



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111237337 A

(43)申请公布日 2020.06.05

(21)申请号 202010014328.4

(22)申请日 2020.01.07

(71)申请人 浙江工业大学

地址 310014 浙江省杭州市下城区潮王路
18号

(72)发明人 李志鑫 应申舜 金明生 李毅
郭明飞 叶森斌 谭大鹏

(74)专利代理机构 浙江千克知识产权代理有限公司 33246

代理人 周希良

(51)Int.Cl.

F16C 32/04(2006.01)

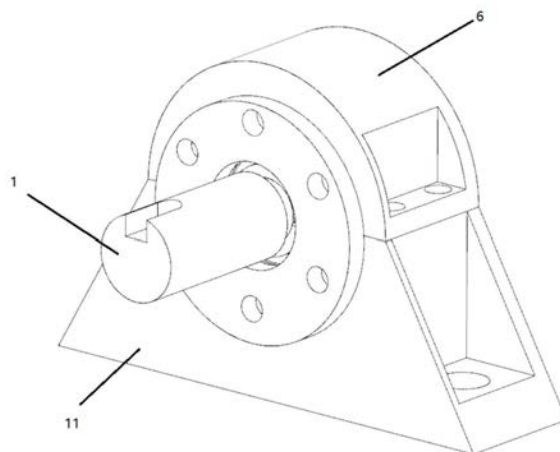
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

三支撑双组控多冗余磁轴承系统

(57)摘要

三支撑双组控多冗余磁轴承系统,包括下底座、上底座、磁轴承组件和主轴,磁轴承组件包括定子铁芯,定子铁芯内设有转子铁芯、永磁体组、第一磁轴承控制线圈和第二磁轴承控制线圈,永磁体组、第一磁轴承控制线圈和第二磁轴承控制线圈套接于转子铁芯的外圈,且永磁体组位于转子铁芯中部,第一磁轴承控制线圈和第二磁轴承控制线圈位于永磁体组两侧;与现有技术相比,采用单个磁轴承组件,进行高速轴的支撑,轴承和主轴为物理接触,避免了接触摩擦生热,同时通过第一磁轴承控制线圈和第二磁轴承控制线圈的设置,使得轴向的跨度距离较大,整个系统对于主轴的倾斜比较敏感,通过安装径向位移传感器,很容易检测到主轴的倾斜位移。



1. 三支撑双组控多冗余磁轴承系统, 包括下底座 (11)、上底座 (6)、磁轴承组件和主轴 (1), 上底座 (6) 和下底座 (11) 位于磁轴承组件的上下两侧, 且上底座 (6) 和下底座 (11) 上形成有与磁轴承组件相适配的弧形槽, 主轴 (1) 穿过磁轴承组件, 其特征在于, 磁轴承组件包括定子铁芯 (5), 定子铁芯 (5) 内设有转子铁芯 (4)、永磁体组 (7)、第一磁轴承控制线圈 (8) 和第二磁轴承控制线圈 (12), 永磁体组 (7)、第一磁轴承控制线圈 (8) 和第二磁轴承控制线圈 (12) 套接于转子铁芯 (4) 的外圈, 且永磁体组 (7) 位于转子铁芯 (4) 中部, 第一磁轴承控制线圈 (8) 和第二磁轴承控制线圈 (12) 位于永磁体组 (7) 两侧。

2. 根据权利要求1所述的三支撑双组控多冗余磁轴承系统, 其特征在于, 所述永磁体组 (7) 和定子铁芯 (5) 之间存在气隙, 且定子铁芯 (5) 和转子铁芯 (4) 之间存在气隙, 转子铁芯 (4) 与永磁体组 (7) 之间形成磁链回路。

3. 根据权利要求1所述的三支撑双组控多冗余磁轴承系统, 其特征在于, 所述第一磁轴承控制线圈 (8) 与定子铁芯 (5) 之间存在气隙, 定子铁芯 (5) 和转子铁芯 (4) 之间存在气隙, 转子铁芯 (4) 与第一磁轴承控制线圈 (8) 之间形成磁链回路。

4. 根据权利要求1所述的三支撑双组控多冗余磁轴承系统, 其特征在于, 所述第二磁轴承控制线圈 (12) 与定子铁芯 (5) 之间存在气隙, 定子铁芯 (5) 和转子铁芯 (4) 之间存在气隙, 转子铁芯 (4) 与第二磁轴承控制线圈 (12) 之间形成磁链回路。

