



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103038983 B

(45) 授权公告日 2016. 08. 10

(21) 申请号 201180038392. 5

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 06. 06

H02K 9/02(2006. 01)

(30) 优先权数据

61/351, 755 2010. 06. 04 US

(56) 对比文件

US 2009/0102298 A1, 2009. 04. 23,

US 2009/0102298 A1, 2009. 04. 23,

CN 1154181 A, 1997. 07. 09,

US 3675056 A, 1972. 07. 04,

US 2002/0077209 A1, 2002. 06. 20,

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 01. 31

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2011/039279 2011. 06. 06

审查员 肖佳

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/153533 EN 2011. 12. 08

(73) 专利权人 瑞美技术有限责任公司

地址 美国印地安纳州

(72) 发明人 D·A·富尔顿

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 张涛

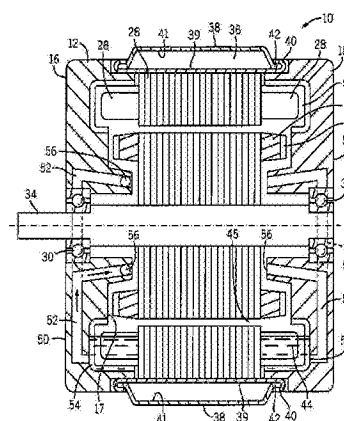
权利要求书3页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

电机冷却系统及方法

(57) 摘要

本发明的实施例提供了一种包括壳体的电机模块。在一些实施例中,所述壳体能够包括联接到至少一个端盖上的套筒构件。所述壳体能够包括至少部分地限定机腔的内壁、冷却剂槽、和设置在所述壳体的所述内壁与外壁之间的至少一个冷却剂通道。在一些实施例中,所述冷却剂通道能够与所述冷却剂槽流体连通。在一些实施例中,电机能够设置在所述机腔中。所述电机能够包括定子组件和转子组件,所述定子组件包括定子端匝。在一些实施例中,冷却剂套能够至少部分地由所述壳体限定并且能够设置为使得至少部分地包围所述定子组件的一部分。



1. 一种电机模块,包括:

壳体,所述壳体包括联接到至少一个端盖上的套筒构件;

所述壳体的内壁至少部分地限定机腔;

所述内壁的至少一部分配置为且布置为限定冷却剂槽的至少一部分;以及

至少一个冷却剂通道设置在所述壳体的所述内壁与外壁之间,所述至少一个冷却剂通道与所述冷却剂槽流体连通,并且所述至少一个冷却剂通道配置为且布置为容纳与第一冷却剂流体分离的第二冷却剂;

电机,所述电机设置在所述机腔中并且至少部分地由所述壳体包封,所述电机包括定子组件和转子组件,所述定子组件包括定子和定子端匝;以及

冷却剂套,所述冷却剂套至少部分地由所述壳体限定,所述冷却剂套设置为使得其包围所述定子组件和冷却剂槽,并且所述冷却剂套基本连续地延伸横过定子组件的一段,所述定子组件的一段包括与各轴向端部相邻的定子端匝的至少部分轴向段;

所述冷却剂套配置为且布置为容纳第一冷却剂,所述第一冷却剂基本连续地流体延伸横过定子组件的包括定子端匝的至少部分轴向段的一段;以及

其中,第一冷却剂与第二冷却剂流体分离。

2. 如权利要求1所述的电机模块,还包括设置为穿过所述内壁的一部分的至少一个冷却剂孔隙,使得所述至少一个冷却剂通道与所述机腔流体连通。

3. 如权利要求2所述的电机模块,其中,所述至少一个冷却剂孔隙与所述转子组件的一部分基本相邻。

4. 如权利要求1所述的电机模块,其中,所述内壁包括至少一个肋。

5. 如权利要求1所述的电机模块,其中,所述冷却剂套配置为且布置为容纳第一冷却剂的一部分,而所述冷却剂槽配置为且布置为容纳第二冷却剂的一部分。

6. 如权利要求5所述的电机模块,其中,所述第一冷却剂包括传动液、乙二醇和水中的至少一种。

7. 如权利要求5所述的电机模块,其中,所述第二冷却剂包括油和可气化介电流体中的至少一种。

8. 如权利要求1所述的电机模块,其中,所述冷却剂槽的至少一部分与所述冷却剂套的至少一部分紧邻。

9. 如权利要求1所述的电机模块,还包括联接到所述转子组件的轴向端部上的至少一个端部环和至少一个离心泵。

10. 如权利要求1所述的电机模块,还包括至少一个轴承,其中,所述至少一个冷却剂通道至少部分地包围所述至少一个轴承的一部分。

11. 一种电机模块,包括:

壳体,所述壳体包括联接到至少一个端盖上的套筒构件;

所述壳体的内壁至少部分地限定机腔;

所述内壁的至少一部分配置为且布置为限定冷却剂槽的至少一部分,所述冷却剂槽配置为且布置为容纳第二冷却剂的至少一部分;

