



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110005529 A

(43)申请公布日 2019.07.12

(21)申请号 201910006918.X

(22)申请日 2019.01.04

(30)优先权数据

15/861802 2018.01.04 US

(71)申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 D.A. 尼尔加思 B.W. 米勒

R.F. 马特尔 J.D. 兰博

R.J. 马西斯 J.F. 柯克

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 张珺 谭祐祥

(51)Int.Cl.

F02C 7/18(2006.01)

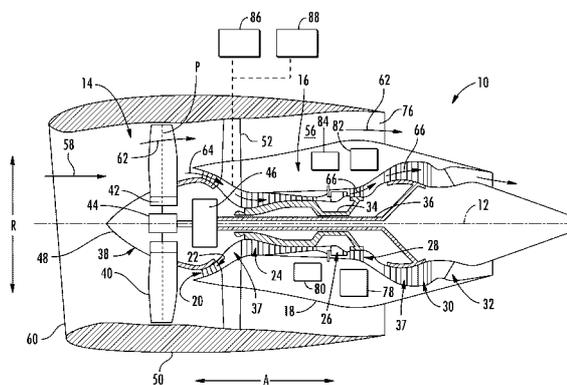
权利要求书1页 说明书17页 附图9页

(54)发明名称

热管理系统

(57)摘要

本发明涉及热管理系统。具体而言，一种包括涡轮机的燃气涡轮发动机，该涡轮机包括压缩机区段、燃烧区段、涡轮区段以及排气区段，它们以串流顺序布置并且一起至少部分地限定核心空气流动路径。燃气涡轮发动机还包括热管理系统，该热管理系统包括流动路径热交换器，其联接于压缩机区段、燃烧区段、涡轮区段或排气区段的一个或多个构件或者集成到其中，使得流动路径热交换器直接热联接于穿过核心空气流动路径的气流。



1. 一种燃气涡轮发动机,包括:

涡轮机,其包括以串流顺序布置并且一起至少部分地限定核心空气流动路径的压缩机区段、燃烧区段、涡轮区段以及排气区段;以及

热管理系统,其包括流动路径热交换器,所述流动路径热交换器联接于所述压缩机区段、所述燃烧区段、所述涡轮区段或所述排气区段的一个或多个构件或者集成到其中,使得所述流动路径热交换器直接热联接于穿过所述核心空气流动路径的气流。

2. 根据权利要求1所述的燃气涡轮发动机,其中,所述压缩机区段包括压缩机,所述压缩机具有热传递部件和在所述热传递部件上游的一级的成排压缩机定子导叶,其中所述流动路径热交换器联接于所述热传递部件或者集成到所述热传递部件中,其中在所述热传递部件上游的一级的所述成排压缩机定子导叶限定最大弦长,其中所述热传递部件限定最大弦长,其中所述热传递部件的所述最大弦长大于在所述热传递部件上游的一级的所述成排压缩机定子导叶的所述最大弦长。

3. 根据权利要求2所述的燃气涡轮发动机,其中,所述热传递部件为结构部件。

4. 根据权利要求2所述的燃气涡轮发动机,其中,所述热传递部件的所述最大弦长比在所述热传递部件上游的一级的所述成排压缩机定子导叶的所述最大弦长大至少大约10%。

5. 根据权利要求2所述的燃气涡轮发动机,其中,所述压缩机为高压压缩机。

6. 根据权利要求1所述的燃气涡轮发动机,其中,所述燃烧区段包括多个燃料喷嘴,并且其中所述流动路径热交换器联接于所述多个燃料喷嘴中的至少一个或者集成到其中。

7. 根据权利要求6所述的燃气涡轮发动机,其中,所述流动路径热交换器构造为散热器热交换器,以用于将热量添加至穿过所述核心空气流动路径的气流,其中所述热管理系统还包括热源热交换器和热传输总线,其中所述散热器热交换器和热源热交换器各自流体地联接于所述热总线,使得所述热源热交换器可操作成通过所述热总线将热量传递至所述散热器热交换器。

8. 根据权利要求7所述的燃气涡轮发动机,其中,所述热源热交换器为热联接于所述涡轮区段、所述排气区段或两者的余热回收热交换器。

9. 根据权利要求1所述的燃气涡轮发动机,其中,所述流动路径热交换器定位在所述压缩机区段、所述燃烧区段、所述涡轮区段或所述排气区段的所述一个或多个构件的表面上,使得所述流动路径热交换器直接暴露于穿过所述核心空气流动路径的气流。

10. 根据权利要求1所述的燃气涡轮发动机,其中,所述流动路径热交换器构造为热源热交换器,以用于从穿过所述核心空气流动路径的气流移除热量,其中所述热管理系统还包括散热器热交换器和热传输总线,其中所述热源热交换器和散热器热交换器各自流体地联接于所述热总线,使得所述热源热交换器可操作成通过所述热总线将热量传递至所述散热器热交换器。

热管理系统

技术领域

[0001] 本主题大体上涉及热管理系统,并且更具体而言,涉及用于燃气涡轮发动机的热管理系统。

背景技术

[0002] 燃气涡轮发动机典型地包括风扇和涡轮机。涡轮机大体上包括入口、一个或多个压缩机、燃烧器以及至少一个涡轮。压缩机压缩空气,其引导至燃烧器,在那里空气与燃料混合。接着点燃混合物,以用于生成热燃烧气体。燃烧气体引导至涡轮,其从燃烧气体抽取能量,以用于向压缩机供能,以及用于产生有用功,以推进飞行中的飞行器,或者以向负载(如电生成器)供能。在至少某些实施例中,涡轮机和风扇至少部分地由外机舱包绕。关于此类实施例,外机舱与涡轮机限定旁通气流通路。此外,涡轮机由一个或多个出口导向导叶/支柱相对于外机舱支承。

[0003] 在操作期间,操作燃气涡轮发动机,以将某些构件的温度维持在期望的操作温度范围内,以便避免损坏或以其它方式过早地磨损此类构件。然而,这些可导致涡轮机内的低效率。因此,能够在操作期间调节涡轮机内的某些构件的温度以允许发动机更高效地操作的系统将为有用的。

发明内容

[0004] 本发明的方面和优点将在以下描述中部分地阐述,或者可从描述为明显的,或者可通过本发明的实践学习到。

[0005] 在本公开的一个示例性实施例中,提供一种燃气涡轮发动机。燃气涡轮发动机包括涡轮机,其包括压缩机区段、燃烧区段、涡轮区段以及排气区段,它们以串流顺序布置并且一起至少部分地限定核心空气流动路径。燃气涡轮发动机还包括热管理系统,其包括流动路径热交换器,该流动路径热交换器联接于压缩机区段、燃烧区段、涡轮区段或排气区段的一个或多个构件或者集成到其中,使得流动路径热交换器直接热联接于穿过核心空气流动路径的气流。

[0006] 在某些示例性实施例中,压缩机区段包括压缩机,压缩机具有热传递部件和在热传递部件上游的一级的成排压缩机定子导叶,其中流动路径热交换器联接于热传递部件或者集成到热传递部件中,其中成排压缩机定子导叶限定最大弦长,其中热传递部件限定最大弦长,其中热传递部件的最大弦长大于成排压缩机定子导叶中的各个的最大弦长。

[0007] 例如,在某些示例性实施例中,热传递部件为结构部件。

[0008] 例如,在某些示例性实施例中,热传递部件的最大弦长比成排压缩机定子导叶的最大弦长大至少大约10%。

[0009] 例如,在某些示例性实施例中,压缩机为高压压缩机。

[0010] 在某些示例性实施例中,燃烧区段包括多个燃料喷嘴,并且其中流动路径热交换器联接于多个燃料喷嘴中的至少一个或者集成到其中。

[0011] 例如,在某些示例性实施例中,流动路径热交换器构造为散热器热交换器,以用于将热量添加至穿过核心空气流动路径的气流,其中热管理系统还包括热源热交换器和热传输总线,其中散热器热交换器和热源热交换器各自流体地联接于热总线,使得热源热交换器可操作成通过热总线将热量传递至散热器热交换器。

[0012] 例如,在某些示例性实施例中,热源热交换器为热联接于涡轮区段、排气区段或两者的余热回收热交换器。

[0013] 在某些示例性实施例中,流动路径热交换器定位在压缩机区段、燃烧区段、涡轮区段或排气区段的一个或多个构件的表面上,使得流动路径热交换器直接暴露于穿过核心空气流动路径的气流。

[0014] 在某些示例性实施例中,流动路径热交换器构造为热源热交换器,以用于从穿过核心空气流动路径的气流移除热量,其中热管理系统还包括散热器热交换器和热传输总线,其中热源热交换器和散热器热交换器各自流体地联接于热总线,使得热源热交换器可操作成通过热总线将热量传递至散热器热交换器。

[0015] 在某些示例性实施例中,流动路径热交换器为热源热交换器,以用于从穿过核心空气流动路径的气流移除热量,并且其中流动路径热交换器还构造为空气对空气热交换器。

[0016] 例如,在某些示例性实施例中,热管理系统还包括散热器热交换器,其在流动路径热交换器上游的位置处与流动路径热交换器气流连通。

[0017] 例如,在某些示例性实施例中,压缩机区段包括高压压缩机,并且其中流动路径热交换器定位在高压压缩机内。

[0018] 例如,在某些示例性实施例中,流动路径热交换器限定入口和出口,其中入口定位成沿着径向方向在核心空气流动路径外侧的位置处从散热器热交换器接收冷却的冷却空气气流,并且其中出口定位成将冷却的冷却空气气流提供至沿着径向方向位于核心空气流动路径内侧的流动路径。

[0019] 例如,在某些示例性实施例中,入口沿着燃气涡轮发动机的轴向方向与出口间隔。

[0020] 例如,在某些示例性实施例中,燃气涡轮发动机还包括涡流管,其定位在流动路径热交换器的出口内侧,以用于从流动路径热交换器接收冷却的冷却空气气流。

[0021] 例如,在某些示例性实施例中,压缩机限定低级放出端口和高级放出端口,并且其中流动路径热交换器的入口定位在高级放出端口前方并且在低级放出端口后方。

[0022] 例如,在某些示例性实施例中,涡轮区段包括涡轮,该涡轮具有多个涡轮转子叶片并且限定用于将冷却气流提供至多个涡轮转子叶片中的至少一个的冷却空气流动路径,并且其中冷却空气流动路径与流动路径热交换器的出口气流连通。

[0023] 例如,在某些示例性实施例中,散热器热交换器为旁通气流热交换器。

[0024] 在本公开的另一示例性实施例中,提供一种燃气涡轮发动机。燃气涡轮发动机包括涡轮机,其包括至少部分地限定核心空气流动路径的压缩机区段,压缩机区段包括热传递部件和压缩机,该压缩机具有在热传递部件上游的一级的成排压缩机定子导叶。燃气涡轮发动机还包括热管理系统,其包括流动路径热交换器,该流动路径热交换器联接于压缩机区段的热传递部件或者集成到其中,使得流动路径热交换器热联接于穿过核心空气流动路径的气流。此外,成排压缩机定子导叶限定最大弦长,其中热传递部件限定最大弦长,其

