



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 206226249 U

(45)授权公告日 2017.06.06

(21)申请号 201621283772.1

(22)申请日 2016.11.25

(73)专利权人 广东威灵电机制造有限公司

地址 528311 广东省佛山市顺德区北滘镇
工业园兴业路27号

专利权人 美的威灵电机技术(上海)有限公
司

(72)发明人 吴迪 陈金涛 诸自强 王洪晓

(74)专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事
务所(普通合伙) 11201

代理人 黄德海

(51)Int.Cl.

H02K 21/02(2006.01)

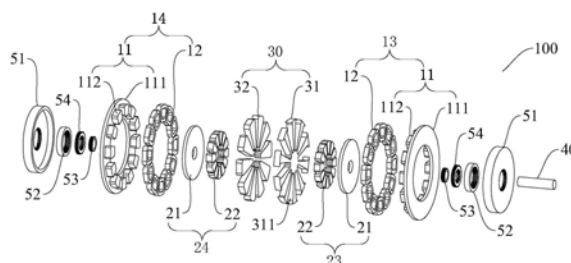
权利要求书2页 说明书14页 附图5页

(54)实用新型名称

电机

(57)摘要

本实用新型公开了一种电机,包括:励磁定子部,励磁定子部包括第一和第二励磁定子部;励磁转子部,励磁转子部包括第一和第二励磁转子部,第一励磁转子部沿电机的径向与第一励磁定子部间隔设置,第二励磁转子部沿电机的径向与第二励磁定子部间隔设置;磁阻转子部,磁阻转子部设在第一和第二励磁定子部之间且设在第一和第二励磁转子部之间;切换机构,切换机构通过可选地固定励磁定子部、励磁转子部和磁阻转子部中的两个的相对位置以选取励磁转子部和磁阻转子部中的至少一个充当转子;输出轴,输出轴由转子驱动旋转。根据本实用新型的电机,没有不平衡磁拉力的影响,且可以提升不同运行状态下全工作范围效率。



1. 一种电机,其特征在于,包括:

励磁定子部,所述励磁定子部包括沿所述电机的轴向间隔设置的第一励磁定子部和第二励磁定子部;

励磁转子部,所述励磁转子部包括沿所述电机的轴向间隔设置的第一励磁转子部和第二励磁转子部,所述第一励磁转子部沿所述电机的径向与所述第一励磁定子部间隔设置,所述第二励磁转子部沿所述电机的径向与所述第二励磁定子部间隔设置;

磁阻转子部,所述磁阻转子部沿所述电机的轴向设在所述第一励磁定子部和所述第二励磁定子部之间且设在所述第一励磁转子部和所述第二励磁转子部之间;

切换机构,所述切换机构通过可选地固定所述励磁定子部、所述励磁转子部和所述磁阻转子部中的两个的相对位置以选取所述励磁转子部和所述磁阻转子部中的至少一个充当可相对所述励磁定子部旋转的转子;

输出轴,所述输出轴由所述转子驱动旋转。

2. 根据权利要求1所述的电机,其特征在于,所述第一励磁定子部和第一励磁转子部与所述第二励磁定子部和所述第二励磁转子部关于所述磁阻转子部镜像对称。

3. 根据权利要求1所述的电机,其特征在于,所述切换机构在第一状态和第二状态之间可切换,所述输出轴与所述磁阻转子部固定连接,

所述切换机构处于所述第一状态时固定所述励磁定子部与所述励磁转子部的相对位置,所述磁阻转子部充当转子带动所述输出轴旋转,

所述切换机构处于所述第二状态时固定所述励磁转子部与所述磁阻转子部的相对位置,所述磁阻转子部和所述励磁转子部充当转子带动所述输出轴旋转。

4. 根据权利要求3所述的电机,其特征在于,所述切换机构包括:

励磁定子固定环,所述励磁定子固定环与所述励磁定子部的相对位置固定;

励磁转子固定环,所述励磁转子固定环与所述励磁转子部的相对位置固定;

磁阻转子固定环,所述磁阻转子固定环与所述磁阻转子部的相对位置固定;

同步器,所述切换机构处于所述第一状态时,所述同步器分别与所述励磁定子固定环和所述励磁转子固定环配合,

所述切换机构处于所述第二状态时,所述同步器分别与所述励磁转子固定环和所述磁阻转子固定环配合。

5. 根据权利要求4所述的电机,其特征在于,所述励磁定子固定环与所述励磁定子部固定连接,所述励磁转子固定环与所述励磁转子部固定连接,所述磁阻转子固定环与所述输出轴固定连接。

6. 根据权利要求4所述的电机,其特征在于,所述同步器、所述励磁定子固定环、所述励磁转子固定环和所述磁阻转子固定环上分别设有卡齿,

所述切换机构处于所述第一状态时,所述同步器上的卡齿分别与所述励磁定子固定环上的卡齿和所述励磁转子固定环上的卡齿啮合,

所述切换机构处于所述第二状态时,所述同步器上的卡齿分别与所述励磁转子固定环上的卡齿和所述磁阻转子固定环上的卡齿啮合。

7. 根据权利要求6所述的电机,其特征在于,所述同步器上的卡齿分布在所述同步器的外周面和内周面上,所述励磁定子固定环上的卡齿分布在所述励磁定子固定环的内周面

上,所述励磁转子固定环上的卡齿分布在所述励磁转子固定环的内周面上,所述磁阻转子固定环上的卡齿分布在所述磁阻转子固定环的外周面上。

8.根据权利要求1所述的电机,其特征在于,所述输出轴的两端分别构成轴伸端,所述切换机构为两个,且两个所述切换机构分别邻近所述输出轴的两个所述轴伸端设置。

9.根据权利要求1所述的电机,其特征在于,所述磁阻转子部沿所述电机的轴向与所述第一励磁定子部、所述第二励磁定子部、所述第一励磁转子部和所述第二励磁转子部相对设置。

10.根据权利要求1所述的电机,其特征在于,所述第一励磁转子部沿所述电机的径向与所述第一励磁定子部相对设置,所述第二励磁转子部沿所述电机的径向与所述第二励磁定子部相对设置。

11.根据权利要求1所述的电机,其特征在于,所述第一励磁定子部的中心轴线、所述第二励磁定子部的中心轴线、所述第一励磁转子部的中心轴线、所述第二励磁转子部的中心轴线、所述磁阻转子部的中心轴线和所述输出轴的中心轴线彼此重合。

12.根据权利要求1-11中任一项所述的电机,其特征在于,所述第一励磁定子部和所述第二励磁定子部分别包括:

绕组铁芯;

绕组,所述绕组绕制在所述绕组铁芯上。

13.根据权利要求12所述的电机,其特征在于,所述绕组铁芯包括:

基板;

多个齿块,多个所述齿块设在所述基板的朝向所述磁阻转子部的表面上且沿所述电机的周向等间距设置,所述绕组绕制在多个所述齿块上。

14.根据权利要求1-11中任一项所述的电机,其特征在于,所述第一励磁转子部和所述第二励磁转子部分别包括:

永磁铁芯;

多个永磁体,多个所述永磁体设在所述永磁铁芯的朝向磁阻转子部的表面上且沿所述电机的周向等间距设置。

15.根据权利要求1-11中任一项所述的电机,其特征在于,所述磁阻转子部包括:

非导磁固定板,所述非导磁固定板上形成有沿所述电机的周向等间距设置且沿所述电机的轴向贯通的多个安装孔;

多个导磁磁阻块,多个所述导磁磁阻块分别设在多个所述安装孔内。

16.根据权利要求15所述的电机,其特征在于,所述导磁磁阻块沿所述电机的轴向与所述第一励磁定子部和所述第一励磁转子部在所述电机的径向上的间隙相对设置,且所述导磁磁阻块沿所述电机的轴向与所述第二励磁定子部和所述第二励磁转子部在所述电机的径向上的间隙相对设置。

17.根据权利要求15所述的电机,其特征在于,所述励磁定子部由交流电流驱动且产生的旋转磁场的极对数为 p_s ,所述励磁转子部产生的励磁磁场的极对数为 p_f ,所述导磁磁阻块的数量为 p_r ,其中, $p_r = |p_s \pm p_f|$ 。

电机

技术领域

[0001] 本实用新型涉及电机技术领域,尤其是涉及一种电机。

背景技术

[0002] 随着科技的发展,电机的调速功能也逐渐得到了更多的重视。通常,由于电网或者驱动系统母线电压的限制,电机要想兼顾转矩特性的情况下大范围改变工作转速,就需要进行特殊的控制或者结构设计。目前比较常用的方法是采用弱磁控制,然而,这种方式对电机的参数有着一定的限制,无法兼顾低速大转矩工作区和高速低转矩的高效率运行。

实用新型内容

[0003] 本实用新型旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一。为此,本实用新型的一个目的在于提出一种电机,该电机具有高转矩密度的特点,同时能够通过不同运行状态的切换使得电机在不同负载工况下始终工作在高效率区间。

