



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110173355 A

(43)申请公布日 2019.08.27

(21)申请号 201910126172.6

(22)申请日 2019.02.20

(30)优先权数据

15/899831 2018.02.20 US

(71)申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 K.帕尔 A.森 P.R.卡马特

B.W.米勒 D.A.尼尔加思

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 万欣 谭祐祥

(51)Int.Cl.

F02C 7/12(2006.01)

F02C 7/18(2006.01)

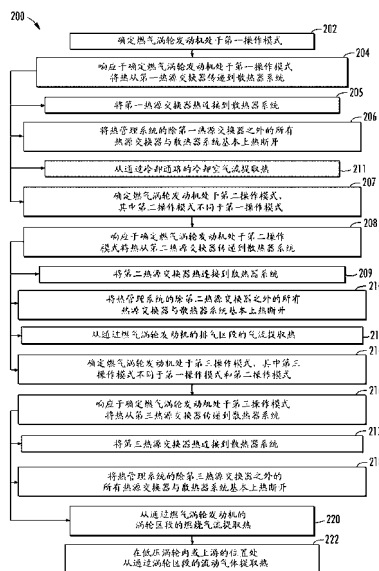
权利要求书1页 说明书17页 附图7页

(54)发明名称

热管理系统

(57)摘要

一种操作用于燃气涡轮发动机的热管理系统的方法包括确定燃气涡轮发动机处于第一操作模式;响应于确定燃气涡轮发动机处于第一操作模式,将热从第一热源交换器传递到散热器系统,第一热源交换器热联接到燃气涡轮发动机的第一系统/构件;确定燃气涡轮发动机处于第二操作模式,第二操作模式不同于第一操作模式;以及响应于确定燃气涡轮发动机处于第二操作模式,将热从第二热源交换器传递到散热器系统,第二热源交换器热联接到燃气涡轮发动机的第二系统/构件,第二系统/构件与第一系统/构件不同。



1. 一种操作于燃气涡轮发动机的热管理系统的方法,所述方法包括:
确定所述燃气涡轮发动机处于第一操作模式;
响应于确定所述燃气涡轮发动机处于所述第一操作模式,将热从第一热源换热器传递到散热器系统,所述第一热源换热器热联接到所述燃气涡轮发动机的第一系统或构件;
确定所述燃气涡轮发动机处于第二操作模式,所述第二操作模式不同于所述第一操作模式;以及
响应于确定所述燃气涡轮发动机处于所述第二操作模式,将热从第二热源换热器传递到所述散热器系统,所述第二热源换热器热联接到所述燃气涡轮发动机的第二系统或构件,所述第二系统或构件与所述第一系统或构件不同。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述燃气涡轮发动机的所述第一系统或构件是所述燃气涡轮发动机的压缩机区段和涡轮区段之间的冷却通路、所述燃气涡轮发动机的排气区段、或所述燃气涡轮发动机的涡轮区段中的一个,并且其中所述第二系统或构件是所述冷却通路、所述燃气涡轮发动机的排气区段、或所述燃气涡轮发动机的涡轮区段中的不同一个。
3. 根据权利要求2所述的方法,其中,所述第一热源换热器热联接到所述燃气涡轮发动机的压缩机区段和涡轮区段之间的所述冷却通路。
4. 根据权利要求3所述的方法,其中,将热从所述第一热源换热器传递到所述散热器系统包括从通过所述冷却通路的冷却空气流提取热。
5. 根据权利要求2所述的方法,其中,所述第二热源换热器热联接到所述燃气涡轮发动机的排气区段。
6. 根据权利要求5所述的方法,其中,将热从所述第二热源换热器传递到所述散热器系统包括从通过所述燃气涡轮发动机的排气区段的气流提取热。
7. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第一操作模式是高功率输出操作模式,并且其中所述第二操作模式是巡航操作模式。
8. 根据权利要求1所述的方法,还包括:
确定所述燃气涡轮发动机处于第三操作模式,所述第三操作模式不同于所述第一操作模式和所述第二操作模式;以及
响应于确定所述燃气涡轮发动机处于所述第三操作模式,将热从第三热源换热器传递到所述散热器系统,所述第三热源换热器热联接到所述燃气涡轮发动机的第三系统或构件,所述第三系统或构件与所述第一系统或构件不同并且与所述第二系统或构件不同。
9. 根据权利要求8所述的方法,其中,所述第三系统或构件是所述冷却通路、所述燃气涡轮发动机的排气区段、或所述燃气涡轮发动机的涡轮区段中的一个。
10. 根据权利要求9所述的方法,其中,所述第三热源换热器热联接到所述燃气涡轮发动机的涡轮区段,并且其中将热从所述第三热源换热器传递到所述散热器系统包括从通过所述燃气涡轮发动机的涡轮区段的气流提取热。

热管理系统

技术领域

[0001] 本主题大体上涉及一种热管理系统及一种用于操作该热管理系统的方法。

背景技术

[0002] 燃气涡轮发动机通常包括风扇和涡轮机(turbomachine)。涡轮机大体上包括入口、一个或多个压缩机、燃烧器和至少一个涡轮。压缩机压缩空气,该空气被导送至在那里其与燃料混合的燃烧器。混合物然后被点燃来生成热燃烧气体。燃烧气体导送至一个或多个涡轮,该涡轮从燃烧气体获得能量来对一个或多个压缩机供能,以及产生有用功来推进飞行中的飞行器和/或对诸如发电机的负载供能。

[0003] 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围。以这样的实施例,外机舱与涡轮机限定旁路空气流通路。另外,涡轮机通过一个或多个出口导向导叶/支柱相对于外机舱受支承。在燃气涡轮发动机的操作期间,各种系统可产生相对大量的热。燃气涡轮发动机的热管理系统可从这些系统中的一个或多个收集热,以将此系统的温度维持在可接受的操作范围内。热管理系统可通过一个或多个热交换器排出这些热。

[0004] 然而,本公开的发明人已经发现,通过操作热管理系统以选择性地从燃气涡轮发动机的各种系统或位置添加或移除热,可实现进一步的益处。因此,用于以提高燃气涡轮发动机的效率的方式操作热管理系统的系统和/或方法将是有益的。

发明内容

[0005] 本发明的方面和优点将在以下描述中部分阐明,或可从描述中清楚,或可通过实践本发明学习。

[0006] 在本公开的一个示例性方面中,提供了一种操作于燃气涡轮发动机的热管理系统的方法。该方法包括确定燃气涡轮发动机处于第一操作模式;响应于确定燃气涡轮发动机处于第一操作模式,将热从第一热源交换器传递到散热器系统,第一热源交换器热联接到燃气涡轮发动机的第一系统或构件;确定燃气涡轮发动机处于第二操作模式,第二操作模式不同于第一操作模式;以及响应于确定燃气涡轮发动机处于第二操作模式,将热从第二热源交换器传递到散热器系统,第二热源交换器热联接到燃气涡轮发动机的第二系统或构件,第二系统或构件与第一系统或构件不同。

[0007] 在某些示例性方面中,燃气涡轮发动机的第一系统或构件是燃气涡轮发动机的压缩机区段和涡轮区段之间的冷却通路、燃气涡轮发动机的排气区段、或燃气涡轮发动机的涡轮区段中的一个,并且其中第二系统或构件是冷却通路、燃气涡轮发动机的排气区段、或燃气涡轮发动机的涡轮区段中的不同的一个。

[0008] 例如,在某些示例性方面中,第一热源交换器热联接到燃气涡轮发动机的压缩机区段和涡轮区段之间的冷却通路。

[0009] 例如,在某些示例性方面中,将热从第一热源交换器传递到散热器系统包括从通过冷却通路的冷却空气流提取热。

[0010] 例如,在某些示例性方面中,第二热源换热器热联接到燃气涡轮发动机的排气区段。

[0011] 例如,在某些示例性方面中,将热从第二热源换热器传递到散热器系统包括从通过燃气涡轮发动机的排气区段的气流提取热。

[0012] 在某些示例性方面中,第一操作模式是高功率输出操作模式,并且其中第二操作模式是巡航操作模式。

[0013] 在某些示例性方面中,该方法还包括确定燃气涡轮发动机处于第三操作模式,第三操作模式不同于第一操作模式和第二操作模式;以及响应于确定燃气涡轮发动机处于第三操作模式,将热从第三热源换热器传递到散热器系统,第三热源换热器热联接到燃气涡轮发动机的第三系统或构件,第三系统或构件与第一系统或构件不同,并且与第二系统或构件不同。

[0014] 例如,在某些示例性方面中,第三系统或构件是冷却通路、燃气涡轮发动机的排气区段、或燃气涡轮发动机的涡轮区段中的一个。

[0015] 例如,在某些示例性方面中,第三热源换热器热联接到燃气涡轮发动机的涡轮区段,并且其中将热从第三热源换热器传递到散热器系统包括从通过燃气涡轮发动机的涡轮区段的气流提取热。

[0016] 例如,在某些示例性方面中,涡轮区段包括高压涡轮和低压涡轮,并且其中从通过燃气涡轮发动机的涡轮区段的气流提取热包括从通过低压涡轮机内或上游的位置处的涡轮区段的气流提取热。

[0017] 例如,在某些示例性方面中,第三操作模式是空转操作模式。

[0018] 在某些示例性方面中,将热从第一热源换热器传递到散热器系统包括将第一热源换热器热连接到散热器系统,并且其中将热从第二热源换热器传递到散热器系统包括将第二热源换热器热连接到散热器系统。

[0019] 在某些示例性方面中,将热从第一热源换热器传递到散热器系统还包括将热管理系统的除第一热源换热器之外的所有热源换热器与散热器系统基本上热断开,并且其中将热从第二热源换热器传递到散热器系统还包括将热管理系统的除第二热源换热器之外的所有热源换热器与散热器系统基本上热断开。

[0020] 在某些示例性方面中,散热器系统包括散热器换热器,该散热器换热器定位成向通过燃气涡轮发动机的旁路空气流通路的旁路空气流提供热。

[0021] 在某些示例性方面中,燃气涡轮发动机的第一系统或构件是燃气涡轮发动机的压缩机区段或燃气涡轮发动机的涡轮区段中的一个,并且其中第二系统或构件是燃气涡轮发动机的压缩机区段或燃气涡轮发动机的涡轮区段中的不同一个。

