



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104564176 B

(45)授权公告日 2017.10.24

(21)申请号 201410528434.9

(22)申请日 2014.10.09

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104564176 A

(43)申请公布日 2015.04.29

(30)优先权数据

14/049967 2013.10.09 US

(73)专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 M.J.鲍曼

(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 谭裕祥

(51)Int.Cl.

F01D 11/08(2006.01)

(56)对比文件

US 8256228 B2, 2012.09.04,

US 2007/0132193 A1, 2007.06.14,

US 2007/0248452 A1, 2007.10.25,

审查员 姚放

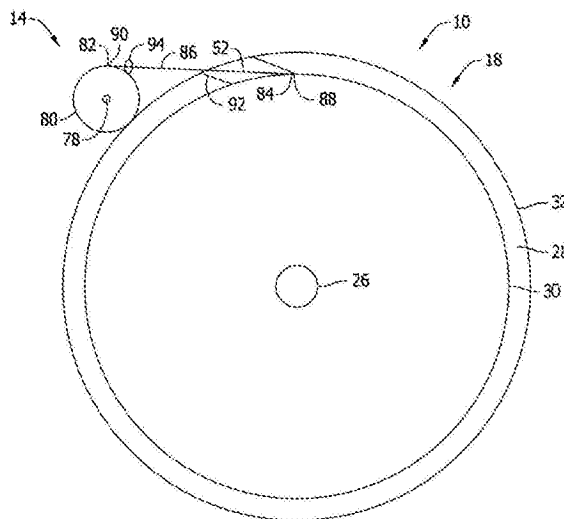
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

用于动态密封涡轮发动机的装置和方法及
涡轮发动机总成

(57)摘要

本发明提供一种用于动态密封涡轮发动机的装置和方法及涡轮发动机总成。所述涡轮发动机总成包括定子组件和转子组件,所述转子组件具有连接到多个转子叶片的转子盘,所述多个转子叶片从所述转子盘径向向外延伸。所述总成还包括至少部分围绕所述多个转子叶片的外壳。所述总成还包括连接到所述定子组件的至少一个动态密封装置。所述至少一个动态密封装置被配置成在所述转子组件正在运行时,选择性地将密封件插入所述外壳与所述多个转子叶片之间,以帮助减小限定在所述多个转子叶片与所述外壳之间的间隙。



1. 一种涡轮发动机总成,其特征在于,所述涡轮发动机总成包括:
定子组件;
转子组件,所述转子组件包括连接到多个转子叶片的转子盘,所述多个转子叶片从所述转子盘径向向外延伸;
外壳,所述外壳至少部分围绕所述多个转子叶片延伸而限定间隙;以及
动态密封装置,所述动态密封装置包括可旋转轴、连接到可旋转轴的线圈、连接到线圈的密封件,其中所述动态密封装置在所述转子组件正在运行时,用于选择性地转动可旋转轴以从所述线圈解开所述密封件而将密封件插入所述外壳与所述多个转子叶片之间,以帮助减小限定在所述多个转子叶片与所述外壳之间的所述间隙。
2. 根据权利要求1所述的涡轮发动机总成,其特征在于,所述动态密封装置可操作成在所述转子组件正在运行时,选择性地转动可旋转轴以围绕所述线圈卷绕所述密封件而移除在所述外壳与所述多个转子叶片之间的所述密封件,以帮助增大所述间隙。
3. 根据权利要求1所述的涡轮发动机总成,其特征在于,进一步包括控制器和传感器,所述传感器测量所述转子组件的至少一个特性,所述控制器被配置成:
基于所述至少一个特性确定所述转子组件的运行状态;并且
在所述转子组件的预定义运行条件下,指示所述动态密封装置插入所述密封件。
4. 根据权利要求3所述的涡轮发动机总成,其特征在于,所述控制器进一步被配置成在所述转子组件的第二预定义运行条件下,指示所述动态密封装置移除所述密封件。
5. 根据权利要求1所述的涡轮发动机总成,其特征在于,所述外壳包括限定在所述外壳的内表面中的止动凹槽,所述止动凹槽经过大小调整,以将所述密封件接纳在其中。
6. 根据权利要求1所述的涡轮发动机总成,其特征在于,包括多个动态密封装置,其中第一动态密封装置连接到所述密封件的第一端,第二动态密封装置连接到所述密封件的第二端。
7. 根据权利要求1所述的涡轮发动机总成,其特征在于,还包括连接到所述动态密封装置的成型机构,所述成型机构用于改造所述密封件的截面轮廓以从第一截面形状改造成第二截面形状。
8. 一种用于涡轮发动机中的动态密封装置,其特征在于,所述涡轮发动机具有多个转子叶片以及至少部分围绕所述多个转子叶片延伸而限定间隙的外壳,所述动态密封装置包括可旋转轴、连接到可旋转轴的线圈、以及连接到线圈的密封件,所述动态密封装置在所述涡轮发动机运行期间,用于选择性地转动可旋转轴以从所述线圈解开所述密封件并将密封件插入多个转子叶片与外壳之间,以帮助减小限定在所述多个转子叶片与所述外壳之间的间隙。
9. 根据权利要求8所述动态密封装置,其特征在于,所述密封件至少部分是柔软的。
10. 根据权利要求8所述动态密封装置,其特征在于,所述密封件包括第一端、第二端以及位于所述第一端和第二端之间的密封件主体,其中所述第一端连接到线圈,所述密封件主体可插入在所属多个转子叶片与外壳之间。
11. 根据权利要求8所述动态密封装置,其特征在于,所述外壳限定止动凹槽,所述密封件可插入在所述止动凹槽中。
12. 根据权利要求11所述动态密封装置,其特征在于,当所述密封件被插入在所述止动

