



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105074139 B

(45)授权公告日 2017.10.24

(21)申请号 201380069067.4

(22)申请日 2013.10.31

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105074139 A

(43)申请公布日 2015.11.18

(30)优先权数据

61/722,118 2012.11.02 US

61/722,115 2012.11.02 US

61/722,114 2012.11.02 US

61/722,111 2012.11.02 US

61/747,206 2012.12.28 US

14/066,488 2013.10.29 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.07.01

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2013/067901 2013.10.31

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/071088 EN 2014.05.08

(73)专利权人 埃克森美孚上游研究公司
地址 美国德克萨斯州

(72)发明人 P·K·比亚尼 S·W·雷尔斯
C·M·米兰达

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 赵蓉民 张全信

(51)Int.Cl.

F01D 25/30(2006.01)

F02C 3/34(2006.01)

F02C 7/18(2006.01)

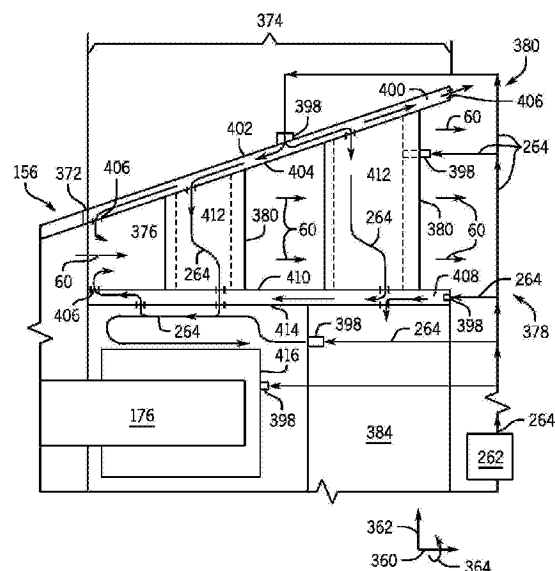
审查员 刘玲

(54)发明名称

燃气轮机系统及其操作方法

(57)摘要

本发明涉及燃气轮机系统,其包括燃气轮机发动机,所述燃气轮机发动机包括具有配置为生成燃烧产物的一个或多个燃烧室的燃烧室部分、在上游端和下游端之间具有一个或多个涡轮级的涡轮部分、布置在涡轮部分的下游端的下游的排气部分、以及连接至排气部分的流体供应系统。由燃烧产物驱动所述一个或多个涡轮级。排气部分具有配置为接收燃烧产物作为排气的排气通道。流体供应系统被配置为向排气部分输送冷却气体。冷却气体具有比排气更低的温度。冷却气体包括提取的排气、从提取的排气分离的气体、二氧化碳、一氧化碳、氮氧化物或其组合。本发明还涉及燃气轮机系统的操作方法。



1. 燃气轮机系统,其包括:

燃气轮机发动机,其包括:

燃烧室部分,其具有配置为生成燃烧产物的一个或多个燃烧室;

涡轮部分,其在上游端和下游端之间具有一个或多个涡轮级,其中所述一个或多个涡轮级由所述燃烧产物驱动;

排气部分,其布置在所述涡轮部分的所述下游端的下游,其中所述排气部分包括配置为接收所述燃烧产物作为排气的排气通道;和人行巷道,其配置为提供至排气部分的内部的通道,其中所述人行巷道包括流动连接至所述排气通道的一个或多个开口;和

连接至所述排气部分的流体供应系统,其中所述流体供应系统被配置为将冷却气体输送至所述排气部分并且通过所述人行巷道至所述排气部分的内部,其中所述冷却气体具有比所述排气更低的温度,其中至少一部分所述冷却气体被配置为通过所述人行巷道的一个或多个开口离开所述排气部分的内部进入所述排气通道,其中所述冷却气体包括提取的排气、从所述提取的排气分离的气体或其组合,并且所述提取的排气包括按体积计小于百万分之10000份(ppmv)的氧。

2. 权利要求1所述的系统,其中所述排气部分包括连接至所述流体供应系统的冷却气体通道,并且所述冷却气体通道延伸通过沿着所述排气通道的至少一个壁。

3. 权利要求2所述的系统,其中所述冷却气体通道与所述排气通道分隔。

4. 权利要求2所述的系统,其中所述冷却气体通道流动连接至所述排气通道。

5. 权利要求4所述的系统,其中所述排气部分包括沿着所述排气通道布置的壁,并且所述冷却气体通道通过所述壁中的多个开口流动连接至所述排气通道。

6. 权利要求2所述的系统,其中所述冷却气体通道延伸通过围绕所述排气通道的外护罩腔、被所述排气通道围绕的内护罩腔、突出进所述排气通道的叶片、具有轴承配件的轴承腔或其组合中的至少一个。

7. 权利要求2所述的系统,其中所述排气部分包括:

外护罩,其围绕所述排气通道周向地延伸;和

套管,其周向地围绕所述外护罩延伸以限定外护罩腔,其中所述冷却气体通道延伸通过所述外护罩腔。

8. 权利要求2所述的系统,其中所述排气部分包括:

突出进所述排气通道的叶片,其中所述叶片包括内部叶片腔,并且所述冷却气体通道延伸通过所述内部叶片腔。

9. 权利要求2所述的系统,其中所述排气部分包括:

内护罩,其围绕所述燃气轮机发动机的旋转轴周向地延伸以限定内护罩腔,其中所述排气通道围绕所述内护罩周向地延伸,并且所述冷却气体通道延伸通过所述内护罩腔。

10. 权利要求9所述的系统,其包括至少部分地布置在所述内护罩腔内的轴承配件。

11. 权利要求1所述的系统,其中所述燃气轮机发动机包括布置在轴承箱的轴承腔内的轴承配件,并且所述流体供应系统被连接至所述轴承箱以将所述冷却气体输送至所述轴承箱。

12. 权利要求1所述的系统,其中所述冷却气体包括所述提取的排气或从所述提取的排气分离的二氧化碳。

13. 权利要求1所述的系统,其中所述流体供应系统被连接至排气提取系统、排气处理系统、排气再循环系统、碳捕获系统、气体分离器、气体净化器、储罐、管道或其任意组合。

14. 权利要求1所述的系统,其中所述流体供应系统包括温度控制系统、压力控制系统、除湿系统、微粒去除系统或其任意组合。

15. 权利要求1所述的系统,其中所述燃气轮机发动机包括:

具有由所述涡轮部分驱动的排气压压缩机的压缩机部分,其中所述排气压压缩机被配置为压缩和输送所述排气至所述燃烧室。

16. 权利要求15所述的系统,其包括连接至所述燃气轮机发动机的排气提取系统和连接至所述排气提取系统的烃开采系统。

17. 权利要求15所述的系统,其中所述燃气轮机发动机是化学计量的排气再循环(SEGR)燃气轮机发动机。

18. 权利要求1所述的系统,其中所述排气部分包括人行巷道,其配置为提供至所述排气部分的内部的通道,并且其中所述人行巷道包括配置为在所述人行巷道内容纳所述冷却气体的流的密封件。

19. 权利要求1所述的系统,其中所述排气部分包括配置为从所述排气部分排出所述冷却气体的排气孔。

20. 权利要求1所述的系统,其中所述排气的温度和所述冷却气体的温度之间的差异大于100摄氏度。

21. 权利要求1所述的系统,其中所述排气的温度和所述冷却气体的温度之间的差异在20至400摄氏度之间。

22. 燃气轮机系统,其包括:

涡轮排气部分,其配置为安装在燃气轮机发动机的涡轮部分的下游,其中所述涡轮排气部分包括配置为从所述涡轮部分接收排气的排气通道,延伸通过所述涡轮排气部分的结构的冷却气体通道,和人行巷道,其配置为提供至所述涡轮排气部分的内部的通道,其中所述人行巷道延伸通过所述涡轮排气部分的套管和所述冷却气体通道;和

连接至所述排气部分的流体供应系统,其中所述流体供应系统被配置为将冷却气体输送至所述排气部分中的所述冷却气体通道,其中所述冷却气体具有比所述排气更低的温度,其中所述冷却气体包括提取的排气、从所述提取的排气分离的气体或其组合,并且所述提取的排气包括按体积计小于百万分之10000份(ppmv)的氧。

23. 权利要求22所述的系统,其包括具有连接至所述涡轮部分的所述涡轮排气部分的所述燃气轮机发动机。

24. 权利要求23所述的系统,其中所述燃气轮机发动机包括:

所述涡轮部分,其在上游端和下游端之间具有一个或多个涡轮级;

燃烧室部分,其具有涡轮燃烧室,所述涡轮燃烧室配置为生成燃烧产物以驱动所述涡轮部分中的所述一个或多个涡轮级;和

压缩机部分,其具有由所述涡轮部分驱动的排气压压缩机,其中所述排气压压缩机被配置为压缩和输送所述排气至所述涡轮燃烧室;

其中所述涡轮排气部分被连接至在所述涡轮部分的所述下游端的下游的所述燃气轮机发动机。

25. 权利要求24所述的系统,其中所述燃气轮机发动机是化学计量的排气再循环(SEGR)燃气轮机发动机。

26. 权利要求22所述的系统,其中所述冷却气体通道与所述排气通道分隔。

27. 权利要求22所述的系统,其中所述冷却气体通道流动连接至所述排气通道。

28. 权利要求27所述的系统,其中所述排气部分包括沿着所述排气通道布置的壁,并且所述冷却气体通道通过所述壁中的多个开口流动连接至所述排气通道。

29. 权利要求22所述的系统,其中所述冷却气体通道延伸通过围绕所述排气通道的外护罩腔、被所述排气通道围绕的内护罩腔、突出进所述排气通道的叶片、具有轴承配件的轴承腔或其组合中的至少一个。

30. 权利要求22所述的系统,其中所述冷却气体包括所述提取的排气或从所述提取的排气分离的二氧化碳。

31. 权利要求22所述的系统,其中所述流体供应系统被连接至排气提取系统、排气处理系统、排气再循环系统、碳捕获系统、气体分离器、气体净化器、储罐、管道或其任意组合。

32. 权利要求22所述的系统,其中所述流体供应系统包括温度控制系统、压力控制系统、除湿系统、微粒去除系统或其任意组合。

33. 权利要求22所述的系统,其中所述人行巷道包括配置为在所述人行巷道内容纳所述冷却气体的流的密封件。

34. 权利要求22所述的系统,其中所述涡轮排气部分包括配置为从所述涡轮排气部分排出所述冷却气体的排气孔。

35. 权利要求22所述的系统,其中所述排气的温度和所述冷却气体的温度之间的差异大于100摄氏度。

36. 权利要求22所述的系统,其中所述排气的温度和所述冷却气体的温度之间的差异在20至400摄氏度之间。

37. 燃气轮机系统,其包括:

涡轮排气部分,其配置为安装在燃气轮机发动机的涡轮部分的下游,其中所述涡轮排气部分包括配置为从所述涡轮部分接收排气的排气通道,延伸通过所述涡轮排气部分的结构的冷却气体通道,以将冷却气体输送至所述涡轮排气部分,和人行巷道,其配置为提供至所述涡轮排气部分的内部的通道,其中所述人行巷道延伸通过所述涡轮排气部分的套管和所述冷却气体通道,其中所述冷却气体具有比所述排气更低的温度,其中所述冷却气体包括提取的排气、从所述提取的排气分离的气体或其组合,并且所述提取的排气包括按体积计小于百万分之10000份(ppmv)的氧。

38. 权利要求37所述的系统,其包括连接至所述排气部分的流体供应系统,其中所述流体供应系统被配置为将所述冷却气体输送至所述排气部分中的所述冷却气体通道。

39. 权利要求37所述的系统,其包括具有连接至所述涡轮部分的所述涡轮排气部分的所述燃气轮机发动机。

40. 权利要求37所述的系统,其中所述冷却气体通道延伸通过围绕所述排气通道的外护罩腔、被所述排气通道围绕的内护罩腔、突出进所述排气通道的叶片、具有轴承配件的轴承腔或其组合中的至少一个。

41. 权利要求37所述的系统,其中所述人行巷道包括配置为在所述人行巷道内容纳所

述冷却气体的流的密封件。

42. 权利要求37所述的系统,其中所述涡轮排气部分包括配置为从所述涡轮排气部分排出所述冷却气体的排气孔。

43. 一种操作燃气轮机的方法,其包括:

在涡轮燃烧室的燃烧部分中燃烧燃料与氧化剂和排气以生成燃烧产物;

使用来自所述涡轮燃烧室的所述燃烧产物驱动涡轮;

通过排气部分中的排气通道膨胀和冷却来自所述涡轮的所述燃烧产物;

将冷却气体从流体供应系统输送至所述排气部分,其中所述冷却气体包括提取的排气、从所述提取的排气分离的气体或其组合,并且所述提取的排气包括按体积计小于百万分之10000份(ppmv)的氧;

通过所述排气部分的人行巷道从所述流体供应系统将所述冷却气体输送至所述排气部分的内护罩腔;和

通过所述人行巷道的一个或多个开口从所述内护罩腔将所述冷却气体输送至所述排气通道。

44. 权利要求43所述的方法,其包括从所述流体供应系统将所述冷却气体输送至所述排气部分的外护罩腔,其中所述外护罩腔被布置在外护罩和所述排气部分的套管之间,并且所述外护罩围绕所述排气通道周向地延伸。

45. 权利要求43所述的方法,其包括从所述流体供应系统将所述冷却气体输送至叶片的内部叶片腔,其中所述叶片延伸进所述排气部分的所述排气通道内。

46. 权利要求43所述的方法,其中所述排气部分的所述内护罩腔包括内护罩,所述内护罩围绕所述内护罩腔周向地延伸,并且所述排气通道围绕所述内护罩周向地延伸。

47. 权利要求43所述的方法,其中所述内护罩腔包括所述排气部分的轴承腔,其中所述轴承腔包括轴承配件。

48. 权利要求43所述的方法,其中燃烧包括化学计量地燃烧所述燃料与所述氧化剂和所述排气。

49. 权利要求43所述的方法,其包括提取一部分所述排气,并且输送所述一部分所述排气至烃开采系统。

50. 权利要求43所述的方法,其包括在所述排气部分的所述人行巷道内密封所述冷却气体的流。

51. 权利要求43所述的方法,其包括在循环所述冷却气体通过至少一个腔后,从所述排气部分排出所述冷却气体。

燃气轮机系统及其操作方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2013年10月29日提交的名为“SYSTEM AND METHOD FOR PROTECTING COMPONENTS IN A GAS TURBINE ENGINE WITH EXHAUST GAS RECIRCULATION”的美国非临时专利申请号14/066,488、2012年12月28日提交的名为“SYSTEM AND METHOD FOR PROTECTING COMPONENTS IN A GAS TURBINE ENGINE WITH EXHAUST GAS RECIRCULATION”的美国临时专利申请号61/747,206、2012年11月2日提交的名为“SYSTEM AND METHOD FOR DIFFUSION COMBUSTION IN A STOICHIOMETRIC EXHAUST GAS RECIRCULATION GAS TURBINE SYSTEM”的美国临时专利申请号61/722,118、2012年11月2日提交的名为“SYSTEM AND METHOD FOR DIFFUSION COMBUSTION WITH FUEL-DILUENT MIXING IN A STOICHIOMETRIC EXHAUST GAS RECIRCULATION GAS TURBINE SYSTEM”的美国临时专利申请号61/722,115、2012年11月2日提交的名为“SYSTEM AND METHOD FOR DIFFUSION COMBUSTION WITH FUEL-DILUENT MIXING IN A STOICHIOMETRIC EXHAUST GAS RECIRCULATION GAS TURBINE SYSTEM”的美国临时专利申请号61/722,114、和2012年11月2日提交的名为“SYSTEM AND METHOD FOR LOAD CONTROL WITH DIFFUSION COMBUSTION IN A STOICHIOMETRIC EXHAUST GAS RECIRCULATION GAS TURBINE SYSTEM”的美国临时专利申请号61/722,111的优先权和权益,全部这些为了所有目的在本文通过引用以其全文并入。

[0003] 发明背景

[0004] 本文公开的主题涉及燃气轮机发动机,并且更具体地涉及保护燃气轮机发动机中组件的系统和方法。

[0005] 燃气轮机发动机在多种多样的应用中被使用,诸如发电、航空器和各种机器。燃气轮机发动机通常在燃烧室部分燃烧燃料与氧化剂(例如,空气)以生成热燃烧产物,其然后驱动涡轮部分的一个或多个涡轮级。涡轮部分又驱动压缩机部分的一个或多个压缩机级,从而压缩氧化剂以便连同燃料吸入至燃烧室部分中。再次,在燃烧室部分中混合燃料和氧化剂,并且然后燃烧以产生热燃烧产物。不幸地,燃烧室部分和排气部分的某些组件暴露于高温,其可在组件上导致热膨胀、应力和/或磨损。排气还可泄露进燃烧室部分和/或排气部分的某些腔中,其中的组件对高温排气可具有较低的耐受性。此外,燃气轮机发动机通常消耗大量作为氧化剂的空气,并且输出相当大量的排气进入大气。换句话说,排气通常作为燃气轮机运行的副产物被浪费。

发明内容

[0006] 下文概述了在范围上与原始要求保护的发明相称的某些实施方式。这些实施方式不意欲限制要求保护的发明的范围,而是这些实施方式只意欲提供本发明的可能形式的简要概述。事实上,本发明可包含与下文列出的实施方式相似或不同的各种形式。

[0007] 在第一实施方式中,系统包括燃气轮机发动机,所述燃气轮机发动机包括燃烧室部分,其具有配置为生成燃烧产物的一个或多个燃烧室;和涡轮部分,其在上游端和下游端

之间具有一个或多个涡轮级。一个或多个涡轮级由燃烧产物驱动。燃气轮机发动机还包括布置在涡轮部分的下游端的下游的排气部分。排气部分具有配置为接收燃烧产物作为排气的排气通道。燃气轮机发动机还包括连接至排气部分的流体供应系统。流体供应系统被配置为将冷却气体输送至排气部分。冷却气体具有比排气更低的温度,其中冷却气体包括提取的排气、从提取的排气分离的气体、二氧化碳、一氧化碳、氮氧化物或其组合。

