



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114524074 A

(43) 申请公布日 2022. 05. 24

(21) 申请号 202210137115.X

(22) 申请日 2022.02.15

(71) 申请人 武汉理工大学

地址 430070 湖北省武汉市洪山区珞狮路
122号

(72) 发明人 严新平 杨植 欧阳武

(74) 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限
公司 42102

专利代理师 刘秋芳

(51) Int. Cl.

B63H 21/17 (2006.01)

B63H 23/24 (2006.01)

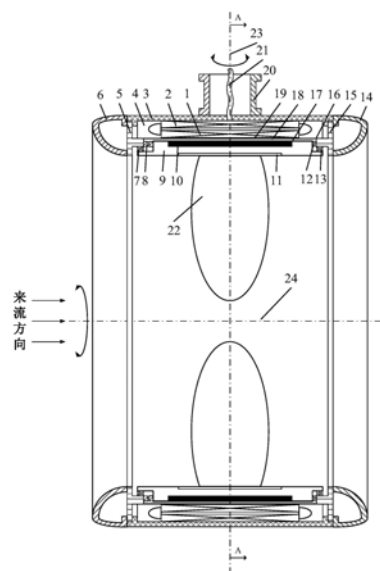
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

磁悬浮永磁电机轮缘驱动推进器

(57) 摘要

本发明公开了一种磁悬浮永磁电机轮缘驱动推进器,包括壳体、定子组件以及转子组件,定子组件包括密封安装于壳体内部腔室中的定子轭、以及安装于定子轭上的悬浮力定子绕组和转矩定子绕组;转子组件包括转子环、固定于转子环外侧壁上的永磁体、安装于转子环内环侧的桨叶,定子组件位于转子组件外部且二者之间设置有间隙,转子组件与壳体之间还安装有辅助机械轴承和轴向磁悬浮轴承,悬浮力定子绕组和转矩定子绕组的极对数不相等以分别与转子环上的永磁体形成磁场。本发明提出的磁悬浮永磁电机轮缘驱动推进器,其结构简单紧凑、推进效率高且噪声振动小,适合应用于船舶的超小型推进系统中。



1. 一种磁悬浮永磁电机轮缘驱动推进器,其特征在于,包括壳体、定子组件以及转子组件,其中,

所述定子组件包括密封安装于壳体内部腔室中的定子轭、以及安装于定子轭上的悬浮力定子绕组和转矩定子绕组;

所述转子组件包括转子环、固定于转子环外侧壁上的永磁体、安装于转子环内环侧的桨叶,定子组件位于转子组件外部且二者之间设置有间隙,转子组件与壳体之间还安装有辅助机械轴承和轴向磁悬浮轴承,悬浮力定子绕组和转矩定子绕组的极对数不相等以分别与转子环上的永磁体形成磁场,悬浮力定子绕组和永磁体的气隙磁场相互激励产生悬浮力以支承转子悬浮,转矩定子绕组和永磁体气隙磁场相互激励产生电磁转矩以驱动电机旋转。

2. 如权利要求1所述的磁悬浮永磁电机轮缘驱动推进器,其特征在于,所述壳体的外侧壁上固定有旋转件,悬浮力定子绕组和转矩定子绕组的端部电缆均位于容纳于旋转件的内部腔室中以与船体相连。

3. 如权利要求1所述的磁悬浮永磁电机轮缘驱动推进器,其特征在于,所述壳体的前、后两侧分别密封连接有前盖板和后盖板,定子轭与前盖板和后盖板的连接处安装有用以隔绝间隙内海水的定子防护层密封圈。

4. 如权利要求3所述的磁悬浮永磁电机轮缘驱动推进器,其特征在于,所述前盖板和后盖板互相背离的一侧上分别密封安装有前导罩和后导罩,前导罩和后导罩对进入转子环内部的水流进行导向。

5. 如权利要求3所述的磁悬浮永磁电机轮缘驱动推进器,其特征在于,所述前盖板和后盖板互相相对的一侧均凸设有外伸轴,外伸轴的前端面与转子环之间安装有轴向辅助机械轴承,外伸轴的侧面与转子环之间安装有径向辅助机械轴承。

