

(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
2013年7月25日 (25.07.2013)



(10) 国际公布号
WO 2013/107128 A1

- (51) 国际专利分类号:
H02K 1/27 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2012/074769
- (22) 国际申请日: 2012年4月26日 (26.04.2012)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201210019996.1 2012年1月22日 (22.01.2012) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): **浙江大学 (ZHEJIANG UNIVERSITY)** [CN/CN]; 中国浙江省杭州市西湖区浙大路 38 号浙江大学电气工程学院, Zhejiang 310027 (CN)。
- (72) 发明人; 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): **方攸同 (FANG, Youtong)** [CN/CN]; 中国浙江省杭州市西湖区浙大路 38 号浙江大学电气工程学院, Zhejiang 310027

(CN)。 **马子魁 (MA, Zikui)** [CN/CN]; 中国浙江省杭州市西湖区浙大路 38 号浙江大学电气工程学院, Zhejiang 310027 (CN)。 **黄晓艳 (HUANG, Xiaoyan)** [CN/CN]; 中国浙江省杭州市西湖区浙大路 38 号浙江大学电气工程学院, Zhejiang 310027 (CN)。 **卢琴芬 (LU, Qinfen)** [CN/CN]; 中国浙江省杭州市西湖区浙大路 38 号浙江大学电气工程学院, Zhejiang 310027 (CN)。 **马吉恩 (MA, Jien)** [CN/CN]; 中国浙江省杭州市西湖区浙大路 38 号浙江大学电气工程学院, Zhejiang 310027 (CN)。 **张建承 (ZHANG, Jiancheng)** [CN/CN]; 中国浙江省杭州市西湖区浙大路 38 号浙江大学电气工程学院, Zhejiang 310027 (CN)。 **陈威 (CHEN, Wei)** [CN/CN]; 中国浙江省杭州市西湖区浙大路 38 号浙江大学电气工程学院, Zhejiang 310027 (CN)。

- (74) 代理人: **浙江杭州金通专利事务所有限公司 (ZHEJIANG HANGZHOU JINTONG PATENT AGENCY CO. LTD)**; 中国浙江省杭州市武林广场 8 号省科协大楼 19 楼赵芳, Zhejiang 310003 (CN)。

[见续页]

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING PERMANENT-MAGNET MOTOR ROTOR

(54) 发明名称: 制造永磁电机转子的方法

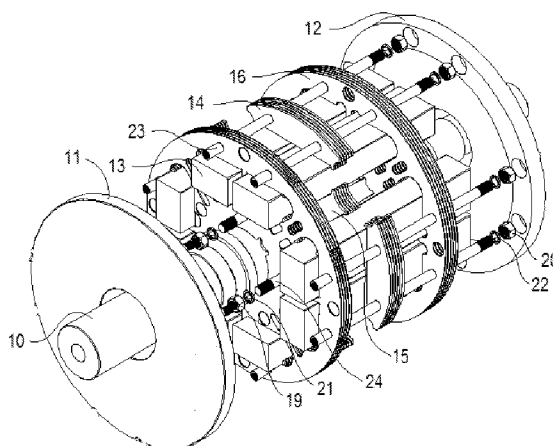


图 1/ Fig. 1

(57) Abstract: A method for manufacturing a permanent-magnet motor rotor, comprising: manufacturing a rotary shaft (10), a permanent magnet (13), a front end cover (11), a rear end cover (12), and a magnetic yoke unit, where the magnetic yoke unit comprises multiple pole shoe parts (14) and one iron core part (15), where the pole shoe parts are arranged around the iron core part, and where each pole shoe part and the iron core part are connected therebetween via a connecting strip (145); manufacturing a rotor spacer (16), where the rotor spacer is provided thereon with a permanent-magnet through hole (165) allowing for penetration by the permanent magnet; all positioning holes of the magnetic yoke unit correspond to the permanent-magnet through hole of the rotor spacer to form a permanent-magnet passage; inserting the permanent magnet into the permanent-magnet passage; inserting tightening bolts (23 and 24), using respectively two ends of the tightening bolts to connect with nuts to tighten the magnetic yoke unit and the rotor spacer, where the connecting strips on the magnetic yoke unit overlap each other; cutting off the mid-section of each connecting strip, overlapping the pole shoe parts to form a rotor pole shoe, overlapping the iron core parts to form a rotor iron core; and arranging respectively the front end cover and the rear end cover on a front end and a rear end. The method allows for manufacturing of permanent-magnet motors having great mechanical strength and applicable for high-speed rotation.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2013/107128 A1



(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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则 4.17 的声明:

— 发明人资格(细则 4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种制造永磁电机转子的方法, 包括制作转轴(10)、永磁体(13)、前端盖(11)、后端盖(12)和磁轭单元, 磁轭单元包括多个极靴部(14)和一个铁心部(15), 极靴部围绕铁心部设置; 每个极靴部与铁心部之间通过一条连接条带(145)连接; 制成的转子隔板(16), 转子隔板上设有允许永磁体贯穿的永磁体通孔(165); 所有磁轭单元的定位孔与转子隔板的永磁体通孔对位形成永磁体通道; 将永磁体插入永磁体通道内; 插入拉紧螺栓(23, 24), 分别用拉紧螺栓的两端连接螺母锁紧磁轭单元和转子隔板, 磁轭单元上的连接条带相互重叠; 将每个连接条带的中间部分切除, 极靴部叠合形成转子极靴, 铁心部叠合形成转子铁心; 前后两段分别固定安装前端盖和后端盖。该方法能够制造出机械强度高且适于高速旋转的永磁电机。

制造永磁电机转子的方法

技术领域

本发明涉及一种制造永磁电机转子的方法。

5 技术背景

电机是以磁场为媒介进行机械能和电能相互转换的电磁装置。为了在电机内部建立进行机电能量转换所必需的气隙磁场，可以有两种方法。一种是在电机绕组内通以电流来产生磁场，例如普通的直流电机和电机。这种电励磁的电机既需要有专门的绕组和相应的装置，又需要不断提供给能量以维持电流流动；另一种是由永磁体产生磁场。由于永磁材料的固有特性，它经过预先磁化（充磁）以后，不再需要外加能量就能在其周围空间建立磁场，即所谓的永磁电机。

永磁电机与传统励磁电机相比具有结构简单、损耗小、功率因数高、效率高、功率密度高、起动力矩大、温升高、轻量化等显著特点。随着稀土永磁材料（特别是钕铁硼永磁材料）磁性能的不断提高和完善以及价格的逐步降低，永磁电机研究开发逐步成熟，使永磁电机在国防、工农业生产和日常生活等方面获得了越来越广泛的应用。

永磁电机是靠装在转子上的永久磁铁产生磁场的电机，其定子结构与普通同/异步电机基本相同，即由硅钢片叠压构成的定子铁心和嵌在定子铁心槽内的定子线圈组成，并通以三相交流电从而在定子线圈内产生旋转磁场。永磁电机转子主要由转子铁心和永磁体构成，这是永磁电机与其他类型电机的主要区别，转子磁路结构是永磁电机的关键技术所在。转子采用的磁路结构不同，则电动机的运行性能、控制策略、制造工艺和使用场合也不同。

按照永磁体在永磁电机转子上安装位置的不同，永磁电机的转子磁路一般可分为表面式、内置式和爪极式等三种。表面式转子磁路结构简单、制造成本低，但转子表面无法安装启动绕组，因而此类永磁电机无异步起动能力，且转子的机械强度较差，永磁体在高转速下容易发生碎断故障。内置式永磁电机转子的永磁体位于转子内部，按永磁体磁化方向与转子旋转方向的相互关系，内置式转子磁路结构又可分为径向式、切向式和混合式三种。与表面式转子相比，内置式永磁电机转子可对力学性能相对较低的永磁体进行保护，并可根据永磁电机性能的需要显著增大永磁体的尺寸，因而在是永磁电机转子目前广泛采用的一种结构。

