



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107659018 A

(43)申请公布日 2018.02.02

(21)申请号 201710938914.6

(22)申请日 2017.09.30

(71)申请人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路92号

(72)发明人 陈炜 鞠宇宁 史婷娜 夏长亮

(74)专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代理事务所 12201

代理人 刘子文

(51)Int.Cl.

H02K 3/24(2006.01)

H02K 1/32(2006.01)

H02K 9/193(2006.01)

H02K 9/20(2006.01)

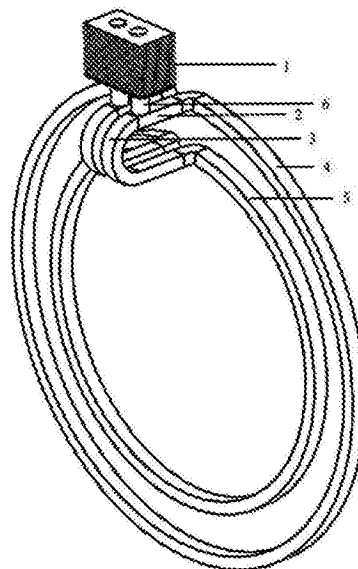
权利要求书1页 说明书4页 附图6页

(54)发明名称

一种加强电机端部冷却的可拆卸式热管冷却结构

(57)摘要

本发明公开了一种加强电机端部冷却的可拆卸式热管冷却结构,安装于电机端部两侧,用于同时对端部绕组、端部空气和转子进行冷却,包括直线段热管、曲线段热管、上层环形热管、下层环形热管和设置在热管顶部的散热片及垂直冷却热管;热管顶部及填充间隙设有导热绝缘材料;上层环形热管与下层环形热管通过直线段热管和曲线段热管相连,所述垂直冷却热管与直线段热管连接并穿出机壳;沿直线段热管分别设有至少一排上层环形热管和下层环形热管,上层环形热管和下层环形热管在上下两层直线段热管上对齐或错开排列。本发明该结构容易实现,且重力型热管无需外加动力;能够适用于绝大多数成型电机,而无需对电机本体进行大的改动。



1. 一种加强电机端部冷却的可拆卸式热管冷却结构,安装于电机端部两侧,用于同时对端部绕组(8)、端部空气和转子(9)进行冷却,其特征在于,包括直线段热管(2)、曲线段热管(3)、上层环形热管(4)、下层环形热管(5)和设置在热管顶部的散热片(1)及垂直冷却热管(6);热管顶部及填充间隙设有导热绝缘材料;上层环形热管(4)与下层环形热管(5)通过直线段热管(2)和曲线段热管(3)相连,所述垂直冷却热管(6)与直线段热管(2)连接并穿出国壳(7);沿直线段热管(2)分别设有至少一排上层环形热管(4)和下层环形热管(5),上层环形热管(4)和下层环形热管(5)在上下两层直线段热管(2)上对齐或错开排列。

2. 根据权利要求1所述的一种加强电机端部冷却的可拆卸式热管冷却结构,其特征在于,上层环形热管(4)和下层环形热管(5)的横截面为矩形,上层环形热管(4)沿轴向方向的内表面紧贴定子(10)轭端部,下层环形热管(5)沿轴向方向的内表面距离定子(10)齿端部和转子(9)端部保持1~2mm安全距离。

3. 根据权利要求1所述的一种加强电机端部冷却的可拆卸式热管冷却结构,其特征在于,上层环形热管(4)沿径向方向的下表面通过导热绝缘材料紧贴端部绕组(8)上表面,下层环形热管(5)沿径向方向的上表面通过导热绝缘材料紧贴端部绕组(8)下表面,曲线段热管(3)沿径向方向内表面通过导热绝缘材料紧贴端部绕组(8)曲线部分外表面;上层环形热管(4)沿径向方向的上表面通过导热绝缘材料紧贴机壳(7)内表面,下层环形热管(5)沿径向方向的下表面与端部空气直接接触,曲线段热管(3)沿径向方向外表面与端部空气直接接触,上层环形热管(4)沿轴向方向的外表面与端部空气直接接触,下层环形热管(5)沿轴向方向的外表面与端部空气直接接触。