[0008] 在第二实施方式中,系统包括涡轮排气部分,其配置为安装在燃气轮机发动机的涡轮部分的下游。涡轮排气部分包括配置为从涡轮部分接收排气的排气通道和延伸通过涡轮排气部分的结构冷却气体通道。系统还包括连接至排气部分的流体供应系统。流体供应系统被配置为将冷却气体输送至排气部分中的冷却气体通道。冷却气体具有比排气更低的温度。冷却气体包括提取的排气、从提取的排气分离的气体、二氧化碳、一氧化碳、氮氧化物或其组合。

[0009] 在第三实施方式中,系统包括涡轮排气部分,其配置为安装在燃气轮机发动机的涡轮部分的下游。涡轮排气部分包括配置为从涡轮部分接收排气的排气通道和延伸通过涡轮排气部分的结构冷却气体通道,以将冷却气体输送至涡轮排气部分。冷却气体具有比排气更低的温度。冷却气体包括提取的排气、从提取的排气分离的气体、二氧化碳、一氧化碳、氮氧化物或其组合。

[0010] 在第四实施方式中,方法包括在涡轮燃烧室的燃烧部分中燃烧燃料与氧化剂和排气以生成燃烧产物,使用来自涡轮燃烧室的燃烧产物驱动涡轮,通过排气部分中的排气通道膨胀和冷却来自涡轮的燃烧产物,和将冷却气体从流体供应系统输送至排气部分。冷却气体包括提取的排气、从提取的排气分离的气体、二氧化碳、一氧化碳、氮氧化物或其组合。

附图说明

[0011] 当参阅附图阅读以下发明具体实施方式时,本发明的这些和其它特征、方面和优势将变得更好理解,其中,贯穿附图,相同的字符表示相同的部件,其中:

[0012] 图1是系统的实施方式的图,所述系统具有连接至烃开采系统的基于涡轮的服务系统;

[0013] 图2是图1的系统的实施方式的图,其进一步图解说明了控制系统和联合循环系统;

[0014] 图3是图1和2的系统的实施方式的图,其进一步图解说明了燃气轮机发动机、排气供应系统和排气加工系统的细节;

[0015] 图4是用于运行图1-3的系统的过程的实施方式的流程图;

[0016] 图5是燃气轮机发动机的流体供应系统的图;

[0017] 图6是连接至燃气轮机发动机的流体供应系统的实施方式的图;

[0018] 图7是连接至流体供应系统的燃气轮机发动机的部分的横截面视图;和

[0019] 图8是连接至流体供应系统的燃气轮机发动机的排气部分的部分的横截面视图。

具体实施方式

[0020] 将在下文描述本发明的一个或多个具体实施方式。试图提供这些实施方式的简洁描述,可不在说明书中描述实际实施的全部特征。应当理解的是,在任何这样的实际实施的

开发中,如在任何工程或设计项目中,必须做出众多实施特异性的决定以实现开发者的具体目标,诸如遵守系统相关和商业相关的约束,其可在一个实施与另一个之间改变。而且,应当理解的是,这样的开发努力可以是复杂且耗时的,但是对于具有本公开内容的益处的本领域普通技术人员来说,其将只不过是设计、制作和制造的常规任务。

[0021] 当介绍本发明的各种实施方式的元件时,冠词“一个(a)”、“一个(an)”、“该/所述(the)”和“所述(said)”意欲意为存在一个或多个元件。术语“包括(comprising)”、“包括(including)”和“具有(having)”意欲是开放性的并意为存在除所列元件外的额外元件。

[0022] 如下文详细讨论的,公开的实施方式一般地涉及具有排气再循环(EGR)的燃气轮机系统,并具体地涉及使用EGR的燃气轮机系统的化学计量操作。例如,燃气轮机系统可被配置为沿着排气再循环通路再循环排气,化学计量地燃烧燃料和氧化剂连同再循环的排气中的至少一些,并且捕获排气以在各种目标系统中使用。排气的再循环连同化学计量的燃烧可帮助升高排气中二氧化碳(CO₂)的浓度水平,其可然后被后处理以分离和净化CO₂和氮气(N₂),以在各种目标系统中使用。燃气轮机系统还可沿着排气再循环通路应用各种排气加工(例如,热回收、催化剂反应等),从而升高CO₂的浓度水平、减小其它排放物(例如,一氧化碳、氮氧化物和未燃烧的烃类)的浓度水平、和提高能量回收(例如,使用热回收单元)。此外,燃气轮机发动机可被配置为使用一个或多个扩散火焰(例如,使用扩散燃料喷嘴)、预混合火焰(例如,使用预混合燃料喷嘴)或其任意组合燃烧燃料和氧化剂。在某些实施方式中,扩散火焰可帮助维持稳定性和操作在化学计量的燃烧的某些限制内,其又帮助提高CO₂的产量。例如,使用扩散火焰运行的燃气轮机系统与使用预混合火焰运行的燃气轮机系统相比可使得产生更多数量的EGR。转而,增多数量的EGR帮助提高CO₂产量。可能的目标系统包括管道、储罐、碳封存系统和烃开采系统,诸如提高采收率法采油(EOR)系统。

[0023] 公开的实施方式提供了使用EGR保护燃气轮机发动机的组件(例如,经由保护性气流)的系统和方法。燃气轮机发动机可包括在上游端和下游端之间具有一个或多个涡轮级的涡轮部分。燃气轮机发动机还可包括布置在涡轮部分的下游端的下游的排气部分。另外,燃气轮机发动机可包括连接至排气部分的流体供应系统(例如,保护性或惰性气体供应)。流体供应系统可输送保护性气体(例如,惰性气体)至燃气轮机发动机的排气部分。例如,保护性气体可以基本上或完全地不含氧气、空气或其任意组合,并且保护性气体还可以基本上或完全地不含燃料或未燃烧的烃类。因此,保护性气体可被描述为无氧或基本无氧保护性气体,并且也是无燃料或基本无燃料保护性气体。保护性气体可包括惰性气体,其可以是稀有气体(noble gas)或基本不反应气体。尽管可在公开的实施方式中使用各种保护性气体,但是以下讨论集中于作为非限制性实例的惰性气体。由流体供应系统输送的惰性气体的实例包括,但不限于,氮气、二氧化碳、氩气、排气或其任意组合。惰性气体可被用于在排气部分的各种结构和组件中冷却、吹扫、流体密封或稀释腔。例如,由流体供应系统输送的惰性气体可被用于冷却外护罩腔、内护罩腔、叶片、轴承腔或其任意组合。惰性气体可经由连接至流体供应系统的惰性气体通道,从流体供应系统被输送至这些结构或组件中的一个或多个。

[0024] 由于输送自流体供应系统的惰性气体的温度可以小于流经排气部分的排气通道的排气的温度,惰性气体可帮助冷却排气部分的结构和组件。因而,惰性气体可帮助延长排气部分的结构和组件的寿命。在冷却排气部分的组件和结构后,惰性气体可与流经排气部

分的排气通道的排气结合。在某些实施方式中,相对于其它冷却流体,诸如空气,在排气部分中使用惰性气体用于冷却可提供数个优势。例如,可在某些应用中使用来自燃气轮机发动机的排气,其中排气中氧气的低浓度是期望的。与空气相比,惰性气体可包括极少至不包括氧气。因而,使用惰性气体用于排气部分的冷却可引入极少至无氧气的排气。此外,可在燃气轮机发动机的排气部分使用各种机油和润滑油。在排气部分的冷却期间,惰性气体可与润滑油或机油中的一个或多个接触。与空气相比,惰性气体可极少至不造成机油和/或润滑油的劣化。换句话说,惰性气体通常不与机油和/或润滑油反应。因而,使用惰性气体用于冷却排气部分可延长在排气部分中使用的机油和润滑油的寿命。额外地或可选地,当将惰性气体用于冷却时,可在排气部分中使用较便宜的机油和/或润滑油。另外,惰性气体可被用于帮助清除和/或稀释泄漏进排气部分的腔内的排气。额外地或可选地,惰性气体可被用于对腔增压以抵抗泄漏排气进入腔内。

[0025] 图1是具有与基于涡轮的服务系统14相关联的烃开采系统12的系统10的实施方式的图。如在下文进一步细节中讨论的,基于涡轮的服务系统14的各种实施方式被配置为向烃开采系统12提供各种服务,诸如电功率、机械功率和流体(例如,排气),以促进油和/或气的开采或回收。在图解说明的实施方式中,烃开采系统12包括连接至地下储层20(例如,油、气或烃储层)的油/气提取系统16和提高采收率法采油(EOR)系统18。油/气提取系统16包括连接至油/气井26的各种地面设备22,诸如采油树或生产树24。此外,井26可包括通过土地32中的钻探孔30延伸至地下储层20的一个或多个管件(tubular)28。采油树24包括一个或多个阀门、节流器、隔离套筒、防喷器和各种流速控制装置,其调节压力和控制至地下储层20和来自地下储层20的流动。虽然采油树24通常被用于控制来自地下储层20的开采流体(例如,油或气)的流动,但是EOR系统18可通过向地下储层20注入一种或多种流体增加油或气的开采。

[0026] 因此,EOR系统18可包括流体注入系统34,其具有通过土地32中的钻孔38延伸至地下储层20的一个或多个管件36。例如,EOR系统18可将一种或多种流体40,诸如气体、蒸汽、水、化学品或其任意组合,输送至流体注入系统34内。例如,如在下文进一步细节中讨论的,EOR系统18可连接至基于涡轮的服务系统14,使得系统14将排气42(例如,基本上或完全不含氧气)用作注入流体40输送至EOR系统18。如箭头44所指示的,流体注入系统34将流体40(例如,排气42)通过一个或多个管件36输送至地下储层20内。注入流体40通过管件36进入地下储层20,所述管件36距离油/气井26的管件28偏距46。因此,如箭头50所指示的,注入流体40驱替布置在地下储层20中的油/气48,并且驱动油/气48向上通过烃开采系统12的一个或多个管件28。如在下文进一步细节中讨论的,注入流体40可包括起源于基于涡轮的服务系统14的排气42,所述基于涡轮的服务系统14能够通过烃开采系统12根据需要现场生成排气42。换句话说,基于涡轮的系统14可同时地生成烃开采系统12使用的一个或多个服务(例如,电功率、机械功率、蒸汽、水(例如,淡化水)和排气(例如,基本上不含氧气)),从而减少或消除对外部来源的这类服务的依赖。

[0027] 在图解说明的实施方式中,基于涡轮的服务系统14包括化学计量的排气再循环(SEGR)燃气轮机系统52和排气(EG)加工系统54。燃气轮机系统52可被配置为以化学计量的燃烧模式的操作(例如,化学计量控制模式)和非化学计量的燃烧模式的操作(例如,非化学计量控制模式)运转,诸如贫油控制模式或富油控制模式。在化学计量控制模式中,燃烧通

常以燃料和氧化剂的基本化学计量比发生,从而导致基本化学计量的燃烧。具体而言,化学计量的燃烧通常涉及在燃烧反应中基本上消耗全部的燃料和氧化剂,使得燃烧产物基本上或完全地不含未燃烧的燃料和氧化剂。化学计量的燃烧的一个测量是当量比或 $\phi(\Phi)$,其是实际燃料/氧化剂比相对于化学计量的燃料/氧化剂比的比率。大于1.0的当量比导致燃料和氧化剂的富油燃烧,而小于1.0的当量比导致燃料和氧化剂的贫油燃烧。相比之下,1.0的当量比导致既不是富油也不是贫油的燃烧,从而在燃烧反应中基本上消耗全部的燃料和氧化剂。在公开的実施方式的上下文中,术语化学计量或基本化学计量可以是指大约0.95至大约1.05的当量比。然而,公开的實施方式还可包括 1.0 ± 0.01 、0.02、0.03、0.04、0.05或更多的当量比。另外,基于涡轮的服务系统14中的燃料和氧化剂的化学计量的燃烧可导致基本上没有未燃烧的燃料或氧化剂剩余的燃烧产物或排气(例如,42)。例如,排气42可具有按体积计小于百分之1、2、3、4或5的氧化剂(例如,氧气)、未燃烧的燃料或烃类(例如,HC)、氮氧化物(例如, NO_x)、一氧化碳(CO)、硫氧化物(例如, SO_x)、氢气和不完全燃烧的其它产物。进一步的实例,排气42可具有按体积计小于大约百万分之(ppmv) 10、20、30、40、50、60、70、80、90、100、200、300、400、500、1000、2000、3000、4000或5000的氧化剂(例如,氧气)、未燃烧的燃料或烃类(例如,HC)、氮氧化物(例如, NO_x)、一氧化碳(CO)、硫氧化物(例如, SO_x)、氢气和不完全燃烧的其它产物。然而,公开的實施方式还可产生其它范围的残余燃料、氧化剂和排气42中的其它排放污染程度。如本文使用的,术语排放物、排放污染程度和排放目标是指某些燃烧产物(例如, NO_x 、CO、 SO_x 、 O_2 、 N_2 、 H_2 、HC等)的浓度水平,其可存在于再循环气流、排放气流(例如,排入大气中)和各种目标系统(例如,烃开采系统12)中使用的气流。

[0028] 尽管SEGR燃气轮机系统52和EG加工系统54在不同实施方式中可包括各种组件,但是图解说明的EG加工系统54包括热回收蒸汽发生器(HRSG) 56和排气再循环(EGR)系统58,其接收并处理来源自SEGR燃气轮机系统52的排气60。HRSG 56可包括一个或多个热交换器、冷凝器和各种热回收设备,其共同地作用以将热从排气60转移至水流,从而生成蒸汽62。可在一个或多个蒸汽涡轮、EOR系统18或烃开采系统12的任何其它部分中使用蒸汽62。例如,HRSG 56可生成低压、中压和/或高压蒸汽62,其可被可选择地施加于低、中和高压蒸汽涡轮级,或者EOR系统18的不同应用。除蒸汽62外,可由HRSG56、EGR系统58和/或EG加工系统54的另一个部分或SEGR燃气轮机系统52生成处理过的水64,诸如淡化水。处理过的水64(例如,淡化水)在水短缺区域,诸如内陆或沙漠地区可以是特别有用的。由于SEGR燃气轮机系统52内大体积的空气驱动的燃料燃烧,可至少部分地生成处理过的水64。虽然蒸汽62和水64的现场生成在许多应用(包括烃开采系统12)中可以有利的,但是由于其来源自SEGR燃气轮机系统52的低氧气含量、高压和热,排气42、60的现场生成对EOR系统18可以是特别有利的。因此,HRSG 56、EGR系统58和/或EG加工系统54的另一个部分可输出或再循环排气66进入SEGR燃气轮机系统52,同时还输送排气42至EOR系统18用于烃开采系统12。同样地,可直接从SEGR燃气轮机系统52提取排气42(即,不穿过EG加工系统54)以在烃开采系统12的EOR系统18中使用。

[0029] 排气再循环由EG加工系统54的EGR系统58处理。例如,EGR系统58包括一个或多个导管、阀门、鼓风机、排气处理系统(例如,过滤器、微粒去除单元、气体分离单元、气体净化单元、热交换器、热回收单元、除湿单元、催化剂单元、化学品注入单元或其任意组合),并且控制沿着从SEGR燃气轮机系统52的输出(例如,排放的排气60)至输入(例如,吸入的排气

66)的排气循环通路再循环排气。在图解说明的实施方式中,SEGR燃气轮机系统52将排气66吸入至具有一个或多个压缩机的压缩机部分,从而压缩排气66以在燃烧室部分连同吸入的氧化剂68和一种或多种燃料70一起使用。氧化剂68可包括环境空气、纯氧、富氧空气、少氧空气、氧气-氮气混合物或促进燃料70燃烧的任意合适的氧化剂。燃料70可包括一种或多种气体燃料、液体燃料或其任意组合。例如,燃料70可包括天然气、液化天然气(LNG)、合成气、甲烷、乙烷、丙烷、丁烷、石脑油、煤油、柴油燃料、乙醇、甲醇、生物燃料或其任意组合。

[0030] SEGR燃气轮机系统52在燃烧室部分混合和燃烧排气66、氧化剂68和燃料70,从而生成热燃烧气体或排气60以驱动涡轮部分中的一个或多个涡轮级。在某些实施方式中,燃烧室部分中的每个燃烧室包括一个或多个预混合燃料喷嘴、一个或多个扩散燃料喷嘴或其任意组合。例如,每个预混合燃料喷嘴可被配置为,内部混合在燃料喷嘴和/或部分在燃料喷嘴的上游内的氧化剂68和燃料70,从而从燃料喷嘴将氧化剂-燃料混合物注入至燃烧区中用于预混合燃烧(例如,预混合火焰)。进一步的实例,每个扩散燃料喷嘴可被配置为隔离燃料喷嘴内氧化剂68和燃料70的流,从而从燃料喷嘴分别将氧化剂68和燃料70注入至燃烧区用于扩散燃烧(例如,扩散火焰)。具体而言,由扩散燃料喷嘴提供的扩散燃烧延迟氧化剂68和燃料70的混合,直至到达初始燃烧点,即,火焰区域。在应用扩散燃料喷嘴的实施方式中,扩散火焰可提供增强的火焰稳定性,因为扩散火焰通常在氧化剂68和燃料70的单独流之间的化学计量点处形成(即,如同正在混合氧化剂68和燃料70)。在某些实施方式中,可在扩散燃料喷嘴或预混合燃料喷嘴中预混合一种或多种稀释剂(例如,排气60、蒸汽、氮气或另一种惰性气体)与氧化剂68、燃料70或二者。此外,一种或多种稀释剂(例如,排气60、蒸汽、氮气或另一种惰性气体)可在每个燃烧室内的燃烧点或其下游处被注入燃烧室。使用这些稀释剂可帮助缓和火焰(例如,预混合火焰或扩散火焰),从而帮助减少NO_x排放物,诸如一氧化氮(NO)和二氧化氮(NO₂)。无论火焰的类型,燃烧产生热燃烧气体或排气60以驱动一个或多个涡轮级。随着每个涡轮级被排气60所驱动,SEGR燃气轮机系统52生成机械功率72和/或电功率74(例如,经由发电机)。系统52还输出排气60,并且可进一步输出水64。再次,水64可以是处理过的水,诸如淡化水,其在各种现场或非现场应用中可以有用的。

