(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 115706460 A
(43)申请公布日 2023.02.17

(21)申请号 202110908023.2

(22)申请日 2021.08.09

(71)申请人 浙江大学
地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号
申请人 上海微电机研究所(中国电子科技集团公司第二十一研究所)

(72)发明人 吴立建 闻汇 易佳力 章懿 施杨 戚振亚 李听斌 李微波

(74)专利代理机构 上海弼兴律师事务所 31283
专利代理师 杨东明 何桥云

(51)Int.Cl.
H02K 1/17(2006.01)
H02K 1/14(2006.01)
H02K 9/22(2006.01)

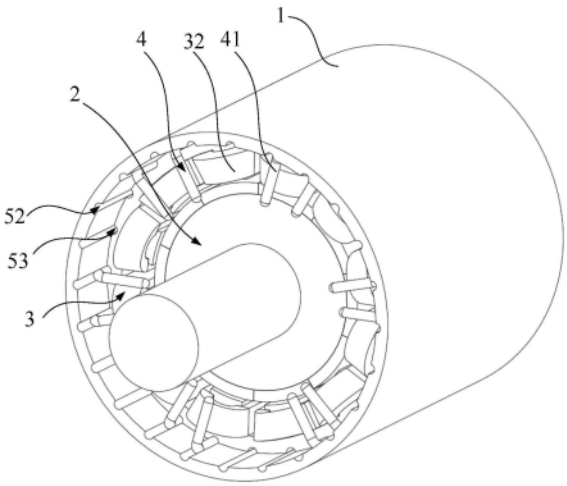
权利要求书3页 说明书12页 附图8页

(54)发明名称

电机及电机的加工装配方法

(57)摘要

本发明公开了一种电机及电机的加工装配方法,电机包括定子和传热元件,传热元件邻接于定子的定子轭;传热元件沿电机的轴线方向的两端分别包括吸热段和散热段;吸热段靠近定子的轴向端部设置并能够吸收热量,散热段靠近定子的中段设置并能够释放热量,吸热段吸收的定子的轴向端部的热量能够通过传热元件传递至散热段释放。吸热段能够吸收温度较高处的定子轴向端部的热量,并将这些热量通过传热元件的散热段传递至温度较低的定子中段,使定子整体受热更加均匀,定子轴向端部的温度降低,缓解定子轴向端部特别是定子绕组端部的局部热点效应,降低电机的热阻,防止定子绕组端部的绝缘失效,保证电机性能,进而有利于提高电机转矩密度。



CN 115706460 A

1.一种电机,包括定子,所述定子包括定子铁芯和定子绕组,所述定子铁芯包括定子齿和定子轭,其特征在于,所述电机还包括传热元件,所述传热元件邻接于所述定子轭;至少部分所述传热元件沿所述电机的轴线方向延伸,所述传热元件沿所述电机的轴线方向的两端分别包括吸热段和散热段,所述吸热段与所述散热段连接;

所述吸热段靠近所述定子的轴向端部设置并能够吸收热量,所述散热段靠近所述定子的中段设置并能够释放热量,所述吸热段吸收的所述定子的轴向端部的热量能够通过所述传热元件传递至所述散热段释放。

2.如权利要求1所述的电机,其特征在于,所述定子轭上设置有用于容纳所述传热元件的第一容纳槽,所述第一容纳槽沿所述电机的轴线方向延伸,至少部分所述散热段容纳在所述第一容纳槽内。

3.如权利要求2所述的电机,其特征在于,所述定子为外定子,所述电机还包括机壳,所述机壳的内侧面与所述定子轭的外侧面贴合,所述机壳上设置有第二容纳槽;

所述第一容纳槽自所述定子轭的外侧面向径向内侧凹陷,所述第二容纳槽自所述机壳的内侧面向径向外侧凹陷,一所述第一容纳槽与一所述第二容纳槽位于所述电机的同一周向方向上,所述第一容纳槽与对应的所述第二容纳槽配合形成用于容纳所述传热元件的容纳腔。

4.如权利要求3所述的电机,其特征在于,沿所述电机的轴线方向,所述容纳腔靠近所述吸热段的一端贯通。

5.如权利要求4所述的电机,其特征在于,沿所述电机的轴线方向,所述容纳腔靠近所述散热段的一端封闭。

6.如权利要求2所述的电机,其特征在于,一所述第一容纳槽与其中一所述定子齿位于所述电机的同一周向方向上。

7.如权利要求1所述的电机,其特征在于,所述定子齿的数量为多个,多个所述定子齿沿所述电机的周向方向间隔设置,每个定子齿上均缠绕有所述定子绕组,所述吸热段设置在相邻的两个所述定子齿之间,且所述吸热段位于缠绕在对应的所述定子齿上的所述定子绕组的轴向外侧。

8.如权利要求1所述的电机,其特征在于,所述吸热段沿所述电机的径向方向延伸,所述散热段沿所述电机的轴线方向延伸,所述吸热段的吸热端靠近所述定子的定子绕组。

9.如权利要求8所述的电机,其特征在于,所述吸热段在所述电机的轴线方向上位于所述定子绕组的外侧。

10.如权利要求1所述的电机,其特征在于,所述吸热段上安装有吸热片,所述吸热片的横截面尺寸大于所述吸热段的横截面尺寸。

11.如权利要求1所述的电机,其特征在于,所述传热元件的数量为多个,所述定子的轴向两端均设置有至少一个传热元件;沿所述电机的周向方向,所述定子的轴向两端的所述传热元件交错设置。

12.如权利要求1-11中任意一项所述的电机,其特征在于,所述传热元件为热管。

13.一种定子型永磁体电机,包括定子,所述定子为外定子,所述定子包括定子铁芯、机壳和多个永磁体,所述机壳的内侧面与所述定子铁芯的外侧面贴合,所述定子铁芯包括多个沿所述电机的周向方向间隔设置的定子铁芯分块,相邻的两所述定子铁芯分块之间形成

用于容纳所述永磁体的容纳空间，所述永磁体与所述定子铁芯分块接合，其特征在于，所述机壳上设置用多个沿所述电机的周向方向间隔设置的永磁体容纳槽，所述永磁体容纳槽自所述机壳的内侧面向径向外侧凹陷，所述永磁体容纳槽与对应的所述永磁体的容纳空间在所述电机的同一周向方向上。

14.如权利要求13所述的定子型永磁体电机，其特征在于，所述定子铁芯分块为开口朝向所述定子径向内侧的U形结构；沿所述电机的周向方向，所述定子铁芯分块具有用于形成U形结构两侧壁的第一定子铁芯分块单元和第二定子铁芯分块单元；所述第一定子铁芯分块单元在所述电机的周向方向上的宽度大于所述第二定子铁芯分块单元在所述电机的周向方向上的宽度；

对于相邻的两所述定子铁芯分块，其中一所述定子铁芯分块的所述第一定子铁芯分块单元与另一所述定子铁芯分块的所述第一定子铁芯分块单元相邻；或，其中一所述定子铁芯分块的所述第二定子铁芯分块单元与另一所述定子铁芯分块的所述第二定子铁芯分块单元相邻。

15.如权利要求13所述的定子型永磁体电机，其特征在于，所述定子型永磁体电机还包括转子，所述转子包括转子铁芯和转子绕组，所述转子铁芯包括转子齿和转子槽，所述转子绕组为电枢绕组。

16.一种电机的加工装配方法，所述电机包括机壳和定子，所述定子为外定子，其特征在于，所述电机的加工装配方法用于如权利要求1-15中任意一项所述的电机，所述电机的加工装配方法包括以下步骤：

将所述定子的定子铁芯和永磁体安装在所述机壳内，并将所述定子上的第一容纳槽与所述机壳上的第二容纳槽对准以形成用于容纳传热元件的容纳腔；

在所述定子铁芯上安装所述定子的定子绕组；

将传热元件放置在所述容纳腔内。

17.如权利要求16所述的电机的加工装配方法，其特征在于，在所述第一容纳槽和所述第二容纳槽对准的过程中，将传热元件的样块插入所述容纳腔内；

若所述传热元件的样块能够插入所述容纳腔，则判断所述第一容纳槽和所述第二容纳槽对准；

若所述传热元件的样块不能够插入所述容纳腔，则判断所述第一容纳槽和所述第二容纳槽没有对准，需要调整所述定子铁芯的位置。

18.如权利要求17所述的电机的加工装配方法，其特征在于，在所述第一容纳槽与所述第二容纳槽对准结束之后，安装所述传热元件替换所述传热元件的样块。

19.如权利要求16所述的电机的加工装配方法，其特征在于，将传热元件放置在所述容纳腔的内部之后，将所述机壳、所述定子和所述传热元件进行灌封。

20.一种电机的加工装配方法，所述电机包括机壳和定子，所述定子为外定子，其特征在于，所述电机的加工装配方法用于如权利要求1-15中任意一项所述的电机，所述电机的加工装配方法包括以下步骤：

在所述机壳上开设用于容纳部分永磁体的永磁体容纳槽；

将永磁体或永磁体的样块插入永磁体容纳槽内；

将定子铁芯分块插入在电机的周向方向上相邻的两个永磁体或永磁体的样块之间。

21.如权利要求20所述的电机的加工装配方法,其特征在于,若是将永磁体的样块插入永磁体容纳槽内,则在将所述定子铁芯分块安装完之后,安装所述永磁体替换所述永磁体的样块。

