



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105932793 B

(45)授权公告日 2018.07.03

(21)申请号 201610401783.3

H02K 1/24(2006.01)

(22)申请日 2016.06.08

H02K 21/02(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105932793 A

(43)申请公布日 2016.09.07

(73)专利权人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞瑜路
1037号

(56)对比文件

CN 201174648 Y, 2008.12.31,

CN 2432725 Y, 2001.05.30,

CN 102035333 A, 2011.04.27,

CN 203734493 U, 2014.07.23,

审查员 张颖超

(72)发明人 叶才勇 何明杰 徐伟

(74)专利代理机构 华中科技大学专利中心

42201

代理人 梁鹏

(51)Int.Cl.

H02K 1/17(2006.01)

H02K 1/14(2006.01)

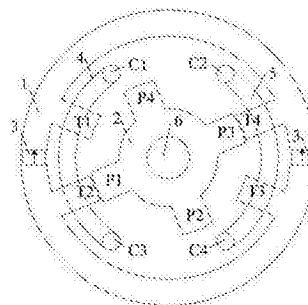
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种定子极不等间距双凸极永磁同步电机

(57)摘要

本发明属于双凸极永磁同步电机领域,并公开了一种定子极不等间距双凸极永磁同步电机。其包括定子、转子、永磁体、电枢绕组和转轴,其中转子设置在定子内部,且相对于定子可进行旋转;转轴设置在转子的内部,并随着该转子一同转动;永磁体对称地设置在定子的轭部,为电机的气隙磁场提供励磁;电枢绕组缠绕在定子的定子极上,在对其通入电流后,电枢绕组的磁场与永磁体磁场相互作用,由此使得转子转动。通过本发明,解决了现有技术中不能双向启动的问题,同时定子极不等间距分布,提高了输出转矩,而且通过多模块结构上的叠加可使输出转矩叠加,从而减小转矩脉动,提高了容错能力和可靠性。



1. 一种定子极不等间距双凸极永磁同步电机,其包括定子(1)、转子(2)、永磁体(3)、电枢绕组(4,5)和转轴(6),其特征在于:

所述转子(2)设置在所述定子(1)内部,且相对于所述定子(1)可进行旋转;所述永磁体(3)对称设置于所述定子(1)的轭部;所述转轴(6)设置在所述转子(2)的内部,并随着该转子一同转动;此外,所述电枢绕组(4,5)缠绕在所述定子(1)的定子极上并通入有电流;

对于所述定子(1)而言,其定子极采用凸极结构,并且彼此相邻的定子极不等间距地设置在所述定子(1)上,由此使得某些定子极间的槽有效面积增加;相应地,所述转子(2)的转子极同样采用凸极结构,并且它们等间距地设置在所述转子(2)上,由此与所述定子极相配合地调制磁场分布,当所述电枢绕组(4,5)通入电流后,该电枢绕组产生的磁场与所述永磁体(3)的磁场相互作用,从而使得所述转子(2)和所述转轴(6)可相对于所述定子(1)发生旋转运动;

对于所述定子极的数量A而言,其采用以下关系式(一)来设定:

$$A=4k$$

对于所述转子极的数量B而言,其采用以下关系式(二):

$$B=4k \text{ 或者 } 6k$$

此外,对于所述定子极而言,相邻较近的两个定子极被划分为一组,共有2k组,并且同一组的两个定子极间的夹角 α_s 采用以下关系式(三)来设定:

$$\alpha_s = \begin{cases} \frac{45^\circ}{k} & \text{转子极数为} 4k \\ \frac{30^\circ}{k} & \text{转子极数为} 6k \end{cases}$$

而对于所述转子极而言,相邻两个转子极间的夹角 α_r 采用以下关系式(四)来设定:

$$\alpha_r = \begin{cases} \frac{90^\circ}{k} & \text{转子极数为} 4k \\ \frac{60^\circ}{k} & \text{转子极数为} 6k \end{cases}$$

其中,k为任意正整数。

2. 如权利要求1所述的一种定子极不等间距双凸极永磁同步电机,其特征在于,对于所述被划分为一组的定子极而言,将所述电枢绕组相对于其来进行缠绕,然后置于该组定子极与相邻的另一组定子极之间的槽内,由此更为充分地利用所述槽的有效面积。

