

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-34649

(P2015-34649A)

(43) 公開日 平成27年2月19日 (2015. 2. 19)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>F 2 3 R</b> 3/28 (2006. 01)	F 2 3 R 3/28 D	
<b>F 2 3 R</b> 3/12 (2006. 01)	F 2 3 R 3/12	
<b>F 2 3 R</b> 3/32 (2006. 01)	F 2 3 R 3/32	
<b>F 2 3 R</b> 3/14 (2006. 01)	F 2 3 R 3/14	
<b>F 0 2 C</b> 9/40 (2006. 01)	F 0 2 C 9/40 B	
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2013-164440 (P2013-164440)  
 (22) 出願日 平成25年8月7日 (2013. 8. 7)

(71) 出願人 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 110001829  
 特許業務法人開知国際特許事務所  
 (74) 代理人 110000350  
 ポレール特許業務法人  
 (72) 発明者 小泉 浩美  
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号  
 株式会社日立製作所  
 内

最終頁に続く

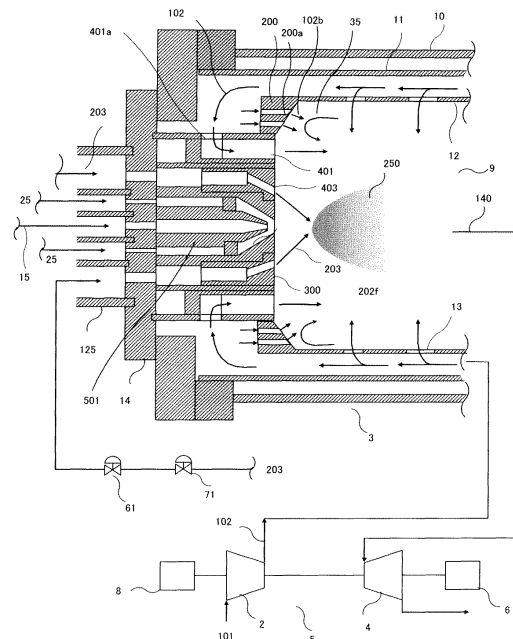
(54) 【発明の名称】 ガスタービン燃焼器

## (57) 【要約】

【課題】バーナに形成する火炎形状を制御し拡散燃焼器のNO<sub>x</sub>濃度を低減することのできるガスタービン燃焼器を提供する。

【解決手段】燃料と空気を混合して燃焼させる円筒状の燃焼室9と、前記燃焼室9の上流側に位置し前記燃焼室内に前記燃料と前記空気を噴射し火炎を保持するためのバーナ300を備えるガスタービン燃焼器3において、前記バーナ300は、複数の燃料噴孔403と複数の空気噴孔401とを有し、前記複数の燃料噴孔403は前記複数の空気噴孔401よりも前記バーナ300の半径方向の内側に配置され、前記ガスタービン燃焼器の軸心に対する内向角を有し、前記バーナ300の半径中心方向に前記燃料を噴射する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

燃料と空気を混合して燃焼させる円筒状の燃焼室と、前記燃焼室の上流側に位置し前記燃焼室内に前記燃料と前記空気を噴射し火炎を保持するためのバーナを備えるガスタービン燃焼器において、

前記バーナは、複数の燃料噴孔と複数の空気噴孔とを有し、

前記複数の燃料噴孔は前記複数の空気噴孔よりも前記バーナの半径方向の内側に配置され、前記ガスタービン燃焼器の軸心に対する内向角を有し、前記バーナの半径中心方向に前記燃料を噴射する

ことを特徴とするガスタービン燃焼器。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載のガスタービン燃焼器において、

前記複数の燃料噴孔と前記複数の空気噴孔とはそれぞれ旋回角を有し、前記燃料および前記空気の旋回角度を同一方向とした

ことを特徴とするガスタービン燃焼器。

**【請求項 3】**

請求項 1 または 2 に記載のガスタービン燃焼器において、

前記バーナは、前記複数の空気噴孔と前記複数の燃料噴孔とを設けた第 1 スワラと、前記第 1 スワラの外周側であって前記燃料の一部を噴射する複数の第 2 燃料噴孔を設けた第 2 スワラとを備え、

前記第 1 スワラの前記複数の空気噴孔の旋回方向と前記第 2 スワラの前記複数の第 2 燃料噴孔の旋回方向とを同方向とした

ことを特徴とするガスタービン燃焼器。

20

**【請求項 4】**

請求項 3 に記載のガスタービン燃焼器において、

前記第 1 のスワラに燃料を供給する第 1 燃料系統と、前記第 2 のスワラに燃料を供給する第 2 燃料系統と、前記第 1 燃料系統に設けた第 1 流量調整弁と、前記第 2 燃料系統に設けた第 2 流量調整弁と、前記燃料の発熱量変化検出手段とを有し、