[0031] 使用一个或多个提取点76还由SEGR燃气轮机系统52提供排气提取。例如,图解说明的实施方式包括具有排气(EG)提取系统80和排气(EG)处理系统82的排气(EG)供应系统78,其从提取点76接收排气42、处理排气42、并且然后供应或分配排气42至各种目标系统。目标系统可包括EOR系统18和/或其它系统,诸如管道86、储罐88或碳封存系统90。EG提取系统80可包括一个或多个导管、阀门、控制件和分流器(flow separation),其促进排气42与氧化剂68、燃料70和其它污染物的隔离,同时还控制提取的排气42的温度、压力和流速。EG处理系统82可包括一个或多个热交换器(例如,诸如热回收蒸汽发生器、冷凝器、冷却器或加热器的热回收单元)、催化剂系统(例如,氧化催化剂系统)、微粒和/或水去除系统(例如,气体脱水单元、惯性分离器、凝聚过滤器、不透水过滤器和其它过滤器)、化学品注入系统、基于溶剂的处理系统(例如,吸收器、闪蒸罐(flash tank)等)、碳捕获系统、气体分离系统、气体净化系统和/或基于溶剂的处理系统、排气压缩机、其任意组合。EG处理系统82的这些子系统能够控制温度、压力、流速、水分含量(例如,水去除量)、微粒含量(例如,微粒去除量)和气体组成(例如,CO₂、N₂等的百分比)。

[0032] 取决于目标系统,由EG处理系统82的一个或多个子系统处理提取的排气42。例如,

EG处理系统82可引导全部或部分排气42通过碳捕获系统、气体分离系统、气体净化系统和/或基于溶剂的处理系统,其被控制为分离和净化含碳气体(例如,二氧化碳)92和/或氮气(N₂)94以在各种目标系统中使用。例如,EG处理系统82的实施方式可执行气体分离和净化以产生排气42的多个不同的流95,诸如第一流96、第二流97和第三流98。第一流96可具有富二氧化碳和/或贫氮气的第一组成(例如,富CO₂、贫N₂流)。第二流97可具有中等浓度水平的二氧化碳和/或氮气的第二组成(例如,中等浓度CO₂、N₂流)。第三流98可具有二氧化碳贫瘠和/或氮气丰富的第三组成(例如,贫CO₂、富N₂流)。每个流95(例如,96、97和98)可包括气体脱水单元、过滤器、气体压缩机或其任意组合,以促进输送流95至目标系统。在某些实施方式中,富CO₂、贫N₂流96可具有按体积计大于大约百分之70、75、80、85、90、95、96、97、98或99的CO₂纯度或浓度水平,以及小于按体积计大约百分之1、2、3、4、5、10、15、20、25或30的N₂纯度或浓度水平。相反,贫CO₂、富N₂流98可具有按体积计小于大约百分之1、2、3、4、5、10、15、20、25或30的CO₂纯度或浓度水平,以及按体积计大于大约百分之70、75、80、85、90、95、96、97、98或99的N₂纯度或浓度水平。中等浓度CO₂、N₂流97可具有按体积计大约百分之30至70、35至65、40至60或45至55之间的CO₂纯度或浓度水平和/或N₂纯度或浓度水平。尽管前述范围仅仅是非限制性实例,但是富CO₂、贫N₂流96和贫CO₂、富N₂流98可以是特别适合于与EOR系统18和其它系统84一起使用。然而,可单独地或以各种组合与EOR系统18和其它系统84一起使用任意这些富、贫或中等浓度CO₂流95。例如,EOR系统18和其它系统84(例如,管道86、储罐88和碳封存系统90)每个可接收一个或多个富CO₂、贫N₂流96、一个或多个贫CO₂、富N₂流98、一个或多个中等浓度CO₂、N₂流97、和一个或多个未处理的排气42流(即,绕过EG处理系统82)。

[0033] EG提取系统80在沿着压缩机部分、燃烧室部分和/或涡轮部分的一个或多个提取点76处提取排气42,使得可在合适温度和压力下的EOR系统18和其它系统84中使用排气42。EG提取系统80和/或EG处理系统82还可循环来往至EG加工系统54的流体流动(例如,排气42)。例如,穿过EG加工系统54的一部分排气42可以是由EG提取系统80提取的以在EOR系统18和其它系统84中使用。在某些实施方式中,EG供应系统78和EG加工系统54可以是独立的或相互整合的,并且因而可使用独立或共同的子系统。例如,可由EG供应系统78和EG加工系统54二者使用EG处理系统82。提取自EG加工系统54的排气42可经历多级气体处理,诸如EG加工系统54中的一级或多级的气体处理,然后是EG处理系统82中的一级或多级的气体处理。

[0034] 在每个提取点76处,由于基本上化学计量的燃烧和/或EG加工系统54中的气体处理,提取的排气42可以是基本上不含氧化剂68和燃料70(例如,未燃烧的燃料或烃类)的。此外,取决于目标系统,提取的排气42可经历EG供应系统78中的EG处理系统82的进一步处理,从而进一步减少任何残余氧化剂68、燃料70或其它非期望的燃烧产物。例如,在EG处理系统82中的处理之前或之后,提取的排气42可具有按体积计小于百分之1、2、3、4或5的氧化剂(例如,氧气)、未燃烧的燃料或烃类(例如,HC)、氮氧化物(例如,NO_x)、一氧化碳(CO)、硫氧化物(例如,SO_x)、氢气和其它不完全燃烧产物。进一步的实例,在EG处理系统82中的处理之前或之后,提取的排气42可具有按体积计小于大约百万分之(ppmv)10、20、30、40、50、60、70、80、90、100、200、300、400、500、1000、2000、3000、4000或5000的氧化剂(例如,氧气)、未燃烧的燃料或烃类(例如,HC)、氮氧化物(例如,NO_x)、一氧化碳(CO)、硫氧化物(例如,SO_x)、

氢气和它不完全燃烧产物。因而,排气42特别适于与EOR系统18一起使用。

[0035] 涡轮系统52的EGR操作特别地使众多位置76处的排气提取成为可能。例如,系统52的压缩机部分可被用于压缩不带有任何氧化剂68的排气66(即,只压缩排气66),使得在加入氧化剂68和燃料70之前,可从压缩机部分和/或燃烧室部分提取基本上不含氧气的排气42。提取点76可位于邻近压缩机级之间的级间气口处、沿着压缩机排放外壳的气口处、沿着燃烧室部分的每个燃烧室的气口处、或其任意组合。在某些实施方式中,排气66可以不与氧化剂68和燃料70混合,直到其到达燃烧室部分中的每个燃烧室的头端部分和/或燃料喷嘴。此外,一个或多个分流器(例如,壁、分隔器、挡板等)可被用于将氧化剂68和燃料70与提取点76分隔。在具有这些分流器的情况下,可沿着燃烧室部分中的每个燃烧室的壁直接布置提取点76。

[0036] 一旦排气66、氧化剂68和燃料70流过头端部分(例如,通过燃料喷嘴)进入每个燃烧室的燃烧部分(例如,燃烧室),控制SEGR燃气轮机系统52以提供排气66、氧化剂68和燃料70的基本上化学计量的燃烧。例如,系统52可维持大约0.95至大约1.05的当量比。结果,每个燃烧室中的排气66、氧化剂68和燃料70的混合物的燃烧产物基本上不含氧气和未燃烧的燃料。因而,燃烧产物(或排气)可以从SEGR燃气轮机系统52的涡轮部分提取的,以用作传输至EOR系统18的排气42。沿着涡轮部分,提取点76可位于任何涡轮级处,诸如邻近涡轮级之间的级间气口。因而,使用任意前述的提取点76,基于涡轮的服务系统14可生成、提取和输送排气42至烃开采系统12(例如,EOR系统18),以在从地下储层20开采油/气48中使用。

[0037] 图2是图1的系统10的实施方式的图,其图解说明了连接至基于涡轮的服务系统14和烃开采系统12的控制系统100。在图解说明的实施方式中,基于涡轮的服务系统14包括联合循环系统102,其包括作为前置循环的SEGR燃气轮机系统52、作为后置循环(bottoming cycle)的蒸汽涡轮104、和从排气60回收热以生成用于驱动蒸汽涡轮104的蒸汽62的HRSG 56。再次,SEGR燃气轮机系统52接收、混合以及化学计量地燃烧排气66、氧化剂68和燃料70(例如,预混合和/或扩散火焰),从而产生排气60、机械功率72、电功率74和/或水64。例如,SEGR燃气轮机系统52可驱动一个或多个负荷或机器106,诸如发电机、氧化剂压缩机(例如,主空气压缩机)、齿轮箱、泵、烃开采系统12的设备或其任意组合。在一些实施方式中,机器106可包括与SEGR燃气轮机系统52串联的其它驱动器,诸如电动机或蒸汽涡轮(例如,蒸汽涡轮104)。因此,由SEGR燃气轮机系统52(和任意另外的驱动器)驱动的机器的输出106可包括机械功率72和电功率74。可在现场使用机械功率72和/或电功率74用于向烃开采系统12提供电力,电功率74可被分配至电网或其任意组合。机器106的输出还可包括压缩流体,诸如压缩氧化剂68(例如,空气或氧气),用于吸入SEGR燃气轮机系统52的燃烧部分中。这些输出(例如,排气60、机械功率72、电功率74和/或水64)中的每个可被认为是基于涡轮的服务系统14的服务。

[0038] SEGR燃气轮机系统52产生基本上不含氧气的排气42、60,并且输送该排气42、60至EG加工系统54和/或EG供应系统78。EG供应系统78可处理和输送排气42(例如,流95)至烃开采系统12和/或其它系统84。如上所讨论的,EG加工系统54可包括HRSG 56和EGR系统58。HRSG 56可包括一个或多个热交换器、冷凝器和各种热回收设备,其可被用于从排气60回收或转移热至水108以生成用于驱动蒸汽涡轮104的蒸汽62。与SEGR燃气轮机系统52类似,蒸汽涡轮104可驱动一个或多个负荷或机器106,从而生成机械功率72和电功率74。在图解说

明的实施方式中,SEGR燃气轮机系统52和蒸汽涡轮104被串联安置以驱动相同的机器106。然而,在其它实施方式中,SEGR燃气轮机系统52和蒸汽涡轮104可单独地驱动不同的机器106以独立地生成机械功率72和/或电功率74。当蒸汽涡轮104被来自HRSG 56的蒸汽62驱动时,蒸汽62逐步降低温度和压力。因此,蒸汽涡轮104再循环使用的蒸汽62和/或水108回到HRSG 56中经由来自排气60的热回收用于另外的蒸汽生成。除蒸汽生成外,HRSG 56、EGR系统58和/或EG加工系统54的另一部分可产生与烃开采系统12一起使用的水64、排气42,和用作进入SEGR燃气轮机系统52的输入的排气66。例如,水64可以是在其它应用中使用的处理过的水64,诸如淡化水。淡化水在低水可用性的地区中可以是特别有用的。对于排气60,在使或不使排气60穿过HRSG 56的情况下,EG加工系统54的实施方式可被配置为通过EGR系统58再循环排气60。

[0039] 在图解说明的实施方式中,SEGR燃气轮机系统52具有排气再循环通路110,其从系统52的排气出口延伸至排气进口。沿着通路110,排气60穿过EG加工系统54,所述EG加工系统54在图解说明的实施方式中包括HRSG 56和EGR系统58。EGR系统58可包括沿着通路110串联和/或并联布置的一个或多个导管、阀门、鼓风机、气体处理系统(例如,过滤器、微粒去除单元、气体分离单元、气体净化单元、热交换器、诸如热回收蒸汽发生器的热回收单元、除湿单元、催化剂单元、化学品注入单元或其任意组合)。换句话说,EGR系统58可包括沿着系统52的排气出口和排气进口之间的排气再循环通路110的任何流速控制组件、压力控制组件、温度控制组件、湿度控制组件和气体组成控制组件。因此,在具有沿着通路110的HRSG 56的实施方式中,HRSG 56可被认为是EGR系统58的组件。然而,在某些实施方式中,可沿着独立于排气再循环通路110的排气通路布置HRSG 56。无论HRSG 56是沿着与EGR系统58的单独通路或是共同通路,HRSG56和EGR系统58吸入排气60并输出与EG供应系统78一起使用的再循环排气66、排气42(例如,用于烃开采系统12和/或其它系统84),或者另一个输出的排气。再次,SEGR燃气轮机系统52吸入、混合并化学计量地燃烧排气66、氧化剂68和燃料70(例如,预混和/或扩散火焰)以产生用于分配至EG加工系统54、烃开采系统12或其它系统84的基本上不含氧气和不含燃料的排气60。

[0040] 如上参阅图1指出的,烃开采系统12可包括各种设备以促进通过油/气井26从地下储层20采收或开采油/气48。例如,烃开采系统12可包括具有流体注入系统34的EOR系统18。在图解说明的实施方式中,流体注入系统34包括排气注入EOR系统112和蒸汽注入EOR系统114。尽管流体注入系统34可从各种来源接收流体,但是图解说明的实施方式可从基于涡轮的服务系统14接收排气42和蒸汽62。由基于涡轮的服务系统14产生的排气42和/或蒸汽62也可被输送至烃开采系统12以在其它油/气系统116中使用。

[0041] 排气42和/或蒸汽62的数量、质量和流动可被控制系统100控制。控制系统100可完全地专用于基于涡轮的服务系统14,或者控制系统100还可任选地为烃开采系统12和/或其它系统84提供控制(或者提供至少一些数据以促进控制)。在图解说明的实施方式中,控制系统100包括具有处理器120、存储器122、蒸汽涡轮控制件124、SEGR燃气轮机系统控制件126和机器控制件128的控制器118。处理器120可包括单处理器或者两个或更多个冗余处理器,诸如用于控制基于涡轮的服务系统14的三重冗余处理器。存储器122可包括易失性和/或非易失性存储器。例如,存储器122可包括一个或多个硬盘驱动器、闪存存储器、只读存储器、随机读取存储器或其任意组合。控制件124、126和128可包括软件和/或硬件控制件。例

如,控制件124、126和128可包括存储在存储器122上并由处理器120可执行的各种指令或代码。控制件124被配置为控制蒸汽涡轮104的操作,SEGR燃气轮机系统控制件126被配置为控制系统52,并且机器控制件128被配置为控制机器106。因而,控制器118(例如,控制件124、126和128)可被配置为协调基于涡轮的服务系统14的各种子系统以向烃开采系统12提供合适流的排气42。

[0042] 在控制系统100的某些实施方式中,附图中图解说明或本文描述的每个元件(例如,系统、子系统和组件)包括(例如,直接在这些元件内、这些元件的上游或下游)一个或多个工业控制零件,诸如传感器和控制装置,其在连同控制器118的工业控制网络之上相互相通地连接。例如,与每个元件相关联的控制装置可包括专用的装置控制器(例如,包括处理器、存储器和控制指令)、一个或多个致动器、阀门、开关和工业控制设备,其使得能够基于传感器反馈130控制来自控制器118的控制信号、来自用户的控制信号或其任意组合。因而,可使用由控制器118、与每个元件相关联的专用的装置控制器或其组合存储和/或可执行的控制指令实施本文所述的任何控制功能。

[0043] 为了促进这样的控制功能,控制系统100包括遍及系统10分布的一个或多个传感器以获取在各种控制件的执行中使用的传感器反馈130,例如,控制件124、126和128。例如,传感器反馈130可获取自遍及SEGR燃气轮机系统52、机器106、EG加工系统54、蒸汽涡轮104、烃开采系统12分布的传感器、或者遍及基于涡轮的服务系统14或烃开采系统12分布的其它组件。例如,传感器反馈130可包括温度反馈、压力反馈、流速反馈、火焰温度反馈、燃烧动力学反馈、吸入氧化剂组成反馈、吸入燃料组成反馈、排气组成反馈、机械功率72的输出水平、电功率74的输出水平、排气42、60的输出量、水64的输出量或质量、或其任意组合。例如,传感器反馈130可包括排气42、60的组成以促进SEGR燃气轮机系统52中的化学计量的燃烧。例如,传感器反馈130可包括来自沿着氧化剂68的氧化剂供应通路的一个或多个吸入氧化剂传感器、沿着燃料70的燃料供应通路的一个或多个吸入燃料传感器、和沿着排气再循环通路110和/或在SEGR燃气轮机系统52内布置的一个或多个排气排放物传感器的反馈。吸入氧化剂传感器、吸入燃料传感器和排气排放物传感器可包括温度传感器、压力传感器、流速传感器和组成传感器。排放物传感器可包括用于氮氧化物(例如, NO_x 传感器)、碳氧化物(例如, CO 传感器和 CO_2 传感器)、硫氧化物(例如, SO_x 传感器)、氢气(例如, H_2 传感器)、氧气(例如, O_2 传感器)、未燃烧的烃类(例如, HC 传感器)、或不完全燃烧的其它产物、或其任意组合的传感器。

[0044] 使用此反馈130,控制系统100可调整(例如,升高、降低或维持)进入SEGR燃气轮机系统52(其它运行参数之中)的排气66、氧化剂68和/或燃料70的吸入流动以维持当量比在合适的范围内,例如,大约0.95至大约1.05之间、大约0.95至大约1.0之间、大约1.0至大约1.05之间或基本上处于1.0。例如,控制系统100可分析反馈130以检测排气排放物(例如,氮氧化物、碳氧化物诸如 CO 和 CO_2 、硫氧化物、氢气、氧气、未燃烧的烃类、和不完全燃烧的其它产物的浓度水平)和/或测定当量比,并且然后控制一个或多个组件以调节排气排放物(例如,排气42中的浓度水平)和/或当量比。受控组件可包括参阅附图所图解说明和描述的任意组件,包括但不限于,沿着用于氧化剂68、燃料70和排气66的供应通路的阀门;氧化剂压缩机、燃料泵或EG加工系统54中的任意组件;SEGR燃气轮机系统52的任意组件、或其任意组合。受控组件可调节(例如,升高、降低或维持)流速、温度、压力或在SEGR燃气轮机系统52内

燃烧的氧化剂68、燃料70和排气66的百分比(例如,当量比)。受控组件还可包括一个或多个气体处理系统,诸如催化剂单元(例如,氧化催化剂单元)、催化剂供应单元(例如,氧化燃料、热、电力等)、气体净化和/或分离单元(例如,基于溶剂的分离器、吸收器、闪蒸罐等)和过滤单元。气体处理系统可帮助减少沿着排气再循环通路110、通气通路(例如,排气进入大气)或提取通路至EG供应系统78的各种排气排放物。

