

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード <sup>*</sup> (参考)
B05B 1/26		B05B 1/26	Z 3K056
7/08		7/08	4F033
F23D 11/38		F23D 11/38	A
F23R 3/28		F23R 3/28	B

審査請求 有 請求項の数10 O L (全9頁)

(21)出願番号	特願2001 - 234152( P 2001 - 234152)	(71)出願人	501137577 独立行政法人 航空宇宙技術研究所 東京都調布市深大寺東町7丁目44番地1
(22)出願日	平成13年8月1日(2001.8.1)	(72)発明者	林 茂 東京都調布市深大寺東町7 - 44 - 1 航空宇宙技術研究所内
		(72)発明者	山田 秀志 東京都調布市深大寺東町7 - 44 - 1 航空宇宙技術研究所内
		(74)代理人	100092200 弁理士 大城 重信 (外2名)

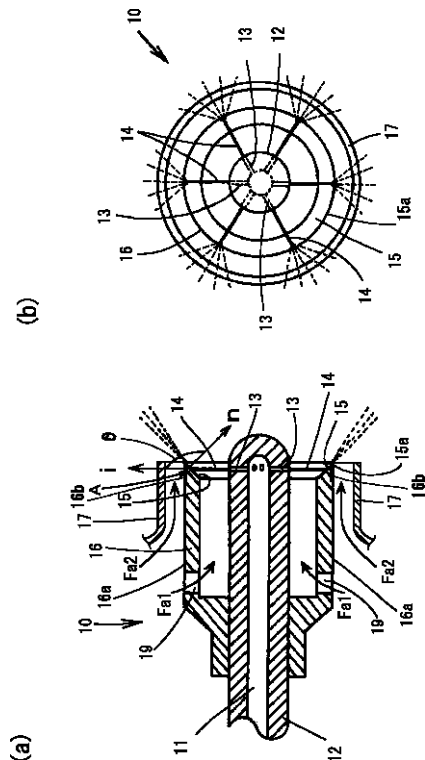
最終頁に続く

(54)【発明の名称】壁面衝突式液体微粒化ノズル

(57)【要約】

【課題】 加圧した液体を微細な孔から高速で噴出し、その柱状の噴流を固体の衝突壁面に衝突させることによって液体を霧状に微粒化できることを利用して、噴出された液体を噴射ノズルから微粒化して噴射させる。

【解決手段】 壁面衝突式液体微粒化ノズル10は、内部に液体(燃料)11用の通路が形成されている円筒状の噴射器12と、その外側に同軸に組み立てられ且つ端部に周方向に連続な円錐面の一部をなす衝突壁面15を具えた円筒体16とを有する。噴射器12に形成された複数の噴射孔13から径方向に噴射された液噴流14は、円筒体16の衝突壁面15に衝突し、斜め外側に広がる液膜を形成し、微粒化する。壁面衝突式液体微粒化ノズル10は、低い噴射圧力でも燃料を高度に微粒化するので、例えば、ガスタービン燃焼器に用いることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 加圧液体を噴出する噴射孔を具えた筒状の噴射器と、前記噴射器の外側に前記噴射器と略同軸に配置され且つ前記噴射孔から噴射された液噴流が衝突する衝突壁面を具えた円筒体とから成る壁面衝突式液体微粒化ノズル。

【請求項 2】 前記噴射器の前記噴射孔は径方向に貫通して形成されており、前記円筒体の前記衝突壁面は、前記円筒体の先端部に形成された周方向の連続面、又は前記円筒体の先端部に周方向に切込みを入れること若しくは前記円筒体の先端部に独立した柱状突起体を形成することで前記各噴射孔からの前記液噴流が個別に衝突する不連続面であることから成る請求項 1 に記載の壁面衝突式液体微粒化ノズル。

【請求項 3】 前記円筒体に形成された前記衝突壁面は、前記円筒体の軸線に直交する平面との交線が 2 次曲線或いはその一部で表されることを特徴とする請求項 1 に記載の壁面衝突式液体微粒化ノズル。

【請求項 4】 前記衝突壁面は、ノズル先端方向に向かって外側に広がる円錐内壁面であることを特徴とする請求項 3 に記載の壁面衝突式液体微粒化ノズル。

【請求項 5】 前記円筒体の外周面は前記円錐内壁面とエッジで接続しており、前記円筒体の前記外周面に沿って前記エッジ側に向かう気流が流されていることを特徴とする請求項 4 に記載の壁面衝突式液体微粒化ノズル。

【請求項 6】 前記噴射器の前記噴射孔は軸方向に貫通して形成されており、前記衝突壁面は、前記円筒体の先端部に形成された貫通孔の孔壁面であることを特徴とする請求項 1 に記載の壁面衝突式液体微粒化ノズル。

【請求項 7】 前記円筒体の前記先端部には、前記貫通孔に近接又はエッジによって接続する状態で開口する気流通路が形成されていることを特徴とする請求項 6 に記載の壁面衝突式液体微粒化ノズル。