前記発熱量変化検出手段の検出する発熱量の変化に応じて、前記第 1 流量調整弁の開度と前記第 2 流量調整弁の開度とを調整して前記第 1 及び第 2 スワラに供給する燃料流量比

率を制御する

ことを特徴とするガスタービン燃焼器。

30

**【請求項 5】**

請求項 3 または 4 に記載のガスタービン燃焼器において、

前記第 1 スワラの燃料噴孔の半径方向内側に、起動用の油ノズルあるいは L N G などのガスノズルを配置し、起動用燃料とメインガス燃料とをそれぞれ独立に供給可能とした

ことを特徴とするガスタービン燃焼器。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明はガスタービン燃焼器に係り、さらに詳しくは、燃料と空気を別々の流路から燃焼室に噴射する拡散燃焼方式のガスタービン燃焼器に関する。

40

**【背景技術】****【0002】**

近年、発電コストの低減、資源の有効利用、及び、地球温暖化防止の観点から、製鉄所で副生するコークス炉ガスや製油所で副生するオフガスなどの水素を含む水素含有燃料を有効利用することが検討されている。

**【0003】**

例えば、ガスタービン発電プラントに水素含有燃料を利用すると、水素含有燃料は、燃焼時における二酸化炭素(Carbon Dioxide : CO<sub>2</sub>)の排出量が少ないため、地球温暖化防止

50

策として有効である。また、豊富な資源である石炭をガス化して発電する石炭ガス化複合発電プラント（Integrated coal Gasification Combined Cycle：I G C C）においては、ガスタービンに供給する水素含有燃料中の炭素分を回収・貯留するシステム（Carbon Capture and Storage：C C S）を設けて、CO<sub>2</sub>排出量を更に削減する方策も検討されている。

#### 【 0 0 0 4 】

このような、I G C C プラントでは、炭種やガス化炉負荷、C C S の運転条件等によって燃料組成が変化するため、燃料組成の変化に対応可能な燃焼器が必要となる。燃料組成の変化には、燃料と空気とを別々の流路から燃焼室内に噴射・混合して燃焼させる拡散燃焼方式が有効である。

10

#### 【 0 0 0 5 】

拡散燃焼を司るパイロット噴射弁の燃焼効率や着火性・保炎性を向上させることのできる燃料噴射装置であって、燃焼器の軸中心方向に燃料を噴射するバーナ構造が開示されている（例えば、特許文献 1 参照）。

#### 【 先行技術文献 】

#### 【 特許文献 】

#### 【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 2 - 2 5 1 7 4 2 号 公 報

#### 【 発明の概要 】

#### 【 発明が解決しようとする課題 】

20

#### 【 0 0 0 7 】

水素含有燃料において、例えば水素含有率が高くなると、燃料の燃えやすさを表す燃焼速度が速くなるため、燃料と空気を予め混合して燃焼する予混合燃焼方式では燃焼速度の増加に伴い火炎が予混合器内に逆流（逆火）するリスクが高くなり、信頼性が低下する。一方、水素含有率が低くなり燃焼速度が低下した場合には、予混合気の流速が速すぎるために火炎が不安定となりやすい。したがって、運転中に燃料組成が変化するようなガスタービン発電プラントでは、予混合燃焼方式による対応は極めて難しくなる。

#### 【 0 0 0 8 】

これに対し、拡散燃焼器は燃料と空気を別々の流路から燃焼室内に噴射するため、燃料と空気を噴射するためのバーナ内に予混合気は形成されず、燃料組成が変化しても逆火することがない。また、予混合燃焼に比べて拡散燃焼は安定燃焼範囲が広いと、プラントで供給される燃料の組成が変化しても安定燃焼が可能となる。

30

#### 【 0 0 0 9 】

しかし、拡散燃焼器ではバーナから噴射した燃料と空気が燃焼室内で混合する際、燃料と空気の混合過程で理論混合比となる領域が形成され、それに伴い高温領域が発生するために NO<sub>x</sub> 濃度が高くなる。特に、バーナでは、燃料と空気に旋回を与え旋回流によってバーナの径方向中心部近傍に負圧を生じさせ、高温の燃焼ガスの循環（循環ガス領域）によって火炎を保持するのが一般的であるが、バーナに火炎が接近し高温の燃焼ガス領域がバーナ近傍に発生すると、循環ガス領域を経て高温の燃焼ガス領域が燃焼室下流まで形成され、NO<sub>x</sub> 濃度が高くなる。特に、水素含有燃料の燃焼では、その影響は顕著である。

40

#### 【 0 0 1 0 】

NO<sub>x</sub> 濃度を低減するために、水または蒸気、さらには I G C C ではガス化炉の酸化剤に必要な酸素を製造する際に発生する窒素等を燃焼器に噴射して上述した高温領域を削減することが一般に行われている。このような NO<sub>x</sub> 低減に必要な媒体を燃焼器に噴射するためには、媒体を燃焼器圧力以上に昇圧する必要があり、昇圧に要する動力の消費によりプラント効率が低下するという課題があった。

