



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103489440 A

(43) 申请公布日 2014. 01. 01

(21) 申请号 201310451371. 7

(22) 申请日 2013. 09. 29

(71) 申请人 哈尔滨工程大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区南通大街 145 号哈尔滨工程大学科技处知识产权办公室

(72) 发明人 蓝宇 李宽 卢苇

(51) Int. Cl.

G10K 9/12(2006. 01)

G10K 9/122(2006. 01)

G10K 11/00(2006. 01)

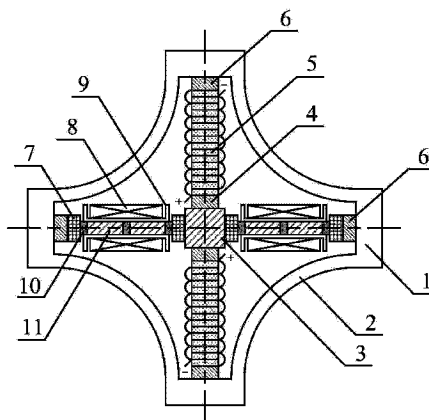
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

一种宽带振子交叉驱动水声换能器

(57) 摘要

本发明的目的在于提供一种宽带振子交叉驱动水声换能器,包括由四个直梁、四个弧形梁围成的外部壳体,相邻的直梁成 90 夹角,每两个相邻的直梁之间连接一个弧形梁,弧形梁为内凹的弧形,在外部壳体内部的中心处设置中心质量块,中心质量块与四个直梁之间分别安装一组激励材料,外部壳体上方安装上盖板,外部壳体下方安装下盖板,上盖板和下盖板通过螺杆相连并使得外部壳体封闭,上盖板上设置电缆,电缆与激励材料相连通。本发明引用了混合激励的原理,明显增加了振子交叉驱动换能器的工作带宽。可应用于水声定位、探测、导航、通讯以及水文条件测试、海洋资源勘探等领域。



1. 一种宽带振子交叉驱动水声换能器,其特征是:包括由四个直梁、四个弧形梁围成的外部壳体,相邻的直梁成 90 夹角,每两个相邻的直梁之间连接一个弧形梁,弧形梁为内凹的弧形,在外部壳体内部的中心处设置中心质量块,中心质量块与四个直梁之间分别安装一组激励材料,外部壳体上方安装上盖板,外部壳体下方安装下盖板,上盖板和下盖板通过螺杆相连并使得外部壳体封闭,上盖板上设置电缆,电缆与激励材料相连通。

2. 根据权利要求 1 所述的一种宽带振子交叉驱动水声换能器,其特征是:所述的激励材料为陶瓷晶堆,陶瓷晶堆分别通过内过滤块和外过滤块连接中心质量块和直梁,每组陶瓷晶堆由偶数片压电陶瓷粘接而成,压电陶瓷在电路上采用并联连接,四组陶瓷晶堆以及中心质量块组成十字形状。

3. 根据权利要求 1 所述的一种宽带振子交叉驱动水声换能器,其特征是:所述的激励材料为稀土棒,第一组稀土棒包括第一稀土棒和第二稀土棒,第一稀土棒的一端安装第一永磁片,第一永磁片和直梁之间依次连接安装纯铁块、外过渡块,第二稀土棒的一端安装第二永磁片,第二永磁片和中心质量块之间安装纯铁块,第一稀土棒和第二稀土棒之间安装第三永磁片,第一稀土棒和第二稀土棒外部套有线圈骨架,线圈骨架里缠有线圈;四组稀土棒结构相同、分别与中心质量块和各自对应的直梁相配合,四组稀土棒以及中心质量块组成十字形状。

