

(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10月5日(05.10.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/170477 A1

- (51) 国際特許分類:
F02C 7/18 (2006.01) F23R 3/10 (2006.01)
F02C 6/08 (2006.01) F23R 3/28 (2006.01)
F02C 7/22 (2006.01) F23R 3/32 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/012522
- (22) 国際出願日: 2017年3月28日(28.03.2017)
- (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 2016-068018 2016年3月30日(30.03.2016) 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). 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). 瀧口 智志 (TAKIGUCHI Satoshi); 〒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

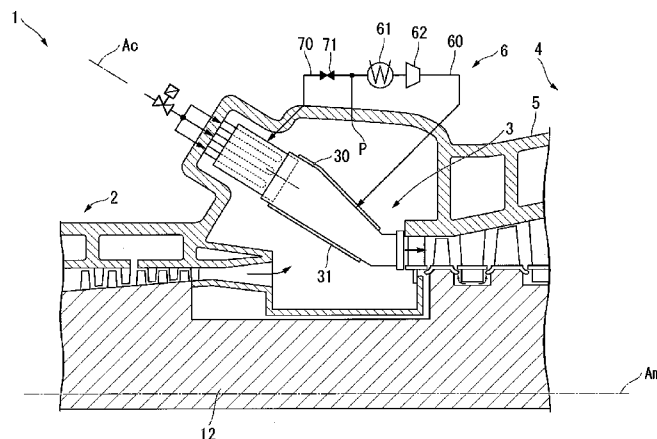
Tokyo (JP). 野勢 正和 (NOSE Masakazu); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP).

- (74) 代理人: 森 隆一郎, 外 (MORI Ryuichirou et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 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), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[続葉有]

(54) Title: GAS TURBINE

(54) 発明の名称: ガスタービン



(57) Abstract: A gas turbine (1) has: a compressor (2) for generating compressed air; a wheel casing (5) into which the compressed air is introduced; a combustor (3) for generating combustion gas; a turbine (4) driven by the combustion gas; a combustor cooling system (6) having a sub-compressor (62) capable of operating independently of the compressor (2), the combustor cooling system (6) also having a heat exchanger (61) which extracts air within the wheel casing (5), increases the pressure of the air by means of the sub-compressor (62), and then subjects the air to heat exchange, the combustor cooling system (6) introducing the air, which has been subjected to the heat exchange, into a cooling passage in the cylinder body (30) of the combustor (3); and a combustor air introduction system for extracting air which flows through the combustor cooling system (6), and introducing the air into the combustor (3).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/170477 A1



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

ガスタービン（１）は、圧縮空気を生成する圧縮機（２）と、圧縮空気が導入される車室（５）と、燃焼ガスを生成する燃焼器（３）と、燃焼ガスによって駆動されるタービン（４）と、圧縮機（２）に対して独立に運転可能なサブ圧縮機（６２）と、車室（５）内の空気を抽気して、サブ圧縮機（６２）で昇圧した後に熱交換する熱交換器（６１）とを有し、熱交換された空気を燃焼器（３）の筒体（３０）の冷却通路（３１）に導入する燃焼器冷却系統（６）と、燃焼器冷却系統（６）を流通する空気を抽気して燃焼器（３）内に導入する燃焼器空気導入系統と、を備える。

明 細 書

発明の名称： ガスタービン

技術分野

[0001] 本発明は、ガスタービンに関する。

本願は、2016年3月30日に出願された特願2016-068018号について優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 一般的なガスタービンは、外部の空気を圧縮して高圧空気を生成する圧縮機と、高圧空気と燃料とを混合して燃焼させ、高温高圧の燃焼ガスを生成する燃焼器と、燃焼ガスによって回転駆動されるタービンと、を備えている。

このようなガスタービンに用いられる燃焼器の一例として、下記特許文献1に記載されたものが知られている。特許文献1に係る燃焼器は、燃焼ガスが流通する燃焼筒と、燃焼筒内で火炎を形成する複数のノズルと、を主に備えている。ノズルによって形成された火炎によって燃焼筒内で高温高圧の燃焼ガスが生じる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平5-203146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、上記のような燃焼器の内部では、燃料と空気とが流通する過程で、フラッシュバックと呼ばれる現象が生じる場合がある。フラッシュバックとは、燃焼器内における予期しない領域に滞留している燃料に、火炎が伝播することで異常な燃焼を生じる現象である。

近年では、ガスタービンの性能向上に伴って運転温度が従前に比べて上昇する傾向にあることから、上記のフラッシュバックがさらに生じやすくなっている。また、ガスタービンの運転温度の上昇に伴って、NO_xの発生量が

増大してしまう可能性がある。

このため、高温の運転条件化でも、フラッシュバックの発生を十分に抑制することができるとともに、 NO_x 発生量が低減されたガスタービンに対する要請が高まっている。

[0005] 本発明は上記課題を解決するためになされたものであって、高温下でも安定して運転することができるガスタービンを提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の第一の態様によれば、ガスタービンは、外部空気を圧縮して圧縮空気を生成する圧縮機と、前記圧縮空気が導入される車室と、前記車室内から導入された前記圧縮空気を燃料とともに混合して燃焼させて、燃焼ガスを生成するとともに、該燃焼ガスが内側を通過する筒体を有する燃焼器と、前記燃焼ガスによって駆動されるタービンと、前記圧縮機に対して独立に運転可能なサブ圧縮機と、前記車室内の空気を抽気して、前記サブ圧縮機で昇圧した後に熱交換する熱交換器とを有し、熱交換された空気を前記筒体の冷却通路に導入する燃焼器冷却系統と、前記燃焼器冷却系統を流通する空気を抽気して、前記燃焼器内に導入する燃焼器空気導入系統と、を備える。

[0007] この構成によれば、燃焼器空気導入系統によって、燃焼器冷却系統を流通する空気の一部が抽気される。この抽気された空気を燃焼器内に導入することにより、当該燃焼器内における各部で、空気や燃料ガスの滞留やよどみ等が発生する可能性を低減することができる。これにより、フラッシュバックを抑制することができる。

[0008] 本発明の第二の態様によれば、上記ガスタービンでは、前記燃焼器空気導入系統は、前記燃焼器冷却系統における前記熱交換器よりも前記車室側の抽気位置から抽気した空気を前記燃焼器内に導入してもよい。

[0009] この構成によれば、抽気位置が熱交換器よりも車室側にあることから、燃焼器空気導入系統を流れる空気の圧力は、車室内の圧縮空気と同等となる。すなわち、他の圧縮機等を設けることなく、燃焼器内における比較的圧力の低い箇所に空気を導入することができる。

