



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101865470 B

(45) 授权公告日 2015.06.03

(21) 申请号 201010125720.2

US 5613363 A, 1997.03.25, 全文.

(22) 申请日 2010.02.11

GB 690632 A, 1953.04.22, 全文.

(30) 优先权数据

审查员 王汇

12/425293 2009.04.16 US

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 W·D·约克 T·E·约翰逊

B·P·莱西 C·X·斯蒂芬森

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 严志军 刘华联

(51) Int. Cl.

F23D 14/48(2006.01)

F23D 14/70(2006.01)

(56) 对比文件

CN 1707163 A, 2005.12.14, 全文.

CN 1704574 A, 2005.12.07, 全文.

US 6675581 B1, 2004.01.13, 全文.

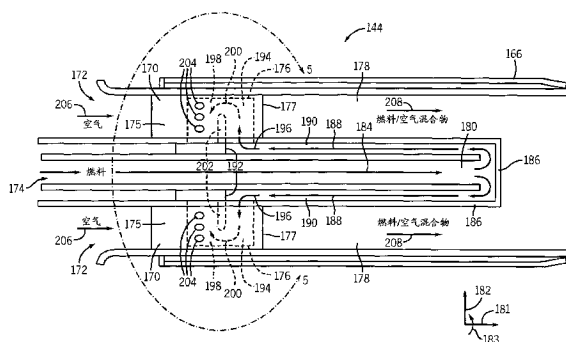
权利要求书3页 说明书9页 附图8页

(54) 发明名称

具有内冷却的燃气轮机预混合器

(57) 摘要

本发明涉及具有内冷却的燃气轮机预混合器,具体而言,一种系统包括含有空气-燃料预混合器(170)的涡轮燃料喷嘴(144)。该空气-燃料预混合器(170)包括涡旋叶片(176),该涡旋叶片构造造成使燃料和空气沿下游方向涡旋,其中,涡旋叶片(176)包括内冷却剂通道(200),该内冷却剂通道从下游端部(177)沿上游方向通过涡旋叶片(176)的基本长度。



1. 一种用于燃气涡轮机的系统 (100), 包括:

燃料喷嘴 (144), 其包括:

中心体 (168);

布置在所述中心体 (168) 周围的外管 (166);

布置在所述中心体 (168) 和所述外管 (166) 之间的空气通道 (148);

布置在所述空气通道 (206) 中的叶片 (176), 其中, 所述叶片 (176) 包括燃料进口 (194)、燃料出口 (204) 和轴向地布置在具有所述燃料进口 (194) 的下游腔 (177) 和具有所述燃料出口 (204) 的上游腔 (175) 之间的分隔器 (202); 以及

延伸通过所述中心体 (168) 至所述燃料进口 (194) 进入所述叶片 (176) 的燃料通道 (184), 其中, 所述燃料通道 (184) 绕所述分隔器 (202) 从所述燃料进口 (194) 至所述燃料出口 (204) 沿非直线方向延伸通过所述叶片 (176);

所述上游腔 (175) 包括旁路 (216), 所述旁路适于将来自延伸通过所述中心体 (168) 的所述燃料通道 (184) 的燃料直接导入所述上游腔 (175)。

2. 如权利要求 1 所述的系统, 其特征在于, 所述下游腔 (177) 包括下游腔旁路, 所述下游腔旁路适于将来自延伸通过所述中心体 (168) 的所述燃料通道 (184) 的燃料直接导入所述下游腔 (177)。

3. 如权利要求 1 所述的系统, 其特征在于, 所述分隔器 (202) 包括通过所述分隔器 (202) 的交叉通道 (214), 其中, 所述交叉通道 (214) 适于将来自所述下游腔 (177) 的燃料直接导入所述上游腔 (175)。

4. 如权利要求 1 所述的系统, 其特征在于, 所述叶片 (176) 被弯曲以在所述空气通道 (206) 中产生涡旋。

5. 如权利要求 1 所述的系统, 其特征在于, 所述中心体 (168) 包括沿下游轴向方向延伸的燃料通道 (180) 和沿上游轴向方向延伸的逆向流动通道 (190), 其中, 所述中心体 (168) 轴向下游地远离所述叶片 (176) 延伸。

6. 如权利要求 1 所述的系统, 其特征在于, 所述燃料出口 (204) 成角度地位于所述叶片 (176) 的外表面上。

7. 如权利要求 1 所述的系统, 其特征在于, 所述系统包括具有所述燃料喷嘴 (144) 的燃烧器 (146), 具有所述燃料喷嘴 (144) 的涡轮发动机 (118), 或它们的组合。

8. 如权利要求 1 所述的系统, 其特征在于, 所述燃料通道 (184) 沿上游方向从所述燃料进口 (194) 至所述燃料出口 (204) 延伸通过所述叶片 (176) 的基本长度, 并且所述上游方向大体上与沿所述空气通道 (206) 的空气流的下游方向相反。

9. 一种用于燃气涡轮机的系统 (100), 包括:

燃料喷嘴 (144), 其包括:

中心体 (168);

布置在所述中心体 (168) 周围的外管 (166);

布置在所述中心体 (168) 和所述外管 (166) 之间的空气通道 (148);

布置在所述空气通道 (206) 中的叶片 (176), 其中, 所述叶片 (176) 包括燃料进口 (194)、燃料出口 (204) 和轴向地布置在具有所述燃料进口 (194) 的下游腔 (177) 和具有所述燃料出口 (204) 的上游腔 (175) 之间的分隔器 (202); 以及

延伸通过所述中心体 (168) 至所述燃料进口 (194) 进入所述叶片 (176) 的燃料通道 (184), 其中, 所述燃料通道 (184) 绕所述分隔器 (202) 从所述燃料进口 (194) 至所述燃料出口 (204) 沿非直线方向延伸通过所述叶片 (176);

所述下游腔 (177) 包括旁路, 所述旁路适于将来自延伸通过所述中心体 (168) 的所述燃料通道 (184) 的燃料直接导入所述下游腔 (177)。

10. 如权利要求 9 所述的系统, 其特征在于, 所述叶片 (176) 被弯曲以在所述空气通道 (206) 中产生涡旋。

11. 如权利要求 9 所述的系统, 其特征在于, 所述中心体 (168) 包括沿下游轴向方向延伸的燃料通道 (180) 和沿上游轴向方向延伸的逆向流动通道 (190), 其中, 所述中心体 (168) 轴向下游地远离所述叶片 (176) 延伸。

12. 如权利要求 9 所述的系统, 其特征在于, 所述燃料出口 (204) 成角度地位于所述叶片 (176) 的外表面上。

13. 如权利要求 9 所述的系统, 其特征在于, 所述系统包括具有所述燃料喷嘴 (144) 的燃烧器 (146), 具有所述燃料喷嘴 (144) 的涡轮发动机 (118), 或它们的组合。

14. 如权利要求 9 所述的系统, 其特征在于, 所述燃料通道 (184) 沿上游方向从所述燃料进口 (194) 至所述燃料出口 (204) 延伸通过所述叶片 (176) 的基本长度, 并且所述上游方向大体上与沿所述空气通道 (206) 的空气流的下游方向相反。

15. 一种用于燃气涡轮机的系统 (100), 包括:

燃料喷嘴 (144), 其包括:

中心体 (168);

布置在所述中心体 (168) 周围的外管 (166);

布置在所述中心体 (168) 和所述外管 (166) 之间的空气通道 (148);

布置在所述空气通道 (206) 中的叶片 (176), 其中, 所述叶片 (176) 包括燃料进口 (194)、燃料出口 (204) 和轴向地布置在具有所述燃料进口 (194) 的下游腔 (177) 和具有所述燃料出口 (204) 的上游腔 (175) 之间的分隔器 (202); 以及

延伸通过所述中心体 (168) 至所述燃料进口 (194) 进入所述叶片 (176) 的燃料通道 (184), 其中, 所述燃料通道 (184) 绕所述分隔器 (202) 从所述燃料进口 (194) 至所述燃料出口 (204) 沿非直线方向延伸通过所述叶片 (176);

所述分隔器 (202) 包括通过所述分隔器 (202) 的交叉通道 (214), 其中, 所述交叉通道 (214) 适于将来自所述下游腔 (177) 的燃料直接导入所述上游腔 (175)。

16. 如权利要求 15 所述的系统, 其特征在于, 所述叶片 (176) 被弯曲以在所述空气通道 (206) 中产生涡旋。

17. 如权利要求 15 所述的系统, 其特征在于, 所述中心体 (168) 包括沿下游轴向方向延伸的燃料通道 (180) 和沿上游轴向方向延伸的逆向流动通道 (190), 其中, 所述中心体 (168) 轴向下游地远离所述叶片 (176) 延伸。

18. 如权利要求 15 所述的系统, 其特征在于, 所述燃料出口 (204) 成角度地位于所述叶片 (176) 的外表面上。

19. 如权利要求 15 所述的系统, 其特征在于, 所述系统包括具有所述燃料喷嘴 (144) 的燃烧器 (146), 具有所述燃料喷嘴 (144) 的涡轮发动机 (118), 或它们的组合。

