



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106787591 B

(45)授权公告日 2019.02.12

(21)申请号 201611234940.2

审查员 聂利

(22)申请日 2016.12.28

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106787591 A

(43)申请公布日 2017.05.31

(73)专利权人 浙江工业大学

地址 310014 浙江省杭州市下城区潮王路  
18号浙江工业大学

(72)发明人 王满州 张端

(74)专利代理机构 杭州斯可睿专利事务所有限  
公司 33241

代理人 王利强

(51)Int.Cl.

H02K 35/02(2006.01)

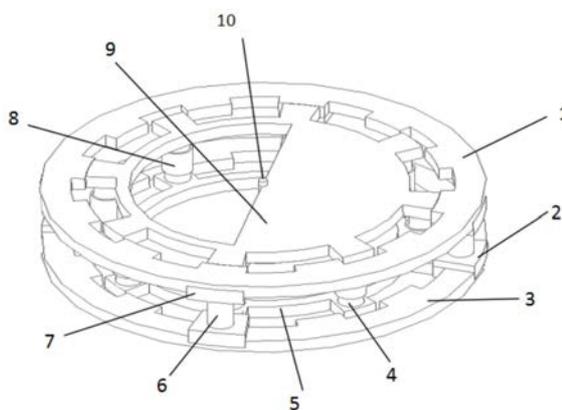
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种摆动式振动能量收集装置

(57)摘要

一种摆动式振动能量收集装置,包括外壳、定子组件和转子组件,定子组件中,永磁体垂直方向放置;永磁体等圆弧间隔布置在外部上磁轭、外部下磁轭的周向一圈;转子组件中,铁芯上放置线圈,转子上磁轭、转子下磁轭的周向一圈等圆弧间隔布置2n个铁芯,转子上磁轭、转子下磁轭中间设有轴;转子上磁轭、转子下磁轭的外圈等圆弧间隔设有2n个磁齿,磁齿间隙大于两倍的磁齿宽度;外部上磁轭、外部下磁轭的内圈等圆弧间隔设有3n个磁齿,磁齿宽度与磁齿间隙相等,转子上磁轭位于外部上磁轭内且相互之间的磁齿接触,转子下磁轭位于外部下磁轭内且相互之间的磁齿接触,转子磁轭的磁齿宽度小于外部磁轭的磁齿间隙。本发明收集效率较高。



1. 一种摆动式振动能量收集装置,包括外壳,其特征在于:所述能量收集装置还包括位于外壳内的定子组件和转子组件,所述定子组件包括永磁体,所述永磁体竖直方向放置,上方为N极,下方为S极;所述永磁体的N极与永磁体上支架相连,所述永磁体的S极与永磁体下支架连接,所述永磁体上支架与外部上磁轭连接,所述永磁体下支架与外部下磁轭连接,所述永磁体等圆弧间隔布置在外部上磁轭、外部下磁轭的周向一圈;所述转子组件包括转子上磁轭、铁芯和转子下磁轭,所述铁芯上放置线圈,所述铁芯的上端与所述转子上磁轭连接,所述铁芯的下端与所述转子下磁轭连接,所述转子上磁轭、转子下磁轭的周向一圈等圆弧间隔布置 $2n$ 个铁芯,所述转子上磁轭、转子下磁轭中间设有用于转动的轴;

所述转子上磁轭、转子下磁轭的外圈等圆弧间隔设有 $2n$ 个磁齿,所述磁齿间隙大于两倍的磁齿宽度;所述外部上磁轭、外部下磁轭的内圈等圆弧间隔设有 $3n$ 个磁齿,且磁齿宽度与磁齿间隙相等,所述转子上磁轭位于所述外部上磁轭内且相互之间的磁齿间隙配合,所述转子下磁轭位于所述外部下磁轭内且相互之间的磁齿间隙配合,转子磁轭的磁齿宽度小于外部磁轭的磁齿间隙。

2. 如权利要求1所述的摆动式振动能量收集装置,其特征在于:所述外壳呈空心圆柱,所述外部上磁轭、外部下磁轭分别固定在外壳的内壁,所述外壳的上下均安装盖子,所述转子上磁轭、转子下磁轭的轴分别与盖子相连。

