

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6059426号  
(P6059426)

(45) 発行日 平成29年1月11日(2017.1.11)

(24) 登録日 平成28年12月16日(2016.12.16)

(51) Int.Cl.

F 1

F23R 3/28 (2006.01)

F23R 3/28

3/28

D

F23R 3/32 (2006.01)

F23R 3/32

3/32

F23R 3/10 (2006.01)

F23R 3/10

3/10

請求項の数 9 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2011-252266 (P2011-252266)  
 (22) 出願日 平成23年11月18日 (2011.11.18)  
 (65) 公開番号 特開2012-149869 (P2012-149869A)  
 (43) 公開日 平成24年8月9日 (2012.8.9)  
 審査請求日 平成26年11月12日 (2014.11.12)  
 (31) 優先権主張番号 13/008, 890  
 (32) 優先日 平成23年1月18日 (2011.1.18)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 390041542  
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー  
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123  
 45、スケネクタディ、リバーロード、1  
 番  
 (74) 代理人 100137545  
 弁理士 荒川 智志  
 (74) 代理人 100105588  
 弁理士 小倉 博  
 (74) 代理人 100129779  
 弁理士 黒川 俊久  
 (72) 発明者 ジョン・ホー・ウーム  
 アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・2  
 9615、グリーンヴィル、ガーリングト  
 ン・ロード、300番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】燃料噴射システム

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

スタッガード型マルチノズル組立体(36)を備えるシステムであって、  
 第1の軸線(60、62、64)と、第1の下流側末端部分(48、72、74、76)  
 に延びる第1の流路(66、68、70)とを有し、前記第1の下流側末端部分(48、  
 72、74、76)において第1の非円形の周囲(142)を有する第1の燃料ノズル(12)  
 を含み、

前記第1の燃料ノズル(12)が、第1の燃料導管(44)と、該第1の燃料導管(44)  
 に結合された第1の燃料チャンバ(50)と、各々が第1の空気入口(106)を含み  
 且つ前記第1の燃料チャンバ(50)を通って延びる第1の複数の予混合管(52)と、  
 第1の燃料入口(108)と、前記第1の下流側末端部分(48、72、74、76)に  
 ある第1の燃料空気出口(110)とを含み、

前記システムは、さらに、

第2の軸線(60、62、64)と、第2の下流側末端部分(48、72、74、76)  
 に延びる第2の流路(66、68、70)とを有し、前記第1及び第2の下流側末端部分  
 (48、72、74、76)が前記第1及び第2の軸線(60、62、64)に対して軸  
 方向に互い違いにされている、第2の燃料ノズル(12)と、

少なくとも前記第1及び第2の燃料ノズル(12)の周りで円周方向に配置されて前記ス  
 タッガード型マルチノズル組立体(36)を構築するキャップ部材(42)を備え、  
 前記第1の非円形の周囲(142)が、前記キャップ部材(42)の周囲(138)によ

10

20

つて定められる円形ノズル面積(140)の第1の領域を含み、前記第2の燃料ノズル(12)が第2の非円形の周囲(142)を含み、該第2の非円形の周囲(142)が前記円形ノズル面積(140)の第2の領域を含み、第3の軸線(60、62、64)と、第3の下流側末端部分(48、72、74、76)に延びる第3の流路(66、68、70)とを有する第3の燃料ノズル(12)を備え、前記第1及び第3の下流側末端部分(48、72、74、76)が、前記第1及び第3の軸線(60、62、64)に対して前記軸方向に互い違いにされ、前記第3の燃料ノズル(12)が、前記円形ノズル面積(140)内の中央部分(150)にて円形周囲(148)を含む、システム。

## 【請求項2】

10

第1、第2及び第3の下流側末端部分(48、72、74、76)が、第1、第2及び第3の軸線(60、62、64)に対して前記軸方向に互い違いにされる、請求項1記載のシステム。

## 【請求項3】

前記第2の燃料ノズル(12)が円形周囲(148)を含む、請求項1または2に記載のシステム。

## 【請求項4】

スタッガード型マルチノズル組立体(36)を備えるシステムであって、第1の軸線(60、62、64)と、第1の下流側末端部分(48、72、74、76)に延びる第1の流路(66、68、70)とを有し、前記第1の下流側末端部分(48、72、74、76)において第1の非円形の周囲(142)を有する第1の燃料ノズル(12)を含み、

20

前記第1の燃料ノズル(12)が、第1の燃料導管(44)と、該第1の燃料導管(44)に結合された第1の燃料チャンバ(50)と、各々が第1の空気入口(106)を含み且つ前記第1の燃料チャンバ(50)を通って延びる第1の複数の予混合管(52)と、第1の燃料入口(108)と、前記第1の下流側末端部分(48、72、74、76)にある第1の燃料空気出口(110)とを含み、

前記システムは、さらに、

第2の軸線(60、62、64)と、第2の下流側末端部分(48、72、74、76)に延びる第2の流路(66、68、70)とを有し、前記第1及び第2の下流側末端部分(48、72、74、76)が前記第1及び第2の軸線(60、62、64)に対して軸方向に互い違いにされている、第2の燃料ノズル(12)と、

30

少なくとも前記第1及び第2の燃料ノズル(12)の周りで円周方向に配置されて前記スタッガード型マルチノズル組立体(36)を構築するキャップ部材(42)を備え、前記第2の燃料ノズル(12)が、第2の燃料導管(44)と、該第2の燃料導管(44)に結合された第2の燃料チャンバ(50)と、各々が第2の空気入口(106)を含み且つ前記第2の燃料チャンバ(50)を通って延びる第2の複数の予混合管(52)と、第2の燃料入口(108)と、前記第2の下流側末端部分(48、72、74、76)にある第2の燃料空気出口(110)とを含む、記載のシステム。

