

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5366828号
(P5366828)

(45) 発行日 平成25年12月11日(2013.12.11)

(24) 登録日 平成25年9月20日(2013.9.20)

(51) Int. Cl.	F I		
F 2 3 R 3/34 (2006.01)	F 2 3 R 3/34		
F 0 2 C 7/22 (2006.01)	F 0 2 C 7/22	Z	
F 2 3 R 3/00 (2006.01)	F 2 3 R 3/00	B	
F 2 3 R 3/28 (2006.01)	F 2 3 R 3/28	D	

請求項の数 13 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2009-546757 (P2009-546757)	(73) 特許権者	390039413
(86) (22) 出願日	平成20年1月24日 (2008.1.24)		シーメンス アクチエンゲゼルシャフト
(65) 公表番号	特表2010-516995 (P2010-516995A)		Siemens Aktiengesellschaft
(43) 公表日	平成22年5月20日 (2010.5.20)		ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュンヘン ヴィッテルスバッハープラッツ 2
(86) 国際出願番号	PCT/EP2008/050833		Wittelsbacherplatz 2, D-80333 Muenchen, Germany
(87) 国際公開番号	W02008/092795	(74) 代理人	100075166
(87) 国際公開日	平成20年8月7日 (2008.8.7)		弁理士 山口 巖
審査請求日	平成22年6月21日 (2010.6.21)	(74) 代理人	100133167
審査番号	不服2012-8679 (P2012-8679/J1)		弁理士 山本 浩
審査請求日	平成24年5月11日 (2012.5.11)		
(31) 優先権主張番号	07001911.2		
(32) 優先日	平成19年1月29日 (2007.1.29)		
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスタービンにおける燃焼器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも第 1 燃料ガス噴射筒 (1 4) と第 2 燃料ガス噴射筒 (1 6) とを備え、前記第 2 燃料ガス噴射筒 (1 6) の火炎域 (3 8) で発生された燃焼排ガスが燃焼室 (1 2) 内において前記第 1 燃料ガス噴射筒 (1 4) の混合域 (2 8) に再循環するように燃料ガスを燃焼室 (1 2) に噴射するために設計されている、ガスタービン (2、5 0、7 0) における燃焼器 (6、4 8、7 2) であって、

それらの燃料ガス噴射筒 (1 4、1 6) が、第 1 燃料ガス噴射筒 (1 4) の火炎域 (3 4) からの燃焼排ガスが第 2 燃料ガス噴射筒 (1 6) の混合域 (3 0) に直接流入するように相互に位置づけられており、その際、前記第 1 燃料ガス噴射筒 (1 4) の火炎域 (3 4) からの燃焼排ガスが、再循環することなしに、前記第 2 燃料ガス噴射筒 (1 6) の混合域 (3 0) に直接流入するようにしてなることにより、高温の燃焼排ガスによる火炎の安定化が達成可能としてなることを特徴とするガスタービン (2) における燃焼器。

【請求項 2】

第 1 燃料ガス噴射筒 (1 4) が燃焼室 (1 2) 内において第 2 燃料ガス噴射筒 (1 6) の上流に配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の燃焼器。

【請求項 3】

第 1 燃料ガス噴射筒 (1 4) の火炎域 (3 4) が燃焼室 (1 2) 内において第 2 燃料ガス噴射筒 (1 6) の混合域 (3 0) の上流に配置されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の燃焼器。

【請求項 4】

燃料ガス噴射筒（14、16）が燃料噴射式バーナを形成していることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 つに記載の燃焼器。

【請求項 5】

燃料ガス噴射筒（14、16）が燃料と空気との混合気の形に予混合された燃料ガスを噴射するために設計されていることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 つに記載の燃焼器。

【請求項 6】

複数の第 1 燃料ガス噴射筒（14）が環状第 1 段を形成し、複数の第 2 燃料ガス噴射筒（16、52）が第 1 段の半径方向外側に下流に配置された環状第 2 段を形成していることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 つに記載の燃焼器。

10

【請求項 7】

第 1 段の少なくとも 1 つの燃料ガス噴射筒（14）が接線方向にずらして第 2 段の 2 つの第 2 燃料ガス噴射筒（16、52）間に配置されていることを特徴とする請求項 6 に記載の燃焼器。

【請求項 8】

第 1 燃料ガス噴射筒（14）の軸線が第 2 燃料ガス噴射筒（16、52）の軸線に対して $5^\circ \sim 30^\circ$ の角度を成していることを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 つに記載の燃焼器。

【請求項 9】

燃料ガス噴射筒（14、16、52）が燃料ガス噴射流（98d、100d）を長円形の断面で噴射するために設計されていることを特徴とする請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 つに記載の燃焼器。

20

【請求項 10】

再循環域（46）に火炎域（76）を形成するための補助手段（74）として、パイロットバーナを有していることを特徴とする請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 つに記載の燃焼器。

【請求項 11】

請求項 1 ないし 10 のいずれか 1 つに記載の燃焼器（72）と、ガスタービン（70）の運転負荷範囲に応じて第 1、第 2 の両燃料ガス噴射筒（14、16、52）間における燃料ガス分配率を制御するために利用される制御装置（78）とを備えていることを特徴とする燃焼システム。

