

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6430756号
(P6430756)

(45) 発行日 平成30年11月28日(2018.11.28)

(24) 登録日 平成30年11月9日(2018.11.9)

(51) Int.Cl.

F 1

F 23 R	3/14	(2006.01)	F 23 R	3/14
F 23 R	3/28	(2006.01)	F 23 R	3/28
F 23 R	3/30	(2006.01)	F 23 R	3/30
F 02 C	9/54	(2006.01)	F 02 C	9/54
F 02 C	7/22	(2006.01)	F 02 C	7/22

D

C

請求項の数 12 (全 19 頁)

(21) 出願番号

特願2014-190634 (P2014-190634)

(22) 出願日

平成26年9月19日 (2014.9.19)

(65) 公開番号

特開2016-61506 (P2016-61506A)

(43) 公開日

平成28年4月25日 (2016.4.25)

審査請求日

平成29年9月12日 (2017.9.12)

(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

(74) 代理人 110000785

誠真IP特許業務法人

(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

(72) 発明者 赤松 真児

神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3
番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会
社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】燃焼バーナ及び燃焼器、並びにガスターイン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ノズルと、

燃料を噴射するための燃料噴射孔を有するとともに、前記ノズルの周囲において前記ノズルの軸方向に沿って延在する環状の空気流路に設けられて該空気流路を流れる空気を旋回させるように構成されたスワラベーンと、

前記ノズルの半径方向において前記空気流路のうち少なくとも前記スワラベーンの下流側の領域を仕切り、前記空気流路のうち少なくとも前記領域を、前記ノズルの外周面に面する内側流路と該内側流路に対して前記半径方向の外側に位置する外側流路とに分割する環状の仕切り板と、を備え、

前記燃料噴射孔は、前記スワラベーンのうち前記空気流路の前記外側流路内に位置する部位にのみ設けられ、

前記燃料噴射孔は、前記空気流路の前記外側流路内に位置し、

前記仕切り板の上流側の端部は、前記軸方向において、前記燃料噴射孔よりも上流側に位置し、

前記ノズルは、

前記ノズルの内部に設けられ、前記内側流路に連通するノズル内部流路と、

前記ノズルの下流側の端面に開口し、前記ノズル内部流路からの前記空気を噴射するための空気噴射孔と、

を含む

10

20

ことを特徴とする燃焼バーナ。

【請求項 2】

前記内側流路における前記空気の旋回方向が、前記外側流路における前記空気の旋回方向と同じであることを特徴とする請求項 1 に記載の燃焼バーナ。

【請求項 3】

前記内側流路における前記空気の流れは、前記軸方向に沿った流れ、又は、前記外側流路における前記空気の旋回方向と逆方向の旋回成分を持つ流れであることを特徴とする請求項 1 に記載の燃焼バーナ。

【請求項 4】

前記ノズルの下流側の端部において、前記ノズルの外周面は前記軸方向に沿っており、10

前記仕切り板は、前記ノズルの下流端の端部における前記外周面を覆うように前記軸方向に沿って延在していることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の燃焼バーナ。

【請求項 5】

前記仕切り板の下流側の端部は、前記軸方向において、前記ノズルの下流側の端面よりも上流側に位置することを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の燃焼バーナ。

【請求項 6】

前記ノズルの下流側の端部は、前記仕切り板の下流側の端部よりも下流側において、前記ノズルの下流側の前記端面に近づくにつれて、前記半径方向において前記ノズルの中心軸から遠ざかるように前記軸方向に対して傾斜した外周面を有することを特徴とする請求項 5 に記載の燃焼バーナ。20

【請求項 7】

前記内側流路の内部において前記ノズルの周方向に複数設けられ、前記仕切り板を前記ノズルに支持する支持部材をさらに備えることを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか一項に記載の燃焼バーナ。

【請求項 8】

前記支持部材は、前記内側流路を通過する前記空気を旋回させるように構成されたことを特徴とする請求項 7 に記載の燃焼バーナ。

【請求項 9】

前記スワラベーンは、前記ノズルの周方向に複数設けられ、30

各々の前記スワラベーンは、前記ノズルの外周面から前記半径方向の外側に延在しており、

前記仕切り板は、少なくとも一部が、周方向に隣り合う一対のスワラベーンのうち一方の腹面と、前記一対のスワラベーンの他方の背面との間において前記周方向に延在しており、

前記内側流路は、前記仕切り板、前記ノズルの外周面、前記腹面及び前記背面によって囲まれた翼間流路を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 8 の何れか一項に記載の燃焼バーナ。

【請求項 10】

ノズルと、40

燃料を噴射するための燃料噴射孔を有するとともに、前記ノズルの周囲において前記ノズルの軸方向に沿って延在する環状の空気流路に設けられて該空気流路を流れる空気を旋回させるように構成されたスワラベーンと、

前記ノズルの半径方向において前記空気流路のうち少なくとも前記スワラベーンの下流側の領域を仕切り、前記空気流路のうち少なくとも前記領域を、前記ノズルの外周面に面する内側流路と該内側流路に対して前記半径方向の外側に位置する外側流路とに分割する環状の仕切り板と、を備え、

前記燃料噴射孔は、前記空気流路の前記外側流路内に位置し、

前記仕切り板の上流側の端部は、前記軸方向において、前記燃料噴射孔よりも上流側に位置し、

前記ノズルは、

前記ノズルの内部に設けられ、且つ、前記スワラベーンの後流側において前記内側流路に連通するノズル内部流路と、

前記ノズルの下流側の端面に開口し、前記ノズル内部流路からの前記空気を噴射するための空気噴射孔と、

を含む

ことを特徴とする燃焼バーナ。

【請求項11】

請求項1乃至10の何れか一項に記載の燃焼バーナと、

前記燃焼バーナからの燃焼ガスを導くための流路を形成するための燃焼ライナと、を備えることを特徴とする燃焼器。 10

【請求項12】

圧縮空気を生成するための圧縮機と、

前記圧縮機からの前記圧縮空気により燃料を燃焼させて燃焼ガスを発生させるように構成された請求項11に記載の燃焼器と、

前記燃焼器からの前記燃焼ガスによって駆動されるように構成されたタービンと、を備えることを特徴とするガスタービン。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本開示は、旋回流を形成するためのスワラを有する燃焼バーナ、並びに該燃焼バーナを備えた燃焼器及びガスタービンに関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、燃焼ガスを生成するための燃焼バーナとして、空気を旋回させるスワラを備えたものが知られている。例えば、圧縮機と、燃焼バーナが設けられた燃焼器と、タービンとを備えるガスタービンにおいては、燃焼バーナとしてパイロットバーナやメイン燃焼バーナ（予混合燃焼バーナ）が用いられ、こういった燃焼バーナの空気流路にスワラが設けられている。 30

【0003】

特許文献1には、燃焼ノズルの周囲の空気通路に複数の旋回翼（スワラ）が放射状に設けられた燃焼バーナが記載されている。また特許文献1には、空気通路を内周側の空気通路と外周側の空気通路とに仕切る仕切壁が設けられた構成も記載されている。この構成によれば、内周側の空気通路を通過した空気層（フィルム層）によって燃焼ノズルの下流側端部が覆われるので、この部位の高温化を抑制することができる。

【0004】

さらに、特許文献2には、半径方向内側の空気路域と半径方向外側の空気路域とを仕切る仕切り壁と、半径方向外側の空気路域に設けられたスワラと、を備えたバーナが記載されている。このバーナでは、半径方向内側の空気路域では空気に旋回を与せず、内側における軸流速度の増大を図っている。 40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2010-249449号公報

【特許文献2】特開2010-223577号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

50

ところで、燃焼バーナにおいては、ノズルやノズル周辺部位の焼損等のバーナ不具合の一因となるフラッシュバックの発生を抑制することが要求される。一般に、火炎は、軸流速度が遅く、燃料濃度の高い領域に向けて遡上しやすいことが知られている。すなわち、フラッシュバックは、気体の軸流速度が遅い領域において発生しやすく、また気体中の燃料濃度が高い領域においても発生しやすい。

