



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102116478 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 31

(21) 申请号 201110005811. 7

(22) 申请日 2011. 01. 04

(30) 优先权数据

12/651, 600 2010. 01. 04 US

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 金冠佑 K·K·辛赫 韩飞

S·斯里尼瓦桑

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 朱铁宏 谭祐祥

(51) Int. Cl.

F23D 14/48(2006. 01)

(56) 对比文件

JP H05187268 A, 1993. 07. 27, 全文.

JP H05322169 A, 1993. 12. 07, 全文.

JP H09159143 A, 1997. 06. 20, 全文.

US 2009111063 A1, 2009. 04. 30, 全文.

US 2004083738 A1, 2004. 05. 06, 全文.

审查员 李金翠

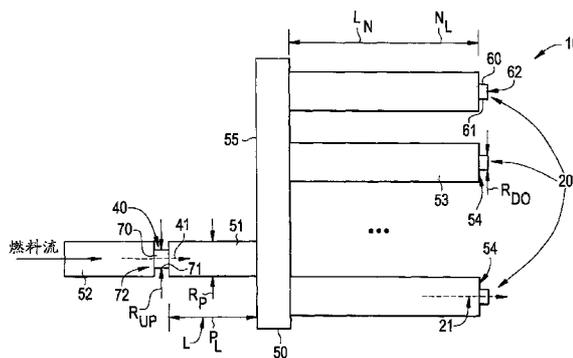
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

用以减轻燃烧动态特性的燃料系统声学特征和方法

(57) 摘要

本发明涉及用以减轻燃烧动态特性的燃料系统声学特征和方法。具体而言,提供了一种燃料系统的干式低NOx(DLN)燃料喷嘴(10),以及该燃料喷嘴(10)包括:一个或多个下游孔口(20),其形成为用以限定引导流体沿其流动的第一流体通路(21);上游孔口(40),其定位在一个或多个下游孔口(20)上游,形成为用以限定引导流体沿其流动的第二流体通路(41);以及连接通道(50),其设置成用以分别将下游孔口(20)的第一流体通路(21)和上游孔口(40)的第二流体通路(41)彼此流体地联接。上游孔口(40)的径向尺寸和轴向位置中的至少一个经设定用以协作地解调燃料系统声阻抗。



1. 一种燃料系统的干式低 NO<sub>x</sub> (DLN) 燃料喷嘴, 包括:

一个或多个下游孔口, 所述一个或多个下游孔口形成为用以限定引导流体沿其流动的第一流体通路;

上游孔口, 所述上游孔口定位在所述一个或多个下游孔口的上游, 形成为用以限定引导所述流体沿其流动的第二流体通路; 以及

连接通道, 所述连接通道具有燃料输送管, 所述连接通道设置成用以分别将所述下游孔口的第一流体通路和所述上游孔口的第二流体通路彼此流体连通地联接,

所述上游孔口的径向尺寸和轴向位置中的至少一个协作地解调所述燃料系统的声阻抗, 所述上游孔口具有比所述燃料输送管的径向尺寸更小的径向尺寸。

2. 根据权利要求 1 所述的燃料喷嘴, 其特征在于, 各所述下游孔口均包括管路, 所述管路在其下游端处通向燃烧器的混合区段且包括侧壁, 所述侧壁形成为用以限定从其上游端延伸至所述下游端的开孔。

3. 根据权利要求 1 所述的燃料喷嘴, 其特征在于, 所述上游孔口包括管路, 所述管路包括侧壁, 所述侧壁形成为用以限定从其上游端延伸至其下游端的开孔。

4. 根据权利要求 1 所述的燃料喷嘴, 其特征在于, 所述连接通道还包括:

燃料输送管, 其设置在所述上游孔口的下游且流体连通地联接到所述上游孔口上;

