



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111439362 B

(45) 授权公告日 2025. 01. 07

(21) 申请号 202010342930.0

(22) 申请日 2020.04.27

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111439362 A

(43) 申请公布日 2020.07.24

(73) 专利权人 广州海工船舶设备有限公司

地址 511495 广东省广州市番禺区谢石公
路76号-2

(72) 发明人 郑锐聪 肖燕燕 邱湘瑶 郭望渠

(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 朱培祺

(51) Int. Cl.

B63H 21/17 (2006.01)

B63H 1/18 (2006.01)

B63H 1/26 (2006.01)

B63H 1/15 (2006.01)

B63H 23/24 (2006.01)

B63H 1/14 (2006.01)

B63H 23/32 (2006.01)

B63H 1/28 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 212354371 U, 2021.01.15

审查员 籍海燕

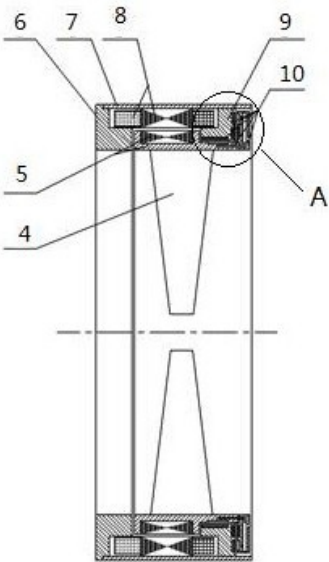
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种磁液复合悬浮轴承支撑的环形电力推
进器

(57) 摘要

本发明涉及一种磁液复合悬浮轴承支撑的
环形电力推进器,包括:壳体、轮缘式电机、磁液
复合悬浮轴承系统和螺旋桨。本发明采用置于水
中的永磁无刷电机直接带动无毂式螺旋桨转动,
省去了中间的传动机构,转子和螺旋桨组件由磁
液复合悬浮轴承系统支撑并将推力传递到电机
和船体上,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。



1. 一种磁液复合悬浮轴承支撑的环形电力推进器,其特征在于,包括:壳体、轮缘式电机、磁液复合悬浮轴承系统和螺旋桨,其中,所述轮缘式电机包括:定子组件、转子组件和端面法兰,所述定子组件和转子组件设置于所述壳体内,所述壳体的两端分别设有所述端面法兰;所述磁液复合悬浮轴承系统位于所述端面法兰上,所述磁液复合悬浮轴承系统包括:转子端板、推力盘、动推力环和静推力环,所述转子端板与所述转子组件相连且与所述端面法兰之间具有第一间隙通道,所述转子端板内部设有与所述第一间隙通道相连通的第一水流道,所述推力盘固定于所述转子端板的端部且与所述端面法兰之间具有与所述第一间隙通道相连通的第二间隙通道,所述推力盘内部设有分别与所述第二间隙通道和第一水流道相连通的第二水流道,用于水流通过形成液悬浮;所述动推力环设置于所述推力盘的内壁上,所述静推力环设置于对应所述动推力环位置处的所述端面法兰的外壁上,用于产生磁斥力形成磁悬浮;所述螺旋桨与所述转子组件相连;

所述转子端板还设有径向高压水腔,且所述径向高压水腔分别与所述第一间隙通道和第一水流道相连通,用于产生径向高压水流;

所述推力盘还设有轴向高压水腔和进水口,所述轴向高压水腔分别与所述第二间隙通道和第二水流道相连通,用于产生轴向高压水流,所述进水口与所述第二水流道相连通。

2. 根据权利要求1所述的环形电力推进器,其特征在于,所述进水口连接有高压水泵。

3. 根据权利要求1所述的环形电力推进器,其特征在于,所述磁液复合悬浮轴承系统还包括:减摩块,所述减摩块设置于所述端面法兰的外壁上。

4. 根据权利要求1所述的环形电力推进器,其特征在于,所述定子组件固定于两端的所述端面法兰的内侧台阶的上方,所述转子组件位于所述定子组件的内侧。

5. 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。

6. 根据权利要求1所述的环形电力推进器,其特征在于,所述动推力环和静推力环都是包裹着耐腐蚀防腐涂层的永磁体或电磁线圈,同极相对,产生磁斥力。

7. 根据权利要求1所述的环形电力推进器,其特征在于,所述轮缘式电机为轮缘式永磁无刷电机。

一种磁液复合悬浮轴承支撑的环形电力推进器

技术领域

[0001] 本发明属于船舶轮机中船用推进器技术领域,具体涉及一种磁液复合悬浮轴承支撑的环形电力推进器。

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,如图1所示。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] 本发明针对现有技术的不足,提出了一种磁液复合悬浮轴承支撑的环形电力推进器,采用置于水中的永磁无刷电机直接带动无毂式螺旋桨转动,省去了中间的传动机构,转子和螺旋桨组件由磁液复合悬浮轴承系统支撑并将推力传递到电机和船体上,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。

