



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112833103 A

(43) 申请公布日 2021.05.25

(21) 申请号 202110142688.7

(22) 申请日 2021.02.02

(71) 申请人 武汉波依迈科技有限公司

地址 430000 湖北省武汉市东湖新技术开发区光谷一路以西,南湖大道以北谷方5幢2层E131室

(72) 发明人 王前进

(74) 专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限公司 32224

代理人 徐瑛

(51) Int.Cl.

F16C 33/74 (2006.01)

F16J 15/43 (2006.01)

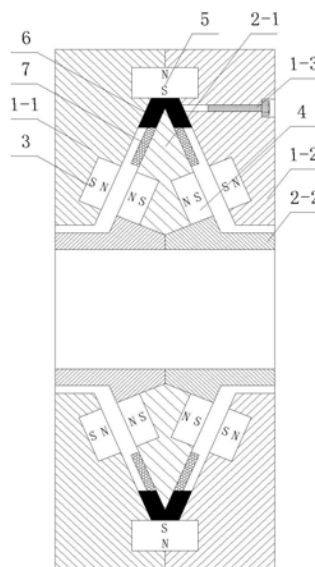
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种磁悬浮密封轴承

(57) 摘要

本发明公开了一种磁悬浮密封轴承,包括有内环和外环,所述外环呈环状结构,内侧设有“V”型凹槽;所述内环上设有凸极,凸极顶部置于凹槽内,与凹槽之间形成“V”型间隙;所述外环凹槽两侧设有第一永磁体,第一永磁体的磁极面与凹槽的斜面平行;凸极上设有第二永磁体,所述第二永磁体的磁极面与第一永磁体的磁极面平行相对,与第一永磁体之间产生斜向的磁斥力;“V”型间隙中填充有磁流体,所述磁流体在凹槽外侧第三永磁体的磁极作用下,聚集在凹槽底部,形成“V”型密封带;所述第三永磁体固定在外环上。本发明根据流体在U型管中静压平衡的原理提供了一种具有低摩擦系数且适合高转速的密封磁悬浮密封轴承。



1. 一种磁悬浮密封轴承,其特征在于:包括有内环和外环,所述外环呈环状结构,内侧设有“V”型凹槽;所述内环上设有凸极,凸极顶部置于凹槽内,与凹槽之间形成“V”型间隙;所述外环凹槽两侧设有第一永磁体,第一永磁体的磁极面与凹槽的斜面平行;凸极上设有第二永磁体,所述第二永磁体的磁极面与第一永磁体的磁极面平行相对,与第一永磁体之间产生斜向的磁斥力;“V”型间隙中填充有磁流体,所述磁流体在凹槽外侧第三永磁体的磁极作用下,聚集在凹槽底部,形成“V”型密封带;所述第三永磁体固定在外环上。

2. 根据权利要求1所述的一种磁悬浮密封轴承,其特征在于:所述外环由外套及固定在外套两侧的端盖组合成。

3. 根据权利要求1所述的一种磁悬浮密封轴承,其特征在于:所述外环上开设有注入口。

4. 根据权利要求1所述的一种磁悬浮密封轴承,其特征在于:所述间隙中设有用于增大与磁流体接触面积的载液条。

5. 根据权利要求1所述的一种磁悬浮密封轴承,其特征在于:所述第三永磁体呈环状结构,采用辐射充磁,为单极辐射环。

6. 根据权利要求1所述的一种磁悬浮密封轴承,其特征在于:所述外环与内环之间设有限位部。

一种磁悬浮密封轴承

技术领域

[0001] 本发明属于机械工程轴承领域,尤其涉及一种具有低摩擦系数且适合高转速的密封磁悬浮密封轴承

技术背景

[0002] 为了提高旋转活动部件之间的能量传递效率,降低摩擦损耗,减低活动部件的摩擦系数一直是工程机械研究的重点,且在有些工作环境中,又需要在活动部件之间进行密封处理,旋转部件之间如何在保证密封性的同时又具有极低的摩擦系数的问题急需突破。

