



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108847725 B

(45)授权公告日 2019.12.31

(21)申请号 201810702158.1

H02K 1/22(2006.01)

(22)申请日 2018.06.30

H02N 15/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108847725 A

(56)对比文件

陈杰,邓智泉,杨艳.《无轴承开关磁阻电机质量偏心振动补偿》.《电工技术学报》.2016,第31卷(第18期),第14-19页.

(43)申请公布日 2018.11.20

(73)专利权人 淮阴工学院

地址 223005 江苏省淮安市经济开发区枚乘路1号

审查员 彭维娜

(72)发明人 张涛 陈万 鲁庆 丁祖军

丁卫红 唐中一 王业琴

(74)专利代理机构 淮安市科文知识产权事务所

32223

代理人 李锋

(51)Int.Cl.

H02K 1/12(2006.01)

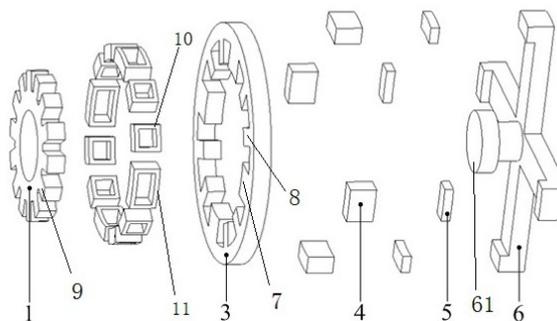
权利要求书1页 说明书3页 附图5页

(54)发明名称

一种定子永磁式薄片型无轴承开关磁阻电机

(57)摘要

本发明公开了一种定子永磁式薄片型无轴承开关磁阻电机,包括定子和转子,所述转子的边部设置有转子齿,所述定子由定子铁心、第一导磁桥、永磁体、第二导磁桥组成,所述定子铁心成环形,其内圈均匀布置有数个悬浮齿,相邻两个悬浮齿之间的定子铁心内圈均匀布置有数个转矩齿,所述悬浮齿和转矩齿上分别绕制有悬浮绕组、转矩绕组;所述转子同轴设置于定子铁心内腔,所述转子齿与悬浮齿、转矩齿间隔设置形成径向工作气隙,所述转子上同轴设置有中心孔;所述第二导磁桥由中心柱,以及均匀分布在中心柱同一圆周上的数根导磁臂组成,每根导磁臂上经永磁体连接有贴合定子铁心的第一导磁桥,所述中心柱插入中心孔,二者间隔设置形成中心工作气隙。



1. 一种定子永磁式薄片型无轴承开关磁阻电机,包括定子和转子(1),所述转子(1)的边部设置有均匀分布的转子齿(9),其特征在于:所述定子由定子铁心(3)、第一导磁桥(4)、永磁体(5)、第二导磁桥(6)组成,所述定子铁心(3)成环形,其内圈均匀布置有四个悬浮齿(7),相邻两个悬浮齿(7)之间的定子铁心(3)内圈均匀布置有数个转矩齿(8),所述悬浮齿(7)和转矩齿(8)上分别绕制有悬浮绕组(11)、转矩绕组(10);所述转子(1)同轴设置于定子铁心(3)内腔,所述转子齿(9)与悬浮齿(7)、转矩齿(8)间隔设置形成径向工作气隙,所述转子(1)上同轴设置有中心孔;所述第二导磁桥(6)由中心柱(61),以及均匀分布在中心柱(61)同一圆周上的数根导磁臂组成,每根导磁臂上经永磁体(5)连接有贴合定子铁心(3)的第一导磁桥(4),所述中心柱(61)插入中心孔,其外壁与中心孔内壁间隔设置形成中心工作气隙。

2. 如权利要求1所述的一种定子永磁式薄片型无轴承开关磁阻电机,其特征在于:所述中心柱(61)为外端粗、内端细的台阶形,所述数根导磁臂连接于中心柱(61)内端的同一圆周;所述中心柱(61)的外端插入中心孔,所述中心柱(61)的外端、转子(1)、定子铁心(3)的轴向厚度相等,且转子(1)的径向长度大于轴向厚度。

3. 如权利要求1所述的一种定子永磁式薄片型无轴承开关磁阻电机,其特征在于:所述悬浮齿(7)的宽度大于转矩齿(8)的宽度,且悬浮齿(7)的宽度大于电机一个极距;所述悬浮齿(7)与转子齿(9)之间的径向工作气隙的宽度小于转矩齿(8)与转子齿(9)之间的径向工作气隙的宽度。