凹槽中时,所述密封件包括大体上呈T形的截面轮廓,所述截面轮廓包括径向内部、径向外部和以及在径向内部和径向外部分之间延伸的颈部。

13.根据权利要求8所述动态密封装置,其特征在于,还包括成型机构,所述成型机构用于改造所述密封件的截面轮廓以从第一截面形状改造成第二截面形状。

14.根据权利要求8所述的动态密封装置,其特征在于,所述动态密封装置在所述涡轮发动机运行期间,可操作以选择性地转动可旋转轴以围绕所述线圈卷绕所述密封件用于从所述外壳与所述多个转子叶片之间移除所述密封件,以帮助增大所述间隙。

15.一种有助于密封涡轮发动机的方法,其特征在于,所述方法包括:

转动可旋转轴以从动态密封装置的线圈解开密封件;

在所述涡轮发动机正在运行时,将解开的密封件插入到所述涡轮发动机的多个转子叶片与外壳之间,使得所述密封件帮助减小限定在所述多个转子叶片与所述外壳之间的间隙。

16.根据权利要求15所述的方法,其特征在于,其进一步包括在所述涡轮发动机的运行期间,使用所述动态密封装置选择性地转动可旋转轴以围绕所述线圈卷绕所述密封件以从所述外壳与所述多个转子叶片之间移除所述密封件,以帮助增大所述间隙。

17.根据权利要求15所述的方法,其特征在于,所述方法进一步包括:通过通信地连接到所述动态密封装置的控制器确定所述涡轮发动机的运行状态;并且当所述涡轮发动机在预定义运行条件下时,插入所述密封件。

18.根据权利要求17所述的方法,其特征在于,当所述涡轮发动机在预定义运行条件下时插入所述密封件包括当所述涡轮发动机在稳态运行条件下时插入所述密封件。

19.根据权利要求15所述的方法,其特征在于,所述方法进一步包括:通过通信地连接到所述动态密封装置的控制器确定所述涡轮发动机的运行状态;并且当所述涡轮发动机在启动运行条件、关机运行条件和瞬间运行条件中任一运行条件下时,移除所述密封件。

20.根据权利要求15所述的方法,其特征在于,所述方法进一步包括:通过通信地连接到所述动态密封装置的控制器接收移除所述密封件的指令;通过所述动态密封装置将所述密封件从所述外壳与所述多个转子叶片之间移除;以及将所述密封件更换为新密封件。

用于动态密封涡轮发动机的装置和方法及涡轮发动机总成

技术领域

[0001] 本发明的领域总体上涉及一种涡轮发动机,具体来说,涉及一种用于动态密封涡轮发动机的系统和方法。

背景技术

[0002] 涡轮发动机通常包括转子组件和定子组件。至少一个已知的转子组件包括至少连接到多个转子叶片(有时称为翼型件)的圆盘,所述转子叶片从所述圆盘向尖端径向向外延伸。在已知的涡轮发动机中,所述转子叶片由外壳周向限定,所述外壳限定涡轮机组件的内表面。在运行中,例如,诸如空气、蒸汽或燃烧气体等流体与转子叶片相互作用,以产生有用功。例如,所述涡轮发动机可以驱动压缩机、发电机和/或电气载荷。

[0003] 此外,在已知的涡轮机中,转子叶片尖端与外壳之间称为间隙的区域可以导致流体不合需要地围绕转子叶片流动,而不与其相互作用。流过间隙的流体不产生任何有用功,因此所述间隙是决定涡轮发动机效率的重要特性。具体来说,间隙大小与涡轮发动机效率之间存在反相关关系。例如,间隙相对较大的发动机通常效率较低,而间隙相对较小的发动机通常更为高效。因此,至少一些已知的系统在制造期间在所述外壳与转子叶片尖端之间安置密封件,所述密封件用于减小间隙的大小,以提高涡轮发动机的效率。

[0004] 但是,涡轮发动机的所有运行机级处并不具有静态间隙。具体来说,与已知涡轮发动机相关的间隙量可能基于与涡轮发动机相关的运行条件而波动。例如,由于转子叶片伸展等原因,间隙可以在启动、空载、稳态、关机和瞬间操作之间改变。如果间隙被制造得过于紧密,则转子叶片可能在各种运行条件下摩擦外壳和/或密封件,因此损害所述发动机和/或降低效率。因此,已知的涡轮机和密封件通常被制造为具有足够的间隙以容纳转子叶片的最大伸展,包括在各种涡轮机操作中。

[0005] 此外,在已知的涡轮机中,更换损坏的密封件可能十分昂贵和耗时,需要关闭涡轮机和/或至少部分拆解涡轮机。

发明内容

[0006] 在一个方面中,本发明提供了一种涡轮发动机总成(turbine engine assembly)。所述涡轮发动机总成包括定子组件和转子组件,所述转子组件具有连接到多个转子叶片的转子盘,所述多个转子叶片从所述转子盘径向向外延伸。所述总成还包括至少部分围绕所述多个转子叶片的外壳。所述总成还包括连接到所述定子组件的动态密封装置(dynamic sealing device)。所述至少一个动态密封装置被配置成在所述转子组件正在运行时,选择性地密封件插入在所述外壳与所述多个转子叶片之间,以帮助减小限定在所述多个转子叶片与所述外壳之间的间隙(clearance gap)。

