



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104100997 A

(43) 申请公布日 2014. 10. 15

(21) 申请号 201410138748. 8

(22) 申请日 2014. 04. 08

(30) 优先权数据

13/858192 2013. 04. 08 US

(71) 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 J. A. 孔基里 R. M. 瓦沙姆

G. O. 克雷默

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 肖日松 谭祐祥

(51) Int. Cl.

F23R 3/02(2006. 01)

F23R 3/40(2006. 01)

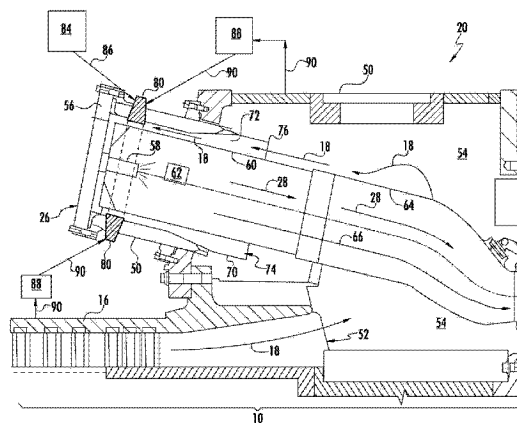
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

催化燃烧空气加热系统

(57) 摘要

本发明公开一种催化燃烧空气加热系统,用于对燃烧器内的工作流体进行预加热,所述系统包括用于向所述燃烧器提供所述工作流体的压缩机。外壳设置在所述压缩机的下游。所述外壳至少部分地限定至少部分地围绕燃烧器的高压气室。燃烧室限定在所述燃烧器内,在所述高压气室的下游。催化燃烧器设置在所述高压气室内,在所述燃烧室的上游,以便向所述燃烧室上游的所述工作流体提供热能。



1. 一种用于对燃烧器内的工作流体进行预加热的系统,所述系统包括:
 - a. 用于向所述燃烧器提供所述工作流体的压缩机;
 - b. 设置在所述压缩机下游的外壳,其中所述外壳至少部分地限定至少部分地围绕所述燃烧器的高压气室;
 - c. 限定在所述燃烧器内的燃烧室,其中所述燃烧室设置在所述高压气室的下游;以及
 - d. 设置在所述高压气室内且位于所述燃烧室上游的催化燃烧器,其中所述催化燃烧器向所述燃烧室上游的所述工作流体提供热能。
2. 如权利要求 1 所述的系统,其中所述压缩机包括在所述高压气室上游的排出口,其中所述催化燃烧器设置成靠近所述排出口。
3. 如权利要求 1 所述的系统,其中所述催化燃烧器至少部分地延伸穿过所述外壳。
4. 如权利要求 1 所述的系统,所述系统进一步包括至少部分地围绕所述燃烧室的燃烧衬管,其中所述催化燃烧器至少部分地围绕所述燃烧衬管的一部分。
5. 如权利要求 4 所述的系统,所述系统进一步包括设置在所述催化燃烧器与所述燃烧衬管之间的隔热屏。
6. 如权利要求 4 所述的系统,所述系统进一步包括围绕所述燃烧衬管的导流套筒,以及限定在所述燃烧衬管与所述导流套筒之间的流道,所述流道为所述高压气室与所述燃烧室之间提供流体通道,其中所述催化燃烧器设置在所述流道的上游。
7. 如权利要求 1 所述的系统,所述系统进一步包括设置在所述催化燃烧器下游并且在所述燃烧室上游的预混流室。
8. 如权利要求 1 所述的系统,所述系统进一步包括与所述催化燃烧器流体连通的外部氧化剂供应装置。
9. 如权利要求 1 所述的系统,所述系统进一步包括与所述催化燃烧器流体连通的高压燃料供应装置。
10. 一种用于燃气轮机的燃烧器,所述燃烧器包括:
 - a. 燃烧衬管;
 - b. 限定在所述燃烧衬管内的燃烧室;
 - c. 设置在所述燃烧室上游的燃料喷嘴,其中所述燃料喷嘴至少部分地限定预混流室;
 - d. 围绕所述燃烧衬管的外壳;
 - e. 限定在所述外壳内的高压气室,其中所述高压气室位于所述预混流室的上游;以及
 - f. 设置在所述高压气室内且位于所述预混流室的上游的催化燃烧器。
11. 如权利要求 10 所述的燃烧器,其中所述高压气室与压缩机的排出口流体连通,所述催化燃烧器设置成靠近所述排出口。
12. 如权利要求 10 所述的燃烧器,其中所述催化燃烧器至少部分地延伸穿过所述外壳。
13. 如权利要求 10 所述的燃烧器,其中所述催化燃烧器至少部分地围绕所述燃烧衬管的一部分。
14. 如权利要求 10 所述的燃烧器,所述燃烧器进一步包括设置在所述催化燃烧器与所述燃烧衬管之间的隔热屏。
15. 如权利要求 10 所述的燃烧器,所述燃烧器进一步包括围绕所述燃烧衬管的导流套

筒,以及限定在所述燃烧衬管与所述导流套筒之间的流道,其中所述催化燃烧器在所述流道上游的位置处至少部分地围绕所述燃烧衬管的一部分。

16. 如权利要求 1 所述的系统,所述系统进一步包括与所述催化燃烧器流体连通的外部氧化剂供应装置,其中所述外部氧化剂供应装置包括辅助压缩机。

17. 一种燃气轮机,所述燃气轮机包括:

- a. 用于提供压缩工作流体流的压缩机;
- b. 设置在所述压缩机下游的燃烧段,所述燃烧段具有限定高压气室的外壳;
- c. 设置在所述燃烧段下游的涡轮;并且
- d. 其中所述燃烧段进一步包括:

i. 在所述高压气室内延伸的燃烧器,所述燃烧器具有燃烧衬管、限定在所述燃烧衬管内且位于所述高压气室下游的燃烧室,以及设置在所述燃烧室上游的燃料喷嘴;以及

ii. 设置在所述高压气室内且位于所述燃烧室的上游的催化燃烧器,其中所述催化燃烧器向所述压缩工作流体流提供热能。

18. 如权利要求 17 所述的燃气轮机,其中所述催化燃烧器与所述外壳构成一个整体。

19. 如权利要求 17 所述的燃气轮机,其中所述催化燃烧器至少部分地围绕所述燃烧衬管的一部分。

20. 如权利要求 17 所述的燃气轮机,所述燃气轮机进一步包括围绕所述燃烧衬管的导流套筒,以及限定在所述燃烧衬管与所述导流套筒之间的流道,其中所述催化燃烧器在所述流道上游的位置处至少部分地围绕所述燃烧衬管的一部分。

催化燃烧空气加热系统

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及一种燃气轮机。更具体地说,本发明涉及一种用于加热位于限定于燃气轮机的燃烧器内的燃烧室上游的工作流体的催化燃烧空气加热系统。

背景技术

[0002] 典型燃气轮机包括入口段、压缩机段、燃烧段、涡轮段和排气段。入口段清洁并且调节“工作流体”(例如,空气)并且将工作流体供应至压缩机段。压缩机段逐渐增加工作流体的压力,并且将压缩工作流体供应至燃烧段。压缩工作流体与燃料在燃烧段内混合并且在燃烧室中燃烧,以生成具有高温高压的燃烧气体。燃烧气体通过热气通路被输送至涡轮段中,在涡轮段处,燃烧气体膨胀以做功。例如,燃烧气体在涡轮段中的膨胀可使连接至发电机的轴转动以发电。

[0003] 燃烧段通常包括环形地布置并设置在压缩机段与涡轮段之间的一个或多个燃烧器。多个参数影响燃烧器的设计及运行。例如,燃气轮机制造商经常承担在不产生不希望的空气污染排放物的情况下提高燃气轮机效率的任务。典型地由燃气轮机燃烧常规烃燃料产生的主要空气污染排放物是氮氧化物(NO_x)、一氧化碳(CO)和未燃烧的烃(UHC)。吸气式发动机(如燃气轮机)中的分子氮的氧化和因此造成的 NO_x 的形成是温度的指数函数。燃烧气体的温度越高,不希望的 NO_x 排放物的形成速率越高。

[0004] 降低燃烧气体的温度从而控制 NO_x 的形成的一种方式是采用贫预混燃烧系统。贫预混燃烧系统通过使燃料与工作流体预混合以向燃烧室提供贫(或富空气)预混可燃混合物来运行。这样,在燃烧期间,存在于富空气或贫可燃混合物中的过量空气的热容量或热容允许在燃烧室内吸收热量,从而降低燃烧气体的温度,因此减少 NO_x 排放物的形成。

[0005] 决定贫预混燃烧系统在贫预混模式下的可操作性范围的一个因素是压缩工作流体在其进入燃烧室时的温度。例如,如果进入燃烧室的压缩工作流体的温度下降至低于某些温度,那么当贫预混可燃混合物燃烧时,在燃烧室内和整个燃烧系统上可能出现大幅温度上升和大量热量释放。结果,燃烧器内的各种压力脉动的幅度(也称为燃烧动态)可能增大。此外,大幅温度上升和大量热量释放还可能导致产生可能超过排放物合规标准(emissions compliance standard)的CO。

[0006] 压缩工作流体的温度通常受燃气轮机的运行模式影响,并且受在通向压缩机的入口处的局部环境温度影响。大多数贫预混燃烧系统设计用于在ISO标准日条件(ISO standard day conditions)下在贫预混模式下运行,在电力工业中,ISO标准日条件对应于59华氏度的环境温度。一般来说,当燃气轮机在低于全速/满载条件下(诸如在压缩机以小于全容量运行的部分负载运行期间)运行时,局部环境温度对燃烧室动态和CO水平具有最大影响。这样,当工作流体通过压缩机流动至燃烧器时,有较少热能传递至所述工作流体。因此,一种用于加热在燃烧器内位于燃烧室上游的压缩工作流体的系统将是有益的。

发明内容

[0007] 本发明的各个方面和优点在以下说明中阐明,或者这些方面和优点在说明中可能是显而易见的,或者可以通过实践本发明而知晓。

[0008] 本发明的一个实施例是一种用于加热燃烧器内的压缩工作流体的系统。所述系统包括用于向所述燃烧器提供压缩工作流体的压缩机。外壳设置在所述压缩机的下游。所述外壳至少部分地限定至少部分地围绕所述燃烧器的高压气室。燃烧室在所述燃烧器内限定在所述高压气室的下游。催化燃烧器在所述燃烧室的上游设置在所述高压气室内。所述催化燃烧器向所述燃烧室上游的工作流体提供热能。

[0009] 本发明的另一实施例是一种用于燃气轮机的燃烧器。所述燃烧器包括燃烧衬管和至少部分地限定在所述燃烧衬管内的燃烧室。燃料喷嘴设置在所述燃烧室的上游。所述燃料喷嘴至少部分地限定位于所述燃烧室上游的预混流室(pre-mix flow chamber)。外壳至少部分地围绕所述燃烧衬管的至少一部分。高压气室在所述外壳内限定在所述预混流室的上游。催化燃烧器在所述高压气室内设置在所述预混流室的上游。

