

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4776697号

(P4776697)

(45) 発行日 平成23年9月21日(2011.9.21)

(24) 登録日 平成23年7月8日(2011.7.8)

(51) Int.Cl.

F I

F 2 3 R 3/28 (2006.01)

F 2 3 R 3/28

A

F 2 3 R 3/30 (2006.01)

F 2 3 R 3/30

F 0 2 C 3/14 (2006.01)

F 2 3 R 3/28

B

F 2 3 R 3/04 (2006.01)

F 0 2 C 3/14

F 0 2 C 7/22 (2006.01)

F 2 3 R 3/04

請求項の数 16 (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-556749 (P2008-556749)
 (86) (22) 出願日 平成19年2月20日(2007.2.20)
 (65) 公表番号 特表2009-528503 (P2009-528503A)
 (43) 公表日 平成21年8月6日(2009.8.6)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2007/051597
 (87) 国際公開番号 W02007/099046
 (87) 国際公開日 平成19年9月7日(2007.9.7)
 審査請求日 平成22年2月9日(2010.2.9)
 (31) 優先権主張番号 102006009562.6
 (32) 優先日 平成18年2月28日(2006.2.28)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 390039413
 シーメンス アクチエンゲゼルシャフト
 Siemens Aktiengesellschaft
 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
 Wittelsbacherplatz
 2, D-80333 Muenchen, Germany
 (74) 代理人 100075166
 弁理士 山口 巖
 (74) 代理人 100133167
 弁理士 山本 浩

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスタービン用燃焼器およびガスタービン用燃焼器の運転方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

気体燃料(8)が混入された燃焼排気ガス(10)から成る混合気を燃焼するための燃焼域(6)と、気体燃料(8)を燃焼排気ガス(10)に注入するための燃料ノズル(20、34、48)を備えた燃料混入装置(18)とを有するガスタービン用燃焼器(4)であって、

燃料混入装置(18)が、気体燃料(8)を音速の少なくとも0.2倍の速度で燃焼排気ガス(10)に注入するように設計されているものにおいて、

前記気体燃料(8)から成る注入噴射流(22)が、燃料含有ガスから成る内部噴射流(30)と、この内部噴射流(30)を取り囲む冷却ガスから成る外部噴射流(32)とから成り、前記冷却ガスが燃焼排気ガス(10)より低い温度を有していることを特徴とするガスタービン用燃焼器。

【請求項 2】

一次燃焼室(12)を有し、燃焼域(6)が排気ガス流において一次燃焼室(12)の下流に配置され、燃料混入装置(18)が、一次燃焼室(12)からの燃焼排気ガス(10)に気体燃料(8)を注入するために利用されることを特徴とする請求項1に記載のガスタービン用燃焼器。

【請求項 3】

燃料混入装置(18)が、気体燃料(8)を音速の少なくとも0.4倍の速度で燃焼排気ガス(10)に注入するように設計されていることを特徴とする請求項1又は2に記載

10

20

のガスタービン用燃焼器。

【請求項 4】

燃料混入装置（１８）が、気体燃料（８）を燃焼排気ガス（１０）用音速の０．９倍より小さな速度で燃焼排気ガス（１０）に注入するように設計され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 つに記載のガスタービン用燃焼器。

【請求項 5】

燃料混入装置（１８）が、気体燃料（８）を酸素含有ガスあるいは不活性成分と予め混合するための予混合装置（２４）を有し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 つに記載のガスタービン用燃焼器。

【請求項 6】

予混合装置（２４）が、燃料分子数と酸素分子数との比が 0．２～１０であるように気体燃料（８）を酸素含有ガスと予め混合するように設計されていることを特徴とする請求項 5 に記載のガスタービン用燃焼器。

【請求項 7】

予混合装置（２４）が、燃料分子数と酸素分子数との比が 1．０より小さいように気体燃料（８）を酸素含有ガスと予め混合するように設計されていることを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載のガスタービン用燃焼器。

【請求項 8】

注入噴射流（２２）の周縁部位（２６）におけるせん断勾配が、ノズル出口（２８）の前方範囲で、気体燃料（８）の自己点火に対する臨界せん断勾配を超え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 つに記載のガスタービン用燃焼器。

【請求項 9】

燃料混入装置（１８）が、燃焼域（６）用平均圧力より少なくとも 20 % 高い圧力で気体燃料（８）を燃焼排気ガス（１０）に注入するよう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 つに記載のガスタービン用燃焼器。

