



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111900816 B

(45) 授权公告日 2021.10.08

(21) 申请号 202010828054.2

H02K 3/24 (2006.01)

(22) 申请日 2020.08.17

H02K 3/487 (2006.01)

H02K 11/01 (2016.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111900816 A

(43) 申请公布日 2020.11.06

(73) 专利权人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路  
1037号

(72) 发明人 李大伟 刘京易 范兴纲 曲荣海

(74) 专利代理机构 华中科技大学专利中心

42201

代理人 李智

(51) Int. Cl.

H02K 3/28 (2006.01)

H02K 3/50 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 102210083 A, 2011.10.05

CN 102210083 A, 2011.10.05

CN 110809849 A, 2020.02.18

CN 206834939 U, 2018.01.02

CN 101213722 A, 2008.07.02

EP 1881584 A2, 2008.01.23

US 2005/0253466 A1, 2005.11.17

吴震宇等. 表贴式高速永磁电机多场耦合转子设计.《电机与控制学报》.2016,第20卷(第2期),第98-103页.

审查员 李铭

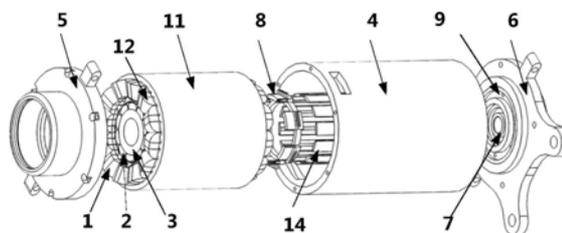
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种散线绕组电机

(57) 摘要

本发明公开了一种散线绕组电机,属于电机技术领域,其中,两个定子线圈串联时,依据并绕导体的电感进行换位,使得串联得到的M根串联导体之间的电感差异最小;在出线端子所在的一端,还固定有接线板,接线板位于定子和端盖之间且与定子线圈端部紧密接触;接线板包括一个固定环和沿周向设置于固定环外表面的多个接线盒,接线盒上设置有周向开口的接线槽,接线槽内设置有接线铜排;接线铜排沿轴向成阶梯状放置;接线盒的周向外表面上设置有散热筋;定子线圈内的M根并绕导体按照使定子线圈中并绕导体沿着槽深方向分层最少的排布方式排布;定子槽口设置有较大的拱形槽楔。本发明能够有效减少散线绕组电机中并绕导体间的环流,抑制交流铜耗。



1. 一种散线绕组电机,沿径向由外向内依次包括定子、转子磁钢和转子铁心,定子线圈放置于定子齿间形成的定子槽内,每一个定子线圈由M根并绕导体绕制而成,M为正整数,所述定子的轴向两端分别设置有两个端盖;

其特征在于,两个定子线圈串联时,依据并绕导体的电感进行换位,包括:将每个定子线圈中的各并绕导体按照电感从大到小的顺序排列后,使一个线圈中电感较大的并绕导体与另一个定子线圈中电感较小的并绕导体串联,使串联得到的M根串联导体之间的电感差异最小;

其中,一根串联导体由分别取自两个定子线圈中的两根并绕导体串联而成;

在定子线圈的出线端子所在的一端,还固定有接线板,所述接线板位于定子和端盖之间且与定子线圈端部紧密接触;

所述接线板包括一个固定环和沿周向设置于所述固定环外表面的多个接线盒,所述接线盒上设置有周向开口的接线槽,所述接线槽内设置有接线铜排;