中热传递部件的最大弦长大于成排压缩机定子导叶中的各个的最大弦长。

[0025] 本发明的这些及其它的特征、方面和优点将参照以下描述和所附权利要求变得更好理解。并入在本说明书中并且构成本说明书的部分的附图示出了本发明的实施例，并且连同描述用于阐释本发明的原理。

[0026] 技术方案1. 一种燃气涡轮发动机，包括：

涡轮机，其包括以串流顺序布置并且一起至少部分地限定核心空气流动路径的压缩机区段、燃烧区段、涡轮区段以及排气区段；以及

热管理系统，其包括流动路径热交换器，所述流动路径热交换器联接于所述压缩机区段、所述燃烧区段、所述涡轮区段或所述排气区段的一个或多个构件或者集成到其中，使得所述流动路径热交换器直接热联接于穿过所述核心空气流动路径的气流。

[0027] 技术方案2. 根据技术方案1所述的燃气涡轮发动机，其中，所述压缩机区段包括压缩机，所述压缩机具有热传递部件和在所述热传递部件上游的一级的成排压缩机定子导叶，其中所述流动路径热交换器联接于所述热传递部件或者集成到所述热传递部件中，其中在所述热传递部件上游的一级的所述成排压缩机定子导叶限定最大弦长，其中所述热传递部件限定最大弦长，其中所述热传递部件的所述最大弦长大于在所述热传递部件上游的一级的所述成排压缩机定子导叶的所述最大弦长。

[0028] 技术方案3. 根据技术方案2所述的燃气涡轮发动机，其中，所述热传递部件为结构部件。

[0029] 技术方案4. 根据技术方案2所述的燃气涡轮发动机，其中，所述热传递部件的所述最大弦长比在所述热传递部件上游的一级的所述成排压缩机定子导叶的所述最大弦长大至少大约10%。

[0030] 技术方案5. 根据技术方案2所述的燃气涡轮发动机，其中，所述压缩机为高压压缩机。

[0031] 技术方案6. 根据技术方案1所述的燃气涡轮发动机，其中，所述燃烧区段包括多个燃料喷嘴，并且其中所述流动路径热交换器联接于所述多个燃料喷嘴中的至少一个或者集成到其中。

[0032] 技术方案7. 根据技术方案6所述的燃气涡轮发动机，其中，所述流动路径热交换器构造为散热器热交换器，以用于将热量添加至穿过所述核心空气流动路径的气流，其中所述热管理系统还包括热源热交换器和热传输总线，其中所述散热器热交换器和热源热交换器各自流体地联接于所述热总线，使得所述热源热交换器可操作成通过所述热总线将热量传递至所述散热器热交换器。

[0033] 技术方案8. 根据技术方案7所述的燃气涡轮发动机，其中，所述热源热交换器为热联接于所述涡轮区段、所述排气区段或两者的余热回收热交换器。

[0034] 技术方案9. 根据技术方案1所述的燃气涡轮发动机，其中，所述流动路径热交换器定位在所述压缩机区段、所述燃烧区段、所述涡轮区段或所述排气区段的所述一个或多个构件的表面上，使得所述流动路径热交换器直接暴露于穿过所述核心空气流动路径的气流。

[0035] 技术方案10. 根据技术方案1所述的燃气涡轮发动机，其中，所述流动路径热交换器构造为热源热交换器，以用于从穿过所述核心空气流动路径的气流移除热量，其中所述

热管理系统还包括散热器热交换器和热传输总线,其中所述热源热交换器和散热器热交换器各自流体地联接于所述热总线,使得所述热源热交换器可操作成通过所述热总线将热量传递至所述散热器热交换器。

[0036] 技术方案11. 根据技术方案1所述的燃气涡轮发动机,其中,所述流动路径热交换器为热源热交换器,以用于从穿过所述核心空气流动路径的气流移除热量,并且其中所述流动路径热交换器还构造为空气对空气热交换器。

[0037] 技术方案12. 根据技术方案11所述的燃气涡轮发动机,其中,所述热管理系统还包括散热器热交换器,其在所述流动路径热交换器上游的位置处与所述流动路径热交换器气流连通。

[0038] 技术方案13. 根据技术方案12所述的燃气涡轮发动机,其中,所述压缩机区段包括高压压缩机,并且其中所述流动路径热交换器定位在所述高压压缩机内。

[0039] 技术方案14. 根据技术方案13所述的燃气涡轮发动机,其中,所述流动路径热交换器限定入口和出口,其中所述入口定位成在沿着径向方向在所述核心空气流动路径外侧的位置处从所述散热器热交换器接收冷却的冷却空气气流,并且其中所述出口定位成将所述冷却的冷却空气气流提供至沿着所述径向方向位于所述核心空气流动路径内侧的流动路径。

[0040] 技术方案15. 根据技术方案14所述的燃气涡轮发动机,其中,所述入口沿着所述燃气涡轮发动机的轴向方向与所述出口间隔。

[0041] 技术方案16. 根据技术方案14所述的燃气涡轮发动机,其中,所述燃气涡轮发动机还包括涡流管,其定位在所述流动路径热交换器的所述出口内侧,以用于从所述流动路径热交换器接收所述冷却的冷却空气气流。

[0042] 技术方案17. 根据技术方案14所述的燃气涡轮发动机,其中,所述压缩机限定低级放出端口和高级放出端口,并且其中所述流动路径热交换器的所述入口定位在所述高级放出端口前方并且在所述低级放出端口后方。

[0043] 技术方案18. 根据技术方案14所述的燃气涡轮发动机,其中,所述涡轮区段包括涡轮,所述涡轮具有多个涡轮转子叶片并且限定用于将冷却气流提供至所述多个涡轮转子叶片中的至少一个的冷却空气流动路径,并且其中所述冷却空气流动路径与所述流动路径热交换器的所述出口气流连通。

[0044] 技术方案19. 根据技术方案12所述的燃气涡轮发动机,其中,所述散热器热交换器为旁通气流热交换器。

[0045] 技术方案20. 一种燃气涡轮发动机,包括:

涡轮机,其包括至少部分地限定核心空气流动路径的压缩机区段,所述压缩机区段包括热传递部件和压缩机,所述压缩机具有在所述热传递部件上游的一级的成排压缩机定子导叶;以及

热管理系统,其包括流动路径热交换器,所述流动路径热交换器联接于所述压缩机区段的所述热传递部件或者集成到其中,使得所述流动路径热交换器热联接于穿过所述核心空气流动路径的气流;

其中所述成排压缩机定子导叶限定最大弦长,其中所述热传递部件限定最大弦长,其中所述热传递部件的所述最大弦长大于在所述热传递部件上游的一级的所述成排压缩机

定子导叶的所述最大弦长。

附图说明

[0046] 包括针对本领域普通技术人员的其最佳模式的本发明的完整且充分的公开在参照附图的说明书中阐述,在附图中:

图1为根据本主题的各种实施例的示例性燃气涡轮发动机的示意性截面视图。

[0047] 图2为根据本公开的示例性实施例的热管理系统的简化示意图。

[0048] 图3为根据本公开的示例性实施例的热传递部件的级的示意性截面视图。

[0049] 图4为根据本公开的示例性实施例的定子导叶的级的示意性截面视图。

[0050] 图5为根据本公开的另一示例性实施例的热管理系统的简化示意图。

[0051] 图6为图5的示例性热管理系统的局部放大简化示意图。

[0052] 图7为根据本公开的又一示例性实施例的热管理系统的简化示意图。

[0053] 图8为图7的示例性热管理系统的局部放大简化示意图。

[0054] 图9为根据本公开的再一示例性实施例的热管理系统的简化示意图。

[0055] 图10为图9的示例性热管理系统的局部放大简化示意图。

[0056] 零件清单

10 涡扇喷气发动机

12 纵向或轴向中心线

14 风扇区段

16 核心涡轮发动机

18 外壳

20 入口

22 低压压缩机

24 高压压缩机

26 燃烧区段

28 高压涡轮

30 低压涡轮

32 喷气排气区段

34 高压轴/转轴

36 低压轴/转轴

37 核心空气流动路径

38 风扇

40 叶片

42 盘

44 促动部件

46 功率齿轮箱

48 机舱

50 风扇壳或机舱

52 出口导向导叶

54下游区段
56旁通气流通路
58空气
60入口
62空气的第一部分
64空气的第二部分
66燃烧气体
76风扇喷嘴排气区段
78主润滑系统
80压缩机冷却空气系统
82主动热间隙控制系统
84生成器润滑系统
86环境控制系统
88电子冷却系统
100热管理系统
102热传输总线
104泵
106热源交换器
108散热器交换器
110压缩机定子导叶
112压缩机转子叶片
114压缩机定子导叶的级
116压缩机转子叶片的级
118热交换部件
120燃料输送系统
122燃料喷嘴
124燃烧室
126燃料泵
128燃料管线
130 118的表面
132热传递部件弦长
134定子导叶弦长
136扩散器区段
138涡轮OGV
140 122的表面
142冷却的冷却空气系统
144高压气流
146高压气流源
150入口

- 152出口
- 154低级放出端口
- 156高级放出端口
- 158涡流管
- 160转子叶片
- 162冷却空气流动路径。

具体实施方式

[0057] 现在将详细参照本发明的本实施例,其一个或多个实例在附图中示出。详细描述使用了数字和字母标号来表示附图中的特征。附图和描述中相似或类似的标号用于表示本发明的相似或类似的部分。

[0058] 如本文中所使用,用语“第一”、“第二”和“第三”可以可互换地使用,以将一个构件与另一个区分开,并且不旨在表示独立构件的位置或重要性。

[0059] 用语“向前”和“向后”是指燃气涡轮发动机或运载器内的相对位置,并且是指燃气涡轮发动机或运载器的正常操作姿态。例如,关于燃气涡轮发动机,向前是指更接近发动机入口的位置,而向后是指更接近发动机喷嘴或排气部的位置。

[0060] 用语“上游”和“下游”是指相对于流体通道中的流体流的相对方向。例如,“上游”是指流体流自的方向,而“下游”是指流体流至的方向。

[0061] 用语“联接”、“固定”、“附接于”等是指直接联接、固定或附接以及通过一个或多个中间构件或特征的间接联接、固定或附接两者,除非在本文中另外指定。

[0062] 单数形式“一个”、“一种”和“该”包括复数参照,除非上下文另外清楚地指出。

[0063] 如本文中遍及说明书和权利要求使用的近似语言可应用于修饰可在不导致其涉及的基本功能的变化可容许地改变的任何数量表达。因此,由用语或多个用语如“大约”、“近似”和“大致”修饰的值不限于指定的精确值。在至少一些情况下,近似语言可对应于用于测量值的器具的精度,或者对应于用于构造或制造构件和/或系统的方法或机器的精度。例如,近似语言可是指在10%的范围内。

[0064] 此处和遍及说明书和权利要求,范围限制可组合和/或互换,此类范围被识别并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示。例如,本文中公开的所有范围包括端点,并且端点可彼此独立地组合。

