

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5487095号
(P5487095)

(45) 発行日 平成26年5月7日 (2014.5.7)

(24) 登録日 平成26年2月28日 (2014.2.28)

(51) Int.Cl.	F I
F 2 3 R 3/20 (2006.01)	F 2 3 R 3/20
F 2 3 R 3/28 (2006.01)	F 2 3 R 3/28 D
F 0 2 C 7/22 (2006.01)	F 0 2 C 7/22 Z
F 0 2 C 7/228 (2006.01)	F 0 2 C 7/228

請求項の数 9 外国語出願 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2010-285235 (P2010-285235)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成22年12月22日 (2010.12.22)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(65) 公開番号	特開2011-137629 (P2011-137629A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、リバーロード、1番
(43) 公開日	平成23年7月14日 (2011.7.14)	(74) 代理人	100137545
審査請求日	平成24年12月18日 (2012.12.18)		弁理士 荒川 聡志
(31) 優先権主張番号	12/651,600	(74) 代理人	100105588
(32) 優先日	平成22年1月4日 (2010.1.4)		弁理士 小倉 博
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久
早期審査対象出願		(74) 代理人	100113974
前置審査			弁理士 田中 拓人
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 マルチノズルドライ低NO_x 燃焼システムの燃焼ダイナミクスを軽減するための燃料システム音響特性

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料システムのドライ低NO_x (DLN) 燃料ノズル (10) において、
各々が流体の流れを誘導する第1の流体流路 (21) を画成するように形成された複数の下流側オリフィス (20) と、

前記複数の下流側オリフィス (20) の上流側に配置され、前記流体の流れを誘導する第2の流体流路 (41) を画成するように形成された上流側オリフィス (40) と、

前記下流側オリフィス (20) の複数の第1の流体流路 (21) 及び前記上流側オリフィス (40) の第2の流体流路 (41) をそれぞれ互いに流体結合するように配設され、燃料供給パイプを含む接続流路 (50) とを備え、

前記上流側オリフィス (40) の半径方向サイズ及び軸方向場所のうち少なくとも一方は、燃料供給パイプの半径方向サイズよりも小さな半径方向サイズを有し、協働して前記燃料システムの音響インピーダンスをデチューニングする燃料ノズル (10) 。

【請求項 2】

前記下流側オリフィス (20) の各々は、下流側端部で燃焼器の混合セクションまで開いている配管 (60) を備え、前記配管 (60) は、上流側端部から前記下流側端部 (54) まで延在する開口 (62) を画成するように形成された側壁 (61) を含む、請求項 1 に記載の燃料ノズル (10) 。

【請求項 3】

前記上流側オリフィス (40) は、上流側端部から下流側端部まで延在する開口 (72

）を画成するように形成された側壁（ 7 1 ）を含む配管（ 7 0 ）を備える、請求項 1 に記載の燃料ノズル（ 1 0 ）。

【請求項 4】

前記接続流路（ 5 0 ）は、

前記上流側オリフィス（ 4 0 ）の下流側に配設され且つ前記上流側オリフィス（ 4 0 ）に流体結合された前記燃料供給パイプ（ 5 1 ）と、

下流側端部（ 5 4 ）に前記下流側オリフィス（ 2 0 ）の各々が配設されている燃料ノズル部品（ 5 3 ）と、

前記燃料供給パイプ（ 5 1 ）と前記燃料ノズル部品（ 5 3 ）との間に流体結合された共通マニホールド（ 5 5 ）と

を備える、請求項 1 に記載の燃料ノズル（ 1 0 ）。

【請求項 5】

前記上流側オリフィス（ 4 0 ）の軸方向場所 P_L を調整可能なように、前記燃料供給パイプ（ 5 1 ）の長さが変更可能である、請求項 4 に記載の燃料ノズル（ 1 0 ）。

【請求項 6】

前記上流側オリフィス（ 4 0 ）の軸方向場所 P_L は、前記共通マニホールド（ 5 5 ）の軸方向場所に対して測定される、請求項 4 に記載の燃料ノズル（ 1 0 ）。

