

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4959523号
(P4959523)

(45) 発行日 平成24年6月27日(2012.6.27)

(24) 登録日 平成24年3月30日(2012.3.30)

(51) Int.Cl.

F I

F O 2 C 7/26 (2006.01)

F O 2 C 7/26 D

F O 2 C 7/232 (2006.01)

F O 2 C 7/232 C

F 2 3 R 3/48 (2006.01)

F 2 3 R 3/48

F O 2 C 7/22 (2006.01)

F O 2 C 7/22 Z

F 2 3 R 3/30 (2006.01)

F 2 3 R 3/30

請求項の数 7 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-308160 (P2007-308160)
 (22) 出願日 平成19年11月29日(2007.11.29)
 (65) 公開番号 特開2009-133220 (P2009-133220A)
 (43) 公開日 平成21年6月18日(2009.6.18)
 審査請求日 平成22年4月2日(2010.4.2)

(73) 特許権者 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (74) 代理人 100100310
 弁理士 井上 学
 (74) 代理人 100098660
 弁理士 戸田 裕二
 (72) 発明者 平田 義隆
 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・電機開発研究所内
 (72) 発明者 吉田 正平
 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・電機開発研究所内
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃焼装置、燃焼装置の改造方法及び燃焼装置の燃料噴射方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料を噴射する燃料ノズルに接続された燃料配管と、
 該燃料配管に接続された燃料パージ系統とを備えた燃焼器を複数個有し、
 前記複数個の燃焼器は、隣接する燃焼器間を火炎伝播管によって接続し、
 複数個の燃焼器のうち一部の燃焼器に着火装置を具備した燃焼装置であって、
 着火装置を備えた燃焼器における前記燃料配管と前記燃料パージ系統との接続部からパ
 ージ燃料を外部に排出する排出部までの燃料配管を流れる燃料流路の断面積又は容積が、
 着火装置を備えない燃焼器における同区間の燃料配管を流れる燃料流路の断面積又は容積
 より大きくしたことを特徴とする燃焼装置。

10

【請求項 2】

燃料を噴射する燃料ノズルに接続された燃料配管と、
 該燃料配管に接続された燃料パージ系統とを備えた燃焼器を複数個有し、
 前記複数個の燃焼器は、隣接する燃焼器間を火炎伝播管によって接続し、
 複数個の燃焼器のうち一部の燃焼器に着火装置を具備した燃焼装置であって、
 着火装置を備えた燃焼器における前記燃料配管と前記燃料パージ系統との接続部からパ
 ージ燃料を外部に排出する排出部までの燃料配管の長さが、着火装置を備えない燃焼器に
 における同区間の燃料配管の長さより長くしたことを特徴とする燃焼装置。

【請求項 3】

燃料ノズルに燃料を供給する燃料配管と、

20

該燃料配管に滞留する燃料を前記燃料配管の系外に排出する燃料パージ系統と、
前記燃料配管と前記燃料パージ系統とが合流する接続部を有した燃焼器を複数個配置し

、
隣接する前記燃焼器間を火炎伝播管によって接続し、複数個の燃焼器のうち一部の燃焼器に着火装置を具備した燃焼装置であって、

燃料タンクから供給された燃料を複数の前記燃料配管に配分するフローディバイダを具備し、

着火装置を備えた燃焼器における前記燃料配管と前記燃料パージ系統との接続部からパージ燃料を外部に排出する排出部までの燃料配管を流れる燃料流路の断面積又は容積が、
着火装置を備えない燃焼器における同区間の燃料配管を流れる燃料流路の断面積又は容積より大きくしたことを特徴とする燃焼装置。

10

【請求項 4】

燃料ノズルに燃料を供給する燃料配管と、
該燃料配管に滞留する燃料を前記燃料配管の系外に排出する燃料パージ系統と、
前記燃料配管と前記燃料パージ系統とが合流する接続部を有した燃焼器を複数個配置し

、
隣接する前記燃焼器間を火炎伝播管によって接続し、複数個の燃焼器のうち一部の燃焼器に着火装置を具備した燃焼装置であって、

燃料タンクから供給された燃料を複数の前記燃料配管に配分するフローディバイダを具備し、

20

着火装置を備えた燃焼器における前記燃料配管と前記燃料パージ系統との接続部からパージ燃料を外部に排出する排出部までの燃料配管の長さが、着火装置を備えない燃焼器における同区間の燃料配管の長さより長くしたことを特徴とする燃焼装置。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の燃焼装置であって、

前記着火装置を備えた燃焼器の燃料配管と燃料パージ系統との接続部より上流側に設置された三方弁と、該三方弁の一端にはパージされた燃料を貯蔵するタンクと接続する構成としたことを特徴とする燃焼装置。

【請求項 6】

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の燃焼装置であって、

着火装置を備えた燃焼器と着火装置を備えない燃焼器におけるそれぞれの前記燃料ノズルは拡散燃焼方式のパイロットバーナが有する燃料ノズルであり、該パイロットバーナの周囲に予混合器が配置されていることを特徴とする燃焼装置。

