

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011年2月17日(17.02.2011)

PCT

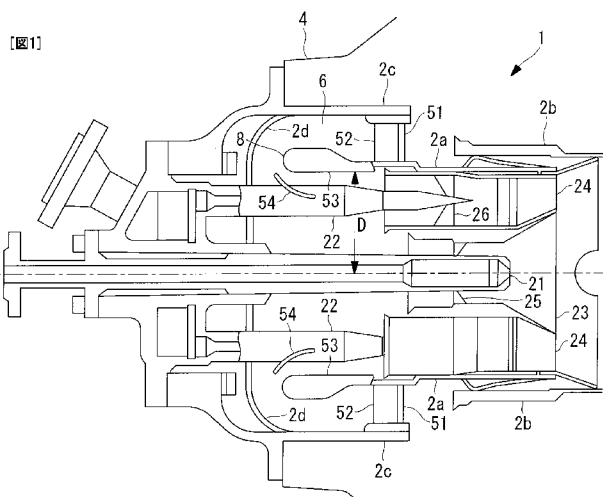
(10) 国際公開番号
WO 2011/018853 A1

- (51) 国際特許分類:
F23R 3/10 (2006.01) F23R 3/32 (2006.01)
F23R 3/26 (2006.01) F23R 3/34 (2006.01)
F23R 3/28 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/064298
- (22) 国際出願日: 2009年8月13日(13.08.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱重工業株式会社(MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (73) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 瀧口 智志 (TAKIGUCHI, Satoshi) [JP/JP]; 〒6768686 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社 高砂研究所内 Hyogo (JP). 湯浅厚志 (YUASA, Atsushi) [JP/JP]; 〒6768686 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社 高砂研究所内 Hyogo (JP). 谷村 聡 (TANIMURA, Satoshi) [JP/JP]; 〒6768686 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社 高砂製作所内 Hyogo (JP).
- (74) 代理人: 藤田 考晴, 外(FUJITA, Takaharu et al.); 〒2208137 神奈川県横浜市西区みなとみらい2-2-1 横浜ランドマークタワー37F Kanagawa (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

[続葉有]

(54) Title: COMBUSTOR

(54) 発明の名称: 燃焼器



(57) Abstract: A combustor which is compact and generates a reduced amount of NOx. A combustor (1) is equipped with a pilot nozzle (21) mounted in the axis of the combustor (1) and performing diffusive combustion, main nozzles (22) mounted at circumferentially spaced intervals on the outer peripheral side of the pilot nozzle (21) and performing premixed combustion, an inner tube (2a) surrounding the pilot nozzle (21) and the main nozzles (22), and an outer tube substantially coaxially and externally surrounding the inner tube (2a) and forming a compressed-air flow path (6) between the inner peripheral surface of the outer tube and the outer peripheral surface of the inner tube. The direction of flow of compressed air flowing in the compressed-air flow path (6) is substantially reversed at an end of the inner tube (2a) and introduced into the pilot nozzle (21). A flow rate regulating section is provided in the compressed air flow path (6), and the flow rate regulating section increases the flow rate of the compressed air in that portion of the flow path which is on the inner peripheral side of the combustor (1) to a level greater than the flow rate of the compressed air in that portion of the flow path which is on the outer peripheral side. A flow regulating plate (51) having holes (55, 56) therein can be used as the flow rate regulating section.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2011/018853 A1



(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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

コンパクトであると共に、NO_x低減を実現する燃焼器を提供すること。燃焼器(1)の軸心に設置されて拡散燃焼を行うパイロットノズル(21)と、パイロットノズル(21)の外周側で周方向に間隔を隔てて複数設置され予混合燃焼を行うメインノズル(22)と、パイロットノズル(21)と各メインノズル(22)とを取り囲む一つの内筒(2a)と、さらに内筒(2a)を外側から略同軸に取り囲み、その内周面と内筒の外周面との間に圧縮空気流路(6)が形成される外筒とを備え、圧縮空気流路(6)を流れる圧縮空気が、内筒(2a)の端部で流動方向が略反転されてパイロットノズル(21)に導入される燃焼器において、圧縮空気流路(6)には、同流路の燃焼器(1)内周側の流量を、同外周側の流量よりも大きくする流量調整部が設けられている。流量調整部としては、孔(55, 56)が形成された整流板(51)を挙げることができる。

明 細 書

発明の名称： 燃焼器

技術分野

[0001] 本発明は、ガスタービンの燃焼器に関するもので、特に、その内部を流れる空気流の偏流及び乱れを減少させる構造とされる燃焼器に関する。

背景技術

[0002] ガスタービン燃焼器の低 NO_x 化課題に対しては、燃料分布をコントロールすることで局所的な高燃料濃度を生じさせないことが重要であり、燃料濃度の均一化が必要である。そのためには燃料の大部分が通過するメイン空気量の増加とその均一化が重要である。

[0003] 従来、車室からの主流空気を 180 度ターンさせてメイン予混合ノズルに主流空気を導く燃焼器が開示されている（例えば、特許文献1参照。）。このような燃焼器では、流れの剥離等に伴う流れの偏在を解消するために、入口に整流板を設け、ターニング箇所のターニングベーンを2枚にしたり、燃焼混合箇所から 180 度ターニング箇所への整流距離を十分に長く取ることによって燃焼領域における流れ、および濃度の均一化を達成している。

[0004] 特許文献1：特開 $2007-232348$ 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、従来のような構造は、燃焼器の長さの増加に伴って重量およびコストの増加を招き、また、ターニング部が複雑化するために燃焼器のコンパクト化に有効ではない。一方、ターニング部から燃料混合箇所までの距離を短くすると、排反事象として空気分布の偏り悪化に伴う NO_x 発生量が増加するという課題があった。

[0006] 本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、コンパクトであると共に、 NO_x 低減を実現する燃焼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

[0007] 本発明の一態様は、燃焼器の軸心に設置されて拡散燃焼を行うパイロットノズルと、前記パイロットノズルの外周側で周方向に間隔を隔てて複数設置され予混合燃焼を行うメインノズルと、前記パイロットノズルと前記各メインノズルとを取り囲む一つの内筒と、さらに前記内筒を外側から略同軸に取り囲み、その内周面と前記内筒の外周面との間に圧縮空気流路が形成される外筒とを備え、前記圧縮空気流路を流れる圧縮空気が、前記内筒の端部で流動方向が略反転されて前記パイロットノズルに導入される燃焼器において、前記圧縮空気流路には、同流路の燃焼器内周側の流量を、同外周側の流量よりも大きくする流量調整部が設けられている燃焼器である。

[0008] 整流板に設けられた孔が均一であると、燃焼器の半径方向へ分布を持たない流れとなる。このような状態では流動方向が略反転される際に、流路反転箇所下流側の内側で剥離等により低速域が形成される。したがって、燃焼器長さが短い構成である場合、整流距離が短くなり、内周側の流量が低下傾向を示す。

本態様の構成によれば、流量調整部によって、径方向における流量を均一化することが可能となる。これにより、半径方向へ流速分布が与えられ、下流における半径方向への主流空気の速度の均一化が実現される。

[0009] 上記態様において、前記圧縮空気流路には、該流路を遮って前記流量調整部としての整流板が設けられ、該整流板には該整流板を挟んで流路の上流側と下流側とを連通する孔が複数設けられ、内周側の孔の直径が、外周側の孔の直径よりも大きくされていることとしてもよい。

[0010] このように、整流板に大孔と小孔とが混成した配置とすることで、局所的な速度の不均一が発生し、大孔の下流側で乱れが増加する。その結果、運動量交換が活発化し、流路反転時の剥離傾向も抑えられる。特に、燃焼器内周側に位置する前記孔の直径を、同外周側に位置する孔の直径よりも大きく構成することで、径方向における流量を均一化することが可能となる。