所述接线铜排用于连接线圈中的并绕导体。

2. 如权利要求1所述的散线绕组电机,其特征在于,所述接线槽内的接线铜排沿轴向成阶梯状放置。

3. 如权利要求1所述的散线绕组电机,其特征在于,并绕导体串联时,串联的并绕导体通过电压焊的方式压制在对应的接线铜排上。

4. 如权利要求1所述的散线绕组电机,其特征在于,所述接线盒的周向外表面上设置有散热筋。

5. 如权利要求1所述的散线绕组电机,其特征在于,所述接线板通过3D打印方式制成。

6. 如权利要求1所述的散线绕组电机,其特征在于,在所述接线板和端盖之间,还包括压环;所述压环用于压紧所述接线板,避免其发生径向移动。

7. 如权利要求1-6任一项所述的散线绕组电机,其特征在于,所述定子线圈内的M根并绕导体按照使所述定子线圈中并绕导体沿着槽深方向分层最少的排布方式排布。

8. 如权利要求1-6任一项所述的散线绕组电机,其特征在于,定子槽口处设置有沿轴向插入定子槽内的槽楔,所述槽楔的径向高度大于预设的阈值。

9. 如权利要求8所述的散线绕组电机,其特征在于,所述槽楔为拱形槽楔。

## 一种散线绕组电机

### 技术领域

[0001] 本发明属于电机技术领域,更具体地,涉及一种散线绕组电机。

### 背景技术

[0002] 永磁电机由于在效率、功率密度和高可靠性上的优势,正广泛应用于新能源相关产业,推动新一轮电气化进程发展。散线绕组电机是通过将一根或多根并绕导线沿着径向嵌在永磁电机的定子槽内,环绕定子齿形成多匝的结构,以充当电机线圈作为与转子磁场进行能量交换的媒介,由于其加工工艺简单可靠,制造成本较低,在电机领域,尤其是商用电机中得到广泛的应用。

[0003] 传统的应用于散线绕组电机的下线工艺具有很强的随意性,忽视了对导体排布的整形和布局,使得散线绕组电机并绕导线位置具有不确定性,从而铜耗有着过大的风险,给电机整体热安全性带来严峻的考验。在线圈串联时通过换位可以改善电机中的交流铜耗,在大功率扁线电机中多采用换位方式,由于扁线电机通常是成型绕组,在下线时候线圈形状就固定好了,在制作的时候端部扭转180度,从而实现换位。

[0004] 但是,由于散线电机在下线中导线都是杂乱的,采用端部扭转180度的方法,很难保证效果显著,因此这种应用于大功率扁线电机的换位方式在散线电机中运用很少,应用于散线电机时,也无法达到很好的抑制交流铜耗的效果。

### 发明内容

[0005] 针对现有技术的缺陷和改进需求,本发明提供了一种散线绕组电机,其目的在于,有效抑制散线绕组电机中的交流铜耗。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供了一种散线绕组电机,沿径向由外向内依次包括定子、转子磁钢和转子铁心,定子线圈放置于定子齿间形成的定子槽内,每一个定子线圈由M根并绕导体绕制而成,M为正整数,定子的轴向两端分别设置有两个端盖;

[0007] 两个定子线圈串联时,依据并绕导体的电感进行换位,使串联得到的M根串联导体之间的电感差异最小;

[0008] 其中,一根串联导体由分别取自两个定子线圈中的两根并绕导体串联而成。

[0009] 串联导体的电感,即为其中两根并绕导体的电感之和;本发明中,定子串联时基于各并绕导体进行换位,使得串联形成的串联导体之间的电感差异最小,采用这种换位方式,会使得一个线圈中电感较大的并绕导体与另一个线圈电感较小的并绕导体串联,最终尽可能平衡各串联导体的电感,从而有效减少环流,抑制交流铜耗。

[0010] 进一步地,在定子线圈的出线端子所在的一端,还固定有接线板,接线板位于定子和端盖之间且与定子线圈端部紧密接触;

[0011] 接线板包括一个固定环和沿周向设置于固定环外表面的多个接线盒,接线盒上设置有周向开口的接线槽,接线槽内设置有接线铜排。

[0012] 本发明在定子一端设置与定子线圈端部紧密连接的接线板,在便于线圈串联的同

时,接线板可以充当定子线圈端部良好的散热媒介,增大散热接触面积。

[0013] 进一步地,接线槽内的接线铜排沿轴向成阶梯状放置,由此能够为焊接部件提供更大的移动空间。

[0014] 进一步地,并绕导体串联时,串联的并绕导体通过电压焊的方式压制在对应的接线铜排上;相比于点焊,本发明采用电压焊的方式将并绕导体压制到对应的接线铜排上,使得并绕导体与铜排的焊接点更加坚固牢固,从而提高电机的安全性和可靠性。

