

# (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  
2021年4月1日 (01.04.2021)



(10) 国际公布号  
**WO 2021/056902 A1**

- (51) 国际专利分类号:  
**H02K 1/27** (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/129350
- (22) 国际申请日: 2019年12月27日 (27.12.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
201910919342.6 2019年9月26日 (26.09.2019) CN
- (71) 申请人: 广东威灵电机制造有限公司  
(**GUANGDONG WELLING MOTOR MANUFACTURING CO., LTD.**) [CN/CN]; 中国广东省佛山市顺德区北滘镇工业园兴业路27号, Guangdong 528311 (CN)。

(72) 发明人: 李文瑞(**LI, Wenrui**); 中国广东省佛山市顺德区北滘镇工业园兴业路27号, Guangdong 528311 (CN)。于明湖(**YU, Minghu**); 中国广东省佛山市顺德区北滘镇工业园兴业路27

号, Guangdong 528311 (CN)。李虎(**LI, Hu**); 中国广东省佛山市顺德区北滘镇工业园兴业路27号, Guangdong 528311 (CN)。

(74) 代理人: 深圳中一联合知识产权代理有限公司(**SHENZHEN ZHONGYI UNION INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.**); 中国广东省深圳市福田区园岭街道深南中路1014号报春大厦9楼(5号信箱), Guangdong 518028 (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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(54) **Title:** ELECTRIC MOTOR AND HOUSEHOLD ELECTRICAL APPLIANCE

(54) 发明名称: 电机和家用电器

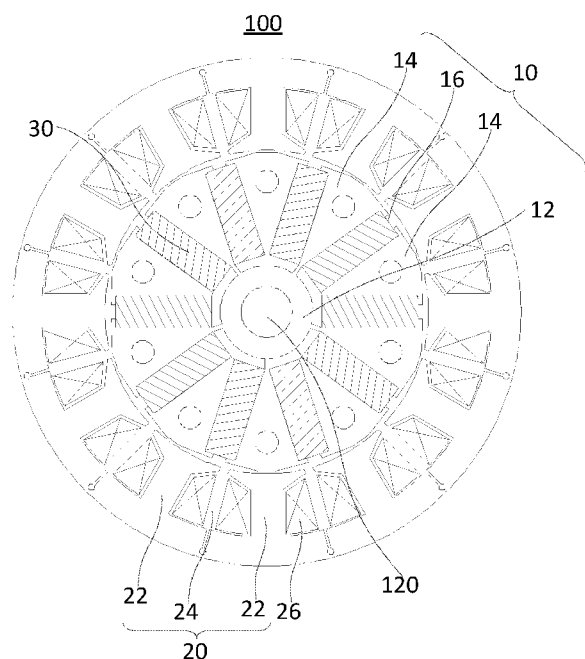


图1

(57) **Abstract:** Provided are an electric motor and a household electrical appliance, said motor (100) comprising: a rotor core (10), comprising an axle collar part (12) and a plurality of fan-shaped parts (14), an accommodating groove (16) being formed between two adjacent fan-shaped parts (14); a stator core (20), sleeved on the outer circumference of the rotor core (10), and comprising a plurality of stator units (22) enclosed as a ring shape. The solution limits the P-S coefficient of the motor (100) and the number of slots per pole per phase so as to reduce the vibration and noise of the motor (100), while also causing the power density and efficiency of the motor (100) to be high, and effectively reducing the cost of the motor (100).

(57) **摘要:** 一种电机和家用电器, 该电机(100)包括: 转子铁芯(10), 包括轴环部(12)和多个扇形部(14), 两相邻扇形部(14)之间构成容纳槽(16); 定子铁芯(20), 套设于转子铁芯(10)外周, 包括围合呈环状的多个定子单元(22)。该方案限定电机(100)的P-S系数和每极每相槽数, 以实现降低电机(100)的振动噪音, 同时也能够使得电机(100)的功率密度高和效率高, 且电机(100)的成本也得到有效降低。



WO 2021/056902 A1

(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))。

## 电机和家用电器

本申请要求于 2019 年 09 月 26 日在中华人民共和国专利局提交的、申请号为 201910919342.6、发明名称为“电机和家用电器”的中华人民共和国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

### 技术领域

本申请涉及电机技术领域，特别是涉及一种电机和家用电器。

### 背景技术

这里的陈述仅提供与本申请有关的背景信息，而不必然构成现有技术。直流无刷电机因其结构简单，运行可靠，越来越多地使用在各种家用电器中。但相关技术中电机的功率密度较低且振动噪音较大，已不符合当前家用电器的需求，需要寻求一种功率密度较高且振动噪音较小的电机，而改善电机噪音的同时也需考虑电机的效率与成本，因而需寻求振动噪音、效率、成本的平衡。

### 申请内容

本申请实施例的目的之一在于：提供一种电机和家用电器，旨在解决功率密度低、振动噪音大的的问题。

本申请实施例采用的技术方案是：

第一方面，提供了一种电机，包括转子铁芯和定子铁芯。转子铁芯包括轴环部和围绕轴环部间隔设置的多个扇形部，两相邻扇形部之间构成容纳槽。定子铁芯套设于转子铁芯，包括围合呈环状的多个定子单元。该电机的极槽因子为定子单元的数量与扇形部的数量的差值绝对值，且该电机的 P-S 系数为极槽因子的倒数与极槽因子正序相邻自然数的倒数之和。其中，P-S 系数范围为 0.4 至 0.5 和 0.8 至 1，电机的每极每相槽数大于等于 0.35 且小于等于 0.5。

第二方面，提供一种家用电器包括如上述的电机。

本申请实施例提供的电机和家用电器的有益效果在于：可降低电机的振动噪音，同时也能够使得电机的功率密度高和效率高，且电机的成本也得到有效降低。

### 附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对实施例或示范性技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其它的附图。

图 1 是本申请提供的电机一实施例沿垂直于轴向的截面示意图；

图 2 是图 1 所示的电机沿轴向的截面示意图；

图 3 是图 1 所示的电机的极数、槽数与电机效率的趋势变化示意图；

图 4 是图 1 所示的电机的 P-S 系数与电机效率的趋势变化示意图；

图 5 是图 1 所示的电机的 P-S 系数与电机的电磁振动幅值百分比的趋势变化示意图；

图 6 是用于显示图 1 所示的电机中的气隙尺寸的局部放大示意图；

图 7 是图 6 所示的转子铁芯中扇形部的结构示意图；

图 8 是图 1 所示的电机的气隙和转子铁芯的外径对电机效率的趋势变化示意图；

图 9 是图 1 所示的电机的最大气隙对电机的效率和电机的磁场畸变率的趋势变化示意图；

图 10 是图 1 所示的转子铁芯的外径和磁铁轴向长度对电机效率的趋势变化示意图；

图 11 是图 1 所示的电机中转子的立体结构示意图；

图 12 是图 11 所示的转子一具体实施方式垂直于轴向的截面示意图；  
图 13 是图 12 所示的转子的端面的正视示意图；  
图 14 是图 11 所示的转子另一具体实施方式垂直于轴向的截面示意图；  
图 15 是图 11 所示的转子又一具体实施方式垂直于轴向的截面示意图；  
5 图 16 是图 15 所示的 A 区域的放大结构示意图；  
图 17 是图 14 或图 15 所示的转子的端面的正视示意图；  
图 18 是图 11 所示的转子沿轴向一侧的截面示意图；  
图 19 是图 18 所示的转子中转子轴的结构示意图；  
图 20 是图 1 所示的电机中的转子铁芯的分解结构示意图；  
10 图 21 是图 20 所示的转子铁芯中的第一转子冲片的结构示意图；  
图 22 是图 20 所示的转子铁芯中的第二转子冲片的结构示意图；  
图 23 是图 22 所示的转子铁芯中尺寸标注示意图；  
图 24 是图 1 所示的电机中局部磁漏分布示意图；  
图 25 是图 1 所示的电机中定子沿垂直于轴向的截面结构示意图；  
15 图 26 是图 1 所示的电机中定子铁芯的结构示意图；  
图 27 是图 26 所示的定子铁芯中定子单元一具体实施方式的结构示意图；  
图 28 是图 26 定子铁芯中定子单元另一具体实施方式的结构示意图。

### 具体实施方式

为了使本申请的目的、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  
20 申请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用以解释本发明，并不  
用于限定本申请。

若本申请实施例中有涉及“第一”、“第二”等的描述，则该“第一”、“第二”等的描述仅用  
于描述目的，而不能理解为指示或暗示其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至少一个该特征。另外，  
25 各个实施例之间的技术方案可以相互结合，但是必须是以本领域普通技术人员能够实现为  
基础，当技术方案的结合出现相互矛盾或无法实现时应当认为这种技术方案的结合不存在，  
也不在本实用新型要求的保护范围之内。

在本文中提及“实施例”意味着，结合实施例描述的特定特征、结构或特性可以包含在  
本申请的至少一个实施例中。在说明书中的各个位置出现该短语并不一定均是指相同的实  
30 施例，也不是与其它实施例互斥的独立的或备选的实施例。本领域技术人员显式地和隐式  
地理解的是，本文所描述的实施例可以与其它实施例相结合。

参阅图 1 和图 2，图 1 是本申请提供的电机一实施例沿轴向的截面示意图，图 2 是图 1  
所示的电机沿垂直于轴向的截面示意图。

在本实施例中，该电机 100 包括转子和定子。转子包括转子铁芯 10、多个磁铁 30、包  
35 塑件 40 和转子轴 50，其中多个磁铁 30 嵌于转子铁芯 10 上，包塑件 40 包覆于转子铁芯 10  
上，使得转子铁芯 10 和多个磁铁 30 结合成转子，转子轴 50 与转子铁芯 10 上的轴孔 120  
相装配，以通过转子轴 50 输出动力。

定子绕设于转子的外围，且包括定子铁芯 20、绕组 26、绕线架 60 和塑封件 70。绕组  
26 缠绕于定子铁芯 20 上，且绕组 26 在上电时产生交变磁场，从而驱动转子转动。绕线架  
40 60 包覆于定子铁芯 20 上定子槽 24 的内表面，以隔离绕组 26。塑封件 70 包覆于定子铁芯  
20 上，以封装定子铁芯 20、绕组 26 及绕线架 60，避免杂质等进入定子铁芯 20 内。

在一个实施例中，参照图 1 和图 2，转子铁芯 10 具体包括轴环部 12 和围绕轴环部 12  
间隔设置的多个扇形部 14，两相邻扇形部 14 之间构成容纳槽 16，从而在转子铁芯 10 上沿  
45 轴环部 12 的周向形成间隔分布的多个容纳槽 16，每一容纳槽 16 中设置有一磁铁 30，即多  
个磁铁 30 与多个扇形部 14 沿轴环部 12 周向交替排列。轴孔 120 设置于轴环部 12 上，转

子轴 50 与轴孔 120 相装配，例如过盈配合或间隙配合。

当磁铁 30 嵌于容纳槽 16 内时，磁铁 30 的 N 极和 S 极分别与两相邻扇形部 14 上的侧面贴合，相邻磁铁 30 上相对的面极性相同，即同为 S 极或 N 极，进而使得被相邻的两个磁铁 30 所夹持的扇形部 14 对应表现为 S 或 N 磁极性，同时相邻两个扇形部 14 表现出相反的磁极性。

在本实施例中，转子铁芯 10 包括偶数个扇形部 14，该偶数个扇形部 14 沿周向依次交替表现出相反的 S 极和 N 极磁极性，并形成封闭的磁回路。另外，为使得磁回路均匀分布，多个容纳槽 16 沿轴环部 12 周向均匀分布。

磁铁 30 例如为铁氧体类的烧结磁铁或钕磁铁等。本实施例中，磁铁 30 为长方体结构，磁铁 30 设置于容纳槽 16 内且沿转子铁芯 10 的轴向贯穿转子铁芯 10。在其他实施例中，磁铁 30 还可以是梯形体等结构，本申请对此不作限制。

包塑件 40 为树脂类材质，通过注塑的方式形成于转子铁芯 10、磁铁 30 上，包塑件 40 还进一步填充于磁铁 30 与转子铁芯 10 之间的空隙内。

在一个实施例中，参照图 1 和图 2，定子铁芯 20 包括围合呈环状的多个定子单元 22，每一定子单元 22 上设置有一绕组 26。相邻的定子单元 22 之间构成定子槽 24，绕组 26 缠绕于对应的定子单元 22 上且置于定子槽 24 内。绕组 26 为三相绕组，各相绕线依次间隔缠绕于定子单元 22 上，并通过对各相绕线按规律依次上电，从而产生交变磁场。

为了提高电机 100 的效率，本申请从电机 100 的定子槽数和转子极数角度出发，提供一种对电机进行优化的实施方式。

具体而言，在本实施例中，定义电机 100 的极槽因子  $s$  为定子单元 22 的数量与扇形部 14 的数量的差值绝对值，电机 100 的 P-S 系数  $k_{ps}$  为极槽因子  $s$  的倒数与极槽因子  $s$  正序相邻自然数的倒数之和，并限定 P-S 系数  $k_{ps}$  的范围为 0.4 至 0.5 和 0.8 至 1，该范围包括端点值 0.4、0.5、0.8 和 1，同时限定电机 100 的每极每相槽数大于等于 0.35 且小于等于 0.5。其中，每极每相槽数为槽数与极数乘以相数之积的比值。

例如，定子单元 22 的数量为  $z$ ，则定子槽数为  $z$ ，扇形部 14 的数量为  $2p$ ，则转子极数为  $2p$ ，极槽因子  $s = |z - 2p|$ ，P-S 系数  $k_{ps} = [s + (s + 1)] / [s \times (s + 1)]$ ，每极每相槽数的表达式为： $z / (2p \times 3)$ 。

下面将具体论述上述限定对电机效率所带来的改进效果。

首先从定子角度出发，如图 6 所示，通过电磁分析可知，由于定子单元 22 之间存在附加气隙 25，因此定子槽数  $z$  越多则附加气隙 25 越多，定子铁芯 20 对磁路的磁阻越大。为保持电机性能最优，则需要相对地将绕组 26 的绕线加粗、将定子单元 22 上的绕线圈数增多或者将绕线的整体长度增加，以便产生更大的磁场强度克服所增加的磁阻。

相反，当定子槽数  $z$  相对较少时，定子上的磁通量也较少，定子上的磁通量处于欠饱和状态，则使得电机 100 的效率降低，电机 100 的功率密度也降低了。

进一步从转子角度出发，以切向充磁的内置式电机为例，当转子极数  $2p$  相对较少时，则磁铁 30 的数量也较少，转子上的磁通量较低，因而通过转子与定子之间气隙参与机电能量转换的磁通也较低，电机 100 的功率密度也较低。此时，为保持电机性能最优，则需要相对地增加磁铁 30 沿径向上的尺寸，以增大转子上的磁通量，转子铁芯 10 的径向尺寸也将增加，因而电机 100 的成本将增加。

相反，当电机 100 的转子极数  $2p$  相对较多时，磁铁 30 的数量也相对较多，转子上的磁通量处于过饱和状态，使得电机 100 的铁损增大。在转速不变的情况下，极数  $2p$  相对较多的电机 100 运行所需的三相电的频率将增加，进一步增大了电机 100 的铁损，造成电机 100 的效率下降，且电机 100 的成本也上升了。

因而，极数  $2p$ 、槽数  $z$  均对电机 100 的效率、性能和成本有较大影响，同时在研究中还发现，极数  $2p$ 、槽数  $z$  对电机 100 的电磁振动幅度也有较大影响。

为了获取极数  $2p$  和槽数  $z$  的最优化组合, 本申请通过对电机 100 进行大量实验验证分析, 从而得到图 3、图 4 和图 5 所示的曲线数据, 并通过对上述曲线数据对极数  $2p$  和槽数  $z$  进行优化。具体而言, 图 3 为电机 100 的极数  $2p$ 、槽数  $z$  与其效率的趋势变化示意图, 图 4 为电机 P-S 系数  $k_{ps}$  与电机效率的趋势变化示意图, 图 5 为电机 P-S 系数  $k_{ps}$  与电磁振动幅值百分比的趋势示意图。

如图 3 所示, 电机 100 的效率随槽数  $z$  的增加先增大后减小, 电机 100 的效率随极数  $2p$  的增加同样先增大后减小, 过大或过小的槽数  $z$ 、极数  $2p$  均不利于电机 100 的效率最大化, 且电机 100 的效率峰值出现在槽数  $z$  为 5 至 15、极数  $2p$  为 0 到 20 的区间范围内。

在一个实施例中, 如图 4 和图 5 所示, 图 4 和图 5 为在每极每相槽数满足大于等于 0.35 且小于等于 0.5 的前提下绘制而成的。具体而言, 电机效率越高, 电机的电磁振动效应越低, 则电机的性能越优良。图 4 中电机效率随电机 P-S 系数  $k_{ps}$  的增大形成了两个波峰, 且从图 4 中可以得出电机效率的局部峰值出现在电机 P-S 系数  $k_{ps}$  为 0.4 至 0.5 和 0.8 至 1 之间的区段内。图 5 中电磁振动幅值百分比随电机 P-S 系数  $k_{ps}$  的增大出现两个波谷, 且从图 5 中可以得出电磁振动幅值百分比的局部波谷值出现在电机 P-S 系数  $k_{ps}$  为 0.4 至 0.5 和 0.8 至 1 之间的区段内。