## 【請求項5】

40

前記スタッガード型マルチノズル組立体(36)を有するタービン燃焼器(16)を備える、請求項1乃至4のいずれか1項に記載のシステム。

## 【請求項6】

前記スタッガード型マルチノズル組立体(36)を有する前記タービン燃焼器(16)を含むガスタービンエンジンを備える、請求項1または5に記載のシステム。

## 【請求項7】

タービンノズル組立体(36)を備えるシステムであって、該タービンノズル組立体(36)が、

第1の軸線(60、62、64)と、第1の下流側末端部分(48、72、74、76)に延びる第1の複数の予混合管(52)とを有し、前記第1の下流側末端部分(48、7

50

2、74、76)にて第1の切頭パイ形周囲を有する第1の燃料ノズル(12)を備え、前記第1の切頭パイ形周囲は、互いに平行な第1の辺及び第2の辺、並びに、互いに半径方向に発散する第1の直線辺及び第2の直線辺により形成され、

前記システムは、さらに、

第2の軸線(60、62、64)と、第2の下流側末端部分(48、72、74、76)に延びる第2の複数の予混合管(52)とを有し、前記第1及び第2の下流側末端部分(48、72、74、76)が互いに離間し前記第1及び第2の軸線(60、62、64)に対して軸方向に互い違いにされた第2の燃料ノズル(12)を備え、

前記第1の下流側末端部分(48、72、74、76)が、前記第2の下流側末端部分(48、72、74、76)から下流側に軸方向に互い違いにされる、システム。 10

#### 【請求項8】

タービンノズル組立体(36)を備えるシステムであって、該タービンノズル組立体(36)が、

第1の軸線(60、62、64)と、第1の下流側末端部分(48、72、74、76)に延びる第1の複数の予混合管(52)とを有し、前記第1の下流側末端部分(48、72、74、76)にて第1の切頭パイ形周囲を有する第1の燃料ノズル(12)を備え、前記第1の切頭パイ形周囲は、互いに平行な第1の辺及び第2の辺、並びに、互いに半径方向に発散する第1の直線辺及び第2の直線辺により形成され、

前記システムは、さらに、

第2の軸線(60、62、64)と、第2の下流側末端部分(48、72、74、76)に延びる第2の複数の予混合管(52)とを有し、前記第1及び第2の下流側末端部分(48、72、74、76)が互いに離間し前記第1及び第2の軸線(60、62、64)に対して軸方向に互い違いにされた第2の燃料ノズル(12)を備え、

前記第2の下流側末端部分(48、72、74、76)が、前記第1の下流側末端部分(48、72、74、76)から下流側に軸方向に互い違いにされる、システム。 20

#### 【請求項9】

タービンノズル組立体(36)を備えるシステムであって、該タービンノズル組立体(36)が、

第1の軸線(60、62、64)と、第1の下流側末端部分(48、72、74、76)に延びる第1の複数の予混合管(52)とを有し、前記第1の下流側末端部分(48、72、74、76)にて第1の切頭パイ形周囲を有する第1の燃料ノズル(12)を備え、前記第1の切頭パイ形周囲は、互いに平行な第1の辺及び第2の辺、並びに、互いに半径方向に発散する第1の直線辺及び第2の直線辺により形成され、

前記システムは、さらに、

第2の軸線(60、62、64)と、第2の下流側末端部分(48、72、74、76)に延びる第2の複数の予混合管(52)とを有し、前記第1及び第2の下流側末端部分(48、72、74、76)が互いに離間し前記第1及び第2の軸線(60、62、64)に対して軸方向に互い違いにされた第2の燃料ノズル(12)を備え、

前記第2の燃料ノズル(12)が、互いに平行な第3の辺及び第4の辺、並びに、互いに半径方向に発散する第3の直線辺及び第4の直線辺により形成された第2の切頭パイ形周囲を含む、システム。 40

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0001】

本明細書で開示される主題は、ガスタービンエンジンに関し、より具体的には、燃焼ダイナミックスの振幅を低減し且つ耐久性、作動性及び信頼性を向上させる特徴要素を備えた燃料ノズル組立体に関する。

##### 【背景技術】

##### 【0002】

ガスタービンエンジンは、燃料及び空気の混合気を燃焼させて高温の燃焼ガスを発生し、これが1以上のタービンを駆動する。詳細には、高温燃焼ガスは、タービンブレードを強制回転させ、これによりシャフトを駆動して1以上の負荷（例えば、発電器）を回転させる。ガスタービンエンジンは、例えば、複数の燃料ノズルを有する燃料ノズル組立体を含み、燃料及び空気を燃焼器に噴射する。特定の実施形態では、燃焼プロセスは、隣接する燃料ノズルの火炎と音響波との間のカップリングに起因して、放熱における周期的振動によって駆動される大きな振幅の圧力振動を発生することができる。これらの大きな圧力振動は、運転上の限界を設け、最終的には燃焼器のハードウェア損傷を生じる可能性がある。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】米国特許出願公開2010/218501号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本願出願当初の特許請求の範囲に記載された発明の幾つかの実施形態について要約する。これらの実施形態は、特許請求の範囲に記載された発明の技術的範囲を限定するものではなく、本発明の可能な形態を簡単にまとめたものである。実際、本発明は、以下に記載する実施形態と同様のものだけでなく、異なる様々な実施形態を包含する。