[0007] 其中,所述动态密封装置进一步被配置成在所述转子组件正在运行时,选择性地移除在所述外壳与所述多个转子叶片之间的所述密封件,以帮助增大所述间隙。

[0008] 所述涡轮发动机总成进一步包括控制器和传感器,所述传感器测量所述转子组件

的至少一个特性,所述控制器被配置成:基于所述至少一个特性确定所述转子组件的运行条件;并且在所述转子组件的预定义运行条件下,指示所述动态密封装置插入所述密封件。

[0009] 其中,所述控制器进一步被配置成在所述转子组件的第二预定义运行条件下,指示所述动态密封装置移除所述密封件。

[0010] 其中,所述外壳包括限定在所述外壳的内表面中的止动凹槽,所述止动凹槽经过大小调整,以将所述密封件接纳在其中。

[0011] 所述涡轮发动机总成进一步包括多个动态密封装置,其中,第一动态密封装置连接到所述密封件的第一端,第二动态密封装置连接至所述密封件的第二端。

[0012] 所述涡轮发动机总成进一步包括连接到动态密封装置的成型机构,所述成型机构被配置成改造(reshape)密封件的截面轮廓以从第一截面轮廓改造成第二截面轮廓。

[0013] 在另一方面中,本发明提供了一种用于涡轮发动机中的动态密封装置。所述动态密封装置被配置成在所述涡轮发动机的运行期间,选择性地将密封件插入多个转子叶片与定子组件的外壳之间。所述多个转子叶片从转子组件的转子盘径向向外延伸,所述外壳围绕所述多个转子叶片,并且所述密封件帮助减小限定在所述多个转子叶片与所述外壳之间的间隙。

[0014] 所述的动态密封装置进一步被配置成在所述涡轮发动机的预定义运行条件下插入所述密封件。

[0015] 所述的动态密封装置进一步被配置成在所述涡轮发动机的运行期间将所述密封件从所述外壳与所述多个转子叶片之间移除,以帮助增大所述间隙。

[0016] 所述动态密封装置进一步被配置成在所述涡轮发动机的预定义运行条件下将所述密封件从所述外壳与所述多个转子叶片之间移除。

[0017] 其中,所述外壳包括围绕多个转子叶片周向延伸的止动凹槽,所述止动凹槽经过大小调整,以将所述密封件接纳在其中,所述动态密封装置进一步被配置成将所述密封件插入所述止动凹槽。

[0018] 其中,所述止动凹槽和所述密封件限定包括径向内部、径向外部和延伸在径向内部和径向外部的颈部且大体上呈T形的截面轮廓。

[0019] 所述动态密封装置进一步包括连接到所述密封件的成型机构,所述成型机构被配置成改造所述密封件的截面轮廓以从第一截面轮廓改造成第二截面轮廓。

[0020] 在另一个方面中,本发明提供了一种用于有助于密封涡轮发动机的方法。所述方法包括在所述涡轮发动机正在运行时,使用动态密封装置选择性地将密封件插入多个转子叶片与定子组件的外壳之间。所述多个转子叶片从转子组件的转子盘径向向外延伸,所述外壳围绕所述多个转子叶片,并且所述密封件帮助减小限定在所述多个转子叶片与所述外壳之间的间隙。

[0021] 所述方法进一步包括在所述涡轮发动机的运行期间,使用所述动态密封装置选择性地将所述密封件从所述外壳与所述多个转子叶片之间移除,以帮助增大所述间隙。

[0022] 所述方法进一步包括:通过通信地连接到所述动态密封装置的控制器确定所述涡轮发动机的运行状态;并且当所述涡轮发动机在预定义运行条件下时,插入所述密封件。

[0023] 其中,当所述涡轮发动机在预定义运行条件下时插入所述密封件包括当所述涡轮发动机在稳态(steady-state)运行条件下时插入所述密封件。

[0024] 所述方法进一步包括：通过通信地连接到所述动态密封装置的控制器确定所述涡轮发动机的运行状态；并且当所述涡轮发动机在启动运行条件、关机运行条件和瞬间运行条件中任一运行条件下时，移除所述密封件。

[0025] 所述方法进一步包括：通过通信地连接到所述动态密封装置的控制器接收移除所述密封件的指令；通过所述动态密封装置将所述密封件从所述外壳与所述多个转子叶片之间移除；以及将所述密封件更换为新密封件。

附图说明

[0026] 图1是包括动态密封装置的示例性涡轮发动机总成的示意图。

[0027] 图2是沿涡轮发动机的纵轴截取的图1中所示的涡轮发动机总成的截面图。

[0028] 图3是用于图1中所示的涡轮发动机总成的示例性压缩机级的轴向视图。

[0029] 图4是图1中所示的涡轮发动机总成的轴向截面图。

[0030] 图5是图1中所示的涡轮发动机总成的示意图，其中包括以通信方式连接到所述动态密封装置的控制器。

具体实施方式

[0031] 本说明书中所述的实施例提供了一种涡轮发动机总成，所述涡轮发动机总成包括可用于帮助提高涡轮发动机的效率的动态密封装置。具体来说，本说明书中所述的涡轮发动机总成包括转子盘以及从所述转子盘径向向外延伸的多个转子叶片。所述涡轮机还包括至少部分围绕所述转子叶片的外壳。间隙限定在所述外壳与所述转子叶片的外尖端之间。至少一个动态密封装置能够动态地改变所述间隙以调整所述间隙并且帮助提高涡轮机效率和/或涡轮机耐久性。在至少一些实施方案中，所述动态密封装置可以在涡轮发动机的运行期间插入密封件并且/或者从所述涡轮发动机移除密封件。

[0032] 通过动态插入密封件和从涡轮发动机移除密封件，可以在涡轮发动机的具体运行模式期间调整间隙。在一个实施方案中，动态密封装置连接到控制器和传感器，所述传感器测量与所述涡轮发动机的运行条件相关的至少一个特性。在该实施例中，所述动态密封装置通过在涡轮发动机的稳态运行条件下插入用于减小涡轮机间隙的密封件来帮助提高涡轮发动机的效率。在另一个实施方案中，所述动态密封装置通过在预定发动机运行条件下，例如，启动条件、瞬间条件和关机条件下从所述涡轮发动机移除所述密封件来提高所述密封件和/或所述涡轮发动机的耐久性和可靠性。在另一个实施方案中，所述动态密封装置能够通过手动请求从所述涡轮发动机移除所述密封件。