因此, 综合考虑电机效率、电磁振动幅值百分比以及电机成本等因素, 本申请选取 P-S 系数  $k_{ps}$  大于等于 0.4 且小于等于 0.5 或大于等于 0.8 且小于等于 1 两个范围, 且同时有每极每相槽数大于等于 0.35 且小于等于 0.5, 此设计能够保证电机 100 的切向电磁力波的谐波成分较低, 即电机 100 的振动噪音小, 同时相同成本下功率密度高、电机效率高, 且电机的成本也得到有效降低。

例如, 电机 100 为 10 极 12 槽三相电机, 则其 P-S 系数  $k_{ps}$  为 0.83, 每极每相槽数为  $12 / (10 \times 3) = 0.4$ , 电机效率为 0.89, 电磁振动幅值百分比为 30%。电机 100 为 8 极 12 槽三相电机, 则其 P-S 系数  $k_{ps}$  为 0.45, 每极每相槽数为  $12 / (8 \times 3) = 0.5$ , 电机效率为 0.86, 电磁振动幅值百分比为 38%。上述电机效率和电磁振动幅值百分比相较于现有产品均具有很大改善。

在一个实施例中, 参阅图 6, 为提高电机 100 的效率及降低电机的振动噪音, 本申请还从电机 100 的定转子之间气隙和转子外径的角度出发, 提供了一种对电机 100 进行优化的实施方式。

如图 6 所示, 在本实施例中, 定子铁芯 20 和转子铁芯 10 之间采用不均匀气隙的设计方式, 且该不均匀气隙沿转子铁芯 10 外周呈周期性变化。具体地, 每一扇形部 14 与定子齿 24 之间均构成不均匀气隙, 因而定子铁芯 20 与转子铁芯 10 之间的不均匀气隙沿转子铁芯 10 外周呈周期性变化。

在一个实施例中, 由于转子铁芯 10 与定子铁芯 20 之间构成不均匀气隙, 使得转子铁芯 10 的外周侧与定子铁芯 20 的内周侧之间的径向间距也是不均匀的, 且这种径向间距的不均匀也是沿转子铁芯 10 的外周呈周期性变化的。

具体地, 定子单元 22 上任一处与扇形部 14 之间的气隙大小可随转子铁芯 10 的转动重复先增大而后减小, 或者也可随转子铁芯 10 的转动重复先减小而后增大。

在一个实施例中, 结合图 6、图 7, 在本实施例中, 轴环部 12 具有轴孔 120, 扇形部 14 的外边缘均包括与轴孔 120 同心的第一圆弧段 141 和分别连接于第一圆弧段 141 两端的两第二圆弧段 143, 其中第二圆弧段 143 与第一圆弧段 141 非同心。即第二圆弧段 143 不与轴孔 120 同心, 而相对轴孔 120 偏心, 通常将转子与定子同心设置, 因而能够使得两侧的第二圆弧段 143 与定子齿 24 之间形成不均匀气隙, 第二圆弧段 143 与定子单元 22 之间的气隙逐渐增大或逐渐较小, 从而可起到降低电机 100 反电势谐波率, 和提高电机效率的作用。

其中, 第一圆弧段 141 与定子单元 22 之间的径向气隙构成该不均匀气隙的最小气隙  $\delta_1$ 。

扇形部 14 的外边缘还包括分别连接于两第二圆弧段 143 的两直线段 145。直线段 145 位于扇形部 14 外边缘轮廓的外端，因而在将转子铁芯 10 塑封时，容纳槽 16 处的部分塑料能够通过直线段 145 流动至转子铁芯 10 外轮廓的弧面上，从而能够更好地防止溢料，即防止塑料凸出第二圆弧段 143，进而避免转子和定子之间的摩擦。

5 可选地，定子铁芯 20 的内周面轮廓为规则的圆形内表面，则转子铁芯 10 的外周面轮廓为非规则的圆形外表面，从而转子铁芯 10 与定子铁芯 20 之间构成不均匀气隙。

可选地，定子铁芯 20 的内周面轮廓和转子铁芯 10 的外周面轮廓均为非规则的圆形表面，转子铁芯 10 与定子铁芯 20 之间也可构成不均匀气隙。

下面分别从不均匀气隙的最小气隙、最小气隙与最大气隙的比值两个指标对该不均匀气隙进行优化，以使得该不均匀气隙能够达到提高电机 100 的效率及降低电机 100 的振动噪音的目的。

根据电机的电磁原理，气隙  $\delta$  沿径向的尺寸大小及转子的侧面积决定转子与定子间的磁场分布和磁通转换效率。气隙  $\delta$  的径向尺寸越小、转子铁芯 10 的外径  $D$  越大，则对应的气隙磁阻越小。气隙  $\delta$  的径向尺寸越大、外径  $D$  越小，则对应的气隙磁阻越大。过大的气隙磁阻将导致气隙  $\delta$  内的磁场减弱，进而导致参与机电能量转换的磁通降低和电机效率降低，而过小的气隙磁阻则导致转子和定子极易磁饱和，进而导致铁损上升，电机效率也将降低。因此合理的气隙  $\delta$  与转子铁芯 10 的外径  $D$  的比值是提高电机效率的关键因素。

参阅图 8，图 8 为电机效率随电机的气隙及转子外径变化的示意图。此处气隙  $\delta$  与外径  $D$  一一对应，本申请以不均匀气隙的最小气隙  $\delta_1$  与对应的转子铁芯 10 的外径  $D_r$  为例说明。

20 如图 8 所示，气隙  $\delta$  为 0.3mm 时，电机效率随外径  $D$  增大而减小；气隙  $\delta$  为 0.35mm 时，电机效率随外径  $D$  增大呈现先增大后减小的变化趋势；气隙  $\delta$  为 0.4mm、0.45mm 及 0.5mm 时，电机效率随外径  $D$  增大而增大。当外径  $D$  为 45mm 时，电机效率随气隙  $\delta$  增大而减小；当外径  $D$  为 47mm、49mm、51mm、53mm 及 55mm 时，电机效率随气隙  $\delta$  增大呈现先增大后减小的变化趋势。

具体分析如下，以当气隙  $\delta$  增大时，电机效率呈现先增大后减小趋势的情况为例，电机效率先增大的原因是在转子铁芯 10 的外径  $D$  较大的情况下，转子功率密度高，随气隙增大时气隙磁阻增加，对应转子上的磁通下降，并导致铁耗下降。从电机设计角度而言，在电机效率增大的区间内，电机上的磁负荷高于电负荷，并在气隙  $\delta$  增大过程中，磁负荷逐渐减小，而电负荷逐渐增加，直至二者达到平衡点，对应电机的效率达到最大，此后磁负荷小于电负荷，电机效率逐渐下降。

同理，气隙  $\delta$  为 0.35mm 时，在转子铁芯 10 的外径  $D$  减小过程中，电机效率呈现先增大后减小的变化趋势。其中，在电机效率的增大区间内，转子的侧面积减小，气隙磁阻增大，此区间段内电机上的磁负荷高于电负荷，并在转子外径缩小过程中，磁负荷逐渐减小，而电负荷逐渐增加，直至二者达到平衡，对应待电机效率达到最大，此后磁负荷小于电负荷，电机效率逐渐下降。

因此，通过大量的试验测试分析，在本实施例中，将气隙  $\delta$  的大小与转子外径  $D$  设置成满足以下条件：不均匀气隙的最小气隙  $\delta_1$  与扇形部 14 的数量  $2p$  的乘积除以所对应的转子铁芯 10 圆周周长所得到的商值大于等于 0.01 且小于等于 0.05。在此条件下，电机效率可以得到优化。

具体地， $0.01 \leq 2p\delta_1 / (\pi D_r) \leq 0.05$ ，其中  $\pi D_r$  为最小气隙  $\delta_1$  所对应的转子铁芯 10 圆周周长， $D_r$  为与最小气隙  $\delta_1$  对应转子铁芯 10 的外径。例如，选取气隙宽度  $\delta_1$  为 0.35mm，转子铁芯 10 外径  $D_r$  为 50.2mm，则气隙长径比为 0.022。

以上设计方式通过限定气隙长径比的范围，达到提高电机 100 的效率及功率密度的目的。接下来进一步对不均匀气隙的最小气隙和最大气隙的比值进行优化，以降低电机 100

的振动噪音。

在一个实施例中，若电机 100 的磁场正弦度较差，则其谐波成分含量较高，电机 100 在运行过程中定子与转子的谐波磁场相互作用易产生纹波转矩及径向力波，进而产生转矩波动与径向振动，给电机 100 运转带来噪音问题。而合理地定子铁芯 20 和转子铁芯 10 之间的气隙进行优化设计，使气隙磁阻呈周期性分布，可以改善谐波磁场，从而避免或减弱电机 100 的振动噪音。

因此，为减小电机 100 的振动噪音，以及对气隙空间内的磁场进行优化，从而保证磁场正弦度，应尽量使得气隙磁阻呈正弦分布，使得所含谐波成分含量尽可能地降低，还需要对转子铁芯 10 的外轮廓进行优化设计。本申请进一步在前述气隙长径比的优化前提下，对不均匀气隙进行优化设计，以使得电机磁场的谐波含量最小化。

如图 6 所示，定子铁芯 20 和转子铁芯 10 之间的最小气隙为 $\delta_1$ ，最大气隙为 $\delta_2$ 。在对转子铁芯 10 的外轮廓优化过程中，即是对最大气隙 $\delta_2$ 和最小气隙 $\delta_1$ 及其过渡过程进行优化设计。具体设计过程应满足电机效率和磁场畸变率的平衡，对电机的磁场畸变率和性能进行择优分析，得到电机效率、畸变率随最大气隙和最小气隙的比值  $k$  的变化趋势如图 9 所示。

如图 9 所示，电机 100 在畸变率和性能的实验验证分析中，随着比值  $k$  的增加，电机效率下降明显，其主要原因是最大气隙 $\delta_2$ 增大导致对应的转子部分内缩，进而可提供的磁通面积减小，进而降低了转子的功率密度，同时气隙的卡特系数增加，整体趋势上电机 100 的性能下降，效率降低。尺寸过于狭小的最大气隙 $\delta_2$ ，电机效率较高，这是因为磁铁 30 沿径向的尺寸长度较大，能提供的磁能积更大，同时气隙的卡特系数较小，电机效率上升，但由于最大气隙 $\delta_2$ 和最小气隙 $\delta_1$ 差距较小，气隙磁阻的正弦波动对整体磁路影响较小，因此磁场畸变率较高，无法实现优化气隙磁场的目标。

在本实施例中，通过在畸变率和效率之间寻求平衡范围，确定不均匀气隙的最小气隙 $\delta_1$ 与最大气隙 $\delta_2$ 的比值  $k$  大于等于 0.5 且小于等于 0.8 时，可保证电机效率较高的同时，其磁场畸变率较低。

进一步分析发现最小气隙 $\delta_1$ 满足大于等于 0.2mm 且小于等于 0.5mm 时，能够更准确地确保电机效率较高且磁场畸变率较低。

例如，最小气隙 $\delta_1$ 设计为 0.3mm，确定最大气隙 $\delta_2$ 设计为 0.37-0.6 之间比较合理，本实施例中选取气隙比值系数  $k$  为 0.65，则确定最大气隙 $\delta_2$ 为 0.46mm。

在一个实施例中，结合图 10，为提高电机 100 的效率及降低电机的成本，本申请还从电机 100 的转子外径  $D$  和磁铁 30 的径向长度  $l_{PM}$  的角度出发，提供了一种对电机 100 进行优化的实施方式。

具体而言，随着转子铁芯 10 的外径  $D$  的增加，磁铁 30 的径向长度  $l_{PM}$  也增大，则电机磁能积也相应提高。但过强的磁能积将导致电机 100 的铁损增加，在电机外径不变的前提下还同时带来可绕线的定子槽面积减小的问题，因而只能选用更小直径的绕组来确保绕组的占用面积，这将导致绕线电阻增加，铜损增大。因而合理地分配定子铁芯 20 和转子铁芯 10 及磁铁 30 的空间是决定电机 100 实现功率密度、效率最大化的关键。

在本实施例中，通过大量的实验验证分析，获得转子外径  $D_r$  与磁铁 30 的径向长度  $l_{PM}$  的比例关系与电机效率之间的变化趋势如图 10 所示。

如图 6 和图 10 所示，转子外径为 45mm、48mm 时，电机效率随径向长度  $l_{PM}$  的增大而减小，此区间内电机的磁负荷多于电负荷，且随后磁负荷与电负荷之间的差距逐渐增大，电机的磁过饱和程度高，铁损逐渐变大，进而电机效率逐渐减小。转子外径为 50mm 时，电机效率随径向长度  $l_{PM}$  的增大呈先增大后减小的变化趋势，在电机效率增大的区段，电机的磁负荷随径向长度  $l_{PM}$  的增大而增多，而电负荷逐渐减少，直到二者达到平衡，电机效率也达到局部峰值，此后磁负荷多于电负荷，电机效率逐渐下降。转子外径为 53mm、55mm

时, 电机效率随径向长度 $l_{PM}$ 的增大而增大, 在该区段内电机的磁负荷随径向长度 $l_{PM}$ 的增大而增多, 磁负荷与电负荷之间的差距逐渐缩小, 电机效率也逐步提升。

因此, 经过实验验证分析, 得到效率最优的磁铁 30 的径向长度 $l_{PM}$ 与转子外径 $D_r$ 应满足以下条件: 转子铁芯 10 外周所构成最大圆周的周长除以扇形部 14 的数量及磁铁 30 在转子铁芯 10 径向的长度 $l_{PM}$ 得到的商值大于等于 1 且小于等于 1.4。其中, 与最小气隙 $\delta_1$ 对应的外径 $D_r$ 所决定的周长为最大圆周周长, 即 $1 \leq \pi D_r / (2p l_{PM}) \leq 1.4$ 。例如, 选取转子外径 $D_r$ 为 50mm, 并可获取磁铁 30 的径向长度 $l_{PM}$ 的适宜大小范围, 并在该范围内选取规则的数值即可。

在一个实施例中, 参照图 2, 为提高电机 100 的效率, 本申请还从电机 100 的定子铁芯 20、转子铁芯 10 和磁铁 30 沿轴向的尺寸角度出发, 提供了一种对电机 100 进行优化的实施方式。

首先, 实际电机成本构成中, 对电机性能有益的材料中, 其主要部分为用铜成本(绕组 26)、用钢/铁成本(定子铁芯 20 和转子铁芯 10), 磁铁成本(磁铁 30), 从比例来说, 铜成本>磁铁成本>钢成本。由于磁铁 30 与转子铁芯 10 结合固定后再进行着磁, 磁铁 30 充磁无法达到饱和, 因此, 如果要维持电机较优的效率性能, 则必须增加用铜成本, 而铜为贵金属, 增加用铜量, 将增加电机 100 的成本。如果通过增加磁铁 30 的用量去提升电机性能, 则有一定的边际效应。即, 当磁铁 30 的用量超过了某个阈值, 对电机性能的改善不明显, 却导致电机的成本大幅上升, 如果通过增加磁铁 30 的等级, 例如原使用 6 系改为 9 系, 那么磁铁 30 的价格将翻倍的增加, 则电机 100 的成本将更高。钢材/铁材对于电机 100 而言, 其价格相对铜和磁铁 30 较低, 因而通过增加转子铁芯 10 沿轴向的长度来提升电机性能相对是首选, 即本申请所提供的电机 100 的方案能够以相对较小的成本提升电机 100 的性能。

如图 2 所示, 在本实施例中, 将磁铁 30 沿轴向的长度 $L_3$ 设置成大于等于转子铁芯 10 沿轴向的长度 $L_1$ 。其中, 轴环部 12 具有轴孔 120, 该轴向为轴孔 120 的轴线方向。具体而言, 磁铁 30 的两端面可以设置成与转子铁芯 10 的两端面平齐, 或者磁铁 30 的一端面与转子铁芯 10 的一端面平齐, 磁铁 30 的另一端面凸出于转子铁芯 10 的另一端面, 或者磁铁 30 的两端面分别对应凸出于转子铁芯 10 的两端面, 且磁铁 30 的两端面相对于转子铁芯 10 的两端面所分别凸出的长度可以相等或不等。上述设置方式可以使得在转子铁芯 10 中产生较饱和的磁场, 提高转子铁芯 10 上的磁密度, 进而提高电机 100 的功率密度, 以提升电机 100 的性能效率。

在一些实施例中, 还可以将转子铁芯 10 沿轴孔 120 的轴向上的长度 $L_1$ 设置成大于等于定子铁芯 20 沿轴向上的长度 $L_2$ 。

在一些实施例中, 转子铁芯 10 沿轴向的长度 $L_1$ 等于定子铁芯 20 沿轴向的长度 $L_2$ , 转子铁芯 10 的两端面与定子铁芯 20 的两端面平齐, 以使得转子铁芯 10 的侧面至少与定子铁芯 20 的内侧面对齐, 以便于气隙区间内的磁场分布和磁通转换。

