



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112072811 B

(45) 授权公告日 2022. 03. 08

(21) 申请号 202010766101.5

(22) 申请日 2020.08.03

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112072811 A

(43) 申请公布日 2020.12.11

(73) 专利权人 东南大学
地址 211189 江苏省南京市江宁区东南大
学路2号

(72) 发明人 阳辉 王逸贤 林鹤云

(74) 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所
(普通合伙) 32204

代理人 徐红梅

(51) Int. Cl.

H02K 1/276 (2022.01)

H02K 21/14 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 110994833 A, 2020.04.10

JP H1198736 A, 1999.04.09

CN 107968501 A, 2018.04.27

CN 203911704 U, 2014.10.29

CN 109936230 A, 2019.06.25

CN 109831084 A, 2019.05.31

CN 207968110 U, 2018.10.12

US 2005140236 A1, 2005.06.30

JP S58136258 A, 1983.08.13

CN 107516953 A, 2017.12.26

审查员 张航

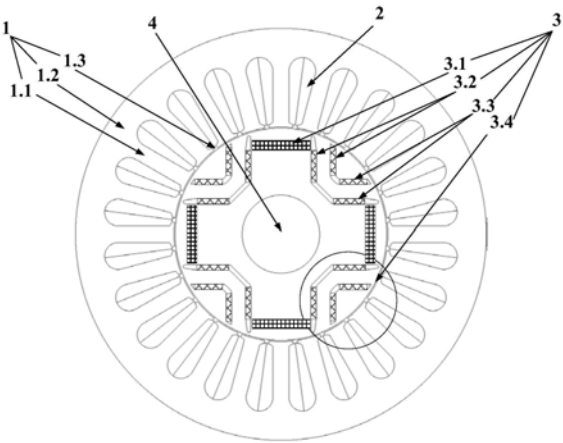
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种内嵌-永磁磁阻式混合磁极型记忆电机

(57) 摘要

本发明公开了一种内嵌-永磁磁阻式混合磁极型记忆电机,包括定子、电枢绕组、混合永磁转子和转轴,电枢绕组设置在定子上,定子、混合永磁转子和转轴从外到内依次设置,混合永磁转子的转子铁心上沿周向设有若干对磁极,其中N极为“一字型”内嵌式径向充磁的第一永磁体,S极为永磁辅助同步磁阻式,S极处设置有两对切向充磁的第二、第三永磁体,构成了双层V型永磁辅助同步磁阻式结构,第一永磁体靠气隙放置,V型永磁结构底部靠近转轴,第一永磁体的矫顽力小于第二、第三永磁体的矫顽力。本发明通过混合磁极设计获得较大的设计空间,以提升输出转矩并降低转矩脉动,且串联磁路结构可保证永磁体工作点稳定,同时减少永磁体用量。



1. 一种内嵌-永磁磁阻式混合磁极型记忆电机,其特征在于:包括定子(1)、电枢绕组(2)、混合永磁转子(3)和转轴(4),电枢绕组设置在定子上,混合永磁转子设置在定子内侧,定子内侧与混合永磁转子之间存在气隙,转轴设置在混合永磁转子内侧,混合永磁转子的转子铁心上沿周向设有若干对不同结构形式的磁极,每对磁极的N极处设置有一个径向充磁的第一永磁体(3.1),为“一字形”内嵌式,S极处设置有两对切向充磁的第二永磁体(3.2)和第三永磁体(3.3),第二永磁体(3.2)和第三永磁体(3.3)构成了双层V型永磁辅助同步磁阻式结构(3.4),第一永磁体靠气隙放置,双层V型永磁辅助同步磁阻式结构底部靠近转轴,且关于径向对称,第一永磁体(3.1)的矫顽力小于第二永磁体(3.2)的矫顽力,且也小于第三永磁体(3.3)的矫顽力;

N极处的第一永磁体沿径向充磁;S极处的两个第二永磁体沿切向充磁,两个第三永磁体沿切向充磁,第二永磁体与第三永磁体充磁角度相差角度与双层V型永磁辅助同步磁阻式结构夹角大小一致,每对磁极的N极处的第一永磁体和相邻两侧S极处的第二永磁体和第三永磁体构成串联磁路关系;

