

(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
2020年8月6日(06.08.2020)



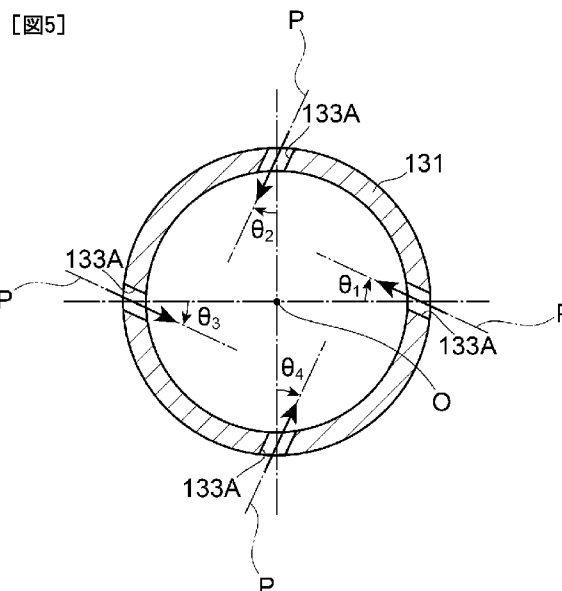
(10) 国際公開番号

WO 2020/158528 A1

- (51) 国際特許分類:
F23D 11/10 (2006.01) *F23D 11/40* (2006.01)
F23D 11/12 (2006.01) *F23R 3/10* (2006.01)
F23D 11/38 (2006.01) *F23R 3/28* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/002042
- (22) 国際出願日: 2020年1月22日(22.01.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2019-015574 2019年1月31日(31.01.2019) JP
- (71) 出願人: 三菱日立パワーシステムズ株式会社(MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 多田 勝義 (TADA, Katsuyoshi); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 誠真 I P 特許業務法人(SEISHIN IP PATENT FIRM, P.C.); 〒1080073 東京都港区三田三丁目13番16号 三田43MTビル13階 Tokyo (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) **Title:** BURNER, COMBUSTOR COMPRISING SAME, AND GAS TURBINE

(54) 発明の名称: バーナ及びこれを備えた燃焼器及びガスタービン



(57) **Abstract:** This burner comprises at least one mixing pipe that extends inside a fuel plenum and that is configured to have air supplied therein, and a plurality of fuel injection holes for injecting fuel supplied to the fuel plenum into the at least one mixing pipe. The central axis of each of the plurality of fuel injection holes is inclined in the same direction with respect to the radial direction of the mixing pipe in relation to the circumferential direction of the mixing pipe when viewing the at least one mixing pipe in the axial direction of the mixing pipe.

[続葉有]

WO 2020/158528 A1

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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)）

(57) 要約：バーナは、燃料プレナム内を延在し、空気が内部に供給されるように構成された少なくとも1本の混合管と、前記燃料プレナムに供給された燃料を、前記少なくとも1本の混合管の内部に噴射するための複数の燃料噴射孔と、を備え、前記少なくとも1本の混合管を該混合管の軸方向に視たとき、前記複数の燃料噴射孔の各々の中心軸は、前記混合管の周方向に関して、前記混合管の半径方向に対して同一方向に傾斜している。

明 細 書

発明の名称：バーナ及びこれを備えた燃焼器及びガスタービン
技術分野

[0001] 本開示は、バーナ及びこれを備えた燃焼器及びガスタービンに関する。

背景技術

[0002] ガスタービンの燃焼器等において、燃焼時に生成する窒素酸化物（ NO_x ）の低減のために、燃料や空気流れに旋回を与えるためのスワラを用いた予混合方式のバーナが用いられることがある。ところが、このようなスワラを用いたバーナでは、燃焼温度が高い場合や燃焼速度の速い燃料（例えば水素）を用いる場合等に、スワラにより形成される渦芯により逆火が生じやすくなることがある。そこで、スワラを用いずに低 NO_x 化を図るためのバーナが提案されている。

[0003] 例えば、特許文献１には、ガスタービンの燃焼器に用いられる燃料／空気混合装置（バーナ）が開示されている。この燃料／空気混合装置は、軸方向に離れて設けられる一対の壁面と、該壁面間に形成される燃料プレナムと、を含む予混合ディスクを含み、該予混合ディスクを通過するように複数の混合管が設けられている。各混合管には複数の貫通孔が設けられ、この複数の貫通孔を介して燃料プレナム内の燃料が各混合管内に噴射される。また、混合管には、該混合管の入口から空気が供給されるようになっており、混合管内で燃料と空気とが混合されて予混合気が生成され、混合管の出口から該予混合気は噴射されるようになっている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開２０１０－２０３７５８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、特許文献１に記載の燃料／空気混合装置（バーナ）の混合管に

において、燃料を噴射するための複数の貫通孔（燃料噴射孔）が混合管の半径方向に沿って延びるように設けられていると、半径方向に沿って燃料が噴射されることになる。そうすると、複数の燃料噴射孔からの燃料同士が、混合管の軸直交断面における中央部（即ち、混合管の中心軸近傍）で衝突し、この領域の燃料濃度が、周囲の領域に比べて極端に高くなる傾向となる場合がある。このように、軸直交断面内で燃料濃度の分布が不均一であると、燃焼温度が高温になる領域が生じるため、 NO_x 低減を適切に図れない場合がある。

[0006] 上述の事情に鑑みて、本発明の少なくとも一実施形態は、燃料燃焼時に生じる NO_x を効果的に低減可能なバーナ及びこれを備えた燃焼器及びガスタービン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] (1) 本発明の少なくとも一実施形態に係るバーナは、燃料プレナム内を延在し、空気が内部に供給されるように構成された少なくとも1本の混合管と、

前記燃料プレナムに供給された燃料を、前記少なくとも1本の混合管の内部に噴射するための複数の燃料噴射孔と、を備え、

前記少なくとも1本の混合管を該混合管の軸方向に視たとき、前記複数の燃料噴射孔の各々の中心軸は、前記混合管の周方向に関して、前記混合管の半径方向に対して同一方向に傾斜している。

[0008] 上記(1)の構成によれば、混合管に燃料を噴射するための複数の燃料噴射孔を、周方向に関し、半径方向に対して同一の方向に傾斜するように設けたので、これらの複数の燃料噴射孔から燃料を噴射すると、噴射された燃料は、周方向に関して同一方向（即ち、軸方向に視たとき時計回り又は反時計回りの方向）の旋回成分を持つことになる。これにより、混合管の軸方向に視たときに、複数の燃料噴射孔から噴射された燃料が互いに衝突するまでの距離を長くすることができ、軸直交方向の断面内にて燃料と空気の混合に用いられる領域の面積の割合が大きくなるため、混合管内での燃料と空気の混

合が促進され、該断面内で燃料濃度が局所的に高濃度となるのを抑制して燃料濃度の分布を均一化することができる。これにより、燃料の燃焼時に生じる NO_x を効果的に低減することができる。

また、上記（１）の構成によれば、上述のように燃料と空気の混合が促進されるため、燃料と空気の混合に要する軸方向距離を従来に比べて低減することができるため、バーナをコンパクト化することができる。

[0009] （２）幾つかの実施形態では、上記（１）の構成において、
前記複数の燃料噴射孔は、前記少なくとも１本の混合管に設けられている。

[0010] 上記（２）の構成によれば、混合管内に燃料を供給するための混合管自体に燃料噴射孔を設けたので、簡素な構成で、上記（１）で述べたように、混合管内での燃料と空気の混合を促進して、燃料の燃焼時に生じる NO_x を効果的に低減することができる。

[0011] （３）幾つかの実施形態では、上記（１）の構成において、
前記バーナは、
少なくとも部分的に前記混合管よりも軸方向上流側に位置し、前記燃料プレナムと連通する上流側空間を形成するノズル部材をさらに備え、
前記複数の燃料噴射孔は、前記ノズル部材に設けられている。