【請求項 10】

冷却ガスの温度が 200 ～ 600 であることを特徴とする請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 つに記載のガスタービン用燃焼器。

【請求項 11】

冷却ガスから成る外部噴射流（３２）の速度が内部噴射流（３０）の速度と同じであることを特徴とする請求項 1 ないし 10 のいずれか 1 つに記載のガスタービン用燃焼器。

【請求項 12】

冷却ガスから成る外部噴射流（３２）の速度が内部噴射流（３０）の速度より大きいことを特徴とする請求項 1 ないし 11 のいずれか 1 つに記載のガスタービン用燃焼器。

【請求項 13】

冷却ガスが燃料を含んでいることを特徴とする請求項 1 ないし 12 のいずれか 1 つに記載のガスタービン用燃焼器。

【請求項 14】

冷却ガスが少なくとも本質的に不活性成分および／又は空気から成っていることを特徴とする請求項 1 ないし 13 のいずれか 1 つに記載のガスタービン用燃焼器。

【請求項 15】

燃焼域（６）用燃焼排気ガス（１０）の温度が 900 ～ 1600 であることを特徴とする請求項 1 ないし 14 のいずれか 1 つに記載のガスタービン用燃焼器。

【請求項 16】

気体燃料（８）が混入された燃焼排気ガス（１０）から成る混合気が燃焼される燃焼域（６）を備え、気体燃料（８）が燃料ノズル（２０、３４、４８）により燃焼排気ガス（１０）に注入されるガスタービン用燃焼器（４）の運転方法であって、

気体燃料（８）が燃焼排気ガス（１０）に音速の少なくとも 0．２倍の速度で注入される方法において、

前記気体燃料（８）から成る注入噴射流（２２）が、燃料含有ガスから成る内部噴射流

10

20

30

40

50

(30)と、この内部噴射流(30)を取り囲む冷却ガスから成る外部噴射流(32)とから成り、前記冷却ガスが燃焼排気ガス(10)より低い温度を有していることを特徴とするガスタービン用燃焼器(4)の運転方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、気体燃料が混入された燃焼排気ガスから成る混合気を燃焼するための燃焼域と、気体燃料を燃焼排気ガスに注入するための燃料ノズル付きの燃料混入装置とを備えたガスタービン用燃焼器であって、燃料混入装置が、気体燃料を音速の少なくとも0.2倍の速度で燃焼排気ガスに注入するように設計されているものに関する。また本発明は、気体燃料が燃料ノズルにより燃焼排気ガスに注入され、気体燃料が混入された燃焼排気ガスから成る混合気が燃焼域で燃焼される、ガスタービン用燃焼器の運転方法に関する。

10

【0002】

ガスタービン用の静かで安定した燃焼を得るために、自己点火温度より高い温度の混合気が形成されるように、気体燃料を高温燃焼排気ガスに注入することが知られている。

【0003】

米国特許出願公開第5617718号明細書において、ガスタービン用二次燃焼域付き燃焼器に対する燃焼装置と、ガスタービン用二次燃焼域付き燃焼器の運転方法が知られている。気体燃料が混入された一次燃焼域からの燃焼排気ガスから成る混合気が、その二次燃焼域において燃焼される。

20

【0004】

米国特許出願公開第2005/0229581号明細書において、二次燃焼域用燃焼排気ガスに気体燃料を注入する燃料ノズルを備えた燃料混入装置が知られている。その燃焼排気ガスは、燃料ノズルが内部に配置された混合管内および燃焼室内用音響脈動を減衰するために、音響シールドを通して二次燃焼域に導入される。

また、米国特許第4896501号明細書には、燃料を含んだ排ガスが高速で後段の燃焼域に注入されるガスタービンが記載されている。さらに、米国特許第6112512号明細書からは、燃料ガスと混合された排ガスが後段の燃焼域にパルス状に注入され、これにより、注入された放射燃料ガスが排ガスのなかに深く侵入させるものが知られている。

