



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109812338 A

(43)申请公布日 2019.05.28

(21)申请号 201811381301.8

(22)申请日 2018.11.20

(30)优先权数据

15/819,327 2017.11.21 US

(71)申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 D·A·尼亚加斯 S·阿迪巴特拉

B·W·米勒 D·W·克拉尔

(74)专利代理机构 上海华诚知识产权代理有限公司

公司 31300

代理人 徐颖聪

(51)Int.Cl.

F02C 7/12(2006.01)

F02C 7/24(2006.01)

F02C 9/28(2006.01)

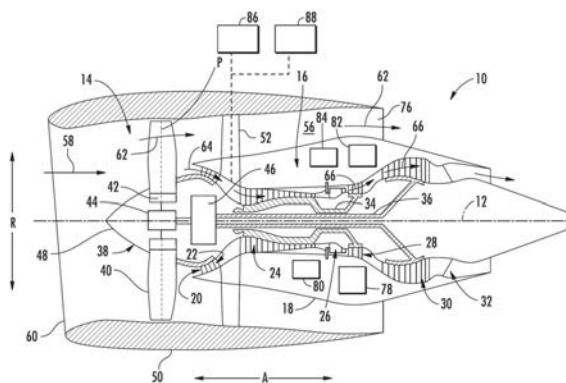
权利要求书2页 说明书18页 附图7页

(54)发明名称

热管理系统

(57)摘要

一种内燃机包括:燃烧区段;燃料递送系统,其用于提供燃料流到燃烧区段,燃料递送系统包括用于减少燃料流的氧气含量的氧气减少单元;热管理系统,包括散热器热交换器,散热器热交换器在氧气减少单元下游的位置与燃料递送系统成热连通;以及控制系统,包括能够与燃料递送系统一起操作以用于感测指示氧气减少单元的操作性的数据的传感器,以及能够与传感器一起操作的控制器,控制器被配置成基于由传感器感测的指示氧气减少单元的操作性的数据而起始校正动作。



1. 一种内燃机,其包括:

燃烧区段;

燃料递送系统,其用于提供燃料流到所述燃烧区段,所述燃料递送系统包括用于减少所述燃料流的氧气含量的氧气减少单元;

热管理系统,其包括散热器热交换器,所述散热器热交换器在所述氧气减少单元下游的位置与所述燃料递送系统成热连通;以及

控制系统,其包括能够与所述燃料递送系统一起操作以用于感测指示所述氧气减少单元的可操作性的数据的传感器,以及能够与所述传感器一起操作的控制器,所述控制器被配置成基于由所述传感器感测的指示所述氧气减少单元的所述可操作性的所述数据而起始校正动作。

2. 根据权利要求1所述的内燃机,其特征在于,所述控制系统进一步包括阀,所述阀能够与所述燃料递送系统或所述热管理系统中的至少一个一起操作以用于修改通过所述燃料递送系统的所述燃料流或通过所述热管理系统的热交换流体流中的至少一个,并且其中起始所述校正动作包括至少部分地基于从所述传感器接收的所述数据而操作所述阀。

3. 根据权利要求2所述的内燃机,其特征在于,所述热管理系统进一步包括与所述散热器热交换器成热连通的热输送总线,以及与所述热输送总线成热连通的热源热交换器,且其中所述阀能够与所述燃料递送系统或所述热管理系统中的至少一个一起操作以用于修改通过所述氧气减少单元的所述燃料流,通过所述散热器热交换器的所述燃料流,通过所述散热器热交换器的热交换流体流或者通过所述热源热交换器的所述热交换流体流中的至少一个。

4. 根据权利要求2所述的内燃机,其特征在于,所述热管理系统进一步包括与所述散热器热交换器成热连通的热输送总线,其中所述阀是旁路阀,所述旁路阀能够在所述散热器热交换器上游的位置与所述热管理系统的所述热输送总线一起操作,以用于使所述热输送总线内的所述热交换流体流的至少一部分在所述散热器热交换器周围转向到所述散热器热交换器下游的位置。

5. 根据权利要求2所述的内燃机,其特征在于,所述热管理系统进一步包括与所述散热器热交换器成热连通的热输送总线,以及与所述热输送总线成热连通的热源热交换器,其中所述阀是旁路阀,所述旁路阀能够在所述热源热交换器上游的位置与所述热管理系统的所述热输送总线一起操作,以用于使所述热输送总线内的所述热交换流体的至少一部分在所述热源热交换器周围转向到所述热源热交换器下游的位置。

6. 根据权利要求2所述的内燃机,其特征在于,所述阀是旁路阀,所述旁路阀能够在所述散热器热交换器上游的位置与所述燃料递送系统一起操作,以用于使所述燃料流的至少一部分在所述散热器热交换器周围转向到所述散热器热交换器下游的位置。

7. 根据权利要求1所述的内燃机,其特征在于,所述氧气减少单元是燃料氧气转换单元,且其中所述控制系统的所述传感器是用于感测指示所述燃料氧气转换单元的参数数据的燃料氧气转换传感器。

8. 根据权利要求1所述的内燃机,其特征在于,所述控制系统的所述传感器是第一传感器,且其中所述控制系统进一步包括第二传感器,所述第二传感器也能够与所述燃料递送系统一起操作以用于感测指示所述氧气减少单元的所述可操作性的数据。

9. 根据权利要求8所述的内燃机,其特征在于,所述氧气减少单元是燃料氧气转换单元,其中所述第一传感器是用于感测指示所述燃料氧气转换单元的参数的数据的燃料氧气转换传感器,且其中所述第二传感器是用于感测指示在所述燃料氧气转换单元下游的所述燃料递送系统内的所述燃料流中的氧气水平的数据的氧气传感器。

10. 一种用于操作内燃机的方法,所述内燃机具有燃烧区段,用于提供燃料流到所述燃烧区段的燃料递送系统以及热管理系统,所述热管理系统具有与所述燃料递送系统成热连通的散热器热交换器,所述方法包括:

使用所述热气管理系统的所述散热器热交换器传递热到所述燃料递送系统;

监测所述燃料递送系统的燃料递送系统健康,所述燃料递送系统健康指示所述燃料递送系统的氧气减少单元的可操作性,所述氧气减少单元定位于所述燃料递送系统中的所述散热器热交换器上游以用于减少所述燃料流的氧气含量;以及

响应于监测所述燃料递送系统的所述燃料递送系统健康而执行维护操作。

## 热管理系统

### 技术领域

[0001] 本发明主题主要涉及热管理系统,且更具体来说涉及可以与燃气涡轮发动机的燃料递送系统一起操作的热管理系统。

### 背景技术

[0002] 燃气涡轮发动机通常包括风扇和涡轮机。涡轮机通常包括入口、一个或多个压缩机、燃烧器以及至少一个涡轮机。压缩机压缩被引导到燃烧器的空气,在燃烧器处空气与燃料混合。随后点燃所述混合物以产生热燃烧气体。燃烧气体被引导到涡轮机,涡轮机从燃烧气体提取能量以用于对压缩器提供动力,以及用于产生推动飞机飞行或对例如发电机等负载提供动力的有用功。

[0003] 在至少某些实施例中,涡轮机和风扇至少部分地由外罩包围。对于这些实施例,所述外罩界定涡轮机的旁路空气流通道。另外,由一个或多个出口导叶/撑杆相对于外罩支撑涡轮机。

[0004] 在燃气涡轮发动机的操作期间,各种系统可能产生相对大量的热。燃气涡轮发动机的热管理系统可以从这些系统中的一个或多个收集热以将此类系统的温度维持在可接受的操作范围内。热管理系统可以通过一个或多个热交换器抑制此热。在至少某些实施例中,热交换器中的至少一个可以集成到暴露于旁路空气流通道的一个或多个组件中,例如在涡轮机与外罩之间延伸的一个或多个撑杆。

[0005] 虽然旁路空气流通道可为用于热管理系统的安全且相对高效的散热器,但集成到暴露于旁路空气流通道的一个或多个组件中的一个或多个热交换器的包括可能对通过旁路空气流通道的空气流具有不良影响。另外,本公开的发明人已发现使用燃气涡轮发动机的燃料流作为散热器可能是有用的。然而,在未采取某些预防措施的情况下加热燃气涡轮发动机的燃料流可能导致对燃气涡轮发动机的损坏。因此,能够将热更可靠地传递到燃料流且降低燃气涡轮发动机的损坏的风险的热管理系统和燃料递送系统将是有用的。

### 发明内容

[0006] 本发明的各方面和优势将部分在以下描述中阐述,或可以从所述描述显而易见,或可以通过本发明的实践习得。

[0007] 在本公开的一个示范性实施例中,提供一种内燃机。所述内燃机包括:燃烧区段;燃料递送系统,其用于提供燃料流到所述燃烧区段,所述燃料递送系统包括用于减少所述燃料流的氧气含量的氧气减少单元;热管理系统,其包括散热器热交换器,所述散热器热交换器在所述氧气减少单元下游的位置与所述燃料递送系统成热连通;以及控制系统,其包括能够与所述燃料递送系统一起操作以用于感测指示所述氧气减少单元的操作性的数据的传感器以及能够与所述传感器一起操作的控制器,所述控制器被配置成基于由所述传感器感测的指示所述氧气减少单元的所述操作性的所述数据而起始校正动作。

[0008] 在某些示范性实施例中,所述控制系统进一步包括阀,所述阀能够与所述燃料递

送系统或所述热管理系统中的至少一个一起操作以用于修改通过所述燃料递送系统的所述燃料流或通过所述热管理系统的热交换流体流中的至少一个,且其中起始所述校正动作包括至少部分地基于从所述传感器接收的所述数据而操作所述阀。

[0009] 举例来说,在某些示范性实施例中,所述热管理系统进一步包括与所述散热器热交换器成热连通的热输送总线以及与所述热输送总线成热连通的热源热交换器,且其中所述阀能够与所述燃料递送系统或所述热管理系统中的至少一个一起操作以用于修改通过所述氧气减少单元的所述燃料流,通过所述散热器热交换器的所述燃料流,通过所述散热器热交换器的热交换流体流或者通过所述热源热交换器的所述热交换流体流中的至少一个。

[0010] 举例来说,在某些示范性实施例中,所述热管理系统进一步包括与所述散热器热交换器成热连通的热输送总线,其中所述阀是旁路阀,所述旁路阀能够在所述散热器热交换器上游的位置与所述热管理系统的所述热输送总线一起操作,以用于使所述热输送总线内的所述热交换流体流的至少一部分在所述散热器热交换器周围转向到所述散热器热交换器下游的位置。

[0011] 举例来说,在某些示范性实施例中,所述热管理系统进一步包括与所述散热器热交换器成热连通的热输送总线以及与所述热输送总线成热连通的热源热交换器,其中所述阀是旁路阀,所述旁路阀能够在所述热源热交换器上游的位置与所述热管理系统的所述热输送总线一起操作,以用于使所述热输送总线内的所述热交换流体的至少一部分在所述热源热交换器周围转向到所述热源热交换器下游的位置。

[0012] 举例来说,在某些示范性实施例中,所述阀是旁路阀,所述旁路阀能够在所述散热器热交换器上游的位置与所述燃料递送系统一起操作,以用于使所述燃料流的至少一部分在所述散热器热交换器周围转向到所述散热器热交换器下游的位置。

[0013] 在某些示范性实施例中,所述氧气减少单元是燃料氧气转换单元,且其中所述控制系统的所述传感器是用于感测指示所述燃料氧气转换单元的参数的数据的燃料氧气转换传感器。

