



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104632297 B

(45)授权公告日 2018.04.13

(21)申请号 201410630279.1

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2014.11.11

F01D 11/16(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 彭小熙

申请公布号 CN 104632297 A

(43)申请公布日 2015.05.20

(30)优先权数据

14/076982 2013.11.11 US

(73)专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 郑小清 N.A.特恩奎斯特

M.D.麦克 R.A.比卡 A.M.萨特

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 严志军 肖日松

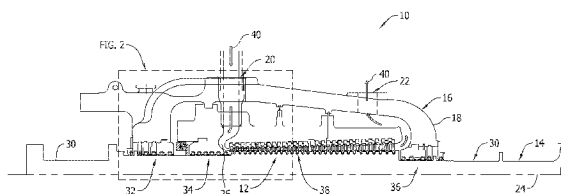
权利要求书3页 说明书9页 附图5页

(54)发明名称

旋转机械抽吸密封组件及其装配方法

(57)摘要

本发明涉及旋转机械抽吸密封组件及其装配方法。一种用于与旋转机械一起使用的抽吸面密封件包括旋转密封环,该旋转密封环包括径向外表面,该径向外表面包括倾斜部分。固定密封环紧接旋转密封环联接,使得第一间隙限定在它们之间。固定密封环能够在打开位置与密封位置之间沿着旋转机械的中心线轴线移动,并且包括延伸跨过第一间隙的延伸部件。辅助密封件包括至少一个密封齿,该至少一个密封齿包括密封齿顶端。该至少一个密封齿从延伸部件径向向内延伸,使得第二间隙限定在密封齿顶端与倾斜部分之间。



1. 一种用于与旋转机械一起使用的抽吸面密封件,所述旋转机械包括中心线轴线,所述抽吸面密封件包括:

旋转密封环,其包括旋转密封表面、相对旋转密封表面的上游表面、在所述旋转密封表面和所述上游表面之间延伸的径向外表面,其中所述旋转密封表面的半径大于所述上游表面的半径,所述径向外表面包括从紧接所述旋转密封表面的第一端朝向紧接所述上游表面的第二端的径向向内倾斜的倾斜部分;

固定密封环,其包括固定密封表面,所述固定密封环联接为紧接所述旋转密封环,使得第一间隙轴向限定在所述固定密封表面和旋转密封表面之间,其中,所述固定密封环包括延伸跨过所述第一间隙的延伸部件;和

辅助密封件,其包括至少一个密封齿,所述至少一个密封齿包括密封齿顶端,所述至少一个密封齿从所述延伸部件径向向内延伸,使得第二间隙径向限定在所述密封齿顶端与所述倾斜部分之间;

其中所述固定密封环能够在第一位置与第二位置之间沿着所述中心线轴线轴向移动,当其在第一位置中所述第一间隙限定第一宽度并且所述第二间隙限定第二宽度,当其在第二位置中时所述第一间隙限定窄于第一宽度的第三宽度并且所述第二间隙限定宽于第二宽度的第四宽度。

2. 根据权利要求1所示的抽吸面密封件,其特征在于,所述辅助密封件构造为约束工艺流体的穿过所述第一间隙的流,使得所述第一间隙的上游的高压区域与所述第一间隙的下游的低压区域之间的压差导致所述固定密封环从第一位置到第二位置的轴向移动。

3. 根据权利要求2所述的抽吸面密封件,其特征在于,所述辅助密封件构造为降低所述压差,以有助于在从所述第一位置到所述第二位置的过渡期间降低所述固定密封环接近所述旋转密封环的速度。

4. 根据权利要求1所述的抽吸面密封件,其特征在于,所述倾斜部分是弧形的。

5. 根据权利要求1所述的抽吸面密封件,其特征在于,所述第二宽度比所述第一宽度窄,并且其中所述第四宽度比所述第三宽度宽。

6. 根据权利要求1所述的抽吸面密封件,其特征在于,还包括密封外罩和偏置构件,所述偏置构件在所述密封外罩与所述固定密封环之间延伸,所述偏置构件构造为在第一位置中从所述旋转密封环离开地偏置所述固定密封环。

7. 根据权利要求1所述的抽吸面密封件,其特征在于,在第一位置中,所述旋转机械处于无压力和低压操作条件中的一者,并且在第二位置中,所述旋转机械处于相对较高压操作条件。

8. 根据权利要求1所述的抽吸面密封件,其特征在于,所述密封齿顶端在所述第一位置中定位在靠近所述倾斜部分的所述第二端或定位在所述倾斜部分的中间部分上,所述密封齿顶端在第二位置中定位在相对于第一位置更靠近所述倾斜部分的所述第二端。

9. 一种旋转机械,包括:

壳体;

可旋转轴,其限定中心线轴线;和

密封系统,其包括:

旋转密封环,其联接至所述轴,所述旋转密封环包括旋转密封表面、相对旋转密封表面

的上游表面、在所述旋转密封表面和所述上游表面之间延伸的径向外表面,其中所述旋转密封表面的半径大于所述上游表面的半径,所述径向外表面包括从紧接所述旋转密封表面的第一端朝向紧接所述上游表面的第二端的径向向内倾斜的倾斜部分;

固定密封环,其包括固定密封表面,所述固定密封环联接至所述壳体,紧接所述旋转密封环,使得第一间隙轴向限定在固定密封表面和旋转密封表面之间,其中,所述固定密封环包括延伸跨过所述第一间隙的延伸部件;和

辅助密封件,其包括至少一个密封齿,所述至少一个密封齿包括密封齿顶端,所述至少一个密封齿从所述延伸部件径向向内延伸,使得第二间隙径向限定在所述密封齿顶端与所述倾斜部分之间;

其中所述固定密封环能够在第一位置与第二位置之间沿着所述中心线轴线轴向移动,当其在第一位置中时所述第一间隙限定第一宽度并且所述第二间隙限定第二宽度,当其在第二位置中时所述第一间隙限定窄于第一宽度的第三宽度并且所述第二间隙限定宽于第二宽度的第四宽度。

