



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105103409 B

(45)授权公告日 2019.01.18

(21)申请号 201480005629.3

(22)申请日 2014.01.31

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105103409 A

(43)申请公布日 2015.11.25

(30)优先权数据

1301758.7 2013.01.31 GB

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.07.22

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/GB2014/050261 2014.01.31

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/118554 EN 2014.08.07

(73)专利权人 YASA有限公司

地址 英国牛津郡

(72)发明人 T·沃尔默 A·考特 C·金

M·伊斯特 J·巴克

(74)专利代理机构 北京润平知识产权代理有限公司 11283

代理人 胡冬冬 李雪

(51)Int.Cl.

H02K 1/20(2006.01)

H02K 3/24(2006.01)

H02K 21/24(2006.01)

H02K 1/08(2006.01)

H02K 9/197(2006.01)

(56)对比文件

GB 2482928 A, 2012.02.22,

US 2012/0242176 A1, 2012.09.27,

US 2003/0151326 A1, 2003.08.14,

GB 2482928 A, 2012.02.22,

CN 100358225 C, 2007.12.26,

US 3633054, 1972.01.04,

审查员 薛冰

权利要求书2页 说明书6页 附图5页

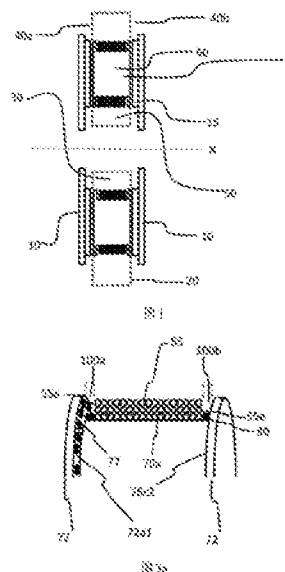
(54)发明名称

用于轴向电机的极靴冷却间隙

(57)摘要

提供一种轴向磁通电动机,该轴向磁通电动机包括:一个或多个旋转盘(10);定子(20),该定子具有形成在壁(40a,40b)之间的腔体(30),并且其中,定子包括多于一个的电磁线圈组件(50)。每个该电磁线圈组件包括多于一个的极片(60),每个所述极片具有轴向延伸的柄部分(70a)、第一径向延伸的端靴(72a)和第二径向延伸的端靴(72b)以及一个或多个关联的线圈(55),每个所述一个或多个关联的线圈缠绕在柄部分;其中:所述端靴的所述外表面(75)优选地连接于所述壁中之一者或另一者。所述第一或第二靴中之一者或两者还包括朝向缠绕在所述柄部分(70a)的所述线圈(55)的热交换表面(72a1, 72b1),以限定所述热交换表面中之一者或两者与所述线圈之间的第一冷却通道(100a,100b)以

及通过所述线圈(55)和相邻的线圈之间的间隔限定的第二流动通道(100c)。



1. 一种轴向磁通电动机(1), 该轴向磁通电动机(1)包括:

一个或多个旋转盘(10);

定子(20), 该定子(20)具有形成在壁(40a, 40b)之间的腔体(30), 并且其中, 所述定子(20)包括多于一个的电磁线圈组件(50), 该电磁线圈组件(50)包括多于一个的极片(60), 每个所述极片(60)具有轴向延伸的柄部分(70a);

第一径向延伸的端靴和第二径向延伸的端靴(72), 所述第一径向延伸的端靴和第二径向延伸的端靴位于一个或多个所述柄部分(70a)的端部; 以及

一个或多个线圈(55), 每个所述线圈(55)分别围绕柄部分(70a)缠绕,

其中: 所述端靴(72)包括一个或多个外表面(75), 所述外表面(75)中的一个或多个连接于所述壁(40a, 40b)中的一者或另一者;

所述第一径向延伸的端靴和第二径向延伸的端靴(72)中的一者或两者还包括朝向所述线圈(55)的热交换表面(72a1, 72b1), 以限定所述热交换表面(72a1, 72b1)中的一者或两者与所述线圈(55)之间的一个或多个第一冷却通道(100a, 100b); 并且, 所述电动机(1)还包括:

第二冷却通道(100c), 该第二冷却通道(100c)通过相邻的线圈(55)之间的间隔限定, 第二冷却通道流体连通一个或多个第一冷却通道, 和

液体冷却剂, 该液体冷却剂在第一冷却通道和第二冷却通道中流动, 其中线圈和热交换表面的热量被传递到液体冷却剂并远离线圈和热交换表面。

2. 根据权利要求1所述的轴向磁通电动机(1), 其中, 每个所述热交换表面(72a1, 72b1)与所述线圈(55)隔开, 以便于在每个热交换表面(72a1, 72b1)和所述线圈之间限定所述第一冷却通道(100a, 100b)和第二冷却通道(100c)。

