

(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
2017年9月8日(08.09.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/150364 A1

- (51) 国際特許分類:
F23R 3/28 (2006.01) F02C 9/28 (2006.01)
F02C 7/22 (2006.01) F02C 9/40 (2006.01)
F02C 7/224 (2006.01) F23R 3/14 (2006.01)
F02C 7/228 (2006.01) F23R 3/30 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/007026
- (22) 国際出願日: 2017年2月24日(24.02.2017)
- (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 2016-040951 2016年3月3日(03.03.2016) JP
- (71) 出願人: 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1番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 宮本 健司 (MIYAMOTO, Kenji); 〒1088215 東京都港区港南二丁目1番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 井上 慶 (INOUE, Kei); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 加藤 慎 (KATO, Shin); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP).

テムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 川上 朋 (KAWAKAMI, Tomo); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (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, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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,

[続葉有]

(54) Title: COMBUSTION DEVICE AND GAS TURBINE

(54) 発明の名称: 燃焼装置及びガスタービン

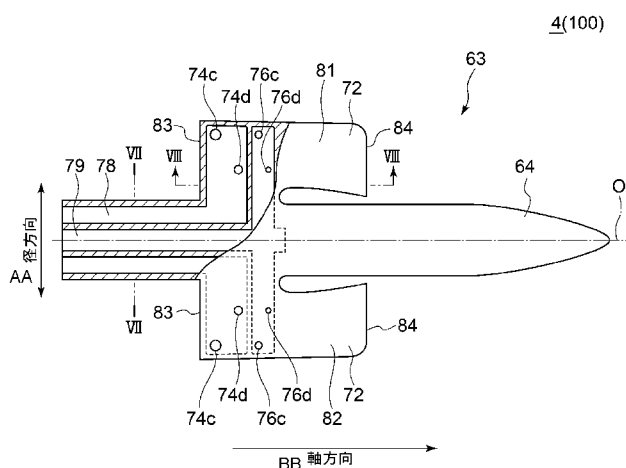


FIG. 6:
AA Radial direction
BB Axial direction

(57) Abstract: A combustion device is provided with a nozzle casing that defines an axial channel, and a nozzle disposed inside the axial channel. The nozzle includes: a cylindrical nozzle body extending along the axial channel; a swirler vane projecting radially outwards from the nozzle body with respect to the radial direction of the nozzle body, the swirler vane being configured so as to swirl a fluid flowing in the axial channel; at least one first injection hole which opens on the surface of the swirler vane or the nozzle body; at least one second injection hole which opens on the surface of the swirler vane or the nozzle body; a first fuel channel extending inside the nozzle body and in communication with the at-least-one first injection hole; and a second fuel channel extending inside the nozzle body separately from the first fuel channel, the second fuel channel being in communication with the at-least-one second injection hole.

(57) 要約: 燃焼装置は、軸方向流路を規定するノズルケーシングと、前記軸方向流路内に設けられたノズルと、を備え、前記ノズルは、前記軸方向流路に沿って延在する筒形状のノズル本体と、前記ノズル本体の径方向にて前記ノズル本体から径方向外方に突出し、前記軸方向流路を流れる流体を旋回させるように構成されたスワラペーンと、前記ノズル本体又は前記スワラペーンの表面に開口する少なくとも1つの第1噴射孔と、前記ノズル本体又は前記スワラペーン

の表面に開口する少なくとも1つの第2噴射孔と、前記ノズル本体の内部を延び、前記少なくとも1つの第1噴射孔に連通した第1燃料流路と、前記ノズル本体の内部を前記第1燃料流路とは別々に延び、前記少なくとも1つの第2噴射孔と連通した第2燃料流路と、を含む。

WO 2017/150364 A1



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:

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).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 燃焼装置及びガスタービン

技術分野

[0001] 本開示は燃焼装置及びガスタービンに関する。

背景技術

[0002] ガスタービン等に用いられる燃焼装置において、運転状況等に応じて、異なる性状を有する燃料を燃焼させることがある。

例えば、特許文献1には、燃焼室に燃料を噴出するための主燃料ノズルと、燃焼室に導入される前の空気中に燃料を噴出するための副燃料ノズルと、主燃料ノズル及び副燃料ノズルに供給される燃料の流量を調整するための流量調整手段とを備えるガスタービン燃焼器が開示されている。このガスタービン燃焼器では、燃料を安定に燃焼させるため、燃料の性状に応じた適正量の燃料を燃焼室に供給するようになっている。すなわち、主燃料ノズル及び副燃料ノズルに供給される燃料の性状（例えば発熱量）に応じて、主燃料ノズル及び副燃料ノズルに供給される燃料の流量が調整されるようになっている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2007-46843号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、ある燃焼装置において所定の燃焼熱を得ようとするときに、不活性成分含有量が比較的多く発熱量が比較的小さい燃料（以降において低カロリー燃料と称する）を用いる場合と、不活性成分含有量が比較的少なく発熱量が比較的大きい燃料（以降において高カロリー燃料と称する）を用いる場合とがある。

低カロリー燃料を用いる場合、所定の燃焼熱を得るために必要な供給量（

流量)を得るためには燃料の流速を比較的大きくする必要がある。このため、低カロリー燃料を用いる場合には、配管等における圧力損失を低減するために、配管径やノズル孔径等を比較的大きくする必要がある。

一方、高カロリー燃料を用いる場合、低カロリー燃料を用いる場合と同等の燃焼熱を得るために必要な燃料供給量(流量)は低カロリー燃料の場合よりも小さいため、燃料の流速を比較的小さくする必要がある。よって、低カロリー燃料に適した大きさの径を有する配管やノズルに高カロリー燃料を適用する場合には、低カロリー燃料を用いる場合に比べて燃料の流速が小さくなるため、燃料を噴射するノズルの前後での差圧が小さくなり、このため燃焼器(燃焼装置)において燃焼振動が生じることがある。

[0005] 上述の事情に鑑みて、本発明の少なくとも一実施形態は、性状が異なる燃料を適用した場合であっても、燃料噴射前後の差圧を維持しやすい燃焼装置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

[0006] (1) 本発明の少なくとも一実施形態に係る燃焼装置は、
軸方向流路を規定するノズルケーシングと、
前記軸方向流路内に設けられた少なくとも1つのノズルと、を備え、
前記少なくとも1つのノズルは、
前記軸方向流路に沿って延在する筒形状のノズル本体と、
前記ノズル本体の径方向にて前記ノズル本体から径方向外方に突出し、
前記軸方向流路を流れる流体を旋回させるように構成されたスワラベーンと、
前記ノズル本体又は前記スワラベーンの表面に開口する少なくとも1つの第1噴射孔と、
前記ノズル本体又は前記スワラベーンの表面に開口する少なくとも1つの第2噴射孔と、
前記ノズル本体の内部を延び、前記少なくとも1つの第1噴射孔に連通した第1燃料流路と、

前記ノズル本体の内部を前記第1燃料流路とは別々に延び、前記少なくとも1つの第2噴射孔と連通した第2燃料流路と、を含む。

[0007] 上記(1)の構成では、燃料を噴射する第1噴射孔及び第2噴射孔にそれぞれ連通した第1燃料流路及び第2燃料流路を別々に設けたので、第1燃料流路及び第1噴射孔の設計を、第1燃料流路を流通する燃料の性状に適したものとすることができるとともに、第2燃料流路及び第2噴射孔の設計を、第2燃料流路を流通する燃料の性状に適したものとすることができ。

[0008] (2) 幾つかの実施形態では、上記(1)の構成において、前記第1噴射孔の総面積は、前記第2噴射孔の総面積よりも大きい。

上記(2)の構成では、第1噴射孔の総面積(例えば、開口面積の総和又は流路面積の総和)を第2噴射孔の総面積に比べて大きくしたので、第2噴射孔よりも第1噴射孔から噴射される燃料の流量が比較的大きくなる。このため、第1噴射孔から燃料が噴射される場合、第1噴射孔の前後の差圧が維持されやすい。一方、第2噴射孔の総面積を第1噴射孔の総面積に比べて小さくしたので、第2噴射孔から噴射される燃料の流量が比較的小さいにもかかわらず、第2噴射孔の前後の差圧を維持しやすい。よって、上記(2)の構成によれば、燃焼装置において燃料噴射前後の差圧が維持されやすい。

[0009] (3) 幾つかの実施形態では、上記(2)の構成において、前記第1燃料流路の流路面積は、前記第2燃料流路の流路面積よりも大きい。

上記(3)の構成では、第1燃料流路の流路面積を第2燃料流路の流路面積に比べて大きくしたので、第2噴射孔よりも第1噴射孔から噴射される燃料の流量が比較的大きくなる。このため、第1噴射孔から燃料が噴射される場合、第1噴射孔の前後において差圧が維持されやすい。一方、第2燃料流路の流路面積を第1燃料流路の流路面積に比べて小さくしたので、第2噴射孔から噴射される燃料の流量が比較的小さいにもかかわらず、第2噴射孔の前後の差圧を維持しやすい。よって、上記(3)の構成によれば、燃焼装置において燃料噴射前後の差圧が維持されやすい。

[0010] (4) 幾つかの実施形態では、上記(3)の構成において、前記第1燃料流

路の流路面積と前記第2燃料流路の流路面積との比である流路面積比と、前記第1噴射孔の総面積と前記第2噴射孔の総面積との比である噴射孔総面積比との比（前記流路面積比／前記噴射孔総面積比）が0.8以上1.2以下である。

上記（4）の構成によれば、流路面積比と噴射孔総面積比との比を1に近くしたので、第1燃料流路及び第2燃料流路における圧力損失を低減することができ、このため燃焼装置において、燃料噴射前後の差圧が維持されやすい。

[0011] （5）幾つかの実施形態では、上記（1）～（4）の何れかの構成において、前記第1噴射孔は、前記軸方向流路での前記流体の流れ方向にて前記第2噴射孔よりも上流側に設けられている。

第1噴射孔及び第2噴射孔から噴射される燃料は、軸方向流路の上流側から流れてくる空気と混合された後に燃焼する。上記（5）の構成によれば、第1噴射孔を第2噴射孔よりも上流側に設けたので、第1噴射孔から噴射される燃料は、第2噴射孔から噴出される燃料に比べて、第1噴射孔と第2噴射孔の間の距離の分だけ、軸方向流路を上流側から流れてくる空気との混合距離を長くすることができる。このため、第1噴射孔から噴射される燃料と空気との混合（予混合）をより促進させることができ、燃焼装置において良好な燃焼効率を得ることができる。

[0012] （6）幾つかの実施形態では、上記（1）～（5）の何れかの構成において、

前記ノズル本体又は前記スワラベーンは、少なくとも2つの前記第1噴射孔又は少なくとも2つの前記第2噴射孔を有し、

前記少なくとも2つの第1噴射孔又は前記少なくとも2つの第2噴射孔は、前記ノズル本体の径方向において互いに異なる位置に配置される。

上記（6）の構成によれば、少なくとも2つの第1噴射孔又第2噴射孔を、ノズル本体の径方向において互いに異なる位置に配置したので、第1燃料流路又は第2燃料流路における燃料の流れが円滑になる。このため、第1噴

射孔又は第2燃料流路から燃料を円滑に供給することができる。

[0013] (7) 幾つかの実施形態では、上記(6)の構成において、前記少なくとも2つの第1噴射孔又は前記少なくとも2つの第2噴射孔のうち、前記径方向において外側に配置された外側噴射孔は、前記径方向において内側に配置された内側噴射孔よりも、前記軸方向流路での前記流体の流れ方向にて上流側に配置される。

軸方向流路内においては、より外周側において空気の流れる流路面積が広がる。よって、上記(7)の構成によれば、軸方向流路内においてより外周側に設けられた外側噴射孔で噴出された燃料の空気との混合がより促進されるため、より良好な燃焼効率が得られる。

[0014] (8) 幾つかの実施形態では、上記(6)又は(7)の構成において、前記少なくとも2つの第1噴射孔又は前記少なくとも2つの第2噴射孔のうち、前記径方向において外側に配置された外側噴射孔の孔径は、前記径方向において内側に配置された内側噴射孔の孔径よりも大きい。

上記(8)の構成によれば、外側噴射孔から噴射される燃料の流量がより大きくなるため、より多くの燃料を外側噴射孔から噴射して空気との混合を促進することができるため、より良好な燃焼効率が得られる。

[0015] (9) 幾つかの実施形態では、上記(1)～(8)の何れかの構成において、

前記第1燃料流路に第1燃料を供給可能な第1供給流路と、

前記第2燃料流路に、前記第1燃料とは異なる第2燃料を供給可能な第2供給流路と、

をさらに備え、

前記第1燃料は、前記第2燃料よりも発熱量が小さい。

上記(9)の構成によれば、発熱量の異なる第1燃料及び第2燃料が、それぞれ別の燃料流路及び噴射孔を介して供給される。よって、第1燃料流路及び第1噴射孔は比較的発熱量が小さい第1燃料（低カロリー燃料）の性状に適した設計とすることができるとともに、第2燃料流路及び第2噴射孔は