20

【0005】

第1の実施形態では、システムは、スタッガード型マルチノズル組立体を含む。スタッガード型マルチノズル組立体は、第1の軸線と、第1の下流側末端部分に延びる第1の流路とを有する第1の燃料ノズルを含み、該第1の燃料ノズルが、第1の下流側末端部分において第1の非円形の周囲を有する。スタッガード型マルチノズル組立体はまた、第2の軸線と、第2の下流側末端部分に延びる第2の流路とを含み、第1及び第2の下流側末端部分が第1及び第2の軸線に対して互いに軸方向にオフセットしている。スタッガード型マルチノズル組立体は更に、少なくとも第1及び第2の燃料ノズルの周りで円周方向に配置されてスタッガード型マルチノズル組立体を構築するキャップ部材を含む。

【0006】

30

第2の実施形態では、システムは、タービンノズル組立体を含む。タービンノズル組立体は、第1の軸線と、第1の下流側末端部分に延びる第1の複数の予混合管とを有する第1の燃料ノズルを含み、該第1の燃料ノズルが、第1の下流側末端部分にて第1の切頭パイ形周囲を有する。タービンノズル組立体はまた、第2の軸線と、第2の下流側末端部分に延びる第2の複数の予混合管とを有する第2の燃料ノズルを含み、第1及び第2の下流側末端部分が第1及び第2の軸線に対して互いに軸方向にオフセットしている。

【0007】

第3の実施形態では、方法は、第1の下流側末端部分において第1の非円形の周囲を有する第1の燃料ノズルを通して、燃料及び空気を第1の下流側末端部分に送る段階を含む。本方法はまた、燃焼ダイナミックスの振幅を低減するよう第1の下流側末端部分と互い違いの第2の下流側末端部分に、第2の燃料ノズルを通して燃料及び空気を送る段階を含む。

40

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】燃焼ダイナミックスの振幅を低減し且つ耐久性、作動性及び信頼性を向上させる特徴要素を備えたノズル組立体を有するタービンシステムの一実施形態のブロック図。

【図2】ノズル組立体を備えた、図1の燃焼器の一実施形態の側断面図。

【図3】図2の線3-3に囲まれた、ノズル組立体の燃料ノズルの一実施形態の側断面図。

【図4】図2のノズル組立体の一実施形態の側断面図。

50

【図5】ノズル組立体を備えた、図1の燃焼器の一実施形態の側断面図。

【図6】ノズル組立体を備えた、図1の燃焼器の一実施形態の側断面図。

【図7】ノズル組立体を備えた、図1の燃焼器の一実施形態の側断面図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本発明の上記その他の特徴、態様及び利点については、図面と併せて以下の詳細な説明を参照することによって理解を深めることができるであろう。図面を通して、同様の部材には同様の符号を付した。

【0010】

以下、本発明の1以上の特定の実施形態について説明する。これらの実施形態を簡潔に説明するため、現実の実施に際してのあらゆる特徴について本明細書に記載しないこともある。実施化に向けての開発に際して、あらゆるエンジニアリング又は設計プロジェクトの場合と同様に、実施毎に異なる開発者の特定の目標（システム及び業務に関連した制約に従うことなど）を達成すべく、実施に特有の多くの決定を行う必要があることは明らかであろう。さらに、かかる開発努力は複雑で時間を要することもあるが、本明細書の開示内容に接した当業者にとっては日常的な設計、組立及び製造にすぎないことも明らかである。

10

【0011】

本発明の様々な実施形態の構成要素について紹介する際、単数形で記載したものは、その構成要素が1以上存在することを意味する。「含む」、「備える」及び「有する」という用語は内包的なものであり、記載した構成要素以外の追加の要素が存在していてもよいことを意味する。

20

【0012】

本開示は、燃料ノズル組立体における燃焼ダイナミックスの振幅を低減すると共に、耐久性、作動性及び信頼性を向上させるシステム及び方法に関する。特定の燃焼器は、複数の燃料ノズルを備えた燃料ノズル組立体（すなわち、マルチノズル組立体）を含む。詳細には、マルチノズル組立体は、中央燃料ノズルの周りに円周方向に分配された複数の燃料ノズルを含む。燃料は、燃料ノズルに流入し、該燃料ノズルからの噴射の前に空気と予混合される。燃料ノズルから噴射されると、燃焼空気混合気が燃焼して高温の燃焼生成物を発生する。燃焼器内で起こる燃焼ダイナミックスは、放熱の周期的振動によって駆動される大きな振幅の圧力振動（例えば、スクリーチ）を発生する可能性がある。これらの大きな圧力振動は、隣接する燃料ノズルの火炎と音響波との間のカップリングに起因する場合がある。更に、これらの大きな圧力振動は、運転上の限界を設け、最終的には燃焼器のハードウェア損傷を生じる可能性がある。

30

【0013】

本開示の実施形態は、燃焼ダイナミックスの振幅を低減するために、燃料ノズルの高さを互い違いに配置（スタッガート配置）し、又は燃料ノズルを互いに対して軸方向に（すなわち、流れの方向に）変位させる。例えば、互いに対して隣接する燃料ノズルの高さを互い違いに配置することにより、燃料ノズルのそれぞれの火炎間の火炎相互作用を分断し、従って、圧力振動の振幅を低減する。特定の実施形態では、スタガード型マルチノズル組立体は、第1及び第2の燃料ノズルを含み、この各々が、軸線と、それぞれの下流側末端部分に延びる流路とを有する。キャップ部材が燃料ノズルの周りで円周方向に配置され、マルチノズル組立体内でこれらを緊密に組み付ける。燃料ノズルの下流側末端部分は、ノズル組立体のノズル面積全体を取り囲み、従って、空気通路に曝される下流側端部の量及びガスターイン出力を増大させる。第1及び第2の燃料ノズルの下流側末端は、これらのそれぞれの軸線に対して互いに軸方向にオフセットしている。第1及び第2の燃料ノズルは、下流側末端部分において非円形の周囲を含む。第2の燃料ノズルは、円形又は非円形の周囲（例えば、切頭パイ形状）を含むことができる。燃料ノズルの周囲は各々、キャップ部材の周囲によって定められる円形ノズル面積の領域を形成することができる。第3の燃料ノズルは、別の軸線と、別の下流側末端部分に延びる別の流路とを含むことができ

