



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111669072 A

(43)申请公布日 2020.09.15

(21)申请号 202010592977.2

(22)申请日 2020.06.25

(71)申请人 安徽理工大学

地址 232001 安徽省淮南市山南新区泰丰大街168号

(72)发明人 马天兵 贾世盛 胡伟康 丁永静  
陈南南 刘雯

(51)Int.Cl.

H02N 2/18(2006.01)

H02K 35/04(2006.01)

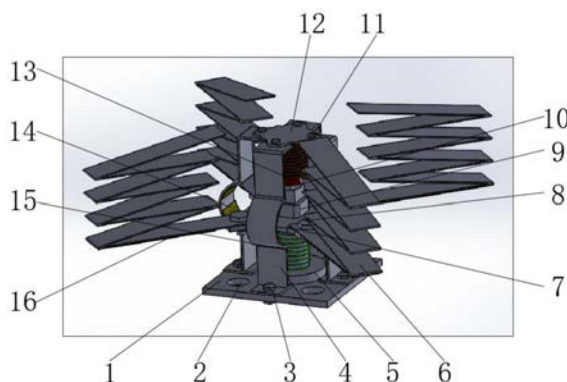
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

### (54)发明名称

一种非线性宽频带压电—磁电复合式低幅振动俘能器

### (57)摘要

本发明公开了一种非线性宽频带压电—磁电复合式低幅振动俘能器,包括底板、支撑架、非线性压电梁和顶板,底板顶部的中间位置通过螺栓连接有安装柱,安装柱的顶部固定连接有套杆,安装柱的表面套设有弹簧,套杆的表面套设有套筒,套筒的表面套设有振动浮板,套杆的顶部通过安装孔连接有限位板,本发明通过支撑架、弹簧、非线性压电梁、磁极振子、线圈、第一压电片和第二压电片的配合,提高装置对振动的响应能力,实现了低幅振动收集,采用非线性结构,拓宽了采集频带,采用压电—磁电复合式结构,增加了俘能器在低幅振动环境中对于振动能量的收集,同时增加了俘能器所能适应的振动环境的范围,提高了对振动能量的采集效率。



1. 一种非线性宽频带压电—磁电复合式低幅振动俘能器,包括底板(1)、支撑架(4)、非线性压电梁(6)和顶板(12),所述底板(1)顶部的中间位置通过螺栓连接有安装柱(5),所述安装柱(5)的顶部固定连接有套杆(17),所述安装柱(5)的表面套设有弹簧(15),所述套杆(17)的表面套设有套筒(9),所述套筒(9)的底部与弹簧(15)的顶部相接触,所述套筒(9)的表面套设有振动浮板(7),所述套杆(17)的顶部开设有安装孔(18),所述套杆(17)的顶部通过安装孔(18)连接有限位板(10),所述限位板(10)的顶部固定连接有磁极振子(13),所述顶板(12)底部中间固定连接质量块(20),所述顶板(12)的底部固定连接有支杆(19),所述支杆(19)的表面套设有线圈(11),所述底板(1)的底部和顶板(12)的顶部均通过螺纹孔连接有定位螺栓(3),所述支撑架(4)的顶部和底部分别通过定位螺栓(3)和底板(1)与顶板(12)相连接,所述支撑架(4)的一侧粘贴有第一压电片(14),所述振动浮板(7)底部的四角均通过螺纹孔连接有固定螺栓(8),所述非线性压电梁(6)通过固定螺栓(8)与振动浮板(7)相连接,所述非线性压电梁(6)的底部粘贴有第二压电片(16)。

2. 根据权利要求1所述的一种非线性宽频带压电—磁电复合式低幅振动俘能器,其特征在于:所述底板(1)采用方形的亚克力板,所述底板(1)顶部的四角均开设有夹持孔(2),所述夹持孔(2)有四组,所述底板(1)通过夹持孔(2)与外界夹具装置相连接。

3. 根据权利要求1所述的一种非线性宽频带压电—磁电复合式低幅振动俘能器,其特征在于:所述套杆(17)为长方体杆,所述套筒(9)外形为凸字状,且套筒(9)的内腔为方孔,所述套筒(9)与套杆(17)之间、振动浮板(7)与套筒(9)之间均采用间隙配合。

4. 根据权利要求1所述的一种非线性宽频带压电—磁电复合式低幅振动俘能器,其特征在于:所述限位板(10)为螺栓状,所述限位板(10)的上端直径略大于套筒(9)的上端宽度尺寸。