3. 根据权利要求1所述的轴向磁通电动机(1), 其中, 所述线圈(55)通过垫片(80)与所述热交换表面(72a1, 72b1)中的一个或多个隔开。

4. 根据权利要求1所述的轴向磁通电动机(1), 其中, 每个所述线圈包括从定子的横截面通过一个平面观察的锥形线圈(55), 该平面在轴向方向上延伸穿过第一径向延伸的端靴和第二径向延伸的端靴以及其上缠绕有相应线圈的柄部分, 其中, 通过该平面观察, 该锥形线圈(55)具有邻近于柄部分的基部, 该基部宽于从所述基部和所述柄部分间隔开的所述锥形线圈的外部表面, 并且其中, 所述基部沿着所述柄部分(70a)延长的长度大于所述外部表面沿着所述柄部分(70a)延长的长度, 以限定第一冷却通道(100a, 100b)为锥形冷却通道(100a, 100b)。

5. 根据权利要求3所述的轴向磁通电动机(1), 其中, 所述垫片(80)包括位于所述柄部分(70a)上的突出, 该突出轴向地设置在至少一个端靴和线圈之间。

6. 根据权利要求1所述的轴向磁通电动机(1), 所述电动机还包括一个或多个紊流发生器(77), 该紊流发生器(77)位于一个或多个第一冷却通道(100a, 100b)中。

7. 根据权利要求6所述的轴向磁通电动机(1), 其中, 所述一个或多个紊流发生器(77)包括位于所述一个或多个热交换表面(72a1, 72b1)中的一个或多个上的棘爪(77)。

8. 根据权利要求1-7中任意一项所述的轴向磁通电动机(1), 所述电动机还包括绕线筒(200), 并且其中, 所述线圈(55)安装在所述绕线筒(200)上并且围绕所述绕线筒(200)。

9. 根据权利要求8所述的轴向磁通电动机(1), 其中, 所述绕线筒(200)包括一个或多个

垫片(210)以将所述线圈(55)与所述热交换表面(72a1,72b1)中的一者或另一者或两者隔开。

10.根据权利要求8所述的轴向磁通电动机(1),其中,所述绕线筒(200)还包括一个或多个另外的垫片(230)以将所述线圈(55)与所述绕线筒(200)自身隔开,并且在所述绕线筒(200)和所述线圈(55)的端面或表面(55e)之间限定一个或多个内冷却通道(100d,100e)。

11.根据权利要求8所述的轴向磁通电动机(1),其中,所述绕线筒(200)电绝缘。

12.根据权利要求8所述的轴向磁通电动机(1),其中,所述绕线筒(200)包括内部(202),该内部(202)的形状形成为绕所述极片(60)安装。

13.根据权利要求1所述的轴向磁通电动机(1),所述电动机还包括液体冷却剂供给装置,用于将所述液体冷却剂引入到所述一个或多个第一冷却通道(100a,100b)中。

用于轴向电机的极靴冷却间隙

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电机,并且具体地但并不唯一地,涉及一种电动机或发电机,该电动机或发电机通常被称为无磁轭分段电枢(YASA)电动机或发电机,在这种电动机或发电机中,定子设置有缠绕在极片上的电磁线圈,转子设置有永磁体,该永磁体与跨过所述转子和定子之间的空气间隙的所述电磁线圈相配合。

背景技术

[0002] 电磁线圈由极柄(pole shank)和位于极柄的任一端的两个极靴(pole shoe)制成。极柄约束螺线管线圈,并且极靴具有两个作用:a)将螺线管线圈限定在极柄上,即:金属丝缠绕在极柄上,并且金属丝紧靠极靴缠绕并通过极靴容纳在极柄上,以及b)从极柄通过极柄和转子上的磁体之间的空气间隙传递磁通量,并因此降低穿过空气间隙的磁阻。复合结构由极柄、极靴和来自电磁线圈的螺线管线圈组成。

[0003] 在GB 2468018A中,牛津YASA电动机(Oxford YASA Motors)公开了一种机械,该机械包括一系列缠绕在极片上的线圈,极片绕定子周向隔开并轴向设置(即平行于转子的旋转轴线)。转子具有两个台阶(stage),该两个台阶包括设置有永磁体的磁盘,永磁体朝向定子的每个电磁线圈的任一端。

[0004] 在GB 2482928A中,牛津YASA电动机(Oxford YASA Motors)公开了一种与上文所述类似的结构,但是该结构中包括模压外壳结构(over-moulded casing arrangement),该模压外壳结构设计为将磁体和位于模压外壳中的结构的线圈封装,以便于保持极靴从而保持电磁体,外壳部分延伸到间隙中,否则,间隙将会形成在线圈和定子棒的端面之间,磁体安装在定子棒上。

[0005] 在JP2009142095A中,住友(Sumitomo)公开了一种用于冷却定子铁芯的结构,磁体安装在定子铁芯上,所述结构包括多个切割形成在定子棒的端面的表面中的冷媒凹槽。线圈自身紧靠在端面的表面上,并且线圈与端面之间没有间隙。由于流过凹槽的冷却液即使有也很少,和/或凹槽本身设置在围绕线圈的周向上有限的部分,因此通过这种结构提供的冷却程度是有限的。

