

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2022 年 12 月 1 日 (01.12.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/246700 A1

- (51) 国际专利分类号:
H02K 1/16 (2006.01) *H02K 1/14* (2006.01)
H02K 3/28 (2006.01) *H02K 1/20* (2006.01)
H02K 21/16 (2006.01) *H02K 1/27* (2022.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/096120
- (22) 国际申请日: 2021 年 5 月 26 日 (26.05.2021)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202110564419.X 2021 年 5 月 24 日 (24.05.2021) CN
- (71) 申请人: 东南大学 (SOUTHEAST UNIVERSITY)
[CN/CN]; 中国江苏省南京市玄武区四牌楼 2 号, Jiangsu 210096 (CN)。
- (72) 发明人: 章恒亮 (ZHANG, Hengliang); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼 2 号, Jiangsu 210096 (CN)。王宇辰 (WANG, Yuchen); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼 2 号, Jiangsu 210096 (CN)。

花为 (HUA, Wei); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼 2 号, Jiangsu 210096 (CN)。

- (74) 代理人: 北京同辉知识产权代理有限公司 (普通合伙) (BEIJING TONGHUI INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY (GENERAL PARTNERSHIP)); 中国安徽省合肥市高新区皖水路 128 号中试产业园 1 号楼 4 层, Anhui 230031 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(54) Title: MODULAR MOTOR HAVING INTER-PHASE MAGNETIC ISOLATION CAPABILITY

(54) 发明名称: 具有相间隔磁能力的模块化电机

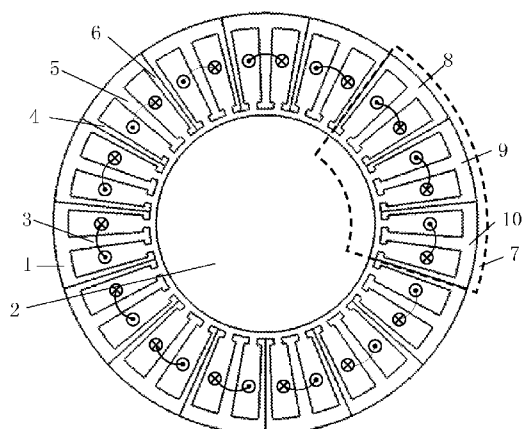


图 1

(57) Abstract: The present invention relates to the technical field of power generation, power transformation, or power distribution. Disclosed is a modular motor having an inter-phase magnetic isolation capability. The motor comprises a plurality of stator modules and a rotor. The plurality of stator modules are closely attached in sequence to form a complete stator; optionally, the plurality of stator modules are circumferentially and evenly distributed, and the stator modules are fixed by means of external connecting members. Each stator module comprises three stator teeth and an armature winding intensively wound on the middle stator tooth. Magnetic flux generated by the armature winding only passes through the stator module where the armature winding is located and does not pass through the other stator modules, thereby implementing the magnetic isolation and physical isolation between different stator modules. From any stator module, a plurality of continuous stator modules are located in a same independent sector, and all the stator modules and the rotor in the sector form a unit multi-phase motor. The present invention realizes physical isolation and magnetic isolation between different windings of a motor, improves the electromagnetic performance and operation reliability of a motor, and reduces processing cost of a motor.



(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 本发明公开具有相间隔磁能力的模块化电机, 属于发电、变电或配电的技术领域。该电机包括若干个定子模块和一个转子。若干个定子模块依次紧贴构成一个完整的定子; 可选地, 若干个定子模块沿圆周均匀分布, 定子模块间通过外部连接件固定。定子模块包括三个定子齿和集中缠绕在中间定子齿上的电枢绕组。电枢绕组产生的磁通只经过其所在的定子模块, 不经过其他定子模块, 实现了不同定子模块之间的磁隔离和物理隔离。从任意定子模块起, 连续的若干个定子模块位于同一个独立扇区, 扇区内的所有定子模块和转子构成单元多相电机。本发明实现了电机不同绕组之间的物理隔离和磁隔离, 提高了电机的电磁性能和运行可靠性, 降低了电机的加工成本。

具有相间隔磁能力的模块化电机

技术领域

本发明涉及电机驱动技术，具体涉及具有相间隔磁能力的模块化电机，属于发电、变电或配电的技术领域。

背景技术

目前，工业界普遍使用的电动汽车驱动电机多采用三相分布绕组，存在如下4种弊端：（1）绕组端部较长，用铜量多，电阻大，铜耗高；（2）自动化绕线工艺复杂，生产效率低；（3）绕组线圈间互感大，容错能力弱；（4）所有绕组只分为三相，每相匝数多，高速化之后对母线电压要求较高。具有模块化定子结构的电机因其加工简单，槽满率高，制造成本低而备受青睐。公开号为CN111313576A的中国专利公开了一种模块化永磁电机；公开号为CN109599958A的中国专利公开了一种高可靠性、高功率密度新型永磁电机，公开号为CN106787280A的中国专利公开了一种模块式三相交流永磁变频调速电机，公开号为CN108768016A的中国专利公开了一种绕组错位轮毂电机定子及绕组错位轮毂电机装置，公开号为CN1967970的中国专利公开了一种电机的定子组件及其制造方法，以上专利均提出了模块化定子结构的电机，但是所有定子齿上均缠绕有绕组，这导致不同绕组之间磁耦合严重，单绕组故障会影响其余绕组的正常运行。