至少一个冷却剂通道设置在所述壳体的所述内壁与外壁之间,所述至少一个冷却剂通道经由冷却剂入口与所述冷却剂槽流体连通,并且所述至少一个冷却剂通道配置为且布置

为容纳与第一冷却剂流体分离的第二冷却剂;以及

至少一个冷却剂孔隙穿过所述内壁的一部分设置,使得所述至少一个冷却剂通道与所述机腔流体连通;

电机,所述电机设置在所述机腔中并且至少部分地由所述壳体包封,所述电机包括定子组件和转子组件,所述定子组件包括定子端匝;

外构件,所述外构件联接到所述壳体的至少一部分上;以及

冷却剂套,所述冷却剂套限定在所述外构件的内周缘的至少一部分与所述套筒构件的外周缘之间,并且所述冷却剂套基本连续地延伸横过定子组件的一段,所述定子组件的一段包括与各轴向端部相邻的定子端匝的至少部分轴向段;

所述冷却剂套配置为且布置为容纳与第二冷却剂流体分离的第一冷却剂,所述第一冷却剂基本连续地延伸横过定子组件的包括定子端匝的至少部分轴向段的一段,

其中,所述冷却剂套包围所述定子组件和所述冷却剂槽;以及

其中,所述冷却剂槽的至少一部分与所述冷却剂套的至少一部分流体分离但热连通。

12. 如权利要求11所述的电机模块,还包括联接到所述内壁上的至少一个肋。

13. 如权利要求11所述的电机模块,还包括联接到所述转子组件的至少一个轴向表面上的至少一个端部环和至少一个离心泵。

14. 如权利要求13所述的电机模块,其中,所述至少一个离心泵配置为且布置为将所述第二冷却剂的至少一部分分散到所述机腔的至少一部分中。

15. 如权利要求11所述的电机模块,还包括至少一个轴承,其中,所述至少一个冷却剂通道至少部分地包围所述至少一个轴承的一部分。

16. 如权利要求11所述的电机模块,其中,所述至少一个冷却剂孔隙被设置为与所述转子组件的一部分基本相邻。

17. 如权利要求11所述的电机模块,其中,所述第一冷却剂包括传动液、乙二醇和水中的至少一种。

18. 如权利要求11所述的电机模块,其中,所述第二冷却剂包括油和可气化介电流体中的至少一种。

19. 一种冷却电机模块的方法,所述方法包括:

设置包括联接到至少一个端盖上的套筒构件的壳体,所述壳体的内壁至少部分限定机腔;

在所述壳体内设置至少一个冷却剂槽,所述内壁的至少一部分配置为且布置为限定所述冷却剂槽的至少一部分;

在所述壳体的所述内壁与外壁之间设置至少一个冷却剂通道,使得所述至少一个冷却剂通道与所述冷却剂槽流体连通;

在所述机腔中设置电机,所述电机包括定子组件和转子组件,所述定子组件包括定子端匝;以及

设置至少部分地由所述壳体限定的冷却剂套,所述冷却剂套设置为使得其包围所述定子组件和冷却剂槽,并且所述冷却剂套基本连续地延伸横过定子组件的一段,所述定子组件的一段包括与各轴向端部相邻的定子端匝的至少部分轴向段;

其中,所述冷却剂套与所述至少一个冷却剂通道流体分离;

其中,所述冷却剂套的至少一部分与所述冷却剂槽的至少一部分流体分离但热连通;
以及

其中,所述冷却剂套配置为且布置为容纳冷却剂,所述冷却剂基本连续地流体延伸横
过定子组件的包括定子端匝的至少部分轴向段的一段。

20.如权利要求19所述的方法,还包括穿过所述内壁设置至少一个冷却剂孔隙,使得所
述至少一个冷却剂孔隙与所述转子组件的至少一部分基本相邻。

电机冷却系统及方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2010年6月4日提交的美国临时专利申请No. 61/351,755的优先权,该临时申请的全部内容通过参引的方式并入本文。

背景技术

[0003] 用于冷却电机的一些常规方法包括使冷却剂围绕电机的周缘行进。冷却剂从电机的多个部分获取热量,这能够导致电机冷却。一些常规电机的配置能够导致从不同的电机元件(例如定子组件)的热排放效率至少部分减小。另外,电机中的一些能够传导热能的元件(例如定子组件)可能没有适当地配置为更有效地传导热能,这能够导致界面热阻。

[0004] 一些常规的电机也可以通过转子组件传导热能。例如,如果电机的转子组件产生大量的热能(这对于一些电机来说是常见的),则转子组件热量能够通过电机的轴和轴承传导或者通过强制对流而流失到壳体内部空气中。通过轴承传导热量能够减小轴承的寿命,并且这种路径的传导阻抗能够通常为高。而且,从内部空气到电机壳体的对流热阻能够通常为高,这使该方法为从转子组件中排放热量的通常低效的方法。

