



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106451979 B

(45)授权公告日 2019.11.19

(21)申请号 201510474238.2

(22)申请日 2015.08.05

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106451979 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(73)专利权人 香港理工大学

地址 中国香港九龙红磡

(72)发明人 牛双霞 刘玉龙 傅为农

(74)专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理

有限公司 44217

代理人 郭伟刚

(51)Int.Cl.

H02K 21/22(2006.01)

H02K 3/20(2006.01)

(56)对比文件

CN 103647423 A,2014.03.19,

CN 104184230 A,2014.12.03,

CN 104600881 A,2015.05.06,

WO 01/73922 A2,2001.10.04,

审查员 王敏希

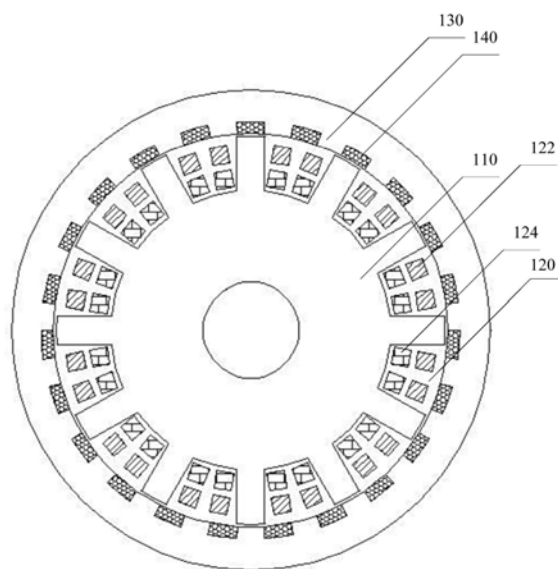
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

磁场调制式混合励磁电机

(57)摘要

本发明公开了一种磁场调制式混合励磁电机,包括定子和转子,其中定子包括定子铁心和绕组,绕组包括交流电枢绕组和直流励磁绕组,定子铁心设计为开口槽,交流电枢绕组和直流励磁绕组设置在定子铁心的开口槽内,转子包括转子铁心和转子永磁体,转子永磁体固定设置于转子铁心上,其中,交流电枢绕组同时与转子永磁体和直流励磁绕组产生的磁场互相作用。通过本发明提供的磁场调制式混合励磁电机,增强了气隙磁场的可调节性,扩展了电机的调速范围;通过将电枢绕组和励磁绕组皆置于定子中,使得转子部分仅由铁心和永磁体组成,避免了将绕组置于转子部分时导致的结构复杂性,提高了电机运行的可靠性,也利于电机绕组的散热。



1. 一种磁场调制式混合励磁电机, 其特征在于, 包括定子和转子, 其中所述定子包括定子铁心和绕组, 所述绕组包括交流电枢绕组和直流励磁绕组, 所述定子铁心设计为开口槽, 所述交流电枢绕组和所述直流励磁绕组设置在所述定子铁心的所述开口槽内, 所述转子包括转子铁心和转子永磁体, 所述转子永磁体固定设置于所述转子铁心上, 其中, 所述交流电枢绕组同时与所述转子永磁体和所述直流励磁绕组产生的磁场互相作用;

所述直流励磁绕组的极对数与所述定子铁心的齿数相等;

所述交流电枢绕组的极对数与所述定子铁心的齿数之和等于所述转子铁心的齿数。

2. 根据权利要求1所述的磁场调制式混合励磁电机, 其特征在于, 所述定子铁心和所述转子铁心由齿槽式硅钢片叠制而成, 所述转子铁心设计为开口槽。

3. 根据权利要求1所述的磁场调制式混合励磁电机, 其特征在于, 所述磁场调制式混合励磁电机为旋转电机, 所述定子铁心沿圆周方向且靠近所述转子的一侧开槽。

4. 根据权利要求3所述的磁场调制式混合励磁电机, 其特征在于, 所述转子永磁体沿半径向外方向充磁或者沿半径向内方向充磁。

5. 根据权利要求3所述的磁场调制式混合励磁电机, 其特征在于, 所述转子永磁体的极数与所述转子铁心的所述齿数相等。

6. 根据权利要求3所述的磁场调制式混合励磁电机, 其特征在于, 还包括定子永磁体, 所述定子永磁体设置在所述定子铁心的齿部顶端, 所述定子永磁体的极对数等于所述定子铁心的齿数。

