

(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
2016年6月30日(30.06.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/104725 A1

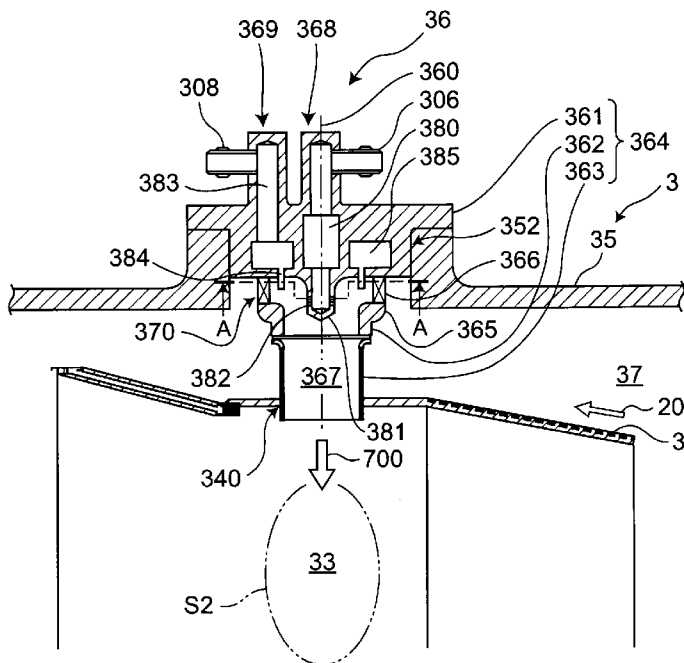
- (51) 国際特許分類:
F23R 3/34 (2006.01) F23R 3/28 (2006.01)
F02C 7/22 (2006.01) F23R 3/30 (2006.01)
F23C 99/00 (2006.01) F23R 3/36 (2006.01)
F23D 17/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/086273
- (22) 国際出願日: 2015年12月25日(25.12.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-263454 2014年12月25日(25.12.2014) JP
- (71) 出願人: 川崎重工業株式会社 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 緒方 正裕 (OGATA, Masahiro); 〒6738666 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社内 Hyogo (JP). 小田 剛生 (ODA, Takeo); 〒6738666 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社内 Hyogo (JP). 木下 康裕 (KINOSHITA, Yasuhiro); 〒6738666 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社内 Hyogo (JP). 平野 昂志 (HIRANO, Kohshi); 〒6738666 兵庫

県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社内 Hyogo (JP). 宇土 貴文 (UTO, Takahiro); 〒6738666 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社内 Hyogo (JP).

- (74) 代理人: 鮫島 睦, 外 (SAMEJIMA, Mutsumi et al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町8番1号 梅田阪急ビルオフィスタワー青山特許事務所 Osaka (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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),

[続葉有]

(54) Title: BURNER, COMBUSTOR, AND GAS TURBINE
(54) 発明の名称: パーナ、燃焼器、及びガスタービン



(57) Abstract: The present invention provides a burner, a combustor equipped with the burner, and a gas turbine, with which it is possible to premix a first hydrocarbon-based fuel (for example, natural gas), a second fuel (for example, hydrogen gas), and combustion air, and to spray into the combustion chamber of the combustor a thin and uniform concentration distribution of the premixed air, and with which it is possible to suppress the amount of NOx discharged. On the upstream side of the premix flow path, hydrogen gas is sprayed from second fuel spray nozzles, which project into the premix flow path, into the flow of the combustion air flowing toward the center from the outer edge of an outer cylinder, whereby a primary air-fuel mixture having a uniform concentration distribution is generated without affecting a low-speed region of the combustion air. Natural gas is then sprayed from first fuel spray nozzles into the primary air-fuel mixture, whereby the natural gas, which has a high specific gravity, and the primary air-fuel mixture are adequately mixed in a stirring fashion, and a secondary air-fuel mixture (premixed air) is generated that is lean and has a more uniform concentration distribution than the first air-fuel mixture. By combusting this type of premixed air in the combustion chamber, NOx in the combustion exhaust gas can be suppressed.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/104725 A1



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

本発明は、炭化水素系の第 1 燃料 (例えば、天然ガス)、第 2 燃料 (例えば、水素ガス)、及び燃焼用空気を予め混合し、希薄で且つ均一な濃度分布の予混合気を燃焼器の燃焼室に噴射することができると共に、 NO_x の排出量を抑制できるバーナ、そのバーナを具備する燃焼器、及びガスタービンを提供する。予混合流路の上流側において外筒の外縁から中心に向けて流れる燃焼用空気の流れの中に、予混合流路内に突出する各第 2 燃料噴射ノズルから水素ガスを噴射することで、燃焼用空気の低速域の影響がなく濃度分布の均一な 1 次混合気が生成される。その後、1 次混合気に第 1 燃料噴射ノズルから天然ガスを噴射することで、比重の大きい天然ガスと 1 次混合気が十分に攪拌混合されて希薄で且つ 1 次混合気よりも濃度分布が均一な 2 次混合気 (予混合気) が生成される。このような予混合気を燃焼室内で燃焼させることで、燃焼排ガス中の NO_x を抑制できる。

明 細 書

発明の名称：バーナ、燃焼器、及びガスタービン

技術分野

[0001] 本発明は、バーナ、燃焼器、及びガスタービンに関する。

背景技術

[0002] 近年、ガスタービンは、地球温暖化防止及び資源有効利用の観点からガスタービンの主要燃料である天然ガスに加え、石油化学プラント等の製造プロセスから副次的に発生する副生水素ガスを利用することが要望されている。

[0003] 特許文献1には、内部に燃焼室を形成する燃焼筒と、燃焼筒の外側を覆い該燃焼筒の周囲に、圧縮機から供給される圧縮空気（燃焼用空気という）の流路を形成するケーシングと、燃焼筒の上流側に配置され、第1燃料（石炭ガス化ガス）を燃焼室に噴射する第1燃料ノズル（メインバーナに相当する。）と、第1燃料ノズルの下流側であってケーシングから燃焼筒の周壁を貫通して配置された複数の第2燃料ノズル（追焚きバーナに相当する。）を有し、燃焼筒の周壁から燃焼室内に向けて第2燃料（水素含有ガス）を径方向内向きに噴射し、当該第2燃料を燃焼生成ガス中に拡散させて燃焼するガスタービン燃焼器が開示されている。

[0004] 一方、水や蒸気を使用せずにNO_xの排出量を抑制する方法として、希薄予混合燃焼方法（Dry Low Emission燃焼方法）が注目されており、近年、この燃焼方法を採用した燃焼器（DLE燃焼器）を有するガスタービンがプラント施設等で稼働している。

[0005] そこで、本出願人は、DLE燃焼器の燃焼室における下流側の領域において、燃焼用空気、炭化水素系の第1燃料（例えば天然ガス）、及び第2燃料（例えば水素ガス）を予め混合した希薄な予混合気を噴射する追焚きバーナを備えるガスタービンの燃焼器をPCT/JP2014/065657（未公開）において提案している。

[0006] この追焚きバーナは、上流側から予混合流路に導入した燃焼用空気と第1

、第2燃料を当該予混合流路内で混合して予混合気を生成し、当該予混合気を下流側から燃焼室に噴射して燃焼させるものであり、第1、2燃料を予混合室内に噴射する第1、2燃料噴出孔とを有している。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2011-75174号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 本出願人が提案している追焚きバーナの構造において燃焼用空気、第1燃料、及び第2燃料からなる予混合気を生成することを検討すると、水素ガスは天然ガスに比べて比重が極めて小さい（水素ガスの比重：0.09kg/m³N、天然ガスの比重：0.62kg/m³N）。このため、第2燃料噴出孔から噴出される水素ガス自体の貫通力（即ち、水素ガスが噴出する際の運動エネルギー）が小さく、予混合流路内で他の流体との攪拌混合が不十分となり、希薄で且つ均一な濃度分布の予混合気を生成することが困難である。即ち、燃焼の際に局所的な高温領域が発生する結果、NO_xの排出量が増大し、更なる改善の余地があった。

[0009] そこで、本発明は、炭化水素系の第1燃料（例えば、天然ガス）、第2燃料（例えば、水素ガス）、及び燃焼用空気を予め混合し、希薄で且つ均一な濃度分布の予混合気を燃焼器の燃焼室に噴射することができると共に、NO_xの排出量を抑制できるバーナ、そのバーナを具備する燃焼器、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

[0010] 本発明のバーナは、上流側から予混合流路に導入した燃焼用空気と燃料を前記予混合流路内で混合して予混合気を生成し、前記予混合気を下流側から燃焼室に噴射して燃焼させるバーナであって、内部に前記予混合流路が形成される外筒と、前記予混合流路の上流側において前記外筒の外縁から中心に

向けて燃焼用空気を供給する第1空気導入部と、第1燃料を前記予混合流路に導入する第1燃料導入部と、前記第1燃料より比重が小さい第2燃料を前記予混合流路に導入する第2燃料導入部を備え、前記第2燃料導入部は、前記予混合流路の上流側端部から下流側に向けて前記予混合流路内に突出して形成され、前記第1空気導入部から導入された圧縮空気に第2燃料を噴射する複数の第2燃料噴射ノズルを有し、前記燃焼用空気に対して前記第2燃料噴射ノズルから前記第2燃料が噴射されて1次混合気が生成され、前記1次混合気に対して前記第1燃料導入部から前記第1燃料が導入されて2次混合気生成されることを特徴とする。

[0011] この構成によれば、予混合流路の上流側を外筒の外縁から中心に向けて流れる燃焼用空気に対して、各第2燃料噴射ノズルから第2燃料が噴射されて1次混合気生成される。このとき、第2燃料は、予混合流路の上流側端部から予混合流路内に突出した第2燃料噴射ノズルから、予混合流路の上流側端部近傍において生じる圧縮空気の低速域（粘性境界層）を避けて燃焼用空気の流れの中に噴射される。このため、例えば水素ガスのように比重が小さく貫通力の低い第2燃料であっても上述した低流域で滞留するおそれがなく、希薄で且つ濃度分布の均一な1次混合気生成される。その後、1次混合気に対して、第1燃料導入部から第1燃料が導入されて2次混合気（予混合気）生成される。このとき、第1燃料は第2燃料よりも比重が大きいため、第1燃料と1次混合気が十分に攪拌混合されて希薄で且つ1次混合気よりも濃度分布が均一な2次混合気生成される。その結果、希薄で且つ濃度分布が均一な予混合気が燃焼室に供給され、燃焼排ガス中のNO_x量を抑制できる。

[0012] 前記バーナが備える前記第1燃料導入部は、前記予混合流路の上流側端部から前記外筒と同心状に前記予混合流路内に突出し、前記外筒の外縁に向けて前記第1燃料を噴射する第1燃料噴射ノズルを有していてもよい。

