



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111245187 B

(45) 授权公告日 2021.10.19

(21) 申请号 202010124373.5

H02K 1/14 (2006.01)

(22) 申请日 2020.02.27

H02K 1/17 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

H02K 3/18 (2006.01)

申请公布号 CN 111245187 A

H02K 1/24 (2006.01)

(43) 申请公布日 2020.06.05

审查员 巢颖菲

(73) 专利权人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市秦淮区御道街
29号

(72) 发明人 李烽 王凯 孙海阳 孔金旺

张国豪 郑蓉蓉 张旭

(74) 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司

32200

代理人 施昊

(51) Int. Cl.

H02K 16/02 (2006.01)

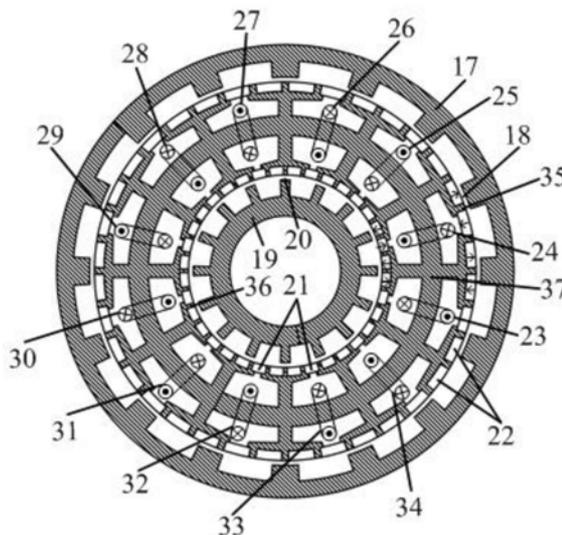
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种环形绕组双转子磁通反向电机

(57) 摘要

本发明公开了一种环形绕组双转子磁通反向电机,包括定子、内凸极转子和外凸极转子;内凸极转子和外凸极转子分别与定子形成独立的气隙;定子的内侧和外侧分别均匀分布了定子齿,每个定子齿的表面均设有数个调制齿,相邻的调制齿之间镶嵌永磁体,相邻的永磁体的极性相反且充磁方向相反;相邻定子齿之间的定子轭部上绕制环形电枢绕组。本发明内、外定子齿表面的永磁场经过内、外凸极转子和调制齿的双重调制作用,可以产生额外的两对极的磁场,增强电机的主磁场,进而在电枢中感应出更高的反电势,提高电机的转矩密度。



1. 一种环形绕组双转子磁通反向电机,其特征在于:包括定子、内凸极转子和外凸极转子;所述内凸极转子和外凸极转子分别与定子形成独立的气隙;所述定子的内侧和外侧分别均匀分布了定子齿,每个定子齿的表面均设有数个调制齿,同一定子齿上的相邻调制齿之间设置永磁体,相邻定子齿上的相邻调制齿之间设置永磁体,相邻的永磁体的极性相反且充磁方向相反;相邻定子齿之间的定子轭部上绕制环形电枢绕组;定子内、外两侧定子齿表面的永磁场经过内、外凸极转子的调制产生两对极的磁场,该两对极的磁场与环形电枢绕组中的谐波相互作用,实现机-电能量转换;定子内、外两侧定子齿表面的永磁场分别经过调制齿和内、外凸极转子的调制产生与主磁场谐波次数相同的谐波,增强电机的调制效应。

2. 根据权利要求1所述环形绕组双转子磁通反向电机,其特征在于:所述定子由若干个定子模块拼接而成,每个定子模块包括定子轭部,该定子轭部内侧的两端分别设有半个定子齿,该定子轭部外侧的两端分别设有半个定子齿,且每半个定子齿的表面均设有半个调制齿,相邻定子模块上的半个定子齿拼接形成完整的定子齿,相邻定子模块上的半个调制齿拼接形成完整的调制齿。

3. 根据权利要求2所述环形绕组双转子磁通反向电机,其特征在于:每个定子模块的两侧分别设有燕尾槽和燕尾齿,相邻两个定子模块的燕尾齿与燕尾槽配合实现紧固的拼接。

4. 根据权利要求1所述环形绕组双转子磁通反向电机,其特征在于:所述内凸极转子和外凸极转子的凸极齿数相同,内凸极转子的凸极齿与外凸极转子的凸极齿位置相对,内凸极转子与外凸极转子同步旋转。

