



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110112844 A

(43)申请公布日 2019.08.09

(21)申请号 201910281739.7

H02K 29/03(2006.01)

(22)申请日 2019.04.09

(71)申请人 浙江大学

地址 310013 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72)发明人 吴立建 章憺 明广强 方攸同 黄晓艳

(74)专利代理机构 杭州天勤知识产权代理有限公司 33224

代理人 胡红娟

(51)Int.Cl.

H02K 1/14(2006.01)

H02K 1/17(2006.01)

H02K 9/00(2006.01)

H02K 1/20(2006.01)

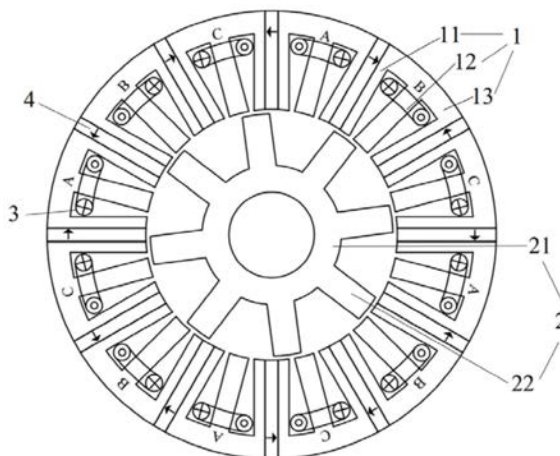
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

一种双凸极永磁电机

(57)摘要

一种双凸极永磁电机,包括凸机结构的定子和转子,所述定子包括定子铁心、永磁体和电枢绕组,所述转子由转子铁心构成,所述定子铁心由若干定子铁心块组合而成,每块定子铁心块包括定子轭以及设置在定子轭上的至少一个电枢齿,所述电枢绕组绕制在电枢齿上;所述永磁体嵌在相邻两块定子铁心块的定子轭之间,所述永磁体的径向长度大于定子轭的径向长度,永磁体径向的一端与所述定子轭的底部齐平。本发明通过减小导磁齿的径向长度或取消导磁齿,从而增加了有效定子槽面积,有利于增大电枢绕组导线的截面积,降低绕组电阻,增大允许通入电流,进而增大电机转矩密度。



1. 一种双凸极永磁电机,包括凸机结构的定子和转子,所述定子包括定子铁心、永磁体和电枢绕组,所述转子由转子铁心构成,其特征在于:

所述定子铁心由若干定子铁心块组合而成,每块定子铁心块包括定子轭以及设置在定子轭上的至少一个电枢齿,所述电枢绕组绕制在电枢齿上;所述永磁体嵌在相邻两块定子铁心块的定子轭之间,所述永磁体的径向长度大于定子轭的径向长度,永磁体径向的一端与所述定子轭的底部齐平。

2. 根据权利要求1所述的双凸极永磁电机,其特征在于,所述永磁体两侧设有散热装置。

3. 根据权利要求1所述的双凸极永磁电机,其特征在于,每块定子铁心块上的电枢齿数量 n 满足: $n=N_s/N_p$, $N_p=2k$,其中, N_s 为电枢齿的总数, N_p 为永磁体数, k,n 为正整数。

4. 根据权利要求1所述的双凸极永磁电机,其特征在于,每块定子铁心块的定子轭两端设有导磁齿,所述导磁齿的一侧与永磁体固连,所述永磁体的径向长度大于导磁齿与定子轭的径向长度之和。

5. 根据权利要求4所述的双凸极永磁电机,其特征在于,所述导磁齿的形状截面形状为矩形、三角形、梯形或者其组合形式。

6. 根据权利要求1所述的双凸极永磁电机,其特征在于,所述定子设在转子内部,或定子设在转子外部。

7. 根据权利要求1所述的双凸极永磁电机,其特征在于,该电机的机械结构为旋转、直线或者两者组合结构。

8. 根据权利要求1所述的双凸极永磁电机,其特征在于,所述定子的外轮廓为圆形或多边形。

9. 根据权利要求1所述的双凸极永磁电机,其特征在于,每个电枢齿的中心线与定子轭外包络线的交汇处设有散热装置。

一种双凸极永磁电机

技术领域

[0001] 本发明属于电机技术领域,尤其是涉及一种双凸极永磁电机。

背景技术

[0002] 双凸极永磁电机是一种将永磁体安装在定子轭上的定子型永磁电机。与转子型永磁电机相比,双凸极永磁电机具有效率高、功率密度大、可靠性高和结构简单等优点,因而得到电机工程界人士的广泛重视。