燃焼バーナの空気流路においては、スワラによって形成された旋回流の渦中心側にその周囲よりも軸流速度の遅い領域が形成され、また、空気流路の壁面近傍に形成される層流によって軸流速度の遅い領域が形成される。これらの領域においては、火炎の伝播速度が軸流速度を上回ってフラッシュバックが発生する可能性が高まる。一方、気体の燃料濃度が高いと着火性も上がるため、当然この場合もフラッシュバックの可能性が高まる。したがって、軸流速度の遅い領域において燃料濃度が高くなると、フラッシュバックの発生する可能性がより一層高まる。10

【0007】

この点、特許文献1によれば、ノズル周囲の境界層における軸流速度が遅い領域をフィルム層で覆っているため、軸流速度の観点からはフラッシュバック発生の可能性をある程度は抑制できる。しかし、旋回翼の噴射孔から噴射された燃料がフィルム層に混入する可能性があり、燃料濃度の観点ではフラッシュバック発生のリスクを回避できない。

また、特許文献2では、フラッシュバックを抑制するために半径方向内側の空気路域における軸流速度の増大を図っているが、燃料濃度の観点でのフラッシュバック抑制対策は何ら施されていない。20

【0008】

上述の事情に鑑みて、本発明の少なくとも一実施形態は、フラッシュバックの発生を効果的に抑制し得る燃焼バーナ及び燃焼器、並びに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】

【0009】

本発明の少なくとも一実施形態に係る燃焼バーナは、
ノズルと、

燃料を噴射するための燃料噴射孔を有するとともに、前記ノズルの周囲において前記ノズルの軸方向に沿って延在する環状の空気流路に設けられて該空気流路を流れる空気を旋回させるように構成されたスワラベーンと、30

前記ノズルの半径方向において前記空気流路のうち少なくとも前記スワラベーンの下流側の領域を仕切り、前記空気流路のうち少なくとも前記領域を、前記ノズルの外周面に面する内側流路と該内側流路に対して前記半径方向の外側に位置する外側流路とに分割する環状の仕切り板と、を備え、

前記燃料噴射孔は、前記空気流路の前記外側流路内に位置し、

前記仕切り板の上流側の端部は、前記軸方向において、前記燃料噴射孔よりも上流側に位置することを特徴とする。

【0010】

上記燃焼バーナでは、空気流路のうち少なくとも下流側の領域を仕切り板によって内側流路と外側流路とに仕切り、内側流路を流れる空気によってノズル外周面を覆うフィルム空気層を形成している。さらに、外側流路内に形成された燃料噴射孔が仕切り板よりも上流側に位置するように構成したので、燃料噴射孔から噴射された燃料が内側流路におけるフィルム空気層へ混入することを防止でき、フラッシュバックの発生を効果的に抑制できる。40

【0011】

幾つかの実施形態において、前記内側流路における前記空気の旋回方向が、前記外側流路における前記空気の旋回方向と同じである。

上記実施形態によれば、仕切り板の後流側における内側流路の空気と外側流路の空気が合流する領域において互いの旋回方向が同じであるため、外側流路を通過した燃料を含50

む空気が内側流路を通過した空気に混入し難くなる。これにより、仕切り板の内壁面近傍に形成される境界層の影響により軸流速度が小さい領域（仕切り板の後流側の領域）における燃料濃度を低下させ、該領域への火炎の遡上を抑制できる。

【0012】

幾つかの実施形態において、前記内側流路における前記空気の流れは、前記軸方向に沿った流れ、又は、前記外側流路における前記空気の旋回方向と逆方向の旋回成分を持つ流れである。

上記実施形態によれば、仕切り板の後流側において内側流路を通過する空気の旋回が弱められ、内側流路の後流側における空気の軸流速度を高めることができる。このため、ノズル後端面への火炎の遡上（渦芯フラッシュバック）を抑制できる。

10

【0013】

幾つかの実施形態において、前記ノズルは、前記ノズルの内部に設けられ、前記内側流路に連通するノズル内部流路と、前記ノズルの下流側の端面に開口し、前記ノズル内部流路からの前記空気を噴射するための空気噴射孔と、を含む。

このように、内側流路を流れる空気の一部を、ノズル内部流路を介して空気噴射孔からノズル下流側に噴射するようにしたので、ノズル下流側の端面が空気で覆われて燃料濃度の低い領域が形成される。これにより、ノズル下流側の端面に火炎が遡上し難くなり、ノズルの焼損を防止できる。

【0014】

幾つかの実施形態において、前記ノズルの下流側の端部において、前記ノズルの外周面は前記軸方向に沿っており、前記仕切り板は、前記ノズルの下流端の端部における前記外周面を覆うように前記軸方向に沿って延在している。

20

例えば、ノズル外周面が軸方向に沿って延在しておらず、ノズル外周面が先細りになっている場合、内側流路を通過する空気流は流路断面積の拡大に伴って軸流速度が低下してしまうおそれがある。

この点、上記実施形態によれば、ノズル下流側の端部において、ノズル外周面がノズルの軸方向に沿っており、且つ、軸方向に沿って延在する仕切り板によって覆われることで、空気流の軸流速度を高く維持したまま内側流路内を空気が通過することになる。よって、内側流路の後流側の領域に向かう火炎の遡上を抑制することができる。

【0015】

30

幾つかの実施形態において、前記仕切り板の下流側の端部は、前記軸方向において、前記ノズルの下流側の端面よりも上流側に位置する。

上記実施形態では、ノズル下流側の端部は仕切り板によって覆われていないので、内側流路を通過した空気の流れが、仕切り板の後流側において巻き上がって渦を形成する。この渦によって、仕切り板の後流側における燃料濃度が低下するため、仕切り板の下流端に向かう火炎の遡上を抑制できる。

【0016】

一実施形態において、前記ノズルの下流側の端部は、前記仕切り板の下流側の端部よりも下流側において、前記ノズルの下流側の前記端面に近づくにつれて、前記半径方向において前記ノズルの中心軸から遠ざかるように前記軸方向に対して傾斜した外周面を有する。

40

これにより、ノズルの下流側の端部において、内側流路を通過した空気流がノズルの外周面に押し付けられて、ノズルの外周面近傍の境界層が薄くなる。そのため、ノズルの外周面近傍における軸流速度分布を均一に近づけることができ、フラッシュバックを抑制可能である。

【0017】

幾つかの実施形態において、前記内側流路の内部において前記ノズルの周方向に複数設けられ、前記仕切り板を前記ノズルに支持する支持部材をさらに備える。

これにより、ノズルに対して仕切り板を強固に支持できる。

【0018】

50

一実施形態において、前記支持部材は、前記内側流路を通過する前記空気を旋回させるように構成される。

このように、支持部材が内側流路の空気の流れを阻害することなく旋回流を形成する構成となっているため、仕切り板の支持のみならず旋回流形成の観点からも支持部材を有効に活用できる。

【0019】

幾つかの実施形態において、前記スワラベーンは、前記ノズルの周方向に複数設けられ、各々の前記スワラベーンは、前記ノズルの外周面から前記半径方向の外側に延在しており、前記仕切り板は、少なくとも一部が、周方向に隣り合う一対のスワラベーンのうち一方の腹面と、前記一対のスワラベーンの他方の背面との間において前記周方向に延在しており、前記内側流路は、前記仕切り板、前記ノズルの外周面、前記腹面及び前記背面によつて囲まれた翼間流路を含む。10

これにより、ノズル外周面から半径方向外側に延在するようにスワラベーンが設けられる場合であっても、隣接するスワラベーン間ににおいて、仕切り板によって外側流路から隔離された翼間流路を形成することができる。そのため、外側流路内に位置する燃料噴射孔から噴射された燃料が翼間流路に混入することを防止できる。