[0010] 本发明的另一实施例包括一种燃气轮机。所述燃气轮机包括用于提供压缩工作流体流的压缩机。燃烧段设置在所述压缩机的下游,并且包括限定高压气室的外壳。涡轮设置在所述燃烧段的下游。所述燃烧段进一步包括在所述高压气室内延伸的燃烧器。所述燃烧器包括:燃烧衬管、在所述高压气室下游限定在所述燃烧衬管内的燃烧室,以及设置在所述燃烧室上游的燃料喷嘴。所述燃气轮机进一步包括在所述高压气室内设置所述燃烧室上游的催化燃烧器,以便向所述压缩工作流体流提供热能。

[0011] 所属领域的普通技术人员通过查看说明书将更好地了解此类实施例的特征和方面及其他内容。

附图说明

[0012] 在说明书剩余部分中向所属领域的技术人员更具体地阐述了本发明的完整和实践内容,包括本发明的最佳模式,其中参考附图进行阐述,在附图中:

[0013] 图1是本发明的范围内的示例性燃气轮机的功能框图;

[0014] 图2是可以涵盖本发明多个实施例的示例性燃气轮机的一部分的截面侧视图;

[0015] 图3是根据本发明的至少一个实施例的示例性燃烧器的功能框图;

[0016] 图4是根据本发明的至少一个实施例的如图2中所示的示例性燃气轮机的一部分的截面侧视图;以及

[0017] 图5是根据本发明的至少一个实施例的如图2中所示的示例性燃气轮机的一部分的截面侧视图。

具体实施方式

[0018] 现在将详细参考本发明的各实施例,这些实施例的一个或多个实例在附图中进行了图示。具体实施方式部分使用数字和字母标号来指代附图中的特征。附图和说明中相同或类似的标号用于指代本发明相同或类似的部分。

[0019] 本说明书所用的术语“第一”、“第二”和“第三”可以互换使用以区分不同部件,并且这些术语并不旨在表示单个部件的位置或重要性。术语“上游”、“下游”、“径向”和“轴向”是指相对于流体通道中的流体流的相对方向。例如,“上游”是指流体流动的来向,而“下游”

是指流体流动的去向。类似地,“径向”是指大体垂直于流体流动的相对方向,而“轴向”是指大体平行于流体流动的相对方向。术语“周向”是指围绕特定部件的轴向中心线延伸的相对方向。

[0020] 每个实例用以解释本发明而非限制本发明。事实上,所属领域的技术人员容易了解,在不脱离本发明的范围或精神的前提下,可以对本发明做出各种修改和变化。例如,作为一个实施例的一部分进行说明或描述的特征可用于另一实施例,从而得到又一实施例。因此,本发明意在涵盖所附权利要求书及其等效物的范围内的此类修改和变化。

[0021] 现在参照附图,其中在整个附图中,相同数字指示相同元件,图 1 提供可以涵盖本发明的各实施例的示例性燃气轮机 10 的功能框图。如图所示,燃气轮机 10 通常包括入口段 12,所述入口段 12 可包括一系列过滤器、冷却盘管、去湿器和 / 或其他装置,以净化和以其他方式调节进入燃气轮机 10 的工作流体(例如,空气)14。工作流体 14 流动至压缩机段,在所述压缩机段处,压缩机 16 逐渐赋予工作流体 14 以动能和热能,以产生处于高度激励状态的压缩工作流体 18。

[0022] 压缩工作流体 18 从压缩机流动至燃烧段 20,在所述燃烧段 20 处,压缩工作流体 18 与来自燃料供应系统 24 的燃料 22 混合,以便在一个或多个燃烧器 26 内形成可燃混合物。所述可燃混合物燃烧以产生具有高温高压的燃烧气体 28。燃烧气体 28 流动穿过涡轮段的涡轮 30 以做功。例如,涡轮 30 可连接至轴 32,这样使得涡轮 28 的转动驱动压缩机 16 以产生压缩工作流体 18。或者或此外,轴 32 可将涡轮 30 连接至发电机 34 以用于发电。废气 36 从涡轮 30 流动穿过排气段 38,所述排气段 38 将涡轮 30 连接至所述涡轮 30 下游的排气管 40。排气段 38 可包括(例如)热回收蒸汽发生器(未示出),以用于在将废气 36 释放到环境之前从所述废气 36 中清除并提取额外热量。

[0023] 燃烧器 24 可包括所属领域中已知的任何类型的燃烧器,并且本发明不限于任何特定燃烧器设计,除非权利要求书中明确指出。例如,燃烧器 24 可以是罐形或环罐形燃烧器。图 2 提供可涵盖本发明的各种实施例的包括压缩机 16 的一部分和燃烧段 20 的示例性燃气轮机 10 的一部分的截面侧视图。如图 2 中所示,燃烧段 20 通常包括设置在压缩机 16 的排出口 52 下游的外壳 50。外壳 50 至少部分地限定用于接收来自压缩机 16 的压缩工作流体 18 的高压气室 54。

[0024] 燃烧器 26 通常包括连接至外壳 50 的端盖 56。端盖 56 可至少部分地限定高压气室 54。至少一个燃料喷嘴 58 从端盖 56 向下游和 / 或从高压气室 54 向下游延伸。

[0025] 燃烧衬管 60 从外壳 50 内的燃料喷嘴 58 向下游延伸并至少部分地穿过高压气室 54。燃烧室 62 限定在高压气室 54 的下游。在一个实施例中,燃烧室 62 至少部分地限定在燃烧衬管 60 内。燃烧室 62 设置在燃烧喷嘴 58 的下游。过渡管道 64 从燃烧衬管 60 和 / 或燃烧室 62 向下游延伸。过渡管道 64 通常在邻近涡轮 30 (图 1) 的入口 66 处终止。如图 2 中所示,燃烧衬管 60 和过渡管道 64 至少部分地限定热气通路 68,以用于通过高压气室 54 朝向涡轮 30 (图 1) 的入口 66 输送燃烧气体 28。

