



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105823085 B

(45)授权公告日 2020.07.07

(21)申请号 201610057723.4

(22)申请日 2016.01.28

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105823085 A

(43)申请公布日 2016.08.03

(30) 优先权数据

15152897.3 2015.01.28 EP

(73)专利权人 安萨尔多能源瑞士股份公司

地址 瑞士巴登

(72)发明人 M.R.博蒂恩 D.通安 B.楚尔曼斯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 李强 傅永霄

(51) Int.Cl.

F23R 3/28(2006.01)

F23R 3/42(2006.01)

(56)对比文件

EP 2725300 A1, 2014.04.30,

EP 1669670 A1, 2006.06.14.

EP 2385303 A1, 2011.11.09.

CN 1441198 A, 2003.09.10.

CN 103776061 A, 2014.05.07,

CN 102563701 A, 2012.07.11.

EP 2725300 A1, 2014.04.30.

审查员 汪洋

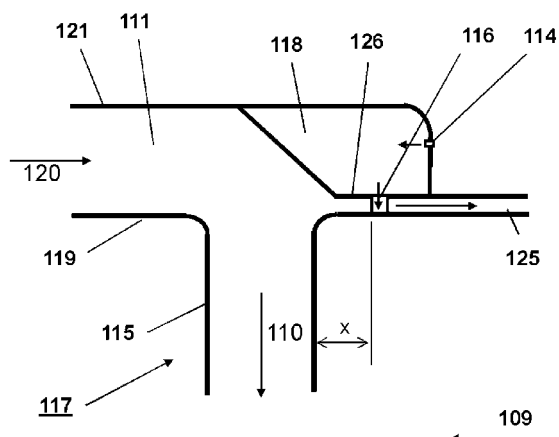
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

具有混合器的顺序燃烧器组件

(57)摘要

本发明涉及顺序燃烧器组件(104),它包括第一喷燃器(112)、第一燃烧室(101)、用于在运行期间将稀释气体掺合到离开第一燃烧室(101)的热气体的混合器(117)、第二喷燃器(113)和第二燃烧室(102),它们按顺序布置成处于流体流连接。混合器(117)包括在混合器壁(119)中的至少一个喷射开口(115,115a),它用于掺合稀释气体(110),以冷却离开第一燃烧室(101)的热烟道气。另外,混合器(117)包括减振器,减振器具有减振器空间(118)和将减振器空间(118)连接到混合器(117)上的颈部(116),以调节和抑制混合器(117)内部的压力脉动。本公开进一步涉及燃气涡轮(100)和用于运行具有这种顺序燃烧器组件(104)的燃气涡轮(100)的方法。



1. 一种顺序燃烧器组件 (104), 包括第一喷燃器 (112)、第一燃烧室 (101)、用于在运行期间将稀释气体掺合到离开所述第一燃烧室 (101) 的热气体的混合器 (117)、第二喷燃器 (113) 和第二燃烧室 (102), 它们按顺序布置成处于流体流连接, 其中所述混合器 (117) 适于在所述第一燃烧室 (101) 和所述第二喷燃器 (113) 之间延伸的热气体流径中导引燃烧气体, 所述混合器 (117) 包括: 混合器壁 (119) 以及在所述混合器壁 (119) 中的至少一个喷射开口, 所述至少一个喷射开口用于掺合所述稀释气体 (110), 以冷却离开所述第一燃烧室 (101) 的热烟道气; 以及减振器, 其用于抑制所述混合器 (117) 内部的压力脉动, 所述减振器包括包围减振器空间 (118) 的减振器壁 (126) 和将所述减振器空间 (118) 连接到所述混合器 (117) 上的颈部 (116); 其中导管壁 (121) 至少部分地包围所述混合器壁 (119), 从而限定用于将稀释气体 (110) 馈送到所述喷射开口的连接导管 (111);

其特征在于, 所述热气体流的流向上在所述喷射开口和所述颈部 (116) 的通往所述混合器壁 (119) 中的热气体流径的开口之间的距离小于所述混合器 (117) 在所述颈部 (116) 的开口处的液力直径 (D)。

2. 根据权利要求1所述的顺序燃烧器组件, 其特征在于, 所述混合器 (117) 的混合器壁 (119) 由所述减振器壁 (126) 包围, 从而形成冷却导管 (125), 以冷却所述混合器 (117) 的在所述混合器 (117) 的上游端和用于掺合所述稀释气体 (110) 的第一喷射开口之间的入口区段。

3. 根据权利要求2所述的顺序燃烧器组件, 其特征在于, 所述颈部 (116) 从所述减振器壁 (126) 延伸通过所述冷却导管 (125) 到达所述混合器壁 (119)。

4. 根据权利要求1至3中的任一项所述的顺序燃烧器组件, 其特征在于, 提供吹扫气体供给 (114), 以将冷却空气供应到所述减振器空间 (118)。

5. 根据权利要求3所述的顺序燃烧器组件, 其特征在于, 所述颈部 (116) 通向喷射开口之间的热气体流, 或者在热气体流方向上在所述喷射开口的上游。

6. 根据权利要求1至3中的任一项所述的顺序燃烧器组件, 其特征在于, 所述颈部具有颈部壁 (127), 所述颈部壁 (127) 在所述颈部壁 (127) 的内部限定颈部空间, 其中所述颈部与所述减振器空间 (118) 相关联, 以在所述减振器空间 (118) 和所述混合器 (117) 中的热气体流 (109) 之间实现流体连通, 以及其中所述减振器进一步包括在所述颈部壁 (127) 和所述减振器壁 (126) 之间的间隙 (129)。

