



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104806458 B

(45)授权公告日 2020.01.07

(21)申请号 201510045481.2

(22)申请日 2015.01.29

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104806458 A

(43)申请公布日 2015.07.29

(30)优先权数据  
14153084.0 2014.01.29 EP

(73)专利权人 西门子歌美飒可再生能源公司  
地址 丹麦布兰德

(72)发明人 G.艾罗尔迪

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
72001  
代理人 原绍辉 傅永霄

(51)Int.Cl.

F03D 80/60(2016.01)

F03D 1/06(2006.01)

(56)对比文件

WO 2013/104777 A2,2013.07.18,说明书第39-59段,附图1-5.

US 2001/0035651 A1,2001.11.01,D3.

CN 102447327 A,2012.05.09,D2.

审查员 陈友庆

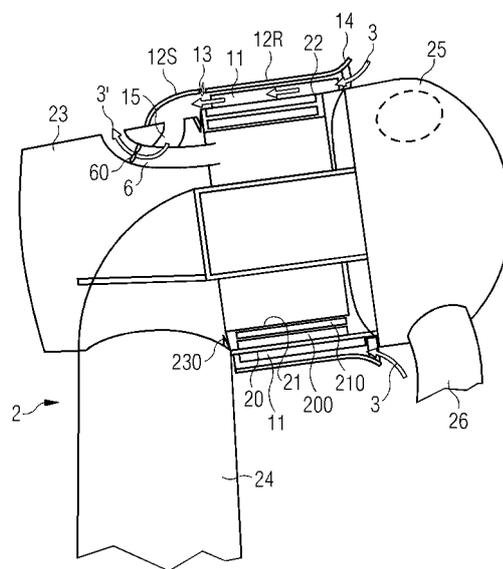
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

冷却机构

(57)摘要

本发明描述了一种冷却机构(1),其被实现来用于具有承载多个磁体(200)的外部转子(20)的直接驱动型风力涡轮机(2),所述冷却机构包括围绕所述外部转子(20)的外部配置的多个外部冷却元件(11、12R、12S),其中冷却元件(11、12R、12S)被实现来引导冷却空气流(3)经过所述外部转子(20),并将来自所述磁体(200)的热量传递至冷却空气流(3)。本发明进一步描述了一种直接驱动型风力涡轮机(2),其包括承载多个磁体(200)的外部转子(20),以及根据技术方案1-14中任一项所述的用于将来自所述磁体(200)的热量传递至外部冷却空气流(3)的冷却机构(1)。



1. 一种冷却机构(1),被实现来用于具有承载多个磁体(200)的外部转子(20)的直接驱动型风力涡轮机(2),所述冷却机构包括围绕所述外部转子(20)的外部配置的多个外部冷却元件(11、12R、12S),其中,冷却元件(11、12R、12S)被实现来引导冷却空气流(3)经过所述外部转子(20),并将来自所述磁体(200)的热量传递至冷却空气流(3),并且其中,冷却元件(12R、12S)包括护罩(12R、12S),所述护罩(12R、12S)配置成引导所述冷却空气流(3)经过所述外部转子(20)的外表面(22),

其中,所述护罩(12R、12S)包括安装至外部转子(20)的旋转护罩部分(12R),并且

其中,所述护罩(12R、12S)包括固定护罩部分(12S),其安装至所述风力涡轮机(2)的舱罩(23)。

2. 根据权利要求1所述的冷却机构,其中,冷却元件(11)包括翅片(11),其从所述外部转子(20)的表面(22)向外延伸。

3. 根据权利要求2所述的冷却机构,其中,翅片(11)从所述外部转子(20)的前端(20F)延伸至所述外部转子(20)的后端(20R)。

4. 根据权利要求3所述的冷却机构,其中,所述翅片(11)对角地配置在所述外部转子(20)的前端(20F)与后端(20R)之间,并且其中翅片角度( $\alpha_{11}$ )基于所述风力涡轮机(2)的额定功率输出得到确定。