20. 如权利要求 15 所述的系统,其特征在于,所述燃料通道 (184) 沿上游方向从所述燃料进口 (194) 至所述燃料出口 (204) 延伸通过所述叶片 (176) 的基本长度,并且所述上游方向大体上与沿所述空气通道 (206) 的空气流的下游方向相反。

具有内冷却的燃气轮机预混合器

技术领域

[0001] 本文所公开的主题涉及构造成使用来在燃气涡轮发动机的燃烧器中燃烧的燃料和空气预混合的燃气轮机预混合器。更具体地,本文所公开的主题涉及用于燃气轮机预混合器的冷却系统。

背景技术

[0002] 燃气涡轮发动机燃烧燃料和空气的混合物以产生热燃烧气体,热燃烧气体又驱动一个或多个涡轮机。具体地,热燃烧气体推动涡轮机叶片旋转,从而驱动轴来旋转一个或多个负载,例如发电机。如所理解的,火焰在具有燃料和空气的可燃混合物的燃烧区域内形成。不幸的是,火焰有时会变得位于未设计成紧邻反应的表面上或接近这些表面,这会导致由于燃烧热而造成的损坏。燃料/空气预混合器中的此现象通常称为驻焰(flame holding)。例如,驻焰可发生在燃料-空气预混合器上或附近,预混合器可由于燃烧热而快速地失效。同样地,火焰有时会从燃烧区域向上游传播,并由于燃烧热而引起不同部件的损坏。此现象通常称为回火(flashback)。

发明内容

[0003] 下文概述了与最初要求保护发明的范围相称的某些实施例。这些实施例不意图限制所要求保护发明的范围,相反这些实施例旨在仅提供本发明的可能形式的简述。实际上,本发明可包括类似于或不同于下文陈述的实施例的多种形式。

[0004] 在第一实施例中,一种系统包括燃料喷嘴,该燃料喷嘴包括:中心体、布置在该中心体周围的外管、布置在中心体和外管之间的空气通道、布置在空气通道中的叶片,其中,叶片包括燃料进口、燃料出口、布置在燃料进口和燃料出口之间的分隔器和延伸通过该中心体至燃料进口进入叶片的燃料通道,其中燃料通道绕分隔器从燃料进口至燃料出口沿非直线方向延伸通过叶片。

[0005] 在第二实施例中,一种燃气轮机燃料喷嘴包括中心体,该中心体包括:具有第一流道和第二流道的多方向流道,该第一流道构造成沿第一轴向方向引导燃料,该第二流道构造成沿与第一轴向方向相反的第二轴向方向引导燃料;布置在中心体周围的外管;布置在中心体和外管之间的空气通道;布置在空气通道中的叶片,其中,叶片包括相对于第一轴向方向布置在叶片的下游腔中的燃料进口、相对于第一轴向方向布置在叶片的上游腔中的燃料出口、从下游腔至上游腔的燃料通道和构造成独立于该燃料通道将燃料引至上游腔的旁路。

[0006] 在第三实施例中,一种系统包括涡轮机燃料喷嘴,该燃料喷嘴包括具有构造成沿下游方向使燃料和空气涡旋的涡旋叶片的空气-燃料预混合器,其中,涡旋叶片包括从下游尾部沿上游方向通过该涡旋叶片的基本长度的内冷却剂通道。

附图说明

[0007] 当参考附图阅读下列具体实施方式时,本发明的这些和其它特征、方面和优点将变得更好理解,其中,在所有附图中相似的字符代表相似的部件,其中:

[0008] 图 1 是整体煤气化联合循环 (IGCC) 发电设备的一个实施例的示意性方框图;

[0009] 图 2 是根据本技术的一个实施例的如图 1 中所示的燃气涡轮发动机的剖视侧视图;

[0010] 图 3 是如图 2 中所示的燃气涡轮发动机的燃烧器的头端透视图,其图示了根据本技术的某些实施例的多个燃料喷嘴;

[0011] 图 4 是如图 3 中所示的燃料喷嘴的横截面侧视图,其图示了根据本技术的某些实施例的具有内冷却的预混合器;

[0012] 图 5 是如图 4 中所示的燃料喷嘴的透视剖视图,其图示了根据本技术的某些实施例的预混合器的涡旋叶片内的内冷却;

[0013] 图 6 是如图 5 中所示的预混合器的剖面侧视图,其图示了根据本技术的某些实施例的涡旋叶片内的内冷却;

[0014] 图 7 是如图 5 中所示的预混合器的剖面侧视图,其图示了根据本技术的某些实施例的涡旋叶片内的内冷却;以及

[0015] 图 8 是如图 5 中所示的预混合器的剖面侧视图,其图示了根据本技术的某些实施例的涡旋叶片内的内冷却。

具体实施方式

[0016] 以下将描述本发明的一个或多个特定实施例。为了提供这些实施例的简明描述,在本说明书中不会描述实际实施方案的所有特征。应了解的是,在任何此类实际实施方案的研发中,如在任何工程项目或设计项目中,要实现研发者的具体目标,必须做出许多实施方案特定的决定,例如,遵守与系统相关的限制以及与商业相关的限制,这些限制可能从一个实施方案到另一个实施方案而变化。此外,还应了解的是,这种研发的努力可能是复杂而耗时的,但对于受益于本发明公开的技术人员,这依然会是一种设计、制作、制造的日常任务。

[0017] 当介绍本发明的各种实施例的元件时,用词“一”、“一个”、“该”以及“所述”意在指存在有一个或多个元件。用语“包含”、“包括”以及“具有”意在为包含性的,并且意指除列举的元件外还可能有其它的元件。

[0018] 在某些实施例中,如下文详细所述,燃气涡轮发动机包括具有内冷却通道以抵抗与回火和/或驻焰相关的热损伤的一个或多个燃料喷嘴。具体而言,燃料喷嘴可在燃料-空气预混合器中包括一个或多个内冷却通道,例如,涡旋叶片构造成在燃料和空气进入燃烧区域之前促进燃料-空气混合。例如,燃料喷嘴可包括成周向布置的多个涡旋叶片,其中,内冷却通道大体上沿涡旋叶片的整个轴向长度延伸。在某些实施例中,各内冷却通道可从相应涡旋叶片的下游尾部将冷却剂引导至到上游尾部,从而在下游尾部处提供最大冷却。例如,冷却剂可以是燃料,其可通过涡旋叶片从下游尾部流至上游尾部。在上游尾部处,燃料可通过一个或多个燃料口从涡旋叶片离开,这引导燃料进入空气流以产生燃料-空气混合物。因此,燃料流起两个功能,不仅用作用于燃烧的燃料源,而且还用作热交换器介质,以便在它注入到空气流中之前将热从涡旋叶片传开。

[0019] 在某些实施例中,各个内冷却通道可在下游尾部处接收燃料流的第一部分,同时也在上游尾部处接收燃料流的第二部分。换句话说,燃料流的第二部分可描述为旁路流,其不沿涡旋叶片的整个轴向长度从下游尾部流到上游尾部。因此,系统可控制燃料流的第一和第二部分以便对燃料系统压降、对流传热系数和到燃料口的燃料分配提供调整。

[0020] 在驻焰或回火的情况下,内冷却通道提供足以探测和纠正该状况的一段时间的热阻、绝热或对热损伤的防护。例如,内冷却通道可提供至少大于约 15、30、45、60、75、90 秒或更多秒的热防护。此外,使用燃料作为冷却剂或热交换器介质的内冷却通道在热损伤的情况下提供内置失效保护。具体地,热损伤可发生在涡旋叶片的下游尾部(例如,尖端)处,从而引起燃料从内冷却通道直接流入空气流。结果,燃料流大体上或完全绕开涡旋叶片的上游尾部处的燃料口,从而大体上或完全消除了涡旋叶片的下游尾部(例如,尖端)处的热损伤的上游的任何燃料-空气混合物。因此,涡旋叶片的下游尾部(例如,敞开尖端)处的热损伤可减少或消除对燃料喷嘴(例如,更上游处)的任何进一步损伤的可能性。

[0021] 图 1 是可产生和燃烧合成的气体(即合成气)的整体煤气化联合循环(IGCC)系统 100 的一个实施例的图示。IGCC 系统 100 的元件可包括可作用于 IGCC 的能量源的燃料源 102,例如固体原料。燃料源 102 可包括煤、石油焦炭、生物量、木基材料、农业废弃物、焦油、焦炉气和沥青,或其它含碳产品。

[0022] 可将燃料源 102 的固体燃料传给给料准备单元 104。给料准备单元 104 可例如通过剁碎、研磨、粉碎、磨碎、压块或堆码燃料源 102 来改变燃料源 102 的大小或使燃料源 102 再成形以产生给料。此外,水或其它合适的液体可添加到给料准备单元 104 中的燃料源 102 以产生浆状给料。在其它实施例中,没有液体添加到燃料源,因而产生干给料。