7. 根据权利要求1至3中的任一项所述的顺序燃烧器组件, 其特征在于, 所述颈部具有颈部壁 (127), 所述颈部壁 (127) 在所述颈部壁 (127) 的内部限定颈部空间, 其中所述颈部与所述减振器空间 (118) 相关联, 以在所述减振器空间 (118) 和所述混合器 (117) 中的热气体流 (109) 之间实现流体连通, 以及其中所述顺序燃烧器组件进一步包括在所述颈部壁 (127) 和所述混合器壁 (119) 之间的间隙 (129)。

8. 根据权利要求4所述的顺序燃烧器组件, 其特征在于, 稀释气体供给 (134) 的压力损失系数和所述稀释气体喷射开口的压力损失系数的比小于吹扫气体供给 (114) 的压力损失系数和所述颈部 (116) 的压力损失系数的比。

9. 根据权利要求4所述的顺序燃烧器组件, 其特征在于, 从压缩机气室到所述混合器 (117) 中的热气体流径的稀释气体流径的通流能力为从所述压缩机气室到所述混合器 (117) 中的热气体流径的吹扫空气流径的通流能力的至少两倍大。

10. 一种燃气涡轮发动机(100), 具有至少一个压缩机(103)、燃烧器和至少一个涡轮(105), 其特征在于, 所述燃气涡轮发动机包括根据权利要求1至9中的任一项所述的顺序燃烧器组件(104)。

11. 一种用于运行燃气涡轮发动机(100)的方法, 所述燃气涡轮发动机具有至少一个压缩机(103)、顺序燃烧器组件(104), 所述顺序燃烧器组件包括第一喷燃器(112)、第一燃烧室(101)、用于在运行期间将稀释气体掺合到离开所述第一燃烧室(101)的热气体的混合器(117)、第二喷燃器(113)和第二燃烧室(102), 它们按顺序布置成处于流体流连接, 其中所述混合器(117)适于在所述第一燃烧室(101)和所述第二喷燃器(113)之间延伸的热气体流径中导引燃烧气体, 其中所述混合器(117)包括: 混合器壁(119)和在所述混合器壁(119)中的至少一个喷射开口, 所述至少一个喷射开口用于掺合所述稀释气体(110), 以冷却离开所述第一燃烧室(101)的热烟道气; 以及减振器, 其用于抑制所述混合器(117)内部的压力脉动, 所述减振器包括减振器空间(118)和将所述减振器空间(118)连接到所述混合器(117)上的颈部(116), 其中导管壁(121)至少部分地包围所述混合器壁(119), 从而限定用于将稀释气体(110)馈送到所述喷射开口的连接导管(111); 其特征在于, 使脉动波(132)的节点朝所述喷射开口移位, 并保持所述热气体流的流向上在所述喷射开口和所述颈部(116)的通往所述混合器壁(119)中的热气体流径的开口之间的距离小于所述混合器(117)在所述颈部(116)的开口处的液力直径(D)。

12. 根据权利要求11所述的用于运行燃气涡轮发动机(100)的方法, 其特征在于, 在所述喷射开口中的稀释气体(110)的平均速度为所述颈部(116)中的按时间平均的平均流速的至少两倍高。

13. 根据权利要求11或12所述的用于运行燃气涡轮发动机(100)的方法, 其特征在于, 在吹扫气体供给(114)上的压降为所述颈部(116)上的压降的至少两倍大。

具有混合器的顺序燃烧器组件

技术领域

[0001] 本发明涉及用于燃气涡轮的顺序燃烧器组件,其中稀释气体掺合到燃烧器组件中且抑制脉动。本发明另外涉及用于运行燃气涡轮的方法,其中将稀释气体掺合到燃烧器组件中。

背景技术

[0002] 由于越来越多地用例如风或太阳能的不稳定的可再生源来产生功率,所以越来越多地使用现有的基于燃气涡轮的动力装置来平衡功率需求和稳定电网。因而需要提高运行灵活性。这意味着燃气涡轮通常以比基本负载设计点更低的负载运行,即以较低的燃烧器入口和燃烧温度运行。

[0003] 同时,排放极限值和总排放容许量变得更加严格,使得需要以较低的排放值运行,以便还在部分负载运行时和在瞬态期间保持低排放,因为这些会增加累积排放极限。

[0004] 现有技术的燃烧系统设计成例如通过调节压缩机入口质量流,或者控制不同的喷燃器、燃料级或燃烧器之中的燃料分割,来应对运行状况的某些变化。但是,这对于满足新要求来说是不够的。

[0005] 为了进一步减少排放和运行灵活性,已经在DE 103 12 971 A1中提出了顺序燃烧。取决于运行状况,特别是第一燃烧室的热气体温度,可能必要的是在允许热气体进入第二喷燃器(也称为顺序喷燃器)之前冷却热气体。这个冷却对于允许燃料喷射和在第二喷燃器中预混合喷射的燃料与第一燃烧器中的热烟道气可为有利的。