[0033] 图1示出了示例性涡轮发动机总成10，所述涡轮发动机总成包括燃气涡轮发动机12和至少一个动态密封装置14。在该示例性实施例中，涡轮发动机12包括进气部分16、压缩机18、燃烧器部分20、涡轮机22和排气部分24。压缩机18、燃烧器部分20和涡轮机22全部连接到中央转子轴26。燃气涡轮发动机12还包括外壳28，所述外壳28至少部分围绕压缩机18、涡轮机22和转子轴26。外壳28包括外壳内表面30和外壳外表面32。在该示例性实施例中，动态密封装置14连接到外壳外表面32。

[0034] 如箭头所示，空气从进气部分16进入燃气涡轮发动机12并且流入压缩机18中。压缩机18包括转子叶片(图1中未图示)的多个级(图1中未图示)，其压缩所述空气，然后将其

输送到燃烧器部分20。燃烧器部分20包括位于压缩机18与涡轮机22之间的一组燃烧器34。压缩机18提供的压缩空气进入燃烧器34中并且与燃料混合,然后点燃以产生高温燃烧气体的排气流,所述排气流在涡轮机22中驱动转子叶片。具体来说,所述高温燃烧气体流过涡轮机22的转子叶片并且驱动转子轴26以驱动压缩机18和/或发电机(未图示)。高温燃烧气体经由排气部分24从涡轮发动机12排出。在该示例性实施例中,燃气涡轮发动机12包括至少一个密封件(图1中未图示),所述密封件连接到动态密封装置14和外壳内表面30。所述至少一个密封件帮助减小压缩机18和/或涡轮机22中围绕转子叶片的气体泄漏。

[0035] 图2是沿延伸穿过燃气涡轮发动机12的纵轴36截取的燃气涡轮发动机12的截面图。在该示例性实施例中,燃气涡轮发动机12包括转子组件37,所述转子组件37具有多个周向隔开的转子叶片38,所述转子叶片38具有尖端40。转子叶片38从连接到转子轴26(如图1中所示)的转子盘42向连接到外壳28的定子组件43径向向外延伸。定子轮叶44安置在邻接每组转子叶片38处,并且与转子叶片38协同工作,以形成转子级46。每一级46引导压缩空气流47穿过压缩机18。具体来说,压缩机18限定环形流动区域48,所述环形流动区域48延伸在外壳内表面30与转子盘42之间,并且每一级46引导压缩空气流47穿过环形流动区域48。转子叶片38至少部分被外壳28围绕,以便环形间隙,本说明书中称为间隙50限定在外壳内表面30与每个转子叶片38的尖端40之间。

[0036] 密封件52插入每个转子叶片38与外壳内表面30之间,以帮助减少绕过转子叶片38的压缩空气47。具体来说,在该示例性实施例中,密封件52插入压缩机外壳28与转子叶片38之间,以大体上密封间隙50。如下文详述,密封件52可以通过动态密封装置14(图2中未图示)插入和/或移除,以帮助调整间隙50。在该示例性实施例中,密封件52可用于多个级46中。或者,密封件52可仅用于单个级46中。在该示例性实施例中,密封件52可以由任何材料制成,例如,但不限于,金属材料、陶瓷材料、塑料材料、橡胶材料和/或它们的任何组合。在一些实施方案中,密封件52至少部分柔软。

[0037] 尽管相对于多级燃气涡轮机12来描述,但是密封件52和动态密封装置14可以用于单级气体压缩机、蒸汽涡轮机或者能够使涡轮发动机总成10如本说明书中所述运行的其他任何涡轮机中。此外,尽管描述为用于压缩机部分18中,但是动态密封装置14可用于涡轮机22中和/或使涡轮发动机总成10能够如本说明书中所述运行的其他任何位置中。

[0038] 图3是压缩机18的级46的轴向视图,所述级包括外壳28、转子叶片38和密封件52。在该示例性实施例中,环形止动凹槽54限定在外壳28的外围并且围绕所述外围延伸。具体来说,止动凹槽54限定在外壳内表面30中,并且经过大小调整和定向,以将可更换的密封件52接纳在其中。止动凹槽54包括径向内槽56、径向中间槽58和径向外槽60。

[0039] 在该示例性实施例中,内槽56由一对相对的内侧壁62限定,所述内侧壁62大体上彼此平行。中间槽58由一对中间侧壁64限定,所述中间侧壁64大体上彼此平行。类似地,外槽60由一对相对的外侧壁66限定,所述外侧壁66大体上彼此平行。在该示例性实施例中,内侧壁62、中间侧壁64和外侧壁66定向成使得止动凹槽54大体上呈T形。具体来说,内槽56轴向延伸的距离大于中间槽58,并且中间槽58轴向延伸的距离短于外槽60。或者,止动凹槽54可以具有使得密封件52能够如本说明书中所述运作的任何形状或定向。

[0040] 此外,在该示例性实施例中,密封件52通过止动凹槽54以可拆除方式连接到外壳28,并且包括径向内部68、径向外侧72和延伸在两者之间的颈部70。径向内部68、颈部70和

径向外部72围绕外壳28周向延伸。在该示例性实施例中,颈部70的宽度窄于径向内部68和径向外部72,以便于将密封件52固定在止动凹槽54内。具体来说,径向内部68由内侧壁62轴向约束,颈部70由中间侧壁64轴向约束,并且径向外部72由外侧壁66轴向约束。或者,密封件52可以是使密封件52能够以可拆除方式连接到外壳28的任何大小或形状。

