

(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2005-55091

(P2005-55091A)

(43) 公開日 平成17年3月3日(2005.3.3)

(51) Int.C1.⁷

F 1

テーマコード(参考)

F23R 3/32

F23R 3/32 Z A B

F02C 7/232

F02C 7/232 B

F23R 3/14

F23R 3/14

F23R 3/28

F23R 3/28 B

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2003-287028 (P2003-287028)	(71) 出願人	503361400 独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 東京都調布市深大寺東町七丁目44番地1
(22) 出願日	平成15年8月5日 (2003.8.5)	(74) 代理人	100092200 弁理士 大城 重信
(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願 (平成15年度、経済産業省委託研究「環境適合型次世代超音速推進システムの研究開発: E S P R プロジェクト」、産業再生法第30条の適用を受けるもの)		(74) 代理人	100110515 弁理士 山田 益男
		(74) 代理人	100084607 弁理士 佐藤 文男
		(74) 代理人	100108567 弁理士 加藤 雅夫
		(72) 発明者	林 茂 東京都調布市深大寺東町7-44-1 独立行政法人 航空宇宙技術研究所内

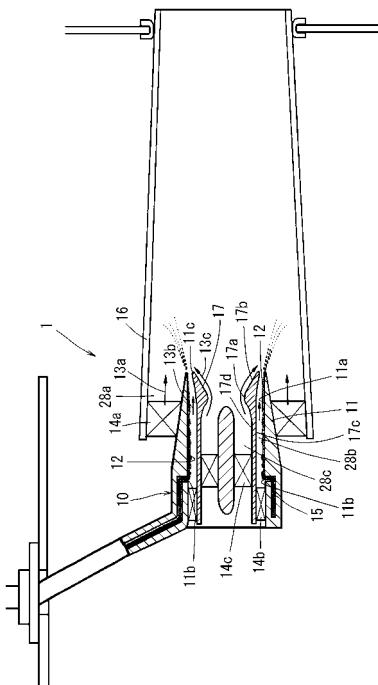
(54) 【発明の名称】ガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサー

(57) 【要約】

【課題】 液膜形成体の先端から気流の作用によって微粒化する際に、液膜形成体の内側を流れる気流に半径方向外側へ向かうように流れを案内することで、燃料の微粒化性能と混合性能を向上し、ガスタービン用燃料・空気プレミキサーを提供する。

【解決手段】 予混合管16の入口部に配設された気流微粒化ノズル1の液膜形成体11の内側には、断面環状の偏流筒体17が同軸に配設されている。偏流筒体17の外周面17cは、第1環状流路28bの先端に向かって外径が増大する壁面17bを持ち、液膜形成体11の先端からの燃料微粒化を促進する。偏流筒体17の内周面17dは、極小となって喉部17aを形成した後、先端に向かって急増する形状であり、径方向外側への広がる気流によって燃料と空気の混合を促進する。同心状の流路の上流側には、気流旋回のために第1～第3空気旋回器14b、14c、14aが配置されている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

筒状内面が燃料液膜形成面とされる液膜形成体を備えた気流微粒化ノズルを燃料微粒化手段として筒状の予混合管の入口部に配設し、前記液膜形成体の内側に断面環状の偏流筒体を同軸に配設し、前記偏流筒体の外周面と前記液膜形成体の前記液膜形成面との間に形成される環状流路の上流部に第1空気旋回器を配設するとともに前記偏流筒体の内周面を壁面に含む流路の上流部に第2空気旋回器を配設し、前記偏流筒体は、前記外周面を定める外径が前記環状流路の先端に向かって増大し、前記内周面を定める内径が前記第2空気旋回器の下流端よりも下流において極小となり、その後、前記流路の先端に向かって増大する形状であり、前記液膜形成体の外側で前記予混合管の内周面を壁面に含む環状流路の上流部に第3空気旋回器を配設したことから成るガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサー。

【請求項 2】

前記気流微粒化ノズルは、前記筒状内面としての第1燃料液膜形成面を有する前記液膜形成体としての第1液膜形成体を備えた第1微粒化ノズルと、前記偏流筒体の内側に同軸に配設された第2微粒化ノズルとを含んでおり、前記第1空気旋回器が配設される前記環状流路が第1環状流路であるとともに、前記第2空気旋回器が配設される前記流路が前記偏流筒体の内周面と前記第2微粒化ノズルの外周面との間に形成される第2環状流路であることから成る請求項1に記載のガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサー。

【請求項 3】

前記予混合管は概略先細であることから成る請求項1又は2に記載の焼器用燃料・空気プレミキサー。

【請求項 4】

前記液膜形成体を取り巻く外筒を前記液膜形成体と同軸に配設し、前記外筒の内周面と前記液膜形成体の外周面との間に気流が流れる環状の隙間を形成し、前記外筒の先端は前記液膜形成体の先端よりも前方に位置することから成る請求項1～3のいずれか1項に記載のガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサー。

【請求項 5】

前記外筒と前記燃料微粒化手段とを一体化するとともに、前記第3空気旋回器と前記予混合管とを一体化し、前記外筒を前記第3空気旋回器に対して嵌入又は取り外すことにより、前記燃料微粒化手段が前記予混合管に対して着脱可能であることから成る請求項4に記載のガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサー。

【請求項 6】

前記液膜形成面の先端の直径は、前記先端と同一軸方向位置における前記予混合管の内径の0.6～0.8倍の範囲であることから成る請求項1～5のいずれか1項に記載のガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサー。

【請求項 7】

前記偏流筒体には燃料供給を受ける略環状の燃料マニフォールドが配設され、前記外周面には前記燃料マニフォールドに連通し燃料を噴射する複数の燃料噴射孔が開口していることから成る請求項1～6のいずれか1項に記載のガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサー。

【請求項 8】

前記液膜形成体には略環状の燃料マニフォールドが配設され、前記液膜形成面には前記燃料マニフォールドにつながり燃料を前記液膜形成面上に流出させる燃料供給孔が開口していることから成る請求項1～6のいずれか1項に記載のガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサー。

【請求項 9】

前記第2微粒化ノズルは、圧力スワールノズルであることから成る請求項2～8のいずれか1項に記載のガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサー。

【請求項 10】

10

20

30

40

50

前記第2微粒化ノズルは、中心軸と同軸に配設され外周面に燃料噴射孔が開口した燃料噴射筒と、前記燃料噴射筒と同軸に配設された断面環状の第2液膜形成体と、前記燃料噴射筒の外周面と第2液膜形成体の液膜形成面との間の環状流路において前記燃料噴射孔の開口位置よりも上流の位置に配設された第4空気旋回器とを備え、燃料は前記燃料噴射孔から前記第2液膜形成体の液膜形成面に向けて噴出される気流微粒化ノズルであることから成る請求項2～9のいずれか1項に記載のガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサー。