#### 【 0 0 1 1 】

本発明は、上述の事柄に基づいてなされたものであって、その目的は、バーナに形成する火炎形状を制御し拡散燃焼器の NO<sub>x</sub> 濃度を低減することのできるガスタービン燃焼器を提供するものである。

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0012】

上記課題を解決するために、例えば特許請求の範囲に記載の構成を採用する。本願は、上記課題を解決する手段を複数含んでいるが、その一例を挙げるならば、燃料と空気を混合して燃焼させる円筒状の燃焼室と、前記燃焼室の上流側に位置し前記燃焼室内に前記燃料と前記空気を噴射し火炎を保持するためのバーナを備えるガスタービン燃焼器において、前記バーナは、複数の燃料噴孔と複数の空気噴孔とを有し、前記複数の燃料噴孔は前記複数の空気噴孔よりも前記バーナの半径方向の内側に配置され、前記ガスタービン燃焼器の軸心に対する内向角を有し、前記バーナの半径中心方向に前記燃料を噴射することを特徴とする。

10

## 【発明の効果】

## 【0013】

本発明によれば、拡散バーナにおいて、空気旋回器よりも内周側の燃料噴孔から燃料を噴射するとともに、燃料噴孔に内向角を設け燃焼室の軸中心方向に噴射可能としたために、細身の拡散火炎が形成できる。また、燃料を燃焼室の軸中心方向に噴射することで、バーナからやや離れた下流位置に拡散火炎を形成できるので、火炎にバーナ周囲の空気を積極的に巻き込むことが可能となり、拡散火炎による低NO<sub>x</sub>燃焼が可能となる。この結果、水、蒸気あるいは窒素等の噴射媒体の流量を低下できるので、プラント効率向上に寄与することができる。

## 【図面の簡単な説明】

20

## 【0014】

【図1】本発明のガスタービン燃焼器の第1の実施の形態の要部の側断面図をガスタービンプラント全体の模式図と併せて表した概略構成図である。

【図2】本発明のガスタービン燃焼器の第1の実施の形態を構成するバーナを燃焼室側から見た正面図である。

【図3】図2に示すバーナをA-A矢視から見た断面図である。

【図4】本発明のガスタービン燃焼器の第1の実施の形態を構成するバーナの要部の側断面図を燃焼室内の燃焼ガスの流れを示す状況図と併せて表した概略構成図である。

【図5】本発明のガスタービン燃焼器の第2の実施の形態を構成するバーナを燃焼室側から見た正面図である。

30

【図6】本発明のガスタービン燃焼器の第2の実施の形態を構成するバーナの要部の側断面図を燃焼室内の燃焼ガスの流れを示す状況図と併せて表した概略構成図である。

【図7】従来のガスタービン燃焼器を構成する燃料噴射内向角を持たない従来バーナを燃焼室側から見た正面図である。

【図8】従来のガスタービン燃焼器を構成する燃料噴射内向角を持たない従来バーナの要部の側断面図を燃焼室内の燃焼ガスの流れを示す状況図と併せて表した概略構成図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0015】

以下、本発明のガスタービン燃焼器の実施の形態を図面を用いて説明する。

40

## 【実施例1】

## 【0016】

図1は本発明のガスタービン燃焼器の第1の実施の形態の要部の側断面図をガスタービンプラント全体の模式図と併せて表した概略構成図である。本実施の形態においては、ガスタービンの起動用に軽油などの液体燃料を用い、メイン燃料としてH<sub>2</sub>、COの混合ガス（IGCCなどの石炭ガス化ガス、あるいはコークス炉ガス）を用いた。

## 【0017】

ガスタービン5は、圧縮機2、燃焼器3、タービン4、発電機6、及び起動用モータ8等で構成されている。ガスタービン5では、圧縮機2が大気より吸込んだ空気101を圧縮し、燃焼空気102を燃焼器3へと供給する。燃焼器3では、圧縮機2による燃焼空気

50

１０２とガスタービンの起動用燃料（ここでは軽油）１５で着火し、燃焼ガス１４０を発生させタービン４に供給する。タービン４は燃焼ガス１４０の供給により回転動力が与えられ、タービン４の回転動力が圧縮機２及び発電機６に伝達される。圧縮機２に伝えられた回転動力は圧縮動力に用いられ、発電機６に伝えられた回転動力は電気エネルギーに変換される。

#### 【００１８】

燃焼器３は、略円筒構造に形成された圧力容器である外筒１０と、外筒１０の端部に設けたエンドカバー１４と、外筒１０内で燃焼室９を形成する燃焼室ライナ１２と、外筒１０の内側であって燃焼室ライナ１２の外周側に配置され、その内周面と燃焼室ライナ１２の外周面とで環状の空間を形成するフローズリーブ１１とを備えている。また、燃焼室９の上流のエンドカバー１４の内部側には燃焼室９に燃料と空気を噴出し火炎を保持するためのバーナ３００が配置されている。

