

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3765560号
(P3765560)

(45) 発行日 平成18年4月12日(2006.4.12)

(24) 登録日 平成18年2月3日(2006.2.3)

(51) Int. Cl.	F I		
F 2 3 R	3/06	(2006.01)	F 2 3 R 3/06
F O 2 C	3/22	(2006.01)	F O 2 C 3/22
F O 2 C	3/30	(2006.01)	F O 2 C 3/30 Z
F 2 3 R	3/12	(2006.01)	F 2 3 R 3/12
F 2 3 R	3/26	(2006.01)	F 2 3 R 3/26 A
請求項の数 5 (全 11 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号	特願2001-1364 (P2001-1364)	(73) 特許権者	000173809
(22) 出願日	平成13年1月9日(2001.1.9)		財団法人電力中央研究所
(65) 公開番号	特開2002-206741 (P2002-206741A)		東京都千代田区大手町1丁目6番1号
(43) 公開日	平成14年7月26日(2002.7.26)	(74) 代理人	100087468
審査請求日	平成15年4月18日(2003.4.18)		弁理士 村瀬 一美
		(74) 代理人	100098017
			弁理士 吉岡 宏嗣
		(72) 発明者	小泉 浩美
			茨城県日立市大みか町七丁目2番1号
			株式会社日立製作所 電力・電機開発本部内
		(72) 発明者	林 明典
			茨城県日立市大みか町七丁目2番1号
			株式会社日立製作所 電力・電機開発本部内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスタービン燃焼器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料と空気との混合物を燃焼させる燃焼室の隔壁を構成するとともに前記燃焼室の軸方向端部に流体導入部を有するライナーと、前記ライナーを収容する圧力容器と、前記ライナーと前記圧力容器との間に形成されて燃焼空気を前記流体導入部に導く空気通路と、前記空気通路内に配置されて前記空気通路内に窒素を噴射する窒素噴射ノズルと、前記ライナーの流体導入部に配置され燃料をガス化して得られたガス化ガスを前記燃焼室内のライナー壁面に向けて噴射するとともに前記ガス化ガスとは別に前記空気通路内の空気および窒素を導入して前記燃焼室内のライナー軸心方向に向けて噴射する主燃料噴射ノズルと、前記ライナーの流体導入部から前記燃焼室内に燃料と空気を噴射し主噴射ノズルの火炎を保持する補助燃料噴射ノズルとを備え、前記ライナーには、前記空気通路内の空気を前記燃焼室内に供給する複数の燃焼空気孔が前記燃焼室の周方向および軸方向に沿って形成され、前記複数の燃焼空気孔のうち一部の燃焼空気孔は前記燃料噴射孔の軸延長線と前記ライナーとの交点よりも前記流体導入部側に形成され、前記窒素噴射ノズルには、少なくとも前記一部の燃焼空気孔を臨む位置に窒素噴射孔が形成されてなるガスタービン燃焼器。

【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、前記主燃料噴射ノズルには、導入したガス化ガスによる旋回流を形成するとともに前記ガス化ガスを前記ライナー壁面に向けて噴射する燃料噴射孔が複数個環状に形成され、且つ、導入した空気および窒素による旋回流を形成するとともに前記空気および窒素を前記燃焼室の軸心方向に向けて噴射する流体旋

回通路が複数個環状に形成されてな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、前記窒素噴射ノズルには、第 1 の窒素噴射孔と第 2 の窒素噴射孔がそれぞれ複数個前記燃焼室の周方向に沿って形成され、且つ、前記第 2 の窒素噴射孔は前記一部の燃焼空気孔を臨む位置に形成され、前記第 1 の窒素噴射孔は前記第 2 の窒素噴射孔よりも前記流体導入部側に形成されてなることを特徴とするガスタービン燃焼器。

【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、前記流体導入部側に形成された一部の燃焼空気孔と前記第 2 の窒素噴射孔は、前記ライナーの流体導入部において前記ライナーの軸心と直交する面から前記ライナーの軸方向に沿って同じ距離だけ離れた位置に形成されているとともに、前記ライナーの軸心を基準として周方向の角度が同位相となる位置に形成されてなることを特徴とするガスタービン燃焼器。

10

【請求項 5】

請求項 1、2、3 または 4 のうちいずれか 1 項に記載のガスタービン燃焼器において、前記第 1 の窒素噴射孔の流路面積の大きさをガスタービン負荷に応じて制御する窒素噴射量制御手段を備えてなる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】

