



# (12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 208299631 U

(45)授权公告日 2018.12.28

(21)申请号 201820183236.7

H02K 5/20(2006.01)

(22)申请日 2018.01.31

H02K 3/12(2006.01)

(73)专利权人 华南理工大学

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

地址 510640 广东省广州市天河区五山路  
381号

(72)发明人 孙亚隆 闫志国 汤勇 袁伟  
吴宇璇

(74)专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限  
公司 44102

代理人 何淑珍 冯振宁

(51)Int.Cl.

H02K 9/20(2006.01)

H02K 9/22(2006.01)

H02K 3/38(2006.01)

H02K 5/02(2006.01)

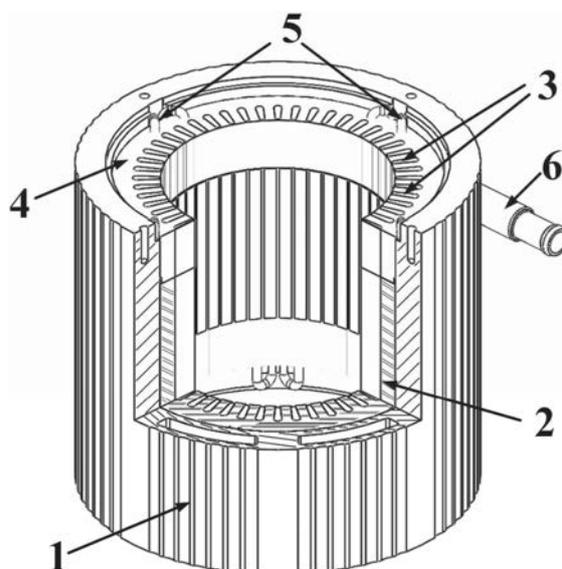
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

## (54)实用新型名称

一种强化热管理的车用电机定子组件应用的电机

## (57)摘要

本实用新型公开了一种强化热管理的车用电机定子组件应用的电机。该电机包括电机机壳、定子铁芯、定子绕组、固相储热材料和相变热管；所述电机机壳的壳体两端具有相变热管安装槽道和螺纹孔；所述螺纹孔用于实现与法兰端盖的螺栓连接；所述定子绕组安装在定子铁芯的嵌线槽中，并与定子铁芯一体套于电机机壳中；所述相变热管为柔性的3D自由曲面相变热管，冷凝端装配于电机机壳的相变热管安装槽道中，蒸发端通过固相储热材料与定子绕组实现低热阻紧密配合；所述固相储热材料灌装在定子绕组两端与电机机壳之间的空隙中。该高导热车用电机定子组件应用的电机均热效果佳，散热效果好，结构简单，使用寿命长，安装方便。



1. 一种强化热管理的车用电机定子组件应用的电机,其特征在于,包括电机机壳(1)、定子铁芯(2)、定子绕组(3)、固相储热材料(4)和相变热管(5);

所述电机机壳(1)为一体化成型的铝材壳体,壳体两端面具有相变热管安装槽道和螺纹孔;所述螺纹孔用于实现与法兰端盖的螺栓连接;

所述定子绕组(3)安装在定子铁芯(2)的嵌线槽内,并与定子铁芯(2)一体套于电机机壳(1)中,且定子绕组(3)凸出定子铁芯(2)两端面,形成定子绕组两端部;所述定子铁芯(2)的外壁面与电机机壳(1)的壳体内壁面相接触;

所述固相储热材料(4)灌装在定子绕组两端部与电机机壳(1)之间的空隙中,直接连接定子绕组两端部和电机机壳壳体;

所述相变热管(5)为柔性的3D自由曲面相变热管,内部具有吸液芯结构,相变热管(5)的冷凝端装配于电机机壳(1)的相变热管安装槽道中,相变热管(5)的蒸发端通过固相储热材料(4)与定子绕组两端部实现低热阻紧密配合。

2. 根据权利要求1所述的一种强化热管理的车用电机定子组件应用的电机,其特征在于,所述相变热管安装槽道沿周向均匀分布于电机机壳(1)的壳体两端,槽道的数量与相变热管(5)的数量保持一致,根据实际电机发热功率和电机机壳壳体水道结构进行尺寸设计。

3. 根据权利要求1所述的一种强化热管理的车用电机定子组件应用的电机,其特征在于,所述相变热管安装槽道的截面形状为圆形、半圆形或矩形,且相变热管安装槽道与相变热管(5)的配合公差为 $+0.6\sim+0.2\text{mm}$ 。

