

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5889754号
(P5889754)

(45) 発行日 平成28年3月22日 (2016. 3. 22)

(24) 登録日 平成28年2月26日 (2016. 2. 26)

(51) Int. Cl.	F 1	
F 2 3 R 3/36 (2006. 01)	F 2 3 R 3/36	
F 2 3 R 3/14 (2006. 01)	F 2 3 R 3/14	
F 2 3 R 3/28 (2006. 01)	F 2 3 R 3/28	B
F O 2 C 7/22 (2006. 01)	F 2 3 R 3/28	D
F O 2 C 3/22 (2006. 01)	F 2 3 R 3/28	F
請求項の数 6 (全 13 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2012-194783 (P2012-194783)	(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
(22) 出願日	平成24年9月5日 (2012. 9. 5)	(74) 代理人	110000350 ポレール特許業務法人
(65) 公開番号	特開2014-52088 (P2014-52088A)	(72) 発明者	小泉 浩美 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内
(43) 公開日	平成26年3月20日 (2014. 3. 20)	(72) 発明者	関口 達也 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内
審査請求日	平成27年2月4日 (2015. 2. 4)	(72) 発明者	林 明典 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内 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】

ガスと空気を混合して燃焼するための燃焼室と、該燃焼室の上流に配置され該燃焼室内に前記ガスと空気を供給し火炎を保持するためのバーナを備えたガスタービン燃焼器であって、

前記バーナは、ガス噴孔と空気噴孔を円周方向に交互に配置した第1のスワラを有し、該第1のスワラの前記ガス噴孔には第1のガスを供給し、前記空気噴孔には空気を供給し、

前記バーナの前記ガス噴孔と前記空気噴孔には、前記ガスおよび空気を旋回して燃焼室内に供給するための旋回流路が形成され、前記空気噴孔あるいは前記ガス噴孔の少なくともいずれか一方の噴孔内の前記旋回流路に第2のガス噴孔を設けるとともに、前記第2のガス噴孔から第2のガスを供給したことを特徴とするガスタービン燃焼器。

【請求項2】

請求項1記載のガスタービン燃焼器において、

前記第1のガスは低カロリーガスであり、前記第2のガスは高カロリーガスである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または請求項2記載のガスタービン燃焼器において、

前記バーナは、前記第1のスワラの半径方向内周側端面に複数のガス噴孔を備えており、該ガス噴孔を介して前記第2のガスが前記燃焼室内に供給されてい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 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載のガスタービン燃焼器において、

前記バーナは、前記第 1 のスワラの半径方向外周側にガス噴孔を配置した第 2 のスワラを有し、該第 2 のスワラの前記ガス噴孔には前記第 1 のガスを供給するとともに、前記第 2 のスワラのガス噴孔には、前記第 1 のガスを旋回して燃焼室内に供給するための旋回流路が形成されていることを特徴とするガスタービン燃焼器。

【請求項 5】

請求項 4 に記載のガスタービン燃焼器において、

前記第 2 のスワラのガス噴孔に形成された前記旋回流路の上流側に前記第 2 のガスを投入する第 3 のガス噴孔が形成されていることを特徴とするガスタービン燃焼器。

10

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載のガスタービン燃焼器において、

第一のガスは、低カロリーガスである高炉ガスや石炭ガス、バイオガス化ガスであり、第二のガスは、高カロリーガスである LNG や LPG、ブタンガスであることを特徴とした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、高炉ガスや石炭ガス化ガス、バイオマスガス化ガスなど窒素 (N_2) や二酸化炭素 (CO_2)、水蒸気含有量の多い難燃性ガスで、且つ、発熱量が低いガス (低カロリーガス) を安定に燃焼するガスタービン燃焼器に関する。

20

【背景技術】

【0002】

一般に発熱量の低い燃料は、ガスタービンの主要燃料である LNG (Liquefied Natural Gas) に比べて火炎温度が低く燃焼速度が遅いため、燃えにくい燃料である。反面、燃焼の際に NO_x 排出量が少ないことも特徴の一つであり、発熱量の低い燃料をいかに利用するかが課題となっている。

【0003】

このような低カロリーガスの代表例として、高炉ガスが挙げられる。高炉ガスは製鉄プロセスにおいて高炉から発生する副生ガスで、近年、このガスをガスタービン燃料として利用したいというニーズが高まっている。高炉ガスは一酸化炭素 (CO) や水素 (H_2) を主要可燃成分とし、その他に N_2 や CO_2 を多量に含む難燃性のガスである。

30

【0004】

このため、高炉ガスの専焼によりガスタービンの着火から定格負荷範囲までを運転することは難しい。着火から燃焼温度の低い部分負荷範囲を安定に運転 (燃焼) するには、水素を含むコークス炉ガスや高カロリーガスである LNG や LPG など高炉ガスに混合し増熱して運転するか、起動用の高カロリー燃料系統を別に設ける必要がある。また、難燃性ガスを安定に燃焼するため、ガスタービン燃焼器では、燃料と空気を別々の流路から供給する拡散燃焼方式を採用するのが一般的である。

