



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108593962 B

(45)授权公告日 2020.06.23

(21)申请号 201810449863.5

(22)申请日 2018.05.11

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108593962 A

(43)申请公布日 2018.09.28

(73)专利权人 浙江大学
地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72)发明人 张治成 张计炜 邱奕臻 张鹤

(74)专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公司 33200

代理人 黄欢娣 邱启旺

(51)Int.Cl.

G01P 15/08(2006.01)

H02N 1/04(2006.01)

(56)对比文件

Chenghao Xiang.《A self-powered acceleration sensor with flexible materials based on triboelectric effect》.《Nano Energy》.2017,

贺江平.《基于压电效应的减振技术和阻尼材料》.《振动与冲击》.2005,第24卷(第4期),

审查员 于龙

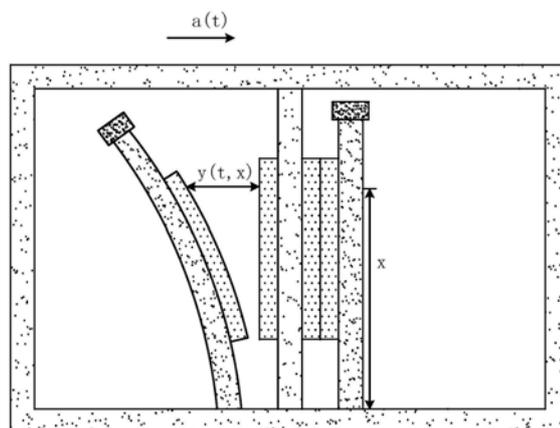
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

悬臂接触式自供能静电加速度传感器

(57)摘要

本发明提供一悬臂接触式自供能静电加速度传感器,包括屏蔽外壳,屏蔽外壳内设有接触式摩擦发电装置,接触式摩擦发电装置包括竖直设置在屏蔽外壳中部的基板以及两侧的悬梁臂,悬梁臂下端固定在屏蔽外壳上,上端固定一质量块。悬梁臂和基板之间设置有极性相反的介电材料层,当屏蔽外壳处于某一加速度下,在悬梁臂处和基板处分别产生正负电荷,从而产生电势差,通过检测该电势差的大小,即可获得加速度。本发明无需额外提供能源,仅凭借装置本身就能产生电信号,是一种使用限制少、效率高、绿色环保的装置,有着精度高、范围广、结构简单、抗干扰性好、节能环保和自驱动性等优点。



1. 悬臂接触式自供能静电加速度传感器,其特征是,包括屏蔽外壳,屏蔽外壳内设有接触式摩擦发电装置,接触式摩擦发电装置包括竖直设置在屏蔽外壳中部的基板以及两个分别设置在基板两侧的悬梁臂,悬梁臂下端固定在屏蔽外壳上,上端固定一质量块;悬梁臂和基板之间设置有两层极性相反的介电材料层,且其中一介电材料层固定在悬梁臂上,另一介电材料层固定在基板上,且两个介电材料层表面接触;固定于基板两侧的介电材料层极性相同;在介电材料层与悬梁臂之间,以及介电材料层与基板之间均设置有电极层;所述接触式摩擦发电装置能够随待测构件的振动,将振动机械能转化为电能,并以电信号的形式输出,具体过程如下:

当加速度传感器在环境荷载作用下,某一时刻 t 时,加速度为 $a(t)$,设置在悬梁臂和基板之间的两层极性相反的介电材料层产生相对位移 $y(t, x)$,得到悬梁臂的挠度方程为:

$$y(t, x) = \frac{1}{EI} \left[-\frac{1}{6} ma(t)x^3 + \frac{1}{2} ma(t)lx \right] \quad (l_1 \leq x \leq l_2) \quad (1)$$

其中 EI 为悬梁臂抗弯刚度, m 为质量块的质量, l 为悬梁臂固定端到质量块质心的距离, l_1 为靠近悬梁臂固定端的介电材料边界到悬梁臂固定端的距离, l_2 为远离悬梁臂固定端的介电材料边界到悬梁臂固定端的距离;