目前，常用的永磁电机转子多采用转子导条来加固转子，但仍存在机械强度低、可靠性差、转子表面涡流损耗严重和内部漏磁显著等问题，因而阻碍了大功率、高转速、大回转直径永磁电机的开发，进而限制了将永磁电机作为牵引电机在高速列车上的应用。

中国专利申请 201010513307.3 号披露了一种大功率永磁电机转子及转子的安装方法，采用永磁体内嵌式结构，转子由沿轴向的至少两个转子单元构成，每个转子单元相邻两极永磁体之间的铁心上开设有沿转子轴向的隔磁凹槽，相邻的转子单元之间设有不导磁材料制成的隔板，转子单元两端设有端板，至少两个转子单元通过轴向定位拉紧螺栓进行固定。

35 这种永磁电机转子存在以下缺点：1、转子极靴受到的离心力由端板、隔板和定位拉紧螺

栓共同承担，也就是说固定转子单元的定位拉紧螺栓需要承受弯矩，当转子高速旋转时，离心力很大，容易造成定位拉紧螺栓被离心力折弯，也就是说，该转子不适用于高速旋转的电机。2、虽然在铁心开设有隔磁凹槽，但是相邻的永磁体之间的铁心仍然存在连接部分，相邻两极的永磁体磁场容易通过永磁体之间的铁心部分直接连通造成漏磁，也就是说，该结构无法避免漏磁且漏磁严重。3、隔板设置于相邻的两个转子单元之间，隔板的厚度占用了转子沿轴向的有效长度；当转子采用的转子单元的数目较多且转子隔板较厚时，转子的有效长度将急剧减小，从而影响转子的电磁性能。

发明内容

为克服现有技术的上述缺点，本发明提供了一种能够制造出机械强度高，适用于高速旋转电机的制造永磁电机转子的方法。

制造永磁电机转子的方法，包括以下步骤：

1) 制作转轴、永磁体、前端盖和后端盖；制作磁轭单元，磁轭单元包括多个极靴部和一个铁心部，极靴部围绕铁心部设置，极靴部之间相互独立并均匀分布；每个极靴部与铁心部之间通过一对连接条带连接，极靴部、连接条带和铁心部围成轴向和周向定位永磁体的定位孔；极靴部设有允许极靴拉紧螺栓贯穿的极靴螺栓通孔，铁心部设有允许铁心拉紧螺栓贯穿的铁心螺栓通孔；

2) 用非导磁材料制成的转子隔板，转子隔板在轴向将转子结构分隔为多个转子单元，转子隔板上设有允许永磁体贯穿的永磁体通孔，转子隔板上设有允许极靴拉紧螺栓贯穿的极靴螺栓通孔和允许铁心拉紧螺栓贯穿的铁心螺栓通孔；

3) 将磁轭单元和转子隔板套接在转轴上，转轴与磁轭单元的铁心部、转轴与转子隔板均为键连接，磁轭单元和转子隔板在轴向均匀地间隔分布，转子隔板在轴向将转子结构分给为多个转子单元；

所有磁轭单元的定位孔对位形成定位通道，定位通道与转子隔板的永磁体通孔对位形成永磁体通道；磁轭单元的极靴螺栓通孔与转子隔板的极靴螺栓通孔一一对位、形成允许极靴拉紧螺栓通过的极靴螺栓通道，磁轭单元的铁心螺栓通孔与转子隔板的铁心螺栓通孔一一对位、形成允许铁心拉紧螺栓通过的铁心螺栓通道；

4) 将永磁体插入永磁体通道内，永磁体与永磁体通道间隙配合；

5) 在每个极靴螺栓通道中插入极靴拉紧螺栓，极靴拉紧螺栓与极靴螺栓通道间隙配合；在每个铁心螺栓通道中插入铁心拉紧螺栓，铁心拉紧螺栓与铁心螺栓通道间隙配合；分别用拉紧螺栓的两端连接螺母，从而锁紧磁轭单元和转子隔板，此时磁轭单元上的连接条带相互重叠；

6) 将每个连接条带的中间部分切除，极靴部叠合形成转子极靴，铁心部叠合形成转子铁心，且转子极靴与转子铁心相互独立；

7) 在转子结构的前后两段分别固定安装前端板和后端板。

进一步，步骤 1) 中，磁轭单元由多个叠片叠合而成。

进一步，步骤 1) 中，磁轭单元采用导磁性能良好的铁磁材料板材制作。

进一步，步骤 1) 中，转轴上设有平键，转子隔板和转子铁心上均设有允许转轴贯穿的转轴通孔和与平键配合的键槽，平键和键槽配合实现转轴与转子铁心和转子隔板的周向定位，转轴上设有轴环以实现转子铁心和转子隔板相对转轴的轴向定位。

进一步，转子极靴与转子铁心之间的永磁体为整体式磁体。

或者，转子极靴与转子铁心之间的永磁体由多块永磁体沿转子轴向拼接而成永磁体组；转子隔板上永磁体通孔与永磁体一一对应，相邻的永磁体通孔之间有搁条。

进一步，步骤 2) 中，转子隔板上的永磁体通孔的拐角处为平滑的曲线过渡，以降低旋转时永磁体对转子隔板挤压造成的应力集中。

进一步，步骤 2) 中，通过有限元分析在转子隔板上开设有减轻隔板重量、降低应力集中的减重孔，每一个永磁体通孔周围均分布有多个减重孔，同一个永磁体周围的多个减重孔

形成一个减重孔组，减重孔组之间对称分布；减重孔为圆滑曲线围成的孔洞。

减重孔为圆形孔或者腰形孔或者拐角为弧线过渡的多边形孔，减重孔主要集中在永磁体通孔的拐角处。

5 进一步，步骤 4) 中，永磁体的上端面与转子极靴的下端面贴合、且永磁体与转子极靴之间有金属胶，永磁体的下端面与转子铁心贴合、且永磁体与转子铁心之间有金属胶。

进一步，步骤 5) 中，铁心拉紧螺栓螺母和转子铁心之间放置有防松垫圈，防止铁心拉紧螺栓的螺母发生松动，或者铁心拉紧螺栓与螺母的螺纹配合内涂有金属胶，以实现铁心拉紧螺栓与螺母的紧固连接。

10 进一步，步骤 7) 中，安装前端盖和后端盖时，先分别在每根极靴拉紧螺栓的两端开设安装螺孔，前端盖和后端盖上分别设有与极靴拉紧螺栓一一对应的固定螺孔，将固定螺孔对准安装螺孔，并将螺钉插入安装螺孔内，紧固螺钉，完成前端盖和后端盖的安装。

进一步，步骤 7) 安装好前端盖和后端盖后，再在转子极靴和转子隔板之间的空隙处填充热固性高分子材料，如玻璃钢和环氧树脂。

15 本发明的技术构思是：沿转子结构的轴向用转子隔板将转子结构分隔为多个转子单元，相邻的转子单元的转子极靴通过转子隔板隔磁，同一个转子单元内，转子极靴相互独立而不会相互连通，从而避免了漏磁现象的发生。

20 转子结构依靠极靴拉紧螺栓和铁心拉紧螺栓锁紧，转子极靴的两个端面分别贴紧于两个转子隔板，依靠转子极靴与转子隔板之间的摩擦力还克服转子结构高速旋转时转子极靴和永磁体受到的离心力；转子铁心的两个端面分别紧贴与两个转子隔板，依靠转子铁心与转子隔板之间的摩擦力还克服转子结构高速旋转时转子极靴和永磁体受到的离心力；同时，转子铁心的叠片之间、转子极靴的叠片之间以及转子隔板的隔板叠片之间也是依靠相互的摩擦力来克服离心力。依靠调节极靴拉紧螺栓的锁紧力来调节转子极靴与转子隔板之间的摩擦力，极靴拉紧螺栓只需要承受轴向的拉力而无需承受由于离心力而产生的弯矩，极靴拉紧螺栓不容易被折断，转子结构的使用寿命长。

25 本发明的有益效果是：1、依靠转子极靴与隔板之间的摩擦力来克服转子结构旋转时的离心力，拉紧螺栓不受弯矩、不易折断，转子结构的使用寿命长。2、永磁体和转子铁心分别贯穿转子隔板，即转子隔板的厚度不占用转子结构的轴向长度。3、转子极靴之间相互独立，避免发生漏磁现象。

