



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103732862 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 23

(21) 申请号 201280040114. 8

F01D 5/00(2006. 01)

(22) 申请日 2012. 08. 06

B23P 15/02(2006. 01)

(30) 优先权数据

B23P 6/00(2006. 01)

61/524376 2011. 08. 17 US

F01D 5/06(2006. 01)

13/334746 2011. 12. 22 US

F16J 15/00(2006. 01)

审查员 温邻君

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 02. 17

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/049686 2012. 08. 06

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/025384 EN 2013. 02. 21

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 D. D. 内 M. A. 皮尔森 D. J. 琼斯

(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 严志军

(51) Int. Cl.

F01D 11/00(2006. 01)

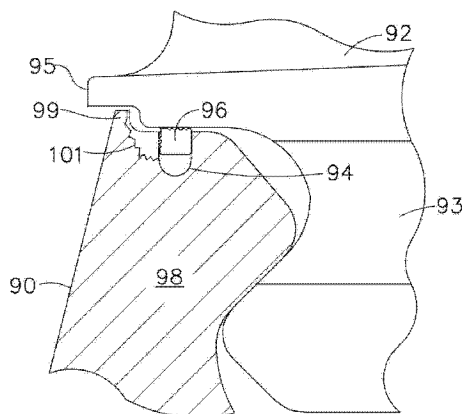
权利要求书2页 说明书5页 附图8页

(54) 发明名称

转子密封线凹槽修复

(57) 摘要

本发明公开一种修复密封线凹槽的方法,该凹槽形成了具有外表面和内表面的环形结构并且在新时限定初始轮廓,该方法包括以下步骤:去除凹槽的初始轮廓的小于环形部分以去除内表面和外表面中的至少一个的受损部分由此形成空腔;向该空腔增加新的材料;以及成形新的材料以形成凹槽的新的轮廓。



1. 一种修复密封线凹槽的方法,所述凹槽形成了具有外表面和内表面的环形结构并且在新时限定初始轮廓,所述方法包括以下步骤:

去除所述凹槽的所述初始轮廓的小于环形部分以去除所述内表面和所述外表面中至少一个的受损部分由此形成空腔;

向所述空腔增加新的材料;以及

成形所述新的材料以形成所述凹槽的新的轮廓,以容纳新的密封线。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述新的轮廓与所述初始轮廓基本类似。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,增加所述新的材料超过所述空腔的体积。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,在围绕所述凹槽的不同环形位置处多次重复所述步骤。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,通过金属热喷涂工艺来执行增加新的材料的所述步骤。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,通过超高速氧燃料工艺来执行增加新的材料的所述步骤。

7. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,通过加工来执行所述去除步骤。

8. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,通过加工来执行所述成形步骤。

9. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述凹槽形成在燃气涡轮发动机压缩机盘中。

10. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述凹槽的所述内表面和所述外表面由金属材料形成。

11. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述新的材料是金属材料。

12. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述新的材料是 Inco718。

13. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,使用成型的加工工具来执行所述成形步骤。

14. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述去除步骤在所述小于环形部分中产生至少两个端部。

15. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述去除步骤去除所述凹槽的三个小于环形部分。

16. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述凹槽被构造成容纳大体矩形横截面的密封线。

17. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,还包括在所述成形步骤之后安装至少一根密封线的步骤。

18. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述空腔限定了局部修复区域。

19. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述成形步骤在单个工序中执行。

20. 一种修复燃气涡轮发动机压缩机盘中的密封线凹槽的方法,所述凹槽形成具有外表面和内表面的环形结构并且当新时限定初始轮廓,所述凹槽被构造成容纳大体矩形横截面的密封线,所述方法包括以下步骤:

通过机械加工来去除所述凹槽的所述初始轮廓的小于环形部分,以去除所述内表面和所述外表面中的至少一个的受损部分,由此形成限定了局部修复区域的空腔;

通过超高速氧燃料工艺向所述空腔增加新的材料；以及
通过机械加工成形所述新的材料以形成所述凹槽的新的轮廓，以容纳新的密封线；
其中所述新的轮廓与所述初始轮廓基本类似。

转子密封线凹槽修复

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求 2011 年 8 月 17 日提交的美国临时申请序列号 61/524376 的优先权，该专利申请的公开内容通过引用整体结合到本说明书中。

背景技术

[0003] 本说明书中所描述的技术总体涉及对结合密封线使用的凹槽的恢复，特别涉及恢复这种凹槽的轮廓的方法，并且更具体地涉及用于这种恢复的热喷涂技术。

[0004] 多种燃气涡轮发动机组件包括位于移动部件与非移动部件(例如旋转盘与固定结构)的相邻表面之间、或者在它们的配合表面之间具有间隙的部件之间的密封。用于这种密封的一种常见构造利用由一个或多个段形成的密封线，所述密封线被插入到一个部件中的凹槽中并且抵靠相对部件被偏压成密封接合。

[0005] 在操作期间，密封线与配合表面之间的恒定接触造成密封线的磨损以及 / 或者密封线在其凹槽内移动。由于密封线典型地由一个或多个段制成，其中抵靠端部围绕其圆周定位在一个或多个位置处，密封线在凹槽内的移动可能造成由于密封线端部的移动而导致的凹槽的侵蚀以及 / 或者其它磨损。随着时间过去，凹槽的该侵蚀或磨损使凹槽变大并且降低密封线装置的有效性。

[0006] 在修复和检修操作期间，期望将密封线和凹槽组件恢复到初始或其它合适的尺寸以及公差。然而，由于当前修复方法的限制，经常需要报废转子组件并使用具有合适的凹槽尺寸的新的转子组件来更换转子组件。仍然存在对将以耐久和经济的方式来恢复凹槽几何形状的修复方法的需要。

