

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局



(10) 国际公布号  
**WO 2023/226910 A1**

(43) 国际公布日  
2023 年 11 月 30 日 (30.11.2023)

(51) 国际专利分类号:

A61M 60/232 (2021.01) A61M 60/804 (2021.01)

A61M 60/419 (2021.01) A61M 60/814 (2021.01)

A61M 60/492 (2021.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/095432

(22) 国际申请日: 2023 年 5 月 22 日 (22.05.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:  
202210565543.2 2022年5月23日 (23.05.2022) CN

(71) 申请人: 航天泰心科技有限公司(ROCKETHEART TECHNOLOGY CO. LTD) [CN/CN]; 中国天津市滨海新区天津经济技术开发区海云街 80 号, Tianjin 300457 (CN)。

(72) 发明人: 韩志富 (HAN, Zhifu); 中国天津市滨海新区天津经济技术开发区海云街 80 号, Tianjin 300457 (CN)。

(74) 代理人: 北京集佳知识产权代理有限公司(UNITALEN ATTORNEYS AT LAW CO., LTD.); 中国北京市朝阳区建国门外大街 22 号赛特广场七层, Beijing 100004 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD,

(54) Title: MAGNETIC LEVITATION CENTRIFUGAL PUMP

(54) 发明名称: 一种磁悬浮型离心泵

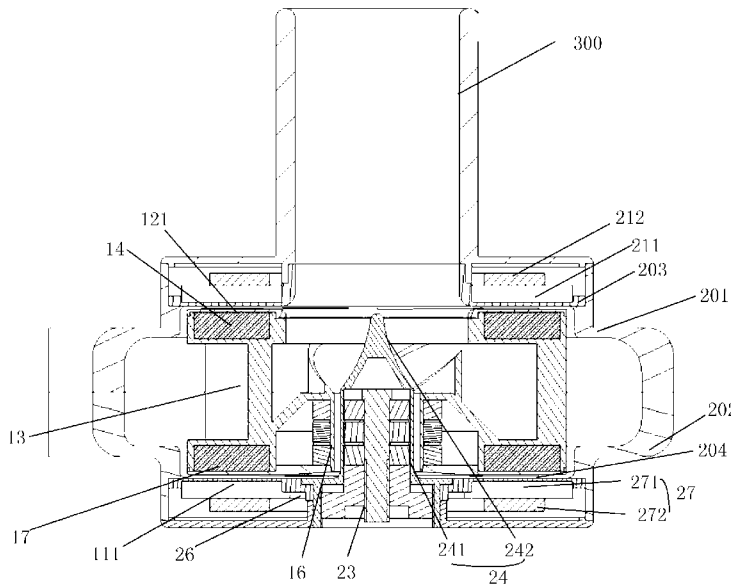


图 3

(57) Abstract: A magnetic levitation centrifugal pump, which comprises a volute (200), a static magnetic ring (22), and a rotor (100); the volute (200) is provided with a levitation cavity, a medium inlet, and a medium outlet; the rotor (100) is located in the levitation cavity, and the static magnetic ring (22) is fixed to the volute (200); the rotor (100) comprises a rotor body, a moving magnetic ring (16) positioned at the rotor body, and at least two blades (13); and the moving magnetic ring (16) and the static magnetic ring (22) are coaxial and in a nested arrangement to limit a radial position of the rotor body and the volute (200); the rotor body is fixedly provided with a magnet assembly (14); the rotor body is further fixedly provided with a magnetic member (17); the volute (200) is packaged with



WO 2023/226910 A1

SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,  
UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。
- 在修改权利要求的期限届满之前进行, 在收到该修改后将重新公布(细则48.2(h))。

a driving coil assembly (21) arranged opposite the magnet assembly (14), and the driving coil assembly (21) cooperates with the magnet assembly (14) to cause the rotor body to rotate in the circumferential direction; the volute (200) is fixedly provided with a magnetic levitation coil assembly (27), and when electricity is provided to the magnetic levitation coil assembly (27), the magnetic member (17) and the magnetic levitation coil assembly (27) generate an axial force. By means of magnetic action between the moving magnetic ring (16) and the static magnetic ring (22), fully levitating operation of the rotor (100) can be achieved; heat generation and wear are reduced, and the possibility of blood clotting as well as crushing and destroying blood cells is maximally reduced; control over the rotational driving and the axial position of the rotor (100) are completely independent, and the present invention has simple control logic.

(57) 摘要: 一种磁悬浮型离心泵, 包括蜗壳(200)、静磁环(22)和转子(100), 蜗壳(200)具有悬浮腔、介质进口和介质出口, 转子(100)位于悬浮腔内部, 静磁环(22)固定于蜗壳; 转子(100)包括转子本体、定位于转子本体的动磁环(16)和至少两个叶片(13); 动磁环(16)与静磁环(22)同轴且嵌套配置以限制转子本体与蜗壳(200)的径向位置; 转子本体固定有磁钢组件(14); 转子本体还固定有磁性件(17); 蜗壳(200)封装有与磁钢组件(14)相对设置的驱动线圈组件(21), 驱动线圈组件(21)与磁钢组件(14)配合以使转子本体周向转动; 蜗壳(200)固定有磁浮线圈组件(27), 当磁浮线圈组件(27)通电时, 磁性件(17)与磁浮线圈组件(27)产生轴向力。通过动磁环(16)和静磁环(22)之间的磁力作用可以实现转子(100)的全悬浮运转, 减小了发热、磨损并最大限度的降低了产生血栓和对血细胞造成碾压破坏的可能性, 转子(100)的旋转驱动和轴向位置控制完全独立, 控制逻辑简单。

## 一种磁悬浮型离心泵

本申请要求 2022 年 05 月 23 日提交中国专利局、申请号为 202210565543.2、申请名称为“一种磁悬浮型离心泵”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

5

### 技术领域

本申请涉及减振技术领域，特别涉及一种磁悬浮型离心泵。

### 背景技术

心力衰竭（英文 Heart failure，中文简称心衰），通俗来说即是自然心脏  
10 无法泵出维持全身血液循环的足够血流。据世界卫生组织 WHO 统计表明，  
约有 15%~20% 的人会患有不同程度的心衰，65 岁以上因心衰而住院的人  
数占总住院人数 50% 以上，同时 5 年后病死率超过 50%。对于心衰患者来  
说，只有保守药物治疗、心脏移植和心室辅助三种治疗途径。药物治疗的  
15 效果较差，心脏移植由于供体受限非常困难，因此心室辅助装置（英文全  
称为 Ventricular Assist Device，VAD）成为全世界公认的各类终末期心衰最  
有效的治疗途径。心室辅助装置的主要部件是一个血泵（英文全称为 Blood  
Pump）。一般是将血泵的流入管道与人心脏左心室或右心室相连，通过流  
出管道与主动脉或肺动脉相连，泵与控制驱动器（带有电力供应设备）相  
20 连，由控制驱动器控制血泵输出具有一定压力（一般范围 80~120mmHg）  
和流量（一般范围为 2~10L/min）的血液，分担人体正常活动对心脏的  
功率需求。

鉴于血泵的使用环境限制，在满足功能前提下，如何使血泵具有集成  
度高且体积小的特性，是本领域内技术人员始终关注的技术问题。

### 申请内容

25 本申请的目的是提供一种体积小、结构紧凑的磁悬浮型离心泵。

本申请提供一种磁悬浮型离心泵，包括蜗壳、静磁环和转子；

所述蜗壳具有悬浮腔、介质进口和介质出口，所述转子位于所述悬浮  
腔内部，所述静磁环固定于所述蜗壳，

30 所述转子包括转子本体、定位于所述转子本体的动磁环和至少两个叶  
片；所述动磁环与所述静磁环同轴且嵌套配置以限制所述转子本体与所述

蜗壳的径向位置；

所述转子本体固定有磁钢组件，所述磁钢组件包括 N 个沿周向排布的第一磁钢，所有所述第一磁钢的磁极交错布置；所述转子本体还部固定有磁性件，所述磁性件包括磁环和铁芯至少一者；