[0012] 通常、混合管よりも上流側の位置における流路面積は、混合管内部における流路面積よりも広い。この点、上記（３）の構成では、少なくとも部分的に混合管よりも上流側に位置するノズル部材を設けたので、混合管に供給される空気の軸方向速度は、混合管よりも上流側の位置（例えばノズル部材の位置）において比較的遅く、混合管の内部では比較的速くなる。このため、ノズル部材に設けられた燃料噴射孔から噴射された燃料は、混合管よりも上流側の位置において、軸方向に進むにつれて径方向にて軸中心に近づきやすくなる。よって、混合管よりも上流側の領域から混合管の内部に流入した燃料は、混合管の壁面から離れた領域に位置しやすくなる。よって、混合管の壁面近傍の燃料濃度を低減しやすくなり、混合管の壁面近傍における高燃料

濃度に起因する逆火を効果的に抑制することができる。

[0013] (4) 幾つかの実施形態では、上記(3)の構成において、

前記バーナは、

前記燃料プレナムを区画する上流側プレート及び下流側プレートを備え、

前記ノズル部材は、前記上流側プレートに支持される。

[0014] 上記(4)の構成によれば、燃料プレナムを区画する上流側プレートを利用してノズル部材を支持するようにしたので、簡素な構成でありながら、上記(3)で述べたように、混合管の壁面近傍の燃料濃度を低減しやすくして、混合管の壁面近傍に燃料が存在することに起因する逆火を効果的に抑制することができる。

[0015] (5) 幾つかの実施形態では、上記(3)又は(4)の構成において、

前記少なくとも1本の混合管は複数の混合管を含み、

前記ノズル部材は、前記複数の混合管の内部に前記燃料を噴射するようにそれぞれ構成された複数の前記燃料噴射孔を含む。

[0016] 上記(5)の構成によれば、1つのノズル部材から、複数の混合管に対して燃料を噴射するようにしたので、複数の混合管への燃料の供給効率を向上させることができ、あるいは、予混合気の生成効率を向上させることができる。

[0017] (6) 幾つかの実施形態では、上記(1)乃至(5)の何れかの構成において、

前記少なくとも1本の混合管の軸方向の断面において、前記燃料噴射孔の各々の前記中心軸は、前記混合管の半径方向に対して傾斜している。

[0018] 上記(6)の構成によれば、燃料噴射孔を、混合管の半径方向に対して傾斜するように設けたので、複数の燃料噴射孔から噴射された燃料が互いに衝突するまでの軸方向における距離を長くすることができる。よって、混合管内での燃料と空気の混合をより促進することができ、これにより、燃料の燃焼時に生じる NO_x をより効果的に低減することができる。

[0019] (7) 幾つかの実施形態では、上記(1)乃至(6)の何れかの構成におい

て、

前記バーナは、

前記燃料プレナムを区画する上流側プレート及び下流側プレートを備え、

前記少なくとも 1 本の混合管は、前記上流側プレート及び前記下流側プレートを貫通するように設けられる。

[0020] 上記（７）の構成によれば、少なくとも 1 本の混合管を上流側プレート及び下流側プレートを貫通するように設けたので、燃料プレナムを区画する上流側プレート及び下流側プレートを利用して混合管を支持した簡素な構成で、上記（１）で述べたように、混合管内での燃料と空気の混合が促進され、これにより、燃料の燃焼時に生じる NO_x を効果的に低減することができる。

[0021] （８）幾つかの実施形態では、上記（１）乃至（７）の何れかの構成において、

前記少なくとも 1 本の混合管は複数の混合管を含み、

前記複数の混合管が 1 つの前記燃料プレナム内を延在するように設けられる。

[0022] 上記（８）の構成によれば、上流側プレート及び下流側プレートで区画される燃料プレナムに対して複数の混合管を設けたので、限られたスペースに多数の混合管を設けることができるので、バーナのコンパクト化が可能であり、あるいは、バーナにおける予混合気の生成効率を向上させることができる。

[0023] （９）本発明の少なくとも一実施形態に係る燃焼器は、

上記（１）乃至（８）の何れか一項に記載のバーナと、

前記バーナの下流側に設けられた燃焼筒と、

を備える。

[0024] 上記（９）の構成によれば、混合管に燃料を噴射するための複数の燃料噴射孔を、周方向に関し、半径方向に対して同一の方向に傾斜するように設けたので、これらの複数の燃料噴射孔から燃料を噴射すると、噴射された燃料

は、周方向に関して同一方向（即ち、軸方向に視たとき時計回り又は反時計回りの方向）の旋回成分を持つことになる。これにより、混合管の軸方向に視たときに、複数の燃料噴射孔から噴射された燃料が互いに衝突するまでの距離を長くすることができ、軸直交方向の断面内にて混合に用いられる面積の割合が大きくなるため、混合管内での燃料と空気の混合が促進され、該断面内で局所的に高濃度となるのを抑制して濃度分布を均一化することができる。これにより、燃料の燃焼時に生じる NO_x を効果的に低減することができる。

また、上記（９）の構成によれば、上述のように燃料と空気の混合が促進されるため、燃料と空気の混合に要する軸方向距離を従来に比べて低減することができるため、バーナをコンパクト化することができる。

[0025] （１０）本発明の少なくとも一実施形態に係るガスタービンは、

上記（９）に記載の燃焼器を備える。

[0026] 上記（１０）の構成によれば、混合管に燃料を噴射するための複数の燃料噴射孔を、周方向に関し、半径方向に対して同一の方向に傾斜するように設けたので、これらの複数の燃料噴射孔から燃料を噴射すると、噴射された燃料は、周方向に関して同一方向（即ち、軸方向に視たとき時計回り又は反時計回りの方向）の旋回成分を持つことになる。これにより、混合管の軸方向に視たときに、複数の燃料噴射孔から噴射された燃料が互いに衝突するまでの距離を長くすることができ、軸直交方向の断面内にて混合に用いられる面積の割合が大きくなるため、混合管内での燃料と空気の混合が促進され、該断面内で局所的に高濃度となるのを抑制して濃度分布を均一化することができる。これにより、燃料の燃焼時に生じる NO_x を効果的に低減することができる。

また、上記（１０）の構成によれば、上述のように燃料と空気の混合が促進されるため、燃料と空気の混合に要する軸方向距離を従来に比べて低減することができるため、バーナをコンパクト化することができる。

発明の効果

[0027] 本発明の少なくとも一実施形態によれば、燃料燃焼時に生じる NO_x を効果的に低減可能なバーナ及びこれを備えた燃焼器及びガスタービンが提供される。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]一実施形態に係るガスタービンの概略構成図である。

[図2]一実施形態に係るガスタービンの燃焼器を示す概略断面図である。

[図3]一実施形態に係る燃焼器のバーナ出口近傍を下流側から見た概略的な斜視図である。

[図4]一実施形態に係るバーナの軸方向に沿った部分的な断面図である。

[図5]図4に示すバーナの混合管の軸直交方向における断面図である。

[図6]一実施形態に係るバーナの軸方向に沿った部分的な断面図である。

[図7]図6に示すバーナの混合管の軸直交方向における断面図である。

[図8]図6に示すバーナの入口近傍を上流側から見た概略的な斜視図である。

[図9]混合管内における軸方向位置と、その軸方向位置における軸直交断面内での燃料濃度の最大値との関係の一例を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0029] 以下、添付図面を参照して本発明の幾つかの実施形態について説明する。

ただし、実施形態として記載されている又は図面に示されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、本発明の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

[0030] まず、幾つかの実施形態に係るバーナ及び燃焼器の適用先の一例であるガスタービンについて、図1を参照して説明する。図1は、一実施形態に係るガスタービンの概略構成図である。図1に示すように、ガスタービン100は、圧縮空気を生成するための圧縮機2と、圧縮空気及び燃料を用いて燃焼ガスを発生させるための燃焼器4と、燃焼ガスによって回転駆動されるように構成されたタービン6と、を備える。発電用のガスタービン100の場合、タービン6には不図示の発電機が連結される。

