



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103904852 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 20

(21) 申请号 201410155417. 5

CN 102396138 A, 2012. 03. 28, 全文.

(22) 申请日 2014. 04. 17

王晓远. 《基于 Halbach 阵列盘式无铁心永磁同步电机的研究》. 《中国优秀硕士学位论文全文数据库》. 2006, 全文.

(73) 专利权人 哈尔滨理工大学

地址 150080 黑龙江省哈尔滨市南岗区学府路 52 号

审查员 夏兵秀

(72) 发明人 谢颖 曲春梅 杨忠学 吕森

(74) 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事务所 23109

代理人 张宏威

(51) Int. Cl.

H02K 21/24(2006. 01)

H02K 1/27(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 203761235 U, 2014. 08. 06, 权利要求 1-4.

JP 特开 2008-259359 A, 2006. 10. 23, 全文.

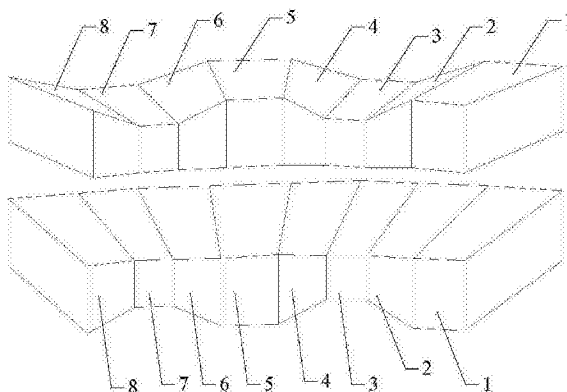
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种永磁体结构外转子盘式电机

(57) 摘要

一种永磁体结构外转子盘式电机, 涉及电机领域, 具体涉及盘式电机转子领域。解决了现有的永磁盘式无铁心同步电机转子采用等厚永磁体阵列, 在一定程度上浪费了材料和无法利用主磁极与辅助磁极相配合的关系, 使气隙磁密波形趋于正弦的问题。它包括一对电机转子, 所述的电机转子为圆环形结构, 且由 N 个永磁体组首尾固定连接构成, 一对电机转子以楔形绕组盘为中心镜面对称设置, 且每个电机转子的气隙侧均为平面结构; 每个永磁体组由 8 块永磁体依次排列组成, 8 块永磁体分别为 1 至 8 号永磁体, 8 块永磁体的轴向横截面均为扇形; 1 号和 5 号永磁体的轴向截面为矩形, 双号永磁体的轴向截面为梯形, 3 和 7 号永磁体的轴向截面为矩形, 它应用在电机领域。



1. 一种永磁体结构外转子盘式电机,其特征在于,它包括一对电机转子,所述的电机转子为圆环形结构,且由 N 个永磁体组首尾固定连接构成,所述的 N 为正整数;一对电机转子以楔形绕组盘为中心镜向对称设置,且每个电机转子的气隙侧均为平面结构;

每个永磁体组由 8 块永磁体依次排列组成,8 块永磁体分别为 1 号永磁体 (1)、2 号永磁体 (2)、3 号永磁体 (3)、4 号永磁体 (4)、5 号永磁体 (5)、6 号永磁体 (6)、7 号永磁体 (7)、8 号永磁体 (8),所述 8 块永磁体的轴向横截面均为扇形;

所述的 1 号永磁体 (1) 和 5 号永磁体 (5) 的结构完全相同,且 1 号永磁体 (1) 的轴向纵截面为矩形,该矩形的高度为  $h_1$  毫米、宽度为  $\alpha_1$  毫米;

2 号永磁体 (2)、4 号永磁体 (4)、6 号永磁体 (6) 和 8 号永磁体 (8) 的结构完全相同,且 2 号永磁体 (2) 的轴向纵截面为梯形,该梯形的上底为  $h_2$  毫米、下底为  $h_1$  毫米、高为  $\alpha_3$  毫米;

3 号永磁体 (3) 和 7 号永磁体 (7) 的结构完全相同,且 3 号永磁体 (3) 的轴向纵截面为矩形,该矩形的高度为  $h_2$  毫米、宽度为  $\alpha_2$  毫米;

其中,  $\alpha_1 > \alpha_3 > \alpha_2$ ,  $h_1 > h_2$ 。

2. 根据权利要求 1 所述的一种永磁体结构外转子盘式电机,其特征在于,所述的  $\alpha_1 = \alpha_2 + 2.1$ 、 $\alpha_3 = \alpha_2 + 1.05$ 、 $h_1 = h_2 + 2$ 。