[0004] 根据本实用新型的电机,包括:励磁定子部,所述励磁定子部包括沿所述电机的轴向间隔设置的第一励磁定子部和第二励磁定子部;励磁转子部,所述励磁转子部包括沿所述电机的轴向间隔设置的第一励磁转子部和第二励磁转子部,所述第一励磁转子部沿所述电机的径向与所述第一励磁定子部间隔设置,所述第二励磁转子部沿所述电机的径向与所述第二励磁定子部间隔设置;磁阻转子部,所述磁阻转子部沿所述电机的轴向设在所述第一励磁定子部和所述第二励磁定子部之间且设在所述第一励磁转子部和所述第二励磁转子部之间;切换机构,所述切换机构通过可选地固定所述励磁定子部、所述励磁转子部和所述磁阻转子部中的两个的相对位置以选取所述励磁转子部和所述磁阻转子部中的至少一个充当可相对所述励磁定子部旋转的转子;输出轴,所述输出轴由所述转子驱动旋转。

[0005] 根据本实用新型的电机,通过将第一励磁定子部和第一励磁转子部与第二励磁定子部和第二励磁转子部分别设在磁阻转子部的两侧,没有不平衡磁拉力的影响。而且,通过设置切换机构,可以实现电机的多种状态的切换,电机在不同状态下的等效转子极对数和工作电频率差异显著,在不改变电机的绕组连接前提下、拓宽了电机的转速工作范围。当电机工作在低速大转矩区间时,采用等效极对数较高的运行状态,输出转矩大;当电机工作在高速运行区间时,采用等效极对数较小的运行状态,在无需进行弱磁控制的状态下自然满足高速工作需求,且因为工作频率降低,效率大幅提升。因此,该电机的最佳效率区间可以在低速大转矩区间和高速低转矩区间之间切换,而不仅仅局限于传统电机所在的“转矩-转速曲线”拐点附近的高效率运行,实现电机的全工作范围高效率运行,十分适用于负载频繁变化的场合,如电动汽车、洗衣机、风力发电等。再者,该电机的转矩密度远高于常规永磁电机,在相同电机体积的前提下、可以输出更大的转矩和功率。因此,该电机具有高转矩密度的特点,同时能够通过不同运行状态的切换使得电机在不同负载工况下始终工作在高效率区间,适用于负载工况经常变化的应用场合。

[0006] 根据本实用新型的一些实施例,所述第一励磁定子部和第一励磁转子部与所述第

二励磁定子部和所述第二励磁转子部关于所述磁阻转子部镜像对称。

[0007] 根据本实用新型的一些实施例,所述切换机构在第一状态和第二状态之间可切换,所述输出轴与所述磁阻转子部固定连接,所述切换机构处于所述第一状态时固定所述励磁定子部与所述励磁转子部的相对位置,所述磁阻转子部充当转子带动所述输出轴旋转,所述切换机构处于所述第二状态时固定所述励磁转子部与所述磁阻转子部的相对位置,所述磁阻转子部和所述励磁转子部充当转子带动所述输出轴旋转。

[0008] 根据本实用新型的一些实施例,所述切换机构包括:励磁定子固定环,所述励磁定子固定环与所述励磁定子部的相对位置固定;励磁转子固定环,所述励磁转子固定环与所述励磁转子部的相对位置固定;磁阻转子固定环,所述磁阻转子固定环与所述磁阻转子部的相对位置固定;同步器,所述切换机构处于所述第一状态时,所述同步器分别与所述励磁定子固定环和所述励磁转子固定环配合,所述切换机构处于所述第二状态时,所述同步器分别与所述励磁转子固定环和所述磁阻转子固定环配合。

[0009] 根据本实用新型的一些实施例,所述励磁定子固定环与所述励磁定子部固定连接,所述励磁转子固定环与所述励磁转子部固定连接,所述磁阻转子固定环与所述输出轴固定连接。

[0010] 根据本实用新型的一些实施例,所述同步器、所述励磁定子固定环、所述励磁转子固定环和所述磁阻转子固定环上分别设有卡齿,所述切换机构处于所述第一状态时,所述同步器上的卡齿分别与所述励磁定子固定环上的卡齿和所述励磁转子固定环上的卡齿啮合,所述切换机构处于所述第二状态时,所述同步器上的卡齿分别与所述励磁转子固定环上的卡齿和所述磁阻转子固定环上的卡齿啮合。

[0011] 根据本实用新型的一些实施例,所述同步器上的卡齿分布在所述同步器的外周面和内周面上,所述励磁定子固定环上的卡齿分布在所述励磁定子固定环的内周面上,所述励磁转子固定环上的卡齿分布在所述励磁转子固定环的内周面上,所述磁阻转子固定环上的卡齿分布在所述磁阻转子固定环的外周面上。

[0012] 根据本实用新型的一些实施例,所述输出轴的两端分别构成轴伸端,所述切换机构为两个,且两个所述切换机构分别邻近所述输出轴的两个所述轴伸端设置。

[0013] 根据本实用新型的一些实施例,所述磁阻转子部沿所述电机的轴向与所述第一励磁定子部、所述第二励磁定子部、所述第一励磁转子部和所述第二励磁转子部相对设置。

[0014] 根据本实用新型的一些实施例,所述第一励磁转子部沿所述电机的径向与所述第一励磁定子部相对设置,所述第二励磁转子部沿所述电机的径向与所述第二励磁定子部相对设置。

[0015] 根据本实用新型的一些实施例,所述第一励磁定子部的中心轴线、所述第二励磁定子部的中心轴线、所述第一励磁转子部的中心轴线、所述第二励磁转子部的中心轴线、所述磁阻转子部的中心轴线和所述输出轴的中心轴线彼此重合。

[0016] 根据本实用新型的一些实施例,所述第一励磁定子部和所述第二励磁定子部分别包括:绕组铁芯;绕组,所述绕组绕制在所述绕组铁芯上。

[0017] 根据本实用新型的一些实施例,所述绕组铁芯包括:基板;多个齿块,多个所述齿块设在所述基板的朝向所述磁阻转子部的表面上且沿所述电机的周向等间距设置,所述绕组绕制在多个所述齿块上。

[0018] 根据本实用新型的一些实施例,所述第一励磁转子部和所述第二励磁转子部分别包括:永磁铁芯;多个永磁体,多个所述永磁体设在所述永磁铁芯的朝向磁阻转子部的表面上且沿所述电机的周向等间距设置。

[0019] 根据本实用新型的一些实施例,所述磁阻转子部包括:非导磁固定板,所述非导磁固定板上形成有沿所述电机的周向等间距设置且沿所述电机的轴向贯通的多个安装孔;多个导磁磁阻块,多个所述导磁磁阻块分别设在多个所述安装孔内。

[0020] 根据本实用新型的一些实施例,所述导磁磁阻块沿所述电机的轴向与所述第一励磁定子部和所述第一励磁转子部在所述电机的径向上的间隙相对设置,且所述导磁磁阻块沿所述电机的轴向与所述第二励磁定子部和所述第二励磁转子部在所述电机的径向上的间隙相对设置。

[0021] 根据本实用新型的一些实施例,所述励磁定子部由交流电流驱动且产生的旋转磁场的极对数为 p_s ,所述励磁转子部产生的励磁磁场的极对数为 p_f ,所述导磁磁阻块的数量为 p_r ,其中, $p_r = |p_s \pm p_f|$ 。

[0022] 本实用新型的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本实用新型的实践了解到。

附图说明

[0023] 本实用新型的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0024] 图1是根据本实用新型实施例的电机的爆炸图;

[0025] 图2是图1中所示的电机的绕组铁芯的结构示意图;

[0026] 图3是根据本实用新型实施例的电机在切换机构处于第一状态时的结构示意图;

[0027] 图4是图3中圈示的A部的放大图;

[0028] 图5是根据本实用新型实施例的电机在切换机构处于第二状态时的结构示意图;

[0029] 图6是图5中圈示的B部的放大图。

[0030] 附图标记:

[0031] 100:电机;

[0032] 13:第一励磁定子部;14:第二励磁定子部;

[0033] 11:绕组铁芯;111:基板;112:齿块;12:绕组;

[0034] 23:第一励磁转子部;24:第二励磁转子部;

[0035] 21:永磁铁芯;22:永磁体;

[0036] 30:磁阻转子部;31:非导磁固定板;311:安装孔;32:导磁磁阻块;

[0037] 40:输出轴;50:切换机构;

[0038] 51:励磁定子固定环;52:励磁转子固定环;

[0039] 53:磁阻转子固定环;54:同步器。

具体实施方式

[0040] 下面详细描述本实用新型的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参

考附图描述的实施例是示例性的,仅用于解释本实用新型,而不能理解为对本实用新型的限制。

[0041] 在本实用新型的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本实用新型和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本实用新型的限制。

[0042] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本实用新型的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0043] 在本实用新型的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本实用新型中的具体含义。