燃料喷嘴部分, 其具有各所述下游孔口设置于其上的下游端; 以及

公共歧管, 其流体连通地介于所述燃料输送管与所述燃料喷嘴部分之间。

5. 根据权利要求 4 所述的燃料喷嘴, 其特征在于, 所述燃料输送管的长度是可改变的, 使得所述上游孔口的轴向位置为可调的。

6. 根据权利要求 4 所述的燃料喷嘴, 其特征在于, 所述上游孔口的轴向位置是相对于所述公共歧管的轴向位置测量的。

7. 根据权利要求 4 所述的燃料喷嘴, 其特征在于, 所述燃料喷嘴部分在数量上为多个, 其中, 各燃料喷嘴部分均流体连通地联接到所述公共歧管上。

8. 根据权利要求 7 所述的燃料喷嘴, 其特征在于, 各燃料喷嘴部分的各所述下游孔口在数量上为多个, 其中, 所述多个下游孔口中的各个均与对应的燃料喷嘴部分相关联。

9. 根据权利要求 8 所述的燃料喷嘴, 其特征在于, 各燃料喷嘴部分均具有从所述公共歧管测量的大致相似的轴向长度, 以及各下游孔口均具有大致相似的径向尺寸。

10. 一种燃料系统的干式低 NO<sub>x</sub> (DLN) 燃料多喷嘴包括:

多个下游孔口, 其形成为用以限定引导流体沿其流动的第一流体通路且布置成用以形成下游孔口子组合;

多个上游孔口, 其定位在下游孔口的上游且分别与对应的一个所述下游孔口子组合相关, 各上游孔口均形成为用以限定引导流体沿其流动的第二流体通路; 以及

多个连接通道, 各连接通道具有燃料输送管且设置成分别将子组合下游孔口的第一流体通路和对应的上游孔口的第二流体通路彼此流体连通地联接,

各所述上游孔口的径向尺寸和轴向位置中的至少一个协作地解调所述燃料系统的声阻抗, 所述上游孔口具有比对应燃料输送管的径向尺寸更小的径向尺寸。

11. 根据权利要求 10 所述的燃料多喷嘴, 其特征在于, 所述上游孔口中的至少一个或多个位于轴向位置处。

12. 根据权利要求 10 所述的燃料多喷嘴,其特征在于,所述多个连接通道中的各连接通道还包括:

燃料输送管,其设置在各所述上游孔口的下游且流体地联接到各所述上游孔口上;  
多个燃料喷嘴部分,其各具有各所述下游孔口设置于其上的下游端;以及  
公共歧管,其流体地介于所述燃料输送管与所述多个燃料喷嘴部分之间。

13. 根据权利要求 12 所述的燃料多喷嘴,其特征在于,各所述燃料输送管的长度是可改变的,使得所述上游孔口的轴向位置为可调的。

14. 根据权利要求 12 所述的燃料多喷嘴,其特征在于,各所述上游孔口的轴向位置是相对于所述公共歧管的轴向位置测量的。

15. 根据权利要求 12 所述的燃料多喷嘴,其特征在于,所述多个燃料喷嘴部分中的每个均具有从所述公共歧管测量的大致相似的轴向长度,以及各下游孔口均具有大致相似的径向尺寸。

## 用以减轻燃烧动态特性的燃料系统声学特征和方法

### 技术领域

[0001] 本文所公开的主题涉及一种用以减轻多喷嘴干式低 NO<sub>x</sub> (DLN) 燃烧系统的燃烧动态特性 (dynamics) 的燃料系统。

### 背景技术

[0002] 在燃气涡轮发动机中,燃料和空气混合在一起且在燃烧器的燃烧区内燃烧。这种燃烧的能量然后转变成涡轮中的机械能,其中该机械能例如可用于发电。排出燃烧的副产物。然而,最近关于这些副产物对环境影响的关注已在增长,且已试图构建干式低 NO<sub>x</sub> (DLN) 燃烧器,其设计成用以减少作为燃烧副产物所产生的不合需要的 NO<sub>x</sub> 排放量。

