

血泵

[0001] 本申请要求于2020年12月22日在中国专利局提交的、申请号为202011525102.7、发明名称为“血泵”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。

技术领域

[0002] 本申请涉及医疗器械技术领域，更具体地说，是涉及一种血泵。

背景技术

[0003] 这里的陈述仅提供与本申请有关的背景信息，而不必然构成现有技术。

[0004] 血管内血泵，被设计为经皮插入患者的血管中，例如大腿或腋窝的动脉或静脉的血管内，可以被前探入患者的心脏中以作为左心室辅助设备或右心室辅助设备起作用。因此，血管内血泵也可以被称为心内血泵。

[0005] 血泵主要包括叶轮及驱动该叶轮旋转的电机，电机驱动叶轮旋转时，叶轮可以绕其中轴线转动，将血液从血泵的血液流入口处输送至血液流出口处。电机工作时产生旋转磁场，叶轮上设有与该旋转磁场相互作用的磁体，以使叶轮围绕其轴线旋转。然而，叶轮上的磁体会增加叶轮的重量，降低叶轮的泵送效率；再者，叶轮的尺寸和形状设计会受限于其上的磁体，增加叶轮的加工难度。

发明概述

技术问题

[0006] 本申请实施例的目的之一在于：提供一种血泵，其至少可以解决现有血泵加工难度高且泵送效率低的技术问题。

问题的解决方案

技术解决方案

[0007] 本申请实施例采用的技术方案是：提供了一种血泵，包括：

[0008] 套管，具有血流入口和血流出口；

[0009] 叶轮，设置在所述套管内；

[0010] 能够驱动所述叶轮旋转的驱动单元，所述驱动单元包括壳体、转子和定子，所

述壳体连接于所述套管，所述转子包括转轴和磁体，所述转轴部分收容于所述壳体，部分延伸至所述壳体外并与所述叶轮连接，所述磁体收容于所述壳体内，所述磁体设置在所述转轴上，所述定子包括多个围绕所述转轴的轴线布置的柱、及围绕所述柱的外周的线圈绕组，所述线圈绕组能够产生与所述磁体相互作用的旋转磁场，以使所述转轴旋转，其中，所述磁体与所述柱沿所述转轴的延伸方向间隔设置。

发明的有益效果

有益效果

- [0011] 本申请实施例提供的血泵的至少具有如下有益效果：
- [0012] 相较于将磁体直接设置在叶轮上，本申请将磁体设置在转轴上，可以使磁体与定子的轴向间距不受其它部件的干扰，尤其是叶轮与壳体的轴向间距、以及壳体厚度的影响，使磁体与定子间容易获得较小的轴向间距。当磁体与定子的柱的轴向间距变小，磁体与柱间的磁密度会增大，驱动单位的输出功率和转矩随之增加。故，本申请将磁体与柱沿轴向间隔的设置于转轴上，可以使二者之间具有较大的磁密度，增加驱动单位的输出功率。并且，由于磁体设置在转轴上，使得本申请叶轮的尺寸和形状设计不受磁体的影响，叶轮的设计更加灵活，降低了叶轮的加工难度。

对附图的简要说明

附图说明

- [0013] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对实施例或示范性技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其它的附图。
- [0014] 图1是本申请第一实施例提供的一种血泵的立体图；
- [0015] 图2是图1所示血泵的爆炸图；
- [0016] 图3是图1所示血泵的叶轮与驱动单元连接的截面图；
- [0017] 图4是图3所示血泵的叶轮与驱动单元的爆炸图；
- [0018] 图5是图3所示驱动单元的转子的结构示意图；

- [0019] 图6是图5所示转子的转轴与飞轮的结构示意图；
- [0020] 图7是图3所示驱动单元的定子的爆炸图；
- [0021] 图8是图7所示定子的背板的结构示意图；
- [0022] 图9是图3所示驱动单元的壳体的爆炸图；
- [0023] 图10是图9所示壳体的第二壳体的结构示意图；
- [0024] 图11是本申请第二实施例提供的一种血泵的叶轮与驱动单元的截面图；
- [0025] 图12是图11所示驱动单元的定子与转子的爆炸图；
- [0026] 图13是图12所示定子的爆炸图；
- [0027] 图14是图11所示叶轮与驱动单元的爆炸图；
- [0028] 图15是图11所示驱动单元的壳体的爆炸图；
- [0029] 图16是本申请第三实施例提供的一种血泵的叶轮与驱动单元的截面图；
- [0030] 图17是图16所示驱动单元的定子与转子的爆炸图；
- [0031] 图18是图16所示叶轮与驱动单元的爆炸图；
- [0032] 图19是图17所示转子的转轴与飞轮的结构示意图；
- [0033] 图20是图16所示驱动单元的壳体的爆炸图；
- [0034] 图21是本申请第四实施例提供的一种血泵的叶轮与驱动单元的截面图；
- [0035] 图22是图21所示驱动单元的转子与定子的爆炸图；
- [0036] 图23是图22所示定子的柱的爆炸图；
- [0037] 图24是图21所示叶轮与驱动单元的爆炸图；
- [0038] 图25是本申请第五实施例提供的一种血泵的叶轮与驱动单元的截面图；
- [0039] 图26是图25所示驱动单元的转子与定子的爆炸图。

发明实施例

本发明的实施方式

- [0040] 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。
- [0041] 需说明的是，当部件被称为“固定于”或“设置于”另一个部件，它可以直接在另一个部件上或者间接在该另一个部件上。当一个部件被称为是“连接于”