[0011] 上記態様において、前記整流板は、前記流路が略反転される位置中心よりも上流側に、前記内周側の孔の直径の1.5倍以下の距離をあけた位置に設け

られていることとしてもよい。

- [0012] 内周側の孔の直径を B とした場合に、整流板を通過した噴流のコア部分、すなわち、噴流が外気の影響で流速が低下しない領域が残存する距離は、2次元噴流では整流板から下流側に $6B$ 、2次元噴流では整流板から下流側に $10B$ 程度である。したがって、整流板を、流路が略反転される位置中心よりも上流側に、内周側の孔の直径の 1.5 倍以下の距離をあけた位置に設けることで、噴流のコアンダ効果が期待でき、流路反転箇所下流側における剥離傾向を抑制することができる。
- [0013] 上記態様において、前記内筒の端部には、前記流路の下流側にしたがって半径方向外側に次第に膨出する膨出部が設けられ、前記内周側の孔が、前記膨出部の半径方向外側の端面よりも半径方向内側に設けられていることとしてもよい。
- [0014] 内周側の孔を、膨出部の半径方向外側の端面よりも半径方向内側に設けることで、内周側の孔からの噴流を膨出部に押し付けて、内筒との接触面を増加させることができる。これにより、噴流のコアンダ効果を向上させ、流路反転箇所下流側における剥離傾向を抑制することができる。
- [0015] 上記態様において、前記内周側の孔の直径が、前記膨出部の膨出高さ以上の大きさに形成されていることとしてもよい。
- [0016] 内周側の孔の直径を、膨出部の膨出高さ以上の大きさに形成することで、内周側の孔からの噴流を膨出部に押し付けて、内筒との接触面を増加させることができる。これにより、噴流のコアンダ効果を向上させ、流路反転箇所下流側における剥離傾向を抑制することができる。
- [0017] 上記態様において、隣接する前記内周側の孔の中心間の距離が、前記内周側の孔の直径の 1.5 倍以上とされていることとしてもよい。
- [0018] 内周側の孔の直径を B とした場合に、隣接する内周側の孔の中心間の距離を $1.5B$ 以上とすることで、隣接する孔からの噴流同士の干渉を低減して、噴流のコアンダ効果を維持することができ、流路反転箇所下流側における剥離傾向を抑制することができる。また、噴流の強いせん断力を発生させ、

径方向における流量を均一化することが可能となる。

[0019] 上記態様において、前記圧縮空気流路には、該流路を遮って前記流量調整部としての整流板が設けられ、該整流板の内周側には、該整流板の上流側と下流側とを連通するスリットが設けられていることとしてもよい。

[0020] 速度欠損が生じる整流板にスリットが設けられていることにより、流量が増加し、径方向における流量を均一化することが可能となる。また、このようなスリットにより局所的な速度の不均一を発生させ、下流側で乱れが増加する。この結果、運動量交換が活発化し、流路反転箇所下流側における剥離傾向も抑えられる。

前記内筒を前記外筒に支持するサポートリブが設けられ、前記整流板には、該サポートリブの近傍に該整流板の上流側と下流側とを連通するスリットが設けられていることとしてもよい。特に整流板の内周側だけではなく、外周側やサポートリブの左右にスリットを設けても良い。これら具体的にどの箇所にスリットを設けるかは、圧縮空気の流れに応じて適宜設定して良い。

[0021] 上記態様において、前記圧縮空気流路には、該流路が略反転する位置にトップハットノズルが設けられたこととしてもよい。

[0022] より具体的には、トップハットノズルの取り付け角度すなわちターン角度は、主流空気の流路方向に対して垂直な方向を基準として、主流空気の下流側に0度以上90度未満である。従来技術においては、流路が反転された箇所の下流側で、剥離等により低速域を形成する。したがって、燃焼器長さが短い構成である場合、整流距離が短くなり、内周側の流量が低下傾向を示す。本構成においては、流路が略反転する位置に設けられたトップハットノズルによって圧縮空気が混合され、流れの剥離が抑制される。すなわち、トップハットノズル下流に発生する渦により運動量交換を活発化させることで、流路が反転される際に内周側に発生する剥離領域を抑える効果がある。

[0023] 上記態様において、前記圧縮空気流路には、反転する流路内の流体をガイドするターニングベーンが前記内筒端縁に対向して設けられ、前記ターニングベーンの背側に流体の流れを攪拌する攪拌器が設けられていることとして

もよい。

[0024] ターニングベーンは、その役目として、剥離無く流れを曲げることにより圧力損失を低減している。このようにきれいな流れは理想的ではあるものの、乱れの発生が小さいために燃料を混合する力は小さい。このため、従来の燃焼器においては、燃料混合箇所下流で局所的に燃料濃度が高くなる傾向があり、NO_x濃度が高くなる場合があった。特に、ターニングベーンの背側は流れが緩やかに剥離無く曲がると考えられるため、ターニングベーンの腹側に比べて乱れが小さく、その下流側では燃料混合する力が弱い。本構成によれば、ターニングベーンの背側に攪拌器が設けられていることにより、その下流側での燃料混合が促進され、燃料濃度が均一化される。

[0025] 上記態様において、前記ターニングベーンの下流側先端部に、該ターニングベーンの背側と腹側とを連通するスリットが設けられていることとしてもよい。

[0026] ターニングベーン腹側は遠心力により外周側へ向かって流れる傾向があるため、スリットを設けることにより、ターニングベーン内周側から外周側へ向かう流れが生じる。その結果、ターニングベーン背側での混合が促進され、燃料濃度が均一化される。

発明の効果

[0027] 本発明によれば、圧縮空気の剥離抑制と燃料濃度の均一化により、燃焼器の軸方向長さをコンパクトにしつつ、NO_xの低減を実現することができる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]本発明の第1実施形態に係る燃焼器の軸に沿った平面における断面図である。

[図2]図1の180度ターニング部近傍を示した部分拡大図である。

[図3A]同燃焼器の整流板を示しており、軸方向から見た図である。

[図3B]同燃焼器の整流板を示しており、図1の部分拡大図である。

[図4]同整流板を使用した場合の主流空気の流れを示した断面図である。

[図5]本発明の第2実施形態に係る燃焼器に使用される整流板の部分平面図である。

[図6]同整流板を使用した場合の主流空気の流れを示した断面図である。

[図7]本発明の第3実施形態に係る燃焼器に使用されるトップハットノズル近傍を示した断面図である。

[図8]本発明の第4実施形態に係る燃焼器に使用される攪拌器近傍を示した断面図である。

[図9A]本発明の第5実施形態に係る燃焼器に使用されるターニングベーンを示した縦断面図である。

[図9B]本発明の第5実施形態に係る燃焼器に使用されるターニングベーンを示した横断面図である。

発明を実施するための形態

[0029] [第1の実施形態]

次に、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

まず、第1の実施形態に係る燃焼器を図1を用いて説明する。本実施形態における燃焼器1は、図1に示すように、その軸心に沿って設置されるとともに拡散燃焼を行うパイロットノズル21と、パイロットノズル21の外周側の周方向に等間隔となるように複数配置されるとともに予混合燃焼を行うメインノズル22と、パイロットノズル21の先端側を覆うように設置されるパイロットコーン23と、メインノズル22の先端側を覆うように設置されるメインバーナ24と、パイロットノズル21の外壁とパイロットコーン23の内壁との間に設置されるパイロットスワラ25と、メインノズル22の外壁とメインバーナ24の内壁との間に設置されるメインスワラ26と、を備える。