- [0010] 本発明の第三の態様によれば、上記ガスタービンでは、前記燃焼器空気導入系統は、前記燃焼器冷却系統における前記熱交換器よりも前記冷却通路側の抽気位置から抽気した空気を前記燃焼器内に導入してもよい。
- [0011] この構成によれば、抽気位置が熱交換器よりも冷却通路側にある。つまり、サブ圧縮機で圧縮された空気を燃焼器空気導入系統に導くことができる。これにより、燃焼器における比較的圧力の高い箇所に対しても安定的に空気を導入することができる。
- [0012] 本発明の第四の態様によれば、上記ガスタービンでは、前記燃焼器は、前記筒体の外周側に設けられて、該筒体の外周面との間に前記圧縮空気が流通する空気流路を形成する外筒と、前記空気流路中で、前記圧縮空気の流通方向と交差する方向に前記燃料を噴射する噴射孔が形成されたペグと、を有し、前記ペグには、前記燃焼器空気導入系統から供給された空気を前記圧縮空気の流通方向下流側に向かって噴射するペグ空気孔が形成されていてもよい。
- [0013] この構成によれば、ペグにペグ空気孔が設けられていることから、当該ペグの周囲に空気を供給することができる。特に、ペグの下流側（圧縮空気の流通方向における下流側）では、淀み点が形成されやすいことから、燃料を多量に含む空気が滞留してしまう可能性がある。しかしながら、上記の構成によれば、ペグ空気孔から供給された空気によって、このような滞留や淀みを下流側に押し流すことができる。これにより、ペグの下流側でフラッシュバックが生じる可能性を低減することができる。
- [0014] 本発明の第五の態様によれば、上記ガスタービンでは、前記燃焼器は、前記筒体内に前記燃料を供給し、前記圧縮空気と混合して燃焼させる第一ノズルと、前記第一ノズルの外周側に設けられ、前記燃焼ガスにスワールを生じさせる第一スワラと、を有し、前記第一ノズルの先端には、前記スワールの渦中心に向かって前記燃焼器空気導入系統から供給された空気を噴射する第一ノズル空気孔が形成されていてもよい。
- [0015] 第一ノズル先端の下流側では、上記の第一スワラによってスワール（旋回

流)が発生している。このような旋回流や渦の中心を含む領域では、燃料を多量に含む空気が滞留してしまう場合がある。しかしながら、上記の構成によれば、第一ノズルの先端に、第一ノズル空気孔が形成されていることから、渦中心に向かって空気を供給することができる。この空気の流れによって、渦中心で滞留していた空気(燃料を多量に含む空気)を下流側に押し流すことができる。したがって、第一ノズルの下流側でフラッシュバックが生じたり、予期せぬ燃焼領域が生じたりする可能性を低減することができる。

[0016] 本発明の第六の態様によれば、上記ガスタービンでは、前記燃焼器は、前記第一ノズルと平行に設けられて、該第一ノズルに着火するための燃料を噴射する第二ノズル噴射孔が形成された第二ノズルを有し、前記第二ノズルには、前記第二ノズル噴射孔を外周側から囲むように形成され、前記燃焼器空気導入系統から供給された空気を噴射する第二ノズル空気孔が形成されていてもよい。

[0017] この構成によれば、第二ノズルには、第二ノズル噴射孔を外周側から囲む第二ノズル空気孔が形成されている。これにより、第二ノズル噴射孔の周囲で燃料を多量に含む空気が滞留する可能性を低減することができる。さらに、第二ノズル噴射孔の周囲に空気を供給することで、実質的に予混合燃焼と同等の燃焼条件を実現することができる。これにより、例えばガスタービンの負荷が高い場合等に、 NO_x 発生量を低減することができる。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、高温下でも安定して運転することができるガスタービンを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の第一実施形態に係るガスタービンの構成を示す図である。

[図2]本発明の第一実施形態に係る燃焼器の構成を示す図である。

[図3]本発明の第一実施形態に係る燃焼器の要部拡大図である。

[図4]本発明の第一実施形態に係るペグの構成を示す断面図である。

[図5]図4におけるV-V線矢視図である。

[図6]本発明の第一実施形態に係るペグの変形例を示す断面図である。

[図7]図6におけるV I I - V I I 線矢視図である。

[図8]本発明の第二実施形態に係る燃焼器（第一ノズル）の要部拡大図である。

[図9]図10のI X - I X 線矢視図である。

[図10]本発明の第三実施形態に係る燃焼器（第二ノズル）の要部拡大図である。

発明を実施するための形態

[0020] [第一実施形態]

本発明の第一実施形態について、図1から図7を参照して説明する。図1に示すように、本実施形態に係るガスタービン1は、圧縮機2と、燃焼器3と、タービン4と、車室5と、燃焼器冷却系統6と、燃焼器空気導入系統7と、を備えている。

[0021] 圧縮機2は、外部空気を圧縮して、高圧の圧縮空気を生成する。より詳細には、圧縮機2は、主軸線A m 回りに回転する圧縮機ロータ8と、圧縮機ロータ8を外周側から覆う圧縮機車室9と、を有している。タービン4は、主軸線A m 回りに回転するタービンロータ10と、タービンロータ10を外周側から覆うタービン車室11と、を有している。圧縮機ロータ8とタービンロータ10とは、主軸線A m 上で一体に接続されることで、ガスタービンロータ12を形成している。また、圧縮機車室9とタービン車室11とは、互いに連結されることでガスタービン車室5（以下、単に車室5と呼ぶことがある。）を形成している。ガスタービンロータ12の一端には、一例としてジェネレータ13が接続されている。ガスタービンロータ12の回転によってジェネレータ13を駆動することで電力が外部に取り出される。燃焼器3は、上記の圧縮機2によって生成された圧縮空気中で、燃料を燃焼させることで、高温高圧の燃焼ガスを生成する。

[0022] 図2に示すように、燃焼器3は、燃焼ガスが内部を通過する燃焼筒30（筒体）を有している。本実施形態の燃焼筒30は二重管構造を有している。

燃焼筒 30 の内周側の管と、外周側の管との間の空間は、冷却通路 31 とされている。この冷却通路 31 内には、後述する燃焼器冷却系統 6 を通じて供給された空気が流通する。これにより、燃焼ガスの高温に曝される燃焼筒 30 を熱から保護することができる。

[0023] 燃焼器冷却系統 6 は、上記の車室 5 内の空間と燃焼筒 30 の冷却通路 31 とを接続する第一ライン 60 と、この第一ライン 60 上に設けられた熱交換器 61、及びサブ圧縮機 62 と、を有している。第一ライン 60 の一端側は、車室 5 内に連通することで、当該車室 5 内を流通する圧縮空気の一部を抽気する。熱交換器 61 は、抽気された圧縮空気と外部の空気との間で熱交換させる。熱交換器 61 で熱交換された空気はサブ圧縮機 62 によって昇圧されて冷却空気となる。なお、このサブ圧縮機 62 は、上記の圧縮機 2 とは別に設けられるとともに、当該圧縮機 2 に対して独立に運転可能とされている。

[0024] 燃焼器空気導入系統 7 は、上記の第一ライン 60 上における熱交換器 61 の上流側の抽気位置 P と燃焼器 3 内とを接続する第二ライン 70 と、この第二ライン 70 上に設けられた流量調整弁 71 と、を有している。第二ライン 70 を流通する空気は、燃焼器 3 内において、いずれも後述するペグ 38、第一ノズル 34、第二ノズル 35 のそれぞれに対して、燃料とは別に供給される。

[0025] 続いて、燃焼器 3 の詳細な構成について、図 3 を参照して説明する。燃焼器 3 は、燃焼筒 30 と、スワラ支持筒 32 と、外筒 33 と、第一ノズル 34 及び第二ノズル 35 と、を有している。燃焼筒 30 は、中心軸線 A c に沿って延びる筒状に形成されている。スワラ支持筒 32 は、燃焼筒 30 の一端側に取り付けられている。外筒 33 は、スワラ支持筒 32 の一端側に取り付けられている。第一ノズル 34 及び第二ノズル 35 は、外筒 33 によって燃焼筒 30 内で支持されている。なお、以下の説明では、スワラ支持筒 32 に対して外筒 33 が位置する側を上流側と呼ぶ。スワラ支持筒 32 に対して燃焼筒 30 が位置する側を下流側と呼ぶ。

