



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 207612187 U

(45)授权公告日 2018.07.13

(21)申请号 201721879072.3

(22)申请日 2017.12.28

(73)专利权人 南京工程学院

地址 210000 江苏省南京市江宁科学园弘
景大道1号

(72)发明人 王坚

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所
(普通合伙) 32204

代理人 张婧

(51)Int.Cl.

H02K 49/04(2006.01)

H02K 49/10(2006.01)

H02K 1/26(2006.01)

H02K 1/27(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

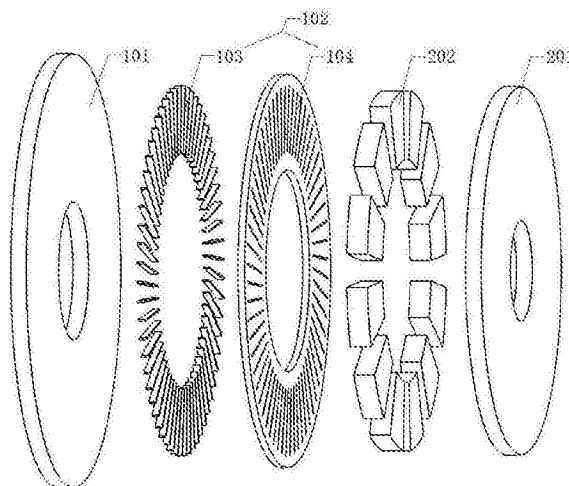
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)实用新型名称

带狭缝斜槽结构的轴向磁通永磁涡流联轴器
器

(57)摘要

本实用新型公开了一种带狭缝斜槽结构的轴向磁通永磁涡流联轴器,包括同一中心轴线设置的与动力源相连的导体转子和与负载相连的永磁转子,该永磁转子与导体转子之间相隔有空气隙;导体转子包括同一中心轴线设置的导体背铁盘和靠近永磁转子的复合结构导体盘,该复合结构导体盘包括一体结构的导体盘本体,该导体盘本体上周向均匀开设有相对于径向倾斜设置的狭缝斜槽、每一狭缝斜槽内填充有铁磁楔子;永磁转子包括永磁体背铁盘和设于该永磁背铁盘上的永磁体阵列。在任意转差速度条件下,本实用新型带狭缝斜槽结构的轴向磁通永磁涡流联轴器的电磁转矩密度高于传统结构轴向磁通永磁涡流联轴器,并且能够有效抑制由齿槽效应引起的转矩脉动及电磁噪声。



1. 一种带狭缝斜槽结构的轴向磁通永磁涡流联轴器,其特征在于:包括同一中心轴线设置的与动力源相连的导体转子(1)和与负载相连的永磁转子(2),该永磁转子(2)与导体转子(1)之间相隔有空气隙;所述导体转子(1)包括同一中心轴线设置的导体背铁盘(101)和靠近永磁转子(2)的复合结构导体盘(102),该复合结构导体盘(102)包括一体结构的导体盘本体(104),该导体盘本体(104)上周向均匀开设有相对于径向倾斜设置的狭缝斜槽(105)、每一狭缝斜槽(105)内填充有铁磁楔子(103);所述永磁转子(2)包括永磁体背铁盘(201)和设于该永磁背铁盘(201)上的永磁体阵列(202)。

2. 根据权利要求1所述的带狭缝斜槽结构的轴向磁通永磁涡流联轴器,其特征在于:所述狭缝斜槽(105)与径向的夹角为 $1^{\circ}\sim 12^{\circ}$ 。

3. 根据权利要求1或2所述的带狭缝斜槽结构的轴向磁通永磁涡流联轴器,其特征在于:所述狭缝斜槽(105)为贯穿槽,槽形可选择梯形、矩形或平行四边形中的一种或几种。

4. 根据权利要求3所述的带狭缝斜槽结构的轴向磁通永磁涡流联轴器,其特征在于:所述导体盘本体(104)上的狭缝斜槽(105)与相邻导条(106)的平均宽度比值为 $0.01\sim 0.2$ 。

5. 根据权利要求4所述的带狭缝斜槽结构的轴向磁通永磁涡流联轴器,其特征在于:所述导体盘本体(104)上的狭缝斜槽(105)与相邻导条(106)的平均宽度比值为 $0.01\sim 0.1$ 。

6. 根据权利要求1所述的带狭缝斜槽结构的轴向磁通永磁涡流联轴器,其特征在于:所述铁磁楔子(103)是由高导磁率硅钢片铁心或涂有绝缘层的高导磁率实心电工纯铁制成,该铁磁楔子(103)的轴向厚度与导体盘本体(104)的轴向厚度相同。

