(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 103452594 A
(43)申请公布日 2013.12.18

(21)申请号 201310211016.2

(22)申请日 2013.05.31

(30)优先权数据
13/486,700 2012.06.01 US

(71)申请人 通用电气公司
地址 美国纽约州

(72)发明人 S.P. 瓦塞恩格

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 肖日松 谭祐祥

(51)Int.Cl.
F01D 5/18(2006.01)
F01D 25/14(2006.01)
F01D 25/12(2006.01)

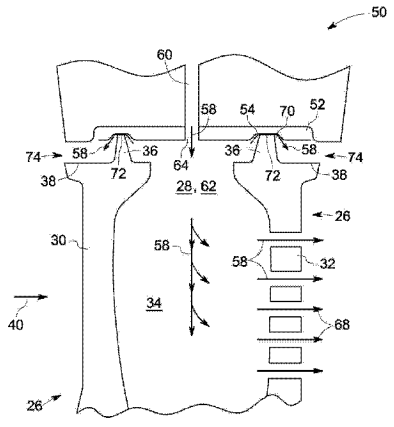
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

用于涡轮机系统桨叶的冷却组件以及冷却方法

(57)摘要

本发明公开一种用于涡轮机系统桨叶的冷却组件及冷却方法，所述冷却组件包括防护罩组件，所述防护罩组件可操作地连接到涡轮部分的外壳，所述冷却组件还包括翼型，所述翼型具有至少一个空腔，其中所述至少一个空腔被配置成通过设置在所述防护罩组件内的至少一条通道从冷却源接收冷却流。



CN 103452594 A

1. 一种用于涡轮机系统桨叶的冷却组件，包括：

防护罩组件，所述防护罩组件可操作地连接到涡轮部分的外壳；以及

翼型，所述翼型具有至少一个空腔，其中所述至少一个空腔被配置成通过设置在所述防护罩组件内的至少一条通道从冷却源接收冷却流。

2. 如权利要求 1 所述的冷却组件，进一步包括至少一条密封轨道，所述至少一条密封轨道从所述翼型的叶尖部分径向向外延伸，其中所述防护罩组件包括至少一个凹口，所述至少一条凹口被配置成接收非常接近所述防护罩组件的所述至少一条密封轨道。

3. 如权利要求 1 所述的冷却组件，进一步包括腔室，所述腔室由至少一条密封轨道和所述防护组件形成，所述腔室靠近所述至少一个空腔的外部区域。

4. 如权利要求 3 所述的冷却组件，进一步包括外区域，所述外区域靠近所述翼型的叶尖部分，其中所述外区域通过所述至少一条密封轨道与所述腔室隔开并且处于第一压力下，其中所述腔室在第二压力下被加压，其中所述第二压力大于所述第一压力。

5. 如权利要求 4 所述的冷却组件，进一步包括间隙，所述间隙设置在所述至少一条密封轨道的外缘与所述防护罩组件之间，其中所述冷却流穿过所述间隙流到所述外区域，以便冷却所述叶尖部分。

6. 如权利要求 1 所述的冷却组件，进一步包括至少一条密封轨道，所述至少一条密封轨道从所述防护罩组件的内部部分径向向内延伸。

7. 如权利要求 1 所述的冷却组件，进一步包括：

前缘和后缘，所述前缘和所述后缘限定位于两者之间的所述至少一个空腔；以及

至少一个排出孔，所述至少一个排出孔从所述至少一个空腔延伸穿过所述翼型，以便允许在所述至少一个空腔内的所述冷却流排出到所述涡轮部分的主流路。

8. 如权利要求 1 所述的冷却组件，其中设置在所述防护罩组件内的所述至少一条通道被轴向定向并且所述的通道包括出口，所述出口在腔室附近，以便将所述冷却流注射到所述腔室中。

