



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109995190 B

(45)授权公告日 2020.08.07

(21)申请号 201910375624.4

H02K 5/18(2006.01)

(22)申请日 2019.05.07

审查员 薛冰

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109995190 A

(43)申请公布日 2019.07.09

(73)专利权人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西
大直街92号

(72)发明人 张成明 张新彤 曹继伟 李立毅
王明义 潘东华

(74)专利代理机构 哈尔滨市阳光惠远知识产权
代理有限公司 23211

代理人 刘景祥

(51)Int.Cl.

H02K 9/22(2006.01)

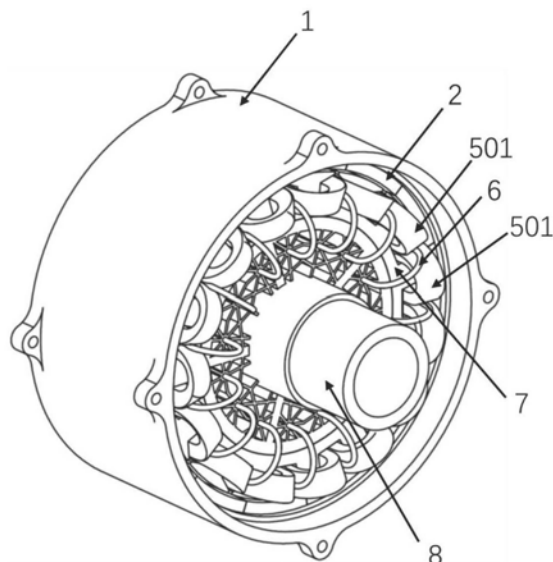
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种定子绕组与热管一体式散热结构的高
转矩密度电机

(57)摘要

本发明公开了一种定子绕组与热管一体式散热结构的高转矩密度电机,机壳、转子组件和定子组件由外向内依次同轴设置,定子铁芯的外周面均匀设置有多个定子齿,相邻的两个定子齿间形成定子槽,电机定子绕组包括多个绕组线圈,转子组件包括永磁体,还包括热管散热器,每个定子齿上均缠绕有一个绕组线圈,相邻两个绕组线圈间设置有双层绝缘纸分割层,热管散热器包括吸热段和散热段,吸热段通过导热硅胶固定在每个定子槽中的双层绝缘纸分割层间,定子轴内设有散热空间,热管的散热段延伸至散热空间内。本发明利用热管散热器将定子绕组的损耗发热导出并利用散热结构进行耗散,可以解决高转矩密度电机定子发热大、温升高的问题,可以用于电动汽车轮子直驱系统。



1. 一种定子绕组与热管一体式散热结构的高转矩密度电机,包括定子组件、转子组件和机壳(1),所述机壳(1)、转子组件和定子组件由外向内依次同轴设置,所述定子组件包括定子铁芯(7)、电机定子绕组(5)和定子轴(8),所述定子铁芯(7)的外周面均匀设置有多个定子齿(701),相邻的两个定子齿(701)间形成定子槽,所述电机定子绕组(5)包括多个绕组线圈(501),所述转子组件包括永磁体(2),

其特征在于:还包括热管散热器(6),每个定子齿(701)上均缠绕有一个绕组线圈(501),则在所述定子槽中包含有左右两侧的两个绕组线圈(501),每个绕组线圈(501)外均包裹有绝缘材料,且每个定子槽中的两个绕组线圈(501)间设置有双层绝缘纸分割层,热管散热器(6)包括吸热段(601)和散热段(602),所述吸热段(601)通过导热硅胶固定在每个定子槽中的双层绝缘纸分割层间,所述定子轴(8)内设有散热空间,所述散热段(602)延伸至散热空间内,

所述定子轴(8)包括外圆环(801)、散热翅片(802)、多个支撑辐条(803)和轴芯(804),所述轴芯(804)位于所述外圆环(801)的轴心处,且所述轴芯(804)和外圆环(801)间形成散热空间,每个支撑辐条(803)的两端分别连接所述外圆环(801)的内表面和所述轴芯(804)的外表面,将所述散热空间分隔成若干独立空间,所述散热翅片(802)安装在所述若干独立空间内,与所述散热段(602)连接。