[0044] 随着科技的发展,电机的调速功能也逐渐得到了更多的重视。通常,由于电网或者驱动系统母线电压的限制,电机要想兼顾转矩特性的情况下大范围改变工作转速,就需要进行特殊的控制或者结构设计。目前比较常用的方法是采用弱磁控制,但这种方式对电机的参数有着一定的限制,无法兼顾低速大转矩工作区 and 高速低转矩的高效率运行。

[0045] 一方面,相关技术中的变极感应电机工作在固定的电网频率下,通过改变定子绕组的连接方式,达到转子鼠笼中感应出的转子极数变化,从而调整电机转速。但该方法不适用于同步电机,并且需要改变定子绕组的连接,在直流变频电机发展的大趋势下已经十分落伍。而另一方面,有学者提出可以通过采用AlNiCo等低矫顽力永磁体构成记忆电机,通过绕组对转子永磁体的充磁方向度进行在线调整,以达到同步电机变极的目的,然而该方法采用的低矫顽力永磁体磁能级较低,容易造成电机的整体功率密度远低于传统永磁同步电机的问题。

[0046] 为此,本实用新型提出一种电机,该电机具有高转矩密度的特点,同时能够通过不同运行状态的切换使得电机在不同负载工况下始终工作在高效率区间,适用于负载工况经常变化的应用场合。

[0047] 下面详细描述本实用新型的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本实用新型,而不能理解为对本实用新型的限制。

[0048] 下面结合附图1-图6具体描述根据本实用新型实施例的电机100。

[0049] 如图1-图6所示,根据本实用新型实施例的电机100包括励磁定子部、励磁转子部、磁阻转子部30、切换机构50和输出轴40。

[0050] 具体而言,励磁定子部包括沿电机100的轴向间隔设置的第一励磁定子部13和第二励磁定子部14,励磁转子部包括沿电机100的轴向间隔设置的第一励磁转子部23和第二励磁转子部24,第一励磁转子部23沿电机100的径向与第一励磁定子部13间隔设置,第二励

磁转子部24沿电机100的径向与第二励磁定子部14间隔设置,磁阻转子部30沿电机100的轴向设在第一励磁定子部13和第二励磁定子部14之间且磁阻转子部30沿电机100的轴向设在第一励磁转子部23和第二励磁转子部24之间,切换机构50通过可选地固定励磁定子部、励磁转子部和磁阻转子部30中的两个的相对位置以选取励磁转子部和磁阻转子部30中的至少一个充当可相对励磁定子部旋转的转子,输出轴40由该转子驱动旋转。

[0051] 其中,如图1-图6所示,第一励磁转子部23在电机100的径向上位于第一励磁定子部13的内侧,第二励磁转子部24在电机100的径向上位于第二励磁定子部14的内侧。当然,可以理解的是,第一励磁转子部23在电机100的径向上还可以位于第一励磁定子部13的外侧,第二励磁转子部24在电机100的径向上位于第二励磁定子部14的外侧(图未示出)。

[0052] 换言之,该电机100主要由励磁定子部、励磁转子部、磁阻转子部30、切换机构50和输出轴40组成,其中,第一励磁定子部13和第二励磁定子部14分别大致形成沿电机100的周向延伸的环形,第一励磁定子部13和第二励磁定子部14的中部分别具有沿电机100的轴向(如图1所示的左右方向)贯通的定子安装通道,电机100在工作时,第一励磁定子部13和第二励磁定子部14作为电机100的定子均相对于电机100的壳体静止不动。

[0053] 进一步地,第一励磁转子部23和第二励磁转子部24分别大致形成沿电机100的周向延伸的环形,第一励磁转子部23和第二励磁转子部24的中部分别具有沿电机100的轴向贯通的转子安装通道,第一励磁转子部23设在第一励磁定子部13的定子安装通道内且第一励磁转子部23的外侧壁与第一励磁定子部13的内壁面间隔开布置,第二励磁转子部24设在第二励磁定子部14的定子安装通道内且第二励磁转子部24的外侧壁与第二励磁定子部14的内壁面间隔开布置。

[0054] 磁阻转子部30设在第一励磁定子部13和第二励磁定子部14之间且磁阻转子部30设在第一励磁转子部23和第二励磁转子部24之间,磁阻转子部30与第一励磁定子部13和第一励磁转子部23在电机100的轴向上间隔开布置以形成气隙,且磁阻转子部30与第二励磁定子部14和第二励磁转子部24在电机100的轴向上间隔开布置以形成气隙,输出轴40穿过第一励磁转子部23和第二励磁转子部24的转子安装通道且输出轴40与磁阻转子部30固定相连,使其作为电机100的转子,在电机100工作时,相对于电机100的壳体运动。

[0055] 因此,通过将第一励磁转子部23沿电机100的径向与第一励磁定子部13间隔设置,并将第二励磁转子部24沿电机100的径向与第二励磁定子部14间隔设置,可以大幅减小电机100的轴向长度,并将第一励磁定子部13和第一励磁转子部23、以及第二励磁定子部14和第二励磁转子部24分别布置在磁阻转子部30的同一侧,使上述二者分别位于气隙的同一侧且不互相干涉,有利于提高电机100的转矩和功率密度。

[0056] 切换机构50在第一位置和第二位置之间互动,并可选择地与励磁定子部、励磁转子部、磁阻转子部30中的两个相连使与其相连的两个部件相对静止,从而选取励磁转子部作为电机100的转子或者定子。

[0057] 由此,根据本实用新型实施例的电机100,通过将第一励磁定子部13和第一励磁转子部23与第二励磁定子部14和第二励磁转子部24分别设在磁阻转子部30的两侧,没有不平衡磁拉力的影响。而且,通过设置切换机构50,可以实现电机100的多种状态的切换,电机100在不同状态下的等效转子极对数和工作电频率差异显著,在不改变电机100的绕组12连接前提下、拓宽了电机100的转速工作范围。

[0058] 当电机100工作在低速大转矩区间时,采用等效极对数较高的运行状态,输出转矩大;当电机100工作在高速运行区间时,采用等效极对数较小的运行状态,在无需进行弱磁控制的状态下自然满足高速工作需求,且因为工作频率降低,效率大幅提升。因此,该电机100的最佳效率区间可以在低速大转矩区间和高速低转矩区间之间切换,而不仅仅局限于传统电机所在的“转矩-转速曲线”拐点附近的高效率运行,实现电机100的全工作范围高效率运行,十分适用于负载频繁变化的场合,如电动汽车、洗衣机、风力发电等。

[0059] 再者,该电机100的转矩密度远高于常规永磁电机100,在相同电机100体积的前提下、可以输出更大的转矩和功率。因此,该电机100具有高转矩密度的特点,同时能够通过不同运行状态的切换使得电机100在不同负载工况下始终工作在高效率区间,适用于负载工况经常变化的应用场合。

[0060] 其中,如图3-图5所示,第一励磁定子部13和第一励磁转子部23与第二励磁定子部1414和第二励磁转子部24关于磁阻转子部镜像对称,励磁定子部和励磁转子部对称地分布在磁阻转子部的两侧,可以进一步保证没有不平衡磁拉力的影响。

[0061] 切换机构50在第一状态和第二状态之间可切换,输出轴40与磁阻转子部30固定连接,此时输出轴40与磁阻转子部30之间没有相对运动,切换机构50处于第一状态时固定励磁定子部与励磁转子部的相对位置,磁阻转子部30充当转子带动输出轴40旋转。

[0062] 具体地,如图1和图3所示,当切换机构50位于第一位置时,即处于第一状态,此时切换机构50分别与励磁定子部的第一励磁定子部13和第二励磁定子部14与励磁转子部的第一励磁转子部23和第二励磁转子部24相连,使二者的位置相对固定,即在此状态下、电机100工作时,励磁定子部的第一励磁定子部13和第二励磁定子部14与励磁转子部的第一励磁转子部23和第二励磁转子部24作为电机100的两个定子,而磁阻转子部30作为电机100的转子,输出轴40的两端穿过励磁转子部的第一励磁转子部23和第二励磁转子部24的转子安装通道且与励磁转子部的第一励磁转子部23和第二励磁转子部24间隔开,输出轴40的中部与磁阻转子部30固定连接以输出转矩。

[0063] 切换机构50可以为电磁式或机械式,其作用在于切换电机旋转部件的组成形式于三种运行状态之间,进而改变励磁转子部、磁阻转子部30的在电机100运行过程中处于可旋转状态或者固定的状态。具体而言,第一运行状态下,励磁定子部和励磁转子部固定不动,充当定子,磁阻转子部30为旋转部件并与输出轴40相连,充当转子,第一运行状态下电机100的等效转子极数为 p_r ,电机100的工作电频率为 ω_{npr} ,所述 ω_n 为电机转轴的机械转速。第二运行状态下,励磁定子部固定不动,充当定子,励磁转子部和磁阻转子部30相连作为转动部件,一同与转轴旋转,充当转子,第二运行状态下电机的等效转子极数为 p_s ,电机100的工作电频率为 ω_{nps} 。第三运行状态下,励磁定子部和磁阻转子部30固定不动,充当定子,励磁转子部为旋转部件并与输出轴40相连,充当转子第三运行状态下电机的等效转子极数为 p_f ,电机100的工作电频率为 ω_{npf} 。以上三种运行状态之间的等效转子极对数,和相同转轴转速下的工作电频率之比均为 $p_s:p_r:p_f$ 。