【0005】

30

本発明の課題は特に、有害物質発生量の少ない燃焼が保証されるガスタービン用燃焼器およびその運転方法を提供することにある。

【0006】

ガスタービン用燃焼器に向けられた課題は、冒頭に述べた形式のガスタービン用燃焼器において、燃料混入装置が、本発明に基づいて、気体燃料を音速の少なくとも0.2倍の速度で燃焼排気ガスに注入するように設計されていることによって解決される。少なくともマッハ数 $Ma = 0.2$ に相当する速度によって、噴射流の硬さが得られ、その硬さによって噴射流の周縁部位に、高いせん断勾配(Schergradient)(即ち、噴射流内側から周縁部位を越えて噴射流外側まで急激に低下する噴射流の速度)が得られる。そのせん断勾配は、例えば、噴射流の長手方向用流体速度ないし気体速度の成分の、噴射流の中心軸線に関して横方向ないし半径方向の導関数によって定量化される。高いせん断勾配の領域において燃焼反応は起こらず、このために、混合気は、噴射流が硬くない周辺部よりも遅れて点火される。この効果によって、燃焼が遅延され、燃焼排気ガスと気体燃料との良好な混合が保証される。

40

【0007】

通常の再熱燃焼装置では、燃料は0.3ms以下で既に点火し、これにより、燃料は燃焼排気ガスと良く混合されない。このために、許容できない NO_x 放出を生じさせる不利な拡散火炎が生ずる。火炎が空気の予混合なしに燃焼することを拡散火炎と呼ぶ。燃焼にとって必要な酸素並びにすべての他の空気成分は火炎縁を越えて火炎の中に拡散するので、火炎は火炎芯に向けて次第に酸素供給が悪くなり、従って、燃料はゆっくり燃焼

50

する。

【0008】

これと異なって、本発明に基づく再熱燃焼装置によって、可視火炎の代わりに、穏和燃焼、無色燃焼あるいは体積燃焼としても知られ有害物質発生量の少ない無発光燃焼が可能となる。気体燃料は、自己点火に対する臨界せん断勾配よりも高いせん断勾配の領域において排気ガスと混合され、せん断勾配の値が臨界値より低い領域に対流で搬送されたときにはじめて点火する。燃焼がほぼ一様に行われる大きな体積の火炎域が得られる。さらに、燃焼排気ガスの組成の適当な選択によって、著しい希薄燃焼が達成され、これは、最終的に二次燃焼域用 NO_x や CO のような有害物質成分の発生を少なくさせる。

【0009】

本発明に基づく方式の重要なパラメータは、基準系 (Bezugssystem) に関する噴射流の速度である。その基準系は、燃料が注入される燃焼排気ガスが特にゆっくり流れるときには、静止燃焼室とすることができ、これにより、その速度は無視できる。燃料が注入される燃焼ガスが急速に流れるときには、基準系として、噴射流を取り囲む燃焼排気ガスに関する移動基準系が選択される。その場合、気体燃料が燃焼排気ガスに注入される速度は、有利に、燃焼排気ガスに関する移動基準系に拠る。その音速は、目的にあって、ノズルから流出する未燃の燃料含有混合気 (以下において単に気体燃料と呼ぶ) の音速と見なされ、これは気体燃料の温度と圧力に関係する。従って、気体燃料は噴射流で、気体燃料用音速の少なくとも 0.2 倍の速度で燃焼排気ガスに注入される。

【0010】

分散効果が音速の周波数依存性を前提とする限りにおいて、その値は数 100 Hz となる。注入噴射速度は例えば噴射流中心において測定され、あるいは噴射流横断面の全面積あるいは部分面積にわたる平均で測定される。

【0011】

このガスタービン用燃焼器は、目的にあって、追加燃焼装置あるいは再熱燃焼装置あるいはその一部である。気体燃料は、目的にあって、所定温度の燃焼排気ガスをそれ自体が自己点火するように燃料で濃縮のに十分な燃料含有率を有する。その燃料としては、ガスタービンに利用されるすべての燃料が利用でき、例えば燃料油、合成ガス、天然ガス、メタノールあるいは純粋な水素並びに混合ガスが利用できる。高い注入噴射速度で得られる高いせん断勾配による燃焼遅延原理は、利用される燃料とほとんど無関係であるという特長を有する。

【0012】

本発明の有利な実施態様において、ガスタービン用燃焼器は一次燃焼室を有し、その場合、燃焼域は排気ガス流において一次燃焼室の下流に配置され、燃料混入装置が、一次燃焼室からの燃焼排気ガスに気体燃料を注入するために利用される。この場合、燃焼排気ガスを再循環する必要なしに、気体燃料が燃焼排気ガスに注入され、これによって、高いせん断勾配の安定した注入噴射流が得られる。