[0015] 进一步地,接线盒的周向外表面上设置有散热筋,由此能够增强接线板的散热效果。

[0016] 进一步地,接线板通过3D打印方式制成,由此使得整体结构紧凑,安全可靠。

[0017] 进一步地,在接线板和端盖之间,还包括压环;压环用于压紧接线板,避免其发生径向移动。

[0018] 进一步地,定子线圈内的M根并绕导体按照使定子线圈中并绕导体沿着槽深方向分层最少的排布方式排布;采用这种排布方式下线,最终线圈中的并绕导体会形成簇状排布的结构,能够有效减少每根并绕导体交链磁链的差异,有效减少交流铜耗。

[0019] 进一步地,定子槽口处设置有沿轴向插入定子槽内的槽楔,槽楔的径向高度大于预设的阈值。

[0020] 本发明通过在定子槽口处设置较大(径向高度大于预设阈值)的槽楔,能够使得整个线圈被槽楔向定子槽底部进一步挤压,从而远离槽口高漏磁区域,且定子槽口的并绕导体沿着圆弧周向排列,从而进一步减小并绕导体交链的磁链差异,降低并绕导体之间的环流损耗,降低交流铜耗;同时,由于定子线圈与槽楔紧密接触,可以增大定子线圈的散热面积,增强对定子线圈的散热效果。

[0021] 进一步地,槽楔为拱形槽楔。

[0022] 由于漏磁主要分布在槽口且槽口磁力线通常呈现拱形分布,本发明在定子槽底槽口处加装拱形槽楔,能够有效减少槽口漏磁所引起的并绕导体之间的环流损耗,进一步降低交流铜耗。

[0023] 总体而言,通过本发明所构思的以上技术方案,能够取得以下有益效果:

[0024] (1) 本发明中,定子串联时基于各并绕导体进行换位,使得串联形成的串联导体之间的电感差异最小,能够有效减少环流,抑制交流铜耗。

[0025] (2) 本发明在定子一端设置与定子线圈端部紧密连接的接线板,在便于线圈串联的同时,接线板可以充当定子线圈端部良好的散热媒介,增大散热接触面积。

[0026] (3) 本发明所提供的散线绕组电机中,定子线圈内的M根并绕导体按照使定子线圈中并绕导体沿着槽深方向分层最少的排布方式排布,能够有效减少每根并绕导体交链磁链的差异,有效减少交流铜耗。

[0027] (4) 本发明在定子槽口处设置较大的槽楔,能够使得整个线圈被槽楔向定子槽底部挤压,从而远离槽口高漏磁区域,且定子槽口的并绕导体沿着圆弧周向排列,从而进一步减小并绕导体交链的磁链差异,降低并绕导体之间的环流损耗,降低交流铜耗;同时,由于定子线圈与槽楔紧密接触,可以增大定子线圈的散热面积,增强对定子线圈的散热效果。

[0028] (5) 本发明所提供的散线绕组电机,在其优选方案中,槽楔为拱形槽楔,能够有效减少槽口漏磁所引起的并绕导体之间的环流损耗,进一步降低交流铜耗。

## 附图说明

[0029] 图1为本发明实施例提供的散线绕组电机结构的三维爆炸图；

[0030] 图2为本发明实施例提供的接线板结构示意图；

[0031] 图3为本发明实施例提供的接线盒剖视图；

[0032] 图4为本发明实施例提供的焊接方式示意图；

[0033] 图5为本发明实施例提供的接线板安装固定结构图；

[0034] 图6为本发明实施例提供的接线板安装固定剖视图；

[0035] 图7为本发明实施例提供的并绕导体排布示意图；

[0036] 图8为本发明实施例提供的定子线圈正视图；

[0037] 图9为本发明实施例提供的槽楔示意图；

[0038] 在所有附图中，相同的附图标记用来表示相同的元件或者结构，其中：

[0039] 1为定子，11为定子铁心，12为定子线圈，14为槽楔，2为转子磁钢，3为转子铁心，4为机壳，5为前端盖，6为后端盖，7为轴承，8为接线板，81为固定环，82为接线盒，83为接线铜排，84为散热筋，9为压环。