5 所述蜗壳封装有与所述磁钢组件相对设置的驱动线圈组件，所述驱动线圈组件与所述磁钢组件配合以使所述转子本体周向转动；所述蜗壳固定有磁浮线圈组件，当所述磁浮线圈组件通电时，所述磁性件与所述磁浮线圈组件产生轴向力。

可选的，还包括位置传感器，用于检测所述转子本体的轴向位置；

10 或者/和，相邻所述第一磁钢紧密贴合，或者所述磁钢组件还包括横向导磁磁钢，所述导磁磁钢位于两所述第一磁钢之间，所有所述导磁磁钢和所有所述第一磁钢形成 Halbach 磁钢阵列。

可选的，所述磁钢组件和所述磁性件分别设置于所述转子本体的第一端部和第二端部，所述驱动线圈组件和所述磁浮线圈组件分别设置于所述  
15 蜗壳的第一端部和第二端部。

可选的，所述蜗壳的内腔中具有第一环形壳体和第二环形壳体，所述第一环形壳体、所述第二环形壳体分别位于所述蜗壳的第一端部和第二端部，所述第一环形壳体与所述蜗壳围成封装所述驱动线圈的第一密封腔，所述第二环形壳体与所述蜗壳围成封装所述磁浮线圈组件的第二密封腔，  
20 所述悬浮腔形成于位于所述第一环形壳体和所述第二环形壳体之间，所述第一环形壳体和所述第二环形壳体均为陶瓷结构，所述驱动线圈组件贴靠所述第一环形壳体布置，所述磁浮线圈贴靠所述第二环形壳体布置。

可选的，所述转子本体包括环形体和座体，二者沿轴向固连布置，并且所述环形体和所述座体之间具有出液口，所述环形体的中心通孔连通所述出液口，所述中心通孔与所述介质进口同轴，各所述叶片位于所述环形体和所述座体之间，所述环形体内部封装有所述磁钢组件，所述动磁环和所述磁性件封装于所述座体内部。  
25

可选的，所述座体具有环状封装腔，所述动磁环套设于所述环状封装腔的内环壁，封装于所述座体的磁性件位于所述动磁环外围，沿径向，所述环状封装腔中间区域的轴向高度大于所述边缘区域的轴向高度。  
30

可选的，还包括底座和罩体，所述罩体具有一端开口的柱筒以及连接于所述柱筒另一端的导流锥，所述柱筒的开口周向密封扣合于所述底座，所述静磁环通过螺纹部件固定于所述底座且位于所述柱筒内部，并且所述底座与所述蜗壳螺纹密封连接且与所述介质进口同轴，所述导流锥穿过所述环状封装腔的中心孔且朝向所述介质进口凸出。

可选的，所述环形体的外周面、外端面与所述蜗壳相应内壁之间形成第一辅助通道，所述环状封装腔的外周面和外端面二者均与蜗壳相应内壁之间，以及所述环状封装腔的内周壁与所述罩体之间形成第二辅助通道，并且所述环形体的外端面和座体的外端面均与水平面具有预定夹角，由外向内，所述外端面距离水平面的距离增大。

可选的，所述环形体和所述座体的外端面均设置有若干凸起，所述凸起自内缘侧向外缘侧延伸，并且所述凸起与径向具有预定夹角，相邻凸起之间的距离越靠近内缘侧越小或者所述凸起越靠近内缘高度越低；

可选的，所述转子为离心式全封闭转子结构，所述叶片为后弯式叶片，所述磁钢组件和所述磁性件分别设置于所述转子本体的第一端部和第二端部，所述叶片位于所述磁钢组件和所述磁性件之间；

或者/和，所述磁性件包括磁环。

本申请中转子的旋转驱动和轴向位置控制是完全独立的，且分别位于转子本体的两侧，控制逻辑比较简单。并且，本申请中通过动磁环和静磁环之间的磁力作用可以实现转子的全悬浮运转，这样转子与蜗壳（相当于定子）之间没有机械接触，减小了发热、磨损并最大限度的降低了产生血栓和对血细胞造成碾压破坏的可能性；转子的径向悬浮限位可以依靠动磁环和静磁环实现。

#### 附图说明

图 1 为本申请一种实施例中磁悬浮型离心泵的三维结构示意图；

图 2 为磁悬浮型离心泵的剖视三维图；

图 3 为图 1 的剖视结构示意图；

图 4 为本申请一种实施例中转子的结构示意图；

图 5 为图 4 所示转子的另一视角剖视的示意图；

图 6 为本申请一种实施例中转子本体的结构示意图；

图 7 为本申请另一实施例中转子的示意图；

图 8 为本申请再一种实施例中转子的示意图。

其中，图 1 至图 8 中：

100 转子； 11 座体； 111 下盖板； 112 环状密封腔； 113 内周壁； 12 环  
5 形体； 121 上盖板； 1211 外端面； 1212 凸起； 13 叶片； 14 磁钢组件； 15  
磁性部件； 16 动磁环； 17 磁性件；

200 蜗壳； 201 第一蜗壳； 202 第二蜗壳； 203 第一环形壳体； 204 第  
二环形壳体； 21 驱动线圈组件； 211 驱动线圈； 212 工作铁芯； 22 静磁环；  
23 底座； 24 罩体； 241 柱筒； 242 导流锥； 26 位置传感器； 27 磁浮线圈  
10 组件； 271 磁浮线圈； 272 磁浮铁芯；

300 进口管；

400 出口管；

1a 第一辅助流道； 1b 第二辅助流道； 100a 出液口。

### 具体实施方式

15 在本申请的描述中，需要说明的是，术语“左”、“右”、“上”、“下”、  
“内”、“外”等指示的方位或者位置关系为基于附图所示的方位或位置关  
系，仅是为了便于描述技术的简洁，而并不是指示或者暗示所指的装置或  
元件必须具有特定的方位、特定的方位构造和操作，因此不能理解对本申  
请的限制。此外，术语“第一”、“第二”等词仅是为了便于描述结构和/  
20 或功能相同或者相类似的两个以上的结构或者部件，并不表示对于顺序和/  
或重要性的某种特殊限定。

不失一般性，本文以磁悬浮型离心泵应用于心脏泵血为例介绍技术方案  
和技术效果，本领域内技术人员应当理解，本申请所述的磁悬浮型离心  
泵虽然是在研究血泵的基础上提出技术方案，但是本文中的磁悬浮型离心  
25 泵不局限于应用于心脏泵血，应用于其他领域依旧在本文的保护范围之内。

为了使本领域的技术人员更好地理解本申请的技术方案，下面结合附  
图和具体实施例对本申请作进一步的详细说明。

请参考图 1 至图 3，图 1 为本申请一种实施例中磁悬浮型离心泵的三  
维结构示意图；图 2 为磁悬浮型离心泵的剖视三维图；图 3 为图 1 的剖视  
30 结构示意图。

本申请提出了一种磁悬浮型离心泵，包括蜗壳、静磁环和转子，蜗壳具有悬浮腔、介质进口和介质出口，转子位于悬浮腔内部。

其中，蜗壳可以包括第一蜗壳 201 和第二蜗壳 202，二者围成转子的安装空间，第一蜗壳 201 和第二蜗壳 202 可以可拆卸安装，以便于转子等  
5 零部件的安装及维护。第一蜗壳 201 上可以设置有介质进口，介质出口可以由第一蜗壳 201 和第二蜗壳 202 上的相应结构共同围成。介质进口安装有进口管 300，介质出口安装有出口管 400，第一蜗壳 201、第二蜗壳 202、进口管 300 和出口管 400 可以均为钛合金材质。

