



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107565717 B

(45)授权公告日 2020.05.19

(21)申请号 201710781208.5

H02K 1/27(2006.01)

(22)申请日 2017.09.01

审查员 何荣

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107565717 A

(43)申请公布日 2018.01.09

(73)专利权人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路
1037号

(72)发明人 曲荣海 李大伟 晏鹏 任翔

(74)专利代理机构 华中科技大学专利中心

42201

代理人 廖盈春 李智

(51)Int.Cl.

H02K 1/16(2006.01)

H02K 1/24(2006.01)

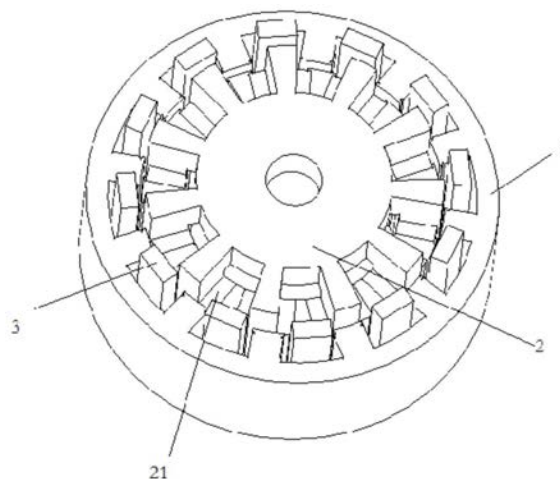
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种爪极游标永磁电机

(57)摘要

本发明公开了一种爪极游标永磁电机,包括定子以及爪极转子,爪极转子包括第一爪极、第二爪极以及爪指永磁体;第一爪极包括多个第一爪指和一个第一爪盘,每个第一爪指与第一爪盘连接,第二爪极包括多个第二爪指和一个第二爪盘,每个第二爪指均与第二爪盘连接,第二爪极位于两个相邻的第一爪指之间,一个爪指永磁体位于相邻的第一爪指和第二爪指之间,且爪指永磁体切向充磁;两个相邻的爪指永磁体充磁方向不同。通过第一爪盘使多个第一爪指相互连通,第二爪盘使多个第二爪指连通,使少极磁场中对着槽爪指的磁通导向同极性的对着齿的爪指,提升少极磁密。使电机的空载反电势有较大地提高,以此获得高的转矩密度和较高的功率因数;且结构简单。



1. 一种爪极游标永磁电机,其特征在于,包括:

定子,其内表面开有 Z 个开口槽,开口槽内设有极对数为 P_A 的绕组;以及

爪极转子,包括第一爪极、第二爪极以及 P_m 对爪指永磁体,且 $P_A = Z - P_m$;

所述第一爪极包括 P_m 个第一爪指和一个第一爪盘,每个所述第一爪指均与所述第一爪盘连接,所述第二爪极包括 P_m 个第二爪指和一个第二爪盘,每个所述第二爪指均与所述第二爪盘连接,

一个所述第二爪指位于两个相邻的所述第一爪指之间,一个所述爪指永磁体位于相邻的所述第一爪指和所述第二爪指之间,且所述 P_m 对爪指永磁体切向充磁;两个相邻的所述爪指永磁体充磁方向不同;

当定子上一个定子齿与爪极正对,磁通经过爪指永磁体、与爪指永磁体相邻的爪极进入定子齿;当定子上另一个定子槽与爪极正对,磁通经过爪指永磁体、与爪指永磁体相邻的爪极、爪盘进入其他与定子齿正对的爪极。

2. 如权利要求1所述的爪极游标永磁电机,其特征在于,通过所述第一爪盘使所述 P_m 个第一爪指相互连通,通过所述第二爪盘使所述 P_m 个第二爪指连通,进而使对着槽的爪指磁通通过爪盘导向同极性的对着齿的爪指,提升少极磁密。

