(19)国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 218352283 U
(45)授权公告日 2023.01.20

(21)申请号 202222503727.4

(22)申请日 2022.09.21

(73)专利权人 雅迪科技集团有限公司
地址 214104 江苏省无锡市锡山区安镇街道大成工业园东盛路

(72)发明人 靖威

(74)专利代理机构 北京品源专利代理有限公司 11332
专利代理师 邱锴文

(51)Int.Cl.
H02K 1/2791(2022.01)
H02K 1/28(2006.01)
H02K 1/16(2006.01)

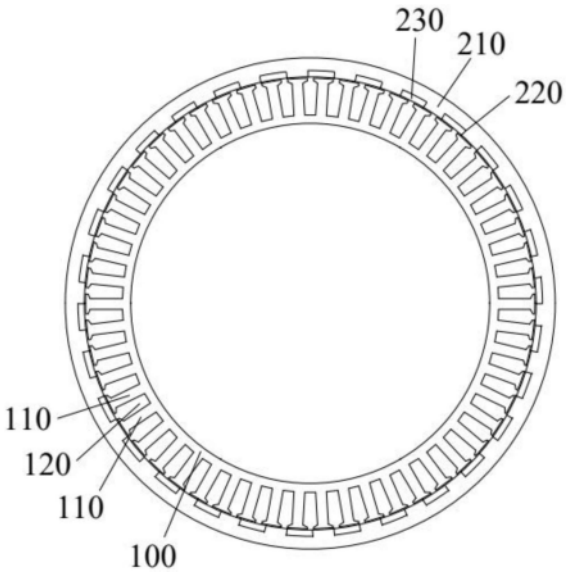
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)实用新型名称

一种轮毂电机

(57)摘要

本实用新型属于电机设备技术领域，公开了一种轮毂电机，轮毂电机包括定子和转子，定子设置有多个绕设部，相邻两个绕设部之间形成有定子槽，每个绕设部上均绕设有定子绕组，且每个定子槽均被定子绕组穿设至少两次，定子绕组的相数设置为多相，转子共轴套设于定子上，转子包括转子环和共轴设置于转子环上的转子磁环，转子磁环的内周壁沿周向开设有多个嵌接槽，嵌接槽内固定嵌设有永磁体，永磁体与转子磁环能够共同形成交错磁极。本实用新型提供的轮毂电机，有效减少了钕铁硼稀土的使用，有效降低轮毂电机的生产、营收及维护成本，并且能够有效降低产生的磁动势谐波含量，保证轮毂电机的工作性能。



CN 218352283 U

1.一种轮毂电机,其特征在于,包括:

定子(100),所述定子(100)设置有多个绕设部(110),相邻两个所述绕设部(110)之间形成有定子槽(120),每个所述绕设部(110)上均绕设有定子绕组,且每个所述定子槽(120)均被所述定子绕组穿设至少两次,所述定子绕组的相数设置为多相;

转子,共轴套设于所述定子上,所述转子包括转子环和共轴设置于所述转子环上的转子磁环(210),所述转子磁环(210)的内周壁沿周向开设有多个嵌接槽(220),所述嵌接槽(220)内固定嵌设有永磁体(230),所述永磁体(230)与所述转子磁环(210)能够共同形成交错磁极。

