

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6326205号
(P6326205)

(45) 発行日 平成30年5月16日(2018.5.16)

(24) 登録日 平成30年4月20日(2018.4.20)

(51) Int.Cl.		F I			
F O 2 C	7/232	(2006.01)	F O 2 C	7/232	B
F 2 3 R	3/30	(2006.01)	F 2 3 R	3/30	
F 2 3 R	3/28	(2006.01)	F 2 3 R	3/28	B

請求項の数 7 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2013-158216 (P2013-158216)	(73) 特許権者	514030104 三菱日立パワーシステムズ株式会社 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号
(22) 出願日	平成25年7月30日(2013.7.30)	(74) 代理人	100089118 弁理士 酒井 宏明
(65) 公開番号	特開2015-28321 (P2015-28321A)	(74) 代理人	100118762 弁理士 高村 順
(43) 公開日	平成27年2月12日(2015.2.12)	(72) 発明者	保坂 修平 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
審査請求日	平成28年8月1日(2016.8.1)	(72) 発明者	井上 慶 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料ノズル、燃焼器、及びガスタービン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定軸の周囲において前記所定軸と平行な軸と直交するように配置され、前記所定軸と直交する平面内において輪帯状の第1面と、

前記所定軸を囲うように配置された第2面と、

間隙を介して前記第2面と対向する第3面と、

前記第1面と前記第2面と前記第3面とにより規定される空間に面する前記第1面に配置され、前記空間に第1流体を供給する第1供給口と、

前記空間に面する前記第2面に配置され、前記空間に第2流体を供給する第2供給口と、

、

前記所定軸と平行な方向に関して前記第1面から最も遠い前記第2面の第2面エッジと前記第3面の第3面エッジとの間に配置され、前記空間で生成された前記第1流体と前記第2流体との混合流体が流出する第1流出口と、

を備え、

前記第1流体及び前記第2流体の一方の流体は燃料を含み、他方の流体は空気であり、

前記第1供給口は、前記所定軸と平行な第1方向に前記第1流体を供給し、

前記第2供給口は、前記空間において前記第1流体と混合されるように前記第2流体を供給する、

燃料ノズル。

【請求項2】

前記第3面に配置され、前記空間に燃料及び空気の少なくとも一方を含む第3流体を供給する第3供給口を備える請求項1に記載の燃料ノズル。

【請求項3】

前記第2面及び前記第3面の一方の面は、前記所定軸の周囲において前記所定軸に対する放射方向に関して外側を向くように配置され、他方の面は、前記所定軸の周囲において前記所定軸に対する放射方向に関して内側を向くように配置される請求項1又は請求項2に記載の燃料ノズル。

【請求項4】

前記第2面と前記第3面との間の前記空間は、前記第1方向に向かって狭くなる請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の燃料ノズル。

10

【請求項5】

前記第2面エッジと結ばれ、前記所定軸と平行な軸と直交するように配置される第1先端面と、

前記第3面エッジと結ばれ、前記所定軸と平行な軸と直交するように配置される第2先端面と、

前記第1先端面及び前記第2先端面の少なくとも一方に配置され、空気が流出する第2流出口と、を備える請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の燃料ノズル。

【請求項6】

請求項1から請求項5のいずれか一項に記載の燃料ノズルを備える燃焼器。

【請求項7】

請求項6に記載の燃焼器を備えるガスタービン。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料ノズル、燃焼器、及びガスタービンに関する。

【背景技術】

【0002】

ガスタービンは、圧縮機と、燃焼器と、タービンとを備えている。燃焼器において、燃焼温度が高くなると、窒素酸化物(NO_x)の発生量が多くなる。 NO_x の発生量を抑制するために、例えば特許文献1及び特許文献2に開示されているような、燃焼器の燃料ノズルを使って空気と燃料とを予め混合(予混合)し、その予混合により生成された混合気(予混合気)を燃焼させる予混合燃焼が知られている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2003-247425号公報

【特許文献2】特開2011-021875号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

予混合気は、火炎伝播性を有する。そのため、予混合気の燃焼により生じた火炎が燃料ノズルの内部に入り込む、所謂、逆火現象が生じる可能性がある。逆火現象が生じると、燃料ノズルが劣化する可能性がある。その結果、燃料ノズルの性能が低下し、燃焼器の性能及びガスタービンの性能が低下する可能性がある。

40

【0005】

本発明は、性能の低下を抑制できる燃料ノズル、燃焼器、及びガスタービンを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る燃料ノズルは、所定軸の周囲において前記所定軸と平行な軸と直交するよ

50

うに配置された第1面と、前記第1面に配置され、前記第1面が面する空間に第1流体を供給する第1供給口と、前記空間に面し、前記所定軸を囲うように配置された第2面と、前記第2面に配置され、前記空間に第2流体を供給する第2供給口と、を備え、前記第1流体及び前記第2流体の一方の流体は燃料を含み、他方の流体は空気であり、前記第1供給口は、前記所定軸と平行な第1方向に前記第1流体を供給し、前記第2供給口は、前記空間において前記第1流体と混合されるように前記第2流体を供給し、第1流出口は、前記空間において混合された混合流体を供給する。

【0007】

本発明によれば、第1供給口から第1流体が供給され、第2供給口から第2流体が供給されることにより、空間において第1流体と第2流体との混合流体（予混合気）が生成される。第1供給口は第1方向に第1流体を供給するので、その第1供給口からの第1流体によって、混合流体が空間に滞留することが抑制される。また、第2面は所定軸を囲うように配置される。そのため、第1供給口から空間に供給された第1流体及び空間において生成された混合流体は、第2面にガイドされて第1方向に円滑に流れ、空間に滞留することが抑制される。したがって、燃料ノズルの近傍において混合流体の燃焼が生じたり、逆火現象が生じたりすることが抑制される。これにより、燃料ノズルの劣化が抑制され、燃料ノズルの性能の低下が抑制される。