7. 根据权利要求1所述的磁场调制式混合励磁电机, 其特征在于, 所述磁场调制式混合励磁电机为直线电机, 所述定子铁心沿垂直于所述转子向下的方向并贴近所述转子的一侧开槽。

8. 根据权利要求7所述的磁场调制式混合励磁电机, 其特征在于, 所述转子永磁体沿垂直于所述转子向上的方向充磁或者沿垂直于所述转子向下的方向充磁。

9. 根据权利要求7所述的磁场调制式混合励磁电机, 其特征在于, 在所述定子长度内, 所述转子永磁体的极数与所述转子铁心的所述齿数相等。

## 磁场调制式混合励磁电机

### 技术领域

[0001] 本发明涉及无刷同步电机领域,尤其涉及一种磁场调制式混合励磁电机。

### 背景技术

[0002] 电机是现代工业中重要的驱动部件,提高电机的性能对于工业的发展具有重要意义。相较于被广泛使用的异步电机,永磁同步电机具有低损耗、高功率密度以及高功率因数等优点。随着高性能永磁材料的发展,永磁同步电机的性能也不断提高,在对电机性能有较高要求的领域,永磁同步电机正得到日益广泛的应用。

[0003] 传统的永磁同步电机的气隙磁场主要由永磁体产生,由于永磁体的可调节性能不强,因而限制了电机的速度调节范围。为解决这一问题,混合励磁电机被国内外众多专家学者所提出。在混合励磁电机中,由永磁体以及励磁绕组同时产生气隙磁场,因而增强了混合励磁电机的磁场强度的可调节性能,同时混合励磁电机保留了永磁同步电机的高功率密度等优点。然而,相较于传统永磁同步电机,混合励磁电机的结构通常更复杂,在增加生产难度的同时也降低了电机的运行可靠性。

[0004] 磁场调制式永磁电机的基本工作原理,是通过在气隙中放置调磁铁块来使得气隙导磁率变得不均匀,从而使气隙磁场产生一定极对数的谐波分量,电机绕组就可以通过这些谐波分量与电机转子相互作用,达到转矩传递和变速的目的。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种磁场调制式混合励磁电机,以改进现有混合励磁电机结构复杂和可靠性低的缺点。

[0006] 本发明为了解决上述技术问题,采用的技术方案是:一种磁场调制式混合励磁电机,包括定子和转子,其中所述定子包括定子铁心和绕组,所述绕组包括交流电枢绕组和直流励磁绕组,所述定子铁心设计为开口槽,所述交流电枢绕组和所述直流励磁绕组设置在所述定子铁心的所述开口槽内,所述转子包括转子铁心和转子永磁体,所述转子永磁体固定设置于所述转子铁心上,其中,所述交流电枢绕组同时与所述转子永磁体和所述直流励磁绕组产生的磁场互相作用。

[0007] 优选地,所述定子铁心和所述转子铁心由齿槽式硅钢片叠制而成,所述转子铁心设计为开口槽。

[0008] 优选地,所述直流励磁绕组的极对数与所述定子铁心的齿数相等。

[0009] 优选地,所述磁场调制式混合励磁电机为旋转电机,所述定子铁心沿圆周方向且靠近所述转子的一侧开槽。

[0010] 优选地,所述转子永磁体沿半径向外方向充磁或者沿半径向内方向充磁。

[0011] 优选地,所述交流电枢绕组的极对数与所述定子铁心的齿数之和等于所述转子铁心的齿数,所述转子永磁体的极数与所述转子铁心的所述齿数相等。

[0012] 优选地,还包括定子永磁体,所述定子永磁体设置在所述定子铁心的齿部顶端,所

述定子永磁体的极对数等于所述定子铁心的齿数。

[0013] 优选地,所述磁场调制式混合励磁电机为直线电机,所述定子铁心沿垂直于所述转子向下的方向并贴近所述转子的一侧开槽。

[0014] 优选地,所述转子永磁体沿垂直于所述转子向上的方向充磁或者沿垂直于所述转子向下的方向充磁。

[0015] 优选地,在所述定子长度内,所述交流电枢绕组的极对数与所述定子铁心的齿数之和等于所述转子铁心的齿数,所述转子永磁体的极数与所述转子铁心的所述齿数相等。