[0030] そして、この図1に示す燃焼器は、パイロットノズル21と略同軸であるとともに該パイロットノズル21及びメインノズル22を全体的に覆うように形成される内筒2aと、内筒2aに嵌合されるとともにパイロットノズル21及びメインノズル22による燃焼ガスを不図示のタービン側に誘導する

尾筒 2 b と、内筒 2 a と略同軸であって同内筒 2 a を外側から略同軸に取り囲む外筒 2 c と、外筒 2 c の下流を閉じる背面壁 2 d と、を備える。

[0031] 内筒 2 a と外筒 2 c とにより、これらの間に圧縮空気流路 6 が形成される。内筒 2 a は、内筒 2 a の端部で内筒 2 a の内側に回り込むように圧縮空気流路 6 の流路方向を略反転させる、180度ターニング部（膨出部）8 を備えている。180度ターニング部 8 の径方向外側壁部は径方向外側に膨出していると共に、内筒 2 a の端縁に相当する部位が、図 1 に示すように軸心を含む平面における断面において内筒 2 a の外周面と内周面とをつなぐ滑らかな曲線となっている。より詳細には、図 2 に示したように、上流側先端から下流側に向かって外筒 2 c の内壁との距離が近くなるテーパ形状部 5 3 a と、テーパ形状部の下流側において外筒 2 c の内壁との距離が一定となる平坦部分 5 3 b と、下流側先端において略半円状の断面となる半円形状部分 5 3 c と、を備える。そして、テーパ形状部 5 3 a の上流側の傾きの始まる部分と、テーパ形状部 5 3 a と平坦部分 5 3 b との接続部分とを、滑らかな丸みを帯びた形状とする。

このように、180度ターニング部 8 が構成されることにより、180度ターニング部 8 の外壁が下流側に向かって外筒 2 c の内周面に近づくように構成されるため、外筒 2 c の内周面と180度ターニング部 8 の外周面の間に構成される圧縮空気の流路断面積が下流に向かって、緩やかに狭められる。これにより、圧縮空気の流れを絞り、180度ターニング部 8 の下流側での流れに対して燃焼器の周方向の均一性を与えることとなる。

[0032] また、背面壁 2 d は、図 1 の断面図に示すように、180度ターニング部 8 よりも外周側が曲面で構成される円弧形状部分とされるとともに、180度ターニング部 8 より内周側が平坦となる平坦部分とされることで、その内壁面がすり鉢形状の凹曲面とされる。このとき、円弧形状部分の曲率は、180度ターニング部 8 の半円形状部分 5 3 c の外周面側に応じた曲率となり、背面壁 2 d の円弧形状部分の内壁面と180度ターニング部 8 の半円形状部分 5 3 c の外壁面との距離が一定とされる。又、背面壁 2 d における円弧

形状部分と平坦部分との接続部分が、180度ターニング部8における半円形状部分53cの下流側先端からの軸方向の延長線上に形成される。

[0033] このように、背面壁2dを構成することによって、背面壁2dの円弧形状部分の内壁面と180度ターニング部8の半円形状部分53cの外壁面とにおける断面積を、外筒2cの内壁と180度ターニング部8の平坦部分53bとにおける断面積に等しい面積で、一定とすることができる。これにより、180度ターニング部8の外壁と外筒2cの内壁との間を流れる圧縮空気を、180度ターニング部8の内側になめらかに誘導させることができる。

[0034] 圧縮空気流路6の入口近傍内部には、整流板（流量調整部）51が設けられている。整流板51は圧縮空気流路6内において外筒2cの上流側を覆うリング状の部材であって、該整流板51を挟んで圧縮空気流路6の上流側と下流側とを連通する孔が多数形成された多孔板である。整流板51の下流側に隣接して、整流板51を固定する複数のリブ52が周方向に等間隔に設置されている。このリブ52が、内筒2aの外壁面と外筒2cの内壁面とに接続されることで、外筒2cの内側に内筒2aが固定される。図3Aの正面図に示すように、リブ52は、内筒2aの外壁と外筒2cの内壁とに両端が接するように、燃焼器の軸に対して放射状に設けられる。又、リブ52は複数設けられ、この複数のリブ52が燃焼器の周方向に対して等間隔となるように配置されるとともに外筒2cに接続されることで、内筒2aを支持する。

[0035] リブ52は、図3Bの断面図に示すように、整流板51の外周側に接続される固定用部材52aと、固定用部材52aから内筒2aに突起するように形成されて内筒2aと接する板状部材52bと、を備える。そして、固定用部材52aは、整流板51の上流側及び下流側それぞれに突起した、断面が半円形状の柱状の構造となり、ボルト52cが挿入される貫通したねじ穴を内部に備える。この固定用部材52aの上流側は、ボルト52cのヘッド部分が埋まるような凹部52dが設けられ、ボルト52cが挿入された後、この凹部52dを金属部品で埋め込むことにより平坦な端面を形成する。

[0036] また、外筒2cは、図3Bの断面図に示すように、その内壁に、リブ52

の固定用部材 5 2 a と接続する、軸方向に略柱状となるリブ接続用部材 5 2 e を備える。このリブ接続用部材 5 2 e は、ボルト 5 2 c が挿入されるねじ穴を備える。これにより、固定用部材 5 2 a のねじ穴を貫通するボルト 5 2 c がリブ接続用部材 5 2 e のねじ穴に挿入されて、固定用部材 5 2 a がリブ接続用部材 5 2 e に固定されることで、整流板 5 1 及びリブ 5 2 が外筒 2 c に固定される。又、下流側端面が略 1 / 4 球状の曲面とすることにより、圧縮空気の流れに乱れをできるだけ与えないようにすることができる。

[0037] このように、外筒 2 c に固定されたリブ 5 2 を放射状に設けることによって、内筒 2 a をリブ 5 2 によって、周方向に抑えて固定することができる。これにより、メインノズル 2 2 の下流側先端を、内筒 2 a に接続されたメインバーナ 2 4 におけるメインスワラ 2 6 によって支持することができる。よって、上述の背面壁 2 d、180 度ターニング部 8、及び、後述のターニングベーン 5 4 の構成により内筒 2 a を流れる圧縮空気を均一化させることで、パイロットノズル 2 1 及びメインノズル 2 2 の軸方向の長さを短くすることができることから、メインノズル 2 2 の下流側を支持するパイロットノズル 2 1 に接続された支柱が不要となる。更に、圧縮空気が均一な流れとされるため、従来と比べて、整流板 5 1 による抵抗を小さくすることができ、整流板 5 1 における圧損を抑制することができる。

[0038] メインノズル 2 2 の間を覆うように内筒 2 a の上流側端部近傍にリング状のターニングベーン 5 4 が設けられている。ターニングベーン 5 4 は、内筒 2 a の内部であって 180 度ターニング部 8 近傍に位置して配置され、上流側から下流側に向かって、メインノズル 2 2 よりも径方向外側からメインノズル 2 2 の軸位置まで屈曲した一枚の板で形成される。そして、ターニングベーン 5 4 の曲率が、180 度ターニング部 8 の半円形状部分 5 3 c の内壁面と同等となるように形成される。更に、このターニングベーン 5 4 は、メインノズル 2 2 側面を接続する円弧状の板とされる。このように構成されるターニングベーン 5 4 により、180 度ターニング部 8 及び背面壁 2 d に沿って 180 度転回された圧縮空気が、パイロットコーン 2 3 及びメインバー

ナ 2 4 に誘導される。

[0039] この背面壁 2 d、180 度ターニング部 8、及びターニングベーン 5 4 それぞれが、上述のように構成されることによって、外筒 2 c と 180 度ターニング部 8 との間に流れ込む圧縮空気が、180 度ターニング部 8 のテーパ形状部 5 3 a で整流された後、180 度ターニング部 8 で 180 度転回される。そして、ターニングベーン 5 4 によって整流されて、パイロットコーン 2 3 及びメインバーナ 2 4 に誘導される。