双层V型永磁辅助同步磁阻式结构数量为偶数个,第二永磁体和第三永磁体数量均为双层V型永磁辅助同步磁阻式结构数量的两倍。

2. 根据权利要求1所述的内嵌-永磁磁阻式混合磁极型记忆电机,其特征在于:第一永磁体为铝镍钴永磁体,第二永磁体和第三永磁体均为钕铁硼永磁体。

一种内嵌-永磁磁阻式混合磁极型记忆电机

技术领域

[0001] 本发明涉及记忆电机,尤其涉及一种内嵌-永磁磁阻式混合磁极型记忆电机。

背景技术

[0002] 永磁同步电机(Permanent Magnet Synchronous Machine,PMSM)采用了较高磁能积的传统稀土永磁材料(如钕铁硼),具有高功率/转矩密度和高效率的优点,因而而被广泛用于航空航天、舰船推进、电动汽车等众多高端装备领域。传统永磁同步电机由于永磁材料(如钕铁硼)的高矫顽力特性,电机内的气隙磁场基本保持恒定,作为电动运行时调速范围十分有限,为其在高速区的弱磁调速带来了挑战。人们通常通过矢量控制原理,利用负d轴电流抵消永磁磁场,实现磁通减弱,来扩大电机的调速范围。传统弱磁控制方法的弊端就是会导致额外的励磁铜损,从而降低了电机效率,特别是高速区的效率,这在电动汽车牵引电机的应用中是不希望看到的。故以实现永磁电机气隙磁场的有效调节为目标的可调磁通永磁电机一直是电机研究领域的热点和难点。可变磁通记忆电机(Variable Flux Memory Machine,VFMM)是一种新型磁通可控型永磁电机,它采用低矫顽力铝镍钴永磁体,通过施加短时电流脉冲改变低矫顽力永磁体的磁化状态,并且相应的磁化状态可以通过特定的磁化电流脉冲电平来确定。

[0003] 然而单一LCF永磁型VFMM容易被电枢反应意外退磁,因此VFMM的概念被应用于磁通增强型的内置式永磁电机,由于其d轴电感大于q轴电感的反凸极特性,可以通过正d轴电流获得最大转矩,同时有助于永磁体工作点的稳定。但在高速弱磁区时,虽然弱磁d轴电流脉冲可以实现一定程度的弱磁,但仍然需要电枢弱磁电流进一步拓展调速范围,这一电流分量可能导致永磁体的意外退磁。此外,为了实现反凸极特性,转子上使用了较多的q轴磁障,导致结构复杂,并且磁能积相对较弱的低矫顽力永磁体的使用会导致电机的转矩密度较低,因此又提出了同时使用高、低矫顽力两种永磁体的混合磁极型记忆电机。

[0004] 目前混合永磁记忆电机主要分为串联磁路结构和并联磁路结构,串联磁路结构中低矫顽力永磁工作点稳定,但相对调磁范围较窄,且充去磁电流较大;并联磁路结构中调磁范围较宽,但电枢反应容易引起低矫顽力永磁意外退磁。

发明内容

[0005] 发明目的:本发明的目的是提供一种新型内嵌-永磁磁阻式混合磁极型记忆电机,更好地结合了两种永磁体各自的优点,并提高了电机的凸极率,获得较大的输出转矩和较低的转矩脉动,同时保证永磁工作点稳定,减少永磁体用量。

[0006] 技术方案:一种内嵌-永磁磁阻式混合磁极型记忆电机,包括定子、电枢绕组、混合永磁转子和转轴,电枢绕组设置在定子上,混合永磁转子设置在定子内侧,定子内侧与混合永磁转子之间存在气隙,转轴设置在混合永磁转子内侧,混合永磁转子的转子铁心上沿周向设有若干对不同结构形式的磁极,每对磁极的N极处设置有一个径向充磁的第一永磁体,为“一字形”内嵌式,S极处设置有两对切向充磁的第二永磁体和第三永磁体,第二永磁体和

第三永磁体构成了双层V型永磁辅助同步磁阻式结构,第一永磁体靠气隙放置,双层V型永磁辅助同步磁阻式结构底部靠近转轴,且关于径向对称,第一永磁体的矫顽力小于第二永磁体的矫顽力,且也小于第三永磁体的矫顽力。这一结构能降低d、q轴电感比,有助于提高电机的凸极率,增大电机的磁阻转矩,提升转矩能力。

