



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203907673 U

(45) 授权公告日 2014. 10. 29

(21) 申请号 201320795820. 5

(22) 申请日 2013. 12. 06

(30) 优先权数据

13/760099 2013. 02. 06 US

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 H. M. 奥斯特比 J. F. 麦康瑙格哈伊

J. T. 斯特瓦特 C. P. 基纳

(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 何逵游

(51) Int. Cl.

F23R 3/28(2006. 01)

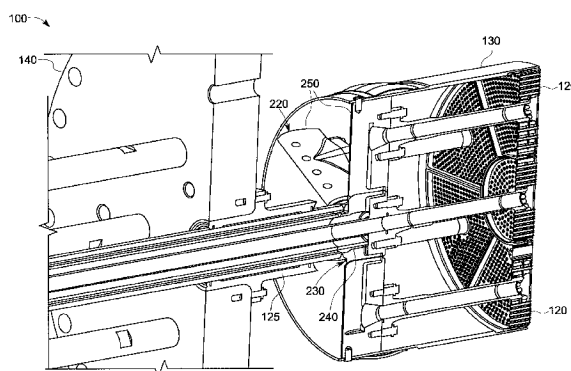
权利要求书2页 说明书7页 附图8页

(54) 实用新型名称

用于与燃气涡轮发动机一起使用的燃烧器

(57) 摘要

本实用新型涉及用于与燃气涡轮发动机一起使用的燃烧器。本申请和所得的专利提供了一种用于与燃气涡轮发动机一起使用的燃烧器。燃烧器可包括一定数目的微混合器燃料喷嘴和用于将燃料流提供至微混合器燃料喷嘴的燃料喷射系统。燃料喷射系统可包括中心毂, 该中心毂用于提供燃料流穿过该中心毂。中心毂可包括用于第一微混合器燃料喷嘴的第一供应回路和用于第二混合器燃料喷嘴的第二供应回路。



1. 一种用于与燃气涡轮发动机一起使用的燃烧器,包括:
多个微混合器燃料喷嘴;以及
用于将燃料流提供至所述多个微混合器燃料喷嘴的燃料喷射系统;
所述燃料喷射系统包括中心毂,该中心毂用于提供所述燃料流穿过所述中心毂;
其中,所述中心毂包括用于所述多个微混合器燃料喷嘴的第一微混合器燃料喷嘴的第一供应回路和用于所述多个微混合器燃料喷嘴的第二微混合器燃料喷嘴的第二供应回路。
2. 根据权利要求1所述的燃烧器,其特征在于,所述多个微混合器燃料喷嘴包括多个微混合器燃料管和燃料板。
3. 根据权利要求1所述的燃烧器,其特征在于,所述燃料喷射系统包括在所述中心毂与所述多个微混合器燃料喷嘴之间延伸的多个支承柱。
4. 根据权利要求3所述的燃烧器,其特征在于,所述多个支承柱从所述中心毂延伸至帽组件。
5. 根据权利要求3所述的燃烧器,其特征在于,所述多个支承柱包括空气动力形状。
6. 根据权利要求1所述的燃烧器,其特征在于,所述第一微混合器燃料喷嘴包括中心微混合器燃料喷嘴。
7. 根据权利要求1所述的燃烧器,其特征在于,所述第二微混合器燃料喷嘴包括外微混合器燃料喷嘴。
8. 根据权利要求7所述的燃烧器,其特征在于,所述外微混合器燃料喷嘴包括第一组外微混合器燃料喷嘴。
9. 根据权利要求7所述的燃烧器,其特征在于,所述外微混合器燃料喷嘴包括第二组外微混合器燃料喷嘴。
10. 根据权利要求1所述的燃烧器,其特征在于,所述燃料喷射系统与公共燃料管连通,该公共燃料管在其中带有所述第一供应回路和所述第二供应回路。
11. 根据权利要求10所述的燃烧器,其特征在于,所述燃烧器还包括与所述公共燃料管连通的嵌套的燃料歧管,该公共燃料管在其中带有所述第一供应回路和所述第二供应回路。
12. 根据权利要求10所述的燃烧器,其特征在于,所述燃烧器还包括端盖,并且其中,所述公共燃料管包括穿过所述端盖的单个进入端口。
13. 根据权利要求1所述的燃烧器,其特征在于,所述中心毂包括穿过该中心毂的第三供应回路,该第三供应回路用于所述多个微混合器燃料喷嘴的第三微混合器燃料喷嘴。
14. 根据权利要求1所述的燃烧器,其特征在于,所述燃烧器还包括线性致动器以操纵所述多个微混合器燃料喷嘴和所述中心毂。
15. 一种针对用于与燃气涡轮发动机一起使用的燃烧器的燃料喷射系统,包括:
多个微混合器燃料喷嘴;
从多个支承柱延伸的所述多个微混合器燃料喷嘴中的一个或多个;以及
从中心毂延伸的所述多个支承柱;
其中,所述中心毂包括用于所述多个微混合器燃料喷嘴的第一微混合器燃料喷嘴的第一供应回路和用于所述多个微混合器燃料喷嘴的第二微混合器燃料喷嘴的第二供应回路。
16. 根据权利要求15所述的燃料喷射系统,其特征在于,所述多个微混合器燃料喷嘴

包括多个微混合器燃料管和燃料板。

17. 根据权利要求 15 所述的燃料喷射系统,其特征在于,所述第一微混合器燃料喷嘴包括中心微混合器燃料喷嘴。

18. 根据权利要求 15 所述的燃料喷射系统,其特征在于,所述第二微混合器燃料喷嘴包括外微混合器燃料喷嘴。

19. 根据权利要求 18 所述的燃料喷射系统,其特征在于,所述外微混合器燃料喷嘴包括一组外微混合器燃料喷嘴。

20. 一种用于与燃气涡轮发动机一起使用的燃烧器,包括:

多个微混合器燃料喷嘴;

用于将燃料流提供至所述多个微混合器燃料喷嘴的燃料喷射系统;

所述燃料喷射系统包括中心毂,该中心毂用于提供所述燃料流穿过所述中心毂;以及用以操纵所述多个微混合器燃料喷嘴和所述中心毂的线性致动器。

用于与燃气涡轮发动机一起使用的燃烧器

[0001] 技术领域

[0002] 本实用新型是在由美国能源部 (U. S. Department of Energy) 资助的合同第 DE-FC26-05NT42643 号的政府支持下制作出的。政府在本实用新型中具有一定的权利。

[0003] 本实用新型和所得的专利大体上涉及燃气涡轮发动机, 并且更具体地涉及带有用于将燃料分送至一定数目的燃料喷嘴的中心燃料毂的可变容积的燃烧器。

背景技术

[0004] 燃气涡轮发动机的操作效率和总体输出大体上随着热燃烧气流的温度提高而提高。然而, 高的燃烧气流温度可产生更高水平的氮氧化物和其它类型的受管制的排放物。因此, 平衡动作存在于在有效的高温范围中操作燃气涡轮发动机的利益同时还确保氮氧化物和其它类型的受管制的排放物的输出保持在要求的水平下之间。此外, 改变负载水平、改变环境条件和许多其它类型的操作参数也可对总体燃气涡轮效率和排放具有显著的影响。