2. 根据权利要求1所述的一种定子绕组与热管一体式散热结构的高转矩密度电机,其特征在于,所述定子铁芯(7)还包括轭部(702),所述轭部(702)与所述外圆环(801)过盈配合,并粘接在一起。

3. 根据权利要求2所述的一种定子绕组与热管一体式散热结构的高转矩密度电机,其特征在于,所述定子铁芯(7)采用硅钢片或铁钴合金制成。

4. 根据权利要求1所述的一种定子绕组与热管一体式散热结构的高转矩密度电机,其特征在于,所述热管散热器(6)为U形,所述吸热段(601)的轴向横截面形状为圆形或矩形。

5. 根据权利要求4所述的一种定子绕组与热管一体式散热结构的高转矩密度电机,其特征在于,所述热管散热器(6)为铜水热管或铝氨热管。

6. 根据权利要求1所述的一种定子绕组与热管一体式散热结构的高转矩密度电机,其特征在于,所述高转矩密度电机还包括前端盖(302)和后端盖(301),所述前端盖(302)和后端盖(301)分别通过螺栓安装在所述机壳(1)的前后两端,且所述前端盖(302)和后端盖(301)为辐条式非密封结构。

7. 根据权利要求6所述的一种定子绕组与热管一体式散热结构的高转矩密度电机,其特征在于,所述高转矩密度电机还包括第一轴承(401)和第二轴承(402),所述前端盖(302)和后端盖(301)分别通过所述第一轴承(401)和第二轴承(402)与所述定子轴(8)安装。

一种定子绕组与热管一体式散热结构的高转矩密度电机

技术领域

[0001] 本发明属于高转矩密度电机技术领域,特别是涉及一种定子绕组与热管一体式散热结构的高转矩密度电机。

背景技术

[0002] 随着电机系统转矩密度的不断提升,新能源汽车、全电飞机、全电舰船等高新技术领域中越来越多的采用高性能直驱电机作为主驱动系统,以提升电驱动系统的整体功重比性能。然而,电机转矩的提升是以电机绕组电流的提高为基础的。电机绕组中电流升高,铜损耗增加,必然导致高转矩密度电机的绕组温度升高。如果超过漆包线使用温度极限,就会造成电机绕组烧毁,直接影响电机系统的使用寿命、运行可靠性和安全性。一般来说,对于有配套环境温度控制条件的应用领域,例如机床的主轴电机、电动汽车的主驱动电机,可以采用液冷方式对电机进行散热。然而,一些特殊的电驱动系统中,例如采用轮毂电机的电动汽车轮子直驱式系统,或者极低温环境下使用的高转矩电机系统,以及其他无法提供液冷条件的应用领域,在高转矩工作情况下电机的散热技术就变得尤为重要了。

[0003] 热管是一种基于相变原理的高效率导热元件,具有广泛的应用前景。一般来说都是将热管吸热段布置在热源区域,利用热管优良的导热能力,将热源的热量快速传导至散热面进行消耗,以达到降低热源温度的目的。在已有的案例中,例如ZL200580031558.5、ZL201210098925.5、ZL201310331307.5,热管的吸热段都被布置在电机铁芯的内部或表面,以达到降低电机温度的目的。但现有电机在高转矩输出的情况下,主要热源和薄弱环节都是定子绕组,因此,热管与铁芯接触的结构并不能最好的发挥热管的导热散热能力。

发明内容

[0004] 为了解决热管布置在电机定子铁芯中导热效果不直接的技术问题,本发明提出一种定子绕组与热管一体式散热结构的高转矩密度电机,可以有效利用热管的导热散热能力,降低电机定子绕组温升,进一步提高电机转矩输出能力。