[0065] 现在参照附图,其中相同数字在整个附图中指示相同元件,图1为根据本公开的示例性实施例的燃气涡轮发动机的示意性截面视图。更具体而言,对于图1的实施例而言,燃气涡轮发动机为高旁通涡扇喷气发动机10,其在本文中被称作“涡扇发动机10”。如图1中所示,涡扇发动机10限定轴向方向A(平行于提供参考的纵向中心线12延伸)和径向方向R。大体上,涡扇发动机10包括风扇区段14以及设置在风扇区段14下游的涡轮机16。

[0066] 描绘的示例性涡轮机16大体上包括大致管状的外壳18,其限定环形入口20。外壳18按串流关系包围:包括增压器或低压(LP)压缩机22和高压(HP)压缩机24的压缩机区段;燃烧区段26;包括高压(HP)涡轮28和低压(LP)涡轮30的涡轮区段;以及喷气排气喷嘴区段32。压缩机区段、燃烧区段26、涡轮区段以及排气喷嘴区段32一起至少部分地限定穿过涡轮机16的核心空气流动路径37。高压(HP)轴或转轴34将HP涡轮28传动地连接于HP压缩机24。

低压 (LP) 轴或转轴36将LP涡轮30传动地连接于LP压缩机22。

[0067] 对于描绘的实施例而言,风扇区段14包括可变节距风扇38,其具有以间隔开的方式联接于盘42的多个风扇叶片40。如所描绘,风扇叶片40大体上沿着径向方向R从盘42向外延伸。各个风扇叶片40可借助风扇叶片40可操作地联接于适合的促动部件44绕着节距轴线P关于盘42旋转,适合的促动部件44一致地构造成共同地改变风扇叶片40的节距。风扇叶片40、盘42以及促动部件44可由跨过功率齿轮箱46的LP轴36绕着纵向轴线12一起旋转。功率齿轮箱46包括多个齿轮,其用于将LP轴36的旋转速度逐步减低至更高效的旋转风扇速度。

[0068] 仍然参照图1的示例性实施例,盘42由空气动力学轮廓的可旋转前毂48覆盖,以促进气流穿过多个风扇叶片40。因此,示例性风扇区段14包括环形风扇壳或外机舱50,其沿周向包绕风扇38和/或涡轮机16的至少一部分。机舱50由多个周向间隔的出口导向导叶52关于涡轮机16支承。此外,机舱50在涡轮机16的外部分之上延伸,以便在其间限定旁通气流通路56。

[0069] 在涡扇发动机10的操作期间,一定量的空气58进入涡扇10穿过机舱50和/或风扇区段14的关联入口60。在一定量的空气58跨过风扇叶片40经过时,如由箭头62指示的空气58的第一部分引导或发送到旁通气流通路56中,并且如由箭头64指示的空气58的第二部分引导或发送到LP压缩机22中。空气的第一部分62与空气的第二部分64之间的比率通常被称为旁通比。如所述,对于示出的实施例而言,涡扇发动机10为高旁通涡扇发动机10。因此,对于描绘的实施例而言,由涡扇发动机10限定的旁通比大于大约6:1并且直到大约30:1。

[0070] 空气的第二部分64的压力接着在其发送穿过高压 (HP) 压缩机24并且到燃烧区段26中时增加,在那里空气的第二部分64与燃料混合并且焚烧以提供燃烧气体66。随后,燃烧气体66发送穿过HP涡轮28和LP涡轮30,在那里来自燃烧气体66的热能和/或动能的一部分被抽取。

[0071] 燃烧气体66接着发送穿过涡轮机16的喷气排气喷嘴区段32,以提供推进推力。同时,空气的第一部分62的压力大致在空气的第一部分62在其从涡扇10的风扇喷嘴排气区段76排出之前发送穿过旁通气流通路56时增加,也提供推进推力。

[0072] 此外,如示意性地描绘的那样,示例性涡扇发动机10还包括各种附件系统,以帮助涡扇发动机10和/或包括涡扇发动机10的飞行器的操作(见例如图3)。例如,示例性涡扇发动机10还包括主润滑系统78,其构造成向例如压缩机区段(包括LP压缩机22和HP压缩机24)、涡轮区段(包括HP涡轮28和LP涡轮30)、HP转轴34、LP转轴36以及功率齿轮箱46中的各种轴承和齿轮啮合提供润滑剂。由主润滑系统78提供的润滑剂可增加此类构件的使用寿命,并且可从此类构件移除一定量的热量。此外,涡扇发动机10包括冷却的冷却空气(CCA)系统80,以用于将来自HP压缩机24或LP压缩机22中的一个或两个的空气提供至HP涡轮28或LP涡轮30中的一个或两个。此外,示例性涡扇发动机10包括主动热间隙控制(ACC)系统82,以用于冷却涡轮区段的壳,以遍及各种发动机操作条件将各种涡轮转子叶片与涡轮壳之间的间隙维持在期望的范围内。此外,示例性涡扇发动机10包括生成器润滑系统84,以用于为电子生成器提供润滑,以及为电子生成器提供冷却/热移除。电子生成器可将电功率提供至例如用于涡扇发动机10的启动电马达和/或涡扇发动机10的各种其它电子构件和/或包括涡扇发动机10的飞行器。

[0073] 如还示意性地描绘的那样,描绘的示例性涡扇发动机10驱动或起动的各种其它附件

系统,例如,以用于包括示例性涡扇发动机10的飞行器(未示出)。例如,示例性涡扇发动机10将压缩空气从压缩机区段提供至环境控制系统(ECS)86。ECS 86可向飞行器的舱室提供空气供应,以用于加压和热控制。此外,空气可从示例性涡扇发动机10提供至电子冷却系统88,以用于将涡扇发动机10和/或飞行器的某些电子构件的温度维持在期望的范围内。

[0074] 现有的涡扇发动机10和/或飞行器包括用于这些附件系统中的各个的独立的热交换器,以从此类系统中的空气和/或润滑移除热量。然而,本公开的各方面可包括热管理系统100(见图2和图3),以用于从一些或所有此类附件系统传递热量,以更高效地移除此类热量并且/或者利用此类热量。

[0075] 然而,应当认识到的是,图1中描绘的示例性涡扇发动机10仅经由实例,并且在其它示例性实施例中,本公开的方面可此外地或备选地应用于任何其它合适的燃气涡轮发动机。例如,在其它示例性实施例中,涡扇发动机10可替代地为任何其它合适的航空燃气涡轮发动机,如涡轮喷气发动机、涡轮轴发动机、涡轮螺旋桨发动机等,或者作为备选,可为用于在航改工业、功率生成工业等中使用的任何燃气涡轮发动机。此外,在又一些示例性实施例中,示例性涡扇发动机10可包括或可操作地连接于任何其它合适的附件系统,并且可以以任何其它合适的方式构造。此外地或备选地,示例性涡扇发动机10可不包括或可操作地连接于以上论述的附件系统中的一个或多个。

[0076] 现在参照图2,提供根据本公开的示例性实施例的包括热管理系统100的燃气涡轮发动机10的区段的示意性截面视图。首先参照燃气涡轮发动机10,大体上,示例性燃气涡轮发动机10可以以与以上参照图1描述的示例性涡扇发动机10类似的方式构造。因此,相同或相似的数字可表示相同或相似的部分。

[0077] 例如,如所描绘,图2的示例性燃气涡轮发动机10大体上包括涡轮机16和外机舱50,其中涡轮机16至少部分地由外机舱50包绕。此外,外机舱50与涡轮机16限定旁通气流通路56(即,在外机舱50与涡轮机16之间),并且更具体而言,限定外机舱50与涡轮机16的外壳18之间的旁通气流通路56。此外,燃气涡轮发动机10包括在外机舱50与涡轮机16之间延伸的出口导向导叶52,出口导向导叶52相对于外机舱50支承涡轮机16。

[0078] 以此类方式,燃气涡轮发动机10可被称为涡扇发动机(类似于图1的示例性涡扇发动机10)。此外,将从图3和以上参照图1的论述认识到的是,燃气涡轮发动机10还可限定相对高的旁通比,并且因此可被称为“高旁通”涡扇发动机。

[0079] 仍然参照图2,描绘的示例性涡轮机16大体上包括压缩机区段、燃烧区段26、涡轮区段以及排气区段32。压缩机区段、燃烧区段26、涡轮区段以及排气区段32一起至少部分地限定核心空气流动路径37。此外,压缩机区段大体上包括高压(“HP”)压缩机24,并且涡轮区段大体上包括低压(“LP”)涡轮30和HP涡轮28。LP涡轮30联接于LP转轴36并且构造成驱动LP转轴36,并且HP涡轮28联接于HP转轴34并且构造成驱动HP转轴34。显著地,HP转轴34进一步联接于HP压缩机24,使得HP涡轮28可通过HP转轴34驱动HP压缩机24,并且LP转轴36可进一步联接于例如LP压缩机、风扇等,以用于驱动此类构件(见例如图1)。

[0080] 涡轮机16还包括燃料输送系统120,以用于将燃料流提供至涡轮机16的燃烧区段26。例如,示例性燃料输送系统120大体上包括一个或多个燃料喷嘴122,其构造成将燃料和空气的混合物提供至燃烧区段26的燃烧室124,以及燃料泵126和多个燃料管线128。燃料泵126可提供通过多个燃料管线128从燃料源(未示出)至多个燃料喷嘴122的燃料流。

[0081] 此外,如所述,图2的示例性燃气涡轮发动机10包括热管理系统100。对于描绘的实施例而言,热管理系统100大体上包括流动路径热交换器(在下面详细地描述)和热传输总线102。对于图2的实施例而言,热管理系统100为闭环系统,其中示例性热传输总线102包括流动穿过其的中间热交换流体(然而,备选的实施例在下面描述)。热传输总线102可由一个或多个合适的流体导管形成。热交换流体可具有高温操作范围。泵104设成与热传输总线102中的热交换流体成流体连通,以用于在热传输总线102中/通过热传输总线102生成热交换流体的流。如图2中看到的那样,泵104可大体上沿顺时针方向通过热传输总线102生成热交换流体的流。泵104可为包括叶轮的旋转泵,或者作为备选,可为任何其它合适的流体泵。此外,泵104可由电马达供能,或者作为备选,可与例如涡扇发动机10的HP轴34或LP轴36机械连通并且由其供能。在又一些实施例中,泵104可由辅助涡轮供能,该辅助涡轮继而可由来自燃气涡轮发动机10的压缩机区段的放出空气供能,系统100并入在燃气涡轮发动机10内。

[0082] 此外,如所述,热管理系统100包括流动路径热交换器。流动路径热交换器联接于压缩机区段、燃烧区段26、涡轮区段或排气区段32的一个或多个构件或者集成到其中,使得流动路径热交换器直接热联接于穿过燃气涡轮发动机10的涡轮机16的核心空气流动路径37的气流64。显著地,如本文中所使用,用语“直接热联接”(参照两个构件或介质)是指两个构件或介质能够直接而不是通过中间构件或介质传递热量。

