



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106763476 A

(43)申请公布日 2017. 05. 31

(21)申请号 201611021501.3

(22)申请日 2016.11.15

(71)申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

(72)发明人 杨浩森 郑辉

(74)专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司 31236

代理人 胡晶

(51)Int.Cl.

F16F 15/08(2006.01)

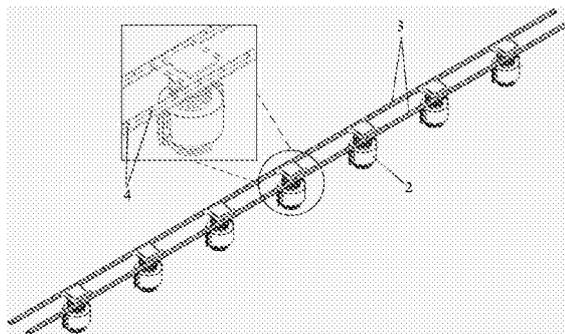
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种基于微型局域共振子阵列的三明治夹层板吸振结构

(57)摘要

本发明公开了一种基于微型局域共振子阵列的三明治夹层板吸振结构,包括三明治夹层板以及设置在所述三明治夹层板内的至少一个共振子阵列,其中每个共振子阵列包括:一对平行设置的安装限位支架以及悬挂安装在一对所述安装限位支架之间的若干振子单元,所述振子单元用于吸收来自外部的低频振动能量。本发明在三明治夹层板内设置共振子阵列,使三明治夹层板在低频下具有良好的隔声性能,尤其是在其本身的低阶固有频率附近,并且具有成本低、控制系统简单和可靠性高等优点。



1. 一种基于微型局域共振子阵列的三明治夹层板吸振结构,其特征在于,包括三明治夹层板以及设置在所述三明治夹层板内的至少一个共振子阵列,其中每个共振子阵列包括:一对平行设置的安装限位支架以及悬挂安装在所述一对安装限位支架之间的若干振子单元,所述振子单元用于吸收来自外部的低频振动能量。

2. 根据权利要求1所述的一种基于微型局域共振子阵列的三明治夹层板吸振结构,其特征在于:所述振子单元包括直线导轨、振动单元、上顶帽和弹簧,所述上顶帽安装在所述一对安装限位支架之间,所述直线导轨的上端与所述上顶帽可拆卸连接,所述振动单元套接在所述直线导轨上并且与所述直线导轨滑动连接,所述振动单元通过所述弹簧与所述上顶帽连接。

3. 根据权利要求1所述的一种基于微型局域共振子阵列的三明治夹层板吸振结构,其特征在于:所述安装限位支架的横截面为倒“T”型结构,所述倒“T”型结构的两侧的水平面分别用于振子单元和安装限位支架的安装与拆卸。

4. 根据权利要求2所述的一种基于微型局域共振子阵列的三明治夹层板吸振结构,其特征在于:所述振动单元包括直线轴承和附加质量单元,所述直线轴承套接在所述直线导轨上并且与所述直线导轨滑动连接,所述附加质量单元可拆卸套接在所述直线轴承上,一包覆外壳可拆卸包覆在所述附加质量单元上,所述包覆外壳通过所述弹簧与所述上顶帽连接。

5. 根据权利要求2所述的一种基于微型局域共振子阵列的三明治夹层板吸振结构,其特征在于:所述上顶帽内部设有内螺纹浅孔,所述直线导轨的上端设有与所述内螺纹浅孔相适配的外螺纹。

6. 根据权利要求2所述的一种基于微型局域共振子阵列的三明治夹层板吸振结构,其特征在于:所述振子单元包括粘弹性阻尼层,所述粘弹性阻尼层的下表面与所述上顶帽的上表面粘结,所述粘弹性阻尼层的上表面与三明治夹层板的内表面完全接触压紧。

7. 根据权利要求2所述的一种基于微型局域共振子阵列的三明治夹层板吸振结构,其特征在于:所述安装限位支架在沿其竖直平面上设有圆形限位孔,所述上顶帽的两侧设有与所述圆形限位孔的形状相适配的半球形凸起。

8. 根据权利要求2所述的一种基于微型局域共振子阵列的三明治夹层板吸振结构,其特征在于:所述直线导轨上套设有一垫片,所述垫片位于所述直线导轨的底座和所述振动单元之间。