附图说明

30 图 1 是永磁电机转子零部件分解示意图。

图 2 是永磁电机转子和定子磁场分析示意图。

图 3 是极靴部和铁心部通过连接条带连接的示意图。

图 4 是极靴部和铁心部分离形成转子极靴和转子铁心的示意图。

35 图 5 是极靴部与铁心部之间有连接条带时的转子极靴和转子铁心与转子隔板的组装示意图。

图 6 是极靴部与铁心部处于分离状态时的转子极靴和转子铁心与转子隔板的组装示意图。

图 7 是第一种永磁电机转子隔板的示意图。

图 8 是第一种永磁电机转子隔板和永磁体的装配示意图。

图 9 是第二种永磁电机转子隔板的示意图。

40 图 10 是第三种永磁电机转子隔板的示意图。

图 11 是第四种永磁电机转子隔板示意图。

图 12 是使用第四种隔板时的永磁电机转子零部件分解示意图。

图 13 是使用第四种隔板时的永磁电机转子永磁体、转子极靴和转子隔板分解示意图。

图 14 是使用第四种隔板时的永磁电机转子轴与转子铁心和转子隔板的相互配合示意图。

45 图 15 永磁电机转子装配示意图。

具体实施方式

实施例一

参照 1-9

制造永磁电机转子的方法，包括以下步骤：

5 1) 制作转轴 10、永磁体 13、前端盖 11 和后端盖 12；制作磁轭单元，磁轭单元 A 包括多个极靴部 A1 和一个铁心部 A2，极靴部 A1 围绕铁心部 A2 设置，极靴部 A1 之间相互独立并均匀分布；每个极靴部 A1 与铁心部 A2 之间通过一对连接条带 A3 连接，极靴部 A1、连接条带 A3 和铁心部 A2 围成轴向和周向定位永磁体的定位孔 A4；极靴部 A1 设有允许极靴拉紧螺栓 23 贯穿的极靴螺栓通孔 A11，铁心部 A2 设有允许铁心拉紧螺栓贯穿 24 的铁心螺栓通孔 A21。所述永磁体 13 由铝镍钴、铁氧体或稀土等永磁材料制成，用于产生永磁电机的转子
10 磁场。磁轭单元 A 由多个叠片叠合而成。当然，磁轭单元 A 也可以是整体式。

2) 用非导磁材料制成的转子隔板 16，转子隔板 16 在轴向将转子结构分隔为多个转子单元，转子隔板 16 上设有允许永磁体贯穿的永磁体通孔 165，转子隔板 16 上设有允许极靴拉紧螺栓 23 贯穿的极靴螺栓通孔 161 和许铁心拉紧螺栓 24 贯穿的铁心螺栓通孔 162；转子隔板 16 采用非导磁材料（如高强度铝合金、碳素纤维、陶瓷等）或低导磁率材料（如高强度奥
15 氏体不锈钢、钛合金）板材制成，用于承受转子在高速转动时转子极靴 14 和永磁体 13 受到的离心力。转子隔板 16 可以由叠片叠合而成，也可以是整体式。转子隔板 16 中包括用于实现永磁体 13 相对转子轴 10 的径向和轴向定位的通孔 165，用于容纳极靴拉紧螺栓 23 的圆形孔 161，用于容纳铁心拉紧螺栓 24 的圆形孔 162，与转子轴 10 的外表面配合用于转子隔板 16 相对转子轴 10 的径向定位的中心圆孔 163，键槽 164 与转子轴 10 之上的键 25 配合，用于
20 转子隔板 16 相对转子轴 10 的周向定位。

3) 将磁轭单元和转子隔板 16 套接在转轴 10 上，转轴 10 与磁轭单元的铁心部 A2、转轴 10 与转子隔板 16 均为键连接，磁轭单元 A 和转子隔板 16 在轴向均匀地间隔分布，转子隔板 16 在轴向将转子结构分给为多个转子单元；

所有磁轭单元 A 的定位孔 A4 对位形成定位通道，定位通道与转子隔板 16 的永磁体通孔
25 165 对位形成永磁体通道；磁轭单元 A 的极靴螺栓通孔 A11 与转子隔板 16 的极靴螺栓通孔 161 一一对位、形成允许极靴拉紧螺栓 23 通过的极靴螺栓通道，磁轭单元 A 的铁心螺栓通孔 A21 与转子隔板 16 的铁心螺栓通孔 162 一一对位、形成允许铁心拉紧螺栓 24 通过的铁心螺栓通道。

4) 将永磁体 13 插入永磁体通道内，永磁体 13 与永磁体通道间隙配合。

30 5) 在每个极靴螺栓通道中插入极靴拉紧螺栓 23，极靴拉紧螺栓 23 与极靴螺栓通道间隙配合；在每个铁心螺栓通道中插入铁心拉紧螺栓 24，铁心拉紧螺栓 24 与铁心螺栓通道间隙配合；分别用拉紧螺栓的两端连接螺母，从而锁紧磁轭单元 A 和转子隔板 16，此时磁轭单元 A 上的连接条带 A3 相互重叠。铁心拉紧螺栓的螺母和转子铁心之间放置有防松垫圈，防止铁心拉紧螺栓 24 的螺母发生松动，或者铁心拉紧螺栓 24 与螺母的螺纹配合内涂有金属胶，
35 以实现铁心拉紧螺栓 24 与螺母的紧固连接。

6) 将每个连接条带 A3 的中间部分切除，极靴部 A1 叠合形成转子极靴 14，铁心部 A2 叠合形成转子铁心 15，且转子极靴 14 与转子铁心 15 相互独立。永磁体 13 的上端面与转子极靴 16 的下端面贴合、且永磁体 13 与转子极靴 16 之间有金属胶，永磁体 13 的下端面与转子铁心 15 贴合、且永磁体 13 与转子铁心 15 之间有金属胶。

40 7) 在转子结构的前后两段分别固定安装前端板 11 和后端板 12。安装好前端盖 11 和后端盖 12 后，再在转子极靴 14 和转子隔板 16 之间的空隙处填充热固性高分子材料，如玻璃钢和

环氧树脂。

磁轭单元 A 采用导磁性能良好的铁磁材料板材制作。

5 转轴 10 上设有平键 25，转子隔板 16 和转子铁心 15 上均设有允许转轴贯穿的转轴通孔和与平键配合的键槽，平键 25 和键槽配合实现转轴与转子铁心 15 和转子隔板 16 的周向定位，转轴 10 上设有轴环 102 以实现转子铁心 15 和转子隔板 16 相对转轴的轴向定位。

转子极靴 14 与转子铁心 15 之间的永磁体 13 为整体式磁体。或者，转子极靴 14 与转子铁心 15 之间的永磁体 13 由多块永磁体沿转子轴向拼接而成永磁体组；转子隔板 16 上永磁体通孔 165 与永磁体 13 一一对应，相邻的永磁体通孔 165 之间有隔条。

10 永磁体 13 为整体式磁体时，采用第一种转子隔板 16a，第一种转子隔板 16a 的结构如图 7 所示；转子隔板 16a 用于容纳永磁体 13 的通孔 165 为异型孔构成，转子极靴与转子铁心之间的永磁体为单块磁体。转子隔板 16a 的永磁体通孔 161 的内侧面 163a 和 164a 分别与永磁体 13a 的表面 133a 和 131a 相互贴靠，从而实现所述永磁体 13a 相对转子轴 10 的径向定位，所述转子隔板 16a 的内侧面 161a 和 162a 分别与永磁体 13a 的两侧面 132a 相互贴靠，从而实现永磁体 13a 相对转子轴 10 的周向定位，如图 8 所示。