在另一些实施例中, 转子铁芯 10 沿轴向的长度 $L_1$ 大于定子铁芯 20 沿轴向的长度 $L_2$ , 转子铁芯 10 的第一端面沿轴向相对凸出或平齐于定子铁芯 20 的第一端面, 转子铁芯 10 的第二端面相对凸出定子铁芯 20 的第二端面。

由于转子铁芯 10 的至少一端面凸出于定子铁芯 20 的端面, 进而可利用转子铁芯 10 所凸出的端部磁场, 来弥补磁铁 30 充磁不饱和所带来的性能损失, 可相对地以较小的成本提升电机 100 的性能。

在一个实施例中, 转子铁芯 10 的长度 $L_1$ 与定子铁芯 20 的长度 $L_2$ 之比大于等于 1.0 且小于等于 1.25, 该尺寸范围将以较高的轴向端部聚磁效应弥补磁铁 30 充磁不饱和所带来的性能损失, 来提高电机 100 的功率密度, 以提升电机 100 的效率性能。

本实施例中, 转子铁芯 10 的第一端面与定子铁芯 20 的第一端面平齐, 转子铁芯 10 的

第二端面相对定子铁芯 20 的第二端面凸出, 磁铁 30 的两端面相对于转子铁芯 10 的两端面在轴向上凸出, 进而利用磁铁 30 自转子铁芯 10 凸出的两端因端部效应产生进入转子铁芯 10 的磁场以及利用磁铁 30 凸出转子铁芯 10 的端部产生与定子铁芯 10 交链的磁场, 来提升电机 100 的效率。

5 在一个实施例中, 磁铁 30 的两端面相对于转子铁芯 10 两端所凸出的长度相等, 以使得磁铁 30 于转子铁芯 10 内所产生的磁密相同, 转子铁芯 10 的性能更均衡, 有利于提升电机 100 的性能。

10 在一个实施例中, 磁铁 30 沿轴向上的长度  $L_3$  与转子铁芯 10 的长度  $L_1$  之差除以定子铁芯 20 的长度  $L_2$  得到的商值大于等于 0.15 且小于等于 0.45, 该尺寸范围将以端部聚磁效应产生较高的端部磁场来提升电机 100 的性能。

15 此外, 磁铁 30 的两端面还可以相对于定子铁芯 20 的两端面在轴向上非对称凸出, 即磁铁 30 分别自定子铁芯 20 的两个端面凸出的长度不同, 其中磁铁 30 自定子铁芯 20 的端面凸出长度较长的一端用于安装传感器, 以便于对电机 100 的运行状态进行监测, 磁铁 30 自定子铁芯 20 的端面凸出长度较短的一端能够以端部聚磁效应所产生较高的端部磁场提升电机 100 的性能即可。

20 在一个实施例中, 磁铁 30 凸出定子铁芯 20 的第一端面的第一长度  $L_4$  大于等于 2mm 且小于等于 6mm, 磁铁 30 凸出定子铁芯 20 的第二端面的第二长度  $L_5$  大于等于 4mm 且小于等于 8mm, 该第一长度  $L_4$  的尺寸范围既能便于安装传感器以检测电机 100 的运行状态, 又能与第二长度  $L_5$  的尺寸范围相配合以端部聚磁效应所产生较高的端部磁场提升电机 100 的性能。

在一个实施例中, 结合图 10 至图 17, 为了防止铁屑等异物进入定转子之间的气隙内后, 定子和转子与铁屑摩擦而损坏, 进而降低电机 100 的效率、产生异响等状况发生, 本申请还从转子的角度出发, 提供一种对转子的优化方式, 以降低铁屑等异物气隙内而对电机性能、噪音及可靠性造成的影响。

25 在第一种实施方式中, 包塑件 40 上设有碎屑吸附槽 41。

参阅图 11 至图 13, 包塑件 40 包覆磁铁 30 并形成于转子铁芯 10 的两个端面及侧面, 包塑件 40 中形成于转子铁芯 20 侧面的部分设置有碎屑吸附槽 41, 碎屑吸附槽 41 用于吸纳转子运转过程中所吸附的微小异物, 降低因金属碎屑等异物吸附于转子表面而使得转子与定子之间转动时产生摩擦的风险, 有利于改善电机的性能。

30 包塑件 40 具体包括端面覆盖部 42 和侧面填充部 44。端面覆盖部 42 覆盖转子铁芯 10 端面的磁铁 30, 露出转子铁芯 10 端面的轴环部 12 及扇形部 14, 即端面覆盖部 42 至少将转子铁芯 10 端面的磁铁 30 所覆盖, 并露出转子铁芯 10 端面的至少部分轴环部 12 及部分扇形部 14。

35 端面覆盖部 42 将磁铁 30 自转子铁芯 10 的端面凸出的部分覆盖包裹, 对磁铁 30 起到轴向固定的作用。进一步, 可以在磁铁 30 的两相对侧面上还设置定位孔, 以用于定位磁铁 30 凸出转子铁芯 10 的端面的轴向长度。

40 在本实施例中, 端面覆盖部 42 上对应每一磁铁 30 形成有至少一个定位孔 424。例如, 端面覆盖部 42 上对应每一磁铁 30 形成有两个定位孔 424。定位孔 424 用于定位磁铁 30 的位置, 以及可以减少端面覆盖部 42 的用料, 进一步地还可向该定位孔 424 内填料以对转子进行动平衡校正。

该端面覆盖部 42 包括轴环覆盖子部 420 和多个磁铁覆盖子部 422, 多个磁铁覆盖子部 422 呈放射状连接于轴环覆盖子部 420, 轴环覆盖子部 420 至少覆盖部分轴环部 12, 每一磁铁覆盖子部 422 对应覆盖一磁铁 30, 磁铁覆盖子部 422 之间形成有空间并露出扇形部 14。

45 在一个实施例中, 可以在扇形部 14 自端面覆盖部 42 露出的部分上设置平衡孔 146, 该平衡孔 146 贯穿扇形部 14。设置该平衡孔 146 既能够减少转子铁芯 10 的重量, 又能够

对转子铁芯 10 进行散热,还可以通过向该平衡孔 146 填充材质增重以对转子进行动平衡校正。

在本实施例中,每一扇形部 14 上均设置有平衡孔 146。在其他实施例中,也可以仅在部分扇形部 14 上设置平衡孔 146。

5 在一个实施例中,两相邻磁铁覆盖子部 422 之间还可以设置有挡圈 426,挡圈 326 位于扇形部 14 的外周缘,因而平衡孔 146 位于挡圈 426、磁铁覆盖子部 422 和轴环覆盖子部 420 所围设的区域内,进而挡圈 426 可以防止对平衡孔 146 填料时填料溢出至转子铁芯 10 的侧面,还可增加填料固定于转子铁芯 10 上的可靠性,并防止转子高速旋转时离心力导致该填料甩脱,同时也便于人员快速操作填料而减小产生品质问题的风险。

10 侧面填充部 44 连接端面覆盖部 42,覆盖于转子铁芯 10 侧面的磁铁 30,并露出转子铁芯 10 侧面的扇形部 14;碎屑吸附槽 41 形成于侧面填充部 44。

可选地,碎屑吸附槽 41 沿着转子铁芯 10 的轴向延伸形成于侧面填充部 44。或者,碎屑吸附槽 41 相对轴向偏斜一定角度设置于侧面填充部 44。

15 可选地,多个碎屑吸附槽 41 设置于侧面填充部 44,侧面填充部 44 上对应于每一磁铁 30 形成有一碎屑吸附槽 41。或者,侧面填充部 44 上对应于每两个磁铁 30 形成有一碎屑吸附槽 41。或者,侧面填充部 44 上对应于每一磁铁 30 形成有多个碎屑吸附槽 41,多个碎屑吸附槽 41 沿轴向分布。

需要说明的是,侧面填充部 44 与转子铁芯 10 的侧面对齐连接,即连接处平滑过渡,以减少转子转动时所承受的风阻。

20 在一个实施例中,扇形部 14 远离轴环部 12 的外边缘朝向容纳槽 16 伸出形成止挡部 140,磁铁 30 抵靠于止挡部 140;两相邻扇形部 14 之间相对的两止挡部 140 形成间隙 142,该间隙 142 的存在有利于大幅减少转子铁芯 10 的漏磁。侧面填充部 44 填充于间隙 142 中,且侧面填充部 44 与转子铁芯 10 的侧面对齐连接,以及侧面填充部 44 与转子铁芯 10 的两端面上的磁铁覆盖子部 422 连接。

25 在第二种实施方式中,磁铁 30 上设有碎屑吸附槽 32。

参阅图 14,相比于上述实施例,不同点主要在于,磁铁 30 的一侧面自转子铁芯 10 的侧面露出且其上设有碎屑吸附槽 32,进而多个碎屑吸附槽 32 自转子铁芯 10 的侧面露出。

30 具体而言,碎屑吸附槽 32 自两止挡部 140 形成的间隙 142 露出,铁屑等异物可从间隙 142 进入碎屑吸附槽 32 并被碎屑吸附槽 32 磁吸收纳,以避免铁屑等异物对电机性能、噪音及可靠性造成影响。

本实施例中,包塑件 40 不填充于间隙 142 中,即包塑件 40 不包括上述的侧面填充部 44,包塑件 40 包括端面覆盖部 42,且碎屑吸附槽 32 自间隙 142 露出。

可选地,包塑件 40 还填充于部分间隙 142 中,从而包塑件 40 还可形成于转子铁芯 10 的侧面,碎屑吸附槽 32 自未被包塑件 40 填充的间隙 142 露出。

35 在一些实施例中,碎屑吸附槽 32 沿着转子铁芯 22 的轴向延伸形成于磁铁 30 上,即磁铁 30 上沿轴向形成有一个碎屑吸附槽 32。

在另一些实施例中,一个磁铁 30 的侧面沿轴向分布有多个碎屑吸附槽 32。或者,每相邻的两个、三个等磁铁 30 数目中的一个上形成有碎屑吸附槽 32。

40 在磁铁 30 上设有碎屑吸附槽 32,相当于减小了磁铁 30 的体积,为尽量减弱磁铁 30 体积减小对转子性能的影响,对磁铁 30 的磁场进行分析,以确定在合理位置开设碎屑吸附槽 32。

45 经仿真分析可知,磁铁 30 暴露在间隙 142 中的磁铁部分磁感强度最低,在邻近该磁感强度最低处的两侧,即止挡部 140 覆盖下的磁铁部分磁感强度最高。为尽量降低在磁铁 30 上开槽对转子 100 性能的影响,同时利用磁铁 30 上的高磁场对铁屑等异物的吸引,在磁铁 30 的低磁场处开设碎屑吸附槽 32,且碎屑吸附槽 32 自间隙 142 露出于转子铁芯 10 的侧面,

以吸引铁屑等异物进入其中，进而避免铁屑对电机性能、噪音及可靠性造成影响。

在第三种实施方式中，转子铁芯 10 上设有碎屑吸附槽 144。

参阅图 15 至图 17，相比于上述实施例，不同点主要在于，扇形部 14 上背离轴环部 12 的一侧设有碎屑吸附槽 144。碎屑吸附槽 144 可设置于扇形部 14 背离轴环部 12 的侧壁上的任意位置。

本实施例中，止挡部 140 背离轴环部 12 的一侧设有碎屑吸附槽 144。

由于止挡部 140 的横截面相对扇形部 14 其他位置上的横截面急剧缩小，因而自止挡部 140 上通过的磁通量极大地多于自扇形部 14 上相同大小的横截面积中通过的磁通量，甚至于止挡部 140 处于磁饱和状态，即止挡部 140 处的磁感强度较高，同时对转子铁芯 10 进行电磁仿真分析，也表明止挡部 140 连接处的磁感强度较高，因而为吸纳转子铁芯 10 外部的铁屑等微小异物，而选择在止挡部 140 上开设碎屑吸附槽 144。

因而，本申请充分有效地利用转子铁芯 10 上的磁场分布状况，在止挡部 140 上开设碎屑吸附槽 144 吸纳铁屑等杂质的同时，对转子铁芯 10 的性能未造成不良影响，以及由于碎屑吸附槽 144 所在位置处的磁场强度相对于转子铁芯 10 侧面的其他位置处的磁场强度较强，因而碎屑吸附槽 144 可对铁屑等微小异物进行有效吸附。

在一些实施例中，如图 16 中具有间隙 142 的两止挡部 140 还可以连接成一体，即相邻扇形部 14 的外周缘彼此连接，从而包塑件 40 仅包括端面覆盖部 42，同样碎屑吸附槽 144 可设置于扇形部 14 背离轴环部 12 的侧壁上的任意位置。

需要说明的是，上述碎屑吸附槽（41、32、144）可同时存在、存在三者中的一种或存在三者中的两种，均可有效避免铁屑等异物对电机性能、噪音及可靠性造成影响。

在一个实施例中，结合图 18，为降低转子轴 50 上的轴电压，本申请还从转子轴 50、轴孔 120 的角度出发，提供一种对转子优化的实施方式，以静电隔离转子铁芯 10 和转子轴 50。

在一些实施方式中，转子轴 50 和轴孔 120 可以采用过盈装配。

本实施例中，如图 18 所示，轴孔 120 的孔径尺寸大于转子轴 50 的轴径尺寸，转子轴 50 与轴孔 120 共轴线设置，以使得转子整体保持动平衡，且转子轴 50 和转子铁芯 10 通过包塑件 40 结合成一体。

在一个实施例中，包塑件 40 填充于转子轴 50 与轴孔 120 的内壁之间，以隔离并绝缘转子铁芯 10 和转子轴 50，且固定转子轴 50 和转子铁芯 10，从而改变转子一侧的静电容量，使得转子一侧的静电容量与配合的定子一侧的静电容量易于达到平衡，进而可降低转子轴 50 上的轴电压，达到改善轴承电腐蚀的作用。

在一个实施例中，如图 19 所示，转子轴 50 包括轴体 52 和设置于轴体 52 上的轴槽 54，轴槽 54 的外径小于轴体 52 的外径。轴槽 54 所对应的部分位于轴孔 120 内，包塑件 40 填充于轴槽 54 与轴孔 120 的内壁之间。

在一些实施例中，轴体 52 上还可以设置多个轴槽 54，多个轴槽 54 沿轴向间隔分布与轴体 52 上，多个轴槽 54 均位于轴孔 120 内，从而包塑件 40 填充于多个轴槽 54 与轴孔 120 的内侧壁之间，可增大转子轴 50 与转子铁芯 10 之间的回转扭矩，防止转子轴 50 与转子铁芯 10 松脱。

在另一些实施例中，轴槽 54 的表面凸出或凹陷形成有防脱部 540，以用于增大转子轴 50 与转子铁芯 10 之间的回转扭矩，防止电机在使用过程中转子轴 50 与转子铁芯 10 之间脱落。

例如，在轴槽 54 的表面形成有凹槽状的防脱部 540，或者轴槽 54 的表面形成有凸台状的防脱部 540，进而包塑件 40 与该防脱部 540 结合可增大转子轴 50 与转子铁芯 10 之间的回转扭矩。

在一个实施例中，包塑件 40 由弹性材质制成，从而可以吸收、缓冲转子铁芯 10 与转

子轴 50 在旋转过程中的切向力矩波动，以减少通过转子轴 50 传递出去的异常震动，并减小震动噪音。

在一个实施例中，结合图 20 至图 24，为减少电机 100 的漏磁，本申请还从转子铁芯结构的角度出发，提出一种对转子铁芯 10 进行优化的实施方式。

5 参阅图 20 至图 22，转子铁芯 10 包括依次层叠设置的第一转子冲片组 11、第二转子冲片组 13 和第三转子冲片组 15。

如图 21 所示，第一转子冲片组 11 和第三转子冲片组 15 均由多个第一转子冲片 110 层叠而成，第一转子冲片 110 包括第一环圈片 112 和围绕第一环圈片 112 间隔设置的多个第一扇形片 113，每一个第一转子冲片 110 中多个第一扇形片 113 均与第一环圈片 112 连接。

10 如图 22 所示，第二转子冲片组 13 由多个第二转子冲片 130 层叠而成，第二转子冲片 130 包括第二环圈片 132 和围绕第二环圈片 132 间隔设置的多个第二扇形片 133，每一个第二转子冲片 130 中第二扇形片 133 与第二环圈片 132 连接和断开彼此交错设置。

其中，第一环圈片 112 和第二环圈片 132 层叠形成轴环部 12，第一扇形片 113 和第二扇形片 132 层叠形成扇形部 14。

15 第二转子冲片 130 中的第二扇形片 133 与第二环圈片 132 连接和断开彼此交错设置，因而部分第二扇形片 133 不与第二环圈片 132 连接，即部分第二扇形片 133 相对第二环圈片 132 独立而通过相邻层叠的其他第二扇形片 133 固定，即该第二扇形片 133 与第二环圈片 132 之间存在气隙磁阻，从而能够减少漏磁；同时该第二转子冲片 130 中其他的第二扇形片 133 与第二环圈片 132 连接，因而能够保证第二转子冲片组 13 的整体强度，进而保证  
20 转子铁芯 10 的整体强度。

