



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111237340 A

(43)申请公布日 2020.06.05

(21)申请号 202010039058.2

(22)申请日 2020.01.14

(71)申请人 燕山大学

地址 066004 河北省秦皇岛市海港区河北大街西段438号

(72)发明人 赵建华 王永强

(74)专利代理机构 北京孚睿湾知识产权代理事务所(普通合伙) 11474

代理人 韩燕

(51)Int.Cl.

F16C 32/04(2006.01)

F16C 32/06(2006.01)

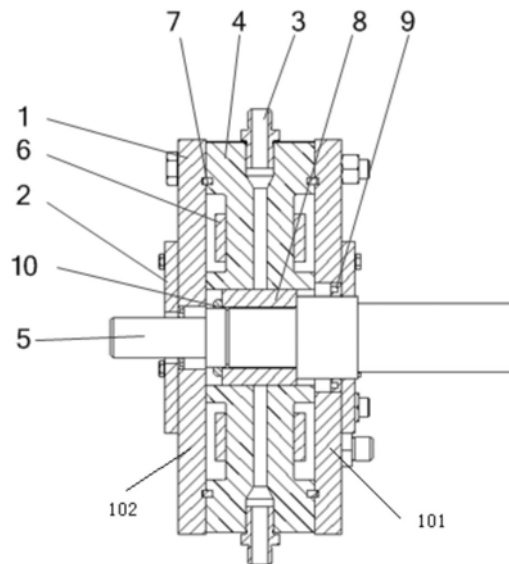
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

径向的电磁斥力型磁液双悬浮轴承

(57)摘要

本发明提供一种径向的电磁斥力型磁液双悬浮轴承,其包括端盖、封盖、液压直通管接头、轴承定子、主轴、线圈、密封圈和导磁套。轴承定子的主体由两个圆环组成,圆环之间设有定子绕线柱,线圈缠绕在定子绕线柱的表面上,轴承定子外环的外圆面上设有通油孔,通油孔和液压直通管接头固连,端盖和封盖均为圆盘结构,导磁套的外圈和轴承定子的内环固连,0型密封圈的第一端和轴承定子环形凹槽连接,第二端和端盖的圆环形凹槽连接,第一端盖的第一端面 and 轴承定子的第一端面固连,第二端盖的第一端面 and 轴承定子的第二端面固连,第一端盖和第二端盖的第二端面分别与封盖固连。本发明将导磁套进行磁化处理,极大的提高了磁液双悬浮轴承的稳定性和寿命。



1. 一种径向的电磁斥力型磁液双悬浮轴承,其包括端盖、封盖、液压直通管接头、轴承定子、主轴、线圈、O型密封圈、导磁套、唇形密封圈、圆螺母、定子通油孔、定子绕线柱和定子出线孔,其特征在于,

所述轴承定子的主体由两个圆环组成,所述圆环之间设有定子绕线柱,所述定子绕线柱的外形为长方体结构,所述线圈缠绕在所述轴承定子绕线柱的外表面,所述轴承定子外环的外圆面上设有通油孔,所述通油孔和所述液压直通管接头固定连接,所述轴承定子外环的两个端面上设有环形的凹槽,所述环形凹槽的外围设有第一螺栓连接通孔,所述导磁套的外形为圆筒结构,所述导磁套的外圈和所述轴承定子内环的内圆面固定连接,所述端盖,其包括第一端盖和第二端盖,所述端盖和所述封盖的外形均为圆盘结构,所述端盖和所述封盖的中心均设有圆柱通孔,所述端盖的圆柱通孔的外围和所述封盖的圆柱通孔的外围均设有第二螺栓连接通孔,所述端盖的一侧设有圆环形凹槽,所述圆环形凹槽的外围设有第一螺栓连接通孔,所述第一端盖圆环形凹槽的内围分别设有定子通油孔和定子出线孔,所述O型密封圈的第一端和所述轴承定子环形凹槽连接,所述O型密封圈的 second 端和所述端盖的圆环形凹槽连接;以及