比較的発熱量が大きい第2燃料（高カロリー燃料）の性状に適した設計とすることができる。

また、第1噴射孔の総面積が第2噴射孔の総面積よりも大きい場合には、第1噴射孔から噴射される第1燃料（低カロリー燃料）の流量が比較的大きくなるとともに、第2噴射孔の総面積が比較的小さいため、流量が比較的小さい第2燃料（高カロリー燃料）が噴射される第2噴射孔の前後の差圧が維持されやすい。このため、燃焼装置において燃料噴射前後の差圧が維持されやすい。

また、第1噴射孔を第2噴射孔よりも上流側に設ける場合には、第1噴射孔から噴射される比較的大流量の第1燃料（低カロリー燃料）について、第2噴射孔から噴出される比較的小流量の第2燃料（高カロリー）に比べて、第1噴射孔と第2噴射孔の間の距離の分だけ、軸方向流路を上流側から流れてくる空気との混合距離を長くすることができる。このため、第1噴射孔から噴射される比較的大流量の第1燃料（低カロリー燃料）と空気との混合（予混合）をより促進させることができ、燃焼装置全体として良好な燃焼効率を得ることができる。

[0016] (10) 幾つかの実施形態では、上記(9)の構成において、前記第1噴射孔の総面積と前記第2噴射孔の総面積との比は、前記第1燃料の発熱量と前記第2燃料の発熱量との比に応じて決定されている。

上記(10)の構成によれば、第1燃料（低カロリー燃料）の発熱量と第2燃料（高カロリー燃料）の発熱量との比に応じて前記第1噴射孔の総面積と前記第2噴射孔の総面積との比を決定するようにしたので、第1燃料（低カロリー燃料）使用時と第2燃料（高カロリー燃料）使用時との間における燃焼熱の変動を低減できる。このため、第1燃料（低カロリー燃料）と第2燃料（高カロリー燃料）とを切り替えて用いる場合であっても、安定して燃料を燃焼させることができる。

[0017] (11) 幾つかの実施形態では、上記(1)～(8)の何れかの構成において、前記燃焼装置は、

発熱量が相互に異なる第1燃料と第2燃料を混合して混合燃料を生成可能な混合器と、

前記混合燃料を前記第1燃料流路に供給可能な第1供給流路と、

前記混合燃料を前記第2燃料流路に供給可能な第2供給流路と、

前記第2供給流路に介装され、前記第2燃料流路に供給される前記混合燃料の流量を調整可能な第2バルブと、をさらに備える。

上記(11)の構成では、混合燃料を第1燃料流路及び第2燃料流路に供給可能とし、第2燃料流路に供給される混合燃料を第2バルブにより調整可能とした。よって、第2バルブで第2燃料流路における混合燃料の流量を調節することにより、混合燃料全体の流量を調節することができる。

[0018] (12) 幾つかの実施形態では、上記(11)の構成において、前記燃焼装置は、

前記混合器によって生成された前記混合燃料を加熱可能なヒータをさらに備え、

前記第1供給流路は、前記ヒータによって加熱された前記混合燃料を前記第1燃料流路に供給するように構成され、

前記第2供給流路は、前記ヒータによって加熱された前記混合燃料を前記第2燃料流路に供給するように構成される。

上記(12)の構成では、第1燃料と第2燃料とを混合して得られる混合燃料を第1燃料流路及び第2燃料流路に供給するようにしたので、燃料を加熱するためのヒータは、混合後の燃料を加熱するように設ければよい。このため、上記(12)の構成によれば、第1燃料及び第2燃料のそれぞれに対して個別にヒータを設ける場合に比べて、コストを削減することができる。

[0019] (13) 幾つかの実施形態では、上記(11)又は(12)の構成において、

前記混合燃料における前記第1燃料と前記第2燃料との混合比に応じて前記第2バルブの開度が調節されるように構成される。

上記(13)の構成によれば、第1燃料と第2燃料との混合比に応じて第

2バルブの開度を調整可能としたので、該混合比に応じて、混合燃料全体の流量を適切に調節することができる。

例えば、混合燃料中の第1燃料の含有量が多く、混合燃料の発熱量が比較的小さい場合には、大流量を得るため、第2バルブの開度を大きくして第1燃料流路及び第2燃料流路の両方に混合燃料を供給することができる。また、混合燃料中の第2燃料の含有量が多く、混合燃料の発熱量が比較的大きい場合には、流量を比較的少なくするため、第2バルブの開度を小さくして第2燃料流路の流量を減少させ、主に第1燃料流路に混合燃料を供給する。

[0020] (14) 本発明の少なくとも一実施形態に係るガスタービンは、

圧縮空気を生成するための圧縮機と、

前記圧縮機からの前記圧縮空気により前記少なくとも第1燃料噴射孔及び前記少なくとも1つの第2燃料噴射孔のうち少なくとも一方から噴射された燃料を燃焼させて燃焼ガスを発生させるように構成された上記(1)乃至(13)の何れかに記載の燃焼装置と、

前記燃焼装置からの前記燃焼ガスによって駆動されるように構成されたタービンと、
を備える。

[0021] 上記(14)の構成では、燃料を噴射する第1噴射孔及び第2噴射孔にそれぞれ連通した第1燃料流路及び第2燃料流路を別々に設けたので、第1燃料流路及び第1噴射孔の設計を、第1燃料流路を流通する燃料の性状に適したものとすることができるとともに、第2燃料流路及び第2噴射孔の設計を、第2燃料流路を流通する燃料の性状に適したものとすることができる。

発明の効果

[0022] 本発明の少なくとも一実施形態によれば、性状が異なる燃料を適用した場合であっても、燃焼振動を低減可能な燃焼装置が提供される。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本発明の一実施形態に係るガスタービンを示す概略構成図である。

[図2]一実施形態に係る燃焼器（燃焼装置）を示す概略図である。

[図3]一実施形態に係る燃焼器（燃焼装置）を示す断面図である。

[図4]一実施形態に係る燃焼器（燃焼装置）の要部断面図である。

[図5]図4に示される燃焼器（燃焼装置）のA方向矢視図である。

[図6]一実施形態に係るノズルの軸方向に沿った部分断面図である。

[図7]図6に示されるノズルのVⅠⅠ－VⅠⅠ断面図である。

[図8]図6に示されるノズルのVⅠⅠⅠ－VⅠⅠⅠ断面図である。

[図9]一実施形態に係るノズルの軸方向に沿った部分断面図である。

[図10]図9に示されるノズルのX－X断面図である。

[図11]一実施形態に係る燃焼器（燃焼装置）の燃料供給システムの構成を示す図である。

[図12]一実施形態に係る燃焼器（燃焼装置）の燃料供給システムの構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0024] 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。

[0025] まず、幾つかの実施形態に係る燃焼装置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、本発明の一実施形態に係るガスタービン1を示す概略構成図である。

[0026] 図1に示すように、一実施形態に係るガスタービン1は、酸化剤としての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（燃焼装置100）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1の場合、タービン6には不図示の発電機が連結され、タービン6の回転エネルギーによって発電が行われるようになっている。

[0027] ガスタービン1における各部位の具体的な構成例について説明する。

圧縮機2は、圧縮機車室10と、圧縮機車室10の入口側に設けられ、空

気を取り込むための空気取入口 12 と、圧縮機車室 10 及び後述するタービン車室 22 を共に貫通するように設けられたロータ 8 と、圧縮機車室 10 内に配置された各種の翼と、を備える。各種の翼は、空気取入口 12 側に設けられた入口案内翼 14 と、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。なお、圧縮機 2 は、不図示の抽気室等の他の構成要素を備えていてもよい。このような圧縮機 2 において、空気取入口 12 から取り込まれた空気は、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压の圧縮空気となる。そして、高温高压の圧縮空気は圧縮機 2 から後段の燃焼器 4 に送られる。

[0028] 燃焼器 4 は、ケーシング 20 内に配置される。図 1 に示すように、燃焼器 4 は、ケーシング 20 内にロータ 8 を中心として環状に複数配置されていてもよい。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、燃料を燃焼させることによって、タービン 6 の作動流体である燃焼ガスを発生させる。そして、燃焼ガスは燃焼器 4 から後段のタービン 6 に送られる。なお、燃焼器 4 の詳細な構成例については後述する。

[0029] タービン 6 は、タービン車室 22 と、タービン車室 22 内に配置された各種の翼と、を備える。各種の翼は、タービン車室 22 側に固定された複数の静翼 24 と、静翼 24 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 26 と、を含む。なお、タービン 6 は、出口案内翼等の他の構成要素を備えていてもよい。タービン 6 においては、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 が回転駆動する。これにより、ロータ 8 に連結された発電機が駆動されるようになっている。

タービン車室 22 の下流側には、排気車室 28 を介して排気室 30 が連結されている。タービン 6 を駆動した後の燃焼ガスは、排気車室 28 及び排気室 30 を介して外部へ排出される。

[0030] 次に、図 2 及び図 3 を参照して、一実施形態に係る燃焼器 4（燃焼装置 100）の詳細な構成について説明する。図 2 は、一実施形態に係る燃焼器 4

(燃烧装置 100) を示す概略図である。図 3 は、一実施形態に係る燃烧器 4 (燃烧装置 100) の一部を示す断面図である。

[0031] 図 2 及び図 3 に示すように、一実施形態に係る燃烧器 4 (燃烧装置 100) は、ロータ 8 を中心として環状に複数配置されている (図 1 参照)。各燃烧器 4 は、ケーシング 20 により画定される燃烧器車室 40 に設けられた燃烧器ライナ 46 と、燃烧器ライナ 46 内にそれぞれ配置された第 2 燃烧バーナ 50 及び複数の第 1 燃烧バーナ 60 と、を含む。なお、燃烧器 4 は、燃烧ガスをバイパスさせるためのバイパス管 (不図示) 等の他の構成要素を備えていてもよい。

[0032] 例えば、燃烧器ライナ 46 は、第 2 燃烧バーナ 50 及び複数の第 1 燃烧バーナ 60 の周囲に配置される内筒 46a と、内筒 46a の先端部に連結された尾筒 46b と、を有している。

第 2 燃烧バーナ 50 は、燃烧器ライナ 46 の中心軸に沿って配置されている。そして、第 2 燃烧バーナ 50 を囲むように、複数の第 1 燃烧バーナ 60 が互いに離間して配列されている。

第 2 燃烧バーナ 50 は、燃料ポート 52 に連結された第 2 ノズル (ノズル) 54 と、第 2 ノズル 54 を囲むように配置されたコーン 56 と、第 2 ノズル 54 の外周に設けられたスワラ 58 と、を有している。

第 1 燃烧バーナ 60 は、燃料ポート 62 に連結された第 1 ノズル (ノズル) 63 と、第 1 ノズル 63 を囲むように配置されたバーナ筒 (ノズルケーシング) 66 と、バーナ筒 66 と燃烧器ライナ 46 (例えば内筒 46a) をつなぐ延長管 65 と、第 1 ノズル 63 の外周に設けられたスワラ 70 と、を有している。燃料ポート 62 は、少なくとも 2 つの燃料ポート 62a, 62b を含む。燃料ポート 62a 及び 62b には、それぞれ、燃料を供給するための第 1 供給流路及び第 2 供給流路 (不図示) と接続されており、第 1 供給流路からの燃料は燃料ポート 62a を介して、第 2 供給流路からの燃料は燃料ポート 62b を介して、それぞれ第 1 ノズル 63 に対して燃料を供給可能となっている。なお、第 1 燃烧バーナ 60 の具体的な構成については後述する

。

なお、図3に示すように、延長管65は、バーナ筒66に接続される上流側端面から下流側端面（延長管出口65a）まで延在している。また、図3には、延長管出口65aの中心位置を通過する流路中心線O'を示している。

。

[0033] 以下に説明するように、第2燃焼バーナ50は拡散燃焼火炎を発生させるためのバーナであるとともに、第2ノズル54は拡散燃焼用の燃料を噴射するためのノズルであってもよい。また、第1燃焼バーナ60は、予混合気を燃焼させるためのバーナであるとともに、第1ノズル63は、予混合燃料を噴射するためのノズルであってもよい。

すなわち、上記構成を有する燃焼器4において、圧縮機2で生成された高温高压の圧縮空気は車室入口42から燃焼器車室40内に供給され、さらに燃焼器車室40からバーナ筒66内に流入する。そして、この圧縮空気と、燃料ポート62から供給された燃料とがバーナ筒66内で予混合される。この際、予混合気はスワラ70により主として旋回流を形成し、燃焼器ライナ46内に流れ込む。また、圧縮空気と、燃料ポート52を介して第2燃焼バーナ50から噴射された燃料とが燃焼器ライナ46内で混合され、図示しない種火により着火されて燃焼し、燃焼ガスが発生する。このとき、燃焼ガスの一部が火炎を伴って周囲に拡散することで、各第1燃焼バーナ60から燃焼器ライナ46内に流れ込んだ予混合気に着火されて燃焼する。すなわち、第2燃焼バーナ50から噴射された拡散燃焼用燃料による拡散燃焼火炎によって、第1燃焼バーナ60からの予混合気（予混合燃料）の安定燃焼を行うための保炎を行うことができる。その際、燃焼領域は例えば内筒46aに形成される。

