



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113708592 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 26

(21) 申请号 202110953992.X

(22) 申请日 2021.08.19

(71) 申请人 中国科学院宁波材料技术与工程研究所

地址 315201 浙江省宁波市镇海区中官西路1219号

(72) 发明人 喻峻 刘宜伟 李润伟

(74) 专利代理机构 杭州天勤知识产权代理有限公司 33224

代理人 刘诚午

(51) Int. Cl.

H02K 35/02 (2006.01)

H02K 1/34 (2006.01)

H02K 3/04 (2006.01)

H02K 3/22 (2006.01)

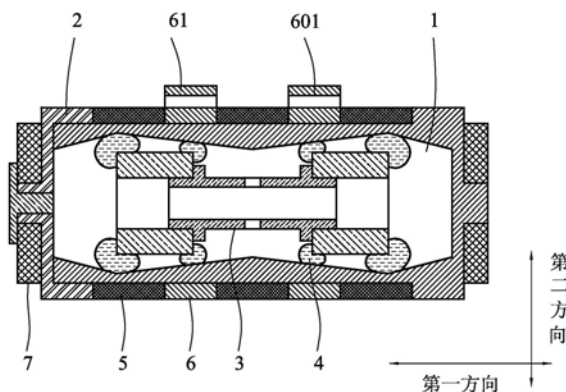
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

永磁自悬浮式磁性液体动能采集器

(57) 摘要

本发明公开了一种永磁自悬浮式磁性液体动能采集器,包括内设密封腔的壳体和位于密封腔内的质量块,所述密封腔内设有磁性液体,通过磁性液体使质量块悬浮于密封腔内;所述密封腔沿第一方向为相对的两个内端壁,两个内端壁之间的内侧壁在第二方向上的截面积沿第一方向交替增大和减小变化;所述壳体沿第一方向为相对的两个外端壁,外端壁上设置有扁平线圈,两个外端壁之间的外侧壁套接有空心线圈。本发明采用磁性液体悬浮质量块实现润滑减阻,利用内侧壁和内端壁配合磁性液体形成刚度系数可变的磁性液体弹簧提供质量块在振动方向上的回复力,采用空心线圈和扁平线圈共同采集质量块的动能,提高了单位体积动磁性液体动能采集器的输出功率。



1. 一种永磁自悬浮式磁性液体动能采集器,其特征在于,包括:

内设密封腔(1)的壳体(2)和位于密封腔(1)内的质量块(3),所述质量块(3)包括永磁体,所述密封腔(1)内设有磁性液体(4),通过磁性液体(4)使质量块(3)悬浮于密封腔(1)内;

所述密封腔(1)沿第一方向为相对的两个内端壁(11),两个内端壁(11)之间的内侧壁(12)在第二方向上的截面积沿第一方向交替增大和减小变化;

所述壳体(2)沿第一方向为相对的两个外端壁(201),两个外端壁(201)之间的外侧壁(202)套接有空心线圈(5),外端壁(201)设置有扁平线圈(7)。

2. 如权利要求1所述的永磁自悬浮式磁性液体动能采集器,其特征在于,所述质量块(3)包括沿第一方向间隔排列的永磁体(31)和连接件(32),所述连接件(32)固定于相邻的两个永磁体(31)之间,所述连接件(32)在第二方向的截面尺寸小于所述永磁体(31)在第二方向的截面尺寸。

3. 如权利要求2所述的永磁自悬浮式磁性液体动能采集器,其特征在于,所述连接件(32)的材料为导磁材料时,设于连接件(32)两侧的永磁体(31)的磁化方向不同。

4. 如权利要求2所述的永磁自悬浮式磁性液体动能采集器,其特征在于,所述永磁体(31)和连接件(32)分别设有沿第一方向的永磁体通孔(301)和连接件第一通孔(302),所述永磁体通孔(301)和连接件第一通孔(302)连通,所述连接件(32)还设有与连接件第一通孔(302)相连通的连接件第二通孔(303)。