4. 根据权利要求1所述的一种加强电机端部冷却的可拆卸式热管冷却结构,其特征在于,位于机壳(7)外侧部分的垂直冷却热管(6)外侧安装有散热片用于冷却。

5. 根据权利要求1所述的一种加强电机端部冷却的可拆卸式热管冷却结构,其特征在于,所述垂直冷却热管(6)采用重力型热管,热交换动力来自于重力和浮力。

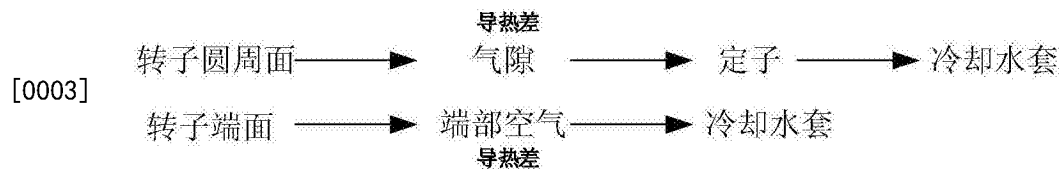
一种加强电机端部冷却的可拆卸式热管冷却结构

技术领域

[0001] 本发明属于电机技术领域,具体涉及一种加强电机端部冷却的可拆卸式热管冷却结构,利用热管中冷却介质相变吸收并转移大量热量来达到较好的冷却效果。

背景技术

[0002] 电机温升是限制电机最大输出功率的主要因素,较高的温升直接威胁到绕组绝缘(按照以往的经验来看,温升每超过最大温升 10°C ,绝缘寿命缩短一半),过高的温度还会改变绕组的电阻率,从而影响控制精度;对于永磁电机,永磁体也受到高温升的威胁,温度高不仅影响永磁体的性能,严重的会导致永磁体发生永久性退磁。永磁电机以其体积小、功率密度高、运行稳定可靠等优点,而广泛应用于军事、航空航天、办公自动化等领域。永磁电机通常为保证电机转子和永磁体表面不吸附杂物,往往采用全封闭结构,这使得内部转子散热条件更加恶劣,传统的风扇冷却无法采用,而水冷主要是对定子进行散热,对转子部分散热效果不理想。转子的热量传递路径主要有两条:



[0004] 其他热量则通过转轴进行热传导。由于空气的导热系数很小,电机转子及端部的温度会逐渐升高,因此对转子和端部部分设计合理的冷却结构来降低转子和端部(空气、绕组)的温升将有利于绕组绝缘和永磁体在正常温升范围内工作,电机能够在规定的热负荷范围内获得更高的输出功率,从而进一步提高永磁电机的效率和性能。

[0005] 如上所说,风冷和水冷都不适用于永磁电机转子和端部的冷却,因此本设计采用热管作为新型冷却结构的主体。

[0006] 热管技术是1963年美国洛斯阿拉莫斯(Los Alamos)国家实验室的乔治格罗佛(George Grover)发明的一种称为“热管”的传热元件,它充分利用了热传导原理与相变介质的快速热传递性质,透过热管将发热物体的热量迅速传递到热源外,其导热能力超过任何已知金属的导热能力。热管按照冷却剂回流方式分为许多种,为了减少其他额外设备的投入,本设计采用了重力型热管。图1展示了重力型热管的工作原理。重力型热管的冷却剂的回流全靠冷却剂自身重力,因此无需外加驱动设备,从而降低成本。为了保证冷却剂的顺利流通,重力型热管的结构通常比较简单,常见的结构如图2所示。

发明内容

[0007] 本发明的目的是为了克服现有技术中的不足,且由于永磁电机转子及端部的温升控制直接影响了绕组端部绝缘和转子永磁体的寿命和工作性能,本发明提供一种加强电机端部冷却的可拆卸式热管冷却结构,该结构容易实现,且重力型热管无需外加动力;由于冷却结构的安装部位是电机端部,考虑了前期安装和后期维修的加工难度和成本,本发明能

够适用于绝大多数成型电机,而无需对电机本体进行大的改动;本发明不仅仅适用于永磁电机,异步电机同样适用,可以同其他冷却结构组合搭配。

[0008] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的:

[0009] 一种加强电机端部冷却的可拆卸式热管冷却结构,安装于电机端部两侧,用于同时对端部绕组、端部空气和转子进行冷却,包括直线段热管、曲线段热管、上层环形热管、下层环形热管和设置在热管顶部的散热片及垂直冷却热管;热管顶部及填充间隙设有导热绝缘材料;上层环形热管与下层环形热管通过直线段热管和曲线段热管相连,所述垂直冷却热管与直线段热管连接并穿出机壳;沿直线段热管分别设有至少一排上层环形热管和下层环形热管,上层环形热管和下层环形热管在上下两层直线段热管上对齐或错开排列。