[0034] 次に、図4～図10を参照して、一実施形態に係る燃焼器4（燃焼装置100）の要部の構成について、一例として上述した第1燃焼バーナ60を用いて説明する。

なお、本発明に係る燃焼バーナは、第1燃焼バーナ60に限定されるもの

ではなく、ノズルの周囲の軸方向流路にスワラ（スワラベーン）が設けられた燃焼バーナであればどのタイプの燃焼バーナに対しても本発明の実施形態に係る構成を適用可能である。例えば、一実施形態において、燃焼バーナは、ガスタービン 1 の燃焼器 4 に設けられる第 2 燃焼バーナ 50 のように主として拡散燃焼するタイプの燃焼バーナであってもよいし、あるいはガスタービン 1 以外の機器に設けられる燃焼バーナであってもよい。

すなわち、本発明に係るノズルは、第 1 ノズル 63 に限定されるものではない。一実施形態では、ノズルは、複数の第 1 ノズル 63 に取り囲まれるように設けられた第 2 ノズル 54 であってもよい。また、本発明に係るノズルは、予混合燃料を噴射するためのノズルであってもよいし、拡散燃焼用の燃料を噴射するためのノズルであってもよい。

[0035] 図 4 は、一実施形態に係る燃焼器 4（燃焼装置 100）の第 1 燃焼バーナ 60 を含む要部断面図であり、図 5 は、図 4 に示される燃焼器 4（燃焼装置 100）の A 方向矢視図である。

図 4 及び図 5 に示すように、一実施形態に係る燃焼器 4 において、第 1 燃焼バーナ 60 は、バーナ筒（ノズルケーシング）66 と、第 1 ノズル 63 とを備えている。バーナ筒 66 は、その内周面によって、第 1 ノズル 63 の軸方向に沿った軸方向流路 68 を画定しており、第 1 ノズル 63 は、該軸方向流路 68 内に設けられている。第 1 ノズル 63 は、軸方向流路 68 に沿って延在する筒形状のノズル本体 64 と、少なくとも 1 枚のスワラベーン 72 を含むスワラ 70 と、を含む。

ここで、筒形状とは、厳密な円筒形を意味するものとは限らない。すなわち、ノズル本体 64 は、例えば、少なくとも一部において円筒形を有しており、該円筒形の中心軸方向において、径が変化する形状を有してもよい。例えば、ノズル本体 64 は、図 4 に示すように、円筒形において、中心軸方向の一端部が先細った形状を有していてもよい。

[0036] バーナ筒 66 は、ノズル本体 64 に対して同心状に、且つノズル本体 64 及びスワラベーン 72 を含む第 1 ノズル 63 を囲むように配置されている。

すなわち、バーナ筒 6 6 の軸はノズル本体 6 4 の軸 O と略一致し、且つバーナ筒 6 6 の径は第 1 ノズル 6 3 の径よりも大きい。

バーナ筒 6 6 の内周面によって確定される軸方向流路 6 8 には、その上流側（図 4 において左側）から下流側（図 4 において右側）に向かって、圧縮空気等の気体（流体）G が流通する。

[0037] 第 1 ノズル 6 3 は、例えば上述したように燃料ポート 6 2（6 2 a, 6 2 b）（図 2 及び図 3 参照）に連結され、燃料ポート 6 2（6 2 a, 6 2 b）から燃料が供給される。燃料は、気体であっても液体であってもよく、その種類も特に限定されない。また、第 2 ノズル 5 4 に供給される燃料と第 1 ノズル 6 3 に供給される燃料とを異ならせてもよく、例えば、第 2 ノズル 5 4 に油燃料が供給され、第 1 ノズル 6 3 に天然ガス等のガス燃料が供給されてもよい。

[0038] スワラ 7 0 は、軸方向流路 6 8 を流通する気体を旋回させるように構成され、少なくとも一枚のスワラベーン 7 2 を含む。なお、図 4 及び図 5 に示すスワラ 7 0 は、ノズル本体 6 4 を中心として放射状に 6 枚のスワラベーン 7 2 が設けられた場合を例示したものである。ただし、図 4 では、便宜上、周方向に沿う角度 0 度と角度 1 8 0 度の位置に配置した 2 枚のスワラベーン 7 2 のみを示している（図 4 の状態では、実際には合計で 4 枚のスワラベーン 7 2 が見える）。

[0039] スワラベーン 7 2 は、ノズル本体 6 4 の周囲においてノズル本体 6 4 の軸方向（軸 O 方向）に沿って延在する軸方向流路 6 8 において、ノズル本体 6 4 の径方向にてノズル本体 6 4 から径方向外方に突出するように設けられ、軸方向流路 6 8 を流通する気体を旋回させるように構成されている。スワラベーン 7 2 は、圧力面である腹面 8 1 と、負圧面である背面 8 2 と、気体の流通方向（ノズル本体 6 4 の軸方向）における上流側の端部である前縁 8 3 と、気体の流通方向（第 1 ノズル 6 3 の軸方向）における下流側の端部である後縁 8 4 と、を有している。

[0040] スワラベーン 7 2 及び／又はノズル本体 6 4 には、燃料を噴射するための

複数の噴射孔が形成されている。複数の噴射孔は、スワラベーン72の表面に開口する少なくとも1つの第1噴射孔74と、スワラベーン72又はノズル本体64の表面に開口する少なくとも1つの第2噴射孔76と含む。図4～図5に示す例では、第1噴射孔74として、スワラベーン72の腹面81に第1噴射孔74a, 74bが、スワラベーン72の背面82に第1噴射孔74c, 74dが形成されており、第2噴射孔76として、スワラベーン72の腹面81に第2噴射孔76a, 76bが、スワラベーン72の背面82に第2噴射孔76c, 76dが形成されている。

[0041] これらの第1噴射孔74及び第2噴射孔76は、ノズル本体64の内部に設けられた第1燃料流路78及び第2燃料流路79（図6及び図9参照。後で説明する。）にそれぞれ連通している。そして、第1噴射孔74及び第2噴射孔76から噴射された燃料は、気体（例えば酸化剤としての圧縮空気）と混合されて予混合気（燃料ガス）となり、燃焼器ライナ46に送られて燃焼することとなる。

[0042] 図6及び図9は、それぞれ、一実施形態に係るノズルの軸方向に沿った部分断面図であり、図7は図6に示されるノズルのVⅠⅠ－VⅠⅠ断面図であり、図8は図6に示されるノズルのVⅠⅠⅠ－VⅠⅠⅠ断面図であり、図10は図9に示されるノズルのX－X断面図である。

図6～図8に示す実施形態では、図4～図5に示す例と同様に、第1噴射孔74として、スワラベーン72の腹面81に第1噴射孔74a, 74bが、スワラベーン72の背面82に第1噴射孔74c, 74dが形成されており、第2噴射孔76として、スワラベーン72の腹面81に第2噴射孔76a, 76bが、スワラベーン72の背面82に第2噴射孔76c, 76dが形成されている。

また、図9～図10に示す実施形態では、第1噴射孔74として、スワラベーン72の腹面81に2つの第1噴射孔74a, 74bが、スワラベーン72の背面82に2つの第1噴射孔74c, 74dが形成されており、第2噴射孔76として、ノズル本体に3つの第2噴射孔76eが形成されている。

。図9及び図10に示すように、3つの第2噴射孔76eは、ノズル本体64の周方向に沿って略等間隔に設けられている。すなわち、軸方向直交断面（図10参照）において、軸中心O周りに約120度ずつの間隔で設けられている。

なお、以降において、第1噴射孔74a～74dを代表して第1噴射孔74と表記し、第2噴射孔76a～76eを代表して第1噴射孔74と表記する。

[0043] 図6及び図9に示すように、ノズル本体64の内部には、それぞれノズル本体64の軸方向に沿って延在する第1燃料流路78及び第2燃料流路79が別々に設けられている。第1燃料流路78及び第2燃料流路79は、例えば図6に示されるように、その一部がスワラベーン72の内部をノズル本体64の径方向に延びていてもよい。

そして、第1燃料流路78は各第1噴射孔74に連通しており、第2燃料流路79は各第2噴射孔76に連通している。

なお、第1燃料流路78及び第2燃料流路79には、同一の燃料が供給されてもよく、あるいは、互いに異なる種類の燃料が供給されてもよい。また、第1燃料流路78及び第2燃料流路79には、燃料が気体として供給されてもよく、あるいは液体として供給されてもよい。第1燃料流路78及び第2燃料流路79の両方に気体燃料が供給されてもよく、第1燃料流路78及び第2燃料流路79の両方に液体燃料が供給されてもよく、あるいは、第1燃料流路78及び第2燃料流路79の一方に気体燃料が供給され、他方に液体燃料が供給されるようになっていてもよい。

[0044] このように、燃料を噴射する第1噴射孔74及び第2噴射孔76にそれぞれ連通した第1燃料流路78及び第2燃料流路79を別々に設けているので、第1燃料流路78及び第1噴射孔74の設計を、第1燃料流路78を流通する燃料の性状に適したものとすることができるとともに、第2燃料流路79及び第2噴射孔76の設計を、第2燃料流路79を流通する燃料の性状に適したものとすることができる。

[0045] 幾つかの実施形態では、第1噴射孔74の総面積は、第2噴射孔76の総面積よりも大きい。ここで、第1噴射孔74の総面積とは、全ての第1噴射孔74の開口面積又は流路面積の総和であり、第2噴射孔76の総面積とは、全ての第2噴射孔76の開口面積又は流路面積の総和である。

例えば、図6に示す実施形態では、スワラベーン72に設けられた4つの第1噴射孔74a～74dの開口面積の合計は、スワラベーン72に設けられた4つの第2噴射孔76a～76dの開口面積の合計よりも大きい。また、図9に示す実施形態では、スワラベーン72に設けられた4つの第1噴射孔74a～74dの開口面積の合計は、ノズル本体64に設けられた3つの第2噴射孔76eの開口面積の合計よりも大きい。

[0046] このように、第1噴射孔74の総面積が第2噴射孔76の総面積よりも大きいので、第2噴射孔76よりも第1噴射孔74から噴射される燃料の流量が比較的大きくなる。このため、第1噴射孔74から燃料が噴射される場合、第1噴射孔の前後の差圧が維持されやすい。一方、第2噴射孔76の総面積を第1噴射孔74の総面積に比べて小さくしたので、第2噴射孔76から噴射される燃料の流量が比較的小さいにもかかわらず、第2噴射孔76の前後の差圧を維持しやすい。よって、燃焼装置100において燃料噴射前後の差圧が維持されやすい。

[0047] 幾つかの実施形態では、第1燃料流路78の流路面積は、第2燃料流路79の流路面積よりも大きい。

例えば、図6に示す実施形態では、軸方向流路68（図4参照）での流体の流れ方向にてスワラベーン72よりも上流側のノズル本体64において、ノズル本体64の軸に直交する断面（図7参照）における第1燃料流路78の流路面積は、第2燃料流路79の流路面積よりも大きい。図9に示す実施形態でも、同様に、ノズル本体64において、第1燃料流路78の流路面積は、第2燃料流路79の流路面積よりも大きい。

また、図6に示す実施形態では、スワラベーン72において、ノズル本体64の軸方向に沿った断面（図8参照）における第1燃料流路78の流路面

積は、第2燃料流路79の流路面積よりも大きい。

[0048] このように、第1燃料流路78の流路面積が第2燃料流路79の流路面積に比べて大きいので、第2噴射孔76よりも第1噴射孔74から噴射される燃料の流量が比較的大きくなる。このため、第1噴射孔74から燃料が噴射される場合、第1噴射孔の前後において差圧が維持されやすい。一方、第2燃料流路79の流路面積を第1燃料流路78の流路面積に比べて小さくしたので、第2噴射孔76から噴射される燃料の流量が比較的小さいにもかかわらず、第2噴射孔76の前後の差圧を維持しやすい。よって、燃焼装置100において燃料噴射前後の差圧が維持されやすい。

[0049] 幾つかの実施形態では、第1燃料流路78の流路面積と第2燃料流路79の流路面積との比である流路面積比と、第1噴射孔74の総面積と第2噴射孔76の総面積との比である噴射孔総面積比との比（流路面積比／噴射孔総面積比）が0.8以上1.2以下である。

例えば、図6に示す実施形態において、第1噴射孔74（74a～74d）の総面積と第2噴射孔76（76a～76d）の総面積との比である噴射孔総面積比（第1噴射孔74の総面積／第2噴射孔76の総面積）が2であれば、第1燃料流路78の流路面積と第2燃料流路79の流路面積との比である流路面積比（第1燃料流路78の流路面積／第2燃料流路79の流路面積）が、1.6～2.4となるように、第1噴射孔74及び第2噴射孔76の孔径や、第1燃料流路78及び第2燃料流路79の流路径等が設定される。

このように、流路面積比と噴射孔総面積比との比を1に近くしたので、第1燃料流路78及び第2燃料流路79における圧力損失を低減することができ、このため燃焼装置100において、燃料噴射前後の差圧が維持されやすい。