40

50

る。第1及び第3の燃料ノズルの下流側末端は、これらそれぞれの軸線に対して互いから軸方向にオフセットすることができる。また、第1、第2及び第3の燃料ノズルの下流側末端は、これらそれぞれの軸線に対して互いから軸方向にオフセットすることができる。第3の燃料ノズルは、非円形の周囲（例えば、切頭パイ形状）を含むことができる。例えば、第3の燃料ノズルは、円形ノズル面積内の中央部分に円形周囲を含むことができ、同時に、第1及び第2の燃料ノズルは、非円形の周囲を備えた第3の燃料ノズルを囲む。

#### 【0014】

図1は、タービンシステム10の一実施形態のブロック図である。以下で詳細に説明するように、開示されるタービンシステム10（例えば、ガスタービンエンジン）は、マルチノズル組立体における燃焼ダイナミックスの振幅を低減し、システムの耐久性、作動性及び信頼性を向上させるよう構成された複数の燃料ノズル12を備えるノズル組立体（例えば、マルチノズル組立体）を利用することができる。例えば、燃料ノズル12は、隣接する燃料ノズル12間の火炎相互作用を分断し、燃焼ダイナミックスの振幅を低減するために互い違いつまり軸方向にオフセットした下流側末端を含むことができる。タービンシステム10は、タービンシステム10を駆動するために、天然ガス及び／又は水素リッチ合成ガスなどの液体又はガス燃料を利用することができる。図示のように、燃料ノズル12は、供給燃料14を吸いし、燃料を空気と混合し、燃料空気混合気を最適な燃焼、エミッション、燃料消費量及び出力を得るために好適な比率で燃焼器16内に分配する。タービンシステム10は、1以上の燃焼器16内部に位置付けられた1以上の燃料ノズル12を含むことができる。燃料空気混合気は、燃焼器16内の燃焼室において燃焼し、これにより高温の加圧排出ガスを生成する。燃焼器16は、排出ガスをタービン18に通して排気出口20に向けて配向する。排出ガスがタービン18を通過すると、ガスによってタービンブレードがタービンシステム10の軸線に沿ってシャフト22を強制的に回転する。図示のように、シャフト22は、圧縮機24を含む、タービンシステム10の種々の構成要素に接続することができる。圧縮機24はまた、負荷28に接続することができ、該負荷は、車両、或いは、例えば、発電プラントにおける発電器などの定置負荷、又は航空機のプロペラとすることができます。負荷28は、タービンシステム10の回転出力によって動力供給されるあらゆる好適な装置を含むことができる。

#### 【0015】

図2は、マルチノズル組立体36を有する、図1の燃焼器16の一実施形態の側断面図である。燃焼器16は、外側ケーシング又は流れスリーブ38、ノズル組立体36及び端部カバー40を含む。ノズル組立体36は、燃焼器16内に装着される。ノズル組立体36（すなわち、マルチノズル組立体）は、キャップ部材42内で組み付けられた複数の燃料ノズル12を含む。キャップ部材42は、複数の燃料ノズル12の周りに円周方向43に配置される。各燃料ノズル12は、ノズル12の上流側末端部分46から下流側末端部分48まで延びる燃料同感44を含む。加えて、各燃料ノズル12は、燃料同感44に結合された燃料チャンバ50と、該燃料チャンバ50を通って下流側末端部分48に延びる複数の予混合管52とを含む。

#### 【0016】

図示のように、外側燃料ノズル54、56は、中央燃料ノズル58に隣接したノズル組立体36内に配置される。燃料ノズル54、56及び58は、それぞれ軸線60、62及び64を含む。図示のように、中央燃料ノズル58は、キャップ部材42の下流側末端部分75に対して陥凹にされる。燃料ノズル54及び56の下流側末端部分72及び74は、燃料ノズル58の下流側末端部分76から、これらそれぞれの軸線60、62及び64に対して軸方向にオフセットされ、軸方向に互い違いになったマルチノズル組立体36が得られる。詳細には、下流側末端部分72及び74は、下流側末端部分76から軸方向下流側にオフセットされる。しかしながら、以下で詳細に説明されるように、燃料ノズル12の下流側末端部分48の軸方向の互い違いは、異なる実施形態ではは変わる可能性がある。特定の実施形態では、1つの燃料ノズル12の軸方向オフセットした下流側末端部分48（例えば、76）は、隣接する燃料ノズル12（例えば54）の下流側末端部分48

10

20

30

40

50

(例えば 72) の長さ 77 の 1 から 99 パーセント、1 から 50 パーセント、1 から 25 パーセント、又は 1 から 10 パーセントだけオフセットすることができる。

#### 【0017】

空気(例えば、加圧空気)は、矢印 78 で全体的に示されるように、1 以上の空気入口 80 を介して流れスリーブ 38 に流入し、上流側空気流路 82 を軸方向 84 に沿って端部力バー 40 に向かう。次いで、空気は、矢印 88 で全体的に示されるように、内部流路 86 に流れて、下流側空気流路 90 に沿って軸方向 92 に進み、各燃料ノズル 12 の複数の予混合管 52 を通る。燃料は、燃料流路 66、68 及び 70 に沿って軸方向 92 に流れ、各燃料同感 44 を通って各燃料ノズル 12 の下流側末端部分 48 に向かう。次いで、燃料は各燃料ノズル 12 の燃料チャンバ 50 に流入し、複数の予混合管 52 内で空気と混合する。  
10 燃料ノズル 12 は、燃料空気混合気を最適な燃焼、エミッション、燃料消費量及び出力を得るのに好適な比率で燃焼領域 94 内に噴射する。上述のマルチノズル組立体 36 のスタガード構成は、隣接する燃料ノズルの燃焼プロセス(例えば火炎)がキャップ部材 42 の下流側末端部分 75 間に延びる平面 96 に沿って相互作用するのを実質的に阻止し、すなわち火炎相互作用を分断する。例えば、スタガード構成は、燃料ノズル 54 及び 56 からの火炎が燃料ノズル 58 からの火炎と相互作用して互いに励起することができない。火炎相互作用を分断することによって、大きな圧力振動又は燃焼ダイナミックスの振幅を低減することができる。