3. 如权利要求1或2所述的爪极游标永磁电机,其特征在于,所述第一爪指呈条状,所述 P_m 个第一爪指呈圆周排列,且所述第一爪指与电机转轴平行。

4. 如权利要求3所述的爪极游标永磁电机,其特征在于,所述第一爪指靠近所述第一爪盘的宽度大于远离所述第一爪盘的宽度,所述第二爪指靠近所述第二爪盘的宽度大于远离所述第二爪盘的宽度。

5. 如权利要求1或2所述的爪极游标永磁电机,其特征在于,还包括爪盘永磁体,其位于第一爪盘和第二爪盘之间,且沿轴向充磁。

6. 如权利要求1或2所述的爪极游标永磁电机,其特征在于,采用多个沿圆周方向设有凸起的环形叠片制备所述第一爪极,所述环形叠片的凸起构成所述第一爪指,所述环形叠片的环形部分构成所述第一爪盘;

采用多个方形叠片制备所述第二爪指,采用多个环形叠片制备所述第二爪盘。

一种爪极游标永磁电机

技术领域

[0001] 本发明属于永磁电机技术领域,更具体地,涉及一种爪极游标永磁电机。

背景技术

[0002] 在应用电机传动的领域,尤其是转矩需求较大的应用场合下,大多会采用电机加齿轮箱变速的配合来满足所需要输出的转矩。而由于工业生产和应用中对电机的高效率、低噪声和高可靠性等要求,去除齿轮箱的低速大转矩直接驱动电机的需求日益增长,比如汽车用直驱轮毂电机,直驱式风力发电机,舰船驱动电机,油田钻井中使用的直驱式泥浆泵电机等,包括而不仅限于上述应用场合。

[0003] 表贴式永磁游标电机由于其结构简单和转矩密度高的特点成为低速大转矩直驱电机的常用拓扑。图1为表贴式游标电机正对齿和槽的磁通路径示意图;由于游标永磁电机采用磁场调制原理,其定子槽为开口槽,由于对着槽口的磁极产生的磁通会减小电机空载少极磁密的幅值,使空载反电势下降,传统的表贴式永磁游标电机功率因数低的问题十分严重。其有效气隙磁密比较有限,通常在1T以下,功率因数可能低至0.2~0.3,这将造成电机稳态运行电流过大,运行可靠性低,效率降低等问题。

[0004] 径向内置式永磁游标电机由于其聚磁式的励磁结构具有很强的励磁能力,且由于转子各极之间在磁路上无连接,所以电枢反应弱,功率因数高。然而,高极比时,径向内置式结构同时也大幅降低了空载下气隙少极磁密的幅值,导致游标电机转矩密度提高并不明显。

[0005] 为了提高游标电机的功率因数,同时保持高转矩密度,有学者提出了双定子聚磁式永磁游标电机,如专利文献CN103178668A公开了一种径向磁场双定子游标电机,其含有两个直径不同,齿数相同,齿槽位置相互错开半个槽距。圆环形转子位于两定子之间。该结构巧妙地利用了传统表贴式游标电机少极磁场中的反向磁通,大幅提高了游标电机的功率因数和功率密度。但是,由于该结构具有两个定子,两层气隙,制造和装配难度都比较大,导致成本增加。结构的复杂性也使电机运行的可靠性下降。

发明内容

[0006] 针对现有技术的以上缺陷或改进需求,本发明提供了一种爪极游标永磁电机,旨在解决现有的永磁游标电机采用双定子结构提高功率因素和功率密度导致游标电机结构复杂的技术问题。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供了一种爪极游标永磁电机,包括:

[0008] 定子,其内表面开有Z个开口槽,开口槽内设有极对数为 P_A 的绕组;以及

[0009] 爪极转子,包括第一爪极、第二爪极以及 P_m 对爪指永磁体,且 $P_A = Z - P_m$;

[0010] 第一爪极包括 P_m 个第一爪指和一个第一爪盘,每个第一爪指与第一爪盘连接,第二爪极结构同第一爪极结构相同;

[0011] 第二爪指位于两个相邻的第一爪指之间,一个爪指永磁体位于相邻的第一爪指和

第二爪指之间,且 P_m 对爪指永磁体切向充磁;两个相邻的爪指永磁体充磁方向不同。

[0012] 优选地,通过第一爪盘将 P_m 个第一爪指连通,通过第二爪盘将 P_m 个第二爪指连通,使对着槽的爪指磁通通过爪盘导向同极性的对着齿的爪指,提升少极磁密。

