



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112968552 B

(45) 授权公告日 2022. 07. 15

(21) 申请号 202110102655.X

审查员 刘景辉

(22) 申请日 2021.01.26

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112968552 A

(43) 申请公布日 2021.06.15

(73) 专利权人 珠海格力电器股份有限公司

地址 519070 广东省珠海市前山金鸡西路

(72) 发明人 胡余生 陈彬 肖勇 史进飞

李霞 张志东

(74) 专利代理机构 北京煦润律师事务所 11522

专利代理师 刘子辉 梁永芳

(51) Int. Cl.

H02K 1/27 (2022.01)

H02K 1/272 (2022.01)

H02K 21/02 (2006.01)

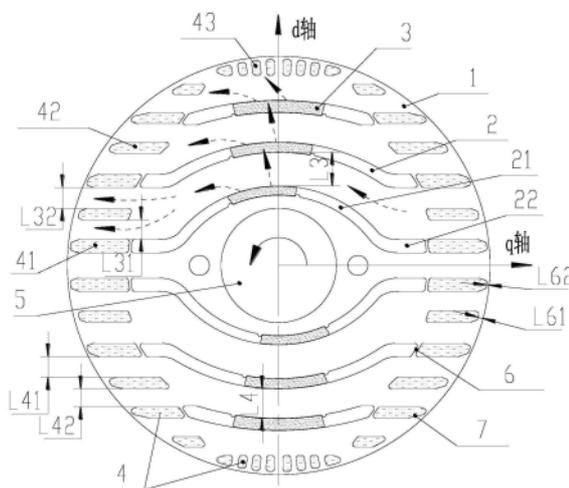
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

## (54) 发明名称

转子组件和自起动永磁同步磁阻电机

## (57) 摘要

本申请提供一种转子组件和自起动永磁同步磁阻电机。该转子组件包括转子铁芯(1),在转子铁芯(1)的横截面上,转子铁芯(1)设置有狭缝槽(2)、q轴鼠笼槽(41)和永磁体(3),q轴鼠笼槽(41)设置在狭缝槽(2)的两端,永磁体(3)设置在狭缝槽(2)内,至少沿d轴方向位于最内层的永磁体(3)相对于d轴不对称布置,且位于最内层的永磁体(3)相对于d轴的偏移方向与转子组件的旋转方向一致。根据本申请的转子组件,能够使得永磁体磁通更多地往转子组件的旋转方向一侧流通,提高永磁体利用率,提升电机效率。



1. 一种转子组件,其特征在于,包括转子铁芯(1),在所述转子铁芯(1)的横截面上,所述转子铁芯(1)设置有狭缝槽(2)、q轴鼠笼槽(41)和永磁体(3),所述q轴鼠笼槽(41)设置在所述狭缝槽(2)的两端,所述永磁体(3)设置在所述狭缝槽(2)内,至少沿d轴方向位于最内层的所述永磁体(3)相对于d轴不对称布置,且位于最内层的所述永磁体(3)相对于d轴的偏移方向与所述转子组件的旋转方向一致;每层所述永磁体(3)形成沿d轴径向向外凸出的结构,每层所述永磁体(3)包括一块或多块弧形或矩形永磁体(3),沿着所述d轴径向向外的方向,每层所述永磁体(3)向着所述d轴旋转方向前侧偏移的比例越来越小。

2. 根据权利要求1所述的转子组件,其特征在于,所述永磁体(3)沿着d轴径向方向设置至少两层,相邻的两层所述永磁体(3)中,位于内层的所述永磁体(3)在d轴旋转方向后侧的部分相对于所述转子铁芯(1)的中心所占据的圆心角为 $a_1$ ,位于外层的所述永磁体(3)在d轴旋转方向后侧的部分相对于所述转子铁芯(1)的中心所占据的圆心角为 $a_2$ ,其中 $a_1 \leq a_2$ 。

3. 根据权利要求1所述的转子组件,其特征在于,所述转子组件为2极转子结构。

4. 根据权利要求1所述的转子组件,其特征在于,相邻的所述q轴鼠笼槽(41)之间的导磁通道宽度大于同层的所述狭缝槽(2)之间的导磁通道的最小宽度。

5. 根据权利要求4所述的转子组件,其特征在于,所述转子铁芯(1)上还设置有独立鼠笼槽(42),同一极下,所述q轴鼠笼槽(41)与所述独立鼠笼槽(42)沿周向方向交替排布,所述独立鼠笼槽(42)两侧的所述导磁通道的总宽度大于该导磁通道的最小宽度。

6. 根据权利要求1所述的转子组件,其特征在于,相邻的所述狭缝槽(2)之间形成导磁通道,所述导磁通道沿着靠近d轴的方向厚度变小;和/或,相邻的所述狭缝槽(2)之间形成导磁通道,所述导磁通道的最小宽度为与该导磁通道相邻且位于内层的所述狭缝槽(2)最小厚度的2倍以上。

7. 根据权利要求1所述的转子组件,其特征在于,所述转子铁芯(1)上还设置有独立鼠笼槽(42),同一极下,所述q轴鼠笼槽(41)与所述独立鼠笼槽(42)沿周向方向交替排布,所述q轴鼠笼槽(41)和所述独立鼠笼槽(42)的延伸方向与q轴相平行,所述q轴鼠笼槽(41)和所述独立鼠笼槽(42)相对于q轴或d轴对称分布。

8. 根据权利要求7所述的转子组件,其特征在于,所述q轴鼠笼槽(41)的延伸长度为其宽度的2倍以上;和/或,所述独立鼠笼槽(42)的延伸长度为其宽度的2倍以上。

9. 根据权利要求1所述的转子组件,其特征在于,所述转子铁芯(1)上还设置有d轴鼠笼槽(43),所述d轴鼠笼槽(43)位于沿d轴方向径向最外侧的所述永磁体(3)靠近转子外圆的一侧。

