

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6173868号
(P6173868)

(45) 発行日 平成29年8月2日 (2017.8.2)

(24) 登録日 平成29年7月14日 (2017.7.14)

(51) Int.Cl.	F I	
F 2 3 R 3/30 (2006.01)	F 2 3 R 3/30	
B 0 5 B 7/04 (2006.01)	B 0 5 B 7/04	
F 0 2 C 3/30 (2006.01)	F 0 2 C 3/30	D
F 2 3 R 3/28 (2006.01)	F 2 3 R 3/28	B
F 2 3 R 3/20 (2006.01)	F 2 3 R 3/20	
請求項の数 10 (全 20 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2013-214513 (P2013-214513)	(73) 特許権者	514030104
(22) 出願日	平成25年10月15日 (2013.10.15)		三菱日立パワーシステムズ株式会社
(65) 公開番号	特開2015-78775 (P2015-78775A)		神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号
(43) 公開日	平成27年4月23日 (2015.4.23)	(74) 代理人	110000350
審査請求日	平成28年9月6日 (2016.9.6)		ポレール特許業務法人
		(72) 発明者	岡▲崎▼ 洋文
			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	折井 明仁
			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
		審査官	松永 謙一
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 噴霧ノズル及び噴霧ノズルを備えた燃焼装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

噴霧流体を噴霧用媒体と混合した混合流体を噴霧する噴霧ノズルにおいて、
前記噴霧流体を供給する噴霧流体流路と、前記噴霧用媒体を供給する噴霧用媒体流路と、前記噴霧流体流路と噴霧用媒体流路が接続する噴霧ノズル先端部で構成され、
前記噴霧ノズル先端部には、前記噴霧流体流路と噴霧用媒体流路を連通させて、該噴霧流体流路を流下した前記噴霧流体と該噴霧用媒体流路を流下した前記噴霧用媒体を混合して混合流体にする混合室を設け、
前記混合室の下流側となる前記噴霧ノズル先端部に、前記混合室で混合された混合流体を分岐した複数の混合流体流路に分岐する分岐部を形成し、
前記分岐部の下流側となる前記噴霧ノズル先端部に、該分岐部で分岐した混合流体を流下させる複数の混合流体流路を配設すると共に、これらの複数の混合流体流路の下流側は混合流体を対向して流下して混合流体が合流する合流部を形成するように対向させて配設し、
前記混合流体流路に形成した合流部と連通して該合流部で混合した混合流体を噴霧ノズルから外部に噴霧する出口孔を設けたことを特徴とする噴霧ノズル。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の噴霧ノズルにおいて、
前記出口孔を複数個設置したことを特徴とする噴霧ノズル。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の噴霧ノズルにおいて、
前記混合室に流入する前記噴霧流体流路と前記噴霧用媒体流路の少なくとも一方は、複数個配設されていることを特徴とする噴霧ノズル。

【請求項 4】

請求項 1 または 2 に記載の噴霧ノズルにおいて、
前記混合室と、前記混合室の下流側に形成した前記分岐部との接続部分に、流路断面積を狭める絞り部を形成したことを特徴とする噴霧ノズル。

【請求項 5】

請求項 1 または 2 に記載の噴霧ノズルにおいて、
前記混合室の流路断面積に対して、前記分岐部で分岐した複数の混合流体流路の流路断面積の合計が小さくなるように形成されていることを特徴とする噴霧ノズル。 10

【請求項 6】

請求項 1 または 2 に記載の噴霧ノズルにおいて、
前記混合室と、前記混合室の下流側に形成した前記分岐部との間に、前記混合室を流下した混合流体に旋回流を誘起する旋回流発生器が設置されていることを特徴とする噴霧ノズル。

【請求項 7】

噴霧ノズルを備えた燃焼装置であって、
噴霧ノズルとして請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の噴霧ノズルを用い、液体燃料を噴霧流体として前記噴霧ノズルに供給し、燃焼用空気を噴霧用媒体として前記噴霧ノズルに供給することを特徴とする噴霧ノズルを備えた燃焼装置。 20

【請求項 8】

噴霧ノズルを備えた燃焼装置であって、
噴霧ノズルとして請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の噴霧ノズルを用い、液体燃料を噴霧流体として前記噴霧ノズルに供給し、燃焼用空気の一部を噴霧用媒体として圧縮して前記噴霧ノズルに供給することを特徴とする噴霧ノズルを備えた燃焼装置。

【請求項 9】

燃焼装置として液体燃料を使用するガスタービン燃焼器と、ガスタービン燃焼器に液体燃料を供給する燃料供給系統と、ガスタービン燃焼器に燃焼用空気を供給する燃焼用空気供給系統と、前記ガスタービン燃焼器で発生した燃焼排ガスによって駆動されるガスタービンと、ガスタービン燃焼器に燃焼用空気を供給する圧縮機とを備えており、 30

前記燃焼装置で使用する噴霧ノズルとして、請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の噴霧ノズルを用いたことを特徴とする噴霧ノズルを備えた燃焼装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の噴霧ノズルを備えた燃焼装置において、
前記噴霧ノズルの出口の周囲に燃焼用空気の一部を投入する予混合室を設けてこの予混合室で前記噴霧ノズルから噴出する液体燃料と燃焼空気の一部を混合し、
前記予混合室の下流側で該予混合室の流路断面積よりも広い流路断面積を有する燃焼装置の燃焼室に接続するように構成したことを特徴とする噴霧ノズルを備えた燃焼装置。

【発明の詳細な説明】 40

【技術分野】

【0001】

本発明は、噴霧ノズル及び噴霧ノズルを備えた燃焼装置に係り、特に液体燃料（噴霧流体）を気体（噴霧用媒体）を使用して微粒化する二流体噴霧方式の噴霧ノズル、及びこの噴霧ノズルを備えた燃焼装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

ガスタービンの燃焼器等の燃焼装置では燃料の多様化と高い環境性能の両立が求められる。

【0003】

燃料の多様化については、天然ガスに代表される燃焼ガスのほか、軽油やA重油等の液体燃料も用いられ、一部のガスタービンでは、燃料の供給状況に応じて燃料ガスと液体燃料を使用できる、所謂、デュアルフューエルと呼ばれるガスタービン燃焼器も使用される。

【 0 0 0 4 】

これらの燃焼装置では、燃焼により排出される窒素酸化物（ NO_x ）や一酸化窒素（ CO ）、煤塵の低減が求められる。窒素酸化物（ NO_x ）の低減に対して、ガスタービン燃焼器では、空気中の窒素が高温で参加されて生じるサーマル NO_x の低減を中心に開発がすすめられている。

【 0 0 0 5 】

10

ガスタービン燃焼器のサーマル NO_x の低減には、燃料と空気を予め混合させたうえで燃焼させる予混合燃焼方式の適用が有効である。この燃焼方式では燃料と空気との比率を燃焼場で一定にすることで局所的な高温場を生成せず、サーマル NO_x の生成を抑制できる。

【 0 0 0 6 】

一方、この燃焼方式のガスタービン燃焼器では、安定燃焼範囲が狭く、未燃焼分として CO や煤塵が生じやすい。

【 0 0 0 7 】

液体燃料をガスタービン燃焼器に使用する場合、液体燃料を微粒化し空気と混合を促進することが NO_x の低減に望ましい。たとえば予混合燃焼方式のガスタービン燃焼器において、液体燃料と空気を予め混合させるうえで、液体燃料の微粒化を進めると、空気との混合が容易となる。

20

【 0 0 0 8 】

また、微粒化を進めることで液体燃料の重量当たりの表面積が増し、燃焼反応が早まる。このため未燃焼分が発生しにくくなり、燃焼装置から発生する CO や煤塵量を低減できる。

【 0 0 0 9 】

液体燃料を微粒化する噴霧ノズルの形式のひとつに、液体燃料（噴霧流体）に噴霧用媒体として空気や蒸気を供給し、噴霧流体と混合することで微粒化する二流体噴霧方式がある。

30

【 0 0 1 0 】

この二流体噴霧方式は、噴霧流体に圧力を加えて噴霧する方式と比べて液体燃料の使用量の増減に対する微粒化性能の変化が小さく、燃焼負荷の変化が必要な燃焼装置で一般に使用される。

【 0 0 1 1 】

二流体噴霧方式の噴霧ノズル（以下、単に噴霧ノズルと記載）では、微粒化性能を高めるとともに噴霧用媒体の使用量や圧力を低減して、噴霧に必要なエネルギー使用量を減らすことが望ましい。このため、噴霧用媒体の混合方法等の検討がされてきた。

【 0 0 1 2 】

特開昭62-186112号公報（特許文献1）に噴霧流体と噴霧用媒体を出口孔の上流側の空間（内部混合室）で混合させ、混合後の混合流体を多数の出口孔から噴出させる内部混合方式の噴霧ノズルの例を示す。