[0083] 更具体而言,对于描绘的实施例而言,流动路径热交换器构造为热源热交换器106。热源热交换器106与热传输总线102热连通,更精确地说,对于描绘的实施例而言,热源热交换器106与热传输总线102流体连通。对于描绘的实施例而言,热源热交换器106构造成将来自穿过燃气涡轮发动机10的涡轮机16的核心空气流动路径37的气流64的热量传递至热传输总线102中的热交换流体。显著地,尽管对于描绘的实施例而言,热管理系统100描绘为包括单个热源热交换器106,但是在其它示例性实施例中,可包括任何其它合适数量的热源热交换器106。例如,在其它实施例中,可存在与热传输总线中的热交换流体热连通的至少两个热源热交换器106,或者作为备选,可存在至少三个热源热交换器106、至少四个热源热交换器106等。显著地,在提供多个热源热交换器106时,热源热交换器106可沿着热传输总线102串流布置,沿着热传输总线102并流布置,或者它们的组合。

[0084] 此外,图2的示例性热管理系统100还包括一个或多个散热器热交换器108,其与热传输总线102热连通,更精确地说与热传输总线102流体连通。一个或多个散热器热交换器108(对于描绘的实施例而言)构造成用于将热量从热传输总线102中的热交换流体传递至例如大气、燃料、风扇流等。例如,在某些实施例中,一个或多个散热器热交换器108可包括燃料热交换器、旁通气流(或风扇流)热交换器、RAM热交换器、放出空气热交换器、发动机中间冷却器、或空气循环系统的冷空气输出中的至少一个。例如,在一个或多个散热器热交换器108包括燃料热交换器时,散热器热交换器108可为“流体对热交换流体”的热交换器,其中来自热交换流体的热量传递至用于燃气涡轮发动机10的液体燃料的流。此外,在一个或多个散热器热交换器108包括旁通气流热交换器时,散热器热交换器108可大体上为“空气对热交换流体”的热交换器,其使例如来自旁通气流通路的旁通空气在热交换流体之上流动,以从热交换流体移除热量。此外,在一个或多个散热器热交换器108包括RAM热交换器时,散热器热交换器108可构造为“空气对热交换流体”的热交换器,其集成到涡扇发动机10

或包括涡扇发动机10的飞行器中的一个或两个中。在操作期间, RAM热交换器可通过使一定量的RAM空气在RAM热交换器之上流动而从其中的任何热交换流体移除热量。此外, 在一个或多个散热器热交换器108包括放出空气热交换器时, 散热器热交换器108可大体上为“空气对热交换流体”的热交换器, 其使用例如来自LP压缩机22的放出空气在热交换流体之上流动, 以从热交换流体移除热量。

[0085] 显著地, 将认识到的是, 如本文中所使用, 如用于描述热交换器的用语“热源”和“散热器”是指热交换器相对于热管理系统100和热总线102的典型操作。例如, 热源热交换器106是指大体上可操作成将热量提供至热管理系统100和热总线102的热交换器。然而, 关于其所热连接的其它系统, 热源热交换器106可用作散热器。类似地, 例如, 散热器热交换器108是指大体上可操作成从热管理系统100和热总线102移除热量的热交换器。然而, 关于其所热连接的其它系统, 散热器热交换器108可用作热源。此外, 在发动机和热管理系统100的某些操作期间, 热源热交换器106可进一步构造成作用于热管理系统100的散热器, 并且散热器热交换器108可进一步构造成作用于热管理系统100的热源。

[0086] 仍然参照图2的实施例, 描绘的热管理系统100的一个或多个散热器热交换器108包括单个散热器热交换器108, 其构造为旁通气流热交换器。更具体而言, 对于图2的实施例而言, 散热器热交换器108集成到一个或多个构件中或者联接于该一个或多个构件, 该一个或多个构件暴露于旁通气流通路, 并且更具体而言, 集成到出口导向导叶52中或者联接于出口导向导叶52。

[0087] 然而, 在其它示例性实施例中, 一个或多个散热器热交换器108可包括任何其它合适数量的散热器热交换器108。例如, 在其它示例性实施例中, 可提供至少两个散热器热交换器108, 可提供至少三个散热器热交换器108, 可提供至少四个散热器热交换器108等。显著地, 在提供多个散热器热交换器108时, 散热器热交换器108可沿着热传输总线102串流布置, 沿着热传输总线102并流布置, 或者它们的组合。

[0088] 然而, 将认识到的是, 参照图2描述的示例性热管理系统100仅经由实例提供。在其它示例性实施例中, 其一个或多个将在下面更详细地论述, 热管理系统100可具有任何其它合适的构造。

[0089] 特别地参照图2的示例性热管理系统100的流动路径热交换器, 或者更具体而言, 参照热源热交换器106(如所述), 热源热交换器106构造成用于从穿过涡轮机16的核心空气流动路径37的气流64移除热量, 并且还可操作成通过热传输总线102将此类热量传递至散热器热交换器108。更具体而言, 对于描绘的实施例而言, 流动路径热交换器/热源热交换器106联接于压缩机区段(并且更具体而言为压缩机区段的HP压缩机24)的一个或多个构件或者集成到其中。

[0090] 更具体而言, 仍对于描绘的实施例而言, 将认识到的是, 压缩机区段的HP压缩机24包括多个压缩机定子导叶110和多个压缩机转子叶片112, 更精确地说, 压缩机定子导叶110的多个级114和压缩机转子叶片112的多个级116。显著地, 如本文中使用的用语“压缩机定子导叶”是指压缩机区段内的非结构导叶, 其至少部分地延伸穿过核心空气流动路径37。此外, 压缩机区段的HP压缩机24包括热传递部件118。对于描绘的实施例而言, 热传递部件118定位在压缩机转子叶片112的两个级116之间, 并且在压缩机定子导叶118的级114上游以及在压缩机定子导叶118的级下游(即, 紧接在级N-1上游并且紧接在级N-3下游, 其中“N”为HP

压缩机24的级的总数)。更具体而言,热传递部件118可为沿着燃气涡轮发动机10的周向方向C间隔的多个热传递部件118。以此类方式,热传递部件118(更精确地说,多个热传递部件118)可有效地取代压缩机定子导叶110的级114(即,级N-2)。然而,显著地,在其它实施例中,热传递部件118可有效地取代压缩机定子导叶110的两个或更多个级114,并且还可定位在HP压缩机24的前端或后端处,使得热传递部件118可简单地定位成邻近于压缩机定子导叶110的单个级114(即,远离压缩机定子导叶110的一级)。

[0091] 例如,现在参照图3,提供以上参照图2描述的多个热传递部件118的截面平面视图。如所示,多个热传递部件118以类似于沿着压缩机区段的压缩机(如HP压缩机24)内的压缩机定子导叶110的级114的压缩机定子导叶110的周向方向C的间隔的方式沿着周向方向C间隔。

[0092] 如将进一步认识到的是,对于描绘的实施例而言,流动路径热交换器(更精确地说,热源热交换器106)联接于热传递部件118(更精确地说,多个热传递部件118)或者集成到其中。具体而言,对于示出的实施例而言,流动路径热交换器/热源热交换器106定位在压缩机区段的热传递部件118(更精确地说,多个热传递部件118)的表面130上,使得流动路径热交换器/热源热交换器106直接暴露于穿过涡轮机16的核心空气流动路径37的气流64。例如,流动路径热交换器/热源热交换器106可为联接于热传递部件118的单独构件,或者作为备选,可为具有用于热交换流体流动穿过其的通路的热传递部件的部分,该部分邻近于暴露于核心空气流动路径37的热传递部件118的表面130。以此类方式,流动路径热交换器/热源热交换器106可允许流动穿过其的热交换流体直接接触暴露于核心空气流动路径37的壁(和表面130),以利用穿过核心空气流动路径37的气流64更高效地/直接地交换热量。以此类方式,热源热交换器106可利用穿过核心空气流动路径37的气流64更有效地传递热量,并且更具体而言,对于描绘的实施例而言,从穿过核心空气流动路径37的气流64更有效地移除一定量的热量。

[0093] 现在还参照图4,提供可为压缩机定子导叶110的级114中的一个或多个的成排压缩机定子导叶110的截面平面视图。例如,图4中描绘的成排压缩机定子导叶110可为在热传递部件118上游的一级的成排压缩机定子导叶(例如,图4中的成排压缩机定子导叶110可位于图2中的压缩机定子导叶110的级N-3中)。为了提高热传递部件118内的流动路径热交换器/热源热交换器106的有效性或可操作性,与压缩机定子导叶110的各个级114的压缩机定子导叶110相比,多个热传递部件118中的各个限定相对长的弦长。例如,如所描绘,多个热传递部件118中的各个限定最大弦长132。此外,成排压缩机定子导叶110还限定最大弦长134。将认识到的是,多个热传递部件118的最大弦长132是指在沿着多个热传递部件118的跨度的中间位置处的热传递部件118的最长弦长,并且类似地,成排压缩机定子导叶110的最大弦长134是指压缩机定子导叶的最长弦长(在同一级或成排压缩机定子导叶内),其也在沿着压缩机定子导叶的跨度的中间位置处。例如,对于图2至图4的实施例而言,最大弦长134可以是指压缩机定子导叶110的最前级114中的压缩机定子导叶110的弦长。

[0094] 如所示,热传递部件118的弦长132大于成排压缩机定子导叶110的最大弦长134。具体而言,对于描绘的实施例而言,热传递部件118的弦长132比成排压缩机定子导叶110的最大弦长134大至少大约10%,如大至少大约15%,如大至少大约20%,如大至少大约25%,如大至少大约40%,如大至少大约50%,如大至少大约75%,如大高达大约500%。

[0095] 以此类方式,热管理系统100可有效地降低穿过涡轮机16的HP压缩机24内的核心空气流动路径37的气流64的温度。这可允许HP压缩机24将此类气流64压缩至更高的压力,从而增加压缩机区段的总压力比,并且因此提高涡轮机16和燃气涡轮发动机10的有效性。

[0096] 然而,将认识到的是,在其它示例性实施例中,热传递部件118可定位在压缩机内的任何其它合适位置处。例如,现在参照图5和图6,提供燃气涡轮发动机10的示意图,燃气涡轮发动机10具有并入在其中的热管理系统100,其各自根据本公开的另一示例性实施例构造。更具体而言,图5为根据本公开的另一示例性实施例的包括热管理系统100的燃气涡轮发动机10的区段的示意性截面视图;并且图6提供图5的示例性燃气涡轮发动机10和热管理系统100的部分的局部放大截面视图。将认识到的是,图5和图6的示例性燃气涡轮发动机10和热管理系统100以与以上参照图2描述的示例性燃气涡轮发动机10和热管理系统100大致相同的方式构造。因此,相同或相似的数字可表示相同或相似的部分。

[0097] 例如,如将认识到的是,图5和图6的热管理系统100大体上包括流动路径热交换器,其联接于压缩机区段、燃烧区段26、涡轮区段或排气区段32的一个或多个构件或者集成到其中,使得流动路径热交换器直接热联接于穿过核心空气流动路径37的气流64。更具体而言,示例性热管理系统100大体上包括散热器热交换器108、热传输总线102、以及热源热交换器106。对于描绘的实施例而言,流动路径热交换器构造为热管理系统100的热源热交换器106,使得流动路径热交换器/热源热交换器106可操作成从穿过核心空气流动路径37的气流64移除热量,并且通过热传输总线102将此类热量传递至散热器热交换器108。