10

【0008】

本発明に係る燃料ノズルにおいて、前記空間に面し、間隙を介して前記第2面と対向する第3面と、前記所定軸と平行な方向に関して前記第1面から最も遠い前記第2面の第2面エッジと前記第3面の第3面エッジとの間に、前記空間で生成された前記第1流体と前記第2流体との混合流体が流出する前記第1流出口と、を備えてもよい。これにより、第1供給口から空間に供給された第1流体及び空間において生成された混合流体は、第2面及び第3面の両方にガイドされて、第1流出口から円滑に流出する。そのため、混合流体が空間に滞留することが抑制され、燃料ノズルの近傍において混合流体の燃焼が生じたり、逆火現象が生じたりすることが抑制される。

20

【0009】

本発明に係る燃料ノズルにおいて、前記第3面に配置され、前記空間に燃料及び空気の少なくとも一方を含む第3流体を供給する第3供給口を備えてもよい。これにより、第1供給口からの第1流体と第2供給口からの第2流体と第3供給口からの第3流体とによって混合流体が十分に生成される。

30

【0010】

本発明に係る燃料ノズルにおいて、前記第2面及び前記第3面の一方の面は、前記所定軸の周囲において前記所定軸に対する放射方向に関して外側を向くように配置され、他方の面は、前記所定軸の周囲において前記所定軸に対する放射方向に関して内側を向くように配置されてもよい。これにより、所定軸と直交する面内において環状（輪帯状）の空間が形成され、その空間において混合流体が十分に生成される。

【0011】

本発明に係る燃料ノズルにおいて、前記第2面と前記第3面との間の前記空間は、前記第1方向に向かって狭くなってもよい。これにより、第1流出口における混合流体の流速が高まるので、第1流出口における混合流体の滞留が抑制される。

40

【0012】

本発明に係る燃料ノズルにおいて、前記第2面エッジと結ばれ、前記所定軸と平行な軸と直交するように配置される第1先端面と、前記第3面エッジと結ばれ、前記所定軸と平行な軸と直交するように配置される第2先端面と、前記第1先端面及び前記第2先端面の少なくとも一方に配置され、空気が流出する第2流出口と、を備えてもよい。これにより、第2流出口から流出された空気によって燃料ノズルの温度が過剰に高まることが抑制される。したがって、燃料ノズルの劣化が抑制される。

【0013】

本発明に係る燃焼器は、上記いずれかの燃料ノズルを備える。

50

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、性能の低下が抑制される。

【 0 0 1 5 】

本発明に係るガスタービンは、上記の燃焼器を備える。

【 0 0 1 6 】

本発明によれば、性能の低下が抑制される。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 7 】

本発明に係る燃料ノズルによれば、性能の低下が抑制される。また、本発明に係る燃焼器によれば、性能の低下が抑制される。また、本発明に係るガスタービンによれば、性能の低下が抑制される。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 8 】

【 図 1 】 図 1 は、第 1 実施形態に係るガスタービンの一例を示す図である。

【 図 2 】 図 2 は、第 1 実施形態に係る燃焼器の一例を示す側断面図である。

【 図 3 】 図 3 は、第 1 実施形態に係る燃料ノズルの一例を示す断面図である。

【 図 4 】 図 4 は、第 2 実施形態に係る燃料ノズルの一例を示す斜視図である。

【 図 5 】 図 5 は、第 3 実施形態に係る燃料ノズルの一例を示す斜視図である。

【 図 6 】 図 6 は、第 4 実施形態に係る燃料ノズルの一例を示す斜視図である。

【 図 7 】 図 7 は、第 4 実施形態に係る燃料ノズルの一例を示す斜視図である。

20

【 図 8 】 図 8 は、第 5 実施形態に係る燃料ノズルの一例を示す斜視図である。

【 図 9 】 図 9 は、第 5 実施形態に係る燃料ノズルの一例を示す斜視図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 9 】

以下、本発明に係る実施形態について図面を参照しながら説明するが、本発明はこれに限定されない。以下で説明する各実施形態の要件は、適宜組み合わせることができる。また、一部の構成要素を用いない場合もある。

【 0 0 2 0 】

以下の説明においては、 X Y Z 直交座標系を設定し、この X Y Z 直交座標系を参照しつつ各部の位置関係について説明する。所定面内の一方向を X 軸方向、所定面内において X 軸方向と直交する方向を Y 軸方向、 X 軸方向及び Y 軸方向のそれぞれと直交する方向を Z 軸方向とする。また、 X 軸、 Y 軸、及び Z 軸まわりの回転（傾斜）方向をそれぞれ、 X 、 Y 、及び Z 方向とする。 X 軸は、 Y Z 平面と直交する。 Y 軸は、 X Z 平面と直交する。 Z 軸は、 X Y 平面と直交する。 X Y 平面は、 X 軸及び Y 軸を含む。 Y Z 平面は、 Y 軸及び Z 軸を含む。 X Z 平面は、 X 軸及び Z 軸を含む。

30

【 0 0 2 1 】

< 第 1 実施形態 >

第 1 実施形態について説明する。図 1 は、本実施形態に係るガスタービン 100 の一例を示す図である。図 1 において、ガスタービン 100 は、圧縮機 1 と、燃焼器 2 と、タービン 3 とを備えている。また、ガスタービン 100 は、圧縮機 1 及びタービン 3 のそれぞれに接続されるロータ軸 4 を備えている。燃焼器 2 は、圧縮機 1 とタービン 3 との間に配置される。