5. 根据权利要求1所述的三支撑双组控多冗余磁轴承系统, 其特征在于, 所述永磁体组 (7)、第一磁轴承控制线圈 (8) 和第二磁轴承控制线圈 (12) 均为多极结构。

6. 根据权利要求1所述的三支撑双组控多冗余磁轴承系统, 其特征在于, 所述上底座 (6) 与下底座 (11) 之间设有连接螺栓, 且下底座 (11) 上设有地脚螺栓。

7. 根据权利要求1所述的三支撑双组控多冗余磁轴承系统, 其特征在于, 所述转子铁芯 (4) 两端分别设有定位卡环 (3) 和轴端锁紧螺母 (10), 主轴 (1) 上设有与轴端锁紧螺母 (10) 相适配的螺纹。

8. 根据权利要求7所述的三支撑双组控多冗余磁轴承系统, 其特征在于, 所述转子铁芯 (4) 两端还分别设有第一轴承端盖 (9) 和第二轴承端盖 (2), 第二轴承端盖 (2) 和第一轴承端盖 (9) 相对设置于定位卡环 (3) 和轴端锁紧螺母 (10) 外。

9. 根据权利要求8所述的三支撑双组控多冗余磁轴承系统, 其特征在于, 所述第一轴承端盖 (9) 和第二轴承端盖 (2) 与上底座 (6) 和下底座 (11) 相连。

10. 根据权利要求8所述的三支撑双组控多冗余磁轴承系统, 其特征在于, 所述定位卡环 (3) 与第二轴承端盖 (2) 之间存在间隙, 轴端锁紧螺母 (10) 与第一轴承端盖 (9) 之间也存在间隙。

三支撑双组控多冗余磁轴承系统

技术领域

[0001] 本发明属于磁轴承技术领域,尤其是涉及一种三支撑双组控多冗余磁轴承系统。

背景技术

[0002] 磁轴承,是一种新型高性能轴承,与传统滚珠轴承、滑动轴承以及油膜轴承相比,磁轴承不存在机械接触,转子可以达到很高的运转速度,具有机械磨损小、能耗低、噪声小、寿命长、无需润滑、无油污染等优点,特别适用高速、真空、超净等特殊环境。可广泛用于机械加工、涡轮机械、航空航天、真空技术、转子动力学特性辨识与测试等领域,被公认为极有前途的新型轴承。

[0003] 磁轴承在使用过程中利用电场力和磁场力使轴悬浮,通过控制线圈使得轴悬浮设置,在主轴的使用过程中,主轴在转动过程中会产生一定的振动,当主轴速度较快且于轴承相接触时,会产生一定的摩擦生热现象,从而影响轴承的热变形和造成轴承的热损伤,影响主轴在转动过程中的稳定性,同时相对一般磁轴承,其定子永磁体和控制线圈,处于同一径向平面,轴向和径向布置比较紧凑,在控制轴向倾斜,保持轴的稳定性方面,检测、控制难度较大。

发明内容

[0004] 本发明是为了克服上述现有技术中的缺陷,提供一种便于检测,稳定高效,安全可靠的三支撑双组控多冗余磁轴承系统。

[0005] 为了达到以上目的,本发明所采用的技术方案是:三支撑双组控多冗余磁轴承系统,包括下底座、上底座、磁轴承组件和主轴,上底座和下底座位于磁轴承组件的上下两侧,且上底座和下底座上形成有与磁轴承组件相适配的弧形槽,主轴穿过磁轴承组件,磁轴承组件包括定子铁芯,定子铁芯内设转子铁芯、永磁体组、第一磁轴承控制线圈和第二磁轴承控制线圈,永磁体组、第一磁轴承控制线圈和第二磁轴承控制线圈套接于转子铁芯的外圈,且永磁体组位于转子铁芯中部,第一磁轴承控制线圈和第二磁轴承控制线圈位于永磁体组两侧。