[0013] この構成によると、予混合流路の上流側を外筒の外縁から中心に流れる1次混合気は、第1燃料噴射ノズルの外周に沿って予混合流路の下流側に向け

て流れるようになり、その後、1次混合気に対して第1燃料噴射ノズルから第1燃料が噴射されて2次混合気が生成される。このとき、第1燃料は1次混合気の流れ方向と交差する方向に噴射されるため、第1燃料と1次混合気の混合が促進されて濃度分布が均一な2次混合気が生成される。その結果、希薄で且つ濃度分布が均一な予混合気は、燃焼室に供給され、燃焼排ガス中のNO_xを抑制できる。

[0014] 前記バーナは、前記予混合流路の上流側端部から前記外筒と同心状に前記予混合流路内に突出する整流突起部を備え、上記バーナが備える前記第1燃料導入部は、前記予混合流路の上流側端部であって前記整流突起部よりも外縁側に形成され、外筒の外縁側に傾斜する複数の第1燃料噴射孔を有していてもよい。

[0015] この構成によると、予混合流路の上流側を外筒の外縁から中心に向けて流れる1次混合気に対して、外筒の外縁側に傾斜した第1燃料噴射孔から1次混合気を噴射することで2次混合気は生成される。このとき、第1燃料は1次混合気の流れと交差する方向に噴射されるため、予混合流路内での1次混合気と第1燃料の混合が促進され、濃度分布が均一な2次混合気は生成される。その結果、希薄で且つ濃度分布が均一な予混合気は、燃焼室に供給され、NO_xの発生を抑制できる。また、2次混合気は、整流突起部に沿って方向を変えて下流側に流れ、速度を落とさずに燃焼室に噴射されるため、逆火を抑制できる。

[0016] 前記バーナは、前記予混合流路の上流側端部から前記外筒と同心状に前記予混合流路内に突出する整流突起部を備え、前記第1燃料導入部は、前記第1空気導入部よりも下流側において、前記外筒の外縁から中心に向けて前記第1燃料を噴射する複数の第1燃料噴射ノズルを備えていてもよい。

[0017] この構成によると、予混合流路の上流側を外筒の外縁から中心に向けて流れる1次混合気は、整流突起部に沿って方向を変えて下流側に向けて流れるようになる。その後、1次混合気に対して、第1燃料噴射孔から外筒の中心に向けて第1燃料が噴射されて2次混合気は生成される。このとき、第1燃

料は1次混合気の流れと交差する方向に噴射されるため、予混合流路内での1次混合気と第1燃料の混合が促進され、濃度分布が均一な2次混合気が生産される。その結果、希薄で且つ濃度分布が均一な予混合気が燃焼室に供給され、NO_xの発生を抑制できる。また、1次混合気は、整流突起部に沿って流速を落とさずに下流側へ流れるため、変向時の流速低下が抑制される。したがって、予混合気が十分な流速を保ちながら燃焼室に噴射されるため、逆火を抑制できる。

[0018] 前記バーナは、前記外筒の外縁から予混合流路に燃焼用空気を導入する第2空気導入部を前記第1空気導入部よりも下流側に備えていてもよい。また、前記外筒は、それぞれ同軸上に配置された上流側の第1の筒体、及び下流側の第2の筒体で構成され、前記第1の筒体と前記第2の筒体は、前記軸の方向に一部オーバーラップして配置されており、前記第2空気導入部は、前記第1の筒体と前記第2の筒体により区画されていると共に、上流側から下流側に向かって漸次縮径する環状の隙間であってもよい。この場合において、前記第2の筒体の内径は、その下流側において前記第1の筒体の内径と実質的に同じであってもよい。燃焼用空気の一部は、第1の筒体の外周に吹き付けられた後、2次空気として第2空気導入部に導入される。第2空気導入部から2次空気を導入することで境界層における予混合気の滞留を抑制できる。2次空気は、第2空気導入部を上流側から下流側に流れることで均一に整流される。2次空気が予混合流路に送り込まれることで境界層における混合気の滞留をより効果的に抑制できる。他方、2次空気は、上流側から下流側に向かって漸次縮径する環状の隙間を流れることにより境界層で滞留する予混合気を流路中央に向けて案内する流れを作ることができる。なお、第2の筒体の内径を、その下流側において第1の筒体の内径と実質的に同じにした場合は、予混合流路を流れる予混合気の流量をバランスさせることができる。

[0019] この構成によると、外筒の内面近傍における低速域の発生が抑制されて逆火を抑制できる。

[0020] 前記第1燃料は、天然ガス又は液化天然ガスであり、前記第2燃料は、水素ガス又は水素含有ガスであってもよい。

[0021] また、本発明の燃焼器は、燃料を燃焼させる燃焼室を形成する燃焼筒と、前記燃焼筒の上流側に配置された予混合燃焼方式のメインバーナと、前記燃焼筒の下流側の周壁部を貫通して配置された追焚きバーナとを備えるガスタービンの燃焼器であって、前記追焚きバーナは、上述のいずれかに記載のバーナであることを特徴とする。

[0022] この構成によれば、均一な濃度分布の予混合気を燃焼器の燃焼室に噴射できると共に、 NO_x の排出量を抑制できる追焚きバーナを有する燃焼器を提供できる。

[0023] さらに、本発明のガスタービンは、上述の燃焼器を備えることを特徴とする。

[0024] この構成によれば、 NO_x の排出量を抑制できる燃焼器を具備するガスタービンを提供できる。

発明の効果

[0025] 本発明によれば、第1燃料（例えば、天然ガス）、第2燃料（例えば、水素ガス）、及び燃焼用空気を予め混合し、均一な濃度分布の予混合気を燃焼器の燃焼室に噴射することにより NO_x の排出量を抑制できるバーナ、そのバーナを具備する燃焼器、及びガスタービンを提供できる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]本発明の実施の形態に係るガスタービンの概略構成を示す図である。

[図2]本発明の実施の形態に係る燃焼器の縦断面図である。

[図3]本発明の第1実施形態に係る追焚きバーナの縦断面図である。

[図4]図3におけるA-A方向から見た予混合流路の横断面図である。

[図5]第1実施形態の変形例を示した図である。

[図6]本発明の第2実施形態に係る追焚きバーナの縦断面図である。

[図7]本発明の第3実施形態に係る追焚きバーナの第1例の縦断面図である。

[図8]本発明の第3実施形態に係る追焚きバーナの第2例の縦断面図である。

[図9]本発明の第3実施形態に係る追焚きバーナの第3例の縦断面図である。

[図10]本発明の第3実施形態に係る追焚きバーナの第4例の縦断面図である。

。

[図11]本発明の第4実施形態に係る追焚きバーナの縦断面図である。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、本発明の実施形態に係るバーナ、燃焼器、及びガスタービンについて、添付図面に従って説明する。なお、以下の説明は、本発明の一形態の例示に過ぎず、本発明の技術的範囲、本発明の適用、或いは用途を制限することを意図するものではない。

[0028] 《第1実施形態》

ガスタービンの概略構成と機能を図1に示す。このガスタービン1において、圧縮機2は大気を吸引して圧縮空気200を生成する。圧縮空気200は燃焼器3で燃料と共に燃焼され、高温高圧の燃焼生成ガス（以下、「燃焼排ガス300」と称する。）を生成する。燃焼排ガス300はタービン4に供給され、ロータ5の回転に利用される。ロータ5の回転は圧縮機2に伝達され、圧縮空気200（以下、「燃焼用空気200」と称する。）の生成に利用される一方、ロータ5の回転は例えば発電機6に伝達されて発電に利用される。

[0029] 図2は燃焼器3を示す。本実施の形態において、燃焼器3は、圧縮機（図1参照）から供給される圧縮空気200の流れ方向（図1の上から下に向かう方向）と、燃焼排ガス300の流れ方向（図1の下から上に向かう方向）とが内部で互いに対向する逆流缶型の燃焼器である。燃焼器の型式は複数の燃料噴射弁を円周上に有するアニュラ型であってもよい。

[0030] 燃焼器3は、中心軸302上に同心状に配置された燃焼筒34とケーシング35を備えている。燃焼筒34の頂部にはバーナユニット30が取り付けられ、燃焼筒34の内部にはバーナユニット30から噴射される燃料等を燃焼する燃焼室33が形成されている。燃焼筒34は筒状のケーシング35によって囲まれており、燃焼筒34とケーシング35との間には、圧縮機から

供給される燃焼用空気200が流れる環状の燃焼用空気流路37が形成されている。ケーシング35と燃焼筒34は、バーナユニット30よりも下流側において、複数の追焚きバーナ36を支持している。

[0031] 本実施の形態では、バーナユニット30は、中心軸302に沿って配置され、燃料と燃焼用空気200を混合して生成した予混合気を燃焼室33内に噴射する予混合式のメインバーナ31と、燃料を燃焼室33内に直接噴射する拡散燃焼式のパイロットバーナ32を備えている。メインバーナ31は、パイロットバーナ32の周囲に同心状に配置されている。メインバーナ31、及びパイロットバーナ32は、配管304を介して第1燃料供給源305（天然ガス供給源）と連通している。

[0032] 本実施の形態では、メインバーナ31は、中心軸302に沿って同心状に配置された外筒310と内筒312を有する。本実施の形態では、図示するように、内筒312は後述するパイロットバーナ32の燃焼用空気噴射筒322bを兼ねている。外筒310と内筒312の間の環状空間は、燃料と燃焼用空気を混合するための予混合流路314として利用される。予混合流路314は、一端が燃焼室33に開口しており、他端が複数の空気取入口315を介して径方向外側に向けて燃焼用空気流路37に開口している。空気取入口315の径方向外側には、第1燃料を噴出する複数のメイン燃料ノズル316が配置されている。図示しないが、複数の空気取入口315とこれに対応する複数のメイン燃料ノズル316は、中心軸302を中心とする周方向に等間隔に配置することが好ましい。図示しないが、各メイン燃料ノズル316は、空気取入口315に対向する部位に、空気取入口315に向けて第1燃料を噴出する複数の燃料噴射孔（図示せず）が形成されると共に、流量調整弁を含む配管304aを介して第1燃料供給源305（天然ガス供給源）に接続されており、通常運転時に流量調整弁を開状態とすることで、第1燃料供給源305から供給される燃料が、燃焼用空気流路37から供給される燃焼用空気と共に、空気取入口315から予混合流路314に供給されて該予混合流路314で混合され、予混合気が燃焼室33に噴射されるよう

にしてある。本実施の形態では、空気取入口 315 には、予混合流路 314 に流入する燃焼用空気に旋回力を付与して第 1 燃料との予混合を促進する複数の旋回羽根（スワラ） 317 が設けられている。