7. 根据权利要求1所述的带狭缝斜槽结构的轴向磁通永磁涡流联轴器,其特征在于:所述永磁体阵列(202)由若干个同心均布的呈偶数个磁极的永磁体构成,该永磁体阵列采用N、S极交替分布磁极阵列或海尔贝克永磁阵列。

8. 根据权利要求1所述的带狭缝斜槽结构的轴向磁通永磁涡流联轴器,其特征在于:所述导体盘本体(104)由高电导率的纯铜材料制成。

9. 根据权利要求1所述的带狭缝斜槽结构的轴向磁通永磁涡流联轴器,其特征在于:所述导体背铁盘(101)和永磁体背铁盘(201)是由高强度、高导磁率的电工纯铁材料制成。

带狭缝斜槽结构的轴向磁通永磁涡流联轴器

技术领域

[0001] 本实用新型涉及联轴器,尤其涉及一种带狭缝斜槽结构的轴向磁通永磁涡流联轴器。

背景技术

[0002] 永磁涡流传动技术实现了在驱动(电动机)侧和被驱动(负载)侧无机械连接情况下的转矩传递。永磁涡流联轴器将导体转子与电机轴连接,将永磁转子安装在负载轴上。导体转子随电动机旋转时,由于导体转子与永磁转子产生相对运动,从而生成涡流并产生切向电磁力即扭力,扭力由电机侧通过气隙传递给负载端。永磁涡流联轴器具有不产生电磁谐波、减振效果好、总成本低、维护费用低、使用寿命长等优点,在诸多工业领域具有广泛的应用前景。

[0003] 目前,已实现市场化的轴向磁通永磁涡流传动/制动装置采用的导体盘均为无槽结构的环状盘,这种结构方案的弊端在于导体区磁密不高,因此转矩密度相对较低。

[0004] 现有专利技术在借鉴传统电机铁心开槽结构及齿槽比经验值(0.5左右)基础上,提出了导体盘采用径向开槽结构即直槽,并在槽内填充实心铁磁材料。但是,实际运行时槽内填充材料中也将产生涡流,且这部分涡流对电磁转矩毫无贡献,却增加了涡流损耗。此外,尽管该结构方案提高了导体区的磁密幅值,但由于对电磁转矩有贡献有效导体涡流区大大缩小,导致该结构方案仅在高转差率/速度条件下转矩密度高于传统结构。由于永磁涡流联轴器通常工作于低转差速度情况下,因此限制了这种专利技术方案的实际应用。

[0005] 另一方面,导体盘开槽并填以高导磁材料后,轴向磁通永磁涡流联轴器将由于齿槽效应在运行时导致产生电磁噪声和转矩脉动,从而使电动机和负载设备承受的应力增大,缩短其使用寿命。因此,电磁转矩的平滑度是衡量永磁涡流传动装置动态性能和稳态性能的重要指标。但是,现有相关专利技术尚未涉及含齿槽结构轴向磁通永磁涡流传动装置的电磁噪声和转矩脉动问题。

[0006] 因此,亟待解决上述问题。

实用新型内容

[0007] 实用新型目的:本实用新型的目的是提供一种高转矩密度、低电磁噪声和转矩脉动的带狭缝斜槽结构的轴向磁通永磁涡流联轴器。

[0008] 技术方案:为实现以上目的,本实用新型公开了一种带狭缝斜槽结构的轴向磁通永磁涡流联轴器,包括同一中心轴线设置的与动力源相连的导体转子和与负载相连的永磁转子,该永磁转子与导体转子之间相隔有空气隙;所述导体转子包括同一中心轴线设置的导体背铁盘和靠近永磁转子的复合结构导体盘,该复合结构导体盘包括一体结构的导体盘本体,该导体盘本体上周向均匀开设有相对于径向倾斜设置的狭缝斜槽、每一狭缝斜槽内填充有铁磁楔子;所述永磁转子包括永磁体背铁盘和设于该永磁背铁盘上的永磁体阵列。

