



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104022611 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 06

(21) 申请号 201410286093. 9

CN 201219227 Y, 2009. 04. 08,

(22) 申请日 2014. 06. 24

审查员 石佳

(73) 专利权人 西北工业大学

地址 710072 陕西省西安市友谊西路 127 号

(72) 发明人 贺梦颖 窦满峰 庞基 包艳艳

符荣 汪远林

(74) 专利代理机构 西北工业大学专利中心

61204

代理人 王鲜凯

(51) Int. Cl.

H02K 21/02(2006. 01)

H02K 1/27(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 203406693 U, 2014. 01. 22,

CN 203301264 U, 2013. 11. 20,

CN 101944788 A, 2011. 01. 12,

JP 特开 2001-314051 A, 2001. 11. 09,

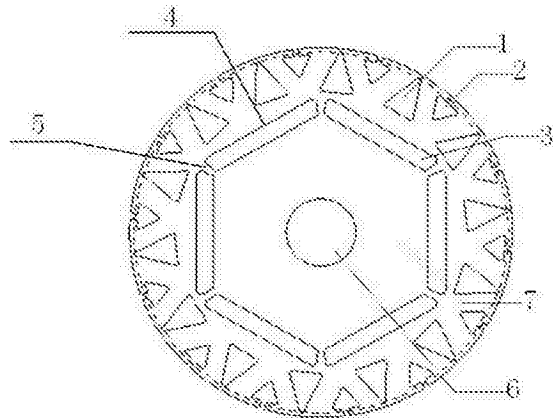
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种自起动稀土永磁同步电机转子

(57) 摘要

本发明涉及一种自起动稀土永磁同步电机转子,根据稀土永磁同步电机结构特点,通过综合分析、计算,设计出的新型转子结构,不仅提高了电机的牵入转矩,而且有效地抑制了谐波转矩,降低铁损耗。尤其将主要用于起动的转子鼠笼条替换为大小槽匹配设计,减小了齿槽效应,增大了转子的有效利用面积,使电机效率提高、功率因数增大、最大转矩增加,为转子齿、轭节省空间,可以对电机整体尺寸进行优化的设计方法能得以实现,改善电机的起动性能和工作特性。



1. 一种自起动稀土永磁同步电机转子,包括永磁体磁钢(3)、永磁体磁钢槽(4)、隔磁磁桥(5)、中心轴(6)和转子铁芯(7),永磁体磁钢(3)放置于永磁体磁钢槽(4)内,永磁体磁钢槽(4)为一字形,构成转子2极的V型磁钢;永磁体磁钢(3)之间设有隔磁磁桥(5);其特征在于还包括大槽(1)和小槽(2),所述的大槽(1)为闭口三角形槽,小槽(2)为开口三角形槽,两者数量相同,槽型方向相反,均匀分布在转子圆周上;

所述的大槽(1)的高度和转子的半径的比例满足 $0.1 \sim 0.3$ ;

所述的永磁体磁钢槽(4)的几何中心点到转子中心的距离与转子半径的比例满足 $0.4 \sim 0.5$ 。

2. 根据权利要求1所述的一种自起动稀土永磁同步电机转子,其特征在于所述的大槽(1)、小槽(2)内放置单根铸铜或者铸铝导体。

3. 根据权利要求1所述的一种自起动稀土永磁同步电机转子,其特征在于所述的永磁体磁钢(3)和永磁体磁钢槽(4)采用过盈配合。

4. 根据权利要求1所述的一种自起动稀土永磁同步电机转子,其特征在于所述的永磁体磁钢的数量与大、小槽的数量总和不满足倍数关系。

5. 根据权利要求1所述的一种自起动稀土永磁同步电机转子,其特征在于所述的转子铁芯(7)由冷轧硅钢片叠压而成。

## 一种自起动稀土永磁同步电机转子

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种自起动稀土永磁同步电机转子,具体为一种新型高效节能自起动稀土永磁同步电机转子结构,属于电机技术领域。