【0001】

【発明の属する技術分野】

20

本発明は、ガスタービン燃焼器に係り、特に、重質油あるいは石炭などの燃料を酸素でガス化し、このガス化ガスに空気と窒素を混合させて燃焼させるに好適なガスタービン燃焼器に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、発電プラントとして、ガスタービン燃焼器に、天然ガスを主燃料とした発電用ガスタービン燃焼器を用いたものと、重質油あるいは石炭などの燃料を酸素でガス化し、このガス化ガスを主燃料としたいわゆる酸素酸化方式の発電用ガスタービン燃焼器を用いたものがある。各プラントにおいてはガスタービン燃焼器から排出される NO_x を低減することが行われている。例えば、前者のガスタービン燃焼器を用いたプラントにおいては、予め燃料と空気を混合し、予混合された混合気を燃焼室内にて低温均一燃焼することによって NO_x の低減を図っている。

30

【0003】

一方、後者のガスタービン燃焼器を用いた複合発電プラントにおいては、ガス化ガスの燃焼速度が天然ガスに比べて速いこと、また炭種やガス化炉の運転状態によってガスタービンに供給される燃料組成が安定しづらいことを考慮し、燃焼室に燃料と空気を独立に供給して燃焼する拡散燃焼方式が採用されている。この方式の場合、空気供給のための燃焼空気孔を燃焼室の軸方向に沿って複数個配置し、燃焼室内部の温度分布を燃焼空気孔の配置および配分によって調整することで、火炎安定化と NO_x の低減を図ることができる。

【0004】

40

また後者のガスタービン燃焼器を用いたプラントにおいては、ガスタービンから抽気される空気あるいはバックアップ用空気圧縮機の吐出空気を酸素と窒素とに分離し、分離された酸素をガス化炉の酸化剤として使い、残りの窒素を昇圧後、ガスタービン燃焼器に噴射することで出力の増加を図ると同時に NO_x を低減するシステムとなっている。

【0005】

しかし、酸素酸化方式の複合発電プラントに用いられるガスタービン燃焼器においては、窒素の昇圧動力をできるだけ軽減し、且つ窒素噴射による低 NO_x と燃焼安定性を両立させなければならず、これらの条件を満たす 1 つの手段として、例えば、特開平 11 - 13490 号公報に記載されているように、燃焼空気中に窒素を噴射して混合する手法が採用されている。

50

【 0 0 0 6 】

【 発明が解決しようとする課題 】

酸素酸化方式の複合発電プラントに用いられるガスタービン燃焼器には燃料として、ガス化ガスが用いられるが、このガス化ガスは、天然ガスの約 1 / 3 の発熱量 (約 1 0 M J / N m 3) であるため、天然ガス焼き燃焼器と同一の燃焼器出口ガス温度、同一のガスタービンの出力を得るようにした場合、燃焼器に供給される燃料の流量が天然ガス用燃焼器のものよりも増加し、燃料噴射による運動量の増加に伴って火炎の広がりが大きくなり、ライナー壁面のメタル温度が上昇する。またガス化ガスは、水素と一酸化炭素を主成分としているため、燃料と空気の理想混合比、すなわち量論混合比における最高火炎温度が天然ガスよりも約 2 0 0 も高くなり、火炎温度の上昇に比例してガスタービン燃焼器より排出される窒素酸化物 (N O x) の排出濃度が高くなることが考えられ、プラント余剰窒素の有効利用が重要となる。その際、プラントで生成される窒素の量は、従来の高カロリー燃焼器の低 N O x 用として用いられる蒸気噴射量の約 6 倍も多くなるため、燃焼器においては、窒素噴射による低 N O x 化と同時に、燃焼安定性の確保も重要な課題となる。

10

【 0 0 0 7 】

窒素の有効利用方法としては、まず、第 1 に燃料に窒素を混合する方法が考えられる。この方法を採用すれば、供給されるガス化ガスの発熱量が低下することで、局所的な火炎温度の上昇を抑制することが可能になる。しかし、窒素の供給圧力に比べて燃料の供給圧力の方が高いので、窒素を燃料に混合する前に窒素の圧力をさらに高める必要があり、窒素の昇圧に要するエネルギー分だけプラント効率の低下を招くことになる。

20

【 0 0 0 8 】

次に、第 2 の方法としては、窒素を燃焼室内部に直接噴射する方法が考えられるが、この方法では、噴射する窒素と燃焼ガスの混合特性によっては火炎温度の低下が不十分となったり、燃料供給量の少ない低負荷条件においては、窒素の過剰な供給により燃焼安定性が悪化したりする恐れがある。また窒素を噴射する窒素噴射孔を燃料ノズルの前面に配置した場合、ガスタービンの起動時、昇速時に用いられる他の燃料、例えば、軽油の燃焼時に、燃焼ガスが窒素噴射孔を介して他の缶へ逆流する恐れがある。

