



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110994817 A

(43)申请公布日 2020.04.10

(21)申请号 201911174673.8

(22)申请日 2019.11.26

(71)申请人 北京动力机械研究所  
地址 100074 北京市丰台区云岗西里1号

(72)发明人 王军 鲁炳林 安志凯 赵博  
聂聆聪 王正 郭昆

(74)专利代理机构 中国兵器工业集团公司专利  
中心 11011

代理人 刘二格

(51) Int. Cl.

H02K 1/14(2006.01)

H02K 1/17(2006.01)

H02K 1/24(2006.01)

H02K 1/02(2006.01)

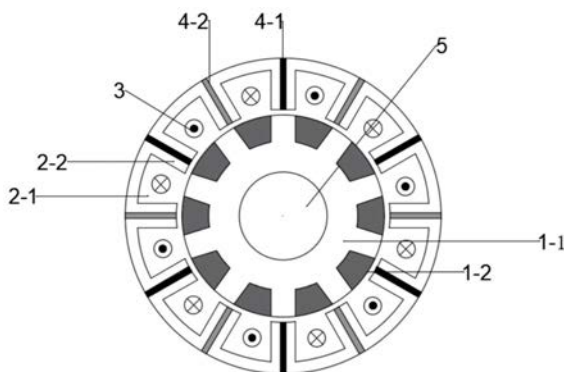
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

## (54)发明名称

一种六相可高速运行的磁通切换电机

## (57)摘要

本发明公开了一种六相可高速运行的磁通切换电机,包括:位于中心的轴承,轴承上套设转子,转子外部套设定子;转子周向间隔布置导磁区域和非导磁区域,导磁区域形成转子的凸出磁极;定子内壁上间隔设置多个定子齿,相邻的两个定子齿之间形成定子槽,绕组下在定子槽中并且缠绕在定子齿上;转子转动过程中,转子凸出磁极依次与绕组接触。本发明通过渗氮工艺将圆形转子的硅钢片材料变成双相硅钢片,形成了导磁区域和非导磁区域两部分,既保证了转子可高速运行,又实现了磁通切换电机的功能;由于转子为圆形,从而风磨损耗小、转子内部应力小;电机结构简单,可靠性高。



1. 一种六相可高速运行的磁通切换电机,其特征在于,包括:位于中心的轴承(5),轴承(5)上套设转子,转子外部套设定子;转子周向间隔布置导磁区域(1-1)和非导磁区域为(1-2),导磁区域(1-1)形成转子的凸出磁极;定子内壁上间隔设置多个定子齿(2-2),相邻的两个定子齿(2-2)之间形成定子槽(2-1),绕组下在定子槽(2-1)中并且缠绕在定子齿(2-2)上;转子转动过程中,转子凸出磁极依次与绕组接触。

2. 如权利要求1所述的六相可高速运行的磁通切换电机,其特征在于,所述定子为凸极结构,定子齿(2-2)为12个;12个所述定子齿(2-2)圆周上均匀布置,齿与齿相差 $30^{\circ}$ ,且齿宽相等;相邻两个定子齿(2-2)间为定子槽,共12个。

3. 如权利要求2所述的六相可高速运行的磁通切换电机,其特征在于,每一个所述定子齿(2-2)内嵌永磁体,永磁体充磁方向均为定子圆周的切向,一共12片切向交替充磁的永磁体构成了磁场分布。

4. 如权利要求3所述的六相可高速运行的磁通切换电机,其特征在于,两个相邻的所述定子槽(2-1)里缠绕绕组(3),然后依次分布,形成六相绕组中的A、B、C三相绕组,A、B、C三相绕组彼此相差 $120^{\circ}$ ;同时在与A相绕组相差 $60^{\circ}$ 处的定子槽(2-1)位置进行绕组缠绕,形成D相绕组,与C相绕组相差 $60^{\circ}$ 处的定子槽(2-1)位置进行绕组缠绕,形成E相绕组,与B相绕组相差 $60^{\circ}$ 处的定子槽(2-1)位置进行绕组缠绕,形成F相绕组,E、F两个绕组与D绕组彼此相差 $120^{\circ}$ ,形成了A、B、C、D、E、F六相绕组。