[0006] 作为本发明的一种优选方案,所述永磁体组和定子铁芯之间存在气隙,且定子铁芯和转子铁芯之间存在气隙,转子铁芯与永磁体组之间形成磁链回路。

[0007] 作为本发明的一种优选方案,所述第一磁轴承控制线圈与定子铁芯之间存在气隙,定子铁芯和转子铁芯之间存在气隙,转子铁芯与第一磁轴承控制线圈之间形成磁链回路。

[0008] 作为本发明的一种优选方案,所述第二磁轴承控制线圈与定子铁芯之间存在气隙,定子铁芯和转子铁芯之间存在气隙,转子铁芯与第二磁轴承控制线圈之间形成磁链回路。

[0009] 作为本发明的一种优选方案,所述永磁体组、第一磁轴承控制线圈和第二磁轴承控制线圈均为多极结构。

[0010] 作为本发明的一种优选方案,所述上底座与下底部之间设有连接螺栓,且下底座上设有地脚螺栓。

[0011] 作为本发明的一种优选方案,所述转子铁芯两端分别设有定位卡环和轴端锁紧螺母,主轴上设有与轴端锁紧螺母相适配的螺纹。

[0012] 作为本发明的一种优选方案,所述转子铁芯两端还分别设有第一轴承端盖和第二轴承端盖,第二轴承端盖和第一轴承端盖相对设置于定位卡环和轴端锁紧螺母外。

[0013] 作为本发明的一种优选方案,所述第一轴承端盖和第二轴承端盖与上底座和下底座相连。

[0014] 作为本发明的一种优选方案,所述定位卡环与第二轴承端盖之间存在间隙,轴端锁紧螺母与第一轴承端盖之间也存在间隙。

[0015] 本发明的有益效果是,与现有技术相比:采用单个磁轴承组件,进行高速轴的支撑,轴承和主轴为物理接触,避免了接触摩擦生热,材料的热变形,热损伤等,同时通过第一磁轴承控制线圈和第二磁轴承控制线圈的设置,使得轴向的跨度距离较大,整个系统对于主轴的倾斜比较敏感,通过安装径向位移传感器,很容易检测到主轴的倾斜位移。

附图说明

[0016] 图1是本发明的结构示意图;

[0017] 图2是本发明的爆炸图;

[0018] 图3是磁轴承组件的结构示意图;

[0019] 图4是磁轴承组件的爆炸图;

[0020] 图中附图标记:主轴1,第二轴承端盖2,定位卡环3,转子铁芯4,定子铁芯5,上底座6,永磁体组7,第一磁轴承控制线圈8,第一轴承端盖9,轴端锁紧螺母10,下底座11,第二磁轴承控制线圈12。

具体实施方式

[0021] 下面结合附图对本发明实施例作详细说明。

[0022] 如图1-4所示,三支撑双组控多冗余磁轴承系统,包括下底座11、上底座6、磁轴承组件和主轴1,上底座6和下底座11位于磁轴承组件的上下两侧,且上底座6和下底座11上形成有与磁轴承组件相适配的弧形槽,主轴1穿过磁轴承组件,磁轴承组件包括定子铁芯5,定子铁芯5内设有转子铁芯4、永磁体组7、第一磁轴承控制线圈8和第二磁轴承控制线圈12,永磁体组7、第一磁轴承控制线圈8和第二磁轴承控制线圈12套接于转子铁芯4的外圈,且永磁体组7位于转子铁芯4中部,第一磁轴承控制线圈8和第二磁轴承控制线圈12位于永磁体组7两侧。

[0023] 在高速旋转的运动主轴1上安装转子铁芯4,转子铁芯4与高速旋转的主轴1之间不存在相对运动,与主轴1一起高速旋转,单个磁轴承组件的定子铁芯5,主要有三部分两种不同的定子铁芯冲片堆叠而成,中心的定子铁芯冲片主要用来限制永磁体组7的径向自由度并对永磁体组7进行径向定位;在定子铁芯5的内部两侧,在铁芯线圈支架上安装第一磁轴承控制线圈8和第二磁轴承控制线圈12,向内凸出的线圈支架,布置第一磁轴承控制线圈8和第二磁轴承控制线圈12。

[0024] 永磁体组7和定子铁芯5之间存在气隙,且定子铁芯5和转子铁芯4之间存在气隙,转子铁芯4与永磁体组7之间形成磁链回路,用来控制主轴1轴重以及轴上载荷的稳定载荷分量。

