

(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 7 月 8 日 (08.07.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/134276 A1

(51) 国际专利分类号:

H02K 1/27 (2006.01)

(21) 国际申请号:

PCT/CN2019/130064

(22) 国际申请日:

2019 年 12 月 30 日 (30.12.2019)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(71) 申请人: 安徽威灵汽车部件有限公司 (ANHUI WELLING AUTO PARTS CO., LTD.) [CN/CN]; 中国安徽省合肥市高新区彩虹路 418 号, Anhui 230031 (CN)。

(72) 发明人: 肖洋 (XIAO, Yang); 中国安徽省合肥市高新区彩虹路 418 号, Anhui 230031 (CN)。 诸自强 (ZHU, Ziqiang); 中国安徽省合肥市高新区彩虹路 418 号, Anhui 230031 (CN)。 陈金涛 (CHEN, Jintao); 中国安徽省合肥市高新区彩虹路 418 号, Anhui 230031 (CN)。 吴迪 (WU, Di); 中国安徽省合肥市高新区彩虹路 418 号, Anhui 230031 (CN)。

(74) 代理人: 北京清亦华知识产权代理事务所 (普通合伙) (TSINGYIHUA INTELLECTUAL PROPERTY LLC); 中国北京市海淀区清华园清华大学照澜院商业楼 301 室, Beijing 100084 (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。

(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,

(54) Title: ROTOR OF ELECTRIC MOTOR, DRIVING ELECTRIC MOTOR, AND VEHICLE

(54) 发明名称: 电机的转子、驱动电机和车辆

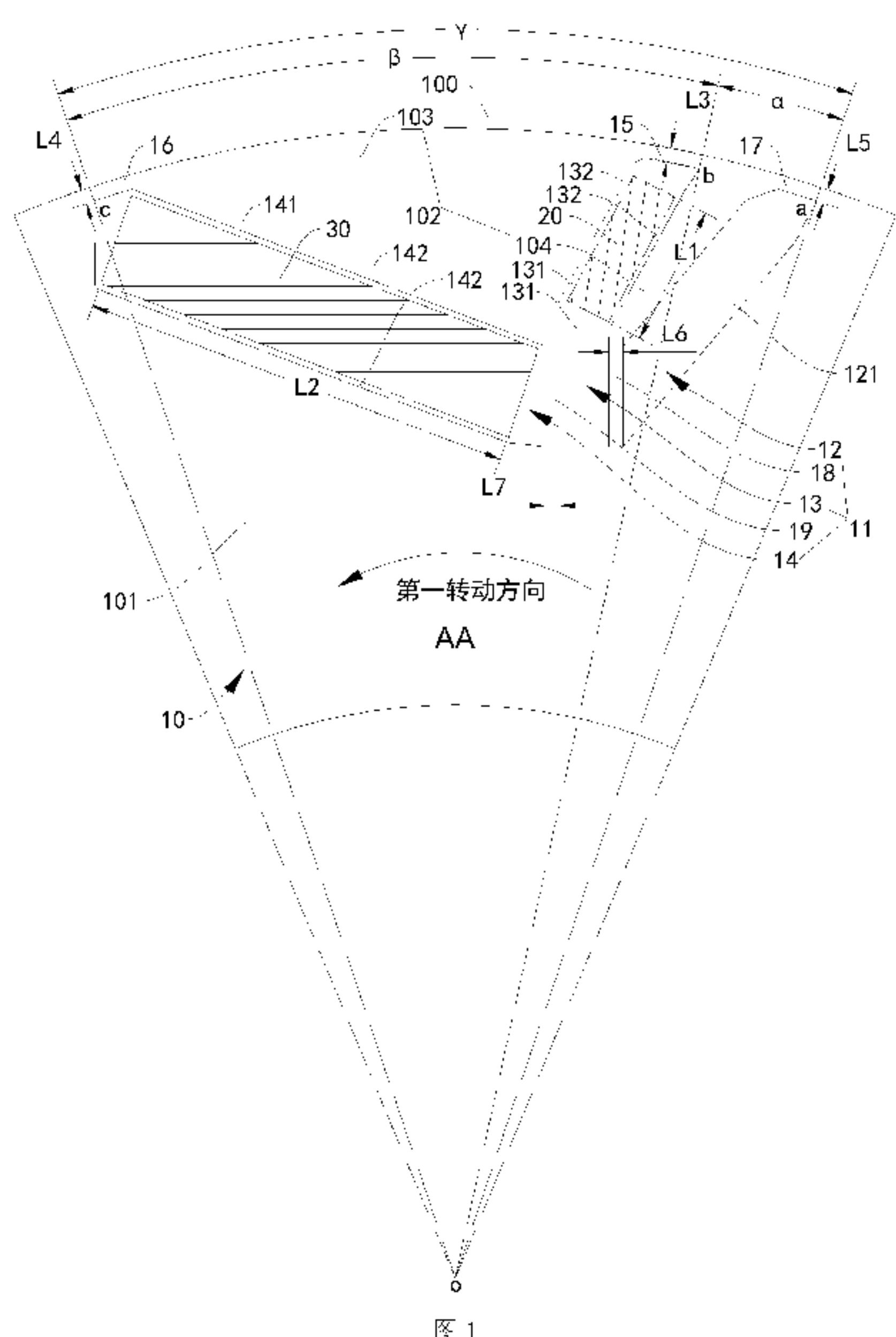


图 1

AA First rotation direction

(57) Abstract: Disclosed are a rotor (100) of an electric motor, a driving electric motor and a vehicle. The rotor (100) comprises: a rotor iron core (10), wherein the rotor iron core (10) is provided with a plurality of groove groups (11); the plurality of groove groups (11) are distributed in the circumferential direction of the rotor iron core (10); each groove group (11) comprises an air groove (12), a first groove body (13) and a second groove body (14); the end of the air groove (12), the end of the first groove body (13) and the end of the second groove body (14) that are close to the center point of the rotor iron core (10) are close to one another; the end of the air groove, the end of the first groove body and the end of the second groove body that are away from the center point of the rotor iron core (10) are away from one another; a first magnetic isolation structure is arranged between the end of the air groove (12) and the end of the first groove body (13) that are close to each other; a second magnetic isolation structure is arranged between the end of the first groove body (13) and the end of the second groove body (14) that are close to each other; and the end of the air groove (12), the end of the first groove body (13) and the end of the second groove body (14) that are away from the center point of the rotor iron core (10) are distributed in a first rotation direction of the rotor. The rotor further comprises a plurality of first permanent magnets (20) and a plurality of second permanent magnets (30), wherein the first permanent magnets (20) are installed in the first groove bodies (13), and the second permanent magnets (30) are installed in the second groove bodies (14).



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：一种电机的转子(100)、驱动电机和车辆，转子(100)包括：转子铁心(10)，转子铁心(10)设有多个槽组(11)，多个槽组(11)沿转子铁心(10)的周向分布，每个槽组(11)包括空气槽(12)、第一槽体(13)和第二槽体(14)，空气槽(12)、第一槽体(13)和第二槽体(14)的靠近转子铁心(10)的中心点的一端彼此靠近而远离转子铁心(10)的中心点的一端彼此远离，空气槽(12)和第一槽体(13)的彼此靠近的一端之间设有第一隔磁结构，第一槽体(13)和第二槽体(14)的彼此靠近的一端之间设有第二隔磁结构，空气槽(12)、第一槽体(13)和第二槽体(14)的远离转子铁心(10)的中心点的一端沿转子的第一转动方向分布；多个第一永磁体(20)和多个第二永磁体(30)，第一永磁体(20)安装于第一槽体(13)内，第二永磁体(30)安装于第二槽体(14)内。

电机的转子、驱动电机和车辆

技术领域

本申请涉及电机技术领域，更具体地，涉及一种电机的转子、驱动电机和车辆。

5

背景技术

相关技术中的内置式永磁电机转子，永磁转矩和磁阻转矩的峰值点角度差较大，导致在合成转矩峰值点，磁阻转矩和永磁转矩的利用率低。此外，相关技术中的内置式永磁电机转子还存在永磁漏磁大、材料利用率低等问题，同时受铁心饱和等因素影响。

10

发明内容

本申请旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一。为此，本申请的一个目的在于提出一种电机的转子，所述转子提高了电机的峰值转矩与在峰值转矩点永磁转矩与磁阻转矩分量的利用率。

15

本申请的另一个目的在于提出一种具有上述转子的驱动电机。

本申请的另一个目的在于提出一种具有上述驱动电机的车辆。

根据本申请实施例的电机的转子，包括：转子铁心，所述转子铁心设有多个槽组，多个所述槽组沿所述转子铁心的周向分布，每个所述槽组包括空气槽、第一槽体和第二槽体，所述空气槽、所述第一槽体和所述第二槽体的靠近所述转子铁心的中心点的一端彼此靠近而远离所述转子铁心的中心点的一端彼此远离，所述空气槽和所述第一槽体的彼此靠近的一端之间设有第一隔磁结构，所述第一槽体和所述第二槽体的彼此靠近的一端之间设有第二隔磁结构，所述空气槽、所述第一槽体和所述第二槽体的远离所述转子铁心的中心点的一端沿所述转子的第一转动方向分布；多个第一永磁体和多个第二永磁体，所述第一永磁体安装于所述第一槽体内，所述第二永磁体安装于所述第二槽体内。

25

根据本申请实施例的电机的转子，利用不对称的转子结构，在相同永磁体用量与转子内外径的前提下明显的减小了永磁转矩和磁阻转矩峰值点所对应的电流超前角的差值，从而提高了电机的峰值转矩与在峰值转矩点永磁转矩与磁阻转矩分量的利用率，由此，既有利于提高电机的功率密度，又有利于降低永磁漏磁，提高材料利用率，减少永磁体的用量，降低生产成本。

30

另外，根据本申请上述实施例的电机的转子还可以具有如下附加的技术特征：

根据本申请一些实施例的电机的转子，所述第一槽体的远离所述转子铁心的中心点的一侧设有第三隔磁结构，所述第二槽体的远离所述转子铁心的中心点的一侧设有第四隔磁结

构，所述空气槽的远离所述转子铁心的中心点的一侧设有第五隔磁结构，其中，沿着所述第一转动方向，所述第三隔磁结构的滞后端点和所述第五隔磁结构的滞后端点分别与所述转子铁心的中心点的连线的夹角为 α ，所述第三隔磁结构的滞后端点和所述第四隔磁结构的超前端点分别与所述转子铁心的中心点的连线的夹角为 β ，所述 α 小于所述 β 。

5 根据本申请的一些实施例，所述第一永磁体的靠近所述转子铁心的中心点的一端和远离所述转子铁心的中心点的一端的间距为 L_1 ，所述第二永磁体的靠近所述转子铁心的中心点的一端和远离所述转子铁心的中心点的一端的间距为 L_2 ，所述 L_1 小于或者等于所述 L_2 。

10 根据本申请的一些实施例，所述第一隔磁结构为位于所述空气槽和所述第一槽体的彼此靠近的一端之间的第一内磁桥，或为连通所述空气槽和所述第一槽体的彼此靠近的一端的所述第一连通口；和/或，所述第二隔磁结构为位于所述第一槽体和所述第二槽体的彼此靠近的一端之间的第二内磁桥，或为连通所述第一槽体和所述第二槽体的彼此靠近的一端的第二连通口。

15 根据本申请的一些实施例，所述第一隔磁结构为位于所述空气槽和所述第一槽体的彼此靠近的一端之间的第一内磁桥，所述第一内磁桥沿所述转子铁心的周向的厚度等于4mm，或者大于0 mm且小于4mm；和/或，所述第二隔磁结构为位于所述第一槽体和所述第二槽体的彼此靠近的一端之间的第二内磁桥，所述第二内磁桥沿所述转子铁心的周向的厚度等于4mm，或者大于0 mm且小于4mm。

20 根据本申请的一些实施例，所述第一槽体的远离所述转子铁心的中心点的一侧设有第三隔磁结构，所述第三隔磁结构为位于所述第一槽体的远离所述转子铁心的中心点的一端与所述转子铁心的外周面之间的第一外磁桥；或者，所述第三隔磁结构为所述第一槽体的远离所述转子铁心的中心点的一端延伸至所述转子铁心的外周面且在所述转子铁心的外周面形成的第一槽口；和/或，所述第二槽体的远离所述转子铁心的中心点的一侧设有第四隔磁结构，所述第四隔磁结构为位于所述第二槽体的远离所述转子铁心的中心点的一端与所述转子铁心的外周面之间的第二外磁桥；或者，所述第四隔磁结构为所述第二槽体的远离所述转子铁心的中心点的一端延伸至所述转子铁心的外周面且在所述转子铁心的外周面形成的第二槽口；和/或，所述空气槽的远离所述转子铁心的中心点的一侧设有第五隔磁结构，所述第五隔磁结构为位于所述空气槽的远离所述转子铁心的中心点的一端与所述转子铁心的外周面之间的第三外磁桥；或者，所述第五隔磁结构为所述空气槽的远离所述转子铁心的中心点的一端延伸至所述转子铁心的外周面且在所述转子铁心的外周面形成的第三槽口。

30 根据本申请的一些实施例，所述第一槽体的远离所述转子铁心的中心点的一端与所述转子铁心的外周面之间形成有第一外磁桥，所述第一外磁桥沿所述转子铁心的径向的厚度等于3.5mm，或者大于0 mm且小于3.5mm；和/或，所述第二槽体的远离所述转子铁心的中心点

的一端与所述转子铁心的外周面之间形成有第二外磁桥，所述第二外磁桥沿所述转子铁心的径向的厚度等于 3.5mm，或者大于 0 mm 且小于 3.5mm；和/或，所述空气槽的远离所述转子铁心的中心点的一端与所述转子铁心的外周面之间形成有第三外磁桥，所述第三外磁桥沿所述转子铁心的径向的厚度等于 3.5mm，或大于 0 mm 且小于 3.5mm。

5 根据本申请的一些实施例，所述转子铁心包括：第一部分，所述第一部分位于所述槽组的靠近所述转子铁心的中心点的一侧；第二部分，所述第二部分位于所述槽组的远离所述转子铁心的中心点的一侧，所述第二部分与所述第一部分通过第一连接部连接，且所述第二部分包括第三部分和第四部分，在所述转子铁心的周向上，所述第三部分位于所述第一槽体和所述第二槽体之间，所述第四部分位于所述第一槽体和所述空气槽之间，其中，所述第三部分和所述第四部分分别通过所述第一连接部与所述第一部分连接且所述第三部分和所述第四部分不直接连接，或者，所述第三部分与所述第四部分通过第二连接部连接且所述第三部分和所述第四部分中的至少一个与所述第一部分通过所述第一连接部连接。

15 根据本申请的一些实施例，所述转子的极数为 K，所述第二槽体的远离所述转子铁心的中心点的一侧设有第四隔磁结构，所述空气槽的远离所述转子铁心的中心点的一侧设有第五隔磁结构，沿着所述第一转动方向，所述第五隔磁结构的滞后端点和所述第四隔磁结构的超前端点分别与所述转子铁心的中心点的连线的夹角为 γ ，所述 γ 小于或者等于 $170^\circ / K$ 。

20 根据本申请的一些实施例，所述第一槽体包括至少一个第一槽段，至少一个所述第一槽段内安装有所述第一永磁体，多个所述第一槽段的延伸方向相同或不相同；所述第二槽体包括至少一个第二槽段，至少一个所述第二槽段内安装有所述第二永磁体，多个所述第二槽段的延伸方向相同或不相同。

根据本申请的一些实施例，每个所述第一槽体中的所述第一槽段的数量不超过 3 个，每个所述第二槽体中的所述第二槽段的数量不超过 3 个。

25 根据本申请的一些实施例，未安装有所述第一永磁体的所述第一槽段的槽壁面为平面、弧面、折弯面中的一种或多种组合，未安装有所述第二永磁体的所述第二槽段的槽壁面为平面、弧面、折弯面中的一种或多种组合。