[0005] 本发明通过以下技术方案实现:一种定子绕组与热管一体式散热结构的高转矩密度电机,包括定子组件、转子组件和机壳,所述机壳、转子组件和定子组件由外向内依次同轴设置,所述定子组件包括定子铁芯、电机定子绕组和定子轴,所述定子铁芯的外周面均匀设置有多定子齿,相邻的两个定子齿间形成定子槽,所述电机定子绕组包括多个绕组线圈,所述转子组件包括永磁体,还包括热管散热器,每个定子齿上均缠绕有一个绕组线圈,则在所述定子槽中包含有左右两侧的两个绕组线圈,每个绕组线圈外均包裹有绝缘材料,且每个定子槽中的两个绕组线圈间设置有双层绝缘纸分割层,热管散热器包括吸热段和散热段,所述吸热段通过导热硅胶固定在每个定子槽中的双层绝缘纸分割层间,所述定子轴内设有散热空间,所述散热段延伸至散热空间内。

[0006] 进一步的,所述定子轴包括外圆环、散热翅片、多个支撑辐条和轴芯,所述轴芯位于所述外圆环的轴心处,且所述轴芯和外圆环间形成散热空间,每个支撑辐条的两端分别

连接所述外圆环的内表面和所述轴芯的外表面,将所述散热空间分隔成若干独立空间,所述散热翅片安装在所述若干独立空间内,与所述散热段连接。

[0007] 进一步的,所述定子铁芯还包括轭部,所述轭部与所述外圆环过盈配合,并粘接在一起。

[0008] 进一步的,所述定子铁芯采用硅钢片或铁钴合金或其他软磁材料制成。

[0009] 进一步的,所述热管散热器为U形,所述吸热段的轴向横截面形状为圆形或矩形。

[0010] 进一步的,所述热管散热器为铜水热管或铝氨热管。

[0011] 进一步的,所述高转矩密度电机还包括前端盖和后端盖,所述前端盖和后端盖分别通过螺栓安装在所述机壳的前后两端,且所述前端盖和后端盖为辐条式非密封结构。

[0012] 进一步的,所述高转矩密度电机还包括第一轴承和第二轴承,所述前端盖和后端盖分别通过所述第一轴承和第二轴承与所述定子轴安装。

[0013] 本发明具有以下有益效果:

[0014] (1) 热管与电机定子绕组直接接触,有效提高热管的导热和散热效果;

[0015] (2) 热管布置在热源处,可以有效降低定子绕组温升,提高电机寿命和运行可靠性;

[0016] (3) 采用热管作为导热散热元件,不需要附加液冷机和冷却回路,系统结构简单,可靠性高、环境适应性好。

附图说明

[0017] 图1是本发明的一种定子绕组与热管一体式散热结构的高转矩密度电机的结构示意图;

[0018] 图2是本发明的一种定子绕组与热管一体式散热结构的高转矩密度电机的径向剖视图;

[0019] 图3是本发明的一种定子绕组与热管一体式散热结构的高转矩密度电机中电机定转子的三维结构示意图;

[0020] 图4是图3的正视图;

[0021] 图5是电机定子与热管集成散热结构示意图;

[0022] 图6是电机定子单个槽内绕组与热管的截面图(吸热端轴向截面为圆形时);

[0023] 图7是电机定子单个槽内绕组与热管的截面图(吸热端轴向截面为矩形时);

[0024] 图8是实施例二的电机结构局部剖视图。

[0025] 其中,1为机壳,2为永磁体,301为后端盖,302为前端盖,401为第一轴承,402为第二轴承,5为电机定子绕组,501为多个绕组线圈,6为热管散热器,601为吸热段,602为散热段,7为定子铁芯,701为多个定子齿,702为轭部,8为定子轴,801为外圆环,802为散热翅片,803为多个支撑辐条,804为轴芯,9为转子轴。

具体实施方式

[0026] 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做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。

[0027] 实施例一:

[0028] 参照图1-图6所示,本发明提出了一种定子绕组与热管一体式散热结构的高转矩密度电机的一实施例,包括定子组件、转子组件和机壳1,所述机壳1、转子组件和定子组件由外向内依次同轴设置,所述定子组件包括定子铁芯7、电机定子绕组5和定子轴8,所述定子铁芯7的外周面均匀设置有多个定子齿701,相邻的两个定子齿701间形成定子槽,所述电机定子绕组5包括多个绕组线圈501,所述转子组件包括永磁体2,还包括热管散热器6,每个定子齿701上均缠绕有一个绕组线圈501,则在所述定子槽中包含有左右两侧的绕组线圈501,每个绕组线圈501外均包裹有绝缘材料,且每个定子槽中的两个绕组线圈501间设置有双层绝缘纸分割层,热管散热器6包括吸热段601和散热段602,所述吸热段601通过导热硅胶固定在每个定子槽中的双层绝缘纸分割层间,所述定子轴8内设有散热空间,所述散热段602延伸至散热空间内。

[0029] 具体的,本发明提出的一种定子绕组与热管一体式散热结构的高转矩密度电机,转子在外部,定子在内,是外转子内定子的永磁同步电机结构,电机定子绕组5采用双层集中绕组形式,即每个定子齿701上缠绕一个绕组线圈501,则每个定子槽内有两个线圈501的线圈边,如图5所示。每个定子槽内的相邻线圈501之间插入热管散热器6的吸热段601,相邻绕组线圈501之间采用双层绝缘材料9进行隔离,缝隙采用导热硅胶填充,电机定子绕组5与定子铁芯7中间采用绝缘纸10进行隔离,由于电机在高转矩工作时电机定子绕组5发热量大,且定子组件在机壳1内部,电机定子绕组5温升较高,影响电机的工作寿命和安全性。本发明中,热管散热器6的吸热段601插入定子槽中,通过导热硅胶和双层绝缘纸与电机定子绕组5接触,吸收电机高转矩工作时多个绕组线圈501产生的热量。基于热管的相变导热原理,热管内部工质吸热后由液态转化为气态,通过U形管道迅速将热量导出至热管散热段,散热段位于散热空间内,可以将热量迅速散出。本发明中,无论是绕组线圈501外包裹的绝缘材料,还是双层绝缘纸均比较轻薄,且导热性能良好,不会将热量局限在绕组线圈501和定子槽的内部。

[0030] 机壳1采用导磁材料(如10号钢、硅钢片)制成,作为永磁体2的导磁轭。转子组件上的永磁体2采用稀土永磁体材料、钕铁硼、钕钴等制成。定子轴8采用钛合金或铝合金制成。

[0031] 参照图3-图5所示,在本部分优选实施例中,所述定子轴8包括外圆环801、散热翅片802、多个支撑辐条803和轴芯804,所述轴芯804位于所述外圆环801的轴心处,且所述轴芯804和外圆环801间形成散热空间,每个支撑辐条803的两端分别连接所述外圆环801的内表面和所述轴芯804的外表面,将所述散热空间分隔成若干独立空间,所述散热翅片802安装在所述若干独立空间内,与所述散热段602连接。

[0032] 具体的,定子轴8采用辐条式支撑,即通过多个支撑辐条803支撑轴芯804和外圆环801,多个支撑辐条803和电机定子齿701的位置相对应。在本实施例中,多个支撑辐条803将散热空间分隔成五部分,散热翅片802与散热段602连接,进而增大了散热段的散热面积,使热量能够更迅速地散出。散热段602与散热翅片802利用导热环氧胶粘接成为一体。电机定子绕组5和散热翅片802可以与外界环境空气接触,利用电机外部气流进行散热,进而降低电机定子绕组温度。