30

【請求項 12】

制御装置（78）が、ガスタービン（70）の部分負荷運転時に、第 2 燃料ガス噴射筒（16、52）に比べて、第 1 燃料ガス噴射筒（14）を通して全負荷運転時よりも多くの燃料ガスを導くために設計されていることを特徴とする請求項 11 に記載の燃焼システム。

【請求項 13】

請求項 1 ないし 10 のいずれか 1 つに記載の燃焼器（6、48、72）を備えていることを特徴とするガスタービン。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、少なくとも第 1 燃料ガス噴射筒と第 2 燃料ガス噴射筒とを備え、そのうちの少なくとも一方の燃料ガス噴射筒が、その火炎域で発生された燃焼排ガスが燃焼室内において第 1 燃料ガス噴射筒の混合域に再循環するように燃料ガスを燃焼室に噴射するために設けられている、ガスタービンにおける燃焼器に関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

ガスタービンにおいて静かで安定した燃焼を得るために、気体燃料と空気が予混合された形態の燃料ガスをその噴射筒を通して燃焼室に噴射することが知られている。これによって、有害成分特にNO_xやCOの発生が少ない極希薄混合気燃焼が達成される。予混合済み燃料ガスの噴射流火炎を基礎とするかかる燃焼システムは、旋回安定方式の燃焼システムに比べて、放出熱変動従って密度変動ないし圧力変動が小さく抑えられるという利点を有する。これによって、不安定で騒音を発する燃焼が回避される。燃料ガス噴射流の衝撃（インパルス）を適切に選択することによって、音響的に誘起される発熱変動を消滅させ、従って旋回安定方式の火炎において代表的に現れる圧力脈動が抑制される小口径の流れ構造体が発生される。

10

【 0 0 0 3 】

この場合、燃料ガスを燃焼排ガスにより極めて強く希釈することによって、燃焼の安定化が達成され、同時に、非常に大きな効率を得られ、有害物質の発生が減少される。可視火炎前面に代わって非発光燃焼が生じ、これは穏やかな燃焼、無色燃焼あるいは体積燃焼として知られている。この場合、燃焼域への燃焼排ガスの大きな体積流は、好適に燃焼室内部で生ずる燃焼排ガスの再循環によって得られる。その再循環された燃焼排ガスは燃焼室に注入された新鮮な燃料ガスを希釈し、さらに、その発生混合気を燃料ガスの自己発火温度よりも高い温度に強く加熱する。通常の火炎前面に代わって大きな体積の火炎域が得られ、その体積内でほぼ一様な燃焼が行われる。

20

【 0 0 0 4 】

燃焼による燃焼排ガスが再循環によって混合域に導かれ、そのようにして体積燃焼が達成されるガスタービンにおける燃焼器は特許文献1で知られている。

【 0 0 0 5 】

一般的に、燃焼器の流れ断面積が燃料ガス噴射筒の出口の周りで跳躍的に拡大されることによって再循環が得られ、これによって、燃料ガス噴射筒の出口断面積の数倍を超える断面積をした空間内で燃焼が行われる。これによって、燃料ガス噴射筒出口の横に、熱い燃焼排ガスが燃料ガス噴射方向と逆向きに還流するのに十分な空間ができ、そのようにして混合域が得られる。これにより必要となるより大きな燃焼室断面積はガスタービンのコンパクト設計の妨げとなっている。また、大きな燃焼室断面積は燃焼室における燃焼排ガスの長い滞在時間を生じさせ、これは望ましくない窒素酸化物発生を助長する。

30

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 独国特許出願公開第 1 0 2 0 0 5 0 0 8 4 2 1 号明細書

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

本発明の課題は、再循環燃焼排ガスによる体積燃焼をコンパクトな構造設計で可能とするガスタービンにおける燃焼器を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

40

【 0 0 0 8 】

この課題は、冒頭に述べた形式の燃焼器において、本発明に基づいて、それらの燃料ガス噴射筒が、第1燃料ガス噴射筒の火炎域からの燃焼排ガスが第2燃料ガス噴射筒の混合域に直接流入するように相互に位置づけられ、第1の火炎域からの燃焼排ガスが第2燃料ガス噴射筒の混合域に直接流入することによりこの混合域においてこの高温の燃焼排ガスによる火炎の安定化が燃焼排ガスの再循環なしに達成できることによって解決される。

【 発明の効果 】

【 0 0 0 9 】

50

これによって、第1燃料ガス噴射筒の火炎域からの燃焼排ガスを、その燃焼排ガスを第2燃料ガス噴射筒の混合域に到達するために再循環させる必要なしに、第2燃料ガス噴射筒からの燃料ガスの燃焼を安定化するために直接利用することができる。このようにして、第2燃料ガス噴射筒の火炎が安定化される。第1燃料ガス噴射筒の火炎は再循環燃焼排ガスによって安定化される。第1燃料ガス噴射筒の火炎における燃焼排ガスが再循環されるだけで済むので、その再循環域を小さくすることができる。第2燃料ガス噴射筒の火炎における燃焼排ガスの再循環は不要となる。