【請求項 8】 前記液噴流が衝突する前記衝突壁面において、前記衝突壁面の法線方向と前記液噴流の噴出方向とのなす角が 110 度から 160 度の範囲にあることから成る請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の壁面衝突式液体微粒化ノズル。

【請求項 9】 前記円筒体の円筒壁には、前記円筒体の内部に向けて気流が流入する連通孔が形成されていることから成る請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の壁面衝突式液体微粒化ノズル。

【請求項 10】 前記開口の中心軸が前記噴射器の軸とねじれの位置の関係にあることから成る請求項 9 に記載の壁面衝突式液体微粒化ノズル。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ガスタービン、ボイラ等に用いられる液体燃料、農薬や消毒薬等の液体を微粒化して噴射する新規なノズルに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、ガスタービンの燃焼器に適用される燃料噴射ノズルとして、図 6 に示すように、螺旋状の溝 53 等の構造によって燃料噴射ノズル 50 の先端に形成される燃料噴射孔 51 のすぐ上流の空間 52 内での燃料の流れに旋回を与える方式のノズル、即ち、スワールノズルが広く用いられてきた。簡易なディーゼルエンジンの燃料ノズルのように、燃料流れに旋回を与えることのない単純構造に形成された燃料噴射ノズルの場合には、噴射される燃料には 100 MPa を超える噴射圧を加える必要があるが、スワールノズルでは燃料はその旋回作用により分裂しやすい薄い液膜として噴出されるので、小容量のものでは 0.5 MPa 程度の比較的低い噴射圧力でも燃料の微粒化を良好に行うことができる。

【0003】微粒化が良好なスワールノズルは、各種エンジンの燃料噴射ノズルのみならず、農薬噴霧器のノズルや小型ボイラの燃料ノズルとしても用いられている。スワールノズルは、最近では、自動車用筒内噴射式のガソリン機関の燃料噴射ノズルとしても使用されているが、この場合の燃料噴射圧は 5 MPa を超えている。スワールノズルから噴射される燃料噴霧は燃料粒子が小さいことに加え、その旋回作用のために円錐状に発達するので、一般に、燃料と空気との混合が良好である。そのため、噴霧の貫通距離は、ディーゼルエンジンの燃料ノズルの噴霧に比べて短い。

【0004】ところで、最近の高圧力比ガスタービンでは、図 7 に示されているような、燃焼器に流入する空気流により燃料を微粒化する気流微粒化（エアブラスト）燃料ノズル 60 が使用される傾向にある。燃料はフィルマー（液膜形成器）61 と呼ばれる環状の薄肉円筒内壁上に供給され、円筒内壁上に形成される燃料液膜はフィルマー 61 の先端 62 から離れるときにそれに接する気流の剪断作用により微粒化される。多くの場合、空気流 F はフィルマーの内外面に沿って流れ、それらの空気流  $F_i$ 、 $F_o$  には旋回羽根 63、64 により旋回が与えられている。空気流の速度は、通常、100 m/s 程度である。

【0005】高圧力比のガスタービンに気流微粒化方式が使用されるようになった背景として、燃焼圧の上昇に従ってスワールノズルでの燃料と空気の混合ではスモークや  $NO_x$  の抑制が次第に困難になってきたこと、最大・最小燃料流量比が広がり、小流量側で噴射圧を低くする必要が出てきたため良好な微粒化が困難になったこと、タービンの冷却空気量を増大する必要から燃焼器ライナーにそれまでよりも大きな圧力損失が許容され、ライナーに流入する気流の速度が上昇したため、気流微粒化方式でもスワールノズルと同程度あるいはそれ以上の微粒化が可能になったことが挙げられる。

【0006】 $NO_x$  については、大気汚染防止の観点からだけでなく地球温暖化防止やオゾン層保護の観点から

も一層の排出削減が求められている。液体燃料を使用するガスタービンでは、燃料の予蒸発化予混合化が $\text{NO}_x$ の抑制に有効であることは基礎試験で明らかになっているが、空気温度が高くなると燃料を空气中に噴射してから着火するまでの時間遅れが急速に短くなるので、燃料が完全に蒸発する前に着火してしまうという、本質的な問題がある。この問題は高圧になるほど顕著である。そのため、燃料の予蒸発化予混合化は、まだ実用化に至っていない。燃料粒子が十分小さければ、蒸発時間が短くなり着火する前に蒸発を完了することができるので、この問題の解決には従来の燃料ノズルより格段に微細な噴霧を発生することができる燃料ノズルが不可欠である。

【0007】気流微粒化燃料ノズルの微粒化性能は、液膜の形成が適切であれば、ほぼ気流速度によって決まるといってもよい。即ち、細部の設計の改善による微粒化の改善効果はそれほど期待できないということである。これまでの多様な設計の気流微粒化燃料ノズルについての噴霧測定の結果、噴霧粒子の代表径（例えば体表面積平均径）は気流速度の1～1.2乗に逆比例して変化することが分かっている。気流速度は気流微粒化燃料ノズルが取り付けられている燃焼器ライナーの圧力差（差圧）のほぼ平方根に比例するので、代表粒径を1/2にしようとすると差圧は略4倍にする必要がある。この差圧の大部分は差圧エネルギーの損失（圧力損失）となり、差圧の増大は燃費の増大に直結するので、微粒化性能の向上のみの目的のために差圧を増大させることは論外である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】加圧した液体を微細な孔から高速で噴出し、その柱状の噴流を固体壁面に衝突させることによって液体を霧状に微粒化できることが知られている。壁面に衝突した液柱は壁面上で膜状に拡がり、それが壁面の縁から自由空間に飛び出し、分裂する。そこで、壁面衝突による微粒化を利用して、噴出された液体を噴射ノズルから微粒化して噴射させる点で解決すべき課題がある。