5. 如权利要求1所述的永磁自悬浮式磁性液体动能采集器,其特征在于,所述密封腔(1)的内侧壁(12)由多个收缩锥面和扩散锥面沿所述第一方向交替组成,所述收缩锥面和扩散锥面的数量之和为偶数。

6. 如权利要求1所述的永磁自悬浮式磁性液体动能采集器,其特征在于,所述壳体(2)的外侧壁(202)上开有线槽,所述线槽内套接有空心线圈(5)和定位环(6),所述定位环(6)贴近槽底,所述线槽的两侧壁分别与空心线圈(5)或定位环(6)相抵,所述扁平线圈(7)固定于外端壁(201)。

7. 如权利要求1所述的永磁自悬浮式磁性液体动能采集器,其特征在于,所述密封腔(1)在第一方向上至少部分伸入空心线圈(5)内。

8. 如权利要求6所述的永磁自悬浮式磁性液体动能采集器,其特征在于,所述定位环(6)上设有定位块(61),所述定位块(61)沿第一方向设有定位通孔(601)。

9. 如权利要求6所述的永磁自悬浮式磁性液体动能采集器,其特征在于,所述壳体(2)、空心线圈(5)、定位环(6)和扁平线圈(7)的材料均为非导磁材料。

10. 如权利要求1所述的永磁自悬浮式磁性液体动能采集器,其特征在于,所述壳体(2)包括中空筒(21),中空筒(21)的至少有一端设有端盖(23),所述端盖(23)开口,通过端盖塞(22)形成密封。

永磁自悬浮式磁性液体动能采集器

技术领域

[0001] 本发明涉及动能采集技术领域,特别是一种永磁自悬浮式磁性液体动能采集器。

背景技术

[0002] 便携可穿戴电子器件的快速发展给电能供给带来了挑战,寻找可持续的清洁能源为便携可穿戴电子器件提供电能具有十分重要的意义。利用动能采集器将人体运动时产生的清洁动能转换成电能非常适用于便携可穿戴电子器件。

[0003] 电磁式动能采集器通过电磁感应定律将运动物体的动能转换成电能,其具有低阻抗、高输出功率、可靠性高和使用寿命长等突出优点,具有广阔的应用前景。

[0004] 对于常见的电磁式动能采集器,运动的永磁体和动能采集器壳体之间存在的摩擦磨损会降低动能采集器的输出功率和使用寿命,严重影响动能采集器在微振动工况下的动能采集效率。此外,电磁式动能采集器体积较大,导致单位体积动能采集器的输出功率较小。

[0005] 公开号为CN111490703A的说明书公开了一种电磁复合振动能采集器,该采集器包括:基础层、永磁铁组件、压电层和放置于基底振动台上的支撑框架;所述基础层为圆弧形拱圈结构,其两端通过扭转弹簧可拆卸地安装在所述支撑框架的两个相对的内侧壁上。由于基础层是通过扭转弹簧可拆卸地安装在支撑框架上,通过替换不同刚度的扭转弹簧即可实现拱圈的不同约束状态,从而达到调整拱圈结构固有频率的目的,由于该发明中支撑框架的使用,其整体体积较大,无法满足便携可穿戴电子器件的供电需求。

[0006] 公开号为CN104065180A的说明书公开了球状Halbach全方位动能采集器,包括内部带球形空腔的壳体、质心偏离球心的质量球、多块不同磁化方向的永磁体和多个线圈绕组。内部带球形空腔壳体的内部空腔球面上布置线圈绕组,质量球表面安装永磁体,球面上的永磁体之间按Halbach永磁阵列排布,壳体内腔线圈绕组的布置在正对球面Halbach永磁阵列磁力线垂直进出球表面处或者磁力线平行于球表面处。该发明中运动的质量球和壳体之间存在的摩擦会降低动能采集器的输出功率和使用寿命。