[0026] 在一个实施例中,燃烧器 24 包括至少部分地围绕燃烧衬管 60 的至少一部分的导流套筒 70。导流套筒 70 与燃烧衬管 60 径向地分离,以便在两者之间限定流道 72。通向流道 72 的入口 74 限定在导流套筒 70 的上游端 76 处。流道 72 提供压缩工作流体 18 在高压气室 54 与燃烧室 62 之间的流体连通。在一个实施例中,流道 72 通过燃料喷嘴 58 提供高

压气室 54 与燃烧室 62 之间的流体连通。

[0027] 图 3 提供根据本发明的至少一个实施例的包括预混室 78 的示例性燃烧器 26 的功能框图。如图 3 中所示,预混室 78 限定在高压气室 54 的下游。在一个实施例中,预混室设置在流道 72 的下游并且在燃烧室 66 的上游。预混室 78 可至少部分地由燃料喷嘴 58 限定。

[0028] 图 4 和图 5 提供根据本发明的各个实施例的如图 2 中所示的示例性燃气轮机 10 的截面侧视图。如图 2、图 3、图 4 和图 5 中所示,催化燃烧器或加热器 80 设置在燃烧室 62 上游和 / 或预混室 78 上游的高压气室 54 内和 / 或流道 72 内,以便向来自燃烧室 66 上游和 / 或预混室 78 上游的工作流体 18 提供热能。催化燃烧器 80 可包括适用于燃料氧化的任何催化剂,以便在高压气室 54 内和 / 或在预混室 78 上游释放热量或热能。例如,所述催化剂可以是陶瓷催化剂和 / 或金属催化剂。金属催化剂可包括铂族金属中的至少一种,如钌、铑、钯、铱、铱和铂。此外或在替代方案中,金属催化剂可包括钙钛矿、六铝酸盐或沸石或任何其他合适催化剂。

[0029] 在一个实施例中,如图 2 和图 3 中所示,催化燃烧器 80 在燃烧室 66 上游至少部分地在流道 72 内延伸。在特定实施例中,如图 3 中所示,催化燃烧器 80 在高压气室 54 下游并在预混室 78 上游至少部分地在流道 72 内延伸。催化燃烧器 80 可至少部分地延伸穿过外壳 50 和 / 或导流套筒 70。在替代方案中,催化燃烧器 80 可与导流套筒 70 的外表面(未示出)热连通。催化燃烧器 80 可与外壳 50 整合。催化燃烧器 80 可至少部分地围绕外壳 50 的一部分、燃烧衬管 60 的一部分或导流套筒 70 的一部分中的至少一个延伸。

[0030] 在替代实施例中,如图 4 中所示,催化燃烧器 80 在通向流道 72 的入口 74 上游至少部分地围绕燃烧衬管 60 的至少一部分。在此实施例中,催化燃烧器 80 设置成完全位于高压气室 54 内。在另一实施例中,如图 5 中所示,催化燃烧器 80 靠近或邻近压缩机排出口 52 地设置在高压气室 54 内并且完全设置在外壳 50 内。在此实施例中,催化燃烧器 80 可围绕轴 32 (图 1)的至少一部分周向地延伸。在至少一个实施例中,如图 5 中所示,隔热屏 82 设置在催化燃烧器 80 与燃烧衬管 60 和 / 或过渡管道 66 之间。

[0031] 在如图 2 至图 5 中所示并且如本说明书早先所公开的各示例性实施例中,催化燃烧器 80 可连接至燃料供应装置 84,以便向催化燃烧器 80 提供燃料 86,如天然气。在特定实施例中,催化燃烧器 80 连接至氧化剂供应装置 88,以便向催化燃烧器 80 提供氧化剂 90,如压缩工作流体 18 的一部分。氧化剂供应装置 88 可包括高压气室 54(图 2、图 4 和图 5)、压缩机 16 (图 2) 或外部氧化剂源(未示出),和 / 或可与其流体连通。在一个实施例中,氧化剂供应装置 88 可包括高压泵 92 (图 3)和 / 或辅助压缩机 94 (图 4)、和 / 或与其流体连通,以用于在将氧化剂 90 引入到催化燃烧器 80 中之前增大所述氧化剂 90 的压力。

[0032] 在运行中,如图 3、图 4 和图 5 中所示,向催化燃烧器 80 供应燃料 86 和氧化剂 90 以用于燃料氧化,从而使得在如图 3 中所示的流道 72 内和 / 或在如图 4 和图 5 中所示的高压气室 54 内释放热能 96。如图 3、图 4 和图 5 中所示,可由燃料氧化或催化燃烧过程所造成的废气提供额外热能 96。当压缩工作流体 18 流动穿过或经过催化燃烧器 80 时,有热能 96 传递至所述压缩工作流体 18,从而使所述压缩工作流体 18 的温度升高并提供已加热的压缩工作流体 98,所述已加热压缩工作流体 98 从催化燃烧器 80 向下游流动并进入燃烧室 62 中。

[0033] 可以将从催化燃烧器 80 传递至压缩工作流体 18 的热能 96 的量控制为燃气轮机

10 的各种运行条件的函数,所述运行条件包括(但不限于)环境温度和燃气轮机 10 的负载条件。例如,在部分负载运行期间,流动至燃烧器的压缩工作流体 18 的温度比在基本负荷或全速 / 满载运行期间低得多,因而影响燃烧器 26 的预混可操作性范围。然而,催化燃烧器 80 可向压缩工作流体 18 提供足够的热能 96,以便扩大燃烧器在部分负载期间、和 / 或在低环境温度条件期间的预混可操作性范围,从而改进排放性能。