3. 根据权利要求 2 所述的一种永磁体结构外转子盘式电机,其特征在于,所述的 N 为 8。

4. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的一种永磁体结构外转子盘式电机,其特征在于,所述的 1 号永磁体 (1) 的充磁方向沿轴向充磁,且位于两个转子中位置相同的两块 1 号永磁体 (1) 的充磁方向相同,且其中一个转子的第  $i$  号永磁体的充磁方向与第  $i-1$  号永磁体的充磁方向沿逆时针方向相差 45 度,另一个转子的第  $i$  号永磁体的充磁方向与第  $i-1$  号永磁体的充磁方向沿顺时针方向相差 45 度,  $i = 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ 。

## 一种永磁体结构外转子盘式电机

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电机领域,具体涉及盘式电机转子领域。

### 背景技术

[0002] 目前,稀土永磁盘式电机是一种正在发展的新型电机,不同于传统圆柱式电机的径向结构,盘式永磁电机是轴向磁通电机,它结构简单、运行可靠、体积小、质量轻、损耗小、效率高。其最显著的优点是电机采用永磁体激磁,转子无损耗,电机运行效率高,由于定转子对等排列,定子绕组具有良好的散热条件,可获得很高的功率密度。另外这种电机转子的转动惯量小,机电时间常数小,峰值转矩和堵转转矩高,转矩/重量比大,低速运行平稳,具有优越的动态性能。利用钕铁硼永磁高矫顽力的优异特性制成无铁心电机,不但电机重量可以大幅度下降,而且振动、噪声大大降低。但是面对能源危机,钕铁硼永磁材料的合理使用显得尤为重要,现有的永磁盘式无铁心电机转子大都采用等厚永磁体阵列,采用特殊的充磁方式使气隙磁密波形趋于正弦,但是忽略了主磁极与辅助磁极的配合,在一定程度上浪费了材料。

### 发明内容

[0003] 本发明是为了解决现有的永磁盘式无铁心同步电机转子采用等厚永磁体阵列,在一定程度上浪费了材料和无法利用主磁极与辅助磁极相配合的关系,使气隙磁密波形趋于正弦的问题,本发明提供了一种永磁体结构外转子盘式电机。

[0004] 一种永磁体结构外转子盘式电机,它包括一对电机转子,所述的电机转子为圆环形结构,且由N个永磁体组首尾固定连接构成,所述的N为正整数;一对电机转子以楔形绕组盘为中心镜向对称设置,且每个电机转子的气隙侧均为平面结构;

[0005] 每个永磁体组由8块永磁体依次排列组成,8块永磁体分别为1号永磁体、2号永磁体、3号永磁体、4号永磁体、5号永磁体、6号永磁体、7号永磁体、8号永磁体,所述8块永磁体的轴向横截面均为扇形;

[0006] 所述的1号永磁体和5号永磁体的结构完全相同,且1号永磁体的轴向截面为矩形,该矩形的高度为 $h_1$ 毫米、宽度为 $a_1$ 毫米;

[0007] 2号永磁体、4号永磁体、6号永磁体和8号永磁体的结构完全相同,且2号永磁体的轴向截面为梯形,该梯形的上底为 $h_2$ 毫米、下底为 $h_1$ 毫米、高为 $a_3$ 毫米;

[0008] 3号永磁体和7号永磁体的结构完全相同,且3号永磁体的轴向截面为矩形,该矩形的高度为 $h_2$ 毫米、宽度为 $a_2$ 毫米;

[0009] 其中, $a_1 > a_3 > a_2$ ,  $h_1 > h_2$ 。

[0010] 所述的 $a_1 = a_2 + 2.1$ 、 $a_3 = a_2 + 1.05$ 、 $h_1 = h_2 + 2$ 。

[0011] 所述的N为8。

[0012] 所述的1号永磁体的充磁方向沿轴向充磁,且位于两个转子中位置相同的两块1号永磁体的充磁方向相同,且其中一个转子的第*i*号永磁体的充磁方向与第*i*-1号永磁体

的充磁方向沿逆时针方向相差 45 度,另一个转子的第  $i$  号永磁体的充磁方向与第  $i-1$  号永磁体的充磁方向沿顺时针方向相差 45 度,  $i = 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ 。