30

【請求項 7】

燃料ノズルに燃料を供給するための燃料配管と、

該燃料配管内部に滞留する燃料を前記燃料配管から排出する燃料パージ系統を前記燃料配管に接続した燃焼器を複数個有し、

前記複数個の燃焼器は、隣接する燃焼器間を火炎伝播管によって接続し、

複数個の燃焼器のうち一部の燃焼器に着火装置を具備した燃焼装置の改造方法であって

40

、
着火装置を備えた燃焼器における前記燃料配管と前記燃料パージ系統との接続部からパージ燃料を外部に排出する排出部までの燃料配管を流れる燃料流路の断面積又は容積が、
着火装置を備えない燃焼器における同区間の燃料配管を流れる燃料流路の断面積又は容積より大きくなるように燃料配管を交換したことを特徴とする燃焼装置の改造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃焼装置、燃焼装置の改造方法及び燃焼装置の燃料噴射方法に関する。

【背景技術】

【0002】

50

特開平 10 - 121986 号公報には、複数個の燃焼器を備えたガスタービンを開示する。一般に、複数個の燃焼器を備えたガスタービンは、ガスタービンの周長に沿った環状に配置されており、隣接する全ての燃焼器は火炎伝播管によって燃焼器間を接続されている。この火炎伝播管は、接続された燃焼器間の圧力差によって火炎伝播管の内部を燃焼ガスが流通する。複数個の燃焼器のうち、1つ或いは2つの燃焼器には電気スパークを発生する着火装置が設けられている。

【0003】

ガスタービンの始動は、外部エネルギーによって圧縮機の回転数を上昇させ、燃焼器に空気を導入する。その後、点火指令信号の発生に伴い、着火装置がスパークを開始すると共に、燃料制御弁が開き、全燃焼器に一斉に燃料が供給される。そして、着火装置を備えた燃焼器が最初に着火される。これに伴い、着火した燃焼器と着火装置を装着していない未着火の燃焼器には、内筒の内部空間に圧力差が生じるため、高温の燃焼ガスが未着火燃焼器へ流入し、この熱エネルギーによって未着火燃焼器が着火する。この動作が隣接燃焼器へ順次行われ、全ての燃焼器が着火する。

【0004】

【特許文献1】特開平 10 - 121986 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

複数個の燃焼器を有するガスタービンでは、燃焼器着火の際に、以下のような課題が存在する。

【0006】

燃焼器が複数個ある場合、着火に必要な燃料と空気の比率（以下、着火燃空比と呼ぶ）は、着火装置による着火（以下、点火栓着火と呼ぶ）に比べ、隣接燃焼器から流入する燃焼ガスの熱エネルギーを利用する着火（以下、火炎伝播着火と呼ぶ）の方が高くなる。このため、燃料の供給タイミングが全燃焼器で同一になるガスタービン燃焼器では、着火装置の電気スパークによって着火した燃焼器から高温の燃焼ガスが隣接燃焼器に流入しても、隣接する未着火燃焼器では火炎伝播着火に必要な量の燃料が供給されておらず、着火失敗を引き起こす可能性がある。

【0007】

特に、着火装置を設置した燃焼器が着火する際、燃焼器内部の急激な圧力上昇によって、隣接燃焼器へ多量の燃焼ガスが流入して着火するケースが多い。そのため、全ての燃焼器が着火するまでに要する時間は数秒程度である。したがって、着火装置を設置した燃焼器が着火するタイミングと隣接する未着火燃焼器が目標燃料流量に到達するタイミングが着火特性に強く影響すると考えられる。

【0008】

そこで本発明は、複数個の燃焼器を有する燃焼装置について燃焼装置の信頼性を向上させるとともに、環境性能を向上させることにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、着火装置を備えた燃焼器における燃料配管と燃料パージ系統との接続部からパージ燃料を外部に排出する排出部までの燃料配管を流れる燃料流路の断面積又は容積が、着火装置を備えない燃焼器における同区間の燃料配管を流れる燃料流路の断面積又は容積より大きくしたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、複数個の燃焼器を有する燃焼装置について燃焼装置の信頼性を向上させるとともに、環境性能を向上させることができる。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための最良の形態】**【0011】**

以下、本発明の実施例について図面を参照し説明する。

【実施例1】**【0012】**

実施例1について、図1乃至図4と図8を参照しつつ以下に説明する。本実施例は、燃焼装置としてガスタービンに適用した場合の例である。

【0013】

図1は、実施例1におけるガスタービン燃焼器を含むガスタービンプラントの全体構成を概略的に示す概略構成図である。図1に示すように、ガスタービンプラントは、主として、空気を圧縮して高圧の燃焼空気を生成する圧縮機1と、この圧縮機1から導入される燃焼空気14と燃料とを混合して燃焼ガス15を生成する複数の燃焼器3a, 3bと、この燃焼器3a, 3bで生成された燃焼ガス15が導入されるタービン2を有する。なお、図1の概略構成図では、後述する10缶の燃焼器のうち、2缶のみを代表して示している。また、圧縮機1とタービン2の軸は連結されている。

【0014】

燃焼器3a, 3bは、燃料と圧縮機1からの燃焼空気14とを混合燃焼させ燃焼ガスを生成する内筒7と、内筒7で生成した燃焼ガス15をタービン2に導くためのランジションピース8と、内筒7の上流側に設けられ、液体燃料を微粒化するための液体燃料ノズル10と、燃焼空気14に旋回を付与する旋回器12と、燃焼器3aを点火させるための着火装置である点火栓9を外筒5とエンドカバー6とで密閉したものである。