[0014] 在某些示范性实施例中,所述控制系统的所述传感器是第一传感器,且其中所述控制系统进一步包括第二传感器,所述第二传感器也能够与所述燃料递送系统一起操作以用于感测指示所述氧气减少单元的所述可操作性的数据。

[0015] 举例来说,在某些示范性实施例中,所述氧气减少单元是燃料氧气转换单元,其中所述第一传感器是用于感测指示所述燃料氧气转换单元的参数的数据的燃料氧气转换传感器,且其中所述第二传感器是用于感测指示在所述燃料氧气转换单元下游的所述燃料递送系统内的所述燃料流中的氧气水平的数据的氧气传感器。

[0016] 在某些示范性实施例中,所述内燃机是航空燃气涡轮发动机。

[0017] 在某些示范性方面中,提供一种用于操作内燃机的方法,所述内燃机具有燃烧区段、用于提供燃料流到所述燃烧区段的燃料递送系统以及热管理系统,所述热管理系统具有与所述燃料递送系统成热连通的散热器热交换器。所述方法包括:使用所述热管理系统的所述散热器热交换器传递热到所述燃料递送系统;监测所述燃料递送系统的燃料递送系统健康,所述燃料递送系统健康指示所述燃料递送系统的氧气减少单元的可操作性,所述氧气减少单元定位于所述燃料递送系统中的所述散热器热交换器上游以用于减少所述燃

料流的氧气含量;以及响应于监测所述燃料递送系统的所述燃料递送系统健康而执行维护操作。

[0018] 在某些示范性方面中,监测所述燃料递送系统的所述燃料递送系统健康包括感测指示所述燃料递送系统的所述氧气减少单元的所述可操作性的数据。

[0019] 举例来说,在某些示范性方面中,感测指示所述氧气减少单元的所述可操作性的数据包括以第一传感器感测所述氧气减少单元的参数且以第二传感器感测所述氧气减少单元下游的所述燃料流的氧气水平。

[0020] 举例来说,在某些示范性方面中,感测指示所述氧气减少单元的所述可操作性的数据进一步包括:从所述第一传感器或所述第二传感器中的一个接收指示故障条件的数据;从所述第一传感器或所述第二传感器中的另一个接收指示所述氧气减少单元的所述可操作性在所需可操作性范围内的数据;以及确定所述氧气减少单元的所述可操作性在所述所需可操作性范围内。

[0021] 举例来说,在某些示范性方面中,使用所述热管理系统的所述散热器热交换器传递热到所述燃料递送系统包括使用所述散热器热交换器从所述热管理系统的所述热总线传递热到所述燃料递送系统,其中感测指示所述氧气减少单元的所述可操作性的数据包括确定所述氧气减少单元在所需可操作性范围外操作,且其中执行所述维护操作包括响应于确定所述氧气减少单元在所述所需可操作性范围外操作而修改通过所述燃料递送系统的燃料流或通过所述热总线的热交换流体流中的至少一个。

[0022] 举例来说,在某些示范性方面中,修改通过所述燃料递送系统的所述燃料流或通过所述热总线的所述热交换流体流中的至少一个包括使所述燃料流的至少一部分从所述氧气减少单元上游的位置在所述氧气减少单元周围转向到所述氧气减少单元下游的位置。

[0023] 举例来说,在某些示范性方面中,修改通过所述燃料递送系统的所述燃料流或通过所述热总线的所述热交换流体流中的至少一个包括使所述燃料流的至少一部分从所述散热器热交换器上游的位置在所述散热器热交换器周围转向到所述散热器热交换器下游的位置。

[0024] 举例来说,在某些示范性方面中,修改通过所述燃料递送系统的所述燃料流或通过所述热总线的所述热交换流体流中的至少一个包括使通过所述热总线的所述热交换流体流的至少一部分从所述散热器热交换器上游的位置在所述散热器热交换器周围转向到所述散热器热交换器下游的位置,从所述热源热交换器上游的位置在所述热源热交换器周围转向到所述热源热交换器下游的位置,或这两种情况。

[0025] 在某些示范性方面中,监测所述燃料递送系统的所述燃料递送系统健康包括监测所述燃料递送系统的可操作性参数,所述可操作性参数指示所述内燃机的操作时间,所述内燃机的操作循环的数目或这两者。

[0026] 举例来说,在某些示范性方面,响应于监测所述燃料递送系统的所述燃料递送系统健康而执行所述维护操作包括将指示所述可操作性参数的指示符提供到所述内燃机的使用者。

[0027] 参考下面的描述和所附的权利要求,本发明的这些和其它特征、方面和优点将变得更好理解。并入在本说明书中且构成本说明书的一部分的附图说明了本发明的实施例,并且与描述一起用以解释本发明的原理。

## 附图说明

[0028] 本说明书中针对所属领域的一般技术人员来阐述本发明的完整和启发性公开内容,包括其最佳模式,本说明书参考了附图,在附图中:

[0029] 图1是根据本主题的各种实施例的示范性燃气涡轮发动机的示意性横截面图。

[0030] 图2是根据本公开的示范性实施例的热管理系统和燃料递送系统的简化示意图。

[0031] 图3是根据本公开的示范性实施例的氧气减少单元的简化示意图。

[0032] 图4是根据本公开的示范性实施例的包括热管理系统的燃气涡轮发动机的区段的示意性横截面图。

[0033] 图5是根据本公开的示范性方面的用于操作燃气涡轮发动机的方法的流程图。

[0034] 图6是根据本公开的示范性方面的用于感测指示氧气减少单元的可操作性的方法的流程图。

[0035] 图7是根据本公开的另一示范性方面的用于操作燃气涡轮发动机的方法的流程图。

## 具体实施方式

[0036] 现将详细参考本发明的当前实施例,所述当前实施例的一个或多个实例在附图中说明。详细描述中使用数字和字母标号来指代图中的特征。已在图式和描述中使用相同或类似的标记来指代本发明的相同或类似部分。

[0037] 如本文中所示,术语“第一”、“第二”和“第三”可互换使用以区分一个部件与另一部件,而并不希望表示个别部件的部位或重要性。

[0038] 术语“前”和“后”指代燃气涡轮发动机或运载工具内的相对位置,且指代所述燃气涡轮发动机或运载工具的正常操作姿态。举例来说,相对于燃气涡轮发动机,前是指更接近发动机入口的位置,而后是指更接近发动机喷嘴或排气口的位置。

[0039] 术语“上游”和“下游”是指相对于流体路径中的流体流的相对方向。举例来说,“上游”是指流体从其流出的方向,而“下游”是指流体流到的方向。

[0040] 术语“联接”、“固定”、“附接到”等是指直接联接、固定或附接,以及通过一个或多个中间部件或特征间接联接、固定或附接,除非在本文中另有说明。

[0041] 除非上下文明确地另外指明,否则单数形式“一”和“所述”包括复数参考。

[0042] 如本文在整个说明书和权利要求书中所使用,估计性措辞用于修饰任何数量表示,所述数量表示可在不引起其相关的基本功能的改变的情况下以许可的方式变化。因此,由例如“约”、“近似地”和“基本上”的术语或多个术语修饰的值不限于指定的确切值。在至少一些情况下,近似语言可对应于用于测量值的仪器的精确度,或对应于用于建构或制造部件和/或系统的方法或机器的精确度。举例来说,估计性措辞可指在10%的裕度内。

[0043] 此处以及在整個说明书以及权利要求书中,范围限制可以是组合的和/或互换的,除非内容或语言另外指示,否则此类范围得以识别并且包括其中所包括的所有子范围。举例来说,本文公开的所有范围包括端点,且所述端点可独立地彼此组合。

[0044] 此外,如本文中所使用,术语“控制器”和“计算机”和相关术语,例如“处理装置”、“计算装置”和“处理器”不仅限于在此项技术中被称作计算机的那些集成电路,而是进一步广泛地指包括微控制器、微计算机、可编程逻辑控制器(PLC)、专用集成电路和其它可编程

电路中的一个或多个的一个或多个处理装置,且这些术语在本文中可互换使用。在本文中所述的实施例中,计算机或控制器可另外包括存储器。存储器可包括但不限于例如随机存取存储器(RAM)等计算机可读媒体和例如快闪存储器等计算机可读非易失性媒体。或者,也可使用软盘、光盘只读存储器(CD-ROM)、磁光盘(MOD)和/或数字多功能光盘(DVD)。而且,在本文中所描述的实施例中,计算机或控制器可包括一个或多个输入通道和/或一个或多个输出通道。输入通道可以是但不限于:与操作者接口相关联的计算机外围设备,例如鼠标和键盘等;或用于确定操作参数的传感器,例如与发动机或其组件相关联的发动机传感器,所述发动机例如燃气涡轮发动机。此外,在示范性实施例中,输出通道可包括但不限于操作者接口监测器,或输出通道可链接到各个部件以基于例如从输入通道查看的数据和/或存储于存储器中的数据或指令而控制此类部件。举例来说,存储器可存储软件或其它指令,所述软件或其它指令当由控制器或处理器执行时允许控制器执行某些操作或功能(例如本文所描述的一个或多个示范性方法)。术语“软件”可包括存储于存储器中或能够由存储器存取以用于由例如控制器、处理器、客户端和服务端执行的任何计算机程序。

[0045] 现在参考附图,其中相同的数字贯穿附图指示相同的元件,图1是根据本公开的示范性实施例的燃气涡轮发动机的示意性横截面图。更具体地说,对于图1的实施例,燃气涡轮发动机为高旁路涡扇喷气发动机10,其在本文中被称为“涡扇发动机10”。如图1中所示出,涡扇发动机10界定轴向方向A(平行于出于参考目的而提供的纵向中心线12延伸)和径向方向R。一般来说,涡扇发动机10包括风扇区段14和安置在风扇区段14下游的涡轮机16。

[0046] 所描绘的示范性涡轮机16通常包括界定环形入口20的基本管状外部壳体18。外部壳体18以串流关系包封:压缩机区段,其包括增压器或低压(LP)压缩机22和高压(HP)压缩机24;燃烧区段26;涡轮区段,其包括高压(HP)涡轮28和低压(LP)涡轮30;以及喷气排气喷嘴区段32。压缩机区段、燃烧区段26、涡轮区段和排气喷嘴区段32一起至少部分地限定通过涡轮机16的核心空气流动路径37。高压(HP)轴或转轴34以驱动方式将HP涡轮28连接到HP压缩机24。低压(LP)轴或转轴36以驱动方式将LP涡轮30连接到LP压缩机22。

[0047] 对于所描绘的实施例,风扇区段14包括可变桨距风扇38,所述可变桨距风扇具有以间隔开的方式联接到圆盘42的多个风扇叶片40。如所描绘的,风扇叶片40通常沿着径向方向R从圆盘42向外延伸。每个风扇叶片40能够围绕桨距轴线P相对于圆盘42旋转,原因是风扇叶片40可操作地联接到合适的致动构件44,所述致动构件被配置成例如联合地共同改变风扇叶片40的桨距。风扇叶片40、圆盘42和致动构件44能够通过跨越动力齿轮箱46的LP轴36围绕纵向轴线12一起旋转。动力齿轮箱46包括多个齿轮,以用于将LP轴36的旋转速度逐步降低到更高效的旋转风扇速度。

[0048] 仍然参考图1的示范性实施例,圆盘42由可旋转的前部轮毂48覆盖,前部轮毂48具有空气动力学轮廓以促进空气流经多个风扇叶片40。另外,示范性风扇区段14包括周向包围风扇38和/或涡轮机16的至少一部分的环形风扇壳体或外罩50。由多个沿圆周隔开的出口导叶52相对于涡轮机16支撑外罩50。此外,外罩50在涡轮机16的外部部分上方延伸,以便在其间界定旁路气流通道56。