【0020】

本発明の少なくとも一実施形態に係る燃焼器は、
上記実施形態の何れかに記載の燃焼バーナと、
前記燃焼バーナからの燃焼ガスを導くための流路を形成するための燃焼ライナと、を備えることを特徴とする。20

上記燃焼器によれば、フラッシュバックの発生を効果的に抑制し得る燃焼バーナを備えているため、燃焼器の耐久性を向上できる。

【0021】

本発明の少なくとも一実施形態に係るガスタービンは、
圧縮空気を生成するための圧縮機と、
前記圧縮機からの前記圧縮空気により燃料を燃焼させて燃焼ガスを発生させるように構成された上記実施形態に記載される燃焼器と、
前記燃焼器からの前記燃焼ガスによって駆動されるように構成されたタービンと、を備える。30

上記燃焼器によれば、フラッシュバックの発生を効果的に抑制し得る燃焼バーナを備えているため、ガスタービンの燃焼器の耐久性を向上できる。

【発明の効果】

【0022】

本発明の少なくとも一実施形態によれば、スワラベーンの燃料噴射孔から噴射された燃料が空気流路のうち内側流路に混入することを防止でき、フラッシュバックの発生を効果的に抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】一実施形態に係るガスタービンを示す概略構成図である。40

【図2】一実施形態に係る燃焼器を示す断面図である。

【図3】一実施形態に係る燃焼器の要部を示す断面図である。

【図4】幾つかの実施形態に係る燃焼バーナの概略的な基本構成を示す断面図である。

【図5】図4に示される燃焼バーナのX-X線断面図である。

【図6】一実施形態に係る燃焼バーナのノズル軸方向に沿った断面図である。

【図7】他の実施形態に係る燃焼バーナのノズル軸方向に沿った断面図である。

【図8】他の実施形態に係る燃焼バーナのノズル軸方向に沿った要部断面図である。

【図9】一実施形態におけるスワラベーン及び仕切り板の分解斜視図である。

【図10】他の実施形態におけるスワラベーン及び仕切り板の分解斜視図である。

【図11A】他の実施形態におけるスワラベーン及び仕切り板の分解斜視図である。50

【図11B】他の実施形態におけるスワラベーン及び仕切り板の分解斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、添付図面を参照して本発明の幾つかの実施形態について説明する。ただし、実施形態として記載されている又は図面に示されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的位置等は、本発明の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

【0025】

最初に、本実施形態に係る燃焼バーナ及び燃焼器の適用先の一例であるガスタービン1について、図1を参照して説明する。なお、図1は、一実施形態に係るガスタービン1を示す概略構成図である。

10

【0026】

図1に示すように、一実施形態に係るガスタービン1は、酸化剤としての圧縮空気を生成するための圧縮機2と、圧縮空気及び燃料を用いて燃焼ガスを発生させるための燃焼器4と、燃焼ガスによって回転駆動されるように構成されたタービン6と、を備える。発電用のガスタービン1の場合、タービン6には不図示の発電機が連結され、タービン6の回転エネルギーによって発電が行われるようになっている。

【0027】

ガスタービン1における各部位の具体的な構成例について説明する。

圧縮機2は、圧縮機車室10と、圧縮機車室10の入口側に設けられ、空気を取り込むための空気取入口12と、圧縮機車室10及び後述するタービン車室22を共に貫通するように設けられたロータ8と、圧縮機車室10内に配置された各種の翼と、を備える。各種の翼は、空気取入口12側に設けられた入口案内翼14と、圧縮機車室10側に固定された複数の静翼16と、静翼16に対して交互に配列されるようにロータ8に植設された複数の動翼18と、を含む。なお、圧縮機2は、不図示の抽気室等の他の構成要素を備えていてもよい。このような圧縮機2において、空気取入口12から取り込まれた空気は、複数の静翼16及び複数の動翼18を通過して圧縮されることで高温高圧の圧縮空気となる。そして、高温高圧の圧縮空気は圧縮機2から後段の燃焼器4に送られる。

20

【0028】

燃焼器4は、ケーシング20内に配置される。図1に示すように、燃焼器4は、ケーシング20内にロータ8を中心として環状に複数配置されていてもよい。燃焼器4には燃料と圧縮機2で生成された圧縮空気が供給され、燃料を燃焼させることによって、タービン6の作動流体である燃焼ガスを発生させる。そして、燃焼ガスは燃焼器4から後段のタービン6に送られる。なお、燃焼器4の詳細な構成例については後述する。

30

【0029】

タービン6は、タービン車室22と、タービン車室22内に配置された各種の翼と、を備える。各種の翼は、タービン車室22側に固定された複数の静翼24と、静翼24に対して交互に配列されるようにロータ8に植設された複数の動翼26と、を含む。なお、タービン6は、出口案内翼等の他の構成要素を備えていてもよい。タービン6においては、燃焼ガスが複数の静翼24及び複数の動翼26を通過することでロータ8が回転駆動する。これにより、ロータ8に連結された発電機が駆動されるようになっている。

40

タービン車室22の下流側には、排気車室28を介して排気室30が連結されている。タービン6を駆動した後の燃焼ガスは、排気車室28及び排気室30を通じて外部へ排出される。

【0030】

次に、図2及び図3を参照して、一実施形態に係る燃焼器4の詳細な構成について説明する。なお、図2は、一実施形態に係る燃焼器4を示す断面図である。図3は、一実施形態に係る燃焼器4の要部を示す断面図である。

【0031】

図2及び図3に示すように、一実施形態に係る燃焼器4は、ロータ8を中心として環状に複数配置されている(図1参照)。各燃焼器4は、ケーシング20により囲まれた燃

50

焼器車室 4 0 に設けられた燃焼器ライナ 4 6 と、燃焼器ライナ 4 6 内にそれぞれ配置されたパイロット燃焼バーナ 5 0 及び複数のメイン燃焼バーナ（予混合燃焼バーナ）6 0 と、を含む。なお、燃焼器 4 は、燃焼ガスをバイパスさせるためのバイパス管（不図示）等の他の構成要素を備えていてもよい。

【0032】

例えば、燃焼器ライナ 4 6 は、パイロット燃焼バーナ 5 0 及び複数のメイン燃焼バーナ 6 0 の周囲に配置される内筒 4 6 a と、内筒 4 6 a の先端部に連結された尾筒 4 6 b と、を有している。

パイロット燃焼バーナ 5 0 は、燃焼器ライナ 4 6 の中心軸に沿って配置されている。そして、パイロット燃焼バーナ 5 0 を囲むように、複数のメイン燃焼バーナ 6 0 が互いに離間して配列されている。10

パイロット燃焼バーナ 5 0 は、燃料ポート 5 2 に連結されたパイロットノズル（ノズル）5 4 と、パイロットノズル 5 4 を囲むように配置されたパイロットバーナ筒 5 6 と、パイロットノズル 5 4 の外周に設けられたスワラ 5 8 と、を有している。なお、パイロット燃焼バーナ 5 0 の具体的な構成については後述する。

メイン燃焼バーナ 6 0 は、燃料ポート 6 2 に連結されたメインノズル（ノズル）6 4 と、メインノズル 6 4 を囲むように配置されたメインバーナ筒 6 6 と、メインノズル 6 4 の外周に設けられたスワラ 6 8 と、を有している。

【0033】

上記構成を有する燃焼器 4 において、圧縮機 2 で生成された高温高圧の圧縮空気は車室入口 4 2 から燃焼器車室 4 0 内に供給され、さらに燃焼器車室 4 0 からメインバーナ筒 6 6 内に流入する。そして、この圧縮空気と、燃料ポート 6 2 から供給された燃料とがメインバーナ筒 6 6 内で予混合される。この際、予混合気はスワラ 6 8 により主として旋回流を形成し、燃焼器ライナ 4 6 に流れ込む。また、圧縮空気と、燃料ポート 5 2 を介してパイロット燃焼バーナ 5 0 から噴射された燃料とが燃焼器ライナ 4 6 で混合され、図示しない種火により着火されて燃焼し、燃焼ガスが発生する。このとき、燃焼ガスの一部が火炎を伴って周囲に拡散することで、各メイン燃焼バーナ 6 0 から燃焼器ライナ 4 6 内に流れ込んだ予混合気に着火されて燃焼する。すなわち、パイロット燃焼バーナ 5 0 から噴射されたパイロット燃料によるパイロット火炎によって、メイン燃焼バーナ 6 0 からの予混合気（予混合燃料）の安定燃焼を行うための保炎を行うことができる。20