[0064] 当电机转轴转速,即输出机械转速相同时,以上所述三种运行状态之间的等效转子极对数和工作电频率之比为 $p_s:p_r:p_f$,进而可以通过切换电机100的不同运行状态实现变极运行。

[0065] 在实际实施时,电机100可以包含以上所述三种运行状态中的任意两种或者全部

三种。

[0066] 因此,通过设置切换机构50,可以实现电机100的多种状态的切换,电机100在不同状态下的等效转子极对数和工作电频率差异显著,在不改变电机100绕组的12连接前提下、拓宽了电机100的转速工作范围。

[0067] 进一步地,切换机构50处于第二状态时固定励磁转子部与磁阻转子部30的相对位置,磁阻转子部30和励磁转子部充当转子带动输出轴40旋转。

[0068] 参照图1和图5,当切换机构50位于第二位置时,即处于第二状态,此时切换机构50分别与励磁转子部的第一励磁转子部23和第二励磁转子部24以及磁阻转子部30相连,使二者的位置相对固定,即在此状态下、电机100工作时,励磁定子部的第一励磁定子部13和第二励磁定子部14作为电机100的定子,而励磁转子部的第一励磁转子部23和第二励磁转子部24与磁阻转子部30作为电机100的两个转子,输出轴40的两端穿过励磁转子部的第一励磁转子部23和第二励磁转子部24的转子安装通道且与励磁转子部的第一励磁转子部23和第二励磁转子部24相连,输出轴40的中部与磁阻转子部30固定连接以输出转矩。由此,通过设置切换机构50,可以实现电机100的多种状态的切换,电机100在两种状态下的等效转子极对数和工作电频率差异显著,在不改变电机100的绕组12连接前提下、拓宽了电机100的转速工作范围。

[0069] 在本实用新型的一些具体实施例中,如图1-图6所示,切换机构50包括励磁定子固定环51、励磁转子固定环52、磁阻转子固定环53和同步器54。具体而言,励磁定子固定环51与励磁定子部的相对位置固定,励磁转子固定环52与励磁转子部的相对位置固定,磁阻转子固定环53与磁阻转子部30的相对位置固定,切换机构50处于第一状态时,同步器54分别与励磁定子固定环51和励磁转子固定环52配合,切换机构50处于第二状态时,同步器54分别与励磁转子固定环52和磁阻转子固定环53配合。

[0070] 也就是说,励磁定子固定环51与励磁定子部固定相连,电机100在工作时,由于励磁定子部作为电机100的定子、相对于电机100的壳体静止不动,因此励磁定子固定环51也相对于电机100的壳体静止不动。励磁转子固定环52与励磁转子部固定相连以随励磁转子部一起运动。

[0071] 进一步地,磁阻转子固定环53与磁阻转子部30固定相连,电机100在工作时,由于磁阻转子部30作为电机100的转子、相对于电机100的壳体运动,因此磁阻转子固定环53随着磁阻转子部30一起运动。同步器54通过可选地固定励磁定子固定环51、励磁转子固定环52、磁阻转子固定环53中的两个的相对位置以选取励磁转子部和磁阻转子部30中的至少一个充当可相对励磁定子部旋转的转子,输出轴40由该转子驱动旋转。

[0072] 由此,通过在励磁定子部上设置励磁定子固定环51,在励磁转子部设置励磁转子固定环52,在磁阻转子部30上设置磁阻转子固定环53,以便于与同步器54配合,从而实现电机100的两种工作状态的切换,同步器54作为切换机构50中的活动件,可以固定励磁定子固定环51、励磁转子固定环52、磁阻转子固定环53中的两个的相对位置,从而保证状态切换的连续性和可靠性。

[0073] 可选地,励磁定子固定环51与励磁定子部固定连接,励磁转子固定环52与励磁转子部固定连接,磁阻转子固定环53与输出轴40固定连接。此时励磁定子固定环51与励磁定子部之间没有相对运动,励磁转子固定环52与励磁转子部之间没有相对运动,磁阻转子固

定环53与输出轴40之间没有相对运动。例如,励磁定子固定环51与励磁定子部之间、励磁转子固定环52与励磁转子部之间、磁阻转子固定环53与输出轴40之间可以分别通过齿轮传动结构、链传动结构或者带传动结构等实现位置的相对固定,从而利于实现切换机构50的两种状态的切换,进而实现电机100的两种工作状态的切换。

[0074] 优选地,同步器54、励磁定子固定环51、励磁转子固定环52和磁阻转子固定环53上分别设有卡齿,切换机构50处于第一状态时,同步器54上的卡齿分别与励磁定子固定环51上的卡齿和励磁转子固定环52上的卡齿啮合,切换机构50处于第二状态时,同步器54上的卡齿分别与励磁转子固定环52上的卡齿和磁阻转子固定环53上的卡齿啮合。

[0075] 具体地,如图1所示,励磁定子固定环51的一端与励磁定子部固定连接,励磁定子固定环51的另一端设有卡齿,励磁转子固定环52固设在励磁转子部上且励磁转子部的端部也设有卡齿,并且励磁定子固定环51上的卡齿与励磁转子固定环52上的卡齿在电机100的轴向上对齐,输出轴40与磁阻转子部30固定相连,输出轴40的外侧壁设有磁阻转子固定环53,且磁阻转子固定环53的朝向励磁转子固定环52的一侧也设有卡齿,同步器54设在励磁转子固定环52与磁阻转子固定环53之间,且同步器54的朝向励磁转子固定环52与磁阻转子固定环53的两侧分别设有与励磁定子固定环51上的卡齿、励磁转子固定环52上的卡齿以及磁阻转子固定环53上的卡齿配合的卡齿。

[0076] 并且,励磁定子固定环51上的卡齿与励磁转子固定环52上的卡齿在电机100的轴向上平齐,励磁转子固定环52上的卡齿与磁阻转子固定环53上的卡齿在电机100的径向上、正对布置,励磁定子固定环51上的卡齿与磁阻转子固定环53上的卡齿在电机100的径向上错开布置。

[0077] 如图3和图4所示,在此状态下,同步器54上的卡齿分别与励磁定子固定环51上的卡齿和励磁转子固定环52上的卡齿啮合,使励磁定子固定环51和励磁转子固定环52的位置相对固定,即使励磁定子部、励磁转子部的位置相对固定,此时励磁定子部、励磁转子部均作为电机100的定子,而磁阻转子部30作为电机100的转子。

[0078] 如图5和图6所示,在此状态下,同步器54上的卡齿分别与励磁转子固定环52上的卡齿和磁阻转子固定环53上的卡齿啮合,使励磁转子固定环52和磁阻转子固定环53的位置相对固定,即使输出轴40、磁阻转子部30、励磁转子部的位置相对固定,此时励磁定子部均作为电机100的定子,而磁阻转子部30、励磁转子部作为电机100的转子。

[0079] 当电机100工作在低速大转矩区间时,采用等效极对数较高的运行状态,输出转矩大;当电机100工作在高速运行区间时,采用等效极对数较小的运行状态,在无需进行弱磁控制的状态下自然满足高速工作要求,且因为工作频率降低,效率大幅提升。因此,该电机100的最佳效率区间可以在低速大转矩区间和高速低转矩区间之间切换,而不仅仅局限于传统电机所在的“转矩-转速曲线”拐点附近的高效率运行,实现电机100的全工作范围高效率运行,十分适用于负载频繁变化的场合,如电动汽车、洗衣机、风力发电等。

[0080] 有利地,同步器54上的卡齿分布在同步器54的外周面和内周面上,励磁定子固定环51上的卡齿分布在励磁定子固定环51的内周面上,励磁转子固定环52上的卡齿分布在励磁转子固定环52的内周面上,磁阻转子固定环53上的卡齿分布在磁阻转子固定环53的外周面上。

[0081] 换言之,同步器54、励磁定子固定环51、励磁转子固定环52和磁阻转子固定环53分

别形成沿电机100的周向延伸的环形结构,且四个环形结构同轴布置,其中,磁阻转子固定环53外套在电机100的输出轴40上且与输出轴40固定相连,磁阻转子固定环53的外侧壁设有沿其周向布置的多个卡齿,励磁转子固定环52外套在磁阻转子固定环53上且励磁转子固定环52的内侧壁与磁阻转子固定环53的外侧壁间隔开布置。

[0082] 同步器54套设在电机100的输出轴40上且位于励磁转子固定环52和磁阻转子固定环53之间,其中同步器54的外侧壁设有沿其周向布置且与励磁转子固定环52的卡齿配合的多个卡齿,同步器54的内侧壁设有沿其周向布置且与磁阻转子固定环53上的卡齿配合的多个卡齿;励磁定子固定环51的内侧壁设有沿其周向布置的多个卡齿且位于励磁转子固定环52的一侧(如图3所示的右侧)。