[0050] 幾つかの実施形態では、図4～図6、図8及び図9に示すように、第1噴射孔74は、軸方向流路68での流体の流れ方向にて第2噴射孔76よりも上流側に設けられている。

このように、第1噴射孔74を第2噴射孔76よりも上流側に設けた場合、第1噴射孔74から噴射される燃料は、第2噴射孔76から噴出される燃料に比べて、第1噴射孔74と第2噴射孔76との間の距離の分だけ、軸方向流路68を上流側から流れてくる空気との混合距離を長くすることができる。このため、第1噴射孔74から噴射される燃料と空気との混合（予混合）をより促進させることができ、燃焼装置100において良好な燃焼効率を得ることができる。

[0051] ノズル本体64又はスワラベーン72に複数の第1噴射孔74又は複数の第2噴射孔76が形成されている実施形態において、複数の第1噴射孔74及び／又は複数の第2噴射孔76は、ノズル本体64の軸方向や径方向において互いに異なる位置に配置されていてもよい。なお、以降において、ノズル本体64の軸方向及びノズル本体64の径方向を、それぞれ、単に軸方向及び径方向と称することがある。

[0052] 幾つかの実施形態では、複数の第1噴射孔74のうちの少なくとも1つと、複数の第2噴射孔76のうちの少なくとも1つは、径方向位置が略同一であってもよい。

例えば、図4又は図6に示す例では、複数の第1噴射孔74のうち、比較的外径側に位置する第1噴射孔74a、74cと、複数の第2噴射孔76のうち、比較的外径側に位置する第2噴射孔76a、76cとは、径方向位置が略同一である（すなわち、ノズル本体64の中心軸からの距離が略同一である）。また、同例において、複数の第1噴射孔74のうち、比較的内径側に位置する第1噴射孔74b、74dと、複数の第2噴射孔76のうち、比較的内径側に位置する第2噴射孔76b、76dとは、径方向位置が略同一である（即ち、ノズル本体64の中心軸からの距離が略同一である）。

[0053] 図6及び図9に示す実施形態では、上述したように、スワラベーン72は、腹面81に形成された第1噴射孔74a、74b及び背面82に形成された第1噴射孔74c、74dを含む合計4つの第1噴射孔74を有する。そして、腹面81に形成された2つの第1噴射孔74a、74bのうち、第1

噴射孔 7 4 a は径方向において外側に配置され、第 1 噴射孔 7 4 b は径方向において内側に配置される。また、背面 8 2 形成された 2 つの第 1 噴射孔 7 4 c, 7 4 d のうち、第 1 噴射孔 7 4 c は径方向において外側に配置され、第 1 噴射孔 7 4 d は径方向において内側に配置される。第 1 噴射孔 7 4 a と第 1 噴射孔 7 4 c とは、径方向において同一の位置に配置されてもよい。また、第 1 噴射孔 7 4 b と第 1 噴射孔 7 4 d とは、径方向において同一の位置に配置されてもよい。

なお、図 6 に示す実施形態では、スワラペーン 7 2 に形成された複数の第 2 噴射孔 7 6 a, 7 6 b 及び 7 6 c, 7 6 d についても、第 1 噴射孔 7 4 a, 7 4 b 及び 7 4 c, 7 4 d と同様に、それぞれ、径方向において異なる位置に配置されている。

このように、複数の第 1 噴射孔 7 4 又は複数の第 2 噴射孔 7 6 を、ノズル本体 6 4 の径方向において互いに異なる位置に配置することで、第 1 燃料流路 7 8 における燃料の流れが円滑になる。このため、第 1 噴射孔 7 4 から燃料を円滑に供給することができる。

[0054] また、ノズル本体 6 4 又はスワラペーン 7 2 に複数の第 1 噴射孔 7 4 又は複数の第 2 噴射孔 7 6 が形成されている実施形態において、複数の第 1 噴射孔 7 4 及び／又は複数の第 2 噴射孔 7 6 のうち、径方向において外側に配置された外側噴射孔は、径方向において内側に配置された内側噴射孔よりも、軸方向流路 6 8（図 4 参照）での気体 G の流れ方向にて上流側（すなわち、図 4、図 6 及び図 9 において左手側）に配置されていてもよい。

[0055] 図 6 及び図 9 に示す実施形態では、スワラペーン 7 2 の腹面 8 1 に形成された第 1 噴射孔 7 4 a, 7 4 b のうち、外側噴射孔である第 1 噴射孔 7 4 a は、内側噴射孔である第 1 噴射孔 7 4 b よりも軸方向流路 6 8（図 4 参照）での気体 G の流れ方向にて上流側に配置される。また、スワラペーン 7 2 の背面 8 2 に形成された第 1 噴射孔 7 4 c, 7 4 d のうち、外側噴射孔である第 1 噴射孔 7 4 c は、内側噴射孔である第 1 噴射孔 7 4 d よりも軸方向流路 6 8（図 4 参照）での気体 G の流れ方向にて上流側に配置される。

なお、図6に示す実施形態では、スワラベーン72に形成された複数の第2噴射孔76a、76b及び76c、76dについても、第1噴射孔74a、74b及び74c、74dと同様に、それぞれ、軸方向において異なる位置に配置されている。

このように、複数の第1噴射孔74又は複数の第2噴射孔76のうち、外側噴射孔を内側噴射孔よりも軸方向流路68での気体Gの流れ方向にて上流側に配置することで、軸方向流路68内において、空気の流路面積が比較的広い外周側に設けられた外側噴射孔から噴出された燃料の空気との混合がより促進されるため、より良好な燃焼効率が得られる。

[0056] また、ノズル本体64又はスワラベーン72に複数の第1噴射孔74又は複数の第2噴射孔76が形成されている実施形態において、複数の第1噴射孔74及び／又は複数の第2噴射孔76のうち、径方向において外側に配置された外側噴射孔の孔径は、径方向において内側に配置された内側噴射孔の孔径よりも大きくてもよい。

[0057] 図6及び図9に示す実施形態では、スワラベーン72の腹面81に形成された第1噴射孔74a、74bのうち、外側噴射孔である第1噴射孔74aの孔径d1は、内側噴射孔である第1噴射孔74bの孔径d2よりも大きい。また、スワラベーン72の背面82に形成された第1噴射孔74c、74dのうち、外側噴射孔である第1噴射孔74cの孔径d3は、内側噴射孔である第1噴射孔74dの孔径d4よりも大きい。

なお、図6に示す実施形態では、スワラベーンに形成された複数の第2噴射孔76a、76b及び76c、76dについても、外側噴射孔である第2噴射孔76aの孔径d5及び第2噴射孔76cの孔径d7は、内側噴射孔である第2噴射孔76bの孔径d6及び第2噴射孔76dの孔径d8よりも、それぞれ大きい。

このように、複数の第1噴射孔74又は複数の第2噴射孔76のうち、外側噴射孔の孔径を内側噴射孔の孔径よりも大きくすることで、外側噴射孔から噴射される燃料の流量がより大きくなるため、より多くの燃料を外側噴射

孔から噴射して空気との混合を促進することができるため、より良好な燃焼効率が得られる。

[0058] 次に、図 1 1 及び図 1 2 を参照して、一実施形態に係る燃焼器 4（燃焼装置 1 0 0）の燃料供給系統の構成について説明する。図 1 1 及び図 1 2 は、それぞれ、一実施形態に係る燃焼器 4（燃焼装置 1 0 0）の燃料供給系統の構成を示す図であり、これらの図には、第 1 ノズル 6 3 に供給される燃料の供給系統が示されている。

[0059] 幾つかの実施形態では、図 1 1 及び図 1 2 に示すように、燃焼器 4 を含む燃焼装置 1 0 0 は、第 1 ノズル 6 3 の第 1 燃料流路 7 8 に接続される第 1 供給流路 8 6 と、第 1 ノズル 6 3 の第 2 燃料流路 7 9 に接続される第 2 供給流路 8 8 と、を含む。第 1 供給流路 8 6 及び第 2 供給流路 8 8 は、第 1 燃料タンク 9 6 及び／又は第 2 燃料タンク 9 8 からの第 1 燃料及び／又は第 2 燃料が流通可能となっている。

第 1 供給流路 8 6 には、第 1 供給流路 8 6 を流れる燃料の流量を調節可能な流量調節バルブ 9 2 が設けられており、該流量調節バルブ 9 2 を介して、任意の流量の燃料を第 1 燃料流路 7 8 に供給可能になっている。また、第 2 供給流路 8 8 には、第 2 供給流路 8 8 を流通する燃料の流量を調節可能な流量調節バルブ 9 4 が設けられており、該流量調節バルブ 9 4 を介して、任意の流量の燃料を第 2 燃料流路 7 9 に供給可能になっている。

なお、第 1 供給流路 8 6 及び第 2 供給流路 8 8 には、流量計 9 3，9 5 が設けられている。

[0060] 図 1 1 に示す実施形態では、第 1 供給流路 8 6 には燃料ヒータ 1 0 1 が設けられており、第 1 燃料は、燃料ヒータ（F G H）1 0 1 によって所定温度に加熱された後、第 1 供給流路 8 6 を流れて、例えば燃料ポート 6 2 a（図 2 及び図 3 参照）を介して第 1 ノズル 6 3 の第 1 燃料流路 7 8 に供給されるようになっている。また、第 2 供給流路 8 8 には燃料ヒータ（F G H）1 0 2 が設けられており、第 2 燃料は、燃料ヒータ 1 0 2 によって所定温度に加熱された後、第 2 供給流路 8 8 を流れて、例えば燃料ポート 6 2 b（図 2 及

び図3参照)を介して第1ノズル63の第2燃料流路79に供給されるようになっている。

なお、第1供給流路86及び第2供給流路88から燃料ポート62a, 62bを介して第1ノズル63の第1燃料流路78及び第2燃料流路79に供給される燃料は、図2における「予混合燃料」に相当する。

[0061] 幾つかの実施形態では、第1燃料流路78に供給される第1燃料は、第2燃料流路79に供給される第2燃料よりも発熱量が小さい。

この場合、第1ノズル63の第1燃料流路78及び第1噴射孔74は、比較的发熱量が小さい第1燃料(低カロリー燃料)の性状に適した設計とすることができるとともに、第2燃料流路79及び第2噴射孔76は比較的发熱量が大きい第2燃料(高カロリー燃料)の性状に適した設計とすることができる。

[0062] 例えば、第1噴射孔74の総面積を第2噴射孔76の総面積よりも大きくしてもよい。この場合、第1噴射孔74から噴射される第1燃料(低カロリー燃料)の流量が比較的大きくなるとともに、第2噴射孔76の総面積が比較的小さいため、流量が比較的小さい第2燃料(高カロリー燃料)が噴射される第2噴射孔76の前後の差圧が維持されやすい。このため、燃焼装置100において燃料噴射前後の差圧が維持されやすい。

なお、第1噴射孔74の総面積と第2噴射孔76の総面積との比である総面積比を、第1燃料の発熱量と第2燃料の発熱量との比である発熱量比に応じて決定してもよい。例えば、総面積比が発熱量比の逆数となるように第1噴射孔74の総面積及び第2噴射孔76の総面積を決定してもよい。

これにより、第1燃料(低カロリー燃料)使用時と第2燃料(高カロリー燃料)使用時との間における燃焼熱の変動を低減でき、第1燃料(低カロリー燃料)と第2燃料(高カロリー燃料)とを切り替えて用いる場合であっても、安定して燃料を燃焼させることができる。

[0063] また、例えば、第1噴射孔74を第2噴射孔76よりも上流側に設けてもよい。この場合、第1噴射孔74から噴射される比較的大流量の第1燃料(

低カロリー燃料）について、第２噴射孔７６から噴出される比較的小流量の第２燃料（高カロリー）に比べて、第１噴射孔７４と第２噴射孔７６の間の距離の分だけ、軸方向流路６８を上流側から流れてくる空気との混合距離を長くすることができる。このため、第１噴射孔７４から噴射される比較的大流量の第１燃料（低カロリー燃料）と空気との混合（予混合）をより促進させることができ、燃焼装置１００全体として良好な燃焼効率を得ることができる。

[0064] 図１２に示す実施形態では、第１供給流路８６及び第２供給流路８８の各々は、混合燃料ライン１１６を介して混合器（ＭＩＸＥＲ）９１と接続されている。混合器９１には第１燃料及び第２燃料が流入するようになっており、混合器９１にて、第１燃料及び第２燃料が混合されて混合燃料が生成される。

[0065] 混合燃料ライン１１６には燃料ヒータ１０４が設けられており、混合器９１で生成された混合燃料は、混合燃料ライン１１６において燃料ヒータ１０４によって所定温度に加熱された後、第１供給流路８６を流れて、例えば燃料ポート６２ａ（図２及び図３参照）を介して第１ノズル６３の第１燃料流路７８に供給されるとともに、第２供給流路８８を流れて、例えば燃料ポート６２ｂ（図２及び図３参照）を介して第１ノズル６３の第２燃料流路７９に供給されるようになっている。

なお、混合燃料ライン１１６において混合器９１と燃料ヒータ１０４との間には、混合器９１から燃料ヒータ１０４に流れる混合燃料の発熱量を計測するための熱量計１１５が設けられている。