[0006] 参考图1,示出了一种轴向磁通分段电枢电动机1的原理图,电路布置为激励电磁线圈50以便于电磁线圈50的极性交替用于引起线圈在不同的时间与不同的磁体对对齐,产生施加在转子和定子之间的扭矩。转子10通常连接在一起(例如通过轴,未示出)并且一起绕X轴线相对于定子20转动,定子20通常固定在例如壳体中。图1中所示的结构示出了由相邻的定子棒和磁体对提供的磁路的一部分,同时,转子10用于连接背向各自的线圈的每个磁体15的背面之间的磁通量。因此,通过电磁线圈供给的合适的能量,迫使转子绕X轴线旋转。当然,在发电机的情况下,转子的转动在定子线圈中感应出电流,该电流与定子棒中的随着转子的旋转而变化的磁通量对应。

[0007] 由于不同的部件上的温度的限制,电动机的功率和扭矩通常受到限制。能量在线圈中金属丝中通过 I^2R 损耗而损失,在极柄和极靴中能量通过涡流和磁滞损失而损失。对于

双转子轴向磁通无磁轭分段电枢电动机或发电机来说,上述的电磁线圈以顺时针布置的方式安装保持并夹在电力地绝缘定子板之间,电力地绝缘定子板使线圈和极片与任何大散热器之间热隔离。

[0008] 通过使用如W02010/092403A2中所述的软磁性复合材料能够克服由于涡流损耗而导致的极柄和极靴中的能量消散。然而,软磁性复合材料仍然容易受到磁滞损失的影响,软磁性复合材料由于磁滞损失而损失的能量约为硅钢叠片(silicon steel lamination)的3倍,并且这些损失在高的旋转速度和扭矩需求时变得更加明显。在大量生产中,易于模塑极柄和极靴,并且几乎为零的涡流损失使得软磁性复合材料保持高于硅钢叠片的可行性,尽管磁滞损失较高。

[0009] 因此,这种结构具有的问题是极片中的温度过度升高,具体地该温度过渡升高由磁滞现象产生,并且通过由于电动机以高的旋转速度和扭矩需求运行而产生的 I^2R 的损耗而加重了温度的过度升高。这种结合的损耗促进极靴中热量的产生,并且因此促进了极靴中温度的升高。通常地,磁效率需求要求线圈覆盖极柄和极靴的表面,除了通过线圈金属丝层的热传导并且没有机会将热量从这些表面中移除。对于双转子轴向磁通YASA电动机或发电机来说,极靴外表面由聚合物或树脂覆盖,聚合物或树脂用于将极片连接于定子组件。由于外极靴表面没有发现用于径向磁通旋转冷却机械的冷却空气,YASA机械中的极靴的温度可以升高以妨碍从线圈到冷却流体的热传导,并且因此,极靴到定子板的连接可以热量折中(thermally compromised),并且这种构造的电动机由于功率受限从而满足这些热限制(thermal limitation)。

[0010] 在自激发电机(dynamo electric machine)中,由于线圈是主要的产热来源,因此传统的方法关注于线圈冷却。为了克服电动机线圈中热量的产生,GB626823公开了内径比电极大的线圈,线圈和电极之间设置有环形间隙,环形间隙形成为用于允许空气穿过线圈的内侧边缘,之后,空气穿过位于线圈端的开有沟槽或管道的绝缘件。这种方法为线圈金属丝提供冷却,但也减少了磁极中磁通量的产生,产生比当线圈紧紧缠绕在极柄上(本发明中提供的一个特征)时更小的扭矩和功率。本发明的主要目的是使得GB626823中启示的能够支撑线圈的开有沟槽或管道的绝缘件还能够防止极端件(极靴)冷却。

[0011] GB2468018涉及一种YASA电动机,在这种电动机中,冷却流体被约束在定子线圈之间,通过设置的阻塞件转移,以迫使冷却剂流体在线圈之间交替地向后向前流动,从而带走热量。尽管与传统的技术相比具有显著地更高的效率,这种启示针对将热量从线圈中移出,并且极靴保持绝热,该极靴一方面通过树脂或粘于定子板的胶粘剂覆盖,另一方面通过金属线圈覆盖。因此,极靴的温度能够增长到不可接受的程度。

[0012] US3633054用于冷却极靴,并且给出了用于腿型电极自发电机的结构的启示,其中,铜环与冷却通道一起设置为直接与极靴接触,从而将热量从极靴中带走。这种方法并不适用于轴向磁通同步电机,因为导热环产生干涉电动机工作的涡流损耗。本发明提出液体冷却剂与SMC极靴的内表面直接接触,相对于给出了中间冷却金属通道的启示的US3633054来说显著提高了热量的移除。本发明不需要额外的构造部件(build component),从而使得成本和电动机的体积最小化,并且在显著提高热量移除的同时避免涡流损耗。

发明内容

[0013] 因此,本发明的一个目的在于通过在线圈和极靴之间设置间隙以使得冷却流体撞击线圈靴(coil shoe)来冷却双转子轴向磁通无磁轭电枢分段电动机或发电机中的极靴,并达到提高从极靴到冷却剂流动的热转移的同时允许线圈紧紧地缠绕在极柄上,从而使得产生的磁通量最大化。