[0003] 然而,在电机尺寸固定的情况下,传统双凸极永磁电机的定子槽尺寸受永磁体尺寸制约,增大永磁体尺寸会导致定子槽面积减小,导致电机的转矩密度较低。在现有改进后的双凸极电机结构中,永磁体位于由导磁齿、定子轭和电枢齿构成的定子槽中,一端嵌于定子轭部,以缓解该问题;此外,为了减小漏磁,定子槽内永磁体两侧设有导磁齿,导磁齿径向长度与定子轭径向长度之和等于永磁体径向长度。

[0004] 如公开号为CN104283353A的中国专利文献公开了一种绕组互补型多相半齿绕磁通切换电机,包括:定子和转子,定子由定子铁心、永磁体和电枢线圈组成,定子铁心由一个电枢齿和两个导磁齿构成,电枢齿位于两个导磁齿之间构成“E”型铁心结构;相邻定子铁心之间嵌入永磁体,永磁体的径向长度为电机内外径之差,也等于导磁齿径向长度与定子轭径向长度之和;电枢线圈为集中绕组,设置在电枢齿上;转子为凸极结构,无永磁体,无线圈绕组。

[0005] 上述结构在一定程度上缓解了嵌入永磁体后定子槽面积减小的问题,但嵌有永磁体和导磁齿的定子槽面积依然较小,且永磁体两侧完全与导磁齿相连,散热困难。通过减小导磁齿径向长度,不但可以进一步增加定子槽面积,而且可增大永磁体散热面积;此外,短导磁齿可改善气隙磁导分布,减小转矩波动。

发明内容

[0006] 基于现有技术存在的不足,本发明提供了一种双凸极永磁电机,可以较好地解决由永磁体径向长度与导磁齿和定子轭径向长度之和相等而造成的有效定子槽面积减小、永磁体散热困难以及转矩波动大的问题。

[0007] 本发明的技术方案如下:

[0008] 一种双凸极永磁电机,包括凸极结构的定子和转子,所述定子包括定子铁心、永磁体和电枢绕组,所述转子由转子铁心构成,所述定子铁心由若干定子铁心块组合而成,每块定子铁心块包括定子轭以及设置在定子轭上的至少一个电枢齿,所述电枢绕组绕制在电枢齿上;所述永磁体嵌在相邻两块定子铁心块的定子轭之间,所述永磁体的径向长度大于定子轭的径向长度,永磁体径向的一端与所述定子轭的底部齐平。

[0009] 本发明去除了导磁齿,从而增加了有效定子槽面积,有利于增大电枢绕组导线的截面积,降低绕组电阻,增大允许通入电流,进而增大电机转矩密度。

[0010] 作为优选,所述永磁体两侧设有散热装置。电枢绕组内通入交流电产生铜耗,使绕

组发热,电枢绕组绕在定子齿上,永磁体与定子铁心相连,因此热量可通过定子铁心传到永磁体上,导致永磁体温度增高。在永磁体两侧的空间内放置散热装置,有利于增强永磁体的散热能力,提高电机所允许的损耗上限,有助于增大电流,提高电机的转矩密度。

[0011] 本发明中,每块定子铁心块上的电枢齿数量 n 满足: $n=N_s/N_p$, $N_p=2k$,其中, N_s 为电枢齿的总数, N_p 为永磁体数, k,n 为正整数。