【請求項11】

前記第1空気旋回器と前記第2空気旋回器が気流に与える旋回の方向が互いに逆であることから成る請求項1～10のいずれか1項に記載のガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサー。10

【請求項12】

前記第2空気旋回器と前記第4空気旋回器が気流に与える旋回の方向が互いに逆であることから成る請求項10に記載のガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサー。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液体燃料を使用するガスタービンの予混合予蒸発方式燃焼器に使用する燃料・空気プレミキサーに関するもので、特に液膜形成体を備えた気流微粒化ノズルを少なくとも1個、予混合管の入口部に配設したガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーに関する。20

【背景技術】

【0002】

各種の燃焼装置から排出される窒素酸化物NO_x(NOとNO₂)は、人体に有害なだけでなく、酸性雨や地球温暖化の原因となっており、先進工業国では公的な排出規制の対象になっている。ガスタービンもこうした規制の例外ではなく、産業用については国ごと又は地域ごとに、航空用については国際的なNO_x排出規準が設けられており、その排出基準は今後も強化される方向にある。一方、ガスタービンは、燃料経済性の向上のために、高い作動温度、高い圧力で運転される傾向にあり、それに伴ってNO_xの生成は促進される。そのため、抑制効果の高い低NO_x燃焼技術の実用化の要請が強まっている。30

【0003】

ガスタービン燃焼器は全体としては空気過剰で作動することから、NO_x排出の抑制に最も有効な燃焼方法は希薄予混合燃焼である。この燃焼方法の特徴は、燃焼に先だって燃料と過剰の空気を混合して形成した均質性の高い希薄予混合気を燃焼させることである。ここで、「希薄」というのは、空気量が燃料の完全燃焼に必要な最少空気量を基準として充分多いということであり、ガスタービンの形式などによるが、通常は、最少空気量の2倍前後である。NO_xの生成速度は燃焼ガス温度に対して指數関数的に増大するため、均質性が低い場合には、平均より燃料濃度が高い部分でのNO_xの増加は、燃料濃度が低い部分でのNO_xの減少を補って余りあることになり、その超過分は均質性が下がるほど増大する。予混合化は混合気の均質性を高める手段である。40

【0004】

希薄予混合燃焼方式の燃焼器は、天然ガス仕様の大型発電用ガスタービンを中心に広く実用になっている。これに対して、液体燃料仕様のガスタービンや航空用ガスタービンへの希薄予混合燃焼の適用は、高い期待を集めているが、まだ開発段階にある。この背景には、液体燃料の場合、気体燃料に比べ均質性の高い予混合気の形成が格段に難しいという技術的側面がある。

【0005】

液体燃料の場合には、燃料は先ず微粒化され、生成された粒子は空気流によって空間的に分散される。分散過程において燃料粒子の蒸発が進み、燃料蒸気は空気中に拡散するという過程を経て予混合気が形成される。そのため、液体燃料の場合、特に希薄予混合予蒸

発燃焼と呼ばれる。空気が高温、高圧の場合、上記の過程において化学反応が進み、自発点火が生じることがある。この自発点火によって予混合管内に火炎が形成され、内部に保持されると、予混合管や燃料微粒化ノズルなどが焼損する。灯油やジェット燃料は、比較的低い温度で分解する成分を含有することから、メタンを主成分とする天然ガスに比べて低い温度でも自発点火が生じる。自発点火は、燃料が気流中に噴射されて瞬時に起きるのではなく、ある遅れ時間を経過して生じる。この遅れ時間は、温度、圧力が高くなると急激に短くなり、最新高圧力比ガスタービンの燃焼器の入口温度・圧力条件では1ミリ秒のオーダーである。

【0006】

このように、噴射された燃料が短い時間内に蒸発をほぼ終えるには、燃料の微粒化の促進が不可欠である。また、予混合管の断面における燃料濃度を一様にするためには、できるだけ素早く燃料粒子を予混合管の断面全体にわたって分散しなければならない。燃料粒子の分散が不十分な場合は、それらが完全に蒸発したとしても、予混合管の出口断面での燃料濃度分布には偏りが残ることになる。特に予混合管の直径が大きい場合には、この偏りは避けがたい。燃料粒子の分散には、予混合管内において半径方向に広がる気流の形成が有効である。予混合管内の旋回流も、燃料粒子を半径方向に輸送するのに有効であり、燃料粒子の蒸発や燃料蒸気の乱流拡散・混合に対しても勿論、促進効果が大きい。しかし、予混合管内の旋回は一般に中心軸近傍に速度の遅い領域を形成し、強い場合には逆流を引き起こし、これらの領域を伝って火炎が燃焼室から予混合管内に遡上する、いわゆる逆火を起こしやすくなってしまうという問題がある。

【0007】

従来、液体燃料を対象としたガスタービン用燃料・空気プレミキサーとしては、ベンチュリー管形状の予混合管の入口部で燃料を微粒化し、ベンチュリー管に流入する空気と混合する形態（例えば、特許文献1）や、ベンチュリー管の狭窄部において壁面に配設された孔から燃料を噴射させ、そこでの気流によって微粒化する形態が知られている。図6には、特許文献1に開示されている小型ガスタービン用の燃料・空気プレミキサーの代表的な形態が示されている。燃料は、予混合管16の入口66aの上流において圧力スワールノズル69で微粒化される。微粒化された燃料粒子は、予混合管16に流入する空気流63の中に分散され、燃料粒子と空気との混合気64は予混合管16の狭窄部66bを通過し、その後、予混合管16の拡大部66cで減速しながら燃焼室65に流入する。この例では、予混合管16は狭窄部66bより下流ではほぼ直線的に広がっている。

【特許文献1】特開2000-304260号公報（段落[0044]～[0047]、図3A）

【0008】

上記のような燃料・空気プレミキサーにおいて、狭窄部の上流や狭窄部で燃料を微粒化するのは、気流中に燃料粒子をよく分散させるためである。分散された燃料粒子は気流に乗って蒸発しながら下流に運ばれ、燃料蒸気は空気と混合して予混合気を形成する。狭窄部より下流において拡大部の広がりを過度に大きくすると壁面上で流れが剥離し、逆流領域を形成してしまうので、広がり角度は数度以下に抑える必要がある。ベンチュリー管形状の予混合管において、燃料粒子の分散や燃料蒸気と空気との混合の促進を意図して気流に旋回を与えると、拡大部において、中心軸上に逆流領域が形成され、逆火を引き起こしやすくなる。そのため、ベンチュリー管形状は、流路断面の大きなものには適用できない。この問題は小さい流路断面の予蒸発管を多数束ねることによって解決できるが、そうした解決法では燃料供給系が複雑になる、重量が増大するなどの問題がある。