4. 根据权利要求1所述的一种强化热管理的车用电机定子组件应用的电机,其特征在于,所述固相储热材料(4)具有良好的液态流动性、优越的绝缘特性和较高的热导率,具体粘度为 $500\sim 6000\text{ cps}$ ,体积电导率 $\geq 1 \times 10^{16}\ \Omega \cdot \text{cm}$ ,热导率为 $0.6\sim 2.5\ \text{W/m} \cdot \text{K}$ ;所述固相储热材料选自包括导热树脂或导热灌封胶。

5. 根据权利要求1所述的一种强化热管理的车用电机定子组件应用的电机,其特征在于,所述相变热管(5)内部的吸液芯结构为具有高深宽比的沟槽,且具有单向导热特性。

6. 根据权利要求5所述的一种强化热管理的车用电机定子组件应用的电机,其特征在于,所述沟槽的深宽比为 $2:1\sim 4:1$ 。

7. 根据权利要求5所述的一种强化热管理的车用电机定子组件应用的电机,其特征在于,所述沟槽的截面形状为矩形,沟槽表面具有微翅片结构,沟槽深度介于 $0.2\sim 2\ \text{mm}$ ,宽度介于 $0.2\sim 1\ \text{mm}$ ,间距介于 $0.1\sim 1\ \text{mm}$ 。

8. 根据权利要求1所述的一种强化热管理的车用电机定子组件应用的电机,其特征在于,所述相变热管(5)内灌注的工质为冷媒介质,包括去离子水或丙酮;所述工质的灌注量为相变热管(5)内部的吸液芯结构容积的 $1/5\sim 1/3$ 。

9. 根据权利要求1所述的一种强化热管理的车用电机定子组件应用的电机,其特征在于,所述相变热管(5)的内部为真空密封,真空度低于 $50\ \text{Pa}$ 。

10. 根据权利要求1所述的一种强化热管理的车用电机定子组件应用的电机,其特征在于,所述相变热管(5)的冷凝端与相变热管安装槽道的装配方式为焊接、胀接或胶接。

## 一种强化热管理的车用电机定子组件应用的电机

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及车用电机技术领域,具体涉及一种强化热管理的车用电机定子组件应用的电机。

### 背景技术

[0002] 近年来,基于节约能源、环境保护和绿色发展等可持续发展理念,电动汽车得到了迅猛的发展。电机作为电动汽车驱动系统的核心部件,其性能直接决定了电动汽车的性能,而电机温升问题限制了电机向大功率密度、高可靠性和紧凑化方向的发展。过高的电机温度将引起电机过热、绝缘失效、永磁体失效等一系列问题,采用高效可靠的电机热管理系统是提高电机工作效率、稳定性和可靠性的关键。

[0003] 电机的结构设计、安装位置和材料成本等决定了电机定子绕组两端与机壳之间存在较大的空隙,而空气极低的热导率使得绕组两端产生的热量不能及时的排出,在峰值工况下容易造成定子绕组端部瞬时温度过高,影响了电机使用的稳定性与可靠性。同时,电机机壳的有效散热面积仅为与定子铁芯接触的部分,仅占机壳内壁面面积的三分之一至二分之一,其余面积则得不到有效利用,造成电机机壳温差梯度过大,影响电机整体的温控性能。电机的散热问题成为制约电机发展的关键,亟需解决。

[0004] 针对目前这种情况,该实用新型公开了一种强化热管理的车用电机定子组件及其应用的电机,通过在定子绕组端部与机壳之间安装相变热管,使得绕组端部产生的热量可以快速传递到电机机壳,充分利用整个电机机壳进行散热,实现热量的均匀分布,避免电机局部温度过高;同时在绕组端部与机壳之间灌装固相储热材料,可以在电机瞬时产生热量较多、相变热管不能及时排出的情况下进行热量存储,避免电机瞬时温度过高,提高电机峰值运行的稳定性和可靠性。通过结合固相储热技术和相变传热技术,增强了电机机壳散热利用效率,改善了电机的温控性能。

### 实用新型内容

[0005] 本实用新型的目的在于针对现有技术存在的散热问题的不足,提供了一种强化热管理的车用电机定子组件应用的电机。该强化热管理的车用电机定子组件应用的电机利用固相储热材料和相变热管技术,改善电机峰值运行时的温控性能,运用固相储热材料暂时储存、相变热管快速传递电机瞬时产生的热量,将车用电机主要发热部件定子铁芯和定子绕组产生的热量快速传导至电机机壳,实现热量的重新分布,避免电机局部温度过高;并且可以在电机峰值运行时储存瞬时产生的大量热量,避免电机瞬时温度过高,提高电机峰值运行时的可靠性和稳定性;该高导热车用电机定子组件应用的电机均热效果佳,散热效果好,结构简单,使用寿命长,安装方便。