ここで、第１供給流路８６及び第２供給流路８８に設けられた流量調節バルブ９２及び流量調節バルブ（第２バルブ）９４は、第１燃料流路７８及び第２燃料流路７９に供給される混合燃料の流量をそれぞれ調節可能なバルブである。

[0066] この実施形態では、第１燃料と第２燃料とを混合した混合燃料が第１燃料流路７８及び第２燃料流路７９に供給可能となっており、第２燃料流路７９

に供給される混合燃料の流量は流量調節バルブ（第２バルブ）９４により調整可能である。よって、流量調節バルブ（第２バルブ）９４で第２燃料流路７９における混合燃料の流量を調節することにより、混合燃料全体の流量を調節することができる。

[0067] ここで、第１燃料と第２燃料とは、発熱量が互いに異なってもよい。この場合、混合燃料における第１燃料と第２燃料との混合比に応じて流量調節バルブ（第２バルブ）９４の開度が調節されるようになっていてもよい。

この場合、第１燃料と第２燃料との混合比に応じて、混合燃料全体の流量を適切に調節することができる。

なお、混合燃料の混合比は、流量調節バルブ等によって混合器９１に流入する第１燃料及び第２燃料の流量を調節することによって調節されてもよい。あるいは、熱量計１１５の計測結果によって混合燃料の混合比を把握するようにしてもよい。

[0068] 例えば、混合燃料中の第１燃料の含有量が多く、混合燃料の発熱量が比較的小さい場合には、大流量を得るため、流量調節バルブ（第２バルブ）９４の開度を大きくして第１燃料流路７８及び第２燃料流路７９の両方に混合燃料を供給することができる。また、混合燃料中の第２燃料の含有量が多く、混合燃料の発熱量が比較的大きい場合には、流量を比較的少なくするため、流量調節バルブ（第２バルブ）９４の開度を小さくして第２燃料流路７９の流量を減少させ、主に第１燃料流路７８に混合燃料を供給する。

この場合において、第１噴射孔７４が、軸方向流路６８での流体の流れ方向にて第２噴射孔７６よりも上流側に設けられている場合、混合燃料の混合比によらず、流量調節バルブ９２の開度を維持して、第１燃料流路７８に対して常に混合燃料が供給されるようにしてもよい。この場合、混合燃料の混合比によらず常に噴射される混合燃料（即ち第１噴射孔７４から噴射される混合燃料）について、軸方向流路６８を上流側から流れてくる空気との混合距離を比較的長く確保することができるので、燃料と空気との混合（予混合）をより促進させることができる。

[0069] また、図 1 2 に示す実施形態では、第 1 燃料と第 2 燃料とを混合して得られる混合燃料を第 1 燃料流路 7 8 及び第 2 燃料流路 7 9 に供給するようにしたので、燃料を加熱するためのヒータは、混合後の燃料を加熱するように設ければよい。すなわち、混合燃料を加熱するためのヒータは、混合燃料ライン 1 1 6 に設けられた燃料ヒータ 1 0 4 のみで足りる。このため、第 1 燃料及び第 2 燃料のそれぞれに対して個別にヒータを設ける場合に比べて、コストを削減することができる。

[0070] 幾つかの実施形態では、第 1 燃料及び第 2 燃料は、第 1 ノズル 6 3 に供給されるとともに、第 1 ノズル 6 3 以外のノズルに対して供給されるようになっていてもよい。

例えば、一実施形態では、第 1 燃料及び第 2 燃料は、第 1 ノズル 6 3 に供給されるとともに、第 2 ノズル 5 4（図 2 及び図 3 参照）に対しても供給されるようになっている。

あるいは、一実施形態では、第 1 燃料及び第 2 燃料は、第 1 ノズル 6 3 に供給されるとともに、第 1 ノズル及び第 2 ノズルとは異なるノズルである第 3 ノズル（例えばトップハットノズル（不図示）等）に対しても供給されるようになっていてもよい。

[0071] なお、図 1 1 及び図 1 2 に示す実施形態では、第 2 ノズル 5 4（図 2 及び図 3 参照）に対して、第 1 燃料及び第 2 燃料が拡散燃焼用燃料として供給されるようになっている。

[0072] 図 1 1 に示す例では、第 1 供給流路 8 6 及び第 2 供給流路 8 8 から分岐した分岐ライン 1 1 8， 1 1 9 に混合器 9 0 が設けられており、混合器 9 0 と第 2 ノズル 5 4 とは、拡散燃焼燃料供給流路 1 2 0 を介して接続されている。なお、分岐ライン 1 1 8， 1 1 9 上には、混合器 9 0 に流す第 1 燃料及び第 2 燃料の流量を調節するためのバルブ 1 0 6， 1 0 7 が設けられている。また、拡散燃焼燃料供給流路 1 2 0 には、混合器 9 0 から第 2 ノズル 5 4 に供給する拡散燃焼用燃料の流量を調節するためのバルブ 1 0 8 及び流量計 1 0 9 が設けられている。

第1燃料タンク96及び第2燃料タンク98からの第1燃料及び第2燃料は、燃料ヒータ101、102により加熱された後、分岐ライン118、119を通して混合器90に流入し、混合器90にて混合されて、混合燃料となる。このようにして得られた混合燃料が、拡散燃焼燃料供給流路120から、例えば燃料ポート52を介して第2ノズル54に供給される。

[0073] 図12に示す例では、混合燃料ライン116と第2ノズル54とが、拡散燃焼燃料供給流路120を介して接続されている。混合燃料ライン116を流れる混合燃料（第1燃料と第2燃料の混合物）が、拡散燃焼燃料供給流路120を介して第2ノズル54に供給されるようになっている。なお、拡散燃焼燃料供給流路120には、混合燃料ライン116から第2ノズル54に供給する拡散燃焼燃料の流量を調節するためのバルブ108及び流量計109が設けられている。

[0074] 幾つかの実施形態では、第2ノズル54又は第3ノズル（トップハットノズル等の第1ノズル63及び第2ノズル54以外のノズル）に対して、第1燃料または第2燃料の何れかを単独で供給できるようになっていてもよく、あるいは、第1燃料及び第2燃料とは異なる別の燃料を供給できるようになっていてもよい。

[0075] 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。

[0076] 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

[0077]	1	ガスタービン
	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
	14	入口案内翼
	16	静翼
	18	動翼
	20	ケーシング
	22	タービン車室
	24	静翼
	26	動翼
	28	排気車室
	30	排気室
	40	燃焼器車室
	42	車室入口
	46	燃焼器ライナ
	46a	内筒

4 6 b	尾筒
5 0	第 2 燃焼バーナ
5 2	燃料ポート
5 4	第 2 ノズル
5 6	コーン
5 8	スワラ
6 0	第 1 燃焼バーナ
6 2	燃料ポート
6 3	第 1 ノズル
6 4	ノズル本体
6 5	延長管
6 5 a	延長管出口
6 6	バーナ筒
6 8	軸方向流路
7 0	スワラ
7 2	スワラベーン
7 4, 7 4 a ~ 7 4 d	第 1 噴射孔
7 6, 7 6 a ~ 7 6 e	第 2 噴射孔
7 8	第 1 燃料流路
7 9	第 2 燃料流路
8 1	腹面
8 2	背面
8 3	前縁
8 4	後縁
8 6	第 1 供給流路
8 8	第 2 供給流路
9 0	混合器
9 1	混合器

9 2	流量調節バルブ
9 3	流量計
9 4	流量調節バルブ
9 5	流量計
1 0 0	燃焼装置
1 0 1	燃料ヒータ
1 0 2	燃料ヒータ
1 0 4	燃料ヒータ
1 0 6	バルブ
1 0 7	バルブ
1 0 8	バルブ
1 0 9	流量計
1 1 5	熱量計
1 1 6	混合燃料ライン
1 1 8	分岐ライン
1 1 9	分岐ライン
1 2 0	拡散燃焼燃料供給流路

請求の範囲

- [請求項1] 軸方向流路を規定するノズルケーシングと、
前記軸方向流路内に設けられたノズルと、を備え、
前記ノズルは、
前記軸方向流路に沿って延在する筒形状のノズル本体と、
前記ノズル本体の径方向にて前記ノズル本体から径方向外方に突出し、前記軸方向流路を流れる流体を旋回させるように構成されたスワレーンと、
前記ノズル本体又は前記スワレーンの表面に開口する少なくとも1つの第1噴射孔と、
前記ノズル本体又は前記スワレーンの表面に開口する少なくとも1つの第2噴射孔と、
前記ノズル本体の内部を延び、前記少なくとも1つの第1噴射孔に連通した第1燃料流路と、
前記ノズル本体の内部を前記第1燃料流路とは別々に延び、前記少なくとも1つの第2噴射孔と連通した第2燃料流路と、を含むことを特徴とする燃焼装置。
- [請求項2] 前記第1噴射孔の総面積は、前記第2噴射孔の総面積よりも大きいことを特徴とする請求項1に記載の燃焼装置。
- [請求項3] 前記第1燃料流路の流路面積は、前記第2燃料流路の流路面積よりも大きいことを特徴とする請求項2に記載の燃焼装置。
- [請求項4] 前記第1燃料流路の流路面積と前記第2燃料流路の流路面積との比である流路面積比と、前記第1噴射孔の総面積と前記第2噴射孔の総面積との比である噴射孔総面積比との比（前記流路面積比／前記噴射孔総面積比）が0.8以上1.2以下であることを特徴とする請求項3に記載の燃焼装置。
- [請求項5] 前記第1噴射孔は、前記軸方向流路での前記流体の流れ方向にて前

記第2噴射孔よりも上流側に設けられたことを特徴とする請求項1乃至4の何れか一項に記載の燃焼装置。

[請求項6] 前記ノズル本体又は前記スワラベーンは、少なくとも2つの前記第1噴射孔又は少なくとも2つの前記第2噴射孔を有し、

前記少なくとも2つの第1噴射孔又は前記少なくとも2つの第2噴射孔は、前記ノズル本体の径方向において互いに異なる位置に配置される

ことを特徴とする請求項1乃至5の何れか一項に記載の燃焼装置。

[請求項7] 前記少なくとも2つの第1噴射孔又は前記少なくとも2つの第2噴射孔のうち、前記径方向において外側に配置された外側噴射孔は、前記径方向において内側に配置された内側噴射孔よりも、前記軸方向流路での前記流体の流れ方向にて上流側に配置された

ことを特徴とする請求項6に記載の燃焼装置。

[請求項8] 前記少なくとも2つの第1噴射孔又は前記少なくとも2つの第2噴射孔のうち、前記径方向において外側に配置された外側噴射孔の孔径は、前記径方向において内側に配置された内側噴射孔の孔径よりも大きい

ことを特徴とする請求項6又は7に記載の燃焼装置。

[請求項9] 前記第1燃料流路に第1燃料を供給可能な第1供給流路と、
前記第2燃料流路に、前記第1燃料とは異なる第2燃料を供給可能な第2供給流路と、
をさらに備え、

前記第1燃料は、前記第2燃料よりも発熱量が小さいことを特徴とする請求項1乃至8の何れか一項に記載の燃焼装置。

[請求項10] 前記第1噴射孔の総面積と前記第2噴射孔の総面積との比は、前記第1燃料の発熱量と前記第2燃料の発熱量との比に応じて決定されていることを特徴とする請求項9に記載の燃焼装置。

[請求項11] 発熱量が相互に異なる第1燃料と第2燃料を混合して混合燃料を生

成可能な混合器と、

前記混合燃料を前記第 1 燃料流路に供給可能な第 1 供給流路と、

前記混合燃料を前記第 2 燃料流路に供給可能な第 2 供給流路と、

前記第 2 供給流路に介装され、前記第 2 燃料流路に供給される前記混合燃料の流量を調整可能な第 2 バルブと、

をさらに備えることを特徴とする請求項 1 乃至 8 の何れか一項に記載の燃焼装置。

[請求項12] 前記混合器によって生成された前記混合燃料を加熱可能なヒータをさらに備え、

前記第 1 供給流路は、前記ヒータによって加熱された前記混合燃料を前記第 1 燃料流路に供給するように構成され、

前記第 2 供給流路は、前記ヒータによって加熱された前記混合燃料を前記第 2 燃料流路に供給するように構成されたことを特徴とする請求項 1 1 に記載の燃焼装置。