发明内容

[0007] 在一个方面中，提供一种修复密封线凹槽的方法，该凹槽形成了具有外表面和内表面的环形结构并且在其为新的时限定初始轮廓，该方法包括以下步骤：去除凹槽的初始轮廓的小于环形部分(less-than-annular portion)以去除内表面和外表面中的至少一个的受损部分，由此形成空腔；向空腔增加新的材料；以及成形新的材料以形成凹槽的新的轮廓。

附图说明

[0008] 图 1 是示例性燃气涡轮发动机组件的横截面图；以及

[0009] 图 2 是示例性压缩机线轴(spool)的横截面正视图，其中示出了用于其余图示的代表性位置；

[0010] 图 3 是安装于压缩机线轴上的压缩机轮叶的放大局部正视剖视图；

[0011] 图 4 是示出和限定了相关尺寸的更放大的局部正视剖视图；

[0012] 图 5 是压缩机线轴的完全旋转的横截面图，该压缩机线轴包括所安装的密封线部段；

[0013] 图 6 是与图 4 类似的视图,其中示出了由于服务过程中的密封线的移动而造成的侵蚀磨损;

[0014] 图 7 是与图 6 类似的视图,其中示出了在受损部分的材料去除之后的压缩机线轴的一部分;

[0015] 图 8 是穿过材料去除的中间位置截取的图 7 的压缩机线轴的一部分的透视图以显示出去除的端部;

[0016] 图 9 是已增加了新的修复材料之后的与图 7 类似的视图;以及

[0017] 图 10 是在图 9 的新的修复材料已被加工成正确轮廓之后的与图 9 类似的视图。

具体实施方式

[0018] 图 1 是示例性燃气涡轮发动机组件 10 的横截面示意图,该示例性燃气涡轮发动机组件 10 具有纵向轴线 11。燃气涡轮发动机组件 10 包括风扇组件 12 和核心燃气涡轮发动机 13。核心燃气涡轮发动机 13 包括高压压缩机 14、燃烧器 16、和高压涡轮 18。在示例性实施例中,燃气涡轮发动机组件 10 还包括低压涡轮 20、以及多级增压器压缩机 32、和基本围绕增压器 32 的分路器(splitter) 34。

[0019] 风扇组件 12 包括从转子盘 26 径向向外延伸的风扇轮叶 24 的阵列,该转子盘 26 的前部由流线型旋转器 25 封闭。燃气涡轮发动机组件 10 具有进气侧 28 和排气侧 30。风扇组件 12、增压器 22、和涡轮 20 通过第一转子轴 11 联接在一起,并且压缩机 14 和涡轮 18 通过第二转子轴 22 联接在一起。

[0020] 在操作中,空气流过风扇组件 12 并且气流的第一部分 50 被引导穿过增压器 32。从增压器 32 排出的压缩空气被引导穿过压缩机 14,在压缩机 14 中,气流被进一步压缩并且输送至燃烧器 16。来自燃烧器 16 的热燃烧产物(图 1 中未示出)用于驱动涡轮 18 和 20,并且涡轮 20 用于通过轴 21 来驱动风扇组件 12 和增压器 32。燃气涡轮发动机组件 10 能够在设计操作条件与非设计操作条件之间的一定范围的操作条件下操作。

[0021] 从风扇组件 12 排出的气流的第二部分 52 被引导穿过旁路管道 40,以使来自风扇组件 12 的一部分气流围绕核心燃气涡轮发动机 13。更具体地,旁路管道 40 在风扇壳体或护罩 36 与分路器 34 之间延伸。因此,例如,如上所述,来自风扇组件 12 的气流的第一部分 50 被引导穿过增压器 32 并且随后进入压缩机 14 中,并且来自风扇组件 12 的气流的第二部分 52 被引导穿过旁路管道 40 以提供用于飞机的推力。分路器 34 将进入气流分别分为第一部分 50 和第二部分 52。燃气涡轮发动机组件 10 还包括风扇框架组件 60 以为风扇组件 12 提供结构支承并且还用于将风扇组件 12 联接到核心燃气涡轮发动机 13。

[0022] 风扇框架组件 60 包括在径向外部安装凸缘与径向内部安装凸缘之间基本径向延伸并且在旁路管道 40 内周向间隔开的多个出口引导叶片 70。风扇框架组件 60 还可以包括联接在径向外部安装凸缘与径向内部安装凸缘之间的多个支柱。在一个实施例中,风扇框架组件 60 以弓状段制造,其中凸缘联接到出口引导叶片 70 以及支柱。在一个实施例中,出口引导叶片和支柱在旁路管道 40 内共轴地联接。可选地,出口引导叶片 70 可以在旁路管道 40 内联接在支柱下游。

[0023] 风扇框架组件 60 属于用于有利于保持各种部件在燃气涡轮发动机组件 10 内的取向的燃气涡轮发动机组件 10 的各种框架和支承组件中的一种。更具体地,这种框架和支承

组件将固定部件互连并且提供转子轴承支承。风扇框架组件 60 在旁路管道 40 内联接在风扇组件 12 下游,使得出口引导叶片 70 和支柱围绕风扇组件 12 的出口周向间隔开并且延伸跨过从风扇组件 12 排出的气流路径。

[0024] 图 2 是示例性压缩机线轴 90 的横截面正视图,该示例性压缩机线轴 90 形成图 1 的压缩机 14 的部件,其中示出了用于随后的更详细的图示的通过圆圈和附图标记 3 标识的代表性的位置。

[0025] 图 3 是安装于压缩机线轴 90 上的压缩机轮叶 91 的放大局部正视图。如图 3 中所示,压缩机轮叶 91 包括若干元件,例如翼型件 92、燕尾榫 93、和位于翼型件 92 与燕尾榫 93 之间的平台 95。燕尾榫 93 的大小和形状能够配合到压缩机线轴 90 的燕尾槽 97 中,以将轮叶 91 固定于线轴 90。线轴 90 和燕尾槽 97 是环形结构并且多个轮叶 91 围绕其圆周固定于线轴 90,但是为了清楚起见仅示出了单个轮叶 91。图 3 中还示出了密封线凹槽 94,该密封线凹槽 94 用于容纳密封线 96 以形成平台 95 与线轴 90 之间的密封从而在操作中提高压缩机 14 的效率并且由此改进燃气涡轮发动机组件 10 的燃料消耗。

