(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 111641308 B
(45)授权公告日 2025.02.18

(21)申请号 202010489204.1
(22)申请日 2020.06.02
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111641308 A
(43)申请公布日 2020.09.08
(73)专利权人 广东汉图达科技有限公司
地址 519030 广东省珠海市横琴新区环岛东路3000号2801办公
(72)发明人 郑锐聪 邱湘瑶 刘福超 邵志江
(74)专利代理机构 佛山市禾才知识产权代理有限公司 44379
专利代理师 何慧敏
(51)Int.Cl.
*H02K 16/04*(2006.01)
*H02K 1/18*(2006.01)
*H02K 1/2796*(2022.01)
*H02K 5/04*(2006.01)
*H02K 5/16*(2006.01)
*H02K 7/09*(2006.01)
*H02K 7/14*(2006.01)
*B63H 1/14*(2006.01)
*B63H 21/17*(2006.01)
(56)对比文件
CN 212435560 U,2021.01.29
审查员 黄碧琴

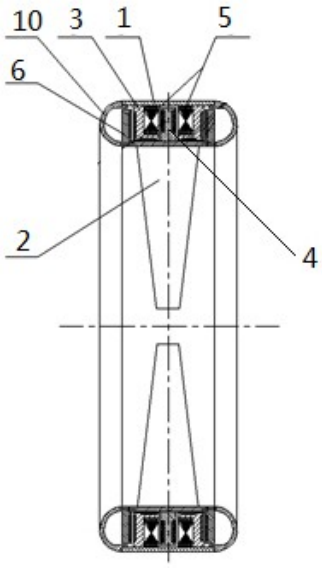
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

一种轴向磁通电机驱动的环形电力推进器

(57)摘要

本发明涉及一种轴向磁通电机驱动的环形电力推进器，包括：壳体、轴向磁通电机、螺旋桨和轴承组件。本发明环形电力推进器采用置于水中的轴向磁通电机直接带动螺旋桨转动，省去了中间的传动设备，转子和螺旋桨组件由置于水中的轴承支撑并将推力传递到电机和船体上；降低了电机到螺旋桨之间的中间传动损耗，提高效率、简化推进系统结构、降低噪声和振动等。




CN 111641308 B

1.一种轴向磁通电机驱动的环形电力推进器,其特征在于,包括:壳体、轴向磁通电机、螺旋桨和轴承组件,其中,

所述轴向磁通电机包括:端面法兰、转子组件和定子组件,所述壳体的两端分别设有所述端面法兰,所述定子组件固定于所述端面法兰上,所述转子组件与所述定子组件并列设置且与所述定子组件产生的气隙磁场方向为轴向;

所述螺旋桨通过叶梢法兰与所述转子组件相连,所述叶梢法兰位于所述端面法兰的外侧;

所述轴承组件包括:推力盘和耐磨套,所述叶梢法兰的两端分别固定有所述推力盘,且所述推力盘位于所述端面法兰的外侧,所述耐磨套分别设置于所述推力盘与端面法兰之间以及所述叶梢法兰与端面法兰之间;

所述转子组件包括:永磁体和支撑架,所述永磁体嵌在所述支撑架内,所述支撑架与所述定子组件并列设置,且所述支撑架的一端与所述叶梢法兰相连;所述端面法兰的外壁上设有第一轴向耐磨套,所述推力盘的内壁上设有第二轴向耐磨套,所述第二轴向耐磨套与第一轴向耐磨套构成推力轴承副,用于承受螺旋桨的正倒车推力;所述端面法兰的外壁上还设有径向耐磨套,所述径向耐磨套与所述叶梢法兰外圆面构成径向轴承副,用于承受转子组件和螺旋桨的重量和在旋转过程中由于偏心形成的离心力;所述径向轴承副和推力轴承副的表面设有水槽,用于容纳水中泥沙,并通过水流冷却径向轴承副和推力轴承副;