【0015】

圧縮機1から供給された燃焼空気14は、外筒5と内筒7, ランジションピース8で構成される環状の空気流路を通して、内筒7の壁面に設けられた燃焼孔や冷却孔、旋回器12に設けられた空気孔などから内筒7内に導入される。内筒7の内部では、燃焼空気14と燃料が混合され、この混合気が内筒7の内部で燃焼する。燃焼によって生成した燃焼ガス15は、ランジションピース8を介してタービン2に噴射されてタービン2を駆動する。これにより、タービン2に連結された発電機4を駆動して発電する。

【0016】

燃料供給系統は、燃料タンク100, 燃料ポンプ101, 圧力調節弁102, 燃料遮断弁103, 流量調節弁104, フローディバイダ105によって構成されている。フローディバイダ105の下流には、各燃焼器3a, 3bに接続する燃料配管106, 107が設置される。また、燃料配管106, 107の途中には、燃料配管及び燃料ノズルのコーキングを防止するための燃料パージ系統が接続されている。燃料パージ系統は、パージ空気圧縮機108, パージ空気遮断弁109, 逆止弁110, 111で構成される。

【0017】

液体燃料は燃料ポンプ101によって昇圧され、燃料ポンプ101のバイパスラインに設置されている圧力調節弁102で所定の圧力に設定される。昇圧された液体燃料は流量調節弁103, 燃料遮断弁104を通過してフローディバイダ105で各燃焼器に分配され、各燃焼器3a, 3bに供給される。

【0018】

一般に、多缶で構成されるガスタービン燃焼器は、図8に示すようにタービン2の周方向に環状配置されている。図8は、図1に示したガスタービン燃焼器について、タービン回転軸方向に沿ってエンドカバー6を見た場合の概略図である。隣接する燃焼器3a, 3b間は、火炎伝播管11によって内筒7の内部が接続される。点火栓9は、2つの燃焼器に設けられている。なお、通常は全燃焼器のうち一部の燃焼器に着火装置(点火栓)が設けられており、1缶あるいは2缶とすることが多い。また、燃焼器を多缶で構成する場合、各燃焼器3a, 3bでの燃焼状態は全て同様であることが望ましい。そのため、各燃焼器3a, 3bに設置する燃料ノズル10や旋回器12の構造、燃料ノズル10の流量特性は同一にあわせたものを使用することが一般的である。

【 0 0 1 9 】

図 2 は第 1 の比較例における燃焼器及び燃料供給系統、燃料パージ系統の全体構成を示したものである。第 1 の比較例における燃料供給系統は、フローディバイダ 1 0 5 から各燃焼器 3 a , 3 b に接続される燃料配管 1 0 6 , 1 0 7 の断面積が全ての燃焼器で同じである。また、各燃焼器 3 a , 3 b の燃料配管に接続され、液体燃料を内筒 7 の内部に排出するための燃料パージ系統も、燃料ノズル 1 0 の燃料供給入口から L だけ離れた同じ位置 (X 点) に接続されている。

【 0 0 2 0 】

このように構成された第 1 の比較例における燃焼器 3 a , 3 b の着火動作について説明する。圧縮機 1 は外部エネルギー、具体的には起動用電動機によって所定の着火回転数まで昇速し、圧縮機 1 からの燃焼空気 1 4 を燃焼器 3 a , 3 b に供給する。その後、点火指令信号の発信にともない、点火栓 9 が電気スパークを開始すると同時に流量調節弁 1 0 3 , 燃料遮断弁 1 0 4 の開動作が行われ、フローディバイダ 1 0 5 によって均等配分された燃料が燃焼器 3 a , 3 b に供給される。その後、燃焼器 3 a が点火栓 9 の電気スパークによって着火 (以下、点火栓着火と呼ぶ) し、火炎 1 6 を形成する。このとき、燃焼器 3 a の着火にともない、内筒 7 の内部圧力が急激に上昇し、未着火燃焼器 3 b との間に圧力差を生じる。この圧力差で燃焼器 3 a から燃焼器 3 b に向かって高温の燃焼ガス 1 7 が火炎伝播管 1 1 内を通して流れ、燃焼ガス 1 7 の熱エネルギーによって、燃焼器 3 b が着火 (以下、火炎伝播着火と呼ぶ) する。

【 0 0 2 1 】

一方、ガスタービン停止後は燃料配管 1 0 6 , 1 0 7 及び燃料ノズル 1 0 内のコーキングを抑制する目的で、上述したようにパージ空気によって燃料配管 1 0 6 , 1 0 7 及び燃料ノズル 1 0 内に滞留する燃料は、燃料ノズル 1 0 の燃料入口を通じて内筒 7 の内部に排出される。そのため、燃料ノズル入口がパージされた燃料を外部に排出する排出部に相当する。燃料パージ後、燃料パージ系統と燃料配管との接続部 (X 点) より下流側の燃料配管 1 0 6 , 1 0 7 及び燃料ノズル 1 0 の燃料流路はパージ空気によって置換されることになる。したがって、燃焼器 3 a 及び 3 b において、燃料配管内を流れる燃料流路の断面積と接続部 (X 点) から燃料ノズル 1 0 の燃料供給入口までの配管長さが全て同じ場合、燃料パージ終了後、燃料配管の内部に残存したパージ空気の容積は全ての燃焼器で同じになる。このため、ガスタービン停止後の再着火時は、燃料ノズル 1 0 から噴射する燃料のタイ