[0007] 优选的,N极处的第一永磁体沿径向充磁;S极处的两个第二永磁体沿切向充磁,两个第三永磁体沿切向充磁,第二永磁体与第三永磁体充磁角度相差角度与双层V型永磁辅助同步磁阻式结构夹角大小一致,每对磁极的N极处的第一永磁体和相邻两侧的S极处的第二永磁体和第三永磁体构成串联磁路关系,极大地提高了所述第一永磁体的工作点稳定性。

[0008] 优选的,双层V型永磁辅助同步磁阻式结构V形永磁结构数量为偶数个,第二永磁体和第三永磁体数量均为双层V型永磁辅助同步磁阻式结构数量相同的两倍。。

[0009] 优选的,第一永磁体为铝镍钴永磁体,矫顽力较低,磁化状态容易改变,作为永磁磁极中可变的磁势源;第二永磁体和第三永磁体均为钕铁硼永磁体,矫顽力较高,磁化状态不易改变,作为永磁磁极中恒定的磁势源。

[0010] 有益效果:与现有技术相比,本发明通过每对磁极的N极处的第一永磁体和相邻两侧的S极处的第二永磁体、第三永磁体构成串联磁路关系,极大地提高了所述第一永磁体的工作点稳定性;此外,引入了同步磁阻电机的设计理念,S极处采用双层V型永磁辅助同步磁阻式结构,增加了电机的凸极率,由此可以更有效地利用磁阻转矩,提高了电机的转矩密度,并减少了永磁体的用量。

附图说明

[0011] 图1为本发明的电机横截面结构图;

[0012] 图2为本发明的电机的第一永磁体正向磁化时磁力线分布图;

[0013] 图3为本发明的电机的第一永磁体反向磁化时磁力线分布图。

具体实施方式

[0014] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0015] 同步磁阻电机具有多层转子磁障,依靠转子磁路不对称产生的磁阻转矩工作,将同步磁阻电机的理念应用于记忆电机,一方面是多层d轴磁障有助于提高LCF的抗退磁能力,另一方面是能降低d、q轴电感比,即增大电机的凸极率,这有助于提高电机的转矩密度。

[0016] 如图1所示,本实例所涉及的内嵌-永磁磁阻式混合磁极型记忆电机,包括定子1、电枢绕组2、混合永磁转子3和转轴4。定子1、混合永磁转子3和转轴4从外到内依次设置。定子1包括定子铁心齿1.1和定子轭1.2,定子铁心齿1.1设置在定子轭1.2与混合永磁转子3之间,相邻的定子铁心齿1.1间形成空腔1.3,空腔1.3用于放置缠绕在定子铁心齿1.1上的三相电枢绕组2,定子1内侧与混合永磁转子3之间存在气隙,混合永磁转子3围绕转轴4外部设置。混合永磁转子3的转子铁心上沿半径方向设有若干对不同结构形式的磁极。转子铁心磁阻式N极下设置有一个径向充磁内嵌安装的第一永磁体3.1,为“一字形”内嵌式;转子铁心S极下有两对切向充磁的第二永磁体3.2、第三永磁体3.3,构成了双层V型永磁辅助同步磁阻式结构3.4,双层V型永磁辅助同步磁阻式结构3.4关于径向对称。第一永磁体3.1的矫顽力

均小于第二永磁体3.2和第三永磁体3.3的矫顽力。N极处第一永磁体3.1与相邻两侧的S极处的第二永磁体3.2、第三永磁体3.3构成串联磁路关系。N极第一永磁体3.1沿径向充磁；S极处的两个第二永磁体3.2均沿切向充磁，两个第三永磁体3.3均沿切向充磁，第二永磁体与第三永磁体充磁角度相差角度与所述双层V型永磁辅助同步磁阻式结构夹角大小一致。双层V型永磁辅助同步磁阻式结构3.4数量为偶数个，第二永磁体3.2、第三永磁体3.3数量均为双层V型永磁辅助同步磁阻式结构3.4结构数量的两倍。在本实施案例中，第一永磁体3.1数量为四个，第二永磁体3.2数量为八个，第三永磁体3.3数量为八个。第一永磁体3.1采用铝镍钴永磁，第二永磁体3.2和第三永磁体3.3均采用钕铁硼永磁。