【 0 0 0 9 】

また、第 3 の方法としては、窒素を燃焼空気中に噴射して混合する方法が考えられる。ただし、この方法の場合は、窒素の噴射位置によって燃焼安定性や N O x の低減効果が大きく変化する。例えば、窒素を燃料ノズルの空気旋回器のみに供給した場合、空気旋回器を通過する空気中の酸素濃度が極端に低下することがある。特に、燃料供給量の少ない低負荷条件では、火炎温度の極端な低下により未燃分が増大する。一方、燃焼反応が完結していると思われる燃焼器の下流に窒素を噴射した場合、高温となる領域には窒素が供給されなくなるため、火炎温度の低下が不十分となり、N O x 低減効果が小さくなる。

30

【 0 0 1 0 】

本発明の課題は、ガスタービンの作動負荷範囲内において、プラント効率を損なうことなく窒素を低圧力で燃焼器に供給し、低負荷条件において未燃分の排出を抑えるとともに N O x を低減することができるガスタービン燃焼器を提供することにある。

【 0 0 1 1 】

【 課題を解決するための手段 】

前記課題を解決するために、本発明は、燃料と空気との混合物を燃焼させる燃焼室の隔壁を構成するとともに前記燃焼室の軸方向端部に流体導入部を有するライナーと、前記ライナーを収容する圧力容器と、前記ライナーと前記圧力容器との間に形成されて燃焼空気を前記流体導入部に導く空気通路と、前記空気通路内に配置されて前記空気通路内に窒素を噴射する窒素噴射ノズルと、前記ライナーの流体導入部に配置され燃料をガス化して得られたガス化ガスを前記燃焼室内のライナー壁面に向けて噴射するとともに前記ガス化ガスとは別に前記空気通路内の空気および窒素を導入して前記燃焼室内のライナー軸心方向に向けて噴射する主燃料噴射ノズルと、前記ライナーの流体導入部から前記燃焼室内に燃料と空気を噴射し主燃料ノズルの火炎を保持する補助燃料噴射ノズルとを備え、前記ラ

40

50

イナーには、前記空気通路内の空気を前記燃焼室内に供給する複数の燃焼空気孔が前記燃焼室の周方向および軸方向に沿って形成され、前記複数の燃焼空気孔のうち一部の燃焼空気孔は前記燃料噴射孔の軸延長線と前記ライナーとの交点よりも前記流体導入部側に形成され、前記窒素噴射ノズルには、少なくとも前記一部の燃焼空気孔を臨む位置に窒素噴射孔が形成されてなるガスタービン燃焼器を構成したものである。

【0012】

前記ガスタービン燃焼器を構成するに際しては、以下の要素を付加することができる。

【0013】

(1) 前記主燃料噴射ノズルには、導入したガス化ガスによる旋回流を形成するとともに前記ガス化ガスを前記ライナー壁面に向けて噴射する燃料噴射孔が複数個環状に形成され、且つ、導入した空気および窒素による旋回流を形成するとともに前記空気および窒素を前記燃焼室の軸心方向に向けて噴射する流体旋回通路が複数個環状に形成されてなる。

10

【0014】

(2) 前記窒素噴射ノズルには第1の窒素噴射孔と第2の窒素噴射孔がそれぞれ複数個前記燃焼室の周方向に沿って形成され、且つ、前記第2の窒素噴射孔は前記一部の燃焼空気孔を臨む位置に形成され、前記第1の窒素噴射孔は前記第2の窒素噴射孔よりも前記流体導入部側に形成されてなる。

【0015】

(3) 前記流体導入部側に形成された一部の燃焼空気孔と前記第2の窒素噴射孔は、前記ライナーの流体導入部において前記ライナーの軸心と直交する面から前記ライナーの軸方向に沿って同じ距離だけ離れた位置に形成されているとともに、前記ライナーの軸心を基準として周方向の角度が同位相となる位置に形成されてなる。