2.根据权利要求1所述的轮毂电机,其特征在于,所述嵌接槽(220)的极弧系数设置为1.1。

3.根据权利要求2所述的轮毂电机,其特征在于,所述嵌接槽(220)的槽深设置为3mm。

4.根据权利要求1所述的轮毂电机,其特征在于,所述嵌接槽(220)内设置有粘合胶,所述永磁体(230)与对应的所述嵌接槽(220)通过所述粘合胶胶粘连接。

5.根据权利要求4所述的轮毂电机,其特征在于,所述永磁体(230)与所述嵌接槽(220)之间配合关系为过盈配合。

6.根据权利要求1所述的轮毂电机,其特征在于,所述定子绕组的相数设置为三相,分别为依次排布的第一相绕组(131)、第二相绕组(132)和第三相绕组(133)。

7.根据权利要求1所述的轮毂电机,其特征在于,每个所述定子槽(120)均被所述定子绕组穿设2-4次。

8.根据权利要求1-7任一所述的轮毂电机,其特征在于,所述定子(100)的内径尺寸设置为164mm-166mm。

9.根据权利要求1-7任一所述的轮毂电机,其特征在于,所述定子(100)的外径尺寸设置为206mm-208mm。

10.根据权利要求1-7任一所述的轮毂电机,其特征在于,所述转子的外径尺寸设置为225mm-227mm。

一种轮毂电机

技术领域

[0001] 本实用新型涉及电机设备技术领域，尤其涉及一种轮毂电机。

背景技术

[0002] 轮毂式永磁电机在电动两轮车市场上应用广泛，其采用高矫顽力，高剩磁的永磁材料作为转子磁场，与传统电励磁电机相比，永磁电机具有效率高，结构简单，功率密度高等显著优点。

[0003] 目前，轮毂电机转子中的永磁体主要由钕铁硼稀土制成，但稀土材料价格高昂，在应用于轮毂电机后将使轮毂电机的成本不断升高，不易于轮毂电机的生产、营售及维护。

实用新型内容

[0004] 本实用新型的目的在于提供一种轮毂电机，能减小轮毂电机中稀土材料的使用，降低生产及维护成本。

[0005] 为达此目的，本实用新型采用以下技术方案：

[0006] 一种轮毂电机，包括：

[0007] 定子，所述定子设置有多个绕设部，相邻两个所述绕设部之间形成有定子槽，每个所述绕设部上均绕设有定子绕组，且每个所述定子槽均被所述定子绕组穿设至少两次，所述定子绕组的相数设置为多相；

[0008] 转子，共轴套设于所述定子上，所述转子包括转子环和共轴设置于所述转子环上的转子磁环，所述转子磁环的内周壁沿周向开设有多个嵌接槽，所述嵌接槽内固定嵌设有永磁体，所述永磁体与所述转子磁环能够共同形成交错磁极。

[0009] 可选地，所述嵌接槽的极弧系数设置为1.1。

[0010] 可选地，所述嵌接槽的槽深设置为3mm。

[0011] 可选地，所述嵌接槽内设置有粘合胶，所述永磁体与对应的所述嵌接槽通过所述粘合胶胶粘连接。

[0012] 可选地，所述永磁体与所述嵌接槽之间配合关系为过盈配合。

[0013] 可选地，所述定子绕组的相数设置为三相，分别为依次排布的第一相绕组、第二相绕组和第三相绕组。

[0014] 可选地，每个所述定子槽均被所述定子绕组穿设2-4次。

[0015] 可选地，所述定子的内径尺寸设置为164mm-166mm。

[0016] 可选地，所述定子的外径尺寸设置为206mm-208mm。

[0017] 可选地，所述转子的外径尺寸设置为225mm-227mm。

[0018] 有益效果：

[0019] 本实用新型提供的轮毂电机，转子包括转子环和共轴设置于转子环上的转子磁环，转子磁环本身具备磁性，转子磁环的内周壁沿周向开设有多个嵌接槽，嵌接槽内固定嵌设有永磁体，转子磁环与多个永磁体共同组成了具备交错磁极结构的轮毂电机的磁芯，与

传统的轮毂电机转子磁芯相比有效减少了永磁体的使用，进而降低了轮毂电机生产过程中钕铁硼稀土的使用，有效降低轮毂电机的生产、营收及维护成本。

[0020] 此外，由于转子磁环与永磁体所产生的磁通不一致，因此应用上述交错磁极结构的轮毂电机在工作过程中与传统电机相比会产生更多的偶数次磁动势谐波，而偶数次磁动势谐波含量增加会增大谐波损耗，影响轮毂电机工作性能，因此本实用新型通过设置每个定子槽均被定子绕组穿设至少两次，经试验分析可知，能够有效降低产生的偶数次磁动势谐波含量，保证轮毂电机的工作性能。