【請求項 7】

前記燃料ノズル部品（ 5 3 ）は複数あり、各燃料ノズル部品（ 5 3 ）は前記共通マニホールド（ 5 5 ）に流体結合される、請求項 4 に記載の燃料ノズル（ 1 0 ）。

【請求項 8】

各燃料ノズル部品（ 5 3 ）について前記下流側オリフィス（ 2 0 ）が複数あり、前記複数の下流側オリフィス（ 2 0 ）の各々是对應する燃料ノズル部品（ 5 3 ）と関連している、請求項 7 に記載の燃料ノズル（ 1 0 ）。

【請求項 9】

各燃料ノズル部品（ 5 3 ）は前記共通マニホールド（ 5 5 ）から測定してほぼ同じ軸方向長さ L を有し、且つ各下流側オリフィス（ 2 0 ）はほぼ同じ半径方向サイズを有する、請求項 8 に記載の燃料ノズル（ 1 0 ）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、マルチノズルドライ低 NO_x （ $D L N$ ）燃焼システムの燃焼ダイナミクスを軽減するための燃料システムに関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

ガスタービンエンジンにおいて、燃料と空気は混合され、燃焼器の燃焼ゾーンの中で燃焼される。この燃焼のエネルギーはタービン内で機械的エネルギーに変換される。タービンにおいて、機械的エネルギーは、例えば電気を発生するために使用されてもよい。燃焼の副産物は排出される。しかし、近年、副産物が環境に与える影響に関心が集まっており、燃焼の副産物として発生される望ましくない NO_x 放出物の量を減少するように構成されたドライ低 NO_x （ $D L N$ ）燃焼器を製造するための努力がなされている。

【 0 0 0 3 】

$D L N$ ガスタービン燃焼器の動作において、関連する $D L N$ システムの動作性を阻害し、部品の寿命を短縮し且つ相対的な耐久性を低減するおそれがある要素として懸念されているのが燃焼ダイナミクスである。燃焼ダイナミクスの主な原因の 1 つは、混合セクションの圧力変動によって起こる燃料 / 空気比の変動並びにそれに対応して起こる燃料流量及び空気流量の変動である。燃料 / 空気比の変動により放熱量に変動が生じ、その結果、燃焼ダイナミクスが持続してしまう。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】米国特許第6305927号明細書

【特許文献2】米国特許第6820431号明細書

【特許文献3】米国特許第7464552号明細書

【発明の概要】

【0005】

本発明の1つの態様によれば、燃料システムのドライ低 NO_x (DLN) 燃料ノズルが提供される。燃料ノズルは、流体の流れを誘導する第1の流体流路を画成するように形成された1つ以上の下流側オリフィスと、1つ以上の下流側オリフィスの上流側に配置され、流体の流れを誘導する第2の流体流路を画成するように形成された上流側オリフィスと、下流側オリフィスの第1の流体流路及び上流側オリフィスの第2の流体流路をそれぞれ互いに流体結合するように配設された接続流路とを含む。上流側オリフィスの半径方向サイズ及び軸方向場所の少なくとも一方は、協働して燃料システムの音響インピーダンスをデチューニングするように設定される。

10

【0006】

本発明の別の態様によれば、燃料システムのドライ低 NO_x (DLN) 燃料マルチノズルが提供される。燃料マルチノズルは、流体の流れを誘導する第1の流体流路を画成するように形成され且つ下流側オリフィスのサブグループを形成するように配列された複数の下流側オリフィスと、下流側オリフィスの上流側に配置された複数の上流側オリフィスであって、それぞれ下流側オリフィスのサブグループのうちの対応するものと関連し、各々が流体の流れを誘導する第2の流体流路を画成するように形成された複数の上流側オリフィスと、サブグループに分割された下流側オリフィスの第1の流体流路及び対応する上流側オリフィスの第2の流体流路をそれぞれ互いに流体結合するように配設された複数の接続流路とを含む。各上流側オリフィスの半径方向サイズ及び軸方向場所のうち少なくとも一方は、協働して燃料システムの音響インピーダンスをデチューニングするように個別に設定される。