电机及电机的加工装配方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电机领域，特别涉及一种电机及电机的加工装配方法。

背景技术

[0002] 转矩密度是电机最为关键的性能指标之一，在航空航天等对于设备重量和体积非常敏感的应用场合中，电机的转矩密度将直接影响到整个系统的性能，其重要程度在当前飞行器多电化的趋势下尤为突出。实现电机高转矩密度的重要瓶颈是电机温升，诸如绕组绝缘、永磁体、轴承等部件的温度过高都将导致电机性能下降或者完全失效。为了防止电机的关键部件温度过高，一方面需要控制电流，从而控制电机的损耗，但是这也意味着电机转矩密度受限；另一方面需要尽可能设计高效可靠的冷却系统，使得对于相同损耗的条件下，电机温度尽可能降低。

[0003] 航空航天伺服电机等尺寸较小的电机最为常用的冷却方式仍然是自然冷却，其主要原因是实际应用中对于可靠性要求高，引入主动式冷却系统不仅增加了电机整体体积和电机内部复杂度，更是增加了风险点。特别是在航空航天的应用中，往往还存在不易维护甚至无法维护的困难，进一步导致很少采用主动式冷却方式。然而，自然冷却的最大缺陷在于冷却效率远不如主动式的液冷或空冷，因此制约了电机转矩密度的提升。在电机中，定子的定子铁芯上会缠绕绕组，绕组的端部(即定子的轴向端部)往往会形成温度的局部热点，绕组端部的绝缘相对更容易失效，对提高电机的转矩造成不利影响。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是为了克服现有技术中电机的绕组端部容易形成局部热点而限制电机转矩密度的缺陷，提供一种电机及电机的加工装配方法。

[0005] 本发明是通过下述技术方案来解决上述技术问题：

[0006] 一种电机，包括定子，所述定子包括定子铁芯和定子绕组，所述定子铁芯包括定子齿和定子轭，所述电机还包括传热元件，所述传热元件邻接于所述定子轭；至少部分所述传热元件沿所述电机的轴线方向延伸，所述传热元件沿所述电机的轴线方向的两端分别包括吸热段和散热段，所述吸热段与所述散热段连接；

[0007] 所述吸热段靠近所述定子的轴向端部设置并能够吸收热量，所述散热段靠近所述定子的中段设置并能够释放热量，所述吸热段吸收的所述定子的轴向端部的热量能够通过所述传热元件传递至所述散热段释放。

[0008] 在本方案中，定子的定子绕组端部(即定子的轴向端部)的温度较高，定子中段的温度较低。传热元件的吸热段靠近定子的轴向端部(即靠近定子绕组的端部)设置，使得吸热段能够吸收温度较高处的定子轴向端部的热量，并将这些热量通过传热元件的散热段传递至温度较低的定子中段，使定子整体受热更加均匀，特别是使得定子轴向端部的温度降低，缓解定子轴向端部特别是定子绕组端部的局部热点效应，降低电机的热阻，提高电机冷却效果，防止定子绕组端部的绝缘失效，保证电机性能，进而有利于提高电机转矩密度。

[0009] 较佳地，所述定子轭上设置有用于容纳所述传热元件的第一容纳槽，所述第一容纳槽沿所述电机的轴线方向延伸，至少部分所述散热段容纳在所述第一容纳槽内。

[0010] 在本方案中，在定子轭上开设用于容纳部分传热元件的第一容纳槽，一方面能够增大传热元件与定子轭的接触面积，提高传热效率，另一方面还能够使电机的结构更加紧凑。且由于定子的定子齿用于缠绕定子绕组，将第一容纳槽设置定子轭上，还能够避免占用定子绕组缠绕的空间，保证槽满率尽量高、绕组端部长度尽量短，降低对定子铁芯部分磁路及电机整体电磁性能的影响，有利于实现电机的高转矩密度。

[0011] 较佳地，所述定子为外定子，所述电机还包括机壳，所述机壳的内侧面与所述定子轭的外侧面贴合，所述机壳上设置有第二容纳槽；

[0012] 所述第一容纳槽自所述定子的外侧面向径向内侧凹陷，所述第二容纳槽自所述机壳的内侧面向径向外侧凹陷，一所述第一容纳槽与一所述第二容纳槽位于所述电机的同一周向方向上，所述第一容纳槽与对应的所述第二容纳槽配合形成用于容纳所述传热元件的容纳腔。

[0013] 在本方案中，上述设置能够减小定子铁芯上的第一容纳槽的尺寸，降低因为开设第一容纳槽对电磁性能产生的影响，有利于实现电机的高转矩密度。散热段散发的热量能够通过机壳外散，进一步提高电机的冷却效果，上述设置可以保证散热段的热量能够以较小热阻传导至机壳。

[0014] 较佳地，沿所述电机的轴线方向，所述容纳腔靠近所述吸热段的一端贯通。

[0015] 在本方案中，上述设置使得传热元件的吸热段能够伸出定子铁芯的轴向端部，使吸热段更靠近定子绕组的端部。

[0016] 较佳地，沿所述电机的轴线方向，所述容纳腔靠近所述散热段的一端封闭。

[0017] 在本方案中，上述设置使得传热元件在组装过程中能够在电机的轴线方向上快速定位，并限制传热元件在定子的轴线方向上的移动，而且保证位于定子同一轴向端部的多个传热元件在电机的轴线方向上齐平。

[0018] 较佳地，一所述第一容纳槽与其中一所述定子齿位于所述电机的同一周向方向上。

[0019] 在本方案中，上述设置能够减少传热元件对定子轭部分的磁路影响，保证电机的电磁性能，有利于实现电机的高转矩密度。

[0020] 较佳地，所述定子齿的数量为多个，多个所述定子齿沿所述电机的周向方向间隔设置，每个定子齿上均缠绕有所述定子绕组，所述吸热段设置在相邻的两个所述定子齿之间，且所述吸热段位于缠绕在对应的所述定子齿上的所述定子绕组的轴向外侧。

[0021] 在本方案中，上述设置使得一个传热元件能够为两个定子齿上的定子绕组传热，传热效果更高，能够更好的缓解定子绕组端部的局部热点效应。

[0022] 较佳地，所述吸热段沿所述电机的径向方向延伸，所述散热段沿所述电机的轴线方向延伸，所述吸热段的吸热端靠近所述定子的定子绕组。

[0023] 在本方案中，上述设置能够使传热元件的吸热段更加靠近温度较高的定子绕组，吸收定子绕组端部的热量，缓解定子绕组端部的局部热点效应。

[0024] 较佳地，所述吸热段在所述电机的轴线方向上位于所述定子绕组的外侧。

[0025] 在本方案中，上述设置用于在使吸热段更加靠近定子绕组的基础上，防止传热元

件与定子之间产生干涉，并减少对磁路的影响，保证电机的电磁性能，有利于实现电机的高转矩密度。

[0026] 较佳地，所述吸热段上安装有吸热片，所述吸热片的横截面尺寸大于所述吸热段的横截面尺寸。

[0027] 在本方案中，吸热片用于增大吸热段的吸热面积，能够从定子的轴向端部吸收更多的热量，提高定子轴向端部的冷却效果。

[0028] 较佳地，所述传热元件的数量为多个，所述定子的轴向两端均设置有至少一个传热元件；沿所述电机的周向方向，所述定子的轴向两端的所述传热元件交错设置。

[0029] 在本方案中，上述设置一方面保证定子两个轴向端部都具有吸热段进行吸热，使得定子两个轴向端部都能得到充分散热，另一方面也能够防止轴向两端的两个传热元件相互干涉，保证传热元件传热的可靠性。

[0030] 较佳地，所述传热元件为热管。

[0031] 在本方案中，热管传热效率高，传热效果好。

[0032] 一种定子型永磁体电机，包括定子，所述定子为外定子，所述定子包括定子铁芯、机壳和多个永磁体，所述机壳的内侧面与所述定子铁芯的外侧面贴合，所述定子铁芯包括多个沿所述电机的周向方向间隔设置的定子铁芯分块，相邻的两所述定子铁芯分块之间形成用于容纳所述永磁体的容纳空间，所述永磁体与所述定子铁芯分块接合，所述机壳上设置用多个沿所述电机的周向方向间隔设置的永磁体容纳槽，所述永磁体容纳槽自所述机壳的内侧面向径向外侧凹陷，所述永磁体容纳槽与对应的所述永磁体的容纳空间在所述电机的同一周向方向上。

[0033] 在本方案中，在机壳上设置用于容纳永磁体的永磁体容纳槽，方便永磁体的快速定位，进而方便与永磁体接合的定子铁芯分块的快速定位，降低永磁体和定子铁芯分块的装配精度要求，加快组装效率。而且永磁体和定子铁芯分块可以与机壳配合组装，由于永磁体和定子铁芯分块都会直接与机壳贴合，也能够保证整个定子的圆整度，进而保证电器的气隙均匀。

[0034] 较佳地，所述定子铁芯分块为开口朝向所述定子径向内侧的U形结构；沿所述电机的周向方向，所述定子铁芯分块具有用于形成U形结构两侧壁的第一定子铁芯分块单元和第二定子铁芯分块单元；所述第一定子铁芯分块单元在所述电机的周向方向上的宽度大于所述第二定子铁芯分块单元在所述电机的周向方向上的宽度；