[0009] 其中,所述狭缝斜槽与径向的夹角为 $1^{\circ}\sim 12^{\circ}$ 。

- [0010] 优选的,所述狭缝斜槽为贯穿槽,槽形可选择梯形、矩形或平行四边形中的一种或几种。
- [0011] 优选的,所述导体盘本体上的狭缝斜槽与相邻导条的平均宽度比值为0.01~0.2。
- [0012] 进一步,所述导体盘本体上的狭缝斜槽与相邻导条的平均宽度比值为0.01~0.1。
- [0013] 优选的,所述铁磁楔子是由高导磁率硅钢片铁心或涂有绝缘层的高导磁率实心电工纯铁制成,该铁磁楔子的轴向厚度与导体盘本体的轴向厚度相同。
- [0014] 再者,所述永磁体阵列由若干个同心均布的呈偶数个磁极的永磁体构成,该永磁体阵列采用N、S极交替分布磁极阵列或海尔贝克永磁阵列。
- [0015] 进一步,所述导体盘本体由高电导率的纯铜材料制成。
- [0016] 优选的,所述导体背铁盘和永磁体背铁盘是由高强度、高导磁率的电工纯铁材料制成。
- [0017] 有益效果:与现有技术相比,本实用新型具有以下优点:首先本实用新型永磁涡流联轴器工作时,由于采用带有狭缝斜槽的导体盘本体,并在狭缝斜槽中填入铁磁楔子,减小了总体磁路磁阻,致使导体区域的磁密远高于传统结构永磁涡流装置;其次由于狭缝斜槽槽宽很小,铁磁楔子无论选用硅钢片还是实心铁心,工作时所产生涡流也非常微弱,可以忽略不计;因此最大限度地保留了对电磁转矩有贡献的有效导体涡流区域,从而实现在任意转差率/速度条件下,电磁力和电磁转矩密度大大增加;再者由于导体盘本体上开槽采用斜槽方式,通过选择合适的斜槽角度,使得导条与铁磁楔子组成的导体转子齿槽结构相对于永磁转子磁极倾斜一定角度设置,从而使得周向气隙磁导的平均值保持基本恒定,使气隙磁密不出现明显波动,能够保证高转矩密度的前提下有效抑制齿槽结构的转矩脉动,最终实现切向电磁力的稳定和电磁转矩的平滑输出,并能有效抑制电磁噪声和机械振动;此外本实用新型中导体盘的斜槽结构设计为沿直线而非螺旋线开槽,因此工艺简单、易于实现。

附图说明

- [0018] 图1是本实用新型的结构示意图;
- [0019] 图2是本实用新型的爆炸示意图;
- [0020] 图3是本实用新型中导体盘本体的结构示意图;
- [0021] 图4是本实用新型中铁磁楔子的分布示意图;
- [0022] 图5是本实用新型中不同的槽宽与导条宽比值下的转矩特性对比示意图;
- [0023] 图6是本实用新型中不同的斜槽与径向夹角下的转矩特性对比示意图;
- [0024] 图7是本实用新型与现有装置转矩特性对比示意图;
- [0025] 图8是本实用新型的转矩-时间关系对比示意图。

具体实施方式

- [0026] 下面结合附图对本实用新型的技术方案作进一步说明。
- [0027] 如图1所示,本实用新型的带狭缝斜槽结构的轴向磁通永磁涡流联轴器,包括同一中心轴线设置的导体转子1和永磁转子2,导体转子1与动力源即电机轴连接,永磁转子2安装在负载轴上,该永磁转子2与导体转子1之间相隔有空气隙。导体转子1随着电动机旋转时,由于导体转子1与永磁转子2产生相对运动,从而在导体盘中生成涡流并产生切向电磁

力即扭力,扭力由电机侧通过气隙传递给负载端,而改变永磁转子2和导体转子1之间气隙大小可以改变磁场的强度,可以实现对负载的无级调速。实际运行时,也可将永磁转子2与电机轴连接,导体转子1与负载轴连接。

[0028] 如图2所示,本实用新型中的导体转子1包括同一中心轴线设置的导体背铁盘101和靠近永磁转子2的复合结构导体盘102。该复合结构导体盘102包括一体结构的导体盘本体104,该导体盘本体104上周向均匀开设有相对于径向倾斜设置的狭缝斜槽105、每一狭缝斜槽105内填充有铁磁楔子103。狭缝斜槽105与径向的夹角为 $1^{\circ}\sim 12^{\circ}$ 。

[0029] 如图2和图3所示,本实用新型的狭缝斜槽105为贯穿槽,并沿周向顺时针或者逆时针均匀分布,槽形可选择梯形、矩形或平行四边形中的一种或几种。狭缝斜槽105与相邻导条106的平均宽度比值为 $0.01\sim 0.2$,优选取值范围在0.01和0.1之间。

[0030] 如图4所示,本实用新型的铁磁楔子103是由高导磁率硅钢片铁心或涂有绝缘层的高导磁率实心电工纯铁制成,该铁磁楔子轴向厚度与导体盘本体104的轴向厚度相同,导体盘本体104由高电导率的纯铜材料制成。