[0083] 具体地,如图1和图3所示,当切换机构50位于第一位置时,即处于第一状态,此时切换机构50分别与励磁定子部与励磁转子部相连,使二者的位置相对固定,即在此状态下、电机100工作时,励磁定子部与励磁转子部作为电机100的两个定子,而磁阻转子部30作为电机100的转子,输出轴40的两端穿过励磁转子部的第一励磁转子部23和第二励磁转子部24的转子安装通道且与励磁转子部间隔开,输出轴40的中部与磁阻转子部30固定连接以输出转矩。由此,通过设置切换机构50,可以实现电机100的多种状态的切换,电机100在不同状态下的等效转子极对数和工作电频率差异显著,在不改变电机100的绕组12连接前提下、实拓宽了电机100的转速工作范围。

[0084] 当电机100工作在低速大转矩区间时,采用等效极对数较高的运行状态,输出转矩大;当电机100工作在高速运行区间时,采用等效极对数较小的运行状态,在无需进行弱磁控制的状态下自然满足高速工作需求,且因为工作频率降低,效率大幅提升。因此,该电机100的最佳效率区间可以在低速大转矩区间和高速低转矩区间之间切换,而不仅仅局限于传统电机所在的“转矩-转速曲线”拐点附近的高效率运行,实现电机100的全工作范围高效率运行,十分适用于负载频繁变化的场合,如电动汽车、洗衣机、风力发电等。

[0085] 其中,输出轴40的两端分别构成轴伸端,切换机构50为两个,且两个切换机构50分别邻近输出轴40的两个轴伸端设置。这样方便切换机构50的磁阻转子固定环53与输出轴40固定连接,从而实现磁阻转子固定环53与磁阻转子部30的固定连接,进而实现切换机构50将磁阻转子部30和励磁转子部的第一励磁转子部23和第二励磁转子部24的位置固定的目的,使电机100可以在两个工作状态之间切换,操作方便。

[0086] 可选地,磁阻转子部30沿电机100的轴向与第一励磁定子部13、第二励磁定子部14、第一励磁转子部23和第二励磁转子部24相对设置。如图3和图5所示,第一励磁定子部13和第一励磁转子部23设在磁阻转子部30的一侧(例如,图3和图5中的右侧),第二励磁定子部14和第二励磁转子部24设在磁阻转子部30的另一侧(例如,图3和图5中的左侧),且磁阻转子部30与第一励磁定子部13和第一励磁转子部23、第二励磁定子部14和第二励磁转子部24在左右方向上均正对布置。由此,将磁阻转子部30在电机100的轴向上、与第一励磁定子部13、第二励磁定子部14、第一励磁转子部23和第二励磁转子部24相对布置,使电机100的结构更加紧凑,提升转矩密度。

[0087] 第一励磁转子部23沿电机100的径向与第一励磁定子部13相对设置,第二励磁转子部24沿电机100的径向与第二励磁定子部14相对设置。参照图3和图5,第一励磁定子部13套设在第一励磁转子部23的外侧,且第一励磁定子部13的位于其轴向的中心横截面与第一

励磁转子部23的位于其轴向的中心横截面重合,同样地,第二励磁定子部14套设在第二励磁转子部24的外侧,且第二励磁定子部14的位于其轴向的中心横截面与第二励磁转子部24的位于其轴向的中心横截面重合。

[0088] 由此,将磁阻转子部30沿电机100的轴向与第一励磁定子部13、第二励磁定子部14、第一励磁转子部23和第二励磁转子部24相对设置,有利于减小电机100的轴向长度,且二者之间的气隙使第一励磁定子部13与第一励磁转子部23之间、第二励磁定子部14与第二励磁转子部24之间互不干涉,有利于提高电机100的转矩和功率密度,从而提升电机100的性能。

[0089] 优选地,第一励磁定子部13的中心轴线、第二励磁定子部14的中心轴线、第一励磁转子部23的中心轴线、第二励磁转子部24的中心轴线、磁阻转子部30的中心轴线和输出轴40的中心轴线彼此重合。换言之,第一励磁定子部13和第二励磁定子部14可以分别形成沿电机100的轴向延伸的环形结构,第一励磁转子部23和第二励磁转子部24可以分别形成沿电机100的轴向延伸的环形结构,磁阻转子部30形成沿电机100的轴向延伸的环形结构,其中,第一励磁定子部13外套在第一励磁转子部23的外侧且第一励磁定子部13的中心轴线与第一励磁转子部23的中心轴线重合,第二励磁定子部14外套在第二励磁转子部24的外侧且第二励磁定子部14的中心轴线与第二励磁转子部24的中心轴线重合,磁阻转子部30设在第一励磁定子部13和第二励磁定子部14之间,且与第一励磁定子部13和第二励磁定子部14沿电机100的轴向(如图3所示的左右方向)间隔开布置,第一励磁定子部13和第二励磁定子部14的中心轴线与磁阻转子部30的中心轴线重合。该种形式的电机100的结构简单、紧凑,利用磁阻效应产生转矩,具有高转矩密度的特点。

[0090] 其中,根据本实用新型的一个实施例,第一励磁定子部13和第二励磁定子部14分别包括绕组铁芯11和绕组12,绕组12绕制在绕组铁芯11上。与相关技术中的电机相比,结构更加简单、紧凑。

[0091] 可选地,绕组铁芯11包括基板111和多个齿块112,多个齿块112设在基板111的朝向磁阻转子部30的表面上且沿电机100的周向等间距设置,绕组12绕制在多个齿块112上。

[0092] 参照图1和图2,绕组铁芯11主要由基板111和多个齿块112组成,其中,绕组铁芯11的基板111形成环形板件,例如圆环形板件,基板111的中部形成沿其厚度方向贯通的定子安装通道,多个齿块112沿基板111的周向间隔开布置,且设在基板111的同一侧表面(如图1所示的左侧表面)上,在多个齿块112的周向上、相邻两个齿块112之间限定出齿槽,即齿槽的数量与齿块112的数量相等,第一励磁定子部13和第二励磁定子部14的绕组12的线圈分别绕制在对应的多个齿块112上,从而形成第一励磁定子部13和第二励磁定子部14。该绕组铁芯11的结构简单,加工、制造容易,且绕组12在绕制时更加方便,容易实现,有利于提高电机100的生产效率。

[0093] 优选地,多个齿块112沿电机100的周向均匀分布在基板111上。换言之,多个齿块112沿电机100的周向均匀、间隔开布置,每个齿块112的中心线沿电机100的径向延伸,且齿块112的中心线为对称轴线,相邻两个齿块112的中心线的圆心角相等,即相邻两个齿槽的中心线的圆心角相等。

[0094] 由此,由于齿块112作为绕组12的线圈的支撑结构,将多个齿块112沿电机100的周向均匀布置在基板111上,加工、制造容易,有利于实现绕组12的线圈的均匀布置,从而使励

磁定子部产生的磁场更加均匀,提升电机100的性能。

[0095] 有利地,多个齿块112和基板111一体成型,一体成型的结构不仅成型简单、方便,使结构更加紧凑、稳定,而且可以省去多余的连接件,减少部件数量,从而降低生产成本,再者,还有利于提高电机100的生产效率。

[0096] 其中,根据本实用新型的一个实施例,第一励磁转子部23和第二励磁转子部24分别包括永磁铁芯21和多个永磁体22,多个永磁体22设在永磁铁芯21的朝向磁阻转子部30的表面上且沿电机100的周向等间距设置。

[0097] 也就是说,第一励磁转子部23和第二励磁转子部24分别主要由永磁铁芯21和多个永磁体22组成,永磁铁芯21形成沿电机100的周向延伸的环形板件,永磁铁芯21的中部具有沿电机100的轴向延伸的转子安装通道,输出轴40穿过转子安装通道与磁阻转子部30或者励磁转子部固定连接以输出转矩,多个永磁体22沿永磁铁芯21的周向间隔开布置,且位于永磁铁芯21的同一侧表面上。该励磁转子部的结构简单,永磁铁芯21和多个永磁体22组装方便,第一励磁转子部23和第一励磁定子部13布置在磁阻转子部30的同一侧,使二者位于气隙的同一侧且不互相干涉,且第二励磁转子部24和第二励磁定子部14布置在磁阻转子部30的同一侧,使二者位于气隙的同一侧且不互相干涉,有利于提高电机100的转矩和功率密度。

[0098] 优选地,多个永磁体22沿电机100的周向均匀分布在永磁铁芯21上。换言之,多个永磁体22沿电机100的周向均匀、间隔开布置,每个永磁体22的中心线沿电机100的径向延伸,且永磁体22的中心线为对称轴线,相邻两个永磁体22的中心线的圆心角相等,可以保证励磁转子部产生均匀的磁场,从而提升电机100的性能。