[0098] 此外,如同图2的实施例一样,压缩机区段包括压缩机(更精确地说,HP压缩机24),其中HP压缩机24包括热传递部件118。流动路径热交换器/热源热交换器106联接于热传递部件118或者集成到其中。如同以上的实施例一样,热传递部件118实际上可为沿着燃气涡轮发动机10的周向方向C(例如,以图3中描绘的相同方式)间隔的多个热传递部件118。然而,对于描绘的实施例而言,热传递部件118为压缩机区段的结构部件。更具体而言,对于描绘的实施例而言,热传递部件118为位于HP压缩机24的压缩机转子叶片112的各个级116下游的结构部件。热传递部件118还可作用为在燃烧区段26上游的压缩机区段的扩散器部分136内的导叶。

[0099] 将认识到的是,如本文中所使用,用语“结构部件”(参照热传递部件118)是指热传递部件118,其起作用以将负载从附接于热传递部件118的径向外端部的构件传递至附接于热传递部件118的径向内端部的构件(或者反之亦然)。显著地,尽管对于描绘的实施例而言,热传递部件118定位在HP压缩机24的多个压缩机转子叶片112下游,但是在其它实施例中,构造为结构部件的热传递部件118可替代地定位在压缩机区段内的任何其它合适的位置处,如在HP压缩机24上游和在LP压缩机22下游,在LP压缩机22上游等。此外,在其它实施例中,构造为结构部件的热传递部件118可替代地定位在涡轮机16的核心空气流动路径37内的任何其它合适的位置处。

[0100] 此外,尽管对于描绘的实施例而言,流动路径热交换器描绘为构造为热源热交换器106,其构造成从穿过核心空气流动路径37的气流64移除热量,但是在其它示例性实施例中,流动路径热交换器可替代地构造为散热器热交换器108,其构造成将热量添加至穿过核心空气流动路径37的气流64。例如,在其它实施例中,流动路径热交换器可集成到构造为涡轮机16的扩散器部分136内的结构部件的热传递部件118中,并且构造为散热器热交换器

108,以用于将热量添加到至压缩机区段26上游的核心空气流动路径37的气流64。(显著地,关于此类结构,流动路径热交换器可类似于以下图7和图8论述的示例性流动路径热交换器起作用,并且热管理系统100可具有以任何其它合适的方式构造的一个或多个热源热交换器106)。

[0101] 然而,将认识到的是,在又一些示例性实施例中,包括热管理系统100的燃气涡轮发动机10可根据又一些示例性实施例来构造。例如,现在参照图7和图8,提供燃气涡轮发动机10的示意图,燃气涡轮发动机10具有并入在其中的热管理系统100,其各自根据本公开的另一示例性实施例构造。更具体而言,图7为根据本公开的另一示例性实施例的包括热管理系统100的燃气涡轮发动机10的区段的示意性截面视图;并且图8为图7的示例性燃气涡轮发动机10和热管理系统100的部分的局部放大截面视图。将认识到的是,图7和图8的示例性燃气涡轮发动机10和热管理系统100以与以上参照图2描述的示例性燃气涡轮发动机10和热管理系统100大致相同的方式构造。因此,相同或相似的数字可表示相同或相似的部分。

[0102] 例如,如将认识到的是,图7和图8的热管理系统100大体上包括流动路径热交换器,其联接于压缩机区段、燃烧区段26、涡轮区段或排气区段32的一个或多个构件或者集成到其中,使得流动路径热交换器直接热联接于穿过核心空气流动路径37的气流64。更具体而言,示例性热管理系统100大体上包括散热器热交换器108、热传输总线102、以及热源热交换器106。

[0103] 然而,对于描绘的实施例而言,流动路径热交换器替代地构造为热管理系统100的散热器热交换器108。以此类方式,流动路径热交换器/散热器热交换器108可操作成由/通过热传输总线102从热源热交换器106接收热量,并且将此类热量传递至穿过核心空气流动路径37的气流64。显著地,对于描绘的实施例而言,热源热交换器106为余热回收热交换器,其热联接于涡轮区段、排气区段32或两者。更具体而言,对于描绘的实施例而言,涡轮区段包括定位在LP涡轮30下游的出口导向导叶138。热源热交换器106联接于涡轮区段内的出口导向导叶138或者集成到其中,用于在LP涡轮30下游的位置处从穿过核心空气流动路径37的气流64移除热量(显著地,在该级处,气流64主要为燃烧气体66;见图8)。以此类方式,热源热交换器106可从穿过核心空气流动路径37的气流64回收另外的余热。然而,将认识到的是,在其它实施例中,余热回收热交换器/热源热交换器106可替代地定位在LP涡轮30或HP涡轮28中,例如,集成到定位在其中的一个或多个涡轮定子导叶中。

[0104] 此外,如所描绘,燃烧区段26包括多个燃料喷嘴122。多个燃料喷嘴122大体上构造成从燃料输送系统120接收燃料流,并且将燃料和空气的混合物提供至燃烧室124,其中此类混合物可焚烧或燃烧,以生成燃烧气体66,以向涡轮区段供能。特别地参照图8,将认识到的是,对于描绘的实施例而言,流动路径热交换器/散热器热交换器108联接于多个燃料喷嘴122中的至少一个或者集成到其中。更具体而言,对于描绘的实施例而言,流动路径热交换器/散热器热交换器108联接于多个燃料喷嘴122中的至少一个的表面140或者集成到其中,使得流动路径热交换器直接暴露于穿过核心空气流动路径37的气流64(类似于流动路径热交换器如何集成到图3的示例性热传递部件118的表面130中)。以此类方式,流动路径热交换器可操作成通过热传输总线102从例如热源热交换器106将热量直接传递至穿过核心空气流动路径37的气流64。

[0105] 将认识到的是,在某些示例性实施例中,流动路径热交换器可包括联接于多个燃料

喷嘴122中的各个的多个流动路径热交换器。此外,通过在直接在燃烧区段26的燃烧室124上游的位置处将热量添加至穿过核心空气流动路径37的气流64,热管理系统100可允许在燃烧区段26内的更高效燃烧。更具体而言,通过在此类气流用于燃烧之前加热气流,更完全燃烧可发生。

[0106] 现在参照图9和图10,将认识到的是,在本公开的又一些实施例中,包括在其中的燃气涡轮发动机10和热管理系统100可具有又一些合适的构造。图9为根据本公开的另一示例性实施例的包括热管理系统100的燃气涡轮发动机10的区段的示意性截面视图;并且图10为图9的示例性压缩机和热管理系统100的部分的局部放大截面视图。将认识到的是,图9和图10的示例性燃气涡轮发动机10和热管理系统100可以以与以上参照图2描述的示例性燃气涡轮发动机10和热管理系统100大致相同的方式构造。因此,相同或相似的数字可表示相同或相似的部分。

[0107] 例如,如将认识到的是,图9和图10的热管理系统100大体上包括流动路径热交换器,其联接于压缩机区段、燃烧区段26、涡轮区段或排气区段32的一个或多个构件或者集成到其中,使得流动路径热交换器直接热联接于穿过核心空气流动路径37的气流64。更具体而言,对于描绘的实施例而言,流动路径热交换器构造为热管理系统100的热源热交换器106,其定位在压缩机区段的压缩机内,并且更具体而言,定位在压缩机区段的HP压缩机24内。以此类方式,流动路径热交换器/热源热交换器106可操作成传递来自穿过核心空气流动路径37的气流64的热量,以降低穿过涡轮机16的核心空气流动路径37的气流64的温度,并且更具体而言,以降低穿过由HP压缩机24限定的核心空气流动路径37的部分的气流的温度。

[0108] 此外,对于描绘的实施例而言,燃气涡轮发动机10包括冷却的冷却空气系统142。冷却的冷却空气系统142构造成将冷却空气提供至涡轮区段,以降低涡轮区段的一个或多个构件的温度。更具体而言,对于描绘的实施例而言,热管理系统100构造有冷却的冷却空气系统142,以向冷却的冷却空气系统142提供(并且更具体而言,冷却)冷却的冷却气流。如所描绘,热管理系统100构造成从相对高压的气流源146接收高压气流144。对于描绘的实施例而言,高压气流源146为压缩机区段的HP压缩机24的下游端部。热管理系统100将从高压气流源146接收的高压气流144传递至热管理系统100的散热器热交换器108。散热器热交换器108构造成传递来自从高压气流源146接收的高压气流144的热量,以冷却此类高压气流144。对于描绘的实施例而言,散热器热交换器108可为旁通气流热交换器,其联接于暴露于燃气涡轮发动机10的旁通气流通路的一个或多个构件(如燃气涡轮发动机10的出口导向导叶(见图2))或者集成到其中。然而,在其它实施例中,散热器热交换器108可替代地为任何其它合适的散热器热交换器108。

[0109] 来自散热器热交换器108的冷却的高压气流144接着提供至流动路径热交换器/热源热交换器106。以此类方式,将认识到的是,散热器热交换器108在流动路径热交换器/热源热交换器106上游的位置处与流动路径热交换器/热源热交换器106气流连通。穿过流动路径热交换器/热源热交换器106的高压气流144接受来自穿过核心空气流动路径37的气流64的一定量的热量,从而降低穿过核心空气流动路径37的气流64的温度,并且提高穿过流动路径热交换器/热源热交换器106的高压气流144的温度。显著地,尽管穿过流动路径热交换器/热源热交换器106的高压气流144在温度上提高,但是其仍然可保持足够冷却以冷却下

面论述的涡轮区段的各种构件。还将认识到的是,热管理系统100的流动路径热交换器/热源热交换器106和散热器热交换器108两者各自构造为空气对空气热交换器。

[0110] 特别地参照图10,将认识到的是,对于描绘的实施例而言,流动路径热交换器/热源热交换器106集成到压缩机区段的热传递部件118中。示例性热传递部件118可以以与以上参照图2至图4描述的示例性热传递部件118类似的方式构造。例如,图10的示例性热传递部件118可限定最大弦长132(见图3),其大于HP压缩机24的多个压缩机定子导叶110的最大弦长134(见图4)。

[0111] 然而,对于描绘的实施例而言,示例性热传递部件118替代地包括限定入口150和出口152的空气对空气热交换器(即,流动路径热交换器/热源热交换器106)。显著地,对于描绘的实施例而言,HP压缩机24还限定低级放出端口154和高级放出端口156。低级放出端口154可构造成从在入口150前方/上游的HP压缩机24内的位置至流动路径热交换器/热源热交换器106接收放出空气。此外,高级放出端口156可构造成从在入口150后方/下游的HP压缩机24内的位置至流动路径热交换器/热源热交换器106接收放出空气。以此类方式,将认识到的是,流动路径热交换器/热源热交换器106的入口150定位在高级放出端口156前方,并且在低级放出端口154后方。

[0112] 此外,流动路径热交换器/热源热交换器106集成到图10的热传递部件118中,并且如所述,还限定出口152。入口150定位成沿着径向方向R在核心空气流动路径37外侧的位置处从热管理系统100的散热器热交换器108接收(如以上论述)高压气流144,并且出口152定位成将高压气流144提供至沿着径向方向R位于核心空气流动路径37内侧的流动路径。