40

【 0 0 1 3 】

混合室で噴霧流体と噴霧用媒体を混合させることで両者の混合を促進し、その後、多数の出口孔から噴出させることで微粒化が促進する。

【 0 0 1 4 】

特開平9-239299号公報（特許文献2）に噴霧流体と噴霧用媒体を混合後の混合流体を噴霧ノズルの出口孔近傍で対向させて供給し、対向した混合流体の流れを衝突させることで微粒化を促進させる方法の噴霧ノズルの例を示す。

【 0 0 1 5 】

50

この方式は噴霧ノズルの出口孔から扇状に噴霧されるため、ファンスプレ式とも呼ばれる。ファンスプレ式の噴霧ノズルでは、噴霧用媒体を出口孔の上流側の流路にて噴霧流体と混合させ、混合流体を噴霧孔近傍で相互に衝突させる。噴霧流体と噴霧用媒体との混合流体とすることで、噴霧流体の衝突力は単独の場合よりも強まり、噴霧流体は微細化される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0016】

【特許文献1】特開昭62-186112号公報

【特許文献2】特開平9-239299号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

前記特開昭62-186112号公報に開示された二流体噴霧ノズルは、噴霧流体と噴霧用媒体を内部混合室で混合させ、複数の出口孔から噴出させる。内部混合室で混合流体が完全に混合することが望ましいが、噴霧流体と噴霧用媒体の圧力や流量の条件により両者の混合比率に局所的な違いが生じることがある。

【0018】

この場合、複数設けられた出口孔毎で噴霧流体と噴霧用媒体の混合比率が変動し、一部の出口孔からの噴霧の微粒化が他の出口からの噴霧に比べて悪化する場合がある。

20

【0019】

前記特開平9-239299号公報に開示された二流体噴霧ノズルは、噴霧流体と噴霧用媒体を複数の混合部で混合する。このため、それぞれの混合部の流路断面積を規定することで、噴霧流体と噴霧用媒体の混合比率のばらつきは前記特開昭62-186112号公報に示される噴霧ノズルに比べて小さくなる。

【0020】

しかし、噴霧流体と噴霧用媒体の混合部が多く流路構造が複雑となる。また、混合部では上流側から接続する噴霧流体の流路と噴霧用媒体の流路が交差するため、混合部の壁面には噴霧流体や噴霧用媒体が角度をもって衝突しやすい。

【0021】

30

噴霧流体中の固形分は壁面に対して角度をもって衝突すると壁面が摩耗しやすくなるので、流路の一部が摩耗し、流路断面積が広がると噴霧ノズルを流れる噴霧流体や噴霧用媒体の流量が変わるため、噴霧ノズルの交換が必要となる。

【0022】

本発明の目的は、噴霧流体の微粒化の促進と、噴霧流体の微細化に用いる噴霧用媒体の使用量の低減または加圧力の低減とを両立させた噴霧ノズル及び噴霧ノズルを備えた燃焼装置を提示することにある。

【課題を解決するための手段】

【0023】

本発明の噴霧ノズルは、噴霧流体を噴霧用媒体と混合した混合流体を噴霧する噴霧ノズルであって、前記噴霧ノズルは前記噴霧流体を供給する噴霧流体流路と、前記噴霧用媒体を供給する噴霧用媒体流路と、前記噴霧流体流路と噴霧用媒体流路が接続する噴霧ノズル先端部で構成され、前記噴霧ノズル先端部には、前記噴霧流体流路と噴霧用媒体流路を連通させて、該噴霧流体流路を流下した前記噴霧流体と該噴霧用媒体流路を流下した前記噴霧用媒体を混合して混合流体にする混合室を設け、前記混合室の下流側となる前記噴霧ノズル先端部に、前記混合室で混合された混合流体を分岐した複数の混合流体流路に分岐する分岐部を形成し、前記分岐部の下流側となる前記噴霧ノズル先端部に、該分岐部で分岐した混合流体を流下させる複数の混合流体流路を配設すると共に、これらの複数の混合流体流路の下流側は混合流体を対向して流下して混合流体が合流する合流部を形成するように対向させて配設し、前記混合流体流路に形成した合流部と連通して該合流部で混合した

40

50

混合流体を噴霧ノズルから外部に噴霧する出口孔を設けたことを特徴とする。

【0024】

本発明の噴霧ノズルを備えた燃焼装置は、噴霧ノズルとして請求項1乃至6のいずれか1項に記載の噴霧ノズルを用い、液体燃料を噴霧流体として前記噴霧ノズルに供給し、燃焼用空気を噴霧用媒体として前記噴霧ノズルに供給することを特徴とする。

【0025】

また本発明の噴霧ノズルを備えた燃焼装置は、噴霧ノズルとして請求項1乃至6のいずれか1項に記載の噴霧ノズルを用い、液体燃料を噴霧流体として前記噴霧ノズルに供給し、燃焼用空気の一部を噴霧用媒体として圧縮して前記噴霧ノズルに供給することを特徴とする。

10

【0026】

また本発明の噴霧ノズルを備えた燃焼装置は、燃焼装置として液体燃料を使用するガスタービン燃焼器と、ガスタービン燃焼器に液体燃料を供給する燃料供給系統と、ガスタービン燃焼器に燃焼用空気を供給する燃焼用空気供給系統と、前記ガスタービン燃焼器で発生した燃焼排ガスによって駆動されるガスタービンと、ガスタービン燃焼器に燃焼用空気を供給する圧縮機とを備えており、

前記燃焼装置で使用する噴霧ノズルとして、請求項1乃至6のいずれか1項に記載の噴霧ノズルを備えたことを特徴とする

【発明の効果】

【0027】

20

本発明によれば、噴霧流体の微粒化の促進と、噴霧流体の微細化に用いる噴霧用媒体の使用量の低減または加圧力の低減とを両立させた噴霧ノズル及び噴霧ノズルを備えた燃焼装置が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】本発明の第1実施例である噴霧ノズルの先端部の構成を示す断面図。

【図2】本発明の第1実施例の噴霧ノズルをノズル先端側から見た正面図。

【図3】本発明の第2実施例である噴霧ノズルの先端部の構成を示す断面図。

【図4】本発明の第3実施例である噴霧ノズルの先端部の構成を示す断面図。

【図5】本発明の第2実施例及び第3実施例の噴霧ノズルをノズル先端側から見た正面図

30

。【図6】図1～図5に示した第1実施例～第3実施例の噴霧ノズルを備えた本発明の第4実施例である噴霧ノズルを備えたガスタービン燃焼器を設置したガスタービンプラントの全体構成を示す概略構成図。

【図7】図1～図5に示した第1実施例～第3実施例の噴霧ノズルを備えた本発明の第5実施例である噴霧ノズルを備えた他のガスタービン燃焼器を設置したガスタービンプラントの全体構成を示す概略構成図。

【発明を実施するための形態】

【0029】

本発明の実施例である噴霧ノズルと、その噴霧ノズルを備えた燃焼装置について、図面を用いて以下に説明する。

40

【実施例1】

【0030】

本発明の第1実施例である噴霧ノズル31について図1及び図2を用いて説明する。

【0031】

図1に本発明の第1実施例である噴霧ノズル31の先端部の断面図を示す。図2は図1の第1実施例の噴霧ノズル31を噴霧流体の供給方向の下流側から見た平面図である。

【0032】

図1及び図2に示した本実施例の噴霧ノズル31は、液体燃料2を噴霧流体41として圧力を加えて供給し、別の流体（圧縮空気や蒸気等）を噴霧用媒体42として圧力を加え

50

て供給し、噴霧ノズル 3 1 内で噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 を混合した混合流体 4 3 を形成し、この混合流体 4 3 を噴霧ノズル 3 1 の先端部の近傍に配設した混合流体流路 5 7、5 8、6 0、5 9 内で対向流にして流下させてそれらの混合流体流路内の合流部 8 1 で衝突させることにより混合流体 4 3 中の噴霧流体 4 1 を微細化し、微細化した噴霧流体 4 1 を噴霧ノズル 3 1 の先端部に設けた出口孔 6 1、6 2 から外部に噴出させるように構成している。

【0033】

噴霧ノズル 3 1 の出口孔 6 1、6 2 から外部に噴霧する混合流体 4 3 中の噴霧流体 4 1 は直径で 100 μm 未満、出来れば 50 μm 以下に微粒化させることが望ましい。微粒子では体積に占める表面積が大きく、燃焼室からの熱放射により昇温し蒸発し易い。また、液滴としての燃焼反応も速い。