[0023] 给料可从给料准备单元 104 传给气体发生器 106。气体发生器 106 可将给料转化成合成气,例如,一氧化碳和氢气的组合。此转化可根据所使用的气体发生器 106 的类型,通过使给料经受处于升高的压力例如从大约 20 巴到 85 巴)和温度(例如大约 700 摄氏度到 1600 摄氏度)下的受控量的蒸汽和氧气的作用来完成。气化过程可包括给料经受热解过程,从而加热给料。气体发生器 106 内的温度在热解过程期间可在大约 150 摄氏度到 700 摄氏度的范围内变化,这取决于用来产生给料的燃料源 102。热解过程期间给料的加热可产生固体(例如,炭)和残余气(例如,一氧化碳、氢气和氮气)。从热解过程自给料残留的炭可能仅重约初始给料重量的 30%。

[0024] 然后可在气体发生器 106 中发生燃烧过程。燃烧可包括将氧气引向炭和残余气。炭和残余气可与氧气起反应以形成二氧化碳和一氧化碳,这为后续的气化反应提供热。燃烧过程期间的温度可在大约 700 摄氏度至 1600 摄氏度的范围内变化。然后,蒸汽可在气化步骤期间引入气体发生器 106 内。炭可与二氧化碳以及蒸汽起反应以便在从大约 800 摄氏度到 1100 摄氏度的范围内变化的温度下产生一氧化碳和氢气。本质上,气体发生器使用蒸汽和氧气以便允许其中一些给料被“燃烧”以产生一氧化碳并释放能量,这驱动将更多给料转化为氢气和另外的二氧化碳的第二反应。

[0025] 这样,合成气体由气体发生器 106 制造。此合成气体可包括大约 85% 的等比例的一氧化碳和氢气,以及 CH_4 、 HCl 、 HF 、 COS 、 NH_3 、 HCN 和 H_2S (基于给料的硫含量)。此合成气体可称为脏合成气,因为它包含例如 H_2S 。气体发生器 106 也可产生废弃物,例如渣 108,其可以是湿灰材料。此渣 108 可以从气体发生器 106 中移除,并例如作为路基或另一建筑材料

处理。为了清洁脏合成气,可使用气体净化单元 110。该气体净化单元 110 可净化脏合成气以便从脏合成气中去除 HCl, HF, COS, HCN 和 H_2S , 这可包括在硫处理器 112 中例如通过硫处理器 112 中的酸性气去除工艺分离硫 111。此外,气体净化单元 110 可从脏合成气中通过水处理单元 114 分离盐 113,水处理单元 114 可利用水净化技术从脏合成气中产生有用的盐 113。随后,来自气体净化单元 110 的气体可包括干净的合成气(例如,已经从合成气中去除了硫 111),以及微量的其它化学物质,例如 NH_3 (氨气)和 CH_4 (甲烷)。

[0026] 气体处理器 116 可用来从清洁的合成气中去除残留的气体成分 117,比如氨气和甲烷,以及甲醇或任何残留化学物质。然而,从清洁的合成气中去除残留的气体成分 117 是可选的,因为即便包含残留的气体成分 117 比如尾气时,清洁的合成气也可用作燃料。在这一点上,清洁的合成气可包括大约 3%的 CO 、大约 55%的 H_2 、大约 40%的 CO_2 以及充分剥离的 H_2S 。可将此清洁的合成气作为可燃烧燃料传送给燃气涡轮发动机 118 的燃烧器 120,比如燃烧室。备选地,可在传送给燃气涡轮发动机之前将 CO_2 从清洁的合成气中移除。

[0027] IGCC 系统 100 还可包括空气分离单元 (ASU) 122。ASU 122 可操作以通过例如蒸馏技术将空气分离成成分气体。ASU 122 可从由补充空气压缩机 123 供应给它的空气中分离出氧气,并且 ASU 122 可将分离的氧气传送给气体发生器 106。另外,ASU 122 可将分离的氮传送给稀释氮 (DGAN) 压缩机 124。

[0028] DGAN 压缩机 124 可将从 ASU 122 接收的氮压缩到至少等于燃烧器 120 中的压力的压力水平,以便不干涉合成气的适当燃烧。因而,一旦 DGAN 压缩机 124 已经充分地将氮压缩到适当的水平,则 DGAN 压缩机 124 可将压缩的氮传递给燃气涡轮发动机 118 的燃烧器 120。例如,氮可用作稀释剂以便于排放控制。

[0029] 如先前描述,压缩的氮可从 DGAN 压缩机 124 传递到燃气涡轮发动机 118 的燃烧器 120。燃气涡轮发动机 118 可包括涡轮 130、驱动轴 131 和压缩机 132 以及燃烧器 120。燃烧器 120 可接收可从燃料喷嘴在适当压力下喷射的燃料,比如合成气。此燃料可与压缩空气以及来自 DGAN 压缩机 124 的压缩的氮混合,并在燃烧器 120 内燃烧。此燃烧可产生热的加压排气。

[0030] 燃烧器 120 可将排气引向涡轮 130 的排气出口。当来自燃烧器 120 的排气穿过涡轮 130 时,排气推动涡轮 130 中的涡轮叶片使沿燃气涡轮发动机 118 的轴线的驱动轴 131 旋转。如图所示,驱动轴 131 连接到燃气涡轮发动机 118 的不同部件(包括压缩机 132)上。

[0031] 驱动轴 131 可将涡轮 130 连接到压缩机 132 以形成转子。压缩机 132 可包括联接到驱动轴 131 上的叶片。因此,涡轮 130 中的涡轮叶片的旋转可使将涡轮 130 连接到压缩机 132 上的驱动轴 131 转动压缩机 132 内的叶片。压缩机 132 中的叶片的此转动使压缩机 132 压缩经由压缩机 132 中的进气口接收的空气。压缩空气然后可供给燃烧器 120,并与燃料和压缩的氮混合以允许更高效的燃烧。驱动轴 131 也可连接到可以是例如发电设备内的静荷载的负载 134 上,比如用来产生电力的发电机。实际上,负载 134 可为由燃气涡轮发动机 118 的旋转输出驱动的任何适宜的装置。

[0032] IGCC 系统 100 也可包括蒸汽涡轮发动机 136 和热回收蒸汽发生 (HRSG) 系统 138。蒸汽涡轮发动机 136 可驱动第二负载 140。第二负载 140 也可为用来产生电力的发电机。然而,第一和第二负载 134、140 均可为能被燃气涡轮发动机 118 和蒸汽涡轮发动机 136 驱动的任何类型的负载。另外,尽管如图示实施例中所示,燃气涡轮发动机 118 和蒸汽涡轮发

动机 136 可驱动分离的负载 134 和 140,但也可串接地使用燃气涡轮发动机 118 和蒸汽涡轮发动机 136 以经由单一轴驱动单一负载。蒸汽涡轮发动机 136 以及燃气涡轮发动机 118 的具体构造可以是实施方案特定的,并可包括区段的任意组合。

[0033] 系统 100 也可包括 HRSG 138。来自燃气涡轮发动机 118 的热排气可被传送到 HRSG 138 中,并用来加热水且产生用来驱动蒸汽涡轮发动机 136 的蒸汽。例如来自蒸汽涡轮发动机 136 的低压区段的排气可导入到冷凝器 142 中。冷凝器 142 可利用冷却塔 128 来交换热水和冷水。冷却塔 128 用来将冷水提供给冷凝器 142,以辅助冷凝从蒸汽涡轮发动机 136 传递给冷凝器 142 的蒸汽。来自冷凝器 142 的冷凝水又可导入 HRSG 138 中。此外,来自燃气涡轮发动机 118 的排气也可导入 HRSG 138 以加热来自冷凝器 142 的水并产生蒸汽。

[0034] 在诸如 IGCC 系统 100 的联合循环系统中,热的排气可从燃气涡轮发动机 118 流出并传送到 HRSG 138,在 HRSG 138 中热的排气可用来产生高压、高温的蒸汽。HRSG 138 所产生的蒸汽然后可穿过用于发电的蒸汽涡轮发动机 136。另外,所产生的蒸汽也可供应到可使用蒸汽的任何其它过程,比如供应到气体发生器 106。燃气涡轮发动机 118 发生循环常称为“至顶循环”,而蒸汽涡轮发动机 136 发生循环常称为“及底循环”。通过如图 1 中所示结合这两个循环,IGCC 系统 100 可在两个循环中导致更大的效率。具体而言,来自至顶循环的排热可被捕获并用来产生用于及底循环中的蒸汽。

[0035] 图 2 是燃气涡轮发动机 118 的一个实施例的剖视侧视图。燃气涡轮发动机 118 可使用液体和 / 或气体燃料(比如天然气和 / 或富氢合成气)来运行。燃气涡轮发动机 118 包括位于一个或多个燃烧器 146 内的一个或多个燃料喷嘴 144。如所描述的那样,燃料喷嘴 144 吸入燃料供应,将燃料与压缩空气混合(下文讨论),并将燃料-空气混合物分配到混合物在其中燃烧的燃烧器 146 中,从而产生热的加压排气。在一个实施例中,六个或更多个燃料喷嘴 144 可以环形或其它布置附接到各燃烧器 146 的头端上。此外,燃气涡轮发动机 118 可包括成环形布置的多个燃烧器 16(比如 4、6、8 或 12 个)。

