



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104564185 B

(45)授权公告日 2018.07.17

(21)申请号 201410585400.3

(22)申请日 2014.10.28

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104564185 A

(43)申请公布日 2015.04.29

(30)优先权数据

14/064867 2013.10.28 US

(73)专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 A.E.史密斯 D.W.韦伯

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 严志军 周心志

(51)Int.Cl.

F01D 25/12(2006.01)

F01D 9/02(2006.01)

F01D 25/08(2006.01)

F01D 11/00(2006.01)

(56)对比文件

US 6340285 B1,2002.01.22,

US 6340285 B1,2002.01.22,

US 2006083620 A1,2006.04.20,

US 4721433 A,1988.01.26,

US 5088888 A,1992.02.18,

US 2012128879 A1,2012.05.24,

EP 2559857 A1,2013.02.20,

审查员 王海民

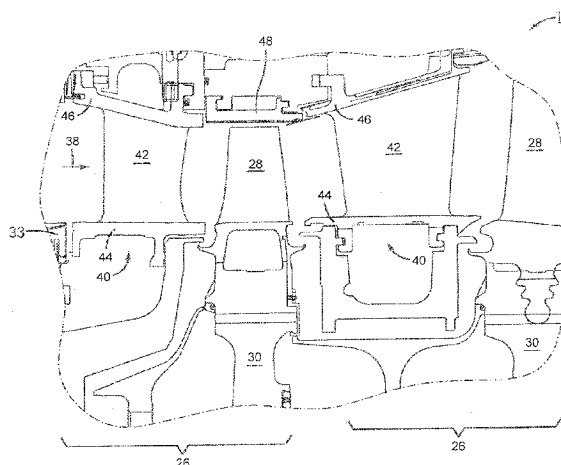
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

环形涡轮构件及其所用的部段以及燃气涡轮定子

(57)摘要

本发明涉及用于冷却和/或净化燃气涡轮部段间隙的微通道排气。一种燃气涡轮定子构件包括一种复合的分段的环,其由弓形部段的环形矩阵组成,各个部段具有端面,端面形成有相应的密封槽,从而在相邻弓形部段的相对的端面之间形成了径向间隙。密封件定位在每对相对的密封槽之间,从而密封了间隙,并且在各个所述弓形部段中提供了适合于供应有冷却空气的通道,该通道连接在通路上,通路在通道和相应的其中一个密封槽或径向间隙之间,在密封件的较低压力侧延伸。



1. 一种用于环形旋转机械定子构件的部段, 包括:

部段本体, 其具有端面, 所述端面形成有周向朝向的密封槽, 其适合于容纳密封件, 所述密封件在所述部段本体和相邻部段本体的相对应的密封槽之间延伸;

通道, 其设于所述部段本体中, 靠近所述密封槽, 供应有冷却空气, 其中所述通道的通道壁均位于暴露于热气体路径的部段本体的径向内表面的径向外外部, 并且所述通道的所述通道壁均位于所述密封槽的径向内部; 以及

通路, 其从所述通道延伸到所述密封槽中。

2. 根据权利要求1所述的部段, 其特征在于, 所述通道与冷却空气入口管道相连通, 冷却空气入口管道适合于从冷却空气源供应冷却空气。

3. 根据权利要求1所述的部段, 其特征在于, 所述通路在所述密封槽的径向内表面上是开放的。

4. 根据权利要求1所述的部段, 其特征在于, 所述通道包括微通道, 其具有在50微米至4mm之间的宽度和/或深度尺寸。

5. 根据权利要求4所述的部段, 其特征在于, 所述微通道具有选自圆形、半圆形、矩形或三角形的横截面形状。

6. 根据权利要求5所述的部段, 其特征在于, 所述通路在所述密封槽的径向内表面上是开放的。

7. 根据权利要求1所述的部段, 其特征在于, 所述部段本体具有弓形形状。

8. 根据权利要求4所述的部段, 其特征在于, 所述微通道的朝向热气体的侧被涂层封闭。

9. 根据权利要求8所述的部段, 其特征在于, 所述涂层包括隔热涂层。

10. 一种环形涡轮构件, 包括:

多个弓形部段, 其设置为用于形成完整的环形环, 各个弓形部段具有端面, 所述端面设有密封槽;

密封件, 其在相邻弓形部段的密封槽之间延伸, 从而密封了所述相邻弓形部段之间的径向定向的间隙;