【0009】

予混合管の入口部に空気旋回器を配設し、空気に旋回を与えて燃料との混合を促進する方式のガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーは、気体燃料仕様のガスタービンの燃焼器に広く用いられている（例えば、特許文献2）。もちろん、燃料ノズルを液体用に置き換えれば、液体仕様のガスタービン燃焼器にも適用できる（例えば、特許文献3）。図7はその代表的な形態を示す例で、予混合管16の入口73に空気旋回器74が配設さ

10

20

30

40

50

れ、予混合管16の中心軸上には中心体77が配設されており、燃料は中心体77の表面の燃料噴射孔78から噴射される。中心体77は、予混合管16の出口付近まで伸びている。上述のように、旋回によって燃料粒子の分散、蒸発、燃料蒸気の拡散混合が促進されるという利点があるが、その一方で予混合管16の中心部には速度の遅い領域が形成され、その部分にも燃料が存在するので逆火が生じ易いという問題がある。

【特許文献2】特開平9-119639(段落[0004]~[0007]、図3)

【特許文献3】特開平5-87340号公報(段落[0015]~[0020]、図1~図3)

【0010】

上記の問題を解決するため、この例では中心軸上に中心体を配設し、予混合気の流路の断面形状を環状とすることによって、旋回を与えるながらも逆流を発生し難くしている。この形態のガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーの問題点は、予混合管の出口には火炎が形成されるので、その火炎や火炎からの輻射によって中心体の先端部が過熱されることである。過熱を抑制しようとして中心体の先端を予混合管出口よりも上流に位置させると、それまでは予混合管出口の下流に位置していた逆流領域の先端が予混合管内に入るようになり、予混合管の出口近傍を過熱させるという不具合が生じ易くなる。また、中心体そのものの存在が空間を無駄に使用していること、重くなること、中心体は予混合管入口部に取り付けられた空気旋回器の羽根により支持される、いわゆる片持ち構造となることから、燃焼振動などが生じた場合、中心体は脱落する危険性がある。なお、環状流路において入口部の空気旋回器を同軸の内外2個の空気旋回器で構成し、それらの旋回方向を逆にすることにより逆流の発生を抑止するという形態は、例えば、特許文献3に開示されている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

そこで、ガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーにおいては、液膜形成体の先端から燃料を気流によって微粒化させ且つ空気と混合させる際に、液膜形成体の内側を通過する気流を加速すると共に半径方向外側へ向かうように広がる流れとすることで、燃料の微粒化性能と混合性能を向上し、良好な混合に有効とされる気流の旋回手段を用いながら、予混合管内における逆流や中心部での混合気速度の低下を抑止し、気流速度の異常な低下などにより生じる逆火に対しても、気流の流れを利用して対策を取ることができるようとする上で解決すべき課題がある。

【0012】

本発明の目的は、ガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーにおいて、予混合管の入口部に従来の筒状内面が燃料液膜形成面とされる液膜形成体を備えた気流微粒化ノズルを燃料微粒化手段として配設し、液膜形成体の先端から燃料を気流によって微粒化させ且つ空気と混合させる際に、液膜形成体の内側を通過する気流を加速すると共に半径方向外側へ向かうように広がる流れとすることで、微粒化性能と混合性能を向上して完全燃焼と超低NO_x燃焼の両立が図りやすくし、良好な混合に有効な気流の旋回手段を用いながら予混合管内における逆流や中心部での混合気速度の低下を抑止し、気流速度の異常な低下などにより万一、逆火した場合にも予混合管等の部品の焼損を防止し、気流速度が回復すれば逆火した火炎は予混合管から下流に排出される新規なガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

この発明は上記の課題を解決するためになされたもので、本発明によるガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーは、筒状内面が燃料液膜形成面とされる液膜形成体を備えた気流微粒化ノズルを燃料微粒化手段として筒状の予混合管の入口部に配設し、前記液膜形成体の内側に断面環状の偏流筒体を同軸に配設し、前記偏流筒体の外周面と前記液膜形成体の前記液膜形成面との間に形成される環状流路の上流部に第1空気旋回器を配設する

10

20

30

40

50

とともに前記偏流筒体の内周面を壁面に含む流路の上流部に第2空気旋回器を配設し、前記偏流筒体は、前記外周面を定める外径が前記環状流路の先端に向かって増大し、前記内周面を定める内径が前記第2空気旋回器の下流端よりも下流において極小となり、その後、前記流路の先端に向かって増大する形状であり、前記液膜形成体の外側で前記予混合管の内周面を壁面に含む環状流路の上流部に第3空気旋回器を配設したことから成る。

【0014】

この発明によるガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーにおいては、上記の形状を有する偏流筒体を採用しており、特に、偏流筒体の外周面を定める外径が環状流路の先端に向かって増大するという形状を有しているので、偏流筒体の外周面に案内されて環状流路を流れる気流の作用によって、液膜形成体の先端において液膜に接して流れる旋回気流を旋回だけの場合よりも更に加速することができ、液体燃料の微粒化が向上する。また、偏流筒体の内部で内径が極小となる領域を過ぎて流路の先端に向かって内径が増大する領域を通過する気流の作用によって、旋回気流の半径方向への広がりが促進されるため、燃料粒子は予混合管内において半径方向に広く分散させられる。燃料粒子は遠心力の作用を受け、予混合管内において半径方向に分散され、大きな慣性力を持った燃料粒子は第3空気旋回器から流入する空気流中へと貫通し、分散され、蒸発して、混合気を形成する。微粒化の向上による燃料粒子の蒸発時間の短縮と分散の促進との両方の作用により、より短い距離で均質性の高い混合気が形成される。そのため、燃焼室内での燃焼によるNO_xの発生が抑制される。また、偏流筒体の内側の流路に第2空気旋回器を配設したことによって、この流路内を流れる空気にも旋回が与えられ、その結果、その旋回空気流は燃焼室側を向いた偏流筒体の壁面に沿って半径方向に広がるように流れることが可能になる。このように、予混合管の中心軸近傍には空気だけを流出させることができるので、逆火が生じにくい。また、何らかの原因で予混合管内の混合気の流速が低下し、その結果、逆火が生じても、偏流筒体の壁面に沿って流れる気流によって、逆火に起因した偏流筒体の温度上昇が抑止される。

【0015】

上記燃料・空気プレミキサーにおいて、前記気流微粒化ノズルは、前記筒状内面としての第1燃料液膜形成面を有する前記液膜形成体としての第1液膜形成体を備えた第1微粒化ノズルと、前記偏流筒体の内側に同軸に配設された第2微粒化ノズルとを含む構成とし、前記第1空気旋回器が配設される前記環状流路を第1環状流路とともに、前記第2空気旋回器が配設される前記流路を前記偏流筒体の内周面と前記第2微粒化ノズルの外周面との間に形成される第2環状流路とすることができる。偏流筒体の内側の流路内に第2燃料微粒化手段を配置することによって、この流路を流れる空気流にも燃料を供給することができ、半径方向に一層均一な予混合気を形成できるようになり、一層のNO_x低減が可能である。

