



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105656228 A

(43) 申请公布日 2016. 06. 08

(21) 申请号 201610045360. 2

(22) 申请日 2016. 01. 25

(71) 申请人 江苏大学

地址 212013 江苏省镇江市京口区学府路  
301 号

(72) 发明人 杜恽 孙延东 全力 朱孝勇  
肖凤 王乐乐 钱海峰

(51) Int. Cl.

H02K 1/17(2006. 01)

H02K 1/14(2006. 01)

H02K 1/22(2006. 01)

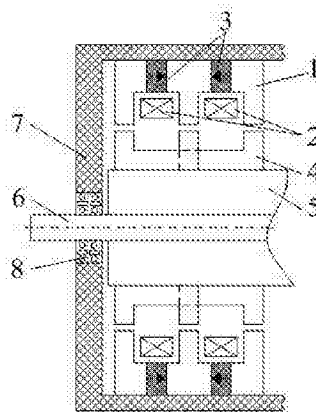
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

## (54) 发明名称

一种横向磁通永磁电机

## (57) 摘要

本发明公开一种横向磁通永磁电机,有N个定子铁心沿径向截面的圆周方向均匀分布,每个定子铁心的轴向纵截面均呈E型,E型的定子铁心在轴向上有面对着转子铁心的两个槽口和三个定子凸极齿;在每个定子铁心轭部的轴向上嵌入两个永磁体,两个永磁体之间间隔一个定子凸极齿,同一个定子铁心上轴向相邻的两个永磁体的充磁方向相反,在径向相邻的两个定子铁心上且位于同一径向截面圆周上的相邻的两个永磁体的充磁方向也相反;在定子铁心的两个槽口内分别各安装一组环形的电枢绕组,两组环形的电枢绕组正向串联;转子铁心的轴向截面呈U型,径向截面上相邻的两个转子铁心在轴向左右交错间隔排列;本发明能减少永磁体用量,提高电机磁通的利用率。



1. 一种横向磁通永磁电机,包括定子铁心(1)、电枢绕组(2)、永磁体(3)、转子铁心(4)、电机转轴(6)和非导磁材料定子外壳(7),非导磁材料定子外壳(7)的内壁上固定连接定子铁心(1),非导磁材料定子外壳(7)通过轴承(8)与电机转轴(6)相连,定子铁心(1)同轴位于转子铁心(4)外部且与转子铁心(4)之间具有径向间隙,其特征是:有N个定子铁心(1)沿径向截面的圆周方向均匀分布,N是 $N \geq 2$ 的偶数,每个定子铁心(1)的轴向纵截面均呈E型,E型的定子铁心(1)在轴向上有面对着转子铁心(4)的两个槽口和三个定子凸极齿;在每个定子铁心(1)轭部的轴向上嵌入两个永磁体(3),两个永磁体(3)之间间隔一个定子凸极齿,永磁体3正对E型的槽口;同一个定子铁心(1)上轴向相邻的两个永磁体(3)的充磁方向相反,在径向相邻的两个定子铁心(1)上且位于同一径向截面圆周上的相邻的两个永磁体(3)的充磁方向也相反;在定子铁心(1)的两个槽口内分别各装有一组环形的电枢绕组(2),两组环形的电枢绕组(2)正向串联;有N个转子铁心(4)沿径向截面的圆周方向均匀分布,转子铁心(4)的轴向截面呈U型,U型的转子铁心(4)在轴向上形成面向定子铁心(1)的两个转子齿和一个槽口,径向截面上相邻的两个转子铁心(4)在轴向左右交错间隔排列,其中一个转子铁心的两个转子齿与对应的一个定子铁心(1)的一侧两个定子凸极齿正对齐,另一个转子铁心的两个转子齿与对应的一个定子铁心(1)的另一侧两个定子凸极齿对齐。

2. 根据权利要求1所述一种横向磁通永磁电机,其特征是:转子铁心(4)同轴固定套在非导磁材料转子圆筒(5)外,非导磁材料转子圆筒(5)同轴固定套在电机转轴(6)外,电机转轴(6)、非导磁材料转子圆筒(5)和转子铁心(4)组成转子结构。

