



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112737167 A

(43) 申请公布日 2021.04.30

(21) 申请号 202011612059.8

(22) 申请日 2020.12.30

(71) 申请人 东南大学

地址 210024 江苏省南京市玄武区新街口  
街道四牌楼2号

(72) 发明人 黄允凯 储成龙

(74) 专利代理机构 北京同辉知识产权代理事务  
所(普通合伙) 11357

代理人 饶富春

(51) Int. Cl.

H02K 1/20 (2006.01)

H02K 1/16 (2006.01)

H02K 15/02 (2006.01)

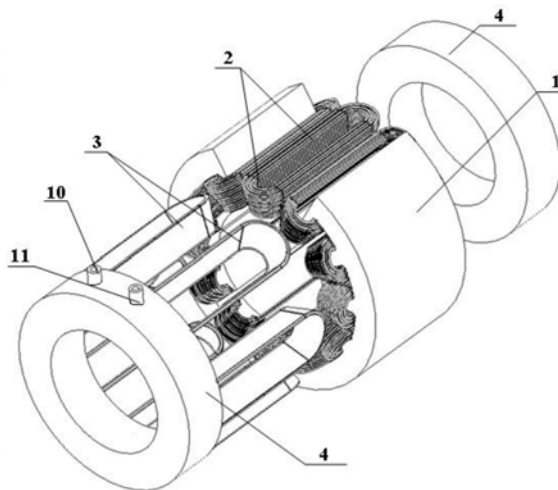
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

### (54) 发明名称

一种定子槽内水冷结构及其制作方法

### (57) 摘要

本发明涉及电机设计领域,具体的是一种定子槽内水冷结构及其制作方法,电机定子槽内绕组的间隙中设有水溶性材料制作的管道,定子槽内空隙、槽口空间以及两侧端部绕组均被灌封,端部灌封区域设有冷却介质进、出口,水溶性材料可在整体灌封完毕后通水进行溶解,形成所需的水冷管道。通过灌封胶和水溶性材料在定子槽内形成水道,定子槽内以及两侧端部绕组被灌封胶完全包裹。待灌封胶固化完成后,通水将水溶性材料充分溶解。由于其水道设置在槽内空间,且利用灌封胶将端部绕组和槽内实现完全密封。本发明提出的水冷结构和制作方法不会增大电机的外部尺寸,同时具有优良的冷却效果。所以,电机的电磁负荷、转矩密度和功率密度可以得到进一步的提高。



1. 一种定子槽内水冷结构,其特征在于,包括定子铁芯(1)和定子绕组(2),每个定子槽内的双层绕组间存在间隙,间隙内放置有S型管道(3),S型管道(3)内设置有冷却介质,定子铁芯(1)的两端和定子槽内均设置有灌封胶(4);

位于一侧的所述灌封胶(4)侧壁开有第一开口(10)和第二开口(11),第一开口(10)和第二开口(11)为进水口或者出水口。

2. 根据权利要求1所述的一种定子槽内水冷结构,其特征在于,所述S型管道(3)采用水溶性材料制作而成。

3. 根据权利要求1所述的一种定子槽内水冷结构,其特征在于,所述冷却介质为冷却水或者冷却油或者水和乙二醇混合物。

4. 根据权利要求3所述的一种定子槽内水冷结构,其特征在于,所述冷却水的冷却效果最佳。

5. 根据权利要求1所述的一种定子槽内水冷结构,其特征在于,所述第一开口(10)和第二开口(11)并不直接相通,第一开口(10)、第二开口(11)分别和S型管道(3)的两端连通。

6. 根据权利要求1或2所述的一种定子槽内水冷结构,其特征在于,所述S型管道(3)与槽内两层绕组、定子铁芯和端部绕组中均设置一层绝缘层。

7. 根据权利要求1所述的一种定子槽内水冷结构,其特征在于,所述定子槽形为闭口槽、半闭口槽、开口槽、平底槽、梨形槽中的一种。

8. 一种定子槽内水冷结构的制作方法,包括如权利要求1-7所述的定子槽内水冷结构,其特征在于,所述制作方法包括以下步骤:

一、完成定子绕线工作后,判断槽内所留空间大小,确定冷却管道的尺寸和位置;

二、将制作好的管道进行预处理,使其所有管道表面附着一层灌封胶(4);

三、待灌封胶(4)固化后,组装冷却管道并保证在接头处无缝隙,同时确定进、出水口的位置;

四、利用灌封胶(4)将端部绕组和槽内绕组进行整体灌封处理,待灌封胶(4)充分固化后,向进水口注入清水,出水口排出浑浊的水流。

9. 根据权利要求8所述的定子槽内水冷结构的制作方法,其特征在于,所述步骤四中的清水优选为热水。

## 一种定子槽内水冷结构及其制作方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电机设计领域,具体的是一种定子槽内水冷结构及其制作方法。

### 背景技术

[0002] 近年来,多电飞机、电动汽车等领域的快速发展对其所用电机的功率密度和安全运行提出了更高的要求。与常规电机相比,高功率密度电机的电磁负荷较高,散热面积小,单位体积的损耗很大。所以,需要设计合理的冷却系统以保证电机的高效安全运行。良好的冷却系统可以保证电机在运行时的绕组、铁心和磁钢等关键部件的温升合理,并保证电机的运行寿命。因此,高效的冷却方式对高功率密度电机的安全稳定运行有着至关重要的影响。

[0003] 目前,油冷和水冷冷却方式最为常用。在油冷方式中,定子浸没式油冷的冷却效果最好,该方法中冷却油可以直接与定子铁芯、有效部分绕组以及端部绕组接触,带走热源所产生的热量,从而有效降低电机定子部分的温升。但是,定子浸没式油冷中的冷却油直接接触绕组,在长时间的流动冲刷后可能会破坏绕组表面绝缘层,出现短路故障。

[0004] 在水冷方式中,由于冷却水不可以直接和电机的有效部分接触,所以一般将冷却水道设置在机壳或者端盖中,用以间接带走电机传递出来的热量。该方法不需要特定密封也不会明显增大电机的体积和重量所以在工业应用中得到广泛的应用。但是,定子端部绕组和定子槽内的组成复杂,存在铜线、浸渍漆、聚酰亚胺绝缘层和空气等导热系数差异巨大、体积尺寸差异明显的导热体。因此,在采用水冷方式时会出现端部绕组温度高和定子槽内的局部温升过高,这会严重影响电机的安全运行。所以,需要提出高效安全的冷却方式以提高电机的功率密度和保证电机高效、稳定运行。

### 发明内容

[0005] 为解决上述背景技术中提到的不足,本发明的目的在于提供一种定子槽内水冷结构及其制作方法,通过灌封胶和水溶性材料在定子槽内形成水道,定子槽内以及两侧端部绕组被灌封胶完全包裹。待灌封胶固化完成后,通水将水溶性材料充分溶解。由于其水道设置在槽内空间,且利用灌封胶将端部绕组和槽内实现完全密封。本发明提出的水冷结构和制作方法不会增大电机的外部尺寸,同时具有优良的冷却效果。所以,电机的电磁负荷、转矩密度和功率密度可以得到进一步的提高。

[0006] 本发明的目的可以通过以下技术方案实现:

[0007] 一种定子槽内水冷结构,包括定子铁芯和定子绕组,每个定子槽内的双层绕组间存在间隙,间隙内放置有S型管道,S型管道内设置有冷却介质,定子铁芯的两端和定子槽内均设置有灌封胶;