40

【0005】

その他の低カロリーガスとしては、石炭やバイオマスのガス化ガスが挙げられる。これらの石炭やバイオマスを原料とした燃料も資源有効利用の観点から、ガスタービン燃料としてのニーズは高まっている。石炭あるいは木屑などを原料として空気でガス化して得られた燃料は、 N_2 を多量に含む低カロリーガスであり、高炉ガスの場合と同様に、起動用燃料の併用と低カロリーガスの燃焼が可能なバーナが必要となる。

【0006】

以上述べたように一般に、低カロリーガスは、LNG などの高カロリー燃料に比べて火炎温度が低く燃焼速度が遅いため、燃えにくい燃料である。したがって、ガスタービン燃焼器においては、低カロリーガスの安定燃焼技術が重要な課題となる。

50

【0007】

また、発熱量が低いために、LNGなどの高カロリーガスと同等の燃焼ガス温度を得るためには、燃焼器に供給する燃料流量を増加させる必要がある。このため、低カロリーガス焚き燃焼器では供給する燃料流量が多くなることも特徴の一つである。

【0008】

低カロリーガス焚きバーナの構造例としては、特許文献1が挙げられる。特許文献1では、バーナの半径方向中心部に起動用の油ノズルを備え、その外周にガス噴孔を配置し、さらにその外周にガス噴孔と空気噴孔を交互に配置した構造を採用している。このバーナは、石炭ガス化ガスなどの N_2 を多量に含む低カロリーガスを対象としたものである。

【0009】

一般に、旋回噴流によって保炎するバーナにおいて、火炎を保持するためにはバーナの半径方向中心部近傍に循環ガス領域を形成し、バーナより噴出する燃料と空気に熱エネルギーを与える必要がある。

【0010】

特許文献2は、循環ガス領域を形成するために低カロリーガスを積極的に利用したものである。内周スワラにガス噴孔を配置し、内周スワラに大部分の燃料を供給することで、大量の低カロリーガスの運動量を利用して強い旋回流を形成し、保炎を強化することを特徴としている。内周スワラから噴出した燃料は、外周スワラから噴出する空気と混合しながら循環ガス領域内に取り込まれるため、その領域内の酸素が不足することもなく、低カロリーガスの安定燃焼が可能である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特開平5-86902号公報

【特許文献2】特開2005-241178号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかしながら、このような低カロリーガスをメイン燃料として発電する特許文献2のようなガスタービンプラントにおいて、起動用燃料に液体燃料ではなくLNGなどの高カロリーガスを用いるニーズもある。

【0013】

前述のように、LNGは高炉ガスなどの低カロリーガスに比べて発熱量が10倍以上高いために、燃焼器に供給する燃料流量は発熱量の増加に見合って少なくなり、低カロリーガスの10分の1程度となる。低カロリーガス焚きバーナのガス噴孔を利用してLNGを燃焼しようとした場合、燃料の噴出流速が極端に遅くなるために保炎性能が著しく低下し、低カロリーガス噴孔を利用したLNG燃焼は困難となる。したがって、ガス噴孔の共有ができないため、液体燃料バーナの代わりに起動用のLNG専用バーナが必要となる。

【0014】

またLNGは低カロリーガスに比べて理論空気量が多いため、バーナの空気量を抑制して低カロリーガスを安定に燃焼するバーナでLNGを燃焼すると、空気不足になりやすい。したがって、LNG専用バーナには、安定燃焼のために高カロリーガス噴孔に隣接して空気噴孔を設けることが望ましいが、空気噴孔を設けることによって低カロリーガス専焼時に循環ガス領域内の燃料濃度が低下し、保炎性能が低下するなどの課題があった。さらには、BFGなどの低カロリーガスとLNGの混焼運転において、BFGの発熱量がさらに低下した場合には、燃料の反応性が低下するため保炎性能が低下しCO排出濃度が増加しやすくなるなどの課題があった。

【0015】

本発明の目的は、高炉ガスなどの低カロリーガスをメイン燃料とするガスタービンにおいて、LNGなどの高カロリーガス燃料による起動や、高カロリーガスと低カロリーガス

10

20

30

40

50

の混焼運転時の安定燃焼を向上できるガスタービン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】

【0016】

上記課題を解決するために本発明においては、ガスと空気を混合して燃焼するための燃焼室と、燃焼室の上流に配置され該燃焼室内にガスと空気を供給し火炎を保持するためのバーナを備えたガスタービン燃焼器であって、バーナは、ガス噴孔と空気噴孔を円周方向に交互に配置した第1のスワラを有し、第1のスワラのガス噴孔には第1のガスを供給し、空気噴孔には空気を供給し、バーナのガス噴孔と空気噴孔には、ガスおよび空気を巡回して燃焼室内に供給するための旋回流路が形成され、空気噴孔あるいはガス噴孔の少なくともいずれか一方の噴孔内の旋回流路に第2のガス噴孔を設けるとともに、第2のガス噴孔から第2のガスを供給する。

10

【0017】

第1のガスは低カロリーガスであり、第2のガスは高カロリーガスである。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、低カロリーガス焚きバーナのガス噴孔、あるいは空気噴孔のいずれか一方の出口流路内に高カロリーガスの噴孔を配置したため、高カロリーガスの噴出流速を低下させることなく燃焼することが可能となり、保炎性能が向上する。