在一个实施例中，第一扇形片 113 和第二扇形片 133 的相同位置均设置有铆扣点 116，相邻两转子冲片之间通过铆扣点 116 连接，即沿轴向相邻设置的两第一转子冲片 110、两第二转子冲片 130 及第一转子冲片 110 和第二转子冲片 130 之间均通过铆扣点 116 连接。

本实施例中，第二转子冲片组 13 的相邻两第二转子冲片 130 中，连接第二环圈片 132 的第二扇形片 133 与未连接第二环圈片 132 的第二扇形片 133 层叠设置。  
25

第二转子冲片组 13 中的多个第二转子冲片 130 还可有其他的排列方式，例如一半数量的第二转子冲片 130 彼此层叠，还相对另一半数量彼此层叠的第二转子冲片 130 偏转一个第二扇形片 133 并层叠，从而形成第二转子冲片组 13。或者，第二转子冲片组 13 还包括第一转子冲片 110，第一转子冲片 110 分布于多个第二转子冲片 130 之间。以上仅为示例，  
30 本申请对第二转子冲片组 13 的具体排布状况不作限制。

第二转子冲片组 13 的这种结构设置能够减少漏磁和提高转子铁芯 10 的反电势系数，因而可提高电机 100 的性能，还保证了转子铁芯 10 自身的强度，并且有利于降低在旋转时由离心力造成的强度失效的风险。

35 在一个实施例中，如图 21 和图 22 所示，第一环圈片 112 朝向第一扇形片 113 的一侧形成有多个间隔的第一限位柱 117，第一限位柱 117 位于两相邻第一扇形片 113 之间。第二环圈片 132 朝向第二扇形片 133 的一侧形成有多个第二限位柱 137，第二限位柱 137 位于两相邻第二扇形片 133 之间。第一限位柱 117 沿第一环圈片 112 径向的长度大于第二限位柱 137 沿第二环圈片 132 径向的长度。

40 第一限位柱 117 和第二限位柱 137 的数量均为多个，且彼此对应层叠设置，较长的第一限位柱 117 用于限制磁铁 30 于容纳槽 16 内，进而较短的第二限位柱 137 得以保证不与磁铁 30 接触而与磁铁 30 之间留有一定的气隙，从而可有效减少磁路通过第二限位柱 137 泄露，因而能够减少转子铁芯 10 的漏磁。

在一个实施例中，第一扇形片 113 和第二扇形片 133 的相同位置均设置有平衡孔 146，各平衡孔 146 对应层叠，进而平衡孔 146 贯穿扇形部 14。

45 第一扇形片 113 与第一环圈片 112 之间以及第二扇形片 133 与第二环圈片 132 之间设

置有连接桥结构。具体来说，多个第一扇形片 113 均通过第一连接桥 119 与第一环圈片 112 连接。第二转子冲片 13 中交错设置有第二连接桥 135 和断开式连接桥 136，其中，一部分的第二扇形片 133 通过第二连接桥 135 与第二环圈片 132 连接，和另一部分的第二扇形片 133 通过断开式连接桥 136 与第二环圈片 132 间隔设置，即将第二扇形片 133 与第二环圈片 132 间隔设置时之间的间隙作为断开式连接桥 136。

其中，第一连接桥 119、第二连接桥 135 和断开式连接桥 136 沿转子铁芯 10 周向上宽度与冲片厚度之比为 0.8 至 1.5。该冲片厚度为第一转子冲片 11 和第二转子冲片 13 的冲片厚度，同时第一连接桥 119、第二连接桥 135 和断开式连接桥 136 的宽度均相同。该尺寸范围下，第一连接桥 119、第二连接桥 135 具有足够的强度，且断开式连接桥 136 能够较好地减少转子铁芯 10 的漏磁。

参阅图 23，断开式连接桥 136 沿径向的长度  $l$  与其沿周向的宽度  $w$  的比值大于等于设定值。其中，该设定值为不均匀气隙的最小气隙  $\delta_1$  与扇形部数量  $2p$  的乘积除以转子铁芯 10 外周所构成最大圆周  $\pi D_r$  的周长的 1% 所得到的商值。

具体地，长度  $l$  和宽度  $w$  关系公式表现为  $l/w \geq 200p\delta_1/\pi D_r$ 。

如图 24 所示，根据电磁场理论，第二扇形片 133 与第二环圈片 132 断开设置时，第二扇形片 133 与第二环圈片 132 之间存在气隙磁阻，相对于第二扇形片 133 与第二环圈片 132 连接的情况磁漏会降低。

如图 23 和图 24 所示，为进一步降低第二扇形片 133 与第二环圈片 132 之间的漏磁，应尽量增加长度  $l$  和减少宽度  $w$ ，较小的长度  $l$  和较大的宽度  $w$  将导致转子铁芯 10 的漏磁过大，电机性能较差。然而，从稳定性角度考虑，过大的长度  $l$  和过小的宽度  $w$ ，将影响转子铁芯 10 的机械强度，造成安全隐患。

在一实施方式中，长度  $l$  大于等于 2.5mm，宽度  $w$  大于等于 0.3mm 且小于等于 1mm。该长度  $l$  和宽度  $w$  同时为第一连接桥、所述第二连接桥的长度和宽度。

经试验验证显示，宽度  $w$  大于 1mm 时，转子铁芯 10 的磁漏增加 10% 以上，电机 100 性能将严重下降；而宽度  $w$  小于 0.3mm 时，转子铁芯 10 的强度将不足，并将使得在生产或使用过程中发生疲劳断裂的风险急剧升高。因而，宽度  $w$  范围为 0.3mm 至 1mm 时，既能使得转子铁芯 10 的磁漏维持在比较低的范围，且还能够保证转子铁芯 10 的强度。因而，此设计可以保证转子铁芯 10 漏磁小、功率密度高，而且转子铁芯 10 的机械强度大。

因此，选取适当的长度  $l$  和宽度  $w$ ，并使其符合  $l/w \geq 200p\delta_1/\pi D_r$ ，能够尽可能地减少转子铁芯 10 漏磁，提高转子铁芯 10 的功率密度，且还能够保证转子铁芯 10 的机械强度，进而可提高电机 100 的功率密度和效率。

在一个实施例中，结合图 25 和图 26，为提升电机的材料利用率，本申请还从定子铁芯结构的角度出发，提出一种对定子铁芯进行优化的实施方式。

参阅图 25、图 26，定子单元 22 大致呈 T 型，定子单元 22 包括轭部 220、齿部 222 和齿肩 224，齿部 222 连接于轭部 220 和齿肩 224 之间，多个定子单元 22 的多个轭部 220 依次连接，进而相邻的齿部 222 之间形成定子槽 24，以形成多个定子槽 24，齿部 222 上设有绕组 26，两相邻齿肩 224 之间具有间隙。

例如，定子铁芯 20 包括 12 个 T 型定子单元 22，其可对应极数为 8 极或 10 极的转子配合。

在一个实施例中，轭部 220 的外表面 221 为平面，构成定子铁芯 20 的多边形外表面；齿肩 224 的内表面为弧形，构成定子铁芯 20 的圆形内表面，以便于转子相对定子铁芯 20 转动。

通过设置多个定子单元 22 依次啮合连接并围合成环状，以构成定子铁芯 20，进而在多个定子单元 22 未组合成定子铁芯 20 时，各定子单元 22 相互独立，因而可以提高制作定子单元 22 的材料的利用率，使得较小尺寸的材料也得以利用并制作成定子单元 22，同时

将轭部 220 的外表面 221 设置呈平面,使得该定子单元 22 相对轭部的外表面呈弧形的定子单元所占用的面积更小,进一步地提高了材质的利用率,进而使得定子铁芯 20 的制作成本得以降低。

5 在一个实施例中,如图 27 所示,轭部 220 的一端设有凸起 227,其另一端设有凹槽 228;多个轭部 220 通过凸起 227 和凹槽 228 依次啮合连接。凸起 227 呈半圆状,凹槽 228 呈半圆槽,该半圆柱状与半圆槽啮合以连接两相邻的轭部 220。

在一个实施例中,如图 28 所示,凸起 227 的根部设有卡接槽 2271,轭部 220 上的凹槽 228 所在的一端对应设有卡柱 2281,卡柱 2281 与卡接槽 2271 卡接配合,从而可进一步增强各定子单元 22 之间的啮合连接强度。

10 参阅图 26 和图 27,在本实施例中,轭部 220 的内表面 223 进一步为平面,与轭部 220 的外表面 221 平行,齿部 222 垂直设置于内表面 223,从而导线可贴合到该内表面 223 并自内表面 223 开始绕线,使得齿部 222 上的排线工整且绕线槽满率高。

15 轭部的内表面为弧面的定子铁芯,其绕线的最高槽满率为 65%,而本申请提供的定子铁芯 20 的绕线槽满率最高可达到 70%,因而相对提升了定子铁芯 20 的绕线槽满率。以及内表面 223 为平面可进一步地提高制作定子单元 22 的材料的利用率,并且外表面 221 和内表面 223 均为平面,则制作定子铁芯 20 的模具结构将变得较简单,从而可降低模具的费用,使得定子铁芯 20 的制作成本进一步降低。

在一个实施例中,齿肩 224 设置为斜肩式,相对于直肩式轴肩,其可以有效改善与齿部 222 连接处的磁饱和状况。

20 此外,轭部 220 设有第一铆扣点 225,齿肩 224 上设有第二铆扣点 226,第二铆扣点 226 的面积小于第一铆扣点 225 的面积。相比于第二铆扣点 226 设置于齿部 222 上的方案,本申请通过将第二铆扣点 226 下移至齿肩 224,并进一步相对第一铆扣点 225 缩小第二铆扣点 226 的尺寸面积,可有效改善齿部 222 和齿肩 224 上的磁饱和状况,改善定子铁芯 20 的功率密度。

25 第一铆扣点 225 和第二铆扣点 226 的一种用途是:当定子铁芯 20 由层叠设置的多个定子冲片形成时,该第一铆扣点 225 和第二铆扣点 226 设置于定子冲片上,并且多个定子冲片通过第一铆扣点 225 和第二铆扣点 226 层叠铆扣构成定子铁芯 20。

30 在一个实施例中,如图 10 及图 25 所示,电机 100 还包括绕线架 60,绕线架 60 为绝缘绕线架,其例如采用树脂类绝缘材质制成。绕线架 60 包覆轭部 220 的内表面 223、齿部 222 及齿肩 224 的内表面,以隔离绕组 26。

在一个实施例中,如图 10 所示,电机 100 还包括塑封件 70,塑封件 70 包覆于定子铁芯 20 的外周和两端面,以封装定子铁芯 20、绕组 26 及绕线架 60,避免杂质等进入定子铁芯 20 内。

35 本申请公开了一种电机和家用电器。通过限定电机的 P-S 系数范围为 0.4 至 0.5 和 0.8 至 1,以及电机的每极每相槽数大于等于 0.35 且小于等于 0.5,进而对电机的槽数、极数进行优化,以能够保证电机的切向电磁力波的谐波成分较低,进而可降低电机的振动噪音,同时也能够使得电机的功率密度高和效率高,且电机的成本也得到有效降低。

由上文所描述的上述电机 100 可作为动力源用于家用电器或其他领域。

40 以上所述仅为本申请的实施例,并非因此限制本申请的专利范围,凡是利用本申请说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本申请的专利保护范围内。

## 权 利 要 求 书

1. 一种电机，其特征在于，所述电机包括：

转子铁芯，包括轴环部和围绕所述轴环部间隔设置的多个扇形部，两相邻所述扇形部之间构成容纳槽；

5 定子铁芯，套设于所述转子铁芯，包括围合呈环状的多个定子单元；

其中，所述电机的极槽因子为所述定子单元的数量与所述扇形部的数量的差值绝对值，所述电机的 P-S 系数为所述极槽因子的倒数与所述极槽因子正序相邻自然数的倒数之和；所述 P-S 系数范围为 0.4 至 0.5 和 0.8 至 1；所述电机的每极每相槽数大于等于 0.35 且小于等于 0.5。

10 2. 根据权利要求 1 所述的电机，其特征在于，所述转子铁芯沿轴向的长度大于等于所述定子铁芯沿所述轴向的长度。

3. 根据权利要求 2 所述的电机，其特征在于，所述转子铁芯的长度与所述定子铁芯的长度之比大于等于 1.0 且小于等于 1.25。

15 4. 根据权利要求 2 所述的电机，其特征在于，所述转子铁芯的第一端面相对凸出或平齐于所述定子铁芯的第一端面，所述转子铁芯的第二端面相对所述定子铁芯的第二端面凸出。

5. 根据权利要求 1 所述的电机，其特征在于，所述电机还包括多个磁铁，所述磁铁分别嵌设于对应的所述容纳槽内，所述磁铁的至少一端面相对所述转子铁芯的对应端面凸出。

20 6. 根据权利要求 5 所述的电机，其特征在于，所述磁铁沿所述转子铁芯轴向的长度与所述转子铁芯沿轴向的长度之差除以所述定子铁芯沿所述轴向的长度得到的商值大于等于 0.15 且小于等于 0.45。

7. 根据权利要求 5 所述的电机，其特征在于，所述磁铁的两端面相对于所述定子铁芯的两端面在轴向上非对称凸出。

25 8. 根据权利要求 7 所述的电机，其特征在于，所述磁铁凸出所述定子铁芯的第一端面的第一长度大于等于 2mm 且小于等于 6mm，所述磁铁凸出所述定子铁芯的第二端面的第二长度大于等于 4mm 且小于等于 8mm。

9. 根据权利要求 1 所述的电机，其特征在于，所述电机还包括包塑件和多个磁铁，所述磁铁分别嵌设于一所述容纳槽内；

30 所述包塑件包覆所述磁铁，并形成于所述转子铁芯的端面及侧面；其中，所述包塑件形成于所述转子铁芯侧面的部分设置有碎屑吸附槽。

10. 根据权利要求 9 所述的电机，其特征在于，所述包塑件包括：

端面覆盖部，覆盖所述转子铁芯端面的所述磁铁，露出所述转子铁芯端面的所述扇形部；

35 侧面填充部，连接所述端面覆盖部，覆盖于所述转子铁芯侧面的磁铁，露出所述转子铁芯侧面的所述扇形部；所述碎屑吸附槽形成于所述侧面填充部。

11. 根据权利要求 10 所述的电机，其特征在于，所述扇形部远离所述轴环部的外边缘朝向所述容纳槽伸出形成止挡部，所述磁铁抵靠于所述止挡部；两相邻所述扇形部之间相对的两所述止挡部形成间隙，所述侧面填充部填充于所述间隙中。

40 12. 根据权利要求 10 所述的电机，其特征在于，所述端面覆盖部包括多个磁铁覆盖子部和轴环覆盖子部，所述多个磁铁覆盖子部呈放射状连接于所述轴环覆盖子部；所述两相邻磁铁覆盖子部之间连接设置有挡圈，所述挡圈位于所述扇形部的外周缘。

13. 根据权利要求 12 所述的电机，其特征在于，所述扇形部自所述端面覆盖部露出的部分上设有平衡孔，所述平衡孔位于所述挡圈、所述磁铁覆盖子部和所述轴环覆盖子部所

围设的区域内。

14. 根据权利要求 1 所述的电机，其特征在于，所述扇形部上背离所述轴环部的一侧设有碎屑吸附槽。

5 15. 根据权利要求 14 所述的电机，其特征在于，所述扇形部远离所述轴环部的外边缘朝向所述容纳槽伸出形成止挡部，两相邻所述扇形部之间相对的两所述止挡部形成间隙，所述止挡部背离所述轴环部的一侧设有所述碎屑吸附槽。

16. 根据权利要求 1 所述的电机，其特征在于，所述轴环部具有轴孔，所述电机还包括转子轴和包塑件，所述转子轴插设于所述轴孔中；

10 其中，所述轴孔的孔径大于所述转子轴的轴径，所述包塑件填充于所述转子轴和所述轴孔的内壁之间。

17. 根据权利要求 1 所述的电机，其特征在于，所述转子铁芯包括依次层叠设置的第一转子冲片组、第二转子冲片组和第三转子冲片组；

15 所述第一转子冲片组和所述第三转子冲片组均由多个第一转子冲片层叠而成，所述第一转子冲片包括第一环圈片和围绕所述第一环圈片间隔设置的多个第一扇形片，每一所述第一转子冲片中多个所述第一扇形片均与所述第一环圈片连接；

所述第二转子冲片组由多个第二转子冲片层叠而成，所述第二转子冲片包括第二环圈片和围绕所述第二环圈片间隔设置的多个第二扇形片，每一所述第二转子冲片中所述第二扇形片与所述第二环圈片连接和断开彼此交错设置；

20 其中，所述第一环圈片和所述第二环圈片层叠形成所述轴环部，所述第一扇形片和所述第二扇形片层叠形成所述扇形部。

18. 根据权利要求 17 所述的电机，其特征在于，所述层叠设置的相邻两第二转子冲片中，连接所述第二环圈片的第二扇形片和与未连接所述第二环圈片的第二扇形片层叠设置。