20

【0016】

(4) 前記第1の窒素噴射孔の流路面積の大きさをガスタービン負荷に応じて制御する窒素噴射量制御手段を備えてなる。

【0017】

前記した手段によれば、主燃料噴射ノズルから空気および窒素を燃焼室の軸心方向に向けて噴射するようにしているため、平行旋回型の燃料ノズルに比べて火炎の広がりを抑えることができ、高負荷条件でのメタル温度(ライナー壁面の温度)の上昇を抑制することが可能になる。また燃料供給量の少ない低負荷条件では、燃料の貫通力が小さいため、主燃料噴射ノズルから噴射されるガス化ガスとライナーからの流入空気との混合割合が低く、主燃料噴射ノズル前面(燃焼室の流体導入部側)に形成される火炎の温度を一定温度以上に確保することが可能になり、未燃分の排出濃度を抑制することができる。一方、燃料供給量の多い高負荷条件では燃料の貫通力が増加し、燃料噴射孔の延長線とライナーとの交点よりも流体導入部側に形成された一部の燃焼空気孔から流入する流入空気とガス化ガスとの混合により安定な燃焼が可能になる。

30

【0018】

すなわち、主燃料噴射ノズルの前面側と一部の燃焼空気孔とを結ぶ領域は、高負荷条件では燃焼安定性を確保するための高温領域になると同時に、NO_xの生成領域になる。このため、主燃料噴射ノズルと窒素噴射ノズルとを組み合わせることによって前記課題を解決することが可能になる。

40

【0019】

また、窒素を主燃料噴射ノズルの流体旋回通路とライナーの燃焼空気孔とに分けて噴射することで、全量の窒素を流体導入部側の窒素噴射ノズルのみから噴射する方式よりも主燃料噴射ノズルを通過する空気中の酸素濃度を設定濃度に確保できるので、主燃料噴射ノズルの前面に形成される火炎の温度を一定温度以上にすることができるとともに、未燃分の排出濃度の増加を抑制することができる。一方、高負荷条件の場合には、高温領域に属する燃焼空気孔からも窒素が噴射されるため、高温領域における火炎温度を低くすることができるとともに高温領域を小さくすることによって低NO_x化を達成することが可能になる。また燃焼空気中に窒素を噴射することによって、燃料に窒素を混合する方式よりも

50

窒素の昇圧動力を小さくすることができる。

【0020】

また、ライナー軸端となる流体導入部側の第1の窒素噴射孔の流路面積の大きさをガスタービン負荷に応じて制御するに際して、例えば、低負荷条件では第1の窒素噴射孔を全閉とし、一部の燃焼空気孔を臨む窒素噴射孔のみから窒素を噴射することによって、燃焼器頭部の火炎温度を一定温度以上に確保し、ガスタービン負荷の上昇とともに第1の窒素噴射孔の面積を大きくする構成を採用することができる。このような構成を採用することにより、低負荷条件では、主燃料噴射ノズルの前面に形成される火炎の温度を急激に低下させることがないため、部分負荷でも燃焼反応が促進され、一方、高負荷条件では、各窒素噴射孔から所定の比率で窒素が噴射されるため、低NO_x化を図ることが可能になる。

10

【0021】

したがって、プラントの効率を損なうことなく、ガスタービンの部分負荷条件での燃焼安定性を確保することができるとともに高負荷条件での低NO_x化を達成することが可能になる。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。図1は本発明の一実施形態を示す石炭ガス化複合発電プラントの全体構成図である。図1において、石炭ガス化複合発電プラントは、ガス化炉1、圧縮機2、ガスタービン燃焼器3、タービン4、酸素製造装置5、発電機6などを備えて構成されている。

20

【0023】

ガス化炉1には、石炭14が供給されているとともに、圧縮機2の抽気空気11またはバックアップ用空気圧縮機10からの吐出空気を窒素と酸素とに分離する酸素製造装置5から酸素12が供給されている。そして、ガス化炉1は、酸素12を酸化剤として石炭14をガス化し、このガス化ガスをガス化ガス流量制御弁31に制御するようになっている。ガス化ガス15はガス化ガス流量制御弁31で流量が制御された後ガスタービン燃焼器3に導入される。この場合、ガス化ガス15は、ガス化炉1の負荷上昇に伴って、ガス化ガス15の温度および発熱量が安定した段階でガスタービン燃焼器3に供給されるようになっている。