【0034】

一方、直径で 150 μm 以上の粗大粒子は蒸発や燃焼し難く、未燃焼分として CO や煤塵排出の原因となる。また、噴霧流体と空気との混合が悪いので NOx 排出の原因となる。

【0035】

このため、噴霧ノズル 3 1 は微粒化を進め、微粒子を増やすことで燃焼反応の促進に寄与する。なお、微粒化の程度は、混合流体 4 3 の圧力や噴霧用媒体比（噴霧流体 4 1 に対する噴霧用媒体 4 2 の割合）により調整できる。

【0036】

液体燃料の噴霧流体 4 1 を微粒化することで、燃焼用空気との混合を促進し、燃焼装置から排出される NOx を抑制できる。また、液体燃料を微粒化することで燃焼反応を早め、未燃焼分である CO や煤塵の排出を抑制できる。なお、燃焼方法は燃料と空気を別途に供給し燃焼させる拡散燃焼方式の燃焼器やボイラにおいても微粒化による NOx や CO、煤塵の低減効果は得られる。

【0037】

本実施例の噴霧ノズル 3 1 の先端部の構造について図 1 と図 2 を用いて更に説明する。図 1 と図 2 に示した本実施例の噴霧ノズル 3 1 では、噴霧ノズル 3 1 の先端部は内筒部 5 1 と外筒部 5 2 に分解できる構造となっているが、一体構造であっても良い。

【0038】

噴霧ノズル 3 1 を構成する内筒部 5 1 の最上流側には、液体燃料である噴霧流体 4 1 が流れる噴霧流体流路 5 3 と、空気又は蒸気である噴霧用媒体 4 2 が流れる噴霧用媒体流路 5 4 が設けられている。噴霧流体 4 1 は軽油や A 重油等の液体燃料であり、噴霧用媒体 4 2 は加圧された空気や蒸気が一般的である。

【0039】

噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 はそれぞれ、噴霧流体流路 5 3 と噴霧用媒体流路 5 4 の下流となる内筒部 5 1 の内部に設けられた内部混合室 5 5 に流入して混合し、この内部混合室 5 5 で混合流体 4 3 を形成する。

【0040】

図 1 に示した本実施例の噴霧ノズル 3 1 では、噴霧用媒体 4 2 は複数の噴霧用媒体流路 5 6 を介して内部混合室 5 5 に流入するが、単一の噴霧用媒体流路 5 6 から内部混合室 5 5 に直接流入するように形成しても良い。

【0041】

また、噴霧流体 4 1 を複数の噴霧流体流路 5 3 を介して内部混合室 5 5 に流入するように形成しても良い。前記噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 は複数の流路を介して内部混合室 5 5 に流入させることで、噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 の混合が早まる効果がある。

【0042】

内部混合室 5 5 の下流側には、該内部混合室 5 5 内で噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 を混合した混合流体 4 3 を、内筒部 5 1 の下流側に配設した複数の混合流体流路 5 7 ~ 6 0 に混合流体を分岐する分岐部 7 0 を備えている。

【 0 0 4 3 】

前記混合流体流路 5 7 ~ 6 0 は、内筒部 5 1 の軸心側に配設された混合流体流路 5 8、5 9 と、外筒 5 2 に近接した内筒部 5 1 の外周側に配設された混合流体流路 5 7、6 0 から構成されている。

【 0 0 4 4 】

混合流体 4 3 が流れる外周側に配設された混合流体流路 5 7 と軸心側に配設された混合流体流路 5 8 は、噴霧ノズル 3 1 の先端部に近接したこれらの混合流体流路 5 7、5 8 の下流側が混合流体 4 3 を対向して流下するように配設しており、そして前記混合流体流路 5 7、5 8 の下流側の流路内に、対向して流下する混合流体 4 3 が互いに衝突して混合流体 4 3 中の噴霧流体 4 1 が微細化される合流部 8 1 を形成した構造となっている。

10

【 0 0 4 5 】

同様に、混合流体 4 3 が流れる外周側に配設された混合流体流路 6 0 と軸心側に配設された混合流体流路 5 9 は、噴霧ノズル 3 1 の先端部に近接したこれらの混合流体流路 6 0、5 9 の下流側が混合流体 4 3 を対向して流下するように配設しており、そして前記混合流体流路 6 0、5 9 の下流側の流路内に、対向して流下する混合流体 4 3 が互いに衝突して混合流体 4 3 中の噴霧流体 4 1 が微細化される合流部 8 2 を形成した構造となっている。

【 0 0 4 6 】

そして、前記混合流体流路 5 7、5 8 の下流側の合流部 8 1、及び、前記混合流体流路 6 0、5 9 の下流側の合流部 8 2 にそれぞれ連通して、噴霧ノズル 3 1 の先端からこれらの合流部 8 1、8 2 を経た混合流体 4 3 中の噴霧流体 4 1 が微細化された扇形の噴霧 4 4 として外部に噴出させる開口部となる出口孔 6 1、6 2 が噴霧ノズル 3 1 の先端部の外面にそれぞれ設けられている。

20

【 0 0 4 7 】

本実施例の噴霧ノズル 3 1 では、混合流体流路 5 7 ~ 6 0 の下流部は内筒部 5 1 の内部と、該内筒部 5 1 と外筒部 5 2 との境界面に設けられ、出口孔 6 1、6 2 は外筒部 5 2 の先端部に設けた長穴 6 3、6 4 と前記混合流体流路 5 7 ~ 6 0 の交差部となる。

【 0 0 4 8 】

本実施例の噴霧ノズル 3 1 の場合、内筒部 5 1 の外周側に設置された外筒部 5 2 の先端部に設けた長穴 6 3、6 4 が、図 2 に示すように混合流体流路 5 7、5 8、及び混合流体流路 6 0、5 9 とそれぞれ直交する方向に長手方向を有する矩形状に形成されているため、噴出される混合流体 4 3 は、扇形の噴霧 4 4 は長穴 6 3、6 4 の長手方向（図 2 の Y - Y 方向）に拡大する。

30

【 0 0 4 9 】

このように流体を衝突させて扁平な扇形の噴霧 4 4 を形成する本実施例の噴霧ノズル 3 1 のような形式を特にファンスプレ 式噴霧ノズルと呼ぶ。

【 0 0 5 0 】

扁平な扇形の噴霧 4 4 は一般的な円錐状の噴霧に比べて周囲気体との境界部が長いため、周囲気体との流速差によるせん断力が働きやすい。このため、扇形の噴霧 4 4 は一般的な円錐状の噴霧に比べて微粒化が良い特徴がある。

40

【 0 0 5 1 】

また、扁平な扇形の噴霧 4 4 は噴霧の拡大や周囲気体とのせん断力により一般的な円錐状の噴霧に比べて噴霧の運動量が噴霧ノズル近傍で低下しやすい。このため、扁平な扇形の噴霧 4 4 は噴霧ノズル近傍に噴霧粒子が滞留しやすい。

【 0 0 5 2 】

例えば、本実施例の噴霧ノズル 3 1 をガスタービン燃焼器の噴霧ノズルに適用した場合に、この噴霧ノズル 3 1 から噴霧流体を扁平な扇形の噴霧 4 4 として噴霧すると、噴霧の運動量が低下する。噴霧粒子は燃焼器内の気流に従って流れることで噴霧ノズル 3 1 を備えたガスタービン燃焼器の燃焼室の隔壁に付着し難くなり、噴霧粒子がガスタービン燃焼器の燃焼室の隔壁に付着することによる燃焼や液体燃料の変質によるコーキング等の障害

50

を起こし難くなる。

【 0 0 5 3 】

噴霧流体 4 1 の微粒化は噴霧用媒体 4 2 との混合や、出口孔 6 1、6 2 から噴出後の周囲気体とのせん断力により微粒化が進む。特に効果的に微粒化を進める部分について下記の (A) から (D) の 4 項目を示す。

【 0 0 5 4 】

(A) 噴霧ノズル 3 1 の内部混合室 5 5 での噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 の混合。

【 0 0 5 5 】

(B) 内部混合室 5 5 から分岐後の個別の混合流体流路での噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 の混合。

【 0 0 5 6 】

(C) 噴霧ノズル 3 1 の出口孔近傍での噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 の混合流体 4 3 を相互に衝突させることによる噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 の混合の促進。

【 0 0 5 7 】

(D) 噴霧ノズル 3 1 の出口孔から噴出後の混合流体 4 3 と周囲気体との流速差によるせん断力。

【 0 0 5 8 】

前記項目 (A) から (C) は流路内での液体であるの噴霧流体 4 1 と気体であるの噴霧用媒体 4 2 との混合と液体が気体中に分散することによる微粒化である。

【 0 0 5 9 】

前記項目 (A) は液体の噴霧流体 4 1 と気体の噴霧用媒体 4 2 とが混合である。項目 (B) は混合流体 4 3 が混合流体流路 5 7 から 6 0 をそれぞれ流下する過程で、流路内の流速差によるせん断力で液体の分散と微粒化が進む部分を示す。