附图说明

[0021] 图1是本实用新型轮毂电机定子和转子的结构示意图；

[0022] 图2是本实用新型转子磁环的结构示意图；

[0023] 图3是本实用新型单元电机每个定子槽均被定子绕组穿设两次的示意图；

[0024] 图4是本实用新型单元电机每个定子槽均被定子绕组穿设四次的示意图；

[0025] 图5是本实用新型转子磁环交叉式冲裁的示意图。

[0026] 图中：

[0027] 100、定子；110、绕设部；120、定子槽；131、第一相绕组；132、第二相绕组；133、第三相绕组；

[0028] 210、转子磁环；211、硅钢冲片；220、嵌接槽；230、永磁体。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图和实施例对本实用新型作进一步的详细说明。可以理解的是，此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本实用新型，而非对本实用新型的限定。另外还需要说明的是，为了便于描述，附图中仅示出了与本实用新型相关的部分而非全部结构。

[0030] 在本实用新型的描述中，除非另有明确的规定和限定，术语“相连”、“连接”、“固定”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或成一体；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或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言，可以具体情况理解上述术语在本实用新型中的具体含义。

[0031] 在本实用新型中，除非另有明确的规定和限定，第一特征在第二特征之“上”或之“下”可以包括第一和第二特征直接接触，也可以包括第一和第二特征不是直接接触而是通过它们之间的另外的特征接触。而且，第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”包括第一特征在第二特征正上方和斜上方，或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”包括第一特征在第二特征正下方和斜下方，或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0032] 在本实施例的描述中，术语“上”、“下”、“右”、等方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述和简化操作，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实用新型的限制。此外，术语“第一”、“第二”仅仅用于在描述上加以区分，并没有特殊的含义。

[0033] 本实施例提供一种轮毂电机，参照图1至图4所示，轮毂电机包括定子100和转子，

其中定子100设置有多个绕设部110，相邻两个绕设部110之间形成有定子槽120，每个绕设部110上均绕设有定子绕组，且每个定子槽120均被定子绕组穿设至少两次，定子绕组的相数设置为多相，转子共轴套设于定子100上，转子包括转子环(未示出)和共轴设置于转子环上的转子磁环210，转子磁环210的内周壁沿周向开设有多个嵌接槽220，嵌接槽220内固定嵌设有永磁体230，永磁体230与转子磁环210能够共同形成交错磁极。

[0034] 于本实施例中，转子包括转子环和共轴设置于转子环上的转子磁环210，转子磁环210本身具备磁性，转子磁环210的内周壁沿周向开设有多个嵌接槽220，嵌接槽220内固定嵌设有与转子磁环210磁极相反的永磁体230，转子磁环210与多个永磁体230共同组成了具备交错磁极结构的轮毂电机的磁芯，经试验分析得知，同等定子结构尺寸，永磁体230材料减少使用34.78％，与传统的轮毂电机转子磁芯相比有效减少了永磁体230的使用，进而降低了轮毂电机生产过程中钕铁硼稀土的使用，有效降低轮毂电机的生产、营收及维护成本。

[0035] 此外，由于转子磁环210与永磁体230所产生的磁通不一致，因此应用上述交错磁极结构的轮毂电机在工作过程中与传统电机相比会产生更多的偶数次磁动势谐波，而偶数次磁动势谐波含量增加会增大谐波损耗，影响轮毂电机工作性能，因此本实施例通过设置每个定子槽120均被定子绕组穿设至少两次，经试验分析可知，能够有效降低产生的偶数次磁动势谐波含量，保证轮毂电机的工作性能。

[0036] 于本实施例中，定子100的内径尺寸设置为164mm-166mm。本实施例中定子100的内径尺寸优选设置为165.5mm。

[0037] 于本实施例中，定子100的外径尺寸设置为206mm-208mm。本实施例中定子100的外径尺寸优选设置为207.3mm。

[0038] 于本实施例中，转子的外径尺寸设置为225mm-227mm。本实施例中，转子的外径尺寸优选设置为226mm。在本实施例中，转子的外径尺寸即为转子环的外径尺寸。