20

【0007】

本発明のさらに別の態様によれば、燃料システムのドライ低 NO_x (DLN) 燃料マルチノズルを組み立てる方法が提供される。方法は、流体の流れを誘導する第1の流体流路を画成するように形成され且つ下流側オリフィスのサブグループを形成するように配列された複数の下流側オリフィスを、下流側オリフィスの上流側に配置された複数の上流側オリフィスであって、それぞれ下流側オリフィスのサブグループのうちの対応するものと関連し、各々が流体の流れを誘導する第2の流体流路を画成するように形成された複数の上流側オリフィスと流体結合することと、各上流側オリフィスの半径方向サイズ及び軸方向場所のうち少なくとも一方を協働して燃料システムの音響インピーダンスをデチューニングするように個別に調整することとを含む。

30

【0008】

上記の利点及び特徴並びに他の利点及び特徴は、添付の図面と関連させて以下の説明を読むことによりさらに明らかになるだろう。

40

【図面の簡単な説明】

【0009】

本発明としてみなされる主題は、本明細書の末尾の特許請求の範囲の中で特定して指示され且つ明確に特許請求される。本発明の上記の特徴及び利点並びに他の特徴及び利点は、添付の図面と関連させた以下の詳細な説明から明らかである。

【図1】図1は燃料ノズル群を概略的に示した側断面図である。

【図2】図2は複数の燃料ノズル群を概略的に示した側断面図である。

【図3】図3はマルチノズル筒形燃焼器の1つの構成要素を示した斜視図である。

【0010】

以下の説明は、図面を参照して、実施例により制限なく本発明の実施形態を利点及び特

50

徴と共に説明する。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本発明の実施形態によれば、燃料システムの音響応答を音響的にデチューニングすることにより、燃料/空気比の変動により促進される燃焼ダイナミクスを阻止するか又は大幅に軽減することが可能である。複数のノズル及び/又はノズル群を含む燃焼器システムの場合、燃焼ダイナミクスをさらに軽減するために、ノズル群間の燃料システムインピーダンスの不整合が利用されてもよい。

【0012】

図1に示すように、燃料システム(すなわち、図1及び図2の燃料流れ)のドライ低NOx(DLN)燃料ノズル10が提供される。燃料ノズル10は、1つ以上の下流側オリフィス20、上流側オリフィス40及び接続流路50を含む。各下流側オリフィス20は、ノズル10が流体結合されている燃焼器の混合セクションに向かって燃料流れのような流体を誘導し、次に燃焼ゾーンに向かって誘導する第1の流体流路21を画成するように形成される。上流側オリフィス40は、第1の流体流路21の流れ方向に対して下流側オリフィス20の上流側に配置され且つ流体を下流側オリフィス20に向かって誘導する第2の流体流路41を画成するように形成される。接続流路50は、下流側オリフィス20の第1の流体流路21及び上流側オリフィス40の第2の流体流路41をそれぞれ互いに流体結合するように配設される。この構成において、上流側オリフィス40の半径方向サイズ R_{UP} 及び軸方向場所 P_L のうち少なくとも一方は、協働して燃料システムの音響インピーダンスをデチューニングすることにより、燃料/空気比変動により促進される燃焼ダイナミクスを阻止するか又は大幅に軽減するように可変値に設定されてもよい。

【0013】

各下流側オリフィス20は、軸方向場所 N_L に配置され且つ半径方向サイズ R_{DO} を有する。各下流側オリフィス20は、下流側端部で燃焼器の混合セクションに対して開いている配管60を含んでもよい。下流側オリフィス20の配管60は、上流側端部から下流側端部まで延在する開口62を画成するように形成された側壁61を含む。本発明の実施形態は、上流側オリフィス40の半径方向サイズ R_{UP} 及び軸方向場所 P_L を可変値に設定することを含むが、下流側オリフィス20の半径方向サイズ R_{DO} 及び軸方向場所 N_L は維持され且つデチューニング動作の回数は相対的に少数に保持される。しかし、実際に、下流側オリフィス20の半径方向サイズ R_{DO} 及び軸方向場所 N_L を変更することが必要であるか又は望ましい場合があってもよいことが理解される。従って、これが可能であるような実施例も存在することが理解される。