[0006] 传统的冷却方法要么需要导致主热气体流中有高压降的热交换器结构,要么建议从侧壁喷射冷却介质。为了从侧壁喷射冷却介质,需要有高压降,这会损害用这种燃烧器组件运行的燃气涡轮的效率,而且可对燃烧稳定性和脉动有不利影响。已知燃烧器脉动对燃气涡轮燃烧器的性能和使用期限有有害作用。

发明内容

[0007] 本发明的目标是提出关于具有用于顺序燃烧器组件的减振器的混合区段的冷却和混合加强。除了与燃烧脉动有关的已知问题之外,脉动可影响将冷却气体掺合到离开燃烧室的热气体的混合器的运行。特别地,具有高压降幅度的低频率脉动可影响进入混合器的稀释气体的质量流。特别地,驻波可导致掺合的稀释气体有流量变化,并且因此导致离开混合器的热气体的温度水平和温度分布快速改变,这又可在顺序燃烧组件中触发脉动。本公开的目标是提出一种燃烧组件,其中脉动得到调节,相应地得到抑制,使得它们对混合器性能的有害作用减小或缩小。

[0008] 根据本公开的顺序燃烧器组件包括第一喷燃器、第一燃烧室、用于在运行期间将稀释气体掺合到离开第一燃烧室的热气体的混合器、第二喷燃器和第二燃烧室,它们按顺序布置成处于流体流连接。混合器适于在第一燃烧室和第二喷燃器之间延伸的热气体流径中导引燃烧气体。燃烧器组件进一步包括至少喷射开口,以掺合稀释气体来冷却离开第一

燃烧室的热烟道气。为了使低频脉动的脉动节点朝喷射开口移位,混合器具有减振器壁,减振器壁包围减振器,以抑制混合器内部的压力脉动。减振器包括减振器空间和将减振器空间连接到混合器内部的热气体流上的颈部。

[0009] 喷射开口可为混合器的侧壁中的简单的孔或喷嘴。喷射开口例如还可包括多个喷射管(也称为喷射管道),喷射器从混合器的侧壁指向内,以掺合稀释气体来冷却离开第一燃烧室的热烟道气,以对第二喷燃器提供合适的入口状况。喷射开口可布置成沿着混合器的侧壁沿周向分布。导管壁至少部分地包围混合器的侧壁,从而限定连接导管,以冷却混合器侧壁,以及将稀释气体馈送到喷射开口。

[0010] 通过混合稀释空气和冷却空气与来自第一燃烧器的热气体流,使用关于本发明的特征的混合器概念来产生适当的顺序喷燃器入口分布。大体上,用对流冷却技术和/或扩散冷却技术和/或冲击冷却技术来冷却混合器壁。

[0011] 作为辅助,对混合器应用扩散冷却技术,不仅仅因为能良好地冷却混合器壁,而且还因为允许混合冷却空气与主热气体流,以提供适当的入口热气体分布来实现再加热燃烧。

[0012] 因此,本发明的集中目标是提出一种防脉动顺序燃烧器组件,其在第一燃烧室和第二喷燃器之间具有用于掺合稀释气体的混合区段。稀释气体在混合区段中掺合,以对第二喷燃器提供恰当的入口流状况,并且减振器组件成使脉动波的节点朝喷射开口移位,以允许稀释气体进入到热气体流中,使得喷射开口处的静态背压变化减小或缩小。因此稀释气体流随着时间的推移保持接近恒定,使得热气体可冷却到预定温度分布。

[0013] 与本发明有关的额外发现:

[0014] 局部入口温度高可导致排放高(特别是 NO_x 、CO和未燃烧的碳氢化合物)和/或第二喷燃器中有逆燃。产生逆燃和 NO_x 是因为喷射的燃料的自燃时间由于入口气体温度高或氧浓度高而减少,这会导致过早点燃(引起逆燃)或减少燃料空气混合的时间,从而在燃烧期间产生局部热点,并且因此增加 NO_x 排放。低温区域可产生CO排放,因为自燃时间增加。这可减少CO燃尽成 CO_2 的时间,以及降低火焰温度,这可进一步延迟CO燃尽成 CO_2 。最后,局部热点可导致混合器下游的某些部件过热。

[0015] 从空气动力学的角度看,另外的重要要求是最小化热气体路径和稀释气体供应中的压力损失。它们两者都可影响以这种顺序燃烧器组件运行的燃气涡轮的性能。如果热气体流径的背压实际上是恒定的,则可减小稀释气体压力损失。

[0016] 典型地但无任何限制,如果没有脉动干扰喷射开口处的流,则以在掺合之前的稀释气体压力的总压力的0.2%至1%的压降掺合稀释气体是可行的。

[0017] 在一个实施例中,为了确保减振器可对喷射开口附近的脉动有直接的积极作用,在热气体流的流向上在喷射开口和颈部的通往混合器壁中的热气体流径的开口之间的距离小于混合器的热气体流径在颈部的开口处的液力直径的三倍(液力直径可定义为四倍的横截面积除以浸润周长)。优选地,喷射开口和颈部的通往混合器壁中的热气体流径的开口之间的距离小于混合器在颈部的开口处的液力直径。备选地或者结合起来,可关于混合器中的优势脉动的波长来确定在热气体流的流向上在喷射开口和颈部的通往混合器壁中的热气体流径的开口之间的距离。在热气体流的流向上在喷射开口和颈部的开口之间的距离例如可小于混合器中的这种优势脉动的波长的六分之一。在热气体流的流向上在喷射开口