[0039] 于本实施例中，定子绕组的相数设置为三相，分别为依次排布的第一相绕组131、第二相绕组132和第三相绕组133，每个定子槽120均被定子绕组穿设2-4次。

[0040] 于本实施例中，轮毂电机的定子槽120的数量Z设置为60个，轮毂电机的极对数P的数量设置为54个，电机轮毂电机相数为3，节距为1，第一相绕组131、第二相绕组132和第三相绕组133之间间隔60°相带。记单元电机数t为Z和P的最大公约数，数值为6，则在本实施例中单元定子槽120的数量Z_0根据公式$Z_0=Z/t$算出，数值为9，电机极对数P_0根据公式$P_0=P/t$算出，数值值为5。

[0041] 具体地，图3所示为单元电机每个定子槽120均被定子绕组穿设两次的示意图，其中第一相绕组131、第二相绕组132和第三相绕组133设置有一组，在图3中分别为A相、B相和C相，A相正向带记为A+，A相负向带记为A-；B相正向带记为B+，B相负向带记为B-；C相正向带记为C+，C相负向带记为C-。图4所示为单元电机每个定子槽120均被定子绕组穿设四次的示意图，其中第一相绕组131、第二相绕组132和第三相绕组133设置有两组，每组的第一相绕组131、第二相绕组132和第三相绕组133在图4中也分别为A相、B相和C相，其中一组的A相正向带记为A+，A相负向带记为A-；其中一组的B相正向带记为B+，B相负向带记为B-；其中一组的C相正向带记为C+，C相负向带记为C-；另一组的A相正向带记为A++，A相负向带记为A--；另一组的B相正向带记为B++，B相负向带记为B--；另一组的C相正向带记为C++，C相负向带记为C--。

[0042] 表1 磁动势谐波含量

[0043]

谐波次数	图3定子绕组排布结构的磁动势谐波含量	图4定子绕组排布结构的磁动势谐波含量
1	0.061	0.046
2	0.139	0.024
4	0.945	0.888
5	0.945	0.888
7	0.139	0.024
8	0.061	0.046
10	0.061	0.046
11	0.139	0.024

[0044] 表1为单元电机每个定子槽120均被定子绕组穿设两次以及四次时轮毂电机工作时的磁动势谐波含量数据。结合图3、图4以及表1所示，在轮毂电机工作时谐波次数一定的情况下，单元电机每个定子槽120均被定子绕组穿设四次所对应的偶数次磁动势谐波含量要少于单元电机每个定子槽120均被定子绕组穿设两次时的偶数次磁动谐波势含量，由此可知，单元电机每个定子槽120均被定子绕组穿设次数越多，在对应谐波次数下的磁动势含量将会越少，轮毂电机性能也将会越好。

[0045] 于本实施例中，继续参照图1至图2所示嵌接槽220的极弧系数设置为1.1，嵌接槽220的槽深设置为3mm。具体地，通过优化嵌接槽220的极弧系数和槽深能够一定程度上削弱转矩脉冲。具体地，以嵌接槽220的极弧系数和槽深作为变量，对轮毂电机工作时的平均转速以及转矩脉动进行试验分析。

[0046] 表2 嵌接槽深度为2.3mm时不同极弧系数的嵌接槽所对应的轮毂电机平均转速以及转矩脉动数据

[0047]

极弧系数	嵌接槽厚度/mm	平均转矩/Nm	转矩脉动
0.9	2.3	60.82	0.1519
1(标准)	2.3(标准)	69.28	0.1455
1.1	2.3	73.77	0.1347
1.2	2.3	74.76	0.1493
1.3	2.3	69.68	0.1353
1.4	2.3	59.43	0.1639
1.5	2.3	45.98	0.2787

[0048] 表3 嵌接槽深度为3mm时不同极弧系数的嵌接槽所对应的轮毂电机平均转速以及转矩脉动数据

[0049]