5. 如权利要求4所述的六相可高速运行的磁通切换电机,其特征在于,所述转子外表面为圆柱结构,通过渗氮工艺将转子硅钢片处理成两部分,分别为导磁区域和非导磁区域,导磁区域(1-1)为凸出磁极结构,非导磁区域(1-2)和导磁区域(1-1)间隔分布。

6. 如权利要求5所述的六相可高速运行的磁通切换电机,其特征在于,所述渗氮工艺包括离子法、气体法、盐浴法。

7. 如权利要求5所述的六相可高速运行的磁通切换电机,其特征在于,所述转子导磁区域(1-1)的凸出磁极的齿数为10;10个转子齿圆周上均匀分布,齿与齿相差 $36^{\circ}$ ,且齿宽相等。

8. 如权利要求1所述的六相可高速运行的磁通切换电机,其特征在于,所述定子齿(2-2)的数量为12的N倍,转子导磁区域(1-1)的凸出磁极的齿数为10的N倍,N为自然数。

## 一种六相可高速运行的磁通切换电机

### 技术领域

[0001] 本发明属于电机技术领域,涉及一种六相可高速运行的磁通切换电机。

### 背景技术

[0002] 磁通切换型永磁电机是一种新型结构的定子永磁型无刷电机,定转子为双凸极结构,不仅具有效率高、功率高、功率密度高等传统转子永磁型电机诸多优点,而且更兼具转子结构简单、可高速运行、冷却方便等优点。并且与传统三相电机系统相比,多相电机系统具有转矩脉动小、可靠性高和更适合于大功率传动系统等优点。

[0003] 但当磁通切换型永磁电机高速旋转工作时,凸极转子产生巨大的风力,使得磁通切换型永磁电机风磨损耗增加,转子内部应力增大,影响电机工作效率及转子寿命。

[0004] 目前,磁通切换型电机类型多种多样,主要包括:

[0005] 磁通切换电机为轴向磁场型:其中典型的是专利CN104779754A双绕组轴向磁场磁通切换容错电机,该电机包括2个凸极定子和1个凸极转子,定子由定子固定盘、定子模块、主绕组和辅助绕组组成;每个定子模块包括一个带磁桥的2U定子铁心和1块永磁体,主绕组和辅助绕组分别组成三相绕组,各相绕组采用单独的H桥拓扑结构进行供电;定子模块隔离槽与定子固定盘一起提供放置辅助绕组的空间;转子由非导磁圆环和均匀设置在非导磁圆环外圆周上的转子极组成,上既没有永磁体也没有线圈。

[0006] 典型磁通切换电机:专利CN203312947U一种六相磁通切换型永磁电机,介绍了定子采用永磁体双凸极结构,永磁体与定子铁心、电枢绕组都置于定子,且定子铁心是由“U”形导磁铁心及嵌在导磁铁心间的各永磁体拼装而成,且永磁体均为切向交替充磁;电枢绕组是置于定子的六相电枢绕组,六相电枢绕组采用集中式线圈,均匀分布在定子圆周,每个电枢线圈横跨绕制在由两块“U”形导磁铁心与一块永磁体夹在中间所组成的定子铁心单元左右两侧的电枢槽中,每一个电枢槽中并排布置有分属不同相的电枢线圈;转子由导磁材料制成;其中永磁体的充磁方向都为定子圆周的切向,相邻两块永磁体的充磁方向相反;电枢线圈和定子槽数均为相数的偶数;六相电枢绕组分为两套对称分布且冗余的三相绕组,两套三相绕组独立供电或发电。

[0007] 目前绝大部分磁通切换电机为双凸极结构,即定子与转子都为凸出磁极结构,这使得电机在高速或超高速运行时风磨损耗增加,效率下降,并进一步加剧了震动噪声问题,转子内部应力增加,使得使用寿命相应减少。

### 发明内容

[0008] (一)发明目的

[0009] 本发明的目的是:提供一种六相可高速运行的磁通切换电机,适应高速或超高速运行环境的同时,降低风磨损耗和震动噪声,提高效率,延长寿命。

[0010] (二)技术方案

[0011] 为了解决上述技术问题,本发明提供一种六相可高速运行的磁通切换电机,其包

括:位于中心的轴承5,轴承5上套设转子,转子外部套设定子;转子周向间隔布置导磁区域1-1和非导磁区域为1-2,导磁区域1-1形成转子的凸出磁极;定子内壁上间隔设置多个定子齿2-2,相邻的两个定子齿2-2之间形成定子槽2-1,绕组下在定子槽2-1中并且缠绕在定子齿2-2上;转子转动过程中,转子凸出磁极依次与绕组接触。