3. 如权利要求1所述的一种定子极不等间距双凸极永磁同步电机,其特征在于,当所述定子极的总数量配置为4个且所述转子极的总数量配置也为4个时,则所述定子极被划分为2组,并且同一组内两个定子极的夹角优选设定为45度,不同组之间相邻两个定子极的夹角为135度,所述相邻转子极之间所形成的夹角为90度;当所述定子极的总数量配置为4个且所述转子极的总数量配置为6个时,则所述定子极被划分为2组,并且同一组内两个定子极的夹角优选设定为30度,不同组之间相邻两个定子极的夹角为150度,所述相邻转子极之间所形成的夹角为60度。

4. 如权利要求1所述的一种定子极不等间距双凸极永磁同步电机,其特征在于,所述的定子极不等间距双凸极永磁同步电机为模块化的单相电机,由此,通过多个模块的轴向组

合可构成两相以及多相电机。

5. 如权利要求4所述的一种定子极不等间距双凸极永磁同步电机,其特征在于,所述多相电机的各相相互独立设置,且独立控制,各相之间的相位角与相数的关系按照下列表达式设定:

$$\theta = \begin{cases} \frac{90^\circ}{B} & m = 2 \\ \frac{360^\circ}{mB} & m \geq 3 \end{cases}$$

其中, θ 表示相邻两相之间的机械角度; m 表示相数; B 表示转子极的数量。

一种定子极不等间距双凸极永磁同步电机

技术领域

[0001] 本发明属于双凸极永磁同步电机领域,更具体地,涉及一种定子极不等间距双凸极永磁同步电机。

背景技术

[0002] 近年来,定子极和转子极均为凸极结构的双凸极电机获得了广泛研究,双凸极电机根据有无永磁体可分为双凸极永磁同步电机和开关磁阻电机,双凸极永磁同步电机和开关磁阻电机相比,仅仅在定子上增加了永磁体,从而能够获得更高的输出转矩。

[0003] 开关磁阻电机分为多相开关磁阻电机和单相开关磁阻电机两种。多相开关磁阻电机具有效率高、起动力矩大等优点,然而由于各相不能同时导通,即在任意时刻,只有一相能产生电磁转矩,其他各相均处于闲置状态,从而使控制电路得不到充分的利用;单相开关磁阻电机在一个电周期内只有一半的时间能输出转矩,从而限制了转矩/功率密度的提升。目前,虽然有不少学者将永磁体引入单相开关磁阻电机中,以增大其输出转矩,如4/6极(定子极数为4,转子极数为6)单相开关磁阻电机,但是,由于该结构采用均匀分布的定子极,有一半的槽空间处于闲置状态,得不到充分的利用,从而限制了电机转矩密度和功率密度的进一步提升;同时,该结构电机存在一定的转矩死区,当转子处于死区时,将不能实现自启动;虽然可通过一些辅助结构使该电机避免停在死区位置,但是大多数并不能实现双向自启动,限制了其应用范围。

发明内容

[0004] 针对现有技术的以上缺陷或改进需求,本发明提供了一种定子极不等间距双凸极永磁同步电机,其中通过对其关键组件定子极的具体结构及其设置方式进行研究和设计,目的在于增加定子极间的槽有效面积,由此解决现有技术中电机输出转矩低,且不能双向启动的技术问题。

[0005] 为实现上述目的,按照本发明的一个方面,提供了一种定子极不等间距双凸极永磁同步电机,其包括定子、转子、永磁体、电枢绕组和转轴,其特征在于:

[0006] 所述转子设置在所述定子内部,且相对于所述定子可进行旋转;所述永磁体对称设置于所述定子的轭部;所述转轴设置在所述转子的内部,并随着该转子一同转动;此外,所述电枢绕组缠绕在所述定子的定子极上并通入有电流;

[0007] 对于所述定子而言,其定子极采用凸极结构,并且彼此相邻的定子极不等间距地设置在所述定子上,由此使得某些定子极间的槽有效面积增加;相应地,所述转子的转子极同样采用凸极结构,并且它们等间距地设置在所述转子上,由此与所述定子极相配合地调制磁场分布,当所述电枢绕组通入电流后,该电枢绕组产生的磁场与所述永磁体的磁场相互作用,从而使得所述转子和所述转轴可相对于所述定子发生旋转运动。

[0008] 所述转子设置在所述定子内部,且相对于所述定子可进行旋转;所述永磁体对称地放置于所述定子的轭部;所述转轴设置在所述转子的内部,并随着该转子一同旋转;此

外,所述电枢绕组缠绕在所述定子的定子极上并通入电流,由此使得该电流产生的磁场与所述永磁体的磁场相互作用,进而使得所述转子转动;