请进一步参考图 4 和图 5，图 4 为本申请一种实施例中转子的结构示意图；图 5 为图 4 所示转子的另一视角的示意图。  
10

本申请中的转子包括转子本体、叶片 13、动磁环 16、磁性件 17 和磁钢组件 14。

其中，转子本体主要为组成转子的其他零部件的安装提供安装基础以及与蜗壳配合装配。后文将具体介绍转子本体的一种具体结构。动磁环 16、  
15 叶片 13、磁性件 17 和磁钢组件 14 均安装于转子本体，叶片 13 的数量可以为两个或者两个以上，即叶片的数量至少为两个，各叶片沿周向分布，叶片 13 可以为后弯式叶片，后弯式叶片在获得最优化的流体效率、剪切力和流线分布，在相同的输出流量、压力的要求下，转子和蜗壳的直径可以更小，对电机转速和扭矩的要求可以更低，可以减小蜗壳、转子和电机的  
20 体积，在相同输出能力的条件下能够实现泵的小型化，并最大程度的降低了溶血和血栓发生的可能性。

其中叶片 13 的数量可以根据具体泵体积而定，通常可以为 3 至 7 片，例如一种具体示例中叶片的数量为 5 片。

当然，叶片 13 也可以为等厚度叶片或者直叶片，只要能够满足使用需  
25 求即可。

蜗壳 200 上安装有静磁环 22，静磁环 22 与动磁环 16 同轴且嵌套配置以限制转子 100 与蜗壳 200 的径向位置。静磁环 22 和动磁环 16 二者可以均包括为沿轴向布置的两个或者两个以上的环形磁铁。图 3 中示出了静磁环 22 和动磁环 16 均具有三个环形磁环的具体示例，动磁环 16 嵌套与静磁  
30 环 22 的外围。当然静磁环 22 和动磁环 16 中环形磁环的数量不局限于本文

描述，还可以为其他数值。

工作时，动磁环 16 和静磁环 22 限定转子相对蜗壳 200 径向位置的原理：转子的径向悬浮依靠动磁环和静磁环之间的斥力实现，如上所述转子本体安装有一组动磁环；蜗壳安装有一组静磁环；动磁环和静磁环二者构成永磁径向悬浮轴承。静磁环可以通过底座 23 与蜗壳 200 之间的精密螺纹调节轴向位置，当理想情况下，调节静磁环 22 的位置，当转子本体沿轴向悬浮于蜗壳悬浮腔的中间时，静磁环 22 与动磁环 16 的轴向位置刚好对齐；此时动磁环 16 和静磁环 22 形成的永磁径向悬浮轴承的径向刚度为最大，而轴向力为 0。

10 本申请所提供的转子本体的第一端部固定有磁钢组件 14，磁钢组件 14 包括 N 个沿周向排布的第一磁钢 141，所有第一磁钢 141 的磁极交错布置，请参考图 4，磁钢组件中第一磁钢按照 N 极、S 极交替布置形成一周。磁钢组件 14 中各磁钢可以封装于转子本体的内部。其中在一种示例中第一磁钢 141 之间可以紧密贴合，组成一个满极弧的磁环，这样与蜗壳 200 上安  
15 装的驱动线圈组件 21 形成的盘式电机可以获得较大的电机效率。

当然，磁钢组件 14 还可以包括横向导磁磁钢 18，导磁磁钢 18 位于第一磁钢 141 之间，即在磁极交错的第一磁钢 141 之间布置同等数量互斥的横向导磁磁钢 18，例如 10 组交错第一磁钢和导磁磁钢组成 Halbach 磁钢阵列（4-16 偶数组均可，10 组为一种可选的方案），这种磁钢阵列可以起到聚磁的效果，在同等的磁钢体积下提高了电机气隙之间的磁密，从而进  
20 一步提高了电机效率。

当然，磁钢组件 14 的设置不局限于本文所述的方式，还可以为其他方式，只要能够实现本文所述的功能即可。

相应地，蜗壳 200 与转子安装磁钢组件 14 相对应的第一端部封装有驱动线圈组件 21，其中驱动线圈组件 21 可以包括驱动线圈 211 和工作铁芯 212。工作时，驱动线圈 211 通入电流产生磁场，工作铁芯 212 对驱动线圈 211 所产生的磁场起到放大功能，安装于转子本体的磁钢组件 14 的各磁极交错布置的第一磁钢 141 将会产生旋转力，带动转子本体转动。驱动线圈组件 21 与转子本体内部安装的磁钢组件 14 形成了盘式电机。

30 磁浮线圈组件 27 通电时，磁性件 17 与磁浮线圈组件 27 产生轴向力，



用于控制转子本体的轴向位置。通过调节磁浮线圈组件 27 的电流方向，能够实现磁浮线圈组件 271 与磁性件 17 之间力方向的改变。磁浮线圈组件 27 可以包括磁浮线圈 271 和磁浮铁芯 272。其中转子本体的轴向位置可以通过位置传感器获知。

5        该实施方式中，转子的旋转驱动和轴向位置控制是完全独立的，且分别位于转子本体的两侧，控制逻辑比较简单。并且，本申请中通过动磁环 16 和静磁环 22 之间的磁力作用可以实现转子的全悬浮运转，这样转子 100 与蜗壳 200（相当于定子）之间没有机械接触，减小了发热、磨损并最大限度的降低了产生血栓和对血细胞造成碾压破坏的可能性：转子 100 的径  
10        向悬浮限位可以依靠动磁环和静磁环实现。

      在这一种具体示例中，蜗壳 200 的内腔中具有第一环形壳体 203 和第二环形壳体 204，第一环形壳体 203、第二环形壳体 204 分别位于蜗壳的第一端部和第二端部，第一环形壳体 203 与蜗壳围成封装驱动线圈的第一密封腔，第二环形壳体与蜗壳围成封装磁浮线圈组件的第二密封腔，悬浮腔  
15        形成于位于第一环形壳体和第二环形壳体之间，第一环形壳体 203 和第二环形壳体 204 均为陶瓷结构，驱动线圈组件 21 贴靠第一环形壳体 203 布置，磁浮线圈 271 贴靠第二环形壳体 204 布置。

      各环形壳体可以通过粘接或者其他方式与蜗壳固定。

      陶瓷材料与血液的相容性较佳，陶瓷材料十分坚硬且绝缘，这样环形  
20        壳体的壁厚可以比较薄并且驱动线圈可以紧贴内壁，从而极大的降低了驱动线圈与第一磁钢之间的气隙且完全消除了涡流损失，第一磁钢可采用 Halbach 阵列排布，提高了电机的效率，在保持最大输出能力不变的前提下实现了血泵的小型化。因陶瓷绝缘特性同时可以最大程度的降低驱动线圈对蜗壳内流动的血液产生漏电流的风险，并消除了驱动线圈组件和第一  
25        磁钢组件形成盘式电机运行受外部电场干扰的可能性。例如：患者在接受电击/电复率/电刀切割治疗时，磁悬浮型离心泵依然能正常工作。

      在一种示例中，转子本体包括环形体 12 和座体 11，二者沿轴向固连布置，各叶片位于环形体 12 和座体 11 之间，环形体 12 和座体 11 之间具有出液口，出液口可以位于两叶片之间，环形体 12 的中心通孔连通出液口  
30        100a，环形体 12 和座体 11 内部均封装有磁钢组件，动磁环 16 封装于座体

11 内部。环形体 12 和座体二者沿轴向固连布置，并且环形体 12 和座体 11 之间具有出液口，环形体 12 的中心通孔连通出液口，环形体 12 的中心通孔与介质进口同轴。其中出液口 100a 的数量可以为多个，沿周向均匀布置，具体数量可以根据具体产品而定，本文不做限定。

5 具体地，座体具有环状封装腔，动磁环套设于环状封装腔的内环壁，封装于座体的磁性件位于动磁环外围，沿径向，环状封装腔中间区域的轴向高度大于边缘区域的轴向高度。

这样可以尽量减少封装腔对泵内部流体空间的占据，有利于结构紧凑。

10 为了方便安装，环状封装腔可以由以下方式形成，座体上设置环形凹槽，下盖板 111 盖合于环形凹槽的槽口形成密封腔室。同理，环形体上安装磁钢组件的密封腔也可以采用设置环形凹槽和上盖板 121 配合密封的方式形成。

