



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103066722 A

(43) 申请公布日 2013. 04. 24

(21) 申请号 201210538904. 0

(22) 申请日 2012. 12. 13

(71) 申请人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市咸宁西路 28 号

(72) 发明人 张海军 王曙光

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任
公司 61200

代理人 汪人和

(51) Int. Cl.

H02K 1/24 (2006. 01)

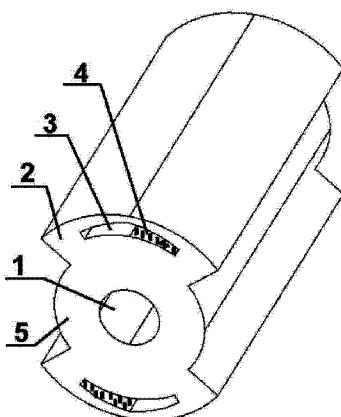
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54) 发明名称

一种带软磁材料的高速开关磁阻电机转子

(57) 摘要

本发明公开了一种带软磁材料的高速开关磁阻电机转子，包括轴、转子凸极和转子轭，在两个转子凸极上各开设一个凸极凹槽，两个凸极凹槽相对称，凸极凹槽由两个相对称的凹槽构成，在凸极凹槽内设置其体积 40 ~ 50% 的软磁材料。本发明通过软磁材料影响转子凸极边缘气隙部位的磁导和磁通变化，进而增加转矩输出。同时，在电机在高速运行时，这种转子结构能够利用强离心力使软磁材料保持在半个凹槽内，当电机反向旋转时，软磁材料随离心力方向而改变位置，保持在另半个凹槽内。因此，软磁材料在转子凸极上的位置随电机转向变化而自动转换，实现双向自启动能力。



1. 一种带软磁材料的高速开关磁阻电机转子，其特征在于，包括轴(1)、转子凸极(2)和转子轭(5)，在两个转子凸极(2)上各开设一个凸极凹槽(3)，两个凸极凹槽(3)相对称，凸极凹槽(3)由两个相对称的凹槽构成，在凸极凹槽(3)内设置其体积 40～50% 的软磁材料(4)。

2. 如权利要求 1 所述的带软磁材料的高速开关磁阻电机转子，其特征在于，当转子高速运行时，利用离心力使软磁材料保持在凸极凹槽(3)的一个凹槽内；当电机反向旋转时，软磁材料随离心力方向而改变位置，保持在凸极凹槽(3)的另一个凹槽内。

3. 如权利要求 1 所述的带软磁材料的高速开关磁阻电机转子，其特征在于，所述的软磁材料(4)为高磁导率的软磁材料颗粒。

4. 如权利要求 3 所述的带软磁材料的高速开关磁阻电机转子，其特征在于，所述的软磁材料(4)为高磁导率的软磁铁氧体或高磁导率的软磁铁镍合金。

5. 如权利要求 1 所述的带软磁材料的高速开关磁阻电机转子，其特征在于，通过软磁材料影(4)响转子凸极(2)边缘气隙部位的磁导和磁通变化，增加转矩输出。

6. 如权利要求 1 所述的带软磁材料的高速开关磁阻电机转子，其特征在于，所述凸极凹槽(3)的周向尺寸不小于转子与定子凸极弧度之差。

7. 如权利要求 1 所述的带软磁材料的高速开关磁阻电机转子，其特征在于，所述凸极凹槽(3)的截面弧形。

8. 如权利要求 1 所述的带软磁材料的高速开关磁阻电机转子，其特征在于，所述凸极凹槽(3)的截面为圆弧形，其外圆弧线的半径小于转子凸极(2)的外圆弧的半径，且凸极凹槽(3)圆弧的圆心与转子凸极(2)的外圆弧线的中心有一定的偏差，偏差量为 1/2.5～1/2 倍的两圆弧半径差。

9. 如权利要求 1 所述的带软磁材料的高速开关磁阻电机转子，其特征在于，当带软磁材料的高速开关磁阻电机转子进行叠片组装时，其最两端的转子的凸极凹槽(3)用端盖密封；或者最两端的转子不开凸极凹槽(3)。

一种带软磁材料的高速开关磁阻电机转子

技术领域

[0001] 本发明属于电机技术领域,涉及是一种带软磁材料的高速开关磁阻电机转子。

背景技术

[0002] 开关磁阻电机不同于传统交直流电机,它的主要工作原理是:遵循“磁阻最小原理”,依靠不同转子位置的磁阻及电感变化来产生电磁转矩。电机本体具有双凸极结构特点,根据定转子凸极数的不同可以将其做成两相、三相、四相以及更高相数的磁阻电机,而两相 4/2 极、开关磁阻电机更适于应用于高速和超高速驱动领域。