[0003] 对于 DLN 燃气涡轮燃烧器操作而言,燃烧动态特性已视作为可妨碍可操作性、缩短零件寿命和降低相关 DLN 系统的总体耐用性的考虑因素。对于燃烧动态特性的一个主要因素是由于混合区段中的压力波动和对应的燃料流速和空气流速波动而何时发生燃料/空气比波动。燃料/空气比波动可导致热释放波动和持续燃烧动态特性。

### 发明内容

[0004] 根据本发明的一个方面,提供了一种燃料系统的干式低 NO<sub>x</sub> (DLN) 燃料喷嘴,以及该燃料喷嘴包括:一个或多个下游孔口 (orifice),其形成为用以限定引导流体沿其流动的第一流体通路;上游孔口,其定位在该一个或多个下游孔口的上游,形成为用以限定引导流体沿其流动的第二流体通路;以及连接通道,其设置成分别将下游孔口的第一流体通路和上游孔口的第二流体通路彼此流体(或流体连通)地联接。上游孔口的径向尺寸和轴向位置中的至少一个经设定用以协作地(或协调性地)解调燃料系统的声阻抗。

[0005] 根据本发明的另一方面,提供了一种燃料系统的干式低 NO<sub>x</sub> (DLN) 燃料多喷嘴,以及该喷嘴包括:多个下游孔口,其形成为用以限定引导流体沿其流动的第一流体通路且布置成用以形成下游孔口子组合;多个上游孔口,其定位在下游孔口的上游且分别与对应的一个下游孔口子组合相关,各上游孔口均形成为用以限定引导流体沿其流动的第二流体通路;以及多个连接通道,其设置成分别将子组合下游孔口的第一流体通路和对应的上游孔口的第二流体通路彼此流体(或流体连通)地联接。各上游孔口的径向尺寸和轴向位置中的至少一个独立地设定成用以协作地解调燃料系统的声阻抗。

[0006] 根据本发明的又一个方面,提供了一种组装燃料系统的干式低 NO<sub>x</sub> (DLN) 燃料多喷嘴的方法,以及该方法包括将多个下游孔口与多个上游孔口流体(或流体连通)地联接,该多个下游孔口形成为用以限定引导流体沿其流动的第一流体通路且布置为用以形成下游孔口子组合,该多个上游孔口定位在下游孔口的上游且分别与对应的一个下游孔口子组合相关联,各上游孔口均形成为用以限定引导流体沿其流动的第二流体通路;以及独立地调节各上游孔口的径向尺寸和轴向位置中的至少一个,以便协作地解调燃料系统的声阻抗。

[0007] 通过结合附图的如下描述,这些及其它优点和特征将变得更为明显。

## 附图说明

[0008] 在权利要求中具体地指出且明确地主张了视作为本发明的主题。通过结合附图的如下详细描述,本发明的前述及其它特征和优点将变得清楚,在附图中:

[0009] 图 1 为燃料喷嘴组合的简图的侧截面视图;