10. 根据权利要求9所述的旋转机械,其特征在于,所述辅助密封件构造为约束工艺流体的穿过所述第一间隙的流,使得所述第一间隙的上游的高压区域与所述第一间隙的下游的低压区域之间的压差引起所述固定密封环从第一位置到第二位置的轴向移动。

11. 根据权利要求10所述的旋转机械,其特征在于,所述辅助密封件构造为降低所述压差,以有助于在从所述第一位置到所述第二位置的过渡期间降低所述固定密封环接近所述旋转密封环的速度。

12. 根据权利要求9所述的旋转机械,其特征在于,所述倾斜部分是弧形的。

13. 根据权利要求9所述的旋转机械,其特征在于,所述第二宽度比所述第一宽度窄,并且其中,所述第四宽度比所述第三宽度宽。

14. 根据权利要求9所述的旋转机械,其特征在于,在从第一位置到第二位置的过渡期间,所述至少一个密封齿沿着所述倾斜部分轴向地移动。

15. 根据权利要求9所述的旋转机械,其特征在于,所述倾斜部分向所述中心线轴线径向向内地倾斜。

16. 根据权利要求9所述的旋转机械,其特征在于,在第一位置中,所述旋转机械处于无压力或低压操作条件中的一者,并且在第二位置中,所述旋转机械处于相对较高压操作条件。

17. 一种组装用于在旋转机械中使用的密封系统的方法,所述方法包括:

将旋转密封环联接至限定中心线轴线的可旋转轴,其中所述旋转密封环包括旋转密封表面、相对旋转密封表面的上游表面、在所述旋转密封表面和所述上游表面之间延伸的径向外表面,其中所述旋转密封表面的半径大于所述上游表面的半径,所述径向外表面包括从紧接所述旋转密封表面的第一端朝向紧接所述上游表面的第二端的径向向内倾斜的倾斜部分;

紧接所述旋转密封环联接具有固定密封表面的固定密封环,使得第一间隙轴向限定在固定密封表面和旋转密封表面之间,并且其中,所述固定密封环包括延伸跨过所述第一间隙的延伸部件;和

从所述旋转密封环径向向外形成辅助密封件,其中,所述辅助密封件包括至少一个密

封齿,所述至少一个密封齿包括密封齿顶端,并且其中,所述至少一个密封齿从所述延伸部件径向向内延伸,使得第二间隙径向限定在所述密封齿顶端与所述倾斜部分之间;

其中所述固定密封环能够在第一位置与第二位置之间沿着所述中心线轴线轴向移动,当其在第一位置中时所述第一间隙限定第一宽度并且所述第二间隙限定第二宽度,当其在第二位置时所述第一间隙限定窄于第一宽度的第三宽度并且所述第二间隙限定宽于第二宽度的第四宽度。

18.根据权利要求17所述的方法,其特征在于,形成辅助密封件还包括约束工艺流体的穿过所述第一间隙的流,使得所述第一间隙的上游的高压区域与所述第一间隙的下游的低压区域之间的压差引起所述固定密封环从第一位置到第二位置的轴向移动。

19.根据权利要求17所述的方法,其特征在于,形成辅助密封件还包括降低压差,以有助于在从第一位置到第二位置的过渡期间降低所述固定密封环接近所述旋转密封环的速度。

20.根据权利要求17所述的方法,其特征在于,紧接所述旋转密封环联接固定密封环还包括紧接所述旋转密封环联接所述固定密封环,使得所述第二宽度比所述第一宽度窄,并且使得所述第四宽度比所述第三宽度宽。

旋转机械抽吸密封组件及其装配方法

技术领域

[0001] 本申请大体涉及旋转机械,并且更具体地涉及用于密封旋转机械的抽吸(aspirating)密封组件。

背景技术

[0002] 至少一些旋转机械(例如蒸汽涡轮发动机)具有穿过其延伸的限定的流体流路。该流路以连续流关系包括流体入口、涡轮和流体出口。泄漏流路在一些已知的旋转机械中存在于高压区域和低压区域之间的主流路的上游。一些旋转机械在泄漏流路中使用多个密封组件,以有助于提高旋转机械的操作效率。通常,已知的密封组件联接在固定构件和旋转构件之间,以提供高压区域与低压区域之间的密封。

[0003] 在一些已知的旋转机械中,可使用流体动力面密封件,以有助于降低加压工艺流体的穿过固定构件与旋转构件之间的间隙的泄漏。流体动力面密封件大体包括旋转环和固定(非旋转)环。在包含流体动力面密封件的至少一些已知的旋转机械的启动时,旋转环和固定环被离开彼此地偏置,直至压力在机械内积累并使固定环向旋转环移动。在操作期间,形成在旋转环中的流体动力凹槽产生流体动力力,该流体动力力导致固定环保持与旋转环分离,使得在两个环之间存在微小间隙。但是,如果作用在固定环上的高压过强,则由凹槽产生的流体动力力可能不足以保持固定环不碰撞旋转环并从而对旋转机械造成严重损坏。

发明内容

[0004] 在一个方面中,提供了用于与旋转机械一起使用的抽吸面密封件,该旋转机械包括中心线轴线。抽吸面密封件包括旋转密封环,该旋转密封环包括径向外表面,该径向外表面包括倾斜部分。固定密封环紧接旋转密封环联接,使得第一间隙限定在它们之间。固定密封环能够在打开位置与密封位置之间沿着中心线轴线移动,并且包括延伸跨过第一间隙的延伸部件。辅助密封件包括至少一个密封齿,该至少一个密封齿包括密封齿顶端。该至少一个密封齿从延伸部件径向向内延伸,使得第二间隙限定在密封齿顶端与倾斜部分之间。