[0010] 上层环形热管和下层环形热管的横截面为矩形,上层环形热管沿轴向方向的内表面紧贴定子轭端部,环形热管沿轴向方向的内表面距离定子齿端部和转子端部保持1~2mm安全距离。

[0011] 上层环形热管沿径向方向的下表面通过导热绝缘材料紧贴端部绕组上表面,下层环形热管沿径向方向的上表面通过导热绝缘材料紧贴端部绕组下表面,曲线段热管沿径向方向内表面通过导热绝缘材料紧贴端部绕组曲线部分外表面;上层环形热管沿径向方向的上表面通过导热绝缘材料紧贴机壳内表面,下层环形热管沿径向方向的下表面与端部空气直接接触,曲线段热管沿径向方向外表面与端部空气直接接触,上层环形热管沿轴向方向的外表面与端部空气直接接触,下层环形热管沿轴向方向的外表面与端部空气直接接触。

[0012] 位于机壳外侧部分的垂直冷却热管外侧安装有散热片用于冷却。

[0013] 所述垂直冷却热管采用重力型热管,热交换动力来自于重力和浮力。

[0014] 与现有技术相比,本发明的技术方案所带来的有益效果是:

[0015] 1.端部绕组和端部空气的冷却有利于转子部分的散热,很好地解决了封闭式电机端部绕组和转子散热问题,对于永磁电机而言,有利于限制转子温升在永磁材料所允许的范围之内,保障永磁材料的性能和安全。

[0016] 2.采用热管作为冷却结构主体,充分利用了热管高传热效率的特点,弥补了端部空气导热系数小的缺点。

[0017] 3.采用重力型热管作为冷却结构主体,无需额外的循环动力设备,降低成本。

[0018] 4.热管形状容易加工,因此可以适应各种形状的端部绕组。

[0019] 5.由于冷却结构设计在端部,便于安装、替换和维护,该设计能够适用于成品电机,因此通用性高,对电机本体无需较大的改动。

附图说明

[0020] 图1为现有技术中重力型热管的工作原理示意图。

[0021] 图2为现有技术中常见形状的重力型热管。

[0022] 图3为本发明中双层单排的环形热管结构示意图。

[0023] 图4为本发明中双层多排的环形热管结构示意图。

[0024] 图5(a)、图5(b)和图5(c)分别为本发明冷却结构装配完成后的整体效果图、局部放大图和内部装配图。

[0025] 图6(a)所示为上、下层环形热管轴向对齐排列的示意图,图6(b)为上、下层环形热

管轴向交错排列的示意图。

[0026] 图7为装配有本发明热管冷却结构的电机的截面图。

[0027] 附图标记:1-散热片 2-直线段热管 3-曲线段热管 4-上层环形热管 5-下层环形热管 6-垂直冷却热管 7-机壳 8-端部绕组 9-转子 10-定子

具体实施方式

[0028] 下面结合说明书的附图,通过对本发明的具体实施方式作进一步的描述,使本发明的技术方案及其有益效果更加清楚、明确。下面通过参考附图描述实施例是示例性的,旨在解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。

[0029] 实例

[0030] 参见图5(a)、(b)、(c)所示,分别提供了为永磁电机的端部进行冷却的可拆卸热管冷却结构的安装后整体效果图、局部细节图和装配图。图3展示了本发明的结构简图及其组成,上层环形热管4与下层环形热管5通过直线段热管2和曲线段热管3进行连接,热管顶部垂直冷却热管6同直线段热管2连接并穿出机壳7,在热管外侧安装散热片1;沿直线段热管2添加三排上层环形热管4和下层环形热管5。上层环形热管4和下层环形热管5在上下两层直线段上对齐或错开排列;曲线段热管3只设计一个。