通道, 其设于各个弓形部段中, 靠近至少其中一个所述密封槽, 并且适合于供应有冷却空气, 其中所述通道的通道壁均位于暴露于热气体路径的多个弓形部段本体的径向内表面的径向外外部, 并且所述通道的通道壁均位于所述密封槽的径向内部; 以及

通路, 其从所述通道延伸出来, 并通向至少一个密封槽中或通向所述密封件的径向内部的低压侧的相应的径向定向的间隙中。

11. 根据权利要求10所述的环形涡轮构件, 其特征在于, 所述多个弓形部段组合, 从而形成环形涡轮喷嘴护罩。

12. 根据权利要求10所述的环形涡轮构件, 其特征在于, 所述多个弓形部段组合, 从而形成环形涡轮动叶护罩。

13. 根据权利要求10所述的环形涡轮构件, 其特征在于, 所述通道包括微通道, 其具有在50微米至4mm之间的宽度和/或深度尺寸。

14. 根据权利要求13所述的环形涡轮构件, 其特征在于, 所述微通道具有选自圆形、半圆形、矩形或三角形的横截面形状。

15. 根据权利要求13所述的环形涡轮构件,其特征在于,所述微通道的径向内侧被涂层封闭。

16. 根据权利要求15所述的环形涡轮构件,其特征在于,所述通道的朝向热气体的侧被涂层封闭。

17. 根据权利要求10所述的环形涡轮构件,其特征在于,所述通路在所述端面的一端、在相比热气路径更靠近所述密封件的位置处是开放的。

18. 一种燃气涡轮定子,包括:

轴向相邻的第一环形护罩和第二环形护罩,其具有相对的端面,所述端面设有相应的密封槽;其中在所述相对的端面之间形成了周向的轴向延伸的间隙;

周向密封件,其坐落在所述相应的密封槽中,从而密封了所述轴向延伸的间隙,在使用过程中,所述周向密封件在所述周向密封件的径向外侧和径向内侧将相对较高压力区域和相对较低压力区域分开,所述径向内侧暴露于热气路径中;以及

通路,所述通路具有向至少一个密封槽或向所述周向密封件开放的出口;

一个或多个冷却通道,其设于各个所述第一环形护罩和第二环形护罩中,适合于供应有冷却空气并且将冷却空气供给所述通路,所述一个或多个冷却通道设置为用于经由所述通路将冷却空气引入到相应的其中一个密封槽或轴向延伸的间隙中,并位于所述密封件的所述径向内侧的相对较低压力区域中;

其中所述一个或多个冷却通道的通道壁均径向地提供在所述密封槽和各个所述第一环形护罩和第二环形护罩的径向内表面两者之间中。

19. 根据权利要求18所述的燃气涡轮定子,其特征在于,所述第一环形护罩包括喷嘴护罩。

20. 根据权利要求18所述的燃气涡轮定子,其特征在于,所述第二环形护罩包括动叶护罩。

环形涡轮构件及其所用的部段以及燃气涡轮定子

技术领域

[0001] 本发明总地涉及冷却涡轮发动机构件,更具体地说,涉及冷却定子护罩,或具有相似几何形状的其他定子构件,以及位于燃气涡轮的热气路径中的涡轮燃烧器下游的相关联的密封件。

背景技术

[0002] 通常,燃气涡轮燃烧压缩空气和燃料的混合物,以产生热的燃烧气体。燃烧气体可流过一个或多个涡轮区段,以产生功率,从而驱动,例如发电机和/或压缩机。在燃气涡轮区段中,燃烧气体通常流过一级或多级喷嘴和叶片(或动叶)。涡轮喷嘴可包括周向的固定静叶环,其将燃烧气体引导至旋转的叶片或动叶,叶片或动叶连接在涡轮转子上。当燃烧气体流过动叶时,燃烧气体驱动动叶,以使转子旋转,其继而驱动发电机或其它装置。利用位于包围喷嘴静叶和/或动叶的固定护罩的周向相邻的弓形部段之间的密封件;位于转子叶轮上的周向相邻的旋转动叶或动叶部段的平台之间的密封件;以及位于相同或连续的涡轮级的轴向相邻的喷嘴和动叶护罩之间的密封件,从而包含热的燃烧气体。