[0005] 氮氧化物等的更低排放水平可通过在燃烧之前提供燃料流和空气流的良好混合来促进。此类预混趋于降低燃烧温度梯度和氮氧化物的输出。提供这样的良好混合的一个方法为通过使用带有一定数目的微混合器燃料喷嘴的燃烧器。一般来说, 微混合器燃料喷嘴在燃烧之前在仓室 (plenum) 内的一定数目的微混合器管中混合较小体积的燃料和空气。

[0006] 尽管当前微混合器燃烧器和微混合器燃料喷嘴设计提供了改善的燃烧性能, 但某些类型的操作条件中的微混合器燃料喷嘴的可操作性窗口可通过考虑动力和排放来至少部分地限定。具体而言, 某些内部构件的操作频率可耦合, 以便产生高频或低频动力场。此类动力场可能对燃烧器构件以及下游的涡轮构件的物理性能具有负面影响。假定这样, 本燃烧器设计可试图通过使燃料或空气的流分级来避免此类操作条件, 以防止动力场的形成。分级试图产生稳定燃烧的局部区, 即使大量条件可在排放、可燃性等的方面将设计置于典型操作极限外。然而, 此类分级可能需要时间集中校准, 且还可能需要在低于最佳水平下操作。

[0007] 因此, 期望改善的微混合器燃烧器设计。此类改善的微混合器燃烧器设计可促进其中的燃料和空气的流的良好混合, 以便在更高的温度和效率下但以更低的总体排放和更低的动力操作。此外, 此类改善的微混合器燃烧器设计可在不极大地提高整个系统的复杂性和成本的情况下实现这些目标。

实用新型内容

[0008] 因此, 本申请和所得的专利提供了一种与燃气涡轮发动机一起使用的燃烧器。燃烧器可包括一定数目的微混合器燃料喷嘴和用于将燃料流提供至微混合器燃料喷嘴的燃料喷射系统。燃料喷射系统可包括中心毂 (center hub), 该中心毂用于提供燃料流穿过该中心毂。中心毂可包括用于第一微混合器燃料喷嘴的第一供应回路和用于第二混合器燃料喷嘴的第二供应回路。

[0009] 本申请和所得的专利还提供了一种针对用于与燃气涡轮发动机一起使用的燃烧器的燃料喷射系统。燃料喷射系统可包括一定数目的微混合器燃料喷嘴、从一定数目的支承柱延伸的微混合器燃料喷嘴中的一个或多个,且带有从中心毂延伸的支承柱。中心毂可包括用于第一微混合器燃料喷嘴的第一供应回路和用于第二微混合器燃料喷嘴的第二供应回路。

[0010] 本申请和所得的专利还提供了一种用于与燃气涡轮发动机一起使用的燃烧器。燃烧器可包括一定数目的微混合器燃料喷嘴、带有用于将燃料流提供至微混合器燃料喷嘴的中心毂的燃料喷射系统、以及用以操纵微混合器燃料喷嘴和中心毂的线性致动器。

[0011] 当结合若干附图和所附权利要求来查阅以下详细描述时,本申请和所得的专利的这些及其它特征和改善将对于本领域的普通技术人员变得清楚。

附图说明

[0012] 图 1 为示出压缩机、燃烧器和涡轮的燃气涡轮发动机的示意图。

[0013] 图 2 为可与图 1 中的燃气涡轮发动机一起使用的燃烧器的示意图。

[0014] 图 3 为可与图 2 中的燃烧器一起使用的微混合器燃料喷嘴的一部分的示意图。

[0015] 图 4 为如本文描述的微混合器燃烧器的示意图。

[0016] 图 5 为图 4 中的微混合器燃烧器的示例的透视图。

[0017] 图 6 为图 5 中的微混合器燃烧器的侧部横截面视图。

[0018] 图 7 为可与图 5 中的微混合器燃烧器一起使用的嵌套的燃料歧管系统的一部分的放大图。

[0019] 图 8 为用于在图 5 中的微混合器燃烧器中使用的一定数目的燃料喷嘴的平面视图。

[0020] 零件清单

[0021] 10 燃气涡轮发动机

[0022] 15 压缩机

[0023] 20 空气

[0024] 25 燃烧器

[0025] 30 燃料

[0026] 35 燃烧气体

[0027] 40 涡轮

[0028] 45 轴

[0029] 50 负载

[0030] 52 端盖

[0031] 54 过渡件

[0032] 56 燃料喷嘴

[0033] 58 衬套

[0034] 60 燃烧区

[0035] 62 流动套筒

[0036] 64 流动通路

- [0037] 66 微混合器燃料喷嘴
- [0038] 68 混合管
- [0039] 70 燃料管
- [0040] 72 燃料板
- [0041] 100 燃烧器
- [0042] 110 微混合器燃烧器
- [0043] 120 燃料喷嘴
- [0044] 125 燃料管
- [0045] 130 帽组件
- [0046] 135 密封件
- [0047] 140 端盖
- [0048] 150 头端
- [0049] 160 衬套
- [0050] 170 燃烧区
- [0051] 180 外壳
- [0052] 190 流动通路
- [0053] 195 可变容积的燃烧器
- [0054] 200 线性致动器
- [0055] 210 驱动杆
- [0056] 220 预喷嘴燃料喷射系统
- [0057] 230 燃料歧管
- [0058] 240 中心毂
- [0059] 250 支承柱
- [0060] 255 构形形状
- [0061] 260 上游端
- [0062] 270 下游端
- [0063] 280 第一侧壁
- [0064] 290 第二侧壁
- [0065] 300 燃料喷射孔
- [0066] 310 预喷嘴流
- [0067] 320 嵌套的燃料歧管系统
- [0068] 330 嵌套的燃料歧管
- [0069] 340 燃料回路连接件
- [0070] 350 嵌套的燃料供应回路
- [0071] 360 第一嵌套的燃料供应回路
- [0072] 370 第二嵌套的燃料供应回路
- [0073] 380 第三嵌套的燃料供应回路
- [0074] 390 燃料给送密封件
- [0075] 400 柔性软管

- [0076] 410 进入端口
- [0077] 420 支承结构
- [0078] 430 悬臂形状
- [0079] 440 密封凸缘
- [0080] 450 杆孔口
- [0081] 460 密封件
- [0082] 480 空气动力燃料凸缘
- [0083] 490 构形形状
- [0084] 500 航空燃料凸缘
- [0085] 510 扁平形状
- [0086] 520 圆锥形衬套支承件
- [0087] 530 流动套筒
- [0088] 540 流动通路
- [0089] 550 圆锥形本体
- [0090] 560 衬套凸缘
- [0091] 570 周向凹槽
- [0092] 580 流动套筒凸缘
- [0093] 590 径向唇部
- [0094] 600 止动销孔口
- [0095] 610 止动销
- [0096] 620 窗口
- [0097] 630 过滤器筛网
- [0098] 650 翼型本体
- [0099] 660 空气动力安装区段
- [0100] 670 第一构建区域
- [0101] 680 第二构建区域
- [0102] 690 半圆锥形状
- [0103] 700 燃料端口
- [0104] 710 螺栓孔
- [0105] 720 一致的翼型形状
- [0106] 725 截头部分
- [0107] 730 附加材料
- [0108] 740 燃料芯
- [0109] 750 中心喷嘴
- [0110] 760 第一组外喷嘴
- [0111] 770 第二组外喷嘴。