【0019】

またその実施例によれば、低カロリーガスの保炎を担うスワラの空気を利用できるため、高カロリーガス専焼運転時の空気不足を改善できる。さらには、低カロリーガス噴孔の流路内に高カロリーガス噴孔を配置することで、バーナの旋回流路内で低カロリーガスを増熱でき、混焼運転時の燃焼安定性を向上できる。

20

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の実施例に係るガスタービンの系統と燃焼器の拡大断面図を示す図。

【図2】本発明の実施例に係るバーナの断面図。

【図3】図2の本発明の実施例に係るバーナの正面図。

【図4】本発明の他の実施例に係るバーナの断面図。

【図5】図4の本発明の他の実施例に係るバーナの正面図。

30

【図6】従来構造のバーナ断面図。

【図7】従来構造のバーナ正面図。

【図8】本発明のさらに他の実施例に係るバーナの断面図。

【図9】図8の本発明のさらに他の実施例に係るバーナの正面図。

【図10】本発明の実施例に係るバーナの断面図。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

【実施例1】

【0022】

図1に、本発明の実施例に係るガスタービンの系統と燃焼器の拡大断面図を示す。本発明では、主燃料を低カロリーガスとし、起動時などの補助燃料を高カロリーガスとした燃焼方式を採用している。本実施例では低カロリーガスの例として高炉ガスを、高カロリーガスの例としてLNGを用いた。

40

【0023】

図1には、ガスタービンを構成する主要機器と、燃料系統と、燃焼器の拡大構造が示されている。このうちガスタービン5を構成する主要機器は、図1の下部に示されているように、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等で構成される。

【0024】

50

ガスタービン5は、圧縮機2が大気より吸込んだ空気101を圧縮し、圧縮空気102をガスタービン燃焼器3に供給し、燃焼器3において燃料と空気の混合・燃焼により熱エネルギーを発生させ、タービン4に燃焼ガス140を供給する。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。

【0025】

ガスタービンの燃料系統は、図1の中段に示されている。ここでは主燃料である低カロリーガスとして高炉ガス60の系統GKと、補助燃料である高カロリーガスとしてLNGガス60の系統GLを備えた燃焼方式を採用している。GMは燃料切替中の低カロリーガスと高カロリーガスの混合燃焼のために、低カロリーガスである高炉ガス60を、高カロリーガスであるLNGガス60に混合するための合流系統である。これらの燃料系統の使用により、LNG80にて起動後、高炉ガス60との混焼運転、あるいは高炉ガス60の専焼運転(LNGから高炉ガスに燃料切替後)が可能となっている。但し、これらのガス系統では図示の右側からガス供給され、図の左側に流れるものとする。

10

【0026】

このガスタービンの燃料系統に配置された各種の弁は、制御装置200により制御されている。これらの弁のうち150, 151は、それぞれ系統Gk、系統GLの圧力調節弁であり、後述する燃焼器3の燃焼室12にガスを供給するときの圧力を決定している。31, 32, 33は燃料調節弁であり、燃焼器3に投入する燃料量を決定する。これにより、ガスタービン5の負荷条件に応じて燃料流量の調整が可能である。なお、76は、合流系統GMに設けられたLNGバーナ逆流防止用遮断弁、74は逆止弁である。また60aは、パージ用の高炉ガス60(パージ空気)を示している。

20

【0027】

また図1に図示のように、低カロリーガス60を安定に燃焼する2重旋回バーナに対応するため、高炉ガス60の系統は2系統(GKI, GKO)とし、制御装置200によって内外周スワラに供給する燃料流量の調整が可能となっている。これに対しLNGガス側は、燃焼室中央部分への燃料投入を行う1系統GLのみを備えている。

【0028】

図1の構成例では、高炉ガスの発熱量低下による不安定燃焼を回避するため、高炉ガスに水素含有量の多いコークス炉ガス(COG: Coke Oven Gas)を混合し増熱することも可能であるが、COG供給量は鉄の生産量に左右されるため、ここではLNGガス80と高炉ガス60の系統を示した。

30

【0029】

LNGガス80の系統GLには、高炉ガス60への燃料切替が完了後、燃焼ガス140がLNG専用ノズル内への逆流を防止するため、高炉ガス60をLNG系統GLへ供給する合流系統GMを備える。この系統GMにはLNG専焼運転、あるいはLNGと高炉ガスの混焼運転の際に、LNGガス80が高炉ガス60の系統GKに流入することを防止するための逆止弁74を備える。

【0030】

LNGガスの供給を停止し高炉ガス専焼運転に切替えた後は、遮断弁76を開くことでLNG専用バーナより高炉ガスを供給できるため、燃焼ガス140の逆流を防止でき信頼性の高い運転が可能となる。

40

【0031】

図1において最後に燃焼器の具体的な構造について説明する。燃焼器3には、圧縮空気102と、高カロリーガス80と、低カロリーガス60が導入される。以下の説明では、この順に燃焼器の構造を説明する。