## 具体实施方式

[0040] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。此外，下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0041] 在本发明中，本发明及附图中的术语“第一”、“第二”等(如果存在)是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。

[0042] 在详细解释本发明的技术方案之前，先以一个常用的12槽10极六相表贴式的散线绕组电机为例，对传统的散线绕组电机的基本结构作如下简要说明：

[0043] 如图1所示，散线绕组电机沿径向由外向内依次包括定子1、转子磁钢2和转子铁心3，转子磁钢2沿周向均匀贴合在转子铁心3表面；定子铁心11上沿设置有沿周向排布的定子齿，相邻定子齿之间形成定子槽，定子线圈12放置于定子齿间形成的定子槽内，每一个定子线圈由一根或多根并绕导体绕制而成，在此将定子线圈中的并绕导体根数记为M，M为正整数；定子1之外还设置有机壳4，定子1的轴向两端分别设置有两个端盖，即前端盖5和后端盖6，在端盖上还设置有轴承7。在传统的散线绕组电机的定子槽内，构成定子线圈的并绕导体杂乱排布，并绕导体的位置具有不确定性，存在着铜耗过大的风险。

[0044] 以下为实施例：

[0045] 一种散线绕组电机，如图1所示，其中的两个定子线圈串联时，依据并绕导体的电感进行换位，使串联得到的M根串联导体之间的电感差异最小；

[0046] 其中，一根串联导体由分别取自两个定子线圈中的两根并绕导体串联而成；

[0047] 串联导体的电感，即为其中两根并绕导体的电感之和；本发明中，定子串联时基于各并绕导体进行换位，使得串联形成的串联导体之间的电感差异最小，采用这种换位方式，会使得一个线圈中电感较大的并绕导体与另一个线圈电感较小的并绕导体串联，最终尽可能平衡各串联导体的电感，从而有效减少环流，抑制交流铜耗；

[0048] 为便于描述,以下以两个由4根并绕导体绕制而成的定子线圈A和B为例,对本实施例中的换位方式进行解释;定子线圈A中的四根并绕导体依次表示为 $A_1 \sim A_4$ ,并且各并绕导体的电感从大到小排列为 $A_1-A_2-A_3-A_4$ ;定子线圈B中的四根并绕导体依次表示 $B_1 \sim B_4$ ,并且各并绕导体的电感从大到小排列为 $B_1-B_2-B_3-B_4$ ;在换位前,并绕导体按照正常的连接方式为: $A_1-B_1, A_2-B_2, A_3-B_3, A_4-B_4$ ;为了使串联形成的串联导体之间的电感差异最小,定子线圈A中电感越大的并绕导体会与定子线圈B中电感越小的并绕导体串联,换位后,并绕导体之间的连接方式为: $A_1-B_4, A_2-B_3, A_3-B_2, A_4-B_1$ 。

[0049] 在本实施例中,定子线圈12的六相出线端子位于定子1靠近后端盖6的一端,如图1、图5和图6所示,在定子线圈12的出线端子所在的一端,还固定有接线板8,接线板8位于定子1和后端盖6之间且与定子线圈12端部紧密接触;

[0050] 接线板8的结构如图2所示,包括一个固定环81和沿周向设置于固定环外表面的多个接线盒82,接线盒82的数量根据需要串联的定子线圈数量确定,本实施例中,电机同样为12槽10极,共6组需要串联,相应地接线盒82的数量为6;接线盒82上设置有周向开口的接线槽,接线槽内设置有接线铜排83;接线板8与定子线圈12端部紧密连接,在便于线圈串联的同时,接线板3可以充当定子线圈端部良好的散热媒介,增大散热接触面积;