所述推力轴承副采用成对的、同极相斥的永磁体或电磁线圈,形成磁推力轴承副;所述定子组件为两个,所述转子组件为一个且设置于两个所述定子组件之间。

2.根据权利要求1所述的环形电力推进器,其特征在于,所述推力轴承副和径向轴承副的耐磨套均为耐腐蚀耐磨损的金属或非金属材质,或高分子材质,或硬质耐磨涂层。

3.根据权利要求1所述的环形电力推进器,其特征在于,所述螺旋桨为整体式螺旋桨或分体式螺旋桨。

4.根据权利要求1所述的环形电力推进器,其特征在于,所述壳体的两端还分别设有防护罩,用于保护轴向磁通电机和轴承组件。

5.根据权利要求1-4中任一项所述的环形电力推进器,其特征在于,所述定子组件和转子组件均为多个,所述转子组件和定子组件相互交替穿插于所述壳体内。

# 一种轴向磁通电机驱动的环形电力推进器

## 技术领域

[0001] 本发明属于船舶轮机推进器技术领域,具体涉及一种轴向磁通电机驱动的环形电力推进器。

## 背景技术

[0002] 随着电力推进技术的发展,电力推进系统越来越多地应用于船舶上。常见的电力推进系统包括变速齿轮箱、轴系(含轴、联轴器、各种轴承和轴承座、艉管密封)、螺旋桨等;电力推进系统的推进方式是由电动机带动变速齿轮箱减速后,驱动轴系和螺旋桨旋转,产生船舶前进或后退的推力。这种推进方式存在以下问题:结构复杂,零件众多,故障率高、占用空间大、重量重;推进效率低:电机与螺旋桨之间通过齿轮、轴系等部件传动,齿轮啮合产生能量损失,同时轴承通常为滑动轴承,摩擦力大,摩擦功耗大;以上传动环节,产生了中间传动损耗,降低了系统的推进效率;传动齿轮啮合产生振动并引发噪声,其次,水流流经轴系和水下附体后,产生紊流,螺旋桨在紊流中旋转,产生激振和空泡,空泡爆裂产生噪声。

## 发明内容

[0003] 为降低电机到螺旋桨之间的中间传动损耗,提高效率、简化推进系统结构、降低噪声和振动等。本发明提出了一种轴向磁通电机驱动的环形电力推进器,采用置于水中的轴向磁通电机直接带动螺旋桨转动,省去了中间的传动设备,转子和螺旋桨组件由置于水中的轴承支撑并将推力传递到电机和船体上。

[0004] 为至少解决上述技术问题之一,本发明采取的技术方案为:

[0005] 一种轴向磁通电机驱动的环形电力推进器,包括:壳体、轴向磁通电机、螺旋桨和轴承组件,其中,

[0006] 所述轴向磁通电机包括:端面法兰、转子组件和定子组件,所述壳体的两端分别设有所述端面法兰,所述定子组件固定于所述端面法兰上,所述转子组件与所述定子组件并列设置且与所述定子组件产生的气隙磁场方向为轴向;

[0007] 所述螺旋桨通过叶梢法兰与所述转子组件相连,所述叶梢法兰位于所述端面法兰的外侧;

[0008] 所述轴承组件包括:推力盘和耐磨套,所述叶梢法兰的两端分别固定有所述推力盘,且所述推力盘位于所述端面法兰的外侧,所述耐磨套分别设置于所述推力盘与端面法兰之间以及所述叶梢法兰与端面法兰之间。

[0009] 进一步的,所述转子组件包括:永磁体和支撑架,所述永磁体嵌在所述支撑架内,所述支撑架与所述定子组件并列设置,且所述支撑架的一端与所述叶梢法兰相连。

[0010] 进一步的,所述端面法兰的外壁上设有第一轴向耐磨套,所述推力盘的内壁上设有第二轴向耐磨套,所述第二轴向耐磨套与第一轴向耐磨套构成推力轴承副,用于承受螺旋桨的正倒车推力。