所述主轴,其包括第一轴段、第二轴段、第三轴段、第四轴段和第五轴段,所述第一轴段上设有键槽,所述第二轴段上设有螺纹,所述导磁套的内圈和所述第三轴段固定连接,所述圆螺母的内圈和所述第二轴段通过螺纹固定连接,所述圆螺母的一端面和所述导磁套的一端面接触连接,所述第一端盖的第一端面 and 所述轴承定子的第一端面通过第一螺栓连接通孔固定连接,所述第二端盖的第一端面 and 所述轴承定子的第二端面通过第一螺栓连接通孔固定连接,所述第一端盖的内圈通过唇形密封圈和所述第一轴段固定连接,所述第二端盖的内圈通过唇形密封圈和所述第四轴段固定连接,所述第一端盖的第二端面 and 所述第二端盖的第二端面分别通过所述第二螺栓连接通孔与所述封盖固定连接,所述封盖的内圈分别与 said 第一轴段 and 所述第四轴段连接。

2. 根据权利要求1所述的径向的电磁斥力型磁液双悬浮轴承,其特征在于,所述定子绕线柱均匀分布在所述轴承定子的两个圆环之间,所述定子绕线柱的长度小于所述轴承定子的长度,所述通油孔均匀分布在所述轴承定子外环的外圆面上,所述通油孔一直延续到所述轴承定子内环的内圆面,所述轴承定子的内环和外环同轴心,所述线圈的数量、所述通油孔的数量、所述液压直通管接头的数量和所述定子绕线柱的数量相等,均为八个。

3. 根据权利要求1所述的径向的电磁斥力型磁液双悬浮轴承,其特征在于,所述封盖、所述端盖、所述O型密封圈、所述唇形密封圈、所述圆螺母、所述主轴、所述导磁套和所述轴承定子的轴线在同一条直线上,所述导磁套的长度小于所述轴承定子的长度。

4. 根据权利要求3所述的径向的电磁斥力型磁液双悬浮轴承,其特征在于,所述端盖的第二螺栓连接通孔的轴线和所述封盖的第二螺栓连接通孔的轴线在同一条直线上,所述端盖的第一连接孔的轴线和所述轴承定子的第一连接孔的轴线在同一条直线上,所述端盖的圆柱通孔的轴线和所述封盖的圆柱通孔的轴线在同一条直线上,所述第一螺栓连接通孔的数量和所述第二螺栓连接通孔的数量相等,均为四个,所述端盖上的第一螺栓连接通孔的分布圆直径和所述轴承定子上的第一螺栓连接的分布圆直径相等。

5. 根据权利要求1或者3所述的径向的电磁斥力型磁液双悬浮轴承,其特征在于,所述O型密封圈、所述唇形密封圈、所述封盖和所述端盖关于所述轴承定子对称分布,所述唇形密

封圈的数量、所述O型密封圈的数量、所述端盖的数量和所述封盖的数量相等,均为两个。

6. 根据权利要求2或者3所述的径向的电磁斥力型磁液双悬浮轴承,其特征在于,在上述线圈中,靠近所述轴承定子外环的一端为S极,靠近所述轴承定子内环的一端为N极;在上述导磁套中,所述导磁套的内圈为S极,所述导磁套的外圈为N极。

## 径向的电磁斥力型磁液双悬浮轴承

### 技术领域

[0001] 本发明涉及轴承领域,特别涉及一种径向的电磁斥力型磁液双悬浮轴承。

### 背景技术

[0002] 磁液双悬浮轴承采用电磁力和静压支承力的双重支承,是一种新型的非机械接触的轴承,具有无摩擦、无磨损、承载能力强、运动精度高、使用寿命长等诸多优点;不仅如此,静压轴承的存在还克服了纯电磁轴承的刚度低的缺点以及可以作为电磁轴承的辅助轴承。但是由于电磁力采用吸力的形式,使得磁液双悬浮轴承的支撑性能不稳定,非线性特征明显,易吸合导致轴承报废等缺点。所以本发明在结构上加以改造,采用电磁斥力取代电磁吸力研发出一种性能更加稳定,寿命更长的磁液双悬浮轴承。