#### 【0018】

図 3 は、図 2 の線 3 - 3 で囲まれたノズル組立体 36 の燃料ノズル 12 のうちの 1 つについての一実施形態の側断面図である。上述のように、燃料ノズル 12 は、燃料導管 44、該燃料導管 44 に結合された燃料チャンバ 50 及び燃料チャンバ 50 を通って下流側末端部分 48 に延びる複数の予混合管 52 を含む。各管体 52 は、複数の予混合管 52 の列を提示することができる。特定の実施形態では、燃料ノズル 12 の周囲 105 は、円形と/or でき、又は非円形(例えば、切頭パイ形状)とすることができます。燃料ノズル 12 が円形周囲 105 を含む実施形態では、管体 52 は、燃料ノズル 12 の中心軸線 107 の周りを同心の列を成して配列することができます。更に、特定の実施形態では、列の数、列当たりの管体 52 の数及び複数の管体 52 の配置は変えることができる。図示のように、複数の予混合管 52 の各々は、空気入口 106、燃料チャンバ 50 内の燃料入口 108 及び下流側末端部分 48 における燃料空気出口 110 を含む。特定の実施形態では、各管体 52 上の燃料入口 108 の数は、0 から 50 まで、1 から 25 まで、1 から 10 までの範囲、又は何らかの好適な数とすることができます。更に、燃料入口 108 の数、サイズ及び位置(軸方向及び円周方向)は、ある管体 52 と別の管体とで異なる可能性がある。例えば、管体 52 当たりの燃料入口 108 の数及び/又はサイズ(例えば、全ての燃料入口 108 の全断面積)は、一般に、軸線 107 から半径方向 109 に増減することができる。  
20  
30

#### 【0019】

上述のように、空気は、下流側空気流路 90 に沿って軸方向 92 に流れ、矢印 112 で全体的に示されるように、燃料ノズル 12 の複数の予混合管 52 の空気入口 106 に流入する。燃料は、燃料流路 114 に沿って軸方向 92 に流れ、燃料導管 44 を通って燃料ノズル 12 の下流側末端部分 48 に向かう。次いで、燃料は、燃料チャンバ 50 に流入し、矢印 116 で全体的に示されるように、複数の管体 52 に向けて分流される。燃料ノズル 12 は、燃料チャンバ 50 内に燃料流を配向するためのバッフル 118 を含む。燃料は、矢印 120 で示されるように燃料入口 108 に向けて流れ、複数の予混合管 52 内で空気と混合する。燃料ノズル 76 は、矢印 122 で全体的に示すように、下流側末端部分 48 にて燃料空気出口 110 から燃焼領域 94 に燃料空気混合気を出力する。  
40

#### 【0020】

上述のように、燃料ノズル組立体 36 の燃料ノズル 12 は、ノズル 12 の軸方向の互い違い又は相対的配置で変化し、燃料空気出口 110 が異なる燃料ノズル 12 間で互いからオフセットされるようになる。図 4 は、図 2 のノズル組立体 36 の 1 つの特定の実施形態  
50

の正面図である。燃料ノズル組立体 3 6 は、複数の燃料ノズル 1 2 と、キャップ部材 4 2 とを含む。キャップ部材 4 2 は、方向 4 3 で燃料ノズル 1 2 の周りに円周方向に配置されて、ノズル組立体 3 6 を構築する。各燃料ノズル 1 2 は、上記で検討したように列 1 3 2 を成して配列された複数の予混合管 5 2 を含む。予混合管 5 2 は、明瞭にするために燃料ノズル 1 2 の一部分上でのみ図示されている。図示するように、燃料ノズル 1 2 は、中央燃料ノズル 1 3 4 ( 符号 A で表記 ) と、中央燃料ノズル 1 3 4 の周りに円周方向に配置された複数の燃料ノズル 1 2 ( 外側燃料ノズル 1 3 6 ) とを含む。図示のように、6 つの燃料ノズル 1 3 6 ( 符号 B 、 C 、 D 、 E 、 F 及び G で表記 ) が中央燃料ノズル 1 3 4 を囲んでいる。しかしながら、特定の実施形態では、燃料ノズル 1 2 の数並びに燃料ノズル 1 2 の配列は変えることができる。例えば、外側燃料ノズル 1 3 6 の数は、1 から 2 0 、 1 から 1 0 、又は他の何れかの数とすることができます。燃料ノズル 1 2 は、キャップ部材 4 2 内に緊密に配置される。結果として、キャップ部材 4 2 の内周囲 1 3 8 は、ノズル組立体 3 6 の円形ノズル面積 1 4 0 を定める。燃料ノズル 1 2 の下流側末端部分 4 8 は、円形ノズル面積 1 4 0 全体を含む。これは、空気通路に曝される燃料ノズル組立体 3 6 の面積 1 4 0 を増大させ、ガスタービンの出力増大を可能にする。各外側燃料ノズル 1 3 6 は、非円形の周囲 1 4 2 を含む。図示のように、周囲 1 4 2 は、2 つの平行な辺 1 4 4 及び 1 4 6 を備えた切頭パイ形状を含む。この辺 1 4 4 及び 1 4 6 は弓形であるが、辺 1 4 5 及び 1 4 7 は直線 ( 例えば、半径方向 1 0 9 に発散する ) である。しかしながら、特定の実施形態では、各外側燃料ノズル 1 3 6 の周囲 1 4 2 は、他の形状、例えば、3 つの辺を備えたパイ形状を含むことができる。各外側燃料ノズル 1 3 6 の周囲 1 4 2 は、円形ノズル面積 1 4 0 の領域を含む。中央燃料ノズル 1 3 4 は、円形周囲 1 4 8 を含む。特定の実施形態では、周囲 1 4 8 は、例えば、方形、六角形、三角形、又は他の多角形などの他の形状を含むことができる。中央燃料ノズル 1 3 4 の周囲 1 4 8 は、円形ノズル面積 1 4 0 の中央部分 1 5 0 に配置される。燃料ノズル 1 2 は、空気通路に曝される下流側末端部分 4 8 の面積 1 4 0 を増大させるよう緊密に配置される。