[0011] 进一步的,所述端面法兰的外壁上还设有径向耐磨套,所述径向耐磨套与所述叶

梢法兰外圆面构成径向轴承副,用于承受转子组件和螺旋桨的重量和在旋转过程中由于偏心形成的离心力。

[0012] 进一步的,所述径向轴承副和推力轴承副的表面设有水槽,用于容纳水中泥沙,并通过水流冷却径向轴承副和推力轴承副。

[0013] 进一步的,所述推力轴承副和径向轴承副的耐磨套均为耐腐蚀耐磨损的金属或非金属材质,或高分子材质,或硬质耐磨涂层。

[0014] 进一步的,所述推力轴承副采用成对的、同极相斥的永磁体或电磁线圈,形成磁推力轴承副。

[0015] 进一步的,所述螺旋桨为整体式螺旋桨或分体式螺旋桨。

[0016] 进一步的,所述壳体的两端还分别设有防护罩,用于保护轴向磁通电机和轴承组件。

[0017] 进一步的,所述定子组件为两个,所述转子组件为一个且设置于两个所述定子组件之间。

[0018] 进一步的,所述定子组件和转子组件均为多个,所述转子组件和定子组件相互交替穿插于所述壳体内。

[0019] 本发明的有益效果至少包括:

[0020] 1)本发明采用双定子单转子结构的轴向磁通永磁无刷电机(盘式电机),转子二侧轴向力平衡,电机效率高、结构紧凑;采用永磁体代替线圈,相比他励式的电动机,减少了电流损耗,进一步提高了电机效率和功率因数;其次,电机的转子内圆直接固定螺旋桨,转子直接驱动螺旋桨转动,不再需要任何中间传动环节;

[0021] 2)本发明采用双定子单转子结构,转子二侧的磁场均产生电磁力驱动转子,同时出力,功率密度高,或者集成更多的定子和转子,提高功率密度,也可采用单定子单转子,降低功率密度,简化结构,节省成本;

[0022] 3)由于转子直接驱动螺旋桨,消除了传统推进型式中齿轮箱齿轮啮合带来的振动与噪声;

[0023] 4)结构简单化、重量变轻、可靠性提高、占用舱内空间少:本发明取消了传统电力推进型式所固有的联轴器、齿轮箱、轴系、滑动轴承和轴承座、艉管艉密封系统等中间传动部件,只剩下电机、螺旋桨和轴承组,结构更加简单,可靠性更高,同时重量也大幅减轻,另外,由于电机置于水下,节省了舱内空间。

## 附图说明

[0024] 图1为本发明环形电力推进器结构示意图。

[0025] 图2为本发明整体式螺旋桨结构示意图。

[0026] 图3为本发明分体式螺旋桨结构示意图。

[0027] 图4为图1第一实施例的C-C向剖视图。

[0028] 图5为图4的局部放大图。

[0029] 图6为图1第二实施例的C-C向剖视图。

[0030] 图7为图6的局部放大图。

[0031] 图8为图1第三实施例的C-C向剖视图。

[0032] 图9为图8的局部放大图。

[0033] 其中,壳体1、螺旋桨2、桨叶201、叶梢法兰202、端面法兰3、转子组件4、永磁体401、支撑架402、定子组件5、推力盘6、第一轴向耐磨套7、第二轴向耐磨套8、径向耐磨套9、防护罩10。

## 具体实施方式

[0034] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,仅用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0035] 实施例1:如图1、4和5所示,该实施例的环形电力推进器为双定子单转子组件结构,主要包括:壳体、轴向磁通电机、螺旋桨和轴承组件。