[0041] 此外,在该示例性实施例中,密封件52的径向内部68具有径向内密封表面74。间隙50限定在密封表面74与转子叶片尖端40之间。在一些实施例中,转子叶片38包括多个密封齿76,所述密封齿76从尖端40径向向外延伸。密封齿76帮助减少从间隙50的泄漏。在一个实施方案中,密封齿76与密封表面74接触,以进一步减小间隙50。

[0042] 图4是涡轮发动机总成10的轴向截面图,所述涡轮发动机总成包括连接到压缩机级46的动态密封装置14。在该示例性实施例中,动态密封装置14连接到压缩机18的外壳外表面32。动态密封装置14包括密封件52、可旋转轴78和线圈(spool)80。密封件52包括密封件主体86,所述密封件主体86从第一端82向第二端84延伸。第一端82连接到线圈80并且第二端84可选择性地移动到完全插入位置88与完全取出位置90之间的任何位置。具体来说,随着第二端84插入压缩机18中并且向完全插入位置88移动,密封件主体86大体上围绕转子轴26以帮助减小间隙50(如图3中所示)。随着第二端84从完全取出位置90取出,密封件主体86至少部分从压缩机18移除并且不围绕转子轴26。在至少一个实施例中,第二端84可以形成具有切口的螺旋形,以便当第二端84完全插入压缩机18中时,密封件主体86能够完全围绕转子轴26。

[0043] 在该示例性实施例中,线圈80连接到可旋转轴78,以使可旋转轴78能够操作性地将密封件52卷绕到线圈80上并且从所述线圈解开所述密封件52。在一个实施方案中,可旋转轴78沿第一方向的旋转致使密封件52向完全插入位置88移动。可旋转轴78沿相反的第二方向旋转致使密封件52向完全取出位置90移动。在该示例性实施例中,密封件52经由限定在外壳28中的通道92移动穿过压缩机18,通道92延伸在外壳外表面32与外壳内表面30之间。在一个实施方案中,通道92大体上切向延伸穿过外壳28,以使密封件52能够从线圈80向止动凹槽54(如图3中所示)延伸。或者,动态密封装置14可以是使得密封件52能够在完全插入位置88与完全取出位置90之间移动的任何装置。

[0044] 此外,在该示例性实施例中,动态密封装置14包括成型机构94。成型机构94连接到线圈80并且改造密封件主体86的截面轮廓以安置在止动凹槽54(如图3中所示)内。具体来说,在一个实施方案中,密封件52的第一端82具有第一截面形状,例如,矩形、圆形、椭圆形等,并且第二端84具有与第一截面形状不同的第二截面形状,例如,但不限于,T形和/或L形。在该示例性实施例中,成型机构94加热密封件主体86以帮助将密封件主体86造型成所述截面形状。或者,动态密封装置14不包括成型机构94,并且密封件主体86的各处大体上均匀。

[0045] 此外,在该示例性实施例中,涡轮发动机总成10包括连接到压缩机级46的多个动态密封装置14。具体来说,密封件52的第一端82可以连接到第一动态密封装置14的线圈80,其直接连接或者通过提供大于密封件主体86的较大间隙50的连接装置进行连接。密封件52的第二端84可以连接到第二动态密封装置14的线圈80,其直接连接或者通过类似的连接装置进行连接。在这种实施方案中,第一动态密封装置14可以沿第一方向旋转,以沿第一方向推动第一端82,例如,从而插入密封件52。此外,在这种实施方案中,第二动态密封装置14可

以沿相反的方向旋转,以沿第二方向推动第二端84,例如,从而移除密封件52。

[0046] 此外,在至少一个实施例中,涡轮发动机总成10包括多个动态密封装置14,所述动态密封装置14将多个密封件52插入压缩机18和/或涡轮机22中。

[0047] 图5是涡轮发动机总成10的示意图,所述涡轮发动机总成包括控制器100,所述控制器100以通信方式连接到动态密封装置14和至少一个传感器102。控制器100包括至少一个处理器104,所述处理器104连接到存储装置106以执行指令。在一些实施例中,可执行指令存储在存储装置106中。在该示例性实施例中,控制器100通过执行存储在存储装置106中的可执行指令来执行本说明书中所述的一个或多个操作。例如,处理器104可以通过将操作编码为存储装置106内的一个或多个可执行指令或者从存储装置106向处理器104提供所述可执行指令以执行来进行编程。

[0048] 处理器104可以包括一个或多个处理单元(例如,在多核构造中)。此外,处理器104可以使用一个或多个异构处理器系统来实施,在所述异构处理器(heterogeneous processor)系统中,主处理器与辅助处理器存在于单个芯片上。在另一个说明性实例中,处理器104可以是含有相同类型的多个处理器的对称多处理器系统。此外,处理器104可以使用任何适当的可编程电路来实施,所述可编程电路包括一个或多个系统和微控制器、微处理器、精简指令集电路(RISC)、专用集成电路(ASIC)、可编程逻辑电路、现场可编程门阵列(FPGA)以及能够执行本说明书中所述功能的其他任何电路。

[0049] 在该示例性实施例中,存储装置106是能够存储和检索诸如可执行指令和/或其他数据等信息的一个或多个装置。存储装置106可以包括一个或多个计算机可读介质,例如,但不限于,动态随机存取存储器(DRAM)、静态随机存取存储器(SRAM)、固态盘和/或硬盘。存储装置106可以被配置成存储,但不限于,应用程序源代码、应用程序目标代码、配置数据、阈值设定和/或其他任何类型的数据。