[0006] 本实用新型的目的通过如下技术方案实现。

[0007] 一种强化热管理的车用电机定子组件应用的电机,包括电机机壳、定子铁芯、定子绕组、固相储热材料和相变热管;

[0008] 所述电机机壳为一体化成型的铝材壳体,壳体两端具有相变热管安装槽道和螺纹孔;所述螺纹孔用于实现与法兰端盖的螺栓连接;

[0009] 所述定子绕组安装在定子铁芯的嵌线槽中,并与定子铁芯一体套于电机机壳中,且定子绕组凸出定子铁芯两端面,形成定子绕组两端部;所述定子铁芯的外壁面与电机机壳的壳体内壁面相接触;

[0010] 所述固相储热材料灌装在定子绕组两端部与电机机壳之间的空隙中,直接连接定子绕组两端部和电机机壳壳体;

[0011] 所述相变热管为柔性的3D自由曲面相变热管,内部具有吸液芯结构,相变热管的冷凝端装配于电机机壳的相变热管安装槽道中,相变热管的蒸发端通过固相储热材料与定子绕组实现低热阻紧密配合,相变热管两端分别与定子绕组两端部和电机机壳连接,实现电机内部高热组件热量的高效定向输送。

[0012] 进一步地,所述相变热管安装槽道沿周向均匀分布于电机机壳的壳体两端面,槽道的数量与相变热管的数量保持一致,根据实际电机发热功率和机壳壳体水道结构进行尺寸设计。

[0013] 进一步地,所述相变热管安装槽道的截面形状为圆形、半圆形或矩形,且相变热管安装槽道与相变热管的配合公差为 $+0.6\sim+0.2\text{mm}$ 。

[0014] 进一步地,所述固相储热材料具有良好的液态流动性、优越的绝缘特性和较高的热导率,具体粘度为 $500\sim 6000\text{cps}$ ,体积电导率 $\geq 1\times 10^{16}\Omega\cdot\text{cm}$ ,为 $0.6\sim 2.5\text{W/m}\cdot\text{K}$ 。

[0015] 进一步地,所述固相储热材料优选自包括导热树脂或导热灌封胶。

[0016] 固相储热材料由液相灌装在定子绕组两端部与电机机壳之间的空隙中,受热固化后保持固相状态,直接连接定子绕组和电机机壳的壳体,以实现热量的储存和向外传导。

[0017] 进一步地,采用的相变热管为柔性3D自由曲面相变热管,具有良好的柔韧性,可根据使用需求进行3D弯曲。

[0018] 进一步地,所述相变热管内部的吸液芯结构为具有高的深宽比的微沟槽,且具有单向输送液体的特性,使相变热管具有单向导热特性,有效提高定子绕组与电机机壳之间的热量传递速度。

[0019] 更进一步优选的,所述沟槽的深宽比为 $2:1\sim 4:1$ 。

[0020] 更进一步优选的,所述沟槽的截面形状为矩形,沟槽表面具有微翅片结构,沟槽深度介于 $0.2\sim 2\text{mm}$ ,宽度介于 $0.2\sim 1\text{mm}$ ,间距介于 $0.1\sim 1\text{mm}$ 。

[0021] 进一步地,所述相变热管内灌注的工质为冷媒介质,包括去离子水或丙酮。

[0022] 更进一步优选的,所述工质的灌注量为相变热管内部的吸液芯结构容积的 $1/5\sim 1/3$ 。

[0023] 进一步地,所述相变热管的内部为真空密封,真空度低于 $50\text{Pa}$ 。

[0024] 进一步地,所述相变热管的冷凝端与相变热管安装槽道的装配方式为焊接、胀接或胶接。

[0025] 所述的一种强化热管理的车用电机定子组件应用的电机适用于水冷电机或风冷电机。

[0026] 与现有技术相比,本实用新型具有如下优点和有益效果:

[0027] (1) 本实用新型利用相变热管的相变传热特性,由于相变热管具有极高的热导率,

可快速地将定子绕组和定子铁芯产生的大量热量快速传递至整个机壳,实现热量的重新分布,避免电机局部温度过高,极大地改善了电机的散热性能;