[0005] 在另一方面中,提供了旋转机械。该旋转机械包括壳体和限定中心线轴线的可旋转轴。旋转机械还包括密封系统,该密封系统包括联接至轴的旋转密封环,其中,旋转密封环包括径向外表面,该径向外表面包括倾斜部分。密封系统还包括固定密封环,该固定密封环联接至壳体,紧接旋转密封环,使得第一间隙限定在它们之间。固定密封环能够在打开位置与密封位置之间沿着中心线轴线移动,并且固定密封环包括延伸跨过第一间隙的延伸部件。密封系统还包括辅助密封件,该辅助密封件包括至少一个密封齿,该至少一个密封齿包括密封齿顶端。该至少一个密封齿从延伸部件径向向内延伸,使得第二间隙限定在密封齿顶端与倾斜部分之间。

[0006] 在又一方面中,提供了组装用于在旋转机械中使用的密封系统的方法。该方法包括将旋转密封环联接至限定中心线轴线的可旋转轴,和紧接旋转密封环联接固定密封环,使得第一间隙限定在它们之间。固定密封环能够在打开位置与密封位置之间沿着中心线轴

线移动。固定密封环包括延伸跨过第一间隙的延伸部件。该方法还包括从旋转密封环径向向外形成辅助密封件。辅助密封件包括至少一个密封齿,该至少一个密封齿包括密封齿顶端。该至少一个密封齿从延伸部件径向向内延伸,使得第二间隙限定在密封齿顶端与倾斜部分之间。

[0007] 技术方案1. 一种用于与旋转机械一起使用的抽吸面密封件,旋转机械包括中心线轴线,抽吸面密封件包括:旋转密封环,其包括径向外表面,径向外表面包括倾斜部分;固定密封环,其联接为紧接旋转密封环,使得第一间隙限定在它们之间,其中,固定密封环能够在打开位置与密封位置之间沿着中心线轴线移动,固定密封环包括延伸跨过第一间隙的延伸部件;和辅助密封件,其包括至少一个密封齿,至少一个密封齿包括密封齿顶端,至少一个密封齿从延伸部件径向向内延伸,使得第二间隙限定在密封齿顶端与倾斜部分之间。

[0008] 技术方案2. 根据技术方案1所示的抽吸面密封件,其特征在于,辅助密封件构造为约束工艺流体的穿过第一间隙的流,使得第一间隙的上游的高压区域与第一间隙的下游的低压区域之间的压差导致固定密封环从第一位置到第二位置的轴向移动。

[0009] 技术方案3. 根据技术方案2的抽吸面密封件,其特征在于,辅助密封件构造为降低压差,以有助于在从第一位置到第二位置的过渡期间降低固定密封环接近旋转密封环的速度。

[0010] 技术方案4. 根据技术方案1的抽吸面密封件,其特征在于,倾斜部分是基本弧形的。

[0011] 技术方案5. 根据技术方案1的抽吸面密封件,其特征在于,当固定密封部件处于第一位置时,第一间隙限定第一宽度且第二间隙限定比第一宽度短的第二宽度,并且其中,当固定密封部件处于第二位置时,第一间隙限定第三宽度且第二间隙限定比第三宽度长的第四宽度。

[0012] 技术方案6. 根据技术方案5的抽吸面密封件,其特征在于,第一宽度比第三宽度长,并且其中,第二宽度比第四宽度短。

[0013] 技术方案7. 根据技术方案1的抽吸面密封件,其特征在于,还包括密封外罩和偏置构件,偏置构件在密封外罩与固定密封环之间延伸,偏置构件构造为在第一位置中从旋转密封环离开地偏置固定密封环。

[0014] 技术方案8. 根据技术方案1的抽吸面密封件,其特征在于,在第一位置中,旋转机械处于无压力或低压操作条件中的一者,并且在第二位置中,旋转机械处于相对较高压操作条件。

[0015] 技术方案9. 一种旋转机械,包括:壳体;可旋转轴,其限定中心线轴线;和密封系统,其包括:旋转密封环,其联接至轴,旋转密封环包括径向外表面,径向外表面包括倾斜部分;固定密封环,其联接至壳体,紧接旋转密封环,使得第一间隙限定在它们之间,其中,固定密封环能够在打开位置与密封位置之间沿着中心线轴线移动,固定密封环包括延伸跨过第一间隙的延伸部件;和辅助密封件,其包括至少一个密封齿,至少一个密封齿包括密封齿顶端,至少一个密封齿从延伸部件径向向内延伸,使得第二间隙限定在密封齿顶端与倾斜部分之间。

[0016] 技术方案10. 根据技术方案9的旋转机械,其特征在于,辅助密封件构造为约束工艺流体的穿过第一间隙的流,使得第一间隙的上游的高压区域与第一间隙的下游的低压区

域之间的压差引起固定密封环从第一位置到第二位置的轴向移动。

[0017] 技术方案11. 根据技术方案10的旋转机械,其特征在于,辅助密封件构造为降低压差,以有助于在从第一位置到第二位置的过渡期间降低固定密封环接近旋转密封环的速度。

[0018] 技术方案12. 根据技术方案9的旋转机械,其特征在于,倾斜部分是基本平面的。

[0019] 技术方案13. 根据技术方案9的旋转机械,其特征在于,当固定密封部件处于第一位置时,第一间隙限定第一宽度且第二间隙限定比第一宽度短的第二宽度,并且其中,当固定密封部件处于第二位置时,第一间隙限定第三宽度且第二间隙限定比第三宽度长的第四宽度。

[0020] 技术方案14. 根据技术方案9的旋转机械,其特征在于,在从第一位置到第二位置的过渡期间,至少一个密封齿沿着倾斜部分轴向地移动。

[0021] 技术方案15. 根据技术方案9的旋转机械,其特征在于,倾斜部分向中心线轴线径向向内地倾斜。

[0022] 技术方案16. 根据技术方案9的旋转机械,其特征在于,在第一位置中,旋转机械处于无压力或低压操作条件中的一者,并且在第二位置中,旋转机械处于相对较高压操作条件。

