



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103216277 B

(45)授权公告日 2016.08.31

(21)申请号 201310024397.3

(22)申请日 2013.01.23

(30)优先权数据

13/356944 2012.01.24 US

(73)专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 J.阿代卡拉萨米

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 李强 严志军

(51)Int.Cl.

F01D 11/12(2006.01)

审查员 彭小熙

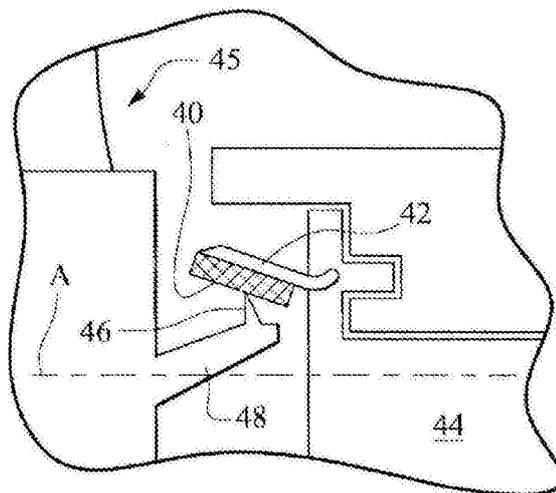
权利要求书2页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

可翻新的级间成角密封件

(57)摘要

本发明提供一种旋转式涡轮机械,所述旋转式涡轮机械包括:转子,所述转子安装具有外表面的至少一个盘和从所述外表面径向延伸的至少一个叶片。固定定子部件邻近所述盘定位,并且密封板从所述固定定子部件的一部分延伸。天使翼密封件从所述叶片延伸,由此在所述密封板和所述天使翼密封件之间限定间隙。耐磨密封元件布置在所述密封板上,并且所述耐磨密封元件和所述密封板相对于所述转子的中心轴线成锐角倾斜,并在朝着所述天使翼密封件的方向上径向向外延伸。



1. 一种旋转式涡轮机械,所述旋转式涡轮机械包括:转子,所述转子安装具有外表面的至少一个盘和从所述外表面径向延伸的至少一个叶片;邻近所述盘的固定定子部件;

从所述固定定子部件的一部分延伸的密封板,和从所述叶片延伸的天使翼密封件,在所述密封板和所述天使翼密封件之间限定的间隙,以及布置在所述密封板上的耐磨密封元件;

其中所述耐磨密封元件和所述密封板在相对于所述转子的中心轴线成角的第一方向上倾斜,并在朝着所述天使翼密封件的方向上径向向外延伸。

2. 根据权利要求1所述的旋转式涡轮机械,其特征在于,所述密封板包括阻碍密封件。

3. 根据权利要求1所述的旋转式涡轮机械,其特征在于,所述密封板包括选择性地可插入所述固定定子部件中的可更换插入件。

4. 根据权利要求1所述的旋转式涡轮机械,其特征在于,所述天使翼密封件包括从所述天使翼密封件的表面径向向外突出的至少一个密封件齿。

5. 根据权利要求1所述的旋转式涡轮机械,其特征在于,所述耐磨密封元件包括蜂窝状密封件。

6. 根据权利要求1所述的旋转式涡轮机械,其特征在于,所述耐磨密封元件包括施加到0.040至0.050英寸之间的厚度的耐磨涂层。

7. 根据权利要求5所述的旋转式涡轮机械,其特征在于,所述蜂窝状密封件具有0.50至2.00英寸之间的长度和0.150至0.500英寸之间的厚度。

8. 根据权利要求1所述的旋转式涡轮机械,其特征在于,所述天使翼密封件在相对于第一方向的第二相反方向上倾斜。

9. 一种燃气涡轮机组件,所述燃气涡轮机组件包括:

转子,所述转子设置有布置在所述转子的周边上的多个叶片,每个叶片具有柄和翼型部,从所述柄延伸的至少一个天使翼密封件;