具体实施方式

[0112] 现在参看附图,其中,相似的数字表示若干视图各处相似的元件,图 1 示出了如本

文可使用的燃气涡轮发动机 10 的示意图。燃气涡轮发动机 10 可包括压缩机 15。压缩机 15 压缩空气 20 的进入流。压缩机 15 将空气 20 的压缩流输送至燃烧器 25。燃烧器 25 将空气 20 的压缩流与燃料 30 的加压流混合,且点燃混合物来产生燃烧气体 35 的流。尽管仅示出了单个燃烧器 25,但燃气涡轮发动机 10 可包括任何数目的燃烧器 25。燃烧气体 35 的流继而又输送至涡轮 40。燃烧气体 35 的流驱动涡轮 40,以便产生机械功。涡轮 40 中产生的机械功经由轴 45 驱动压缩机 15,并驱动外部负载 50,如发电机等。

[0113] 燃气涡轮发动机 10 可使用天然气、液体燃料、各种类型的合成气和 / 或其它类型的燃料以及它们的组合。燃气涡轮发动机 10 可为由纽约的斯克内克塔迪的通用电气公司提供的一定数目的不同燃气涡轮发动机中的任一者,包括但不限于诸如 7 系列或 9 系列重载燃气涡轮发动机等的那些。燃气涡轮发动机 10 可具有不同的构造,且可使用其它类型的构件。在此还可使用其它类型的燃气涡轮发动机。在此还可一起使用多个燃气涡轮发动机、其它类型的涡轮、以及其它类型的发电设备。

[0114] 图 2 为可与上文所述的燃气涡轮发动机 10 等一起使用的燃烧器 25 的示例的示意图。燃烧器 25 可在涡轮 40 旁边从头端处的端盖 52 延伸至后端处的过渡件 54。一定数目的燃料喷嘴 56 可在端盖 52 旁边定位。衬套 58 可从燃料喷嘴 56 朝过渡件 54 延伸,且可限定其中的燃烧区 60。衬套 58 可由流动套筒 62 包绕。衬套 58 和流动套筒 62 可限定其间的流动通路 64,以用于空气 20 从压缩机 15 或其它流动。任何数目的燃烧器 25 都可以以筒环形阵列等在此使用。本文所述的燃烧器 25 仅用于示例的目的。在此可使用带有其它构件和其它构造的燃烧器。

[0115] 图 3 示出了微混合器燃料喷嘴 66 的一部分,其可与燃烧器 25 等一起使用。微混合器燃料喷嘴 66 可包括在燃料管 70 旁边定位的一定数目的微混合器管 68。微混合器管 68 大体上可具有大致一致的直径,且可布置成环形同心行列。在此可使用任何尺寸、形状或构造的任何数目的微混合器管 68。微混合器管 68 可经由燃料板 72 与来自于燃料管 70 的燃料 30 的流连通且经由流动通路 64 与来自于压缩机 15 的空气 20 的流连通。小体积的燃料 30 的流和小体积的空气 20 的流可在各个微混合器管 68 内混合。混合的燃料 - 空气流可向下游流动来用于在燃烧区 60 中燃烧,且在如上文所述的涡轮 40 中使用。在此可使用其它构件和其它构造。

[0116] 图 4 示出了本文可描述的燃烧器 100 的示例。燃烧器 100 可为带有定位在其中的任何数目的微混合器燃料喷嘴 120 等的微混合器燃烧器 110。微混合器燃料喷嘴 120 可类似于上文所述的那些。微混合器燃料喷嘴 120 可为扇形、圆形,且 / 或具有任何尺寸、形状或构造。同样,微混合器喷嘴 120 可包括以任何构造的其中的任何数目的微混合器管。微混合器燃料喷嘴 120 可与公共燃料管 125 连通。公共燃料管 125 可在其中承载一个或多个燃料回路。因此,多个燃料回路可允许微混合器燃料喷嘴 120 的分级。微混合器燃料喷嘴 120 可安装在帽组件 130 或类似结构内。帽组件 130 可具有任何尺寸、形状或构造。帽组件 130 可由常规密封件 135 等包绕。

[0117] 类似于上文所述的那样,燃烧器 100 可在其头端 150 处从端盖 140 延伸。衬套 160 可包绕帽组件 130 和密封件 135,而微混合器燃料喷嘴 120 在其中。衬套 160 可限定帽组件 130 下游的燃烧区 170。衬套 160 可由外壳 180 包绕。衬套 160、外壳 180 和流动套筒(未示出)可限定其间的流动通路 190,以用于空气 20 从压缩机 15 或其它流动。衬套 160、燃

烧区 170、外壳 180 和流动通路 190 可具有任何尺寸、形状或构造。任何数目的燃烧器 100 都可以以筒环形阵列等在此使用。在此还可使用其它构件和其它构造。

[0118] 燃烧器 100 还可具有可变容积的燃烧器 195。因此,可变容积的燃烧器 195 可包括线性致动器 200。线性致动器 200 可在端盖 140 旁边且其外侧定位。线性致动器 200 可为常规设计,且可提供线性或轴向运动。线性致动器 200 可机械地、机电地、压电地、气动地、液压地和/或以它们的组合操作。举例来说,线性致动器 200 可包括液压缸、齿条齿轮系统、滚珠螺杆、手动曲柄、或能够提供受控的轴向运动的任何类型的装置。线性致动器 200 可与总体燃气涡轮控制件连通用于基于系统反馈等的动态操作。

[0119] 线性致动器 200 可经由驱动杆 210 等与公共燃料管 125 连通。驱动杆 210 可具有任何尺寸、形状或构造。公共燃料管 125 可定位成在驱动杆 210 旁边用于与其移动。因此,线性致动器 200、驱动杆 210 和公共燃料管 125 可沿处于任何适合位置的衬套 160 的长度轴向地操纵其中带有微混合器喷嘴 120 的帽组件 130。公共燃料管 125 内的多个燃料回路可允许燃料喷嘴分级。在此还可使用其它构件和其它构造。

[0120] 在使用中,线性致动器 200 可操纵帽组件 130,以便相对于衬套 160 的容积改变头端 150 的容积。因此,衬套容积(以及燃烧区 170 的容积)可通过使微混合器燃料喷嘴 120 沿衬套 160 延伸或收缩来减小或增大。此外,帽组件 130 可在不改变总体系统压降的情况下被操纵。典型的燃烧器系统可改变总体压降。然而,此类压降大体上会影响其中的构件的冷却。此外,压降中的变化可产生控制燃烧动力的难度。