5. 根据权利要求1所述的一种非线性宽频带压电—磁电复合式低幅振动俘能器,其特征在于:所述非线性压电梁(6)为Z形多折叠状,所述非线性压电梁(6)设有四组,且分别位于振动浮板(7)顶部的四角,所述非线性压电梁(6)采用H60的铜质梁,所述非线性压电梁(6)的第一层主梁结构尺寸为40x7x0.3 mm。

6. 根据权利要求1所述的一种非线性宽频带压电—磁电复合式低幅振动俘能器,其特征在于:所述支撑架(4)的中间位置设置为半圆状圆弧,所述支撑架(4)设有四组,且分别位于底板(1)顶部四周的中间位置,所述支撑架(4)尺寸为32x7x0.5 mm,且支撑架(4)半圆处的半径为5mm,所述支撑架(4)采用弹性材料。

7. 根据权利要求1所述的一种非线性宽频带压电—磁电复合式低幅振动俘能器,其特征在于:所述磁极振子(13)采用永磁铁,所述磁极振子(13)位于线圈(11)的正下方,所述支杆(19)设置有若干组,且呈圆周状阵列排布,所述质量块(20)为非磁性金属块。

8. 根据权利要求1所述的一种非线性宽频带压电—磁电复合式低幅振动俘能器,其特征在于:所述第一压电片(14)采用弯曲状的压电片,且设置有八组,所述第二压电片(16)采用PZT-5H压电陶瓷片,所述第二压电片(16)尺寸为28x7x0.2 mm,且设置有四组。

## 一种非线性宽频带压电—磁电复合式低幅振动俘能器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及压电俘能技术领域,具体涉及一种非线性宽频带压电—磁电复合式低幅振动俘能器。

### 背景技术

[0002] 近年来,随着全球气候变暖的加剧和石油、煤炭、天然气等不可再生资源的紧缺,寻求可再生、可持续的绿色能源成为人类文明可持续发展的重要挑战;利用压电材料的压电效应,从环境中俘获能量的装置称之为压电俘能器,与静电式、电磁式将振动机械能转化为电能相比,压电俘能器具有俘能效率高、能量密度大、工作可靠、适应性强、无污染、成本低等突出优点,从环境振动或噪声中提取能量的性能最好,成为从环境机械能获取电能的一种行之有效的好方法,受到了广泛的重视。

[0003] 压电俘能的研究已逐步出现在研究生、本科生以及一些企业的教学与生产研究中,现有的俘能装置和俘能结构存在一些不足,在低幅振动环境中,对于振动的采集效果不佳,从而导致输出的功率和电压效果不理想,同时大多数俘能器和俘能结构都是适用于较为单一的振动环境,或者适应环境范围较小,导致在高、低幅等多种振动环境中存在效果不稳定的现象,并且现有的俘能器还存在结构较为复杂,体积较大,生产不便等问题。

### 发明内容

[0004] 针对现有技术的不足,本发明提供一种非线性宽频带压电—磁电复合式低幅振动俘能器,具备良好的振动敏感性,能够在低幅振动环境中高效工作,并且能够适用高、低等多种幅度的振动环境,并且能够保证一定的工作效率,且结构简单,便于生产,同时整体构型紧凑,体积较小,解决了现有的振动俘能器在低幅振动环境中使用效果不佳,不能够适应多种幅度的振动环境,部分俘能器结构复杂不便生产以及体积过大安装不便的问题。

[0005] 本发明的一种非线性宽频带压电—磁电复合式低幅振动俘能器,包括底板、支撑架、非线性压电梁和顶板,所述底板顶部的中间位置通过螺栓连接有安装柱,所述安装柱的顶部固定连接有套杆,所述安装柱的表面套设有弹簧,所述套杆的表面套设有套筒,所述套筒的底部与弹簧的顶部相接触,所述套筒的表面套设有振动浮板,所述套杆的顶部开设有安装孔,所述套杆的顶部通过安装孔连接有限位板,所述限位板的顶部固定连接有磁极振子,所述顶板底部中间固定连接有质量块,所述顶板的底部固定连接有支杆,所述支杆的表面套设有线圈,所述底板的底部和顶板的顶部均通过螺纹孔连接有定位螺栓,所述支撑架的顶部和底部分别通过定位螺栓和底板与顶板相连接,所述支撑架的一侧粘贴有第一压电片,所述振动浮板底部的四角均通过螺纹孔连接有固定螺栓,所述非线性压电梁通过固定螺栓与振动浮板相连接,所述非线性压电梁的底部粘贴有第二压电片。