【0016】

第2微粒化ノズルに関して、一般には偏流筒体の内側流路の有効流路面積は偏流筒体の外周部の有効流路面積に比べて小さいことから、偏流筒体の内側流路に新たな燃料供給を行う利点は、一定の状態で運転されるガスタービンではそれほど大きくない。第2微粒化ノズルを配置することによる効果は、エンジンの回転数が変化するガスタービンや航空用ガスタービンのように、エンジンに入る空気の温度や圧力が広い範囲で変化し、それに対応して燃焼器への空気の温度や圧力など、燃料の蒸発や微粒化に影響を与えるパラメータが変化する場合に現れる。そのような場合においてもできるだけ半径方向の燃料分布を一様にするには、中心付近からの燃料噴射とある半径位置からの燃料噴射とを組み合わせることが望ましい。燃料粒子は、圧力が低く空気の密度が小さい場合には旋回によって容易に半径方向に分散するのに対して、高圧では気流に乗って分散するので、第1燃料ノズルだけでは、低圧の場合には壁面近傍で燃料濃度が過度に高いということになる。例えば、第2燃料ノズルからのみ燃料を噴射した方が半径方向の燃料分布をより均一にできる。一方、出力が小さい作動条件では一般に空気温度が低いので、NO_xはそれほど問題ではなく未燃焼成分の排出抑制の方が重要である。このような場合には、燃料を例えれば中心軸付

10

20

30

40

50

近に偏在させる方が好ましいので、燃料を第2微粒化ノズルだけから供給するのがよい。

【0017】

上記ガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーにおいて、予混合管の内部流路を概略先細とすることができる。予混合管の内部流路を先細にすることによって、予混合管内の流れを全体的には加速流、すなわち下流ほど静圧が低下するようにすることができ、管壁上での逆流が生じないようにできる。管壁上での逆流が生じなければ、壁面近傍を伝わっての逆火を抑えることができる。

【0018】

上記ガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーにおいて、前記液膜形成体を取り巻く外筒を前記液膜形成体と同軸に配設し、前記外筒の内周面と前記液膜形成体の外周面との間に気流が流れる環状の隙間を形成し、前記外筒の先端を前記液膜形成体の先端よりも前方に位置させることができ。第3空気旋回器からの気流は、その旋回のためにより外周寄りの気流の速度は加速されているのに対し、内周寄りの気流速度は減速されている。液膜形成体の外周に円筒形状の外筒を配設し、しかも外筒の先端を液膜形成体の先端よりも前方に位置させることにより、第3空気旋回器の環状流路を、液膜形成体の先端部における形状が充分絞り込まれるような形状とすることができます。その結果、液膜形成体の先端において、液膜に接する気流の相対速度をより大きくすることができ、燃料の微粒化が促進される。もちろん半径方向への燃料粒子の分散は、第1及び第3空気旋回器による旋回によって行われる。

【0019】

液膜形成体を取り巻く外筒を備える上記ガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーにおいて、前述の液膜形成体の構造について、前記外筒と前記燃料微粒化手段とを一体化するとともに、前記第3空気旋回器と前記予混合管とを一体化し、前記外筒を前記第3空気旋回器に対して嵌入又は取り外すことにより、前記燃料微粒化手段を前記予混合管に対して着脱可能とすることができます。このガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーは、外筒と一体化された燃料微粒化手段と、第3空気旋回器と一体化された予混合管との二つの部分から構成されるので、燃料微粒化手段を予混合管に対して容易に着脱できる。第3空気旋回器については予混合管と一体化しているので、エンジンのケーシングの壁には、外筒と一体化された燃料微粒化手段を取り出すための比較的小さい取り出し開口を設けるだけで済み、この取り出し開口の周囲の補強等により重量が増える、加工の工数が増えるなど負担を軽減させることができる。

【0020】

上記のガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーにおいて、液膜形成面の先端の直径の範囲を、前記先端と同一軸方向位置における前記予混合管の内径の0.6~0.8倍の範囲とすることが好ましい。第1燃料ノズルだけを配設する場合でも、燃料が微粒化される直径をこの範囲に設定すると、一般的なガスタービン燃焼器の作動条件においては、燃料が壁面に衝突することなく、中心部への燃料蒸気の拡散も適度に行えることが明らかになっている。第2燃料ノズルをも配設する場合に比べ、制御装置の削減などを含め、コスト抑制が図れる。

【0021】

上記のガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーにおいて、前記偏流筒体には燃料供給を受ける略環状の燃料マニフォールドを配設し、前記外周面には前記燃料マニフォールドに連通し燃料を噴射する複数の燃料噴射孔を開口させることができる。このような構成にすることにより、第1微粒化ノズルへの燃料供給は、偏流筒体の内部に配設された燃料マニフォールドから、その外壁面にあけた単純な孔を通して噴射することで行われる。したがって、偏流筒体の直径に比べ大きい液膜形成体の壁の最大厚みを薄くすることができ、燃料ノズルを、全体外径を小さくできるとともに軽量化することができる。

【0022】

また、上記ガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーにおいて、前記液膜形成体には略環状の燃料マニフォールドを配設し、前記液膜形成面には前記燃料マニフォールドに

10

20

30

40

50

つながり燃料を前記液膜形成面上に流出させる燃料供給孔を開口させることができる。第1微粒化ノズルは、燃料マニフォールドを液膜形成体の内部に供え、燃料を内周壁の開口を通して液膜形成面上に流出させるようにしたので、気流を横切って液膜形成面に衝突させることが必要な噴流方式に比べ、非常に小さな燃料噴射圧で済むという利点がある。燃料噴射圧が低いことにより、噴流方式に比べて開口をかなり大きな寸法とすることができます、流路の詰まりが起きにくいという利点もある。

【0023】

また、上記ガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーにおいて、第2微粒化ノズルとして、圧力スワールノズルを用いることができる。圧力スワールノズルは、気流速度の影響をまったく受けないという微粒化性能を持つので、簡便な方法で且つより広範な燃焼器への空気の圧力や温度範囲にわたって、半径方向の燃料分布の最適化を図ることができる。