[0003] 与其他类型高速电机比较,高速开关磁阻电机具有结构简单坚固、可靠性高、容错能力强、调速性能优异等显著特点,非常适合应用于高速驱动领域。由于两相 4/2 极、开关磁阻电机是转子凸极数量最少的磁阻电机,而且具有最简单的外部控制器结构,使其更容易实现高速和超高速运行。但是,现有两相 4/2 极、开关磁阻电机的转子结构均不具有双向自启动能力,而且具有较为突出的转矩脉动问题,限制了它的应用范围。

发明内容

[0004] 本发明解决的问题在于提供一种带软磁材料的高速开关磁阻电机转子,采用该转子可实现两相电机的双向自启动、减小转矩脉动。

[0005] 本发明是通过以下技术方案来实现:

[0006] 一种带软磁材料的高速开关磁阻电机转子,包括轴、转子凸极和转子轭,在两个转子凸极上各开设一个凸极凹槽,两个凸极凹槽相对称,凸极凹槽由两个相对称的凹槽构成,在凸极凹槽内设置其体积 40 ~ 50% 的软磁材料。

[0007] 当转子高速运行时,利用离心力使软磁材料保持在凸极凹槽的一个凹槽内;当电机反向旋转时,软磁材料随离心力方向而改变位置,保持在凸极凹槽的另一个凹槽内。

[0008] 所述的软磁材料为高磁导率的软磁材料颗粒。

[0009] 所述的高磁导率的软磁材料颗粒如高磁导率的软磁合金材料、高磁导率的软磁铁氧体或铁镍合金等。

[0010] 所述通过软磁材料影响转子凸极边缘气隙部位的磁导和磁通变化,增加转矩输出。

[0011] 所述凸极凹槽的周向尺寸不小于转子与定子凸极弧度之差。

[0012] 所述凸极凹槽的截面为圆弧形,其外圆弧线的圆心与转子凸极(2)的外圆弧线的中心有一定的偏差,偏差量为 1/2.5 ~ 1/2 倍的两圆弧半径差。

[0013] 所述当带软磁材料的高速开关磁阻电机转子进行叠片组装时,其最两端的转子的凸极凹槽用端盖密封;或者最两端的转子不开凸极凹槽。

[0014] 与现有技术相比,本发明具有以下有益的技术效果:

[0015] 在定转子凸极重合区域范围内,传统的高速开关磁阻电机定转子间的气隙磁导基本不变或变化很小,致使产生的电磁转矩很小,形成转矩死区。若要使其具有更宽的电流导

通区域,即实现任何转子位置的自启动,就必须尽量增加定转子凸极重合位置的磁通变化,以增加转矩输出。

[0016] 现有改进的转子结构大多通过改变转子凸极形状来增加定转子重合区域的气隙磁导变化,尽管能够起到一定作用,但很难实现电机正反向的对称运行,而且不具有双向自启动能力。

[0017] 而本发明提供的带软磁材料的高速开关磁阻电机转子,是在转子凸极部位开设两个对称的凸极凹槽,凸极凹槽中充满约二分之一体积的高磁导率软磁材料颗粒,软磁材料具有磁导率高、涡流效应小等优点,与普通硅钢片配合利用,能够实现在适当位置改变磁通路径和大小的作用。这样通过软磁材料影响转子凸极边缘气隙部位的磁导和磁通变化,进而增加转矩输出。同时,在电机在高速运行时,这种转子结构能够利用强离心力使软磁材料保持在半个凹槽内,当电机反向旋转时,软磁材料随离心力方向而改变位置,保持在另半个凹槽内。因此,软磁材料在转子凸极上的位置随电机转向变化而自动转换,实现双向自启动能力。

[0018] 本发明提供的带软磁材料的高速开关磁阻电机转子没有改变凸极外圆尺寸,因此不会影响其它电磁参数,如极弧系数等,因而不会降低平均输出转矩。当电机定子绕组通电流后,会产生气隙磁场,由于转子凸极部位存在不同磁导率的三种材质:空气、硅钢材料、高磁导率软磁材料,使得在定转子凸极重叠时的气隙磁导时刻在变化,从而不断产生转矩,这样电流导通范围可以随之扩大,同时一定程度上提高了转矩波形的下限值,减小了转矩脉动。