【0010】

ここで、第2燃料ガス噴射筒の混合域への燃焼排ガス直接流入とは、燃焼排ガスが第1燃料ガス噴射筒の火炎域から再循環なしに第2燃料ガス噴射筒の混合域に流入することを意味する。第1燃料ガス噴射筒の火炎域からの燃焼排ガスは、そこで燃焼により発生された燃焼排ガスである。

10

【0011】

第1火炎域からからの燃焼排ガスを外部燃焼排ガス案内なしに第2混合域に直接流入することを可能にするために、第1燃料ガス噴射筒は、燃焼室内において第2燃料ガス噴射筒の上流に配置されているのが目的に適っている。同じ利点のために、第1燃料ガス噴射筒の火炎域が、燃焼室内において第2燃料ガス噴射筒の混合域の上流に配置されているのが目的に適っている。

【0012】

望ましくない熱音響効果を防止するために、これらの燃料ガス噴射筒が燃料噴射式バーナを形成していると有利である。この燃料噴射式バーナは燃料ガスの燃焼室へのほぼ無旋回噴射により特色づけられる。均質な希薄燃焼を発生するために、この燃料ガス噴射筒が、予混合された燃料ガスを噴射するために、即ち、噴射前に混合された特に気体燃料とオキシダント特に空気を含む混合気を噴射するために設計されていると有利である。従って、燃料ガスの混合は燃焼室で行われず、燃料ガス噴射筒の内部あるいは燃料ガス噴射筒の前段で行われる。その混合は部分的に行なわれるが、理想的には完全に行われる。燃料ガス噴射流路の横断面積の内部15%~85%が燃料ガスにより貫流され、その周囲の横断面積残留部が空気貫流される形態で、空気により混合気を包囲することも考えられる。

20

【0013】

本発明の他の有利な実施態様において、複数の第1燃料ガス噴射筒が環状の第1段を形成し、複数の第2燃料ガス噴射筒が第1段の半径方向外側で下流側に配置された環状の第2段を形成している。半径方向内側に位置する再循環室が形成され、この再循環室から燃焼排ガスが第1段の燃料ガス噴射筒の混合域に安定し、かつ対称的に導かれる。その燃焼排ガス噴射流はその後の経路においてほとんど方向転換される必要なしに環状対称を維持した状態で、第1燃料ガス噴射筒の火炎域から第2段の第2燃料ガス噴射筒の混合域に導かれる。1段当たりの燃料ガス噴射筒数は目的にあって5~40個であり、その場合、良好な燃焼と燃料ガス噴射筒に対する経費との有利な関係は12~16個の燃料ガス噴射筒数にある。

30

【0014】

第2燃料ガス噴射筒から噴射された燃料ガスと第1燃料ガス噴射筒の火炎域からの燃焼排ガスとの良好な混合を達成するために、第1段の少なくとも1つの燃料ガス噴射筒が、接線方向にずらして第2段の2つの第2燃料ガス噴射筒間に配置されていることが有利である。第1燃料ガス噴射筒の火炎域からの燃焼排ガスは、2つの第2燃料ガス噴射筒からの両燃料ガス噴射流間に流入し、これによって、それらの燃料ガス噴射流と良好に混合する。これにより、第1段からの燃焼排ガス噴射流と第2段の燃料ガス噴射筒からの燃料ガス噴射流との直接衝突が、従って、両ガスの相互衝突が少なく押さえられる。目的にあって、第1燃料ガス噴射筒の火炎域からの燃焼排ガスが基本的に第2燃料ガス噴射筒の燃料ガス噴射流間に流入するように、第1段の全ての燃料ガス噴射筒は第2段の燃料ガス噴射筒に対して接線方向にずらされ、特に接線方向に交互に配置されている。

40

【0015】

50

本発明の他の実施態様において、第1燃料ガス噴射筒の軸線は第2燃料ガス噴射筒の軸線に対して $5^{\circ} \sim 30^{\circ}$ の角度を成して方向づけられている。そのようにして、第1燃料ガス噴射筒の火炎域からの燃焼排ガスは、第2燃料ガス噴射筒の混合域に真っ直ぐ向けられ、これによってそこで、特に予混合済み燃料ガスと燃焼排ガスとの良好な混合が行われる。その角度は $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ の範囲で選定されと有利であり、これにより、一方では、燃焼室の構造形状をコンパクトにすることができ、他方では、燃焼排ガスが燃料ガスに急角度で衝突する場合でも乱流は僅かとなる。

【0016】

10

第1燃料ガス噴射筒の角度は、目的にあって、第1燃料ガス噴射筒から流出する燃料ガス噴射流の角度に相当している。この場合、第1燃料ガス噴射筒をバーナ軸線に関して半径方向外側を向いて第2燃料ガス噴射筒あるいは第2段の方向に設置することができる。同様に、第2燃料ガス噴射筒ないし第2段の燃料ガス噴射筒がバーナ軸線に関して半径方向内側に向けられ、第1燃料ガス噴射筒ないし第1段の燃料ガス噴射筒を例えばバーナ軸線に対して同軸的に設置することができる。さらに、3つの燃料ガス噴射筒ないし3つの段の利用が考えられ、その場合、それぞれバーナ軸線に関して、第2燃料ガス噴射筒が例えば同軸的に向けられ、第1燃料ガス噴射筒が半径方向外側に向けられ、第3燃料ガス噴射筒が半径方向内側に向けられる。