【 0 0 2 2 】

第 1 の比較例における燃焼器 3 a , 3 b の燃料流量の時間経過を図 4 (a) に示す。図中の横軸は経過時間、縦軸は燃料ノズルからの燃料噴射流量を示す。図中の A 点は点火指令信号の発信点、B 点は燃料ノズル 1 0 からの燃料噴射開始点、G 点は着火時の燃料噴射量の最終到達点を示す。また、E 点は点火栓着火に必要な燃料流量、F 点は火炎伝播着火に必要な燃料流量を示したものである。一般に、着火に必要な燃料流量は、点火栓着火に比べ火炎伝播着火の方が高くなる特性を示すことが多い (E < F) 。C 点、D 点は燃料噴射流量 (E 点 , F 点) における到達時間を示している。

【 0 0 2 3 】

ここで、前述したように、第 1 の比較例の場合、全ての燃焼器は同一のタイミングで燃料の噴射が開始されるため、各燃焼器とも図に示すような燃料噴射流量の推移を示し、経過時間 C 点で燃焼器 3 a のみ点火栓 9 によって着火する。しかし、点火栓 9 の設置されていない燃焼器 3 b では、火炎伝播着火に必要な燃料が供給されていないため、燃焼器 3 a から高温の燃焼ガス 1 7 が流入しても着火できない可能性がある。

【 0 0 2 4 】

通常、火炎伝播着火は、燃焼器 3 a が着火する時、燃焼ガスが膨張することで燃焼器内部の圧力が瞬間的に高くなり、燃焼器 3 b へ多量の燃焼ガス 1 7 が流入して着火するケースが多い。このため、燃焼器 3 b の燃料流量が F 点に到達しても、燃焼器 3 a からは十分な熱エネルギーが伝わらず着火失敗を引き起こす可能性がある。

【 0 0 2 5 】

なお、燃焼装置に供給する燃料として、液体燃料及びガス燃料を使用する。特に、液体燃料を使用した場合には、着火失敗が起きると内筒の内側に未燃焼の液体燃料が付着する。内筒の内側に液体燃料が付着した状態で更に着火を試みると、内筒に付着した液体燃料が熱を受けて蒸発し白煙が生じる。白煙は有臭であるため、都市部に設置する燃焼装置では周囲の環境に考慮して、燃焼装置から発生する白煙を防止することが重要である。

【 0 0 2 6 】

また、図 3 には、 NO_x 排出量を低減するための予混合器 21 を備えた第 2 の比較例を示している。このような燃焼器 3a, 3b は、燃焼器の中央に燃焼安定性に優れた拡散燃焼方式のパイロットバーナ 19 を配置し、その周囲に予混合器 21 が配置される。

10

【 0 0 2 7 】

このような構成の燃焼器 3a, 3b は、中央のパイロットバーナ 19 のみで着火するため、その周囲の予混合器 21 から流下する空気流 22 によって燃焼ガス 17 の流れが阻害される。そのため、中央のパイロットバーナ 19 で火炎伝播させることが難しく、第 1 の比較例に比べ、着火失敗を引き起こす可能性も高くなる。

【 0 0 2 8 】

そこで本実施例では、着火装置を備えた燃焼器における燃料配管と燃料パージ系統との接続部からパージ燃料を外部に排出する排出部までの燃料配管を流れる燃料流路の断面積が、着火装置を備えない燃焼器における同区間の燃料配管を流れる燃料流路の断面積より大きくしている。具体的には、点火栓 9 を設置した燃焼器 3a の燃料供給系統において、燃料パージ系統と燃料配管との接続部 (X 点) から燃料ノズル 10 の燃料入口までの燃料配管 107 の断面積 A_{sp} を、点火栓を設置しない燃焼器 3b の燃料配管 106 の断面積 A_{xf} よりも大きくすることが望ましい。

20

【 0 0 2 9 】

燃料パージ系統と燃料配管との接続部 (X 点) から燃料ノズル 10 の燃料入口までの距離が同じであれば、点火栓 9 を設置した燃焼器 3a の燃料配管 107 は、点火栓を設置しない燃焼器 3b の燃料配管 106 よりも配管を流れる燃料の流路容積が大きくなる。ここで、配管を流れる燃料の流路容積は、配管長さと燃料の流路断面積との積で表される。そのため、ガスタービン燃焼器に初めて着火する際、燃料配管 107 中に液体燃料が充満するまでの時間が燃料配管 106 より長くなる。従って、燃焼器 3a の燃料ノズル 10 から燃料が噴射するタイミングが燃焼器 3b に比べて遅くなる。

30

【 0 0 3 0 】

このときの時間変化に対する燃料ノズル 10 からの燃料噴射流量の推移を図 4 (b) に示す。始めに、a 点で点火指令信号が発信し、a 点から b 点までの時間が点火栓を設置しない燃焼器 3b の燃料配管 106 に液体燃料が充満するまでの時間である。その後、b 点で燃焼器 3b の燃料ノズル 10 から燃料が噴射される。一方、点火栓 9 を設置した燃焼器 3a は、点火栓を設置しない燃焼器 3b よりも燃料配管 107 を流れる燃料の流路容積が大きいので、燃料配管 107 中に液体燃料が充満するまでの時間が燃焼器 3b に比べ長くなり、c 点になって燃料の噴射を開始する。