[0034] 在特定实施方案中,如图 3 中所示,已加热压缩工作流体 98 被输送至预混室 78 中,在预混室 78 处,已加热压缩工作流体 98 与来自燃料供应装置 24 的燃料 22 混合,以便向燃烧室 62 提供已加热的贫预混可燃混合物 100,所述混合物 100 在所述燃烧室 62 处燃烧。这样,减少燃烧室 62 内和 / 或整个燃烧系统上的温度上升和热量释放,从而降低燃烧动态的可能性并减少 CO 排放。

[0035] 在另一实施例中,如图 4 中所示,压缩工作流体从压缩机出口 52 流动至高压气室 54 中。压缩工作流体 18 被输送穿过催化燃烧器 80,并且当压缩工作流体 18 流动穿过催化燃烧器 80 并进入流道 74 中时,有热能 96 传递至压缩工作流体 18。然后,通过流道 72 朝向端盖 56 输送已加热压缩工作流体 98。然后,可引导已加热压缩工作流体 98 穿过燃料喷嘴 58 和 / 或进入预混室 78 (图 3) 并与燃料 22 混合,从而提高压缩工作流体 18 的温度并向燃烧室 62 提供已加热贫预混可燃混合物 100。

[0036] 在另一实施例中,如图 5 中所示,压缩工作流体从压缩机出口 52 流动穿过催化燃烧器 80 并进入高压气室 54 中。当压缩工作流体 18 流动穿过催化燃烧器 80 并进入高压气室 54 中时,有热能 96 传递至压缩工作流体 18。然后,通过流道 72 朝向端盖 56 输送已加热压缩工作流体 98。然后,引导已加热压缩工作流体 98 穿过燃料喷嘴 58 和 / 或进入预混室 78 (图 3)、并与燃料 22 混合,从而向燃烧室 62 提供已加热贫预混可燃混合物 100。

[0037] 如本说明书中所描述并且如图 2、图 3、图 4 和图 5 中所示的若干实施例提供超过用于在低环境温度运行期间和 / 或在燃气轮机的部分负载运行期间提高燃烧器内的压缩工作流体温度的现有技术的多个技术益处。例如,一个益处是燃气轮机燃烧器可在贫预混模式下运行而无需入口抽汽加热(bleed heating)的协助。这在寒冷天气气候下尤其可取,在寒冷天气气候下,需要入口抽汽加热方案以有效提高进入燃气轮机预混燃烧系统的空气的温度,以防止燃烧系统在高动态压力脉动范围下运行。此外,催化燃烧器将局部且直接的热量输入提供至压缩工作流体中,在低环境温度运行期间和 / 或在部分负载运行期间,该热量输入可使燃烧室内的边界条件保持基本恒定,从而有可能降低降燃运行期间的 NO_x 排放和 / 或 CO 排放,并控制通常由燃烧室内的大幅热量上升和大量热量释放造成的燃烧室动态压力水平。因此,在非高峰电力需求期间,燃气轮机更有可能保持配电或联机以将功率输出至电力输电网,从而通过减少燃气轮机启动周期的数量来减少运行和维护成本。此外,可将由催化燃烧器提供的加热的量控制为各种运行条件的函数,所述运行条件包括(但不限于)环境温度和燃气轮机的负载百分比。这允许更大的控制。

[0038] 本说明书使用各种实例来公开本发明,包括最佳模式,同时也让所属领域的任何技术人员能够实践本发明,包括制造并使用任何装置或系统,以及实施所涵盖的任何方法。本发明的保护范围由权利要求书界定,并可包含所属领域的技术人员想出的其他实例。如果其他此类实例的结构要素与权利要求书的字面意义相同,或如果此类实例包含的等效结构要素与权利要求书的字面意义无实质差别,则此类实例也应在权利要求书的范围内。