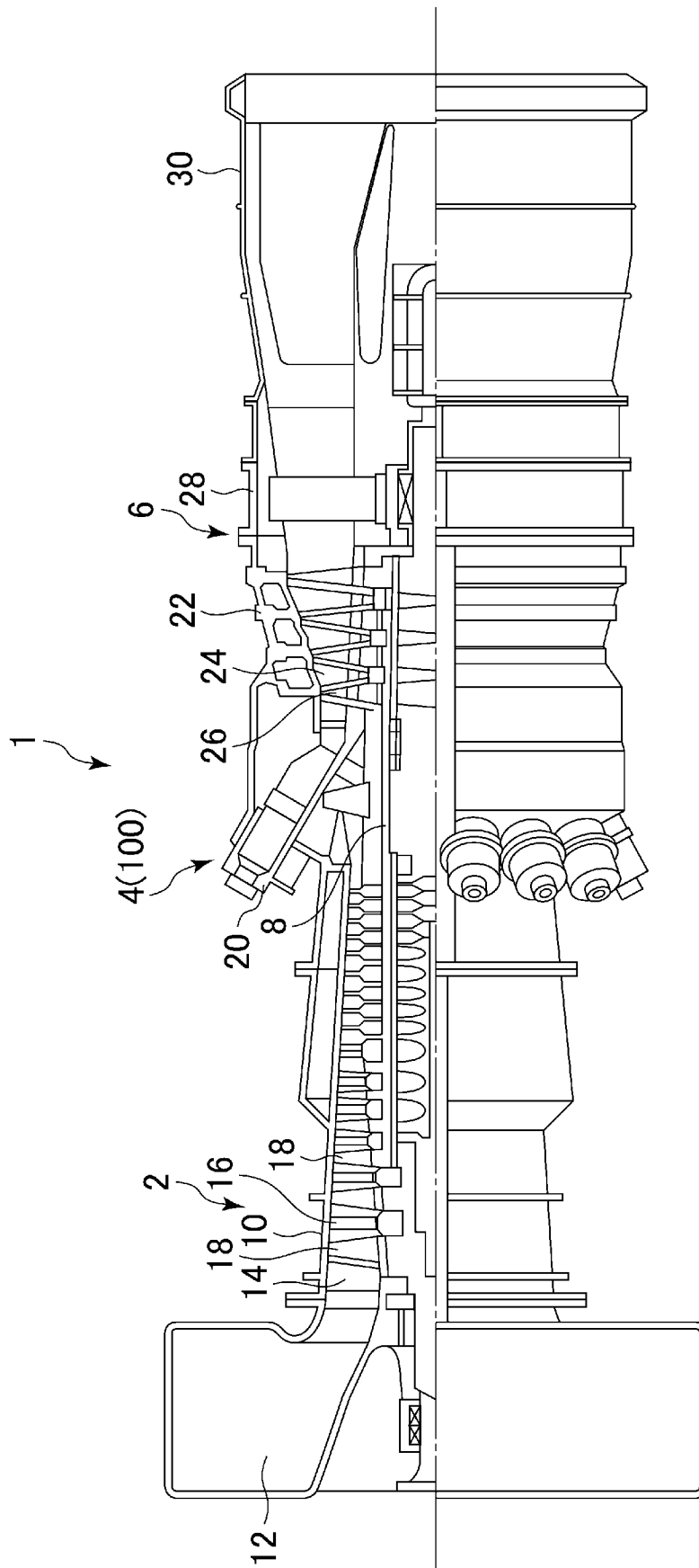
[請求項13] 前記混合燃料における前記第 1 燃料と前記第 2 燃料との混合比に応じて前記第 2 バルブの開度が調節されるように構成されたことを特徴とする請求項 1 1 又は 1 2 に記載の燃焼装置。

[請求項14] 圧縮空気を生成するための圧縮機と、
前記圧縮機からの前記圧縮空気により前記少なくとも第 1 燃料噴射孔及び前記少なくとも 1 つの第 2 燃料噴射孔のうち少なくとも一方から噴射された燃料を燃焼させて燃焼ガスを発生させるように構成された請求項 1 乃至 1 3 の何れか一項に記載の燃焼装置と、

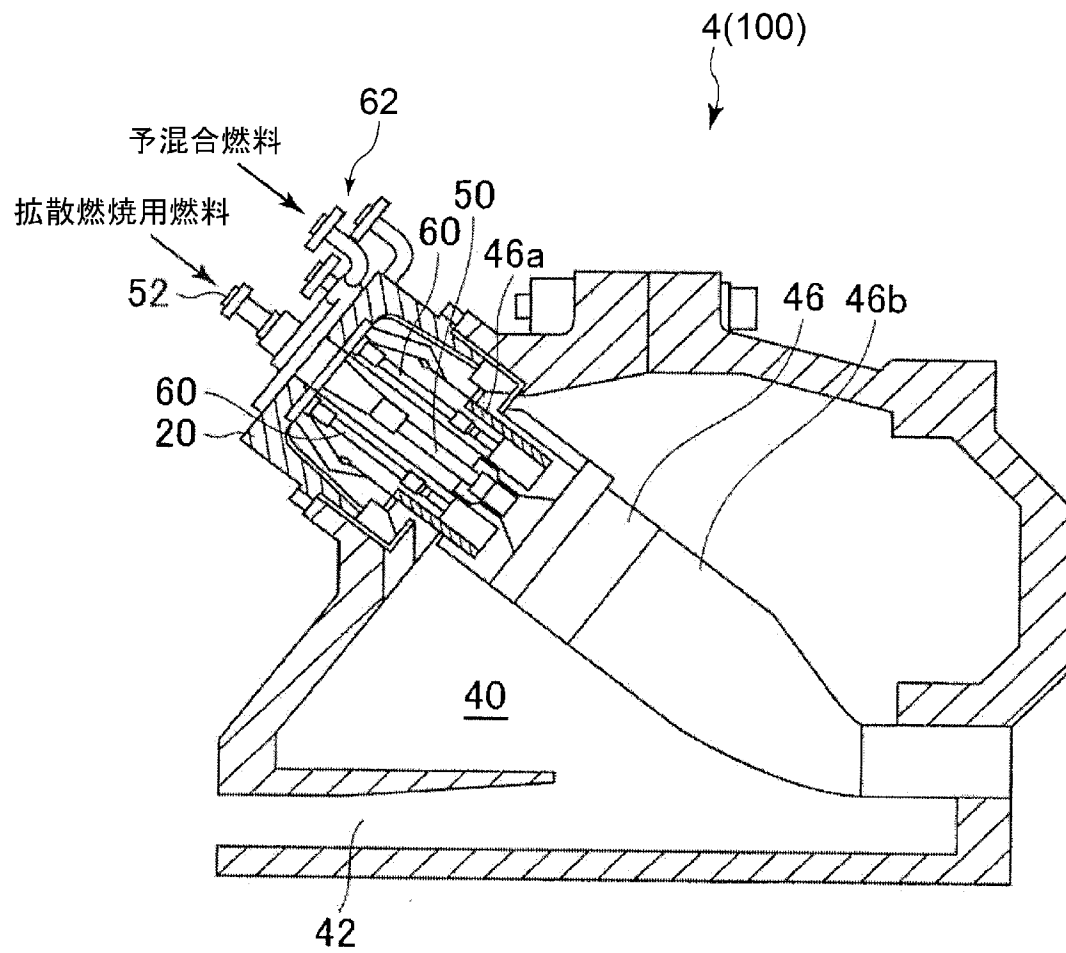
前記燃焼装置からの前記燃焼ガスによって駆動されるように構成されたタービンと、

を備えることを特徴とするガスタービン。

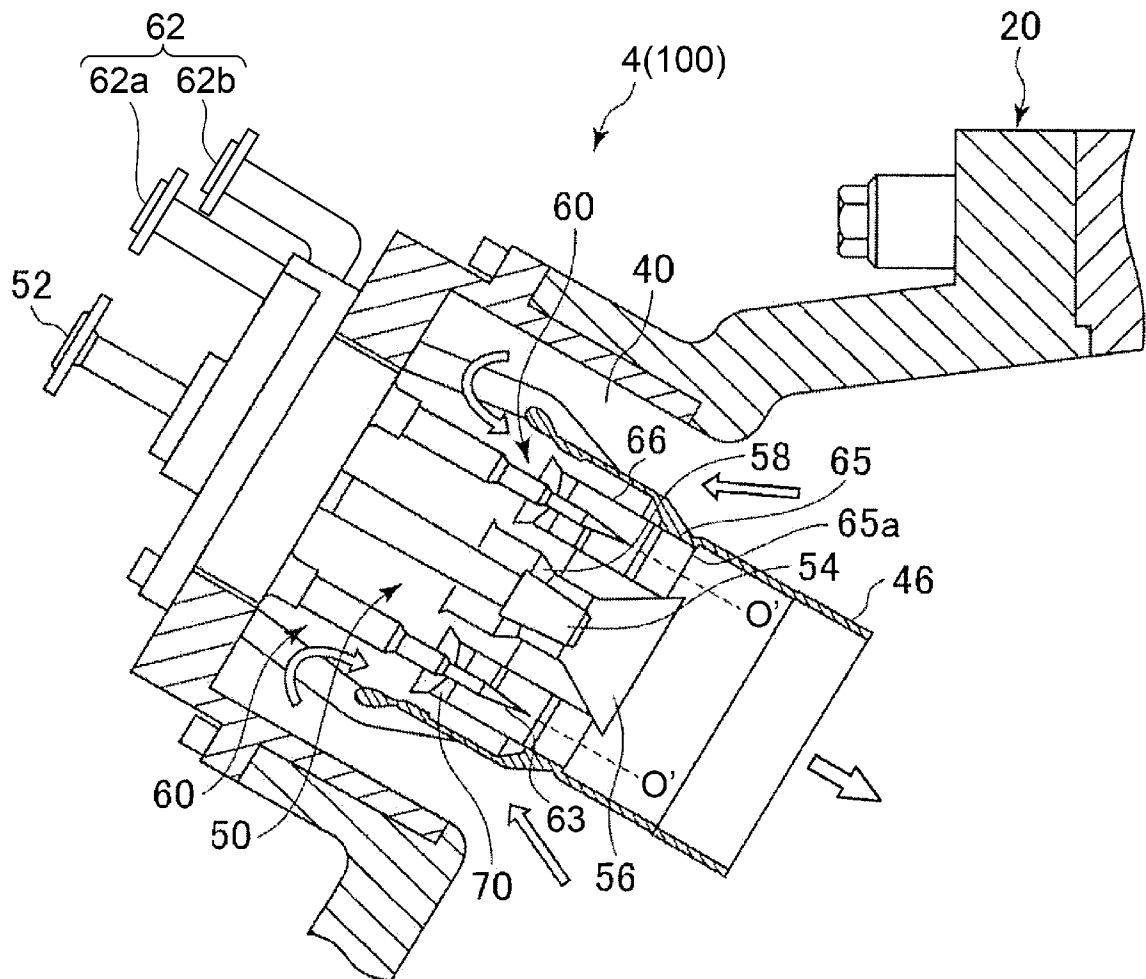
[図1]



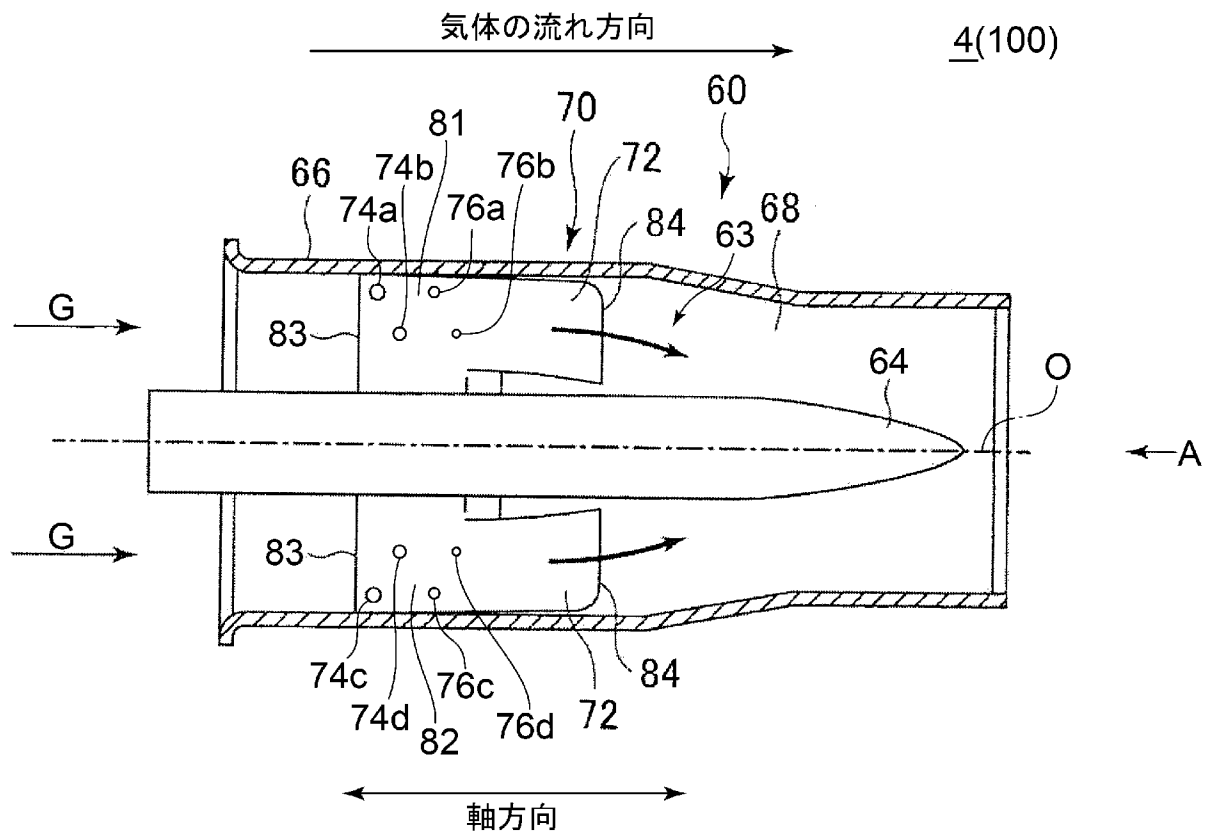
[図2]