发明内容

[0007] 本发明的发明目的在于提供一种永磁自悬浮式磁性液体动能采集器,其单位体积输出功率大,适用于微振动工况下的动能采集。

[0008] 一种永磁自悬浮式磁性液体动能采集器,包括:内设密封腔的壳体和位于密封腔内的质量块,所述质量块包括永磁体,所述密封腔内设有磁性液体,通过磁性液体使质量块悬浮于密封腔内;

[0009] 所述密封腔沿第一方向为相对的两个内端壁,两个内端壁之间的内侧壁在第二方向上的截面积沿第一方向交替增大和减小变化;

[0010] 所述壳体沿第一方向为相对的两个外端壁,两个外端壁之间的外侧壁套接有空心线圈,所述外端壁设置有扁平线圈。

[0011] 所述第二方向为与第一方向垂直且朝向内侧壁的方向。

[0012] 当永磁自悬浮式磁性液体动能采集器处于振动状态时,质量块在密封腔中产生位移,即质量块和与壳体发生相对运动;在该过程中,质量块中的永磁体使空心线圈和扁平线圈通过的磁链产生变化,产生感应电动势,从而达到采集动能并转换成电能的效果。永磁自悬浮式磁性液体动能采集器通过密封腔中截面积沿第一方向交替增大和减小变化的内侧壁和两端密封的内端壁配合磁性液体形成刚度系数可变的磁性液体弹簧,密封腔的内侧壁和内端壁通过磁性液体向质量块提供在振动方向(即第一方向)上的回复力,空心线圈和扁平线圈共同采集质量块的动能,磁性液体悬浮质量块实现润滑减阻,显著提高动能采集器在微振动工况下单位体积的输出功率。

[0013] 所述质量块包括沿第一方向间隔排列的永磁体和连接件,所述连接件固定于相邻的两个永磁体之间,所述连接件在第二方向的截面尺寸小于所述永磁体在第二方向的截面尺寸。通过改变连接件的尺寸和材料,可改变质量块的总质量,实现动能采集器输出功率的调控,连接件的截面尺寸小于永磁体的截面尺寸可以防止内侧壁和连接件直接接触,减少质量块往复运动时的摩擦阻力。

[0014] 所述连接件的材料采用非导磁材料或导磁材料;所述连接件的材料为导磁材料时,设于连接件两侧的永磁体的磁化方向不同。当所述连接件的材料为非导磁材料时,所述连接件不影响所述质量块周围空间的磁场;当所述连接件的材料为导磁材料时,若所述连接件两端的永磁体磁化方向相同,则所述连接件将相邻的永磁体串联形成一个组合的大永磁体,所述质量块的往复运动使所述空心线圈的磁通量变化率下降,产生的电压降低,永磁自悬浮式磁性液体动能采集器的输出功率降低。因此,当所述连接件的材料为导磁材料时,连接件两侧的永磁体需保证磁化方向不同。

[0015] 所述永磁体和连接件分别设有沿第一方向的永磁体通孔和连接件第一通孔,所述永磁体通孔和连接件第一通孔连通,所述连接件还设有与连接件第一通孔相连通的连接件第二通孔。当磁性液体和质量块处于密封腔内时,磁性液体会吸附在质量块的表面,将密封腔限定为多个相对独立的密封空间,采用通孔连接各独立的密封空间,防止因气压产生的质量块运动阻碍。

[0016] 优选地,所述密封腔的内侧壁由若干个收缩锥面和扩散锥面沿第一方向交替组成,所述收缩锥面和扩散锥面的数量之和为偶数。当质量块振动时,根据振动强度的不同,质量块的偏移量不同,交替分布的收缩锥面和扩散锥面以及在第一方向上相对的两个内端壁可通过磁性液体为质量块提供不同大小的回复力。