[0012] 作为优选,每块定子铁心块的定子轭两端设有导磁齿,所述导磁齿的一侧与永磁体固连,所述永磁体的径向长度大于导磁齿与定子轭的径向长度之和。

[0013] 通过调整导磁齿径向长度,使永磁体径向长度大于导磁齿径向长度与定子轭径向长度之和。相比于现有同尺寸的双凸极电机,可以得到更大的有效定子槽面积,有利于增大电枢绕组导线的截面积,降低绕组电阻,增大允许通入的电流,进而增大电机转矩密度。

[0014] 所述永磁体两侧无导磁齿的空间内可放置散热装置,以增强永磁体的散热能力,提高电机所允许的损耗上限,有助于增大电流,提高电机的转矩密度。

[0015] 本发明中,所述导磁齿的形状为矩形、三角形、梯形、弧形或其组合形式。

[0016] 电机的机械结构可以为旋转、直线或二者的组合形式,所述定子和转子相配合成内转子结构或外转子结构,定子的外轮廓可以为圆形或多边形。

[0017] 作为优选,每个电枢齿的中心线与定子轭外包络线的交汇处设有散热装置。

[0018] 当交流电流经过电枢绕组时,电枢绕组产生铜耗,这些铜耗都转变为热能,使电机各部分的温度升高。短导磁齿结构可以避免大部分热量经由与电枢绕组直接相接触的导磁齿直接传递至永磁体,不致引起永磁体高温退磁。然而,电枢绕组的热能经由电枢齿及定子轭传递至永磁体根部,存在永磁体局部退磁风险。在各电枢齿中心线与定子轭外包络线交汇处加装散热装置,热量经由散热装置释放,进一步地减小了永磁体高温退磁风险,使电机的运行可靠性进一步提高。

[0019] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0020] 1、本发明切除导磁齿后变成无导磁齿双凸极永磁电机,可增加有效定子槽面积,从而使电枢绕组导线的截面积增大,增大允许通入的电流,使电机转矩密度增大;永磁体两侧可增设散热装置,提高电机散热能力。

[0021] 2、本发明通过调整导磁齿径向长度,使永磁体径向长度大于导磁齿径向长度与定子轭径向长度之和。相比于现有同尺寸的双凸极电机,可以得到更大的有效定子槽面积,有利于增大电枢绕组导线的截面积,降低绕组电阻,增大允许通入的电流,进而增大电机转矩密度;另一方面,电枢绕组内通入交流电产生铜耗,使绕组发热,电枢绕组绕在定子齿上,永磁体与定子铁心相连,因此热量可通过定子铁心传到永磁体上,导致永磁体温度增高,由于磁场交变,还会在与永磁体相邻的两块定子导磁齿中产生铁耗,产生的热量也会引起永磁体温升,在永磁体两侧无导磁齿的空间内放置散热装置,有利于增强永磁体的散热能力,提高电机所允许的损耗上限,有助于增大电流,提高电机的转矩密度。此外,短导磁齿还可以改善气隙磁导分布,减小转矩波动。