[0006] 优选的,所述底板采用方形的亚克力板,所述底板顶部的四角均开设有夹持孔,所述夹持孔有四组,所述底板通过夹持孔与外界夹具装置相连接。

[0007] 优选的,所述套杆为长方体杆,所述套筒外形为凸字状,且套筒的内腔为方孔,所

述套筒与套杆之间、振动浮板与套筒之间均采用间隙配合。

[0008] 优选的,所述限位板为螺栓状,所述限位板的上端直径略大于套筒的上端宽度尺寸。

[0009] 优选的,所述非线性压电梁为Z形多折叠状,所述非线性压电梁设有四组,且分别位于振动浮板顶部的四角,所述非线性压电梁采用H60的铜质梁,所述非线性压电梁的第一层主梁结构尺寸为40x7x0.3mm。

[0010] 优选的,所述支撑架的中间位置设置为半圆状圆弧,所述支撑架设有四组,且分别位于底板顶部四周的中间位置,所述支撑架尺寸为32x7x0.5mm,且支撑架半圆处的半径为5mm,所述支撑架采用弹性材料。

[0011] 优选的,所述磁极振子采用永磁铁,所述磁极振子位于线圈的正下方,所述支杆设置有若干组,且呈圆周状阵列排布,所述质量块为非磁性金属块。

[0012] 优选的,所述第一压电片采用弯曲状的压电片,且设置有八组,所述第二压电片采用PZT-5H压电陶瓷片,所述第二压电片尺寸为28x7x0.2mm,且设置有四组。

[0013] 与现有技术相比,本发明的有益效果如下:

[0014] 1、本发明通过底板、安装柱、支撑架、弹簧、套杆、套筒、振动浮板、非线性压电梁、磁极振子、顶板、线圈、第一压电片和第二压电片的配合,提高装置对振动的响应能力,实现了低幅振动收集,同时利用弹簧与非线性压电梁产生振动耦合,使得结构在低幅范围内有较多共振频率,拓宽了采集频带,提高了装置在低幅振动环境中把振动能转化为电能的能力,增加了该俘能器所能适应的振动环境的范围,使得俘能器在高、低等多种幅度振动环境中的工作效率都非常好,提高了对振动能量的利用率,进而提高了俘能器的输出电压和输出功率。

[0015] 2、本发明通过设置非线性压电梁、振动浮板、弹簧、第二压电片和套杆,基于压电材料受压变形会产生极化电压的特性,利用弹簧对振动的敏感性,提高装置对低幅振动的响应能力,实现了低幅振动能量收集,同时利用弹簧与非线性压电梁产生振动耦合,使得结构在低幅范围内有较多共振频率,拓宽了采集频带,实现了该俘能器在低幅环境中也有较好的振动能量收集,从而能够更好的在低幅振动环境中工作,通过设置顶板、支撑架、磁极振子、第一压电片、线圈和质量块,实现了线圈随着振动上下运动完成切割磁感线的运动,并且产生感应电流,在外界振源影响下凭借顶板、线圈和质量块的自重力,迫使半圆拱形的支撑架带动其上的第一压电片发生形变,产生电流,实现组合发电,扩大了俘能器适用的振动环境范围,同时提高了俘能器对振动能量的采集效率,通过设置安装柱、套筒和限位板,方便了弹簧和振动浮板的安装与运动,同时防止在高幅振动环境中套筒脱离,通过设置支杆,方便了线圈的安装与固定,通过设置夹持孔,方便了俘能器的安装。

## 附图说明

[0016] 此处所说明的附图用来提供对本申请的进一步理解,构成本申请的一部分,本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的不当限定。在附图中:

[0017] 图1为本发明的结构示意图;

[0018] 图2为本发明的局部结构示意图;

[0019] 图3为本发明的俯视图;

[0020] 图4为本发明的右视图；

[0021] 图5为本发明的左视图；

[0022] 图6为本发明支撑架的结构示意图；

[0023] 图7为本发明套筒的结构示意图。

[0024] 图中：1底板、2夹持孔、3定位螺栓、4支撑架、5安装柱、6非线性压电梁、7振动浮板、8固定螺栓、9套筒、10限位板、11线圈、12顶板、13磁极振子、14第一压电片、15弹簧、16第二压电片、17套杆、18安装孔、19支杆、20质量块。

### 具体实施方式

[0025] 以下将以图式揭露本发明的多个实施方式，为明确说明起见，许多实务上的细节将在以下叙述中一并说明。然而，应了解到，这些实务上的细节不应用以限制本发明。也就是说，在本发明的部分实施方式中，这些实务上的细节是非必要的。此外，为简化图式起见，一些习知惯用的结构与组件在图式中将以简单的示意方式绘示之。