3. 根据权利要求1所述一种横向磁通永磁电机,其特征是:永磁体(3)与定子铁心(1)的轭部在径向上平齐。

4. 根据权利要求1所述一种横向磁通永磁电机,其特征是:每相结构之间的电角度相差 $360/m$ 度, $m$ 为整数, $m \geq 2$ 。

5. 根据权利要求1所述一种横向磁通永磁电机,其特征是:定子铁心(1)和转子铁心(4)均采用硅钢片叠制,永磁体(3)材料是钕铁硼。

## 一种横向磁通永磁电机

### 技术领域

[0001] 本发明属于电工、电机领域,具体涉及一种模向磁通永磁电机。

### 背景技术

[0002] 在现有技术中,普通永磁电机由于定子或转子的齿和槽在同一截面上,其大小相互受到制约,使电机输出转矩受到限制。为此,德国的 H. Weh 教授发明了横向磁通永磁电机,该电机的定子齿槽结构和电枢线圈在空间位置上相互垂直,电机中的主磁通沿着电机的轴向流通,因而定子尺寸和通电线圈的大小相互独立,可获得较高的转矩和功率密度,并且由于相间相互独立使得设计多相电机实现容错冗余运行变得较为方便。但是,现有横向磁通电机的结构尚存在空间利用率和磁通利用率偏低、漏磁较高、制造工艺复杂和成本较高等不足,限制了横向磁通永磁电机的应用。例如,中国专利公开号为103607059A、名称为“定子聚磁式磁通切换横向磁通永磁风力发电机”,该发电机解决了空间利用率和磁通利用率偏低的问题,但是其永磁体贯穿整个定子铁心,永磁体用量高,转子铁心之间重叠部分高,硅钢片用量高。中国专利公开号为101741197A、名称为“磁通切换型横向磁通永磁风力发电机”,该发电机解决了磁通的空间利用率偏低的问题,提高了电机转矩密度,但是其永磁体安放在转子铁心上,并贯穿整个转子铁心,降低了电机转子结构机械强度,存在不利于电机散热,永磁体用量高的缺点。

### 发明内容

[0003] 本发明针对现有技术的不足,提出一种新型横向磁通永磁电机,保留传统磁通切换型横向磁通永磁电机优点的同时,有效提高电机空间的利用率和磁通的利用率,提高电机转矩密度。

[0004] 本发明提供的技术方案为:包括定子铁心、电枢绕组、永磁体、转子铁心、电机转轴和非导磁材料定子外壳,非导磁材料定子外壳的内壁上固定连接定子铁心,非导磁材料定子外壳通过轴承与电机转轴相连,定子铁心同轴位于转子铁心外部且与转子铁心之间具有径向间隙,有N个定子铁心沿径向截面的圆周方向均匀分布,N是 $N \geq 2$ 的偶数,每个定子铁心的轴向纵截面均呈E型,E型的定子铁心在轴向上有面对着转子铁心的两个槽口和三个定子凸极齿;在每个定子铁心轭部的轴向上嵌入两个永磁体,两个永磁体之间间隔一个定子凸极齿,永磁体正对E型的槽口;同一个定子铁心上轴向相邻的两个永磁体的充磁方向相反,在径向相邻的两个定子铁心上且位于同一径向截面圆周上的相邻的两个永磁体的充磁方向也相反;在定子铁心的两个槽口内分别各安装一组环形的电枢绕组,两组环形的电枢绕组正向串联;有N个转子铁心沿径向截面的圆周方向均匀分布,转子铁心的轴向截面呈U型,U型的转子铁心形成面向定子铁心的两个转子齿和一个槽口,径向截面上相邻的两个转子铁心在轴向左右交错间隔排列,其中一个转子铁心的两个转子齿与对应的一个定子铁心的一侧两个定子凸极齿正对齐,另一个转子铁心的两个转子齿与对应的一个定子铁心的另一侧的两个定子凸极齿对齐。