10. 根据权利要求9所述的转子组件,其特征在于,所述d轴鼠笼槽(43)为多个,且相对于d轴或者q轴对称分布;和/或,所述d轴鼠笼槽(43)沿d轴方向延伸。

11. 根据权利要求1所述的转子组件,其特征在于,所述狭缝槽(2)包括弧形段(21)和直线段(22),所述弧形段(21)沿径向向外凸出,所述直线段(22)位于所述弧形段(21)的两端,所述永磁体(3)安装在所述弧形段(21)内,且与所述弧形段(21)的形状相适配。

12. 根据权利要求1所述的转子组件,其特征在于,所述狭缝槽(2)与两端对应的所述q轴鼠笼槽(41)组合形成磁障层,所述磁障层在所述转子铁芯(1)的径向方向上至少布置两层。

13. 根据权利要求1所述的转子组件,其特征在于,所述转子铁芯(1)上还设置有独立鼠

笼槽(42),同一极下,所述q轴鼠笼槽(41)与所述独立鼠笼槽(42)沿周向方向交替排布,至少部分所述q轴鼠笼槽(41)靠近转子外圆一端的至少一边设置有切边(7);和/或,至少部分所述独立鼠笼槽(42)靠近转子外圆一端的至少一边设置有切边(7)。

14.根据权利要求1所述的转子组件,其特征在于,所述转子铁芯(1)上还设置有独立鼠笼槽(42),同一极下,所述q轴鼠笼槽(41)与所述独立鼠笼槽(42)沿周向方向交替排布,所述独立鼠笼槽(42)与转子外圆之间的磁桥(6)宽度为 $L_{61}$ ,所述q轴鼠笼槽(41)与转子外圆之间的磁桥(6)宽度为 $L_{62}$ ,其中 $L_{61} > L_{62}$ ;和/或,所述转子铁芯(1)上还设置有d轴鼠笼槽(43),所述d轴鼠笼槽(43)位于沿d轴方向径向最外侧的所述永磁体(3)靠近转子外圆的一侧,所述d轴鼠笼槽(43)与转子外圆之间的磁桥(6)宽度为 $L_{61}$ ,所述q轴鼠笼槽(41)与转子外圆之间的磁桥(6)宽度为 $L_{62}$ ,其中 $L_{61} > L_{62}$ 。

15.根据权利要求1所述的转子组件,其特征在于,所述转子铁芯(1)上还设置有独立鼠笼槽(42)和d轴鼠笼槽(43),所述q轴鼠笼槽(41)、所述d轴鼠笼槽(43)和所述独立鼠笼槽(42)所形成的鼠笼槽(4)的总面积为 $S_1$ ,所述鼠笼槽(4)和所述狭缝槽(2)的总面积为 $S$ , $S_1 \geq 40\%S$ 。

16.根据权利要求1所述的转子组件,其特征在于,所述转子铁芯(1)上还设置有独立鼠笼槽(42)和d轴鼠笼槽(43),所述q轴鼠笼槽(41)、所述d轴鼠笼槽(43)和所述独立鼠笼槽(42)内填充导电不导磁材料,所述转子铁芯(1)的两端设置有端环(8),所述q轴鼠笼槽(41)、所述d轴鼠笼槽(43)和所述独立鼠笼槽(42)通过所述端环(8)进行短路连接,形成鼠笼结构。

17.根据权利要求1所述的转子组件,其特征在于,所述转子铁芯(1)的两端设置有不导磁挡板(9),所述不导磁挡板(9)能够遮挡所述永磁体(3)。

18.一种自起动永磁同步磁阻电机,包括定子和转子组件,其特征在于,所述转子组件为权利要求1至17中任一项所述的转子组件。

19.根据权利要求18所述的自起动永磁同步磁阻电机,其特征在于,所述q轴鼠笼槽(41)与转子外圆之间的磁桥(6)宽度为 $L_{62}$ , $0.5\sigma \leq L_{62} \leq 1.5\sigma$ , $\sigma$ 为所述定子和所述转子铁芯(1)之间的气隙的径向宽度。

## 转子组件和自启动永磁同步磁阻电机

### 技术领域

[0001] 本申请涉及电机技术领域,具体涉及一种转子组件和自启动永磁同步磁阻电机。

### 背景技术

[0002] 自启动永磁同步磁阻电机结合了感应电机与同步永磁磁阻电机的结构特点,通过鼠笼感应产生力矩实现起动,通过转子d、q轴磁通差距及永磁体产生的转矩实现恒转速运行,能够直接通入电源实现起动运行。自启动永磁同步磁阻电机可以利用磁阻转矩提升电机输出转矩,与自启动永磁电机相比,永磁体用量减少,成本下降;与异步电机相比,自启动永磁同步磁阻电机效率高,而且转速恒定同步,转速不会随负载而变化。

[0003] 传统的永磁电机及永磁同步磁阻电机需要驱动器进行起动和控制运行,成本高,控制复杂,而且驱动器占据一部分损耗,使整个电机系统效率下降。

[0004] 专利公开号为CN107994698A的中国发明专利提供一种自启动永磁同步磁阻电机,以降低永磁体成本,然而该专利中永磁体采用长弧形结构,使得与转子旋转方向相反的永磁体一端磁通和转子磁场冲突,导致永磁体利用率降低,电机效率降低。

### 发明内容

[0005] 因此,本申请要解决的技术问题在于提供一种转子组件和自启动永磁同步磁阻电机,能够使得永磁体磁通更多地往转子组件的旋转方向一侧流通,提高永磁体利用率,提升电机效率。

[0006] 为了解决上述问题,本申请提供一种转子组件,包括转子铁芯,在转子铁芯的横截面上,转子铁芯设置有狭缝槽、q轴鼠笼槽和永磁体,q轴鼠笼槽设置在狭缝槽的两端,永磁体设置在狭缝槽内,至少沿d轴方向位于最内层的永磁体相对于d轴不对称布置,且位于最内层的永磁体相对于d轴的偏移方向与转子组件的旋转方向一致。