[0013] 本发明带来的有益效果是,1 号永磁体和 5 号永磁体作为主磁极,而其余永磁体为辅助磁极,由于辅助磁极对主磁极有补偿作用,气隙磁场波形会根据辅助磁极的贡献大小出现平顶或马鞍形,减少辅助磁极的厚度和宽度,则可以改变它对磁场的贡献,进一步改善气隙磁场波形,提高电机效率,与相同尺寸转子永磁体厚度为  $h_1$  的电机相比,电机效率提高了 4.64%

[0014] 本发明将辅助磁极 2 号永磁体、4 号永磁体、6 号永磁体和 8 号永磁体做成梯形,同时减小辅助磁极 3 号永磁体和 7 号永磁体的厚度,可达到使磁场中的气隙磁密波形趋于正弦波,且一定程度上提高了气隙磁密幅值,与相同尺寸转子永磁体厚度为  $h_1$  的电机相比,气隙磁密幅值提高了 3.5%,同时有效地削弱了气隙磁场中谐波含量,尤其是使 3 次谐波幅值降低了 16.99%。

[0015] 本发明采用不等宽、不等厚的转子永磁体结构,与相同尺寸转子永磁体厚度为  $h_1$  的电机相比,永磁材料节省了 16.67%节约了能源;本发明的电机转子与传统的 Halbach 永磁阵列相比,在盘式无铁心同步电机应用方面更有意义。

#### 附图说明

[0016] 图 1 为本发明所述的一种永磁体结构外转子盘式电机的整体结构的剖视图,其中,附图标记 9 表示端盖组件,附图标记 10 表示电机转子,附图标记 11 表示楔形绕组盘,附图标记 12 表示轴承,附图标记 13 表示键,附图标记 14 表示轴;

[0017] 图 2 为具体实施方式一所述的一种永磁体结构外转子盘式电机的电机转子的永磁体排布图;

[0018] 图 3 为具体实施方式一中所述的一对成镜向对称设置的电机转子上的一组永磁体组的 8 个永磁体的横向展开示意图。

#### 具体实施方式

[0019] 具体实施方式一:参见图 1、2 和 3 说明本实施方式,本实施方式所述的一种永磁体结构外转子盘式电机,它包括一对电机转子,所述的电机转子为圆环形结构,且由  $N$  个永磁体组首尾固定连接构成,所述的  $N$  为正整数;一对电机转子以楔形绕组盘为中心镜向对称设置,且每个电机转子的气隙侧均为平面结构;

[0020] 每个永磁体组由 8 块永磁体依次排列组成,8 块永磁体分别为 1 号永磁体 1、2 号永磁体 2、3 号永磁体 3、4 号永磁体 4、5 号永磁体 5、6 号永磁体 6、7 号永磁体 7、8 号永磁体 8,所述 8 块永磁体的轴向横截面均为扇形;

[0021] 所述的 1 号永磁体 1 和 5 号永磁体 5 的结构完全相同,且 1 号永磁体 1 的轴向截面为矩形,该矩形的高度为  $h_1$  毫米、宽度为  $a_1$  毫米;

[0022] 2 号永磁体 2、4 号永磁体 4、6 号永磁体 6 和 8 号永磁体 8 的结构完全相同,且 2 号永磁体 2 的轴向截面为梯形,该梯形的上底为  $h_2$  毫米、下底为  $h_1$  毫米、高为  $a_3$  毫米;

[0023] 3 号永磁体 3 和 7 号永磁体 7 的结构完全相同,且 3 号永磁体 3 的轴向截面为矩形,该矩形的高度为  $h_2$  毫米、宽度为  $a_2$  毫米;

[0024] 其中,  $\alpha_1 > \alpha_3 > \alpha_2$ ,  $h_1 > h_2$ 。

[0025] 本实施方式中, 1 号永磁体 1 和 5 号永磁体 5 作为主磁极, 而其余永磁体为辅助磁极, 由于辅助磁极对主磁极有补偿作用, 气隙磁场波形会根据辅助磁极的贡献大小出现平顶或马鞍形, 减少辅助磁极的厚度和宽度, 则可以改变它对磁场的贡献, 进一步改善气隙磁场波形。

[0026] 本实施方式将辅助磁极 2 号永磁体 2、4 号永磁体 4、6 号永磁体 6、8 号永磁体 8 做成梯形, 同时减小辅助磁极 3 号永磁体 3 和 7 号永磁体 7 的厚度, 可达到使气隙磁场正弦化, 且一定程度上提高了气隙磁密幅值, 同时有效地削弱了气隙磁场中谐波含量;