[0005] 本发明的有益效果是：

1、本发明中的永磁体安装在电机定子轭部，能减少永磁体用量，便于电机的冷却；与永磁体贯穿整个定子齿部的现有结构相比，绕组温升对永磁体影响较小，有效降低了永磁体由于温升引起的不可逆退磁风险，降低了冷却系统要求。

[0006] 2、本发明中的转子既无永磁体也无绕组，结构简单可靠，具有较高的机械强度，同时相邻两个转子铁心之间只有相邻齿部重叠，重叠部分少，减少了硅钢片用量，一定程度上降低了转子尺寸，降低了转子尺寸和转动惯量，提高了转矩密度。

[0007] 3、本发明在各定子铁心轭部放置一对永磁体，永磁体采用轴向充磁，轴向上同一定子铁心上相邻永磁体的充磁方向相反，且径向上同一圆周方向相邻两个定子铁心轭部中的永磁体充磁方向相反，再结合相邻两个转子铁心沿轴向左右交错排列的结构特点，可以实现磁通变换的功能。

[0008] 4、本发明中的一个定子铁心对应一个转子铁心，提高了电机磁通的利用率和空间的利用率，改善了电机功率密度。

## 附图说明

[0009] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步说明。

[0010] 图1为本发明一种横向磁通永磁电机(单相)的轴向剖面图；

图2为图1所示电机去掉非导磁材料定子外壳7后的立体结构示意图；

图3为图2中所示电机中单相一对极立体结构放大示意图；

图4和图5为图1所示电机在 $t_0$ 时刻的主磁通示意图；

图6和图7为图1所示电机在 $t_1$ 时刻的主磁通示意图。

[0011] 图中：1. 定子铁心，2. 电枢绕组，3. 永磁体，4. 转子铁心，5. 非导磁材料转子圆筒，6. 电机转轴，7. 非导磁材料定子外壳，8. 轴承。

## 具体实施方式

[0012] 参见图1和图2，本发明电机结构包括定子铁心1、电枢绕组2、永磁体3、转子铁心4、电机转轴6和非导磁材料定子外壳7。定子铁心1和转子铁心4均采用硅钢片叠制，永磁体3材料采用具有较高矫顽力的钕铁硼。最外部是非导磁材料定子外壳7，在非导磁材料定子外壳7的内壁上固定连接定子铁心1，同时非导磁材料定子外壳7通过轴承8与电机转轴6相连。定子铁心1位于转子铁心4外部，定子铁心1与转子铁心4共轴心线，并且与转子铁心4之间具有径向间隙。转子铁心4同轴固定套在非导磁材料转子圆筒5外，非导磁材料转子圆筒5同轴固定套在电机转轴6外，由电机转轴6、非导磁材料转子圆筒5和转子铁心4组成一个整体转子结构。

[0013] 有N个定子铁心1沿电机径向截面的圆周方向均匀分布，固定连接在非导磁材料定子外壳7内壁上，形成定子部分的齿槽结构，其中N为偶数，且 $N \geq 2$ 。每个定子铁心1的轴向纵截面均呈E型，E型定子铁心1有三个定子凸极齿，定子凸极齿面对着转子铁心4，三个定子凸极齿形成两个槽口，槽口方向也面对着转子铁心4。在每个定子铁心1的轭部轴向上嵌入两个永磁体3，永磁体3正对E型槽口，即两个永磁体3之间间隔一个轴向定子凸极齿(参见图1)。同一个定子铁心1上轴向相邻的两个永磁体3的充磁方向相反。在径向相邻的两个定子

铁心1上,位于同一径向截面圆周上的相邻的两个永磁体3的充磁方向也相反。永磁体3的外径等于定子铁心1的外径,永磁体3的内径等于槽口的内径,即永磁体3与定子铁心1的轭部在径向上平齐。

[0014] 在所有定子铁心1的轴向E型的两个槽口内分别各安装一组电枢绕组2,两组电枢绕组2均呈环形,即一个环形的电枢绕组2环绕在所有定子铁心1的同一径向截面上的所有槽口内。将两组环形电枢绕组2正向串联。