4. 根据权利要求 1 所述的一种宽带振子交叉驱动水声换能器,其特征是:所述的激励材料包括两组陶瓷晶堆和两组稀土棒;每组陶瓷晶堆由偶数片压电陶瓷粘接而成,压电陶瓷在电路上采用并联连接,第一组陶瓷晶堆分别通过内过滤块和外过滤块连接中心质量块和直梁;第一组稀土棒包括第一稀土棒和第二稀土棒,第一稀土棒的一端安装第一永磁片,第一永磁片和直梁之间依次连接安装纯铁块、外过渡块,第二稀土棒的一端安装第二永磁片,第二永磁片和中心质量块之间安装纯铁块,第一稀土棒和第二稀土棒之间安装第三永磁片,第一稀土棒和第二稀土棒外部套有线圈骨架,线圈骨架里缠有线圈;两组陶瓷晶堆在一条直线上,两组稀土棒在一条直线上,两组陶瓷晶堆和两组稀土棒组成十字形状。

5. 根据权利要求 1-4 任一所述的一种宽带振子交叉驱动水声换能器,其特征是:上盖板和下盖板与外部壳体之间均安装有硅胶板,上盖板上设置有螺纹孔,

6. 根据权利要求 1-4 任一所述的一种宽带振子交叉驱动水声换能器,其特征是:在直梁和弧形梁未发生形变时,位于同一条直线的两组激励材料以及中心质量块的总长度大于该条直线上两个直梁间的距离,预先拉伸弧形梁使外部壳体产生变形,激励材料通过外部壳体的回复力固定于两个直梁之间。

7. 根据权利要求 5 所述的一种宽带振子交叉驱动水声换能器,其特征是:在直梁和弧形梁未发生形变时,位于同一条直线的两组激励材料以及中心质量块的总长度大于该条直线上两个直梁间的距离,预先拉伸弧形梁使外部壳体产生变形,激励材料通过外部壳体的回复力固定于两个直梁之间。

一种宽带振子交叉驱动水声换能器

技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种水下声学领域的换能装置。

背景技术

[0002] 随着消声技术的高速发展,对于潜艇及其他水中物体准确、及时的探测变得越来越困难,因此主动声纳被广泛关注,并开始逐步代替传统的被动声纳。相应的,对主动声纳上使用的发射换能器的性能也就提出了更高的要求,低频、宽带、小尺寸等都是发射换能器发展的重要方向。

[0003] 为了提高主动声纳的探测距离及探测性能,换能器需要发射低频信号进行远距离探测。同时,换能器的宽带性能同样十分重要,应用宽带声纳最根本的动机是要提高距离分辨能力,而不牺牲探测能力,而探测能力是由目标接收的能量数量控制的,这就需要通过使用宽带换能器增加传输信号的带宽来实现。

[0004] 换能器壳体材料在不断的更新,激励材料也从未停下发展的脚步,然而压电陶瓷和稀土超磁致伸缩材料仍然是目前水声发射换能器最常用的两种内部激励材料。压电陶瓷材料性能稳定,价格较低,可应用于各类换能器结构;稀土超磁致伸缩材料虽然晚于压电陶瓷材料出现,但其凭借高应变值、高能量密度、低声速等特点,广泛应用于低频、大功率换能器中。

[0005] 陶瓷振子呈现电容性,稀土振子呈现电感性,利用两种振子之间存在的 90 度相位差,对换能器进行混合激励是纵振式换能器实现宽带性能的常用方法之一。两者在机械上串联,而电路上并联工作。由陶瓷振子控制换能器的高频谐振,稀土振子控制其低频谐振。

[0006] 弯张类换能器的弯曲振动具有频率较低的特点,并且尺寸小、重量轻,因而成为一种常用的低频水声换能器。但这类换能器普遍存在的问题是机械品质因数较大,带宽很窄,在水声通信、水声对抗等方面的应用可能会受到一定影响。因此,国内外专家们对拓宽弯张类换能器的工作频带问题进行了相关研究,并且取得了一些进展,但对于很多结构并不适用,尤其对适于深水工作的具有凹形壳体的弯张换能器来说仍然没能有效的办法,所以迫切需要找到能够实现弯张换能器宽带发射的新思路。