[0025] 第一磁轴承控制线圈8与定子铁芯5之间存在气隙,定子铁芯5和转子铁芯4之间存在气隙,转子铁芯4与第一磁轴承控制线圈8之间形成磁链回路,第二磁轴承控制线圈12与定子铁芯5之间存在气隙,定子铁芯5和转子铁芯4之间存在气隙,转子铁芯4与第二磁轴承控制线圈12之间形成磁链回路。

[0026] 对主轴1的轴重及轴上载荷的偏载分量进行稳定性控制,即通过控制第一磁轴承控制线圈8和第二磁轴承控制线圈12各个控制线圈直流电流的幅值,生成线圈磁通,对轴重及轴上载荷的偏载分量进行控制。

[0027] 永磁体组7、第一磁轴承控制线圈8和第二磁轴承控制线圈12均为多极结构,优选的,永磁体组7、第一磁轴承控制线圈8和第二磁轴承控制线圈12均采用三极对称极组,其中第一磁轴承控制线圈8和第二磁轴承控制线圈12的线圈轴向端面,保持一致,呈线性分布状态,共同控制主轴1轴重及轴上载荷的偏置非稳定分量的幅值及空间相位。在对主轴1自由度的控制上,具有典型的冗余特征,一侧线圈失效,另外一侧的控制线圈依然起作用。第一磁轴承控制线圈8和第二磁轴承控制线圈12的同一位置的线圈磁极,同时供电,所生成的作用力,生成力偶,能进一步减小抑制主轴1的振动,保证主轴1具有较高的稳定性。

[0028] 上底座6与下底部之间设有连接螺栓,且下底座11上设有地脚螺栓,单个磁轴承组件安装在上底座6和下底座11之间,通过上底座6和下底座11的几何形状,限制单个磁轴承组件的轴向运动,上底座6和下底座11之间通过连接螺栓进行连接,限制磁轴承组件的纵向运动,整个下底座11下端通过地脚螺栓与地板连接,限制整体的运动。

[0029] 转子铁芯4两端分别设有定位卡环3和轴端锁紧螺母10,主轴1上设有与轴端锁紧螺母10相适配的螺纹,转子铁芯4两端还分别设有第一轴承端盖9和第二轴承端盖2,第二轴承端盖2和第一轴承端盖9相对设置于定位卡环3和轴端锁紧螺母10外,第一轴承端盖9和第二轴承端盖2与上底座6和下底座11相连。

[0030] 对于转子铁芯4一端通过定位卡环3进行轴向定位,转子铁芯4另外一端,通过轴端锁紧螺母10与主轴1上的螺纹旋紧,限制转子铁芯4的轴向自由度对主轴1进行轴向定位控制。单个磁轴承组件通过第二轴承端盖2和第一轴承端盖9与轴承上底座6和轴承下底座11之间螺栓连接,对磁轴承组件起到一定的进行保护。

[0031] 定位卡环3与第二轴承端盖2之间存在间隙,轴端锁紧螺母10与第一轴承端盖9之间也存在间隙,实现对主轴1自由度一定范围的控制。

[0032] 主轴1端部形成有键槽,在键槽的作用下键槽与外部的电机或者其他动力源进行连接,输入外部的动力,或其他动力,驱动主轴1高速旋转。

[0033] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现;因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

[0034] 尽管本文较多地使用了图中附图标记:主轴1,第二轴承端盖2,定位卡环3,转子铁

芯4,定子铁芯5,上底座6,永磁体组7,第一磁轴承控制线圈8,第一轴承端盖9,轴端锁紧螺母10,下底座11,第二磁轴承控制线圈12等术语,但并不排除使用其它术语的可能性;使用这些术语仅仅是为了更方便地描述和解释本发明的本质;把它们解释成任何一种附加的限制都是与本发明精神相违背的。