## 一种定子永磁式薄片型无轴承开关磁阻电机

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电机制造技术领域,具体涉及一种定子永磁式薄片型无轴承开关磁阻电机。

### 背景技术

[0002] 无轴承电机具有无摩擦、磨损、无需润滑和密封,易于实现更高转速和更大功率运行,在航空航天、涡轮分子泵、飞轮储能、密封泵、高速电主轴等领域具有广阔的应用前景。无轴承电机主要分为无轴承异步(感应)电机、无轴承永磁同步电机和无轴承开关磁阻电机三种。特别是其中的无轴承开关磁阻电机具有结构简单,机械强度高、控制灵活、容错性能和鲁棒性好等优势,在电动汽车、航空航天、家用电器等领域具有广阔的应用前景。

[0003] 传统的无轴承开关磁阻电机是将磁轴承产生悬浮力的绕组集成到开关磁阻电机定子槽中,每个定子齿上均绕制两套绕组,即悬浮绕组和转矩绕组,且两者的极对数需满足 $P_M=P_B \pm 1$ 的关系时,通过协调控制转矩绕组和悬浮绕组电流,产生悬浮绕组磁场和转矩绕组磁场,两者相互叠加,使转子一侧气隙磁场增强,而相反方向的气隙磁场减弱来获得指向气隙磁场增强方向的径向悬浮力,转矩控制和悬浮控制之间存在强耦合。此外要实现转子五自由度稳定悬浮,必须采用轴向单自由度磁轴承、径向两自由度磁轴承、三自由度径向-轴向磁轴承和两自由度无轴承开关磁阻电机任意组合成五自由度无轴承开关磁阻电机驱动系统,体积庞大,轴向长度长,临界转速高,难以体现无轴承电机技术高转速和高功率密度的优势。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是克服现有的无轴承开关磁阻电机的不足,提供一种结构紧凑,悬浮控制与转矩控制相互独立,径向主动控制,而轴向被动控制的一种定子永磁式薄片型无轴承开关磁阻电机。

[0005] 本发明通过以下技术方案实现:

[0006] 一种定子永磁式薄片型无轴承开关磁阻电机,包括定子和转子,所述转子的边部设置有转子齿,所述定子由定子铁心、第一导磁桥、永磁体、第二导磁桥组成,所述定子铁心成环形,其内圈均匀布置有四个悬浮齿,相邻两个悬浮齿之间的定子铁心内圈均匀布置有数个转矩齿,所述悬浮齿和转矩齿上分别绕制有悬浮绕组、转矩绕组;所述转子同轴设置于定子铁心内腔,所述转子齿与悬浮齿、转矩齿间隔设置形成径向工作气隙,所述转子上同轴设置有中心孔;所述第二导磁桥由中心柱,以及均匀分布在中心柱同一圆周上的数根导磁臂组成,每根导磁臂上经永磁体连接有贴合定子铁心的第一导磁桥,所述中心柱插入中心孔,其外壁与中心孔内壁间隔设置形成中心工作气隙。

[0007] 本发明的进一步方案是,所述中心柱为外端粗、内端细的台阶形,所述数根导磁臂连接于中心柱内端的同一圆周;所述中心柱的外端插入中心孔,所述中心柱的外端、转子、定子铁心的轴向厚度相等,且转子的径向长度大于轴向厚度。

[0008] 本发明的进一步方案是,所述悬浮齿的宽度大于转矩齿的宽度,且悬浮齿的宽度大于电机一个极距;所述悬浮齿与转子齿之间的径向工作气隙小于定子转矩齿与转子齿之间的径向工作气隙。

[0009] 本发明与现有技术相比的优点在于:

[0010] 一、将定子内圆周的定子齿分为转矩齿和悬浮齿,转矩齿上绕制转矩绕组,悬浮齿上绕制悬浮绕组,转矩绕组和悬浮绕组均为集中式绕组,且悬浮齿与转子齿之间的气隙小于转矩齿与转子齿之间的气隙;由数个轴向磁化的永磁体为电机提供静态偏置磁通,悬浮绕组由直流电源供电为电机提供悬浮控制磁通,悬浮控制磁通调节静态偏置磁通,在转子上产生径向悬浮力,控制转子径向两自由度稳定悬浮;同时转子做成薄片状,轴向方向由永磁体产生的偏置磁通产生的磁阻力实现被动控制;