[0031] 本实例中,上下层均采用轴向多排热管,从而进一步增大传热接触面积。根据上下层热管的对齐方式分为轴向对齐排列和轴向交错排列,如图6(a)和图6(b)所示。上层环形热管4和下层环形热管5的横截面均为矩形,上层环形热管4沿轴向方向的内表面可以紧贴定子10轭端部,下层环形热管5沿轴向方向的内表面距离定子10齿端部和转子端部保持1~2mm安全距离,如图7所示。上层环形热管4沿径向方向的下表面通过高导热绝缘材料紧贴端部绕组8上表面,下层环形热管5沿径向方向的上表面通过高导热绝缘材料紧贴端部绕组8下表面,曲线段热管3沿径向方向内表面通过高导热绝缘材料紧贴端部绕组8曲线部分外表面。上层环形热管4沿径向方向的上表面通过高导热绝缘材料紧贴机壳7内表面,下层环形热管5沿径向方向的下表面与端部空气直接接触,曲线段热管3沿径向方向外表面与端部空气直接接触,上层环形热管4沿轴向方向的外表面与端部空气直接接触,下层环形热管5沿轴向方向的外表面与端部空气直接接触。

[0032] 上层环形热管4沿上层直线段热管2并排设置三排环形热管,下层环形热管5沿下层直线段热管2并排设置三排环形热管,上下两层并排热管通过直线段热管2和曲线段热管3连通。三排上层环形热管4同三排下层环形热管5沿轴向错开排布,如图6(b)所示。

[0033] 具体的,垂直冷却热管6与上层直线段热管2垂直连接,并穿出机壳7,在机壳7外侧部分的垂直冷却热管6外侧安装散热片进行冷却。

[0034] 具体的,本发明结构在电机端部两侧均进行安装,可同时对端部绕组8和端部空气进行冷却,从而也会改善转子9的端部散热。且本发明冷却结构属于附加结构,便于安装和替换,能够用于成品电机的端部冷却,可以同其他冷却结构组合使用。

[0035] 本实例中涉及的所有热管均采用重力型热管,热交换动力来自于重力和浮力,而无需添加外部设备。若要增强冷却效果,可对热管换热面积进行再优化,也可采用优化垂直冷却热管6部分的冷却方式。

[0036] 本实施例的具体实现方法和原理如下：

[0037] (1) 热管的安装位置位于端部绕组，冷却的对象是端部绕组、端部空气和转子；

[0038] (2) 为了增强热管的吸热效率，热管横截面采用矩形截面，热管的一部分外表面通过导热绝缘材料紧贴端部绕组和定子轭端部外表面，另一部分则与端部空气充分接触，如图5(b)、(c)所示；

[0039] (3) 为了增大吸热接触面积，热管结构主要采用简易环形，这种形状热管对重力型热管是有利的，其对冷却剂蒸汽和冷却液的流动阻力小，有利于热量快速转移也保证了冷却液较快回流到发热部位，从而实现端部绕组的高效循环冷却；

[0040] (4) 为实现更大的换热面积，热管除了采用图3所示的单层环形结构外，根据电机端部绕组尺寸设计多层环形热管，如图4所示；

[0041] (5) 采用重力型热管，热交换动力来自于重力和浮力，而无需添加外部设备。若要增强冷却效果，可对热管换热面积进行再优化，也可采用优化垂直冷却热管部分的冷却方式；

[0042] (6) 该冷却结构属于附加结构，便于安装和替换，适用于成品电机的端部冷却。

[0043] 在本发明的描述中，需要说明的是，对于方位词，例如“轴向”、“径向”、“上”、“下”、“内”、“外”、“垂直”等指示方位和位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于叙述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定方位构造和操作。对于形状的描述，例如“直线”、“曲线”和“环形”也仅限于附图中的形状描述，这些方位词和形状的描述不能理解为限制本发明的具体保护范围。

[0044] 本发明并不限于上文描述的实施方式。以上对具体实施方式的描述旨在描述和说明本发明的技术方案，上述的具体实施方式仅仅是示意性的，并不是限制性的。在不脱离本发明宗旨和权利要求所保护的范围情况下，本领域的普通技术人员在本发明的启示下还可做出很多形式的具体变换，这些均属于本发明的保护范围之内。