[0040] 次に、本実施形態における特徴的な構成である、整流板 5 1 について説明する。図 3 A の外筒 2 c の下流側から見た正面図に示すように、整流板 5 1 は、内筒 2 a の外壁と外筒 2 c の内壁との間の圧縮空気流路 6 入口を覆うリング状の構成とされるとともに、軸方向に貫通して多数の孔が形成されている。図 3 A に示したように、内周側の孔 5 5 の直径は、外周側に形成された孔 5 6 の直径よりも大きい。すなわち、内周側の主流空気流量が外周側よりも大きくなるように構成されている。

[0041] 図 4 に、本実施形態に係る整流板 5 1 を使用した場合の主流空気の流れを示した。従来のように整流板に設けられた孔が均一であると、燃焼器 1 の半径方向へ分布を持たない流れとなる。このような状態で 180 度ターニング部 8 を曲がった流れは、図 4 の符号 1 0 0 で示したように、剥離等により低速域を形成する。したがって、燃焼器長さが短い構成である場合、整流距離が短くなり、内周側の流量が低下傾向を示す。

[0042] 本実施形態に係る整流板 5 1 では、内周側に径の大きい孔 5 5 が設けられていることで、内周側の流量が増加し、径方向における流量が均一化する。すなわち、本実施形態の整流板 5 1 は、流量調整部として作用する。

また、大孔と小孔とが混成した配置とすることで、局所的な速度の不均一が発生し、大孔の下流側で乱れが増加する。その結果、運動量交換が活発化し、180 度ターニング部 8 における剥離傾向も抑えられる。

[0043] このように、本実施形態の燃焼器によれば、半径方向へ流速分布が与えられ、また、乱れの促進による剥離抑制が行なわれる。その結果、180 度タ

ーニング部 8 の下流（メイン予混合ノズルの上流）における半径方向への主流空気の速度の均一化と混合性を向上させることができる。これにより NO_x 低減を行なうことができる。

[0044] また、図 2 に示すように、整流板 5 1 を、圧縮空気流路 6 が略反転される位置中心、すなわち半円形状部分 5 3 の中心よりも、上流側に距離 L をあけた位置に設けることとしてもよい。ここで、この距離 L は、内周側の孔 5 5（大孔）の直径を B とした場合に、例えば $5B$ 以上、且つ $15B$ 以下の距離である。

整流板 5 1 を通過した噴流のコア部分、すなわち、噴流が外気の影響で流速が低下しない領域が残存する距離は、2次元噴流では整流板 5 1 から下流側に $6B$ 、2次元噴流では整流板 5 1 から下流側に $10B$ 程度である。したがって、整流板 5 1 を、圧縮空気流路 6 が略反転される位置中心よりも上流側に、前述の距離 L をあけた位置に設けることで、噴流のコアンダ効果が期待でき、流路反転箇所下流側における剥離傾向を抑制することができる。

[0045] また、図 3 B に示すように、内周側の孔 5 5（大孔）の少なくとも一部を、 180 度ターニング部 8 の半径方向外側の端面（平坦部分 5 3 b の端面）よりも半径方向内側に設けることとしてもよい。

内周側の孔 5 5 を、平坦部分 5 3 b の端面よりも半径方向内側に設けることで、内周側の孔 5 5 からの噴流を 180 度ターニング部 8 に押し付けて、内筒 2 a との接触面を増加させることができる。これにより、噴流のコアンダ効果を向上させ、流路反転箇所下流側における剥離傾向を抑制することができる。

[0046] また、図 3 B に示すように、内周側の孔 5 5（大孔）の直径 B を、 180 度ターニング部 8 の膨出高さ H 以上の大きさに形成することとしてもよい。

内周側の孔 5 5 の直径 B を、 180 度ターニング部 8 の膨出高さ H 以上の大きさに形成することで、内周側の孔 5 5 からの噴流を 180 度ターニング部 8 に押し付けて、内筒 2 a との接触面を増加させることができる。これにより、噴流のコアンダ効果を向上させ、流路反転箇所下流側における剥離傾

向を抑制することができる。

[0047] また、図3Aに示すように、隣接する内周側の孔55（大孔）の中心間の距離Cを、内周側の孔55の直径Bの1.5倍以上としてもよい。

隣接する内周側の孔55の中心間の距離Cを1.5B以上、すなわち、隣接する内周側の孔55の隙間を0.5B以上とすることで、隣接する孔55からの噴流同士の干渉を低減して、噴流のコアンダ効果を維持することができる。また、流路反転箇所下流側における剥離傾向を抑制することができる。また、噴流の強いせん断力を発生させ、径方向における流量を均一化することが可能となる。

[0048] なお、上記実施形態では、整流板51の内周側の孔径を外周側の孔径よりも大きく構成したが、内周側にかえて、または内周側と共に外周側を大径としても良い。また、整流板51の板厚を変更することにより圧損調節を行っても良い。

[0049] [第2の実施形態]

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。なお、全体構成は上記第1の実施形態と同様であり、同様の構成については同一の符号を用い、その説明を省略する。

図5に本実施形態に係る整流板152の部分正面図を示した。本実施形態の整流板152は環状であり、外周縁に沿って外筒2cとの間のギャップとして外側スリット153が形成され、また、内周縁に沿って内筒2aとの間のギャップとしての内側スリット154が形成されている。外側スリット153及び内側スリット154は、整流板152を流路の軸方向に貫通する流路である。また、リブ52の左右に位置して、リブ近傍スリット155がそれぞれ設けられている。リブ近傍スリット155は、整流板152を流路の軸方向に貫通する流路であり、径方向全長に渡って設けられている。

[0050] 図6に、本実施形態に係る整流板152を使用した場合の主流空気の流れを示した。従来のように整流板152に設けられた孔が均一であると、壁面近傍の低速領域やリブ52のような構造体下流に形成される速度欠損域に対

する運動量供給は十分ではない。このため、このように壁面近傍やリブ52の近傍に速度欠損を持った状態で180度ターニング部8を曲がった流れは、流れが不均一となり燃料の濃淡を誘発し燃焼安定性、排ガス特性を悪化させる。

[0051] 本実施形態においては、速度欠損が生じる整流板152の内周側、外周側、及びリブ52の近傍にスリットが設けられていることにより、流量が増加し、上記の問題点が解消される。また、このようなスリットにより局所的な速度の不均一を発生させ、下流側で乱れが増加する。この結果、運動量交換が活発化し、180度ターニング部8における剥離傾向も抑えられる。

[0052] このように、本実施形態の燃焼器によれば、本実施形態に係る整流板152では、スリットが設けられていることで、整流板152における壁面近傍、サポート近傍に生じる速度欠損の解消が実現し、その結果180度ターニング部の下流（メイン予混合ノズルの上流）における主流空気の速度の均一化と混合性の向上を実現することができる。

[0053] なお、特に整流板の内周側のみに内側スリット154を設けても良い。これら具体的にどの箇所にスリットを設けるかは、圧縮空気の流れに応じて適宜設定して良い。

[0054] [第3の実施形態]

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。なお、全体構成は上記第1実施形態と同様であり、同様の構成については同一の符号を用い、その説明を省略する。

図7に示したように、トップハットノズル160が180度ターニング部の途中に設けられている。トップハットノズル160はNO_x低減を図ることなどを目的としてトップハット燃料ガスと圧縮空気とを、メインノズル22の場合よりも更に上流側で混合した後に燃焼させる予混合燃焼用の燃料ノズルであり、メインノズル22よりも更に外周側に複数本設けられている。