[0007] Hayes 最早提出了一种内部振子交叉驱动的换能器结构(Harvey C. Hayes. Sound Generating and Directing Apparatus[P]. U. S. Patent No. 2,064,9111936),采用磁致伸缩材料作为驱动材料,作为空气中的雾号使用。这种新型的弯张换能器结构也逐步应用于水声换能器中,与传统的各类弯张换能器相比,此类换能器相同尺寸下振子的长度大大增加;换能器本身结构紧凑,方便进行小型化设计;此外,内凹式的壳体结构适合于深水工作。

[0008] 这种内部振子交叉驱动的换能器结构具有其他各类弯张换能器共有的缺陷,也就是带宽很窄,尽管具有很多优点,但如果换能器无法宽带工作,应用上就会受到极大的限制。

发明内容

[0009] 本发明的目的在于提供一种频率低、功率大、尺寸小的宽带振子交叉驱动水声换能器。

[0010] 本发明的目的是这样实现的：

[0011] 本发明一种宽带振子交叉驱动水声换能器，其特征是：包括由四个直梁、四个弧形梁围成的外部壳体，相邻的直梁成 90 夹角，每两个相邻的直梁之间连接一个弧形梁，弧形梁为内凹的弧形，在外部壳体内部的中心处设置中心质量块，中心质量块与四个直梁之间分别安装一组激励材料，外部壳体上方安装上盖板，外部壳体下方安装下盖板，上盖板和下盖板通过螺杆相连并使得外部壳体封闭，上盖板上设置电缆，电缆与激励材料相连通。

[0012] 本发明还可以包括：

[0013] 1、所述的激励材料为陶瓷晶堆，陶瓷晶堆分别通过内过滤块和外过滤块连接中心质量块和直梁，每组陶瓷晶堆由偶数片压电陶瓷粘接而成，压电陶瓷在电路上采用并联连接，四组陶瓷晶堆以及中心质量块组成十字形状。

[0014] 2、所述的激励材料为稀土棒，第一组稀土棒包括第一稀土棒和第二稀土棒，第一稀土棒的一端安装第一永磁片，第一永磁片和直梁之间依次连接安装纯铁块、外过渡块，第二稀土棒的一端安装第二永磁片，第二永磁片和中心质量块之间安装纯铁块，第一稀土棒和第二稀土棒之间安装第三永磁片，第一稀土棒和第二稀土棒外部套有线圈骨架，线圈骨架里缠有线圈；四组稀土棒结构相同、分别与中心质量块和各自对应的直梁相配合，四组稀土棒以及中心质量块组成十字形状。

[0015] 3、所述的激励材料包括两组陶瓷晶堆和两组稀土棒；每组陶瓷晶堆由偶数片压电陶瓷粘接而成，压电陶瓷在电路上采用并联连接，第一组陶瓷晶堆分别通过内过滤块和外过滤块连接中心质量块和直梁；第一组稀土棒包括第一稀土棒和第二稀土棒，第一稀土棒的一端安装第一永磁片，第一永磁片和直梁之间依次连接安装纯铁块、外过渡块，第二稀土棒的一端安装第二永磁片，第二永磁片和中心质量块之间安装纯铁块，第一稀土棒和第二稀土棒之间安装第三永磁片，第一稀土棒和第二稀土棒外部套有线圈骨架，线圈骨架里缠有线圈；两组陶瓷晶堆在一条直线上，两组稀土棒在一条直线上，两组陶瓷晶堆和两组稀土棒组成十字形状。