#### 【 0 0 2 1 】

上述のように、燃料ノズル 1 2 の下流側末端部分 4 8 は、互い違いにされ、又は軸方向にオフセットされ、火炎相互作用を分断し、又は燃焼ダイナミックスの振幅を低減することができる。また、下流側末端部分 4 8 は、キャップ部材 4 2 内に陥凹にされ、或いは、軸方向 8 4 及び 9 2 でキャップ部材 4 2 を超えて突出することができる。燃料ノズル 1 2 は、個々に軸方向にオフセットすることができる。例えば、中央燃料ノズルの下流側末端部分 4 8 は、外側燃料ノズル 1 3 6 ( B 、 C 、 D 、 E 、 F 及び / 又は G ) に対して陥凹又は突出させることができる。或いは、燃料ノズル 1 2 は、互いに対しても群として軸方向にオフセットすることができる。例えば、外側燃料ノズル 1 3 6 ( B 、 D 及び F ) の下流側末端部分 4 8 は、外側燃料ノズル 1 3 6 ( C 、 E 及び G ) 及び中央燃料ノズル 1 3 4 ( A ) に対して陥凹又は突出することができる。結果として、中央燃料ノズル 1 3 4 の下流側末端部分 4 8 は、外側燃料ノズル 1 3 6 の 1 以上の下流側末端部分 4 8 に対してそれぞれの軸線を基準として軸方向にオフセットすることができる。また、外側燃料ノズル 1 3 6 の下流側末端部分 4 8 は、これらのそれぞれの軸線に対して軸方向にオフセットすることができる。例えば、外側燃料ノズル 1 3 6 ( C ) は、隣接する外側燃料ノズル 1 3 6 ( B 及び D ) に対して陥凹又は突出することができる。更に、燃料ノズル 1 2 は、これらそれぞれの軸線に対する変化する軸方向オフセット ( 図 7 を参照 ) を含むことができる。例えば、外側燃料ノズル 1 3 6 ( C 及び F ) は、異なる程度に陥凹にすることができ、外側燃料ノズル 1 3 6 ( C ) は、外側燃料ノズル 1 3 6 ( F ) よりもキャップ部材 4 2 内に更に陥凹にされる。表 1 は、他の燃料ノズル 1 2 に対して軸方向にオフセット ( 上流側又は下流側に ) した ( すなわち、キャップ部材 4 2 に対して燃料ノズル 1 2 の突出又は陥凹に起因して ) 燃料ノズル 1 2 の軸方向位置の種々の組み合わせをまとめたものである。しかしながら、表 1 は、網羅的なものではなく、特定の実施形態では、追加の軸方向位置 ( すなわち、第 4 の軸方向位置 ) を含む、軸方向位置の他の組み合わせも実施可能である点は理解されたい。

10

20

30

40

50

【0022】

【表1】

第1の軸方向位置	第2の軸方向位置	第3の軸方向位置
A、B、D及びF	C、E及びG	
A、C、D、F及びG	B及びE	
A、B、C、E及びF	D及びG	
A、B、D、E及びG	C及びF	
A、B、D、E及びF	C及びG	
A、B、C、E及びG	D及びF	
B、C、D、E、F及びG	A	
B、D及びF	A、C、E及びG	
C、D、F及びG	A、B及びE	
B、C、E及びF	A、D及びG	
B、D、E及びG	A、C及びF	
B、D、E及びF	A、C及びG	
B、C、E及びG	A、D及びF	
A	C、E及びG	B、D及びF
A	B及びE	C、D、F及びG
A	D及びG	B、C、E及びF
A	C及びF	B、D、E及びG
A	C及びG	B、D、E及びF
A	D及びF	B、C、E及びG
C、E及びG	B、D及びF	A
B及びE	C、D、F及びG	A
D及びG	B、C、E及びF	A
C及びF	B、D、E及びG	A
C及びG	B、D、E及びF	A
D及びF	B、C、E及びG	A
B、D及びF	A	C、E及びG
C、D、F及びG	A	B及びE
B、C、E及びF	A	D及びG
B、D、E及びG	A	C及びF
B、D、E及びF	A	C及びG
B、C、E及びG	A	D及びF
C、E及びG	A	B、D及びF
B及びE	A	C、D、F及びG
D及びG	A	B、C、E及びF
C及びF	A	B、D、E及びG
C及びG	A	B、D、E及びF
D及びF	A	B、C、E及びG
B、D及びF	C、E及びG	A
C、D、F及びG	B及びE	A
B、C、E及びF	D及びG	A
B、D、E及びG	C及びF	A
B、D、E及びF	C及びG	A
B、C、E及びG	D及びF	A