[0055] 180度ターニング部8の内周部は、図のように燃焼器の軸に沿った断面形状において部分的に円形状を有し、流路を滑らかに180度方向転換さ

せている。トップハットノズル160は、本実施形態においては直径10mmの円筒であり、半円形状部分53cの円形状の径方向に沿って設けられ、トップハットノズル160の内側（吐出側）端部とターン内周部との間には隙間161が形成されている。

[0056] ノズル設置位置は、後述する剥離ポイントよりも上流側である必要があり、180度ターニング部8に対する取り付け角度すなわちターン角度は、主流空気の流路方向に対して垂直な方向を基準として、主流空気の下流側に θ （0度以上90度未満）である。隙間161の寸法は、トップハットノズルの太さ D_p の0.5~2.0倍程度である。

[0057] 従来技術において、トップハットノズルは整流板と180度ターニング部8の中間領域に設けられていた。従来技術において、180度ターニング部8を曲がった流れは、図7の符号100で示したように、剥離等により低速域を形成する。したがって、燃焼器長さが短い構成である場合、整流距離が短くなり、内周側の流量が低下傾向を示す。

[0058] 本実施形態においては、トップハットノズル160による混合効果により、流れの剥離が抑制される。すなわち、トップハットノズル160下流に発生する渦により運動量交換を活発化させることで、大きく向きを変える180度ターニング部8のターン内周部に発生する剥離領域を抑える効果がある。また、トップハットノズル160とターン内周部との隙間161を上述の範囲にて適切に確保することで、隙間からの乱れがターン内周部下流に発生する剥離領域がより効果的に抑えられる。また、トップハットノズル160を180度ターニング部8の途中に設けることにより、整流板と180度ターニング部8との距離を短くすることができ、トップハットノズル160と180度ターニング部8の機能一体化による燃焼器の小型化が可能となる。

[0059] [第4の実施形態]

次に、本発明の第4の実施形態について説明する。なお、全体構成は上記第1実施形態と同様であり、同様の構成については同一の符号を用い、その説明を省略する。

図8に示したように、ターニングベーン54には、その背側（すなわち、180度方向転換する圧縮空気流路6の径方向外側）に、径方向内側に突出するピン状の攪拌器170が設けられている。攪拌器170は周方向に沿って複数個略均等に分散して設けられている。

[0060] ターニングベーン54は、その役目として、剥離無く流れを曲げることにより圧力損失を低減している。このようにきれいな流れは理想的ではあるものの、乱れの発生が小さいために燃料を混合する力は小さい。このため、従来の燃焼器においては、燃料混合箇所下流で局所的に燃料濃度が高くなる傾向があり、NO_x濃度が高くなる場合があった。特に、ターニングベーン54の背側は流れが緩やかに剥離無く曲がると考えられるため、ターニングベーン54の腹側に比べて乱れが小さく、その下流側では燃料混合する力が弱い。

本実施形態では、ターニングベーン54の背側にピン状の攪拌器170が設けられていることにより、その下流側での燃料混合が促進され、燃料濃度が均一化される。その結果、NO_xの低減を実現することができる。

[0061] [第5の実施形態]

次に、本発明の第5の実施形態について説明する。なお、全体構成は上記第1実施形態と同様であり、同様の構成については同一の符号を用い、その説明を省略する。

本実施形態は、上記第4実施形態と同様に、ターニングベーン背側における乱れを増加させることにより、ターニングベーン背側の流れについて燃料混合を促進させるものである。

すなわち、図9A、図9Bに示したように、本実施形態のターニングベーン171の下流側端部には、流路方向に沿って切り欠き（スリット）172が設けられている。切り欠き172は、ターニングベーン171の腹側と背側とを連通させるものであり、ターニングベーン171の周方向に沿って間隔を隔てて複数設けられている。ターニングベーン171の他の構成は上記第1実施形態のターニングベーン54と同様であり、説明を省略する。

[0062] ターニングベーン171腹側は遠心力により外周側へ向かって流れる傾向があるため、切り欠き172を設けることにより、ターニングベーン内周側から外周側へ向かう流れが生じる。その結果、図9A、図9Bに矢印で示した流れのように、ターニングベーン背側での混合が促進され、燃料濃度が均一化される。その結果、NO_xの低減を実現することができる。

符号の説明

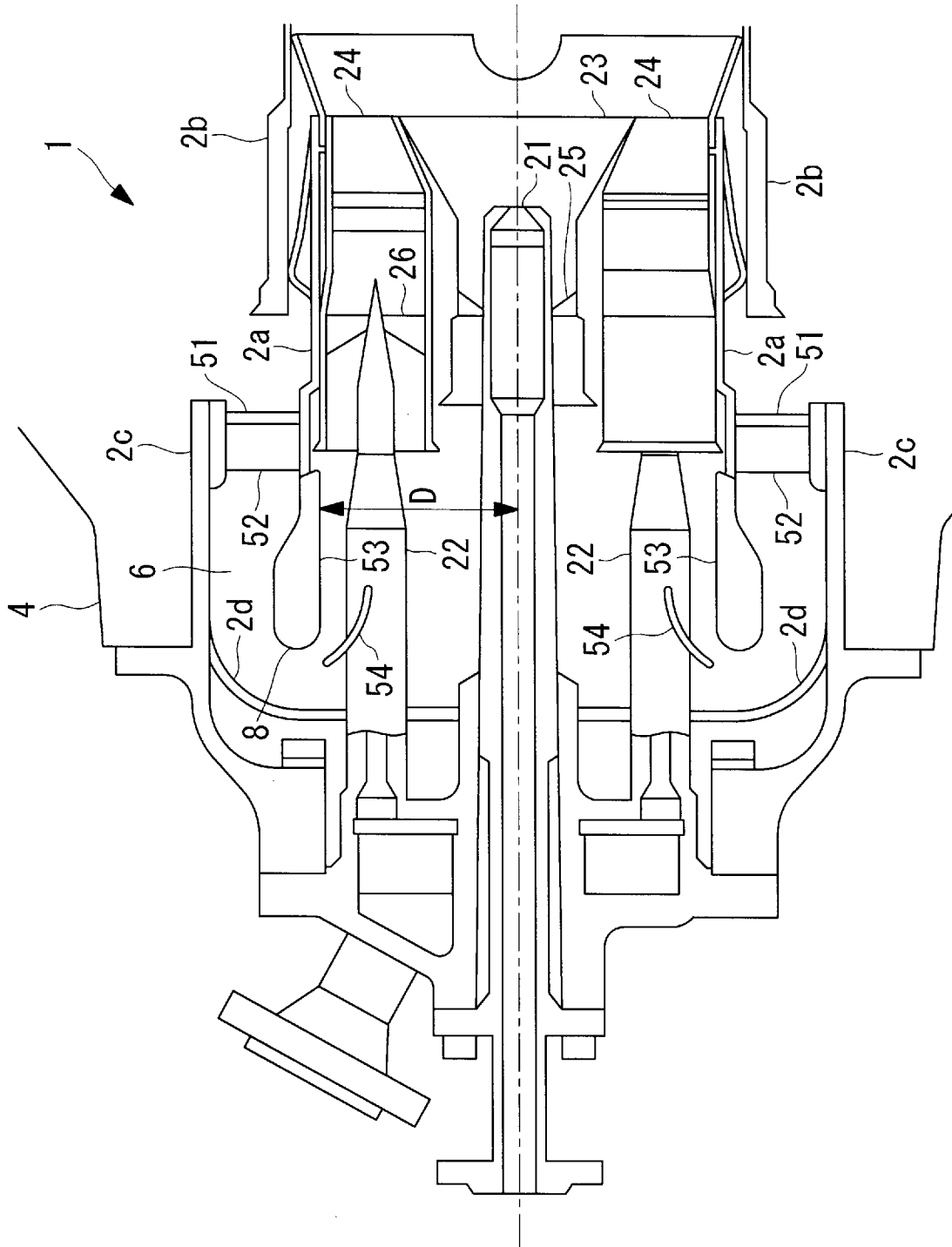
[0063] 1…燃焼器、2a…内筒、2c…外筒、6…圧縮空気流路、8…180度ターニング部（膨出部）、51…整流板（流量調整部）、52…リブ、54…ターニングベーン、55…孔、56…孔、152…整流板、153…外側スリット、154…内側スリット、155…リブ近傍スリット、160…トップハットノズル、170…攪拌器、171…ターニングベーン、172…切り欠き（スリット）