6. 如权利要求1所述的磁悬浮永磁电机轮缘驱动推进器,其特征在于,所述壳体内部腔室中与定子轭的缝隙处填充有可固化的材料以进行密封。

7. 如权利要求1所述的磁悬浮永磁电机轮缘驱动推进器,其特征在于,所述永磁体朝向定子组件相对的侧面上涂覆有用以隔离海水对永磁体侵蚀的永磁体防护层。

8. 如权利要求7所述的磁悬浮永磁电机轮缘驱动推进器,其特征在于,所述悬浮力定子绕组和转矩定子绕组朝向转子环相对的侧面上涂覆有用以隔离海水对定子侵蚀的定子防护层,定子防护层与永磁体防护层之间设有间隙。

9. 如权利要求8所述的磁悬浮永磁电机轮缘驱动推进器,其特征在于,所述定子防护层的外表面设置有波纹或微沟槽。

10. 如权利要求1至9中任意一项所述的磁悬浮永磁电机轮缘驱动推进器,其特征在于,所述转子环的内环侧均匀分布有多个桨叶,每一桨叶均通过桨叶板与转子环固定连接。

磁悬浮永磁电机轮缘驱动推进器

技术领域

[0001] 本发明涉及船舶推进器领域,特别涉及一种磁悬浮永磁电机轮缘驱动推进器。

背景技术

[0002] 近年来,随着先进船舶科技的发展,各种高性能船舶对其推进器要求越来越高,传统的轴驱式推进器的劣势逐渐凸显,已经无法更好地满足工作要求。例如:船体变形引起推进轴系不对中,易导致轴承润滑失效、密封破坏、轴系振动剧烈、联结法兰螺栓断裂,甚至主机曲轴断裂等恶性事故;推进轴系占据了很大的船舶空间,减少了货物运量。这些缺陷导致人们逐渐将目光转向更加先进的无轴推进系统。

[0003] 目前无轴轮缘驱动推进器为单转子,分为无毂和有毂两种形式。现有的无毂结构可减小阻力并解决杂物或线缆缠绕的问题,桨叶产生的推力一般由转子两端的水润滑动压轴承承担。然而,对于超小型推进系统,受到定转子之间间隙空间限制,海水难以进入或进入后难以流动,另外,水润滑压轴承结构复杂、部件较多,难以安装且承载能力受限,也限制了超小型无轴轮缘驱动推进器的发展。

发明内容

[0004] 本发明的主要目的在于提供一种结构简单紧凑、推进效率高和噪声振动小的磁悬浮永磁电机轮缘驱动推进器。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供一种磁悬浮永磁电机轮缘驱动推进器,包括壳体、定子组件以及转子组件,其中,

[0006] 所述定子组件包括密封安装于壳体内部腔室中的定子轭、以及安装于定子轭上的悬浮力定子绕组和转矩定子绕组;

[0007] 所述转子组件包括转子环、固定于转子环外侧壁上的永磁体、安装于转子环内侧的桨叶,定子组件位于转子组件外部且二者之间设置有间隙,转子组件与壳体之间还安装有辅助机械轴承和轴向磁悬浮轴承,悬浮力定子绕组和转矩定子绕组的极对数不相等以分别与转子环上的永磁体形成磁场,悬浮力定子绕组和永磁体的气隙磁场相互激励产生悬浮力以支承转子悬浮,转矩定子绕组和永磁体气隙磁场相互激励产生电磁转矩以驱动电机旋转。

[0008] 优选地,所述壳体的外侧壁上固定有旋转件,悬浮力定子绕组和转矩定子绕组的端部电缆均位于容纳于旋转件的内部腔室中以与船体相连。

[0009] 优选地,所述壳体的前、后两侧分别密封连接有前盖板和后盖板,定子轭与前盖板和后盖板的连接处安装有用于隔绝间隙内海水的定子防护层密封圈。

[0010] 优选地,所述前盖板和后盖板互相背离的一侧上分别密封安装有前导罩和后导罩,前导罩和后导罩对进入转子环内部的水流进行导向。

[0011] 优选地,所述前盖板和后盖板互相相对的一侧均凸设有外伸轴,外伸轴的前端面与转子环之间安装有轴向辅助机械轴承,外伸轴的侧面与转子环之间安装有径向辅助机械

轴承。

[0012] 优选地,所述壳体内部腔室中与定子轭的缝隙处填充有可固化的材料以进行密封。

[0013] 优选地,所述永磁体朝向定子组件相对的侧面上涂覆有用于隔离海水对永磁体侵蚀的永磁体防护层。

[0014] 优选地,所述悬浮力定子绕组和转矩定子绕组朝向转子环相对的侧面上涂覆有用于隔离海水对定子侵蚀的定子防护层,定子防护层与永磁体防护层之间设有间隙。

[0015] 优选地,所述定子防护层的外表面设置有波纹或微沟槽。

[0016] 优选地,所述转子环的内环侧均匀分布有多个桨叶,每一桨叶均通过桨叶板与转子环固定连接。

[0017] 本发明提出的磁悬浮永磁电机轮缘驱动推进器,具有以下有益效果:

[0018] 1.传统的机械轴系推进装置有齿轮箱、传动轴系、密封等中间环节,而本发明将电机、螺桨、导管和轴承高度集成在一起,其结构更简单紧凑,功率密度更高且推进效率高,适合应用于船舶的超小型推进系统中;

[0019] 2.传统的轮缘驱动推进装置桨叶产生的推力一般由转子两端的水润滑动压轴承承担,对于超小型推进系统,受到定转子之间间隙空间限制,海水难以进入或进入后难以流动,水润滑动压轴承结构复杂、部件较多,难以安装且承载能力受限,而本发明采用无轴承永磁同步电机作为驱动电机,由悬浮力定子绕组和永磁体气隙磁场相互激励产生悬浮力,起到支承转子悬浮的作用,其噪声振动小,可代替传统无轴轮缘驱动推进器中的水润滑动压轴承,避免了以上问题;

[0020] 3.本磁悬浮永磁电机轮缘驱动推进器可以通过转矩控制和悬浮力控制动态调整电磁悬浮实现载荷变化,以适应不同工况。

附图说明

[0021] 图1为本发明磁悬浮永磁电机轮缘驱动推进器优选实施例的结构示意图;

[0022] 图2为图1所示A-A方向的侧视图。

[0023] 图中:1.悬浮力定子绕组;2.转矩定子绕组;3.壳体;4.定子轭;5.前盖板;6.前导罩;7.前径向辅助机械轴承;8.前轴向磁悬浮轴承;9.转子环;10.永磁体;11.桨叶板;12.后轴向辅助机械轴承;13.后径向辅助机械轴承;14.后导罩;15.后盖板;16.定子防护层密封圈;17.永磁体防护层;18.气隙;19.定子防护层;20.旋转件;21.电缆;22.桨叶;23.竖直轴线;24.水平轴线。

[0024] 本发明目的的实现、功能特点及优点将结合实施例,参照附图做进一步说明。

具体实施方式

[0025] 应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0026] 需要说明的是,在本发明的描述中,术语“横向”、“纵向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,并不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限

制。此外,术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0027] 本发明提出一种磁悬浮永磁电机轮缘驱动推进器。

[0028] 参照图1和图2,本优选实施例中,一种磁悬浮永磁电机轮缘驱动推进器,包括壳体3(壳体3位于转子组件的外环侧且其内部设有腔室以安装定子组件)、定子组件以及转子组件,其中,

[0029] 定子组件包括密封安装于壳体3内部腔室中的定子轭4、以及安装于定子轭4上的悬浮力定子绕组1和转矩定子绕组2;

[0030] 转子组件包括转子环9、固定于转子环9外侧壁上的永磁体10、安装于转子环9内环侧的桨叶22,定子组件位于转子组件外部且二者之间设置有间隙,转子组件与壳体3之间还安装有辅助机械轴承(包括径向辅助机械轴承和轴向辅助机械轴承)和轴向磁悬浮轴承,悬浮力定子绕组1和转矩定子绕组2的极对数不相等以分别与转子环9上的永磁体10形成磁场,悬浮力定子绕组1和永磁体10的气隙磁场相互激励产生悬浮力以支承转子悬浮,转矩定子绕组2和永磁体10气隙磁场相互激励产生电磁转矩以驱动电机旋转。定子轭4与转子环9上永磁体10之间的间隙即为气隙18。

[0031] 具体地,壳体3的外侧壁上固定有旋转件20,悬浮力定子绕组1和转矩定子绕组2的端部电缆21均位于容纳于旋转件20的内部腔室中以与船体相连。

[0032] 参照图2,转子环9的外壁等间距开设方形槽(图2中以设置4个方形槽为例说明),永磁体10镶嵌在方形槽中。

[0033] 当对悬浮力定子绕组1通电后,悬浮力定子绕组1和永磁体10气隙磁场相互激励产生悬浮力,起到支承转子悬浮的作用。转矩定子绕组2通电后,转矩定子绕组2和永磁体10气隙磁场相互激励产生电磁转矩,从而驱动电机旋转,带动桨叶22产生推力。轴向悬浮力和桨叶22推力共同作用在转子环9上,最后经过与壳体3连接的旋转件20作用在船体上,进而推进船舶前进。旋转件20上端设置回转机构,实现推进器可绕竖直轴线进行360°的全方位旋转。