发明内容

[0005] 本发明的一些实施例提供了一种包括壳体的电机模块。在一些实施例中,所述壳体能够包括联接到至少一个端盖上的套筒构件。在一些实施例中,所述壳体能够包括至少部分地限定机腔的内壁、冷却剂槽、和设置在所述壳体的所述内壁与外壁之间的至少一个冷却剂通道。在一些实施例中,所述冷却剂通道能够与所述冷却剂槽流体连通。在一些实施例中,电机能够设置在所述机腔中。所述电机能够包括定子组件和转子组件,所述定子组件包括定子端匝。在一些实施例中,冷却剂套能够至少部分地由所述壳体限定,并且能够设置为使得其至少部分地包围所述定子组件的一部分。

[0006] 本发明的一些实施例提供了一种包括壳体的电机模块。在一些实施例中,所述壳体能够包括联接到至少一个端盖上的套筒构件。在一些实施例中,所述壳体能够包括至少部分地限定机腔的内壁、冷却剂槽、和设置在所述壳体的所述内壁与外壁之间的至少一个冷却剂通道。在一些实施例中,所述冷却剂槽能够配置为且布置为容纳第二冷却剂的至少一部分。在一些实施例中,所述冷却剂通道能够经由冷却剂入口与所述冷却剂槽流体连通,并且能够经由至少一个冷却剂孔隙与所述机腔流体连通。在一些实施例中,电机能够设置在所述机腔中。所述电机能够包括定子组件和转子组件,所述定子组件包括定子端匝。在一些实施例中,外构件能够联接到所述壳体的一部分上以限定冷却剂套的至少一部分。在一些实施例中,所述冷却剂套能够配置为且布置为容纳第一冷却剂的一部分,并且能够与所述冷却剂套的至少一部分热连通。

附图说明

[0007] 图1是根据本发明的一个实施例的电机模块的截面图。

[0008] 图2是根据本发明的一个实施例的电机模块的截面图。

[0009] 图3是位于图2的电机模块中的冷却剂通道的侧视截面图。

具体实施方式

[0010] 在详细解释本发明的任意实施例之前,应当理解的是,本发明并非在其应用方面限制于在以下描述中阐释或在以下附图中图示的构造的细节和部件的布置。本发明能够为其他实施例并且能够以多种方式实施或执行。而且,应当理解的是,本文所用的措辞和术语是为了描述的目的并且不应该视为限制。“包括”、“包含”、或“具有”、及其变型在本文的使用意为包括在其后所列的物件及其等同以及另外的物件。除非另外规定或限制,术语“安装”、“连接”、“支承”和“联接”及其变型被广泛地使用并且包括直接和间接的安装、连接、支承和联接。另外,“连接”和“联接”并非限于物理的或机械的连接件或联接件。

[0011] 以下讨论被提供以使本领域的技术人员能够制造和使用本发明的实施例。图示实施例的各种修改对于本领域的技术人员而言将是显而易见的,并且本文的一般原理能够被应用到其他实施例和应用中而不偏离于本发明的实施例。因此,本发明的实施例并非旨在受限于所示实施例,而是应当被赋予与本文所公开的原理和特征相一致的最宽范围。以下详细描述应当参照附图进行阅读,在不同附图中的相似元件具有相同的附图标记。并非必然按比例绘制的附图描绘了选取实施例而非旨在限制本发明的实施例的范围。技术人员将认识到,本文所提供的示例具有落在本发明的实施例的范围内的很多有用的替代。

[0012] 图1图示了根据本发明的一个实施例的电机模块10。电机模块10能够包括壳体12,壳体12包括套筒构件14、第一端盖16和第二端盖18。电机20能够设置在至少部分地由壳体12的多个部分的内壁17限定的机腔22内。例如,套筒构件14和端盖16、18能够经由常规的紧固件(未示出)或其他合适的联接方法联接以包封位于机腔22内的电机20的一部分。在一些实施例中,壳体12能够包括大致圆筒形的外壳和单个端盖(未示出)。另外,在一些实施例中,包括套筒构件14和端盖16、18的壳体12能够包括能够通常包括热传导性能的材料,所述材料例如但不限于铝或能够通常耐受电机的运行温度的其他金属和材料。在一些实施例中,壳体12能够使用不同的方法(包括铸造、模制成型、挤压、和其他相似的制造方法)制造。

[0013] 电机20能够为(但不限于)电马达例如混合动力电马达、发电机、车辆交流发电机、和/或感应带式发电机起动机(BAS)。在一个实施例中,电机20能够为用于混合动力车辆应用的高电压发夹式(High Voltage Hairpin, HVH)电马达或内部永磁体电机。

[0014] 电机20能够包括转子组件24、定子组件26(包括定子端匝28)、和轴承30,并且能够绕输出轴34设置。如图1中所示,定子26能够基本包围转子24的一部分。在一些实施例中,电机20也能够包括转子轭32或者能够具有“无轭”设计(未示出)。