[0012] 其中,所述定子为凸极结构,定子齿2-2为12个;12个所述定子齿2-2圆周上均匀布置,齿与齿相差 $30^{\circ}$ ,且齿宽相等;相邻两个定子齿2-2间为定子槽,共12个。

[0013] 其中,每一个所述定子齿2-2内嵌永磁体,永磁体充磁方向均为定子圆周的切向,一共12片切向交替充磁的永磁体构成了磁场分布。

[0014] 其中,两个相邻的所述定子槽2-1里缠绕绕组3,然后依次分布,形成六相绕组中的A、B、C三相绕组,A、B、C三相绕组彼此相差 $120^{\circ}$ ;同时在与A相绕组相差 $60^{\circ}$ 处的定子槽2-1位置进行绕组缠绕,形成D相绕组,与C相绕组相差 $60^{\circ}$ 处的定子槽2-1位置进行绕组缠绕,形成E相绕组,与B相绕组相差 $60^{\circ}$ 处的定子槽2-1位置进行绕组缠绕,形成F相绕组,E、F两个绕组与D绕组彼此相差 $120^{\circ}$ ,形成了A、B、C、D、E、F六相绕组。

[0015] 其中,所述转子外表面为圆柱结构,通过渗氮工艺将转子硅钢片处理成两部分,分别为导磁区域和非导磁区域,导磁区域1-1为凸出磁极结构,非导磁区域为1-2和导磁区域1-1间隔分布。

[0016] 其中,所述渗氮工艺包括离子法、气体法、盐浴法。

[0017] 其中,所述转子导磁区域1-1的凸出磁极的齿数为10;10个转子齿圆周上均匀分布,齿与齿相差 $36^{\circ}$ ,且齿宽相等。

[0018] 其中,所述定子齿2-2的数量为12的N倍,转子导磁区域1-1的凸出磁极的齿数为10的N倍,N为自然数。

[0019] (三)有益效果

[0020] 上述技术方案所提供的六相可高速运行的磁通切换电机,通过渗氮工艺将圆形转子的硅钢片材料变成双相硅钢片,形成了导磁区域和非导磁区域两部分,既保证了转子可高速运行,又实现了磁通切换电机的功能;由于转子为圆形,从而风磨损耗小、转子内部应力小;电机结构简单,可靠性高。

## 附图说明

[0021] 图1是本发明六相可高速运行的磁通切换电机的总装示意图。

[0022] 图2-1和图2-2是本发明六相可高速运行的磁通切换电机的定子及绕组分布图。

[0023] 图3是本发明六相可高速运行的磁通切换电机的转子结构示意图。

[0024] 具体的,1-1-导磁区域,1-2-非导磁区域,2-1-定子槽,2-2-定子齿,3-绕组,4-1-N极永磁体,4-2-S极永磁体,5-轴承。

## 具体实施方式

[0025] 为使本发明的目的、内容和优点更加清楚,下面结合附图和实施例,对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。

[0026] 如图1至图3所示,本发明六相可高速运行的磁通切换电机包括位于中心的轴承5,轴承5上套设转子,转子外部套设定子;转子周向间隔布置导磁区域1-1和非导磁区域为1-

2,导磁区域1-1形成转子的凸出磁极;定子内壁上间隔设置多个定子齿2-2,相邻的两个定子齿2-2之间形成定子槽2-1,绕组下在定子槽2-1中并且缠绕在定子齿2-2上;转子转动过程中,转子凸出磁极依次与绕组接触。

[0027] 如图2-1所示,所述定子为凸极结构,定子齿2-2为12个;12个所述定子齿2-2圆周上均匀布置,齿与齿相差 $30^{\circ}$ ,且齿宽相等;相邻两个定子齿2-2间为定子槽,共12个;每一个定子齿2-2内嵌永磁体,永磁体充磁方向均为定子圆周的切向,一共12片切向交替充磁的永磁体构成了磁场分布。