[0014] 根据本发明的一个方面,提供一种轴向磁通电动机,该轴向磁通电动机包括:一个或多个旋转盘;定子,该定子具有形成在壁之间的腔体,并且其中,所述定子包括多于一个的电磁线圈组件,该电磁线圈组件包括多于一个的极片(pole piece),每个所述极片具有轴向延伸的柄部分(shank portion);第一径向延伸的端靴(end shoe)和第二径向延伸的端靴,所述第一径向延伸的端靴和第二径向延伸的端靴位于所述一个或多个柄部分的端部;以及一个或多个线圈,每个所述线圈分别围绕柄部分缠绕,其中:所述端靴包括一个或多个外表面,所述外表面中的一个或多个连接于所述壁中的一者或另一者;所述第一或第二靴中的一者或两者还包括朝向所述线圈的热交换表面,以在所述热交换表面中的一者或两者与所述线圈之间限定一个或多个第一冷却通道,并且,所述电动机还包括第二流动通道,该第二流动通道通过所述线圈和相邻的线圈之间的间隔限定。

[0015] 优选地,每个所述热交换表面与所述线圈隔开,以便于在每个热交换表面和所述线圈之间限定第一冷却通道。

[0016] 优选地,所述线圈通过垫片(spacer)与所述一个或多个热交换表面隔开。优选地,所述垫片的尺寸为使得冷却剂能够到达所述热交换表面,同时使得电动机的功率密度最大化。有利地,所述垫片包括位于所述柄部分的突出(protrusion)或绕所述柄部分设置的单独的环。可选择地,所述线圈包括锥形线圈,该锥形线圈的基部宽于其顶部,并且其中,所述基部沿着所述柄部分延长的长度大于所述顶部沿着所述柄部分延长的长度,以限定锥形冷却通道。更优选地,所述锥形线圈可以暴露至少约为所述极靴热交换表面的75%,以便于使得冷却剂通道和磁性最大化。

[0017] 由于通过使得与紊流冷却剂流动接触的表面最大化而使得热交换最大化,优选地,所述热交换表面包括一个或多个紊流发生器,该紊流发生器位于所述一个或多个冷却通道中。优选地,所述紊流发生器包括位于所述一个或多个热交换表面中的一个或多个上的棘爪或突出。所述棘爪或突出都增大了所述热交换表面的表面区域,并且有助于造成冷却剂流紊流。

[0018] 在具体优选地结构中,所述机械包括绕线筒(bobbin),并且所述线圈安装在所述绕线筒上并且围绕所述绕线筒。

[0019] 有利地,所述绕线筒可以包括一个或多个垫片以将所述线圈与所述热交换表面中的一者或另一者或两者隔开。

[0020] 优选地,所述绕线筒还包括一个或多个另外的垫片以将所述线圈从所述绕线筒自身隔开,并且在所述绕线筒和所述线圈的端面或表面之间限定一个或多个内冷却通道。

[0021] 有利地,所述绕线筒电绝缘,或所述绕线筒由电绝缘材料制成或涂覆有电绝缘材料。

[0022] 优选地,所述绕线筒包括内部,该内部的形状形成为绕所述极片安装。

[0023] 优选地,所述一个或多个第一冷却通道与所述第二冷却通道连接。

[0024] 优选地,所述轴向磁通电动机包括液体冷却剂供给装置,用于将液体冷却剂引入

到所述一个或多个冷却通道中的一个或多个中,以便于冷却其中关联的靴,当冷却剂流动的速率在所提供的流动通道中引起紊流时是有利的。

[0025] 对于本发明的轴向磁通分段电枢电动机来说,其中,所述分段电枢绝热并且关联的极靴可以升高温度,从而影响与定子板的粘接,本发明提供的解决方案是将热量从极靴中移除以减小给定功率输入导致所述极靴中温度的升高,从而能够在增大功率输出的同时保持极靴到定子板的粘接的完整性,其中,通过增强与冷却流体的热交换来提供加强的热移除,冷却流体的热交换的增强通过限定用于冷却流体的流动路径实现,极靴内表面上设置有热交换表面以引起紊流流动,从而使从极靴内表面到冷却剂流体的热转移最大化。

附图说明

[0026] 仅参考附图,以举例的方式将更具体地描述本发明,其中:

[0027] 图1是轴向磁通电动机中线圈、定子和磁体结构的示意图;

[0028] 图2a是极片的示意图,示出了极柄和极靴;

[0029] 图2b是具有金属线圈的极片的示意图,示出了极靴和线圈端部之间的间隙和用于产生所述间隙的垫片;

[0030] 图3a是具有矩形线圈的极片的示意图,示出了具有用于在冷却剂流体中产生紊流的间隔件(spacing element)和其他特征的极靴内表面;

[0031] 图3b是具有锥形线圈的极片的示意图,示出了具有用于在冷却剂流体中产生紊流的间隔件和其他特征的极靴内表面;

[0032] 图4a是位于定子板上的极片的分布示意图;

[0033] 图4b是穿过两个电磁线圈的交叉部分的示意图,即具有关联的矩形金属线圈的极片,矩形金属线圈示出为“T”形冷却剂流动通道;

[0034] 图4c是穿过两个锥形电磁线圈的交叉部分的示意图,即具有关联的金属线圈的极片,金属线圈示出为“T”形冷却剂流动通道;