和颈部的开口之间的距离必须小于脉动的波长,因为减振器使脉动波朝减振器的颈部移动。因此喷射开口应接近减振器颈部,以受益于颈部处的低压幅度。

[0018] 除了使脉动的节点移位,减振器可降低脉动水平,因为这是减振器的典型功能。

[0019] 根据另一个实施例,混合器至少部分地被减振器包围。例如混合器的壁可被减振器壁包围,从而形成冷却导管,以在混合器的上游端和用于掺合稀释气体的第一喷射开口(在热气体的流向上)之间冷却混合器的入口区段。

[0020] 在另一个实施例中,减振器的颈部从减振器壁延伸通过冷却导管到达混合器壁。

[0021] 根据另一个实施例,导管壁至少部分地包围混合器壁,从而限定连接导管,以将稀释气体馈送到喷射开口。用于馈送稀释气体的导管例如可布置成紧挨着减振器,在混合器的下游端附近(在热气体流方向上)。

[0022] 根据另一个实施例,提供吹扫气体供给,以将冷却空气供应给减振器空间。吹扫气体供给例如可为减振器壁中的孔或喷嘴,减振器壁分开减振器空间与燃气涡轮的压缩机气室。吹扫空气防止热气体通过颈部吸入到减振器空间中。

[0023] 根据又一个实施例,减振器的颈部通往喷射开口之间或在热气体流方向上在喷射开口的上游的热气体流。而且它还可通往喷射开口下游的热气体流。

[0024] 减振器包括:减振器壁,其在减振器壁内部限定减振器空间;以及颈部。颈部包括颈部壁,它在颈部壁内部限定颈部空间,其中颈部与减振器空间相关联,以在减振器空间和混合器中的热气体流之间实现流体连通。混合器壁暴露于高温热气体和燃烧脉动引起的振动,这导致混合器壁热膨胀和机械移动。这些机械移动可不同于减振器壁所暴露于的移动、热负载和机械负载。这些区别可产生应力,以及缩短燃烧器组件的使用期限。

[0025] 根据顺序燃烧组件的一个实施例,减振器进一步包括在颈部壁和减振器壁之间的间隙,以避免在混合器壁和颈部之间的接口处有应力。这个间隙允许减振器颈部与燃烧室壁共同有独立热膨胀,以及独立于减振器结构的移动。

[0026] 间隙和颈部例如可为同轴的。在另一个实施例中,颈部的全部周边都被间隙包围。

[0027] 在另一个实施例中,燃烧器组件包括在颈部壁和减振器壁之间的间隙。这允许减振器颈部与减振器结构共同有独立热膨胀,以及独立于混合器壁的移动。

[0028] 间隙可被冷却空气吹扫。例如间隙可被流过冷却导管的冷却气体吹扫,冷却导管在混合器壁和减振器壁之间延伸。

[0029] 根据另一个实施例,稀释气体供给的压力损失系数和稀释气体喷射开口的压力损失系数的比小于吹扫气体供给的压力损失系数与颈部的压力损失系数的比。对于连续布置的两个元件,像稀释气体供给和稀释气体喷射开口或吹扫气体供给和颈部一样,压力损失与压力损失系数成比例。因而喷射开口上的压力损失大于颈部上的压力损失。压力损失系数的比例如可大于5或大于10,并且甚至高达100或更大。大的比使得相对于颈部的稀释气体喷射部得到加强。颈部中的压力损失小不会降低减振性能,而喷射开口中的压降较大则将减小热气体流中的压力波动对稀释气体流的影响。

[0030] 根据又一个实施例,从压缩机气室到混合器中的热气体流径的稀释气体流径的通流能力为从压缩机气室到混合器中的热气体流径的吹扫气流径的通流能力至少两倍大。典型地,稀释气体流径的通流能力比吹扫气流径的通流能力大至少一个量级,以减小减振器对离开混合器的热气体的温度分布的影响。从而可分开减振器和喷射开口的功能性。

[0031] 顺序燃烧器组件的混合器壁可至少部分地通过扩散得到冷却。另外,混合器的侧壁的内表面的至少一部分可涂有TBC,以降低壁的冷却要求,并且从而避免冷却离开混合器的热气体流中的外周区域。

[0032] 除了顺序燃烧器组件,包括这种顺序燃烧器组件的燃气涡轮也是本公开的目标。这种燃气涡轮至少包括:压缩机;顺序燃烧器组件,其具有第一喷燃器、第一燃烧室、用于在运行期间将稀释气体掺合到离开第一燃烧室的热气体的混合装置、第二喷燃器和第二燃烧室,它们按顺序布置成处于流体流连接,其中混合器适于在第一燃烧室和第二喷燃器之间延伸的热气体流径中导引燃烧气体;以及至少一个涡轮。混合器包括:至少一个喷射开口,其用于掺合稀释气体,以冷却离开第一燃烧室的热烟道气;以及用于抑制混合器内部的压力脉动的减振器。减振器包括包围减振器空间的减振器壁和将减振器空间连接到混合器上的颈部。减振器设计成使燃烧器脉动移位而抑制燃烧器脉动,并且从而使压力脉动的节点朝稀释气体喷射开口移位。