【0017】

20

第1燃料ガス噴射筒の火炎域からの燃焼排ガスと第2燃料ガス噴射筒からの燃料ガスとの良好な混合を達成するために、燃焼排ガスができるだけ大きな面積で燃料ガス噴射流に沿って導かれ、それどころか燃料ガス噴射流の或る区域を広く囲い込むと有利である。燃料ガス噴射筒が燃料ガス噴射流を長円形断面で噴射するために設計されているとき、第1燃料ガス噴射筒からの燃焼排ガス噴射流は2つの第2燃料ガス噴射筒の両燃料ガス噴射流間に特に良好に噴射される。熱い燃焼排ガスによる燃料ガス噴射流の少なくとも部分的な囲い込みが助長される。

【0018】

この場合、噴射流の長円形断面の長軸は、目的にあって、少なくともほぼ半径方向に向けられ、例えば他の段に向けられている。その横断面形状は楕円形や他の適当に丸められた形状とすることができる。第1燃料ガス噴射筒からの燃焼排ガス噴射流横断面を細長く形成することができ、これによって、その燃焼排ガス噴射流は第2燃料ガス噴射筒の燃料ガス噴射流間に特に良好に導かれる。同様に、第2燃料ガス噴射筒が長円形断面の燃料ガス噴射流を発生するために形成されることが考えられ、これによって、第1燃料ガス噴射筒からの特に同様の長円形断面の燃焼排ガス噴射流が、第2燃料ガス噴射筒の燃料ガス噴射流間に特に良好に導かれる。

30

【0019】

燃料ガスと熱い燃焼排ガスとの混合は、被混合燃料ガス噴射流が大きな表面積を有していることによって助長される。このために、少なくとも1つの燃料ガス噴射筒に、横断面が凹んだ燃料ガス噴射流表面を形成するための手段を設けることができる。同様に横断面湾曲形の噴射流表面も考えられる。

40

【0020】

燃焼器の部分負荷運転中に、定格負荷運転時に比べて大きな割合で必要とされる再循環燃焼排ガスの必要部分の低い燃焼温度のために、また、僅かな燃焼排ガス発生のために十分な燃焼排ガス量が再循環されず、このために、自己点火に対する十分な熱が得られないという事象が現れる。その欠点は、本発明の他の実施態様において、再循環域に火炎域を発生するための補助手段を有することによって解消される。その補助手段はパイロットバーナであり、例えばフロックスバーナ(Floxbrenner)や旋回バーナである。

【0021】

さらに、部分負荷運転時に、第1燃料ガス噴射筒の火炎域に第2燃料ガス噴射筒の火炎

50

を十分に安定化するための十分な熱い燃焼排ガスが発生されないという問題が生ずることがある。この問題は、部分負荷運転時にそれらの燃料ガス噴射筒を通して流れる燃料ガスの比率が、第2火炎域の十分な安定化ができるだけ常に達成されるように調整されることによって解消される。その両燃料ガス噴射筒間にかかる燃料ガス分配率は、上述したような燃焼器と、両燃料ガス噴射筒間の燃料ガス分配率をガスタービンの運転中に負荷ないし負荷範囲に関係して制御するために利用される制御装置とを備えた燃焼システムによって達成される。

【0022】

その制御装置は、ガスタービンの部分負荷運転時に、第2燃料ガス噴射筒に対比して、定格運転時ないし全負荷運転時よりも多くの燃料ガスを第1燃料ガス噴射筒を通して導くように設計されていると有利である。第2燃料ガス噴射筒からの燃料ガス量を基準にして、より多量の燃焼排ガスが第1燃料ガス噴射筒の火炎域から供給され、これによって、第2燃料ガス噴射筒の火炎域は低下した出力にもかかわらず十分に安定化される。第2燃料ガス噴射筒を通る燃料ガス噴射流は、第2燃料ガス噴射筒を通る燃料ガス噴射流が停止するまで相対的に減少することができるが、第1燃料ガス噴射筒の運転は継続維持される。また、第1段が多い燃料ガス噴射流で運転され、第2段がより少ない燃料ガス噴射流で運転され、それ以降の段がもっと少ない燃料ガス噴射流で運転されることが考えられる。

10

【0023】

本発明はまた、上述したような燃焼器を備えたガスタービンに関する。再循環と、第1燃料ガス噴射筒の火炎域からの燃焼排ガスの第2燃料ガス噴射筒の混合域への直接流入との組合せによって、再循環空間が小さくなり、燃焼器がコンパクトに構成され、これは特にガスタービンに有利に利用される。

20

【0024】

以下図に示した実施例を参照して本発明を詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】燃焼器を備えたガスタービンの軸線に沿った部分縦断面図。

