

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))
- 一 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第19条(1))

perpendicular to the center axis.

(57) 要約 : 少ない流量の空気です所要の微粒化を達成できる気流微粒化式液体燃料噴射器を提供する。液体燃料噴射器(100)は、中心軸(C)を有する円筒状センターボディ(110)と、その外側に同心配置された環状シュラウド(130)と、センターボディとシュラウドの間にこれらと同心配置され、内部に燃料通路が形成された環状燃料噴射体(120)と、センターボディと燃料噴射体の間の内側空気通路(Pai)内で等周期で配置され上流側に内側旋回翼作用面を備える複数の内側旋回翼(115)と、燃料噴射体とシュラウドの間の外側空気通路(Pao)内で等周期で配置され上流側に外側旋回翼作用面を備える複数の外側旋回翼(125)とを備え、内側、外側旋回翼作用面のそれぞれと中心軸を含む平面との交線である内側及び外側旋回翼作用面プロファイル(115W,128W)のうち少なくとも一方及びその一部が、中心軸に垂直な方向に対して傾斜している。

明 細 書

発明の名称：液体燃料噴射器

技術分野

[0001] 本開示は、液体燃料噴射器、特に、環状の液膜として噴射された液体燃料を、その径方向内側及び外側に隣接して流れる旋回空気流との間に作用する剪断力を利用して微粒化する、気流微粒化式の液体燃料噴射器に関する。

背景技術

[0002] ガスタービンの燃焼器において液体燃料を燃焼させる場合、液体燃料の気化及び燃焼用空気との混合を促進するために、液体燃料を微粒化することが望ましい。液体燃料の微粒化は、燃焼反応の速度を高めることを通じて、 NO_x （窒素酸化物）、並びに、未燃燃料及び CO （一酸化炭素）の排出量低減にも寄与する。

[0003] 液体燃料の微粒化方式の一つに、気流微粒化方式がある。これは、膜状に噴射された液体燃料を、これと隣接して流れる空気流との速度差に起因する剪断力を利用して微粒化する方式である。

[0004] 気流微粒化方式を採用した液体燃料噴射器として、特許文献1（図4）に開示されたものがある。この液体燃料噴射器は、円環状ノズル(40)から環状の液膜として噴射された液体燃料を、その径方向内側及び外側に隣接して流れる空気流との間に作用する剪断力を利用して微粒化するように構成されている。膜状の液体燃料の流れと空気流との速度差を増大させることによって液体燃料の微粒化を促進すると共に、微粒化された液体燃料を周方向に一様に分散させることを目的として、環状の空気通路に配置されたスワロー（swirler）(31,32)によって、空気流に旋回（swirl）が付与される。このスワローとしては、通常、後述するようにヘリカル翼が用いられる。

[0005] 図4は、スワローとしてヘリカル翼を採用した従来の気流微粒化式液体燃料噴射器の要部を示す概略断面図である。なお、同図においては、中心軸Cを基準として一方側（上側）の断面のみを示している。

- [0006] 液体燃料噴射器 1 は、中心軸 C を有する円筒状のセンターボディ 10 と、センターボディ 10 の径方向外側に同心配置された環状のシュラウド 30 と、センターボディ 10 とシュラウド 30 の間にこれらと同心配置され、内部に環状の液体燃料通路 P f が形成された中空二重円筒状の燃料噴射体 20 と、を備えている。
- [0007] センターボディ 10 と燃料噴射体 20 の間、燃料噴射体 20 とシュラウド 30 の間には、それぞれ環状の内側空気通路 P a i、外側空気通路 P a o が形成されている。そして、内側空気通路 P a i、外側空気通路 P a o には、それぞれ複数の内側旋回翼 15、外側旋回翼 25 が、周方向に等間隔で配置されている。
- [0008] これにより、図 4 においてそれぞれ矢印 F a i 及び F a o で示すように内側空気通路 P a i 及び外側空気通路 P a o のそれぞれに流入した空気流は、それぞれ内側旋回翼 15 及び外側旋回翼 25 を通過する際に旋回を付与され、周方向速度成分を有する旋回流として燃焼室 C C 内へ流出する。このとき、燃料噴射体 20 の内部に形成された環状の液体燃料通路 P f から図 4 において矢印 F f で示すように膜状に噴射された液体燃料には、上述したように周方向速度成分を有する状態で内側空気通路 P a i 及び外側空気通路 P a o のそれぞれから流出する空気流との速度差に起因する剪断力が作用し、これにより液体燃料が微粒化される。

先行技術文献

特許文献

- [0009] 特許文献 1：特開平 10-185196 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0010] ところで、上述した従来の気流微粒化式液体燃料噴射器 1 において、内側旋回翼 15 及び外側旋回翼 25 は、いずれも、ヘリカル翼として形成されている。このヘリカル翼は、中心軸 C を含む平面（図 4 の紙面）における断面

15S及び25Sが、いずれも実質的に中心軸Cに垂直な方向（径方向）に延びるものとして形成されている。

[0011] このようなヘリカル翼として形成された内側旋回翼15及び外側旋回翼25がそれぞれ配置された内側空気通路Pa_i及び外側空気通路Pa_oを空気流が通過する場合、各空気通路の出口における速度分布（軸方向速度成分の径方向分布）は、それぞれV_i及びV_oのようになる。これらの分布は、ヘリカル翼（旋回翼）が存在しない場合における径方向に对称な速度分布V_{i0}及びV_{o0}と比較して、そのピークが径方向外側へ偏移した分布となっている。これは、ヘリカル翼（旋回翼）を通過する際に付与される旋回に起因して作用する遠心力の影響で、空気流が各空気通路内で径方向外側に偏るためである。

[0012] このうち、速度分布V_iは、そのピークが燃料噴射体20から噴射される膜状の液体燃料の流れF_fに近いので、液体燃料の微粒化への寄与度が大きいものの、速度分布V_oは、そのピークが燃料噴射体20から噴射される膜状の液体燃料の流れF_fから大きく離れているため、液体燃料の微粒化への寄与度が小さい。

[0013] このように、上述したような形状を有するヘリカル翼をスワラとして採用した気流微粒化式液体燃料噴射器は、液体燃料の微粒化への寄与度が必ずしも大きくない。そのため、液体燃料の所要の微粒化を達成するために大きな流量の空気が必要となり、これに伴ってヘリカル翼において発生する圧力損失も大きくなってしまふ。逆の観点から表現すれば、同一の空気流量（または圧力損失）によって達成される液体燃料の微粒化の水準が下がってしまうことになる。