[0022] 在本公开的一种示例性实施例中,提供了一种燃气涡轮发动机。燃气涡轮发动机包括压缩机区段;位于压缩机区段下游的燃烧区段;位于燃烧区段下游的涡轮区段;位于涡轮区段下游的排气区段;以及热管理系统。热管理系统包括与压缩机区段和涡轮区段空气流通的冷却通路,用于提供从压缩机区段到涡轮区段的冷却空气流;第一热源换热器,其与冷却通路、涡轮区段或排气区段中的一个热连通;第二热源换热器,其与冷却通路、涡轮区段或排气区段中的不同一个热连通;散热器系统;以及控制器,其构造成确定燃气涡轮发动机的操作状态,并选择性地第一热源换热器或第二热源换热器热连接到散热器系统。

[0023] 在某些示例性实施例中,燃气涡轮发动机限定旁路空气流通路,并且其中散热器系统定位成向通过旁路空气流通路的旁路空气流提供热。

[0024] 在某些示例性实施例中,第一热源交换器与冷却通路热连通。

[0025] 例如,在某些示例性实施例中,第二热源交换器与排气区段热连通。

[0026] 本发明的这些及其它特征、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。并入且构成本说明书的一部分的附图示出了本发明的实施例,且连同描述一起用于阐释本发明的原理。

[0027] 实施方案1. 一种操作于燃气涡轮发动机的热管理系统的方法,所述方法包括:
确定所述燃气涡轮发动机处于第一操作模式;

响应于确定所述燃气涡轮发动机处于所述第一操作模式,将热从第一热源交换器传递到散热器系统,所述第一热源交换器热联接到所述燃气涡轮发动机的第一系统或构件;

确定所述燃气涡轮发动机处于第二操作模式,所述第二操作模式不同于所述第一操作模式;以及

响应于确定所述燃气涡轮发动机处于所述第二操作模式,将热从第二热源交换器传递到所述散热器系统,所述第二热源交换器热联接到所述燃气涡轮发动机的第二系统或构件,所述第二系统或构件与所述第一系统或构件不同。

[0028] 实施方案2. 根据实施方案1所述的方法,其中,所述燃气涡轮发动机的所述第一系统或构件是所述燃气涡轮发动机的压缩机区段和涡轮区段之间的冷却通路、所述燃气涡轮发动机的排气区段、或所述燃气涡轮发动机的涡轮区段中的一个,并且其中所述第二系统或构件是所述冷却通路、所述燃气涡轮发动机的排气区段、或所述燃气涡轮发动机的涡轮区段中的不同一个。

[0029] 实施方案3. 根据实施方案2所述的方法,其中,所述第一热源交换器热联接到所述燃气涡轮发动机的压缩机区段和涡轮区段之间的所述冷却通路。

[0030] 实施方案4. 根据实施方案3所述的方法,其中,将热从所述第一热源交换器传递到所述散热器系统包括从通过所述冷却通路的冷却空气流提取热。

[0031] 实施方案5. 根据实施方案2所述的方法,其中,所述第二热源交换器热联接到所述燃气涡轮发动机的排气区段。

[0032] 实施方案6. 根据实施方案5所述的方法,其中,将热从所述第二热源交换器传递到所述散热器系统包括从通过所述燃气涡轮发动机的排气区段的气流提取热。

[0033] 实施方案7. 根据实施方案1所述的方法,其中,所述第一操作模式是高功率输出操作模式,并且其中所述第二操作模式是巡航操作模式。

[0034] 实施方案8. 根据实施方案1所述的方法,还包括:

确定所述燃气涡轮发动机处于第三操作模式,所述第三操作模式不同于所述第一操作模式和所述第二操作模式;以及

响应于确定所述燃气涡轮发动机处于所述第三操作模式,将热从第三热源交换器传递到所述散热器系统,所述第三热源交换器热联接到所述燃气涡轮发动机的第三系统或构件,所述第三系统或构件与所述第一系统或构件不同并且与所述第二系统或构件不同。

[0035] 实施方案9. 根据实施方案8所述的方法,其中,所述第三系统或构件是所述冷却通路、所述燃气涡轮发动机的排气区段、或所述燃气涡轮发动机的涡轮区段中的一个。

[0036] 实施方案10. 根据实施方案9所述的方法,其中,所述第三热源换热器热联接到所述燃气涡轮发动机的涡轮区段,并且其中将热从所述第三热源换热器传递到所述散热器系统包括从通过所述燃气涡轮发动机的涡轮区段的气流提取热。

[0037] 实施方案11. 根据实施方案10所述的方法,其中,所述涡轮区段包括高压涡轮和低压涡轮,并且其中从通过所述燃气涡轮发动机的涡轮区段的气流提取热包括在所述低压涡轮机内或上游的位置处从通过所述涡轮区段的所述气流提取热。

[0038] 实施方案12. 根据实施方案9所述的方法,其中,所述第三操作模式是空转操作模式。

[0039] 实施方案13. 根据实施方案1所述的方法,其中,将热从所述第一热源换热器传递到所述散热器系统包括将所述第一热源换热器热连接到所述散热器系统,并且其中将热从所述第二热源换热器传递到所述散热器系统包括将所述第二热源换热器热连接到所述散热器系统。

[0040] 实施方案14. 根据实施方案1所述的方法,其中,将热从所述第一热源换热器传递到所述散热器系统还包括将所述热管理系统的除所述第一热源换热器之外的所有热源换热器与所述散热器系统基本上热断开,以及其中将热从所述第二热源换热器传递到所述散热器系统还包括将所述热管理系统的除所述第二热源换热器之外的所有热源换热器与所述散热器系统基本上热断开。

[0041] 实施方案15. 根据实施方案1所述的方法,其中,所述散热器系统包括散热器换热器,该散热器换热器定位成向通过所述燃气涡轮发动机的旁路空气流通路的旁路空气流提供热。

[0042] 实施方案16. 根据实施方案1所述的方法,其中,所述燃气涡轮发动机的第一系统或构件是所述燃气涡轮发动机的压缩机区段或所述燃气涡轮发动机的涡轮区段中的一个,并且其中所述第二系统或构件是所述燃气涡轮发动机的压缩机区段或所述燃气涡轮发动机的涡轮区段中的不同一个。

[0043] 实施方案17. 一种燃气涡轮发动机,包括:

压缩机区段;

位于所述压缩机区段下游的燃烧区段;

位于所述燃烧区段下游的涡轮区段;

位于所述涡轮区段下游的排气区段;以及

热管理系统,其包括:

与所述压缩机区段和所述涡轮区段空气流连通的冷却通路,用于提供从所述压缩机区段到所述涡轮区段的冷却空气流;

第一热源换热器,其与所述冷却通路、所述涡轮区段或所述排气区段中的一个热连通;

第二热源换热器,其与所述冷却通路、所述涡轮区段或所述排气区段中的不同一个热连通;

散热器系统;以及

控制器,其构造成确定所述燃气涡轮发动机的操作状态,并选择性地将所述第一热源换热器或所述第二热源换热器热连接到所述散热器系统。

[0044] 实施方案18. 根据实施方案17所述的燃气涡轮发动机,其中,所述燃气涡轮发动

机限定旁路空气流通路,并且其中所述散热器系统定位成向通过所述旁路空气流通路的旁路空气流提供热。

[0045] 实施方案19. 根据实施方案17所述的燃气涡轮发动机,其中,所述第一热源交换器与所述冷却通路热连通。

[0046] 实施方案20. 根据实施方案19所述的燃气涡轮发动机,其中,所述第二热源交换器与所述排气区段热连通。

附图说明

[0047] 针对本领域的普通技术人员的包括其最佳模式的本发明的完整且能够实现的公开在参照附图的说明书中阐释,在附图中:

图1是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横截面视图。

[0048] 图2是根据本公开的示例性实施例的热管理系统的简化示意图。

[0049] 图3是根据本公开的另一示例性实施例的处于第一操作状态的燃气涡轮发动机的示意图。

[0050] 图4是处于第二操作状态的图3的示例性燃气涡轮发动机的示意图。

[0051] 图5是处于第三操作状态的图3的示例性燃气涡轮发动机的示意图。

[0052] 图6是根据本公开的另一示例性实施例的燃气涡轮发动机的示意图。

[0053] 图7是根据本公开的又一示例性实施例的燃气涡轮发动机的示意图。

[0054] 图8是根据本公开的又一示例性实施例的燃气涡轮发动机的示意图。

[0055] 图9是根据本公开的示例性方面的用于操作燃气涡轮发动机的方法的流程图。

[0056] 图10描绘了根据本公开的示例方面的计算系统。

[0057] 构件列表

- 10 涡扇喷气发动机 (“涡扇发动机”)
- 12 纵向中心线/轴线
- 14 风扇区段
- 16 核心涡轮发动机 (“涡轮机”)
- 18 外壳
- 20 入口
- 22 低压 (LP) 压缩机
- 24 高压 (HP) 压缩机
- 26 燃烧区段
- 28 高压 (HP) 涡轮
- 30 低压 (LP) 涡轮
- 32 喷气排气喷嘴区段 (或 “排气区段”)
- 34 高压 (HP) 轴/转轴
- 36 低压 (LP) 轴/转轴
- 37 核心空气流动路径
- 38 风扇
- 40 风扇叶片

- 42 盘
- 44 致动部件
- 46 动力变速箱 (Power Gear Box)
- 48 前毂
- 50 机舱
- 52 出口导向导叶
- 56 旁路空气流通路
- 58 空气
- 60 (机舱或风扇区段的) 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
- 80 冷却空气 (CCA) 系统 (或“压缩机冷却空气系统”、“冷却的冷却空气系统”)
- 81 一个或多个冷却通路
- 82 控制器
- 84 一个或多个发动机传感器 (或“一个或多个传感器”)
- 100 热管理系统
- 102 热传输总线
- 104 泵
- 106 热源热交换器
 - 106A 第一热源交换器
 - 106B 第二热源交换器
 - 106C 第三热源交换器
 - 106D 第四热源交换器
 - 106E 第五热源交换器
- 107 散热器系统
- 108 散热器交换器
- 110 一个或多个旁路管线
- 112 上游接合点
- 114 下游接合点
- 115 (涡扇发动机和/或包括涡扇发动机的飞行器的) 控制器
- 116 一个或多个旁通阀
- 118 止回阀
- 120 废热回收系统
- 122 热交换器
- 200 用于操作燃气涡轮发动机的热管理系统的方法
- 202 确定燃气涡轮发动机处于第一操作模式
- 204 响应于确定燃气涡轮发动机处于第一操作模式将热从第一热源交换器传递到散