請求の範囲

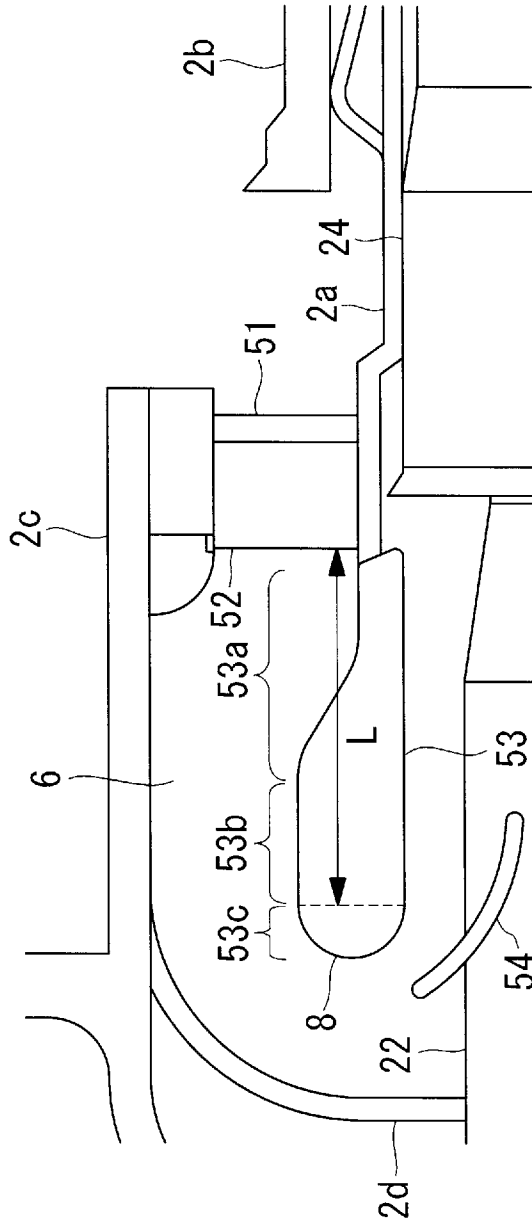
- [請求項1] 燃焼器の軸心に設置されて拡散燃焼を行うパイロットノズルと、前記パイロットノズルの外周側で周方向に間隔を隔てて複数設置され予混合燃焼を行うメインノズルと、前記パイロットノズルと各前記メインノズルとを取り囲む一つの内筒と、さらに前記内筒を外側から略同軸に取り囲み、その内周面と前記内筒の外周面との間に圧縮空気流路が形成される外筒とを備え、前記圧縮空気流路を流れる圧縮空気が、前記内筒の端部で流動方向が略反転されて前記パイロットノズルに導入される燃焼器において、
- 前記圧縮空気流路には、内周側の流量を外周側の流量よりも大きくする流量調整部が設けられている、燃焼器。
- [請求項2] 前記圧縮空気流路には、該流路を遮って前記流量調整部としての整流板が設けられ、
- 該整流板には該整流板を挟んで通路の上流側と下流側とを連通する孔が複数設けられ、内周側の孔の直径が、外周側の孔の直径よりも大きくされている、請求項1に記載の燃焼器。
- [請求項3] 前記整流板は、前記流路が略反転される位置中心よりも上流側に、前記内周側の孔の直径の1.5倍以下の距離をあけた位置に設けられている、請求項2に記載の燃焼器。
- [請求項4] 前記内筒の端部には、前記流路の下流側にしたがって半径方向外側に次第に膨出する膨出部が設けられ、
- 前記内周側の孔が、前記膨出部の半径方向外側の端面よりも半径方向内側に設けられている、請求項2または請求項3に記載の燃焼器。
- [請求項5] 前記内周側の孔の直径が、前記膨出部の膨出高さ以上の大きさに形成されている、請求項4に記載の燃焼器。
- [請求項6] 隣接する前記内周側の孔の中心間の距離が、前記内周側の孔の直径の1.5倍以上とされている、請求項2から請求項5のいずれかに記載の燃焼器。

- [請求項7] 前記圧縮空気流路には、該流路を遮って前記流量調整部としての整流板が設けられ、
該整流板の内周側には、該整流板の上流側と下流側とを連通するスリットが設けられている、請求項1に記載の燃焼器。
- [請求項8] 前記圧縮空気流路には、該流路が略反転する位置にトップハットノズルが設けられた、請求項1から請求項7のいずれかに記載の燃焼器。
- [請求項9] 前記圧縮空気流路には、反転する流路内の流体をガイドするターニングベーンが前記内筒端縁に対向して設けられ、
前記ターニングベーンの背側に流体の流れを攪拌する攪拌器が設けられている、請求項1から請求項8のいずれかに記載の燃焼器。
- [請求項10] 前記ターニングベーンの下流側先端部に、該ターニングベーンの背側と腹側とを連通するスリットが設けられている、請求項9に記載の燃焼器。

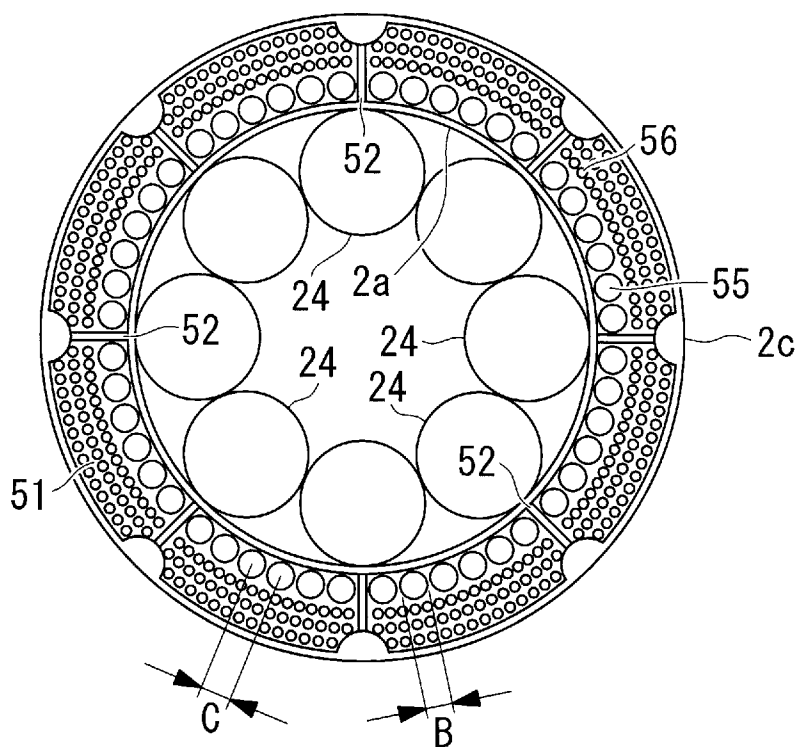
[図1]