10

#### 【００１９】

燃焼器３に供給された燃焼空気１０２は、フローズリーブ１１と燃焼室ライナ１２との空間内を流れ、燃焼室９を冷却しながら燃焼室ライナ１２の側壁に設けた空気孔１３により燃焼室９内に供給される。また、フローズリーブ１１と燃焼室ライナ１２との空間内を流れた燃焼空気１０２は、燃焼室９の上流側端部のルーバー２００に設けた冷却空気孔２００ａから冷却空気１０２ｂとして燃焼室９内に供給される。

また、バーナ３００に供給された燃焼空気１０２は後述する空気旋回器に設けた空気導入孔４０１ａを介して空気噴孔４０１から空気１０２ａとして燃焼室９内に供給される。

20

#### 【００２０】

バーナ３００は、径方向の中心部に起動用の油ノズル５０１を備え、その外周にガス噴孔４０３を、さらにその外周に空気噴孔４０１（空気旋回器４００）を備えている。一般に、水素を含むガス燃料を用いる場合、軽油などの起動用燃料１５の系統と起動用燃料１５を微粒化するための噴霧空気２５の系統とを燃料ノズルボディ１２５に設けガスタービン着火時の信頼性を向上させている。燃料ノズルボディ１２５には、燃料遮断弁７１と燃料流量調整弁６１とが設けられたガス燃料２０３の系統が設けられていて、ガス噴孔４０３と接続されている。起動用燃料系統１５からの軽油燃料による部分負荷までの運転後は、軽油燃料の流量を低下させると同時にガス燃料２０３の流量を増加させ、最終的には、ガス専焼の運転モードに切替えている。

30

#### 【００２１】

次に、バーナ構造について図２乃至図４を用いて説明する。図２は本発明のガスタービン燃焼器の第１の実施の形態を構成するバーナを燃焼室側から見た正面図、図３は図２に示すバーナをＡ－Ａ矢視から見た断面図、図４は本発明のガスタービン燃焼器の第１の実施の形態を構成するバーナの要部の側断面図を燃焼室内の燃焼ガスの流れを示す状況図と併せて表した概略構成図である。図２乃至図４において、図１に示す符号と同符号のものは同一部分であるので、その詳細な説明は省略する。

#### 【００２２】

図２に示すように、本実施の形態のバーナ３００は、起動用の油ノズル５０１を燃焼室９の軸心部に配置し、その外周に８個のガス噴孔４０３を配置している。ガス噴孔４０３の外周には空気旋回器４００が配置されていて、空気旋回器４００には８個の空気噴孔４０１が設けられている。空気噴孔４０１には、図３に示すように、旋回角が設けられている。このことにより、空気噴孔４０１から噴出する空気１０２ａには旋回が与えられるので、バーナ３００の半径方向中心部に負圧を生じさせ、燃焼ガスが循環する領域（循環ガス領域）を形成する。

40

#### 【００２３】

図２に戻り、ガス噴孔４０３は旋回角と内向角とを備えている。この結果、ガス燃料２０３は旋回しつつバーナ３００の半径中心方向に噴射される。ここで、旋回角は、ガス噴孔４０３のガス入口側の中心と燃焼室９の軸心部とを結ぶ線に対して、ガス噴孔４０３のガス入口側の中心とガス出口側の中心とを結ぶ線がなす角度である。また、内向角

50

は、燃焼室 9 の軸方向に対して、ガス噴孔 403 のガス入口側の中心とガス出口側の中心とを結ぶ線がなす角度である。旋回角 はガス燃料の旋回する旋回角度と、空気噴孔 401 の旋回角 により生じる空気の旋回角度とが、同一方向となるように設定されている。

#### 【0024】

図 4 において、上述したように、バーナ 300 に供給された空気 102 a は、空気旋回器 400 の空気孔導入孔 401 a を介して空気噴孔 401 から燃焼室 9 に噴出される。この空気 102 a には旋回成分が与えられている。これによりバーナ 300 の半径方向中心部は負圧となり、循環ガス領域 30 が形成される。循環ガス領域 30 は、バーナ 300 に供給するガス燃料 203 および空気 102 a に火炎からの熱を連続的に与えるため、火炎 250 が連続的に形成されると共に保炎に至る。

10

#### 【0025】

なお、本実施の形態においては、ガス噴孔 403 に内向角 を設けたことを特徴としている。内向角 を設けることでガス燃料 203 はバーナ 300 の径方向中心部に噴射され、各燃料の噴流が合流し燃料濃度が高くなる位置を基点に火炎 250 が保持される。バーナの半径中心方向に燃料を噴射するために、火炎 250 がバーナ 300 の外側に広がるのを抑制でき、細身の拡散火炎が形成できる。燃料を中心方向に噴射することで保炎の基点となる位置 P は、バーナ表面から距離 L の下流方向に位置する。