[0121] 改变上游和下游的容积可导致改变总体反应停留时间,且因此改变氮氧化物、一氧化碳和其它类型的排放物的总体排放水平。一般来说,反应停留时间直接地相关于衬套容积,且因此在此可调整来满足针对给定操作模式的排放要求。此外,改变停留时间还可对下调和燃烧器动力具有影响,其中总体声学特性可随头端和衬套容积改变而改变。

[0122] 例如,大体上可能需要短停留时间来确保基本负载下的低氮氧化物水平。相反,可能需要更长的停留时间来降低低负载条件下的一氧化碳水平。因此,本文所述的燃烧器 100 作为可调的燃烧器提供了最佳的排放和动力缓和,而不带有整个系统压降的变化。具体而言,燃烧器 100 提供了主动地改变在此的容积的能力,以便调节燃烧器 100 来提供最小动态响应,而不影响到燃料分级。

[0123] 尽管本文所述的线性致动器 200 示为操纵作为组的帽组件 130 中的微混合器燃料喷嘴 120,但也可使用多个线性致动器 200,以便独立地操纵微混合器燃料喷嘴 120 且提供喷嘴分级。在该示例中,独立的微混合器燃料喷嘴 120 可提供其间的附加密封和相对于帽组件 130 的密封。在此还可使用旋转移动。此外,非微混合器燃料喷嘴也可在此使用,且/或非微混合器燃料喷嘴和微混合器燃料喷嘴可在此一起使用。在此还可使用其它类型的轴向移动装置。在此可使用其它构件和其它构造。

[0124] 图 5 和图 6 示出了可与燃烧器 100 等一起使用的预喷嘴燃料喷射系统 220 的示例。各个燃料喷嘴 120 均可安装到预喷嘴燃料喷射系统 220 上。预喷嘴燃料喷射系统 220 可包括燃料喷嘴歧管 230。燃料喷嘴歧管 230 可与公共燃料管 125 连通,且可经由如本文所述的驱动杆 210 来操纵。燃料喷嘴歧管 230 可具有任何尺寸、形状或构造。

[0125] 预喷嘴燃料喷射系统 220 的燃料喷嘴歧管 230 可包括中心毂 240。中心毂 240 可具有任何尺寸、形状或构造。中心毂 240 可在其中容纳一定数目的不同流。预喷嘴燃料喷

射系统 220 的燃料喷嘴歧管 230 可包括从中心毂 240 延伸的一定数目的支承柱 250。可使用任何数目的支承柱 250。支承柱 250 可具有实质空气动力构形形状 255, 虽然在此可使用任何尺寸、形状或构造。具体而言, 各个支承柱 250 均可包括上游端 260、下游端 270、第一侧壁 280 和第二侧壁 290。支承柱 250 可从中心毂 240 沿径向延伸至帽组件 130。各个支承柱 250 均可与燃料喷嘴 120 中的一个或多个连通, 以便向其提供燃料 30 的流。燃料喷嘴 120 可从各个支承柱 250 的下游端 270 沿轴向延伸。在此可使用其它构件和其它构造。

[0126] 图 7 示出了如本文所述的嵌套的燃料歧管系统 320。嵌套的燃料歧管系统 320 可与预喷嘴燃料喷射系统 220 或其它类型的燃料喷射系统协作, 以便将一个或多个燃料 30 的流安全地输送至燃料喷嘴 120。此外, 嵌套的燃料歧管系统 320 还可与线性致动器 200 和驱动杆 210 协作来调节帽组件 130 内的燃料喷嘴 120 的轴向移动, 同时限制穿过端盖 140 的穿透的数目。

[0127] 嵌套的燃料歧管系统 320 包括嵌套的燃料歧管 330。嵌套的燃料歧管 330 可在线性致动器 200 旁边定位在头端 150 处的端盖 140 外侧, 以与其一起移动。嵌套的燃料歧管 330 可包括一定数目的燃料回路连接件 340。可使用任何数目的燃料回路连接件 340。燃料回路连接件 340 可与相同或不同类型的燃料流 30 连通以便在此提供燃料灵活性。燃料回路连接件 340 可具有任何尺寸、形状或构造。

[0128] 嵌套的燃料歧管 330 的各个燃料回路连接件 340 均可与嵌套的燃料供应回路 350 连通。在该示例中, 示出了三 (3) 个嵌套的燃料供应回路 350: 第一嵌套的燃料供应回路 360、第二嵌套的燃料供应回路 370 和第三嵌套的燃料供应回路 380。然而, 在此可使用任何数目的嵌套的燃料供应回路 350。嵌套的燃料供应回路 350 可环形地嵌套在彼此内, 使得第一嵌套的燃料供应回路 360 定位在第二嵌套的燃料供应回路 370 内, 第二嵌套的燃料供应回路 370 继而又定位在第三嵌套的燃料供应回路 380 内。燃料给送密封件 390 可分开各个嵌套的燃料供应回路 350。各个嵌套的燃料供应回路 350 可采取柔性软管等的方式。嵌套的燃料供应回路 350 可具有任何尺寸、形状或构造。嵌套的燃料供应回路 350 共同地用作公共燃料管 125。

[0129] 基于中心毂 240 的构造, 嵌套的燃料供应回路 350 可以以任何数目的构造分级。例如, 如图 8 中所示, 第一嵌套的燃料供应回路 360 可对中心喷嘴 750 供燃料。第二嵌套的燃料供应回路 370 可对第一组外喷嘴 760 供燃料。因此, 第三嵌套的燃料供应回路 380 可对第二组外燃料喷嘴 770 供燃料。在此可使用许多其它构造、回路和喷嘴。

[0130] 如上文所述, 燃料分级可提供改善的排放, 同时允许对燃烧动力的附加调节能力。中心毂 240 的内部通道可包括一定数目的变化。假定这样, 中心毂 240 提供成本效益合算且简单的方法来改善总体燃烧器性能。因此, 中心毂 240 允许燃料分级, 而不需要附加的构件。中心毂 240 可以以常规技术制造, 包括加工、铸造、附加制造, 或经由焊接或硬钎焊的构件。在此可使用其它构件和其它构造。

[0131] 应当清楚的是, 前文仅涉及本申请和所得专利的某些实施例。在不脱离如由以下权利要求和其等同物限定的本实用新型的总体要旨和范围的情况下, 可由本领域的普通技术人员在此进行许多改变和修改。