[0113] 如图所示,对于描绘的实施例而言,流动路径热交换器限定穿过热传递部件118的蛇形路径,这可利用穿过核心空气流动路径37的气流64增加热交换量。显著地,对于描绘的实施例而言,入口150沿着燃气涡轮发动机10的轴向方向A与出口152间隔,并且更具体而言,出口152沿着燃气涡轮发动机10的轴向方向A定位在入口150前方。仍更具体而言,对于描绘的实施例而言,入口150定位成在热传递部件118的后端部近侧,并且出口152定位成在热传递部件118的前端部近侧。将认识到的是,如本文中所使用,用语“在…近侧”(参照构件的端部)是指比相对端部更接近此端部。

[0114] 如所述,出口152构造成将高压气流144提供至沿着径向方向R位于核心空气流动路径37内侧的流动路径。更具体而言,对于描绘的实施例而言,燃气涡轮发动机10(或者更具体而言,燃气涡轮发动机10的冷却的冷却空气系统142)还包括气流接收器,以用于从出口152接收高压气流144并且将此类气流向后引导至涡轮区段。对于描绘的实施例而言,气流接收器构造为涡流管158,涡流管158定位在流动路径热交换器/热源热交换器106的出口152内侧,以从流动路径热交换器/热源热交换器106接收高压气流144。显著地,在某些实施例中,冷却的冷却空气系统142的气流接收器还可包括沿着燃气涡轮发动机10的周向方向C间隔的多个涡流管158。

[0115] 现在再返回参照图9,将认识到的是,涡轮区段包括具有多个涡轮转子叶片的涡轮。更具体而言,对于图9的实施例而言,涡轮为具有多个HP涡轮转子叶片160的HP涡轮28。如示意性地所示,HP涡轮28限定冷却空气流动路径162,以用于将从流动路径热交换器/热源热交换器106,并且进一步从涡流管158接收的高压气流144提供至多个HP涡轮转子叶片160中的至少一个。以此类方式,将认识到的是,冷却的冷却空气流动路径162与流动路径热

换热器/热源热交换器106的出口152气流连通。

[0116] 该书面的描述使用实例以公开本发明(包括最佳模式),并且还使本领域技术人员能够实践本发明(包括制造和使用任何装置或系统并且执行任何并入的方法)。本发明的可专利范围由权利要求限定,并且可包括本领域技术人员想到的其它实例。如果这些其它实例包括不与权利要求的字面语言不同的结构元件,或者如果这些其它实例包括与权利要求的字面语言无显著差别的等同结构元件,则这些其它实例意图在权利要求的范围内。