9. 根据权利要求3所述的一种基于微型局域共振子阵列的三明治夹层板吸振结构,其特征在于:所述上顶帽和所述包覆外壳均设有弹簧套筒,所述弹簧通过所述弹簧套筒分别与所述上顶帽和所述包覆外壳连接。

10. 根据权利要求3所述的一种基于微型局域共振子阵列的三明治夹层板吸振结构,其特征在于:所述附加质量单元为对开式结构,所述附加质量单元的内弧面上设有弧形凸起,所述直线轴承上设有与所述弧形凸起相适配的弧形凹槽。

一种基于微型局域共振子阵列的三明治夹层板吸振结构

技术领域

[0001] 本发明属于低频吸振领域,具体涉及一种基于微型局域共振子阵列的三明治夹层板吸振结构。

背景技术

[0002] 三明治夹层板因其轻质,高刚度质量比和优秀的隔声性能等优势在交通运输,建筑材料领域有着非常广泛的应用。但是在实际的工程使用过程中发现,夹层板结构在低频下的隔声性能不佳,尤其是在板本身的低阶固有频率附近。对此,一般工程上会使用额外的振动噪声抑制技术对夹层板进行相应的处理,常用的振动噪声控制技术一般可分为被动控制和主动控制两大类。对于主要依赖使用约束阻尼和吸声材料的传统被动振动噪声控制技术而言,除对中低频噪声的控制能力较差之外,还会额外占用系统设计空间和质量,对系统的经济性和安装都具有一定的负面影响。与此同时,传统的固定参数的被动控制措施不能适应实际应用较为复杂的工况变化,难以满足在较宽的范围内保证结构的振动噪声维持在较低水平的要求。对主动控制而言,其通过施加额外的作用力抑制或者抵消结构的动力学响应,具有良好的适应性、灵活性以及大幅度减振的有效性,是一种应用比较广泛的现代控制方法。然而需要指出的是,主动控制方法需要的控制能量大,控制系统设计较为复杂,针对不同的结构和用途需要优化作动器与能源、控制系统带来的机体附加质量,过程较为繁杂。且在大多数情况下主动控制方法存在时滞效应,导致对结构施加的主动控制力可能会引起结构的不稳定响应。

[0003] 考虑到振动与噪声在结构中以弹性波的形式传播,因此,声振控制的核心是结构中弹性波传播的调控。近期对于动力吸振器的相关研究证明,可以通过调整微振子分布及质量刚度特性对整个结构的弹性波传播带隙位置(频带范围)进行人工选择,在此带隙范围内的弹性波在通过该材料时会发生非常明显的衰减。根据此原理,可以在目标结构中按照设计频率要求直接附加局域共振子。这种方法尤其适用与目前应用相对广泛的周期性夹层结构,如三明治夹层板,蜂窝状夹层梁等,可以在不改变目前结构构型的情况下最大限度的提升结构本身的吸振隔声能力。

[0004] 现有技术的缺陷是:该类应用在国内文献以及专利当中较为少见,现有的传统阻尼等被动控制手段在低频效果不明显,主动控制技术虽然主要针对低频,但存在成本高、控制系统复杂、可靠性不高。

发明内容

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种基于微型局域共振子阵列的三明治夹层板吸振结构。

[0006] 本发明的技术方案是:

[0007] 一种基于微型局域共振子阵列的三明治夹层板吸振结构,包括三明治夹层板以及设置在所述三明治夹层板内的至少一个共振子阵列,其中每个共振子阵列包括:一对平行

设置的安装限位支架以及悬挂安装在所述一对安装限位支架之间的若干振子单元,所述振子单元用于吸收来自外部的低频振动能量。

[0008] 优选的,所述振子单元包括直线导轨、振动单元、上顶帽和弹簧,所述上顶帽安装在一对所述安装限位支架之间,所述直线导轨的上端与所述上顶帽可拆卸连接,所述振动单元套接在所述直线导轨上并且与所述直线导轨滑动连接,所述振动单元通过所述弹簧与所述上顶帽连接。

[0009] 优选的,所述安装限位支架的横截面为倒“T”型结构,所述倒“T”型结构的两侧的水平面分别用于振子单元和安装限位支架的安装与拆卸。

[0010] 优选的,所述振动单元包括直线轴承和附加质量单元,所述直线轴承套接在所述直线导轨上并且与所述直线导轨滑动连接,所述附加质量单元可拆卸套接在所述直线轴承上,一包覆外壳可拆卸包覆在所述附加质量单元上,所述包覆外壳通过所述弹簧与所述上顶帽连接。