【 0 0 6 0 】

項目 (C) も混合流体 4 3 中での液体の分散と微粒化の一種である。本実施例の噴霧ノズル 3 1 の先端部となる出口孔 6 1、6 2 の近傍では、噴霧ノズル 3 1 の先端部に近接したこれらの混合流体流路 5 7、5 8 の下流側が混合流体 4 3 を対向して流下して合流部 8 1 で衝突するように配設していると共に、これらの混合流体流路 6 0、5 9 の下流側が混合流体 4 3 を対向して流下して合流部 8 2 で衝突するように配設している。

【 0 0 6 1 】

よって、混合流体流路 5 7、5 8 の下流側を対向して流下した混合流体 4 3 が、混合流体流路 5 7、5 8 の合流部 8 1 で衝突し、混合流体流路 6 0、5 9 の下流側を対向して流下した混合流体 4 3 が、混合流体流路 6 0、5 9 の合流部 8 2 で衝突することで、混合流体 4 3 に強い乱れが生じる。

【 0 0 6 2 】

この衝突により混合流体 4 3 を形成している噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 の混合が進んで混合流体 4 3 中の噴霧流体 4 1 の微細化が促進される。

【 0 0 6 3 】

項目 (D) は混合流体 4 3 が出口孔 6 1、6 2 から噴出後に周囲気体との流速差で混合流体中の液体である噴霧流体 4 1 が強いせん断力を受けることによる微粒化である。

【 0 0 6 4 】

前記項目 (C) により混合流体 4 3 が衝突することで、出口から噴出する混合流体 4 3 は衝突方向と直交する平面に広がる扁平な扇形の噴霧 4 4 を形成する。

【 0 0 6 5 】

扇形の噴霧 4 4 は円筒形の噴霧に比べて周囲気体との境界部が長いため、項目 (D) による混合流体 4 3 中の噴霧流体 4 1 の微粒化が促進される特徴を有する。

【 0 0 6 6 】

このように、噴霧流体 4 1 の微粒化は出口部に近い前記項目 (C) と (D) が主となるが、項目 (A)、項目 (B) で各々の混合流体流路を流れる混合流体 4 3 中の噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 の比率が決まるため、項目 (A)、項目 (B) も噴霧流体 4 1 の微粒

10

20

30

40

50

化性能を左右する重要な部分である。

【 0 0 6 7 】

本実施例の噴霧ノズル 3 1 は、特に、上記項目 (A)、項目 (B) での混合流体 4 3 中の噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 の比率のばらつき低減と微粒化促進を図ったものである。噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 を内部混合室 5 5 で混合させて混合流体とした後にこの混合流体 4 3 を分岐し、分岐させた混合流体 4 3 を対向流として流下させて衝突させ、更に混合させるとの 2 段階の混合をすることで、以下の 1) から 3) に示す効果が生じる。

【 0 0 6 8 】

1) 1 つ目の効果は、噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 を混合した混合流体 4 3 の形成の促進と、複数の出口孔 6 1、6 2 での混合流体 4 3 中の噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 の比率のばらつきの抑制である。これにより微粒化を促進できる。

10

【 0 0 6 9 】

内筒部 5 1 の内部に設けた内部混合室 5 5 内で噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 が合流して混合流体 4 3 が形成される際に、それぞれの流れ方向の変化と合流に伴う流れの乱れにより両者が混合して噴霧流体 4 1 が微粒化するが、内部混合室 5 5 が大きいと流れの乱れが収まり、噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 の密度差により両者が分離する可能性がある。

【 0 0 7 0 】

そこで、内部混合室 5 5 の下流側に分岐部 7 0 を設けて該内部混合室 5 5 内で形成された混合流体 4 3 が該内部混合室 5 5 から下流側に複数の混合流体流路 5 7 ~ 6 0 に分割して流下することで、出口孔 6 1、6 2 から噴出する混合流体 4 3 中の噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 の比率のばらつきを抑制する。

20

【 0 0 7 1 】

また、混合流体 4 3 を流下する混合流体流路を複数の混合流体流路 5 7 ~ 6 0 に分岐することで、混合流体 4 3 と流路を形成する壁面との間のせん断力により混合流体 4 3 には乱れが生じ易くなる。この混合流体 4 3 の乱れを利用することで、混合流体 4 3 を形成する噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 との混合と、混合流体 4 3 の微粒化が促進される。

【 0 0 7 2 】

特許文献 1 に示す内部混合室の場合、内部混合室の容積により混合状態が変わる。たとえば、内部混合室を狭めると噴霧流体と噴霧用媒体の混合が進む前に出口孔に到達する。

【 0 0 7 3 】

30

一方、内部混合室を大きすぎる場合、噴霧流体と噴霧用媒体の混合する際の流れの乱れが収まり、両者の密度差により分離が生じる場合がある。

【 0 0 7 4 】

この混合状態は内部混合室の容積と噴霧流体、噴霧用媒体の流量や圧力条件により変動する。このため、運転条件が変わると微粒化性能も変化することとなる。

【 0 0 7 5 】

一方、本実施例の噴霧ノズル 3 1 では、噴霧ノズル 3 1 に設けた内部混合室 5 5 の下流側を複数の混合流体流路に分岐している。噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 の流れの乱れが収まり、両者が分離する前に複数の混合流体流路に分岐することで、運転条件に関わらず、噴霧ノズル先端部の出口孔での混合流体 4 3 中の噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 の比率のばらつきを抑制できる。

40

【 0 0 7 6 】

また、噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 を混合させた混合流体 4 3 を複数の混合流体流路に分岐して流下させることで、混合流体 4 3 とその流路壁面との間のせん断力により混合流体 4 3 には乱れが生じ易くなる。この混合流体 4 3 の乱れによって、噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 の混合と、噴霧流体 4 1 の微粒化が促進されることになる。

【 0 0 7 7 】

2) 2 つ目の効果は、噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 とが混合する混合部での摩耗の抑制である。噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 を混合する場合、例えば、それぞれの流路を交差させて両者の混合する場合には、両者の混合部の壁面に噴霧流体 4 1 や噴霧用媒体 4 2

50

が角度をもって衝突し易い。

【 0 0 7 8 】

噴霧流体 4 1 中に含まれる固形分は流路の壁面に対して角度をもって衝突すると壁面が摩耗しやすくなる。特に流路が狭いと流路断面積に対する壁面との接触部の割合が増えるので噴霧流体 4 1 中の固形分が流路の壁面に衝突する頻度が増え、混合部で摩耗しやすくなる。

【 0 0 7 9 】

本実施例の噴霧ノズル 3 1 では、内筒部 5 1 の内部に設けた内部混合室 5 5 で噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 を合流させて混合流体 4 3 を形成している。複数の流路を用いた噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 の合流と混合を行う場合に比べて、前記内部混合室 5 5 の如く広い空間で両者を混合させているので、流路断面積に対する流路壁面との接触部の割合が小さく、噴霧流体 4 1 中の固形分が流路の壁面に衝突する頻度は少ない。

10

【 0 0 8 0 】

また、内部混合室 5 5 の下流側で混合流体 4 3 を流下させる流路を分岐して複数の混合流体流路に分割させているが、内部混合室 5 5 の下流側では噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 はほぼ同じ方向に流れるので、流路壁面に噴霧流体 4 1 のみが角度をもって衝突し難い。このため、複数の流路を用いた噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 の合流と混合を行う場合に比べて混合部で流路の壁面が摩耗しにくくなる。

【 0 0 8 1 】

特許文献 2 に示す複数の流路での混合の場合、混合部の上流側から接続する噴霧流体の流路と噴霧用媒体の流路が交差するため、混合部の壁面に噴霧流体や噴霧用媒体が角度をもって衝突しやすい。

20

【 0 0 8 2 】

噴霧流体中に含まれる固形分は流路壁面に対して角度をもって衝突すると噴霧流体が流下する流路壁面が摩耗しやすくなる。さらに、この流路が複数の流路に分岐されている場合には、流路断面積に対する流路壁面との接触部の割合が増えるので、噴霧流体に含まれる固形分が流路壁面に衝突する頻度が増える。このため、噴霧流体と噴霧用媒体が混合する混合部で流路壁面が摩耗しやすい。

【 0 0 8 3 】

一方、本実施例の噴霧ノズル 3 1 では、噴霧ノズル 3 1 に設けた内部混合室 5 5 で噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 を合流させて混合流体 4 3 を形成している。複数の流路での合流と混合の場合に比べて流路断面積に対する壁面との接触部の割合が小さく、流れ中の固形分が壁面に衝突する頻度は少ない。