[0010] 图 2 为多个燃料喷嘴组合的简图的侧截面视图;以及

[0011] 图 3 为多喷嘴筒形燃烧器构件的透视图。

[0012] 本详细说明通过举例而非限制的方式,参照附图阐述了本发明的实施例以及优点和特征。

[0013] 零件清单

[0014] 10 燃料喷嘴

[0015] 20,20<sub>i j</sub> 下游孔口

[0016] 21 第一流体通路

[0017] 40,40<sub>i j</sub> 上游孔口

[0018] 41 第二流体通路

[0019] 50,50<sub>i</sub> 连接通道

[0020] 51 燃料供送管

[0021] 52 燃料供送管

[0022] L 燃料供送管长度

[0023] 53 燃料喷嘴部分

[0024] L<sub>N</sub> 燃料喷嘴部分长度

[0025] 54 下游端

[0026] 55 公共歧管

[0027] R<sub>UP</sub>, R<sub>UP1-3</sub> 上游孔口的径向尺寸

[0028] P<sub>L</sub>, P<sub>L1-3</sub> 上游孔口的轴向位置

[0029] N<sub>L</sub> 下游孔口的轴向位置

[0030] R<sub>DO</sub> 下游孔口的径向尺寸

[0031] 60 管路

[0032] 61 侧壁

[0033] 62 开孔

[0034] 70 管路

[0035] 71 侧壁

[0036] 72 开孔

[0037] 80 多喷嘴

[0038] 81,82,83 下游孔口子组合

## 具体实施方式

[0039] 根据本发明的实施例,有可能通过声学地解调燃料系统声响应来防止或显著减轻燃料/空气比波动驱动的燃烧动态特性。对于包括多个喷嘴和/或喷嘴组合的燃烧器系统

而言,组合之间失配的燃料系统阻抗可用于进一步减轻燃烧动态特性。

[0040] 如图 1 中所示,提供了燃料系统(即,图 1 和图 2 的燃料流)的干式低 NO<sub>x</sub>(DLN)燃料喷嘴 10,以及该燃料喷嘴 10 包括一个或多个下游孔口 20、上游孔口 40 以及连接通道 50。各下游孔口 20 均形成用以限定第一流体通路 21,诸如燃料流的流体沿该第一流体通路 21 经引导流向混合区段,且然后流向喷嘴 10 流体地联接到其上的燃烧器的燃烧区。上游孔口 40 相对于流体通路 21 的流动方向定位在下游孔口 20 的上游,且形成用以限定第二流体通路 41,流体沿该第二流体通路 41 经引导流向下游孔口 20。连接通道 50 设置成用以分别将下游孔口 20 的第一流体通路 21 和上游孔口 40 的第二流体通路 41 彼此流体地(或流体连通地, fluidly) 联接。对于这种构造,上游孔口 40 的径向尺寸  $R_{up}$  和轴向位置  $P_L$  中的至少一个可设定为可变的值,以便协作地解调燃料系统的声阻抗,从而防止或显著减轻燃料/空气比波动驱动的燃烧动态特性。

[0041] 下游孔口 20 中的各个均定位在轴向位置  $N_L$  处,且具有径向尺寸  $R_{D0}$ ,且可包括管路 60,该管路 60 在其下游端处通向燃烧器的混合区段。下游孔口 20 的管路 60 包括侧壁 61,该侧壁 61 形成用以限定从侧壁 61 上游端延伸至下游端的开孔 62。尽管本发明的实施例包括将上游孔口 40 的径向尺寸  $R_{up}$  和轴向位置  $P_L$  设定为可变的值,但下游孔口 20 的径向尺寸  $R_{D0}$  和轴向位置  $N_L$  则是保持不变的,且解调操作的数目保持相对较少。然而,应理解的是,实际上,可能需要或期望改变下游孔口 20 的径向尺寸  $R_{D0}$  和轴向位置  $N_L$ ,且因此,应理解的是也存在其中这是可能的实施例。

[0042] 上游孔口 40 定位在轴向位置  $P_L$  处,且具有径向尺寸  $R_{up}$ ,以及可包括通向连接通道 50 的管路 70,其中,如上文所述,径向尺寸  $R_{up}$  可设定为可变的值。上游孔口 40 的管路 70 包括侧壁 71,该侧壁 71 形成用以限定从侧壁 71 上游端延伸至其下游端的开孔 72。

[0043] 连接通道可包括设置在上游孔口 40 的下游且流体(或流体连通)地联接到该上游孔口 40 上的燃料输送管 51;设置在上游孔口 40 的上游且流体地联接到该上游孔口 40 上的上游燃料输送管 52;一个或多个燃料喷嘴部分 53,各燃料喷嘴部分 53 均具有下游孔口 20 设置在其上的下游端 54;以及公共歧管 55。公共歧管 55 流体地(或流体连通地)介于燃料输送管 51 与燃料喷嘴部分 53 之间。