15 本申请中的转子可以为离心式全封闭式转子，当离心式泵工作时，大量血液通过流入道流入离心泵内部，经过转子离心叶片加速后，由流出道流出，将血液注入主动脉，为全身的血液循环提供压力和流量。转子离心叶片可以为中空结构。

上述各实施例中静磁环可以通过以下方式安装于蜗壳内部。

20 在一种示例中，磁悬浮型离心泵还可以进一步底座和扣合于底座 23 的罩体 24，罩体 24 与底座密封固定，静磁环通过螺纹部件固定于底座，螺纹部件可以为螺钉或者螺栓或者螺杆等部件。并且静磁环安装于罩体和底座形成的安装空间，蜗壳的第二端部设置有安装通孔，安装通孔与介质进口同轴，底座 23 螺纹密封连接于安装通孔。罩体 24 包括具有一端开口的柱筒 241 以及连接于柱筒另一端的导流锥 242，静磁环 22 位于柱筒 241 内部，导流锥 242 穿过座体 11 的中心孔且朝向介质进口凸出。导流锥 242  
25 越靠近介质进口径向尺寸越小，这样蜗壳介质进口的流体可以在导流锥的分流下均匀向周向流动，进而均匀进入叶片之间。

上述实施例中底座与蜗壳之间通过螺纹连接，可以精确调节底座相对蜗壳的轴向位置，以与转子上的动磁环精确配合。

30 请参考图 6 和图 7，上述各实施例中，环形体 12 的外端面和座体的外端面均设置有若干凸起 1212（图中仅示出环形体外端面的凸起），凸起自

内缘侧向外缘侧延伸，并且凸起 1212 与径向具有预定夹角，相邻凸起之间的距离越靠近内缘侧越小，凸起 1212 呈内螺旋结构。这样环形体的外端面与第一环形壳体之间、座体的外端面与第二环形壳体之间形成动压液浮轴承。当转子在轴向受到极大的干扰，一端接近到该侧的环形壳体时，动压液浮轴承可以提供额外的向中心的恢复力，从而提高叶轮沿轴向的稳定性。

当然，凸起 1212 越靠近内缘高度越低，同样能够实现上述技术效果，如图 7 所示。

在一种具体实施例中，环形体的外周面、外端面与蜗壳相应内壁之间形成第一辅助通道，环状封装腔的外周面、外端面与蜗壳相应内壁之间，以及环状封装腔的内周壁 113 与罩体 24 之间形成第二辅助通道。

工作时，转子在蜗壳 200 中间悬浮高速旋转，环形体 12 和座体 11 之间的叶片与蜗壳 200 的内壁构成泵的主要流道，血液从介质进口流入，通过环形体的中心通孔进入叶片间的主流道，经叶片的旋转加速后，进入蜗壳内部的主流道，通过介质出口流出蜗壳。

同时，进入蜗壳 200 内部主流道的血液，有一小部分分别通过第一辅助通道和第二辅助通道重新回流至转子本体的入口，重新进入叶片之间经加速后流入蜗壳内部。通过上述设计，进入离心泵内所有流经血液的流道均为单向流动，不存在静止或回流的区域，从而最大程度降低血栓形成的可能。

同时，如上所述因与环形体、座体的端面相对的环形壳体为陶瓷材料，其表面坚硬且光滑，在转子与环形壳体意外接触时，降低了环形壳体表面被破坏的可能。因电机效率更高，因此在相同条件下，转子内第一磁钢的厚度可以更薄，环形体 12 和座体 11 外端壁（盖板）的厚度也对应减薄，从而降低了蜗壳内回流流道的长度。

同时，并且环形体的外端面和座体的外端面均与水平面具有预定夹角，由外向内，外端面距离水平面的距离增大，即环形体和座体的外端面是向内凹陷的，转子上下外端面有向内的锥面，因此形成于外端面与蜗壳内壁之间的辅助通道外侧间隙较小，内侧的间隙较大，这样血液经过外侧间隙较小区域是剪切力相对较高但流速快通过时间短，经过内侧间隙较大区域时低相对流速低但是剪切力也较低，最大程度降低了溶血和血栓发生的可

能性，这样就有条件将辅助通道的间隙相对减小，降低了离心泵的回流损失，提高了流体效率，在离心泵相同的输出流量/压力的要求下，转子和蜗壳的直径可以更小、对电机转速和扭矩的要求可以更低，从而减小了蜗壳/转子体积，在相同输出能力的条件下实现了离心泵的小型化。

5 上述位置传感器可以为霍尔传感器，也可以为电涡流传感器，只要能够实现转子本体轴向位置的检测即可。

10 以上对本申请所提供的一种磁悬浮型离心泵进行了详细介绍。本文中应用了具体个例对本申请的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本申请的方法及其核心思想。应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请原理的前提下，还可以对本申请进行若干改进和修饰，这些改进和修饰也落入本申请权利要求的保护范围内。

## 权 利 要 求

1.一种磁悬浮型离心泵，其特征在于，包括蜗壳、静磁环和转子；

所述蜗壳具有悬浮腔、介质进口和介质出口，所述转子位于所述悬浮腔内部，所述静磁环固定于所述蜗壳，

5 所述转子包括转子本体、定位于所述转子本体的动磁环和至少两个叶片；所述动磁环与所述静磁环同轴且嵌套配置以限制所述转子本体与所述蜗壳的径向位置；

所述转子本体固定有磁钢组件，所述磁钢组件包括 N 个沿周向排布的第一磁钢，所有所述第一磁钢的磁极交错布置；所述转子本体还部固定有  
10 磁性件，所述磁性件包括磁环和铁芯至少一者；

所述蜗壳封装有与所述磁钢组件相对设置的驱动线圈组件，所述驱动线圈组件与所述磁钢组件配合以使所述转子本体周向转动；所述蜗壳固定有磁浮线圈组件，当所述磁浮线圈组件通电时，所述磁性件与所述磁浮线圈组件产生轴向力。

15 2.如权利要求 1 所述的磁悬浮型离心泵，其特征在于，还包括位置传感器，用于检测所述转子本体的轴向位置；

或者/和，相邻所述第一磁钢紧密贴合，或者所述磁钢组件还包括横向导磁磁钢，所述导磁磁钢位于两所述第一磁钢之间，所有所述导磁磁钢和所有所述第一磁钢形成 Halbach 磁钢阵列。

20 3.如权利要求 1 所述的磁悬浮型离心泵，其特征在于，所述磁钢组件和所述磁性件分别设置于所述转子本体的第一端部和第二端部，所述驱动线圈组件和所述磁浮线圈组件分别设置于所述蜗壳的第一端部和第二端部。

4. 如权利要求 1 至 3 任一项所述的磁悬浮型离心泵，其特征在于，所  
25 述蜗壳的内腔中具有第一环形壳体 and 第二环形壳体，所述第一环形壳体、所述第二环形壳体分别位于所述蜗壳的第一端部和第二端部，所述第一环形壳体与所述蜗壳围成封装所述驱动线圈的第一密封腔，所述第二环形壳体与所述蜗壳围成封装所述磁浮线圈组件的第二密封腔，所述悬浮腔形成于位于所述第一环形壳体和所述第二环形壳体之间，所述第一环形壳体和  
30 所述第二环形壳体均为陶瓷结构，所述驱动线圈组件贴靠所述第一环形壳

体布置，所述磁浮线圈贴靠所述第二环形壳体布置。

5 5. 如权利要求 1 至 3 任一项所述的磁悬浮型离心泵，其特征在于，所述转子本体包括环形体和座体，二者沿轴向固连布置，并且所述环形体和所述座体之间具有出液口，所述环形体的中心通孔连通所述出液口，所述中心通孔与所述介质进口同轴，各所述叶片位于所述环形体和所述座体之间，所述环形体内部封装有所述磁钢组件，所述动磁环和所述磁性件封装于所述座体内部。