30

【 0 0 8 4 】

また、内部混合室 5 5 の下流側で複数の混合流体流路に分岐させるので、噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 は同じ方向に流れ、混合部の壁面に噴霧流体のみが角度をもって衝突し難い。このため、複数の流路での合流と混合の場合に比べて混合部で摩耗しにくくなる。

【 0 0 8 5 】

3) 3 つ目の効果は、噴霧流体 4 1 (液体燃料) の変質による流動障害の抑制である。液体燃料は高温の状態で滞留すると、内部の高分子成分が変質し、固体として析出して流路の壁面に付着する、いわゆるコーキングという現象をもたらすことがある。

40

【 0 0 8 6 】

このコーキングが生じると流路が閉塞し、噴霧ノズルからの噴霧や、噴霧ノズルを備えた燃焼装置の運転の障害となる。コーキングは液体燃料が単独で存在し、かつ高温部にさらされることで生じやすくなる。

【 0 0 8 7 】

例えば、本実施例の噴霧ノズル 3 1 をガスタービン燃焼器の噴霧ノズルに適用した場合に、この噴霧ノズル 3 1 の先端部はガスタービン燃焼器の燃焼室の内筒に面するため、高温の燃焼ガスからの熱放射により高温となり易い。

【 0 0 8 8 】

50

このため噴霧ノズル 3 1 の先端部では、液体燃料の噴霧流体 4 1 を、噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 が混合した混合流体 4 3 の状態で供給し、かつ高速流で送ることによって滞留時間を短くすることが望ましい。

【0089】

一方、噴霧ノズル 3 1 の内筒部 5 1 の内部に設けた内部混合室 5 5 のように広い空間では、液体の一部が滞留する空間を有するため、内部混合室 5 5 を噴霧ノズル 3 1 の先端部からできるだけ離すことが望ましい。

【0090】

本実施例の噴霧ノズル 3 1 では、内筒部 5 1 の内部に設けた内部混合室 5 5 の下流側に該内部混合室 5 5 内で形成した混合流体 4 3 を分岐して流下させる複数の混合流体流路を配設することで、噴霧ノズル 3 1 の先端部から離れた位置に内部混合室 5 5 を設けることができる。

10

【0091】

内部混合室 5 5 から混合流体 4 3 を分岐して流下させる複数の混合流体流路は上述のように流路断面積が狭く、噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 の分離が生じ難い。また、流路の壁面を摩耗する可能性が低い。

【0092】

このため、液体燃料単独での流路や内部混合室 5 5 のように広い空間を噴霧ノズルの先端部から離れた位置に形成することで、噴霧ノズル 3 1 内の流路でのコーキングの発生とそれに伴う流動障害が生じ難い。

20

【0093】

上記したように、本実施例の噴霧ノズル 3 1 では、個々の出口孔から噴出する混合流体 4 3 中の噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 の比率を一定とし、噴霧流体 4 1 の微粒化の促進と噴霧用媒体の使用量の低減や加圧力の低減を両立させることができる。

【0094】

また、噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 の混合部での摩耗や流路内でのコーキングを抑制し、噴霧ノズル 3 1 の使用時間を延ばすことができる。

【0095】

混合流体 4 3 の微粒化により、液体燃料の単位重量当たりの表面積が増加するので、燃焼反応が進み、噴霧ノズル 3 1 を備えた燃焼装置出口での未燃焼分である一酸化炭素や煤塵が低減し、燃焼効率を高くできる。また、燃焼反応を早く進めることで、酸素の消費が進み、窒素酸化物の発生を抑えることができる。

30

【0096】

さらに、未燃焼分や煤塵、一酸化炭素が低減することで、噴霧ノズル 3 1 を備えた燃焼装置に投入する余剰な空気を削減できる。余剰な空気が減ると、燃焼排ガス量も低下し、燃焼排ガスとともに燃焼装置外に放出される顕熱を低下させ、熱効率を高めることができる。

【0097】

また、噴霧用媒体 4 2 の使用量の抑制や圧力の低減により、噴霧用媒体 4 2 の各々の供給や加圧力に使用なエネルギー消費量を低減できる。

40

【0098】

なお、図 1 ~ 図 2 に示した第 1 実施例の噴霧ノズル 3 1 では出口孔が出口孔 6 1 及び出口孔 6 2 との 2 つある場合について説明したが、出口孔が 3 つ以上ある場合についても本実施例の噴霧ノズル 3 1 を適用することができる。

【実施例 2】

【0099】

次に本発明の第 2 実施例である噴霧ノズル 3 1 について図 3 及び図 5 を用いて説明する。

【0100】

図 3 は本発明の第 2 実施例である噴霧ノズル 3 1 における先端部の断面図を示し、図 5

50

は図 3 に示す本実施例の噴霧ノズル 3 1 を噴霧流体の供給方向の下流側から見た平面図を示している。本実施例の噴霧ノズル 3 1 の先端部は内筒部 5 1 と外筒部 5 2 に分解できる構造であるが、一体構造であっても構わない。

【 0 1 0 1 】

図 3 及び図 5 に示した本実施例の噴霧ノズル 3 1 は、図 1 及び図 2 に示した第 1 実施例の噴霧ノズル 3 1 と基本的な構成及び作用効果は同じであるので、両者に共通した構成の説明は省略し、相違する部分についてのみ以下に説明する。

【 0 1 0 2 】

図 3 及び図 5 に示した本実施例の噴霧ノズル 3 1 では、内部混合室 5 5 に旋回流発生器 7 1 を備えている。そして、噴霧流体流路 5 3 を流下する噴霧流体 4 1 と、噴霧用媒体流路 5 4 を流下する噴霧用媒体 4 2 は、噴霧流体流路 5 3 及び噴霧用媒体流路 5 4 がそれぞれ連通しており、噴霧ノズル 3 1 を構成する内筒部 5 1 の内部に設けられた内部混合室 5 5 に流入して噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 とが混合して混合流体 4 3 となる。

10

【 0 1 0 3 】

そして、内部混合室 5 5 で噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体流路 5 4 とが混合して形成された混合流体 4 3 は、内部混合室 5 5 の下流側に設置された旋回流発生器 7 1 を通過することで混合流体 4 3 は噴霧ノズル 3 1 の軸（図 3 の X - X 方向）に対して周方向の流速成分が誘起される。

【 0 1 0 4 】

前記旋回流発生器 7 1 を通過した混合流体 4 3 は、この旋回流発生器 7 1 の下流側に設置された分岐部 7 0 によって分岐され、この分岐部 7 0 で分岐された混合流体 4 3 は混合流体流路 5 7、5 8 の下流側が各々対向して合流する構造となる。この合流部に連通して噴霧ノズルの外面への開口部（出口孔）6 1 が設けられる。

20

【 0 1 0 5 】

本実施例では混合流体流路 5 7、5 8 の下流部は内筒部 5 1 と外筒部 5 2 の境界面に設けられ、出口孔 6 1 は外筒部に設けた長穴 6 3 と混合流体流路 5 7、5 8 の交差部となる。噴霧流体 4 1 の微粒化は噴霧用媒体 4 2 との混合や出口孔 6 1、6 2 からの噴出後の周囲気体とのせん断力により微粒化が進む。

【 0 1 0 6 】

内部混合室 5 5 の下流側で旋回流発生器 7 1 を通過することで混合流体 4 3 は噴霧ノズルの軸（図 3 の X - X 方向）に対して周方向の流速成分が誘起される。このため混合流体 4 3 は内部混合室の外径方向に多く流れ、分岐部 7 0 での分岐の際に周方向に分岐することで、それぞれの流路に噴霧流体と噴霧用媒体が同じ比率で流入しやすくなる。

30

【 0 1 0 7 】

上記したように、本実施例によれば、噴霧流体の微粒化の促進と、噴霧流体の微細化に用いる噴霧用媒体の使用量の低減または加圧力の低減とを両立させた噴霧ノズルが実現できる。

【 実施例 3 】

【 0 1 0 8 】

次に本発明の第 3 実施例である噴霧ノズル 3 1 について図 4 及び図 5 を用いて説明する。

40

【 0 1 0 9 】

図 4 は本発明の第 3 実施例である噴霧ノズル 3 1 における先端部の断面図を示し、図 5 は図 3 に示す第 2 実施例の噴霧ノズル 3 1 と同様に、図 4 に示した第 3 実施例の噴霧ノズル 3 1 を噴霧流体の供給方向の下流側から見た平面図を示している。