当接触式摩擦发电装置工作时, $y(t, x)$ 从0到最大变化;任意 t 时刻,两介电材料之间的距离由方程(1)确定;当两种介电材料接触,即 $y(t, x) = 0$,电极充电,两个涂有介电材料的电极板的表面获得相反的静电荷,具有相等的电荷密度 σ ;并且当两种介电材料分离时,电荷经外加电路产生电流;当负载电阻给定为 R 时,由基尔霍夫定律得控制方程为:

$$R \frac{dQ(t)}{dt} = -\frac{1}{C(t)} Q(t) + V(t) \quad (2)$$

其中,电荷量 Q 、感应电容 C 均与 $y(t, x)$ 存在函数关系,该一阶微分方程的边界条件为 $Q(t=0) = Q(T=0) = 0$;

联立(1)(2)两式,即可得到电压 $V(t)$ 与加速度 $a(t)$ 的关系 $V(t) = V(a(t))$,从而通过测量电路将加速度大小表达为电信号。

2. 根据权利要求1所述的传感器,其特征还在于,还包括一电信号检测装置,与电极层相连,用于检测两个悬梁臂与基板之间的电势差。

3. 根据权利要求2所述的传感器,其特征还在于,所述电信号检测装置集成在屏蔽外壳上。

4. 根据权利要求3所述的传感器,其特征还在于,电信号检测装置为电压表。

5. 根据权利要求1所述的传感器,其特征还在于,初始状态下,悬梁臂与基板间的介电材料接触,由于两种介电材料极性相反,两个介电材料层表面分别形成极性相反的电荷;当屏蔽外壳处于某一加速度状态下,悬梁臂在质量块惯性力作用下向加速度相反方向弯曲,两种介电材料分离,产生电势差,通过检测该电势差的大小,即可获得加速度。

悬臂接触式自供能静电加速度传感器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于摩擦发电技术的加速度传感器装置,尤其是一种悬臂接触式自供能静电加速度传感器。

技术背景

[0002] 悬臂接触式自供能静电加速度传感器是将摩擦发电技术与系统惯性力原理良好的组合,在实际测量加速度时具有很好的应用性。目前常用的加速度传感器是电容式加速度传感器和电阻式加速度传感器。其中,电容式加速度传感器存在输出阻抗高,负载能力差,易受到外界干扰影响产生不稳定现象,严重时甚至无法工作,输出特性非线性,寄生电容影响大的缺点;电阻式加速度传感器有较大的非线性,输出信号较弱,温漂、时漂较大,不适用于长期监测,在测试中需要映入外界电路或者进行理论计算补偿才能准确测量的缺点。

发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题是提供一种悬臂接触式自供能静电加速度传感器,能够用于加速度的检测,并且无需额外提供能源,能够有自驱动工作,同时还具备精度高、范围广的特点。

[0004] 本发明解决上述技术问题所采用的技术方案是:一种悬臂接触式自供能静电加速度传感器,包括屏蔽外壳,屏蔽外壳内设有接触式摩擦发电装置,接触式摩擦发电装置包括竖直设置在屏蔽外壳中部的基板以及两个分别设置在基板两侧的悬梁臂,悬梁臂下端固定在屏蔽外壳上,上端固定一质量块。悬梁臂和基板之间设置有极性相反的介电材料层,两个介电材料层表面接触,且其中一介电材料层固定在悬梁臂上,另一介电材料层固定在基板上。且固定于基板两侧的介电材料层极性相同。在介电材料层与悬梁臂之间,以及介电材料层与基板之间均设置有电极层。初始状态下,悬梁臂与基板间的介电材料接触,由于两种介电材料极性相反,两个介电材料层表面分别形成极性相反的电荷;当屏蔽外壳处于某一加速度状态下,悬臂在质量块惯性力作用下向加速度相反方向弯曲,两种介电材料分离,产生电势差,通过检测该电势差的大小,即可获得加速度。

