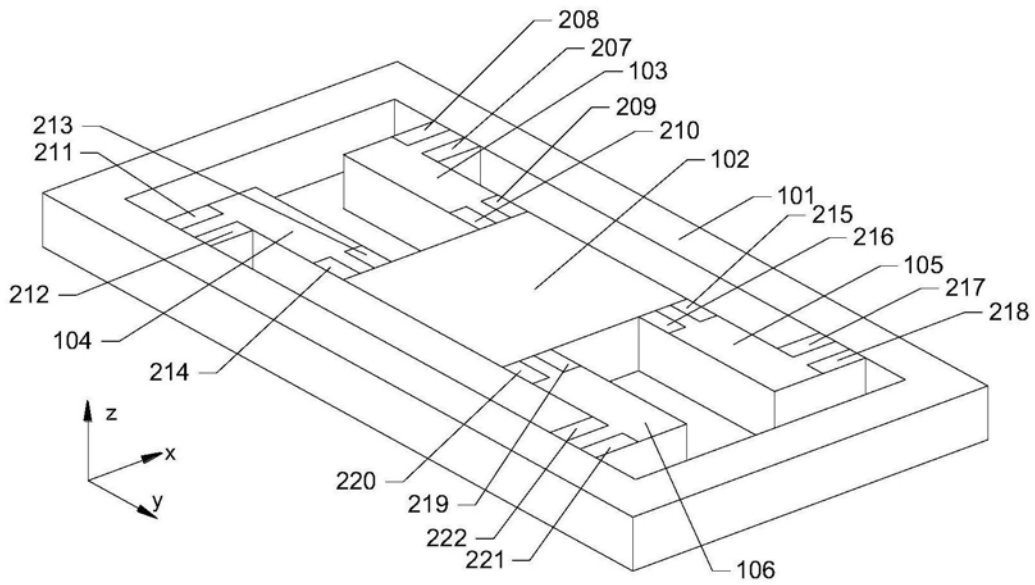


图4

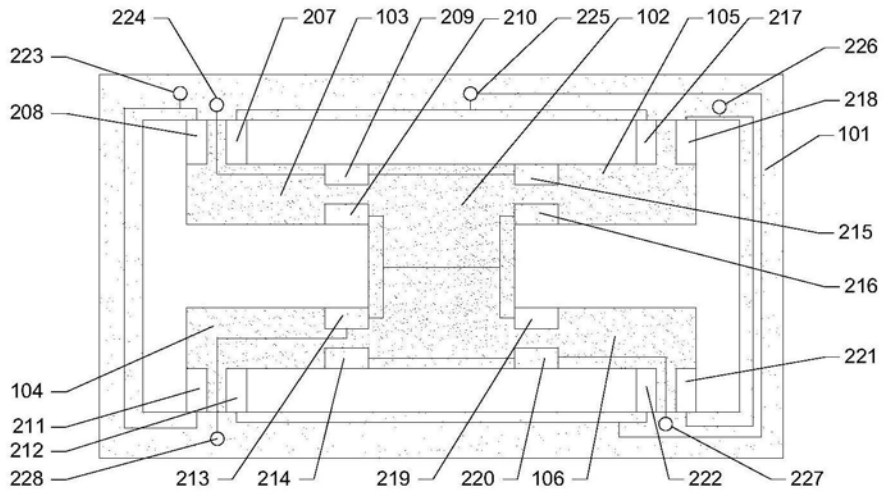


图5