[0017] 所述壳体的外侧壁上开有线槽,所述线槽内套接有空心线圈和定位环,所述定位环贴近槽底,所述线槽的两侧壁分别与空心线圈或定位环相抵;扁平线圈固定于在第一方向上相对的两个外端壁上。将空心线圈和定位环置于线槽内,将扁平线圈固定于外端壁上,防止因振动而导致空心线圈和扁平线圈的滑移。

[0018] 优选地,所述密封腔在第一方向上至少部分伸入空心线圈内,如此,当质量块在密封腔内作往复运动时,质量块沿第一方向穿过空心线圈,增大空心线圈的磁链变化,从而增大感应电压,提高永磁自悬浮式磁性液体动能采集器的输出功率。

[0019] 所述定位环上设有定位块,所述定位块沿第一方向设有定位通孔,所述定位通孔用于动能采集器与外部工作环境固定,使永磁自悬浮式磁性液体动能采集器采集外部环境

的动能。

[0020] 所述壳体、空心线圈、定位环和扁平线圈的材料均为非导磁材料。非导磁材料和质量块之间不存在磁力作用,故非导磁材料制造的壳体、空心线圈、定位环和扁平线圈不会阻碍质量块的往复运动,质量块的往复运动使空心线圈和扁平线圈的磁链发生变化,从而产生感应电压;因此壳体、空心线圈、定位环和扁平线圈采用非导磁材料有利于提高永磁自悬浮式磁性液体动能采集器的输出功率。

[0021] 所述壳体包括中空筒,中空筒的至少有一端设有端盖,所述端盖开口,通过端盖塞形成密封。端盖塞和端盖采用活动连接有利于磁性液体的注入或抽出,通过改变磁性液体的质量,改变质量块受到的悬浮力,从而实现永磁自悬浮式磁性液体动能采集器刚度和阻尼的有效调控。

[0022] 本发明相比现有技术,其优点在于:

[0023] 1、本发明利用磁性液体悬浮质量块实现润滑减阻,采用空心线圈和扁平线圈共同采集质量块的动能,提高了永磁自悬浮式磁性液体动能采集器的输出功率。

[0024] 2、本发明利用在第二方向上截面积沿第一方向交替增大和减小变化的内侧壁和两端密封的内端壁配合磁性液体形成刚度系数可变的磁性液体弹簧,提供质量块在振动方向上的回复力,无需额外的弹簧,既减小了永磁自悬浮式磁性液体动能采集器的体积,又使永磁自悬浮式磁性液体动能采集器适应不同强度的振动。

附图说明

[0025] 图1是本发明实施例中永磁自悬浮式磁性液体动能采集器的结构示意图。

[0026] 图2是图1所示的质量块的结构示意图。

[0027] 图3是图1所示的壳体的结构示意图。

[0028] 附图标记:密封腔1,壳体2,质量块3,磁性液体4,空心线圈5,定位环6,扁平线圈7,外端壁201,外侧壁202,永磁体31,连接件32,第一永磁体311,第二永磁体312,永磁体通孔301,连接件第一通孔302,连接件第二通孔303,径向定位块304,中空筒21,端盖塞22,端盖23,内端壁11,第一内端壁111,第二内端壁112,内侧壁12,定位块61,定位通孔601。

具体实施方式

[0029] 如图1-图3所示,永磁自悬浮式磁性液体动能采集器,包括:内设密封腔1的壳体2和位于密封腔1内的质量块3,质量块3包括永磁体,质量块3与壳体2之间设有未充满密封腔1的磁性液体4,通过磁性液体4使质量块3悬浮于密封腔1内。磁性液体4悬浮质量块3可以防止质量块3和壳体2直接接触,实现润滑减阻。

[0030] 壳体2沿第一方向为相互平行的两个外端壁201,外端壁201上固定有扁平线圈7;两个外端壁201之间为外侧壁202,外侧壁202交替套接有空心线圈5和定位环6。采用扁平线圈7和空心线圈5共同采集质量块3的动能,可以提高动能采集效率,从而提高永磁自悬浮式磁性液体动能采集器的输出功率。