[0023] 技术方案17. 一种组装用于在旋转机械中使用的密封系统的方法,方法包括:将旋转密封环联接至限定中心线轴线的可旋转轴;紧接旋转密封环联接固定密封环,使得第一间隙限定在它们之间,其中,固定密封环能够在打开位置与密封位置之间沿着中心线轴线移动,并且其中,固定密封环包括延伸跨过第一间隙的延伸部件;和从旋转密封环径向向外形成辅助密封件,其中,辅助密封件包括至少一个密封齿,至少一个密封齿包括密封齿顶端,并且其中,至少一个密封齿从延伸部件径向向内延伸,使得第二间隙限定在密封齿顶端与倾斜部分之间。

[0024] 技术方案18. 根据技术方案17的方法,其特征在于,形成辅助密封件还包括约束工艺流体的穿过第一间隙的流,使得第一间隙的上游的高压区域与第一间隙的下游的低压区域之间的压差引起固定密封环从第一位置到第二位置的轴向移动。

[0025] 技术方案19. 根据技术方案17的方法,其特征在于,形成辅助密封件还包括降低压差,以有助于在从第一位置到第二位置的过渡期间降低固定密封环接近旋转密封环的速度。

[0026] 技术方案20. 根据技术方案17的方法,其特征在于,紧接旋转密封环联接固定密封环还包括紧接旋转密封环联接固定密封环,使得当固定密封部件处于第一位置时,第一间隙限定第一宽度且第二间隙限定比第一宽度短的第二宽度,并且使得当固定密封部件处于第二位置时,第一间隙限定第三宽度且第二间隙限定比第三宽度长的第四宽度。

附图说明

[0027] 图1是示范蒸汽涡轮发动机的示意图;

[0028] 图2是在图1中限定的区域附近取得的蒸汽涡轮发动机的一部分的更详细的示意图;

[0029] 图3是处于打开位置的示范抽吸面密封组件的示意剖面图;

- [0030] 图4是处于中间位置的图3所示的抽吸面密封组件的示意剖面图；
- [0031] 图5是处于密封位置的图3所示的抽吸面密封组件的示意剖面图。
- [0032] 部件列表
- | | | |
|--------|----|---------|
| [0033] | 10 | 蒸汽涡轮发动机 |
| [0034] | 11 | 入口侧 |
| [0035] | 12 | 涡轮级 |
| [0036] | 14 | 轴 |
| [0037] | 16 | 壳体 |
| [0038] | 18 | 上半区段 |
| [0039] | 20 | 蒸汽入口管道 |
| [0040] | 22 | 蒸汽出口管道 |
| [0041] | 24 | 中心线轴线 |
| [0042] | 26 | 入口碗状物 |
| [0043] | 30 | 轴端部 |
| [0044] | 32 | 密封部件 |
| [0045] | 34 | 密封部件 |
| [0046] | 36 | 密封部件 |
| [0047] | 38 | 动叶 |
| [0048] | 40 | 蒸汽 |
| [0049] | 42 | 定子构件 |
| [0050] | 44 | 内壳 |
| [0051] | 48 | 入口喷嘴 |
| [0052] | 50 | 泄漏区 |
| [0053] | 52 | 抽吸面密封组件 |
| [0054] | 54 | 低压区域 |
| [0055] | 56 | 高压区域 |
| [0056] | 58 | 旋转密封环 |
| [0057] | 60 | 固定密封环 |
| [0058] | 62 | 密封外罩 |
| [0059] | 64 | 泄漏路径 |
| [0060] | 66 | 初级密封件 |
| [0061] | 68 | 旋转密封表面 |
| [0062] | 70 | 凹槽 |
| [0063] | 72 | 固定密封表面 |
| [0064] | 74 | 轴向间隙 |
| [0065] | 76 | 径向次级密封 |
| [0066] | 78 | 弹簧座 |
| [0067] | 80 | 偏置构件 |
| [0068] | 82 | 对齐部件 |

[0069]	84	对齐槽道
[0070]	86	辅助密封件
[0071]	88	径向外端
[0072]	90	径向外表面
[0073]	92	上游表面
[0074]	94	倾斜部分
[0075]	96	延伸部件
[0076]	98	密封齿
[0077]	100	齿顶端
[0078]	102	径向间隙。

具体实施方式

[0079] 在本文中描述的示范设备和系统克服了与旋转机械相关的缺点中的至少一些,该旋转机械可在从旋转机械向外部环境的流体泄漏的情况下操作。在本文中描述的实施例提供了定位于旋转机械的固定(非旋转)构件与旋转构件之间的抽吸面密封组件,其有助于改善旋转机械性能。更具体地,在本文中描述的抽吸面密封组件包括辅助密封件,其显著降低了旋转机械内的低压区域与高压区域之间的流体泄漏。辅助密封件包括固定构件上的密封齿,该密封齿沿着旋转构件上的倾斜定向的表面轴向地行进以引起压降,该压降在蒸汽涡轮发动机操作期间阻止固定构件碰撞旋转构件。

[0080] 图1是示范蒸汽涡轮发动机10的示意图。虽然图1描述了示范蒸汽涡轮发动机,但应当注意的是,在本文中描述的密封设备和系统不限于任一具体类型的涡轮发动机。本领域专业人员将理解,在本文中描述的现有密封设备和系统可与任何旋转机械一起使用,包括处于使这种设备和系统能够如在本文中进一步所描述地操作的任何适当构造的燃气涡轮发动机。

[0081] 在示范实施例中,蒸汽涡轮发动机10是单流蒸汽涡轮发动机。备选地,蒸汽涡轮发动机10可以是任何类型的蒸汽涡轮,诸如但不限于低压涡轮、反流、高压和中压蒸汽涡轮组合、双流蒸汽涡轮发动机等。此外,如上所述,本发明不限于仅在蒸汽涡轮发动机中使用,并且可以在其他涡轮系统(例如燃气涡轮发动机)中使用。