- [0026] スワラ支持筒 32 は、燃焼筒 30 よりも小さな外径寸法を有している。スワラ支持筒 32 の他端部を含む部分は、燃焼筒 30 の内周側に挿通されている。燃焼筒 30 は、スワラ支持筒 32 に対して接続部材 36 を介して脱落不能に固定されている。
- [0027] 外筒 33 は、車室 5 に形成された燃焼器挿通孔 50 を塞ぐように設けられた有底筒状の部材である。外筒 33 は、上記の第二ノズル 35 及び第一ノズル 34 を支持するノズル台 33A と、ノズル台 33A を車室 5 に対して固定支持する外筒本体 33B と、を有している。
- [0028] ノズル台 33A は中心軸線 A c を中心として略円盤状に形成された部材であって、その中心点を含む領域には、1 つの第二ノズル 35 が挿通されている。さらに、第二ノズル 35 の外周側には、複数の第一ノズル 34 が中心軸線 A c の周方向に互いに間隔をあけて配列されている。第一ノズル 34、及び第二ノズル 35 は、ともに略管状をなしている。第一ノズル 34 及び第二ノズル 35 の内部には燃料供給源から供給された燃料が流通する。
- [0029] 外筒本体 33B の下流側の面には、車室 5 の内壁と嵌合する嵌合凸部 33C が設けられている。嵌合凸部 33C は、外筒本体 33B の底部から下流側に向かって突出している。嵌合凸部 33C の内周側の面は、上記のスワラ支持筒 32 の外周面に隙間をあけて対向している。この隙間は、車室 5 内の圧縮空気を燃焼器 3 内に導くための空気流路 F C とされる。さらに、嵌合凸部 33C の内周面と底部とを接続する部分は湾曲形状をなしている。また、スワラ支持筒 32 の上流側端部と外筒本体 33B の底部との間には、隙間が形成されている。これにより、空気流路 F C に沿って下流側から上流側に導かれた圧縮空気が、スワラ支持筒 32 の内側に導入される。
- [0030] さらに、外筒本体 33B の内周面には、空気流路 F C 中に燃料を供給するためのペグ 37 が取り付けられている。ペグ 37 は、外筒本体 33B の内周面から突出するように設けられた棒状のノズルである。より詳細には図 4、図 5 に示すように、ペグ 37 は二重管構造をなしている。ペグ 37 は、内部に燃料 F が流通するペグ内管 38A と、ペグ内管 38A の外周側に設けられ

たペグ外管 38 B と、を有している。

[0031] ペグ内管 38 A とペグ外管 38 B との間には、これら管の径方向に広がる隙間（ペグ空気流路 38 C）が形成されている。このペグ空気流路 38 C は、上述の燃焼器空気導入系統 7 における第二ライン 70 と連通されている。第二ライン 70 中を流通する圧縮空気がこのペグ空気流路 38 C 内を流通する。ペグ外管 38 B の延在中途には、このペグ空気流路 38 C 内の空気を外部に向かって噴射するペグ空気孔 38 D が形成されている。

[0032] さらに、ペグ外管 38 B の外周面には、ペグ内管 38 A 内と外部とを連通されて、燃料を噴射する複数（2 つ）の噴射孔 38 E が形成されている。本実施形態では、これら 2 つの噴射孔 38 E は、ペグ内管 38 A の延びる方向に直交する方向に向かって開口している。また、2 つの噴射孔 38 E は、ペグ外管 38 B の直径方向において互いに離間する方向に向かって開孔している。

[0033] このように構成されたペグ 37 は、以下のような姿勢で外筒本体 33 B に固定されている。すなわち、図 5 に示すように、2 つの噴射孔 38 E は、空気流路 F C 中における圧縮空気の流通方向に対して交差（直交）する方向に向かって開孔している。ペグ空気孔 38 D は、この圧縮空気の流れ去る方向に向かって開孔している。

[0034] 次に、本実施形態に係るガスタービン 1 の動作について説明する。ガスタービン 1 を起動するに当たっては、まず不図示の動力源によって圧縮機 2 を駆動する。圧縮機 2 が駆動することで高圧の圧縮空気が生成される。圧縮空気は車室 5 内の空間を通じて燃焼器 3 内に導入される。燃焼器 3 内では、圧縮空気中に燃料が混合された後、着火器（不図示）による着火を経て、燃焼火炎が形成される。これにより、高温高圧の燃焼ガスが生成される。燃焼ガスはさらに車室 5 内の空間を通じて後続のタービン 4 内に導入されて、タービン 4 を回転駆動する。これにより、タービンロータ 10 の軸端に連結されたジェネレータ 13 等の外部機器が駆動される。

[0035] ところで、上記のようなガスタービン 1 の運転中には、燃焼ガスの温度は

1500℃前後に達することが一般的である。このような高温環境下における継続的かつ安定的な運転を行うためには、燃焼器3の各部材を輻射熱等から保護するための措置が必要となる。そこで、本実施形態に係るガスタービン1では、上述した燃焼器冷却系統6によって、燃焼器3の一部を冷却している。より具体的には、第一ライン60を通じて車室5内の圧縮空気の一部が抽気された後、熱交換器61による熱交換とサブ圧縮機62による圧縮とを経て、燃焼筒30の冷却通路31内にこの抽気された圧縮空気が供給される。これにより、燃焼筒30を上記の輻射熱等から十分に保護することができる。

[0036] 一方で、近年におけるガスタービン運転温度の上昇に伴って、燃焼器3の各部ではフラッシュバック等の現象が生じることも懸念されている。特に、ペグ37は、圧縮空気の流通方向に交差する方向に延びている。このため、ペグ外管38Bの外周面における下流側の領域で淀み点が形成されてしまう場合がある。このような淀み点に、ペグ37から噴射された燃料を含む圧縮空気が滞留した場合、燃焼筒30内の燃焼火炎が伝播した後、保炎されてしまうこともある。

[0037] しかしながら、本実施形態に係るペグ37では、ペグ外管38Bの下流側に向かって開孔するペグ空気孔38Dが形成されている。ペグ空気孔38Dからは、燃焼器空気導入系統7を通じて車室5内の圧縮空気が噴射される。この圧縮空気によって、ペグ外管38Bの下流側で滞留している空気や燃料を下流側に向かって押し流すことができる。つまり、ペグ37の周辺でフラッシュバックが生じる可能性が十分に低減されることで、高温環境下であってもガスタービン1を安定的に運転することが可能となる。

[0038] 以上、本発明の第一実施形態について説明したが、本発明の要旨を逸脱しない限りにおいて、上記構成に種々の変更を加えることが可能である。

例えば、上記実施形態では、ペグ37を二重管構造とすることで、燃料と空気とを独立して噴射する構成とした。しかしながら、ペグ37の態様はこれに限定されず、図6と図7とに示す構成を採ることも可能である。

[0039] 図7に示すように、本変形例におけるペグ37（ペグ外管38B）は、その内側に、燃料が流通する燃料流路34Cと、燃料流路34Cに対してペグ37の直径方向に離間するように設けられた空気流路FCと、を有している。燃料流路34Cから供給された燃料は噴射孔38Eを通じて外部に噴射される。空気流路FCからは、ペグ空気孔38Dを通じて空気が外部に噴射される。