根据本申请的一些实施例，所述空气槽包括至少一个第三槽段，所述第三槽段的槽壁面为平面、弧面、折弯面中的一种或多种组合。

根据本申请的一些实施例，所述转子的同一磁极下包括多层永磁体结构，同一个所述槽组内的所述第一永磁体和所述第二永磁体构成其中一层所述永磁体结构。

30 根据本申请的一些实施例，所述转子还包括：多个第三永磁体，多个所述第三永磁体安装于所述转子铁心且沿所述转子铁心的周向分布，所述第三永磁体构成其中另一层所述永磁体结构。

根据本申请的一些实施例，在所述转子铁心的周向上所述槽组的所述第一槽体和所述第二槽体之间设有所述第三永磁体，所述第三永磁体垂直于所述转子铁心的径向延伸或倾斜于所述转子铁心的径向延伸或设置成 V 形永磁体结构。

5 根据本申请的一些实施例，在所述转子铁心的周向上相邻两个所述槽组之间设有所述第三永磁体，所述第三永磁体沿所述转子铁心的径向延伸或倾斜于所述转子铁心的径向延伸。

根据本申请的一些实施例，所述槽组的靠近所述转子铁心的中心点的一侧设有第三槽体，所述第三槽体为 V 形槽体或 U 形槽体，所述第三永磁体设于所述第三槽体内，所述第三永磁体设置成 V 形永磁体结构或 U 形永磁体结构，所述槽组位于所述 V 形槽体或所述 U 形槽体所围设的区域内。

10 根据本申请的一些实施例，同一所述槽组内的所述第一永磁体和所述第二永磁体所产生的气隙磁场相互增强，相邻所述槽组内的所述第一永磁体的充磁方向相反，相邻所述槽组内的所述第二永磁体的充磁方向相反。

根据本申请的一些实施例，所述槽组的数量为 M，所述转子的极数为 K，所述 M 等于所述 K。

15 根据本申请实施例的驱动电机包括根据本申请实施例的电机的转子。

根据本申请实施例的车辆包括根据本申请实施例的驱动电机。

本申请的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面的描述中变得明显，或通过本申请的实践了解到。

20 附图说明

本申请的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解，其中：

图 1 是根据本申请第一实施例的转子的局部结构示意图；

图 2 是相关技术中对称 V 型内置式永磁电机转子的局部结构示意图；

25 图 3 是图 1 和图 2 中的转子的峰值转矩曲线图；

图 4 是图 1 和图 2 中的转子的永磁转矩和磁阻转矩的曲线图；

图 5 是根据本申请第二实施例的转子的局部结构示意图；

图 6 是根据本申请第三实施例的转子的局部结构示意图；

图 7 是根据本申请第四实施例的转子的局部结构示意图；

30 图 8 是根据本申请第五实施例的转子的局部结构示意图；

图 9 是根据本申请第六实施例的转子的局部结构示意图；

图 10 是根据本申请第七实施例的转子的局部结构示意图；

图 11 是根据本申请第八实施例的转子的局部结构示意图；

图 12 是根据本申请第九实施例的转子的局部结构示意图；

图 13 是根据本申请第十实施例的转子的局部结构示意图；

图 14 是根据本申请第一实施例的转子的结构示意图。

5 附图标记：

转子 100；

10 转子铁心 10；第一部分 101；第二部分 102；第三部分 103；第四部分 104；槽组 11；
空气槽 12；第三槽段 121；第一槽体 13；第一槽段 131；第一槽壁平面 132；第二槽体 14；
第二槽段 141；第二槽壁平面 142；第一外磁桥 15；第二外磁桥 16；第三外磁桥 17；第一
内磁桥 18；第二内磁桥 19；第三槽体 41；

第一永磁体 20；

第二永磁体 30；

第三永磁体 40。

15 具体实施方式

下面详细描述本申请的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，仅用于解释本申请，而不能理解为对本申请的限制。

20 在本申请的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本申请和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本申请的限制。在本申请的描述中，“第一特征”、“第二特征”
25 征”可以包括一个或者更多个该特征，“多个”的含义是两个或两个以上。

随着传统工业的发展与新兴产业的不断涌现，现代工业对电机各方面特性的需求日渐提高，高性能永磁电机的应用场合不断扩展、技术经济性显著提升。在交通电气化领域，如电动汽车、电动飞机、电动游艇中，内置式永磁电机因其所具备的高转矩/功率密度、高效率、宽调速范围与高可靠性等优势，得到了广泛的应用。

30 为了提高电机转矩/功率密度，设计人员常通过采用高性能永磁体、增加永磁体体积等技术手段改进设计使得提高永磁体性能与体积的边际收益逐渐降低。但是，高性能稀土永磁材料价格昂贵，开采与加工过程存在环境污染风险，也对其应用产生了制约。

为减少永磁材料的使用，利用并提高磁阻转矩成为改进内置式永磁电机转矩密度的重要方法。通过增加永磁体层数、优化永磁体槽与磁障的结构，能够大幅度提高磁阻转矩，从而改善电机的转矩密度。此类电机也被称为永磁辅助式同步磁阻电机。然而，永磁辅助式同步磁阻电机往往具有结构复杂、永磁体块数多等缺点，使得其设计优化与工业应用都具有很大的困难。

在相关技术中，内置式永磁电机主要采用对称转子结构，其永磁转矩与磁阻转矩的峰值点之间存在不少于 45 度电角度的角度差，这一特性造成了在合成转矩的峰值点，磁阻转矩与永磁转矩的利用率都被一定程度的降低。此外，传统内置式永磁电机存在永磁漏磁大、材料利用率低等问题，同时受铁心饱和等因素影响。

因此，本申请提出了一种特殊的不对称的转子 100，根据本申请实施例的转子 100 能够显著减小永磁转矩和磁阻转矩峰值点的角度差，从而同时提高峰值转矩点的两种转矩分量（磁阻转矩和永磁转矩）的利用率，增大电机峰值转矩和转矩密度。

下面参考附图描述根据本申请实施例的电机的转子 100。

参照图 1 所示，根据本申请实施例的电机的转子 100 包括：转子铁心 10、多个第一永磁体 20 和多个第二永磁体 30。

具体而言，转子铁心 10 设有多个槽组 11，多个槽组 11 沿转子铁心 10 的周向分布，每个槽组 11 包括空气槽 12、第一槽体 13 和第二槽体 14。其中，空气槽 12、第一槽体 13 和第二槽体 14 的靠近转子铁心 10 的中心点的一端彼此靠近，空气槽 12、第一槽体 13 和第二槽体 14 的远离转子铁心 10 的中心点的一端彼此远离。空气槽 12 和第一槽体 13 的彼此靠近的一端之间设有第一隔磁结构，第一隔磁结构能够起到隔磁作用，以使主磁通（即除去漏磁外的其他磁通）不从空气槽 12 和第一槽体 13 的彼此靠近的一端之间经过。第一槽体 13 和第二槽体 14 的彼此靠近的一端之间设有第二隔磁结构，第二隔磁结构能够起到隔磁作用，以使主磁通不从第一槽体 13 和第二槽体 14 的彼此靠近的一端之间经过。在本申请的实施例中，第一隔磁结构和第二隔磁结构可以为磁桥或者两个槽体之间的连通口等，只需要满足能够起到隔磁效果的要求即可。

并且，空气槽 12、第一槽体 13 和第二槽体 14 的远离转子铁心 10 的中心点的一端沿转子 100 的第一转动方向分布。换言之，槽组 11 的远离转子铁心 10 的端部沿着第一转动方向依次为空气槽 12、第一槽体 13 和第二槽体 14。第一永磁体 20 安装于第一槽体 13 内，第二永磁体 30 安装于第二槽体 14 内。

通过设置上述结构，使得每个槽组 11 能够构成三叉戟式转子槽结构，第一永磁体 20 和第二永磁体 30 在三叉戟式转子槽结构中超前于空气槽 12，第一永磁体 20 超前于第二永磁体 30，由此，整个槽组 11 以及设于槽组 11 内的第一永磁体 20 和第二永磁体 30 构成不对

称结构，进而整个转子 100 形成为不对称转子 100 结构，即相对于转子 100 的径向不对称的结构。

内置式永磁电机中，转矩可以视为由永磁转矩与磁阻转矩两部分合成。其中，一极永磁体所产生的永磁磁场的磁路通过永磁体、转子铁心、气隙与定子铁心，并与相邻极永磁体所产生的永磁磁场的磁路相闭合，形成相对于转子静止但相对于定子旋转的永磁旋转磁场。而定子多相绕组通入交流电形成定子旋转磁场。定子与永磁磁场相互作用所产生的推动转子旋转的转矩为永磁转矩。永磁转矩在定子旋转磁场轴线与永磁磁场轴线相差 90 度电角度，即电流超前角为 0 度电角度时达到峰值点。磁阻转矩是转子磁导交变，使得转子交直轴电感不同所产生的。在不考虑饱和等非线性因素影响时，磁阻转矩在电流超前角为 45 度电角度时达到峰值点。此时，永磁磁场的轴线与磁阻 d 轴的轴线，即磁阻最大点的轴线，相重合。

本申请通过前面所说的不对称转子 100 结构，使得永磁转矩与磁阻转矩的峰值点对应的电流超前角的角度差减小。具体地，通过不对称转子 100 结构的设计，使得永磁磁场轴线沿第一转动方向偏离并超前磁阻 d 轴（即磁阻最大点）的轴线，从而使得永磁转矩峰值点对应的电流以超前角得以增大并靠近磁阻转矩峰值点对应的电流超前角，从而增大电机合成转矩的峰值。换言之，本申请通过设置上述不对称转子 100 结构，在不增加永磁材料的前提下，提高了在电机的峰值转矩点永磁转矩分量与磁阻转矩分量的利用率，即在峰值转矩点永磁转矩分量与磁阻转矩分量的值相对于两者峰值的比率。

下面结合具体实施例和对比例描述根据本申请实施例的电机的转子 100。

实施例 1：如图 1 所示根据本申请第一实施例的电机的转子 100；

对比例 1：如图 2 所示某成熟电动汽车用 V 型内置式永磁电机的转子；

对比例 2：与实施例 1 的区别为，第一槽体 13、第二槽体 14 和空气槽 12 的远离转子铁心 10 的中心点的一端在转子 100 的第一转动方向上的排布顺序为：第一槽体 13、空气槽 12 和第二槽体 14。

在相同定子设计、转子内外径、永磁体用量与电流电压幅值限制的前提下，实施例 1 相比于对比例 1 能够将峰值转矩提升近 10%，相比于对比例 2 能够将峰值转矩提升近 5%。三者在峰值转矩点的转矩脉动分别为：实施例 1 为 11.2%，对比例 1 为 13.4%，对比例 2 为 14.5%。

由此可知，根据本申请实施例的电机的转子 100 能够显著提高电机的峰值转矩，降低转矩脉动，提高电机运行稳定性。

具体地，如图 3 所示为实施例 1 和对比例 1 的峰值转矩曲线图，显然，实施例 1 的转矩峰值超过了对比例 1，为进一步说明并验证转矩提升的机理，如图 4 所示对比了转矩的永磁转矩和磁阻转矩分量。可以明显看到，两者的永磁转矩分量幅值大致相当，对比例 1 的磁阻转矩分量的幅值超过了实施例 1。但由于实施例 1 的永磁转矩和磁阻转矩的峰值电流角度差

P 较对比例 1 的永磁转矩和磁阻转矩的峰值电流角度差 Q 得以降低，使得实施例 1 的合成转矩得到了提升。

表 1 进一步提供了实施例 1 和对比例 1 的仿真结果数据，可以看到，在转矩峰值点，实施例 1 相比于对比例 1 的电机的永磁转矩和磁阻转矩的转矩利用率都得到了大幅度的提高。

5 表 1

性能	实施例 1	对比例 1
峰值转矩 (Nm) Maximum torque (Nm)	230.2	211.8
最大永磁转矩 (Nm) / 永磁转矩利用率 Maximum PM torque (Nm) / Utilization ratio <i>kpm</i>	153/89.2%	150/77.1%
最大磁阻转矩 (Nm) / 磁阻转矩利用率 Maximum reluctance torque (Nm) / Utilization ratio <i>kr</i>	98/95.7%	113/84.9%
在峰值转矩点，磁阻转矩分量的比例 Reluctance torque ratio <i>Treluc/Tmax</i> when peak torque	41%	45.4%
角度差 (电角度/ED) Current angle difference (Electric degree/ED)	45	60

综上所述，空气槽 12、第一槽体 13 和第二槽体 14 的排布顺序、第一永磁体 20 和第二永磁体 30 的设置位置等都会影响永磁转矩和磁阻转矩峰值点所对应的电流超前角的差值，及在峰值转矩点永磁转矩和磁阻转矩分量的利用率。根据本申请实施例的电机的转子 100，
10 利用不对称的转子 100 结构，在相同永磁体用量与转子内外径的前提下明显的减小了永磁转矩和磁阻转矩峰值点所对应的电流超前角的差值，从而提高了电机的峰值转矩与在峰值转矩点永磁转矩与磁阻转矩分量的利用率，由此，既有利于提高电机的功率密度，又有利于降低永磁漏磁，提高材料利用率，减少永磁体的用量，降低生产成本。

需要说明的是，在本申请的实施例中，“第一转动方向”可以理解为在实际工作过程中，
15 电机的主要工作状态下，转子 100 绕轴线的转动方向。例如，在电机用于车辆的实施例中，该主要工作状态可以为车辆前进行驶状态。在一些实施例中，转子 100 还可以具有第二转动方向，第二转动方向与第一转动方向相反，例如可以为在车辆倒车状态下转子 100 的转动方向。

根据本申请的一些实施例，如图 1、图 5 和图 6 所示，第一槽体 13 的远离转子铁心 10

的中心点的一侧设有第三隔磁结构，第二槽体 14 的远离转子铁心 10 的中心点的一侧设有第四隔磁结构，空气槽 12 的远离转子铁心 10 的中心点的一侧设有第五隔磁结构。

在本申请的实施例中，第三隔磁结构、第四隔磁结构和第五隔磁结构可以为磁桥或者槽体（第一槽体 13、第二槽体 14 或者空气槽 12）在转子铁心 10 的外周面上形成的槽口等，
5 只需要满足能够起到隔磁效果的要求即可。

其中，沿着第一转动方向，第三隔磁结构的滞后端点和第五隔磁结构的滞后端点分别与转子铁心 10 的中心点的连线的夹角为 α ，第三隔磁结构的滞后端点和第四隔磁结构的超前端点分别与转子铁心 10 的中心点的连线的夹角为 β ， α 小于 β 。

以第三隔磁结构为例，在第三隔磁结构为磁桥的实施例中，第三隔磁结构的滞后端点是指磁桥逆着第一转动方向的端点，第三隔磁结构的超前端点是指磁桥顺着第一转动方向的端点；在第三隔磁结构为槽口的实施例中，第三隔磁结构的滞后端点是指槽口逆着第一转动方向的端点，第三隔磁结构的超前端点是指槽口顺着第一转动方向的端点。根据以上描述，第四隔磁结构和第五隔磁结构的超前端点和滞后端点是可以理解的。

换言之，如图 1 所示，转子铁心 10 的中心点为 o ，沿着第一转动方向，第五隔磁结构的
15 滞后端点为 a ，第三隔磁结构的滞后端点为 b ，第四隔磁结构的超前端点为 c ，连接中心点 o 和滞后端点 a 的直线段为 oa ，连接中心点 o 和滞后端点 b 的直线段为 ob ，连接中心点 o 和超前端点 c 的直线段为 oc ，直线段 oa 和 ob 的夹角为 α ，直线段 ob 和 oc 的夹角为 β ，且 $\alpha < \beta$ 。