[0031] 圧縮機2は、圧縮機車室10側に固定された複数の静翼16と、静翼16

に対して交互に配列されるようにロータ 8 に植設された複数の動翼 18 と、を含む。

圧縮機 2 には、空気取入口 12 から取り込まれた空気が送られるようになっており、この空気は、複数の静翼 16 及び複数の動翼 18 を通過して圧縮されることで高温高圧の圧縮空気となる。

[0032] 燃焼器 4 には、燃料と、圧縮機 2 で生成された圧縮空気とが供給されるようになっており、該燃焼器 4 において燃料が燃焼され、タービン 6 の作動流体である燃焼ガスが生成される。図 1 に示すように、ガスタービン 100 は、ケーシング 20 内にロータ 8 を中心として周方向に沿って複数配置された燃焼器 4 を有する。

[0033] タービン 6 は、タービン車室 22 によって形成される燃焼ガス通路に設けられる複数の静翼 24 及び動翼 26 を含む。タービン 6 の静翼 24 及び動翼 26 は、燃焼ガスの流れに関して燃焼器 4 の下流側に設けられている。

静翼 24 はタービン車室 22 側に固定されており、ロータ 8 の周方向に沿って配列される複数の静翼 24 が静翼列を構成している。また、動翼 26 はロータ 8 に植設されており、ロータ 8 の周方向に沿って配列される複数の動翼 26 が動翼列を構成している。静翼列と動翼列とは、ロータ 8 の軸方向において交互に配列されている。

タービン 6 では、燃焼ガス通路に流れ込んだ燃焼器 4 からの燃焼ガスが複数の静翼 24 及び複数の動翼 26 を通過することでロータ 8 が回転駆動され、これにより、ロータ 8 に連結された発電機が駆動されて電力が生成されるようになっている。タービン 6 を駆動した後の燃焼ガスは、排気室 30 を介して外部へ排出される。

[0034] 図 2 は、一実施形態に係るガスタービン 100 の燃焼器 4 を示す概略断面図である。図 3 は、燃焼器 4 のバーナ 50 出口近傍を下流側から見た概略的な斜視図である。図 2 に示すように、燃焼器 4 は、燃料を燃焼させるためのバーナ 50 と、バーナ 50 の下流側（即ち、バーナ 50 よりもタービン 6 に近い側）に設けられた燃焼筒 46 と、を備えている。

- [0035] バーナ50は、軸方向（バーナ50の軸線Lの方向）に沿って設けられる筒部材105と、軸方向において離れて設けられる上流側プレート111及び下流側プレート113と、筒部材105の内側において上流側プレート111と下流側プレート113との間に形成される空間である燃料プレナム122を通るように設けられる混合管131と、を備えている。図示する例では、複数の混合管131が燃料プレナム122を通過するように設けられている。
- [0036] 上流側プレート111及び下流側プレート113は、軸方向に直交する面に沿って設けられており、例えば円板上の形状を有していてもよい。筒部材105は、該筒部材105の周囲に設けられる支持部材106によってケーシング20に支持されている。混合管131の各々は、上流側プレート111及び下流側プレート113を貫通するように軸方向に沿って延びており、上流側端に位置する流入口142と、下流側端に位置する混合気噴射孔141を有している（図3参照）。すなわち、上流側プレート111及び下流側プレート113には、混合管131が貫通する貫通孔が形成されている。
- [0037] 燃料プレナム122には、燃料ポート52からの燃料が燃料通路（不図示）を介して供給されるようになっており、供給された燃料は燃料プレナム122内に貯留されるようになっている。
- [0038] また、混合管131の内部には、空気が供給されるようになっている。より具体的には、ケーシング20の内部にてバーナ50の上流側（即ち、バーナ50を挟んで燃焼筒46とは反対側）に空気室121が形成されており、該空気室121には、車室40から空気流路110を介して空気（圧縮空気）が流入して充満するようになっている。そして、空気室121内の空気が、流入口142を介して混合管131の内部に供給されるようになっている。
- [0039] 混合管131の内部では、燃料プレナム122から混合管131に供給される燃料と、流入口142を介して混合管131に供給される空気とが、下流側に向かって（すなわち燃焼筒46側に向かって）流れながら混合され、

予混合気が生成される。なお、燃料プレナム 122 からの燃料は、後述する燃料噴射孔 133 から混合管 131 内に噴射される。混合管 131 内で生成した予混合気は、混合管 131 の下流側端に設けられた混合気噴射孔 141 から燃焼筒 46 によって形成される燃焼室 124 に噴射され、図示しない種火によって着火されて燃焼するようになっている。

[0040] 以下、幾つかの実施形態に係るバーナ 50 についてより詳細に説明する。以下に説明するバーナ 50 は、例えば上述したガスタービン 100 及び燃焼器 4 に適用される。

[0041] 図 4 及び図 6 は、それぞれ、一実施形態に係るバーナ 50 の軸方向に沿った部分的な断面図である。図 5 及び図 7 は、それぞれ、図 4 及び図 6 に示すバーナ 50 の混合管 131 の軸直交方向における断面図であり、図 8 は、図 6 に示すバーナ 50 の入口近傍を上流側から見た概略的な斜視図である。

[0042] 既に述べたように、バーナ 50 は、燃料プレナム 122 内を延在し、空気が内部に供給されるように構成された少なくとも 1 本の混合管 131 を有する。なお、図 4 及び図 6 に示す例示的な実施形態において、バーナ 50 は、複数の混合管 131 を有している。混合管 131 の各々は、燃料プレナム 122 を区画する上流側プレート 111 及び下流側プレート 113 を貫通するように設けられ、これらの上流側プレート 111 及び下流側プレート 113 に支持されている。

[0043] 図 4 及び図 6 に示すように、バーナ 50 は、さらに、燃料プレナム 122 に供給された燃料を、混合管 131 の内部に噴射するための複数の燃料噴射孔 133 (133A、133B) を備えている。そして、混合管 131 を該混合管 131 の軸方向に視たとき、複数の燃料噴射孔 133 の各々の中心軸 O は、混合管 131 の周方向に関して、該混合管 131 の半径方向に対して同一方向に傾斜している。

[0044] より具体的に説明すると、図 4 及び図 5 に示す例示的な実施形態では、複数の燃料噴射孔 133A は、混合管 131 を形成する管壁 131a に設けられた貫通孔であり、1 本の混合管 131 に対して、複数の燃料噴射孔 133

Aが、周方向に離れて配列されている。本実施形態では、図5に示すように、混合管131の中心軸O周りに、約90度ずつ離れて、4つの燃料噴射孔133Aが設けられている。

[0045] また、図6～図8に示す例示的な実施形態では、バーナ50は、燃料プレナム122と連通する上流側空間136を形成するノズル部材132をさらに備えている。この実施形態において、ノズル部材132は、燃料プレナム122を形成する上流側プレート111に設けられた孔に部分的に挿入される筒部132aと、筒部132aの上流端の開口端を閉塞する底部132bと、を含む。すなわち、ノズル部材132は、上流側プレート111に支持されているとともに、部分的に混合管131よりも軸方向上流側に位置している。また、ノズル部材132の内部には、混合管131よりも上流側に位置する上流側空間136が形成されている。

[0046] この実施形態では、図7に示すように、複数の燃料噴射孔133Bは、ノズル部材132を形成する筒部132aに設けられた貫通孔である。また、ノズル部材132には、該ノズル部材132の周方向に離れて配列されている。より具体的には、1つのノズル部材132には、該ノズル部材132の中心軸Q周りに、約90度ずつ離れて、4つの燃料噴射孔133Bが設けられている。

[0047] また、この実施形態では、図7及び図8に示すように、軸方向視したとき、1本の混合管131を囲むように、複数のノズル部材132が設けられている。より具体的には、1本の混合管131の周囲に、該混合管131の中心軸O周りに約90度ずつ離れて、4つのノズル部材132が設けられている。

さらに、図7及び図8に示すように、軸方向視したとき、1つのノズル部材132を囲むように、複数の混合管131が設けられている。より具体的には、1つのノズル部材132の周囲に、該ノズル部材132の中心軸Q周りに約90度ずつ離れて、4つの混合管131が設けられている。即ち、軸方向視したとき、複数の混合管131と、複数のノズル部材132とが、千