另一个部件，它可以是直接或者间接连接至该另一个部件上。术语“上”、“下”、“左”、“右”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，而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申请的限制，对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语的具体含义。术语“第一”、“第二”仅用于便于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明技术特征的数量。“多个”的含义是两个或两个以上，除非另有明确具体的限定。

[0042] 为了说明本申请所提供的技术方案，以下结合具体附图及实施例进行详细说明。在介入医疗领域，通常定义器械距操作者近的一端为近端，距操作者远的一端为远端。

[0043] 请参阅图1和图2，本申请第一实施例提供了一种血泵100，包括叶轮10、驱动单元20、套管30和导管40。叶轮10能够转动地布置在套管30内，驱动单元20能够驱动叶轮10转动，套管30的近端连接至驱动单元20的远端，导管40的远端连接至驱动单元20的近端。其中，导管40用于容纳供应管线，例如清洗管线、及与驱动单元20电连接的导线等。套管30上设有血流入口31和血流出口32，叶轮10工作时，血液从血流入口31进入套管30，并沿着套管30内的血流通道从血流出口32排出。

[0044] 请参阅图3，驱动单元20位于套管30外，并与套管30的近端固接。驱动单元20包括壳体21、及布置于壳体21的转子22和定子23。壳体21连接于套管30，具体地，壳体21的远端固接于套管30的近端。转子22部分收容于壳体21内，转子22能够相对壳体21转动。转子22包括转轴221、以及装配在转轴221上的磁体223。转轴221部分收容于壳体21，部分延伸至壳体21外并与叶轮10固定连接。磁体223收容于壳体21内，磁体223设置在转轴221上。定子23包括多个围绕转轴221的轴线布置的柱231、及围绕在柱231外周的线圈绕组232，线圈绕组232能够产生与磁体223相互作用的旋转磁场以使转轴221旋转。其中，磁体223与柱231沿转轴221的延伸方向间隔设置。

[0045] 在一些实施例中，磁体223与柱231的轴向间距为0.1mm~2mm，以使磁体223与柱

231二者之间具有较大的磁密度，增加驱动单元20的输出功率。例如为0.1mm~0.5mm。在本申请中，定义平行于转轴221的延伸方向（也即转轴的轴线的延伸方向）为轴向，定义垂直于轴向的方向为径向。

[0046] 需要说明的是，当磁体223或柱231的端面为斜面或非平整表面时，此处磁体223与柱231的“轴向间距”指的是，磁体223最近端的点与柱231最远端的点之间的轴向距离；或者，磁体223最远端的点与柱231最近端的点之间的轴向距离。

[0047] 相较于现有技术中将磁体直接设置在叶轮上，本申请将磁体223设置在转轴221上，可以使磁体223与定子23的轴向间距不受其它部件的干扰，尤其是叶轮10与驱动单元20的壳体21的轴向间距、以及壳体21厚度的影响，使磁体223与定子23间容易获得较小的轴向间距。当磁体223与定子23的柱231的轴向间距变小，磁体223与柱231间的磁密度会增大，驱动单元20的输出功率随之增加。故，本申请将磁体223与柱231沿轴向间隔的设置于转轴221上，并且，由于磁体223设置在转轴221上，使得本申请叶轮10的尺寸和形状设计不受磁体223的影响，叶轮10的设计更加灵活，降低了叶轮10的加工难度。

[0048] 此外，本申请使磁体223与柱231沿转轴221的延伸方向（也即沿轴向）间隔的设置，采用轴向磁通直接驱动的方式驱动转轴221旋转，可以降低驱动单元20的径向尺寸。即，本申请可以在降低驱动单元20的整体径向尺寸的基础上，增加驱动单元20的输出功率和负载转矩。

[0049] 如下，对驱动单元20的结构进行具体说明。

[0050] 请参阅图4，驱动单元20包括壳体21、以及分别安装在壳体21内的转子22、定子23、远端轴承24、近端轴承25及控制件26。请参阅图5，转子22包括转轴221、飞轮222以及磁体223。转轴221的远端延伸至壳体21外并与叶轮10固定连接。飞轮222固定在转轴221上。磁体223固定在飞轮222上，定子23产生的旋转磁场能够与磁体223相互作用，使磁体223及与磁体223固定连接的飞轮222一起旋转，从而带动转轴221及叶轮10旋转。

[0051] 在一些实施例中，磁体223包括多个环绕转轴221的磁单元，相邻的两个磁单元间隔设置。若相邻的两个磁单元之间的间隙太小，则在相邻的两个磁单元中延伸的最内的磁场无法与定子23产生的旋转磁场相互作用，影响转轴221的转速。

因此，可通过将相邻的两个磁单元间隔设置，并根据磁体223与定子23之间轴向间距的大小调节相邻两个磁单元之间的间隙的大小。本实施例中，磁体223由六个磁单元组成，六个磁单元围绕转轴221的轴线间隔布置。每一磁单元为扇形磁铁，使磁体223大致为圆环状结构。可以理解的是，在其他实施例中，磁体223还可以由更多或更少的磁单元组成，如两个、四个、八个或十个等。

[0052] 请参阅图6，飞轮222包括主体部2221以及安装凸台2222。主体部2221大致为盘状结构，例如为圆盘结构。安装凸台2222与主体部2221固接，且安装凸台2222位于主体部2221的朝向定子23的一侧，转轴221固定地穿设于主体部2221和安装凸台2222。磁体223固定在主体部2221上，并环绕安装凸台2221的外周设置。