[0036] 空气通过进气口 148 进入燃气涡轮发动机 118,并可在压缩机 132 的一个或多个压缩机级中增压。压缩空气然后可与气体混合,以在燃烧器 146 内燃烧。例如,燃料喷嘴 144 可将燃料-空气混合物以合适比率喷入燃烧器,以便于最优燃烧、排放、燃料消耗和功率输出。如下文讨论的那样,燃料喷嘴 144 的某些实施例包括内冷却通道,该内冷却通道构造成提供对与回火和 / 或驻焰相关的热损坏的热阻。燃烧器 146 通过涡轮 130 的一个或多个涡轮级将排气导向排气出口 150,以产生功率,如参考图 1 在上文所讨论的那样。

[0037] 图 3 为具有端盖 152 的燃烧器头端 151 的详细透视图,端盖 152 具有经由密封接头 156 附接在表面 154 上的多个燃料喷嘴 144。在图示中,五个燃料喷嘴 144 经由接头 156 附接到端盖基面 154 上。然而,可将任何适宜数目和布置的燃料喷嘴 144 经由接头 156 附接到端盖基面 154 上。头端 151 通过端盖 152 将来自压缩机 132 的压缩空气和燃料引导到各燃料喷嘴 144 上,燃料喷嘴在空气燃料混合物进入燃烧器 146 中的燃烧区域中之前大体上预混合压缩空气和燃料。如下文进一步讨论的那样,燃料喷嘴 144 可包括一个或多个内冷却通道,内冷却通道构造成提供对与回火和 / 或驻焰相关的热损坏的热阻。

[0038] 图 4 为具有内冷却系统的燃料喷嘴 144 的一个实施例的横截面侧视图,该内冷却系统构造成提供对与回火和 / 或驻焰相关的热损坏的热阻。在图示的实施例中,燃料喷嘴 144 包括外周边壁 166 和置于外周边壁 166 内的喷嘴中心体 168。外周边壁 166 可描述为

燃烧管,而喷嘴中心体 168 可描述为燃料供应管。燃料喷嘴 144 还包括燃料 / 空气预混合器 170、空气入口 172、燃料进口 174、涡旋叶片 176、混合通道 178 例如,用于混合燃料和空气的环形通道)和燃料通道 180。涡旋叶片 176 构造成在燃料喷嘴 144 内引起回旋流。因此,鉴于此涡旋特征,燃料喷嘴 144 可描述为涡旋喷嘴 (swozzle)。应当注意的是,燃料喷嘴 144 的不同方面可参考轴向方向或轴线 181、径向方向或轴线 182、圆周方向或轴线 183 进行描述。例如,轴线 181 对应于纵向中心线或纵向方向,轴线 182 对应于相对于纵向中心线的交叉方向或径向方向,而轴线 183 对应于绕纵向中心线的周向方向。

[0039] 如图所示,燃料通过燃料进口 174 进入燃料通道 180 而进入喷嘴中心体 168。如方向箭头 184 所示,燃料轴向地 181 沿下游方向移动,通过中心体 168 的整个长度,直到其冲击在内燃料通道 180 的内端壁 186 (比如,下游端部)上,随之燃料逆向流动,如方向箭头 188 所示,并沿上游轴向方向进入逆向流动通道 190。逆向流动通道 190 定位成与燃料通道 182 同中心。因此,燃料首先沿轴线 181 在轴向方向 184 上向下游流向燃烧区域,沿相对于轴线 182 的径向方向径向地穿越内端壁 186,然后沿轴线 181 在轴向方向 188 上从燃烧区域往上游流出。为了讨论目的,用语“下游”可表示燃烧气体通过燃烧器 120 向涡轮 130 的流动方向,而用语“上游”可表示与燃烧气体通过燃烧器 120 向涡轮 130 的流动方向的相背或相反的方向。

[0040] 在与端壁 186 相对的逆向流动通道 190 的轴向 181 延伸端处,燃料冲击在壁 192 (比如上游端部)上,并被导入冷却室 194 (下游腔或通道),如可通过箭头 196 所见。于是,燃料从冷却室 194 行进至出口室 198 (比如上游腔或通道),如箭头 200 所示。如通过箭头 200 所见,燃料流不从冷却室 194 导向出口室 196。实际上,流动被分隔器 202 至少部分地堵塞或重新定向。例如,分隔器 202 可为限制燃料进入出口室 196 的流向的一片金属,从而使燃料内冷却叶片 176 的所有表面。在某些实施例中,室 194 和 198 以及分隔器 202 可描述为非线性冷却剂流动通道,例如 Z 字形冷却剂流动通道、U 形冷却剂流动通道、蛇形冷却剂流动通道或弯曲冷却剂流动通道。

[0041] 燃料可绕分隔器 202 通过,并进入出口室 198,由此,燃料可通过涡旋叶片 176 内的燃料喷射口 204 从出口室 198 排出,在那里燃料可与从空气入口 172 流过混合通道 178 的空气混合,如箭头 206 所示。例如,燃料喷射口 204 可将燃料横向地喷向空气流以引起混合。同样地,涡旋叶片 176 引起空气和燃料的回旋流,从而增加空气和燃料的混合。当燃料 / 空气混合物流过混合通道 178 时,燃料 / 空气混合物离开预混合器 170 并继续混合,如方向箭头 208 所示。通过预混合通道 178 的燃料和空气的此继续混合允许燃料 / 空气混合物离开预混合通道 178,以在它进入可在该处燃烧混合的燃料和空气的燃烧器 146 时基本上完全混合。燃料喷嘴 144 的构造也允许在燃料与空气混合前将燃料作为热交换器介质或传热流体使用。就是说,当例如发生回火 (例如,火焰从燃烧器反应区域传播到预混合通道 178 中)和火焰驻留在预混合器 170 和 / 或混合通道 178 中时,燃料可用作用于混合通道 178 的冷却流体。此燃料喷嘴 144 对于在燃烧器反应区域内混合空气和燃料、获得低排放以及提供燃料喷嘴出口下游的火焰稳定方面非常有效。

[0042] 图 5 为在图 4 的弧线 5-5 内所取的预混合器 170 的一个实施例的透视剖视图。预混合器 170 包括周向地置于喷嘴中心体 168 周围的涡旋叶片 176,其中,叶片 176 自喷嘴中心体 168 径向向外地延伸到外壁 166。如图所示,各涡旋叶片 176 是具有冷却室 194、出口

室 198 和分隔器 202 的中空体,比如中空翼形状体。燃料进入涡旋叶片 176 的下游端部附近的冷却室 194,在分隔器 202 周围的非线性通道中向上游移动至出口室 198,然后通过燃料喷射口 204 离开出口室 198。因而,流过各涡旋叶片 176 的燃料在进入空气流之前充当冷却剂。此外,燃料流大体上沿涡旋叶片 176 的整个长度冷却涡旋叶片 176,并在下游端部 177 处提供最大的冷却。例如,燃料流可沿轴线 181 冷却各涡旋叶片 176 的长度的至少 50%、60%、70%、80%、90%或 100%。

[0043] 在燃料喷嘴 144 中发生回火或驻焰的情况下,通过各涡旋叶片 176(比如经由室 194 和 198)的内冷却可提供足以对消除回火或驻焰采取纠正措施的一段持续时间的热防护。例如,通过各涡旋叶片 176 的内冷却可提供至少大于约 15、30、45、60、75、90 秒或更多秒的热防护。此外,通过各涡旋叶片 176 的内冷却(使用燃料作为冷却剂或热交换器介质)在热损坏的情况下提供内置的失效保护。尤其是,热损坏可发生在涡旋叶片 176 的下游端部 177(比如下游尖部)处,从而使燃料直接从冷却室 194 流入空气流。结果,燃料流在涡旋叶片 176 的上游端部 175 处大体上或完全地绕开燃料口 204,从而大体上或完全消除了涡旋叶片 176 的下游端部 177(例如下游尖端)处的热损伤的上游的任何燃料-空气混合物。因此,涡旋叶片 176 的下游端部 177(例如,敞开的下游尖端)处的热损失可减少或消除对燃料喷嘴 144(例如,更上游处)的任何进一步损伤的可能性,尽管这可能导致氧化氮排放的增加。

[0044] 在图示的实施例中,预混合器 170 包括以 45 度增量围绕喷嘴中心体 168 的周围均等地隔开的八个涡旋叶片 176。在某些实施例中,预混合器 170 可包括以相等或不同增量围绕喷嘴中心体 168 的周围布置的任何数目的涡旋叶片 176(比如 4、5、6、7、8、9、10、11、12、13 或 14 个)。涡旋叶片 176 构造成使流旋转,从而在绕轴线 181 的周向方向 183 上引起燃料-空气混合。如图所示,各涡旋叶片 176 自上游端部 175 向下游端部 177 弯曲或成曲线。尤其是,上游端部 175 通常沿轴线 181 在轴向方向上定向,而下游端部 177 通常沿轴线 181 自轴向方向倾斜、弯曲或偏离。例如,下游端部 177 可相对于上游端部 175 倾斜大约 5 至 60 的角度,或大约 10 至 45 度的角度。结果,各涡旋叶片 176 的下游端部 177 将流偏向或导入轴线 181 周围的旋转通道(比如回旋流)。此回旋流在燃料-空气输送到燃烧器 120 中之前增强了燃料-空气在燃料喷嘴 144 内的混合。