15 永磁体 13 为永磁体组时，采用第二种转子隔板 16b，第二种转子隔板 16b 的结构如图 9 所示，转子极靴与转子铁心之间由两块永磁体沿转子轴向拼接而成。转子隔板 16b 的内侧面 163b 和 164b 用于实现永磁体 13 相对转子轴 10 的径向定位，内侧面 162b 和 165b 用于实现永磁体 13 相对转子轴 10 的周向定位，键槽 164 和内圆孔 163 分别用于实现转子隔板 16b 相对转子轴 10 的周向和径向定位。用于容纳永磁体 13 的通孔的一个侧边采用两个圆弧 161b、
20 另一个侧边采用直边 165b。

25 永磁电机转子的二维磁路分析如图 2 所示，电机磁场磁通（磁力线）按以下路径流通。磁力线从当前永磁体 13A 的 N 极出发，经过转子极靴 14A 进入气隙 28，然后通过定子齿部 262 进入定子。在定子中沿定子轭部 261 到相邻极对应的区域，再从定子齿部进入气隙。接着从相邻的转子极靴 14B 进入相邻的永磁体 13B 的 S 极，再从 N 极进入转子铁心 15。最后回到当前永磁体 13A 的 N 极形成磁力线回路。

本发明的技术构思是：沿转子结构的轴向用转子隔板 16 将转子结构分隔为多个转子单元，相邻的转子单元的转子极靴 14 通过转子隔板 16 隔磁，同一个转子单元内，转子极靴 14 相互独立而不会相互连通，从而避免了漏磁现象的发生。

30 转子结构依靠极靴拉紧螺栓 23 和铁心拉紧螺栓锁紧 24，转子极靴 14 的两个端面分别贴紧于两个转子隔板 16，依靠转子极靴 14 与转子隔板 16 之间的摩擦力还克服转子结构高速旋转时转子极靴 14 和永磁体 13 受到的离心力；转子铁心 15 的两个端面分别紧贴与两个转子隔板 16，依靠转子铁心 15 与转子隔板 16 之间的摩擦力还克服转子结构高速旋转时转子极靴和永磁体受到的离心力；同时，转子铁心 15 的叠片之间、转子极靴 14 的叠片之间以及转子隔板 16 的隔板叠片之间也是依靠相互的摩擦力来克服离心力。依靠调节极靴拉紧螺栓 23 的锁
35 紧力来调节转子极靴 14 与转子隔板 16 之间的摩擦力，极靴拉紧螺栓只需要承受轴向的拉力而无需承受由于离心力而产生的弯矩，极靴拉紧螺栓不容易被折断，转子结构的使用寿命长。

40 本发明的有益效果是：1、依靠转子极靴与隔板之间的摩擦力来克服转子结构旋转时的离心力，拉紧螺栓不受弯矩、不易折断，转子结构的使用寿命长。2、永磁体和转子铁心分别贯穿转子隔板，即转子隔板的厚度不占用转子结构的轴向长度。3、转子极靴之间相互独立，避免发生漏磁现象。

实施例二

参照图 10-14

本实施例与实施例一的区别在于：步骤2)制作转子隔板16时，还对通过有限元分析在转子隔板上开设有减轻隔板重量、降低应力集中的减重孔166，每一个永磁体通孔165周围均分布有多个减重孔166，同一个永磁体13周围的多个减重孔166形成一个减重孔组，减重孔组之间对称分布；减重孔166为圆滑曲线围成的孔洞。

5 减重孔166为圆形孔或者腰形孔或者拐角为弧线过渡的多边形孔，减重孔主要集中在永磁体通孔的拐角处。其余制作步骤都相同。

以下举例说明设有减重孔的两种转子隔板：

第三种转子隔板16c的结构如图10所示，转子隔板16c的永磁体通孔的内侧面163c和164c用于实现永磁体13相对转子轴10的径向定位，内侧面165c用于实现永磁体13相对转
10 子轴10的周向定位，键槽164和内圆孔163分别用于实现转子隔板16c相对转子轴10的周向和径向定位。这种转子隔板16c的减重孔包括圆形孔和拐角为弧线过渡的多边形孔，减重孔166分布在永磁体通孔的靠近转子铁心15的一侧。

第四种转子隔板16d的结构如图11所示，转子隔板16d的永磁体通孔的内侧面163d和164d用于实现永磁体13相对转子轴10的径向定位，内侧面165d用于实现永磁体13相对转
15 子轴10的周向定位，内圆弧166d、167d和168d均为为降低应力集中而设置的过渡圆弧。键槽164和内圆孔163分别用于实现转子隔板16d相对转子轴10的周向和径向定位。这种转子隔板16d的减重孔包括圆形孔和拐角为弧线过渡的多边形孔，减重孔166分布在永磁体通孔的靠近转子铁心15的一侧。

通过在转子隔板上设置减重孔，不但可以减轻转子结构的重量，还能够降低旋转时永磁
20 体挤压转子隔板造成的应力集中。

实施例三

参照图15

本实施例与实施例二的区别之处在于：步骤7)中，安装前端盖11和后端盖12时，先分
25 别在每根极靴拉紧螺栓23的两端开设安装螺孔，前端盖11和后端盖12上分别设有与极靴拉紧螺栓23一一对应的固定螺孔，将固定螺孔对准安装螺孔，并将螺钉插入安装螺孔内，紧固螺钉，完成前端盖11和后端盖12的安装。其余制作步骤都相同。

转子前端板11和后端板12采用较厚的非导磁材料（如高强度铝合金）板材或低导磁率
30 材料（如高强度奥氏体不锈钢）板材制成，不但对转子极靴14、转子隔板16和永磁体13具有稳固作用，还可作为对永磁电机转子进行动平衡校正时的去重结构。前端板紧固螺栓17通过外螺纹与位于极靴拉紧螺栓23前端的内螺纹孔233相联接，使转子前端板11与极靴拉紧螺栓23相联接，从而使转子前端板11的内侧面112贴靠在位于转子前端的转子极靴14的前侧面147之上。极靴拉紧螺栓23的后端外表面带有外螺纹232，外螺纹232与极靴拉紧螺栓螺母20相联接则可实现转子极靴14和转子隔板16的紧固。极靴拉紧螺栓螺母20与位于转子后端的转子极靴14的后侧表面148之间放置有防松垫圈22，防止所述极靴拉紧螺栓螺母
35 20发生松动，也可在极靴拉紧螺栓23的外螺纹232与极靴拉紧螺栓螺母20的螺纹配合内涂以金属胶从而实现二者的牢固联接。后端板紧固螺栓18通过外螺纹与位于极靴拉紧螺栓23后端的内螺纹孔231相联接，使转子后端板12与极靴拉紧螺栓23相联接，从而使转子后端板12的内侧面121则贴靠在位于转子后端的转子极靴14的后侧表面148之上。所述转子前端板11的内孔111与转子轴10的轴环102之间保留有较小的间隙，防止所述前端板11和所
40 述转子轴10在转子装配时发生干涉。

本说明书实施例所述的内容仅仅是对发明构思的实现形式的列举，本发明的保护范围不应当被视为仅限于实施例所陈述的具体形式，本发明的保护范围也及于本领域技术人员根据本发明构思所能够想到的等同技术手段。

权利要求书

1、制造永磁电机转子的方法，包括以下步骤：

1) 制作转轴、永磁体、前端盖和后端盖；制作磁轭单元，磁轭单元包括多个极靴部和一个铁心部，极靴部围绕铁心部设置，极靴部之间相互独立并均匀分布；每个极靴部与铁心部之间通过一对连接条带连接，极靴部、连接条带和铁心部围成轴向和周向定位永磁体的定位孔；极靴部设有允许极靴拉紧螺栓贯穿的极靴螺栓通孔，铁心部设有允许铁心拉紧螺栓贯穿的铁心螺栓通孔；

2) 用非导磁材料制成的转子隔板，转子隔板在轴向将转子结构分隔为多个转子单元，转子隔板上设有允许永磁体贯穿的永磁体通孔，转子隔板上设有允许极靴拉紧螺栓贯穿的极靴螺栓通孔和许铁心拉紧螺栓贯穿的铁心螺栓通孔；

3) 将磁轭单元和转子隔板套接在转轴上，转轴与磁轭单元的铁心部、转轴与转子隔板均为键连接，磁轭单元和转子隔板在轴向均匀地间隔分布，转子隔板在轴向将转子结构分给为多个转子单元；

