



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202937638 U

(45) 授权公告日 2013. 05. 15

(21) 申请号 201220651290. 2

(22) 申请日 2012. 11. 30

(73) 专利权人 南京工业大学

地址 210009 江苏省南京市鼓楼区新模范马  
路 5 号

(72) 发明人 张广明 朱剑 张申 梅磊

(74) 专利代理机构 南京天翼专利代理有限责任  
公司 32112

代理人 汤志武

(51) Int. Cl.

F16C 32/04 (2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

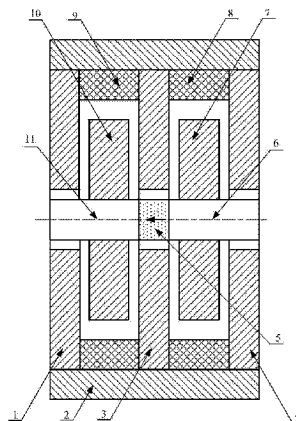
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 实用新型名称

一种永磁偏置型轴向磁悬浮轴承

(57) 摘要

本实用新型涉及一种永磁偏置型轴向磁悬浮轴承,包括定子套筒,设置在其内侧的定子圆盘 A、定子圆盘 B、定子圆盘 C;安装在定子套筒内壁的控制绕组 A、控制绕组 B,控制绕组 A 位于定子圆盘 A 和定子圆盘 B 之间,控制绕组 B 位于定子圆盘 B 和定子圆盘 C 之间;安装在主轴 A 上的转子铁心 A 和安装在主轴 B 上的转子铁心 B,转子铁心 A 位于定子圆盘 A 和定子圆盘 B 之间,转子铁心 B 位于定子圆盘 B 和定子圆盘 C 之间,永磁体安装在主轴 A 和主轴 B 之间。本实用新型利用永磁体在气隙中建立偏置磁场,利用定子圆盘和转子铁心之间的相互作用实现转子在轴向的稳定悬浮,具有结构简单、体积小、重量轻、能量损耗少等众多优点。



1. 一种永磁偏置型轴向磁悬浮轴承,其特征在于包括:

定子套筒(2),其内从左到右分别设置有定子圆盘 A (1)、定子圆盘 B (3)、定子圆盘 C (4);

控制绕组 A (9),安装在定子套筒(2)的内壁上,位于定子圆盘 A (1)与定子圆盘 B (3)之间;

控制绕组 B (8),安装在定子套筒(2)的内壁上,位于定子圆盘 B (3)与定子圆盘 C (4)之间;

主轴 A (11),其上安装有转子铁心 A (10),转子铁心 A (10)位于定子圆盘 A (1)和定子圆盘 B (3)之间;

主轴 B (6),其上安装有转子铁心 B (7),转子铁心 B (7)位于定子圆盘 B (3)和定子圆盘 C (4)之间;

永磁体(5),安装在主轴 A (11)和主轴 B (6)之间。

2. 如权利要求 1 所述的永磁偏置型轴向磁悬浮轴承,其特征在于:定子圆盘 A(1)内端面与主轴 A (11)外端面之间、定子圆盘 A (1)右端面与转子铁心 A (10)左端面之间、控制绕组 A (9)内端面与转子铁心 A (10)外端面之间、定子圆盘 B (3)内端面与永磁体(5)外端面之间、定子圆盘 B (3)左端面与转子铁心 A (10)右端面之间、定子圆盘 B (3)右端面与转子铁心 B (7)左端面之间、控制绕组 B (8)内端面与转子铁心 B (7)外端面之间、定子圆盘 C (5)内端面与主轴 B (6)外端面之间、定子圆盘 C (4)左端面与转子铁心 B (7)右端面之间均留有气隙。

3. 如权利要求 2 所述的永磁偏置型轴向磁悬浮轴承,其特征在于:定子圆盘 A (1)右端面与转子铁心 A (10)左端面之间、定子圆盘 B (3)左端面与转子铁心 A (10)右端面之间、定子圆盘 B (3)右端面与转子铁心 B (7)左端面之间、定子圆盘 C (4)左端面与转子铁心 B (7)右端面之间气隙的宽度在 0.3 ~ 1.5mm 之间。

4. 如权利要求 2 所述的永磁偏置型轴向磁悬浮轴承,其特征在于:定子圆盘 A (1)内端面与主轴 A (11)外端面之间、控制绕组 A (9)内端面与转子铁心 A (10)外端面之间、定子圆盘 B (3)内端面与永磁体(5)外端面之间、控制绕组 B (8)内端面与转子铁心 B (7)外端面之间、定子圆盘 C (4)内端面与主轴 B (6)外端面之间气隙的宽度在 1~3mm 之间。