5. 根据权利要求1所述的冷却机构,其中,所述护罩(12R、12S)被实现为至少部分地封闭所述外部转子(20)。

6. 根据权利要求1所述的冷却机构,其中,所述旋转护罩部分(12R)配置为与外部转子(20)相隔一定距离,所述距离对应于翅片(11)的高度。

7. 根据权利要求1所述的冷却机构,包括:位于所述固定护罩部分(12S)与所述旋转护罩部分(12R)之间的迷宫式密封件(13)。

8. 根据权利要求1所述的冷却机构,包括:进气引导部(14),用于引导所述冷却空气流(3)在所述护罩(12R、12S)下方。

9. 根据权利要求1所述的冷却机构,包括:多个向内取向的管道(15),其配置成从所述护罩(12R、12S)下方引导所述冷却空气流(3)进入所述风力涡轮机(2)的内部冷却回路中。

10. 根据权利要求1所述的冷却机构,包括:排气风扇(60),其配置成沿着所述风力涡轮机的舱罩(23)的外部从所述护罩(12R、12S)下方吸走受热空气(3')。

11. 一种直接驱动型风力涡轮机(2),包括承载多个磁体(200)的外部转子(20),以及根据权利要求1至10中任一项所述的用于将来自所述磁体(200)的热量传递至外部冷却空气流(3)的冷却机构(1)。

12. 一种冷却直接驱动型风力涡轮机(2)的外部转子(20)的方法,所述外部转子(20)承载有多个磁体(200),所述方法包括以下步骤:

- 围绕所述外部转子(20)的外部配置多个冷却元件(11、12R、12S);以及

- 引导冷却空气流(3)经过所述外部转子(20),以将来自所述磁体(200)的热量传递至冷却空气流(3),

其中,冷却元件(12R、12S)包括护罩(12R、12S),所述护罩(12R、12S)配置成引导所述冷却空气流(3)经过所述外部转子(20)的外表面(22),

其中,所述护罩(12R、12S)包括安装至外部转子(20)的旋转护罩部分(12R),并且

其中,所述护罩(12R、12S)包括固定护罩部分(12S),其安装至所述风力涡轮机(2)的舱罩(23)。

## 冷却机构

### 技术领域

[0001] 本发明描述了一种用于具有外部转子的直接驱动型风力涡轮机的冷却机构,以及具有这种冷却机构的风力涡轮机。

### 背景技术

[0002] 在直接驱动型风力涡轮机中,转子通常被实现为外部转子,即转子配置在外部,而定子配置在内部,使得转子封闭定子。这里,“转子”应该被理解为发电机的旋转部件。转子直接连接至轮毂,使得当轮毂旋转时,转子以相同速率旋转。通常,转子也是发电机的磁场,而定子是电枢,即转子通常承载磁体,而定子承载线圈或绕组。旋转转子的壳体可借助于迷宫式密封件与风力涡轮机的固定舱罩交接,使得转子能自由地旋转,同时舱罩的内部区域相对于外部密封。

[0003] 为了在这种直接驱动型风力涡轮机的发电机中获得高效率,可以使用永久磁体。在发电机的操作期间,定子绕组变得非常热,并且由绕组发出的热量对流和辐射发挥作用以加热磁体。在高温时,永久磁体变得被去磁。因此,一些发电机设计基于使用烧结的永久磁体,其被做成包括一定量的镧,其确保磁体在高温时不损失其磁性。然而,这类磁体是显著地更昂贵的。因此,大量努力投入到冷却机构,旨在保护更经济的永久磁体不受高温影响。

[0004] 在外部定子发电机设计中,定子位于外部,并且能向环境空气散发热量,同时内部转子的磁体被风力涡轮机的内部冷却回路直接冷却。许多现有技术的风力涡轮机使用某种冷却机构,其涉及被引导经过发热部分的冷却空气流。强制冷却更有效,并且这类冷却机构可以涉及数个风扇,用于吹送和/或抽吸空气经过发电机内部的关键部分。然而,这类冷却机构的冷却效果通常局限于内部区域。

[0005] 在具有外部转子的直接驱动型风力涡轮机中,磁体不能被这种内部冷却回路触及。现有技术的直接驱动型外部转子风力涡轮机因此依赖于对流冷却,来在转子旋转通过周围空气时冷却转子。然而,该冷却效果是有限的。磁体的直接冷却变得困难,因为它们安装在外部转子中,并且对磁体表面的通路局限于磁体与内部定子上的绕组之间的非常狭窄的空气间隙。因此,现有技术的冷却机构的特征在于相对于它们冷却直接驱动型风力涡轮机的外部转子中的永久磁体的能力来说性能较差。此外,在空气冷却系统中,定子绕组向被引导经过绕组的空气流散发热量。该受热空气进而向磁体散发热量,所述磁体已经被绕组所散发的热辐射加热,由此恶化该问题。