[0036] 本发明轴向磁通电机采用轴向磁通永磁无刷电机(盘式电机),轴向磁通电机与普通电机不同,其气隙为平面型,气隙磁场方向为轴向,载流导体系径向放置,定子和转子为盘式结构。电机由定子组件、转子组件、机壳、端面法兰组成。左右二个定子组件分别固定在电机左右端面法兰上,中间为单转子组件。电机定子组件为轴向铁心和线圈组成,也可设计为无铁芯结构,定子组件整体灌封多层密封绝缘的填充防护材料,与水隔绝并起到绝缘的作用。转子组件夹在二个定子组件中间,与定子组件平行,而非像普通电机一样与定子成径向同心的结构。转子组件含永磁体和支撑架,永磁体嵌在支撑架内,支撑架内灌封密封填充材料,防止水进入内部腐蚀永磁体。机壳即为推进器壳体,机壳左右二端连接电机的端面法兰和防护罩。

[0037] 转子内径大,可以容纳螺旋桨,螺旋桨固定在叶梢法兰上,叶梢法兰与转子支撑架内径连接,转子直接带动螺旋桨转动,电机转速即螺旋桨转速,不需要齿轮等中间传动环节。电机左右定子组件在通入三相电源后产生旋转磁场,中间的转子组件中的永磁体在旋转磁场的作用下产生电磁力,转子旋转并输出力矩,带动螺旋桨在水中旋转产生推动船舶的推力。

[0038] 螺旋桨为金属质螺旋桨,也可为复合材料螺旋桨。螺旋桨桨叶数量根据水动力性能计算来确定,叶数可以为2、3、4、5、6或更多。

[0039] 如图2所示,螺旋桨可以为整体式,各个叶片叶梢与共有的叶梢法兰连接为一个整体,再通过叶梢法兰和转子支撑架连接。

[0040] 如图3所示,螺旋桨叶片也可以为分体式,每片桨叶通过叶梢法兰固定在转子支撑架内圆上,由转子支撑并直接驱动,同时由于螺旋桨做成分体式,也方便了拆卸和更换。

[0041] 可以理解的是,无论整体式螺旋桨还是分体式螺旋桨,均为无桨毂式螺旋桨,每片桨叶通过螺旋桨法兰固定在转子上,由转子直接驱动,电机转速即螺旋桨转速,不再需要支撑和传动用的轴系和桨毂,也不再需要传动齿轮等中间传动环节。

[0042] 本发明所述轴承组件为水润滑轴承。承受转子组件和螺旋桨的重量,同时承受螺旋桨的正倒车推力。所述轴承组件由左右推力盘、推力轴承副、径向轴承副组成。

[0043] 具体的:左右径向耐磨套与叶梢法兰外圆面构成径向轴承副:左径向耐磨套与螺旋桨法兰左侧外圆面形成了左径向轴承副,右径向耐磨套与螺旋桨法兰右侧外圆面形成了右径向轴承副,左右径向轴承副同心,共同支撑转子组件和螺旋桨的重量,并承受转子组

件-螺旋桨旋转过程中由于偏心形成的离心力。

[0044] 左右推力盘与叶梢法兰的两端连接在一起,左推力盘上的第二耐磨套与安装在电机左端面法兰上的第一耐磨套形成了左推力轴承副,右推力盘上的第二耐磨套与安装在电机右端面法兰上的第一耐磨套形成了右推力轴承副,分别承受螺旋桨的正倒车推力。

[0045] 所述推力轴承副和径向轴承副的耐磨套均为耐腐蚀、耐磨损的金属或非金属材质,或者高分子材质,或硬质耐磨涂层等。所述径向轴承副和推力轴承副表面可以开有水槽,用于容纳水中泥沙,并通过水流,冷却轴承副。

[0046] 前后防护罩安装在电机机壳前后端,起着保护电机和旋转着的推力盘的作用,前后防护罩外形可以做成圆弧形或流线型,有利于降低阻力,提高水动力性能。

[0047] 很多情况下,由于船舶的吃水受限制,或船艉空间尺寸有限,导致螺旋桨和推进器的径向尺寸受限,螺旋桨和推进器的直径无法进一步做大,为了在径向尺寸受限的情况下提高功率,还可以通过增加定子组件和转子组件的数量,来提高功率。在径向尺寸受限的情况下,推进器集成的电机定子组件和转子组件的数量增加了,功率和功率密度就提高了;推进器集成的电机定子组件和转子组件的数量减少了,功率和功率密度也就降低了。