[0019] 使用本发明提供的转子的高速开关磁阻电机在两相、4/2 极结构下就能够实现双向自启动能力,而且能够增加输出转矩,提高运行效率,同时能够降低转矩脉动,减小电磁振动和噪声。这种特性能够增加电机转速范围,更容易实现低噪声和超高速运行,非常适合于高速电主轴加工及离心压缩机用电机。

[0020] 使用本发明提供的转子结构能够大大简化控制器结构,降低控制系统的成本。

附图说明

[0021] 图 1 为带软磁材料的高速开关磁阻电机逆时针旋转时的转子冲片结构示意图;

[0022] 图 2 是带软磁材料的高速开关磁阻电机顺时针旋转时的转子冲片结构示意图;

[0023] 图 3 是带软磁材料的高速开关磁阻电机转子装配示意图。

[0024] 其在,1 为轴,2 为转子凸极,3 为凸极凹槽,4 为软磁材料,5 为转子轭。

[0025] 图 4 是气隙磁密波形的对比分析结果图;

[0026] 图 5 是电机逆时针旋转的转矩波形分析结果图;

[0027] 图 6 是电机顺时针旋转的转矩波形分析结果图。

具体实施方式

[0028] 下面结合具体的实施例对本发明做进一步的详细说明,所述是对本发明的解释而不是限定。

[0029] 参见图 1、图 2 和图 3,一种带软磁材料的高速开关磁阻电机转子,包括轴 1、转子凸极 2 和转子轭 5,在两个转子凸极 2 上各开设一个凸极凹槽 3,两个凸极凹槽 3 相对称(相对

轴 1 对称), 凸极凹槽 3 由两个相对称的凹槽构成, 在凸极凹槽 3 内设置其体积 40 ~ 50% 的软磁材料 4。

[0030] 这样, 当转子高速运行时, 利用离心力使软磁材料保持在凸极凹槽 3 的一个凹槽内; 当电机反向旋转时, 软磁材料随离心力方向而改变位置, 保持在凸极凹槽 3 的另一个凹槽内。

[0031] 具体的, 所述的软磁材料 4 为高磁导率的软磁材料颗粒(如高磁导率的软磁合金材料、高磁导率的软磁铁氧体或铁镍合金等), 通过软磁材料影 4 响转子凸极 2 边缘气隙部位的磁导和磁通变化, 增加转矩输出。

[0032] 具体的, 不改变现有转子凸极 2 的外圆尺寸, 凸极凹槽 3 的周向尺寸不小于转子与定子凸极弧度之差;

[0033] 所述凸极凹槽 3 的截面弧形, 进一步为圆弧形, 其外圆弧线的圆心与转子凸极 2 的外圆弧线的中心有一定的偏差, 偏差量为 1/2.5 ~ 1/2 倍的两圆弧半径差。

[0034] 当电机定子绕组通电流后, 会产生气隙磁场, 由于转子凸极部位存在不同磁导率的三种材质: 空气、硅钢材料、高磁导率软磁材料, 使得在定转子凸极重叠时的气隙磁导时刻在变化, 从而不断产生转矩, 这样电流导通范围可以随之扩大, 同时一定程度上提高了转矩波形的下限值, 减小了转矩脉动。

[0035] 而当带软磁材料的高速开关磁阻电机转子进行叠片组装时, 其最两端的转子的凸极凹槽 3 用端盖密封; 或者最两端的转子不开凸极凹槽 3, 以免软磁颗粒材料外漏。

[0036] 高速开关磁阻电机转子装配如下:

[0037] 将开设好凸极凹槽的转子铁芯叠片进行表面绝缘处理后, 叠装后压制而成铁芯, 在弧形槽内填充一定量的软磁颗粒, 最后将端部两片开设凸极凹槽的转子冲片进行叠装, 即完成了转子装配。

[0038] 将叠压好的转子装入相应开关磁阻电机定子中, 即完成了电机的装配。所装配的高速开关磁阻电机转子应用的两相电机转速高、具有双向自启动能力, 且转矩脉动小、控制器结构简单, 易维护, 成本低。

[0039] 通过有限元方法对所装配的电机模型进行了数值仿真计算。得到了与前述中一致的效果。具体如下: 图 4 为传统 4/2 极、高速开关磁阻电机的气隙磁密与采用本发明转子装配的电机的气隙磁密比较, 可以看出, 本发明的电机气隙磁密波形有了很大的改善。