[0033] 参照图4-图5所示,在本部分优选实施例中,所述定子铁芯7还包括轭部702,所述

轭部702与所述外圆环801过盈配合,并粘接在一起。

[0034] 具体的,所述轭部702与所述外圆环801通过导热环氧胶粘结在一起。

[0035] 在本部分优选实施例中,所述定子铁芯7采用硅钢片或铁钴合金或其他软磁材料制成。

[0036] 参照图1-图7所示,在本部分优选实施例中,所述热管散热器6为U形,所述吸热段601的轴向横截面形状为圆形或矩形。

[0037] 在本部分优选实施例中,所述热管散热器6为铜水热管或铝氨热管。

[0038] 具体的,所述热管散热器6内为两相工质,基于热管的相变导热原理,热管内部工质吸热后由液态转化为气态,通过U形的散热管道迅速将热量导出至散热段602,散热段602与散热翅片802配合安装,利用导热环氧胶粘接成为一体,可以增大散热面积。热管散热器6设置为U形,可以缩减占用空间。

[0039] 参照图1-图4所示,在本部分优选实施例中,所述高转矩密度电机还包括前端盖302和后端盖301,所述前端盖302和后端盖301分别通过螺栓安装在所述机壳1的前后两端,且所述前端盖302和后端盖301为辐条式非密封结构。

[0040] 参照图1-图4所示,在本部分优选实施例中,所述高转矩密度电机还包括第一轴承401和第二轴承402,所述前端盖302和后端盖301分别通过所述第一轴承401和第二轴承402与所述定子轴8安装。

[0041] 具体的,本发明的电机为一种非封闭电机,即内外的空气是流通的,这基于前端盖302和后端盖301为辐条式非密封结构来实现。此种结构能够配合热管散热器6,尽可能地将机壳1内的热量散出,避免热量堆积。本实施例中,前端盖302和后端盖301采用结构钢材或铝合金材料。

[0042] 本发明还提供了实施例二:

[0043] 参照图6-图8所示,一种定子绕组与热管集成一体式散热结构的高转矩密度电机,转子在内部,定子在外,是外定子内转子的永磁同步电机结构,其组成件与实施例一相同。电机的后端盖301采用铝合金材料,用于电机固定和安装。机壳1采用铝合金材料,散热翅片802与机壳设计成一体结构。热管散热器6是U形热管(铜水热管或铝氨热管)。电机前端盖302采用铝合金材料制成,采用辐条式非密封结构。转子轴9采用钛合金或铝合金材料。定子铁芯7采用硅钢片或铁钴合金或其他软磁材料。电机定子绕组5中的绕组线圈501采用双层集中绕组形式,即定子铁芯7的每个定子齿上缠绕一个绕组线圈501,则每个槽内有两个线圈边,如图8所示。每个槽内的相邻两个绕组线圈501之间插入热管散热器6的吸热段601,吸热段601的横截面为圆形或四边形(正方形或矩形),相邻绕组线圈501之间采用双层绝缘材料进行隔离,缝隙采用导热硅胶填充,绕组线圈501与定子铁芯7中间采用绝缘纸进行隔离,如图6~7。热管散热段602与散热翅片802利用导热环氧胶粘接成为一体。

[0044] 具体的,其工作原理是:实施方式二是外定子内转子的永磁同步电机结构。本发明中热管采用铜-水热管或铝-氨U形热管作为热管散热器6,吸热段601插入定子槽中,与包裹了绝缘层的绕组线圈501直接接触,吸收电机高转矩工作时电机定子绕组产生的热量。基于热管散热器6的相变导热原理,热管内部工质吸热后由液态转化为气态,通过U形管道迅速将热量导出至散热段602,散热段602与机壳1的散热翅片802配合安装,利用导热环氧胶粘接成为一体,增大散热面积。电机前后端盖采用辐条式非密封结构,电机定子绕组5和散热