【 0 0 3 1 】

本実施例では、各燃焼器における燃料ノズル 10 の流量特性が同一であるため、点火栓を設置した燃焼器 3a において c 点以降で燃料噴射流量が増加する割合は、点火栓を設置していない燃焼器 3b において b 点以降で燃料噴射流量が増加する割合とほぼ同じである。このとき、点火栓着火に必要な燃料流量を e 点、火炎伝播着火に必要な燃料流量を f 点とすると、点火栓着火を行う燃焼器 3a が e 点に到達する時間と火炎伝播着火を行う燃焼器 3b が f 点に到達する時間が、d 点でほぼ同一となる。

40

【 0 0 3 2 】

即ち、着火装置を備えた燃焼器が備える燃料ノズルから燃料噴射を開始する開始時刻 (c 点) を、着火装置を備えない燃焼器が備える燃料ノズルから燃料噴射を開始する開始時刻 (b 点) より遅らせる手段を備えた本発明であれば、点火栓 9 によって着火した燃焼器

50

3 a から瞬時に高温の燃焼ガス 1 7 が燃焼器 3 b に流入すると同時に、燃焼器 3 b においても火炎伝播着火に必要な量の燃料が既に供給されている。そのため、着火装置を備えない燃焼器 3 b においても安定して火炎伝播着火することができ、比較例に比べ火炎伝播着火の特性を向上することができる。また、フローディバイダ 1 0 5 から燃料ノズル 1 3 までの燃料配管に弁を設けずとも、着火装置を備えた燃焼器と着火装置を備えない燃焼器においてほぼ同時刻 (d 点) で、燃料噴射流量が e 点及び f 点に到達するため、複雑な制御を不要にすることが可能である。

【 0 0 3 3 】

また、本実施例では、各燃焼器における燃料配管と燃料パージ系統との接続部 (X 点) から燃料ノズル入口までの長さ (L) が等しい。既存のガスタービン燃焼器では前述の長さ (L) が同一である場合が多い。そのため、長さ (L) の配管を交換することで燃料の流路面積を変更して、配管内部の燃料流路容積を変更することができ、容易に改造することが可能である。

【 0 0 3 4 】

そして、各燃焼器 3 a , 3 b の上流側には燃料を分配するフローディバイダ 1 0 5 が設けられている。フローディバイダ 1 0 5 を備えるため、それぞれの燃焼器ごとに燃料タンクを設けて燃料噴射タイミングを調整する必要がなく、燃料供給系統を簡易に構成することが可能である。

【 0 0 3 5 】

また、本発明の構成では、燃料を停止した時に燃料配管内部に滞留する燃料を内筒の内部に排出する燃料パージ系統が燃料配管に接続されている (X 点) 。ガスタービン停止後、燃料配管 1 0 6 , 1 0 7 と燃料ノズル 1 0 の内部に滞留する燃料をパージ空気によって置換するため、燃料パージ系統と燃料配管との接続部 (X 点) より下流側の燃料配管 1 0 6 , 1 0 7 及び燃料ノズル 1 0 内には燃料の代わりにパージ空気が流入する。各燃焼器 3 a , 3 b に流入したパージ空気の容積は、燃料パージ系統と燃料配管との接続部 (X 点) からパージされた燃料を外部に排出する排出部までの燃料の流路容積の差だけ、着火装置を有した燃焼器 3 a に多くのパージ空気が流入する。従って、ガスタービン停止後の再起動においても、着火装置を備えた燃焼器 3 a における燃料ノズル 1 0 からの噴射開始時刻を、着火装置を備えない燃焼器 3 b より遅らせることができる。このように、本発明であれば起動、停止を頻繁に行う液体燃料焚き燃焼器を備えたガスタービン燃焼器においても、着火特性向上に有効である。

【 0 0 3 6 】

また、パージ燃料を外部に排出する排出部が燃料ノズルの燃料入口であるため、パージされた燃料は内筒 7 に排出される。パージされた燃料を別に保存する貯留タンクを設ける必要がないため、コストを低減することが可能である。

【 0 0 3 7 】

さらに、図 3 に示す第 2 の比較例のような予混合燃焼方式を採用した燃焼器 3 a , 3 b においても、本発明の燃料供給系統を適用すれば、断面積 A_{sp} の大きさを変えることで、燃焼器 3 a と 3 b の燃料噴射開始時間を火炎伝播着火に最も良好な条件で設定でき、着火特性の向上を図ることが可能となる。

【 0 0 3 8 】

ここで、着火装置を備えた燃料配管 1 0 7 の断面積 A_{sp} の大きさを、図 4 (b) を用いて定義する。図 4 (b) に示す点火栓を設置しない燃焼器 3 b が f 点まで到達するのに必要な燃料の体積量を $F \times f$ (図中の一点鎖線囲み部) 、点火栓を設置した燃焼器 3 a が e 点までに到達するのに必要な燃料の体積量を F_{sp} (図中の太斜線部) とする。また、燃焼器 3 b の燃料配管 1 0 6 の断面積を $A \times f$ とし、燃料配管と燃料パージ系統との接続部 (X 点) から燃料ノズル 1 0 の燃料入口までの配管長さを L とする。ここで燃料配管 1 0 7 と 1 0 6 の配管容積の差を、 F_{sp} と $F \times f$ の差 (図中の細斜線部) と同じにすることで、前述した燃料噴射開始時間を設定できる。即ち、以下の式で定義することができる。