[0007] 优选地,永磁体沿着d轴径向方向设置至少两层,相邻的两层永磁体中,位于内层的永磁体在d轴旋转方向后侧的部分相对于转子铁芯的中心所占据的圆心角为 $a_1$ ,位于外层的永磁体在d轴旋转方向后侧的部分相对于转子铁芯的中心所占据的圆心角为 $a_2$ ,其中 $a_1 \leq a_2$ 。

[0008] 优选地,转子组件为2极转子结构。

[0009] 优选地,每层永磁体形成沿d轴径向向外凸出的结构,每层永磁体包括一块或多块弧形或矩形永磁体。

[0010] 优选地,相邻的q轴鼠笼槽之间的导磁通道宽度大于同层的狭缝槽之间的导磁通道的最小宽度。

[0011] 优选地,转子铁芯上还设置有独立鼠笼槽,同一极下,q轴鼠笼槽与独立鼠笼槽沿周向方向交替排布,独立鼠笼槽两侧的导磁通道的总宽度大于该导磁通道的最小宽度。

[0012] 优选地,相邻的狭缝槽之间形成导磁通道,导磁通道沿着靠近d轴的方向厚度变小;和/或,相邻的狭缝槽之间形成导磁通道,导磁通道的最小宽度为与该导磁通道相邻且

位于内层的狭缝槽最小厚度的2倍以上。

[0013] 优选地,转子铁芯上还设置有独立鼠笼槽,同一极下,q轴鼠笼槽与独立鼠笼槽沿周向方向交替排布,q轴鼠笼槽和独立鼠笼槽的延伸方向与q轴相平行,q轴鼠笼槽和独立鼠笼槽相对于q轴或d轴对称分布。

[0014] 优选地,q轴鼠笼槽的延伸长度为其宽度的2倍以上;和/或,独立鼠笼槽的延伸长度为其宽度的2倍以上。

[0015] 优选地,转子铁芯上还设置有d轴鼠笼槽,d轴鼠笼槽位于沿d轴方向径向最外侧的永磁体靠近转子外圆的一侧。

[0016] 优选地,d轴鼠笼槽为多个,且相对于d轴或者q轴对称分布;和/或,d轴鼠笼槽沿d轴方向延伸。

[0017] 优选地,狭缝槽包括弧形段和直线段,弧形段沿径向向外凸出,直线段位于弧形段的两端,永磁体安装在弧形段内,且与弧形段的形状相适配。

[0018] 优选地,狭缝槽与两端对应的q轴鼠笼槽组合形成磁障层,磁障层在转子铁芯的径向方向上至少布置两层。

[0019] 优选地,转子铁芯上还设置有独立鼠笼槽,同一极下,q轴鼠笼槽与独立鼠笼槽沿周向方向交替排布,至少部分q轴鼠笼槽靠近转子外圆一端的至少一边设置有切边;和/或,至少部分独立鼠笼槽靠近转子外圆一端的至少一边设置有切边。

[0020] 优选地,转子铁芯上还设置有独立鼠笼槽,同一极下,q轴鼠笼槽与独立鼠笼槽沿周向方向交替排布,独立鼠笼槽与转子外圆之间的磁桥宽度为 $L_{61}$ ,q轴鼠笼槽与转子外圆之间的磁桥宽度为 $L_{62}$ ,其中 $L_{61} > L_{62}$ ;和/或,转子铁芯上还设置有d轴鼠笼槽,d轴鼠笼槽位于沿d轴方向径向最外侧的永磁体靠近转子外圆的一侧,d轴鼠笼槽与转子外圆之间的磁桥宽度为 $L_{61}$ ,q轴鼠笼槽与转子外圆之间的磁桥宽度为 $L_{62}$ ,其中 $L_{61} > L_{62}$ 。

[0021] 优选地,转子铁芯上还设置有独立鼠笼槽和d轴鼠笼槽,q轴鼠笼槽、d轴鼠笼槽和独立鼠笼槽所形成的鼠笼槽的总面积为 $S_1$ ,鼠笼槽和狭缝槽的总面积为 $S$ , $S_1 \geq 40\% S$ 。

[0022] 优选地,转子铁芯上还设置有独立鼠笼槽和d轴鼠笼槽,q轴鼠笼槽、d轴鼠笼槽和独立鼠笼槽内填充导电不导磁材料,转子铁芯的两端设置有端环,q轴鼠笼槽、d轴鼠笼槽和独立鼠笼槽通过端环进行短路连接,形成鼠笼结构。

[0023] 优选地,转子铁芯的两端设置有不导磁挡板,不导磁挡板能够遮挡永磁体。

[0024] 根据本申请的另一方面,提供了一种自起动永磁同步磁阻电机,包括定子和转子组件,该转子组件为上述的转子组件。

[0025] 优选地,q轴鼠笼槽与转子外圆之间的磁桥宽度为 $L_{62}$ , $0.5\sigma \leq L_{62} \leq 1.5\sigma$ , $\sigma$ 为定子和转子铁芯之间的气隙的径向宽度。

[0026] 本申请提供的转子组件,包括转子铁芯,在转子铁芯的横截面上,转子铁芯设置有狭缝槽、q轴鼠笼槽和永磁体,q轴鼠笼槽设置在狭缝槽的两端,永磁体设置在狭缝槽内,至少沿d轴方向位于最内层的永磁体相对于d轴不对称布置,且位于最内层的永磁体相对于d轴的偏移方向与转子组件的旋转方向一致。该种结构能够使得偏移永磁体产生的磁通流向更趋于转子q轴磁通方向,提供更多q轴磁体,避免在转子组件转动作用下所造成的永磁体磁通向着转子组件旋转方向后侧偏移导致的永磁体磁通不均衡的问题,使得位于d轴旋转方向前侧的磁通与位于d轴旋转方向后侧的磁通可以更加一致,提高永磁体的利用效率,提