邻近所述转子布置的固定定子部件,所述固定定子部件具有与所述至少一个天使翼密封件限定密封间隙的至少一个凸缘部分;以及

布置在所述至少一个凸缘部分的表面上的耐磨密封件;其中所述至少一个凸缘部分和所述耐磨密封件在相对于所述转子的中心轴线成10至50度之间的角的第一方向上径向向外倾斜,并且其中所述至少一个天使翼密封件在第二相反方向上径向向外倾斜。

10. 根据权利要求9所述的燃气涡轮机组件,其特征在于,所述至少一个凸缘部分包括固定到所述固定定子部件的阻碍密封件。

11. 根据权利要求10所述的燃气涡轮机组件,其特征在于,所述阻碍密封件包括选择性地可插入所述固定定子部件中的可更换插入件。

12. 根据权利要求9所述的燃气涡轮机组件,其特征在于,所述耐磨密封件包括蜂窝状密封件。

13. 根据权利要求9所述的燃气涡轮机组件,其特征在于,所述耐磨密封件包括施加到所述至少一个凸缘部分的所述表面的耐磨涂层。

14. 根据权利要求12所述的燃气涡轮机组件,其特征在于,所述蜂窝状密封件具有0.50至2.00英寸之间的长度和0.150至0.500英寸之间的厚度。

15. 一种用于减小涡轮机的旋转部件和固定部件之间的界面处的密封间隙的方法,所

述方法包括：

提供转子,所述转子支撑具有外表面的盘,提供远离所述外表面径向延伸的至少一个叶片,提供至少一个天使翼密封件,其中所述至少一个天使翼密封件从所述至少一个叶片轴向地延伸;

提供固定定子部件,所述固定定子部件轴向地邻近所述至少一个叶片并且具有阻碍密封件,所述阻碍密封件与朝着所述至少一个天使翼密封件延伸的耐磨密封件配合,从而限定所述至少一个天使翼密封件和所述耐磨密封件之间的径向的密封间隙;以及

通过相对于所述转子的中心轴线成锐角且朝着径向向外方向布置所述阻碍密封件和所述耐磨密封件而减小所述转子的轴向生长期间所述密封间隙的径向尺寸。

16. 根据权利要求15所述的方法,其特征在于,所述锐角相对于所述中心轴线在10至50度之间。

17. 根据权利要求15所述的方法,其特征在于,所述耐磨密封件包括蜂窝状密封件。

18. 根据权利要求15所述的方法,其特征在于,所述耐磨密封件包括所述阻碍密封件上的耐磨涂层。

19. 根据权利要求17所述的方法,其特征在于,所述蜂窝状密封件具有0.50至2.00英寸之间的长度和0.150至0.500英寸之间的厚度。

20. 根据权利要求18所述的方法,其特征在于,所述耐磨涂层被施加到0.04至0.05英寸之间的厚度。

## 可翻新的级间成角密封件

### 技术领域

[0001] 本发明大体上涉及旋转式机械,例如蒸汽涡轮机和燃气涡轮机,并且更特别地,涉及用于控制旋转转子浆叶或“叶片”的柄部分和相邻、固定定子部件的径向内端部之间的间隙的旋转式机械密封件。

### 背景技术

[0002] 陆基蒸汽涡轮机和燃气涡轮机例如用于为发电机提供动力。燃气涡轮机也例如用于推进飞行器和船舶。蒸汽涡轮机具有典型地包括成串行流动关系的蒸汽入口、涡轮和蒸汽出口的蒸汽路径。燃气涡轮机具有典型地包括成串行流动关系的进气口或入口、压缩机、燃烧器、涡轮和气体出口或排气喷嘴的气体路径。在蒸汽涡轮机和燃气涡轮机中,压缩机和涡轮部段包括安装在转子轮或盘上的旋转浆叶或叶片的至少一个圆周排。旋转叶片的自由端或尖端由定子壳体围绕。排内的各旋转叶片的基部或柄部分典型地设置有所谓的“天使翼”密封件,所述密封件由固定定子部件(例如相应地布置在移动浆叶的上游和下游的喷嘴叶片或隔膜)侧面包夹。