[0051] 作为一种优选的实施方式,如图3所示,接线槽内的接线铜排83沿轴向成阶梯状放置,按长短错次放置,由此能够为焊接部件提供更大的移动空间。

[0052] 作为一种优选的实施方式,并绕导体串联时,串联的并绕导体通过电压焊的方式压制在对应的接线铜排上;如图4所示,通过将电压焊头深入接线盒中,将剥去绝缘后的待焊导体压制在接线铜排上,采用此种焊接方法相比于点焊更加坚固牢固,安全性可靠性更高,且自动化程度更高。

[0053] 作为一种优选的实施方式,如图2、图4和图5所示,接线盒82的周向外表面上设置有散热筋84,由此能够增强接线板的散热效果。

[0054] 作为一种可选的实施方式,本实施例中,接线板通过3D打印方式制成,由此使得整体结构紧凑,安全可靠。

[0055] 作为一种可选的实施方式,如图1、图5和图6所示,在接线板8和后端盖6之间,还包括压环9;压环用于压紧接线板,避免其发生径向移动;

[0056] 安装时,可先采用强力胶等粘接剂将接线板8固定在定子1上,在定子线圈的串联工作完成后,利用压环9将接线板8压紧使得其在径向方向上不易移动,再以此作为整体固定在后端盖6上,并用一根长螺丝固定住接线板、压环和后端盖使其成为一整体,整个安装结构紧凑可靠,且没有额外增加轴向长度,机械结构空间利用率高;在本发明其他的一些实施例中,定子线圈的出线端子位于定子1靠近前端盖5的一端,接线板2相应地位于定子1和前端盖5之间且与定子线圈12端部紧密接触,其安装方式与本实施例类似,在此将不做赘述。

[0057] 作为一种优选的实施方式,本实施例中,定子线圈12内的M根并绕导体按照使定子线圈中并绕导体沿着槽深方向分层最少的排布方式排布;

[0058] 采用这种排布方式下线,最终定子线圈中的并绕导体会形成簇状排布的结构;不失一般性地,本实施例中,定子线圈内的并绕导体数量为4,其排布方式如图7所示;本实施例采用这种排布方式下线,能够有效减少每根并绕导体交链磁链的差异,有效减少交流铜

耗。

[0059] 作为一种优选的实施方式,如图8所示,本实施例中,定子槽口处还设置有沿轴向插入定子槽内的槽楔14,槽楔14的径向高度大于预设的阈值;

[0060] 本实施例通过在定子槽口处设置较大的槽楔,具体地,槽楔的径向高度大于预设的阈值,能够使得整个线圈被槽楔向定子槽底部挤压,从而远离槽口高漏磁区域,且定子槽口的并绕导体沿着圆弧周向排列,从而进一步减小并绕导体交链的磁链差异,降低并绕导体之间的环流损耗,降低交流铜耗;同时,由于定子线圈与槽楔紧密接触,可以增大定子线圈的散热面积,增强对定子线圈的散热效果;槽楔径向高度的阈值可根据实际的电机尺寸及槽口漏磁区域的分布相应设定,以确保插入槽楔后,足以使得线圈远离槽口高漏磁区域。

[0061] 作为一种优选的实施方式,如图9所示,本实施例中,槽楔14为拱形槽楔。

[0062] 由于漏磁主要分布在槽口且槽口磁力线通常呈现拱形分布,本实施例在定子槽底槽口处加装拱形槽楔,能够有效减少槽口漏磁所引起的并绕导体之间的环流损耗,进一步降低交流铜耗。

[0063] 总体的来说,本发明所提供的散线绕组电机,采用特殊的换位方式和下线工艺,对电机结构进行了优化设计,具有很好的交流铜耗抑制效果,且不改变相应的电机电磁环境,充分利用了电机内部空间。