[0031] 永磁转子2包括永磁体背铁盘201和设于该永磁背铁盘201上的永磁体阵列202。其中永磁体阵列202由若干个同心均布的呈偶数个磁极的永磁体构成,永磁体阵列采用N、S极交替分布磁极阵列或海尔贝克永磁阵列(Halbach Array),导体背铁盘101和永磁体背铁盘201是由高强度、高导磁率电工纯铁材料制成。

[0032] 本实用新型带狭缝斜槽结构的轴向磁通永磁涡流联轴器的工作原理:首先本实用新型永磁涡流联轴器工作时,由于采用带有狭缝斜槽的导体盘本体,并在狭缝斜槽中填入铁磁楔子,减小了总体磁路磁阻,致使导体区域的磁密远高于传统结构永磁涡流装置;其次由于狭缝斜槽槽宽很小,铁磁楔子无论选用硅钢片还是实心铁心,工作时所产生涡流也非常微弱,可以忽略不计;因此最大限度地保留了对电磁转矩有贡献的有效导体涡流区域,从而实现任意转差率/速度条件下,电磁力和电磁转矩密度大大增加;再者由于导体盘本体上开槽采用斜槽方式,通过选择合适的斜槽角度,使得导条与铁磁楔子组成的导体转子齿槽结构相对于永磁转子磁极倾斜一定角度设置,从而使得周向气隙磁导的平均值保持基本恒定,使气隙磁密不出现明显波动,能够保证高转矩密度的前提下有效抑制齿槽结构的转矩脉动,最终实现切向电磁力的稳定和电磁转矩的平滑输出,并能有效抑制电磁噪声和机械振动。

[0033] 有效性分析

[0034] 如图5所示,本实用新型进行了4组不同的狭缝槽105与相邻导条106平均宽度比值情况下的转矩特性对比分析,槽宽与导条宽比值分别为0.01、0.1、0.2、0.25,所分析的永磁涡流联轴器基本参数如表1所示。

[0035] 其中,永磁体阵列采用N、S极交替分布磁极阵列,永磁体材料为钕铁硼N35SH,形状为扇形。导体盘材料为T2铜,永磁盘及导体盘的背铁均为DT4电工纯铁。联轴器输入端即电动机转速恒为1500rpm。

[0036] 表1轴向磁通永磁涡流联轴器参数

[0037]

参数	数值	单位	参数	数值	单位
永磁体内径	210	mm	永磁体外径	340	mm
永磁体厚度	20	mm	极弧比	0.65	

[0038]

永磁体背铁盘内径	95	mm	永磁体背铁盘外径	346	mm
永磁体剩磁	1.21	T	极数	12	
永磁体背铁盘厚度	15	mm	气隙长度	4	mm
导体盘本体内径	190	mm	导体盘本体外径	370	mm
导体背铁盘内径	130	mm	导体背铁盘外径	408	mm
导体盘本体厚度	6.5	mm	导体背铁盘厚度	15	mm

[0039] 如图5所示,本实用新型在宽度比值0.01~0.2范围内转矩特性较好,最大转矩数据偏差小于10%;在0.01~0.1范围内转矩特性趋于一致,且转矩特性最理想;在大于0.2时,在低速区的转矩明显低于比值范围0.01~0.2内转矩数据,例如,槽宽与导条宽比值为0.25时、转差速度为25rpm时所产生的转矩,比槽宽与导条宽比值为0.1情况下低15.6%;比值小于0.01,现有加工技术已很难实现,且由于此情况下铁磁楔子横截面面积锐减,磁阻增加,转矩也将下降。

[0040] 如图6所示,本实用新型进行了4组不同的狭缝斜槽105与径向的夹角(倾斜角)情况下的转矩特性对比分析,倾斜角分别为1°、8°、12°、16°。如图6所示,在1°~12°范围内转矩特性较好,最大转矩数据偏差小于10%;倾斜角大于12°时,在整个转速区域范围内,转矩将明显下降。

[0041] 本实用新型还通过比较不同结构轴向磁通永磁涡流联轴器的转矩-转差速度关系、转矩-时间关系,证明本实用新型的实际效果。

[0042] 利用三维有限元方法,分别计算采用狭缝斜槽结构导体盘(其狭缝槽105与相邻导条106的平均宽度比值为0.1,偏离径向方向的角度为4°)、普通开槽结构导体盘(取槽宽/导条宽度为0.4)、传统无槽结构导体盘的轴向磁通永磁涡流联轴器转矩-速度关系,计算结果如图7所示。如图7所示,在主要的转差速度区间范围内,本实用新型的狭缝斜槽结构导体盘轴向磁通永磁涡流联轴器所产生的电磁转矩均大大高于普通开槽结构导体盘和传统结构装置。