9. 如权利要求 1 所述的冷却组件，其中设置在所述防护罩组件内的所述至少一条通道径向定向并且包括出口，所述出口在腔室附近，以便将所述冷却流注射到所述腔室中。

10. 如权利要求 1 所述的冷却组件，其中所述冷却源包括所述涡轮机系统的压缩机。

11. 一种用于涡轮机系统桨叶的冷却组件，包括：

旋转翼型，所述旋转翼型具有前缘和后缘以及位于两者之间的至少一个空腔；

至少一条密封轨道，所述至少一条密封轨道设置在所述旋转翼型的外部叶尖附近，以及

防护罩组件，所述防护罩组件可操作地连接到涡轮部分的外壳，其中所述防护罩组件包括至少一个凹口，所述凹口被配置成接收非常接近所述防护罩组件的所述至少一条密封轨道，从而在所述至少一个空腔的外部区域附近形成加压腔室，以便从冷却源接收冷却流，其中所述冷却流通过在所述防护罩组件内的至少一条通道输送到所述加压腔室。

12. 如权利要求 11 所述的冷却组件，进一步包括外区域，所述外区域在所述旋转翼型的叶尖部分附近，其中所述外区域通过所述至少一条密封轨道与所述加压腔室隔开。

13. 如权利要求 12 所述的冷却组件，其中所述外区域处于第一压力下，其中所述加压腔室处于第二压力下，其中所述第二压力大于所述第一压力。

14. 如权利要求 13 所述的冷却组件，进一步包括间隙，所述间隙设置在所述至少一条密封轨道的外缘与所述防护罩组件之间，其中所述冷却流穿过所述间隙流到所述外区域，以便冷却所述叶尖部分。

15. 如权利要求 11 所述的冷却组件，进一步包括至少一个排出孔，所述至少一个排出孔从所述至少一个空腔延伸穿过所述旋转翼型，以便允许所述至少一个空腔内的所述冷却流排出到所述涡轮部分的主流路。

16. 如权利要求 11 所述的冷却组件，其中设置在所述防护罩组件内的所述至少一条通道被径向定向并且所述通道包括出口，所述出口在所述腔室附近，以便将所述冷却流注射到所述加压腔室中。

17. 一种用于冷却涡轮机系统桨叶的方法，包括 ：

将翼型的至少一个外部叶尖设置在防护罩组件附近，所述防护罩组件位于翼型径向向外方向，其中所述翼型包括至少一个空腔 ；

对腔室进行加压，所述腔室位于所述至少一个空腔的外部区域附近并且相对邻近于设置在所述防护罩组件内至少一条通道的至少一个出口 ；以及

通过所述至少一条通道将冷却流注射到所述腔室中。

18. 如权利要求 17 所述的方法，进一步包括使所述冷却流穿过密封轨道流到所述翼型的外叶尖部分，以便冷却所述外叶尖部分。

19. 如权利要求 17 所述的方法，进一步包括通过设置在所述翼型内的至少一个排出孔将所述冷却流从所述至少一个空腔喷射出。

20. 如权利要求 17 所述的方法，从所述涡轮机系统的压缩机部分向所述冷却流供应压缩空气。

用于涡轮机系统桨叶的冷却组件以及冷却方法

技术领域

[0001] 在本说明书中披露的本发明涉及涡轮机系统，并且更为具体地说，涉及一种用于此类涡轮机系统桨叶的冷却组件以及一种冷却桨叶的方法。

背景技术

[0002] 在涡轮机系统中，如燃气涡轮机系统，燃烧室将燃料或空气燃料混合物的化学能转化成热能。热能通过流体传递到涡轮机，所述流体通常是来自压缩机的压缩空气，在涡轮机中，热能被转化成机械能。作为转化过程的一部分，热气流过涡轮机的作为热气路径的部分并且穿过所述部分。沿着热气路径的高温会加热涡轮机部件，从而导致部件劣化。