[0016] 4、上盖板和下盖板与外部壳体之间均安装有硅胶板，上盖板上设置有螺纹孔。

[0017] 本发明的优势在于：

[0018] (a) 本发明的换能器引用了混合激励的原理，明显增加了振子交叉驱动换能器的工作带宽。

[0019] (b) 本发明的换能器使用稀土材料作为驱动材料，可以在换能器尺寸不变的情况下，实现更低频率的大功率发射。

[0020] (c) 本发明的换能器采用内凹式壳体，振子与壳体同向振动，不会因水下工作深度的增加而释放内部材料的预应力，因此适于深水工作。

[0021] (d) 本发明的换能器由于体积小，结构紧凑，适合组成换能器阵列。

[0022] 本发明的宽带振子交叉驱动水声换能器可应用于水声定位、探测、导航、通讯以及水文条件测试、海洋资源勘探等领域。

附图说明

[0023] 图 1 为本发明用压电陶瓷和稀土材料混合激励的宽带振子交叉驱动水声换能器的结构示意图；

[0024] 图 2 为本发明用压电陶瓷和稀土材料混合激励的宽带振子交叉驱动水声换能器封装后的结构示意图；

[0025] 图 3 为本发明用压电陶瓷和稀土材料混合激励的宽带振子交叉驱动水声换能器的发送电压响应曲线示意图；

[0026] 图 4 为本发明用压电陶瓷材料激励的宽带振子交叉驱动水声换能器的结构示意图；

[0027] 图 5 为本发明用稀土材料激励的宽带振子交叉驱动水声换能器的结构示意图。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图举例对本发明做更详细地描述：

[0029] 实施方式 1：

[0030] 结合图 1 ~ 3, 本实施例由直梁 1 和弧形梁 2 交替连接构成外部壳体, 可使用铝合金材料或碳纤维、钛合金等其他轻质材料加工制成, 弧形梁 2 均向换能器内部弯曲, 直梁 1 与内部各个振子装配体刚性连接。

[0031] 本实施例中共有两种振子装配体, 图 1 中垂直方向的第一种振子装配体由陶瓷晶堆 5、内过渡块 4 和外过渡块 6 组成。陶瓷晶堆 5 由 16 片压电陶瓷方片并联连接而成, 每个方片的尺寸为 $40\text{mm} \times 100\text{mm} \times 4\text{mm}$, 两个方片之间都夹有铜电极片, 从电极片上引出电极引线, 陶瓷晶堆分别与内过渡块 4 和外过渡块 6 粘接在一起。

[0032] 图 1 中水平方向的第二种振子装配体由稀土棒 11、永磁片 10、线圈 8 和线圈骨架 9 组成, 一组振子装配中有两根稀土棒 11, 稀土棒 11 的尺寸为 $\Phi 20\text{mm} \times 30\text{mm}$, 每根稀土棒 11 的两侧各贴放一片相同直径的永磁片 10, 永磁片 10 可以为稀土棒 11 提供静态偏置磁场。四氟材料制成的线圈骨架 9 套在稀土棒 11 和永磁片 10 的外部, 线圈 8 均匀缠绕在线圈骨架中, 通电后产生交变磁场。

[0033] 两组带有稀土棒的振子装配体平行放置, 分别与纯铁块 7 靠磁性吸附在一起, 共同构成磁通回路, 整个回路位于中心质量块 3 的一侧, 而另外两组带有稀土棒的振子装配体构成的磁通回路位于中心质量块 3 的另一侧。

[0034] 两种振子装配体在壳体内部交叉摆放, 分别与中间质量块刚性连接。

[0035] 同一方向上的振子装配体与中心质量块连接后的总长度略大于外壳体两相对直梁间的长度, 预先拉伸弧形梁使壳体产生变形, 利用壳体的回复力将振子装配体固定于换能器两直梁之间, 使振子装配体与两端直梁刚性连接。

[0036] 参考图 2, 直梁和弧形梁所构成的换能器外部壳体 12 的两端用上盖板 13 和下盖板 14 封闭, 盖板与壳体之间加入厚度为 5mm 的硅胶板 19 以起到密封和隔振的作用。上盖板 13 和下盖板 14 通过换能器壳体外侧的螺杆 15 和螺母 16 紧固与换能器壳体 12 两端。上盖板 13 和下盖板 14 采用的是铝合金材料, 螺杆 15 采用不锈钢材料制成。电缆 17 与上盖板 13 相连, 6 个用于连接法兰的螺纹孔 18 均布在上盖板 13 的中间。