[0043] 图8给出了在相同的转差速度条件下(150rpm),上述狭缝斜槽结构和普通开槽结构导体盘永磁涡流联轴器的转矩-时间关系比较。如图8所示,本实用新型装置不仅比普通开槽结构装置的平均转矩高17%,并且由于采用了斜槽结构导体盘,运行时产生的转矩脉动远低于普通开槽结构导体盘永磁涡流联轴器,能够实现转矩平滑输出。

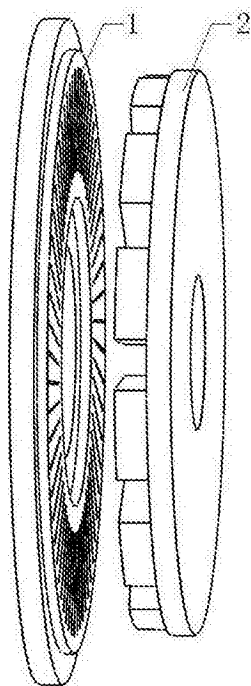


图1

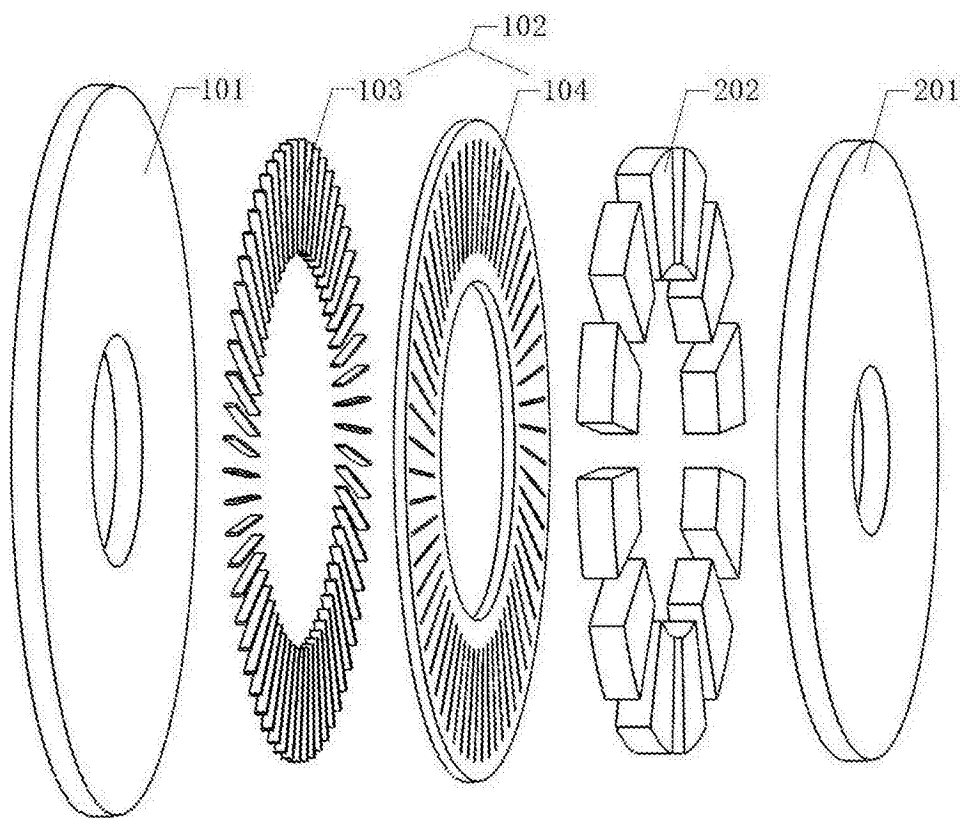


图2