翅片802可以与外界环境空气接触,利用电机外部气流进行散热,进而降低电机定子绕组5温度。

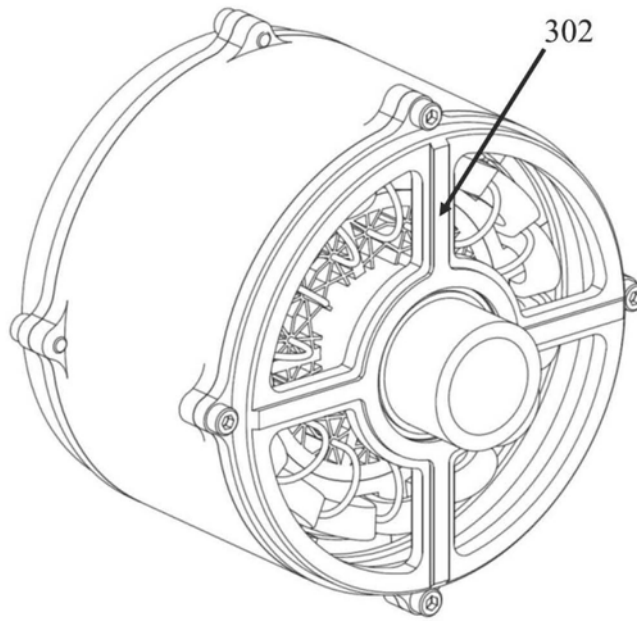


图1

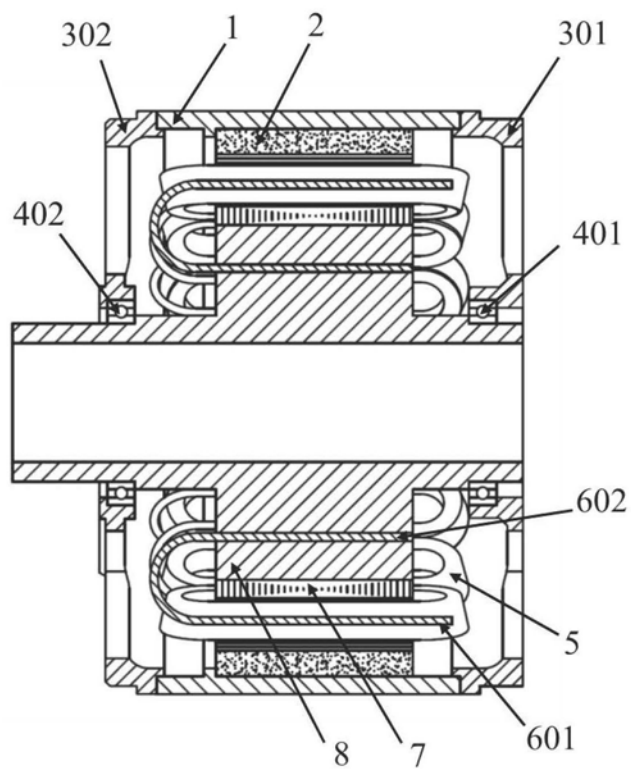


图2