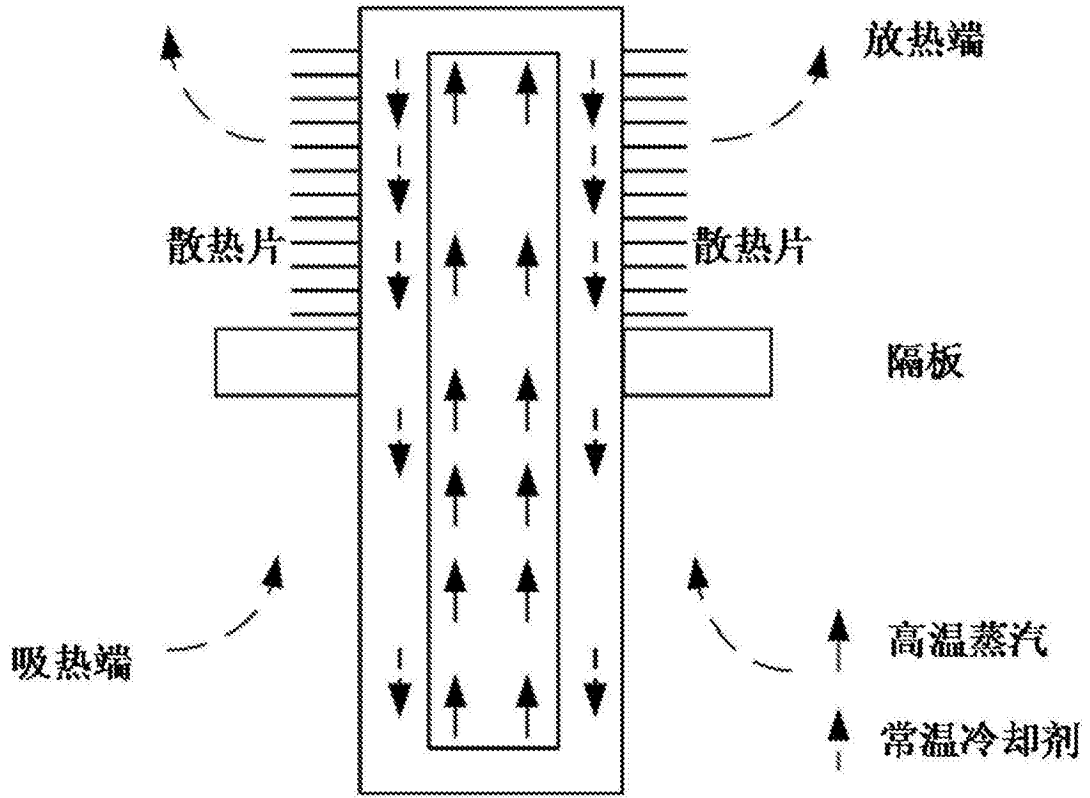


图1

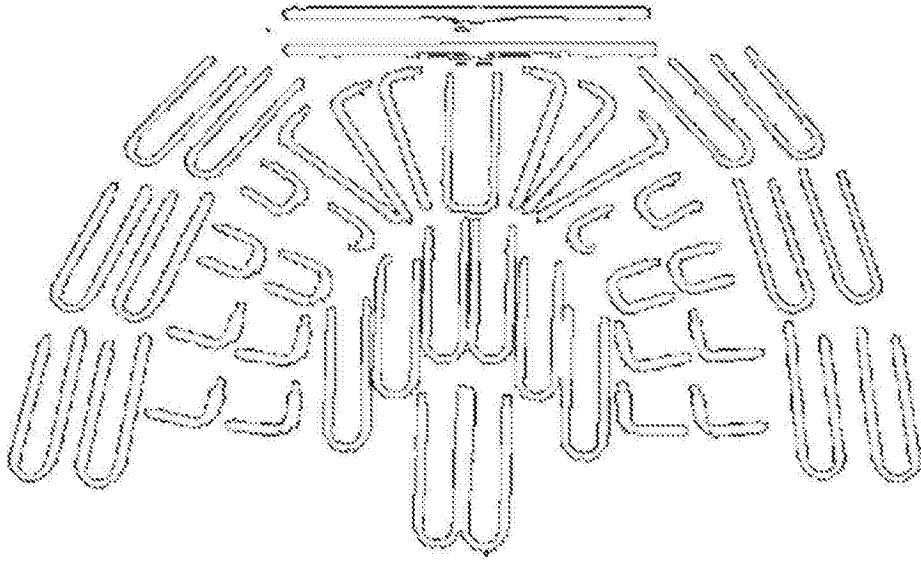


图2

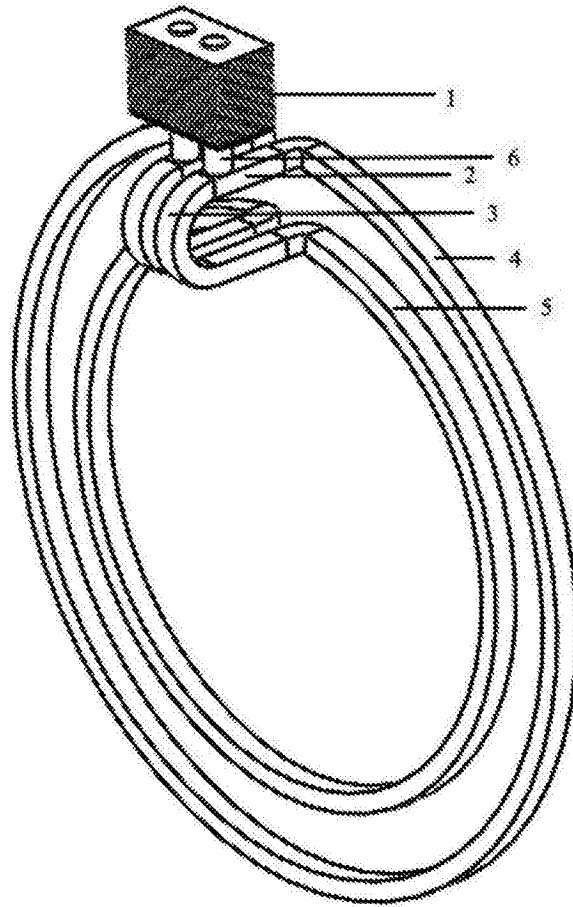