[0035] 对于相邻的两所述定子铁芯分块，其中一所述定子铁芯分块的所述第一定子铁芯分块单元与另一所述定子铁芯分块的所述第一定子铁芯分块单元相邻；或，其中一所述定子铁芯分块的所述第二定子铁芯分块单元与另一所述定子铁芯分块的所述第二定子铁芯分块单元相邻。

[0036] 在本方案中，上述设置一方面是考虑电机负载运行情况下，电枢磁场和永磁磁场作用时的磁路略微不对称性；另一方面是保证操作人员操作时有明确的参照，使得定子铁芯分块和永磁体分别不容易装错位置。

[0037] 较佳地，所述定子型永磁体电机还包括转子，所述转子包括转子铁芯和转子绕组，所述转子铁芯包括转子齿和转子槽，所述转子绕组为电枢绕组。

[0038] 在本方案中，转子的电枢绕组也能够产生电磁转矩。

[0039] 一种电机的加工装配方法，所述电机包括机壳和定子，所述定子为外定子，所述电机的加工装配方法用于如上所述的电机，所述电机的加工装配方法包括以下步骤：

[0040] 将所述定子的定子铁芯和永磁体安装在所述机壳内，并将所述定子上的第一容纳槽与所述机壳上的第二容纳槽对准以形成用于容纳传热元件的容纳腔；

[0041] 在所述定子铁芯上安装所述定子的定子绕组；

[0042] 将传热元件放置在所述容纳腔内。

[0043] 在本方案中，通过定子上的第一容纳槽和机壳上第二容纳槽共同容纳传热元件，在不另外占用电机其他空间的基础上实现新增传热元件，保证电机的结构紧凑。传热元件设置在远离定子绕组的一侧能够减少对磁路的影响，在减少定子绕组端部的局部热点效应的同时有利于实现电机的高转矩密度。

[0044] 较佳地，在所述第一容纳槽和所述第二容纳槽对准的过程中，将传热元件的样块插入所述容纳腔内；

[0045] 若所述传热元件的样块能够插入所述容纳腔，则判断所述第一容纳槽和所述第二容纳槽对准；

[0046] 若所述传热元件的样块不能够插入所述容纳腔，则判断所述第一容纳槽和所述第二容纳槽没有对准，需要调整所述定子铁芯的位置。

[0047] 在本方案中，提供一种判断第一容纳槽与第二容纳槽是否对准的方法，能够在第一容纳槽与第二容纳槽没有完全对准的情况下及时调整定子铁芯的位置。

[0048] 较佳地，在所述第一容纳槽与所述第二容纳槽对准结束之后，安装所述传热元件替换所述传热元件的样块。

[0049] 在本方案中，在第一容纳槽和第二容纳槽对准完成后再替换传热元件，有效防止在定子组装过程中对传热元件产生的磨损。

[0050] 较佳地，将传热元件放置在所述容纳腔的内部之后，将所述机壳、所述定子和所述传热元件进行灌封。

[0051] 在本方案中，上述设置用于将机壳、定子和传热元件之间的空隙进行填充，不仅能够限制传热元件在各个方向上的移动，更为重要的是能够增强导热效果，提高传热效果。

[0052] 一种电机的加工装配方法，所述电机包括机壳和定子，所述定子为外定子，所述电机的加工装配方法用于如上所述的电机，所述电机的加工装配方法包括以下步骤：

[0053] 在所述机壳上开设用于容纳部分永磁体的永磁体容纳槽；

[0054] 将永磁体或永磁体的样块插入永磁体容纳槽内；

[0055] 将定子铁芯分块插入在电机的周向方向上相邻的两个永磁体或永磁体的样块之间。

[0056] 在本方案中，先将永磁体或永磁体的样块插入永磁体容纳槽实现永磁体相对于机壳的定位，再将定子铁芯分块插入两个永磁体或永磁体的样块之间实现定子铁芯分块相对于机壳的定位，一方面能够提高永磁体和定子铁芯分块的组装效率，降低永磁体和定子铁芯分块的装配精度要求。另一方面，由于永磁体和定子铁芯分块直接在机壳上进行组装，永磁体和定子铁芯分块都会直接与机壳贴合，也能够保证整个定子的圆整度，进而保证电器的气隙均匀。

[0057] 较佳地，若是将永磁体的样块插入永磁体容纳槽内，则在将所述定子铁芯分块安

装完之后，安装所述永磁体替换所述永磁体的样块。

[0058] 在本方案中，上述步骤用于防止在定子铁芯分块组装的过程中对永磁体产生的磨损。

[0059] 在符合本领域常识的基础上，上述各优选条件，可任意组合，即得本发明各较佳实例。

[0060] 本发明的积极进步效果在于：传热元件的吸热段靠近定子的轴向端部(即靠近定子绕组的端部)设置，使得吸热段能够吸收温度较高处的定子轴向端部的热量，并将这些热量通过传热元件的散热段传递至温度较低的定子中段，使定子整体受热更加均匀，特别是使得定子轴向端部的温度降低，缓解定子轴向端部特别是定子绕组端部的局部热点效应，降低电机的热阻，提高电机冷却效果，防止定子绕组端部的绝缘失效，保证电机性能，进而有利于提高电机转矩密度。在机壳上设置用于容纳永磁体的永磁体容纳槽，方便永磁体的快速定位，进而方便与永磁体接合的定子铁芯分块的快速定位，降低永磁体和定子铁芯分块的装配精度要求，加快组装效率。而且永磁体和定子铁芯分块可以实现与机壳配合组装，由于永磁体和定子铁芯分块都会直接与机壳贴合，也能够保证整个定子的圆整度，进而保证电器的气隙均匀。

附图说明

[0061] 图1本发明实施例1中具有传热元件的电机的立体结构示意图。

[0062] 图2本发明实施例1中部分定子结构的立体结构示意图。

[0063] 图3本发明实施例1中传热元件的立体结构示意图。

[0064] 图4本发明实施例1中部分定子铁芯的俯视结构示意图。

[0065] 图5本发明实施例1中电机灌封之后的立体结构示意图。

[0066] 图6本发明实施例2中电机的立体结构示意图。

[0067] 图7本发明实施例2中机壳的立体结构示意图。

[0068] 图8本发明实施例2中定子铁芯分块与永磁体配合的立体结构示意图。

[0069] 图9本发明实施例2中定子铁芯分块与永磁体在机壳上的安装结构示意图。

[0070] 图10本发明实施例2中具有传热元件的电机的立体结构示意图。

[0071] 图11本发明实施例2中具有传热元件的定子的立体结构示意图。

[0072] 附图标记说明：

[0073] 机壳1

[0074] 定位部11

[0075] 转子2

[0076] 转子绕组21

[0077] 转子铁芯22

[0078] 定子3

[0079] 定子铁芯31

[0080] 定子齿311

[0081] 定子槽312

[0082] 定子轭313

[0083] 定子铁芯分块314

[0084] 第一定子铁芯分块单元315

[0085] 第二定子铁芯分块单元316

[0086] 定子绕组32

[0087] 传热元件4

[0088] 吸热段41

[0089] 过渡段42

[0090] 散热段43

[0091] 第一容纳槽51

[0092] 第二容纳槽52

[0093] 容纳腔53

[0094] 凸起部6

[0095] 吸热片7

[0096] 灌封胶块8

[0097] 永磁体9

[0098] 永磁体容纳槽10

具体实施方式

[0099] 下面通过实施例的方式进一步说明本发明,但并不因此将本发明限制在所述的实施例范围之中。

[0100] 实施例1

[0101] 如图1-图5所示,本实施例提供了一种电机,包括机壳1、定子3和转子2,定子3包括定子铁芯31和定子绕组32,定子铁芯31具有多个定子齿311、定子槽312和定子轭313,多个定子齿311沿电机的周向方向间隔设置,每个定子齿311上均缠绕有定子绕组32。本实施例中采用外定子内转子结构的电机,在电机的径向方向上,定子轭313的外侧面与机壳1的内侧面贴合。定子绕组32为电枢绕组且为集中式绕组,定子铁芯31的每个定子齿311上均缠绕有一个定子绕组32,每个定子槽312内容纳有在电机的周向方向上相邻的两个定子绕组32的一部分。在其他可替代的实施方式中,定子绕组32也可以为其他形式的绕组。

[0102] 如图1-图3所示,电机还包括传热元件4,传热元件4邻接于定子轭313,用于吸收定子3的轴向端部,特别是定子绕组32端部的热量,其中,本实施例中所涉及的定子3的轴向端部是指定子3在电机的轴线方向上的端部,定子绕组32的端部是指定子绕组32在电机的轴线方向上的端部。

[0103] 如图3所示,传热元件4为一个整体,至少部分传热元件4沿电机的轴线方向延伸,传热元件4沿电机的轴线方向的两端分别包括吸热段41和散热段43,吸热段41与散热段43之间通过过渡段42连接为一个整体。吸热段41靠近定子3的轴向端部设置并能够吸收热量,散热段43靠近定子3的中段设置并能够释放热量,吸热段41吸收的定子3的轴向端部的热量能够通过传热元件4传递至散热段43释放,具体为吸热段41吸收的定子3的轴向端部的热量首先传递至过渡段42,再通过过渡段42传递至散热段43,经由散热段43释放热量。

