



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111439361 B

(45) 授权公告日 2024. 08. 20

(21) 申请号 202010342900.X

(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 111439361 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 邱湘瑶 肖燕燕 刘福超

(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)

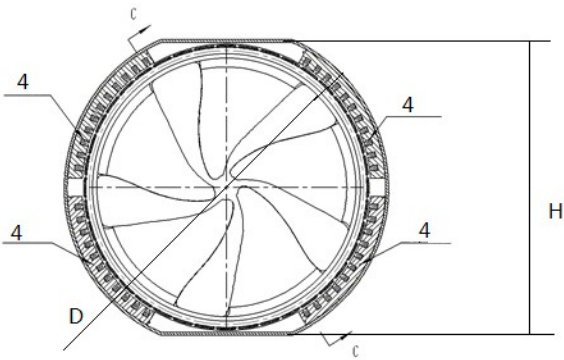
B63H 1/26 (2006.01)
B63H 1/15 (2006.01)
B63H 23/24 (2006.01)
B63H 1/14 (2006.01)
B63H 23/32 (2006.01)
B63H 1/28 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 212172504 U, 2020.12.18
审查员 李利文

权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称
一种周向多电机驱动的环形电力推进器

(57) 摘要
本发明涉及一种周向多电机驱动的环形电力推进器,包括:壳体、电机驱动单元、磁液复合悬浮轴承系统和螺旋桨,所述电机驱动单元包括:公共转子组件和多个定子组件,所述公共转子组件设置于所述壳体的内侧,所述多个定子组件沿所述壳体周向间隔环布于所述壳体内且与所述公共转子组件形成多定子-单转子副。本发明结构简单、推进效率高、振动噪声低、安全性和冗余度高、启动电流低,可应用在电动船舶上,尤其适合于内河和湖泊浅吃水环境限制的电动船舶。



1. 一种周向多电机驱动的环形电力推进器,其特征在于,包括:壳体、电机驱动单元、磁液复合悬浮轴承系统和螺旋桨,其中,

所述电机驱动单元包括:公共转子组件和多个定子组件,所述公共转子组件设置于所述壳体的内侧,所述多个定子组件沿所述壳体周向间隔环布于所述壳体内且与所述公共转子组件形成多定子-单转子副;

所述磁液复合悬浮轴承系统与所述公共转子组件相连,用于使所述公共转子组件处于悬浮状态;所述螺旋桨与所述公共转子组件相连;

所述电机驱动单元还包括端面法兰,所述定子组件的两端分别设有所述端面法兰,且所述端面法兰固定于所述壳体上,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,所述公共转子组件位于所述定子组件的内侧且位于两端的所述端面法兰之间;

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公共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与所述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;

所述壳体在上下方向的垂直高度小于其它角度处的壳体的外径。

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。

3. 根据权利要求1所述的环形电力推进器,其特征在于,所述推力盘还设有进水口,所述进水口与所述第二水流道相连通。

4. 根据权利要求3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。

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。

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,所述螺旋桨为整体式螺旋桨或分体式螺旋桨。

一种周向多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,具体涉及一种周向多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] 本发明针对现有技术的不足,提出了一种周向多电机驱动的环形电力推进器,其原理和结构简单、推进效率高、振动噪声低、安全性和冗余度高、启动电流低,可应用在电动船舶上,尤其适合于内河和湖泊浅吃水环境限制的电动船舶。

[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] 一种周向多电机驱动的环形电力推进器,包括:壳体、电机驱动单元、磁液复合悬浮轴承系统和螺旋桨,其中,

[0006] 所述电机驱动单元包括:公共转子组件和多个定子组件,所述公共转子组件设置于所述壳体的内侧,所述多个定子组件沿所述壳体周向间隔环布于所述壳体内且与所述公共转子组件形成多定子-单转子副;

[0007] 所述磁液复合悬浮轴承系统与所述公共转子组件相连,用于使所述公共转子组件处于悬浮状态;所述螺旋桨与所述公共转子组件相连。

[0008] 进一步的,所述电机驱动单元还包括端面法兰,所述定子组件的两端分别设有所述端面法兰,且所述端面法兰固定于所述壳体上,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,所述公共转子组件位于所述定子组件的内侧且位于两端的所述端面法兰之间。