[0040] このような構成によれば、上述の第一実施形態と同様の作用効果を得られることに加えて、ペグ37を一の部材によって一体に形成することができる。そのため、部品点数の削減とこれに伴うメンテナンス性の向上とを図ることができる。

[0041] [第二実施形態]

次に、本発明の第二実施形態について図8を参照して説明する。本実施形態は、以下の点で上記第一実施形態と異なっている。すなわち、本実施形態に係る燃焼器203では、第一ノズル34に対して燃焼器空気導入系統7から空気が供給される。

[0042] より詳細には図8に示すように、第一ノズル34は、燃料及び圧縮空気が流通する筒状の第一ノズル本体34Aと、この第一ノズル本体34Aよりも上流側に設けられる第一スワラMSと、を備えている。第一ノズル本体34Aは、上流側から下流側に向かって延びるとともに、その下流側の端部は、上流側から下流側に向かうにしたがって次第に縮径する尖頭状に形成されている。

[0043] 第一ノズル本体34Aの下流側端部よりもわずかに上流側の部分には、燃料を噴射するための複数の第一ノズル噴射孔34Bが形成されている。第一ノズル噴射孔34Bは、第一ノズル本体34Aの周方向に等間隔をあけて配列されている。また、第一ノズル本体34Aの内部には、燃料を流通させるための燃料流路34Cが形成されている。燃料流路34Cは中心軸線Acに平行な直線状をなして延びている。第一ノズル噴射孔34Bは、この燃料流路34Cに対して一定の角度をなしている。

- [0044] さらに、第一ノズル本体 3 4 A の下流側端部（先端）には、圧縮空気を噴射するための第一ノズル空気孔 3 4 D が形成されている。第一ノズル空気孔 3 4 D は、第一ノズル本体 3 4 A の内部に形成された第一ノズル空気流路 3 4 E に連通されている。この第一ノズル空気流路 3 4 E の上流側は、上述の燃焼器空気導入系統 7 が接続されている。すなわち、この第一ノズル空気孔 3 4 D からは、燃焼器空気導入系統 7 から流通した空気が噴射される。
- [0045] 第一スワラ M S は、第一ノズル本体 3 4 A の外周面上であって、上記の第一ノズル噴射孔 3 4 B よりも上流側の位置に設けられている。第一スワラ M S は、第一ノズル本体 3 4 A の周方向に等間隔をあけて配列された複数のスワラベーンを有している。それぞれのスワラベーンは、第一ノズル本体 3 4 A の径方向から見て、第一ノズル本体 3 4 A の延びる方向に対して一定の角度をなしている。これにより、第一ノズル 3 4 の上流側から流れてきた圧縮空気に対してスワール成分（旋回流成分）が付加される。より具体的には、第一スワラ M S によってスワールを生じた流れは、第一ノズル 3 4 の周方向に旋回しながら、上流側から下流側に向かって流れる。
- [0046] 以上のように構成された燃焼器 2 0 3 の動作について説明する。まず、燃焼器 2 0 3 の通常運転中には、第一ノズル 3 4 の上流側から供給された車室 5 内の圧縮空気が、第一ノズル 3 4 の外周側の空間を通じて流れる。このとき、第一ノズル 3 4 には第一スワラ M S が設けられていることから、この圧縮空気の流れには、上記のスワール成分が含まれている。
- [0047] スワール成分を含む圧縮空気の流れに対して、さらに下流側の領域で、第一ノズル噴射孔 3 4 B から噴射された燃料が混合されて、予混合ガスが生成される。この予混合ガスに対して、上述の第二ノズル 3 5 によって形成された火炎が伝播する。これにより、予混合ガスは着火されて、燃焼筒 3 0 内で上流側から下流側に向かって延びる予混合燃焼火炎が形成されるとともに、高温高圧の燃焼ガスが生成される。
- [0048] ここで、予混合ガスには上記の第一スワラ M S によるスワール成分が付加されているため、予混合燃焼火炎、及び燃焼ガスも、第一ノズル 3 4 の周方

向に旋回する流れを形成する。このため、第一ノズル 34 先端の延長線上にはスワールの渦中心が形成される。このような渦中心に上記の予混合ガスが捕捉され、滞留した場合、下流側の火炎が伝播してフラッシュバックを生じてしまう可能性がある。

[0049] しかしながら、本実施形態に係る燃焼器 203 では、上記のように第一ノズル本体 34 A の先端に第一ノズル空気孔 34 D が形成されている。そのため、この第一ノズル空気孔 34 D から渦中心に向かって圧縮空気を噴射することができる。これにより、渦中心における上流側から下流側への流速成分を増加させることができる。そのため、渦中心で予混合ガスが滞留する可能性を低減することができる。同時に、供給された圧縮空気によって、渦中心における燃料濃度を下げることにもできる。したがって、本実施形態に係る燃焼器 203 によれば、第一ノズル 34 の周辺でフラッシュバックが生じる可能性を十分に低減することができる。

[0050] [第三実施形態]

次に、本発明の第三実施形態について図 9、図 10 を参照して説明する。本実施形態に係る燃焼器 303 では、第二ノズル 35 に対して、燃焼器空気導入系統 7 から圧縮空気が供給される。

[0051] より詳細には図 9 に示すように、第二ノズル 35 は、二重管構造を有している。第二ノズル 35 は、第二ノズル内側管 35 A と、第二ノズル外側管 35 B と、を有している。第二ノズル内側管 35 A は、中心軸線 A c に沿って延びている。第二ノズル内側管 35 A は、内部に燃料が流通する燃料流路 334 C が形成されている。第二ノズル外側管 35 B は、第二ノズル内側管 35 A と同軸に設けられている。第二ノズル外側管 35 B は、第二ノズル内側管 35 A を外側から覆っている。

[0052] 第二ノズル内側管 35 A は円筒状をなしている。第二ノズル内側管 35 A の下流側の端面には、下流側に向かって開口する複数の第二ノズル噴射孔 35 C が形成されている。より詳細には図 10 に示すように、これら第二ノズル噴射孔 35 C は、中心軸線 A c の周方向に等間隔をあけて複数配列されて

いる。本実施形態では８個の第二ノズル噴射孔３５Ｃが形成されている。

[0053] 第二ノズル内側管３５Ａの内部であって、上記の第二ノズル噴射孔３５Ｃよりも内周側には、中心軸線Ａｃを中心として円筒状をなす隔壁３５Ｄが設けられている。この隔壁３５Ｄと第二ノズル内側管３５Ａの内周面との間には中心軸線Ａｃの径方向に広がる空間が形成されている。この空間は、燃料が流通するための燃料流路３３４Ｃとされている。

[0054] 第二ノズル外側管３５Ｂは、第二ノズル内側管３５Ａを中心軸線Ａｃの外周側、及び下流側から覆うように設けられている。第二ノズル外側管３５Ｂと第二ノズル内側管３５Ａの間には複数のスペーサ３５Ｅが設けられている。このスペーサ３５Ｅによって、第二ノズル内側管３５Ａと第二ノズル外側管３５Ｂとの間には空間が形成されている。この空間は、上述の燃焼器空気導入系統７に連通されることで、圧縮空気が流通する第二ノズル空気流路３５Ｆとされている。第二ノズル空気流路３５Ｆ上には、当該流路中の空気流量を調整するための流量調整弁７１が設けられている。