[0003] 需要冷却的一个此类部件是在涡轮机系统的运行期间直接受到热气路径影响的桨叶。已经利用各种冷却方案来尝试有效地并高效地冷却所述桨叶。通常，尤其是对于涡轮部分的较大末级桨叶，冷却通过以下方式实现：将冷却流从径向内部叶根区域注射到桨叶的空腔中，所述径向内部叶根区域还必须包括相对大的金属部分，用于支撑在所述桨叶的外部叶尖部分处施加在所述桨叶上的高应力负载。在叶根处的空气供应与金属支撑部分之间的空间竞争（competing space）对涡轮部分的空气动力学设计提出问题。

发明内容

[0004] 根据本发明的一方面，一种用于涡轮机系统的桨叶的冷却组件包括防护罩组件，所述防护罩组件可操作地连接到涡轮部分的外壳。还包括的是翼型，所述翼型具有至少一个空腔，其中所述至少一个空腔被配置成通过设置在所述防护罩组件内的至少一条通道从冷却源接收冷却流。

[0005] 根据本发明的另一方面，一种用于涡轮机系统的桨叶的冷却组件包括旋转翼型，所述旋转翼型具有前缘和后缘以及位于两者之间的至少一个空腔。还包括的是至少一条密封轨道，所述至少一条密封轨道设置在所述旋转翼型的外部叶尖附近。进一步包括的是防护罩组件，所述防护罩组件可操作地连接到涡轮部分的外壳，其中所述防护罩组件包括至少一个凹口，所述至少一个凹口被配置成接收非常接近所述凹口的所述至少一条密封轨道，从而在所述至少一个空腔的外部区域附近形成加压腔室，以便从冷却源接收冷却流，其中所述冷却流通过在所述防护罩组件内的至少一条通道输送到所述加压腔室。

[0006] 根据本发明的又一方面，提供一种冷却涡轮机系统的桨叶的方法。所述方法包括将翼型的至少一个外部叶尖设置在位于其径向向外方向的防护罩组件附近，其中所述翼型包括至少一个空腔。还包括的是对腔室进行加压，所述腔室位于所述至少一个空腔的外部区域附近并且相对邻近设置在所述防护罩组件内的至少一条通道的至少一个出口。进一步包括的是通过所述至少一条通道将冷却流注射到所述腔室中。

[0007] 这些和其它优点和特征将从结合附图的以下描述中变得更加清楚。

附图说明

[0008] 本专利申请文件中的权利要求书详细指出并明确主张了本发明。通过以下结合附图的详细说明可以清楚本发明的上述和其他特征以及优点，在附图中：

[0009] 图 1 是涡轮机系统的示意图；

[0010] 图 2 是在涡轮机系统的涡轮部分内具有径向对准的冷却流供应的桨叶的第一实施例的截面图；

[0011] 图 3 是桨叶的第二实施例的截面图；

[0012] 图 4 是具有轴向对准的冷却流供应的桨叶的截面图；以及

[0013] 图 5 是示出一种冷却桨叶的方法的流程图。

[0014] 具体实施方式参考附图以实例方式介绍本发明的各项实施例以及优点和特征。

具体实施方式

[0015] 参照图 1，燃气涡轮机系统以参考数字 10 示意性地示出。所述燃气涡轮机系统 10 包括压缩机部分 12、燃烧室部分 14、涡轮部分 16、轴 18 以及燃料喷嘴 20。需要了解的是：所述燃气涡轮机系统 10 的一个实施例可以包括多个压缩机 12、燃烧室 14、涡轮 16、轴 18 以及燃料喷嘴 20。所述压缩机部分 12 和所述涡轮部分 16 由所述轴 18 连接。所述轴 18 可以是单轴，或者是连接在一起的多个轴节段以形成所述轴 18。