[0011] 二、与每个定子齿上设置有两套绕组的无轴承开关磁阻电机相比,悬浮控制、转矩控制相互独立,控制简单,易于实现;

[0012] 三、与普通五自由度无轴承电机相比,轴向长度更短,能够实现高速/超高速运行,且所需位移传感器较少,驱动电路较少,控制系统硬件简单;

[0013] 四、可广泛应用于飞轮储能、各种高速机床主轴电机和密封泵类、离心机、压缩机、高速小型硬盘驱动装置等高速直接驱动领域。

## 附图说明

[0014] 图1为本发明的结构爆炸图。

[0015] 图2为本发明的正视图。

[0016] 图3为本发明的后视图。

[0017] 图4为本发明的立体图。

[0018] 图5为本发明的侧视图。

[0019] 图6为本发明的悬浮绕组排列与接线示意图。

[0020] 图7为本发明的A相转矩绕组排列与接线示意图。

[0021] 图8为本发明的B相转矩绕组排列与接线示意图。

[0022] 图9为本发明的径向悬浮示意图。

[0023] 图10为本发明的轴向悬浮示意图。

[0024] 图11为本发明的倾斜方向悬浮示意图。

## 具体实施方式

[0025] 如图1~6所示的一种定子永磁式薄片型无轴承开关磁阻电机,包括定子和转子1,所述转子1的边部设置有12个转子齿9,所述定子由定子铁心3、转矩绕组10、悬浮绕组11、第一导磁桥4、永磁体5、第二导磁桥6沿轴向叠压而成,所述定子铁心3做成环形,其内圈的x方向和y方向布置有共计四个悬浮齿7,相邻两个悬浮齿7之间的定子铁心3内圈均匀布置有两个转矩齿8,所述悬浮绕组11、转矩绕组10分别绕制在悬浮齿7和转矩齿8上;所述悬浮齿7的宽度大于转矩齿8的宽度,且悬浮齿7的宽度大于电机一个极距;所述悬浮齿7与转子齿9之间的径向工作气隙小于定子转矩齿8与转子齿9之间的径向工作气隙;悬浮绕组11和转矩绕组10都为集中式绕组,其中转矩绕组10分为多相结构,转矩绕组通电形成磁阻力实现转子

旋转;所述转子1同轴设置于定子铁心3内腔,所述转子齿9与悬浮齿7、转矩齿8间隔设置形成径向工作气隙,所述转子1上同轴设置有中心孔;所述第二导磁桥6由外端粗、内端细成台阶形的中心柱61,以及成十字形均匀分布在中心柱61内端同一圆周上的四根导磁臂组成,每根导磁臂的外端朝向中心柱61外端的一面,经轴向磁化的永磁体5连接有贴合一个悬浮齿7所对应的定子铁心3外圈的第一导磁桥4,导磁臂的数量与悬浮齿7的数量相等;所述中心柱61的外端插入中心孔,其外壁与中心孔内壁间隔设置形成中心工作气隙,所述中心柱61的外端、转子1、定子铁心3的轴向厚度相等,且转子1的径向长度大于轴向厚度成薄片型。

[0026] 所述转子齿9和转矩齿8数量可调。

[0027] 悬浮原理是:如图9~11所示,轴向磁化的永磁体5为电机提供静态偏置磁通12,静态偏置磁通12的磁路为:从永磁体5的N极出发,通过第一导磁桥4、定子铁心3、径向工作气隙、转子1、中心工作气隙、第二导磁桥6回到永磁体5的S极。

[0028] 悬浮绕组11为直流电源供电,为电机提供悬浮控制磁通13,悬浮控制磁通13的磁路为:定子铁心3的一侧、径向工作气隙、转子1、定子铁心3的另一侧,再经过定子铁心3的定子轭,构成闭合回路;当转子1的中心轴线与定子铁心3的中心轴线不重合时,悬浮控制磁通13将产生磁阻力,将转子拉回平衡位置,实现电机转子轴向的被动控制;静态偏置磁通12、悬浮控制磁通13相互作用,在转子上产生径向两自由度悬浮力,根据现有技术,在定子上安装位移传感器,或通过无位移传感器算法,检测或辨识转子径向偏移量,构建径向位移闭环控制系统,实现径向主动控制而稳定悬浮。