[0003] 密封件被设计为用于防止或最大限度地减小较高压力的压缩机排气或抽气流入到较低压力的热气路径中。然而,围绕密封件的泄漏是不可避免的,并且导致压缩机性能下降,其促成了涡轮效率方面的整体下降。

[0004] 同时,必须冷却热气路径构件,包括护罩部段和密封件,以承受极高的燃烧气体温度。常规的冷却机制通常涉及内部冷却特征和相关联的冷却技术的某些组合(例如冲击、弯管冷却、钉状散热片、近壁冷却(impingment, serpentine, pin-fin bank, near-wall cooling)),其中冷却空气最终通过膜冷却孔排出,其可实现对构件表面的额外冷却。然而,在某些情况中,不期望以这种方式排出所有或部分的内部冷却流。

[0005] 虽然已经采用了各种技术来冷却护罩和在相邻的护罩以及其它相似的定子构件部段之间的密封件,但是仍然需要为护罩和密封件提供增强的冷却,并且将加热的或废弃的冷却空气用于至少一个其它目的,例如净化部段间隙,即,稀释密封件下面(即,径向向内)的热的燃烧气体,因而冷却密封件,同时还防止或最大限度地减小压缩机抽气流漏泄到热气路径中。

发明内容

[0006] 在一个示例性的但非限制性的实施例中,提供了一种用于环形旋转机械定子构件的部段,其包括部段本体、通道和通路,部段本体具有端面,其形成有周向朝向的密封槽,其适合于容纳密封件,密封件在部段本体和相对应的相邻部段本体中的密封槽之间延伸;通道设于部段本体中,靠近密封槽,供应有冷却空气;并且通路从通道延伸到密封槽中。

[0007] 在另一示例性的方面,提供了一种环形涡轮构件,其包括:多个弓形部段、密封件、通道和通路,其中多个弓形部段设置为用于形成完整的环形,各个部段具有端面,其设有密封槽;密封件在相邻部段的密封槽之间延伸,从而密封了部段之间径向定向的间隙;通道设

于各个部段中,靠近至少其中一个所述密封槽,并适合于供应有冷却空气;并且通路从所述通道延伸,并通向位于密封件的径向向外的高压侧的所述至少一个密封槽。

[0008] 在又一方面,提供了一种燃气涡轮定子,其包括第一和第二轴向相邻的环形护罩,环形护罩具有相对的端面,其设有相应的密封槽;其中在相对的端面之间形成了周向的轴向延伸的间隙;周向密封件坐落在相应的密封槽中,从而密封了轴向延伸的间隙,在使用过程中,密封件在其径向外侧和径向内侧将相对较高压力区域和相对较低压力区域分开,所述径向内侧暴露于热气路径中;并且在第一和第二轴向相邻的环形护罩中均提供一个或多个冷却通道,其适合于供应有冷却空气,所述一个或多个冷却通道设置为用于将冷却空气引入到相应的其中一个密封槽或轴向延伸的间隙中,该间隙位于密封件的径向内侧上的相对较低压力区域中。

[0009] 方案1:一种用于环形旋转机械定子构件的部段,包括:

[0010] 部段本体,其具有端面,端面形成有周向朝向的密封槽,其适合于容纳密封件,密封件在部段本体和相邻部段本体的相对应的密封槽之间延伸;

[0011] 通道,其设于部段本体中,靠近密封槽,供应有冷却空气;以及

[0012] 通路,其从通道延伸到密封槽中。

[0013] 方案2:根据方案1的部段,其特征在于,通道与冷却空气入口管道相连通,冷却空气入口管道适合于从冷却空气源供应冷却空气。

[0014] 方案3:根据方案1的部段,其特征在于,通路在密封槽的径向内表面上是开放的。

[0015] 方案4:根据方案1的部段,其特征在于,通道包括微通道,其具有在大约50微米至大约4mm之间的宽度和/或深度尺寸。

[0016] 方案5:根据方案4的部段,其特征在于,微通道具有选自圆形、半圆形、方形、矩形、三角形或长斜方形的横截面形状。

[0017] 方案6:根据方案5的部段,其特征在于,通路在密封槽的径向内表面上是开放的。

[0018] 方案7:根据方案1的部段,其特征在于,部段本体具有弓形形状。

[0019] 方案8:根据方案4的部段,其特征在于,微通道的朝向热气体的侧被涂层封闭。

[0020] 方案9:根据方案8的部段,其特征在于,涂层包括隔热涂层。

[0021] 方案10:一种环形涡轮构件,包括:

[0022] 多个弓形部段,其设置为用于形成完整的环形环,各个部段具有端面,端面设有密封槽;密封件,其在相邻部段的密封槽之间延伸,从而密封了部段之间的径向定向的间隙;

[0023] 通道,其设于各个部段中,靠近至少其中一个密封槽,并且适合于供应有冷却空气;以及通路,其从通道延伸出来,并通向至少一个密封槽中或通向密封件的径向内方的低压侧的相应的径向定向的间隙中。

[0024] 方案11:根据方案6的环形涡轮构件,其特征在于,多个弓形部段组合,从而形成环形涡轮定子喷嘴护罩。

[0025] 方案12:根据方案6的环形涡轮构件,其特征在于,多个弓形部段组合,从而形成环形涡轮定子动叶护罩。

[0026] 方案13:根据方案10的部段,其特征在于,通道包括微通道,其具有在大约50微米至大约4mm之间的宽度和/或深度尺寸。

[0027] 方案14:根据方案13的部段,其特征在于,微通道具有选自圆形、半圆形、方形、矩

形、三角形或长斜方形的横截面形状。

[0028] 方案15:根据方案10的部段,其特征在于,微通道的径向内侧被涂层封闭。

[0029] 方案16:一种燃气涡轮定子,包括:

[0030] 第一和第二轴向相邻的环形护罩,其具有相对的端面,端面设有相应的密封槽;其中在相对的端面之间形成了周向的轴向延伸的间隙;

[0031] 周向密封件,其坐落在相应的密封槽中,从而密封了轴向延伸的间隙,在使用过程中,密封件在其径向外侧和径向内侧将相对较高压力区域和相对较低压力区域分开,径向外侧暴露于热气路径中;以及

[0032] 一个或多个冷却通道,其设于各个第一和第二轴向相邻的环形护罩中,适合于供应有冷却空气,一个或多个冷却通道设置为用于将冷却空气引入到相应的其中一个密封槽或轴向延伸的间隙中,其位于密封件的径向外侧的相对较低压力区域中。

[0033] 方案17:根据方案15的燃气涡轮定子构件,其特征在于,通路在端面的一端、在相比热气路径更靠近密封件的位置处是开放的。

[0034] 方案18:根据方案15的燃气涡轮定子,其特征在于,通道的朝向热气体的侧被涂层封闭。

[0035] 方案19:根据方案12的燃气涡轮构件,其特征在于,第一环形护罩包括定子喷嘴护罩。

[0036] 方案20:根据方案15的燃气涡轮构件,其特征在于,第二环形护罩包括定子动叶护罩。

[0037] 现在将结合以下标出的附图更详细地描述本发明。

附图说明

[0038] 图1是沿着发动机的旋转轴线看去的燃气涡轮发动机的局部截面图;

[0039] 图2是由图1的标号36所指示的圆圈区域的放大的详图;

[0040] 图3是根据一个示例性的但非限制性的实施例的燃气涡轮护罩部段的局部正视图;

[0041] 图4是根据第二示例性的但非限制性的实施例的燃气涡轮护罩部段的局部端视图;

[0042] 图5是根据另一个示例性的但非限制性的实施例的燃气涡轮护罩部段的局部正视图;且图6是根据图5的实施例的燃气涡轮护罩部段的局部端视图。

具体实施方式

[0043] 图1是沿着纵向轴线12,即,涡轮转子的旋转轴线看去的常规燃气涡轮发动机10的横截面侧视图。另外还参照图2放大的详图,应该懂得,空气通过压缩机16的进气区段14而进入燃气涡轮发动机10中。离开压缩机16的压缩空气被引导至燃烧器18(图中显示了一个),以便与燃料混合,其燃烧以产生热的燃烧气体。多个燃烧器18可环状地设置在涡轮燃烧器部件20中,并且各个燃烧器18可包括过渡件22,其将热的燃烧气体从燃烧器18引导至燃气涡轮区段24。换句话说,各个过渡件22限定了从其相应的燃烧器18至涡轮区段24的热气路径。