[0049] 在涡扇发动机10的操作期间,一定体积的空气58通过外罩50和/或风扇区段14的相关联的入口60进入涡扇10。当所述体积的空气58横穿风扇叶片40时,如由箭头62指示的空气58的第一部分被引导或传送到旁路气流通道56中,且如由箭头64指示的空气58的第二



部分被引导或传送到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路比。如前所述,对于示出的实施例,涡扇发动机10是高旁路涡扇发动机10。因此,对于所描绘的实施例,由涡扇发动机10界定的旁路比大于约6:1并且至多约30:1。

[0050] 在被导引通过高压(HP)压缩机24并进入燃烧区段26时,空气的第二部分64的压力接着增加,在燃烧区段26处,空气与燃料混合并燃烧以提供燃烧气体66。随后,燃烧气体66被导引通过HP涡轮28和LP涡轮30,其中从燃烧气体66提取热和/或动能的一部分。

[0051] 燃烧气体66随后被导引通过涡轮机16的喷气排气喷嘴区段32以提供推进力。同时,当空气的第一部分62在从涡扇10的风扇喷嘴排气区段76排放之前被导引通过旁路气流通道的56时,空气的第一部分62的压力基本上增大,从而也提供推进力。

[0052] 此外,如示意性所示,示范性涡扇发动机10进一步包括各种附件系统以辅助涡扇发动机10和/或包括涡扇发动机10的飞机(例如,图3)的操作。举例来说,示范性涡扇发动机10进一步包括主要润滑系统78,所述主要润滑系统被配置成提供润滑剂到例如压缩机区段(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和动力齿轮箱46中的各种轴承和齿轮啮合部。由主要润滑系统78提供的润滑剂可以增加此类组件的使用寿命且可以从此类组件移除一定的热量。另外,涡扇发动机10包括冷却的冷却空气(CCA)系统80(有时也被称作“压缩机冷却空气系统”),用于从HP压缩机24或LP压缩机22中的一个或两个提供空气到HP涡轮28或LP涡轮30中的一个或两个。此外,示范性涡扇发动机10包括作用中热净空控制(ACC)系统82,用于冷却涡轮机区段的壳体以贯穿各种发动机操作条件将各种涡轮机转子轮叶与涡轮机壳体之间的净空维持在所希望的范围内。此外,示范性涡扇发动机10包括发电机润滑系统84,用于对电子发电机提供润滑以及用于电子发电机的冷却/除热。电子发电机可以提供电力到例如用于涡扇发动机10和/或涡扇发动机10的各种其它电子组件和/或包括涡扇发动机10的飞机的启动电马达。

[0053] 还如示意性地描绘,描绘的示范性涡扇发动机10驱动或启用例如用于包括示范性涡扇发动机10的飞机(未图示)的各种其它附件系统。举例来说,示范性涡扇发动机10从压缩机区段提供压缩空气到环境控制系统(ECS)86。ECS 86可以提供空气供应到飞机的座舱以用于加压和热控制。另外,可以从示范性涡扇发动机10提供空气到电子器件冷却系统88,用于将涡扇发动机10和/或飞机的某些电子组件的温度维持在所希望的范围内。

[0054] 现有的涡扇发动机10和/或飞机包括用于这些附件系统中的每一个的个别热交换器以从此类系统中的空气和/或润滑移除热。然而,本公开的方面可包括热管理系统100(参见图2),用于从此类附件系统中的一些或全部传递热以更高效地移除此热和/或利用此热。

[0055] 然而应了解,图1中所描绘的示范性涡扇发动机10是仅借助于实例,且在其它示范性实施例中,本公开的方面可以另外或替代地应用于任何其它合适的燃气涡轮发动机。举例来说,在其它示范性实施例中,涡扇发动机10可以实际上是任何其它合适的航空燃气涡轮发动机,例如涡轮喷气发动机、涡轮轴发动机、涡轮螺旋桨发动机等。另外,在另外其它示范性实施例中,示范性涡扇发动机10可包括或可操作地连接到任何其它合适的附件系统且可以用任何其它合适的方式配置。另外或替代地,示范性涡扇发动机10可以不包括或可操作地连接到上文所论述的附件系统中的一个或多个。

[0056] 现参看图2,提供根据本公开的示范性实施例的热管理系统100和燃料递送系统120的示意性流程图,热管理系统100可与燃料递送系统120一起操作。在某些示范性实施例

中,热管理系统100可并入到上文参考图1描述的示范性涡扇发动机10中,并且进一步,燃料递送系统120可配置成用于提供燃料到涡轮机涡扇发动机10的示范性燃烧区段26。

[0057] 如在图2中所描绘,燃料递送系统120可以集成到燃气涡轮发动机10中(为参考而示意性地描绘了其一部分;还参见图1)。更具体地说,燃料递送系统120可以集成到燃气涡轮发动机中且被配置成用于提供燃料流到燃气涡轮发动机的燃烧区段26。举例来说,描绘的示范性燃料递送系统120通常包括被配置成将燃料和空气的混合物提供到燃烧区段26的燃烧室124的一个或多个燃料喷嘴122,以及燃料泵126和多个主要燃料管线128。燃料泵126可以实现燃料流从例如燃料箱等燃料源130通过所述多个主要燃料管线128到达所述多个燃料喷嘴122。

[0058] 另外,示范性燃料递送系统120包括用于减少燃料流内的氧气含量的氧气减少单元。更具体地说,对于所描绘的实施例,氧气减少单元被配置成燃料氧气转换单元132,如下文将更详细地论述。如将了解,通过燃料递送系统120提供的燃料流可以通常包括溶解的氧气或自由氧气的量。燃料氧气转换单元132可以大体上被配置成用于减少通过燃料递送系统120的燃料流中的溶解氧气的这个量。减少燃料流中的溶解氧气的量可以允许燃料流在操作期间更有效地充当散热器(下文更详细地论述)。更具体地说,减少燃料流中的溶解氧气的量可以允许燃料氧气转换单元132下游的燃料流从下文描述的例如热管理系统100接受热,其中可在燃料流内产生不可溶材料的自动氧化反应的形成的风险减少,所述自动氧化反应也被称为“焦化”。

[0059] 举例来说,现简单参看图3,提供根据本公开的示范性实施例的示范性燃料氧气转换单元132的简化示意图。示范性燃料氧气转换单元132通常包括用于接收燃料流的入口134。所述入口提供燃料流到泵135,所述泵增加燃料的压力,且随后提供燃料流到燃料-气体接触器136。如下文还将描述,燃料-气体接触器136被配置成接收来自泵135的燃料流以及气体流,且将两个流混合以形成泡沫。将了解,所述气体可以通常是无氧气气体、氧气稀薄气体或能够与氧气反应以与由燃料-气体接触器136形成的泡沫反应且更具体来说与燃料内的氧气反应以形成新化合物从而从燃料-气体泡沫移除氧气的至少一部分的任何其它气体。

[0060] 随后将燃料-气体泡沫发送到分离器137。分离器137被配置成从燃料内的气体和氧气的反应物溶液分离燃料。举例来说,分离器137可以被配置成分离较稠密的燃料和较不稠密的反应物气体。举例来说,分离器137可包括旋转鼓轮(rotating drum),其中较稠密燃料被推动到径向外位置,而较不稠密的反应物气体被维持在径向内部位置。已从其移除自由氧气的至少一部分的燃料流通过燃料氧气转换单元132的出口138提供回到燃料递送系统120的主要燃料管线128。

[0061] 相比之下,从分离器137分离的气体(其可包括例如氧气气体和燃料蒸汽)可以随后行进通过再循环回路。再循环回路通常包括加热器139和催化剂140。加热器139被配置成加热分离的气体(例如,氧气气体和燃料蒸汽的混合物),且提供此加热的混合物到催化剂140。催化剂140继而与加热的混合物反应(例如,燃烧加热的混合物)。当加热的混合物是氧气气体和燃料蒸汽的组合时,燃烧可以得到二氧化碳和水。关于此实施例,二氧化碳气体随后可以提供回到接触器136,同时在别处提供水。

[0062] 将了解,对于图3中所描绘的示范性燃料氧气转换单元132,催化剂140的温度以及

从催化剂142接触器136提供的气流(也可被称作“剥离气体”)的流动速率可以通常指示燃料氧气转换单元132的有效性/可操作性。然而还将理解,图3中提供的示范性燃料氧气转换单元132是仅借助于实例。在其它示范性实施例中,燃料氧气转换单元132可具有任何其它合适的配置以用于移除燃料递送系统120的燃料流内的氧气含量的至少一部分。

[0063] 此外,将了解,在另外其它示范性实施例中,可提供任何其它合适的氧气减少单元用于感应燃料递送系统120的燃料流内的氧气含量。举例来说,在其它实施例中,氧气减少单元可实际上经配置为燃料脱氧单元,其经配置以使用例如真空或其它氧气稀薄气体跨越薄膜从燃料流提取氧气。还预期其它配置。

[0064] 现参见图2,还描绘了热管理系统100通常包括热输送组合件。更具体地,对于示出的实施例,所述热输送组合件是热输送总线102。热输送总线102包括流过其中的中间热交换流体且可以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。举例来说,热交换流体可以是在操作期间维持在相对高操作压力的超临界气体,或替代地可为熔融金属,例如熔融金属合金。此外,在另外其它实施例中,热交换流体可以是任何其它合适的热传递流体,例如市售致冷剂、热传递油等。

[0065] 泵104被设置为与热输送总线102中的热交换流体成流体连通,以用于产生在热输送总线102中/通过热输送总线102的热交换流体的流动。如在图2中查看,泵104可以产生大体上在顺时针方向上通过热输送总线102的热交换流体的流动。泵104可为包括叶轮的旋转泵,或替代地可以是任何其它合适的流体泵。另外,泵104可以由电马达提供动力,或替代地可以与例如涡扇发动机10的HP轴34或LP轴36成机械连通且由其提供动力。在另外其它实施例中,泵104可以由辅助涡轮机提供动力,所述辅助涡轮机又可以由来自系统100所并入的燃气涡轮发动机的压缩机区段的放出空气提供动力。

[0066] 此外,示范性热管理系统100包括一个或多个热源热交换器106,其永久地或选择性地与热输送总线102成热连通,或确切地说与热输送总线102内的热交换流体成流体连通。具体地说,描绘的热管理系统100包括多个热源热交换器106。所述多个热源热交换器106各自被配置成从涡扇发动机10的(或与涡扇发动机10一起操作的)附件系统中的一个或多个传递热到热输送总线102中的热交换流体。举例来说,在某些示范性实施例中,所述多个热源热交换器106可包括以下各项中的一个或多个:热回收热交换器,例如废热回收热交换器,其定位于例如涡轮区段或排气区段中以用于从通过其的空气流回收热;CCA系统热源热交换器,其用于从CCA系统(例如CCA系统80)传递热;主要润滑系统热交换器,其用于从主要润滑系统(例如主要润滑系统78)传递热;ACC系统热源热交换器,其用于从ACC系统(例如ACC系统82)传递热;发电机润滑系统热源热交换器,其用于从发电机润滑系统(例如发电机润滑系统84)传递热;ECS热交换器,其用于从ECS(例如ECS 86)传递热;电子器件冷却系统热交换器,其用于从电子器件冷却系统(例如电子器件冷却系统88)传递热;蒸气压缩系统热交换器;空气循环系统热交换器;以及辅助系统热源热交换器。举例来说,辅助系统热源热交换器可以被配置成从雷达系统、防御系统、乘客娱乐系统等中的一个或多个传递热。因此,根据图2的示范性实施例的热管理系统100可以从多种独立系统传递热到热输送总线102中的热交换流体用于除热。