【図2】3つの燃料ガス噴射筒段を備えた燃焼器の部分縦断面図。

【図3】2つの燃料ガス噴射筒段と補助パイロットバーナと両燃料ガス噴射筒段への燃料ガス供給を制御するための制御装置とを備えた燃焼器の部分縦断面図。

30

【図4】燃料ガス噴射筒の2段配置例の概略正面図。

【図5】燃料ガス噴射筒の異なった2段配置例の概略正面図。

【図6】燃料ガス噴射筒の異なった2段配置例の概略正面図。

【図7】燃料ガス噴射筒の異なった2段配置例の概略正面図。

【発明を実施するための形態】

【実施例1】

【0026】

図1は、軸線4に沿って配置された軸(図示せず)とその軸線4に対して平行に延びる燃焼器6とを備えたガスタービン2の一部を縦断面図で示している。この燃焼器6は燃焼器軸線8を中心として回転対称に構成されている。燃焼器軸線8はこの特別な実施例において軸線4に対して平行に配置されているが、その燃焼器軸線8は軸線4に対して角度を成し、極端な場合に軸線4に対して直角に配置することもできる。燃焼器6の環状ハウジング10は燃焼室12を取り囲み、この燃焼室12も同様に燃焼器軸線8を中心として回転対称に形成されている。

40

【0027】

予混合済み燃料ガスを、例えば気体燃料と空気との混合気を燃焼室12に噴射するために利用される第1燃料ガス噴射筒14と第2燃料ガス噴射筒16が燃焼室12に開口している。その各燃料ガス噴射筒14、16はそれぞれ管18、20を有し、ガスタービン2の全負荷運転中に燃料ガスが約150m/秒の速度でそれらの管18、20を通して燃焼室12に流入する。第1燃料ガス噴射筒14は燃焼器軸線18の周りに環状に12個分布

50

して配置され、燃料噴射式バーナの第1段を形成している。第2燃料ガス噴射筒16も燃焼器軸線18の周りに環状に第1燃料ガス噴射筒14の半径方向外側に12個分布して配置され、第2燃料噴射式バーナの第2段を形成している。

【0028】

燃焼室12は各燃料ガス噴射筒14、16の開口22、24において、燃焼室12が燃料ガスの流入方向26において横断面が急激に拡大するように形成されている。その横断面の急激な拡大によって、燃焼室12内における燃焼排ガスは開口22、24から流出する燃料ガスの横方向に流れ、それぞれの混合域28、30で燃料ガスと混合する。

【0029】

ガスタービン2の運転中、予混合済み燃料ガスは両燃料ガス噴射筒14、16から燃焼室12に噴射される。第1燃料ガス噴射筒14からの燃料ガスは第1混合域28に到達し、そこで燃焼排ガス噴射流32の再循環燃焼排ガスによって取り囲まれる。これによって、燃料ガスは混合域28で非常に熱い燃焼排ガスと混合され、例えば燃料ガスと再循環燃焼排ガスとの比が1:4で混合され、これによって、燃料ガスと燃焼排ガスから成る自己発火温度より高い温度の混合気が発生される。その混合気は下流側に位置する火炎域34で発火する。この火炎域34は図1では理解し易くするために混合域28から離して示されているが、実際には火炎域34は混合域28に続いている。これによって、燃焼が穏やかに行われる大きな体積の火炎空間が生ずる。

【0030】

火炎域34で発生された燃焼排ガス、即ち、燃焼済み燃料ガスは、流れ方向36におけるその流れによって第2混合域30に到達し、この第2混合域30において第2燃料ガス噴射筒16から流出する燃料ガスと混合される。そして、第1火炎域34に類似して形成された第2火炎域38で燃焼される点火性混合気が生ずる。この第2混合域38で生じ集められた燃焼排ガスは一部が燃焼室12からガスタービン2のタービン部分(図示せず)に導かれる燃焼排ガス噴射流40に排出される。残りの燃焼排ガス部分は再循環流42において混合域28に再循環され、そこで乃至は火炎域34において火炎を安定化するために用いられる。第1段の燃料ガス噴射筒14を通して高速流入する可燃性混合気が高い流出速度により生ずる静圧差のために熱い燃焼排ガスを吸い込むことによって、その再循環が維持される。

【0031】

その混合によって、火炎域34における安定燃焼を可能とする温度が得られる。火炎域34からの燃焼排ガスの向きに応じて、この燃焼排ガスは全部が混合域30に導かれ、あるいはその一部が再循環流44により混合域28に同様に再循環される。

【0032】

第1火炎域34からの燃焼排ガスが流れ方向36において混合域30に直接流入することによって、この燃焼排ガスを再循環する必要なしに、熱い燃焼排ガスによる火炎安定化が達成される。一般的に、次段の火炎安定化のために或る段の熱い燃焼排ガスを利用することによって、必要な再循環燃焼排ガス質量流量が少なくなる。全負荷運転時には単段形態に比べて、燃料ガス噴射筒14、16を通して噴射される予混合済み燃料ガスの20%~70%例えば50%しか再循環燃焼排ガスによって安定化されない。軸方向下流に位置する第2段は、燃焼器軸線8に関して軸方向上流に位置する段の熱い燃焼排ガスを介して安定化される。