[0044] 所示的示例性的燃气涡轮区段24包括三个分开的级26。各个级26包括一组或一排动叶28,其联接在相应的转子叶轮30上,转子叶轮可旋转地连接在旋转轴线12所代表的涡轮转子或轴上。在各个叶轮30之间是一组喷嘴40,其包含周向成排的固定的静叶或叶片42。喷嘴静叶42支撑在分段的内外定子护罩或侧壁44,46之间,各个部段合并一个或多个静叶,而动叶28被固定的定子护罩部段48所包围。喷嘴和动叶护罩用于包含热的燃烧气体,并容许动力被有效地应用于动叶28。热的燃烧气体通过排气区段34而离开燃气涡轮区段24。

[0045] 用于本发明的申请涉及密封件,其跨越径向定向的间隙,在周向相邻的喷嘴静叶和/或动叶护罩部段之间;在周向相邻的动叶之间;以及在相同级或相邻级的轴向相邻的护罩(喷嘴和动叶)之间延伸。

[0046] 当然,应该懂得,虽然所示涡轮区段24是三级涡轮,但是在具有任意数量的级和轴的涡轮中,例如单级涡轮、包括低压涡轮区段和高压涡轮区段的两级涡轮、或者在具有三个或多个级的多级涡轮区段中都可采用这里所述的冷却和密封装置。此外,这里所述的冷却和密封装置可用于燃气涡轮、蒸汽涡轮、水力涡轮等等中。

[0047] 通常,来自压缩机16的排气(也被称为压缩机抽气流)(图1)可用作冷却流体,其可被引导穿过固定静叶42、内带和外带部段44和46、和/或护罩部段48,从而为这些构件提供所需的冷却。

[0048] 在这里所述的示例性的但非限制性的实施例中,来自压缩机16的排气还被用作冷却流体,以减轻或控制朝向动叶28的护罩部段48的热侧的热能累积。

[0049] 在某些实施例中,除了或为了替代压缩机排出空气,还可使用其它冷却流体,例如蒸汽、再循环的排气或燃料。

[0050] 图3和图4是根据第一示例性的但非限制性的实施例的定子护罩部段50(即,环形护罩48的一个弓形部段)的局部端视图。应该懂得,护罩部段50如图3中所示包括径向内表面52,其朝向或径向与涡轮叶轮上的一排动叶28相邻,如结合图2所述。周向对接表面54(或端面)位于与相邻的护罩部段56(阴影所示)相对的位置,其之间具有径向延伸的间隙58。形成于对接表面或端面54中的密封槽60与相邻对接表面64中的相似的槽62对准,这对槽适合于容纳密封件66,其抑制了较高压力的压缩机抽气流径向向内泄漏到沿着热气路径67流动的热的燃烧气体中(图4)。应该懂得在相对的对接表面上提供了相似的密封件/密封槽装置,使得密封件在相邻部段的相邻槽之间围绕整个环形护罩而延伸。

[0051] 在所示的实施例中,表面52(或朝向热气体的侧)可涂有已知的隔热涂层(TBC)68,以便为直接暴露于热燃烧气体的表面54提供某些保护。

[0052] 在示例性的实施例中,通道70形成于表面52中,以轴向方向(平行于热气路径)而延伸。通道70还可以在周向方向上延伸,并且还可以具有波形、Z字形或其它合适的形状。通道70可能具有任何所需的长度,通道70通过通路72而供应有冷却空气,例如压缩机抽取空气,通路72有角度地从护罩部段50的径向外表面74延伸,并在其一端通向通道70。因而,通路72可被认为是入口通路。在图3所示的一个示例性的实施例中,出口通路76形成于护罩部段中,其从通道70的相反端径向向外延伸,并进入密封槽60中。通过这种方式,穿过通道70的冷却空气吸收热量,并因而冷却表面52(和TBC68),并且加热的冷却空气被排出至密封槽60中,在这里其冷却密封件的下侧或低压侧,然后进入并净化位于密封件66的径向内侧的间隙58的部分,即,废弃的冷却空气与部段间隙中的热气体相混合并稀释它,否则热气体将

使密封件和部段端面过热。空气流入密封件66的径向内侧的间隙部分还抑制了较高压力的压缩机空气泄漏到热气路径中。应该懂得,不同的密封结构将控制加热的冷却空气在到达密封槽60时的确切流动。还应该懂得,在相邻的护罩部段56中提供了相似的冷却装置。