[0055] 第二ノズル外側管３５Ｂの下流側の端面には、上記の第二ノズル噴射孔３５Ｃと同一の周方向位置に開孔された複数（８個）の第二ノズル空気孔３５Ｇが形成されている。それぞれの第二ノズル空気孔３５Ｇは、第二ノズル噴射孔３５Ｃよりも大きな開孔径を有している。すなわち、図１０に示すように、中心軸線Ａｃ方向から見た場合、第二ノズル噴射孔３５Ｃの外周側は、第二ノズル空気孔３５Ｇの開孔端縁によって囲まれている。

[0056] なお、これら第二ノズル噴射孔３５Ｃ、及び第二ノズル空気孔３５Ｇは、いずれも中心軸線Ａｃに対してわずかに傾斜する方向に開孔されている。具体的には、上流側から下流側に向かうにしたがって、第二ノズル噴射孔３５Ｃ、及び第二ノズル空気孔３５Ｇは径方向外側に向かうように開孔されている。さらに、本実施形態では、第二ノズル噴射孔３５Ｃの下流側端部は、第二ノズル内側管３５Ａの下流側端面から下流側に向かってわずかに突出している。

[0057] また、第二ノズル外側管３５Ｂの外周面には、上記の第二実施形態におけ

る第一スワラMSと同様に、第二スワラPSが設けられている。第二スワラPSは、中心軸線Acの周方向に間隔をあけて配列された複数のスワラペーンを有している。この第二スワラPSによって、第二ノズル35の外周面に沿って上流側から流れてきた圧縮空気にはスワール成分が付加される。

[0058] 続いて、本実施形態に係る燃焼器303の動作について説明する。燃焼器303の運転中には、第二ノズル35の外周面に沿って上流側から下流側に向かって車室5内から供給された圧縮空気が流通している。さらに、燃料流路334Cを通じて供給された燃料は、第二ノズル噴射孔35Cを通じて下流側に噴射される。この燃料は、不図示の着火装置によって着火されて、拡散燃焼火炎（パイロット火炎）を生じる。このパイロット火炎が第一ノズル34から供給された予混合ガスに伝播することで、上記の予混合燃焼火炎が形成され、高温高圧の燃焼ガスが生じる。

[0059] さらに、本実施形態では、第二ノズル噴射孔35Cから噴射される燃料の流れの中に、上記の第二ノズル空気孔35Gを通じて圧縮空気が供給される。すなわち、第二ノズル35から、圧縮空気と燃料とが予混合された状態のガスを噴射することができる。また、第二ノズル空気流路35Fの延長上に流量調整弁71が設けられることで、圧縮空気の流量が調整される。

[0060] このような構成によれば、例えばガスタービン1が低負荷帯で運転されている場合等、安定的な燃焼が必要とされる場合には、上記圧縮空気の流量をゼロとすることで、パイロット火炎を拡散燃焼火炎とすることができる。

[0061] 一方で、ガスタービン1が高負荷帯で運転されている場合等、NO_x生成量を低減したい場合には、第二ノズル空気孔35Gから圧縮空気を供給することで、第二ノズル35から予混合ガスを吹き出させることができる。すなわち、第一ノズル34に加えて、第二ノズル35でも予混合燃焼と同等の燃焼条件を実現することができる。このように、ガスタービン1の運転状態に応じて、第二ノズル35で形成される火炎の特性を調整することができる。そのため、ガスタービン1をさらに安定的、かつ効率的に運転することができる。

[0062] さらに、上記のように第二ノズル空気孔 3 5 G から噴射される圧縮空気によって、第二ノズル 3 5 近傍における流体の流速が増加する。その結果、当該領域に高濃度の燃料が滞留したり、この滞留した燃料成分に着火してフラッシュバックが生じたりする可能性を十分に低減することができる。

[0063] 以上、本発明の各実施形態について図面を参照して説明した。なお、上記の構成は一例に過ぎず、本発明の要旨を逸脱しない限りにおいて種々の変更を加えることが可能である。

[0064] 例えば、第二ノズル 3 5 と第一ノズル 3 4 との相対的な位置関係は上記実施形態によっては限定されず、設計や仕様に応じて他の態様を採ることも可能である。また、燃焼器 3、燃焼器 2 0 3、燃焼器 3 0 3 は必ずしもガスタービン 1 に設けられるものに限定されず、一般的に燃焼を必要とする機械装置であれば、いかなるものにも適用することが可能である。

[0065] また、上記実施形態では、燃焼器空気導入系統 7 に対する圧縮空気の供給源として燃焼器冷却系統 6 からの抽気する構成を例に説明した。しかしながら、燃焼器空気導入系統 7 に対して車室 5 内の圧縮空気を直接導く構成を採ることも可能である。

[0066] さらに、上記実施形態では、燃焼器冷却系統 6 における熱交換器 6 1 よりも車室 5 側の抽気位置 P から圧縮空気を抽気した例について説明した。しかしながら、燃焼器冷却系統 6 における熱交換器 6 1 よりも冷却通路 3 1 側の他の抽気位置 P から圧縮空気を抽気する構成を採ることも可能である。この構成では、抽気位置 P が熱交換器 6 1 よりも冷却通路 3 1 側にある。つまり、サブ圧縮機 6 2 で圧縮された空気を燃焼器空気導入系統 7 に導くことができる。これにより、燃焼器 3 における比較的圧力の高い箇所に対しても安定的に空気を導入することができる。

産業上の利用可能性

[0067] 上記ガスタービンによれば、高温下でも安定して運転することができるガスタービンを提供することができる。

符号の説明

- [0068] 1 ガスタービン
2 圧縮機
3 燃焼器
4 タービン
5 車室
6 燃焼器冷却系統
7 燃焼器空気導入系統
8 圧縮機ロータ
9 圧縮機車室
10 タービンロータ
11 タービン車室
12 ガスタービンロータ
13 ジェネレータ
30 燃焼筒
31 冷却通路
32 スワラ支持筒
33 外筒
34 第一ノズル
35 第二ノズル
36 接続部材
37 ペグ
50 燃焼器挿通孔
60 第一ライン
61 熱交換器
62 サブ圧縮機
70 第二ライン
71 流量調整弁
203 燃焼器

3 0 3	燃焼器
3 3 4 C	燃料流路
3 3 A	ノズル台
3 3 B	外筒本体
3 3 C	嵌合凸部
3 4 A	第一ノズル本体
3 4 B	第一ノズル噴射孔
3 4 C	燃料流路
3 4 D	第一ノズル空気孔
3 4 E	第一ノズル空気流路
3 5 A	第二ノズル内側管
3 5 B	第二ノズル外側管
3 5 C	第二ノズル噴射孔
3 5 D	隔壁
3 5 E	スペーサ
3 5 F	第二ノズル空気流路
3 5 G	第二ノズル空気孔
P S	第二スワラ
3 8 A	ペグ内管
3 8 B	ペグ外管
3 8 C	ペグ空気流路
3 8 D	ペグ空気孔
3 8 E	噴射孔
A c	中心軸線
A m	主軸線
F C	空気流路
M S	第一スワラ
P	抽気位置