[0009] 作为进一步优选地,对于所述定子极的数量A而言,其优选采用以下关系式(一)来设定:

$$[0010] \quad A=4k$$

[0011] 对于所述转子极的数量而言,其优选采用以下关系式(二):

$$[0012] \quad B=4k \text{ 或者 } 6k$$

[0013] 此外,对于所述定子极而言,相邻较近的两个定子极被划分为一组,共有2k组,并且同一组的两个定子极间的夹角 α_s 优选采用以下关系式(三)来设定:

$$[0014] \quad \alpha_s = \begin{cases} \frac{45^\circ}{k} & \text{转子极数为} 4k \\ \frac{30^\circ}{k} & \text{转子极数为} 6k \end{cases}$$

[0015] 而对于所述转子极而言,相邻两个转子极间的夹角 α_r 优选采用以下关系式(四)来设定:

$$[0016] \quad \alpha_r = \begin{cases} \frac{90^\circ}{k} & \text{转子极数为} 4k \\ \frac{60^\circ}{k} & \text{转子极数为} 6k \end{cases}$$

[0017] 其中,k为任意正整数。

[0018] 作为进一步优选地,对于上述被划分为一组的定子极而言,优选将所述电枢绕组相对于其来进行缠绕,然后置于该组定子极与相邻的另一组定子极之间的槽内,由此更为充分地利用上述槽的有效面积。

[0019] 作为进一步优选地,当所述定子极的总数量配置为4个且所述转子极的总数量配置也为4个时,则所述定子极被划分为2组,并且同一组内两个定子极的夹角优选设定为45度,不同组之间相邻两个定子极的夹角为135度,所述相邻转子极之间所形成的夹角为90度;当所述定子极的总数量配置为4个且所述转子极的总数量配置为6个时,则所述定子极被划分为2组,并且同一组内两个定子极的夹角优选设定为30度,不同组之间相邻两个定子极的夹角为150度,所述相邻转子极之间所形成的夹角为60度。

[0020] 作为进一步优选地,所述的定子极不等间距双凸极永磁同步电机为模块化的单相电机,由此,通过多个模块的轴向组合可构成两相以及多相电机。

[0021] 作为进一步优选地,所述的多相电机的各相相互独立设置,且可进行独立控制,各相之间的相位角与相数的关系按照下列表达式设定:

$$[0022] \quad \theta = \begin{cases} \frac{90^\circ}{B} & m=2 \\ \frac{360^\circ}{mB} & m \geq 3 \end{cases}$$

[0023] 其中, θ 表示相邻两相之间的机械角度;m表示相数;B表示转子极的总数。

[0024] 总体而言,通过本发明所构思的以上技术方案与现有技术相比,由于定子极在定

子圆周上的不均匀分布,能够取得下列有益效果:

[0025] 1、通过对其关键组件定子极和转子极分布采用不同的设置,其中定子极不均匀分布在定子上,转子极均匀分布在转子上,当在电枢绕组中通入正向电流时,转子能逆时针启动,反之通入反向电流能顺时针启动,从而使得电机具备双向启动的能力;

[0026] 2、通过对其定子极的不均匀分布设计,使得不同组定子极间槽有效面积增加,能够容纳的电枢绕组匝数增加,从而能获得更高的输出转矩;

[0027] 3、本发明所述电机是一种模块化单相电机,可通过多个模块沿着轴向叠加组合成两相及多相电机,各相可独立控制。通过多模块结构的轴向叠加,能够使得各模块的输出转矩得到叠加,从而使电机整体的输出转矩更大,同时转矩脉动更小,提高了电机的容错能力和可靠性;

[0028] 4、通过将定子、转子、转轴、永磁体和电枢绕组集成设计成一体,简化了产品结构,使得电机的整体结构更为紧凑,并且具备整体布局巧妙,便于操控和使用方便等特点。

附图说明

[0029] 图1是现有技术中定子极均匀分布的4/6 (定子极数/转子极数) 双凸极永磁同步电机结构示意图;

[0030] 图2是按照本发明优选实施例所构建的定子极不等间距4/4 (定子极数/转子极数) 双凸极永磁同步电机结构示意图;

[0031] 图3是图2中转子逆时针旋转45度时的结构示意图;

[0032] 图4是按照本发明优选实施例所构建的三相定子极不等间距4/4 (定子极数/转子极数) 双凸极永磁同步电机三维结构示意图。

[0033] 在所有附图中,相同的附图标记用来表示相同的元件或结构,其中:

[0034] 1-定子2-转子3-永磁体4,5-电枢绕组6-转轴T1,T2,T3,T4-定子极P1,P2,P3,P4-转子极C1,C2,C3,C4-绕组中的导体8-A相9-B相10-C相