鳥状に配列されている。

[0048] そして、ノズル部材 1 3 2 の各々は、該ノズル部材 1 3 2 の周囲に設けられた複数の混合管 1 3 1 の内部に、燃料噴射孔 1 3 3 B から燃料を噴射するようにそれぞれ構成されている。

[0049] これらの実施形態において、軸方向視したとき、1つの混合管 1 3 1 の周囲に設けられる複数の燃料噴射孔 1 3 3 (1 3 3 A、1 3 3 B) は、該混合管 1 3 1 の周方向に関して、該混合管 1 3 1 の半径方向に対して同一方向に傾斜している。すなわち、図 5 及び図 7 に示すように、混合管 1 3 1 の周囲に設けられる複数の燃料噴射孔 1 3 3 (1 3 3 A、1 3 3 B) の各々の中心軸 P は、混合管 1 3 1 の周方向に関して、該混合管 1 3 1 の半径方向に対して同一方向に、それぞれ、 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ だけ傾斜している（ただし、 $\theta 1 \sim \theta 4$ は 0 度より大きい）。典型的には角度 $\theta 1 \sim \theta 4$ は、略同一である。

[0050] 上述した構成のバーナ 5 0 によれば、混合管 1 3 1 に燃料を噴射するための複数の燃料噴射孔 1 3 3 (1 3 3 A、1 3 3 B) を、周方向に関し、半径方向に対して同一の方向に傾斜するように設けたので、これらの複数の燃料噴射孔 1 3 3 から燃料を噴射すると、噴射された燃料は、周方向に関して同一方向（図 5 及び図 7 における反時計回りの方向）の旋回成分を持つことになる。これにより、混合管 1 3 1 の軸方向に視たときに、複数の燃料噴射孔 1 3 3 から噴射された燃料が互いに衝突するまでの距離を長くすることができ、軸直交方向の断面内にて燃料と空気の混合に用いられる領域の面積の割合が大きくなるため、混合管 1 3 1 内での燃料と空気の混合が促進され、該断面内で局所的に高濃度となるのを抑制して燃料濃度の分布を均一化することができる。これにより、燃料の燃焼時に生じる NO_x を効果的に低減することができる。

[0051] ここで、図 9 は、混合管 1 3 1 内における軸方向位置（横軸）と、その軸方向位置における軸直交断面内での燃料濃度の最大値（断面内最高濃度；縦軸）との関係の一例を示すグラフである。グラフ中の曲線 2 5 0 は、軸方向

視において燃料噴射孔 1 3 3 の中心軸 P が半径方向に対して傾斜していない場合（即ち、中心軸 P の半径方向に対する傾斜角 θ （図 5、図 7 参照）が 0 度の場合）のものを示し、曲線 2 5 2 は、軸方向視において燃料噴射孔 1 3 3 の中心軸 P が半径方向に対して傾斜している場合（即ち、上述の傾斜角 θ が 0 度よりも大きい場合）のものを示す。図 9 のグラフでは、曲線 2 5 0 に比べ、曲線 2 5 2 は、より上流側において上述の断面内最高濃度が低くなっており、すなわち、より上流側で燃料濃度分布が均一なものとなっており、混合状態が良好であることを示す。

[0052] このように、燃料噴射孔 1 3 3 の中心軸 P が半径方向に対して傾斜した上述の実施形態では、燃料噴射孔 1 3 3 の中心軸 P が半径方向に対して傾斜していない場合に比べて、燃料と空気の混合が促進されるため、燃料と空気の混合に要する軸方向距離を低減することができる。よって、混合管 1 3 1 の長さを短く設定することができ、このためバーナ 5 0 をコンパクト化することができる。これにより、混合管 1 3 1 や筒部材 1 0 5 の軸方向長さを短くすることができるため、バーナ 5 0 の製作コストを低減することができる。また、混合管 1 3 1 や筒部材 1 0 5 が短縮されるため、これらの部材で生じ得る不安定振動の周波数帯域がより限定的になるため、燃焼振動の低減を図ることができる。

[0053] なお、燃料噴射孔 1 3 3 の各々の中心軸 P の、混合管 1 3 1 の半径方向に対する傾斜角度 θ は、15 度以上 55 度以下であってもよい。

[0054] 上述したように、図 6～8 に示す例示的な実施形態では、少なくとも部分的に混合管 1 3 1 よりも上流側に位置するノズル部材 1 3 2 に燃料噴射孔 1 3 3 B を設けている。そして、図 6 に示されるように、ノズル部材 1 3 2 は、混合管 1 3 1 に対して径方向外側に位置しているので、混合管 1 3 1 よりも上流側の位置（ノズル部材 1 3 2 が設けられている軸方向位置）における領域 R 1 の流路面積は、混合管 1 3 1 内部における流路面積よりも広い。

[0055] したがって、図 6～図 8 に示す実施形態では、混合管 1 3 1 に供給される空気の軸方向速度は、混合管 1 3 1 よりも上流側の位置（領域 R 1）におい

て比較的遅く、混合管 131 の内部では比較的速くなる。このため、ノズル部材 132 に設けられた燃料噴射孔 133 B から噴射された燃料は、混合管 131 よりも上流側の位置（領域 R1）において、軸方向に進むにつれて径方向にて混合管 131 の中心軸 O に近づきやすくなる。よって、混合管 131 よりも上流側の領域から混合管 131 の内部に流入した燃料は、混合管 131 の壁面 131 b（管壁 131 a の内周面）から離れた領域に位置しやすくなる。よって、混合管 131 の壁面近傍の燃料濃度を低減しやすくなり、混合管 131 の壁面近傍の燃料濃度が高いことに起因する逆火を効果的に抑制することができる。

[0056] 幾つかの実施形態では、例えば図 6 に示すように、混合管 131 の軸方向の断面において、燃料噴射孔 133 B の各々の中心軸 P は、混合管 131 の半径方向に対して傾斜している。即ち、図 6 に示す例では、燃料噴射孔 133 B の各々の中心軸 P は、混合管 131 の半径方向に対する角度 ϕ が 0 度よりも大きい。

[0057] この場合、複数の燃料噴射孔 133 B から噴射された燃料が互いに衝突するまでの軸方向における距離を長くすることができる。よって、混合管 131 内での燃料と空気の混合をより促進することができ、これにより、燃料の燃焼時に生じる NOx をより効果的に低減することができる。

[0058] なお、幾つかの実施形態では、例えば図 4 に示すように、混合管 131 の軸方向を含む断面において、燃料噴射孔 133 の中心軸 P は、混合管 131 の中心軸 O に対して直交する方向に沿って延びていてもよい。すなわち、混合管 131 の軸方向の断面において、燃料噴射孔 133 の中心軸 P は、混合管 131 の半径方向に対して傾斜していなくてもよい。

また、幾つかの実施形態では、バーナ 50 を構成する混合管 131 の幾つかは、混合管 13 の軸方向に視たとき、中心軸が半径方向に沿って延びる燃料噴射孔を有していてもよい。すなわち、混合管 131 の軸方向に視たとき、該燃料噴射孔の中心軸は、混合管 131 の周方向に関して、混合管 131 の半径方向に対して傾斜していなくてもよい。

[0059] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上述した実施形態に限定されることはなく、上述した実施形態に変形を加えた形態や、これらの形態を適宜組み合わせた形態も含む。

[0060] 本明細書において、「ある方向に」、「ある方向に沿って」、「平行」、「直交」、「中心」、「同心」或いは「同軸」等の相対的或いは絶対的な配置を表す表現は、厳密にそのような配置を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の角度や距離をもって相対的に変位している状態も表すものとする。

例えば、「同一」、「等しい」及び「均質」等の物事が等しい状態であることを表す表現は、厳密に等しい状態を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の差が存在している状態も表すものとする。