[0026] 图 4 是图 3 的元件的更放大的局部正视图。如图 4 中所示,密封线凹槽 94 通过形成了肩部 99 的尺寸 A 以及在凹槽 94 的外侧上形成水平表面的尺寸 B 而从压缩机线轴 90 的盘形部 98 的边缘向内间隔开。这些形状和尺寸被大小确定为、成形为和构造为用于期望的特定燃气涡轮发动机组件 10,因此本说明书中的图示在几何形状方面旨在说明并且不构成限制。平台 94 典型地具有与盘形部 98 的径向外表面互补的形状。如图 4 中所示,密封线 96 定位在密封线凹槽 94 中并且典型地被径向向外偏压到相对于平台 94 的下侧上。盘形部 98 可以由金属材料形成,在该种情况下,凹槽 94 的内表面和外表面由金属材料形成。密封线 96 还可以由金属材料形成并且横截面可以成大体矩形。

[0027] 图 5 是压缩机线轴 90 的完全旋转的横截面图,该压缩机线轴 90 包括安装于凹槽 94 中的密封线 96 的部段。密封线 96 将典型地包括多个(多于一个)材料件并且因此具有至少两个端部 100。在图 5 中所示的示例性实施例中,密封线 96 被形成为具有六(6)个被标记为 100 的端部的三(3)个部段。端部 100 中的每一个端部 100 都是密封线凹槽 94 的磨损的潜在来源。

[0028] 在服务过程中,密封线 96 经历的振动、压力、和热效应通常由于其沿各个方向的移动而对端部 100 附近的凹槽 94 的表面造成“侵蚀”磨损。该磨损造成从凹槽 94 的表面去除材料(例如图 5 中所示的磨损区域 101),使得凹槽 94 的横截面变大并且偏离处于新的条件下时凹槽 94 的初始轮廓。磨损可能出现在外表面(接近肩部 99)、相对的内表面、或者外表面和相对的内表面二者。这造成密封线 96 的密封能力降低并且还由于密封线的端部 100 随着磨损程度增加而具有更多的移动自由从而加速磨损。

[0029] 图 6 是与图 4 类似的视图,其中示出了由于密封线 96 的端部 100 在服务过程中的移动而造成的侵蚀磨损 101。与图 4 中所示的表面和元件的条件相反,如图 6 中所示,凹槽 94 的一部分被磨掉并且变大,使得凹槽 94 的表面不再与当处于像新的一样的制造条件下时的凹槽 94 的初始轮廓相一致。该图示中的密封线 96 的表面还被示为不规则和磨损的。典型地,对密封线 96 的条件关注比对凹槽 94 的条件关注少,原因是密封线 96 在修复期间通过新的密封线更换同时为了经济原因而期望修复和恢复凹槽 94 的轮廓并且保持线轴 90 的盘形部 98 以用于继续服务。

[0030] 图 7 是与图 6 类似的视图,其中示出了磨损区域 101 中的受损部分的材料去除之后压缩机线轴 90 的一部分。表面凹槽 94 的磨损、不规则、污染、或以其它方式变坏的部分的材料去除是修复凹槽 94 的方法中的第一步骤。该去除造成具有新的轮廓 102 的空腔,该新的轮廓 102 与初始轮廓 103 (图 7 中的虚线所示)不同,并且具有相对坚固、平滑、和均匀特性的表面。虽然在图示的示例性实施例中,该修复方法在凹槽 94 的外表面(接近肩部 99)上完成,但是该修复方法能够等同地应用于相对的内表面、或者应用于外表面和内表面两个表面。可以通过机械方法来完成材料去除以产生新的轮廓 102,例如通过旋转工具(例如锯片或磨盘)或者其它的方法(例如化学或电加工工艺)来加工,并且可以在一个工序或者多个步骤或阶段中完成。可以使用具有适当轮廓的工具,或者可以使用具有普通轮廓的工具,该具有普通轮廓的工具以能够产生合适轮廓的方式被控制。

[0031] 图 8 是穿过材料去除部段(新的轮廓 102)的中间位置截取的图 7 的压缩机线轴 90 的盘形部的一部分的透视图,以示出去除的端部 104。由于材料去除发生于环形盘 98 的小于环形部分或者段上方,因此每次材料去除通过限定形成了具有至少两个端部 104 的空腔并且限定局部修复区域。据信由盘 98 的初始材料的剩余部分所限定的这些端部 104 提供了对将被增加以恢复凹槽 94 的初始轮廓 103 的新的材料的稳定性和支承。端部 104 的角度和半径特性的导程(lead)(例如离开半径)可以由用于材料去除的工具和技术、以及将被增加的新的材料的粘着和最小厚度需要来确定。通过横截面过薄或者粘着特性相对较小的新的材料进行的修复倾向于在发动机操作期间层裂(spall)。

[0032] 图 9 是在新的修复材料 104 已被增加以重建等于或大于凹槽 94 的初始轮廓 103 的材料之后的与图 7 类似的视图。换句话说,所增加的新的材料超过空腔的体积。根据将被增加的材料量和类型并且根据被构建的盘 98 的大小、形状、和材料,增加新的材料能够通过任何合适的方法或装置完成。