[0027] 本实施方式所述的永磁盘式无铁心同步电机的剖视图参见图 1 所示, 该电机在工作过程中, 一对电机转子中间为楔形绕组盘, 楔形绕组为电机定子; 两个电机转子盘之间形成楔形气隙结构, 构成的楔形气隙可保证电机转子内、外径处的导体占空比一致。

[0028] 具体实施方式二: 本实施方式与具体实施方式一所述的一种永磁体结构外转子盘式电机的区别在于, 所述的  $\alpha_1 = \alpha_2 + 2.1$ 、 $\alpha_3 = \alpha_2 + 1.05$ 、 $h_1 = h_2 + 2$ 。

[0029] 具体实施方式三: 本实施方式与具体实施方式二所述的一种永磁体结构外转子盘式电机的区别在于, 所述的  $N$  为 8。

[0030] 具体实施方式四: 本实施方式与具体实施方式一、二或三所述的一种永磁体结构外转子盘式电机的区别在于, 所述的 1 号永磁体 1 的充磁方向沿轴向充磁, 且位于两个转子中位置相同的两块 1 号永磁体 1 的充磁方向相同, 且其中一个转子的第  $i$  号永磁体的充磁方向与第  $i-1$  号永磁体的充磁方向沿逆时针方向相差 45 度, 另一个转子的第  $i$  号永磁体的充磁方向与第  $i-1$  号永磁体的充磁方向沿顺时针方向相差 45 度,  $i = 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ 。

[0031] 本实施方式中, 例如其中一个转子的 1 号永磁体 1 的充磁方向为 90 度、2 号永磁体 2 的充磁方向为 135 度、3 号永磁体 3 的充磁方向为 180 度、4 号永磁体 4 的充磁方向为 225 度、5 号永磁体 5 的充磁方向为 270 度、6 号永磁体 6 的充磁方向为 315 度、7 号永磁体 7 的充磁方向为 0 度、8 号永磁体 8 的充磁方向为 45 度;

[0032] 则, 另一个转子的 1 号永磁体 1 的充磁方向为 90 度、2 号永磁体 2 的充磁方向为 45 度、3 号永磁体 3 的充磁方向为 0 度、4 号永磁体 4 的充磁方向为 315 度、5 号永磁体 5 的充磁方向为 270 度、6 号永磁体 6 的充磁方向为 225 度、7 号永磁体 7 的充磁方向为 180 度、8 号永磁体 8 的充磁方向为 135 度。