极弧系数	嵌接槽厚度/mm	平均转矩/Nm	转矩脉动
0.9	3	64.77	0.1519
1	3	74.06	0.1429
1.1	3	79.30	0.1332
1.2	3	80.61	0.1528
1.3	3	75.10	0.1433
1.4	3	63.39	0.1521
1.5	3	47.87	0.2767

[0050]

[0051] 根据表2及表3可知，当极弧系数设置为1.1、嵌接槽220的槽深设置为3mm时，轮毂电机工作时的平均转矩为79.30Nm，转矩脉动为0.1332，相较于极弧系数设置为1、嵌接槽220的槽深设置为2.3mm的标准尺寸，平均转矩数值提升了14.46％，转矩脉动下降了8.45％，电机工作性能得到提高。而极弧系数和嵌接槽220的槽深在其他尺寸组合下，电机平均转矩以及转矩脉动均至少有一组数据指标不及标准尺寸下对应的试验结果，因此本实施例中将极弧系数设置为1.1、嵌接槽220的槽深设置为3mm。

[0052] 作为一种优选的实施例，嵌接槽220内设置有粘合胶，永磁体230与对应的嵌接槽220通过所述粘合胶胶粘连接。粘合胶的设置能够使永磁体230与嵌接槽220之间的固定更加可靠牢固，增强稳定性。

[0053] 进一步地，永磁体230与嵌接槽220之间配合关系为过盈配合，从而能够使永磁体230更加牢固地嵌设于嵌接槽220内，进一步保证稳定性。

[0054] 本实施例还提供一种转子磁环210的冲裁方式。在本实施例中，转子磁环210设置为硅钢，该冲裁方式利用冲裁设备将一个完整的硅钢板材冲裁成两段硅钢冲片211，一个完整的转子磁环210由至少一个硅钢冲片211组成。参照图5所示，一个硅钢板材上的两段硅钢冲片211上的嵌接槽220相向设置，在冲裁过程中，冲裁设备在一个完整的硅钢板材上的中间部位以齿状轨迹进行冲裁，以将一个完整的硅钢板材一分为二地冲裁成两段硅钢冲片211，其中一个硅钢冲片211于齿状冲裁轨迹的凹陷部分即为另一个硅钢冲片211于齿状冲裁轨迹的凸出部分，每段硅钢冲片211对应齿状冲裁轨迹向内凹陷的部分在进一步加工后能够形成嵌接槽220。随后再由至少一个硅钢冲片211进行裁剪、叠压、磁化等多道现有工序后形成完整的转子磁环210。经试验数据表明，本实施例提供的转子磁环210的冲裁方式对硅钢板材的利用率可达到71.05％，相较于传统的冲裁方式，硅钢板材的利用率提升了15.82％，从而进一步提升硅钢板材的利用率，减少硅钢板材的原料耗费。

[0055] 显然，本实用新型的上述实施例仅仅是为了清楚说明本实用新型所作的举例，而并非是对本实用新型的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说，能够进行各种明显的变化、重新调整和替代而不会脱离本实用新型的保护范围。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。凡在本实用新型的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和