[0028] (2) 本实用新型将固相储热材料填充于电机机壳与绕组端部之间的空隙中,固相储热材料相较于空气具有较高的热导率,提高了定子绕组与电机机壳之间的对流换热效率;更重要的是,固相储热材料可以存储瞬时产生的大量热量,避免瞬时温度过高,提高电机峰值工况的工作稳定性;同时,固相储热材料具有绝缘特性,填充于相变热管蒸发端和定子绕组之间,不仅可以实现电气绝缘,保证电机工作的安全性,而且可以固定相变热管,保证相变热管工作的稳定性;

[0029] (3) 本实用新型结构简单,安装方便,使用寿命长,可适用于市面上所有的车用永磁同步电机改装,特别适用于高性能、大功率密度永磁同步电机的改装。

### 附图说明

[0030] 图1是本实用新型一种强化热管理的车用电机定子组件应用的电机用于水冷电机的立体剖视图;

[0031] 图2是本实用新型一种强化热管理的车用电机定子组件应用的电机用于水冷电机的爆炸图;

[0032] 图3是本实用新型一种强化热管理的车用电机定子组件应用的电机用于水冷电机的电机机壳壳体的立体剖视图;

[0033] 图4是本实用新型一种强化热管理的车用电机定子组件应用的电机用于水冷电机的相变热管、定子绕组和定子铁芯的局部装配图。

### 具体实施方式

[0034] 以下结合实施例及附图对本实用新型技术方案作进一步详细描述,但本实用新型的保护范围和实施方式不限于此。

[0035] 如图1所示,为本实用新型一种强化热管理的车用电机定子组件应用的电机用于水冷电机的立体结构图(爆炸图如图2所示),包括电机机壳1、定子铁芯2、定子绕组3、固相储热材料4、相变热管5和水嘴6;

[0036] 电机机壳1为由铝材A6061一体化成型的铝材壳体(立体剖视图如图3所示);在电机机壳1的内部,具有一体化成型的轴向通孔结构,通过在壳体相应位置焊接水嘴6和端盖,形成密闭的水流通道11;壳体两端具有相变热管安装槽道12,相变热管安装槽道12沿周向均匀排布于电机机壳1的两端面上,总共16条,且上下端面各8条;相变热管安装槽道12的横截面形状为圆形;在电机机壳1两端面还各加工有四个M8螺纹孔131,螺纹孔131用于实现与法兰端盖的螺栓连接;

[0037] 定子绕组3安装在定子铁芯2的嵌线槽内,并与定子铁芯2一体套于电机机壳中,且定子绕组3凸出定子铁芯2两端面,形成定子绕组两端部;定子铁芯2的外壁面与电机机壳1的壳体内壁面相接触;

[0038] 固相储热材料4灌装在定子绕组两端部与电机机壳1之间的空隙中,具有绝缘特性和较高的热导率,直接连接定子绕组两端部和电机机壳壳体;固相储热材料4采用粘度为500~6000cps,体积电导率为 $\geq 1 \times 10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$ ,热导率为0.6~2.5W/m·K的导热灌封胶;

[0039] 相变热管5与相变热管安装槽道12的数目相同,总共16条,且上下端面各8条,相变热管5与相变热管安装槽道12的配合公差为+0.6mm;

[0040] 相变热管5采用直径为8mm的微沟槽结构吸液芯的铜热管,铜热管内部具有55个微沟槽,微沟槽截面形状为矩形,沟槽深度为0.25mm,宽度为0.2mm,高度为0.125mm;内部工质采用去离子水,充液率为25%,相变热管5的外形为圆柱形;相变热管5的内部真空度为10Pa;

[0041] 相变热管5的冷凝端装配于电机机壳1的相变热管安装槽道12中,并通过低温焊接工艺与相变热管安装槽道12实现紧密连接,相变热管5的蒸发端通过固相储热材料4与定子绕组两端部实现低热阻紧密配合,相变热管5两端分别与定子绕组3和电机机壳1连接,实现电机内部高热组件热量的高效定向输送(相变热管、定子绕组和定子铁芯的局部装配图如图4所示)。

[0042] 本实用新型一种强化热管理的车用电机定子组件及其应用的电机成型过程步骤如下:

[0043] A6061铝型材通过一体化注塑成型得到机壳壳体毛坯,置于加工中心上进行相变热管安装槽道12、螺纹孔131和水道板筋的铣削加工,然后对其进行精加工去除毛刺毛边后实施水流冲洗工序,去除机壳壳体毛坯内部和相变热管安装槽道12上的铝屑和冷却液,然后将该机壳壳体毛坯放入烘箱去除水分并冷却至室温;通过焊接工艺将机壳壳体毛坯、焊接水嘴6和水道端盖进行焊接密封,形成密闭的水流通道11,得到电机机壳1;

[0044] 将电机机壳1置于高频感应加热机中加热使其受热膨胀,趁热将定子铁芯2和定子绕组3热套于电机机壳1中,完成定子组件与电机机壳1的紧密配合;

[0045] 在相变热管5的冷暖段表面均匀涂抹一层低温焊锡膏,然后匀速嵌入相变热管安装槽道12中,相变热管5的加热段与定子绕组3之间需要保持2~5mm的空隙,以保证电机的绝缘要求(借助模具进行固定);将嵌入相变热管2的电机机壳1整体放入烘箱中,加热保温使低温焊锡膏完全融化,进行相变热管5的焊接固定;在定子绕组3内侧放置模具,然后在定子绕组3端部与电机机壳1的壳体之间的空隙中灌装液态的固相储热材料4,灌装时首先使用模具将定子绕组3靠近转子一侧进行密封,防止液态储热材料流入定子内部,室温下固化后得到固相储热材料4(辅以加热处理,以加快液相储热材料的固化速度),并移除模具;最后,进行清洁处理,得到基于固相储热材料和相变热管技术的高导热车用水冷电机定子组件。

[0046] 电机工作运行时,相变热管5可以将定子绕组3端部产生的热量快速传递至电机机壳1,充分利用整个机壳进行散热,实现热量的重新分布,避免局部温度过高;固相储热材料4可以存储瞬时产生的大量热量,避免瞬时温度过高,提高电机峰值工况的工作温定性;结合固相储热材料和相变热管技术,实现车用驱动电机更为优秀的温控性能。

[0047] 以上实施例仅为本实用新型较优的实施方式,仅用于解释本实用新型,而非限制本实用新型,本领域技术人员在未脱离本实用新型精神实质下所作的改进、变形、替换、修饰等,均应属于本实用新型的保护范围。