所有磁轭单元的定位孔对位形成定位通道，定位通道与转子隔板的永磁体通孔对位形成永磁体通道；磁轭单元的极靴螺栓通孔与转子隔板的极靴螺栓通孔一一对位、形成允许极靴拉紧螺栓通过的极靴螺栓通道，磁轭单元的铁心螺栓通孔与转子隔板的铁心螺栓通孔一一对位、形成允许铁心拉紧螺栓通过的铁心螺栓通道；

4) 将永磁体插入永磁体通道内，永磁体与永磁体通道间隙配合；

5) 在每个极靴螺栓通道中插入极靴拉紧螺栓，极靴拉紧螺栓与极靴螺栓通道间隙配合；在每个铁心螺栓通道中插入铁心拉紧螺栓，铁心拉紧螺栓与铁心螺栓通道间隙配合；分别用拉紧螺栓的两端连接螺母，从而锁紧磁轭单元和转子隔板，此时磁轭单元上的连接条带相互重叠；

6) 将每个连接条带的中间部分切除，极靴部叠合形成转子极靴，铁心部叠合形成转子铁心，且转子极靴与转子铁心相互独立；

7) 在转子结构的前后两段分别固定安装前端板和后端板。

2、如权利要求 1 所述的制造永磁电机转子的方法，其特征在于：步骤 1) 中，磁轭单元由多个叠片叠合而成。

3、如权利要求 2 所述的制造永磁电机转子的方法，其特征在于：步骤 1) 中，磁轭单元采用导磁性能良好的铁磁材料板材制作。

4、如权利要求 1 所述的制造永磁电机转子的方法，其特征在于：步骤 1) 中，转轴上设有平键，转子隔板和转子铁心上均设有允许转轴贯穿的转轴通孔和与平键配合的键槽，平键和键槽配合实现转轴与转子铁心和转子隔板的周向定位，转轴上设有轴环以实现转子铁心和转子隔板相对转轴的轴向定位。

5、如权利要求 1 所述的制造永磁电机转子的方法，其特征在于：转子极靴与转子铁心之间的永磁体为整体式磁体。

6、如权利要求 1 所述的制造永磁电机转子的方法，其特征在于：转子极靴与转子铁心之间的永磁体由多块永磁体沿转子轴向拼接而成永磁体组；转子隔板上永磁体通孔与永磁体一一对应，相邻的永磁体通孔之间有搁条。

7、如权利要求 1 所述的制造永磁电机转子的方法，其特征在于：步骤 2) 中，转子隔板上的永磁体通孔的拐角处为平滑的曲线过渡，以降低旋转时永磁体对转子隔板挤压造成的应力集中。

8、如权利要求 7 所述的制造永磁电机转子的方法，其特征在于：步骤 2) 中，通过有限元分析在转子隔板上开设有减轻隔板重量、降低应力集中的减重孔，每一个永磁体通孔周围均分布有多个减重孔，同一个永磁体周围的多个减重孔形成一个减重孔组，减重孔组之间对称分布；减重孔为圆滑曲线围成的孔洞。

减重孔为圆形孔或者腰形孔或者拐角为弧线过渡的多边形孔，减重孔主要集中在永磁体

通孔的拐角处。

9、如权利要求 1-8 之一所述的制造永磁电机转子的方法，其特征在于：步骤 4) 中，永磁体的上端面与转子极靴的下端面贴合、且永磁体与转子极靴之间有金属胶，永磁体的下端面与转子铁心贴合、且永磁体与转子铁心之间有金属胶；

5 步骤 5) 中，铁心拉紧螺栓螺母和转子铁心之间放置有防松垫圈，防止铁心拉紧螺栓的螺母发生松动，或者铁心拉紧螺栓与螺母的螺纹配合内涂有金属胶，以实现铁心拉紧螺栓与螺母的紧固连接；

步骤 7) 安装好前端盖和后端盖后，再在转子极靴和转子隔板之间的空隙处填充热固性高分子材料，如玻璃钢和环氧树脂。

10 10、如权利要求 9 所述的制造永磁电机转子的方法，其特征在于：步骤 7) 中，安装前端盖和后端盖时，先分别在每根极靴拉紧螺栓的两端开设安装螺孔，前端盖和后端盖上分别设有与极靴拉紧螺栓一一对应的固定螺孔，将固定螺孔对准安装螺孔，并将螺钉插入安装螺孔内，紧固螺钉，完成前端盖和后端盖的安装。