通过 $\alpha < \beta$ 使得在转子 100 的周向上，第一槽体 13 与空气槽 12 的间距较第一槽体 13
20 与第二槽体 14 的间距更近，以提高槽组 11 的不对称性，进而使第二槽体 14 内的第二永磁体 30 和第一槽体 13 内的第一永磁体 20 所产生永磁磁场轴线沿第一转动方向偏离并超前磁阻 d 轴的轴线的幅度更大，从而使得永磁转矩峰值点与磁阻转矩峰值点的电流超前角的差值更小，从而进一步增大合成转矩的峰值。

在本申请的一些实施例中，参照图 1、图 5 和图 6 所示，转子 100 的极数为 K ，沿着第一转动方向，第五隔磁结构的滞后端点和第四隔磁结构的超前端点分别与转子铁心 10 的中心点的连线的夹角为 γ ， γ 小于或者等于 $170^\circ / K$ 。在本申请的实施例中， $\gamma = \alpha + \beta$ 。换言之，直线段 oa 和 oc 的夹角为 γ ，并且 $\gamma \leq 170^\circ / K$ ，即 $\alpha + \beta \leq 170^\circ / K$ 。例如，在一些具体实施例中， γ 可以为 $165^\circ / K$ 、 $160^\circ / K$ 、 $155^\circ / K$ 或 $150^\circ / K$ 等。防止每个槽组 11 在转子 100 周向上的跨度过大，导致相邻两个槽组 11 之间的间距过小而导致转子铁心 10 的机械
30 强度差，在上述尺寸范围内，既能保证转子 100 所产生磁场的高转矩、高效率、高调速范围的要求，还能保证转子铁心 10 的结构强度，使转子 100 满足高可靠性的要求。

根据本申请的一些实施例，如图 1、图 5 和图 6 所示，第一永磁体 20 的靠近转子铁心

10 的中心点的一端和远离转子铁心 10 的中心点的一端的间距为 L_1 ，第二永磁体 30 的靠近转子铁心 10 的中心点的一端和远离转子铁心 10 的中心点的一端的间距为 L_2 ， L_1 小于或者等于 L_2 ，即 $L_1 \leq L_2$ 。第一槽体 13 和第二槽体 14 内的永磁体构成不对称永磁体结构，并且沿着第一转动方向，位置超前的第一永磁体 20 的长度更长，即使忽略空气槽 12 的影响，第一永磁体 20 和第二永磁体 30 的不对称永磁体结构同样能够减小永磁转矩峰值点和磁阻转矩峰值点的电流超前角的差值，起到提高合成转矩峰值、提高永磁转矩和磁阻转矩分量利用率的效果，不对称永磁体结构与空气槽 12 配合，能够起到更佳的提高合成转矩峰值、提高永磁转矩和磁阻转矩分量利用率的效果。

根据本申请的一些实施例，转子 100 的外周面与定子铁心之间形成气隙，在空气槽 12、第一槽体 13 和第二槽体 14 的外端，即远离转子铁心 10 的中心点的一端，与气隙之间可以隔有磁桥，或者直接与气隙连通，以有效减少端部漏磁，提高材料利用率。

具体地，在一些实施例中，如图 1 所示，前文所说的第三隔磁结构可以为第一槽体 13 的远离转子铁心 10 的中心点的一端与转子铁心 10 的外周面之间的第一外磁桥 15，第一外磁桥 15 可以减少漏磁，同时保证转子铁心 10 的结构强度；或者在另一些实施例中，第一槽体 13 的远离转子铁心 10 的中心点的一端延伸至转子铁心 10 的外周面，前文所说的第三隔磁结构可以为第一槽体 13 在转子铁心 10 的外周面形成的第一槽口，第一槽口同样可以显著减少漏磁。

在一些实施例中，如图 1 所示，前文所说的第四隔磁结构可以为第二槽体 14 的远离转子铁心 10 的中心点的一端与转子铁心 10 的外周面之间的第二外磁桥 16，第二外磁桥 16 可以减少漏磁，同时保证转子铁心 10 的结构强度；或者在另一些实施例中，第二槽体 14 的远离转子铁心 10 的中心点的一端延伸至转子铁心 10 的外周面，前文所说的第四隔磁结构可以为第二槽体 14 在转子铁心 10 的外周面形成的第二槽口，第二槽口同样可以显著减少漏磁。

在一些实施例中，如图 1 所示，前文所说的第五隔磁结构可以为空气槽 12 的远离转子铁心 10 的中心点的一端与转子铁心 10 的外周面之间形成的第三外磁桥 17，第三外磁桥 17 可以减少漏磁，同时保证转子铁心 10 的结构强度；或者在另一些实施例中，空气槽 12 的远离转子铁心 10 的中心点的一端延伸至转子铁心 10 的外周面，前文所说的第五隔磁结构可以为空气槽 12 在转子铁心 10 的外周面形成的第三槽口，第三槽口同样可以显著减少漏磁。

此外，在设有第一外磁桥 15 的实施例中，参照图 1 所示，第一外磁桥 15 沿转子铁心 10 的径向的厚度 L_3 等于 3.5mm，或者大于 0 mm 且小于 3.5mm，即 $0 \text{ mm} < L_3 \leq 3.5 \text{ mm}$ 。例如，在一些具体实施例中， L_3 可以为 0.5mm、1mm、1.5mm、2mm、3mm 和 3.5mm 等。第一外磁桥 15 的厚度 L_3 过大，会削弱减少漏磁的效果，第一外磁桥 15 的厚度 L_3 过小，会降低转子铁心 10 的机械强度，在上述尺寸范围内，同时兼顾了减少漏磁和保证机械强度的要求，结构

设计更合理。

在设有第二外磁桥 16 的实施例中，参照图 1 所示，第二外磁桥 16 沿转子铁心 10 的径向的厚度 L_4 等于 3.5mm，或者大于 0 mm 且小于 3.5mm，即 $0\text{ mm} < L_4 \leq 3.5\text{ mm}$ 。例如，在一些具体实施例中， L_4 可以为 0.5mm、1mm、1.5mm、2mm、3mm 和 3.5mm 等。第二外磁桥 16 的厚度 L_4 过大，会削弱减少漏磁的效果，第二外磁桥 16 的厚度 L_4 过小，会降低转子铁心 10 的机械强度，在上述尺寸范围内，同时兼顾了减少漏磁和保证机械强度的要求，结构设计更合理。

在设有第三外磁桥 17 的实施例中，参照图 1 所示，第三外磁桥 17 沿转子铁心 10 的径向的厚度 L_5 等于 3.5mm，或者大于 0 mm 且小于 3.5mm，即 $0\text{ mm} < L_5 \leq 3.5\text{ mm}$ 。例如，在一些具体实施例中， L_5 可以为 0.5mm、1mm、1.5mm、2mm、3mm 和 3.5mm 等。第三外磁桥 17 的厚度 L_5 过大，会削弱减少漏磁的效果，第三外磁桥 17 的厚度 L_5 过小，会降低转子铁心 10 的机械强度，在上述尺寸范围内，同时兼顾了减少漏磁和保证机械强度的要求，结构设计更合理。

此外，继续参照图 1 所示，第一隔磁结构可以为位于空气槽 12 和第一槽体 13 彼此靠近的一端之间的第一内磁桥 18，或者第一隔磁结构可以为连通空气槽 12 和第一槽体 13 的彼此靠近的一端的第一连通口。第二隔磁结构可以为位于第一槽体 13 和第二槽体 14 彼此靠近的一端之间的第二内磁桥 19，或者第二隔磁结构可以为连通第一槽体 13 和第二槽体 14 的彼此靠近的一端的第二连通口，以起到减少端部漏磁的效果。

并且空气槽 12 和第一槽体 13 的彼此靠近的一端距离较近，第一槽体 13 和第二槽体 14 的彼此靠近的一端距离较近，空气槽 12、第一槽体 13 和第二槽体 14 可以视为从转子铁心 10 的同一内部位置向转子铁心 10 的外周面延伸，所形成的三叉戟式结构能够使得永磁转矩峰值点对应的电流超前角得以增大并靠近磁阻转矩峰值点对应的电流超前角，增大合成转矩的峰值。

如图 1 所示，在第一隔磁结构为第一内磁桥 18 的实施例中，第一内磁桥 18 沿转子铁心 10 的周向的厚度 L_6 等于 4mm，或者大于 0 mm 且小于 4mm，即 $0\text{ mm} < L_6 \leq 4\text{ mm}$ 。例如，在一些具体实施例中， L_6 可以为 0.5mm、1mm、1.5mm、2mm、3mm、3.5mm 和 4mm 等。第一内磁桥 18 的厚度 L_6 过大，会削弱减少漏磁的效果，同时影响永磁磁场轴线沿第一转动方向的偏离，第一内磁桥 18 的厚度 L_6 过小，会影响转子铁心 10 的机械强度，在上述尺寸范围内，同时兼顾了减少漏磁、提高合成转矩峰值和保证机械强度的要求，结构设计更合理。

如图 1 所示，在第二隔磁结构为第二内磁桥 19 的实施例中，第二内磁桥 19 沿转子铁心 10 的周向的厚度 L_7 等于 4mm，或者大于 0 mm 且小于 4mm，即 $0\text{ mm} < L_7 \leq 4\text{ mm}$ 。例如，在一些具体实施例中， L_7 可以为 0.5mm、1mm、1.5mm、2mm、3mm、3.5mm 和 4mm 等。第二内磁桥

19 的厚度 L7 过大, 会削弱减少漏磁的效果, 同时影响永磁磁场轴线沿第一转动方向的偏离, 第二内磁桥 19 的厚度 L7 过小, 会影响转子铁心 10 的机械强度, 在上述尺寸范围内, 同时兼顾了减少漏磁、提高合成转矩峰值和保证机械强度的要求, 结构设计更合理。

5 在本申请的实施例中, 如图 1 所示, 转子铁心 10 包括第一部分 101 和第二部分 102。其中, 第一部分 101 位于槽组 11 的靠近转子铁心 10 的中心点的一侧, 第二部分 102 位于槽组 11 的远离转子铁心 10 的中心点的一侧, 并且第一部分 101 和第二部分 102 通过第一连接部连接, 以使转子铁心 10 连接成一个整体, 保证转子铁心 10 的结构可靠性, 同时提高转子铁心 10 对第一永磁体 20 和第二永磁体 30 的固定稳定性。

10 此外, 参照图 1 所示, 第二部分 102 包括第三部分 103 和第四部分 104, 其中, 在转子铁心 10 的周向上, 第三部分 103 位于第一槽体 13 和第二槽体 14 之间, 第四部分 104 位于空气槽 12 和第一槽体 13 之间。在一些实施例中, 第三部分 103 和第四部分 104 分别与第一部分 101 通过第一连接部连接, 且第三部分 103 和第四部分 104 彼此不直接连接, 以实现第一部分 101 和第二部分 102 的连接; 在另一些实施例中, 第三部分 103 和第四部分 104 通过第二连接部连接, 并且第三部分 103 和第四部分 104 中的至少一个通过第一连接部与第一部分 15 101 连接, 从而实现第一部分 101 和第二部分 102 的连接。

在本申请的一些实施例中, 第一连接部可以包括第二外磁桥 16、第三外磁桥 17、第一内磁桥 18 和第二内磁桥 19, 第二连接部可以为第一外磁桥 15。具体地, 在设有第一外磁桥 15 的实施例中, 转子铁心 10 上可以设有第二外磁桥 16、第三外磁桥 17、第一内磁桥 18 和第二内磁桥 19 中的至少一个, 在未设有第一外磁桥 15 的实施例中, 即第三隔磁结构为第一槽口的实施例中, 转子铁心 10 上, 第二外磁桥 16 和第二内磁桥 19 至少设有一个, 且第三外磁桥 17 和第一内磁桥 18 至少设有一个。

25 例如, 在一些具体实施例中, 转子铁心 10 可以设有第一外磁桥 15 和第二外磁桥 16、或者第一外磁桥 15 和第三外磁桥 17、或者第一外磁桥 15 和第一内磁桥 18、或者第一外磁桥 15 和第二内磁桥 19、或者第二外磁桥 16 和第三外磁桥 17、或者第二外磁桥 16 和第二内磁桥 19、或者第三外磁桥 17 和第一内磁桥 18、或者第一内磁桥 18 和第二内磁桥 19。

30 例如, 在一些具体实施例中, 转子铁心 10 可以设有第一外磁桥 15、第二外磁桥 16、第三外磁桥 17、第一内磁桥 18 和第二内磁桥 19 中的任意三种磁桥。例如, 在一些具体实施例中, 转子铁心 10 可以设有第一外磁桥 15、第二外磁桥 16、第三外磁桥 17、第一内磁桥 18 和第二内磁桥 19 中的任意四种磁桥。例如, 在一些具体实施例中, 转子铁心 10 可以同时设有第一外磁桥 15、第二外磁桥 16、第三外磁桥 17、第一内磁桥 18 和第二内磁桥 19 五种磁桥。这都在本申请的保护范围之内。

在本申请的实施例中, 第一槽体 13、第二槽体 14 和空气槽 12 的具体延伸结构可以根据

实际情况灵活设置。

在一些实施例中，如图 6 所示，第一槽体 13 可以包括一个第一槽段 131，该第一槽段 131 内安装有至少一个第一永磁体 20。在另一些实施例中，如图 1 和图 5 所示，第一槽体 13 可以包括多个第一槽段 131，其中至少一个第一槽段 131 内设有至少一个第一永磁体 20，也就是说，可以其中一个第一槽段 131 内设有至少一个第一永磁体 20，也可以多个第一槽段 131 内均设有至少一个第一永磁体 20。多个第一槽段 131 的延伸方向相同或者不相同，而未安装有第一永磁体 20 的第一槽段 131 则形成为空气段。换言之，第一槽体 13 可以包括 A 个第一槽段 131，A 个第一槽段 131 中的 B 个内安装有第一永磁体 20，C 个内未安装有第一永磁体 20， $A=B+C$ ，且 $A \geq 1$ ， $B \geq 1$ ， $C \geq 0$ 。

例如，在如图 1 和图 5 所示的示例中，第一槽体 13 包括两个第一槽段 131，这两个第一槽段 131 彼此连通且延伸方向不相同，其中靠近转子铁心 10 的外周面的第一槽段 131 内设有第一永磁体 20，第一永磁体 20 与转子铁心 10 的外周面的距离更近，有利于提高电磁转矩，靠近转子铁心 10 的中心点的第一槽段 131 还能够降低该第一永磁体 20 的端部漏磁，有利于提高第一永磁体 20 的利用率。

需要说明的是，在本申请的实施例中，每个第一槽体 13 中的第一槽段 131 的数量不超过 3 个，即 $A \leq 3$ ，第一槽体 13 的结构简单，有利于降低加工工艺难度，易于设计和加工，且有利于简化第一槽体 13 内第一永磁体 20 的结构。

在一些实施例中，如图 1 和图 5 所示，第二槽体 14 可以包括一个第二槽段 141，该第二槽段 141 内安装有至少一个第二永磁体 30。在另一些实施例中，如图 6 所示，第二槽体 14 可以包括多个第二槽段 141，其中至少一个第二槽段 141 内设有至少一个第二永磁体 30，也就是说，可以其中一个第二槽段 141 内设有至少一个第二永磁体 30，也可以多个第二槽段 141 内均设有至少一个第二永磁体 30。多个第二槽段 141 的延伸方向相同或者不相同，而未安装有第二永磁体 30 的第二槽段 141 则形成为空气段。换言之，第二槽体 14 可以包括 D 个第二槽段 141，D 个第二槽段 141 中的 E 个内安装有第二永磁体 30，F 个内未安装有第二永磁体 30， $D=E+F$ ，且 $D \geq 1$ ， $E \geq 1$ ， $F \geq 0$ 。