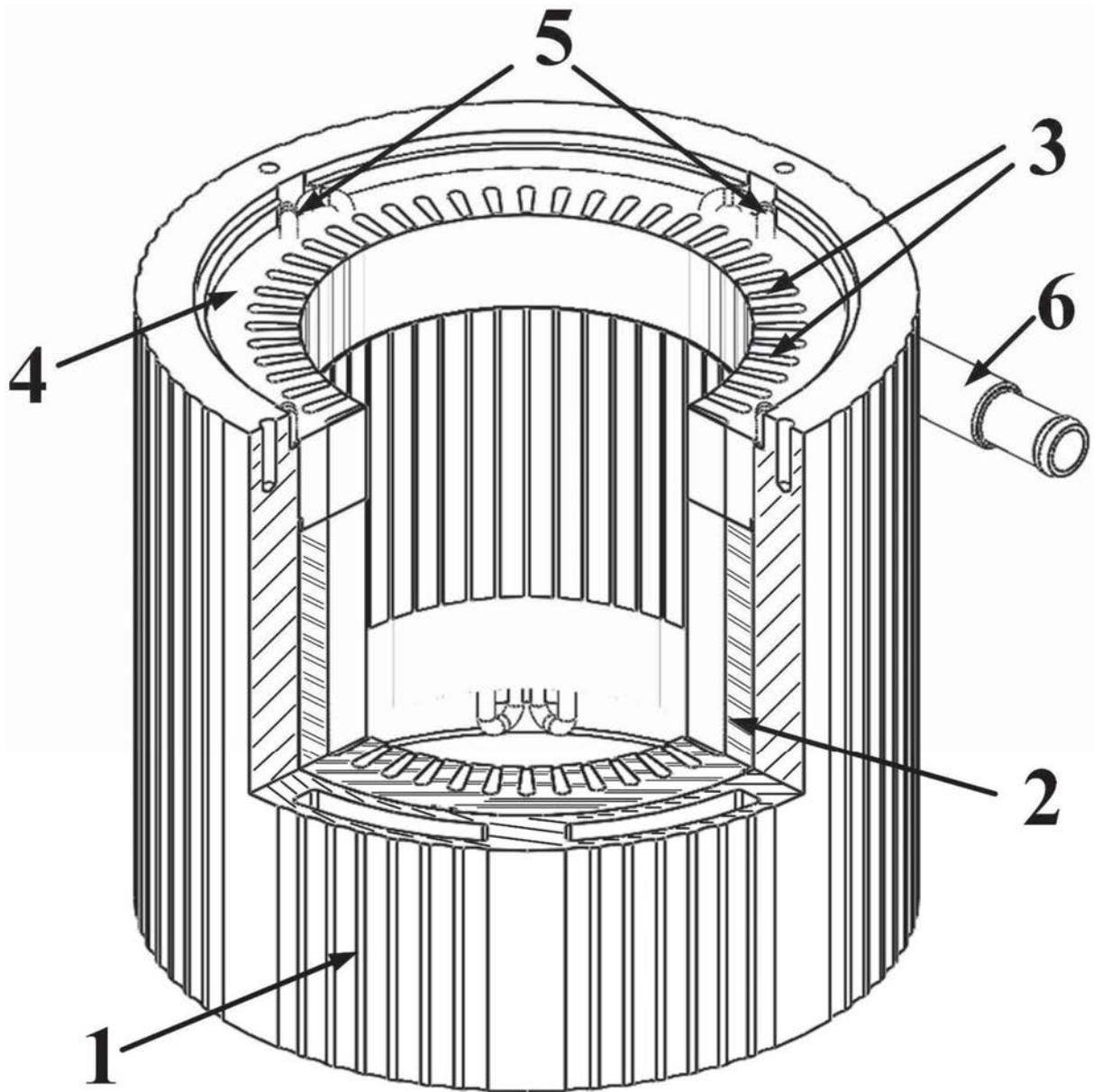


图1