[0104] 定子3的轴向端部(特别是定子绕组32的端部)的温度较高,定子中段的温度较低。

传热元件4的吸热段41靠近定子3的轴向端部(即靠近定子绕组32的端部)设置,使得吸热段41能够吸收温度较高处的定子3轴向端部的热量,并将这些热量通过传热元件4的散热段43传递至温度较低的定子3的中段,使定子3整体受热更加均匀,特别是使得定子3轴向端部的温度降低,缓解定子3轴向端部特别是定子绕组32端部的局部热点效应,降低电机的热阻,提高冷却效果,防止定子绕组32端部的绝缘失效,保证电机性能,进而有利于提高电机转矩密度。散热段43散发的热量能够通过机壳1外散,进一步提高电机的冷却效果。

[0105] 如图1和图2所示,本实施例中的传热元件4设置在定子轭313沿电机的径向方向远离转子2的一侧即定子轭313的径向外侧,从而能够进一步降低对电机电磁性能的影响,有利于实现电机的高转矩密度。在其他可替代的实施方式中,在电机的径向方向上,传热元件4也可以设置在定子轭313靠近转子2的一侧,但为了保证转子2的正常旋转,传热元件4不能够与转子2产生干涉,而为了尽可能不影响磁路,传热元件4应该尽可能靠近定子轭313设置,即靠近定子槽312的底部设置。

[0106] 如图1和图2所示,定子轭313上设置有用于容纳传热元件4的第一容纳槽51,第一容纳槽51沿电机的轴线方向延伸,至少部分散热段43容纳在第一容纳槽51内,以使得散热段43能够靠近定子中段设置。在定子轭313上开设用于容纳部分传热元件4的第一容纳槽51,一方面能够增大传热元件4与定子轭313的接触面积,提高传热效率。另一方面由于第一容纳槽51是开设在定子轭313上,因此容纳在第一容纳槽51内的部分传热元件4占用了原本定子轭313所占用的电机空间,从而能够减少电机中另外用于放置传热元件4所需要的空间,使电机的结构更加紧凑。且由于定子齿311用于缠绕定子绕组32,将第一容纳槽51设置定子轭313上,还能够避免占用定子绕组32缠绕的空间,保证槽满率尽量高、绕组端部长度尽量短,降低对定子铁芯31部分磁路及电机整体电磁性能的影响,有利于实现电机的高转矩密度。

[0107] 如图1所示,机壳1上设置有第二容纳槽52,第二容纳槽52自机壳1的内侧面向径向外侧凹陷形成,一个第一容纳槽51与一个第二容纳槽52位于电机的同一周向方向上,第一容纳槽51与对应的第二容纳槽52配合形成用于容纳传热元件4的容纳腔53,容纳腔53的形状与传热元件4的外轮廓相似,且容纳腔53在电机的径向方向和周向方向上的尺寸仅略微大于传热元件4在电机的径向方向和周向方向上的尺寸,用于一定程度上限制传热元件4在电机的径向方向和周向方向上移动。通过在机壳1上开设与第一容纳槽51配合的第二容纳槽52,能够减小定子铁芯31上的第一容纳槽51的尺寸,降低因为开设第一容纳槽51对电磁性能产生的影响,有利于实现电机的高转矩密度,同时可以保证散热段43的热量能够以较小热阻传导至机壳1。

[0108] 沿电机的轴线方向,容纳腔53靠近吸热段41的一端贯通,使得传热元件4的吸热段41能够伸出定子铁芯31的轴向端部,使吸热段41更靠近定子绕组32的端部。容纳腔53的另一端延伸至定子中段左右,能够保证散热段43正常散热即可。容纳腔53靠近散热段43即定子中段的一端封闭,使得传热元件4在组装过程中能够在电机的轴线方向上快速定位,并限制传热元件4在定子3的轴线方向上的移动,而且保证位于定子同一轴向端部的多个传热元件4在电机的轴线方向上齐平。在其他可替代的实施方式中,容纳腔53在电机的轴线方向上的两端也可以都贯通。

[0109] 如图1和图2所示,部分第一容纳槽51与定子齿311的位置对应,一个第一容纳槽51

与其中一个定子齿311位于电机的同一周向方向上，第一容纳槽51与定子齿311的位置对应能够减少传热元件4对定子轭313部分的磁路影响，保证电机的电磁性能，有利于实现电机的高转矩密度。

[0110] 还有一部分第一容纳槽51与定子槽312的位置对应，该部分第一容纳槽51设置在电机的周向方向上相邻的两个定子齿311之间，且使得传热元件4的吸热段41位于相邻的两定子绕组32之间，从而能够实现一个传热元件4能够为两个定子齿311上的定子绕组32传热，传热效果更高，能够更好的缓解定子绕组32端部的局部热点效应。吸热段41位于缠绕在对应的定子齿311上的定子绕组32的轴向外侧，以避免吸热段41与定子绕组32产生干涉。

[0111] 如图4所示，对于上述与定子槽312的位置对应的第一容纳槽51，定子轭的对应位置处还设置有凸起部6，凸起部6与该部分第一容纳槽51对应，一个凸起部6与一个第一容纳槽51位于电机的同一周向方向上，且凸起部6的凸起方向与对应的第一容纳槽51的凹陷方向相同，凸起部6在电机的轴线方向上的长度与对应的第一容纳槽51在电机的轴线方向上的长度相同。凸起部6用于补充因为设置第一容纳槽51而减少的部分定子铁芯31，提高电磁性能，有利于实现电机的高转矩密度。

[0112] 本实施例中存在两种第一容纳槽51在电机的周向方向上的位置布局，即一种是对应定子齿311，另一种是对应定子槽312。在其他可替代的实施方式中，两种布局既可以同时存在也可以分别独立存在。

[0113] 如图3所示，本实施例中的传热元件4为L形结构，吸热段41沿电机的径向方向延伸，吸热段41的吸热端靠近定子绕组32，散热段43沿电机的轴线方向延伸，过渡段42成90°弯折，用于连接吸热段41和散热段43。将吸热段41设计成沿电机的径向方向延伸是为了使吸热段41能够更加靠近温度较高的定子绕组32，吸收定子绕组32端部的热量，缓解定子绕组32端部的局部热点效应。在其他可替代的实施方式中，传热元件4也可以设计成其他形状，例如直线形。

[0114] 如图1和图2所示，吸热段41从第一容纳槽51贯通的一端伸出定子铁芯31，吸热段41在电机的轴线方向上位于定子绕组32的外侧，使得在使吸热段41更加靠近定子绕组32的基础上，防止传热元件4与定子3之间产生干涉，并减少对磁路的影响，保证电机的电磁性能，有利于实现电机的高转矩密度。

[0115] 吸热段41在电机的径向方向上的长度也不宜过长，防止与转子2产生干涉，影响转子2的正常转动。在其他可替代的实施方式中，如果转子2具有转子绕组，可以进一步将吸热段41向转子2方向延伸，使得吸热段41的吸热端延伸至气隙的径向内侧，靠近转子绕组，以实现传热元件4不仅能够缓解定子绕组32端部的局部热点效应，还能够缓解转子绕组端部的局部热点效应。

[0116] 如图3所示，吸热段41上安装有吸热片7，吸热片7的横截面尺寸大于吸热段41的横截面尺寸。吸热片7用于增大吸热段41的吸热面积，能够从定子3的轴向端部吸收更多的热量，提高定子3轴向端部的冷却效果。本实例中的吸热片7为翅片，在其他可替代的实施方式中，吸热片7也可以采用能够实现上述效果的其他结构。

[0117] 如图1所示，传热元件4的数量为多个，定子3的轴向两端均设置有多个传热元件4。沿电机的周向方向，定子3的轴向两端的传热元件4交错设置，一方面保证定子3两个轴向端部都具有吸热段41进行吸热，使得定子3两个轴向端部都能得到充分散热，另一方面也能够

防止轴向两端的两个传热元件4相互干涉，保证传热元件4传热的可靠性。在其他可替代的实施方式中，定子3的轴向两端的传热元件4的数量不固定，至少为一个。

[0118] 如图5所示，在机壳1、定子3和传热元件4组装完成后，组装的结构需要进行灌封处理，将机壳1、定子3和传热元件4之间的空隙进行填充，不仅能够限制传热元件4在各个方向上的移动，更为重要的是能够增强导热效果，提高传热效果。如果需要对转子2的轴向端部进行吸热，传热元件4的吸热段41可以伸出灌封胶块8。其中需要注意的是，转子2不能够一起灌封，否则会影响转子的旋转，影响电机的正常运行。

[0119] 本实施例中的传热元件4为热管，第一容纳槽51和第二容纳槽52均为半圆形。热管传热效率高，传热效果好。在其他可替代的实施方式中也可以选择其他能够实现上述效果的结构作为传热元件4。

[0120] 本实施例中对电机的种类没有进一步限定，上述中的传热元件4能够适用于所有包括上述定子和转子样式的电机，例如定子型永磁体电机、转子型永磁体电机等。此外，还应该至少满足传热元件4不会与电机中的其他结构产生干涉，保证电机的正常运行。