[0008] 位于一侧的所述灌封胶侧壁开有第一开口和第二开口,第一开口和第二开口为进水口或者出水口。

[0009] 进一步地,所述S型管道采用水溶性材料制作而成。

- [0010] 进一步地,所述冷却介质为冷却水或者冷却油或者水和乙二醇混合物。
- [0011] 进一步地,所述冷却水的冷却效果最佳。
- [0012] 进一步地,所述第一开口和第二开口并不直接相通,第一开口、第二开口分别和S型管道的两端连通。
- [0013] 进一步地,所述S型管道与槽内两层绕组、定子铁芯和端部绕组中均设置一层绝缘层。
- [0014] 进一步地,所述定子槽形为闭口槽、半闭口槽、开口槽、平底槽、梨形槽中的一种。
- [0015] 一种定子槽内水冷结构的制作方法,所述制作方法包括以下步骤:
- [0016] 一、完成定子绕线工作后,判断槽内所留空间大小,确定冷却管道的尺寸和位置;
- [0017] 二、将制作好的管道进行预处理,使其所有管道表面附着一层灌封胶;
- [0018] 三、待灌封胶固化后,组装冷却管道并保证在接头处无缝隙,同时确定进、出水口的位置;
- [0019] 四、利用灌封胶将端部绕组和槽内绕组进行整体灌封处理,待灌封胶充分固化后,向进水口注入清水,出水口排出浑浊的水流。
- [0020] 进一步地,所述步骤四中的清水优选为热水。
- [0021] 本发明的有益效果:
- [0022] 1、本发明的定子槽内水冷结构中,其通过将定子槽内和端部绕组进行灌封处理,实现了槽内和端部绕组的密封,绕组的热量均匀传递至灌封胶,槽内设置的冷却水道可有效降低槽内绕组和端部绕组温升;
- [0023] 2、本发明的定子槽内水冷结构中,其通过在槽内设置水溶性材料制作而成的管道,并将定子部分作灌封处理,在灌封胶充分固化后,通水可溶解水溶性材料形成冷却管道,由于冷却管道设置在定子槽内,所以不会增大电机的外形尺寸,同时定子部分可以得到有效的冷却,故电机的电磁负荷、转矩密度和功率密度可以得到进一步的提高;
- [0024] 3、本发明的定子槽内水冷结构中,水溶性材料制作而成的管道需要经过预处理,事先在其表面形成一定厚度的灌封胶薄层后放入槽内空间,这样可以保证管道内的冷却水不会与绕组和铁心接触,保证电机的安全稳定运行,同时具有优良的冷却效果;
- [0025] 4、本发明的定子槽内水冷结构中,在灌封胶充分固化、水溶材料完全溶解后,槽内和端部空间仅存在灌封材料,由于不需要设置内部管道,从而保证结构的完整性,同时,不会增加电机的损耗,保证高效运行。

## 附图说明

- [0026] 下面结合附图对本发明作进一步的说明。
- [0027] 图1是本发明定子槽内水冷结构管道示意图;
- [0028] 图2是本发明定子沿圆周方向展开示意图;
- [0029] 图3是本发明定子径向剖面示意图;
- [0030] 图4是本发明定子轴向剖面示意图;
- [0031] 附图标记为:
- [0032] 1-定子铁芯、2-定子绕组、3-S型管道、4-灌封胶、5-转轴、6-轴承、7-转子、8-端盖、9-机壳、10-第一开口、11-第二开口。

## 具体实施方式

[0033] 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作出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0034] 一种定子槽内水冷结构,如图1和4所示,本发明实施例中的电机定子槽数为12槽,采用双层分数槽集中绕组进行说明,电机包括定子铁芯1、定子绕组2、转轴5、轴承6、转子7、端盖8、机壳9,现有技术中一般将冷却水道设置在机壳或者端盖中,用以间接带走电机传递出来的热量。