[0048] 实施例2:当功率密度要求不高时,可以采用单定子单转子的型式来降低功率和功率密度,如图6和7所示,该实施例的环形电力推进器为单定子单转子组件结构,与实施例1不同的是,该定子组件的数量设置为一组,转子组件仅由一侧的单定子组件驱动,采用单定子和单转子,功率下降了,功率密度降低了,但是结构简单,成本较低,适合于功率较低、对功率密度要求不高的推进器。

[0049] 实施例3:当功率需要更大,而直径不变,也即需要提高功率密度时,可以采用增加定子组件和转子组件的数量的方式来实现,也即多个定子组件同时驱动多个转子组件,多个转子组件同时驱动一个螺旋桨。如图8和9所示,该实施例的环形电力推进器为三定子双转子组件结构,与实施例1和2不同的是,三个定子组件驱动二个转子组件,两个转子组件同时驱动一个螺旋桨。

[0050] 电机采用三定子双转子的多盘式结构,前后二个定子组件分别固定在电机前后端面法兰上,中间定子组件嵌入在壳体内。每两个定子组件中间为一个转子组件,前定子组件和中定子组件中间为前转子组件,中定子组件和后定子组件中间为后转子组件。两个转子组件的支撑架与螺旋桨叶梢法兰紧固在一起,共同推动螺旋桨旋转,电机功率更大,功率密度提高了。

[0051] 同理,也可以在推进器上同时集成更多的定子组件和转子组件,同时驱动一个螺旋桨,不断提高推进器的功率和功率密度,做到在径向尺寸受限的情况下,通过提高功率密度和功率,让推进器发出更大的推力。

[0052] 实施例4:与上述实施例1-3不同的是,所述推力轴承副甚至还可采用成对的、同极相斥的永磁体或电磁线圈,形成磁推力轴承副,通过相斥形成的磁推力承受转子组件和螺旋桨的重量,同时承受螺旋桨的正倒车推力,此外,还可减少接触摩擦减小损耗,延长使用寿命。

[0053] 综上所述,本发明取消了电力推进系统中,电机到螺旋桨之间的各个传动环节,电机直接驱动螺旋桨,采用双定子单转子结构或多定子多转子结构的轴向磁通电机,提高了功率密度和效率,降低了运行噪声。另外,取消中间传动环节也降低了重量、提高了可靠性、

减少了占用的舱内空间,提高了舱内空间利用率。适合在各种电动船舶上使用。

[0054] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示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一个或者更多个该特征。

[0055] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本发明的限制,本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型,同时,对于本领域的一般技术人员,依据本申请的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。