また、本明細書において、四角形状や円筒形状等の形状を表す表現は、幾何学的に厳密な意味での四角形状や円筒形状等の形状を表すのみならず、同じ効果が得られる範囲で、凹凸部や面取り部等を含む形状も表すものとする。

また、本明細書において、一の構成要素を「備える」、「含む」、又は、「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的な表現ではない。

符号の説明

[0061]	2	圧縮機
	4	燃焼器
	6	タービン
	8	ロータ
	10	圧縮機車室
	12	空気取入口
	16	静翼
	18	動翼
	20	ケーシング

2 2	タービン車室
2 4	静翼
2 6	動翼
3 0	排気室
4 0	車室
4 6	燃焼筒
5 0	バーナ
5 2	燃料ポート
1 0 0	ガスタービン
1 0 5	筒部材
1 0 6	支持部材
1 1 0	空気流路
1 1 1	上流側プレート
1 1 3	下流側プレート
1 2 1	空気室
1 2 2	燃料プレナム
1 2 4	燃焼室
1 3 1	混合管
1 3 1 a	管壁
1 3 1 b	壁面
1 3 2	ノズル部材
1 3 2 a	筒部
1 3 2 b	底部
1 3 3, 1 3 3 A, 1 3 3 B	燃料噴射孔
1 3 6	上流側空間
1 4 1	混合気噴射孔
1 4 2	流入口
L	軸線

O 中心軸

P 中心軸

R 1 領域

請求の範囲

- [請求項1] 燃料プレナム内を延在し、空気が内部に供給されるように構成された少なくとも1本の混合管と、
前記燃料プレナムに供給された燃料を、前記少なくとも1本の混合管の内部に噴射するための複数の燃料噴射孔と、を備え、
前記少なくとも1本の混合管を該混合管の軸方向に視たとき、前記複数の燃料噴射孔の各々の中心軸は、前記混合管の周方向に関して、前記混合管の半径方向に対して同一方向に傾斜しているバーナ。
- [請求項2] 前記複数の燃料噴射孔は、前記少なくとも1本の混合管に設けられている
請求項1に記載のバーナ。
- [請求項3] 少なくとも部分的に前記混合管よりも軸方向上流側に位置し、前記燃料プレナムと連通する上流側空間を形成するノズル部材をさらに備え、
前記複数の燃料噴射孔は、前記ノズル部材に設けられている
請求項1に記載のバーナ。
- [請求項4] 前記燃料プレナムを区画する上流側プレート及び下流側プレートを備え、
前記ノズル部材は、前記上流側プレートに支持された
請求項3に記載のバーナ。
- [請求項5] 前記少なくとも1本の混合管は複数の混合管を含み、
前記ノズル部材は、前記複数の混合管の内部に前記燃料を噴射するようにそれぞれ構成された複数の前記燃料噴射孔を含む
請求項3又は4に記載のバーナ。
- [請求項6] 前記少なくとも1本の混合管の軸方向の断面において、前記燃料噴射孔の各々の前記中心軸は、前記混合管の半径方向に対して傾斜している