3. 如权利要求1或2所述的摆动式振动能量收集装置,其特征在于:所述永磁体上支架、永磁体下支架刻有用于固定永磁体的凹槽。

4. 如权利要求1或2所述的摆动式振动能量收集装置,其特征在于:所述外部上磁轭设有用于固定永磁体上支架的凹槽,所述外部下磁轭设有用于固定永磁体下支架的凹槽。

## 一种摆动式振动能量收集装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及能量收集装置,尤其是一种摆动式振动能量收集装置。

### 背景技术

[0002] 无线传感器网络或分布式小系统供电问题是一个应用难点。而振动是自然界的一种能量存在形式。例如海面的波浪,树枝在风吹动下的摆动,颠簸的车辆等。振动发电是将各种振动产生的能量转化为电能,是一种有潜力的无污染、不消耗自然资源的新型发电装置,适合于无线传感器网络或分布式小系统节点采用。

[0003] 实现振动发电的一种方式电磁感应现象发电。以往的电磁感应振动发电装置,内部构造各不相同。申请号为200810230833.1的三维振动发电机,申请号为200710126703.9的便携式振动发电机,申请号为20131075353.8的杠杆式超磁伸缩振动发电机,申请号为201410016971.5的发电功率可调的振动发电机。论文“新型永磁体外置式直线振动发电机性能研究”(浙江大学学报工学版,第41卷第9期,pp.1604-1608)和论文“A micro electromagnetic generator for vibration energy harvesting”(JOURNAL OF MICROMECHANICS AND MICROENGINEERING,17(2007),pp.1257-1265),在其结构上均较难保证磁路中气隙较小的要求,未能实现闭合磁路,由电机有关理论可知其磁感应强度低,磁路利用率不高,振动能量利用率不高。同时上述有些资料中线圈利用率也是一个可以改善之处,其线圈中有较多部分不能有效切割磁力线,产生电动势,影响发电效率。申请号为201020125287.8的环绕式振动发电机,它的永磁体的四个S极呈十字对称分布,其底部连接在一起并与N极连接,这对制造工艺有很高的要求,非常难制造。同时由于N极和S极之间安装有线圈,整体及结构比较复杂,即使能制造好永磁体,安装也比较困难。并且,由于N极和S极之间隔着线圈,那磁路中的气隙还是比较大,可能会导致磁路不能闭合或者感应的磁通较弱,产生的电能较少,这对于高制造成本的它是得不偿失的。申请号为2012104994623的电磁式振动发电装置,虽然力图通过平衡磁力的方法消除定位力,但由于第一装置中磁力远大于重力,并且由于误差和不对称性的存在,定位力不可避免在一定程度上仍然存在,阻碍了振子灵活运动;另一方面,其永磁体属于振子,易于在振动中遭到碎坏。申请号为201410264839.6的自激振动机理的多方向宽频带振动发电机,使用压电片和电磁式能量收集两种方式,使用质量块通过弹簧与永磁体相连,并且永磁体和质量块通过万向压电换能器连接至两边支架,线圈放置在装置的底座下方。当整个装置发生振动时,此时质量块和永磁体均会产生振动偏移,同时会在线圈和压电片上升电流。但此装置由于把质量块和永磁体通过万向压电换能器悬置在线圈上方,容易造成永磁体运动过程中损坏,整个装置寿命低,并且装置线圈使用效率很低,会造成能量收集效率不高。

[0004] 在以上振动装置的设计中,仅仅只是考虑了直线振动能量的收集,当外力与振子振动路径相垂直时,此时无法产生振动,相应的也无法进行能量收集。

## 发明内容

[0005] 为了克服已有振动能量收集装置的收集效率较低的不足,本发明提供一种收集效率较高的摆动式振动能量收集装置。

[0006] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:

[0007] 一种摆动式振动能量收集装置,包括外壳,所述能量收集装置还包括位于外壳内的定子组件和转子组件,所述定子组件包括永磁体,所述永磁体竖直方向放置,上方为N极,下方为S极;所述永磁体的N极与永磁体上支架相连,所述永磁体的S极与永磁体下支架连接,所述永磁体上支架与外部上磁轭连接,所述永磁体下支架与外部下磁轭连接,所述永磁体等圆弧间隔布置在外部上磁轭、外部下磁轭的周向一圈;所述转子组件包括转子上磁轭、铁芯和转子下磁轭,所述铁芯上放置线圈,所述铁芯的上端与所述转子上磁轭连接,所述铁芯的下端与所述转子下磁轭连接,所述转子上磁轭、转子下磁轭的周向一圈等圆弧间隔布置 $2n$ 个铁芯,所述转子上磁轭、转子下磁轭中间设有用于转动的轴;