[0031] 如图2所示,质量块3包括连接件32和永磁体31,永磁体31包括沿第一方向分别固定于连接件32两端的第一永磁体311和第一永磁体312,连接件32和永磁体31均为圆柱结构,且第一永磁体311和第二永磁体312的形状和尺寸均相同,连接件32的在第二方向的截

面尺寸小于第一永磁体311和第二永磁体312在第二方向的截面尺寸。

[0032] 采用胶接的方式固定永磁体31和连接件32。

[0033] 第一永磁体311和第二永磁体312均设有沿第一方向的永磁体通孔301,连接件32设有与永磁体通孔301同轴的连接件第一通孔302,连接件32还设置了与连接件第一通孔302相连接的第二通孔303。当磁性液体4和质量块3置于密封腔1内时,磁性液体4将吸附在质量块3的表面,将密封腔1限定为多个相对独立的密封空间,采用通孔连接各独立的密封空间,防止因气压产生的质量块3运动阻碍。

[0034] 连接件32的外壁设有径向定位块304。永磁体31通过永磁体通孔301套接于连接件32的外壁至径向定位块304处,采用径向定位块304提高了质量块3的装配质量和效率。

[0035] 当连接件32的材料采用非导磁材料时,第一永磁体311和第二永磁体312采用钕铁硼材料且沿轴向磁化。连接件32采用的非磁性材料包括金属材料和非金属材料;非金属材料可采用聚甲醛、尼龙和树脂等,金属材料可采用铝、铜及其合金等。当连接件32的材料为非导磁材料时,连接件32不影响质量块3周围空间的磁场,因此,第一永磁体311和第二永磁体312的磁化方向可以相同,也可以相反。

[0036] 当连接件32的材料为导磁材料,则第一永磁体311和第二永磁体312的磁化方向不同。由于当第一永磁体311和第二永磁体312磁化方向相同时,连接件32将第一永磁体311和第二永磁体312串联形成一个组合的大永磁体,故质量块3的往复运动使空心线圈5的磁通量变化率下降,产生的电压降低,永磁自悬浮式磁性液体动能采集器的输出功率降低。因此,当连接件22的材料为导磁材料时,相邻永磁体31安装时需保证磁化方向相反。

[0037] 通过改变连接件32的尺寸和材料,可改变质量块3的总质量,实现动能采集器输出功率的调控。

[0038] 如图3所示,壳体2包括中空筒21,中空筒21的一端设有端盖23,端盖设有开口,通过端盖塞22形成密封。端盖塞22和端盖23采用螺纹连接;端盖塞22的塞体旋入端盖23的内壁,与端盖23的内壁形成一个平面。

[0039] 中空筒21和端盖23采用活动连接,端盖23可拆卸有利于空心线圈5和定位环6的装配和定位;端盖塞22的端盖23采用活动连接有利于磁性液体4的注入或抽出,当需要注入或抽出磁性液体4时,打开端盖塞22注入或抽出磁性液体4,通过改变磁性液体4的质量,改变质量块3受到的悬浮力,从而实现对永磁自悬浮式磁性液体动能采集器刚度和阻尼的有效调控。

[0040] 密封腔1沿第一方向为两个相互平行的内端壁11,内端壁11包括第一内端壁111和第二内端壁112,第一内端壁111为端盖塞22和端盖23的内壁形成的平面,第二内端壁112为中空筒21的筒底,第一内端壁111和第二内端壁112之间的内侧壁12由收缩锥面和扩散锥面沿第一方向交替组成。

[0041] 密封腔1的内壁配合磁性液体4形成刚度系数可变的磁性液体弹簧,提供质量块3在振动方向上的回复力,无需额外安装弹簧,既减小了动能采集器的体积,又使动能采集器适应不同强度的振动;同时密封腔1防止磁性液体4挥发或溢出,减少磁性液体4的损耗,延长永磁自悬浮式磁性液体动能采集器的使用寿命。

