



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111287807 B

(45) 授权公告日 2023.03.28

(21) 申请号 201911241777.6  
 (22) 申请日 2019.12.06  
 (65) 同一申请的已公布的文献号  
 申请公布号 CN 111287807 A  
 (43) 申请公布日 2020.06.16  
 (30) 优先权数据  
 16/212102 2018.12.06 US  
 (73) 专利权人 通用电气公司  
 地址 美国纽约州  
 (72) 发明人 D.M.利普金 T.W.丹科  
 M.J.扎科夫斯基  
 (74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公  
 司 72001  
 专利代理师 万欣 金飞

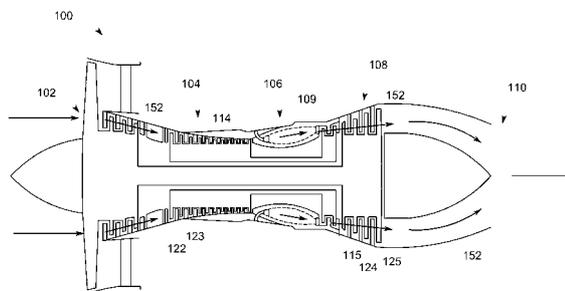
(51) Int.Cl.  
*F01D 25/00* (2006.01)  
*G01M 15/14* (2006.01)  
*G01M 13/00* (2019.01)  
*B23P 23/04* (2006.01)  
 (56) 对比文件  
 US 4659195 A, 1987.04.21  
 US 2013232792 A1, 2013.09.12  
 审查员 乔路

权利要求书3页 说明书10页 附图8页

(54) 发明名称  
 与旋转机器一起使用的保养设备

### (57) 摘要

本发明涉及一种与旋转机器一起使用的保养设备,具体而言一种用于维护涡轮组件的系统,包括多个叶片和多个导叶。该系统包括插入设备,该插入设备包括插入端、与插入端相对的操纵端,以及从插入端延伸至操纵端的本体。插入端可使用操纵接口定位在多个叶片中的至少一个叶片附近。该系统还包括用于维护涡轮组件的保养设备。保养设备包括至少一个维护装置和锚固特征。保养设备靠近插入设备的插入端,并且可通过操纵接口以多个定向定位。锚固特征构造造成将保养设备可释放地联接至多个叶片中的至少一个叶片。



1. 一种用于维护涡轮组件的系统,所述涡轮组件包括多个叶片和多个导叶,所述系统包括:

插入设备,其包括插入端、与所述插入端相对的操纵端,以及从所述插入端延伸至所述操纵端的本体,其中所述插入端能够使用操纵接口定位在所述多个叶片中的至少一个叶片附近;以及

用于维护所述涡轮组件的保养设备,所述保养设备包括至少一个维护装置和锚固特征,其中所述保养设备邻近所述插入设备的所述插入端,并且能够通过所述操纵接口以多个定向定位,并且其中所述锚固特征构造成将所述保养设备可释放地联接至所述多个叶片中的至少一个叶片,

其中,所述本体包括第一弹性片和第二弹性片,并且其中所述第一弹性片和所述第二弹性片沿平移方向从所述操纵端延伸到所述插入端,其中所述操纵接口在所述插入设备的所述操纵端处联接至所述第一弹性片和所述第二弹性片,其中所述插入端能够通过沿所述平移方向移动所述第一弹性片和所述第二弹性片而沿所述平移方向定位,并且其中所述插入端能够通过相对于彼此移动所述第一弹性片和所述第二弹性片而绕垂直于所述平移方向的方向旋转。

2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述系统还包括引导设备,所述引导设备构造成延伸穿过所述涡轮组件的端口并限定用于所述插入设备的路径。

3. 根据权利要求2所述的系统,其特征在于,所述引导设备包括弯曲管。

4. 根据权利要求2所述的系统,其特征在于,所述引导设备包括凸缘,所述凸缘能够联接至所述涡轮组件的端口,以在所述引导设备延伸穿过所述端口时支承所述引导设备。

5. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述至少一个维护装置包括以下至少之一:施加器、钻头、研磨机、加热器、焊接电极、喷雾器、光学传感器、机械传感器、热传感器、磁性传感器、声学传感器和电磁传感器。

6. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述操纵接口联接至所述插入设备的所述操纵端,其中所述插入端能够通过使所述本体沿和/或围绕平移方向移动而使用所述操纵接口定位。

7. 根据权利要求2所述的系统,其特征在于,所述第一弹性片和所述第二弹性片沿由所述引导设备限定的所述平移方向从所述操纵端延伸到所述插入端。

8. 根据权利要求2所述的系统,其特征在于,所述本体包括大体上圆柱形的形状,所述大体上圆柱形的形状顺应弯曲,并沿由所述引导设备限定的平移方向从所述操纵端延伸到所述插入端,其中所述操纵接口定位于所述插入设备的所述操纵端处,并构造成通过使所述本体沿所述引导设备方向平移并使所述本体绕所述引导设备方向旋转而相对于所述涡轮组件操纵所述插入端。

9. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述系统还包括从所述保养设备延伸至所述插入设备的所述插入端的系绳,以及张紧机构,所述张紧机构构造成当所述保养设备定位于所述涡轮组件的主流径内时控制所述系绳中的张力。

10. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述保养设备的尺寸适于装配在所述涡轮组件的相邻叶片之间。

11. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述保养设备可释放地联接至所述插入

设备的所述插入端。

12. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述插入设备还包括便于所述保养设备枢转的多个连杆机构。

13. 一种用于维护涡轮组件的系统,所述涡轮组件包括多个叶片和多个导叶,所述系统包括:

插入设备,其包括插入端、与所述插入端相对的操纵端,以及从所述插入端延伸至所述操纵端的本体,其中所述插入端能够使用操纵接口定位在所述多个叶片中的至少一个叶片附近;

用于维护所述涡轮组件的保养设备,所述保养设备包括至少一个维护装置和锚固特征,其中所述保养设备邻近所述插入设备的所述插入端,并且能够通过所述操纵接口以多个定向定位,并且其中所述锚固特征构造成将所述保养设备可释放地联接至所述多个叶片中的至少一个叶片;以及

引导设备,其构造成延伸穿过所述涡轮组件的端口并限定用于所述插入设备的路径,

其中,所述本体包括第一弹性片和第二弹性片,并且其中所述第一弹性片和所述第二弹性片沿由所述引导设备限定的平移方向从所述操纵端延伸到所述插入端,其中所述操纵接口在所述插入设备的所述操纵端处联接至所述第一弹性片和所述第二弹性片。

14. 一种操作用于与涡轮组件一起使用的保养设备的方法,所述涡轮组件包括多个导叶和具有多个叶片的转子,所述方法包括:

使用插入设备将保养设备定位在所述涡轮组件的主流径内,所述插入设备包括插入端、与所述插入端相对的操纵端,以及从所述插入端延伸至所述操纵端的本体,所述保养设备包括至少一个维护装置和锚固特征,所述锚固特征构造成将所述保养设备可释放地联接至所述多个叶片中的至少一个叶片;

使用在所述插入设备的操纵端上的操纵接口将所述插入设备的插入端引导通过所述涡轮组件,其中所述保养设备联接到所述插入设备的插入端,并且能够通过所述插入设备的操纵端上的操纵接口以多个定向定位;

通过将所述保养设备从第一定向转换为第二定向来将所述保养设备的插入端定位在所述多个叶片中的至少一个叶片附近,其中所述第一定向便于相对于多个导叶中的相邻导叶定位所述保养设备,并且所述第二定向便于相对于相邻叶片定位所述保养设备;

使用所述保养设备上的锚固特征将所述保养设备以所述第二定向可释放地联接到所述多个叶片中的至少一个叶片;

使用所述转子来使所述保养设备绕所述转子的旋转轴线旋转,使所述保养设备定位在所述涡轮组件的一部分附近;以及

在所述涡轮组件的一部分上执行维护操作,所述维护操作包括对所述涡轮组件的一部分进行检查、清洁和修理中的至少一项,

其中所述本体包括第一弹性片和第二弹性片,其中所述第一弹性片和所述第二弹性片沿平移方向从操纵端延伸到插入端,其中所述操纵接口处于所述插入设备的操纵端处,并且其中引导所述插入设备的插入端包括沿所述平移方向移动所述第一弹性片和所述第二弹性片,并且其中将所述保养设备从第一定向转变为第二定向包括使所述第一弹性片和所述第二弹性片沿所述平移方向相对于彼此移动。

15. 根据权利要求14所述的方法,其特征在于,所述方法还包括将引导设备穿过所述涡轮组件的端口插入,以限定用于所述插入设备的路径。

16. 根据权利要求15所述的方法,其特征在于,将引导设备穿过端口插入包括将弯曲管穿过所述端口插入,所述弯曲管限定用于所述插入设备的路径,并且通过定位到所述涡轮组件的端口上的一体凸缘将所述引导设备联接到所述涡轮组件。