例如，在如图 6 所示的示例中，第二槽体 14 包括两个第二槽段 141，这两个第二槽段 141 彼此连通且延伸方向不相同，其中靠近转子铁心 10 的外周面的第二槽段 141 内设有第二永磁体 30，第二永磁体 30 与转子铁心 10 的外周面的距离更近，有利于提高电磁转矩，靠近转子铁心 10 的中心点的第二槽段 141 还能够减少该第二永磁体 30 的端部漏磁，有利于提高第二永磁体 30 的利用率。

需要说明的是，在本申请的实施例中，每个第二槽体 14 中的第二槽段 141 的数量不超过 3 个，即 $D \leq 3$ ，第二槽体 14 的结构简单，有利于降低加工工艺难度，易于设计和加工，

提高机械强度，且有利于简化第二槽体 14 内第二永磁体 30 的结构。

在一些实施例中，如图 1 和图 6 所示，空气槽 12 可以包括一个第三槽段 121。在另一些实施例中，如图 5 所示，空气槽 12 可以包括多个第三槽段 121，多个第三槽段 121 的延伸方向相同或者不相同。换言之，空气槽 12 可以包括 G 个第三槽段 121，且 $G \geq 1$ 。

5 例如，在如图 5 所示的示例中，空气槽 12 包括两个第三槽段 121，这两个第三槽段 121 彼此连通且延伸方向不相同。其中靠近转子铁心 10 的外周面的第三槽段 121 与第一槽体 13 之间的转子铁心 10 部分的宽度更均匀，以利于提高机械强度，满足高速运行应力要求。

第一槽体 13、第二槽体 14 和空气槽 12 的槽壁面结构也可根据实际情况需要灵活设置。

10 在一些实施例中，如图 1 所示，在转子 100 的周向上，第一槽体 13 的安装有第一永磁体 20 的部分具有彼此相对且相互平行的两个第一槽壁面，这两个第一槽壁面为平面，且这两个第一槽壁面分别与第一永磁体 20 的两个侧面平行，以使第一永磁体 20 能够通过第一槽体 13 的这两个第一槽壁面进行限位，防止第一永磁体 20 发生晃动甚至脱出，且第一永磁体 20 和第一槽体 13 的结构简单，易于加工和装配。

15 例如，在第一槽体 13 包括第一槽段 131 的实施例中，安装有第一永磁体 20 的第一槽段 131 具有彼此相对且平行的两个第一槽壁平面 132，两个第一槽壁平面 132 形成为上述的第一槽壁面且分别与第一永磁体 20 的两个侧面平行，通过两个第一槽壁平面 132 可以对第一永磁体 20 进行可靠限位。

20 在一些实施例中，如图 1 所示，在转子 100 的周向上，第二槽体 14 的安装有第二永磁体 30 的部分具有彼此相对且相互平行的两个第二槽壁面，这两个第二槽壁面为平面，且这两个第二槽壁面分别与第二永磁体 30 的两个侧面平行，以使第二永磁体 30 能够通过第二槽体 14 的这两个第二槽壁面进行限位，防止第二永磁体 30 发生晃动甚至脱出，且第二永磁体 30 和第二槽体 14 的结构简单，易于加工和装配。

25 例如，在第二槽体 14 包括第二槽段 141 的实施例中，安装有第二永磁体 30 的第二槽段 141 具有彼此相对且平行的两个第二槽壁平面 142，两个第二槽壁平面 142 形成为上述的第二槽壁面且分别与第二永磁体 30 的两个侧面平行，通过两个第二槽壁平面 142 可以对第二永磁体 30 进行可靠限位。

30 根据本申请的一些实施例，第一永磁体 20 和第二永磁体 30 中的至少一个垂直于转子 100 的轴向的截面为长方形。第一永磁体 20 和第二永磁体 30 的结构更加简单，有利于降低加工工艺难度，减小加工误差，第一永磁体 20 与第一槽段 131、第二永磁体 30 与第二槽段 141 不易因加工误差大而导致难以装配或永磁体易脱落，有利于提高合格率。

此外，在本申请的一些实施例中，未安装有第一永磁体 20 的第一槽段 131 的槽壁面为平面、弧面、折弯面中的一种或多种组合，未安装有第二永磁体 30 的第二槽段 141 的槽壁

面为平面、弧面、折弯面中的一种或多种组合，第三槽段 121 的槽壁面为平面、弧面、折弯面中的一种或多种组合，这都在本申请的保护范围之内。

需要说明的是，这里“平面、弧面、折弯面中的一种或多种组合”是指，第一槽段 131（或第二槽段 141、第三槽段 121）的槽壁面可以仅为平面、弧面或者折弯面，或者第一槽段 131（或第二槽段 141、第三槽段 121）的槽壁面可以包括平面、弧面和折弯面中两种，再或者第一槽段 131（或第二槽段 141、第三槽段 121）的槽壁面可以同时包括平面、弧面和折弯面三种结构。当然，第一槽段 131、第二槽段 141 和第三槽段 121 的槽壁面形状包括但不限于前面所说的平面、弧面和折弯面，根据实际情况需要，还可以设置为任意所需形状。

另外，需要说明的是，在第一槽体 13 包括多个第一槽段 131 的实施例中，多个第一槽段 131 的槽壁面可以通过直线边缘连接或通过弧线边缘连接；在第二槽体 14 包括多个第二槽段 141 的实施例中，多个第二槽段 141 的槽壁面可以通过直线边缘连接或通过弧线边缘连接；在空气槽 12 包括多个第三槽段 121 的实施例中，多个第三槽段 121 的槽壁面可以通过直线边缘连接或通过弧线边缘连接，这都在本申请的保护范围之内。通过直线边缘连接或通过弧线边缘连接有利于减少相邻两个第一槽段 131（或相邻两个第二槽段 141、或相邻两个第三槽段 121）的连接处的应力集中，有利于提高机械强度，提高高速性能。

在本申请的实施例中，空气槽 12、第一槽体 13 和第二槽体 14 构成的槽组 11，既可以在单层内置式永磁电机转子 100 中作为其转子槽，也可以在满足几何约束要求的前提下，在多层内置式永磁电机转子 100 中作为其中的任意一层转子槽。

换言之，在本申请的一些实施例中，如图 7-图 13 所示，转子 100 的同一磁极下包括多层永磁体结构，这里所说的多层永磁体结构，是指在转子 100 的径向截面内，永磁体结构为多层。转子铁心 10 的位于相邻两层永磁体结构之间的部分允许磁通通过。同一个槽组 11 内的第一永磁体 20 和第二永磁体 30 构成其中一层永磁体结构。

在一些实施例中，转子 100 为多层内置式永磁电机的转子 100，并且转子 100 还包括多个第三永磁体 40，相应地，转子铁心 10 设有用于安装第三永磁体 40 的第三槽体 41。多个第三永磁体 40 安装于转子铁心 10，并且多个第三永磁体 40 沿转子铁心 10 的周向分布。第三永磁体 40 构成多层永磁体结构中的其中另一层永磁体结构，也就是说，同一个槽组 11 内的第一永磁体 20 和第二永磁体 30、以及第三永磁体 40 构成多层永磁体结构中的两层永磁体结构，第三槽体 41 和槽组 11 构成多层内置式电机转子 100 的两层转子槽。

例如，在一些具体实施例中，如图 7 所示，在转子铁心 10 的周向上，相邻两个槽组 11 之间设有第三槽体 41，且第三槽体 41 内设有第三永磁体 40，并且第三永磁体 40 沿转子铁心 10 的径向延伸（例如图 7 所示）或倾斜于转子铁心 10 的径向延伸。也就是说，第三永磁体 40 为轮辐式永磁体结构，不对称的三叉戟式槽组 11 内的第一永磁体 20 和第二永磁体 30

能够与对称或者不对称的辐式永磁体结构相结合，以配合得到更大的合成转矩，以及实现永磁转矩和磁阻转矩分量更高的利用率。

需要说明的是，与辐式永磁体结构相结合的槽组 11 包括但不限于图 7 中实施例所示的结构，在另一些实施例中，与辐式永磁体结构相结合的槽组 11 还可以为图 5 中实施例、图 5 6 中实施例或其它实施例中的不对称的三叉戟式槽组 11，这都在本申请的保护范围之内。

例如，在另一些具体实施例中，如图 8-图 11 所示，在转子铁心 10 的周向上，槽组 11 的第一槽体 13 和第二槽体 14 之间设有第三槽体 41，第三槽体 41 内设有第三永磁体 40，槽组 11 形成为内层转子槽，第三槽体 41 形成为外层转子槽。其中，第三永磁体 40 可以垂直于转子铁心 10 的径向延伸（例如如图 8 和图 9 所示）、或倾斜于转子铁心 10 的径向延伸（例如如图 10 所示）、或设置成 V 形永磁体结构（例如如图 11 所示）。这里，“设置成 V 形永磁体结构”可以理解为一个第三永磁体 40 在垂直于转子 100 的轴向的截面为 V 形，或者在垂直于转子 100 的轴向的截面上，多个第三永磁体 40 沿 V 形排布。

需要说明的是，第一槽体 13 和第二槽体 14 之间的 V 形永磁体结构可以为如图 11 所示的对称永磁体结构，即 V 形的两条边长度相等，V 形永磁体结构也可以为不对称永磁体结构，即 V 形的两条边长度不相等。也就是说，第三永磁体 40 为“一”字形永磁体结构或 V 形永磁体结构，不对称的三叉戟式槽组 11 结构能够与对称或者不对称的“一”字型永磁体结构相结合，或者能够与对称或者不对称的 V 形永磁体结构相结合，以配合得到更大的合成转矩，以及实现永磁转矩和磁阻转矩分量更高的利用率。另外，需要说明的是，与“一”字形永磁体结构和 V 形永磁体结构相结合的槽组 11 包括但不限于图 8-图 11 中实施例所示的结构，只需要满足几何约束要求即可。

例如，在又一些实施例中，如图 12 和图 13 所示，槽组 11 的靠近转子铁心 10 的中心点的一侧设有第三槽体 41，第三槽体 41 内设有第三永磁体 40，槽组 11 形成为外层转子槽，第三槽体 41 形成为内层转子槽。其中，第三槽体 41 为 V 形槽体且第三永磁体 40 设置成 V 形永磁体结构（例如如图 12 所示），V 形槽体的开口背向转子铁心 10 的中心点，槽组 11 位于 V 形槽体所围设的区域内。或者，第三槽体 41 为 U 形槽体且第三永磁体 40 设置成 U 形永磁体结构（例如如图 13 所示），U 形槽体的开口背向转子铁心 10 的中心点，槽组 11 位于 U 形槽体所围设的区域内。

需要说明的是，设于槽组 11 的靠近转子铁心 10 的中心点的一侧的 V 形永磁体结构可以为如图 12 所示的对称永磁体结构，即 V 形的两条边长度相等，V 形永磁体结构也可以为不对称永磁体结构，即 V 形的两条边长度不相等。U 形永磁体结构可以为如图 13 所示的对称永磁体结构，即 U 形的两侧边相对于底边的中心线对称，U 形永磁体结构也可以为不对称永磁体结构，即 U 形的两侧边相对于底边的中心线不对称。

也就是说，第三永磁体 40 为 V 形永磁体结构或 U 形永磁体结构，不对称的三叉戟式槽组 11 能够与对称或者不对称的 V 形永磁体结构相结合，或者与对称或不对称的 U 形永磁体结构相结合，以配合得到更大的合成转矩，以及实现永磁转矩和磁阻转矩分量更高的利用率。另外，需要说明的是，与 V 形永磁体结构和 U 形永磁体结构相结合的槽组 11 包括但不限于图 12 和图 13 中实施例所示的结构，只需要满足几何约束要求即可。

在本申请的实施例中，如图 14 所示，同一槽组 11 内的第一永磁体 20 和第二永磁体 30 的充磁方向相同。换言之，同一个槽组 11 内的第一永磁体 20 和第二永磁体 30 所产生的气隙磁场相互增强。具体地，磁场在永磁体（包括第一永磁体 20 和第二永磁体 30）内部由其外表征的 S 极指向 N 极方向，同一槽组 11 内的第一永磁体 20 和第二永磁体 30 对应同一极，同一极下的第一永磁体 20 和第二永磁体 30 产生在气隙中具有相同径向方向的磁通，使得同一槽组 11 内的各永磁体的充磁方向均相互增强其他永磁体所产生的气隙磁场。相邻槽组 11 内的第一永磁体 20 的充磁方向相反，相邻槽组 11 内的第二永磁体 30 的充磁方向相反，以利于形成闭合磁路。

在第一永磁体 20（或第二永磁体 30）垂直于转子 100 的轴向的截面为长方形的实施例中，第一永磁体 20 沿长方形的短边充磁，即垂直于长方形的长边充磁，即充磁方向与长方形的短边平行。

在本申请的一些实施例中，如图 14 所示，槽组 11 的数量为 M，转子 100 的极数为 K，M 等于 K，即 $M=K$ 。也就是说，每个磁极对应一个槽组 11 以及该槽组 11 内的第一永磁体 20、第二永磁体 30，每个磁极下转子槽结构更简单，降低了结构设计难度，且提高了结构强度。

例如在一些具体实施例中，转子 100 的极数 K 为偶数且满足 $4 \leq K \leq 12$ ，也就是说，转子 100 可以为四极、六极、八极、十极或者十二极，使转子 100 可以满足更多电机的使用需求，并且相应的槽组 11、第一永磁体 20、第二永磁体 30 的尺寸设计也可以更合理，以利于提高电磁转矩和结构强度。

根据本申请实施例的驱动电机包括根据本申请实施例的电机的转子 100。由于根据本申请实施例的电机的转子 100 具有上述有益的技术效果，因此根据本申请实施例的驱动电机，利用不对称的转子 100 结构，在相同永磁体用量与转子 100 内外径的前提下明显的减小了永磁转矩和磁阻转矩峰值点所对应的电流超前角的差值，从而提高了电机的峰值转矩与在峰值转矩点永磁转矩与磁阻转矩分量的利用率，由此，既有利于提高电机的功率密度，又有利于降低永磁漏磁，提高材料利用率，减少永磁体的用量，降低生产成本。

该转子 100 用于驱动电机时，可以提高驱动电机的扭矩，车辆的爬坡能力强，起动、加速能力强，驱动电机的高速性能好，最高转速大，则驱动电机的体积与重量可做小，节省了空间，降低了车辆的重量。驱动电机调速范围宽，能够满足车辆在不同路况时的要求。

根据本申请实施例的车辆包括根据本申请实施例的驱动电机。由于根据本申请实施例的驱动电机具有上述有益的技术效果，因此根据本申请实施例的车辆，利用不对称的转子 100 结构，在相同永磁体用量与转子 100 内外径的前提下明显的减小了永磁转矩和磁阻转矩峰值点所对应的电流超前角的差值，从而提高了电机的峰值转矩与在峰值转矩点永磁转矩与磁阻转矩分量的利用率，由此，既有利于提高电机的功率密度，又有利于降低永磁漏磁，提高材料利用率，减少永磁体的用量，降低生产成本。

该驱动电机用于车辆时，可以提高驱动电机的扭矩，车辆的爬坡能力强，起动、加速能力强，驱动电机的高速性能好，最高转速大，则驱动电机的体积与重量可做小，节省了空间，降低了车辆的重量。驱动电机调速范围宽，能够满足车辆在不同路况时的要求。

根据本申请实施例的车辆、驱动电机和转子 100 的其他构成以及操作对于本领域普通技术人员而言都是已知的，这里不再详细描述。

在本申请的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

在本说明书的描述中，参考术语“实施例”、“具体实施例”、“示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本申请的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

尽管已经示出和描述了本申请的实施例，本领域的普通技术人员可以理解：在不脱离本申请的原理和宗旨的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型，本申请的范围由权利要求及其等同物限定。