[0003] 涡轮机的效率部分地取决于(一个或多个)转子叶片天使翼密封件尖端和相邻固定定子部件上的密封结构之间的径向间隙或空隙。如果该间隙太大,则过量并且宝贵的冷却空气将通过该空隙泄漏,减小涡轮机的效率。如果该间隙太小,则(一个或多个)天使翼尖端将在某些涡轮机操作状态期间撞击相邻定子部件的密封结构,导致(一个或多个)天使翼尖端和(一个或多个)固定定子部件两者上的非期望磨损。

[0004] 关于上述的径向间隙,已知该间隙在加速或减速期间由于作用于叶片的离心力、涡轮机转子振动以及旋转转子和固定定子部件之间的相对热生长的变化而变化。在不同的离心力、转子振动和热生长期间,该间隙变化可以导致旋转叶片天使翼密封件尖端对固定密封件结构的严重磨擦。增加尖端与密封件的间隙,这减小由于金属间磨擦引起的损坏,但是间隙的增加导致效率损失。

[0005] 仍然需要一种密封结构,其适应转子/叶片组件和相邻固定定子组件的不同轴向和径向运动,但是不负面地影响涡轮机性能。

### 发明内容

[0006] 根据示例性、但非限定性实施例,本发明提供一种旋转式涡轮机械,所述旋转式涡轮机械包括:转子,所述转子安装具有外表面的至少一个盘和从所述外表面径向延伸的至少一个叶片;邻近所述盘的固定定子部件;从所述固定定子部件的一部分延伸的密封板,和从所述叶片延伸的天使翼密封件,并在所述密封板和所述天使翼密封件之间限定间隙,以及布置在所述密封板上的耐磨密封元件;其中所述耐磨密封元件和所述密封板相对于所述转子的中心轴线成角地倾斜,在朝着所述天使翼密封件的方向上径向向外延伸。

[0007] 在另一个方面中,本发明提供一种燃气涡轮机组件,所述燃气涡轮机组件包括:转子,所述转子设置有布置在所述转子的周边上的多个叶片,每个叶片具有柄和翼型部,至少

一个轴向突出天使翼密封件从所述柄延伸；邻近所述转子布置的固定定子部件，所述固定定子部件具有与所述天使翼密封件限定密封间隙的至少一个凸缘部分；以及布置在所述至少一个凸缘部分的表面上的耐磨密封件，所述至少一个凸缘部分和所述耐磨密封件相对于所述转子的中心轴线成10至50度之间的角度定向。

[0008] 在又一个方面中，本发明提供一种用于减小涡轮机的旋转部件和固定部件之间的界面处的密封间隙的方法，所述方法包括：提供转子，所述转子支撑具有外表面的盘和远离所述外表面径向延伸的至少一个叶片，至少一个天使翼密封件从所述至少一个叶片大致轴向地延伸；提供固定定子部件，所述固定定子部件轴向地邻近所述至少一个叶片并且具有阻碍密封件(discourager seal)，所述阻碍密封件与朝着所述天使翼密封件延伸的耐磨密封件配合，从而限定所述天使翼密封件和所述耐磨密封件之间的径向间隙；以及通过相对于所述转子的中心轴线成锐角布置所述耐磨密封件而减小在所述转子的轴向生长期间所述间隙的径向尺寸。