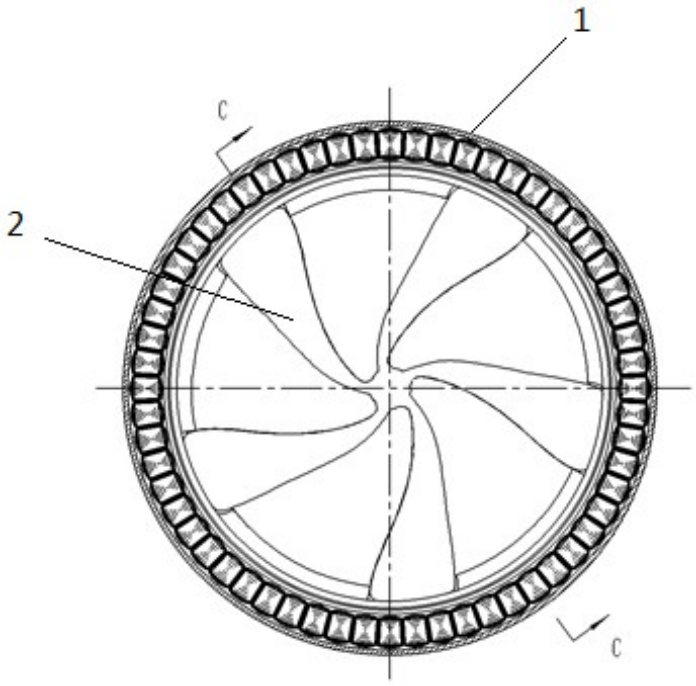



图1

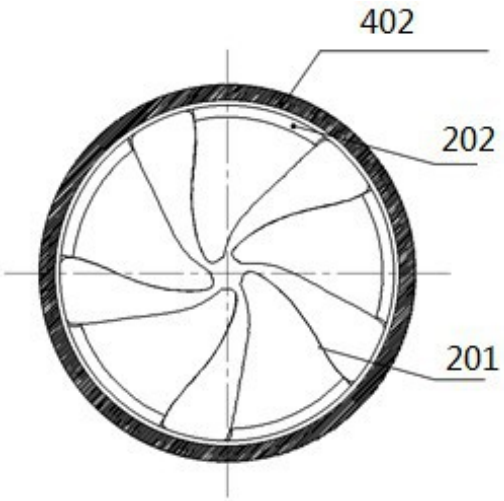



图2

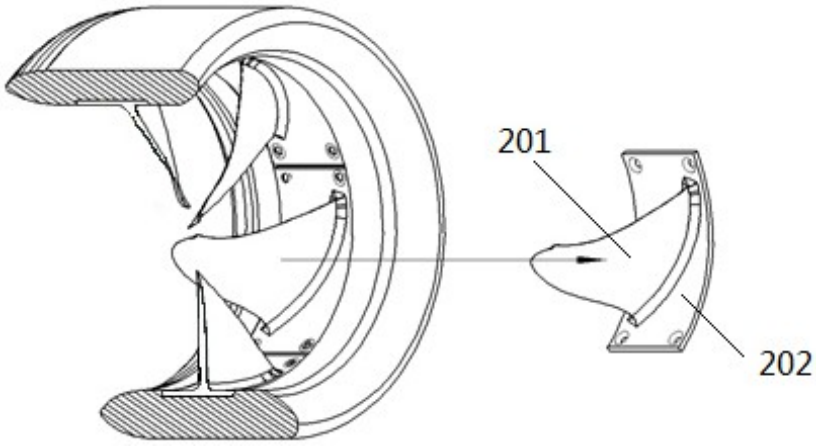



图3