17. 根据权利要求14所述的方法,其特征在于,所述方法还包括使用所述保养设备检测限定所述主流径的所述涡轮组件的内部部分的特征。

18. 根据权利要求15所述的方法,其特征在于,所述操纵接口联接至所述插入设备的操纵端,并且其中引导所述插入设备的插入端包括:沿所述引导设备移动所述本体;以及使所述保养设备从其中所述保养设备与平移方向对准的第一定向转变为其中所述保养设备相对于所述平移方向成角度延伸的第二定向。

19. 根据权利要求15所述的方法,其特征在于,所述第一弹性片和所述第二弹性片沿由所述引导设备限定的所述平移方向从操纵端延伸到插入端。

20. 根据权利要求14所述的方法,其特征在于,所述方法还包括使用张紧机构控制联接至所述保养设备的系绳中的张力,其中所述系绳构造成当所述保养设备定位于所述涡轮组件的主流径内时从所述保养设备延伸至所述涡轮组件的外部。

21. 根据权利要求14所述的方法,其特征在于,所述方法还包括使用所述保养设备修理限定所述主流径的所述涡轮组件的内部部分。

## 与旋转机器一起使用的保养设备

### 技术领域

[0001] 本公开的领域总体上涉及保养设备,并且更特别地涉及用于检查和/或修理旋转机器的保养设备。

### 背景技术

[0002] 至少一些已知的旋转机器,如用于飞行器发动机的涡轮和用于工业应用的以气体和蒸汽为动力的涡轮,包括外壳和至少一个转子,该转子承载多级旋转翼型件,即叶片,其相对于外壳旋转。另外,外壳承载多级静止翼型件,即导叶。叶片和导叶以交替的级布置。在至少一些已知的旋转机器中,护罩设置在定子的径向内表面上,以在叶片的尖端周围形成环形密封。叶片、导叶和护罩一起在旋转机器的压缩机和涡轮区段内限定了主流径。该流径与通过燃烧器的流径相结合,限定了在旋转机器内的主腔。

[0003] 在操作期间,旋转机器的构件根据构件的保养历史经历至少一些材料退化。因此,对于至少一些已知的旋转机器,执行定期检查,如管道镜检查,以在保养间隔之间评估旋转机器的状况。在检查期间观察到的状况实例包括磨损(例如,由于叶片尖端侵入护罩中、颗粒引起的腐蚀、水滴引起的腐蚀、由于静止构件之间的滑动接触而造成的磨损)、冲击(例如,涡轮区段构件的隔热涂层(TBC)或环境阻隔涂层(EBC)的剥落,压缩机叶片前缘磨光/弯曲)、开裂(例如,热疲劳、低周疲劳、高周疲劳、蠕变断裂)、静止部分之间的接触边缘磨损、高温金属区段的氧化或热腐蚀、静态密封件退化以及蠕变变形(例如,导叶侧壁/翼型件、叶片平台和叶片尖端护罩)。

[0004] 在保养间隔期间,旋转机器至少部分地拆卸以允许修理和/或更换损坏的构件。例如,至少一些已知的旋转机器的损坏构件主要在大修或构件修理设施处进行修理,而在现场仅进行有限的介入。用于修理压缩机和涡轮机流径构件的过程包括表面清洁以去除积聚的污垢和氧化产物、剥离和修复涂层表面、裂纹修理、区段更换以及航空外形修整和平滑化。在保养间隔期间对构件进行修理会降低维护旋转机器的成本,因为修理构件的成本有时少于更换构件的成本。然而,有时构件在计划的保养间隔之间超出其修理极限。此外,有时,严重受损的构件会发生故障并引起计划外的停机。

[0005] 对于至少一些已知的旋转机器,管道镜通过旋转机器的开口插入并且在旋转机器的主腔内操纵以进行检查。然而,至少一些已知的管道镜不能进入旋转机器的所有位置。特别地,至少一些已知的旋转机器中的一些非旋转构件难以用管道镜接近。此外,在检查期间检测到的损坏通常无法消除,直到机器至少部分拆卸以进行安排的保养为止。

### 发明内容

[0006] 一方面,提供了一种用于维护涡轮组件的系统。涡轮组件包括多个叶片和多个导叶。该系统包括插入设备,该插入设备包括插入端、与插入端相对的操纵端,以及从插入端延伸至操纵端的本体。插入端可使用操纵接口定位在多个叶片中的至少一个叶片附近。该系统还包括用于维护涡轮组件的保养设备。保养设备包括至少一个维护装置和锚固特征。

保养设备靠近插入设备的插入端,并且可通过操纵接口以多个定向定位。锚固特征构造成将保养设备可释放地联接至多个叶片中的至少一个叶片。

[0007] 另一方面,提供了一种操作与涡轮组件一起使用的保养设备的方法。涡轮组件包括多个导叶和具有多个叶片的转子。该方法包括使用插入设备将保养设备定位在涡轮组件的主流径内。插入设备包括插入端、与插入端相对的操纵端以及从插入端延伸至操纵端的本体。该保养设备包括至少一个维护装置和锚固特征,该锚固特征构造为将保养设备可释放地联接至多个叶片中的至少一个叶片。该方法还包括使用插入设备的操纵端上的操纵接口将插入设备的插入端引导通过涡轮组件。保养设备联接到插入设备的插入端,并且可通过插入设备的操纵端上的操纵接口以多种定向定位。该方法还包括通过将保养设备从第一定向转变为第二定向而将保养设备的插入端定位成邻近多个叶片中的至少一个叶片。第一定向便于将保养设备相对于多个导叶中的相邻导叶定位。第二定向便于相对于相邻叶片定位保养设备。该方法还包括使用保养设备上的锚固特征将保养设备在第二定向上可释放地联接至多个叶片中的至少一个叶片。该方法还包括使用转子使保养设备邻近涡轮组件的一部分定位,以使保养设备绕转子的旋转轴线旋转。该方法还包括在涡轮组件的一部分上执行维护操作,所述维护操作包括对涡轮组件的一部分进行检查、清洁和修理中的至少一项。

[0008] 技术方案1.一种用于维护涡轮组件的系统,所述涡轮组件包括多个叶片和多个导叶,所述系统包括:

[0009] 插入设备,其包括插入端、与所述插入端相对的操纵端,以及从所述插入端延伸至所述操纵端的本体,其中所述插入端能够使用操纵接口定位在所述多个叶片中的至少一个叶片附近;以及

[0010] 用于维护所述涡轮组件的保养设备,所述保养设备包括至少一个维护装置和锚固特征,其中所述保养设备邻近所述插入设备的所述插入端,并且能够通过所述操纵接口以多个定向定位,并且其中所述锚固特征构造成将所述保养设备可释放地联接至所述多个叶片中的至少一个叶片。

[0011] 技术方案2. 根据任意前述技术方案所述的系统,其特征在于,所述系统还包括引导设备,所述引导设备构造成延伸穿过所述涡轮组件的端口并限定用于所述插入设备的路径。

[0012] 技术方案3. 根据任意前述技术方案所述的系统,其特征在于,所述引导设备包括弯曲管。

[0013] 技术方案4. 根据任意前述技术方案所述的系统,其特征在于,所述引导设备包括凸缘,所述凸缘能够联接至所述涡轮组件的端口,以在所述引导设备延伸穿过所述端口时支承所述引导设备。

[0014] 技术方案5. 根据任意前述技术方案所述的系统,其特征在于,所述至少一个维护装置包括以下至少之一:施加器、钻头、研磨机、加热器、焊接电极、喷雾器、光学传感器、机械传感器、热传感器、磁性传感器、声学传感器和电磁传感器。

[0015] 技术方案6. 根据任意前述技术方案所述的系统,其特征在于,所述操纵接口联接至所述插入设备的所述操纵端,其中所述插入端能够通过使所述本体沿和/或围绕平移方向移动而使用所述操纵接口定位。

[0016] 技术方案7. 根据任意前述技术方案所述的系统,其特征在于,所述本体包括第一

弹性片和第二弹性片,并且其中所述第一弹性片和所述第二弹性片沿由所述引导设备限定的平移方向从所述操纵端延伸到所述插入端,其中所述操纵接口在所述插入设备的所述操纵端处联接至所述第一弹性片和所述第二弹性片,其中所述插入端能够通过沿所述平移方向移动所述第一弹性片和所述第二弹性片而沿所述平移方向定位,并且其中所述插入端能够通过相对于彼此移动所述第一弹性片和所述第二弹性片而绕垂直于所述平移方向的方向旋转。

[0017] 技术方案8. 根据任意前述技术方案所述的系统,其特征在于,所述本体包括大体上圆柱形的形状,所述大体上圆柱形的形状顺应弯曲,并沿由所述引导设备限定的平移方向从所述操纵端延伸到所述插入端,其中所述操纵接口定位于所述插入设备的所述操纵端处,并构造成通过使所述本体沿所述引导设备方向平移并使所述本体绕所述引导设备方向旋转而相对于所述涡轮组件操纵所述插入端。