改进等,均应包含在本实用新型权利要求的保护范围之内。

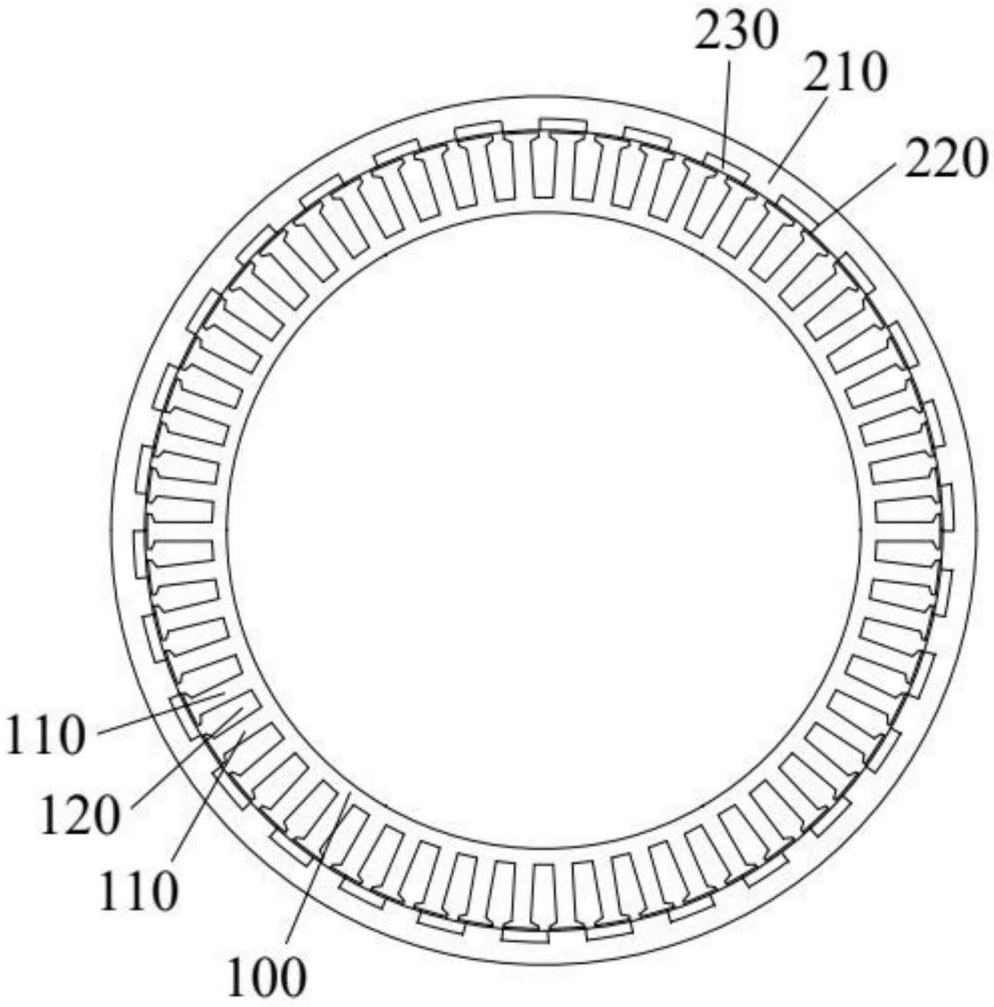


图1

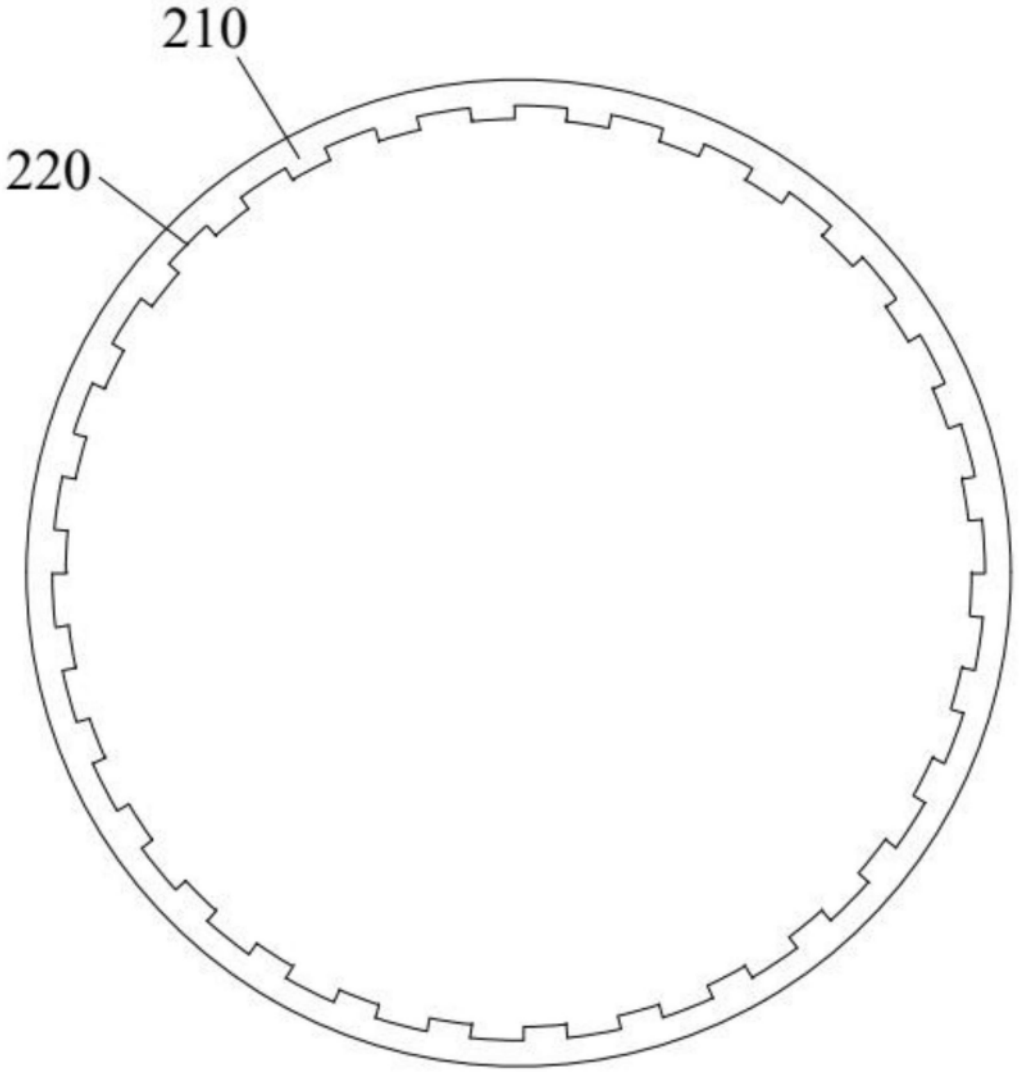


图2