[0053] 具体地，安装凸起2222位于主体部2221的中部。安装凸台2222的一端与主体部2221固接，另一端沿转轴221的延伸方向朝远离主体部2221的方向延伸，安装凸台2222的外径大于转轴221的外径，但小于主体部2221的外径。通过在主体部2221上设置安装凸台2221，可以方便对磁体223进行组装定位，使磁体223更好地固定在主体部2221上。

[0054] 本申请在转轴221上设置飞轮222，并将磁体223固定在飞轮222上，通过飞轮222带动转轴221旋转，可以增加磁体223与转轴221的连接强度，提高转轴221旋转时的稳定性。本实施例中，飞轮222与转轴221为一体成型结构。在其它实施例中，飞轮222还可以通过其它方式与转轴221固定连接，如粘接、焊接等。

[0055] 可以理解的是，本实施例的飞轮222仅用作举例，并不对本申请进行限制，本申请的飞轮222还可以为其它结构，只要能将磁体223固定在转轴221上即可。例如，在其他实施例中，飞轮222仅包括主体部2221，磁体223固定在主体部2221的朝向定子23的一侧；或者，飞轮222仅包括安装凸台2222，磁体223固定在安装凸台2222的外周面上；或者，飞轮222由多个围绕转轴221的轴线间隔布置的支撑杆组成，每一支撑杆的一端固定在转轴221上、另一端沿径向方向朝远离转轴221第一侧延伸，支撑杆的数量与磁单元的数量相同，每一支撑杆靠近定子23的一侧固定有一个磁单元。或者，在其它实施例中，转轴221上可以不设置飞轮222，磁体223直接固定在转轴221上；或者转轴221上设置有固定槽，磁体223装配在该固定槽内。

- [0056] 请参阅图7，定子23包括多个围绕转轴221的轴线布置的柱231、围绕在柱231外周的线圈绕组232、以及背板233。定子23的中心具有沿轴向贯穿的通道，转轴221可转动地穿设于该通道。多个柱231围绕转轴221的轴线布置，以围合成类圆环结构，转轴221从该类圆环结构的中心穿过。柱231作为磁芯，其由软磁性材料制成，如钴钢等。每一柱231包括杆部2311、以及固定在杆部2311的一端的头部2312，头部2312与磁体223磁性耦合。线圈绕组232包括多个线圈2321，线圈2321的数量与柱231的数量相同，每一杆部2311的外周均围绕有一个对应的线圈2321。线圈绕组232被控制单元（未示出）顺序地控制，以创造用于驱动磁体223的旋转磁场。背板233与杆部2311的远离头部2312的一端连接，以封闭磁通量回路，增加磁通量，改进耦合能力，有助于血泵在减少整体径向尺寸的基础上，增加驱动单元20的输出功率。与柱231的材料相同，背板233也由软磁性材料制成，如钴钢等。
- [0057] 结合图8所示，背板233上设置有第一安装孔2331，第一安装孔2331与转轴221间隙配合，转轴221可转动地穿设于该第一安装孔2331。背板233上还设置有避位槽2332，供线圈绕组232的连接线通过。背板233上还设置有沿轴向贯穿的通孔2333，装配时，可通过该通孔2333将胶水灌注在背板233与杆部2311之间，使杆部2311与背板233固定连接。在图8所示的实施例中，通孔2333为沉孔结构，通孔2333与杆部2311的数量相同，每一通孔2333与杆部2311的位置对应。可以理解的是，在其他实施例中，通孔2333还可以为其它形式的孔结构，只要其能贯穿背板233即可；或者，背板233上不设置通孔2333，通过焊接等其它连接方式，使杆部2311与背板233固定连接。
- [0058] 远端轴承24和近端轴承25均固定地收容于壳体21内，远端轴承24和近端轴承25沿转轴221的轴线布置，远端轴承24相较于近端轴承25更靠近叶轮10，转轴221穿设于远端轴承24，并与近端轴承25连接。控制件26固定地收容于壳体21内，控制件26与线圈绕组232电连接。
- [0059] 请参阅图9，具体地，壳体21包括第一壳体211、第二壳体212和第三壳体213。第三壳体213套设在定子23外，第一壳体211和第二壳体212分别连接于第三壳体213的两端，转轴221从第一壳体211穿出而与叶轮10连接。具体地，第一壳体21

1、第三壳体213及第二壳体212沿转轴221的轴线依次布置。第一壳体211靠近转子22的远端，第二壳体212靠近转子22的近端。第一壳体211大致为一端开口、另一端封闭的结构。转轴221的远端从第一壳体211中穿出并与叶轮10连接。沿第一壳体211的近端至远端的方向，第一壳体211内设置有相连通的第一连接槽2110、第一安装槽2111、第一限位槽2112及穿孔2113。

[0060] 第一连接槽2110用于与第三壳体213连接。组装时，将第三壳体213的远端连接件2131插至第一连接槽2110内，使第一壳体211与第三壳体213固定连接。第一安装槽2111用于收容磁体223与飞轮222，磁体223与飞轮222可旋转地收容在第一安装槽2111内。其中，第一安装槽2111的内径大于磁体223与飞轮222的外径，避免磁体223与飞轮222在旋转时触碰第一安装槽2111的内壁。第一限位槽2112用于收容远端轴承24，远端轴承24固定在第一限位槽2112内。其中，远端轴承24与第一限位槽2112的侧壁相抵接，避免远端轴承24沿径向移动。结合图6所示，转轴221上设置有远端限位部2211，远端限位部2211与第一限位槽2112的底壁配合，将远端轴承24限位在远端限位部2211与第一限位槽2112之间，避免远端轴承24沿轴向移动。穿孔2113用于供转轴221的远端穿过。穿孔2113与转轴221间隙配合，转轴221的远端通过穿孔2113延伸至与壳体21外并与叶轮10固定连接。