[0121] 本实施例还提供了一种电机的加工装配方法，用于加工装配上述中的电机，电机的加工装配方法包括以下步骤：

[0122] 将定子3的定子铁芯31和永磁体安装在机壳1内，并将定子3上的第一容纳槽51与机壳1上的第二容纳槽52对准以形成用于容纳传热元件4的容纳腔53；

[0123] 在定子铁芯31上安装定子的定子绕组32；

[0124] 将传热元件4放置在容纳腔53内。

[0125] 在定子3的定子轭313上开设用于容纳部分传热元件4的第一容纳槽51，在机壳1上开设用于容纳部分传热元件4的第二容纳槽52，通过定子3上的第一容纳槽51和机壳1上第二容纳槽52共同容纳传热元件4，在不另外占用电机其他空间的基础上实现新增传热元件4，保证电机的结构紧凑。传热元件4设置在远离定子绕组32的一侧能够减少对磁路的影响，在减少定子绕组32端部的局部热点效应的同时有利于实现电机的高转矩密度。

[0126] 在第一容纳槽51和第二容纳槽52对准的过程中，将传热元件4的样块插入容纳腔53内以判断第一容纳槽51和第二容纳槽的对准情况52。若传热元件4的样块能够插入容纳腔53，则判断第一容纳槽51和第二容纳槽52对准；若传热元件4的样块不能够插入容纳腔53，则判断第一容纳槽51和第二容纳槽52没有对准，需要调整定子铁芯31的位置，使得第一容纳槽51和第二容纳槽52完全对准，从而能够在第一容纳槽51与第二容纳槽52没有完全对准的情况下及时调整定子铁芯31的位置。

[0127] 在第一容纳槽51与第二容纳槽52对准结束之后，将传热元件4的样块从容纳腔53中抽出，并将传热元件4插入容纳腔53内，安装传热元件4替换传热元件4的样块。在第一容纳槽51和第二容纳槽52对准完成后再替换传热元件4，有效防止在定子3组装过程中对传热元件4产生的磨损。

[0128] 在将传热元件4放置到容纳腔53内之前，先在传热元件4的外侧面上涂抹固定胶，固定胶用于进一步限制传热元件4在各方向上的移动，保证电机的可靠性。待传热元件4完全固定之后，将机壳1、定子3和传热元件4通过绝缘灌封胶块8灌封。将机壳1、定子3和传热元件4之间的空隙进行填充，不仅能够限制传热元件4在各个方向上的移动，更为重要的是能够增强导热效果，提高传热效果。

[0129] 本实施例中的传热元件4不仅适用于上述中的外定子内转子结构的电机，也能够适用于外转子内定子结构的电机。由于在外转子内定子结构的电机中，定子3不与机壳1贴合，因此可以不用在机壳1上设置第二容纳槽52，可以直接在定子铁芯31上设置能够容纳整个传热元件4的第一容纳槽51，或者在与定子3的径向内侧贴合的其他结构上设置与第一容纳槽51配合的第二容纳槽52，具体可以根据实际情况进行调整。

[0130] 实施例2

[0131] 本实施例中的电机结构与实施例1基本相同，其不同之处在于本实施例中的电机为定子型永磁体电机，永磁体9安装在定子3一侧。

[0132] 如图6-图9所示，本实施例中的电机也为外定子内转子的结构，包括定子3和转子2，定子3包括定子铁芯31、机壳1、和多个永磁体9，在电机的径向方向上，定子铁芯31的外侧面与机壳1的内侧面贴合。定子铁芯31包括多个沿电机的周向方向间隔设置的定子铁芯分块314，相邻的两定子铁芯分块314之间形成用于容纳永磁体9的容纳空间。在电机的周向方向上，永磁体9与定子铁芯分块314接合，永磁体9在电机的径向方向上的宽度略小于定子铁芯分块314在电机的径向方向上的宽度。如图8所示，机壳1上设置用多个沿电机的周向方向间隔设置的永磁体容纳槽10，永磁体容纳槽自机壳1的内侧面向径向外侧凹陷，永磁体容纳槽10与对应的永磁体9的容纳空间在电机的同一周向方向上。

[0133] 在机壳1上设置用于容纳永磁体9的永磁体容纳槽10，方便永磁体9的快速定位，进而方便与永磁体9接合的定子铁芯分块314的快速定位，降低永磁体9和定子铁芯分块314的装配精度要求，加快组装效率。永磁体9和定子铁芯分块314可以实现直接与机壳1上配合组装，由于永磁体9和定子铁芯分块314都会直接与机壳1贴合，也能够保证整个定子3的圆整度，进而保证电器的气隙均匀。

[0134] 如图7所示，永磁体容纳槽10沿电机的轴线方向的两端贯通，永磁体9可以通过机壳1的轴向两端推入永磁体容纳槽10内，能够适用于燕尾型等不能够直接从径向方向插入的永磁体容纳槽10，提高永磁体9与机壳1装配的可行性。

[0135] 如图7所示，机壳1上设置有多个沿电机的周向方向间隔设置的定位部11，多个定位部11在电机的轴线方向上齐平，且自机壳1的内侧面朝向定子铁芯31凸起。定位部11用于实现定子铁芯分块314在电机的轴线方向上的快速定位，并使得多个定子铁芯分块314能够在电机的轴线方向上齐平。

[0136] 如图8所示，定子铁芯分块314为开口朝向定子径向内侧的U形结构；沿电机的周向方向，定子铁芯分块314具有用于形成U形结构两侧壁的第一定子铁芯分块单元315和第二定子铁芯分块单元316；第一定子铁芯分块单元315在电机的周向方向上的宽度大于第二定子铁芯分块单元316在电机的周向方向上的宽度。对于相邻的两定子铁芯分块314，其中一定子铁芯分块314的第一定子铁芯分块单元315与另一定子铁芯分块314的第一定子铁芯分块单元315相邻；或，其中一定子铁芯分块314的第二定子铁芯分块单元316与另一定子铁芯分块的第二定子铁芯分块单元316相邻。

[0137] 即对于在电机的周向方向上相邻的两个定子铁芯分块314而言，两个定子铁芯分块314中的第一定子铁芯分块单元315和第二定子铁芯分块单元316分别位于定子铁芯分块314的周向不同侧。例如，对于在电机的周向方向上相邻的两个定子铁芯分块314，其中一个定子铁芯分块314的第一定子铁芯分块单元315位于该定子铁芯分块314的周向左侧，另一

个定子铁芯分块314的第一定子铁芯分块单元315位于该定子铁芯分块314的周向右侧。

[0138] 此设计方式一方面是考虑电机负载运行情况下，电枢磁场和永磁磁场作用时的磁路略微不对称性，另一方面还能够保证操作人员操作时有明确的参照，使得定子铁芯分块和永磁体分别不容易装错位置。

[0139] 如图10和图11所示，本实施例中的电机也包括传热元件4，传热元件4的具体结构以及布局方式可以参照实施例1中的相关内容。实施例1中的电机的加工装配方法同样也适用于本实施例。

[0140] 如图10所示，转子2包括转子铁芯22和转子绕组21，转子铁芯22包括转子齿和转子槽，转子绕组缠绕在转子绕组21上，本实施例中的转子绕组21为电枢绕组，能够产生电磁转矩。吸热段41向转子2方向延伸，使得吸热段41的吸热端延伸至气隙的径向内侧，靠近转子绕组21，以实现传热元件4不仅能够缓解定子绕组32端部的局部热点效应，还能够缓解转子绕组21端部的局部热点效应。本实施例还提供了一种电机的加工装配方法，用于加工上述中的电机，电机的加工装配方法包括以下步骤：

[0141] 在机壳1上开设用于容纳部分永磁体9的永磁体容纳槽10；

[0142] 将永磁体9或永磁体9的样块插入永磁体容纳槽10内；

[0143] 将定子铁芯分块314插入在电机的周向方向上相邻的两个永磁体9或永磁体9的样块之间。

[0144] 先将永磁体9或永磁体9的样块插入永磁体容纳槽10实现永磁体9相对于机壳1的定位，再将定子铁芯分块314插入两个永磁体9或永磁体9的样块之间实现定子铁芯分块314相对于机壳1的定位，一方面能够提高永磁体9和定子铁芯分块314的组装效率，降低永磁体9和定子铁芯分块314的装配精度要求。另一方面，由于永磁体9和定子铁芯分块314直接在机壳1上进行组装，永磁体9和定子铁芯分块314都会直接与机壳1贴合，也能够保证整个定子3的圆整度，进而保证电器的气隙均匀。其中，永磁体9的样块是指与永磁体9形状相同的结构件，通常可以用金属，例如不锈钢等材料制成，耐磨损，使用寿命长。

[0145] 本实施例是在定子铁芯分块314安装之前，先将永磁体9的样块插入永磁体容纳槽10内，在将定子铁芯分块314安装完之后，安装永磁体9替换永磁体9的样块，防止在定子铁芯分块314组装的过程中对永磁体9产生的磨损。

[0146] 在永磁体9插入永磁体容纳槽10之前，在永磁体9沿电机的周向方向的两侧面上涂上固定胶，固定胶能够实现永磁体9和定子铁芯分块314之间的相对固定，防止在使用过程中两者产生相对移动，保证电机的可靠性。

[0147] 以下结合上述两种电机的加工装配方法，简述本实施例中具有传热组件的定子型永磁体电机的加工装配方法：

[0148] 步骤一、将机壳1竖立，将永磁体9的样块安装至永磁体容纳槽10内，并通过合适的工装将永磁体9的样块沿电机的径向方向上固定，例如可以通过具有一定外径的圆筒将永磁体9的样块顶住。