[0035] 图5a是包括了绕线筒的另一种结构的截面图,线圈缠绕在在绕线筒上,并且绕线筒还可以执行垫片的功能;以及

[0036] 图5b是图5a中所示的绕线筒的部分截面视图。

具体实施方式

[0037] 参考图1,双转子无磁轭分段电枢电动机中的定子由多个电磁线圈50制成,每个电磁线圈50包括极片60和顺时针方向地分布在腔体30中的关联的线圈55,腔体30具有腔体壁40a和40b,线圈55连接在一起并且由外部电源(未示出)供电,以产生绕线圈旋转的磁场。电磁线圈的任意一端与多个以顺时针方向布置安装于转子10的永久性磁体15相互作用。之后,磁体和转子通过旋转的电磁场的作用被动地从一个极点位置转动到相邻的极点位置,转子10绕X轴线转动。定子腔体30包括液体冷却剂,该液体冷却剂在电磁线圈之间循环从而移除热量,并将该热量向外传递到电动机,并最终到达散热器(未示出)。

[0038] 图2a为形成本发明中的电动机中的电磁线圈的磁芯的极片60的示意图。极片60的特征在于具有极柄70a和位于极柄70a的两端的极靴72a、72b,极靴边缘和极柄之间的高度为H1。可以理解的是,靴部(shoes)72可以与极柄70a整体地形成或与极柄70a分别形成。

[0039] 参考图2b,极柄70a支撑螺线管线圈55,螺旋管线圈55可以由金属丝55a制成,金属丝55a的任意横截面能够适于通过足够的电流以传递所需的功率,金属丝55a紧紧地缠绕在极柄70a上,因此,在金属线圈55和极柄70a之间没有空气间隙。通常地,金属丝可以具有绝缘涂层(未示出)并且还可以与极柄绝缘。空气间隙100a、100b在线圈端部55e和极靴内表面76c1、76c2之间形成在线圈的任意一端。所述间隙通过一个或多个垫片80形成,垫片80形成于制造极柄的过程中,或者在缠绕之前先添加垫片。通常地,垫片80引导第一层,并且如果增加第二金属丝层,该第二金属丝层跟随第一层,那么可以保持所述空气间隙。极靴外表面75连接于定子板40a、40b。未示出定子壳体的内圆周壁和外圆周壁。线圈50的高度为H2。对于给定尺寸的电动机来说,本领域技术人员将理解的是,极靴的尺寸有所限制,并且因此限制极柄的高度H1和线圈的高度H2,以实现磁性目的和仍然适用于顺时针方向布置的情况。

[0040] 图3a示出了具有极靴72a、72b和极柄70a的极片的一部分。垫片80用于开始和保持位于极靴和缠绕在极柄70a上的矩形金属线圈55之间的间隙100a、100b。为了改善热传递,突出或缺口(indent)77形成在极靴内表面76c1、76c2上。在软磁复合材料极片的制造过程中经济地形成这种特征。

[0041] 图3b示出具有极靴72a、72b和极柄70a的极片的一部分。垫片80用于形成和保持位于极靴和缠绕在极柄70a上的锥形金属线圈之间的锥形间隙100a、100b。为了改善热传递,突出或缺口77形成在极靴内表面76c1、76c2上。在软磁复合材料极片的制造过程中经济地形成这种特征。

[0042] 图4a为示出了顺时针方向布置在定子板40a上的极片60的示意图,定子板40a形成包括冷却剂液体的腔体的一部分。相对的定子板、内壁和外壁(全部未示出)形成剩余的腔体壁部件。

[0043] 图4b为穿过两个极片60和其关联的线圈55的A-A'(图4a)剖视图。极片60通过层(未示出)连接于定子板40a、40b。包括极片60和线圈55的两个相邻的电磁线圈形成“T”形截面的液体流动通道,该“T”形截面液体流动通道包括位于线圈和间隙100之间大致平行的壁部分(wall section)110,间隙100位于极靴内表面和线圈端部之间。

[0044] 图4c为穿过两个极片60和其关联的线圈55的A-A'(图4a)剖视图。极片60通过层(未示出)连接于定子板40a、40b。包括极片60和线圈55的两个相邻的电磁线圈形成“T”形截面的液体流动通道,该“T”形截面液体流动通道包括位于线圈和锥形间隙100之间大致平行的壁部分(wall section)110,锥形间隙100位于极靴内表面和线圈端部之间。壁部分110有效地提供第二或径向流动通道100c,以允许线圈55之间的冷却液体通过。优选地,为了流动的目的,间隙100a、100b连接到流动通道100c以允许加强冷却剂穿过由间隙100a、100b和流动通道100c形成的错综复杂的通路的流动。

[0045] 图5a和图5b为另一种包括线圈和垫片80的替换结构的剖视图,该线圈和垫片80的结构接近极柄70a和向内朝向的表面72a1、72b1。通过附加的绝缘可以增加金属丝55a上的绝缘涂层(未示出),并且这可以表现为绕线筒200的形式,绕线筒200可以由绝缘材料制成,并且还可以设置有垫片特征(spacer feature)210,垫片特征210将绕线筒200与内表面72a1、72b1间隔开,从而允许冷却介质以类似于参考之前的附图所描述的方式到达这些表面。优选地,绕线筒200包括内部部分202,该内部部分202形成为绕极片60安装,以便于部分地或全部地封装极片60,这种布置可以允许线圈在放置到极片上之前预安装到绕线筒200