[0045] 在某些实施方式中,控制系统100可分析反馈130并控制一个或多个组件以维持或减少排放物污染程度(例如,排气42、60、95中的浓度水平)至目标范围,诸如按体积计小于大约百万分之(ppmv) 10、20、30、40、50、100、200、300、400、500、1000、2000、3000、4000、5000或10000。这些目标范围对每个排气排放物可以是相同或不同的,例如,氮氧化物、一氧化碳、硫氧化物、氢气、氧气、未燃烧的烃类和不完全燃烧的其它产物的浓度水平。例如,取决于当量比,控制系统100可以可选择地控制氧化剂(例如,氧气)的排气排放物(例如,浓度水平)在小于大约10、20、30、40、50、60、70、80、90、100、250、500、750或1000ppmv的目标范围内;一氧化碳(CO)在小于大约20、50、100、200、500、1000、2500或5000ppmv的目标范围内;和氮氧化物(NO_x) 在小于大约50、100、200、300、400或500ppmv的目标范围内。在某些实施方式中,以基本上化学计量的当量比操作,控制系统100可以可选择地控制氧化剂(例如,氧气)的排气排放物(例如,浓度水平)在小于大约10、20、30、40、50、60、70、80、90或100ppmv的目标范围内;和一氧化碳(CO)在小于大约500、1000、2000、3000、4000或5000ppmv的目标范围内。在某些实施方式中,以贫油当量比(例如,大约0.95至1.0之间)操作,控制系统100可以可选择地控制氧化剂(例如,氧气)的排气排放物(例如,浓度水平)在小于大约500、600、700、800、900、1000、1100、1200、1300、1400或1500ppmv的目标范围内;一氧化碳(CO)在小于大约10、20、30、40、50、60、70、80、90、100、150或200ppmv的目标范围内;和氮氧化物(NO_x) 在小于大约50、100、150、200、250、300、350或400ppmv的目标范围内。前述的目标范围仅仅是实例,并不意欲限制公开的实施方案的范围。

[0046] 控制系统100还可被连接至本地界面132和远程界面134。例如,本地界面132可包括现场布置在基于涡轮的服务系统14和/或烃开采系统12的计算机工作站。相反,远程界面134可包括诸如通过网络连接非现场布置在基于涡轮的服务系统14和烃开采系统12的计算机工作站。这些界面132和134促进检测和控制基于涡轮的服务系统14,诸如通过一个或多个传感器反馈130、运行参数等的图形显示器。

[0047] 再次,如上文所提到的,控制器118包括各种控制件124、126和128以促进控制基于涡轮的服务系统14。蒸汽涡轮控制件124可接收传感器反馈130和输出控制命令以促进蒸汽涡轮104的操作。例如,蒸汽涡轮控制件124可接收来自HRSG 56、机器106、沿着蒸汽62的通路的热度和压力传感器、沿着水108的通路的热度和压力传感器、和指示机械功率72和电功率74的各种传感器的传感器反馈130。同样地,SEGR燃气轮机系统控制件126可接收来自沿着SEGR燃气轮机系统52、机器106、EG加工系统54或其任意组合布置的一个或多个传感器的传感器反馈130。例如,传感器反馈130可获取自在SEGR燃气轮机系统52之内或之外布置的温度传感器、压力传感器、间隙传感器、振动传感器、火焰传感器、燃料组成传感器、排气组成传感器或其任意组合。最后,机器控制件128可接收来自与机械功率72和电功率74相关联的各种传感器、以及在机器106内布置的传感器的传感器反馈130。这些控制件124、126和128中的每个使用传感器反馈130以改进基于涡轮的服务系统14的操作。

[0048] 在图解说明的实施方式中,SEGR燃气轮机系统控制件126可执行指令以控制EG加工系统54、EG供应系统78、烃开采系统12和/或其它系统84中的排气42、60、95的数量和质量。例如,SEGR燃气轮机系统控制件126可维持排气60中氧化剂(例如,氧气)和/或未燃烧的燃料的水平低于适合于在排气注入EOR系统112中使用的阈值。在某些实施方式中,阈值水平按排气42、60的体积计可小于氧化剂(例如,氧气)和/或未燃烧的燃料的百分之1、2、3、4或5;或氧化剂(例如,氧气)和/或未燃烧的燃料(和其它排气排放物)的阈值水平在排气42、60中按体积计可小于大约百万分之(ppmv) 10、20、30、40、50、60、70、80、90、100、200、300、400、500、1000、2000、3000、4000或5000。进一步的实例,为了实现这些低水平的氧化剂(例如,氧气)和/或未燃烧的燃料,SEGR燃气轮机系统控制件126可维持SEGR燃气轮机系统52中大约0.95和大约1.05之间的燃烧的当量比。SEGR燃气轮机系统控制件126还可控制EG提取系统80和EG处理系统82以维持排气42、60、95的温度、压力、流速和气体组成在用于排气注入EOR系统112、管道86、储罐88和碳封存系统90的合适范围内。如上所讨论的,可控制EG处理系统82以净化和/或分离排气42为一个或多个气流95,诸如富CO₂、贫N₂流96、中等浓度CO₂、N₂流97、和贫CO₂、富N₂流98。除了对排气42、60和95控制外,控制件124、126和128可执行一个或多个指令维持机械功率72在合适的功率范围内,或维持电功率74在合适的频率和功率的范围内。

[0049] 图3是系统10的实施方式的图,其进一步图解说明了与烃开采系统12和/或其它系统84一起使用的SEGR燃气轮机系统52的细节。在图解说明的实施方式中,SEGR燃气轮机系统52包括连接至EG加工系统54的燃气轮机发动机150。图解说明的燃气轮机发动机150包括压缩机部分152、燃烧室部分154和膨胀机部分或涡轮部分156。压缩机部分152包括一个或多个排气压缩机或压缩机级158,诸如以串联布置布置的回转式压缩机叶片的1至20级。同样地,燃烧室部分154包括一个或多个燃烧室160,诸如围绕SEGR燃气轮机系统52的旋转轴162周向地分布的1至20个燃烧室160。此外,每个燃烧室160可包括配置为注入排气66、氧化剂68和/或燃料70的一种或多种燃料喷嘴164。例如,每个燃烧室160的头端部分166可安置1、2、3、4、5、6或更多个燃料喷嘴164,其可将排气66、氧化剂68和/或燃料70的流或混合物注入至燃烧室160的燃烧部分168(例如,燃烧室)。

[0050] 燃料喷嘴164可包括预混合燃料喷嘴164(例如,配置为预混合氧化剂68和燃料70用于生成氧化剂/燃料预混合火焰)和/或扩散燃料喷嘴164(例如,配置为注入氧化剂68和燃料70的单独流用于生成氧化剂/燃料扩散火焰)的任意组合。预混合燃料喷嘴164的实施方式可包括在燃烧室168中注入和燃烧前,在喷嘴164内内部地混合氧化剂68和燃料70的旋流叶片、混合室或其它零件。预混合燃料喷嘴164还可接收至少一些部分混合的氧化剂68和燃料70。在某些实施方式中,每个扩散燃料喷嘴164可隔离氧化剂68和燃料70的流直到注入点,同时也隔离一种或多种稀释剂(例如,排气66、蒸汽、氮气或另一种惰性气体)的流直到注入点。在其它实施方式中,每个扩散燃料喷嘴164可隔离氧化剂68和燃料70的流直到注入点,同时在注入点之前将一种或多种稀释剂(例如,排气66、蒸汽、氮气或另一种惰性气体)与氧化剂68和/或燃料70部分地混合。此外,一种或多种稀释剂(例如,排气66、蒸汽、氮气或另一种惰性气体)可在燃烧区或其下游被注入至燃烧室(例如,进入热燃烧产物),从而帮助降低热燃烧产物的温度和减少NO_x排放物(例如,NO和NO₂)。无论燃料喷嘴164的类型,可控制SEGR燃气轮机系统52提供氧化剂68和燃料70的基本上化学计量的燃烧。

[0051] 在使用扩散燃料喷嘴164的扩散燃烧实施方式中,燃料70和氧化剂68通常不在扩散火焰的上游混合,相反,燃料70和氧化剂68直接在火焰表面和/或存在于燃料70和氧化剂68之间的混合位置处的火焰表面处混合和反应。具体而言,燃料70和氧化剂68单独地接近火焰表面(或扩散边界/界面),并且然后沿着(例如,经由分子或粘性扩散)火焰表面(或扩散边界/界面)扩散以生成扩散火焰。值得注意的是,燃料70和氧化剂68沿着此火焰表面(或扩散边界/界面)可以处于基本上化学计量比,其可导致沿着此火焰表面的更高的火焰温度(例如,峰值火焰温度)。当与贫油或富油燃料/氧化剂比相比时,化学计量的燃料/氧化剂比通常导致更高的火焰温度(例如,峰值火焰温度)。结果,扩散火焰基本上可以比预混合火焰更稳定,因为燃料70和氧化剂68的扩散帮助维持沿着火焰的化学计量比(和更高的温度)。尽管更高的火焰温度可造成更多的排气排放物,诸如NO_x排放物,但是公开的实施方式使用一种或多种稀释剂帮助控制温度和排放物,然而仍避免燃料70和氧化剂68的任何预混合。例如,公开的实施方式可引入与燃料70和氧化剂68分离(例如,在燃烧点后和/或扩散火焰的下游)的一种或多种稀释剂,从而帮助减小温度和减少由扩散火焰产生的排放物(例如,NO_x排放物)。

[0052] 在操作中,如图解说明的,压缩机部分152接收并压缩来自EG加工系统54的排气66,并且输出压缩排气170至燃烧室部分154中的每个燃烧室160。每个燃烧室160内的燃料60、氧化剂68和排气170一经燃烧,额外的排气或燃烧产物172(即,燃烧气体)被输送至涡轮部分156内。与压缩机部分152类似,涡轮部分156包括一个或多个涡轮或涡轮级174,其可包括一系列回转式涡轮叶片。这些涡轮叶片随后被燃烧室部分154中生成的燃烧产物172所驱动,从而驱动连接至机器106的传动轴176旋转。另外,机器106可包括连接至SEGR燃气轮机系统52的任一末端的各种设备,诸如连接至涡轮部分156的机器106、178和/或连接至压缩机部分152的机器106、180。在某些实施方式中,机器106、178、180可包括一个或多个发电机、用于氧化剂68的氧化剂压缩机、用于燃料70的燃料泵、齿轮箱或连接至SEGR燃气轮机系统52的额外的驱动器(例如蒸汽涡轮104、电动机等)。参阅表1在下文进一步详细讨论了非限制性实例。如图解说明的,涡轮部分156从涡轮部分156的排气出口182输出排气60至排气进口184而进入压缩机部分152,从而沿着排气再循环通路110再循环。如上文详细讨论的,沿着排气再循环通路110,排气60穿过EG加工系统54(例如,HRSG 56和/或EGR系统58)。

[0053] 再次,燃烧室部分154中的每个燃烧室160接收、混合和化学计量地燃烧压缩排气170、氧化剂68和燃料70以产生额外的排气或燃烧产物172以驱动涡轮部分156。在某些实施方式中,氧化剂68被氧化剂压缩系统186压缩,诸如具有一个或多个氧化剂压缩机(MOC)的主氧化剂压缩(MOC)系统(例如,主空气压缩(MAC)系统)。氧化剂压缩系统186包括连接至驱动器190的氧化剂压缩机188。例如,驱动器190可包括电动机、内燃机或其任意组合。在某些实施方式中,驱动器190可以是涡轮发动机,诸如燃气轮机发动机150。因此,氧化剂压缩系统186可以是机器106的组成部分。换句话说,可由燃气轮机发动机150的传动轴176供应的机械功率72直接或间接驱动压缩机188。在这样的实施方式中,可不包括驱动器190,因为压缩机188依赖于来自涡轮发动机150的功率输出。然而,在某些实施方式中,采用了超过一个氧化剂压缩机,第一氧化剂压缩机(例如,低压(LP)氧化剂压缩机)可被驱动器190驱动,同时传动轴176驱动第二氧化剂压缩机(例如,高压(HP)氧化剂压缩机),或反之亦然。例如,在另一个实施方式中,驱动器190驱动HP MOC且传动轴176驱动LP氧化剂压缩机。在图解说明

的实施方式中,氧化剂压缩系统186与机器106分离。在每个这些实施方式中,压缩系统186压缩和供应氧化剂68至燃料喷嘴164和燃烧室160。因此,一些或全部机器106、178、180可被配置为提高压缩系统186(例如,压缩机188和/或额外的压缩机)的运行效率。

[0054] 可以以一个或多个串联布置、平行布置或串联和平行布置的任意组合沿着传动轴176的线和/或平行于传动轴176的线布置指示为元件号106A、106B、106C、106D、106E和106F的机器106多种组件。例如,机器106、178、180(例如,106A到106F)可包括以任何顺序的任何串联和/或平行布置的一个或多个齿轮箱(例如,平行传动轴、行星齿轮箱)、一个或多个压缩机(例如,氧化剂压缩机、诸如EG增压压缩机的增压压缩机)、一个或多个发电单元(例如,发电机)、一个或多个驱动器(例如,蒸汽涡轮发动机、电动机)、热交换单元(例如,直接或间接热交换器)、离合器或其任意组合。压缩机可包括轴向式压缩机、径向式或离心式压缩机、或其任意组合,每个具有一个或多个压缩级。至于热交换器,直接热交换器可包括喷雾冷却器(例如,喷雾中间冷却器),其喷射液体喷雾进入气流(例如,氧化剂流),用于直接冷却气流。间接热交换器可包括分离第一和第二流的至少一个壁(例如,壳管式热交换器),诸如从冷却剂流(例如,水、空气、制冷剂或任何其它液体或气体冷却剂)分离的流体流(例如,氧化剂流),其中冷却剂流从流体流转移热而没有任何直接接触。间接热交换器的实例包括中间冷却器热交换器和热回收单元,诸如热回收蒸汽发生器。热交换器还可包括加热器。如在下文进一步细节中讨论的,可在如表1中列出的非限制性实例所指示的各种燃烧中使用这些机器组件中的每个。

[0055] 通常,机器106、178、180可被配置为通过以下方法提高压缩系统186的效率,例如,调节系统186中一个或多个氧化剂压缩机的运行速度、通过冷却和/或多余功率的提取促进氧化剂68的压缩。公开的实施方式倾向于包括在机器106、178、180中以串联和平行布置的前述的组件的任意和全部排列,其中组件中的一个、超过一个、全部或没有组件从传动轴176获得功率。如下文图解说明的,表1描绘了接近和/或连接至压缩机和涡轮部分152、156布置的机器106、178、180的布置的一些非限制性实例。

[0056] 表1

[0057]

106A	106B	106C	106D	106E	106F
MOC	GEN				
MOC	GBX	GEN			
LP MOC	HP MOC	GEN			
HP MOC	GBX	LP MOC	GEN		
MOC MOC	GBX	GEN			
HP MOC	GBX	GEN	LP MOC		
MOC MOC	GBX GBX	GEN DRV			
DRV	GBX	LP MOC	HP MOC	GBX	GEN
DRV	GBX	HP MOC	LP MOC	GEN	

[0058]

HP MOC	GBX CLR	LP MOC	GEN		
HP MOC	GBX CLR	LP MOC	GBX	GEN	
HP MOC	GBX HTR STGN	LP MOC	GEN		
MOC	GEN	DRV			
MOC	DRV	GEN			
DRV	MOC	GEN			
DRV	CLU	MOC	GEN		
DRV	CLU	MOC	GBX	GEN	

[0059] 如在上文表1中图解说明的,冷却单元表示为CLR,离合器表示为CLU,驱动器表示为DRV,齿轮箱表示为GBX,发生器表示为GEN,加热单元表示为HTR,主氧化剂压缩机单元表示为MOC且低压和高压变体分别表示为LP MOC和HP MOC,并且蒸汽发生器单元表示为STGN。尽管表1图解说明了朝向压缩机部分152或涡轮部分156的顺序中的机器106、178、180,表1也意欲覆盖机器106、178、180的反向顺序。在表1中,包括两个或更多个组件的任意格意欲

覆盖组件的平行布置。表1不意欲排除机器106、178、180的任何非图解说明的排列。机器106、178、180的这些组件可以使氧化剂68的温度、压力和流速的反馈控制能够发送至燃气轮机发动机150。如在下文进一步细节中讨论的,可在特定选择的位置将氧化剂68和燃料70供应至燃气轮机发动机150以促进压缩排气170的隔离和提取而没有降低排气170的质量的任何氧化剂68或燃料70。

[0060] 如图3中图解说明的,EG供应系统78被布置在燃气轮机发动机150和目标系统(例如,烃开采系统12和其它系统84)之间。具体而言,EG供应系统78,例如,EG提取系统(EGES)80,可被连接至沿着压缩机部分152、燃烧室部分154和/或涡轮部分156的一个或多个提取点76处的燃气轮机发动机150。例如,提取点76可位于邻近的压缩机级之间,诸如压缩机级之间的2、3、4、5、6、7、8、9或10个级间提取点76。这些级间提取点76中的每个提供提取的排气42的不同温度和压力。类似地,提取点76可位于邻近的涡轮级之间,诸如涡轮级之间的2、3、4、5、6、7、8、9或10个级间提取点76。这些级间提取点76中的每个提供提取的排气42的不同温度和压力。进一步的实例,提取点76可位于遍及燃烧室部分154的众多位置处,其可提供不同的温度、压力、流速和气体组成。这些提取点76中的每个可包括EG提取导管、一个或多个阀门、传感器和控制件,其可被用于可选择地控制提取的排气42至EG供应系统78的流。