说明书附图

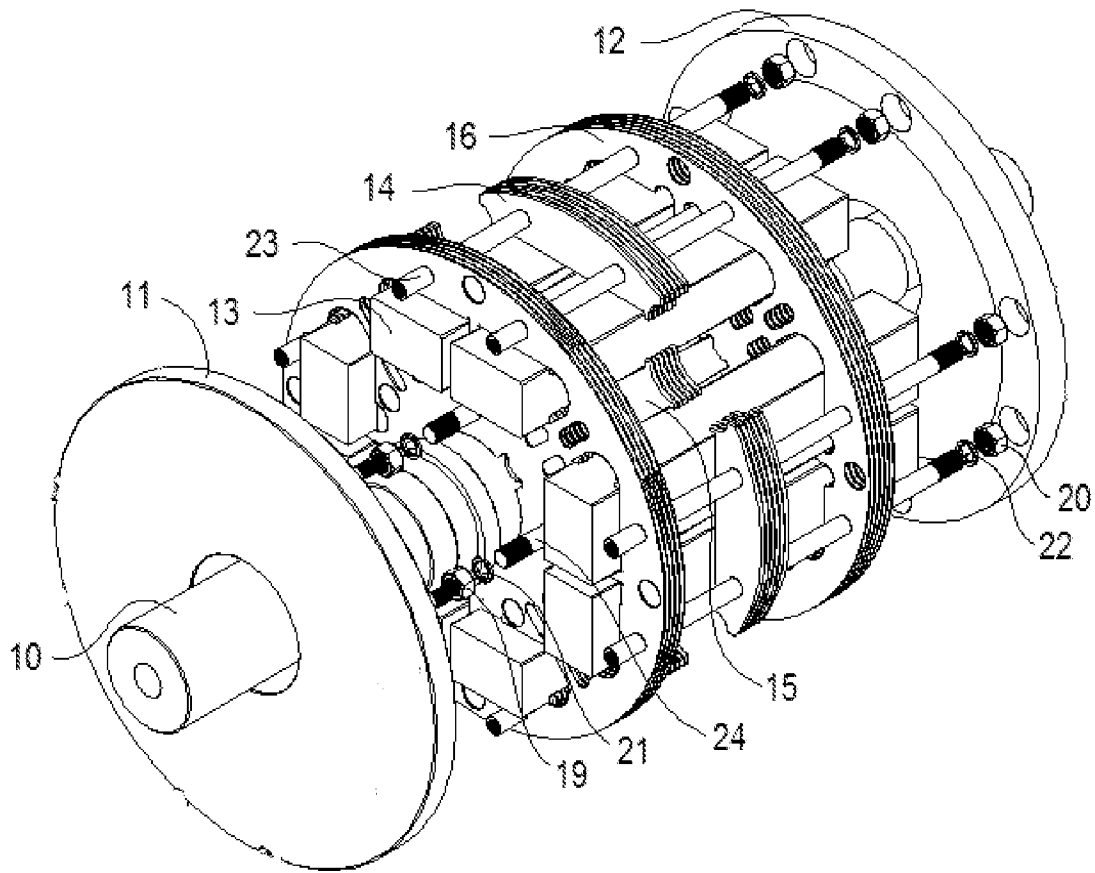


图 1

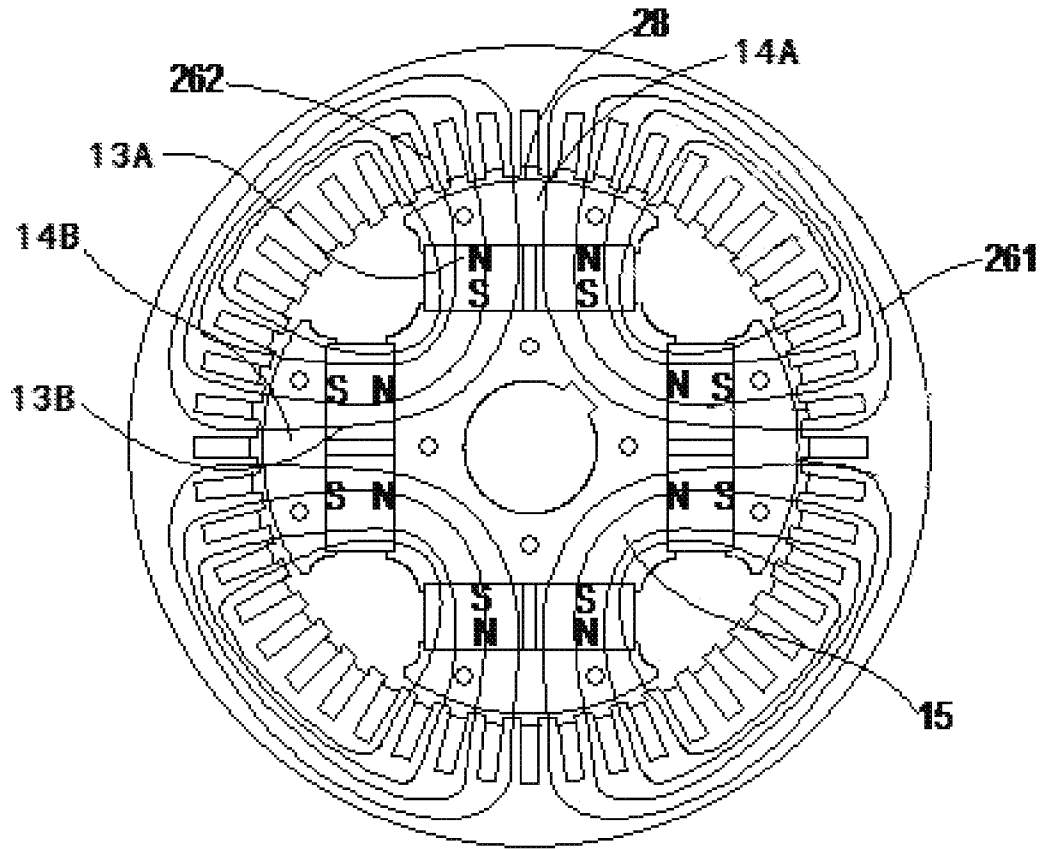


图 2

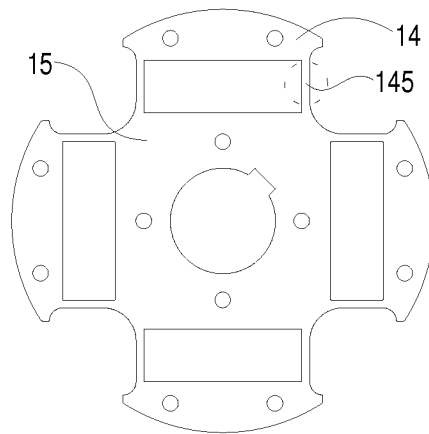


图 3

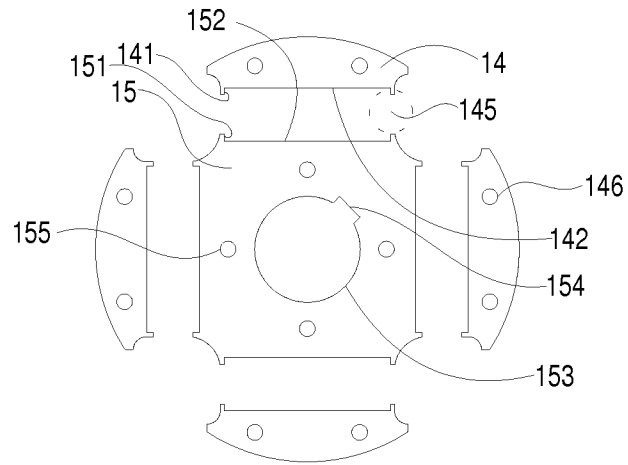


图 4

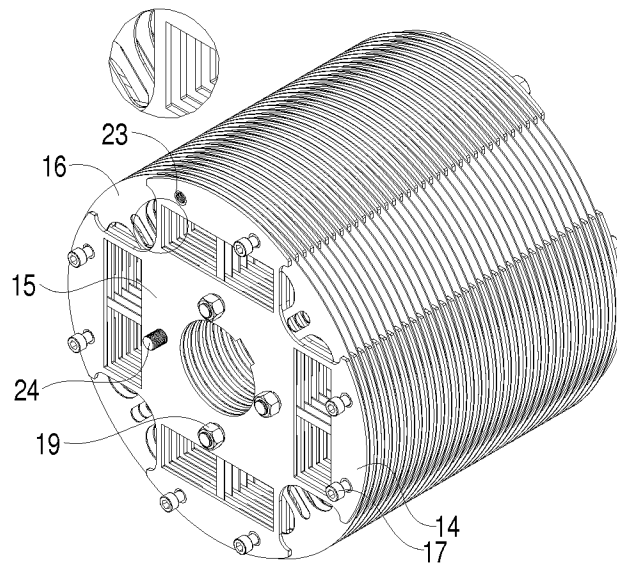


图 5

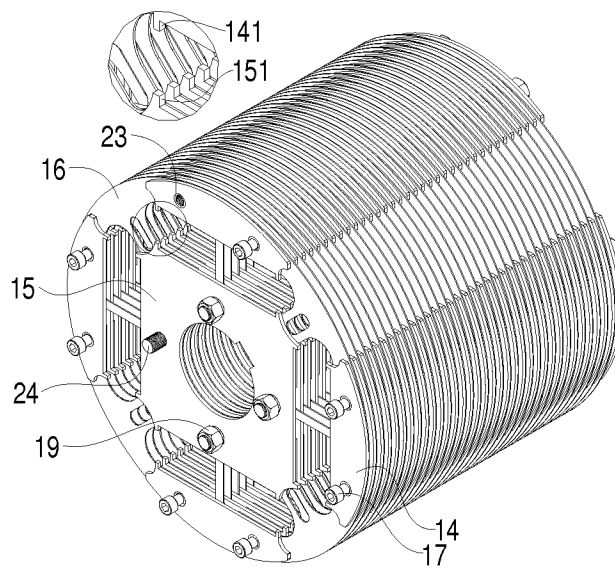


图 6

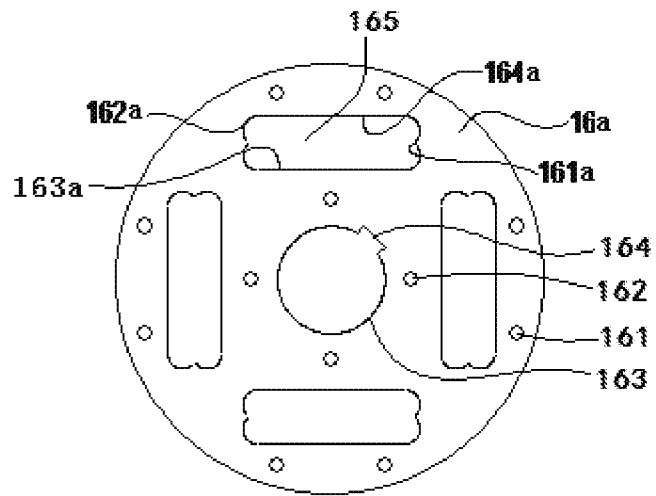


图 7

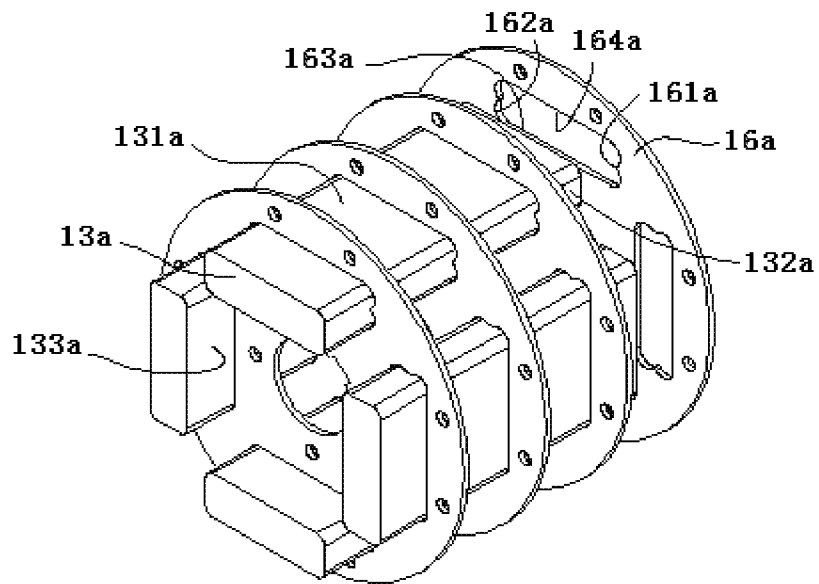


图 8

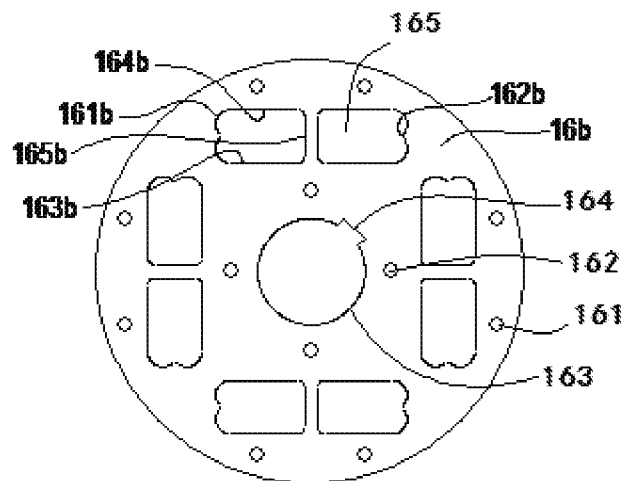


图 9

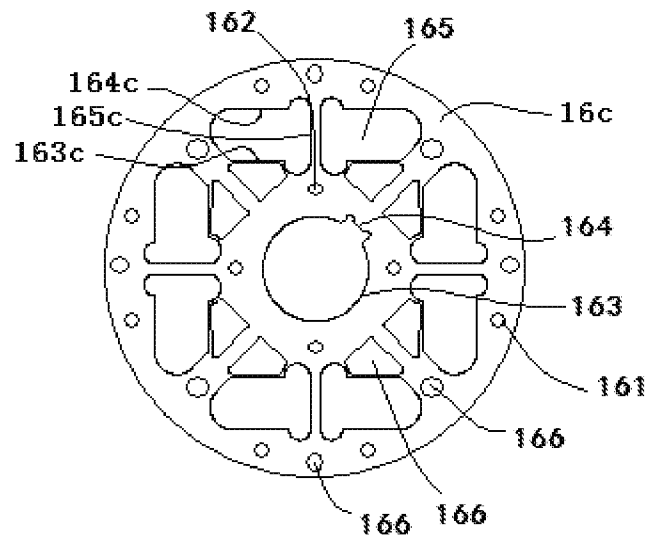


图 10

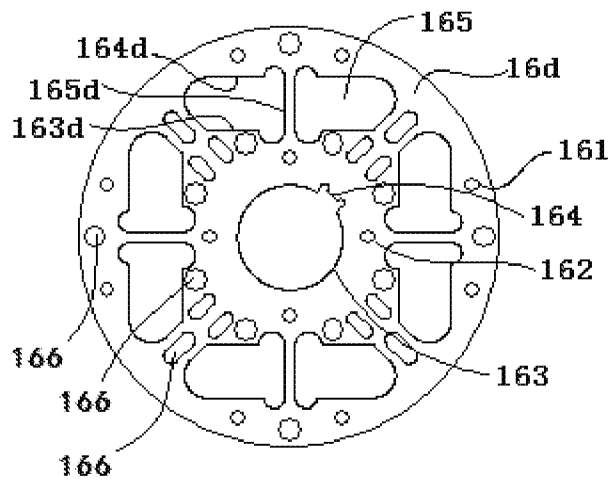


图 11

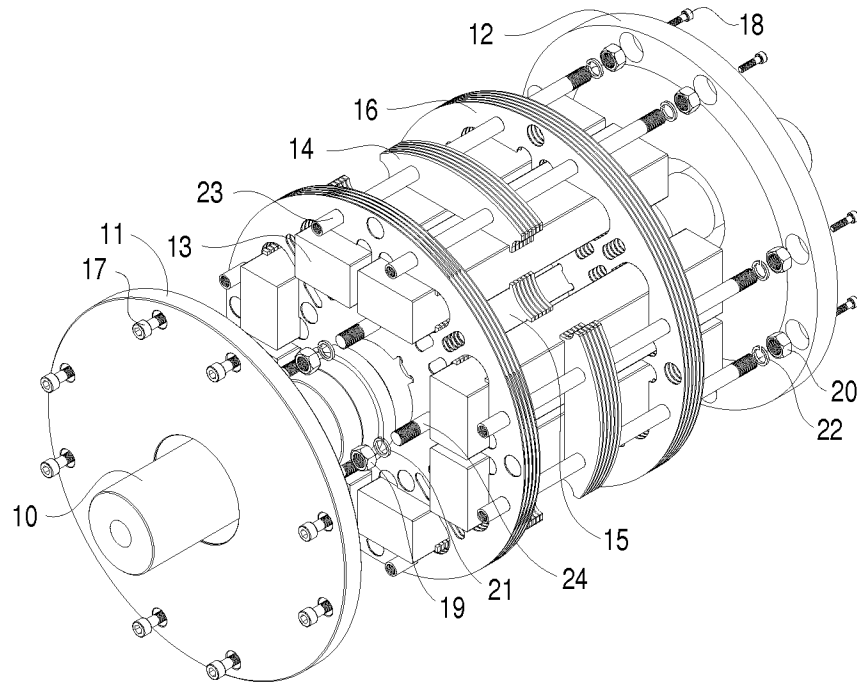


图 12

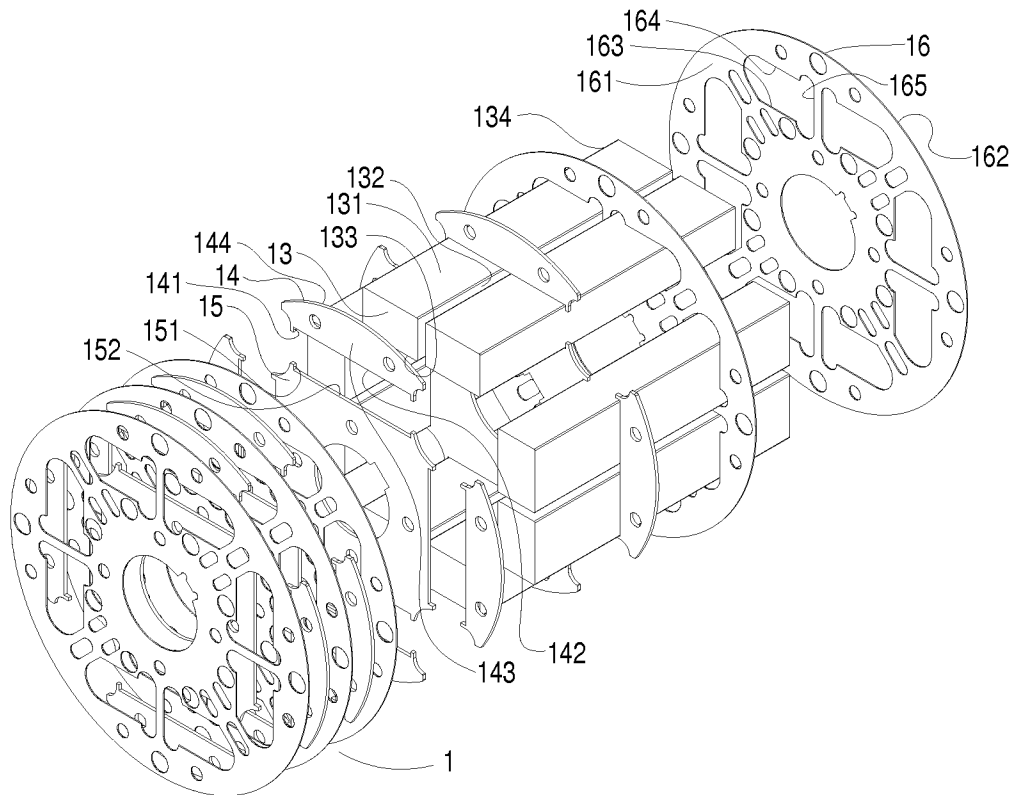


图 13

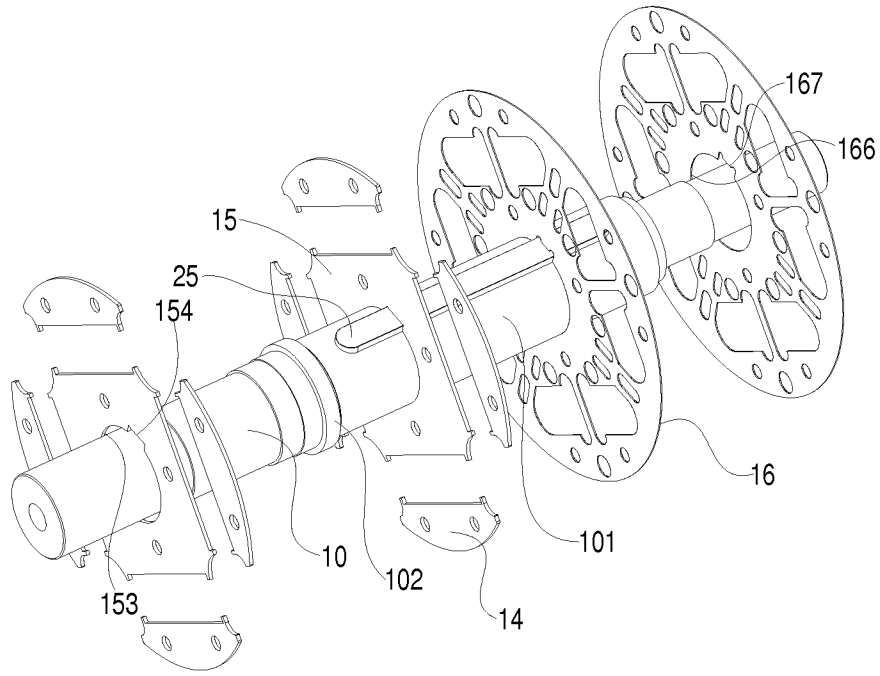


图 14

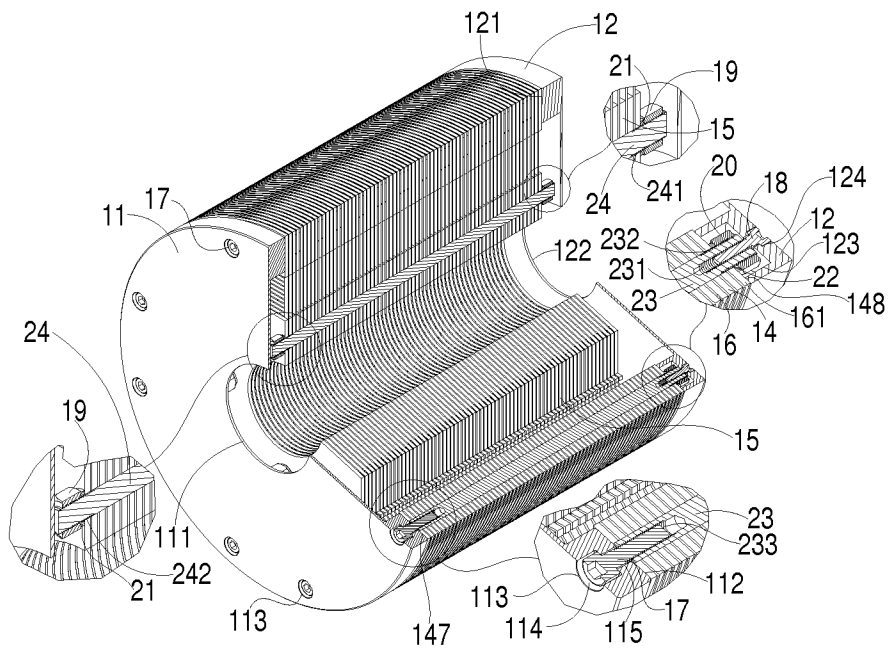


图 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2012/074769

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K 1/27 (2006.01) 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)

IPC: 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)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: permanent magnet, armature, separation, shoe, yoke, end, rotor, permanent, magnet, permanent, core, slot, slit, hole

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-157396 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.), 08 June 2001 (08.06.2001), see description, paragraphs 0029-0074, and figures 1-19	1-10