上,并且可以允许绕线筒200成为金属丝500所缠绕的线圈架(former)。可选择地,绕线筒200还可以进一步包括垫片特征(spacer feature)230,以将线圈55从绕线筒本身隔开,从而还为线圈端面55e提供一个或多个内冷却通道100d、100e。绕线筒200可以携带线圈55并且可以与线圈结合形成子组件(sub-assembly)以在制造的过程中安装到极柄70a上。根据所使用的电压,电绝缘特征(electrically insulating feature)可以设置并用以提供绝缘屏障。绕线筒的每一个特征所提供的具体的优点可以单独使用或彼此相结合以增强本发明的目的,即提供流动冷却介质到达极靴表面72a1、72b1的通道,并且因此改善全部结构的散热性能。垫片特征210和230可以为圆周的或局部分散的突起,并且因此向穿过极靴和相邻的表面的液体介质提供紊流。

[0046] 可以理解的是,上述结构使得热交换表面72a1、72b1的全部表面区域和线圈的外表面55e的很大一部分暴露给穿过冷却通道或通道100a、100b的冷却液体的流动。还可以理解的是,热交换表面可以为常规的平面而不是槽形的,但也可以设置有分散的棘爪(detent)或缺口(示出为77)以使得流过其上的任意冷却剂的流动受到干扰并变得更混乱,因此这种运动可以进一步加强冷却效果。通过将线圈55从垫片80分隔开并且限定第二冷却通道100d、100e,还能够进一步加强全部的冷却效果。还可以理解的是,间隙或通道100a、100b和100c是在不同的位置绕线圈的全部圆周延伸,并且与没有垫片的情况下或者是在现有技术结构中可能的冷却周长和接触面积相比,线圈55和热交换表面72a1、72b1可以冷却更大的周长和更大的接触面积。此外,可以理解的是,通过连接一个或多个第一冷却通道100a、100b和位于线圈55自身之间关联的径向冷却通道100c,可以确定的是,冷却液体更容易循环并且减少甚至避免通道100a、100b中相对受到限制的流动区域中的死点或不流动或流动减少。

[0047] 本发明提供的是,液体冷却剂可以与SMC极靴内表面直接接触,相对于给出了中间冷却金属通道的启示的US3633054来说,这是显著的改善。本发明不需要额外的构造部件,因此能够使得费用和电动机的体积最小化,并且显著提高热量移除的同时避免涡流损失。

[0048] 可以理解的是,以上描述的单独的条目可以单独使用或与附图中示出或说明书中描述的其他条目结合,并且在相同的段落中涉及到的条目之间或相同的附图中涉及到的条目之间不需要彼此结合适用。此外,措辞“装置”可以换成可能合适的执行机构或系统或装置。此外,任何引用“包括”或“包含”都不意在以任何方式进行限制,并且读者可以依此解释本说明书和权利要求。此外,尽管通过如上公开的优选实施方式描述了本申请,但是应当理解的是,这些实施方式仅用作示意。本领域技术人员在阅读公开文本时,在所附的权利要求的范围内将能够进行修改和替换。