【0034】

以下、本実施形態に係る燃焼バーナの構成について、一例として上述したパイロット燃焼バーナ 5 0 を用いて詳細に説明する。

なお、本実施形態に係る燃焼バーナは、パイロット燃焼バーナ 5 0 に限定されるものではなく、ノズルの周囲の軸方向流路にスワラ（スワラベーン）が設けられた燃焼バーナであればどのタイプの燃焼バーナに対しても適用可能である。例えば、燃焼バーナは、ガスタービン 1 の燃焼器 4 に設けられるメイン燃焼バーナ 6 0 であってもよいし、ガスタービン 1 以外の機器に設けられる燃焼バーナであってもよい。

【0035】

一実施形態に係る燃焼バーナ（パイロット燃焼バーナ）5 0 の概略的な基本構成を図 4 及び図 5 に示す。ここで、図 4 は幾つかの実施形態に係る燃焼バーナ 5 0 の概略的な基本構成を示す断面図である。なお、同図はノズル 5 4 の軸方向に沿った断面図である。図 4 では、理解を容易にするために、ノズル 5 4 の下方に位置するスワラ 5 8 はノズル軸方向に沿った断面を示すが、ノズル 5 4 の上方に位置するスワラベーン 7 0 はその側面図を示している。図 5 は図 4 に示される燃焼バーナの X - X 線断面図である。40

一実施形態に係る燃焼バーナ 5 0 は、ノズル（燃料ノズル）5 4 と、パイロットバーナ筒 5 6 と、スワラ 5 8 と、仕切り板 1 0 0 と、を備えている。

【0036】

ノズル 5 4 は、例えば上述したように燃料ポート 5 2 （図 2 及び図 3 参照）に連結され、燃料ポート 5 2 から燃料が供給される。なお、燃料は、気体であっても液体であっても50

よく、その種類も特に限定されない。また、パイロットノズル 5 4 には、例えば燃料ガス及び燃料油のように、2種類以上の燃料が供給されてもよい。

【0037】

パイロットバーナ筒 5 6 は、ノズル 5 4 に対して同心状に、且つノズル 5 4 の少なくとも先端側を囲むように配置されている。すなわち、パイロットバーナ筒 5 6 の軸はノズル 5 4 の軸と略一致し、且つパイロットバーナ筒 5 6 の径はノズル 5 4 の径よりも大きい。パイロットバーナ筒 5 6 は、ノズル 5 4 の周囲の上流側領域においては壁面がノズル 5 4 の軸方向に沿った円筒状に形成され、火炎面側に位置する下流側領域においては壁面が端部に向けて拡径する円錐台形状に形成されてもよい。なお、本実施形態において、上流側とは、空気又は燃料の流れる向きにおける上流側をいい、下流側とは、空気又は燃料の流れる向きにおける下流側をいう。

ノズル 5 4 の外周面とパイロットバーナ筒 5 6 の内周面との間には、ノズル 5 4 の周囲において該ノズル 5 4 の軸方向に沿って延在する環状の空気流路 9 0 が形成されている。この空気流路 9 0 には、その上流側（図 4 において左側）から下流側（図 4 において右側）に向かって、空気が流通する。空気は圧縮空気であってもよい。また、空気流路 9 0 に供給される空気は、燃料を含まない空気であってもよい。

【0038】

スワラ 5 8 は、空気流路 9 0 を流通する気体を旋回させるように構成され、少なくとも一枚のスワラベーン 7 0 を備える。なお、図 4 及び図 5 に例示したスワラ 5 8 は、ノズル 5 4 を中心として放射状に配列された8枚のスワラベーン 7 0 を有している。

【0039】

スワラベーン 7 0 は、ノズル 5 4 の周囲においてノズル 5 4 の軸方向に沿って延在する空気流路 9 0 に設けられ、空気流路 9 0 を流通する気体に旋回力を付与するように構成されている。スワラベーン 7 0 は、平面視において翼型形状を有する流線形であってもよい。

また、スワラベーン 7 0 は、ノズル 5 4 側に位置する翼根部 7 1 と、翼根部 7 1 よりも外周側に位置する翼本体部 7 2 と、を有している。具体的に、翼根部 7 1 はスワラベーン 7 0 の外周面に立設しており、翼根部 7 1 によって翼本体部 7 2 がノズル 5 4 に連結される。また、翼根部 7 1 は、ノズル 5 4 の軸方向における長さが翼本体部 7 2 より短い。

さらに、図 9 に示すように、スワラベーン 7 0 は、圧力面である腹面 7 3 と、負圧面である背面 7 4 と、気体の流通方向（ノズル 5 4 の軸方向）における上流側の端部である前縁 7 5 と、下流側の端部である後縁 7 6 と、を有している。なお、図 9 については後に詳述するが、同図は一実施形態におけるスワラベーン 7 0 A 及び仕切り板 1 0 0 A の分解斜視図である。

【0040】

図 4 及び図 5 に戻り、スワラベーン 7 0 には、少なくとも一つの燃料噴射孔 7 8 が形成されている。本実施形態では一例として、スワラベーン 7 0 の腹面 7 3 に1個の燃料噴射孔 7 8 が形成された構成を示している。他の構成として、スワラベーン 7 0 の腹面 7 3 又は背面 7 4（図 9 参照）に複数の燃料噴射孔 7 8 が形成されていてもよい。燃料と空気の予混合を促進する目的から、少なくとも一つの燃料噴射孔 7 8 はスワラベーン 7 0 の上流側領域に設けられていてもよい。

【0041】

ノズル 5 4 及びスワラベーン 7 0 の内部には、それぞれ、燃料ポート 5 2（図 2 及び図 3 参照）から供給された燃料を流通させるための燃料流路が設けられている。

一構成例において、燃料流路は、予混合燃焼用燃料流路 8 0 と、拡散燃焼用燃料流路 8 5（図 5 及び図 6 参照）と、スワラ内燃料流路 7 9 と、を含む。

【0042】

予混合燃焼用燃料流路 8 0 は、ノズル 5 4 の内部に設けられており、ノズル 5 4 の軸方向に沿った上流側流路 8 1 及び下流側流路 8 2 と、上流側流路 8 1 及び下流側流路 8 2 の間に設けられたキャビティ 8 3 と、を有している。下流側流路 8 2 は、スワラ内燃料流路

10

20

30

40

50

7 9 に連通している。

スワラ内燃料流路 7 9 は、スワラベーン 7 0 の内部（例えば翼根部 7 1 の内部）に設けられており、スワラベーン 7 0 の燃料噴射孔 7 8 に連通している。

予混合燃焼用燃料流路 8 0 に供給された燃料は、上流側流路 8 1、キャビティ 8 3、下流側流路 8 2 を順に通って、スワラベーン 7 0 の燃料噴射孔 7 8 から空気流路 9 0 に噴射される。そして、燃料噴射孔 7 8 から噴射された燃料は、空気流路 9 0 を流れる空気と混合されて予混合気（燃料ガス）となり、燃焼空間に送られて燃焼する。なお、燃焼空間とは、ノズル 5 4 の後流側の領域であって、パイロットバーナ筒 5 6 で囲まれた空間を含む。

