



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105553143 A

(43) 申请公布日 2016. 05. 04

(21) 申请号 201610105631. 9

(22) 申请日 2016. 02. 25

(71) 申请人 珠海格力节能环保制冷技术研究中心有限公司

地址 519070 广东省珠海市前山金鸡路 789 号 9 栋(科技楼)

(72) 发明人 史进飞 陈彬 肖勇 吴曼

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

代理人 赵囡囡 褚敏

(51) Int. Cl.

H02K 1/26(2006. 01)

H02K 1/27(2006. 01)

H02K 21/00(2006. 01)

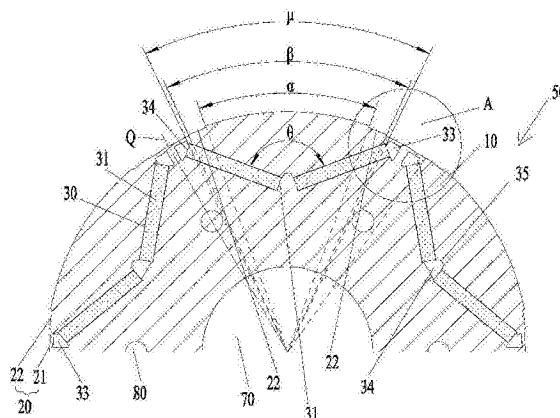
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

转子铁芯及具有其的永磁同步电机

(57) 摘要

本发明提供了一种转子铁芯及具有其的永磁同步电机。转子铁芯,包括:铁芯本体,铁芯本体的外周壁上沿铁芯本体的轴向方向开设有凹槽,凹槽包括相连通的第一凹槽和第二凹槽,第一凹槽沿铁芯本体径向方向上的深度大于第二凹槽沿铁芯本体径向方向上的深度。第一凹槽处气隙最大,磁阻大,气隙磁密小,与定子齿槽作用力矩脉动减小,第一凹槽和第二凹槽的深度不同,通过第二凹槽过度,使得基波磁场增大而且更接近正弦,减小齿槽转矩,使得电机出力增大,谐波降低,降低电机电磁力及运行振动噪声。



1. 一种转子铁芯,其特征在于,包括:

铁芯本体(10),所述铁芯本体(10)的外周壁上沿所述铁芯本体(10)的轴向方向开设有凹槽(20),所述凹槽(20)包括相连通的第一凹槽(21)和第二凹槽(22),所述第一凹槽(21)沿所述铁芯本体(10)径向方向上的深度大于所述第二凹槽(22)沿所述铁芯本体(10)径向方向上的深度。

2. 根据权利要求1所述的转子铁芯,其特征在于,所述转子铁芯还包括:

多个磁钢槽(30),开设于所述铁芯本体(10)上,所述磁钢槽(30)中设置有磁钢(31),设置有所述磁钢(31)的每两个相邻的所述磁钢槽(30)形成一个磁极区域,相邻两个所述磁极区域之间具有磁间区域,所述凹槽(20)设置于所述磁间区域处。

3. 根据权利要求2所述的转子铁芯,其特征在于,所述磁间区域的中心与所述铁芯本体(10)的中心连线为Q轴,所述凹槽(20)以所述Q轴对称设置。

4. 根据权利要求3所述的转子铁芯,其特征在于,所述凹槽(20)包括一个所述第一凹槽(21)和两个所述第二凹槽(22),所述Q轴通过所述第一凹槽(21)的中心,两个所述第二凹槽(22)以Q轴为对称轴分别设置于所述第一凹槽(21)的两端。

5. 根据权利要求4所述的转子铁芯,其特征在于,所述凹槽(20)为多个,多个所述凹槽(20)沿所述铁芯本体(10)的周向间隔均匀设置,同一所述磁极区域中还包括两个分别位于不同所述凹槽(20)中的所述第二凹槽(22)和两个分别位于不同所述凹槽(20)中的部分所述第一凹槽(21)。

6. 根据权利要求5所述的转子铁芯,其特征在于,同一所述磁极区域中的两个所述第二凹槽(22)的相邻的端部与所述铁芯本体(10)的中心之间的连线的夹角为 α ,其中, $0.33\tau \leq \alpha \leq 0.66\tau$, τ 为极距, $\tau = 180^\circ / p$, p 为电机极对数。

7. 根据权利要求1或6所述的转子铁芯,其特征在于,所述第二凹槽(22)的深度为 S_1 ,其中, $0.33\delta \leq S_1 \leq 0.66\delta$, δ 为气隙长度。

8. 根据权利要求2所述的转子铁芯,其特征在于,所述磁间区域的中心与所述铁芯本体(10)的中心连线为Q轴,同一所述磁极区域中的两个所述第一凹槽(21)的相背离的端部与所述铁芯本体(10)的中心之间的连线的夹角为 β ,其中, $0.66\tau < \beta \leq 0.8\tau$, τ 为极距, $\tau = 180^\circ / p$, p 为电机极对数。

9. 根据权利要求8所述的转子铁芯,其特征在于,一个所述磁极区域具有两个所述磁钢槽(30),每个所述磁钢槽(30)具有与同一所述磁极区域中的另一个所述磁钢槽(30)相邻的第一磁钢槽端部(32a)以及还具有与另一个所述磁极区域相邻的第二磁钢槽端部(32b),所述第二磁钢槽端部(32b)处设置有与所述磁钢槽(30)相连通的隔磁桥孔(33),同一所述磁极区域中的两个所述隔磁桥孔(33)的相向的内端面之间的夹角为 μ ,其中, $\mu \geq 0.8\tau$ 。