[0033] 金属热喷涂是合适的材料增加工艺中的一种。在示例性实施例中,材料增加可以是使用超高速氧燃料(HVOF)工艺喷涂的 Inco718 材料。能够使用该方法涂覆各种金属,而不仅仅是 Inco718。还可以利用例如等离子喷涂的其它的金属喷涂工艺。代表性的工艺包括在待修复的部件的目标区域处通过喷嘴来喷涂熔融金属并且在密封线凹槽 94 中构建材料以实现例如图 9 中所示的条件。HVOF 工艺已被发现与一些其它的潜在工艺相比展示出少量的空穴(voiding)并且更易于加工成期望的已完成轮廓。还发现产生最小量的母材损坏(即,对处于或在去除轮廓 102 之下的盘材料),原因是保持修复区域母材温度低于溶解或熔化。通过例如典型焊接工艺的某些其它的工艺,能够将区域加热到能改变金属晶粒结构或者造成微观开裂的点。

[0034] 图 10 是在图 9 的新的修复材料 104 已成形(例如通过加工)成合适的已完成轮廓 105 之后与图 9 类似的视图。新的已完成轮廓 105 将典型地与图 7 和 8 中所示的初始制造轮廓 103 相同或基本类似。然而,在某些情况下,如果将使用具有不同几何形状的更换密封线 96,则新的轮廓 105 能够特别不同。在这种场景下,可以加工或可以不加工密封线凹槽 94 的圆周的其余部分以配合新的轮廓 105。

[0035] 材料去除或者成形新增加的修复材料以产生已完成轮廓 105 可以通过机械方法来实现,例如通过旋转工具(例如锯片或磨盘)或者其它的方法(例如化学或电加工工艺)来加工,并且可以在一个工序或多个步骤或程序中完成。可以使用具有适当轮廓的工具,或者

可以使用具有普通轮廓的工具,该普通轮廓的工具以能够产生合适轮廓的方式被控制。

[0036] 上文所描述的步骤可以在围绕凹槽的不同的环形位置处重复多次,并且同时或按顺序执行。

[0037] 尽管大部分讨论已聚焦于航空燃气涡轮发动机作为这种修复的背景,但是能够预见这种方法可以适于其中线型密封件与互补凹槽一起使用并且需要恢复的其它环境中,例如蒸汽涡轮机或者其它的涡轮机。