[0149] 步骤二、将定子铁芯分块314的外侧面涂上固定胶后安装在沿电机的周向方向相邻的两个永磁体9的样块之间。

[0150] 步骤三、在固定胶未干之前，通过工装对定子铁芯分块314进行微调，使得定子铁芯分块314上的第一容纳槽51和机壳1上的第二容纳槽52配合精度更高，保证后续传热元件

4能够安装。

[0151] 步骤四、重复上述步骤，将所有的定子铁芯分块314安装在机壳1上，等待定子铁芯分块314上的固定胶凝固。

[0152] 步骤五、将永磁体9的样块沿电机的轴线方向抽出，在永磁体9沿电机的轴线方向上的两侧面上涂上固定胶，沿电机的轴线方向将涂有固定胶的永磁体9推入永磁体容纳槽10内，并等待永磁体9上的固定胶凝固。永磁体9在电机的径向方向的上的长度小于定子铁芯分块314在电机的径向方向的上的长度，以保证在后续车圆定子3靠近气隙的一侧面的过程中，永磁体9不受损坏。

[0153] 步骤六、上述安装定子铁芯分块314和永磁体9之后，定子铁芯31靠近气隙的一侧面不会完全公正，需要将定子铁芯31靠近气隙的一侧进行车圆加工，使其符合圆整度要求。

[0154] 步骤七、加工完成后将定子绕组32缠绕在定子齿311上。

[0155] 步骤八、在传热元件4上涂抹固定胶并沿电机的轴线方向将涂有固定胶的传热元件4推入容纳腔53内替换传热元件4的样块，等待传热元件4上的固定胶凝固。

[0156] 步骤九、全部安装完毕后，由于传热元件4没有与定子铁芯31和机壳1完全贴合，因此还需要进行浸漆和端部灌封。

[0157] 步骤十、对灌封完成的定子3进行进一步处理，例如表面打磨等，而后再将定子3与其他部件进行装配。

[0158] 在本发明的描述中，需要理解的是，术语“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或组件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。

[0159] 虽然以上描述了本发明的具体实施方式，但是本领域的技术人员应当理解，这仅是举例说明，本发明的保护范围是由所附权利要求书限定的。本领域的技术人员在不背离本发明的原理和实质的前提下，可以对这些实施方式做出多种变更或修改，但这些变更和修改均落入本发明的保护范围。