高电机效率。

### 附图说明

[0027] 图1为本申请一个实施例的转子组件的结构示意图；

[0028] 图2为本申请一个实施例的转子组件的局部放大结构示意图；

[0029] 图3为本申请一个实施例的转子组件的结构示意图；

[0030] 图4为本申请一个实施例的转子组件的轴向视图；

[0031] 图5为本申请一个实施例的转子组件的不导磁挡板的结构示意图；

[0032] 图6为本申请一个实施例的转子组件的轴向视图；

[0033] 图7为本申请实施例的电机与相关技术中的电机的转矩曲线对比图。

[0034] 附图标记表示为：

[0035] 1、转子铁芯；2、狭缝槽；21、弧形段；22、直线段；3、永磁体；4、鼠笼槽；41、q轴鼠笼槽；42、独立鼠笼槽；43、d轴鼠笼槽；5、轴孔；6、磁桥；7、切边；8、端环；9、不导磁挡板；10、铆钉。

### 具体实施方式

[0036] 结合参见图1至图7所示，根据本申请的实施例，转子组件包括转子铁芯1，在转子铁芯1的横截面上，转子铁芯1设置有轴孔5、狭缝槽2、q轴鼠笼槽41和永磁体3，q轴鼠笼槽41设置在狭缝槽2的两端，永磁体3设置在狭缝槽2内，至少沿d轴方向位于最内层的永磁体3相对于d轴不对称布置，且位于最内层的永磁体3相对于d轴的偏移方向与转子组件的旋转方向一致。

[0037] 该种结构能够使得偏移永磁体产生的磁通流向更趋于转子q轴磁通方向，提供更多q轴磁体，避免在转子组件转动作用下所造成的永磁体磁通向着转子组件旋转方向后侧偏移导致的永磁体磁通不均衡的问题，使得位于d轴旋转方向前侧的磁通与位于d轴旋转方向后侧的磁通可以更加一致，提高永磁体的利用效率，提高电机效率。

[0038] 在本实施例中，位于最内层的永磁体3相对于d轴的偏移方向与转子组件的旋转方向一致，是指位于最内层的永磁体3在d轴旋转方向前侧的永磁体用量大于在d轴旋转方向后侧的永磁体用量，具体可以表现为，永磁体3相对于d轴而言，位于d轴旋转方向前侧的永磁体的长度大于位于d轴旋转方向后侧的永磁体长度，或者位于d轴旋转方向前侧的永磁体的厚度大于位于d轴旋转方向后侧的永磁体厚度等，目的是为了使得在转子组件未运转情况下，永磁体3在d轴旋转方向前侧的磁通量大于在d轴旋转方向后侧的磁通量，从而在转子组件旋转时，降低转子组件的转动所造成的磁通偏移情况，使得d轴两侧的磁通量尽量均衡，提高永磁体的利用率，提高电机的效率。

[0039] 永磁体3沿着d轴径向方向设置至少两层，相邻的两层永磁体3中，位于内层的永磁体3在d轴旋转方向后侧的部分所占据的圆心角为 $a_1$ ，位于外层的永磁体3在d轴旋转方向后侧的部分所占据的圆心角为 $a_2$ ，其中 $a_1 \leq a_2$ ，从而能够利用内层永磁体3产生更多的q轴磁链，进一步增加电机效率，也能够使得永磁体3的利用更加充分。

[0040] 以永磁体3沿d轴径向方向布置三层为例，其中位于最外层的永磁体3在d轴旋转方向后侧的部分相对于转子铁芯1的中心所占据的圆心角为 $a_3$ ，位于中间层的永磁体3在d轴

旋转方向后侧的部分相对于转子铁芯1的中心所占据的圆心角为 $a_2$ ,位于最内层的永磁体3在d轴旋转方向后侧的部分所占据的圆心角为 $a_1$ , $a_1 \leq a_2 \leq a_3$ 。永磁体3以d轴为分界线,在转子铁芯1的旋转方向上,以位于d轴后侧的永磁体3远离d轴一端的端点与转子铁芯1的中心之间的连线为第一连线,该第一连线与d轴之间所形成的夹角即为永磁体3在d轴旋转方向后侧的部分相对于转子铁芯1的中心所占据的圆心角。

[0041] 在本实施例中,沿着d轴径向向外的方向,永磁体3向着d轴旋转方向前侧偏移的比例越来越小。

[0042] 在一个实施例中,位于中间层和位于最内层的永磁体3均向d轴旋转方向前侧偏移,位于径向最外侧的永磁体3关于d轴对称。

[0043] 转子组件为2极转子结构。

[0044] 对于电机而言,位于内层的永磁体磁通磁场与定子磁场所产生的力矩更大,对于电机的性能影响也更大,因此,只需要保证位于最内层的永磁体偏移量最大,就能够保证对于电机性能的提升达到最大,结构能够最优化。

[0045] 在一个实施例中,当永磁体3沿d轴径向方向布置三层时,也可以仅有位于径向最内层的永磁体3偏移,位于中间层和位于最外层的永磁体3关于d轴对称。

[0046] 每层永磁体3形成沿d轴径向向外凸出的结构,每层永磁体3包括一块或多块弧形或矩形永磁体。

[0047] 当一层永磁体3包括多块永磁体时,可以通过偏移部分永磁体3实现偏移,如图6所示,位于最内层的永磁体中,其中一块永磁体3位于d轴旋转方向前侧,另一块永磁体3关于d轴对称,从而实现永磁体3在d轴旋转方向前侧的偏移。该种结构,由于永磁体3采用分块结构,因此设计更加灵活,能够更加合理地布置永磁体3的设置位置。

[0048] 相邻的q轴鼠笼槽41之间的导磁通道宽度大于同层的狭缝槽2之间的导磁通道的最小宽度。

[0049] 转子铁芯1上还设置有独立鼠笼槽42,同一极下,q轴鼠笼槽41与独立鼠笼槽42沿周向方向交替排布,独立鼠笼槽42两侧的导磁通道的总宽度大于该导磁通道的最小宽度。