【0009】この発明の目的は、壁面衝突による微粒化を利用して液体を微粒化させて噴出させることができるノズルを提供すること、特に、ガスタービンに用いた場合においても、燃焼器の圧力損失を増加することなく、従来のガスタービン用燃料ノズルでは不可能であったような液体燃料を微細な粒子に微粒化することを可能にする壁面衝突式液体微粒化ノズルを提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、この発明である壁面衝突式液体微粒化ノズルは、加圧液体を噴出する噴射孔を具えた筒状の噴射器と、前記噴射器の外側に前記噴射器と略同軸に配置され且つ前記噴射孔から噴射された液噴流が衝突する衝突壁面を具えた円筒体とから成ることを構成としている。この壁面

衝突式液体微粒化ノズルによれば、噴射器に具わる噴射孔から噴出された加圧液体の液噴流は、噴射器の外側に前記噴射器と略同軸に配置されている円筒体に具わる衝突壁面に衝突して噴射器の周囲に同軸状の液膜を形成し、その液膜から飛散することで噴射器から霧状に微粒化する。

【0011】上記の壁面衝突式液体微粒化ノズルにおいて、前記噴射器の前記噴射孔は径方向に貫通して形成されており、前記円筒体の前記衝突壁面は、前記円筒体の先端部に形成された周方向の連続面、又は前記円筒体の先端部に周方向に切込みを入れること若しくは前記円筒体の先端部に独立した柱状突起体を形成することで前記各噴射孔からの前記液噴流が個別に衝突する不連続面とすることができる。壁面衝突式液体微粒化ノズルをこのような径方向噴射型に構成した場合、円筒状の噴射器の壁面に穿設された複数の噴射孔から噴射される径方向の液噴流は、噴射器の外側に噴射器と略同軸に配置された円筒体の先端部に周方向の連続面を形成した場合には、その連続面に衝突し、円筒体の先端部に周方向に切込みを入れること若しくは円筒体の先端部に独立して加工された柱状突起体に形成することで分割して不連続面を形成した場合には、その不連続面に個別に衝突する。

【0012】また、上記の壁面衝突式液体微粒化ノズルにおいて、前記円筒体に形成された前記衝突壁面を、前記円筒体の軸線に直交する平面との交線が2次曲線或いはその一部で表される壁面とすることができる。そのような衝突壁面の一つとして、連続面の場合には、ノズル先端方向に向かって外側に広がる円錐内壁面とすることができ、このとき、円筒体の軸線に直交する平面との交線は円となる。また、衝突壁面を柱状突起体に形成する場合には、円筒面や放物面の一部から成る壁面とすることができ、このとき、円筒体の軸線に直交する平面との交線は円や放物線のような2次曲線の一部となる。衝突壁面の円筒体の軸線に直交する平面との交線を2次曲線とし、円筒体の軸線を含む平面との交線をリニアにすると、衝突壁面は、いわゆる二次曲面となり、三次元曲面と比較して製作が格段に容易になる。連続する衝突壁面の場合、壁面を、円筒体の軸線に直交する平面との交線が円となる円錐等の曲面とすると、衝突壁面は回転軸対称曲面であるので、円筒体を回転させ、切削バイトを回転体の母線に沿って移動させるだけで機械加工を容易に行うことができ、高精度の製品を安価に製造することができる。また、そうして形成された衝突壁面に径方向に噴射した液噴流を衝突させると、衝突後には軸対称の噴霧を形成することができる。

【0013】衝突壁面を円錐内壁面とした壁面衝突式液体微粒化ノズルにおいて、前記円筒体の外周面を前記円錐内壁面とエッジで接続し、前記円筒体の前記外周面に沿って前記エッジ側に向かう気流を流すことが好ましい。液膜が衝突面から空間に流出する際、時として、液

体が衝突面につながる他の面、例えば円筒体の外周面に回り込むことがあるが、円筒体の外周面に沿ってエッジ側に向かう気流を流し衝突面の先端に流れる気流を生じさせることによって液の回り込みが回避される。この流れに円筒体の周方向に回る旋回を与えることにより、液の回り込みを更に回避し衝突した液噴流を更に微粒化することが可能になる。また、円筒体の前記外周面の一部である少なくとも前記エッジの近傍部分の表面に、疎水性の材料からなるコーティング層を形成することにより、液膜の回り込みが更に回避される。