[0099] 进一步地,磁阻转子部30包括非导磁固定板31和多个导磁磁阻块32,非导磁固定板31上形成有沿电机100的周向等间距设置且沿电机100的轴向贯通的多个安装孔311,多个导磁磁阻块32分别设在多个安装孔311内。

[0100] 具体地,如图1所示,磁阻转子部30主要由非导磁固定板31和多个导磁磁阻块32组成,非导磁固定板31形成沿电机100的径向延伸的板件,例如圆形板件,多个导磁磁阻块32沿非导磁固定板31的周向间隔开布置,每个导磁磁阻块32沿电机100的径向延伸,该磁阻转子部30的结构简单、紧凑,利用磁阻效应产生转矩,具有高转矩密度的特点,从而提升电机100的性能。

[0101] 可选地,多个导磁磁阻块32沿电机100的周向均匀分布在非导磁固定板31上。也就是说,多个导磁磁阻块32沿电机100的周向均匀、间隔开布置,每个导磁磁阻块32的中心线沿电机100的径向延伸,且每个导磁磁阻块32的中心线为对称轴线,相邻两个导磁磁阻块32的中心线的圆心角相等,有利于产生均匀的磁场,从而提高电机100的性能,提升电机100的品质。

[0102] 有利地,根据本实用新型的一个实施例,导磁磁阻块32沿电机100的轴向与第一励磁定子部13和第一励磁转子部23在电机100的径向上的间隙相对设置,且导磁磁阻块32沿电机100的轴向与第二励磁定子部14和第二励磁转子部24在电机100的径向上的间隙相对设置。

[0103] 参照图3和图5,电机100主要由励磁定子部、励磁转子部、磁阻转子部30和输出轴40组成,其中,第一励磁定子部13和第二励磁定子部14分别包括绕组铁芯11和绕组12,绕组

铁芯11包括基板111、多个齿块112,基板111形成沿电机100的径向延伸的环形板件,多个齿块112设在基板111的朝向磁阻转子部30的表面上且沿电机100的周向间隔排列,绕组12绕制在多个齿块112上;第一励磁转子部23和第二励磁转子部24分别包括永磁铁芯21和多个永磁体22,永磁铁芯21形成沿电机100的径向延伸的环形结构,且永磁铁芯21设在绕组铁芯11的基板111的内侧,多个永磁体22设在永磁铁芯21的朝向磁阻转子部30的表面上且沿电机100的周向间隔设置。

[0104] 进一步地,磁阻转子部30包括非导磁固定板31和多个导磁磁阻块32,非导磁固定板31形成沿电机100的径向延伸的圆形板件,非导磁固定板31上形成有沿电机100的轴向贯通的多个安装孔311,多个安装孔311沿电机100的周向间隔排布,多个导磁磁阻块32分别安装在多个安装孔311内,多个导磁磁阻块32的两侧表面分别与第一励磁定子部13、第一励磁转子部23、和第二励磁定子部14、第二励磁转子部24间隔开且正对布置。

[0105] 由此,将磁阻转子部30沿电机100的轴向与第一励磁定子部13和第一励磁转子部23、以及第二励磁定子部14和第二励磁转子部24分别相对设置,没有不平衡磁拉力的影响,有利于减小电机100的轴向长度,且二者之间的气隙使励磁定子部与励磁转子部之间互不干涉,有利于提高电机100的转矩和功率密度,从而提升电机100的性能。

[0106] 此外,根据本实用新型的一个实施例,励磁定子部由交流电流驱动且产生的旋转磁场的极对数为 p_s ,励磁转子部产生的励磁磁场的极对数为 p_f ,导磁磁阻块32的数量为 p_r ,其中, $p_r = |p_s \pm p_f|$ 。

[0107] 例如,本实施例中齿块112的个数为12,绕组12为三相对称绕组,当注入三相对称电流时产生旋转磁场极对数为 $p_s = 4$ 。第一励磁转子部23和第二励磁转子部24分别由永磁铁芯21和永磁体22构成,永磁铁芯21由高磁导率材料构成,永磁体22采用轴向充磁,沿圆周均匀地安装在励磁转子部的永磁铁芯21上,并极性交替布置,与绕组12处于轴向同侧,产生极对数 $p_f = 6$ 的永磁磁场,第一励磁转子部23与第一励磁定子部13共轴线,并在电机100的径向上、处于内侧,两者保持相近的轴向位置,第二励磁转子部24与第二励磁定子部14同理,在此不再赘述。磁阻转子部30由高磁导率材料构成的导磁磁阻块32和非导磁材料构成的非导磁固定板31构成,多个导磁磁阻块32沿圆周均匀的安装在非导磁固定板31上,与励磁定子部和励磁转子部间隔固定的气隙相对,导磁磁阻块32的数量为 $p_r = 10$,满足优选公式,磁阻转子部30与输出轴40直接相连接。

[0108] 这里需要说明的是,第一励磁定子部13和第二励磁定子部14的绕组铁芯11、第一励磁转子部23和第二励磁转子部24的永磁铁芯21、磁阻转子部30的导磁磁阻块32所用高导磁材料可由包含但不限于硅钢片、钴钢片、坡莫合金、SMC等高导磁材料构成,非导磁固定板31的相邻两个安装孔311之间为磁阻间隔块,磁阻间隔块所用非导磁材料可由包含但不限于空气、塑料、高分子聚合物、非导磁金属等构成,磁阻间隔块与导磁磁阻块32交替间隔布置;以上所述第一励磁转子部23和第二励磁转子部24的永磁体22可由包含但不限于钕铁硼、铁氧体、铝镍钴、钕钴等永磁材料构成;第一励磁定子部13和第二励磁定子部14的绕组12可以为单相或多相绕组,可以为分数槽或整数槽绕组;第一励磁转子部23和第二励磁转子部24的永磁体22安放形式可以为内置式或表贴式,可由单层或多层永磁体22构成,永磁体22的充磁方向可以为平行、径向、逆径向等;切换机构50可以为电磁式或机械式。

[0109] 该电机100具备高转矩密度特点,转子极数和运行频率可受控转化,且电机100的

绕组12在极数变化的过程中无需任何改变,该电机100充分结合了变极电机100高效率运行区间大范围调整的特点,具备高转矩、高功率密度的特点是,适用于从家用电器、电动汽车、风力发电等广泛应用场合。

[0110] 下面结合具体实施例对根据本实用新型实施例的电机100进行详细描述。

[0111] 如图1、图2和图3所示,本实用新型实施例的电机100由三个主要部分构成,即励磁定子部、励磁转子部、磁阻转子部30,励磁定子部的第一励磁定子部13和第二励磁定子部14分别由高导磁材料构成的绕组铁芯11和绕制在其上的绕组12构成,绕组铁芯11由高磁导率材料构成的基板111和其上均匀分布的齿块112构成,本实施例中齿块112的个数为12,绕组12为三相对称绕组,当注入三相对称电流时产生旋转磁场极对数为 $p_s=4$ 。励磁转子部的第一励磁转子部23和第二励磁转子部24分别由永磁铁芯21和永磁体22构成,永磁铁芯21由高磁导率材料构成,永磁体22采用轴向充磁,沿圆周均匀地安装在励磁转子部的永磁铁芯21上,并极性交替布置,与绕组12处于轴向同侧,产生极对数 $p_r=6$ 的永磁磁场,第一励磁转子部23与第一励磁定子部13共轴线,并处于径向内侧,两者保持相近的轴向位置,第二励磁转子部24与第二励磁定子部14共轴线,并处于径向内侧,两者保持相近的轴向位置。磁阻转子部30由高磁导率材料构成的导磁磁阻块32和非导磁材料构成的非导磁固定板31构成,多个导磁磁阻块32沿圆周均匀地安装在非导磁固定板31上,与第一励磁定子部13和第一励磁转子部23间隔固定的气隙相对,且与第二励磁转子部24与第二励磁定子部14间隔固定的气隙相对,导磁磁阻块32的数量为 $p_r=10$,满足优选公式,磁阻转子部30与输出轴40直接相连接。

[0112] 在本实施例中,切换机构50为两个,且两个切换机构50分别位于输出轴40的两个轴伸侧,每个切换机构50包括磁阻转子固定环53、同步器54、励磁定子固定环51、励磁转子固定环52。磁阻转子固定环53为径向外侧有卡齿的齿圈,与输出轴40直接相连接,同步器54为径向内侧和外侧均有卡齿的齿圈,励磁定子固定环51和励磁转子固定环52为径向内侧有卡齿的齿圈,且分别固定在绕组铁芯11和永磁铁芯21上。

[0113] 图3和图4为本实施例的电机100在第一运行状态下的示意图,同步器54移动到图示位置,啮合励磁定子固定环51和励磁转子固定环52,在此状态下,励磁转子部和励磁定子部固定不旋转,磁阻转子部30带动输出轴40旋转,电机100的等效运行极对数为 $p_r=10$,电机100在600rpm下的运行频率为100Hz。