[0011] 优选的,所述上顶帽内部设有内螺纹浅孔,所述直线导轨的上端设有与所述内螺纹浅孔相适配的外螺纹。

[0012] 优选的,所述振子单元还包括粘弹性阻尼层,所述粘弹性阻尼层的下表面与所述上顶帽的上表面粘结,所述粘弹性阻尼层的上表面与三明治夹层板的内表面完全接触压紧。

[0013] 优选的,所述安装限位支架在沿其竖直平面上设有圆形限位孔,所述上顶帽的两侧设有与所述圆形限位孔的形状相适配的半球形凸起。

[0014] 优选的,所述直线导轨上套设有一垫片,所述垫片位于所述直线导轨的底座和所述振动单元之间。

[0015] 优选的,所述上顶帽和所述包覆外壳均设有弹簧套筒,所述弹簧通过所述弹簧套筒分别与所述上顶帽和所述包覆外壳连接。

[0016] 优选的,所述附加质量单元为对开式结构,所述附加质量单元的内弧面上设有弧形凸起,所述直线轴承上设有与所述弧形凸起相适配的弧形凹槽。

[0017] 本发明所采用的技术方案带来的有益技术效果是:

[0018] 本发明在三明治夹层板内设置的共振子阵列使三明治夹层板在低频下具有良好的隔声性能,尤其是在其本身的低阶固有频率附近,并且具有成本低、控制系统简单和可靠性高等优点;

[0019] 本发明的振子单元体积小,为全结构易拆卸设计,安装更换简便,对三明治夹层板本身结构的改造轻微,设计振子单元与三明治夹层板单个夹层板之间的质量比可达0.01,不会对三明治夹层板的轻质特性造成明显影响;

[0020] 本发明可对其中的每一个振子单元进行特异性设计,以实现在多个分离频率上的吸振,且吸振频带可由增加同型振子单元数量同时在多个吸振频带上进行适当展宽;

[0021] 振子单元阵列在夹层板内部为悬空设计,并未与上下面板同时接触,避免了增加额外的振动噪声传递路径;

[0022] 本发明是一种简单、高效、轻质、可替换的被动吸振结构设计,通过该吸振结构,不仅可以对单一频率的振动能量进行有效吸收,还可以同时针对多个频率进行振动能量吸收,配合共振子阵列与粘弹性阻尼层的频带展宽作用,对抑制三明治夹层板类结构在低频

下的振动噪声具有明显的效果。

附图说明

[0023] 图1是本发明一实施例的一种基于微型局域共振子阵列的三明治夹层板吸振结构与三明治夹层板的总装图；

[0024] 图2是本发明一实施例的一种基于微型局域共振子阵列的三明治夹层板吸振结构与振子单元的装配示意图；

[0025] 图3是本发明一实施例的一种基于微型局域共振子阵列的三明治夹层板吸振结构的振子单元的分解图；

[0026] 图中,1-三明治夹层板;2-振子单元;3-安装限位支架;4-圆形限位孔;5-粘弹性阻尼层;6-上顶帽;7-弹簧;8-包覆外壳;9-直线导轨;10-附加质量单元;11-直线轴承;12-垫片;13-紧固螺栓;14,15-弹簧套筒。

具体实施方式

[0027] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明的各实施方式进行详细的阐述。

[0028] 以下请综合参考图1至图3,本发明公开了一种基于微型局域共振子阵列的三明治夹层板吸振结构,包括固定安装在三明治夹层板1的内部的一对安装限位支架3以及按照特定规律安装在安装限位支架3的共振子阵列;其中,一对安装限位支架3平行设置,振子单元2阵列悬挂在一对安装限位支架3之间,振子单元2用于吸收来自外部的低频振动能量。安装限位支架3的数量至少为一对,而不仅仅限于一对。振子单元2为特异性设计的,每个振子单元2的吸振频带可不同,可以通过调整振子单元2的阵列分布对整个结构的弹性波传播带隙位置(频带范围)进行人工选择,且振子单元2体积小,振子单元2与三明治夹层板1的单个夹层板之间的质量比可达0.01,不会对三明治夹层板1结构的轻质特性造成明显影响。