【0014】

上流側オリフィス40は、軸方向場所 P_L に配置され且つ半径方向サイズ R_{UP} を有するが、前述のように、軸方向場所 P_L 及び半径方向サイズ R_{UP} は、可変値に設定されてもよい。上流側オリフィス40は接続流路50に対して開いている配管70を含んでもよい。上流側オリフィス40の配管70は、上流側端部から下流側端部まで延在する開口72を画成するように形成された側壁71を含む。

【0015】

接続流路50は、上流側オリフィス40の下流側に配設され且つ上流側オリフィス40に流体結合された燃料供給パイプ51と、上流側オリフィス40の上流側に配設され且つ上流側オリフィス40に流体結合された上流側燃料供給パイプ52と、下流側端部54に下流側オリフィス20がそれぞれ配設されている1つ以上の燃料ノズル部品53と、共通マニホールド55とを含んでもよい。共通マニホールド55は、燃料供給パイプ55と燃料ノズル部品53との間に流体結合される。

【0016】

燃料供給パイプ51の長さLは変更可能である。これにより、共通マニホールド55の平面から測定した場合の上流側オリフィス40の軸方向場所 P_L は調整可能である。すなわち、長さLが短くなるほど、上流側オリフィス40の軸方向場所 P_L は共通マニホールド5

10

20

30

40

50

5 に近づく。逆に、長さ L が長くなるほど、軸方向場所 P_L は共通マニホールド 55 から離れる。上流側オリフィス 40 の半径方向サイズ R_{UP} は、燃料供給パイプ 51 の半径方向サイズ R_P 以下であってもよい。しかし、半径方向サイズ R_{UP} が半径方向サイズ R_P より大きい実施形態も存在するだろうということが理解される。

【0017】

実施形態によれば、燃料ノズル部品 53 は複数あってもよい。すなわち、燃料ノズル部品 53 は、図 1 に示すように 3 つの個別の燃料ノズル部品 53 として設けられてもよいが、これは単なる例であり、4 つ以上又は 2 つ以下の燃料ノズル部品 53 が使用される実施形態も存在することは理解される。いずれにしても、各燃料ノズル部品 53 は、共通マニホールド 55 から測定してほぼ同じ軸方向長さ L_N を有し、且つ共通マニホールド 55 に流体結合されることにより共通燃料流れを受け取る。さらに、1 つ以上の下流側オリフィス 20 も燃料ノズル部品 53 に対応して複数あり、各下流側オリフィス 20 は対応する燃料ノズル部品 53 と関連している。

【0018】

図 2 及び図 3 を参照すると、ドライ低 NO_x (DLN) 燃料マルチノズル 80 が示す。燃料マルチノズル 80 の多くの構成要素は、燃料ノズル 10 の対応する構成要素と類似の構造を有し且つ同様に動作する。それらの構成要素の詳細な説明については、先の説明を参照。