热器系统

205 将第一热源换热器热连接到散热器系统

206 将热管理系统的除第一热源换热器之外的所有热源换热器与散热器系统基本上热断开

207 确定燃气涡轮发动机处于第二操作模式,其中第二操作模式不同于第一操作模式

208 响应于确定燃气涡轮发动机处于第二操作模式将热从第二热源换热器传递到散热器系统

209 将第二热源换热器热连接到散热器系统

210 将热管理系统的除第二热源换热器之外的所有热源换热器与散热器系统基本上热断开

211 从通过冷却通路的冷却空气流提取热

212 从通过燃气涡轮发动机的排气区段的气流提取热

214 确定燃气涡轮发动机处于第三操作模式,其中第三操作模式不同于第一操作模式和第二操作模式

216 响应于确定燃气涡轮发动机处于第三操作模式将热从第三热源换热器传递到散热器系统

217 将第三热源换热器热连接到散热器系统

218 将热管理系统的除第三热源换热器之外的所有热源换热器与散热器系统基本上热断开

220 从通过燃气涡轮发动机的涡轮区段的燃烧气流提取热

222 在低压涡轮内或上游的位置处从通过涡轮区段的流动气体提取热

300 计算系统

310 一个或多个计算装置

310A 一个或多个处理器

310B 一个或多个存储器装置

310C 指令

310D 数据

310E 网络接口

A 轴向方向(平行于纵向中心线延伸)

P 桨距轴线

R 径向方向。

具体实施方式

[0058] 现在将详细参照本发明的实施例,其一个或多个实例在附图中示出。该详细描述使用了数字和字母标记来表示附图中的特征。附图和说明书中相似或类似的标记用于表示本发明的相似或类似的部分。

[0059] 如本文使用的,用语“第一”、“第二”和“第三”可互换使用,以将一个构件与另一个区分开,且并不旨在表示独立构件的位置或重要性。

[0060] 用语“前”和“后”是指燃气涡轮发动机或载具内的相对位置,并且是指燃气涡轮发

动机或载具的正常操作姿态。例如,关于燃气涡轮发动机,前指的是更靠近发动机入口的位置,而后指的是更靠近发动机喷嘴或排气口的位置。

[0061] 用语“上游”和“下游”是指相对于流体通路中的流体流的相对方向。例如,“上游”是指流体流自的方向,且“下游”指示流体流至的方向。

[0062] 用语“联接”,“固定”,“附接到”等指的是二者直接联接、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,除非本文另外指明。

[0063] 单数形式“一个”、“一种”和“该”包括复数参考,除非上下文清楚地另外指出。

[0064] 如本文在说明书和权利要求各处使用的近似语言用于修饰可允许地在不导致其涉及的基本功能的变化,的情况下改变的任何数量表达。因此,由一个或多个用语如“大约”、“大概”和“大致”修饰的值不限于指定的准确值。在至少一些情况下,近似语言可对应于用于测量值的仪器的精度,或用于构造或制造构件和/或系统的方法或机器的精度。例如,近似语言可表示在10%的裕度内。

[0065] 这里和说明书和权利要求各处,范围限制被组合和互换,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。例如,本文公开的所有范围都包含端点,且端点可与彼此独立地组合。

[0066] 现在参看附图,其中相同的数字表示贯穿图的不同元件,图1为根据本公开内容的一种示范性实施例的燃气涡轮发动机的示意性横截面视图。更具体而言,对于图1的实施例,燃气涡轮发动机为本文称为“涡扇发动机10”的高旁通涡扇喷气发动机10。如图1中所示,涡扇发动机10限定轴向方向A(平行于为了参照而提供的纵向中心线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和设置在风扇区段14下游的涡轮机16。

[0067] 所描绘的示范性涡轮机16大体上包括基本上管状的外壳18,其限定环形入口20。外壳18包围成串流关系的包括增压或低压(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、涡轮区段和排气喷嘴区段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传动地连接到HP压缩机24。低压(LP)轴或转轴36将LP涡轮30传动地连接到LP压缩机22。

[0068] 对于所描绘的实施例,风扇区段14包括可变桨距风扇38,其具有以间隔开的方式联接至盘42的多个风扇叶片40。如所描绘的,风扇叶片40从盘42大体上沿径向方向R向外延伸。每个风扇叶片40根据风扇叶片40可操作地联接至适合的致动部件44相对于盘42围绕桨距轴线P可旋转,该致动部件44构造成一起共同改变风扇叶片40的桨距。风扇叶片40、盘42和致动部件44可通过穿过动力变速箱46的LP轴36围绕纵向轴线12一起旋转。动力变速箱46包括多个齿轮,用于使LP轴36的转速逐步降低至更有效的旋转风扇速度。

[0069] 仍参看图1的示范性实施例,盘42由可旋转的前毂48覆盖,该前毂48空气动力地成轮廓,以促进空气流穿过多个风扇叶片40。另外,示范性风扇区段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相对于涡轮机16由多个沿周向间隔开的出口导向导叶52支承。此外,机舱50在涡轮机16的外部上延伸,以便在其间限定旁路空气流通路56。

[0070] 在涡扇发动机10的操作期间,一定量空气58经由机舱50和/或风扇区段14的相关联的入口60进入涡扇10中。当一定量空气58穿过风扇叶片40时,如由箭头62指出的空气58

的第一部分引导或传送到旁通空气流通路56中,且如由箭头64指出的空气58的第二部分引导或传送到LP压缩机22中。空气的第一部分62与空气的第二部分64之间的比率通常称为旁通比(bypass ratio,有时也称为函道比)。

[0071] 然后,空气的第二部分64的压力在其传送穿过高压(HP)压缩机24且到压缩区段26中时增大,在那里其与燃料混合且燃烧以提供燃烧气体66。随后,燃烧气体66传送通过HP涡轮28和LP涡轮30,在那里提取来自燃烧气体66的热能和/或动能的一部分。

[0072] 然后,燃烧气体66传送通过涡轮机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排出之前传送穿过旁通空气流通路56时基本上增大,也提供了推进推力。

[0073] 此外,示例性涡扇发动机10包括可操作地至少连接到一个或多个发动机传感器84的控制器82。一个或多个发动机传感器84可构造成感测指示涡扇发动机10的操作参数的数据(如压缩机出口压力和/或温度、涡轮入口温度、高速构件/HP轴34的转速、低速构件/LP轴36的转速等中的一个或多个)。控制器82还可构造成从涡轮轴发动机10的一个或多个用户或操作者(如飞行员)接收数据,如命令数据。基于由用户或操作者或由一个或多个传感器84接收的该数据,控制器82可构造成确定涡轮轴发动机10的操作状态,如爬升操作状态、巡航操作状态、空转操作状态等。控制器82可以以与下面参照图10描述的示例性控制系统300相同的方式构造。

[0074] 此外,应认识到,示例性涡扇发动机10还包括各种附件系统,以辅助涡扇发动机10和/或包括涡扇发动机10的飞行器的操作。例如,示例性涡扇发动机10还包括冷却空气(CCA)系统80(有时也称为“压缩机冷却空气系统”或“冷却的冷却空气系统”),用于提供(和冷却)从HP压缩机24或LP压缩机22中的一个或两个到HP涡轮28或LP涡轮30中的一个或两个的空气。例如,冷却空气系统80可包括冷却管道和用于提供这种功能性的热交换器(例如参见图3,下面)。

[0075] 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每一个的单独的热交换器,以从这些系统中的空气和/或润滑剂(lubrication)中移除热。然而,本公开的方面可包括热管理系统100(参见图2),用于从一些或所有这样的附件系统传递热,以更有效地移除这些热和/或利用这些热。

[0076] 然而,应认识到,图1中所描绘的示例性涡扇发动机10仅借助于示例,并且在其它示例性实施例中,本公开的方面可附加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可包括任何合适数量的压缩机、涡轮(如除LP和HP涡轮之外的中间涡轮)、轴/转轴(例如,两个转轴、三个转轴)等。此外,在某些示例性实施例中,本公开的方面可进一步应用于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,无论是作为亚音速燃气涡轮发动机(即,构造成主要在亚音速飞行速度下操作)或作为超音速燃气涡轮发动机操作(即,构造成主要以超音速飞行速度操作)。另外,在再其它示例性实施例中,示例性涡扇发动机10可包括或可操作地连接到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。另外或备选地,示例性涡扇发动机10可不包括或可操作地连接到上面讨论的附件系统中的一个或多个。

[0077] 现在参考图2,提供了根据本公开的一种示例性实施例的热管理系统100的示意性

流程图,用于至少部分地结合到燃气涡轮发动机、如图1的示例性涡扇发动机10中。

[0078] 如所示,热管理系统100大体上包括热传输总线102。热传输总线102包括流过其中的中间热交换流体,并且可由一个或多个合适的流体管道形成。热交换流体可具有高温操作范围。泵104设置成与热传输总线102中的热交换流体流体连通,用于在热传输总线102中/通过热传输总线102产生热交换流体流。如图2中所见,泵104可通过热传输总线102产生大致沿顺时针方向的热交换流体流。泵104可为包括叶轮的旋转泵,或备选地可为任何其它合适的流体泵。另外,泵104可由电动机(electric motor) 供能,或者备选地可与例如涡扇发动机10的HP轴34或LP轴36机械连通并由其供能。在再其它实施例中,泵104可由辅助涡轮供能,该辅助涡轮继而又可由来自燃气涡轮发动机的压缩机区段的放气供能,在该燃气涡轮发动机中结合有系统100。

[0079] 此外,示例性热管理系统100包括与热传输总线102热连通或者更确切地说与热传输总线102内的热交换流体流体连通的一个或多个热源热交换器106。具体而言,所描绘的热管理系统100包括多个热源热交换器106。多个热源热交换器106各自构造成将热从涡扇发动机10的附件系统中的一个或多个(或可与涡扇发动机10一起操作) 传递到热传输总线102中的热交换流体。例如,在某些示例性实施例中,多个热源热交换器106可包括以下中的一个或多个:热回收热交换器,如废热回收热交换器,其定位在例如排气区段中,用于从穿过其中的空气流回收热;用于从CCA系统(如CCA系统80) 传递热的CCA系统热源交换器;涡轮区段热交换器,用于从通过高压或低压涡轮中的一个或两个的空气流中移除热;等。因此,根据图2的一种示例性实施例的热管理系统100可将来自各种独立系统的热传递给热传输总线102中的热交换流体用于移除。

[0080] 对于所描绘的实施例,存在三个热源热交换器106,三个热源热交换器106各自沿热传输总线102成串流布置。然而,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,并且热源热交换器106中的一个或多个可沿热传输总线102成并流布置。例如,在其它实施例中,可存在与热传输总线102中的热交换流体热连通的两个热源热交换器106、四个热源热交换器106、五个热源热交换器106、六个热源热交换器106,或者更多。