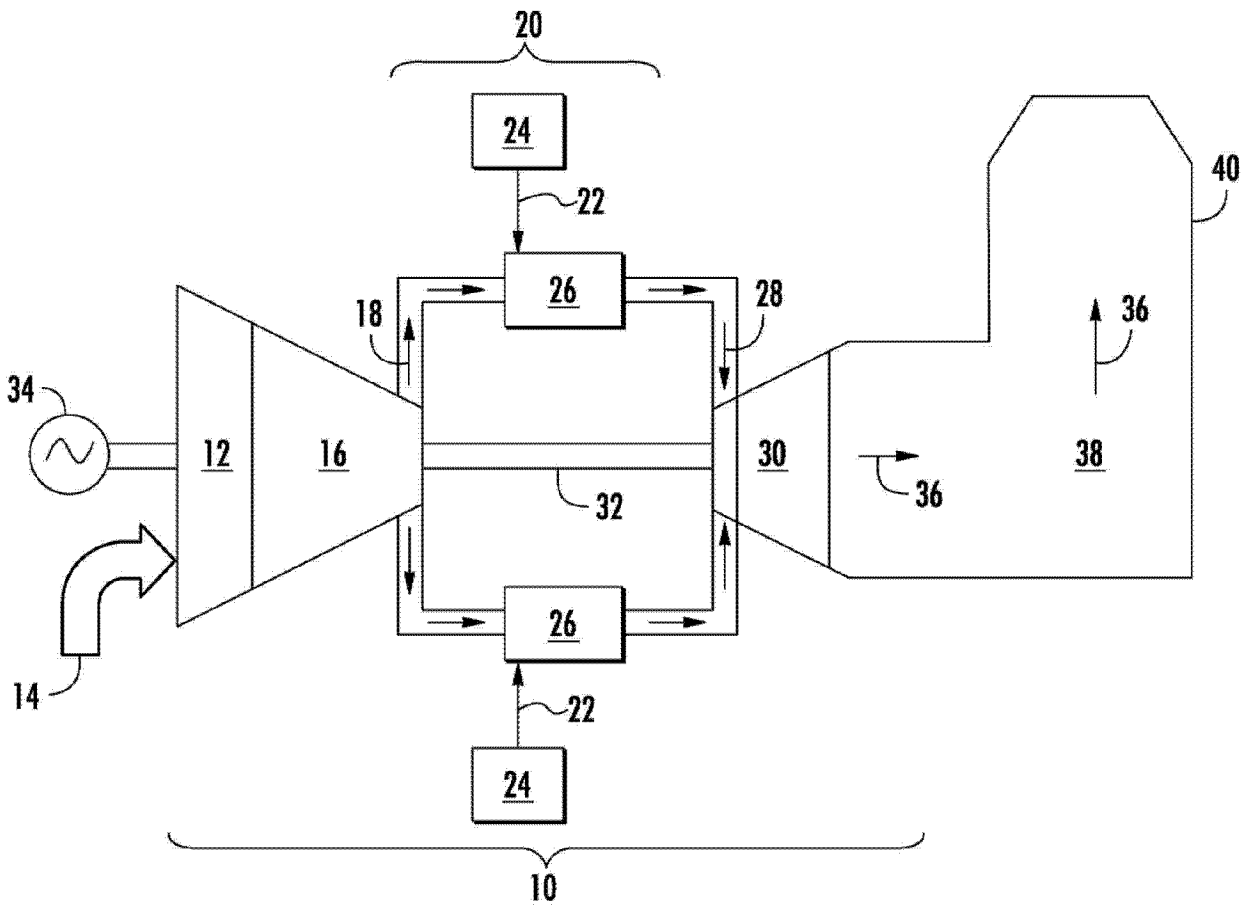


图 1 现有技术

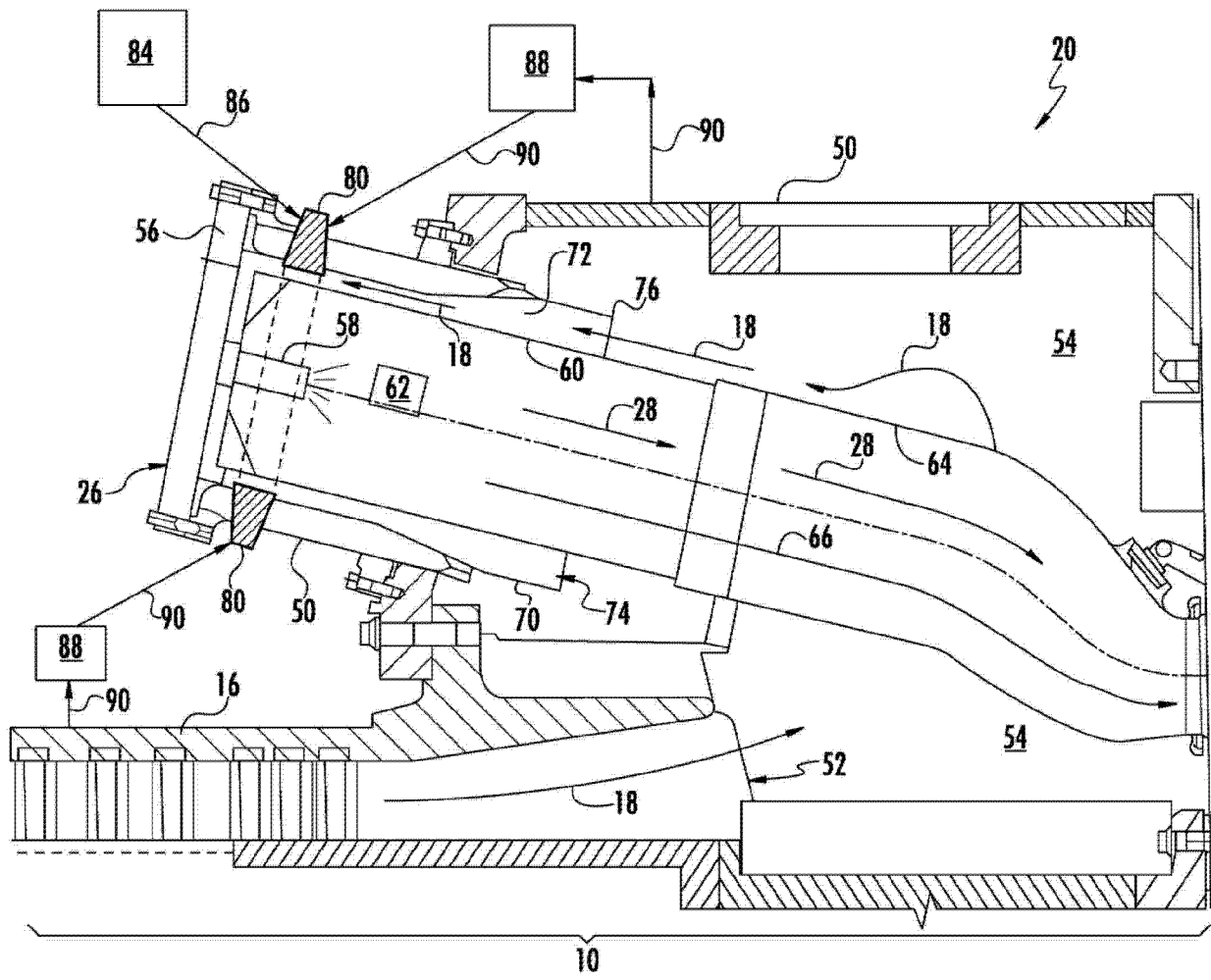