[0114] 图5和图6为本实施例的电机100在第二运行状态下的示意图,同步器54移动到图示位置,啮合磁阻转子固定环53和励磁转子固定环52,在此状态下,励磁定子部固定不旋转,励磁转子部和磁阻转子部30相对保持固定,同步驱动输出轴40旋转,电机100的等效运行极对数为 $p_s=4$,电机100在600rpm下的运行频率为仅40Hz。且本实施例的电机100在第一、第二运行状态下的等效极对数和运行频率的比值为5:2。

[0115] 因此,该电机100具备高转矩密度特点,转子极数和运行频率可受控转化,且电机100的绕组12在极数变化的过程中无需任何改变,该电机100充分结合了变极电机的高效率运行区间大范围调整的特点,具备高转矩、高功率密度的特点是,适用于从家用电器、电动汽车、风力发电等广泛应用场合。

[0116] 根据本实用新型实施例的电机100,三种运行状态的等效转子极对数和工作电频率差异显著,实现了不改变电机绕组连接前提下的变极运行,拓宽了电机100的转速工作范

围。当电机100工作在低速大转矩区间时,采用等效极对数较高的运行状态,输出转矩大,当电机100工作在高速运行区间时,采用等效极对数较小的运行状态,在无需进行弱磁控制的状态下自然满足高速工作需求,且因为工作频率降低,效率大幅提升。

[0117] 而且,基于上述变极运行,电机100的最佳效率区间可以在低速大转矩区间和高速低转矩区间之间切换,而不仅仅局限于传统的电机所在的转矩-转速曲线拐点附近的高效率运行,实现电机100的全工作范围高效率运行,十分适用于负载频繁变化的场合,如电动汽车、洗衣机、风力发电等。

[0118] 另外,由于本实用新型的电机100的转矩密度远高于传统的永磁电机,进而可以在相同电机体积的前提下输出更大的转矩和功率。

[0119] 根据本实用新型实施例的电机100的其他构成以及操作对于本领域普通技术人员而言都是已知的,这里不再详细描述。

[0120] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示意性实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本实用新型的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0121] 尽管已经示出和描述了本实用新型的实施例,本领域的普通技术人员可以理解:在不脱离本实用新型的原理和宗旨的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本实用新型的范围由权利要求及其等同物限定。