[0081] 另外,图2的示例性热管理系统100还包括与热总线102热连通的散热器系统107。散热器系统107包括一个或多个散热器交换器108,其与热传输总线102热连通,或者更确切地说与热传输总线102中的热交换流体流体连通。一个或多个散热器交换器108位于多个热源交换器106下游,并且构造成用于将热从热传输总线102中的热交换流体传递到例如大气、燃料、旁路空气流/风扇流等。例如,在某些实施例中,一个或多个散热器交换器108可包括燃料热交换器、旁路空气流热交换器、RAM热交换器、放气热交换器、发动机中间冷却器、空气循环系统的冷空气输出、除冰(或防冰) 系统、或燃气涡轮发动机的任何其它合适的散热器中的至少一个。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的液体燃料流(例如通过燃料输送系统)。此外,风扇流热交换器和其它热交换器大体上可为“空气到热交换流体”热交换器,其例如使来自旁路空气流通路的空气流过热交换流体以从热交换流体移除热。

[0082] 对于图2的实施例,所描绘的热管理系统100的一个或多个散热器交换器108包括多个单独的散热器交换器108。更具体而言,对于图2的实施例,一个或多个散热器交换器108包括串联布置的三个散热器交换器108。然而,在其它示例性实施例中,一个或多个散热

器换热器108可包括任何其它合适数量的散热器换热器108。例如,在其它示例性实施例中,可提供单个散热器换热器108,可提供两个散热器换热器108,可提供四个散热器换热器108等。另外,在再其它示例性实施例中,散热器换热器108中的两个或多个可备选地与彼此成并流布置。

[0083] 仍然参考图2中所描绘的示例性实施例,将认识到,多个散热器换热器108和热源换热器106各自选择性地与热传输总线102热连通(并且选择性地与热传输总线102中的热交换流体流体连通)。更具体而言,所描绘的热管理系统100包括多个旁路管线110,用于选择性地绕过多个散热器换热器108中的每个散热器换热器108和多个热源换热器106中的热源换热器106。每个旁路管线110在上游接合点112与下游接合点114之间延伸,上游接合点112恰好位于相应的散热器换热器108或热源换热器106上游,并且下游接合点114恰好位于相应的散热器换热器108或热源换热器106下游。另外,每个旁路管线110在相应的上游接合点112处经由旁通阀116与热传输总线102相遇。旁通阀116各自包括与热传输总线102流体连接的入口、与热传输总线102流体连接的第一出口、以及与旁路管线110流体连接的第二出口。旁通阀116各自可为可变通过量三通阀(throughout three-way valve),使得旁通阀116可改变从入口到第一出口和/或第二出口的通过量。例如,旁通阀116可构造成提供数目在从入口到第一出口的热交换流体的百分之零(0%)和百分之百(100%)之间,并且类似地,旁通阀116可构造成提供数目在从入口到第二出口的热交换流体的百分之零(0%)和百分之百(100%)之间。

[0084] 值得注意的是,旁通阀116通过一个或多个有线或无线通信总线(以虚线(phantom)描绘)与涡扇发动机10的控制器115和/或包括涡扇发动机10的飞行器可操作地通信。控制器115可基于例如涡扇发动机10和/或飞行器的操作条件、热交换流体的温度和/或任何其它合适的变量,绕过一个或多个散热器换热器108和/或热源换热器106中的一个或多个。备选地,控制器115可基于用户输入绕过一个或多个散热器换热器108和/或热源换热器106中的一个或多个。例如,在某些示例性实施例中,控制器115可构造为以下面参考图3至图5描述的方式和/或根据下面参考图9描述的方法200来操作热管理系统100。此外,在某些示例性实施例中,控制器115可集成到图1的控制器82中,和/或可以以与下面参考图10描述的控制系統300类似的方式构造。

[0085] 此外,每个旁路管线110还在相应的下游接合点114处与热传输总线102相遇。在每个散热器换热器108与下游接合点114之间,热传输总线102包括止回阀118,用于确保热交换流体的适当流动方向。更具体而言,止回阀118防止热交换流体从下游接合点114流向相应的散热器换热器108。

[0086] 现在参考图3至图5,提供了根据本公开的示例性方面的热管理系统100的示例性操作。更具体而言,图3提供了根据本公开的一种示例性实施例的燃气涡轮发动机和热管理系统100的示意图,其中热管理系统100处于第一操作构造;图4提供了图3的示例性燃气涡轮发动机和热管理系统100的示意图,其中热管理系统100处于第二操作构造;并且图5提供了图3的示例性燃气涡轮发动机和热管理系统100的示意图,其中热管理系统100处于第三操作构造。图3至图5中所描绘的燃气涡轮发动机可以以与上面参照图1描述的示例性涡扇发动机10基本相同的方式构造,或者根据任何其它合适的燃气涡轮发动机(例如,具有任何其它合适的构造的涡扇发动机、涡轮轴发动机、涡轮螺旋桨发动机、涡轮喷气发动机等)构

造。还将认识到,尽管图3至图5中所描绘的发动机大体上可构造成用于亚音速飞行,但是在其它实施例中,本公开的方面可结合到任何合适的超音速燃气涡轮发动机中。

[0087] 在某些示例性实施例中,图3至图5的示例性燃气涡轮发动机可以以与上面参照图1描述的示例性涡扇发动机10基本相同的方式构造。例如,如所示,燃气涡轮发动机大体上包括风扇区段14和涡轮机16。涡轮机16包括以串流顺序的具有LP压缩机22和HP压缩机24的压缩机区段、燃烧区段26、包括HP涡轮28和LP涡轮30的涡轮区段、以及排气区段32。此外,涡轮机16和风扇区段14至少部分地由外机舱50包围,其中涡轮机16通过多个出口导向导叶52相对于外机舱50受支承。外机舱50与涡轮机16一起限定旁路空气流通路56。来自风扇区段14的空气流的第一部分62通过涡轮机16作为核心孔气流提供,并且来自风扇区段14的空气流的第二部分64通过旁路空气流通路56作为旁路空气流提供。

[0088] 此外,热管理系统100大体上包括多个热源换热器106和散热器系统107。对于所示实施例,散热器系统107包括散热器热交换器108,该散热器热交换器108定位成与旁路空气流通路56热连通,并且更具体地,集成到定位在旁路空气流通路56内的出口导向导叶52中的一个或多个中。多个热源换热器106通过热总线102热连接到散热器系统107。

[0089] 此外,燃气涡轮发动机包括冷却空气系统80(有时也称为“压缩机冷却空气系统”或“冷却的冷却空气系统”),用于在燃气涡轮发动机的操作期间提供(和冷却)从HP压缩机24或LP压缩机22中的一个或两个到HP涡轮28或LP涡轮30中的一个或两个的空气。冷却空气系统80包括一个或多个冷却通路81,用于将空气从压缩机区段输送到涡轮区段,使得冷却空气系统80可冷却涡轮区段的一个或多个构件。

[0090] 此外,如上面所讨论的,热管理系统100包括多个旁通阀116,用于绕过热管理系统100的一个或多个特征(未示出;例如参见图2)。这可允许热管理系统100选择性地将一个或多个热源换热器106与散热器系统107的一个或多个热交换器热连接。

[0091] 例如具体参考图3,对于所示的实施例,多个热源换热器106包括热联接到燃气涡轮发动机的压缩机区段和涡轮区段之间的冷却系统80、且更具体地冷却系统80的冷却通路81的第一热源换热器106A。另外,第一热源换热器106A通过热总线102热连接到散热器热交换器108。以这种方式,来自通过冷却通路81的冷却空气流的热可通过热管理系统100传递到旁路空气流通路56。这可允许涡轮区段以更高的功率水平操作,因为涡轮区段可能接受更高温度和压力的燃烧气体,其中向其提供较冷的冷却空气流。这在相对高功率操作期间可能是有益的,如在起飞和爬升操作期间。

[0092] 另外,具体参考图4,对于所示的实施例,多个热源换热器106还包括第二热源换热器106B,其热联接到涡轮机16的排气区段32,以从通过排气区段32的空气流提取热。对于所示的实施例,第二热源换热器106B通过热总线102热联接到散热器系统107的散热器热交换器108,使得来自排气区段32的热可通过热管理系统100传递到旁路空气流通路56。以这种方式,热管理系统100可作为废热回收系统操作,因为来自排气区段32的废热可通过旁路空气流通路56传递到空气流,通过旁路空气流通路56产生更有效的推力。在低于峰值功率的某些持续操作期间,如在巡航操作期间,这可能是有益的。

[0093] 此外,现在具体参考图5,对于所示的实施例,多个热源换热器106另外包括第三热源换热器106C,其热联接到涡轮区段以从通过涡轮区段的燃烧气体提取热。对于所示的实施例,第三热源换热器106C通过热总线102热连接到散热器系统107的散热器热交换器108。

以这种方式,来自涡轮区段的热可通过热管理系统100传递到旁路空气流通路56。这样可从涡轮区段移除能量,在低功率操作、如空转操作状态期间减慢发动机。

[0094] 值得注意的是,图3至图5中所示的构造中的每个可通过致动热管理系统100的一个或多个旁通阀116来实现(参见图2)。因此,尽管对于图3至图5中所示的实施例,在每个图中描绘了热管理系统100,包括第一热源换热器106A、第二热源换热器106B或第三热源换热器106C中的仅一个和散热器换热器108,但图3至图5的示例性热管理系统100包括这些热换热器中的每一个,并且可选地包括其它的。然而,对于所示的构造,未针对特定构造描绘的热换热器不通过热总线102热联接到传热流体以用于这种构造(即,在这种构造中绕过此热换热器)。然而,值得注意的是,在其它示例性实施例中,未针对特定构造描绘的热换热器仍然可热连接到例如热总线102,但是可能不以全通过量/容量操作。例如,未针对特定构造描绘的这种热换热器可以以降低的通过量/容量操作,使得用于这种热气交换器的相应旁通阀116可限制通过其中的至少约50%的热交换流体(即,从热气交换器的容量减少50%体积流量),如通过其中的至少约75%的热交换流体,如通过其中的至少90%的热交换流体。

[0095] 此外,尽管对于所示的实施例,散热器系统107包括定位成与旁路空气流通路56热连通的散热器热换热器108,但在其它实施例中,散热器系统107可另外地或备选地包括单独的散热器热换热器108,其构造成在任何其它合适的位置处从热管理系统100排出热(例如,参见图2)。例如,在其它实施例中,散热器系统107可附加地或备选地包括燃料热换热器,该燃料热换热器构造成将热从热总线102传递到提供给燃烧区段的燃料流。