[0061] 请参阅图9和图10，第二壳体212大致为一端开口、另一端封闭的结构。沿第二壳体212的远端至近端的方向，第二壳体212内设置有相连通的第二连接槽2120、第二安装槽2121、第二限位槽2122、第三限位槽2123及连接孔2124。第二连接槽2120用于与第三壳体213连接。组装时，将第三壳体213的近端连接件2132插至第二连接槽2110内，使第二壳体212与第三壳体213固定连接。第二安装槽2121用于收容背板233，背板233固定在第二安装槽2121内。第二安装槽2121的侧壁设置有卡槽2126，卡槽2126从第二安装槽2121的侧壁朝向第二壳体212外表面的方向凹陷。结合图8所示，背板233的侧壁设置有限位凸起2334。装配时，将背板233的限位凸起2334抵持在卡槽2126内，避免背板233在第二安装槽2121内转动。

[0062] 第二限位槽2122用于收容控制件26，控制件26固定在该第二限位槽2122内。本

实施例中，控制件26包括两块沿轴向叠加的PCB板，线圈绕组232的连接线分别连接至对应的PCB板。每一PCB板上设置有第二安装孔，第二安装孔与转轴221间隙配合，转轴221可转动的从该第二安装孔中穿过。可以理解的是，本实施例并不限制PCB板的具体数量，可以根据需要设置一个、三个或更多的PCB板。

- [0063] 第三限位槽2123用于收容近端轴承25，近端轴承25固定在第三限位槽2123内。近端轴承25与第三限位槽2123的侧壁相抵接，避免近端轴承25沿径向移动。结合图6所示，转轴221上设置有近端限位部2212，近端限位部2212与第三限位槽2123的底壁配合，将近端轴承25限位在近端限位部2212与第三限位槽2123之间，避免近端轴承25沿轴向移动。连接孔2124用于供导管40中的供应管线（例如，清洗管线，及与PCB板电连接的导线）通过。在图10所示的实施例中，连接孔2124包括三个，每一连接孔2124沿轴向贯穿第二壳体212。
- [0064] 具体参见图9，第三壳体213大致为两端开口的结构，第三壳体213套设在定子23外。第三壳体213的两端分别设置有远端连接件2131与近端连接件2132。组装时，分别将远端连接件2131插入至第一壳体211的第一连接槽2110内，近端连接件2132插入至第二壳体212的第二连接槽2120内。
- [0065] 可以理解的是，本实施例的壳体21仅用作举例，并不对本申请进行限制，本申请的壳体21还可以为其它结构，只要其能套设在定子23与转子22外，起到密封定子23与转子22的作用即可。例如，在其他实施例中，壳体21包括套设在转子22的远端外的第一壳体211、套设在转子22的近端外的第二壳体212，及套设在定子23外的第三壳体213。其中，第三壳体213与第二壳体212为一体结构，或者第三壳体213与第一壳体211为一体结构。
- [0066] 请参阅图11和图12，本申请第二实施例提供了一种血泵100，该血泵100包括叶轮10、驱动单元、套管和导管。驱动单元包括壳体21、及布置在壳体21内的转子22与定子23。转子22包括转轴221，转轴221延伸至壳体21外与叶轮10连接。
- [0067] 第二实施例与第一实施例的血泵不同之处在于，转子22的磁体223为两个，分别为第一磁体223a和第二磁体223b，第一磁体223a和第二磁体223b沿转轴221的轴线间隔布置，定子23位于第一磁体223a和第二磁体223b之间，定子23产生的旋转磁场分别为第一磁体223a和第二磁体223b相互作用，以使转轴221旋转。对

应地，转子22还具有沿轴向间隔的设置在转轴221上的两个飞轮222，分别为第一飞轮222a与第二飞轮222b。第一飞轮222a上装配有第一磁体223a，第二飞轮222b上装配有第二磁体223b。

[0068] 请参阅图13，定子23包括多个围绕转轴221的轴线布置的柱231，及围绕在柱231外周的线圈绕组232，线圈绕组232产生的旋转磁场分别与第一磁体223a及第二磁体223b相互作用，以使转轴221旋转。

[0069] 相较于第一实施例，第二实施例的转子22包括两个磁体223，定子23产生的旋转磁场分别与两个磁体223相互作用，通过两个磁体223驱动转轴221旋转，能极大地提高转轴221的转速，增加驱动单元的输出功率和负载转矩。并且，定子23与两个磁体223沿轴向间隔设置，采用轴向磁通直接驱动的方式驱动转轴221旋转，可以在不增加驱动单元20的整体径向尺寸的基础上，增加驱动单元20的输出功率和负载转矩。

[0070] 如下，对第二实施例的血泵100的驱动单元20的结构进行具体说明。

[0071] 请参阅图14，驱动单元20包括壳体21，以及分别安装在壳体21内的转子22、定子23、远端轴承24、近端轴承25及控制件26。请再次参阅图12，转子22包括转轴221、第一飞轮222a、第二飞轮222b、第一磁体223a及第二磁体223b。转轴221的远端延伸至壳体21外、与叶轮10固定连接。第一飞轮222a与第二飞轮222b沿轴向间隔的设置在转轴221上，定子23位于第一飞轮222a与第二飞轮222b之间。第一磁体223a固定在第一飞轮222a靠近定子23的一侧，第二磁体223b固定在第二飞轮222b靠近定子23的一侧。第二实施例的转子22的磁体与飞轮的具体结构与第一实施例的磁体与飞轮的结构相同，在此不再赘述。请再次参阅图13，定子23包括多个围绕转轴221的轴线布置的柱231，及围绕在柱231外周的线圈绕组232。定子23的中心具有沿轴向贯穿的通道，转轴221可转动地从该通道中穿过。