10 6. 如权利要求 5 所述的磁悬浮型离心泵，其特征在于，所述座体具有环状封装腔，所述动磁环套设于所述环状封装腔的内环壁，封装于所述座体的磁性件位于所述动磁环外围，沿径向，所述环状封装腔中间区域的轴向高度大于所述边缘区域的轴向高度。

15 7. 如权利要求 6 所述的磁悬浮型离心泵，其特征在于，还包括底座和罩体，所述罩体具有一端开口的柱筒以及连接于所述柱筒另一端的导流锥，所述柱筒的开口周向密封扣合于所述底座，所述静磁环通过螺纹部件固定于所述底座且位于所述柱筒内部，并且所述底座与所述蜗壳螺纹密封连接且与所述介质进口同轴，所述导流锥穿过所述环状封装腔的中心孔且朝向所述介质进口凸出。

20 8. 如权利要求 7 所述的磁悬浮型离心泵，其特征在于，所述环形体的外周面、外端面与所述蜗壳相应内壁之间形成第一辅助通道，所述环状封装腔的外周面和外端面二者均与蜗壳相应内壁之间，以及所述环状封装腔的内周壁与所述罩体之间形成第二辅助通道，并且所述环形体的外端面和座体的外端面均与水平面具有预定夹角，由外向内，所述外端面距离水平面的距离增大。

25 9. 如权利要求 5 所述的磁悬浮型离心泵，其特征在于，所述环形体和所述座体的外端面均设置有若干凸起，所述凸起自内缘侧向外缘侧延伸，并且所述凸起与径向具有预定夹角，相邻凸起之间的距离越靠近内缘侧越小或者所述凸起越靠近内缘高度越低；

30 10. 如权利要求 1 或 2 所述的磁悬浮型离心泵，其特征在于，所述转子为离心式全封闭转子结构，所述叶片为后弯式叶片，所述磁钢组件和所述磁性件分别设置于所述转子本体的第一端部和第二端部，所述叶片位于