[0014] 本開示は、以上のような問題点に鑑みてなされたものであって、より少ない空気流量（または、より小さい圧力損失）によって液体燃料の所要の微粒化を達成することができる気流微粒化式液体燃料噴射器を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0015] 上記課題を解決するために、本開示の液体燃料噴射器は、中心軸を有する円筒状のセンターボディと、前記センターボディの径方向外側に同心配置された環状のシュラウドと、前記センターボディと前記シュラウドの間にこれらと同心配置され、内部に液体燃料通路が形成された環状の燃料噴射体と、前記センターボディと前記燃料噴射体の間に形成された環状の内側空気通路内において周方向に等周期で配置され、前記内側空気通路内の空気流れ方向における上流側に内側旋回翼作用面を備える複数の内側旋回翼と、前記燃料噴射体と前記シュラウドの間に形成された環状の外側空気通路内において周方向に等周期で配置され、前記外側空気通路内の空気流れ方向における上流側に外側旋回翼作用面を備える複数の外側旋回翼と、を備え、前記内側旋回翼作用面と前記中心軸を含む平面との交線である内側旋回翼作用面プロファイル、及び、前記外側旋回翼作用面と前記中心軸を含む平面との交線である外側旋回翼作用面プロファイルのうち少なくとも一方及びその一部が、前記中心軸に垂直な方向に対して傾斜している。

発明の効果

[0016] 本開示の液体燃料噴射器によれば、同一の空気流量（または圧力損失）の下では高い水準の液体燃料微粒化を達成することができ、また、同一水準の液体燃料微粒化を達成するために必要な空気流量（または圧力損失）を小さく抑えることができるという優れた効果を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本開示の第1実施形態の気流微粒化式液体燃料噴射器の概略全体断面図である。

[図2]図1の気流微粒化式液体燃料噴射器の要部概略断面図である。

[図3A]本開示の第2の実施形態の気流微粒化式液体燃料噴射器の要部概略断面図である。

[図3B]本開示の第3の実施形態の気流微粒化式液体燃料噴射器の要部概略断面図である。

[図3C]本開示の第4の実施形態の気流微粒化式液体燃料噴射器の要部概略断

面図である。

[図4]従来の気流微粒化式液体燃料噴射器の要部概略断面図である。

発明を実施するための形態

- [0018] 以下、本開示の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。
- [0019] 図1は、本開示の第1実施形態の気流微粒化式液体燃料噴射器の概略全体断面図である。なお、本明細書においては、後述する空気及び液体燃料の流れ方向における上流側、下流側を、それぞれ前側、後側と称することにする。
- [0020] 液体燃料噴射器100は、中心軸Cを有する円筒状のセンターボディ110と、センターボディ110の径方向外側に同心配置された環状のシュラウド130と、センターボディ110とシュラウド130の間にこれらと同心配置された環状の燃料噴射体120と、を備えている。
- [0021] 燃料噴射体120は、環状の外側壁と内側壁から成っており、これら2つの壁の間には環状の液体燃料通路Pfが形成されている。また、燃料噴射体120の環状の外側壁の前側端部には、液体燃料流入ポート120pが形成されている。
- [0022] センターボディ110と燃料噴射体120の間、燃料噴射体120とシュラウド130の間には、それぞれ環状の内側空気通路Pai、外側空気通路Paoが形成されている。そして、内側空気通路Pai、外側空気通路Paoには、それぞれ複数の内側旋回翼115、外側旋回翼125が、周方向に等周期で配置されている。
- [0023] 空気は、内側空気通路Pai及び外側空気通路Paoに、図1においてそれぞれ矢印Fai及びFaoで示すように流入し、それぞれ内側旋回翼115及び外側旋回翼125を通過する際に旋回を付与され、周方向速度成分を有する旋回流として燃焼室CC内へ流出する。
- [0024] 一方、液体燃料は、燃料噴射体120の外側壁の前側端部に形成された液体燃料流入ポート120pを経て環状の液体燃料通路Pfに流入し、燃料噴射体120の後側端部から、図1において矢印Ffで示すように燃焼室CC

内へ噴射され、環状の液膜を形成する。このとき、噴射された液体燃料には、上述したように周方向速度成分を有する状態で内側空気通路 P_{ai} 及び外側空気通路 P_{ao} のそれぞれから流出する空気流との速度差に起因する剪断力が作用し、これにより液体燃料が微粒化される。

[0025] 本開示の気流微粒化式液体燃料噴射器 100 においても、内側旋回翼 115 及び外側旋回翼 125 は、いずれも、ヘリカル状の翼として形成されているが、このヘリカル状の翼は、中心軸 C を含む平面（図 1 及び図 2 の紙面）における断面 115S 及び 125S（図 2 参照）が、いずれも実質的に中心軸 C に垂直な方向（径方向）に対して傾斜したものとして形成されている。この点について、以下に詳述する。

[0026] 図 2 は、液体燃料噴射器 100 の要部を示す概略断面図である。なお、同図においては、中心軸 C を基準として一方側（上側）の断面のみを示している。

[0027] 図 2 に示すように、内側空気通路 P_{ai} に配置された内側旋回翼 115 は、中心軸 C を含む平面（図 2 の紙面）における断面 115S が、後方（下流側）へ向かって径方向外側へ傾斜している（換言すれば、断面 115S の任意の部位の少なくとも一部は、当該部位よりも前方（上流側）に位置する部位と比較して径方向外側に位置している）。

[0028] 図示した実施例において、内側旋回翼 115 は、上流側に位置する面、即ち空気流に旋回を付与する作用を有する内側旋回翼作用面と、中心軸 C を含む平面（図 2 の紙面）との交線（以下、内側旋回翼作用面プロファイルという。）115W が後方（下流側）へ向かって径方向外側へ傾斜する（角度を持つ）直線または曲線となるように構成されている。

[0029] そして、当該内側旋回翼作用面プロファイル 115W の前端（上流端）である開始点 115i を通って径方向に延びる直線 115R と内側旋回翼作用面プロファイル 115W の少なくとも一部との間には、 0° ではない所定の角度、即ち内側旋回翼傾斜角 θ_i が形成されている。

[0030] 内側旋回翼傾斜角 θ_i は、直線 115R から内側旋回翼作用面プロファイ

ル115Wまで時計回り、反時計回りに計った場合にそれぞれ正、負の符号を取る 90° 未満の角であり、その絶対値 $|\theta_i|$ は 45° 以上($|\theta_i| \geq 45^\circ$)であることが好ましい。図示した実施例においては、 θ_i の符号は正、即ち $\theta_i > 0^\circ$ であるから、好ましくは $\theta_i \geq 45^\circ$ とされる。

[0031] 同様に、外側空気通路Pa_oに配置された外側旋回翼125は、中心軸Cを含む平面(図2の紙面)における断面125Sが、後方(下流側)へ向かって径方向内側へ傾斜している(換言すれば、断面125Sの任意の部位の少なくとも一部は、当該部位よりも前方(上流側)に位置する部位と比較して径方向内側に位置している)。