[0072] 相较于第一实施例，第二实施例的定子23不包括背板，柱231包括杆部2311、以及分设在杆部2311两端的第一头部2312a与第二头部2312b。第一头部2312a与第一磁体223a相对，第二头部2312b与第二磁体223b相对。柱231作为磁芯，其由软磁性材料制成，如钴钢等。其中，第一磁体223a与柱231的轴向间距为0.1m

$m \sim 2\text{mm}$, 例如为 $0.1\text{mm} \sim 0.5\text{mm}$; 第二磁体223b与柱231的轴向间距为 $0.1\text{mm} \sim 2\text{mm}$, 例如为 $0.1\text{mm} \sim 0.5\text{mm}$ 。线圈绕组232包括多个线圈2321, 线圈2321的数量与柱231的数量相同, 每一杆部2311的外周均围绕有线圈2321。线圈绕组232被控制单元(未示出)顺序地控制、以创造用于驱动两个磁体的旋转磁场。

[0073] 请参阅图15, 壳体21包括第一壳体211、第二壳体212和第三壳体213。其中, 第一壳体211套设在转子22的远端外, 第二壳体212套设在转子22的近端外, 第三壳体213套设在定子23外。由于第二实施例的第一壳体211与第三壳体213的结构与第一实施例的结构相同, 第一壳体211与第三壳体213的具体结构在此不再赘述。

[0074] 第二壳体212大致为一端开口、另一端封闭的结构。沿第二壳体212的远端至近端的方向, 第二壳体212内设置有相连通的第二连接槽2120、第二安装槽2121、第二限位槽2122、第三限位槽2123及连接孔。其中, 第二安装槽2121用于收容第二飞轮222b与第二磁体223b, 第二飞轮222b与第二磁体223b可旋转的收容在第二收容槽内。第二安装槽2121的内径大于第二飞轮222b与第二磁体223b的外径, 避免第二飞轮222b与第二磁体223b在旋转时触碰第二安装槽2121的内壁。

[0075] 与第一实施例相同, 第二连接槽2120用于与第三壳体213连接。第二限位槽2122用于收容控制件26, 控制件26固定在该第二限位槽2122内。第三限位槽2123用于收容近端轴承25, 近端轴承25固定在第三限位槽2123内。连接孔用于供导管40中的供应管线(例如, 清洗管线, 及与PCB板电连接的导线)通过, 连接孔沿轴向贯穿第二壳体212。

[0076] 请参阅图16和图17, 本申请第三实施例提供了一种血泵100, 该血泵100包括叶轮10、驱动单元、套管和导管。驱动单元包括壳体21、及布置在壳体21内的转子22与定子23。转子22包括转轴221, 转轴221延伸至壳体21外与叶轮10连接。

[0077] 第三实施例与第一实施例的不同之处在于, 转子22具有两个磁体, 分别为第一磁铁223a与第二磁体223b, 第一磁铁223a与第二磁体223b沿转轴221的轴线间隔布置, 定子23为两个, 分别为第一定子23a和第二定子23b, 第一定子23a和第二定子23b沿转轴221的轴线间隔布置, 第一定子23a产生的旋转磁场能够与第一磁体223a相互作用以使转轴221旋转, 第二定子23b产生的旋转磁场能够与第二磁

体223b相互作用以使转轴221旋转。

[0078] 具体地，第一定子23a和第二定子23b位于第一磁铁223a与第二磁体223b之间。更具体地，转子22的飞轮222位于第一定子23a和第二定子23b之间，第一磁铁223a与第二磁体223b分别固定在飞轮222上。其中，第一定子23a与第二定子23b的结构相同，均包括多个柱231，及围绕在柱231外周的线圈绕组232，两个定子23的线圈绕组232产生的旋转磁场分别与对应的磁体相互作用，以使转轴221旋转。其中，第一定子23a的柱231与第一磁体223a的轴向间距为 $0.1\text{mm}\sim 2\text{mm}$ ，例如为 $0.1\text{mm}\sim 0.5\text{mm}$ ；第二定子23b的柱21与第二磁体223b的轴向间距为 $0.1\text{mm}\sim 2\text{mm}$ ，例如为 $0.1\text{mm}\sim 0.5\text{mm}$ 。

[0079] 相较于第一实施例，第三实施例的驱动单元20具有两个定子23，两个定子23分别与对应的磁体作用，使得两个定子23同时驱动两个与转轴221固接的磁体旋转，从而极大的提高转轴221的转速，增加驱动单元20的输出功率和负载转矩。并且，两个定子23沿轴向布置在转轴221上，不会增加驱动单元20的径向尺寸。即，本实施例可以在不增加驱动单元20的整体径向尺寸的基础上，极大地增加驱动单元20的输出功率和负载转矩。