請求項 1 乃至 5 の何れか一項に記載のバーナ。

[請求項7] 前記燃料プレナムを区画する上流側プレート及び下流側プレートを備え、

前記少なくとも 1 本の混合管は、前記上流側プレート及び前記下流側プレートを貫通するように設けられた

請求項 1 乃至 6 の何れか一項に記載のバーナ。

[請求項8] 前記少なくとも 1 本の混合管は複数の混合管を含み、

前記複数の混合管が 1 つの前記燃料プレナム内を延在するように設けられた

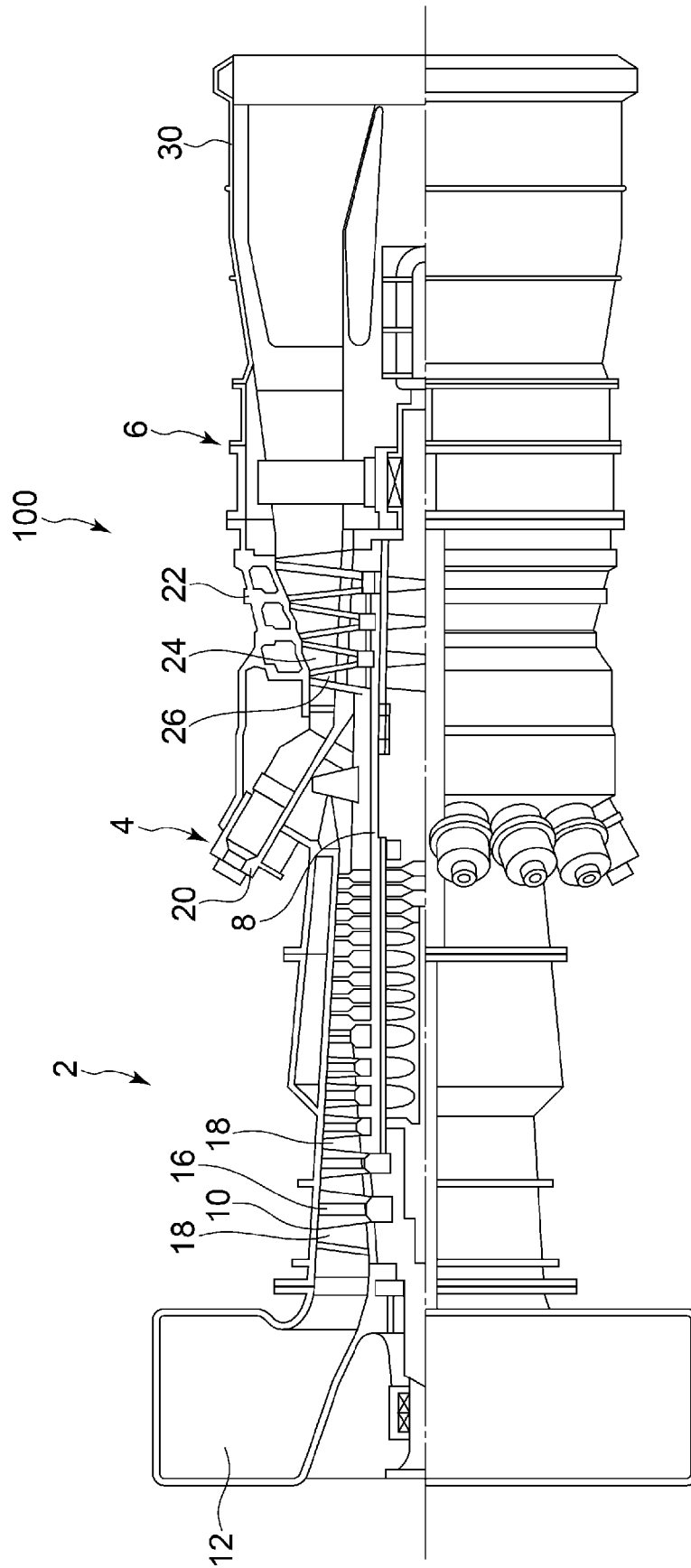
請求項 1 乃至 7 の何れか一項に記載のバーナ。

[請求項9] 請求項 1 乃至 8 の何れか一項に記載のバーナと、

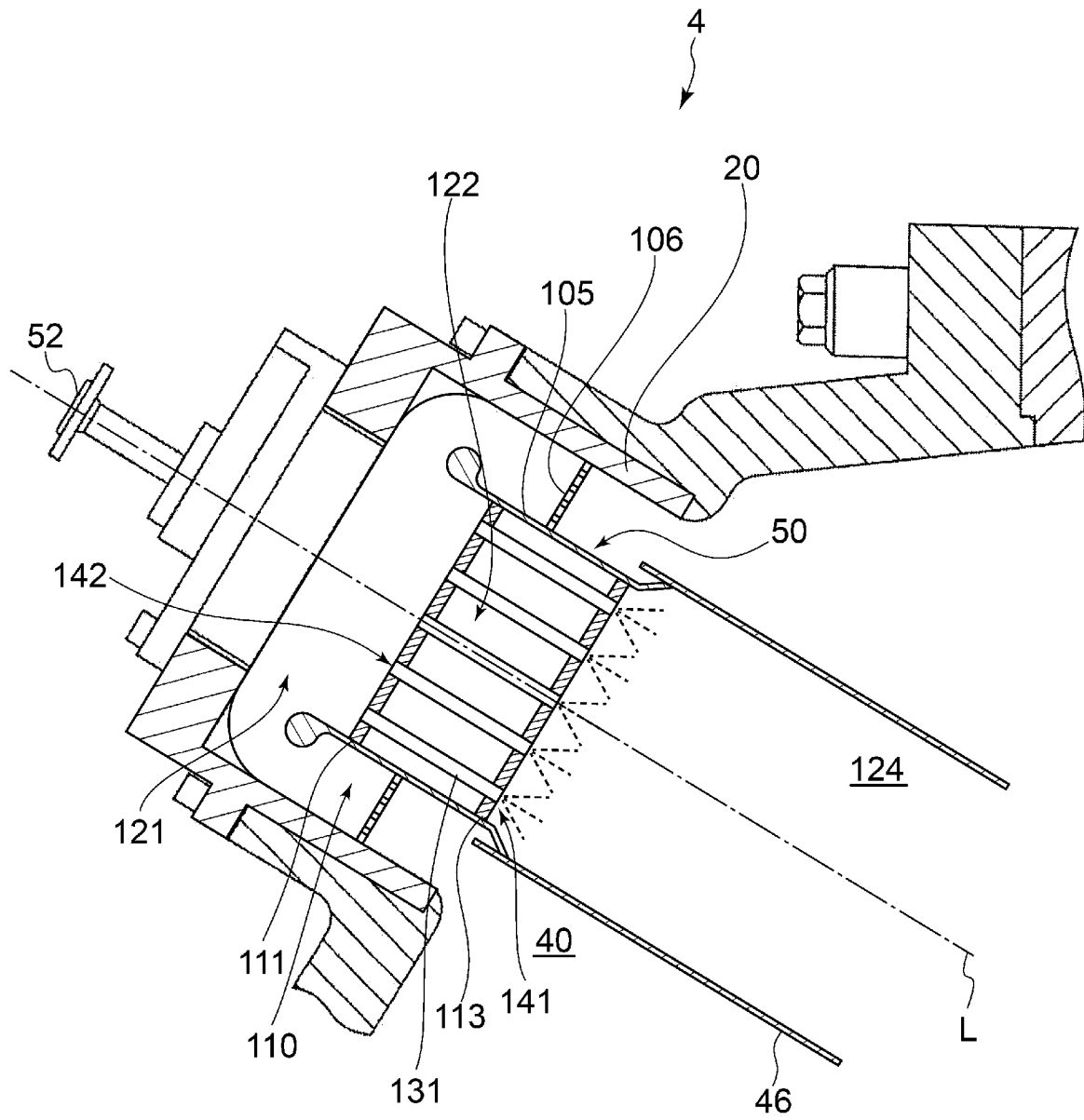
前記バーナの下流側に設けられた燃焼筒と、
を備える燃焼器。

[請求項10] 請求項 9 に記載の燃焼器を備えるガスタービン。

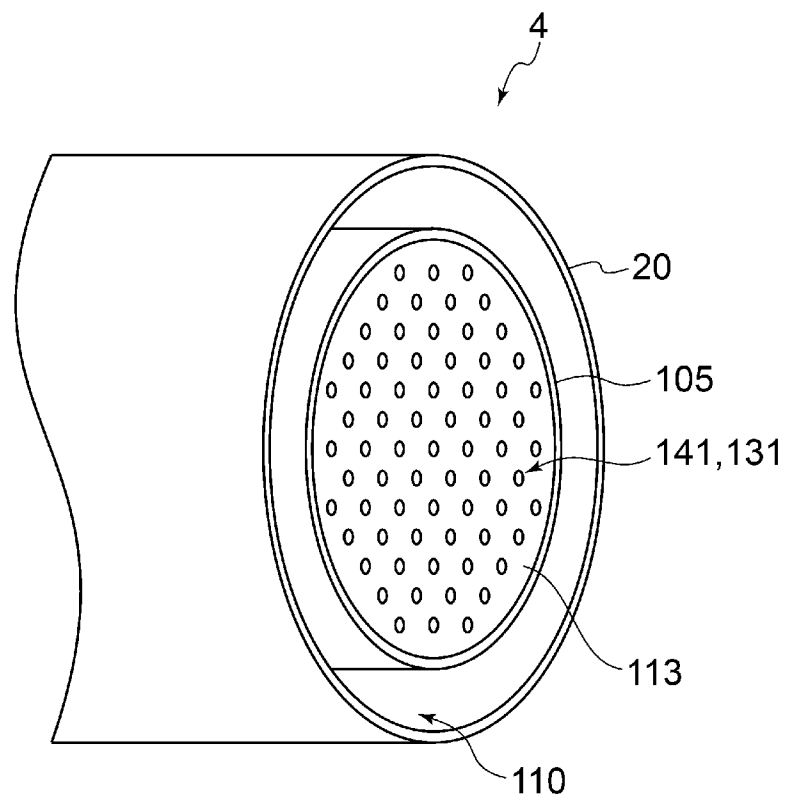
[図1]



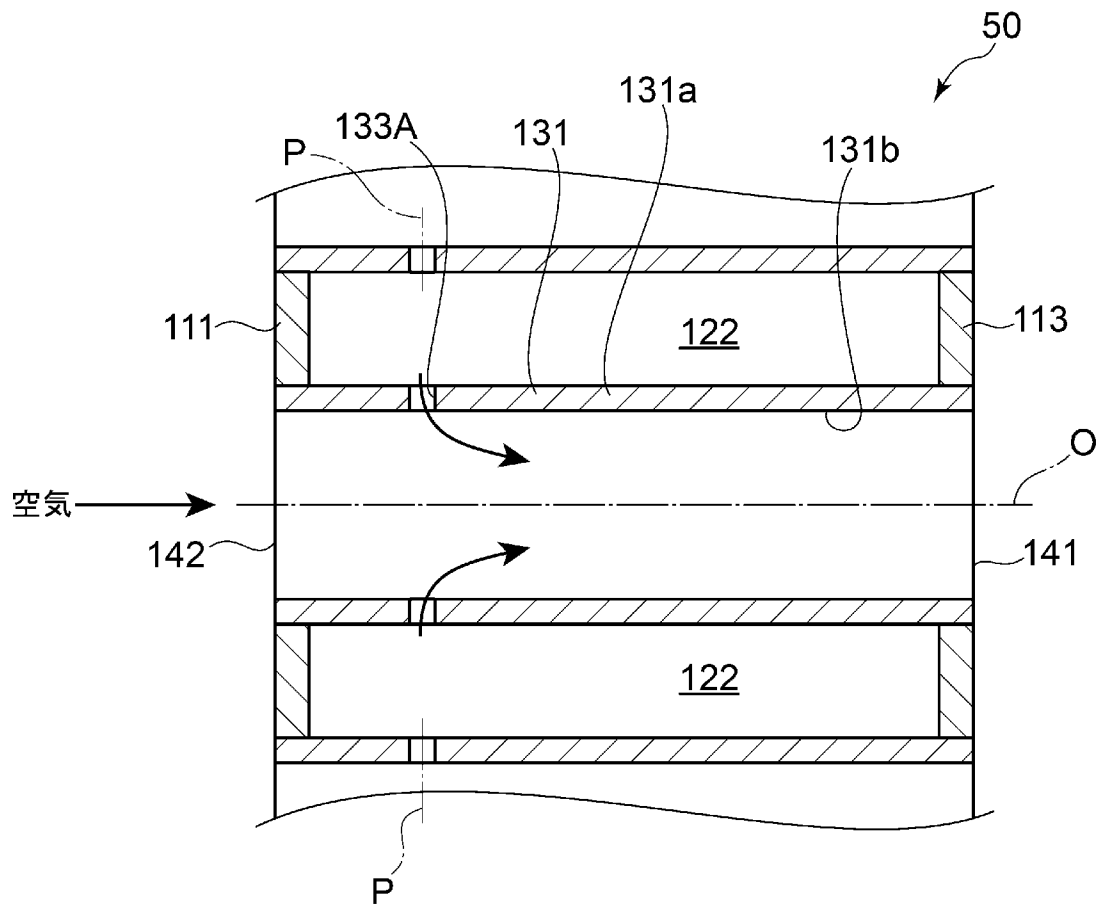
[図2]