### 背景技术

[0002] 我国作为世界上稀土材料储藏量最大的国家,大力研究和推广应用具有高效、大功率密度和低损耗等特点的新型稀土永磁同步电机,具有重要的理论意义和应用价值。

[0003] 自起动稀土永磁同步电机是一种异步起动同步运行的高效节能电机,其中转子结构中的鼠笼条主要用于起动,转子中内置永磁体磁钢。对于中小型电动机带重载工况,转子鼠笼条通常会选择趋肤效应较强的深槽笼型和双笼型,使电机在起动时,由于趋肤效应,转子电阻自动增大,从而增大起动转矩,减小起动电流;在正常运行时,转子电阻自动减小到正常值,使其具有较高的效率。

[0004] 这样设计的电机,结构复杂、转子漏抗大,深槽笼型和双笼型占用了转子大量的空间,不利于电机的结构优化与生产加工,电机面临很大的工艺问题,增加了生产成本,在电机节材、性能优化和工作特性方面,尚存在缺陷。

[0005] 目前,在英国有关研究中有简短报道提出大小槽匹配设计来改善电机性能,但无深入分析,国内文献中未见相关研究,本发明通过细致研究,提出的大小槽匹配设计与英国大小槽配合结构不同,在原理样机上采用上述结构效果显著。

[0006] 中国专利 CN2541988Y,名称《自起动永磁同步电动机新型转子》提出了的方法仅提到通过鼠笼条实现电机异步起动,但不含有大小槽匹配设计,实现抑制转矩脉动的思路;中国专利 CN102111052A,名称《高效自起动永磁同步电动机软起动方法》提出了通过变换阻尼绕组的方法来实现软起动,截然不同于本专利的大小槽匹配设计固定方式起动;中国专利 CN201478968U,名称《一种正弦波电流自起动三相稀土永磁同步电动机》虽然提出的利用非均匀气隙的凸极结构来抵消由于永磁体所带来的磁路不对称性,提高了电机的起动新能与效率,但是也未涉及大小槽匹配设计来改善电机的齿槽转矩,从而实现平滑起动;中国专利 CN2775926Y,名称《新型自起动永磁同步电动机》仅提出的一种采用深槽结构来代替隔磁磁桥的方法,其电机的结构与本专利有明显差异,并且在上述专利也未提到大小槽匹配设计。

[0007] 本发明在广泛吸收国内外相关资料和研究成果的基础上,仿真分析不同工艺条件、不同极对数自起动稀土永磁同步电机的转子结构,提出了一种具有合理漏磁、采用大小槽匹配设计的自起动稀土永磁同步电机新型转子结构,在电机节材、性能优化和工作特性方面,收到很好的效果。

### 发明内容

[0008] 要解决的技术问题

[0009] 为了解决现有技术造成的材料浪费、电机机械强度差和漏磁通大,以及稀土永磁同步电机起动转矩和牵入转矩匹配的关键问题,本发明提出一种自起动稀土永磁同步电机

转子。深槽笼型和双笼型占用了转子大量的空间,不利于电机的结构优化与生产加工,电机面临很大的工艺问题,增加了生产成本,在电机节材、性能优化和工作特性方面,尚存在缺陷。

#### [0010] 技术方案

[0011] 一种自起动稀土永磁同步电机转子,包括永磁体磁钢 3、永磁体磁钢槽 4、隔磁磁桥 5、中心轴 6 和转子铁芯 7,永磁体磁钢 3 放置于永磁体磁钢槽 4 内,永磁体磁钢槽 4 为一字形,构成转子 2 极的 V 型磁钢;永磁体磁钢 3 之间设有隔磁磁桥 5;其特征在于还包括大槽 1 和小槽 2,所述的大槽 1 为闭口三角形槽,小槽 2 为开口三角形槽,两者数量相同,槽型方向相反,均匀分布在转子圆周上。