40

【 0 0 2 2 】

圧縮機 1 は、取り入れた気体（本実施形態においては空気）を圧縮して、高圧の気体を生成する。本実施形態において、圧縮機 1 は、軸流圧縮機である。圧縮機 1 は、回転する翼である動翼と、回転しない翼である静翼とを有する。動翼は、気体にエネルギーを与える。静翼は、気体を減速してその気体の圧力を上昇させる。圧縮機 1 の軸方向に関して、動翼と静翼とは交互に配置される。一对（一段）の動翼と静翼とが、圧縮機 1 の軸方向に複数（複数段）配置される。圧縮機 1 の軸方向に流れる気体は、複数段の動翼及び静翼によって徐々に圧縮される。圧縮機 1 は、軸方向に気体を流しながら、その気体の圧力を徐

50

々に高める。

【0023】

燃焼器2は、圧縮機1から供給された高圧の気体に燃料を噴射して、高温高圧の気体を生成する。燃焼器2における高圧の気体と燃料との混合により燃焼が生じ、高温高圧の気体が生成される。燃焼器2は、ロータ軸4の周囲に複数配置される。圧縮機1からの高圧の気体は、複数の燃焼器2のそれぞれに供給される。

【0024】

タービン3は、燃焼器2から供給された高温高圧の気体のエネルギーを動力に変換する。本実施形態において、タービン3は、軸流式である。タービン3は、回転する翼である動翼と、回転しない翼である静翼とを有する。動翼は、燃焼器2からの高温高圧の気体を受けて回転する。動翼は、燃焼器2からの気体の運動エネルギーを回転エネルギーに変換する。静翼は、気体の流れを整える。静翼によって流れが整えられた気体の少なくとも一部が動翼に吹き付けられる。タービン3の軸方向に関して、動翼と静翼とは交互に配置される。一对(一段)の動翼と静翼とが、タービン3の軸方向に複数(複数段)配置される。複数段の動翼及び静翼によって、タービン3は、高温高圧の気体から段階的に回転エネルギー(回転力)を取り出す。動翼が回転することにより、ロータ軸4が回転する。

10

【0025】

ガスタービン100が発電システムに使用される場合、タービン3の回転力によって発電機が作動する。タービン3の回転力の一部は、圧縮機1の回転に使用される。

【0026】

燃焼器2は、内部に燃焼室5を有する。圧縮機1からの気体は、燃焼室5に供給される。燃焼器2の少なくとも一部は、ケーシング9の内側に配置される。圧縮機1からの気体は、ケーシング9の内側の空間(車室)9Rに供給される。車室9Rは、圧縮機1からの高圧の気体で満たされる。車室9Rの気体は、燃焼器2に設けられた流入口2Rを通過して燃焼室5に供給される。

20

【0027】

燃焼器2は、メイン燃料ノズル7と、パイロット燃料ノズル8とを有する。メイン燃料ノズル7は、パイロット燃料ノズル8の周囲に複数配置される。メイン燃料ノズル7は、メイン燃料を燃焼室5に供給する。燃焼室5には、メイン燃料ノズル7からのメイン燃料と、圧縮機1からの高圧の気体とが供給される。燃焼室5において、メイン燃料ノズル7から供給されたメイン燃料と圧縮機1から供給された高圧の気体とが混合されて燃焼する。燃焼器2における燃焼で生成された高温高圧の気体は、尾筒6を介してタービン3に供給される。

30

【0028】

燃焼器2は、メイン燃料ノズル7の周囲に配置された旋回翼(スワラーペーン)7Sを有する。スワラーペーン7Sにより、気体は旋回するように流れる。換言すれば、スワラーペーン7Sにより、気体の旋回流が生成される。メイン燃料ノズル7から供給されたメイン燃料は、スワラーペーン7Sにより旋回するように流れる気体と混合(予混合)された後、燃焼室5において燃焼(予混合燃焼)する。

【0029】

次に、パイロット燃料ノズル8について説明する。図2は、本実施形態に係る燃料ノズル8の一部を示す側断面図である。図3は、本実施形態に係る燃料ノズル8の一部を示す断面図である。以下の説明においては、パイロット燃料ノズル8を適宜、燃料ノズル8、と称する。パイロット燃料ノズル8に供給されるパイロット燃料を適宜、燃料F、と称する。パイロット燃料ノズル8に供給される気体を適宜、気体G、と称する。燃料Fは、流体である。燃料Fは、気体燃料でもよいし液体燃料でもよい。燃料Fは、例えば天然ガスでもよいし、液体燃料として油を含んでもよい。気体Gは、空気である。

40

【0030】

パイロット燃料ノズル8は、燃焼器2の着火性能及び保炎性能を向上させる。メイン燃料ノズル7から供給されたメイン燃料と気体との混合気による燃焼は、パイロット燃料ノ

50

ズル 8 から供給されたパイロット燃料及び気体により安定化される。

【 0 0 3 1 】

図 2 及び図 3 において、燃料ノズル 8 は、軸 J の周囲に配置された第 1 面 1 1 と、軸 J の周囲に配置され、第 1 面 1 1 と異なる方向を向く第 2 面 1 2 と、軸 J の周囲に配置され、第 1 面 1 1 及び第 2 面 1 2 と異なる方向を向く第 3 面 1 3 と、を備えている。本実施形態において、軸 J は、X 軸と平行である。