[0009] 进一步的,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公共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与所述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。

[0010] 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。

[0011] 进一步的,所述推力盘还设有进水口,所述进水口与所述第二水流道相连通。

[0012] 进一步的,所述进水口可由高压水泵供水,也可由其它高压水来源供水。

[0013] 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。

[0014] 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。

[0015] 进一步的,所述壳体在上下方向的垂直高度小于其它角度处的壳体的外径。

[0016] 进一步的,所述螺旋桨为整体式螺旋桨或分体式螺旋桨。

[0017] 本发明的有益效果至少包括:

[0018] 1) 推进效率高:永磁直线电机转子采用永磁体代替线圈,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;其次电机直接驱动螺旋桨,消除了齿轮传动环节,减少了机械效率损失;使用磁液复合悬浮轴承系统,降低了运转过程中的摩擦损耗,以上因素,带来的是推进效率的提高;

[0019] 2) 噪声振动大大降低:消除了传统推进器采用齿轮传动或接触式滑动轴承副所带来的噪声和振动;螺旋桨来流均匀,桨叶振动小;消除了传统螺旋桨的梢涡空泡及其带来的噪声,综上因素,噪声振动大大降低了;

[0020] 3) 提高了推进器的安全性和冗余度:推进器内沿周向布置有为多组独立的直线电机定子组件,每个电机能单独控制,当有电机损坏时,另外的电机依然在运行并驱动转子组件和螺旋桨,使得推进器能继续运行,避免了电机损坏导致推进器停转,无法继续驱动船舶推进带来的水上安全隐患;

[0021] 4) 降低了启动电流,减少了对电气元件的规格要求:每个直线电机均有一个独立的控制器驱动和控制,当推进器启动时,只需要驱动某1-2个直线电机,而不必同时启动所有电机,这就降低了电机启动电流,减少了电机控制电路元件的过流压力,降低了电路元件的规格和成本,也减少了启动过程中,对船用电网的负荷和冲击;

[0022] 5) 减小了推进器垂直方向的高度,尤其适应内河内湖浅水环境的吃水限制:由于推进器的结构式多个直线电机沿周向独立分开布置,在内河内湖吃水受限的情况下,为降低推进器在垂直方向的高度限制,在推进器周向的上下方,可以不布置电机定子组件,这样就降低了推进器的垂直高度,这种结构避免了轮环式推进器由于外径过大而低于船底、当碰到硬物时损坏轮环式推进器的情况。

附图说明

[0023] 图1为本发明环形电力推进器的结构示意图。

[0024] 图2为1的C-C向剖视图。

[0025] 图3为本发明整体式螺旋桨结构示意图。

[0026] 图4为本发明分体式螺旋桨结构示意图。

[0027] 图5为本发明磁液复合悬浮轴承系统结构示意图。

[0028] 图6为图5的A处局部放大图。

[0029] 其中,壳体1、螺旋桨2、桨叶201、叶梢法兰202、公共转子组件3、定子组件4、端面法兰5、磁液复合悬浮轴承系统6、转子端板7、第一间隙通道701、第一水流道702、径向高压水腔703、推力盘8、第二间隙通道801、第二水流道802、进水口803、动推力环9、静推力环10、减摩块11。

具体实施方式

[0030] 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。

[0031] 图1为本发明环形电力推进器的结构示意图,图2为1的C-C向剖视图,参照图1和2所示,本发明所述一种周向多电机驱动的环形电力推进器,主要包括:壳体、电机驱动单元、磁液复合悬浮轴承系统和螺旋桨。

[0032] 其中,与传统电机所不同的是,本发明中电机的定子组件在周向不是连续的,在垂直方向的上方和下方处,各有一段弧度没有布置定子组件。由于没有布置定子组件,转子外面就是壳体,因此,电机在上下方向的机壳外表面垂直高度H小于其它角度处电机机壳的外径D,减小了推进器垂直方向的高度,尤其适应内河内湖浅水环境的吃水限制。

[0033] 本发明采用周向布置的多个永磁无刷直线电机,电机由定子组件、转子组件、机壳、端面法兰等组成,电机转子组件和定子组件完全置于水中,线圈和铁芯、永磁体等经过多层绝缘和防腐蚀材料包裹,与水隔绝,绝缘性好,耐腐蚀。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,电机机壳为推进器外壳,机壳连接端面法兰,端面法兰上装有液悬浮轴承系统。