[0016] 所述燃烧室 14 使用可燃的液体和 / 或气体燃料，如天然气或富氢合成气，以便驱动所述燃气涡轮机系统 10。例如，燃料喷嘴 20 与空气供应和燃料供应 22 流体连通。所述燃料喷嘴 20 形成空气 - 燃料混合物，并且将所述空气 - 燃料混合物排放到所述燃烧室部分 14 中，从而导致燃烧形成热压排气。所述燃烧室部分 14 通过过渡连接件将热压气体引导到涡轮机喷嘴（或“一级喷嘴”）以及其他级桨叶和喷嘴中，从而导致涡轮机叶片在所述涡轮部分 16 的外壳 24 内旋转。所述涡轮机叶片的旋转导致所述轴 18 旋转，从而在空气流入所述压缩机部分 12 时压缩所述空气。在一项实施例中，热气路径部件位于所述涡轮部分 16 中，其中在所述热气路径部件上穿过的热气流导致热气路径部件蠕变、氧化、磨损以及热疲劳。热气部件实例包括桨叶组件（也被称作叶片或叶片组件）、喷嘴组件（也被称作轮叶或轮叶组件）、防护罩组件、过渡连接件、扣环以及压缩机排气部件。所列部件仅是说明性的，而非意图详尽列出受到热气影响的示例性部件。控制所述热气部件的温度可以减少在所述部件中的失效模式（distress modes）。

[0017] 现参照图 2，部分地示出桨叶的第一实施例的截面图，可以互换地用翼型 26 来指所述桨叶。确切地说，示出所述翼型 26 的径向外部区域。如上所述，所述翼型 26 被配置成在所述涡轮部分 16 的所述外壳 24 内围绕所述轴 18 旋转。所述翼型 26 包括前缘 30 和后缘 32，所述前缘和所述后缘聚拢在一起（未示出）以形成位于两者之间的至少一个空腔 34。至少一条密封轨道 36 沿着所述前缘 30 和所述后缘 32 中的至少一个的叶尖部分 38 设置，其中所述叶尖部分 38 沿着所述翼型 26 位于径向极限位置处。如图示出，所述至少一条密封轨道 36 将典型地沿着所述前缘 30 和所述后缘 32 两者的所述叶尖部分 38 设置，并且从所述叶尖部分 38 大体上径向向外延伸。所述至少一条密封轨道 36 减少沿着主流路 40 穿过所述涡轮部分 16 的工作流体的泄漏，并且可以采用与所述翼型 26 相同的材料或任何其他合适的材料构造。所述至少一条密封轨道 36 可以与所述翼型 26 一体地形成或可操作地连接到所述翼型 26，其中一个或多个部件可以设置在所述至少一条密封轨道 36 与所述翼

型 26 的所述叶尖部分 38 之间。

[0018] 所述翼型 26 的所述叶尖部分 38，并且更为确切地说是所述至少一条密封轨道 36，被设置成非常接近位于所述叶尖部分 38 的径向向外方向的防护罩组件 50。所述防护罩组件 50 固定且可操作地连接到所述涡轮部分 16 的所述外壳 24。沿着所述防护罩组件 50 的径向内部部分 52 的是至少一个凹口 54，用于紧密地接收所述至少一条密封轨道 36。所述至少一个凹口 54 可以在所述防护罩组件 50 内预制好，或可以在所述燃气涡轮机系统 10 的运行期间形成。确切地说，在所述燃气涡轮机系统 10 的运行期间形成所述至少一个凹口 54 的情况下，所述翼型 26 的旋转导致所述至少一条密封轨道 36 与位于所述防护罩组件 50 的所述径向内部部分 52 处的材料相互作用，所述材料被配置成在所述翼型 26 的旋转期间与所述至少一条密封轨道 36 相接触时容易磨损。此种配置可以称为“蜂巢”结构，这种结构相所述至少一条密封轨道 36 相符合，从而确保所述至少一条密封轨道 36 与所述防护罩组件 50 之间的紧密配合关系。

[0019] 现参照图 3，所述翼型 26 的第二实施例预期包括至少一条密封轨道 136，所述至少一条密封轨道从所述防护罩组件 50 的所述内部部分 52 径向向内突出，而非从所述翼型 26 的所述叶尖部分 38 径向向外突出。所述至少一条密封轨道 136 在所述翼型 26 与所述防护罩组件 50 之间提供密封。所述至少一条密封轨道 136 可以被可操作地连接到所述防护罩组件 50，或与其一体地形成。结合图 2 所述的其他结构元件可以被包括在所述第二实施例中。