【 0 0 3 2 】

第 1 面 1 1 は、X 軸と直交するように配置される。第 1 面 1 1 と Y Z 平面とは平行である。Y Z 平面において、第 1 面 1 1 は、環状（輪帯状）である。第 2 面 1 2 は、軸 J を囲むように配置される。第 2 面 1 2 は、軸 J と平行となるように配置される。第 2 面 1 2 は、軸 J に対する放射方向に関して内側を向くように配置される。第 3 面 1 3 は、軸 J を囲むように配置される。第 3 面 1 3 は、軸 J と平行となるように配置される。第 3 面 1 3 は、軸 J に対する放射方向に関して外側を向くように配置される。第 2 面 1 2 と第 3 面 1 3 とは間隙を介して対向する。

【 0 0 3 3 】

本実施形態において、第 1 面 1 1 と第 2 面 1 2 と第 3 面 1 3 とにより空間 M S が規定される。Y Z 平面内において、空間 M S は、環状（輪帯状）である。第 1 面 1 1 は、空間 M S に面する。第 2 面 1 2 は、空間 M S に面する。第 3 面 1 3 は、空間 M S に面する。

【 0 0 3 4 】

燃料ノズル 8 は、第 1 面 1 1 に配置された供給口 2 1 と、第 2 面 1 2 に配置された供給口 2 2 とを備えている。供給口 2 1 は、空間 M S に第 1 流体を供給する。供給口 2 2 は、空間 M S に第 2 流体を供給する。本実施形態において、第 1 流体は、燃料 F である。第 2 流体は、気体（空気）G である。供給口 2 1 は、空間 M S に燃料 F を供給する。供給口 2 2 は、空間 M S に気体 G を供給する。供給口 2 1 は、軸 J と平行な X 軸方向に燃料 F を供給（噴射）する。供給口 2 1 は、+ X 方向に燃料 F を供給する。供給口 2 2 は、供給口 2 1 からの燃料 F の供給方向（X 軸方向）と交差する方向に気体 G を供給（噴射）する。供給口 2 2 は、供給口 2 1 からの燃料 F の供給方向（X 軸方向）と直交する方向に気体 G を供給してもよい。本実施形態において、供給口 2 2 は、軸 J に対する放射方向に気体 G を供給する。供給口 2 2 は、軸 J に対する放射方向に関して内側に向かって気体 G を供給する。

【 0 0 3 5 】

供給口 2 1 は、空間 M S において気体 G と混合されるように燃料 F を供給する。供給口 2 2 は、空間 M S において燃料 F と混合されるように気体 G を供給する。空間 M S において、供給口 2 1 から供給された燃料 F と、供給口 2 2 から供給された気体 G とが混合（予混合）される。燃料 F と気体 G とが混合されることにより、混合気（予混合気）F G が生成される。以下の説明において、空間 M S を適宜、混合空間 M S、と称する。

【 0 0 3 6 】

本実施形態において、供給口 2 1 は、軸 J の周囲に複数配置される。複数の供給口 2 1 は、間隔をあけて軸 J を囲むように配置される。供給口 2 2 は、軸 J の周囲に複数配置される。複数の供給口 2 2 は、間隔をあけて軸 J を囲むように配置される。本実施形態において、供給口 2 1 及び供給口 2 2 はそれぞれ、円形である。供給口 2 1 及び供給口 2 2 の一方又は他方は、多角形でもよいし、スリットでもよい。

【 0 0 3 7 】

なお、供給口 2 1 が、軸 J の周囲に配置されてもよい。すなわち、供給口 2 1 が軸 J を囲む環状でもよい。なお、供給口 2 2 が、軸 J の周囲に配置されてもよい。すなわち、供給口 2 2 が軸 J を囲む環状でもよい。

【 0 0 3 8 】

X 軸方向に関して、第 1 面 1 1 から最も遠い第 2 面 1 2 の + X 側の第 2 面エッジと、第 1 面 1 1 から最も遠い第 3 面 1 3 の + X 側の第 3 面エッジとの間に、混合空間 M S で生成された燃料 F と気体 G との混合気 F G が流出する流出口 4 1 が設けられる。供給口 2 1 と

10

20

30

40

50

流出口 4 1 とは X 軸方向に配置される。流出口 4 1 は、供給口 2 1 よりも + X 側に配置され、混合気 F G を供給する。

【 0 0 3 9 】

燃料ノズル 8 は、第 2 面 1 2 の + X 側の第 2 面エッジと結ばれ、X 軸と直交するように配置された先端面 5 2 と、第 3 面 1 3 の + X 側の第 3 面エッジと結ばれ、X 軸と直交するように配置された先端面 5 1 とを備えている。先端面 5 1 及び先端面 5 2 はそれぞれ、+ X 方向を向く。軸 J は、先端面 5 1 を通る。先端面 5 2 は、軸 J の周囲に配置される。Y Z 平面において、先端面 5 2 は、環状（輪帯状）である。

【 0 0 4 0 】

燃料ノズル 8 は、第 1 流体（燃料 F）が流れる流路 3 1 と、第 2 流体（気体 G）が流れる流路 3 2 とを備えている。流路 3 1 及び流路 3 2 のそれぞれは、燃料ノズル 8 の内部に形成される。混合空間 M S は、流路 3 1 及び流路 3 2 に対して外側の空間である。流路 3 1 において、燃料 F は + X 方向に流れる。流路 3 2 において、気体 G は + X 方向に流れる。供給口 2 1 は、流路 3 1 と結ばれる。供給口 2 1 は、流路 3 1 の燃料 F の少なくとも一部を混合空間 M S に供給する。供給口 2 2 は、流路 3 2 と結ばれる。供給口 2 2 は、流路 3 2 の気体 G の少なくとも一部を混合空間 M S に供給する。

【 0 0 4 1 】

流路 3 2 は、軸 J を囲むように設けられる。Y Z 平面内において、流路 3 2 は、環状（輪帯状）である。流路 3 1 は、流路 3 2 の内側に配置される。流路 3 1 は、軸 J を含む。