【0014】また、上記の壁面衝突式液体微粒化ノズルにおいて、前記噴射器の前記噴射孔を軸方向に貫通して形成し、前記衝突壁面を、前記円筒体の先端部に形成された貫通孔の孔壁面とすることもできる。即ち、円筒状噴射器の先端部壁に形成した噴射孔から噴射された液噴流が、円筒体の閉じられた端部壁面に斜めに貫通して形成された貫通孔の孔壁面に衝突することによって、液膜が形成される。上記の構造では噴霧の前方に衝突壁面を支持する物体がないので、燃焼器の燃料ノズルとして使用可能である。この壁面衝突式液体微粒化ノズルでは、液噴流を多数本配列することが可能で、そうすればスワールノズルと同様、燃焼に適した形状である円錐状の噴霧を発生することができる。

【0015】衝突壁面を前記円筒体の先端部に形成された貫通孔の孔壁面とした壁面衝突式液体微粒化ノズルにおいて、前記円筒体の前記先端部には、前記貫通孔に近接又はエッジによって接続する状態で開口する気流通路を形成することが好ましい。液膜が衝突面から空間に流出する際、時として、液体が衝突面につながる他の面、例えば円筒体の先端面に回り込むことがあるが、貫通孔に近接又はエッジによって接続する状態で開口する気流通路を設けることで、気流通路から吹き出る気流によって液の回り込みが回避される。この流れに円筒体の軸回りに回る旋回を与えることで、液の回り込みを更に回避し衝突した液噴流を更に微粒化することが可能である。また、前記貫通孔の前記孔壁面に近接する前記円筒体の先端面又は前記気流通路の表面には、疎水性の材料からなるコーティング層を形成すると、液膜の回り込みが更に回避される。

【0016】また、上記の壁面衝突式液体微粒化ノズルにおいて、前記液噴流が衝突する前記衝突壁面において、前記衝突壁面の法線方向と前記液噴流の噴出方向とのなす角を110度から160度の範囲に置くことができる。衝突壁面と液噴流との交差角度をこの角度範囲に設定することにより、噴射方向への液膜の伸展が効果的で、薄い膜となり、液体の微粒化を促進することができる。

【0017】更に、上記の壁面衝突式液体微粒化ノズルにおいて、前記円筒体の円筒壁には、前記円筒体の内部に向けて気流が流入する連通孔を形成することができ

る。円筒体の円筒壁に連通孔を形成することで、連通孔から円筒内部に流入する気流によって噴霧がノズル内の空間に進入するのを防止することができる。燃料ノズルから微粒化された液体が燃料であるとき、連通孔からの流入気流(空気)は、燃料が燃焼器で燃焼されたときに生じる火焰からの放射熱を取り除き、また高温燃焼ガスが燃料ノズルの近傍に滞留するのを防止する上でも有効である。

【0018】上記の連通孔から流入空気を進入させる壁面衝突式液体微粒化ノズルにおいて、前記連通孔の中心軸を前記噴射器の軸とねじれの位置の関係に置くことができる。連通孔の中心軸を噴射器の軸とねじれの位置に置くことで、連通孔を通して流入する気流(空気)には旋回が与えられて、円筒内壁の沿った流れが形成されるので、噴霧をより効果的に前方に押し出すことができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、この発明による壁面衝突式液体ノズルの実施例について説明する。図1はこの発明の実施形態である壁面衝突式液体微粒化ノズルを示す図であり、(a)はその縦断面、(b)は燃料の噴射状態を示す端面図である。図1に示される壁面衝突式液体微粒化ノズル(以下、「微粒化ノズル」と略す)10は、液体を燃料としたガスタービン燃焼器に適用されており、先端が閉じられ且つ内部に燃料11用の通路が形成されている円筒状の噴射器12と、噴射器12の外側に同軸に組み立てられ且つ周方向に連続な衝突壁面15を端部に具えた円筒体16とを有している。噴射器12の先端部の周壁には、径方向に延びる複数(この実施例では6つ)の噴射孔13が穿設されている。噴射孔13は、噴射器12の先端部の周方向に等間隔に形成するのが好ましい。円筒体16の端部に形成される衝突壁面15は、円筒の軸と同軸の周方向に連続する回転体の表面又はその一部であり、円筒体16の軸を直交する平面との交線が円となっている。衝突壁面15は、好ましくは、円筒体16の軸と同軸に形成された周方向に連続する円錐面の一部である。連続する衝突壁面15を直線状の母線を有する円錐面、或いは母線を放物線とした回転軸対称な曲面とすることにより、回転する円筒体素材に切削バイトを当てて加工することで衝突壁面15の機械加工が容易となり、しかも高精度の円筒体製品を安価に製造することができる。

【0020】噴射孔13から径方向に噴射された燃料の液噴流14は、円筒体16の衝突壁面15に衝突する。衝突壁面15に衝突した燃料は、衝突壁面15が円錐面であることから、斜め外側に広がる液膜を形成し、その後、微粒化する。衝突壁面15は同軸の円錐面的一部分であるので、衝突した後に生じる噴霧は微粒化ノズル10について軸対称に形成される。燃料の噴霧は衝突壁面15に沿って発達するので、衝突壁面15の円錐角度を変