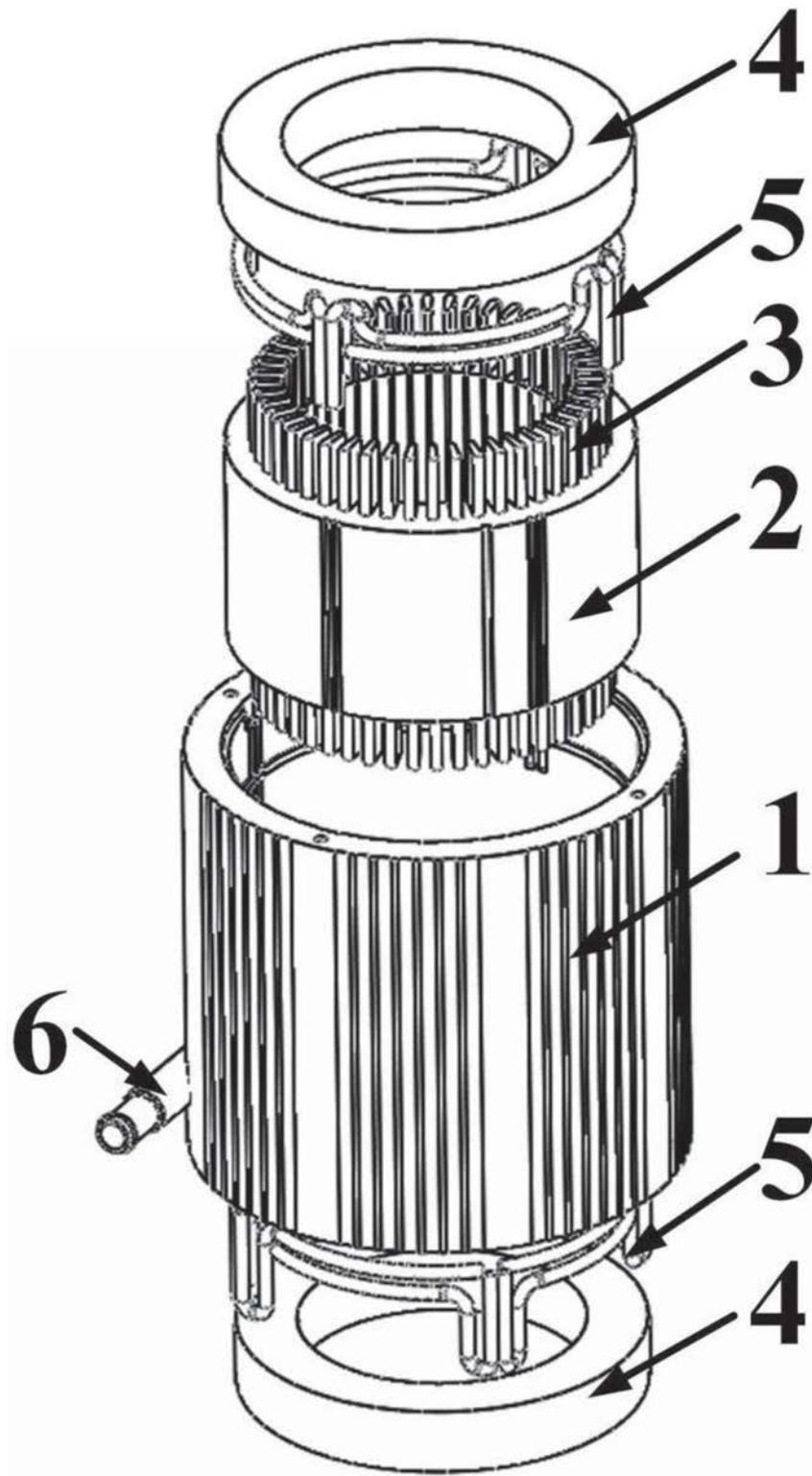


图2

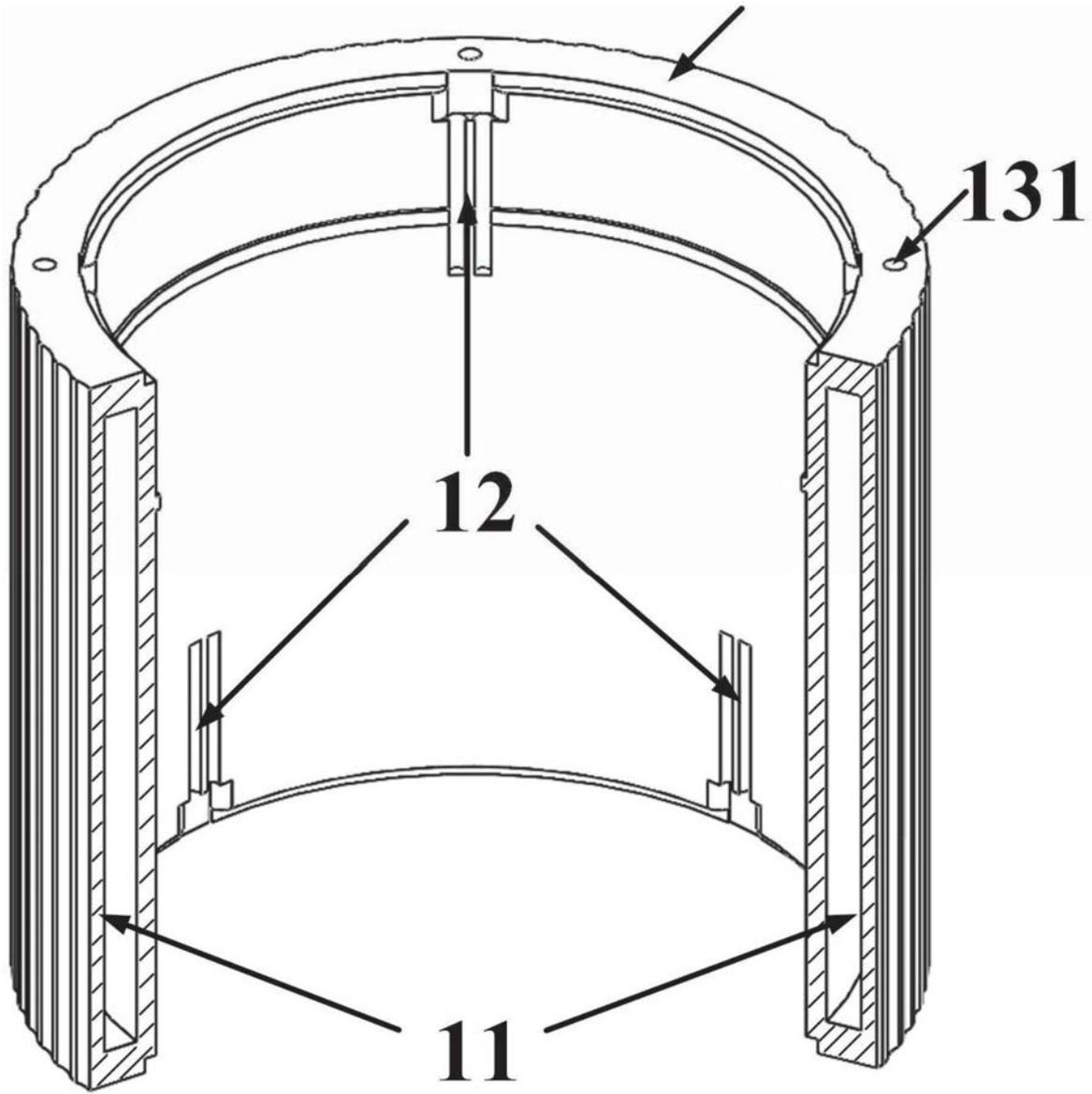