【 0 0 4 2 】

本実施形態において、燃料ノズル 8 は、少なくとも一部が軸 J の周囲に配置されるノズル部材 6 1 と、少なくとも一部がノズル部材 6 1 の周囲に配置されるノズル部材 6 2 と、を備えている。ノズル部材 6 2 は、軸 J の周囲に配置される。第 1 面 1 1、第 3 面 1 3、及び先端面 5 1 は、ノズル部材 6 1 に配置される。第 2 面 1 2 及び先端面 5 2 は、ノズル部材 6 2 に配置される。流路 3 1 及び供給口 2 1 は、ノズル部材 6 1 に配置される。流路 3 2 及び供給口 2 2 は、ノズル部材 6 2 に配置される。

【 0 0 4 3 】

本実施形態において、燃料ノズル 8 は、+ X 方向に突出する凸部 1 7 と、凸部 1 7 の周囲に配置される周壁部 1 8 とを有する。凸部 1 7 は、軸 J を含む。周壁部 1 8 は、軸 J を囲むように配置される。凸部 1 7 は、ノズル部材 6 1 に設けられる。周壁部 1 8 は、ノズル部材 6 2 に設けられる。第 3 面 1 3 は、凸部 1 7 の外面（外周面）を含む。第 2 面 1 2 は、周壁部 1 8 の内面（内周面）を含む。先端面 5 1 は、+ X 方向を向く凸部 1 7 の先端面を含む。先端面 5 2 は、+ X 方向を向く周壁部 1 8 の先端面を含む。

【 0 0 4 4 】

次に、本実施形態に係る燃料ノズル 8 の動作の一例について説明する。流路 3 1 に燃料 F が供給されると、その燃料 F の少なくとも一部は、供給口 2 1 から混合空間 M S に供給される。流路 3 2 に気体 G が供給されると、その気体 G の少なくとも一部は、供給口 2 2 から混合空間 M S に供給される。供給口 2 1 は、軸 J と平行な + X 方向に燃料 F を供給する。供給口 2 2 は、軸 J に対する放射方向に関して内側に気体 G を供給する。これにより、混合空間 M S において燃料 F と気体 G とが混合（予混合）され、混合気（予混合気）F G が生成される。混合空間 M S において生成された混合気 F G の少なくとも一部は、流出口 4 1 から混合空間 M S の外側に流出する。流出口 4 1 を介して混合空間 M S から流出した混合気 F G は、+ X 方向（下流方向）に流れ、混合空間 M S よりも + X 側の燃焼空間 F S において燃焼（予混合燃焼）する。

【 0 0 4 5 】

本実施形態においては、供給口 2 1 が + X 方向に燃料 F を供給（噴射）するので、第 1 面 1 1 と第 2 面 1 2 と第 3 面 1 3 とで規定される混合空間 M S における混合気 F G の滞留（よどみ）の発生が抑制される。本実施形態においては、流出口 4 1 は供給口 2 1 よりも + X 側に配置され、供給口 2 1 は + X 方向に燃料 F を供給する。供給口 2 1 から供給（噴射）される燃料 F の流れによって、混合空間 M S の混合気 F G は、流出口 4 1 を介して混

10

20

30

40

50

合空間MSから迅速に排出される。これにより、混合空間MSにおける混合気FGの滞留（よどみ）の発生が抑制される。混合空間MSにおける混合気FGの滞留（よどみ）の発生が抑制されることにより、混合気FGは、燃料ノズル8から離れた燃料空間FSで燃焼する。すなわち、混合空間MSにおける混合気FGの燃焼が抑制される。これにより、燃料ノズル8に対する火炎の接触、及び逆火現象の発生が抑制される。

【0046】

以上説明したように、本実施形態によれば、第1供給口15から+X方向に燃料Fを供給するようにしたので、混合空間MSにおける混合気FGの滞留（よどみ）の発生が抑制される。そのため、燃料ノズル8に対する火炎の接触、及び逆火現象の発生が抑制される。したがって、燃料ノズル8の劣化が抑制され、燃料ノズル8の性能の低下が抑制される。また、その燃料ノズル8を備える燃焼器2の性能の低下、及びガスタービン100の性能の低下が抑制される。

10

【0047】

なお、本実施形態において、供給口21から気体Gが供給され、供給口22から燃料Fが供給されてもよい。

【0048】

<第2実施形態>

第2実施形態について説明する。以下の説明において、上述の実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略又は省略する。

【0049】

図4は、本実施形態に係る燃料ノズル8Bの一例を示す側断面図である。図4において、燃料ノズル8Bは、第1面11に配置され、混合空間MSに向かって+X方向に燃料Fを供給する供給口21と、第2面12に配置され、混合空間MSに向かって軸Jに対する放射方向に関して内側に気体Gを供給する供給口22と、第3面13に配置され、混合空間MSに第3流体を供給可能な供給口23と、を備えている。

20

【0050】

第3流体は、燃料F及び気体Gの少なくとも一方である。すなわち、供給口23から燃料Fが供給されてもよいし、気体Gが供給されてもよい。本実施形態において、供給口21は、流路31に接続される。供給口23は、混合空間MSに燃料Fを供給する。

【0051】

供給口23は、供給口21からの燃料Fの供給方向（X軸方向）と交差する方向に第3流体を供給（噴射）する。供給口23は、供給口21からの燃料Fの供給方向と直交する方向に第3流体を供給（噴射）してもよい。本実施形態において、供給口23は、軸Jに対する放射方向に関して外側に向かって燃料Fを供給する。

30

【0052】

供給口23は、軸Jの周囲に複数配置される。複数の供給口23は、間隔をあけて軸Jを囲むように配置される。供給口23は、円形である。供給口23は、多角形でもよいし、スリットでもよい。