[0033] 燃气涡轮可包括任何上面描述的顺序燃烧器组件。

[0034] 除了燃气涡轮,用于运行这种燃气涡轮的方法也是本公开的目标。稀释气体可掺合到混合器中的热气体,使得热气体冷却。为了减小燃烧脉动的影响,减振器使混合器内部的脉动波的节点朝喷射开口移位。调谐成脉动的频率的减振器可使节点最佳地移位。

[0035] 根据用于运行燃气涡轮的方法的实施例,喷射开口中的稀释气体的平均速度为颈部中的时间平均的平均流速的至少两倍大。喷射开口中的稀释气体的平均速度可比颈部中的时间平均的平均流速大一个量级或几个量级。在一段时间里获得时间平均值,这段时间至少相当于优势脉动频率的一个脉动周期的持续时间。比值越大,脉动对稀释气体喷射的影响就越小。

[0036] 根据方法的另一个实施例,吹扫气体供给上的压降为颈部上的压降的至少两倍大。颈部上的压降和吹扫气体供给上的压降的比可比1:3小得多,或者甚至小于1:5。在运行期间,吹扫气体供给上的压降可比颈部上的压降大一个量级或者甚至更大。

[0037] 第一燃烧室和第二燃烧室可布置成罐-罐-燃烧器架构,即,第一燃烧室和第二燃烧室是罐式燃烧室。

[0038] 第一燃烧室和第二燃烧室可布置成罐-环形-燃烧器架构,即,第一燃烧室布置为环形燃烧室,而第二燃烧室则布置成罐式燃烧室。

[0039] 第一燃烧室和第二燃烧室可布置成环形-罐-燃烧器架构,即,第一燃烧室布置成罐式燃烧室,而第二燃烧室则布置成环形燃烧室。

[0040] 第一燃烧室和第二燃烧室可布置成环形-环形-燃烧器架构,即,第一燃烧室和第二燃烧室是环形燃烧室。

[0041] 混合器本身可具有独立于燃烧室架构的罐式或环形结构。如果布置在第一罐式燃烧室的下游,则混合器例如可具有罐式架构,或者如果布置在第一环形燃烧室的下游,则混合器例如可具有环形架构。

附图说明

[0042] 在附图的协助下,在下面更详细地描述本公开及其性质和优点。参照附图:

[0043] 图1显示具有顺序燃烧组件的普通燃气涡轮,顺序燃烧组件具有用于掺合稀释气

体的被减振混合器；

[0044] 图2显示具有混合器的顺序燃烧器组件，混合器具有喷射开口和减振器；

[0045] 图3更详细地显示混合器的示例，混合器具有连接导管，以通过喷射管将稀释气体馈送到减振器颈部下游的热气体流中；

[0046] 图4更详细地显示混合器的另一个示例，混合器具有连接导管，以通过喷射喷嘴将稀释气体馈送到减振器颈部下游的热气体流中；

[0047] 图5显示减振器连接到混合器壁上的示例的横截面的放大图；

[0048] 图6显示减振器连接到混合器壁上的另一个示例的横截面的放大图；

[0049] 图7显示混合器，它指示无减振的脉动波的位置和在移位和减振之后的脉动波的位置。

[0050] 部件列表

[0051] 100燃气涡轮

[0052] 101第一燃烧器

[0053] 102第二燃烧器

[0054] 103压缩机

[0055] 104顺序燃烧器组件

[0056] 105涡轮

[0057] 106轴

[0058] 107排气

[0059] 108压缩空气

[0060] 109热气体流

[0061] 110稀释气体

[0062] 111连接管

[0063] 112第一喷燃器

[0064] 113第二喷燃器

[0065] 114吹扫气体供给

[0066] 115喷射管

[0067] 115a喷射喷嘴

[0068] 116颈部

[0069] 117混合器

[0070] 118减振器空间

[0071] 119混合器壁

[0072] 120冷却气体

[0073] 121导管壁

[0074] 122稀释气体供给

[0075] 123第一燃料喷射部

[0076] 124第二燃料喷射部

[0077] 125冷却导管

[0078] 126减振器壁

- [0079] 127颈部壁
- [0080] 128颈部轴线
- [0081] 129间隙
- [0082] 130凸缘
- [0083] 131脉动波
- [0084] 132经移位的脉动波
- [0085] 133压缩机气室
- [0086] s脉动波节点的变化
- [0087] x离稀释喷射部的距离
- [0088] D混合器的液力直径。

具体实施方式

[0089] 图1显示根据本公开的燃气涡轮100,它具有顺序燃烧器组件104。燃气涡轮100包括压缩机103、顺序燃烧器组件104和涡轮105。顺序燃烧器组件104包括第一喷燃器112、第一燃烧室101,以及用于在运行期间将稀释气体掺合到离开第一燃烧室101的热气体的混合器117(图2)。在混合器117的下游,顺序燃烧器组件104进一步包括第二喷燃器113和第二燃烧室102。第一喷燃器112、第一燃烧室101、混合器117、第二喷燃器113和第二燃烧室102按顺序布置成处于流体流连接。燃料可通过第一燃料喷射部123引入到第一喷燃器112中,与压缩空气108混合,压缩空气108在压缩机103中被压缩,并且燃料在第一燃烧室101中燃烧。通过稀释气体供给122从压缩机气室133供应的稀释气体在后面的混合器117中掺合。额外的燃料可通过第二燃料喷射部124引入到第二喷燃器中,与离开混合器117的热气体混合,并且在第二燃烧室102中燃烧。离开第二燃烧室102的热气体在后面的涡轮105中膨胀,从而做功。涡轮105和压缩机103布置在轴106上。