えることによって容易に希望の拡がり角を持った噴霧を発生させることができる。図 1 ( a ) に示すように、衝突壁面 15 の衝突点 A における方向 ( 面の法線の方向  $n$  で定義 ) と液噴流の方向  $i$  とのなす角度  $\theta$  は、 $110$  度から  $160$  度の範囲に設定されている。角度  $\theta$  をこの角度範囲に設定することにより、液噴流 14 の衝突後に液膜の伸展が効果的であり、液膜は薄膜化し、その後更に微粒化が促進される。

【 0021 】円筒体 16 の円筒壁部にはその上流側において、空気を噴射器 12 と円筒体 16 との間に形成される環状空部に流入させるための連通孔 19 が穿設されている。連通孔 19 を通じて流入した空気流  $F_{a1}$  は、衝突壁面 15 で衝突することによって霧化した燃料噴霧が環状空部に侵入するのを防止すると共に、微粒化ノズル 10 を燃焼器に用いた場合、火焰からの放射熱に起因して壁面の温度上昇を防止し、高温燃焼ガスが微粒化ノズル 10 の近傍に滞留するのを防止する効果を奏する。連通孔 19 の中心軸を噴射器 12 の軸とねじれの位置の関係に置くことにより、連通孔 19 を通じて流入する空気流  $F_{a1}$  に旋回を与えることができる。空気流に旋回を与えることにより、円筒体 16 の円筒内壁に沿った空気旋回流が形成されるので、円筒体 16 の先端に形成される衝突壁面 15 から噴霧をより効果的に前方に押し出すことができる。

【 0022 】この実施例では、円筒体 16 の外側には同心状の円筒 17 が設けられており、円筒体 16 の外周面 16a と円錐内壁面である衝突壁面 15 とはエッジ 15a で接続されている。円筒体 16 の外筒面 16a と円筒 17 との間に形成されている環状通路には、円筒体 16 の外周面 16a に沿って、エッジ側 15a に向かって空気等の気流  $F_{a2}$  が流される。液膜が衝突壁面 15 から空間に流出する際、時として、液体が衝突壁面 15 につながる円筒体 16 の外周面 16a に回り込むことがあるが、円筒体 16 の外周面 16a に沿って衝突壁面 15 の先端のエッジ 15a に向かって気流  $F_{a2}$  を流すことで、液の回り込みが回避される。この気流  $F_{a2}$  に適宜のガイド手段等によって円筒体 16 の周方向に回る旋回を与えることにより、衝突した液噴流を更に微粒化することが可能である。円筒体 16 の外周面 16a の一部である少なくともエッジ 15a の近傍部分の表面に、疎水性の材料からなるコーティング層 16b を形成することにより、液膜の回り込みを更に回避することができる。

【 0023 】図 2 は、この発明の別の実施形態である壁面衝突式液体微粒化ノズルを示す図であり、( a ) はその縦断面、( b ) は液体の噴射状態を示す端面図である。図 2 に示す壁面衝突式液体微粒化ノズル ( 以下、「微粒化ノズル」と略す ) 20 は、円筒体 16 の構造が異なる以外、同様の構造を有しているため、同じ機能を奏する構成要素や部位については原則的に同じ符号を付すことで再度の詳細な説明を省略する。微粒化ノズル 20

0 は、円筒体 16 の端部 21 において、各噴射孔 13 に対応して、周方向に等間隔に隔置した位置に軸方向に突出する断面三角形の複数 ( 噴射孔 13 と同様に 6 つ ) の柱状突起体 22 を備えている。各柱状突起体 22 は、噴射器 12 と同心状に且つ独立して配置されているので、隣接する柱状突起体 22, 22 間には隙間 23 が形成されている。柱状突起体 22 の側面は、各噴射孔 13 から噴射された液噴流 24 に対して傾斜した又は湾曲した衝突壁面 25 を形成している。衝突壁面 25 と円筒体 16 の軸線に直交する平面との交線は円 ( 或いはそれに近い 2 次曲線 ) の一部とすることができる。

【 0024 】各噴射孔 13 から噴射された液噴流 24 は、柱状突起体 22 に形成されている衝突壁面 25 に衝突し、隙間 23 を通して外方に広がる液膜が発生する。液膜は、衝突壁面 25 での衝突によって、図 2 ( a ) に示すように、軸方向にも拡がりを持った噴霧となる。噴霧は衝突壁面 25 と同一面内を中心として成長するので、衝突壁面 25 と微粒化ノズル 20 の軸との傾き角や位置関係を変えることによって、相当の自由度を持つ形状の噴霧を形成できるノズルを実現できる。また、噴射器 12 に形成される噴射孔 13 の孔形状についても、図 2 ( c ) 及び ( d ) に示すように、周方向に細長孔 26 に形成したり、丸孔 27 に形成したりすることができる。