[0050] 以永磁体3沿d轴径向方向布置三层为例,相邻的q轴鼠笼槽41之间均设置有独立鼠笼槽42,其中位于内层的独立鼠笼槽42两侧的导磁通道宽度为 $L_{31}$ 和 $L_{32}$ ,位于内层的导磁通道的最小宽度为 $L_3$ ,位于外层的独立鼠笼槽42两侧的导磁通道宽度为 $L_{41}$ 和 $L_{42}$ ,位于外层的导磁通道的最小宽度为 $L_4$ , $L_{31}+L_{32} > L_3$ , $L_{41}+L_{42} > L_4$ 。

[0051] 相邻的狭缝槽2之间形成导磁通道,导磁通道沿着靠近d轴的方向厚度变小。

[0052] 相邻的狭缝槽2之间形成导磁通道,导磁通道的最小宽度为与该导磁通道相邻且位于内层的狭缝槽2最小厚度的2倍以上。

[0053] 以永磁体3沿d轴径向方向布置三层为例,内层导磁通道的最小宽度为 $L_3$ ,与内层导磁通道相邻,且位于内侧的狭缝槽2的最小宽度为 $L_1$ ,外层导磁通道的最小宽度为 $L_4$ ,与外层导磁通道相邻,且位于内侧的狭缝槽2的最小宽度为 $L_2$ ,其中 $L_3 > 2 * L_1$ , $L_4 > 2 * L_2$ 。通过上述设计,能够避免鼠笼槽4或者狭缝槽2之间的导磁通道饱和,减小鼠笼槽4对q轴磁通的影响,提高电机输出转矩和效率。

[0054] 转子铁芯1上还设置有独立鼠笼槽42,同一极下,q轴鼠笼槽41与独立鼠笼槽42沿周向方向交替排布,q轴鼠笼槽41和独立鼠笼槽42的延伸方向与q轴相平行,从而能够使q轴

鼠笼槽41与狭缝槽2配合,形成顺畅的转子导磁通道。q轴鼠笼槽41和独立鼠笼槽42相对于q轴或d轴对称分布。

[0055] q轴鼠笼槽41的延伸长度为其宽度的2倍以上;和/或,独立鼠笼槽42的延伸长度为其宽度的2倍以上。

[0056] 以独立鼠笼槽42为例,其沿q轴方向的延伸长度为L52,宽度为L51, $L52 > 2 * L51$ 。在磁场不饱和情况下;鼠笼槽采用细长结构可放置更多的鼠笼槽鼠笼,从而改善电机起动性能,长一点的鼠笼槽可以增加鼠笼槽面积,减小鼠笼槽电阻,进一步改善起动性能,保证电机启动同步能力。

[0057] 转子铁芯1上还设置有d轴鼠笼槽43,d轴鼠笼槽43位于沿d轴方向径向最外侧的永磁体3靠近转子外圆的一侧。

[0058] d轴鼠笼槽43为多个,且相对于d轴或者q轴对称分布;和/或,d轴鼠笼槽43沿d轴方向延伸。

[0059] d轴鼠笼槽43沿着平行于d轴的方向延伸,能够避免d轴鼠笼槽43在靠近转子外圆的方向宽度递减而导致磁饱和现象,同时使得d轴鼠笼槽43之间形成多个导磁通道,方便磁力线经过,提高电机的出力。

[0060] 狭缝槽2包括弧形段21和直线段22,弧形段21沿径向向外凸出,直线段22位于弧形段21的两端,永磁体3安装在弧形段21内,且与弧形段21的形状相适配,每层永磁体3包括一块或多块,可以有效利用转子空间来布置狭缝槽2及永磁体3,提升电机材料利用率。

[0061] 在一个实施例中,每层狭缝槽2也可以通过多段直线段组合形成,每层永磁体3的整体形状沿d轴方向径向向外突出。

[0062] 狭缝槽2与该狭缝槽2两端对应的q轴鼠笼槽41组合成形成磁障层,磁障层在转子铁芯径向方向上层数至少两层以上;转子铁芯1上形成一定层数磁障,能够保证一定凸极差,增加电机磁阻转矩,提升电机输出能力及效率。

[0063] 转子铁芯1上还设置有独立鼠笼槽42,同一极下,q轴鼠笼槽41与独立鼠笼槽42沿周向方向交替排布,至少部分q轴鼠笼槽41靠近转子外圆一端的至少一边设置有切边7。

[0064] 至少部分独立鼠笼槽42靠近转子外圆一端的至少一边设置有切边7。切边7可以有效的减小电感突变,使得磁通缓慢过渡,减小磁场波动,降低电机谐波及转矩脉动。

[0065] 在一个实施例中,q轴鼠笼槽41与独立鼠笼槽42靠近转子外圆一端的两侧均设置有切边7。

[0066] 转子铁芯1上还设置有独立鼠笼槽42,同一极下,q轴鼠笼槽41与独立鼠笼槽42沿周向方向交替排布,独立鼠笼槽42与转子外圆之间的磁桥6宽度为L61,q轴鼠笼槽41与转子外圆之间的磁桥6宽度为L62,其中 $L61 > L62$ ,能够使得不与永磁体3配合相接的独立鼠笼槽42与转子外圆之间的磁桥6的宽度适当放大,可减小电机谐波,改善电机的起动性能。

[0067] 在一个实施例中,转子铁芯1上还设置有d轴鼠笼槽43,d轴鼠笼槽43位于沿d轴方向径向最外侧的永磁体3靠近转子外圆的一侧,d轴鼠笼槽43与转子外圆之间的磁桥6宽度为L61,q轴鼠笼槽41与转子外圆之间的磁桥6宽度为L62,其中 $L61 > L62$ 。

[0068] 转子铁芯1上还设置有独立鼠笼槽42和d轴鼠笼槽43,q轴鼠笼槽41、d轴鼠笼槽43和独立鼠笼槽42所形成的鼠笼槽4的总面积为 $S_1$ ,鼠笼槽4和狭缝槽2的总面积为S, $S_1 \geq 40\% S$ 。优选地, $0.5 * S < S_1 < 0.7 * S$ ,能够保证一定的数量面积,改善电机同步能力。