图3

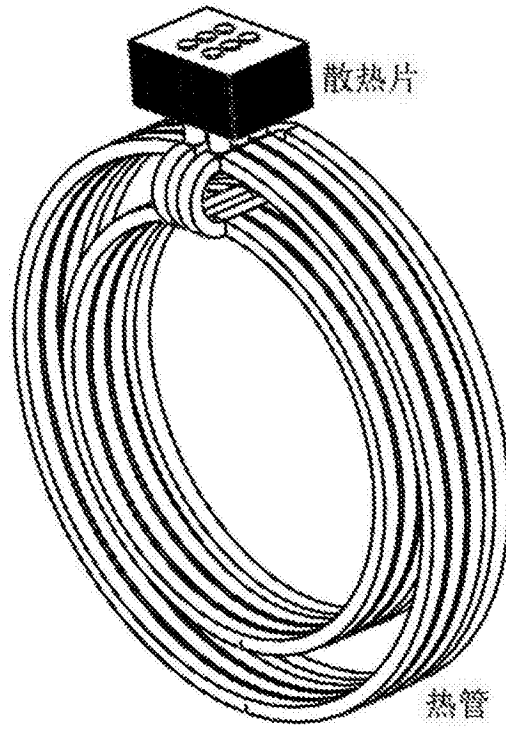


图4

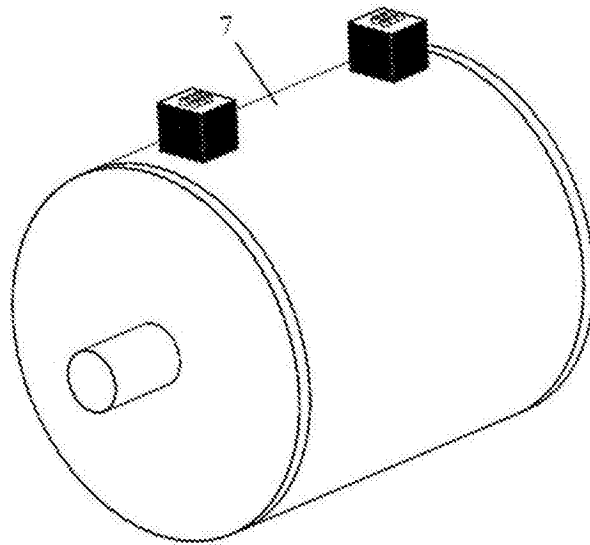


图5(a)