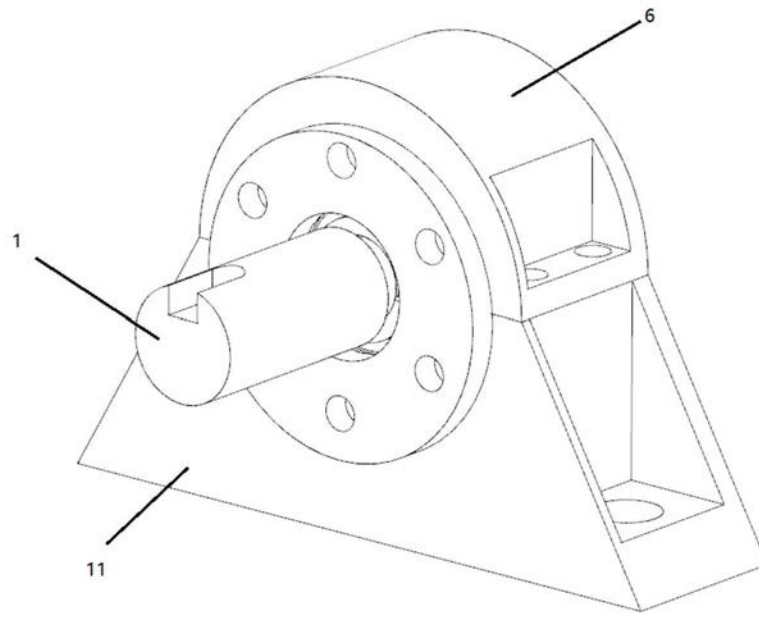


图1

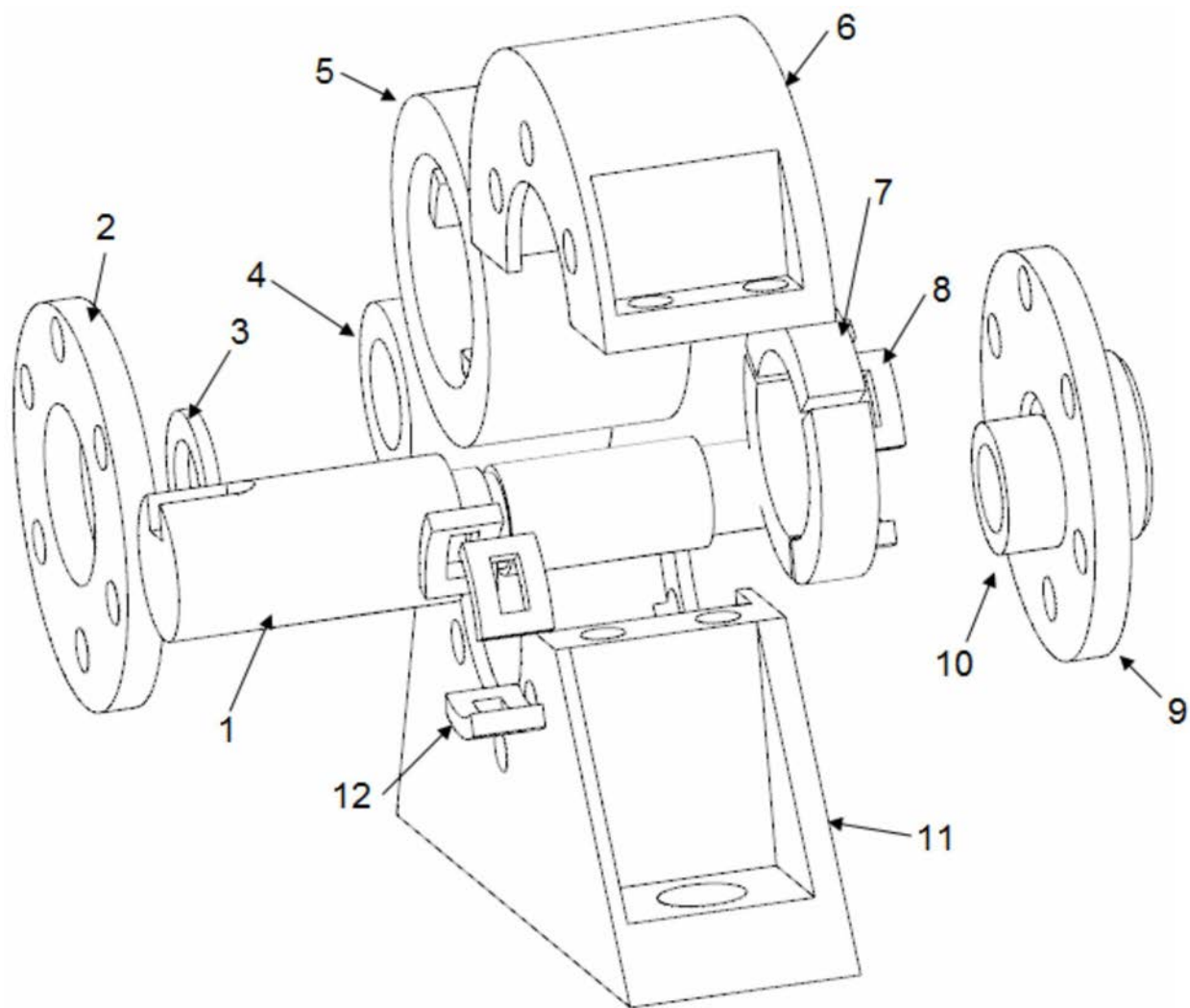


图2