[0069] 转子铁芯1上还设置有独立鼠笼槽42和d轴鼠笼槽43,q轴鼠笼槽41、d轴鼠笼槽43和独立鼠笼槽42共同组成沿转子铁芯1的周向排布的鼠笼槽4,鼠笼槽4内填充导电不导磁材料,不导磁材料例如铝或者铝合金。转子铁芯1的两端设置有端环8,q轴鼠笼槽41、d轴鼠笼槽43和独立鼠笼槽42通过端环8进行短路连接,形成鼠笼结构,端环的材料与鼠笼槽4内的填充材料相同。自行短路的鼠笼结构在电机起动阶段提供异步转矩,以实现电机的自起动。狭缝槽2、鼠笼槽4和永磁体3组成的转子多层永磁磁障结构为电机提供永磁转矩和磁阻转矩,以实现电机的同步运行。

[0070] 转子铁芯1的两端设置有不导磁挡板9,不导磁挡板9能够遮挡永磁体3,但是不遮挡所有的狭缝槽2。不导磁挡板9能够对永磁体3沿转子铁芯1的轴向方向的两端形成固定,而狭缝槽2的未被遮挡的部分能够在转子铁芯1的轴向方向形成通孔,有助于空气或冷媒流动,改善转子散热,提升电机效率。

[0071] 转子铁芯1上还设有铆钉孔,转子组件通过铆钉10将转子铁芯1两端的不导磁挡板9沿轴向压紧,从而组成转子组件。

[0072] 轴孔5可以为圆形、椭圆形或者矩形。

[0073] 结合参见图7所示,为本申请实施例的电机与相关技术中的电机的转矩曲线对比图,从图中可以看出,在相同定子及电流下,采用本申请实施例方案的电机转矩提升,而且转矩峰峰值减小,转矩脉动减小,能够达到较好效果。

[0074] 根据本申请的实施例,自起动永磁同步磁阻电机包括定子和转子组件,该转子组件为上述的转子组件。

[0075] 在一个实施例中,q轴鼠笼槽41与转子外圆之间的磁桥6宽度为 $L62$ , $0.5\sigma \leq L62 \leq 1.5\sigma$ , $\sigma$ 为定子和转子铁芯1之间的气隙的径向宽度,能够使得q轴鼠笼槽41与转子外圆之间的磁桥6具有合适的宽度,在保证转子组件的机械强度的同时,能够尽量减小漏磁。

[0076] 本领域的技术人员容易理解的是,在不冲突的前提下,上述各有利方式可以自由地组合、叠加。

[0077] 以上仅为本申请的较佳实施例而已,并不用以限制本申请,凡在本申请的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本申请的保护范围之内。以上仅是本申请的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请技术原理的前提下,还可以做出若干改进和变型,这些改进和变型也应视为本申请的保护范围。