[0033] また、パイロットバーナ 32 は、中心軸 302 に沿って伸びる燃料噴射筒 322a と該燃料噴射筒 322a に同心状に外装された燃焼用空気噴射筒 322b を備え、燃料噴射筒 322a 内に形成された燃料噴射路（図示せず）が流量調整弁を含む配管 304b を介して第 1 燃料供給源 305（天然ガス供給源）に接続されており、起動時に流量調整弁を開状態とすることで、第 1 燃料供給源から供給される天然ガスが燃焼室内に噴射されるようにしてある。燃料噴射筒 322a と燃焼用空気噴射筒 322b との間には環状空気流路 324 が形成され、その一端が燃焼用空気流路 37 に接続されると共に他端が燃焼室に接続されており、圧縮機から供給される圧縮空気が燃焼室内に噴射されるようにしてある。

[0034] 追焚きバーナ 36 は、中心軸 302 に直交する平面上に含まれ且つ周方向に等間隔に配置された 4 つの軸心 360 に沿って、ケーシング 35 と燃焼筒 34 にそれぞれ取付けられている。後に詳細に説明するが、追焚きバーナ 36 は、流量調整弁を含む配管を介して第 1 燃料供給源（天然ガス供給源） 305 と第 2 燃料供給源（水素ガス供給源） 307 に接続されており、高負荷運転時に流量調整弁を開状態とすることで、燃焼用空気流路 37 から取り込まれる燃焼用空気に第 1 燃料と第 2 燃料を混合して予混合気を生成し、当該予混合気を燃焼室内に噴射できるように構成されている。上記第 1 燃料とは、60 体積%以上の炭化水素を含み、水素ガスが 10 体積%以下である気体、又は 60 体積%以上の炭化水素を含む液体を示す。また、上記第 2 燃料とは、50 体積%以上の水素を含む気体を示す。なお、本実施の形態では、第 1 燃料の一例として天然ガスを例示し、第 2 燃料の一例として水素ガスを例示している。

[0035] 上述の構成を備えた燃焼器 3 の作用について、図 2 を参照して以下に説明する。図 2 に示すように、ガスタービン（図示せず）の起動時、流量調整弁

が開状態となり、メイン燃料供給源からパイロットバーナ32に供給された天然ガスが燃焼室33に噴射される。そして、環状空気流路324から燃焼室33に噴射された燃焼用空気と燃焼室33内で拡散混合され、図示しない着火源により点火されて拡散燃焼によるパイロット火炎が形成される。

[0036] ガスタービンが通常運転に移行すると、メインバーナ31の予混合流路314から噴射された予混合気は、燃焼室33内においてパイロット火炎により点火され、燃焼室33の上流側の1次燃焼領域S1で燃焼する。希薄な予混合気を燃焼させることで燃焼室33内の燃焼火炎温度が低下し、メインバーナの燃焼排ガス中のNO_x量が抑制される。

[0037] ガスタービンの出力を上昇させるために高負荷燃焼が要求された場合、追焚きバーナ36中で生成された天然ガスと水素ガスと燃焼用空気200の予混合気が燃焼室33内に導入され、1次燃焼領域S1よりも下流側の2次燃焼領域S2において、メインバーナ31の燃焼排ガスに混合されて燃焼する。希薄な予混合気を燃焼させることで、燃焼排ガス中のNO_x量が抑制される。

[0038] 次に、本発明の実施の形態に係る追焚きバーナについて添付図面に従って説明する。

[0039] 本発明の第1実施形態に係る追焚きバーナ36を図3に示す。図3は図2に対応する断面を示し、図4は、図3におけるA-A矢視断面を示している。なお、追焚きバーナ36の構造、作用に関する以下の説明においては、追焚きバーナ36内の流体の流れ方向に関して「上流側」や「下流側」の用語を用いる。

[0040] 図3に示すように、追焚きバーナ36は、複数の構成、例えば、燃焼器3の中心軸302に対する放射方向の軸心360上に外側から内側に向けて順番に配置された、頭部ブロック361、第1の筒部362、及び第2の筒部363を有する外筒364を備えている。頭部ブロック361は、ケーシング35に形成された取付け孔352に嵌め込まれて固定され、第1の筒部362の鏝部365は複数の連結片366を介して頭部ブロック361に固定

され、第2の筒部363は燃焼筒34に形成された貫通孔340に嵌め込まれて固定されている。燃料と燃焼用空気200を混合するための予混合流路367が、頭部ブロック361と第1の筒362と第2の筒部363とで囲まれた内部空間として形成されている。

[0041] また、追焚きバーナ36は、第1燃料供給源から供給された天然ガスを予混合流路367に導入する第1燃料導入部368と、第2燃料供給源から供給された水素ガスを予混合流路367に導入する第2燃料導入部369と燃焼用空気流路37から予混合流路367に燃焼用空気200を導入する第1空気導入部370を備えている。

[0042] 第1空気導入部370は、第1の筒部362の鏝部365と頭部ブロック361とこれらを連結する複数の連結片366で囲まれた複数の隙間空間（空気取入口）として形成されており、第1空気導入部370から燃焼用空気流路37を流れる圧縮空気200（燃焼用空気200）の一部を予混合流路367に導入することができる。予混合流路367に導入された燃焼用空気200は、外筒364の外縁（径方向外側）から中心（径方向内側）に向けて流れる。各連結片366は、外筒364と同心の円周上に45度毎に等間隔に配置されると共に、後述する第2燃料噴射ノズル384から離間した周方向位置に配置されており、各第2燃料噴射ノズル384に対応する周方向位置に各空気取入口が配置されるようになっている。

[0043] 第1燃料導入部368は、頭部ブロック361内を軸心360に沿って上流側から下流側に延びる第1燃料供給路380と、頭部ブロック361の下流側壁面から軸心360に沿って予混合流路367内に突出する有底筒状の第1燃料噴射ノズル381を有している。

[0044] 第1燃料供給路380の上流側は、流量調整弁を含む配管306を介して第1燃料供給源と連通しており、当該第1燃料供給路380の下流側は、第1燃料噴射ノズル381の周壁を径方向に貫通して形成された複数の第1燃料噴射孔382を介して予混合流路367と連通している。また、各第1燃料噴射孔382は、周方向及び軸方向に等間隔に配置されている。周方向に

は90度毎に配置されている。このように構成することで、第1燃料供給源から供給された天然ガスが、第1燃料供給路380と第1燃料噴射ノズル381を經由して予混合流路367内に噴射される。

[0045] 第2燃料導入部369は、頭部ブロック361内を上流側から下流側に延びる第2燃料供給路383と頭部ブロック361の下流側壁面から予混合流路367内に突出する複数の筒状の第2燃料噴射ノズル384を有している。第2燃料供給路383の上流側は流量制御弁を含む配管308を介して第2燃料供給源に接続されている。第2燃料供給路383の下流側には、第1燃料供給路380を囲み外筒364と同心状に広がる環状流路385が形成されている。環状流路385の下流側は、各第2燃料噴射ノズル384の内部空間を介して予混合流路367と連通している。各第2燃料噴射ノズル384は外筒364と同心の円周上に45度毎に等間隔に配置され、外筒と平行に延びている。このように構成することで、第2燃料供給源から供給された水素ガスが、第2燃料供給路383と第2燃料噴射ノズル384を經由して予混合流路367内に噴射される。

[0046] 次に、上述の構成からなる追焚きバーナ36の作用について、図2、図3、及び図4を参照して以下に説明する。第1空気導入部370から予混合流路367内に導入された燃焼用空気200は、予混合流路367の上流側を外筒364の外縁から中心に向けて流れ、その後、当該燃焼用空気200に対して各第2燃料噴射ノズル384から水素ガスが噴射されて1次混合気生成される。このとき、水素ガスは、予混合流路367の上流側端部（頭部ブロック361の下流側壁面）から予混合流路367内に突出する各第2燃料噴射ノズル384から、予混合流路367の上流側端部近傍（頭部ブロック361の下流側壁面近傍）において生じる低速域（粘性境界層）を避けて燃焼用空気200の流れの中に噴射される。このため、比重が小さく貫通力の低い水素ガスであっても上述した低流域で滞留する虞がなく、希薄で且つ濃度分布の均一な1次混合気生成される。その後、1次混合気は、第1燃料噴射ノズル381の外周に沿って向きを変え、予混合流路367の下流側

に向けて流れ、第1燃料噴射ノズル381から噴射された天然ガスと混合されることで2次混合気が生成される。

[0047] このとき、天然ガスは水素ガスよりも比重が大きいため、天然ガスと1次混合気が十分に攪拌混合されて希薄で且つ1次混合気よりも濃度分布が均一な2次混合気が生成される。また、第1燃料（天然ガス）は1次混合気の流れ方向と交差する方向に第1燃料噴射ノズル381から噴射されるため、第1燃料と1次混合気の混合が促進されて2次混合気の濃度分布が均一になる。その結果、希薄で且つ濃度分布が均一な予混合気700（2次混合気）が、燃焼室33の1次燃焼領域S1よりも下流側の2次燃焼領域S2に供給され、燃焼排ガス中のNO_x量を抑制できる。

[0048] 上述した第1実施形態に係る追焚きバーナは種々改変可能である。例えば、図5に示すように、第2燃料噴射ノズル384の周壁に形成した第2燃料噴射孔386から燃焼用空気200の流れに対してその流れと逆の方向に水素ガスを噴射するように構成してもよい。このような構成によれば、第2燃料噴射孔386から噴射された水素ガスは燃焼用空気200と衝突することで水素ガスの分散効果が向上する。結果、水素ガスと燃焼用空気200の混合が促進され、より均一な1次混合気を生成することができる。この変形例の場合、第2燃料噴出孔386の数は1個でもよいが、図5に示したように第2燃料噴射孔386の数を複数個とすることで水素ガスの分散効果が更に向上し、水素ガスと燃焼用空気の混合促進が期待できる。

[0049] 《第2実施形態》

次に、本発明の第2実施形態に係る追焚きバーナについて説明する。図6は、本発明の第2実施形態に係る追焚きバーナ36を示す。なお、本実施の形態の追焚きバーナ36の基本構造は、図3で説明した実施の形態1に係る追焚きバーナ36と同じであるので、同一構成部分には同一符号を付して説明を省略する。

[0050] 本実施の形態に係る追焚きバーナ36が図3で説明した第1実施形態に係る追焚きバーナ36と異なる点は、外筒364と同軸状に予混合流路367

内に延びる逆円錐状の整流突起部390を頭部ブロック361の下流側壁面に形成した点と、整流突起部390を囲う複数の第1燃料噴射孔391から天然ガスを噴射するように第1燃料導入部368を構成した点の2点である。各第1燃料噴射孔391の上流側は、第1燃料供給路380と連通しており、当該第1燃料噴射孔391の下流側は、予混合流路367と連通している。各第1燃料噴射孔391は、外筒364と同心の円周上であって、第2燃料噴射ノズル384、第1空気導入部370と対応する周方向位置に等間隔に配置されている。各第1燃料噴射孔391は、第2燃料噴射ノズル384よりも外筒364の中心側に位置し、上流側から下流側に向けて、外筒364の外縁側（径方向外側）に傾斜している。