【0024】

ガスタービン燃焼器3は、軽油燃料ノズル22、燃料ノズル23などを備えており、軽油燃焼ノズル22は、燃料としての軽油7とアトマイズ空気29の供給を受けて軽油7とアトマイズ空気29を燃焼室8a内に噴射して燃焼室8a内に火炎を形成するとともにこの火炎を保持する補助燃料噴射ノズルとして構成されている。燃料ノズル23は、燃料ノズルボディ19とともに空気旋回器24に配置されて燃料ノズルボディ19との間にガス化ガス通路24bを形成するようになっており、ガス化ガス通路24b内に導入されたガス化ガス15は燃料ノズルボディ19の先端側(燃焼室8a側)に形成された燃料噴射孔24aから空気旋回器24を介して燃焼室8a内に噴射されるようになっている。空気旋回器24には窒素13と燃焼空気9aを燃焼室8aに噴射するための流体旋回通路24cが形成されている。そして、燃焼室8a内に、ガス化ガス15と窒素13および燃焼空気9aが噴射されてこれらが燃焼すると、燃焼室8a内には火炎20bが形成されるとともに、燃料の燃焼に伴って発生する排気ガスがタービン4に供給されてタービン4が駆動され、タービン4の駆動によって発電機6による発電が行われる。この場合、始動時には、タービン4は、起動用モータ(図示省略)などの外部動力によって駆動され、ガスタービン燃焼器3には、圧縮機2の吐出空気9aと軽油7が供給され、これらが燃焼室8a内で燃焼される。その後、燃料供給量の増加に伴ってガスタービン(圧縮機2と燃焼器3およびタービン4を含む。)が昇速される。この後、起動用モータの離脱によりガスタービンは自立運転に入り、ガスタービンの回転数が無負荷定格回転数に達した後、発電機6が併入されてガスタービンの駆動による発電が開始される。なお、酸素製造装置5においては、酸素12を製造した際に窒素が生成され、生成された窒素13は、その後、窒素昇圧器(

30

40

50

図示省略)にて所定の圧力に昇圧された後、窒素流量制御弁30を介してガスタービン燃焼器3に供給されるようになっている。

【0025】

次に、ガスタービン燃焼器3の具体的構成について説明する。

【0026】

ガスタービン燃焼器3はほぼ円筒状に形成されたライナー8を備えており、ライナー8は燃焼室8aの隔壁を構成するようになっている。燃焼室8aの軸方向端部には流体導入部としての空気旋回器24が設けられている。ライナー8は圧力容器としての燃焼器外筒16内に収容されており、外筒16とライナー8の間には円筒状のフロースリーブ17が設けられている。外筒16とフロースリーブ17の軸方向端部はエンドカバー21によって閉塞されている。ライナー8とフロースリーブ17の間には空気通路9bが形成されており、この空気通路9bには、圧縮機2の吐出空気である燃焼空気9aがライナー8の外周側とライナー冷却用フロースリーブ17の間を通過し、ライナー8の壁面を冷却しながら空気旋回器24側に供給されるようになっている。さらにライナー8には、複数の燃焼空気孔26a、26bが2列に分かれて円周方向に沿って一定の間隔で形成されており、燃焼空気9aが各燃焼空気孔26a、26bを介して燃焼室8a内に供給されるようになっている。空気通路9b内には、パイプ状の窒素噴射ノズル27が複数個ライナー8の外周に沿って円弧状に配置されており、各窒素噴射ノズル27の一端はエンドカバー21に固定されている。各窒素噴射ノズル27には、酸素製造装置5で生成された窒素が窒素流量制御弁30を介して導入されるようになっており、各窒素噴射ノズル27には、

10

20

【0027】

空気旋回器24はほぼ円盤状に形成されてライナー8の軸方向端部に固定されており、空気旋回器24の径方向中心部には、円筒状に形成された燃料ノズルボディ19が挿入されて固定されている。燃料ノズルボディ19は円筒状のケース19aを介してエンドカバー21に固定されており、燃料ノズルボディ19内には軽油噴射ノズル22と燃料ノズル23が収納されている。ケース19aは配管を介してガス化炉1と接続されており、ケース19aと燃料ノズルボディ19の間および燃料ノズル23と燃料ノズルボディ19の間にはガス化ガス15を空気旋回器24に導くガス化ガス通路24bが形成されている。

30

【0028】

また、空気旋回器24には、燃焼空気9aと窒素13を燃焼室8a内に噴射するための流体旋回通路24cが複数個一定の間隔を保って環状に形成されている。各流体旋回通路24cには、空気旋回器24の軸心を基準にして一定角度傾斜した旋回角 θ が設定されているとともに、空気旋回器24の軸心を通る線と平行な線に対して一定の角度、空気旋回器24の軸心側に傾斜した内向角 ϕ が設定されている。このため、各流体旋回通路24cは、導入した燃焼空気9aおよび窒素13による旋回流を形成するとともに、燃焼空気9aおよび窒素13を燃焼室8aの軸心方向に向けて噴射し、噴射された燃焼空気9aおよび窒素13による循環流を燃焼室8a内に形成させるようになっている。すなわち燃料ノズル23、燃料ノズルボディ19および空気旋回器24は、ガス化ガス15を導入するとともにガス化ガス15と別に空気通路9b内の燃焼空気9aおよび窒素13を導入して燃焼室8a内に噴射する主燃料噴射ノズルとして構成されている。