[0038] 尽管已根据各个特定实施例描述了本发明,但是本领域技术人员将认识到,能够通过属于权利要求的精神和范围内的修改来实施本发明。

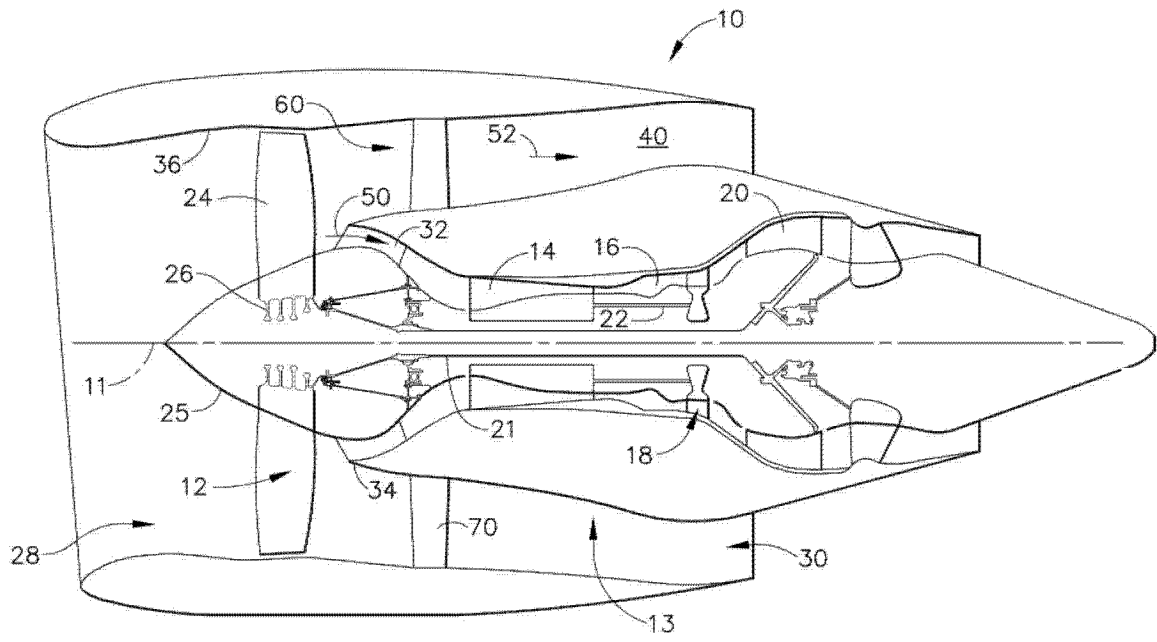


图 1