【0013】

本発明の他の実施態様において、燃料混入装置は、気体燃料を音速の少なくとも 0.4 倍の速度で燃焼排気ガスに注入するように設計されている。一般的に、せん断勾配の値が臨界値より上に位置する領域は、噴射流が速くなればなるほどおよび硬くなればなるほど大きくなる。技術的に単純に安価に実現できるマッハ数 0.4 による注入噴射によって、自己点火の著しい遅延が達成され、この遅延は、最終的に、二次燃焼排気ガス用有害物質濃度の十分な減少を生じさせる。

【0014】

燃料混入装置が、気体燃料を燃焼排気ガス用音速の 0.9 倍より小さな速度で燃焼排気ガスに注入するように設計されていることによって、一方では高速についての要件と他方ではコスト上有利な燃料混入装置についての要件との満足できるバランスが達成される。

【0015】

燃料混入装置が、気体燃料を酸素含有ガスと予め混合するための予混合装置を有してい

10

20

30

40

50

ることによって、燃焼生成物用有害物質濃度が小さい穏和な希薄燃焼が達成される。予混合から生ずる混合生成物が排気ガスに注入される気体燃料である。

【 0 0 1 6 】

特に、予混合装置が、燃料分子数と酸素分子数との比が 0 . 2 ~ 1 0 であるように、気体燃料を酸素含有ガスと予め混合するために設計されていることを提案する。予混合装置が、燃料分子数と酸素分子数との比が 1 . 0 より小さいように、気体燃料を酸素含有ガスと予め混合するために設計されていることによって、本発明に基づく速度範囲の下部における噴射流速度で既に希薄燃焼が達成される。

【 0 0 1 7 】

その代わりにあるいはそれに加えて、燃料に不活性成分を混入することができ、その場合、目的にあって同様に、上述の比がいまや酸素含有ガスに代えて不活性成分で考慮されている。その不活性成分としては特に、水蒸気や CO_2 や窒素が適している。その不活性成分の微粒子量は燃料の 1 0 倍までとすることができる。この燃料は、酸素含有ガスあるいは不活性成分の混入なしでも、気体燃料として注入できる。

【 0 0 1 8 】

注入噴射流の周縁部位用せん断勾配が、ノズル出口の前方範囲で（即ち、ノズル出口の下流で）、自己点火に対する臨界せん断勾配を超えることによって、自己点火の遅延が保証される。

【 0 0 1 9 】

その場合、せん断勾配が自己点火に対する臨界せん断勾配を超えるノズル出口の前方範囲の長さが少なくとも 1 0 c m であることが有利である。その範囲の長さは、勿論、噴射流および燃焼排気ガスの速度に左右され、特に有利に、自己点火が少なくとも 1 m s だけ遅らされるように選定されている。

【 0 0 2 0 】

燃料混入装置が、二次燃焼域用平均圧力より少なくとも 2 0 % 特に少なくとも 5 0 % 高い圧力で気体燃料を燃焼排気ガスに注入するように設計されていることによって、噴射流が特に単純な様式で実現される。一般的に、燃焼排気ガスの圧力に対する噴射流圧と燃焼排気ガス圧の圧力差の比は、噴射流の速度および燃焼排気ガス用音速の比と同じである。

【 0 0 2 1 】

気体燃料から成る注入噴射流が、燃料含有ガスから成る内部噴射流と、この内部噴射流を取り囲む冷却ガスから成る外部噴射流から成り、その冷却ガスが燃焼排気ガスより低い温度を有している場合には、自己点火温度の到達が遅らされ、これにより、自己点火が冷却ガスによって一層遅らされるので、特に効果的な予混合が達成される。さらに、せん断勾配の臨界値が温度に左右されることに注意すべきで、その臨界値は冷却ガスの添加によって低下される。これは最終的に、せん断勾配が局所的温度に依存する臨界値を超える予混合域の増大を生じさせる。

【 0 0 2 2 】

冷却ガスの温度が 2 0 0 ~ 4 0 0 であることによって効果的な冷却が達成される。

【 0 0 2 3 】

冷却ガスから成る外部噴射流の速度が内部噴射流の速度と同じであることによって、噴射流縁の硬さが補助外部噴射流によって低下せず、これによって、大きなせん断勾配が得られる。

【 0 0 2 4 】

燃焼遅延の利点は、冷却ガスから成る外部噴射流の速度が内部噴射流の速度より大きいことによって一層高められる。内部噴射流と周囲だけによるよりも、外部噴射流と周囲との間の一層大きなせん断勾配が得られ、これによって、燃焼が一層遅らされる。