[0028] 如图2-2所示,为六相可高速运行的磁通切换电机的定子及绕组 $60^{\circ}$ 相带分布图,本实例将定子槽2-1假设为12个槽,从上部看,绕组3缠绕在两个相邻定子槽里,然后依次分布,将绕组布满定子槽2-1,形成六相绕组中的A、B、C三相绕组,A、B、C三相绕组彼此相差 $120^{\circ}$ 。同时在与A相绕组相差 $60^{\circ}$ 处的定子槽2-1位置进行绕组缠绕,形成D相绕组。同理,与C相绕组相差 $60^{\circ}$ 处的定子槽2-1位置进行绕组缠绕,形成E相绕组,与B相绕组相差 $60^{\circ}$ 处的定子槽2-1位置进行绕组缠绕,形成F相绕组,E、F两个绕组与D绕组彼此相差 $120^{\circ}$ ,形成了A、B、C、D、E、F六相绕组。

[0029] 如图3所示,所述转子外表面为圆柱结构,通过渗氮工艺将转子硅钢片处理成两部分,分别为导磁区域和非导磁区域,导磁区域1-1为凸出磁极结构,非导磁区域为1-2,导磁区域和非导磁区域共同形成转子整圆。

[0030] 具体的,渗氮处理技术主要包括离子法、气体法、盐浴法等几种方法,本专利将转子硅钢片表面涂敷特殊材质,该材质为凸极式形状,然后通过上述任意一种渗氮工艺处理,转子表面未经过涂敷的区域内部结构发生改变,形成非导磁区域,经过涂敷的转子区域形成凸极式的导磁区域。

[0031] 转子导磁区域1-1的凸出磁极的齿数为10;10个转子齿圆周上均匀分布,齿与齿相差 $36^{\circ}$ ,且齿宽相等。

[0032] 该类电机除定子12齿、转子10齿之外,还可以是其各自的N倍(其中N为自然数),即定子齿数为24、36、48等,转子齿数为20、30、40等。

[0033] 转子转动并且永磁体产生的磁链穿过转子的非导磁区域时,由于非导磁区域磁阻大,使得磁场不易穿过,所以转子转动磁链在方向和数量上也不会产生很大的变化。当永磁体产生的磁链穿过转子的导磁区域时,转子转动磁链会随之发生方向和数量的改变,产生正负极交变和数值大小的变化。

[0034] 相比于绝大部分磁通切换电机双凸极的结构,本专利转子为一个整圆,并且通过渗氮工艺将转子的硅钢片材料变成双相硅钢片,形成了凸出磁极为导磁区域和非导磁区域两部分,以此实现转子凸极效应,使得磁通切换电机可实现高速或超高速运行。

[0035] 本申请六相可高速运行的磁通切换电机在高速时转子外圆的风磨损耗显著减少,提高了电机的工作效率;磁通切换电机在高速运行时转子内部应力小,防止了凸极式结构的转子高速运行时由于内部应力大而损坏的问题。

[0036] 现有的磁通切换电机绝大多数是双凸极结构,这使得转子在高速运行时产生较大的风磨损耗,并且转子内部应力也会相应变大,影响电机的效率和寿命。本提案转子采用渗氮工艺处理,将圆形硅钢片处理成双相硅钢片,实现简单。与现有技术相比,本提案的技术优势体现在以下几个方面:

[0037] (1) 结构简单,生产过程方便。

[0038] (2) 相比于凸极型转子结构,本申请的磁通切换电机转子为整圆,内部应力小,产品使用寿命更长。

[0039] (3) 相比于其他磁通切换电机,本申请的一种六相可高速运行的磁通切换电机可以高速或超高速运行,并且风磨损耗更少,效率更高。

[0040] (4) 经过渗氮工艺处理后的硅钢片在材料机械强度方面并不会削弱,反而会有所增加。

[0041] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和变形,这些改进和变形也应视为本发明的保护范围。