19. 根据权利要求 17 所述的电机，其特征在于，所述第一环圈片朝向所述第一扇形片的一侧形成有第一限位柱，所述第一限位柱位于两相邻第一扇形片之间；

25 所述第二环圈片朝向所述第二扇形片的一侧形成有第二限位柱，所述第二限位柱位于两相邻第二扇形片之间；

所述第一限位柱与所述第二限位柱层叠设置，所述第一限位柱沿所述第一环圈片径向的长度大于所述第二限位柱沿所述第二环圈片径向的长度。

30 20. 根据权利要求 17 所述的电机，其特征在于，所述第一扇形片均通过第一连接桥与所述第一环圈片连接；

所述第二转子冲片中交错设置有第二连接桥和断开式连接桥，其中，一部分所述第二扇形片通过第二连接桥与所述第二环圈片连接，和另一部分所述第二扇形片通过断开式连接桥与所述第二环圈片间隔设置；

35 其中，所述第一连接桥、所述第二连接桥和所述断开式连接桥沿所述转子铁芯周向上的宽度与冲片厚度之比为 0.8 至 1.5。

21. 根据权利要求 20 所述的电机，其特征在于，所述断开式连接桥沿径向的长度与其沿周向的宽度的比值大于等于设定值；

40 其中，所述定子铁芯和所述转子铁芯之间构成不均匀气隙，所述不均匀间隙沿所述转子铁芯外周呈周期性变化，所述设定值为所述不均匀气隙的最小气隙与所述扇形部数量的乘积除以所述转子铁芯外周所构成最大圆周的周长的 1% 所得到的商值。

22. 根据权利要求 21 所述的电机，其特征在于，所述断开式连接桥沿径向的长度大于等于 2.5mm，所述第一连接桥、所述第二连接桥和所述断开式连接桥的沿周向上的宽度大于等于 0.3mm 且小于等于 1mm。

45 23. 根据权利要求 1 所述的电机，其特征在于，所述定子单元包括轭部、齿部和齿肩，所述齿部连接于所述轭部和所述齿肩之间，所述多个定子单元的多个轭部依次连接，两相