[0090] 离开涡轮105的排气107的余热可在热回收蒸汽发生器或锅炉(未显示)中进一步用来产生蒸汽。

[0091] 在这里显示的示例中,掺合压缩机出口气体作为稀释气体。典型地压缩机出口气体是经压缩的周围空气。对于具有烟道气再循环(未显示)的燃气涡轮,压缩机出口气体是周围空气和再循环烟道气的混合物。使用空气表示包括氧的任何气体。

[0092] 典型地,燃气涡轮系统包括发电机(未显示),发电机联接到燃气涡轮100的轴106上。

[0093] 图2显示混合器117的示例性实施例作为图1的放大区段。在这个示例中,来自压缩机气室133的压缩气体(参见图1,在压缩机103下游的压缩气体108)通过稀释气体供给122(仅在图1中显示)供应,并且沿着连接导管111中的燃烧器衬套被导引作为稀释气体110。稀释气体110通过喷射管115从连接导管111喷射到混合器117中。为了冷却混合器壁119和对喷射管115馈送稀释气体110,导管壁121布置成平行于混合器壁119。

[0094] 减振器布置在稀释气体喷射开口115、115a附近,在这个示例中它们被显示为喷射管115。减振器包括减振器壁126和减振器颈部116,减振器壁126限定减振器空间118。颈部116与减振器空间118相关联,以在减振器空间118和热气体流109之间实现流体连通。

[0095] 混合器例如可具有环形横截面、长方形或梯形横截面或圆形。对于具有圆形横截

面的圆柱形混合器117的示例,直径等于液力直径D。

[0096] 图3更详细地显示来自图2的区域III、IV的稀释气体喷射和减振器。在上游(在热气体流方向上),混合器117的侧壁119由减振器壁126包围,从而形成环形冷却导管125,以冷却混合器117的入口区段。因而减振器空间118与热气体流109分开。吹扫空气馈送到减振器,通过吹扫气体供给114进入到减振器空间118中,并且吹扫颈部116。颈部116相对于稀释喷射部偏移距离 x 。离稀释喷射部的距离 x 应保持相对于混合器的直径较小,以使得减振器能够使脉动的节点朝喷射管115的出口开口移位。

[0097] 图4基于图3。在图4中显示喷射喷嘴115,而非喷射管115。

[0098] 图5显示颈部116示例,颈部116将减振器空间118连接到热气体流109上。颈部壁127限定颈部空间。在这个示例中,颈部116附连到混合器壁119上,并且通过冷却导管125延伸向减振器空间118。另外,减振器包括在颈部壁127和减振器壁126之间的间隙129。可选地,凸缘130设置在减振器壁126的开口处,以限定间隙129。圆柱形颈部116由颈部轴线128指示。在这种情况下,环形间隙129包围颈部壁127。间隙可被冷却空气125吹扫。

[0099] 图6基于图5。在这个示例中,颈部壁127附连到减振器壁126上,并且在颈部壁127和混合器壁119之间提供间隙129。凸缘130设置在混合器壁119的开口处,以限定间隙129。间隙可被冷却空气125吹扫。

[0100] 在图7中,相对于喷射开口115和颈部116的位置来指示混合器117中的热气体流109的脉动波131的位置。虚线指示没有减振器空间118的初始脉动波131。实线指示经移位的脉动波132。由于减振器的作用,经移位的脉动波132移位脉动波节点位移 s 。由于减振作用,经移位的脉动波132的幅度相对于初始脉动波131减小。在喷射开口115处引起的脉动例如比没有减振器的情况小一个量级。

[0101] 所说明的所有优点都不仅仅局限于指定的组合,而是还可按其它组合使用或单独使用,而不偏离本公开的范围。可选地可设想到其它可能性,例如以便停用单独的喷燃器或喷燃器组,以修改燃烧器组件的脉动性能。另外,稀释气体可在混合器中掺合之前在冷却空气冷却器中再次冷却。另外两个或更多个减振器可布置在喷射开口115、115a附近。减振器可设计成抑制一个脉动频率和使一个脉动频率移位,或者多个减振器中的不同的减振器可设计成抑制不同的脉动频率和使不同的脉动频率移位。