[0012] 大槽 1 的高度和转子的半径的比例满足  $0.1 \sim 0.3$ 。

[0013] 永磁体磁钢槽 4 的几何中心点到转子中心的距离与转子半径的比例满足  $0.4 \sim 0.5$ 。

[0014] 大槽 1、小槽 2 内放置单根铸铜或者铸铝导体。

[0015] 永磁体磁钢 3 和永磁体磁钢槽 4 采用过盈配合。

[0016] 永磁体磁钢的数量与大、小槽的数量总和满足倍数关系。

[0017] 转子铁芯 7 由冷轧硅钢片叠压而成。

#### [0018] 有益效果

[0019] 本发明根据稀土永磁同步电机结构特点,通过综合分析、计算,设计出的新型转子结构,不仅提高了电机的牵入转矩,而且有效地抑制了谐波转矩,降低铁损耗。尤其将主要用于起动的转子鼠笼条替换为大小槽匹配设计,减小了齿槽效应,增大了转子的有效利用面积,使电机效率提高、功率因数增大、最大转矩增加,为转子齿、轭节省空间,可以对电机整体尺寸进行优化的设计方法能得以实现,改善电机的起动性能和工作特性。

#### 附图说明

[0020] 图 1 本发明自起动稀土永磁同步电机转子结构设计示意图

[0021] 图 2 本发明自起动稀土永磁同步电机结构样机示意图

[0022] 1-大槽;2-小槽;3-永磁体磁钢;4-永磁体磁钢槽;5-隔磁磁桥;6-中心轴;7 转子铁芯。

#### 具体实施方式

[0023] 现结合实施例、附图对本发明作进一步描述:

[0024] 稀土永磁同步电机起动过程复杂,本发明在用状态分量法分析稀土永磁同步电机动态响应的基础上,用有限元磁场分析技术计算瞬态参数,提高了动态过程计算精度,解决了稀土永磁同步电机起动转矩和牵入转矩匹配的关键问题。

[0025] 一种自起动稀土永磁同步电机转子结构如图 1 所示,包括大槽 1、小槽 2、永磁体磁钢 3、永磁体磁钢槽 4、隔磁磁桥 5、中心轴 6 和转子铁芯 7,大槽 1 为闭口三角形槽,小槽 2 为开口三角形槽,各为 14 个,槽型方向相反,均匀分布在转子圆周上,大槽、小槽内放置单根铸铝导体;大槽 1 的高度和转子的半径的比例为 0.21,磁体磁钢槽 4 的几何中心点到转子中心的距离与转子半径的比例为 0.44。

[0026] 在转子冲片上冲有 6 个“一字形”永磁体磁钢槽 4, 永磁体磁钢 3 放置于永磁体磁钢槽 4 内, 构成转子 2 极的 V 型磁钢, 磁极结构为表贴式, 相邻三个“一字形”永磁体磁钢充磁方向一致构成一个极, 与另外的三个“一字形”永磁体磁钢充磁方向相反; 永磁体磁钢 3 和永磁体磁钢槽 4 采用过盈配合; 永磁体磁钢 3 之间设有隔磁磁桥 5, 转子中心为中心轴 6, 转子铁芯 7 由冷轧硅钢片叠压而成。

[0027] 通过采用大小三角形阻尼绕组之间的配合使得阻尼绕组之间磁阻分布均匀, 并且在电机正常工作定转子之间磁力线相互耦合时有一定的倾斜角度, 使得电机在启动时更加平缓。

[0028] 通过合理采用大小三角形阻尼绕组, 有效的降低阻尼绕组的截面积, 从而大大减少阻尼绕组材料的使用。

[0029] 大小槽配合的三角形形状, 工艺性更好, 对加工仪器的要求更低, 更容易实现, 使电机在转动过程中磁极的径向位置绝对固定, 不会发生滑动或偏移, 磁场稳定, 从而使得电机性能更加稳定。

[0030] 转子上有磁钢槽孔, 槽孔之间留有漏磁磁路, 轭部为主磁路, 永磁体磁钢插入转子铁芯槽孔内; 转子采用内置径向式磁路结构时的隔磁磁桥, 隔磁磁桥尺寸分布合理, 减小了漏磁系数, 提高电机的功率密度。