### 发明内容

[0006] 因此本发明的一个目的提供一种改善的冷却机构,其克服以上提及的问题。

[0007] 该目的由根据本发明的冷却机构、直接驱动型风力涡轮机、冷却直接驱动型风力涡轮机的外部转子的方法实现。

[0008] 根据本发明,所述冷却机构被实现来用于具有承载多个磁体的外部转子的直接驱

动型风力涡轮机,并且包括围绕外部转子的外部配置的多个外部冷却元件,以引导冷却空气流经过外部转子,并将来自磁体的热量传递至冷却空气流。

[0009] 在如以上描述的直接驱动型风力涡轮机中,外部转子承载磁体。它们因此配置为非常靠近外部转子的外表面。从内部定子传递至磁体的热量通过磁体传递至外部转子的外表面。本发明的转子冷却机构的一个优点是,冷却空气流能被冷却元件引导经过转子的外表面,以非常有效地吸收热量,并将它传递离开磁体。这种非常有效的热传递确保了磁体不太可能过热,并且它们不太可能变得被去磁,因此有利地延长了转子的使用寿命,并维持发电机的效率。

[0010] 为了结构稳定性,外部转子一般包括具有内部狭缝的圆柱形支承结构,磁体安装到所述内部狭缝中。支承结构一般由比如钢等坚固的材料制成。在该情况下,向外部的热传递更进一步得到改善,因为金属传递热量非常有效,并且冷却空气流将因此在传递热量离开磁体方面更有效。

[0011] 根据本发明,直接驱动型风力涡轮机包括承载多个磁体的外部转子,以及本发明的用于将来自磁体的热量传递至外部冷却空气流的转子冷却机构。

[0012] 本发明的直接驱动型风力涡轮机的一个优点是,磁体被非常有效地保护免于过热。特别地,当部署在发电机中的磁体是永久磁体时,它们被保护免于变得被去磁,使得风力涡轮机的效率保持在有利的高水平。

[0013] 根据本发明,冷却直接驱动型风力涡轮机的外部转子(该外部转子承载多个磁体)的方法包括以下步骤:围绕外部转子的外部配置多个冷却元件;以及引导冷却空气流经过外部转子,以将来自磁体的热量传递至冷却空气流。

[0014] 通过本发明的方法,能实现有效冷却,而不必围绕转子配置用于冷却流体的管道或管子。本发明的方法的一个优点是,能够以相对较少的努力并且以有利的经济方式实现外部转子的非常有效的冷却,从而还实现磁体的非常有效的冷却。

[0015] 本发明的特别有利的实施例和特征由如在以下描述中揭示的优选技术方案给出。不同技术方案类别的特征可以根据需要进行组合来给出未在本文描述的再一些实施例。

[0016] 其它元件比如转子叶片和转子叶片所安装至的轮毂有时被共同地看作转子,因为这些元件全部连接,基本上作为单个实体,并且因此还以相同速度旋转。然而,为了避免混淆,在本申请的上下文中的术语“转子”用于指代发电机的旋转磁场。在不以任何方式限制本发明的情况下,冷却机构可以被称为“转子冷却机构”、“外部转子冷却机构”或“磁体冷却机构”,因为本发明的冷却机构的目的是通过从外部转子吸走热量来冷却磁体。

[0017] 可通过任何适当的方式实现磁体冷却机构的冷却元件。此外,可使用任何数量的冷却元件。在本发明的一特别优选的实施例中,冷却元件包括从转子的表面向外延伸的翅片。这种实施例优选包括例如在转子的外表面之上等间距地配置的多个翅片。因为翅片与外部转子直接接触并向外延伸,所以它能沿基本上向外的方向从转子外表面有效地传递源自磁体的热量。翅片从转子带走热量,并以热交换器的方式将它散发至周围空气。翅片的表面面积以及制备翅片的材料可选择成获得有利的有效热传递。例如,一个翅片可由一条金属制成,其牢固地结合至转子的外表面,例如焊接或栓接至金属转子壳体的外表面。