具有高隔磁能力的模块化定子结构可以提高电机运行的可靠性，降低加工成本。公开号为CN111082548A的中国专利公开了一种定子模块化混合励磁交替极磁通反向电机，定子齿表面贴有永磁体，该结构的定子无法在转子永磁型电机上应用。公开号为CN101951041A的中国专利公开了一种模块化组合式电机定子结构及其应用，其隔磁齿与绕组齿尺寸完全相同，磁路设计不灵活，缺乏优化空间。公开号为CN101300729A的中国专利公开了一种用于车轮的多相电机，采用E形定子模块，但是隔磁齿宽度与绕组齿相同，相邻两模块的隔磁齿拼接导致定子结构不对称，增大了空间谐波。公开号为CN103762759A的中国专利公开了一种具有高磁隔离能力的径向磁通模块化多相电机，该多相电机的子模块为五齿结构，且子模块的绕组反向缠绕，子模块的两套绕组相互耦合，隔磁齿利用率低。公开号为CN1862928A的中国专利公开了一种定子模块结构低速直流无刷电动机，定子模块结构实现了不同相之间的磁链解耦，但是局限于三相系统。

发明内容

本发明的发明目的是针对上述背景技术的不足,提供具有相间隔磁能力的模块化电机,该电机定子加工简单,绕组易于机械绕制,且具有高容错性,定子模块可用于定制各种类型的多相电机,实现相邻定子模块磁隔离和物理隔离的发明目的以及相邻单元电机模块磁隔离的发明目的,解决现有模块化定子结构磁路设计不灵活、隔磁齿利用率低及应用局限的技术问题。

本发明为实现上述发明目的采用如下技术方案:

本发明提到的具有相间隔磁能力的模块化电机,模块化电机包括由 n 个定子模块拼凑成的一个完整定子,以及一个转子,完整的定子与转子同轴安装。定子模块包括定子铁心、三个定子齿和一个集中绕制绕组,三个定子齿依次为第一定子齿,第二定子齿,第三定子齿,第二定子齿上绕制一个集中绕制绕组。

向集中绕制绕组通以电流,电流产生的磁力线的磁路为第二定子齿、第一定子齿、第三定子齿,第二定子齿上的电枢绕组产生的磁力线只经过其所在的定子模块,磁力线不经过任何其它定子模块的第二定子齿,实现了不同定子模块之间的磁隔离和物理隔离。

优选地,完整的定子可以由 n 个定子模块依次紧贴构成。

优选地,完整的定子可以由 n 个定子模块沿圆周均匀分布, n 个定子模块由外部连接件固定。

优选地,外部连接件可以是导磁的实心材料,如普通钢;也可以是不导磁的实心材料,如不锈钢;或者也可以在保证结构刚度的情况下采用空心结构。

进一步地,第一定子齿和所述第三定子齿宽度一致。第一定子齿和第三定子齿的宽度可与第二定子齿宽度不一致。

进一步地,若电机为 m 相电机 (m 为整数且 $m \geq 3$),则从任意一个定子模块开始,每 m 个定子模块构成一个单元 m 相电机,即 n 个定子模块可依次划分为 k 个单元 m 相电机,每个单元 m 相电机属于一个独立扇区。应满足 $n=k*m$,其中, k 代表独立扇区数量, k 为整数且 $k \geq 1$ 。

本发明的具有相间隔磁能力的模块化电机,可以是外转子内定子电机或内转子外定子电机。

本发明的具有相间隔磁能力的模块化电机,可以是表贴式永磁电机、内嵌式永磁电机、开关磁阻电机。

本发明的具有相间隔磁能力的模块化电机，可以是三相电机或者多相电机。

本发明采用上述技术方案，具有以下有益效果：

(1) 本发明公开的定子模块化结构为在定子铁心上形成第一定子齿、第二定子齿、第三定子齿的三齿结构，仅在第二定子齿上集中绕制绕组，集中绕组通电后在定子模块中产生不经过其它定子模块第二定子齿的磁路，相邻两个定子模块的第一定子齿和第三定子齿不仅实现了不同定子模块之间的物理隔离还实现了不同定子模块之间的磁隔离，减小了故障相对剩余相的影响，提高电机运行的可靠性，采用定子模块化结构，定子加工方便，提高批量生产能力。