5. 根据权利要求1所述环形绕组双转子磁通反向电机,其特征在于:所述定子内、外两侧定子齿表面径向相对的两个永磁体的充磁方向相反。

6. 根据权利要求1所述环形绕组双转子磁通反向电机,其特征在于:所述调制齿与定子齿一体加工而成。

7. 根据权利要求1所述环形绕组双转子磁通反向电机,其特征在于:所述内凸极转子、外凸极转子和/或定子采用硅钢片叠压或SMC复合软磁材料制成。

一种环形绕组双转子磁通反向电机

技术领域

[0001] 本发明属于电机领域,特别涉及了一种磁通反向电机。

背景技术

[0002] 高磁能永磁材料的使用使永磁电机具备了高转矩密度、高功率密度、良好的弱磁性能以及高效率等优点,特别适合全速范围内运行。永磁体贴于定子齿表面的磁通反向电机由于高转矩密度、凸极转子机械强度大、永磁体贴在定齿子表面易于固定等优点受到了广泛而深入的研究,在电动车等交通领域具有广泛的应用前景。传统的磁通反向电机受电机材料和体积的约束其转矩密度无法进一步地得到提高。此外,传统的磁通反向电机采用高绕组系数的分布绕组增加了电机的端部长度,不仅提高了电枢绕组的下线难度,而且增加了电机铜耗,导致电机加工工序复杂、效率较低。

发明内容

[0003] 为了解决上述背景技术提到的技术问题,本发明提出了一种环形绕组双转子磁通反向电机。

[0004] 为了实现上述技术目的,本发明的技术方案为:

[0005] 一种环形绕组双转子磁通反向电机,包括定子、内凸极转子和外凸极转子;所述内凸极转子和外凸极转子分别与定子形成独立的气隙;所述定子的内侧和外侧分别均匀分布了定子齿,每个定子齿的表面均设有数个调制齿,相邻的调制齿之间镶嵌永磁体,相邻的永磁体的极性相反且充磁方向相反;相邻定子齿之间的定子轭部上绕制环形电枢绕组;定子内、外两侧定子齿表面的永磁体经过内、外凸极转子的调制产生两对极的磁场,该两对极的磁场与环形电枢绕组中的谐波相互作用,实现机-电能量转换;定子内、外两侧定子齿表面的永磁体分别经过调制齿和内、外凸极转子的调制产生与主磁场谐波次数相同的谐波,增强电机的调制效应。

[0006] 进一步地,所述定子由若干个定子模块拼接而成,每个定子模块包括定子轭部,该定子轭部内侧的两端分别设有半个定子齿,该定子轭部外侧的两端分别设有半个定子齿,且每半个定子齿的表面均设有半个调制齿,相邻定子模块上的半个定子齿拼接形成完整的定子齿,相邻定子模块上的半个调制齿拼接形成完整的调制齿。

[0007] 进一步地,所述定子由若干个定子模块拼接而成,每个定子模块包括定子轭部,该定子轭部内侧的两端分别设有半个定子齿,该定子轭部外侧的两端分别设有半个定子齿,相邻定子模块上的半个定子齿拼接形成完整的定子齿。

[0008] 进一步地,每个定子模块的两侧分别设有燕尾槽和燕尾齿,相邻两个定子模块的燕尾齿与燕尾槽配合实现紧固的拼接。

[0009] 进一步地,所述内凸极转子和外凸极转子的凸极齿数相同,内凸极转子的凸极齿与外凸极转子的凸极齿位置相对,内凸极转子与外凸极转子同步旋转。

[0010] 进一步地,所述定子内、外两侧定子齿表面径向相对的两个永磁体的充磁方向相

反。

[0011] 进一步地,所述调制齿与定子齿一体加工而成。

[0012] 进一步地,所述内凸极转子、外凸极转子和/或定子采用硅钢片叠压或SMC复合软磁材料制成。

[0013] 采用上述技术方案带来的有益效果:

[0014] (1) 本发明在定子齿表面的永磁体之间设置有调制齿,调制齿不仅可以增强电机主磁场提高电机转矩密度,而且定子齿表面的调制齿可以与定子成一体加工不仅便于永磁体的安装定位提高电机运行可靠性,而且可以简化加工装配工艺提高生产效率;