[0045] 另外,一个或多个燃料喷射口 204 可在上游端部 175 处置于叶片 176 上。例如,这些喷射口 204 的直径可大约为千分之 1 至千分之 100、千分之 10 至千分之 50、千分之 20 至千分之 40 或千分之 24 至千分之 35 英寸。在一个实施例中,喷射口 204 的直径可为大约千分之 30 至千分之 50 英寸。各涡旋叶片 176 可在叶片 176 的第一和/或第二侧 210、212 上包括 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10 或更多个燃料喷射口 204。第一和第二侧 210 和 212 可组合以形成叶片 176 的外表面。例如,第一和第二侧 210 和 212 可限定翼形状表面,如上所讨论的那样。在某些实施例中,各涡旋叶片 176 可在第一侧 210 上包括大约 1 至 5 个燃料喷射口 204,在第二侧 212 上包括大约 1 至 5 个燃料喷射口 204。然而,一些实施例可在第一侧 210 或第二侧 212 上不包括燃料喷射口 204。

[0046] 此外,各燃料喷射口 204 可沿轴线 181 在轴向方向上定位、沿轴线 182 在径向方向上定位。换句话说,各燃料喷射口 204 可具有相对于涡旋叶片 176 的表面的简单或复合角 205,从而影响燃料-空气混合并改变燃料喷射口后的回流区域的尺寸。例如,喷射口 204 可

使燃料以大约 5 至 45、10 至 60 或 20 至 90 度的角度从涡旋叶片 176 的第一侧 210 和 / 或第二侧 212 的表面流入预混合器 170。通过进一步的示例,燃料喷射口 204 可使燃料以相对于轴向方向 181 大约 5、10、15、20、25、30、35、40、45、50、55 或 60 度的复合角进入预混合器 170。以这种方式倾斜喷射口 204 可允许空气 - 燃料混合物在预混合器 170 内更完全地混合。

[0047] 此预混合以及叶片 176 的弯曲翼型状可允许更均匀的燃料空气混合物。例如,预混合可使得能够进行具有约 2-3ppm NO_x (氧化氮) 排放的清洁燃烧。在未能几乎完全地混合空气和燃料的情况下,反应区域中的峰值温度可高于均衡的稀混合物。这会导致例如在排气流中大约 200ppm 的氧化氮,而不是在燃料充分混合后大约 2-3ppm 的氧化氮。

[0048] 图 6 是在图 4 的弧线 5-5 内所取的预混合器 170 的一个实施例的剖视侧视图。如图 6 中所示,预混合器 170 可从逆向流动通道 190 接收燃料,如通过箭头 200 所见。就是说,燃料可从逆向流动通道 190 流入分隔器 202 周围的冷却室 194 并进入出口室 198。另外,旁路孔 214 (比如回流通道) 可置于冷却室 194 和出口室 198 之间。此旁路孔 214 可相对于壁 192 径向地 182 向外延伸,直到它到达分隔器 202 为止。就是说,旁路孔 214 实际上去除了分隔器 202 的一部分,轴向地通过分隔器 202,使得燃料可直接从冷却室 194 轴向地流入出口室 198,如方向箭头 215 所示。此旁路孔 214 可允许例如从冷却室 194 流入出口室 198 的总燃料的大约 1% 至 50%、5% 至 40% 或 10% 至 20% 在室 194 和 198 之间直接流动。旁路孔 214 的使用可允许对可发生的任何燃料系统压降的调节、对传导性传热系数的调节或对到喷射口 204 的燃料分配的调节。就是说,例如,当在涡旋叶片 176 中使用旁路孔 214 时,可将更多或更少的燃料直接传送至喷射口 204。旁路孔 214 可改善进入和通过喷射口 204 的燃料分配,例如更均匀的分配。旁路孔 214 也可减少从室 194 到室 198 的压降,从而帮助迫使燃料通过喷射口 204。另外,旁路孔 214 的使用可允许通过燃料喷射口 204 的定制流动,以改变燃料流在经由喷射口 204 喷入预混合器 270 中之前所包含的涡旋的量。

[0049] 图 7 是在图 4 的弧线 5-5 内所取的预混合器 170 的一个实施例的剖视侧视图。预混合器 170 可包括如图 6 中所示的叶片 176 的所有元件,但没有旁路孔 214。因此,分隔器 202 不包括允许燃料从冷却室 194 直接传送到出口室 198 中的旁路。作为替代,各涡旋叶片 176 可包括与分隔器 202 分开的旁路孔 216 (即不在室 194 和 198 之间),以允许燃料自燃料通道 180 (即,不是从燃料通道 190) 直接流入出口室 198,如方向箭头 218 所示。此外,此旁路孔 216 可允许流过喷射口 204 的总燃料的大约 1% 至 50%、5% 至 40% 或 10% 至 20% 流入出口室 198。这又可直接控制流入喷射口 204 的燃料的量、分配和方向,并同样控制通过通道 180 和 190 的长度的燃料的量。同样地,旁路孔 216 可充分减少从室 194 到室 198 的压降,从而帮助迫使燃料通过燃料口 204 喷出。在另外的实施例中,作为允许燃料从燃料通道 180 直接流入出口室 198 的旁路孔 216 的替代或补充,旁路孔 216 可允许燃料从燃料通道 180 直接流入冷却室 194。

[0050] 图 8 是在图 4 的弧线 5-5 内所取的预混合器 170 的一个实施例的剖视侧视图,进一步图示了图 6 和图 7 所示的实施例的组合。如图 8 中所示,各涡旋叶片 176 可包括来自通道 190 的旁路孔 214 和来自通道 180 的旁路孔 216 两者。通过这种方式,旁路孔 214 和 216 可引导大约 5% 至 50%、10% 至 50% 或 20% 至 40% 之间的总燃料进入喷射口 204,在不首先通过冷却室 194 和绕过分隔器 202 的情况下直接进入出口室 198。通过这种方式,更多

的燃料可直接输送给喷射口 204,这可允许对喷入预混合器 170 的燃料的更好的控制和对燃料压力损失的更好的控制。然而,作为折衷,沿方向箭头 200 减少的燃料流可不彻底地冷却叶片 176。

[0051] 应当注意的是,燃料穿过叶片 176 时可能为大约 50 至 500 华氏度。相比之下,合成气可在大约 3000 华氏度的温度下燃烧。因此,通过叶片 176 中的燃料对用来制造预混合器 170 的材料进行的冷却可允许预混合器 170 在暴露于燃烧的混合气一段短时间(例如大约 15、30、45、60、75、90 秒或更多秒)时继续起作用。用来制造预混合器 170 的材料例如可以是钢、或含钴和 / 或铬的合金。可用来制造预混合器 170 的一种制造技术是直接金属激光烧结工艺。其它制造方法包括铸造和焊接或铜焊。通过将燃料用作用于预混合器通道 178 和叶片 176 的冷却介质,可在通道 178 内维持驻焰长达一分钟而不损坏燃料喷嘴 144。就是说,由于合成气的高反应性(尤其是合成气中的氢气),典型地驻留在经过燃料喷嘴 144 的下游端进入燃烧器 146 的燃烧室大约 0.5-2 英寸处的火焰可回火到通道 178 中,到达预混合器 170。可监测此事件,并通过冷却燃料喷嘴 144 的元件,用户或自动控制系统可有多达一分钟来通过一种方法消除预混合器中的驻焰,该方法包括但不限于减少燃料流、增加空气流,或改变到喷嘴 144 的燃料的组分。

[0052] 通过这种方式,无需将额外的冷却流体引入燃料喷嘴 144 中以协助减少燃料喷嘴 144 中的回火损坏,因为燃料可用作用来降低通道和预混合器 170 暴露于其下的总体温度的热交换器流体。另外,通过在叶片 176 中包括分隔器 202,燃料可流过叶片 176 的整个内部,从而在回火到预混合器 170 中的情况下提供作为热交换器的冷却剂流。通过这种方式,而不是回火破坏,例如,预混合器 170 中的叶片 176 由于暴露在高热(例如,大约 2000 华氏度)下,整体温度被经由穿过叶片 176 和逆向流动通道 190 的燃料而发生在预混合器 170 内的传热降低。这可降低预混合器 170 暴露于其下的温度,从而允许预混合器 170 以及其内的叶片 176 抵抗由预混合器 170 中的回火或驻焰造成的损坏。

[0053] 本书面说明书使用示例来公开本发明,包括最佳模式,并且还使得本领域的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,并执行任何结合的方法。本发明可授予专利的范围由权利要求书限定,并且可包括本领域技术人员所能想到的其他示例。如果此类其他示例具有无异于权利要求书字面语言的结构元件,或包括与权利要求书字面语言无实质性差异的等效结构元件,则它们都意在属于权利要求书的范围内。