[0015] 参见图1、图2和图3,转子铁心4的轴向截面呈U型,U型的转子铁心4有两个转子齿和一个槽口,该槽口面向定子铁心1。有N个U型的转子铁心4沿电机径向截面的圆周方向均匀分布,固定连接于非导磁材料圆筒5的外壁,形成转子部分的齿槽结构,其中N为偶数, $N \geq 2$ 。在径向截面上,一个转子铁心4正对一个定子铁心1,转子铁心4与定子铁心1一一对应。参见图3,在径向截面上相邻的两个转子铁心4分别是转子铁心4a和转子铁心4b,在轴向上,转子铁心4a的两个转子齿与对应的定子铁心1,在轴向上与对应的定子铁心1的一侧两个定子凸极齿在径向上正对齐,而与转子铁心4a相邻的转子铁心4b的两个转子齿与对应的定子铁心1,在轴向上,与对应的定子铁心1的另一侧的两个定子凸极齿在径向上对齐,即在径向圆周方向上,相邻的两个转子铁心4在轴向上左右交错间隔排列。从径向上看,转子铁心4在一个齿部重叠。

[0016] 本发明既可以制成单相电机,也可以制成多相电机。当电机为m相时,每相结构之间的电角度相差 $360/m$ 度。特别地,作为三相电机时,每相结构之间的电角度相差120度。其中m为整数, $m \geq 2$ 。

[0017] 本发明电机的的定子和转子位置可以互换,即互换定子铁心1(包括永磁体3和电枢绕组2)和转子铁心4的位置,将定子铁心1的轭部固定连接在非导磁材料转子圆筒5上成为新的转子铁心,即新的转子铁心的结构与定子铁心1结构相同,而将转子铁心4固定连接于非导磁材料定子外壳7内壁上成为新的定子铁心,即新的定子铁心结构与转子铁心4的结构相同,可构成外转子、内定子的结构形式。

[0018] 参见图4和图7,本发明磁场通过定子铁心1、永磁体3和转子铁心4形成闭合回路,通过旋转在环形的电枢绕组2中产生变化的磁场,从而感应出变化的电势,以实现电机运行。具体是:图4为本发明电机在 $t_0$ 时刻,磁通通过沿轴向左右交错间隔排列的左侧的U型的转子铁心4、E型定子铁心1左侧凸极齿、定子铁心1轭部左侧永磁体3和定子铁心1中间凸极齿构成的闭合主磁路,此时通过定子铁心1的E型槽中左侧电枢绕组2的磁通方向为顺时针。如图5所示,在同一 $t_0$ 时刻,磁通通过沿轴向左右交错间隔排列的右侧的转子铁心4、定子铁心1中间凸极齿、定子铁心1轭部右侧永磁体3和定子铁心1右侧凸极齿构成的闭合主磁路,此时通过定子铁心1的E型槽中右侧电枢绕组2的磁通方向为顺时针。如图6所示,本发明电机在 $t_1$ 时刻,磁通通过沿轴向左右交错间隔排列的左侧的U型转子铁心4、E型定子铁心1左侧凸极齿、定子铁心1轭部左侧永磁体3和E型定子铁心1中间凸极齿构成的闭合主磁路,此时通过定子铁心1的E型槽中左侧的电枢绕组2的磁通方向为逆时针;如图7所示,在同一 $t_1$ 时刻时,磁通通过沿轴向左右交错间隔排列的右侧的U型转子铁心4、E型定子铁心1中间凸极齿、定子铁心1轭部右侧永磁体3和E型的定子铁心1右侧凸极齿构成的闭合主磁路,此时通过定子铁心1的E型槽中右侧的电枢绕组2的磁通方向为逆时针。由图4-7的闭合主磁路可知,随着本发明电机转子位置的不同,在两组环形的电枢绕组2中感应出方向相同的呈周期