### 发明内容

[0003] 针对现有技术存在的问题,本发明提供一种径向的电磁斥力型磁液双悬浮轴承,主要是为了减少电磁吸力型轴承的非线性振动,提高磁液双悬浮轴承支撑性能的稳定性,延长使用寿命。

[0004] 本发明提供了一种径向的电磁斥力型磁液双悬浮轴承,其包括端盖、封盖、液压直通管接头、轴承定子、主轴、线圈、O型密封圈、导磁套、唇形密封圈、圆螺母、定子通油孔、定子绕线柱和定子出线孔。所述轴承定子的主体由两个圆环组成,所述圆环之间设有定子绕线柱,所述定子绕线柱的外形为长方体结构,所述线圈缠绕在所述定子绕线柱的外表面,所述轴承定子外环的外圆面上设有通油孔,所述通油孔和所述液压直通管接头固定连接,所述轴承定子外环的两个端面上设有环形的凹槽,所述环形凹槽的外围设有第一螺栓连接通孔,所述导磁套的外形为圆筒结构,对导磁套进行磁化处理,使导磁套的内圈和外圈分别具有不同的磁极,所述导磁套的外圈和所述轴承定子内环的内圆面固定连接,所述端盖,其包括第一端盖和第二端盖,所述端盖和所述封盖的外形均为圆盘结构,所述端盖和所述封盖的中心均设有圆柱通孔,所述端盖的圆柱通孔的外围和所述封盖的圆柱通孔的外围均设有第二螺栓连接通孔,所述端盖的一侧设有圆环形凹槽,所述圆环形凹槽的外围设有第一螺栓连接通孔,所述第一端盖圆环形凹槽的内围分别设有定子通油孔和定子出线孔,用于将轴承中的液压油和线圈的接头引出,所述O型密封圈的第一端和所述轴承定子环形凹槽连接,所述O型密封圈的 second 端和所述端盖的圆环形凹槽连接。所述主轴,其包括第一轴段、第二轴段、第三轴段、第四轴段和第五轴段,所述第一轴段上设有键槽,所述第二轴段上设有螺纹,所述导磁套的内圈和所述第三轴段固定连接,所述圆螺母的内圈和所述第二轴段通过螺纹固定连接,所述圆螺母的一端面和所述导磁套的一端面接触连接,所述第一端盖的第一端面 and 所述轴承定子的第一端面通过第一螺栓连接通孔固定连接,所述第二端盖的第一端面 and 所述轴承定子的第二端面通过第一螺栓连接通孔固定连接,所述第一端盖的内圈通过唇形密封圈和所述第一轴段固定连接,所述第二端盖的内圈通过唇形密封圈和所述第四轴段固定连接,所述第一端盖的第二端面 and 所述第二端盖的第二端面分别通过所述第二

螺栓连接通孔与所述封盖固定连接,所述封盖的内圈分别与所述第一轴段和所述第四轴段连接。

[0005] 可优选的是,所述定子绕线柱均匀分布在所述轴承定子的两个圆环之间,所述定子绕线柱的长度小于所述轴承定子的长度,所述通油孔均匀分布在所述轴承定子外环的外圆面上,所述通油孔一直延续到所述轴承定子内环的内圆面,所述轴承定子的内环和外环同轴心,所述线圈的数量、所述通油孔的数量、所述液压直通管接头的数量和所述定子绕线柱的数量相等,均为八个。

[0006] 可优选的是,所述封盖、所述端盖、所述O型密封圈、所述唇形密封圈、所述圆螺母、所述主轴、所述导磁套和所述轴承定子的轴线在同一条直线上,所述导磁套的长度小于所述轴承定子的长度。