【 0 1 1 0 】

本実施例の噴霧ノズル 3 1 の先端部も、内筒部 5 1 と外筒部 5 2 に分解できる構造であるが、一体構造であっても構わない。

【 0 1 1 1 】

図 3 及び図 5 に示した本実施例の噴霧ノズル 3 1 は、図 1 及び図 2 に示した第 1 実施例

50

の噴霧ノズル 3 1 と基本的な構成及び作用効果は同じであるので、両者に共通した構成の説明は省略し、相違する部分についてのみ以下に説明する。

【 0 1 1 2 】

図 3 及び図 5 に示した本実施例の噴霧ノズル 3 1 では、内筒部 5 1 の内部に設けた内部混合室 5 5 の下流側で流路が狭まる流路縮小部 7 2 を有した構成となっている。噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 はそれぞれの流路 5 3、5 4 の下流に設けられた内部混合室 5 5 で混合し、混合流体 4 3 となる。

【 0 1 1 3 】

内部混合室 5 5 の下流側に設けた流路縮小部 7 2 を通過することで混合流体 4 3 は流速が高まる。そして、流路縮小部 7 2 の下流側に設けた分岐部 7 0 によって分岐された混合流体 4 3 は、分岐した混合流体 4 3 を流下させる混合流体流路 5 7、5 8 のうち、噴霧ノズル 3 1 の先端部の近傍となる混合流体流路 5 7、5 8 の下流側が混合流体 4 3 を対向して流下するように配設すると共に、この対向して流れる混合流体 4 3 が衝突して混合する合流部 8 3 を該混合流体流路 5 7、5 8 の流路内に形成した構造となっている。

10

【 0 1 1 4 】

この合流部 8 3 に噴霧ノズル 3 1 の先端部の外面に混合流体 4 3 を噴出する開口部（出口孔）6 1 が設けられている。

【 0 1 1 5 】

本実施例の噴霧ノズル 3 では、混合流体流路 5 7、5 8 の下流部は内筒部 5 1 と外筒部 5 2 の境界面に設けられ、出口孔 6 1 は外筒部 5 2 の先端部の外面に設けた長穴 6 3 と混合流体流路 5 7、5 8 の交差部として形成される。

20

【 0 1 1 6 】

噴霧流体 4 1 の微粒化は噴霧用媒体 4 2 との混合や出口孔 6 1 からの噴出後の周囲気体とのせん断力により微粒化が進む。

【 0 1 1 7 】

内部混合室 5 5 の下流側に設けた流路縮小部 7 2 を混合流体 4 3 が通過することで、内部混合室 5 5 内に設けた流路縮小部 7 2 の下流側に形成した分岐部 7 0 近傍で混合流体 4 3 の流速が高まり、混合流体 4 3 を形成している噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 の混合が更に促進される。

【 0 1 1 8 】

30

混合流体 4 3 を形成している噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 の混合を促進させた上で前記分岐部 7 0 でこの混合流体 4 3 を分岐することで、それぞれの混合流体流路 5 7、5 8 を流下する混合流体 4 3 として噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 が同じ比率で流入しやすくなる。

【 0 1 1 9 】

なお、図 3 ~ 図 5 に示した第 2 実施例及び第 3 実施例の噴霧ノズル 3 1 では出口孔 6 1 が 1 つある場合について説明したが、出口孔が 2 つ以上ある場合についても本実施例の噴霧ノズル 3 1 を適用することができる。

【 0 1 2 0 】

上記したように、本実施例によれば、噴霧流体の微粒化の促進と、噴霧流体の微細化に用いる噴霧用媒体の使用量の低減または加圧力の低減とを両立させた噴霧ノズルが実現できる。

40

【 実施例 4 】

【 0 1 2 1 】

次に本発明の第 4 実施例である噴霧ノズルを備えた燃焼装置として、噴霧ノズルを備えたガスタービン燃焼器について図 6 を用いて説明する。

【 0 1 2 2 】

図 6 は本実施例の噴霧ノズルを備えたガスタービン燃焼器が設置されたガスタービンプラントの全体構成を示す概略構成図である。図 6 に示したガスタービンプラントは、空気を圧縮して高圧の燃焼用空気 1 を生成する圧縮機 6 と、圧縮機 6 で生成した燃焼用空気 1

50

と燃料 2 を導入して燃焼し、高温の燃焼ガス 3 を発生させる燃焼装置を構成する図 1 ~ 図 5 に示した第 1 実施例 ~ 第 3 実施例の噴霧ノズル 3 1 を備えたガスタービン燃焼器 7 と、ガスタービン燃焼器 7 で発生した燃焼ガス 3 を導入して駆動されるタービン 8 と、タービン 8 によって駆動され、電力を発生させる発電機 9 を有する。

【 0 1 2 3 】

ガスタービン燃焼器 7 で発生させた燃焼ガス 3 によってタービン 8 を駆動した動力は発電機 9 を回転して発電すると共に、圧縮機 6 の駆動用としても用いられる。

【 0 1 2 4 】

上記したガスタービンプラントではタービン 8 で得られた動力で発電機 9 を駆動して発電する例を示すが、タービン 8 で得られた動力をたとえば回転機械に使用しても構わない。

10

【 0 1 2 5 】

本実施例となる噴霧ノズル 3 1 を備えた燃焼装置であるガスタービン燃焼器 7 は、燃焼用空気 1 を導入する外筒 1 1 と、該外筒 1 1 に取り付けられたエンドカバー 1 2 とで密閉された圧力容器を構成している。

【 0 1 2 6 】

外筒 1 1 の内部は燃料ノズル 3 1 から噴霧された燃料と燃焼用空気を混合させて燃焼し、燃焼ガス 3 を生成する燃焼空間となる燃焼室 1 3 a を内部に形成する内筒 1 3 と、この内筒 1 3 の下流に該内筒 1 3 の流路よりも流路を狭めたトランジションピース 1 4 があり、このトランジションピース 1 4 の下流でタービン 8 に接続されている。

20

【 0 1 2 7 】

燃焼用空気 1 は外筒 1 1 と内筒 1 3 の間の空間を通り、内筒 1 3 の最上流部（図 1 のエンドカバー 1 2 側）から内筒 1 3 内に供給され、燃料 2 はエンドカバー 1 5 を貫通する燃料ノズル 3 1 から内筒 1 3 内の燃焼室 1 3 a に噴霧される。

【 0 1 2 8 】

内筒 1 3 内の燃焼室 1 3 a に噴霧された燃料 2 は燃焼用空気 1 と混合し、その混合ガスが点火栓 1 6 により点火されて燃焼を開始する。

【 0 1 2 9 】

ガスタービン燃焼器 7 では、窒素酸化物（ NO_x ）や一酸化炭素（ CO ）、煤塵の低減が求められる。このため、燃焼用空気 1 と燃料 2 の混合を改良し、燃焼用空気 1 に旋回流を与える旋回器 1 5 や、空気取入口 1 7 を介して燃焼用空気 1 の噴出方向や流速、流量配分を調整して内筒 1 3 内の燃焼室 1 3 a に燃焼用空気 1 を流入させている。

30

【 0 1 3 0 】

また、燃焼用空気 1 の一部を内筒 1 3 の側面に設けた空気導入口 1 9 から内筒 1 3 内の燃焼室 1 3 a に導入して、内筒 1 3 の隔壁部を冷却することが望ましい。

【 0 1 3 1 】

図 6 に示す本実施例の噴霧ノズル 3 1 を備えたガスタービン燃焼器 7 に燃料を供給する燃料供給系統について説明すると、本実施例の噴霧ノズル 3 1 を備えた燃焼装置であるガスタービン燃焼器 7 に液体燃料を供給する燃料供給系統には、燃料タンク 2 2 と、この燃料タンク 2 2 から液体燃料を移送する移送ポンプ 2 3 と、移送する燃料を調節する移送調整弁 2 4 を備え、前記移送ポンプ 2 3 及び移送調整弁 2 4 の下流側には該移送ポンプ 2 3 及び移送調整弁 2 4 を経た液体燃料を加圧する高压ポンプ 2 5 と、燃料の圧力を調節する圧力調整弁 2 6 を備えている。

40

【 0 1 3 2 】

更に、前記高压ポンプ 2 5 及び圧力調整弁 2 6 の下流側には該高压ポンプ 2 5 及び圧力調整弁 2 6 を経た液体燃料の供給を遮断する遮断弁 2 7 と、液体燃料の流量を調節する流量調整弁 2 8 を備え、その下流側に該高压ポンプ 2 5 及び圧力調整弁 2 6 を経た液体燃料の流量を測定する燃料流量計 2 9 と、液体燃料を分配する燃料分配器 3 0 が設置されており、前記燃料分配器 3 0 で分配された液体燃料 2 はガスタービン燃焼器 7 に設置された燃料ノズル 3 1 に供給され、この燃料ノズル 3 1 から燃料 2 を内筒 1 3 内の燃焼室 1 3 a に