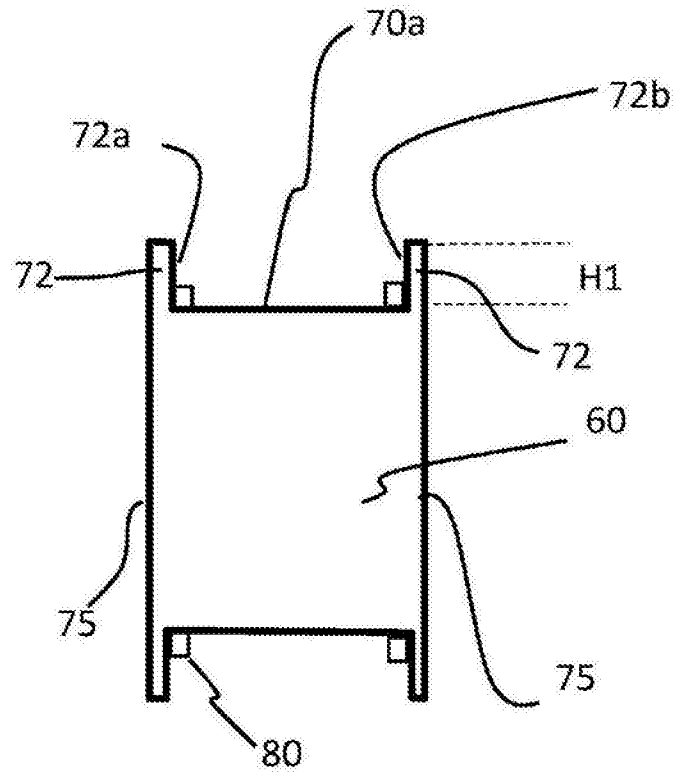


图2a

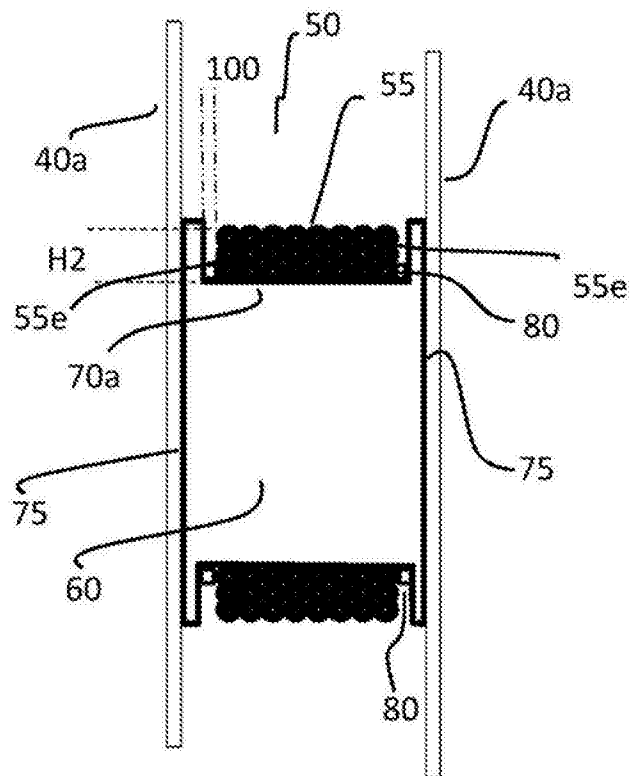


图2b

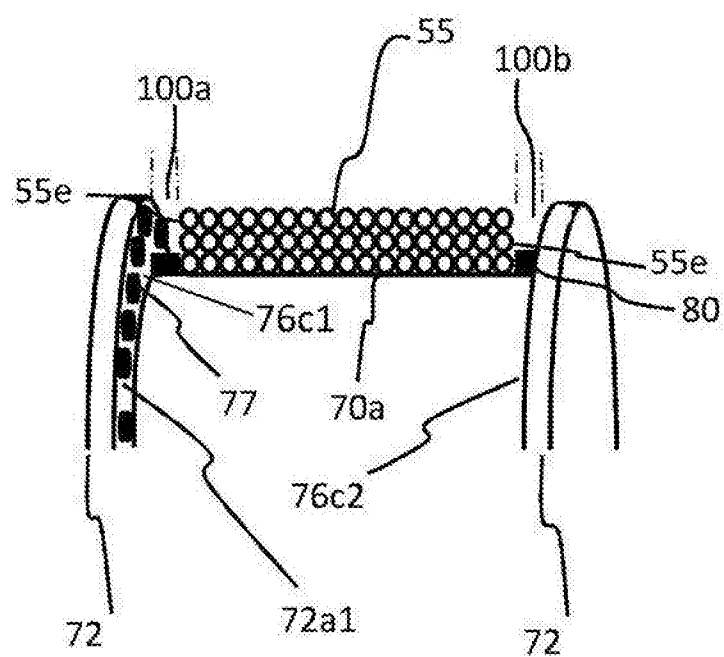


图3a

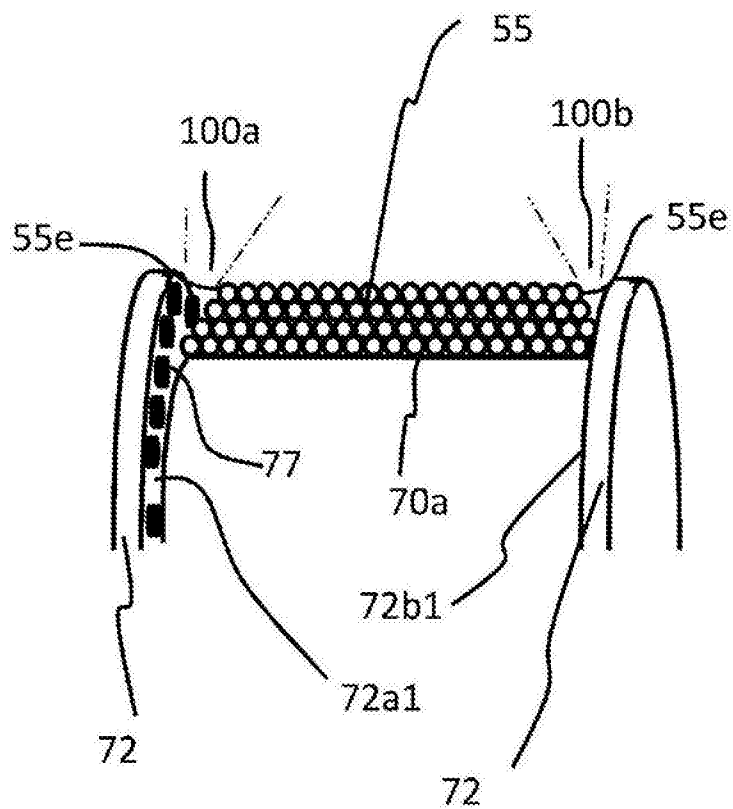


图3b

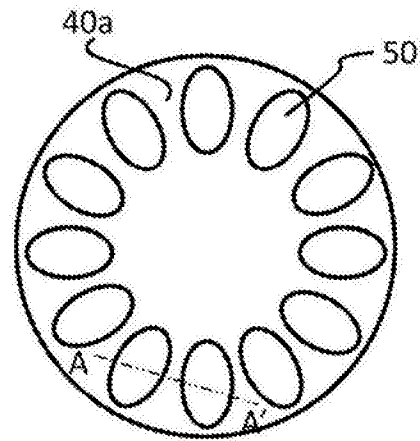