【 0025 】図 3 は、この発明の更に別の実施形態である壁面衝突式液体微粒化ノズルを示す図であり、( a ) はその縦断面、( b ) は燃料の噴射状態を示す端面図である。図 3 に示す壁面衝突式液体微粒化ノズル ( 以下、「微粒化ノズル」と略す ) 30 は、先端部壁 31 に燃料 11 が軸方向に向かって噴出する複数 ( 図示の例では 6 つ ) の噴射孔 33 が形成されている円筒状の噴射器 32 と、噴射器 32 の外側に同軸に嵌合された円筒体 36 とを備えている。円筒体 36 の端部壁面 37 には、各噴射孔 33 に対応して、放射状に複数 ( 噴射孔 33 と同様に 6 つ ) の断面円形の貫通孔 38 が形成されている。貫通孔 38 の軸線は各噴射孔 33 から噴射された液噴流 34 の方向に対して傾斜しており、それによって、貫通孔 38 の孔壁面は、液噴流 34 と衝突する衝突壁面 35 とされている。

【 0026 】各噴射孔 33 から噴射された液噴流 34 は、衝突壁面 35 の特に円筒体 36 の径方向内側に位置する面部分に衝突することによって、薄い液膜となって円筒体 36 の外部に斜め放射状に飛散される。この実施例の構造では、噴霧の前方に衝突壁面 35 を支持する物体がないので、燃焼器の微粒化ノズルとして使用可能である。この実施例では、液噴流 34 は噴射器 32 の軸に平行に噴射されているが、ある角度を持って噴射されても良いことは明らかである。

【 0027 】円筒体 36 の円筒壁部には噴射器 32 の下流側において、空気を噴射器 32 と円筒体 36 との間に

形成される中空部 39 a に流入させるための連通孔 39 が穿設されている。連通孔 39 を通じて流入した空気流 F a 1 は、衝突壁面 35 で衝突することによって霧化した燃料噴霧が中空部 39 a に侵入するのを防止すると共に、微粒化ノズル 30 を燃焼器に用いた場合、先の各実施例の場合と同様に壁面の温度上昇と高温燃焼ガスの微粒化ノズル 30 近傍における滞留を防止する効果を奏する。連通孔 39 の中心軸を噴射器 32 の軸とねじれの位置の関係に置くことにより、連通孔 39 を通じて流入する空気流 F a 1 に旋回を与えることができる。空気流に旋回を与えることにより、円筒体 36 の中空部 39 a 内に空気旋回流れが形成されるので、円筒体 36 の先端に形成される衝突壁面 35 から噴霧をより効果的に前方に押し出すことができる。

【0028】この実施例では、円筒体 36 の先端部 36 a には、各貫通孔 38 について、円筒体 36 の中心軸側寄りに中空部 39 a に連なる気流通路としてのスリット 40 が設けられている。スリット 40 は、貫通孔 38 の外形に沿った断面円弧状の構造を有しているのが好ましい。スリット 40 は、円筒体 36 の端部壁面 37 においては、図 3 (c) に示すように貫通孔 38 にエッジ 40 a 状に接続するように開口していても、また図 3 (d) に示すように、僅かな弧状の壁面 40 b を残して開口していてもよい。スリット 40 は、中空部 39 a 内の気流 (空気) が円筒体 36 の端部壁面 37 に開く開口から外側に向かって噴出するのを許容する。即ち、液膜が衝突壁面 35 から空間に流出する際、時として、液体が円筒体 36 の端部壁面 37 に回り込むことがあるが、円筒体 36 の端部壁面 37 に開口するスリット 40 から気流 F a 2 を噴出させることにより、端部壁面 37 への液の回り込みが回避され、むしろ液の微粒化が促進される。スリット 40 を周方向に傾斜して形成する等により、この気流 F a 2 に円筒体 36 の軸線回りの旋回を与えると、衝突した液噴流を更に微粒化することができる。また、円筒体 36 の端部壁面 37 やスリット 40 の内面に、疎水性の材料からなるコーティング層 40 c を形成することにより、液膜の回り込みを更に回避することもできる。

【0029】図 1 ~ 図 3 に示した各実施例では、液噴流 14, 24, 34 は 6 本であるが、より多数の本数となるように、噴射孔 13, 33 と衝突壁面 15, 25, 35 とを構成することが可能であり、そうすることで、スワールノズルと同様、燃焼に適した形状である円錐状の噴霧を発生することができる。

【0030】本発明による壁面衝突式液体微粒化ノズルと図 7 に示すような一般的な気流微粒化ノズル (エアブラスノズル) との微粒化性能を比較したグラフが、図 4 に示されている。微粒化性能の測定は、図 5 に示すように、壁面衝突式微粒化ノズル (図 1 に示す微粒化ノズル 10) と気流微粒化ノズルとを空気旋回器 41 と同軸に