[0009] 现在将结合下面的附图详细地描述本发明。

### 附图说明

[0010] 图1是横截面图，其显示了旋转叶片和在叶片的任一侧上的固定定子部件之间的密封组件；

[0011] 图2是根据本发明的第一示例性、但非限定性实施例的部分横截面图，其显示了固定定子部件上的密封件和旋转叶片的天使翼尖端之间的界面；

[0012] 图3是类似于图2的视图，其显示了在冷状态下的天使翼尖端和固定定子部件密封件之间的间隙；

[0013] 图4是类似于图2的视图，其显示了在慢速和全速、全负荷状态下的天使翼尖端和固定定子部件密封件之间的间隙；以及

[0014] 图5是类似于图3和4的视图，其显示了停机状态下的天使翼尖端和固定定子部件密封件之间的间隙。

### 具体实施方式

[0015] 图1是横截面图，其显示了用于防止或限制冷却空气从燃气涡轮机的移动桨叶(或叶片)和固定桨叶(或喷嘴)之间泄漏到高温燃烧气体通道中的常规密封组件。该示例性实施例的涡轮机具有围绕中心纵轴线可旋转的转子或轴(未详细地显示)和固定地安装在支撑在转子上的盘11的外环形表面上的多个桨叶或叶片10。典型地，叶片包括安装部分、柄和翼型部。叶片围绕转子盘的外环形表面周向地彼此间隔并且从所述外环形表面径向向外延伸到叶片翼型部的尖端。具有大体环形和圆柱形形状以及内圆周表面13的外壳体12围绕叶片10固定地布置并且从所述叶片径向向外间隔以限定通过涡轮机的轴向定向高温气体路径P。

[0016] 附图标记14、16、18表示所谓的天使翼密封件，其从叶片10的柄部分20的上游表面和下游表面轴向地延伸。天使翼密封件相应地终止于径向向外延伸的(一个或多个)尖端、齿或翼片22、24、26中。典型地被称为阻碍密封件的密封结构或凸缘28、30、32从相应的相邻上游和下游固定喷嘴或喷嘴隔膜组件(或一般地，固定定子部件)34、36轴向地突出，用于与

天使翼密封件尖端22、24、26相互作用。这些相互作用的密封部件22/28、24/30、26/32旨在防止超过必要量的冷却空气从径向内涡轮机叶轮空间38泄漏到高温燃烧气体通道P中。

[0017] 常规地,例如天使翼尖端22和阻碍密封件28之间的间隙为大约140密耳(3.56mm),而径向内天使翼尖端24和阻碍密封件30之间的间隙为大约125密耳(3.17mm)。因此,密封性能不总是符合期望。因此,超过期望量的冷却/密封空气倾向于泄漏到高温燃烧气体通道中使得执行冷却功能所需的冷却空气的量必定增加,由此导致燃气涡轮机的性能的下降。

[0018] 参考图2,根据本发明的示例性实施例,例如较软材料的耐磨密封件40布置在固定定子部件44(在叶片45的下游)的阻碍密封件42的径向内表面上,从而布置在限定于阻碍密封件42的内表面和倾斜天使翼密封件48的尖端46之间的环形间隙内。

[0019] 如下面将更详细地解释,在转子和叶片相对于固定定子部件的不同轴向和径向生长期间,密封元件40响应相应的天使翼密封件48的尖端46与其接触而磨损。因而,移动天使翼尖端46和阻碍密封件42之间的直接接触不会发生,但是可接受的局部腔形成于在密封件上施加的耐磨密封材料40中。尽管在图2中耐磨密封件40被示出为与阻碍密封件42关联(附连),但是应当理解这样的耐磨密封件可以附加地或备选地设在阻碍密封件28、30和/或32(图1)的每一个的径向内表面的一个或多个上,这被认为是必要的或期望的。此外,尽管在所示实施例中,天使翼密封件被示出为终止于配置成单齿的尖端22、24、26中,但是应当理解这仅仅是示意图,并且天使翼密封件也可以终止于轴向间隔、径向向外延伸的尖端或齿中的两个或更多个。