[0032] 図示した実施例において、外側旋回翼125は、上流側に位置する面、即ち空気流に旋回を付与する作用を有する外側旋回翼作用面と、中心軸Cを含む平面(図2の紙面)との交線(以下、外側旋回翼作用面プロファイルという。)125Wが後方(下流側)へ向かって径方向内側へ傾斜する(角度を持つ)直線または曲線となるように構成されている。

[0033] そして、当該外側旋回翼作用面プロファイル125Wの前端(上流端)である開始点125iを通して径方向に延びる直線125Rと外側旋回翼作用面プロファイル125Wの少なくとも一部との間には、 0° ではない所定の角度、即ち外側旋回翼傾斜角 θ_o が形成されている。

[0034] 外側旋回翼傾斜角 θ_o も、内側旋回翼傾斜角 θ_i と同様に、直線125Rから外側旋回翼作用面プロファイル125Wまで時計回り、反時計回りに計った場合にそれぞれ正、負の符号を取る 90° 未満の角であり、その絶対値 $|\theta_o|$ は 45° 以上($|\theta_o| \geq 45^\circ$)であることが好ましい。図示した実施例においては、 θ_o の符号は負、即ち $\theta_o < 0^\circ$ であるから、好ましくは $\theta_o \leq -45^\circ$ とされる。

[0035] なお、以上においては、内側旋回翼作用面プロファイル115W及び外側旋回翼作用面プロファイル125Wがいずれも直線であることを想定して説明したが、これらのプロファイルが曲線である場合には、傾斜部分における曲線の接線と直線115R、125Rとのなす角度を、それぞれ内側旋回翼

傾斜角 θ_i 、外側旋回翼傾斜角 θ_o とする。

[0036] 以上のように構成された内側旋回翼115及び外側旋回翼125がそれぞれ配置された内側空気通路 P_{ai} 及び外側空気通路 P_{ao} を、それぞれ矢印 F_{ai} 及び F_{ao} で示すように空気流が通過する場合、各空気通路の出口における速度分布（軸方向速度成分の径方向分布）は、それぞれ V_{i1} 及び V_{o1} のようになる。

[0037] このうち、内側空気通路 P_{ai} の出口における速度分布 V_{i1} は、従来の液体燃料噴射器1（図4参照）における速度分布 V_i と比較して、そのピークが径方向外側へ偏移した分布となっている。このピークの偏移は、内側空気通路 P_{ai} に配置された内側旋回翼115の内側旋回翼作用面プロファイル115Wが、後方（下流側）へ向かって径方向外側へ傾斜していることによるものである。

[0038] 一方、外側空気通路 P_{ao} の出口における速度分布 V_{o1} は、従来の液体燃料噴射器1（図4参照）における速度分布 V_o と比較して、そのピークが径方向内側へ偏移した分布となっている。このピークの偏移は、外側空気通路 P_{ao} に配置された外側旋回翼125の外側旋回翼作用面プロファイル125Wが、後方（下流側）へ向かって径方向内側へ傾斜していることによるものである。

[0039] これらの速度分布 V_{i1} 及び V_{o1} におけるピークは、いずれも、燃料噴射体120から噴射される膜状の液体燃料の流れの極めて近くに位置しているため、液体燃料の微粒化への寄与度が非常に大きくなる。したがって、本開示の液体燃料噴射器100によれば、同一の空気流量（または圧力損失）の下では高い水準の液体燃料微粒化を達成することができ、また、同一水準の液体燃料微粒化を達成するために必要な空気流量（または圧力損失）を小さく抑えることができる。

[0040] 以上においては、液体燃料の微粒化性能を最大限に高めることを目的として、内側旋回翼作用面プロファイル115Wを後方（下流側）へ向かって径方向外側へ傾斜させると共に、外側旋回翼作用面プロファイル125Wを後

方（下流側）へ向かって径方向内側へ傾斜させた実施例について説明したが、内側旋回翼及び外側旋回翼を他の態様で傾斜させることにより、上述したものと異なる作用効果を得ることができる。

[0041] 図3A～図3Cは、本開示の他の実施形態の気流微粒化式液体燃料噴射器の要部を示す概略断面図である。

[0042] 図3Aに示した本開示の第2実施形態の液体燃料噴射器200においては、内側旋回翼作用面プロファイル215Wについては、第1実施形態の液体燃料噴射器100と同様に、後方（下流側）へ向かって径方向外側へ傾斜させている一方で、外側旋回翼作用面プロファイル225Wについては、第1実施形態の液体燃料噴射器100とは逆に、後方（下流側）へ向かって径方向外側へ傾斜させている。この場合、内側旋回翼傾斜角 θ_i 及び外側旋回翼傾斜角 θ_o の符号は共に正、即ち $\theta_i > 0^\circ$ 、 $\theta_o > 0^\circ$ であるから、好ましくは $\theta_i \geq 45^\circ$ 、 $\theta_o \geq 45^\circ$ とされる。

[0043] 以上のように構成された内側旋回翼215及び外側旋回翼225がそれぞれ配置された内側空気通路 P_{ai} 及び外側空気通路 P_{ao} を、それぞれ矢印 F_{ai} 及び F_{ao} で示すように空気流が通過する場合、各空気通路の出口における速度分布（軸方向速度成分の径方向分布）は、それぞれ V_{i2} 及び V_{o2} のようになる。

[0044] このうち、内側空気通路 P_{ai} の出口における速度分布 V_{i2} は、第1実施形態の液体燃料噴射器100における速度分布 V_{i1} と同様のものとなるが、外側空気通路 P_{ao} の出口における速度分布 V_{o2} は、従来の液体燃料噴射器1（図4参照）における速度分布 V_o と比較して、そのピークが径方向外側へ偏移した分布となっている。

[0045] これらの速度分布 V_{i2} 及び V_{o2} を組み合わせることにより、燃料噴射体220から噴射される膜状の液体燃料の流れの極めて近くに位置する速度分布 V_{i2} のピークを利用して、液体燃料の微粒化の水準を高めつつ、外側空気通路 P_{ao} の径方向外端近くに位置する速度分布 V_{o2} のピークを利用して、液体燃料噴射器200から噴射される空気と液体燃料の混合物を、燃

焼室CC内において中心軸Cから径方向外側へ離れた領域にまで広く分散させることができる（図3Aにおいては、液体燃料噴射器200から噴射される空気と液体燃料の混合物の流れの外縁B_o2及び内縁B_i2を破線で示しているが、このうち外縁B_o2を参照）。