請求の範囲

- [請求項1] 外部空気を圧縮して圧縮空気を生成する圧縮機と、
前記圧縮空気が導入される車室と、
前記車室内から導入された前記圧縮空気を燃料とともに混合して燃焼させて、燃焼ガスを生成するとともに、該燃焼ガスが内側を通過する筒体を有する燃焼器と、
前記燃焼ガスによって駆動されるタービンと、
前記圧縮機に対して独立に運転可能なサブ圧縮機と、前記車室内の空気を抽気して、前記サブ圧縮機で昇圧した後に熱交換する熱交換器とを有し、熱交換された空気を前記筒体の冷却通路に導入する燃焼器冷却系統と、
前記燃焼器冷却系統を流通する空気を抽気して、前記燃焼器内に導入する燃焼器空気導入系統と、
を備えるガスタービン。
- [請求項2] 前記燃焼器空気導入系統は、前記燃焼器冷却系統における前記熱交換器よりも前記車室側の抽気位置から抽気した空気を前記燃焼器内に導入する請求項1に記載のガスタービン。
- [請求項3] 前記燃焼器空気導入系統は、前記燃焼器冷却系統における前記熱交換器よりも前記冷却通路側の抽気位置から抽気した空気を前記燃焼器内に導入する請求項1に記載のガスタービン。
- [請求項4] 前記燃焼器は、
前記筒体の外周側に設けられて、該筒体の外周面との間に前記圧縮空気が流通する空気流路を形成する外筒と、
前記空気流路中で、前記圧縮空気の流通方向と交差する方向に前記燃料を噴射する噴射孔が形成されたペグと、
を有し、
前記ペグには、前記燃焼器空気導入系統から供給された空気を前記圧縮空気の流通方向下流側に向かって噴射するペグ空気孔が形成され

ている請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のガスタービン。

[請求項5]

前記燃焼器は、

前記筒体内に前記燃料を供給し、前記圧縮空気と混合して燃焼させる第一ノズルと、

前記第一ノズルの外周側に設けられ、前記燃焼ガスにスワールを生じさせる第一スワラと、

を有し、

前記第一ノズルの先端には、前記スワールの渦中心に向かって前記燃焼器空気導入系統から供給された空気を噴射する第一ノズル空気孔が形成されている請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載のガスタービン。

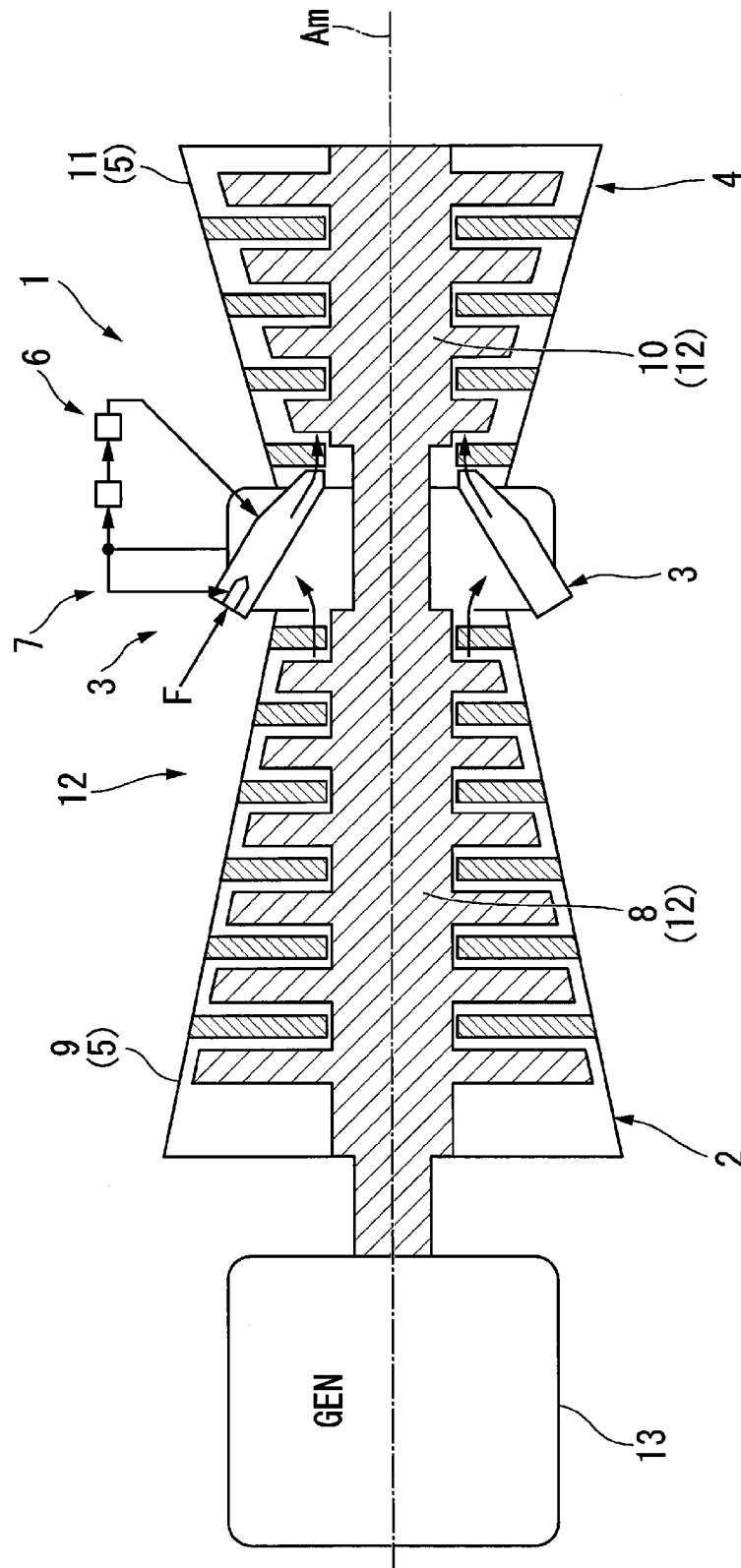
[請求項6]