[0015] 电机20的部件(例如但不限于转子组件24、定子组件26和定子端匝28)能够在电机20的运行期间产生热量。这些部件能够被冷却以增加电机20的性能和寿命。

[0016] 在一些实施例中,如图2中所示,壳体12能够包括冷却剂套36。在一些实施例中,套筒构件14能够包括冷却剂套36。例如,在一些实施例中,冷却剂套36能够基本设置在套筒构件14内(例如,形成为使得冷却剂套26与套筒构件14基本成一体)。如图2中所示,在一些实施例中,冷却剂套36能够限定在套筒构件14的外周缘39与外构件38的内周缘41之间。在一些实施例中,外构件38能够联接到套筒构件14上。例如,如图2中所示,在一些实施例中,套

筒构件14能够包括凹部40,凹部40配置为且布置为与位于外构件38上的凸缘42相接合。在一些实施例中,凸缘42和凹部40能够过盈配合到一起以使套筒构件14和外构件38相联。在其他实施例中,套筒构件14和外构件38能够使用常规紧固件、粘结剂、焊接、钎焊等等联接到一起。在一些实施例中,附加于或替代于在凸缘42与凹部40之间的过盈配合,套筒构件14和外构件38能够以前述联接技术的任意组合联接到一起。此外,在一些实施例中,在套筒构件14与其他结构之间的界面能够利用密封圈或相似的结构而基本密封。

[0017] 另外,在一些实施例中,冷却剂套36能够限定在套筒构件14的外周缘39与另外的壳体之间,电机模块10能够安装在该另外的壳体内(未示出)。例如,在一些实施例中,模块10能够安装在马达壳体、传动系壳体或另外的壳体内以用于在下游应用中使用。由此,在一些实施例中,冷却剂套36能够限定在另外的壳体与套筒构件14之间。在一些实施例中,冷却剂套36能够与电机20的多个部分基本相邻。例如,在一些实施例中,如图2中所示,冷却剂套36能够基本包围定子组件26的至少一部分。

[0018] 在一些实施例中,冷却剂套36能够包括第一冷却剂,例如传动液、乙二醇、乙二醇/水的混合物、水、油、冷却气体、冷却喷雾、或配置为接收热能的其他物质。在一些实施例中,壳体12能够包括至少一个冷却剂入口(未示出),使得冷却剂套36能够与流体源(未示出)流体连通,流体源能够在将第一冷却剂分散到冷却剂套36内之前或在将第一冷却剂分散到冷却剂套36内时加压第一冷却剂。由此,在一些实施例中,加压的第一冷却剂能够循环穿过冷却剂套36的至少一部分。在一些实施例中,如下述,当第一冷却剂循环穿过冷却剂套36时,由电机20所产生的热能能够被传递到第一冷却剂中,这能够导致至少部分地冷却电机20。在一些实施例中,在循环穿过冷却剂套36之后,第一冷却剂能够经由冷却剂出口(未示出)引导到热传递元件(例如,散热器、热交换器等)上,这能够将热能从第一冷却剂中移除。

[0019] 而且,在一些实施例中,冷却剂套36能够为基本流体密封的。例如,在一些实施例中,不论用来限定冷却剂套36的壳体12的配置是什么,冷却剂套36均能够为基本流体密封的,使得除了通过冷却剂入口或冷却剂出口以外没有大量的第一冷却剂能够进入或离开冷却剂套36。在一些实施例中,套筒构件14能够包括多个套筒构件冷却剂孔隙(未示出),使得冷却剂套36能够与机器腔体22流体连通。例如,在一些实施例中,冷却剂孔隙能够基本设置在定子端匝28的径向外侧,使得循环穿过冷却剂套36的冷却剂的至少一部分能够进入机腔22内并且撞击到定子端匝28上以接收由端匝28所产生的热能的一部分。

[0020] 在一些实施例中,模块10能够包括至少一个冷却剂槽44。在一些实施例中,如图2中所示,冷却剂槽44能够基本设置在机腔22的底部部分处或附近。在一些实施例中,壳体12的内壁17能够配置为且布置为限定冷却剂槽44的至少一部分。例如,在一些实施例中,壳体12的内壁17(例如,端盖16、18的内壁、外壳和/或单个端盖)能够配置为至少接收电机20的部分并且限定冷却剂槽44。

[0021] 在一些实施例中,冷却剂槽44能够配置为且布置为包括第二冷却剂。在一些实施例中,第二冷却剂能够包括油、可气化介电流体、油/可气化介电流体的混合物、或其他物质。在一些实施例中,在电机20的运行期间,如图2中所示,设置在冷却剂槽44中的第二冷却剂的静置水平能够基本低于在转子组件24与定子组件26之间的空气间隙45。另外,在一些实施例中,冷却剂槽44能够相对于模块10外侧的环境基本密封。例如,在一些实施例中,如下文更详细描述,位于冷却剂槽44内的第二冷却剂能够被基本保持在模块10内,使得第