[0018] 技术方案9. 根据任意前述技术方案所述的系统,其特征在于,所述系统还包括从所述保养设备延伸至所述插入设备的所述插入端的系绳,以及张紧机构,所述张紧机构构造当所述保养设备定位于所述涡轮组件的主流径内时控制所述系绳中的张力。

[0019] 技术方案10. 根据任意前述技术方案所述的系统,其特征在于,所述保养设备的尺寸适于装配在所述涡轮组件的相邻叶片之间。

[0020] 技术方案11. 根据任意前述技术方案所述的系统,其特征在于,所述保养设备可释放地联接至所述插入设备的所述插入端。

[0021] 技术方案12. 根据任意前述技术方案所述的系统,其特征在于,所述插入设备还包括便于所述保养设备枢转的多个连杆机构。

[0022] 技术方案13. 一种操作用于与涡轮组件一起使用的保养设备的方法,所述涡轮组件包括多个导叶和具有多个叶片的转子,所述方法包括:

[0023] 使用插入设备将保养设备定位在所述涡轮组件的主流径内,所述插入设备包括插入端、与所述插入端相对的操纵端,以及从所述插入端延伸至所述操纵端的本体,所述保养设备包括至少一个维护装置和锚固特征,所述锚固特征构造成将所述保养设备可释放地联接至所述多个叶片中的至少一个叶片;

[0024] 使用在所述插入设备的操纵端上的操纵接口将所述插入设备的插入端引导通过所述涡轮组件,其中所述保养设备联接到所述插入设备的插入端,并且能够通过所述插入设备的操纵端上的操纵接口以多个定向定位;

[0025] 通过将所述保养设备从第一定向转换为第二定向来将所述保养设备的插入端定位在所述多个叶片中的至少一个叶片附近,其中所述第一定向便于相对于多个导叶中的相邻导叶定位所述保养设备,并且所述第二方向便于相对于相邻叶片定位所述保养设备;

[0026] 使用所述保养设备上的锚固特征将所述保养设备以所述第二定向可释放地联接到所述多个叶片中的至少一个叶片;

[0027] 使用所述转子使所述保养设备定位在所述涡轮组件的一部分附近,以使所述保养设备绕所述转子的旋转轴线旋转;以及

[0028] 在所述涡轮组件的一部分上执行维护操作,所述维护操作包括对所述涡轮组件的一部分进行检查、清洁和修理中的至少一项。

[0029] 技术方案14. 根据任意前述技术方案所述的方法,其特征在于,所述方法还包括

将引导设备穿过所述涡轮组件的端口插入,以限定用于所述插入设备的路径。

[0030] 技术方案15. 根据任意前述技术方案所述的方法,其特征在于,将引导设备穿过端口插入包括将弯曲管穿过所述端口插入,所述弯曲管限定用于所述插入设备的路径,并且通过定位到所述涡轮组件的端口上的一体凸缘将所述引导设备联接到所述涡轮组件。

[0031] 技术方案16. 根据任意前述技术方案所述的方法,其特征在于,所述方法还包括使用所述保养设备检测限定所述主流径的所述涡轮组件的内部部分的特征。

[0032] 技术方案17. 根据任意前述技术方案所述的方法,其特征在于,所述操纵接口联接至所述插入设备的操纵端,并且其中引导所述插入设备的插入端包括:沿所述引导设备移动所述本体;以及使所述保养设备从其中所述保养设备与平移方向对准的第一定向转变为其中所述保养设备相对于所述平移方向成角度延伸的第二定向。

[0033] 技术方案18. 根据任意前述技术方案所述的方法,其特征在于,所述本体包括第一弹性片和第二弹性片,其中所述第一弹性片和所述第二弹性片沿所述引导设备从操纵端延伸到插入端,其中所述操纵接口处于所述插入设备的操纵端处,并且其中引导所述插入设备的插入端包括沿所述引导设备在相同方向上移动所述第一弹性片和所述第二弹性片,并且其中将所述保养设备从第一定向转变为第二定向包括使所述第一弹性片和所述第二弹性片沿所述引导设备方向相对于彼此移动。

[0034] 技术方案19. 根据任意前述技术方案所述的方法,其特征在于,所述方法还包括使用张紧机构控制联接至所述保养设备的系绳中的张力,其中所述系绳构造成当所述保养设备定位于所述涡轮组件的主流径内时从所述保养设备延伸至所述涡轮组件的外部。

[0035] 技术方案20. 根据任意前述技术方案所述的方法,其特征在于,所述方法还包括使用所述保养设备修理限定所述主流径的所述涡轮组件的内部部分。

## 附图说明

[0036] 在参照附图阅读以下详细描述时,本公开的这些及其它特征、方面和优点将变得更好理解,附图中相似的标号表示附图各处相似的部分,在附图中:

[0037] 图1是示例性旋转机器的横截面示意图;

[0038] 图2是使用插入设备定位在图1所示的旋转机器的主流径内的保养设备的示意图;

[0039] 图3是图2所示的保养设备的示意图,保养设备定位于图1所示的旋转机器的转子上的相邻叶片翼型件之间;

[0040] 图4是图2所示的插入设备和保养设备的透视图;

[0041] 图5是图3和图4所示的保养设备的侧视图;

[0042] 图6是定位和操作保养设备的示例性方法的流程图;

[0043] 图7是与图1所示的旋转机器一起使用的保养设备和插入设备的一部分的备选实施例的透视图;

[0044] 图8是处于第一定向的图3-5中所示的保养设备的俯视图;以及

[0045] 图9是处于第二定向的图3-5和图8所示的保养设备的俯视图。

[0046] 除非另外指出,否则本文提供的附图意在示出本公开内容的实施例的特征。这些特征认作是适用于多种系统,包括本公开内容的一个或多个实施例。因此,附图不意在包括本文公开的实施例的实施所需的本领域的普通技术人员已知的所有常规特征。

## 具体实施方式

[0047] 在以下说明书和权利要求书中,将参考一定数目的用语,它们应当限定为具有以下意义。

[0048] 单数形式“一个”、“一种”和“该”包括复数对象,除非上下文清楚地另外指出。

[0049] “可选”或“可选地”意思是随后描述的事件或情形可发生或可不发生,且描述包括事件发生的情况,以及其不发生的情况。

[0050] 如本文在说明书和权利要求书各处使用的近似语言可用于修饰任何数量表达,其可允许在不导致其涉及的基本功能的变化变化的情况下改变。因此,由一个或多个用语如“约”、“大概”和“大致”修饰的值不限于指定的准确值。在至少一些情况中,近似语言可对应于用于测量值的仪器的精度。这里和说明书和权利要求书各处,范围限制可组合和/或互换,此范围被识别且包括包含在其中的所有子范围,除非上下文或语言另外指出。

[0051] 本文所述的实施例提供了一种与旋转机器一起使用的插入设备和保养设备。插入设备构造为将保养设备精确地定位在机器的主流径内。例如,插入设备延伸穿过涡轮组件的端口,并将保养设备定位在涡轮组件的旋转构件附近。在部署期间,保养设备邻近插入设备的插入端,使得可使用插入设备的操纵端上的操纵接口,相对于旋转机器定位保养设备。结果,插入设备便于将保养设备定位在转子附近,如在相邻的叶片之间,并因此便于保养设备接近机器的主流径内的位置。

[0052] 图1是示例性旋转机器的横截面示意图。在示例性实施例中,旋转机器包括涡轮组件100。在备选实施例中,旋转机器包括任何组件。例如,在一些实施例中,旋转机器包括但不限于以下任何一个:压缩机、鼓风机、泵、涡轮、电动机和发电机。

[0053] 在示例性实施例中,涡轮组件100包括入口102、压缩机104、燃烧器106、涡轮108、外壳109和排气口110。流体从入口102流过压缩机104、燃烧器106、涡轮108并通过排气口110排出。而且,在示例性实施例中,压缩机104和涡轮108包括翼型件,其构造成引导流体通过涡轮组件100。特别地,压缩机104和涡轮108包括叶片122,125和导叶123,124。叶片122,125、导叶123,124和护罩113(图2所示)一起限定了涡轮组件100的主流径152。该流径与通过燃烧器106的流径相结合,限定了涡轮组件100内的主腔。在备选实施例中,涡轮组件100以使涡轮组件100能够如本文所述地操作的任何方式构造。

[0054] 叶片122,125与旋转轴114,115可操作地联接,使得叶片122,125在旋转轴114,115旋转时旋转。因此,叶片122,125和旋转轴114,115形成涡轮组件100的转子。导叶123,124和护罩113是静止构件,并且联接至外壳109的内表面121。叶片122,125和导叶123,124大体上在涡轮组件100内沿转子轴线交替地定位。在备选实施例中,压缩机104和/或涡轮108包括使涡轮组件100能够如本文所述地操作的任何翼型件。