【0053】

供給口23は、供給口22と対向するように配置されてもよい。供給口23は、供給口22から供給される気体Gと衝突するように燃料Fを混合空間MSに供給してもよい。

40

【0054】

なお、供給口23が、軸Jの周囲に配置されてもよい。すなわち、供給口23が軸Jを囲む環状でもよい。

【0055】

以上説明したように、本実施形態によれば、混合空間MSに対して、供給口21から燃料Fが供給され、供給口22から気体Gが供給され、供給口23から燃料Fが供給される。本実施形態においても、混合空間MSにおける混合気FGの滞留（よどみ）の発生、及び逆火現象の発生が抑制される。

【0056】

50

< 第3実施形態 >

第3実施形態について説明する。以下の説明において、上述の実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略又は省略する。

【0057】

図5は、本実施形態に係る燃料ノズル8Cの一例を示す側断面図である。図5において、燃料ノズル8Cは、第1面11に配置され、混合空間MSに向かって+X方向に燃料Fを供給する供給口21と、第2面12に配置され、混合空間MSに向かって軸Jに対する放射方向に関して内側に気体Gを供給する供給口22と、第3面13に配置され、混合空間MSに向かって軸Jに対する放射方向に関して外側に燃料Fを供給する供給口23と、を備えている。

10

【0058】

本実施形態において、第2面12と第3面13との間の混合空間MSは、+X方向に向かって狭くなる。これにより、流出口41における混合気FGの流速が高くなる。すなわち、所謂、ノズル効果により、流出口41から流出する混合気FGの流速が高まる。したがって、流出口41における混合気FGの滞留(よどみ)の発生、及び逆火現象の発生が抑制される。

【0059】

なお、第2、及び第3実施形態において、供給口21及び供給口23から気体Gが供給され、供給口22から燃料Fが供給されてもよい。

【0060】

なお、上述の第1、第2、及び第3実施形態において、ノズル部材61とノズル部材62とは一体でもよい。換言すれば、燃焼ノズル8は、単一の部材でもよい。

20

【0061】

< 第4実施形態 >

第4実施形態について説明する。以下の説明において、上述の実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略又は省略する。

【0062】

図6は、本実施形態に係る燃料ノズル8Dの一例を示す側断面図である。図6において、燃料ノズル8Dは、第1面11に配置され、混合空間MSに向かって+X方向に第1流体を供給する供給口21と、第2面12に配置され、混合空間MSに向かって軸Jに対する放射方向に関して内側に第2流体を供給する供給口22と、第3面13に配置され、混合空間MSに向かって軸Jに対する放射方向に関して外側に第3流体を供給する供給口23と、を備えている。

30

【0063】

供給口21、供給口22、及び供給口23の少なくとも一つから燃料Fが供給され、供給口21、供給口22、及び供給口23の少なくとも一つから気体Gが供給される。本実施形態において、供給口21から燃料Fが供給され、供給口22から気体Gが供給され、供給口23から燃料Fが供給される。

【0064】

本実施形態において、燃料ノズル8Dは、供給口21に結ばれる流路31Dと、供給口22に結ばれる流路32Dと、供給口23に結ばれる流路33Dと、を備えている。流路31Dと流路32Dと流路33Dとは別々の流路である。流路31Dに燃料Fが流れ、流路32Dに気体Gが流れ、流路33Dに燃料Fが流れる。供給口21から供給される燃料F(流路31Dを流れる燃料F)と、供給口23から供給される燃料F(流路33Dを流れる燃料F)とは、同じ種類の燃料でもよいし、異なる種類の燃料でもよい。

40

【0065】

本実施形態において、燃料ノズル8Dは、流路33Dを有するノズル部材63Dと、少なくとも一部がノズル部材63Dの周囲に配置され、流路31Dを有するノズル部材61Dと、少なくとも一部がノズル部材61Dの周囲に配置され、流路32Dを有するノズル部材62Dと、を備えている。

50

【 0 0 6 6 】

本実施形態において、凸部 1 7 は、ノズル部材 6 3 D に配置される。周壁部 1 8 は、ノズル部材 6 2 D に配置される。第 1 面 1 1 は、ノズル部材 6 1 D に配置される。第 2 面 1 2 は、ノズル部材 6 2 D に配置される。第 3 面 1 3 は、ノズル部材 6 3 D に配置される。

【 0 0 6 7 】

以上説明したように、本実施形態においては、供給口 2 1 に接続される流路 3 1 D と、供給口 2 2 に接続される流路 3 2 D と、供給口 2 3 に接続される流路 3 3 D とは、別々の流路である。そのため、供給口 2 1 から供給される第 1 流体の供給量、供給口 2 2 から供給される第 2 流体の供給量、及び供給口 2 3 から供給される第 3 流体の供給量のそれぞれを個別に制御可能である。例えば、供給口 2 1 から供給される第 1 流体の供給量が、供給口 2 2 から供給される第 2 流体の供給量、及び供給口 2 3 から供給される第 3 流体の供給量よりも多くてもよい。こうすることにより、混合空間 M S における混合気 M S の滞留（よどみ）の発生、及び逆火現象の発生が抑制される。

10

【 0 0 6 8 】

図 7 は、図 6 を参照して説明した燃焼ノズル 8 D の変形例である。図 7 に示す燃焼ノズル 8 E において、第 2 面 1 2 と第 3 面 1 3 との間の混合空間 M S が、+ X 方向に向かって狭くなる。これにより、流出口 4 1 における混合気 F G の流速が高くなる。