#### 【0026】

燃焼室 9 において、軸方向下流からバーナ 300 を見た場合、バーナ 300 の外周部には、バーナ 300 から噴射した空気および燃料の噴流によって、ルーバー 200 の冷却空気 102 b を含んだ燃焼ガス 35 が循環している。この燃焼ガス 35 の温度は、火炎 250 の温度よりも低い。バーナ 300 からやや下流側に細身の拡散火炎を形成することで、バーナ外周に循環する燃焼ガス 35 を火炎 250 に巻き込むことが可能となる。この結果、火炎温度を低下させることができるので、NOx 濃度を低下できる。

20

#### 【0027】

次に、本実施の形態と比較するために、燃料噴射内向角を持たない従来バーナについて図 7 及び図 8 を用いて説明する。図 7 は従来のガスタービン燃焼器を構成する燃料噴射内向角を持たない従来バーナを燃焼室側から見た正面図、図 8 は従来のガスタービン燃焼器を構成する燃料噴射内向角を持たない従来バーナの要部の側断面図を燃焼室内の燃焼ガスの流れを示す状況図と併せて表した概略構成図である。図 7 及び図 8 において、図 1 乃至図 4 に示す符号と同符号のものは同一部分であるので、その詳細な説明は省略する。

30

#### 【0028】

図 7 に示す従来バーナ 300 C は、ガス噴孔 403 C が旋回角 を備えているが内向角 を備えていない点のみが図 2 に示す本実施の形態のバーナ 300 と異なり、それ以外は同じ構成である。ガス燃料 203 は旋回しつつバーナの半径方向外側に広がり空気旋回器 400 から供給される空気 102 a と混合して燃焼する。

#### 【0029】

図 8 に示すように、燃焼室内において、噴射したガス燃料 203 と空気 102 a との混合により火炎 250 が形成される。形成された火炎 250 より発生した燃焼ガスの一部は循環ガス領域 30 に取り込まれ、バーナ 300 C の表面に沿ってガス燃料 203 および空気 102 a に連続的に熱を与える。循環ガス領域 30 に取り込まれた燃焼ガスがバーナ 300 C の表面近傍に沿って流れるため、バーナ 300 C 表面近傍の温度は高くなり、火炎 250 はバーナ 300 C に接近して形成される。

40

#### 【0030】

バーナ 300 C 表面に接近して火炎 250 が形成されている部分は、バーナ 300 C の外周側に循環する低温の燃焼ガス 35 の巻き込みが緩慢となる。この結果、火炎温度は低下せず、低 NOx 燃焼は困難となる。

#### 【0031】

本実施の形態においては、ガス噴孔 403 C に内向角を設けることで、細身の拡散火炎

50

が形成できる。また、バーナから噴射する噴流の影響によって発生するバーナ外周の低温の循環ガスがこの火炎に巻き込まれる。これらの相乗効果により、火炎温度を低下させることができるので、 $\text{NO}_x$ 濃度を低下できる。

#### 【0032】

次に、本発明のガスタービン燃焼器の実施の形態の運転方法について図1を用いて説明する。

ガスタービン5の始動は、起動用モータ8等の外部動力により駆動される。起動用モータ8により、ガスタービン5の回転数を燃焼器3の着火条件相当の回転数に保持することで、燃焼器3には着火に必要な燃焼空気102が供給され、着火条件が成立する。

#### 【0033】

バーナ300に起動用燃料15としての軽油と、軽油を微粒化するための噴霧空気25とを供給することにより、燃焼器3内での着火が可能となる。燃焼器3の着火後、燃焼ガス140が生成されタービン4に供給される。起動用燃料15である軽油の流量増加とともにタービン4が昇速し、規定回転数に到達すると、起動用モータ8が離脱し、ガスタービン5は自立運転に入り、無負荷定格回転数に到達する。

#### 【0034】

ガスタービン5は無負荷定格回転数に到達後、発電機6を電力系統に並列させ、軽油の流量増加により、タービン4の入口燃焼ガス温度と発電機出力(負荷)を上昇させる。部分負荷条件では、軽油から $\text{H}_2$ 、 $\text{CO}$ の混合ガスへの燃料切替えが可能となり、一般にはガスタービン負荷一定条件において軽油流量を低下させると同時にガス燃料203の流量を増加させ、ガス専焼運転に運転モードを切替える。

#### 【0035】

ガス専焼運転に運転モードを切替えた後は、ガス燃料203の流量を増加させることにより、定格負荷まで増負荷運転が可能である。また、ガス専焼に切り替えた後は、バーナ300に細身の拡散火炎が形成され、低 $\text{NO}_x$ 燃焼が可能となる。