[0015] (2) 本发明在定子轭部绕制有环形电枢绕组,相比传统的单转子分布绕组电机,环形绕组可以在不影响电机绕组系数的前提下减小电机端部长度,不仅可以简化绕线工艺而且可以减小电机端部绕组长度,降低电机电枢电阻,提高电机效率;

[0016] (3) 本发明采用模块化定子结构,电机定子以单个定子模块为单元加工绕线,可绕线后再进行定子模块组装,该方案不仅可以简化定子加工而且绕线方便,可以提高生产效率。

附图说明

[0017] 图1是传统磁通反向电机剖面 and 绕组连接示意图;标号说明:1、定子;2、永磁体;3、永磁体与转子之间的气隙;4、转子;5-16、定子槽号;

[0018] 图2是本发明环形绕组双转子磁通反向电机剖面 and 绕组连接示意图;标号说明:17、外转子;18、外气隙;19、内转子;20、内气隙;21、内定子齿上永磁体;22、外定子齿上永磁体;23-34、环形电枢绕组标号;35、内定子齿上调制齿;36、外定子齿上调制齿;37、双侧开槽定子;

[0019] 图3是本发明模块化定子结构;标号说明:38、单个定子模块;

[0020] 图4是本发明单个定子模块结构图;标号说明:39、燕尾齿;40、燕尾槽。

具体实施方式

[0021] 下面详细描述本发明的实施方式,所述实施方式的示例在附图中示出,其中相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施方式是示例性的,仅用于解释本发明,而不能解释为对本发明的限制。

[0022] 如图1所示是传统磁通反向电机一种实施例,包括一个12槽定子1和一个16齿的内凸极转子4。定子齿内表面装有36块永磁体2,相邻永磁体的充磁方向相反,形成18对极永磁场。永磁体2与内凸极转子4形成独立的气隙3。12槽定子1上放置有跨距为4个槽的三相电枢绕组线圈。

[0023] 如图2所示是本发明环形绕组双转子磁通反向电机的一种实施例,该电机结构与传统的磁通反向电机的区别在于该电机采用了双转子环形绕组结构,定子内外齿表面的永磁体之间设置了可以增强调制效应的调制齿。调制齿可以与定子一体加工,便于永磁体的固定。该电机可以通过调节调制齿的极弧优化电机的调制效应增强电机转矩密度。

[0024] 如图2所示,所述环形绕组双转子磁通反向电机包括硅双侧开槽的定子37和内、外凸极铁芯转子19和17,内、外凸极转子19和17与定子37之间分别形成独立的气隙20和18。定

子37内外两侧的齿上开槽且槽中放置有N-S-N-S排列的永磁体21和22,且每两块相邻永磁体的充磁方向相反。内、外侧定子齿表面的永磁体之间设置有调制齿36和35。相邻定子齿之间的定子轭部上绕制环形电枢绕组。内、外定子齿表面的永磁体经过内、外凸极转子和调制齿的双重调制作用,可以产生额外的两对极的磁场,增强电机的主磁场,进而在电枢中感应出更高的反电势,提高电机的转矩密度。

[0025] 在本实施例中,如图3所示,定子37由若干个定子模块38拼接而成,每个定子模块包括定子轭部,该定子轭部内侧的两端分别设有半个定子齿,该定子轭部外侧的两端分别设有半个定子齿,相邻定子模块上的半个定子齿拼接形成完整的定子齿。如图4所示,每个定子模块的两侧分别设有燕尾槽40和燕尾齿39,相邻两个定子模块的燕尾齿与燕尾槽配合实现紧固拼接。可以先绕制定子模块上的电枢绕组再进行电机整机拼装,简化加工工艺。

[0026] 在本实施例中,内凸极转子和外凸极转子的凸极齿数相同,内凸极转子的凸极齿与外凸极转子的凸极齿位置相对,内凸极转子与外凸极转子同步旋转。定子内、外两侧定子齿表面径向相对的两个永磁体的充磁方向相反。内凸极转子、外凸极转子和定子采用硅钢片叠压或SMC复合软磁材料制成。调制齿与定子齿一体加工而成,定子齿表面形成槽便于安装永磁体,简化加工过程。