【 0 0 6 9 】

なお、本実施形態において、供給口 2 1 から気体 G が供給され、供給口 2 2 から燃料 F が供給され、供給口 2 3 から燃料 F が供給されてもよい。なお、供給口 2 1 から燃料 F が供給され、供給口 2 2 から燃料 F が供給され、供給口 2 3 から気体 G が供給されてもよい。

20

【 0 0 7 0 】

なお、供給口 2 1 から気体 G が供給され、供給口 2 2 から気体 G が供給され、供給口 2 3 から燃料 F が供給されてもよい。なお、供給口 2 1 から気体 G が供給され、供給口 2 2 から気体 F が供給され、供給口 2 3 から燃料 G が供給されてもよい。なお、供給口 2 1 から燃料 F が供給され、供給口 2 2 から燃料 G が供給され、供給口 2 3 から気体 G が供給されてもよい。

【 0 0 7 1 】

< 第 5 実施形態 >

第 5 実施形態について説明する。以下の説明において、上述の実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略又は省略する。

30

【 0 0 7 2 】

図 8 は、本実施形態に係る燃料ノズル 8 F の一例を示す側断面図である。図 8 において、燃料ノズル 8 F は、第 1 面 1 1 に配置され、混合空間 M S に向かって + X 方向に第 1 流体を供給する供給口 2 1 と、第 2 面 1 2 に配置され、混合空間 M S に向かって軸 J に対する放射方向に関して内側に第 2 流体を供給する供給口 2 2 と、第 3 面 1 3 に配置され、混合空間 M S に向かって軸 J に対する放射方向に関して外側に第 3 流体を供給する供給口 2 3 と、を備えている。

【 0 0 7 3 】

供給口 2 1、供給口 2 2、及び供給口 2 3 の少なくとも一つから燃料 F が供給され、供給口 2 1、供給口 2 2、及び供給口 2 3 の少なくとも一つから気体 G が供給される。

40

【 0 0 7 4 】

本実施形態において、燃焼ノズル 8 F は、凸部 1 7 の先端面 5 1 に配置され、気体（空気）G が流出する流出口 4 2 を備えている。流出口 4 2 は、流出口 4 1 よりも小さい。流出口 4 2 は、供給口 2 1、供給口 2 2、及び供給口 2 3 よりも小さい。

【 0 0 7 5 】

本実施形態において、先端面 5 1 の流出口 4 2 から流出される気体 G によって、先端面 5 1 を含む燃焼ノズル 8 F の少なくとも一部が冷却される。先端面 5 1 に配置された流出口 4 2 から空気が流出することにより、先端面 5 1 を含む燃焼ノズル 8 F の温度が過剰に高まることが抑制される。また、先端面 5 1 を含む燃焼ノズル 8 F の少なくとも一部が冷

50

却されることによって、逆火現象の発生が抑制される。したがって、燃料ノズル 8 F の劣化が抑制される。

【 0 0 7 6 】

燃料ノズル 8 F は、供給口 2 1 に結ばれる流路 3 1 F と、供給口 2 2 に結ばれる流路 3 2 F と、供給口 2 3 に結ばれる流路 3 3 F と、を備えている。本実施形態において、流出口 4 2 は、流路 3 3 F と結ばれる。流路 3 3 F に気体 G が流れる。流出口 4 2 は、流路 3 3 F の気体 G の少なくとも一部を流出する。なお、燃料ノズル 8 F は、流路 3 1 F、流路 3 2 F、及び流路 3 3 F とは別の流路を有してもよい。その別の流路に流出口 4 2 が結ばれてもよい。流出口 4 2 は、その別の流路を流れる気体 G を流出してもよい。その場合、流路 3 3 F に気体 G が流れてもよいし、燃料 F が流れてもよい。

10

【 0 0 7 7 】

なお、図 8 に示す例では、流路 3 1 F に燃料 F が流れ、流路 3 2 F に気体 G が流れる。流路 3 1 F に気体 G が流れ、流路 3 2 F に燃料 F が流れてもよい。

【 0 0 7 8 】

なお、周壁部 1 8 の先端面 5 2 に、気体 G を流出する流出口 4 2 が設けられてもよい。先端面 5 2 に設けられた流出口 4 2 から気体 G が流出されることによって、燃焼ノズル 8 F の温度上昇が抑制され、逆火現象の発生が抑制される。先端面 5 2 に設けられる流出口 4 2 は、流路 3 2 F に結ばれてもよいし、流路 3 1 F、流路 3 2 F、及び流路 3 3 F とは別の流路に結ばれてもよい。

20

【 0 0 7 9 】

なお、上述の各実施形態において、第 1 面 1 1 に第 1 流体を供給する供給口が設けられ、第 3 面 1 3 に第 3 流体を供給する供給口が設けられ、第 2 面 1 2 には供給口が設けられなくてもよい。その場合においても、第 1 面 1 1 に設けられた供給口及び第 3 面 1 3 に設けられた供給口の一方の供給口から燃料 F が供給され、他方の供給口から気体 G が供給されることによって、混合空間 M S において混合気 F G が生成可能である。

【 0 0 8 0 】

図 9 は、図 8 を参照して説明した燃焼ノズル 8 F の変形例である。図 9 に示す燃焼ノズル 8 G において、第 2 面 1 2 と第 3 面 1 3 との間の混合空間 M S が、+ X 方向に向かって狭くなる。これにより、流出口 4 1 における混合気 F G の流速が高くなる。