[0061] 由EG供应系统78分配的提取的排气42具有适合于目标系统(例如,烃开采系统12和其它系统84)的受控组成。例如,在这些提取点76中的每个处,排气170可以基本上与氧化剂68和燃料70的注入点(或流)分隔。换句话说,EG供应系统78可被特别设计以从燃气轮机发动机150提取排气170而不带任何添加的氧化剂68或燃料70。此外,鉴于每个燃烧室160中的化学计量的燃烧,提取的排气42可以基本上不含氧气和燃料。EG供应系统78可直接或间接输送提取的排气42至烃开采系统12和/或其它系统84以在各种过程中使用,诸如提高采收率法采油、碳封存、存储或运输至非现场位置。然而,在某些实施方式中,EG供应系统78包括EG处理系统(EGTS)82,其在目标系统使用排气42前,用于进一步处理排气42。例如,EG处理系统82可净化和/或分离排气42为一个或多个流95,诸如富CO₂、贫N₂流96、中等浓度CO₂、N₂流97、和贫CO₂、富N₂流98。可在烃开采系统12和其它系统84(例如,管道86、储罐88和碳封存系统90)中单独或以任意组合使用这些处理后的排气流95。

[0062] 与在EG供应系统78中执行的排气处理类似,EG加工系统54可包括多个排气(EG)处理组件192,诸如由元件号194、196、198、200、202、204、206、208和210指示的。这些EG处理组件192(例如,194到210)可以以一个或多个串联布置、平行布置或串联和平行布置的任意组合沿着排气再循环通路110布置。例如,EG处理组件192(例如,194到210)可包括以任何顺序的任意串联和/或平行布置的一个或多个热交换器(例如,诸如热回收蒸汽发生器的热回收单元、冷凝器、冷却器或加热器)、催化剂系统(例如,氧化催化剂系统)、微粒和/或水去除系统(例如,惯性分离器、凝聚过滤器、不透水过滤器和其它过滤器)、化学品注入系统、基于溶剂的处理系统(例如,吸收器、闪蒸罐等)、碳捕获系统、气体分离系统、气体净化系统、和/或基于溶剂的处理系统,或其任意组合。在某些实施方式中,催化剂系统可包括氧化催化剂、一氧化碳还原催化剂、氮氧化物还原催化剂、氧化铝、氧化锆、氧化硅、氧化钛、氧化铂、氧化钯、氧化钴、或混合金属氧化物、或其组合。公开的实施方式意欲包括前述的串联和平行布置的组件192的任意和全部排列。如下文图解说明的,表2描绘了沿着排气再循环通路110的组件192的布置的一些非限制性实例。

[0063] 表2

[0064]

194	196	198	200	202	204	206	208	210
CU	HRU	BB	MRU	PRU				
CU	HRU	HRU	BB	MRU	PRU	DIL		
CU	HRSG	HRSG	BB	MRU	PRU			
OCU	HRU	OCU	HRU	OCU	BB	MRU	PRU	
HRU CU	HRU CU	BB	MRU	PRU				
HRSG OCU	HRSG OCU	BB	MRU	PRU	DIL			
OCU	HRSG OCU	OCU	HRSG OCU	OCU	BB	MRU	PRU	DIL
OCU	HRSG ST	HRSG ST	BB	COND	INNER	WFIL	CFIL	DIL
OCU HRSG ST	OCU HRSG ST	BB	COND	INNER	FIL	DIL		
OCU	HRSG ST	HRSG ST	OCU	BB	MRU HE COND	MRU WFIL	PRU INNER	PRU FIL CFIL
CU	HRU COND	HRU COND	HRU COND	BB	MRU HE COND WFIL	PRU INNER	PRU FIL CFIL	DIL

[0065] 如上文表2中图解说明的, 催化剂单元表示为CU, 氧化催化剂单元表示为OCU, 增压鼓风机表示为BB, 热交换器表示为HX, 热回收单元表示为HRU, 热回收蒸汽发生器表示为HRSG, 冷凝器表示为COND, 蒸汽涡轮表示为ST, 微粒去除单元表示为PRU, 除湿单元表示为MRU, 过滤器表示为FIL, 凝聚过滤器表示为CFIL, 不透水过滤器表示为WFIL, 惯性分离器表示为INNER, 并且稀释剂供应系统(例如, 蒸汽、氮气或其它惰性气体)表示为DIL。尽管表2图解说明了从涡轮部分156的排气出口182朝向压缩机部分152的排气进口的顺序中的组件192, 表2还意欲覆盖图解说明的组件192的反向顺序。在表2中, 包括两个或更多个组件的任意格意欲覆盖与组件整合的单元、组件的平行布置或其任意组合。此外, 在表2的文中, HRU、HRSG和COND是HE的实例; HRSG是HRU的实例; COND、WFIL和CFIL是WRU的实例; INNER、FIL、WFIL和CFIL是PRU的实例; 并且WFIL和CFIL是FIL的实例。另外, 表2不意欲排除组件192的任何非

图解说明的排列。在某些实施方式中,图解说明的组件192(例如,194到210)可在HRSG 56、EGR系统58或其任意组合内部分或完全地整合。这些EG处理组件192可以能够反馈控制温度、压力、流速和气体组成,同时还从排气60去除水分和微粒。此外,可在一个或多个提取点76处提取处理后的排气60以在EG供应系统78中使用和/或再循环至压缩机部分152的排气进口184。

[0066] 如所处理的,穿过压缩机部分152、SEGR燃气轮机系统52的再循环的排气66可沿着一个或多个线212(例如,排出导管或旁路导管)排出一部分压缩排气。每个线212可输送排气进入一个或多个热交换器214(例如,冷却单元),从而冷却排气以再循环回到SEGR燃气轮机系统52。例如,在穿过热交换器214后,一部分冷却排气可沿着线212被输送至涡轮部分156用于涡轮套管、涡轮护罩、轴承和其它组件的冷却和/或密封。在这样的实施方式中,SEGR燃气轮机系统52不输送任何氧化剂68(或其它潜在污染物)通过涡轮部分156用于冷却和/或密封目的,并且因而冷却排气的任何泄漏将不会污染流经涡轮部分156的涡轮级并驱动其的热燃烧产物(例如,工作排气)。进一步的实例,在穿过热交换器214之后,一部分冷却排气可沿着线216(例如,返回导管)被输送至压缩机部分152的上游压缩机级,从而改进压缩机部分152的压缩效率。在这样的实施方式中,热交换器214可被配置为压缩机部分152的级间冷却单元。以这种方式,冷却排气帮助提高SEGR燃气轮机系统52的运行效率,同时帮助维持排气的纯度(例如,基本上不含氧化剂和燃料)。

[0067] 图4是图1-3中图解说明的系统10的操作过程220的实施方式的流程图。在某些实施方式中,过程220可以是计算机实施的过程,其读取存储在存储器122中的一个或多个指令,并且在图2中所示的控制器118的处理器120上执行指令。例如,过程220中的每个步骤可包括参阅图2所述的控制系统100的控制器118可执行的指令。

[0068] 如框222所指示的,过程220可开始于启动图1-3的SEGR燃气轮机系统52的启动模式。例如,启动模式可包含SEGR燃气轮机系统52的逐渐倾斜升温以维持热梯度、振动和间隙(例如,在旋转和静止部件之间)在可接受的阈值内。例如,在启动模式222期间,如框224所指示的,过程220可以开始向燃烧室部分154的燃烧室160和燃料喷嘴164供应压缩的氧化剂68。在某些实施方式中,压缩的氧化剂可包括压缩空气、氧气、富氧空气、少氧空气、氧气-氮气混合物或其任意组合。例如,氧化剂68可被图3中图解说明的氧化剂压缩系统186压缩。如框226所指示的,过程220还可以在启动模式222期间开始向燃烧室160和燃料喷嘴164供应燃料。如框228所指示的,在启动模式222期间,过程220还可以开始向燃烧室160和燃料喷嘴164供应排气(当可获得时)。例如,燃料喷嘴164可产生一个或多个扩散火焰、预混合火焰或扩散和预混合火焰的组合。在启动模式222期间,由燃气轮机发动机156生成的排气60在数量和/或质量上可以是不充足或不稳定的。因此,在启动模式期间,过程220可供应来自一个或多个存储单元(例如,储罐88)、管道86、其它SEGR燃气轮机系统52或其它排气来源的排气66。

[0069] 如框230所指示的,过程220可随后在燃烧室160中燃烧压缩的氧化剂、燃料和排气的混合物以产生热燃烧气体172。具体而言,图2的控制系统100可控制过程220以促进燃烧室部分154中燃烧室160中的混合物的化学计量的燃烧(例如,化学计量的扩散燃烧、预混合燃烧或二者)。然而,在启动模式222期间,可能特别难维持混合物的化学计量的燃烧(并且因而低水平的氧化剂和未燃烧的燃料可出现在热燃烧气体172中)。结果,在启动模式222

中,热燃烧气体172比在如下文进一步细节中讨论的稳态模式期间可具有更大量的残余氧化剂68和/或燃料70。为此,过程220在启动模式期间可执行一个或多个控制指令以减少或消除热燃烧气体172中的残余氧化剂68和/或燃料70。

[0070] 如框232所指示的,过程220然后使用热燃烧气体172驱动涡轮部分156。例如,热燃烧气体172可驱动在涡轮部分156内布置的一个或多个涡轮级174。如框234所指示的,在涡轮部分156的下游,过程220可处理来自最终涡轮级174的排气60。例如,排气处理234可包括过滤、任意残余氧化剂68和/或燃料70的催化反应、化学品处理、使用HRS 56的热回收等。如框236所指示的,过程220还可再循环至少一些的排气60回到SEGR燃气轮机系统52的压缩机部分152。例如,排气再循环236可包含通过排气再循环通路110的通道,所述排气再循环通路110具有如图1-3中图解说明的EG加工系统54。

[0071] 依次地,如框238所指示的,可在压缩机部分152中压缩再循环排气66。例如,SEGR燃气轮机系统52可顺序地压缩压缩机部分152的一个或多个压缩机级158中的再循环排气66。随后,如框228所指示的,压缩排气170可被供应至燃烧室160和燃料喷嘴164。如框240所指示的,然后可重复步骤230、232、234、236和238,直到过程220最后过渡至稳态模式。一经过渡240,过程220可继续执行步骤224到238,但也可如框242所指示的,开始经由EG供应系统78提取排气42。例如,可从沿着如图3中所指示的压缩机部分152、燃烧室部分154和涡轮部分156的一个或多个提取点76提取排气42。依次地,如框244所指示的,过程220可向烃开采系统12供应来自EG供应系统78的提取的排气42。如框246所指示的,烃开采系统12可然后将排气42注入至土地32用于提高采收率法采油。例如,图1-3中图解说明的EOR系统18的排气注入EOR系统112可使用提取的排气42。

[0072] 图5是燃气轮机发动机150的实施方式的图,其使用用于冷却、吹扫和/或稀释燃气轮机发动机150的各种结构和组件中的腔的保护流体(例如,气体)。例如,保护流体可以是用于冷却燃气轮机发动机150的惰性气体。如图解说明的,可向燃气轮机流体供应系统262提供惰性气体的一个或多个来源260,其向燃气轮机发动机150供应一种或多种惰性气体264。例如,空气分离单元(ASU) 266可经由压缩机270接收空气268。ASU 266可通过例如蒸馏技术操作以分离空气268为组分气体。例如,ASU 266可从空气268分离氧气272,所述空气从压缩机270供应。额外地,ASU 266可从空气268分离氮气274、氩气276或其它惰性气体278。任何气体274、276和/或278可被用作由流体供应系统262供应至燃气轮机发动机150的惰性气体264中的一个。

[0073] 在其它实施方式中,可由气化过程生成合成气280或合成气体。合成气280可包括一氧化碳和氢气的混合物。合成气280可被供应至气体处理系统282以从合成气280去除各种杂质或其它非期望组分。在某些实施方式中,来自气体处理系统282的处理后的合成气可被供应至碳捕获系统284,其可去除和加工包括在合成气280中的含碳气体(例如,二氧化碳)。碳捕获系统284可包括压缩机、净化器、管道、储罐或其任意组合。例如,碳捕获系统284可包括气体分离器和/或净化器,诸如基于溶剂的气体分离器和净化器,用于从流体去除或分离二氧化碳。由碳捕获系统284生成的二氧化碳286可被用作由流体供应系统262供应至燃气轮机发动机150的惰性气体264的一种。

[0074] 如上文详细讨论的,排气供应系统78可接收排气42。排气供应系统78可包括排气提取系统80和排气处理系统82。在某些实施方式中,排气处理系统82包括气体分离器288和

气体净化器290,其中任一个或二者可以是基于溶剂的单元,诸如吸收器、闪蒸罐等。气体分离器288可将排气42分离为一个或多个流,其中每个包含主要的一个组分。气体净化器290可进一步净化由气体分离器288生成的流。例如,排气供应系统78可生成第一、第二和第三流96、97和98。如上所讨论的,第一流96可具有富二氧化碳和/或贫氮气(例如,富CO₂、贫N₂流)的第一组成。第二流97可具有第二组成,其具有中等浓度的二氧化碳和/或氮气(例如,中等浓度CO₂、N₂流)。第三流98可具有贫二氧化碳和/或富氮气(例如,贫CO₂、富N₂流)的第三组成。第一、第二和第三流96、97或98中的一个或多个可作为惰性气体264经由流体供应系统262被供应至燃气轮机发动机150。在其它实施方式中,排气42和/或60可被供应至排气加工系统54以生成排气42,其还可作为惰性气体264被供应至燃气轮机发动机150。

[0075] 再进一步实施方式中,一个或多个管道86可被用于向燃气轮机发动机150供应作为惰性气体264的二氧化碳96和/或氮气98。额外地或可选地,一个或多个储罐88可被用于存储二氧化碳96、氮气98或排气42中的一个或多个。可从储罐88将这些气体作为惰性气体264供应至燃气轮机发动机150。管道86和/或储罐88可被用作惰性气体264的次级来源。例如,在某些实施方式中,惰性气体264首先由排气供应系统78或排气加工系统54供应。然而,当惰性气体264从系统78或54中任一个是不可获取的时,或当系统78或54中任一个不是运行的时(例如,在启动期间),可经由管道86和/或储罐88供应惰性气体264。类似地,管道和/或储罐88可被用作惰性气体264的辅助来源,在实施方式中使用ASU 266或合成气280以供应惰性气体264的初级来源。再进一步实施方式中,可在启动期间使用第一惰性气体并在稳态条件期间使用第二惰性气体。

[0076] 在某些实施方式中,传感器系统292可向控制系统100的控制器118提供传感器反馈130。具体地,传感器系统292可包括在导管上、沿着导管或在导管中布置的一个或多个传感器294,所述导管运输来自来源260的惰性气体264。例如,传感器294可包括温度传感器、压力传感器、流速传感器、气体组成传感器或其任意组合。气体组成传感器的实例包括氧气传感器、燃料传感器或其任意组合。在某些实施方式中,运输来自来源260的惰性气体264的导管还可包括控制元件系统296。具体地,控制元件系统296可包括一个或多个控制元件298,诸如控制阀门、节流孔板、流速调节器、膨胀机、压缩机或类似装置。例如,控制元件298可基于传感器反馈130接收来自控制系统100的控制器118的输出信号300。例如,传感器294可指示期望阈值下的惰性气体264的流速。基于传感器反馈130,控制器118可发送输出信号300至控制元件298以进一步打开而提高惰性气体264的流速。在某些实施方式中,控制器118还可从流体供应系统262接收传感器反馈130和/或向流体供应系统262发送输出信号300以促进对流动至燃气轮机发动机150的惰性气体的控制。

[0077] 燃气轮机流体供应系统262可包括一个或多个系统或过程以在向燃气轮机发动机150供应惰性气体264前,处理由来源260供应的惰性气体264,例如,用于冷却、吹扫、稀释和/或流体密封燃气轮机发动机150的排气部分。具体地,流体供应系统262可包括以任何顺序、以任何串联和/或平行布置的一个或多个图5中所示和下文讨论的系统。例如,流体供应系统262可包括调节惰性气体264的温度的温度控制系统302。例如,温度控制系统302可包括加热器304、冷却器306、热交换器308或其任意组合。热交换器308可以是直接或间接热交换器。例如,直接热交换器可采用与诸如水(例如,喷雾)的冷却介质直接接触,并其间接热交换器可经由翅片管热交换器等分离流体。加热器304可被用于升高惰性气体264的温度且

冷却器306降低惰性气体264的温度。热交换器308可被用于在惰性气体264和其它处理流(例如,水、蒸汽等)之间交换热以升高或降低惰性气体264的温度。此外,压力/流速控制系统310可被用于调节惰性气体264的压力和/或流速。例如,压力/流速控制系统310可包括压缩机312、鼓风机314、膨胀机316、调节器318或其任意组合。压缩机312可被用于升高惰性气体264的压力和/或调节惰性气体264的流速。类似地,鼓风机314可被用于升高惰性气体264的压力和/或调节惰性气体264的流速。膨胀机316可被用于降低惰性气体264的压力和/或调节惰性气体264的流速。类似地,调节器318可被用于降低惰性气体264的压力和/或调节(例如,使更恒定或均匀)惰性气体264的流速。在其它实施方式中,类似的装置,诸如控制阀门,可被用于调节惰性气体264的压力和/或流速。

[0078] 除湿系统320可被用于调节惰性气体264水含量。例如,除湿系统320可包括第一除湿单元322,其包括热交换器324,所述热交换器324可包括冷凝器326。热交换器324(例如,冷凝器326)可被用于降低惰性气体264的温度,从而降低能够被包含在惰性气体264中的含水量。因而,在除湿单元322中冷凝的过量的水分可从惰性气体264去除,其导致惰性气体264包含较少的水分。第二除湿单元328可包括水气分离器(WGS)系统330、不透水过滤器(WFIL)332、凝聚过滤器(CFIL)或其任意组合。在WGS系统330中,可经由各种化学、物理或其方式去除水。WFIL 332和/或CFIL 334可被用于经由过滤直接从惰性气体264去除水。此外,微粒去除系统336可从惰性气体264去除微粒。例如,在第一微粒去除单元338中,惯性分离器340和/或重力分离器342可被用于从惰性气体264去除微粒。在第二微粒去除单元344中,一个或多个过滤器346可被用于从惰性气体264去除微粒。