[0031] 电机转子为 2 极, 磁极结构为内置式。通过计算分析, 合理设计 V 型磁钢之间以及与大小槽相互之间的位置, 达到较好的匹配效果, 使隔磁桥的尺寸既能满足空载漏磁系数的要求, 又有足够的强度, 能够充分利用转子空间结构, 减少制造加工方面的困难, 提高电机的机械强度, 降低电机制造成本。

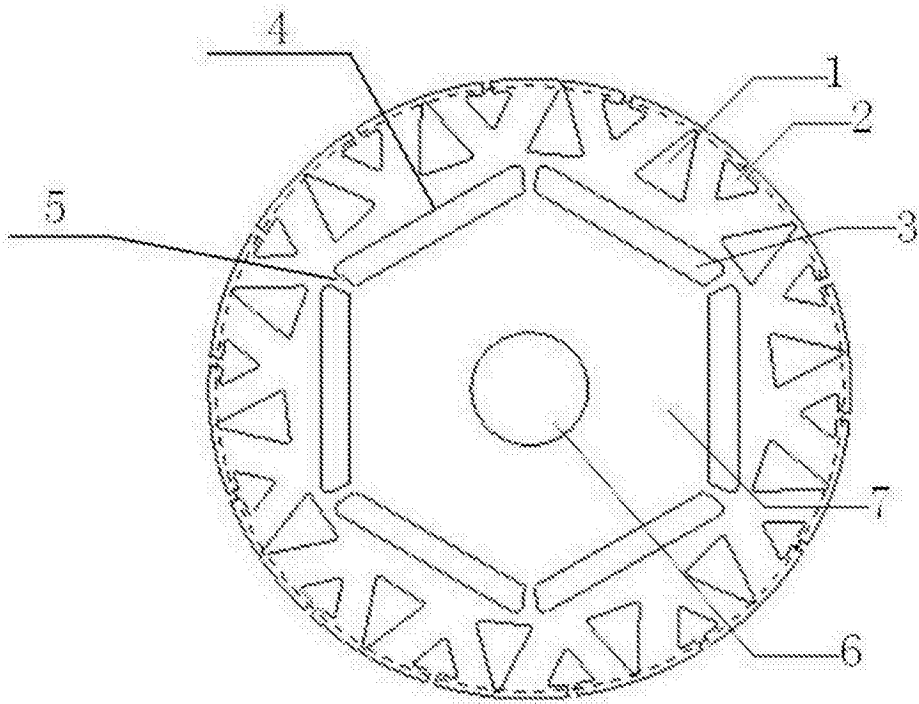


图 1

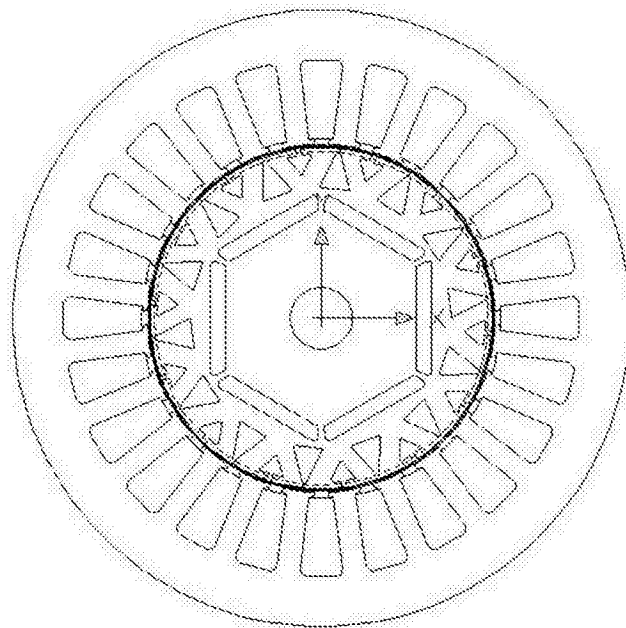


图 2