[0051] 上述の構成からなる追焚きバーナ36の作用について説明する。予混合流路367の上流側を外筒364の外縁から中心に向けて流れる1次混合気に対して、頭部ブロック361の下流側壁面（予混合流路367の上流側端部）に形成された複数の第1燃料噴射孔391から第1燃料（天然ガス）が噴射され、2次混合気が生成される。このとき、第1燃料は1次混合気の流れと交差する方向に噴射されるため、予混合流路367内での1次混合気と第1燃料の混合が促進され、均一な濃度の2次混合気（予混合気）が生成される。その結果、希薄で且つ濃度分布が均一な予混合気700（2次混合気）が、燃焼室33の1次燃焼領域S1よりも下流側の2次燃焼領域S2に供給され、燃焼排ガス中のNO_xを抑制できる。また、2次混合気は、整流突起部390に沿って流速を落とさずに下流側に流れ、燃焼室33に噴射されるため、2次混合気の流速低下に起因する逆火を抑制できる。

[0052] なお、本実施の形態では逆円錐状の整流突起部390が採用されているが、整流突起部390の形状は逆円錐状に限られない。1次混合気を基端側から末端側に案内可能な外周形状を有していればよい。即ち、断面積が基端側から末端側に向けて小さくなるような形状であればよく、例えば部分球面状であってもよい。

[0053] 《第3実施形態》

次に、本発明の第3実施形態に係る追焚きバーナについて説明する。図7～図10は、本発明の第3実施形態に係る追焚きバーナ36のバリエーションを示す。なお、本実施の形態の追焚きバーナ36の構造は、第1燃料導入部368よりも下流側において予混合流路367内に燃焼用空気200を導入するための第2空気導入部393を有する点を除いて図3で説明した実施の形態1に係る追焚きバーナ36と同じであるので、同一構成部分には同一符号を付して説明を省略する。

[0054] 図7は、本発明の第3実施形態に係る追焚きバーナの第1例を示す。第1例の第2空気導入部393は、第1の筒部362（第1の筒体）と第2の筒部363（第2の筒体）の間に形成された間隙である。図7に示すように、燃焼用空気流路37を流れる燃焼用空気200は、第1空気導入部370から流入する1次空気201と、第2空気導入部393から流入する2次空気202に分配されて、予混合流路367内に導入される。

[0055] 第2空気導入部393から予混合流路367内に流入される2次空気202により、第2の筒部363の内壁面近傍における低速度域の発生が抑制される。これにより、燃焼室33で形成されている燃焼火炎が第2の筒部363の内壁面近傍に移行する逆火を防止できる。

[0056] 図8は、本発明の第3実施形態に係る追焚きバーナの第2例を示す。第2例の追焚きバーナ36は、第1の筒部362よりも大径の第2の筒部363Aを備え、第2の筒部363Aの上流側端部と第1の筒部362の下流側端部とを外筒の軸方向にオーバーラップさせた構成を有する。第2例の第2空気導入部393は、第1の筒部362の外周面と第2の筒部363Aの内周面との間に形成された環状の間隙である。第2空気導入部393から予混合流路367内に導入された2次空気202は、環状の隙間を上流側から下流側に流れることにより整流されて2次混合気700の濃度が高い第2の筒部363Aの内壁面近傍に集中的に流れるため、第1例よりも効果的である。

[0057] 図9は、本発明の第3実施形態に係る追焚きバーナの第3例を示す。第3例の追焚きバーナ36は、予混合流路367を介して燃焼室33に噴出され

る予混合気700の流速を高めるための構成を有する。この構成における第2空気導入部393は、第1の筒部362と第2の筒部363により区画された環状の隙間が追焚きバーナ36の下流側に向けて漸次縮径している。具体的に、第3例の追焚きバーナ36は、第2の筒部363Aにおける第2空気導入部393の内周面363Bが上流側から下流側に向かって漸次縮径している。また、第1の筒部362の下流側端部の外周面であって内周面363Bと対向する部位には、上流側から下流側に向かって漸次小径となるテーパ部394が形成されている。第3例において、第2の筒部363の内径は、その下流側において第1の筒部362の内径と実質的に同じであってもよい。なお、第3例の追焚きバーナ36は、上述の構成を有する点を除いて図8で示した第2例の追焚きバーナ36と同じであるので、同一構成部分には同一符号を付して説明を省略する。上述の構成を有する第3例の追焚きバーナ36は以下の作用効果を奏する。即ち、圧縮空気200の一部は、第1の筒部362の外周に吹き付けられた後、2次空気202として第2空気導入部393に導入される。第2空気導入部393から2次空気202を導入することで境界層における予混合気700の滞留を抑制できる。2次空気202は、第2空気導入部393を上流側から下流側に流れることで均一に整流される。2次空気202が予混合流路367に送り込まれることで境界層における混合気の滞留をより効果的に抑制できる。他方、2次空気202は、上流側から下流側に向かって漸次縮径する環状の隙間（テーパ部394）を流れることにより境界層で滞留する予混合気700を流路中央（第2の筒部363Aの径方向内側）に向けて案内する流れを作ることができる。なお、第2の筒部363の内径を、その下流側において第1の筒部362の内径と実質的に同じにした場合は、予混合流路367を流れる予混合気700の流量をバランスさせることができる。その結果、第2の筒部363Aの内壁面近傍における低速度域の発生が更に抑制され、燃焼室33で形成されている燃焼火炎が第2の筒部363Aの内壁面近傍に移行する逆火を効果的に防止できる。

[0058] 図10は、本発明の第3実施形態に係る追焚きバーナの第4例を示す。第4例の追焚きバーナ36は、第1の筒部362よりも大径の第2の筒部363Aを備え、第2の筒部363Aの上流側端部を第1の筒部362の鏝部365に固着させた構成を有する。第3例の第2空気導入部393は、第2の筒部363Aの周壁部に形成された複数の流入口である。この第4例の追焚きバーナ36も、第2例と同様の効果を奏することができる。

[0059] 上述した本発明の実施形態3に係る追焚きバーナ36において、第1空気導入部370から流入する1次空気201と、第2空気導入部393から流入する2次空気202との比率は、通常、1:1でよいが、NO_xの低減を考慮するならば1次空気201の比率を増やし、逆火防止を考慮するならば2次空気202の比率を増やせばよいことが発明者らの実験で確認されている。

[0060] 《第4実施形態》

次に、本発明の第4実施形態に係る追焚きバーナについて説明する。図11は、本発明の第4実施形態に係る追焚きバーナ36を示す。なお、本実施の形態の追焚きバーナ36において、図3で説明した実施の形態1、及び図6で説明した実施の形態2に係る追焚きバーナ36と同一構成部分には同一符号を付して説明を省略する。

[0061] 図11に示すように、本実施の形態に係る追焚きバーナ36が図3で説明した第1実施形態に係る追焚きバーナ36と異なる点は、第1の筒部362に周方向に等間隔で配置された複数の第1燃料噴射孔395から天然ガスを噴射するように第1燃料導入部368を構成した点と、頭部ブロック361の下流側壁面に第2実施形態と同じ整流突起部390を形成した点と、第2燃料供給路383を軸心360に沿って形成した点の3点である。

[0062] 図11に示すように、第1燃料導入部368は、頭部ブロック361の上流側に形成された円柱状通路部396と、頭部ブロック361の下流側に形成された第1環状通路部397と、第1環状通路部397よりも下流側に形成され、頭部ブロック361の下流側から連結片366を貫通して第1の筒部

362まで延びる分岐通路部398と、第1の筒部362の鏝部365に形成され、各分岐通路398が合流する第2環状通路部399から構成されている。第1環状通路部397は第2燃料供給路383を囲むようにして外筒364と同心状に配置されている。分岐通路部398は2本の分岐通路を有し、周方向に対向する2つの連結片366を貫通するように構成されている。第2環状通路部399は、外筒364と同心状に配置されている。図示するように、第1の筒部362の内面には、複数の第1燃料噴射孔395が周方向に等間隔で形成されている。各第1燃料噴射孔395は、径方向外側に延びて第2環状通路部399に連通している。

[0063] 図示するように、第2燃料供給路383は、軸心360に沿って上流側から下流側に延び、上流側は流量制御弁を有する308配管を介して第2燃料供給源に接続され、下流側にはヘッダ部385Aを介して第2燃料噴射ノズル384が接続されている。

[0064] なお、本実施の形態の追焚きバーナ36は、実施形態3の追焚きバーナ36の第1例～第4例で説明した2次空気202を予混合流路367内に導入する構成を採用することも可能である。

[0065] 次に、上述の構成からなる追焚きバーナ36の作用について、図11を参照して以下に説明する。

[0066] 予混合流路367の上流側を外筒364の外縁から中心に向けて流れる1次混合気は、整流突起部390に沿って流速を落とさずに下流側に流れ、第1燃料と混合された予混合気700（2次混合気）として燃焼室33に噴射されるため、予混合気の流速低下による逆火を抑制できる。このとき、第1燃料（天然ガス）は第2燃料（水素ガス）よりも比重が大きいいため、第1燃料により第1燃料と1次混合気が十分に攪拌混合されて希薄で且つ1次混合気よりも濃度分布が均一な予混合気700が生成される。また、第1燃料は1次混合気の流れ方向と交差する方向に噴射されるため、第1燃料と1次混合気の混合が促進されて濃度分布が均一になる。その結果、希薄で且つ濃度分布が均一な予混合気700が燃焼室33の1次燃焼領域S1よりも下流側

の2次燃焼領域S2に噴射され、燃焼排ガス中のNO_xを抑制できる。

符号の説明

- [0067]
- 1 ガスタービン
 - 2 圧縮機
 - 3 燃焼器
 - 4 タービン
 - 5 ロータ
 - 6 発電機
 - 31 メインバーナ
 - 32 パイロットバーナ
 - 33 燃焼室
 - 34 燃焼筒
 - 36 追焚きバーナ（燃料噴射装置）
 - 37 燃焼用空気流路（空気流路）
 - 200 圧縮空気（燃焼用空気）
 - 300 燃焼排ガス
 - 360 軸心
 - 361 頭部ブロック
 - 362 第1の筒部
 - 363 第2の筒部
 - 364 外筒
 - 366 連結片
 - 367 予混合流路
 - 368 第1燃料導入部
 - 369 第2燃料導入部
 - 370 第1空気導入部
 - 380 第1燃料供給路
 - 381 第1燃料噴射ノズル