[0005] 进一步地,还包括一电信号检测装置,与电极层相连,用于检测两个悬梁臂与基板之间的电势差。

[0006] 进一步地,所述电信号检测装置集成在屏蔽外壳上。

[0007] 相较现有的加速度传感器,所述悬臂接触式自供能静电加速度传感器内置于屏蔽外壳,可以根据其力电转换特性,将环境动荷载引起的振动加速度转化为电信号表示,经过测量装置中的信号处理和输出装置将数据输出。本发明无需额外提供能源,仅凭借装置本身就能产生电信号,是一种使用限制少、效率高、绿色环保的装置。相比于背景技术中的加速度传感器来说,悬臂接触式自供能静电加速度传感器有着精度高、范围广、结构简单、抗干扰性好、节能环保和自驱动性等优点。

附图说明

[0008] 图1是悬臂接触式自供能静电加速度传感器构造图；

[0009] 图2是图1所示的悬臂接触式加速度传感器受到环境荷载作用的运动状态 1；

[0010] 图3是图1所示的悬臂接触式加速度传感器受到环境荷载作用的运动状态 2。

[0011] 图中标号:1为屏蔽外壳;2为基板;3-1与3-2为悬梁臂;4-1与4-2为正极介电材料层;5-1与5-2为介电材料层;6-1与6-2为质量块;

[0012] $a(t)$ 为在某时刻 t ,环境荷载作用下加速度传感器的加速度; x 为静止状态下第二基板上任意位置距悬臂固定端的距离, $y(t,x)$ 为在某时刻 t 某位置 x 处,负极材料5-1与正极材料4-1之间产生的相对位移(负极材料5-2与正极材料4-2之间产生的相对位移); EI 为第二基板3-1与负极材料5-1的总体抗弯刚度(第二基板3-2与负极材料5-2的总体抗弯刚度); m 为质量块6-1的质量(质量块 6-2的质量)

具体实施方式

[0013] 以下结合附图对本发明的具体实施方案作进一步详细说明

[0014] 以下结合附图对本发明的具体技术方案作进一步描述。

[0015] 本实例中,悬臂接触式自供能静电加速度传感器,其特征是,包括屏蔽外壳,屏蔽外壳1内设有接触式摩擦发电装置,接触式摩擦发电装置包括竖直设置在屏蔽外壳中部的基板2以及两个分别设置在基板两侧的悬梁臂(3-1与3-2),悬梁臂下端固定在屏蔽外壳上,上端固定一质量块(6-1与6-2)。悬梁臂和基板 1之间设置有极性相反的介电材料层,两个介电材料层表面接触,且其中一介电材料层(5-1与5-2)固定在悬梁臂上,另一介电材料层(4-1与4-2)固定在基板2上。且固定于基板2两侧的介电材料层(4-1与4-2)极性相同。在介电材料层与悬梁臂之间,以及介电材料层与基板之间均设置有电极层,用于输出电荷。当屏蔽外壳处于某一加速度下,发生摩擦,在悬梁臂处和基板处分别产生正负电荷,从而产生电势差,通过检测该电势差的大小,即可获得加速度。

[0016] 作为本领域的常用技术手段,本发明还包括一电信号检测装置,与电极层相连,用于检测两个悬梁臂与基板之间的电势差。该电信号检测装置可以集成在屏蔽外壳上。

[0017] 本发明的悬臂接触式自供能静电加速度传感器实现加速度测量原理如下:

[0018] 以图1所示初始状态为例,图2为加速度向右时的运动状态。初始状态下,第一基板2与第二基板3之间无相互作用力。当加速度传感器在环境荷载作用下,某一时刻 t 时,加速度为 $a(t)$,其运动状态如图2所示,负极材料5-1与正极材料4-1之间产生相对位移 $y(t,x)$,此时可以得到第二基板3-1的挠度方程:

$$[0019] \quad y(t,x) = \frac{1}{EI} \left[-\frac{1}{6} ma(t)x^3 + \frac{1}{2} ma(t)lx \right] \quad (l_1 \leq x \leq l_2) \quad (1)$$