[0020] 应当注意阻碍密封件(或其它密封支撑板,其可以呈可移动插入件的形式)42相对于倾斜天使翼密封件48在大致相反径向向外方向上倾斜。倾斜密封支撑板42又支撑类似倾斜的蜂窝状密封元件40,密封元件40的接触面大致平行于支撑板42延伸。如图2中所示,形成有成角外缘47和大致竖直内缘49(图3)的密封件尖端或齿46与密封元件40轻微地接合,但是该关系随着涡轮机操作状态而变化,如下所述。密封元件和密封板被显示成相对于转子的中心轴线成大约 $45^{\circ}$ ,但是该角可以相对于如图2中的参考线A所表示的水平线在至少大约 $10^{\circ}$ - $50^{\circ}$ 之间变化,所述参考线将被理解为大致平行于涡轮机转子的纵向中心轴线延伸。

[0021] 图3-5示出了在涡轮机的各种操作状态下的天使翼密封件尖端或齿46和密封元件40。图3显示了在冷状态下的密封件40和密封件齿46。径向间隙很大(例如140密耳或以上),并且尖端或齿46轴向地定位在密封件40的前端。

[0022] 图4显示了在慢速状态下或在全速、全负荷状态下的相同部件。在这里,密封件齿46已在轴向上和径向上移动使得密封件齿46穿透密封元件40的径向内面部分。例如,轴向运动可以在一个轴向上为0.400英寸或以上,并且在相反方向上在0.200至0.300英寸之间。在稳定状态下,轴向生长(如图3-5中所示的向右)可以在0.100至0.200英寸之间。在操作期间的最大径向向外生长可以为大约0.130英寸并且在稳定状态为大约0.100英寸。

[0023] 图5显示了当涡轮机停机时的相同部件,但是应当注意该间隙比图3中的小,原因是发动机还未完全冷却。

[0024] 因此,当转子/叶片膨胀时,即使仅仅在轴向上,密封件40相对于密封件尖端46的成角也缩窄径向间隙,因此减小泄漏并且增强性能。

[0025] 在当前准备的布置中,密封元件40可以是耐磨涂层密封件,但是其它密封配置/复

合物在本领域技术人员的理解能力范围内,例如具有适当厚度的蜂窝状密封件。例如,蜂窝状密封元件40(和因此阻碍密封件或支撑板42)在示例性实施例中可以具有从大约0.5英寸至大约2.0英寸的长度和从大约0.150英寸至大约0.500英寸的厚度。对于耐磨涂层,该厚度可以在0.040英寸至0.050英寸的范围内。

[0026] 尽管结合当前被认为是最可行和优选的实施例描述了本发明,但是应当理解本发明不限于所公开的实施例,而是相反地,旨在涵盖包括在所附权利要求的精神和范围内的各种修改和等效布置。