[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] 一种磁液复合悬浮轴承支撑的环形电力推进器,其特征在于,包括:壳体、轮缘式电机、磁液复合悬浮轴承系统和螺旋桨,其中,

[0006] 所述轮缘式电机包括:定子组件、转子组件和端面法兰,所述定子组件和转子组件设置于所述壳体内,所述壳体的两端分别设有所述端面法兰;

[0007] 所述磁液复合悬浮轴承系统位于所述端面法兰上,所述磁液复合悬浮轴承系统包括:转子端板、推力盘、动推力环和静推力环,所述转子端板与所述转子组件相连且与所述端面法兰之间具有第一间隙通道,所述转子端板内部设有与所述第一间隙通道相连通的第一水流道,所述推力盘固定于所述转子端板的端部且与所述端面法兰之间具有与所述第一间隙通道相连通的第二间隙通道,所述推力盘内部设有分别与所述第二间隙通道和第一水流道相连通的第二水流道,用于水流通过形成液悬浮;所述动推力环设置于所述推力盘的内壁上,所述静推力环设置于对应所述动推力环位置处的所述端面法兰的外壁上,用于产生磁斥力形成磁悬浮;

[0008] 所述螺旋桨与所述转子组件相连。

[0009] 进一步的,所述转子端板还设有径向高压水腔,且所述径向高压水腔分别与所述第一间隙通道和第一水流道相连通,用于产生径向高压水流。

[0010] 进一步的,所述推力盘还设有轴向高压水腔和进水口,所述轴向高压水腔分别与所述第二间隙通道和第二水流道相连通,用于产生轴向高压水流,所述进水口与所述第二水流道相连通。

[0011] 进一步的,所述进水口连接有高压水泵。

[0012] 进一步的,所述磁液复合悬浮轴承系统还包括:减摩块,所述减摩块设置于所述端面法兰的外壁上。

[0013] 进一步的,所述定子组件固定于两端的所述端面法兰的内侧台阶的上方,所述转子组件位于所述定子组件的内侧。

[0014] 进一步的,所述螺旋桨为整体式螺旋桨或分体式螺旋桨。

[0015] 进一步的,所述动推力环和静推力环都是包裹着耐腐蚀防腐涂层的永磁体或电磁线圈,同极相对,产生磁斥力。

[0016] 进一步的,所述轮缘式电机为轮缘式永磁无刷电机。

[0017] 本发明的有益效果至少包括:

[0018] 1)提高了推进效率:首先,采用了永磁式无刷电机,使用永磁体代替线圈,相比传统的他励式电动机,减少了电流损耗,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,消除了中间传动环节带来的损耗;第三,磁液复合悬浮轴承系统支撑起转子组件和螺旋桨,承受其重量和推力,使其在旋转过程中处于悬浮状态,减小了摩擦力,降低了摩擦功耗,以上措施,均提高了推进效率;

[0019] 2)噪声振动降低: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;其次,推进器运行中,轴承副为非接触模式的磁液悬浮轴承系统,摩擦噪声和振动大大减小,综上因素,噪声振动降低了;

[0020] 3)结构简单化、重量变轻、可靠性提高、占用舱内空间少: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、艏管密封系统等中间传动部件,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

[0021] 图1为现有技术电力推进系统结构示意图。

[0022] 图2为本发明环形电力推进器结构示意图。

[0023] 图3为图2的C-C向剖视图。

[0024] 图4为本发明一个实施例的整体式螺旋桨结构示意图。

[0025] 图5为本发明一个实施例的分体式螺旋桨结构示意图。

[0026] 图6为图3的A处局部放大图,示意磁液复合悬浮轴承系统结构。

[0027] 其中,电机1,齿轮箱2,轴系3,螺旋桨4,叶梢401,叶梢法兰402,桨叶403,转子组件5,左侧端面法兰6,壳体7,定子组件8,右侧端面法兰9,磁液复合悬浮轴承系统10,转子端板11,第一间隙通道111,第一水流道112,径向高压水腔113,推力盘12,第二间隙通道121,第二水流道122,轴向高压水腔123,进水口124,动推力环13,静推力环14,径向减摩块15,轴向减摩块16。