(2) 本发明的绕组绕制工艺简单，绕组端部较短且相互不叠压，有效提高电机槽满率，降低绕组制造成本。

(3) 本发明的定子模块化结构适用于任意单元相电机，能够克服现有模块化定子结构局限于三相单元电机的缺陷。

附图说明

图 1 是本发明实例 1 的电机结构示意图。

图 2 是本发明实例 2 的电机结构示意图。

图 3 是本发明实例 3 的电机结构示意图。

图 4 是本发明实例 4 的电机结构示意图。

图 5 是本发明中实施例 1 的磁场仿真图。

图 6 是本发明中实施例 3 的磁场仿真图。

图中标号说明：1、定子模块；2、转子；3、集中绕制绕组；4、第一定子齿；5、第二定子齿；6、第三定子齿；7、独立扇区；8、单个独立扇区内的第一相定子模块；9、单个独立扇区内的第二相定子模块；10、单个独立扇区内的第三相定子模块；11、单个独立扇区内的第四相定子模块；12、单个独立扇区内的第五相定子模块；13、外部连接件；14、磁力线。

具体实施方式

下面结合附图对发明的技术方案进行详细说明。

实施例 1：具有相间隔磁能力的三相模块化电机

如图 1 所示，一种具有相间隔磁能力的三相模块化电机是内转子外定子电机，该模块化电机包括一个完整定子和一个转子 2，完整的定子与转子 2 同轴安装，完整的定子由十五个定子模块 1 依次紧贴构成；定子模块 1 包括定子铁心、三个

定子齿和一个集中绕制绕组 3，三个定子齿依次为第一定子齿 4、第二定子齿 5、第三定子齿 6，第二定子齿 5 上绕制一个集中绕制绕组 3，第一定子齿 4 和第三定子齿 6 宽度一致，第一定子齿 4 和第三定子齿 6 的宽度与第二定子齿 5 的宽度不一致。

向集中绕组通以电流后产生如图 5 所示的磁力线 14，第二定子齿 5 上的电枢绕组产生的磁通只经过其所在的定子模块 1，并不经过其它定子模块 1 的第二定子齿，即没有与其它定子模块 1 上的电枢绕组耦合，实现了不同定子模块 1 之间的磁隔离和物理隔离。

如图 1 所示，模块化电机为三相电机，从任意一个定子模块开始，每三个定子模块构成一个单元三相电机，例如，构成一个单元三相电机，即十五个定子模块可依次划分为五个单元三相电机，每个单元三相电机属于一个独立扇区 7，独立扇区内包含单个独立扇区内的第一相定子模块 8、单个独立扇区内的第二相定子模块 9、单个独立扇区内的第三相定子模块 10，因本发明实现不同定子模块之间的磁隔离和物理隔离，因此在一个完整定子上划分的多个单元三相电机也能实现单元三相电机之间的磁隔离和物理隔离。

实施例 2：具有相间隔磁能力的五相模块化电机

如图 2 所示，一种具有相间隔磁能力的五相模块化电机是内转子外定子电机，该模块化电机包括一个完整定子和一个转子 2，完整的定子与所述转子 2 同轴安装。完整的定子由十五个定子模块 1 依次紧贴构成；定子模块 1 包括定子铁心、三个定子齿和一个集中绕制绕组 3，三个定子齿依次为第一定子齿 4、第二定子齿 5、第三定子齿 6，第二定子齿 5 上绕制一个集中绕制绕组 3，第一定子齿 4 和第三定子齿 6 宽度一致，第一定子齿 4 和第三定子齿 6 的宽度与第二定子齿 5 宽度不一致。第二定子齿 5 上的电枢绕组产生的磁通只经过其所在的定子模块 1，并不经过其它定子模块 1 的第二定子齿，即没有与其它定子模块 1 上的电枢绕组耦合，实现了不同定子模块 1 之间的磁隔离和物理隔离。

如图 2 所示，模块化电机为五相电机，则从任意一个定子模块开始，每五个定子模块构成一个单元五相电机，即十五个定子模块可依次划分为三个单元五相电机，每个单元五相电机属于一个独立扇区 7，独立扇区内包含单个独立扇区内的第一相定子模块 8、单个独立扇区内的第二相定子模块 9、单个独立扇区内的第三相定子模块 10、单个独立扇区内的第四相定子模块 11、单个独立扇区内的

第五相定子模块 12，因本发明实现不同定子模块之间的磁隔离和物理隔离，因此在一个完整定子上划分的多个单元五相电机也能实现单元五相电机之间的磁隔离和物理隔离。

实施例 3：具有相间隔磁能力的三相模块化电机

如图 3 所示，一种具有相间隔磁能力的三相模块化电机是内转子外定子电机，该模块化电机包括一个完整定子和一个转子 2，完整的定子与所述转子 2 同轴安装；完整的定子由六个定子模块 1 沿圆周均匀分布，六个定子模块 1 之间由外部连接件 13 固定，外部连接件 13 可以是普通钢等导磁的实心材料，也可以是不锈钢等不导磁的实心材料，或者也可以在保证结构刚度的情况下采用空心结构；定子模块 1 包括定子铁心、三个定子齿和一个集中绕制绕组，三个定子齿依次为第一定子齿 4、第二定子齿 5、第三定子齿 6，第二定子齿 5 上绕制一个集中绕制绕组 3，第一定子齿 4 和第三定子齿 6 宽度一致，第一定子齿 4 和第三定子齿 6 的宽度与第二定子齿 5 的宽度不一致。