## 一种永磁偏置型轴向磁悬浮轴承

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种磁悬浮轴承,具体是一种永磁偏置型轴向磁悬浮轴承,属于磁悬浮技术领域。

### 背景技术

[0002] 早在 1842 年,英国物理学家 Earnshaw 就对磁悬浮轴承技术进行了研究和论述,磁悬浮轴承技术的基本原理是利用定子铁心与转子铁心之间的磁场力来实现转轴的无接触支承。由于定、转子之间没有机械接触,磁悬浮轴承具有以下优点:

[0003] 1. 能够承受极高的转速。采用磁悬浮轴承支承的转轴可以在超临界、每分钟数十万转的工况下运行,其圆周速度只受转轴材料强度的限制。通常来说,在轴颈直径相同的情况下,采用磁悬浮轴承支承的转轴能达到的转速比采用滚动轴承支承的转轴大约高 2 倍,比采用滑动轴承支承的转轴大约高 3 倍。德国 FAG 公司通过试验得出:滚动轴承的  $dn$  值,即轴承平均直径与主轴极限转速的乘积,约为  $2.5 \sim 3 \times 10^6 \text{mm} \cdot \text{r}/\text{min}$ ,滑动轴承的  $dn$  值约为  $0.8 \sim 2 \times 10^6 \text{mm} \cdot \text{r}/\text{min}$ ,磁悬浮轴承的  $dn$  值约为  $4 \sim 6 \times 10^6 \text{mm} \cdot \text{r}/\text{min}$ 。

[0004] 2. 摩擦功耗较小。在  $10000 \text{r}/\text{min}$  时,磁悬浮轴承的功耗大约只有流体动压润滑支承的 6%,只有滚动支承的 17%,节能效果明显。

[0005] 3. 寿命长,维护成本低。由于磁悬浮轴承依靠磁场力悬浮转轴,定、转子之间无机械接触,因此不存在由磨擦、磨损和接触疲劳所带来的寿命问题,所以磁悬浮轴承的寿命与可靠性均远高于传统的机械轴承。

[0006] 4. 无需添加润滑剂。由于定、转子之间不存在机械摩擦,工作时不需要添加润滑剂,因此不存在润滑剂对环境所造成的污染问题,在禁止使用润滑剂和禁止污染的场合,如真空设备、超净无菌室等场合,磁悬浮轴承有着无可比拟的优势。

[0007] 根据磁场建立方式的不同,磁悬浮轴承可分为永磁型、电磁偏置型和永磁偏置型三种类型。

[0008] 永磁型磁悬浮轴承主要利用磁性材料之间固有的斥力或吸力(如永磁材料之间,永磁材料与软磁材料之间)来实现转轴的悬浮,其结构简单,能量损耗少,但刚度和阻尼也都比较小。

[0009] 电磁偏置型磁悬浮轴承由通入直流电的偏磁绕组在气隙中建立偏置磁场,由通入大小和方向都受到实时控制的交变电流的控制绕组来在气隙中建立控制磁场,这两个磁场在气隙中的叠加和抵消产生了大小和方向都可以主动控制的磁场吸力,从而实现了转子的稳定悬浮,这种类型的磁悬浮轴承刚度大,可以精密控制,但产生单位承载力所需的体积、重量和功耗也都比较大。

[0010] 永磁偏置型磁悬浮轴承采用永磁材料替代偏磁线圈来产生所需的偏置磁场,能够较大幅度地降低磁悬浮轴承的能量损耗,随着磁悬浮轴承技术在航空航天、能量存储以及能量转换等领域的广泛应用,对磁悬浮轴承的功耗、体积、性能等方面提出了越来越高的要求,永磁偏置型磁悬浮轴承的特点使它在这些领域有着不可替代的优势,永磁偏置型磁悬

浮轴承技术也成为磁悬浮轴承技术研究与发展的一个重要方向。

## 发明内容

[0011] 本实用新型的目的在于提出一种更为结构简单,体积小,重量轻,能耗少的永磁偏置型轴向磁悬浮轴承。

[0012] 本实用新型包括:

[0013] 定子套筒,其内侧从左到右分别设置有定子圆盘 A、定子圆盘 B、定子圆盘 C;

[0014] 控制绕组 A,安装在定子套筒的内壁上,位于定子圆盘 A 与定子圆盘 B 之间;

[0015] 控制绕组 B,安装在定子套筒的内壁上,位于定子圆盘 B 与定子圆盘 C 之间;