10

20

30

表1

図5から7は、燃料ノズル組立体36内の互い違いの又は軸方向にオフセットした燃料ノズル12の別の実施形態を示す。図5から7は、ノズル組立体36を備えた図1の燃焼器16の実施形態の側断面図である。燃焼器16及び燃料ノズル組立体36は、図2において上記で説明した通りである。図5に示すように、外側燃料ノズル54及び56は、中央燃料ノズル58に隣接するノズル組立体36内に配置される。中央燃料ノズル58は、キャップ部材42の下流側末端部分48間に延びる平面96を超えて突出する。燃料ノズル58の下流側末端部分76は、燃料ノズル54及び56の下流側末端部分72及び74からそれぞれの軸線64、60及び62に対して軸方向にオフセットされ、スタッガード型マルチノズル組立体36が得られる。詳細には、下流側末端部分76は、下流側末端部分72及び74から下流側（すなわち軸方向92で）に軸方向にオフセットされる。

40

【0023】

図6に示すように、外側燃料ノズル54は、キャップ部材42の下流側末端部分75間に延びる平面96を超えて突出する。燃料ノズル54の下流側末端部分72は、燃料ノズル56及び58の下流側末端部分74及び76からそれぞれの軸線60、62及び64に対して軸方向にオフセットされ、スタッガード型マルチノズル組立体36が得られる。詳

50

細には、下流側末端部分 7 2 は、下流側末端部分 7 4 及び 7 6 から下流側（すなわち軸方向 9 2 で）に軸方向にオフセットされる。従って、外側燃料ノズル 5 4 は、中央燃料ノズル 5 8 及び外側燃料ノズル 5 6 の両方に対して互い違い又はオフセットされる。

#### 【 0 0 2 4 】

図 7 に示すように、外側燃料ノズル 5 4 及び 5 6 は、キャップ部材 4 2 の下流側末端部分 7 5 間に延びる平面 9 6 を超えて突出する。外側燃料ノズル 5 4 は、外側燃料ノズル 5 6 よりも平面 9 6 を超えて突出する。燃料ノズル 5 4 、 5 6 及び 5 8 の下流側末端部分 7 2 、 7 4 及び 7 6 は全て、互いからそれぞれの軸線 6 0 、 6 2 及び 6 4 に対して軸方向にオフセットされ、スタッガード型マルチノズル組立体 3 6 が得られる。詳細には、下流側末端部分 7 2 は、下流側末端部分 7 4 及び 7 6 から下流側に軸方向にオフセットされ、下流側末端部分 7 4 は、下流側末端部分 7 6 から下流側に軸方向にオフセットされる。従って、燃料ノズル 5 4 、 5 6 及び 5 8 は、互いに対し異なる高さ又は長さで軸方向にオフセットすることができる。上記で検討するように、マルチノズル組立体 3 6 の種々のスタッガード構成の実施形態は、隣接する燃料ノズル 1 2 の燃焼プロセス（例えば火炎）が同じ平面 9 6 に沿って相互作用するのを実質的に阻止する。換言すると、スタッガード構成は、隣接する燃料ノズル 1 2 間の火炎相互作用を分断する。火炎相互作用を分断することにより、大きな圧力振動又は燃焼ダイナミックスの振幅を低減することができる。燃焼ダイナミックスの振幅の低減及び空気通路に曝される下流側末端部分 4 8 の面積 1 4 0 の増大によって、ガスタービン出力の増大、並びに作動性、耐久性及び信頼性の向上を行うことができる。

10

#### 【 0 0 2 5 】

特定の実施形態では、タービンシステムを作動させる方法は、燃料及び空気を第 1 の燃料ノズル 1 2 を通して第 1 の下流側末端部分 4 8 に送る段階を含むことができる。第 1 の燃料ノズル 1 2 は、第 1 の下流側末端部分 4 8 にて非円形の周囲を有する。特定の実施形態では、非円形の周囲は、切頭パイ形周囲を含む。本方法はまた、燃料及び空気を第 2 の燃料ノズル 1 2 を通して第 2 の下流側末端部分 4 8 に送る段階を含むことができる。第 2 の下流側末端部分 4 8 は、非円形（例えば、切頭パイ形状）又は円形の周囲を有することができる。第 1 及び第 2 の下流側末端部分 4 8 は、スタッガート配置され、燃焼ダイナミックス（例えば、スクリーチ）の振幅を低減する。特定の実施形態では、燃料及び空気を第 1 の燃料ノズル 1 2 に通して送る段階が、第 2 の下流側末端部分 4 8 に対して上流側位置にて第 1 の下流側末端部分 4 8 から燃料空気混合気を出力する段階を含む。他の実施形態では、燃料及び空気を第 1 の燃料ノズル 1 2 に通して送る段階が、第 2 の下流側末端部分 4 8 に対して下流側位置にて第 1 の下流側末端部分 4 8 から燃料空気混合気を出力する段階を含む。

20

#### 【 0 0 2 6 】

開示される実施形態の技術的作用は、燃焼ダイナミックスの振幅を低減するシステム及び方法を含む。本明細書で開示される実施形態は、例えば、ガスタービンエンジンなどの燃焼システムにおいて、ノズル組立体 3 6 内の隣接する燃料ノズル 1 2 の下流側末端部分 4 8 を互い違いに又は軸方向にオフセットすることにより燃焼ダイナミックスの振幅を低減する。隣接する燃料ノズルの下流側末端部分 4 8 を互い違いにすることにより、ノズル間の火炎相互作用を分断する。加えて、ノズル組立体のノズル面積 1 4 0 を増大させることにより、より多くの空気通路を可能にする。全体として、燃焼ダイナミックスの振幅の低減及びノズル面積 1 4 0 の増大は、タービンシステムの作動性、耐久性及び信頼性向上させることができる。