【 0 0 2 5 】

他方で、冷却ガスから成る外部噴射流の速度が内部噴射流の速度より小さいことによって、外部噴射流を、高価な圧縮機およびノズルを必要とすることなしに、安価な様式で発生することができる。冷却ガスが燃料を含んでいることによって、火炎領域における均一

10

20

30

40

50

な燃料濃度が得られる。

【 0 0 2 6 】

冷却ガスが少なくとも本質的に空気から成っていることによって、ガスタービン用燃焼器のコスト的に有利な実現が達成される。

【 0 0 2 7 】

燃焼排気ガスの温度が 9 0 0 ~ 1 6 0 0 である場合には、その温度範囲では特に自己点火が早いので、本発明の利点が特に生ずる。

【 0 0 2 8 】

方法に向けられた課題は、冒頭に述べた形式のガスタービン用燃焼器の運転方法において、本発明に基づいて、気体燃料から成る注入噴射流が、燃料含有ガスから成る内部噴射流と、この内部噴射流を取り囲む冷却ガスから成る外部噴射流とから成り、その冷却ガスが燃焼排気ガスより低い温度を有していることによって解決される。

10

【 0 0 2 9 】

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。

【 0 0 3 0 】

図 1 はガスタービン設備用再熱燃焼装置 2 を示し、この再熱燃焼装置 2 は、二次燃焼域 6 付きのガスタービン用燃焼器 4 を備え、気体燃料 8 が混入された燃焼排気ガス 1 0 から成る混合気が、その二次燃焼域 6 において燃焼される。燃焼排気ガス 1 0 は、この燃焼排気ガス 1 0 に関して二次燃焼域 6 の上流に位置されたガスタービン設備の一次燃焼域 1 2 からやって来る。この一次燃焼域 1 2 はガスタービンのタービン段 1 4 によって二次燃焼域 6 から切り離されている。そのタービン段 1 4 の動翼 1 6 は燃焼室（一次燃焼域）1 2 からの燃焼排気ガス 1 0 によって駆動される。二次燃焼域 6 はほぼ環状形をし、タービン段 1 4 の回転軸線（図示せず）に対して回転対称となっている。二次燃焼域 6 に流入する燃焼排気ガス 1 0 は 9 0 0 ~ 1 6 0 0 の温度を有する。二次燃焼域 6 を一次燃焼域 1 2 からタービン段 1 4 によって切り離す代わりに、一次燃焼域 1 2 に換えて、二次燃焼域 6 の上流用共通燃焼室での燃焼前段過程が可能である。

20

【 0 0 3 1 】

再熱燃焼装置 2 は燃料ノズル 2 0 付きの燃料混入装置 1 8 を有している。その燃料ノズル 2 0 によって気体燃料 8 が、タービン段 1 4 の回転軸線に関して半径方向内側に向けられた方向成分をもって、二次燃焼域 6 に軸方向に流入する燃焼排気ガス 1 0 に注入される。

30

【 0 0 3 2 】

燃料混入装置 1 8 は、気体燃料 8 を燃焼排気ガス 1 0 に急速な衝撃噴射流 2 2 の形で注入するために、強力な圧縮機とノズル幾何学形状によって設計されている。その注入噴射流 2 2 の速度は、再熱燃焼装置 2 の状態に対する特性量を含むセンサ信号に依存して、再熱燃焼装置 2 の制御装置（図示せず）が燃料混入装置 1 8 の圧縮機圧力を調整することによって、検出された状態に柔軟に合わされる。

【 0 0 3 3 】

しかしその注入噴射流速度は少なくとも、燃焼排気ガス 1 0 用音速 $\times 0.4 \sim 0.9$ の速度範囲において高いせん断勾配（Schergradient）で燃焼が実施される運転モード内にある。そのために、制御装置はその注入噴射流速度を、燃焼排気ガス 1 0 の圧力と温度に関係して決定し、あるいは、どんな場合でも発生するすべての温度と圧力において音速 $\times 0.4$ に相当する最低速度を超える注入噴射流 2 2 の一定速度に設定することができる。

40

【 0 0 3 4 】

特に有害物質発生量の少ない燃焼で特徴づけられる運転モードにおいては、燃料混入装置 1 8 は気体燃料 8 を、燃焼排気ガス 1 0 用音速 $\times 0.6 \sim 0.8$ の速度範囲用速度で燃焼排気ガス 1 0 に注入する。