[0079] 通过使用流体供应系统262中系统302、310、320和/或336中的一个或多个,惰性气体264的质量和/或特性可被改进或改良至用于保护燃气轮机发动机150中的组件的期望水平(例如,冷却、吹扫和/或流体密封)。例如,由于惰性气体264被用于在燃气轮机发动机150中冷却,使用温度控制系统302减小惰性气体264的温度比改进惰性气体264的冷却能力更期望。此外,燃气轮机发动机150的某些组件可具有温度和/或压力限制。因而,温度控制系统302和/或压力/流速控制系统310可被用于调节惰性气体264的特性为在燃气轮机发动机150的限制内。压力/流速控制系统310还可被用于调节惰性气体264的压力至高于排气的压力,从而阻塞排气泄漏进入燃气轮机发动机150的腔。类似地,燃气轮机发动机150中的湿度可造成腐蚀或其它非期望的化学反应。因而,除湿系统320可被用于在惰性气体264被供应至燃气轮机发动机150前,去除包含在其中的任何水分。此湿度控制系统320可延长某些组件的寿命,诸如轴承,同时还帮助保护机油和/或润滑油。燃气轮机发动机150在某些组件之间可具有运行间隙。因而,微粒去除系统336可被用于去除微粒,其可对燃气轮机发动机150的组件造成损害或其它非期望的后果。在其它实施方式中,流体供应系统262可包括其它系统以在惰性气体264被供应至燃气轮机发动机150之前,进一步规划、处理或改良惰性气体264。

[0080] 如上所讨论的,惰性气体264可被提供至燃气轮机发动机150用于各种目的。例如,如下文详细讨论的,惰性气体264可被用作冷却气体348。例如,冷却气体348可被用于冷却涡轮部分156的各种组件。在其它实施方式中,惰性气体264可被用作吹扫用的气体350。例如,吹扫用的气体350可被用于吹扫处于启动、关闭、周转、维护等中的燃气轮机发动机150的各个部分。在进一步实施方式中,惰性气体264可被用作稀释气体352。例如,稀释气体352

可被用于降低燃气轮机发动机150的NO_x排放或另外调节燃气轮机发动机150的运行条件。在这些惰性气体264的各种应用中,惰性气体264具有极少至不具有氧气是期望的。具体地,当燃气轮机发动机150是SEGR燃气轮机系统52的一部分时,将氧气从排气42中排除是期望的,诸如当在油/气提取系统16或EOR系统18中使用排气42时。当惰性气体264被用于冷却气体348、吹扫用的气体350和/或稀释气体352时,这些气体中的一些可进入排气42或与排气42结合。因而,通过使用具有极少至不具有氧气的惰性气体264,可维持排气42的低氧浓度。此外,惰性气体264可具有各种纯度水平,诸如按体积计大约百分之75、80、85、90、95、97.5或99的纯度。

[0081] 图6是连接至燃气轮机流体供应系统262的燃气轮机发动机150的图。与在先前的附图中所示的那些元件相同的图6中的元件标有相同的参考数字。燃气轮机发动机150的轴向由箭头360指示,径向由箭头362指示,并且周向由箭头364指示。这些方向都关于旋转轴162。在图解说明的实施方式中,涡轮部分156包括上游端370和下游端372。具体地,燃烧产物172进入上游端370并作为排气60离开下游端372。排气部分374被布置在涡轮部分156的下游端372的下游。排气部分374可包括与传动轴176相关联的轴承。此外,排气部分374可被用于在将排气60排出至排气再循环通路110前膨胀和/或冷却燃烧产物172。因而,排气部分374可被长时间暴露于高温。如图6中所示,排气部分374可包括与涡轮部分156流动相通的排气通道376和连接至流体供应系统264的惰性气体通道378。如下文中详细描述,燃烧产物172(例如,排气60)可流经排气通道376。惰性气体264在排放进入排气通道376和与排气部分374的排气60混合前,可流经惰性气体通道378以冷却、吹扫和/或流体密封排气部分374的一个或多个组件。换句话说,惰性气体通道378可流动连接至排气通道376。在其它实施方式中,惰性气体通道378可与排气通道376隔离。例如,可从系统排放惰性气体264,并且可能通过流体供应系统262再循环惰性气体264。在某些实施方式中,可沿着排气通道376布置壁380,并且壁380可将排气通道376与惰性气体通道378分离。壁380可围绕旋转轴162周向地364(例如,环形、矩形等)延伸。在一些实施方式中,一个或多个叶片382可突出进排气通道376。叶片382可被用于进一步通过排气部分374输送惰性气体264。例如,叶片382可被用于输送惰性气体264至围绕传动轴176定位的轴承腔384。通过使惰性气体264流经通道378、叶片382和/或轴承腔384,惰性气体264可被用于冷却、吹扫和/或流体密封排气部分374的各种组件,从而增加组件的可靠性和寿命。此外,由于惰性气体264的氧含量通常是低的,使用惰性气体264可导致维持排气60中氧气的低浓度,其对SEGR燃气轮机系统52是期望的。

[0082] 图7是排气部分374的横截面视图。与在图中6中所示的那些元件相同的图7中的元件标有相同的参考数字。如图7中所示,流体供应系统262向排气部分374的各种组件供应惰性气体264。例如,惰性气体264可被供应至围绕排气通道376的外护罩腔400。通过套管402围绕外护罩404周向地364(例如,环形、矩形等)延伸而形成外护罩腔400,其转而围绕排气通道376周向地364(例如,环形、矩形等)延伸。在某些实施方式中,套管402和外护罩404可以是彼此间同轴或同心的。如图7中所示,流体进口398可延伸通过套管402以为惰性气体264提供从流体供应系统262进入外护罩腔400的通路。因而,外护罩腔400可被用于冷却、吹扫或流体密封邻近套管402和外护罩404的部分排气部分374。换句话说,外护罩腔400是惰性气体通道378的实例,并且外护罩404是分隔排气通道376与惰性气体通道378的壁380的

实例。此外,外护罩腔400在外护罩404中可包括多个开口406(例如,孔口)以使惰性气体264能够进入排气通道376。换句话说,在惰性气体264流经并冷却、吹扫和/或流体密封外护罩腔400后,惰性气体264可经由多个开口406与流经排气部分374的排气60结合。

[0083] 在某些实施方式中,排气部分374包括被排气通道376周向地364围绕的内护罩腔408。具体地,内护罩410(例如,壁380)可围绕旋转轴162周向地364延伸以限定内护罩腔408。排气通道376围绕内护罩410周向地364延伸,并且惰性气体通道378延伸通过内护罩腔408。如下文中详细描述,惰性气体264可经由一种或多种流体进口398或经由叶片380被径向地362和/或轴向地360直接供应至内护罩腔408(例如,沿着燃气轮机的侧面或末端)。在流经内护罩腔408后,惰性气体264可流经在内护罩410中形成的多个开口406(例如,孔口)以与排气通道376中的排气60结合。惰性气体264可被用于冷却、吹扫和/或流体密封内护罩腔408。

[0084] 如图7中所示,一个或多个叶片380可突出进排气通道376。例如,叶片380可在外护罩404和内护罩410之间(并与二者接触)延伸。每个叶片380可径向地362延伸通过排气通道376。此外,每个叶片380可包括内部叶片腔412,并且惰性气体通道378可延伸通过内部叶片腔412。例如,惰性气体264在通过内护罩410的多个开口406进入内部护罩腔408前,可从外护罩腔400通过多个开口406中的至少一些被输送进入内部叶片腔412。因而,叶片380可被用于从外护罩腔400将惰性气体264运输至内护罩腔408,并且提供叶片380的冷却、吹扫和/或流体密封。在某些实施方式中,可经由沿着排气通道376的一个或多个流体进口398直接向叶片380提供惰性气体264。

[0085] 在某些实施方式中,内护罩410围绕轴承箱414周向地364延伸。因而,内护罩410和轴承箱414可至少部分地限定内护罩腔408。此外,可在轴承箱414的轴承腔384内布置轴承配件416。因而,内护罩腔408据说可包括轴承箱414、配件416等的空间,因为内护罩腔408被安装在内护罩410内。在其它实施方式中,可在内护罩腔408内至少部分地布置轴承配件416。轴承配件416可至少部分地支撑传动轴176并可被布置在沿着传动轴176的各种位置处。例如,轴承配件416可被布置涡轮部分156的下游端372附近,其还被称为#2轴承位置。如图7中所示,惰性气体264可经由流体进口398径向地362和/或轴向地360(例如,沿着燃气轮机的侧面或末端)进入轴承腔384。惰性气体264可贯穿轴承箱414循环以帮助冷却、吹扫和/或流体密封轴承配件416。在其它实施方式中,惰性气体264可经由流体进口398直接进入轴承配件416。在冷却、吹扫和/或流体密封轴承配件416后,惰性气体264可经由多个开口406离开内护罩腔408以与排气通道376中的排气60混合。还可经由轴承箱414中的多个开口406向轴承箱414提供惰性气体264。可在轴承配件416中使用各种润滑油和/或机油。这样的润滑油和机油在暴露于氧气、水分、微粒等的情况下,可遭受劣化。因而,通过使用惰性气体264冷却、吹扫和/或流体密封轴承配件416,可增加润滑油和机油的寿命。可选地或额外地,当惰性气体264被用于冷却时,可以为轴承配件416使用较便宜的润滑油和机油。尽管在前的讨论集中于在排气部分374使用惰性气体264,但是在其它实施方式中,可在燃气轮机发动机150的其它部分使用惰性气体264。

[0086] 图8是排气部分374的横截面视图。与在图中7中所示的那些元件相同的图8中的元件标有相同的参考数字。如图8中所示,流体供应系统262向排气部分374的各种组件供应惰性气体264。例如,惰性气体264可关于排气60的流通过排气部分374的方向被供应至布置在

轴承腔384的下游的尾部扩散器腔430。套管402可围绕外护罩404周向地364延伸,其转而围绕尾部扩散器腔430周向地364延伸。在某些实施方式中,尾部扩散器腔430可被连接至轴承腔384。如图8中所示,惰性气体264可经由人行巷道432被供应至尾部扩散器腔430,所述人行巷道432可被用于提供从排气部分374的外侧至尾部扩散器腔430的通道。具体地,径向362延伸的人行巷道432可包括在套管402在形成的开口434和连接至导管436的外护罩404,所述导管436通过排气通道376从外护罩404延伸至尾部扩散器腔430。导管436可具有圆形、椭圆形或翼型形状的横截面。惰性气体264可经由开口434处的流体进口398从流体供应系统262进入人行巷道432。在某些实施方式中,密封件438在惰性气体264被用于冷却、吹扫和/或稀释后,可被用于阻塞惰性气体264泄漏至大气,使其惰性气体264回到人行巷道432,从而帮助在排气部分374容纳惰性气体264和排气。例如,可在开口434、流体进口398或其任意处布置组合密封件438。密封件438可由弹性材料、塑料、纤维、金属或能够阻塞惰性气体264的任何其它材料制成。在某些实施方式中使用密封件438可以是期望的,其中惰性气体264包括对人体暴露可以是非期望的气体,诸如当惰性气体264包括排气60时。由于人员在操作燃气轮机发动机150期间邻近排气部分374,密封件438可被用于帮助阻塞惰性气体264到达在排气部分374附近工作的人员。

[0087] 在某些实施方式中,惰性气体264流经人行巷道432并进入尾部扩散器腔430以提供尾部扩散器腔430的冷却、吹扫和/或稀释。经由人行巷道432供应至尾部扩散器腔430的惰性气体264可具有比排气60的温度更低的温度。例如,流体供应系统262的温度控制系统302(例如,冷却器306)可被用于冷却排气42以产生惰性气体264(例如,冷却气体348)。因而,惰性气体264可被用于冷却惰性气体264流经的部分排气部分374。例如,排气60的温度和惰性气体264的温度之间的差异可以大于大约100摄氏度。在某些实施方式中,排气60的温度和惰性气体264的温度之间的差异可以在大约20至400摄氏度、50至200摄氏度、或75至125摄氏度之间。在尾部扩散器腔430被用于冷却、吹扫和/或稀释后,惰性气体264可然后通过一个或多个开口406离开尾部扩散器腔430以与流经排气通道376的排气60结合。例如,可在尾部扩散器腔430的盖440中形成一个或多个开口406。一部分惰性气体264可流回到人行巷道432,并且然后通过导管436中形成的一个或多个开口406离开以与排气60结合。在进一步实施方式中,排气孔442可被连接至一个或多个开口406以将惰性气体264输送至惰性气体收集系统444。排气孔442可被密封或由帮助阻塞惰性气体264暴露于人员的材料制成。此外,可远离人员布置惰性气体收集系统444,从而帮助避免人员暴露于惰性气体264。由惰性气体收集系统444收集的惰性气体264在被输送回流体供应系统262前可被重复利用于冷却、吹扫和/或稀释。

[0088] 如上文所述,燃气轮机发动机150中的某些实施方式可包括在上游端370和下游端372之间具有一个或多个涡轮级174的涡轮部分156、布置在下游端372的下游的排气部分374、和连接至排气部分374的流体供应系统262。流体供应系统262将惰性气体264输送至排气部分374。惰性气体264可然后被用于提供排气部分374的各种组件的冷却、吹扫和/或流体密封,所述组件诸如外护罩腔400、内护罩腔408、叶片380、轴承腔384、轴承配件416或其任意组合。在冷却、吹扫和/或流体密封排气部分374的各种组件后,惰性气体264可与排气通道376中的排气60结合。排气60可然后被用于各种应用,诸如上文所述的油/气提取系统16或提高采收率法采油系统18。在这样的应用中,排气60包括极少至不包括氧气是期望的。

因而,使用惰性气体264冷却、吹扫和/或流体密封排气部分374可帮助维持排气60的低氧含量。额外描述

[0089] 本实施方式提供了用于燃气轮机发动机的系统和方法。应当注意的是,可以以合适的组合利用上文所述的任何一种零件或零件的组合。事实上,这样的组合的全部排列是当前可考虑的。举例而言,下列条款被提供作为对本公开内容的进一步描述:

[0090] 实施方式1.系统,其包括:燃烧室部分,其具有配置为生成燃烧产物的一个或多个燃烧室;涡轮部分,其在上游端和下游端之间具有一个或多个涡轮级,其中一个或多个涡轮级由燃烧产物驱动;排气部分,其布置在涡轮部分的下游端的下游,其中排气部分具有配置为接收燃烧产物作为排气的排气通道;和连接至排气部分的流体供应系统,其中流体供应系统被配置为将冷却气体输送至排气部分,其中冷却气体具有比排气更低的温度,其中冷却气体包括提取的排气、从提取的排气分离的气体、二氧化碳、一氧化碳、氮氧化物或其组合。

[0091] 实施方式2.实施方式1的系统,其中排气部分包括连接至流体供应系统的冷却气体通道,并且冷却气体通道延伸通过沿着排气通道的至少一个壁。

[0092] 实施方式3.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中冷却气体通道与排气通道分隔。

[0093] 实施方式4.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中冷却气体通道流动连接至排气通道。

[0094] 实施方式5.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中排气部分包括沿着排气通道布置的壁,并且冷却气体通道通过壁中的多个开口流动连接至排气通道。

[0095] 实施方式6.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中冷却气体通道延伸通过围绕排气通道的外护罩腔、被排气通道围绕的内护罩腔、突出进排气通道的叶片、具有轴承配件的轴承腔或其组合中的至少一个。

[0096] 实施方式7.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中排气部分包括:外护罩,其围绕排气通道周向地延伸;和套管,其周向地围绕外护罩延伸以限定外护罩腔,其中冷却气体通道延伸通过外护罩腔。

[0097] 实施方式8.在任何在前的实施方式中限定的系统,叶片突出进排气通道,其中叶片包括内部叶片腔,并且冷却气体通道延伸通过内部叶片腔。

[0098] 实施方式9.在任何在前的实施方式中限定的系统,内护罩围绕燃气轮机发动机的旋转轴周向地延伸以限定内护罩腔,其中排气通道围绕内护罩周向地延伸,并且冷却气体通道延伸通过内护罩腔。

[0099] 实施方式10.在任何在前的实施方式中限定的系统,其包括至少部分地布置在内护罩腔内的轴承配件。

[0100] 实施方式11.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中燃气轮机发动机包括布置在轴承箱的轴承腔内的轴承配件,并且流体供应系统被连接至轴承箱以将所述冷却气体输送至轴承箱。

[0101] 实施方式12.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中冷却气体包括提取的排气或二氧化碳。

[0102] 实施方式13.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中流体供应系统被连接至

排气提取系统、排气处理系统、排气再循环系统、碳捕获系统、气体分离器、气体净化器、储罐、管道或其任意组合。

[0103] 实施方式14.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中流体供应系统包括温度控制系统、压力控制系统、除湿系统、微粒去除系统或其任意组合。

[0104] 实施方式15.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中燃气轮机发动机包括:具有由涡轮部分驱动的排气压缩机的压缩机部分,其中排气压缩机被配置为压缩和输送排气至所述涡轮燃烧室。

[0105] 实施方式16.在任何在前的实施方式中限定的系统,其包括连接至燃气轮机发动机的排气提取系统和连接至排气提取系统的烃开采系统。

[0106] 实施方式17.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中燃气轮机发动机是化学计量的排气再循环(SEGR)燃气轮机发动机。

[0107] 实施方式18.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中排气部分包括人行巷道,其配置为提供至排气部分的内部的通道,并且其中人行巷道包括配置为在人行巷道内容纳冷却气体的流的密封件。

[0108] 实施方式19.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中排气部分包括配置为从排气部分排出冷却气体的排气孔。

[0109] 实施方式20.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中排气的温度和冷却气体的温度之间的差异大于大约100摄氏度。

[0110] 实施方式21.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中排气的温度和冷却气体的温度之间的差异在大约20至400摄氏度之间。

[0111] 实施方式22.系统,其包括:涡轮排气部分,其配置为安装在燃气轮机发动机的涡轮部分的下游,其中涡轮排气部分包括配置为从涡轮部分接收排气的排气通道和延伸通过涡轮排气部分的结构冷却气体通道;和连接至排气部分流体供应系统,其中流体供应系统被配置为将冷却气体输送至排气部分中的冷却气体通道,其中冷却气体具有比排气更低的温度,其中冷却气体包括提取的排气、从提取的排气分离的气体、二氧化碳、一氧化碳、氮氧化物或其组合。