[0082] 在示范实施例中,蒸汽涡轮发动机10包括联接至可旋转轴14的多个涡轮级12。壳体16水平地分为上半区段18和下半区段(未显示)。蒸汽涡轮发动机10包括高压(HP)蒸汽入口管道20和低压(LP)蒸汽出口管道22。轴14沿着中心线轴线24延伸穿过壳体16。轴14由轴颈轴承(未显示)在轴14的相对端部30处支撑。多个端部封装区或密封部件32、34和36联接在可旋转轴端部30与壳体16之间,以有助于围绕轴14密封壳体16。

[0083] 在操作期间,高压且高温蒸汽40从蒸汽源(例如锅炉等(未显示))引导至涡轮级12,其中,热能通过涡轮级12转变为机械旋转能。更具体地,蒸汽40经由蒸汽入口管道20引导穿过壳体16进入入口碗状部26中,在此,其冲击联接至轴14的多个涡轮叶片或动叶38,以引起轴14围绕中心线轴线24的旋转。蒸汽40在蒸汽出口管道22处离开壳体16。蒸汽40可然后引导至锅炉(未显示),在此,其可再热或引导至系统的其他构件,例如低压涡轮区段或冷凝器(未显示)。

[0084] 图2是在图1中限定的区域2附近取得的蒸汽涡轮发动机10的一部分的更详细的示意图。在图2所示的示范实施例中,蒸汽涡轮发动机10包括轴14、联接至壳体16内壳44的定子构件42、和附连至定子构件42的多个密封部件34。壳体16、内壳44、和定子构件42各自绕轴14和密封部件34周向地延伸。在示范实施例中,密封部件34形成定子构件42与轴14之间的曲折密封路径。轴14包括多个涡轮级12,高压高温蒸汽40经由蒸汽涡轮发动机10的入口侧11处的一个或更多个入口碗状物26行进穿过该涡轮级12。涡轮级12包括多个入口喷嘴48。蒸汽涡轮发动机10可包括使蒸汽涡轮发动机10能够如在本文中所述地运行的任意数量的入口喷嘴48。例如,蒸汽涡轮发动机10可包括比图2所示多或少的入口喷嘴48。涡轮级12还包括多个涡轮叶片或动叶38。蒸汽涡轮发动机10可包括使蒸汽涡轮发动机10能够如在本文中所述地操作的任意数量的动叶38。例如,蒸汽涡轮发动机10可包括比在图2中示出的多或少的动叶38。蒸汽40穿过蒸汽入口管道20进入入口碗状物26,并沿轴14的长度行进穿过涡轮级12。

[0085] 引入的高压高温蒸汽40的一部分经由泄漏区50行进穿过端部封装密封部件34。蒸汽40的穿过泄漏区域50的损失导致蒸汽涡轮发动机10的效率损失。如上所述,为了降低蒸汽40的穿过端部封装区32的泄漏,在示范实施例中,蒸汽涡轮发动机10包括大体以52指出的独特的抽吸面密封组件。

[0086] 图3是可与蒸汽涡轮发动机10(图1所示)一起使用的抽吸面密封组件52的示意剖面图。图3显示了在发动机10的无压力或低压负载条件下处于打开位置的面密封组件52。图4是当发动机10在比图3所示高的压力负载下操作时,显示为处于中间位置的抽吸面密封组件52的示意剖面图。图5是当发动机10在比图4所示高的压力负载状态下至少以基本负载操作时,处于密封位置的抽吸面密封组件52的示意剖面图。在示范实施例中,面密封组件52有助于降低或阻止加压工艺流体(例如蒸汽40)在相对低压区54与相对高压区域56之间的的泄漏。在示范实施例中,面密封组件52是在涡轮级12的入口侧11上定位在轴14与壳体16的内壳44之间的高压密封件。如上所述,尽管示出了蒸汽涡轮发动机10,但是面密封组件52可在期望或要求自调整密封件的任何应用中使用。在示范实施例中,面密封组件52包括与轴14的中心线轴线24共心且围绕其延伸的旋转密封环58、固定密封环60、和密封外罩62。旋转密封环58和固定密封环60共同形成用于蒸汽40的迂回或曲折泄漏流路64,且还形成初级密封件66以密封路径64。

[0087] 在示范实施例中,旋转密封环58联接至轴14并且能够与其一起旋转。备选地,旋转密封环58可形成为轴14的一体部分。在示范实施例中,旋转密封环58为大体盘形并包括轴向面对的旋转密封表面68,该表面68包括流体动力特征,例如限定在其中的通道或凹槽70。在发动机10操作期间,凹槽70引导旋转密封环58与固定密封环60之间的工艺流体(例如蒸汽40),因此形成了大体为大约0.002英寸厚或更少的工艺流体膜层。备选地或此外,凹槽70可形成在固定密封环60的固定密封表面72中。固定密封表面72定位为紧接旋转密封环58的旋转密封表面68,使得轴向定向的间隙74限定在表面68和72之间。

[0088] 在示范实施例中,密封外罩62构造为将固定密封环60联接至壳体16的内壳44。在一些实施例中,密封外罩62可与壳体16的内壳44一体化。此外,在一些备选实施例中,固定密封环60可直接地联接至内壳44。密封外罩62是非旋转、轴向延伸的构件,其包括径向次级密封件76,该次级密封件76使固定密封环60能够轴向地滑动以跟随动态地处于轴向平移中

的旋转密封环58,同时提供密封。密封外罩62还包括一个或更多个弹簧座78,弹簧座78构造为在其中容纳偏置构件80,诸如弹簧。偏置构件80在弹簧座78与固定密封环60之间延伸,并构造为在无压力或低压负载条件下从旋转密封环58离开地偏置固定密封环60,以使可旋转轴14能够旋转,而没有表面68和72之间的最初接触。密封外罩62可包括径向向内延伸的对齐部件82,对齐部件82联接至形成在固定密封环60外缘上的对齐槽道84。固定密封环60联接至密封外罩62,使得固定密封环60能够沿着中心线轴线24轴向移动,并且不能够横向或可旋转地移动。槽道中的舌状物联接作为防旋转特征操作,以阻止次级密封环60与旋转密封环58一起旋转。