[0064] 本领域的技术人员容易理解,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

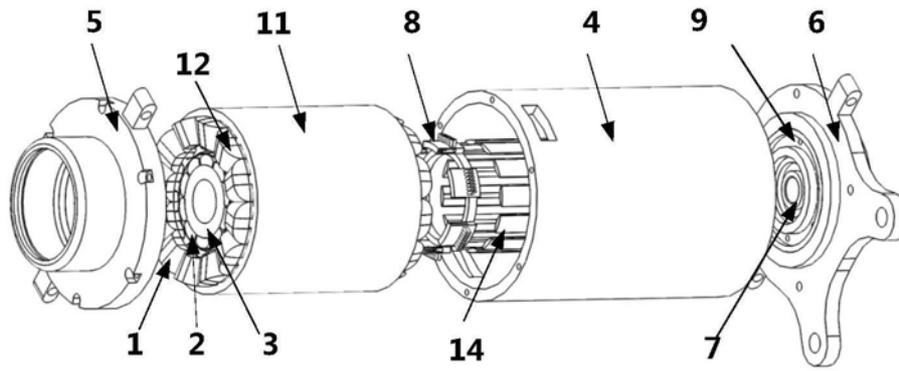


图1

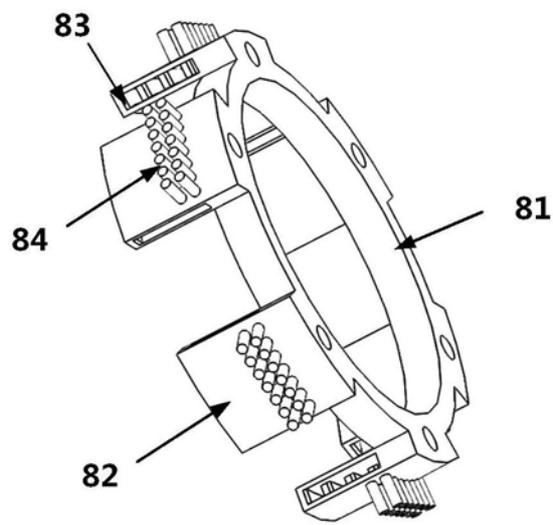


图2

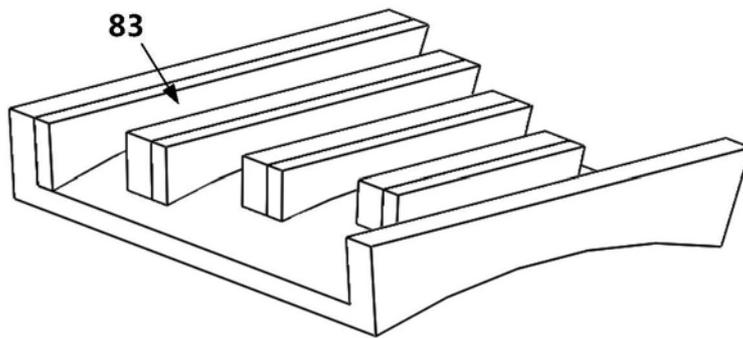


图3

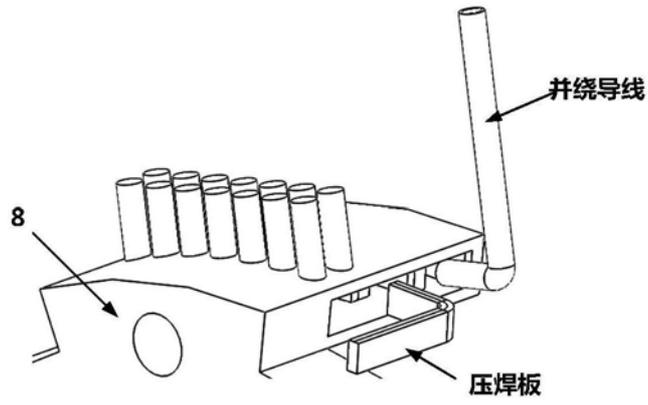