【0024】

また、上記本ガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーにおいて、前記第2微粒化ノズルを、中心軸と同軸に配設され外周面に燃料噴射孔が開口した燃料噴射筒と、前記燃料噴射筒と同軸に配設された断面環状の第2液膜形成体と、前記燃料噴射筒の外周面と第2液膜形成体の液膜形成面との間の環状流路において前記燃料噴射孔の開口位置よりも上流の位置に配設された第4空気旋回器とを備え、燃料を前記燃料噴射孔から前記第2液膜形成体の液膜形成面に向けて噴出する気流微粒化ノズルとすることができます。第2微粒化ノズルをこのように構成した場合には、燃料噴射筒の外周面にあけた燃料噴射孔から放射状に噴出した燃料噴流は、第2液膜形成体の液膜形成面に衝突し、液膜形成面上で液膜を形成する。燃料噴射筒の外周面と第2液膜形成体の液膜形成面との間の環状流路を流れる気流には第4空気旋回器により旋回が与えられ、この旋回気流によって液膜が微粒化される。更に、この方式では、燃料噴射筒側に設けられる燃料マニフォールドと燃料噴射筒の外側に設けられる第2液膜形成体とは、別の部品で構成することができ、この場合には燃料マニフォールドは単なる筒で済み、燃料噴射孔の加工もきわめて容易であり、微粒化ノズルの外形を圧力スワールノズルと同程度に小さくできるという利点がある。

【0025】

上記ガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーにおいて、前記第1空気旋回器と前記第2空気旋回器が気流に与える旋回の方向を互いに逆にすることができる。中心軸に近く隣接する第1、第2空気旋回器の旋回方向を互いに逆にすることにより、中心軸近傍において短い距離で旋回を打ち消すことができ、逆流の発生が著しく抑制される。したがって、第2空気旋回器の流路内で第2燃料ノズルから燃料が噴射される場合においても、逆火が抑止され、また万一、混合気の流速が極度に低下して逆火が生じても、混合気速度がもとの状態に回復すれば火炎は確実に押し流されるので、燃料を遮断してエンジンを停止せざるを得ないという事態を回避することができる。

【0026】

上記ガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーにおいて、前記第2空気旋回器と前記第4空気旋回器が気流に与える旋回の方向を互いに逆にすることができる。中心軸に最も近く、互いに隣接するこれらの空気旋回器の旋回方向を互いに逆にすることにより、短い距離で予混合気の旋回を打ち消すことができ、逆流の発生が著しく抑制される。したがって、第2空気旋回器の流路内で第2燃料ノズルから燃料が噴射される場合においても、逆火が抑止され、また万一、混合気の流速が極度に低下して逆火が生じても、混合気速度がもとの状態に回復すれば火炎は確実に押し流されるので、燃料を遮断してエンジンを停止せざるを得ないという事態を回避することができる。

【発明の効果】

【0027】

本発明のガスタービン用燃料・空気プレミキサーによれば、筒状内面が燃料液膜形成面とされる液膜形成体を備えた気流微粒化ノズルを燃料微粒化手段として筒状の予混合管の入口部に配設し、前記液膜形成体の内側に断面環状の偏流筒体を同軸に配設し、この偏流

10

20

30

40

50

筒体の外周面と液膜形成体の液膜形成面との間に形成される環状流路の上流部に第1空気旋回器を配設し、偏流筒体の外周面を定める外径を先端に向かって増大するようにしたので、液膜形成面に沿って流れる気流の速度が加速されて先端での流速が大きくなり、微粒化性能を向上させることができる。また、偏流筒体の内周面を壁面に含む流路の上流部に第2空気旋回器を配設し、偏流筒体の内周面を特有の形状としたので、偏流筒体の内部を通過した気流の半径方向速度成分を強めて、燃料粒子の半径方向への分散を促進し、第3空気旋回器からの空気との混合を促進することができる。微粒化の向上による燃料粒子の蒸発時間の短縮と分散の促進との両方の作用により、より短い距離で均質性の高い混合気が形成され、その結果、均質性の高い予混合器が形成できる。その結果、燃料濃度が希薄すぎる部分の形成が回避され、完全燃焼と超低NO_x燃焼の両立が図りやすくなり、燃焼室内での燃焼によるNO_xの発生を著しく抑制することができる。更に、液膜形成体の外側で予混合管の内周面を壁面に含む環状流路の上流部に第3空気旋回器を配設したので、偏流筒体の内側を流れる気流に旋回が与えられ、旋回気流はこの流路の喉部より先において半径方向に拡がり、偏流筒体の予混合管出口に向いた径方向に拡大する壁面に沿って流れる。この旋回気流は、万一、予混合管内に火炎が逆火した場合、偏流筒体への火炎からの放射熱を取り去るのに有効なだけでなく、偏流筒体が火炎に直接、曝されるのを防止するのも有効である。また、偏流筒体の喉部を通る気流の軸方向速度は大きくなるので、火炎が流路内に進入するのを防ぎ、燃料ノズル先端の過熱や焼損を防止するうえで大きな効果がある。

【0028】

液膜形成体を備えた第1微粒化ノズルと、偏流筒体の内側に同軸に第2微粒化ノズルとを燃料微粒化手段として予混合管の入口部に配設したガスタービン用燃料・空気プレミキサーにおいては、前述の効果に加え、第2微粒化ノズルの燃料噴霧と偏流筒体の内周面による流路を流れる気流との干渉を強めることができ、燃料と空気の混合が促進される。また、旋回の強さによって燃料噴霧と気流との予混合気の半径方向への広がりを調整できる。また、第1微粒化ノズルと第2微粒化ノズルとを備えたことにより、両者の燃料噴射割合を可変にでき、ガスタービンの作動に適した燃料分布を実現でき、広い作動範囲でNO_xの排出低減が可能になる。更に、NO_xの発生の少ない低出力条件においては、燃料を偏在させることによって未燃焼成分の排出を顕著に低減することができる。

【0029】

このガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーにおいて、予混合管を筒状で概略先細とした場合には、予混合管内の流れは全体的には加速流となり、予混合管壁面上での流れの剥離が抑制され、壁面近傍に沿っての逆火を防止することができる。

【0030】

このガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーにおいて、液膜形成体の外周に円筒形状の外筒を同軸に配設し、外筒の内周壁面と前記液膜形成体の外周面との間に空気がほぼ軸方向に流れる環状の隙間を形成し、前記外筒の先端を前記液膜形成体の先端よりも前方に位置した場合には、液膜形成体の先端において、液膜を内側だけでなく外側からも相対速度のより大きな気流に接触させることができ、その結果、微粒化を一層促進させることができる。

【0031】

液膜形成体の外周に外筒を同軸に配設した上記ガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーにおいて、外筒及びそれよりも内側にある部分を一体に形成し、外筒が予混合管の第3空気旋回器の内側リング内に挿入して予混合管に対して着脱可能とした場合には、燃料ノズルを予混合管から分離することができ、組立・装着だけでなく、微粒化ノズルだけを取り出しての検査や洗浄を容易に行うことができる。