向集中绕组通以电流后产生如图 6 所示的磁力线 14，第二定子齿上的电枢绕组产生的磁通只经过其所在的定子模块 1，并不经过其它定子模块 1 的第二定子齿，即没有与其它定子模块 1 上的电枢绕组耦合，实现了不同定子模块 1 之间的磁隔离和物理隔离。

如图 3 所示，模块化电机为三相电机，则从任意一个定子模块开始，每三个定子模块构成一个单元三相电机，即六个定子模块 1 可依次划分为两个单元三相电机，每个单元三相电机属于一个独立扇区 7，独立扇区内包含单个独立扇区内的第一相定子模块 8、单个独立扇区内的第二相定子模块 9、单个独立扇区内的第三相定子模块 10。

实施例 4：具有相间隔磁能力的三相模块化电机

如图 4 所示，一种具有相间隔磁能力的三相模块化电机是外转子内定子电机，该模块化电机包括一个完整定子和一个转子 2，完整的定子与转子 2 同轴安装，完整的定子由十五个定子模块 1 依次紧贴构成，与实施例 1 不同的是拼凑完整定子时将定子模块的定子齿朝向外侧以便与转子同轴安装时定子齿与转子内壁相对；定子模块 1 包括定子铁心、三个定子齿和一个集中绕制绕组 3，三个定子齿依次为第一定子齿 4、第二定子齿 5、第三定子齿 6，第二定子齿 5 上绕制一个集中绕制绕组 3，第一定子齿 4 和第三定子齿 6 宽度一致，第一定子齿 4 和

第三定子齿 6 的宽度与第二定子齿 5 的宽度不一致。第二定子齿 5 上的电枢绕组产生的磁通只经过其所在的定子模块 1, 并不经过其它定子模块 1 的第二定子齿, 即没有与其它定子模块 1 上的电枢绕组耦合, 实现了不同定子模块 1 之间的磁隔离和物理隔离。

如图 4 所示, 模块化电机为三相电机, 从任意一个定子模块开始, 每三个定子模块构成一个单元三相电机, 即十五个定子模块可依次划分为五个单元三相电机, 每个单元三相电机属于一个独立扇区 7, 独立扇区内包含单个独立扇区内的第一相定子模块 8、单个独立扇区内的第二相定子模块 9、单个独立扇区内的第三相定子模块 10。

以上所述仅为本发明的四种实施例, 本发明的实施例不局限于上述四个实施例, 本领域技术人员根据本发明的发明构思做出的其它实施例均落入本发明的保护范围。

1、具有相间隔磁能力的模块化电机，包括同轴安装的转子以及定子，其特征在于，所述定子由多个定子模块构成，每个定子模块的定子铁心为具有第一定子齿、第二定子齿、第三定子齿的三齿结构，所述第二定子齿上绕制有集中绕制绕组。

2、根据权利要求 1 所述具有相间隔磁能力的模块化电机，其特征在于，所述第一定子齿和第三定子齿的宽度一致。

3、根据权利要求 1 所述具有相间隔磁能力的模块化电机，其特征在于，所述定子由所述多个定子模块沿圆周依次紧贴构成。

4、根据权利要求 1 所述具有相间隔磁能力的模块化电机，其特征在于，所述定子由所述多个定子模块沿圆周非紧贴均匀分布构成，多个定子模块由外部连接件固定。

5、根据权利要求 1 所述具有相间隔磁能力的模块化电机，其特征在于，所述模块化电机为外转子内定子电机时，多个定子模块定子铁心的三齿结构朝向径向外侧与转子径向内侧相对。

6、根据权利要求 1 所述具有相间隔磁能力的模块化电机，其特征在于，所述模块化电机为内转子外定子电机时，多个定子模块定子铁心的三齿结构朝向径向内侧与转子径向外侧相对。

7、根据权利要求 1 所述具有相间隔磁能力的模块化电机，其特征在于，相邻定子模块定子铁心的第二定子齿上绕制集中绕制绕组的方向相同。

8、根据权利要求 1 所述具有相间隔磁能力的模块化电机，其特征在于，相邻定子模块定子铁心的第二定子齿上绕制集中绕制绕组的方向不同。

9、根据权利要求 1 所述具有相间隔磁能力的模块化电机，其特征在于，所

述模块化电机为 m 相电机时, m 为整数且 $m \geq 3$, 从任意一个定子模块开始, 每 m 个定子模块构成一个单元 m 相电机, 将 n 个定子模块依次划分为 k 个所述单元 m 相电机, 每个所述单元 m 相电机属于一个独立扇区, $n=k*m$, 其中, k 为独立扇区数量, k 为整数且 $k \geq 1$ 。