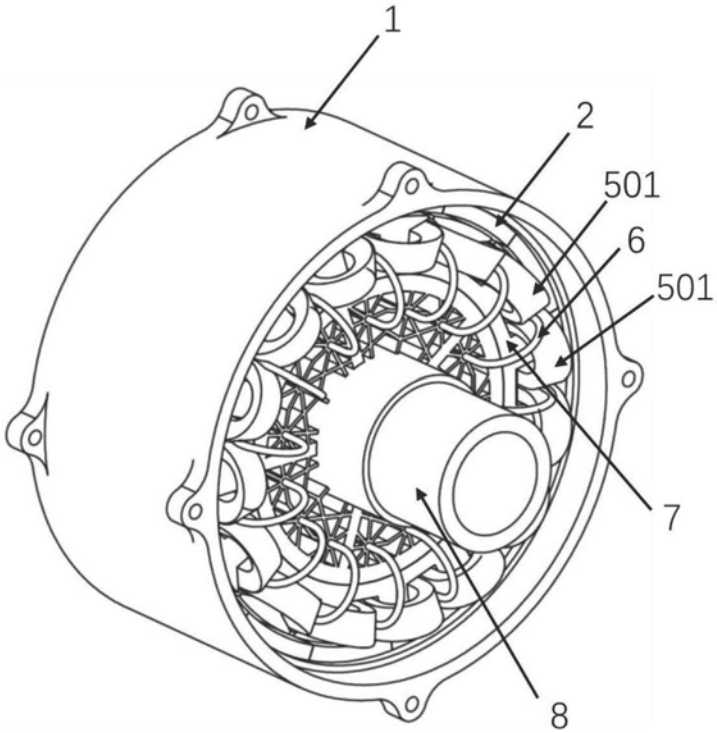


图3

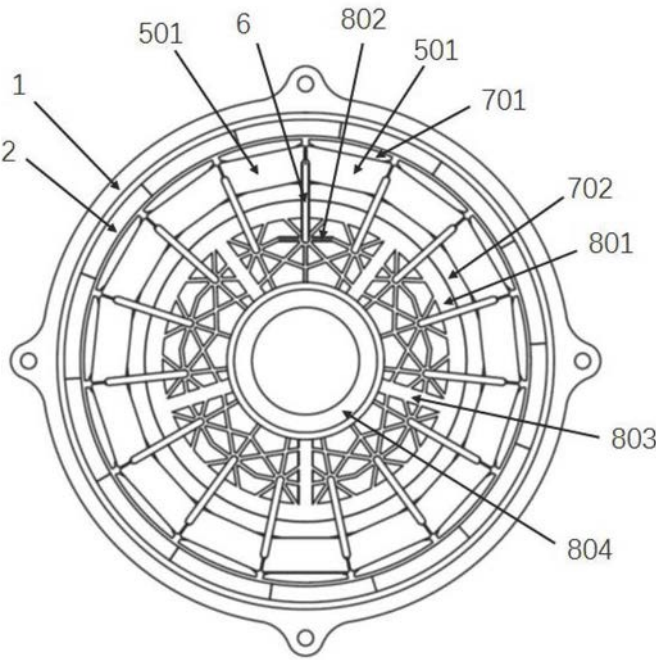


图4

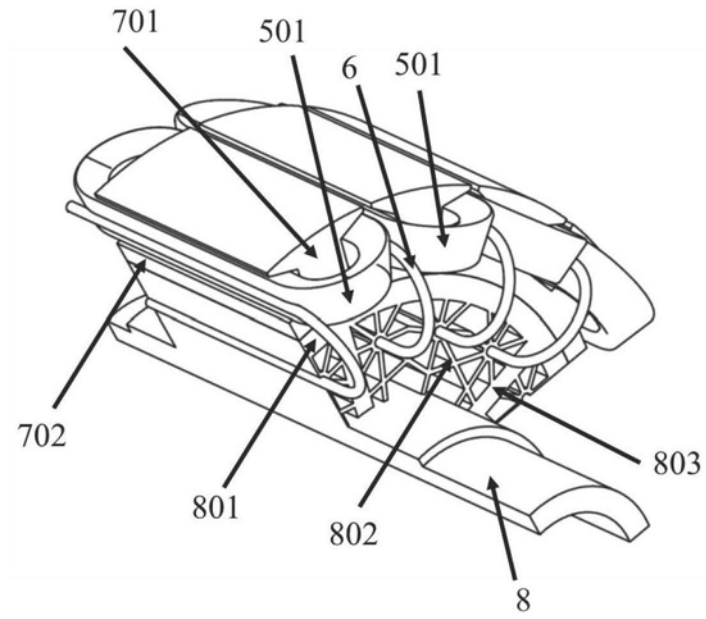


图5