[0020] 其中 EI 为悬臂抗弯刚度, m 为质量块的质量, l 为悬臂固定端到质量块质心的距离, l_1 为靠近悬臂固定端的介电材料边界到悬臂固定端的距离, l_2 为远离悬臂固定端的介电材料边界到悬臂固定端的距离。

[0021] 当接触式摩擦发电装置工作时, $y(t,x)$ 从0到最大变化。任意 t_0 时刻,两介电材料之间的距离由方程(1)确定。当两种介电材料接触(即 $y(t,x) = 0$),电极板充电,两个涂有介电材料的电极板的表面获得相反的静电荷,具有相等的电荷密度 σ (接触摩擦产生的电荷密

度)。并且当两种介电材料分离时,电荷经外加电路产生电流。当负载电阻给定为R时,由基尔霍夫定律得控制方程为:

$$[0022] \quad R \frac{dQ(t)}{dt} = -\frac{1}{C(t)} Q(t) + V(t) \quad (2)$$

[0023] 其中,电荷量Q、感应电容C均与 $y(t, x)$ 存在函数关系,该一阶微分方程的边界条件为 $Q(t=0) = Q(T=0) = 0$ 。

[0024] 联立(1)(2)两式,即可得到电压 $V(t)$ 与加速度 $a(t)$ 的关系 $V(t) = V(a(t))$,从而通过测量电路将加速度大小表达为电信号。