10、根据权利要求 1 所述具有相间隔磁能力的模块化电机, 其特征在于, 所述模块化电机为表贴式永磁电机或内嵌式永磁电机或开关磁阻电机。

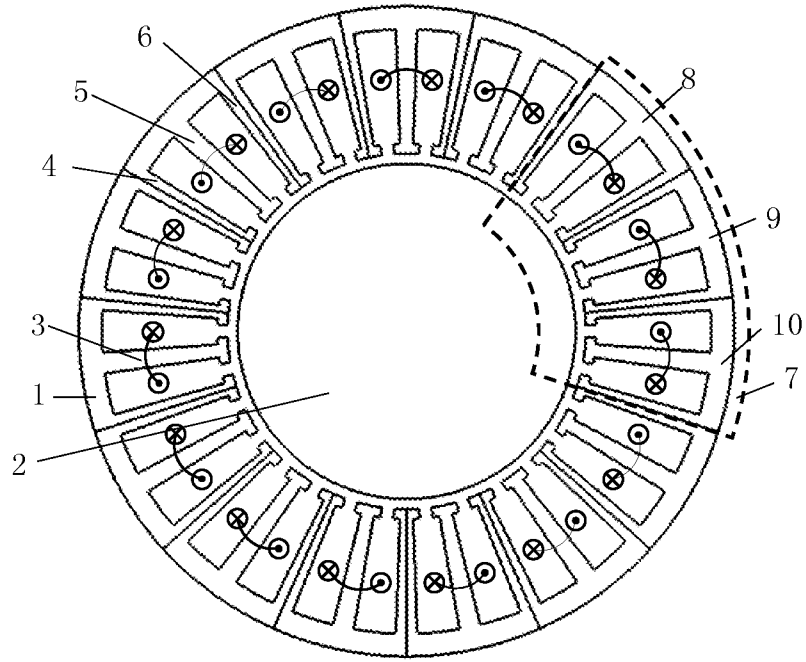


图 1

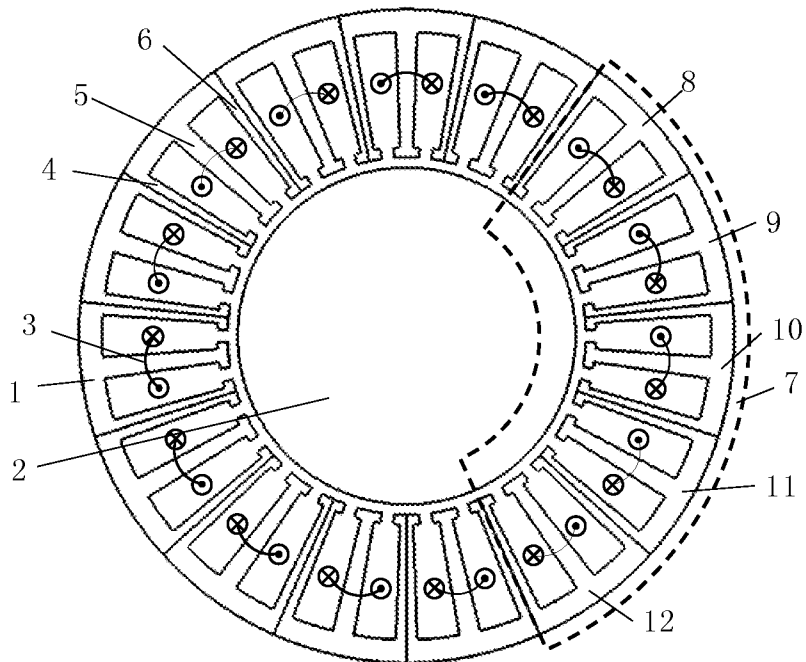


图 2

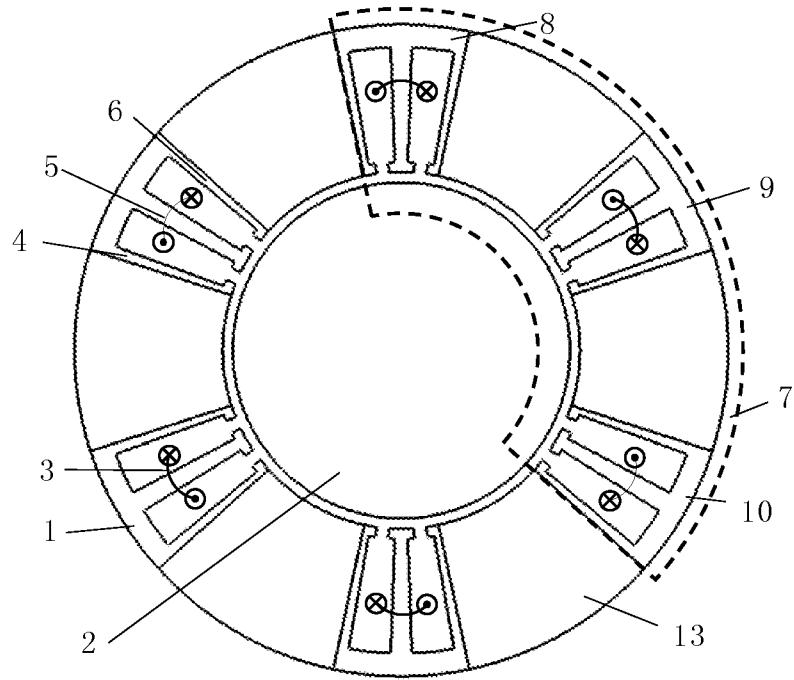


图 3

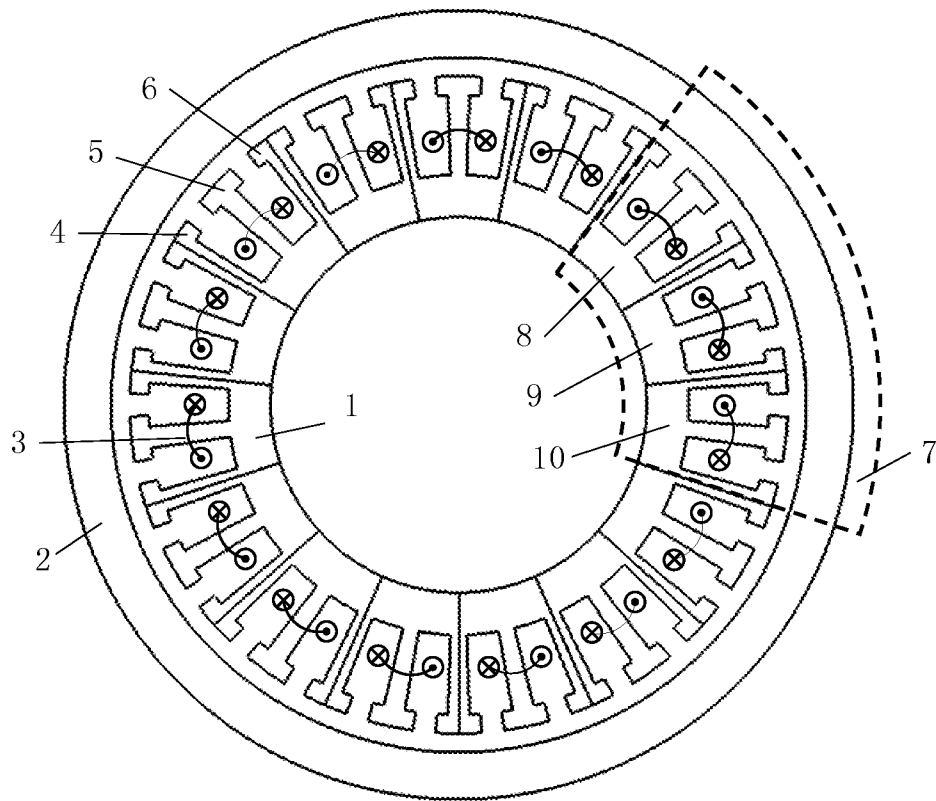


图 4

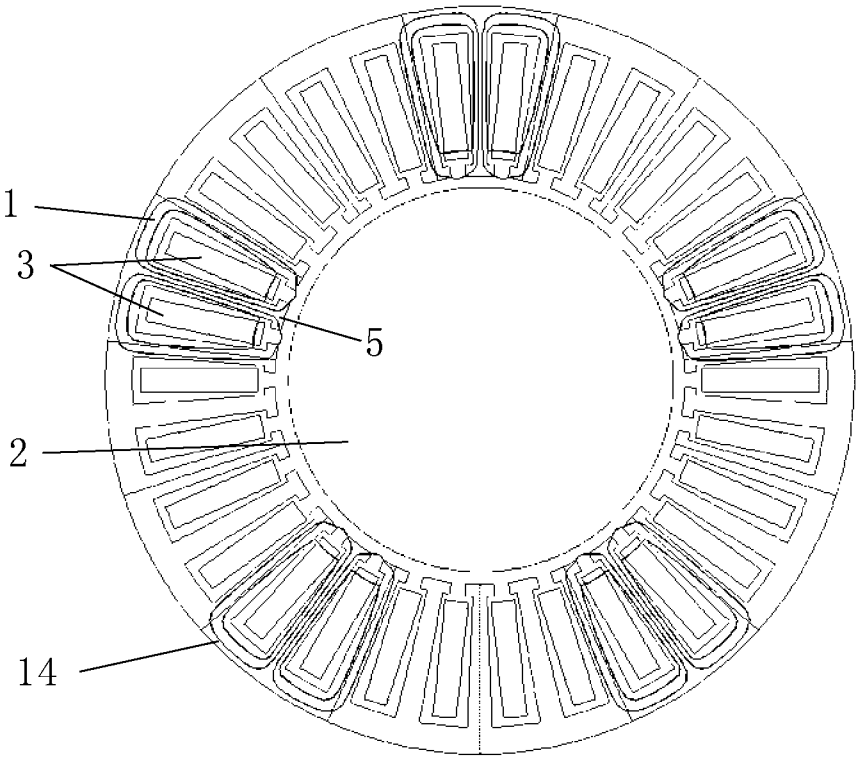


图 5

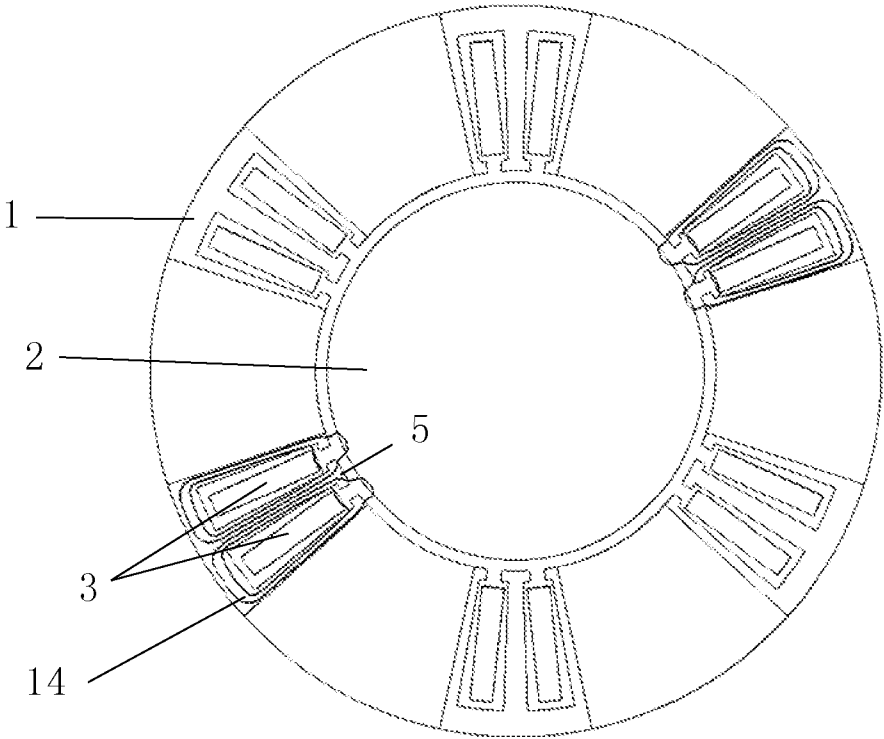


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/096120

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H02K 1/16(2006.01)i; H02K 3/28(2006.01)i; H02K 21/16(2006.01)i; H02K 1/14(2006.01)i; H02K 1/20(2006.01)i; H02K 1/27(2022.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																							
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02K Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNABS; CNTXT; CNKI; SIPOABS; DWPI; USTXT; WOTXT; EPTXT: 容错, 磁, 隔离, 隔开, 隔磁, 大齿, 分裂, 小齿, fault +, +tolera+, magnet+, flux+, isolat+, separat+, tooth, teeth																							
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 109286295 A (NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY (BAODING)) 29 January 2019 (2019-01-29) description, paragraphs [0002]-[0045], and figures 1-7</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 111193336 A (DALIAN MARITIME UNIVERSITY) 22 May 2020 (2020-05-22) description, paragraphs [0003]-[0034], and figures 1-10</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 110729869 A (SHANGHAI AEROSPACE CONTROL TECHNOLOGY INSTITUTE) 24 January 2020 (2020-01-24) description, paragraphs [0005]-[0044], and figures 1-5</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 104779758 A (HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 15 July 2015 (2015-07-15) description, paragraphs [0004]-[0044], and figures 1-7</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 111404289 