[0013] 优选地,第一爪指呈条状, P_m 个第一爪指呈圆周排列,且第一爪指与电机转轴平行;第一爪指和第二爪指均为在沿轴向上宽度不相等的条状结构。

[0014] 优选地,第一爪指靠近第一爪盘的宽度大于远离第一爪盘的宽度,第二爪指靠近第二爪盘的宽度大于远离第二爪盘的宽度。

[0015] 优选地,还包括爪盘永磁体,位于第一爪盘和第二爪盘之间,且沿轴向充磁。

[0016] 优选地,采用多个沿圆周方向设有凸起的环形叠片制备第一爪极,环形叠片的凸起构成第一爪指,环形叠片的环形部分构成第一爪盘;

[0017] 采用多个方形叠片制备第二爪指,采用多个环形叠片制备第二爪盘。

[0018] 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,能够取得下列有益效果:

[0019] 1、本发明提供的爪极游标永磁电机,第一爪盘与每个第一爪指连接,且两个相邻的爪指永磁体充磁方向不同,实现爪极转子上同一极性的磁极在磁路上有连接,而不同极性的磁极间磁路断开。当爪指永磁体正对定子齿槽时,爪盘将少极磁场中对着槽的爪指的反向磁通导向同极性的其它对着齿的爪指,减少定子U型槽对少极磁密的影响,少极磁密将有较大的提升,从而使电机的空载反电势有较大的提高,以此获得高的转矩密度和较高的功率因数。进一步地,该电机包含一个定子和一个永磁转子,电机仅含一层气隙,结构复杂度、制造难度均大大降低。

[0020] 2、通过让第一爪指靠近第一爪盘的宽度大于远离第一爪盘的宽度,提高第一爪指与第一爪盘的连接面积,降低磁通饱和,提升电机的转矩密度。

[0021] 3、通过在第一爪盘和第二爪盘之间设置爪盘永磁体,且爪盘永磁体为轴向充磁,在电机中增加了一条磁通回路磁通由爪指永磁体发出经过第一爪指、第一爪盘、爪盘永磁体、第二爪盘以及第二爪指进入爪指永磁体,增加磁密,提高转矩。

[0022] 4、采用叠片的方式制备第一爪极和第二爪极,便于生产制造。

附图说明

[0023] 图1为现有技术中表贴式游标电机的磁通路径示意图;

[0024] 图2是本发明提供的爪极游标永磁电机第一实施例的结构示意图;

[0025] 图3为本发明提供的第一实施例中第一爪极的结构示意图;

[0026] 图4为本发明提供的第一实施例中爪极转子的结构示意图;

[0027] 图5为本发明提供的第一实施例中磁通路径示意图;

[0028] 图6为本发明提供的爪极游标永磁电机第二实施例的结构示意图;

[0029] 图7为本发明提供的爪极游标永磁电机第三实施例的结构示意图。

具体实施方式

[0030] 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。

[0031] 图2是本发明提供的爪极游标永磁电机的结构示意图,如图2所示,本发明提供的爪极游标永磁电机包括定子和爪极转子2,定子包括定子铁芯1和绕组,定子铁芯1上开有Z个开口槽,形成Z个定子齿,槽内放有电枢绕组3,绕组极对数为 P_A 。爪极转子2包括第一爪极、第二爪极以及爪指永磁体21。

[0032] 图3为本发明提供的爪极转子中第一爪极的结构示意图。如图3所示,第一爪极包括 P_m 个第一爪指22和第一爪盘20,第一爪指22呈条状, P_m 个第一爪指呈圆周排列,且第一爪指与电机转轴平行,每个第一爪指与第一爪盘连接,且第一爪指靠近第一爪盘的宽度大于远离第一爪盘的宽度,提高第一爪指与第一爪盘的连接面积,降低磁通饱和,提升电机的转矩密度第二爪极的结构同第一爪极的结构相同。