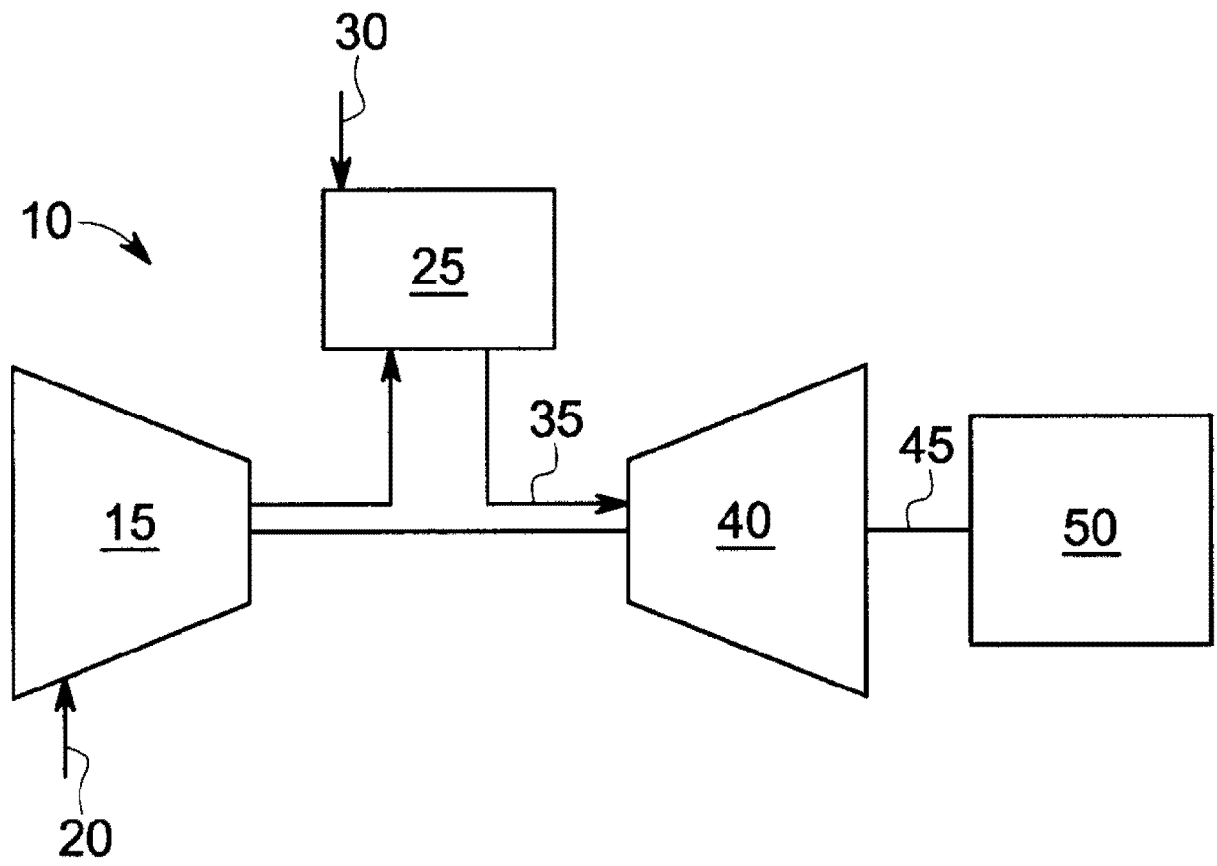


图 1

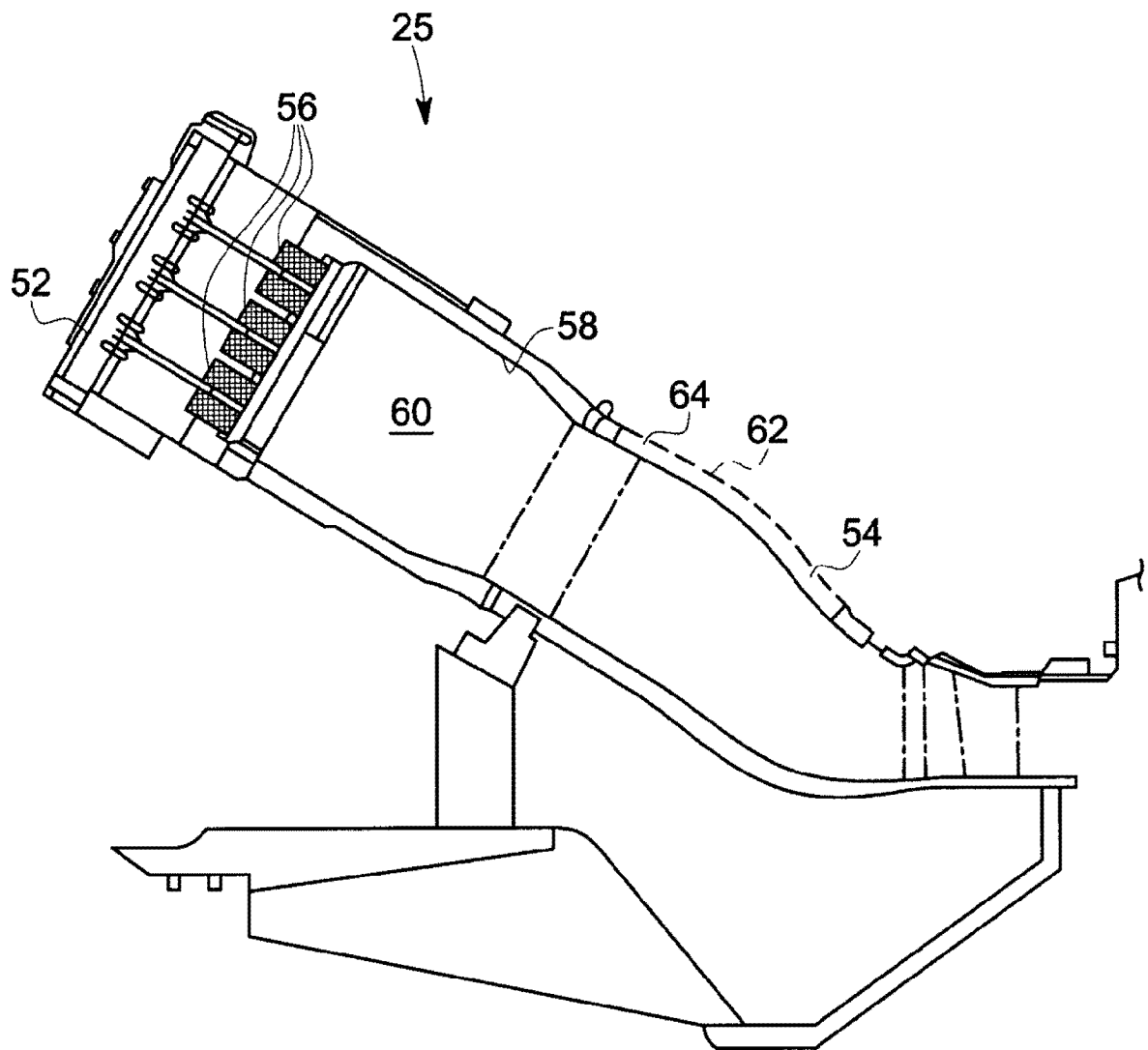


图 2