[0029] 在本实施例中,振子单元2包括直线导轨9、振动单元、上顶帽6和弹簧7,上顶帽6安装在一对安装限位支架3之间,直线导轨9的上端与上顶帽6可拆卸连接,振动单元套接在直线导轨9上并且与直线导轨9滑动连接,振动单元通过弹簧7与上顶帽6连接。在该设计中,振动单元套接在直线导轨9上,并且在直线导轨9上做上下振动。

[0030] 在本实施例中,安装限位支架3的横截面为倒“T”型结构,倒“T”型结构的两侧的水平面分别用于振子单元2和安装限位支架3的安装与拆卸。一方面,振子单元2可以在一对安装限位支架3之间滑动安装;另一方面,每个安装限位支架3的倒“T”型结构的两侧对称的水平面便于螺栓将安装限位支架3稳固安装在三明治夹层板1的内板表面上。

[0031] 在本实施例中,振动单元包括直线轴承11和附加质量单元10,直线轴承11套接在直线导轨9上并且与直线导轨9滑动连接,附加质量单元10可拆卸套接在直线轴承11上,一包覆外壳8可拆卸包覆在附加质量单元10上,包覆外壳8通过弹簧7与上顶帽6连接。在该设计中,包覆外可两侧开槽,通过槽两侧法兰边上的螺孔与振动单元固定连接;另外一方面,振动单元为特异性设计,可以通过调整振动单元的质量及刚度对整个结构的弹性波传播带隙位置(频带范围)进行人工选择,在此带隙范围内的弹性波在通过该材料会发生非常明显的衰减。

[0032] 在本实施例中,上顶帽6内部设有内螺纹浅孔,直线导轨9的上端设有与内螺纹浅孔相适配的外螺纹,直线导轨9的上端旋入上顶帽6内部。

[0033] 在本实施例中,振子单元2还包括粘弹性阻尼层5,粘弹性阻尼层5的下表面与上顶帽6的上表面粘结,粘弹性阻尼层5的上表面与三明治夹层板1的内表面完全接触压紧。粘弹性阻尼层5用于对振动能量进行耗散,进一步展宽吸振频带。

[0034] 在本实施例中,安装限位支架3在沿其竖直平面上设有圆形限位孔4,上顶帽6的两侧设有与圆形限位孔4的形状相适配的半球形凸起;固定安装时,上顶帽6的两侧的半球形凸起嵌入两边安装限位支架3的圆形限位孔4中。

[0035] 在本实施例中,直线导轨9上套设有一垫片12,垫片12位于直线导轨9的底座和振动单元之间。在该设计中,直线导轨9底部设置底座可以防止振动单元脱出直线导轨9,而垫片12可以起到很好的防护振动单元的效果,垫片12可以采用橡胶垫圈。

[0036] 在本实施例中,上顶帽6和包覆外壳8均设有弹簧套筒(14,15),弹簧7通过弹簧套筒(14,15)分别与上顶帽6和包覆外壳8连接。在该设计中,弹簧7分别嵌入上顶帽6和包覆外壳8的弹簧套筒(14,15)内,起到弹性连接的目的;另外一方面也体现了本发明的全结构易拆卸的设计思想。

[0037] 在本实施例中,附加质量单元10为对开式结构,附加质量单元10的内弧面上设有弧形凸起,直线轴承11上设有与弧形凸起相适配的弧形凹槽。在该设计中,附加质量单元10闭合套接在直线轴承11上,通过弧形凸起嵌入弧形凹槽固定连接;附加质量单元10两侧设有法兰边,每个法兰边上均攻有一组(两个)螺孔,在附加质量单元10闭合后,将包覆外壳8套入,通过紧固螺栓13将直线轴承11、附加质量单元10和包覆外壳8三者紧固。