[0055] 图2是定位在涡轮组件100的主腔中的插入设备128和保养设备101的示意图。图3是定位于涡轮组件100的相邻叶片125之间的保养设备101的示意图。另外,在示例性实施例中,保养设备101构造为移动通过涡轮组件100的主流径。因此,保养设备101便于涡轮组件100的维护。例如,保养设备101便于在主流径内的位置处的涡轮组件100的检查和修理,这些位置难以通过常规手段如使用管道镜工具从涡轮组件100的外部接近。使用插入设备128将保养设备101定位在主流径内。在一些实施例中,插入设备128用于将保养设备101定位在涡轮组件100的旋转构件(如叶片122,125)附近,并且旋转构件随后用于将保养设备101相

对于涡轮组件100的静止构件定位。

[0056] 在操作期间,保养设备101通过涡轮组件100的任何合适的进入端口或开口进入涡轮组件100。例如,在一些实施例中,保养设备101通过入口102、排气口110和/或进入端口(如点火器、管道镜或燃料喷嘴端口)中的任何一个进入和/或离开涡轮组件100。在该示范性实施例中,保养设备101的尺寸和形状适于装配在涡轮组件100内并行进穿过涡轮组件100,如穿过涡轮组件100的主腔。例如,保养设备101具有的高度、长度和宽度小于装配在主流径内所需的间隙。高度、长度和宽度限定保养设备101的体积。在备选实施例中,保养设备101具有使保养设备101能够如本文所述进行操作的任何尺寸和形状。

[0057] 在操作期间,保养设备101可用于检查和/或修理涡轮组件100的任何内部构件。例如,在一些实施例中,保养设备101定位成邻近涡轮组件100的内表面121的一部分。内表面121是涡轮组件100的主流径内的任何表面。例如,在一些实施例中,内表面121包括但不限于叶片122,125、导叶123,124和护罩113的表面。在一些实施例中,保养设备101检测内表面121的特征。例如,在一些实施例中,保养设备101用于产生内表面121的图像,并且检查图像以确定涡轮组件100的状况并评估是否需要修理。如果需要修理,则在一些实施例中,保养设备101用于修理内表面121。例如,在一些实施例中,保养设备101移除和/或替换内表面121的受损部分。在检查和/或修理内表面121之后,保养设备101通过涡轮组件100的任何合适的进入端口或开口(如经由进入路径)离开涡轮组件100。

[0058] 插入设备128包括插入端130和与插入端130相对的操纵端132。插入端130可定位在涡轮组件100的主流径内,如相邻的叶片122,125。另外,保养设备101联接到插入设备128的插入端130,并且可使用插入设备128的操纵端132上的操纵接口以多种定向定位。例如,在一些实施例中,保养设备101在其中保养设备101与平移方向164对准的第一定向(图8中示出)和其中保养设备101相对于平移方向164成角度延伸的第二定向(图9中示出)之间枢转,以便于锚固到至少一个叶片122,125。将以多个定向定位保养设备101的能力便于将保养设备插入主流径内的目标位置,并允许保养设备101锚固在转子上并在其它难以接近的位置执行保养操作。在备选实施例中,保养设备101能够以使保养设备101能够如本文所述进行操作的任何定向定位。

[0059] 另外,在示范性实施例中,操纵接口138位于插入设备128的操纵端132处,并构造为通过插入端130操纵保养设备101。在一些实施例中,操纵接口138包括一个或多个致动器部件(如驱动运动连杆机构的弹性片)。例如,用户可握住并操纵操纵端132。在另外的实施例中,操纵是至少部分自动化的。在备选实施例中,插入设备128包括使插入设备128能够如本文所述进行操作的任何操纵接口138。

[0060] 同样,在示范性实施例中,引导设备140延伸穿过涡轮组件100的端口,并限定用于插入设备128的路径。例如,引导设备140包括弯曲的导管,其尺寸适于在其内部空间中容纳插入设备128。引导设备140可通过联接至涡轮组件100的端口的凸缘142固定至涡轮组件100。例如,凸缘142围绕引导设备140延伸,并且其尺寸适于装配到涡轮组件100的管道镜或点火器端口上。在备选实施例中,引导设备140以使引导设备140能够如本文所述地操作的任何方式联接至涡轮组件100。

[0061] 此外,在示范性实施例中,引导设备140构造为将插入设备128引导至涡轮组件100的主腔内。例如,引导设备140是弯曲的,并且限定了用于插入设备128的弯曲路径。另外,引

导设备140的尺寸适于使得引导设备140的插入端160定位于邻近涡轮组件100内的目标区域。例如,在一些实施例中,引导设备140将插入设备128的插入端130定位在相邻的导叶123,124之间,并使用操纵接口138使插入端130邻近涡轮组件100的旋转构件前移,如邻近叶片122,125,因此便于将保养设备101锚固在相邻叶片122,125之间。在备选实施例中,引导设备140具有使引导设备140能够如本文所述进行操作的任何尺寸和形状。

[0062] 结果,插入设备128允许保养设备101在涡轮组件100的主流径内的精确定位。例如,在一些实施例中,插入设备128用于将保养设备101定位在涡轮组件100的叶片122,125附近。在一些实施例中,保养设备101锚固至涡轮组件100的一部分。另外,在一些实施例中,涡轮组件100的旋转构件用于将保养设备101定位在涡轮组件100的静止构件附近,该静止构件难以通过常规手段接近。因此,保养设备101定位成在涡轮组件100内难以接近的位置处执行保养操作。

[0063] 图4是插入设备128和保养设备101的透视图。图5是保养设备101的侧视图。在示例性实施例中,插入设备128包括从操纵端132延伸到插入端130的本体162。本体162包括第一弹性片166和第二弹性片168。因此,插入端130可通过使用操纵接口138(如图2所示)沿相反方向移动第一弹性片166和第二弹性片168来操纵。在一些实施例中,第一弹性片166和第二弹性片168是柔性的,并且在沿插入路径延伸的平面中弹性弯曲。同时,第一弹性片166和第二弹性片168在片的平面中相对刚性,以允许沿本体162的轴线传递操纵力。例如,在一些实施例中,第一弹性片166和第二弹性片168包括可弹性变形的片,如玻璃纤维、弹簧钢或允许第一弹性片166和第二弹性片168通过引导设备140沿平移方向弹性地弯曲,同时提供足够的刚度以允许操纵接口138(图2所示)上的前向力使插入端130且因此保养设备101沿平移方向前移的任何材料。在备选实施例中,插入设备128包括使插入设备128能够如本文所述操作的本体162。例如,在一些实施例中,本体162包括扭转刚性管或半刚性部件,其是顺应弯曲的,并从插入端130延伸到操纵端132。

[0064] 而且参看图8,在示例性实施例中,插入设备128包括闩锁机构135,其将保养设备101可释放地联接到插入端130。在一些实施例中,保养设备101和/或插入设备128包括磁体、钩、闩锁、粘合剂以及使插入设备128能够如本文所述地操作的任何其它接合机构。另外,在一些实施例中,插入设备128包括致动器,该致动器从操纵端132致动,并且引起闩锁机构135与保养设备101脱离。在该示例性实施例中,插入设备128包括多个连杆机构167,该连杆机构便于保养设备101相对于叶片125(图3所示)枢转。连杆机构167可位于本体162的插入端130(如图4所示)和/或闩锁机构135上。在备选实施例中,保养设备101以使保养设备101和插入设备128能够如本文所述那样操作的任何方式联接到插入设备128。

[0065] 另外,在示例性实施例中,诸如线束或系绳170的构件从保养设备101延伸至涡轮组件100的外部。例如,系绳170向保养设备101供电,允许保养设备101发送和/或接收信号,和/或向保养设备101发送机械力、流体或热能。插入设备128包括张紧机构172,该张紧机构172构造为控制系绳170的张紧。例如,张紧机构172防止系绳170中的松弛,该松弛可能引起保养设备101移出期望的位置和/或阻碍保养设备101从主流径移除。在示例性实施例中,张紧机构172包括具有卷轴174的恒力张紧弹簧系统。系绳170缠绕在张紧机构172的卷轴174周围。卷轴174保持系绳170上的张力。当有足够的力拉动系绳170时,系绳170从卷轴174上解开。因此,张紧机构172在系绳170中维持期望的张力。在备选实施例中,保养设备101包括

使保养设备101能够如本文所述地操作的任何系绳170和/或张紧机构172。在一些实施例中,张紧机构172采用主动张紧器,如具有闭环反馈控制的电动张紧器,以保持期望范围内的张紧。在其它实施例中,不需要张紧机构172。在还有其它实施例中,系绳170上的张力由操作者手动地保持。