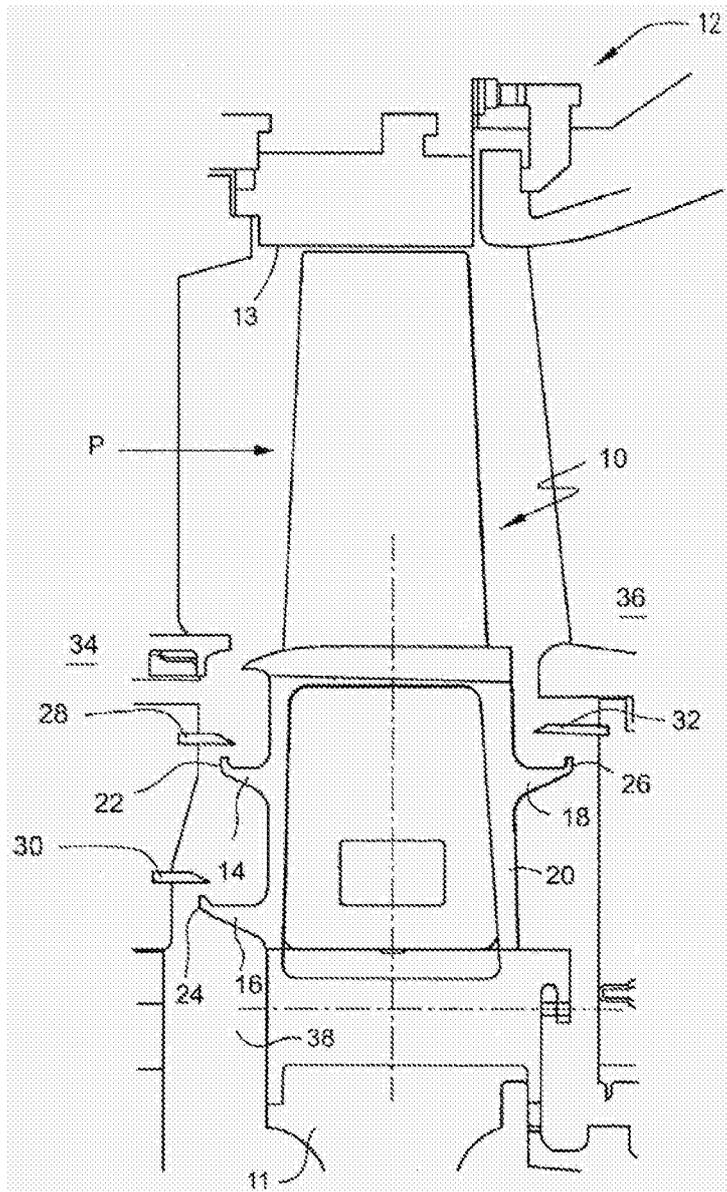


图1

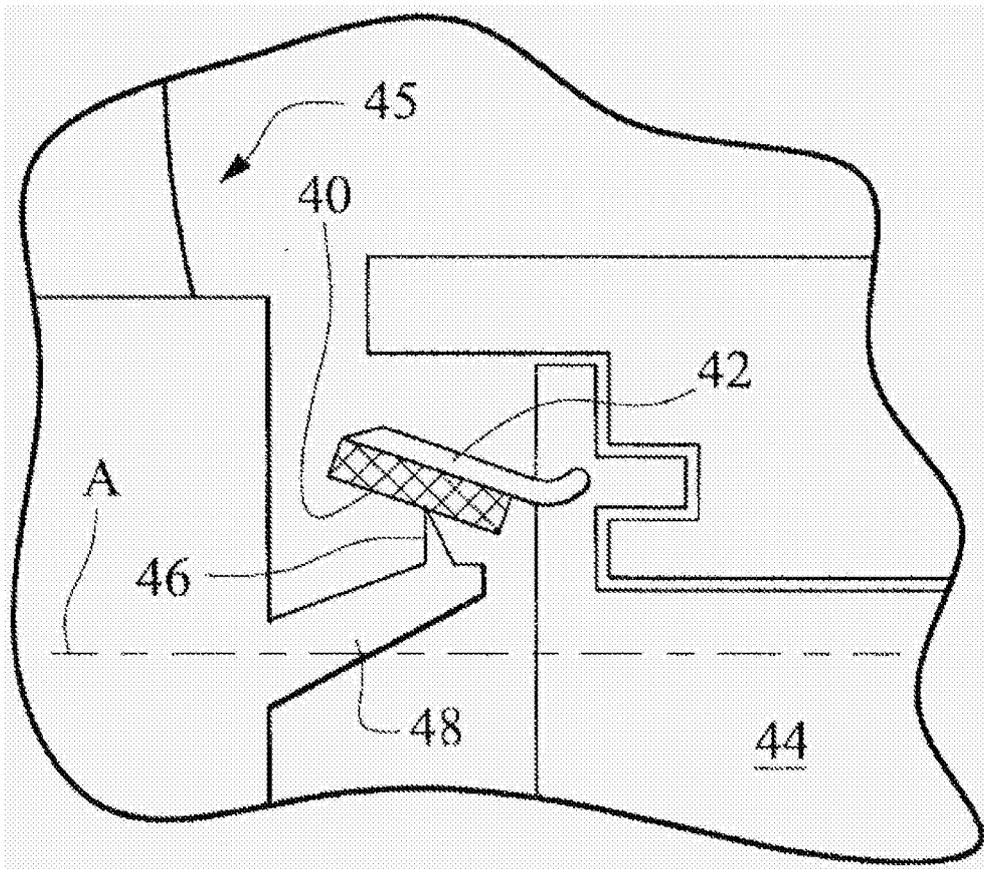