图4a

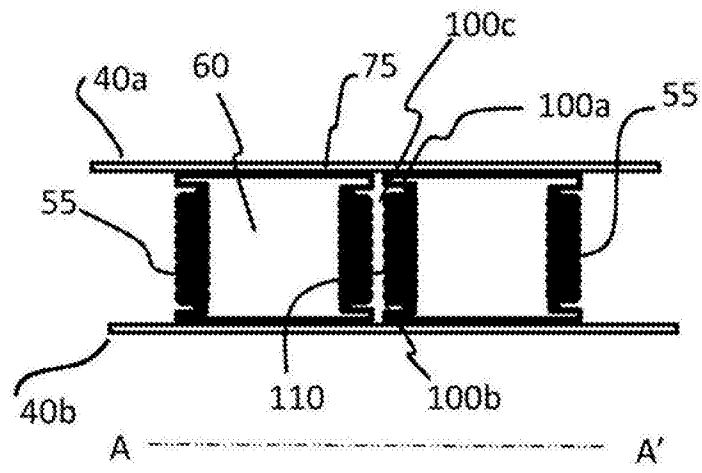


图4b

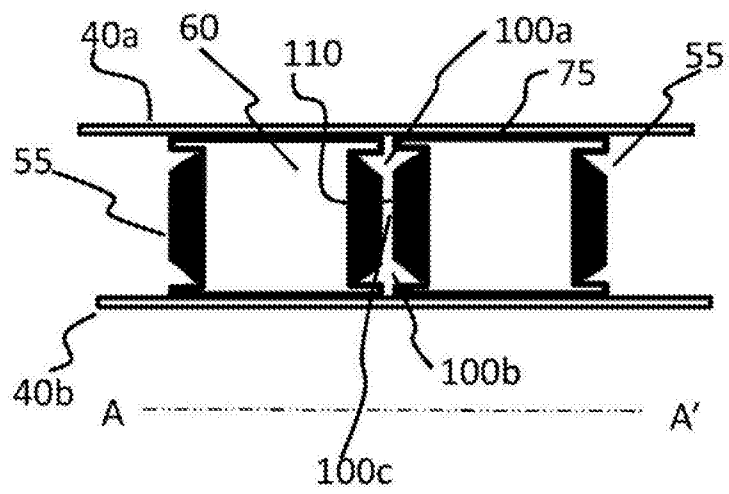


图4c

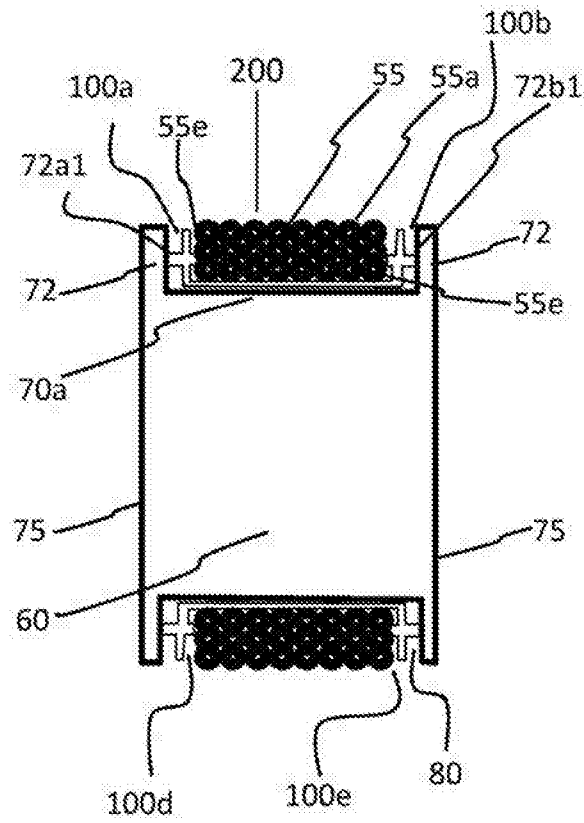


图5a

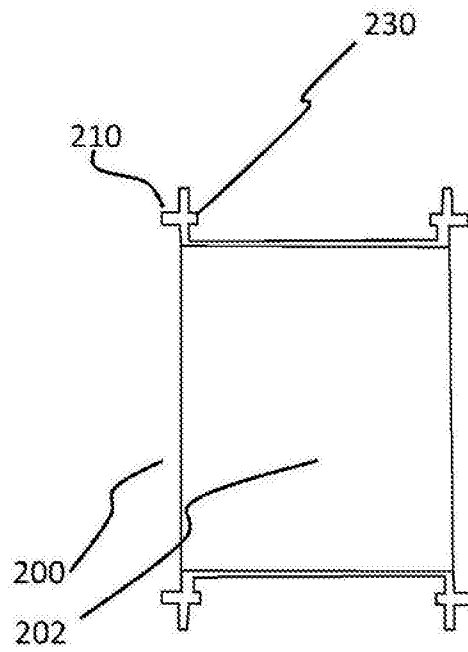


图5b