[0050] 在该示例性实施例中,控制器100包括连接到处理器104的输入接口108。输入接口108被配置成从传感器102接收输入。例如,输入接口108可以包括天线、无线数据端口、有线数据端口或者能够接收数据以使所述系统和方法如本说明书中所述运作的其他任何装置。在至少一些实施例中,输入接口108从用户接收手动输入。例如,输入接口108可以接收手动指令以插入和/或移除密封件52(图2中所示)。

[0051] 在该示例性实施例中,控制器100包括连接到处理器104的通信接口110。通信接口110与一个或多个装置,例如动态密封装置14通信。为了与远程装置通信,例如,通信接口110可以包括有线网络适配器、无线网络适配器、天线和/或移动远程通信适配器。

[0052] 在该示例性实施例中,传感器102是能够监控涡轮发动机12的条件的任何装置。在该示例性实施例中,传感器102确定涡轮发动机12是否处于启动条件、瞬间条件、稳态条件、关机条件和/或使涡轮发动机总成10能够如本说明书中所述运行的其他任何条件下。在一个实施方案中,传感器102可以是多个传感器102。

[0053] 在运行中,控制器100接收指示涡轮发动机总成10的运行条件的数据并且基于所接收的数据选择性地控制动态密封装置14的运行。具体来说,在一个实施方案中,控制器100控制可旋转轴78(如图4中所示)的启动、速度和/或旋转方向。在该示例性实施例中,控制器100可以在涡轮发动机12的预定运行条件下致使动态密封装置14插入密封件52。具体来说,控制器100可以在与涡轮发动机12相关的稳态条件下致使动态密封装置14插入密封

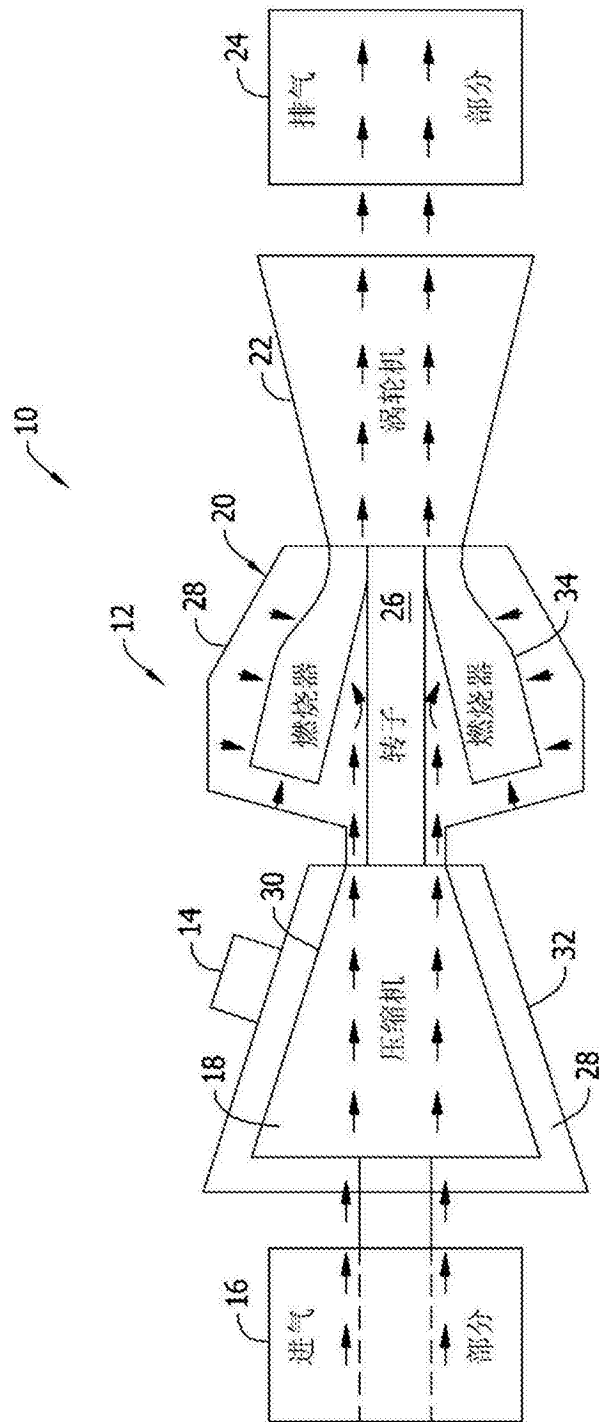
件52。在至少一个实施方案中,密封件52插入成使得密封表面74(图3中所述)与转子叶片38(如图3中所示)的尖端40(如图3中所示)轻微接触,以帮助减小间隙50。在另一个实例中,控制器100可以在预定运行条件,例如,瞬间条件下致使动态密封装置14移除密封件52。或者,控制器100可以在与涡轮发动机12相关的任何条件下致使动态密封装置14选择性地将密封件52向完全插入位置88(如图4中所示)与完全去除位置90(如图4中所示)之间的任何点移动。

[0054] 此外,在该示例性实施例中,控制器100可以响应于手动请求而致使动态密封装置14移除密封件52。例如,密封件52可以移除以帮助将密封件52更换为新密封件52。

[0055] 基于前述说明可了解到,本发明的上述实施例可以使用计算机编程或工程技术来实施,包括计算机软件、固件、硬件或它们的任何组合,其技术效果是(a)在涡轮发动机的运行期间,使用动态密封装置选择性地将密封件插入从转子组件的转子盘径向向外延伸的多个转子叶片与围绕所述多个转子叶片的定子组件的外壳之间,其中所述密封件可帮助减小限定在多个转子叶片与外壳之间的间隙;以及(b)选择性地移除多个转子叶片与外壳之间的密封件。