二冷却剂能够基本自容纳在模块10内。

[0022] 在一些实施例中,第二冷却剂能够以不同的方式分散穿过模块10。例如,在一些实施例中,转子组件24能够包括彼此基本相对的至少两个轴向端部。在一些实施例中,一个或多个端部环46能够联接到转子组件24上,使得端部环46与转子组件24的轴向端部中的一个或两个基本相邻。在一些实施例中,端部环46能够以不同的方式(包括但不限于常规紧固件、焊接、钎焊、粘结剂、热铆接、迫压到转子组件24的叠层内,等等)联接到转子组件24上。由此,在一些实施例中,端部环46能够牢固地联接到转子组件24上。在一些实施例中,至少一个离心泵48能够联接到端部环46中的至少一个和/或转子组件24上。在一些实施例中,离心泵48能够以前述联接方法中的至少一种联接到端部环46和/或转子组件24上。在一些实施例中,转子组件24、端部环46和离心泵48能够联接到一起,使得离心泵48能够与转子组件24基本同步地旋转。在一些实施例中,离心泵48能够配置为且布置为使得当转子组件24基本在定子组件26内旋转时,离心泵48的部分能够与位于冷却剂槽44中的第二冷却剂的至少一部分相接触。由此,在一些实施例中,当电机20运行时,离心泵48能够将第二冷却剂从冷却剂槽44中抽出并且将第二冷却剂分散和/或弹射穿过机腔22的至少一部分,在该部分中第二冷却剂能够与模块10的不同元件相接触。

[0023] 在一些实施例中,第二冷却剂能够经由其他方法分散穿过机腔22的部分。例如,在一些实施例中,当电机20运行时,运动的转子组件24能够基本在位于冷却剂槽44中的第二冷却剂的表面水平处或附近生成局部低压区域。例如,在一些实施例中,Bernoulli效应能够将第二冷却剂的至少一部分拉向转子组件24。由此,在一些实施例中,当第二冷却剂与转子组件24相接触时,第二冷却剂能够由转子组件24带走并且能够沿基本径向和轴向向外的路径离心地分散穿过机腔24的部分。在一些实施例中,第二冷却剂的分散能够导致与模块10的一些元件(例如但不限于定子组件26、定子端匝28和/或轴承30)相接触。

[0024] 如图1和图2中所示,在一些实施例中,壳体14能够包括外壁50。而且,如图2中所示,在一些实施例中,多个冷却剂通道52能够设置在内壁17与外壁50之间。例如,在一些实施例中,壳体12能够形成为使得冷却剂通道52与壳体12的部分基本成一体(即,基本介于内壁17与外壁50之间)。在一些实施例中,冷却剂通道52能够设置在电机20的至少两个轴向侧部上,而在其他实施例中,冷却剂通道52能够以其他配置设置(例如,位于电机20的一个轴向侧部上)。另外,如图2中所示,在一些实施例中,冷却剂通道52的至少一部分能够基本包围轴承30中的至少一些。

[0025] 在一些实施例中,冷却剂通道52能够配置为且布置为至少部分地协助第二冷却剂的分散。例如,在一些实施例中,冷却剂通道52能够通过至少一个槽入口54与冷却剂槽44流体连通,并且能够延伸穿过壳体12的至少一部分。如图2中所示,在一些实施例中,模块10能够包括多于一个的槽入口54,使得设置在电机20的两个轴向侧部上的冷却剂通道52均能够经由槽入口54流体连接到冷却剂槽44上。

[0026] 如图2和图3中所示,在一些实施例中,冷却剂通道52能够包括多个冷却剂孔隙56。例如,在一些实施例中,冷却剂孔隙56能够延伸穿过内壁17,使得冷却剂通道52能够与机腔22流体连通。在一些实施例中,冷却剂孔隙56能够设置在沿着内壁17的径向长度的不同位置处。在一些实施例中,冷却剂孔隙56能够设置在电机20的轴向侧部上的基本等同的位置处。在其他实施例中,冷却剂孔隙56能够设置在电机20的轴向侧部上的基本不等同的位置

处。

[0027] 在一些实施例中,在电机20的运行期间,转子组件24的运动能够导致第二冷却剂的一部分经由槽入口54中的至少一个从冷却剂槽44移动到冷却剂通道52内。在一些实施例中,第二冷却剂从冷却剂槽44向冷却剂通道52内的运动能够导致电机冷却。例如,在一些实施例中,第二冷却剂能够沿基本轴向和径向的方向(如由图2和图3中的箭头所示)流动穿过冷却剂通道52的至少一部分。此外,在一些实施例中,当第二冷却剂流动穿过冷却剂通道52时,第二冷却剂的至少一部分能够通过冷却剂孔隙56分散到机腔22内。例如,在一些实施例中,如图2和图3中所示,冷却剂孔隙56能够设置为使得通过冷却剂孔隙56分散的第二冷却剂能够被引向转子组件24。