[0029] 旋转原理是:如图7和图8所示,将转矩齿8上的转矩绕组10分为两相结构,分别对A相和B相先后通电,转矩绕组磁场在转矩齿和转子齿之间形成闭合路径,产生磁阻力,产生转矩,实现转子旋转。永磁体5采用磁性能良好的稀土永磁体或铁氧体永磁体制成,悬浮绕组11、转矩绕组10均采用导电良好的电磁线圈绕制后浸漆烘干而成;定子铁心3、转子1均由导磁性能良好的薄硅钢片沿轴向叠压而成;第一导磁桥4和第二导磁桥6是由导磁性能良好的整块材料制成。

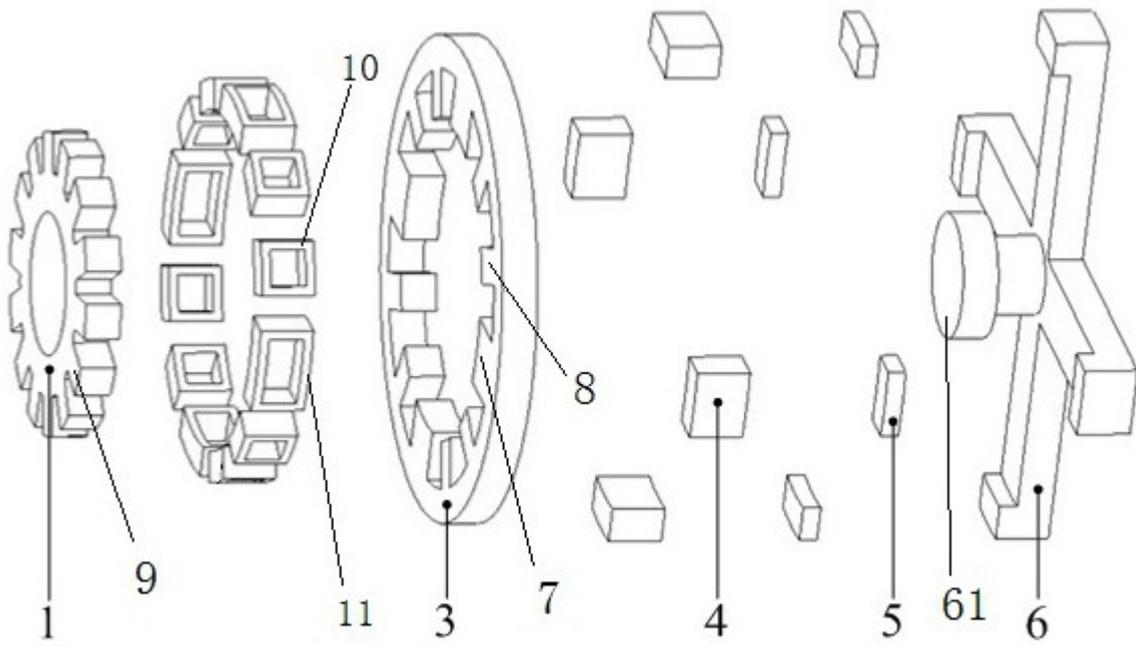


图1

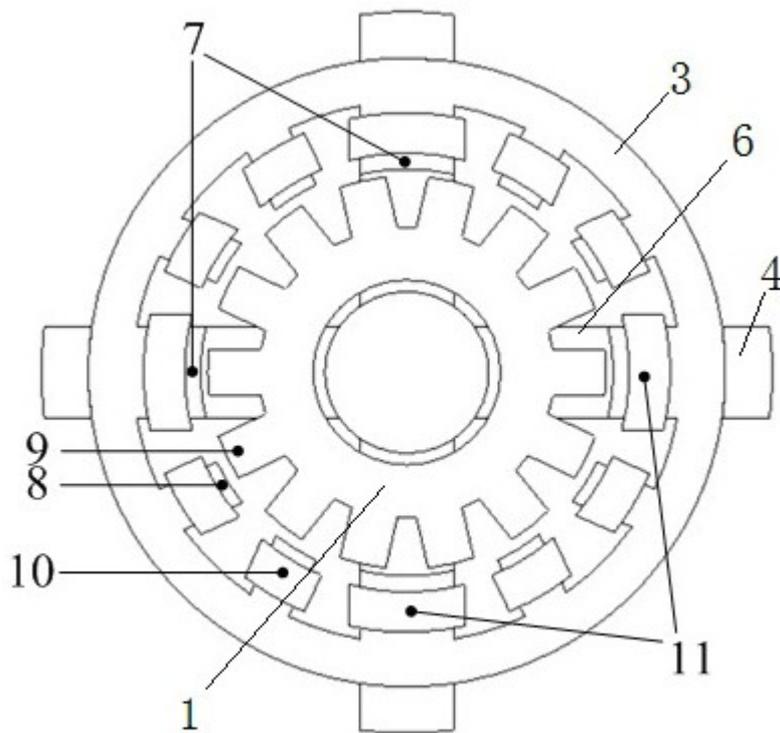


图2

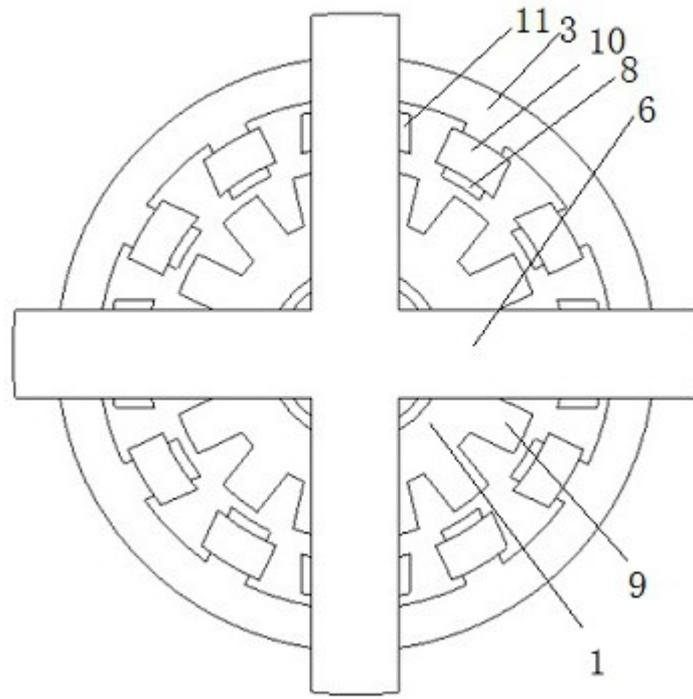


图3