[0067] 对于所描绘的实施例,存在两个热源热交换器106(即,第一热源热交换器106A和第二热源热交换器106B),所述两个热源热交换器106A、106B各自沿着热输送总线102成串

联流动布置。然而,在其它示范性实施例中,可以包括任何其它合适的数目个热源热交换器106,且热源热交换器106中的一个或多个可以沿着热输送总线102成并行流动布置。举例来说,在其它实施例中,可存在与热输送总线中的热交换流体成热连通的单个热源热交换器106,或替代地可存在与热输送总线102中的热交换流体成热连通的至少三个热源热交换器106,至少四个热源热交换器106,至少五个热源热交换器106或至少六个热源热交换器106。

[0068] 另外,图2的示范性热管理系统100进一步包括一个或多个散热器交换器108,其永久地或选择性地与热总线102(也被称作“热输送总线”)成热连通,且更具体来说与热输送总线102中的热交换流体成热连通。所述一个或多个散热器交换器108沿着热总线102位于所述多个热源热交换器106的下游,且被配置成用于从热输送总线102中的热交换流体传递热到例如大气、燃料、风扇流等。举例来说,在某些实施例中,所述一个或多个散热器交换器108可包括燃料热交换器、风扇流热交换器、RAM热交换器、放出空气热交换器、引擎中间冷却器或空气循环系统的冷空气输出中的至少一个。所述燃料热交换器可为“流体到热交换流体”热交换器,其中来自热交换流体的热传递到用于涡扇发动机10的液态燃料的流。此外,风扇流热交换器可以大体上是“空气到热交换流体”热交换器,其使例如旁路空气在热交换流体上方流动以从热交换流体移除热。另外,RAM热交换器可以被配置为“空气到热交换流体”热交换器,其集成到涡扇发动机10或包括涡扇发动机10的飞机中的一个或两个中。在操作期间,RAM热交换器可以通过使一定量的RAM空气在RAM热交换器上方流动而从其中的任何热交换流体移除热。此外,放出空气热交换器大体上是“空气到热交换流体”热交换器,其使例如来自LP压缩机的放出空气在热交换流体上方流动以从热交换流体移除热。

[0069] 对于图2的实施例,描绘的热管理系统100的所述一个或多个散热器交换器108包括多个个别散热器交换器108。更确切地说,对于图2的实施例,所述一个或多个散热器交换器108包括串联布置的两个散热器交换器108。然而,在其它示范性实施例中,所述一个或多个散热器交换器108可包括任何其它合适的数目个散热器交换器108。举例来说,在其它示范性实施例中,可以提供单个散热器交换器108,可以提供至少三个散热器交换器108,可以提供至少四个散热器交换器108,或可以提供至少五个散热器交换器108。另外,在另外其它示范性实施例中,所述一个或多个散热器交换器108中的两个或更多个可以替代地彼此成并行流动布置。

[0070] 再更具体地说,对于所描绘的实施例,所述多个散热器交换器包括可与燃料递送系统120一起操作的第一散热器热交换器108A。再更具体地说,第一散热器热交换器108A除与热总线102成热连通之外还在燃料递送系统120的燃料氧气转换单元132下游的位置与燃料递送系统120成热连通。举例来说,如将了解,热总线102可以将相对高温热交换流体流提供到第一散热器热交换器108A,且类似地,燃料递送系统120的所述一个或多个主要燃料管线128可以将相对冷的燃料流提供到第一散热器热交换器108A。来自相对高温热交换流体流的热可以传递到第一散热器热交换器108A内的相对冷燃料流,从而减小热交换流体流的温度且增加燃料流的温度。经冷却的热交换流体流随后可以从第一散热器热交换器108A提供回到热总线102,且类似地,受热的燃料流随后可以提供回到燃料递送系统120的主要燃料管线128。

[0071] 以此方式,热管理系统100可以从所述一个或多个热源热交换器收集热,且通过第一散热器热交换器108A将此热提供到燃料递送系统120。因此,当所有系统如既定操作时,

此配置可以允许从燃气涡轮发动机的一个或多个系统到燃料的高效热传递。

[0072] 然而将了解,在例如燃料氧气转换单元132等某些组件的减小可操作性或故障的情况下,通过燃料递送系统120到燃料流的热传递可能导致对燃气涡轮发动机的一个或多个系统的损坏。举例来说,在燃料氧气转换单元132的故障的情况下,到燃料流的热传递可能导致燃料的至少一部分焦化(参见上方的描述),这可能堵塞例如燃料递送系统120的一个或多个燃料喷嘴122、散热器热交换器108A、燃料过滤器和燃料阀(未图示)等。

[0073] 因此,本公开进一步包括控制系统150,其用于监测其中包括的系统的一个或多个组件的可操作性且在需要时修改系统的操作。更具体地说,描绘的示范性控制系统150大体上包括传感器、阀以及可与所述传感器和阀一起操作的控制器152。

[0074] 所述传感器可与燃料递送系统120一起操作以用于感测指示燃料氧气转换单元132的操作性的数据。更具体地说,对于所描绘的实施例,控制系统150进一步包括可与燃料递送系统120一起操作以用于感测指示燃料氧气转换单元132的操作性的多个传感器。举例来说,在描绘的实施例中,控制系统150包括第一传感器154和第二传感器156。第一传感器154是用于感测指示燃料氧气转换单元132的参数的数据的燃料氧气转换传感器。举例来说,在至少某些实施例中,燃料氧气转换单元132的参数可以是燃料氧气转换单元132的催化剂温度(例如,催化剂140的温度;参见图3)或燃料氧气转换单元132的剥离气体的气体流动速率(例如,流144的气体流动速率;参见图3)中的至少一个。如从本文的本公开将了解,催化剂温度和剥离气体的气体流动速率中的每一个可以指示例如燃料氧气转换单元132操作的效率(间接指示有多少氧气在燃料流中)。然而,应了解在其它实施例中,可以感测指示燃料氧气转换单元132的任何其它合适的参数的数据以确定燃料氧气转换单元132的可操作性。

[0075] 另外,第二传感器156对于所描绘的实施例是用于感测指示燃料氧气转换单元132下游的燃料递送系统120内的燃料流中的氧气水平的氧气传感器。更具体地说,第二传感器156位于燃料氧气转换单元132的下游和散热器热交换器的上游。第二传感器156可以在此类位置直接感测指示通过燃料递送系统120的主要燃料管线128的燃料流内的氧气水平的数据(间接指示燃料氧气转换单元132的可操作性水平)。

[0076] 以此方式,控制系统150可以利用冗余传感器用于确定燃料递送系统120的燃料氧气转换单元132的可操作性。即使传感器中的一个发生故障,冗余传感器也可以允许系统继续操作。另外或替代地,冗余传感器可以允许控制系统150在故障传感器不正确地登记的情况下确定故障条件,例如燃料氧气转换单元132按需要操作。

[0077] 另外,如前所述,控制系统150包括阀。所述阀可与燃料递送系统120或热管理系统100中的至少一个一起操作以用于修改通过燃料氧气转换单元132的燃料流、通过第一散热器热交换器108A的燃料流、从热总线102到/通过第一散热器热交换器108A的热交换流体流或者从热总线102到/通过第一热源热交换器106A的热交换流体流中的至少一个。更具体地说,对于所描绘的实施例,控制系统150包括可作为旁路阀操作的多个阀,以及用于提供此类功能性的对应多个旁路管线。

[0078] 举例来说,控制系统150包括第一旁路阀158,其可在燃料氧气转换单元132上游的位置与燃料递送系统120一起操作,以用于使燃料流的至少一部分在燃料氧气转换单元132周围转向到燃料氧气转换单元132下游的位置。更具体地说,第一旁路阀158流体地连接到

第一旁路管线160,所述第一旁路管线从第一旁路阀158延伸到在燃料氧气转换单元132下游的位置的主要燃料管线128。特别地,对于示出的实施例,第一旁路管线160使用第一三通阀162与主要燃料管线128合并。另外,虽然未描绘,但在主要燃料管线128中在第一三通阀162上游和燃料氧气转换单元132下游的位置可以提供单向阀。

[0079] 另外,控制系统150包括第二旁路阀164,其可在第一散热器热交换器108A上游(和燃料氧气转换单元132下游)的位置与燃料递送系统120一起操作,以用于使燃料流的至少一部分在第一散热器热交换器108A周围转向到第一散热器热交换器108A下游的位置。更具体地说,第二旁路阀164流体地连接到第二旁路管线166,所述第二旁路管线从第二旁路阀164延伸到在第一散热器热交换器108A下游的位置的主要燃料管线128。特别地,对于示出的实施例,第二旁路管线166使用通过第二三通阀168与主要燃料管线128合并。另外,虽然未描绘,但在主要燃料管线128中在第二三通阀168上游和第一散热器热交换器108A下游的位置可以提供单向阀。

[0080] 此外,控制系统150包括第三旁路阀170,所述第三旁路阀在第一散热器热交换器108A上游(和对于示出的实施例的热源热交换器106和泵104下游)的位置与热管理系统100一起操作,以用于使热交换流体流的至少一部分在第一散热器热交换器108A周围转向到第一散热器热交换器108A下游的位置。更具体地说,第三旁路阀170流体地连接到第三旁路管线172,所述第三旁路管线从第三旁路阀170延伸到在第一散热器热交换器108A下游的位置的热总线102。特别地,对于示出的实施例,第三旁路管线172使用第三三通阀174与热总线102合并。另外,虽然未描绘,但在热总线102中在第三三通阀174上游和第一散热器热交换器108A下游的位置可以提供单向阀。

[0081] 再此外,控制系统150包括第四旁路阀176,所述第四旁路阀在第一热源热交换器106A上游(和对于示出的实施例的散热器热交换器106下游)的位置与热管理系统100一起操作,以用于使热交换流体流的至少一部分在第一热源热交换器106A周围转向到第一热源热交换器106A下游的位置。更具体地说,第四旁路阀176流体地连接到第四旁路管线178,所述第四旁路管线从第四旁路阀176延伸到在第一热源热交换器106A下游的位置的热总线102。特别地,对于示出的实施例,第四旁路管线178使用通过第四三通阀180与热总线102合并。另外,虽然未描绘,但在热总线102中在第四三通阀180上游和第一热源热交换器106A下游的位置可以提供单向阀。

[0082] 将进一步理解,对于所描绘的实施例,控制系统150进一步包括第五旁路阀182和第五旁路管线184,其可操作以使通过热总线102的热交换流体流的至少一部分在第二热源热交换器106B周围转向,以及包括第六旁路阀186和第六旁路管线188,其可操作以使通过热总线102的热交换流体流的至少一部分在第二散热器热交换器108B周围转向。这些旁路阀182、186和旁路管线184、188可以与上文描述的旁路阀和旁路管线类似的方式操作。

[0083] 将了解,在至少某些示范性实施例中,第一旁路阀158和第二旁路阀164中的每一个可以大体上被配置成用于将分别通过燃料氧气转换单元132和第一散热器热交换器108A上游的主要燃料管线128的燃料流的百分之零(0%)与百分之一百(100%)之间的任何量分别提供到第一旁路管线160或第二旁路管线166。类似地,第三旁路阀170和第四旁路阀176中的每一个可以大体上被配置成用于将分别通过第一散热器热交换器108A和第一热源热交换器106A上游的热总线102的热交换流体流的百分之零(0%)与百分之一百(100%)之间

的任何量分别提供到第三旁路管线172或第四旁路管线178。另外,所述三通阀中的每一个可以大体上包括第一入口和在适当时流体地连接到主要燃料管线128或热总线102的出口,以及流体地连接到相应旁路管线的第二入口。