【 0 0 3 5 】

50

この実施例において、燃料ノズル 20 は亜音速ノズルとして設計され、これによって、燃料混入装置 18 は気体燃料 8 を最大で、燃焼排気ガス 10 用音速 $\times 0.9$ に相当する速度で燃焼排気ガス 10 に注入する。

【0036】

また、燃料混入装置 18 は、気体燃料 8 を酸素含有ガスあるいは不活性成分と予め混合するための概略的に示された予混合装置 24 を有している。この予混合装置 24 は気体燃料 8 を可変混合比で対応したガスと予混合する。その考え得る混合比の範囲、即ち、燃料分子数と酸素分子数との考え得る比は、特に $0.2 \sim 2.0$ の範囲にある。

【0037】

少なくとも高いせん断勾配の燃焼モードにおいて、制御装置は予混合装置 24 を、この予混合装置 24 が気体燃料 8 を酸素含有ガスと、燃料分子数と酸素分子数との比が 1.0 より小さいような比で予混合するように作動する。

10

【0038】

注入噴射流 22 の速度は、衝撃噴射流 22 の周縁部位 26 用せん断勾配がノズル出口 28 の前方範囲で自己点火に対する臨界せん断勾配を超えるほどに大きい。その場合、せん断勾配が自己点火に対する臨界せん断勾配を超えるノズル出口 28 の前方範囲の長さは少なくとも 10 cm である。

【0039】

高い速度を発生するために、燃料混入装置 18 は圧縮機（図示せず）を有し、これにより、燃料混入装置 18 は気体燃料 8 を、二次燃焼域 6 用燃焼排気ガス 10 の平均圧力より 20% 高い圧力で燃焼排気ガス 10 に注入できる。図示した実施例において、二次燃焼域 6 用一次燃焼域からの燃焼排気ガス 10 の圧力は約 20 パールであり、気体燃料 8 の圧力は 30 パールである。

20

【0040】

その場合、気体燃料 8 から成る注入噴射流 22 は、燃料含有ガスから成る内部噴射流 30 と、この内部噴射流 30 を取り囲む冷却ガスから成る外部噴射流 32 から成っている。その冷却ガスの温度は $200 \sim 600$ であり、これにより、冷却ガスは一次燃焼域から二次燃焼域 6 に流入する燃焼排気ガス 10 より低い温度を有する。

【0041】

再熱燃焼装置の運転中、一次燃焼室 12 において気体燃料が燃焼され、高温燃焼排気ガス 10 がタービン段 14 を通って二次燃焼域 6 に向けて流れる。この排気ガス流（燃焼排気ガス 10）に気体燃料 8 が、少なくとも燃焼排気ガス 10 用音速 $\times 0.2$ の大きさである速度で注入噴射流 12 の形で注入される。この第 1 実施例において、冷却ガスから成る外部噴射流 32 の速度は内部噴射流 30 の速度と同じであり、これにより、内部噴射流 30 と外部噴射流 32 との間にせん断勾配は生じない。外部噴射流 32 の外側周縁と注入噴射流 22 全体を取り囲む燃焼排気ガス 10 との移行部用周縁部位 26 に、大きなせん断勾配が生ずる。

30

【0042】

構造的に安価である異なった実施例において、冷却ガスから成る外部噴射流 32 の速度は内部噴射流 30 の速度より小さい。

40

【0043】

冷却ガスは少なくとも本質的に、窒素や CO_2 や水蒸気のような不活性成分から成り、その燃料混入装置 18 は、火炎を均一化するために、冷却ガスに燃料を可調整比で混入することができる。あるいはまた、冷却ガスとして空気も考えられる。

【0044】

図 2 は異なった形態の再熱燃料装置用燃料ノズル 34 を示している。この燃料ノズル 34 は内管 36 とこの内管 36 を同心的に取り囲む外管 38 から成り、この外管 38 は、流れ方向において内管 36 より前方に突き出し、前方混合領域 40 が横断面円錐状に徐々に細くなり、燃料ノズル 34 の円形出口開口 42 で終えている。

【0045】

50

内管 36 において純燃料あるいは少なくとも燃料高含有ガスが案内され、他方で、内管 36 と外管 38 との隙間において、酸素豊富ジャケット流、有利な実施例においては空気が案内される。混合領域 40 において、燃料高含有ガスと酸素含有ジャケット流が予混合された気体燃料 8 の形に混合される。