[0026] 另外，在本发明中如涉及“第一”、“第二”等的描述仅用于描述目的，并非特别指称次序或顺位的意思，亦非用以限定本发明，其仅仅是为了区别以相同技术用语描述的组件或操作而已，而不能理解为指示或暗示其相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。另外，各个实施例之间的技术方案可以相互结合，但是必须是以本领域普通技术人员能够实现为基础，当技术方案的结合出现相互矛盾或无法实现时应当认为这种技术方案的结合不存在，也不在本发明要求的保护范围之内。

[0027] 请参阅图1-7，一种非线性宽频带压电—磁电复合式低幅振动俘能器，包括底板1、支撑架4、非线性压电梁6和顶板12，底板1顶部的中间位置通过螺栓连接有安装柱5，安装柱5的顶部固定连接有套杆17，安装柱5的表面套设有弹簧15，套杆17的表面套设有套筒9，套筒9的底部与弹簧15的顶部相接触，套筒9的表面套设有振动浮板7，振动浮板7底部的四角均通过螺纹孔连接有固定螺栓8，非线性压电梁6通过固定螺栓8与振动浮板7相连接，非线性压电梁6的底部粘贴有第二压电片16，通过设置非线性压电梁6、振动浮板7、弹簧15、第二压电片16和套杆17，利用弹簧15对振动的敏感性，提高装置对低幅振动的响应能力，同时利用弹簧15与非线性压电梁6产生振动耦合，使得结构在低幅范围内有较多共振频率，拓宽了采集频带，实现了该俘能器在低幅环境中也有较好的振动能量收集，从而能够更好的在低幅振动环境中工作，套杆17的顶部开设有安装孔18，套杆17的顶部通过安装孔18连接有限位板10，通过设置安装柱5、套筒9和限位板10，方便了弹簧15和振动浮板7的安装与运动，同时防止在高幅振动环境中套筒9脱离，限位板10的顶部固定连接有磁极振子13，顶板12底部中间固定连接质量块20，顶板12的底部固定连接支杆19，通过设置支杆19，方便了线圈11的安装与固定，支杆19的表面套设有线圈11，底板1的底部和顶板12的顶部均通过螺纹孔连接有定位螺栓3，支撑架4的顶部和底部分别通过定位螺栓3和底板1与顶板12相连接，支撑架4的一侧粘贴有第一压电片14，通过设置顶板12、支撑架4、磁极振子13、第一压电片14、线圈11和质量块20，实现了线圈11随着振动上下运动完成切割磁感线运动，并且产生感应电流，在外界振源影响下凭借顶板12、线圈11和质量块20的自重力，迫使半圆拱形的支撑架4带动其上的第一压电片14发生形变，产生电流，实现组合发电，扩大了俘能器适用的振动

环境的范围,同时提高了对振动能量的采集效率。

[0028] 底板1采用方形的亚克力板,底板1顶部的四角均开设有夹持孔2,通过设置夹持孔2,方便了俘能器的安装,夹持孔2有四组,底板1通过夹持孔2与外界夹具装置相连接,套杆17为长方体杆,套筒9外形为凸字状,且套筒9的内腔为方孔,套筒9与套杆17之间、振动浮板7与套筒9之间均采用间隙配合,限位板10为螺栓状,限位板10的上端直径略大于套筒9的上端宽度尺寸,非线性压电梁6为Z形多折叠状,非线性压电梁6设有四组,且分别位于振动浮板7顶部的四角,非线性压电梁6采用H60的铜质梁,非线性压电梁6的第一层主梁结构尺寸为40x7x0.3mm,支撑架4的中间位置设置为半圆状圆弧,支撑架4设有四组,且分别位于底板1顶部四周的中间位置,支撑架4尺寸为32x7x0.5mm,且支撑架4半圆处的半径为5mm,支撑架4采用弹性材料,磁极振子13采用永磁铁,磁极振子13位于线圈11的正下方,支杆19设置有若干组,且呈圆周状阵列排布,质量块20为非磁性金属块,第一压电片14采用弯曲状的压电片,且设置有八组,第二压电片16采用PZT-5H压电陶瓷片,第二压电片16尺寸为28x7x0.2mm,且设置有四组,通过底板1、安装柱5、支撑架4、弹簧15、套杆17、套筒9、振动浮板7、非线性压电梁6、磁极振子13、顶板12、线圈11、第一压电片14和第二压电片16的配合,提高装置对振动的响应能力,实现了低幅振动收集,同时利用弹簧15与非线性压电梁6产生振动耦合,使得结构在低幅范围内有较多共振频率,拓宽了采集频带,提高了装置在低幅振动环境中把振动能转化为电能的能力,增加了该俘能器所能适应的振动环境的范围,使得俘能器在高、低等多种幅度振动环境中的工作效率都非常好,提高了对振动能量的利用率,进而提高俘能器的输出电压和输出功率。