[0018] 优选地,翅片从转子的前端(即轮毂端)(沿舱罩的方向)延伸至转子的后端。这样,翅片可发挥作用以从转子的整个长度“收集”或带走热量。

[0019] 直接驱动型风力涡轮机的外部转子以相同于转子叶片的速度旋转,如以上已经描述的。因此,外部转子具有旋转速度。风可被假定为具有垂直于转子平面的方向,因为风力涡轮机的轮毂通常总是被引导为直接面向风中。作为结果,随着空气经过外部转子,它将被外部转子的旋转排走。因此,在本发明的一特别优选的实施例中,翅片对角地配置在转子的前端与后端之间,并且翅片角度基于风力涡轮机的额定功率输出得到确定。“翅片角度”应理解为由翅片相对于转子的边缘形成的角度,其中“边缘”可位于转子的前端处或后端处。一般来说,风力涡轮机被操作以从一定的风速输送额定功率,所述一定的风速即发电机达到其额定功率的最小风速。轮毂的(从而转子的)一定旋转速度关联于该风速。风速矢量与转子旋转速度矢量的乘积得到对于翅片限定出最佳取向的矢量。优选地,多个翅片围绕转子的表面以该翅片角度平行配置。这种翅片配置使转子的外表面之上的空气流的压力损失最少化,从而确保转子之上的最大空气流,因为空气流沿其自然轨迹被引导,因此不太可能“摆脱”。结果得到有效的冷却空气流“层”,其在经过转子外表面时带走热量。

[0020] 在本发明的再一优选实施例中,冷却元件包括护罩,其配置在与转子的外表面向外相隔一定距离处,并被实现为控制(contain)和/或引导冷却空气流经过转子的外表面。在本发明的背景中,“护罩(shroud)”应理解为覆盖元件,其配置为围绕转子并向外与转子相隔一定距离,使得冷却空气流能够穿过转子壳体与护罩之间的间隙或空腔。护罩可由任何适当的材料制成,例如玻璃纤维、铝等。

[0021] 因为翅片和护罩对来自磁体的热传递做出不同的贡献,所以在以下,但是在不以任何方式限制本发明的情况下,翅片可以被称为“第一外部冷却元件”,而护罩可以被称为“第二外部冷却元件”。

[0022] 本发明的冷却机构的各种实施例都是可能的。例如,仅基于使用翅片的实施例是可能的,仅利用护罩的实施例也是可能的,使得本发明的磁体冷却机构可包括多个第一冷却元件和/或多个第二冷却元件。然而,涉及使用翅片以及护罩的组合是优选的,如以下将要说明的。

[0023] 在本发明的一个特别优选的实施例中,护罩被实现为至少部分地封闭转子。例如,护罩可为弯曲体,其可被设置为围绕转子,以便在转子的外表面与护罩的内表面之间限定出腔室或间隙。优选地,该间隙大到足以允许冷却空气流容易地移动穿过,并且窄到足以确保空气流被控制在翅片之间,由此在冷却空气流层中形成有利的空气压力。

[0024] 护罩可被实现为通过任何适当的方式安装至风力涡轮机。在本发明的一个优选实施例中,护罩包括安装至外部转子的旋转护罩部分。这可被实现为圆柱形元件,其直径超过转子壳体的直径,以便在转子外部壳体与护罩之间保持所需的间隙。该圆柱形元件优选固定至转子,使得它随着转子作为一个整体而旋转。优选地,特别是在还利用冷却翅片来吸走来自磁体的热量的实施例中,旋转护罩部分与外部转子之间的距离基本上对应于翅片的高度。在这种实施例中,护罩也可固定至一个或多个翅片的外边缘,以获得令人满意的稳定构造,并促进冷却空气流在相邻翅片之间的通道中行进。当护罩由热传导性材料比如金属(例如铝)制成时,将它固定至翅片将使得护罩变成冷却系统的主动部件,因为它将有效地增大热交换面积。

[0025] 在本发明的再一优选实施例中,外部转子冷却机构包括进气引导部,用于引导冷却空气流在护罩下方。在围绕转子配置的部分或完整覆盖物的情况下,进气引导部可被实