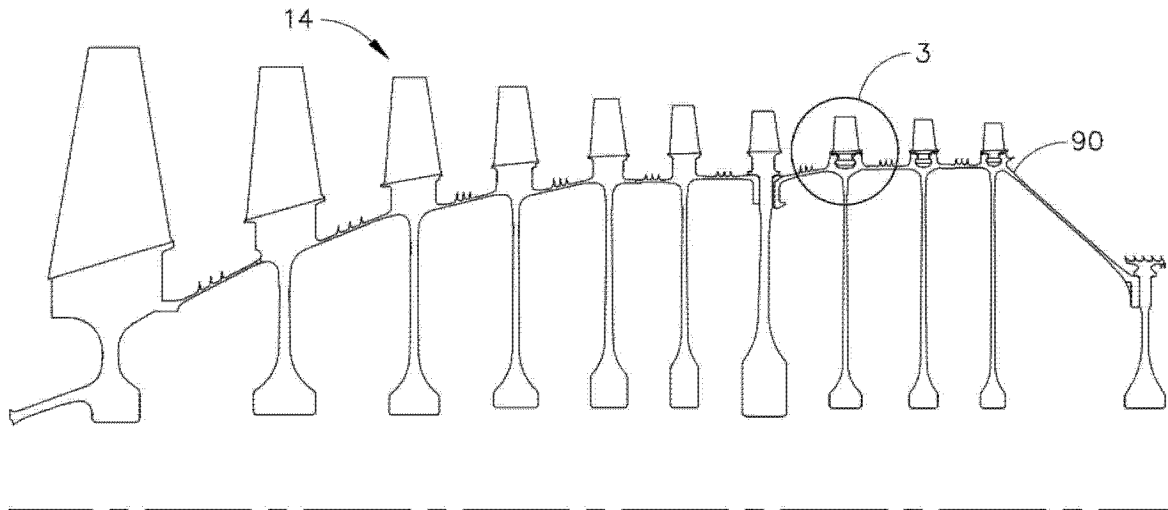


图 2

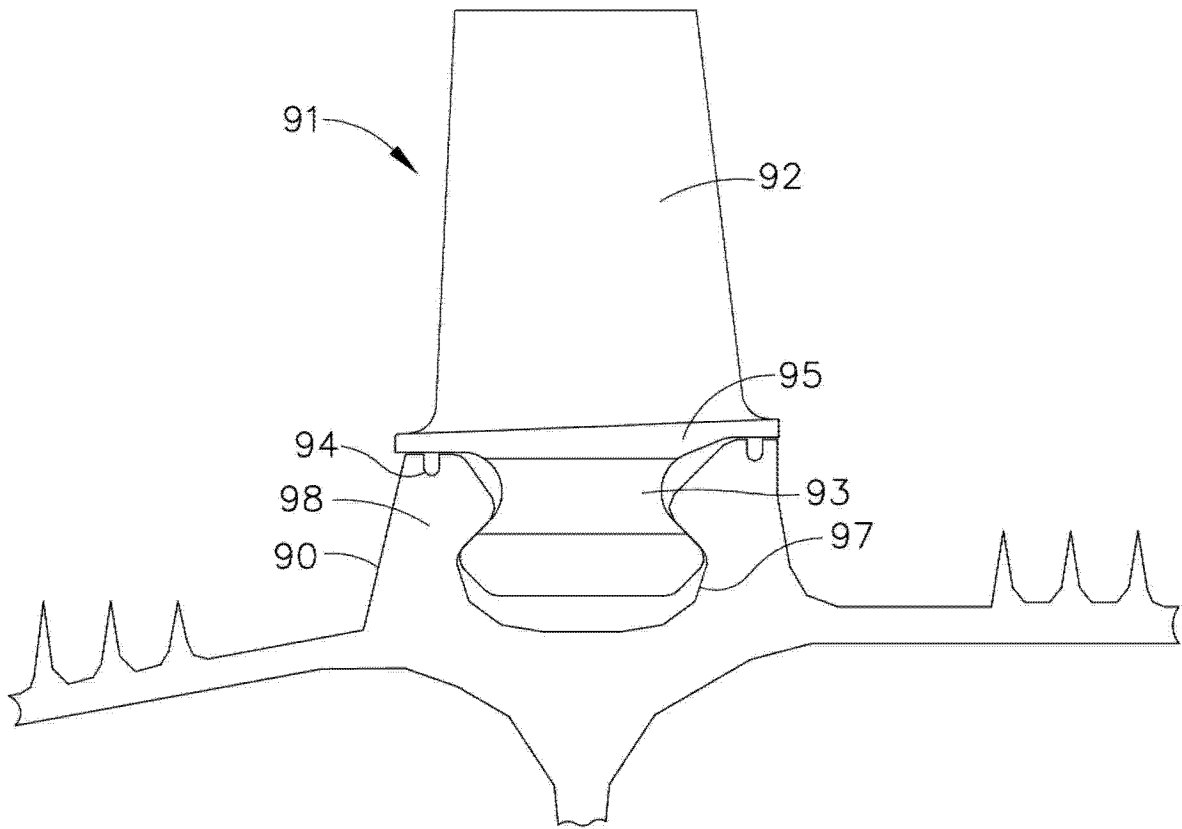


图 3

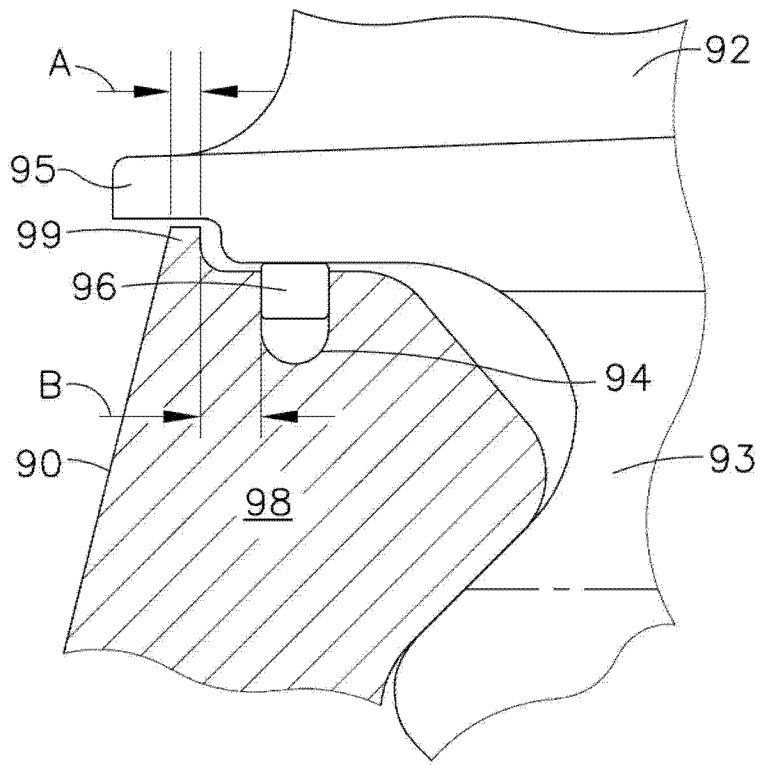


图 4