[0096] 包括能够在本文描述的各种操作模式之间操作的热管理系统100可产生更有效的燃气涡轮发动机。

[0097] 然而,将认识到,在其它示例性实施例中,根据本公开的用于燃气涡轮发动机的热管理系统可附加地或备选地利用一个或多个任何其它合适的热源、任何其它合适的散热器系统、在一个或多个任何合适的热源和散热器系统之间传递热,等。例如,现在参见图6至8,提供了包括根据本公开的其它示例性方面的热管理系统100的燃气涡轮发动机的示意图。图6至图8中所描绘的燃气涡轮发动机和热管理系统100可以以与图3至图5的示例性燃气涡轮发动机和热管理系统100基本相同的方式构造。因此,相同或相似的数字可指代相同或相似的部分。例如,在某些方面,图6至图8中所描绘的热管理系统100中的一个或多个可为图3至图5的相同热管理系统100,但是其中燃气涡轮发动机处于不同的操作状态。

[0098] 参考图6至图8,大体上,燃气涡轮发动机各自大体上包括风扇区段14和涡轮机16。涡轮机16各自包括成串流顺序的具有LP压缩机22和HP压缩机24的压缩机区段、燃烧区段26、包括HP涡轮28和LP涡轮30的涡轮区段、以及排气区段32。此外,每个涡轮机16和风扇区段14至少部分地由外机舱50包绕,其中每个涡轮机16通过相应的多个出口导向导叶52相对于外机舱50受支承。外机舱50与涡轮机16一起限定旁路空气流通路56。

[0099] 此外,每个热管理系统100大体上包括多个热源换热器106和散热器系统107。此外,如上面所讨论的,每个热管理系统100包括多个旁通阀116,用于绕过热管理系统100的一个或多个特征(未示出;例如参见图2)。这可允许热管理系统100选择性地将一个或多个热源换热器106与散热器系统107的一个或多个热换热器热连接。

[0100] 例如具体参考图6,对于所示的实施例,多个热源换热器106包括热联接到涡轮机16的压缩机区段(例如,LP压缩机22、HP压缩机24或两者)且更具体地说联接到LP压缩机22

和HP压缩机24两者的第四热源换热器106D。另外,所示的热管理系统100的散热器系统107包括散热器热交换器108,该散热器热交换器108定位成与旁路空气流通路56热连通,并且更具体地,集成到定位于旁路空气流通路56内的出口导向导叶52中的一个或多个中。第四热源换热器106D通过热总线102热连接到散热器系统107的散热器热交换器108。以这种方式,来自通过压缩机区段的气流的热可通过热管理系统100传递到旁路空气流通路56。这可允许涡轮区段以更高的功率水平操作,因为压缩机区段可能将空气流压缩到更高的压力(和温度)而不超过压缩机区段的温度极限。这在相对高功率操作期间、如在起飞和爬升操作期间可能是有益的。

[0101] 现在具体参考图7,对于所示的实施例,多个热源换热器106包括第五热源换热器106E,其热联接到燃烧区段26下游的涡轮机16(例如,涡轮区段、排气区段32或两者)且更具体地联接到涡轮区段和排气区段32两者。另外,所示的热管理系统100的散热器系统107包括散热器热交换器108,其定位成与涡轮机16的压缩机区段(例如,LP压缩机22、HP压缩机24或两者)且更具体地LP压缩机22和HP压缩机24两者热连通。第五热源换热器106E通过热总线102热连接到散热器系统107的散热器热交换器108。以这种方式,来自通过燃烧区段26下游的涡轮机16的空气流的热可通过热管理系统100传递到压缩机区段。这可允许来自涡轮区段和/或排气区段32的热传递到压缩机区段。这在部分功率操作期间可能是有益的,使得在此操作期间可保存热/能量。

[0102] 值得注意的是,在至少某些示例性实施例中,图7的散热器交换器108可与上面参照图6描述的第四源换热器106D相同。因此,将认识到,关于热交换器的用语“热源”和“散热器”并未意味着限制,并且改为描述在特定应用期间热交换器的功能。

[0103] 现在具体参考图8,对于所示的实施例,多个热源换热器106包括热联接到涡轮机16的排气区段32的第二热源换热器106B,以从通过排气区段32的空气流提取热量,类似于上面参考图5描述的示例性实施例。然而,对于图8中所描绘的实施例,燃气涡轮发动机还包括废热回收系统120(也称为底循环系统(bottoming cycle system)),并且散热器系统107包括结合到废热回收系统120中的热交换器122,用于将热传递到废热回收系统120。废热回收系统120可将该热转换成功率,如电力,这可提高燃气涡轮发动机的整体效率。

[0104] 还将认识到,也设想其它构造。此外,将认识到,除了基于燃气涡轮发动机的一个或多个操作状态改变热源换热器之外,热管理系统还可基于燃气涡轮发动机的一个或多个操作状态来改变散热器交换器。

[0105] 现在参考图9,提供了用于操作燃气涡轮发动机的热管理系统的方法200的流程图。在至少某些示例性实施例中,方法200可用于操作上面参照图1至5描述的示例性热管理系统100中的一个或多个。例如,热管理系统大体上可包括多个热源换热器(如第一热源交换器和第二热源换热器)、散热器系统、以及热连接多个热源换热器和散热器系统的热总线。另外,方法200可由一个或多个控制器实施,如使用图10中所描绘的示例性计算系统300。

[0106] 方法200大体上包括在(202)处确定燃气涡轮发动机处于第一操作模式中。方法200此外包括在(204)处响应于在(202)处确定燃气涡轮发动机处于第一操作模式而将热从第一热源换热器传递到散热器系统。对于图9的示例性方面,第一热源换热器热联接到燃气涡轮发动机的第一系统或构件。对于所描绘的示例性方面,燃气涡轮发动机的第一系统或

构件是燃气涡轮发动机的压缩机区段和涡轮区段之间的冷却通路、燃气涡轮发动机的排气区段或燃气涡轮发动机的涡轮区段中的一个。

[0107] 更具体而言,对于所描绘的示例性方面,在(204)处将热从第一热源换热器传递到散热器系统包括在(205)处将第一热源换热器热连接到散热器系统,以及在(206)处将热管理系统的除第一热源换热器之外的所有热源换热器与散热器系统热基本上热断开。例如,在某些示例性方面,在(204)处将热从第一热源换热器传递到散热器系统可包括将热管理系统的除第二热源换热器之外的所有热源换热器与散热器系统完全热断开。应认识到,如本文所用,相对于热交换器的用语“基本上热断开”是指将通过此热交换器的热交换流体流减少到小于约50%的容量,且相对于热交换器的用语“完全热断开”是指将通过此热交换器的热交换流体流减少到小于约10%的容量。在这些情况的每一种中,用语“容量”是指在热管理系统的正常操作期间的最大流体积(flow volume,有时也称为流量)。

[0108] 仍参考图9,方法200包括在(207)处确定燃气涡轮发动机处于第二操作模式,其中第二操作模式不同于第一操作模式。此外,方法200包括在(208)处响应于在(207)处确定燃气涡轮发动机处于第二操作模式而将热从第二热源换热器传递到散热器系统。第二热源换热器热联接到燃气涡轮发动机的第二系统或构件,第二系统或构件不同于第一系统或构件。更具体而言,对于图9的示例性方面,燃气涡轮发动机的第二系统或构件是冷却通路、燃气涡轮发动机的排气区段、或燃气涡轮发动机的涡轮区段中的不同于第一热源交换器的一个。此外,对于所描绘的示例性方面,在(208)处将热从第二热源换热器传递到散热器系统包括在(209)处将第二热源换热器热连接到散热器系统,并且在(210)处将热管理系统的除第二热源换热器之外的所有热源换热器与散热器系统基本上热断开。例如,在某些示例性方面,在(208)处将热从第二热源换热器传递到散热器系统可包括将热管理系统的除第二热源换热器之外的所有热源换热器与散热器系统完全热断开。

[0109] 值得注意的是,在某些示例性方面,散热器系统可包括散热器换热器,该散热器换热器定位成向通过燃气涡轮发动机的旁路空气流通路的旁路空气流提供热。例如,散热器换热器可集成到例如燃气涡轮发动机的出口导向导叶中(例如参见图2至5)。另外或备选地,散热器系统可包括散热器换热器,该散热器换热器定位成将热传递到至燃气涡轮发动机的燃烧区段的燃料流。

[0110] 在图9中所描绘的示例性方面中,第一热源换热器热联接到压缩机区段和燃气涡轮发动机的涡轮区段之间的冷却通路(也参见上面的图3)。以此示例性方面,在(204)处将热从第一热源换热器传递到散热器系统包括在(211)处从通过冷却通路的冷却空气流提取热。值得注意的是,同样以此示例性方面,第一操作模式可为高功率输出操作模式。例如,第一操作模式可为起飞操作模式、爬升操作模式等。通过在(211)处从通过冷却通路的冷却空气流中提取热,热管理系统可允许发动机产生更多功率,因为提供给涡轮区段的来自冷却通路的冷却空气可允许涡轮区段接受更高的压力和/或温度下的来自燃烧区段的燃烧气体。

[0111] 另外,对于图9的示例性方面,热管理系统的多个热源换热器中的第二热源换热器热联接到燃气涡轮发动机的排气区段(也参见图4,上面)。以此示例性方面,在(208)处将热从第二热源换热器传递到散热器系统可进一步包括在(212)处从通过燃气涡轮发动机的排气区段的气流提取热。值得注意的是,以此示例性方面,第二操作模式可为巡航操作模式,

或在其处期望高效率的一些其它持续操作模式。通过从燃气涡轮发动机的排气区段提取热,来自其中的气体的废热可传递到例如旁路空气流通路,使得通过旁路空气流通路的空气流可产生额外的推力,因此提高了燃气涡轮发动机的效率。(值得注意的是,当散热器系统包括热联接到提供给燃烧区段的燃料的散热器交换器时,提供给燃烧区段的燃料的温度升高也可提高燃气涡轮发动机的效率。)

此外,对于图9的示例性方面,热管理系统的多个热源交换器另外包括第三热源交换器。以此示例性方面,该方法还包括在(214)处确定燃气涡轮发动机处于第三操作模式,其中第三操作模式不同于第一操作模式和第二操作模式。此外,方法200包括在(216)处响应于在(214)处确定燃气涡轮发动机处于第三操作模式而将热从第三热源交换器传递到散热器系统。第三热源交换器热联接到燃气涡轮发动机的第三系统或构件,第三系统或构件不同于第一系统或构件并且不同于第二系统或构件。更具体而言,对于所描绘的示例性方面,燃气涡轮发动机的第三系统或构件是冷却通路、燃气涡轮发动机的排气口或燃气涡轮发动机的涡轮区段中不同于第一热源交换器和第二热源交换器中的一个。