[0029] 使用时,首先按照从下至上的顺序依次将安装柱5、弹簧15、套筒9、振动浮板7、限位板10和磁极振子13进行装配,再利用固定螺栓8和定位螺栓3分别将非线性压电梁6和振动浮板7、支撑架4和底板1及顶板12进行装配,装配完成后,通过夹持孔2将底板1固定在外界的装夹设备上,在俘能器位于振动环境中,随着非线性压电梁6和振动浮板7受外界振动影响,产生振动,从而导致第二压电片16发生形变,产生电流,并且弹簧15和非线性压电梁6的配合,增加了对振动的响应能力,拓宽了装置的采集频带,使该俘能器能够很好的在低幅振动环境中工作,同时在外界振源影响下和顶板12、线圈11及质量块20的自重力迫使下,支撑架4发生弹性形变,支撑架4的形变带动其半圆处安装的第一压电片14发生形变,产生电流,并且此时运动的线圈11与磁极振子13发生相对运动,实现了切割磁感线运动,产生感应电流,实现组合发电,俘能器的特殊结构设计,使得俘能器能够适用于多种不同幅度的振动环境中,并能够保证一定的振动能量利用率,功率和电压输出效果好,此外在使用时还可以根据需求替换不同弹性强度的弹簧15、不同大小的磁极振子13以及不同匝数的线圈11,使该装置能够适应更多不同幅度的振动环境,同时提高对振动能量的利用率。

[0030] 综上所述:该一种非线性宽频带压电—磁电复合式低幅振动俘能器通过底板1、夹持孔2、定位螺栓3、支撑架4、安装柱5、非线性压电梁6、振动浮板7、固定螺栓8、套筒9、限位板10、线圈11、顶板12、磁极振子13、第一压电片14、弹簧15、第二压电片16、套杆17、安装孔18、支杆19和质量块20的配合,解决了现有的振动俘能器在低幅振动环境中使用效果不佳,不能够适应多种幅度的振动环境,部分俘能器结构复杂不便生产以及体积过大安装不便的问题。

[0031] 以上所述仅为本发明的实施方式而已,并不用于限制本发明。对于本领域技术人

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理的内所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包括在本发明的权利要求范围之内。