邻齿肩之间具有间隙。

24. 根据权利要求 23 所述的电机，其特征在于，所述轭部的一端设有凸起，另一端设有凹槽；所述多个轭部通过所述凸起和所述凹槽依次啮合连接。

25. 根据权利要求 23 所述的电机，其特征在于，所述轭部的内表面为平面。

5 26. 一种家用电器，其特征在于，所述家用电器包括如权利要求 1 至 25 任一项所述的电机。



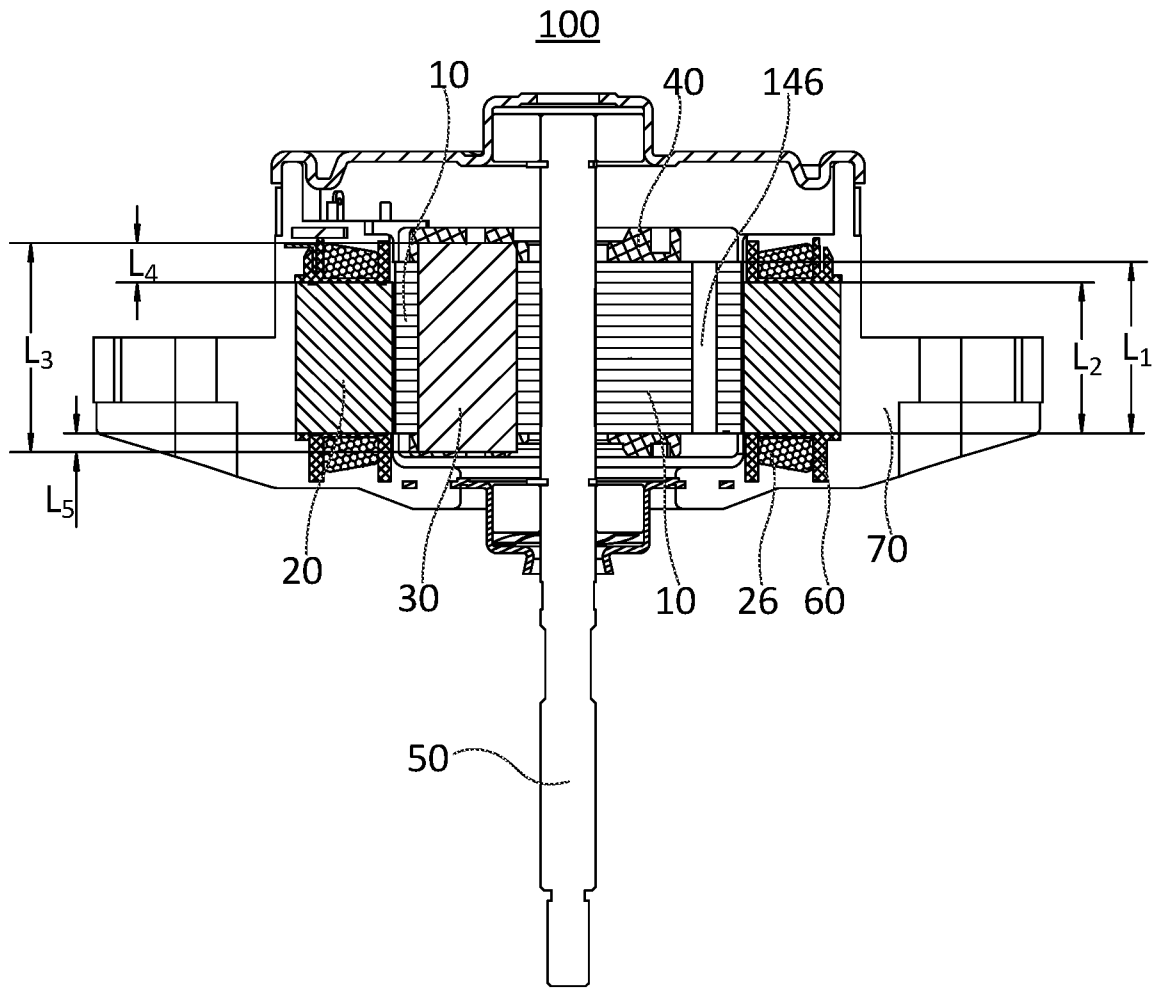


图 2

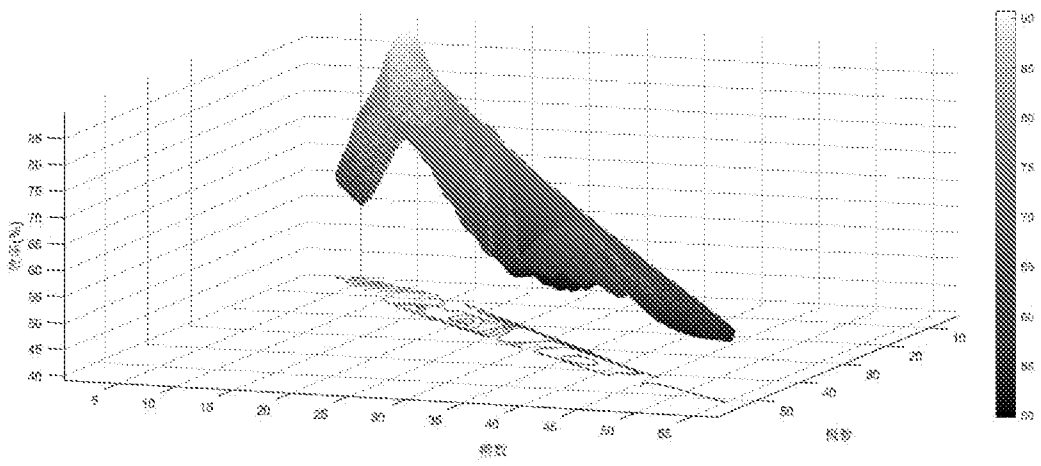


图 3

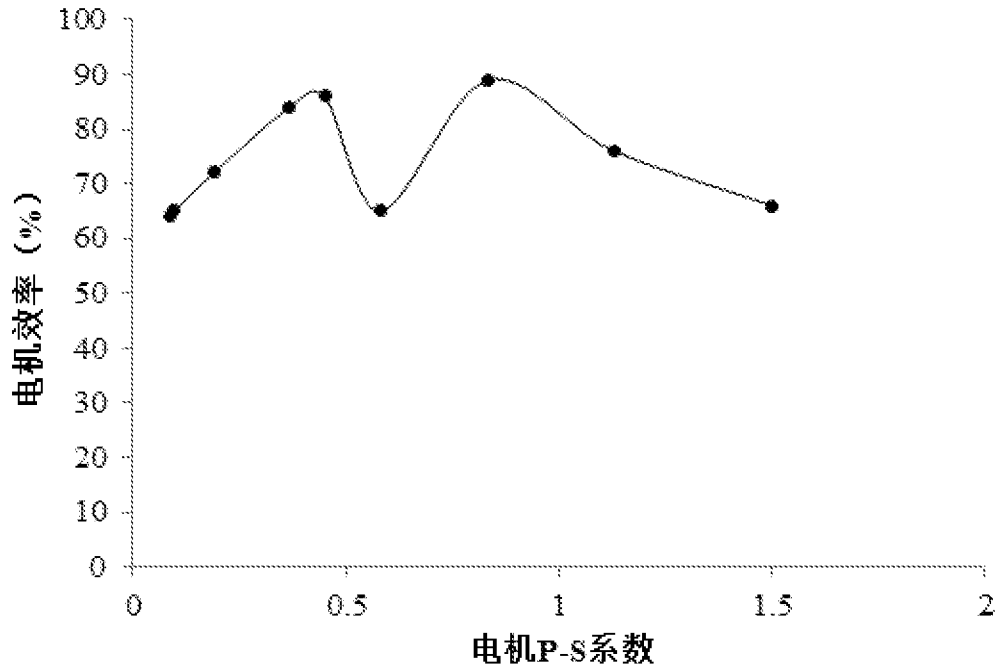


图 4

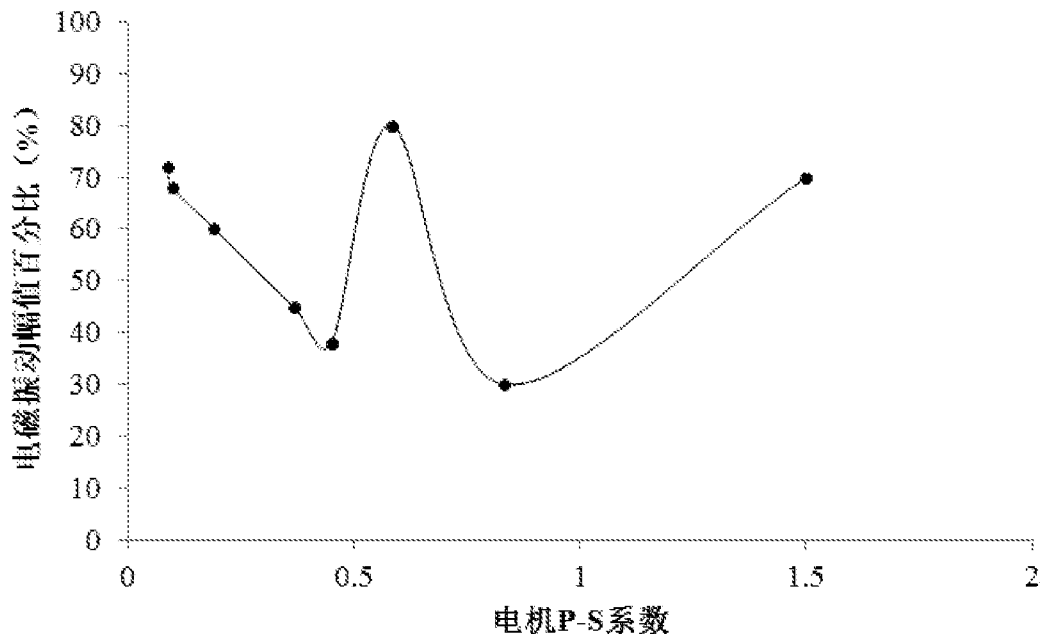


图 5

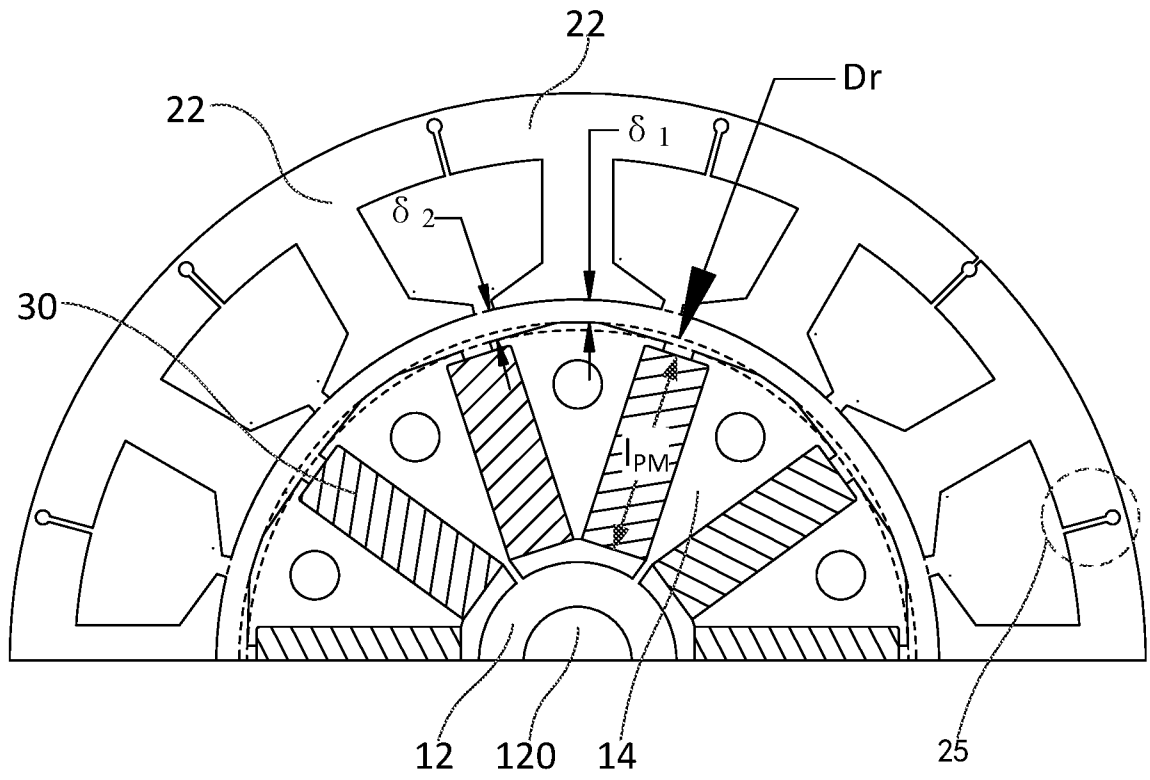


图 6

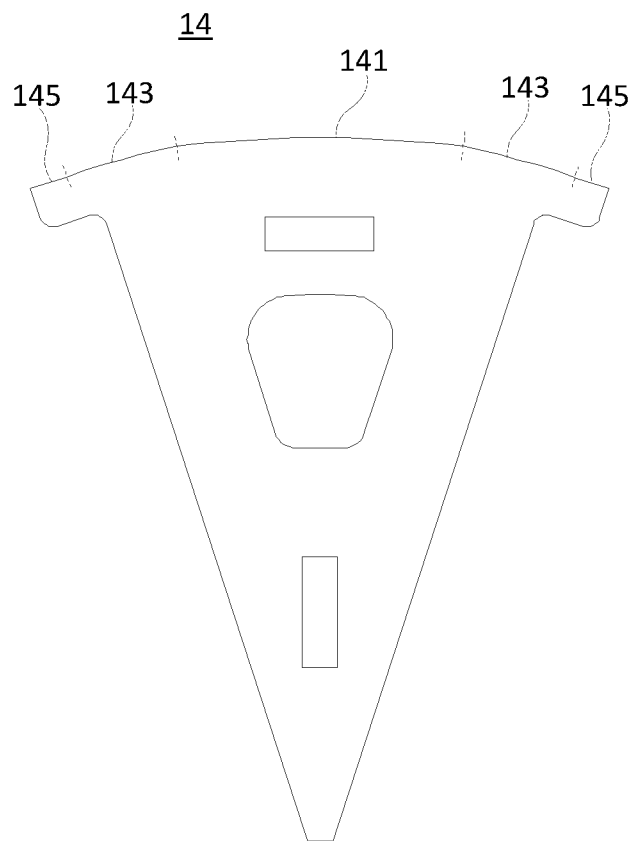


图 7

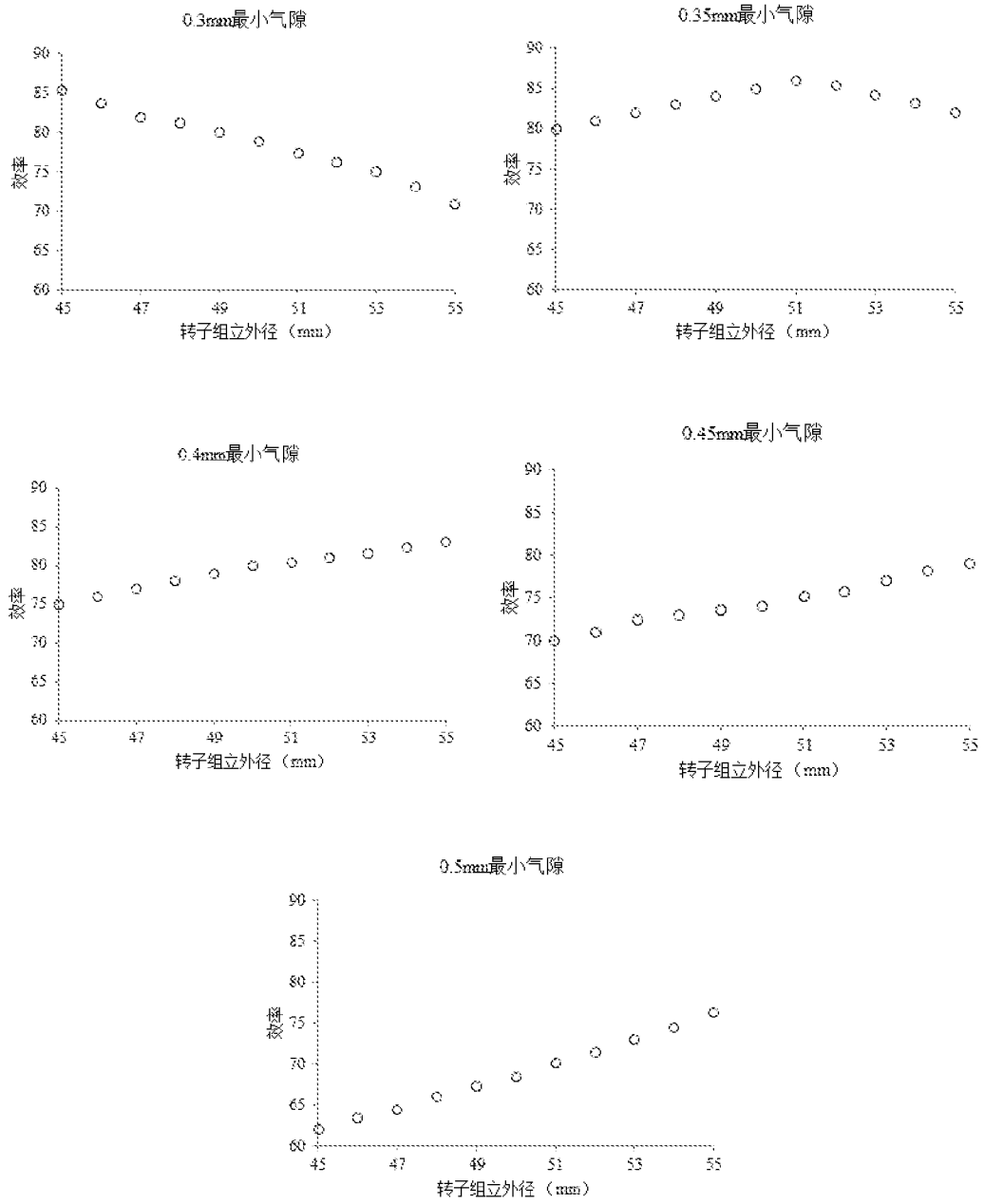


图 8

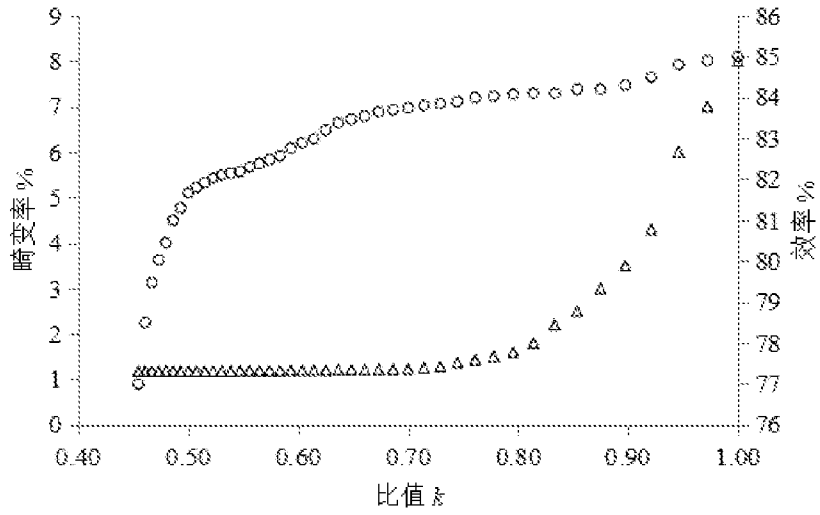


图 9

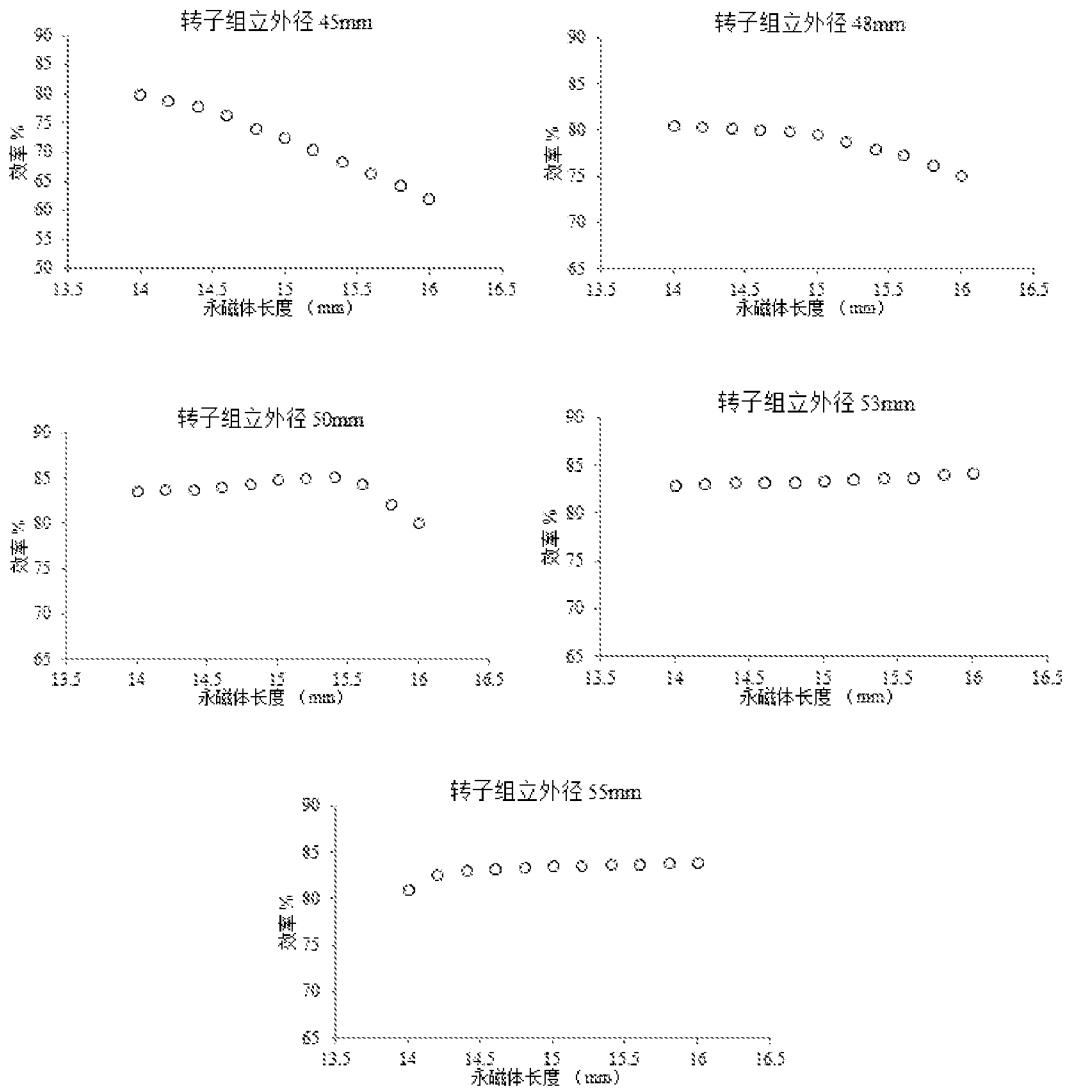


图 10

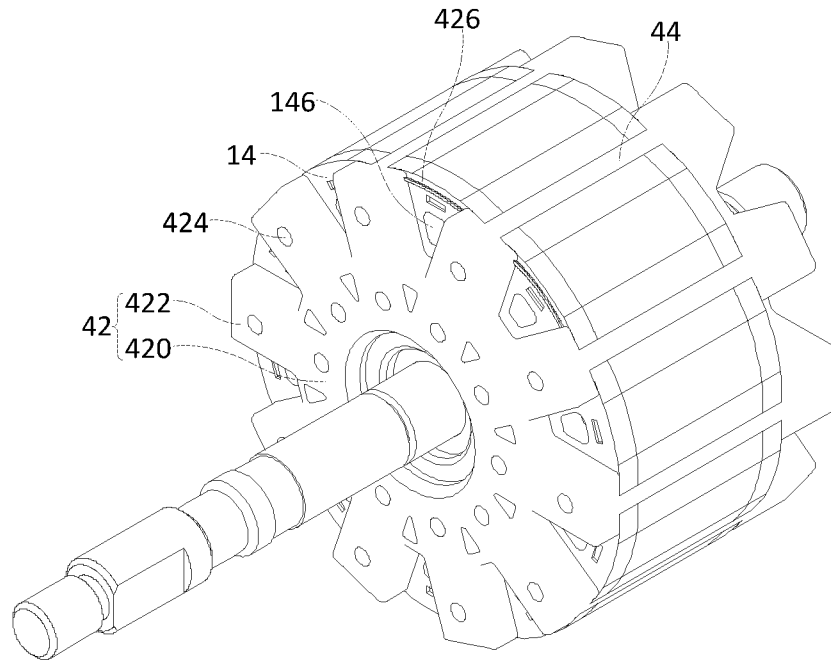


图 11

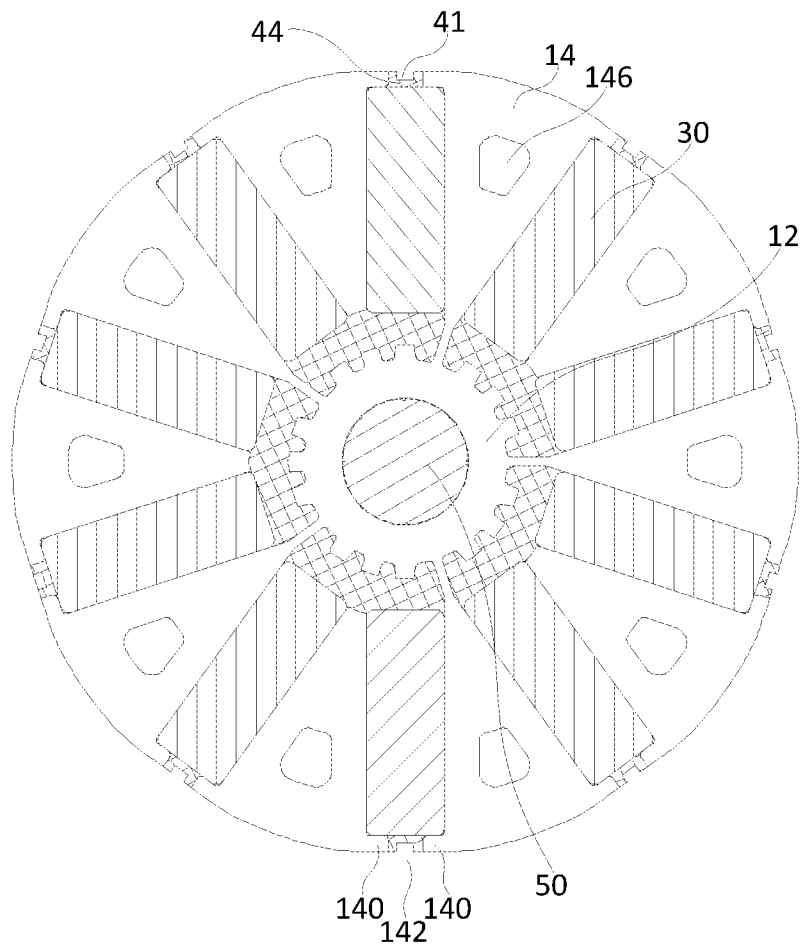


图 12

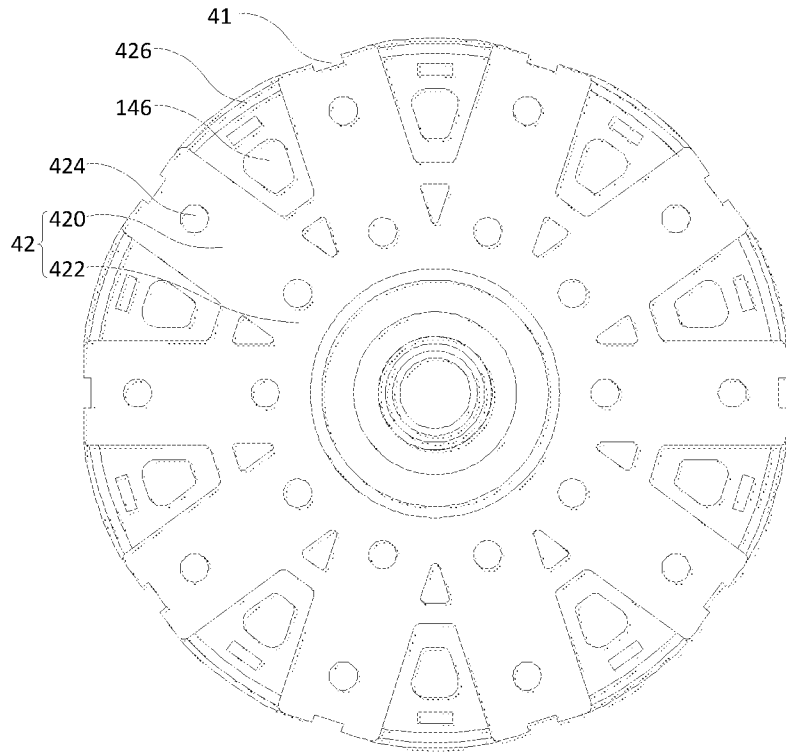


图 13

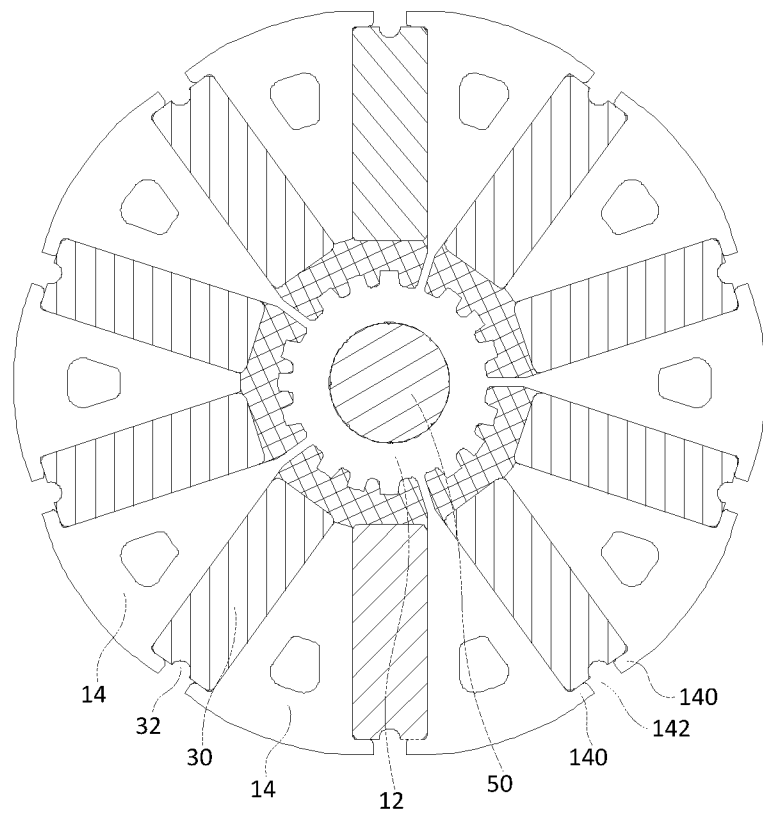


图 14

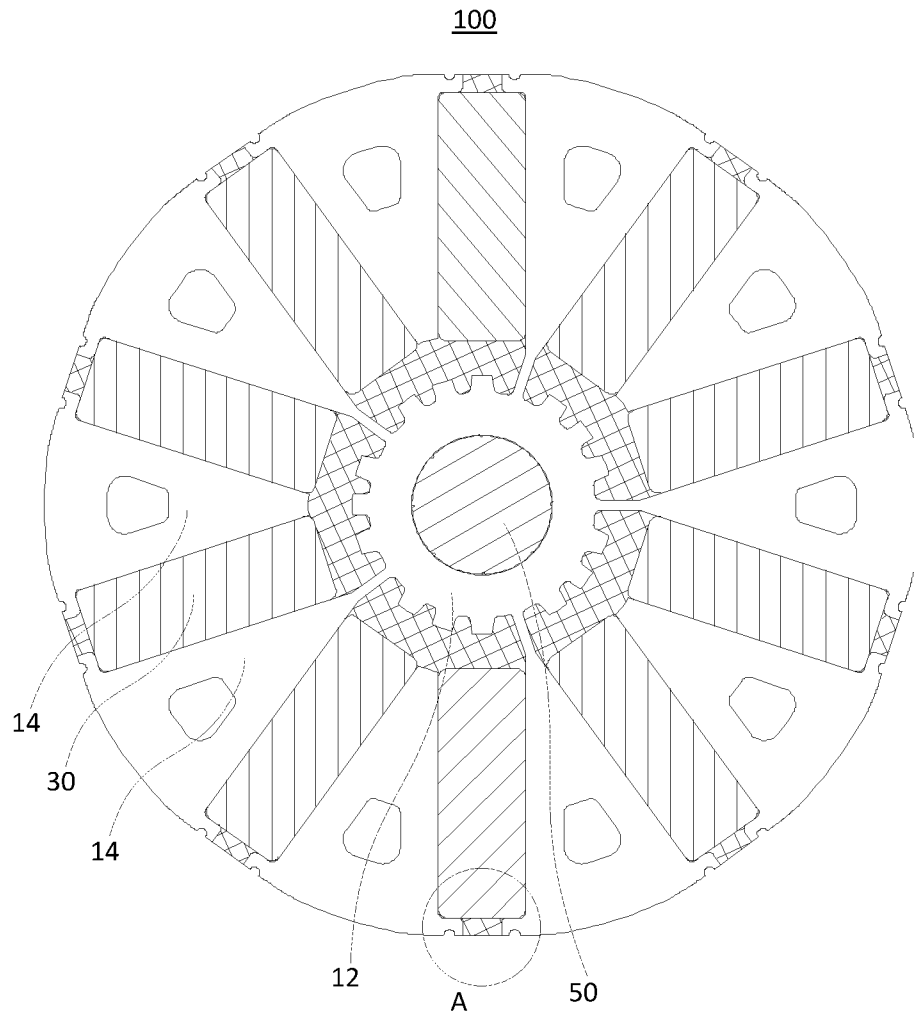


图 15

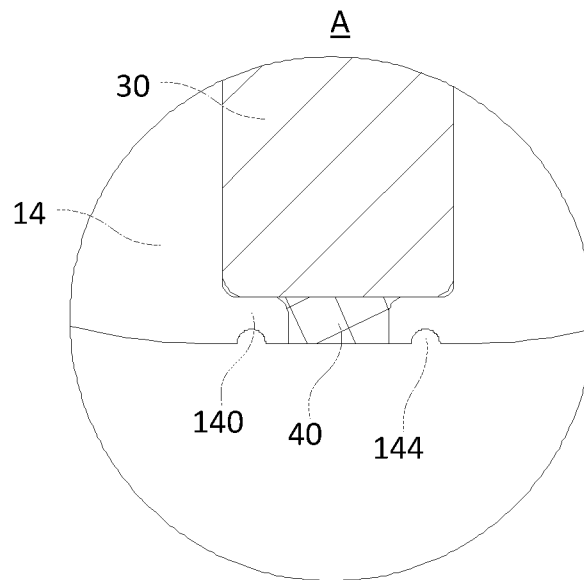


图 16

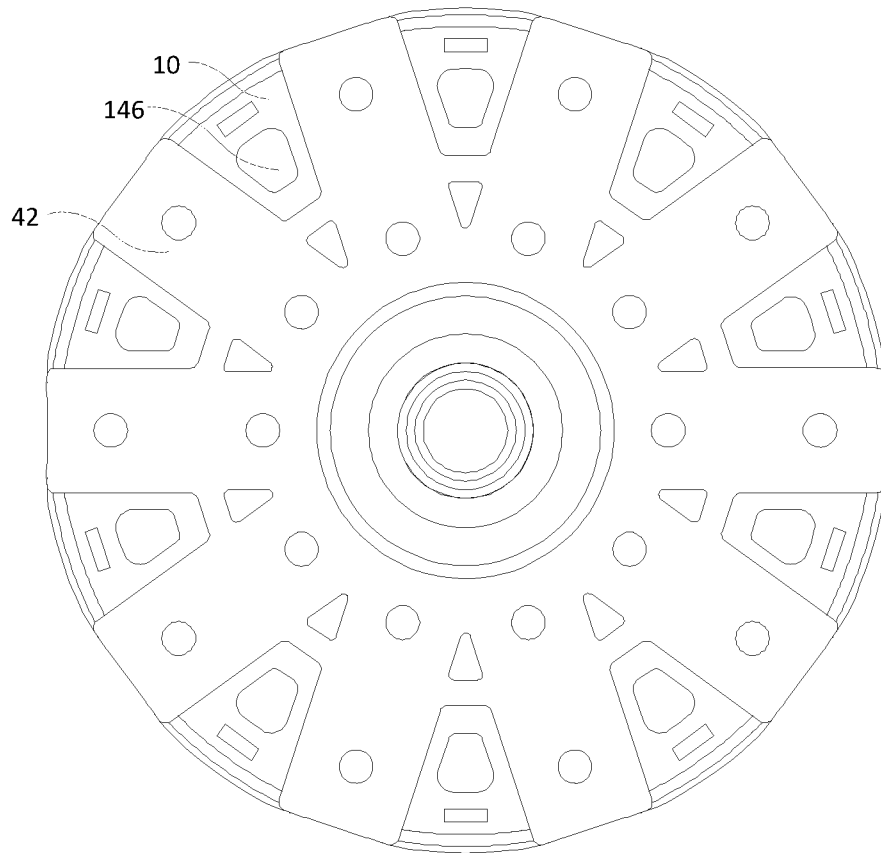


图 17

100

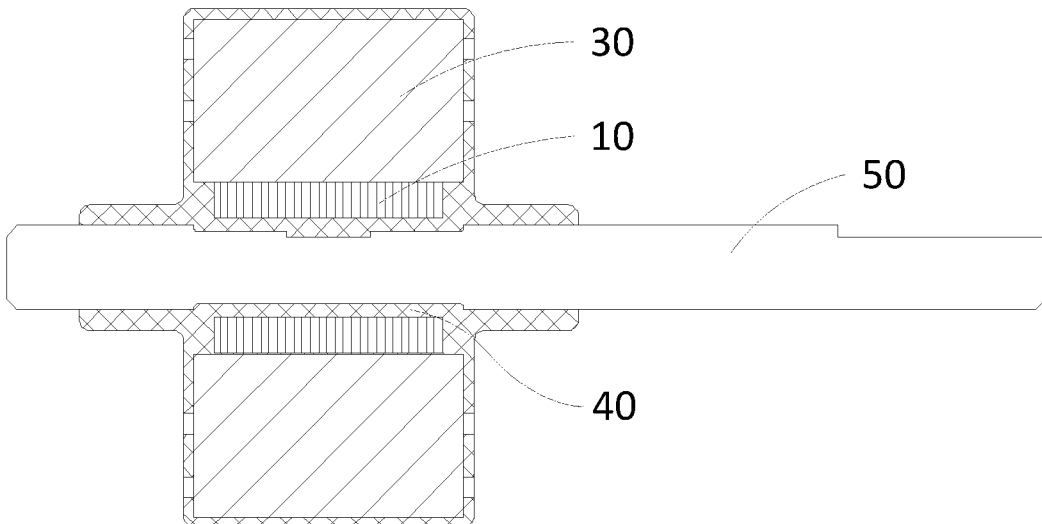


图 18

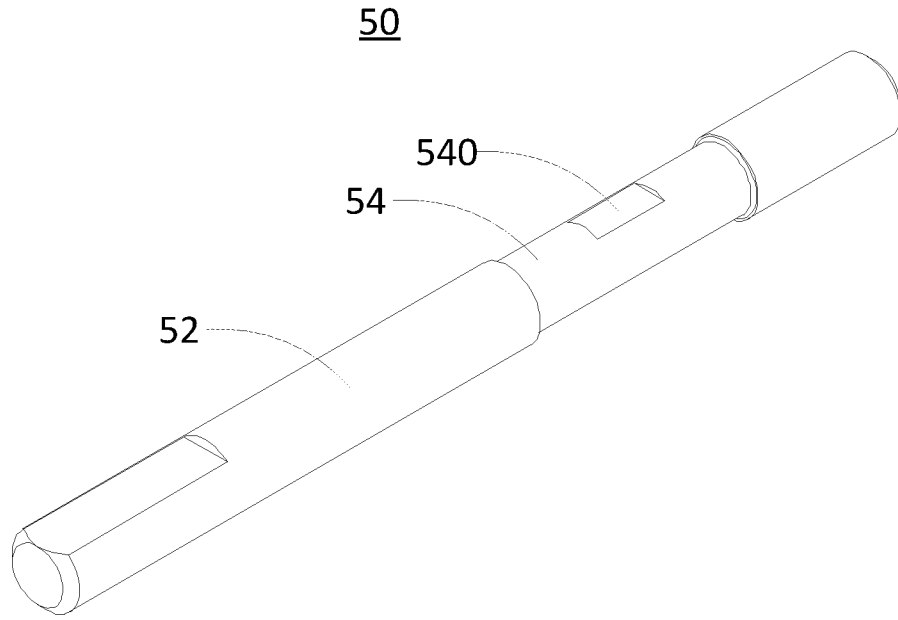


图 19

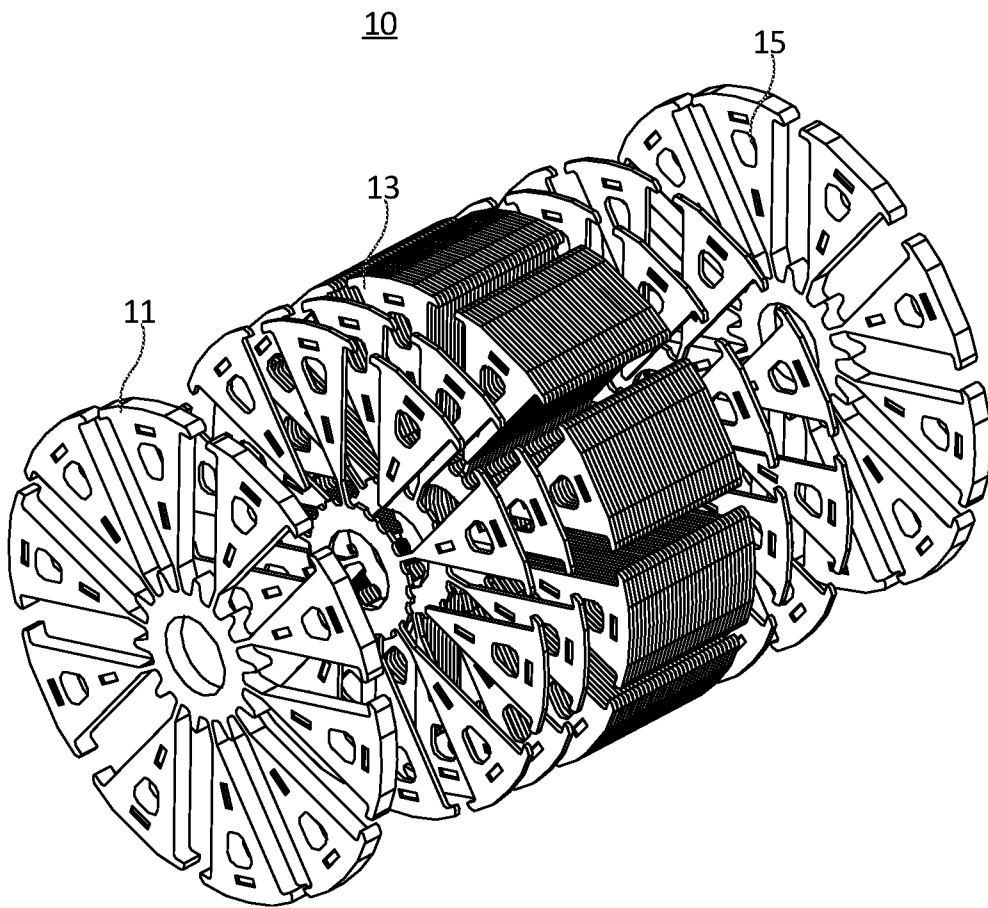


图 20

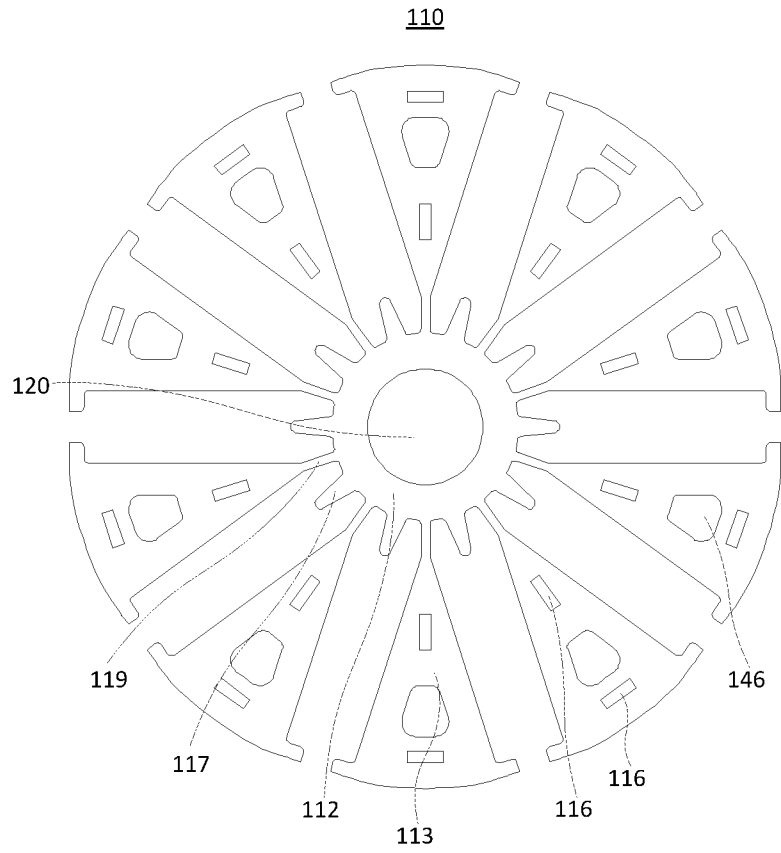


图 21

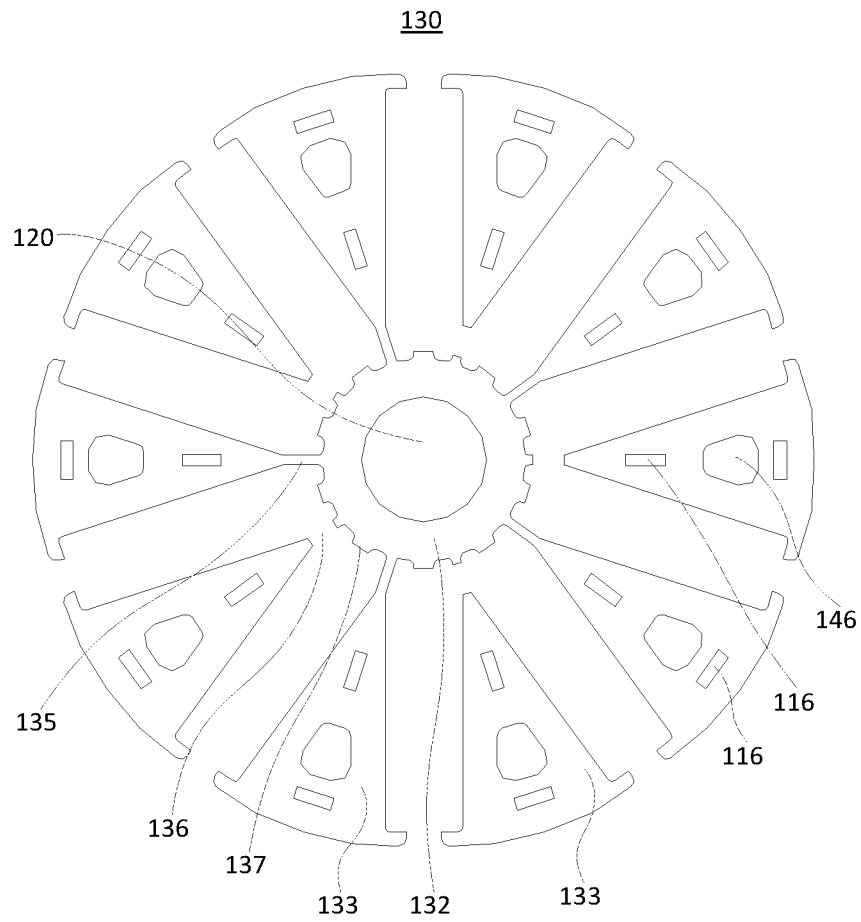


图 22

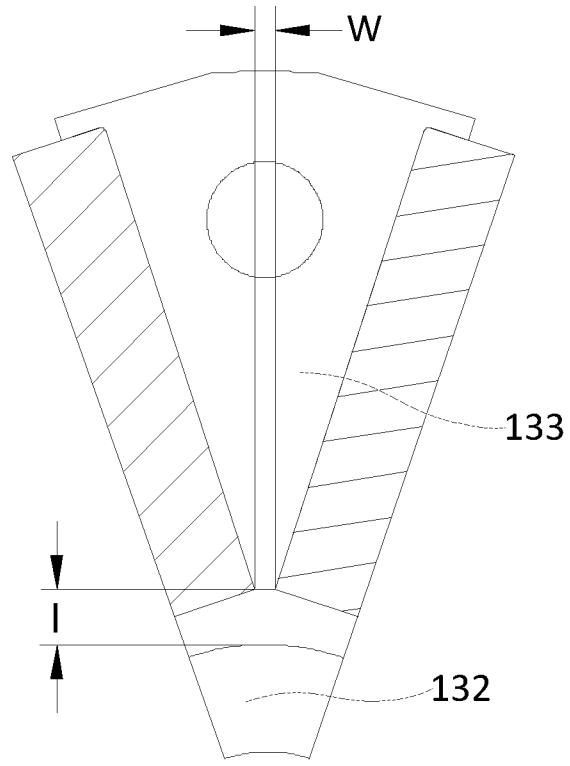


图 23

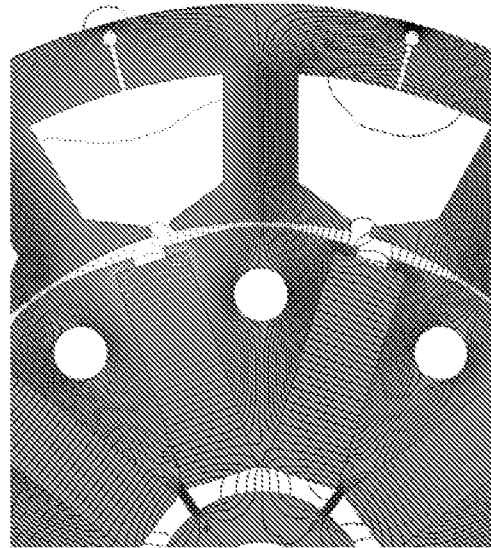


图 24

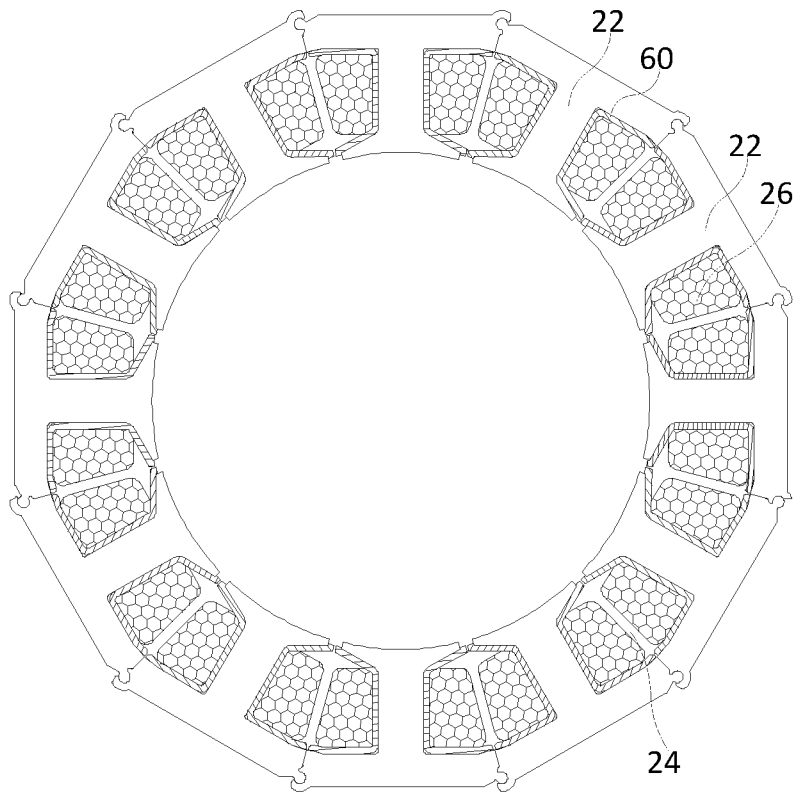


图 25

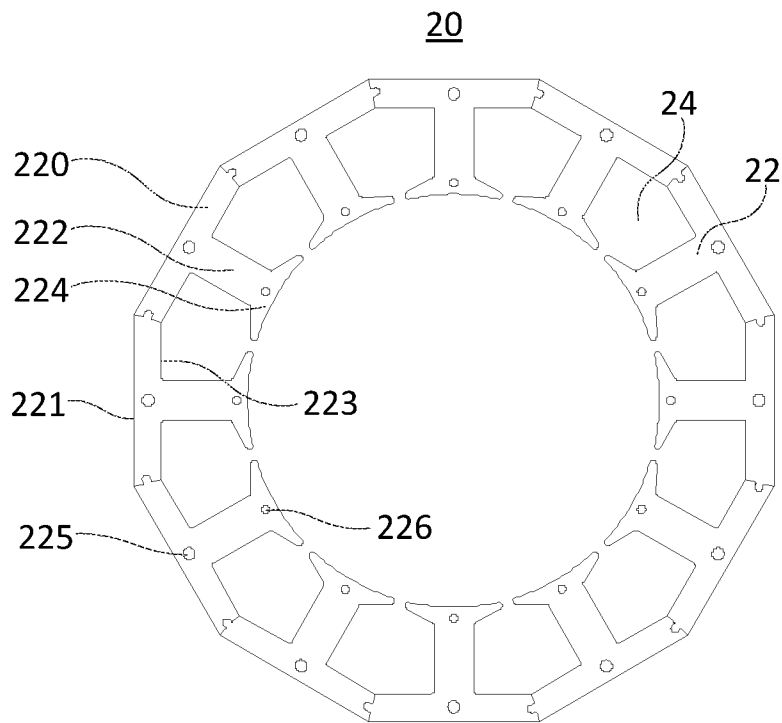


图 26

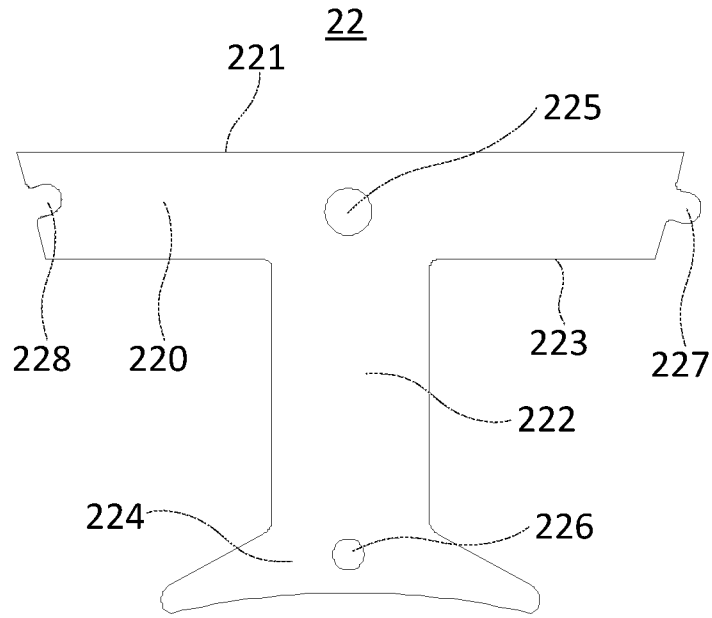


图 27

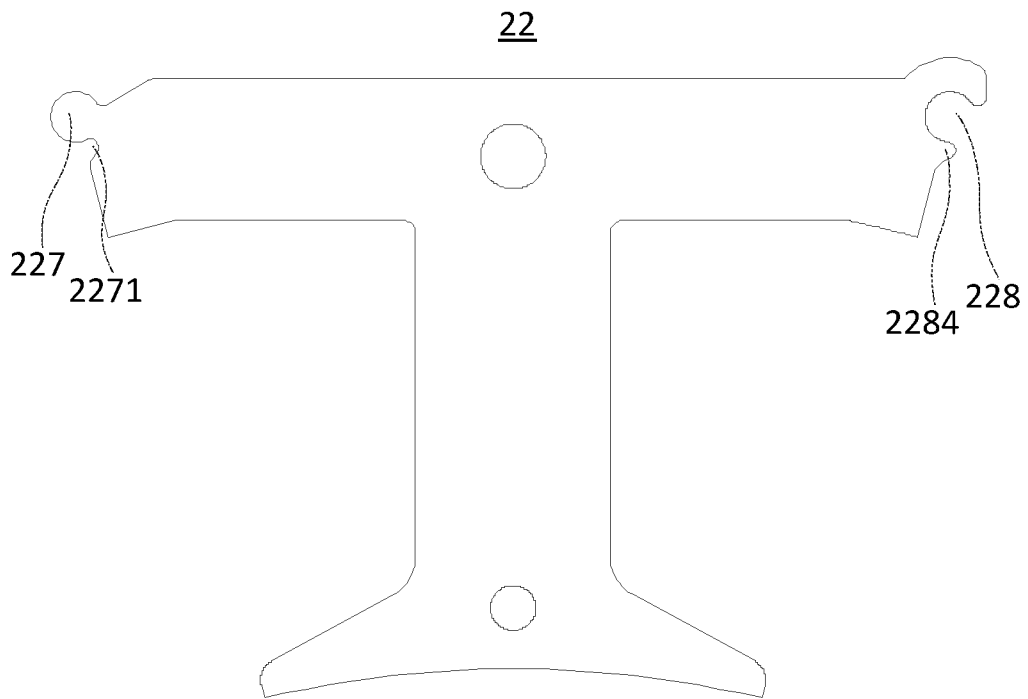


图 28

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/129350

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
H02K 1/27(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
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)		
WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: 定子, 转子, 极槽, 包塑, 塑封, 碎屑, 铁屑, 灰尘, 异物, 槽, 凹, 吸附, 吸收, 容纳, 收集, 叠片, 层叠, stator, rotor, resin, plastic, scraper, chipping, fines, membra, groove, slot, concave, collect, laminate, stack		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 207184192 U (GUANGDONG WELLING MOTOR MANUFACTURING CO., LTD. et al.) 03 April 2018 (2018-04-03) description, paragraphs [0045]-[0062], and figures 1-5	1-9, 14-16, 26
Y	CN 207184192 U (GUANGDONG WELLING MOTOR MANUFACTURING CO., LTD. et al.) 03 April 2018 (2018-04-03) description, paragraphs [0045]-[0062], and figures 1-5	10-13, 17-26
Y	CN 110277847 A (GUANGDONG WELLING MOTOR MANUFACTURING CO., LTD.) 24 September 2019 (2019-09-24) description, paragraphs [0029]-[0062], and figures 1-9	10-13, 17-22, 26
Y	CN 201398140 Y (CHEN, Youlin) 03 February 2010 (2010-02-03) description, page 2, line 14 to line 19, figures 1-2	23-26