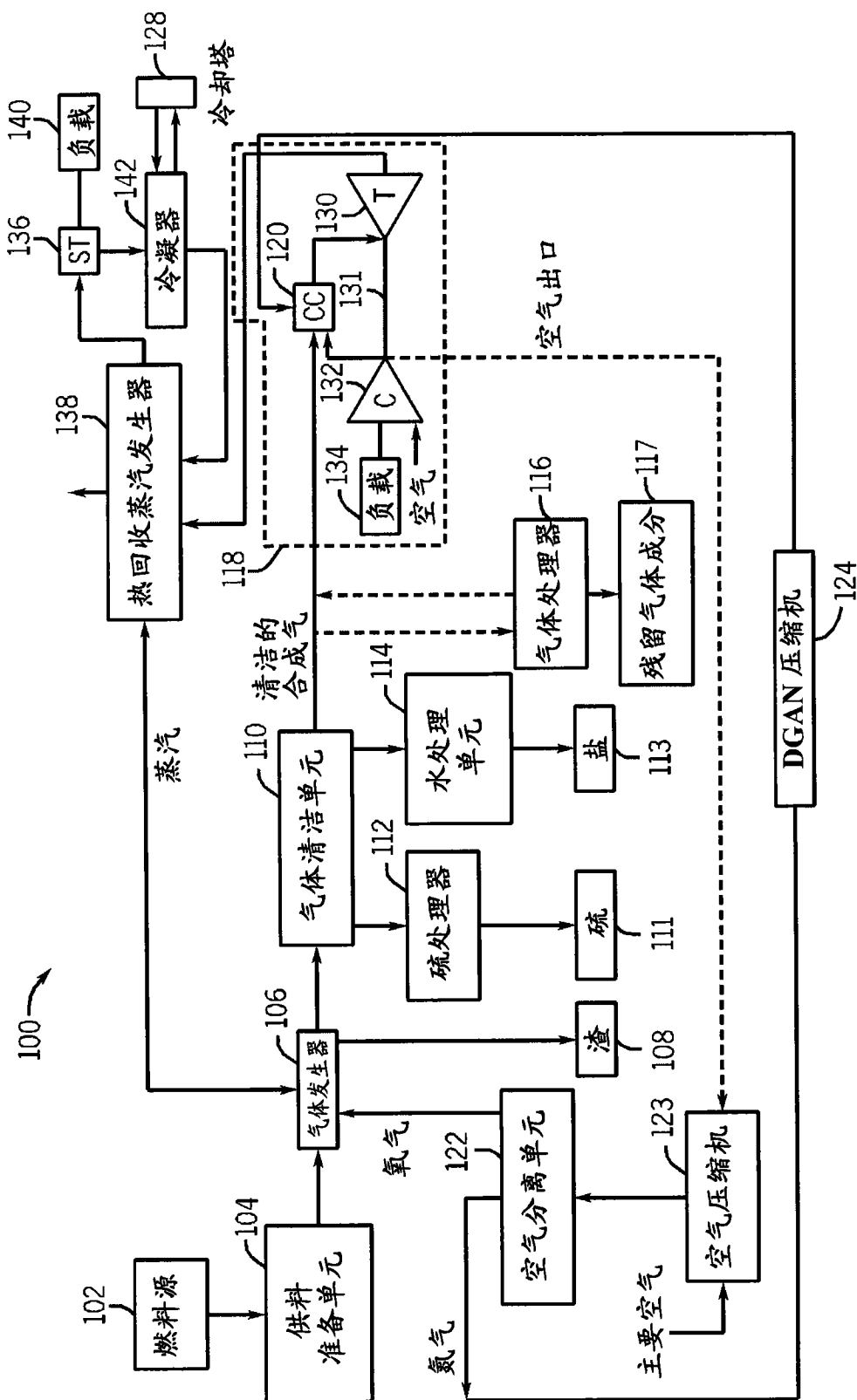


图 1

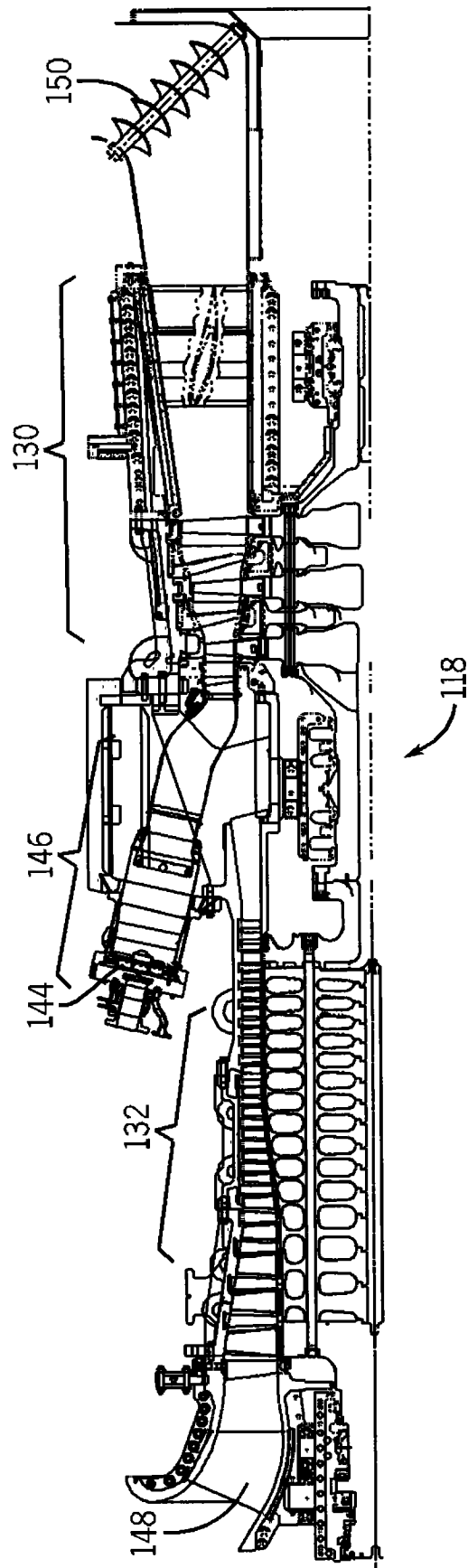


图 2

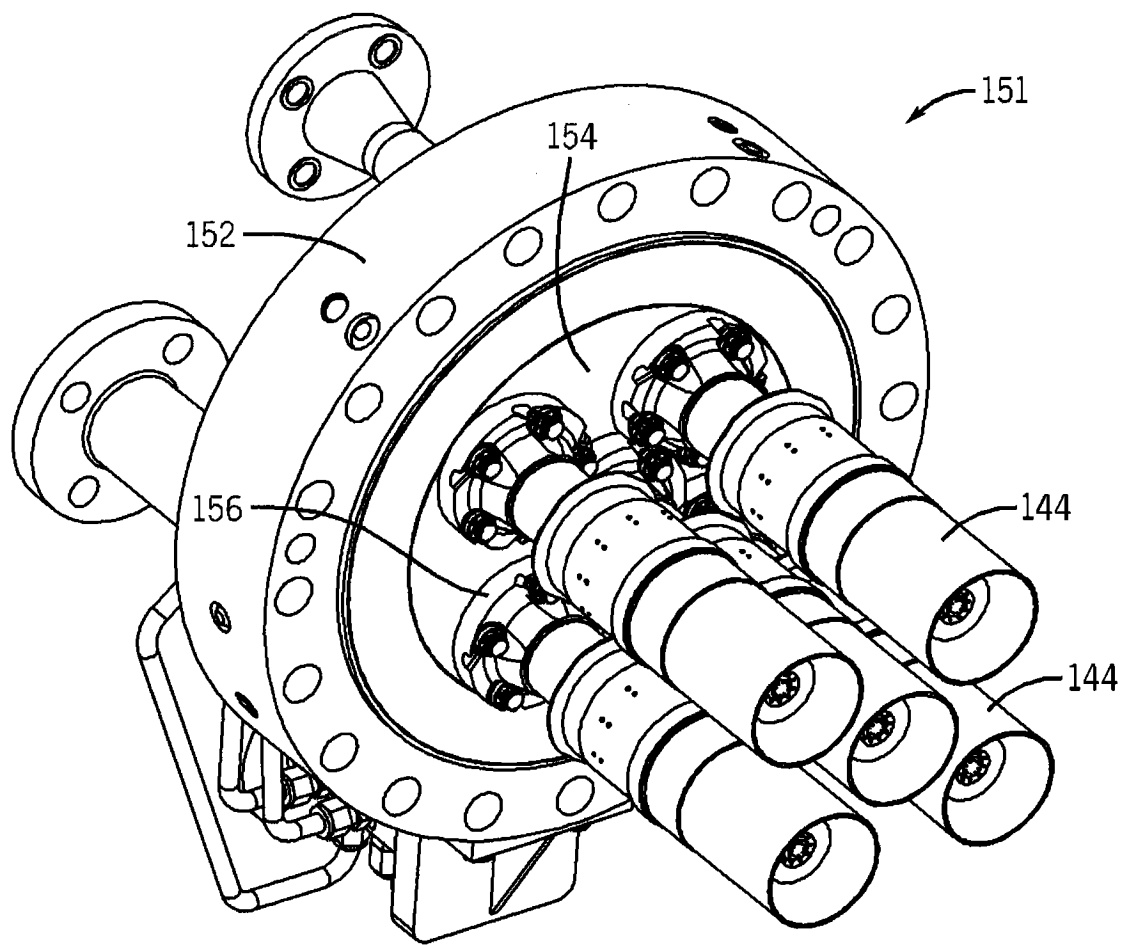