[0112] 实施方式23.在任何在前的实施方式中限定的系统,其包括具有连接至涡轮部分的涡轮排气部分的燃气轮机发动机。

[0113] 实施方式24.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中燃气轮机发动机包括:涡轮部分,其在上游端和下游端之间具有一个或多个涡轮级;燃烧室部分,其具有涡轮燃烧室,所述涡轮燃烧室配置为生成燃烧产物以驱动涡轮部分中的一个或多个涡轮级;和压缩机部分,其具有由涡轮部分驱动的排气压缩机,其中排气压缩机被配置为压缩和输送所述排气至涡轮燃烧室;其中所述涡轮排气部分被连接至在涡轮部分的下游端的下游的燃气轮机发动机。

[0114] 实施方式25.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中燃气轮机发动机是化学计量的排气再循环(SEGR)燃气轮机发动机。

[0115] 实施方式26.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中冷却气体通道与排气通道分隔。

[0116] 实施方式27.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中冷却气体通道流动连接

至排气通道。

[0117] 实施方式28.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中排气部分包括沿着排气通道布置的壁,并且冷却气体通道通过壁中的多个开口流动连接至排气通道。

[0118] 实施方式29.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中冷却气体通道延伸通过围绕排气通道的外护罩腔、被排气通道围绕的内护罩腔、突出进排气通道的叶片、具有轴承配件的轴承腔或其组合中的至少一个。

[0119] 实施方式30.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中冷却气体包括提取的排气或二氧化碳。

[0120] 实施方式31.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中流体供应系统被连接至排气提取系统、排气处理系统、排气再循环系统、碳捕获系统、气体分离器、气体净化器、储罐、管道或其任意组合。

[0121] 实施方式32.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中流体供应系统包括温度控制系统、压力控制系统、除湿系统、微粒去除系统或其任意组合。

[0122] 实施方式33.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中涡轮排气部分包括人行巷道,其配置为提供至涡轮排气部分的内部的通道,并且其中人行巷道包括配置为在人行巷道内容纳所述冷却气体的流的密封件。

[0123] 实施方式34.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中涡轮排气部分包括配置为从涡轮排气部分排出冷却气体的排气孔。

[0124] 实施方式35.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中排气的温度和冷却气体的温度之间的差异大于大约100摄氏度。

[0125] 实施方式36.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中排气的温度和冷却气体的温度之间的差异在大约20至400摄氏度之间。

[0126] 实施方式37.系统,其包括:涡轮排气部分,其配置为安装在燃气轮机发动机的涡轮部分的下游,其中涡轮排气部分包括配置为从涡轮部分接收排气的排气通道和延伸通过涡轮排气部分的结构冷却气体通道,以将冷却气体输送至涡轮排气部分,其中冷却气体具有比排气更低的温度,其中冷却气体包括提取的排气、从提取的排气分离的气体、二氧化碳、一氧化碳、氮氧化物或其组合。

[0127] 实施方式38.在任何在前的实施方式中限定的系统,流体供应系统连接至排气部分,其中流体供应系统被配置为将冷却气体输送至排气部分中的冷却气体通道。

[0128] 实施方式39.在任何在前的实施方式中限定的系统,其包括具有连接至涡轮部分的涡轮排气部分的燃气轮机发动机。

[0129] 实施方式40.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中冷却气体通道延伸通过围绕排气通道的外护罩腔、被排气通道围绕的内护罩腔、突出进排气通道的叶片、具有轴承配件的轴承腔或其组合中的至少一个。

[0130] 实施方式41.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中涡轮排气部分包括人行巷道,其配置为提供至涡轮排气部分的内部的通道,并且其中人行巷道包括配置为在人行巷道内容纳所述冷却气体的流的密封件。

[0131] 实施方式42.在任何在前的实施方式中限定的系统,其中涡轮排气部分包括配置为从涡轮排气部分排出冷却气体的排气孔。

[0132] 实施方式43.方法,其包括:在涡轮燃烧室的燃烧部分中燃烧燃料与氧化剂和排气以生成燃烧产物;使用来自涡轮燃烧室的燃烧产物驱动涡轮;通过排气部分中的排气通道膨胀和冷却来自涡轮的燃烧产物;和将冷却气体从流体供应系统输送至排气部分,其中冷却气体包括提取的排气,从提取的排气分离的气体、二氧化碳、一氧化碳、氮氧化物或其组合。

[0133] 实施方式44.在任何在前的实施方式中限定的方法和系统,其包括从流体供应系统将冷却气体输送至排气部分的外护罩腔,其中外护罩腔被布置在外护罩和排气部分套管之间,并且外护罩围绕排气通道周向地延伸。

[0134] 实施方式45.在任何在前的实施方式中限定的方法和系统,其包括从流体供应系统将冷却气体输送至叶片的内部叶片腔,其中叶片延伸进排气部分的排气通道。

[0135] 实施方式46.在任何在前的实施方式中限定的方法和系统,其包括从流体供应系统将冷却气体输送至排气部分的内护罩腔,其中内护罩围绕内护罩腔周向地延伸,并且排气通道围绕内护罩腔周向地延伸。

[0136] 实施方式47.在任何在前的实施方式中限定的方法和系统,其包括输送冷却气体通过排气部分的轴承腔,其中轴承腔包括轴承配件。

[0137] 实施方式48.在任何在前的实施方式中限定的方法和系统,其中燃烧包括化学计量地燃烧燃料与氧化剂和排气。

[0138] 实施方式49.在任何在前的实施方式中限定的方法和系统,其包括提取一部分排气,并且输送该部分排气至烃开采系统。

[0139] 实施方式50.在任何在前的实施方式中限定的方法和系统,其包括在排气部分的人行巷道内密封冷却气体的流。

[0140] 实施方式51.在任何在前的实施方式中限定的方法和系统,其包括在循环冷却气体通过至少一个腔后,从涡轮排气部分排出冷却气体。

[0141] 实施方式52.在任何在前的实施方式中限定的方法和系统,其中燃气轮机发动机被配置为以大约0.95至大约1.05的当量比燃烧燃料和氧化剂的混合物。

[0142] 此书面描述使用实例公开了包括最佳模式的本发明,并且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以及执行任何包含的方法。由权利要求限定本发明的可获得专利的范围,并且可包括本领域技术人员能想到的其它实例。如果其具有与本权利要求的文字语言并无不同的结构元件,或者如果其包括与本权利要求的文字语言非实质性不同的等效结构元件,则这样的其它实例意欲在本权利要求的范围内。