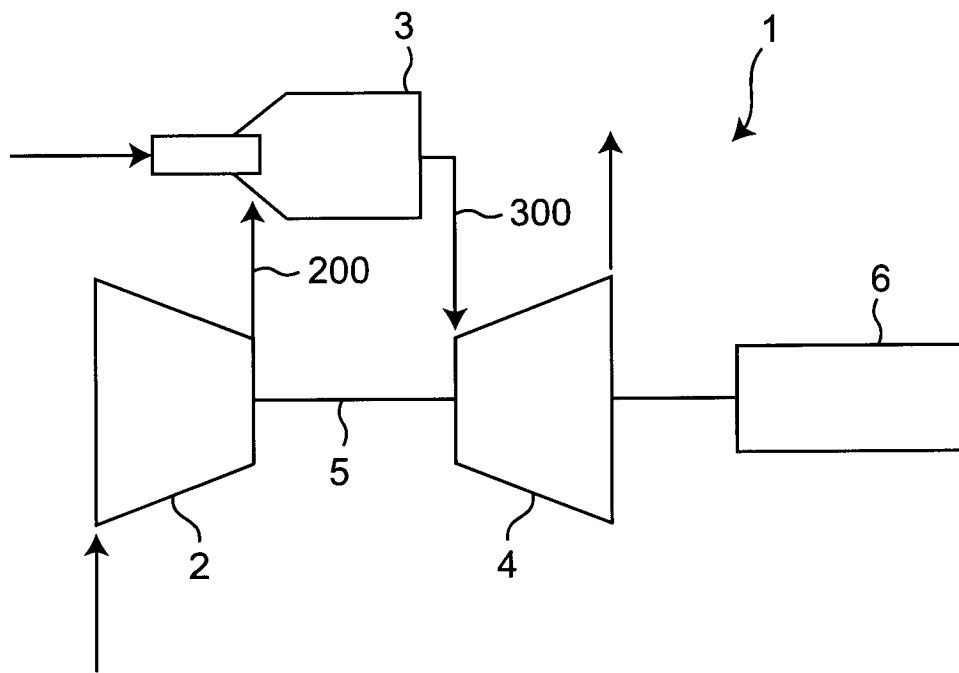
- 3 8 2 第 1 燃料噴射孔
- 3 8 3 第 2 燃料供給路
- 3 8 4 第 2 燃料噴射ノズル
- 3 9 0 整流突起部
- 3 9 3 第 2 空気導入部
- 7 0 0 予混合気

請求の範囲

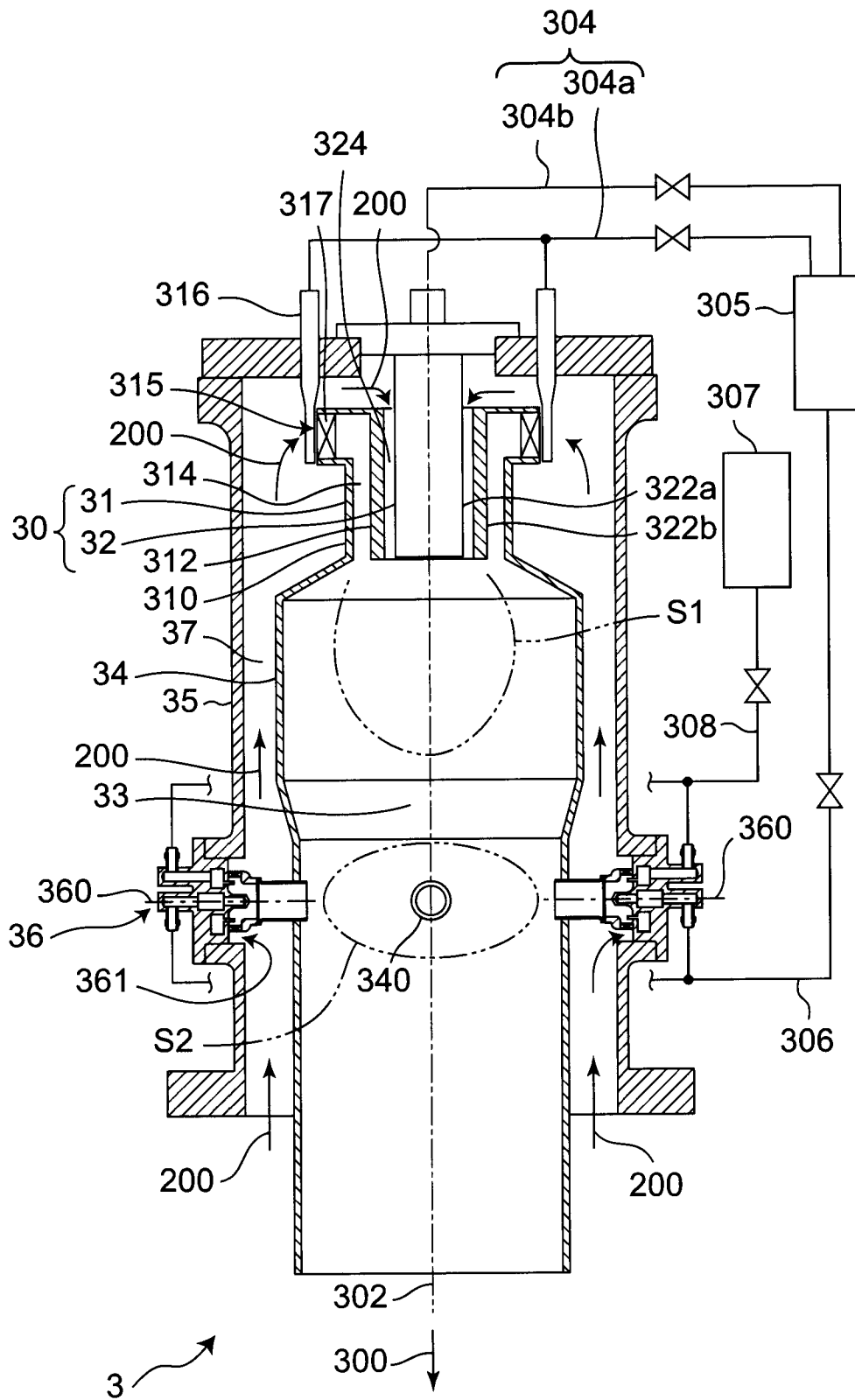
- [請求項1] 上流側から予混合流路に導入した燃焼用空気と燃料を前記予混合流路内で混合して予混合気を生成し、前記予混合気を下流側から燃焼室に噴射して燃焼させるバーナであって、
- 内部に前記予混合流路が形成される外筒と、前記予混合流路の上流側において前記外筒の外縁から中心に向けて燃焼用空気を供給する第1空気導入部と、
- 第1燃料を前記予混合流路に導入する第1燃料導入部と、
- 前記第1燃料より比重が小さい第2燃料を前記予混合流路に導入する第2燃料導入部を備え、
- 前記第2燃料導入部は、前記予混合流路の上流側端部から下流側に向けて前記予混合流路内に突出して形成され、
- 前記第1空気導入部から導入された圧縮空気に第2燃料を噴射する複数の第2燃料噴射ノズルを有し、
- 前記燃焼用空気に対して前記第2燃料噴射ノズルから前記第2燃料が噴射されて1次混合気が生成され、
- 前記1次混合気に対して前記第1燃料導入部から前記第1燃料が導入されて2次混合気が生成されることを特徴とするバーナ。
- [請求項2] 前記第1燃料導入部は、前記予混合流路の上流側端部から前記外筒と同心状に前記予混合流路内に突出し、前記外筒の外縁に向けて前記第1燃料を噴射する第1燃料噴射ノズルを有する請求項1に記載のバーナ。
- [請求項3] 前記予混合流路の上流側端部から前記外筒と同心状に前記予混合流路内に突出する整流突起部を備え、
- 前記第1燃料導入部は、前記予混合流路の上流側端部であって前記整流突起部よりも外縁側に形成され、
- 前記予混合流路の外縁側に傾斜した方向に前記第1燃料を噴射する複数の第1燃料噴射孔を有する請求項1に記載のバーナ。

- [請求項4] 前記予混合流路の上流側端部から前記外筒と同心状に前記予混合流路内に突出する整流突起部を備え、
前記第1燃料導入部は、前記第1空気導入部よりも下流側において、前記外筒の外縁から中心に向けて第1燃料を噴射する複数の第1燃料噴射ノズルを備える請求項1に記載のバーナ。
- [請求項5] 前記外筒の外縁から前記予混合流路に空気を導入する第2空気導入部を前記第1空気導入部よりも下流側に備える請求項1から請求項4のいずれか1項に記載のバーナ。
- [請求項6] 前記外筒は、それぞれ同軸上に配置された上流側の第1の筒体、及び下流側の第2の筒体で構成され、
前記第1の筒体と前記第2の筒体は、前記軸の方向に一部オーバーラップして配置されており、
前記第2空気導入部は、前記第1の筒体と前記第2の筒体により区画されていると共に、上流側から下流側に向かって漸次縮径する環状の隙間である請求項5に記載のバーナ。
- [請求項7] 前記第1燃料は、天然ガス又は液化天然ガスであり、前記第2燃料は、水素ガス又は水素含有ガスである請求項1から請求項6のいずれか1項に記載のバーナ。
- [請求項8] 燃料を燃焼させる燃焼室を形成する燃焼筒と、前記燃焼筒の上流側に配置された予混合式のメインバーナと、
前記燃焼筒の下流側の周壁部を貫通して配置された追焚きバーナとを備えるガスタービンの燃焼器であって、
前記追焚きバーナは、請求項1から請求項7のいずれか1項に記載のバーナであることを特徴とするガスタービンの燃焼器。
- [請求項9] 請求項8に記載の燃焼器を備えることを特徴とするガスタービン。