[0008] 所述转子上磁轭、转子下磁轭的外圈等圆弧间隔设有 $2n$ 个磁齿,所述磁齿间隙大于两倍的磁齿宽度;所述外部上磁轭、外部下磁轭的内圈等圆弧间隔设有 $3n$ 个磁齿,且磁齿宽度与磁齿间隙相等,所述转子上磁轭位于所述外部上磁轭内且相互之间的磁齿接触,所述转子下磁轭位于所述外部下磁轭内且相互之间的磁齿接触,转子磁轭的磁齿宽度小于外部磁轭的磁齿间隙。

[0009] 进一步,所述外壳呈空心圆柱,所述外部上磁轭、外部磁轭分别固定在外壳的内壁,所述外壳的上下均安装盖子,所述转子上磁轭、转子下磁轭的轴分别与盖子相连。

[0010] 再进一步,所述永磁体上支架、永磁体下支架刻有用于固定永磁体的凹槽。

[0011] 更进一步,所述外部上磁轭设有用于固定永磁体上支架的凹槽,所述外部下磁轭设有用于固定永磁体下支架的凹槽。

[0012] 本发明的技术构思为:在振动作用下,外部上下磁轭与转子上下磁轭发生相对运动,即转子出现摆动,铁芯内磁通大小和方向不断变化,线圈就能产生感应电压。为说明其变化,考虑下面3种情形:

[0013] 1) 当转子的磁轭磁齿与外部磁轭的磁齿对齐时,此时会有四个内部转子的上下磁轭的磁齿与外部磁轭的磁齿相对,同时转子上会有与这四个磁齿相邻的四个磁齿与外部磁轭的磁齿缝隙相对。此时,磁力线由永磁体N极发出,先后经过永磁体上支架、外部上磁轭、气隙、内部转子上磁轭磁齿、铁芯、内部转子下磁轭磁齿、外部下磁轭、永磁体下支架回到永磁体S极,形成闭合磁路。同时与外部磁轭磁齿错开的另外四个内部转子上下磁齿,则会出现导磁减小的情况,仅有少量磁力线会通过。该情形下,四个相对磁齿上的线圈内磁通达到最大,而不相对的四个磁齿上的线圈内磁通为最小。

[0014] 2) 当转子继续转动,其内部转子原来与外部磁齿正对的磁齿,其相对的面积会慢慢减小,而另外四个与外部磁轭磁齿间隙对应的磁齿与外部磁轭的相对面积会逐渐增大。此时磁力线从永磁体N极发出,分别经永磁体上支架、经过外部上磁轭、气隙、转子上磁轭所有磁齿、铁芯、转子下磁轭所有磁齿、外部下磁轭、永磁体下支架回到永磁体S极。此时情形1)中对应的四个磁齿所通过的磁力线会逐渐减小,而另外四个磁齿的磁力线会逐渐增多。

[0015] 3) 当转子继续摆动,情形1)中的转子磁轭上的四个磁齿会与外部磁轭的磁齿完全错开,位于外部磁轭磁齿的间隙中,而另外四个转子磁轭的磁齿会完全与外部磁轭的磁齿

相对。此时,磁力线由永磁体N极发出,先后经过永磁体上支架、外部磁轭磁齿、内部情形1)中与间隙对应的转子上磁轭的四个磁齿、铁芯、内部情形1)中与间隙对应的转子下磁轭四个磁齿、外部磁轭磁齿、永磁体下支架回到永磁体S极。该情形下,原情形1)中与外部磁轭磁齿间隙相对的内部转子磁齿上的铁芯内磁通达到最大,而原情形1)中的与外部磁轭磁齿正相对的内部转子磁齿上的铁芯磁通最小。

[0016] 上述分析表明,转子转动过程中各磁齿对应的线圈内磁通不断发生变化,其规律为磁轭上相邻磁齿对应的线圈内磁通总是一个变大一个变小;且交错放置的四个磁齿上的线圈内磁通量的绝对值与剩下四个磁齿上的线圈内磁通量的绝对值之和为常量。因此,合理的串联4个线圈能使各线圈的感应电动势叠加。

[0017] 本发明中通过把磁齿对称放置来平衡磁力以及通过内部转子磁轭上磁齿与外部磁轭磁齿交错相对来消除定位力。为使转动更方便,给转子加入一个轴,该轴与外壳上的盖子相接。