[0040] 图 5、图 6 分别为传统 4/2 极、高速开关磁阻电机正转、反转的转矩波形与本发明转子装配的电机的正、反转转矩波形的比较, 容易看出: 本发明转子装配的电机正转时平均转矩输出有所加大, 而且转矩脉动较小; 反转时, 传统电机存在转矩死区; 本发明转子装配的电机不存在转矩死区, 而且转矩脉动较小。

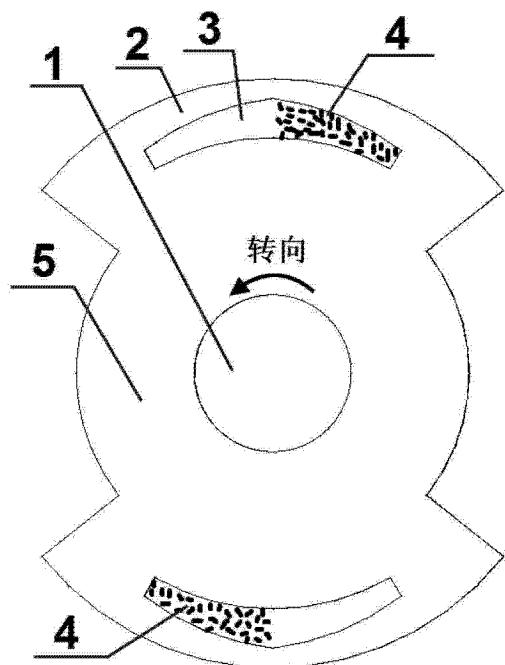


图 1