【0032】

まず、圧縮空気102を導入するための構造について説明する。燃焼器3は、压力容器である外筒10内に、燃焼室冷却用のフロースリーブ11、燃焼室側壁9を介して燃焼室

50

12を構成する。フロースリーブ11と燃焼室側壁9により形成された流路P1には、圧縮機2によって圧縮された圧縮空気102が、燃焼器3内の燃焼ガス流140の下流側から上流側に向かって流れ、燃焼室12を冷却しながら燃焼室12の側壁9に設けた空気孔13、およびバーナ300に設けた空気噴孔402等より燃焼室12内に供給される。

【0033】

次に高カロリーガス80と、低カロリーガス60を導入するための構造について説明する。燃焼室12の上流には燃焼室12に燃料と空気を噴出し火炎を保持するためのバーナ300を配置している。バーナ300は、内周スワラ201と外周スワラ202で構成する2重旋回構造を採用している。内周スワラ201には、ガス噴孔401と空気噴孔402が形成されており、外周スワラ202には、ガス噴孔403が形成されている。

10

【0034】

このうち内周スワラ201には、系統GKのうち系統GKIが接続されて高炉ガス60Iが供給され、高炉ガス60Iは内周スワラのガス噴孔401から燃焼室12内に投入される。また内周スワラ201の空気噴孔402には、先に述べた圧縮空気102が導入されている。外周スワラ202には、系統GKのうち系統GKOが接続されて高炉ガス60Oが供給され、高炉ガス60Oは外周スワラのガス噴孔403から燃焼室12内に投入される。なお、内周スワラ201、および外周スワラ202に供給する低カロリーガス60の流量および発熱量は、ガスタービンの負荷条件によって変化可能とされる。

【0035】

高カロリーガス80は、系統GLを介して燃焼器3の中央部、つまり内周スワラ201よりも中央に近い位置に導入され、ガス噴孔500を介して内周スワラ201の空気噴孔402に投入される。また高カロリーガス80は、ガス噴孔500を介して内周スワラ201のガス噴孔401に投入される。本発明は、高カロリーガス80を空気および低カロリーの噴孔に投入させる点に特徴がある。

20

【0036】

図1に示す構造により、本発明によれば、ガスタービンの着火から部分負荷範囲はLNGを供給し、LNGの流量を増加させ燃焼温度が高くなるにつれて負荷が上昇し、高炉ガスの専焼が可能な負荷条件(たとえば50%負荷以上)に到達後は、LNGから高炉ガスに燃料を切替えることで高炉ガスの専焼運転が可能となる。

【0037】

先に述べたように、本発明では図1のバーナ構造を有しこれにより高カロリーガス80を空気および低カロリーの噴孔に投入させる点に特徴があるものであるが、このように構成することの意義について従来のバーナ構造例を例にとり対比説明する。なお、従来のバーナ構造例は低カロリーガスバーナとLNG専用バーナを組合せて、燃焼運転を行うものについて説明する。図6および図7に、従来のバーナ構造例によるバーナの断面図と正面図をそれぞれ示す。

30

【0038】

図6の断面図には、2重旋回バーナではなくガス燃料60と空気102aの順旋回バーナ(図1の2重旋回バーナの内周スワラに相当し、ガス噴孔401と空気噴孔402を備える)と、LNG80を使用する専用バーナ(ガス噴孔500)を組合せた構造を示した。ここでは、起動用のLNG専用バーナは低カロリーガスを保炎するスワラの半径方向内側に配置している。

40

【0039】

図7の正面図に示すように、スワラは周方向に低カロリーガス噴孔401と空気の噴孔402をそれぞれ交互に配置している。これにより、低カロリーガス60と空気102aの旋回によってバーナの半径方向中心部近傍は負圧となり、スワラの半径方向中心部近傍において燃焼ガスが循環し、循環ガス領域50が形成される。循環ガス領域50はスワラから供給する燃料と空気に熱エネルギーを連続的に与える役割をしており、これにより保炎が強化される。

【0040】

50

一方で、LNG専用バーナには高カロリーガス80を噴射するためのガス噴孔500がバーナの端面に設けられている。ガス噴孔500から燃焼室内にLNG80を噴射することで、高カロリーガスの燃焼が可能である。なお、LNG専焼運転時は、ガス噴孔401を介して燃焼ガス140が他缶に逆流しないようにパージ空気60a等を供給する必要がある。また、LNG80から高炉ガス60に燃料を切替える際には、ガス噴孔401より高炉ガス60を供給し、混焼運転から最終的には高炉ガス専焼運転に切替える。

【0041】

ところで、図7のバーナの正面図の右側には、低カロリーガス噴孔401と空気の噴孔402のA-A断面を示しており、これによれば噴孔には旋回を与えるための旋回角を設けている。またLNGのガス噴孔500は、半径方向中心部近傍に複数配置する構造である。

10

【0042】

なお図6の断面図と図7の正面図の関係であるが、これは図7のB-B断面を図6に表したものである。ガスと空気の両方の噴孔から噴射した場合の事例を図面に示すためにこのような断面での図示をしている。その都度の説明を割愛するが、以後の図2と図3の図示、図8と図9の図示、も同様の考えに基づいて断面を表示している。