具体实施方式

[0028] 为了使本领域技术人员更好地理解本发明的技术方案,下面结合具体实施例对本发明作进一步的详细说明。下面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。实施例中未注明具体技术或条件的,按照本领域内的文献所描述的技术或条件或者按照产品说明书进行。

[0029] 图2为本发明环形电力推进器结构示意图,图3为图2的C-C向剖视图,结合图2和3所示,本发明一种磁液复合悬浮轴承支撑的环形电力推进器,主要包括:壳体、轮缘式电机、螺旋桨和磁液复合悬浮轴承系统。

[0030] 本发明采用轮缘式永磁无刷电机,取代了传统的他励式三相异步电动机。所述轮缘式电机主要由定子组件、转子组件、机壳、端面法兰组成。电机定子组件为铁芯和线圈组成,整体灌封密封绝缘胶,与水隔绝并起到绝缘的作用,转子内含永磁体并灌封密封绝缘胶,防止水进入转子内部腐蚀永磁体,且转子左右二端为转子端板,与转子一起形成转子组件。定子铁芯压装在电机机壳内,机壳即为推进器的壳体,壳体左右二端连接电机的端面法兰,分别为:左侧端面法兰和右侧端面法兰,所述定子组件固定于两端的所述端面法兰的内侧台阶的上方,所述转子组件位于所述定子组件的内侧。

[0031] 本发明所述转子内圆直径大,可以容纳螺旋桨,螺旋桨通过叶梢固定在转子组件内圆上,由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。电机定子通入三相电源后产生旋转磁场,电机转子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。

[0032] 本发明所述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等,具体数量不作特别限制。

[0033] 图4为本发明一个实施例的整体式螺旋桨结构示意图,参照图4所示,该实施例的螺旋桨为整体式,各个叶片通过共有的叶梢法兰连接为一个整体,再通过叶梢法兰和转子组件连接。

[0034] 图5为本发明一个实施例的分体式螺旋桨结构示意图,参照图5所示,该实施例的螺旋桨叶片为分体式,每片桨叶通过叶梢法兰固定在转子组件内圆上,由转子组件支撑并直接驱动,同时由于螺旋桨做成分体式,也方便了拆卸和更换。

[0035] 可以理解的是,无论整体式螺旋桨还是分体式螺旋桨,均为无桨毂的无毂式螺旋桨,每片桨叶通过叶梢法兰固定在转子组件上,由转子组件直接驱动,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。

[0036] 图6为图3的A处局部放大图,参照图6所示,所述磁液复合悬浮轴承系统位于所述端面法兰上,由液悬浮轴承系统和磁推力轴承系统组成。

[0037] 其中,所述液悬浮轴承系统承受转子组件和螺旋桨的重量,液悬浮轴承系统由推力盘、减摩块、转子端板、和开在转子端板及推力盘内部的水流道组成,更具体的:所述转子端板与所述转子组件相连且与所述端面法兰之间具有第一间隙通道,所述转子端板内部设有与所述第一间隙通道相连通的第一水流道,所述推力盘固定于所述转子端板的端部且与所述端面法兰之间具有与所述第一间隙通道相连通的第二间隙通道,所述推力盘内部设有分别与所述第二间隙通道和第一水流道相连通的第二水流道。

[0038] 所述转子端板还设有径向高压水腔,且所述径向高压水腔分别与所述第一间隙通

道和第一水流道相连通,用于产生径向高压水流。

[0039] 所述推力盘还设有轴向高压水腔和进水口,所述轴向高压水腔分别与所述第二间隙通道和第二水流道相连通,用于产生轴向高压水流,所述进水口与所述第二水流道相连通。

[0040] 所述减摩块设置于所述端面法兰的外壁上,包括:径向减摩块和轴向减摩块,其中,所述径向减摩块位于所述径向高压水腔的相对位置,所述轴向减摩块位于所述轴向高压水腔的相对位置。