[0035] 本发明水冷结构包括定子铁芯1和定子绕组2,每个定子槽内的双层绕组间存在间隙,间隙内放置有S型管道3,S型管道3采用水溶性材料制作而成,S型管道3内设置有冷却介质,冷却介质为冷却水或者冷却油或者水和乙二醇混合物,冷却水的效果最佳。定子铁芯1的两端和定子槽内均设置有灌封胶4,电机定子实现灌封,使得定子槽内和端部绕组均被灌封胶4所包裹。

[0036] 如图2所示,定子铁芯1、定子绕组2以及S型管道3均被灌封胶4所包裹,位于一侧的灌封胶4侧壁开有第一开口10和第二开口11,第一开口10和第二开口11为进水口或者出水口,第一开口10和第二开口11并不直接相通,第一开口10、第二开口11分别和S型管道3的两端连通,进入管道中的冷却水多次通过狭长的槽内管道和弯曲的端部管道后从出水口排出。

[0037] 如图3所示,S型管道3在放置时与槽内两层绕组、定子铁芯和端部绕组中均设置一定厚度的绝缘层。同时,在放置水溶性管道前进行预处理,将管道的所有外表面进行灌封处理,使其表面附着一定厚度的灌封胶,待其固化后再放入槽内和绕组端部位置。

[0038] 除图3中所示槽形外,定子槽形可以根据实际设计需要选用闭口槽、半闭口槽、开口槽、平底槽或梨形槽等,绕组层数亦可以根据实际设计选择,并根据所选层数是槽内导体的放置位置调整管道的尺寸和放置方向。

[0039] 一种定子槽内水冷结构的制作方法,包括以下步骤:

[0040] 一、完成定子绕线工作后,判断槽内所留空间大小,确定冷却管道的尺寸和位置;

[0041] 二、将制作好的管道进行预处理,使其所有管道表面附着以一定厚度的灌封胶;

[0042] 三、待灌封胶固化后,组装冷却管道并保证在接头处无缝隙,否则在灌封时,灌封胶会由缝隙进入管道中堵塞管道,同时确定进、出水口的位置;

[0043] 四、利用灌封胶将端部绕组和槽内绕组进行整体灌封处理,待灌封胶充分固化后,向进水口注入清水,出水口排出浑浊的水流。当出水口的水流变得清澈后,说明水溶性材料已经全部溶解。优选地,可选择向冷却管道中注入热水,可以加速水溶性材料的溶解速度。

[0044] 在实际使用时,电机绕组可设为集中绕组和分布绕组,不同绕组形式仅对冷却结构的管道长度有所影响,电机绕组可设为单层绕组和多层绕组,其中槽内预留冷却管道所需的空间。

[0045] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和本发明的优点。本行业的技术人员应该了解,本发明不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,这些变