[0046] これを利用することにより、燃焼室CC内における燃焼領域を、目的に応じて適宜に調整することが可能となる。

[0047] 例えば、液体燃料の微粒化の水準を高めつつ、噴射される空気と液体燃料の混合物を、燃焼室CC内において中心軸C近傍の領域に広く分散させることが求められる場合には、図3Bに示す本開示の第3実施形態の液体燃料噴射器300のように、外側旋回翼作用面プロファイル325Wを、第1実施形態の液体燃料噴射器100と同様に、後方（下流側）へ向かって径方向内側へ傾斜させる一方、内側旋回翼作用面プロファイル315Wを、第1実施形態の液体燃料噴射器100とは逆に、後方（下流側）へ向かって径方向内側へ傾斜させればよい。この場合、内側旋回翼傾斜角 θ_i 及び外側旋回翼傾斜角 θ_o の符号は共に負、即ち $\theta_i < 0^\circ$ 、 $\theta_o < 0^\circ$ であるから、好ましくは $\theta_i \leq -45^\circ$ 、 $\theta_o \leq -45^\circ$ とされる。

[0048] 以上のように構成された内側旋回翼315及び外側旋回翼325がそれぞれ配置された内側空気通路P_a_i及び外側空気通路P_a_oを、それぞれ矢印F_a_i及びF_a_oで示すように空気流が通過する場合、各空気通路の出口における速度分布（軸方向速度成分の径方向分布）は、それぞれV_i3及びV_o3のようになる。

[0049] このうち、外側空気通路P_a_oの出口における速度分布V_o3は、第1実施形態の液体燃料噴射器100における速度分布V_o1と同様のものとなるが、内側空気通路P_a_iの出口における速度分布V_i3は、従来の液体燃料噴射器1（図4参照）における速度分布V_iと比較して、そのピークが径方向内側へ偏移した分布となる。

[0050] これらの速度分布V_i3及びV_o3を組み合わせることにより、燃料噴射体320から噴射される膜状の液体燃料の流れの極めて近くに位置する速度

分布 V_o3 のピークを利用して、液体燃料の微粒化の水準を高めつつ、内側空気通路 P_{ai} の径方向内端近くに位置する速度分布 V_i3 のピークを利用して、液体燃料噴射器 300 から噴射される空気と液体燃料の混合物を、燃焼室 CC 内において中心軸 C の近傍に集中させることができる（図 3 B においては、液体燃料噴射器 300 から噴射される空気と液体燃料の混合物の流れの外縁 B_o3 及び内縁 B_i3 を破線で示しているが、このうち内縁 B_i3 を参照）。

[0051] なお、液体燃料の微粒化の水準を高めることよりも、噴射される空気と液体燃料の混合物を燃焼室 CC 内において中心軸 C の近傍の領域及び径方向外側へ離れた領域の双方に広く分散させることが求められる場合には、図 3 C に示す本開示の第 4 実施形態の液体燃料噴射器 400 のように、内側旋回翼作用面プロファイル 415 W を、後方（下流側）へ向かって径方向内側へ傾斜させると共に、外側旋回翼作用面プロファイル 425 W を、後方（下流側）へ向かって径方向外側へ傾斜させればよい。この場合、内側旋回翼傾斜角 θ_i の符号は負、即ち $\theta_i < 0^\circ$ であり、外側旋回翼傾斜角 θ_o の符号は正、即ち $\theta_o > 0^\circ$ であるから、好ましくは $\theta_i \leq -45^\circ$ 、 $\theta_o \geq 45^\circ$ とされる。

[0052] これにより、液体燃料噴射器 400 から噴射される空気と液体燃料の混合物の流れは、その外縁 B_o4 及び内縁 B_i4 が示すように、燃焼室 CC 内において中心軸 C の近傍の領域及び径方向外側へ離れた領域の双方に広く分散させることができる。

[0053] なお、以上においては、内側旋回翼及び外側旋回翼が、いずれも、中心軸を含む平面における断面が実質的に中心軸に垂直な方向（径方向）に対して傾斜したものとして形成されたヘリカル状の翼である場合について説明したが、本開示の液体燃料噴射器はこれに限定されない。すなわち、本開示の液体燃料噴射器においては、内側旋回翼及び外側旋回翼のうちいずれか一方の旋回翼のみが上述した態様のヘリカル状の翼であり、他方の旋回翼がヘリカル翼（すなわち、中心軸を含む平面における断面が実質的に中心軸 C に垂直

な方向（径方向）に延びるものとして形成された翼）であってもよい。換言すれば、本開示の液体燃料噴射器は、内側旋回翼及び外側旋回翼のうち少なくとも一方が、上述した態様のヘリカル状の翼として構成されている。

[0054] 以上のように、本開示の液体燃料噴射器は、中心軸を含む平面における旋回翼の断面形状の調整を通じて、当該旋回翼が配置された空気通路内の速度分布（軸方向速度成分の径方向分布）を変化させることにより、液体燃料微粒化の水準向上、及び、噴射される空気と液体燃料の混合物の分散のいずれの目的にも適応させることが可能である。

[0055] （本開示の態様）

本開示の第1の態様の液体燃料噴射器は、中心軸を有する円筒状のセンターボディと、前記センターボディの径方向外側に同心配置された環状のシュラウドと、前記センターボディと前記シュラウドの間にこれらと同心配置され、内部に液体燃料通路が形成された環状の燃料噴射体と、前記センターボディと前記燃料噴射体の間に形成された環状の内側空気通路内において周方向に等周期で配置され、前記内側空気通路内の空気流れ方向における上流側に内側旋回翼作用面を備える複数の内側旋回翼と、前記燃料噴射体と前記シュラウドの間に形成された環状の外側空気通路内において周方向に等周期で配置され、前記外側空気通路内の空気流れ方向における上流側に外側旋回翼作用面を備える複数の外側旋回翼と、を備え、前記内側旋回翼作用面と前記中心軸を含む平面との交線である内側旋回翼作用面プロファイル、及び、前記外側旋回翼作用面と前記中心軸を含む平面との交線である外側旋回翼作用面プロファイルのうち少なくとも一方及びその一部が、前記中心軸に垂直な方向に対して傾斜している。

[0056] 本開示の第2の態様の液体燃料噴射器においては、前記内側旋回翼作用面プロファイル及び前記外側旋回翼作用面プロファイルは、いずれも直線であり、前記内側旋回翼作用面プロファイルの上流端を通過して前記中心軸に垂直な方向に延びる直線から前記内側旋回翼作用面プロファイルまでの角度を内側旋回翼傾斜角、前記外側旋回翼作用面プロファイルの上流端を通過して前記

中心軸に垂直な方向に延びる直線から前記外側旋回翼作用面プロファイルまでの角度を外側旋回翼傾斜角と称し、これらの傾斜角を、いずれも、時計回り、反時計回りに計った場合にそれぞれ正、負の符号を取る 90° 未満の角度と定義するとき、前記内側旋回翼傾斜角の絶対値及び前記外側旋回翼傾斜角の絶対値のうち少なくとも一方が、 0° より大きい。