[0016] 实施本发明实施例,具有如下有益效果:通过本发明提供的磁场调制式混合励磁电机,由永磁体和励磁绕组电流共同产生气隙磁场,增强了气隙磁场的可调节性,扩展了电机的调速范围;通过对励磁电流的方向和大小进行调节,即可以实现对气隙磁场的调节,从而适应电机不同运行状态的需要;此外,通过将电枢绕组和励磁绕组皆置于定子中,使得转子部分仅由铁心和永磁体组成,避免了将绕组置于转子部分时导致的结构复杂性,提高了电机运行的可靠性,也利于电机绕组的散热。

## 附图说明

[0017] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0018] 图1为本发明一实施例提供的磁场调制式混合励磁电机的结构示意图;

[0019] 图2为本发明另一实施例提供的磁场调制式混合励磁电机的结构示意图;

[0020] 图3为本发明再一实施例提供的磁场调制式混合励磁电机的结构示意图。

## 具体实施方式

[0021] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0022] 图1为本发明一实施例提供的磁场调制式混合励磁电机的结构示意图。如图1所示,磁场调制式混合励磁电机为旋转电机,包括由定子铁心110和绕组120构成的定子和由转子铁心130和转子永磁体140的转子。其中,定子铁心110设计为开口槽,沿圆周方向且靠近转子的一侧开槽。绕组120包括交流电枢绕组122和直流励磁绕组124,交流电枢绕组122和直流励磁绕组124设置在定子铁心110的开口槽内。转子铁心130设计为开口槽。转子永磁体140固定设置于转子铁心130上。

[0023] 进一步地,在本发明一实施例中,定子铁心110和转子铁心130由齿槽式硅钢片叠制而成。

[0024] 进一步地,在本发明一实施例中,直流励磁绕组124的极对数与定子铁心110的齿数相等,交流电枢绕组122的极对数与定子铁心110的齿数两者之和等于转子铁心130的齿数,转子永磁体140的极数与转子铁心130的齿数相等。

[0025] 进一步地,在本发明一实施例中,转子永磁体140的充磁方向相同,都沿半径向外方向充磁或者都沿半径向内方向充磁。

[0026] 具体而言,在工作时,在磁场调制式混合励磁电机的交流电枢绕组122中通入交流电,产生基波极对数为 $P$  ( $P$ 为交流电枢绕组122的极对数)的旋转磁场,由于 $M$ 个定子铁心110的齿部的存在导致气隙不均匀,使交流电枢绕组122的旋转磁场产生极对数为 $Z$  ( $Z$ 为转子铁心130的齿数,等于转子永磁体140的极数)的谐波分量,由于该谐波分量与转子永磁体140的基波磁场具有相同的极对数,使得交流电枢绕组122可以和转子永磁体140互相作用;类似地,转子永磁体140产生基波极对数为 $Z$ 的磁场,由于 $M$ 个定子铁心110的齿部的存在导致气隙不均匀,产生极对数为 $P$ 的谐波分量,由于该谐波分量与交流电枢绕组122具有相同的极对数,同样使得交流电枢绕组122和转子永磁体140互相作用。

[0027] 当在直流励磁绕组124中通入正向或反向电流时,产生基波极对数为 $M$ 的磁场,由于 $Z$ 个转子铁心130的齿部的磁导率远高于转子永磁体140的磁导率,使得气隙不均匀,从而使直流励磁绕组124产生的磁场产生极对数为 $P$ 的谐波分量,由于该谐波分量与交流电枢绕组122具有相同的极对数,使得直流励磁绕组124可以和交流电枢绕组122互相作用;类似地,在交流电枢绕组122中通入交流电后产生的基波极对数为 $P$ 的旋转磁场,在转子铁心130的齿部的调制作用下,产生极对数为 $M$ 的谐波分量,由于该谐波分量与直流励磁绕组124具有相同的极对数,同样使得直流励磁绕组124可以与交流电枢绕组122互相作用。

[0028] 由上所述可知,通过磁场调制原理,交流电枢绕组122可以同时与转子永磁体140及直流励磁绕组124产生的磁场互相作用,因此,磁场调制式混合励磁电机的气隙磁场由转子永磁体140和直流励磁绕组124的励磁电流共同决定。通过对励磁电流的方向和大小进行调节,即可以实现对气隙磁场的调节,从而使适应电机不同运行状态的需要。