权利要求书

1、一种电机的转子，其特征在于，所述转子包括：

转子铁心，所述转子铁心设有多个槽组，多个所述槽组沿所述转子铁心的周向分布，每个所述槽组包括空气槽、第一槽体和第二槽体，所述空气槽、所述第一槽体和所述第二槽体的靠近所述转子铁心的中心点的一端彼此靠近而远离所述转子铁心的中心点的一端彼此远离，所述空气槽和所述第一槽体的彼此靠近的一端之间设有第一隔磁结构，所述第一槽体和所述第二槽体的彼此靠近的一端之间设有第二隔磁结构，所述空气槽、所述第一槽体和所述第二槽体的远离所述转子铁心的中心点的一端沿所述转子的第一转动方向分布；

多个第一永磁体和多个第二永磁体，所述第一永磁体安装于所述第一槽体内，所述第二永磁体安装于所述第二槽体内。

2、根据权利要求 1 所述的电机的转子，其特征在于，所述第一槽体的远离所述转子铁心的中心点的一侧设有第三隔磁结构，所述第二槽体的远离所述转子铁心的中心点的一侧设有第四隔磁结构，所述空气槽的远离所述转子铁心的中心点的一侧设有第五隔磁结构，其中，

沿着所述第一转动方向，所述第三隔磁结构的滞后端点和所述第五隔磁结构的滞后端点分别与所述转子铁心的中心点的连线的夹角为 α ，所述第三隔磁结构的滞后端点和所述第四隔磁结构的超前端点分别与所述转子铁心的中心点的连线的夹角为 β ，所述 α 小于所述 β 。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的电机的转子，其特征在于，所述第一永磁体的靠近所述转子铁心的中心点的一端和远离所述转子铁心的中心点的一端的间距为 $L1$ ，所述第二永磁体的靠近所述转子铁心的中心点的一端和远离所述转子铁心的中心点的一端的间距为 $L2$ ，所述 $L1$ 小于或者等于所述 $L2$ 。

4、根据权利要求 1-3 中任一项所述的电机的转子，其特征在于，所述第一隔磁结构为位于所述空气槽和所述第一槽体的彼此靠近的一端之间的第一内磁桥，或为连通所述空气槽和所述第一槽体的彼此靠近的一端的第二连通口；和/或，

所述第二隔磁结构为位于所述第一槽体和所述第二槽体的彼此靠近的一端之间的第二内磁桥，或为连通所述第一槽体和所述第二槽体的彼此靠近的一端的第二连通口。

5、根据权利要求 1-4 中任一项所述的电机的转子，其特征在于，所述第一隔磁结构为位于所述空气槽和所述第一槽体的彼此靠近的一端之间的第一内磁桥，所述第一内磁桥沿所述转子铁心的周向的厚度等于 4mm，或者大于 0 mm 且小于 4mm；和/或，

所述第二隔磁结构为位于所述第一槽体和所述第二槽体的彼此靠近的一端之间的第二内磁桥，所述第二内磁桥沿所述转子铁心的周向的厚度等于 4mm，或者大于 0 mm 且小于 4mm。

6、根据权利要求 1-5 中任一项所述的电机的转子，其特征在于，

所述第一槽体的远离所述转子铁心的中心点的一侧设有第三隔磁结构，所述第三隔磁结构为位于所述第一槽体的远离所述转子铁心的中心点的一端与所述转子铁心的外周面之间的第一外磁桥；或者，所述第三隔磁结构为所述第一槽体的远离所述转子铁心的中心点的一端延伸至所述转子铁心的外周面且在所述转子铁心的外周面形成的第一槽口；和/或，

所述第二槽体的远离所述转子铁心的中心点的一侧设有第四隔磁结构，所述第四隔磁结构为位于所述第二槽体的远离所述转子铁心的中心点的一端与所述转子铁心的外周面之间的第二外磁桥；或者，所述第四隔磁结构为所述第二槽体的远离所述转子铁心的中心点的一端延伸至所述转子铁心的外周面且在所述转子铁心的外周面形成的第二槽口；和/或，

所述空气槽的远离所述转子铁心的中心点的一侧设有第五隔磁结构，所述第五隔磁结构为位于所述空气槽的远离所述转子铁心的中心点的一端与所述转子铁心的外周面之间的第三外磁桥；或者，所述第五隔磁结构为所述空气槽的远离所述转子铁心的中心点的一端延伸至所述转子铁心的外周面且在所述转子铁心的外周面形成的第三槽口。

7、根据权利要求 1-6 中任一项所述的电机的转子，其特征在于，

所述第一槽体的远离所述转子铁心的中心点的一端与所述转子铁心的外周面之间形成有第一外磁桥，所述第一外磁桥沿所述转子铁心的径向的厚度等于 3.5mm，或者大于 0 mm 且小于 3.5mm；和/或，

所述第二槽体的远离所述转子铁心的中心点的一端与所述转子铁心的外周面之间形成有第二外磁桥，所述第二外磁桥沿所述转子铁心的径向的厚度等于 3.5mm，或者大于 0 mm 且小于 3.5mm；和/或，

所述空气槽的远离所述转子铁心的中心点的一端与所述转子铁心的外周面之间形成有第三外磁桥，所述第三外磁桥沿所述转子铁心的径向的厚度等于 3.5mm，或大于 0 mm 且小于 3.5mm。

8、根据权利要求 1-7 中任一项所述的电机的转子，其特征在于，所述转子铁心包括：

第一部分，所述第一部分位于所述槽组的靠近所述转子铁心的中心点的一侧；

第二部分，所述第二部分位于所述槽组的远离所述转子铁心的中心点的一侧，所述第二部分与所述第一部分通过第一连接部连接，且所述第二部分包括第三部分和第四部分，在所述转子铁心的周向上，所述第三部分位于所述第一槽体和所述第二槽体之间，所述第四部分位于所述第一槽体和所述空气槽之间，其中，

所述第三部分和所述第四部分分别通过所述第一连接部与所述第一部分连接且所述第三部分和所述第四部分不直接连接，或者，所述第三部分与所述第四部分通过第二连接部连接且所述第三部分和所述第四部分中的至少一个与所述第一部分通过所述第一连接部连接。

9、根据权利要求 1-8 中任一项所述的电机的转子，其特征在于，所述转子的极数为 K ，所述第二槽体的远离所述转子铁心的中心点的一侧设有第四隔磁结构，所述空气槽的远离所述转子铁心的中心点的一侧设有第五隔磁结构，沿着所述第一转动方向，所述第五隔磁结构的滞后端点和所述第四隔磁结构的超前端点分别与所述转子铁心的中心点的连线的夹角为 γ ，所述 γ 小于或者等于 $170^\circ / K$ 。

10、根据权利要求 1-9 中任一项所述的电机的转子，其特征在于，

所述第一槽体包括至少一个第一槽段，至少一个所述第一槽段内安装有所述第一永磁体，多个所述第一槽段的延伸方向相同或不相同；

所述第二槽体包括至少一个第二槽段，至少一个所述第二槽段内安装有所述第二永磁体，多个所述第二槽段的延伸方向相同或不相同。

11、根据权利要求 10 所述的电机的转子，其特征在于，每个所述第一槽体中的所述第一槽段的数量不超过 3 个，每个所述第二槽体中的所述第二槽段的数量不超过 3 个。

12、根据权利要求 10 或 11 所述的电机的转子，其特征在于，未安装有所述第一永磁体的所述第一槽段的槽壁面为平面、弧面、折弯面中的一种或多种组合，未安装有所述第二永磁体的所述第二槽段的槽壁面为平面、弧面、折弯面中的一种或多种组合。

13、根据权利要求 1-12 中任一项所述的电机的转子，其特征在于，所述空气槽包括至少一个第三槽段，所述第三槽段的槽壁面为平面、弧面、折弯面中的一种或多种组合。

14、根据权利要求 1-13 中任一项所述的电机的转子，其特征在于，所述转子的同一磁极下包括多层永磁体结构，同一个所述槽组内的所述第一永磁体和所述第二永磁体构成其中一层所述永磁体结构。

15、根据权利要求 14 所述的电机的转子，其特征在于，还包括：

多个第三永磁体，多个所述第三永磁体安装于所述转子铁心且沿所述转子铁心的周向分布，所述第三永磁体构成其中另一层所述永磁体结构。

16、根据权利要求 15 所述的电机的转子，其特征在于，在所述转子铁心的周向上所述槽组的所述第一槽体和所述第二槽体之间设有所述第三永磁体，所述第三永磁体垂直于所述转子铁心的径向延伸或倾斜于所述转子铁心的径向延伸或设置成 V 形永磁体结构。

17、根据权利要求 15 所述的电机的转子，其特征在于，在所述转子铁心的周向上相邻两个所述槽组之间设有所述第三永磁体，所述第三永磁体沿所述转子铁心的径向延伸或倾斜于所述转子铁心的径向延伸。

18、根据权利要求 15 所述的电机的转子，其特征在于，所述槽组的靠近所述转子铁心的中心点的一侧设有第三槽体，所述第三槽体为 V 形槽体或 U 形槽体，所述第三永磁体设于所述第三槽体内，所述第三永磁体设置成 V 形永磁体结构或 U 形永磁体结构，所述槽组

位于所述 V 形槽体或所述 U 形槽体所围设的区域内。

19、根据权利要求 1-18 中任一项所述的电机的转子，其特征在于，同一所述槽组内的所述第一永磁体和所述第二永磁体所产生的气隙磁场相互增强，相邻所述槽组内的所述第一永磁体的充磁方向相反，相邻所述槽组内的所述第二永磁体的充磁方向相反。