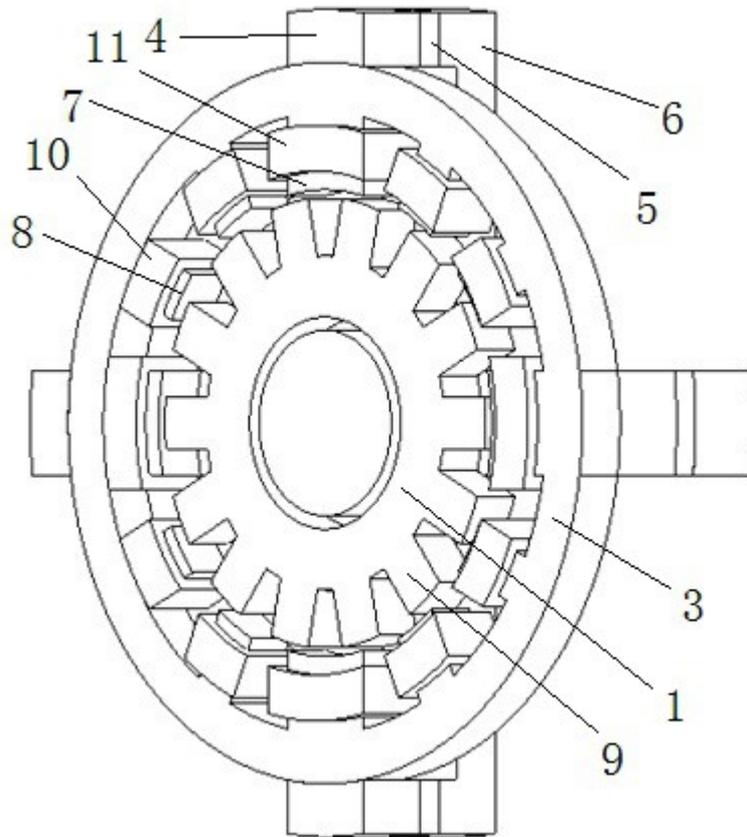


图4

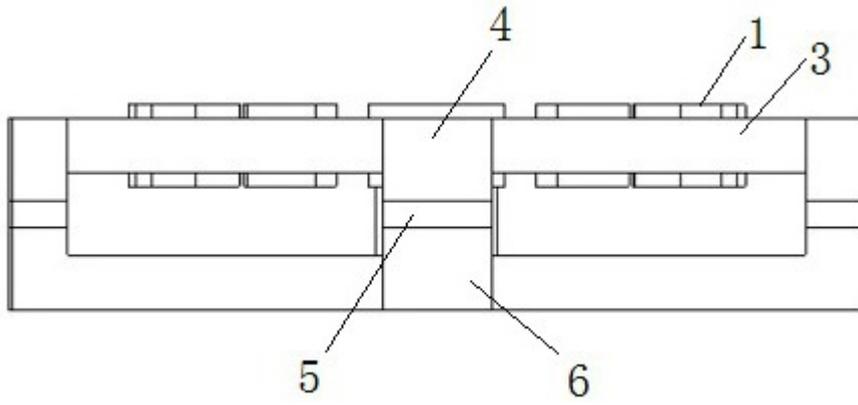


图5

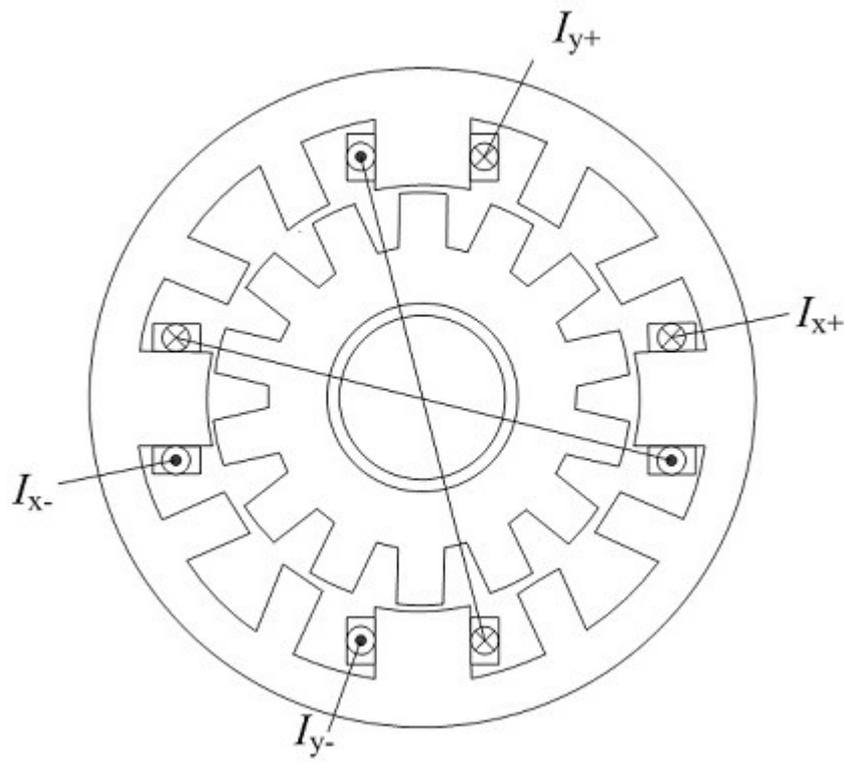


图6

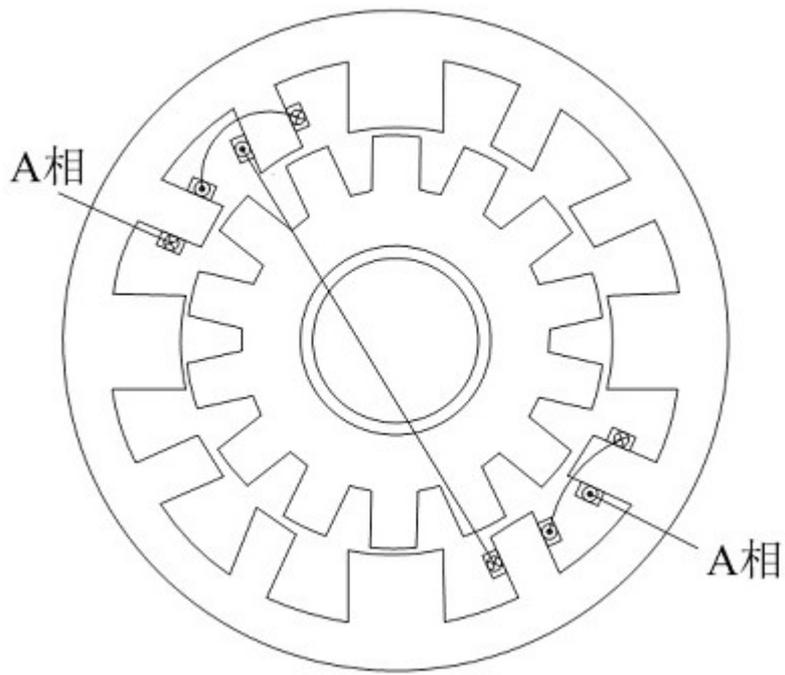


图7