[0029] 图2为本发明另一实施例提供的磁场调制式混合励磁电机的结构示意图。图2将结合图1描述,在图1和图2中,相同标号的元件具有相同的功能,在此不再赘述。如图2所示,磁场调制式混合励磁电机为旋转电机,与图1所示的磁场调制式混合励磁电机不同的是,磁场调制式混合励磁电机还包括设置在定子铁心110的齿部顶端的定子永磁体150,其中,定子永磁体150的极对数等于定子铁心110的齿数。通过将定子永磁体150设置在定子铁心110的齿部顶端,进一步提高了气隙磁场的密度,有利于提高电机的转矩输出。

[0030] 图3为本发明再一实施例提供的磁场调制式混合励磁电机的结构示意图。如图3所示,磁场调制式混合励磁电机为直线电机,包括由定子铁心310和绕组320构成的定子和由转子铁心330和转子永磁体340的转子(即动子,其作用与图1和图2中的转子相同,为描述方便起见,在此称为转子)。其中,定子铁心310设计为开口槽,沿垂直于转子向下的方向并贴近转子的一侧开槽。绕组320包括交流电枢绕组322和直流励磁绕组324,交流电枢绕组322和直流励磁绕组324设置在定子铁心310的开口槽内。转子铁心330设计为开口槽。转子永磁体340固定设置于转子铁心330上。

[0031] 进一步地,在本发明一实施例中,定子铁心310和转子铁心330由齿槽式硅钢片叠制而成。

[0032] 进一步地,在本发明一实施例中,直流励磁绕组324的极对数与定子铁心310的齿数相等,在定子长度内,交流电枢绕组322的极对数与定子铁心310的齿数两者之和等于转子铁心330的齿数,转子永磁体340的极数与转子铁心330的齿数相等。

[0033] 进一步地,在本发明一实施例中,转子永磁体340的充磁方向相同,都沿垂直于定子向上的方向充磁或者皆沿垂直于定子向下的方向充磁。

[0034] 本发明提供的磁场调制式混合励磁电机既可以用作电动机,也可以用作发电机。当其作为电动机运行时,励磁绕组通入直流电流,产生相对于转子静止的磁场,电枢绕组通入交流电流,产生相对于定子旋转的磁场,由于两个磁场的相互作用,稳定运行时转子将与定子磁场同步转动;另一方面,当其作为发电机运行时,励磁绕组通入直流电流,产生相对于转子静止的磁场,而转子在外部机械力的推动下转动,励磁磁场也随之转动,从而在定子绕组中产生感应电动势

[0035] 有利地,通过本发明提供的磁场调制式混合励磁电机,由转子永磁体和励磁绕组电流共同产生气隙磁场,增强了气隙磁场的可调节性,扩展了电机的调速范围;通过对励磁电流的方向和大小进行调节,即可以实现对气隙磁场的调节,从而适应电机不同运行状态的需要;此外,通过将电枢绕组和励磁绕组皆置于定子中,使得转子部分仅由铁心和转子永磁体组成,避免了将绕组置于转子部分时导致的结构复杂性,提高了电机运行的可靠性,也利于电机绕组的散热。

[0036] 以上所揭露的仅为本发明一种较佳实施例而已,当然不能以此来限定本发明之权利范围,本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分流程,并依本发明权利要求所作的等同变化,仍属于发明所涵盖的范围。