图4

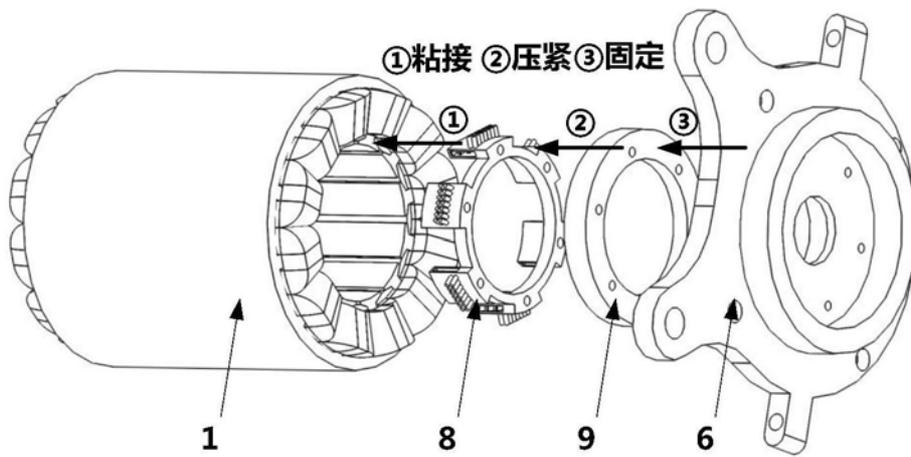


图5

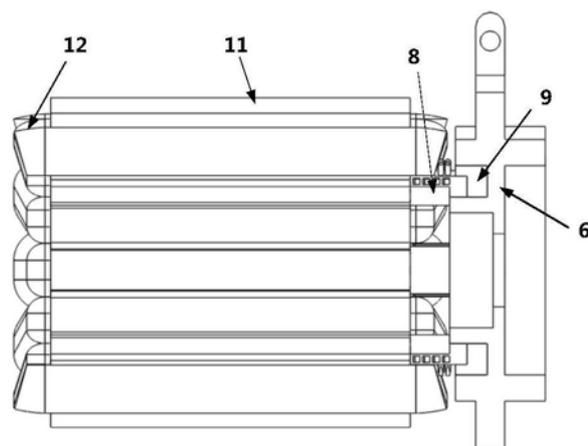


图6

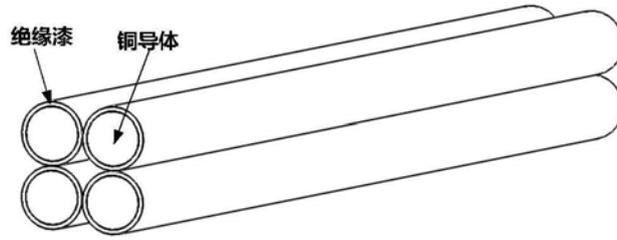


图7

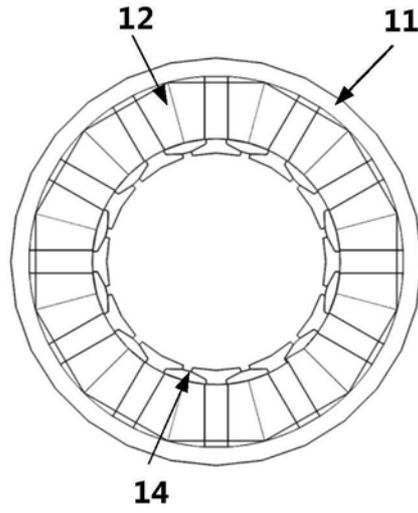


图8

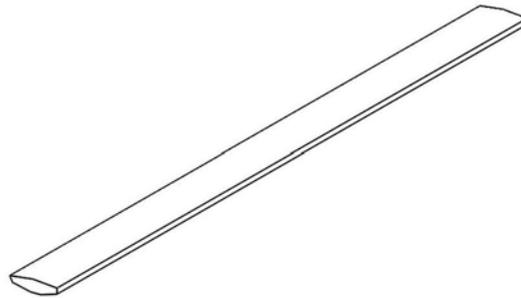


图9