[0003] 磁力轴承具有低级的摩擦系数而被广泛应用在高端产品中,但是磁力轴承的密封性不足,而与磁体有密切关系的磁流体作为一种特殊的功能材料,在机械密封当中发挥着巨大的作用,其原理是利用磁场来约束磁流体,使其充满密封空间形成“液体O型密封圈”,而合适的载液又能良好地浸润密封面,达到非常好的密封效果,且当载液的饱和蒸汽压足够低时,即使在高真空环境下也很难挥发,以至于可以应用于真空密封,如何结合磁力轴承与磁流体密封成为当下研究的问题,且现有磁流体动密封结构包括静止磁极及旋转磁极,磁流体受到两磁极的轴向磁拉力被约束在静止磁极与旋转磁极形成的磁路间隙当中,形成密封,在运转过程中,磁流体因为旋转而在旋转面上产生径向朝外的离心力,运转过程中的磁流体会因为离心力的作用挣脱磁力的束缚的影响而发生凹陷,导致磁流体“O型密封圈”的有效密封厚度明显减小,密封性能变差,当处在高速运转过程中,甚至会导致密封失效,如何克服磁流体密封高速失效的问题也亟需解决。

发明内容

[0004] 针对现有技术的不足,本发明结合了流体在U型管中静压平衡的原理,并利用流体旋转产生的离心力,提供了一种具有低摩擦系数且适合高转速的密封磁悬浮密封轴承。

[0005] 为实现上述目的,本发明采取的技术方案是:

[0006] 一种磁悬浮密封轴承,包括有内环和外环,所述外环呈环状结构,内侧设有“V”型凹槽;所述内环上设有凸极,凸极顶部置于凹槽内,与凹槽之间形成“V”型间隙;所述外环凹槽两侧设有第一永磁体,第一永磁体的磁极面与凹槽的斜面平行;凸极上设有第二永磁体,所述第二永磁体的磁极面与第一永磁体的磁极面平行相对,与第一永磁体之间产生斜向的磁斥力;“V”型间隙中填充有磁流体,所述磁流体在凹槽外侧第三永磁体的磁极作用下,聚集在凹槽底部,形成“V”型密封带;所述第三永磁体固定在外环上;其有益效果在于:第一永磁体与第二永磁体利用磁体的性质,在斜方向上形成对称的磁斥力,使得外环在径向和轴向上同时对内环产生力的作用,平衡内环的重力或旋转力矩,将内环悬浮在凹槽中,形成非接触型轴承,具有低摩擦系数;外套及固定在外套两侧的端盖可采用导磁材料制作,用以形成磁通道,减小磁漏,增强间隙中的磁场强度,优化磁场分布;所述外环及凸极的结构形式共同营造了一个截面呈“V”型的间隙,磁流体被填充在其中;第三永磁体内侧磁极近距离地对磁流体提供一个径向的磁场,使磁流体两端均产生一个径向外移动的势能,进而促使磁

流体积聚在凹槽底部形成密封带,实现流体在U型管中的静压平衡,当磁流体两端存在压差的情况下,密封带整体偏移达到新的平衡,密封面不会被破坏,密封效果不受影响;当处于旋转状态下的凸极或凹极带动磁流体旋转时,会使磁流体产生离心力,离心力的方向亦是径向朝外,磁流体在磁力及离心力的同向叠加作用下增强向凹极底部积聚的势,根据流体在U型管中静压平衡的原理,磁流体两端压差为零时,两端液面高度差为零,当压差不为零时,磁流体在间隙中会整体发生偏移使两端形成液面高度差,以此平衡压差,转速越高,离心力越大,极小的液面高度差就能抵抗极强地外部压差,既能保证极好的动密封效果,还不用担心高速状态下,磁流体因离心力的影响而导致密封厚度拉伸变薄被击穿而导致密封失效的问题,特别是转速越高时,离心力越大,抵抗外部压差的能力越强,适合外界压差随转速增加而增大的工况,自我调节能力强;根据压力、压强及面积之间的物理关系,为进一步增加磁流体在磁力影响下抵御外部压差的能力,“U”型间隙处的流通面积越到底部越小。