所述磁钢组件和所述磁性件之间；  
或者/和，所述磁性件包括磁环。

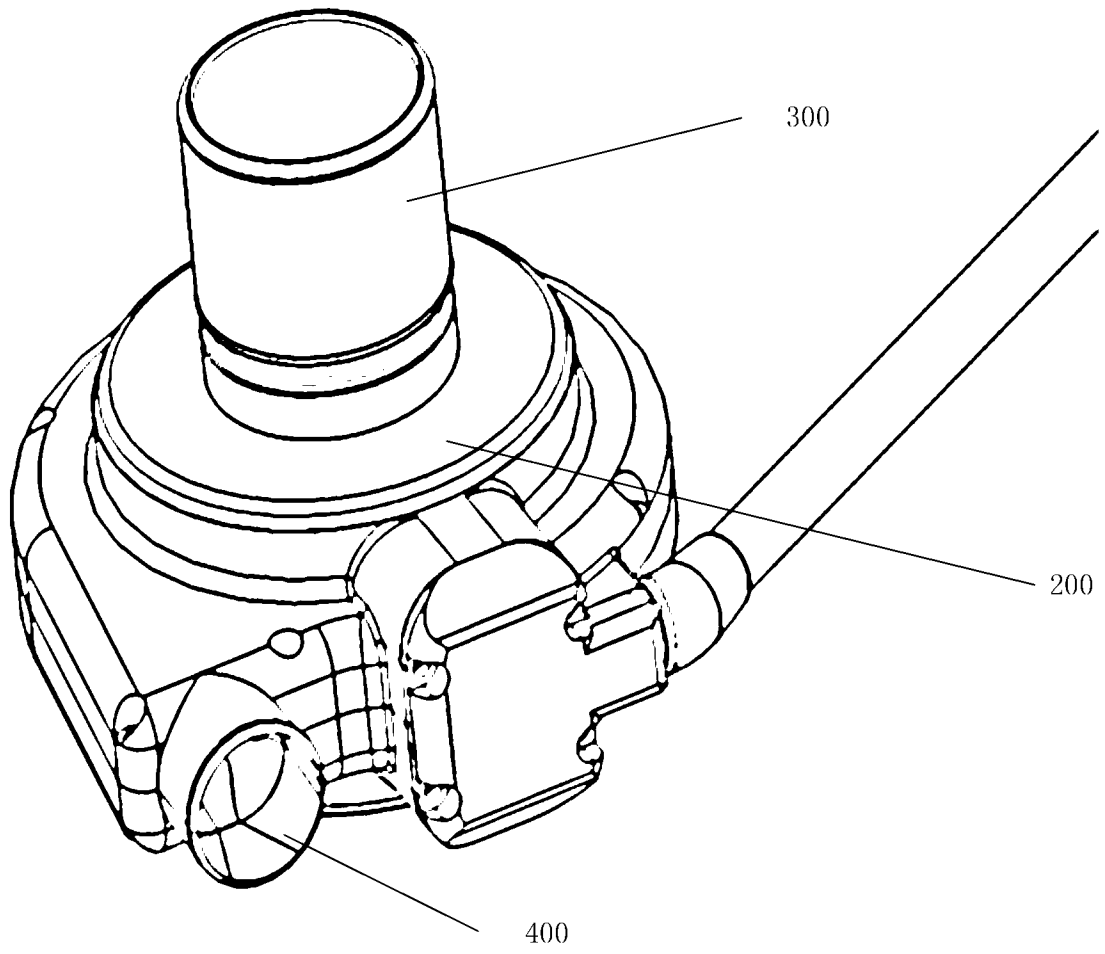


图 1



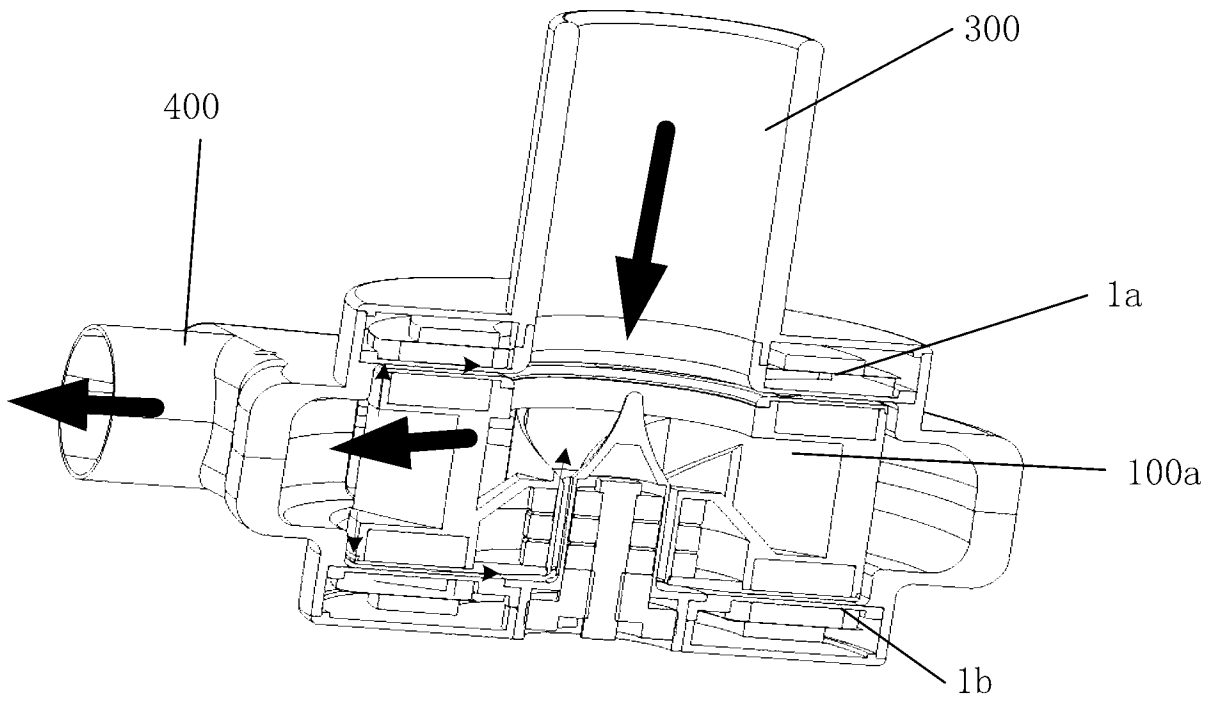


图 2

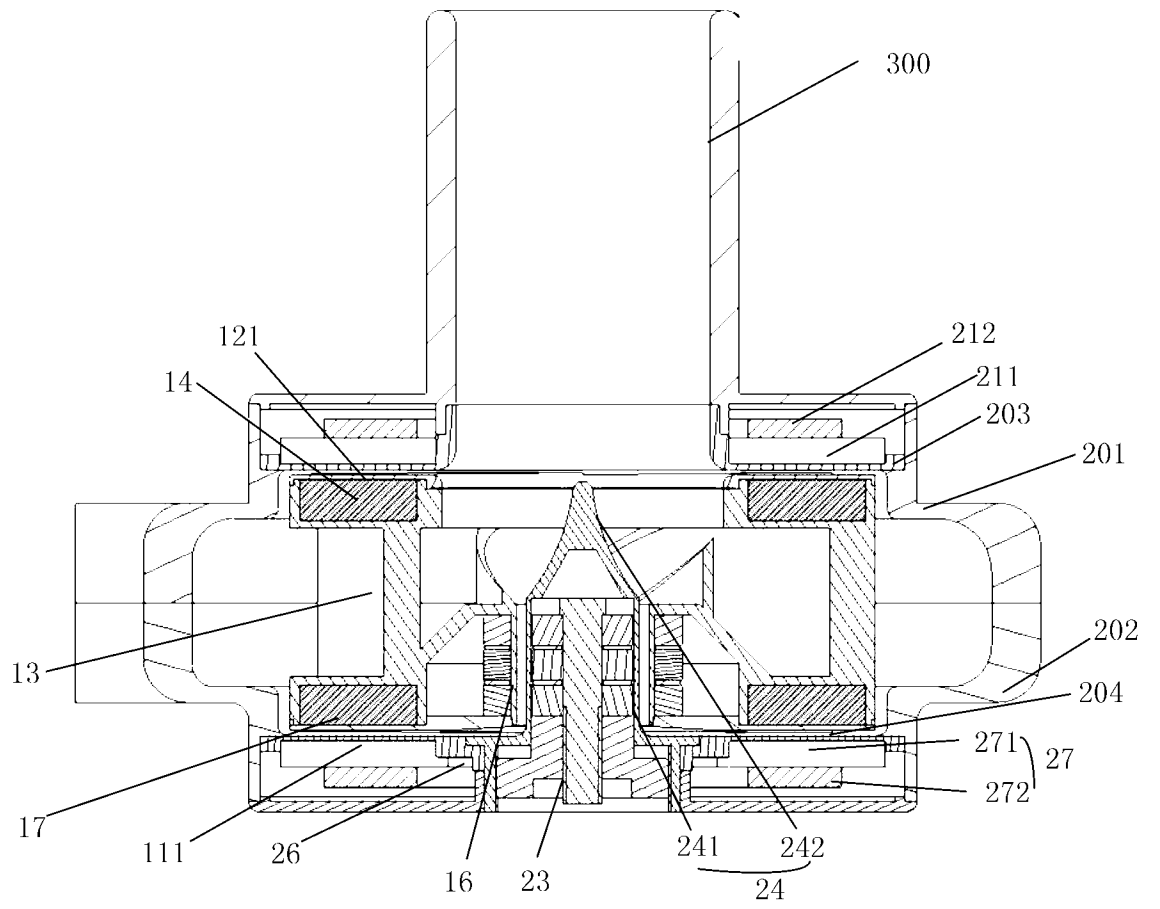


图 3

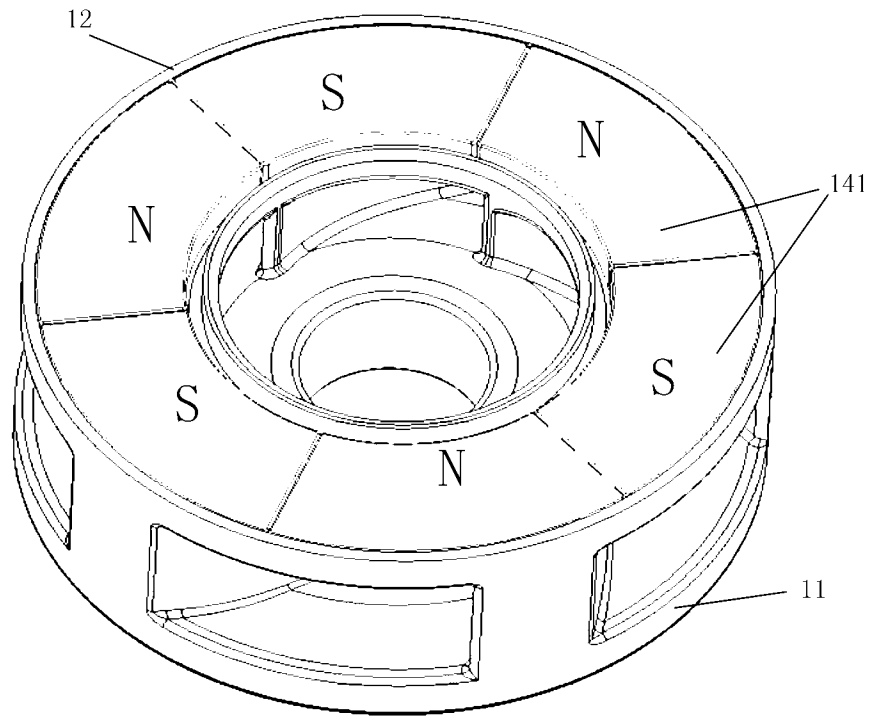


图 4

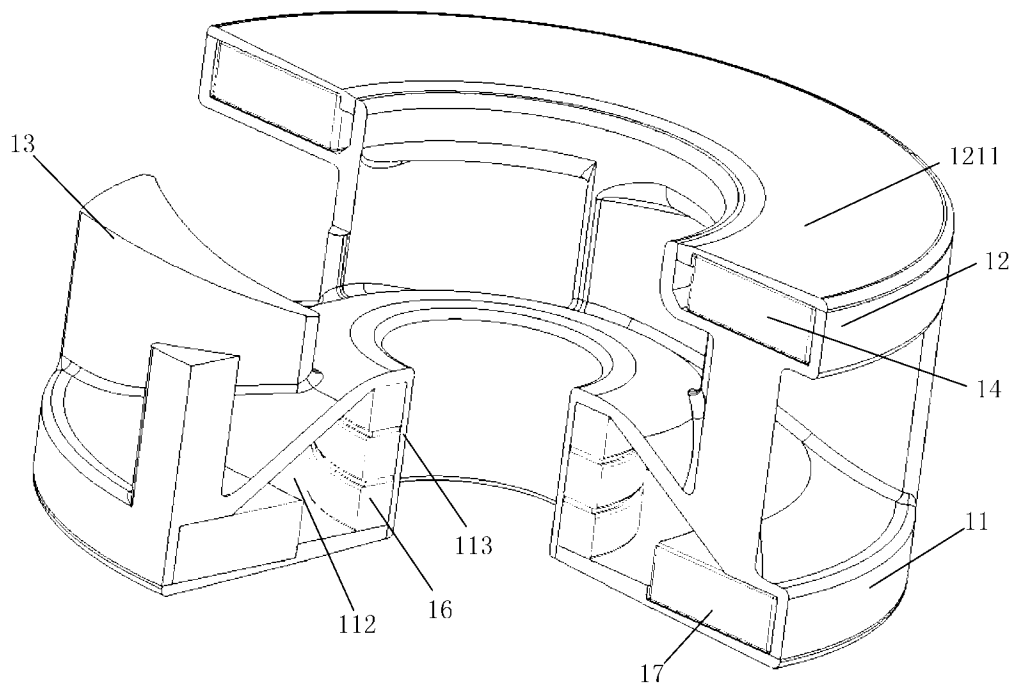


图 5

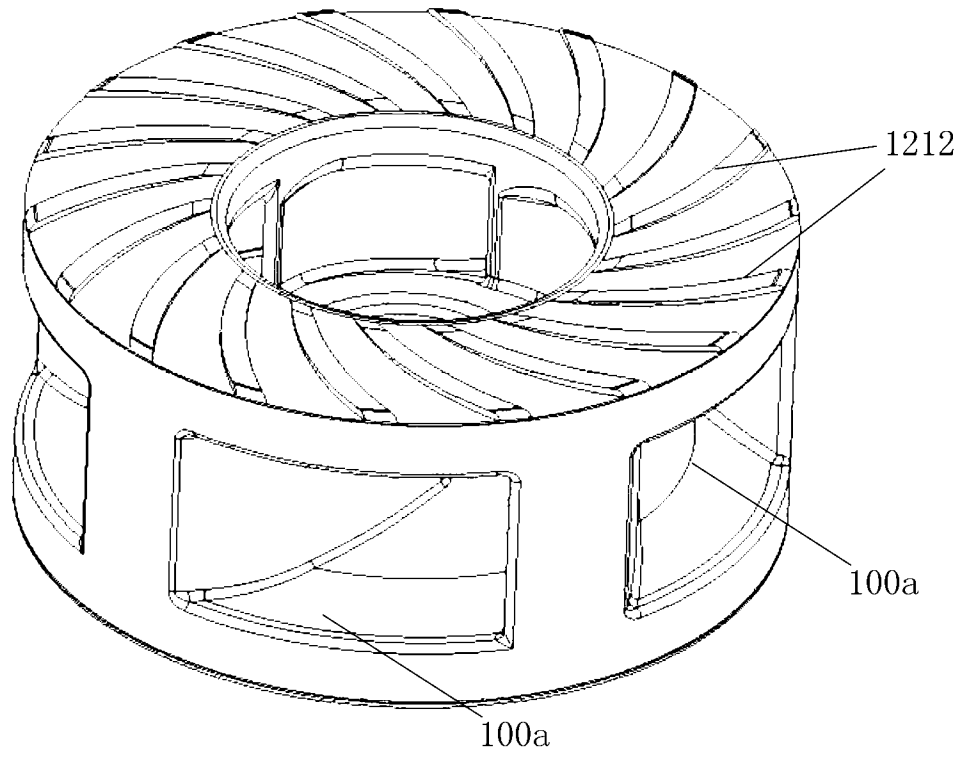


图 6

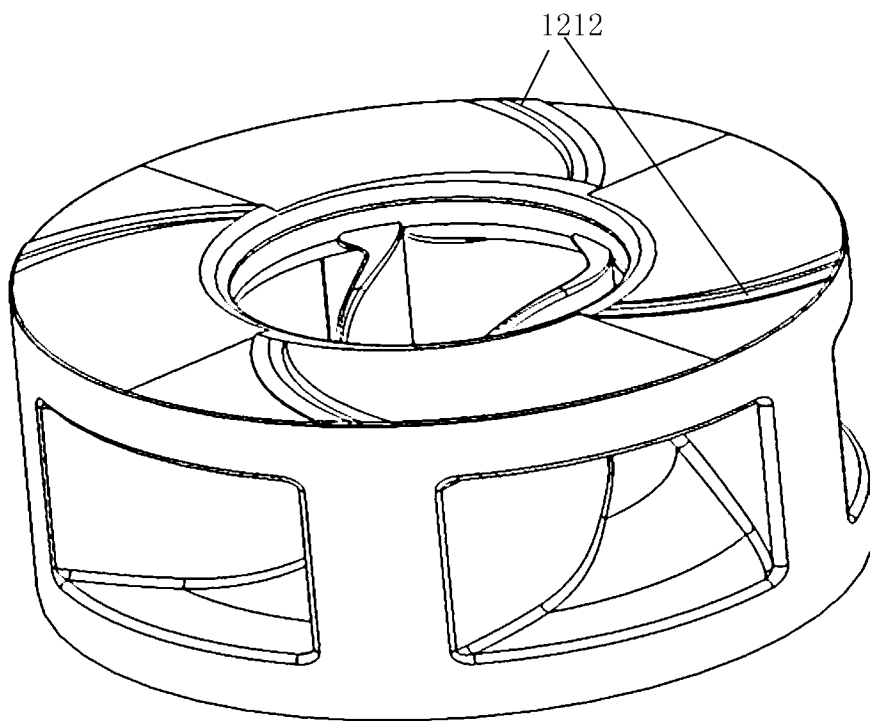


图 7

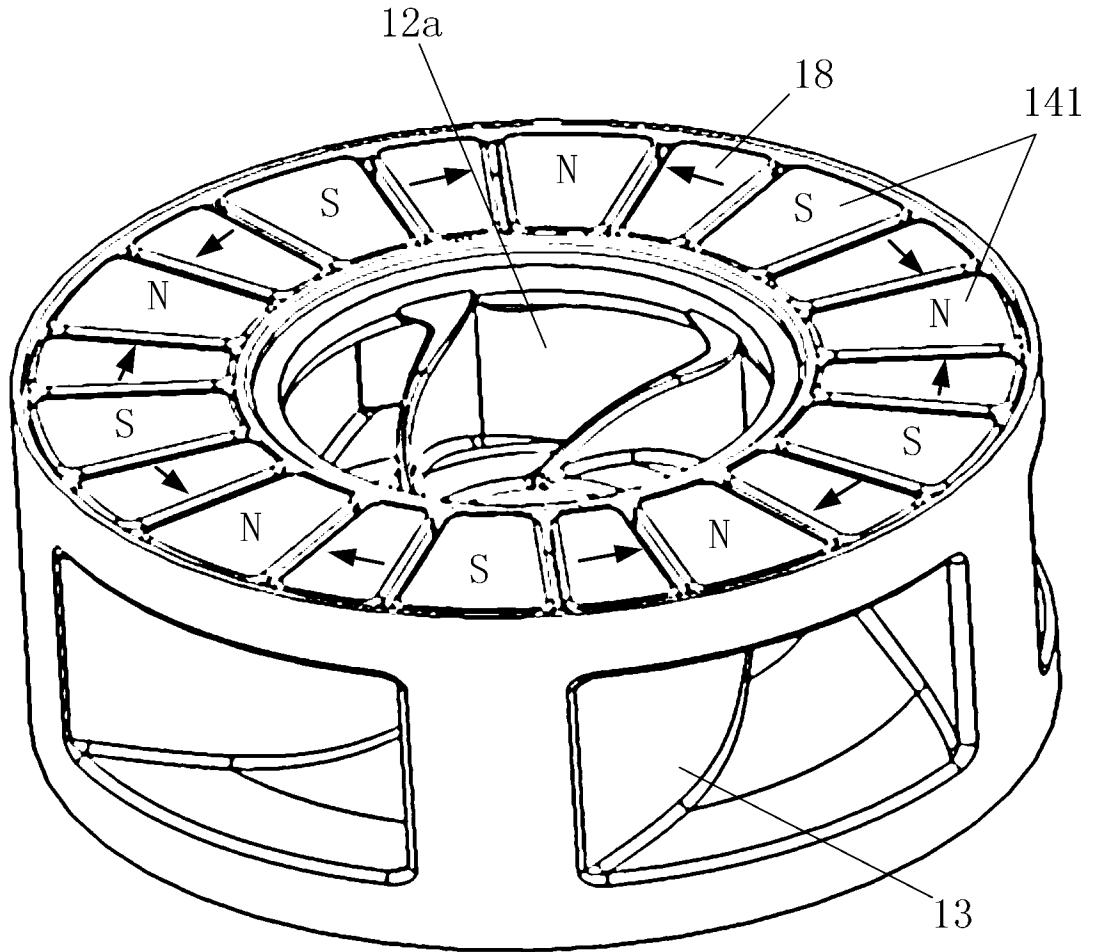


图 8

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/095432

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
A61M60/232(2021.01)i; A61M60/419(2021.01)i; A61M60/492(2021.01)i; A61M60/804(2021.01)i; A61M60/814(2021.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC: A61M		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNABS, CNTXT, VEN, ENTXT, DWPI, CNKI: 磁悬浮 离心 血 泵 磁环 转子 定子 叶轮 叶片 磁钢 磁铁 交替 交错 环形 盘 轴向 旋转 周向 blood pump magnet magnetic halbach second impeller blade stator ring plate annular seat rotate axial		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 217938905 U (HANGTIAN TAIXIN TECHNOLOGY CO., LTD.) 02 December 2022 (2022-12-02) description, paragraphs 4-73, and figures 1-8	1-10
PX	CN 217938906 U (HANGTIAN TAIXIN TECHNOLOGY CO., LTD.) 02 December 2022 (2022-12-02) claims 1-10, and entire description	1-10
E	CN 116173395 A (HANGTIAN TAIXIN TECHNOLOGY CO., LTD.) 30 May 2023 (2023-05-30) description, paragraphs 1-90, and figures 1-11	1-3, 5-10
Y	CN 102247628 A (BEIJING TIANGAOZHILI TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD.) 23 November 2011 (2011-11-23) description, paragraphs 3-24, and figures 1-4	1-10
Y	JP 2007089972 A (TERUMO CORP. et al.) 12 April 2007 (2007-04-12) description, paragraphs 10-40, and figures 1-25	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>21 September 2023</b>		Date of mailing of the international search report <b>22 September 2023</b>
Name and mailing address of the ISA/CN <b>China National Intellectual Property Administration (ISA/ CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088</b>		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

**PCT/CN2023/095432**

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 104307063 A (SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 28 January 2015 (2015-01-28) entire document	1-10
A	US 2012035411 A1 (HEARTWARE, INC.) 09 February 2012 (2012-02-09) entire document	1-10
A	CN 108175884 A (SHENZHEN HEXIN MEDICAL DEVICES CO., LTD.) 19 June 2018 (2018-06-19) entire document	1-10