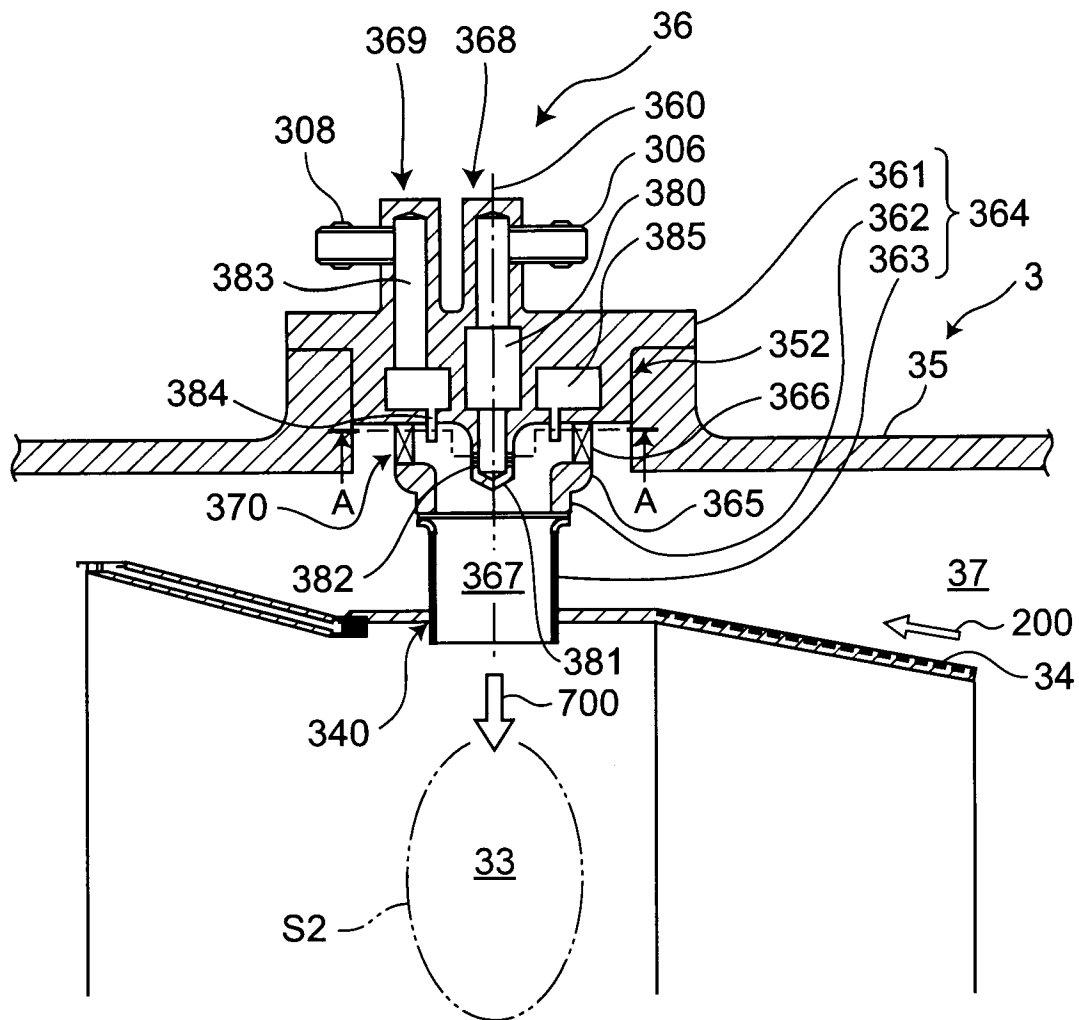
[図1]



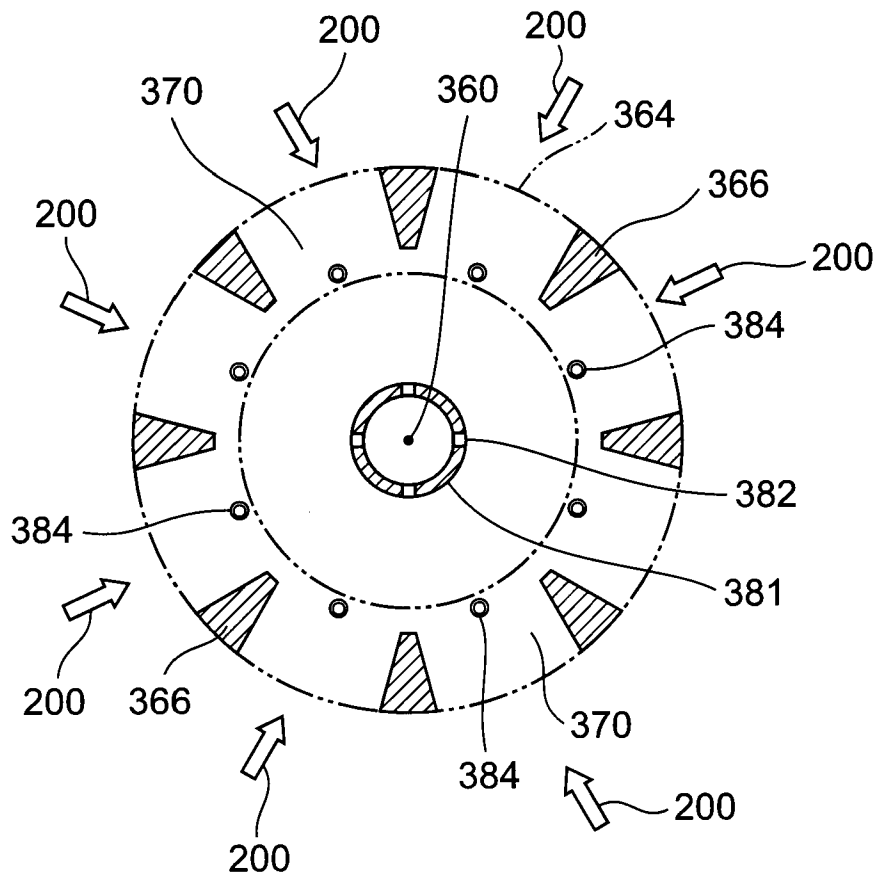
[図2]



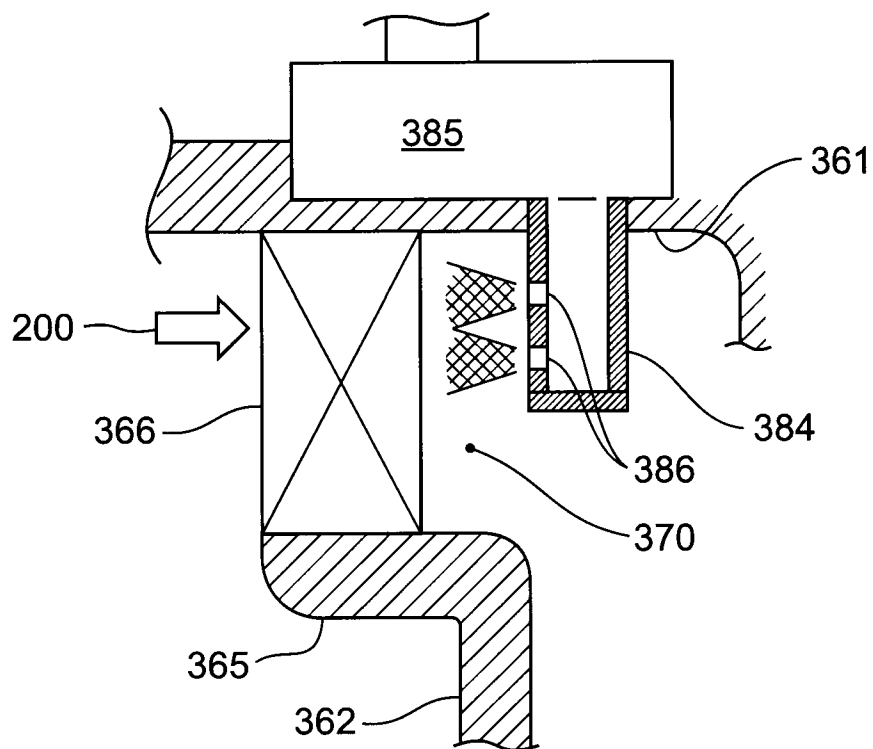
[図3]



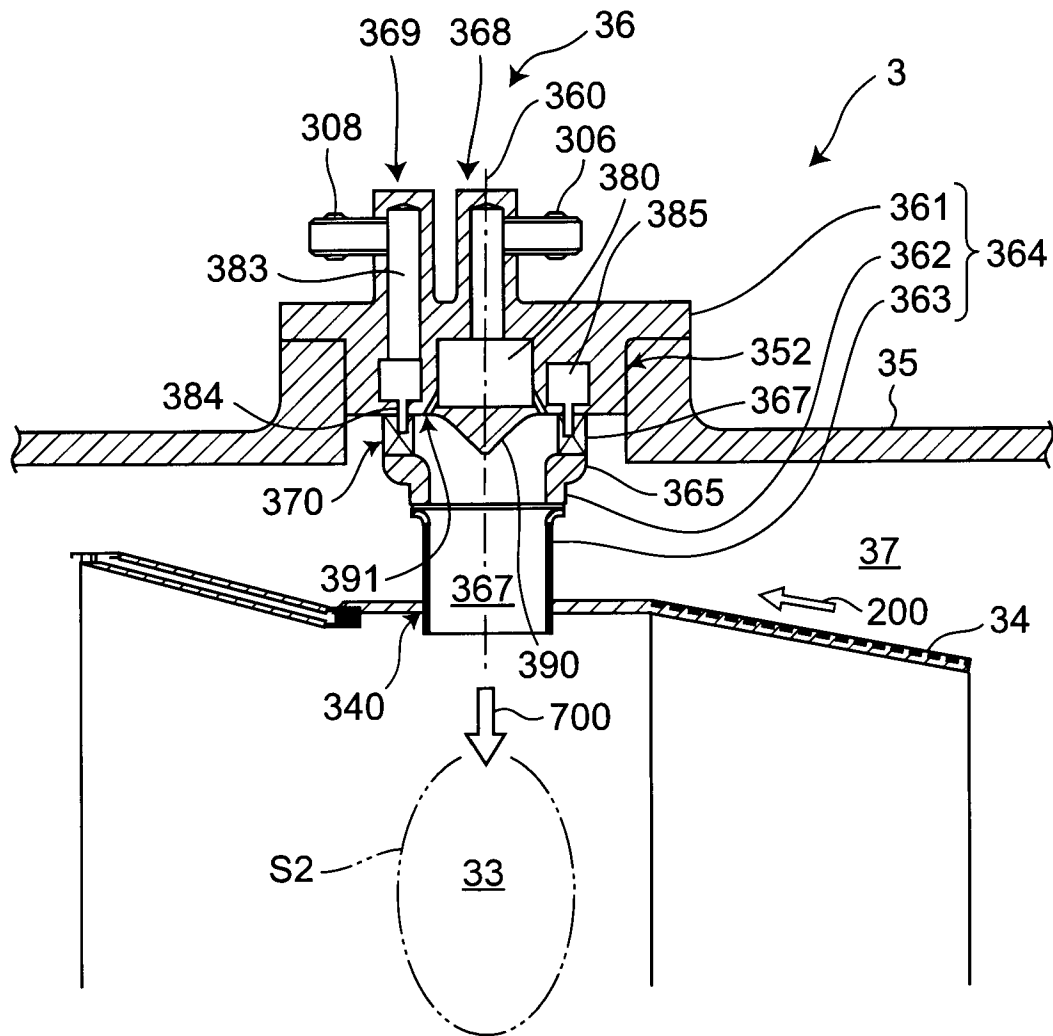
[図4]