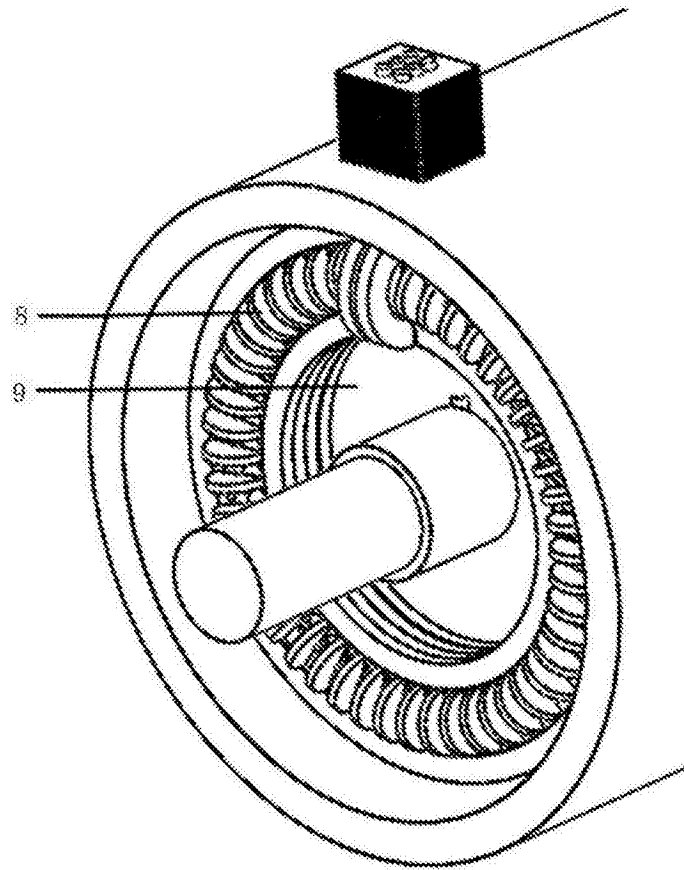


图5 (b)

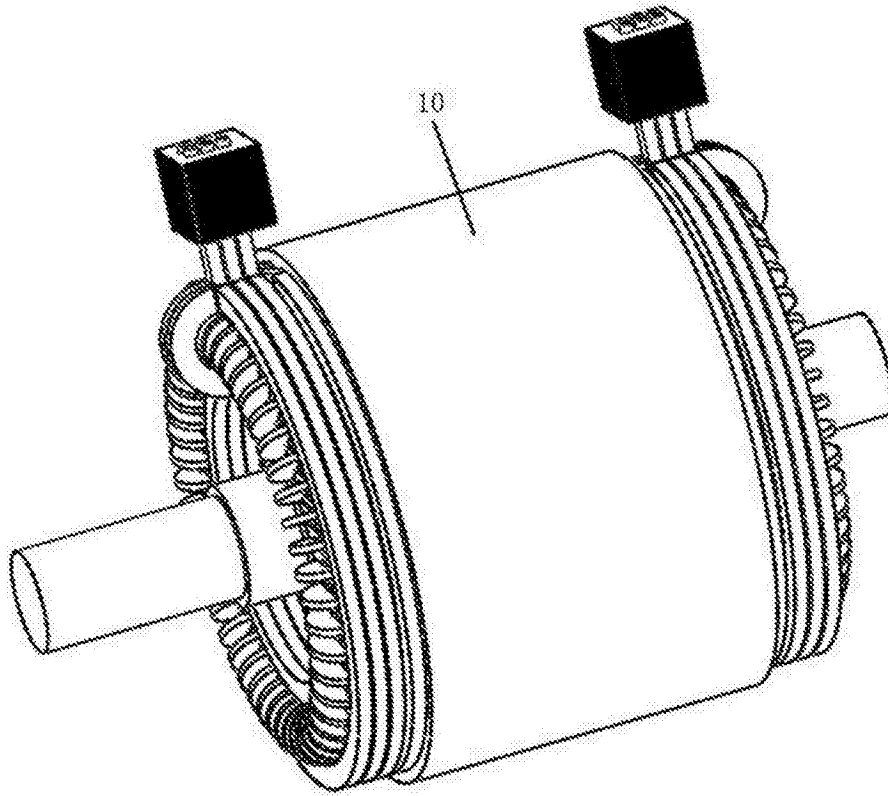


图5(c)

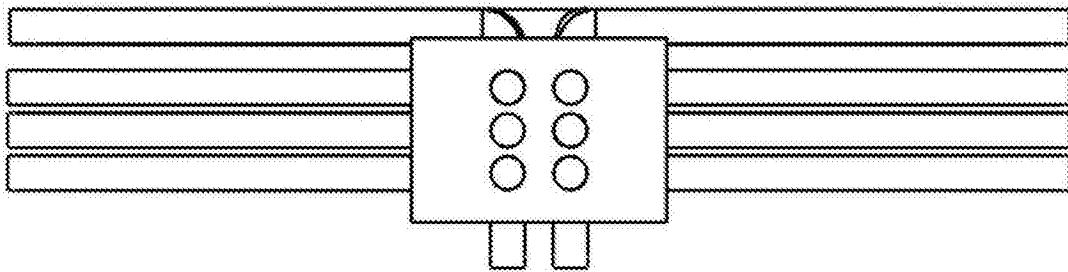


图6(a)