性变化的电势,所以将两组环形的电枢绕组2正向串联可以获得永磁体3产生的感应电势。

[0019] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

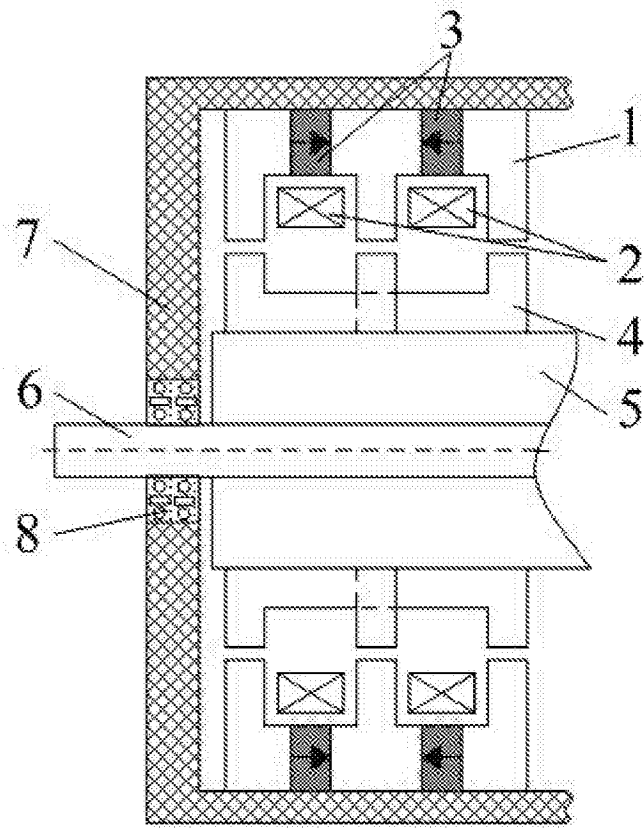


图1

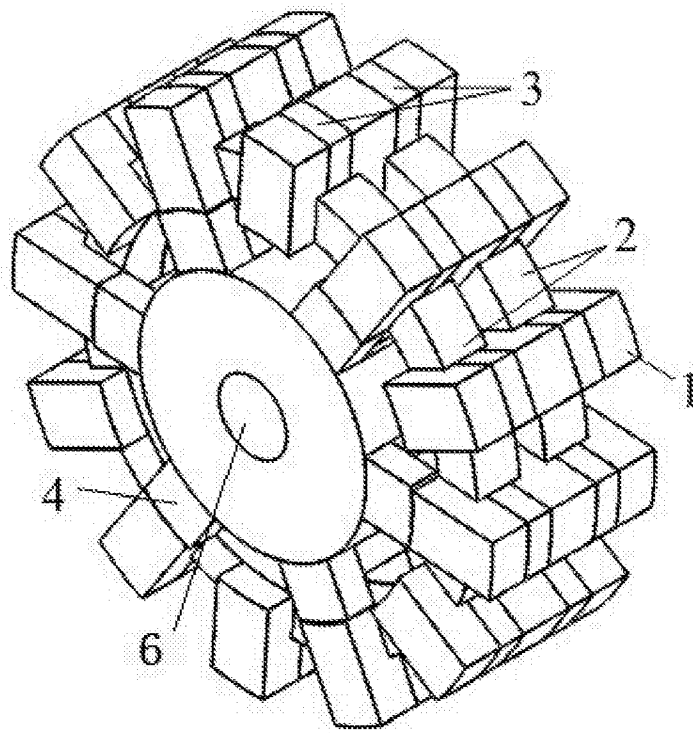


图2