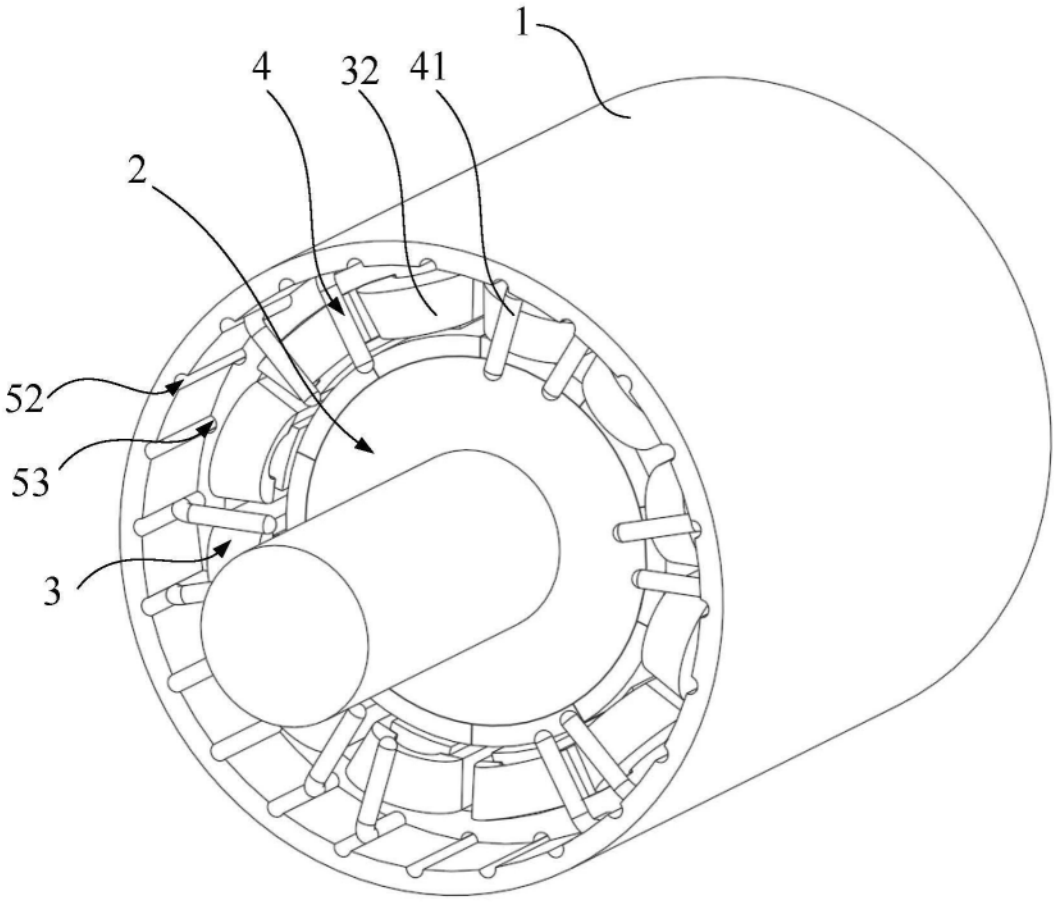


图1

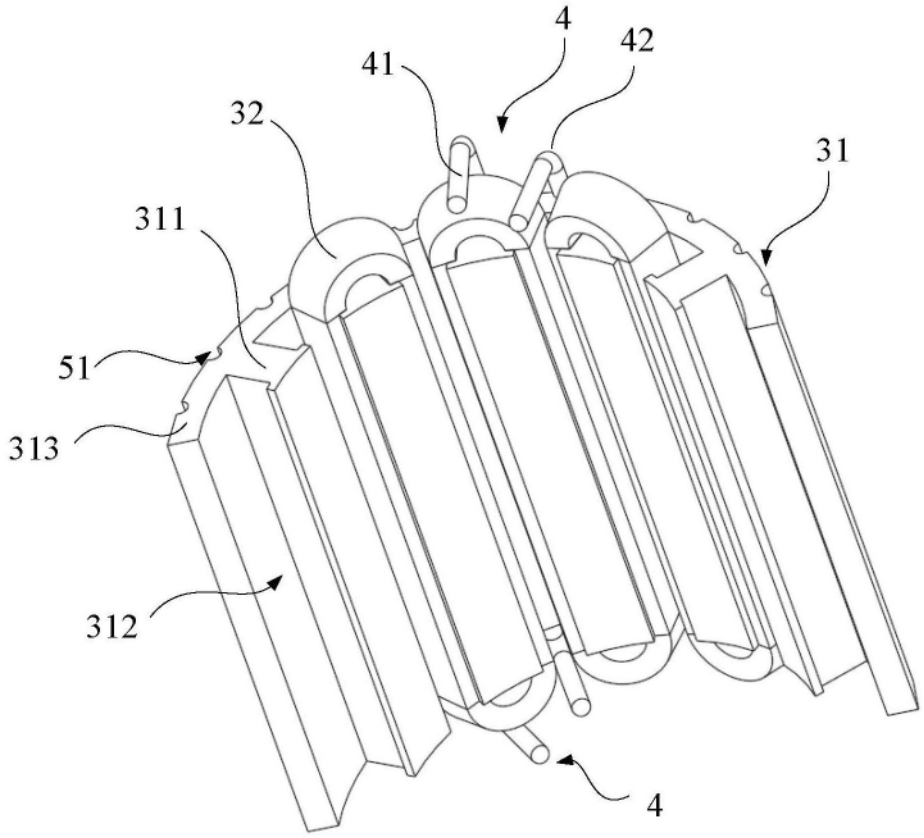


图2

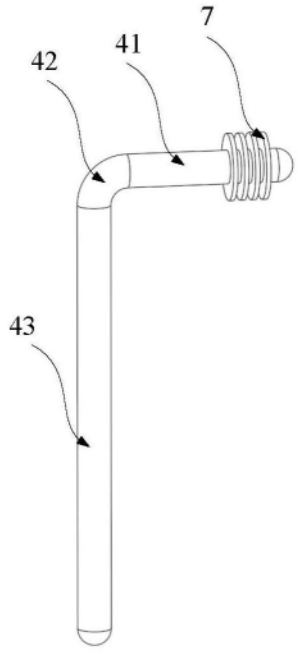


图3

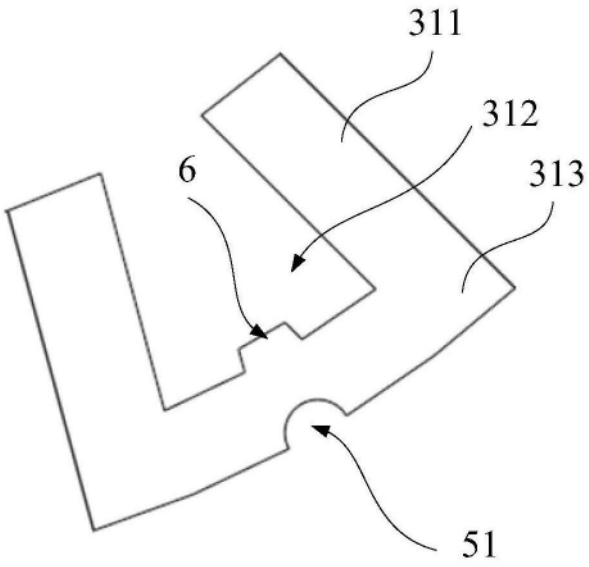


图4

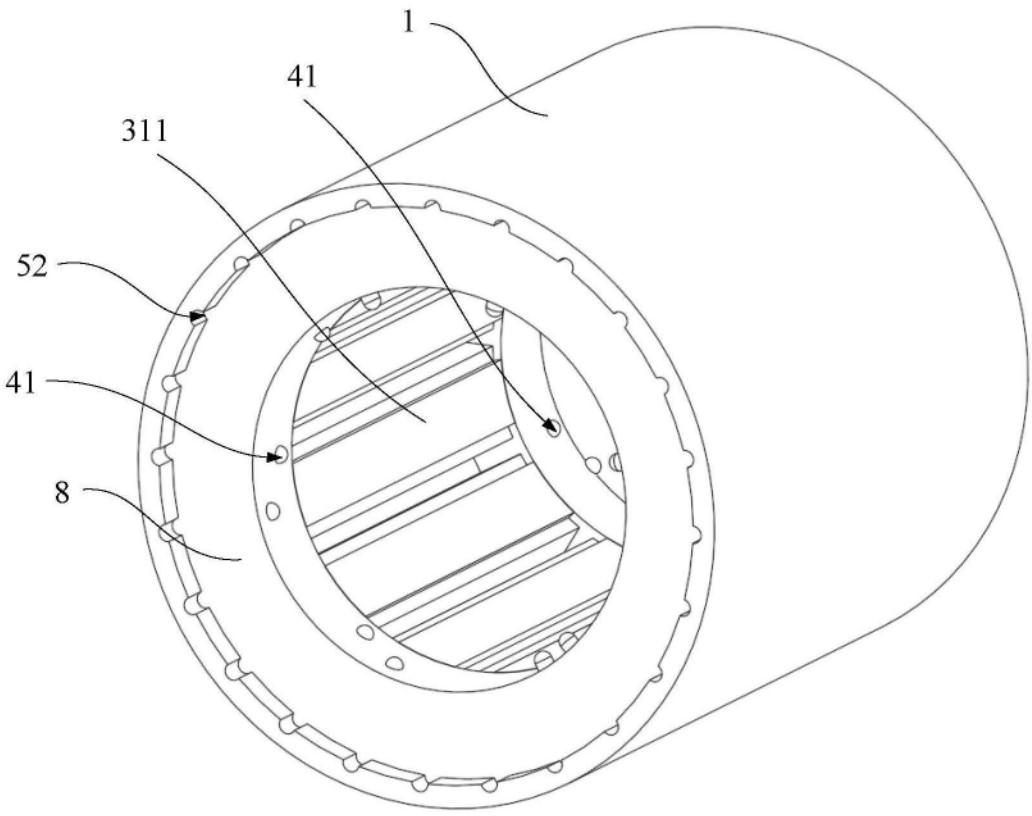


图5

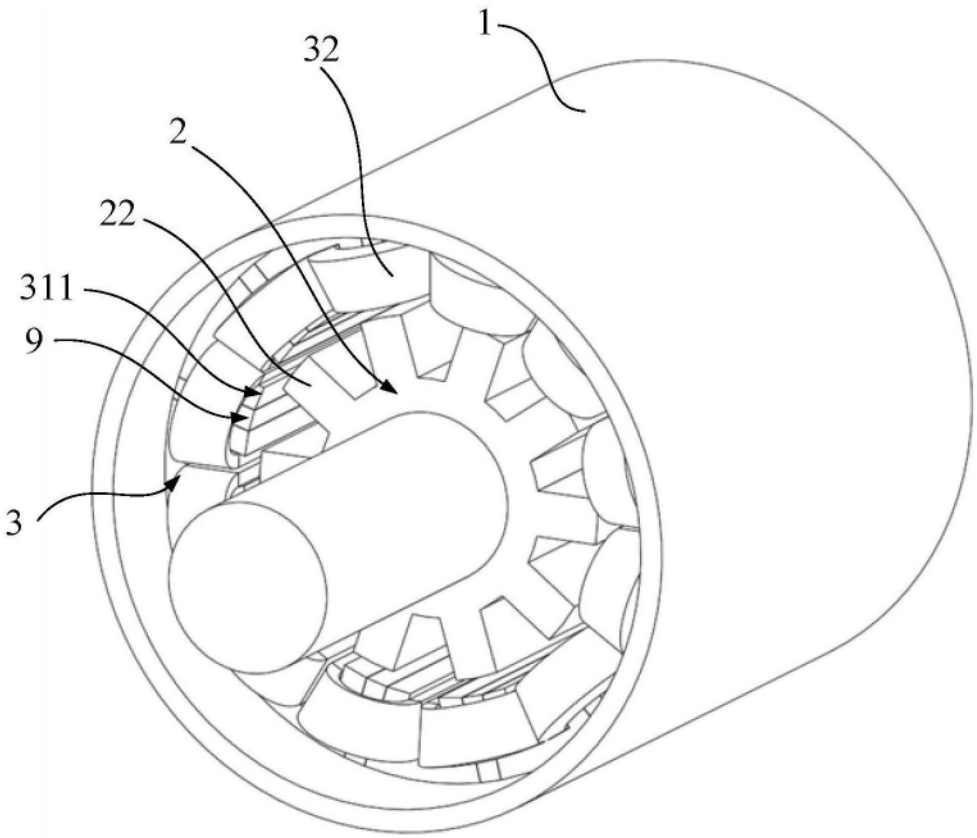