[0089] 在示范实施例中,抽吸面密封组件52包括辅助密封件86,辅助密封件86定位为紧接旋转密封环58的径向外端88。辅助密封件86构造为约束穿过泄漏路径64的空气流,并在发动机10操作时形成充分压力,以沿着轴线24(图1和图2所示)向旋转密封环58,并且更具体地,向旋转密封表面68驱动固定密封环60。径向外端88包括径向外表面90,径向外表面90在旋转密封表面68与旋转密封环58的相对上游表面92之间轴向地延伸。径向外表面90包括倾斜部分94,倾斜部分94相对于旋转密封表面68倾斜地定向,即,径向外表面90的至少一部分不平行于中心线轴线24。在示范实施例中,倾斜部分94是基本平面的,使得其从径向外端88向转子14径向向内倾斜,使得上游表面92的长度比旋转密封表面68的长度短。备选地,倾斜部分94可为基本弧形的而非平面的。在示范实施例中,倾斜部分94在旋转密封表面68与上游表面92之间仅延伸局部距离。备选地,倾斜部分94可在表面68和92之间延伸全部距离。通常,倾斜部分94在表面68和92之间延伸有助于辅助密封件86如在本文中描述地操作的任意距离。

[0090] 在示范实施例中,辅助密封件86也通过延伸部件96形成,延伸部件96从固定密封环60跨过泄漏路径64轴向地延伸。延伸部件96的远端包括至少一个辅助密封齿98,使得密封齿98从旋转密封环58的径向外端88径向向外地定位。密封齿98向径向外端88径向向内延伸并在齿顶端100处结束。在示范实施例中,齿顶端100从倾斜部分94径向向外地定位,使得径向定向的间隙102限定在齿顶端100与径向外表面90的倾斜部分94之间。

[0091] 在发动机10的操作期间,抽吸面密封件52构造为由于力作用在固定密封环60上而能够在打开位置与密封位置之间沿着轴线24轴向地移动。这些力是在低压和高压区域54和56中的压力作用在固定密封环60的各种表面上的结果。在低功率或无功率条件下,抽吸面密封组件52处于打开位置(图3所示),使得固定密封环60和固定密封表面72被偏置构件80从旋转密封环58和旋转密封表面68离开地偏置。在打开位置中,发动机10在低压或无压力负载下操作,并且/或者高压区域56和低压区域54中的压力基本相等。偏置构件80从旋转密封环58离开地驱动固定密封环60,使得轴向间隙74限定宽度 W_1 。仍然在打开位置中,辅助密封件86的密封齿98定位为从倾斜部分94径向向外,并且基本在旋转密封表面68与上游表面92之间的中间,使得间隙102限定比 W_1 小的宽度 W_2 。

[0092] 在示范实施例中,一旦发动机10已经启动,并且在其达到基础操作负载之前,则抽吸面密封件52处于中间位置(图4所示)。当发动机10启动时,密封齿98约束高压泄漏空气从高压区域56穿过泄漏路径64并进入低压区域54中的流,因此引起区域54和56之间的压差。低压和高压区域54和56之间的压差作用为固定密封环60上的关闭压力,并克服由偏置构件80引起的偏置力,以向旋转密封环驱动固定密封环60。在这种中间位置中,压差向旋转密封

环58偏置固定密封环60,使得轴向间隙74限定比宽度 W_1 小的宽度 W_3 。此外,当固定密封环60向旋转密封环58移动时,密封齿100沿着倾斜部分94向上游表面92轴向地移动,使得间隙102限定比宽度 W_2 大的宽度 W_4 。在中间位置中,间隙74比在打开位置中窄且间隙102比在打开位置中宽。径向外表面90的倾斜斜坡形状使间隙102能够在固定密封环60向旋转密封环58轴向地移动时变宽。间隙102的变宽和间隙74的变窄作用以减少低压区域54与高压区域56之间的压差,使得固定密封环60向旋转密封环58前进的速度降低。

[0093] 在更高功率操作期间,例如当发动机10在基础负载下操作时,抽吸面密封组件52处于密封位置(图5所示),以进一步约束空气从高压区域56至低压区域54的流,因此充分密封泄漏流路径64并且提高发动机10的效率。在发动机10的压力负载也升高时,高压区域56中的压力上升,因此导致固定密封环60沿着轴线24向旋转密封环58进一步前进,这导致轴向间隙74进一步变窄,以限定比宽度 W_3 窄的宽度 W_5 。如上所述,表面68和/或72中的至少一个包括凹槽70,凹槽70捕集泄漏路径64中的空气的一部分,并产生流体动力力,该流体动力力至少部分地抵消由作用在固定密封环60上的相对高压产生的偏置力。但是,这些流体动力力可能不足以完全地平衡由高压空气引起的力,并且可导致固定密封环60与旋转密封环58之间的接触。

[0094] 在示范实施例中,辅助密封件86构造为逐渐降低低压区域54与高压区域56之间的压降,使得作用在固定密封环60上的压力逐渐降低,从而减缓固定密封环60接近旋转密封环58的速度,并因此维持间隙74的操作空隙。在发动机10达到基础负载且抽吸密封组件52接近密封位置时,密封齿98继续沿着径向外表面90的倾斜部分94向上游表面92轴向地移动,使得间隙102限定比宽度 W_4 大的宽度 W_6 。在密封位置中,间隙74比在中间位置中宽,且间隙102比在中间位置中窄。此外,在密封位置中,间隙74的宽度 W_5 比间隙102的宽度 W_6 窄。倾斜部分94远离齿顶端100倾斜时,间隙102的变宽和固定密封环60接近旋转密封环58时,间隙74的变窄作用为进一步降低低压区域54与高压区域56之间的压差,使得固定密封环60向旋转密封环58前进的速度降低,并且由凹槽70生成的流体动力力足以维持宽度 W_5 的操作空隙且阻止固定密封环60与旋转密封环58的碰撞。