[0080] 如下，对驱动单元20的结构进行具体说明。

[0081] 请参阅图18，驱动单元20包括壳体21、以及分别安装在壳体21内的转子22、第一定子23a、第二定子23b、远端轴承24、近端轴承25及控制件26，其中，转子22包括转轴221、飞轮222、第一磁体223a及第二磁体223b。请参阅图19，飞轮222包括主体部2221、第一安装凸台2222a及第二安装凸台2222b。主体部2221大致为盘状结构，例如为圆盘结构，其固定在转轴221上，第一磁体223a与第二磁体223b沿轴向分别固定在主体部2221的两侧。第一安装凸台2222a与第二安装凸台2222b沿轴向分设在主体部2221的两侧，第一磁体223a环绕第一安装凸台2222a的外周设置，第二磁体223b环绕第二安装凸台2222b的外周设置。第三实施例的两个磁体的结构与第一实施例的磁体的结构相同，在此不再赘述。

[0082] 同样，第三实施例的每一定子23的结构与第一实施例的定子的结构相同，均包括多个围绕转轴221的轴线布置的柱231、围绕在柱231外周的线圈绕组232、以及背板233。故，两个定子的具体结构在此不再赘述。其中，第一定子23a的背

板233连接于第一定子23a的柱231的远离第一磁体223a的一端，第二定子23b的背板233连接于第二定子23b的柱231的远离第二磁体223b的一端。

[0083] 请参阅图20，壳体21包括第一壳体211、第二壳体212、两个第三壳体213及第四壳体214。其中，第一壳体211套设在转子22的远端外，第二壳体212套设在转子22的近端外，两个第三壳体213分别套设在两个定子23外，第四壳体214位于两个第三壳体213之间、并套设在飞盘222外。由于第三实施例的第二壳体212与第三壳体213的结构与第一实施例的结构相同，第二壳体212与第三壳体213的具体结构在此不再赘述。

[0084] 第一壳体211大致为一端开口、另一端封闭的结构。沿第一壳体211的近端至远端的方向，第一壳体211内设置有相连通的第一连接槽2110、第一安装槽2111、第一限位槽2112、第四限位槽2114及穿孔2113。第一安装槽2111用于收容第一定子23a的背板233，背板233固定在第一安装槽2111内。第一安装槽2111的侧壁设置有定位槽2116，定位槽2116从第一安装槽2111的侧壁朝向第一壳体211外表面的方向凹陷。结合图8所示，背板233的侧壁设置有限位凸起2334。装配时，将背板233的限位凸起2334抵持在定位槽2116内，避免背板233在第一安装槽2111内转动。第四限位槽2114用于收容控制件26，控制件26固定在该第四限位槽2114内。本实施例中，控制件26包括三块PCB板，线圈绕组232的连接线分别连接至对应的PCB板。其中，一块PCB板固定在第一壳体211的第四限位槽2114内，另两块PCB板沿轴向叠加、固定在第二壳体212内。可以理解的是，本实施例也不限制PCB板的具体数量，可以根据需要设置一个、四个或更多的PCB板。

[0085] 与第一实施例相同，第一连接槽2110用于与第三壳体213连接。第一限位槽2112用于收容远端轴承24，远端轴承24固定在第一限位槽2112内。穿孔2113用于供转轴221的远端穿过，转轴221的远端通过穿孔2113延伸至与壳体21外、与叶轮10固定连接。第四壳体214大致为两端开口的结构，其套设在飞轮222外。第四壳体214的两端分别设置有与第三壳体213配合的连接件，使第四壳体214与位于其两侧的第三壳体213固定连接。第四壳体214的内壁设置有定位结构2141，线圈绕组232的连接线固定在该定位结构2141内。通过将线圈绕组232的连接线固定在定位结构2141上，可以使线圈绕组232的连接线远离飞轮222，同时避免该连

接线随意移动，进而避免飞轮222在高速旋转时损坏该连接线。

[0086] 在图20所示的实施例中，定位结构2141为沿轴向延伸的槽结构，线圈绕组232的连接线卡持在该槽结构内，避免连接线随意移动。可以理解的是，本实施例并不限制定位结构2141的具体结构，只要其能避免线圈绕组232的连接线被飞轮222损坏即可。例如，在其他实施例中，定位结构2141为两个间隔设置的孔结构，线圈绕组232的连接线通过其中一个孔结构延伸至第四壳体214外，当连接线越过飞轮222后，再通过另一个孔结构延伸至第四壳体214内。

[0087] 可以理解的是，本实施例的壳体21仅用作举例，并不对本申请进行限制，本申请的壳体21还可以为其它结构，只要其能套设在定子23与转子22外，起到密封定子23与转子22的作用即可。例如，在其他实施例中，壳体21包括套设在转子22的远端外的第一壳体211、套设在转子22的近端外的第二壳体212，及同时套设在两个定子与飞轮外的第五壳体。

[0088] 请参阅图21和图22，本申请第四实施例提供了一种血泵100，该血泵100包括叶轮10、驱动单元20、套管和导管。驱动单元包括壳体21、及布置在壳体21内的转子22与定子23。转子22包括转轴221，转轴221延伸至壳体21外与叶轮10连接。

[0089] 第四实施例与第二实施例的不同之处在于，转子22具有四个磁体，分别为第一磁体223a、第二磁体223b、第三磁体223c和第四磁体223d。定子23为两个，分别为第一定子23a和第二定子23b。第一定子23a位于第一磁体223a与第二磁体223b之间，第一定子23a产生的旋转磁场能够分别与第一磁体223a及第二磁体223b相互作用并使转轴221旋转。第二定子23b位于第三磁体223c与第四磁体223d之间，第二定子23b产生的旋转磁场分别与第三磁体223c及第四磁体223d相互作用并使转轴221旋转。对应地，转子22具有三个飞轮，分别为第一飞轮222a、第二飞轮222b及第三飞轮222c，第一飞轮222a、第二飞轮222b及第三飞轮222c沿转轴221的轴线间隔的设置在转轴221上，第一飞轮222a上装配有第一磁体223a，第二飞轮222b上分别装配有第二磁体223b与第三磁体223c，第三飞轮222c上装配有第四磁体223d。