【0032】

上記ガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーにおいて、液膜形成面の先端の直径を、その先端と同一軸方向位置における予混合管の内径の0.6~0.8倍の範囲になるようにした場合には、第1微粒化ノズルだけを配設する場合であっても、燃料が壁面に衝

10

20

30

40

50

突することなく中心部への燃料の拡散も適度に行え、第2微粒化ノズルをも配設する場合に比べ、制御装置の削減などを含め、コスト抑制を図ることができる。

【0033】

上記ガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーにおいて、偏流筒体に燃料供給を受けるほぼ環状の燃料マニフォールドを配設し、外周面には燃料マニフォールドに連通し燃料を放射状に噴射する複数の燃料噴射孔を開口させ、その開口を通して燃料を噴射できるようにした場合には、偏流筒体の直径に比べ大きい液膜形成体の壁の最大厚みを薄くすることができ、燃料ノズルを、全体外径について小径化するとともに全体重量について軽量化することができる。

【0034】

また、上記本ガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーにおいて、液膜形成体に略環状の燃料マニフォールドを配設し、液膜形成面には燃料マニフォールドにつながり燃料を液膜形成面上に流出させる開口を形成した場合には、燃料を流出させるには、気流を横切って液膜形成面に衝突させることが必要な噴流方式に比べ、非常に小さな燃料圧力で済むという利点がある。また、燃料圧力が低いので開口をかなり大きな寸法とすることができます、流路の詰まりを生じ難くすることができるという利点がある。

【0035】

また、上記本ガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーにおいて、第2微粒化ノズルとして、微粒化性能が気流速度の影響をまったく受けない圧力スワールノズルを組み込んだ場合には、簡便な方法で、より広範な燃焼器への空気の圧力や温度範囲にわたり、半径方向の燃料分布の最適化を図ることができる。

【0036】

上記ガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーにおいて、第2微粒化ノズルを、中心軸と同軸に配設され外周面に燃料噴射孔が開口した燃料噴射筒と、燃料噴射筒と同軸に配設された断面環状の第2液膜形成体と、燃料噴射筒の外周面と第2液膜形成体の液膜形成面との間に環状通路において燃料噴射孔の開口位置よりも上流の位置に配設された第4空気旋回器とを備え、燃料を燃料噴射孔から第2液膜形成体の液膜形成面に向けて噴出する気流微粒化ノズルとした場合には、燃料噴射筒の側壁面にあけた燃料噴射孔から放射状に噴出した燃料噴流は、第2液膜形成体の液膜形成面に衝突して液膜形成面上で液膜を形成し、燃料噴射筒の外周面と第2液膜形成体の液膜形成面との間の気流には第4空気旋回器により旋回が与えられ、この旋回気流によって液膜が微粒化される。更に、この方式では、燃料噴射筒側に設けられる燃料マニフォールドと燃料噴射筒の外側に設けられる第2液膜形成体とをそれぞれ別の部品として構成でき、このとき燃料マニフォールドは単なる筒で済み、燃料噴射孔の加工もきわめて容易であり、微粒化ノズルの外形を圧力スワールノズルと同程度に小さくできるという利点がある。

【0037】

上記ガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーにおいて、第1空気旋回器と第2空気旋回器が気流に与える旋回の方向を互いに逆にした場合には、中心軸近傍において短い距離で旋回を打ち消すことができ、逆流の発生が著しく抑制されるので第2空気旋回器の流路内で第2燃料ノズルから燃料が噴射される場合においても、逆火が抑止され、また万一、混合気の流速が極度に低下して逆火が生じても、混合気速度がもとの状態に回復すれば火炎は確実に押し流されるので、燃料を遮断してエンジンを停止させる事態を回避することができる。

【0038】

上記ガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーにおいて、第2空気旋回器と第4空気旋回器が気流に与える旋回の方向を互いに逆にした場合には、中心軸近傍において短い距離で旋回を打ち消すことができ、逆流の発生が著しく抑制されるので、第2空気旋回器の流路内で第2燃料ノズルから燃料が噴射される場合においても、逆火が抑止され、また万一、混合気の流速が極度に低下して逆火が生じても、混合気流速がもとの状態に回復すれば火炎は予混合管内から確実に押し流すことができる。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための最良の形態】

【0039】

図1は、本発明によるガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーの第1実施例を示す縦断面図である。図1に示すガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサー1においては、筒状の予混合管16の入口部に、燃料微粒化手段としての気流微粒化ノズル10が配設されている。気流微粒化ノズル10の液膜形成体11の内側に、断面環状の偏流筒体17が同軸に配設されている。偏流筒体17の外周面17cと液膜形成体11の液膜形成面11aとの間の第1環状流路28bの上流部に第1空気旋回器14bが配設されており、偏流筒体17の内周面17dを壁面とする第2環状流路28cの上流部に第2空気旋回器14cが配設されている。偏流筒体17は、先端部を除く気流微粒化ノズル10の略全長に渡って、内径及び外径がそれぞれ一定の内周面と外周面を持つ筒体であり、先端部において、その外周面17cを定める外径は流路の先端に向かって増大し、内周面17dを定める内径は第2空気旋回器14cの下流端よりも流路下流において一旦なだらかに縮径して極小となり、その後、先端に向かって増大する壁面17bを呈する形状を有している。外径の増加の仕方は滑らか且つ緩やかであるが、内径の増加の仕方は極小となった位置より下流においては外径の増加よりも急であって、流路の先端側では、実質的に外径に追いついて尖端化している。なお、ガスタービン用燃料・空気プレミキサー1は、中心軸線に対して点対称構造であり、後述する以下の各ガスタービン用燃料・空気プレミキサー2～5においても同様である。なお、図1に限らず、液膜形成面11aは、直円筒面として描かれているが、下流側に向かって滑らかに拡大するテーパ面であってもよい。また、図の簡素化のため、先端側の上下端縁を結ぶ線は省略してある。

【0040】

燃料は、液膜形成体11の内部の概略環状の燃料マニフォールド15から開口11bを通って液膜形成面11a上に流出し、液膜12を形成する。燃料マニフォールド15からの燃料は、開口11bを液膜形成面11aに対して接線方向に傾け、旋回を与えて液膜形成面11a上に流出させてもよいし、液膜形成面11aとの間の環状のスリットから軸方向に、あるいは旋回を与えて流出させてもよい。液膜12は、液膜形成面の先端11cから予混合管16の自由空間に流出し、主として第1環状通路28bを流れる気流13bにより微粒化される。予混合管16の内側と液膜形成体11の外側との間に形成される第3環状流路28aを流れる気流13aも二次的に燃料の微粒化に寄与するが、液膜12が液膜形成体11の背面に回り込むのを防ぐのが主な役割である。回り込みが起きると液膜が厚くなり、液膜の分裂がうまく行われなくなり、大きな液滴が発生するようになる。