[0007] 优选地,所述外环由外套及固定在外套两侧的端盖组合成;其有益效果在于:采用组合地形式,可方便永磁体的安装,降低组装难度。

[0008] 优选地,所述外套上开设有注入口;其有益效果在于:可方便在间隙中填充磁流体,填充完成后,注入口进行密封处理。

[0009] 优选地,所述间隙中设有用于增大与磁流体接触面积的载液条,所述载液条固定在旋转部位上;其有益效果在于:载液条作为外环或凸极的延申部,间接地增大了外环或凸极与磁流体的表面接触面积,增强了外环或凸极带动磁流体旋转的能力,使得磁流体获得更多的能量旋转,产生更大的离心力;所述载液条可由呈海绵结构的材料制作而成,如高密度海绵,主要特征为柔性、多孔,流体可以自由穿梭在其孔隙中而不影响自身的流动性,进而不影响流体的密封效果,更加重要的是其海绵结构纵横交错,大大增大了旋转部件带动磁流体旋转的能力;在一般情况下,若为节约成本,所述载液条可用絮状纤维或者羽绒代替。

[0010] 优选地,所述第三永磁体呈环状结构,采用辐射充磁,为单极辐射环;其有益效果在于:单极辐射环的磁极分别位于内外两侧,众所周知,磁极是磁体中磁力最强的部位,磁感线分布最为密集,越靠近环状永磁体内侧磁极的磁场线越呈现出径向分布的状态,凹槽紧贴环状永磁体内侧磁极,处在正中位置,使整个磁流体密封带近距离地处在磁极提供磁场的最佳位置中,可获得最大化的径向磁力,进而促使磁流体积聚在凹槽底部形成密封带,实现流体在U型管中的静压平衡,保证更强的密封性能。需要指出的是,所述永磁体可由多片扇形永磁体交错布置组合而成,对于小半径的环状永磁体可采用辐射环,容易加工,但对于大直径的环状永磁体加工并不是很容易,可采用组合的方式降低加工难度;为使磁场分布的更加均匀,扇形永磁体交错的布置,采用辐射充磁或径向充磁的方式。

[0011] 优选地,所述外环与内环之间设有限位部;其有益效果在于:锁定外环与内环之间的位置关系,防止外环与内环发生相对位移,保证密封效果;所述限位部优选为滚动体,如滚珠、滚针等,滚动体由保持架定位,与轴承的结构原理相同。

[0012] 与现有技术相比,本发明的有益效果在于:1、根据磁体的性质,利用斜向对称的磁斥力,将内环悬浮在凹槽中,形成了非接触型的轴承,具有极低的摩擦系数;2、利用流体在U型管中静压平衡的原理,使磁流体形成U型密封带,该密封带既保证了磁流体低摩擦副的特性,还消除了磁流体因离心力的作用密封失效的风险;3、将离心力从有害面转变为有利面,转速越高,离心力越大,密封效果越强,特别适合在水下推进器中应用,自调节性强;4、涉及

的零部件结构简单,制作成本低;5、兼具磁流体密封无磨损、寿命长、功耗低。

附图说明

[0013] 图1为实施例一中所述磁悬浮密封轴承的示意图;

[0014] 图2为实施例一中所述单极辐射环的结构示意图;

[0015] 图3为实施例一中所述第三永磁体采用组合形式的结构示意图;

[0016] 图4为实施例一中所述密封处存在压差情况下的平衡状态示意图;

[0017] 图5为实施例二中所述磁悬浮密封轴承的示意图;

[0018] 图中:1、外环;1-1、外套;1-2、右端盖;1-3、左端盖;1-4、注入口;2、内环;2-1、凸极;2-2、内套;3、第一永磁体;4、第二永磁体;5、第三永磁体;5-1、弧形磁瓦;6、磁流体;7、载液条;8、限位部。

具体实施方式

[0019] 下面将结合本发明中的附图,对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动条件下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0020] 实施例一