[0028] 在一些实施例中,在被引出冷却剂孔隙56之后,第二冷却剂能够与电机20的元件和壳体12的至少一部分相接触。例如,在一些实施例中,当第二冷却剂与电机20的热能生成元件中的一些(例如转子组件24、转子毂32和/或定子组件26(包括定子端匝28)相接触)时,第二冷却剂能够由于热能从部件朝向第二冷却剂的强制对流而提供冷却。另外,在一些实施例中,第二冷却剂能够向轴承30和模块10的其他需要润滑的元件提供一些润滑。

[0029] 根据本发明的一些实施例,相对于一些常规的电机,冷却剂槽44、冷却剂通道52和第二冷却剂能够至少部分地增大从至少定子端匝28和转子组件24中离开的热对流,并且能够生成将热能散热到冷却剂套36内的更有效的方法。例如,在一些实施例中,当第二冷却剂分散穿过机腔22的部分时,如上述,第二冷却剂能够通过强制对流接收由定子端匝28、转子组件24和/或模块10的其他元件所产生的热能。

[0030] 在一些实施例中,在分散穿过机腔22的多个部分之后,第二冷却剂的一部分能够沿着内壁17并且沿着模块10的其他部分(例如电机20的部分)往回朝向冷却剂槽44流动。由此,在一些实施例中,第二冷却剂能够与内壁17相接触,这能够导致在第二冷却剂抵达冷却剂槽44之前从第二冷却剂朝向内壁17的热能传递。传递到壳体12的内壁17上的热能随后能够被辐射到周围的环境中,这能够至少部分地导致模块10冷却。在一些实施例中,由于第二冷却剂将其热能的至少一部分传递到壳体14中,因此第二冷却剂在其被循环回到冷却剂槽44内之前处于至少部分降低的温度下。由此,在一些实施例中,位于冷却剂槽44中的第二冷却剂能够在电机20的运行期间维持在相对于模块10的其他部分的较低温度下。在一些实施例中,由于位于冷却剂槽44内的第二冷却剂能够为大致较低的温度,因此当第二冷却剂通过离心泵48和/或冷却剂通道52和冷却剂孔隙56反复分散穿过机腔22的多个部分时,第二冷却剂能够将另外的热能从电机模块10中移除。

[0031] 在一些实施例中,壳体12能够包括至少一个肋58。例如,在一些实施例中,内壁17能够包括至少一个肋58。在一些实施例中,内壁17能够包括多个肋58。尽管将来的参照针对“多个肋”,但是一些实施例能够包括一个肋58。在一些实施例中,肋58能够从内壁17延伸一段轴向距离到机腔22内。在一些实施例中,肋58能够形成为使得它们与内壁17基本成一体。在一些实施例中,肋58能够使用前述联接技术中的任一种联接到内壁17上。在一些实施例中,肋58能够相对于大致平面内壁提供更大的表面区域,这能够导致从第二冷却剂中离开的热能传递更大,这能够导致电机模块10的增强冷却。在一些实施例中,由于冷却剂套36的设置,因此能够将由壳体12从第二冷却剂中所接收的热能传导到冷却剂套36和第一冷却剂中。

[0032] 在一些实施例中,冷却剂槽44能够配置在且布置在模块10内,使得其与冷却剂套36的一部分基本相邻,并且这两个元件热连通。例如,在一些实施例中,冷却剂槽44的至少一部分能够与冷却剂套36紧邻。仅仅作为示例,在一些实施例中,冷却剂槽44能够至少部分地由套筒构件14的内壁17限定。由此,在一些实施例中,槽44能够与冷却剂套36以套筒构件14的厚度分隔开。因此,在一些实施例中,热能的至少一部分能够通过套筒构件14从冷却剂槽44传递到循环穿过冷却剂套36的第一冷却剂内。例如,在一些实施例中,当第二冷却剂循环到冷却剂槽44中时(例如,在由离心泵48和/或冷却剂通道52和冷却剂孔隙54弹射到机腔22内之后),热能能够通过壳体12的部分(例如,套筒构件14)从位于冷却剂槽44中的第二冷却剂传导到冷却剂套36和第一冷却剂中。如前述,在一些实施例中,第一冷却剂能够从冷却剂套36中引出到热传递元件中,这能够有助于将热能从运行的电机模块10中移除。由此,在一些实施例中,不需要将第二冷却剂从壳体12中引出以用于传递热能,这由于第二冷却剂能够更容易地循环回到模块10的其他部分中而能够导致冷却增强。