[0084] 还描绘且如上文提到,控制系统150进一步包括可与传感器和阀一起操作的控制器152。将了解,在某些实施例中,控制器152可为用于控制系统150的单独专用控制器152。然而替代地,在其它实施例中,控制器152可以集成到燃气涡轮发动机或包括燃气涡轮发动机的飞机的任何其它控制器中或另外与其组合。举例来说,在至少某些示范性方面中,控制器152可以被包括作为用于燃气涡轮发动机的总体发动机控制器的部分,例如全权数字发动机控制器(也被称作“FADEC”)。

[0085] 另外,且更具体来说对于所描绘的实施例,控制器152可与所述多个传感器154、156和所述多个旁路阀158、164、170、176、182、186一起操作。举例来说,在某些实施例中,控制器152可以通过一个或多个有线或无线通信总线(大体上为190;以影线描绘)与所述多个传感器和所述多个旁路阀成可操作连通。另外,控制器152被配置成从传感器(或多个传感器)接收数据,并且在必要时基于由传感器(或多个传感器)感测的所接收数据而起始校正动作,所述数据指示燃料递送系统120的燃料氧气转换单元132的可操作性。

[0086] 更具体地说,对于所描绘的实施例,起始校正动作可包括至少部分地基于从传感器(或所述多个传感器)接收的数据操作所述阀(或多个旁路阀)。因此,控制器152可以基于由所述多个传感器中的一个或多个感测的指示燃料氧气转换单元132的操作性的数据而确定何时从例如燃料氧气转换单元132和/或第一散热器热交换器108A旁路燃料流。类似地,控制器152可以还基于由所述多个传感器中的一个或多个感测的指示燃料氧气转换单元132的操作性的数据而确定何时从第一散热器热交换器108A、第一热源热交换器106A和第二热源热交换器106B中的一个或多个旁路热交换流体流。

[0087] 特别地,控制系统150进一步包括第一热管理系统传感器192和第二热管理系统传感器194。第一热管理传感器192可以感测指示通过热总线102的热交换流体流的温度的数据,且第二热管理系统传感器194可以感测指示通过热总线102的热交换流体流的压力的数据。以此方式,控制器152可以进一步确定多少热将通过第一散热器热交换器108A传递到燃料流,这可以影响控制器152的一个或多个控制决策,例如是否和/或以何种程度在第一散热器热交换器108A、第一热源热交换器106A和/或第二热源热交换器106B周围旁路热交换流体流中的一些或全部。

[0088] 举例来说,在本公开的示范性方面中,控制器152可以从传感器154、156中的一个或多个接收指示燃料氧气转换单元132的可操作性低于所需可操作性水平的数据。这可以指示由燃料递送系统120提供到发动机10的燃烧区段的燃料包括高于所需的水平的氧气。作为响应,控制器152可以起始校正动作,所述校正动作对于图2的实施例可包括减少通过燃料递送系统120传递到燃料流的热量的量。举例来说,控制器152可以使用阀170在第一散热器热交换器108A周围旁路通过热输送总线102的热交换流体流中的一些或全部;可以使用阀176、182(分别)在热源热交换器106A、106B中的一个或两个周围旁路通过热输送总线102的热交换流体流中的一些或全部;或可以使用阀164在第一散热器热交换器108A周围旁路通过主要燃料管线128的燃料流中的一些或全部。

[0089] 然而应了解,在其它示范性实施例中,热管理系统100、燃料递送系统120和/或控

制系统150可以用任何其它合适的方式配置以用于保护燃料递送系统120。举例来说,在其它示范性实施例中,热输送组合件可能不是具有流过其中的中间热交换流体的热输送总线102,且实际上所述热输送组合件可具有用于将流体(无论是液体还是气体)提供到例如散热器热交换器108的任何其它配置。举例来说,所述热输送组合件可为空气流管道。另外,在其它示范性实施例中,控制器150可以响应于从所述一个或多个传感器接收的指示燃料氧气转换单元132(或其它氧气减少单元,如果提供)的可操作性的数据而起始任何其它合适的校正动作。举例来说,在其它示范性方面中,控制器150可以减少发动机10的推力输出(继而减少由热联接到热管理系统100的一个或多个附件系统产生的热的量);可以起始引擎关闭(再次减少由热联接到热管理系统100的一个或多个附件系统产生的热的量);或可以简单地提供指示给使用者(例如飞行员或维护人员)指示燃料递送系统120的健康(可以提示此人以较少功率密集的方式操作引擎、收回引擎/飞机用于维护操作等)。

[0090] 以此方式,燃气涡轮发动机可以更高效地操作,在燃料氧气转换单元132的可操作性降低而可能导致系统损坏的情况下通过燃料管理系统将过量热传递到燃料流的风险减少。

[0091] 现参看图4,提供根据本公开的示范性方面的包括热管理系统100和燃料递送系统120的燃气涡轮发动机的一个具体实施例的特写横截面图。燃气涡轮发动机可以与上文参考图1描述的示范性涡扇发动机10类似的方式配置,并且进一步,热管理系统100和燃料递送系统120可以各自以与上文参考图2描述的示范性热管理系统100和燃料递送系统120类似的方式配置。因此,相同或相似数字可指代相同或相似部分。

[0092] 举例来说,如所描绘,图4的示范性燃气涡轮发动机通常包括涡轮机16和外罩50,其中涡轮机16被外罩50至少部分地包围。此外,外罩50与涡轮机16界定旁路气流通道56(即,外罩50与涡轮机16之间),且更具体来说,界定外罩50与涡轮机16的外部壳体18之间的旁路气流通道56。此外,燃气涡轮发动机包括在外罩50与涡轮机16之间延伸的出口导叶52,出口导叶52相对于外罩50支撑涡轮机16。

[0093] 以此方式,燃气涡轮发动机可称为涡扇发动机(类似于图1的示范性涡扇发动机10)。此外,从图4和上方参考图1的讨论将了解,燃气涡轮发动机可以进一步界定相对高的旁路比,并且因此可称为“高旁路”涡扇发动机。

[0094] 仍参考图4,描绘的示范性涡轮机16通常包括压缩机区段、燃烧区段26、涡轮区段和排气区段32。压缩机区段、燃烧区段26、涡轮区段和排气区段32一起至少部分地界定核心空气流动路径37。另外,压缩机区段通常包括高压(“HP”)压缩机24,且涡轮区段通常包括低压(“LP”)涡轮30和HP涡轮28。LP涡轮30联接到且被配置成驱动LP转轴36,且HP涡轮28联接到且被配置成驱动HP转轴34。特别地,HP转轴34进一步联接到HP压缩机24,以使得HP涡轮28可以通过HP转轴34驱动HP压缩机24。

[0095] 涡轮机16进一步包括用于将燃料流提供到涡轮机16的燃烧区段26的燃料递送系统120。举例来说,描绘的示范性燃料递送系统120通常包括被配置成将燃料和空气的混合物提供到燃烧区段26的燃烧室124的一个或多个燃料喷嘴122,以及燃料泵126和多个燃料管线128。燃料泵126可以实现燃料流从燃料源(未图示)通过所述多个燃料管线128到达所述多个燃料喷嘴122。

[0096] 此外,从上方对于描绘的实施例的讨论将了解,燃料递送系统120用作散热器。因



此,图4的示范性燃料递送系统120进一步包括用于减少通过燃料递送系统120的燃料流内的氧气水平的燃料氧气转换单元132。燃料流中的氧气的减少可以例如减少当暴露于相对高温时燃料流内的颗粒形成的风险,也被称作“焦化”。

[0097] 此外,描绘的示范性燃气涡轮发动机包括热管理系统100。在至少某些示范性实施例中,图4的燃气涡轮发动机的热管理系统100可以与上文参考图2描述的示范性热管理系统100类似的方式配置。举例来说,热管理系统100通常包括被配置成在操作期间从涡轮机收集热的热源热交换器106、被配置成在操作期间排斥热的散热器热交换器108,以及热输送总线102。热输送总线102包括被配置成在操作期间以操作压力流过其中的热交换流体。热源热交换器106和散热器热交换器108各自流体地联接到热输送总线102(且更具体来说,热联接到通过热输送总线102的热交换流体流)以使得热源热交换器106可操作以传递热到热交换流体且散热器热交换器108可操作以从热交换流体传递热。

[0098] 更具体地说,对于所描绘的实施例,热源热交换器106是第一热源热交换器106A,且热管理系统100进一步包括第二热源热交换器106B。第一热源热交换器106A对于示出的实施例是废热回收热交换器。更具体地说,对于所描绘的实施例,废热回收热交换器被定为成与涡轮区段、排气区段32或这两者内或下游的核心空气流动路径37成热连通。再更具体地说,对于所描绘的实施例,废热回收热交换器集成到延伸穿过涡轮机16的涡轮区段的后端的后撑杆33中。因此,废热回收热交换器可以通常从通过涡轮区段的后部分的气体流和/或从通过排气区段的排气流捕获热。

[0099] 此外,对于所描绘的实施例,第二热源热交换器106B被配置成可与燃气涡轮发动机的CCA系统80(还参见图1的CCA系统80)一起操作的经冷却的冷却空气热交换器。如将了解,CCA系统80可以通常从压缩机区段提供空气流146到涡轮区段,其中此空气流146用作用于涡轮区段的冷却空气。经冷却的冷却空气热交换器可以从来自压缩机区段的空气流146移除热,然后将此空气流146提供到涡轮区段。以此方式,经冷却的冷却空气热交换器可以降低提供到涡轮区段的空气流146的温度,以使得空气流146可以更高效地充当冷却空气。

[0100] 还对于所描绘的实施例,第一散热器热交换器108A是热联接到燃料递送系统120的燃料热交换器。更具体地说,燃料热交换器热联接到燃料递送系统120的多个主要燃料管线128中的一个以使得燃料热交换器可以排斥热到通过其中的燃料流。

[0101] 此外,对于所描绘的实施例,第二散热器热交换器108B是旁路空气流热交换器,其集成到定位于旁路空气流通道中或另外暴露于旁路空气流通道的一个或多个组件中或者联接到所述一个或多个组件。更具体地说,对于所描绘的实施例,旁路空气流热交换器在旁路气流通道56内集成到燃气涡轮发动机的出口导叶52中联接到所述出口导叶。以此方式,旁路空气流热交换器可以在操作期间排斥热到通过旁路气流通道56的空气流。

[0102] 然而应了解,在其它示范性实施例中,热管理系统100可以任何其它合适的方式配置。举例来说,在其它实施例中,热管理系统100可包括任何其它合适的数目或类型的热源热交换器106,以及任何其它合适的数目或类型的散热器热交换器108。此外,热管理系统100也可以集成到任何其它合适的燃气涡轮发动机中或与其一起使用。

[0103] 仍参考图4,描绘的示范性燃气涡轮发动机进一步包括控制系统150。控制系统150通常包括传感器、阀以及可与所述传感器和阀一起操作的控制器152。更具体地说,如示意性地描绘,控制系统150包括可与燃料递送系统120一起操作以用于感测指示燃料氧气转换

单元132的可操作性的数据的多个传感器。举例来说,在描绘的实施例中,控制系统150包括可与燃料氧气转换单元132一起操作以用于感测燃料氧气转换单元132的指示其可操作性的一个或多个参数的第一传感器154,以及可与主要燃料管线128一起操作以用于感测在燃料氧气转换单元132下游和燃料热交换器(即,第一散热器热交换器108A)上游的位置通过主要燃料管线128的燃料流的氧气水平的第二传感器156。