[0033] 图4为本发明提供的爪极转子结构示意图。如图4所示,第一爪极的轴线同第二爪极的轴线重合,每个第二爪指位于两相邻的第一爪指之间,即第一爪指22和第二爪指24相互交错,爪指永磁体21位于两个相邻的第一爪指22和第二爪指24之间,两个相邻的爪指永磁体充磁方向不同,即爪指永磁体交替充磁。

[0034] 为了使得定子与爪极转子形成游标电机结构,绕组极对数 P_A 等于定子齿数Z与爪极转子极对数 P_m 之差 $Z-P_m$,定子与爪极转子之间相互作用可以产生稳定的电磁转矩 T_{em} ,该转矩的大小仅与电枢绕组中的电流有效值 I_A 和电流角 ψ_A 有关,且爪极转子转速 n 受电枢绕组内电流频率 f_A 控制,上述各量有如下关系:

$$[0035] \quad T_{em} = k I_A \cos(\psi_A)$$

$$[0036] \quad n = \frac{60 f_A}{P_A}$$

[0037] 式中, k 为仅与电机尺寸结构有关的常数。

[0038] 通过控制电枢绕组中的电流有效值 I_A 、电流角 ψ_A 和频率 f_A 即可控制电机的转速和输出转矩。

[0039] 图5为本发明提供的爪极游标永磁电机中磁通路径示意图,当定子1上一个定子齿与爪极正对,磁通经过爪指永磁体、与爪指永磁体相邻的爪极进入定子齿。当定子上另一个定子槽与爪极正对,此时,磁通并未经过爪指永磁体、与爪指永磁体相邻的爪极进入定子齿(该爪极未与定子齿正对,而是与定子槽正对)中,而是经过爪指永磁体、与爪指永磁体相邻的爪极、爪盘进入其他与定子齿正对的爪极,爪极游标电机的少极磁密将有较大的提升,从而使电机的空载反电势有较大的提高,以此获得高的转矩密度和较高的功率因数。

[0040] 图6为本发明提供的爪极游标永磁电机第二实施例的结构示意图,爪极转子除了包括第一爪极、第二爪极、爪指永磁体之外,还包括位于第一爪盘和第二爪盘之间的爪盘永磁体,爪盘永磁体充磁方向为沿轴向,通过在第一爪盘和第二爪盘之间放置爪盘永磁体,增加了电机磁路,由爪指永磁体发出的磁通经过第一爪指、气隙、定子、气隙再进入第二爪指回到爪指永磁体,或者通过第一爪指、第一爪盘、离齿更近的第一爪指、气隙、定子、气隙进入第二爪指回到爪指永磁体,除此之外,由爪指永磁体发出的磁通可以经过第一爪极、气隙、定子、第二爪极、爪盘永磁体、回到爪指永磁体,通过在轴中部加入磁钢增加磁密,提高电机转矩。

[0041] 图7为本发明提供的爪极游标永磁电机第三实施例的结构示意图其中,下爪极极采用导磁爪盘连接的叠片爪极,上爪极为有轭部连接的叠片构成,上爪为多个沿圆周方向设有凸起的环形叠片构成,环形叠片的凸起构成上爪极,环形叠片的环形部分构成爪盘;上爪中爪盘和爪极的高度相同。下爪极为多个下爪极叠片构成,下爪盘为多个下爪盘叠片构成,且下爪极高度同下爪盘高度不等。采用该实施例中结构,便于生产制造。

[0042] 本发明所述爪极游标永磁电机,其中包括一定子与一爪极转子,利用爪极转子的三维磁路结构有效抑制了游标电机少极磁场中产生的反向磁通,从而在实现高转矩密度的同时提高了传统游标电机难以提高的功率因数。该结构仅含一层气隙,结构复杂度、制造难度大大降低。可用于混合动力汽车、风力发电、船舶推进等多种技术领域。