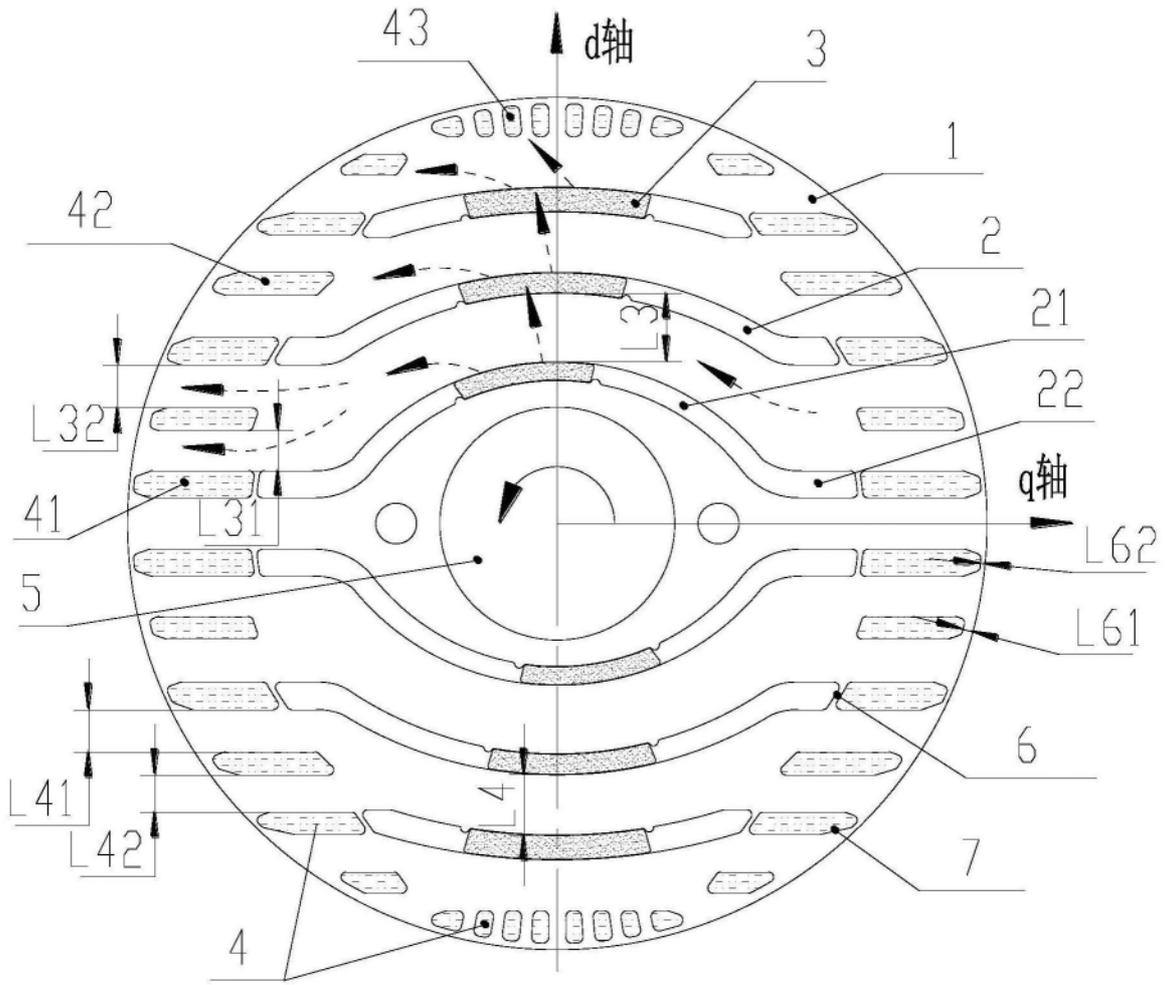


图1

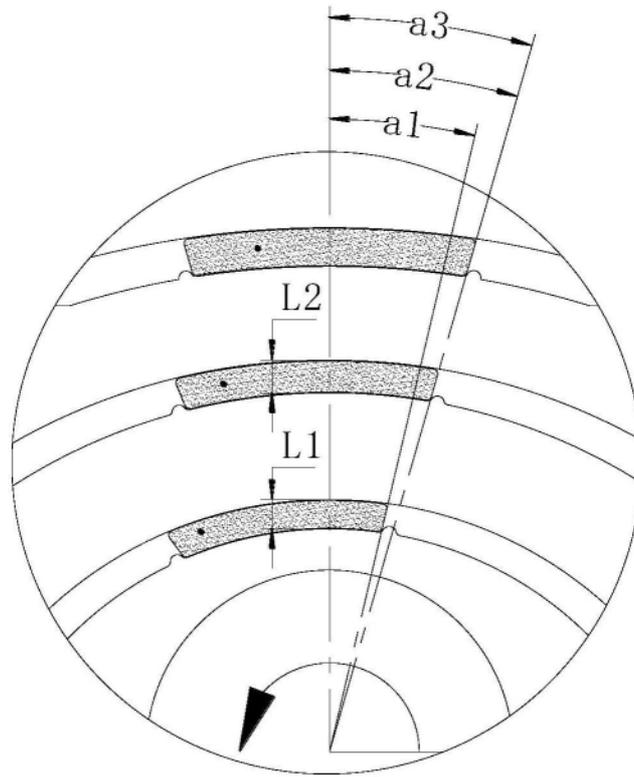


图2

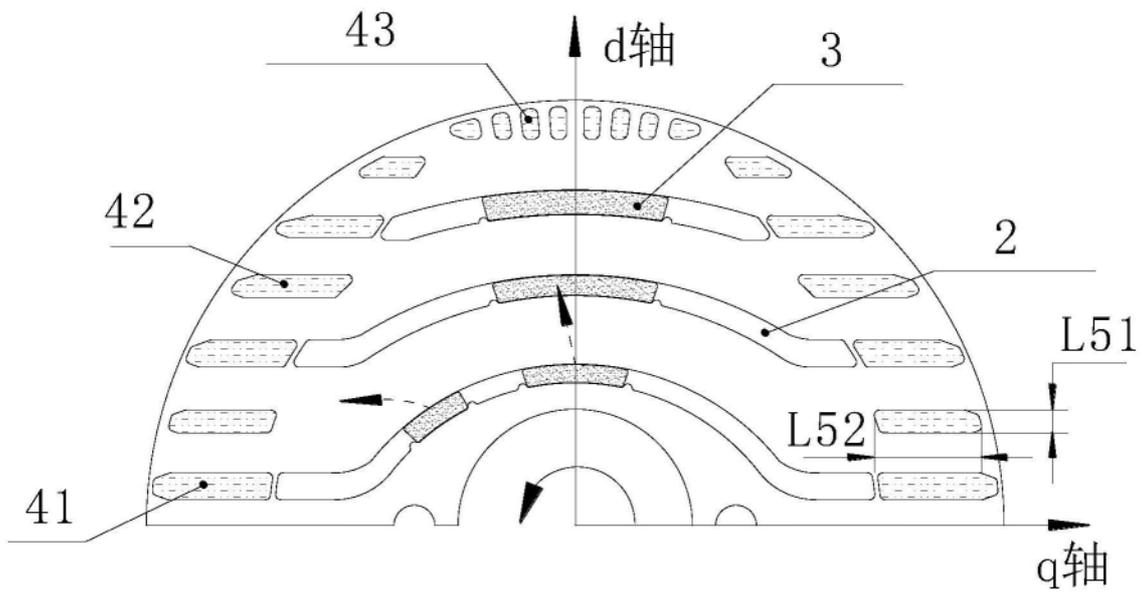


图3

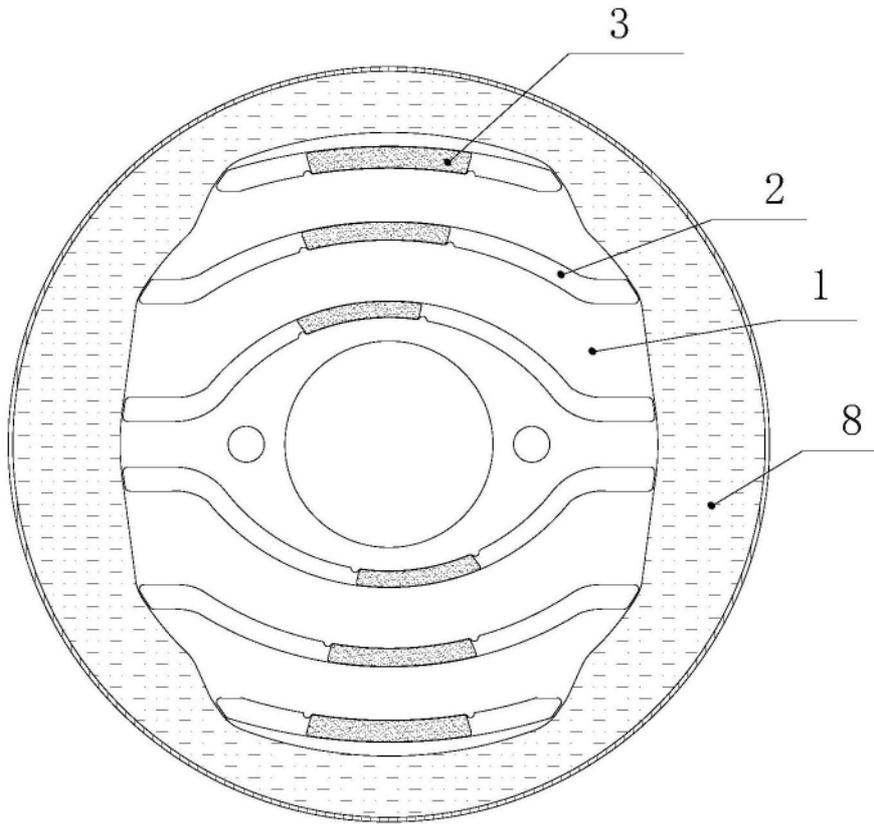


