

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02K 9/06 (2006.01)

H02K 9/19 (2006.01)



## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480003146.6

[43] 公开日 2006年3月8日

[11] 公开号 CN 1745509A

[22] 申请日 2004.1.20

[21] 申请号 200480003146.6

[30] 优先权

[32] 2003.1.29 [33] US [31] 10/353,291

[86] 国际申请 PCT/US2004/001380 2004.1.20

[87] 国际公布 WO2004/070919 英 2004.8.19

[85] 进入国家阶段日期 2005.7.29

[71] 申请人 森德奈公司

地址 美国科罗拉多州

[72] 发明人 T·D·麦克伊卡

J·A·斯特罗姆利

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 原绍辉

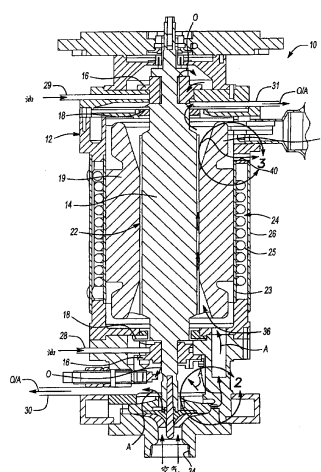
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 2 页

### [54] 发明名称

旋转机械冷却系统

### [57] 摘要

本发明提供一种旋转机械冷却系统，该系统包括具有进口(34)和出口(40)的壳体(12)。转子(14)被支撑在壳体内，用于绕着轴旋转，该转子包括外表面。定子(19)布置在壳体内并且布置在转子的周围，该定子具有与转子的外表面相邻的内表面。在内表面和外表面之间形成有间隙(23)，该间隙是足够大的以便减小摩擦并允许对流冷却。该间隙与该进口和出口流体连通，并且泵送装置将冷却气体从所述进口抽入到该间隙并经该出口抽出。该泵送装置(32)包括固定到转子端部部分的叶轮，以便产生进入间隙的轴向气流。优选地，本发明的空气冷却系统是是与布置在定子外部的液体冷却系统(24)一起使用的。该液体冷却系统减少了从该机械带走所希望数量的热量而需要在间隙间流动的空气量。



1. 一种旋转机械冷却系统，其包括：

具有进口和出口的壳体；

5 支撑在所述壳体内的转子，用于绕着轴旋转，所述转子具有外表面；

在所述转子周围设置在所述壳体内的定子，所述定子具有内表面，并且在所述内表面和外表面之间置入间隙，所述间隙与所述进口和所述出口流体连通；

10 泵送装置，其将冷却气体通过所述进口抽入到所述间隙并经所述出口抽出；和

其中，所述转子包括相对的端部，在所述相对端部和所述壳体之间设置有密封件，所述壳体限定了位于所述密封件之间的加压气体室，所述定子布置在所述室内。

15 2. 根据权利要求1所述的系统，其中，所述泵送装置是同轴接附在所述转子上的叶轮。

3. 根据权利要求2所述的系统，其中，所述叶轮布置成邻近所述进口。

20 4. 根据权利要求1所述的系统，其中，轴承在所述壳体内支撑所述转子，润滑系统使油循环流到所述轴承，并且其中，所述冷却气体与所述油混合，位于所述加压室外部的油分离器将所述油与所述冷却气体分离。

5. 根据权利要求1所述的系统，其中，所述定子包括相对的端部绕组，所述进口设置在所述端部绕组之一附近，并且所述出口设置在所述绕组的另一个附近，所述气体流过所述绕组。

25 6. 根据权利要求1所述的系统，其中，在所述定子周围设置有液体冷却系统，以便从所述旋转机械带走热量，从而减少冷却所述旋转机械所需要的冷却气体的量。

7. 根据权利要求6所述的系统，其中，所述液体冷却系统是设置在所述定子周围的螺旋管。

30 8. 一种冷却旋转机械的方法，其包括步骤：

a) 从基本上在定子外部的的位置循环液体；

b) 用该液体从旋转机械带走第一热量；

- c) 迫使气体穿过在转子和定子之间形成的间隙; 和
- d) 用该气体从旋转机械带走第二热量。

9. 根据权利要求8所述的方法, 其中, 步骤c) 包括驱动连接在转子上的叶轮, 用于使该气体连续地流动过该间隙。

5 10. 根据权利要求9所述的方法, 其中, 该气体轴向地从该叶轮流动并流过该间隙。

11. 根据权利要求8所述的方法, 其中, 该气体被迫使穿过定子的端部绕组。

12. 一种旋转机械冷却系统, 其包括:

10 具有进口和出口的壳体;

支撑在所述壳体内的转子, 用于绕着轴旋转, 所述转子具有外表面;

在所述转子周围设置在所述壳体内的定子, 所述定子具有内表面, 并且在所述内表面和外表面之间置入间隙, 所述间隙与所述进口和所述出口流体连通; 和

15 邻近该进口固定在转子上的叶轮, 该叶轮将冷却气体从所述进口基本上轴向地抽入到所述间隙并经所述出口抽出。

13. 根据权利要求12所述的系统, 其中, 所述转子包括相对的端部, 密封件设置在所述相对端部和所述壳体之间, 所述壳体在所述密封件之间限定了加压气体室, 所述定子布置在所述室内。

14. 根据权利要求13所述的系统, 其中, 轴承在所述壳体内支撑所述转子, 润滑系统使油循环流到所述轴承, 并且其中, 所述冷却气体与所述油混合, 位于所述加压室外部的油分离器将所述油与所述冷却气体分离。

25 15. 根据权利要求12所述的系统, 其中, 所述定子包括相对的端部绕组, 所述进口设置在所述端部绕组之一附近, 并且所述出口设置在所述绕组的另一个附近, 所述气体流过所述绕组。

16. 根据权利要求15所述的系统, 其中, 所述气体基本上径向地从所述绕组的所述的另一个流到所述出口。

## 旋转机械冷却系统

## 技术领域

5 本发明涉及用于机电旋转机械的冷却系统。

诸如电动马达或发电机的机电旋转机械在其运行过程中会产生大量的热量。对于在飞行器应用中以高达 200000RPM 或更高的转速高速旋转的机电旋转机械来说尤其是如此。这种热量的产生来自于两个主要出处，即电损耗和摩擦损耗。在非常高的转速下，摩擦损耗成为主要因素。这些损耗使得机械效率降低，并且这些损耗以热量形式消耗时会导致高温。结构材料的温度容量限制了速度。成功的高速马达或发电机设计需要使摩擦损耗最小化，这不仅是为了提高机械效率，而且是为了将摩擦损耗产生的热量从受影响最大的表面带走，从而将最高温度保持在结构材料的限制范围内。

15 液体冷却设备已经被研制出来，将其围绕着机械壳体的外部布置以便带走热量。这种液体冷却设备和方法有时是不够用的。然而，在现有技术中没有令人满意的解决方案能被合并进来。因此，就需要研制一种能比现有技术的系统带走更多热量的冷却系统。

通常，在转子和定子之间有非常狭窄的间隙。最近，已经研制出一种机电旋转机械构造，它利用转子和定子之间更宽的间隙来试图使现有技术中由狭窄间隙引起的摩擦损耗最小化。现有技术的机械已经包括了以多种方式流过该机械的内部冷却气流，但是转子和定子之间的狭窄间隙不允许有足够的冷却气流用来在高转速下对其间进行冷却。

25 另一种现有技术的机械在启动过程中使用加压空气来代替间隙内的任何油，或者是阻止其它的油进入该间隙。该现有技术表明，在该间隙内不应该使用空气来进行冷却，这是因为在高转速下将加压空气供给到该间隙会产生不希望有的转子和定子的摩擦和发热。

30 因此，需要有一种改进的机电旋转机械系统，它通过使用气流从转子和定子表面将热量直接带走而提供改进的冷却。

## 发明内容

本发明提供一种旋转机械冷却系统，该系统包括具有进口和出口

的壳体。转子被支撑在壳体内，用于绕着轴旋转，该转子包括外表面。定子布置在壳体内并且布置在转子的周围，该定子具有与转子的外表面相邻的内表面。在内表面和外表面之间形成有间隙，该间隙是足够进行对流冷却的。该间隙与该进口和出口流体连通，并且泵送装置将冷却气体从所述进口抽入到该间隙并经该出口抽出。该泵送装置包括固定到转子端部部分的叶轮，以便产生进入间隙轴向气流。优选地，本发明的空气冷却系统是与布置在定子外部的液体冷却系统一起使用的。该液体冷却系统减少了从该机械带走所希望数量的热量而需要在间隙间流动的空气量。而这又依次减少了为了整体冷却风扇而在轴上汲取的功率，最小化了冷却管的尺寸，并且减小了相关的噪声水平。