[0038] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

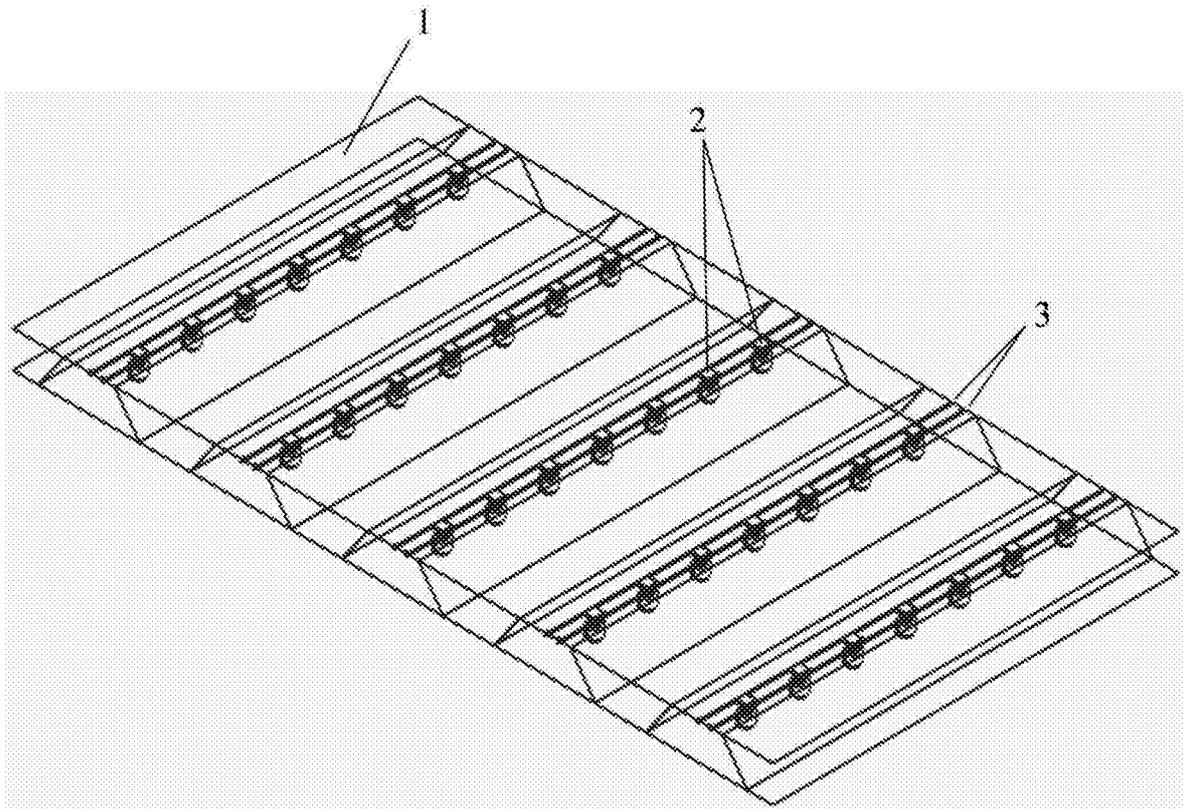