[0020] 如上文所讨论，在所述涡轮部分 16 内的某些部件由于所述部件在所述燃气涡轮机系统 10 的运行期间受到的热条件而需要进行冷却。通常，所述翼型 26，并且更为具体地说是所述翼型 26 的所述叶尖部分 38，是需要进行冷却的部件。一种此类冷却方案包括通过位于所述防护罩组件 50 内的至少一条通道 60 将冷却流 58 注射到所述至少一个空腔 34 中。所述冷却流 58 由冷却源供应，所述冷却源可以包括多个源，其中一个示例性冷却源包括由所述压缩机部分 12 供应并且输送到所述防护罩组件 50 的加压空气。在所述防护罩组件 50 内的所述至少一条通道 60 将所述冷却流 58 引导到设置在所述至少一个空腔 34 的径向外部区域 28 处的腔室 62 中。所述腔室 62 至少部分地由所述前缘 30、所述后缘 32 以及所述至少一条密封轨道 36 形成。所述冷却流 58 由此进入所述至少一个空腔 34，并且确切地说是通过所述至少一条通道 60 的出口 64 的所述腔室 62，以便在所述翼型 26 上提供冷却效果。需要了解的是：所述至少一条通道 60 的所述出口 64 可以在所述防护罩组件 50 内以多个角度定向，包括定向成大致上径向对准，如图 2 所示，或替代地定向成大致上轴向对准(图 4)，以及定向成圆周布置以便针对进入流提供圆周速度分量，从而更为高效地使用所述冷却流。另外，为了使得所述冷却流 58 逸出所述至少一个空腔 34，至少一个、但典型地是多个排出孔 68 被设置在所述后缘 32 内，并且从所述至少一个空腔 34 延伸穿过所述后缘 32。例如，还预期的是，所述多个排出孔 68 可以被设置在各种其他区域中，如所述前缘 30。不管所述多个排出孔 68 的精确位置，所述多个排出孔 68 都提供路径以便所述冷却流 58 离开所述至少一个空腔 34 进入所述主流路 40 中。

[0021] 用于所述冷却流 58 的另一逸出路径由位于所述至少一条密封轨道 36 的外缘 72 与所述至少一个凹口 54 之间的间隙 70 提供。所述至少一条密封轨道 36 将所述至少一个空腔 34，并且更为确切地说是所述腔室 62，与外叶尖区域 74 隔开。所述间隙 70 允许所述

冷却流 58 离开所述至少一个空腔 34 并且在所述外叶尖区域 74 附近被排出。除了穿过所述间隙 70 的此条路径为所述冷却流 58 提供逸出路线之外，所述冷却流 58 为处于第一压力下的所述外叶尖部分 74 上提供冷却效果。为了方便所述冷却流 58 穿过所述多个排出孔 68 和 / 或所述间隙 70，所述至少一个空腔 34，并且更为具体地说是所述腔室 62，被加压到第二压力，所述第二压力大于所述第一压力。这确保所述冷却流 58 朝压力较低区域，确切地说是所述外叶尖区域 74，移动。

[0022] 如图 3 的流程图示出，并且参照图 1 和图 2，还提供一种冷却涡轮机系统的桨叶的方法 100。所述翼型 26 与所述防护罩组件 50 之前已经描述，而具体结构部件无需进一步详细描述。冷却方法 100 包括将所述翼型的至少一个外部叶尖设置在所述防护罩组件附近的步骤 102，并且更确切地说是在所述至少一个凹口 54 附近，如上文所讨论。例如，在 104 步骤中，所述腔室被加压到一定压力，所述压力大于外区域的压力，所述外区域如所述外叶尖区域 74。在步骤 106 中，所述冷却流通过所述防护罩组件 50 的所述至少一条通道 60 喷射到所述至少一个空腔 34 中，在步骤 108 中，所述冷却流通过一条或多条排出路径从所述至少一个空腔喷射出，所述一条或多条排出路径如多个排出孔 68 和 / 或所述间隙 70，如上文所讨论。