图3

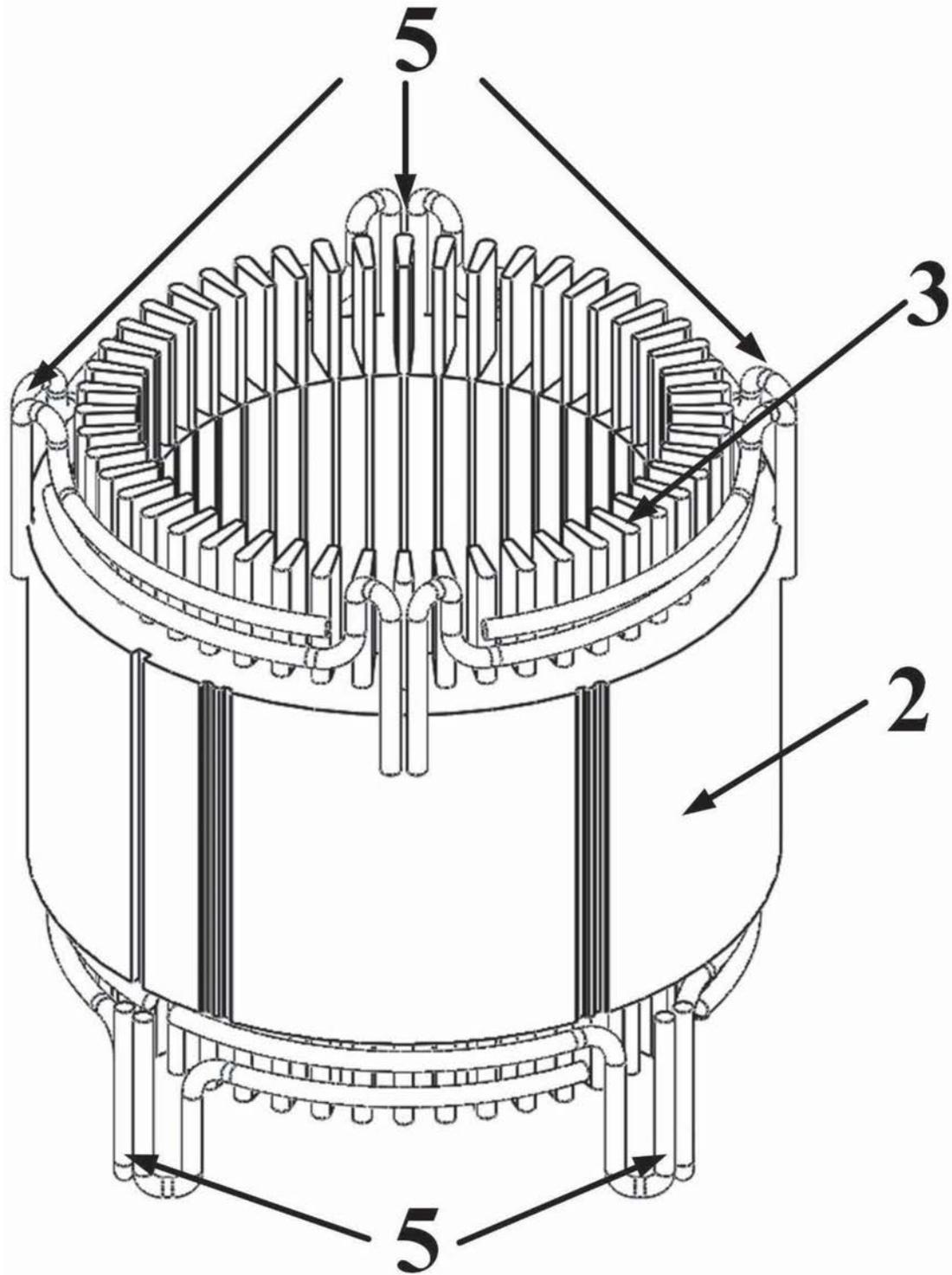


图4