#### 【0036】

なお、本実施の形態においては、起動用燃料に軽油を用いた例で説明したが、起動用燃料としてLNGなどの高カロリー燃料を用いることでも同様の効果が得られる。また、 $\text{H}_2$ 、 $\text{CO}$ の混合ガスによる着火が容易な場合には、軽油やLNGなどの起動用の油ノズル501を用いずにバーナを構成することもできる。

#### 【0037】

上述した本発明のガスタービン燃焼器の第1の実施の形態によれば、拡散バーナ300において、空気旋回器400よりも内周側のガス噴孔401からガス燃料203を噴射するとともに、ガス噴孔401に内向角を設け燃焼室9の軸中心方向に噴射可能としたために、細身の拡散火炎250が形成できる。また、燃料を燃焼室9の軸中心方向に噴射することで、バーナ300からやや離れた下流位置に拡散火炎250を形成できるので、火炎にバーナ周囲の空気を積極的に巻き込むことが可能となり、拡散火炎250による低 $\text{NO}_x$ 燃焼が可能となる。この結果、水、蒸気あるいは窒素等の噴射媒体の流量を低下できるので、プラント効率向上に寄与することができる。

#### 【実施例2】

#### 【0038】

以下、本発明のガスタービン燃焼器の第2の実施の形態を図面を用いて説明する。図5は本発明のガスタービン燃焼器の第2の実施の形態を構成するバーナを燃焼室側から見た正面図、図6は本発明のガスタービン燃焼器の第2の実施の形態を構成するバーナの要部の側断面図を燃焼室内の燃焼ガスの流れを示す状況図と併せて表した概略構成図である。図5及び図6において、図1乃至図4に示す符号と同符号のものは同一部分であるので、その詳細な説明は省略する。

#### 【0039】

図5及び図6に示す本発明のガスタービン燃焼器の第2の実施の形態は、大略第1の実施の形態と同様の機器で構成されるが、以下の構成が異なる。本実施の形態においては、

10

20

30

40

50

第 1 の実施の形態の空気旋回器 4 0 0 の外周に燃料 2 0 3 の一部を噴射可能なスワラを設けている。本実施の形態においては、バーナ 3 0 0 の空気旋回器 4 0 0 を有するスワラを内周スワラ 2 0 1 といい、その外周に設けたスワラを外周スワラ 2 0 2 という。外周スワラ 2 0 2 には、8 個の第 2 ガス噴孔 4 0 4 が設けられている。このように、本実施の形態においては、内周スワラ 2 0 1 のガス噴孔 4 0 3 から噴射する第 1 の燃料と、外周スワラ 2 0 2 の第 2 ガス噴孔 4 0 4 から噴射する第 2 の燃料とを分けて燃焼室 9 内に噴射することができる。

#### 【 0 0 4 0 】

本発明のガスタービン燃焼器は、燃料を燃焼室 9 の軸中心方向に噴射することを特徴としていて、バーナ 3 0 0 からやや離れた下流位置に保炎点が形成され、周囲空気との混合が促進されるため、燃焼速度の速い反応性の良い燃料に対しての低  $\text{NO}_x$  燃焼の実現に効果的である。しかし、IGCCプラントのようにガス化炉負荷や炭種によってガスタービンに供給される燃料の組成が変化する場合には、この組成変化に対応できるガスタービン燃焼器が要求される。

10

#### 【 0 0 4 1 】

特に、ガス化炉負荷が定格負荷よりも低くなる場合、定格負荷に比べてガスに含まれる可燃成分が減少し不活性成分が増加するため発熱量が低下し、燃焼性が低下する。内周スワラ 2 0 1 のみから全量の燃料を供給する場合には、燃料流量の増加に伴い燃料噴出流速が増加する。しかも発熱量の低下に伴い燃料の反応性も低下するため、保炎性が低下する。

20

#### 【 0 0 4 2 】

本実施の形態のガスタービン燃焼器においては、ガスタービンの運転中に発熱量が低下しても、内周スワラ 2 0 1 のガス噴孔 4 0 3 から第 1 の燃料を噴射すると共に、外周スワラ 2 0 2 から噴射する第 2 の燃料の流量を増加させるので、内周スワラ 2 0 1 より噴射する第 1 の燃料の噴出流速を低下させることができる。この結果、発熱量が低下した場合でも安定燃焼が可能となる。

#### 【 0 0 4 3 】

図 6 に示すように、バーナ 3 0 0 は、内周スワラ 2 0 1 の外側に外周スワラ 2 0 2 を設けている。内周スワラ 2 0 1 のガス噴孔 4 0 3 には、燃料遮断弁 7 1 と燃料流量調整弁 6 1 とが設けられたガス燃料 2 0 3 の第 1 系統 5 1 が接続されている。外周スワラ 2 0 2 の第 2 ガス噴孔 4 0 4 には、燃料遮断弁 7 2 と燃料流量調整弁 6 2 とが設けられたガス燃料 2 0 3 の第 2 系統 5 2 が接続されている。第 1 系統 5 1 の燃料流量調整弁 6 1 と第 2 系統 5 2 の燃料流量調整弁 6 2 を調整することで、各スワラのガス噴孔に供給する燃料流量を制御できる。また、図示していないが、燃料の発熱量の低下を検知する発熱量検知手段を設けている。