[0022] 3、在本发明结构中,通过在各电枢齿中心线与定子轭外包络线交汇处加装散热装置,进一步地减小了永磁体高温退磁风险。

附图说明

[0023] 图1为现有电机的结构示意图；

[0024] 图2为本发明实施例中设置短导磁齿且每块定子铁心块上电枢齿为1的电机结构示意图；

[0025] 图3为设置短导磁齿且每块定子铁心块上电枢齿为1的电机与现有电机的电磁转矩波形对比图；

[0026] 图4为本发明实施例中设置短导磁齿且每块定子铁心块上电枢齿为2的电机结构示意图；

[0027] 图5为本发明实施例中设置短导磁齿且每块定子铁心块上电枢齿为3的电机结构示意图；

[0028] 图6为本发明实施例中设置短导磁齿且每块定子铁心块上电枢齿为6的电机结构示意图；

[0029] 图7为本发明实施例中无导磁齿且每块定子铁心块上电枢齿为1的电机结构示意图；

[0030] 图8为本发明实施例中设置短导磁齿和散热装置且每块定子铁心块上电枢齿为1的电机结构示意图；

[0031] 图中：1为定子铁心块，2为转子铁心，3为电枢绕组，4为永磁体，5为散热装置，11为导磁齿，12为电枢齿，13为定子轭，14为转子轭，22为转子齿。

具体实施方式

[0032] 下面结合附图和实施例对本发明做进一步详细描述，需要指出的是，以下所述实施例旨在便于对本发明的理解，而对其不起任何限定作用。

[0033] 本实施例及附图只阐述了电机具有12个定子铁心块，8个转子铁心和12个永磁体的情况，但本发明也适用于其它满足本发明提出的双凸极永磁电机结构。

[0034] 如图1所示，为现有的双凸极电机结构，包括凸极结构的定子和转子，定子包括定子铁心、电枢绕组3和永磁体4，转子仅由转子铁心2构成，转子铁心2包括转子轭21和转子齿22。定子铁心和转子铁心2配合形成内转子结构。定子铁心被永磁体4分割成若干定子铁心块1，定子铁心1由导磁齿11、电枢齿12和定子轭13构成；电枢绕组3绕制在电枢齿12上，永磁体4夹在相邻两块定子铁心1之间，一端嵌于定子轭部，另一端均匀分布在定子的内圆上，沿定子圆周切向充磁，充磁方向沿圆周切向交替变化；永磁体4切向两侧分别与导磁齿11相连，永磁体4径向长度等于导磁齿11径向长度与定子轭13径向长度之和。

[0035] 如图2所示，本发明提出的设置短导磁齿的双凸极永磁电机，每块定子铁心块1的两端为导磁齿11，中间为电枢齿12，电枢齿12的齿身不弯曲，电枢绕组3仅绕制在电枢齿12上，永磁体4嵌于相邻两块定子铁心1之间，一端嵌于定子轭部，另一端均匀分布在定子的内圆上，沿定子圆周切向充磁，充磁方向沿圆周切向交替变化，永磁体4切向两侧分别与导磁齿11相连，永磁体4径向长度大于导磁齿11径向长度与定子轭13径向长度之和。

[0036] 与现有双凸极电机相比，在本发明电机中，通过减小导磁齿径向长度，增加了电机有效定子槽面积，有利于增大电枢绕组导线的截面积，降低绕组电阻，增大允许通入的电流，进而增大电机转矩密度。

[0037] 电枢绕组内通入交流电产生铜耗,使绕组发热,电枢绕组绕在定子齿上,永磁体与定子铁心相连,因此热量可通过定子铁心传到永磁体上,导致永磁体温度增高;此外,与永磁体相邻的两块定子导磁齿因处于交变磁场而产生铁耗,产生的热量也会引起永磁体温升;在永磁体两侧无导磁齿的空间内放置散热装置,有利于增强永磁体的散热能力,提高电机所允许的损耗上限,有助于增大电流,提高电机的转矩密度。

[0038] 如图3所示,选择无散热装置同尺寸的本发明短导磁齿电机与现有电机进行对比测试,在相同铜耗情况下得到稳态电磁转矩波形对比图,可以看出,本发明电机的稳态转矩平均值大于现有电机,平均转矩比现有电机大14.6%;转矩脉动小于现有电机,转矩脉动比现有电机小83%。

[0039] 每块定子铁心块上的电枢齿数 n 受电枢齿总数和永磁体数关系约束,电枢齿总数 N_s 为12,当永磁体数 N_p 选为6时,每块定子铁心块上的电枢齿数 n 为2,如图4所示;当永磁体数 N_p 选为4时,每块定子铁心块上的电枢齿数 n 为3,如图5所示;当永磁体数 N_p 选为2时,每块定子铁心上的电枢齿数 n 为6,如图6所示。

[0040] 如图7所示,为省去了导磁齿的双凸极永磁电机,定子铁心块1仅包括定子轭13和电枢齿12,被永磁体4分割成多块,每块定子铁心块1可以有1、2、3或6个电枢齿12,电枢齿12的齿身不弯曲,电枢绕组3绕制在电枢齿12上;永磁体4嵌于相邻两块定子铁心块1之间,永磁体4切向两侧分别与定子轭13相连,永磁体4径向长度大于定子轭13径向长度。