[0016] 主轴 A,其上安装有转子铁心 A,转子铁心 A 位于定子圆盘 A 和定子圆盘 B 之间;

[0017] 主轴 B,其上安装有转子铁心 B,转子铁心 B 位于定子圆盘 B 和定子圆盘 C 之间;

[0018] 永磁体,安装在主轴 A 和主轴 B 之间。

[0019] 上述定子圆盘 A 内端面与主轴 A 外端面之间、定子圆盘 A 右端面与转子铁心 A 左端面之间、控制绕组 A 内端面与转子铁心 A 外端面之间、定子圆盘 B 内端面与永磁体外端面之间、定子圆盘 B 左端面与转子铁心 A 右端面之间、定子圆盘 B 右端面与转子铁心 B 左端面之间、控制绕组 B 内端面与转子铁心 B 外端面之间、定子圆盘 C 内端面与主轴 B 外端面之间、定子圆盘 C 左端面与转子铁心 B 右端面之间均存在气隙。

[0020] 定子圆盘 A 右端面与转子铁心 A 左端面之间、定子圆盘 B 左端面与转子铁心 A 右端面之间、定子圆盘 B 右端面与转子铁心 B 左端面之间、定子圆盘 C 左端面与转子铁心 B 右端面之间气隙的作用主要是作为磁场能量存储的介质,其宽度优选  $0.3 \sim 1.5\text{mm}$ 。

[0021] 定子圆盘 A 内端面与主轴 A 外端面之间、控制绕组 A 内端面与转子铁心 A 外端面之间、定子圆盘 B 内端面与永磁体外端面之间、控制绕组 B 内端面与转子铁心 B 外端面之间、定子圆盘 C 内端面与主轴 B 外端面之间气隙的作用主要是防止相关部件产生接触,其宽度优选  $1 \sim 3\text{mm}$ 。

[0022] 基于上述结构,本实用新型的轴向磁悬浮轴承与同类专利的对比以及其优点:

[0023] 本实用新型利用永磁体在气隙中建立偏置磁场,利用定子圆盘和转子铁心之间的相互作用实现转子在轴向的稳定悬浮。以下给出几个同类专利的不足之处:

[0024] 1、中国专利申请号 200510011272.2 给出的一种永磁偏置轴向磁轴承,其漏磁较大,利用率不高;

[0025] 2、中国专利申请号 200910030777.1 给出的永磁体位于转子上的混合型轴向磁轴承,其内外轴向定子磁极((4)和(1))半径差别较大,导致漏磁系数差别较大,很难保证轴向气隙中偏置磁场相同;

[0026] 3、中国专利申请号 200710098751.1 给出的一种具有冗余结构的低功耗轴向磁轴承,其缺点同上述专利 1;

[0027] 4、中国专利申请号 200910033316.X 给出的永磁偏置轴向磁悬浮轴承,其转子导磁铁心 2 和定子导磁铁心 3 之间气隙中仅存在偏置磁场不存在控制磁场,因此这部分气隙无法产生可控的悬浮力;

[0028] 5、中国专利申请号 200710025139.1 给出的一种永磁偏置轴向磁悬浮轴承,其导磁环 3 和推力盘 7 之间气隙中仅存在偏置磁场不存在控制磁场,因此这部分气隙无法产生

可控的悬浮力；

[0029] 6、中国专利申请号 201120216533.5 给出的一种新型永磁偏置型轴向磁悬浮轴承，相比较本专利其结构较复杂，体积较大，能耗较大。

[0030] 相对于以上同类型的轴向磁悬浮轴承专利，本专利克服了以上所列举的缺点，结构更为紧凑，体积更小，能量损耗更小，是一个新型可靠的结构，具有广阔的市场应用前景。

### 附图说明

[0031] 图 1 是本实用新型的结构示意图。

[0032] 图 1 中标号名称：1、定子圆盘 A。2、定子套筒。3、定子圆盘 B。4、定子圆盘 C。5、永磁体。6、主轴 B。7、转子铁心 B。8、控制绕组 B。9、控制绕组 A。10、转子铁心 A。11、主轴 A。

### 具体实施方式

[0033] 如图 1 所示，定子圆盘 A1、定子圆盘 B3、定子圆盘 C4 从左到右依次安装在定子套筒 2 内部。控制绕组 A9 固定在定子套筒 2 内部左侧，位于定子圆盘 A1 与定子圆盘 B3 之间；控制绕组 B9 固定在定子套筒 2 内部右侧，位于定子圆盘 B3 与定子圆盘 C4 之间。