具体实施方式

[0035] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。此外,下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0036] 图1是现有技术中定子极均匀分布的4/6 (定子极数/转子极数) 双凸极永磁同步电机结构示意图。本发明的电机结构与现有技术中定子极均匀分布的电机结构的主要差别在于,定子极在定子上不等间距分布,从而使得不同组定子极之间的槽有效面积增加,从而使能够容纳的电枢绕组的匝数增加,最终能获得更高的输出转矩;由于不等间距定子极结构,本发明的电机具有双向自启动能力。

[0037] 图2是按照本发明优选实施例所构建的定子极不等间距4/4 (定子极数/转子极数) 双凸极永磁同步电机结构示意图。该电机由定子1、转子2、永磁体3、电枢绕组4,5和转轴6构成。下面将对这些组件逐一进行说明。

[0038] 如图2和3所示,转子2设置于定子1内部,且可相对于定子1进行旋转;转轴6设置在

转子2的内部,并随着该转子一同转动;定子极T1,T2,T3和T4沿定子圆周不等间距分布,相邻较近的两定子极构成一组;转子极P1,P2,P3和P4等间距分布在转子2外圆周上;永磁体3设置在定子极T1和T2,T3和T4间的定子轭部上,且在定子1上镜像对称,左右两组永磁体产生的磁动势相同,磁场方向相反;电枢绕组4,5分别缠绕在同组定子极T1和T2,T3和T4上,分别由两个正向串联的线圈组成,可通入双向交变的直流电。

[0039] 按照本发明的一个优选实施例,定子极个数为4,分别是T1,T2,T3和T4,相邻最近的两定子极T1和T2,T3和T4构成一组,共两组,同组T1和T2,T3和T4间夹角为45度,不同组T1和T4,T2和T3间的夹角是135度;转子极个数为4,各转子间的夹角均为90度。

[0040] 下面将对上述组件的工作过程进行说明:

[0041] 对于本发明所述的4/4不等间距双凸极永磁同步电机,当转子极P1,P2,P3和P4与定子极T1,T2,T3和T4均不重合时,电机处于非平衡状态,此时,在永磁体3磁场的作用下,电机转子2会转动,最终稳定在定子极与转子极重合的位置。

[0042] 若电机转子处于图2所示位置,永磁体磁通在定子极T2内由圆心流向圆周,在T4内由圆周流向圆心。当给电枢绕组4,5持续通入正向电流时,即导体C1和C2电流方向为流出纸面,导体C3和C4电流方向为流入纸面,此时,电枢绕组产生磁通的方向在定子极T1和T2内为由圆周指向圆心,在定子极T3和T4内为由圆心指向圆周。所以,电枢绕组磁场和永磁体磁场的相互作用,将会使通过定子极T1和T3的磁通增加,通过T2和T4的磁通减少,从而使定子极T1与转子极P4、T3与P2趋于重合,产生逆时针方向的转矩,使转子2逆时针旋转,最终稳定在图3所示位置;若电机处于图3所示位置,当给电枢绕组4,5持续通入正向电流时,电机转子2将不会旋转。所以,在电枢绕组4,5中持续通入正向电流,将会使电机转子2稳定停在图3所示位置。同理,可分析出,当在电枢绕组中持续通入反向电流时,电机将稳定停在图2所示位置。

[0043] 当希望电机转子2逆时针方向旋转时,首先在电枢绕组中持续通入反向电流,使转子稳定在图2所示位置。然后,再向绕组中通入正向电流,使转子逆时针旋转,当转子恰好逆时针转过45度,即恰好越过图3所示位置时,将绕组中电流反向,此时电机中将会继续产生逆时针方向转矩,使转子继续逆时针旋转,从而实现电机的逆时针方向运行。

[0044] 当希望电机顺时针方向旋转时,首先在电枢绕组中持续通入正向电流,使转子稳定在图3所示位置。然后,再向绕组中通入反向电流,使转子顺时针旋转,当转子恰好顺时针转过45度,即恰好越过图2所示位置时,将绕组中电流反向,此时电机中将会继续产生顺时针方向转矩,使转子继续顺时针旋转,从而实现电机的顺时针方向运行。

[0045] 所以,通过控制电枢绕组电流的方向,可方便实现所述电机的正反向运行。本发明所述的4/6不等间距永磁同步电机的工作原理与4/4类似,这里不再赘述。

[0046] 按照本发明的另一个优选实施例,图4为本发明所述的不等间距三相双凸极永磁同步电机三维模型,该电机由三个模块化单相电机沿轴向叠加组成,9,10相定子铁芯相对于8相定子铁芯在空间上依次逆时针旋转30度和60度,8、9、10三相共用同一个转子铁芯。8、9、10三相绕组通入依次相差120度电角度的交变直流电。三相电机的工作原理与实施例2中所述的单相电机完全一样,只是三相电机的输出转矩是三个模块化单相电机输出转矩的叠加,从而使电机的输出转矩更大,同时转矩脉动更小。