[0057] 本開示の第3の態様の液体燃料噴射器においては、前記内側旋回翼作用面プロファイル及び前記外側旋回翼作用面プロファイルは、いずれも曲線であり、前記内側旋回翼作用面プロファイルの上流端を通過して前記中心軸に垂直な方向に延びる直線から、前記内側旋回翼作用面プロファイルの傾斜部分における接線までの角度を内側旋回翼傾斜角、前記外側旋回翼作用面プロファイルの上流端を通過して前記中心軸に垂直な方向に延びる直線から、前記外側旋回翼作用面プロファイルの傾斜部分における接線までの角度を外側旋回翼傾斜角、と称し、これらの傾斜角を、いずれも、時計回り、反時計回りに計った場合にそれぞれ正、負の符号を取る 90° 未満の角度と定義するとき、前記内側旋回翼傾斜角の絶対値及び前記外側旋回翼傾斜角の絶対値のうち少なくとも一方が、 0° より大きい。

[0058] 本開示の第4の態様の液体燃料噴射器においては、前記内側旋回翼傾斜角は 0° より大きく、前記外側旋回翼傾斜角は 0° より小さい。

[0059] 本開示の第5の態様の液体燃料噴射器においては、前記内側旋回翼傾斜角は 45° 以上であり、前記外側旋回翼傾斜角は -45° 以下である。

[0060] 本開示の第6の態様の液体燃料噴射器においては、前記内側旋回翼傾斜角は 0° より大きく、前記外側旋回翼傾斜角は 0° より大きい。

[0061] 本開示の第7の態様の液体燃料噴射器においては、前記内側旋回翼傾斜角は 45° 以上であり、前記外側旋回翼傾斜角は 45° 以上である。

[0062] 本開示の第8の態様の液体燃料噴射器においては、前記内側旋回翼傾斜角は 0° より小さく、前記外側旋回翼傾斜角は 0° より小さい。

[0063] 本開示の第9の態様の液体燃料噴射器においては、前記内側旋回翼傾斜角は -45° 以下であり、前記外側旋回翼傾斜角は -45° 以下である。

[0064] 本開示の第10の態様の液体燃料噴射器においては、前記内側旋回翼傾斜角は 0° より小さく、前記外側旋回翼傾斜角は 0° より大きい。

[0065] 本開示の第11の態様の液体燃料噴射器においては、前記内側旋回翼傾斜角は -45° 以下であり、前記外側旋回翼傾斜角は 45° 以上である。

符号の説明

[0066]	100	液体燃料噴射器
	110	センターボディ
	115	内側旋回翼
	115W	内側旋回翼作用面プロファイル
	120	燃料噴射体
	125	外側旋回翼
	125W	外側旋回翼作用面プロファイル
	130	シュラウド
	C	中心軸
	Pa i	内側空気通路
	Pa o	外側空気通路
	P f	液体燃料通路
	θi	内側旋回翼傾斜角
	θo	外側旋回翼傾斜角

請求の範囲

[請求項1]

中心軸を有する円筒状のセンターボディと、
前記センターボディの径方向外側に同心配置された環状のシュラウドと、
前記センターボディと前記シュラウドの間にこれらと同心配置され、内部に液体燃料通路が形成された環状の燃料噴射体と、
前記センターボディと前記燃料噴射体の間に形成された環状の内側空気通路内において周方向に等周期で配置され、前記内側空気通路内の空気流れ方向における上流側に内側旋回翼作用面を備える複数の内側旋回翼と、
前記燃料噴射体と前記シュラウドの間に形成された環状の外側空気通路内において周方向に等周期で配置され、前記外側空気通路内の空気流れ方向における上流側に外側旋回翼作用面を備える複数の外側旋回翼と、を備え、
前記内側旋回翼作用面と前記中心軸を含む平面との交線である内側旋回翼作用面プロファイル、
及び、
前記外側旋回翼作用面と前記中心軸を含む平面との交線である外側旋回翼作用面プロファイル
のうち少なくとも一方及びその一部が、前記中心軸に垂直な方向に対して傾斜している、液体燃料噴射器。

[請求項2]

前記内側旋回翼作用面プロファイル及び前記外側旋回翼作用面プロファイルは、いずれも直線であり、
前記内側旋回翼作用面プロファイルの上流端を通過して前記中心軸に垂直な方向に延びる直線から前記内側旋回翼作用面プロファイルまでの角度を内側旋回翼傾斜角、
前記外側旋回翼作用面プロファイルの上流端を通過して前記中心軸に垂直な方向に延びる直線から前記外側旋回翼作用面プロファイルまで

の角度を外側旋回翼傾斜角

と称し、これらの傾斜角を、いずれも、時計回り、反時計回りに計った場合にそれぞれ正、負の符号を取る 90° 未満の角度と定義するとき、

前記内側旋回翼傾斜角の絶対値及び前記外側旋回翼傾斜角の絶対値のうち少なくとも一方が、 0° より大きい請求項 1 に記載の液体燃料噴射器。

[請求項3] 前記内側旋回翼作用面プロファイル及び前記外側旋回翼作用面プロファイルは、いずれも曲線であり、

前記内側旋回翼作用面プロファイルの上流端を通過して前記中心軸に垂直な方向に延びる直線から、前記内側旋回翼作用面プロファイルの傾斜部分における接線までの角度を内側旋回翼傾斜角、

前記外側旋回翼作用面プロファイルの上流端を通過して前記中心軸に垂直な方向に延びる直線から、前記外側旋回翼作用面プロファイルの傾斜部分における接線までの角度を外側旋回翼傾斜角、

と称し、これらの傾斜角を、いずれも、時計回り、反時計回りに計った場合にそれぞれ正、負の符号を取る 90° 未満の角度と定義するとき、

前記内側旋回翼傾斜角の絶対値及び前記外側旋回翼傾斜角の絶対値のうち少なくとも一方が、 0° より大きい請求項 1 に記載の液体燃料噴射器。

[請求項4] 前記内側旋回翼傾斜角は 0° より大きく、前記外側旋回翼傾斜角は 0° より小さい請求項 2 または 3 に記載の液体燃料噴射器。

[請求項5] 前記内側旋回翼傾斜角は 45° 以上であり、前記外側旋回翼傾斜角は -45° 以下である請求項 4 に記載の液体燃料噴射器。

[請求項6] 前記内側旋回翼傾斜角は 0° より大きく、前記外側旋回翼傾斜角は 0° より大きい請求項 2 または 3 に記載の液体燃料噴射器。

[請求項7] 前記内側旋回翼傾斜角は 45° 以上であり、前記外側旋回翼傾斜角

は 45° 以上である請求項 6 に記載の液体燃料噴射器。

[請求項 8] 前記内側旋回翼傾斜角は 0° より小さく、前記外側旋回翼傾斜角は 0° より小さい請求項 2 または 3 に記載の液体燃料噴射器。

[請求項 9] 前記内側旋回翼傾斜角は -45° 以下であり、前記外側旋回翼傾斜角は -45° 以下である請求項 8 に記載の液体燃料噴射器。

[請求項 10] 前記内側旋回翼傾斜角は 0° より小さく、前記外側旋回翼傾斜角は 0° より大きい請求項 2 または 3 に記載の液体燃料噴射器。

[請求項 11] 前記内側旋回翼傾斜角は -45° 以下であり、前記外側旋回翼傾斜角は 45° 以上である請求項 10 に記載の液体燃料噴射器。

補正された請求の範囲
[2019年9月9日(09.09.2019)国際事務局受理]