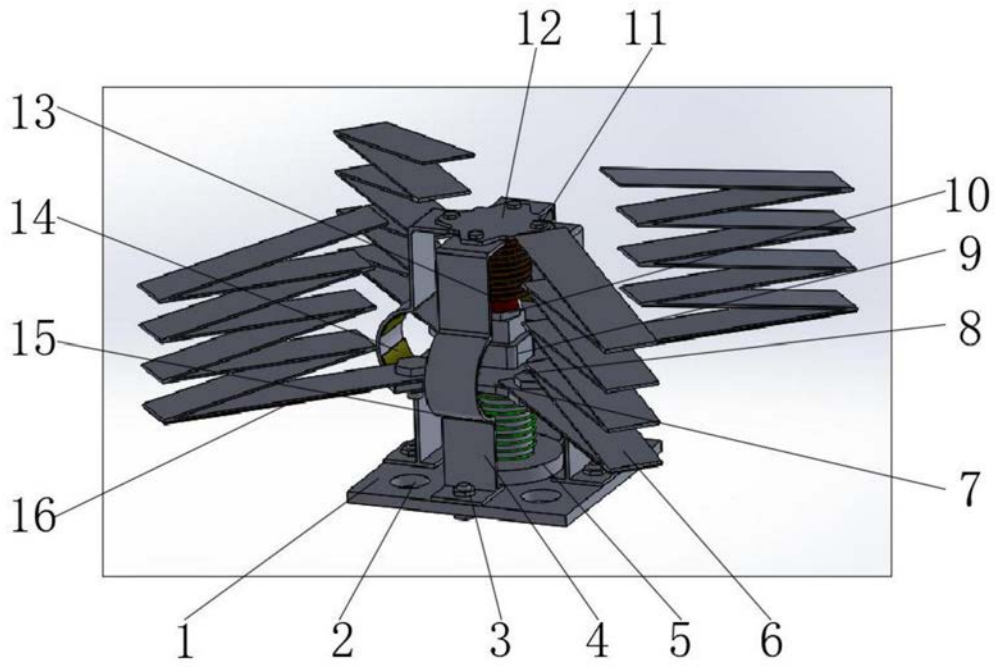


图1

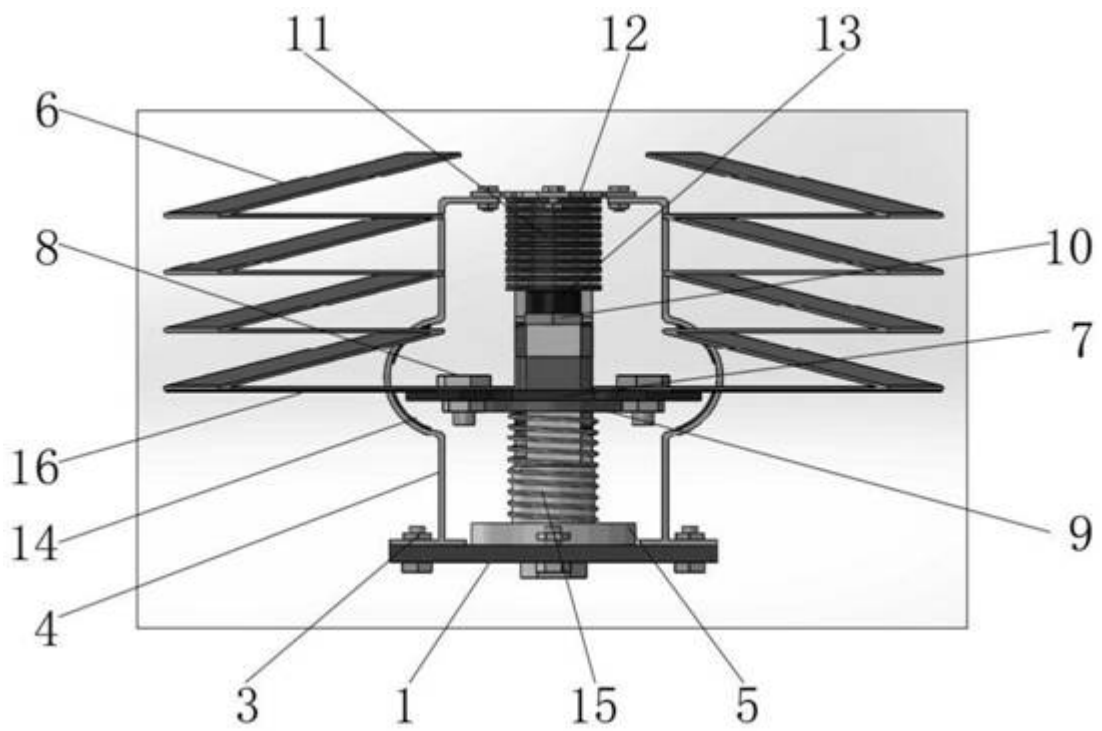


图2