5 20、根据权利要求 1-19 中任一项所述的电机的转子，其特征在于，所述槽组的数量为 M，所述转子的极数为 K，所述 M 等于所述 K。

21、一种驱动电机，其特征在于，包括根据权利要求 1-20 中任一项所述的电机的转子。

22、一种车辆，其特征在于，包括根据权利要求 21 所述的驱动电机。

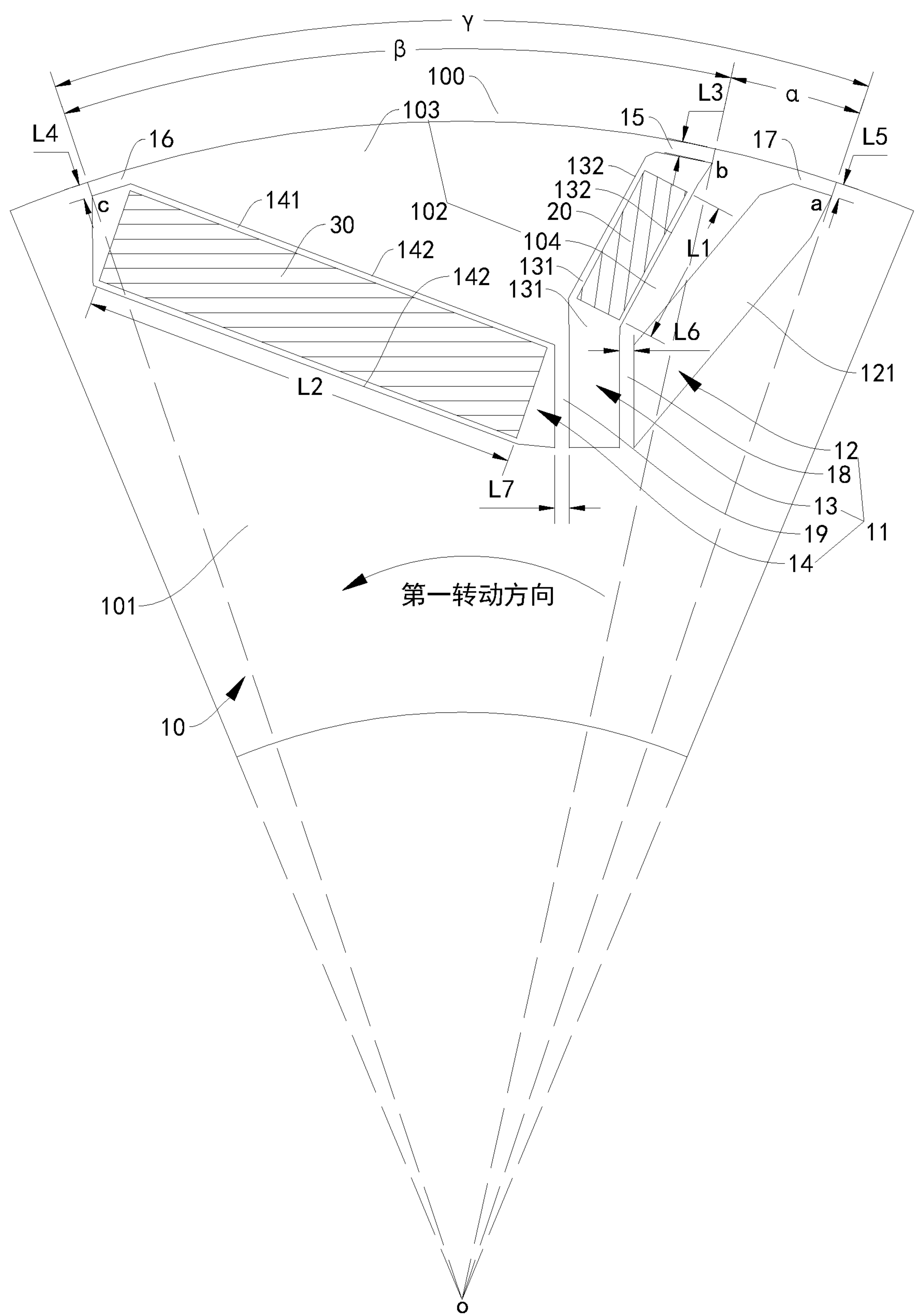


图 1

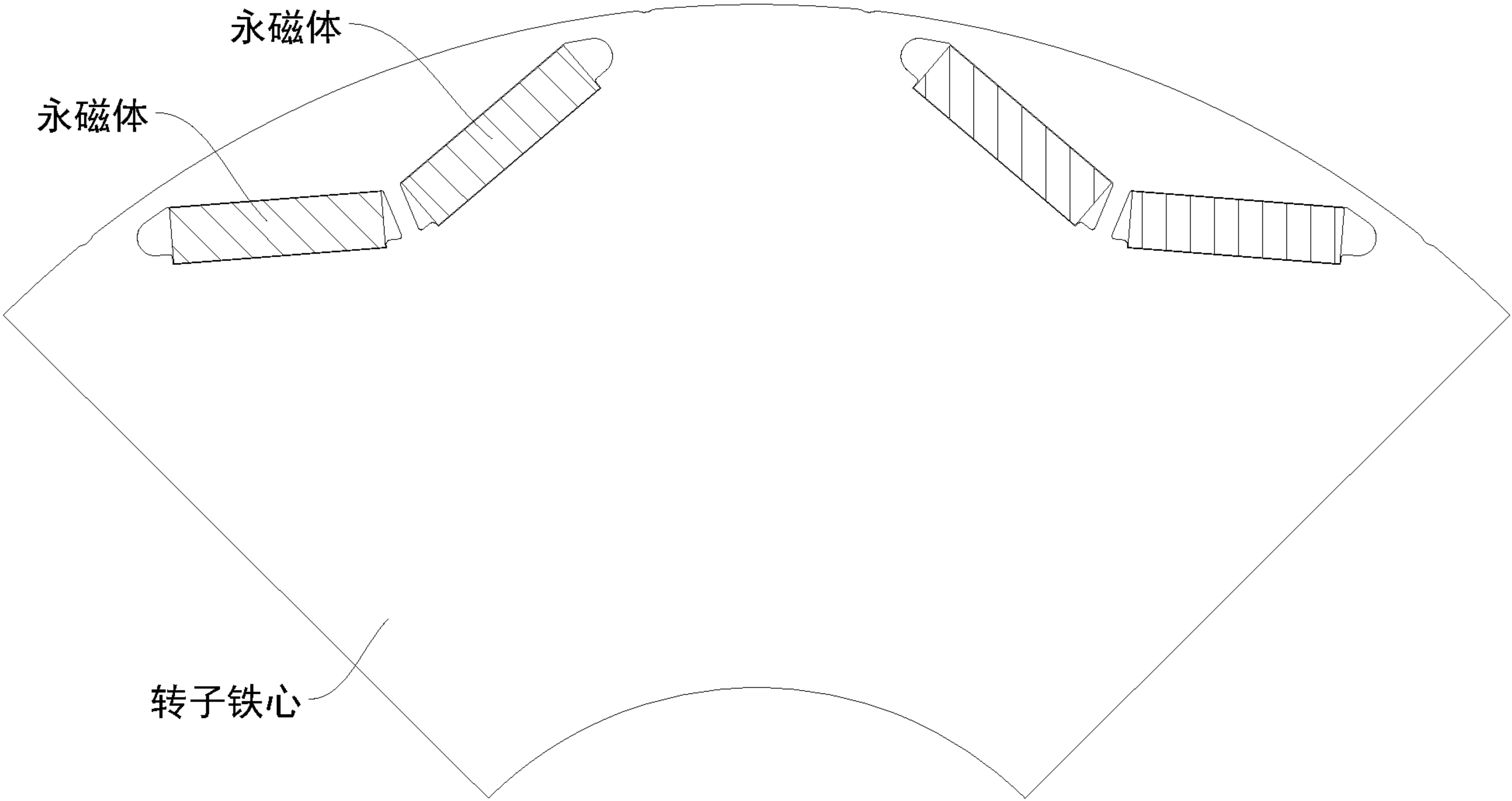


图 2

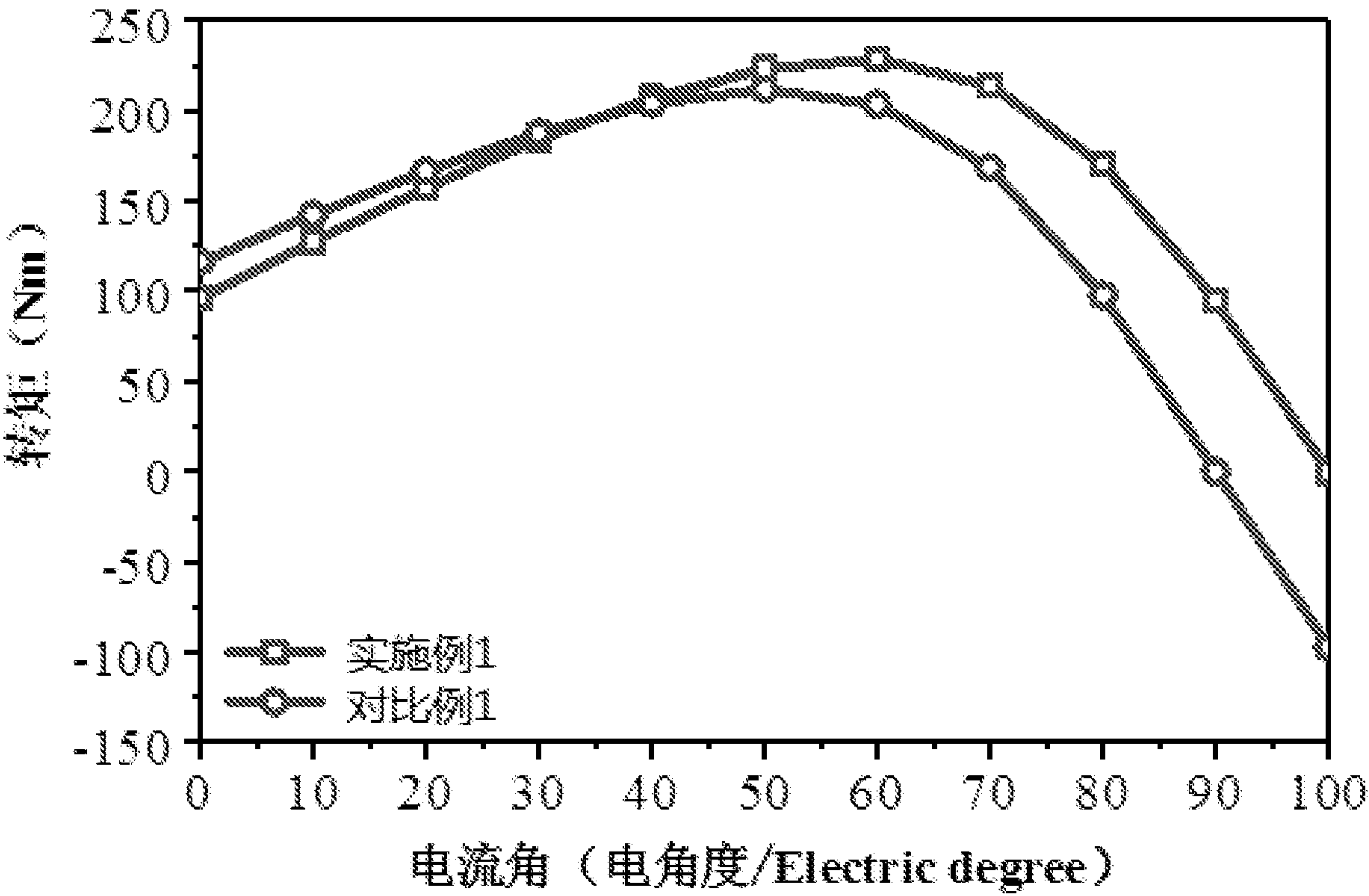


图 3

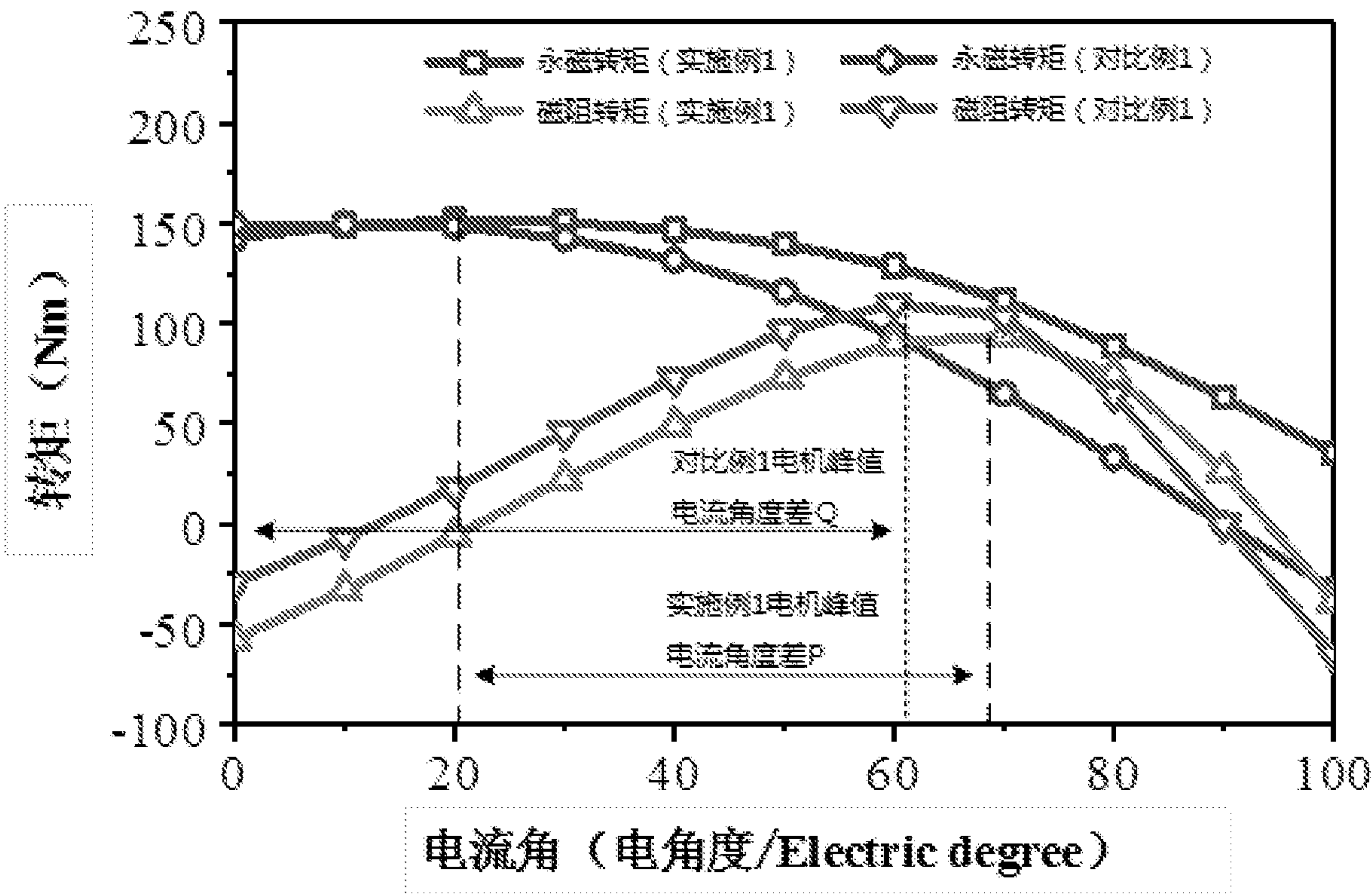


图 4

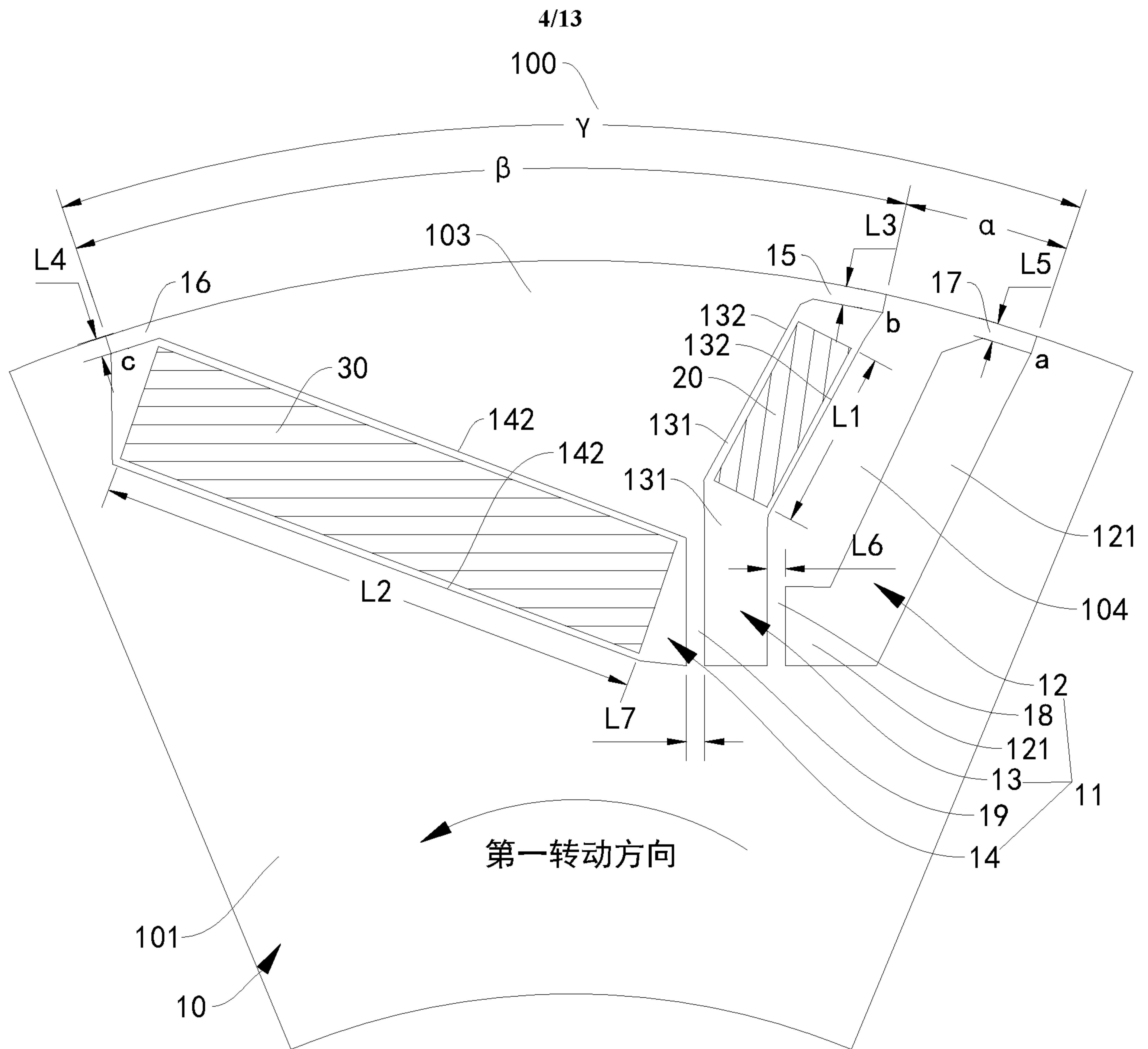


图 5

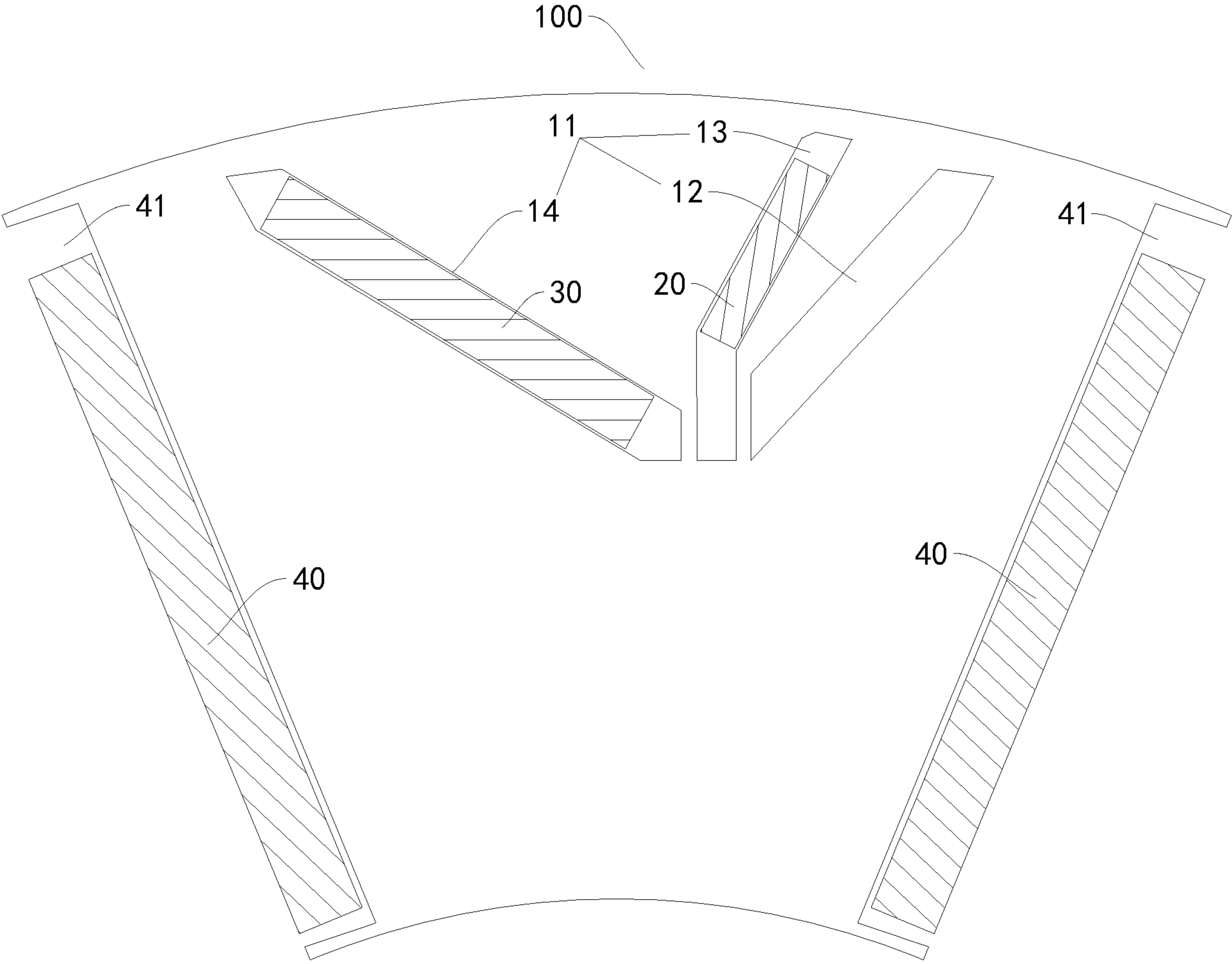


图 7

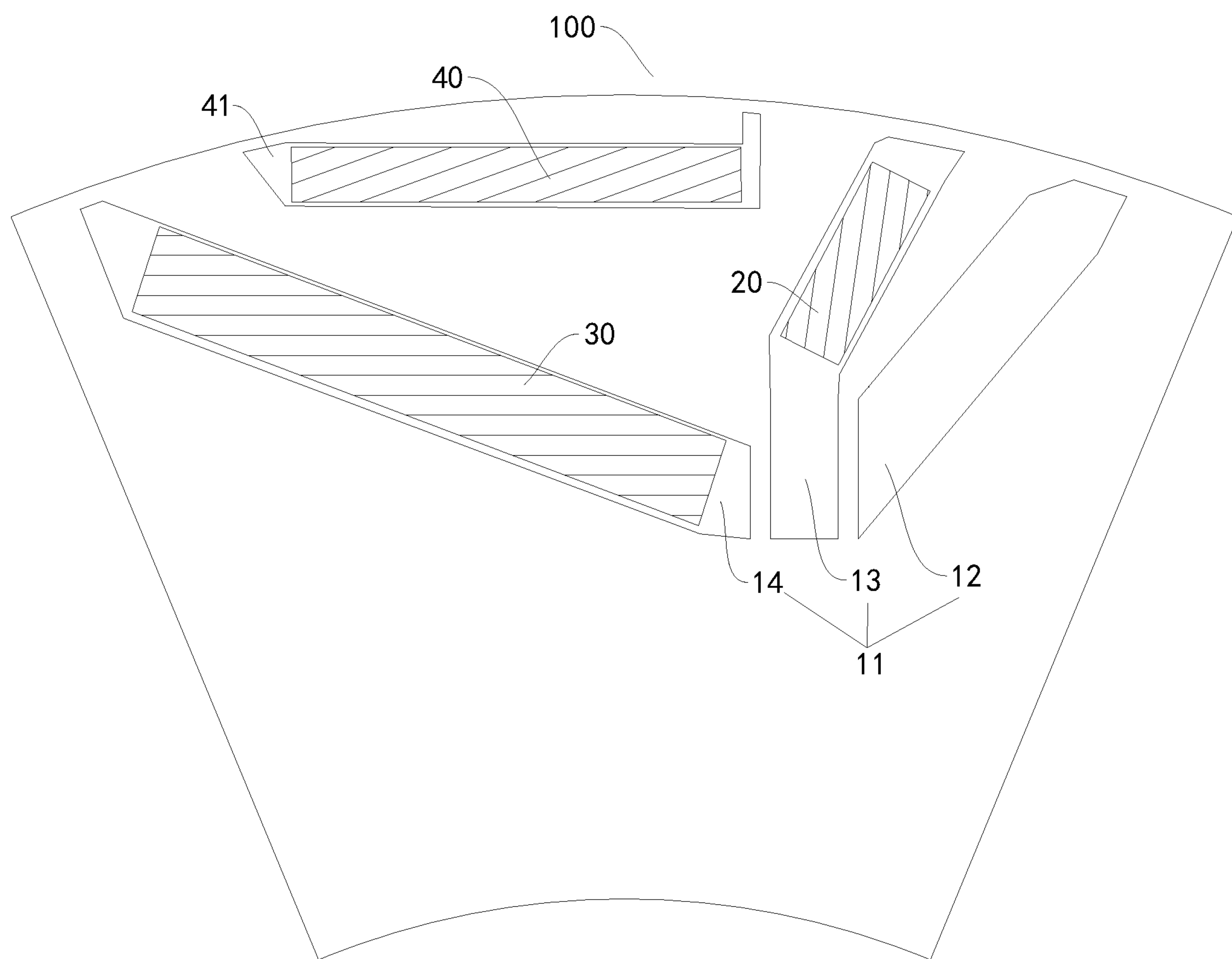


图 8

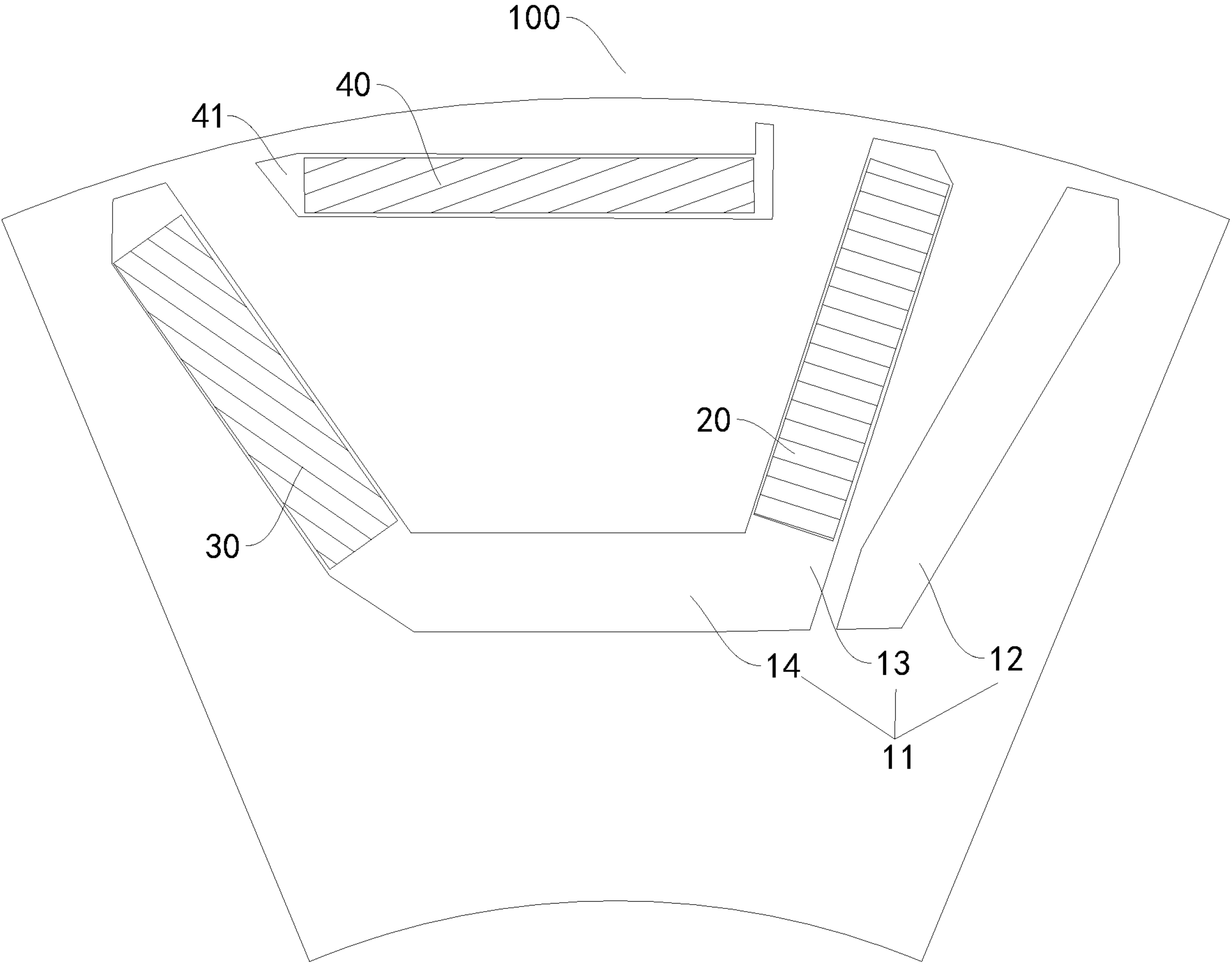


图 9

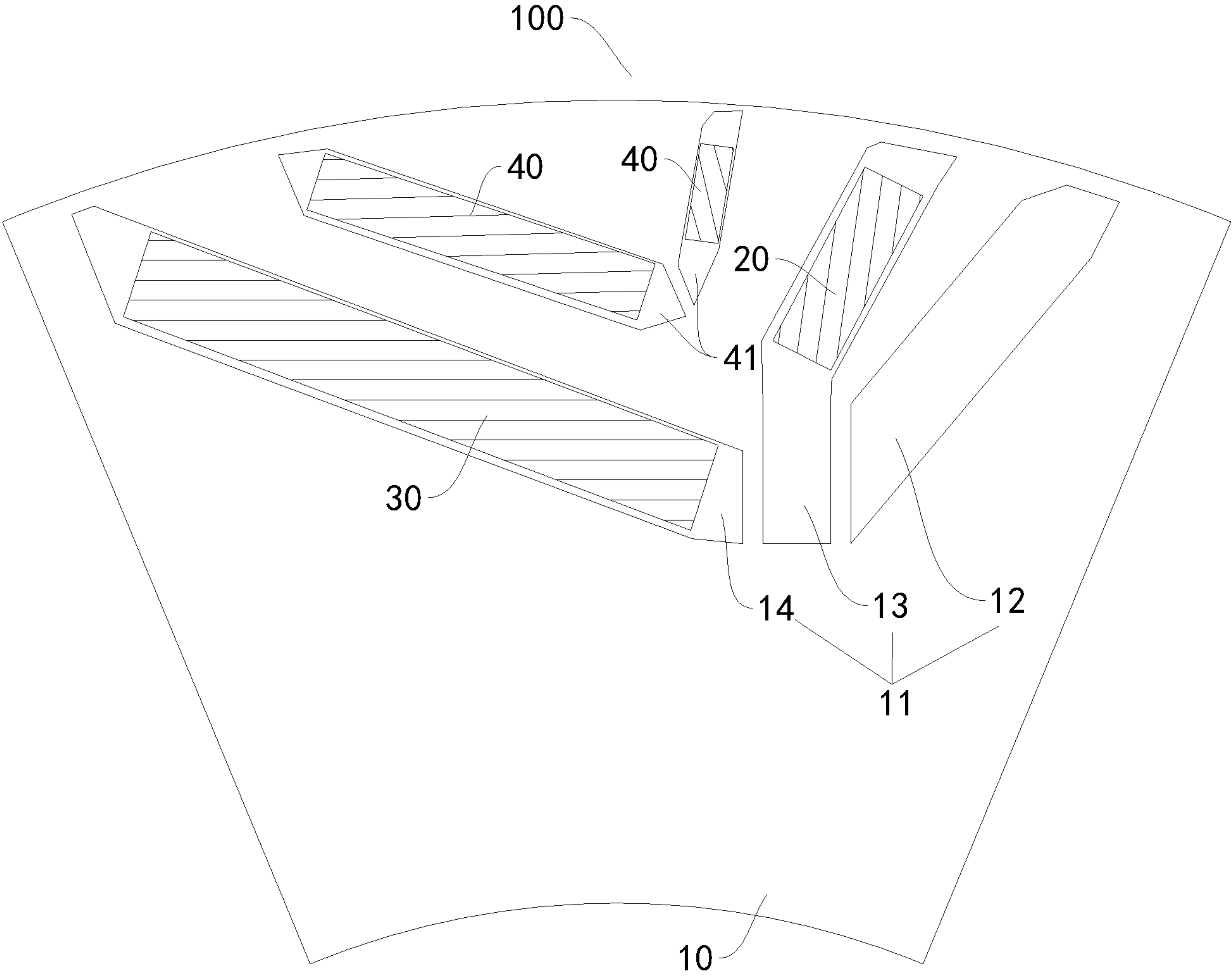


图 10

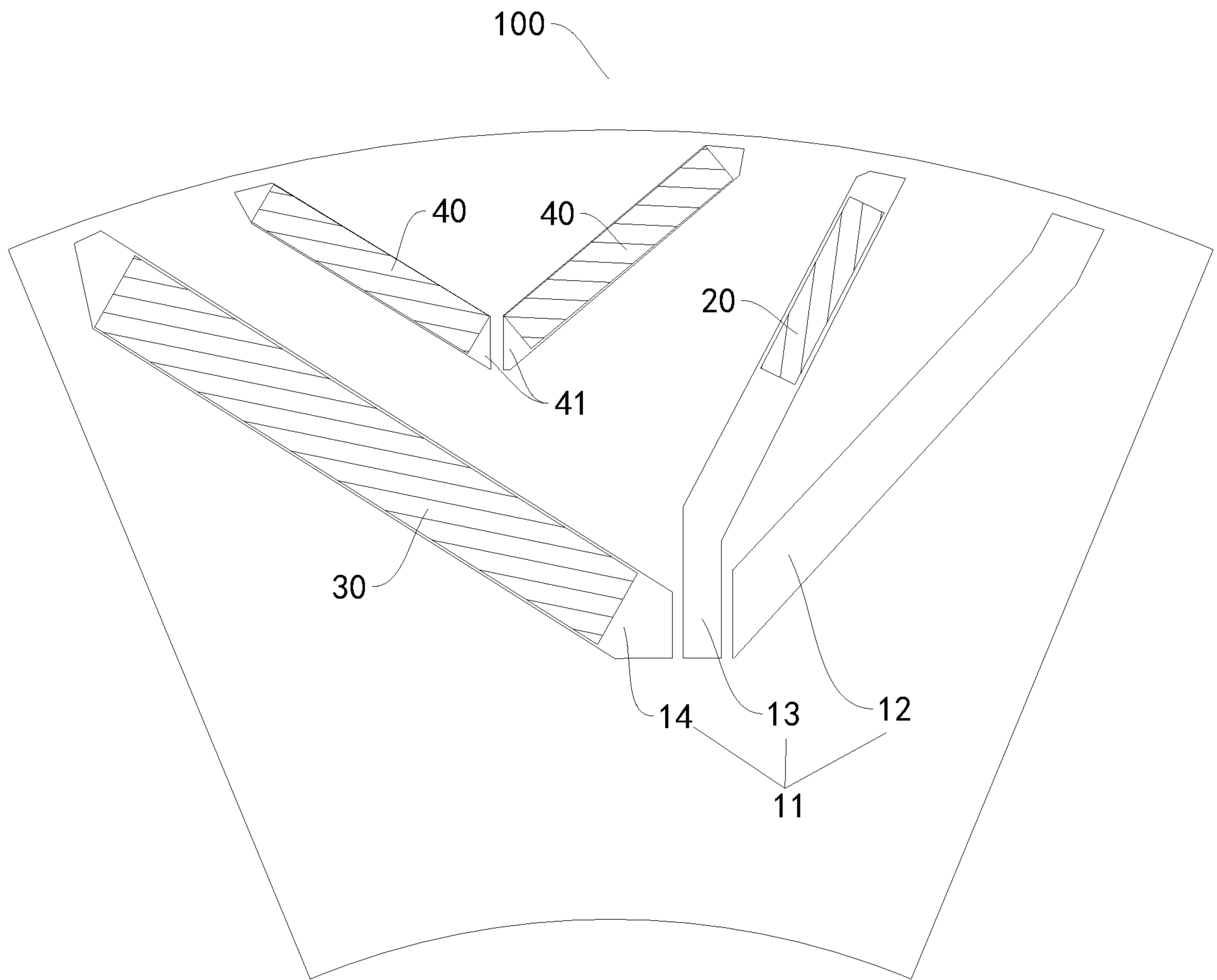


图 11

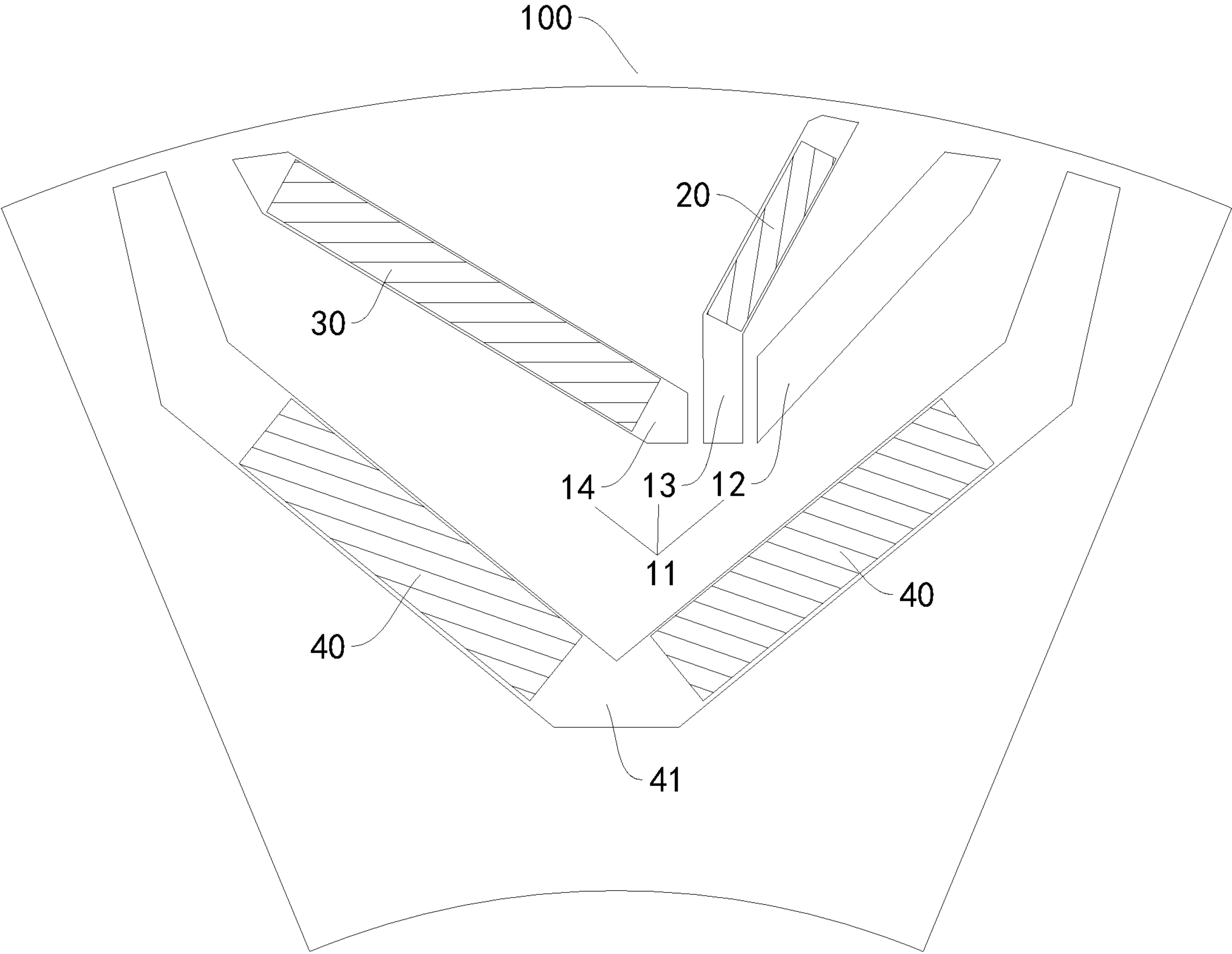


图 12

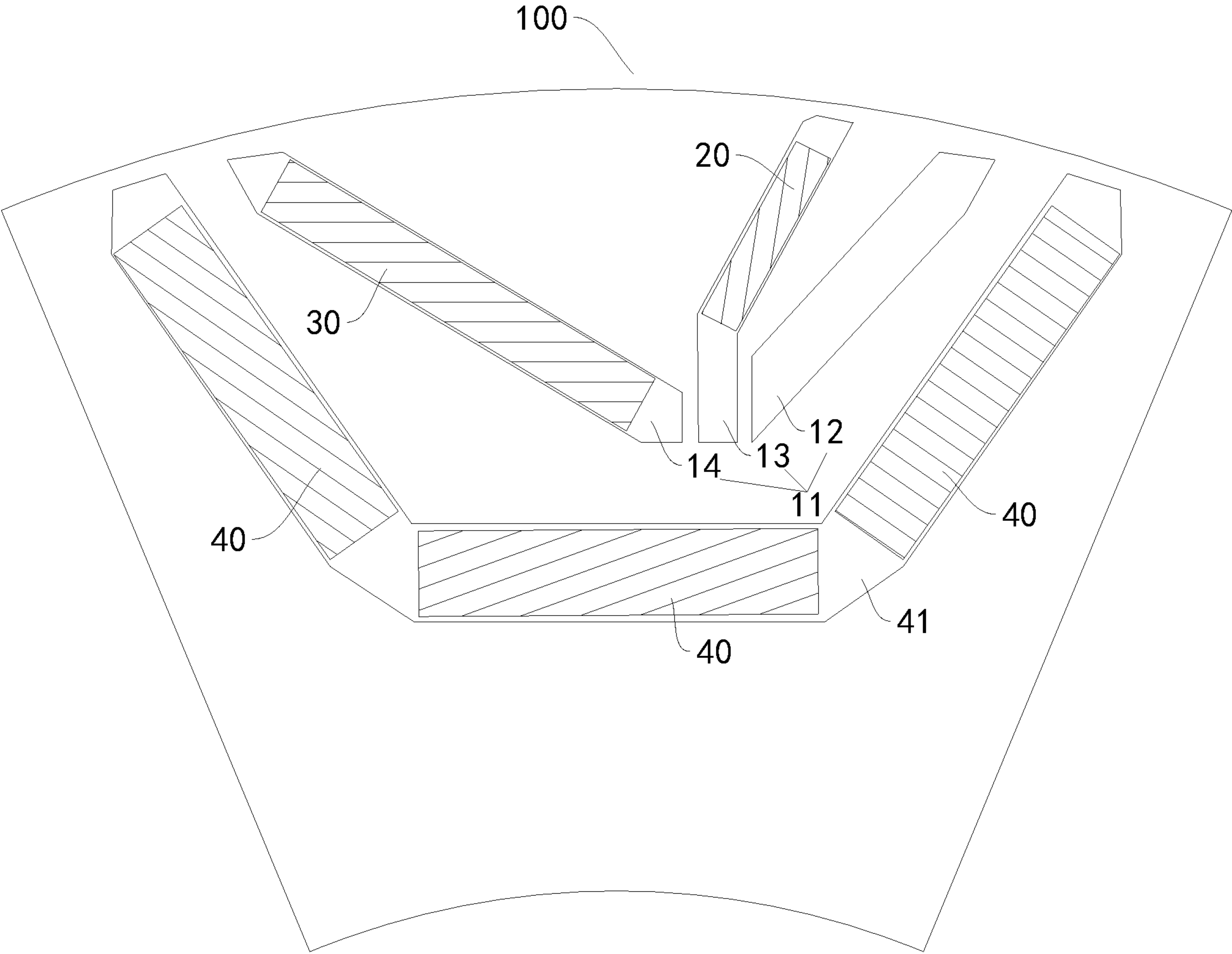


图 13

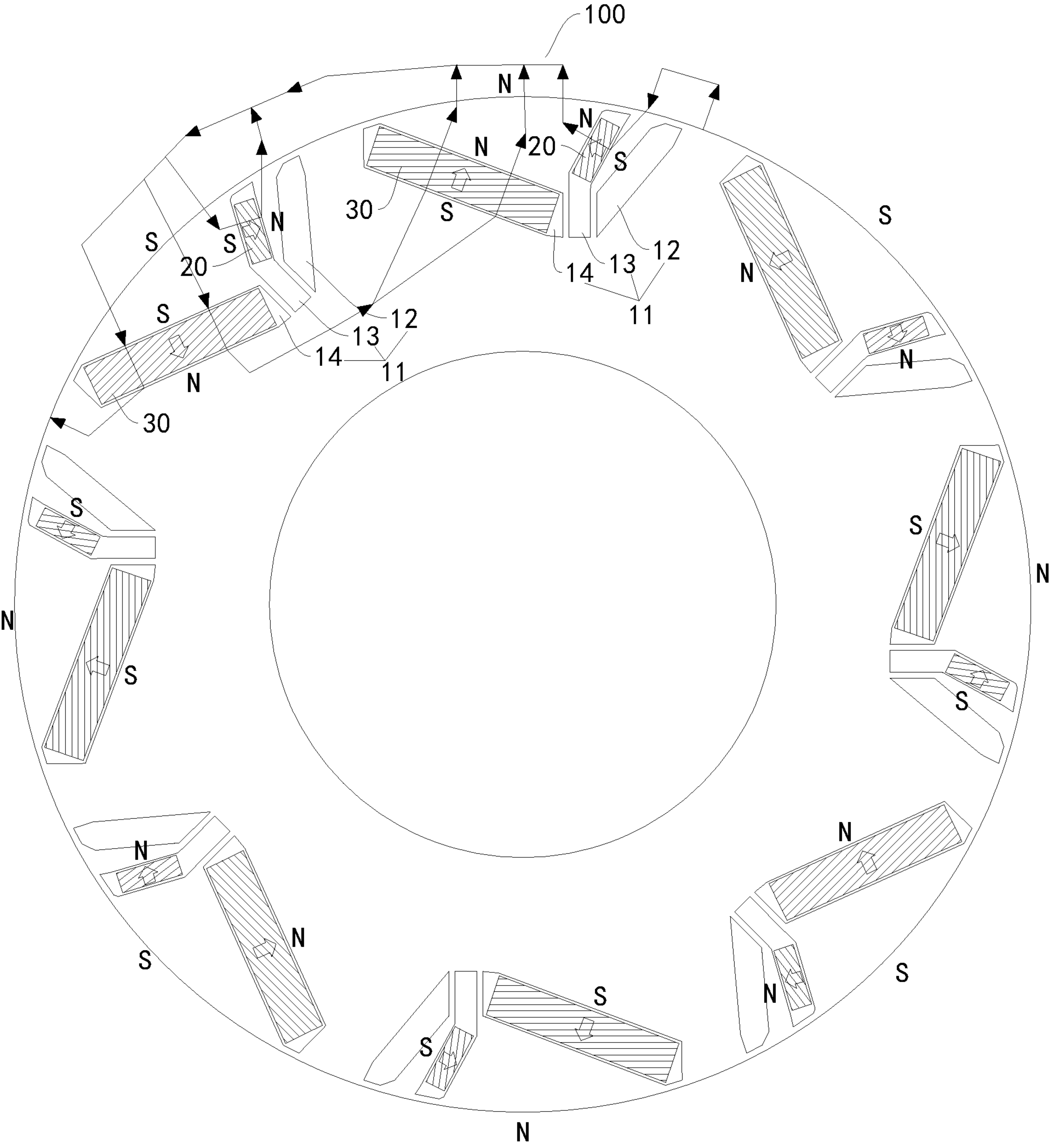


图 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/130064

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)

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: 电机, 转子, 铁芯, 铁心, 永磁, 永久磁, 磁体, 磁块, 磁钢, 槽, 隔磁, 磁障, 磁屏障, 不对称, 永磁转矩, 磁阻转矩, motor, rotor, core, magnet, PM, slot, groove, barrier, asymmetrical, permanent magnet torque, reluctance torque

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 108418321 A (SOUTHEAST UNIVERSITY) 17 August 2018 (2018-08-17) description, paragraphs 0026-0031, figures 1-4	1, 3-22
Y	CN 208923939 U (ZHUHAI GREE ENERGY SAVING REFRIGERATION TECHNOLOGY RESEARCH CENTER CO., LTD.) 31 May 2019 (2019-05-31) description, paragraph 0038, figures 2-5	1, 3-22