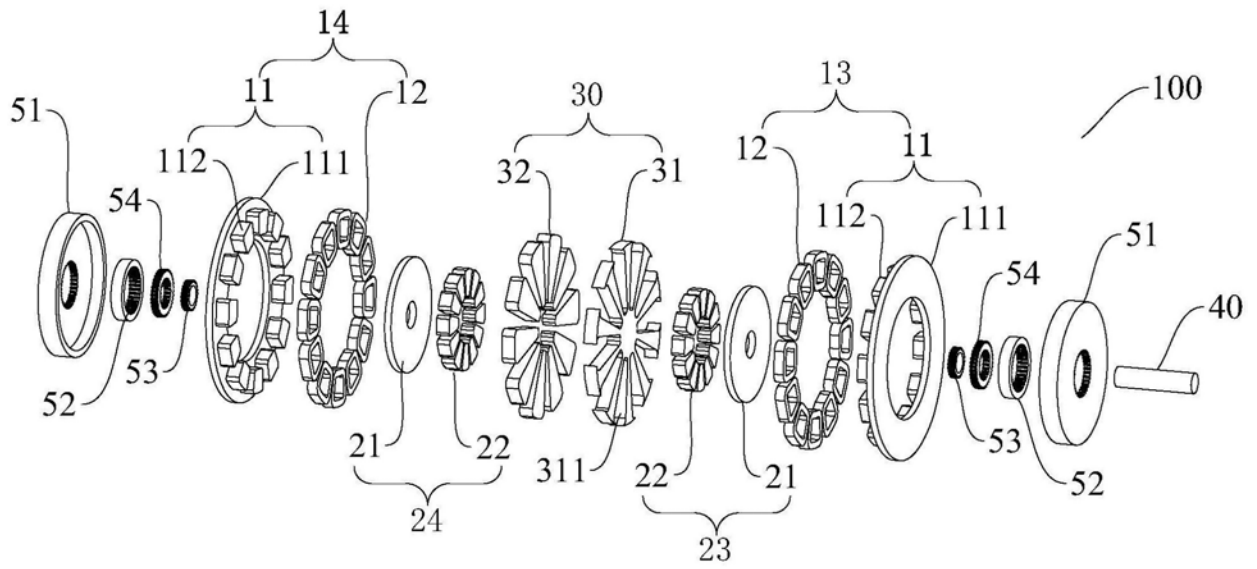


图1

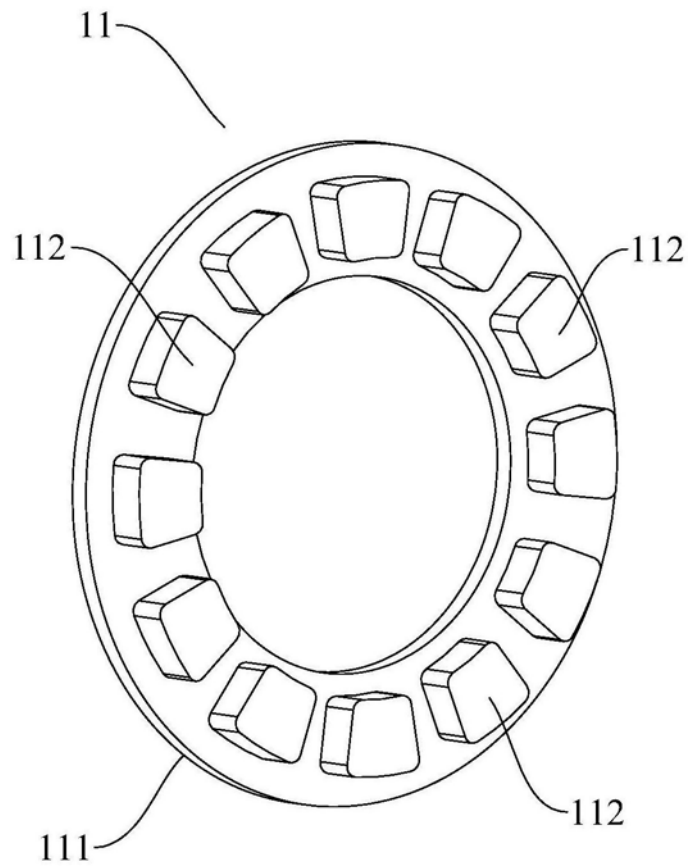


图2

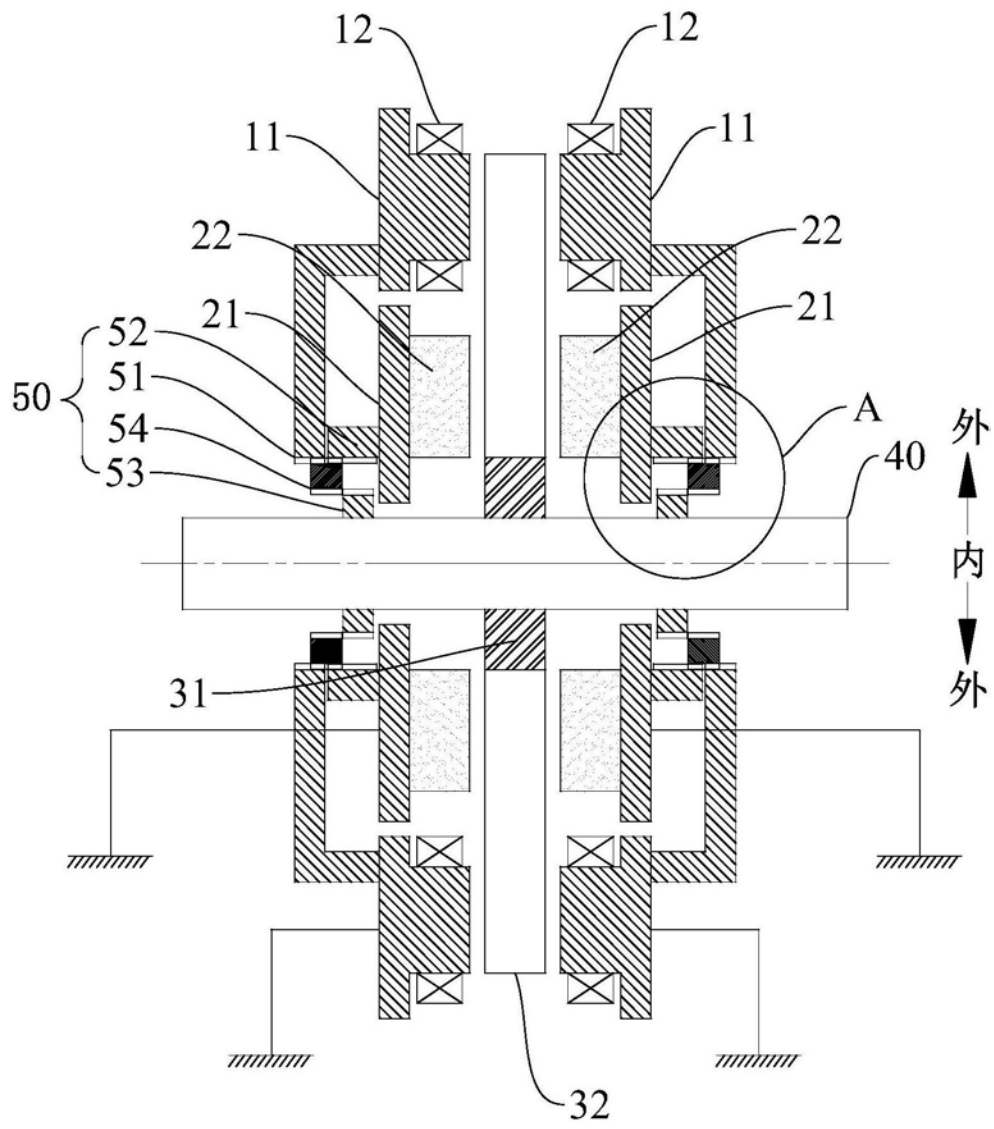


图3

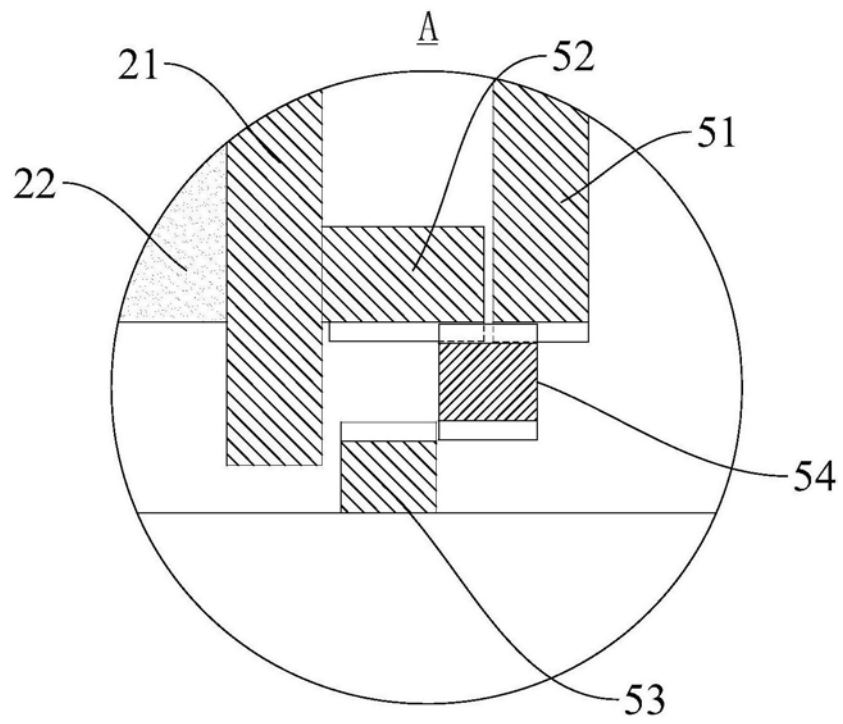


图4

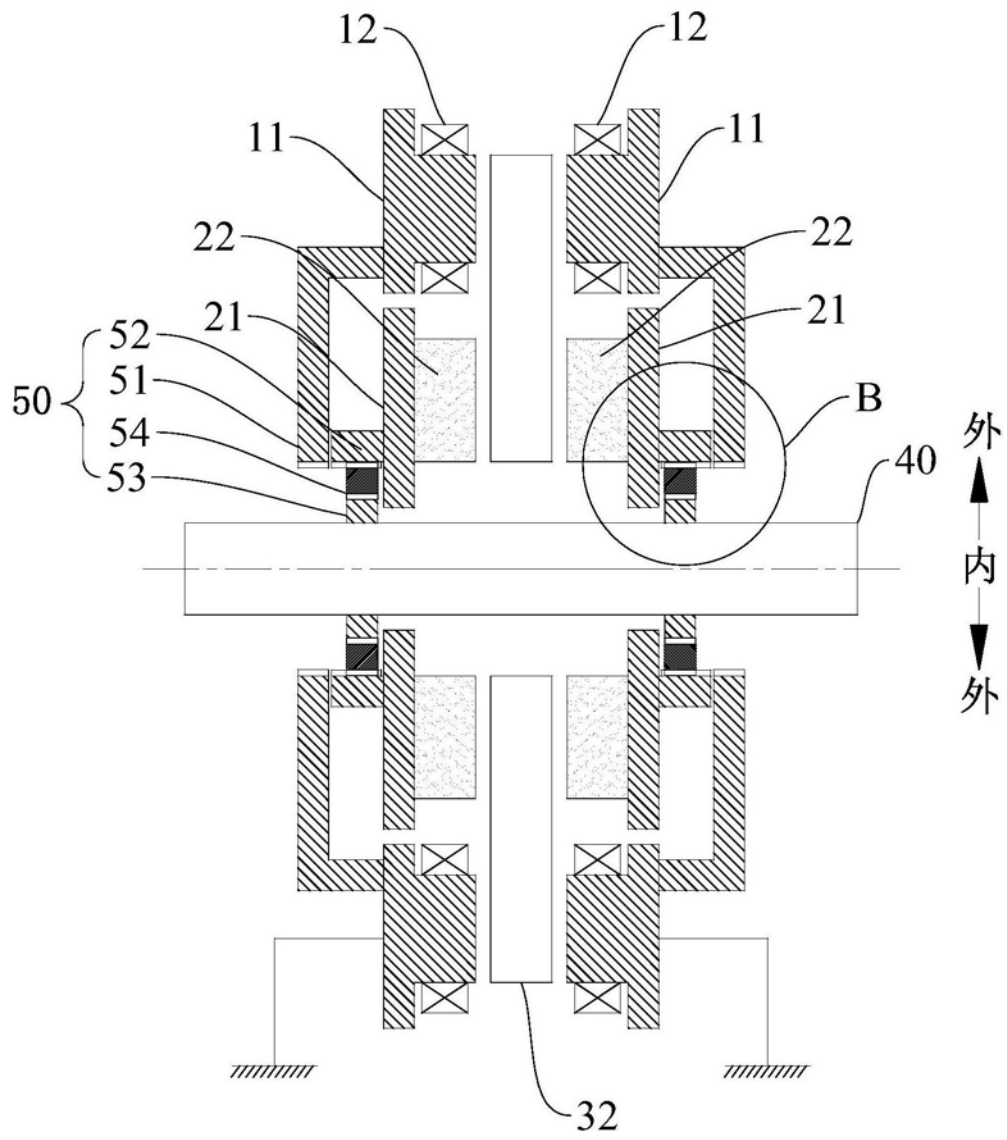


图5

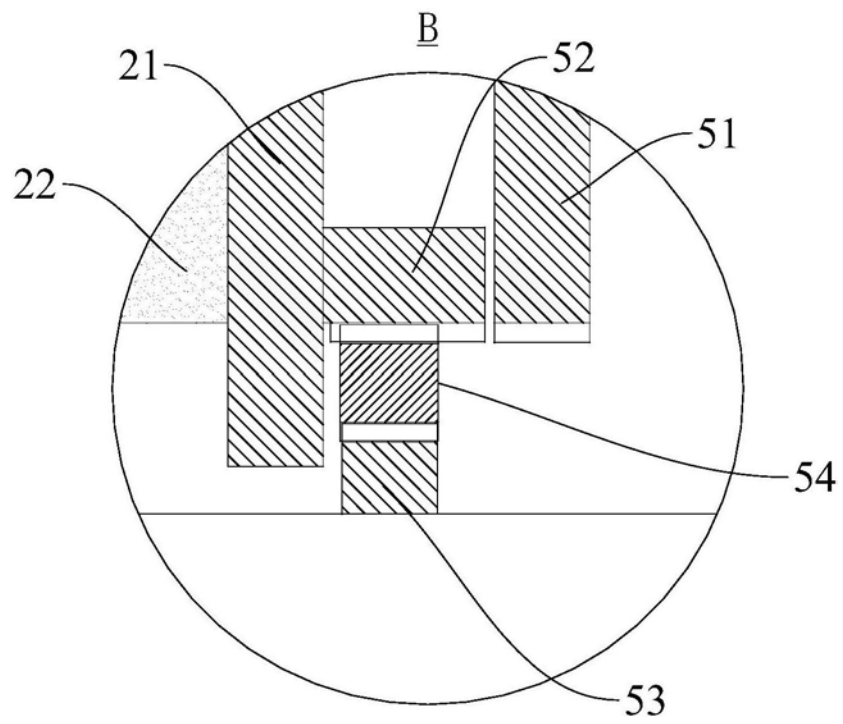


图6