化和改进都落入要求保护的本发明范围内。

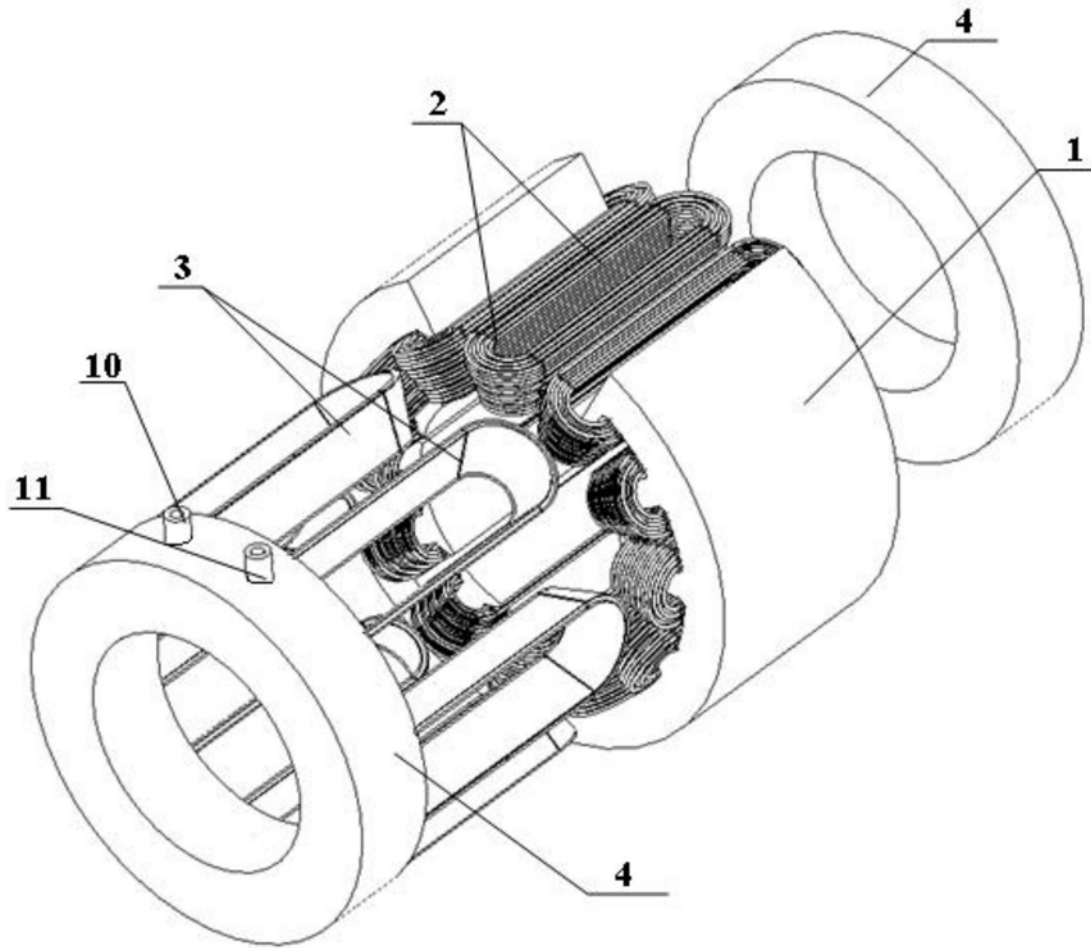


图1

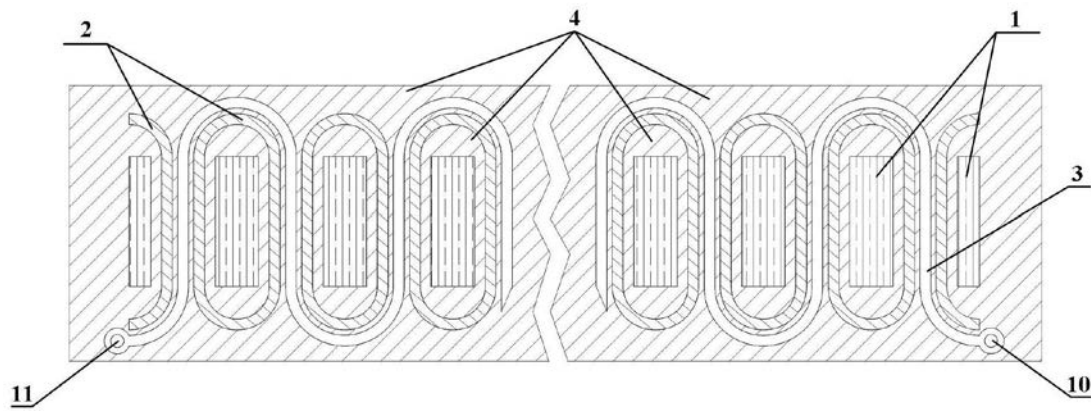