【 0 0 4 3 】

拡散燃焼用燃料流路 8 5 は、図 6 に示すように、ノズル 5 4 の軸方向に沿って該ノズル 5 4 の内部に設けられており、ノズル内燃料流路 8 6 と、ノズル内燃料流路 8 6 に連通するキャビティ 8 7 と、を有している。ノズル内燃料流路 8 6 は、ノズル 5 4 の下流側端部に形成された燃料噴射孔 8 8 に連通している。なお、図 4 において拡散燃焼用燃料流路 8 5 は図示されないため、図 6 のノズル下方部分において拡散燃焼用燃料流路 8 5 を含む他の断面を示している。また、他の構成例においては、拡散燃焼用燃料流路 8 5 がノズル 5 4 の中心に設けられていてもよい。

拡散燃焼用燃料流路 8 5 に供給された燃料は、キャビティ 8 7 及びノズル内燃料流路 8 6 を通って、燃料噴射孔 8 8 から燃焼空間内に噴射される。そして、燃料噴射孔 8 8 から噴射された燃料は、燃焼空間において空気又は予混合気と混合されて燃焼する。

【 0 0 4 4 】

図 4 及び図 5 に戻り、仕切り板 1 0 0 は、ノズル 5 4 を囲むように環状に形成されている。例えば、仕切り板 1 0 0 は、複数の部材を溶接等によって接合することにより環状に形成されてもよいし、一つの部材によって環状に形成されてもよい。

また、仕切り板 1 0 0 は、ノズル 5 4 の半径方向において空気流路 9 0 のうち少なくともスワラベーン 7 0 の下流側の領域を仕切り、空気流路 9 0 のうち少なくとも前記領域を、ノズル 5 4 の外周面に面する内側流路 9 2 と該内側流路 9 2 に対して半径方向の外側に位置する外側流路 9 1 とに分割するように構成されている。

【 0 0 4 5 】

外側流路 9 1 には、スワラベーン 7 0 に形成された燃料噴射孔 7 8 が位置している。さらに、仕切り板 1 0 0 の上流側端部 1 0 1 は、ノズル 5 4 の軸方向において、燃料噴射孔 7 8 よりも上流側に位置している。

一実施形態においては、図 4 に示すように、内側流路 9 2 内には燃料噴射孔が存在しない。すなわち、内側流路 9 2 内には、ノズル 5 4 内の外周面にもスワラベーン 7 0 にも燃料噴射孔は設けられていない。また、一実施形態においては、空気流路 9 0 に供給される空気は、燃料を含まない空気である。

【 0 0 4 6 】

図 4 に示す例では、仕切り板 1 0 0 は、スワラベーン 7 0 の上流側から下流側までの全ての領域を仕切るように構成されている。

あるいは、仕切り板 1 0 0 の上流側端部 1 0 1 が、スワラベーン 7 0 の前縁 7 5（図 9 参照）よりも下流側に位置してもよい。この場合も、仕切り板 1 0 0 の上流側端部 1 0 1 は、ノズル 5 4 の軸方向において、燃料噴射孔 7 8 よりも上流側に位置するものとする。

【 0 0 4 7 】

上記実施形態によれば、仕切り板 1 0 0 によって空気流路 9 0 のうち少なくとも下流側の領域を内側流路 9 2 と外側流路 9 1 とに仕切り、内側流路 9 2 を流れる空気によってノズル 5 4 の外周面を覆うフィルム空気層を形成している。さらに、外側流路 9 1 内に形成された燃料噴射孔 7 8 が仕切り板 1 0 0 よりも上流側に位置するように構成したので、燃料噴射孔 7 8 から噴射された燃料が内側流路 9 2 におけるフィルム空気層へ混入することを防止でき、フラッシュバックの発生を効果的に抑制できる。

【 0 0 4 8 】

10

20

30

40

50

さらに、本実施形態に係る燃焼バーナ50は以下の構成を選択的に備えていてもよい。

【0049】

幾つかの実施形態では、燃焼バーナ50は、空気流路90に燃料を噴射するための複数の燃料噴射部を備えており、複数の燃料噴射部のうち最も上流側に位置する燃料噴射部がスワラベーン70の燃料噴射孔78である。すなわち、燃料噴射部は、スワラベーン70の燃料噴射孔78とは別に、例えば図6に示す燃料噴射孔88のように他の燃料噴射部を備えていてもよい。但し、他の燃料噴射部は、スワラベーン70の燃料噴射孔78よりも下流側に位置する。また、燃料噴射部は仕切り板100が設けられた軸方向範囲内に位置していてもよいが、この場合、燃料噴射部は外側流路91のみに燃料を噴射するようになっている(すなわち、内側流路92には燃料を噴射しない)。

10

【0050】

一実施形態において、図5に示すように、仕切り板100は、少なくとも一部が、周方向に隣り合う一対のスワラベーン70のうち一方の腹面73と、一対のスワラベーン70の他方の背面74との間ににおいて周方向に延在している。この構成によって、内側流路92は、仕切り板100、ノズル54の外周面、スワラベーン70の腹面73及び背面74によって囲まれた翼間流路92Aが形成される。この翼間流路92Aは、内側流路92の少なくとも一部である。

上記構成によって、ノズル54の外周面から半径方向外側に延在するようにスワラベーン70が設けられる場合であっても、隣接するスワラベーン70間ににおいて、仕切り板100によって外側流路91から隔離された翼間流路92Aを形成することができる。これにより、外側流路91内に位置する燃料噴射孔78から噴射された燃料が翼間流路92Aに混入することを防止できる。

20

【0051】

幾つかの実施形態では、ノズル54の下流側端部55(実際には下流側端部55を含むノズル下流側領域)において、ノズル54の外周面は該ノズル54の軸方向に沿っている。すなわち、ノズル54の下流側領域における該ノズル54の外周面は、軸方向において径が略同一の円筒状に形成されている。一方、仕切り板100は、ノズル54の下流端の端部における外周面を覆うように軸方向に沿って延在している。この仕切り板100も、ノズル54の下流側領域では、軸方向において径が略同一の円筒状に形成されている。この構成によって、ノズル54の外周面と仕切り板100の内周面との間の距離は、ノズル54の軸方向において概ね一定となる。また、図4に示す例では、仕切り板100の下流側端部102とノズル54の下流側端部55とは、軸方向位置が一致している。但し、仕切り板100の下流側端部102とノズル54の下流側端部55との軸方向位置の関係は上記構成に限定されるものではない。

30

【0052】

例えば、ノズル54の外周面が軸方向に沿って延在しておらず、ノズル54の外周面が先細りになっている場合、内側流路92を通過する空気流は流路断面積の拡大に伴って軸流速度が低下してしまうおそれがある。この点、上記実施形態によれば、ノズル54の下流側の端部において、ノズル54の外周面がノズル54の軸方向に沿っており、且つ、軸方向に沿って延在する仕切り板100によって覆われることで、空気流の軸流速度を高く維持したまま内側流路92内を空気が通過することになる。よって、内側流路92の後流側の領域に向かう火炎の遡上を抑制することができる。

40

また、後述するように、内側流路92内における空気流が旋回成分を有する場合、仕切り板100の内壁面に空気流が押し付けられて、仕切り板100の内壁面近傍に形成される境界層が薄くなり、仕切り板100の内壁面近傍における軸流速度が大きくなる。よって、特に仕切り板100の後流側の領域への火炎の遡上を抑制することができる。

【0053】

図4に示すように燃焼バーナ50は、内側流路92の内部においてノズル54の周方向に複数設けられ、仕切り板100をノズル54に支持する支持部材110をさらに備えてよい。支持部材110は、仕切り板100の内周面とノズル54の外周面との間に位置

50

する。このように支持部材 110 を設けることによって、ノズル 54 に対して仕切り板 100 を強固に支持できる。

一実施形態では、各々の支持部材 110 はスワラベーン 70 の後流側に位置する。これにより、内側流路 92 における空気の流れに支持部材 110 が及ぼす影響を低減できる。各々の支持部材 110 は、スワラベーン 70 の後流側に隙間 93 を介して位置してもよい。

【0054】

幾つかの実施形態に係る燃焼バーナ 50 は、上記実施形態で説明した基本的な構成に加えて、以下の構成をさらに備えていてもよい。図 6～図 8 は、主としてノズル 54 及び仕切り板 100 の変形例を示し、図 9～図 11A、図 11B は、主としてスワラベーン 70 及び仕切り板 100 の変形例を示している。なお、図 6～図 11A、図 11B において、同一の部位については同一の符号を付している。