【0019】

図 2 及び図 3 に示すように、燃料マルチノズル 80 は、下流側オリフィスのサブグループ 81、82 及び 83 を形成するように配列された例示される下流側オリフィス 20_{11} 、 20_{12} 、 20_{13} 、 20_{21} 、 20_{22} 及び 20_{31} (以下「 20_{ij} 」と呼ぶ) などの複数の下流側オリフィスを含む。それらの下流側オリフィスのサブグループ 81、82 及び 83 は、燃料マルチノズル 80 において可変編成に設定可能な所定のパターンに従って配列される。燃料マルチノズル 80 は、複数の上流側オリフィス 40_1 、 40_2 及び 40_3 (以下「 40_i 」と呼ぶ) 及び複数の接続流路 50_1 、 50_2 及び 50_3 (以下「 50_i 」と呼ぶ) をさらに含む。各上流側オリフィス 40_i は、下流側オリフィス 20_{ij} の上流側に配置され且つ図 2 に示すように下流側オリフィスのサブグループ 81、82 及び 83 のうち対応する 1 つのオリフィスのサブグループとそれぞれ関連している。複数の接続流路 50_i は、サブグループに分割された下流側オリフィス 20_{ij} の第 1 の流体流路及びそれに対応する上流側オリフィス 40_i の第 2 の流体流路をそれぞれ互いに流体結合するように配設される。この構成により、各上流側オリフィス 40_i の半径方向サイズ R_{UP1} 、 R_{UP2} 、 R_{UP3} 及び軸方向場所 P_{L1} 、 P_{L2} 、 P_{L3} のうち少なくとも一方は、協働して燃料システムの音響インピーダンスをデチューニングすることにより、燃料/空気比変動により促進される燃焼ダイナミクスを阻止するか又は大幅に軽減するように可変値に設定されてもよい。

【0020】

実施形態によれば、上流側オリフィス 40_i のうち少なくとも 1 つ以上は、例えば、 $P_{L3} > P_{L2} > P_{L1}$ となるような特定の軸方向場所に配置される。同様に、上流側オリフィス 40_i のうち少なくとも 1 つ以上は、例えば、 $R_{UP1} > R_{UP2} > R_{UP3}$ となるような特定の半径方向サイズを有する。

【0021】

燃料マルチノズル 80 において、複数の接続流路 50_i の各流路は、各上流側オリフィス 40_i の下流側に配設され且つ各上流側オリフィス 40_i に流体結合された燃料供給パイプ 51 と、下流側端部 54 に各下流側オリフィス 20_{ij} がそれぞれ配設されている複数の燃料ノズル部品 53 と、共通マニホールド 55 とを含んでもよい。各下流側オリフィスのサブグループ 81、82、83 において、共通マニホールド 55 は、燃料供給パイプ 51 と複数の燃料ノズル部品 53 との間に流体結合される。

【0022】

本発明の別の態様によれば、燃料システムのドライ低 NO_x (DLN) 燃料マルチノズルを組み立てる方法が提供される。方法は、流体の流れを誘導する第 1 の流体流路を画成

10

20

30

40

50

するように形成され且つ下流側オリフィスの複数のサブグループを形成するように配列された複数の下流側オリフィスを、下流側オリフィスの上流側に配置された複数の上流側オリフィスであってそれぞれ下流側オリフィスのサブグループのうちの対応するものと関連している複数の上流側オリフィスと流体結合することを含む。各上流側オリフィスは、流体の流れを誘導する第2の流体流路を画成するように形成される。方法は、協働して燃料システムの音響インピーダンスをデチューニングするように各上流側オリフィスの半径方向サイズ及び軸方向場所のうち少なくとも一方を個別に調整することをさらに含む。個別調整は、上流側オリフィスのうち少なくとも1つ以上を特定の軸方向場所に配置すること及び/又は上流側オリフィスのうち少なくとも1つ以上を特定の半径方向サイズで形成することを含んでもよい。

10

【0023】

ごく限られた数の実施形態に関連して本発明を詳細に説明したが、開示されたそのような実施形態に本発明が限定されないことは容易に理解されるはずである。本発明は、本明細書には説明されていないが、本発明の精神及び範囲に適合する任意の数の変形、変更、代替又は同等の構成を含むように変形されてもよい。さらに、本発明の種々の実施形態が説明されたが、本発明の態様は、説明された実施形態のうちいくつかの実施形態のみを含んでもよいことが理解されるべきである。従って、本発明は、以上の説明により限定されるとみなされてはならず、添付の特許請求の範囲の範囲によってのみ限定される。