[0018] 本发明的有益效果:提高了振动能量的利用率,提高了线圈利用率,提高了能量收集效率;且其结构设计上注重消除定位力,加入不对称转子保证转子自由转动。

#### 附图说明

[0019] 图1为本发明的摆动式振动能量收集装置去除外壳的图。

[0020] 图2为本发明除去内部转子的图。

[0021] 图3为本发明的内部转子图。

[0022] 图4为本发明的永磁体支架图。

[0023] 图5为本发明的外部下磁轭图。

[0024] 图6为本发明的整体图。

#### 具体实施方式

[0025] 下面结合附图对本发明作进一步描述。

[0026] 参照图1~图6,一种摆动式振动能量收集装置,包括外壳11,所述能量收集装置还包括位于外壳内的定子组件和转子组件,所述定子组件包括永磁体6,所述永磁体6竖直方向放置,上方为N极,下方为S极;所述永磁体6的N极与永磁体上支架7相连,所述永磁体6的S极与永磁体下支架5连接,所述永磁体上支架7与外部上磁轭1连接,所述永磁体下支架5与外部下磁轭3连接,所述永磁体6等圆弧间隔布置在外部上磁轭1、外部下磁轭3的周向一圈;所述转子组件包括转子上磁轭9、铁芯4和转子下磁轭5,所述铁芯4上放置线圈,所述铁芯4的上端与所述转子上磁轭9连接,所述铁芯4的下端与所述转子下磁轭5连接,所述转子上磁轭9、转子下磁轭5的周向一圈等圆弧间隔布置 $2n$ 个铁芯4,所述转子上磁轭9、转子下磁轭5中间设有用于转动的轴;

[0027] 所述转子上磁轭、转子下磁轭的外圈等圆弧间隔设有 $2n$ 个磁齿,所述磁齿间隙大于两倍的磁齿宽度;所述外部上磁轭、外部下磁轭的内圈等圆弧间隔设有 $3n$ 个磁齿,且磁齿宽度与磁齿间隙相等,所述转子上磁轭位于所述外部上磁轭内且相互之间的磁齿接触,所述转子下磁轭位于所述外部下磁轭内且相互之间的磁齿接触,转子磁轭的磁齿宽度小于外部磁轭的磁齿间隙。

[0028] 本实施例的 $n$ 取4,当然, $n$ 也可以是其他自然数,比如5、6等。

[0029] 所述永磁体6为竖直方向放置,上方为N极,下方为S极。所述永磁体6的N极部分与永磁体上支架7相连,S极与永磁体下支架2相连,整体图形如图4所示。所述永磁体6与上支架7下支架2组成的整体共有四个,支撑着整个装置中的外部上磁轭1和外部下磁轭3。所述永磁体均为上面为N极,下面为S极。所述永磁体、永磁体支架和外部磁轭组成了图2中本发明的去除内部转子的图。所述外部上磁轭1、外部下磁轭3上均有磁齿,通过磁齿,外部磁轭可以与内部转子上的上下磁轭上的磁齿接触。通过转子上磁轭9、铁芯4、转子下磁轭5,整个装置可以完成磁力线的导通,形成闭合磁路。线圈被放置在铁芯4上。