40

【0029】

また、本実施形態においては、燃料噴射孔24aの外向角 α は、各燃料噴射孔24aを二次元(平面)に投影した角度 α とライナー8の内壁面との交点が燃焼空気孔26aと燃焼空気孔26bとの間になるように設定されている。すなわち燃焼空気孔のうち一部の燃焼空気孔26aは燃料噴射孔24aの延長線とライナー8との交点よりも流体導入部側(空

50

気旋回器 24) 側に形成されている。

【0030】

また、本実施形態において、各燃焼空気孔 26a と各窒素噴射孔 27b は、ライナー 8 の軸心と直交する軸からライナー 8 の軸方向に沿って同じ距離だけ離れた位置に形成されているとともに、ライナー 8 の軸心を基準として周方向の角度が同位相となる位置 (同一ピッチの位置) に形成されている。

【0031】

上記構成において、起動用モータによってタービン 4 が駆動されるとともに軽油 7 が燃焼され、この燃焼に伴う排気ガスがタービン 4 に送給され、軽油 7 の供給量の増加に伴ってガスタービンが加速されて、起動用モータの離脱によりガスタービンが自立運転に入り、ガスタービンの回転数が無負荷定格回転数に達した後、発電機 6 が併入され、発電機 6 による発電が開始される。このとき酸素製造装置 5 で製造される窒素 13 は、窒素流量制御弁 30 によって流量が調整された後、窒素噴射ノズル 27 から空気通路 9b 内に噴射され、この一部が燃焼空気孔 26a 内に噴射されて混合ガス (燃焼ガス) と混合され、低温燃焼時における NOx の生成が抑制される。

10

【0032】

この後、ガス化炉 1 で生成されたガス化ガス 15 の供給が可能になると、ガスタービン燃焼器 3 では、部分負荷の状態にて軽油焚からガス焚へ運転モードが切替られ、ガス化ガス 15 が燃焼室 8a 内に噴射されるとともに燃焼空気 9a と窒素 13 が燃焼室 8a 内に噴射される。この場合、空気通路 9b 内には窒素噴射孔 27a と窒素噴射孔 27b からそれぞれ窒素が噴射されるため、空気旋回器 24 を通過する空気中の酸素濃度は、窒素噴射孔 27a のみから窒素 13 を全量噴射した場合に比べて高くなるため、ガス化ガス 15 の供給量が少ない部分負荷条件 (低負荷条件) において、火炎 20b を一定温度以上にすることが可能になるとともに、未燃分の排出濃度が高まるのを抑制することが可能になる。

20

【0033】

一方、ガス化ガス 15 の供給量が多くなる高負荷条件では、燃焼ノズル 23 の先端側と燃焼空気孔 26a とを結ぶ領域は、NOx 生成領域となるが、空気旋回器 24 から、均一に混合された低酸素濃度の空気とガス化ガス 15 とが供給され、これら燃焼して燃焼ガスが発生する過程で、燃焼空気孔 26a から供給される窒素 13 と燃焼ガスとの混合によって、全域に渡って火炎 20b の温度を低くすることができ、NOx の生成を抑制することが可能になる。

30

【0034】

ここで、第 1 の窒素噴射孔 27a から窒素 13 を全量噴射した場合、燃料ノズル 13 の前面側に形成される火炎 20b の温度は低下するものの、供給される空気の量が少ないため、酸素不足によって燃焼反応が遅れ、残存するガス化ガス 15 と燃焼空気孔 26a から供給される燃焼空気 9a との混合により燃焼空気孔 26a よりも下流側 (燃焼空気孔 26b 側) に高温領域が生成され、この高温領域が燃焼空気孔 26b の下流側にも広がる。これに対して、本実施形態においては、窒素噴射ノズル 27 に 2 列に分かれて設けられた窒素噴射孔 27a、27b からそれぞれ窒素が噴射されるため、低負荷での燃焼効率を確保すると同時に燃焼空気孔 26a よりも下流側に、NOx の生成領域となる高温領域が発生するのを阻止することができる。