【 0 0 3 9 】

$$A s p = (F \times f - F s p) / L + A \times f \quad (式 1)$$

そして、着火装置を備えていない燃焼器 3 b において着火失敗が生じない点 d で着火可能なように、着火装置を備えた燃焼器が備える燃料ノズルから燃料噴射を開始する開始時刻を、着火装置を備えない燃焼器が備える燃料ノズルから燃料噴射を開始する開始時刻より所望の時間以上遅らせることが望ましい。

【 0 0 4 0 】

また、本発明を用いた燃焼器は新規に設置するガスタービンのみならず、既存のガスタービンに設置されている燃焼器においても、点火栓 9 を設置した燃焼器 3 a における燃料配管 1 0 7 の変更のみで同様の効果が得られるため、広く適用可能である。

10

【実施例 2】

【 0 0 4 1 】

次に、実施例 2 について図 5 を参照しつつ説明する。

【 0 0 4 2 】

本実施例の燃焼器における基本構成部品は、実施例 1 と同様の構成である。本実施例では、X 2 点を X 1 点よりも上流側に形成することで、点火栓 9 を設置した燃焼器 3 a の燃料パージ系統の接続部 (X 2 点) から燃料ノズル入口までの燃料配管 1 0 7 の長さ L 2 を、点火栓を設置しない燃焼器 3 b の燃料パージ系統の接続部 (X 1 点) から燃料ノズル入口までの燃料配管 1 0 6 の長さ L 1 よりも長く形成したことである。

20

【 0 0 4 3 】

このように構成した本発明の実施形態であれば、着火装置を備えた燃焼器 3 a の燃料配管 1 0 7 の容積を、着火装置を備えない燃焼器 3 b の燃料配管 1 0 6 の容積よりも大きくすることができ、実施例 1 と同様の効果が期待できる。

【 0 0 4 4 】

また、実施例 1 では、燃料配管 1 0 7 の断面積が流路の途中で拡大し、燃料ノズル 1 0 の入口で縮小するため、ガスタービン停止後の燃料パージの際、流路の拡大・縮小部で燃料が残留する可能性がある。

【 0 0 4 5 】

これに対し、本実施例の構成であれば、燃料配管 1 0 7 の断面積は全て一様であるため、燃料パージの際に燃料の残留を防止できる。そのため、実施例 1 に比べ、より信頼性の高い燃焼器を提供することができる。

30

【実施例 3】

【 0 0 4 6 】

次に、本発明の実施例 3 について図 6 を参照しつつ説明する。

【 0 0 4 7 】

本実施例における燃焼器は、実施例 2 と同様に、全ての燃焼器 3 a , 3 b の燃料配管 1 0 6 , 1 0 7 の断面積が同一である。本実施例では、燃料パージ系統を燃料配管に接続する接続位置も同一である点が相違する。燃料パージ系統と燃料配管との接続部から燃料ノズル入口までの配管距離を L 3 とする。更に本実施例では、点火栓 9 を設置した燃焼器 3 a の燃料配管 1 0 7 のみに燃料ノズル入口から L 4 (L 3 < L 4) だけ離れた上流側に三方弁 1 1 3 を設置する。三方弁 1 1 3 の上流側にはフローディバイダ 1 0 5 への逆流を防止するための逆止弁 1 1 2 を設け、さらに三方弁 1 1 3 の一端 (即ち、三方弁 1 1 3 の上流側) は、パージ燃料タンク 1 1 4 へ接続する構成となっている。

40

【 0 0 4 8 】

実施例 1 , 2 では、燃焼器 3 a の燃料パージ系統と燃料配管との接続部から燃料ノズル入口までの燃料配管 1 0 7 を流れる燃料の流路容積を、燃焼器 3 b の同じ部位における燃料配管 1 0 6 を流れる燃料の流路容積に比べて大きくしている。そのため、ガスタービン停止後に燃料パージを実施すると、燃焼器 3 a の内筒には多量の燃料が排出される。ガスタービン停止直後に燃料パージを実施すると、内筒の内部は高温であるため、パージされた燃料はこれらの熱を受けて蒸発し、有色有臭の排煙を多量に発生する。また、パージし

50

た燃料が内筒 7 や旋回器 1 2 に付着し、コーキングによって内筒 7 の冷却空気孔や、旋回器 1 2 の空気孔などを閉塞する可能性がある。このため、燃焼器 3 a , 3 b の内筒 7 に排出されるパージ燃料は極力少ない方が好ましい。

【 0 0 4 9 】

これに対し本実施例の構成であれば、ガスタービン停止後に、燃料パージ系統と燃料配管 1 0 7 との接続部 (X 3 点) から三方弁 1 1 3 までの区間における燃料配管 1 0 7 とパージ燃料タンク 1 1 4 とを連通するように、三方弁 1 1 3 が作動する。従って、燃焼器 3 a の接続部 (X 3 点) より下流側の燃料配管 1 0 7 に滞留する燃料は燃焼器 3 a の内筒へ排出され、接続部 (X 3 点) よりも上流側に滞留する燃料はパージ空気によってパージ燃料タンク 1 1 4 へ燃料が排出される。即ち、パージされた燃料を外部に排出する排出部は、燃料ノズル入口及び三方弁の 2 箇所となる。