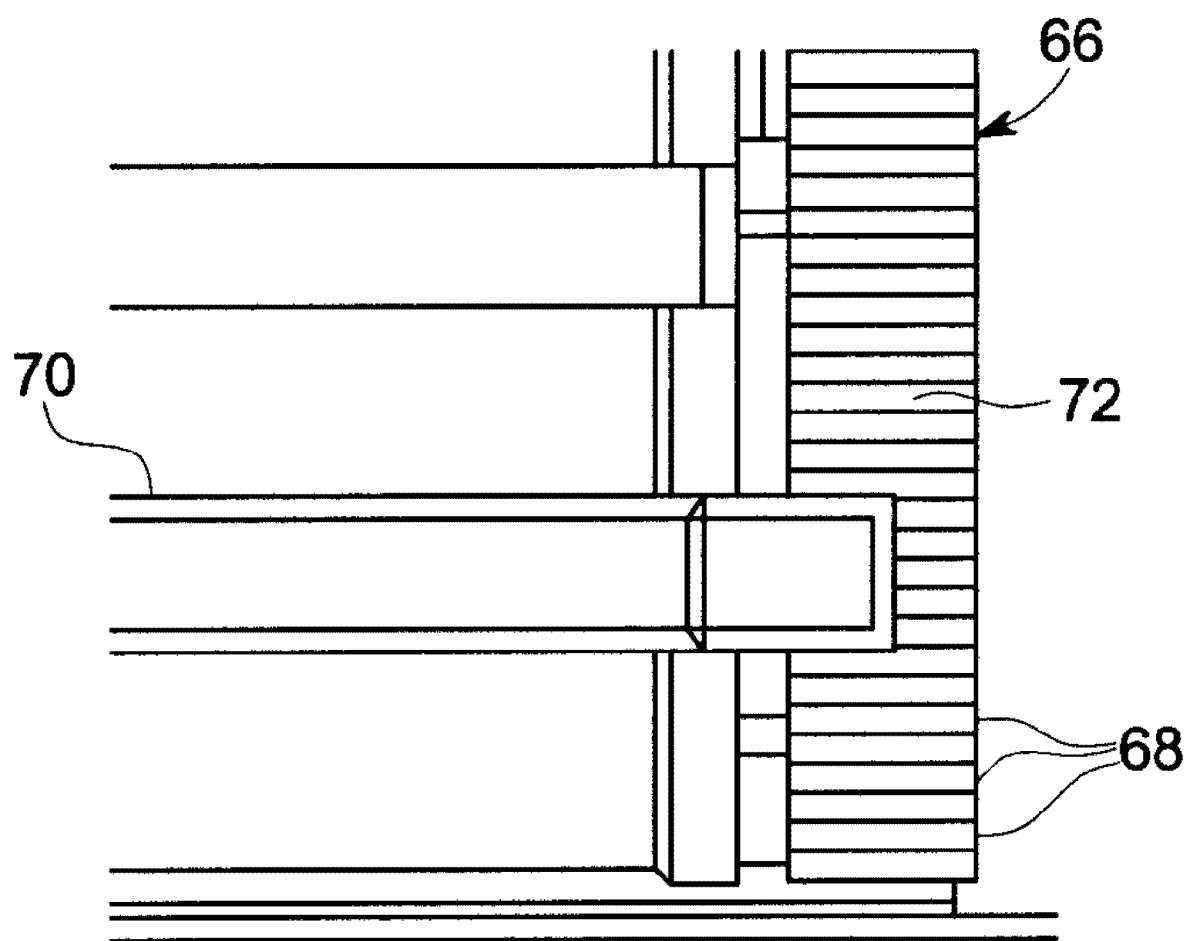


图 3

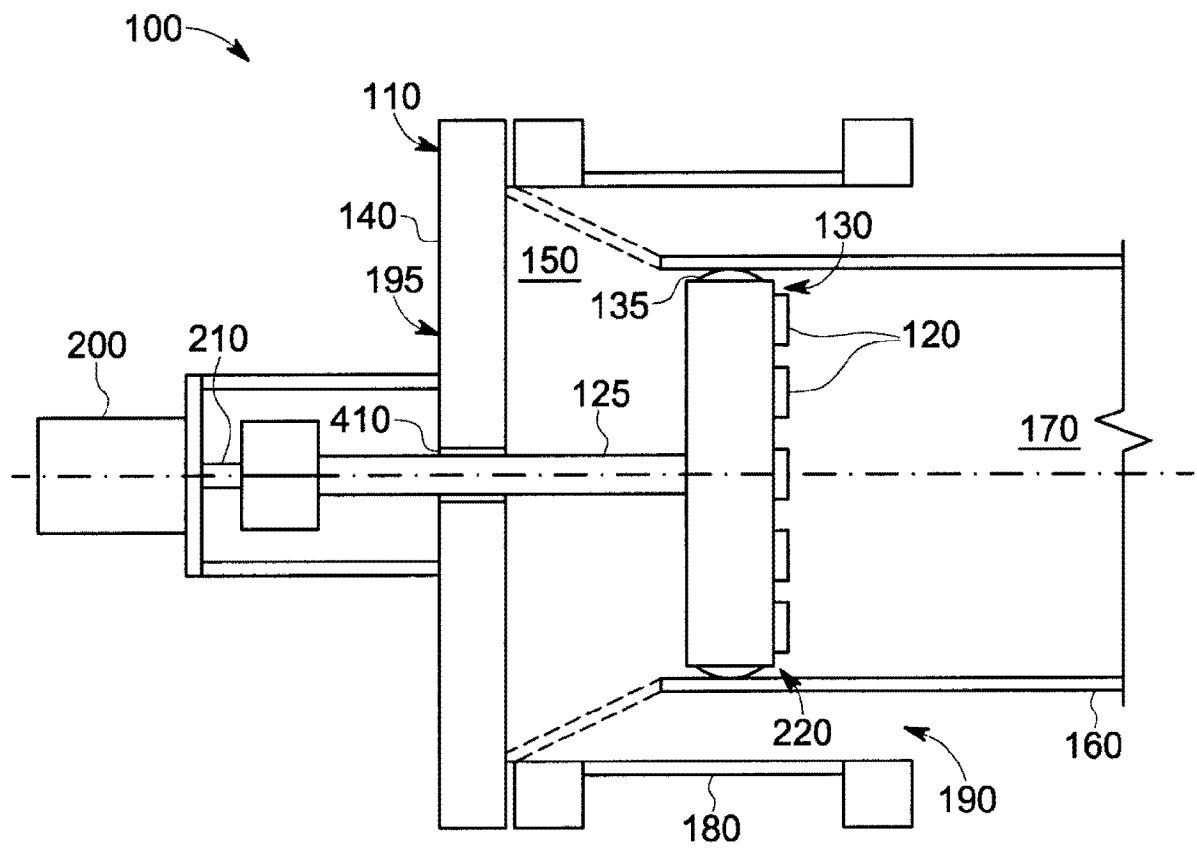


图 4