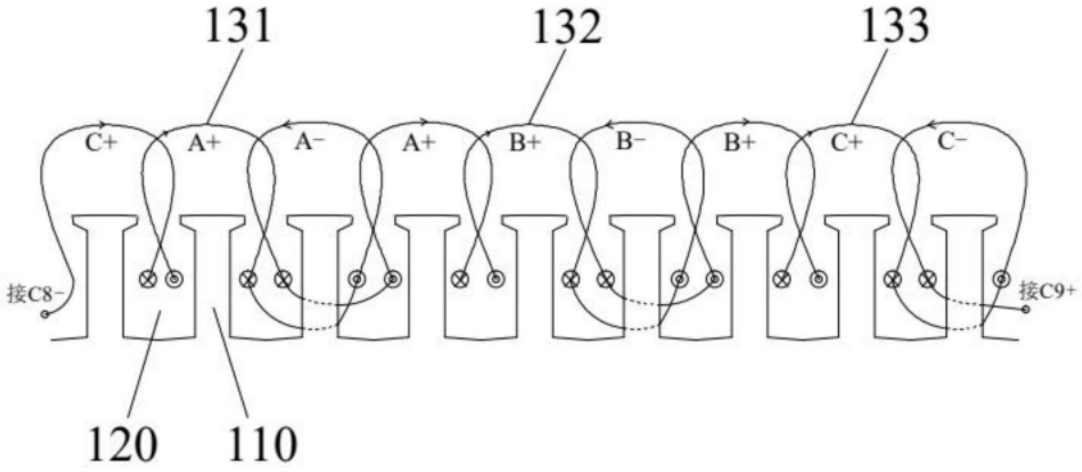


图3

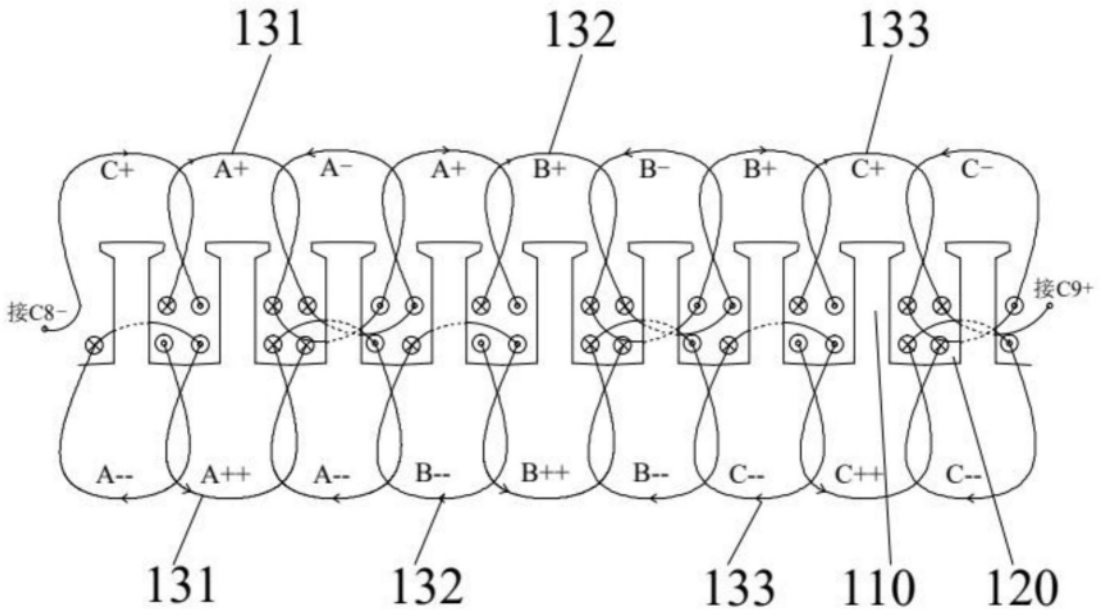

131
132
133
C+
A+
A−
A+
B+
B−
B+
C+
C−
接C8−