[0056] 上述涡轮发动机总成的实施例有助于提高涡轮发动机的效率和/或耐久性。具体来说,上述的涡轮发动机总成包括动态密封装置,所述动态密封装置向涡轮发动机插入密封件和/或从所述涡轮发动机移除所述密封件。在一些实施方案中,所述密封件可以在涡轮发动机的运行期间插入,以帮助减小与涡轮发动机相关的间隙。具体来说,在此类实施方案中,所述密封件在稳态条件下插入,以相对于静态插入的密封件减小间隙。因此,在一些实施例中,具有动态密封装置的涡轮发动机总成将相对于静态插入的密封件在驱动载荷方面的效率提高。此外,所述动态密封装置可以在瞬间操作、启动条件和/或其他运行条件下移除所述密封件,以帮助避免损害密封件和/或涡轮发动机。具体来说,在瞬间操作中移除的密封件将相对于静态插入的密封件增大间隙。增大的间隙可为转子叶片提供额外的空间来伸展和/或晃动,而不会损害密封件或发动机。因此,在一些实施例中,具有动态密封装置的涡轮发动机总成将相对于静态插入的密封件具有较好的耐久性。此外,所述动态密封装置可以响应于手动请求移除所述密封件。在此类实施方案中,所述动态密封装置有助于在不拆解涡轮机的情况下更换密封件。这能够降低与维护涡轮发动机总成相关的成本。

[0057] 本说明书使用了各种实例来公开本发明,包括最佳模式,同时也让所属领域的任何技术人员能够实践本发明,包括制造并使用任何装置或系统,以及实施所涵盖的任何方法。本发明的保护范围由权利要求书限定,并可包含所属领域的技术人员想出的其他实例。如果其他此类实例的结构要素与权利要求书的字面意义相同,或如果此类实例包含的等效结构要素与权利要求书的字面意义无实质差别,则此类实例也应在权利要求书的范围内。