现为外向的喇叭状元件,其用于引导空气进入转子与护罩之间的相对较窄的间隙中。这样,要不然可能越过护罩的空气被迫使进入该间隙,使得有利的空气压力得以维持在冷却空气流层中。这能提升冷却空气流层在从磁体吸走热量方面的效力,例如通过从冷却翅片以及从转子的外表面吸收热量。

[0026] 来自转子与护罩之间的冷却空气流层优选以受控方式被引导离开转子。因此,在本发明的一优选实施例中,护罩包括安装至风力涡轮机的舱罩的固定护罩部分。此外,这里,固定护罩部分优选配置为在它和舱罩之间留出间隙。在这种实施例中,转子冷却机构优选包括介于固定部件与旋转部件之间的适当界面。例如,护罩部分可借助于迷宫式密封件连接在固定护罩部分与旋转护罩部分之间,使得旋转护罩部分能相对于固定护罩部分旋转,同时确保冷却空气流保持在护罩下方。

[0027] 为了提升冷却空气流的效力,而不是让它被动地从护罩下方离开,在本发明的一优选实施例中,冷却机构的固定护罩部分包括多个管道,其配置为引导冷却空气流从护罩下方进入风力涡轮机的内部冷却回路的出口通道中。优选地,固定护罩部分被实现用作旋转转子之上的护罩部分与风力涡轮机的内部冷却回路之间的界面,方法是通过包含管道,其进入舱罩的本体中,在这里它能与功能上分离的内部冷却回路的管道或通道接合。在这种实施例中,内部冷却回路的用以推送空气穿过内部冷却回路的通道的任何元件也将作用于来自本发明的冷却机构的空气流。例如,内部冷却回路可以包括出口通道,在其中配置有排气风扇。这可用于将空气从舱罩的内部主动地吸出、穿过定子绕组并穿过出口通道排出的目的。如果本发明的冷却机构的固定护罩部分包括“送入”这种出口通道中的向内取向的管道,则排气风扇也将用于将空气从外部主动地吸走、进入护罩与转子壳体之间的间隙中、并经过转子壳体的表面。这样,冷却空气流在从磁体吸走热量方面的效力通过共享风扇的“强制对流”作用而有利地得到提升。基于内部冷却回路的这种出口通道是如何实现的,本发明的冷却机构可包括一个或多个这种向内取向的管道。在这种实施例中,护罩具有“歧管”的功能,因为它以排气或排出装置引导废气。将歧管或护罩连接至内部冷却回路的出口通道的管道或连接管子可以配备有蝶形阀,以控制来自转子的受热空气与来自发电机的受热空气的比值。替代地,管道可定尺寸为获得所需的流量。

[0028] 在操作风力涡轮机的各个阶段期间可能出现不同类型的冷却要求。例如,在非常冷的状况下起动之前,可能希望循环受热空气贯穿发电机,以避免绕组和磁体上的冷凝。在该阶段,不需要来自本发明的冷却机构的冷却空气流。相反,内部冷却回路的空气流可以“被回收”,直到达到最小的所需起动温度。在起动之后的一段时间,绕组将变热,于是本发明的冷却机构可用于获得良好效果。为了防止来自外部的空气流在起动过程中进入舱罩,本发明的冷却机构优选包括阀比如蝶形阀,其配置在向内取向的管道中,并且这种阀优选被实现为调控进入风力涡轮机的内部冷却回路中的空气流。

[0029] 对于具有替代内部冷却回路的风力涡轮机,即不包括这种出口通道的风力涡轮机,或者出口通道实际上不可接近的风力涡轮机,从转子壳体吸走冷却空气流的替代方式可能是优选的。例如,本发明的冷却机构的一个替代实施例包括外部出口通道,其配置为引导冷却空气流沿着风力涡轮机的外部趋向排出装置。排出装置可以包括排气风扇,其通过护罩与转子之间的间隙主动地吸取或抽吸空气,以进一步提升冷却的效力。替代地,排出装置可以包括外向喇叭状端部,使得护罩与转子壳体或舱罩之间的相对较窄的间隙与所述端

部之间的压力差足以促进空气流趋向所述端部。

### 附图说明

[0030] 从以下详细描述,结合附图进行理解,本发明的其它目的和特征将变得清楚了。然而,应该明白的是:附图仅被设计来用于例示的目的,而不限定本发明的范围。

[0031] 图1示出了本发明的冷却机构的第一实施例;