30

【 符号の説明 】

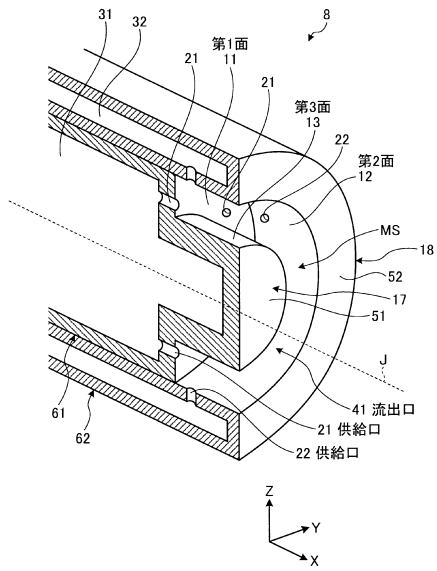
【 0 0 8 1 】

- 1 圧縮機
- 2 燃焼器
- 3 タービン
- 8 パイロット燃料ノズル（燃料ノズル）
 - 1 1 第 1 面
 - 1 2 第 2 面
 - 1 3 第 3 面
 - 2 1 供給口
 - 2 2 供給口
 - 2 3 供給口
 - 3 1 流路
 - 3 2 流路
 - 3 3 流路
 - 4 1 流出口
 - 4 2 流出口
 - 5 1 先端面
 - 5 2 先端面
 - 1 0 0 ガスタービン
 - F 燃料

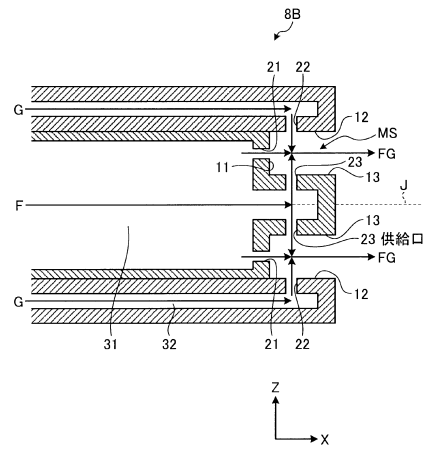
40

50

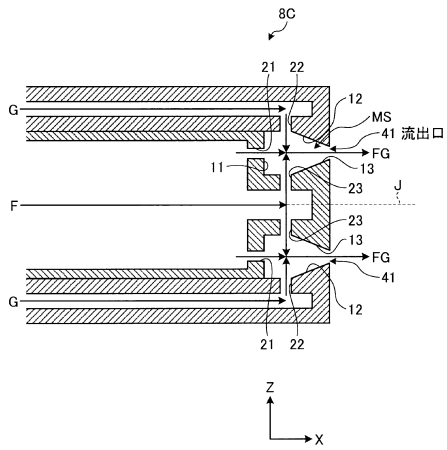
【 図 3 】



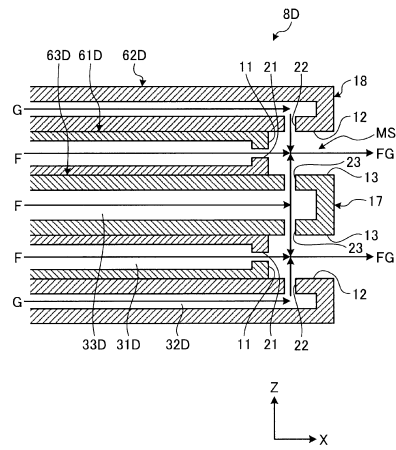
【 図 4 】



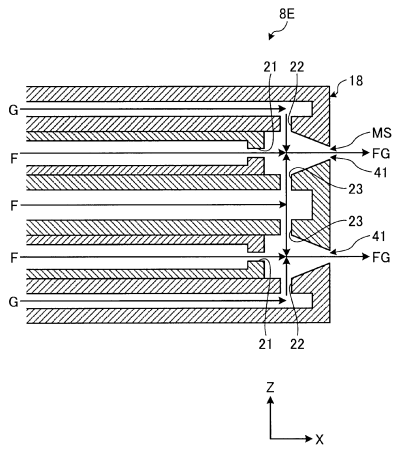
【 図 5 】



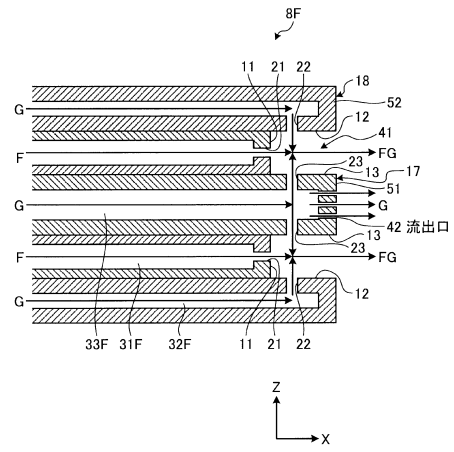
【 図 6 】



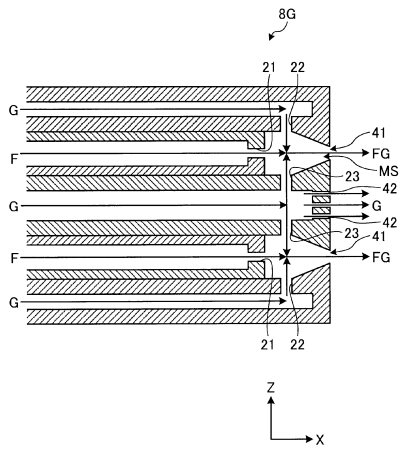
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

- (72)発明者 齊藤 圭司郎
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 江川 拓
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 西海 高史
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

審査官 金田 直之

- (56)参考文献 特開2011-021875(JP,A)
特開平06-323542(JP,A)
特開2002-323221(JP,A)
特開平06-229552(JP,A)
特開平04-214122(JP,A)
特開2011-208929(JP,A)
特開2004-028352(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02C 7/22, 7/232
F23R 3/10, 3/28, 3/30