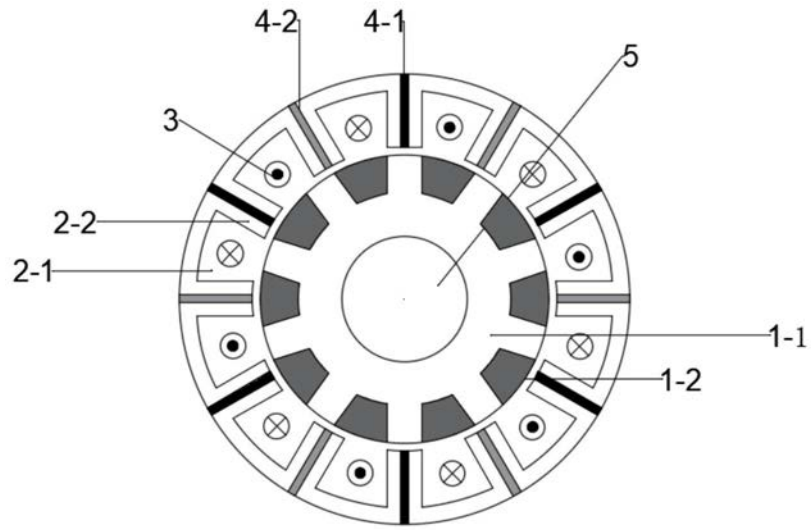


图1

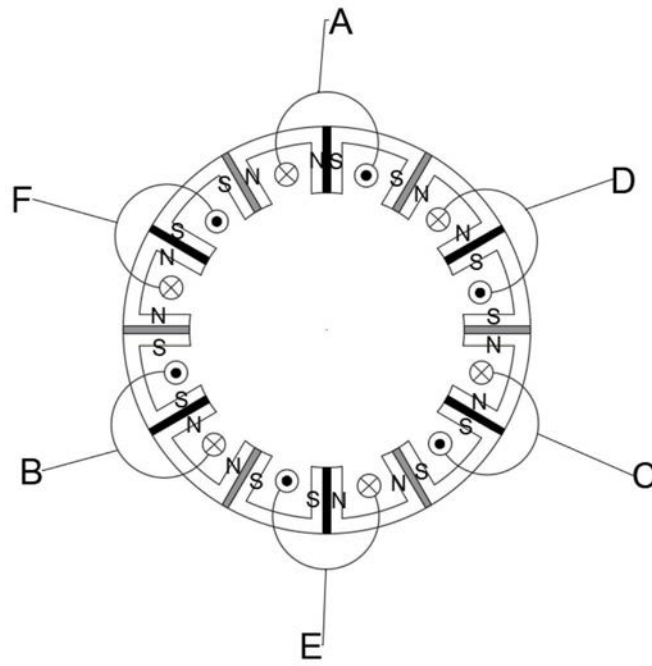


图2-1

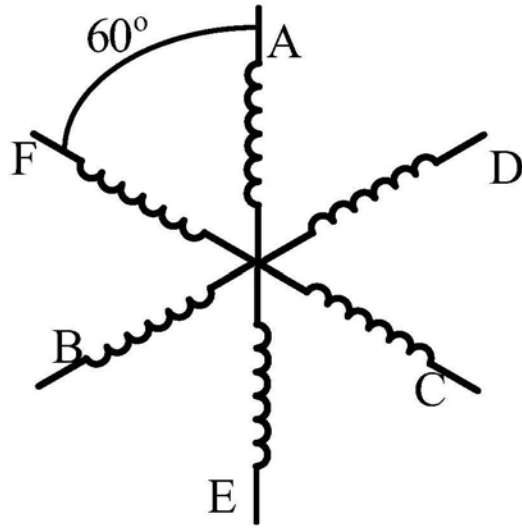


图2-2

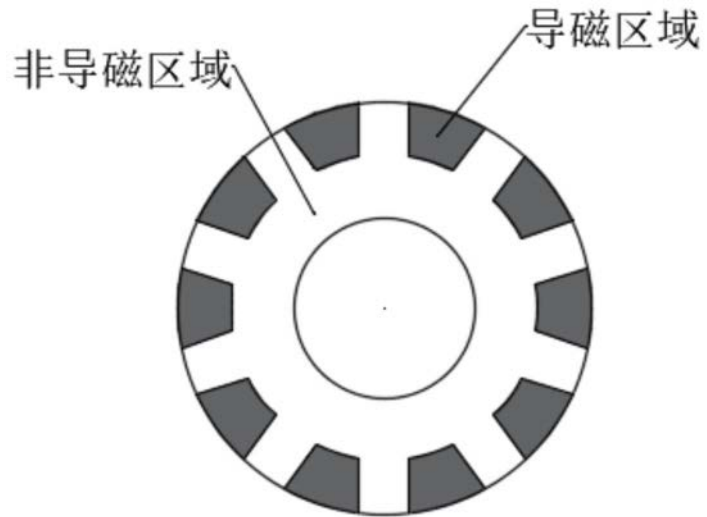


图3