【0041】

第3環状流路28aの上流部には、第3空気旋回器14aが配設されている。気流13a, 13bには、それぞれ旋回羽根からなる第3空気旋回器14a、第1空気旋回器14bによって旋回が与えられている。気流13bは液膜形成面11aの先端11cの下流で半径方向に広がり、燃料粒子もこの気流に乗って気流13aとの混合が進み、予混合管16の内部に分散する。旋回が与えられると液膜形成面11aに近い層ほど流速は加速されており、液膜形成面11aの先端11cにおいて液膜12に接する気流速度も速くなるので、微粒化の促進には非常に有効である。偏流筒体17の外周面17cが先端部において半径方向に広がっていない場合にくらべ、気流13bの半径方向への広がりが促進されており、燃料粒子を気流13a中に速やかに分散させるのに効果的である。

【0042】

偏流筒体17は、外周面17cが先端部において半径方向に広がっており、液膜形成面11aの先端における気流13bを加速する。一方、第2空気旋回器14cにより旋回を与えられた気流13cは、偏流筒体17の内径が極小となる喉部17aで絞られるが、喉部17aを過ぎると旋回のため内周面17dの拡径する壁面17bに沿って広がる。気流13cは、万一、予混合管16内に火炎が逆火した場合、偏流筒体17への火炎からの放射熱を取り去るのに有効なだけでなく、偏流筒体17が火炎に直接、曝されるのを防止するにも有効である。旋回が与えられないと、この気流13cは壁面17bに沿って流れ

10

20

30

40

50

ることができず前方に噴流となって流出し、壁面 17 b を火炎から保護することができない。なお、偏流筒体 17 の拡大する壁面 17 b の広がりが急すぎると、旋回を強くても気流 13 c は壁面 17 b を完全には覆うことができなくなる。

【 0 0 4 3 】

図 2 は、本発明によるガスタービン用燃料・空気プレミキサーの第 2 実施例を示す縦断面図である。図 2 に示すガスタービン用燃料・空気プレミキサー 2 においては、図 1 に示すガスタービン用燃料ノズル 1 と同等の機能を奏する主要な構成要素及び部位について同じ符号を付すことで、再度の説明を省略する。ガスタービン用燃料・空気プレミキサー 2 は、液膜形成体 11 を持つ気流微粒化ノズル 10 、その内側に同軸に配設されている微粒化ノズルとしての圧力スワールノズル 19 、及び液膜形成体 11 と圧力スワールノズル 19 との間に配置されている偏流筒体 17 を備えている。気流微粒化ノズル 10 の微粒化性能向上についての偏流筒体 17 の作用・効果についての説明は、第 1 実施例の説明と重複するので省略する。

【 0 0 4 4 】

ガスタービン用燃料・空気プレミキサー 2 は、圧力スワールノズル 19 によって、次のような作用・効果を奏する。偏流筒体 17 と圧力スワールノズル 19 との間の環状流路を流れる気流 13 c は、偏流筒体 17 が有する喉部 17 a によって中心軸方向に曲げられ、圧力スワールノズル 19 の表面に沿って流れる。圧力スワールノズル 19 の先端部に形成されている燃料噴射孔 19 a と喉部 17 a との軸方向距離や、喉部 17 a の前後における偏流筒体 17 の内周面 17 d を定める内径の変化を適切に設定することにより、気流 13 c と圧力スワールノズル 19 の燃料噴霧との干渉を強めることができ、燃料噴霧と空気との混合が促進される。また、旋回の強さによって燃料噴霧と気流との予混合気の半径方向への広がりを調整できる。

【 0 0 4 5 】

図 3 は、本発明によるガスタービン用燃料・空気プレミキサーの第 3 実施例を示す縦断面図である。図 3 に示すガスタービン用燃料・空気プレミキサー 3 においては、図 1 や図 2 に示されているガスタービン用燃料・空気プレミキサー 1, 2 と同等の機能を奏する主要な構成要素及び部位について同じ符号を付すことで、再度の説明を省略する。ガスタービン用燃料ノズル 3 は、液膜形成体 11 を持つ第 1 微粒化ノズルとしての気流微粒化ノズル 10 、その内側に同軸に配設されている第 2 微粒化ノズルとしての気流微粒化ノズル 20 、及び液膜形成体 11 と気流微粒化ノズル 20 との間に配置されている偏流筒体 17 を備えている。気流微粒化ノズル 10 の微粒化性能向上についての偏流筒体 17 の作用・効果についての説明は、第 1 実施例や第 2 実施例の説明と重複するので省略する。

【 0 0 4 6 】

気流微粒化ノズル 20 は、中心軸と同軸に配設された燃料噴射筒 23 と、それと同軸に配設された断面環状の液膜形成体 21 と、燃料噴射筒 23 の外周面と液膜形成体 21 の液膜形成面 21 a との間の流路の上流部に配設された第 4 空気旋回器 14 d とを備えている。燃料は、燃料噴射筒 23 の外周面において開口する燃料噴射孔 23 a から液膜形成体 21 の液膜形成面 21 a に向けて放射状に噴出され、液膜形成体 21 の液膜形成面 21 a に衝突して液膜 22 を形成する。液膜 22 となった燃料は、燃料噴射筒 23 と液膜形成体 21 との間の流路を流れる気流 13 d によって液膜形成面 21 a の先端で微粒化される。偏流筒体 17 は、その内側を流れる気流 13 c が液膜形成体 21 の外周面にできるだけ沿って流れるように導き、気流 13 d による液膜 22 の微粒化がより効果的に行われるようとする役目を果たしている。

【 0 0 4 7 】

図 4 は、本発明によるガスタービン用燃料・空気プレミキサーの第 4 実施例を示す縦断面図である。図 4 に示すガスタービン用燃料・空気プレミキサー 4 と図 2 に第 2 実施例として示したガスタービン用燃料・空気プレミキサー 2 との違いは、気流微粒化ノズル 10 において燃料マニフォールド 15 が偏流筒体 37 の壁内部に設けられていることである。図 4 において、ガスタービン用燃料・空気プレミキサー 2 と同等の機能を奏する主要な構

10

20

30

40

50

成要素及び部位については同じ符号を付すことにより、それらについての再度の説明を省略する。偏流筒体37は、喉部37a、拡大する壁面37b、外周面37c及び内周面37dを備えているが、燃料マニフォールド15を内部に設けるため肉厚に構成されている。燃料は、偏流筒体37のマニフォールド15につながり外周面37c壁に開口する燃料噴射孔37eから放射状に噴射され、液膜形成体11の液膜形成面11aに衝突して液膜12を形成し、液膜12の先端において気流13bによって微粒化される。