【0043】

このような図2、図3に示す配置のバーナ構造においては、LNG専焼時の空気不足を改善するためにガス噴孔500の周囲に空気孔を複数設けており、この結果保炎を担う循環ガス領域50内の燃料濃度が低下し、低カロリーガス焚きの燃焼性能が低下しやすくなる。

20

【0044】

つまり、従来のバーナ構造では、高カロリーガスを直接燃焼室に投入し、かつそこでの空気不足を補うためにガス噴孔500の周囲に空気孔を複数設けることが、燃焼低下につながっていた。

【0045】

そこで本発明では、高カロリーガスを直接燃焼室に投入しないことにした。図2のバーナ断面図に示すように、高カロリーガスを低カロリーガス噴孔401、あるいは空気噴孔402のいずれか一方の旋回流路L内に投入する。このため、低カロリーガス噴孔401、空気噴孔402の旋回流路L内には高カロリーガス(LNG80)のガス噴孔500を設けている。

30

【0046】

図2では、ガス噴孔401と空気噴孔402の両方の旋回流路L内にLNG80のガス噴孔500を設けた構造例を示している。なお、図2において旋回流路は図示のLの部分に相当している。この構造によれば、LNG80をガス噴孔401と空気噴孔402の旋回流路出口近傍から噴射するために、燃焼室入口近傍ではLNG80と燃焼空気102が隣接しており、従来例で説明した空気不足による不安定燃焼を改善することができる。

【0047】

また、LNG80のガス噴孔500を低カロリーガス噴孔401、あるいは空気噴孔402の旋回流路内に設けたことから、低カロリーガス60のスワラを利用しつつもLNG80の噴出流速はガス噴孔500の出口面積に依存するため、最適な燃料噴出流速での燃焼が可能であり、低カロリーガスバーナでLNGを安定に燃焼できる。

40

【0048】

さらに、LNG80から高炉ガス60に燃料を切り替える際には、ガス噴孔401内で高炉ガス60にLNG80が混合することになる。このため、高炉ガス60はスワラの旋回流路内でLNG80により増熱されるため、混焼運転時の燃焼安定性を向上できる。特に、高炉ガス60の発熱量が低下したときには、この効果は顕著である。

【0049】

図3は、図2のバーナを正面から見た図である。ガス噴孔401と空気噴孔402の両方からLNG80を噴射した構造であり、噴射したLNG80は隣接するスワラ空気10

50

2 aと混合して安定燃焼が可能である。なお、起動用のLNG80をガス噴孔401のみ、あるいは空気噴孔402のみから噴射した場合も、前述のガスと空気の両方の噴孔から噴射した場合と同様の効果が得られる。

【0050】

ところで上記説明では、高カロリーガスを低カロリーガスと空気のいずれかの噴孔から噴射させればよいとしているが、混焼を安定化させるためには低カロリーガスと空気の両方から高カロリーガスを噴射させるのがよい。酸素不足を補いたいのであれば空気の噴孔から噴射させるのがよい。

【0051】

本発明に係るバーナ構造の他の事例について、図4、および図5に示す。図4のバーナの断面が図2のバーナと異なる点は、LNG専用バーナの端面にLNG噴孔500dを設けたことにある。バーナ端面に設けたLNG噴孔500dは図6で説明したバーナと同じ構造であるが、LNGの全流量のうち一部の燃料を噴孔500dより供給するため、バーナ端面にLNGの拡散火炎を形成するも一部の燃料を噴射するために、空気不足を改善できる。

10

【0052】

またこの構造によれば、混焼運転においては、バーナの前面に形成するLNGのパイロット火炎600を火種とし、バーナの旋回ガス流路内で高炉ガス60とLNG80との混合による増熱ガス68がスワラ201より供給される。このため、増熱された高炉ガス68は反応性が高くなり、混焼運転時の燃焼安定性が向上する。

20

【0053】

特に、LNG80は旋回流路の半径方向中心側から供給されるため、燃焼器の上流側で高炉ガスにあらかじめLNGを混合して増熱した場合に比べ、本発明の増熱ガス68は半径方向中心側(LNGバーナ側)に向かうほどLNG濃度が高くなる。このため、パイロット火炎600に隣接する方が増熱ガス中のLNG濃度が高いため反応性が高く、安定した混焼運転が可能となる。

【0054】

LNGから高炉ガスに燃料を切り替えた後は、LNG専用バーナに高炉ガス60を供給することで、LNG停止後に燃焼ガスが逆流することを防止できる。

【0055】

図5に、図4のバーナの正面図を示す。バーナの半径方向中心部近傍にLNG噴孔500dを複数配置しつつ、低カロリーガスのスワラに設けたガス噴孔401、空気噴孔402の旋回流路内にLNG80を噴射する構造である。

30

【0056】

この構造はスワラ空気102aを積極的に利用した燃焼が可能であること、さらには、バーナの径方向中心部近傍に形成するパイロット火炎を積極的に利用した混焼、燃料切替運転が可能なることを特徴とする。

【0057】

本発明に係るバーナ構造の他の事例について、図8、および図9に示す。本構造は、低カロリーガスをさらに安定に燃焼するための2重旋回バーナ(内周スワラ201と外周スワラ202で構成)と、LNG専用バーナを組み合わせたものである。ここで、図8の構成は、図1の構成と類似であるので、図9について先に説明する。