10. 根据权利要求1所述的转子铁芯,其特征在于,所述第一凹槽(21)的径向方向上的所述深度为 S_2 ,其中, $0.66\delta \leq S_2 \leq \delta$, δ 为气隙长度。

11. 根据权利要求9所述的转子铁芯,其特征在于,同一所述磁极区域中的两个所述第一磁钢槽端部(32a)之间还设置有与两个所述磁钢槽(30)相连通的连接部(34),所述连接部(34)具有朝向所述铁芯本体(10)的外边缘突起的弧形段(35)。

12. 根据权利要求9所述的转子铁芯,其特征于,所述磁钢槽(30)具有相对设置的第一磁钢槽壁(36)和第二磁钢槽壁(37),位于所述第一磁钢槽端部(32a)处的所述第一磁钢槽

壁(36)朝向所述第二磁钢槽壁(37)的方向弯折延伸以形成第一止挡部(38);位于所述第二磁钢槽端部(32b)处的所述第二磁钢槽壁(37)朝向所述第一磁钢槽壁(36)的方向弯折延伸以形成第二止挡部(39)。

13.根据权利要求2所述的转子铁芯,其特征在于,同一所述磁极区域中的多个所述磁钢槽(30)形成沿所述铁芯本体(10)的径向方向间隔距离逐渐增大的V形,所述V形的夹角为 θ ,其中, $90^{\circ} \leq \theta \leq 150^{\circ}$ 。

14.根据权利要求1所述的转子铁芯,其特征在于,所述第一凹槽(21)和所述第二凹槽(22)的槽底壁呈圆弧形并与所述铁芯本体(10)同心设置。

15.一种分布卷永磁同步电机,其特征在于,包括转子铁芯(50),所述转子铁芯(50)为权利要求1至14中任一项所述的转子铁芯。

16.根据权利要求15所述的分布卷永磁同步电机,其特征在于,所述永磁同步电机还包括定子铁芯(20),所述定子铁芯(20)设置有绕组线圈(60)和转子轴孔(70),所述转子铁芯(50)可转动地设置于所述定子铁芯(20)的内环中。

转子铁芯及具有其的永磁同步电机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种转子铁芯及具有其的永磁同步电机。

背景技术

[0002] 现有技术中的一种电机,转子外圆开有V型凹槽及切边槽,且切边槽不对称。其转子由多段轴向相互错位的铁芯组成,使得齿槽转矩与绕组产生的转矩相位 180° 来降低转矩脉动。但电机工艺复杂,不便于量产,而且由此可带来电机性能的下降,电机成本增加。

[0003] 现有技术中的另一种电机,其内置V型凹槽的永磁电机定子、转子结构,可以减少损耗,降低转矩脉动,降低噪声,提高电机效率。但对于该电机,没有考虑9槽6极分数槽电机产生的3阶电磁力引起的振动噪声问题,而且该方法不适合于分布卷电机。

发明内容

[0004] 本发明的主要目的在于提供一种能够降低振动噪声并提高工作性能的转子铁芯及具有其的永磁同步电机。

[0005] 为了实现上述目的,根据本发明的一个方面,提供了一种转子铁芯,包括:铁芯本体,铁芯本体的外周壁上沿铁芯本体的轴向方向开设有凹槽,凹槽包括相连通的第一凹槽和第二凹槽,第一凹槽沿铁芯本体径向方向上的深度大于第二凹槽沿铁芯本体径向方向上的深度。

[0006] 进一步地,转子铁芯还包括:多个磁钢槽,开设于铁芯本体上,磁钢槽中设置有磁钢,设置有磁钢的每两个相邻的磁钢槽形成一个磁极区域,相邻两个磁极区域之间具有磁间区域,凹槽设置于磁间区域处。

[0007] 进一步地,磁间区域的中心与铁芯本体的中心连线为Q轴,凹槽以Q轴对称设置。

[0008] 进一步地,凹槽包括一个第一凹槽和两个第二凹槽,Q轴通过第一凹槽的中心,两个第二凹槽以Q轴为对称轴分别设置于第一凹槽的两端。

[0009] 进一步地,凹槽为多个,多个凹槽沿铁芯本体的周向间隔均匀设置,同一磁极区域中还包括两个分别位于不同凹槽中的第二凹槽和两个分别位于不同凹槽中的部分第一凹槽。

[0010] 进一步地,同一磁极区域中的两个第二凹槽的相邻的端部与铁芯本体的中心之间的连线的夹角为 α ,其中, $0.33\tau \leq \alpha \leq 0.66\tau$, τ 为极距, $\tau = 180^\circ / p$, p 为电机极对数。

[0011] 进一步地,第二凹槽的深度为 S_1 ,其中, $0.33\delta \leq S_1 \leq 0.66\delta$, δ 为气隙长度。

[0012] 进一步地,磁间区域的中心与铁芯本体的中心连线为Q轴,同一磁极区域中的两个第一凹槽的相背离的端部与铁芯本体的中心之间的连线的夹角为 β ,其中, $0.66\tau < \beta \leq 0.8\tau$, τ 为极距, $\tau = 180^\circ / p$, p 为电机极对数。