图2

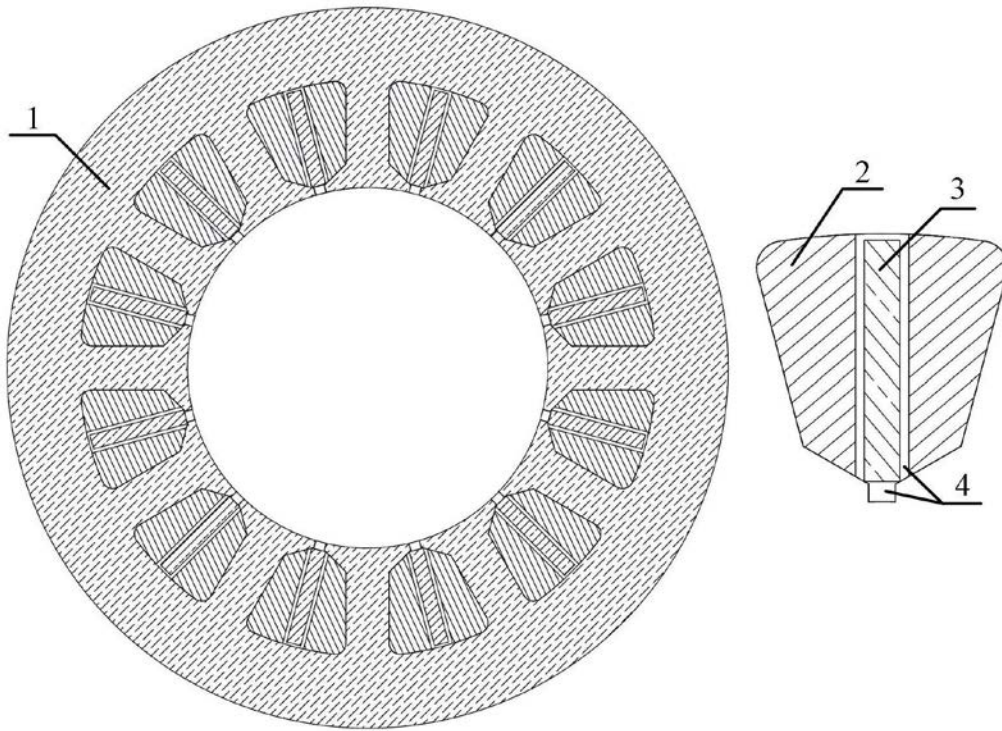


图3

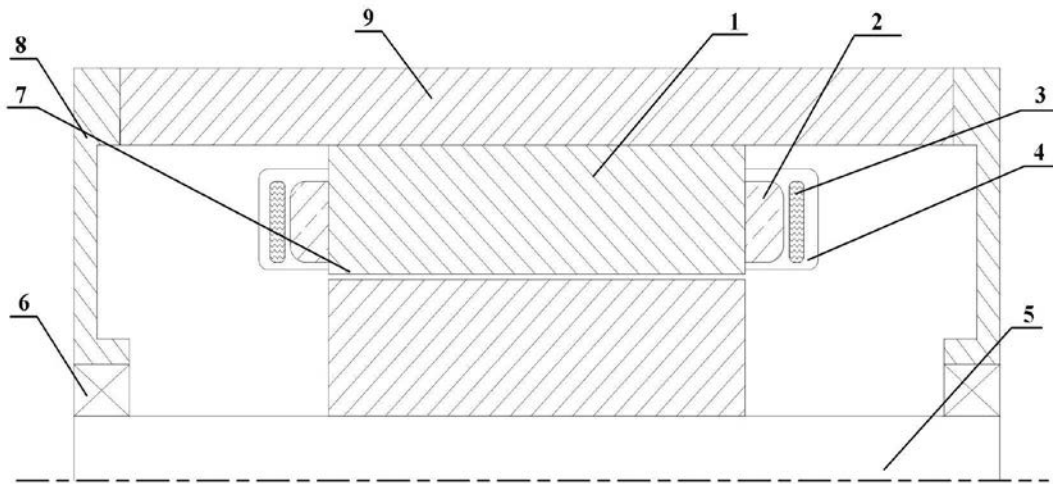


图4