【0055】

図 6 は、一実施形態に係る燃焼バーナ 50A のノズル軸方向に沿った断面図である。

一実施形態に係る燃焼バーナ 50A では、仕切り板 100 の下流側端部 102 は、ノズル 54A の軸方向において、ノズル 54A の下流側端部 55A の端面よりも上流側に位置する。すなわち、燃焼バーナ 50A は、ノズル 54A の下流側端部 55A が仕切り板 100 よりも下流側に突出した構成となっている。具体的に、下流側端部 55B は、軸方向において略同一の径を有する円筒状に形成されており、突出した部位も円筒状に形成されている。

この場合、ノズル 54A の下流側端部 55A は仕切り板 100 によって覆われないので、内側流路 92 を通過した空気の流れが、仕切り板 100 の後流側において巻き上がって渦を形成する。この渦によって、仕切り板 100 の後流側における燃料濃度が低下するため、仕切り板 100 の下流側端部 102 に向かう火炎の遡上を抑制できる。

【0056】

図 7 は、他の実施形態に係る燃焼バーナ 50B のノズル軸方向に沿った断面図である。

他の実施形態に係る燃焼バーナ 50B では、仕切り板 100 の下流側端部 102 は、ノズル 54B の軸方向において、ノズル 54B の下流側端部 55B の端面よりも上流側に位置する。すなわち、燃焼バーナ 50B は、ノズル 54B の下流側端部 55B が仕切り板 100 よりも下流側に突出した構成となっている。また、ノズル 54B の下流側端部 55B は、仕切り板 100 の下流側端部 102 よりも下流側において、ノズル 54B の下流側の端面に近づくにつれて、ノズル 54B の半径方向においてノズル 54B の中心軸から遠ざかるように軸方向に対して傾斜した外周面（傾斜面）57 を有する。すなわち、仕切り板 100 よりも下流側に突出したノズル 54B の下流側端部 55B が、下流側に向けて拡径した形状となっている。なお、「傾斜」とは、直線状に傾斜している場合（傾斜面 57 が直線）の他に、軸方向に傾斜した接線をもって湾曲している場合（傾斜面 57 が湾曲した曲線）も含む。

上記実施形態によれば、ノズル 54B の下流側端部 55B において、内側流路 92 を通過した空気流がノズル 54B の外周面に押し付けられて、ノズル 54B の外周面近傍の境界層が薄くなる。そのため、ノズル 54B の外周面近傍における軸流速度分布を均一に近づけることができ、フラッシュバックを抑制可能となる。

【0057】

図 8 は、他の実施形態に係る燃焼バーナ 50C のノズル軸方向に沿った要部断面図である。

幾つかの実施形態に係る燃焼バーナ 50C において、ノズル 54C は、ノズル内部流路 84 と、空気噴射孔 89 と、をさらに含む。

ノズル内部流路 84 は、ノズル 54C の内部に設けられ、内側流路 92 に連通するよう構成されている。図 8 に示す例では、ノズル内部流路 84 の入口は、ノズル 54C と支持部材 110 との間の隙間 93 に開口しており、ノズル内部流路 84 の出口は、ノズル 54C の下流側端部 55C の端面に開口した空気噴射孔 89 である。内側流路 92 から分岐

10

20

30

40

50

されてノズル内部流路 8 4 を流通する空気は、空気噴射孔 8 9 からノズル 5 4 C の後流側の燃焼空間内に噴射される。一実施形態では、ノズル内部流路 8 4 の上流側はノズル 5 4 C の軸方向に沿って形成され、ノズル内部流路 8 4 の下流側はノズル 5 4 C の内側に向けて傾斜していてもよい。この場合、ノズル内部流路 8 4 を流通する空気は、空気噴射孔 8 9 からノズル 5 4 C の径方向内側へ向けて噴射される。

【0058】

このように、内側流路 9 2 を流れる空気の一部を、ノズル内部流路 8 4 を介して空気噴射孔 8 9 からノズル 5 4 の後流側に噴射するようにしたので、ノズル 5 4 の下流側の端面が空気で覆われて燃料濃度の低い領域が形成される。これにより、ノズル 5 4 の下流側の端面に火炎が遡上し難くなり、ノズル 5 4 の焼損を防止できる。

10

【0059】

図 9 は、一実施形態におけるスワラベーン 7 0 A 及び仕切り板 1 0 0 A の分解斜視図である。

一実施形態において、スワラベーン 7 0 A は、翼本体部 7 2 A 及び翼根部 7 1 A を含む。仕切り板 1 0 0 A は、上流側端部 1 0 1 と、下流側端部 1 0 2 と、円筒部 1 0 4 と、翼間部 1 0 5 と、凹部 1 0 6 A と、を含む。

【0060】

この実施形態においては、スワラベーン 7 0 A の内側流路 9 2 (図 4 及び図 5 参照) における空気の旋回方向 1 2 2 が、外側流路 9 1 における空気の旋回方向 1 2 0 と同じである。すなわち、内側流路 9 2 にも旋回部が設けられており、この旋回部によって内側流路に流れる空気に外側流路 9 1 における空気の旋回方向 1 2 0 と同じ方向の旋回をかけるようになっている。

20

一構成例では、内側流路 9 2 を通過する空気を旋回させるための旋回部が、仕切り板 1 0 0 A をノズル 5 4 (図 4 及び図 5 参照) に支持するための支持部材 1 1 0 A である。この場合、支持部材 1 1 0 A は、平面視において翼型形状を有する流線形であってもよいし、より簡素化された構成としてルーバーのような傾斜板としてもよく、その構成は特に限定されない。スワラベーン 7 0 A と、支持部材 1 1 0 A とは別体で構成され、互いに離間して配置されてもよい。例えば、支持部材 1 1 0 A は、隙間 9 3 をあけてスワラベーン 7 0 A の後流側に配置される。

【0061】

30

上記実施形態によれば、仕切り板 1 0 0 A の後流側における内側流路 9 2 (図 4 及び図 5 参照) の空気と外側流路 9 1 の空気とが合流する領域において互いの旋回方向 1 2 0 , 1 2 2 が同じであるため、外側流路 9 1 を通過した燃料を含む空気が内側流路 9 2 を通過した空気に混入し難くなる。これにより、仕切り板 1 0 0 A の内壁面近傍に形成される境界層の影響により軸流速度が小さい領域 (仕切り板 1 0 0 A の後流側の領域) における燃料濃度を低下させ、該領域への火炎の遡上を抑制できる。また、支持部材 1 1 0 A が内側流路 9 2 の空気の流れを阻害することなく旋回流を形成する構成となっているため、仕切り板 1 0 0 A の支持のみならず旋回流形成の観点からも支持部材 1 1 0 A を有効に活用できる。

【0062】

40

また、図示しないが、他の実施形態において、内側流路 9 2 (図 4 及び図 5 参照) における空気の流れは、ノズル 5 4 の軸方向に沿った流れ、又は、外側流路 9 1 における空気の旋回方向 1 2 0 (図 9 参照) と逆方向の旋回成分を持つ流れである。

上記実施形態によれば、仕切り板 1 0 0 の後流側において内側流路 9 2 を通過する空気の旋回が弱められ、内側流路 9 2 の後流側における空気の軸流速度を高めることができる。このため、ノズル 5 4 後端面への火炎の遡上 (渦芯フラッシュバック) を抑制できる。

【0063】

図 1 1 A において、仕切り板 1 0 0 A の下流側端部 1 0 2 側は、周方向に連続した円筒部 1 0 4 であり、仕切り板 1 0 0 A の上流側端部 1 0 1 側に、スワラベーン 7 0 A の翼根部 7 1 A が係合する凹部 1 0 6 A が設けられていてもよい。ノズル 5 4 の周方向に複数の