50

噴霧して燃焼させるように構成されている。

【0133】

また、ガスタービン燃焼器7に供給される噴霧用空気1は、圧縮機6で圧縮した空気の一部を高圧圧縮機32で昇圧し、この高圧圧縮機32の下流側に設置した圧力・流量調整弁33と空気分配器34を介して噴霧用空気1として燃料ノズル31に供給するように構成されている。

【0134】

この噴霧用空気1は液体燃料2の微粒化に用いられるほか、液体燃料2の供給開始時や停止時に流路や燃料ノズル31内の残留物を除去するパージ用の空気としても用いられる。

10

【0135】

なお、噴霧用空気1はガスタービンの圧縮機6で得られた圧縮空気を昇圧する方法のほか、単独の圧縮機で得ることも可能である。また、空気に代わり蒸気を用いることも可能である。

【0136】

噴霧ノズル31やガスタービン燃焼器7はガスタービンプラントに複数設けられるのが一般的であるが、図6ではその一部のみを記載した。

【0137】

また、図6に示した本実施例の噴霧ノズル31を備えたガスタービン燃焼器7では、燃料として液体燃料2を使用する場合を例に説明したが、本実施例の噴霧ノズル31を有するガスタービン燃焼器7は、液体燃料のほかに気体燃料を別の系統として有し、燃料の供給状況に応じて気体燃料と液体燃料を使用できるいわゆるデュアルフューエルと呼ばれるガスタービン燃焼器にも適用できる。

20

【0138】

液体燃料は直径で100 μ m未満、出来れば50 μ m以下に微粒化させることが望ましい。微粒子では体積に占める表面積が大きく、炉内からの熱放射により昇温し蒸発し易い。また、液滴としての燃焼反応も速い。

【0139】

一方、直径で150 μ m以上の粗大粒子は蒸発や燃焼し難く、未燃焼分としてCOや煤塵排出の原因となる。また、燃料気体と空気との混合が悪いのでNO_x排出の原因となる。このため、噴霧ノズルは微粒化を進め、微粒子を増やすことで燃焼反応の促進に寄与する。なお、微粒化の程度は、混合流体の圧力や噴霧用媒体量（噴霧流体に対する噴霧用媒体の割合）により調整できる。

30

【0140】

実施例1から3のいずれかに示した本発明の噴霧ノズル31を本実施例に示す燃焼装置に用いることで、噴霧ノズル31の個々の出口孔から噴出する混合流体43中の噴霧流体41と噴霧用媒体42の比率を一定とし、噴霧流体41の微粒化の促進と噴霧用媒体の使用量の低減や加圧力の低減を両立させることができる。

【0141】

また、噴霧流体41と噴霧用媒体42の混合部での摩耗や流路内でのコーキングを抑制し、噴霧ノズル31の使用時間を延ばすことができる。

40

【0142】

混合流体43の微粒化により、液体燃料の単位重量当たりの表面積が増加するので、燃焼反応が進み、噴霧ノズル31を備えた燃焼装置出口での未燃焼分である一酸化炭素や煤塵が低減し、燃焼効率を高くできる。

【0143】

また、燃焼反応を早く進めることで、酸素の消費が進み、窒素酸化物の発生を抑え、かつ未燃焼分や煤塵、一酸化炭素が低減することができる。また、噴霧用媒体42の使用量の抑制や圧力の低減により、噴霧用媒体42の各々の供給や加圧力に使用なエネルギー消費量を低減できる。

50

【 0 1 4 4 】

なお、燃焼方法は燃料と空気を別途に供給し燃焼させる拡散燃焼方式の燃焼器やボイラにおいても微粒化による NO_x や CO 、煤塵の低減効果は得られる。

【実施例 5】

【 0 1 4 5 】

次に本発明の第 5 実施例である噴霧ノズルを備えた燃焼装置として、噴霧ノズルを備えたガスタービン燃焼器について図 7 を用いて説明する。

【 0 1 4 6 】

図 7 は本実施例の噴霧ノズルを備えたガスタービン燃焼器 7 b が設置されたガスタービンプラントの全体構成を示す概略構成図である。

10

【 0 1 4 7 】

図 7 に示した本実施例の噴霧ノズルを備えたガスタービン燃焼器 7 b は、図 6 に示した第 4 実施例の噴霧ノズルを備えたガスタービン燃焼器 7 と基本的な構成及び作用効果は同じであるので、両者に共通した構成の説明は省略し、相違する部分についてのみ以下に説明する。

【 0 1 4 8 】

図 7 に示した本実施例の噴霧ノズルを備えたガスタービン燃焼器 7 b に用いられる噴霧ノズル 3 1 は、図 1 ~ 図 2 に示した第 1 実施例の噴霧ノズル 3 1、並びに図 3 ~ 図 5 に示した第 2 実施例及び第 3 実施例の噴霧ノズル 3 1 であるので、噴霧ノズル 3 1 についての説明は省略する。

20

【 0 1 4 9 】

図 7 に示した本実施例の噴霧ノズルを備えたガスタービン燃焼器 7 b において、図 6 に示した第 4 実施例の噴霧ノズルを備えたガスタービン燃焼器 7 と異なっているのは、ガスタービン燃焼器 7 の内筒 1 3 の内部の、燃料ノズル 3 1 から噴霧された燃料と燃焼用空気を混合させて燃焼して燃焼ガス 3 を生成する燃焼空間となる燃焼室 1 3 a の上流側であって、燃焼用空気 1 を旋回して流入させる旋回器 1 5 の下流側となる前記燃料ノズル 3 1 の周囲に、燃焼用空気 1 の一部を投入する予混合室 1 8 を設けてこの予混合室 1 8 で前記噴霧ノズル 3 1 から噴出する液体燃料 2 と燃焼空気 1 の一部を混合し、下流側の燃焼室 1 3 a で燃焼するように構成したものである。

【 0 1 5 0 】

30

そして前記予混合室 1 8 は下流側の燃焼室 1 3 a と接続されており、この下流側の燃焼室 1 3 a の流路断面積が前記予混合室 1 8 の流路断面積よりも広い流路断面積を有するように形成されて、本実施例の噴霧ノズルを備えたガスタービン燃焼器 7 b を構成したものである。

【 0 1 5 1 】

ガスタービン燃焼器 7 の内筒 1 3 の上流側に燃焼用空気 1 と燃料 2 を燃焼前に混合させる空間を形成する予混合室 1 8 を設けることで、燃焼用空気 1 と燃料 2 が混合後に燃焼するので、希薄燃焼により燃焼時に温度が局所的に高い部分が形成されない。このため、高い温度での燃焼で生成しやすい窒素酸化物 (NO_x) を効果的に低減できる。

【 0 1 5 2 】

40

この際、予混合室 1 8 の流路断面積を内筒 1 3 内の燃焼室 1 3 a の流路断面積よりも狭くなるように形成して、予混合室 1 8 内の燃焼用空気 1 と燃料 2 の流速を早めると、予混合室 1 8 内での燃料 2 の燃焼を抑制し、燃焼用空気 1 と燃料 2 の混合を促進することができる。

【 0 1 5 3 】

実施例 1 から 3 のいずれかに示した本発明の噴霧ノズル 3 1 を本実施例に示す燃焼装置に用いることで、噴霧ノズル 3 1 の個々の出口孔から噴出する混合流体 4 3 中の噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 の比率を一定とし、噴霧流体 4 1 の微粒化の促進と噴霧用媒体の使用量の低減や加圧力の低減を両立させることができる。

【 0 1 5 4 】

50

また、噴霧流体 4 1 と噴霧用媒体 4 2 の混合部での摩耗や流路内でのコーキングを抑制し、噴霧ノズル 3 1 の使用時間を延ばすことができる。

【 0 1 5 5 】

混合流体 4 3 の微粒化により、液体燃料の単位重量当たりの表面積が増加するので、燃焼反応が進み、噴霧ノズル 3 1 を備えた燃焼装置出口での未燃焼分である一酸化炭素や煤塵が低減し、燃焼効率を高くできる。

【 0 1 5 6 】

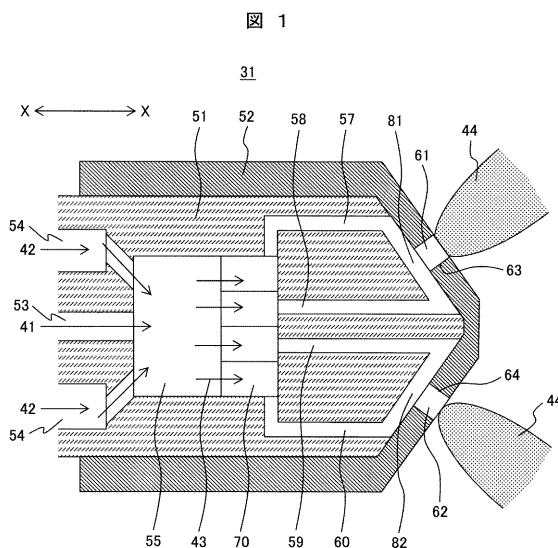
また、燃焼反応を早く進めることで、酸素の消費が進み、窒素酸化物の発生を抑え、かつ未燃焼分や煤塵、一酸化炭素が低減することができる。また、噴霧用媒体 4 2 の使用量の抑制や圧力の低減により、噴霧用媒体 4 2 の各々の供給や加圧力に使用なエネルギー消費量を低減できる。