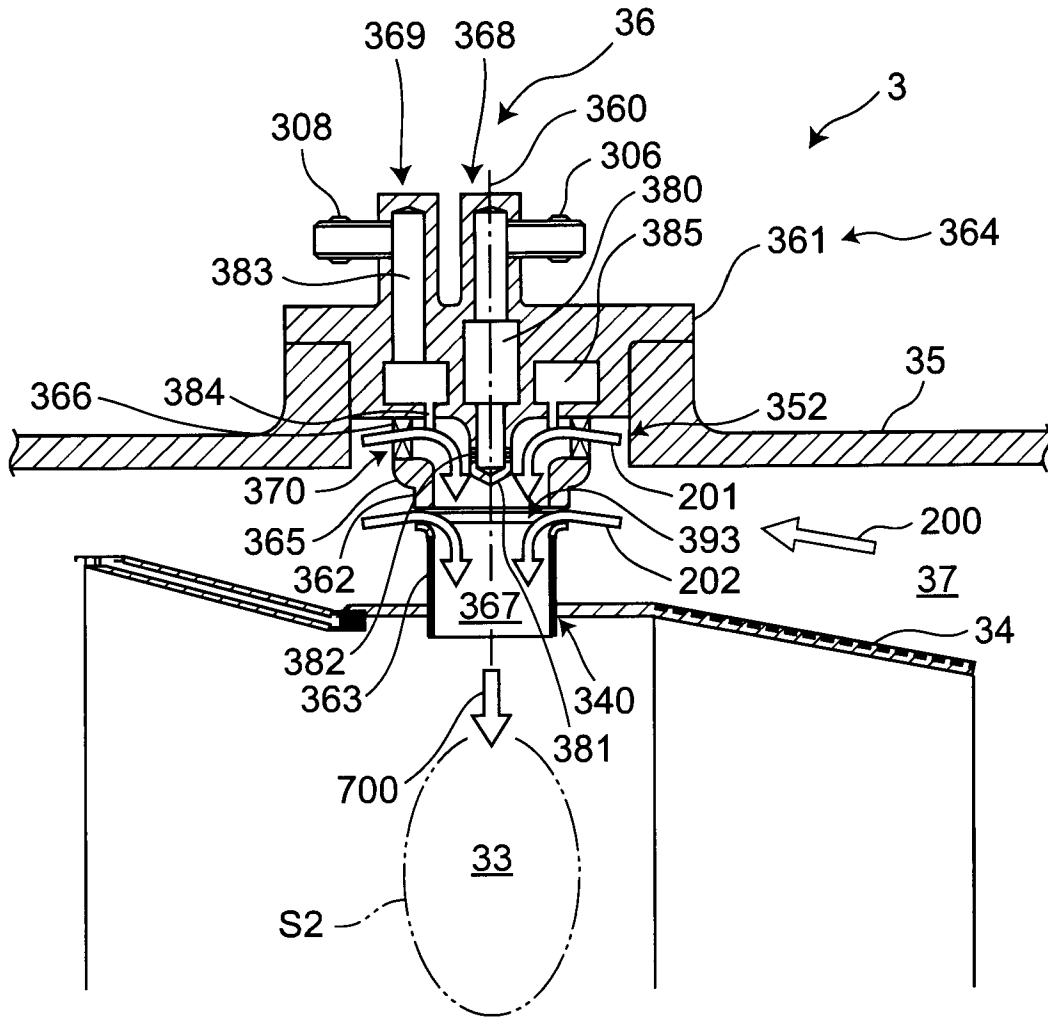
[図5]



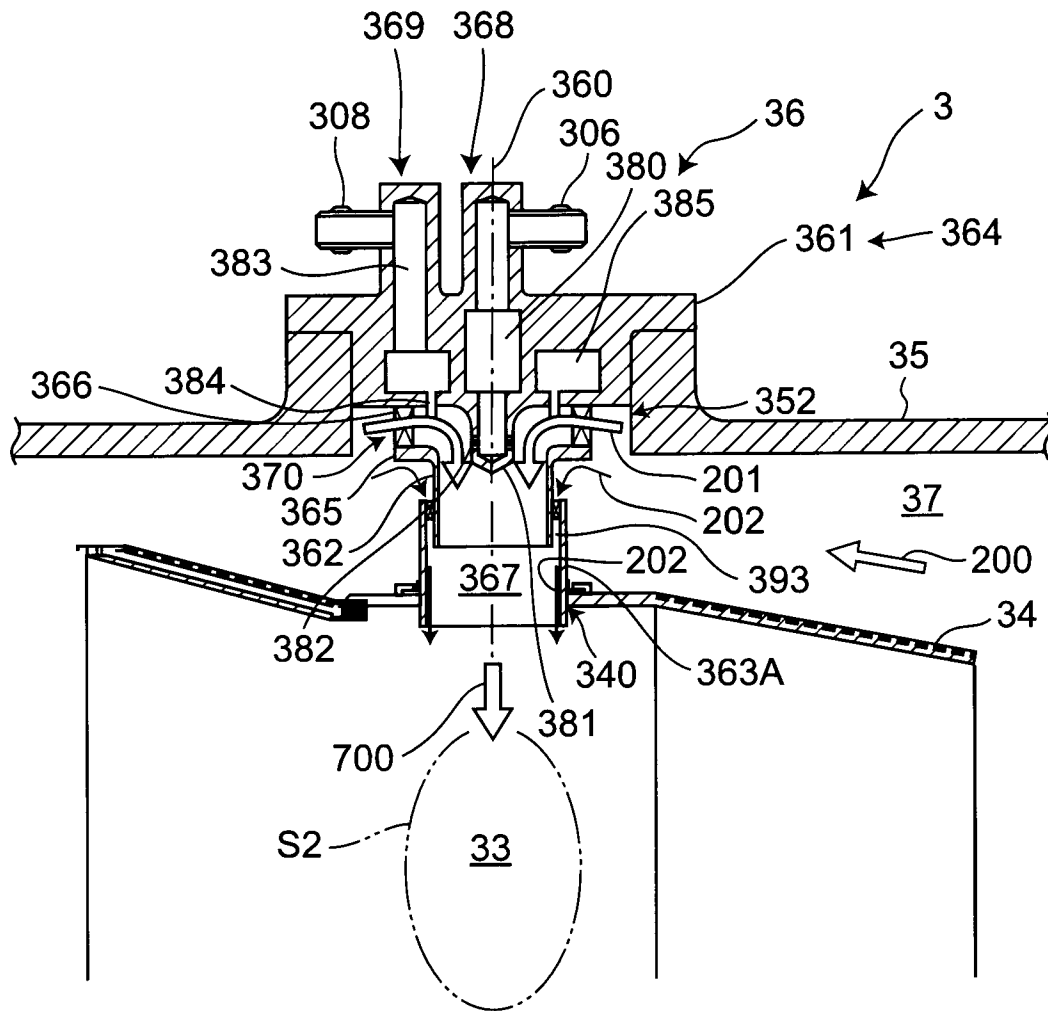
[図6]



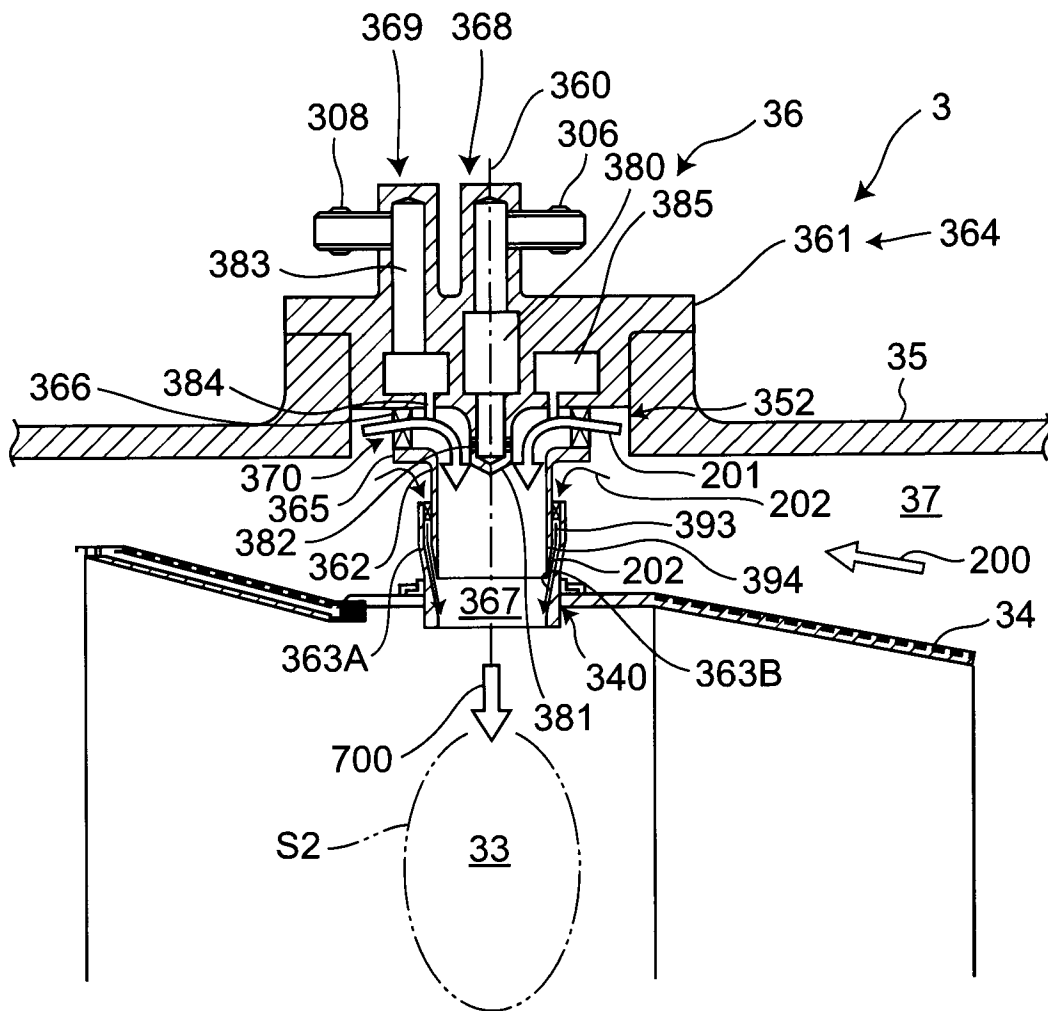
[図7]