[0066] 此外,在示例性实施例中,保养设备101的尺寸适于装配在涡轮组件100的主流径内的旋转构件附近。例如,使用插入设备128,将保养设备101定位在涡轮组件100的主流径内,位于相邻叶片125之间。此外,保养设备101构造为使用锚固特征178(图5所示)锚固至涡轮组件100,以便于使用涡轮组件100的旋转构件将保养设备101定位在涡轮组件100的一部分附近。锚固特征178可为致动的特征,如弹簧加载的臂,其与叶片125中的特征接合并且从操纵端132致动。备选地,锚固特征178可为诸如凹口的几何特征,其允许在将张力施加至系绳170时与转子(如与叶片125)互锁。涡轮组件100的旋转构件随后用于相对于涡轮组件100的静止构件定位保养设备101。在备选实施例中,以保养设备101能够如本文所述进行操作的任何方式定位保养设备101。

[0067] 而且,在示例性实施例中,保养设备101包括至少一个维护装置180,以允许保养设备101在涡轮组件100的主流径内执行检查和/或修理操作。在一些实施例中,维护设备180包括相机181和照明器183(在图3中示出)。照明器183可包括发光二极管(LED)。在备选实施例中,保养设备101包括使保养设备101能够如本文所述进行操作的任何维护装置。例如,在一些实施例中,保养设备101的维护装置180包括但不限于以下任何一项:施加器、钻头、研磨机、加热器、焊接电极、喷雾器、光学传感器(例如,可见光、红外光和/或多光谱传感器)、机械传感器(例如针轮廓仪、坐标测量探针、负载传感器、线性可变差分变压器)、热传感器(例如高温计、热电偶、电阻温度检测器)、磁性传感器、声学传感器(例如,压电、麦克风、超声波)和电磁传感器(例如,涡电流、电势降、X射线)。

[0068] 图6是操作保养设备101的示例性方法200的流程图。参看图1-5,方法200包括使用插入设备128将保养设备101定位202在涡轮组件100的主流径内。保养设备101联接到插入设备128的插入端130。通过将插入设备128和保养设备101穿过涡轮组件100的任何合适的开口或端口插入,将保养设备101定位202在涡轮组件100的主流径内。例如,在一些实施例中,插入设备128插入通过点火器端口并且定位在燃烧器106的主腔内。引导设备140有助于将插入设备128和保养设备101定位在主流径内。在备选实施例中,保养设备101以使保养设备101能够如本文所述地操作的任何方式定位202在涡轮组件100的主流径内。

[0069] 而且,在示例性实施例中,方法200包括使用操纵接口138引导204插入设备128的插入端130穿过涡轮组件100,操纵接口138构造成相对于涡轮组件100移动插入端130。在一些实施例中,通过沿平移方向164移动本体162来引导插入端130。在示例性实施例中,通过沿平移方向164在相同方向上移动第一弹性片166和第二弹性片168来引导插入端130。在一些实施例中,平移方向164包括至少一个弯部,使得插入端130沿相对于穿过操纵端132的轴线成一定角度的轴线延伸。例如,在图4所示的实施例中,轴线延伸穿过插入端130,并且相对于穿过操纵端132的轴线成约90°的角度。在备选实施例中,插入设备128以使插入设备128能够如本文所述那样操作的任何方式移动。

[0070] 此外,在示例性实施例中,方法200包括经由插入设备128的插入端130将保养设备101定位206在涡轮组件100的旋转构件附近。另外,方法200包括使用操纵接口138将保养设

备101从第一定向(例如,如图8所示)转变208为第二定向(例如,如图9所示)。确切地说,在示例性实施例中,通过使第一弹性片166和第二弹性片168沿平移方向164相对于彼此移动,保养设备101绕垂直于平移方向164的轴线在第一定向和第二定向之间枢转。在第一定向上,保养设备101沿平移方向164延伸,以便于引导保养设备101穿过导叶123,124。在第二定向上,保养设备101相对于平移方向164成角度延伸,以便将保养设备101定位于叶片122,125附近。

[0071] 另外,在示例性实施例中,方法200包括使用涡轮组件100的旋转构件将保养设备101定位212在涡轮组件100的一部分附近。在一些实施例中,保养设备101锚固至涡轮组件100的旋转构件,并使用涡轮组件100的旋转构件定位在涡轮组件100的非旋转部分附近。即,旋转构件旋转到期望的位置,并且保养设备101在期望的位置执行保养操作。在旋转期间,张紧机构172用于控制系绳170中的张力。在保养操作完成后,旋转构件将返回插入位置以取回保养设备101。

[0072] 在一些实施例中,方法200包括将引导设备140穿过涡轮组件100的端口插入,以限定用于插入设备128的路径。例如,在一些实施例中,引导设备140插入穿过涡轮组件100的点火器端口以限定用于插入设备128的路径。凸缘142装配到点火器端口上,并将引导设备140联接至涡轮组件100。在备选实施例中,插入设备128以使插入设备128能够如本文所述地操作的任何方式被插入到涡轮组件100的主流径中。

[0073] 图7是与涡轮组件100(图1所示)一起使用的插入设备300和保养设备302的备选实施例的示意图。插入设备300包括插入端304、与插入端304相对的操纵端306、本体308和操纵接口310。插入设备300可使用引导设备312定位在主流径内。本体308从插入端304延伸到操纵端306。本体308具有大体圆柱形的形状,并且在弯曲时可弹性变形,以便通过引导设备312改变方向。保养设备302联接到插入设备300的插入端304,使得操纵端304的旋转和平移转换为保养设备302上的旋转和平移。保养设备还包括至少一个锚固特征314,该锚固特征便于在旋转轴115的旋转和维护操作的执行期间保持保养设备302相对于叶片122,125的位置。在备选实施例中,插入设备300包括使插入设备300能够如本文所述地操作的任何本体308和/或任何导管。

[0074] 在示例性实施例中,操纵接口310位于插入设备300的操纵端306处,并构造为相对于涡轮组件100(图1所示)操纵插入端304且因此操纵保养设备302。插入端304和保养设备302可通过使用操纵接口310移动本体308来操纵。在备选实施例中,插入设备128包括使插入设备128能够如本文所述进行操作的任何操纵接口138。

[0075] 上述实施例提供了一种与旋转机器一起使用的插入设备和保养设备。插入设备构造为将保养设备定位在机器的主流径内。例如,插入设备延伸穿过涡轮组件的端口,并且使用操纵接口将保养设备定位在涡轮组件的旋转构件附近。保养设备能够可释放地或刚性地联接到插入设备的插入端,使得保养设备可相对于插入设备定位。结果,插入设备便于保养设备装配在旋转构件的叶片之间,并提供对机器的主流径内的位置的接近。

[0076] 本文所述的方法、系统和设备的示例性技术效果包括以下至少一者:(a)减少检查和/或修理旋转机器的时间;(b)增加涡轮组件内难以到达的位置的可及性以用于检查和/或现场修理;(c)减少旋转机器停运来进行维护的时间;(e)提高旋转机器检查和修理的精度和/或可靠性;(f)减少旋转机器的计划外服务中断;以及(g)增强数据捕获,以用于量化

和/或建模旋转机器的至少一些构件的保养状况。

[0077] 用于维护旋转机器的方法和系统的示例性实施例不限于本文所述的特定实施例，而相反，系统的构件和/或方法的步骤可独立地使用且与本文所述的其它构件和/或步骤分开使用。例如，该方法和系统也可与需要检查和/或修理构件的其它系统结合使用，并且不限于仅使用如本文所述的系统和方法来实践。相反，示例性实施例可结合可受益于使用保养设备进行检查和/或修理的许多其它应用、设备和系统来实施和利用。

[0078] 尽管本公开的各种实施例的特定特征可在一些图中示出且在其它图中未示出，但这仅是为了方便。根据本公开的原理，可与任何其它图的任何特征组合来参照和/或提出附图的任何特征。

[0079] 本书面描述使用了实例来公开实施例，包括最佳模式，且还使本领域的任何技术人员能够实施实施例，包括制作和使用任何装置或系统，以及执行任何并入的方法。本公开的可专利范围由权利要求书限定，且可包括本领域的技术人员想到的其它实例。如果此类其它实施例具有并非不同于权利要求书的书面语言的结构元件，或如果它们包括与权利要求书的书面语言无实质差别的等同结构元件，则期望此类其它实例在权利要求书的范围内。