[0044] 燃料输送管 51 的长度  $L$  是可改变的。这样,从公共歧管 55 平面所测得的上游孔口 40 的轴向位置  $P_L$  是可调的。即是说,当长度  $L$  缩短时,上游孔口 40 的轴向位置  $P_L$  便接近公共歧管 55。相反,当长度  $L$  延长时,则轴向位置  $P_L$  便从公共歧管 55 退回。上游孔口 40 的径向尺寸  $R_{up}$  可等于或小于燃料输送管 51 的径向尺寸  $R_p$ 。然而,应理解的是,也存在其中径向尺寸  $R_{up}$  将大于径向尺寸  $R_p$  的实施例。

[0045] 根据实施例,燃料喷嘴部分 53 在数量上可为多个。即是说,如图 1 中所示,燃料喷嘴部分 53 可提供为三(3)个单独的燃料喷嘴部分 53,但应理解的是,这仅为示例性的,且还存在具有更多或更少数目的燃料喷嘴部分 53 的实施例。在任何情况下,各燃料喷嘴部分 53 均具有从公共歧管 55 所测得的大致相似的轴向长度  $L_N$ ,且流体(或流体连通)地联接到公共歧管 55 上,从而接收公共的燃料流。此外,一个或多个下游孔口 20 在数量上对应地为多个,其中,多个下游孔口 20 中的各个均与对应的燃料喷嘴部分 53 相关联。

[0046] 参看图 2 和图 3,提供了干式低 NO<sub>x</sub>(DLN)燃料多喷嘴 80。燃料多喷嘴 80 的许多构件在结构和操作上与燃料喷嘴 10 的对应构件相似,且其详细说明可根据上文获得。

[0047] 如图 2 和图 3 中所示,燃料多喷嘴 80 包括多个下游孔口,如布置为用以形成下游孔口子组合 81,82 和 83 的示例性下游孔口  $20_{11}, 20_{12}, 20_{13}, 20_{21}, 20_{22}$  和  $20_{31}$  (下文称为“ $20_{ij}$ ”),它们以可设定为可变形式的预定模式 (pattern) 而排列在燃料多喷嘴 80 内。燃料多喷嘴 80 还包括多个上游孔口  $40_1, 40_2$  和  $40_3$  (下文称为“ $40_i$ ”)以及多个连接通道  $50_1, 50_2$  和  $50_3$  (下文称为“ $50_i$ ”)。各上游孔口  $40_i$  均定位在下游孔口  $20_{ij}$  的上游,且分别与如图 2 中所示的对应的一个下游孔口子组合 81,82 或 83 相关联。多个连接通道  $50_i$  设置成用以分别将子组合下游孔口  $20_{ij}$  的第一流体通路和对应的上游孔口  $40_i$  的第二流体通路彼此流体 (流体连通) 地联接。对于这种构造,各上游孔口  $40_i$  的径向尺寸  $R_{UP1, UP2, UP3}$  和轴向位置  $P_{L1, L2, L3}$  中的至少一个可设定为可变的值,以便协作地解调燃料系统的声阻抗,从而防止或显著减轻燃料 / 空气比波动驱动的燃烧动态特性。

[0048] 根据实施例,至少一个或多个上游孔口  $40_i$  定位在独特 (或特有) 的轴向位置处,例如使得  $P_{L3} > P_{L2} > P_{L1}$ 。类似的是,至少一个或多个上游孔口  $40_i$  具有独特 (或特有) 的径向尺寸,例如使得  $R_{UP1} > R_{UP2} > R_{UP3}$ 。

[0049] 在燃料多喷嘴 80 中,多个连接通道  $50_i$  中的各个均可包括设置在各上游孔口  $40_i$  的下游且流体 (或流体连通) 地联接到各上游孔口  $40_i$  上的燃料输送管 51、分别具有各下游孔口  $20_{ij}$  设置于其上的下游端 54 的多个燃料喷嘴部分 53,以及公共歧管 55。在各下游孔口子组合 81,82,83 中,公共歧管 55 流体 (或流体连通) 地介于燃料输送管 51 与多个燃料喷嘴部分 53 之间。