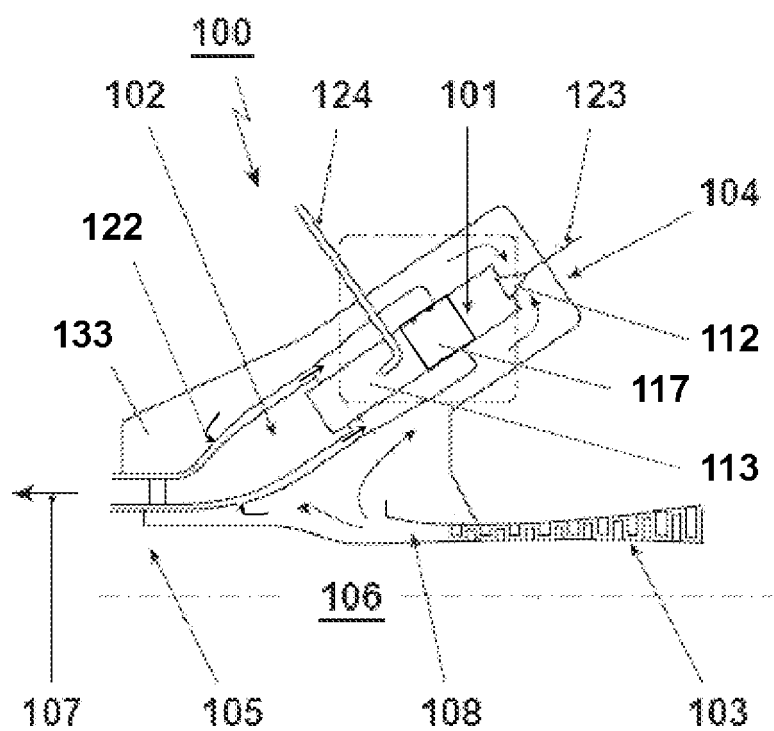


图 1

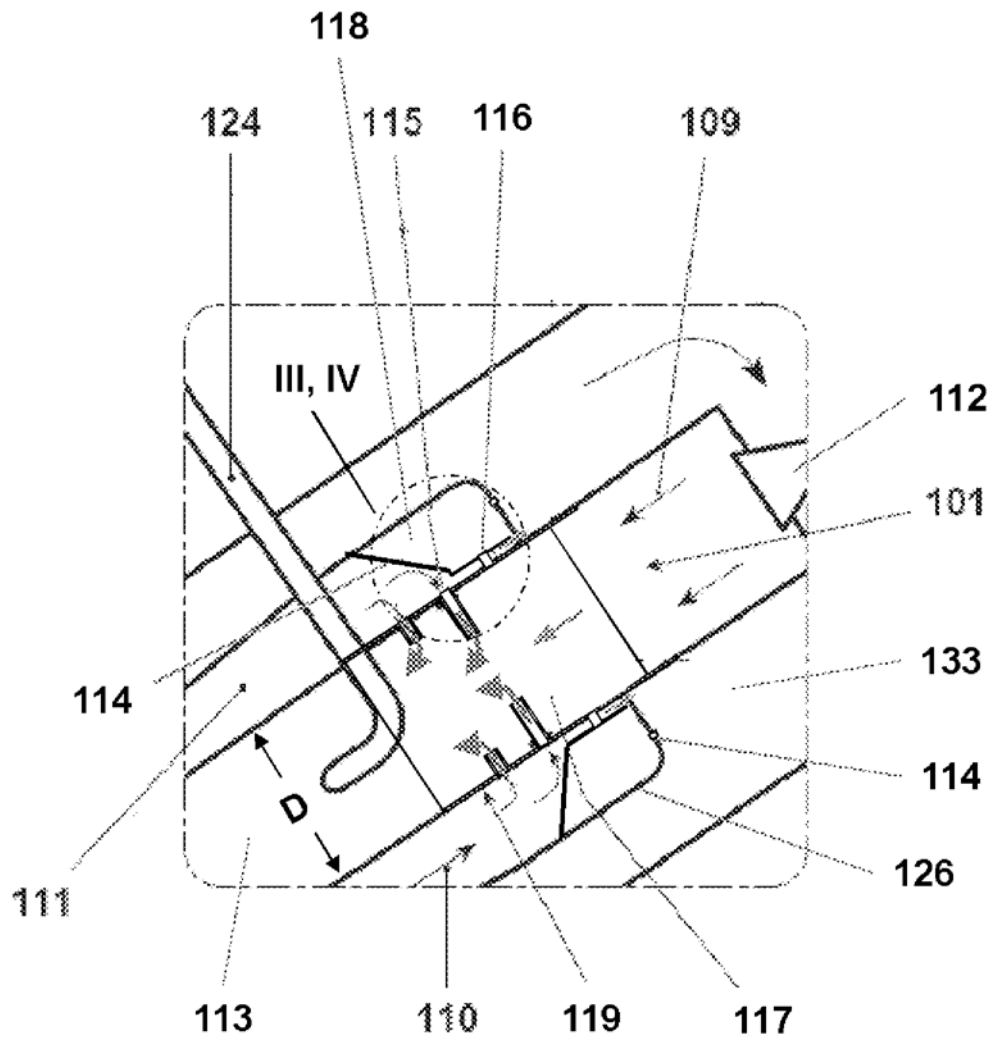


图 2

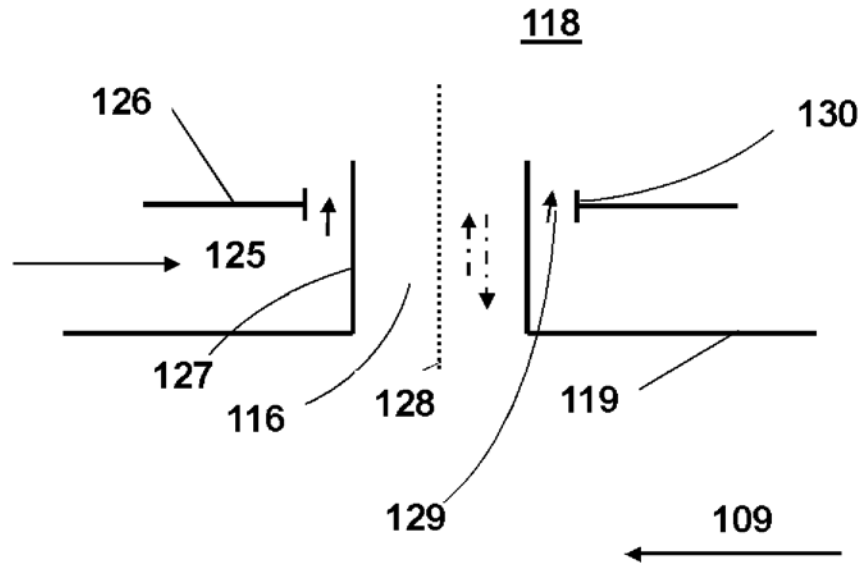