[0037] 换能器工作时, 通过电缆 17 对陶瓷晶堆 5 和线圈 8 施加交流电, 陶瓷晶堆 5 因压

电效应而产生纵向振动,稀土棒 11 因磁致伸缩效应同样产生纵向振动,振动位移通过直梁 1 传递到弧形梁 2,引起弧形梁 2 的弯曲振动从而向外部水介质辐射声能量。由于振动相位不同,两种激励材料同时工作时振动相互叠加,因此有效地抵消了反向振动效果,最终计算的发送电压响应曲线如图 3 所示,形成了三个谐振峰。第一个谐振峰主要是由稀土棒的纵向振动形成的,第二个谐振峰主要是由压电陶瓷的纵向振动形成的,第三个谐振峰是两种激励材料共同作用形成的,三个谐振峰耦合在一起实现了换能器的宽带发射性能。

[0038] 本发明的工作原理是:将混合激励的原理应用到振子交叉驱动换能器中,陶瓷振子控制换能器的高频谐振,稀土振子控制其低频谐振,两者还可以在更高的频率处激励出第三个谐振峰。两种材料本身可以电调谐,各个谐振峰之间就不会形成很深的凹谷,耦合在一起实现宽带性能。

[0039] 实施方式 2:

[0040] 结合图 4,宽带振子交叉驱动水声换能器内部只有一种振子装配体,振子装配体由陶瓷晶堆 5、内过渡块 4 和外过渡块 6 组成。换能器工作时,陶瓷晶堆 5 因压电效应而产生纵向振动,振动位移通过直梁 1 传递到弧形梁 2,引起各弧形梁等幅同相振动从而向外部水介质辐射声能量。

[0041] 本实施例的其余部分与实施例 1 相同。

[0042] 实施方式 3:

[0043] 结合图 5,宽带振子交叉驱动水声换能器内部只有一种振子装配体,振子装配体由稀土棒 11、永磁片 10、线圈 8 和线圈骨架 9 组成。换能器工作时,稀土棒 11 因磁致伸缩效应而产生纵向振动,振动位移通过直梁 1 传递到弧形梁 2,引起各弧形梁等幅同相振动从而向外部水介质辐射声能量。