【0033】

第1燃料ガス噴射筒段(14)の火炎安定化のために必要とされる燃焼排ガスしか再循環されない。これによって、再循環域46は比較的小さく、燃焼器6ないしガスタービン2はコンパクトに構成できる。再循環域46が小さいことによって、燃焼室12における燃焼排ガスの平均滞在時間が短く、窒素酸化物発生が少ない。混合域28と火炎域34を第2燃料ガス噴射筒16の混合域30の上流に配置することによって、燃焼室12における乱流の少ない燃料ガス噴射流案内、火炎案内および燃焼排ガス案内が達成される。

【実施例2】

10

20

30

40

50

【0034】

図2は、ガスタービン50の軸線(図示せず)に対して垂直に延びる燃焼器軸線8を備えたガスタービン50の燃焼器48の一部を示している。以下の説明は主に図1の実施例との相違点だけに限定し、同じ特徴と機能については図1の説明を参照されたい。本質的に同じ構造部品には基本的に同一符号が付されている。

【0035】

この燃焼器48は、第1燃料ガス噴射筒段(14)および第2燃料ガス噴射筒段(16)に加えて、第2段の半径方向外側に環状に分布して配置され燃焼器軸線8の周りに対称に配置された第3の燃料ガス噴射筒段を形成する複数の燃料ガス噴射筒52を有している。第2燃料ガス噴射筒16の軸線54は燃焼器軸線8に対して平行に延び、これにより、第2燃料ガス噴射筒16の開口24からの流れ方向26が同様にほぼ燃焼器軸線8に対して平行に延びている一方で、第1燃料ガス噴射筒14の軸線56は燃焼器軸線8に対して半径方向外側に約10°の角度で第2段に対して傾斜されている。このようにして、第1段の全ての燃料ガス噴射筒14は第2段に対して半径方向外側に傾斜されている。流れ方向58およびこれにより生ずる火炎域34からの燃焼排ガスの流れ方向60は、この燃焼排ガスを混合域30に直接流入させるために、第2燃料ガス噴射筒16の第2混合域30に真っ直ぐ向けられている。これによって、第2燃料ガス噴射筒16からの燃料ガスと火炎域34からの熱い燃焼排ガスとの特に良好な混合が達成される。

10

【0036】

第3燃料ガス噴射筒52の軸線62は、燃焼器軸線8に対して半径方向内側に約10°の角度を成して延び、これによって、第2火炎域38からの燃焼排ガスの流れ方向64が第3段の燃料ガス噴射筒52の混合域66に真っ直ぐ向けられている。これによって、第3火炎域68における燃焼の火炎安定化がその燃焼排ガスの再循環を必要とせず達成される。

20

【0037】

この3段配置式の場合、熱い燃焼排ガスの再循環は第1段の火炎安定化のためにしか必要とされず、これに対して、第2段および第3段は燃焼排ガスの再循環を必要とせず、上流に位置する段からの熱い燃焼排ガスの直接流入によって火炎が安定化される。これによって、再循環域46を比較的小さくすることができる。

【0038】

コンパクトな構造のガスタービンにおいて火炎安定化を一層向上するために、3段以上にすることができる。カスケード状に連続接続された4段あるいは5段も考えられ、その第1段における燃焼排ガスしか再循環されず、次段の火炎を安定化するための燃焼排ガスは先行段から直接流入する燃焼排ガスによって生ずる。

30

【実施例3】

【0039】

図3は、2段配置された燃料ガス噴射筒14、16を備えた燃焼器72を有するガスタービン70の実施例を示している。その燃焼器72は、図1に示された実施例と異なって、再循環域46に火炎域76を形成するための手段74を有している。これによって、比較的少量の熱い燃焼排ガスしか発生しないガスタービン70の部分負荷運転時には、燃焼排ガス噴射流32が火炎域76からの追加的な入熱量ないし流入燃焼排ガスによって強化される。このようにして、部分負荷運転時でも、第1段の火炎安定化のために十分な熱い燃焼排ガスが供給される。

40

【0040】

この場合、制御装置78が可制御弁80と連携して、パイロットバーナとして形成される手段74に導入される燃料ガス噴射流を調整する。パイロットが必要とされないとき(例えば全負荷運転中)、その手段74からの燃料ガス供給は弁80によって止められる。燃焼器72における運転パラメータが図示されていない手段例えばセンサによって検出され、部分負荷運転中において有利なパイロット度が制御装置78によって弁80と連携して求められ、相応した燃料ガス供給が手段74によって制御される。

50

【 0 0 4 1 】

部分負荷運転を一層向上するために、ガスタービン70は第1燃料ガス噴射筒14ないし第2燃料ガス噴射筒16にも弁82、84を有している。これによって、その第1、第2の両段間における燃料ガス分配率が有利に制御される。即ち、部分負荷運転中に第2段を通しての燃料ガス供給が第1段を通しての燃料ガス供給よりも強く絞られ、これによって、燃焼排ガス噴射流86における熱い燃焼排ガス供給は第2段の良好な火炎安定化に対して常に十分である。負荷の一層の低下のために第1段の燃料ガス噴射流のかなりの絞りが必要とされるとき、燃焼排ガス噴射流32はパイロット燃焼によって強められ、これによって、混合域28へのおよびこれに伴って間接的に混合域30への十分な燃焼排ガス供給と熱供給が保証される。このようにして、2つの段を通しての燃料ガス供給は、ガスタービン70の負荷範囲に応じて制御されるか、あるいは相応したセンサの存在により調整される。この原理は上述した実施例のガスタービン2、50に対しても勿論適用される。