[0030] 整个装置被放置在图6中的外壳11,盖子10中,转子的轴与上下盖子的中轴上的孔相对应。

[0031] 所述外壳11为可以放置整个装置的空心圆柱,并在两端开有槽。所述盖子与装置半径相同并有突出的角与外壳的槽对应,固定装置。

[0032] 所述永磁体为圆柱结构,是铁氧体永磁材料或稀土永磁材料粉末与塑料或橡胶混合塑形而成的。

[0033] 所述永磁体上支架7下支架2刻有凹槽,用于固定圆柱形永磁体6。

[0034] 所述永磁体上支架7下支架2可以和具有凹槽的外部磁轭相连,其中外部下磁轭3如图5所示,外部上磁轭1与外部下磁轭3类似,同样具有凹槽。

[0035] 所述外部上磁轭1、外部下磁轭3通过磁齿与内部转子的上磁轭9、下磁轭5相连,内部转子磁轭的为不平衡结构,向一边偏置,用于转动时产生动力。

[0036] 所述内部转子上磁轭9、下磁轭5通过铁芯4相连并固定,铁芯共有8个,均匀分布在内部转子装置四周。具体图形可看图3内部转子装置图。

[0037] 所述线圈8由铜线绕制而成,绕于铁芯4的中间部分,共8个线圈。

[0038] 所述转子上磁轭9、下磁轭5中间均有用于转动的轴,用于和盖子相连,固定转动轴。

[0039] 整个装置放置在外壳内,形成图6的整体图。

[0040] 本发明中磁力线由N极发出,通过永磁体上支架7向上传输。通过外部上磁轭1、气隙、内部转子上磁轭9、铁芯4、内部转子下磁轭5、外部下磁轭3、永磁体下支架2回到永磁体S极,形成闭合磁路。在外界低频振动的作用下,转子不断摆动,当转子磁轭齿顶与外部磁轭齿顶的正对面积和气隙宽度发生变化,使各磁路的磁阻发生变化,进而各磁路的磁通发生变化,线圈能感应到的磁通不断变化,形成交变电流。通过导线把八个线圈8按照一定的方式串接,再通过导线引出为蓄电池充电以储存电能。当线圈的匝数较大时就能产生较高的交变电动势。可见本装置对磁路和线圈的利用率较高,振动能量转换率高。

[0041] 本发明中的永磁体发出的磁力线,转动时能通过转子磁轭的磁齿与外部磁轭磁齿接触,形成4个闭合回路,装置的利用率比较高。其优点:一是结构简单,各个零件制造比较方便;二是设计比较合理,安装比较方便,转子摆动的利用率高,提高效率;三是结构设计上注重消除定位力,保证转子自由转动。