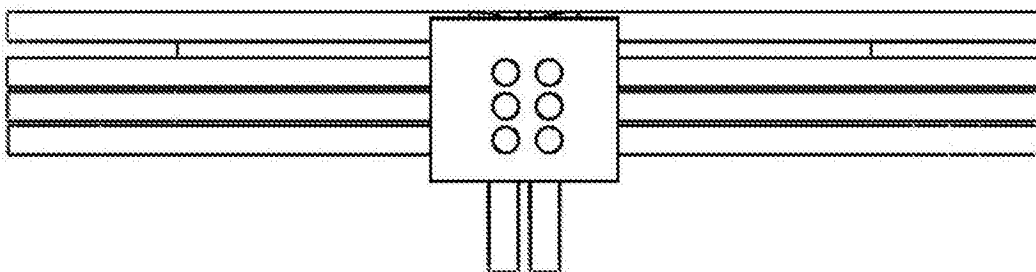


图6(b)

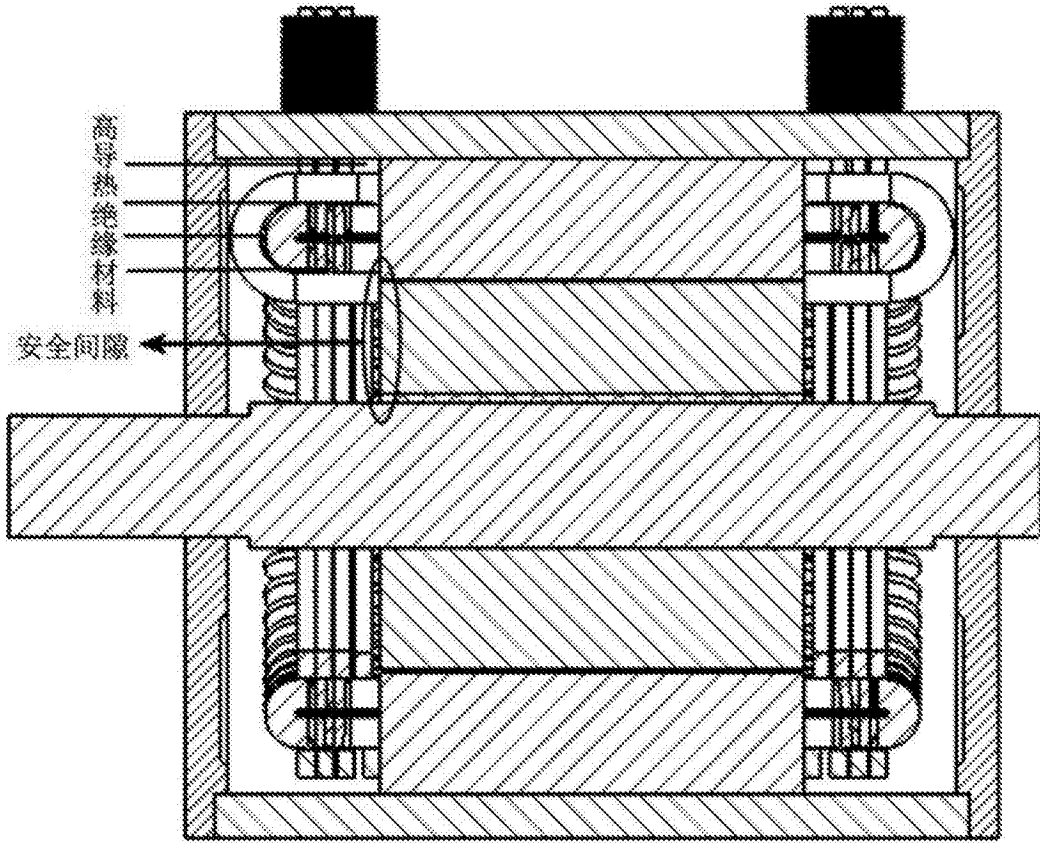


图7