[0053] 在图5和图6所示的另一示例性的实施例中,护罩部段150包括径向内表面152和周向对接表面154,其朝向相邻的护罩部段(类似于护罩部段56),其之间具有径向延伸的间隙158。密封槽160类似于密封槽60,并且与相邻的密封槽(类似于槽62)协作。径向内表面152还可涂有TBC168。如同之前所述的实施例中一样,入口通路172从护罩部段的径向外表面174延伸出来,并通向通道170中。然而,在这个实施例中,来自通道170的出口通路176在端面或密封槽160的径向向内的表面154上是开放的,从而净化位于密封件的径向内侧的间隙158的部分。通过使来自通路176的出口离热气路径足够远的距离(沿径向向外方向),净化空气将更有效地稀释间隙中的热气体。如果来自通路176的出口太接近热气路径时,净化空气将立即被吸入到热气路径中,并且将需要额外的流来净化间隙。

[0054] 在这两个实施例中,通过这里公开的结构减少了以其他方式净化护罩部段之间的间隙所需要的空气,其中废弃的冷却空气被排出到密封件的径向内侧的间隙中。

[0055] 还应该懂得,TBC涂层68或168可应用于板或其它衬底上,以覆盖通道70,170的径向内侧面,或者涂层本身可封闭微通道的开放侧。

[0056] 关于通道70,170,各种尺寸关系和几何形状都是可能的。例如,根据某些实施例,通道70和170可以微通道形式来提供,其具有在大约50微米至4mm之间的任何合适组合的宽度和深度。虽然在横截面方面显示为方形或矩形,但是微通道可能是任何合适的形状,其可利用开槽、蚀刻或相似的形成技术来形成。例如,除了或为了替代所示的方形或矩形的横截面,微通道可具有圆形的、半圆形的、弯曲的、三角形的或长斜方形的横截面。另外,通道的宽度和深度还可在其整个长度上均匀地变化或不同地变化。因此,所公开的微通道可具有与这种横截面相一致的直的或弯曲的几何形状。

[0057] 应该懂得上面结合动叶护罩48所描述的冷却/密封装置还可适用于内外喷嘴护罩44,46的部段。另外,冷却/密封装置还可适用于轴向定位在喷嘴护罩和动叶护罩之间,例如定位在喷嘴护罩46和动叶护罩48之间的密封件。在轴向相邻的护罩的情况下,密封件66(配置为一种周向密封件)可被认为密封了喷嘴护罩50和轴向相邻的动叶护罩54之间的轴向间隙58,并认识到相反的边缘面54,64可能并非图3中所示。

[0058] 还应该懂得,虽然认为级1和级2将可能从所述装置获益,但是本发明可适用于任何涡轮级。

[0059] 虽然这里描述了各种实施例,但是从说明书中应该明白,可由本领域中的技术人员在本发明的范围内做出各种元件的组合、变化或改进。

[0060] 部件列表:

[0061] 燃气涡轮发动机 10

[0062] 纵向轴线 12

[0063] 进气区段 14

[0064] 压缩机 16

[0065] 燃烧器 18

[0066] 涡轮燃烧器部件 20

- [0067] 过渡件 22
- [0068] 涡轮区段 24
- [0069] 级 26
- [0070] 动叶 28
- [0071] 转子叶轮 30
- [0072] 排气区段 34
- [0073] 喷嘴 40
- [0074] 静叶或叶片 42
- [0075] 侧壁或带状部段 44,46
- [0076] 定子护罩部段 48
- [0077] 护罩部段 50,150
- [0078] 径向内表面 52,152
- [0079] 对接表面(或端面) 54,64,154
- [0080] 相邻的护罩部段 56
- [0081] 径向延伸的间隙 58,158
- [0082] 密封槽 60,62,160
- [0083] 密封件 66
- [0084] 热气路径 67
- [0085] 隔热涂层(TBC) 68,168
- [0086] 通道 70,170
- [0087] 入口通路 72,172
- [0088] 径向外表面 74,174
- [0089] 出口通路 76,176