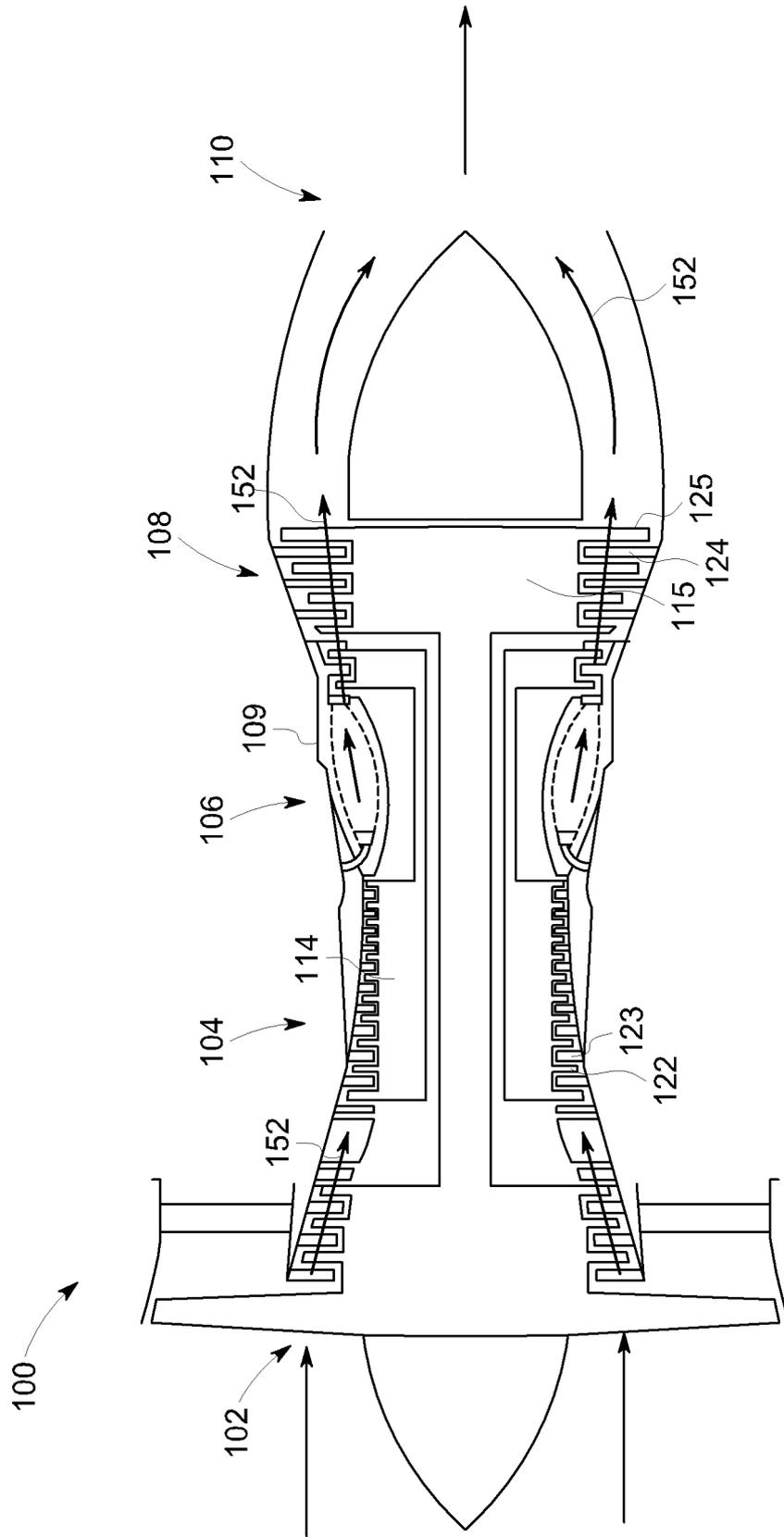


图 1

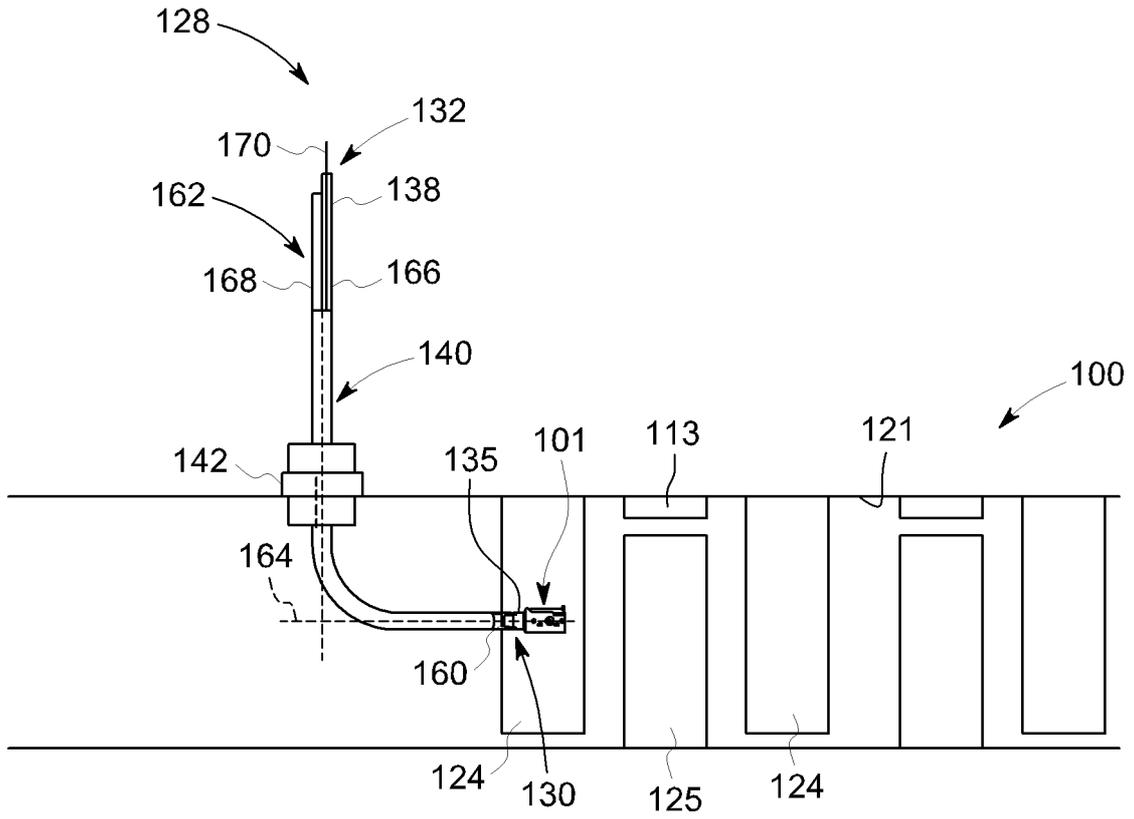


图 2

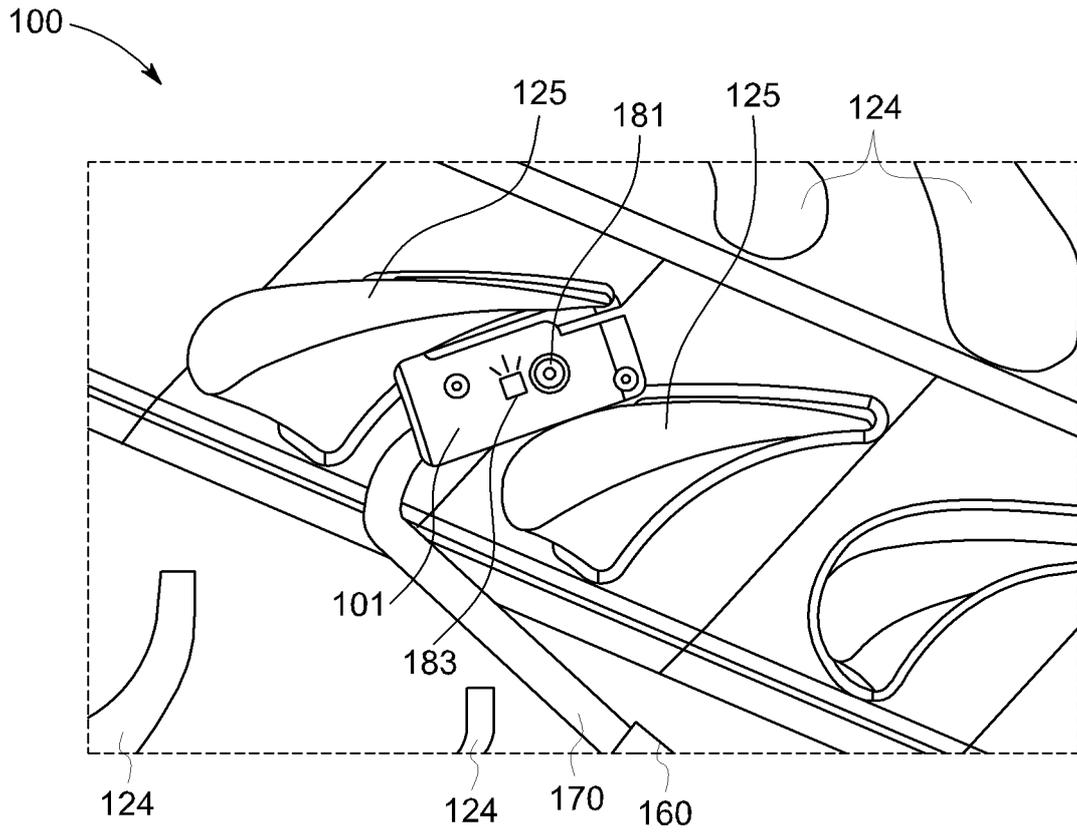


图 3