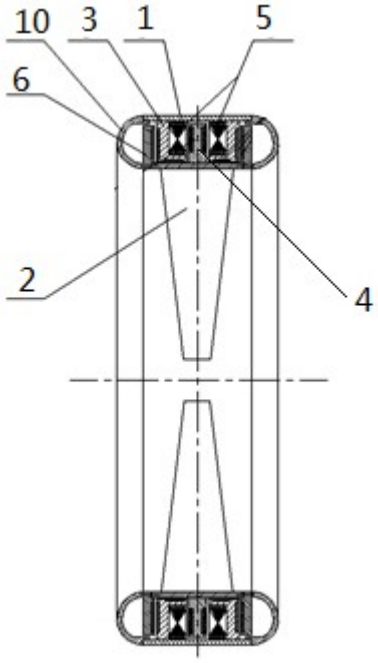



图4

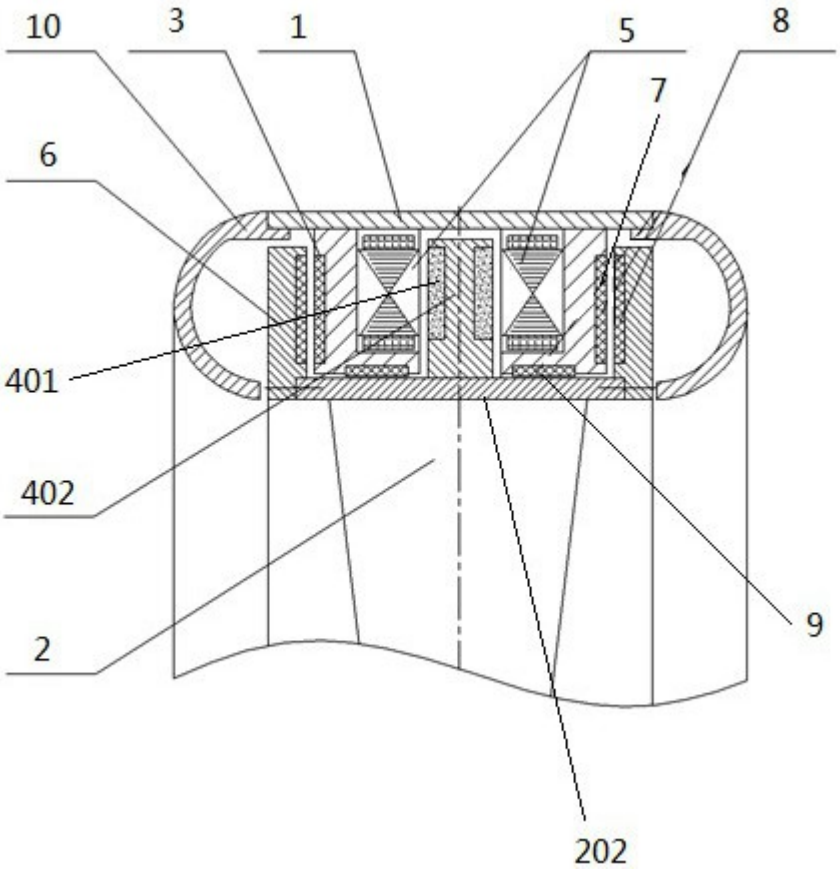



图5

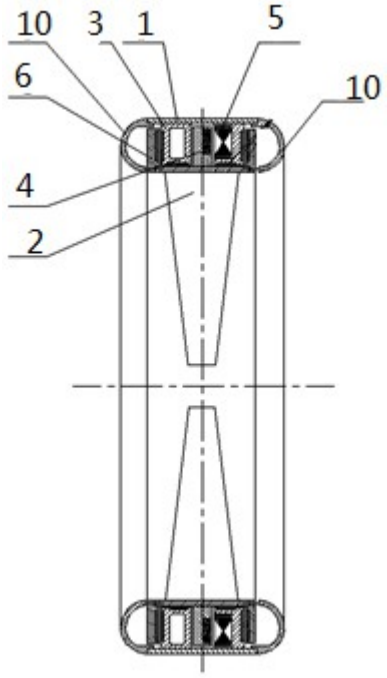