[0041] 如图8所示,在各电枢齿12中心线与定子轭13外包络线交汇处加装散热装置5,本实施例中,散热装置5为水冷管道,通过水冷管道中的水流带走热量,达到散热目的。热量经由散热装置5释放,进一步地减小了永磁体高温退磁风险,使电机的运行可靠性进一步提高。

[0042] 以上所述的实施例对本发明的技术方案和有益效果进行了详细说明,应理解的是以上所述仅为本发明的具体实施例,并不用于限制本发明,凡在本发明的原则范围内所做的任何修改、补充和等同替换,均应包含在本发明的保护范围之内。

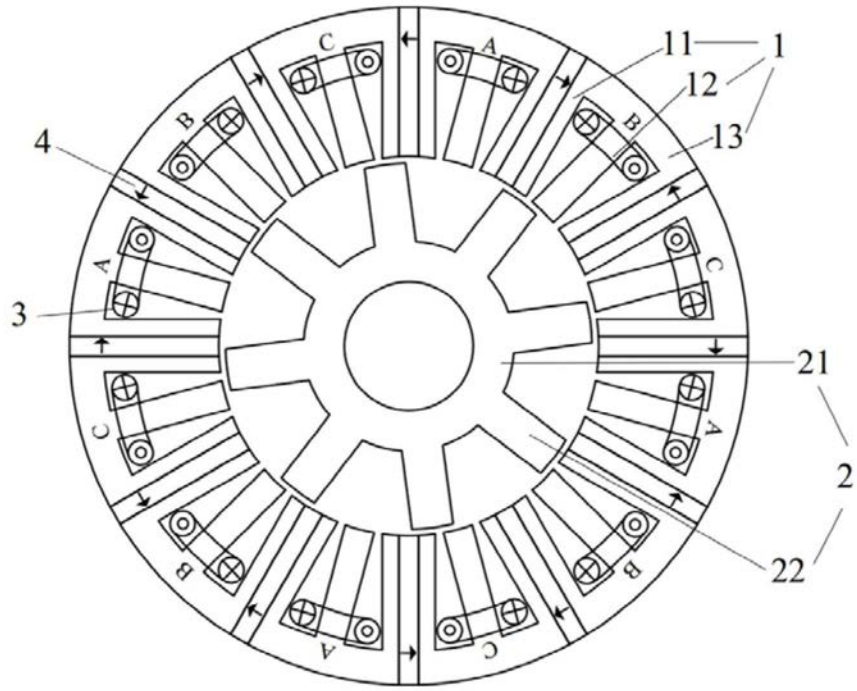


图1