組み付け、ガスタービン燃焼器ライナー 42 のドーム 43 に取り付けて行われた。図 4 に示す性能比較グラフの横軸は、ライナー差圧であり、縦軸は噴霧粒子の代表粒径 (SMD: 体表面積平均径) である。微粒化性能に関し、微粒化ノズル 10, 20, 30 は、気流微粒化ノズルよりも、広範囲のライナー差圧に対して代表粒径が小さくなり、遥かに優れていることは明らかである。この発明による微粒化ノズルでは、SMD は空気の差圧に係なくほぼ一定であることが分かる。特に、この発明による微粒化ノズルは、SMD 10 ミクロンという、従来、液流量に対して数倍もの流量で、しかも圧力が 0.5 MPa 以上の圧縮空気を用いた特殊な微粒化ノズルでないと実現できなかった非常に微細な粒子を発生することができることから、例えば、農業噴霧器、微水滴発生器等の燃焼器の燃料ノズル以外にも利用が期待される。即ち、発明者の実験により、液体を燃料とした場合には、噴射孔の大きさをディーゼル燃料噴射ノズルの噴射孔程度に小さくし燃料噴射流を適切な衝突壁面に衝突させることで、ディーゼル燃料噴射ノズルの数十分の 1 という小さい噴射圧で、気流微粒化ノズルでは許容圧力損失の限度内で到底発生できないような微細な粒子を発生させることができることが明らかになった。

【0031】

【発明の効果】この発明である壁面衝突式液体微粒化ノズルによれば、加圧液体を噴出する噴射孔を具えた筒状の噴射器と、噴射器の外側に噴射器と略同軸に配置され且つ噴射孔から噴射された液噴流が衝突する衝突壁面を具えた円筒体とから成ることを構成とされているので、噴射器に具わる噴射孔から噴出された加圧液体の液噴流は、噴射器の外側に噴射器と略同軸に配置されている円筒体に具わる衝突壁面に衝突して液膜を形成し、その後、飛散することで微粒化される。従って、この発明による壁面衝突式液体微粒化ノズルを、液体を燃料としてガスタービンに用いた場合には、燃焼器の圧力損失を増加することなく、従来のガスタービン用燃料ノズルでは不可能であった微細な粒子に微粒化できる微粒化ノズルを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明による壁面衝突式液体微粒化ノズルの一実施例を示す図である。

【図 2】この発明による壁面衝突式液体微粒化ノズルの別の実施例を示す図である。

【図 3】この発明による壁面衝突式液体微粒化ノズルの他の実施例を示す図である。

【図 4】図 1 に示した壁面衝突式液体微粒化ノズルと従来の気流微粒化ノズルと微粒化性能の比較結果を示すグラフである。

【図 5】図 4 に示す比較結果を得るための、図 1 に示す壁面衝突式液体微粒化ノズルをガスタービン燃焼器ライナーに取り付けた状態を示す図である。

11

12

【図6】従来のスワールノズルの原理図である。

【図7】従来の気流微粒化ノズルの一例である。

【符号の説明】

10, 20, 30 壁面衝突式液体微粒化ノズル

11 燃料

12, 32 噴射器

13, 33 噴射孔

14, 24, 34 液噴流

15, 25, 35 衝突壁面

15a, 40a エッジ

16, 36 円筒体

16a 円筒体の外周面

16b, 40c コーティング層

17 柱状突起体

19, 39 連通孔

20 先端部

21 端部壁面

38 貫通孔

40 スリット

41 空気旋回器

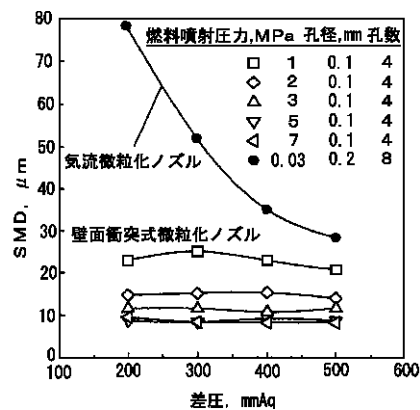
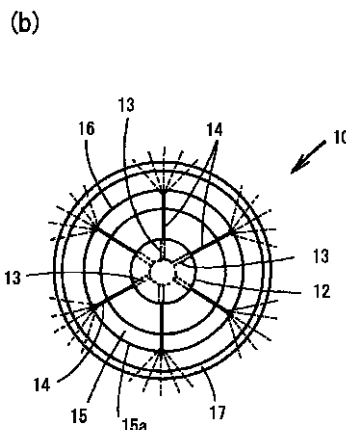
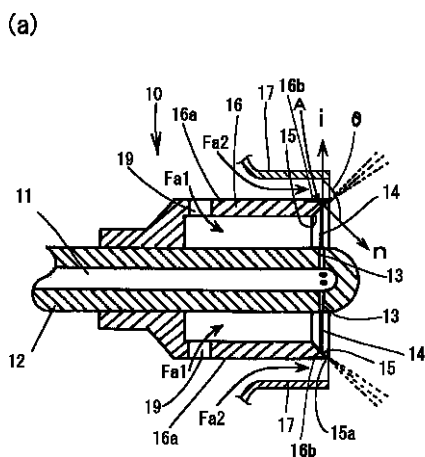
42 ガスタービン燃焼器ライナー