40

【0058】

図9に示すバーナの正面図によれば、バーナの半径方向中心部近傍に保炎強化燃料噴孔404を配置し、その外周に内周スワラ201、さらにその外周に外周スワラ202を配置する。LNGの噴孔500は、内周スワラのガス噴孔401、および空気噴孔402の旋回流路内に設け、噴射したLNGは空気孔402より噴出する空気102aと、ガス噴孔401、403より供給するパージ空気と混合・燃焼し、安定燃焼が可能である。

【0059】

ここで内周スワラ201は、図9に明示されているようにガス噴孔401と空気噴孔4

50

02を交互に配置するとともに、外周スワラ202には低カロリーガス焼きバーナの安定性強化のため、一部の高炉ガス60を供給する噴孔403を備えている。ここまでの構造は、図1と同じである。

【0060】

図8、図9ではさらに、内周スワラ201の半径方向内側には低カロリーガス専焼時の保炎を強化するための保炎強化燃料噴孔404を備えている。保炎強化燃料としてLNG80を保炎強化燃料噴孔404に供給するためには、LNGバーナコーン90を利用して燃焼室に噴射可能である。

【0061】

またLNGバーナコーン90には、内周スワラ201のガス噴孔401、および空気噴孔402の旋回流路L内からLNG80を噴射するための噴孔500を備えている。なおLNG80にて運転中は、内外周スワラのガス噴孔401、403へパージ空気60aを供給することで、燃焼ガス140のガス噴孔内への逆流を防止することが可能となる。

【0062】

一般に、低カロリーガスを安定に燃焼するためにはバーナの空気量を抑制し燃焼する。したがって、空気量を抑制したバーナでLNGを燃焼すると理論空気量の違いから空気不足となりやすいが、図1、図8のような2重旋回バーナにおいては、LNG運転中に内外周スワラのガス噴孔401、403よりパージ空気を供給するため、半径方向外側にまで広く空気を供給できる。このため、LNG焼きにおける空気不足を改善でき、安定燃焼が可能となる。

【0063】

以上述べてきたバーナ構造の低カロリーガス焼きガスタービン燃焼器の運転方法について、図1をもとに説明する。

【0064】

始動時、ガスタービンは起動用モータ8などの外部動力によって駆動される。外部駆動状態では、燃料調節弁31, 32, 33を閉じており、一切のガス燃料を投入していない。ガスタービンの回転数を燃焼器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。

【0065】

ガスタービンは起動当初の、昇速、低負荷運転段階では、高カロリーガス専焼運転が行われる。このため燃料調節弁33を開き、高カロリーガスであるLNG80をバーナ300に供給することで、燃焼器3にて着火が可能となる。燃焼器3の着火により燃焼ガス140がタービン4に供給され、LNG80の流量増加とともにタービン4が昇速し、起動用モータ8の離脱によりガスタービンは自立運転に入り、無負荷定格回転数に到達する。

【0066】

昇速に伴い燃焼器の圧力が上昇するため、バーナ300においては燃焼ガス140が他缶に逆流するのを防止するために、ガス噴孔401、403にパージ空気60aを供給する。図1のガス系統において、燃料調節弁31, 32を開き、高炉ガス60の2系統(GKI, GKO)にパージ空気60aを供給する。

【0067】

ガスタービンが無負荷定格回転数に到達後は、発電機6の併入、さらにはLNG80の流量増加によりタービン4の入口ガス温度が上昇し、負荷が上昇する。負荷の上昇に伴い、燃焼器3出口の燃焼ガス140の温度が高くなると燃焼安定性が増加するため、LNG80から高炉ガス60への燃料切替が可能となる。

【0068】

燃料切替状態では、高カロリーガスと低カロリーガスの混焼が実施される。バーナ300においては、パージ空気60aの流量を低下させつつ、低カロリーガス60の流量を増加させ、LNG80から高炉ガス60へ燃料切替操作を開始する。燃料切替においては、バーナ300のガス噴孔内で高炉ガス60をLNG80によって部分的に増熱できるため、安定燃焼が可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 9 】

燃料切替後は、高炉ガス系統 G K と L N G 系統 G L の合流系統 G M の遮断弁 7 6 を開け、L N G 系統の流量調節弁 3 3 により流量を調節することで、L N G 専用バーナの燃焼ガス 1 4 0 逆流防止が可能である。高炉ガス 6 0 に燃料を切替後は、高炉ガス 6 0 の流量をさらに増加させることで負荷が上昇し、定格負荷条件に到達できる。

【 0 0 7 0 】

図 1 0 に、本発明の他の実施例であるであるバーナの断面図を示す。図 8 で説明した 2 重旋回バーナと L N G 専用バーナを組み合わせた構造に対し、図 1 0 の構造の特徴は外周スワラ 2 0 2 より供給する高炉ガス 6 0 0 にも L N G 8 0 を混合したことにある。外周スワラ 2 0 2 のガス噴孔 4 0 3 の旋回流路 L 内で L N G 8 0 を噴射するためのガス噴孔を配置するのは、構造が複雑となりやすい。このため、図 1 0 ではバーナやバーナに供給する各燃料供給用の配管等を固定するためのフランジ 9 5 を利用するこのため、図 1 0 の実施例では、フランジ 9 5 内にガス噴孔 8 0 0 を形成しており、高炉ガス 6 0 0 に L N G 8 0 を混合させる。かくして、外周スワラに供給する高炉ガス 6 0 にフランジ内部で L N G 8 0 を合流させ、外周スワラ 2 0 2 のガス噴孔 4 0 3 からも増熱ガス 6 8 a を供給する。