[0032] 图2是图1的冷却机构的一部分的简化平面图;

[0033] 图3示出了本发明再一实施例中的冷却机构的一部分的简化侧视图;

[0034] 图4示出了本发明的冷却机构1的再一实施例。

[0035] 图中,相似附图标记始终指代相似的物体。图中的物体并不一定按比例进行绘制。

### 具体实施方式

[0036] 图1示出了本发明的第一实施例的冷却机构1,其用于具有发电机的直接驱动型风力涡轮机2,所述发电机具有直接连接至轮毂25的外部转子20,并且其中发电机安装在塔24上,并借助于外部转子20与舱罩23之间的迷宫式密封件230连接至舱罩23。当风使风力涡轮机的转子叶片26旋转时,轮毂25从而外部转子20也以相同旋转速度转动。在发电机的操作期间,内部定子21的绕组210变得非常热,从而导致磁体200也变热。磁体200安装至外部转子20,并与绕组210分隔一狭窄的空气间隙,其通常仅包括数毫米。它们的位置使得难以使用风力涡轮机2的常规内部冷却回路来冷却它们。这里,冷却机构1包括护罩12R、12S,所述护罩12R、12S安装至直接驱动型风力涡轮机2的外部,使得旋转护罩部分12R有效地封闭外部转子20,并且使得冷却空气流3能直接经过转子外表面22。冷却机构1还包括多个翅片11,其安装到外部转子20的外表面上,并向外延伸,使得它们发挥作用以驱散热量。因为磁体200安装成如此靠近转子壳体,并且因为翅片直接安装至转子壳体的外部,所以它们能非常有效地从磁体200吸走热量。在该示例性实施例中,护罩还具有固定护罩部分12S,其借助于迷宫式密封件13连接至旋转护罩部分12R。管道15通向风力涡轮机2的内部冷却回路的出口通道6中。在该示例中,内部冷却回路的排气风扇60从发电机的内部主动地吸取受到加热的废气,并将它从出口通道6排出。这样,来自旋转护罩部分12R下方的受热空气3'也从外部转子20被主动地吸走,并且通过出口通道6排出。该机构确保以经过外部转子20的冷却空气流3非常有效地冷却磁体200。

[0037] 图2是图1的风力涡轮机的外部转子20上的翅片11的配置的简化平面图。每个翅片从外部转子20的前端20F延伸到后端20R,并且以翅片角度 $\alpha_{11}$ 配置。当风力涡轮机以额定功率操作时,翅片角度 $\alpha_{11}$ 由外部转子20的旋转速度 $\omega$ 确定,并且这一般关联于一定的平均风速 $v_w$ 。这些矢量 $\omega$ 、 $v_w$ 的乘积 $v_3$ 可用于导出最佳的翅片角度 $\alpha_{11}$ ,其具有与通常将经过转子的空气流基本上相同的取向。翅片11围绕外部转子20等间距地配置。仅基于翅片11的冷却效果的冷却机构可以足以从磁体吸走热量。然而,冷却空气流3(由翅片11之间的数个箭头指示)可能趋于在到达外部转子20的后端20R之前离开翅片11之间的空间。因此,将翅片11的有效散热与保持冷却空气流3靠近外部转子20的护罩12组合起来的实施例是优选的。

[0038] 图3示出了围绕风力涡轮机的外部转子20配置的护罩12R、12S的简化侧视图,类似于图1中示出的配置。在该实施例中,护罩12R、12S包括旋转护罩部分12R,其围绕外部转子

20安装,使得外部转子20和该护罩部分12R如以上在图1中示出那样作为单个单元旋转。冷却空气流3进入旋转护罩部分12R与外部转子20之间的空间中,并经过翅片11(由虚线指示)之间。冷却空气流3通过进气引导部14被促进进入旋转护罩部分12R,所述进气引导部14在该情况下为位于旋转护罩部分12R的前侧的外向喇叭状区域,其增大集气面积。固定护罩部分12S配置在舱罩23之上,并具有多个管道15,其中的每个可通向风力涡轮机的内部冷却回路的通道中。排气风扇(未示出)能主动地从外部转子20吸走受热空气3',从而促进冷却空气流3在外部转子20之上的受控流动。在经过外部转子20之后,空气现在包括受热空气3',其被吸入内部冷却回路的通道中。受热空气3'也可在不便于设置管道的位置处从固定护罩部分12S下方逸出。在这种区域中,在本示例中,在下舱罩高度处,固定护罩部分12S具有外向喇叭状部分120,其促进受热空气3'逸出。因为护罩在本示例中连接至多个废气出口通道,所以它可以被称为“歧管(manifold)”。