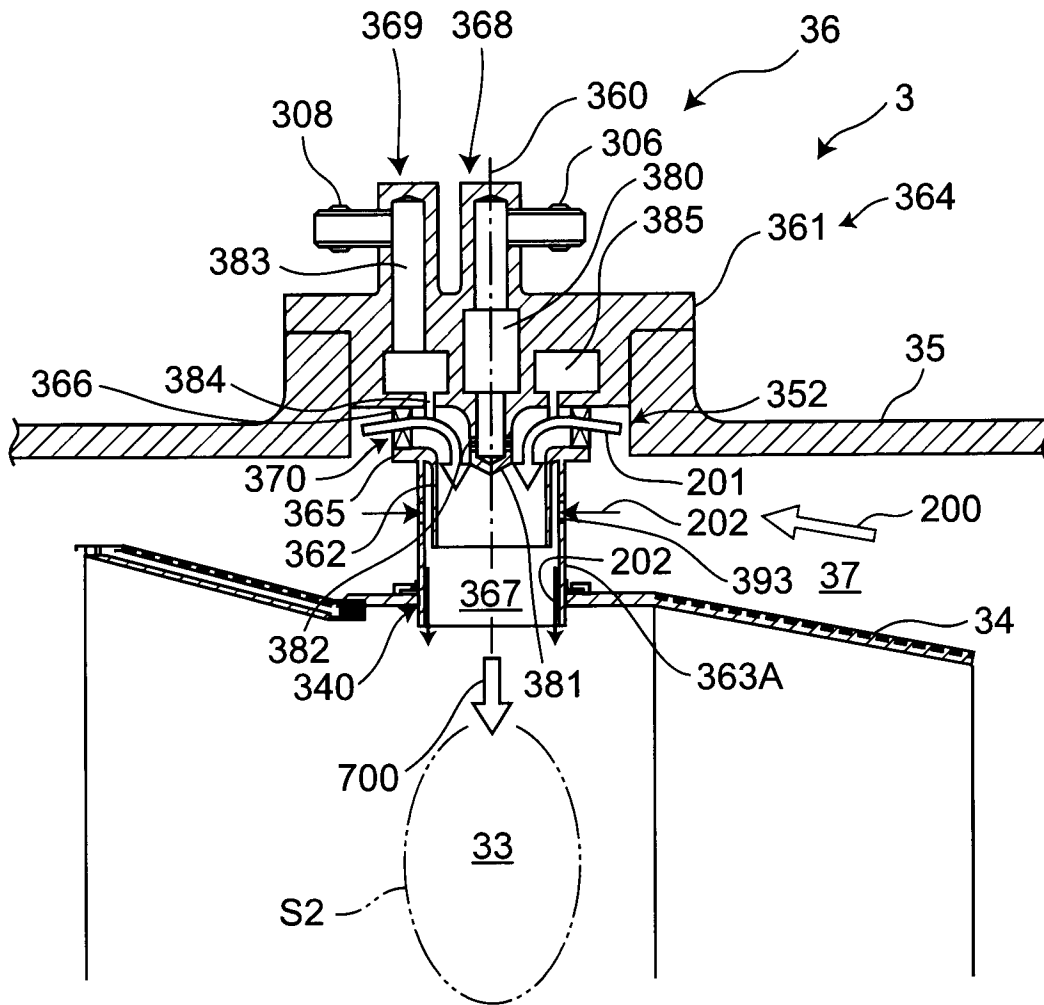
[図8]



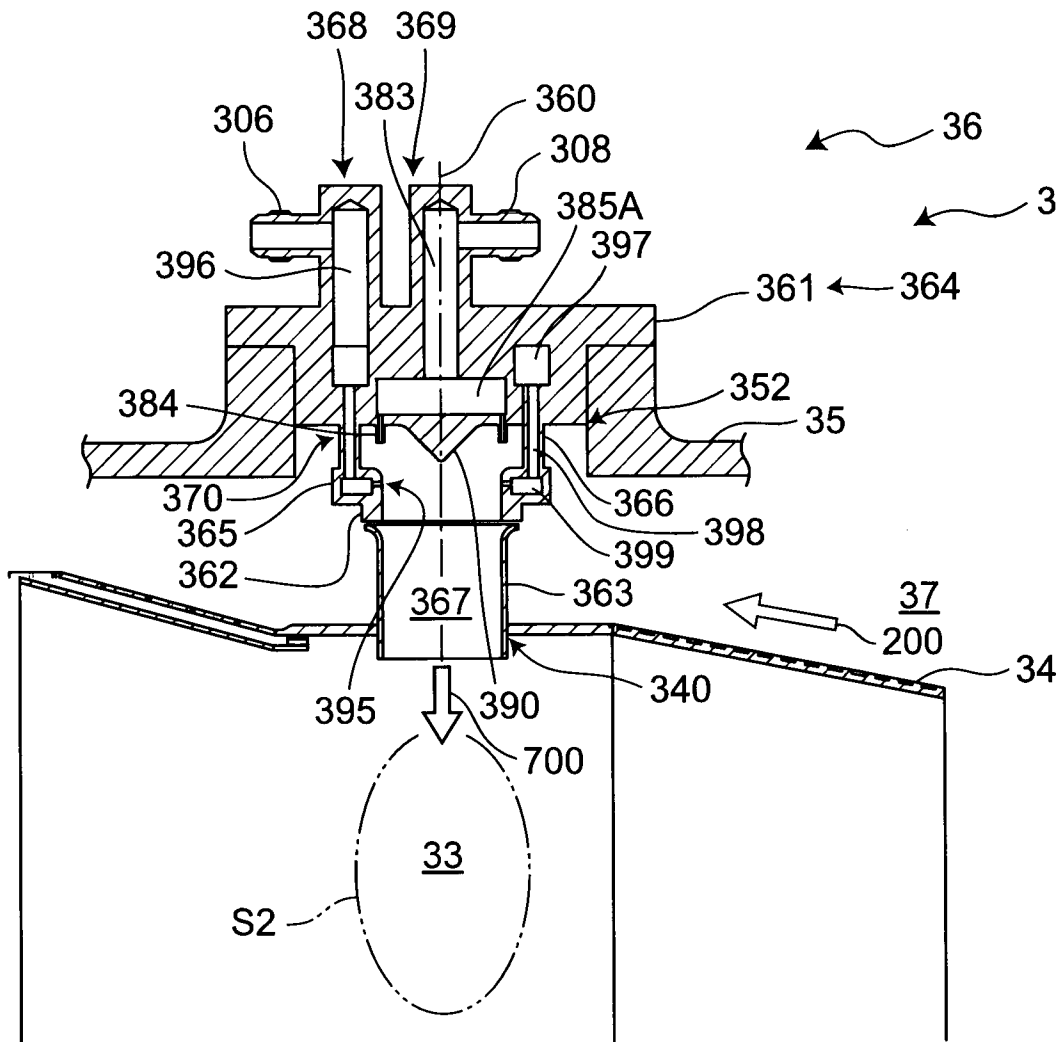
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/086273

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F23R3/34(2006.01)i, F02C7/22(2006.01)i, F23C99/00(2006.01)i, F23D17/00(2006.01)i, F23R3/28(2006.01)i, F23R3/30(2006.01)i, F23R3/36(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)
F23R3/34, F02C7/22, F23C99/00, F23D17/00, F23R3/28, F23R3/30, F23R3/36

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
 JSTPlus/JST7580 (JDreamIII), DWPI (Thomson Innovation)

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 2013-227885 A (Niigata Power Systems Co., Ltd.), 07 November 2013 (07.11.2013), paragraphs [0008], [0032] to [0043]; fig. 4 (Family: none)	1, 5-7 2-4, 8-9
Y A	JP 2011-75174 A (Hitachi, Ltd.), 14 April 2011 (14.04.2011), paragraphs [0001], [0076] to [0080]; fig. 1, 9 & US 2011/0094239 A1 paragraphs [0002], [0094] to [0098]; fig. 1, 9 & EP 2309189 A2 & CN 102032568 A & HK 1152556 A1	1, 5-7 2-4, 8-9

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 16 March 2016 (16.03.16)	Date of mailing of the international search report 29 March 2016 (29.03.16)
---	--

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/JP2015/086273

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	WO 2014/092185 A1 (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 19 June 2014 (19.06.2014), paragraphs [0016], [0022] to [0023] & US 2015/0275755 A1 paragraphs [0019], [0028] to [0029] & EP 2933561 A1 & CA 2894643 A1 & CN 104870902 A	1, 5-7 2-4, 8-9
Y	JP 2008-185247 A (Nippon Paint Co., Ltd.), 14 August 2008 (14.08.2008), fig. 4 (Family: none)	6
A	JP 2013-234769 A (Hitachi, Ltd.), 21 November 2013 (21.11.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2013-231580 A (General Electric Co.), 14 November 2013 (14.11.2013), entire text; all drawings & US 2013/0283801 A1 & EP 2657611 A2 & CN 103375816 A & RU 2013119328 A	1-9
A	JP 2008-522123 A (Alstom Technology Ltd.), 26 June 2008 (26.06.2008), entire text; all drawings & JP 4913746 B2 & US 2008/0280239 A1 & WO 2006/058843 A1 & CN 101069039 A	1-9

<p>A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))</p> <p>Int.Cl. F23R3/34(2006.01)i, F02C7/22(2006.01)i, F23C99/00(2006.01)i, F23D17/00(2006.01)i, F23R3/28(2006.01)i, F23R3/30(2006.01)i, F23R3/36(2006.01)i</p>			
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))</p> <p>Int.Cl. F23R3/34, F02C7/22, F23C99/00, F23D17/00, F23R3/28, F23R3/30, F23R3/36</p>			
<p>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</p> <p>日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2016年 日本国実用新案登録公報 1996-2016年 日本国登録実用新案公報 1994-2016年</p>			
<p>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)</p> <p>JSTPlus/JST7580 (JDreamIII) DWPI (Thomson Innovation)</p>			
<p>C. 関連すると認められる文献</p>			
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 2013-227885 A (新潟原動機株式会社) 2013.11.07, 段落[0008], [0032]-[0043], 図4 (ファミリーなし)	1, 5-7 2-4, 8-9	
Y A	JP 2011-75174 A (株式会社日立製作所) 2011.04.14, 段落[0001], [0076]-[0080], 図1, 9 & US 2011/0094239 A1, 段落[0002], [0094]-[0098], 図1, 9 & EP 2309189 A2 & CN 102032568 A & HK 1152556 A1	1, 5-7 2-4, 8-9	
<p>☑ 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。</p>			
<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>「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</p> <p>「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</p> <p>「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)</p> <p>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</p>		<p>の日の後に公表された文献</p> <p>「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</p> <p>「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</p> <p>「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</p> <p>「&」 同一パテントファミリー文献</p>	
<p>国際調査を完了した日</p> <p>16.03.2016</p>		<p>国際調査報告の発送日</p> <p>29.03.2016</p>	
<p>国際調査機関の名称及びあて先</p> <p>日本国特許庁 (ISA/J P)</p> <p>郵便番号 100-8915</p> <p>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>		<p>特許庁審査官 (権限のある職員)</p> <p>齊藤 公志郎</p>	<p>3G 3321</p>
		<p>電話番号 03-3581-1101 内線 3355</p>	

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
Y A	WO 2014/092185 A1 (川崎重工業株式会社) 2014. 06. 19, 段落[0016], [0022]-[0023] & US 2015/0275755 A1, 段落[0019], [0028]-[0029] & EP 2933561 A1 & CA 2894643 A1 & CN 104870902 A	1, 5-7 2-4, 8-9
Y	JP 2008-185247 A (日本ペイント株式会社) 2008. 08. 14, 図 4 (ファミリーなし)	6
A	JP 2013-234769 A (株式会社日立製作所) 2013. 11. 21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2013-231580 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ) 2013. 11. 14, 全文, 全図 & US 2013/0283801 A1 & EP 2657611 A2 & CN 103375816 A & RU 2013119328 A	1-9
A	JP 2008-522123 A (アルストム テクノロジー リミテッド) 2008. 06. 26, 全文, 全図 & JP 4913746 B2 & US 2008/0280239 A1 & WO 2006/058843 A1 & CN 101069039 A	1-9