【 0 0 7 1 】

このようにすることで、内周スワラで高炉ガス 6 0 の火炎が形成された際、外周スワラから供給する増熱ガス 6 8 a は高炉ガス 6 0 よりも反応性が高いため、混焼時に外周火炎 6 0 2 が形成されやすい。それにより、C O などの未燃分排出量を抑えた混焼運転が可能となる。

【 0 0 7 2 】

なお、内周スワラと外周スワラに供給する L N G 6 0 は、燃料ノズルボディー内部の面積配分によって決まり、高炉ガスに混合するための新たなバルブは必要ない。また、燃料切替完了後は、L N G 8 0 の系統より高炉ガス 6 0 を分岐して供給すれば、燃焼ガス 1 4 0 が L N G 専用ノズルを介して逆流することを防止できる。

【 0 0 7 3 】

以上述べてきたように、本バーナ構造を用いることで L N G 専焼、L N G と高炉ガスの混焼、高炉ガス専焼運転が可能となる。なお、本実施例では高カロリーガスの例として L N G を用いて説明したが、L P G やブタンなどのガス燃料でも同様の効果が得られる。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 4 】

- 2 : 圧縮機
- 3 : 燃焼器
- 4 : タービン
- 5 : ガスタービン
- 6 : 発電機
- 8 : 起動用モータ
- 1 0 : 外筒
- 1 1 : フロースリーブ
- 1 2 : 燃焼室
- 1 3 : 燃焼空気孔
- 1 0 1 : 空気
- 3 1 : 高炉ガス内周燃料流量調節弁
- 3 2 : 高炉ガス外周燃料流量調節弁
- 3 3 : L N G 流量調節弁
- 6 0 : 低カロリーガス (高炉ガス)
- 6 8 : 高炉ガスに L N G を混合した増熱ガス
- 6 8 a : 外周側増熱ガス
- 7 4 : 逆止弁
- 7 6 : L N G バーナ逆流防止用遮断弁

10

20

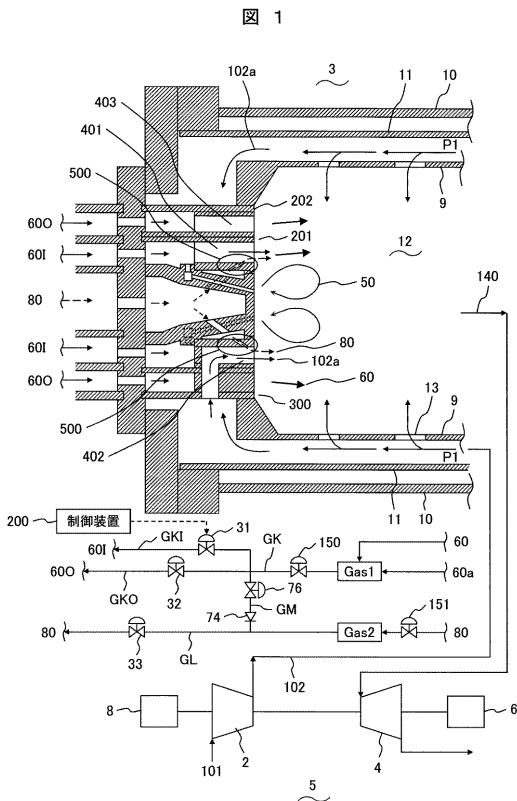
30

40

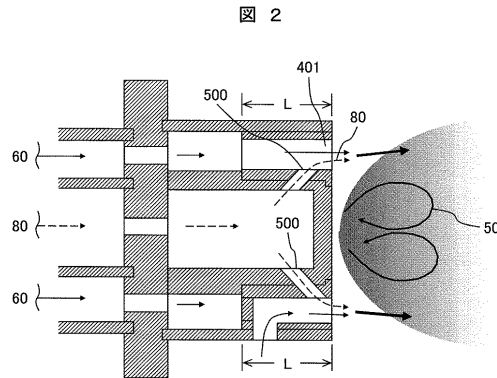
50

- 80 : LNG
- 90 : LNGバーナコーン
- 95 : フランジ
- 102 : 圧縮空気
- 140 : 燃焼ガス
- 150 : 高炉ガス圧力調整弁
- 151 : LNG圧力調節弁
- 200 : 制御装置
- 201 : 内周スワラ
- 202 : 外周スワラ
- 203f : 保炎強化燃料
- 102a : スワラの空気
- 300 : バーナ
- 50 : 循環ガス領域
- 401 : 内周スワラのガス噴孔
- 402 : 内周スワラの空気噴孔
- 403 : 外周スワラのガス噴孔
- 404 : 内周スワラの保炎強化用ガス噴孔
- 600 : パイロット火炎