10

【 0 0 4 2 】

図4～図7は、半径方向内側の第1燃料ガス噴射筒および半径方向外側の第2燃料ガス噴射筒の開口88a～88d、90a～90dの配置を原理的に概略正面図で示している。この原理は燃料ガス噴射筒の異なった数や幾何学形状および2段以上の燃料ガス噴射筒段にも利用できる。第1燃料ガス噴射筒の開口88a～88dはそれぞれ半径方向内側の円92a～92d上に配置され、第2燃料ガス噴射筒の開口90a～90dはそれぞれ半径方向外側の円94a～94d上に配置されている。

【 0 0 4 3 】

図4に示された実施例の場合、第1段の各半径方向内側開口88aに第2段の各半径方向外側開口90aが割り当てられ、これによって、主に第1段の燃料ガス噴射筒からの燃焼排ガスが第2段の燃料ガス噴射筒の火炎安定化に用いられる。

20

【 0 0 4 4 】

図5において、第1燃料ガス噴射筒の開口88bは接線方向にずらして第2燃料ガス噴射筒の2つの燃料ガス噴射筒間ないしそれらの開口90b間の中央に配置されている。その結果生ずる第1段の燃焼排ガス噴射流96bは接線方向ずれによって第2段の燃料ガス噴射流98b間に入り込み作用する。これによって、それらの燃料ガス噴射流98bは燃焼排ガス噴射流96bで取り囲まれ、これにより、その中を流れる燃料ガスと燃焼排ガス噴射流96bからの熱い燃焼排ガスとの特に良好な混合が生ずる。

30

【 0 0 4 5 】

図6において両段の開口88c、90cはそれぞれほぼ等間隔で配置され、これによって、第1段の開口88cと第2段の外側開口90cとは半径方向に直接的に対応配置はされない。しかも、内側開口88cの外側開口90cに対する不均一な接線方向配置によって、内側燃料ガス噴射筒からの燃焼排ガス噴射流と外側燃料ガス噴射筒の燃料ガス噴射流との良好な混合が達成される。第1燃料ガス噴射筒よりも多くの第2燃料ガス噴射筒が存在するので、全ての燃料ガス噴射筒は、燃焼室単位体積当たり同じ燃料ガス噴射流量を維持した状態で、同じ大きさとなる。

【 0 0 4 6 】

図7は第1、第2燃料ガス噴射筒における燃焼器軸線8に関して半径方向に向けられた長円形断面の開口88d、90dを示している。これにより、それらから流出する燃料ガス噴射流98d、100dは同様に長円形の断面を有している。これにより、第1段の燃料ガス噴射流100dから生ずる第1段の燃焼排ガス噴射流96dは、類似して長円形の断面に形成され、開口88d、90dの接線方向ずれによって、燃料ガス噴射流98d間に入り込み作用する。これによって、燃料ガス噴射流98dは燃焼排ガス噴射流96dにより大きな面にわたり包囲され、これにより、その中を流れる燃料ガスと燃焼排ガス噴射流96dからの熱い燃焼排ガスとの特に良好な混合が生ずる。

40

【 0 0 4 7 】

他の実施態様において、1つの段、外側段あるいは内側段の開口だけが長円形の断面に形成され、これによって、長円形断面の燃焼排ガス噴射流が円形断面の燃料ガス噴射流で

50

突っ込まれるか、あるいは長円形断面の燃料ガス噴射流間に円形断面の燃焼排ガス噴射流が入り込み作用する。

【 0 0 4 8 】

同様に、燃料ガス噴射流がその表面を凹ませて噴射されることも考えられ、これによって、表面積が増大され、燃焼排ガスが特に良好に燃料ガス噴射流に入り込み、そこで良好に混合される。

【 0 0 4 9 】

或る段の燃料ガス噴射筒 1 4、1 6、5 2 の他の段の燃料ガス噴射筒 1 4、1 6、5 2 に対する半径方向傾斜は、図 1 ~ 図 4 に示された実施例の場合も勿論利用できる。同様に、接線方向ずれ、噴射流の長円形断面および / 又は凹み形状および制御装置 7 8 による制御の原理は、図示された全実施例および他の段に利用できる。