[0047] 本领域的技术人员容易理解,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以

限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

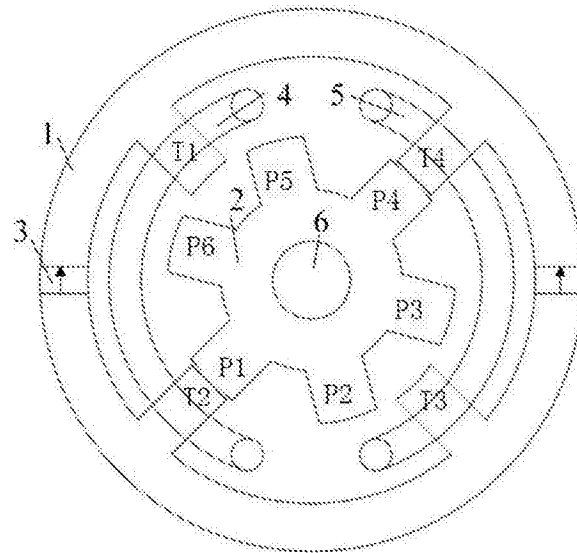


图1

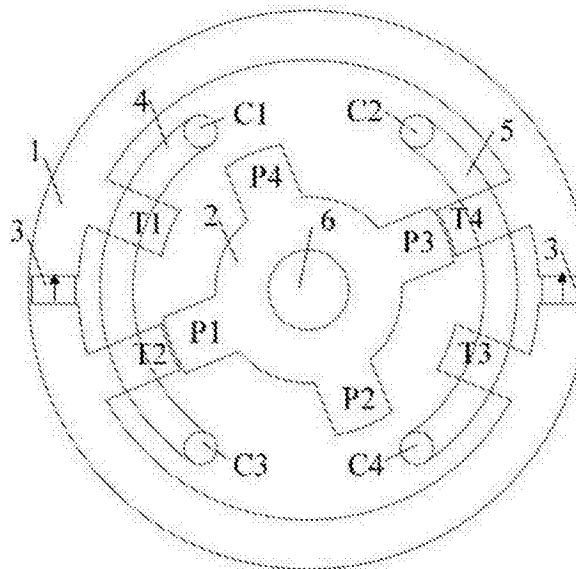


图2

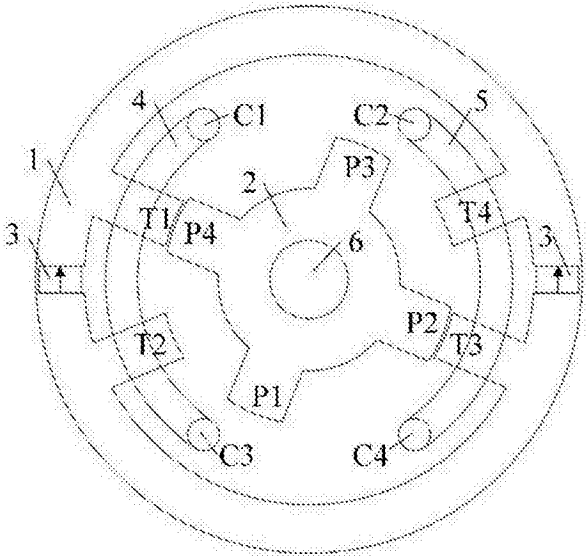


图3

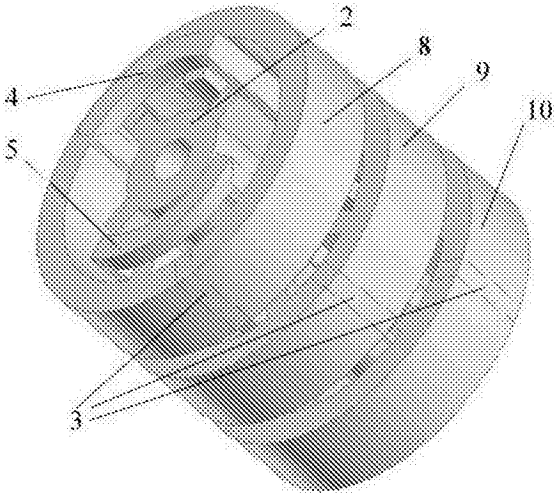


图4