[0104] 此外,对于所描绘的实施例,控制系统150包括多个阀,所述阀可与燃料递送系统120或热管理系统100中的至少一个一起操作以用于修改通过燃料氧气转换单元132的燃料流、通过燃料热交换器的燃料流、通过燃料热交换器的热交换流体流或者通过第一热源热交换器106A或第二热源热交换器106B中的一个或两个的热交换流体流中的至少一个。更具体地说,所述多个阀包括多个旁路阀。所述多个旁路阀包括可操作以使通过燃料递送系统120的主要燃料管线128的燃料流在燃料氧气转换单元132周围转向的第一旁路阀158、可操作以使通过燃料递送系统120的主要燃料管线128的燃料流在燃料热交换器周围转向的第二旁路阀164、可操作以使通过热总线102的热交换流体流在燃料热交换器周围转向的第三旁路阀170、可操作以使通过热总线102的热交换流体流在废热回收热交换器周围转向的第四旁路阀176、可操作以使通过热总线102的热交换流体流在经冷却的冷却空气热交换器周围转向的第五旁路阀182,以及可操作以使通过热总线102的热交换流体流在旁路空气流通道热交换器周围转向的第六旁路阀186。可与这些旁路阀一起操作的旁路管线以影线描绘(还参见图2)。

[0105] 现在参考图5,描绘了根据本公开的示范性方面的用于操作燃气涡轮发动机的方法200的流程图。示范性方法200可以与上文参考图1到4描述的一个或多个示范性实施例一起使用。因此,燃气涡轮发动机可以通常包括涡轮机、用于提供燃料到涡轮机的燃烧区段的燃料递送系统,以及具有热总线与和所述热总线与燃料递送系统成热连通的散热器热交换器的热管理系统。

[0106] 如所描绘,方法200通常包括在(202)使用定位在涡轮机内的热源热交换器传递热到热管理系统的热总线。举例来说,在某些示范性方面,在(202)传递热到热管理系统的热总线可包括使用例如废热回收热交换器、经冷却的冷却空气热交换器等传递热到热管理系统的热总线。

[0107] 另外,示范性方法200包括使用散热器热交换器传递热到燃料递送系统,且更具体来说,对于描绘的方法200的示范性方面包括在(204)使用散热器热交换器从热管理系统的热总线传递热到燃料递送系统。如将了解,示范性燃料递送系统通常包括用于减少通过燃料递送系统的燃料流内的氧气水平的氧气减少单元。对于所描绘的实施例,在(204)使用散热器热交换器从热管理系统的热总线传递热到燃料递送系统包括在(206)使用在氧气减少单元下游的位置的散热器热交换器从热管理系统的热总线传递热到燃料递送系统。以此方式,方法200可以使用热总线以及热源和散热器热交换器从一个或多个热源传递热到通过燃料递送系统的燃料流。

[0108] 另外,对于图5中描绘的示范性方面,方法200进一步包括在(208)监测燃料递送系统的燃料递送系统健康,其中燃料递送系统健康指示燃料递送系统的氧气减少单元的可操作性。(如上所述,燃料递送系统的氧气减少单元定位于燃料递送系统内的散热器热交换器上游。)此外,图5的方法200包括在(210)响应于在(208)的燃料递送系统的燃料递送系统健

康的监测而执行维护操作。

[0109] 更具体地说,对于描绘的示范性方面,在(208)监测燃料递送系统健康包括在(212)感测指示燃料递送系统的氧气减少单元的可操作性的数据。再更具体地说,在(212)感测指示燃料递送系统的氧气减少单元的可操作性的数据包括在(214)使用冗余传感器感测指示燃料递送系统的氧气减少单元的可操作性的数据。

[0110] 现简单参看图6,描绘本公开的各种示范性方面,且更具体来说,描绘在(214)使用冗余传感器感测指示燃料递送系统的氧气减少单元的可操作性的数据的各种示范性方面。如图所示,举例来说,在某些示范性方面中,在(214)使用冗余传感器感测指示燃料递送系统的氧气减少单元的可操作性的数据包括在(215)以第一传感器感测氧气减少单元的参数且在(216)以第二传感器感测氧气减少单元下游的燃料流的氧气水平。

[0111] 因此,将了解,通过使用冗余传感器感测指示氧气减少单元的可操作性的数据,方法200可以在即使第一传感器或第二传感器中的一个发生故障的情况下也允许燃气涡轮发动机继续相对高效地操作(即,利用燃料递送系统是散热器)。举例来说,如以影线所描绘,在至少某些示范性方面中,在(214)使用冗余传感器感测指示氧气减少单元的可操作性的数据可进一步包括在(218)从第一传感器或第二传感器中的至少一个接收指示故障条件的数据,在(220)从第一传感器或第二传感器中的另一个接收指示氧气减少单元的可操作性在所需可操作性范围内的数据,以及在(222)响应于在(218)和在(220)接收的数据而确定氧气减少单元的可操作性在所需可操作性范围内。举例来说,在(218)接收的指示从第一传感器或第二传感器中的至少一个接收的故障条件的数据可以是指示氧气减少单元在所需可操作性范围外操作的数据,或替代地可以是指示传感器的故障条件的数据。以此方式,即使发生传感器故障,系统也继续利用燃料递送系统作为散热器。

[0112] 然而替代地,应了解在其它示范性方面中,方法200可以利用冗余传感器以较保守方式操作。举例来说,在某些示范性方面中,如以影线所描绘,在(214)使用冗余传感器感测指示氧气减少单元的可操作性的数据可包括在(224)接收指示第一传感器或第二传感器中的至少一个的故障条件的数据,且在(226)响应于在(224)接收的数据而确定氧气减少单元的可操作性在所需可操作性范围外。以此方式,方法200可以最小化在操作期间对燃气涡轮发动机的损坏的风险。

[0113] 现返回参见图5,将理解对于所描绘的实施例,无论是通过一个传感器、两个传感器还是任何其它合适的数目个传感器,在(212)感测指示氧气减少单元的可操作性的数据都包括在(228)确定氧气减少单元在所需可操作性范围外操作。特别地,当氧气减少单元在所需可操作性范围外操作时,氧气减少单元可以不从燃料递送系统内/通过燃料递送系统的燃料流移除所需量的氧气,以使得在通过散热器热交换器接收热之后发生燃料焦化的风险不合需要地高。

[0114] 对于图5中描绘的方法200的示范性方面,在(210)执行维护操作包括在(230)响应于在(228)接收到指示氧气减少单元的可操作性在所需可操作性范围外的数据而修改通过燃料递送系统的燃料流或通过热总线的热交换流体流中的至少一个。

[0115] 举例来说,在至少某些示范性方面中,在(230)修改通过燃料递送系统的燃料流或通过热总线的热交换流体中的至少一个可包括在(232)使燃料流的至少一部分从氧气减少单元上游的位置在氧气减少单元周围转向到氧气减少单元下游的位置。这可以允许当接收

的数据指示氧气减少单元不再按需要操作时燃料流绕过氧气减少单元。

[0116] 另外或替代地,在某些示范性方面中,在(230)修改通过燃料递送系统的燃料流或通过热总线的热交换流体中的至少一个可进一步包括在(234)使燃料流的至少一部分从散热器热交换器上游的位置在散热器热交换器周围转向到散热器热交换器下游的位置。这可以确保在氧气减少单元不按需要操作的情况下燃料流不会从热管理系统接受可能使燃料流处于相对高的焦化风险的热的量。特别地,在某些示范性方面中,在(234)使燃料流的至少一部分转向可包括使通常全部燃料流转向,或替代地,可包括使燃料流的一部分转向(例如在约百分之十与百分之九十之间,例如在约百分之二十五与百分之七十五之间)。

[0117] 再另外或替代地,在某些示范性方面中,在(230)修改通过燃料递送系统的燃料流或通过热总线的热交换流体中的至少一个可进一步包括在(236)使通过热总线的热交换流体流的至少一部分从散热器热交换器上游的位置在散热器热交换器周围转向到散热器热交换器下游的位置,和/或在(238)使通过热总线的热交换流体流的至少一部分从热源热交换器上游的位置在热源热交换器周围转向到热源热交换器下游的位置。

[0118] 将了解,使热交换流体流在散热器热交换器周围转向可以确保在氧气减少单元不按需要操作的情况下燃料流不会从热管理系统接受可能使燃料流处于相对高的焦化风险的热的量。类似地,将了解,使热交换流体流在热源热交换器周围转向可以减少添加到交换流体流的热的量,类似地确保在氧气减少单元不按需要操作的情况下燃料流不会从热管理系统接受可能使燃料流处于相对高的焦化风险的热的量。

[0119] 特别地,关于这些示范性方面中的每一个,在(236)和/或在(238)使热交换流体流的至少一部分转向可包括使通常全部热交换流体流转向,或替代地,可包括使燃料流的一部分转向(例如在约百分之十与百分之九十之间,例如在约百分之二十五与百分之七十五之间)。

[0120] 将了解,在至少某些示范性方面中,用以由于指示氧气减少单元的可操作性的数据的所述一个或多个传感器可以被配置为燃气涡轮发动机的控制系统的部分。另外,将理解,在至少某些示范性方面中,在(230)响应于接收的指示氧气减少单元的可操作性的数据而修改通过燃料递送系统的燃料流或通过热总线的热交换流体流中的至少一个可以使用一个或多个旁路阀和旁路管线(参见例如图2)来实现。所述一个或多个旁路阀也可以被配置为燃气涡轮发动机的控制系统的部分。以此方式,控制系统的控制器可以接收来自所述一个或多个传感器的数据,且根据本文所描述的一个或多个示范性方面基于所述数据而操作旁路阀。

[0121] 然而将了解,在其它示范性方面中,用于操作燃气涡轮发动机的方法200可不包括指示氧气减少单元的可操作性的数据的实时监测以及热管理系统和燃料递送系统中的一个或两个的对应实时控制。

[0122] 举例来说,现参看图7,提供根据本公开的另一示范性方面的用于操作燃气涡轮发动机的方法200。图6的示范性方法200可以类似于图5的示范性方法200。

[0123] 举例来说,图7的示范性方法200通常包括在(202)使用定位在涡轮机内的热源热交换器传递热到热管理系统的热总线。另外,方法200包括在(204)使用散热器热交换器从热管理系统的热总线传递热到燃料递送系统。此外,方法200包括在(208)监测燃料递送系统的燃料递送系统健康,其中燃料递送系统健康指示燃料递送系统的氧气减少单元的可操

作性。如上所述,燃料递送系统的氧气减少单元定位于燃料递送系统内的散热器热交换器的上游。此外,图6的方法200包括在(210)响应于在(208)的燃料递送系统的燃料递送系统健康的监测而执行维护操作。

[0124] 然而更具体地说,对于描绘的示范性方面,在(208)监测燃料递送系统的燃料递送系统健康包括在(240)监测燃料递送系统的可操作性参数,所述可操作性参数指示燃气涡轮发动机的操作时间、燃气涡轮发动机的循环次数或这两者。此外,对于图7的示范性方面,在(210)响应于监测燃料递送系统的燃料递送系统健康而执行维护操作包括在(242)将指示在(240)监测的可操作性参数的指示符提供到燃气涡轮发动机的使用者。

[0125] 以此方式,示范性方法200可以监测燃料递送系统的健康而不需要连续监测各种传感器。举例来说,可以确定在氧气减少单元发生故障或具有可操作性的显著劣化的风险显著增加之前,燃气涡轮发动机可以所需方式操作(例如,氧气减少单元可以在所需可操作性范围内操作)达最小数量的循环和/或最小时间。在此情况下,根据图7的示范性方面监测燃料递送系统健康可以允许此类监测而无需利用不必要的资源。