[0112] 此外,对于所描绘的示例性方面,在(216)处将热从第三热源交换器传递到散热器系统包括在(217)处将第三热源交换器热连接到散热器系统,并且在(218)处将热管理系统的除第三热源交换器之外的所有热源交换器与散热器系统基本上热断开。例如,在某些示例性方面,在(216)处将热从第三热源交换器传递到散热器系统可包括将热管理系统的除第三热源交换器之外的所有热源交换器与散热器系统完全热断开。

[0113] 此外,仍然对于所描绘的示例性方面,第三热源交换器热联接到燃气涡轮发动机的涡轮区段(也参见图5,上面)。因此,以此示例性方面,在(216)处将热从第三热源交换器传递到散热器系统可进一步包括在(220)处从通过燃气涡轮发动机的涡轮区段的燃烧气体流提取热。例如,在某些示例性方面中,涡轮区段可包括高压涡轮和低压涡轮,并且在(220)处从通过燃气涡轮发动机的涡轮区段的燃烧气体流中提取热可包括在(222)处在低压涡轮内或上游的位置处从通过涡轮区段的流动气体中提取热。

[0114] 值得注意的是,也以此示例性方面,第三操作模式可为低功率模式,如空转操作模式,其中期望来自发动机的功率量最小化。通过从燃气涡轮发动机的涡轮区段提取热,来自其中的燃烧气体的热可传递到例如旁路空气流通路,使得通过旁路空气流通路的气流减慢发动机的涡轮区段的操作。

[0115] 然而,在其它示例性方面中,燃气涡轮发动机的任何其它合适的系统或构件可用于作用于第一热源交换器、第二热源交换器、第三热源交换器等的热源。例如,在某些示例性方面,燃气涡轮发动机的入口(例如,当与超音速燃气涡轮发动机一起使用时)可为用于第一热源交换器、第二热源交换器或第三热源交换器中的一个或多个的热源。此外,将认识到,在某些示例性方面,散热器系统可使用任何合适的散热器。例如,散热器系统可包括散热器交换器,该散热器交换器定位成向通过燃气涡轮发动机的旁路空气流通路的旁路空气流提供热。然而,在其它示例性方面,散热器系统可附加地或备选地包括散热器交换器,该散热器交换器构造成向燃料系统、除冰系统和/或燃气涡轮发动机的入口提供热(例如,在当系统与超音速燃气涡轮发动机一起使用时的某些操作期间)。

[0116] 将认识到,根据本文参考图9描述的示例性方面中的一个或多个在热管理系统和燃气涡轮发动机中操作可产生整体更有效的燃气涡轮发动机。具体而言,根据一个或多个

这些示例性方面的热管理系统中的操作可保存热并利用此保存的热来提高燃气涡轮发动机的效率。

[0117] 现在参考图10,描绘了根据本公开的示例实施例的示例计算系统300。例如,计算系统300可用作热管理系统100/燃气涡轮发动机的控制器115,82。计算系统300可包括一个或多个计算装置310。一个或多个计算装置310可包括一个或多个处理器310A和一个或多个存储器装置310B。一个或多个处理器310A可包括任何合适的处理装置,如微处理器、微控制器、集成电路、逻辑装置和/或其它合适的处理装置。一个或多个存储器装置310B可包括一个或多个计算机可读介质,包括但不限于非暂时性计算机可读介质、RAM、ROM、硬盘驱动器、闪存驱动器和/或其它存储器装置。

[0118] 一个或多个存储器装置310B可存储可由一个或多个处理器310A存取的信息,包括可由一个或多个处理器310A执行的计算机可读指令310C。指令310C可为当由一个或多个处理器310A执行时引起一个或多个处理器310A执行操作的任何指令集。在一些实施例中,指令310C可由一个或多个处理器310A执行以引起一个或多个处理器310A执行操作,如计算系统300和/或一个或多个计算装置310针对其构造的任何操作和功能、用于操作如本文所描述的热管理系统的操作(例如,方法200)、和/或一个或多个计算装置310的任何其它操作或功能。指令310C可为以任何合适的编程语言编写的软件,或可在硬件中实施。另外和/或备选地,指令310C可在一个或多个处理器310A上的逻辑和/或虚拟单独线程中执行。一个或多个存储器装置310B还可存储可由一个或多个处理器310A存取的数据310D。例如,数据310D可包括指示功率流的数据、指示发动机/飞行器操作状态的数据、和/或本文描述的任何其它数据和/或信息。

[0119] 一个或多个计算装置310还可包括用于例如与系统300的其它构件(例如,经由网络)通信的网络接口310E。网络接口310E可包括用于与一个或多个网络对接的任何合适的构件,例如包括发射器、接收器、端口、控制器、天线和/或其它合适的构件。一个或多个外部显示装置(未描绘)可构造为从一个或多个计算装置310接收一个或多个命令。

[0120] 本文所讨论的技术参照基于计算机的系统,以及由基于计算机的系统采取的动作和发送至基于计算机的系统和来自其的信息。本领域的普通技术人员将认识到,基于计算机的系统的固有灵活性允许了构件之间和之中的任务和功能性的多种多样的可能构造、组合和划分。例如,本文所讨论的过程可使用单个计算装置或组合工作的多个计算装置来实施。数据库、存储器、指令和应用程序可在单个系统上实施或分布在多个系统中。分布式构件可按顺序或并行地操作。

[0121] 本书面描述使用了实例来公开本发明,包括最佳模式,且还使本领域的任何技术人员能够实践本发明,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。本发明的可取得专利的范围由权利要求限定,且可包括本领域的技术人员想到的其它实例。如果此类其它实例包括并非不同于权利要求的书面语言的结构元件,或如果它们包括与权利要求的书面语言无实质差别的等同结构元件,则旨在此类其它实例在权利要求的范围内。