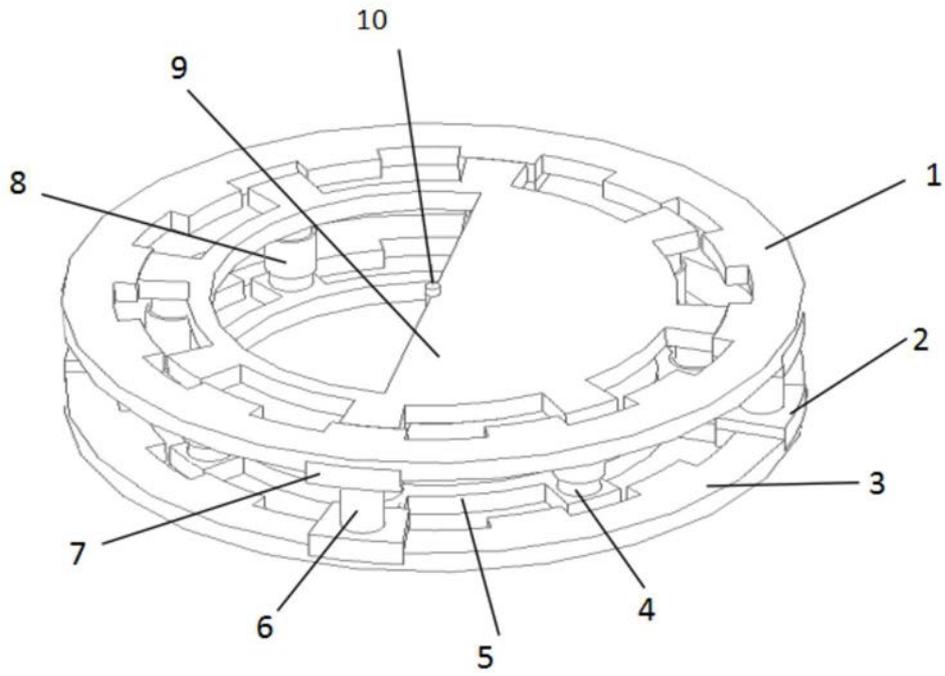


图1

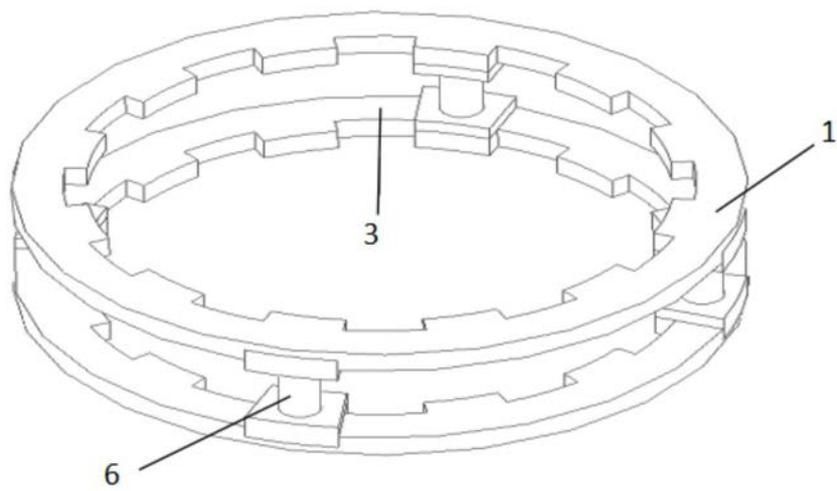


图2

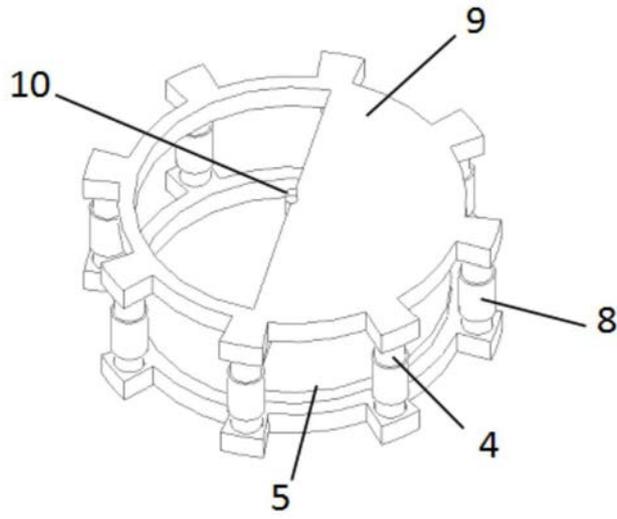


图3

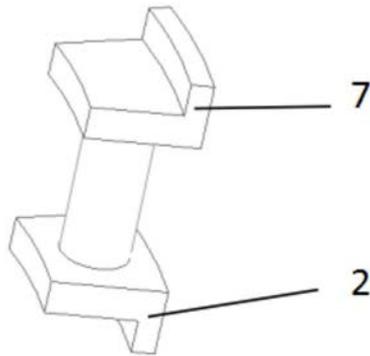


图4

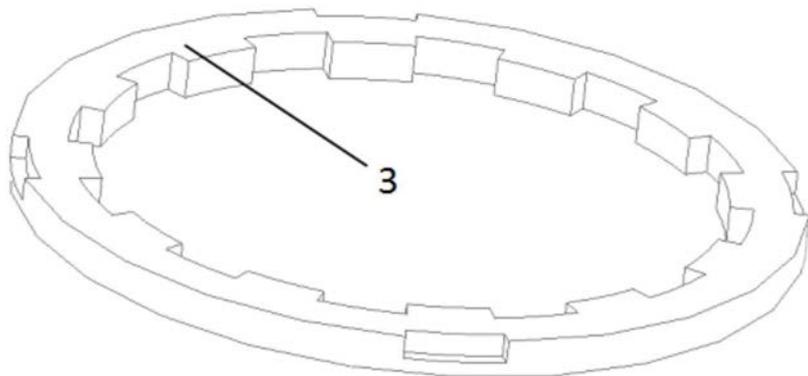


图5

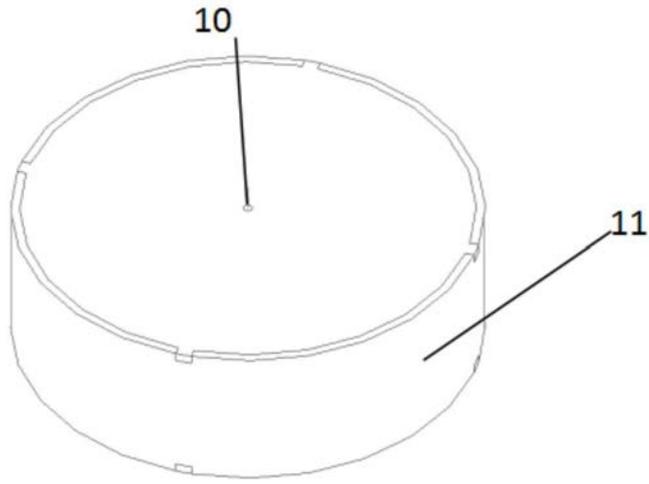


图6