[0013] 进一步地,一个磁极区域具有两个磁钢槽,每个磁钢槽具有与同一磁极区域中的另一个磁钢槽相邻的第一磁钢槽端部以及还具有与另一个磁极区域相邻的第二磁钢槽端部,第二磁钢槽端部处设置有与磁钢槽相连通的隔磁桥孔,同一磁极区域中的两个隔磁桥

孔的相向的内端面之间的夹角为 μ ,其中, $\mu \geq 0.8\tau$ 。

[0014] 进一步地,第一凹槽的径向方向上的深度为 S_2 ,其中, $0.66\delta \leq S_2 \leq \delta$, δ 为气隙长度。

[0015] 进一步地,同一磁极区域中的两个第一磁钢槽端部之间还设置有与两个磁钢槽相连通的连接部,连接部具有朝向铁芯本体的外边缘突起的弧形段。

[0016] 进一步地,磁钢槽具有相对设置的第一磁钢槽壁和第二磁钢槽壁,位于第一磁钢槽端部处的第一磁钢槽壁朝向第二磁钢槽壁的方向弯折延伸以形成第一止挡部;位于第二磁钢槽端部处的第二磁钢槽壁朝向第一磁钢槽壁的方向弯折延伸以形成第二止挡部。

[0017] 进一步地,同一磁极区域中的多个磁钢槽形成沿铁芯本体的径向方向间隔距离逐渐增大的V形,V形的夹角为 θ ,其中, $90^\circ \leq \theta \leq 150^\circ$ 。

[0018] 进一步地,第一凹槽和第二凹槽的槽底壁呈圆弧形并与铁芯本体同心设置。

[0019] 根据本发明的另一方面,还提供了一种永磁同步电机,包括转子铁芯,转子铁芯为上述的转子铁芯。

[0020] 进一步地,永磁同步电机还包括定子铁芯,定子铁芯设置有绕组线圈和转子轴孔,转子铁芯可转动地设置于定子铁芯的内环中。

[0021] 应用本发明的技术方案,转子铁芯具有沿铁芯本体的径向方向上深度不同的第一凹槽和第二凹槽。第一凹槽处气隙最大,磁阻大,气隙磁密小,与定子齿槽作用力矩脉动减小,第一凹槽和第二凹槽的深度不同,通过第二凹槽过度,使得基波磁场增大而且更接近正弦,减小齿槽转矩,使得电机出力增大,谐波降低,降低电机电磁力及运行振动噪声。

附图说明

[0022] 构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0023] 图1示出了根据本发明的转子铁芯的结构示意图;

[0024] 图2示出了图1的A处放大图;

[0025] 图3示出了根据本发明的转子铁芯的一个磁极区域的部分结构示意图;

[0026] 图4示出了根据本发明的转子铁芯和定子铁芯的装配示意图;

[0027] 图5示出了现有技术方案与本发明的实施例的转矩对比图;

[0028] 图6示出了现有技术方案与本技术方案实施例的各频率径向电磁力对比图;

[0029] 图7示出了现有技术方案与本技术方案实施例的铁损曲线对比。

具体实施方式

[0030] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0031] 本发明的主要目的在于提供一种能够降低振动噪声并提高工作性能的转子铁芯及具有其的永磁同步电机。

[0032] 如图1所示,本发明提供了一种转子铁芯。

[0033] 具体地,如图1至图3所示,转子铁芯包括铁芯本体10,铁芯本体10的外周壁上沿铁芯本体10的轴向方向开设有凹槽20。凹槽20包括相连通的至少一个第一凹槽21和至少一个

第二凹槽22,第一凹槽21沿铁芯本体10径向方向上的深度 S_2 大于第二凹槽22沿铁芯本体10径向方向上的深度 S_1 。

[0034] 凹槽20处的第一凹槽21处气隙最大,磁阻大,气隙磁密小,与定子齿槽作用力矩脉动减小,第一凹槽21和第二凹槽22的深度不同,通过第二凹槽22过度,使得基波磁场增大而且更接近正弦,减小齿槽转矩,使得电机出力增大,谐波降低,降低电机电磁力及运行振动噪声。

[0035] 进一步地,第一凹槽21和第二凹槽22的槽底壁呈圆弧形并与铁芯本体10同心设置。凹槽的深度更易控制,深度均匀。通过转子磁极间凹槽,可有效降低磁阻脉动,降低齿槽转矩及转矩脉动,更易于进行控制,并有效降低振动噪声。

[0036] 如图1所示,转子铁芯还包括多个磁钢槽30,磁钢槽30开设于铁芯本体10上,磁钢槽30中设置有磁钢31。设置有磁钢31的每两个相邻的磁钢槽30形成一个磁极区域,相邻两个磁极区域之间具有间隔距离以形成磁间区域,凹槽20设置于磁间区域处。凹槽20处气隙较大,磁阻增大,磁场往磁间区域中心处集中,使得基波气隙磁场增大,基波磁场更接近正弦,减小齿槽转矩,使得电机出力增大,谐波降低,降低电机电磁力及运行振动噪声。

