



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112542903 A

(43) 申请公布日 2021. 03. 23

(21) 申请号 202011271748.7

(22) 申请日 2020.11.13

(71) 申请人 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 邓富明 孟小利 徐良鹏 郭龙建  
唐文财

(74) 专利代理机构 江苏圣典律师事务所 32237  
代理人 韩天宇

(51) Int. Cl.

H02K 1/14 (2006.01)

H02K 1/17 (2006.01)

H02K 1/24 (2006.01)

H02K 3/28 (2006.01)

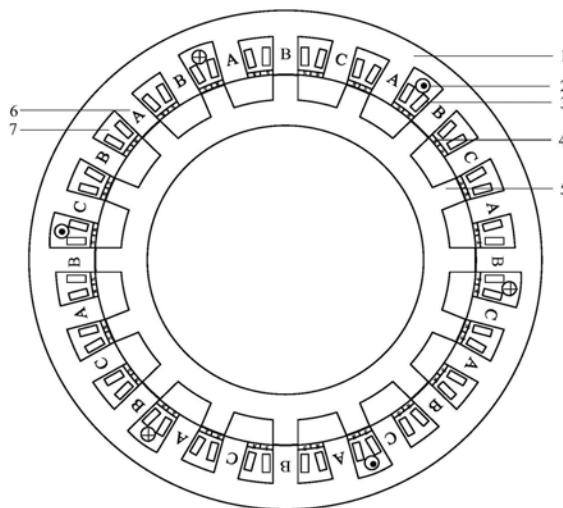
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

### (54) 发明名称

一种三相混合励磁双凸极电机结构

### (57) 摘要

本发明公开了一种三相混合励磁双凸极电机结构,其定子、转子均为凸极齿槽结构,相邻定子极间为定子齿槽,每个定子齿槽内设置有三相电枢绕组,每隔四个定子齿的两个定子齿槽内设置有直流励磁绕组,三相电枢绕组与直流励磁绕组均为集中绕组;每个定子齿槽的开口处均设有永磁体,且同一定子极两边的永磁体为同一极性。本发明既解决了传统电励磁双凸极电机每个定子槽都需要放置励磁元件导致励磁槽面积不够的问题,又解决了采用平行齿槽结构导致的定、转子极不对称接触的问题;加入永磁体后能提升电机转矩输出、减少电机铜损;同时永磁体安放的位置避免了永磁体的退磁问题,提高了永磁体的可靠性和利用率,大大提升电机电磁兼容能力。



1. 一种三相混合励磁双凸极电机结构,包括定子和转子,其特征在于:

所述定子和转子均为凸极齿槽结构,定子铁心上设置的定子极数目为 $8n$ 个,转子极数目为 $16n/3$ 个, $n$ 取3的倍数,相邻定子极之间为定子齿槽,每个定子齿槽内均设置有三相电枢绕组,每跨四个定子极分布一个直流励磁绕组,且相邻直流励磁绕组的极性相反;每个定子齿槽的开口处均设有永磁体,且同一定子极两边的永磁体为同一极性;

所述三相电枢绕组和直流励磁绕组均为集中绕组。

2. 根据权利要求1所述的三相混合励磁双凸极电机结构,其特征在于,所述定子和转子均由硅钢片冲压而成。

3. 根据权利要求1所述的三相混合励磁双凸极电机结构,其特征在于,所述永磁体为充磁的钕铁硼或者铁氧体。

4. 根据权利要求1所述的三相混合励磁双凸极电机结构,其特征在于,所述永磁体的表面与定子极的表面在同一平面上。

5. 根据权利要求1所述的三相混合励磁双凸极电机结构,其特征在于,所述定子的定子极距为定子极弧长度的2倍,所述转子的极弧长度等于或者大于定子极弧长度。

## 一种三相混合励磁双凸极电机结构

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电机本体设计技术领域,尤其涉及一种三相混合励磁双凸极电机结构。

### 背景技术

[0002] 电机是工业化社会中必不可少的动力元件,传统的永磁电机,由于永磁体的作用,电机效率和功率密度都相对较高,但永磁体存在的退磁问题也限制了其进一步的发展。双凸极电机是近几年发展起来的一种新型特种电机,其定、转子均为凸极齿槽结构,定子电枢绕组为集中式绕组,转子上无绕组,结构简单,运行可靠,适合高速运行和恶劣的工作环境。此外,双凸极电机在发电状态下不需要功率变换器的参与,控制更为方便。因此双凸极电机在航空航天、船舶工业、绿色能源等领域的应用越来越广泛。磁通切换电机就是双凸极电机的一种形式,传统的磁通切换电机将永磁体嵌入定子轭中,气隙磁场由永磁体产生,无法调节,因此电机的速度范围有所限制,而且永磁体高温退磁问题也难以解决。