[請求項1] (補正後)

中心軸を有する円筒状のセンターボディと、
前記センターボディの径方向外側に同心配置された環状のシュラウドと、
前記センターボディと前記シュラウドの間にこれらと同心配置され、内部に液体燃料通路が形成された環状の燃料噴射体と、

前記センターボディと前記燃料噴射体の間に形成された環状の内側空気通路内において周方向に等周期で配置され、前記内側空気通路内の空気流れ方向における上流側に内側旋回翼作用面を備える複数の内側旋回翼と、

前記燃料噴射体と前記シュラウドの間に形成された環状の外側空気通路内において周方向に等周期で配置され、前記外側空気通路内の空気流れ方向における上流側に外側旋回翼作用面を備える複数の外側旋回翼と、を備え、

前記内側旋回翼作用面と前記中心軸を含む平面との交線である内側旋回翼作用面プロファイル、
及び、

前記外側旋回翼作用面と前記中心軸を含む平面との交線である外側旋回翼作用面プロファイル

のうち少なくとも一方及びその一部が、前記中心軸に垂直な方向に対して傾斜しており、

前記内側旋回翼作用面プロファイル及び前記外側旋回翼作用面プロファイルは、いずれも直線、または、いずれも曲線であり、

前記内側旋回翼作用面プロファイルの上流端を通過して前記中心軸に垂直な方向に延びる直線から、前記内側旋回翼作用面プロファイルまたはその傾斜部分における接線までの角度を内側旋回翼傾斜角、

前記外側旋回翼作用面プロファイルの上流端を通過して前記中心軸に垂直な方向に延びる直線から、前記外側旋回翼作用面プロファイルまたはその傾斜部分における接線までの角

度を外側旋回翼傾斜角

と称し、これらの傾斜角を、いずれも、時計回り、反時計回りに計った場合にそれぞれ正、負の符号を取る 90° 未満の角度と定義するとき、

前記内側旋回翼傾斜角及び前記外側旋回翼傾斜角は、共に正であるか、または、互いに符号が異なる

液体燃料噴射器。

[請求項 2] (削除)

[請求項 3] (削除)

[請求項 4] (削除)

[請求項 5] (補正後)

前記内側旋回翼傾斜角は 45° 以上であり、前記外側旋回翼傾斜角は -45° 以下である請求項 1 に記載の液体燃料噴射器。

[請求項 6] (削除)

[請求項 7] (補正後)

前記内側旋回翼傾斜角は 45° 以上であり、前記外側旋回翼傾斜角は 45° 以上である請求項 1 に記載の液体燃料噴射器。

[請求項 8] (削除)

[請求項 9] (削除)

[請求項 10] (削除)

[請求項 11] (補正後)

前記内側旋回翼傾斜角は -45° 以下であり、前記外側旋回翼傾斜角は 45° 以上である請求項 1 に記載の液体燃料噴射器。

条約第19条（1）に基づく説明書

1. 補正の内容

1) 請求項1に、請求項2及び3に記載されていた事項を択一的に導入すると共に、請求項4、6及び10に記載されていた事項を択一的に導入した。具体的には、以下のとおりである。

・請求項1における「いずれも直線、または、いずれも曲線」、「前記内側旋回翼作用面プロファイルまたはその傾斜部分における接線」及び「前記外側旋回翼作用面プロファイルまたはその傾斜部分における接線」との記載は、請求項2及び3に記載されていた事項を択一的に導入するものである。

・請求項1における「共に正であるか、または、互いに符号が異なる」との記載は、請求項4、6及び10に記載されていた事項を択一的に導入するものであり、「共に正である」との記載は請求項6に記載されていた事項に、「互いに符号が異なる」との記載は請求項4及び10に記載されていた事項に、それぞれ対応するものである。

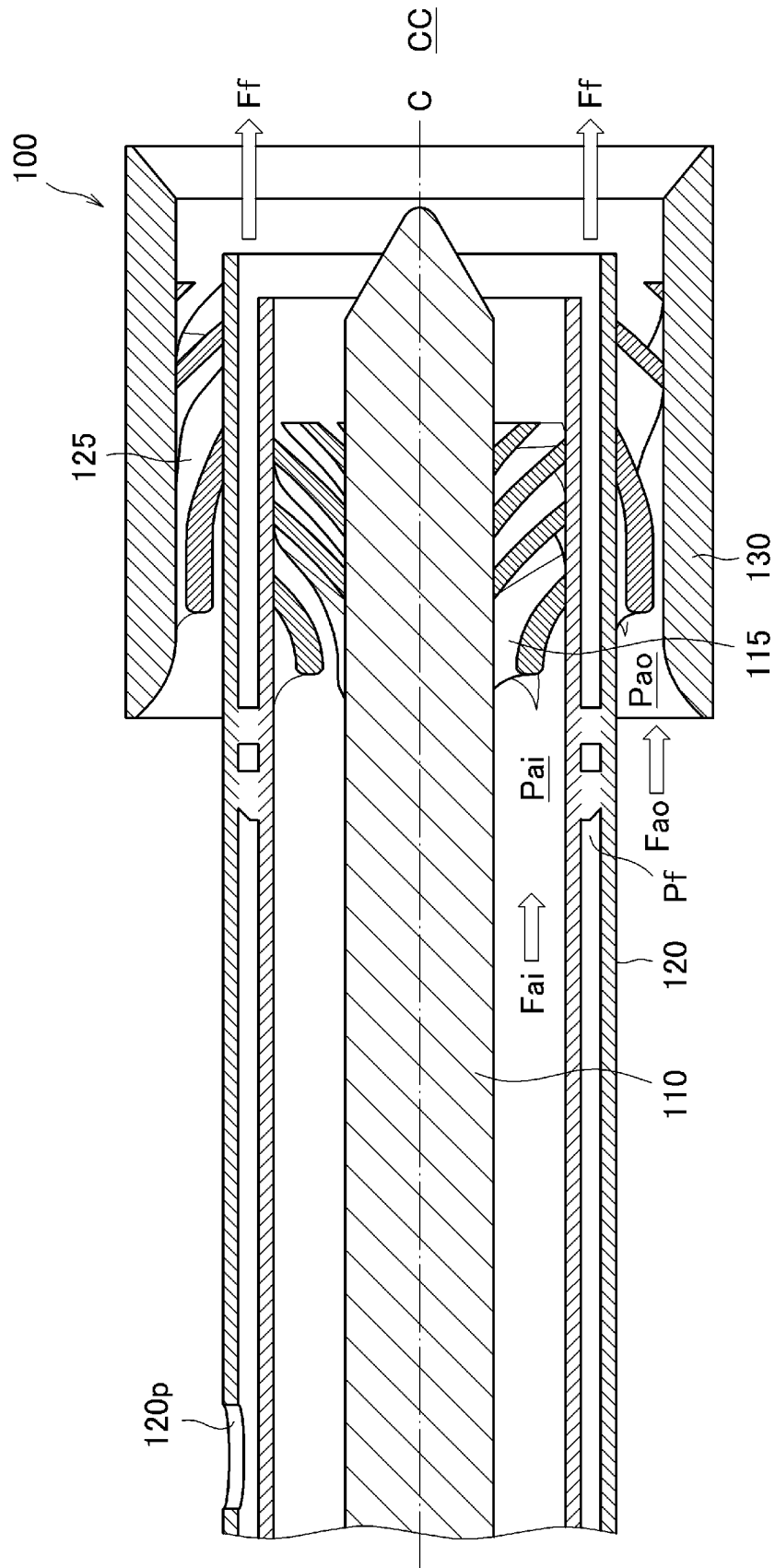
2) 上記補正に伴い、請求項2、3、4、6及び10を削除すると共に、請求項5、7及び11が引用する請求項を、請求項1に変更した。