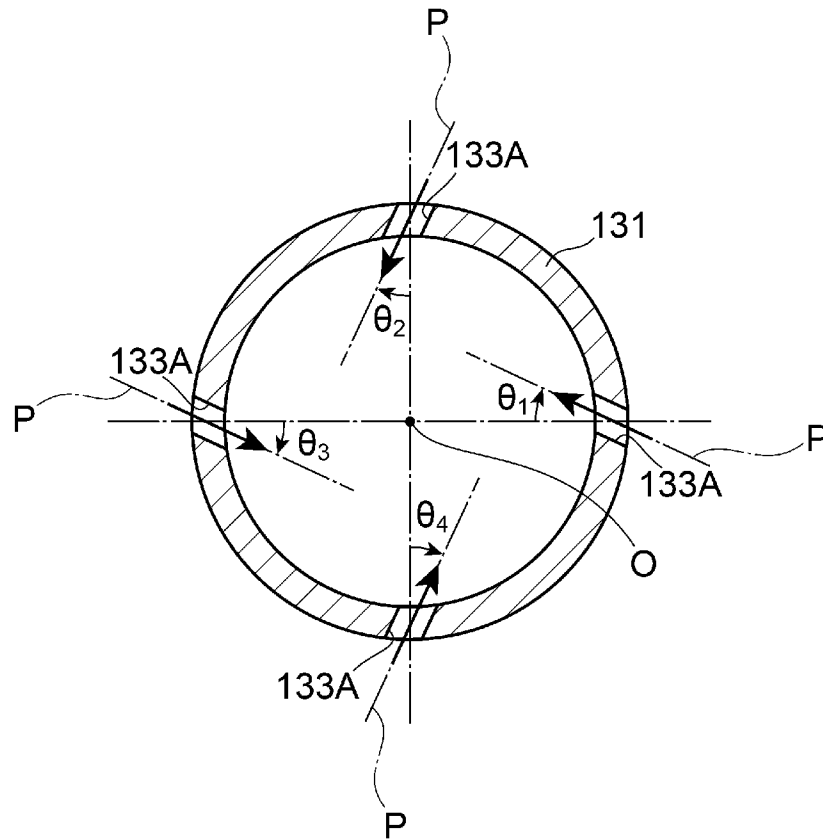
[図3]



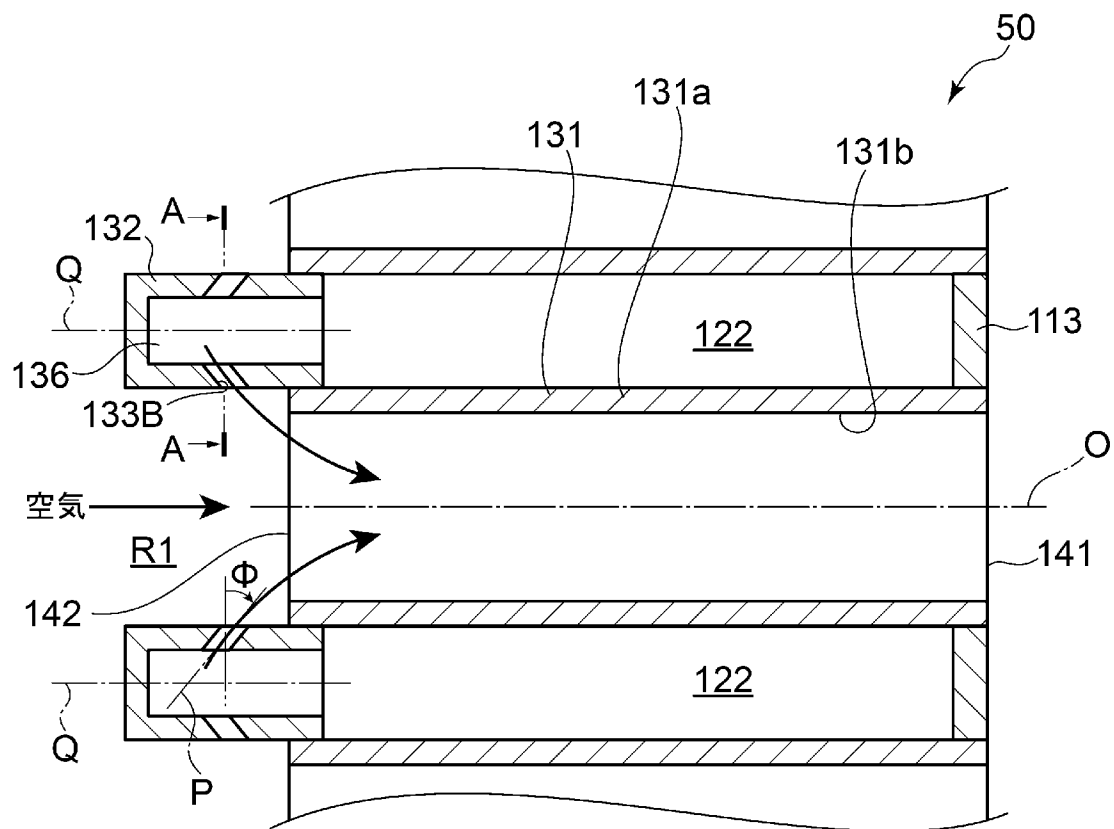
[図4]



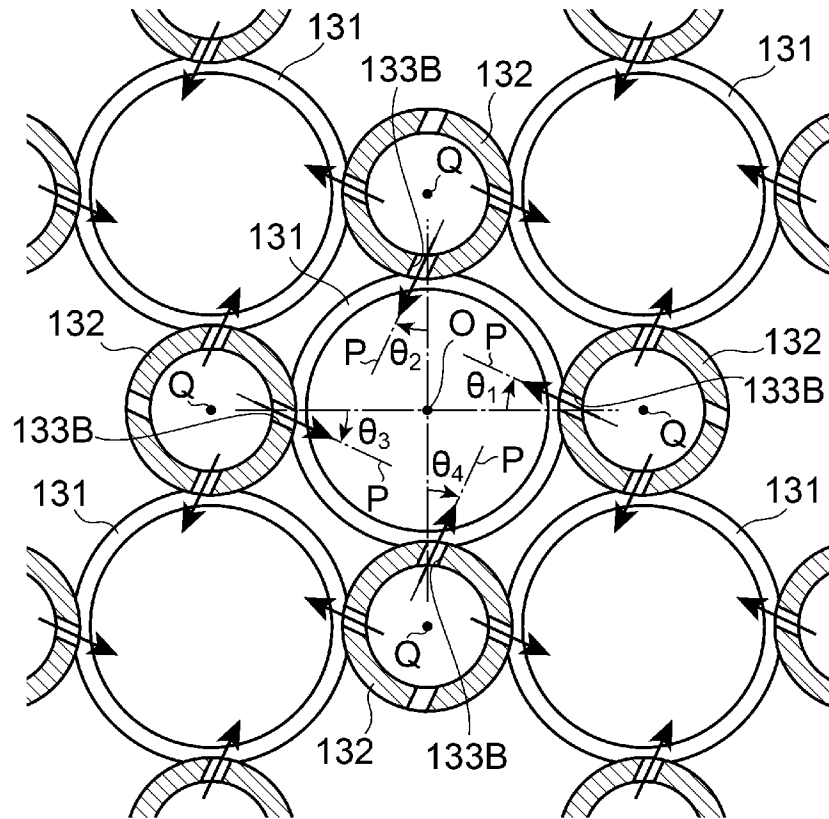
[図5]