[0044] 本实施例的其余部分与实施例 1 相同。

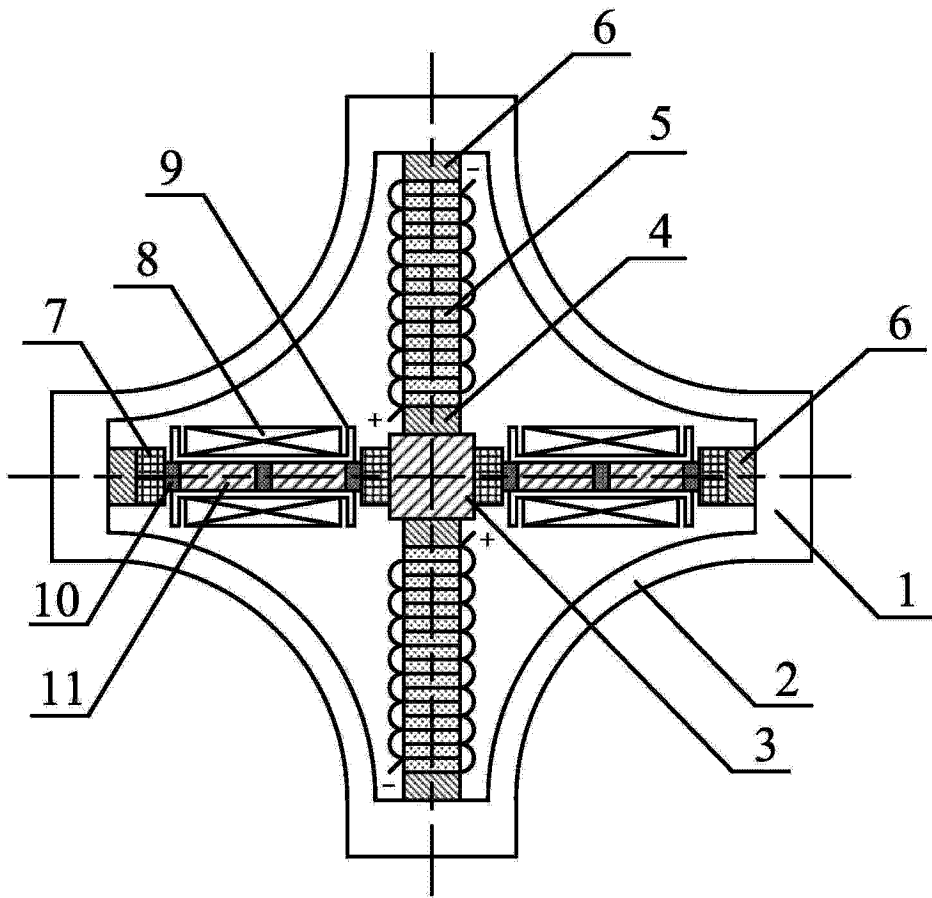


图 1