A	JP 2008-228395 A (DAIKIN KOGYO KK), 25 September 2008 (25.09.2008), see the whole document	1-10
A	JP 2002-191143 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.), 05 July 2002 (05.07.2002), see the whole document	1-10
A	CN 102005838 A (TECO GROUP SCIENCE-TECHNOLOGY (HANGZHOU) CO., LTD.), 06 April 2011 (06.04.2011), see the whole document	1-10
E	CN 102545435 A (ZHEJIANG UNIVERSITY), 04 July 2012 (04.07.2012), see description, paragraphs 0031-0048, and figures 1-13	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search
12 October 2012 (12.10.2012)

Date of mailing of the international search report
22 November 2012 (22.11.2012)

Name and mailing address of the ISA/CN:
State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao
Haidian District, Beijing 100088, China
Facsimile No.: (86-10) 62019451

Authorized officer
XU, Xiaojuan
Telephone No.: (86-10) **62411872**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2012/074769

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2001-157396 A	08.06.2001	None	
JP 2008-228395 A	25.09.2008	None	
JP 2002-191143 A	05.07.2002	None	
CN 102005838 A	06.04.2011	None	
CN 102545435 A	04.07.2012	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2012/074769

A. 主题的分类		
H02K 1/27 (2006.01) 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)		