图4

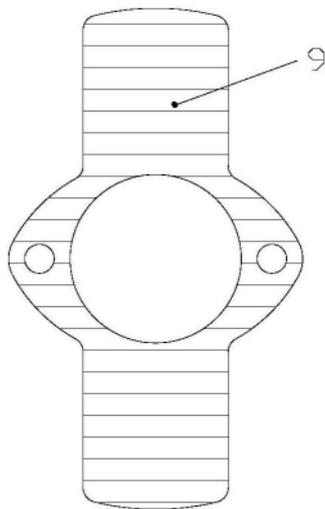


图5

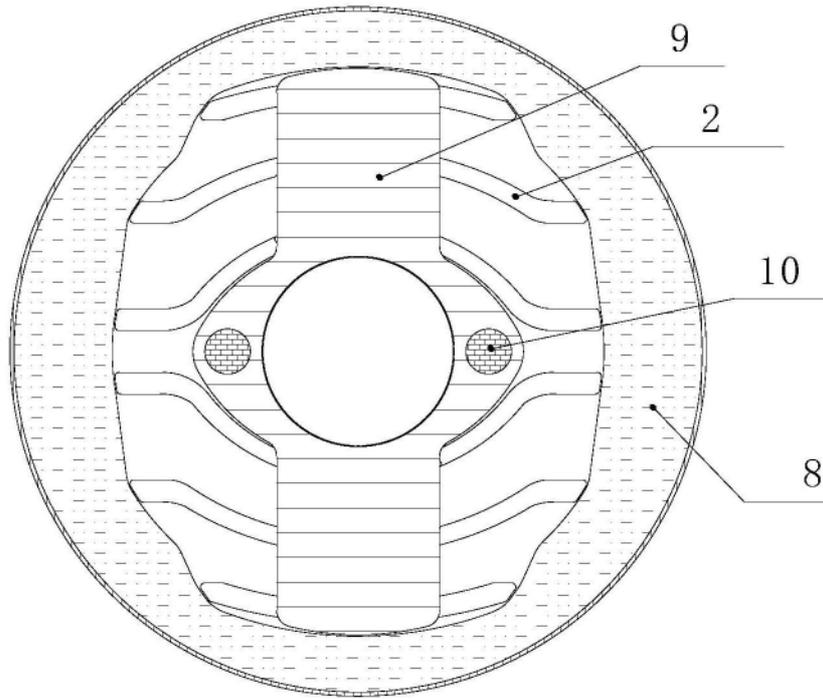


图6

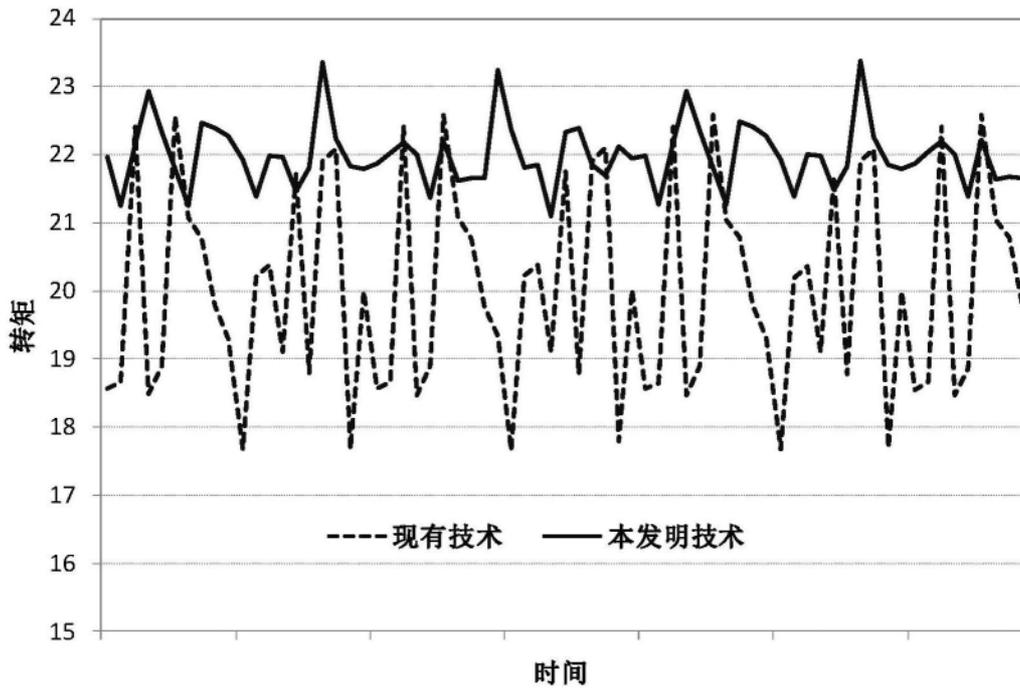


图7