[0021] 如图1~4所示,一种磁悬浮密封轴承,包括有外环1和内环2,所述外环1呈环状结构,内侧设有“V”型凹槽,由外套1-1、右端盖1-2、左端盖1-3组合而成,右端盖1-2及左端盖1-3可用螺栓紧固在外套1-1的两侧,外套1-1上设有注入口1-4;所述内环2由内套2-2组合而成,可用螺栓紧固,内环2上设有凸极2-1,凸极2-1顶部置于凹槽内,与凹槽之间形成“V”型间隙;所述外环1凹槽两侧设有第一永磁体3,第一永磁体3的磁极面与凹槽的斜面平行;凸极2-1上设有第二永磁体4,所述第二永磁体4的磁极面与第一永磁体3的磁极面平行相对,与第一永磁体3之间产生斜向的磁斥力;在“V”型间隙中填充有磁流体6,所述磁流体6在凹槽外侧第三永磁体5的磁极作用下,聚集在凹槽底部,形成“V”型密封带;所述第三永磁体5呈环状结构,采用辐射充磁,为单极辐射环,固定在外环1的安装槽内。

[0022] 根据流体在U型管中静压平衡的原理,密封带处在静密封状态时,磁流体6在凹槽正上方磁极的作用下保持平衡;若磁流体6两端无压差,两端液面高度差h为零,若一端压力变大,磁流体6将会整体向压力低的一侧偏移,直至达到新的平衡状态,此时会形成液面高度差h,处于此高度差带中的磁流体6在磁力的作用下平衡外界压差;密封带在动密封状态时,旋转状态下的磁流体6不仅受到了磁力作用,还受到离心力的作用,两者相互叠加,共同提供径向力场实现U型管静压平衡,转速越高,离心力越大,极小的液位高度差h就能抵抗极强地外部压差变化,保证极好的动密封效果,不用担心磁流体6厚度变薄被击穿而导致密封失效地问题;为增强旋转状态下的凸极2-1带动磁流体6的能力,在凸极2-1顶部上可设载液条7;需要说明的是,第三永磁体5可采用由若干个弧形磁瓦5-1组合而成,以减低永磁体的制作成本。

[0023] 实施例二

[0024] 如图5所示,一种磁悬浮密封轴承,包括有外环1和内环2,所述外环1呈环状结构,

内侧设有“V”型凹槽,由外套1-1、右端盖1-2、左端盖1-3组合而成,右端盖1-2及左端盖1-3可用螺栓紧固在外套1-1的两侧,外套1-1上设有注入口1-4;所述内环2由内套2-2组合而成,可用螺栓紧固,内环2上设有凸极2-1,凸极2-1顶部置于凹槽内,与凹槽之间形成“V”型间隙;所述外环1凹槽两侧设有第一永磁体3,第一永磁体3的磁极面与凹槽的斜面平行;凸极2-1上设有第二永磁体4,所述第二永磁体4的磁极面与第一永磁体3的磁极面平行相对,与第一永磁体3之间产生斜向的磁斥力;在“V”型间隙中填充有磁流体6,所述磁流体6在凹槽外侧第三永磁体5的磁极作用下,聚集在凹槽底部,形成“V”型密封带;所述第三永磁体5呈环状结构,采用辐射充磁,为单极辐射环,固定在外环1的安装槽内;所述外环1与内环2之间设有限位部,所述限位部为滚珠,滚珠可由保持架定位,与轴承的结构原理相同;为增强旋转状态下的外环1带动磁流体6的能力,在凹槽内侧可设载液条7。