30

#### 【 0 0 4 4 】

例えば、ガス化炉負荷の低下に伴い燃料の発熱量が低下した場合、ガスタービン 5 の出力を維持するためには、燃料流量を増加させる必要が生じる。このとき、内周スワラ 2 0 1 から増加した燃料流量の全量を噴射すると燃料の噴出流速が増加し、不安定燃焼になりやすい。

40

#### 【 0 0 4 5 】

本実施の形態においては、このような燃料の発熱量の低下を検知したときに、外周スワラ 2 0 2 から燃料の一部を噴射するので、内周スワラ 2 0 1 の燃料流速を最適化できる。また、このとき外周火炎 2 5 1 の形成による内外周火炎の熱の授受が生じるので、安定燃焼が可能となる。

#### 【 0 0 4 6 】

このように、ガスタービン 5 の運転中に燃料の発熱量が変化する場合には、内外周スワラに供給する燃料流量の比率を調整することで安定燃焼を維持しつつ、低  $\text{NO}_x$  燃焼が可能になる。

#### 【 0 0 4 7 】

50

上述した本発明のガスタービン燃焼器の第２の実施の形態によれば、第１の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【００４８】

また、上述した本発明のガスタービン燃焼器の第２の実施の形態によれば、ガスタービン５の運転中に燃料の発熱量が変化する場合であっても、安定燃焼を維持しつつ、低ＮＯ<sub>x</sub>燃焼が可能になる。

【００４９】

なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。

10

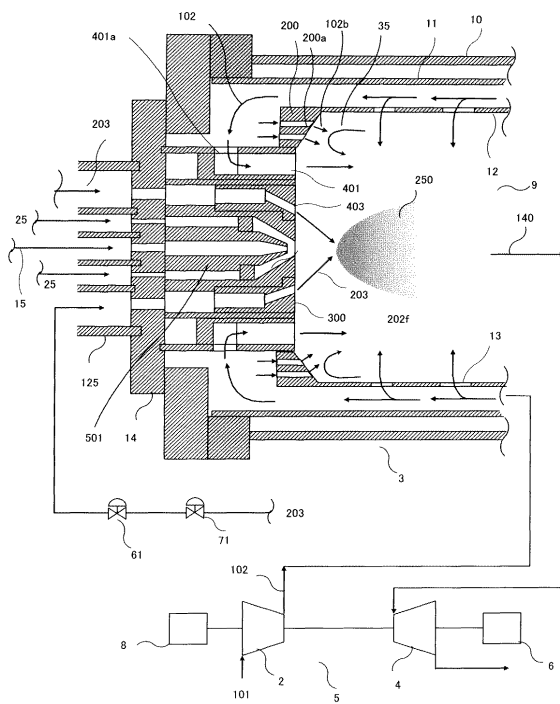
【符号の説明】

【００５０】

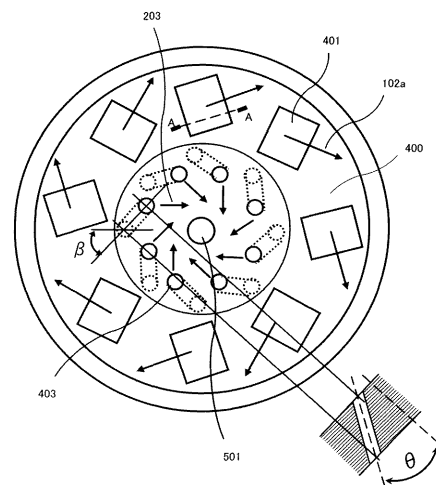
２	圧縮機	
３	燃焼器	
４	タービン	
５	ガスタービン	20
６	発電機	
８	起動用モータ	
９	燃焼室	
１０	外筒	
１１	フロースリーブ	
１２	燃焼室ライナ	
１４	エンドカバー	
１５	起動用燃料	
２５	噴霧空気	
３０	循環ガス領域	30
３５	燃焼ガス	
６１	燃料流量調整弁	
７１	燃料遮断弁	
１０１	空気	
１０２	燃焼空気	
１０２a	空気	
１０２b	冷却空気	
１４０	燃焼ガス	
２００	ルーバ	
２００a	冷却空気孔	40
２０１	内周スワラ	
２０２	外周スワラ	
２０３	ガス燃料	
２５０	火炎	
３００	バーナ	
４００	空気旋回器	
４０１	空気噴孔	
４０１a	空気導入孔	
４０３	ガス噴孔	
４０４	第２ガス噴孔	50