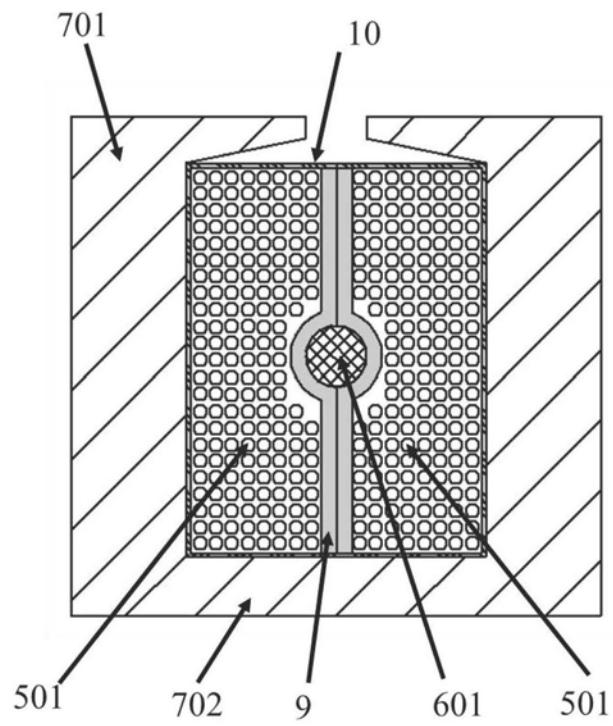


图6

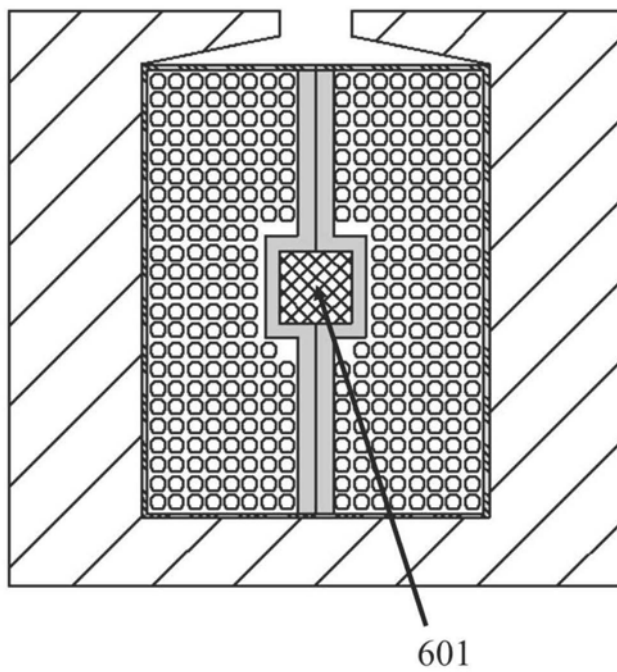


图7

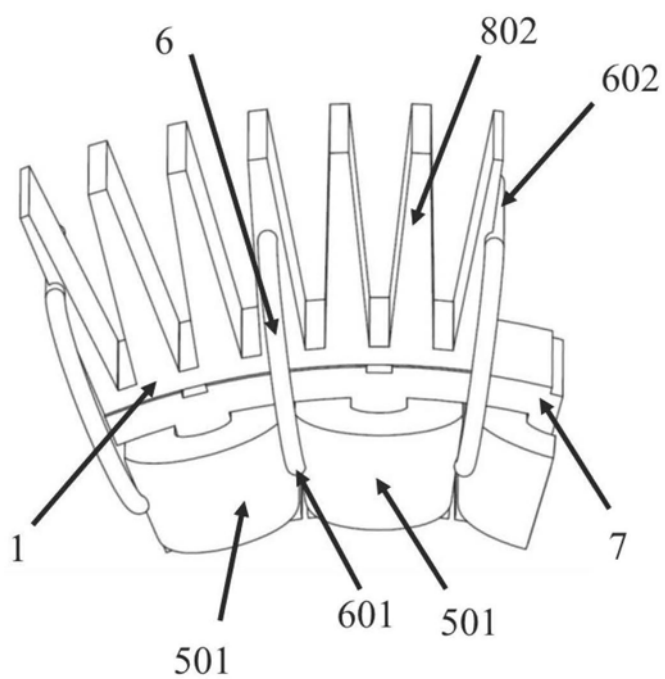


图8