[0126] 将了解,上文参考图1到7描述的示范性系统和方法大体上涉及用于并入到燃气涡轮发动机中的燃料递送系统、热管理系统和控制系统,所述燃气涡轮发动机例如航空燃气涡轮发动机(例如,涡扇发动机、涡轮螺旋桨发动机、涡轮喷气发动机等)。然而,在其它示范性实施例和本公开的方面中,燃料递送系统、热管理系统和控制系统可以实际上被配置成用于并入到任何其它合适的内燃机中,例如航改燃气涡轮发动机、发电燃气涡轮发动机、内燃机等。举例来说,在某些示范性实施例中,燃料递送系统、热管理系统和控制系统可以实际上并入到在汽车行业、农业行业、发电行业、航海行业或任何其它合适的领域中使用的内燃机中。

[0127] 本书面描述用实例来公开包括最佳模式的本发明,并且还使本领域技术人员能实施本发明,包括制造和使用任何装置或系统以及执行任何包括在内的方法。本发明的可获专利的范围由权利要求书界定,并且可以包括所属领域的技术人员所想到的其它实例。如果这种其它实例包括与所附权利要求的字面语言相同的结构元件,或者如果它们包括与权利要求的字面语言无实质差别的等效结构元件,那么这种其它实例希望在权利要求的范围内。