[0025] 图3所示加速度向左的运动状态,原理与上述相同。

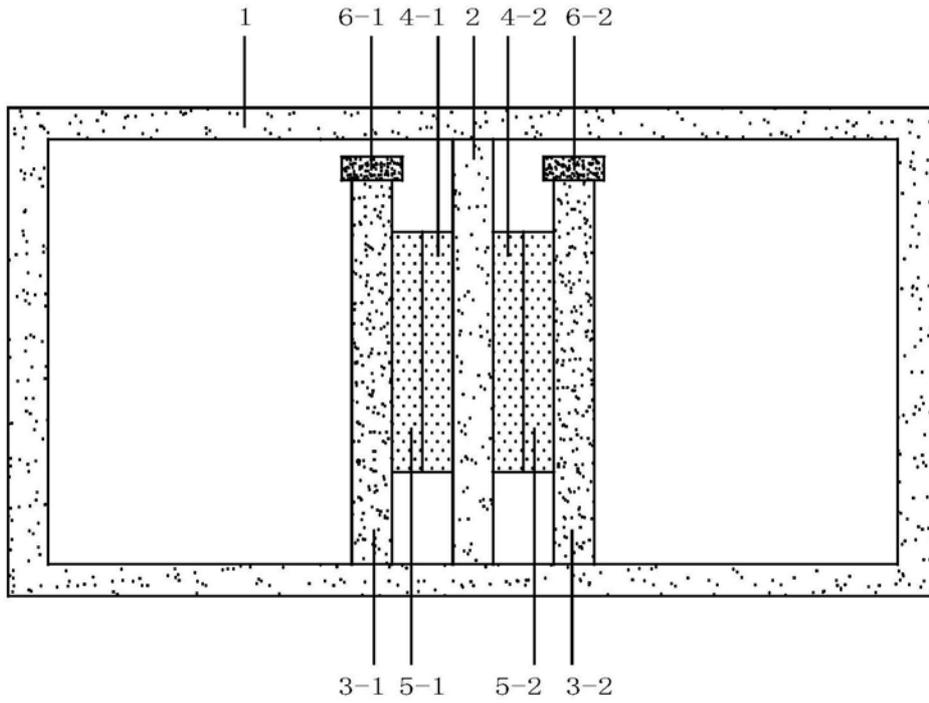


图1

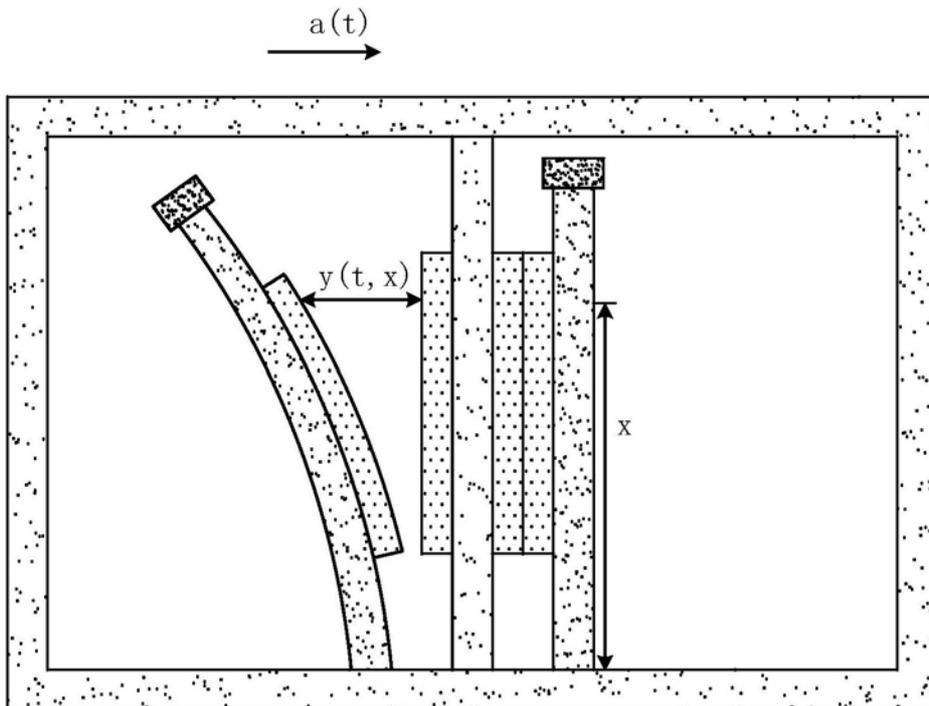


图2

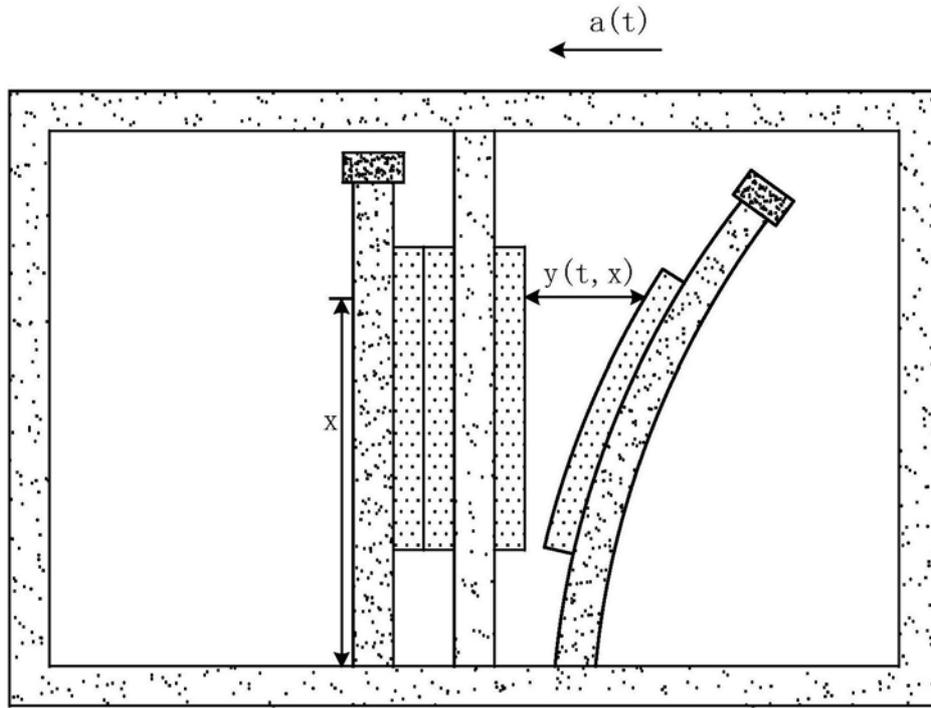


图3