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2023/095432**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	217938905	U	02 December 2022	None			
CN	217938906	U	02 December 2022	None			
CN	116173395	A	30 May 2023	None			
CN	102247628	A	23 November 2011	None			
JP	2007089972	A	12 April 2007	JP	4472610	B2	02 June 2010
CN	104307063	A	28 January 2015	None			
US	2012035411	A1	09 February 2012	US	2014179983	A1	26 June 2014
				US	9050405	B2	09 June 2015
				US	8672611	B2	18 March 2014
CN	108175884	A	19 June 2018	None			



<p><b>A. 主题的分类</b></p> <p>A61M60/232(2021.01)i; A61M60/419(2021.01)i; A61M60/492(2021.01)i; A61M60/804(2021.01)i; A61M60/814(2021.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																										
<p><b>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>IPC: A61M</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称,和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNABS, CNTXT, VEN, ENTXT, DWPI, cnki: 磁悬浮 离心 血 泵 磁环 转子 定子 叶轮 叶片 磁钢 磁铁 交替 交错 环形 盘 轴向 旋转 周向 blood pump magnet magnetic halbach second impeller blade stator ring plate annular seat rotate axial</p>																										
<p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件,必要时,指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 217938905 U (航天泰心科技有限公司) 2022年12月2日 (2022 - 12 - 02) 说明书第4-73段,图1-8</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 217938906 U (航天泰心科技有限公司) 2022年12月2日 (2022 - 12 - 02) 权利要求1-10,说明书全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>CN 116173395 A (航天泰心科技有限公司) 2023年5月30日 (2023 - 05 - 30) 说明书第1-90段,图1-11</td> <td>1-3, 5-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 102247628 A (北京天高智机技术开发公司) 2011年11月23日 (2011 - 11 - 23) 说明书第3-24段,图1-4</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2007089972 A (TERUMO CORP等) 2007年4月12日 (2007 - 04 - 12) 说明书第10-40段,图1-25</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104307063 A (山东科技大学) 2015年1月28日 (2015 - 01 - 28) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2012035411 A1 (HEARTWARE INC) 2012年2月9日 (2012 - 02 - 09) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <p>* 引用文件的具体类型:          “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件          “D” 申请人在国际申请中引证的文件          “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利          “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件,或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)          “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件          “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件          “T” 在申请日或优先权日之后公布,与申请不相抵触,但为了理解发明之理论或原理的在后文件          “X” 特别相关的文件,单独考虑该文件,认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性          “Y” 特别相关的文件,当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时,要求保护的发明不具有创造性          “&amp;” 同族专利的文件</p>			类型*	引用文件,必要时,指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 217938905 U (航天泰心科技有限公司) 2022年12月2日 (2022 - 12 - 02) 说明书第4-73段,图1-8	1-10	PX	CN 217938906 U (航天泰心科技有限公司) 2022年12月2日 (2022 - 12 - 02) 权利要求1-10,说明书全文	1-10	E	CN 116173395 A (航天泰心科技有限公司) 2023年5月30日 (2023 - 05 - 30) 说明书第1-90段,图1-11	1-3, 5-10	Y	CN 102247628 A (北京天高智机技术开发公司) 2011年11月23日 (2011 - 11 - 23) 说明书第3-24段,图1-4	1-10	Y	JP 2007089972 A (TERUMO CORP等) 2007年4月12日 (2007 - 04 - 12) 说明书第10-40段,图1-25	1-10	A	CN 104307063 A (山东科技大学) 2015年1月28日 (2015 - 01 - 28) 全文	1-10	A	US 2012035411 A1 (HEARTWARE INC) 2012年2月9日 (2012 - 02 - 09) 全文	1-10
类型*	引用文件,必要时,指明相关段落	相关的权利要求																								
PX	CN 217938905 U (航天泰心科技有限公司) 2022年12月2日 (2022 - 12 - 02) 说明书第4-73段,图1-8	1-10																								
PX	CN 217938906 U (航天泰心科技有限公司) 2022年12月2日 (2022 - 12 - 02) 权利要求1-10,说明书全文	1-10																								
E	CN 116173395 A (航天泰心科技有限公司) 2023年5月30日 (2023 - 05 - 30) 说明书第1-90段,图1-11	1-3, 5-10																								
Y	CN 102247628 A (北京天高智机技术开发公司) 2011年11月23日 (2011 - 11 - 23) 说明书第3-24段,图1-4	1-10																								
Y	JP 2007089972 A (TERUMO CORP等) 2007年4月12日 (2007 - 04 - 12) 说明书第10-40段,图1-25	1-10																								
A	CN 104307063 A (山东科技大学) 2015年1月28日 (2015 - 01 - 28) 全文	1-10																								
A	US 2012035411 A1 (HEARTWARE INC) 2012年2月9日 (2012 - 02 - 09) 全文	1-10																								
国际检索实际完成的日期	2023年9月21日	国际检索报告邮寄日期	2023年9月22日																							
ISA/CN的名称和邮寄地址	中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	授权官员	谈泉 电话号码 (+86) 010-62085611																							

C. 相关文件		
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 108175884 A (深圳核心医疗器械有限公司) 2018年6月19日 (2018 - 06 - 19) 全文	1-10

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/095432

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	217938905	U	2022年12月2日	无			
CN	217938906	U	2022年12月2日	无			
CN	116173395	A	2023年5月30日	无			
CN	102247628	A	2011年11月23日	无			
JP	2007089972	A	2007年4月12日	JP	4472610	B2	2010年6月2日
CN	104307063	A	2015年1月28日	无			
US	2012035411	A1	2012年2月9日	US	2014179983	A1	2014年6月26日
				US	9050405	B2	2015年6月9日
				US	8672611	B2	2014年3月18日
CN	108175884	A	2018年6月19日	无			