30

#### 【 0 0 2 7 】

本明細書では、本発明を最良の形態を含めて開示するとともに、装置又はシステムの製造・使用及び方法の実施を始め、本発明を当業者が実施できるようにするために、例を用いて説明してきた。本発明の特許性を有する範囲は、特許請求の範囲によって規定され、当業者に自明な他の例も包含する。かかる他の例は、特許請求の範囲の文言上の差のない構成要素を有しているか、或いは特許請求の範囲の文言と実質的な差のない均等な構成要素

40

50

を有していれば、特許請求の範囲に記載された技術的範囲に属する。

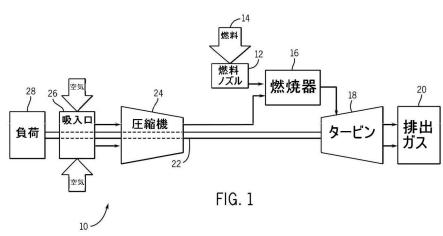
【符号の説明】

【0028】

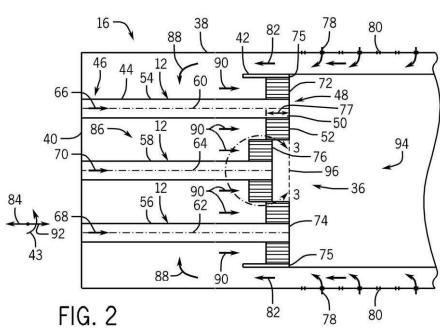
1 0	タービンシステム	
1 2	燃料ノズル	
1 4	供給燃料	
1 6	燃焼器	
1 8	タービン	
2 0	排気出口	
2 2	シャフト	10
2 4	圧縮機	
2 6	空気吸入口	
2 8	負荷	
3 6	ノズル組立体	
3 8	流れスリーブ	
4 0	端部カバー	
4 2	キップ部材	
4 4	燃料導管	
4 6	上流側末端部分	
4 8	下流側末端部分	20
5 0	燃料チャンバ	
5 2	予混合管	
5 4	外側燃料ノズル	
5 6	外側燃料ノズル	
5 8	中央燃料ノズル	
6 0	軸線	
6 2	軸線	
6 4	軸線	
6 6	流路	
6 8	流路	30
7 0	流路	
7 2	下流側末端部分	
7 4	下流側末端部分	
7 5	下流側末端部分	
7 6	下流側末端部分	
7 7	長さ	
7 8	矢印	
8 0	空気入口	
8 2	上流側空気流路	
8 4	軸方向	40
8 6	内部流路	
8 8	矢印	
9 0	下流側空気流路	
9 2	軸方向	
9 4	燃焼領域	
9 6	平面	
1 0 5	周囲	
1 0 6	空気入口	
1 0 7	中央軸線	
1 0 8	燃料入口	50

1 0 9	半径方向	
1 1 0	燃料空気出口	
1 1 2	矢印	
1 1 4	燃料流路	
1 1 6	矢印	
1 1 8	バッフル	
1 2 0	矢印	10
1 2 2	矢印	
1 3 2	列	
1 3 4	中央燃料ノズル	
1 3 6	外側燃料ノズル	
1 3 8	内周囲	
1 4 0	円周ノズル面積	
1 4 2	非円周囲	
1 4 4	平行な辺	
1 4 6	平行な辺	
1 4 8	円形周囲	
1 5 0	中央部分	

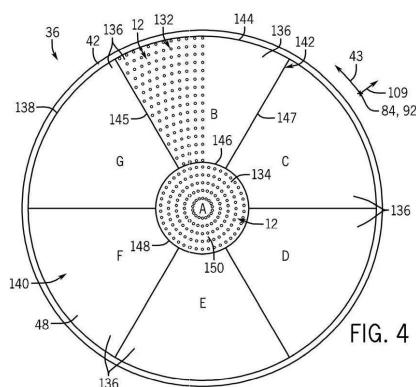
【図 1】



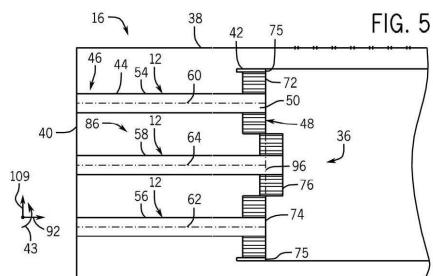
【図 2】



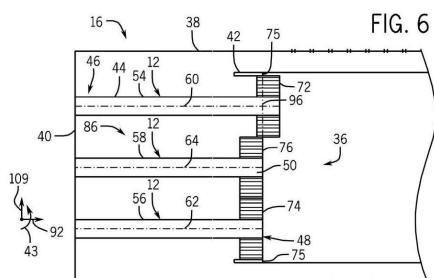
【図4】



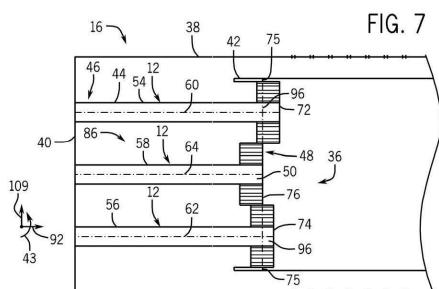
【図5】



【図6】



【図7】



---

フロントページの続き

(72)発明者 トーマス・エドワード・ジョンソン

アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、  
300番

審査官 米澤 篤

(56)参考文献 特開2010-169385(JP,A)

特開2009-210260(JP,A)

特開平5-215338(JP,A)

特開平6-323543(JP,A)

特開2010-266185(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F23R 3/10 - 3/32

F02C 7/22