50

スワラベーン 70A が設けられている場合には、複数のスワラベーン 70A の各々に対応して、仕切り板 100A に複数の凹部 106A が形成されている。複数の凹部 106A は、ノズル 54 の周方向において互いに離間して複数形成されている。

また、仕切り板 100A の上流側端部 101 は、例えばベルマウス形状のように、上流側へ向けて拡径した形状であってもよい。図示される例では、仕切り板 100A の上流側端部 101 は凹部 106A によって断続的に形成された翼間部 105 となっており、この翼間部 105 が、軸方向において上流側へ向けて拡径した構成となっている。

なお、仕切り板 100A は、スワラベーン 70A に対して一体的に形成されている。例えば、仕切り板 100A とスワラベーン 70A とが溶接等によって接合されて一体的に形成されてもよいし、仕切り板 100A とスワラベーン 70A とが嵌め込みによって一体的に形成されてもよい。あるいは、仕切り板 100A とスワラベーン 70A とが一つの部材によって形成されてもよい。

不図示の他の構成例では、仕切り板 100（図 4 及び図 5 参照）がスワラベーン 70 の前縁 75 よりも上流側まで延在し、スワラベーン 70 の前縁 75 よりも上流側において仕切り板 100 が閉じていてもよい。すなわち、仕切り板 100 が、スワラベーンの全周を囲むように設けられていてもよい。

【0064】

図 10 は、他の実施形態におけるスワラベーン 70B 及び仕切り板 100B の分解斜視図である。ここでは、図 9 と異なる構成のみ説明する。

他の実施形態において、スワラベーン 70B は、翼本体部 72B 及び翼根部 71B を含む。仕切り板 100B は、上流側端部 101 と、下流側端部 102 と、円筒部 104 と、翼間部 105 と、凹部 106B と、を含む。

【0065】

この実施形態において、支持部材 110B は、内側流路 92（図 4 及び図 5 参照）を流れる空気に、外側流路 91 を流れる空気と同じ方向 120 に旋回をかけるように構成されている。支持部材 110B は、スワラベーン 70B と一体的に形成されている。すなわち、翼根部 71B においてスワラベーン 70B と支持部材 110B は連結している。例えば支持部材 110B は、スワラベーン 70B と同一の部材によって一体成形されていてもよいし、スワラベーン 70B とは別の部材を溶接等で接合することによって一体的に形成してもよい。

【0066】

図 11A 及び図 11B は、他の実施形態におけるスワラベーン及び仕切り板の分解斜視図である。

図 11A に示す実施形態において、スワラベーン 70C は、翼本体部 72C 及び翼根部 71C を含む。仕切り板 100C は、上流側端部 101 と、下流側端部 102 と、円筒部 104 と、翼間部 105 と、凹部 106C と、を含む。

この実施形態においては、仕切り板 100C とノズル 54（図 4 及び図 5 参照）の間に位置する支持部材は存在しないが、内側流路 92 に位置する旋回部 114 が設けられている。旋回部 114 は、翼本体部 72C とは異なる形状であるが、外側流路 91 の旋回方向 120 と同じ方向又は逆の方向に空気を旋回するように構成される。仕切り板 100C の上流側端部 101 側に設けられた凹部 106C は、旋回部 114 及び翼根部 71C に係合するような形状となっている。

【0067】

図 11B に示す実施形態において、スワラベーン 70D は、翼本体部 72D 及び翼根部 71D を含む。仕切り板 100D は、上流側端部 101 と、下流側端部 102 と、円筒部 104 と、翼間部 105 と、凹部 106D と、を含む。

この実施形態においては、仕切り板 100D とノズル 54（図 4 及び図 5 参照）の間に位置する支持部材は存在しない。また、スワラベーン 70D は、ノズル 54 の径方向に同一の翼型を有している。仕切り板 100D の上流側端部 101 側に設けられた凹部 106D は、スワラベーン 70D に係合するような形状となっている。

10

20

30

40

50

【0068】

上述したように、本発明の実施形態によれば、スワラベーン 70, 70A ~ 70D の燃料噴射孔 78 から噴射された燃料が空気流路 90 のうち内側流路 92 に混入することを防止でき、フラッシュバックの発生を効果的に抑制できる。

【0069】

本発明は上述した実施形態に限定されることはなく、上述した実施形態に変形を加えた形態や、これらの形態を適宜組み合わせた形態も含む。

例えば、上記実施形態では、燃焼バーナとしてパイロット燃焼バーナ 60 を例示して説明したが、本発明の実施形態は、予混合燃焼バーナ 50 に対しても適用可能である。また、上記実施形態では、主として 2 次元翼を例示しているが、本発明の実施形態は、3 次元翼にも適用可能である。10

【0070】

なお、上記実施形態において、例えば、「ある方向に」、「ある方向に沿って」、「平行」、「直交」、「中心」、「同心」或いは「同軸」等の相対的或いは絶対的な配置を表す表現は、厳密にそのような配置を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の角度や距離をもって相対的に変位している状態も表すものとする。

例えば、「同一」、「等しい」及び「均質」等の物事が等しい状態であることを表す表現は、厳密に等しい状態を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の差が存在している状態も表すものとする。

例えば、四角形状や円筒形状等の形状を表す表現は、幾何学的に厳密な意味での四角形状や円筒形状等の形状を表すのみならず、同じ効果が得られる範囲で、凹凸部や面取り部等を含む形状も表すものとする。20

一方、一の構成要素を「備える」、「含む」、又は、「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的な表現ではない。

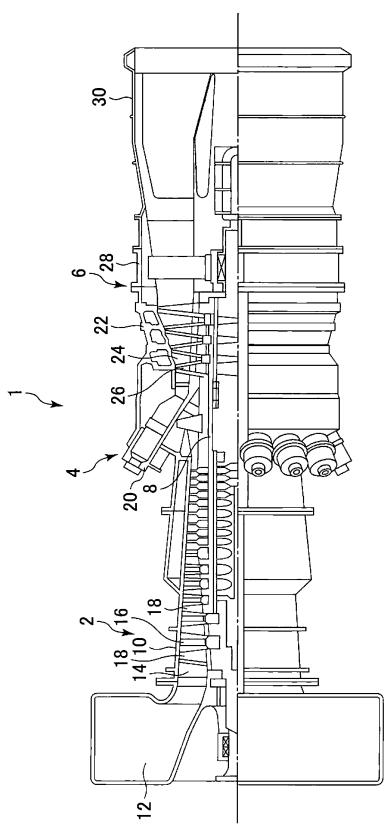
【符号の説明】

【0071】

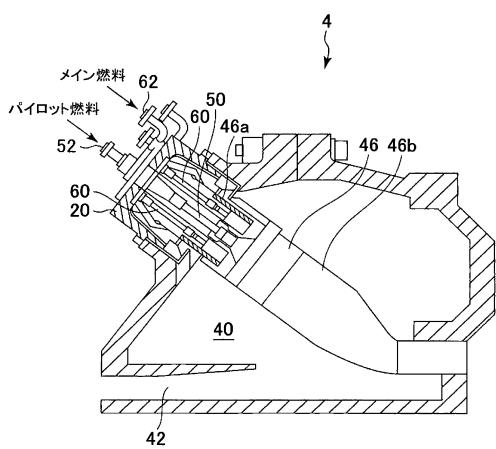
1	ガスタービン	
2	圧縮機	
4	燃焼器	
6	タービン	30
10	圧縮機車室	
22	タービン車室	
28	排気車室	
30	排気室	
40	燃焼器車室	
46	燃焼器ライナ	
50, 50A ~ 50C	燃焼バーナ(パイロット燃焼バーナ)	
52	燃料ポート	
54, 54A ~ 54C	ノズル(パイロットノズル)	
56	パイロットバーナ筒	40
57	外周面(傾斜面)	
58	スワラ	
60	メイン燃焼バーナ	
62	燃料ポート	
64	ノズル(メインノズル)	
66	メインバーナ筒	
70, 70A ~ 70D	スワラベーン	
71, 71A ~ 71D	翼根部	
72, 72A ~ 72D	翼本体部	
78	燃料噴射孔	50