A	CN 208316442 U (SUZHOU INOVANCE AUTOMOTIVE CO., LTD.) 01 January 2019 (2019-01-01) entire document	1-22
A	CN 107317415 A (CHINA NORTH VEHICLE RESEARCH INSTITUTE) 03 November 2017 (2017-11-03) entire document	1-22
A	CN 110323863 A (SOUTHEAST UNIVERSITY) 11 October 2019 (2019-10-11) entire document	1-22
A	US 2015171683 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 18 June 2015 (2015-06-18) entire document	1-22



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search

09 September 2020

Date of mailing of the international search report

27 September 2020

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/CN2019/130064

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2019220798 A1 (DENSO CORPORATION) 21 November 2019 (2019-11-21) entire document	1-22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2019/130064

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108418321	A	17 August 2018	None			
CN	208923939	U	31 May 2019	CN	109149823	A	04 January 2019
CN	208316442	U	01 January 2019	None			
CN	107317415	A	03 November 2017	None			
CN	110323863	A	11 October 2019	None			
US	2015171683	A1	18 June 2015	US	9882441	B2	30 January 2018
				KR	20150068632	A	22 June 2015
WO	2019220798	A1	21 November 2019	JP	2019201479	A	21 November 2019

国际检索报告		国际申请号 PCT/CN2019/130064