[0023] 尽管本发明只结合有限数量的实施例进行详细描述，但应易于了解，本发明并不限于此类披露的实施例。相反，本发明可以进行修改，以便并入在此之前并未描述但与本发明的精神和范围相符的任何数量的变化、更改、替换或等效布置。此外，尽管本发明的各项实施例已进行描述，但要理解，本发明的各个方面可以只包括所述实施例中的一些。因此，本发明不应被视为受限于前述描述，而只受限于所附权利要求书的范围。

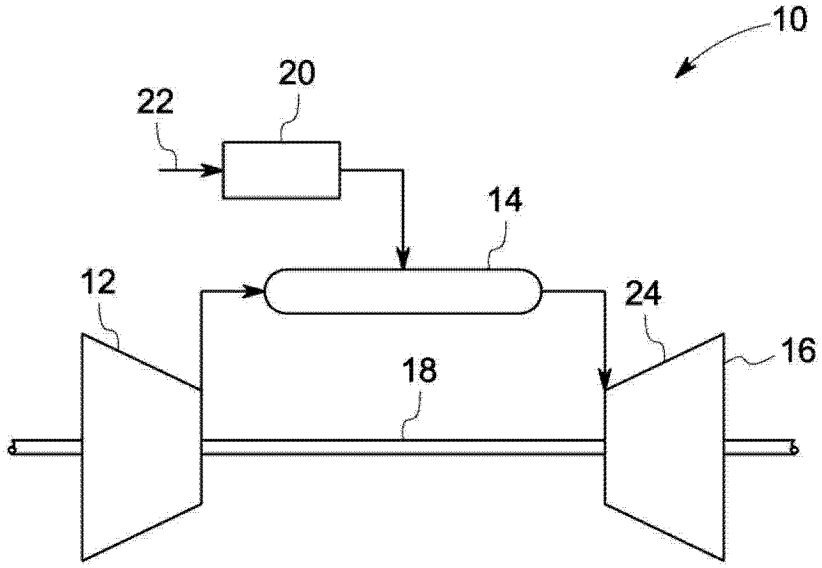

10
20
22
14
12
24
16
18

图 1

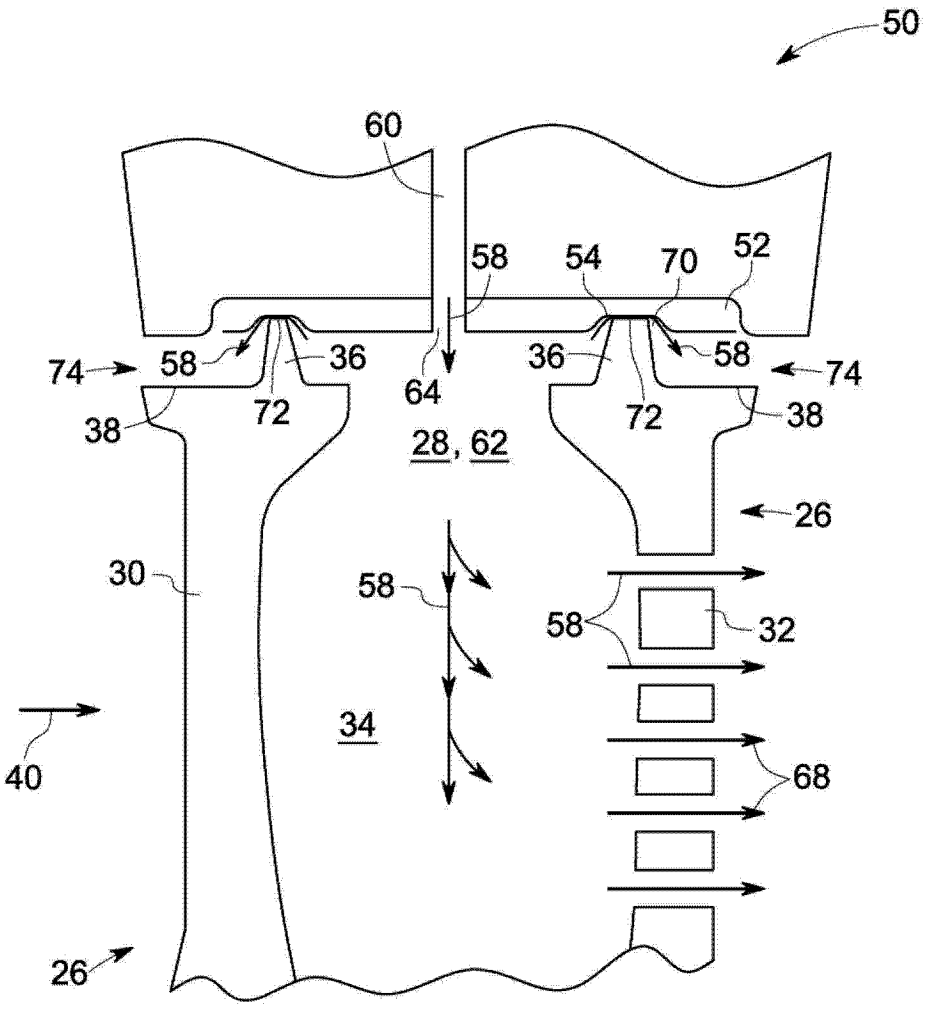

50
60
58
54
70
52
74
58
36
36
58
74
64
72
72
38
38
28, 62
26
30
58
58
32
34
40
68
26