因此，上述发明提供了一种改进的机电旋转机械，该机械通过使用气流从转子和定子表面将热量直接带走而提供了改进的冷却。

#### 附图说明

结合附图，通过参考下文的详细说明可以理解本发明的其它优点，其中：

图 1 是本发明机电旋转机械冷却系统的剖面图；

图 2 是从图 1 中的用圆圈 2 表示的区域提取的放大剖面图；

图 3 是从图 1 中的用圆圈 3 表示的区域提取的放大剖面图；和

图 4 是空气冷却间隙的放大剖面图。

#### 具体实施方式

在图 1 中示出了一种机电旋转机械 10。该机械 10 包括壳体 12，布置在转子 14 任一端部的轴承 16 将转子 14 支撑在壳体 12 内。壳体 12 可以包括一个或多个相互固定的部件。油封件 18 布置在壳体 12 和转子 14 之间，并且是位于轴承 16 更朝里的位置。应当理解，机械 10 内也可使用其它的轴承和密封件。定子 19 布置在壳体 12 内，并且设置在转子 14 周围。该机械 10 可以是发电机，此时转子 14 绕其轴被驱动而在定子 19 内产生电流。或者，该机械 10 可以是马达，其中，电流流过定子 19 而在转子 14 内产生磁场，以使转子 14 绕其轴转动。

转子 14 包括外表面 20，而定子 19 包括靠近该外表面 20 的内表面 21。在外表面 20 和内表面 21 之间形成间隙 22。将该间隙 22 设计成在机械 10 的运行过程中使摩擦损耗最小化，同时允许有足够的空气流过该间隙 22 以便通过对流来冷却表面 20 和 21，这将会从下文的论述

中得知。

壳体 12 可以包括结构壁 23 和从壁 23 向外间隔开的外壳 26。该机械 10 优选包括布置在定子 19 外部的液体冷却装置 24，以便从机械 10 带走热量。如图 1 中所示，该液体冷却装置 24 可以是固定到壁 23 上的螺旋管 25。专利申请号为 09/862910 的专利申请中公开了这样一种冷却装置，该专利申请是以本专利受让人的名义在 2001 年 5 月 22 日递交的。如上文所论述的，要从机械 10 带走所希望数量的热量，只用液体冷却装置可能是不够的。因此，该冷却系统可以用其它的冷却装置来补充。

轴承 16 是用从进油口 28 和 29 进入机械的油 0 润滑的。密封件 18 将油保持在转子端部来润滑轴承 16，并防止油 0 进入到机械的内部，特别是间隙 22 的区域，这会阻碍机械 10 所希望的运行。一旦油将轴承 16 润滑，那么油 0 就会从出油口 30 和 31 排出，这里通过公知类型的油润滑系统来进行再循环。

使用诸如空气的气体在转子 16 和定子 19 的区域中冷却机械 10。特别是，诸如叶轮 32 的泵送装置依附在转子 14 上，该泵送装置在基本上为轴向的方向上从空气进口 34 连续地将空气 A 抽入间隙 23，这在图 2 中示出得最清楚。加压空气从空气出口 40 排出，这在图 3 中示出得最清楚。从叶轮开始并进入该间隙的轴向流动提供了穿过机械 10 的流动，同时减小了与其它穿过机械的气流路线可能发生的扰动。

流过间隙 22 的空气在机械 10 的内部形成了加压室 36，这有助于保持轴承区域内的油。不希望有任何油进入到该室 36。空气可能会从密封件 18 泄漏并与油一起通过出油口 30 和 31 排出。在这种情况下，可以将机械 10 设计成能以公知的方式利用空气来将油与空气分离，或者如所公知的那样使用隔板和通道来将油与空气分离。

空气出口 40 可以设置在定子 19 的端部绕组 38 附近。空气 A 流过该端部绕组 38 以便进一步冷却定子。空气基本上是径向地从上部绕组 38 流到出口 40。如在图 4 中所清楚示出的，空气在流动时与外表面 20 和内表面 21 直接接触。通过对流，从转子 14 和定子 19 的表面 20 和 21 直接带走热量。在某些现有技术机械中使用的中间壁不能有效地从转子和定子的表面带走热量，这是因为这些壁作为绝热体而将热量

保持在封闭的机械部件内。

这里以说明性的方式对本发明进行了描述，并且要理解，所使用的术语是用来说明的词语而不是用来限制的词语。很明显，按照上文的示教，有可能对本发明作出很多变形和变化。因此要理解，在所附的权利要求书的范围内，本发明可以以不同于前述的具体描述的其它方式实施。