[0007] 可优选的是,所述端盖的第二螺栓连接通孔的轴线和所述封盖的第二螺栓连接通孔的轴线在同一条直线上,所述端盖的第一连接孔的轴线和所述轴承定子的第一连接孔的轴线在同一条直线上,所述端盖的圆柱通孔的轴线和所述封盖的圆柱通孔的轴线在同一条直线上,用于安装螺栓进行固定,所述第一螺栓连接通孔的数量和所述第二螺栓连接通孔的数量相等,均为四个,所述端盖上的第一螺栓连接通孔的分布圆直径和所述轴承定子上的第一螺栓连接的分布圆直径相等。

[0008] 可优选的是,所述O型密封圈、所述唇形密封圈、所述封盖和所述端盖关于所述轴承定子对称分布,所述唇形密封圈的数量、所述O型密封圈的数量、所述端盖的数量和所述封盖的数量相等,均为两个。

[0009] 可优选的是,在所述线圈中,靠近所述轴承定子外环的一端为S极,靠近所述轴承定子内环的一端为N极;在所述导磁套中,所述导磁套的内圈为S极,所述导磁套的外圈为N极。

[0010] 本发明与现有技术相比,具有如下优点:

[0011] 本发明将电磁吸力型磁液双悬浮轴承改为电磁径向的电磁斥力型磁液双悬浮轴承,将导磁套进行磁化处理,使其内外圈分别具有不同得磁性,与此同时,定子上加工有绕线圈的绕线柱,绕线方式采用的是使轴承定子内圈的磁极与导磁套的外圈的磁极相同的绕线方式,使得轴承转子受力产生位移时受到静压力和电磁力的双重斥力作用,极大的提高了磁液双悬浮轴承的稳定性与寿命,同时也增加了轴承的承载能力和刚度性能;本发明不仅具有扭矩小、而且能高速回转,可在真空中使用,适用的温度范围更加广泛、噪音低、无润滑引起的污染;本发明将电磁轴承和静压轴承配合使用,同时将吸力型电磁轴承改为斥力型电磁轴承,有效杜绝了电磁吸力型轴承的非线性振动,分岔等一系列的非线性特征,使得加工方式得以简化,提高了磁液双悬浮轴承的寿命,减少废品率,节约成本,提高利用率,为企业创造更高的价值。

## 附图说明

[0012] 图1为本发明径向的电磁斥力型磁液双悬浮轴承整体的结构示意图;

[0013] 图2为本发明径向的电磁斥力型磁液双悬浮轴承整体的轴向剖视图;

[0014] 图3为本发明径向的电磁斥力型磁液双悬浮轴承整体的径向剖视图;

[0015] 图4为本发明径向的电磁斥力型磁液双悬浮轴承轴承定子的示意图;

[0016] 图5为本发明径向的电磁斥力型磁液双悬浮轴承轴承端盖的示意图;以及

[0017] 图6为本发明径向的电磁斥力型磁液双悬浮轴承轴承主轴的示意图。

[0018] 主要附图标记:

[0019] 端盖1, 第一端盖101, 第二端盖102, 封盖2, 液压直通管接头3, 轴承定子4, 主轴5, 第一轴段501, 第二轴段502, 第三轴段503, 第四轴段504, 第五轴段505, 线圈6, 0型密封圈7, 导磁套8, 唇形密封圈9, 圆螺母10, 定子通油孔11, 定子绕线柱12, 定子出线孔13。

### 具体实施方式

[0020] 为详尽本发明之技术内容、结构特征、所达成目的及功效, 以下将结合说明书附图进行详细说明。

[0021] 径向的电磁斥力型磁液双悬浮轴承, 如图1和图2所示, 其包括端盖1、封盖2、液压直通管接头3、轴承定子4、主轴5、线圈6、0型密封圈7、导磁套8、唇形密封圈9、圆螺母10、定子通油孔11、定子绕线柱12和定子出线孔13。本发明将静压轴承引入到电磁轴承中并作为电磁轴承的辅助轴承, 两者均为斥力型轴承, 系统的性能更加稳定。