10

【 0 0 5 0 】

また、仮に三方弁 1 1 3 にリークが発生し、フローディバイダ 1 0 5 側へ燃料が押し出されても、逆止弁 1 1 2 によって燃料の逆流を防止することができる。

【 0 0 5 1 】

本実施例では、着火装置を備えた燃焼器において、燃料パージ系統と燃料配管との接続部から燃料ノズル入口までの配管を流れる燃料の流路容積を前述の実施例よりも少なく出来る。そのため、パージ空気を供給した際、燃焼器 3 a の内筒内部へ排出する燃料を減少させることができ、排煙の発生を抑制することが可能であるため、環境対応型の燃焼装置を提供することができる。また、着火の際には、実施例 1 , 2 と同様の効果が得られ、より信頼性の高い燃焼器を提供することができる。

20

【 実施例 4 】

【 0 0 5 2 】

次に、実施例 4 について図 7 を参照しつつ説明する。本実施例における燃焼器は、実施例 1 ~ 3 と同様の構成であり、点火栓 9 を設置する燃焼器 3 a の燃料配管 1 0 7 の途中に制御弁 1 1 5 を設けた点異なる。

【 0 0 5 3 】

実施例 1 ~ 3 では、着火装置を備えた燃焼器 3 a の燃料配管 1 0 7 を流れる燃料の流路容積を、着火装置を備えない燃焼器 3 b の燃料配管 1 0 6 を流れる燃料の流路容積に対し大きくすることで、燃料の噴射タイミングを異ならせている。但し、ガスタービンでは、大気温度、湿度などの条件によって圧縮機 1 からの燃焼空気量が変化する。そのため、年間を通して大気温度、湿度の差が大きい地域に設置するガスタービンでは、その条件によって着火に必要な燃料流量も変化することが考えられる。従って、実施例 1 ~ 3 の場合、大気温度、湿度の条件によっては着火失敗を引き起こす可能性もある。

30

【 0 0 5 4 】

これに対し本実施例では、着火装置を備えた燃焼器 3 a の燃料配管 1 0 7 に設置した制御弁 1 1 5 及び燃料パージ系統に設けられたパージ空気遮断弁 1 0 9 の開度、点火指令信号の発信タイミングが、制御装置 2 0 0 からの信号に基づき制御される。この制御装置 2 0 0 には、大気温度又は湿度が入力される。

【 0 0 5 5 】

具体的には、制御装置 2 0 0 に入力された大気温度又は湿度に基づき、制御弁 1 1 5 の開度及び点火指令信号の発信タイミングを調整する。また、ガスタービンを停止した後に実施する燃料パージに必要な空気量も、制御装置 2 0 0 によってパージ空気遮断弁 1 0 9 の開度を調整する。このように、点火指令信号の発信タイミング及び制御弁 1 1 5 の動作をコントロールすることで、燃料の噴射タイミングを自由に調整することができ、大気条件などで着火に必要な燃料流量が変化する場合にも着火特性を損なうことなく、より信頼性の高い燃焼器を提供することができる。

40

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 5 6 】

ガスタービン燃焼器のみならず、複数の燃焼器で構成される燃焼装置に広く適用できる

50

。また、燃焼装置に使用する燃料は液体燃料及び気体燃料ともに使用可能である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 7 】