图6

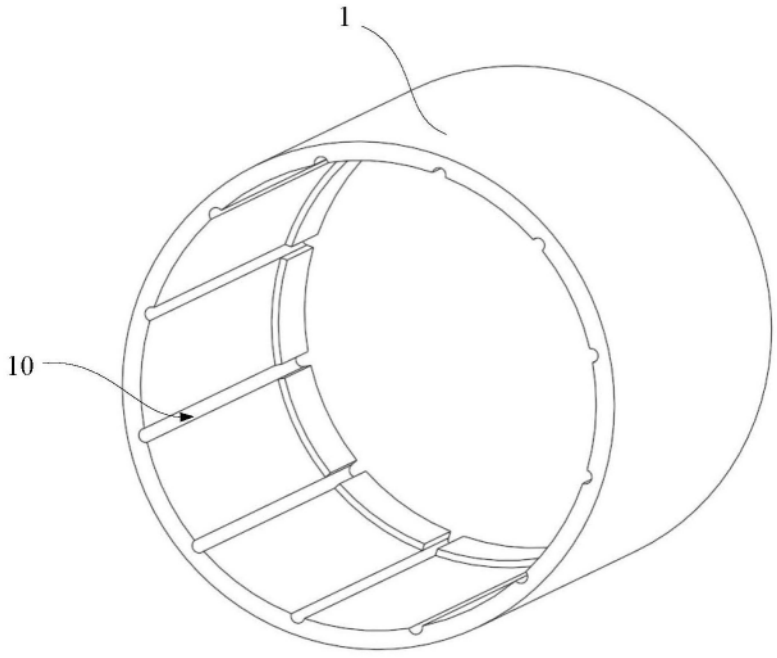


图7

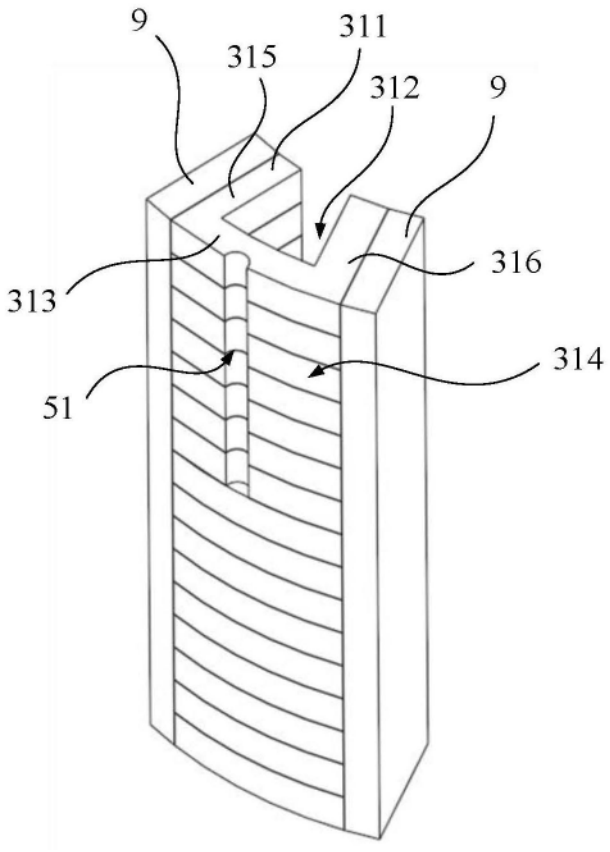


图8

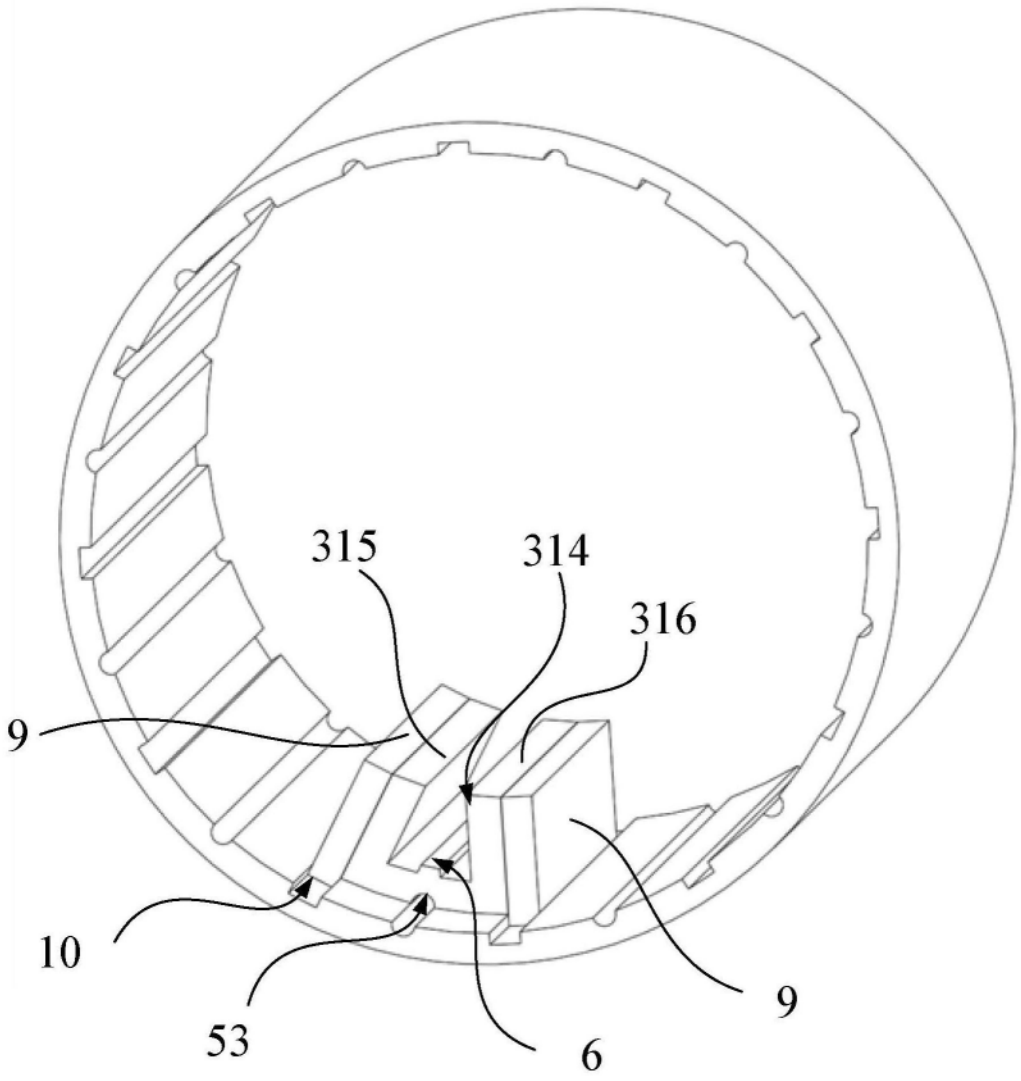


图9

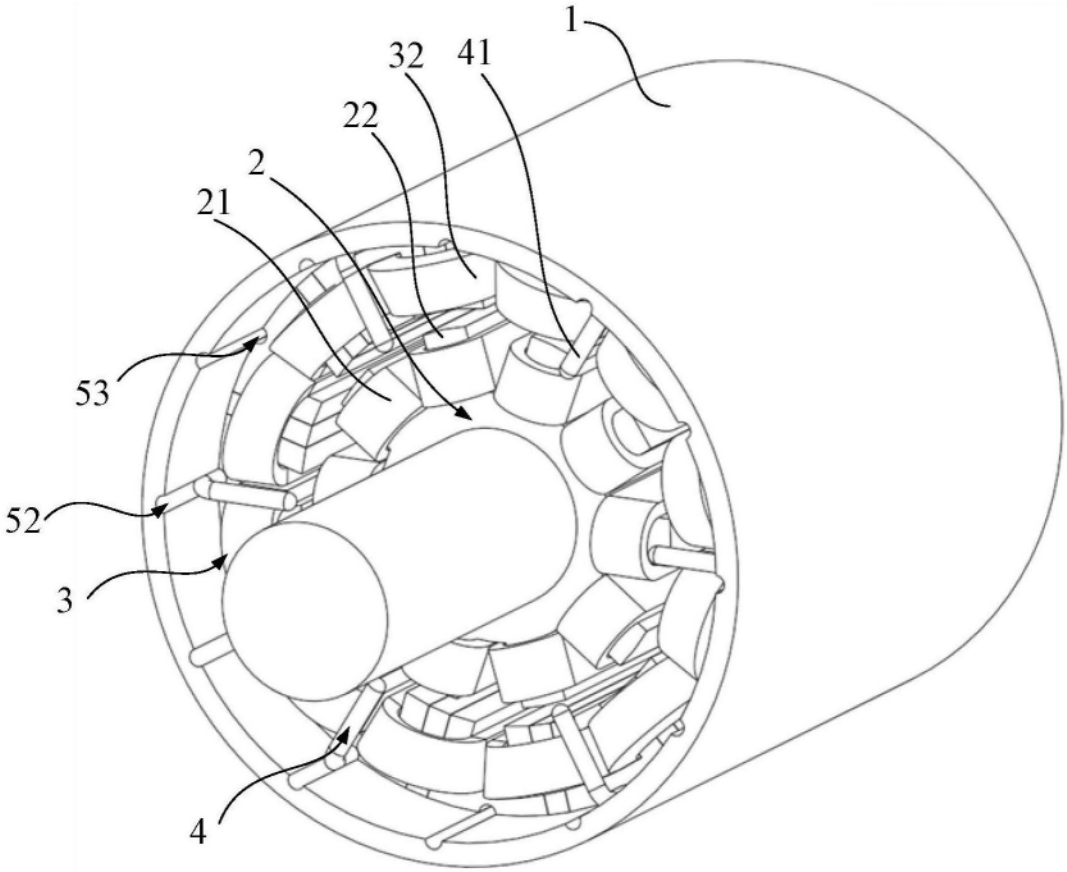


图10

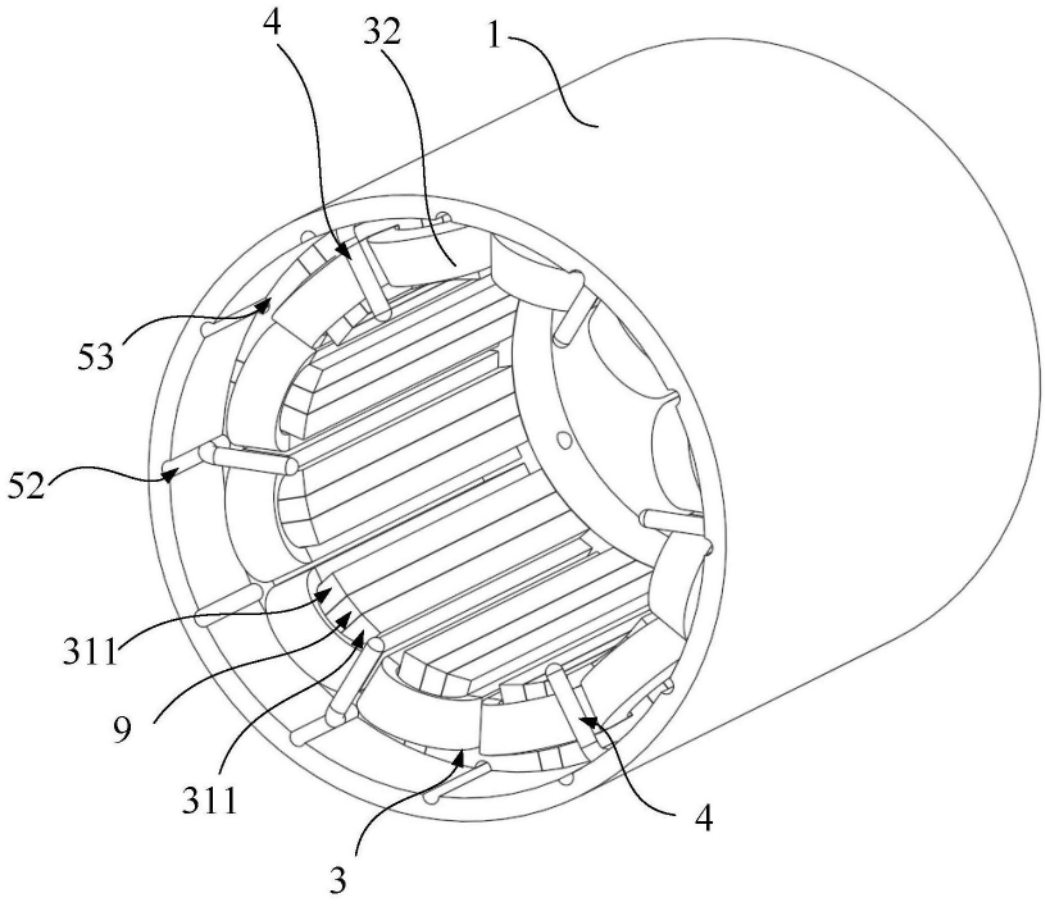


图11