A (INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERING, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 10 July 2020 (2020-07-10) description, paragraphs [0005]-[0065], and figures 1 and 2</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 208939797 U (NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY (BAODING)) 04 June 2019 (2019-06-04) description, paragraphs [0002]-[0044], and figures 1-7</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	CN 109286295 A (NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY (BAODING)) 29 January 2019 (2019-01-29) description, paragraphs [0002]-[0045], and figures 1-7	1-10	X	CN 111193336 A (DALIAN MARITIME UNIVERSITY) 22 May 2020 (2020-05-22) description, paragraphs [0003]-[0034], and figures 1-10	1-10	X	CN 110729869 A (SHANGHAI AEROSPACE CONTROL TECHNOLOGY INSTITUTE) 24 January 2020 (2020-01-24) description, paragraphs [0005]-[0044], and figures 1-5	1-10	X	CN 104779758 A (HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 15 July 2015 (2015-07-15) description, paragraphs [0004]-[0044], and figures 1-7	1-10	X	CN 111404289 A (INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERING, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 10 July 2020 (2020-07-10) description, paragraphs [0005]-[0065], and figures 1 and 2	1-10	X	CN 208939797 U (NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY (BAODING)) 04 June 2019 (2019-06-04) description, paragraphs [0002]-[0044], and figures 1-7	1-10
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																					
X	CN 109286295 A (NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY (BAODING)) 29 January 2019 (2019-01-29) description, paragraphs [0002]-[0045], and figures 1-7	1-10																					