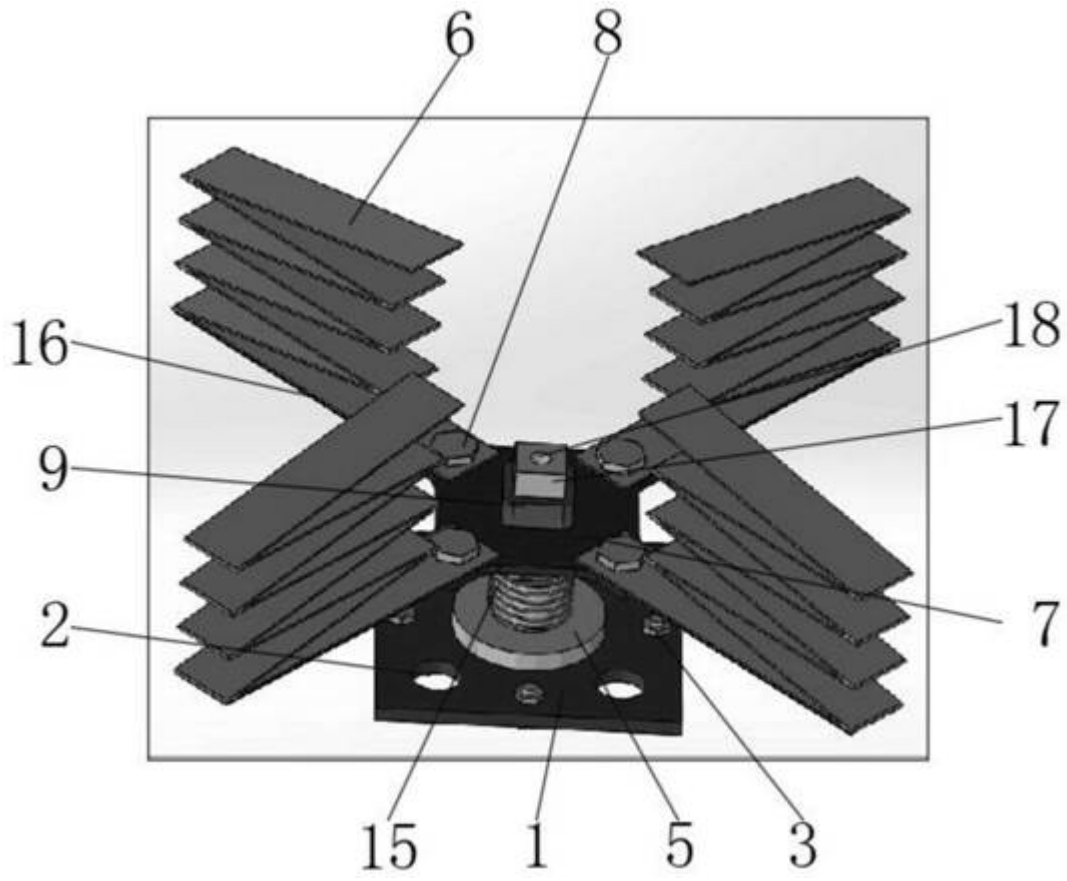


图3

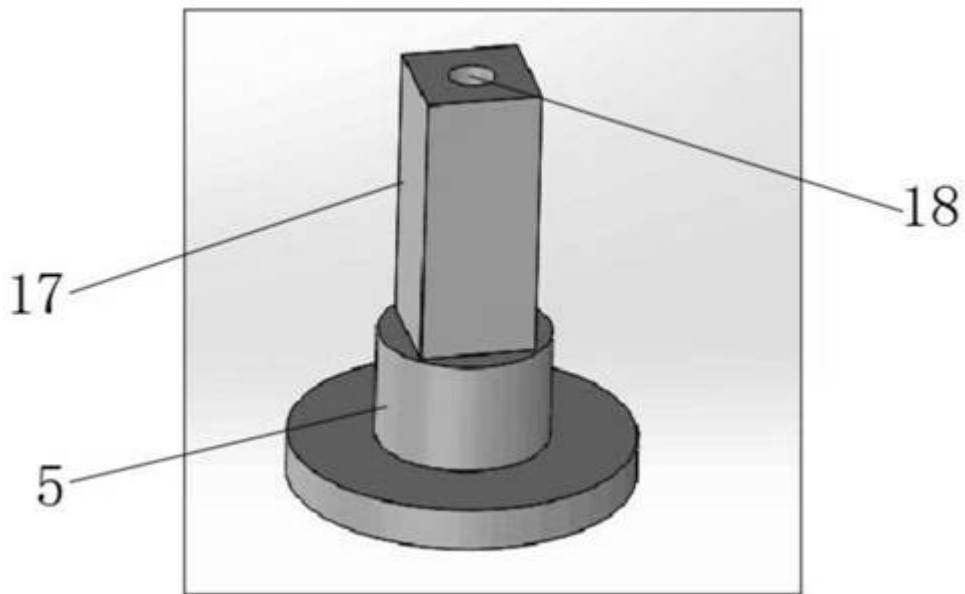


图4

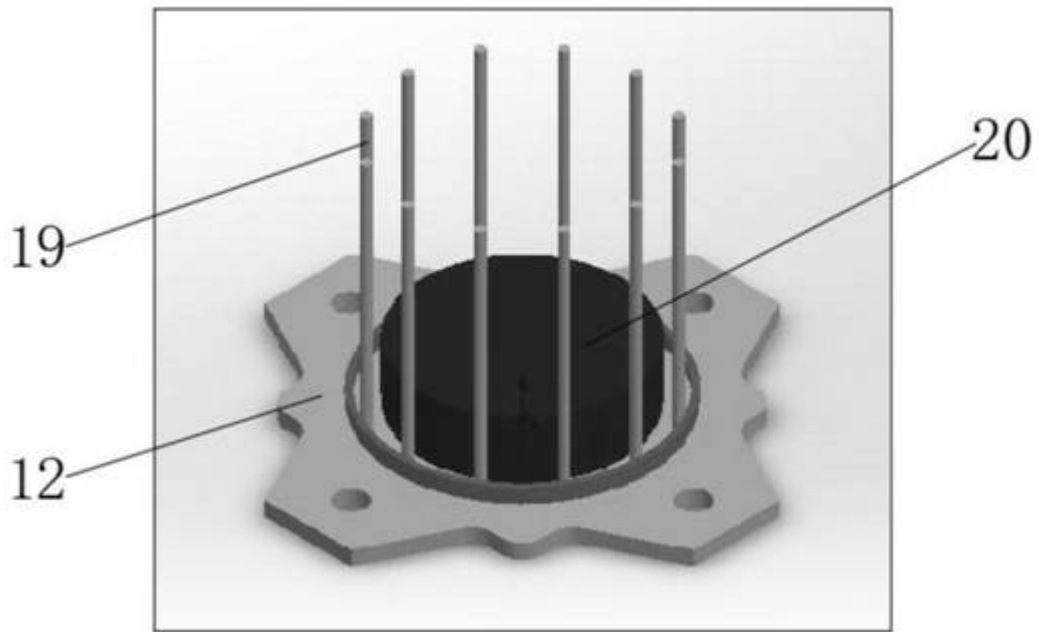