[0037] 进一步地,磁间区域的中心与铁芯本体10的中心连线为Q轴,凹槽20以Q轴对称设置。优选地,如图2和图3所示,凹槽20包括一个第一凹槽21和两个第二凹槽22,Q轴通过第一凹槽21的中心,两个第二凹槽22以Q轴为对称轴分别设置于第一凹槽21的两端。结构简单、稳定,易于实现,且可以有效降低磁极间的磁阻脉动,减小磁场突变,可以达到减小铁损及转矩脉动的目的。

[0038] 如图1所示,凹槽20为多个,多个凹槽20沿铁芯本体10的周向间隔均匀设置,同一磁极区域中还包括两个分别位于不同凹槽20中的第二凹槽22和两个分别位于不同凹槽20中的部分第一凹槽21。同一磁极区域中包括两个第二凹槽22,该两个第二凹槽22分别位于相邻的两个磁极区域中。同一磁极区域中还包括两个第一凹槽21,该两个第一凹槽21均不完整,分别是相邻的两个磁极区域中的第一凹槽21的一部分。

[0039] 如图1所示,同一磁极区域中的两个第二凹槽22的相邻的端部与铁芯本体10的中心之间的连线的夹角为 α ,其中, $0.33\tau \leq \alpha \leq 0.66\tau$, τ 为极距, $\tau = 180^\circ / p$, p 为电机极对数。

[0040] 优选地,如图3所示,第二凹槽22的深度为 S_1 ,其中, $0.33\delta \leq S_1 \leq 0.66\delta$, δ 为气隙长度。

[0041] 如图1所示,磁间区域的中心与铁芯本体10的中心连线为Q轴,同一磁极区域中的两个第一凹槽21的相背离的端部与铁芯本体10的中心之间的连线的夹角为 β ,其中, $0.66\tau < \beta \leq 0.8\tau$, τ 为极距, $\tau = 180^\circ / p$, p 为电机极对数。

[0042] 如图1和图3所示,一个磁极区域具有两个磁钢槽30,每个磁钢槽30具有与同一磁极区域中的另一个磁钢槽30相邻的第一磁钢槽端部32a以及还具有与另一个磁极区域相邻的第二磁钢槽端部32b。详细地,如图3所示,一个磁极区域里具有至少一组磁钢槽组,该组磁钢槽组包括两个磁钢槽30。每个磁钢槽30都具有第一磁钢槽端部32a和第二磁钢槽端部32b,该组磁钢槽组中的两个磁钢槽30的两个第一磁钢槽端部32a靠近设置,该组磁钢槽组中的两个磁钢槽30的两个第二磁钢槽端部32b背离设置。

[0043] 如图1所示,第二磁钢槽端部32b处设置有与磁钢槽30相连通的隔磁桥孔33,同一磁极区域中的两个隔磁桥孔33的相向的内端面之间的夹角为 μ ,其中, $\mu \geq 0.8\tau$ 。

[0044] 进一步地,如图2和图3所示,第一凹槽21的径向方向上的深度为 S_2 ,其中, $0.66\delta \leq S_2 \leq \delta$, δ 为气隙长度。

[0045] 如图3所示,同一磁极区域中的两个第一磁钢槽端部32a之间还设置有与两个磁钢槽30相连接部34,连接部34具有朝向铁芯本体10的外边缘突起的弧形段35。

[0046] 优选地,如图3所示,磁钢槽30具有相对设置的第一磁钢槽壁36和第二磁钢槽壁37,位于第一磁钢槽端部32a处的第一磁钢槽壁36朝向第二磁钢槽壁37的方向弯折延伸,弯折延伸的部分形成第一止挡部38。位于第二磁钢槽端部32b处的第二磁钢槽壁37朝向第一磁钢槽壁36的方向弯折延伸以形成第二止挡部39。第一止挡部38和第二止挡部39为磁钢槽30的顶肩结构,或者说第一止挡部38和第二止挡部39为磁钢槽30的限位卡点,目的是为防止磁钢31移位振动。

[0047] 进一步地,同一磁极区域中的多个磁钢槽30形成沿铁芯本体10的径向方向间隔距离逐渐增大的V形,V形的夹角为 θ ,其中, $90^\circ \leq \theta \leq 150^\circ$ 。

[0048] 如图4所示,本发明还提供了一种分布卷永磁同步电机,包括转子铁芯50,转子铁芯为上述实施例中的转子铁芯。转子铁芯具有沿铁芯本体的径向方向上深度不同的第一凹槽和第二凹槽,可以有效降低电机铁损,提升电机效率。而且,齿槽转矩及转矩脉动小,径向电磁力小,可有效降低电机运行振动噪声。工艺易于实现,制造成本低。

[0049] 进一步地,如图4所示,永磁同步电机还包括定子铁芯20,定子铁芯20设置有绕组线圈60和转子轴孔70,转子铁芯50可转动地设置于定子铁芯20的内环中,其中,转子铁芯50上还开设有具有固定作用的铆钉孔80。