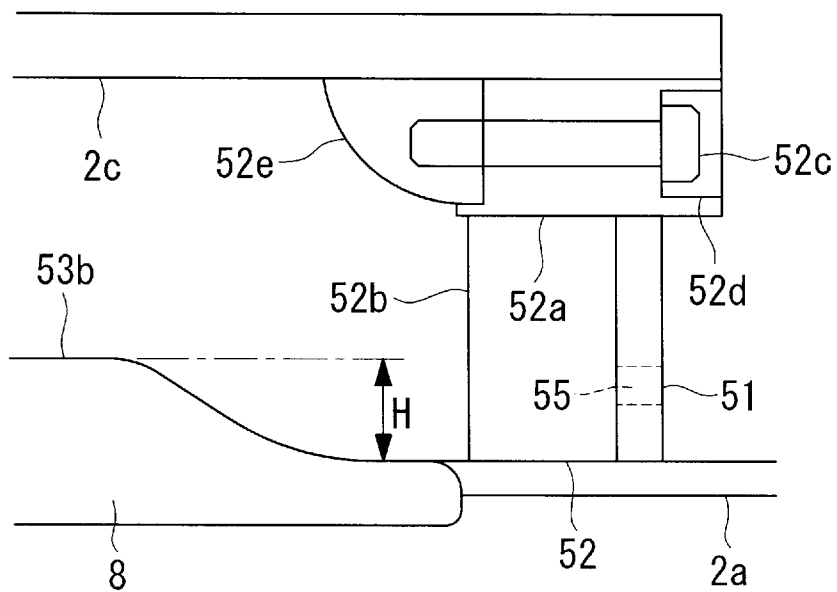
[図2]



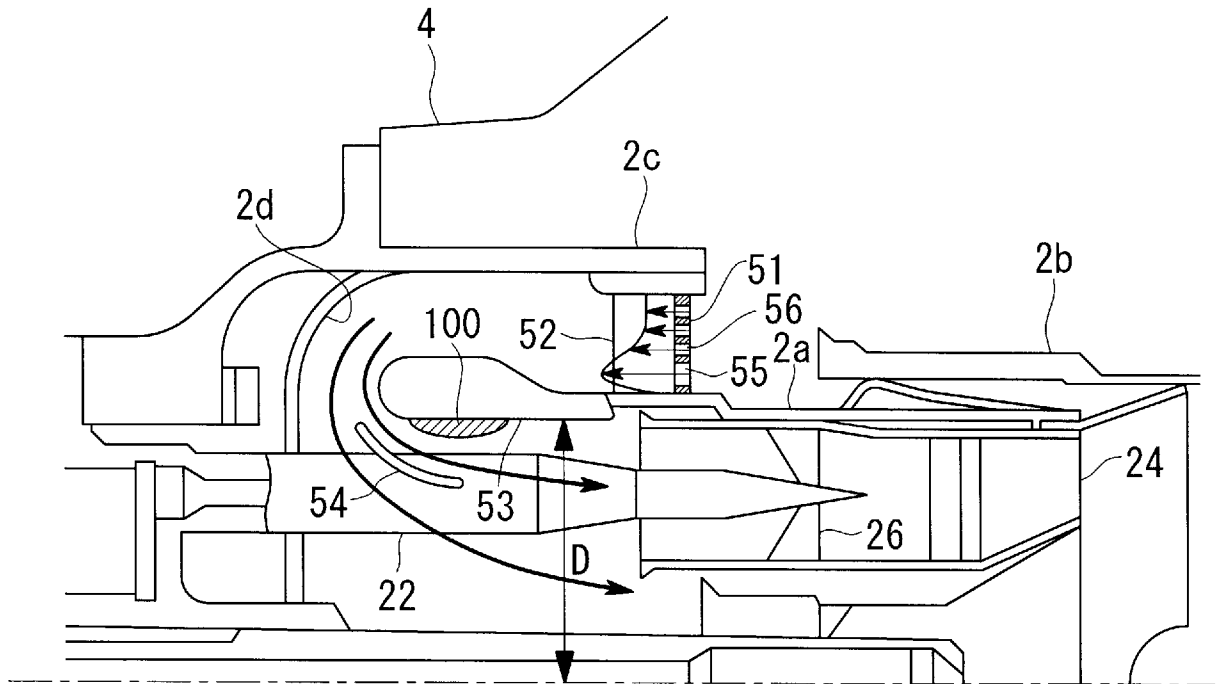
[図3A]



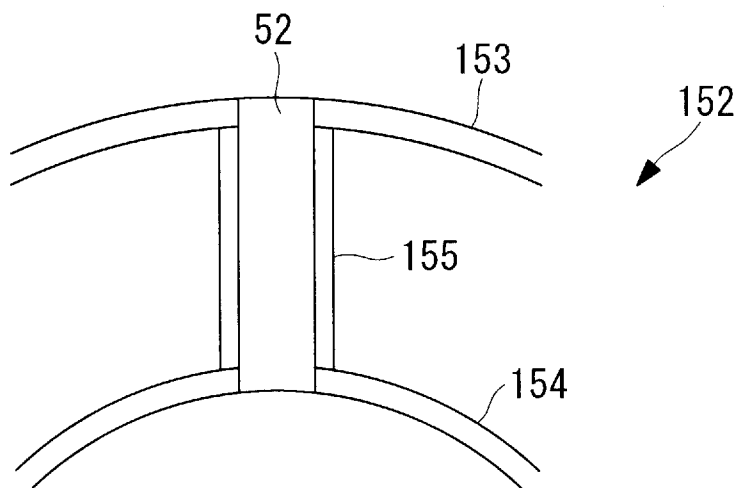
[図3B]



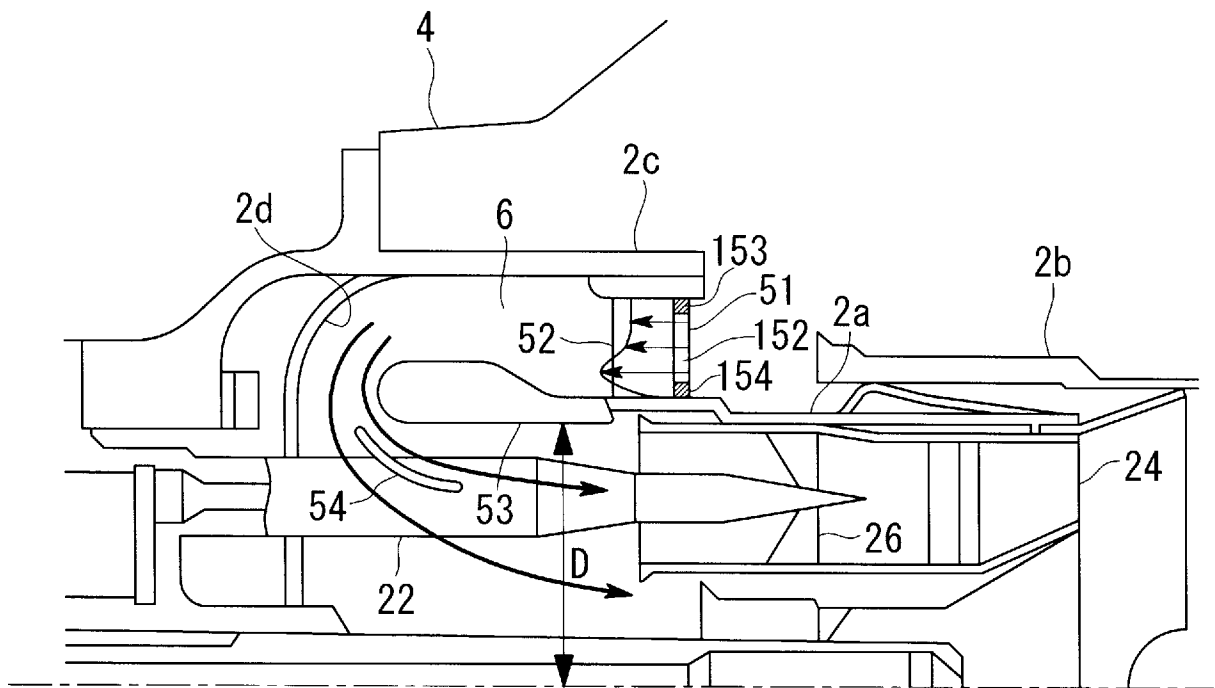
[図4]