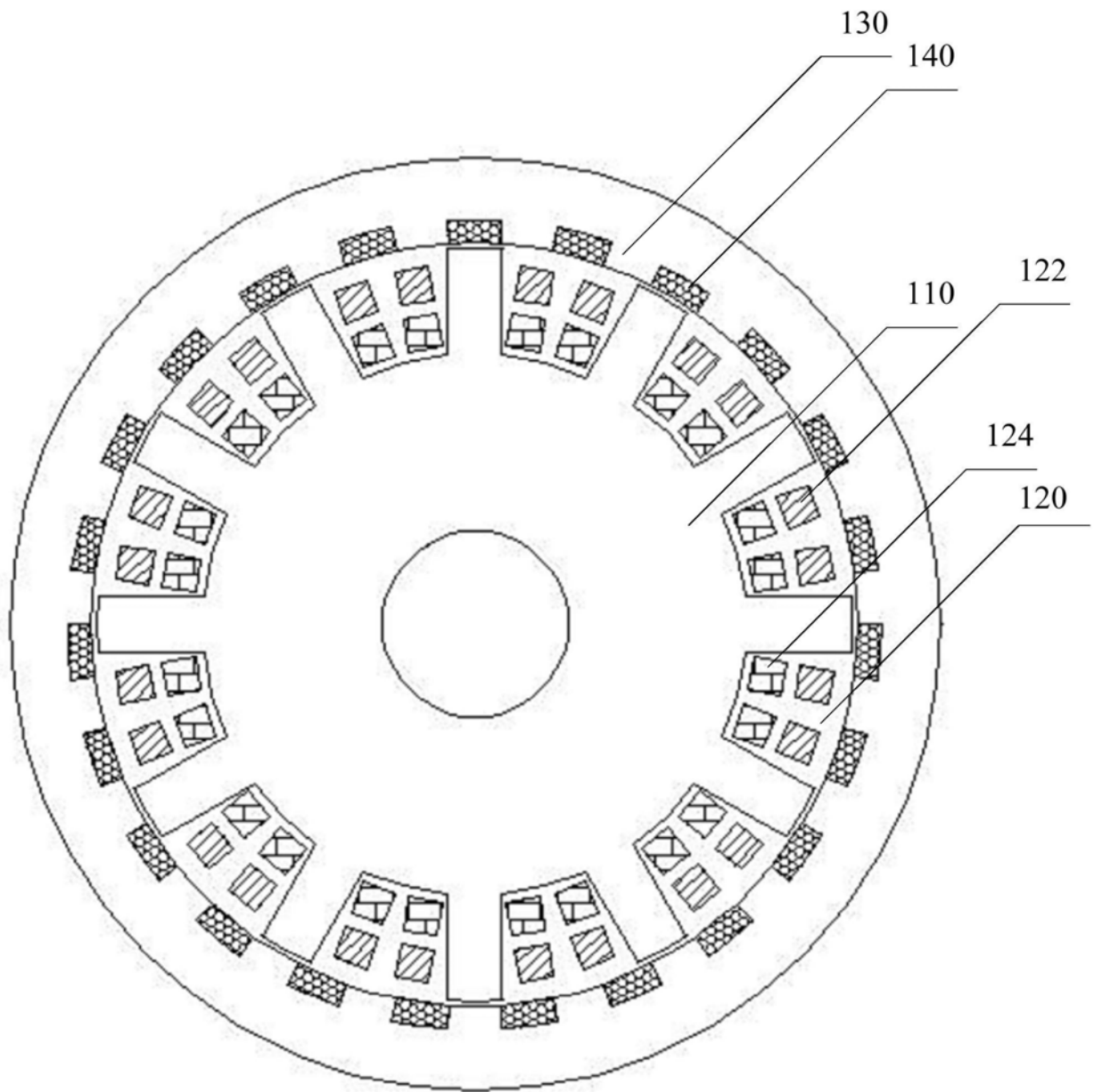


图1

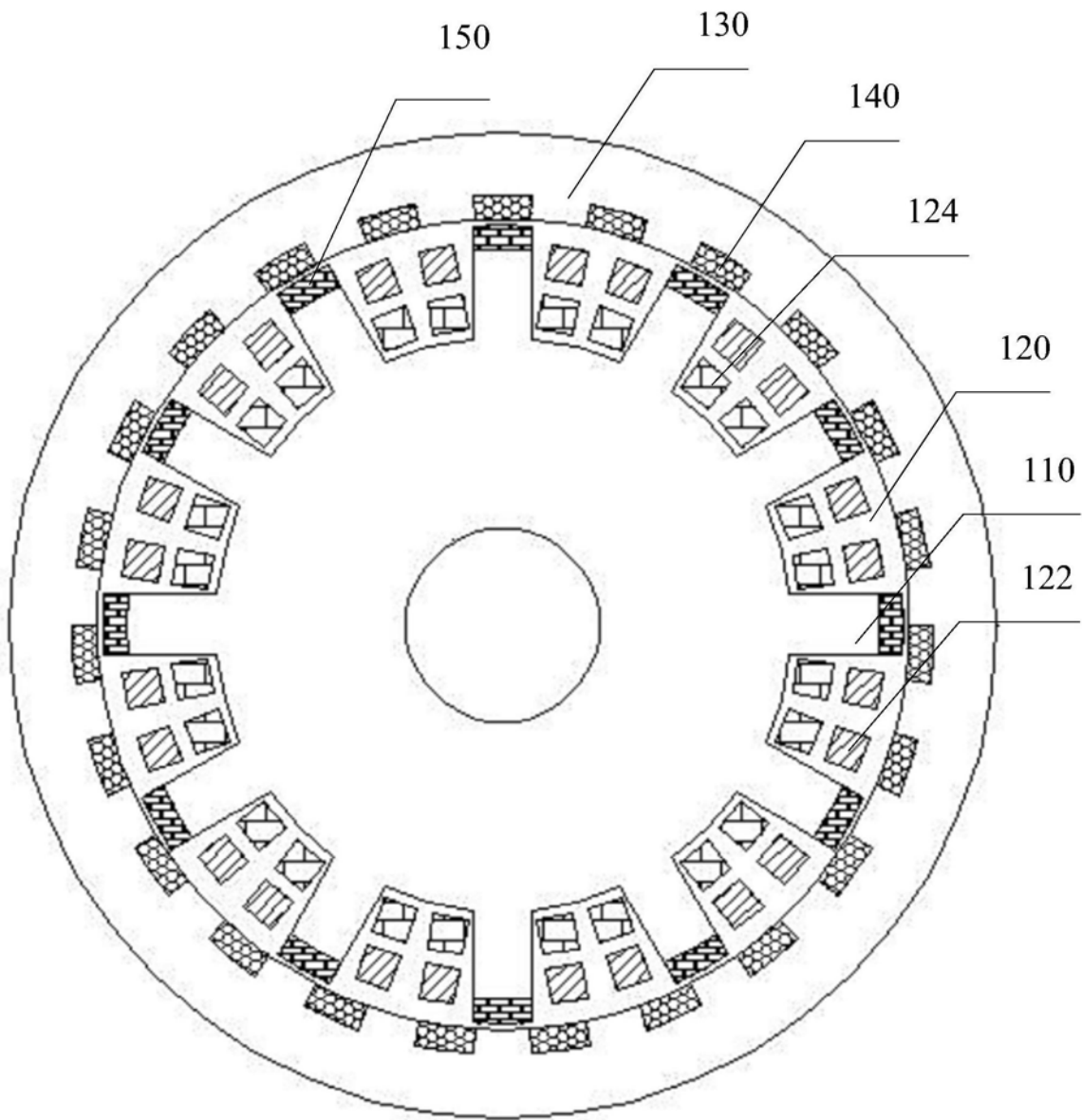