[0034] 更具体的:所述定子组件的两端分别设有所述端面法兰,且所述端面法兰固定于所述壳体上,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,所述公共转子组件位于所述定子组件的内侧且位于两端的所述端面法兰之间。

[0035] 本发明各电机定子组件互相独立,沿周向间隔布置于机壳内,每个所述定子组件的弧度根据优化计算来确定。转子组件为公共转子,环状,永磁体为表贴式,或者嵌入到转子铁芯内。周向分布的定子组件线圈和公共转子组件的永磁体之间构成了各个电机的定子-转子副,各个电机由独立的控制器控制和调速,各个控制器控制三相电源通入对应的定子体后,产生旋转磁场,与每个定子长度对应的一段转子体在旋转磁场的作用下产生旋转同时输出力矩。电机数量为2个至多个,数量为2、3、4、5、6或更多;根据需要,可以启动其中1个,也可以同时启动2个或更多如3个、4个、5个等。

[0036] 当然也可以通过改变电路或线圈连接方式,让多电机合并成为单个的电机,即电机总数量变为1个。

[0037] 所述公共转子组件的内圆直径大,可以容纳螺旋桨,螺旋桨通过叶梢固定在公共转子组件内圆上,由公共转子组件直接带动螺旋桨转动,电机转速即螺旋桨转速,不需要采用齿轮等中间传动环节,螺旋桨高速旋转后产生推力。

[0038] 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。

[0039] 图3为本发明整体式螺旋桨结构示意图,如图3所示,螺旋桨可以为整体式,各个叶片通过共有的叶梢法兰连接为一个整体,再通过叶梢法兰和公共转子组件连接。

[0040] 图4为本发明分体式螺旋桨结构示意图,如图4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公共转子组件内圆上,由公共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。

[0041] 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,每片桨叶通过叶梢法兰固定在公共转子组件上,由公共转子组件直接驱动,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。

[0042] 图5为本发明磁液复合悬浮轴承系统结构示意图,图6为图5的A处局部放大图。参照图5和6所示,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由液悬浮轴承系统和磁推力轴承系统组成。

[0043] 所述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公共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与所述第一水流道相连通的第二水流道;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;所述推力盘还设有进水口,所述进水口与所述第二水流道相连通,所述进水口连接有高压水泵;所述减摩块设置于所述端面法兰的外壁上。

[0044] 所述液悬浮轴承系统的工作原理为:当电机启动时,公共转子组件开始旋转,和公共转子组件连接在一起的转子端板和推力盘一起旋转,推力盘内第二水流道进水口的水被吸入推力盘内部,随着推力盘和公共转子组件高速旋转,在离心力的做功下,形成高压水流,通过第一水流道导入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在第一间隙通道中形成局部高压水区域,水压推力F1作用在端面法兰的内圆面上,形成支撑公共转子组件的支撑力,克服公共转子组件的重力,将公共转子组件托起,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。

[0045] 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公共转子组件和螺旋桨的重力,此时公共转子组件与端面法兰上的减摩块接触,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。

[0046] 高压水既可以由公共转子组件自身高速旋转带来的离心力产生,也可以由外接的高压水泵直接泵入。

[0047] 参照图5和6所示,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,也即磁推力F2。在电机运转过程中,磁体之间或磁体和线圈之间产生的磁斥力使动推力环和静推力环

分开,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。

[0048] 高速旋转产生的高压水流也可以导入到推力盘和端面法兰之间的第二间隙通道中,高压水产生往二边的水压推力F1,分开推力盘和端面法兰,分担了磁推力轴承的部分轴向负荷,与磁推力F2轴承共同抵消螺旋桨的推力,使推力轴承副处于悬浮状态,本发明使用由离心力和磁力产生的磁液复合推力和径向轴承组,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。

[0049] 所述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,支撑公共转子组件和螺旋桨的重力,并承受螺旋桨的推力,将螺旋桨的推力传递到壳体上,从而最终传递到船体上。磁液复合悬浮轴承副通常位于公共转子组件的一侧,而非位于公共转子组件的二端,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。当需要承受正倒车推力时,也可以在公共转子组件二端均布置磁液复合悬浮轴承系统。