[0095] 如在本文中所述,抽吸面密封组件52包括辅助密封件86,辅助密封件86避免当固定密封环60接触旋转密封环58时发生的相对密封表面68和72的显著量的发热和划痕,因此降低了进入旋转构件中的热输入并且维持密封表面68和72的平滑的表面光洁度。这降低了材料退化和早期构件故障的可能性。此外,涂层可应用至倾斜部分94和/或齿顶端100,以进一步降低对旋转密封环58的传热。

[0096] 在本文中描述的组件和方法降低高压和低压区域之间的显著减缓固定构件的轴向运动的压降以阻止与旋转构件的碰撞,从而有助于改善旋转机械性能。具体地,在本文中描述的抽吸面密封件包括辅助密封件,该辅助密封件包括从旋转构件的倾斜定向的表面径向向外定位的固定(非旋转)密封齿,使得径向间隙限定在它们之间。在密封齿沿倾斜表面轴向移动时,间隙变得更宽,有助于降低高压区域与低压区域之间的压差。因此,与不具有这种辅助密封件的已知的抽吸密封件对比,在本文中描述的方法和组件有助于减缓固定构件的移动,以阻止与旋转构件的碰撞,因此增加了蒸汽涡轮发动机及其构件的效率和运行寿命。

[0097] 在本文中描述的方法和系统不限于在本文中描述的具体实施例。例如,各个系统

的构件和/或各个方法的步骤可与在本文中描述的其他构件和/或步骤独立地且单独地使用和/或实施。此外,各个构件和/或步骤也可与其他组件和方法一起使用和/或实施。

[0098] 尽管已经就各种具体实施例描述了本发明,但是本领域技术人员将认识到,本发明可在进行本公开的精神和范畴内的修改的情况下实施。

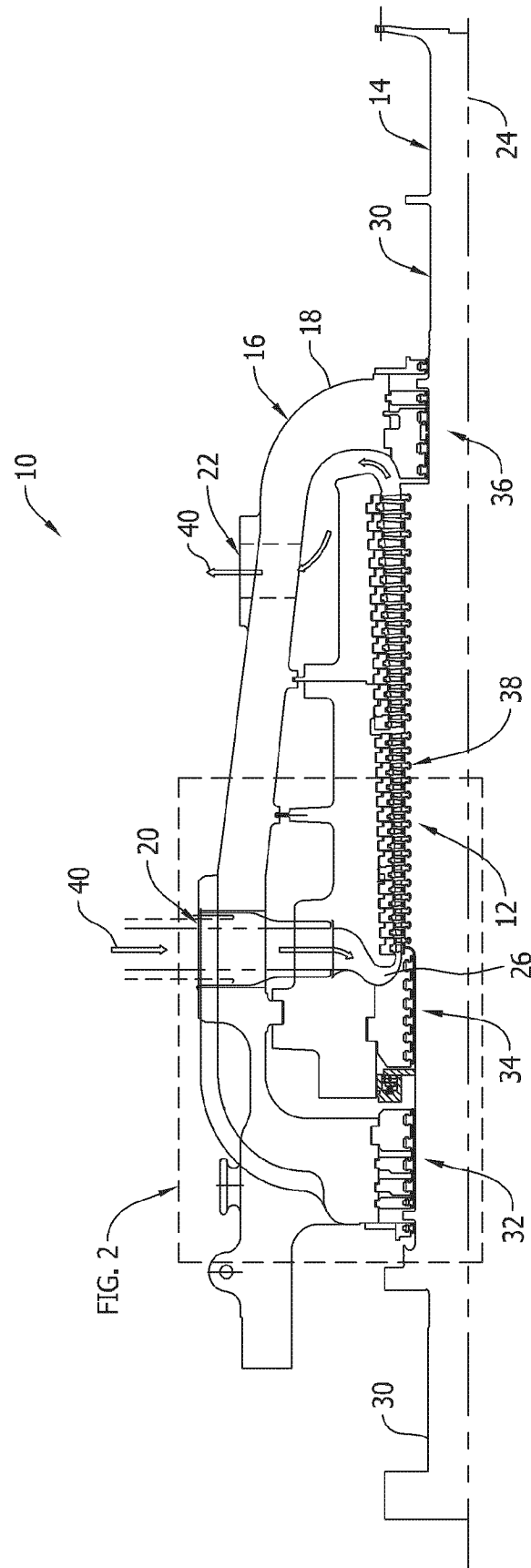


图 1

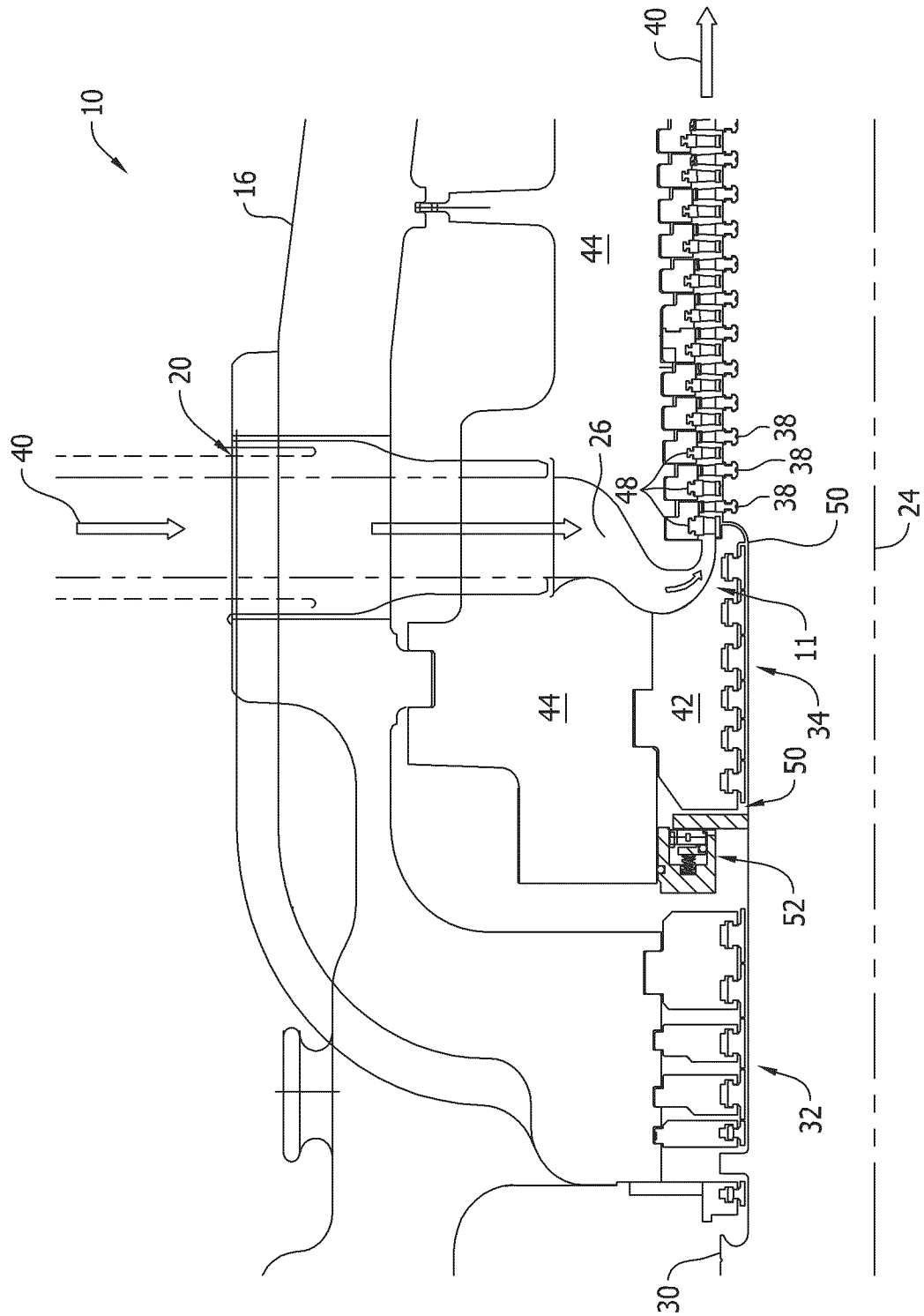


图 2

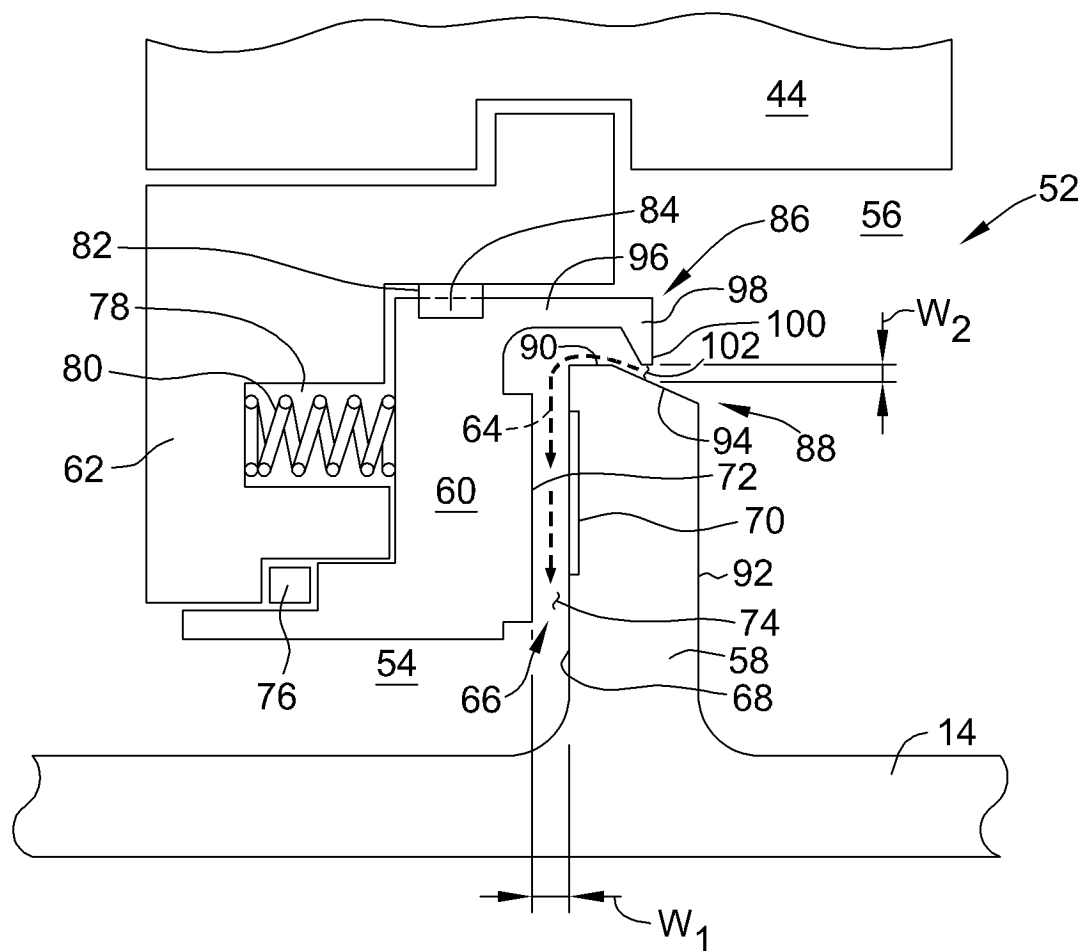


图 3