### 发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题是针对背景技术中所涉及到的缺陷,提供一种三相混合励磁双凸极电机结构。

[0004] 本发明为解决上述技术问题采用以下技术方案:

一种三相混合励磁双凸极电机结构,包括定子和转子;

所述定子和转子均为凸极齿槽结构,定子铁心上设置的定子极数目为 $8n$ 个,转子极数目为 $16n/3$ 个, $n$ 取3的倍数,相邻定子极之间为定子齿槽,每个定子齿槽内均设置有三相电枢绕组,每跨四个定子极分布一个直流励磁绕组,且相邻直流励磁绕组的极性相反;每个定子齿槽的开口处均设有永磁体,且同一定子极两边的永磁体为同一极性;

所述三相电枢绕组和直流励磁绕组均为集中绕组。

[0005] 作为本发明一种三相混合励磁双凸极电机结构进一步的优化方案,所述定子和转子均由硅钢片冲压而成。

[0006] 作为本发明一种三相混合励磁双凸极电机结构进一步的优化方案,所述永磁体为充磁的钕铁硼或者铁氧体。

[0007] 作为本发明一种三相混合励磁双凸极电机结构进一步的优化方案,所述永磁体的表面与定子极的表面在同一平面上。

[0008] 作为本发明一种三相混合励磁双凸极电机结构进一步的优化方案,所述定子的定子极距为定子极弧长度的2倍,所述转子的极弧长度等于或者大于定子极弧长度。

[0009] 本发明采用以上技术方案与现有技术相比,具有以下技术效果:

1. 具有定转子凸极齿槽结构,转子上无绕组,结构简单、运行可靠;
2. 励磁绕组跨四个定子极绕制,使得励磁磁通均匀分布,在忽略漏磁通的情况下,当这样转子转动时,任意时刻较链的磁势接近正弦,通入与磁势相同相位的正弦电枢电

流,使得输出脉动非常小;

3. 由于加入了永磁体励磁,电机功率密度增大,提高电机整体性能;

4. 由于永磁体没有嵌入定子齿或定子轭中,电机的结构强度并未降低;

5. 永磁体安放在定子槽开口处,改善了永磁体固有的消磁问题;

6. 该发明不必再采用传统电励磁双凸极电机为解决不对称接触而采用定子极左右对称的极靴设计,降低了工艺难度。

## 附图说明

[0010] 图1为本发明的三相混合励磁双凸极电机结构的结构示意图;

图2(a)、图2(b)、图2(c)分别为本发明的三相混合励磁双凸极电机中只有、只有直流励磁、永磁体和直流励磁相配合的磁通示意图;

图3为本发明的三相混合励磁双凸极电机的磁链波形图。

[0011] 图中,1-定子,2-励磁绕组,3-电枢绕组,4-永磁体,5-转子,6-定子极,7-定子槽。

## 具体实施方式

[0012] 下面结合附图对本发明的技术方案做进一步的详细说明:

本发明可以以许多不同的形式实现,而不应当认为限于这里所述的实施例。相反,提供这些实施例以便使本公开透彻且完整,并且将向本领域技术人员充分表达本发明的范围。在附图中,为了清楚起见放大了组件。

[0013] 本发明公开了一种三相混合励磁双凸极电机结构,包括定子和转子;

所述定子和转子均为凸极齿槽结构,定子铁心上设置的定子极数目为 $8n$ 个,转子极数目为 $16n/3$ 个, $n$ 取3的倍数,相邻定子极之间为定子齿槽,每个定子齿槽内均设置有三相电枢绕组,每跨四个定子极分布一个直流励磁绕组,且相邻直流励磁绕组的极性相反;每个定子齿槽的开口处均设有永磁体,且同一定子极两边的永磁体为同一极性;

所述三相电枢绕组和直流励磁绕组均为集中绕组。

[0014] 定子和转子均可由硅钢片冲压而成,永磁体优先采用充磁的钕铁硼或者铁氧体,其表面与定子极的表面在同一平面上效果较好。所述定子的定子极距优先为定子极弧长度的2倍,所述转子的极弧长度等于或者大于定子极弧长度。

[0015] 下面以24/16极三相混合励磁双凸极电机来进行解释说明:

如图1所示,24/16极三相混合励磁双凸极电机结构中,定子和转子均为凸极齿槽结构,定子包括24个定子极,相邻定子极之间为定子齿槽,每个定子齿槽内均设置三相电枢绕组,每个励磁绕组跨四个定子极绕制,所述的每个定子齿槽内的直流励磁绕组相同,相邻两个定子齿槽内的直流励磁绕组极性相反;每相电枢绕组由8个线圈组成,每相电枢绕组8个线圈中,4个线圈距励磁绕组较近,所匝链的磁路磁阻较小,另4个线圈距励磁绕组较远,所匝链的磁路磁阻较大,由于各相电枢绕组皆由上述线圈串联组成,故整体组合后使得电机每相磁通路径一致;三相电枢绕组和直流励磁绕组均为集中绕组;所述永磁体为若干个,分别设置于每个定子齿槽的开口处,且一个定子极两边的永磁体为同一极性。所述的转子和定子均由硅钢片叠制而成;所述的永磁体为充磁的钕铁硼或铁氧体;所述的永磁体的侧面与定子极的表面在同一平面上;相邻的定子极端部的间距为定子极端部的弧长的2倍;所

述转子向外有凸极齿,转子极端部的弧长等于或者大于定子极端部的弧长。

[0016] 本发明的基本工作原理为:如图2(a)所示,若只有永磁体励磁,永磁体产生的磁通不会与转子相连,磁通大小不会随着转子位置的变化而变化。其产生的恒定磁通只在凸极定子齿和定子轭中,因此没有感应电动势的产生。如图2(b)所示,如果没有永磁体,只有直流励磁线圈作用,其产生的励磁磁通将通过气隙连接定子与转子。随着转子转动,线圈中将引起感应电动势。理论上,电机中将有电磁能量转化。如图2(c)所示,如果永磁体与直流线圈绕组同时作用,从两个源中产生的磁通通过气隙贯通定转子,更加有助于感应电动势的产生和变化。由于两个励磁场之间的电磁引力,此时永磁体产生的磁通也将通过气隙连接定转子。而永磁体连接定转子的磁通量取决于直流励磁电流的大小和磁路的饱和程度。

[0017] 图3所示的是本发明混合励磁双凸极电机的磁链波形图。由图可知,采用新型励磁绕组绕制方式,与传统每个定子槽中放置励磁绕组的方式相比,混合励磁双凸极电机各相磁链都是相互对称的。

[0018] 本技术领域技术人员可以理解的是,除非另外定义,这里使用的所有术语(包括技术术语和科学术语)具有与本发明所属领域中的普通技术人员的一般理解相同的意义。还应该理解的是,诸如通用字典中定义的那些术语应该被理解为具有与现有技术的上下文中的意义一致的意义,并且除非像这里一样定义,不会用理想化或过于正式的含义来解释。

[0019] 以上所述的具体实施方式,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施方式而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