图 3

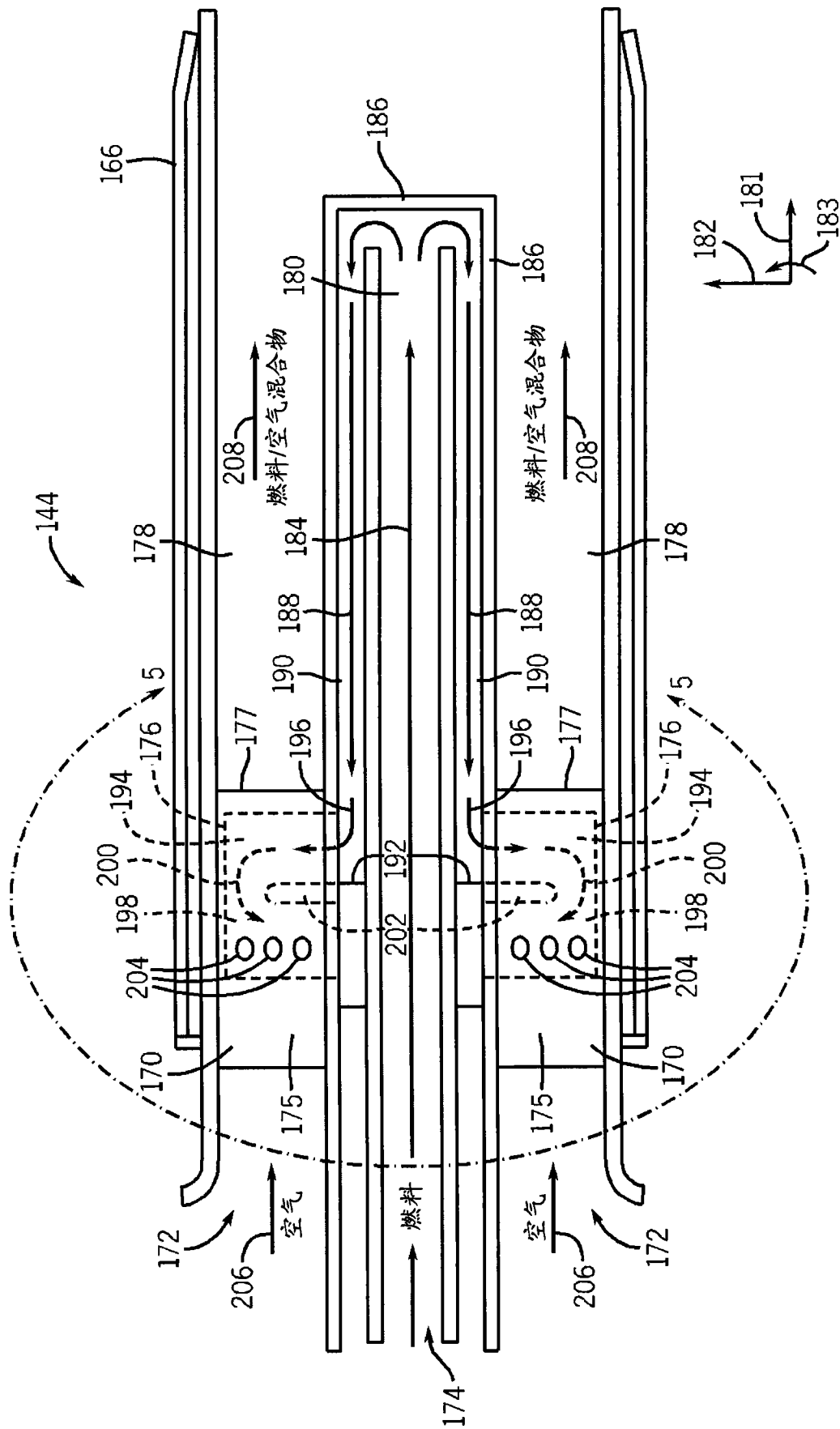


图 4

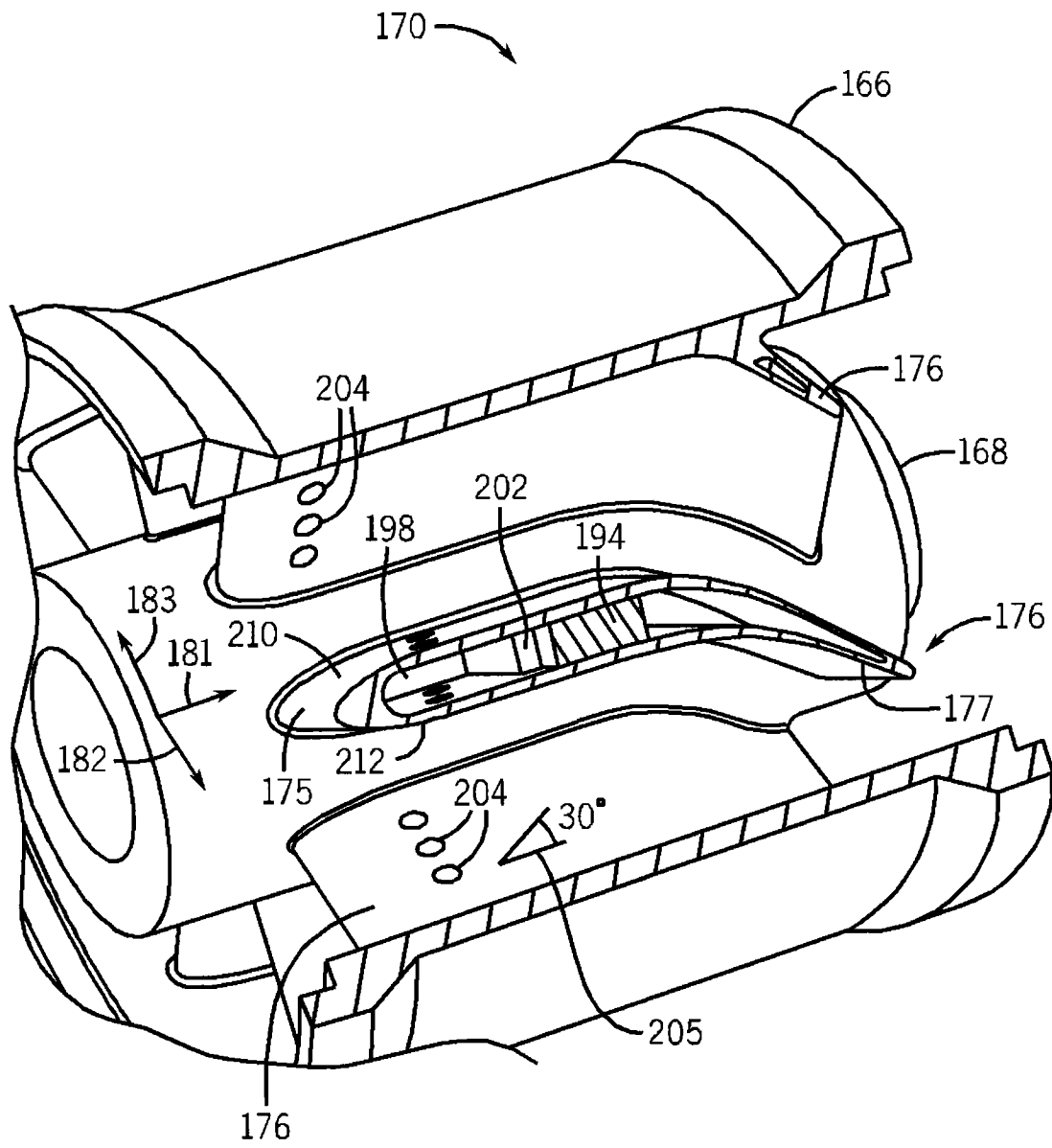


图 5