X	CN 111193336 A (DALIAN MARITIME UNIVERSITY) 22 May 2020 (2020-05-22) description, paragraphs [0003]-[0034], and figures 1-10	1-10																					
X	CN 110729869 A (SHANGHAI AEROSPACE CONTROL TECHNOLOGY INSTITUTE) 24 January 2020 (2020-01-24) description, paragraphs [0005]-[0044], and figures 1-5	1-10																					
X	CN 104779758 A (HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 15 July 2015 (2015-07-15) description, paragraphs [0004]-[0044], and figures 1-7	1-10																					
X	CN 111404289 A (INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERING, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 10 July 2020 (2020-07-10) description, paragraphs [0005]-[0065], and figures 1 and 2	1-10																					
X	CN 208939797 U (NORTH CHINA ELECTRIC POWER UNIVERSITY (BAODING)) 04 June 2019 (2019-06-04) description, paragraphs [0002]-[0044], and figures 1-7	1-10																					
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.																							
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family																							
Date of the actual completion of the international search 10 January 2022		Date of mailing of the international search report 25 January 2022																					
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10)62019451		Authorized officer Telephone No.																					

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/096120

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 112510862 A (BEIJING RESEARCH INSTITUTE OF PRECISE MECHATRONIC CONTROLS) 16 March 2021 (2021-03-16) description, paragraphs [0005]-[0044], and figures 1-5	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/096120

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109286295	A	29 January 2019	None			
CN	111193336	A	22 May 2020	None			
CN	110729869	A	24 January 2020	None			