[0022] 如图4所示, 轴承定子4的主体由两个圆环组成, 圆环之间设有定子绕线柱12, 定子绕线柱12的外形为长方体结构, 线圈6和定子绕线柱12的外表面固定连接, 用于通入液压油。轴承定子4外环的外圆面上设有通油孔, 通油孔和液压直通管接头3固定连接。轴承定子4外环的两个端面上设有环形的凹槽, 环形凹槽的外围设有第一螺栓连接通孔, 用来供螺栓穿过, 将轴承进行固定与组装。

[0023] 导磁套8的外形为圆筒结构, 采用无取向硅钢片加工制作, 对导磁套8进行磁化处理, 使导磁套8的内圈和外圈分别具有不同的磁极, 导磁套8的外圈和轴承定子4内环的内圆面固定连接, 由轴承定子4内环与导磁套8相接触承受外力而不是定子绕线柱12直接承受外力, 使得轴承定子4的加工更加简便。

[0024] 端盖1, 其包括第一端盖101和第二端盖102, 端盖1和封盖2的外形均为圆盘结构, 如图1和图5所示, 端盖1和封盖2的中心均设有圆柱通孔, 端盖1的圆柱通孔的外围和封盖2的圆柱通孔的外围均设有第二螺栓连接通孔, 第二螺栓连接通孔用于将端盖1和封盖2进行固定安装。封盖2的主要用于压紧唇形密封圈9, 防止因轴承内部压力过大而导致的唇形密封圈9的变形失效。端盖1的一侧设有圆环形凹槽, 圆环形凹槽的外围设有第一螺栓连接通孔, 如图5所示, 第一端盖101圆环形凹槽的内围分别设有定子通油孔11和定子出线孔13, 用于将轴承中的液压油和线圈的接头引出。0型密封圈7的第一端和轴承定子4的环形凹槽连接, 0型密封圈7的第二端和端盖1的圆环形凹槽连接。

[0025] 主轴5为阶梯轴, 如图6所示, 其包括第一轴段501、第二轴段502、第三轴段503、第四轴段504和第五轴段505。第一轴段501上设有键槽, 用于放置平键, 与电机和联轴器相连, 第二轴段502上设有螺纹, 该部分与圆螺母相互配合, 将导磁套8固定在主轴上不发生相对位移, 导磁套8的内圈和第三轴段503固定连接, 圆螺母10的内圈和第二轴段502通过螺纹固定连接, 圆螺母10的一端面和导磁套8的一端面接触连接, 如图2所示, 第一端盖101的第一端面 and 轴承定子4的第一端面通过第一螺栓连接通孔固定连接, 第二端盖102的第一端面 and 轴承定子4的第二端面通过第一螺栓连接通孔固定连接, 第一端盖101的内圈通过唇形密封圈9和第一轴段501固定连接, 第二端盖102的内圈通过唇形密封圈9和第四轴段504固定连接,

第一端盖101的第二端面和第二端盖102的第二端面分别通过第二螺栓连接通孔与封盖2固定连接,封盖2的内圈分别与第一轴段501和第四轴段504连接。

[0026] 如图3所示,定子绕线柱12均匀分布在轴承定子4的两个圆环之间,如图4所示,定子绕线柱12的长度小于轴承定子4的长度,通油孔均匀分布在轴承定子4外环的外圆面上,通油孔一直延续到轴承定子4内环的内圆面,内圆面作为受力作用面,相比较由定子绕线柱12直接受力接触,其支撑性能有了提高,并且加工精度和加工难度大大降低;轴承定子4的内环和外环同轴心,线圈6的数量、通油孔的数量、液压直通管接头3的数量和定子绕线柱12的数量相等,均为八个。

[0027] 如图2所示,封盖2、端盖1、O型密封圈7、唇形密封圈9、圆螺母10、主轴5、导磁套8和轴承定子4的轴线在同一条直线上,导磁套8的长度小于轴承定子4的长度。