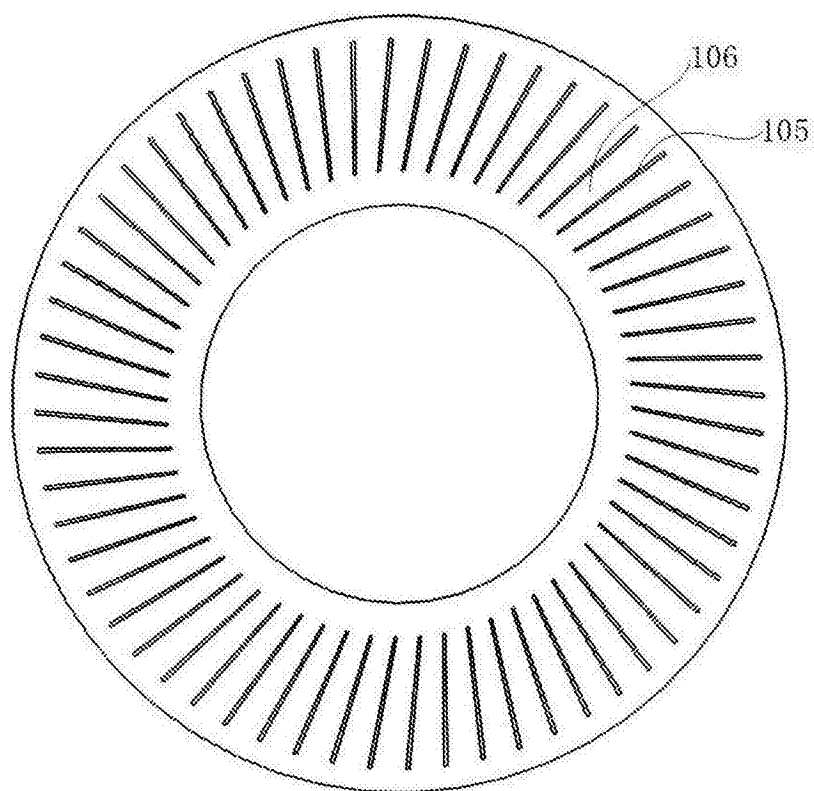


图3

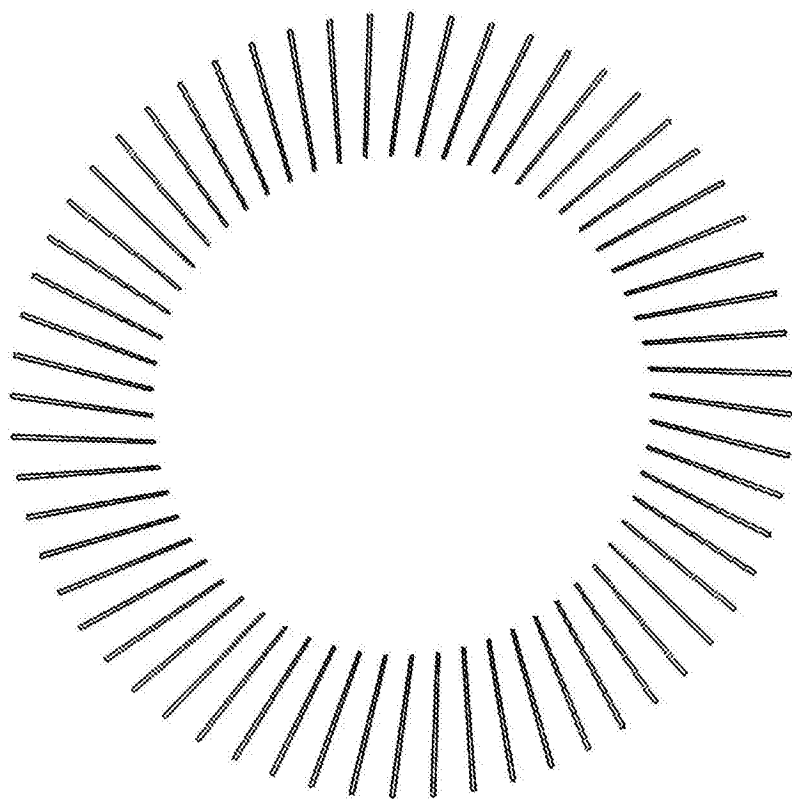


图4

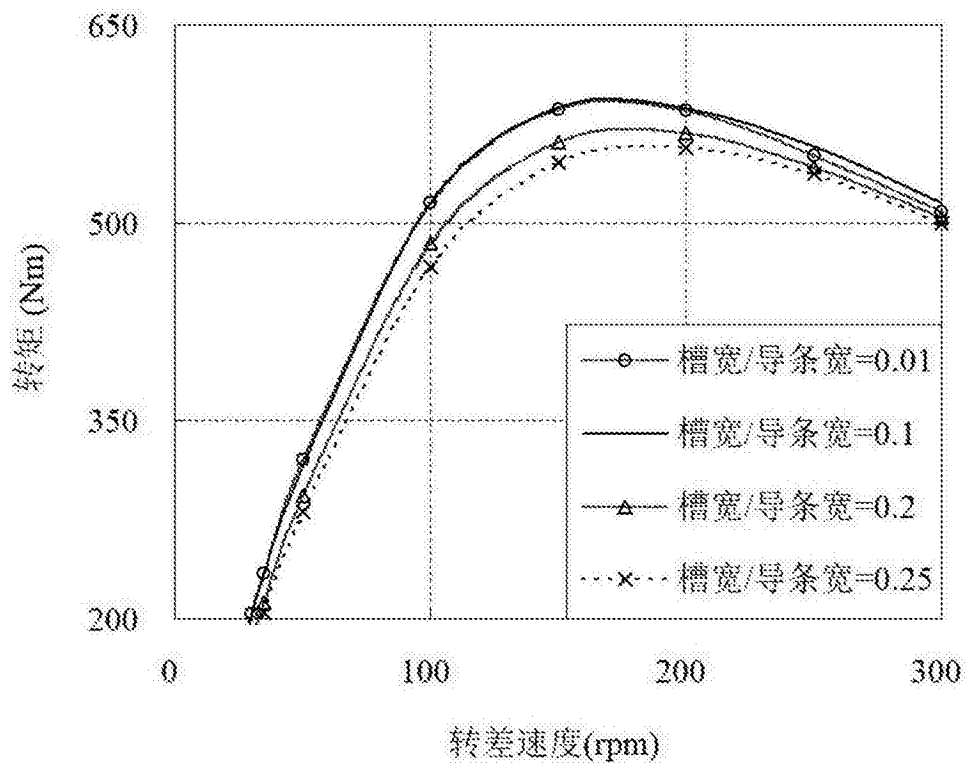


图5