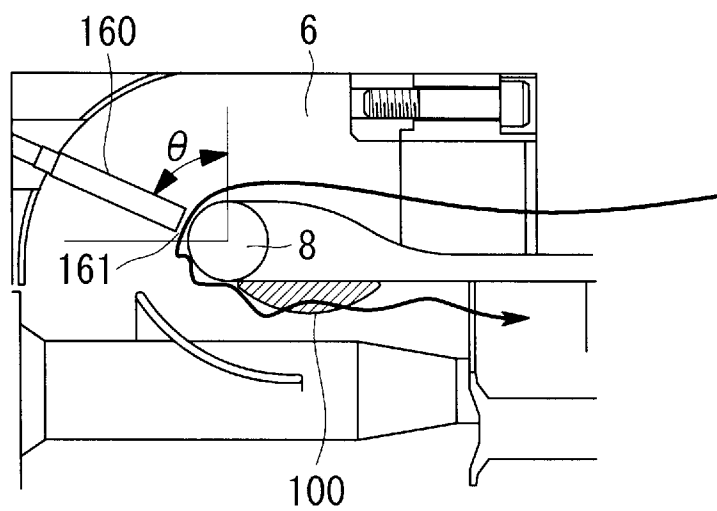
[図5]



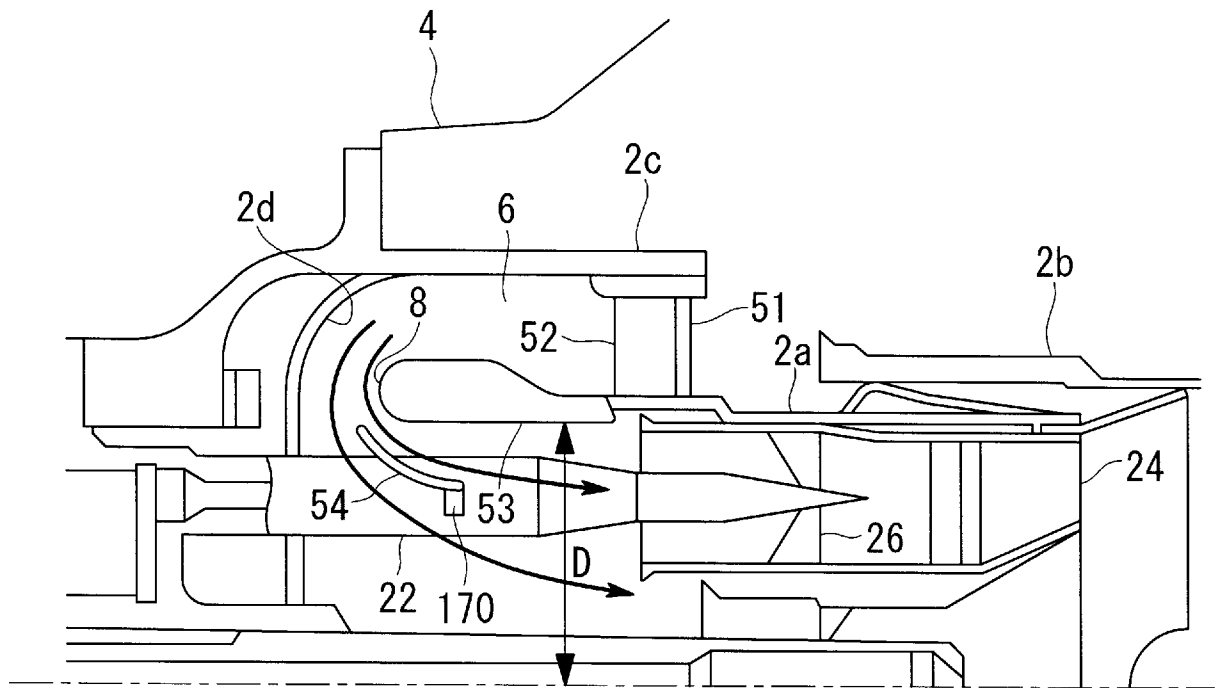
[图6]



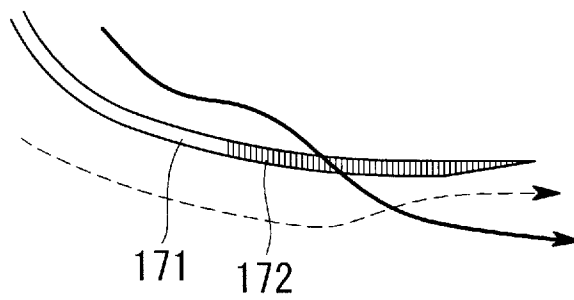
[图7]



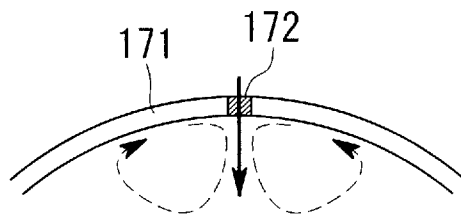
[図8]



[図9A]



[図9B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/064298

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F23R3/10(2006.01) i, *F23R3/26*(2006.01) i, *F23R3/28*(2006.01) i, *F23R3/32*(2006.01) i, *F23R3/34*(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)

F23R3/10, *F23R3/26*, *F23R3/28*, *F23R3/32*, *F23R3/34*

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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.
A	JP 2007-232348 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 13 September 2007 (13.09.2007), paragraphs [0005] to [0009]; fig. 14 & US 2007/0199324 A1 & DE 102007009285 A1	1-10
A	JP 2000-346361 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 15 December 2000 (15.12.2000), paragraphs [0003] to [0004], [0025] to [0028]; fig. 1, 14 & US 6634175 B1 & EP 1103767 A1 & WO 2000/075573 A1	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“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

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
02 November, 2009 (02.11.09)

Date of mailing of the international search report
10 November, 2009 (10.11.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/064298

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 7-198143 A (Hitachi, Ltd.), 01 August 1995 (01.08.1995), paragraphs [0011] to [0012]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. F23R3/10(2006.01)i, F23R3/26(2006.01)i, F23R3/28(2006.01)i, F23R3/32(2006.01)i, F23R3/34(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. F23R3/10, F23R3/26, F23R3/28, F23R3/32, F23R3/34

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 1971-2009年
 日本国実用新案登録公報 1996-2009年
 日本国登録実用新案公報 1994-2009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
A	JP 2007-232348 A (三菱重工業株式会社) 2007.09.13, 段落【0005】 - 【0009】, 図 14 & US 2007/0199324 A1 & DE 102007009285 A1	1-10
A	JP 2000-346361 A (三菱重工業株式会社) 2000.12.15, 段落【0003】 - 【0004】, 【0025】 - 【0028】, 図 1, 14 & US 6634175 B1 & EP 1103767 A1 & WO 2000/075573 A1	1-10
A	JP 7-198143 A (株式会社日立製作所) 1995.08.01, 段落【0011】 - 【0012】, 図 1-2 (ファミリーなし)	1-10

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ 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	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 02.11.2009	国際調査報告の発送日 10.11.2009
--------------------------	--------------------------

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) 寺町 健司 電話番号 03-3581-1101 内線 3395	3T	3727
---	--	----	------