IPC: 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))		
CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC 永磁, 永久磁, 转子, 电枢, 缝, 隙, 孔, 分, 隔, 心, 芯, 靴, 轭, 端, rotor, permanent, magnet, permanent, core, slot, slit, hole		
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
A	JP 2001-157396 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 08.6 月 2001(08.06.2001) 见说明书第 0029-0074 段以及附图 1-19	1-10
A	JP 2008-228395 A (DAIKIN KOGYO KK) 25.9 月 2008(25.09.2008) 见全文	1-10
A	JP 2002-191143 A (NISSAN MOTOR CO LTD) 05.7 月 2002(05.07.2002) 见全文	1-10
A	CN 102005838 A (东元总合科技(杭州)有限公司) 06.4 月 2011(06.04.2011) 见全文	1-10
E	CN 102545435 A (浙江大学) 04.7 月 2012(04.07.2012) 见说明书第 0031-0048 段以及附图 1-13	1-10
<input type="checkbox"/> 其余文件在 C 栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 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 12.10 月 2012(12.10.2012)		国际检索报告邮寄日期 22.11 月 2012 (22.11.2012)
ISA/CN 的名称和邮寄地址: 中华人民共和国国家知识产权局 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 项晓娟 电话号码: (86-10) 62411872

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2012/074769

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
JP 2001-157396 A	08.06.2001	无	
JP 2008-228395 A	25.09.2008	无	
JP 2002-191143 A	05.07.2002	无	
CN 102005838 A	06.04.2011	无	
CN 102545435 A	04.07.2012	无	