[0050] 根据本发明的另一方面,提供了一种组装燃料系统的干式低  $\text{NO}_x$  (DLN) 燃料多喷嘴的方法。该方法包括将形成为用以限定引导流体沿其流动的第一流体通路且布置为用以形成下游孔口子组合的多个下游孔口与多个上游孔口流体 (或流体连通) 地联接,该多个上游孔口定位在下游孔口的上游,且分别与相应的一个下游孔口子组合相关联。各上游孔口均形成为用以限定引导流体沿其流动的第二流体通路。该方法还包括独立地调节各上游孔口的径向尺寸和轴向位置中的至少一个用以协作地解调燃料系统的声阻抗。独立调节可包括将至少一个或多个上游孔口定位在独特 (或特有) 的轴向位置和 / 或使至少一个或多个上游孔口形成为具有独特 (或特有) 的径向尺寸。

[0051] 尽管仅结合了有限数量的实施例对本发明进行了详细描述,但应容易理解的是,本发明并不限于这些公开的实施例。相反,本发明可进行修改,以结合任意数目的此前并未描述但与本发明的精神和范围相匹配的变型、备选方案、替换方案或等效布置。此外,尽管已描述了本发明的多种实施例,但应当理解,本发明的方面可仅包括所述实施例中的一些。因此,本发明不应看作是由以上说明所限制,而是仅受限于所附权利要求的范围。





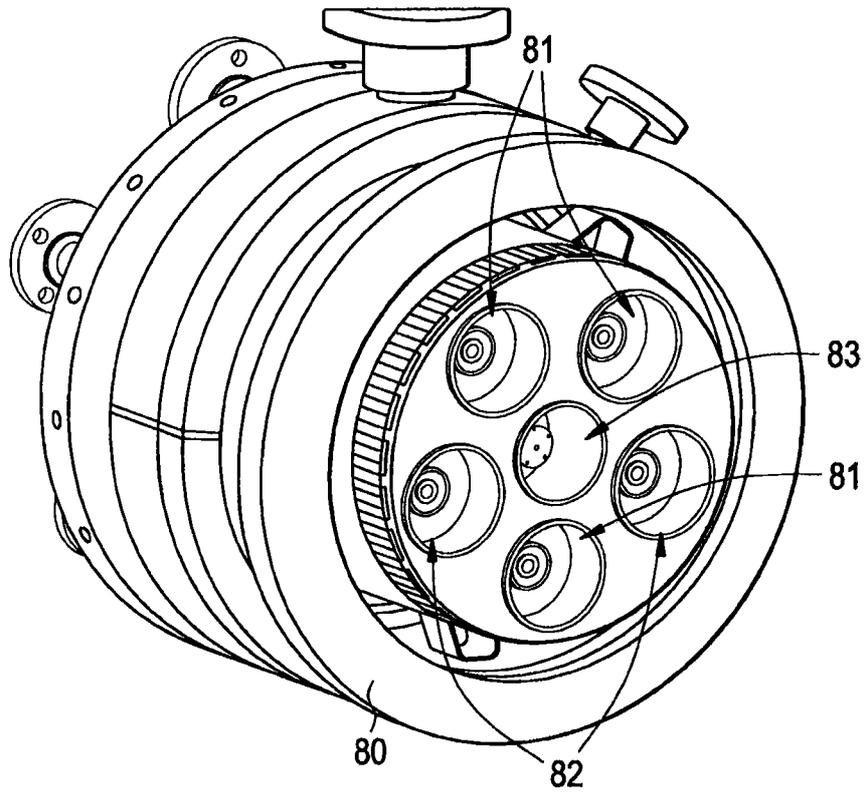


图 3