[0090] 具体地，每一定子23包括多个围绕转轴221的轴线布置的柱231、及围绕在柱23

1外周的线圈绕组232。结合图23所示，柱231包括杆部2311、以及分设在杆部2311两端的第一头部2312a与第二头部2312b。其中，第一定子23a的柱231与第一磁体223a或/和第二磁体223b的轴向间距为0.1mm~2mm，例如为0.1mm~0.5mm。第二定子23b的柱231与第三磁体223c或/和第四磁体223d的轴向间距为0.1mm~2mm，例如为0.1mm~0.5mm。

[0091] 相较于第二实施例，第四实施例采用两个定子23驱动四个磁体带动三个飞轮22转动，能极大的增加驱动单元20的输出功率和负载转矩。并且，两个定子23沿轴向间隔设置，采用轴向磁通直接驱动的方式驱动飞轮222旋转，可以在不增加驱动单元20的整体径向尺寸的基础上，增加驱动单元20的输出功率和负载转矩。

[0092] 由于第四实施例的每一定子23与第二实施例的定子结构相同，定子23的具体结构在此不再赘述。同样，由于第四实施例的壳体21的结构与第三实施例的壳体结构相同，壳体21的具体结构在此不再赘述。

[0093] 请参阅图25和图26，本申请第五实施例提供了一种血泵100，该血泵100包括叶轮10、驱动单元20、套管和导管。驱动单元包括壳体21、及布置于壳体21的转子22与定子23。转子22包括转轴221，转轴221延伸至壳体21外与叶轮10连接。

[0094] 第五实施例与第二实施例的不同之处在于，转子22具有三个磁体，分别为两个第一磁体223a和223b、以及一个第二磁体223c，两个第一磁体223a和223b、一个第二磁体223c沿转轴221的轴线间隔的设置在转轴221。定子23为两个，分别为第一定子23a和第二定子23b。第一定子23a与第二定子23b沿转轴221的间隔的设置。其中，第一定子23a位于第一磁体223a和223b之间，第一定子23a产生的旋转磁场分别与第一磁体223a与223b作用以使转轴221旋转；第二定子23b与第二磁体223c相对，第二定子23b产生的旋转磁场与第二磁体223c作用以使转轴221旋转。对应地，转子22包括两个沿转轴221的轴线间隔的设置在转轴221上的飞轮，分别为第一飞轮222a及第二飞轮222b。第一飞轮222a上装配有第一磁体223a，第二飞轮222b上分别装配有第一磁体223b及第二磁体223c。

[0095] 具体的，第一定子23a包括多个围绕转轴221的轴线布置的第一柱231a、围绕在第一柱231a外周的线圈绕组232。第一柱231a包括杆部、以及分设在杆部两端的

第一头部与第二头部。第二定子23b包括多个围绕转轴221的轴线布置的第二柱231b、围绕在第二柱231b外周的线圈绕组232、以及背板233。第二柱231b包括杆部、以及连接在杆部的一端的头部，背板233与杆部2311的远离头部的一端连接。其中，第一柱231a与第一磁体223a或/和第二磁体223b的轴向间距为 $0.1\text{mm}\sim 2\text{mm}$ ，例如为 $0.1\text{mm}\sim 0.5\text{mm}$ 。第二柱231b与第三磁体223c的轴向间距为 $0.1\text{mm}\sim 2\text{mm}$ ，例如为 $0.1\text{mm}\sim 0.5\text{mm}$ 。

[0096] 相较于第二实施例，第五实施例采用两个定子23驱动三个磁体带动两个飞轮222转动，能极大的增加驱动单元20的输出功率和负载转矩。并且，两个定子23沿轴向间隔设置，采用轴向磁通直接驱动的方式驱动飞轮222旋转，可以在不增加驱动单元20的整体径向尺寸的基础上，增加驱动单元20的输出功率和负载转矩。

[0097] 由于第五实施例的第一定子23a的结构与第二实施例的定子结构相同，第二定子23b的结构与第一实施例的定子结构相同，第一定子23a与第二定子23b的具体结构在此不再赘述。同样，由于第五实施例的壳体21的结构与第三实施例的壳体结构相同，壳体21的具体结构在此不再赘述。

[0098] 可以理解，在不违背本申请目的的前提下，对各实施例中技术方案的自由组合，而形成的新的技术方案，也是本申请所要申请保护的范畴。所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，上述描述的系统、装置和单元的具体工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。

[0099] 以上仅为本申请的可选实施例而已，并不用于限制本申请。对于本领域的技术人员来说，本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本申请的权利要求范围之内。