[0050] 具体地,在本实施例中结合36槽6极电机来阐述具体实施方式。

[0051] 图1为该电机的转子铁芯50的转子冲片结构图,如图3所示,电机由定子铁芯20及转子铁芯50组成,定子铁芯10上绕有绕组线圈60。转子铁芯50开有放置磁钢31的磁钢槽30,以及和转轴配合的转子轴孔70及铆钉孔80。磁钢槽30端部设有隔磁桥孔33,转子铁芯50的外周壁上开有第一凹槽21和第二凹槽22,第一凹槽21的深度要大于第二凹槽22。为防止磁钢31移位振动,磁钢31的两端均设有限位卡点即第一止挡部38和第二止挡部39,两块磁钢31间设有具有圆弧段35的连接部34以进一步减小此处漏磁。

[0052] 如图1所示,同一磁极下两个第二凹槽22间的角度为 α ,两个第一凹槽21间的角度为 β ,同一转子磁极下两个隔磁桥孔33间的角度为 μ ,同一磁极区域内磁钢槽30之间的夹角为 θ 。

[0053] 优选地,同一磁极区域内两个第二凹槽22之间的角度 α 要满足 $0.33\tau \leq \alpha \leq 0.66\tau$,其中 τ 为极距,即 $180^\circ/p$, p 为电机极对数。第二凹槽22的深度 S_1 满足 $0.33\delta \leq S_1 \leq 0.66\delta$,其中 δ 为气隙长度。气隙长度为转子铁芯50和定子铁芯20之间的间距。本实施例中的极距 τ 为两个相邻所述Q轴之间的角度。

[0054] 上述实施例中的设置可以保证 α 所对应的定子至少包含一个定子齿距以上,同时凹槽20处磁阻增大,磁场往磁极中心处集中,使得基波气隙磁场增大,基波磁场更接近正弦,减小齿槽转矩,使得电机出力增大,谐波降低,降低电机电磁力及运行振动噪声。同时第二凹槽22的深度 S_1 满足 $0.33\delta \leq S_1 \leq 0.66\delta$,即要求第二凹槽22深度不能太浅,太浅效果不明显。但是也不能太深,否则对转子气隙影响较大,导致电机出力下降,性能下降,达不到所需效果。

[0055] 进一步地,同一磁极区域内两个第一凹槽21之间的角度为 β ,角度 β 需要满足 $0.66\tau < \beta \leq \mu$, μ 为一极两端隔磁桥角度, $\mu \geq 0.8\tau$,即 $0.66\tau < \beta \leq 0.8\tau$,第一凹槽21的深度 $S2$ 满足 $0.66\delta \leq S2 \leq \delta$ 。

[0056] 在本实施例中,要求 β 要大于第二凹槽22间的角度 α 且小于 μ ,同时第一凹槽21的深度 $S2$ 要大于第二凹槽22的深度,小于气隙宽度。这样设计可以保证合适的第一凹槽21的尺寸,可以有效降低磁极间的磁阻脉动,减小磁场突变,可以达到减小铁损及转矩脉动的目的,降低电机电磁力及运行振动噪声。如果凹槽20中的第一凹槽21和第二凹槽22的尺寸大于要求范围,则电机降低转矩脉动效果不明显,或者电机出力不足导致电流增大,电机效率降低。

[0057] 在本实施例中,第一凹槽21及第二凹槽22均位于转子磁极间Q轴轴线上,而且沿转子铁芯的圆周均匀分布。

[0058] 进一步地,同一磁极由两块磁钢31构成V型结构,也可采用多块磁钢31构成V型结构,V型夹角 θ 满足 $90^\circ \leq \theta \leq 150^\circ$ 。永磁体安装成使他们的极性N、S在面向定子铁芯20的一侧上交替的安置,磁钢31充磁方向垂直磁钢面,这样的话使得两块磁钢31具有聚磁效果,使得磁场更向磁极中心集中,增加气隙磁场基波,降低齿槽转矩,当 $90^\circ \leq \theta \leq 150^\circ$ 时,其效果最好。

[0059] 如图5所示为原有技术方案与本技术方案实施例子转矩对比,在保证其他参数及磁钢用量相同的情况下,根据本技术方案进行优化实施后的转矩对比,可以看出,根据本技术方案进行优化后,电机转矩脉动下降61%,而且电机出力没有下降。降低转矩脉动可以有效降低电机振动噪声以及易于实现对电机进行精确控制,增加电机可靠性。

[0060] 如图6所示为原有技术方案与本技术方案实施例子各频率径向电磁力对比,可以看出,在采用该技术方案后,36f(电磁力频率,f为转子机械频率)径向电磁力下降明显,由此可明显降低该电磁力引起的振动噪声问题。

[0061] 如图7为原有技术方案与本技术方案实施例子铁损曲线对比,采用该技术方案后,铁损曲线脉动减小,铁损平均值大幅度减小,可以提升电机效率,降低电机铁损引起的温升,增加电机运行可靠性。

[0062] 从以上的描述中,可以看出,本发明上述的实施例实现了如下技术效果:

[0063] 凹槽20处的第一凹槽21处气隙最大,磁阻大,气隙磁密小,与定子齿槽作用力矩脉动减小,第一凹槽21和第二凹槽22的深度不同,通过第二凹槽22过度,使得基波磁场增大而且更接近正弦,减小齿槽转矩,使得电机出力增大,谐波降低,降低电机电磁力及运行振动噪声。