【図 1】本発明のガスタービン燃焼器における実施例 1 の構成を側断面図で示すと共に、これを備えるガスタービンプラントの全体構成を概略的に示す概略構成図である。

【図 2】比較例 1 における燃焼器の形態を示す側断面図である。

【図 3】比較例 2 における燃焼器の形態を示す側断面図である。

【図 4】比較例及び実施例 1 における時間変化に対する燃料噴射流量の特性を示す図である。

【図 5】本発明の実施例 2 を示すガスタービン燃焼器の側断面図である。

10

【図 6】本発明の実施例 3 を示すガスタービン燃焼器の側断面図である。

【図 7】本発明の実施例 4 を示すガスタービン燃焼器の側断面図である。

【図 8】図 1 に示したガスタービン燃焼器について、タービン回転軸方向に沿ってエンドカバー 6 を見た場合の概略図である。

【符号の説明】

【 0 0 5 8 】

1 圧縮機

2 タービン

3 a , 3 b 燃焼器

5 外筒

20

7 内筒

8 トランジションピース

9 点火栓

1 0 燃料ノズル

1 1 火炎伝播管

1 2 旋回器

1 0 5 フローディバイダ

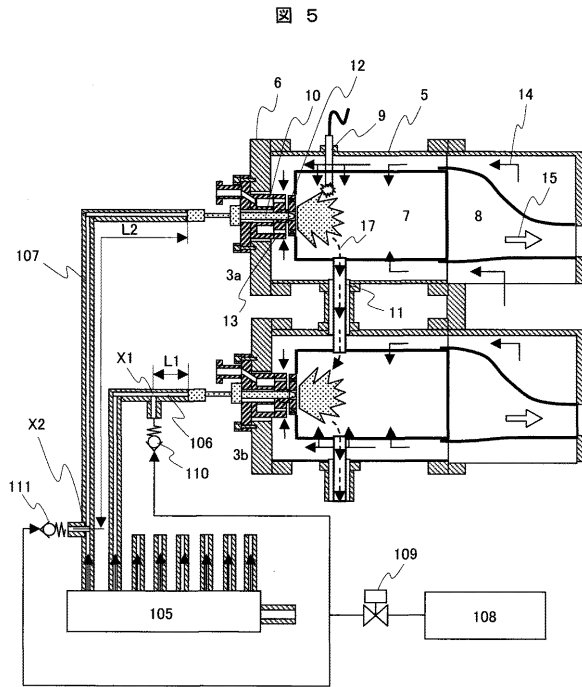
1 0 6 , 1 0 7 燃料配管

1 0 8 パージ空気圧縮機

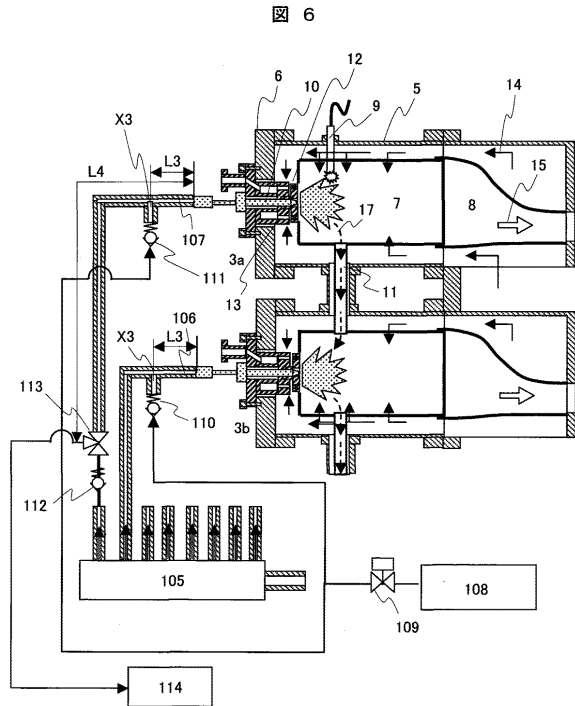
1 1 0 , 1 1 1 逆止弁

30

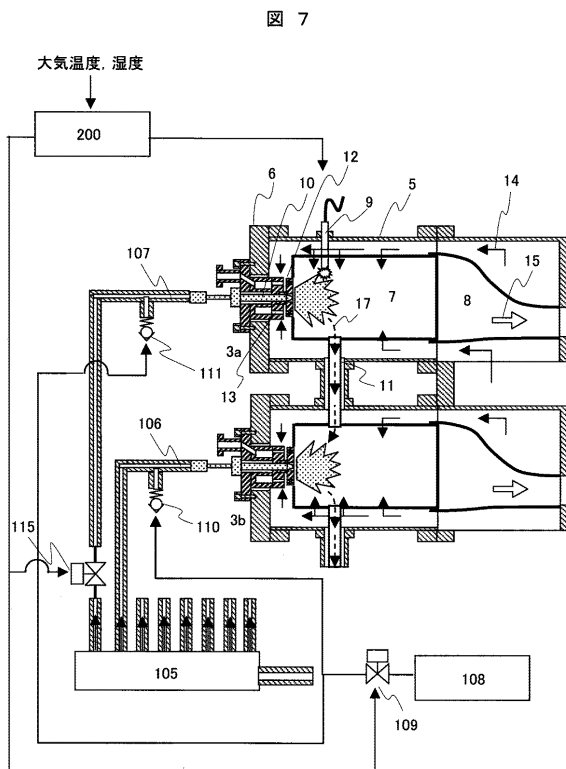
【図 5】



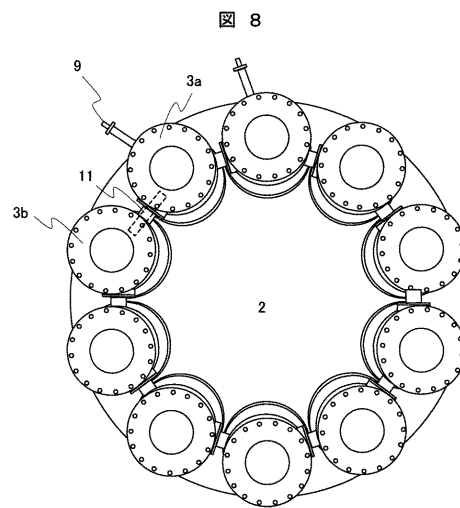
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 2 3 R 3/34 (2006.01) F 2 3 R 3/34

(72)発明者 関口 達也
 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
 機開発研究所内

(72)発明者 井上 洋
 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
 機開発研究所内

審査官 藤原 弘

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

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F 0 2 C 7 / 2 2
 F 0 2 C 7 / 2 3 2
 F 0 2 C 7 / 2 6
 F 0 2 C 7 / 2 6 4
 F 2 3 R 3 / 3 0
 F 2 3 R 3 / 3 4
 F 2 3 R 3 / 4 6
 F 2 3 R 3 / 4 8