前記燃焼器は、

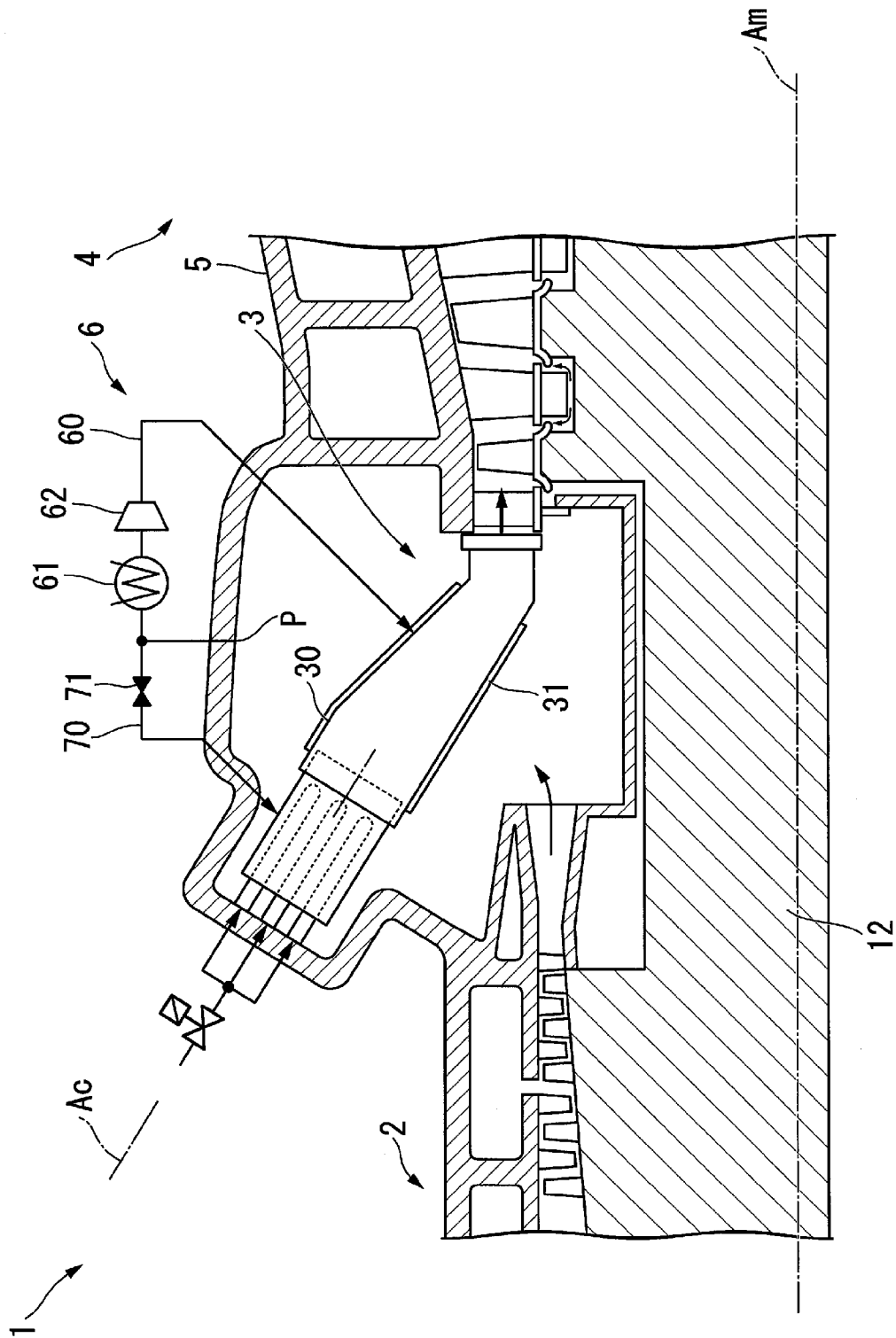
前記第一ノズルと平行に設けられて、該第一ノズルに着火するための燃料を噴射する第二ノズル噴射孔が形成された第二ノズルを有し、

前記第二ノズルには、前記第二ノズル噴射孔を外周側から囲むように形成され、前記燃焼器空気導入系統から供給された空気を噴射する第二ノズル空気孔が形成されている請求項 5 に記載のガスタービン。

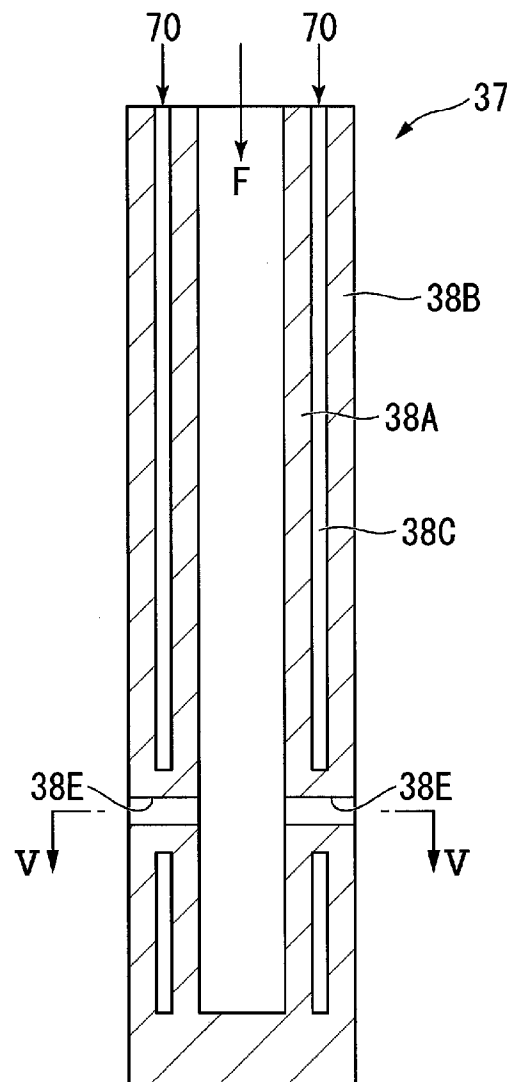
[図1]



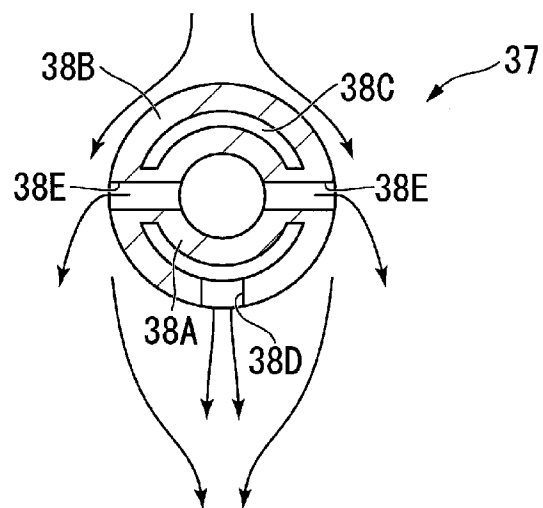
[図2]



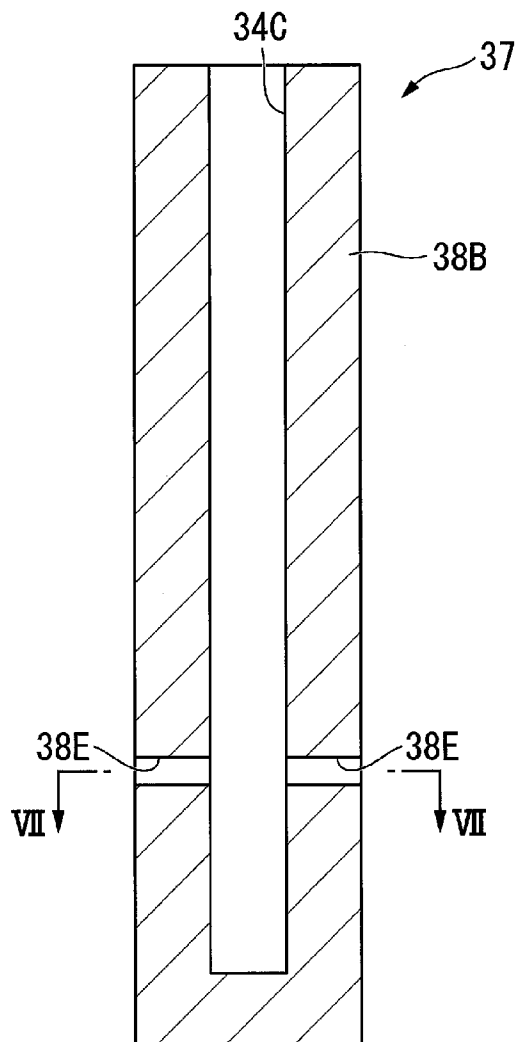
[図4]