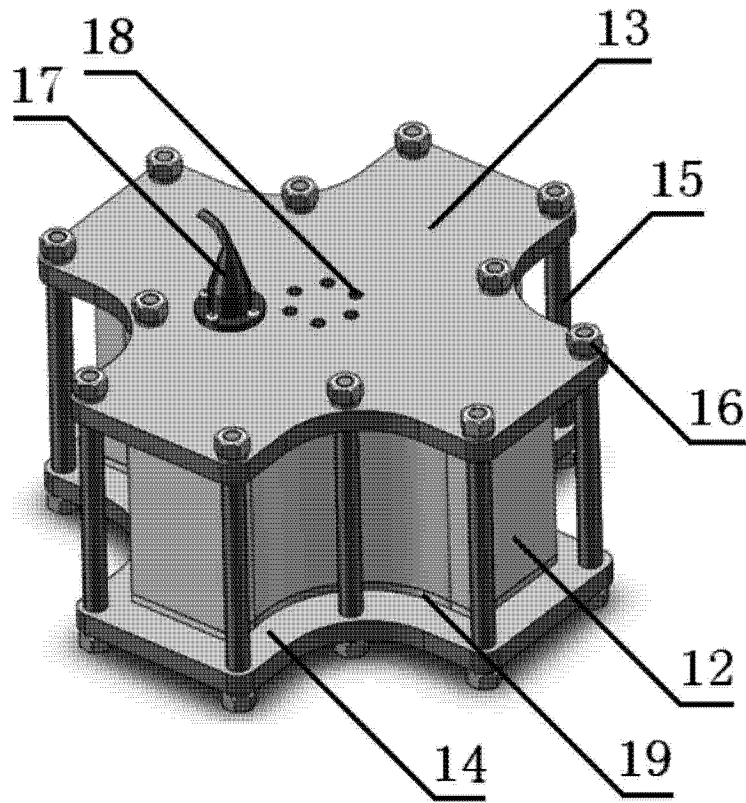


图 2

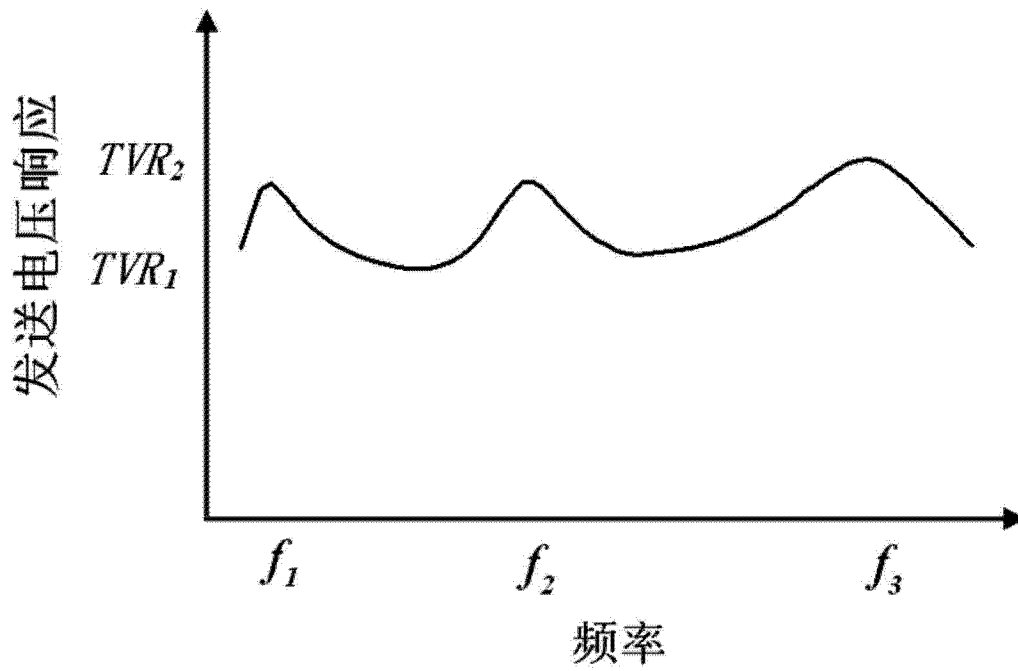


图 3