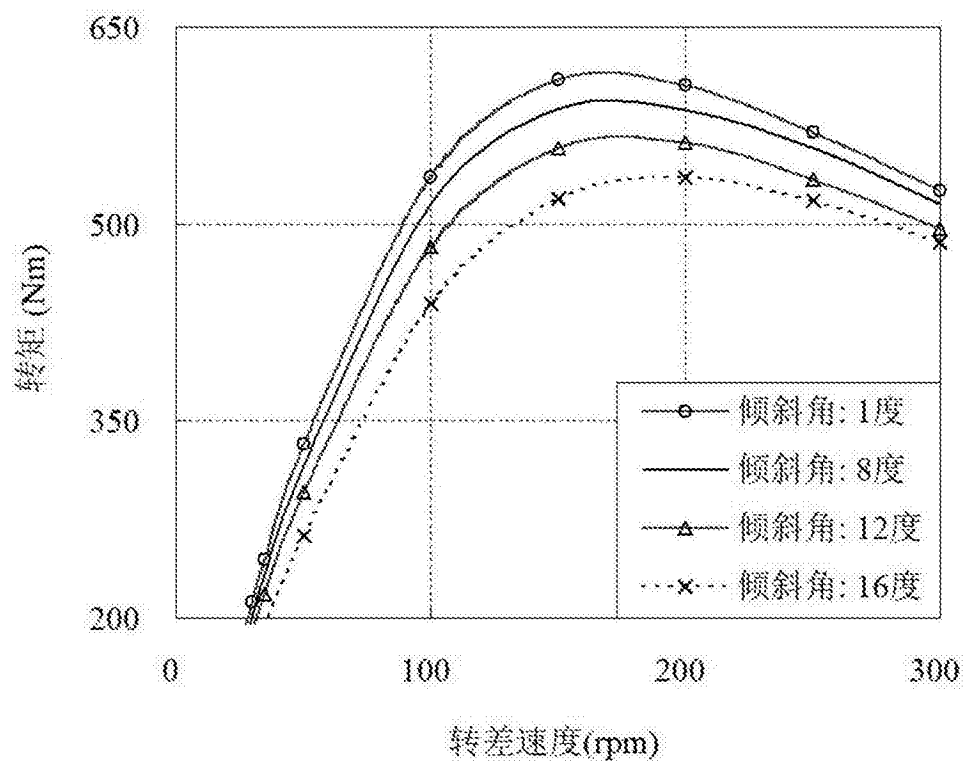


图6

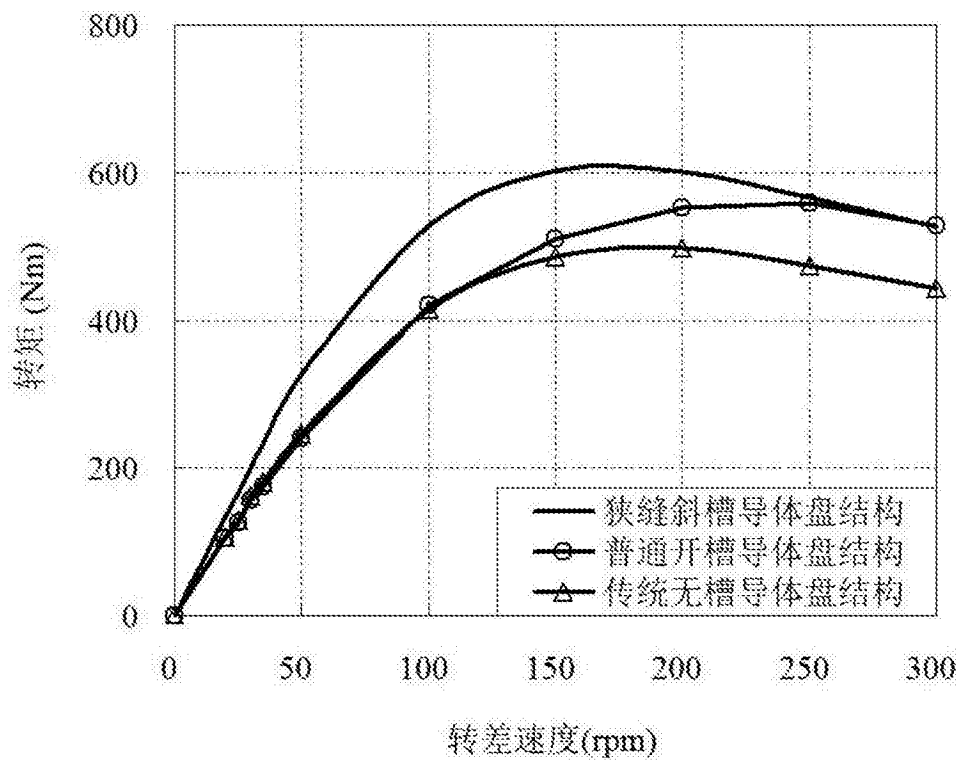


图7

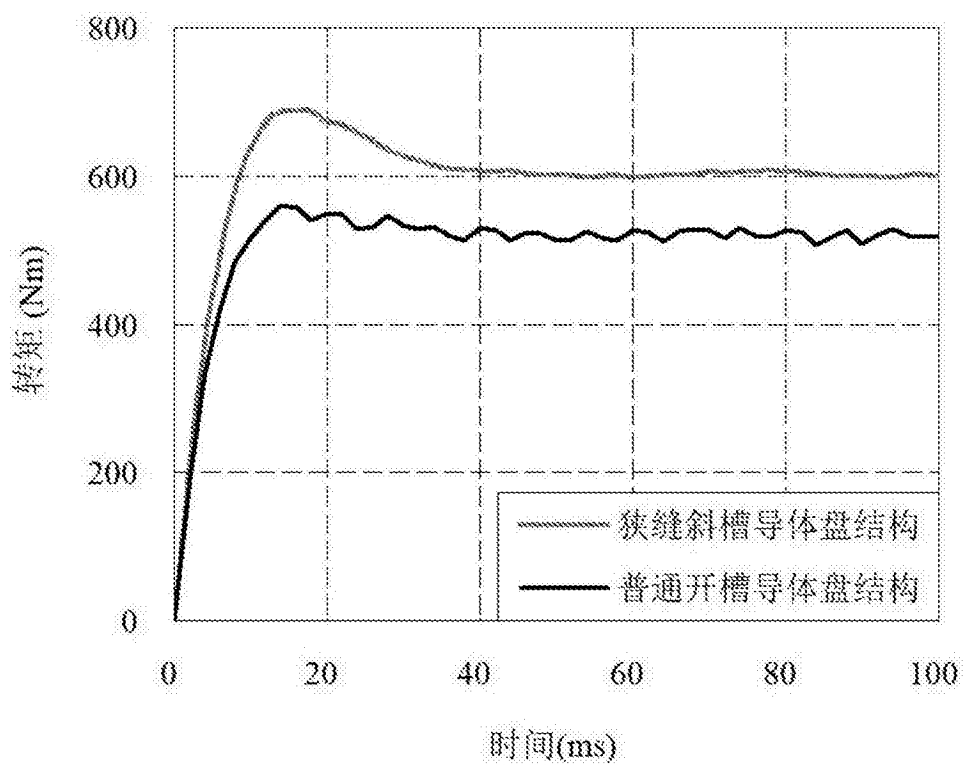


图8