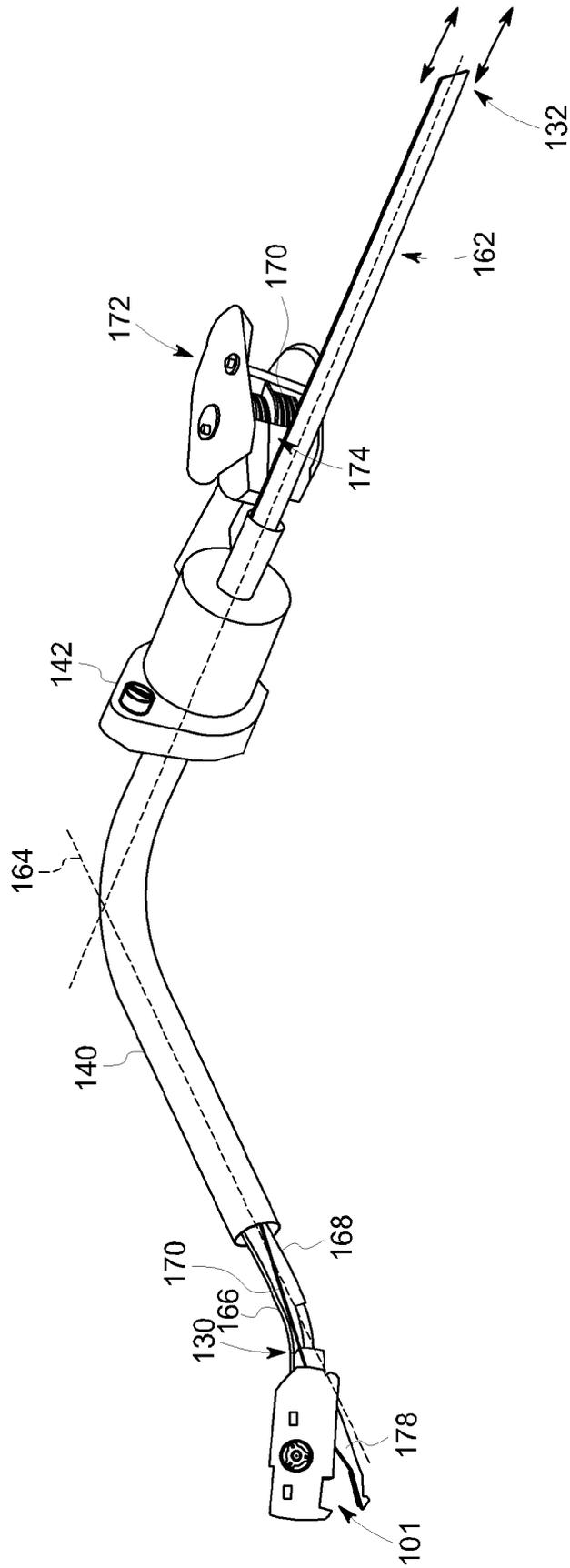


图 4

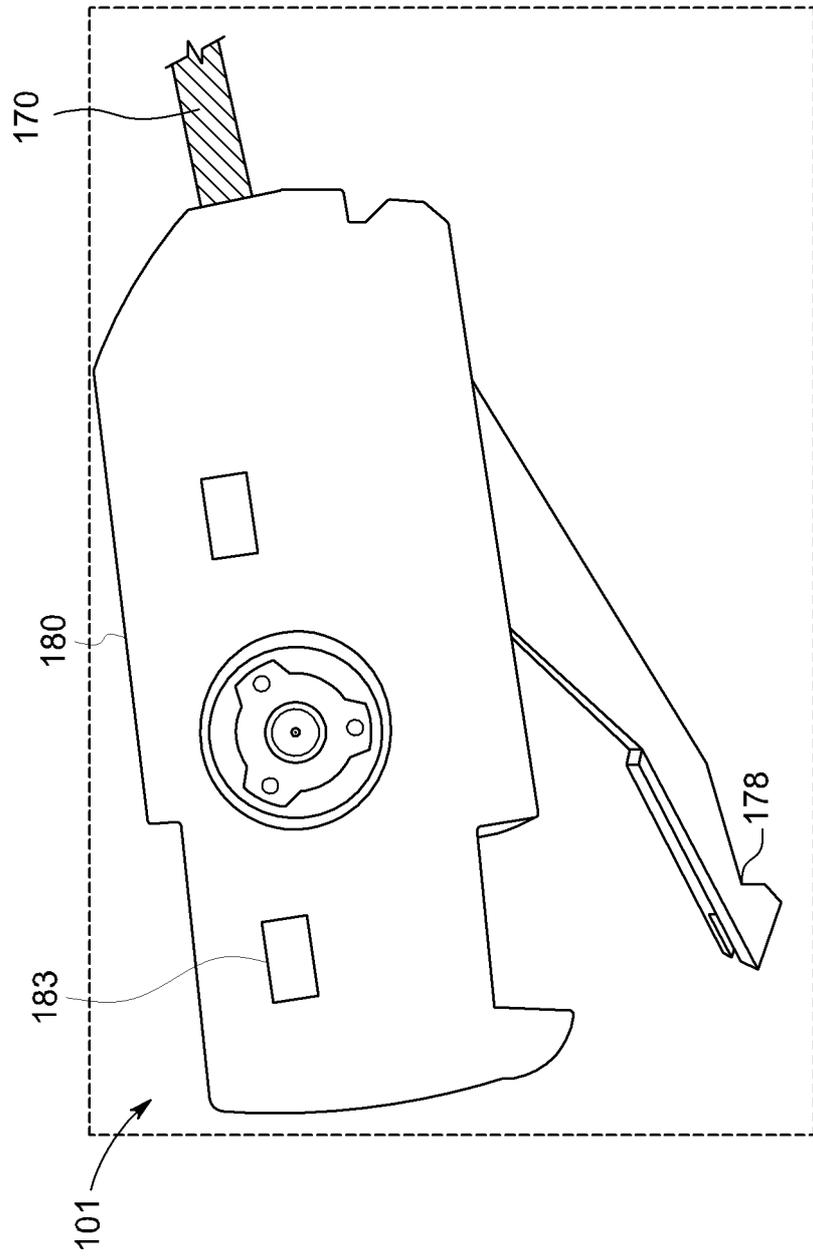


图 5

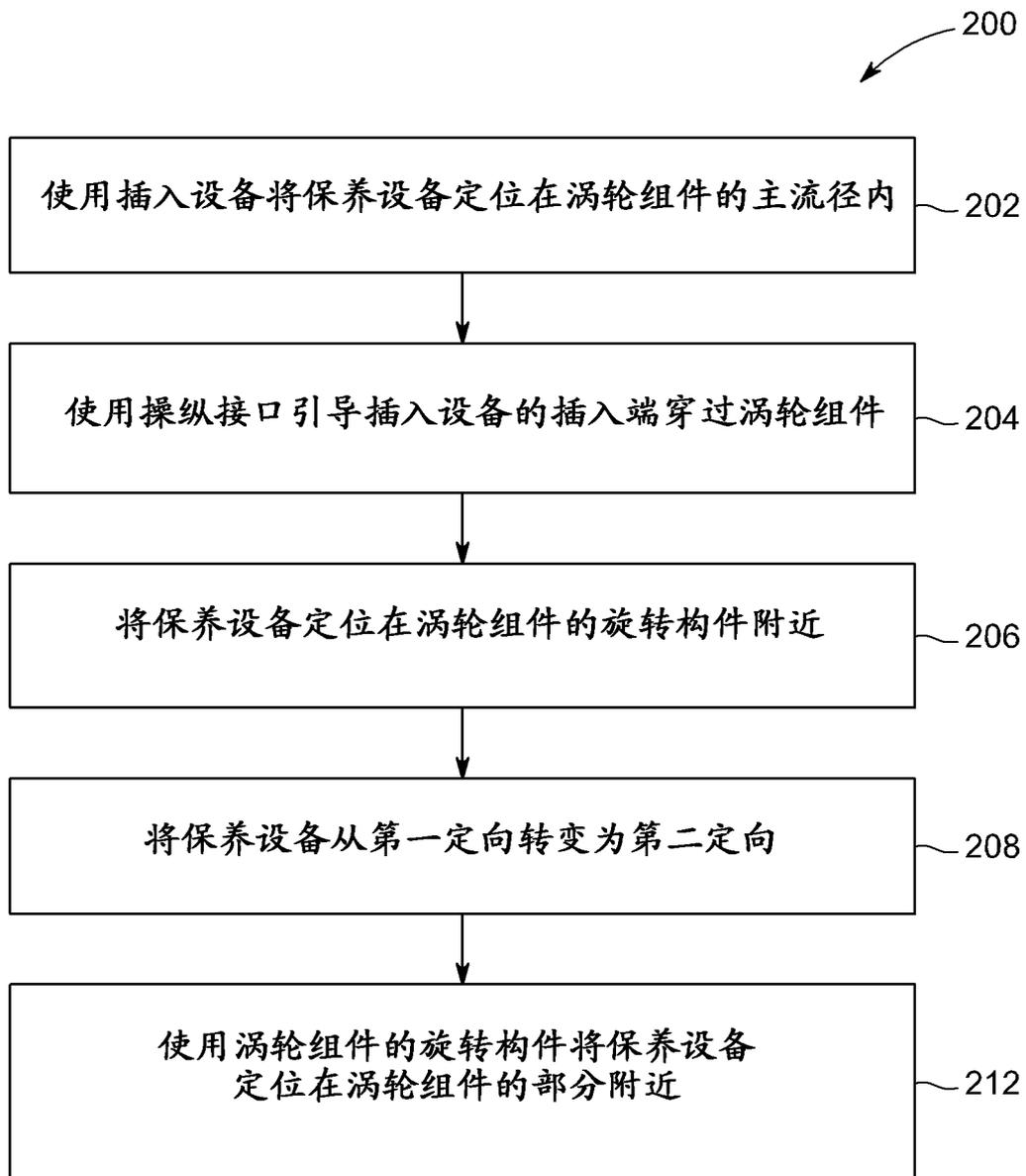


图 6