[0041] 本发明所述液悬浮轴承系统的工作原理为:当电机启动时,转子组件开始旋转带动转子端板旋转,和转子端板连接在一起的推力盘进而一起旋转,推力盘内的第二水流道的进水口的水被吸入推力盘内的第二水流道中,随着推力盘和转子组件高速旋转,在离心力的做功下,形成高压水流,通过水路(箭头所示方向)导入推力盘和转子端板内部的径向高压水腔内,水流流速降低,水压升高,径向高压水腔与配对的电机端面法兰内圆面之间形成局部高压水区域,水压推力 F_1 作用在端面法兰的内圆面上,形成支撑转子组件的支撑力,克服转子组件的重力,将转子组件托起,不与定子组件接触,处于悬浮状态,大大减小了滑动摩擦力,降低了噪声。

[0042] 当电机启动加速、停车减速时,离心力减弱,高压水水压产生的支撑力不足以克服转子组件和螺旋桨的重力,此时转子端板与端面法兰上的径向减摩块接触,处于滑动摩擦的状态,减摩块的低摩擦系数、低磨损率使得直接摩擦副处于低阻的摩擦状态,确保了推进器在低速状态下的可靠运转。高压水既可以由转子组件自身高速旋转带来的离心力产生,也可以由外接进水口的高压水泵直接泵入。

[0043] 所述磁推力轴承系统由装在推力盘内的动推力环和对应所述动推力环位置处的端面法兰内的静推力环组成,形成动静推力轴承副,动推力环和静推力环都是包裹着耐腐蚀防腐涂层的永磁体或电磁线圈,同极相对,产生磁斥力。

[0044] 所述磁推力轴承系统的工作原理为:在电机运转过程中,螺旋桨带动转子组件和推力盘一起旋转,螺旋桨推力推动转子和推力盘往前方(图中左方)即向端面法兰方向运动,使得推力盘和端面法兰之间的间隙变小。随着间隙越来越小,磁体之间或磁体和线圈之间产生的磁斥力 F_2 越来越大,最终与螺旋桨推力达到平衡,动推力环和静推力环保持一定的间隙,处于非接触式的悬浮状态,避免了推力盘和电机端面法兰之间直接的滑动摩擦,这样就大大减少了发热和磨损。

[0045] 参照图6所示,高速旋转产生的高压水流也可以导入到推力盘的轴向高压水腔中,流速降低,水压提高,在轴向高压水腔和端面法兰之间的间隙中,高压水产生往两边的水压推力 F_1 。当螺旋桨推力推动推力盘向端面法兰方向移动时,推力盘和端面法兰轴向高压水腔的间隙变小,水流速更低,水压更高,阻止推力盘继续向端面法兰靠近,最终水压推力和磁推力(即所述磁斥力 F_2)之和与螺旋桨推力达到平衡,推力盘停止向端面法兰方向移动,保持一定的间隙,推力盘和端面法兰处于非接触的悬浮状态。相当于液动力产生的水压推力分担了磁推力轴承的部分轴向负荷,与磁推力形成合力,共同抵消螺旋桨的推力,使推力轴承副处于悬浮状态,这就是通过液动力产生液悬浮推力轴承副的原理。本发明使用由离心力和磁力产生的磁液复合悬浮轴承系统,同时起到推力和径向轴承的作用,消除推力轴承副和径向轴承副之间的直接摩擦,使轴承不再磨损,大大延长了轴承的寿命和可靠性,解

决了轮缘式电机在水中的轴承磨损问题。

[0046] 液悬浮轴承系统和磁推力轴承系统共同组成磁液复合悬浮轴承副,支撑转子组件和螺旋桨的重力,并承受螺旋桨的推力。磁液复合悬浮轴承副通常位于转子的一侧,而非位于转子的二端,这样的结构使得轴承副可以布置在同一个零件上,便于加工时连续加工,确保了轴承副之间的同轴度,同时也提高了加工效率和降低了制造成本。当需要承受螺旋桨倒车的推力时,可以在转子另外一端也布置磁液复合悬浮轴承系统,即转子二端均有磁液复合悬浮轴承系统。

[0047] 综上所述,本发明提高了推进效率:首先,采用了永磁式无刷电机,使用永磁体代替线圈,相比传统的他励式电动机,减少了电流损耗,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,消除了中间传动环节带来的损耗;第三,磁液复合悬浮轴承系统支撑起转子组件和螺旋桨,承受其重量和推力,使其在旋转过程中处于悬浮状态,减小了摩擦力,降低了摩擦功耗,以上措施,均提高了推进效率;本发明噪声振动降低:由于转子直接驱动螺旋桨,消除了传统推进型式齿轮箱啮合带来的振动与噪声;其次,推进器运行中,轴承副为非接触模式的磁液悬浮轴承系统,摩擦噪声和振动大大减小,综上因素,噪声振动降低了;本发明结构简单化、重量变轻、可靠性提高、占用舱内空间少: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、艏管密封系统等中间传动部件,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。