图2

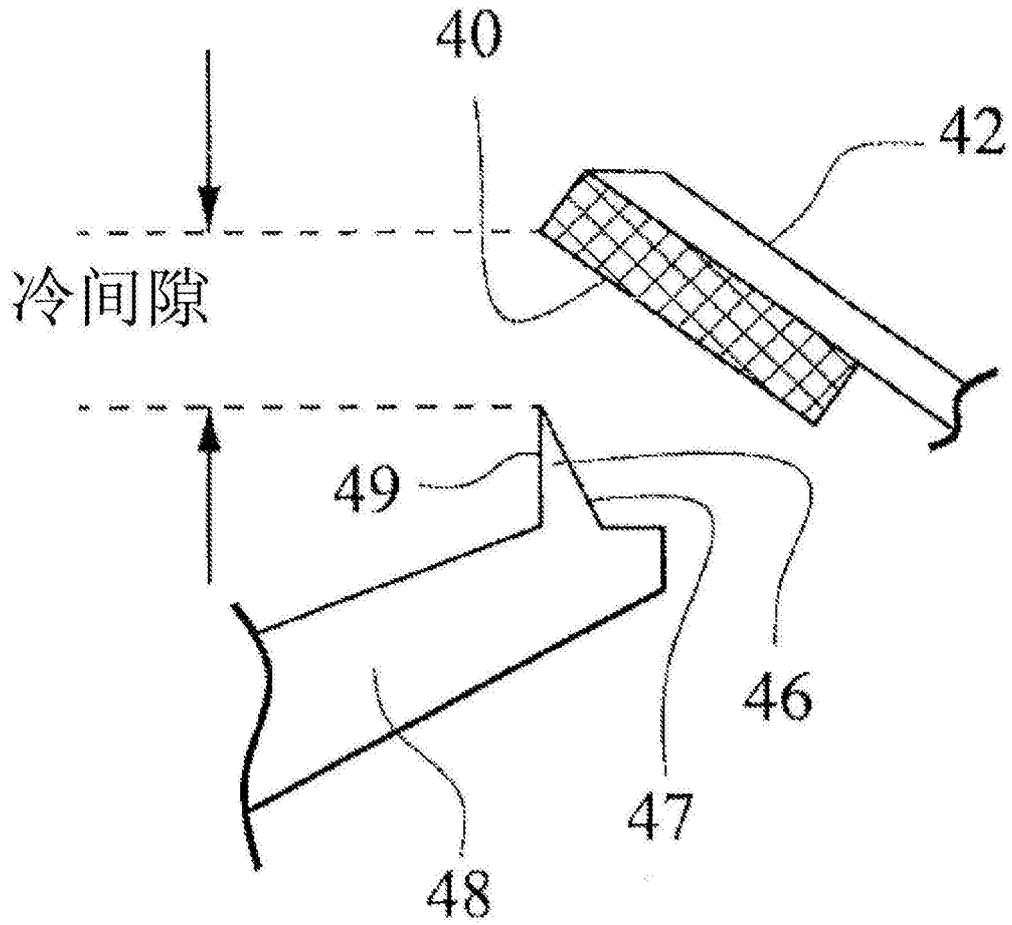


图3