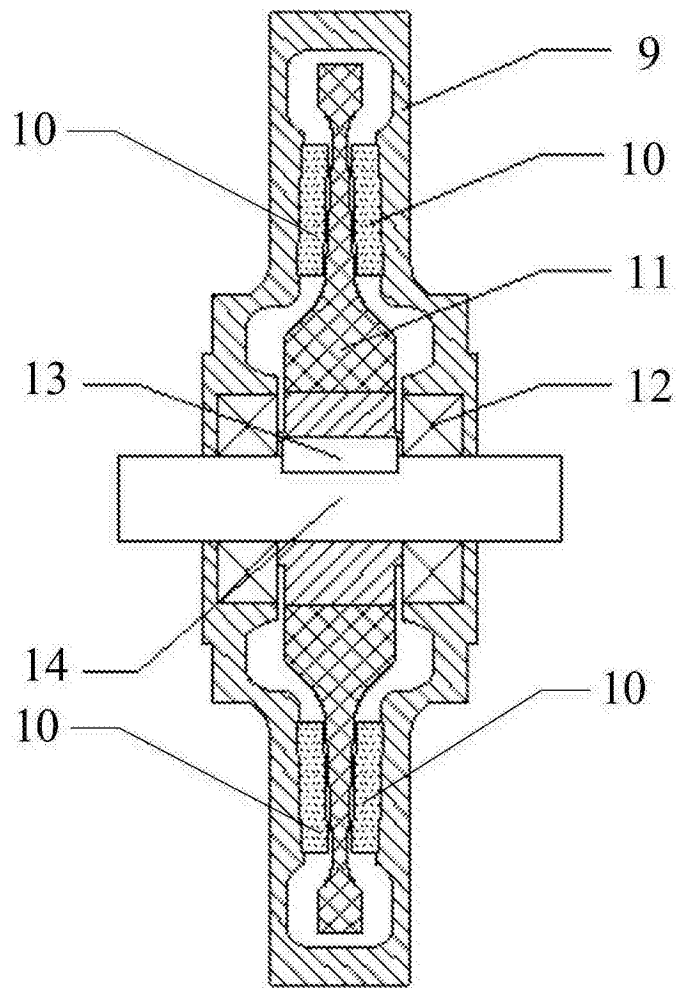


图 1

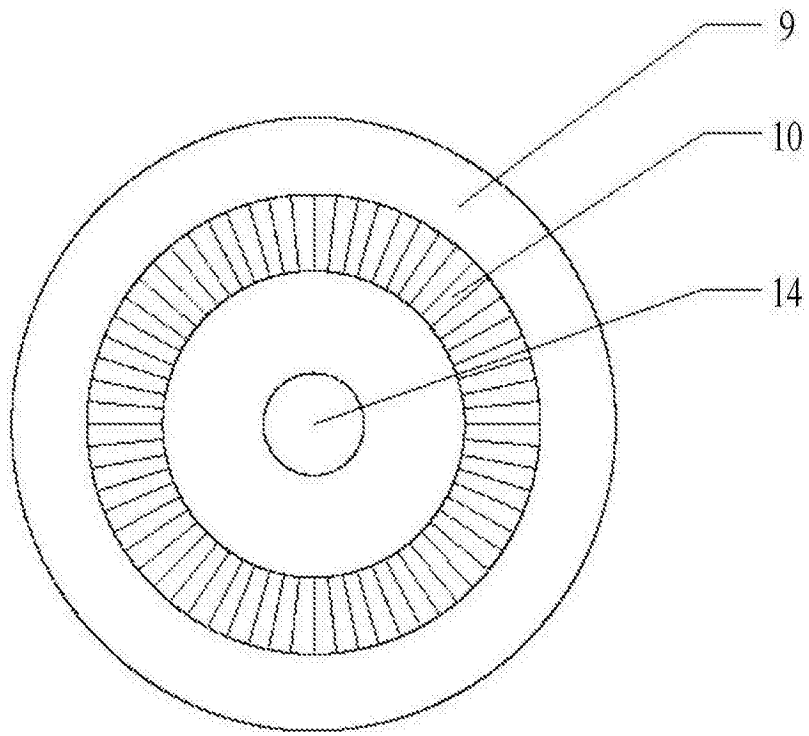


图 2

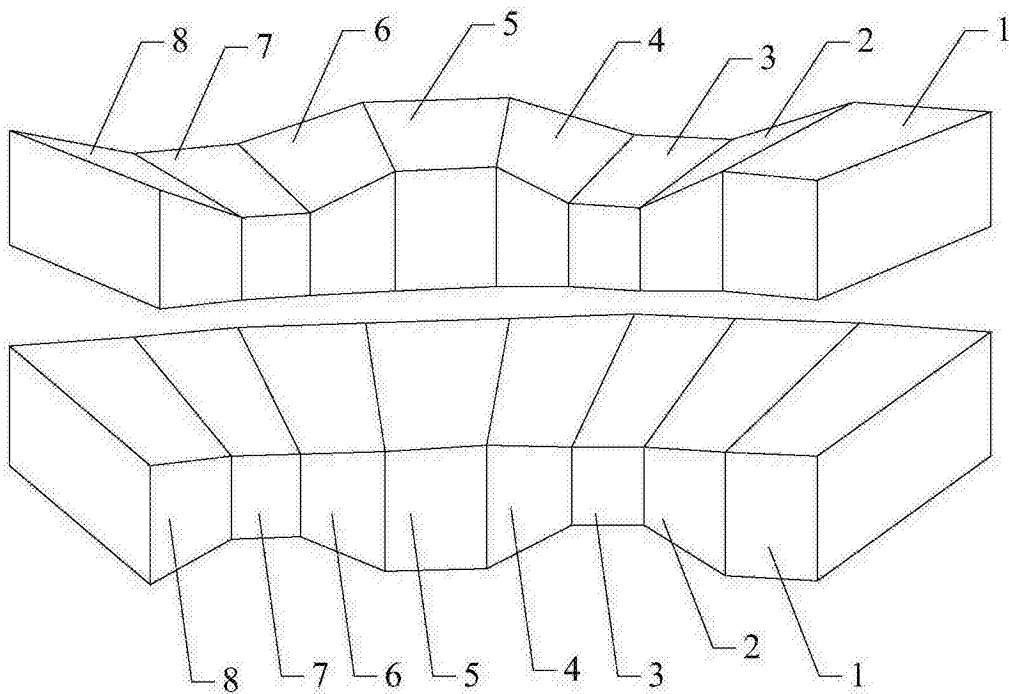


图 3