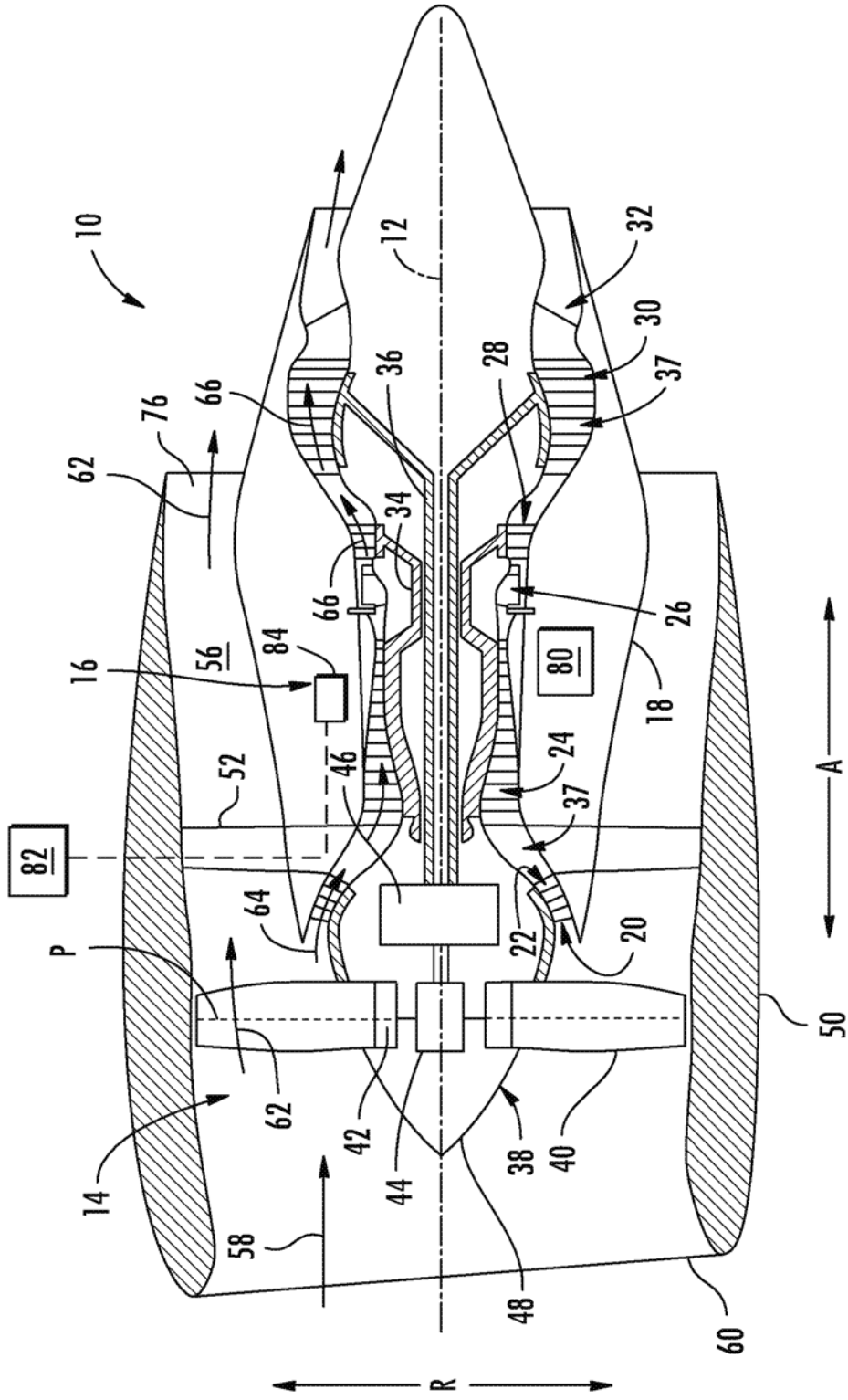


图 1

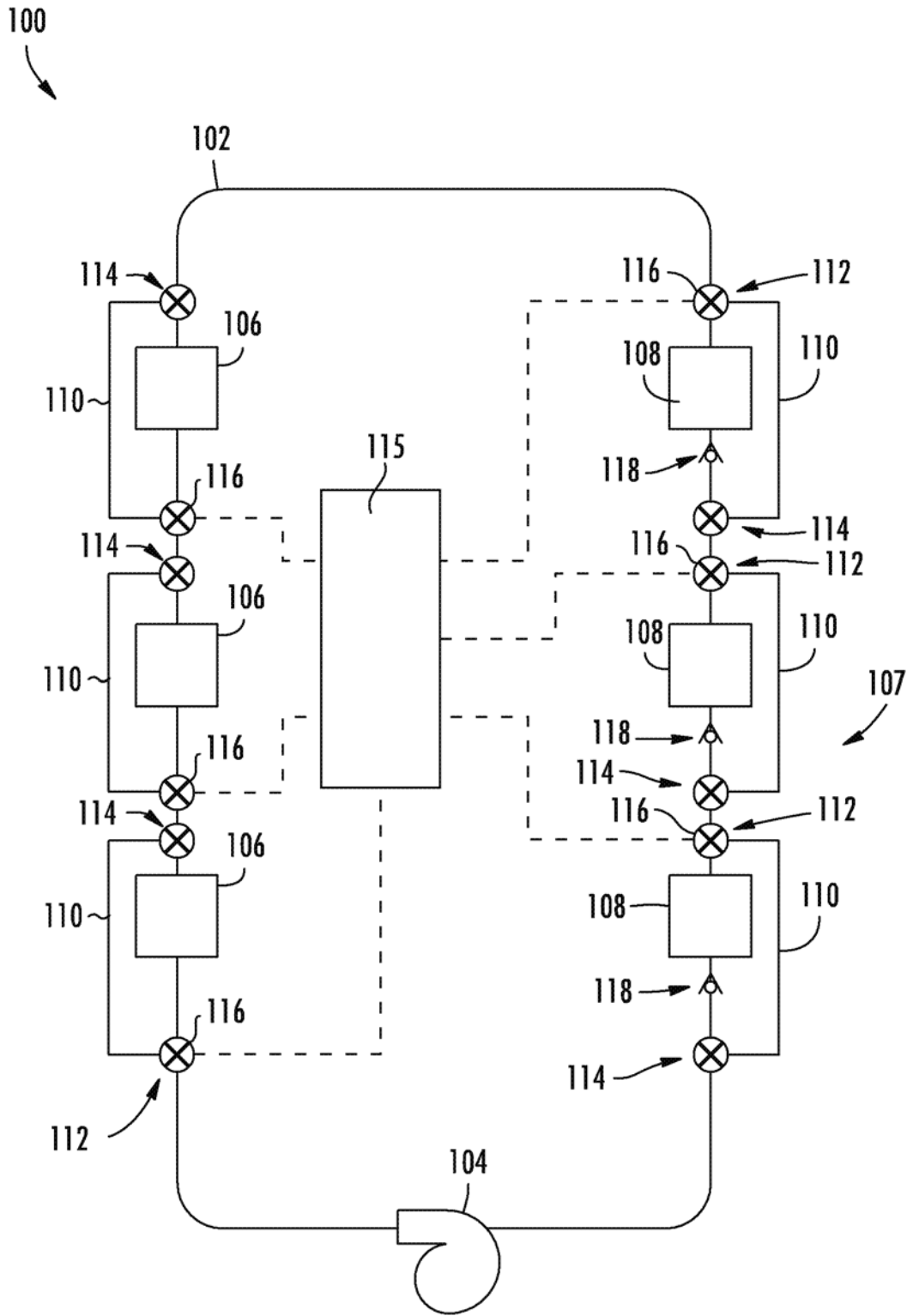


图 2

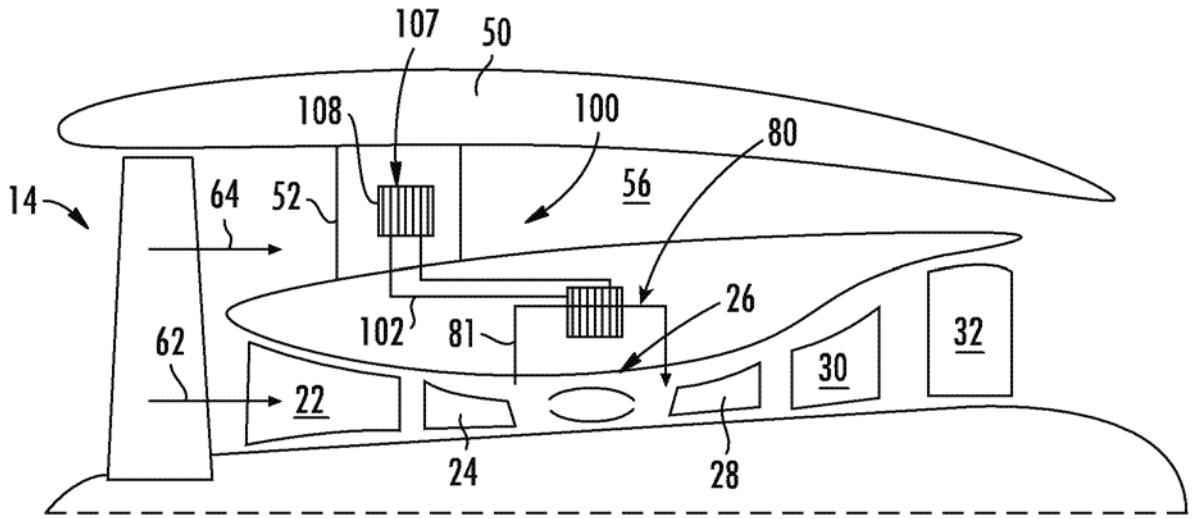


图 3

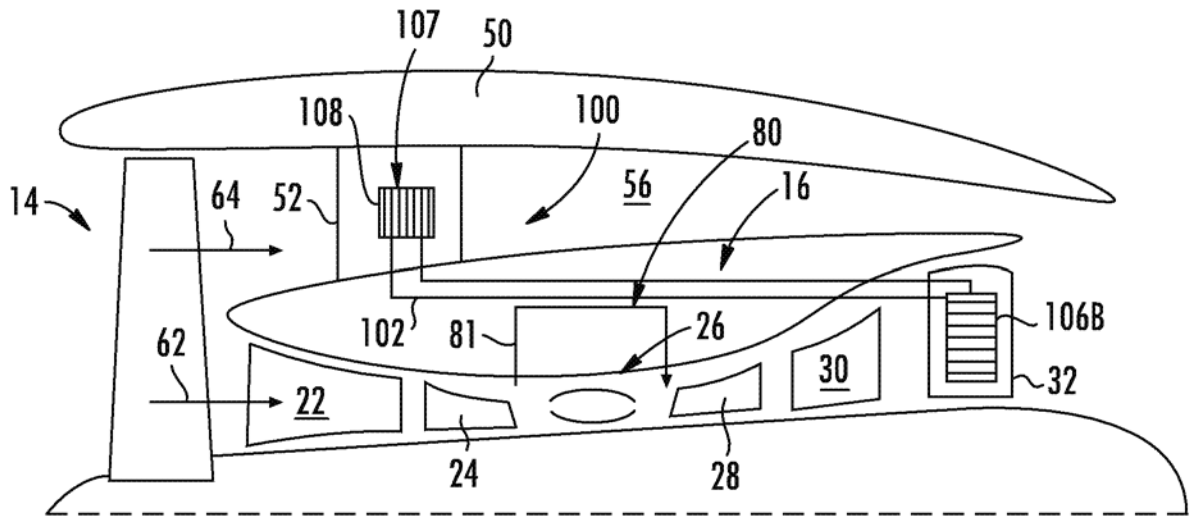


图 4

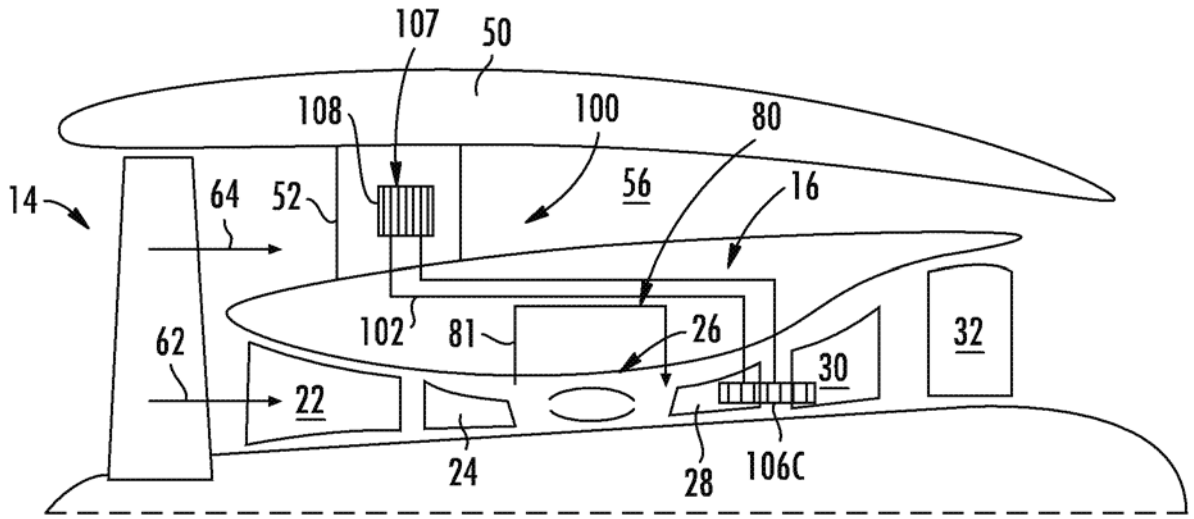


图 5