[0042] 回复力指当质量块3偏离中心位置时,作用在质量块3上且方向指向中心位置的力。

[0043] 中空筒21的外侧壁202设有开槽,开槽与端盖23的端面配合形成的线槽;三个空心线圈5和两个定位环6交替套接于线槽内,线槽的槽底与定位环6的内壁相抵,线槽的两侧壁分别与两端的空心线圈5相抵,使空心线圈5通过定位环6固定于壳体2的外侧壁202。将空心线圈5和定位环6置于线槽内,防止因振动而导致空心线圈5和定位环6的滑移。

[0044] 三个空心线圈5在第二方向上对应套接于密封腔1的外部。当质量块3在密封腔1内作往复运动时,质量块3沿着第一方向穿过空心线圈5,增大空心线圈5的磁链变化,从而增大感应电压,提高动能采集器的输出功率。

[0045] 扁平线圈7采用胶粘或螺纹连接的方式与端盖23和中空筒21的端面固定。

[0046] 空心线圈5和扁平线圈7的中心轴线与壳体2的中心轴线相重合。

[0047] 两个定位环6设有定位块61,定位块61沿第一方向设有定位通孔601,两个定位环6的定位通孔601的形状大小相同,中心轴向重合。定位通孔601用于动能采集器与外部环境固定。

[0048] 壳体2、空心线圈5、定位环6和扁平线圈7均采用非导磁材料制造。

[0049] 壳体2和定位环6选用的非导磁材料可以为聚甲醛、尼龙和树脂等非金属材料,也可选用铝、铜及其合金等金属材料;空心线圈5和扁平线圈7的材质选用铜。非导磁材料和质量块3之间不存在磁力作用,因此非导磁材料制造的壳体2、空心线圈5、定位环6和扁平线圈7不会阻碍质量块3的往复运动,质量块3的往复运动使空心线圈5以及扁平线圈7的磁链发生变化,从而产生感应电压。

[0050] 永磁自悬浮式磁性液体动能采集器处于振动状态时,质量块3在密封腔1中产生位移,即质量块3和与壳体2发生相对运动;由于空心线圈5和扁平线圈7与壳体2的相对位置保持不变,故质量块3与空心线圈5和扁平线圈7产生相对运动。动能采集器在处于振动状态下,质量块3中的永磁体31使空心线圈5和扁平线圈7通过的磁链产生变化,产生感应电动势,从而达到采集动能并转换成电能的效果,利用空心线圈5和扁平线圈7共同采集质量块3的动能,提高了动能采集器的输出功率。

[0051] 当振动强度较小时,质量块3在第一方向上的偏心位移较小,磁性液体4与密封腔1的两个内端壁11不直接接触,磁性液体4和密封腔1的内侧壁12形成刚度系数较小的磁性液体弹簧,质量块3受到的回复力较小;当振动强度较大时,质量块3在第一方向上的偏心位移较大,磁性液体4与密封腔1的内壁共同形成刚度系数较大的磁性液体弹簧,质量块3受到的回复力较大。刚度系数可变的磁性液体弹簧使动能采集器适应不同强度的振动。