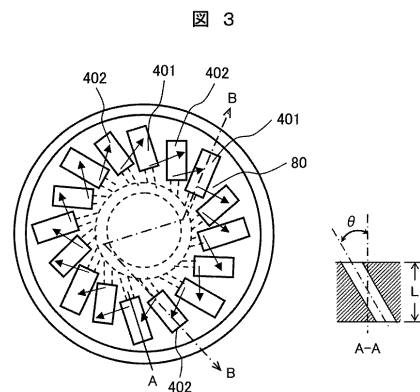
【図1】



【図2】

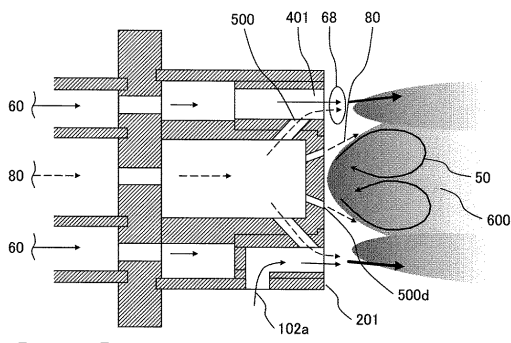


【図3】



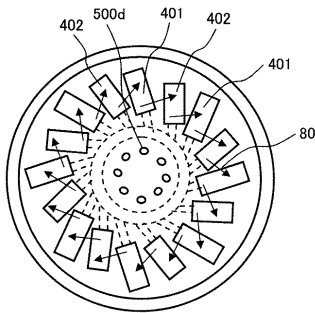
【 図 4 】

図 4



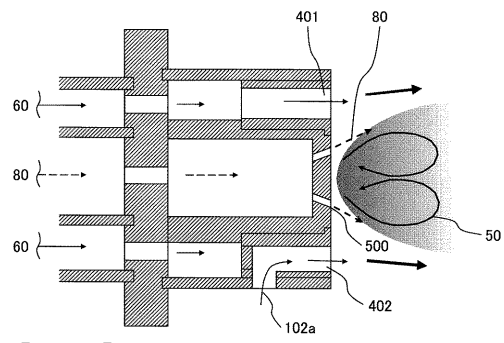
【 図 5 】

図 5



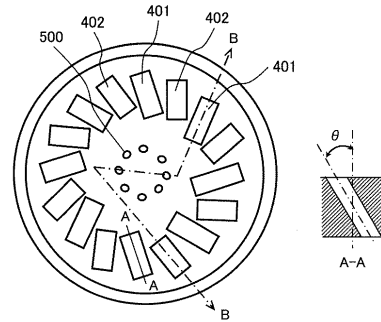
【 図 6 】

図 6



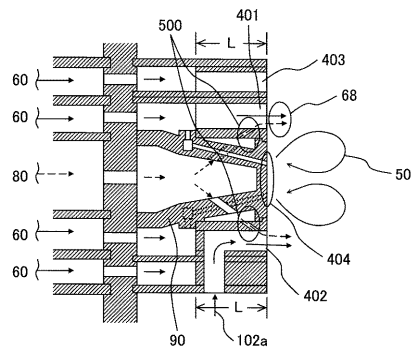
【 図 7 】

図 7



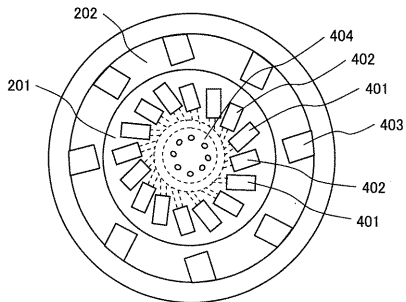
【 図 8 】

図 8



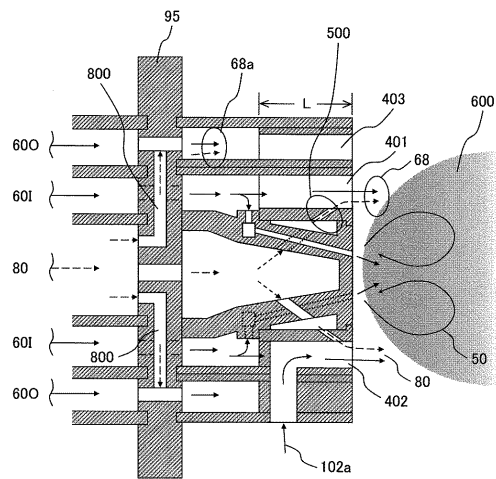
【 図 9 】

図 9



【 図 10 】

図 10



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 2 C 3/28 (2006.01) F 0 2 C 7/22 A
F 0 2 C 7/22 C
F 0 2 C 3/22
F 0 2 C 3/28

(72)発明者 吉田 正平
茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立事業所内

審査官 米澤 篤

(56)参考文献 特開平11-264542(JP,A)
特開2000-130757(JP,A)
特開2011-75174(JP,A)
特開平5-86902(JP,A)
特開2007-33022(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 2 3 R 3 / 3 6
F 0 2 C 3 / 2 2
F 0 2 C 3 / 2 8
F 0 2 C 7 / 2 2
F 2 3 R 3 / 1 4
F 2 3 R 3 / 2 8