[0043] 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。

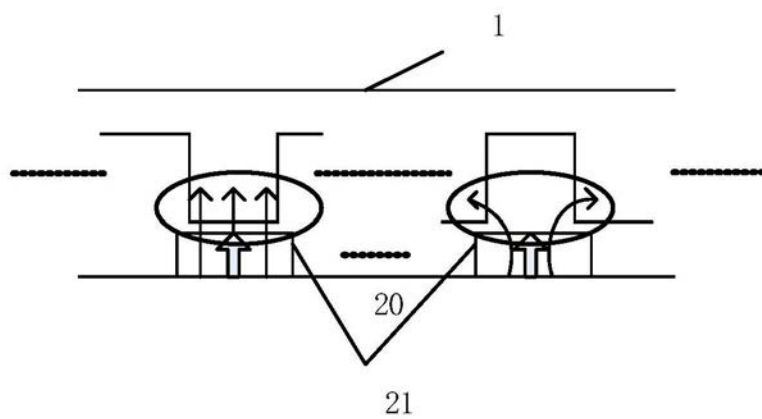


图1

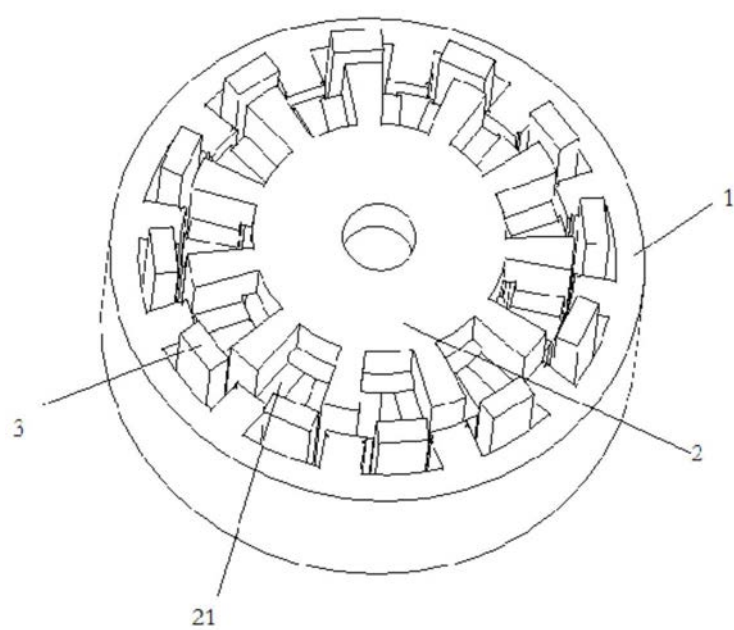


图2

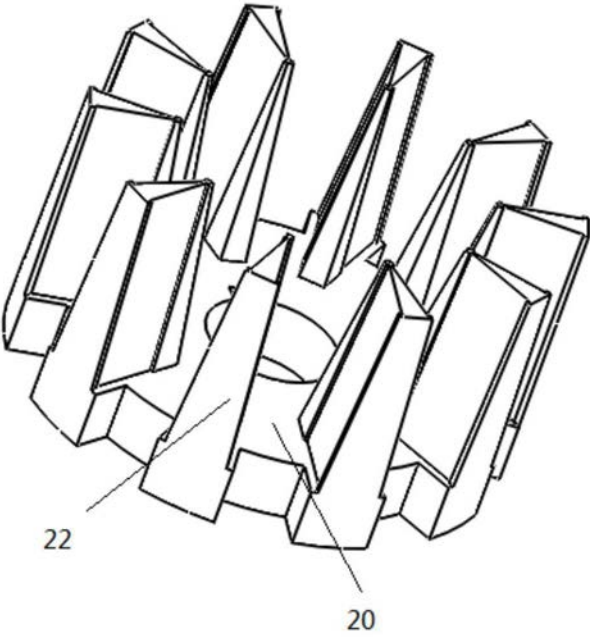