3) 国際調査機関の見解書（法施行規則第40条の2）〔PCT規則43の2. 1〕によって進歩性無しと判断された請求項8及び9を削除した。

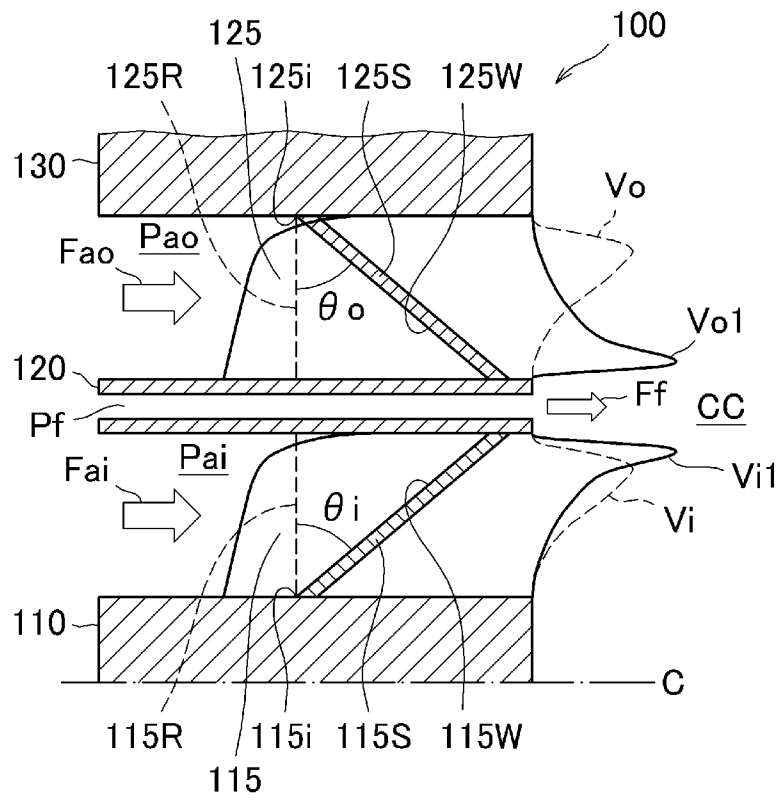
2. 説明

請求項1の補正は、国際調査機関の見解書によって進歩性有りと判断された請求項に記載されていた事項を導入することにより減縮するものであり、当該請求項1に係る発明と、文献1（JP 2006-300448 A）及び文献2（JP 2006-336997 A）が開示する発明との差異を明確にするものである。

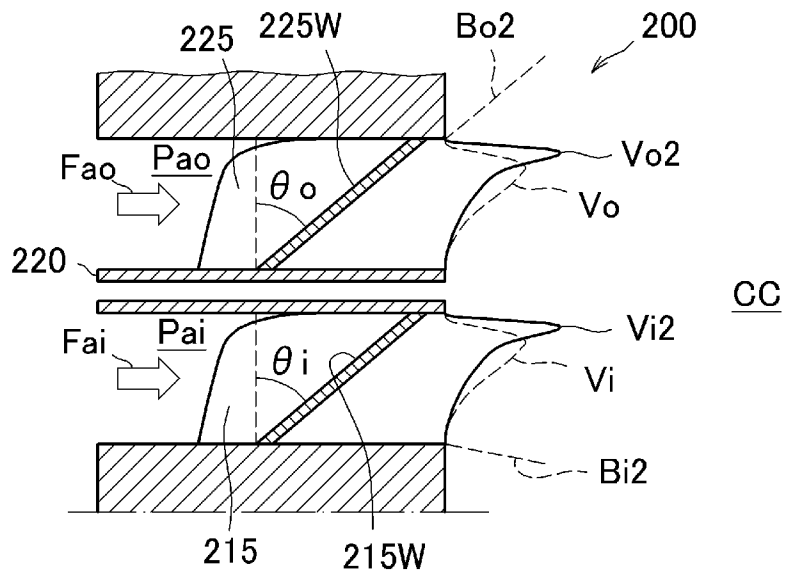
[図1]



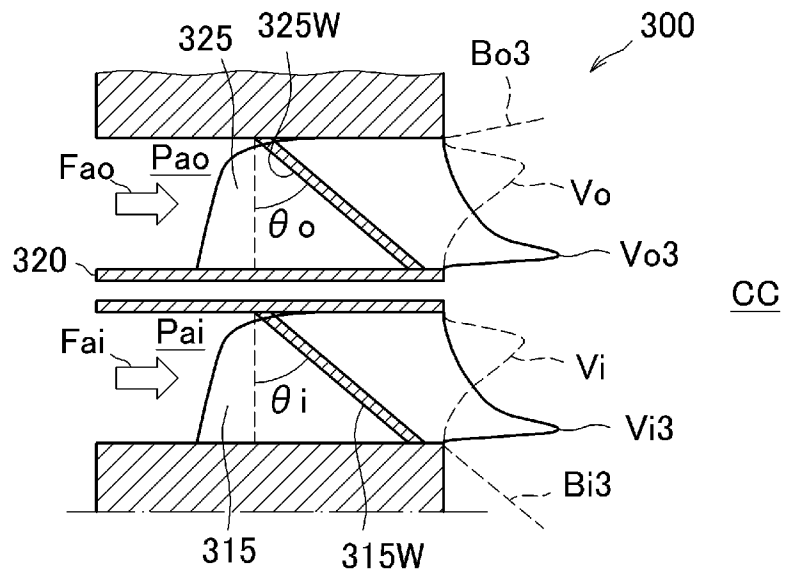
[図2]