【符号の説明】

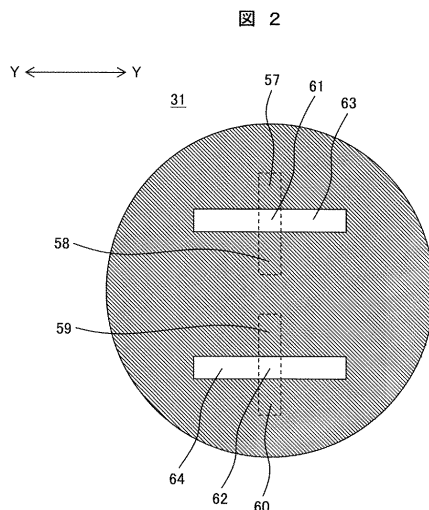
【 0 1 5 7 】

1 : 燃焼用空気、2 : 燃料、3 : 燃焼ガス、6 : 圧縮機、7、7 b : ガスタービン燃焼器、8 : タービン、9 : 発電機、11 : 外筒、12 : エンドカバー、13 : 内筒、13 a : 燃焼室、14 : トランジションピース、15 : 旋回器、16 : 点火栓、17 : 空気取入口、18 : 予混合室、19 : 空気導入口、41 : 噴霧流体、42 : 噴霧用媒体、43 : 混合流体、44 : 扇型噴霧、51 : 噴霧ノズルの内筒部、52 : 噴霧ノズルの外筒部、53 : 噴霧流体流路、54 : 噴霧用媒体流路、55 : 内部混合室、56 : 噴霧用媒体流路、57 ~ 60 : 混合流体流路、61、62 : 出口孔、63、64 : 長穴、70 : 分岐部、71 : 旋回流発生器、72 : 流路縮小部、81 ~ 83 : 合流部、122 : 燃料タンク、123 : 移送ポンプ、124 : 移送調整弁、125 : 高圧ポンプ、126 : 圧力調整弁、127 : 遮断弁、128 : 流量調整弁、129 燃料流量計、130 : 燃料分配器、31 : 噴霧ノズル、132 : 高圧圧縮機、133 : 圧力・流量調整弁、134 : 空気分配器。

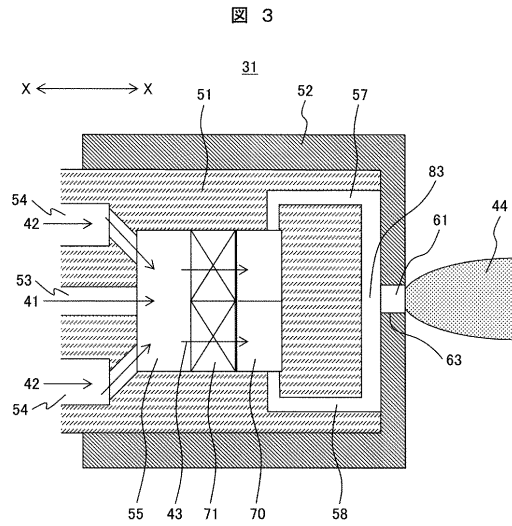
【 図 1 】



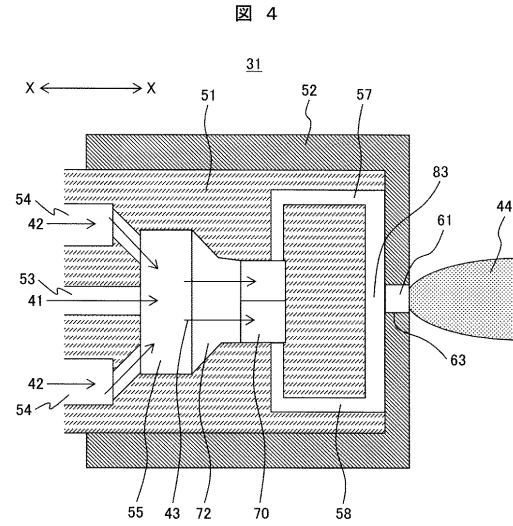
【 図 2 】



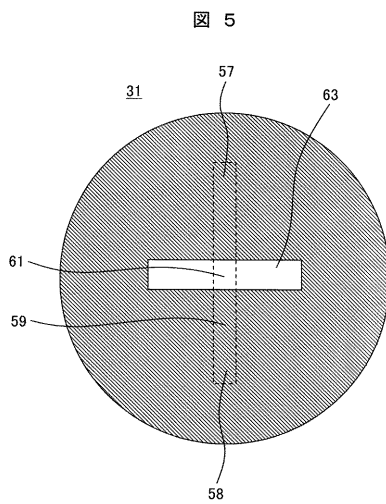
【図 3】



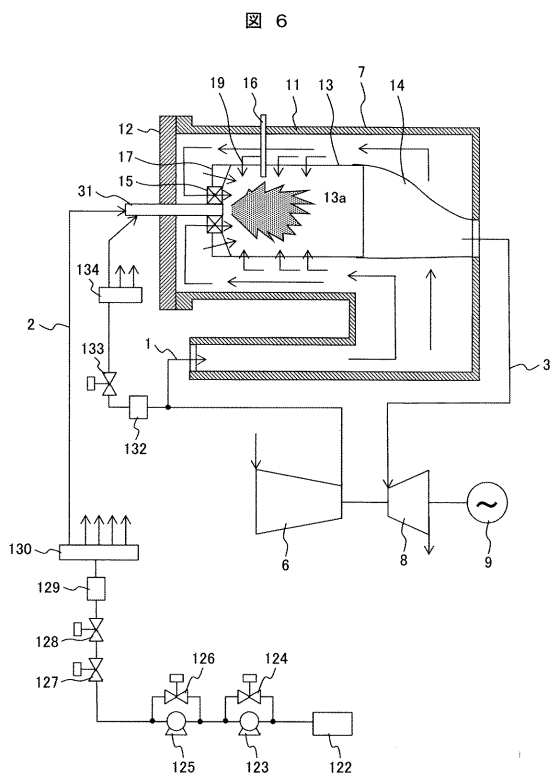
【図 4】



【図 5】

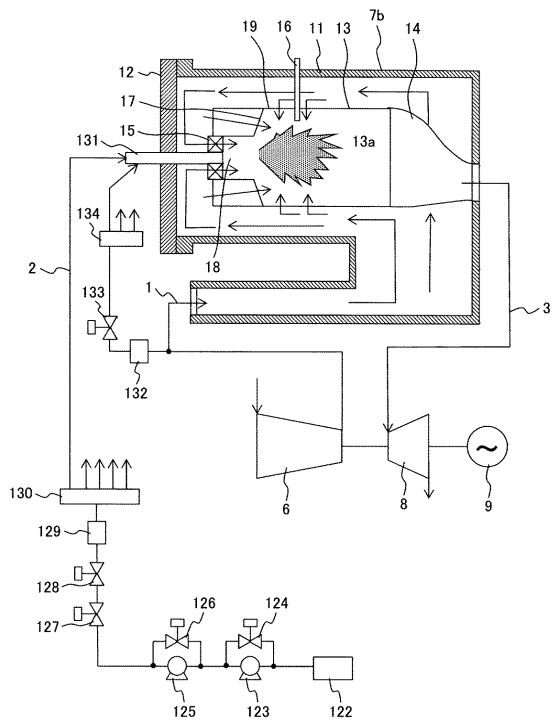


【図 6】



【圖 7】

图 7



 フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
 F 2 3 D 11/38 (2006.01) F 2 3 D 11/38 E

(56)参考文献 特開 2 0 1 3 - 1 6 0 7 4 0 (J P , A)
 特開 2 0 1 1 - 1 0 6 8 0 5 (J P , A)
 特開 2 0 0 9 - 8 3 3 5 (J P , A)
 特開 2 0 0 2 - 3 8 9 7 0 (J P , A)
 特開昭 5 0 - 1 4 4 1 4 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
 F 2 3 R 3 / 3 0
 B 0 5 B 7 / 0 4
 F 0 2 C 3 / 3 0
 F 2 3 D 1 1 / 3 8
 F 2 3 R 3 / 2 0
 F 2 3 R 3 / 2 8