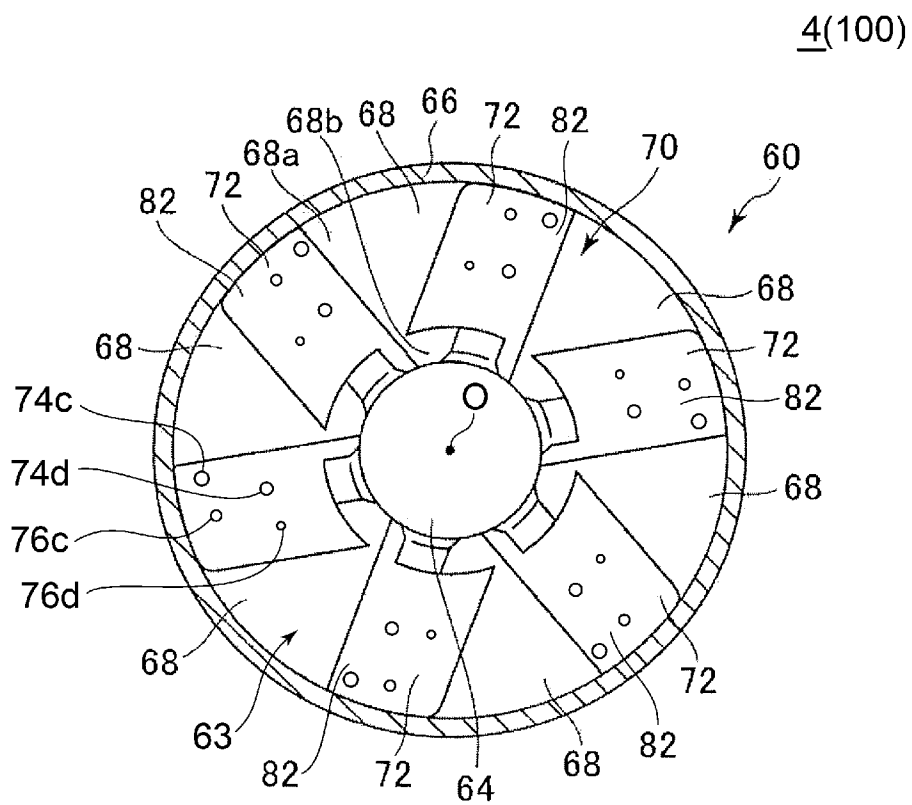
[図3]



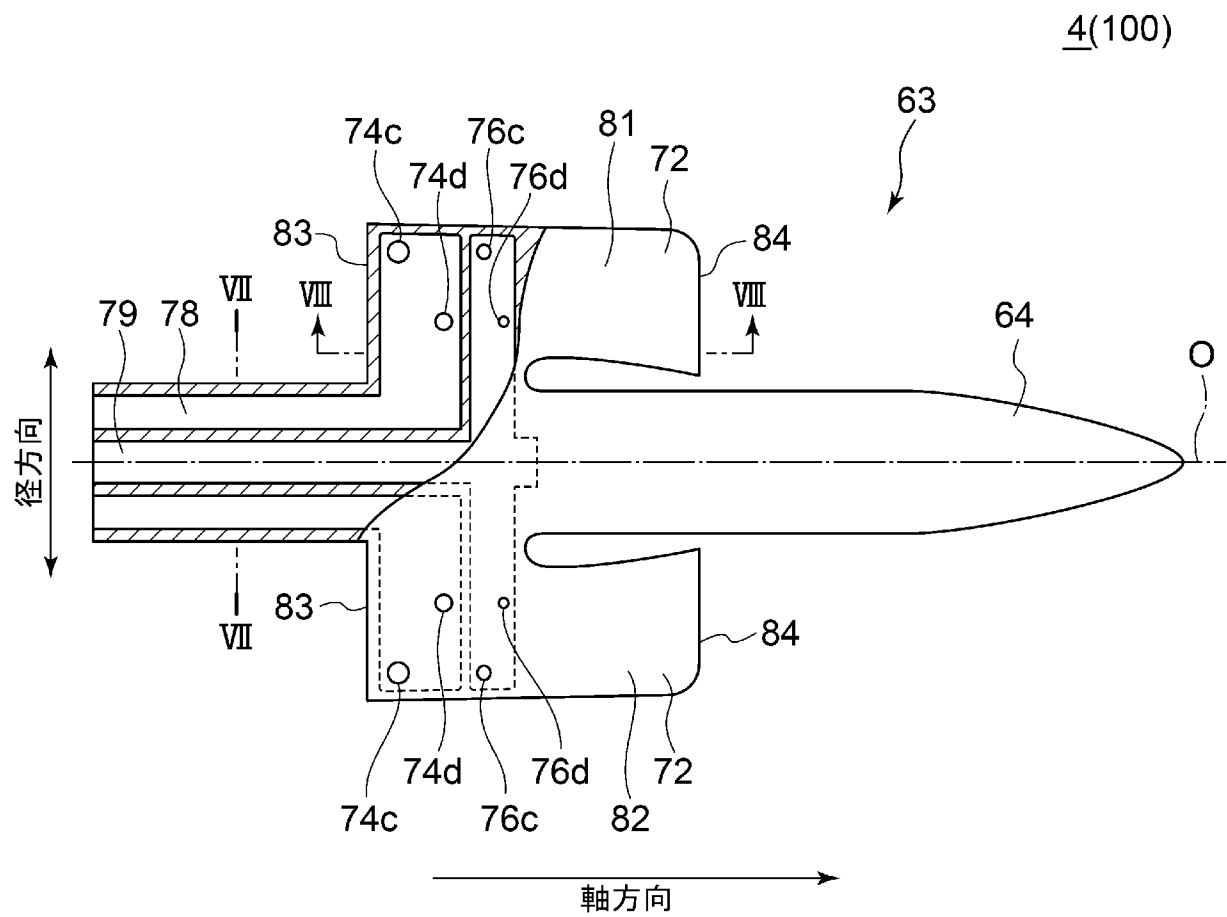
[図4]



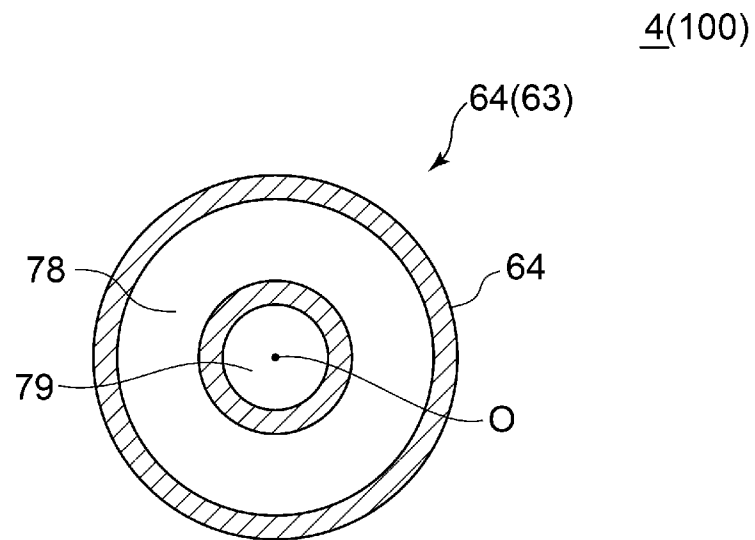
[図5]



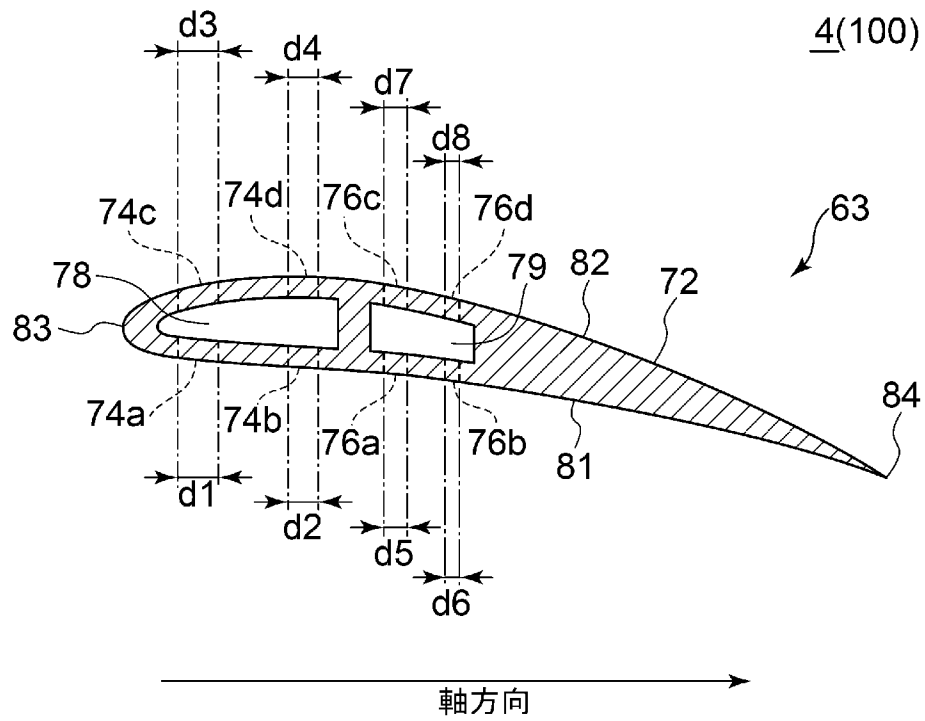
[図6]



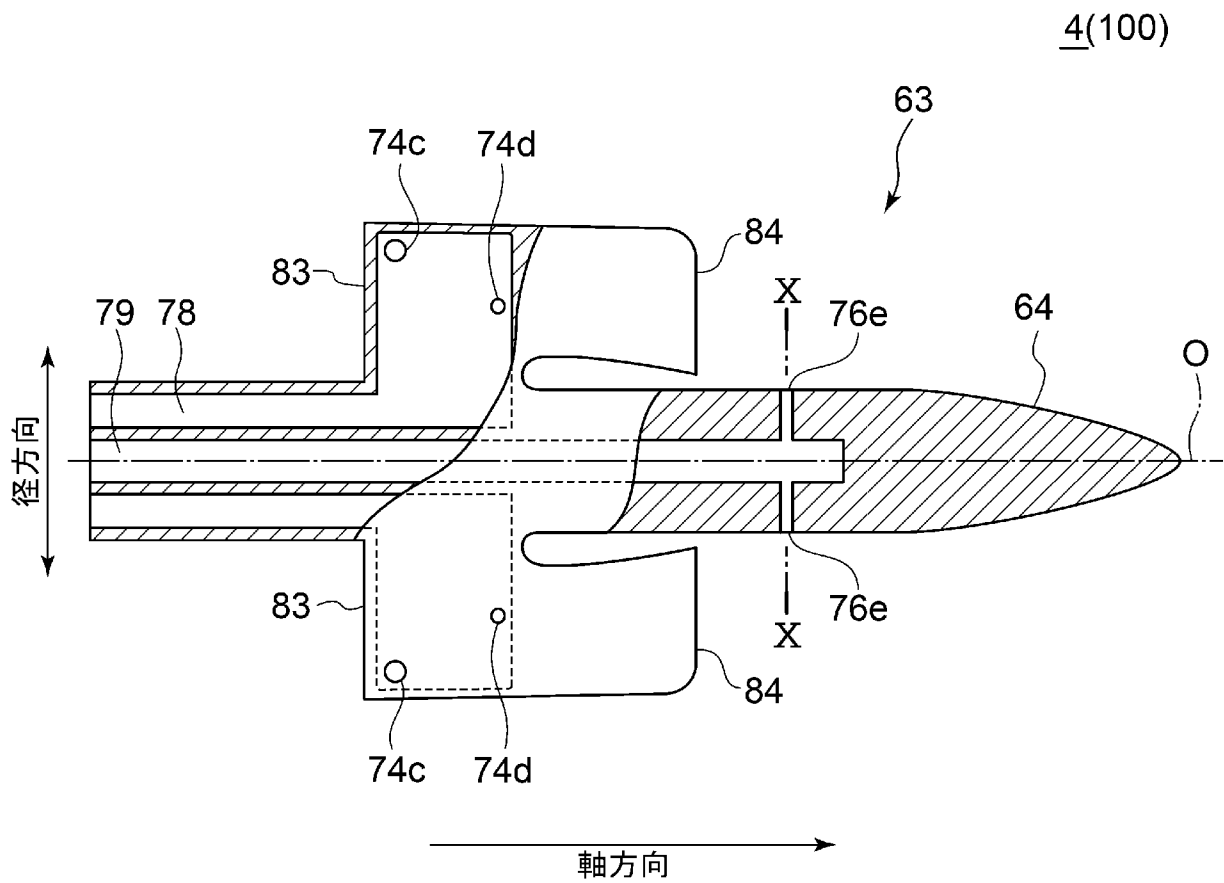
[図7]