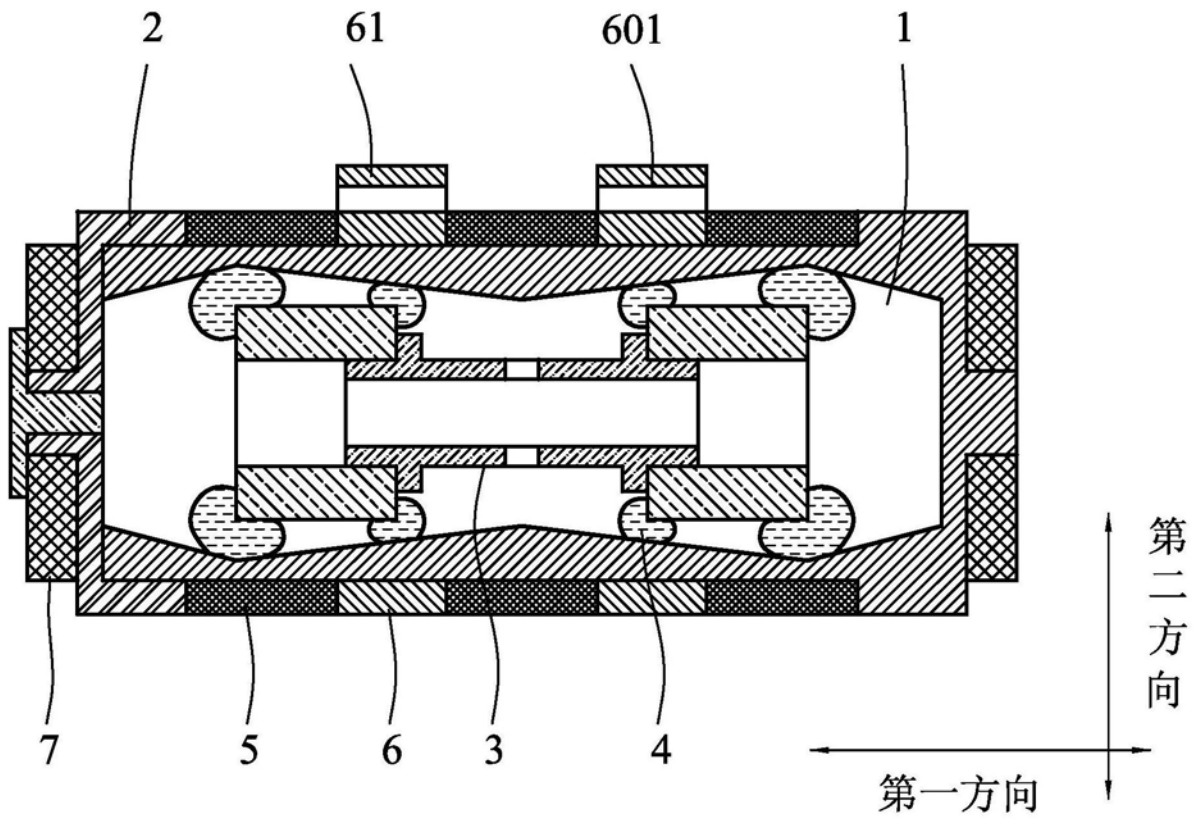


图1

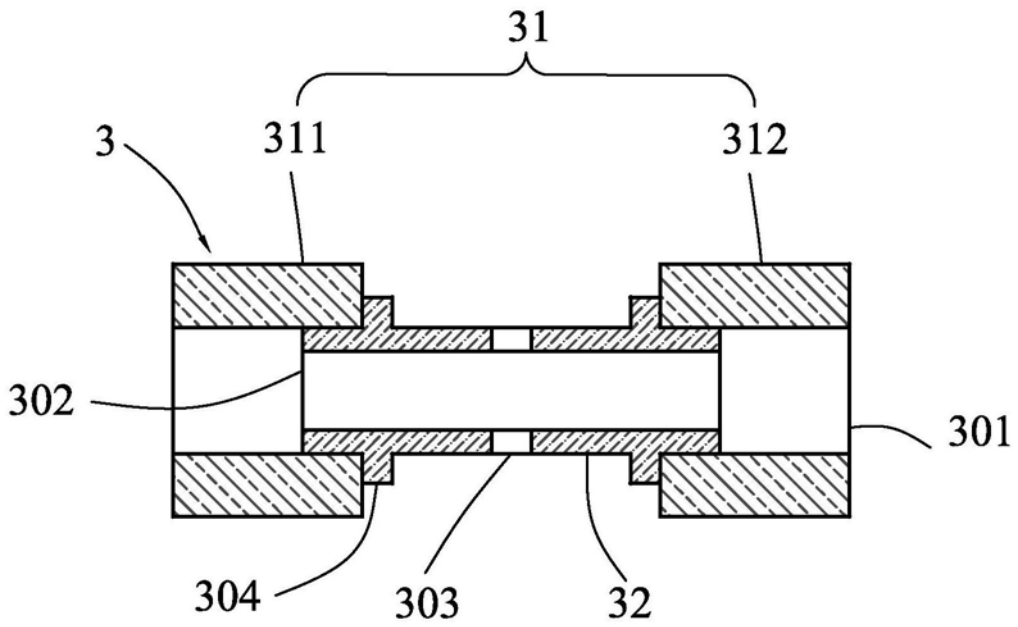