图6

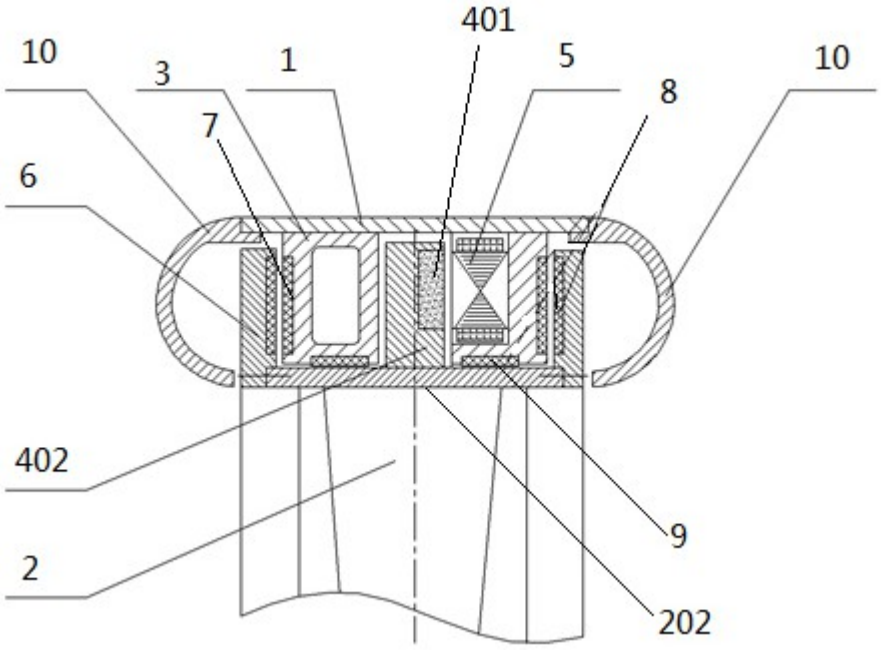



图7

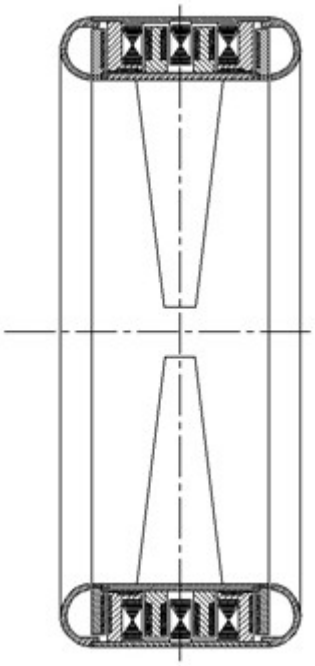


图8

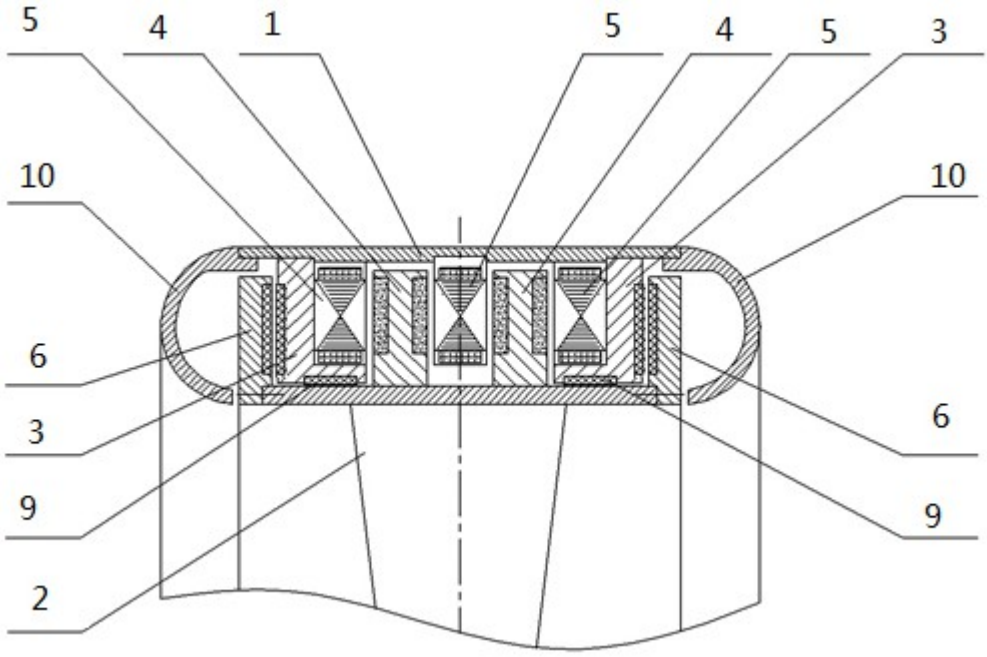



图9