权利要求书

- [权利要求 1] 血泵，其特征在于，包括：
套管，具有血流入口和血流出口；
叶轮，设置在所述套管内；
能够驱动所述叶轮旋转的驱动单元，所述驱动单元包括壳体、转子和定子，所述壳体连接于所述套管，所述转子包括转轴和磁体，所述转轴部分收容于所述壳体，部分延伸至所述壳体外并与所述叶轮连接，所述磁体收容于所述壳体内，所述磁体设置在所述转轴上，所述定子包括多个围绕所述转轴的轴线布置的柱、及围绕所述柱的外周的线圈绕组，所述线圈绕组能够产生与所述磁体相互作用的旋转磁场，以使所述转轴旋转，其中，所述磁体与所述柱沿所述转轴的延伸方向间隔设置。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的血泵，其特征在于，所述磁体包括沿所述转轴的轴线间隔布置的第一磁体和第二磁体，所述柱位于所述第一磁体与所述第二磁体之间；所述线圈绕组产生的旋转磁场分别与所述第一磁体和所述第二磁体相互作用，以使所述转轴旋转。
- [权利要求 3] 根据权利要求2所述的血泵，其特征在于，所述柱包括杆部、以及分设在所述杆部两端的第一头部与第二头部，所述第一磁体与所述第一头部相对，所述第二磁体与所述第二头部相对。
- [权利要求 4] 根据权利要求1所述的血泵，其特征在于，所述柱包括杆部、以及固定在所述杆部一端的头部，所述头部与所述磁体相对；所述定子还包括背板，所述背板与所述杆部的远离所述头部的一端连接。
- [权利要求 5] 根据权利要求1所述的血泵，其特征在于，所述转子还包括设置在所述转轴上的飞轮，所述磁体固定于所述飞轮上。
- [权利要求 6] 根据权利要求1所述的血泵，其特征在于，所述磁体与所述柱的轴向间距范围在0.1mm至2mm之间。
- [权利要求 7] 根据权利要求6所述的血泵，其特征在于，所述磁体与所述柱的轴向间距范围在0.1mm至0.5mm之间。

- [权利要求 8] 根据权利要求1所述的血泵，其特征在于，所述磁体包括沿所述转轴的轴线间隔布置的第一磁体和第二磁体，所述定子包括沿所述转轴的轴线间隔布置的第一定子和第二定子，所述第一定子的所述线圈绕组产生的旋转磁场能够与所述第一磁体相互作用以使所述转轴旋转，所述第二定子的所述线圈绕组产生的旋转磁场能够与所述第二磁体相互作用以使所述转轴旋转。
- [权利要求 9] 根据权利要求8所述的血泵，其特征在于，所述转子还包括设于所述转轴上的飞轮，所述飞轮位于所述第一定子和所述第二定子之间，所述第一磁体和所述第二磁体分别固定在所述飞轮上。
- [权利要求 10] 根据权利要求8所述的血泵，其特征在于，所述第一定子和所述第二定子均包括背板，所述第一定子的所述背板连接于所述第一定子的所述柱的一端，所述第一定子的所述柱的另一端朝靠近所述第一磁体的方向延伸，所述第二定子的所述背板连接于所述第二定子的所述柱的一端，所述第二定子的柱的另一端朝靠近所述第二磁体的方向延伸。
- [权利要求 11] 根据权利要求8所述的血泵，其特征在于，所述第一磁体为两个，所述第一定子的所述柱的两端分别朝靠近两个所述第一磁体方向延伸；所述第二定子还包括连接于所述第二定子的所述柱的一端的背板，所述第二定子的所述柱的另一端朝靠近所述第二磁体的方向延伸。
- [权利要求 12] 根据权利要求1所述的血泵，其特征在于，所述磁体包括第一磁体、第二磁体、第三磁体和第四磁体，所述定子包括沿所述转轴的中心轴线设置的第一定子和第二定子，所述第一定子位于所述第一磁体与所述第二磁体之间，所述第二定子位于所述第三磁体与所述第四磁体之间；
所述第一定子的所述线圈绕组能够产生与所述第一磁体和所述第二磁体相互作用的旋转磁场，以使所述转轴旋转；所述第二定子的所述线圈绕组能够产生与所述第三磁体和所述第四磁体相互作用的旋转磁场，以使所述转轴旋转。
- [权利要求 13] 根据权利要求12所述的血泵，其特征在于，所述转子还包括沿所述转

轴的轴线间隔地设置在所述转轴上的第一飞轮、第二飞轮及第三飞轮，所述第一飞轮上装配有所述第一磁体，所述第二飞轮上分别装配有所述第二磁体与所述第三磁体，所述第三飞轮上装配有所述第四磁体。

- [权利要求 14] 根据权利要求1所述的血泵，其特征在于，所述驱动单元还包括固定地收容于所述壳体内部的远端轴承和近端轴承，所述远端轴承和所述近端轴承沿所述转轴的轴线布置，且所述远端轴承较所述近端轴承更靠近所述叶轮，所述转轴穿设于所述远端轴承，并与所述近端轴承连接。
- [权利要求 15] 根据权利要求14所述的血泵，其特征在于，所述壳体内分别设有容置所述远端轴承的限位槽和容置所述近端轴承的限位槽。
- [权利要求 16] 根据权利要求1所述的血泵，其特征在于，所述驱动单元还包括固定地收容于所述壳体内部的控制件，所述控制件与所述线圈绕组电连接，所述壳体内设有用于收容所述控制件的限位槽。
- [权利要求 17] 根据权利要求1所述的血泵，其特征在于，所述壳体包括第一壳体、第二壳体及第三壳体，所述第三壳体套设于所述定子外，所述第一壳体和所述第二壳体分别连接于所述第三壳体的两端，所述转轴从所述第一壳体穿出而与所述叶轮连接。
- [权利要求 18] 根据权利要求1所述的血泵，其特征在于，所述壳体上设置有定位结构，所述线圈绕组的连接线固定于所述定位结构内。