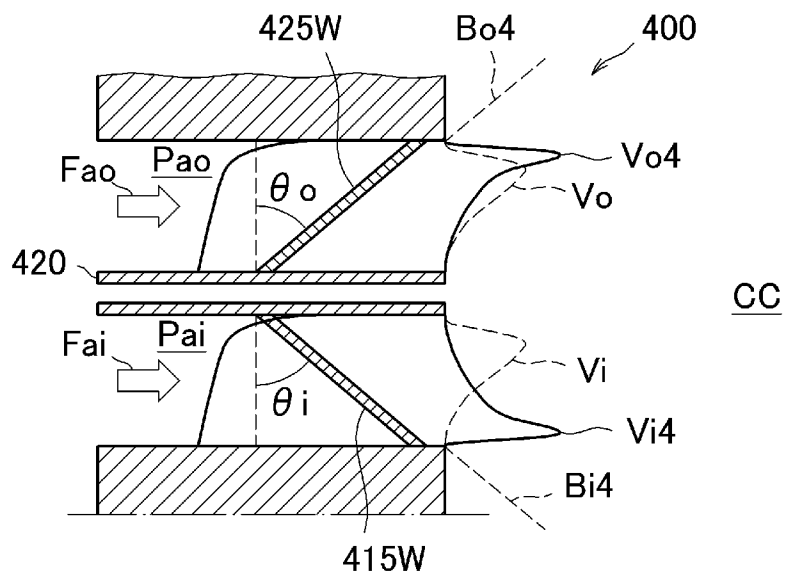
[図3A]



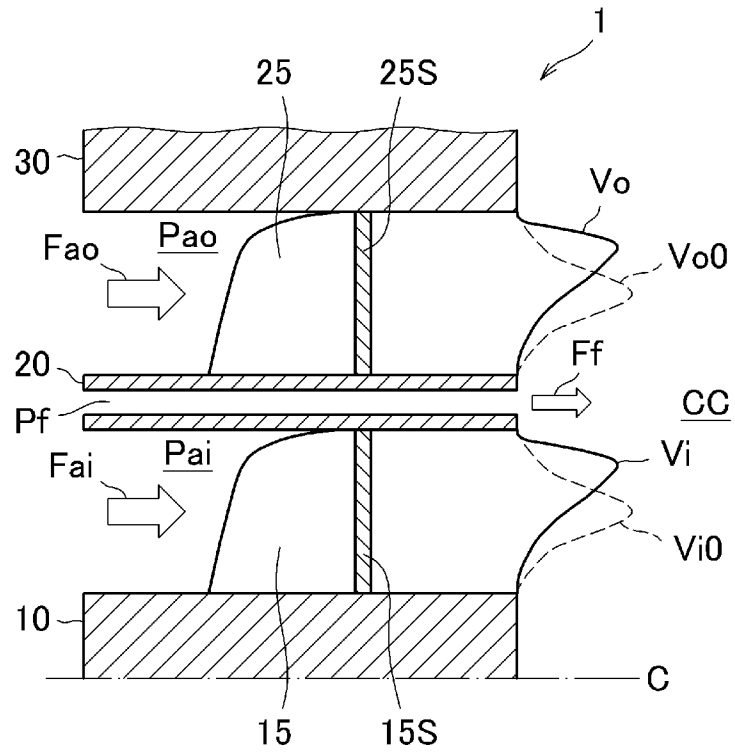
[図3B]



[図3C]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/013074

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F23R3/14(2006.01)i, F23D11/00(2006.01)i, F23D11/10(2006.01)i, F23D11/38(2006.01)i, F23R3/28(2006.01)i, F23R3/30(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. F23R3/14, F23D11/00, F23D11/10, F23D11/38, F23R3/28, F23R3/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2006-300448 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 02 November 2006, paragraphs [0019]-[0043], fig. 1, 2 & US 2006/0236700 A1, paragraphs [0050], [0051], [0063]-[0092], fig. 1, 2 & DE 102006003577 A1 & CN 1851325 A	1-3, 8-9 4-7, 10-11
Y A	JP 2006-336997 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 14 December 2006, paragraphs [0022], [0027]-[0029], fig. 1, 2, 5 (Family: none)	1-3, 8-9 4-7, 10-11
A	JP 5-272711 A (KAWASAKI HEAVY IND LTD.) 19 October 1993, entire text, all drawings (Family: none)	1-11

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 04.06.2019	Date of mailing of the international search report 11.06.2019
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/013074

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-83016 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 26 March 1999, entire text, all drawings & US 2001/0023590 A1, entire text, all drawings & EP 902237 A2	1-11
A	JP 2010-181108 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 19 August 2010, entire text, all drawings (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. F23R3/14(2006.01)i, F23D11/00(2006.01)i, F23D11/10(2006.01)i, F23D11/38(2006.01)i, F23R3/28(2006.01)i, F23R3/30(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. F23R3/14, F23D11/00, F23D11/10, F23D11/38, F23R3/28, F23R3/30		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2019年 日本国実用新案登録公報 1996-2019年 日本国登録実用新案公報 1994-2019年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2006-300448 A (三菱重工業株式会社) 2006.11.02, 段落0019-0043、図1-2 & US 2006/0236700 A1, [0050]-[0051], [0063]-[0092], Fig. 1-2 & DE 102006003577 A1 & CN 1851325 A	1-3, 8-9 4-7, 10-11
Y A	JP 2006-336997 A (三菱重工業株式会社) 2006.12.14, 段落0022、0027-0029、図1-2、5 (ファミリーなし)	1-3, 8-9 4-7, 10-11
A	JP 5-272711 A (川崎重工業株式会社) 1993.10.19, 全文・全図 (ファミリーなし)	1-11
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		
の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 04.06.2019	国際調査報告の発送日 11.06.2019	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 高吉 統久 電話番号 03-3581-1101 内線 3391	3 S 1572

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 11-83016 A (三菱重工業株式会社) 1999.03.26, 全文・全図 & US 2001/0023590 A1, 全文・全図 & EP 902237 A2	1-11
A	JP 2010-181108 A (三菱重工業株式会社) 2010.08.19, 全文・全図 (ファミリーなし)	1-11