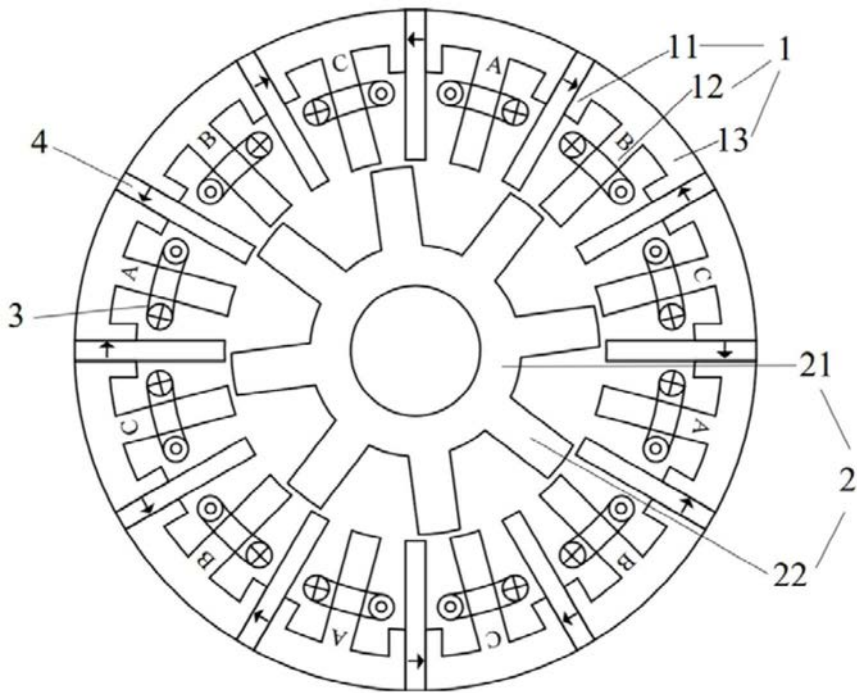


图2

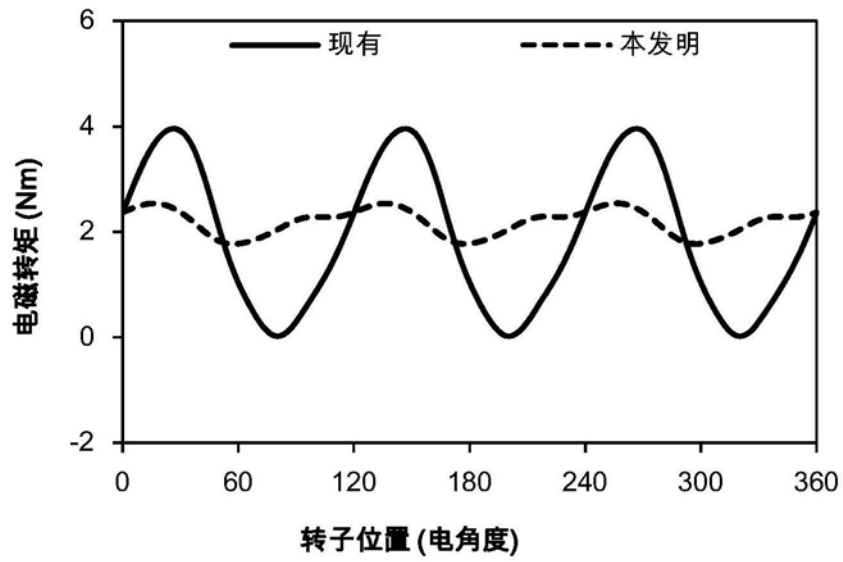


图3

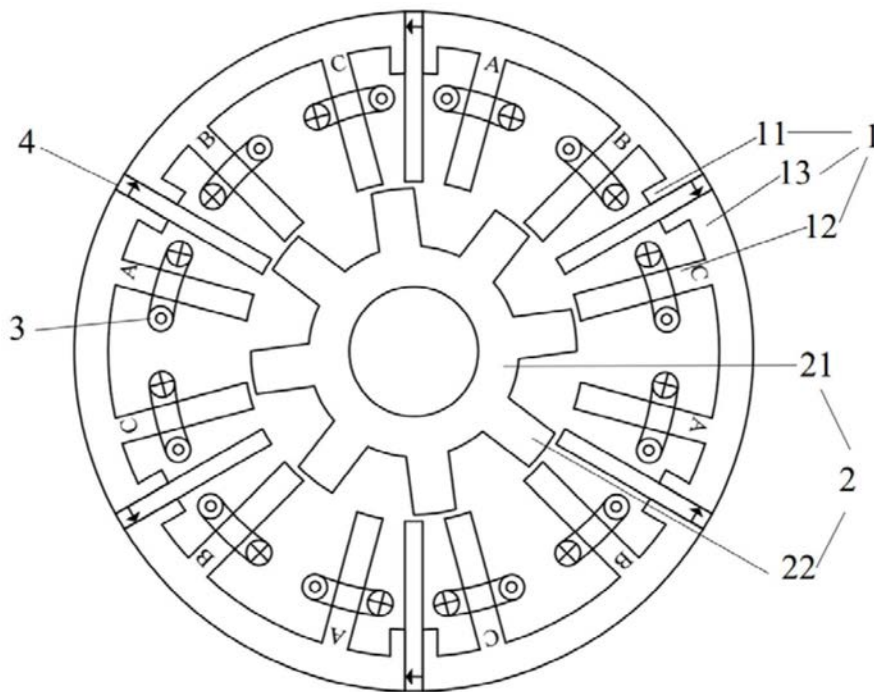


图4

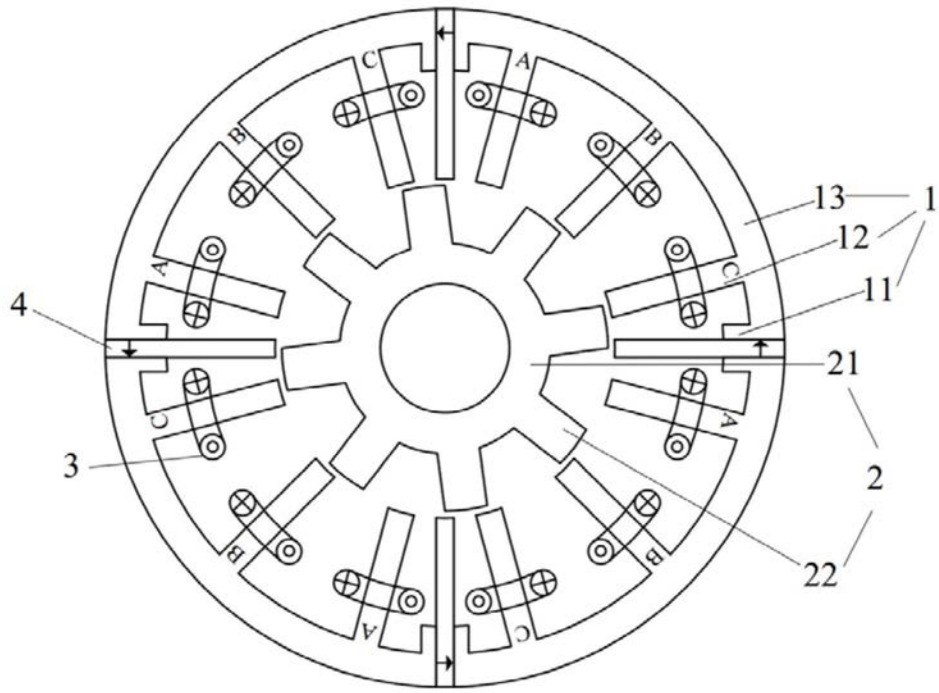