CN	104779758	A	15 July 2015	CN	104779758	B	30 January 2018
CN	111404289	A	10 July 2020	CN	111404289	B	12 January 2021
CN	208939797	U	04 June 2019	None			
CN	112510862	A	16 March 2021	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/096120

A. 主题的分类

H02K 1/16(2006.01)i; H02K 3/28(2006.01)i; H02K 21/16(2006.01)i; H02K 1/14(2006.01)i; H02K 1/20(2006.01)i; H02K 1/27(2022.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

H02K

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS;CNTXT;CNKI;SIPOABS;DWPI;USTXT;WOTXT;EPTXT: 容错, 磁, 隔离, 隔开, 隔磁, 大齿, 分裂, 小齿, fault+, +tolera+, magnet+, flux+, isolat+, separat+, tooth, teeth

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 109286295 A (华北电力大学保定) 2019年1月29日 (2019 - 01 - 29) 说明书第[0002]-[0045]段, 图1-7	1-10
X	CN 111193336 A (大连海事大学) 2020年5月22日 (2020 - 05 - 22) 说明书第[0003]-[0034]段, 图1-10	1-10
X	CN 110729869 A (上海航天控制技术研究所) 2020年1月24日 (2020 - 01 - 24) 说明书第[0005]-[0044]段, 图1-5	1-10
X	CN 104779758 A (哈尔滨工业大学) 2015年7月15日 (2015 - 07 - 15) 说明书第[0004]-[0044]段, 图1-7	1-10
X	CN 111404289 A (中国科学院电工研究所) 2020年7月10日 (2020 - 07 - 10) 说明书第[0005]-[0065]段, 图1、2	1-10
X	CN 208939797 U (华北电力大学保定) 2019年6月4日 (2019 - 06 - 04) 说明书第[0002]-[0044]段, 图1-7	1-10
X	CN 112510862 A (北京精密机电控制设备研究所) 2021年3月16日 (2021 - 03 - 16) 说明书第[0005]-[0044]段, 图1-5	1-10

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2022年1月10日

国际检索报告邮寄日期

2022年1月25日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

徐晨琛

电话号码 (86-512) 88996295

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/096120

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	109286295	A	2019年1月29日	无	
CN	111193336	A	2020年5月22日	无	
CN	110729869	A	2020年1月24日	无	
CN	104779758	A	2015年7月15日	CN	104779758 B 2018年1月30日
CN	111404289	A	2020年7月10日	CN	111404289 B 2021年1月12日
CN	208939797	U	2019年6月4日	无	
CN	112510862	A	2021年3月16日	无	