图 2

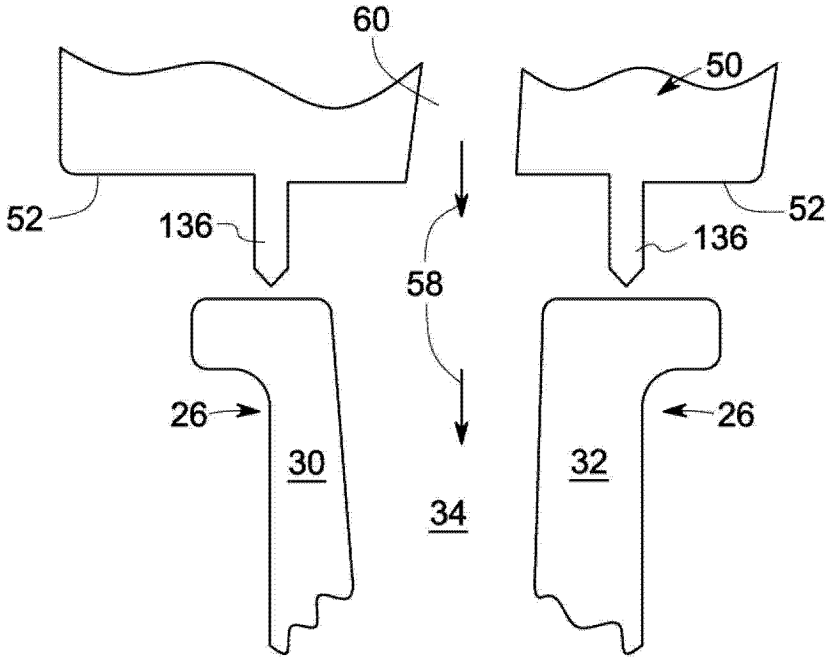

60
50
52
136
136
52
58
26
26
30
32
34

图 3

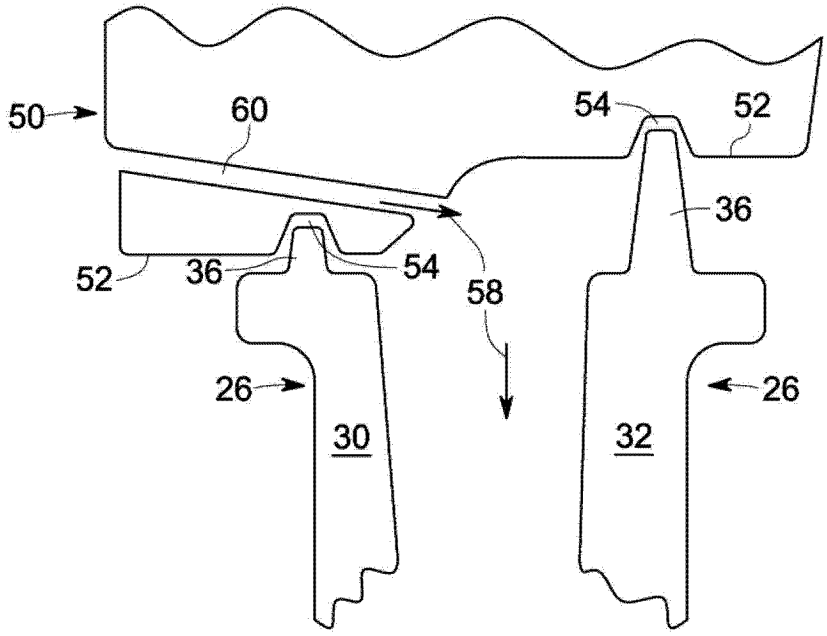

50
60
54
52
36
52
36
54
58
26
26
30
32