[0028] 端盖1的第二螺栓连接通孔的轴线和封盖2的第二螺栓连接通孔的轴线在同一条直线上,端盖1的第一连接孔的轴线和轴承定子4的第一连接孔的轴线在同一条直线上,端盖1的圆柱通孔的轴线和封盖2的圆柱通孔的轴线在同一条直线上,用于安装螺栓进行固定,第一螺栓连接通孔的数量和第二螺栓连接通孔的数量相等,均为四个,端盖1上的第一螺栓连接通孔的分布圆直径和轴承定子4上的第一螺栓连接的分布圆直径相等。

[0029] O型密封圈7、唇形密封圈9、封盖2和端盖1关于轴承定子4对称分布,唇形密封圈9的数量、O型密封圈7的数量、端盖1的数量和封盖2的数量相等,均为两个。

[0030] 在线圈6中,靠近轴承定子4外环的一端为S极602,靠近轴承定子4内环的一端为N极601,线圈6的缠绕方向相同,使其靠近导磁套8一侧的极性与导磁套8外圈的极性相同,使得电磁轴承部分为斥力型,电磁轴承的定子和转子之间不会发生吸合,使其寿命更长;在导磁套8中,导磁套8的内圈为S极802,导磁套8的外圈为N极801。

[0031] 本发明磁液双悬浮轴承的工作原理:在工作时,外力作用在主轴5上,使得主轴5产生位移,引起液膜厚度的变化和电磁位移的变化,使得上下两个支撑腔的静压力和电磁支撑力产生变化,上下两个支撑腔力的差值用来抵消作用在主轴5上的外力。

[0032] 以下结合实施例对本发明一种径向的电磁斥力型磁液双悬浮轴承做进一步描述:

[0033] 本发明径向的电磁斥力型磁液双悬浮轴承主要用于低速重载的环境下,以重型磨床为例,磨床在磨削工作的过程中,会受到很大的切削力的作用,此切削力的主要方向沿着主轴5的径向方向,如果使用普通轴承的话,会由于压力过大从而导致磨损过大,使得轴承提前报废,寿命极短。

[0034] 运用本发明径向的电磁斥力型磁液双悬浮轴承,初始时,通过调整通过线圈6的电流以及与液压直通管接头3相连接的八个径向通油孔的流量,使得轴承定子4上下两腔的静压力和电磁力的差值等于主轴5的自重,当主轴5受到切削力的作用时,通过电控调节系统,调节通过线圈6的电流和从液压直通管接头3流入轴承的流量,使轴承最终稳定下来。具体过程如下:

[0035] 在静压支承系统中,液压油从与电磁斥力型磁液双悬浮轴承的轴承定子4上的通油孔连接的液压直通管接头3流入之后作用在静压支承腔中,即静压支承腔指的是轴承定子4内环和导磁套8之间的缝隙,在图3的结构中,水平面以上的定子绕线柱12称为上支撑腔,水平面以下的定子绕线柱12称为下支撑腔,本发明依靠上下支承腔的压力差来抵消一部分主轴5上作用的外负载,作用之后的油液经过轴承定子4内部的空隙流经线圈6流到第

一端盖101的定子通油孔11,通过第一端盖101上的液压直通管接头3流回油箱。

[0036] 在电磁支承系统中,在轴承定子4的每一个定子绕线柱12上各套一个漆包线圈6,八个漆包线圈6的缠绕方式相同,均使靠近位于轴承定子4内环的导磁套8的一侧为N极,靠近轴承定子4外环的一次为S极,与导磁套8之间形成电磁斥力。当主轴5受到外负载作用而发生偏移时,通过电控调节系统调节通过上支撑腔的三个线圈6的电流,使得上支撑腔的线圈6的电流大于下支撑腔的线圈6的电流,从而使得上支撑腔的电磁力大于下支撑腔的电磁力,产生的电磁力差来抵消一部分轴承主轴5所受的外负载。