[0050] 综上所述,本发明推进器原理和结构简单、推进效率高、振动噪声低、安全性和冗余度高、启动电流低,可应用在电动船舶上,尤其适合于内河和湖泊浅吃水环境限制的电动船舶。

[0051] 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。

[0052] 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。

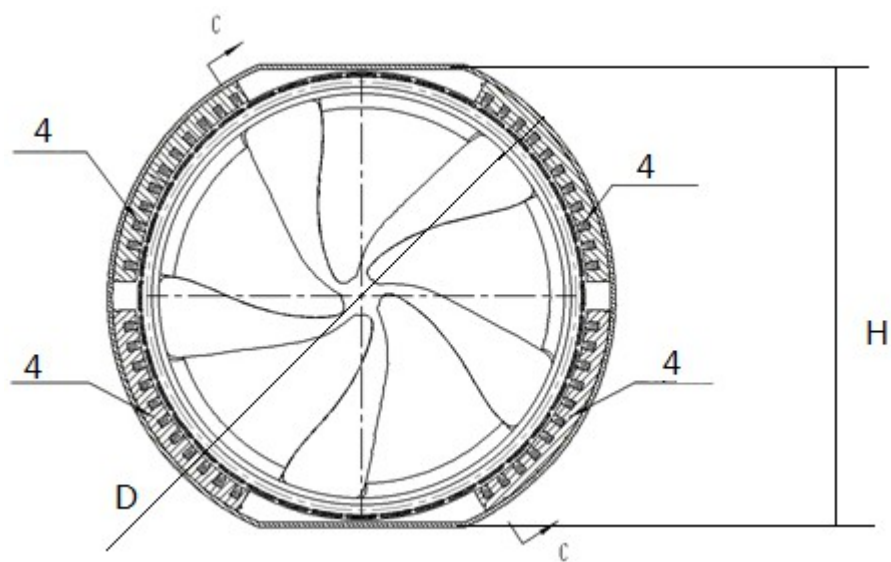