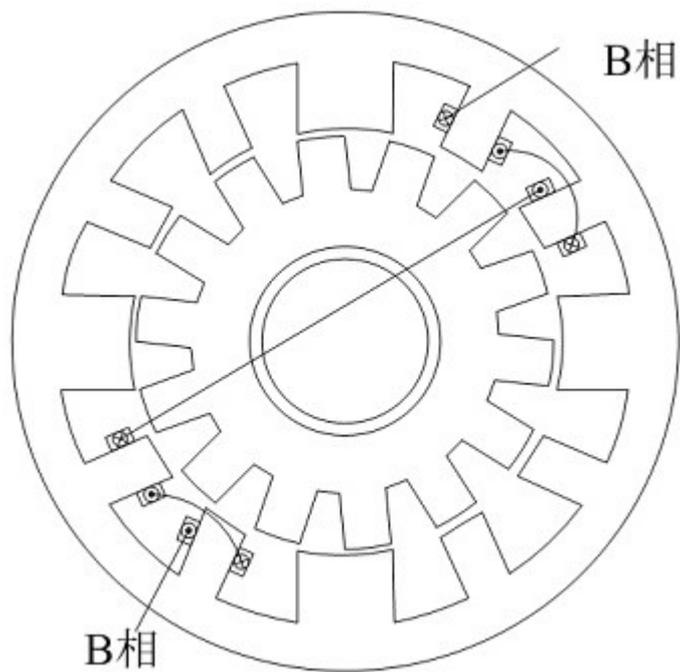


图8

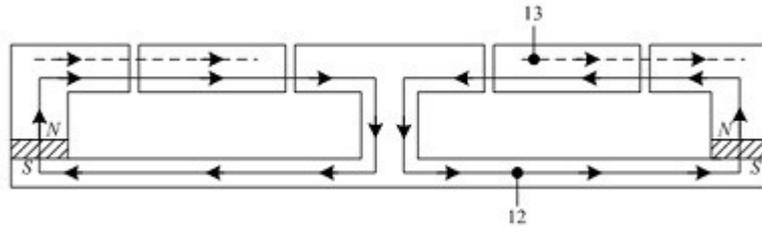


图9

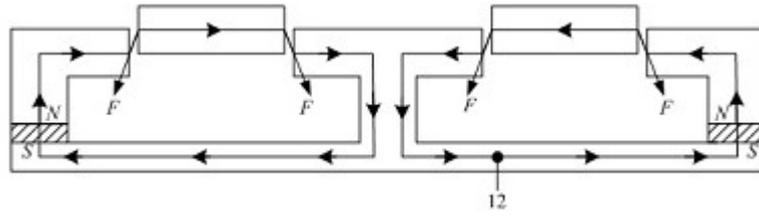


图10

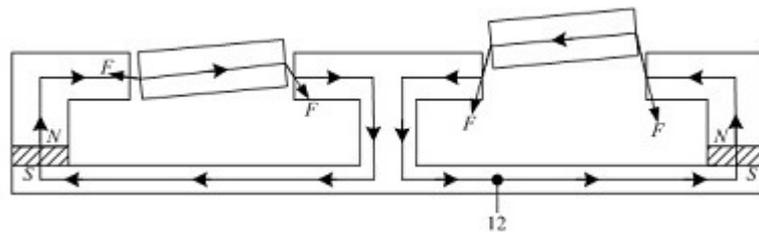


图11