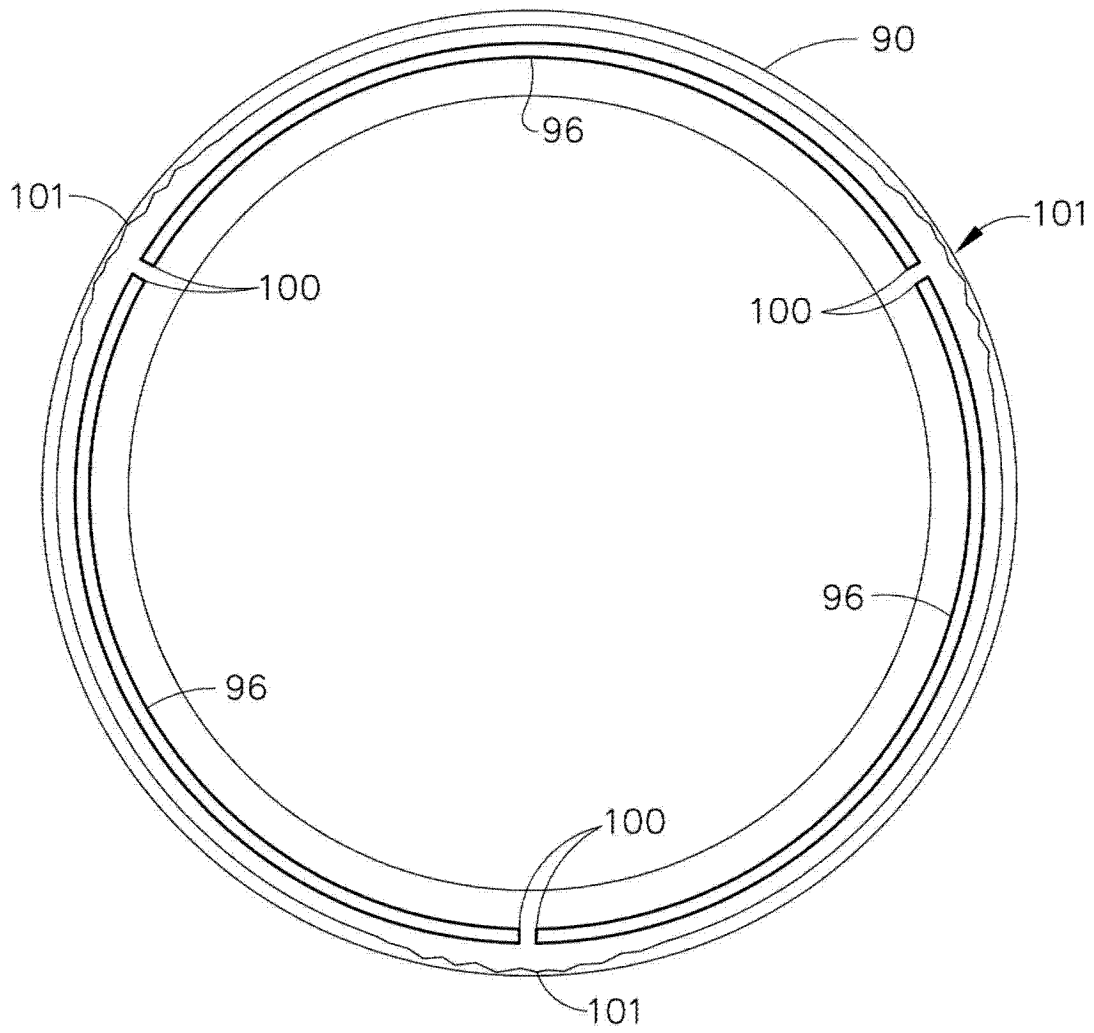


图 5

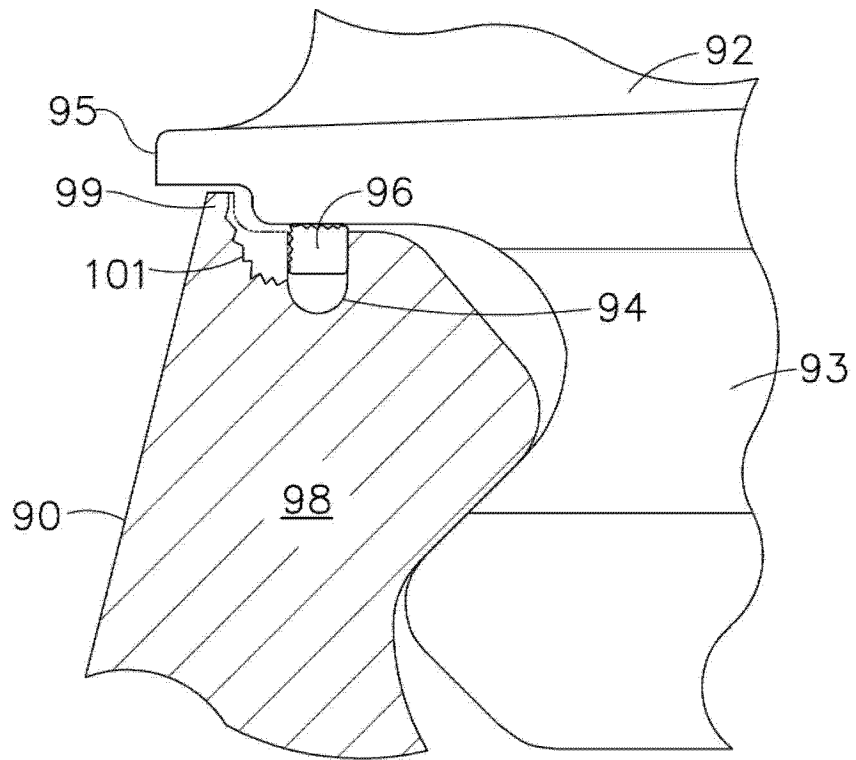


图 6

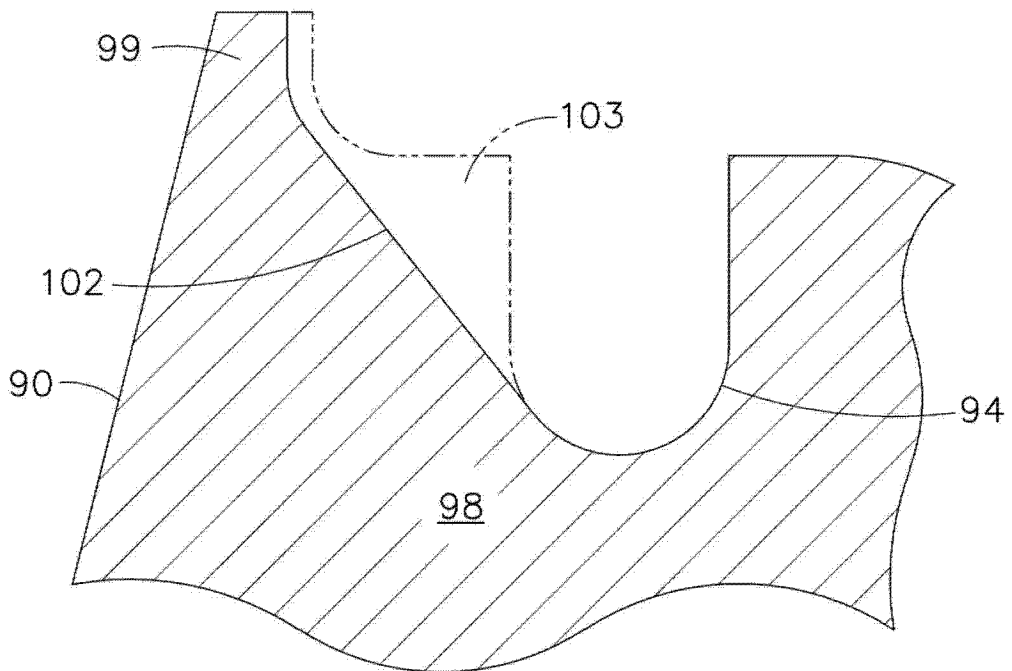


图 7