40

【0035】

次に、本発明の第 2 実施形態を図 2 にしたがって説明する。

【0036】

本実施形態は、第 1 の窒素噴射孔 27a の流路面積の大きさをガスタービン負荷に応じて制御する窒素噴射量制御手段としてのヘッダー部 28 を設けるとともに、フロースリーブ 17 に第 1 の窒素噴射孔 27a と第 2 の窒素噴射孔 27b を形成し、ヘッダー部 28 に酸素製造装置 5 の製造による窒素を供給し、ヘッダー部 28 とフロースリーブ 17 によって窒素噴射ノズルを形成するようにしたものであり、他の構成は図 1 のものと同様である。

【0037】

50

ヘッダー部 28 は円筒状のスライドリング 40 と、スライドリング 40 の移動を案内するガイド 41 を備えており、スライドリング 40 はフロースリーブ 17 の外周側に配置されている。このスライドリング 40 は、外筒 16 に設けられたモータなどを含む駆動機構によってライナー 8 の軸方向に沿って往復移動するようになっている。さらにスライドリング 40 には、窒素噴射孔 27a とほぼ同じ大きさの噴射孔 40a が形成されいるとともに、第 2 の窒素噴射孔 27b よりも面積の大きい噴射孔 40b が 2 列に分かれてそれぞれ円周方向に沿って複数個形成されている。なお、窒素噴射孔 27b は燃烧空気孔 26a を臨む位置にあって、前記実施形態と同様に燃烧空気孔 26a と同じ位置で且つ同位相の位置に形成されている。

【0038】

一方、窒素噴射孔 27a は、ガスタービンの低負荷条件においては、スライドリング 40 の移動により全閉状態となり、負荷の上昇に伴ってスライドリング 40 がエンドカバー 21 側に移動するにしたがって窒素噴射孔 27a と噴射孔 40a とを結ぶ通路の面積が徐々に大きくなり、さらに、タービンの高負荷条件においては、窒素噴射孔 27a と噴射孔 40a の開口部が一致し、両者を結ぶ通路の開口面積が最大となる。

【0039】

すなわち、各噴射孔から噴射される窒素の流量比は、図 3 に示すように設定されており、ガスタービンの無負荷定格回転数からガス化ガス 15 の専焼モードとなる燃料切り替え負荷条件までは、窒素は窒素噴射孔 27b から全量噴射され、燃烧器頭部の火炎温度を確保することによって未燃分の排出を抑制することができる。そして、その後ガス化ガス 15 の供給量の増加によってガスタービン負荷が上昇する高負荷条件では、スライドリング 40 の移動に伴って窒素噴射孔 27a の開口面積が徐々に大きくなって、噴射孔 27a の流量比率も増加し、空気旋回器 24 に向けて噴射する窒素と燃烧空気孔 26a から流入する窒素によって燃烧器内部の温度領域が削減され、NOx が低減される。

【0040】

前記実施形態においては、スライドリング 40 をライナー 8 の軸方向に沿って移動させるものについて述べたが、スライドリング 40 をライナー 8 の円周方向に沿って移動させる構成を採用しても、同様の効果が得られる。

【0041】

以上述べたように、前記各実施形態によれば、窒素を分散して燃烧領域内に供給することによって、特に、ガス化発電プラントのような不活性媒体の噴射量が多い場合に、ガスタービンの低負荷条件での燃烧効率の向上と高負荷条件での低 NOx 化を達成することが可能になる。

【0042】

また、本実施形態においては、窒素噴射孔 27a の開口面積を可変にすることで、窒素噴射孔 27a を常時開口させた場合よりも部分負荷での燃烧安定性を向上できるとともに高負荷での NOx の低減を達成できる。

【0043】

また、前記各実施形態においては、窒素と空気がライナー 8 の軸心方向に噴射され、ガス化ガスがライナー 8 の壁面に向けて噴射されるため、高負荷条件においてライナーのメタル温度が上昇するのを防止することもできる。

【0044】

なお、前記各実施形態においては、石炭ガス化複合発電プラントに本発明を適用したものについて述べたが、ガス化炉で重質油を燃料として酸素でガス化する重質油ガス化複合発電プラントにも本発明を適用することができる。

【0045】**【発明の効果】**

以上説明したように、本発明によれば、プラントの効率を損なうことなく、ガスタービンの部分負荷条件での燃烧安定性を確保できるとともに高負荷条件での低 NOx 化を達成することが可能になる。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態を示すガス化発電プラントの全体構成図である。