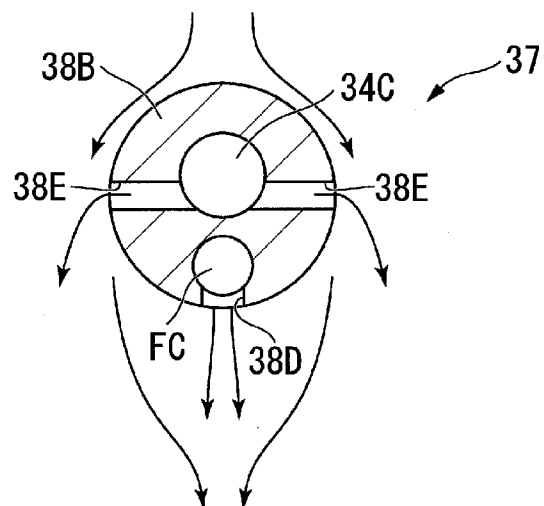
[図5]



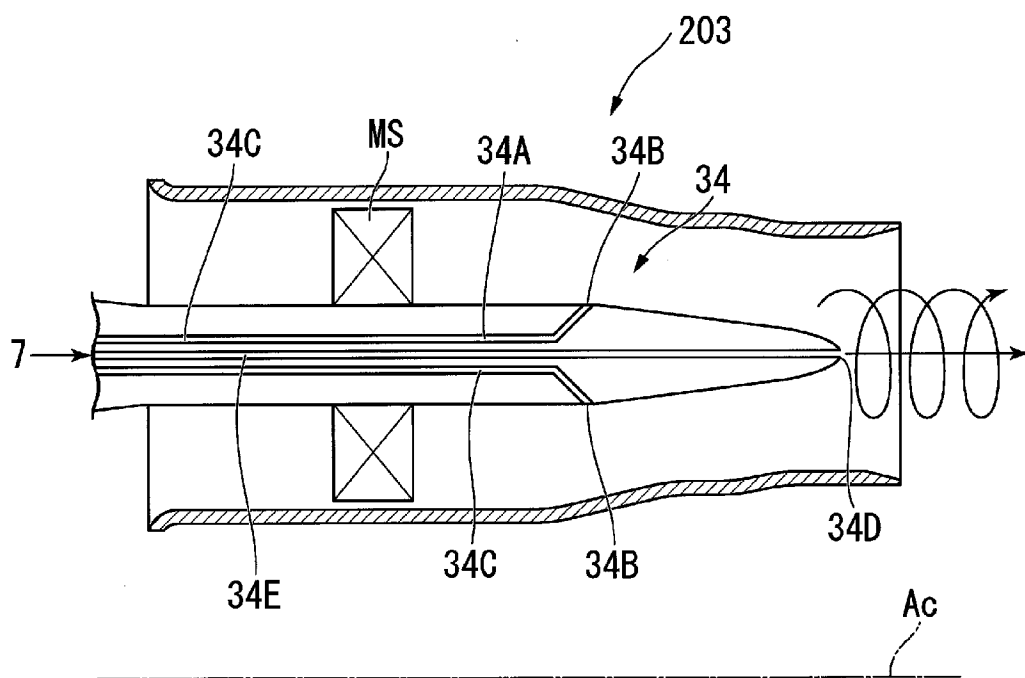
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/012522

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02C7/18(2006.01)i, F02C6/08(2006.01)i, F02C7/22(2006.01)i, F23R3/10(2006.01)i, F23R3/28(2006.01)i, F23R3/32(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)

F02C7/18, F02C6/08, F02C7/22, F23R3/10, F23R3/28, F23R3/32

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.
Y A	JP 2008-82247 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 10 April 2008 (10.04.2008), paragraphs [0038] to [0039], [0063] to [0095]; fig. 6 to 10 & US 2009/0260342 A1 paragraphs [0073] to [0074], [0098] to [0130]; fig. 6 to 10 & WO 2008/038497 A1 & EP 2075438 A1 & CN 101517213 A	1-3, 5-6 4
Y	JP 2013-178035 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 09 September 2013 (09.09.2013), paragraphs [0041] to [0048]; fig. 2 to 3 (Family: none)	1-3, 5-6

☒ 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
06 June 2017 (06.06.17)

Date of mailing of the international search report
20 June 2017 (20.06.17)

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/JP2017/012522

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-42453 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 13 February 2003 (13.02.2003), paragraphs [0025] to [0029]; fig. 3 to 4 (Family: none)	5-6
A	JP 2015-222022 A (Mitsubishi Hitachi Power Systems, Ltd.), 10 December 2015 (10.12.2015), paragraphs [0042] to [0045]; fig. 3 & WO 2015/178418 A1	1-6
A	JP 2008-25910 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 07 February 2008 (07.02.2008), paragraph [0052]; fig. 7 (Family: none)	4
A	JP 3-105104 A (Hitachi, Ltd.), 01 May 1991 (01.05.1991), page 2, lower left column, line 5 to lower right column, line 9; fig. 1 (Family: none)	5
A	JP 1-130015 A (Westinghouse Electric Corp.), 23 May 1989 (23.05.1989), page 4, lower left column, lines 4 to 9; fig. 2 & US 4850196 A column 5, lines 5 to 11; fig. 2 & GB 2210964 A & DE 3833277 A1 & FR 2621650 A1	6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F02C7/18(2006.01)i, F02C6/08(2006.01)i, F02C7/22(2006.01)i, F23R3/10(2006.01)i, F23R3/28(2006.01)i, F23R3/32(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. F02C7/18, F02C6/08, F02C7/22, F23R3/10, F23R3/28, F23R3/32

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
Y A	JP 2008-82247 A (三菱重工業株式会社) 2008.04.10, 段落 0038-0039, 0063-0095, 図 6-10 & US 2009/0260342 A1, 段落 0073-0074, 0098-0130, 図 6-10 & WO 2008/038497 A1 & EP 2075438 A1 & CN 101517213 A	1-3, 5-6 4
Y	JP 2013-178035 A (三菱重工業株式会社) 2013.09.09, 段落 0041-0048, 図 2-3 (ファミリーなし)	1-3, 5-6

☑ 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	「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

06.06.2017

国際調査報告の発送日

20.06.2017

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)

松永 謙一

3 S

2925

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
Y	JP 2003-42453 A (三菱重工業株式会社) 2003. 02. 13, 段落 0025-0029, 図 3-4 (ファミリーなし)	5-6
A	JP 2015-222022 A (三菱日立パワーシステムズ株式会社) 2015. 12. 10, 段落 0042-0045, 図 3 & WO 2015/178418 A1	1-6
A	JP 2008-25910 A (三菱重工業株式会社) 2008. 02. 07, 段落 0052, 図 7 (ファミリーなし)	4
A	JP 3-105104 A (株式会社日立製作所) 1991. 05. 01, 第 2 ページ左下欄第 5 行-右下欄第 9 行, 図 1 (ファミリーなし)	5
A	JP 1-130015 A (ウエスチングハウス・エレクトリック・コーポレー ション) 1989. 05. 23, 第 4 ページ左下欄第 4-9 行, 図 2 & US 4850196 A 第 5 欄第 5-11 行, 図 2 & GB 2210964 A & DE 3833277 A1 & FR 2621650 A1	6