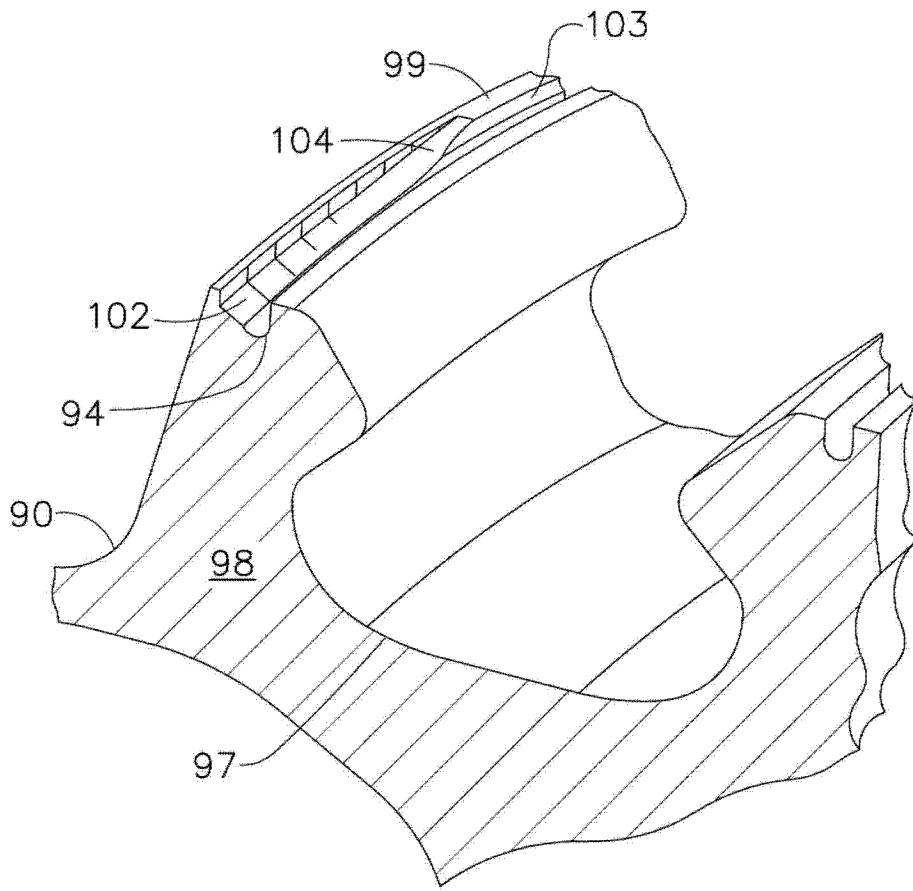


图 8

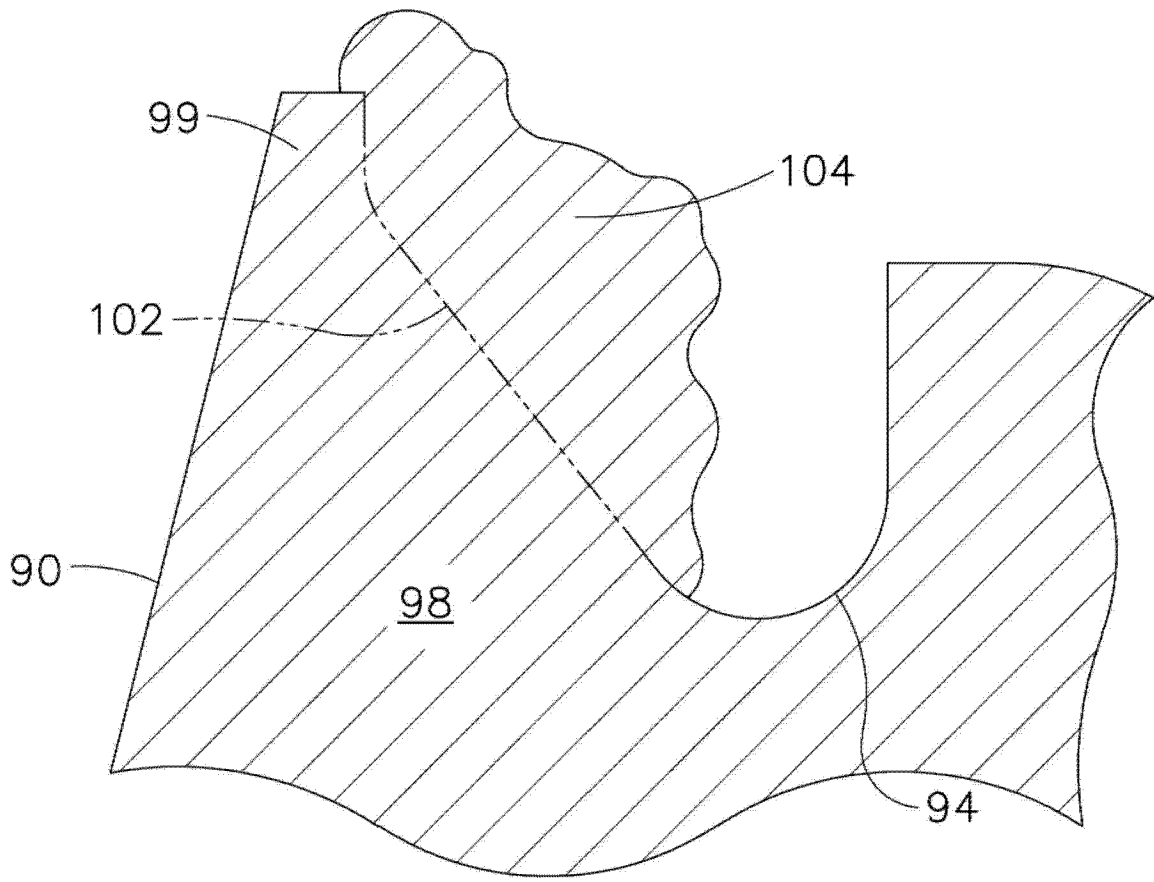


图 9

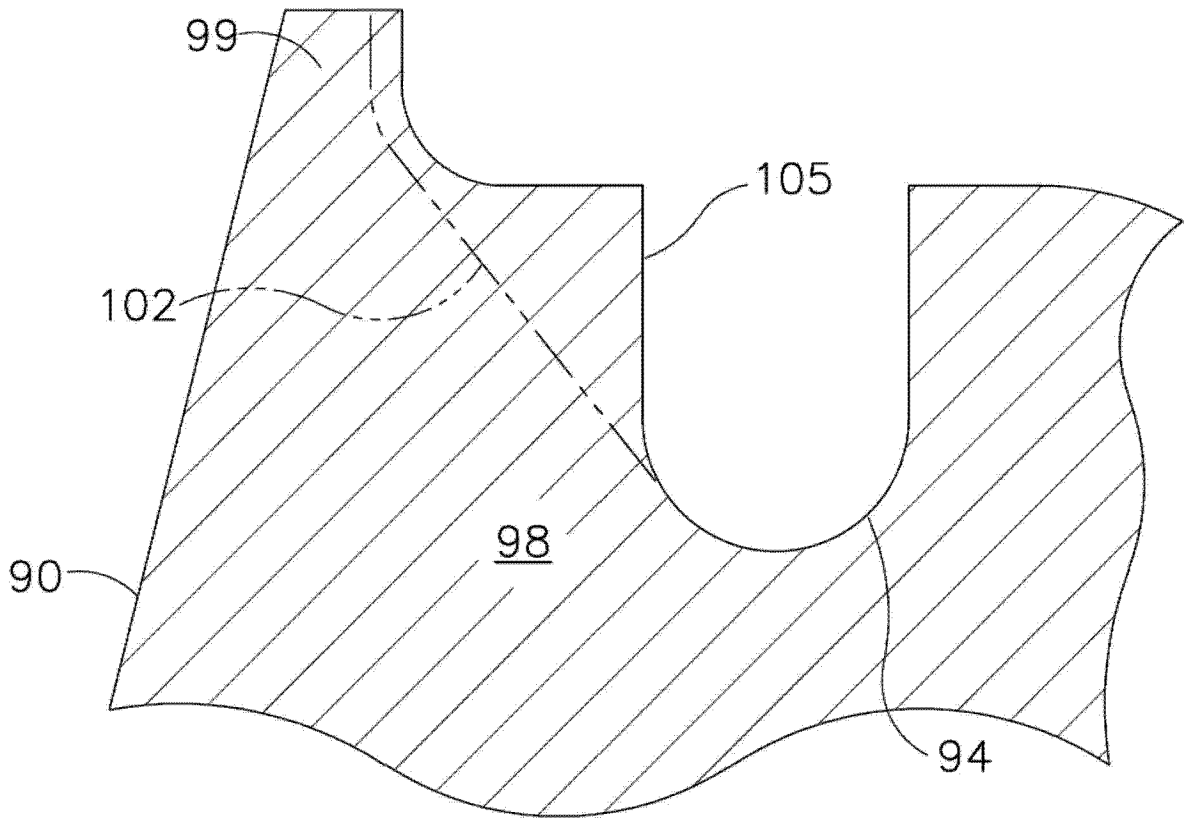


图 10