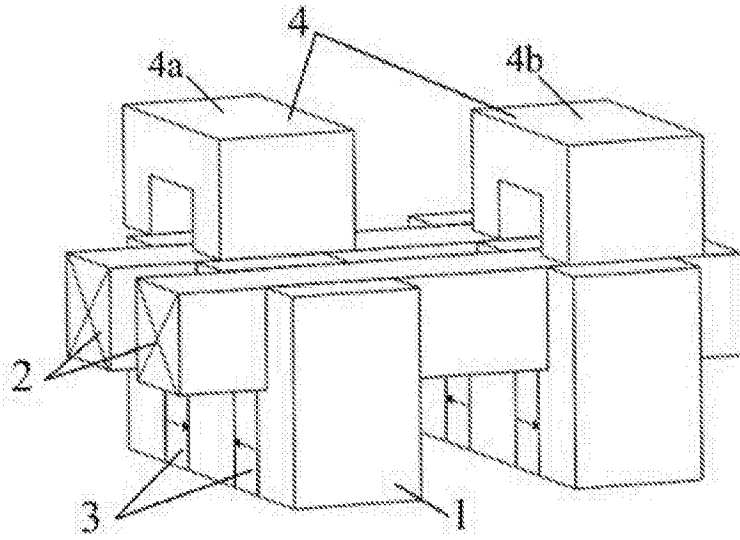


图3

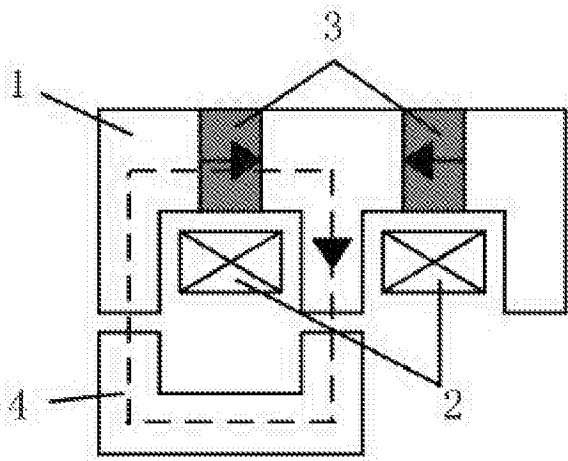


图4

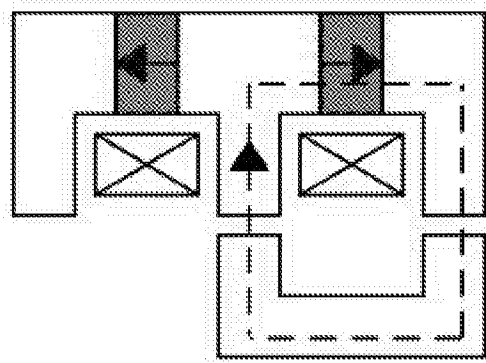


图5



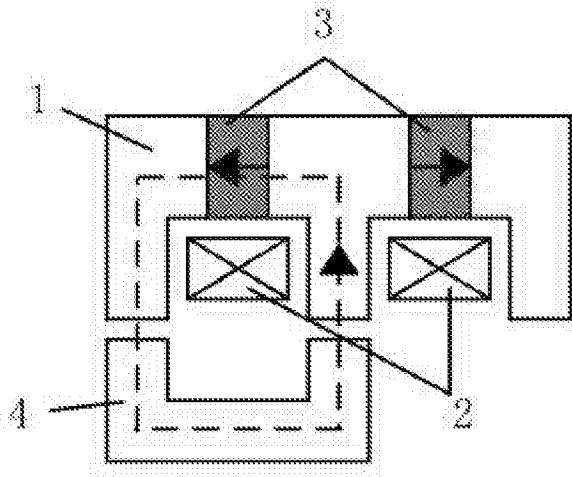


图6

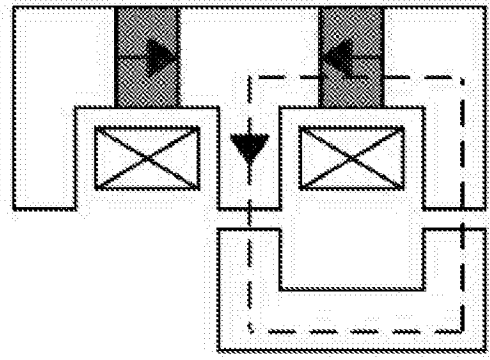


图7