[0048] 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。

[0049] 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。

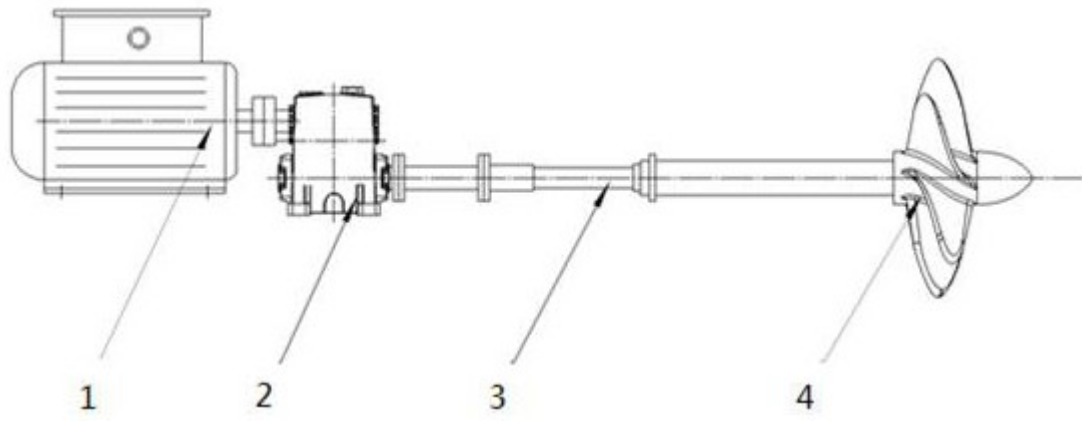


图1

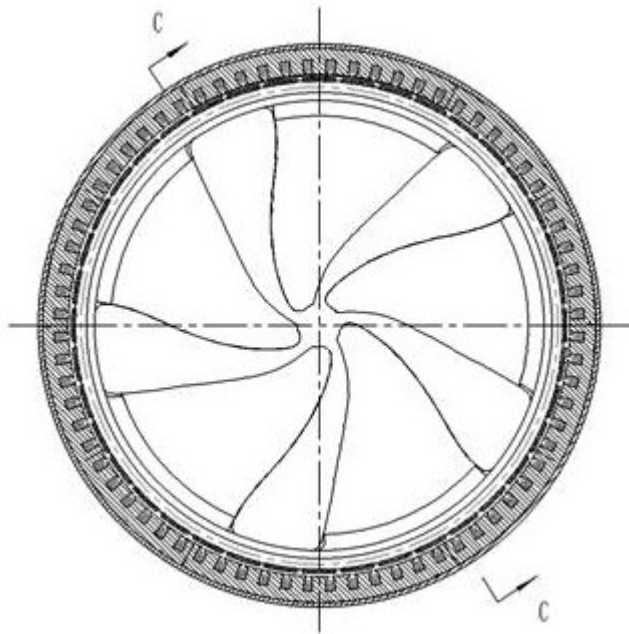