图 4

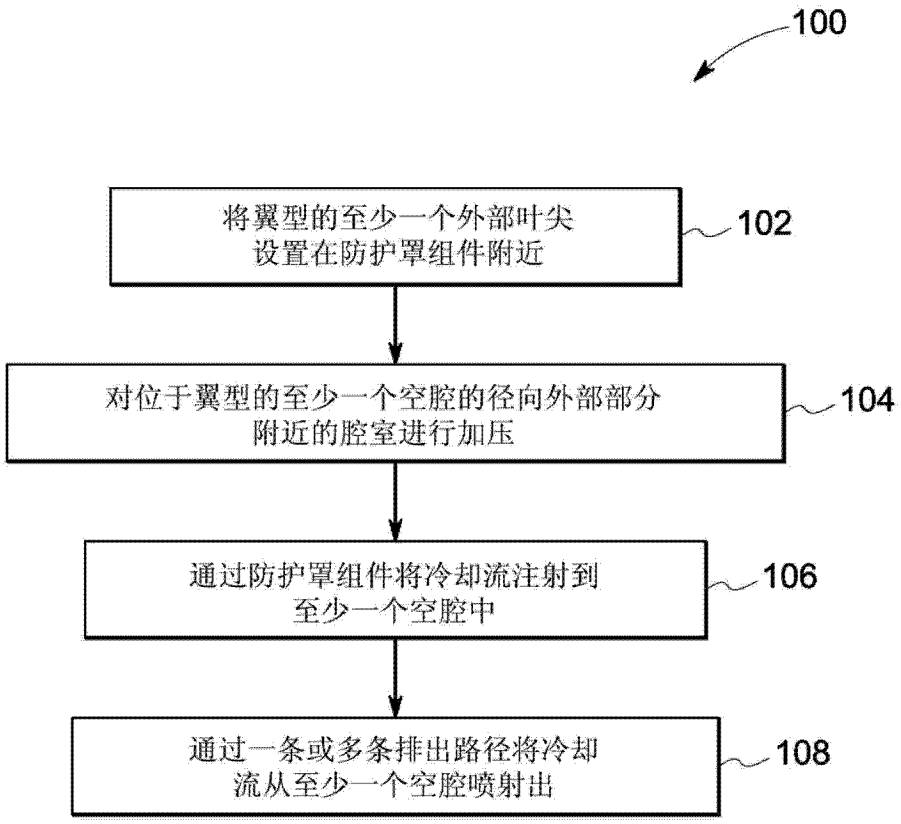

100
将翼型的至少一个外部叶尖
设置在防护罩组件附近
102
对位于翼型的至少一个空腔的径向外部部分
附近的腔室进行加压
104
通过防护罩组件将冷却流注射到
至少一个空腔中
106
通过一条或多条排出路径将冷却
流从至少一个空腔喷射出
108

图 5