【図2】本発明の第2実施形態を示すガスタービン燃焼器の縦断面図である。

【図3】ガスタービン負荷と窒素噴射量流量比率との関係を示す特性図である。

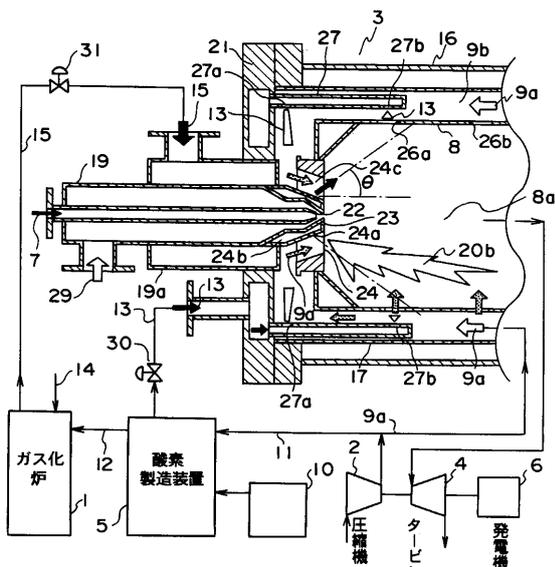
【符号の説明】

- 1 ガス火炉
- 2 圧縮機
- 3 ガスタービン燃焼器
- 4 ガスタービン
- 5 酸素製造装置
- 6 発電機
- 8 ライナー
- 8 a 燃料室
- 9 a 燃焼空気
- 9 b 空気通路
- 13 窒素
- 14 石炭
- 15 ガス化ガス
- 24 空気旋回器
- 24 a 燃料噴射孔
- 24 b ガス化ガス通路
- 24 c 流体旋回通路
- 26 a、26 b 燃焼空気孔
- 27 窒素噴射ノズル
- 27 a、27 b 窒素噴射孔

10

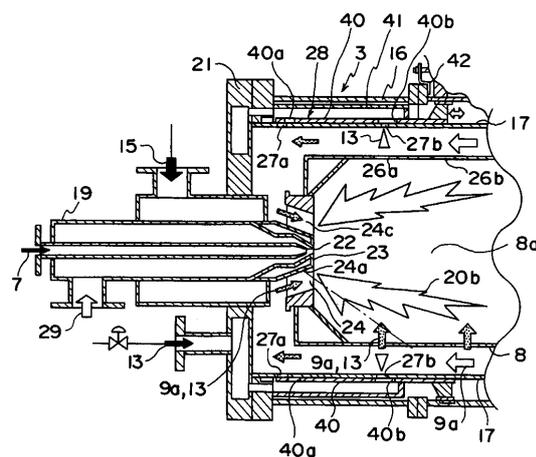
20

【図1】

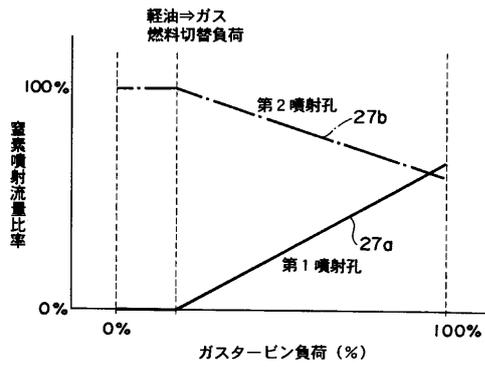


- 3:ガスタービン燃焼器
- 8a:燃焼室
- 24:空気旋回器
- 27:窒素噴射ノズル
- 24a:燃料噴射孔
- 24c:流体旋回通路
- 26a,26b:燃焼空気孔
- 27a,27b:窒素噴射孔

【図2】



【 図 3 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
F 2 3 R 3/28 (2006.01) F 2 3 R 3/28 B

- (72)発明者 小林 成嘉
茨城県日立市大みか町七丁目2番1号
内 株式会社日立製作所 電力・電機開発本部
- (72)発明者 長谷川 武治
神奈川県横須賀市長坂二丁目6番1号 財団法人電力中央研究所 横須賀研究所内
- (72)発明者 久松 暢
神奈川県横須賀市長坂二丁目6番1号 財団法人電力中央研究所 横須賀研究所内

審査官 植村 貴昭

- (56)参考文献 特開2000-345856(JP,A)
特開2000-130183(JP,A)
特開平11-013490(JP,A)
特開平10-238776(JP,A)
特開平10-054558(JP,A)
特開2000-130757(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F23R 3/06
F02C 3/22
F02C 3/30
F23R 3/12
F23R 3/26
F23R 3/28