图3

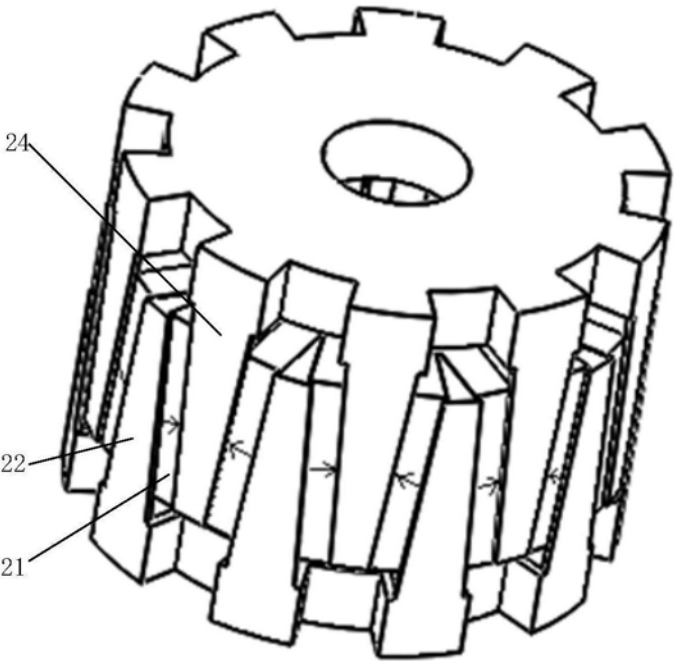


图4

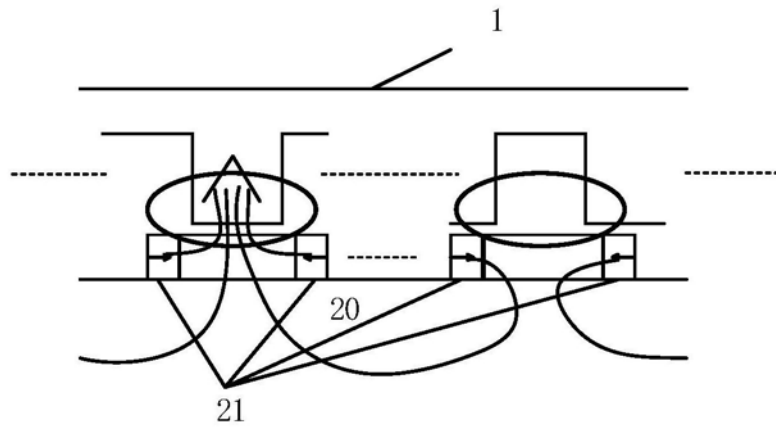


图5

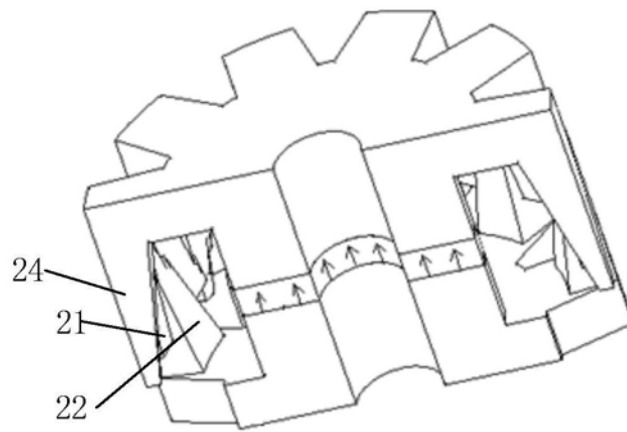


图6

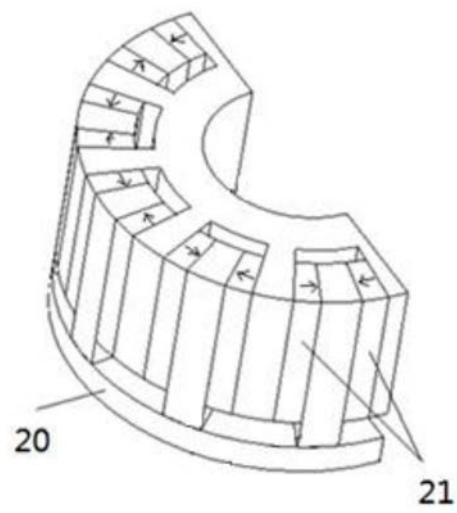


图7