图5

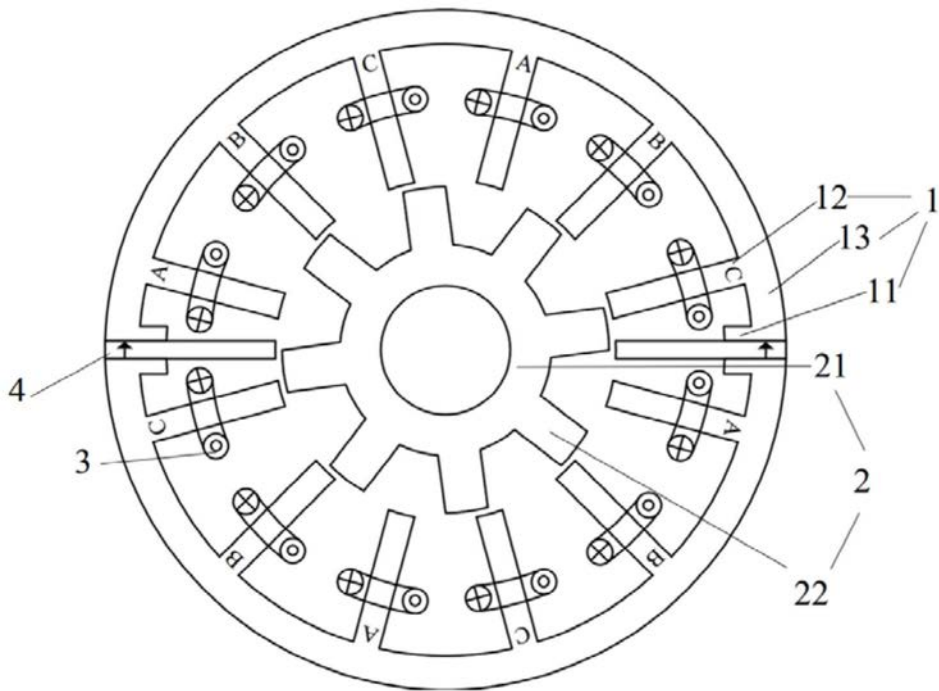


图6

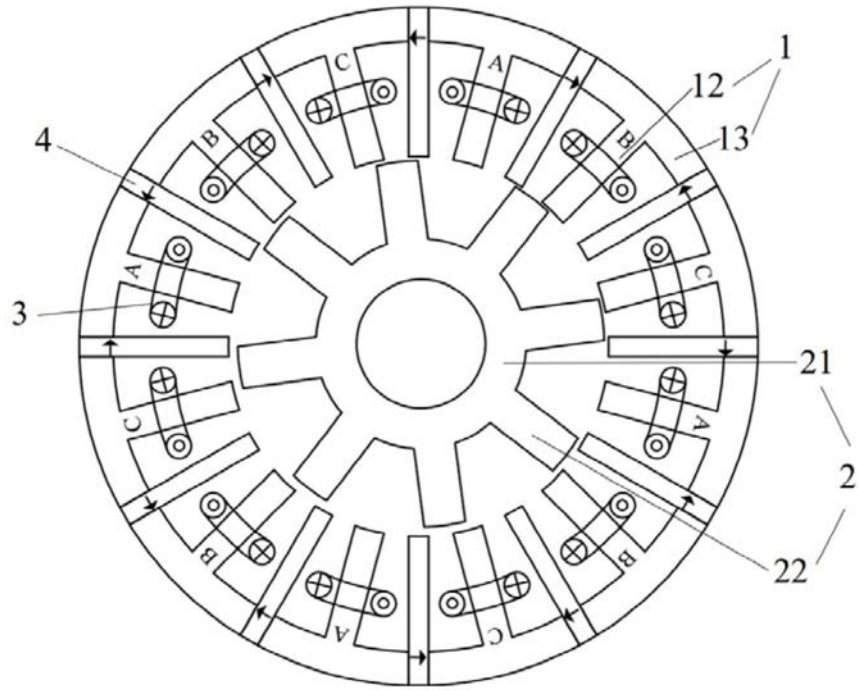


图7

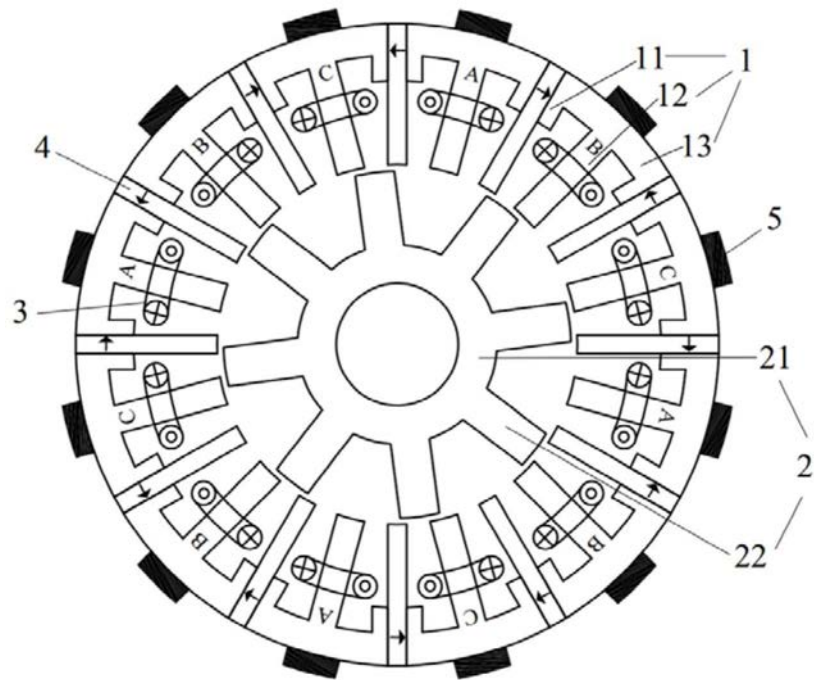


图8