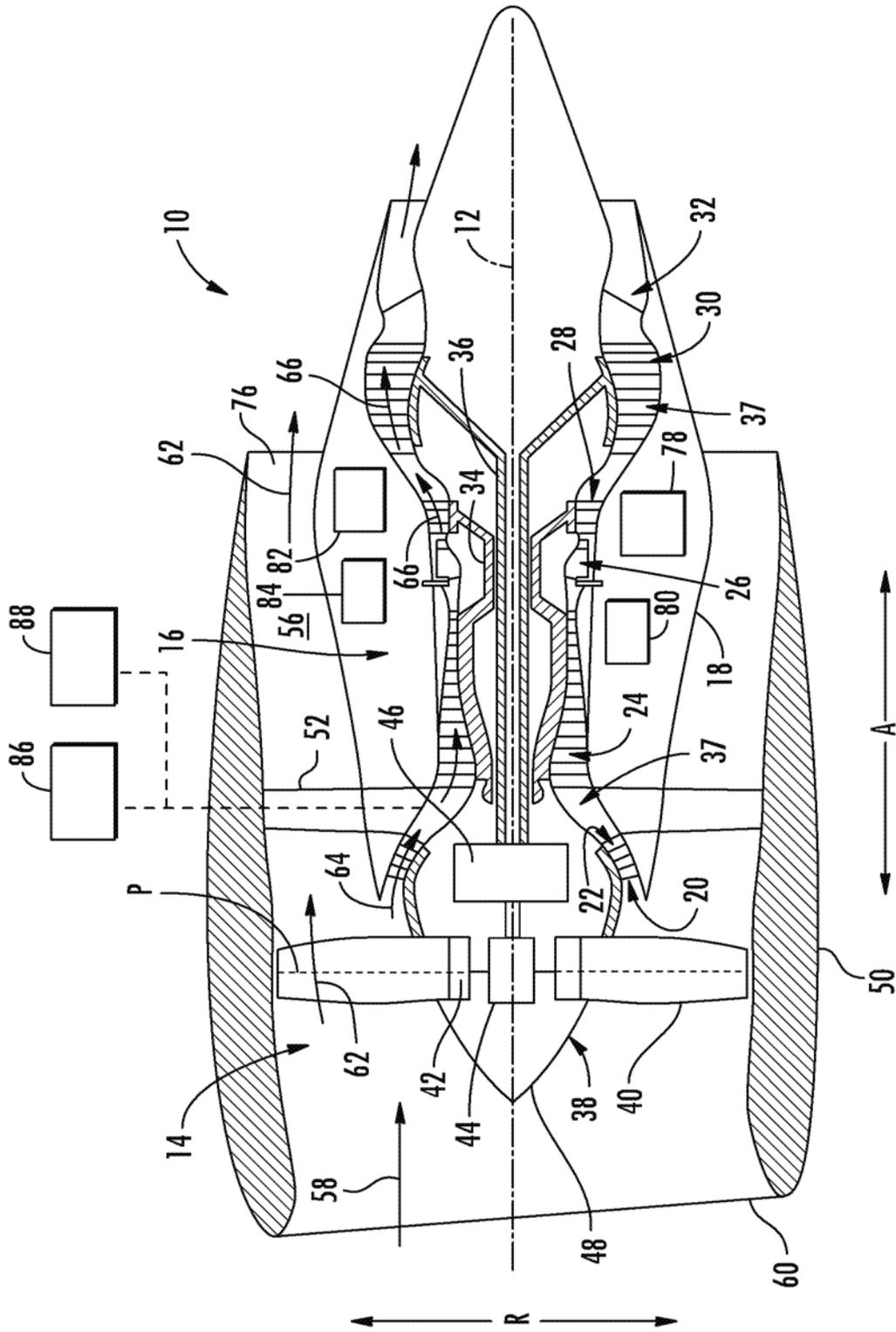


图 1

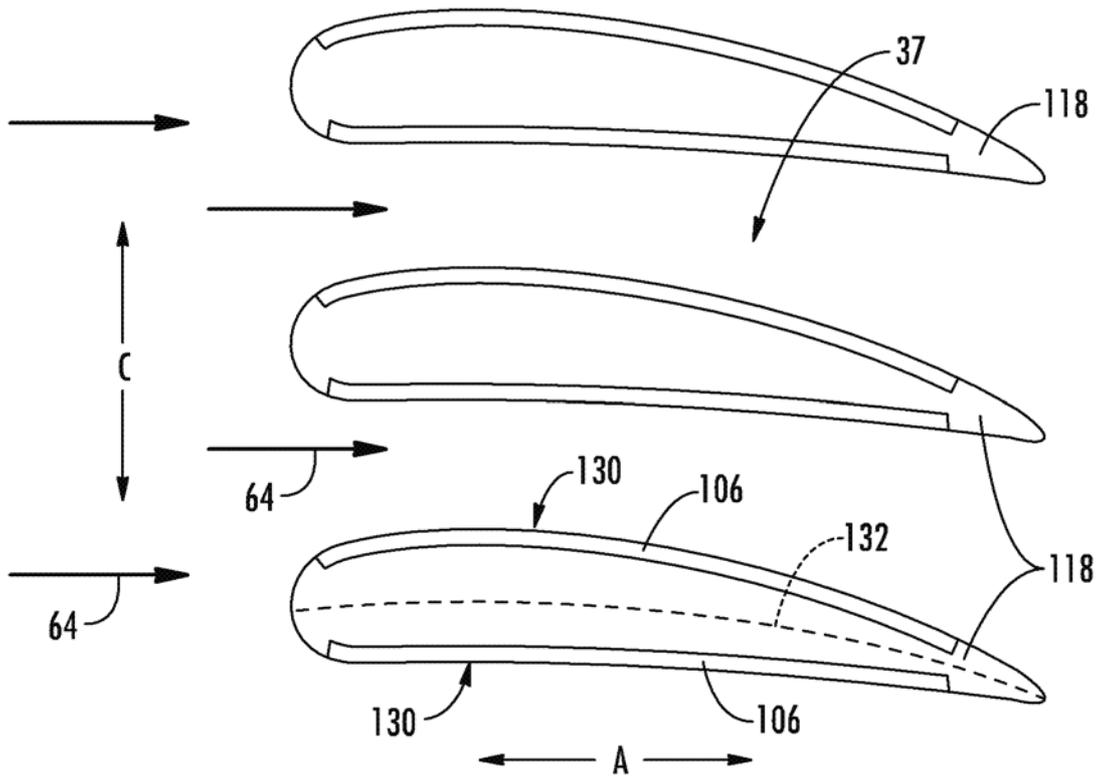


图 3

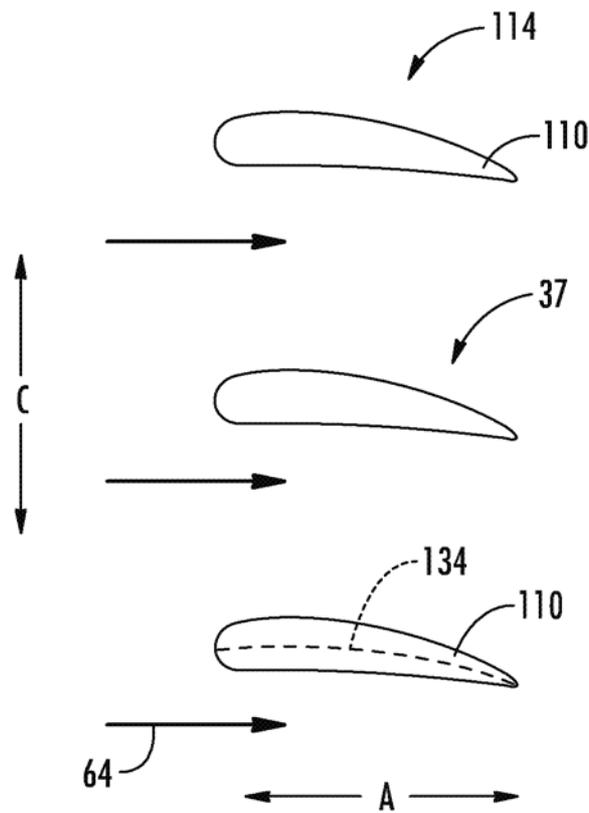


图 4

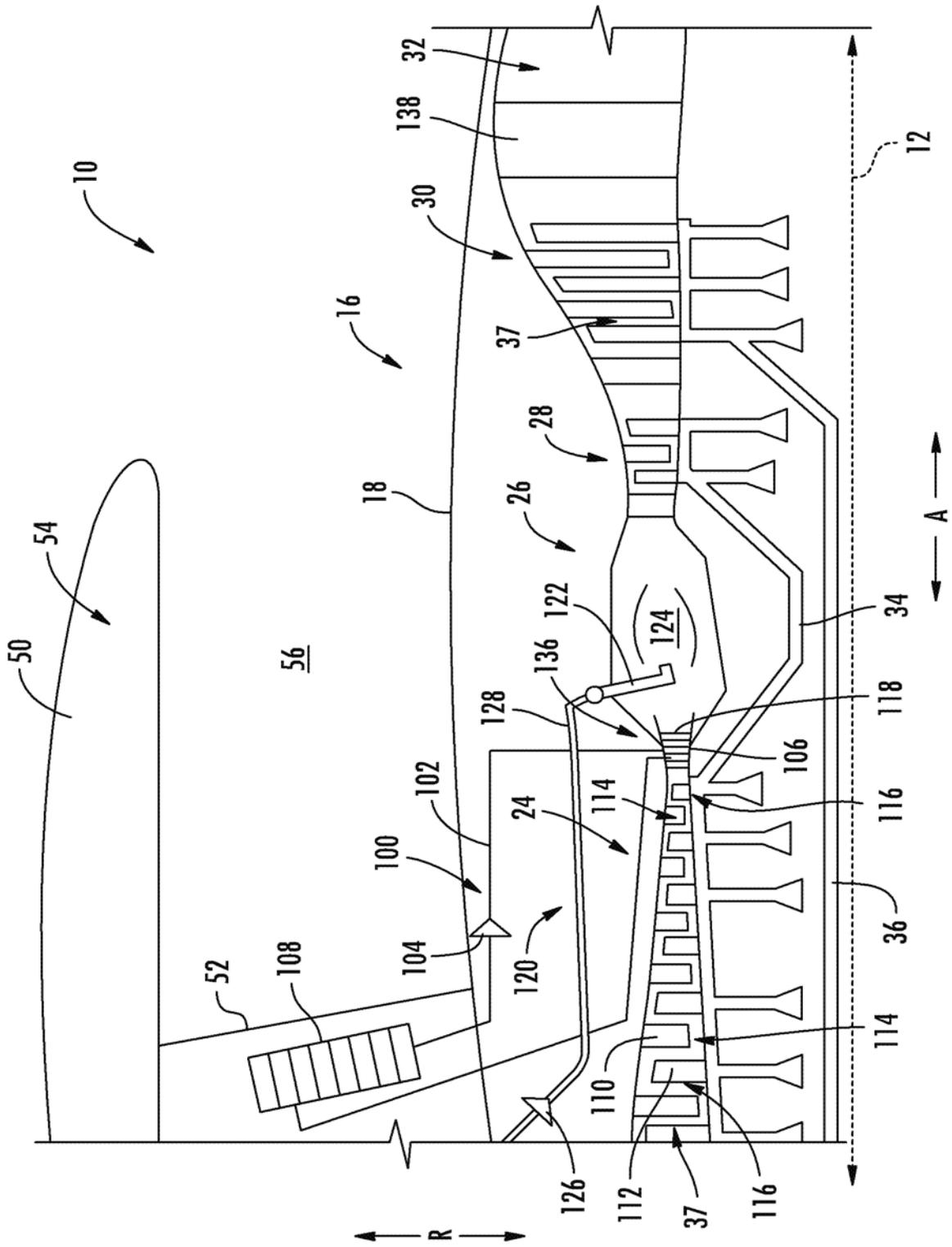


图 5

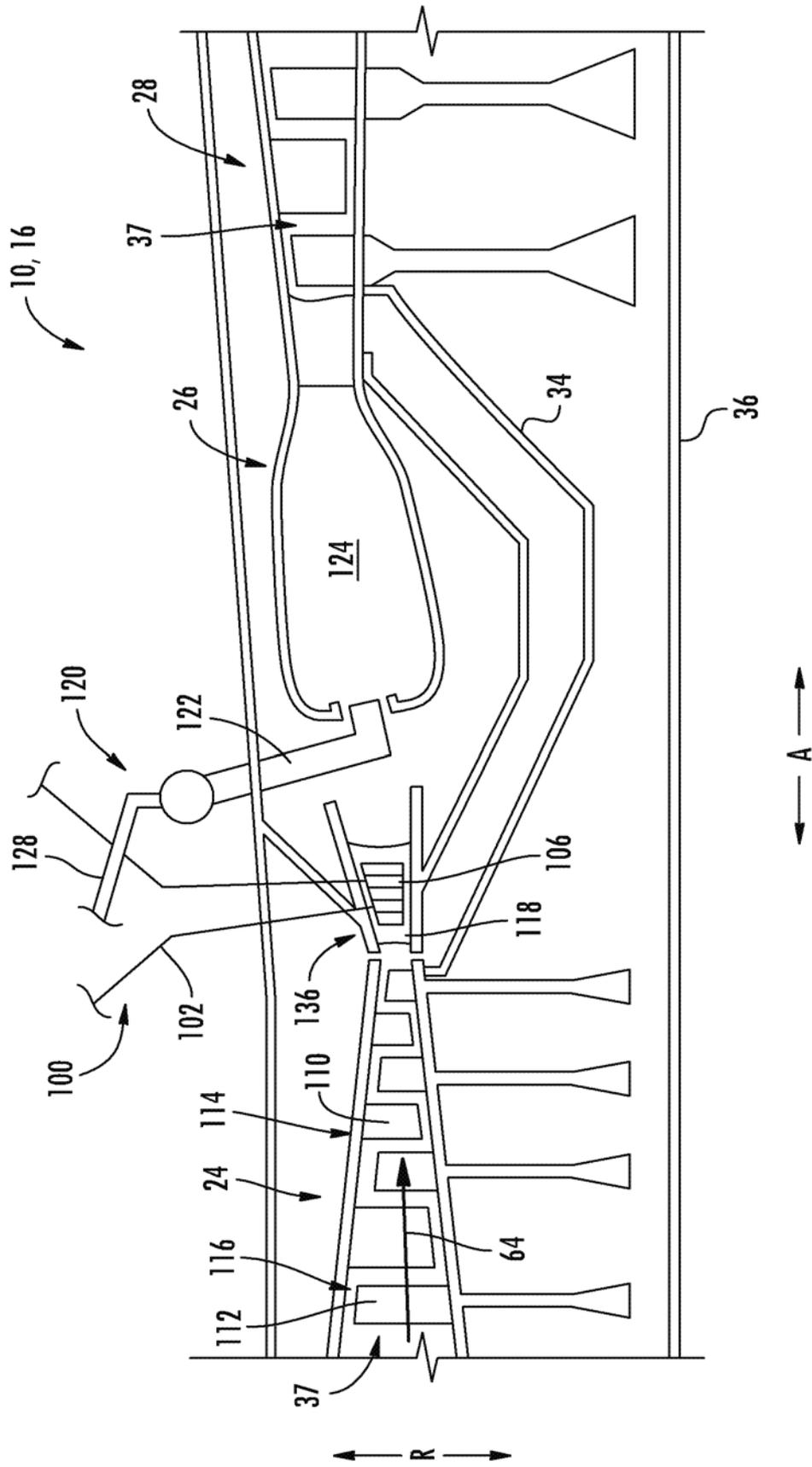