图 2

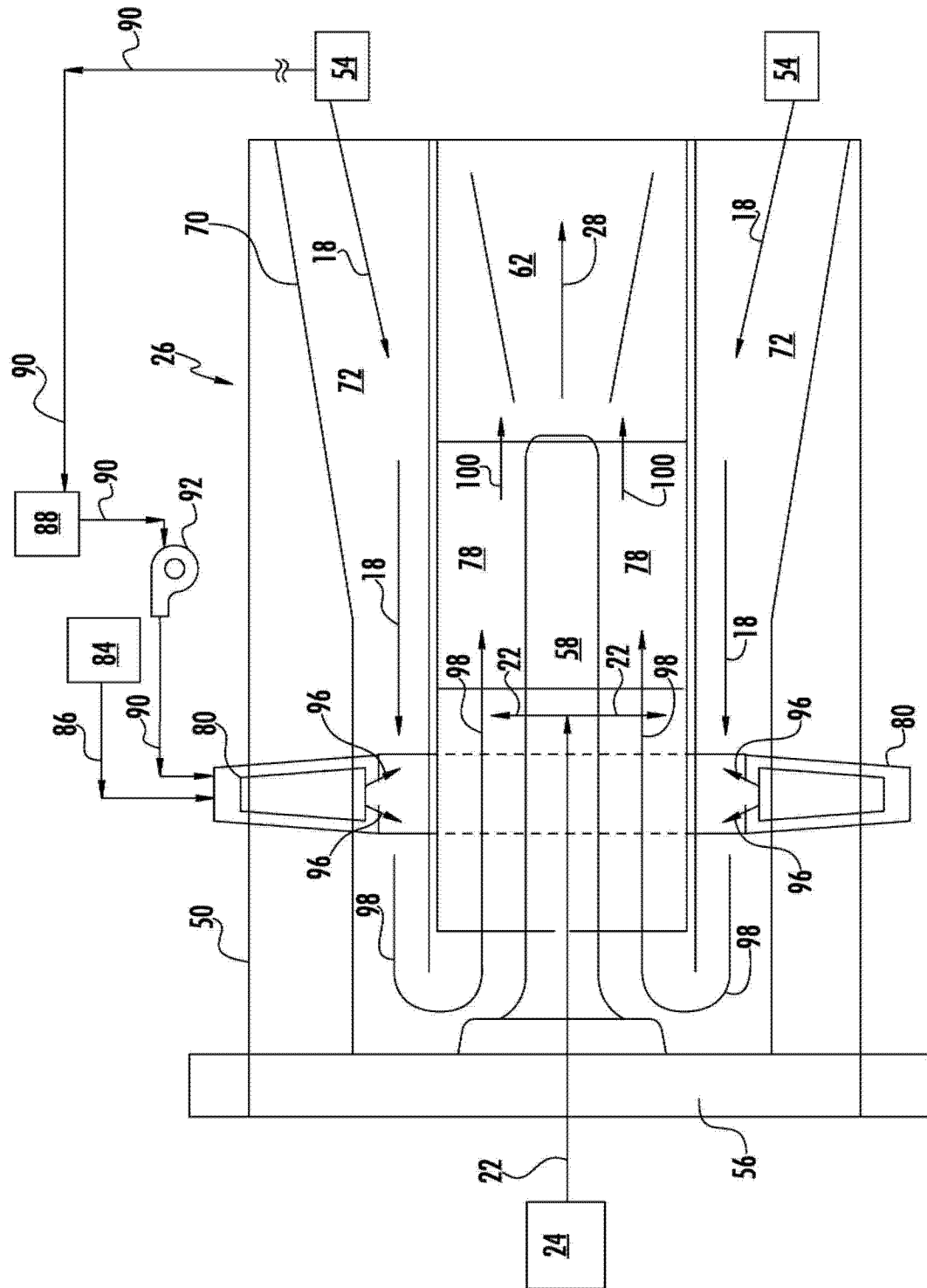


图 3