【0048】

図5は、本発明によるガスタービン用燃料・空気プレミキサーの第5実施例を示す縦断面図である。図5に示すガスタービン用燃料・空気プレミキサー5と図2に第2実施例として示したガスタービン用燃料・空気プレミキサー2との違いは、気流微粒化ノズル10において液膜形成体11の外周に同軸に外筒18が配設され、液膜形成体11の外周面と外筒18の内周面とで定義される環状流路28eが形成されていることである。図5において、ガスタービン用燃料・空気プレミキサー2と同等の機能を奏する主要な構成要素及び部位については同じ符号を付すことにより、それらについての再度の説明を省略する。外筒18は環状流路28eの上流において、周方向に配列した複数のストラット、あるいは旋回羽根14eによって液膜形成体11の外周面に繋がっている。この外筒よりも内側に配設されている気流微粒化ノズル10、第2燃料ノズルとしての圧力スワールノズル19で構成される燃料ノズルアセンブリは一体となって、予混合管16の内壁面に保持された第3空気旋回器14aに挿入するようにしてある。このような構造により燃料ノズルアセンブリを予混合管16と分離できるようにした結果、燃料ノズルアセンブリの着脱が予混合管16を備えないガスタービンにおける燃料ノズルの着脱と同様にでき、保守や点検が容易になった。

【0049】

本発明によるガスタービン燃焼器用燃料・空気プレミキサーは、発電用や航空機用のガスタービン燃焼器のみならず、液体燃料を使用する他の連続燃焼装置にも使用できることは明らかである。

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図1】本発明によるガスタービン用燃料・空気プレミキサーの第1実施例を示す縦断面図である。

【図2】本発明によるガスタービン用燃料・空気プレミキサーの第2実施例を示す縦断面図である。

【図3】本発明によるガスタービン用燃料・空気プレミキサーの第3実施例を示す縦断面図である。

【図4】本発明によるガスタービン用燃料・空気プレミキサーの第4実施例を示す縦断面図である。

【図5】本発明によるガスタービン用燃料・空気プレミキサーの第5実施例を示す縦断面図である。

【図6】従来の液膜方式気流微粒化ノズルとしてのガスタービン用燃料・空気プレミキサーの代表的な形態の例を示す縦断面図である。

【図7】液膜方式の気流微粒化燃料ノズルと圧力スワールノズルとを組み合わせた従来の複合型の燃料ノズルの一例を示す縦断面図である。

【符号の説明】

【0051】

1, 2, 3, 4, 5 ガスタービン用燃料・空気プレミキサー

10 気流微粒化ノズル 11 液膜形成体

11a 液膜形成面 11b 開口

11c 液膜形成面の先端 12 液膜

13a 気流 13b 気流

13c 気流 13d 気流

10

20

30

40

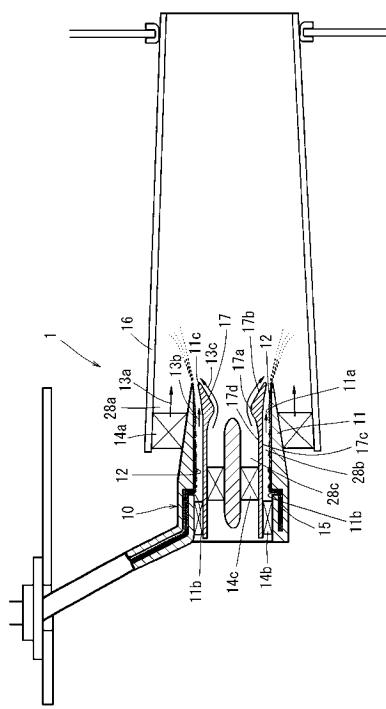
50

1 4 a	第 3 空気旋回器	1 4 b	第 1 空気旋回器
1 4 c	第 2 空気旋回器	1 4 d	第 4 空気旋回器
1 4 e	ストラット (旋回羽根)	1 6	予混合管
1 5	燃料マニフォールド	1 7 b , 3 7 b	偏流筒体の拡大する壁面
1 7 , 3 7	偏流筒体	1 7 d , 3 7 d	偏流筒体の内周面
1 7 a , 3 7 a	偏流筒体の喉部	1 9 a	圧力スワールノズルの燃料噴射孔
1 7 c , 3 7 c	偏流筒体の外周面	2 1 a	液膜形成面
1 8	外筒	2 3 a	燃料噴射孔
1 9	圧力スワールノズル	2 8 b	第 1 環状流路
2 0	気流微粒化ノズル (第 2 微粒化ノズル)	2 8 d	第 4 環状流路
2 1	液膜形成体	6 5	燃焼室
2 2	液膜	6 6 b	狭窄部
2 3	燃料噴射筒	6 9	圧力スワールノズル
2 8 a	第 3 環状流路	7 4	空気旋回器
2 8 c	第 2 環状流路	7 8	燃料噴射孔
3 7 e	燃料噴射孔		
6 3	空気流		
6 4	混合気		
6 6 a	入口		
6 6 c	拡大部		
7 3	予混合管の入口		
7 7	中心体		

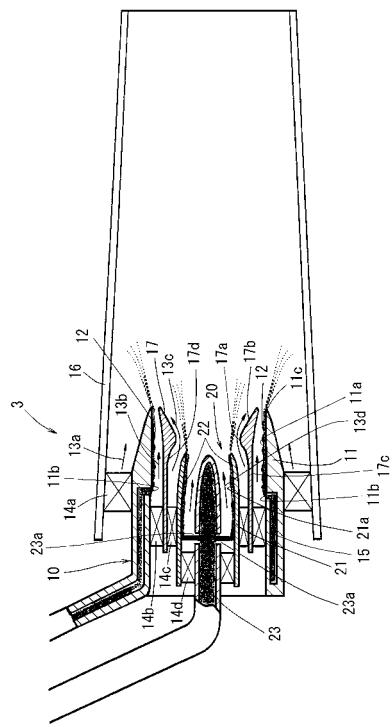
10

20

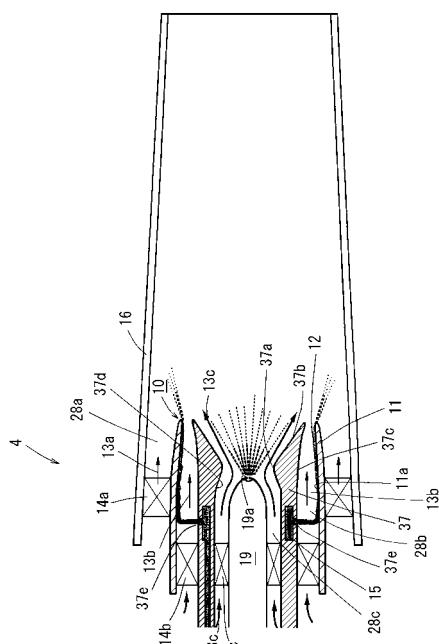
【図 1】



【図3】



【図4】



【図7】