X	CN 207368769 U (GREE GREEN REFRIGERATION TECHNOLOGY CENTER CO., LTD. OF ZHUHAI) 15 May 2018 (2018-05-15) description, paragraphs [0042]-[0066], and figures 5-6	1,
A	CN 109245394 A (GREE ELECTRIC APPLIANCES, INC. OF ZHUHAI) 18 January 2019 (2019-01-18) entire document	1-26
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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		Date of mailing of the international search report
02 June 2020		28 June 2020
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/ CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088 China		
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2019/129350**

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 207184192 U	03 April 2018	None	
CN 110277847 A	24 September 2019	CN 108599420 A	28 September 2018
CN 201398140 Y	03 February 2010	None	
CN 207368769 U	15 May 2018	None	
CN 109245394 A	18 January 2019	None	
JP 2006158008 A	15 June 2006	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/129350

<p><b>A. 主题的分类</b></p> <p>H02K 1/27 (2006.01) i</p> <p>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</p>																												
<p><b>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H02K</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>WPI, EPDOC, CNPAT, CNKI: 定子, 转子, 极槽, 包塑, 塑封, 碎屑, 铁屑, 灰尘, 异物, 槽, 凹, 吸附, 吸收, 容纳, 收集, 叠片, 层叠, stator, rotor, resin, plastic, scraper, chipping, fines, membra, groove, slot, concave, collect, laminate, stack</p>																												
<p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 207184192 U (广东威灵电机制造有限公司 等) 2018年 4月 3日 (2018 - 04 - 03) 说明书第[0045]-[0062]段, 图1-5</td> <td>1-9, 14-16, 26</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 207184192 U (广东威灵电机制造有限公司 等) 2018年 4月 3日 (2018 - 04 - 03) 说明书第[0045]-[0062]段, 图1-5</td> <td>10-13, 17-26</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 110277847 A (广东威灵电机制造有限公司) 2019年 9月 24日 (2019 - 09 - 24) 说明书第[0029]-[0062]段, 图1-9</td> <td>10-13, 17-22, 26</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 201398140 Y (陈友林) 2010年 2月 3日 (2010 - 02 - 03) 说明书第2页第14行至第19行, 图1-2</td> <td>23-26</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 207368769 U (珠海格力节能环保制冷技术研究中心有限公司) 2018年 5月 15日 (2018 - 05 - 15) 说明书第[0042]-[0066]段, 图5-6</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109245394 A (珠海格力电器股份有限公司) 2019年 1月 18日 (2019 - 01 - 18) 全文</td> <td>1-26</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2006158008 A (ASMO CO., LTD.) 2006年 6月 15日 (2006 - 06 - 15) 全文</td> <td>1-26</td> </tr> </tbody> </table> <p><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。