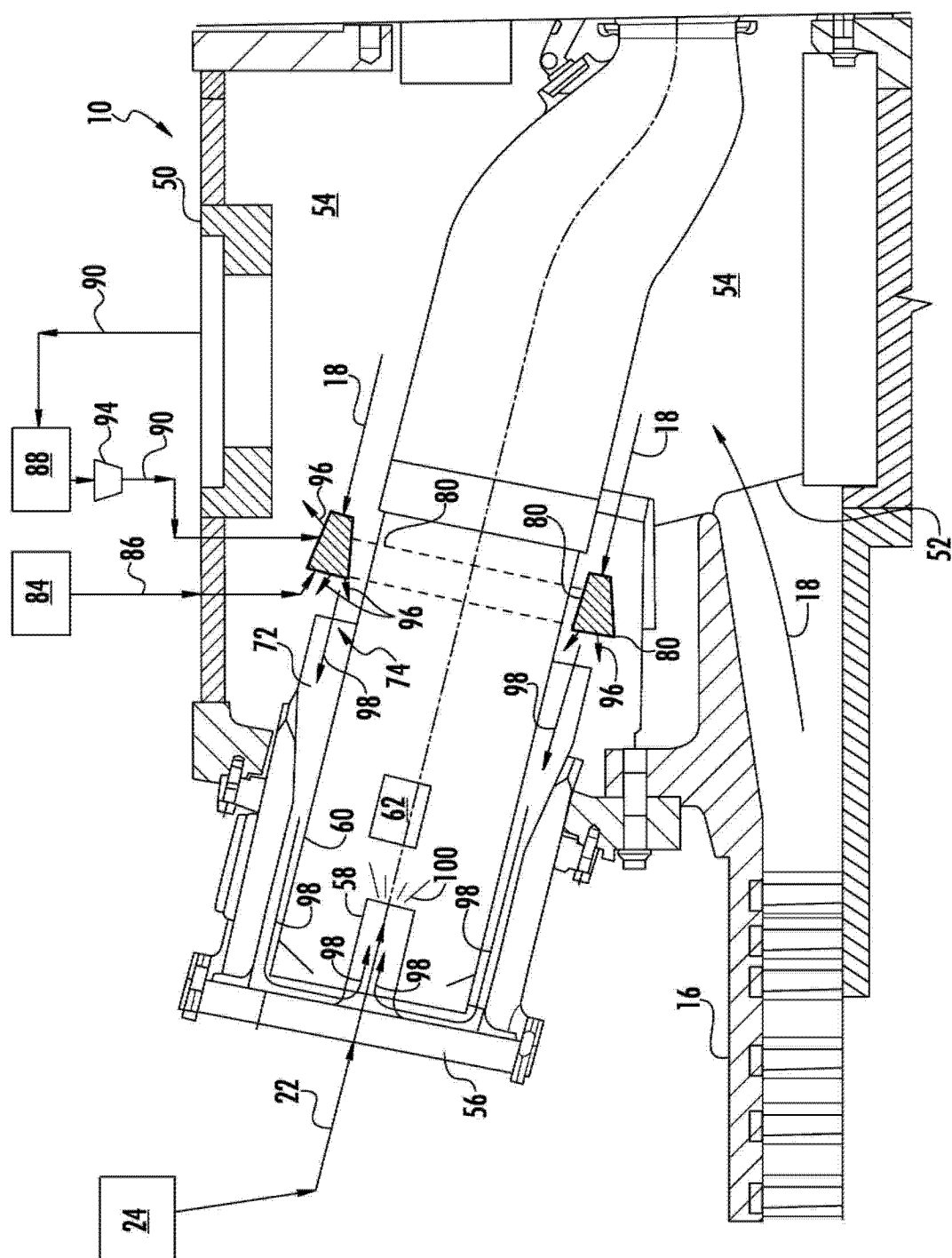


图 4

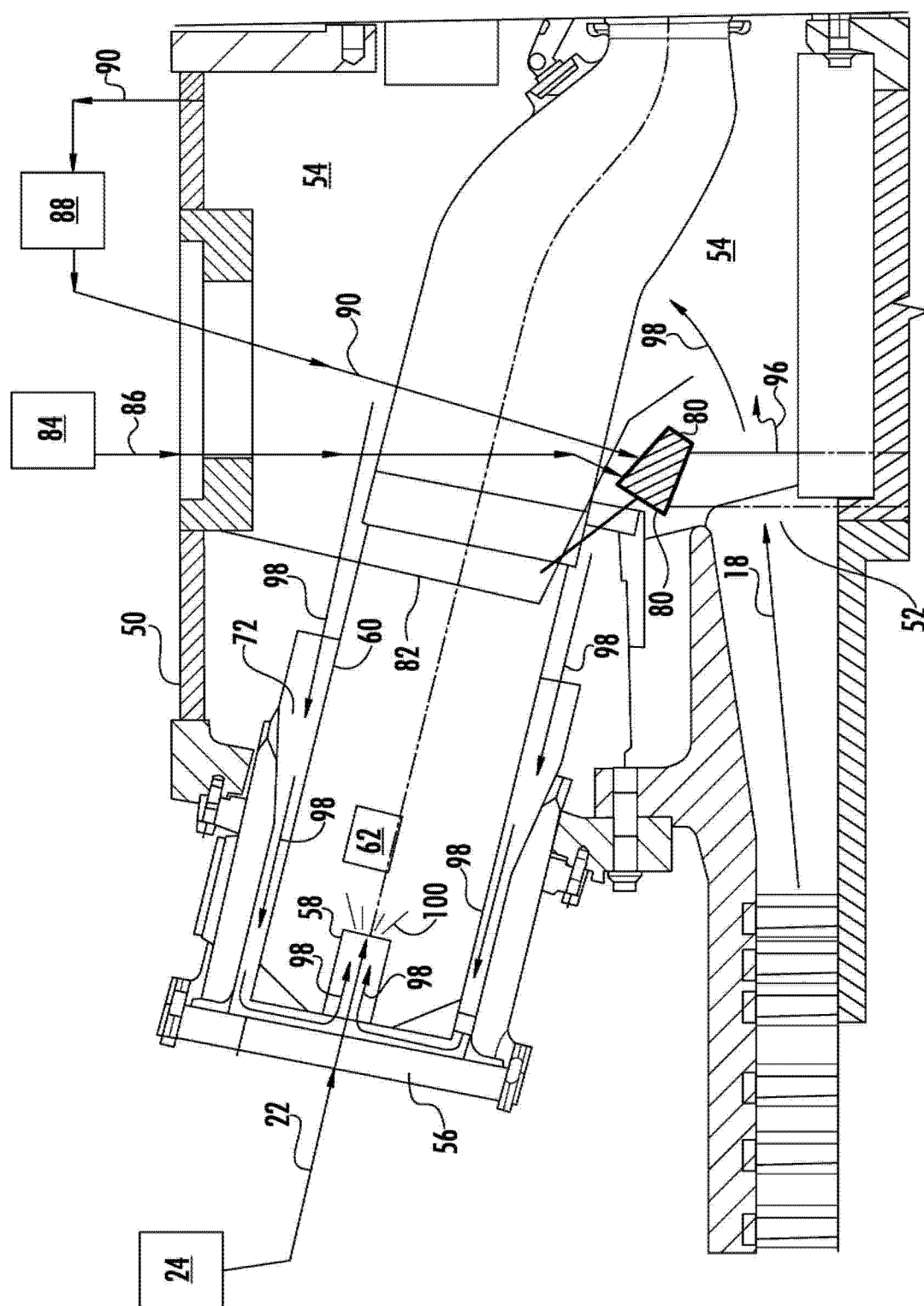


图 5