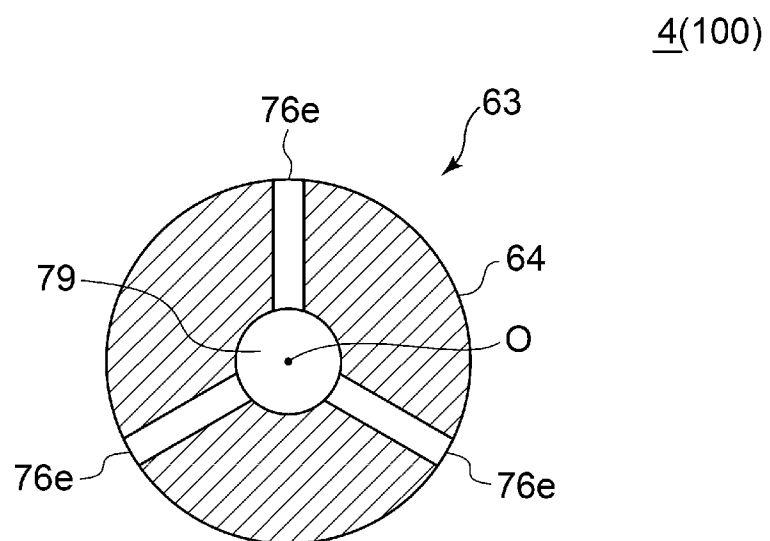
[図8]



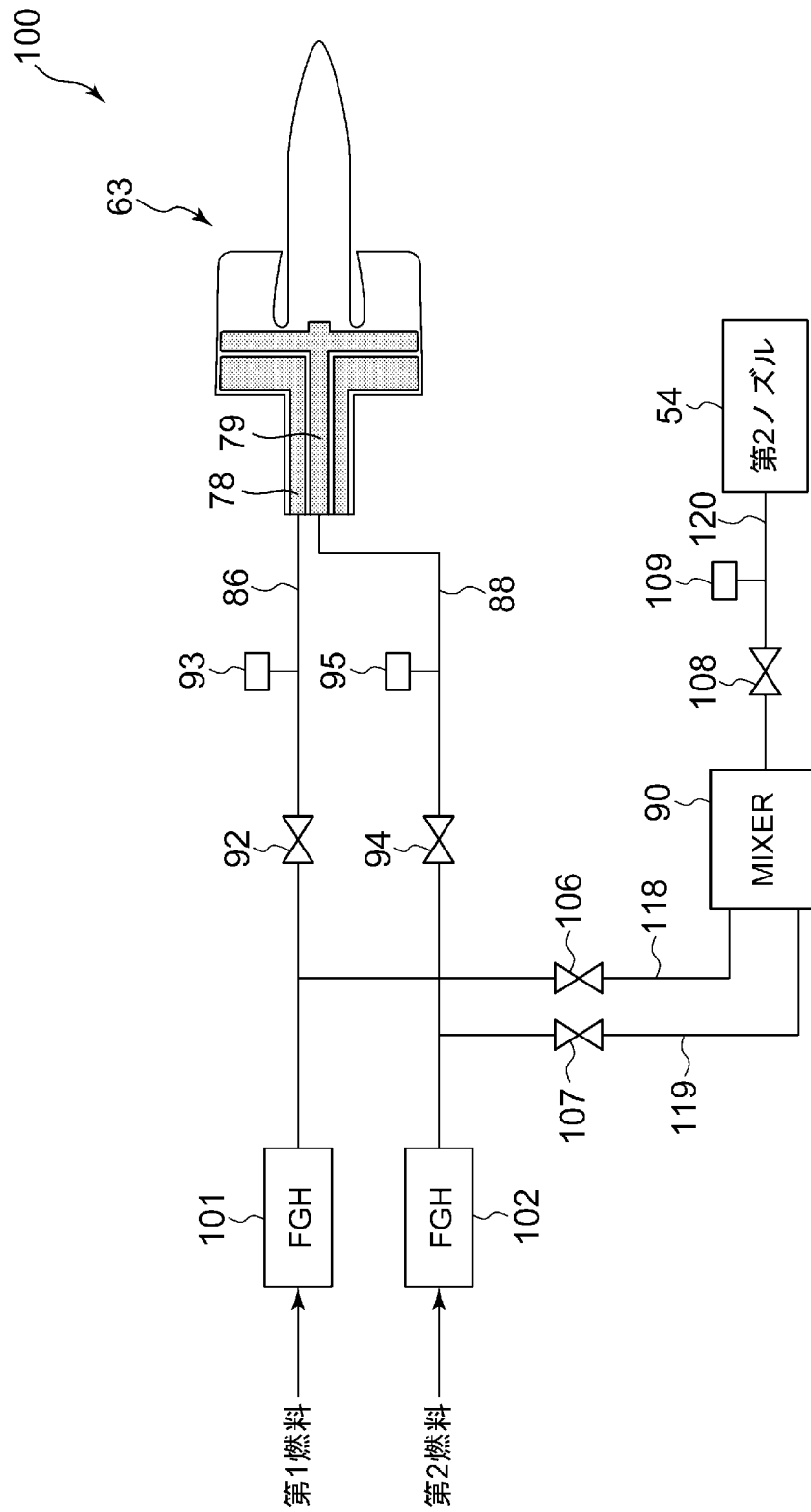
[図9]



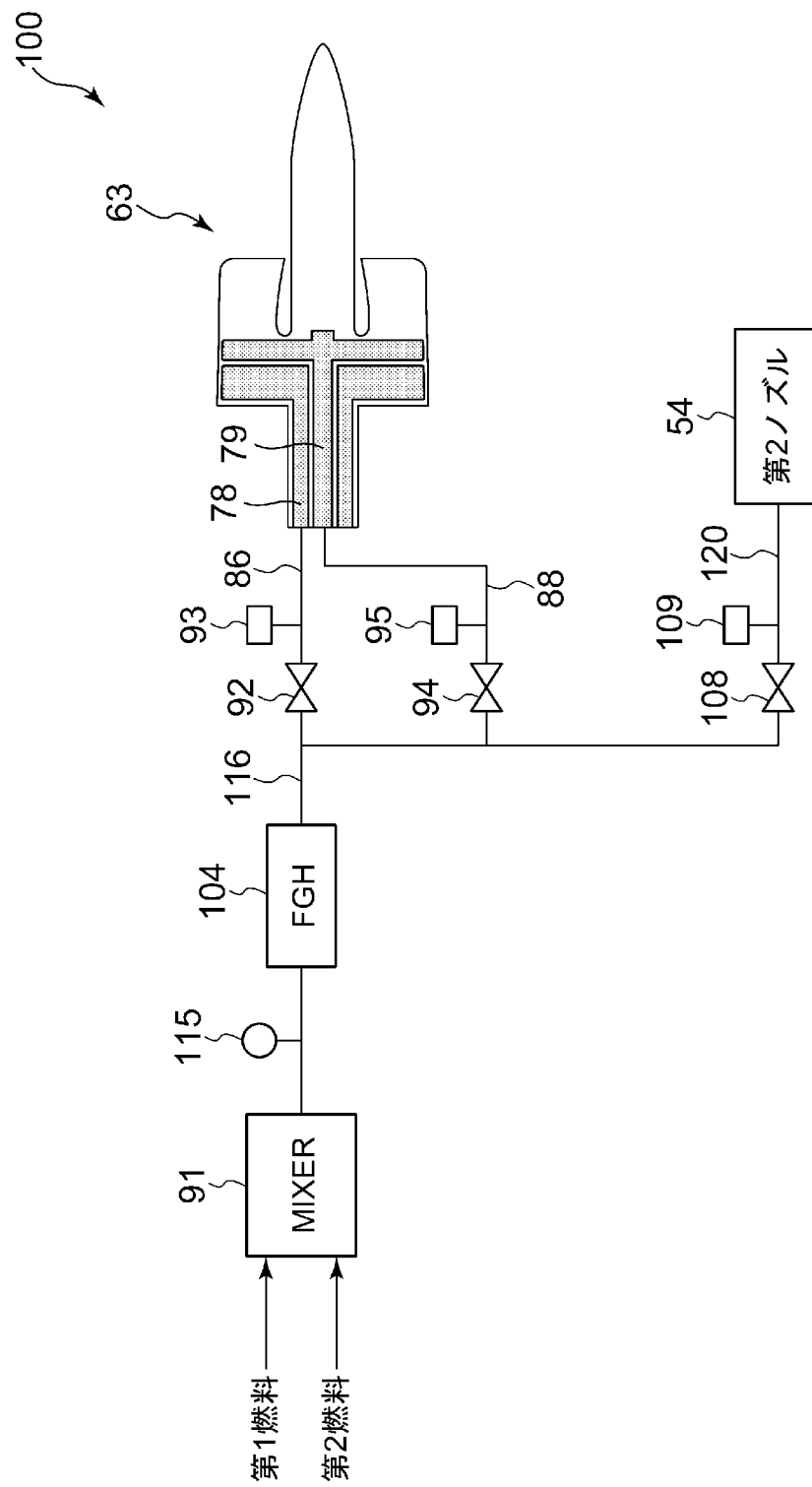
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/007026

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F23R3/28(2006.01)i, F02C7/22(2006.01)i, F02C7/224(2006.01)i, F02C7/228(2006.01)i, F02C9/28(2006.01)i, F02C9/40(2006.01)i, F23R3/14(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)

F23R3/28, F02C7/22, F02C7/224, F02C7/228, F02C9/28, F02C9/40, F23R3/14, F23R3/30

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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	JP 2008-116200 A (Korea Electric Power Corp.), 22 May 2008 (22.05.2008), paragraphs [0006] to [0029]; fig. 1 to 6	1-2, 5-6, 8-9, 14
Y	& US 2008/0098736 A1 paragraphs [0008] to [0033]; fig. 1 to 6	7-9, 11, 13-14
A	& EP 1921381 A2 & KR 10-0820233 B1	10, 12
X	US 2010/0077760 A1 (LASTER, Walter, R.), 01 April 2010 (01.04.2010), paragraphs [0027] to [0029]; fig. 5 to 6	1-6, 9, 14
Y	& WO 2010/036286 A1 & CN 102165253 A	7-9, 11, 13-14

☒ 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
11 April 2017 (11.04.17)

Date of mailing of the international search report
25 April 2017 (25.04.17)

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/JP2017/007026

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2011-099654 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 19 May 2011 (19.05.2011), paragraphs [0032] to [0033]; fig. 9 to 11 & US 2012/0167569 A1 paragraphs [0062] to [0063]; fig. 9 to 11 & WO 2011/055815 A1 & EP 2500654 A1 & KR 10-2012-0058549 A & CN 102695919 A	1, 5-7, 14 7-9, 11, 13-14
Y	JP 2014-020769 A (Hitachi, Ltd.), 03 February 2014 (03.02.2014), paragraph [0026]; fig. 1 (Family: none)	11, 13-14
A	JP 11-264542 A (Central Research Institute of Electric Power Industry), 28 September 1999 (28.09.1999), entire text; fig. 1 to 17 (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F23R3/28(2006.01)i, F02C7/22(2006.01)i, F02C7/224(2006.01)i, F02C7/228(2006.01)i,
F02C9/28(2006.01)i, F02C9/40(2006.01)i, F23R3/14(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. F23R3/28, F02C7/22, F02C7/224, F02C7/228, F02C9/28, F02C9/40, F23R3/14, 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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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	JP 2008-116200 A（コリア・エレクトリック・パワー・コーポレーション）	1-2, 5-6, 8-9, 14
Y	2008.05.22, 段落[0006]-[0029], 図 1-6	7-9, 11, 13-14
A	& US 2008/0098736 A1, 段落[0008]-[0033], 図 1-6 & EP 1921381 A2 & KR 10-0820233 B1	10, 12

☑ 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

11.04.2017

国際調査報告の発送日

25.04.2017

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 続久

3 S

3932

電話番号 03-3581-1101 内線 3391

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
X Y	US 2010/0077760 A1 (LASTER, Walter, R.) 2010.04.01, 段落[0027]-[0029], 図 5-6 & WO 2010/036286 A1 & CN 102165253 A	1-6, 9, 14 7-9, 11, 13-14
X Y	JP 2011-099654 A (三菱重工業株式会社) 2011.05.19, 段落[0032]-[0033]、図 9-11 & US 2012/0167569 A1, 段落[0062]-[0063]、図 9-11 & WO 2011/055815 A1 & EP 2500654 A1 & KR 10-2012-0058549 A & CN 102695919 A	1, 5-7, 14 7-9, 11, 13-14
Y	JP 2014-020769 A (株式会社日立製作所) 2014.02.03, 段落[0026], 図 1 (ファミリーなし)	11, 13-14
A	JP 11-264542 A (財団法人電力中央研究所) 1999.09.28, 全文, 図 1-17 (ファミリーなし)	1-14