图 1

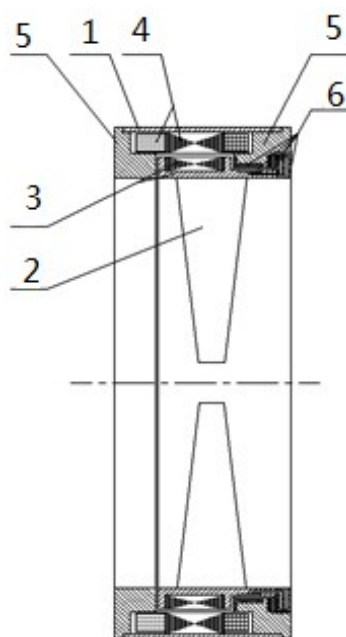


图 2

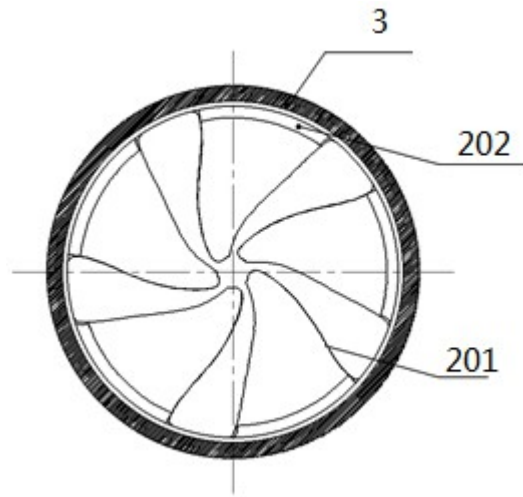


图 3

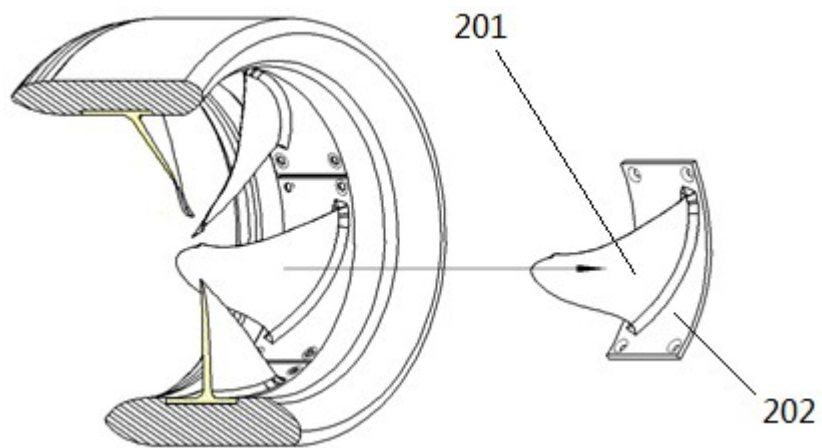


图 4

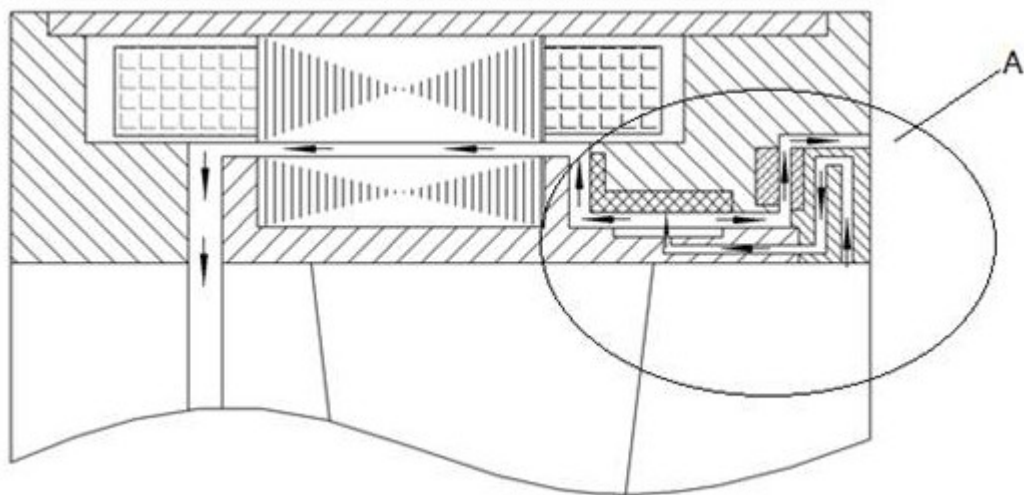


图 5

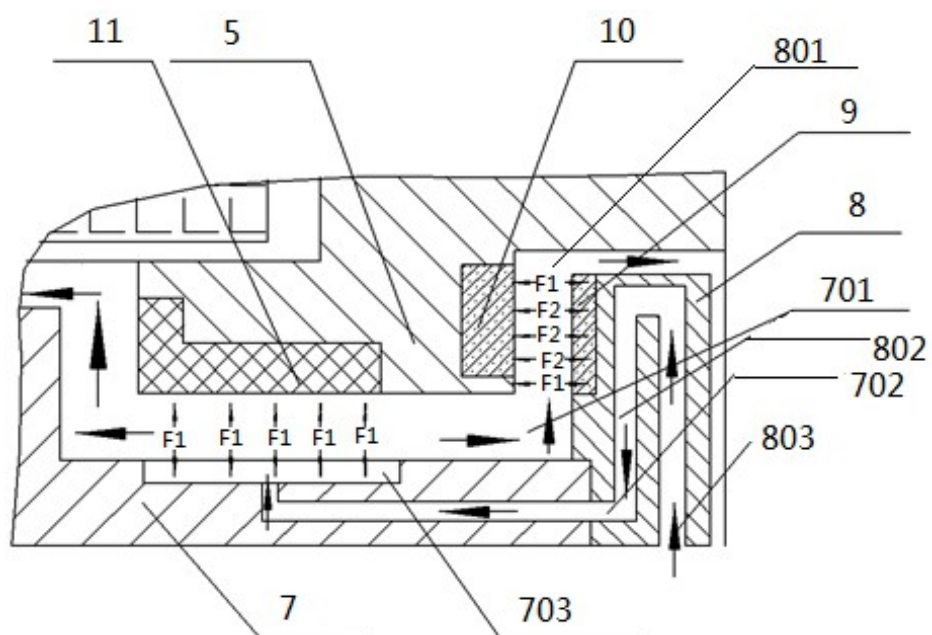


图 6