图 5

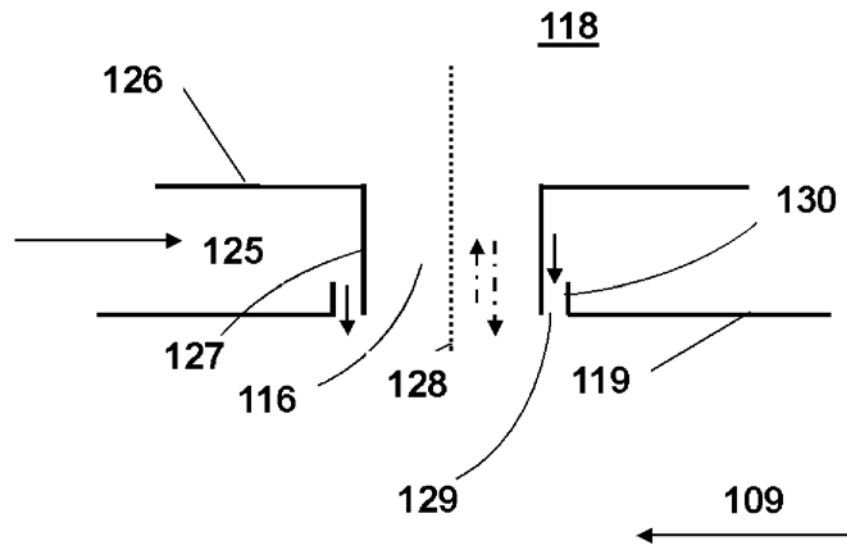


图 6

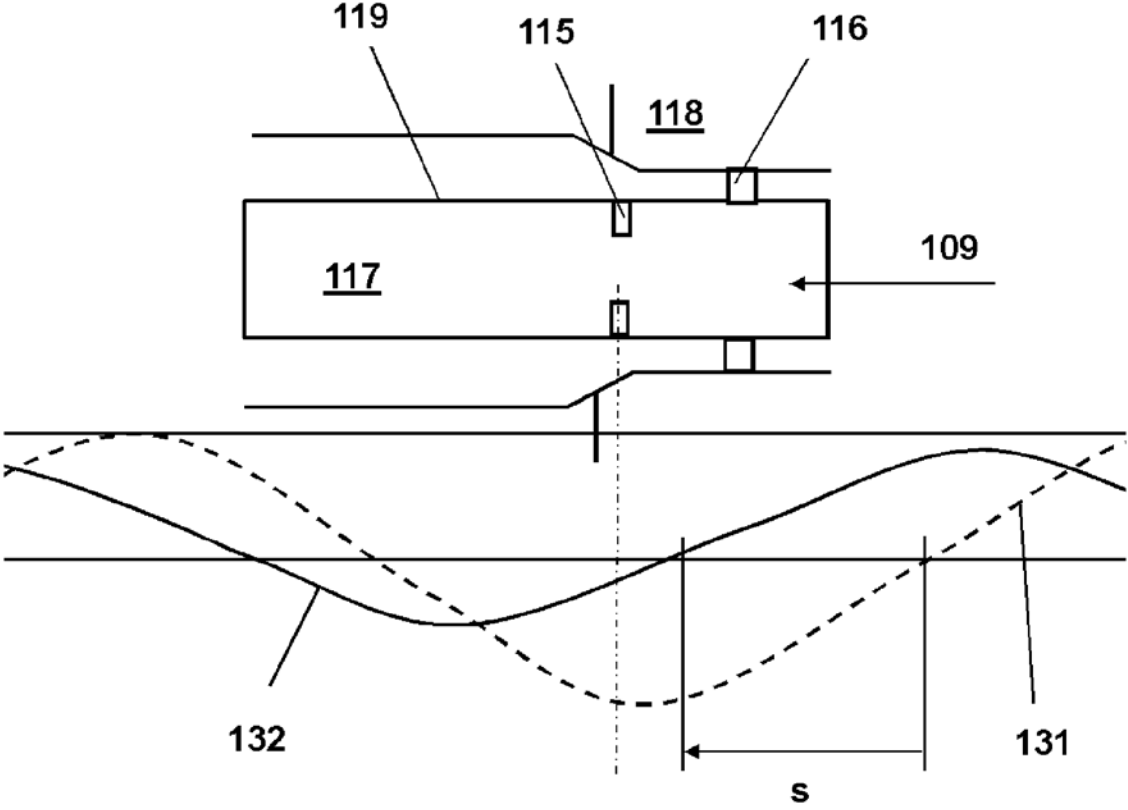


图 7