[0033] 另外,在一些实施例中,当第二冷却剂包括可气化介电流体或可气化介电流体/油的混合物而非例如油时,第二冷却剂的热气化能够增加从电机20的部件的热传递。

[0034] 在一些实施例中,前述实施例的至少一部分能够至少部分地增加电机20的耐用性和效率。例如,通过增大从模块10的一些元件(包括但不限于定子端匝28和转子组件24)中离开的热对流以及将热能更有效地传递到位于冷却剂套36中的第一冷却剂内,具有第二冷却剂的冷却剂槽44和/或冷却剂通道52能够提高电机20的连续性性能并且降低电机20的运行温度,这能够增加电机20的耐用性和效率。另外,在一些实施例中,冷却剂槽44和/或冷却剂通道52的使用能够减小因冷却电机20而由第一冷却剂和冷却剂套36所承担的冷却需求。由此,能够减小在冷却剂套36中的第一冷却剂的必要流动速率,这能够增大电机模块10的效率(例如,通过减小朝向流体源和从流体源的泵送损耗),并且能够增大可容许的冷却剂入口温度,这能够减小热传递元件的必须尺寸和/或完全消除对于热传递元件的需求,从而减小电机模块10的系统成本。

[0035] 应当由本领域的技术人员理解的是,尽管已经在上面结合具体的实施例和示例描述了本发明,但是本发明并非必然地如此限制,并且各种其他实施例、示例、使用、修改以及与该实施例、示例和使用的偏离旨在由所附权利要求包括。本文所引述的每个专利和公布的全部公开内容通过参引的方式并入本文,正如每个该专利或公布通过参引的方式单独地并入本文一样。在下面的权利要求中阐释了本发明的各种特征和优点。