## 5 0 1 油ノズル

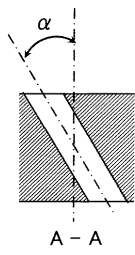
【図 1】



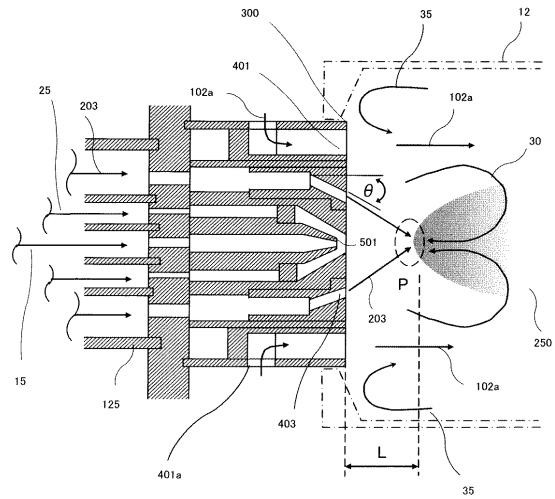
【図 2】



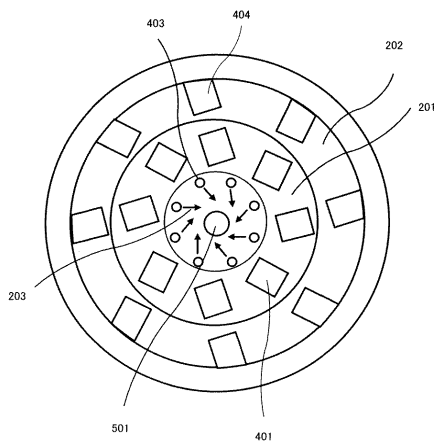
【図 3】



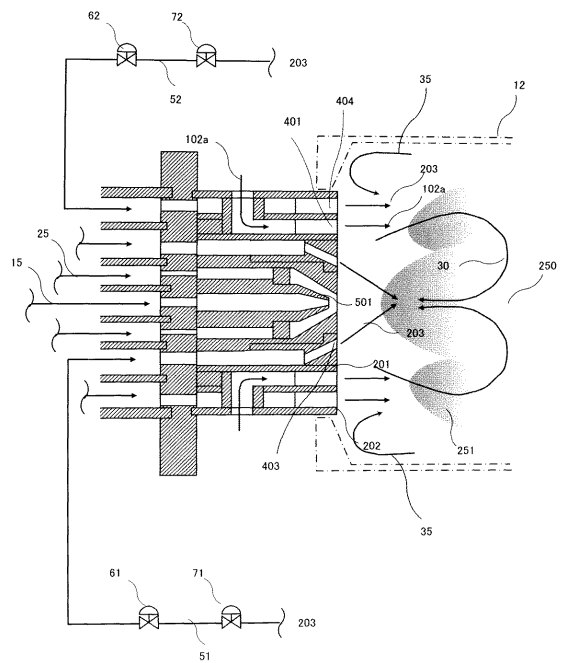
【図 4】



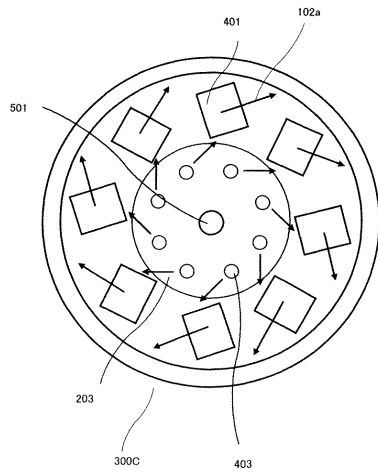
【図 5】



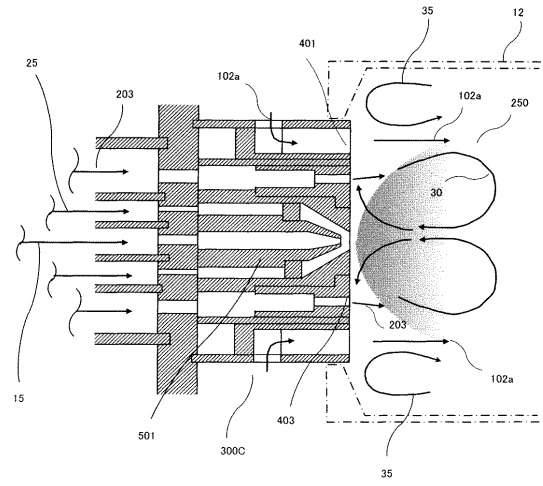
【図 6】



【図 7】



【図 8】



---

フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
<b>F 0 2 C</b>	<b>3/22</b>	<b>(2006.01)</b>	F 2 3 R 3/28	F
			F 0 2 C 3/22	

(72)発明者	関口 達也	
	東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号	株式会社日立製作所内
(72)発明者	林 明典	
	東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号	株式会社日立製作所内