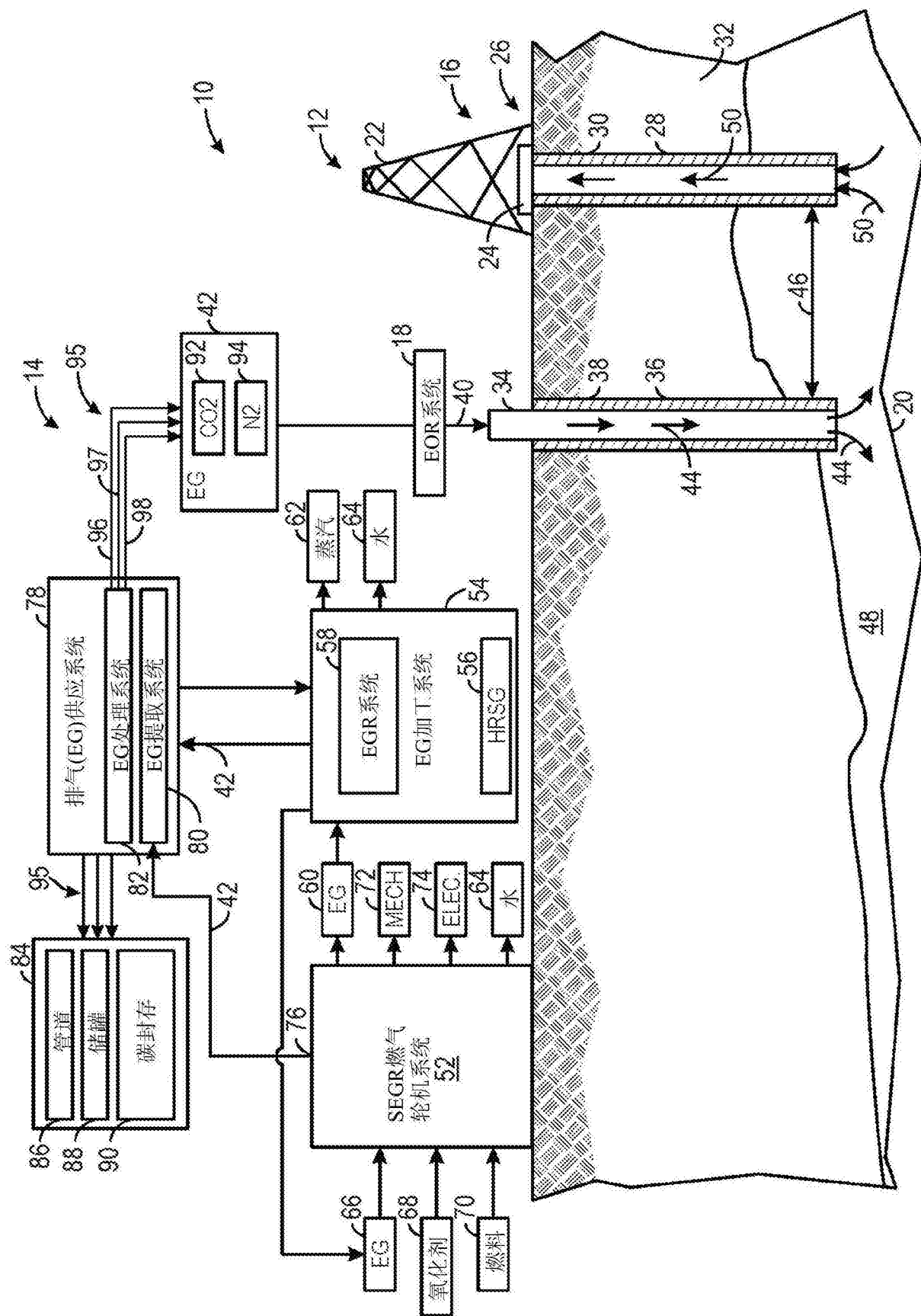


图1

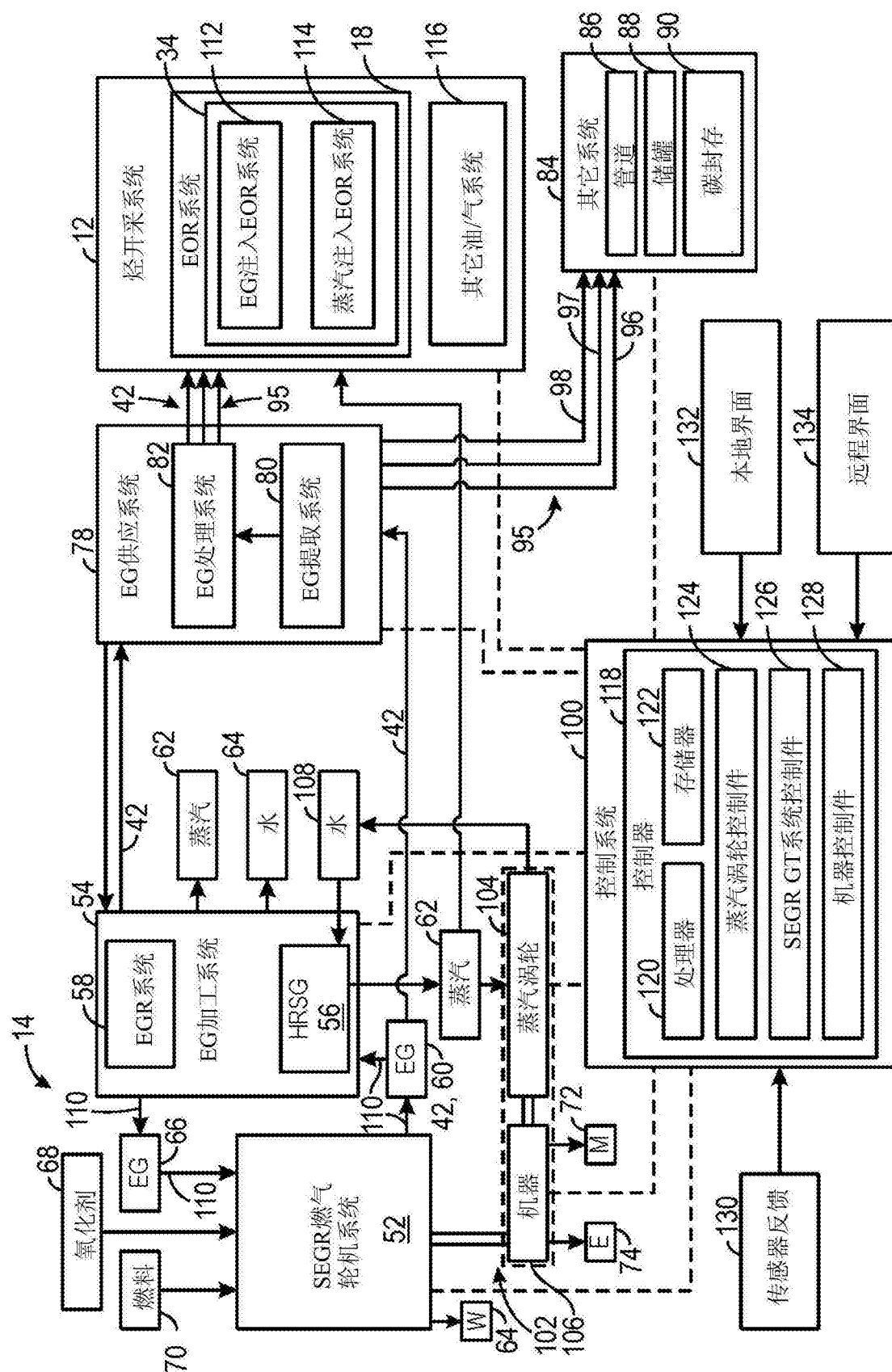


图2

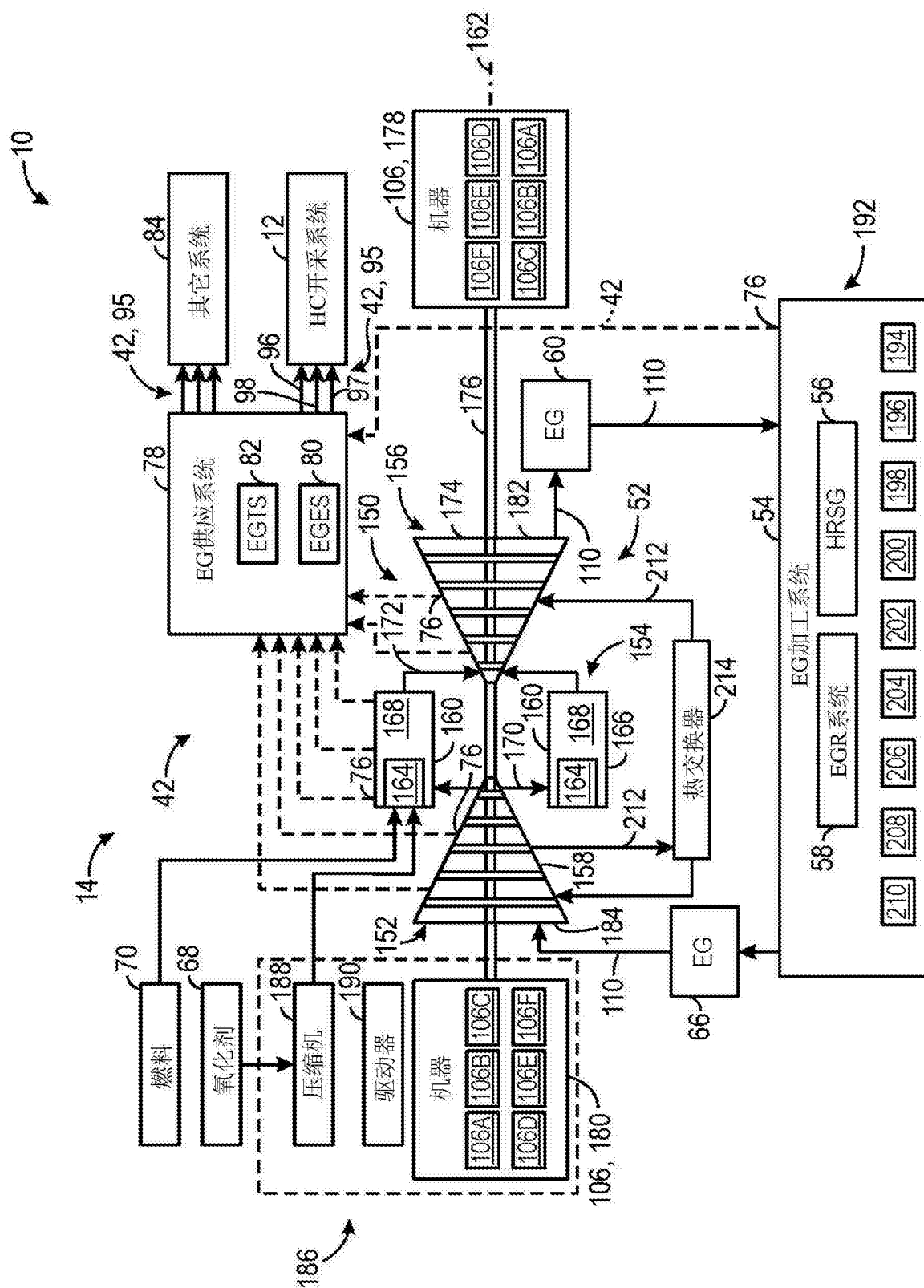


图3

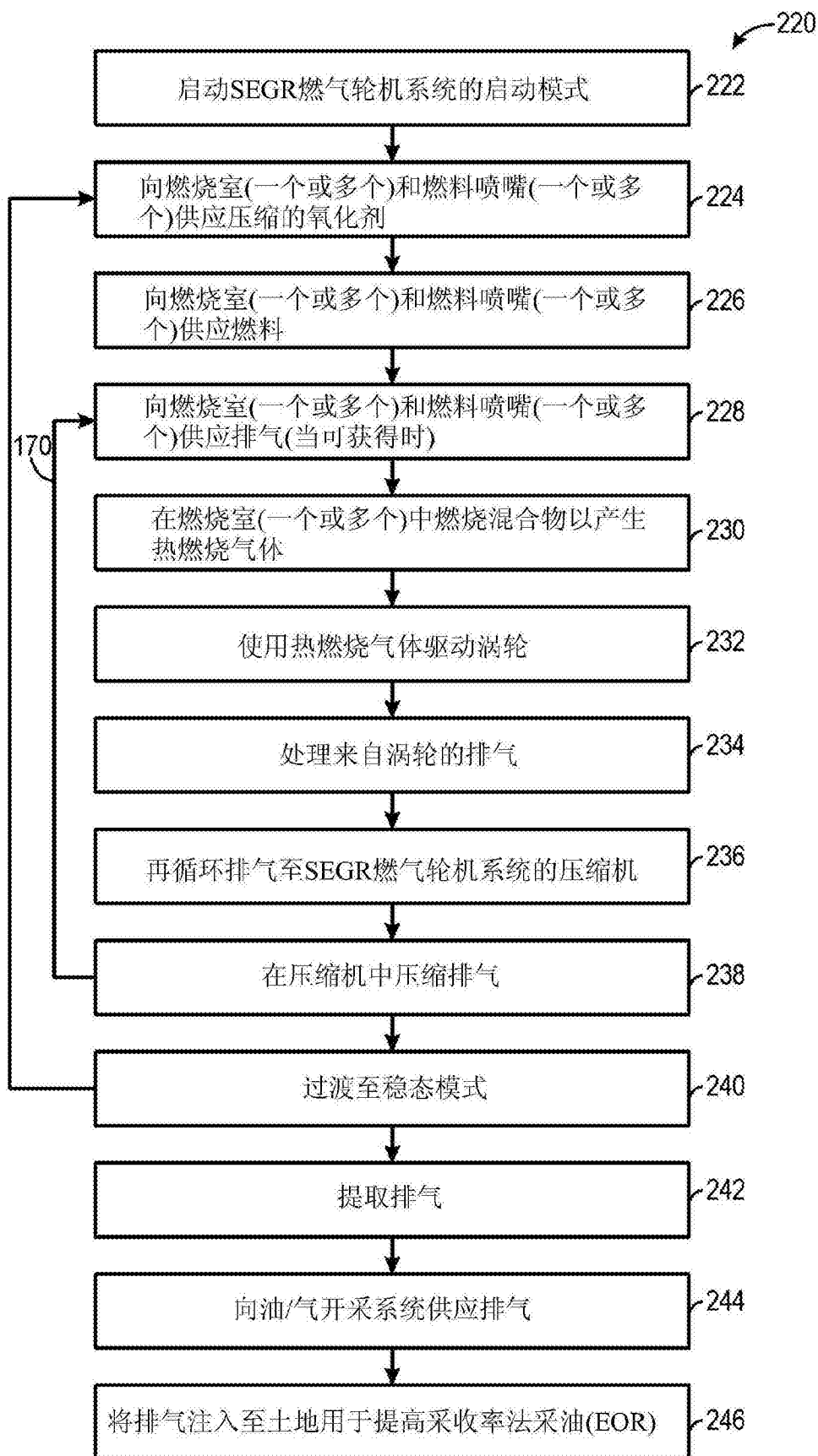


图4

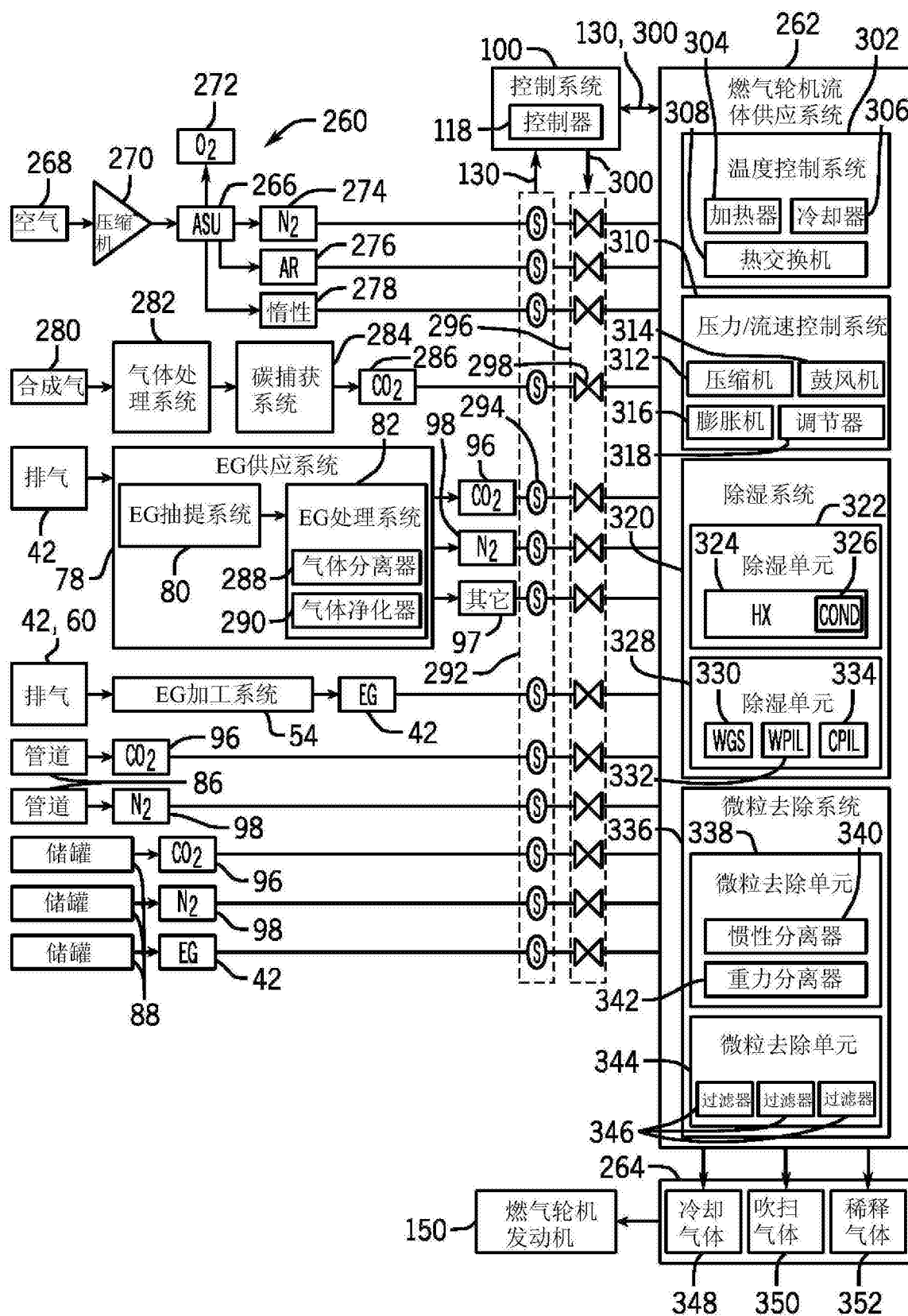


图5

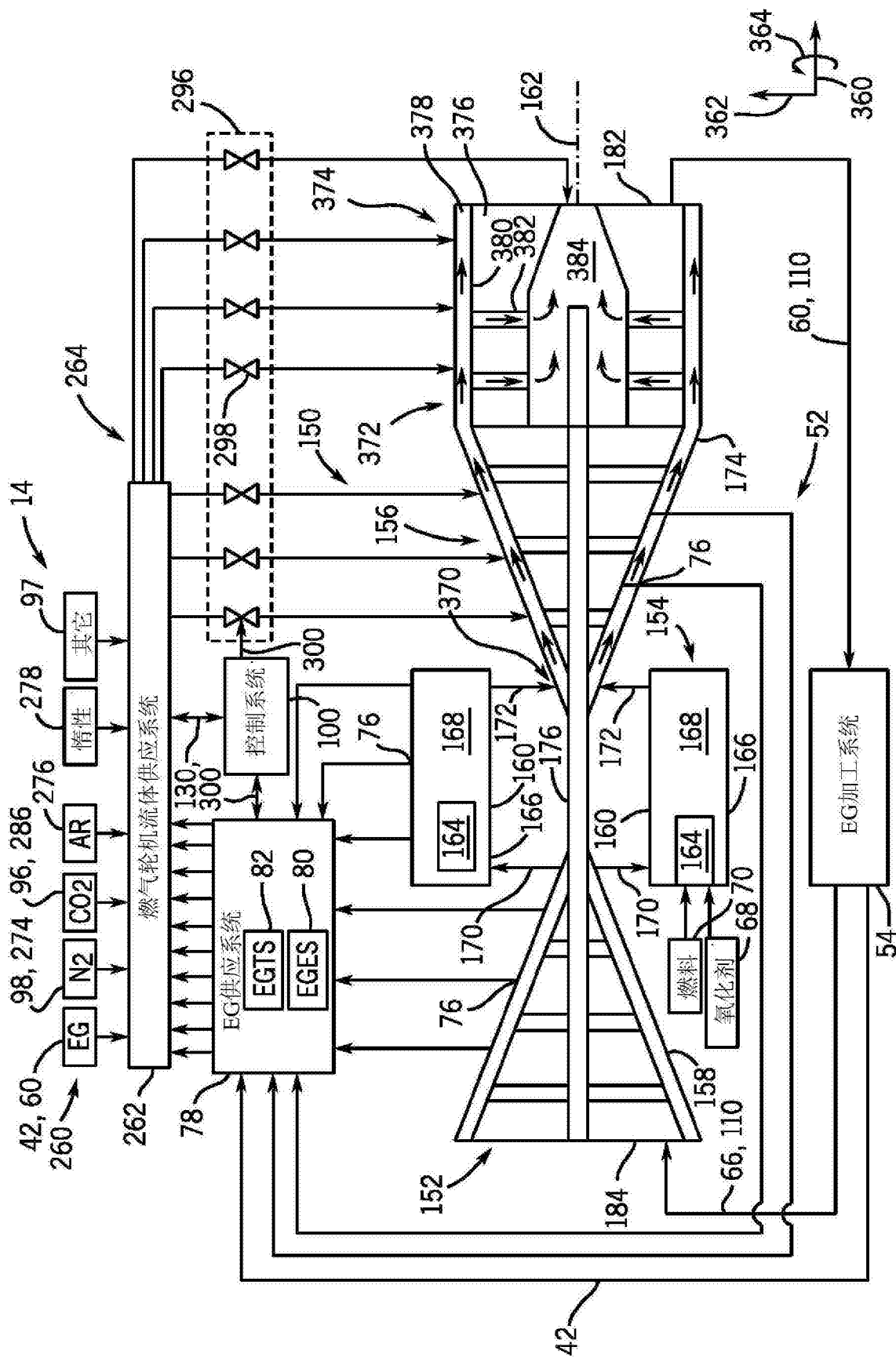


图6

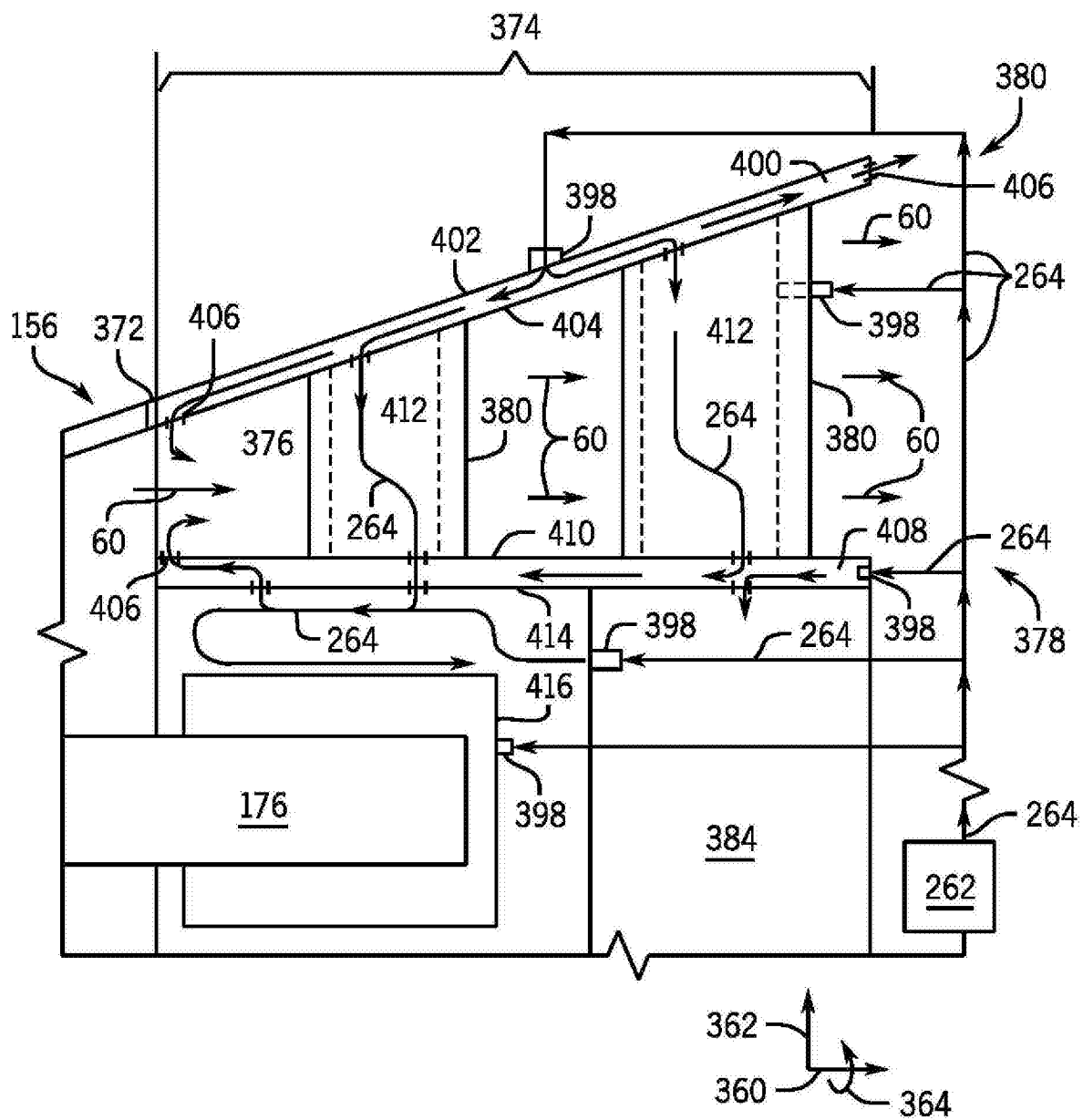


图7

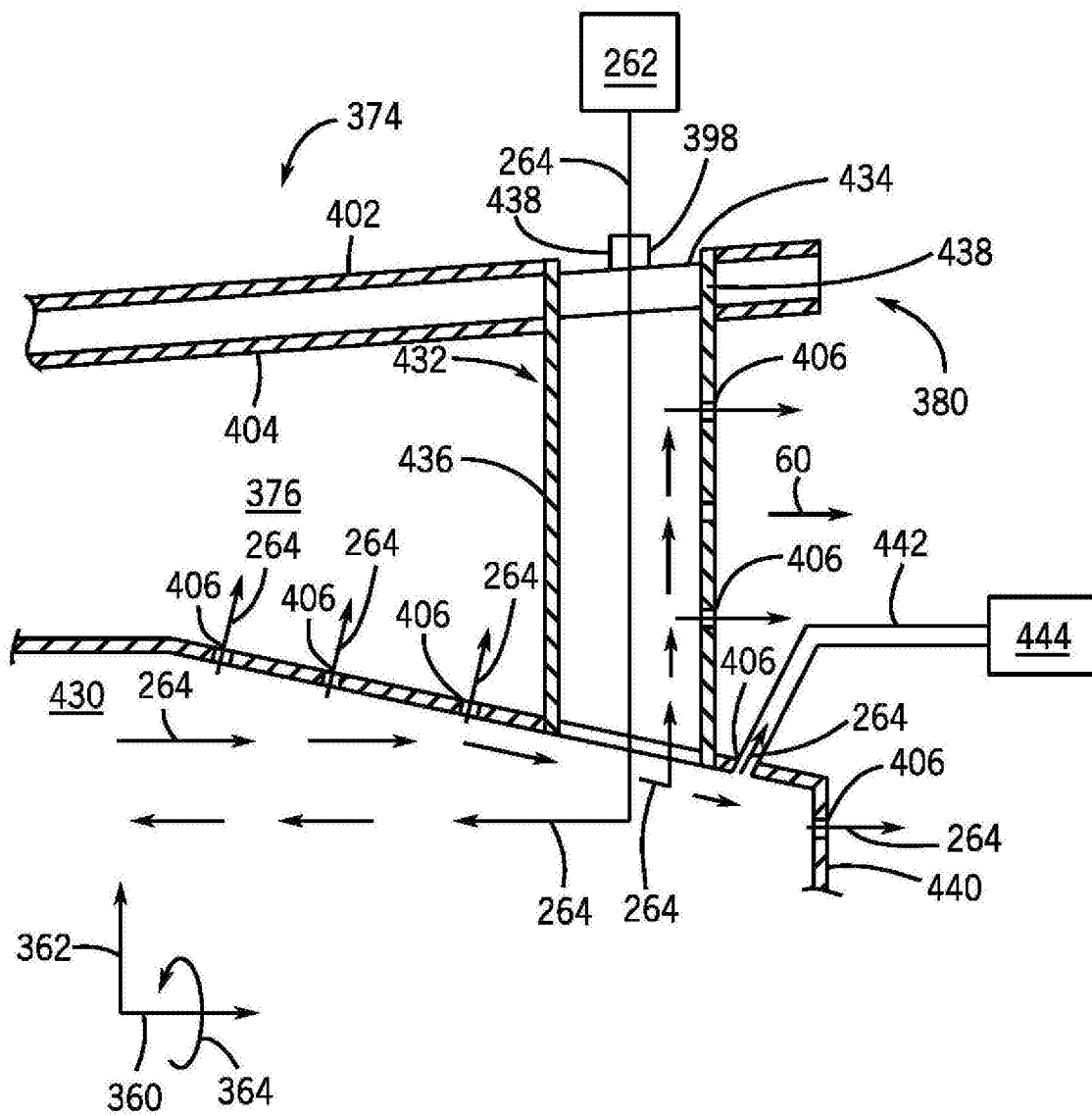


图8