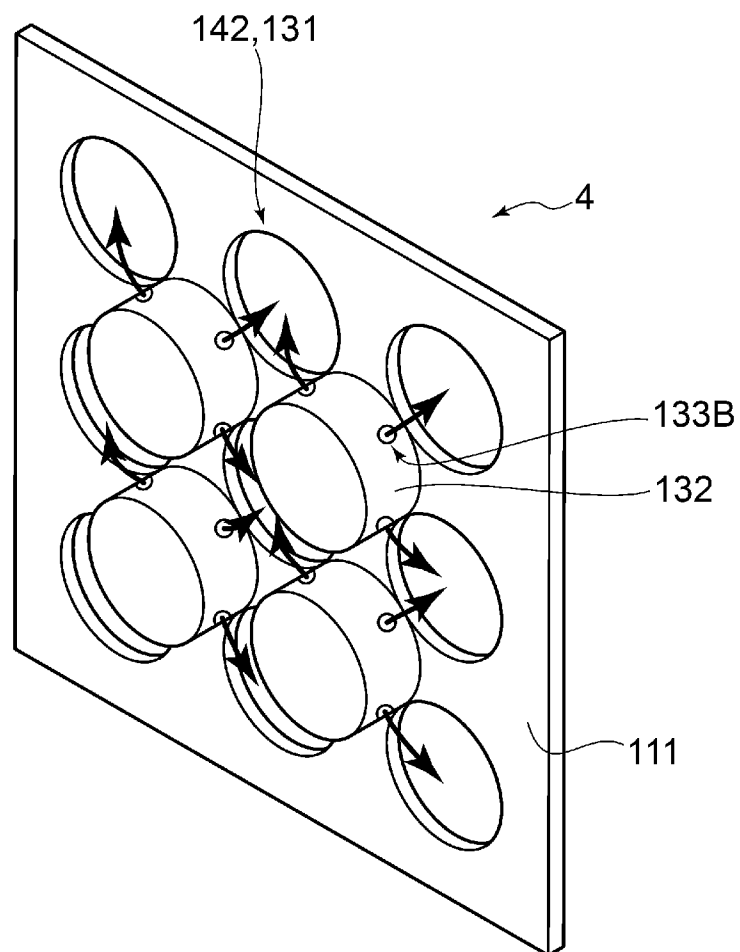
[図6]



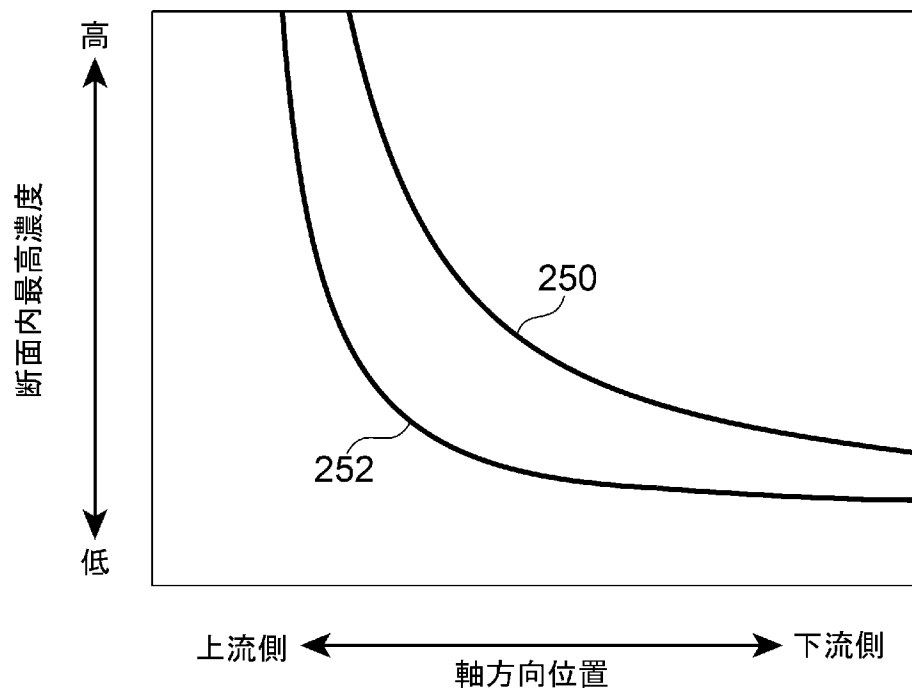
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/002042

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F23D 11/10 (2006.01)i; F23D 11/12 (2006.01)i; F23D 11/38 (2006.01)i; F23D 11/40 (2006.01)i; F23R 3/10 (2006.01)i; F23R 3/28 (2006.01)i
FI: F23D11/40 B; F23R3/10; F23R3/28 D; F23R3/28 B; F23D11/38 E;
F23D11/10 C; F23D11/12

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)

F23D11/10; F23D11/12; F23D11/38; F23D11/40; F23R3/10; F23R3/28

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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.
X	US 6623267 B1 (TIBBS M. Golladay, Jr.) 23.09.2003 (2003-09-23) in particular, see column 2, line 59 to column 3, line 7, fig. 1-3	1, 2, 6-7
Y	entire text, all drawings	8-10
Y	JP 2018-189285 A (MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.) 29.11.2018 (2018-11-29) in particular, see paragraphs [0025], [0031], [0035]-[0039], [0048]-[0050], [0055], fig. 1-3	8-10
Y	JP 9-303716 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 28.11.1997 (1997-11-28) in particular, see paragraphs [0018], fig. 1	9-10
A	JP 2004-170010 A (HITACHI, LTD.) 17.06.2004 (2004-06-17) entire text, all drawings	3-5



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
04 March 2020 (04.03.2020)

Date of mailing of the international search report
24 March 2020 (24.03.2020)

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
Information on patent family members

International application no.
PCT/JP2020/002042

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US 6623267 B1	23 Sep. 2003	WO 2004/061370 A1 CN 1732360 A	
JP 2018-189285 A	29 Nov. 2018	WO 2018/199289 A1 KR 10-2019-0128232 A	
JP 9-303716 A	28 Nov. 1997	US 6047551 A column 3, lines 10- 14, fig. 4	
JP 2004-170010 A	17 Jun. 2004	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F23D 11/10(2006.01)i; F23D 11/12(2006.01)i; F23D 11/38(2006.01)i; F23D 11/40(2006.01)i; F23R 3/10(2006.01)i; F23R 3/28(2006.01)i FI: F23D11/40 B; F23R3/10; F23R3/28 D; F23R3/28 B; F23D11/38 E; F23D11/10 C; F23D11/12		
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）） F23D11/10; F23D11/12; F23D11/38; F23D11/40; F23R3/10; F23R3/28		
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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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
X	US 6623267 B1 (Tibbs M. Golladay, Jr.) 23.09.2003 (2003-09-23) 特に、第2欄第59行-第3欄第7行, 図1-3参照	1, 2, 6-7
Y	全文, 全図	8-10
Y	JP 2018-189285 A (三菱日立パワーシステムズ株式会社) 29.11.2018 (2018-11-29) 特に、段落[0025], [0031], [0035]-[0039], [0048]-[0050], [0055], 図1-3参照	8-10
Y	JP 9-303716 A (三菱重工業株式会社) 28.11.1997 (1997-11-28) 特に、段落[0018], 図1参照	9-10
A	JP 2004-170010 A (株式会社日立製作所) 17.06.2004 (2004-06-17) 全文, 全図	3-5
☐ 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 “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抵触するものではなく、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 04.03.2020		国際調査報告の発送日 24.03.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 吉澤 伸幸 3L 3533 電話番号 03-3581-1101 内線 3337

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/002042

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
US	6623267	B1	23.09.2003	WO	2004/061370	A1	
				CN	1732360	A	
JP	2018-189285	A	29.11.2018	WO	2018/199289	A1	
				KR	10-2019-0128232	A	
JP	9-303716	A	28.11.1997	US	6047551	A	
				第3欄第10-14行, 図4			
JP	2004-170010	A	17.06.2004	(ファミリーなし)			