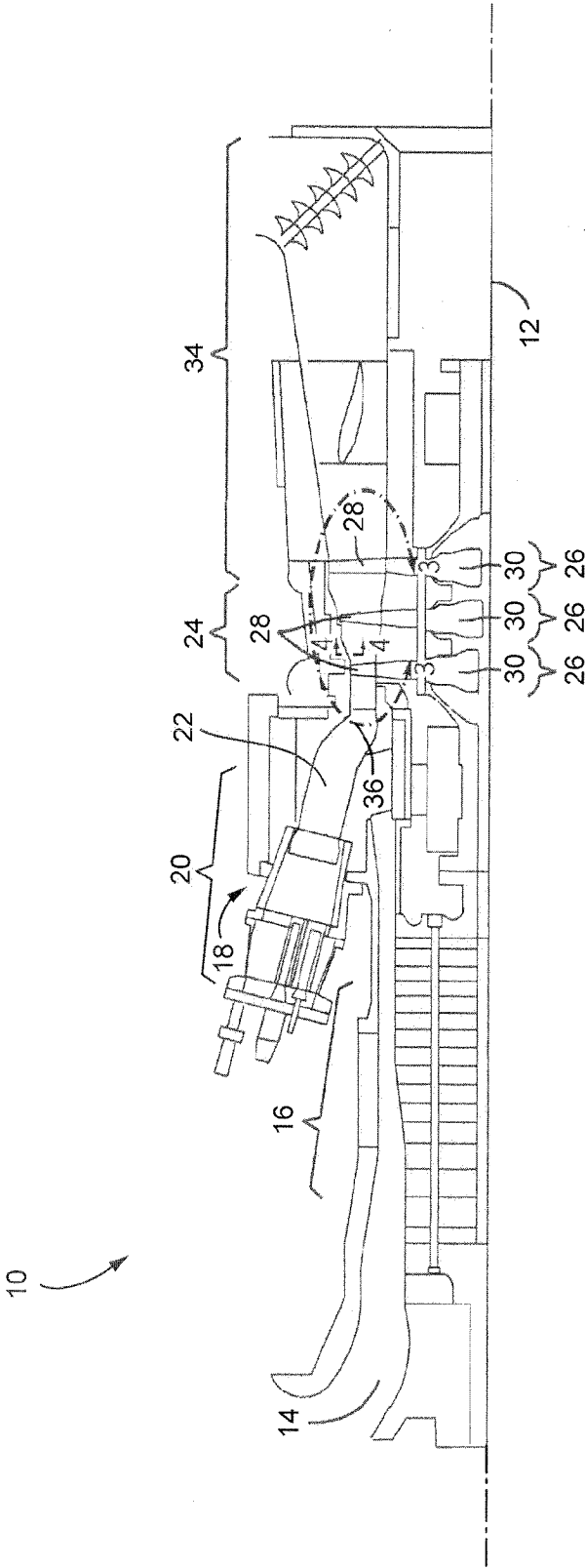


图 1

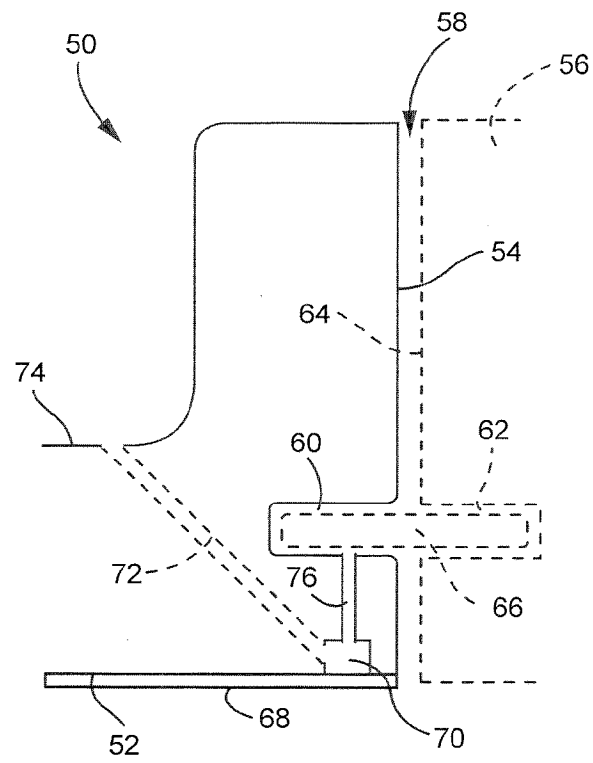


图 3

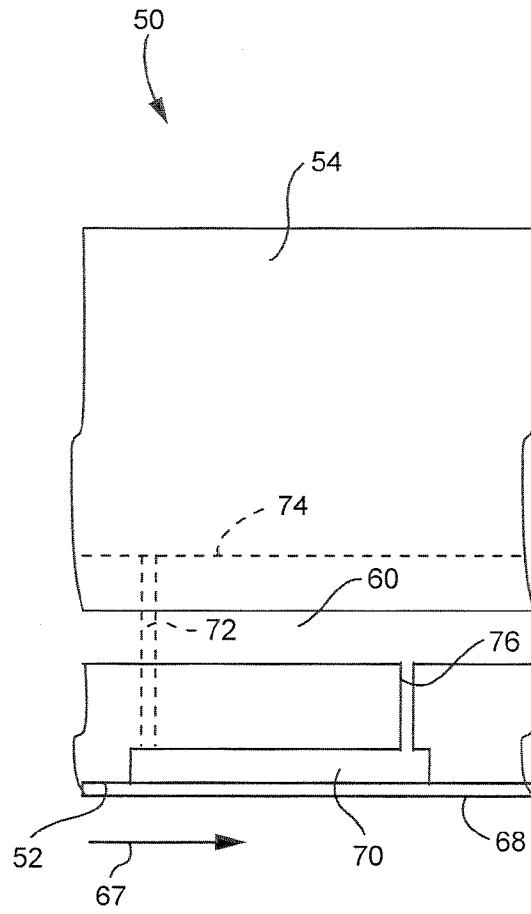