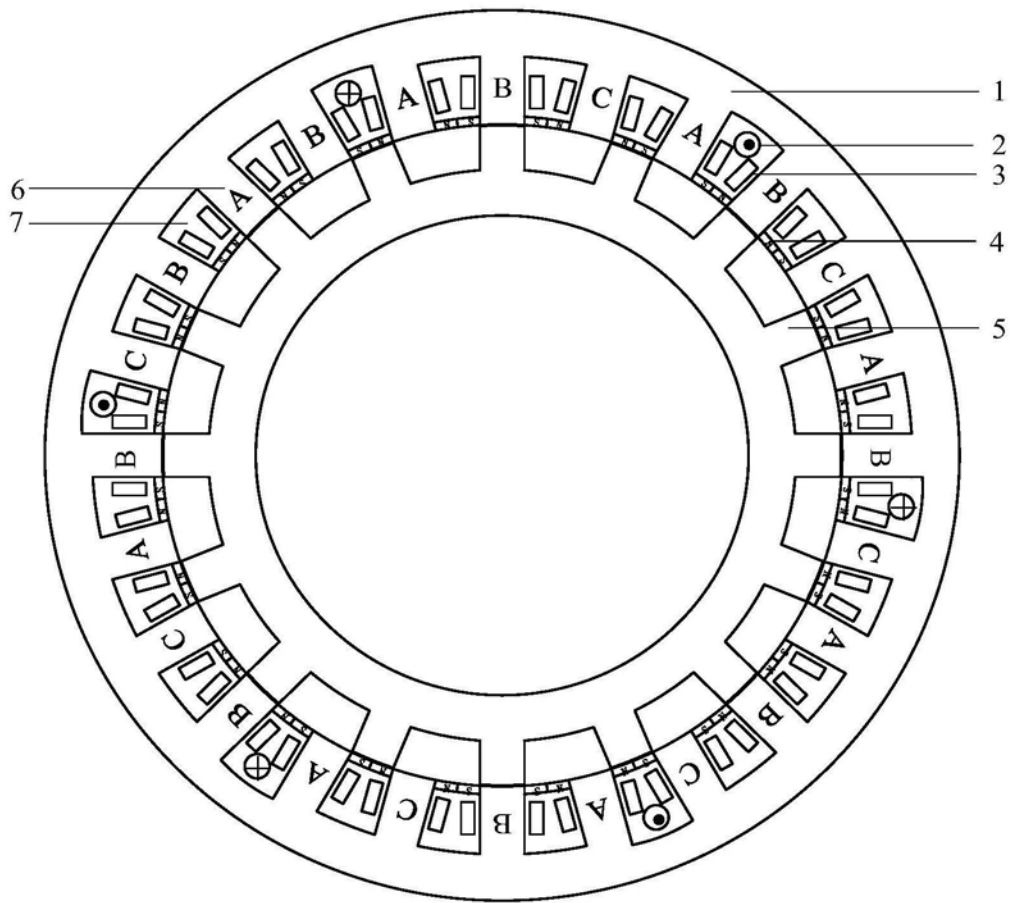


图1

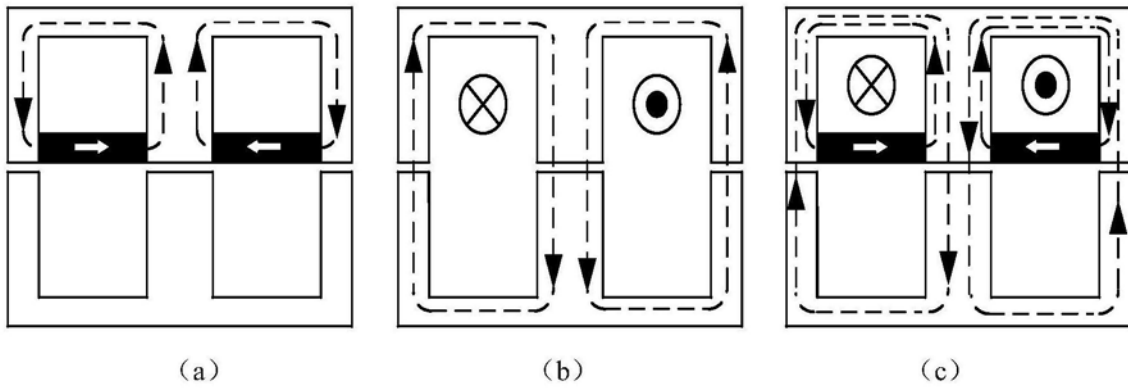


图2

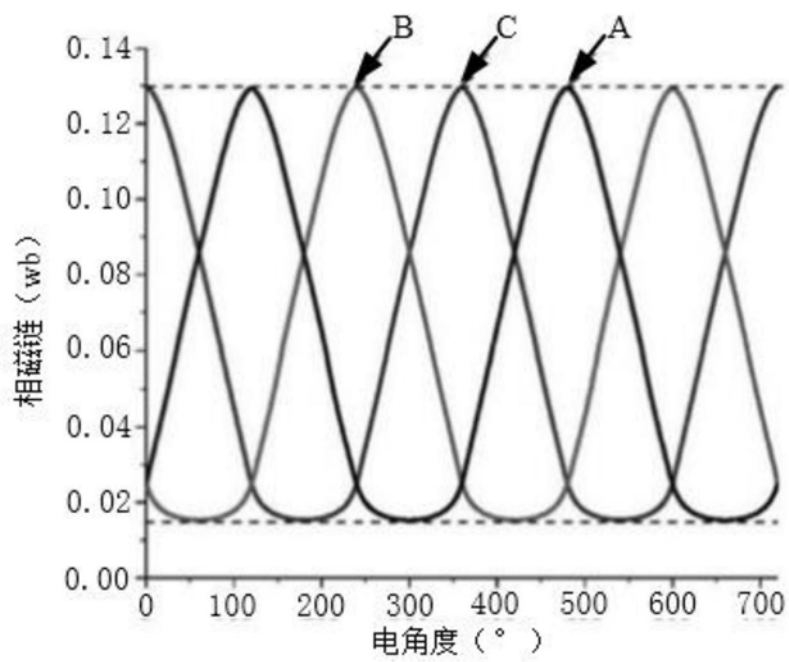


图3