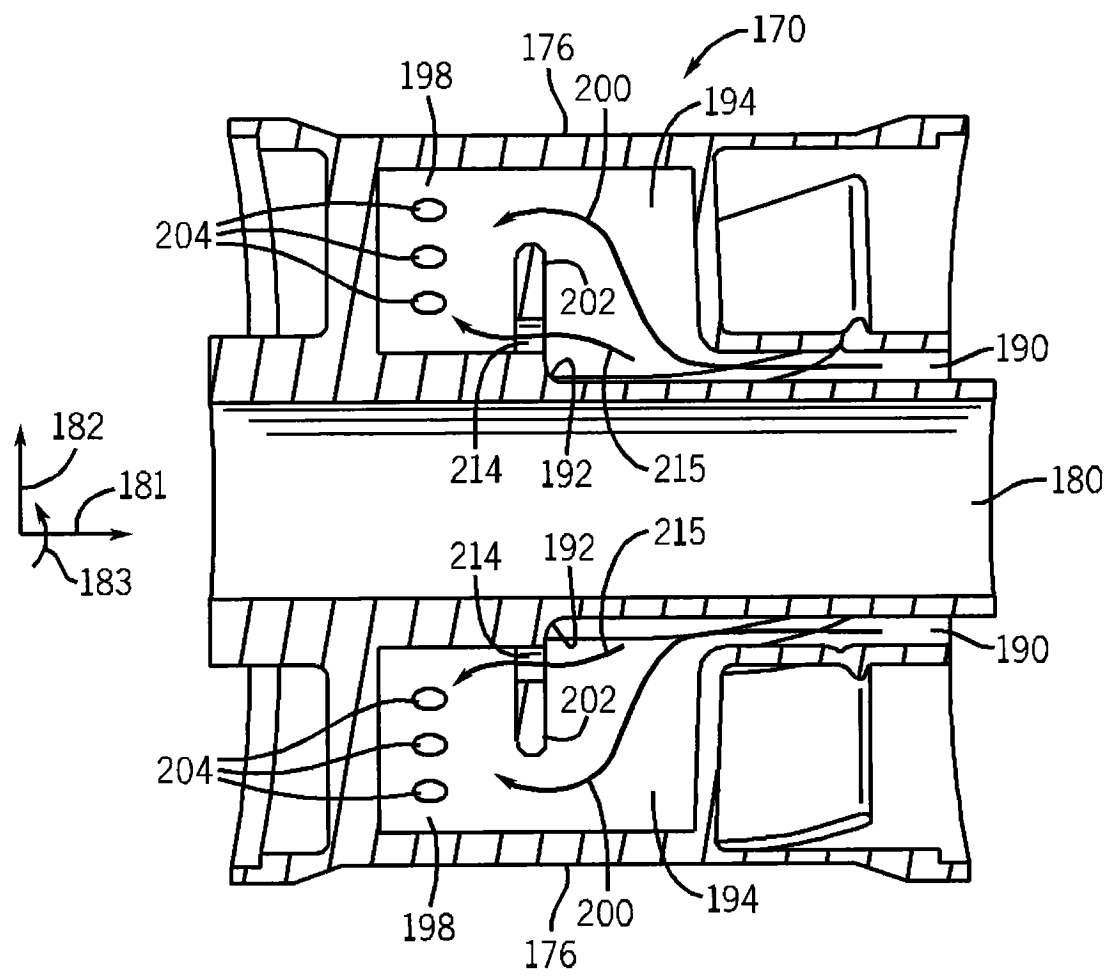


图 6

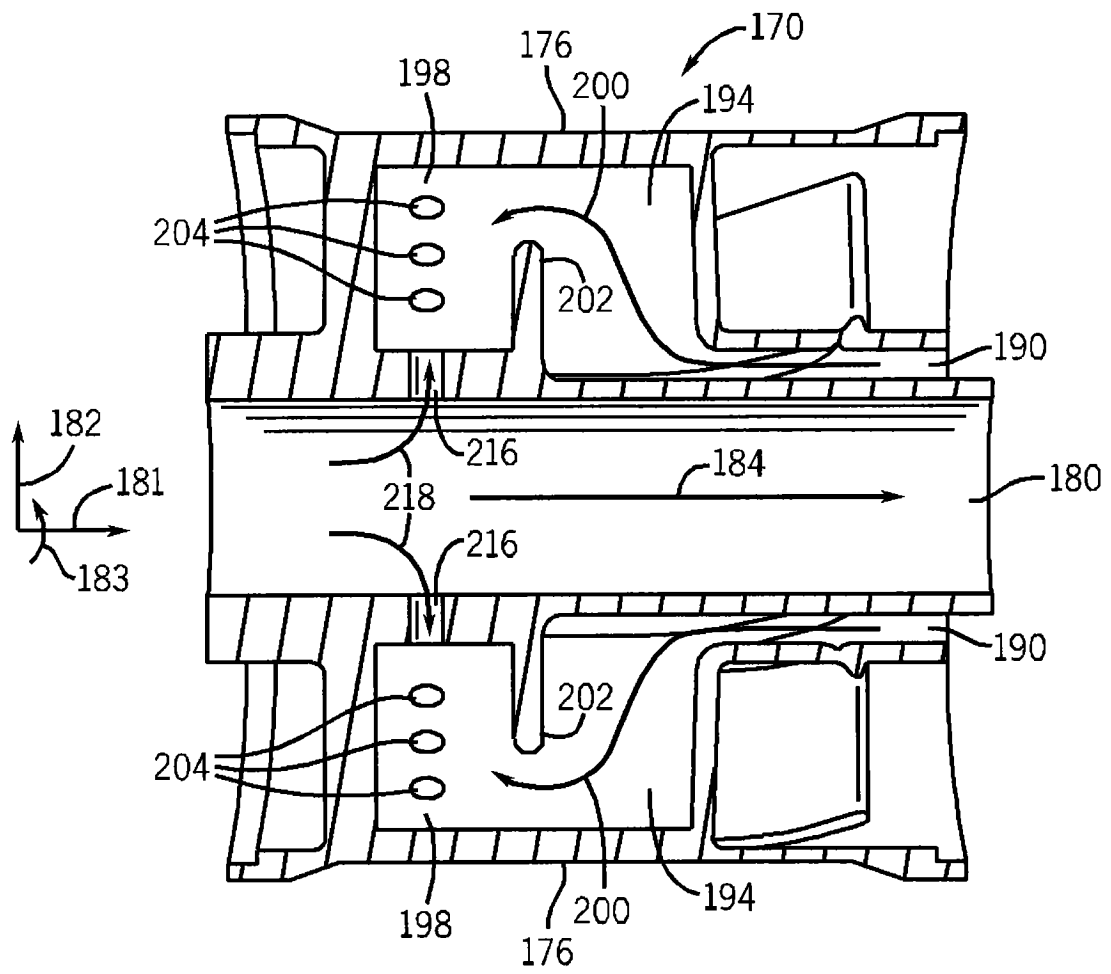


图 7

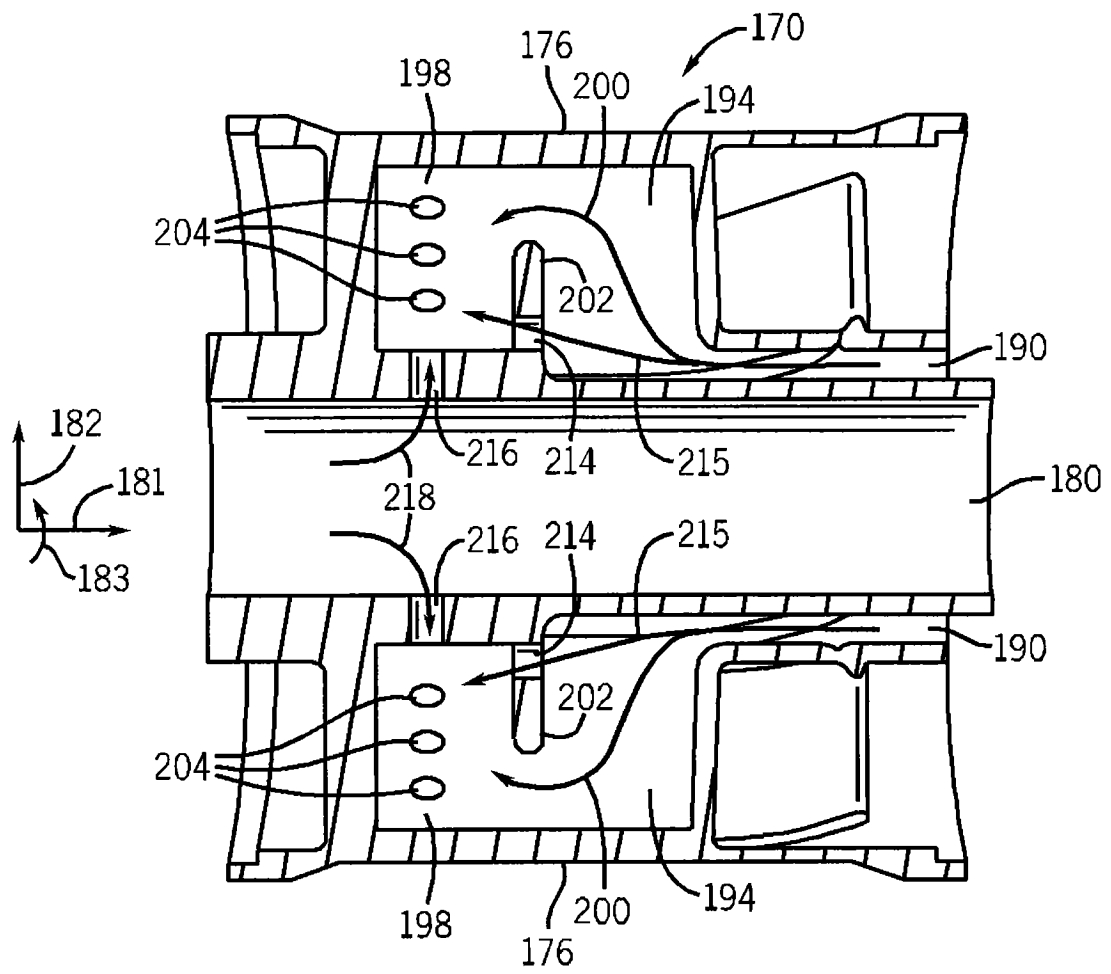


图 8