[0064] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

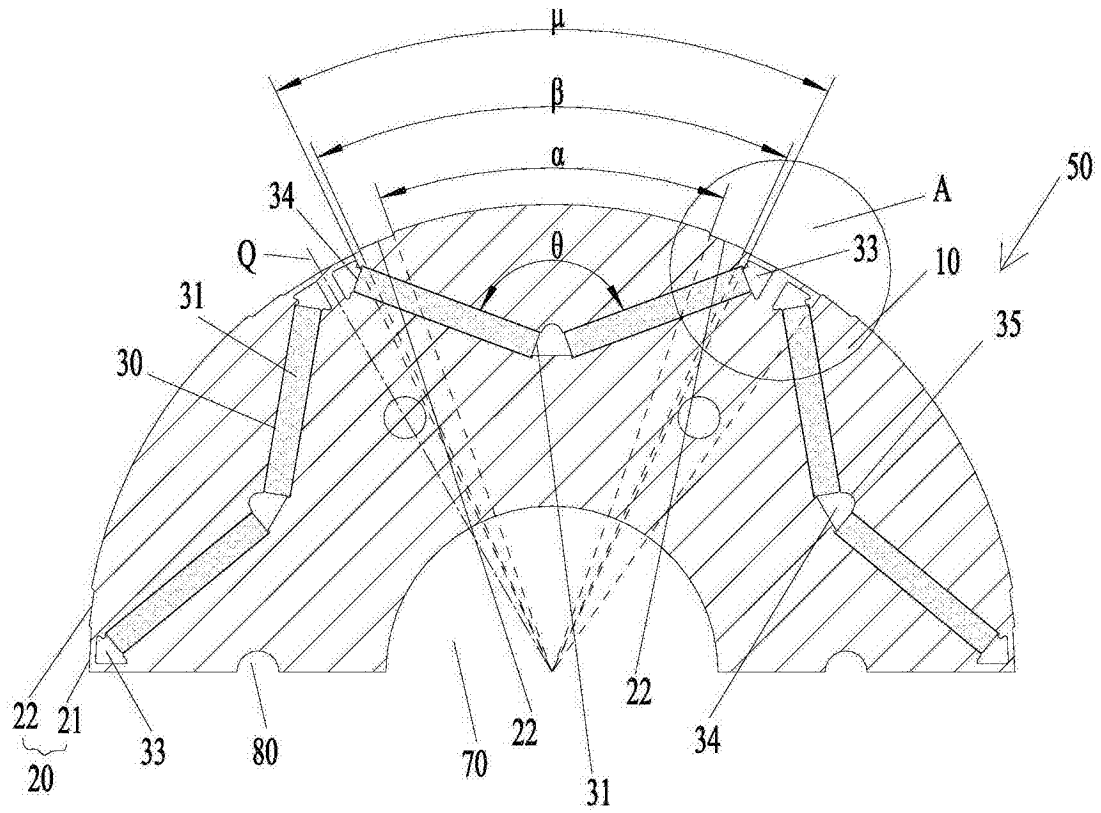


图1

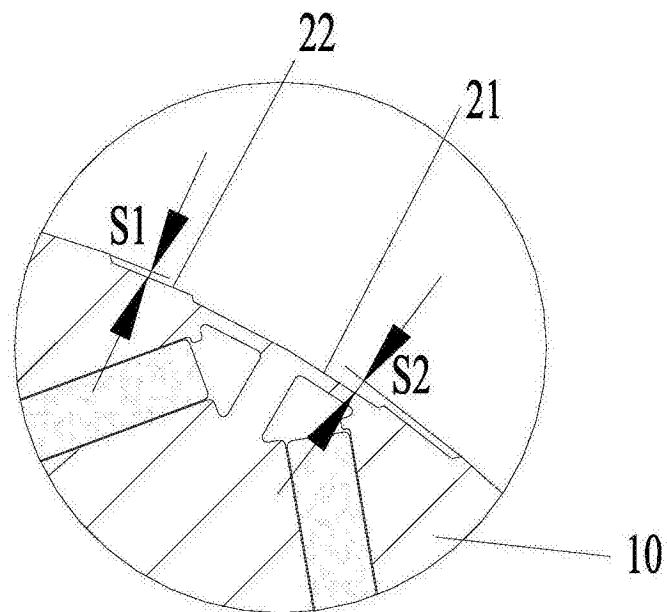