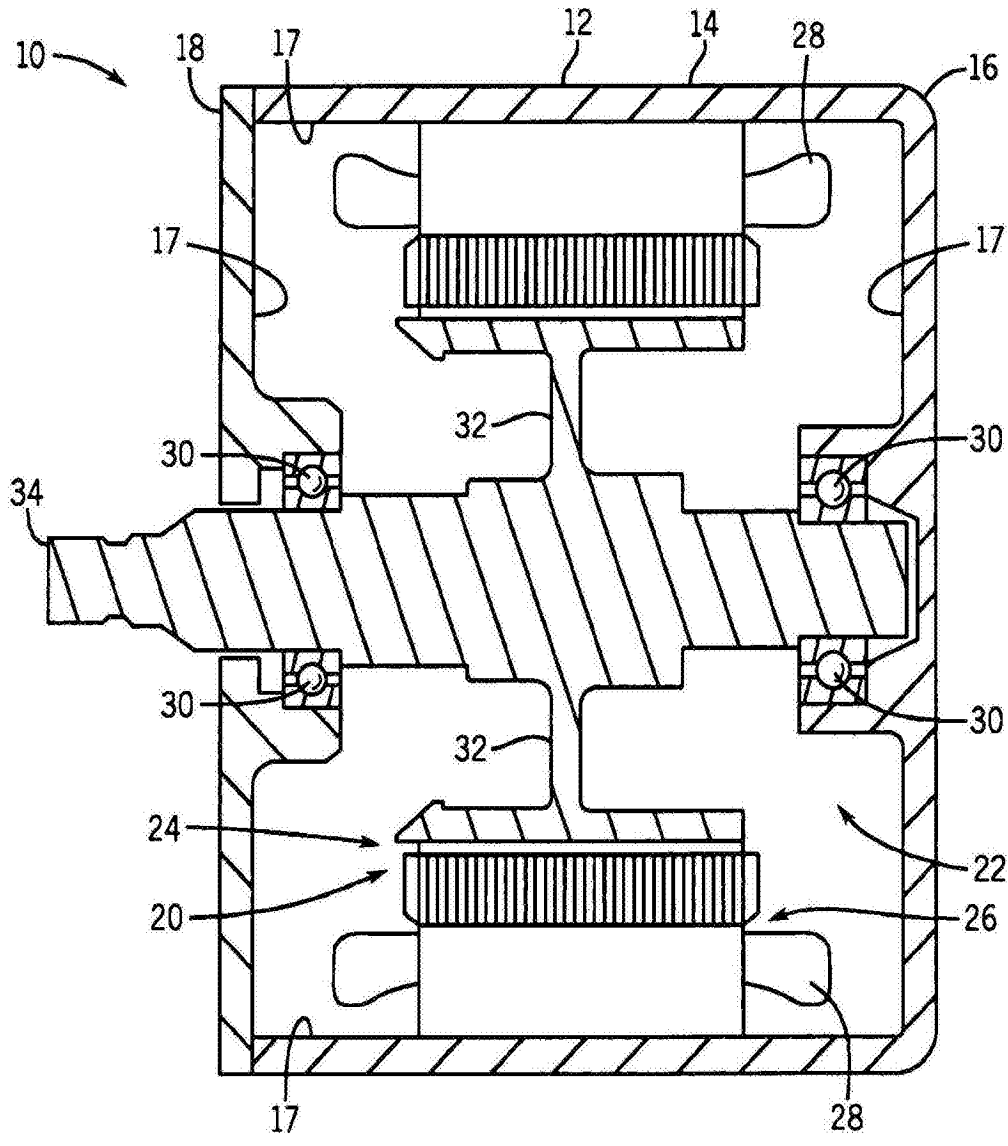


图1

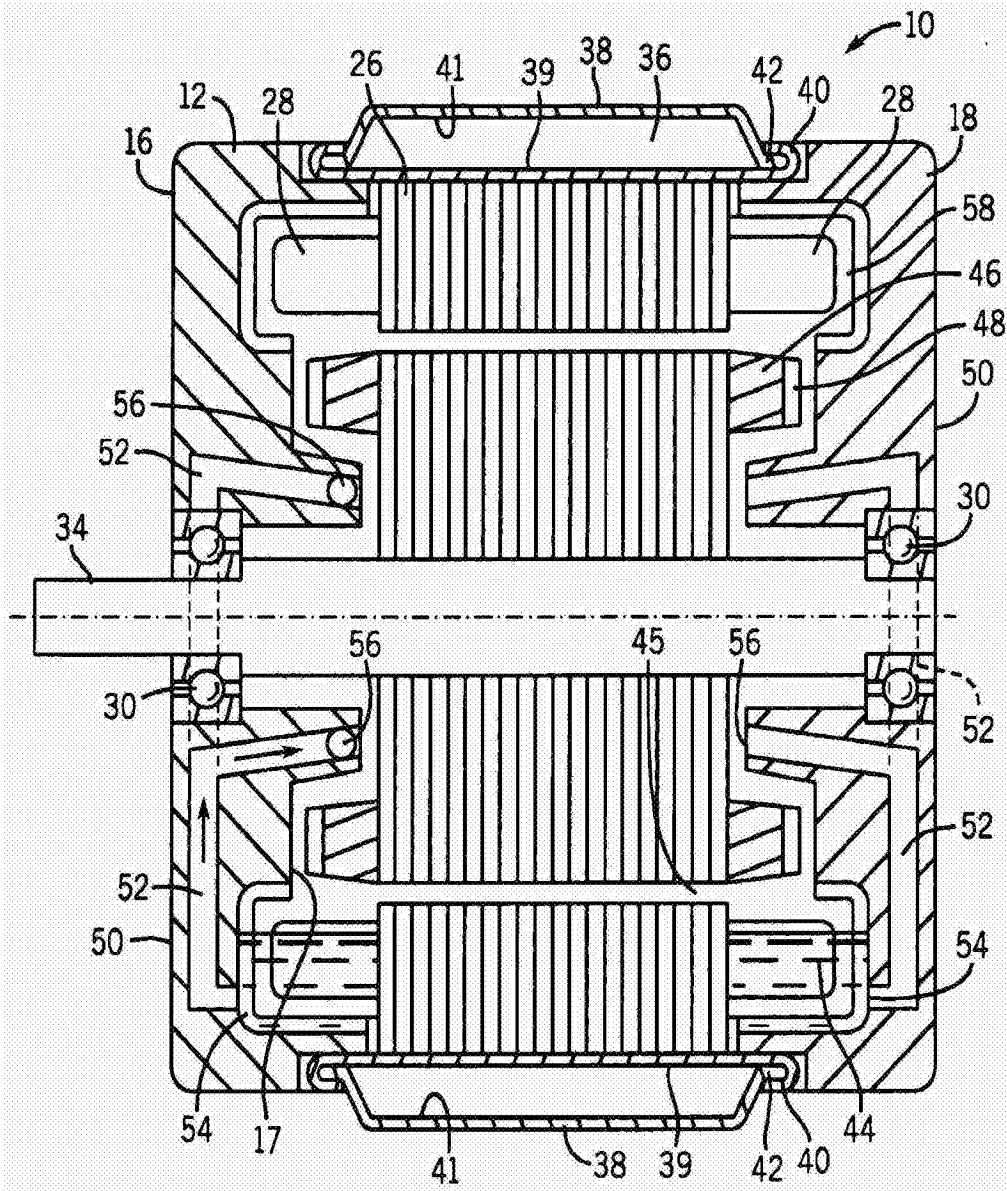


图2

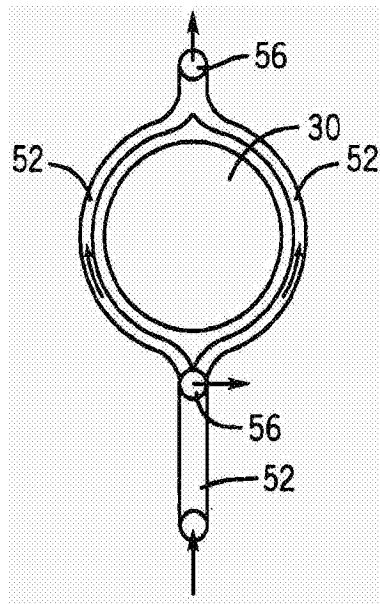


图3