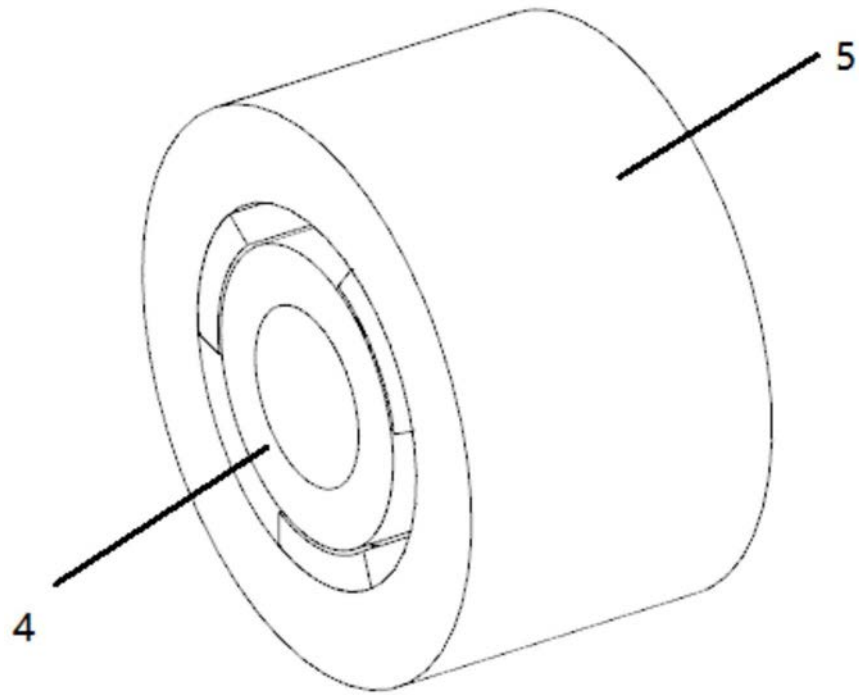


图3

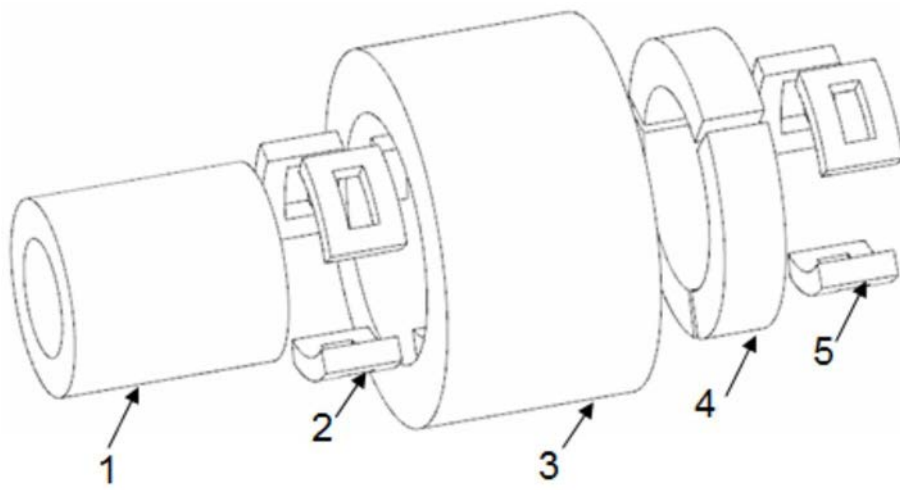


图4