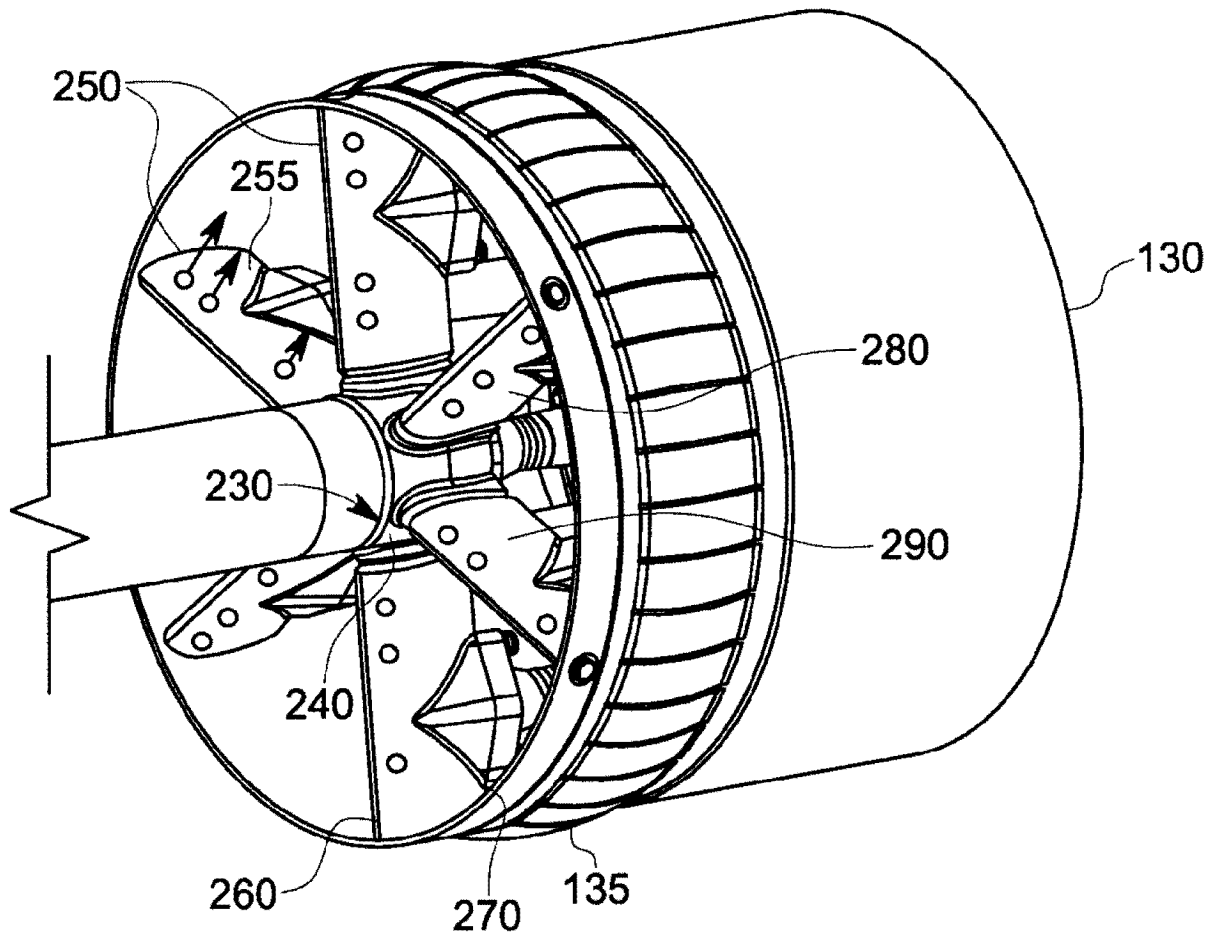


图 5

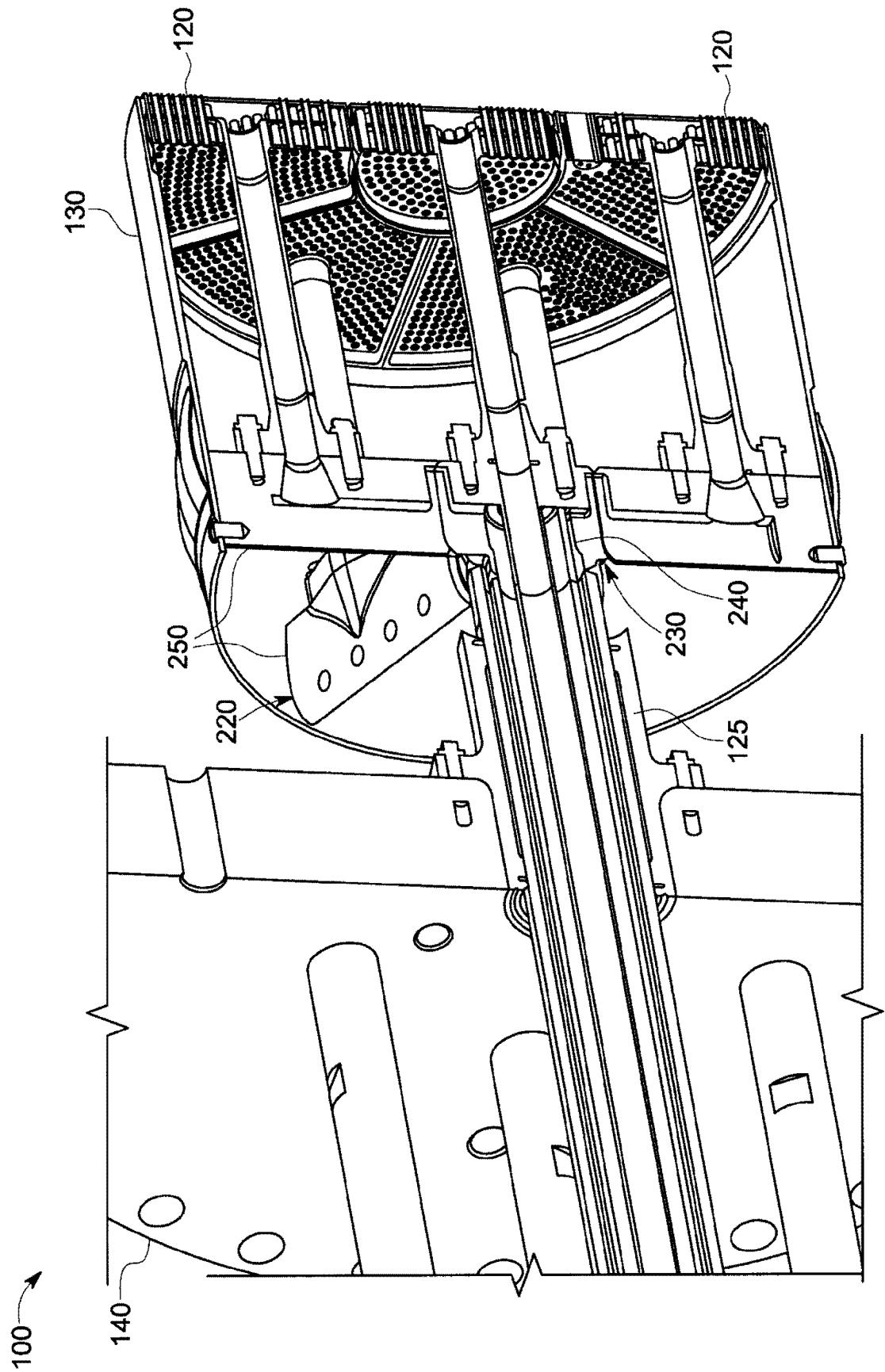


图 6