图 4

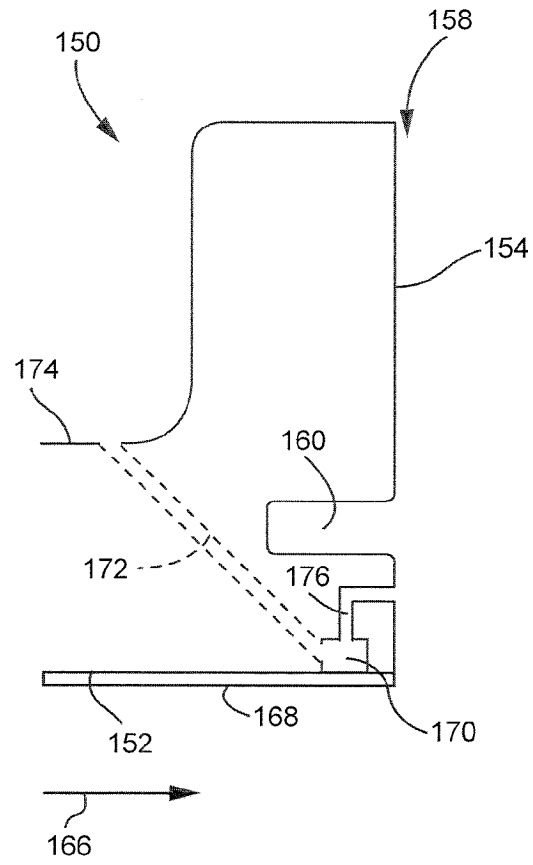


图 5

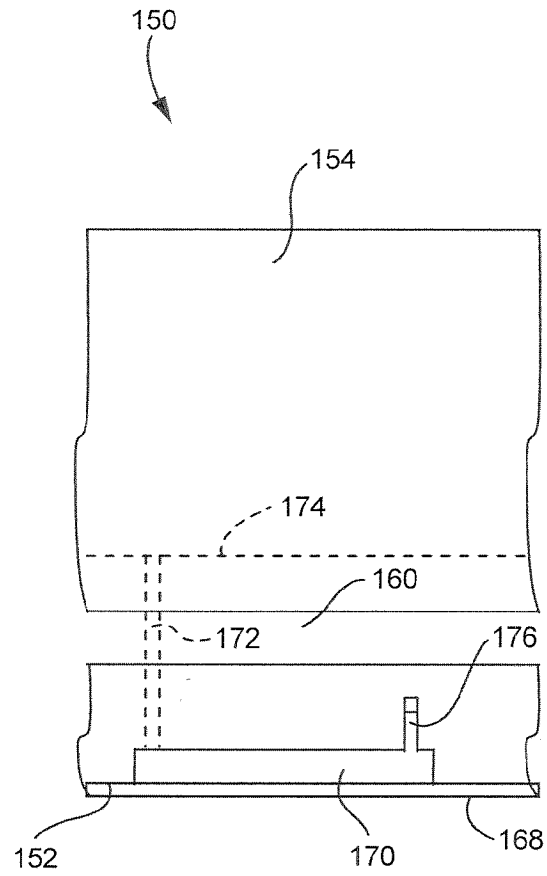


图 6