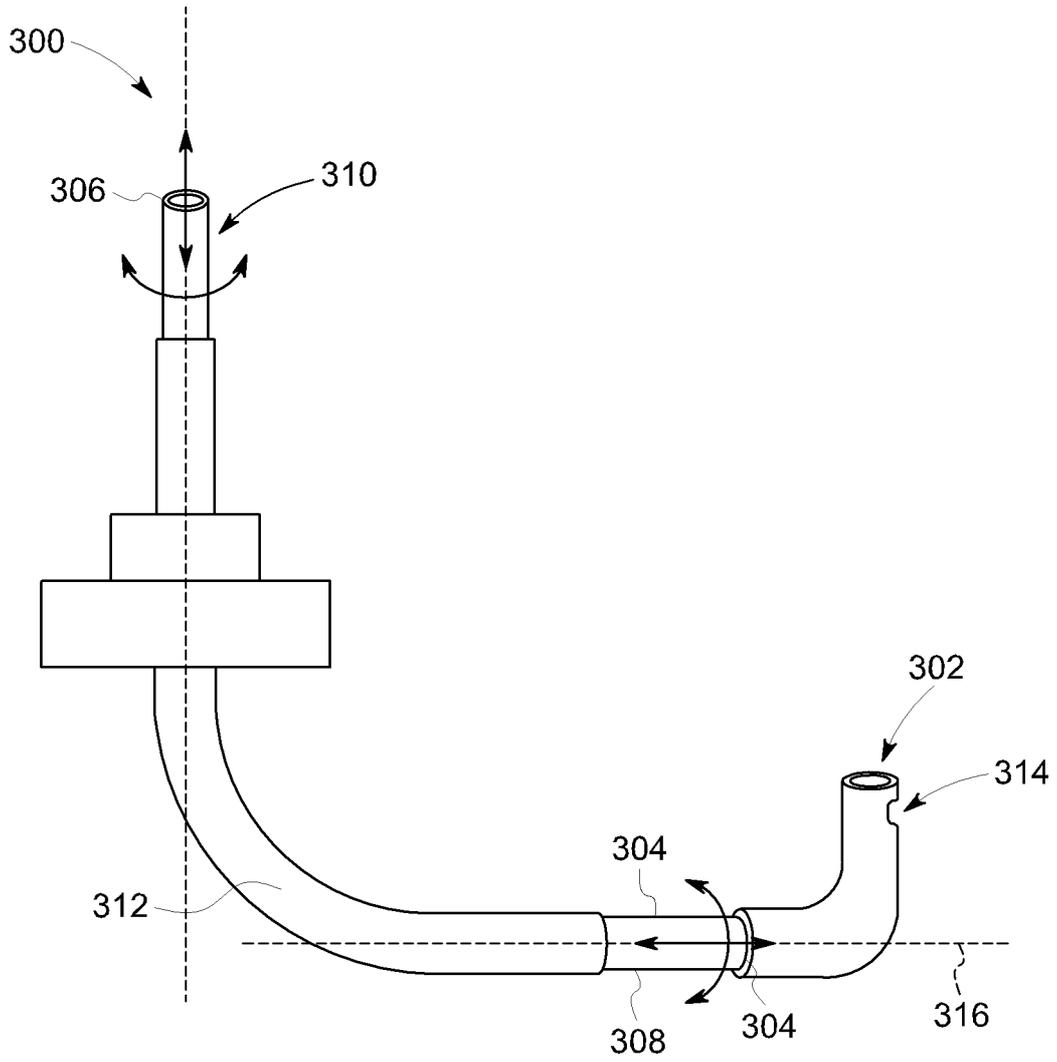


图 7

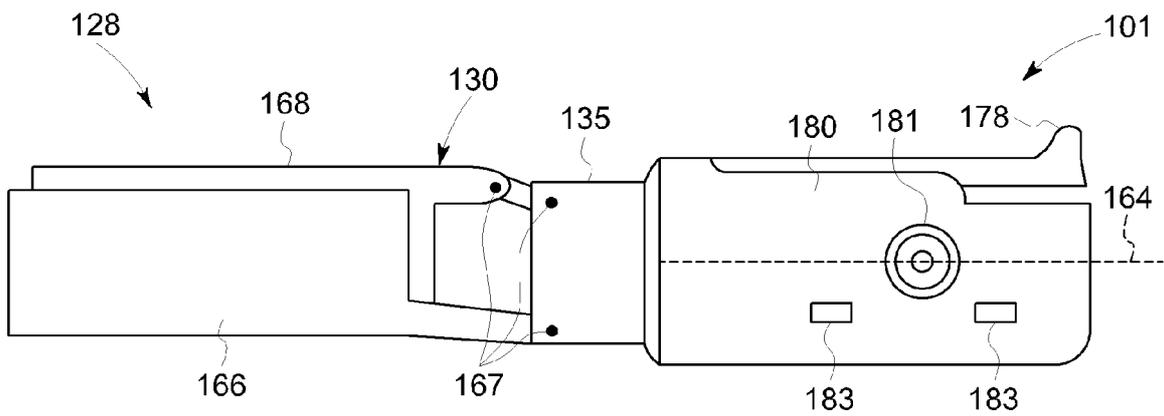


图 8

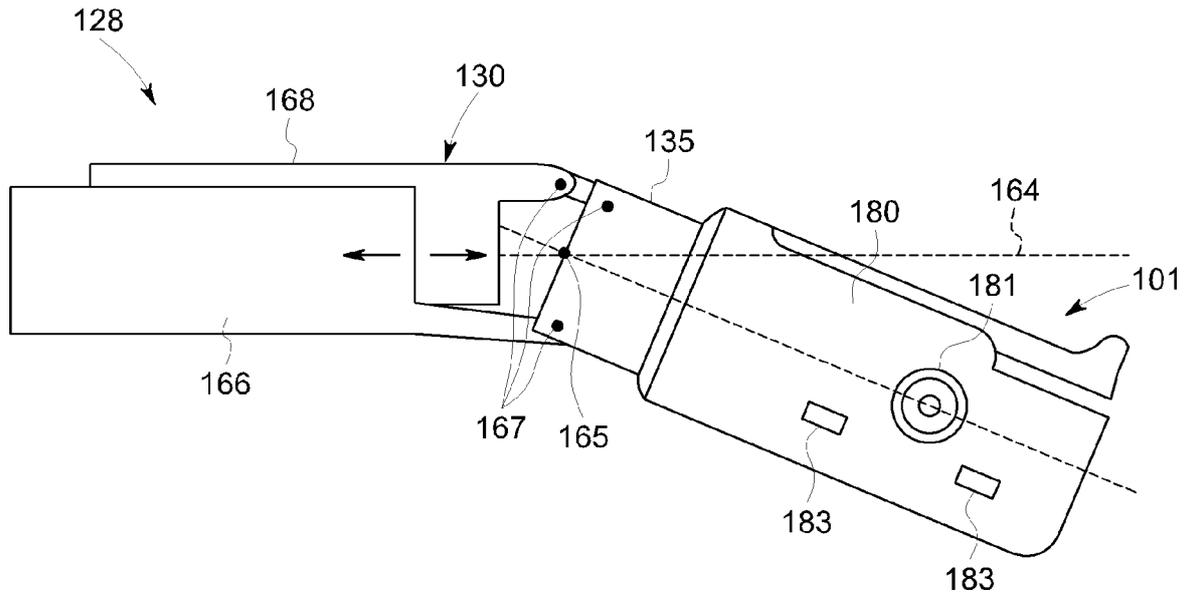


图 9