图2

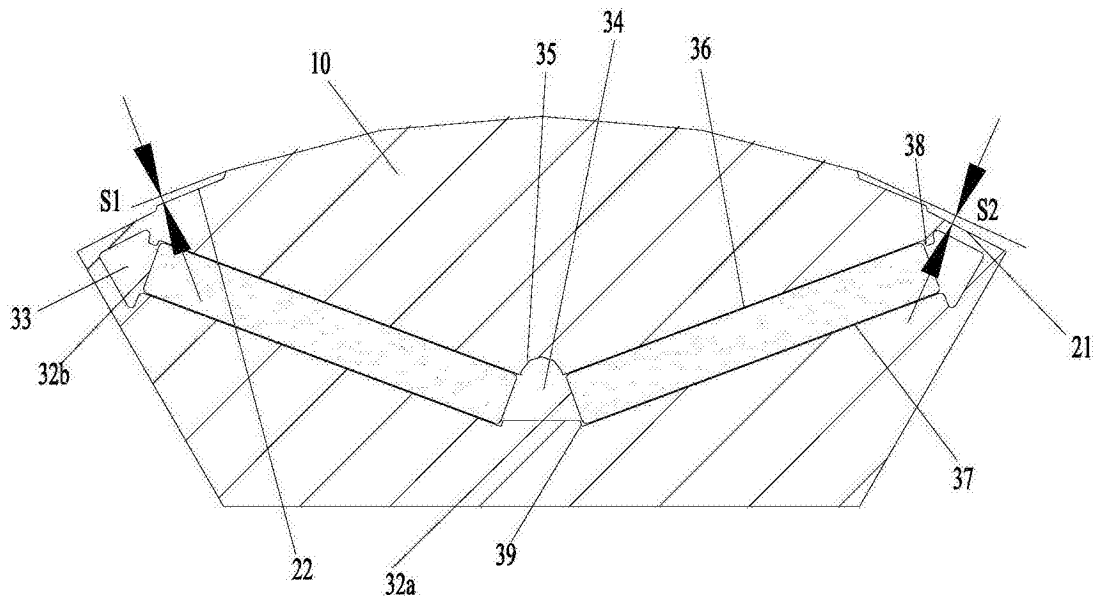


图3

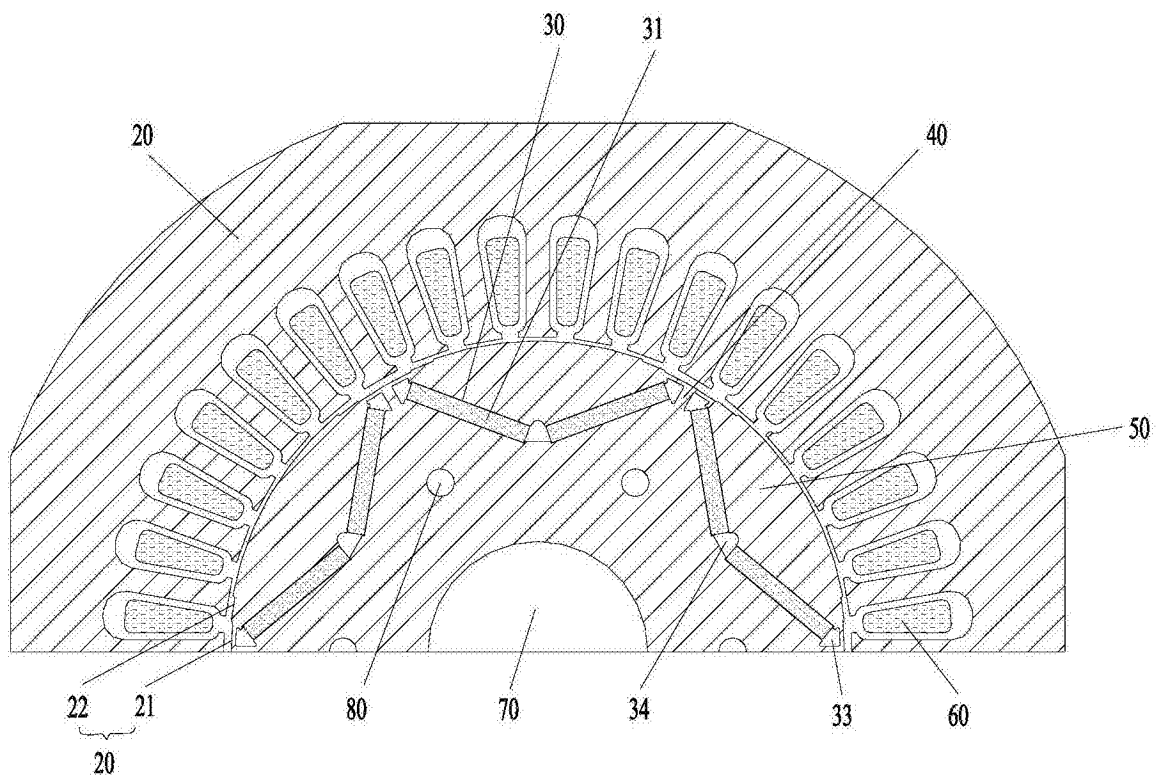


图4