图5

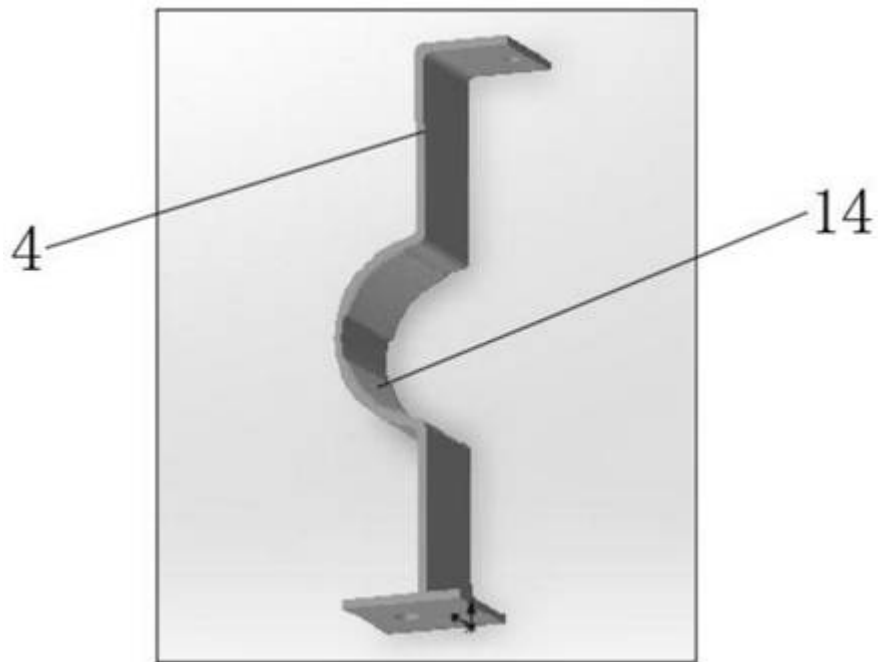


图6

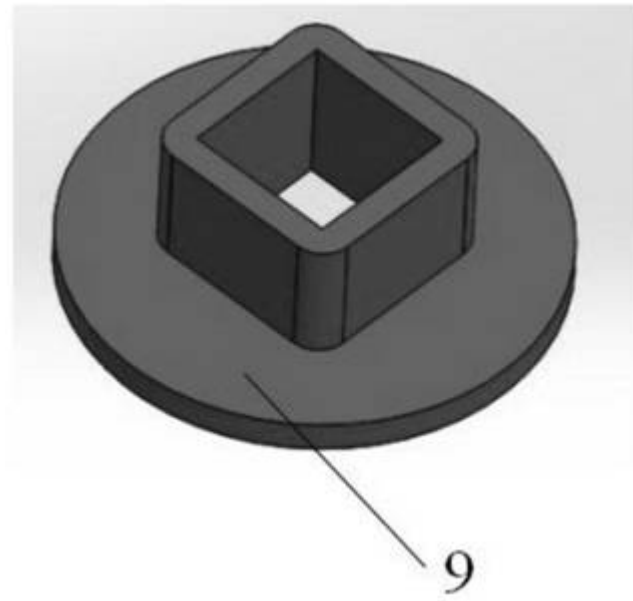


图7