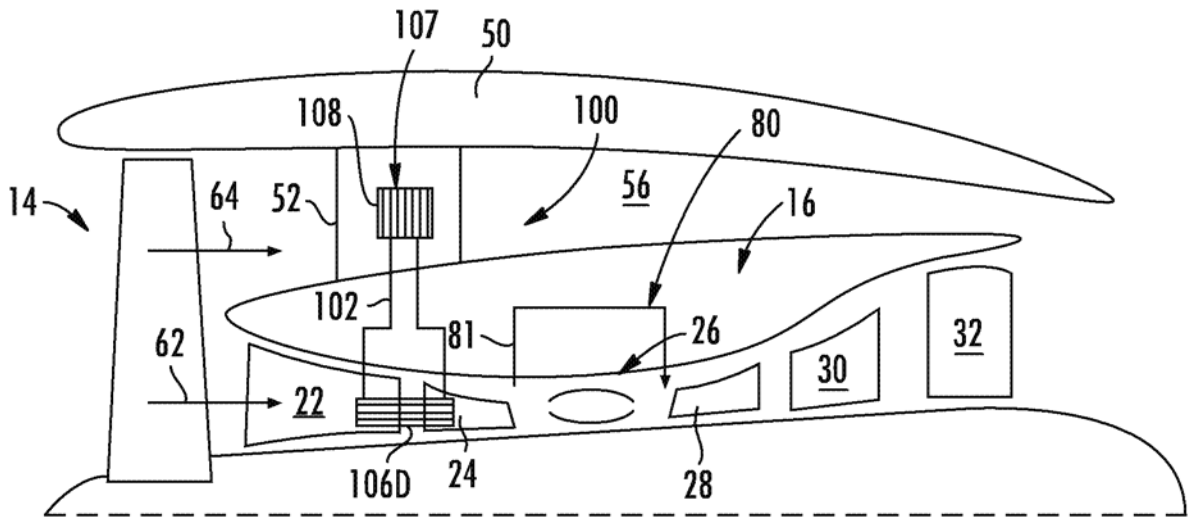


图 6

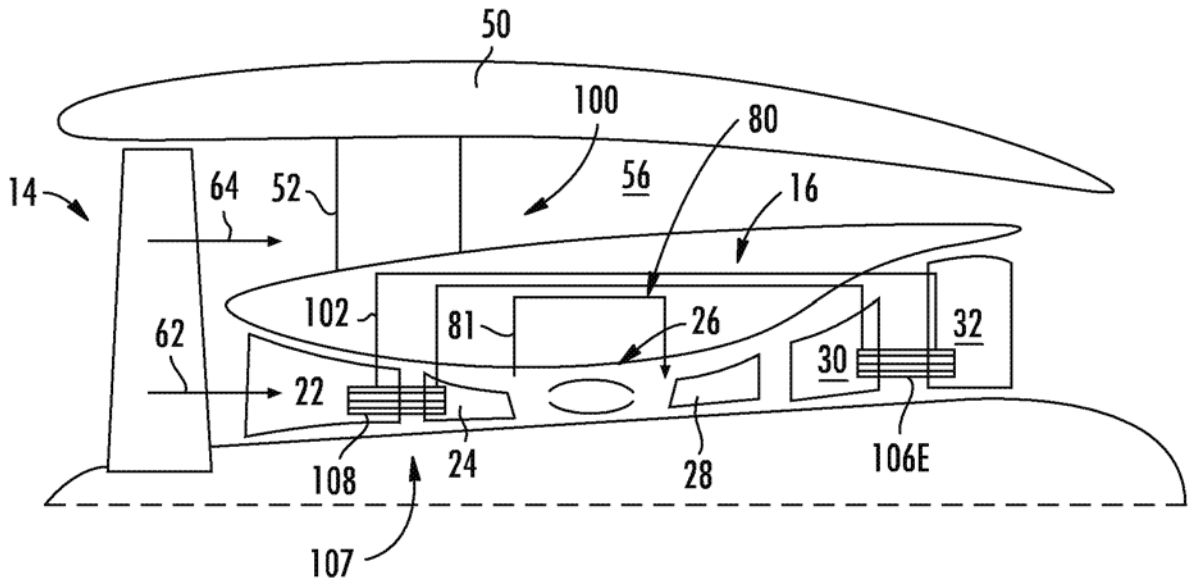


图 7

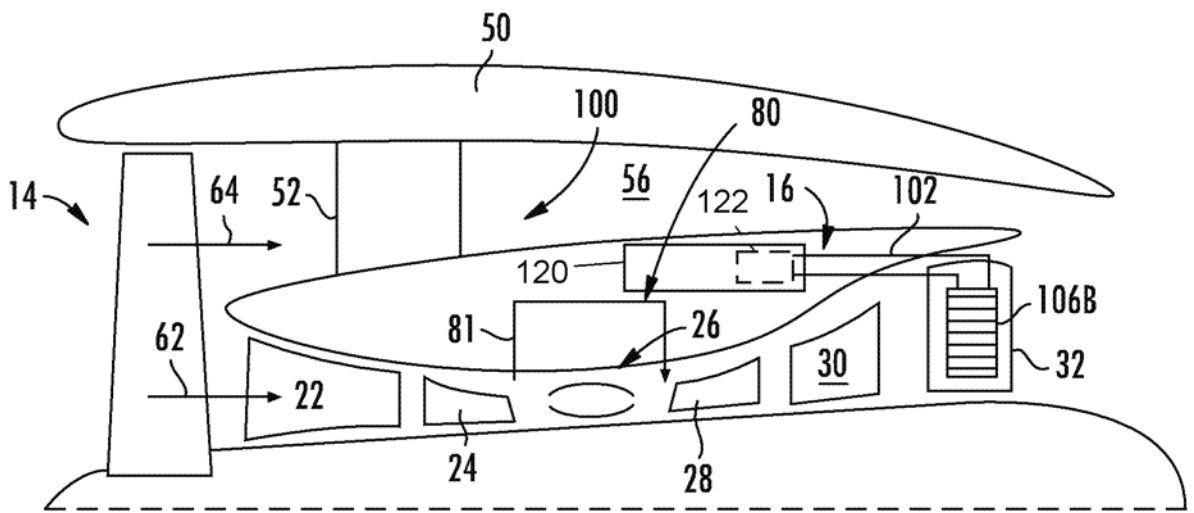


图 8

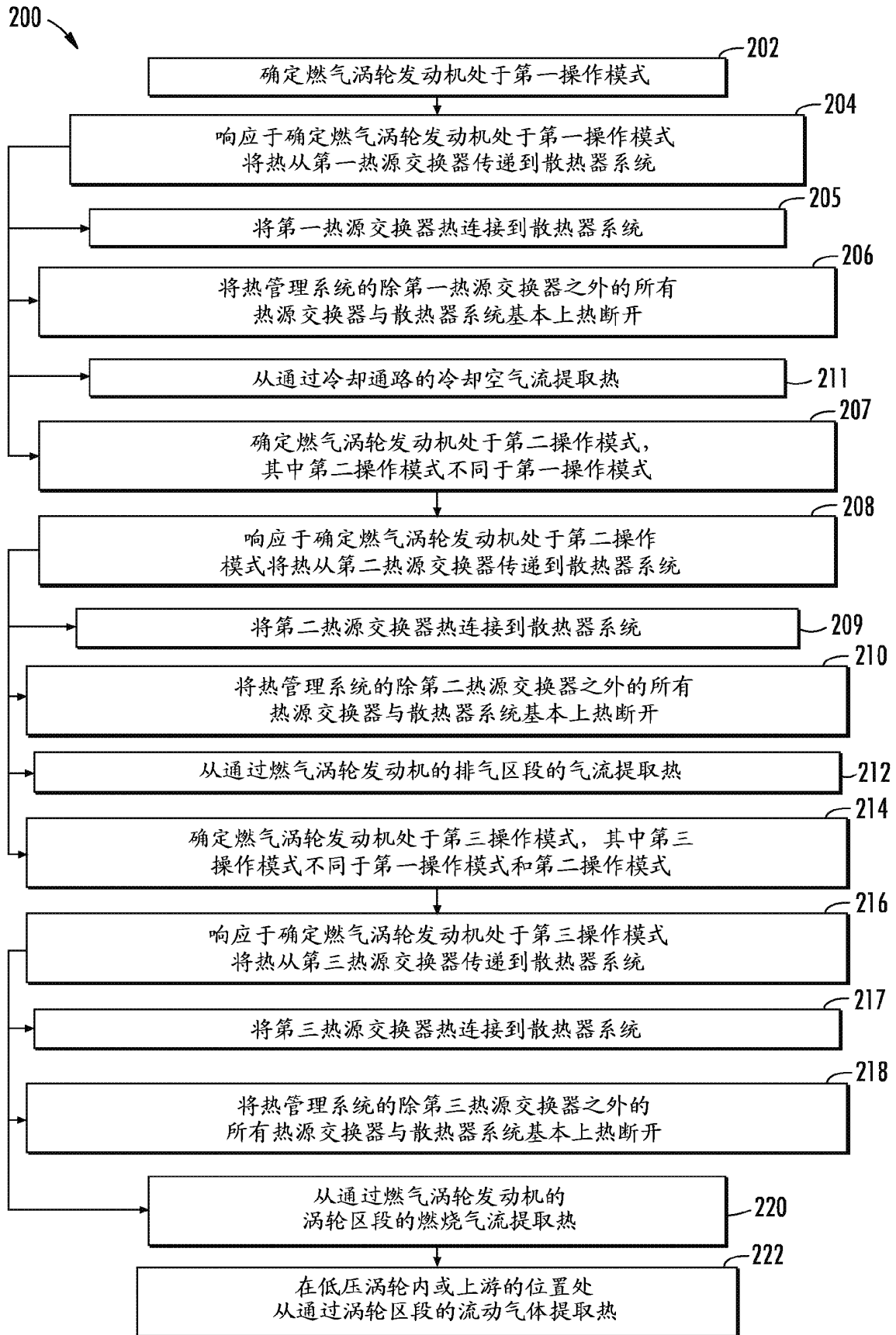


图 9

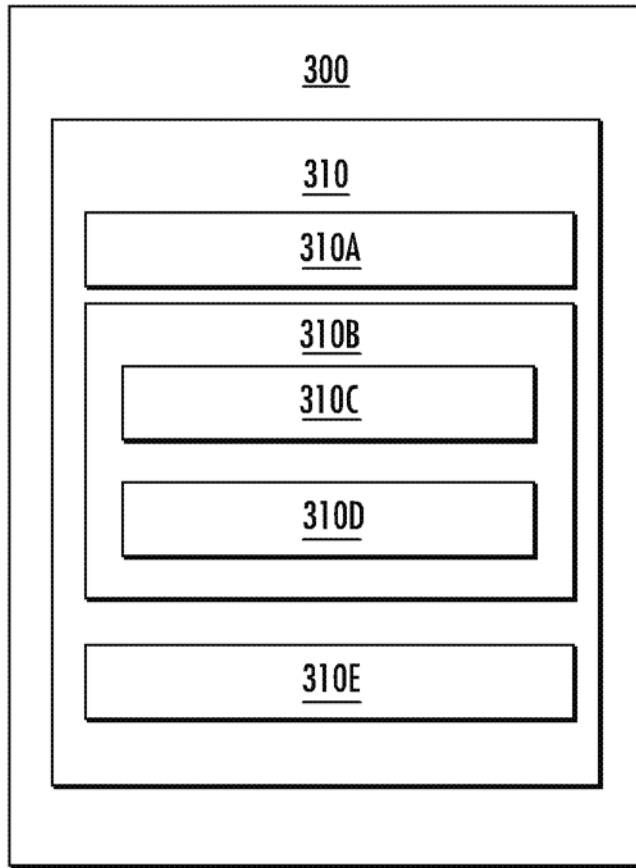


图 10