【符号の説明】

【0024】

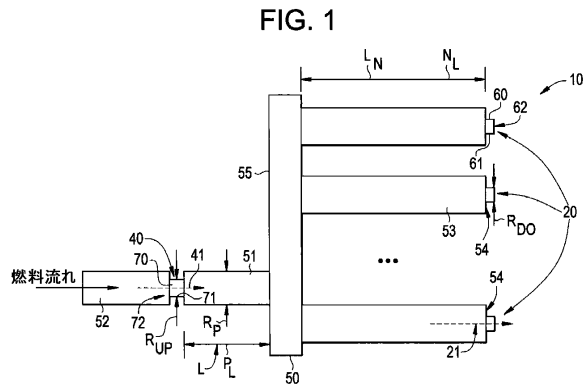
20

- 10 燃料ノズル
- 20、20_{ij} 下流側オリフィス
- 21 第1の流体流路
- 40、40_i 上流側オリフィス
- 41 第2の流体流路
- 50、50_i 接続流路
- 51 燃料供給パイプ
- 52 燃料供給パイプ
- 53 燃料ノズル部品
- 54 下流側端部
- 55 共通マニホールド
- 60 配管
- 61 側壁
- 62 開口
- 70 配管
- 71 側壁
- 72 開口
- 80 マルチノズル
- 81、82、83 下流側オリフィスのサブグループ
- L 燃料供給パイプの長さ
- L_N 燃料ノズル部品の長さ
- R_{UP}、R_{UP1-3} 上流側オリフィスの半径方向サイズ
- P_L、P_{L1-3} 上流側オリフィスの軸方向場所
- N_L 下流側オリフィスの軸方向場所
- R_{DO} 下流側オリフィスの半径方向サイズ

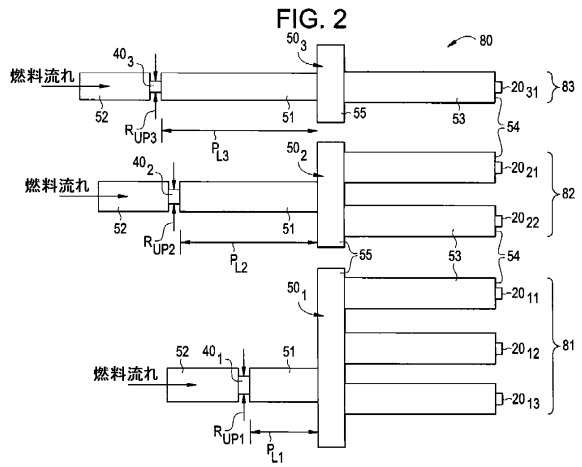
30

40

【図 1】

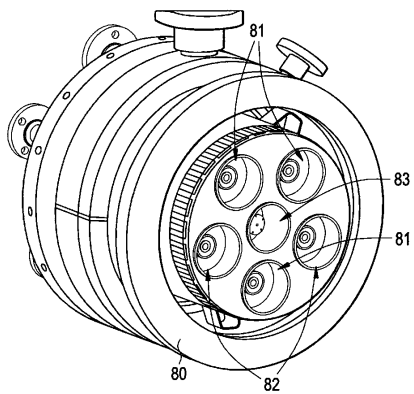


【図 2】



【図 3】

FIG. 3



フロントページの続き

- (72)発明者 クワンウー・キム
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーンヴィル、ガーリントン・ロード、300番
- (72)発明者 カビル・クマール・シン
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、ワン・リサーチ・サークル(番地なし)
- (72)発明者 フェイ・ハン
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、ワン・リサーチ・サークル(番地なし)
- (72)発明者 シヴァ・スリニヴァサン
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーンヴィル、ガーリントン・ロード、300番

審査官 米澤 篤

- (56)参考文献 特開2009-109180(JP,A)
特開2004-150793(JP,A)
特開平05-322169(JP,A)
特開平09-159143(JP,A)
特開平05-187268(JP,A)
特開2009-281720(JP,A)
特表2002-531805(JP,A)
特開平08-054119(JP,A)
特開平10-318541(JP,A)
特開2010-159959(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F23R	3/20
F02C	7/22
F02C	7/228
F23R	3/28