图1

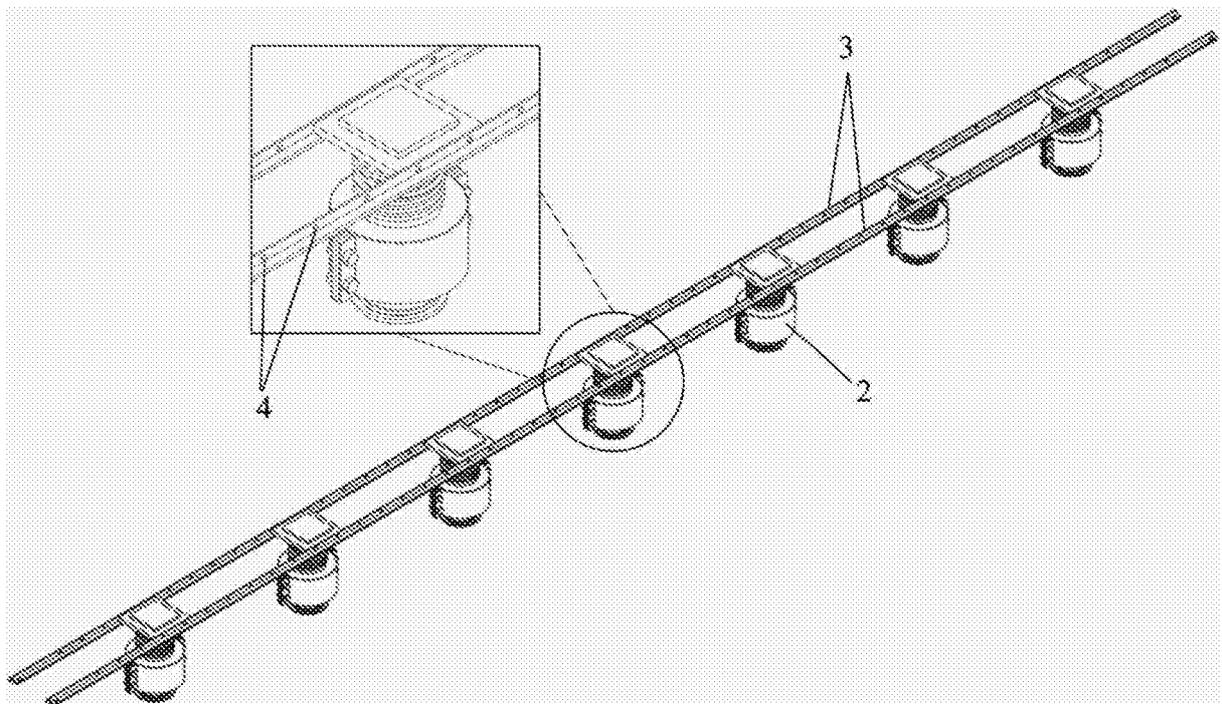


图2

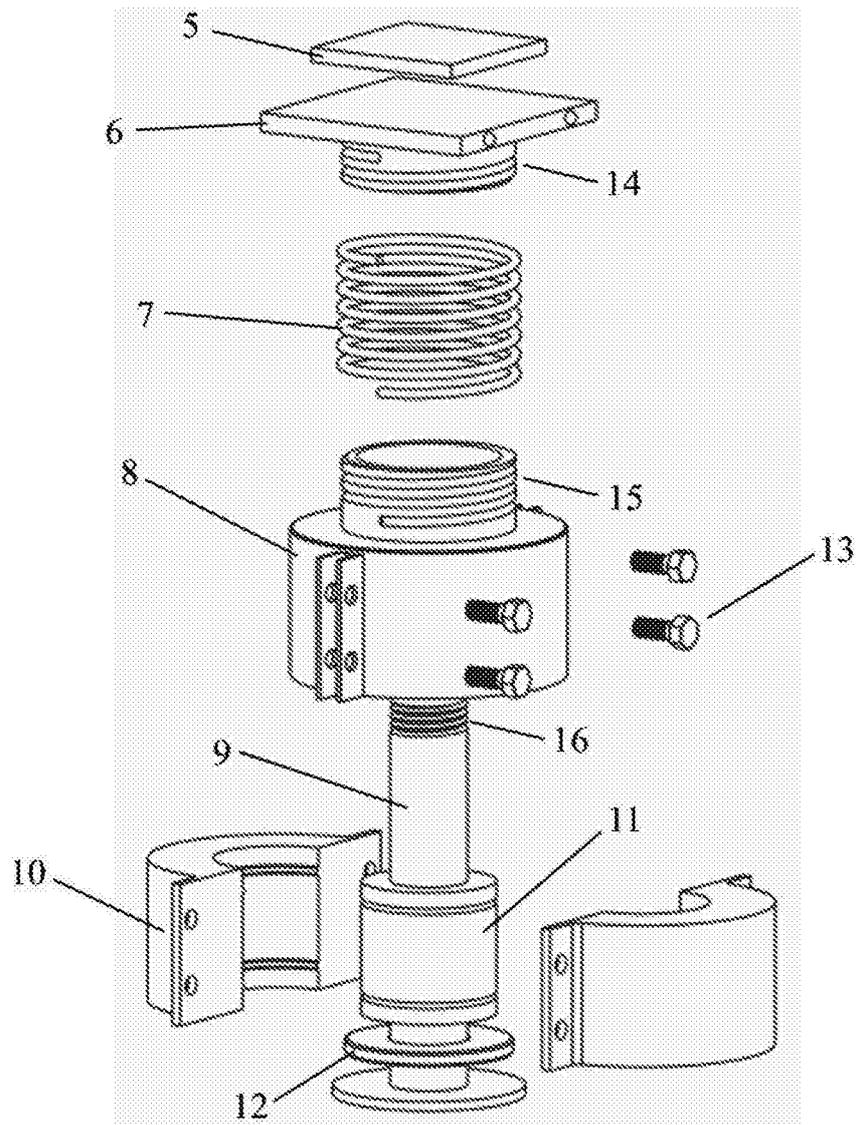


图3