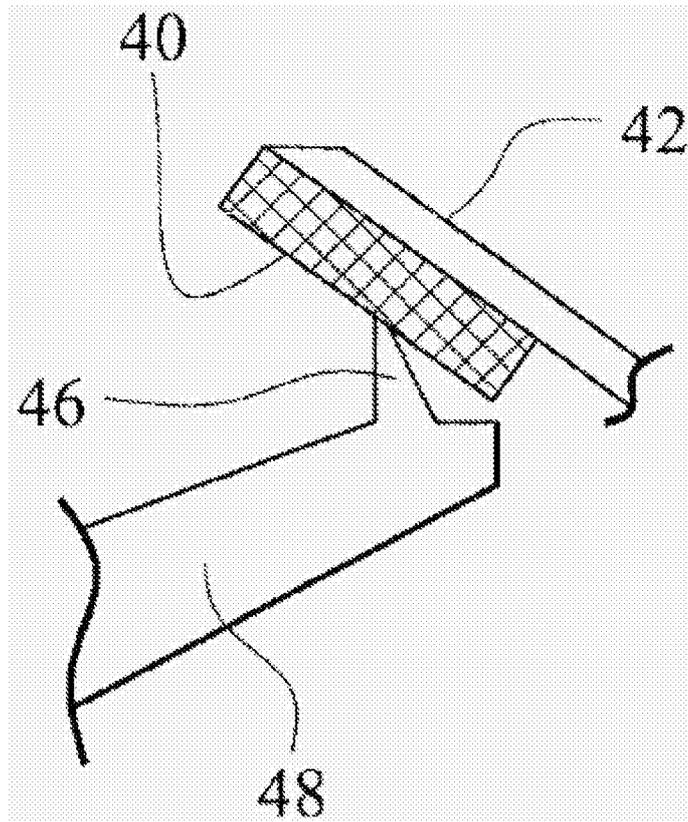


图4

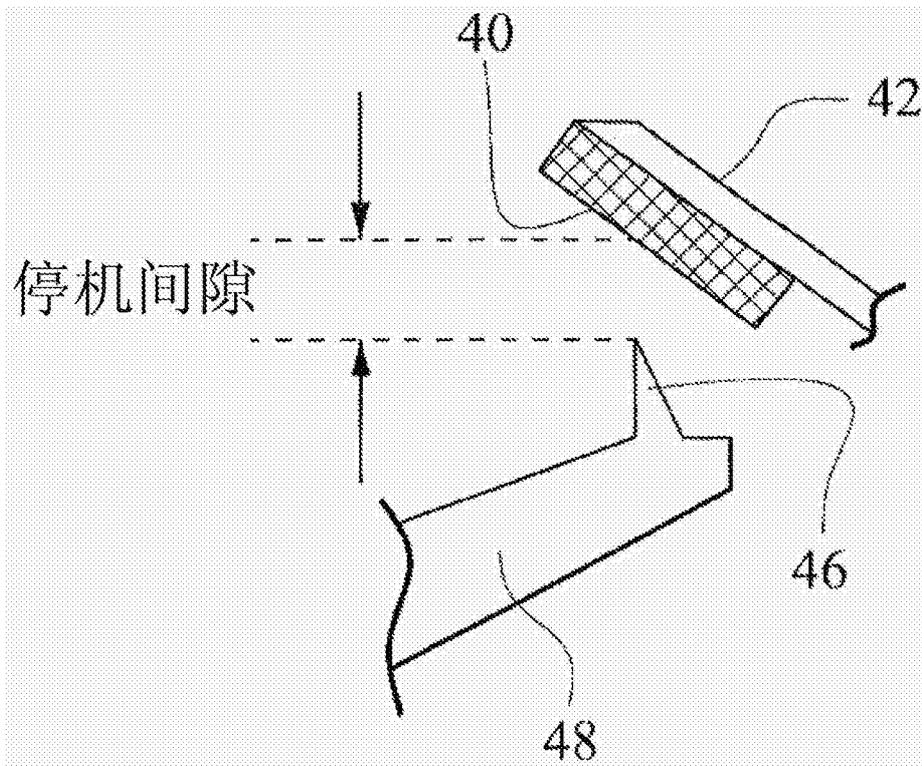


图5