[0037] 本发明径向的电磁斥力型磁液双悬浮轴承,除了具有无摩擦,无磨损,液压系统可以用于自润滑,寿命长等优点之外,相比较吸力型的磁液双悬浮轴承还具有更好的稳定性和可控性。

[0038] 以上所述的实施例仅是对本发明的优选实施方式进行描述,并非对本发明的范围进行限定,在不脱离本发明设计精神的前提下,本领域普通技术人员对本发明的技术方案做出的各种变形和改进,均应落入本发明权利要求书确定的保护范围内。

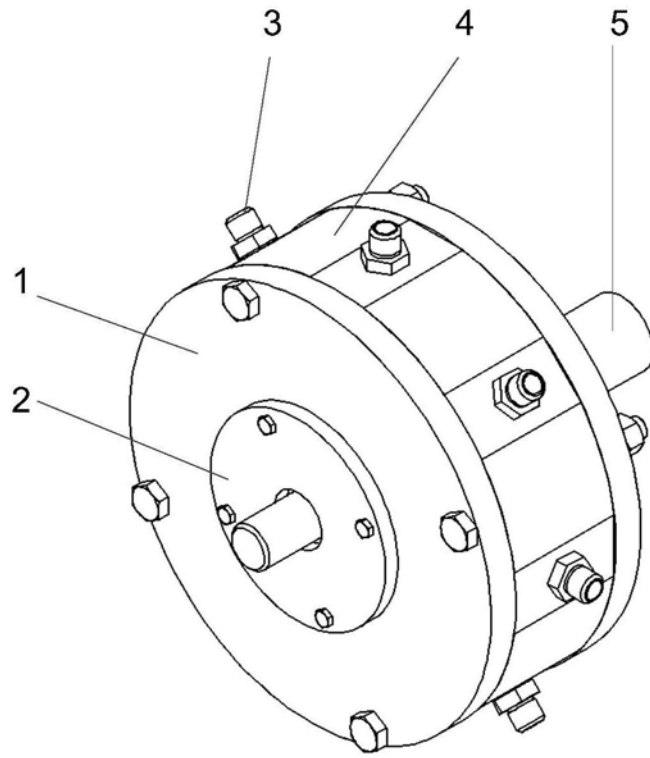


图1

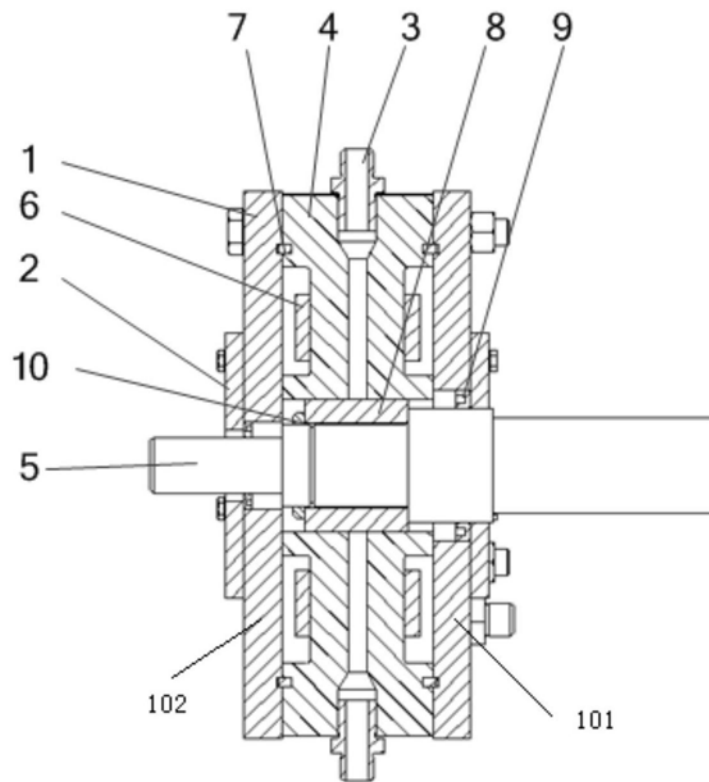


图2

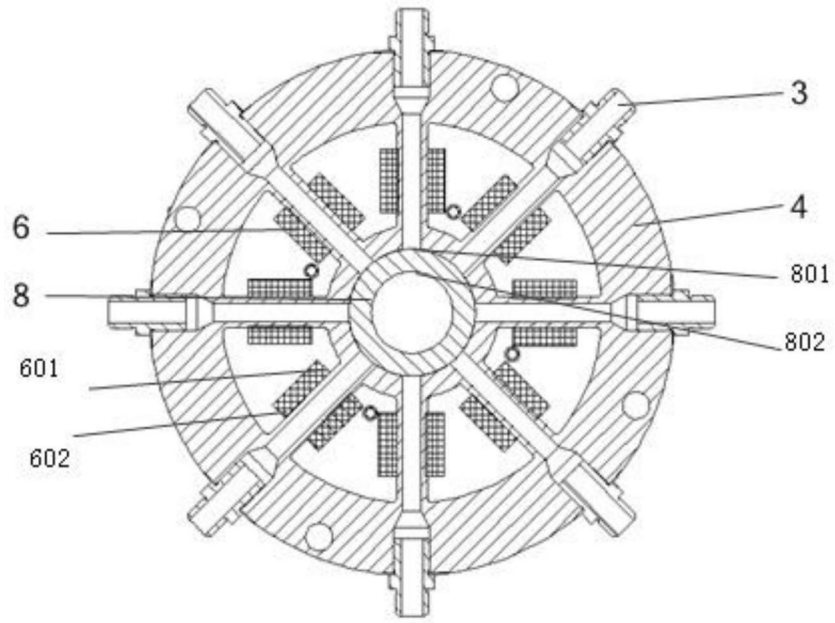


图3

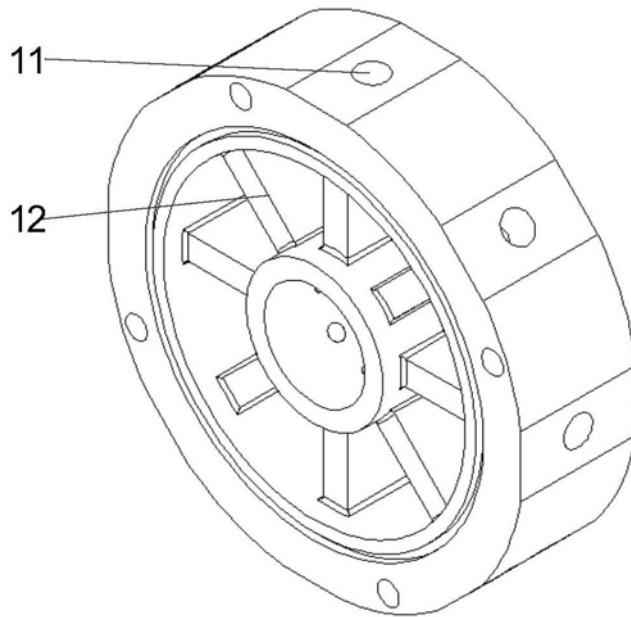


图4

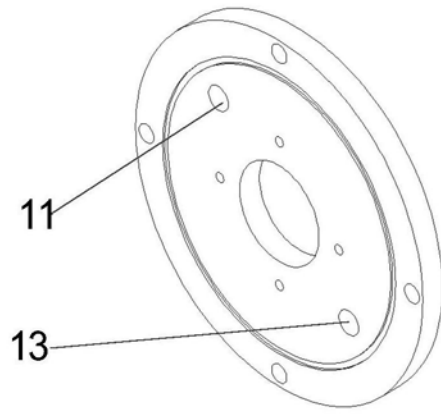


图5



图6