图2

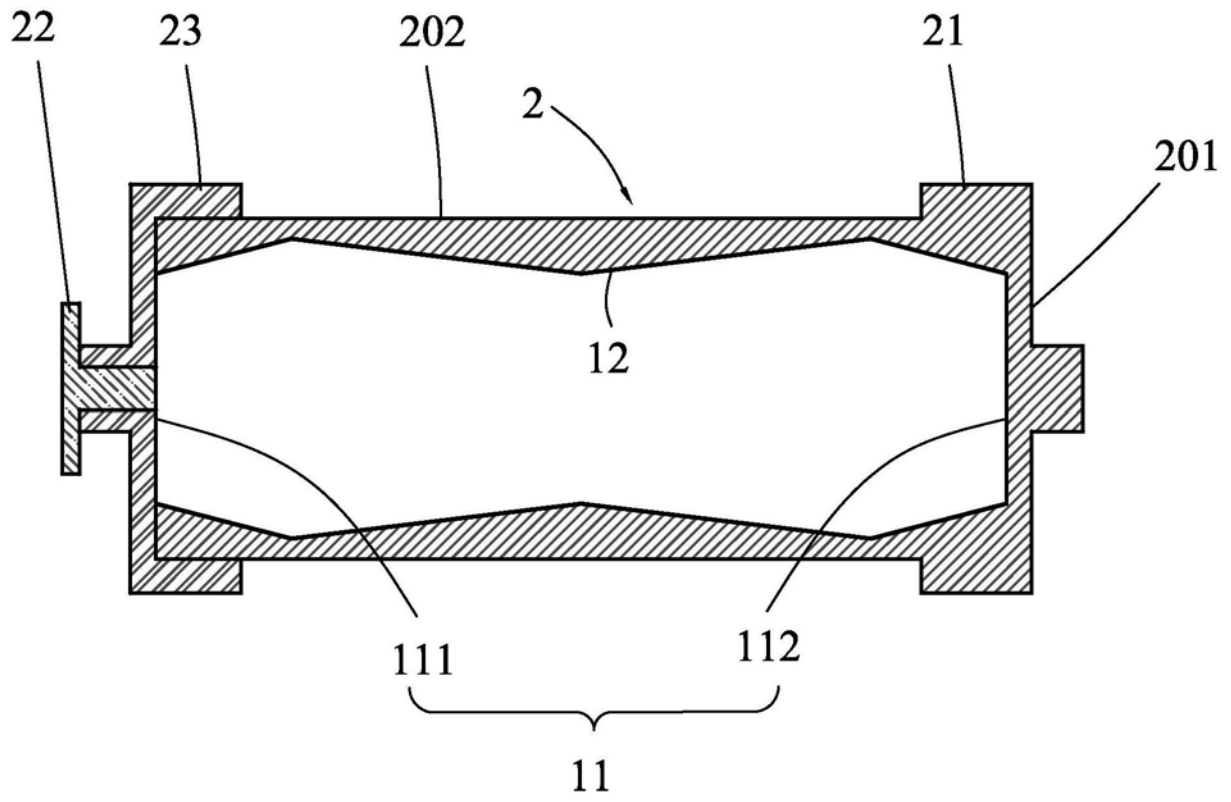


图3