[0027] 下面结合图2说明该电机的绕组连接方式:该实施例以三相电枢绕组为例,每个线圈绕制于定子轭部,环形线圈电流从定子外槽流入内槽流出定义为正线圈(以A+、B+、C+表示),电流从定子内槽流入外槽流出定义为负线圈(以A-、B-、C-表示)。现以逆时针方向对线圈的连接方式进行说明,为了绕制出2对电机的三相电枢磁场,26和32为A+线圈,23和29为A-线圈;24和30为B+线圈,27和33为B-线圈;28和34为C+线圈,25和31为C-线圈。

[0028] 结合磁场调制原理对本发明环形绕组双转子磁通反向电机的磁场增强原理进行说明:

[0029] 1、对于传统磁通反向电机,永磁场经过凸极转子齿调制后的磁场含有静止的 $\frac{3iZ_s}{2}$

次谐波。此外还含有与电机频率相同的 $kN_r + \frac{3iZ_s}{2}$ 和 $\left| kN_r - \frac{3iZ_s}{2} \right|$ 次谐波。其中, i 为正奇数, k

为正整数, N_r 为转子极数, Z_s 为定子槽数。当 $k=1, i=1$ 时, $\left| kN_r - \frac{3iZ_s}{2} \right| = 2$, 该电机永磁场经转

子凸极齿调制后可以产生2对极的工作谐波,该2对极主谐波在定子三相电枢绕组中感应出反电势,实现机电能量转换。

[0030] 2、对于本发明提出的环形绕组双转子磁通反向电机,气隙中不仅含有传统磁通反向电机的谐波磁场,而且含有永磁场经凸极转子齿和调制齿产生的额外的工作谐波。现以内转子磁通反向电机为例进行说明:根据磁场调制原理永磁场经凸极转子齿和调制齿产生的

额外的与工作谐波频率相同的 $\left| kN_r + \left(\frac{3iZ_s}{2} + 3jZ_s \right) \right|$,

$\left| kN_r + \left(\frac{3iZ_s}{2} - 3jZ_s \right) \right|$, $\left| kN_r - \left(\frac{3iZ_s}{2} + 3jZ_s \right) \right|$ 和 $\left| kN_r - \left(\frac{3iZ_s}{2} - 3jZ_s \right) \right|$ 次谐波。其中, j 为正整数。

当 $k=1, i=1, j=1$ 时, $\left| kN_r + \left(\frac{3iZ_s}{2} - 3jZ_s \right) \right| = 2$ 。通过上述可以看出, 18对极永磁场经16极凸极转子齿和36个调制齿调制也可产生2对极的主磁场谐波, 增强主磁场进而增加电机的转矩密度。因为外转子磁通反向电机结构与内转子结构相同, 其通过调制齿的磁场增强原理与内转子相同, 不再叙述。

[0031] 以上实施例仅为说明本发明的技术思想, 不能以此限定本发明的保护范围, 例如调制齿可以应用在磁通反向电机其他的极槽配合; 本发明专利以三相单元电机为例进行了说明, 本发明专利可以拓展到M相极槽配合的磁通反向电机, 此外该思想也可扩展到轴向磁通和直线电机等结构中, 凡是按照本发明提出的技术思想, 在技术方案基础上所做的任何改动, 均落入本发明保护范围之内。