[0017] 如图2和图3所示，本实施例的内嵌-永磁磁阻式混合磁极型记忆电机的运行原理为：对双层V型永磁辅助同步磁阻式结构3.4，以近气隙侧为上层，近转轴侧为下层。永磁磁通首先从在转子铁心上沿圆周径向设置的下层第二永磁体3.2和第三永磁体3.3的北极出发，若第一永磁体3.1沿圆周径向顺着第二永磁体3.2，第三永磁体3.3磁通方向充磁，此时第一永磁体3.1处于增磁状态，两种永磁磁通叠加后同方向流动，大部分经过气隙，到达定子铁心齿1.1，再穿过定子轭1.2，以相同的路径穿过上层第二永磁体3.2和第三永磁体3.3，分别回到下层第二永磁体3.2和第三永磁体3.3的南极，少部分直接回到下层第二永磁体3.2和第三永磁体3.3的南极；若第一永磁体3.1沿圆周径向逆着第二永磁体3.2和第三永磁体3.3磁通方向充磁，此时第一永磁体3.1处于弱磁状态，一部分的永磁磁通被短路，穿过第一永磁体3.1直接穿过上层第二永磁体3.2和第三永磁体3.3的南极，回到下层第二永磁体3.2和第三永磁体3.3的南极，一部分磁通按照上述路径穿过定子1回到下层第二永磁体3.2和第三永磁体3.3的南极。第一永磁体3.1在两种磁化状态下的磁力线分布如图2和图3所示。与此同时，电机电枢绕组2通入与混合永磁转子3转速一致的三相交流电流，定转子形成的旋转磁场相互作用，从而实现机电能量转换。