[0034] 永磁体 5 位于主轴 A11 与主轴 B6 之间，永磁体 5 左端面与主轴 A11 右端面接触，永磁体 5 右端面与主轴 B6 左端面接触。

[0035] 转子铁心 A10 套装在主轴 A11 外部、转子铁心 B7 套装在主轴 B6 外部，其内端面分别与主轴 A11、主轴 B6 的外端面接触。转子铁心 A10 位于定子圆盘 A1 和定子圆盘 B3 之间，转子铁心 B7 位于定子圆盘 B3 和定子圆盘 C4 之间。

[0036] 定子圆盘 A1 内端面与主轴 A11 外端面之间、定子圆盘 A1 右端面与转子铁心 A10 左端面之间、控制绕组 A9 内端面与转子铁心 A10 外端面之间、定子圆盘 B3 内端面与永磁体 5 外端面之间、定子圆盘 B3 左端面与转子铁心 A10 右端面之间、定子圆盘 B3 右端面与转子铁心 B7 左端面之间、控制绕组 B8 内端面与转子铁心 B7 外端面之间、定子圆盘 C4 内端面与

[0037] 主轴 B6 外端面之间、定子圆盘 C4 左端面与转子铁心 B7 右端面之间均存在气隙。

[0038] 本实用新型利用永磁体 5 在定子圆盘 A1 右端面与转子铁心 A10 左端面之间、定子圆盘 B3 左端面与转子铁心 A10 右端面之间、定子圆盘 B3 右端面与转子铁心 B7 左端面之间、定子圆盘 C4 左端面与转子铁心 B7 右端面之间的气隙中建立偏置磁场；利用控制绕组 A9 在定子圆盘 A1 右端面与转子铁心 A10 左端面之间、定子圆盘 B3 左端面与转子铁心 A10 右端面之间的气隙中建立控制磁场；利用控制绕组 B8 在定子圆盘 B3 右端面与转子铁心 B7 左端面之间、定子圆盘 C4 左端面与转子铁心 B7 右端面之间的气隙中建立控制磁场；利用定子圆盘 A1、定子圆盘 B3 与转子铁心 A10 之间的相互作用，定子圆盘 B3、定子圆盘 C4 与转子铁心 B7 之间的相互作用实现转子轴向自由度的主动悬浮。

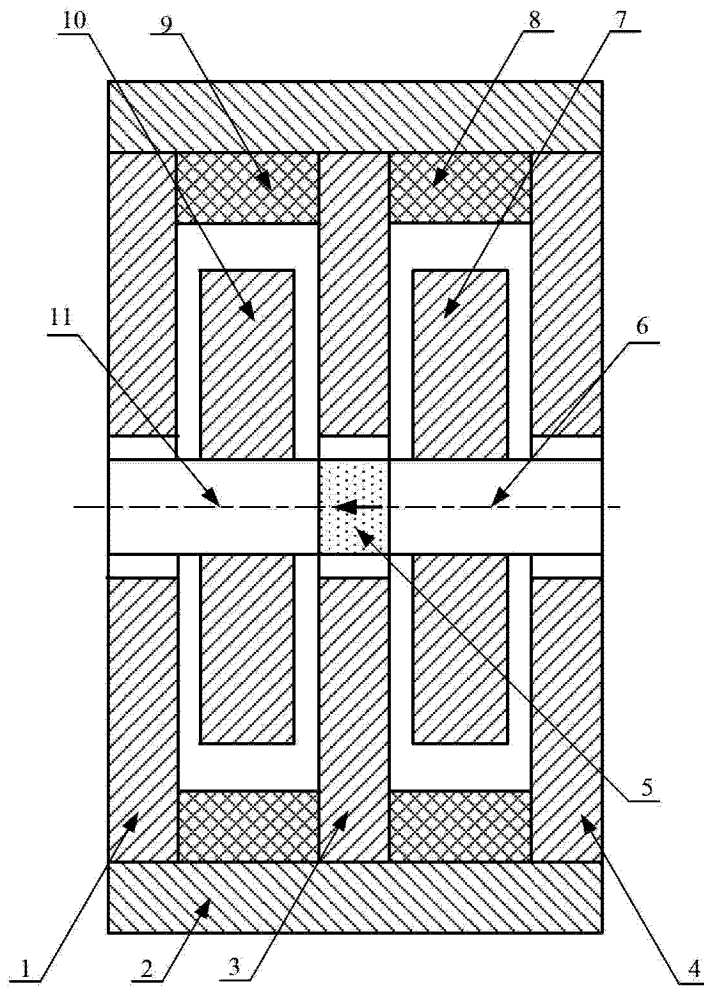


图 1