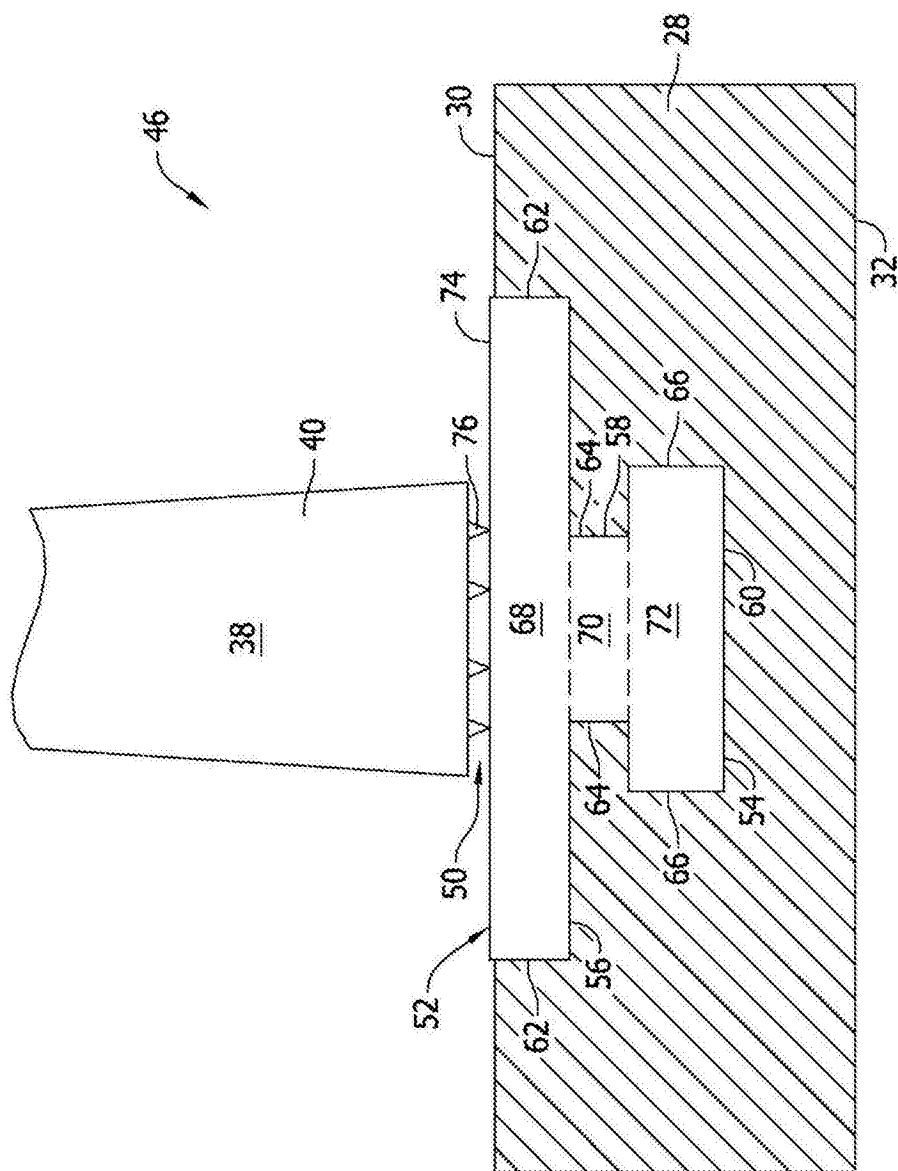


图3

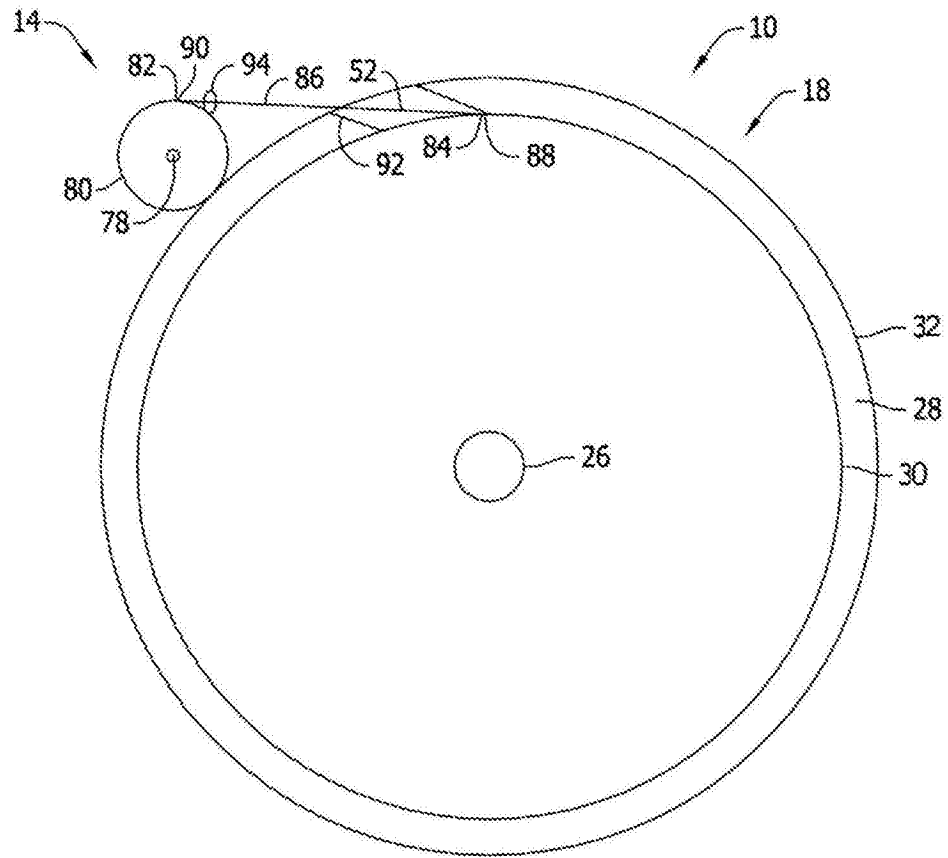


图4

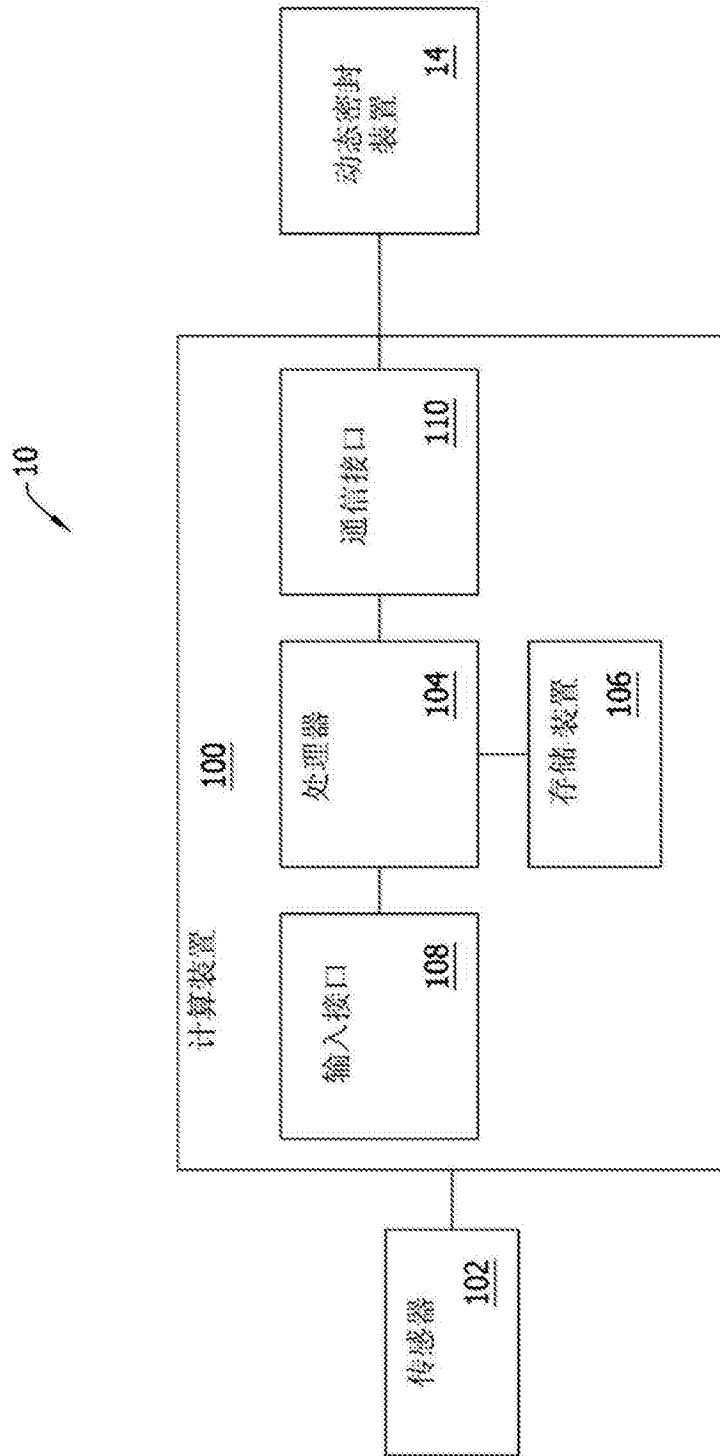


图5