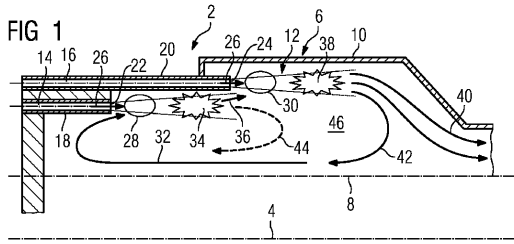
10

【符号の説明】

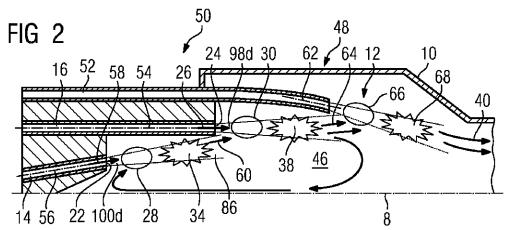
【 0 0 5 0 】

2	ガスタービン	
6	燃焼器	
1 2	燃焼室	
1 4	第 1 燃料ガス噴射筒	
1 6	第 2 燃料ガス噴射筒	
2 8	混合域	
3 0	混合域	20
3 4	火炎域	
4 6	再循環域	
4 8	燃焼器	
5 0	ガスタービン	
5 2	燃料ガス噴射筒	
6 6	混合域	
6 8	火炎域	
7 0	ガスタービン	
7 2	燃焼器	
7 4	火炎発生補助手段	30
7 8	制御装置	
9 8 d	燃料ガス噴射流	
1 0 0 d	燃料ガス噴射流	

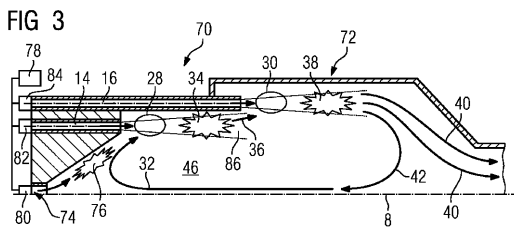
【 図 1 】



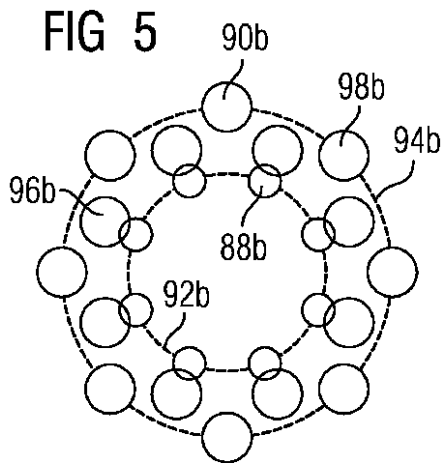
【 図 2 】



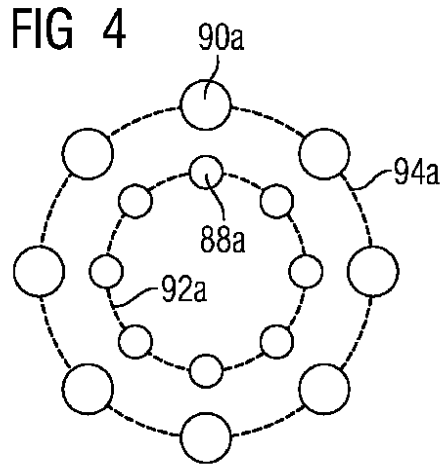
【 図 3 】



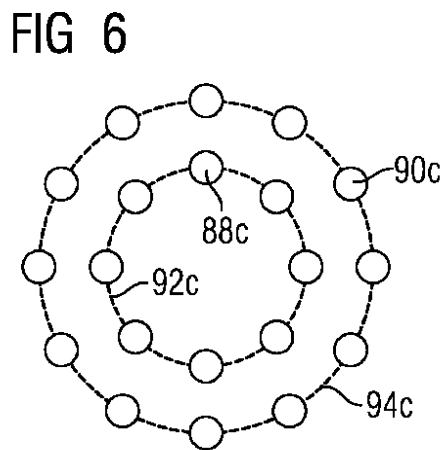
【 図 5 】



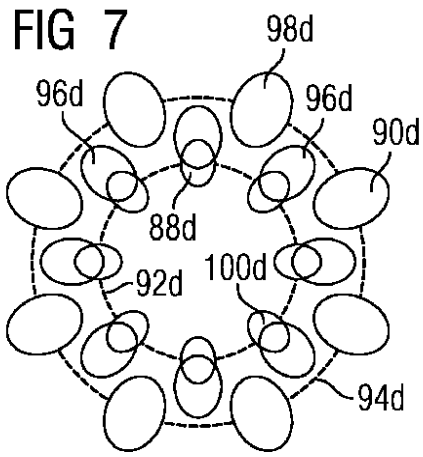
【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

- (72)発明者 カウフマン、ペーター
ドイツ連邦共和国 4 7 4 4 7 メルス カルフィンシュトラーセ 4 4
- (72)発明者 クレプス、ヴェルナー
ドイツ連邦共和国 4 5 4 8 1 ミュールハイム アン デア ルール エリー ホイス クナッ
ブ シュトラーセ 2 1

合議体

審判長 伊藤 元人

審判官 中川 隆司

審判官 藤原 直欣

- (56)参考文献 特開平7 - 1 9 4 8 2 (J P , A)
特開平1 1 - 3 3 7 0 6 9 (J P , A)
特開2 0 0 2 - 2 5 7 3 4 4 (J P , A)
特開昭5 9 - 1 7 3 6 3 3 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F23R3/00-7/00, F02C1/00-9/58