图2



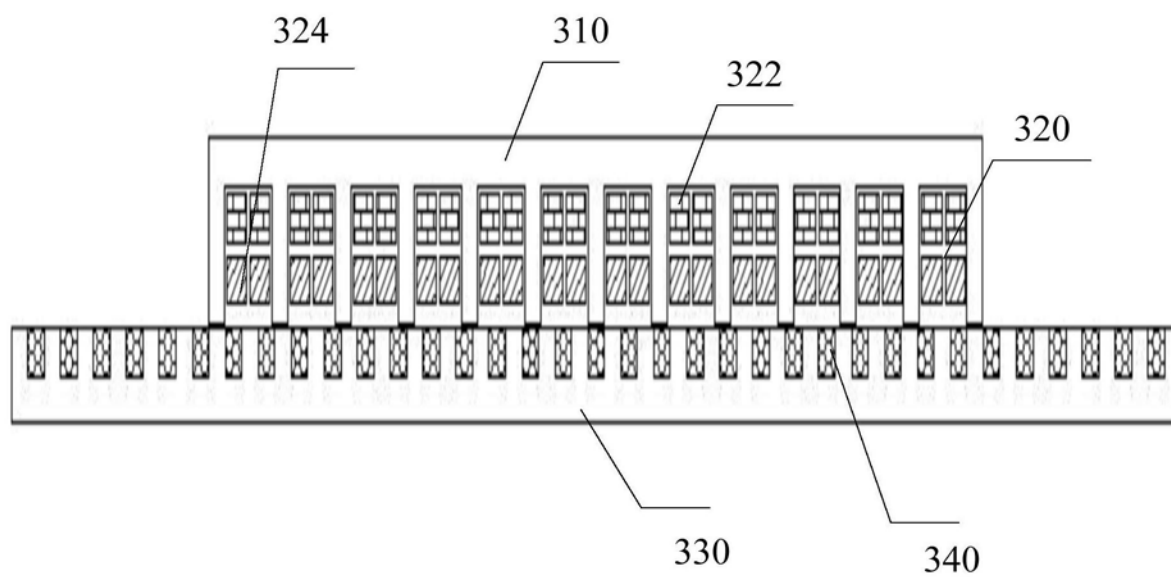


图3