图 6

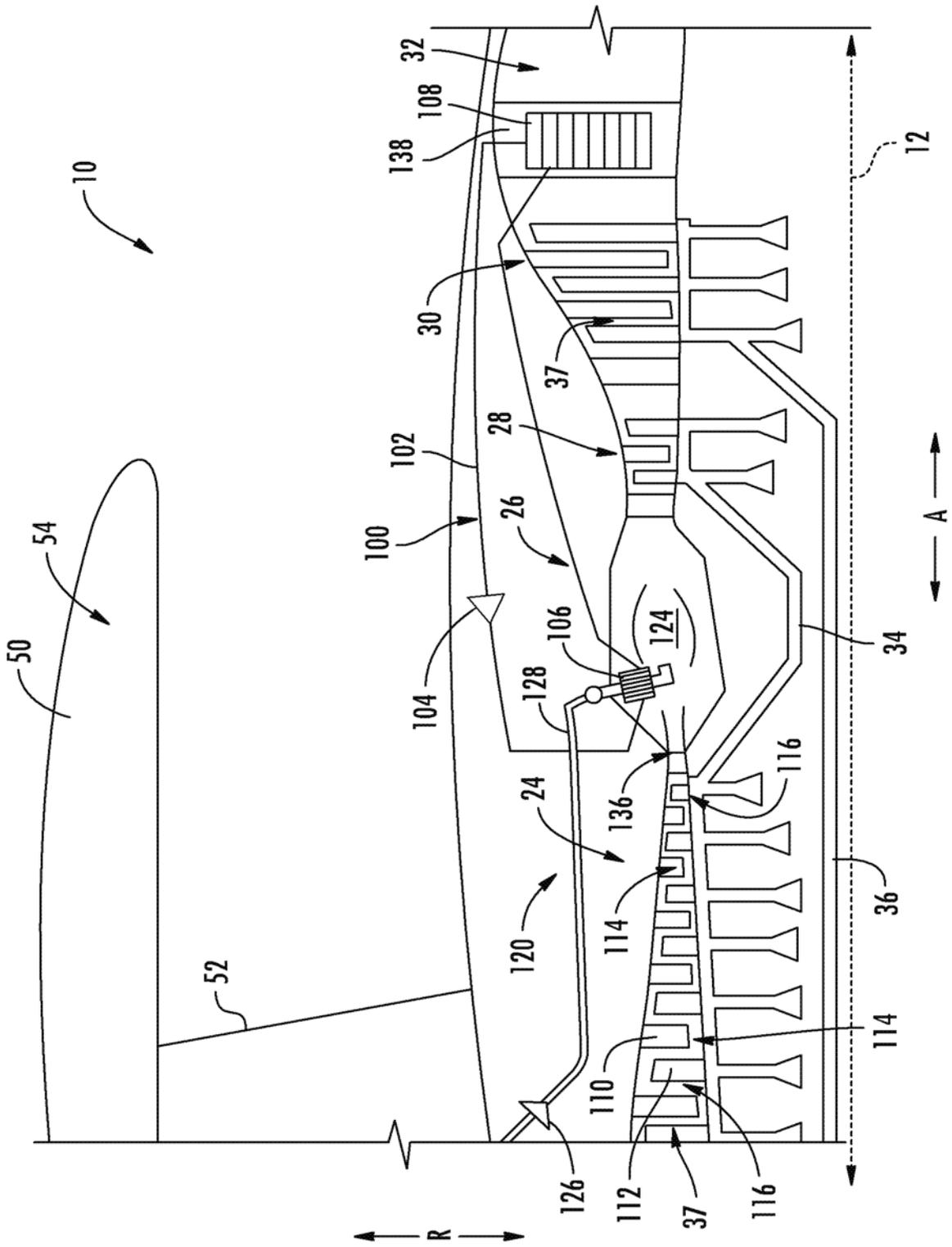


图 7

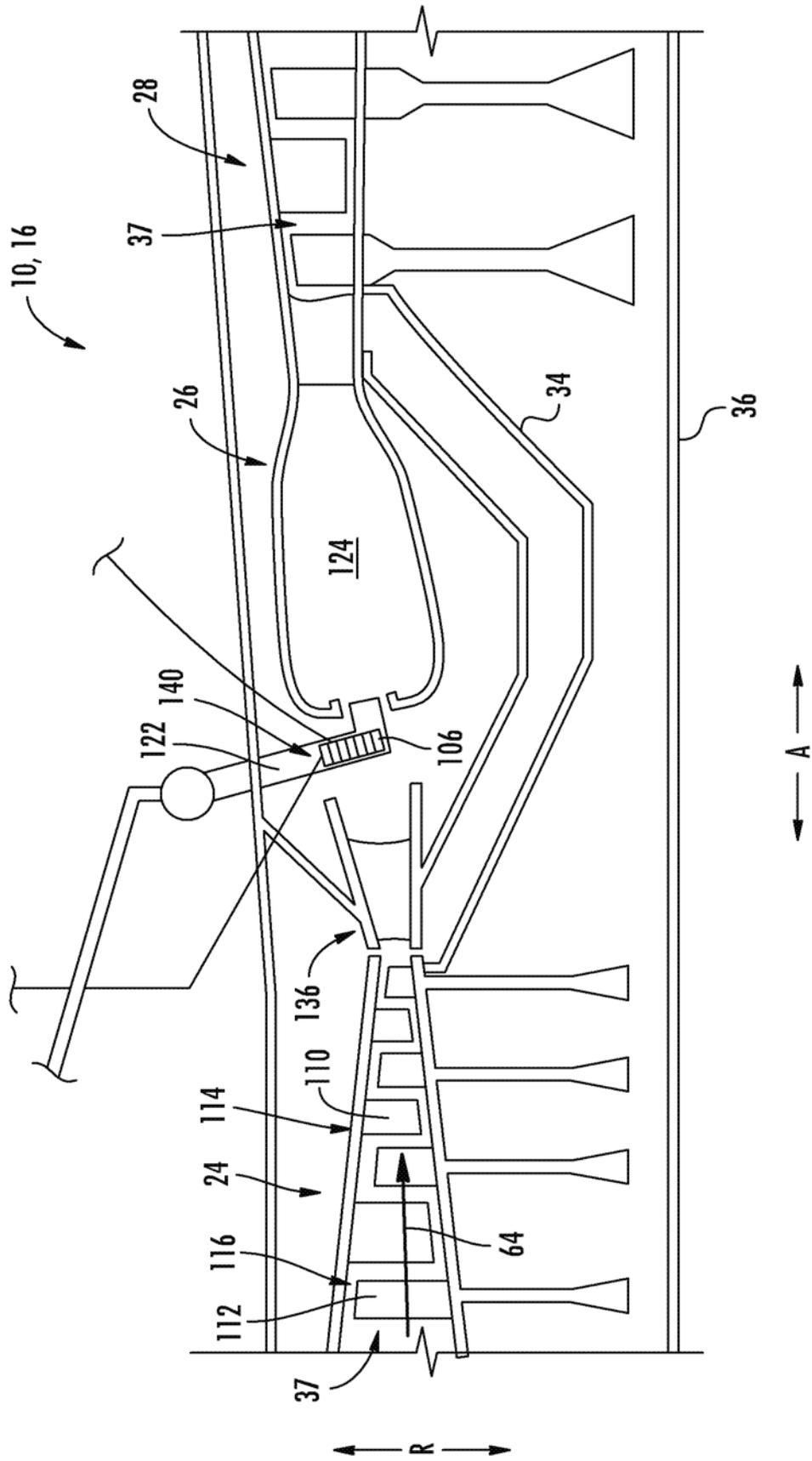


图 8

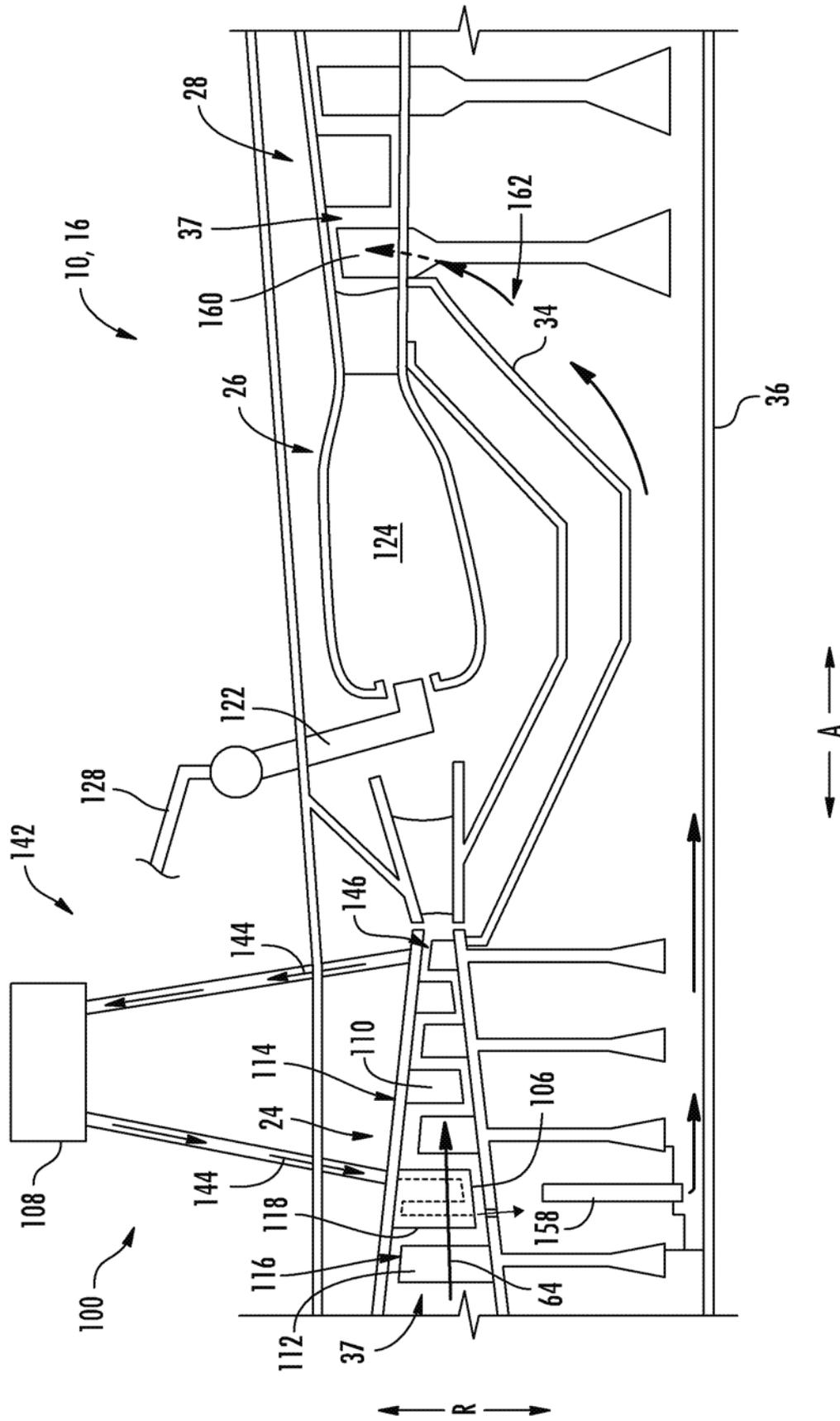


图 9

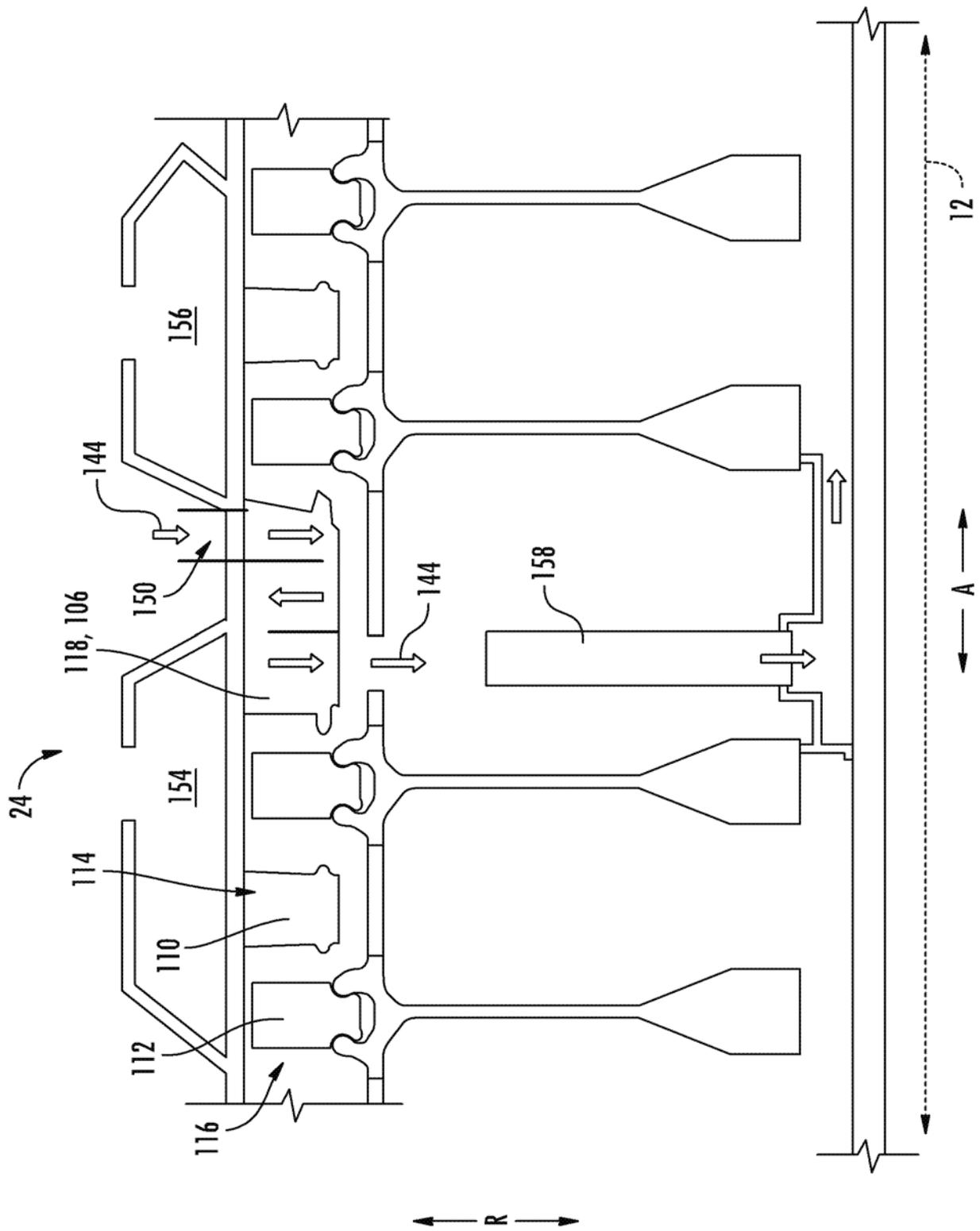


图 10