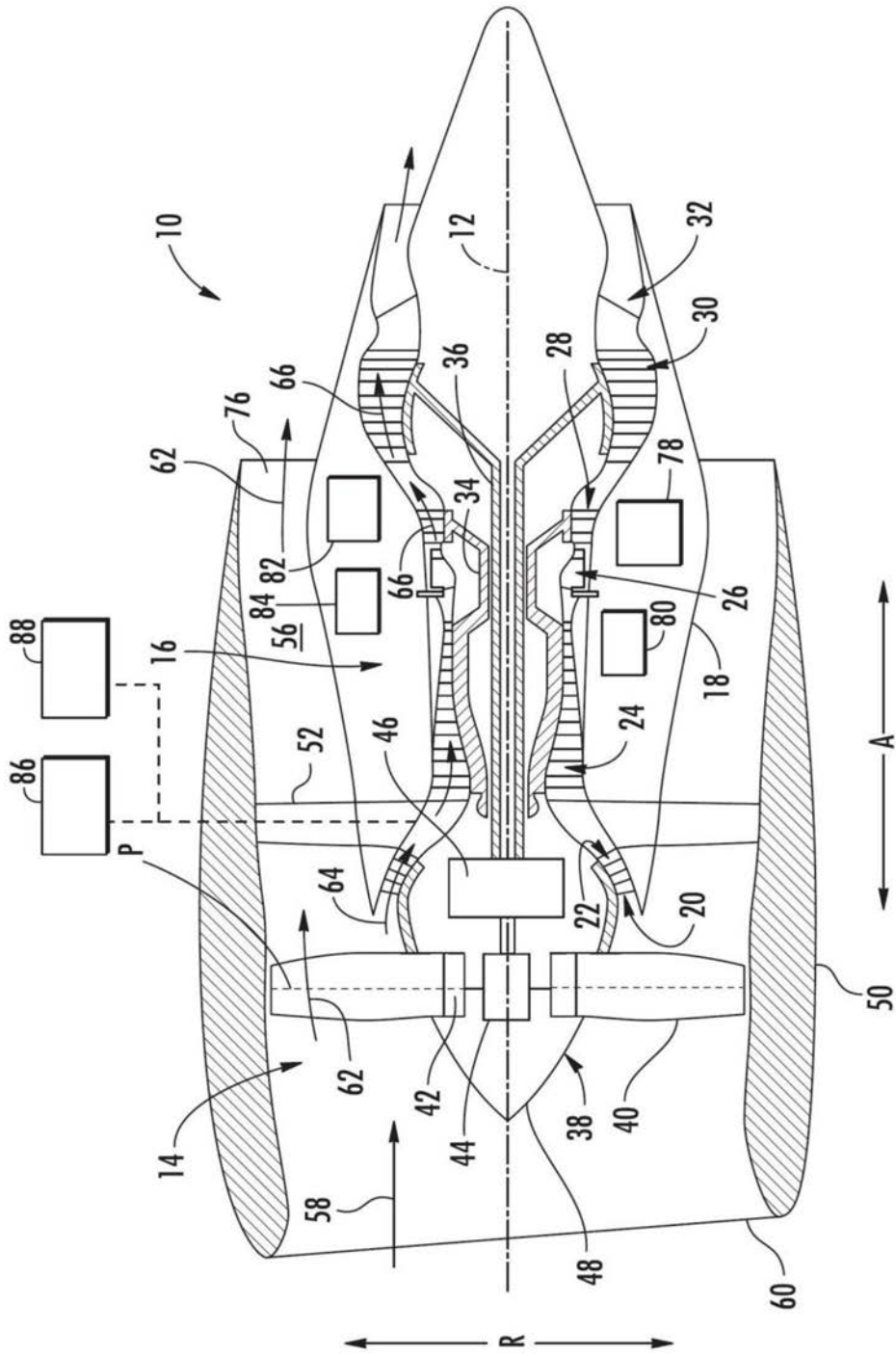


图1

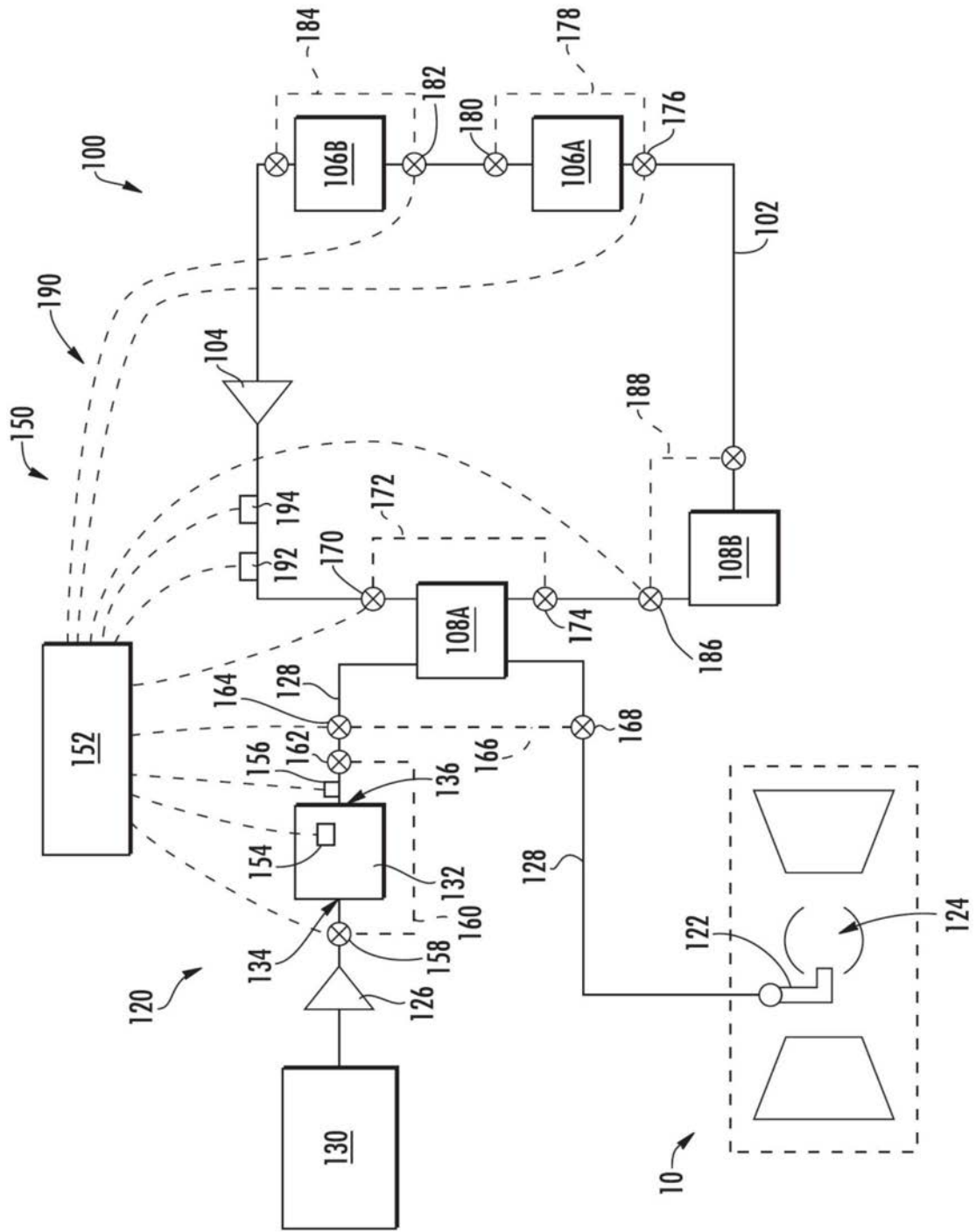


图2

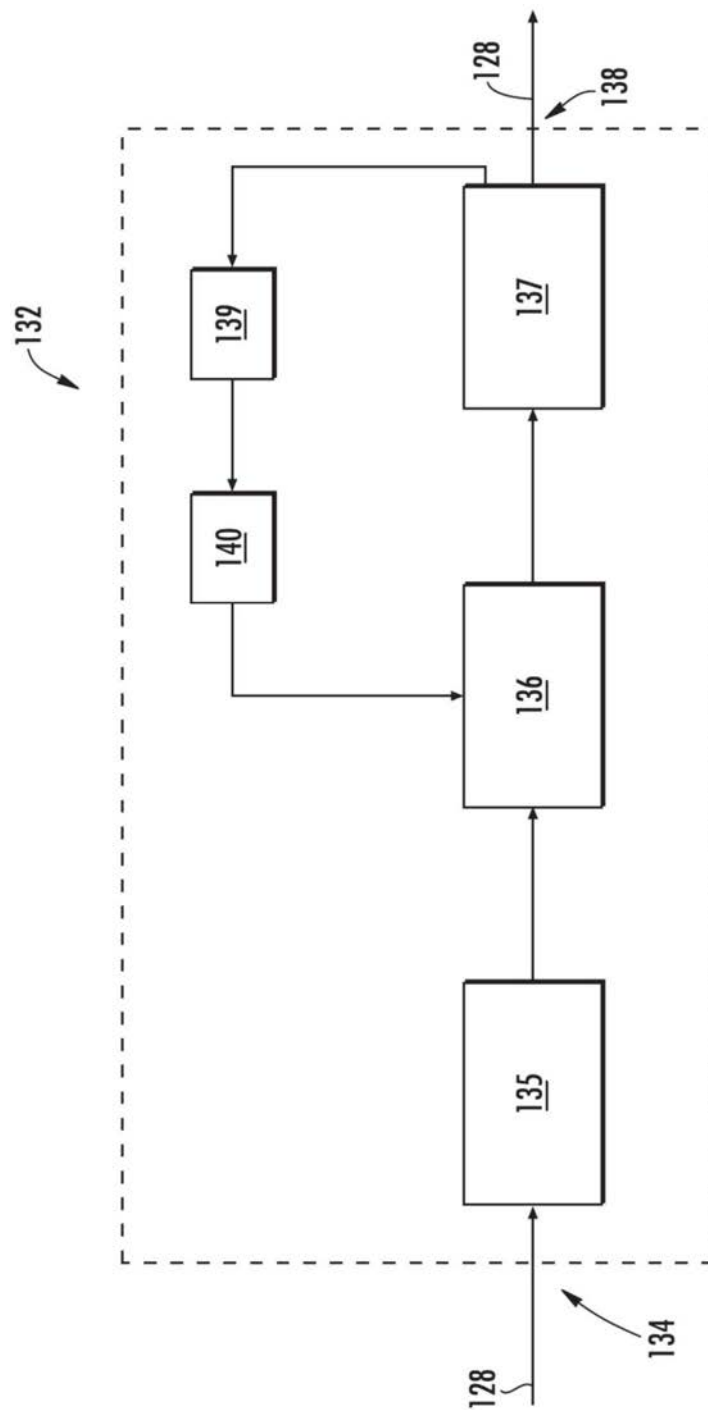


图3





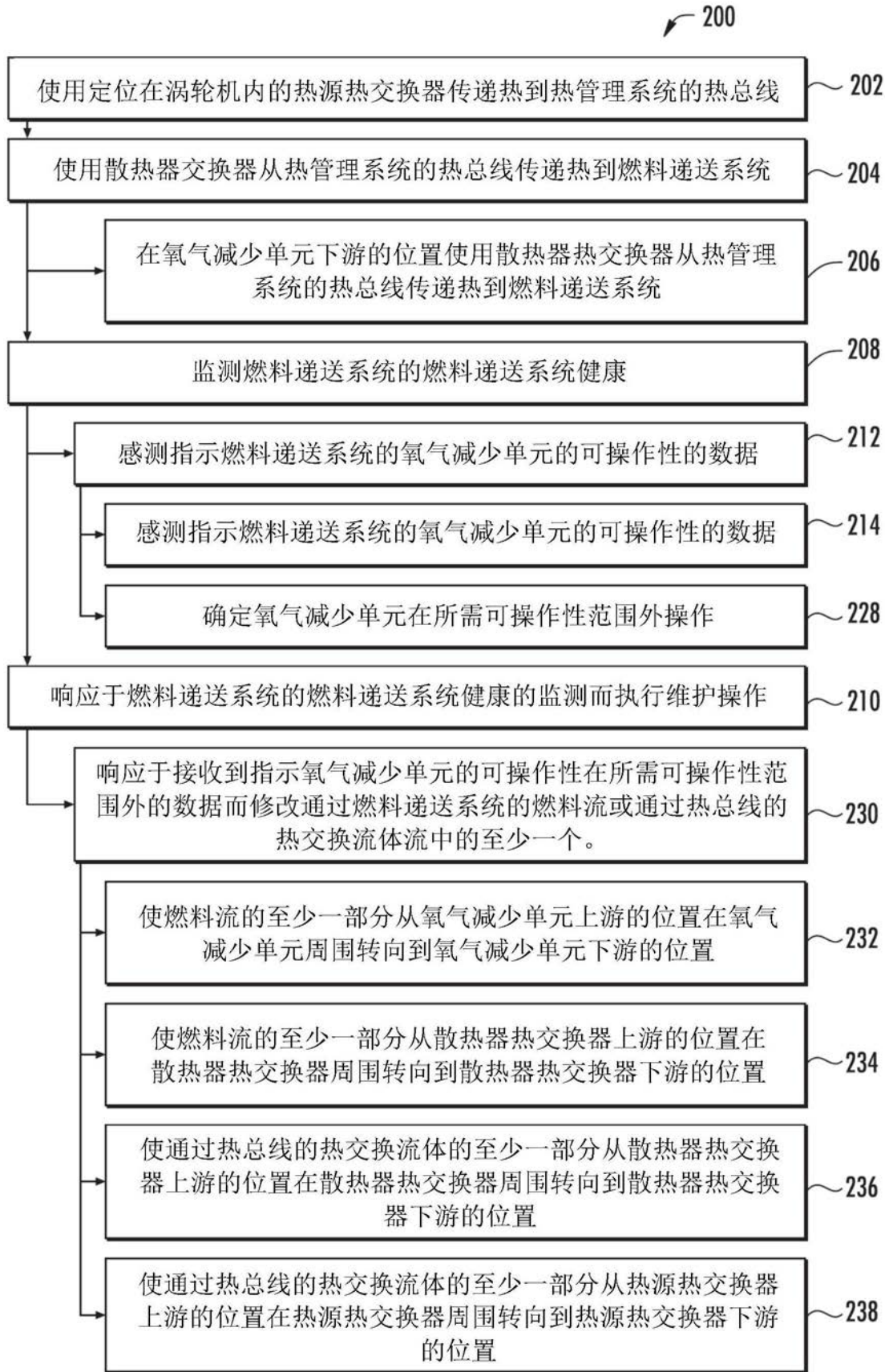


图5

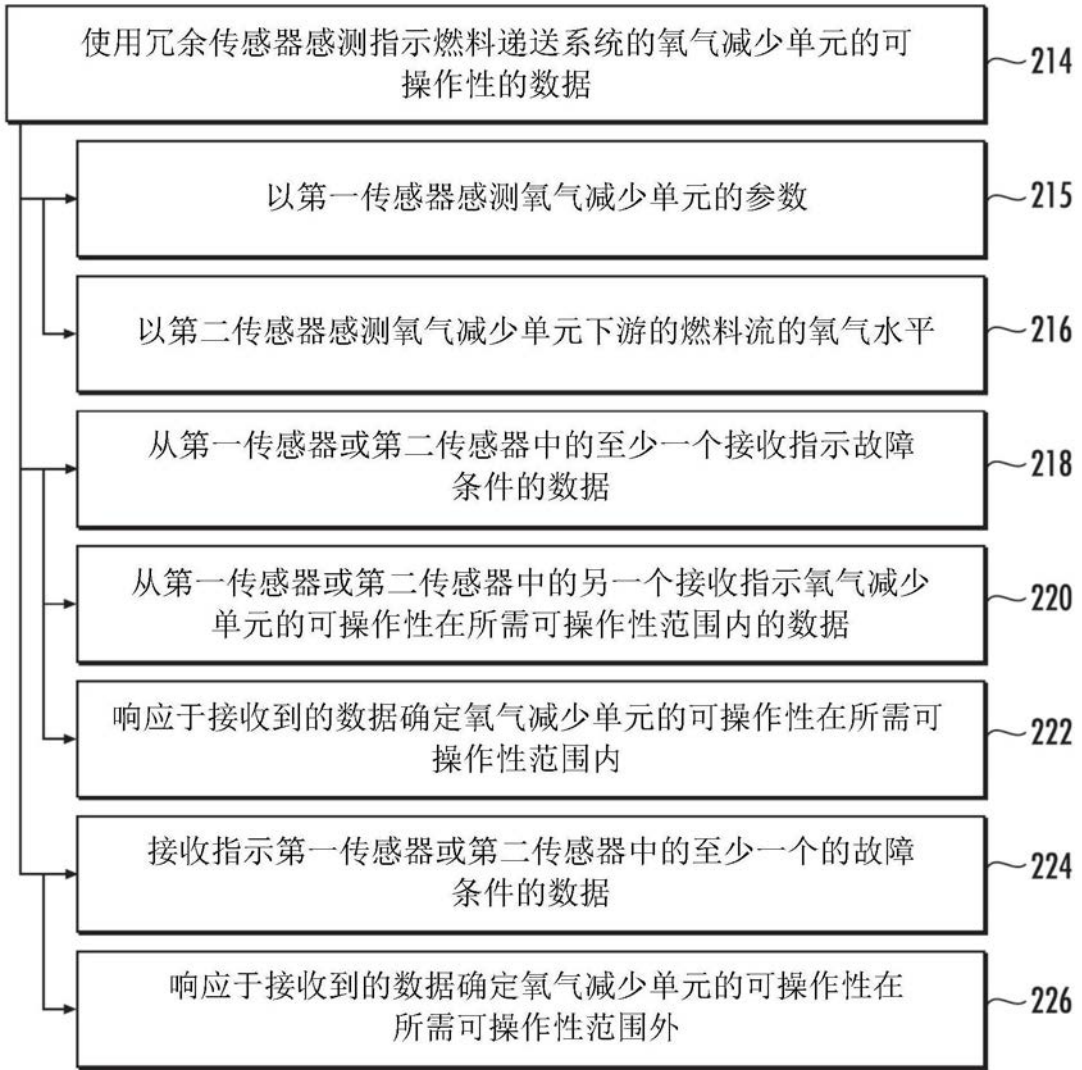


图6

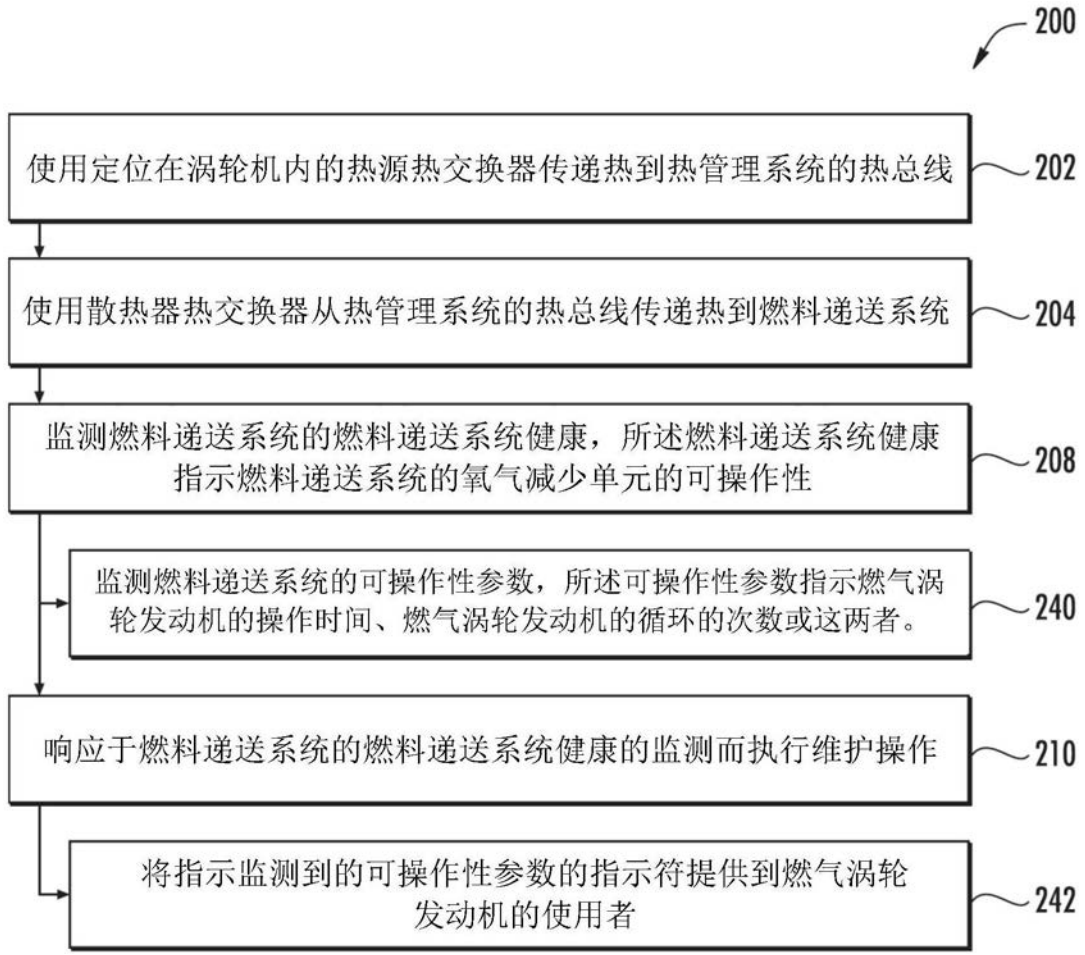


图7