[0034] 进一步地,参照图1,壳体3的前、后两侧分别密封连接有前盖板5和后盖板15,定子轭4与前盖板5和后盖板15的连接处安装有用于隔绝间隙内海水的定子防护层19密封圈16。

[0035] 进一步地,参照图1,前盖板5和后盖板15互相背离的一侧上分别密封连接有前导罩6和后导罩14,前导罩6和后导罩14对进入转子环9内部的水流进行导向。前导罩6和后导罩14的内环侧为弧形板以对水流导向。

[0036] 本实施例中,参照图1,前盖板5和后盖板15互相相对的一侧均凸设有外伸轴,外伸轴的前端面与转子环9之间安装有轴向辅助机械轴承(为后轴向辅助机械轴承12),外伸轴的侧面与转子环9之间安装有径向辅助机械轴承(包括前径向辅助机械轴承7和后径向辅助机械轴承13)。

[0037] 具体地,前盖板5外伸轴上安装的为前径向辅助机械轴承7和前轴向磁悬浮轴承8,后盖板15外伸轴上安装的为后轴向辅助机械轴承12和后径向辅助机械轴承13。

[0038] 前盖板5和后盖板15均呈环形板状结构,环形板状的端面上固定有外伸轴。前盖板5和后盖板15环形结构的中部用于供水流通过。

[0039] 当电机绕组没有通电时,辅助机械轴承起到支承转子组件的作用,提供径向和轴向的保护,防止转子组件损伤。当悬浮力定子绕组1通电后,悬浮力定子绕组1产生相应的径

向悬浮力来支承转子组件,此时辅助机械轴承不起作用,电机转子可以高速运行,并且没有机械摩擦磨损,从而大大降低噪声振动。

[0040] 径向辅助机械轴承和轴向辅助机械轴承的轴瓦含径向瓦和推力瓦,轴瓦基体均采用不锈钢,轴瓦表面采用橡胶或高分子材料。转子承载件(转子承载件即轴承中与转子相连的部分,与转子承载件相对的即为轴瓦,两者共同形成轴承)采用青铜或者金属合金,前轴向磁悬浮轴承8用于在电机工作时传递桨叶22推力。

[0041] 进一步地,壳体3内部腔室中与定子轭4的缝隙处填充有可固化的材料以进行密封(该可固化的材料可以采用环氧树脂或密封胶),从而进一步提高了壳体3和定子轭4的密封性能。

[0042] 进一步地,永磁体10朝向定子组件相对的侧面上涂覆有用于隔离海水对永磁体10侵蚀的永磁体防护层17;悬浮力定子绕组1和转矩定子绕组2朝向转子环9相对的侧面上涂覆有用于隔离海水对定子侵蚀的定子防护层19,定子防护层19与永磁体防护层17之间设有间隙,工作时,海水经过间隙冷却无轴承永磁同步电机。

[0043] 定子防护层19的外表面设置有波纹或微沟槽。定子防护层19对磁场不产生负面影响,同时厚度不能太大且易于散热。

[0044] 具体地,参照图2,转子环9的内环侧均匀分布有多个桨叶22,每一桨叶22均通过桨叶板11与转子环9内侧壁固定连接。图中以转子环9设置有4个桨叶22为例具体说明。

[0045] 转矩控制子系统通过调节定子绕组电流来控制电磁转矩,悬浮力控制子系统采用双闭环控制来动态调整电磁悬浮实现载荷变化,以动态适应不同工况。

[0046] 本磁悬浮永磁电机轮缘驱动推进器其工作原理如下:定子绕组通电后,悬浮力定子绕组1、转矩定子绕组2和永磁体10形成无轴承永磁同步电机。悬浮力定子绕组1通电后,悬浮力定子绕组1和永磁体10气隙磁场相互激励产生悬浮力,起到支承转子悬浮的作用,同时,转矩定子绕组2通电后,转矩定子绕组2和永磁体10气隙磁场相互激励产生电磁转矩,从而驱动电机旋转,带动桨叶22产生推力,从而带动船体航行。

[0047] 本发明提出的磁悬浮永磁电机轮缘驱动推进器,具有以下有益效果:

[0048] 1.传统的机械轴系推进装置有齿轮箱、传动轴系、密封等中间环节,而本发明将电机、螺旋桨、导管和轴承高度集成在一起,其结构更简单紧凑,功率密度更高且推进效率高,适合应用于船舶的超小型推进系统中;

[0049] 2.传统的轮缘驱动推进装置桨叶22产生的推力一般由转子两端的水润滑动压轴承承担,对于超小型推进系统,受到定转子之间间隙空间限制,海水难以进入或进入后难以流动,水润滑动压轴承结构复杂、部件较多,难以安装且承载能力受限,而本发明采用无轴承永磁同步电机作为驱动电机,由悬浮力定子绕组1和永磁体10气隙磁场相互激励产生悬浮力,起到支承转子悬浮的作用,其噪声振动小,可代替传统无轴轮缘驱动推进器中的水润滑动压轴承,避免了以上问题;

[0050] 3.本磁悬浮永磁电机轮缘驱动推进器可以通过转矩控制和悬浮力控制动态调整电磁悬浮实现载荷变化,以适应不同工况。

[0051] 以上仅为本发明的优选实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

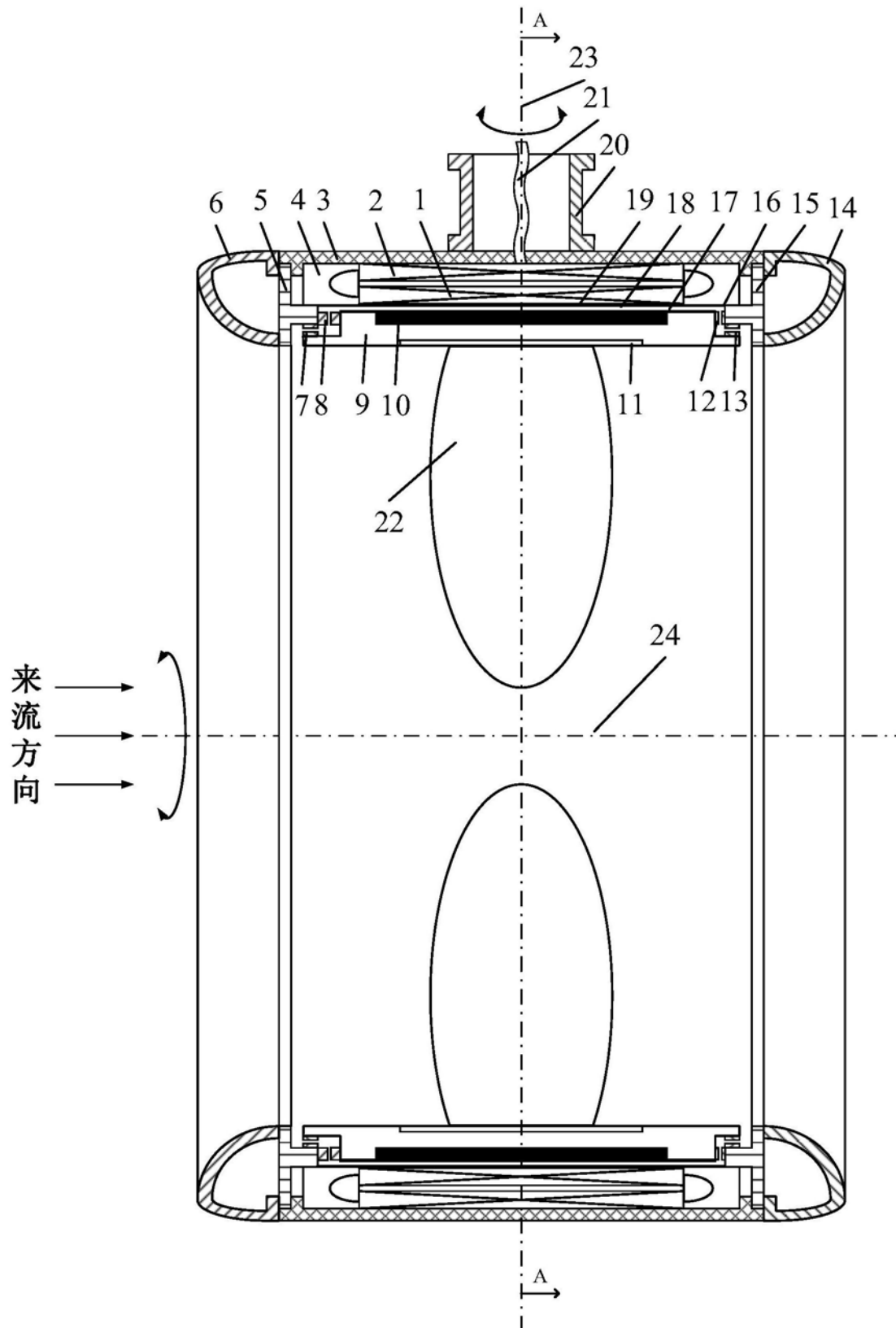


图1

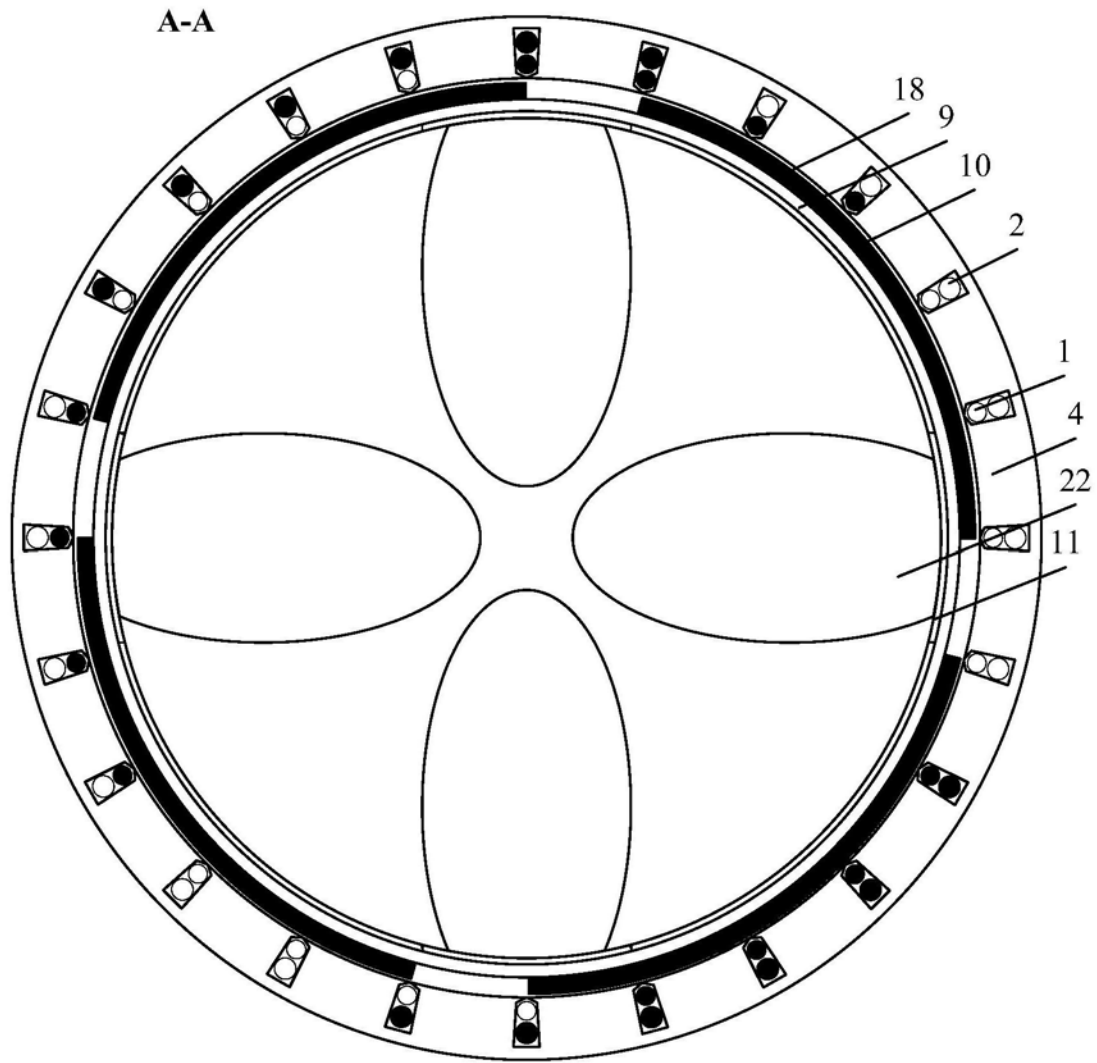


图2