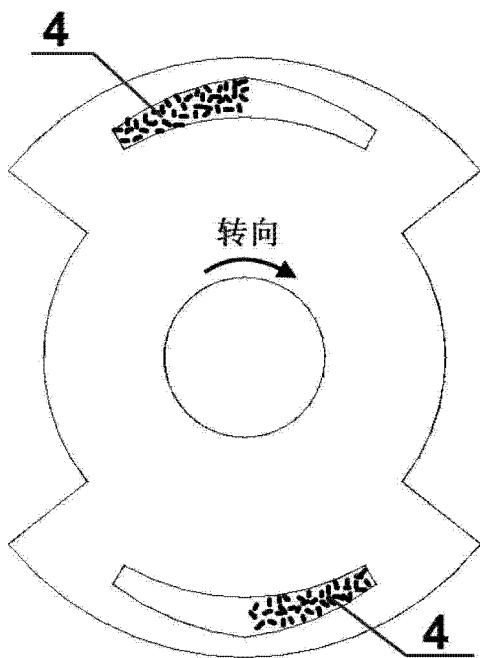


图 2

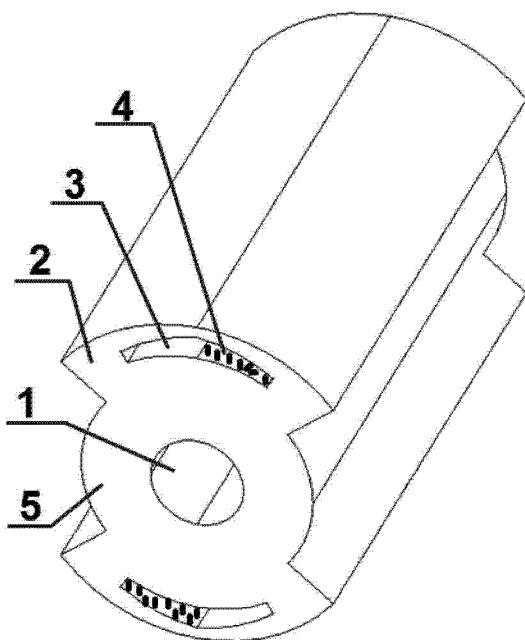


图 3

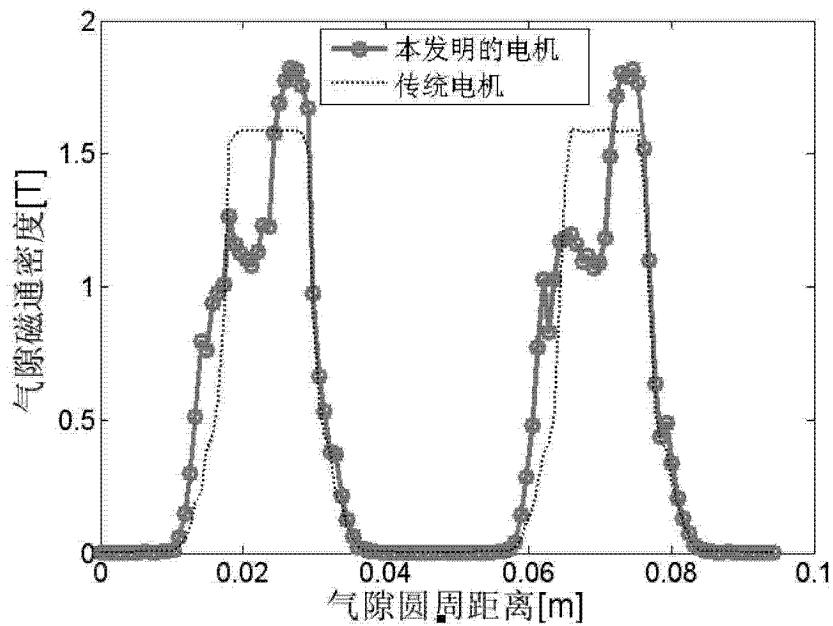


图 4

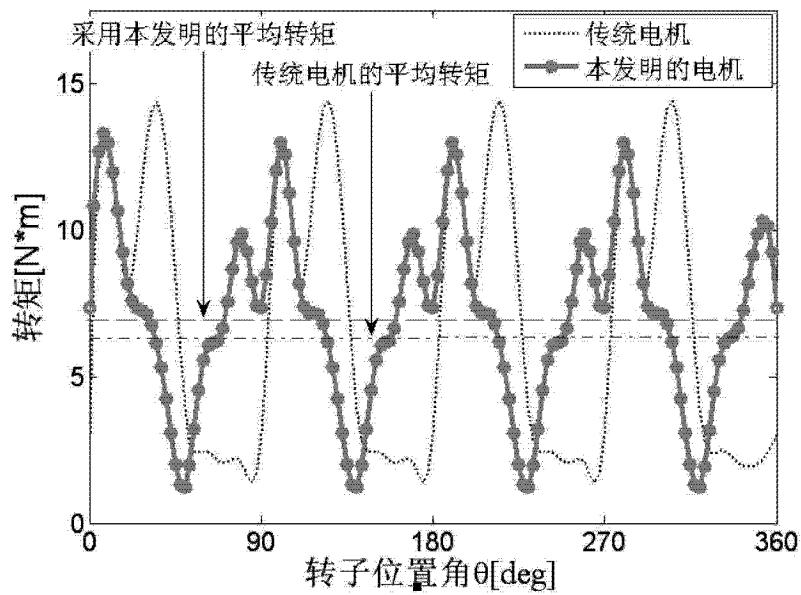


图 5

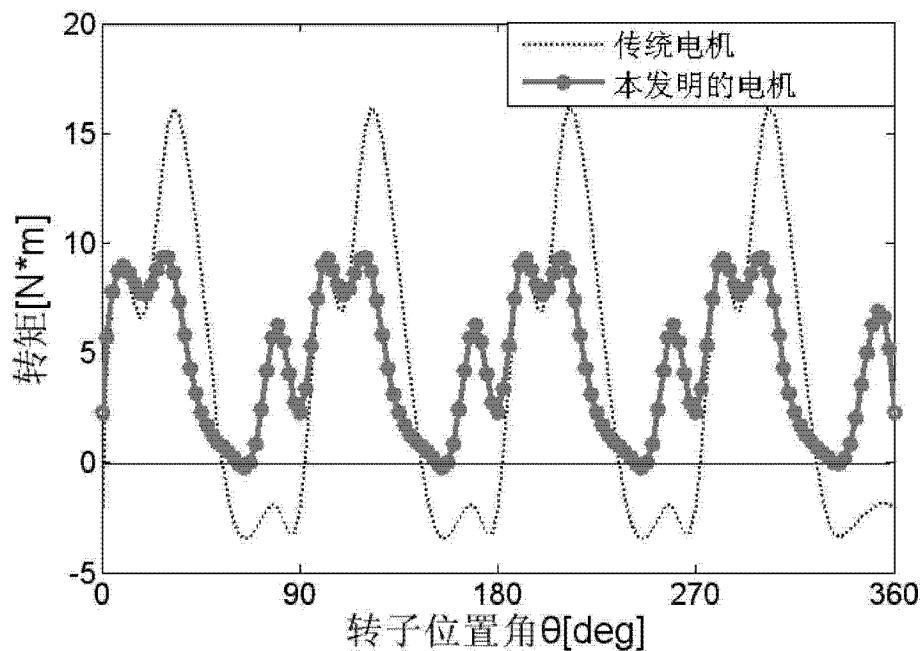


图 6