[0025] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

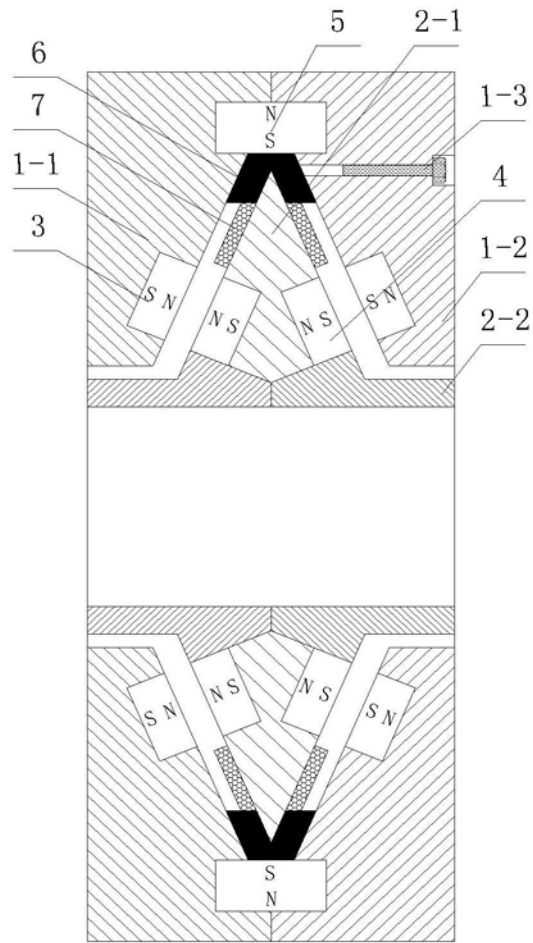


图1

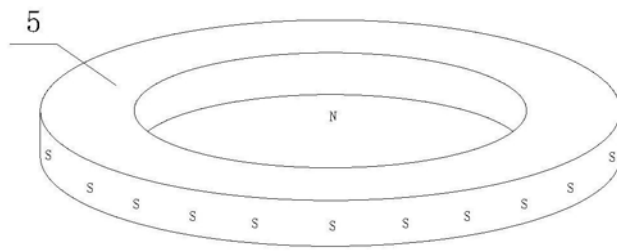


图2

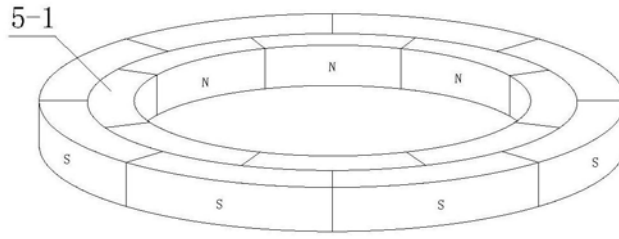


图3

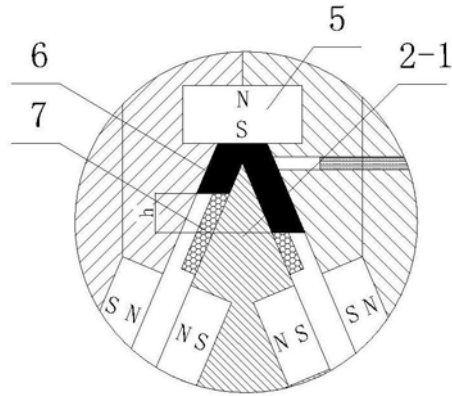


图4

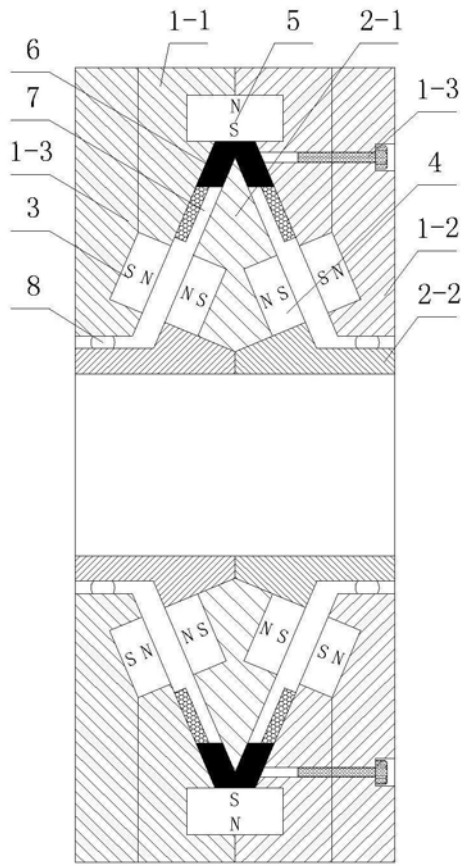


图5