图2

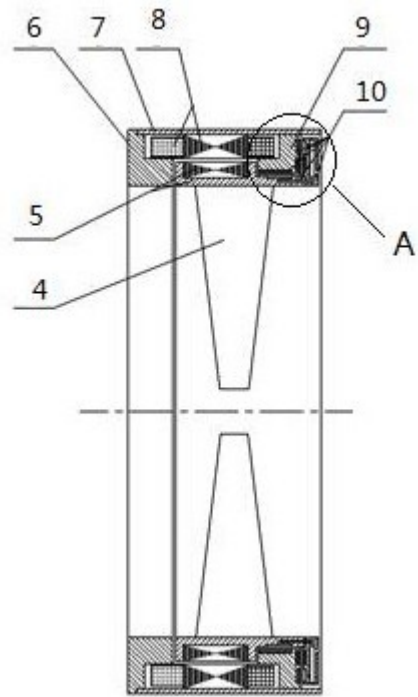


图3

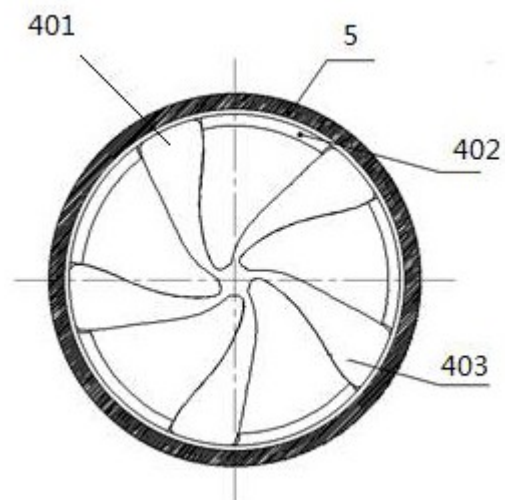


图4

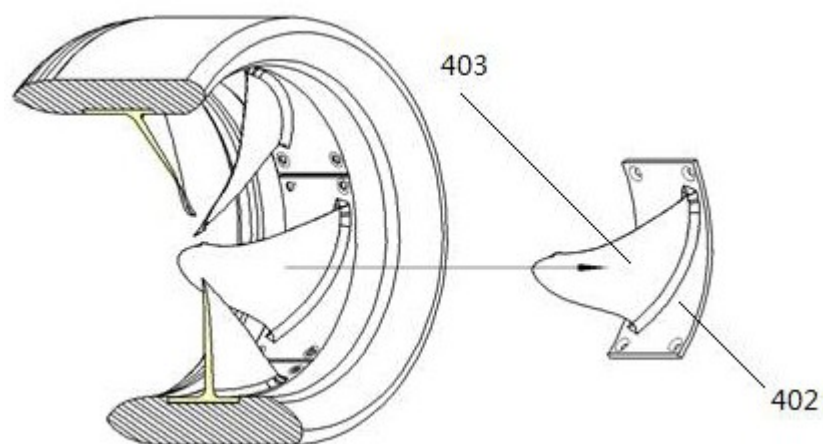


图5

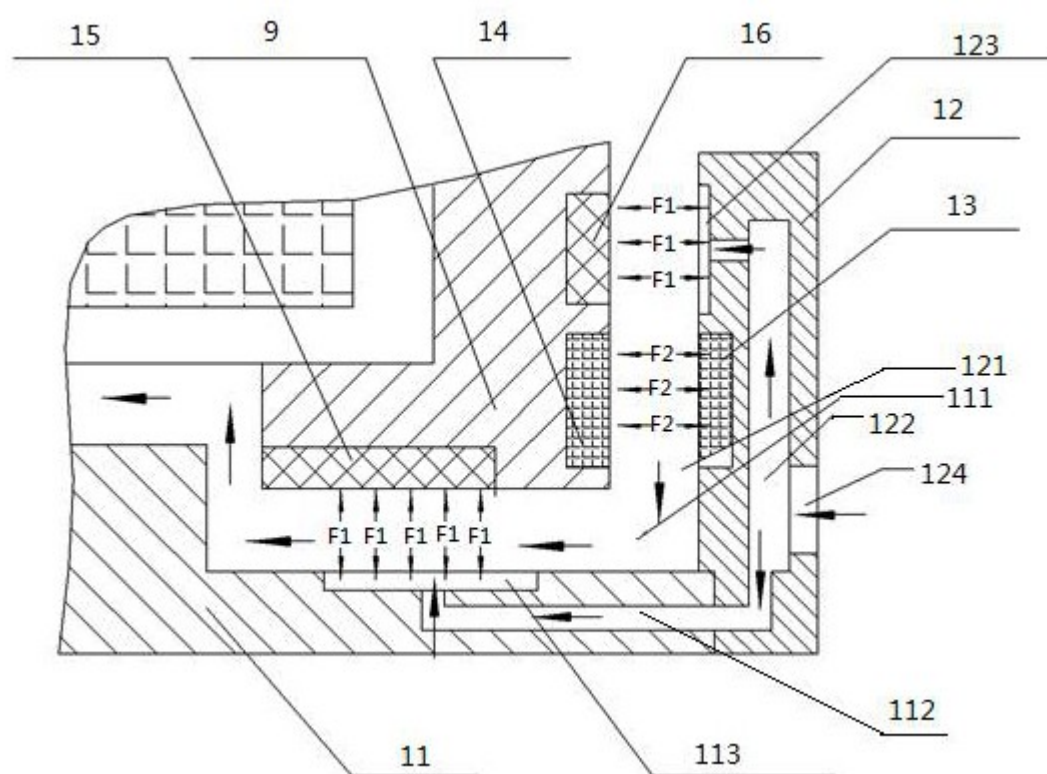


图6