10 43 ドーム

Fa1, Fa2 気流

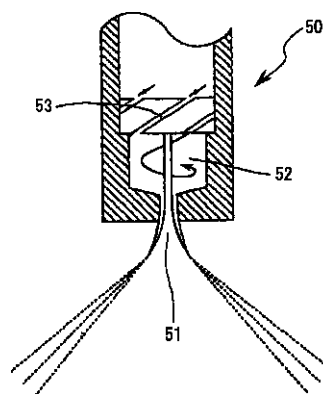
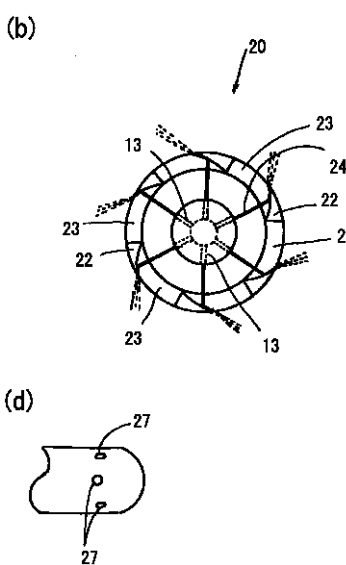
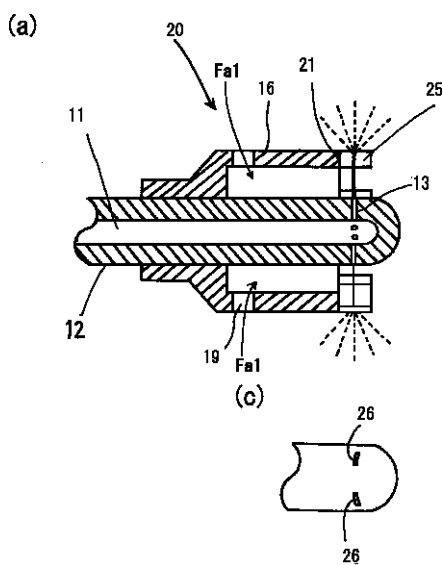
【図1】

【図4】

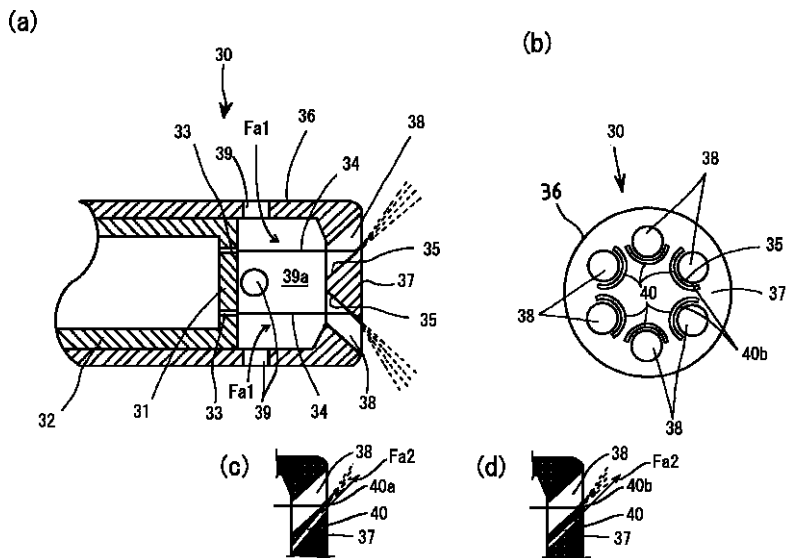


【図2】

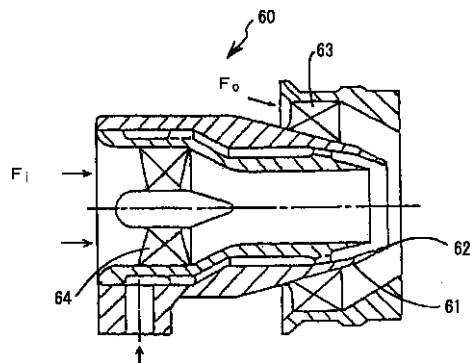
【図6】



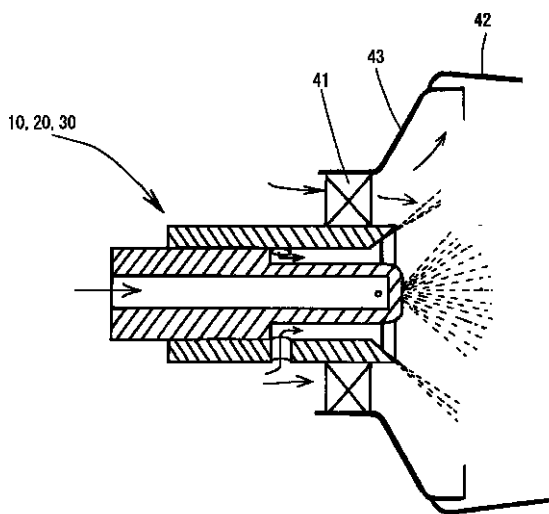
【 図 3 】



【 図 7 】



【 図 5 】





フロントページの続き

Fターム(参考) 3K056 AA08 AB01 AC01 AD01 AE01  
AE07 BA06  
4F033 AA06 AA13 BA03 CA04 DA05  
EA01 JA02 JA03 KA02 KA03  
NA01 QB02Y QB03X QB12Y  
QB14X QB17 QD02 QD07  
QD09 QD10 QD23 QE05 QE14  
QF07Y QF08X