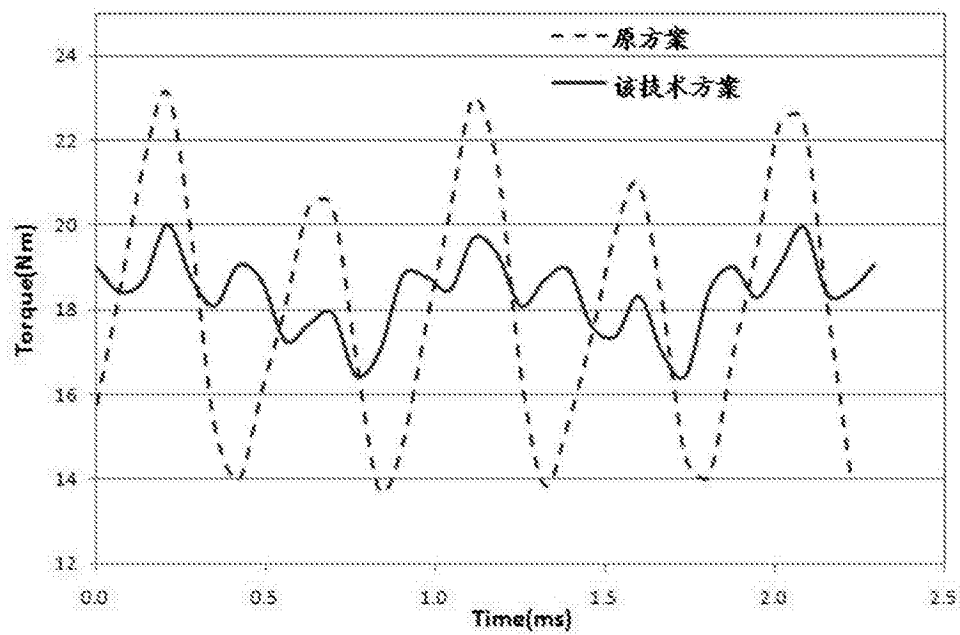


图5

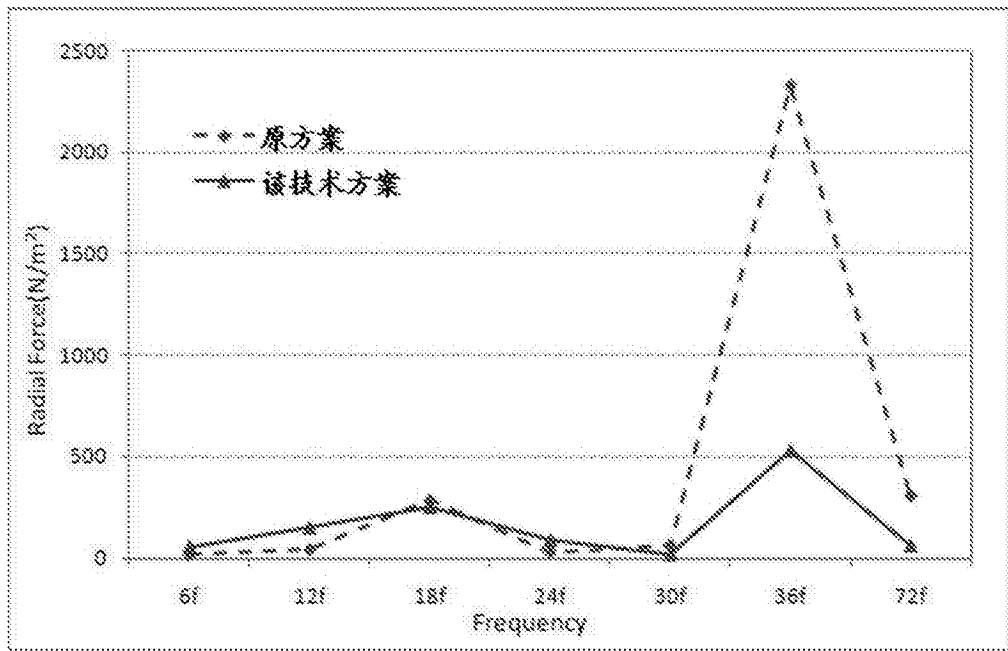


图6

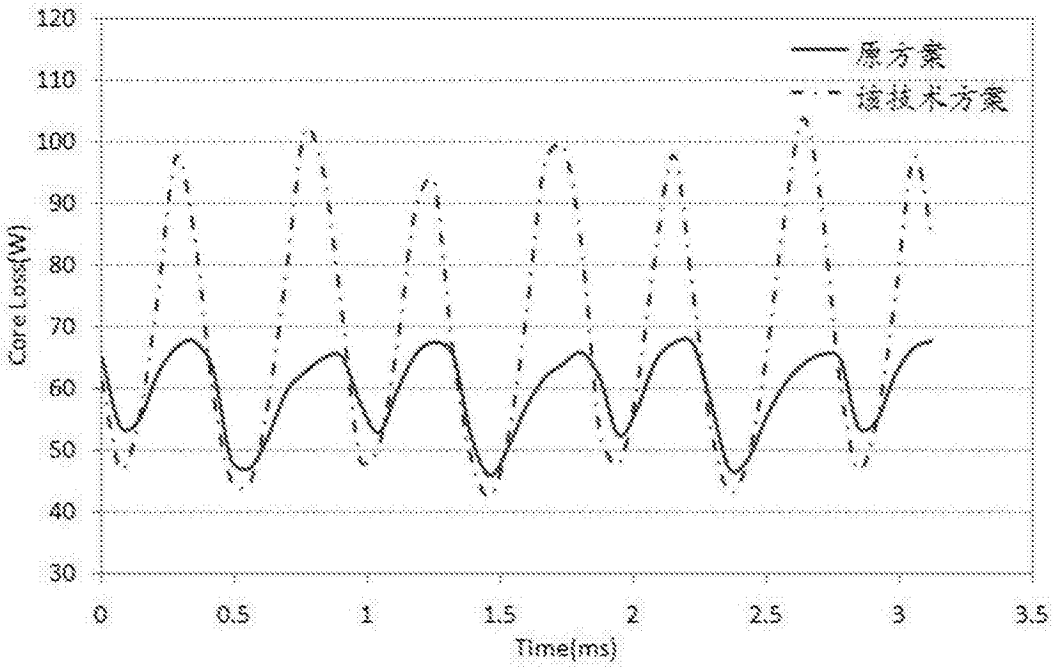


图7