7 9	スワラ内燃料流路	
8 4	ノズル内部流路	
8 8	燃料噴射孔	
8 9	空気噴射孔	
9 0	空気流路	
9 1	外側流路	
9 2	内側流路	
9 2 A	翼間流路	
9 3	隙間	
1 0 0 , 1 0 0 A ~ 1 0 0 D	仕切り板	10
1 1 0 , 1 1 0 A , 1 1 0 B	支持部材	

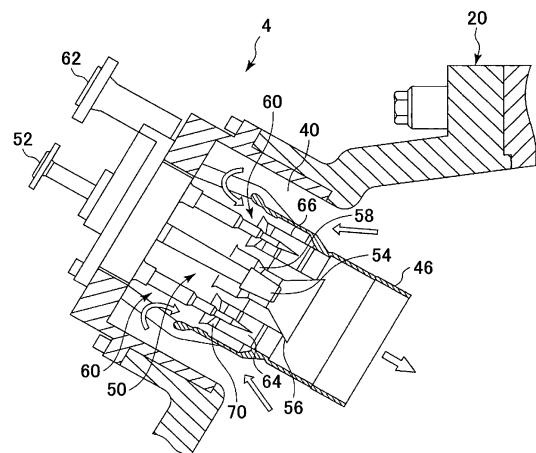
【図1】



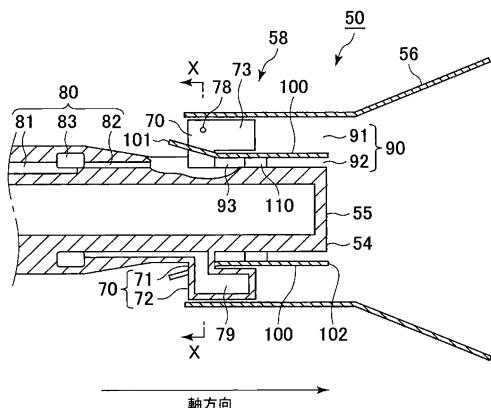
【図2】



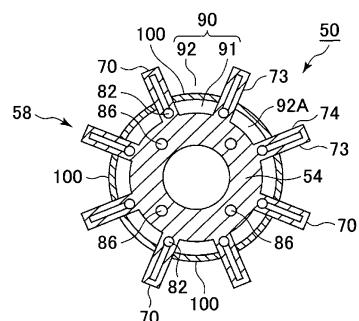
【 図 3 】



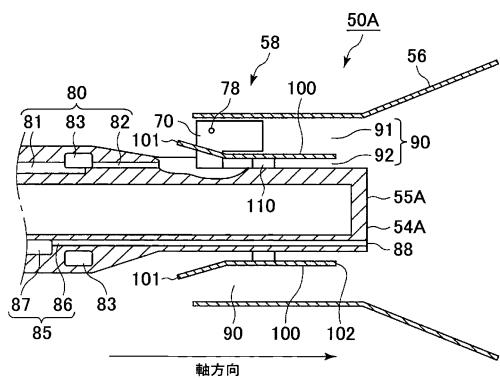
【 図 4 】



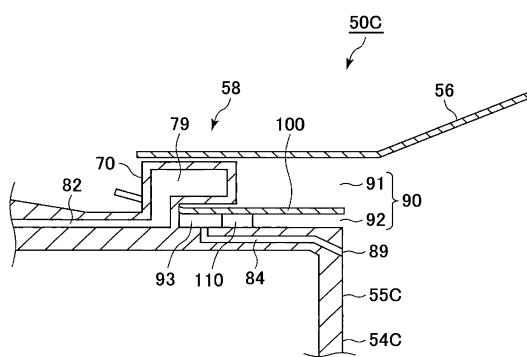
〔 5 〕



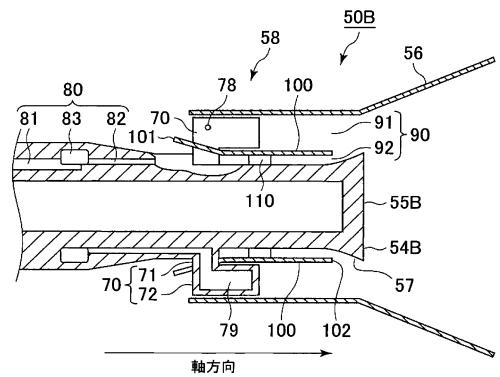
【図6】



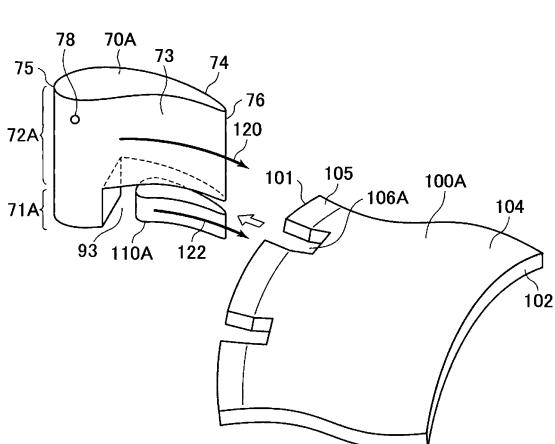
【 四 8 】



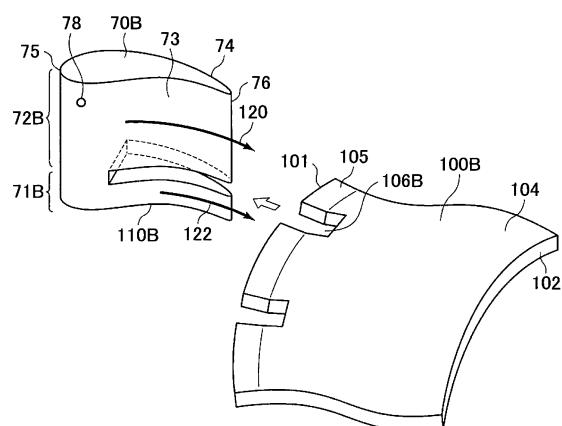
【 7 】



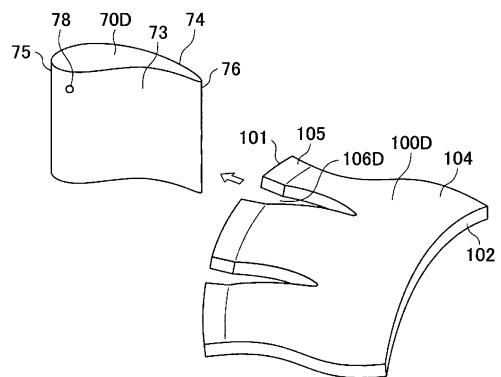
【 四 9 】



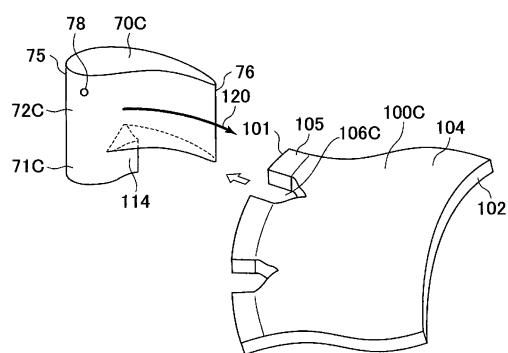
【図10】



【図11B】



【図11A】



フロントページの続き

(72)発明者 安部 直樹
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
(72)発明者 谷口 健太
神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
(72)発明者 斎藤 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 多田 勝義
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 齊藤 公志郎

(56)参考文献 特開2005-351616(JP,A)
特開2012-145077(JP,A)
特開2010-249449(JP,A)
特開2003-042453(JP,A)
米国特許第5251447(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 23 R 3 / 14、30
F 02 C 7 / 22
F 02 C 9 / 54