[0039] 图4示出了本发明的另一实施例的冷却机构1。在该情况下,不存在与风力涡轮机2的内部冷却回路的部件的连接。相反,借助于位于舱罩23的外部上的便利位置处的排气风扇60从护罩12S、12R下方主动地吸出受热空气3'。例如,排气风扇60可配置在舱罩23的侧面并朝向后方。这可为优选位置,如果风力涡轮机2还利用位于后方的被动冷却器27的话,因为被动冷却器27一般延伸至舱罩23的顶部上方的高度,但是不宽于舱罩23。这样,受热空气3'能沿着舱罩23的侧面被排出,而不受阻碍。

[0040] 尽管已经以优选实施例及其变型的形式公开了本发明,但是应该明白的是:可以对其做出众多附加的修改和变型,而不背离本发明的范围。例如,在一比较简单的实施例中,护罩可以只包括固定的歧管,其安装至舱罩,并且也在转子之上延伸。该实施例可能有利于为现有风力涡轮机加装附加的转子冷却装置,即使现有转子未配备有如以上描述的外部冷却翅片。被围绕转子的固定护罩(即使它仅部分地封闭转子)促进的冷却空气流可以足以有效地冷却磁体。

[0041] 为了简明起见,应该明白的是:贯穿本申请使用的“一”或“一个”不排除多个,并且“包括(包含)”不排除其它步骤或要素。

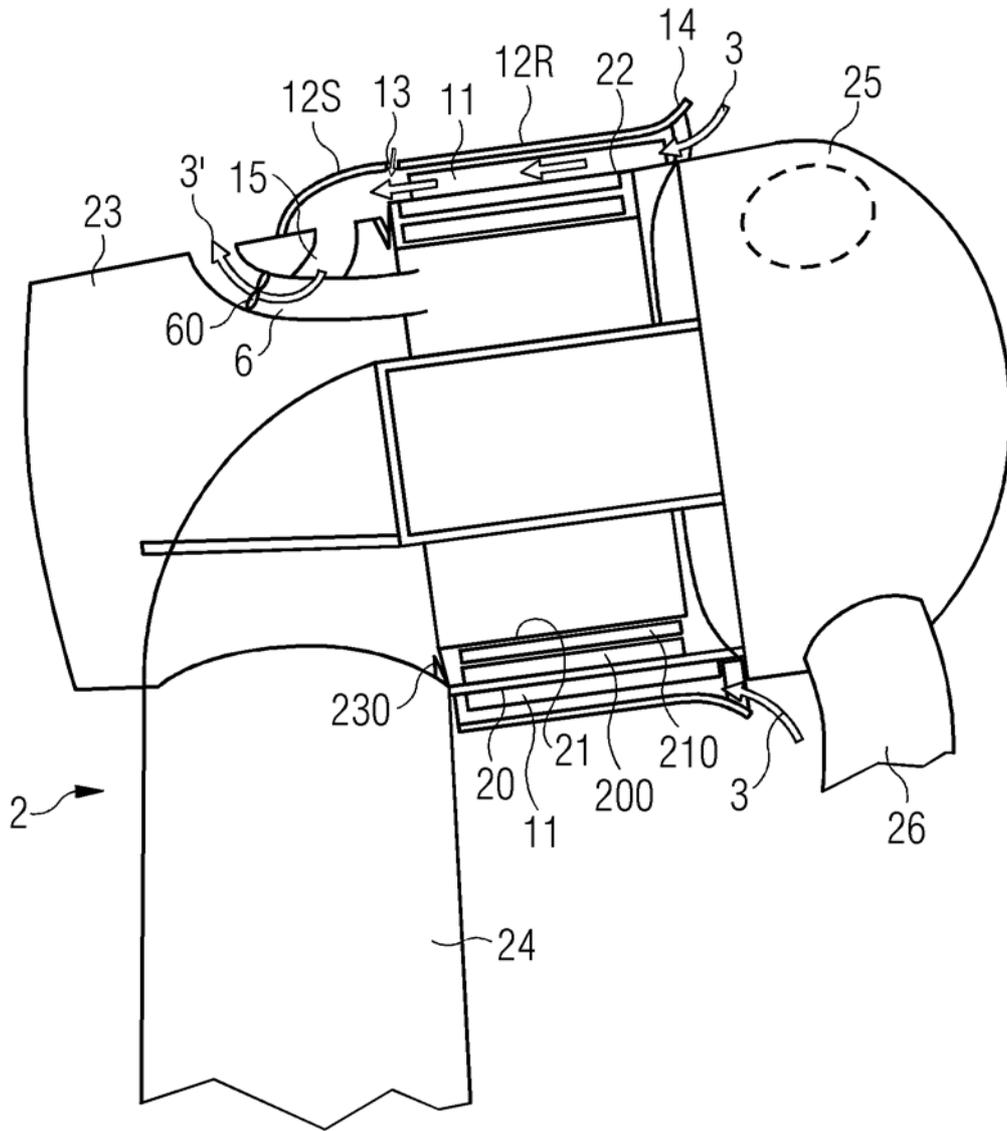


图 1



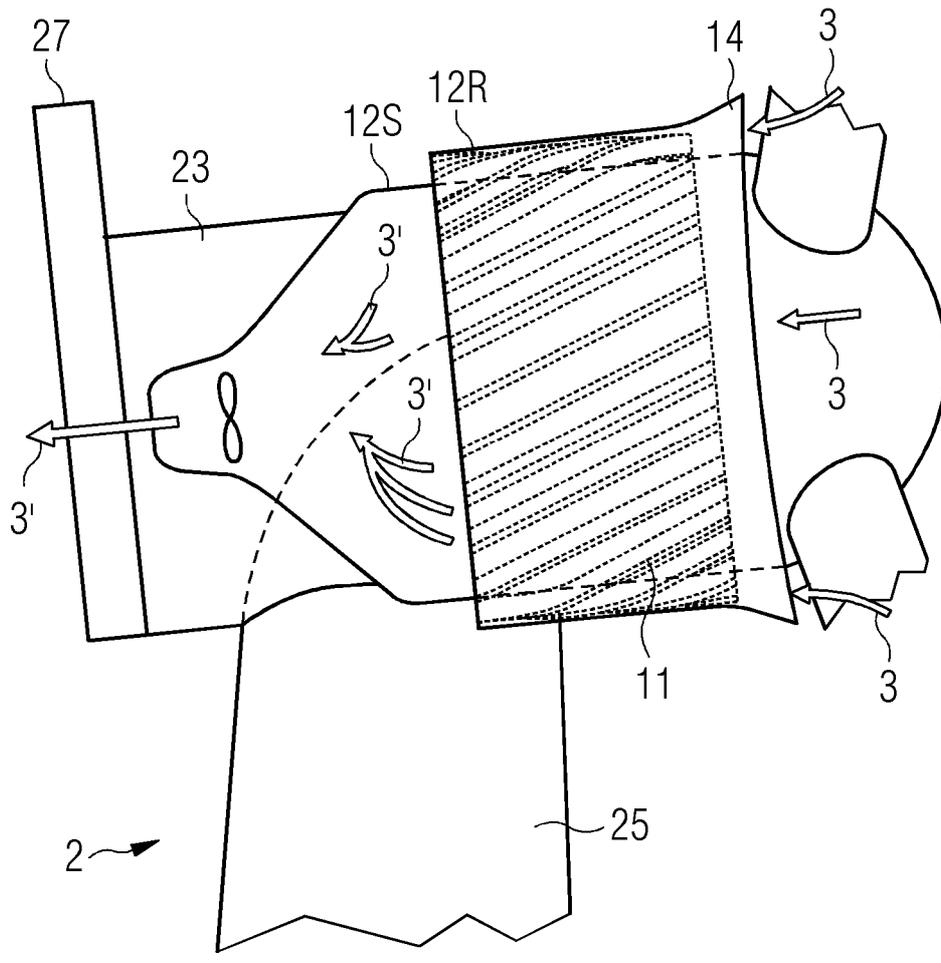


图 4