【0046】

燃料ノズル 34 の横断面円錐状に徐々に細くなっている前方混合領域 40 において、気体燃料 8 は、噴射流分布にわたる平均速度が本質的に横断面積に反比例するので、加速される。予混合済み気体燃料 8 が、出口開口 42 を通して最終的に、注入噴射流 22 の形で二次燃焼域 6 に導入される。

【0047】

10

図 3 は異なった形態の再熱燃料装置 44 を示し、この再熱燃料装置 44 は、図 1 と図 2 に示された再熱燃焼装置とは特に、燃焼排気ガス 10 の流れの中心まで突出した槍形管 46 として形成された燃料ノズル 48 の点で相違している。気体燃料 8 は、タービン段 14 の回転軸線に関して半径方向に二次燃焼域 6 の中に突出する燃料ノズル 48 のパイプ 50 によって案内されている。このパイプ 50 の半径方向内側端に、二次燃焼域 6 において案内される燃焼排気ガス 10 の流れ方向に向いた槍形管 46 が続き、この槍形管 46 を通して、気体燃料 8 が、好適には、0.4 ~ 0.9 の範囲用マッハ数で、燃焼排気ガス 10 の中にほぼその流れ方向に注入される。

【図面の簡単な説明】

【0048】

20

【図 1】本発明に基づく第 1 実施例の二次燃焼域付きガスタービン用燃焼器の概略構成図。

【図 2】本発明に基づく異なった実施例の再熱燃焼装置の燃料ノズルの概略断面図。

【図 3】本発明に基づくさらに異なった実施例の槍形管として形成された燃料ノズルの概略構成図。

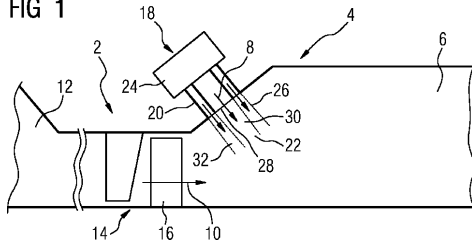
【符号の説明】

【0049】

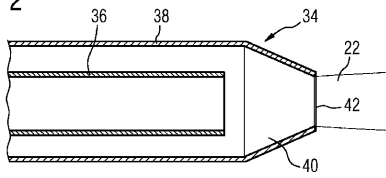
- | | |
|----|--------------|
| 4 | ガスタービン用燃焼器 |
| 6 | 二次燃焼域 |
| 8 | 気体燃料 |
| 10 | 燃焼排気ガス |
| 12 | 一次燃焼域（一次燃焼室） |
| 18 | 燃料混入装置 |
| 22 | 噴射流 |
| 30 | 内部噴射流 |
| 32 | 外部噴射流 |

30

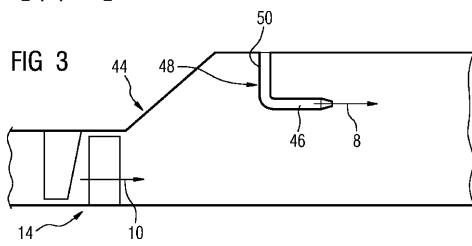
【図 1】
FIG 1



【図 2】
FIG 2



【図 3】



フロントページの続き

- (51)Int.Cl. F I
F 0 2 K 3/10 (2006.01) F 0 2 C 7/22 B
 F 0 2 K 3/10
- (72)発明者 ハイロス、アンドレアス
 ドイツ連邦共和国 4 5 4 7 9 ミュールハイム ウーレンホルストヴェーク 6 ツェー
- (72)発明者 クレープス、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 エリー ホイス クナップ シュトラッセ 2
 1
- (72)発明者 ファン カンベン、ヤープ
 オランダ国 エヌエル 6 0 4 2 アーエア ロエルモント ル バロン デ フェクセラシュト
 ラート 1 8

審査官 稲葉 大紀

- (56)参考文献 米国特許第 4 8 9 6 5 0 1 (U S , A)
 米国特許第 4 2 0 6 5 9 3 (U S , A)
 特開平 0 8 - 1 9 3 7 1 6 (J P , A)
 特開平 0 7 - 3 1 7 5 6 7 (J P , A)
 米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 2 2 9 5 8 1 (U S , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F23R 3/28
 F02C 3/14
 F02C 7/22
 F02K 3/10
 F23R 3/04
 F23R 3/30