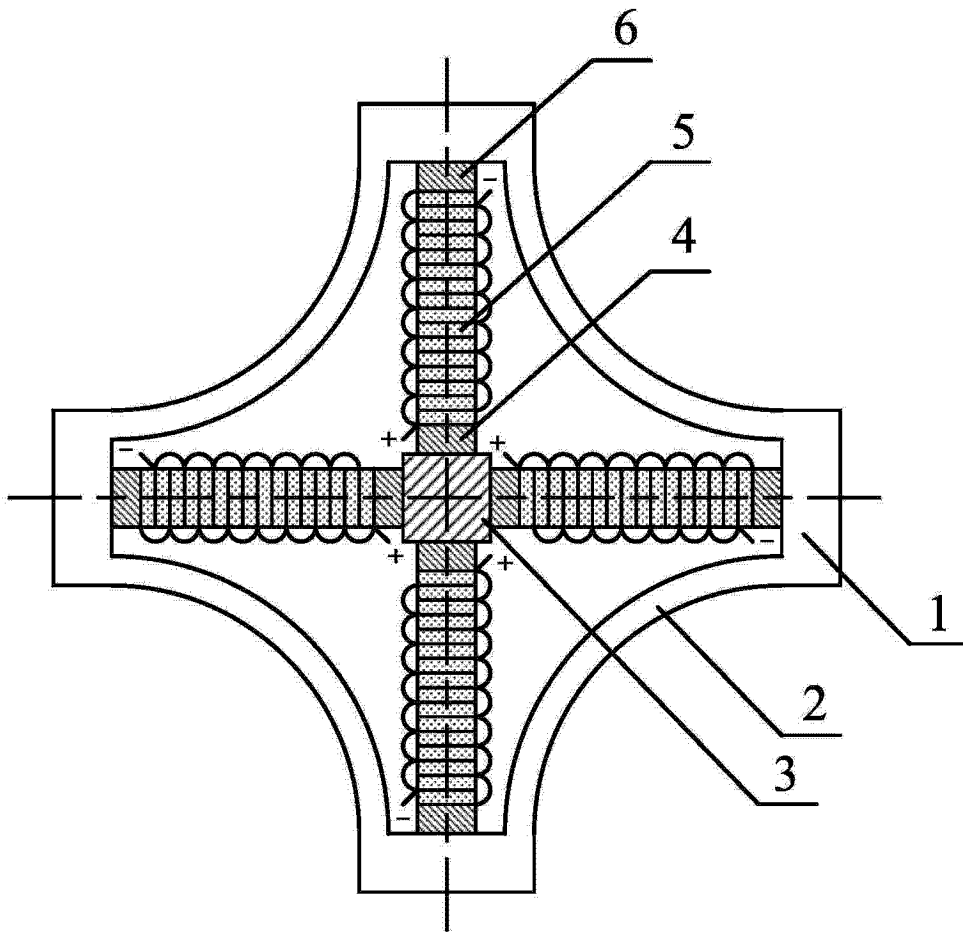


图 4

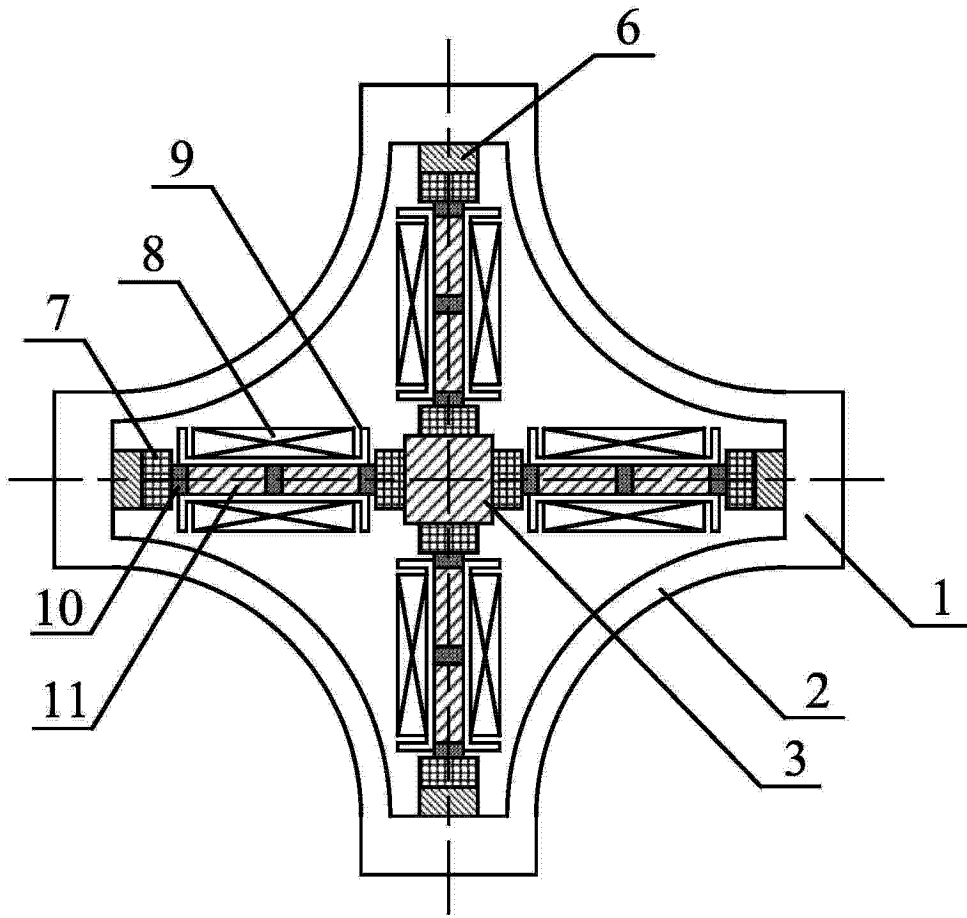


图 5