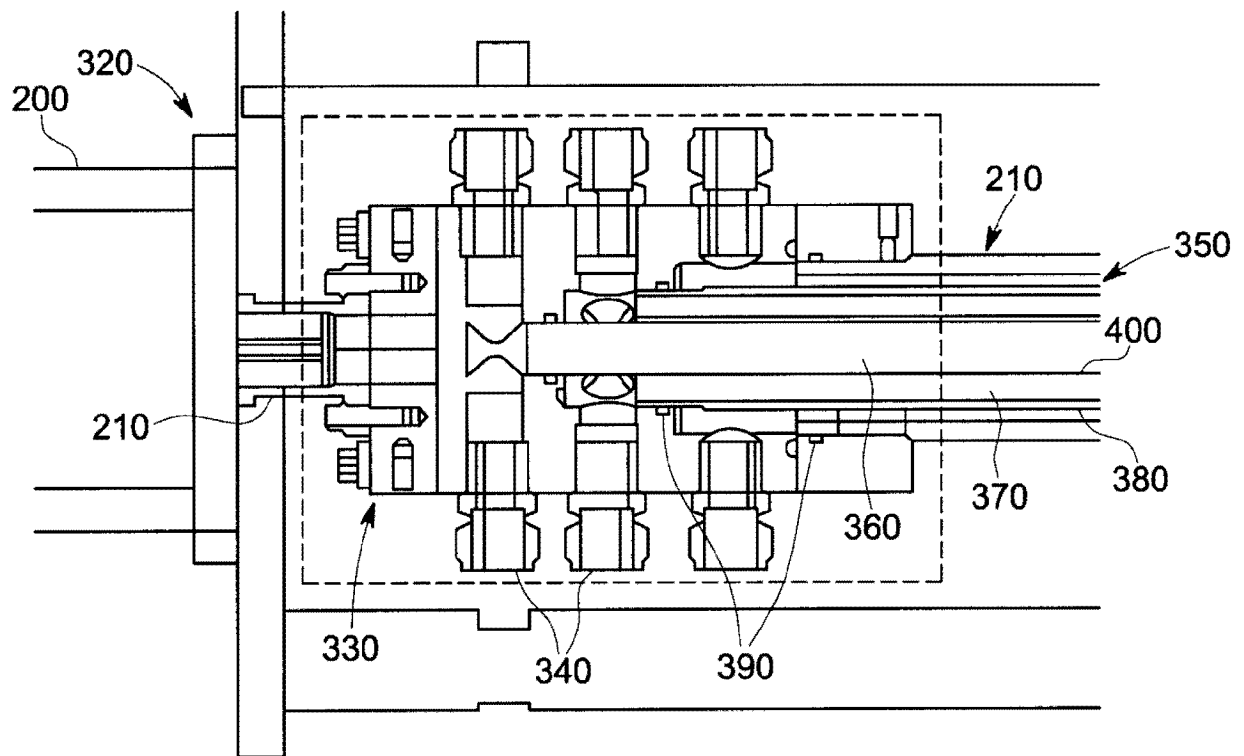


图 7

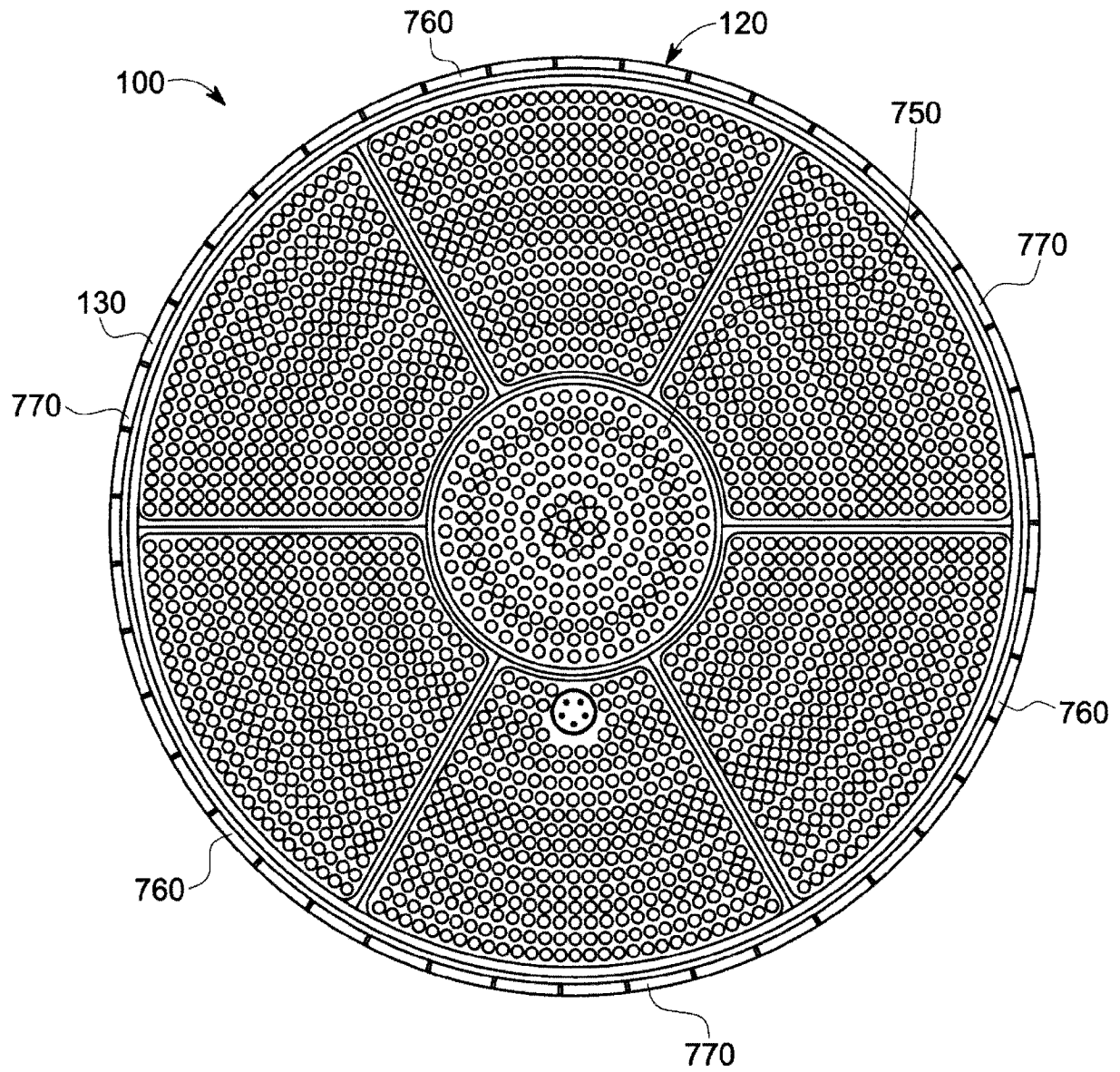


图 8