</p> <table border="1"> <tr> <td> <p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> </td> <td> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p> </td> </tr> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 207184192 U (广东威灵电机制造有限公司 等) 2018年 4月 3日 (2018 - 04 - 03) 说明书第[0045]-[0062]段, 图1-5	1-9, 14-16, 26	Y	CN 207184192 U (广东威灵电机制造有限公司 等) 2018年 4月 3日 (2018 - 04 - 03) 说明书第[0045]-[0062]段, 图1-5	10-13, 17-26	Y	CN 110277847 A (广东威灵电机制造有限公司) 2019年 9月 24日 (2019 - 09 - 24) 说明书第[0029]-[0062]段, 图1-9	10-13, 17-22, 26	Y	CN 201398140 Y (陈友林) 2010年 2月 3日 (2010 - 02 - 03) 说明书第2页第14行至第19行, 图1-2	23-26	X	CN 207368769 U (珠海格力节能环保制冷技术研究中心有限公司) 2018年 5月 15日 (2018 - 05 - 15) 说明书第[0042]-[0066]段, 图5-6	1	A	CN 109245394 A (珠海格力电器股份有限公司) 2019年 1月 18日 (2019 - 01 - 18) 全文	1-26	A	JP 2006158008 A (ASMO CO., LTD.) 2006年 6月 15日 (2006 - 06 - 15) 全文	1-26	<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																										
X	CN 207184192 U (广东威灵电机制造有限公司 等) 2018年 4月 3日 (2018 - 04 - 03) 说明书第[0045]-[0062]段, 图1-5	1-9, 14-16, 26																										
Y	CN 207184192 U (广东威灵电机制造有限公司 等) 2018年 4月 3日 (2018 - 04 - 03) 说明书第[0045]-[0062]段, 图1-5	10-13, 17-26																										
Y	CN 110277847 A (广东威灵电机制造有限公司) 2019年 9月 24日 (2019 - 09 - 24) 说明书第[0029]-[0062]段, 图1-9	10-13, 17-22, 26																										
Y	CN 201398140 Y (陈友林) 2010年 2月 3日 (2010 - 02 - 03) 说明书第2页第14行至第19行, 图1-2	23-26																										
X	CN 207368769 U (珠海格力节能环保制冷技术研究中心有限公司) 2018年 5月 15日 (2018 - 05 - 15) 说明书第[0042]-[0066]段, 图5-6	1																										
A	CN 109245394 A (珠海格力电器股份有限公司) 2019年 1月 18日 (2019 - 01 - 18) 全文	1-26																										
A	JP 2006158008 A (ASMO CO., LTD.) 2006年 6月 15日 (2006 - 06 - 15) 全文	1-26																										
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																											
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2020年 6月 2日</p>	<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2020年 6月 28日</p>																											
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>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</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>	<p>受权官员</p> <p>姜娜</p> <p>电话号码 86-(10)-53961260</p>																											

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/129350

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 207184192 U	2018年 4月 3日	无	
CN 110277847 A	2019年 9月 24日	CN 108599420 A	2018年 9月 28日
CN 201398140 Y	2010年 2月 3日	无	
CN 207368769 U	2018年 5月 15日	无	
CN 109245394 A	2019年 1月 18日	无	
JP 2006158008 A	2006年 6月 15日	无	