接C9+
A--
A++
A--
B--
B++
B--
C--
C++
C--
131
132
133
110
120

图4

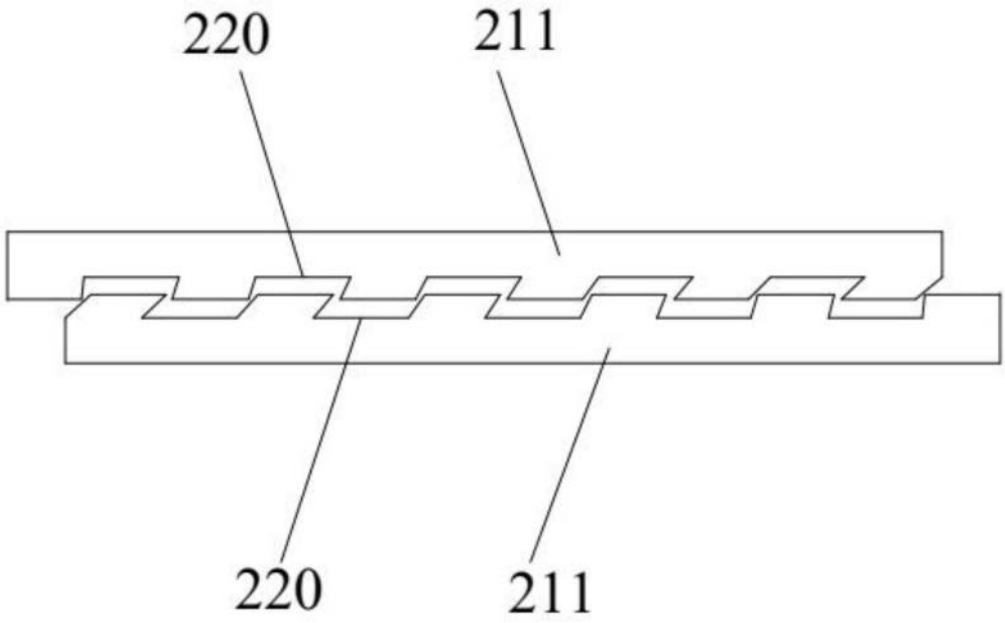

220
211
220
211

图5