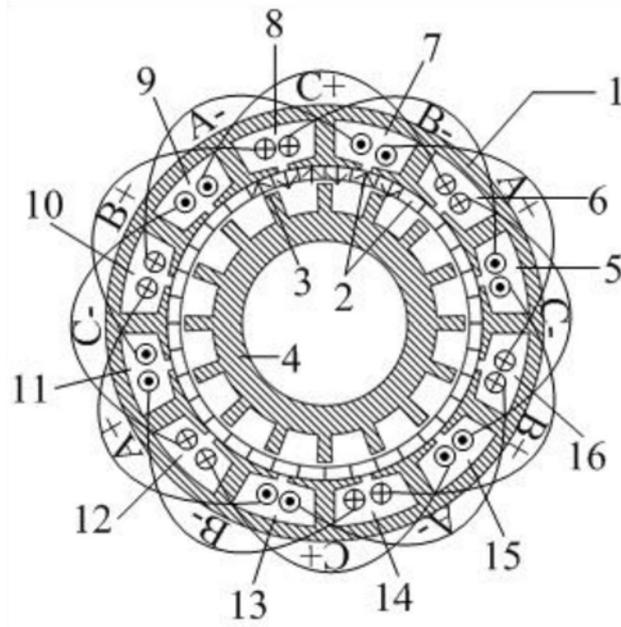


图1

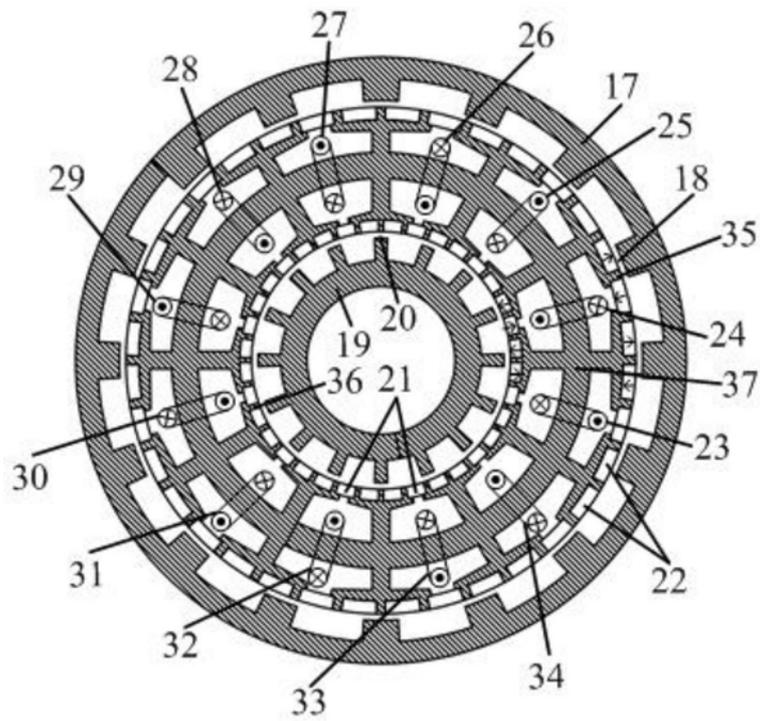


图2

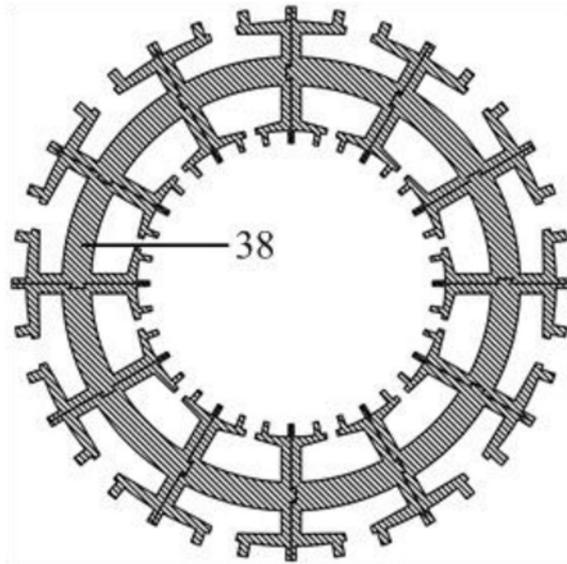


图3

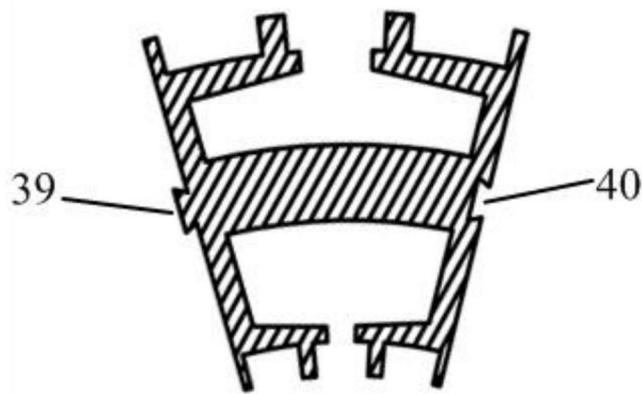


图4