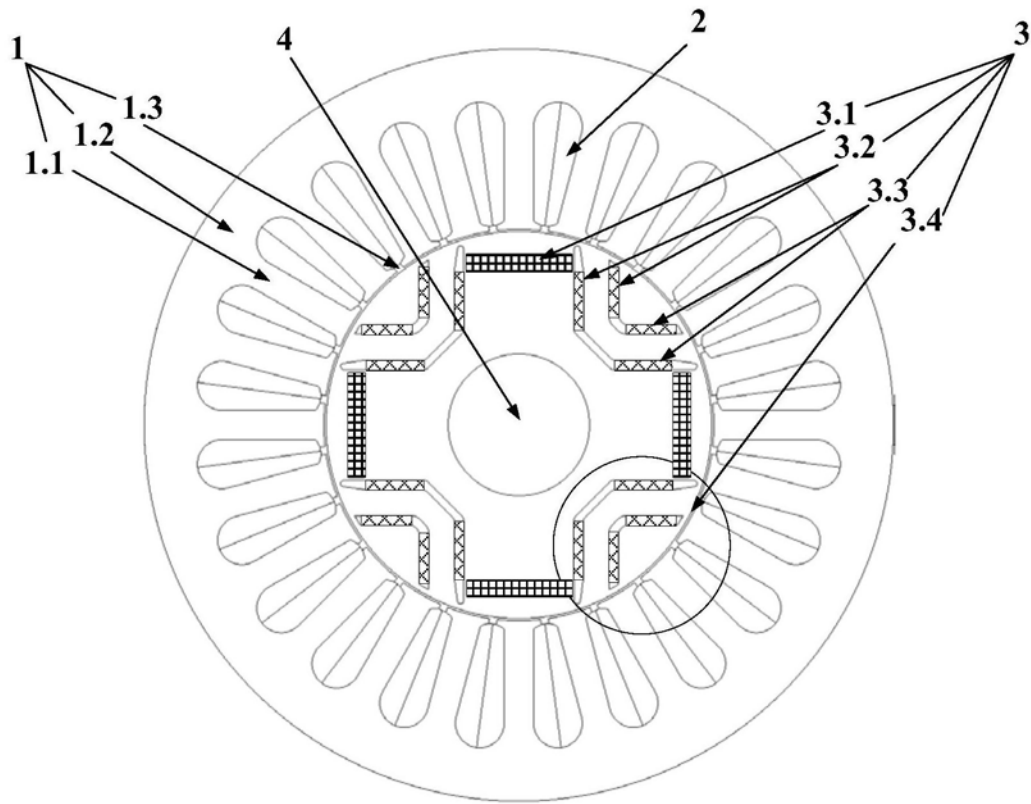


图1

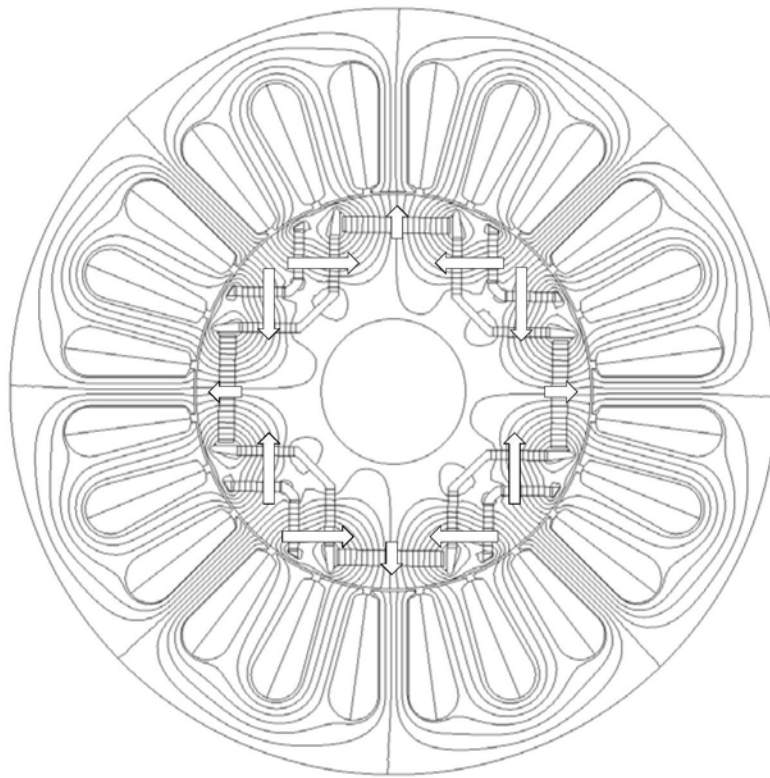


图2

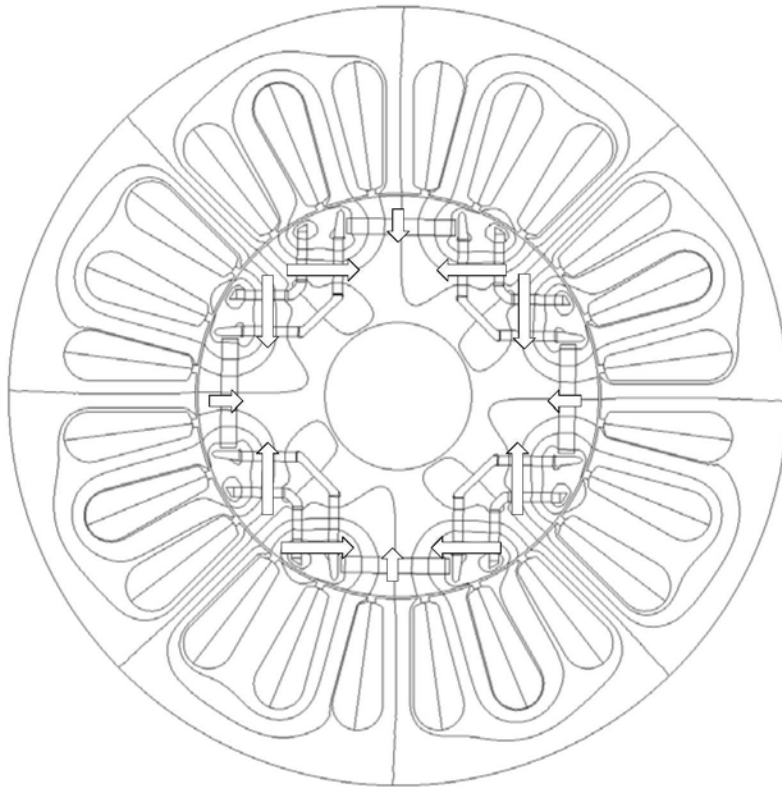


图3