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) 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)) WPI, EPDOC, CNPAT, CNKI: 电机, 转子, 铁芯, 铁心, 永磁, 永久磁, 磁体, 磁块, 磁钢, 槽, 隔磁, 磁障, 磁屏障, 不对称, 永磁转矩, 磁阻转矩, motor, rotor, core, magnet, PM, slot, groove, barrier, asymmetrical, permanent magnet torque, reluctance torque		
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
Y	CN 108418321 A (东南大学) 2018年 8月 17日 (2018 - 08 - 17) 说明书第0026-0031段, 附图1-4	1, 3-22
Y	CN 208923939 U (珠海格力节能环保制冷技术研究中心有限公司) 2019年 5月 31日 (2019 - 05 - 31) 说明书第0038段, 附图2-5	1, 3-22
A	CN 208316442 U (苏州汇川联合动力系统有限公司) 2019年 1月 1日 (2019 - 01 - 01) 全文	1-22
A	CN 107317415 A (中国北方车辆研究所) 2017年 11月 3日 (2017 - 11 - 03) 全文	1-22
A	CN 110323863 A (东南大学) 2019年 10月 11日 (2019 - 10 - 11) 全文	1-22
A	US 2015171683 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2015年 6月 18日 (2015 - 06 - 18) 全文	1-22
A	WO 2019220798 A1 (DENSO CORPORATION) 2019年 11月 21日 (2019 - 11 - 21) 全文	1-22
☐ 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 2020年 9月 9日		国际检索报告邮寄日期 2020年 9月 27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 韦晓娟 电话号码 010-53961237

国际申请号
PCT/CN2019/130064

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	108418321	A	2018年 8月 17日	无			
CN	208923939	U	2019年 5月 31日	CN	109149823	A	2019年 1月 4日
CN	208316442	U	2019年 1月 1日	无			
CN	107317415	A	2017年 11月 3日	无			
CN	110323863	A	2019年 10月 11日	无			
US	2015171683	A1	2015年 6月 18日	US	9882441	B2	2018年 1月 30日
				KR	20150068632	A	2015年 6月 22日
WO	2019220798	A1	2019年 11月 21日	JP	2019201479	A	2019年 11月 21日