

(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 2017/170227 A1

- (51) 国際特許分類:
F02C 9/00 (2006.01) *F02C 9/34* (2006.01)
F02C 7/00 (2006.01) *F23R 3/14* (2006.01)
F02C 7/232 (2006.01) *F23R 3/28* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/012018
- (22) 国際出願日: 2017年3月24日(24.03.2017)
- (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 2016-069384 2016年3月30日(30.03.2016) 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). 三菱日立パワーシステムズ株式会社 (MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 角田 直樹 (TSUNODA Naoki); 〒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). 斉藤 圭司郎 (SAITO Keijiro); 〒1088215 東京都港区港南二丁目1番5号

5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 宮本健司 (MIYAMOTO Kenji); 〒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).

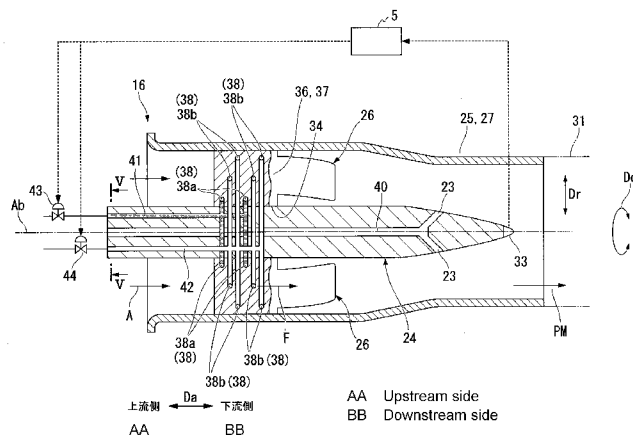
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[続葉有]

(54) Title: COMBUSTOR AND GAS TURBINE

(54) 発明の名称: 燃焼器、及びガスタービン



(57) Abstract: Provided is a combustor equipped with: a nozzle main body (16) having a shaft body (24) extending along an axial line, and swirl blades (26) that extend from the outer circumferential surface of the shaft body (24) in the radial direction with respect to the axial line, and cause a fluid flowing downstream in the axial line direction to swirl around the axial line; first fuel flow paths (41) that supply fuel to first fuel injection holes (38a) formed in the nozzle main body (16); second fuel flow paths (42) that supply fuel to second fuel injection holes (38b) formed in the nozzle main body (16) on the outside, in the radial direction, of the first fuel injection holes (38a); a first adjustment valve (43) that is provided in the first fuel flow paths (41) and that adjusts the flow rate of the fuel flowing in the first fuel flow paths (41); a temperature sensor (33) that detects the temperature downstream from the swirl blades (26); and a control device (5) that controls the first adjustment valve (43) so as to reduce the flow rate of the fuel flowing in the first fuel flow paths (41) when the temperature detected by the temperature sensor (33) satisfies a predetermined condition.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/170227 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))

軸線に沿って延びる軸体 (24)、及び、軸体 (24) の外周面から軸線の径方向に張り出して、軸線方向の下流側に流れる流体を軸線回りに旋回させる旋回羽根 (26) を有するノズル本体 (16) と、ノズル本体 (16) に形成された第一燃料噴射孔 (38a) に燃料を供給する第一燃料流路 (41) と、ノズル本体 (16) における第一燃料噴射孔 (38a) よりも径方向外側に形成された第二燃料噴射孔 (38b) に燃料を供給する第二燃料流路 (42) と、第一燃料流路 (41) に設けられて第一燃料流路 (41) を流れる燃料の流量を調整する第一調整弁 (43) と、旋回羽根 (26) よりも下流側の温度を検出する温度センサ (33) と、温度センサ (33) が検出する温度が予め定めた条件を満たした場合に、第一燃料流路 (41) を流れる燃料の流量が減少するように第一調整弁 (43) を制御する制御装置 (5) と、を備える燃焼器を提供する。

明 細 書

発明の名称： 燃焼器、及びガスタービン

技術分野

[0001] 本発明は、燃焼器、及びガスタービンに関する。

本願は、2016年3月30日に日本に出願された特願2016-69384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] 一般的に、ガスタービンは、外気を圧縮して圧縮空気を生成する圧縮機と、燃料を圧縮空気中で燃焼させることで高温高压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。

ガスタービンの効率向上のためにはタービン入口温度の上昇が必要であるが、温度上昇に伴いNOxが指数関数的に増加するという課題がある。NOxの増加に対する対策として、例えば、以下の特許文献1に開示されている燃焼器は、旋回流によって均一混合気を形成して局所的な高温領域の形成を抑制するバーナを備えている。

この燃焼器のバーナは、バーナ軸線に沿って延びる軸体であるノズルと、このノズルの外周を囲み、圧縮空気と燃料とを下流側に噴出するバーナ筒と、バーナ筒内の流体をバーナ軸線周りに旋回させる旋回羽根と、を備えている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2006-336996号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 旋回が加えられた予混合気が燃焼する際、旋回流中心を火炎が遡上する現象（渦芯フラッシュバック）がしばしば生じることが知られている。渦芯フラッシュバックなどの異常燃焼が発生すると、ノズルに火炎が付着し、熱損

傷する恐れがあるため、この発生を抑えることが望まれている。

[0005] この発明は、異常燃焼が発生した場合に燃焼器の熱損傷を防ぐことができる燃焼器、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

[0006] 本発明の第一の態様によれば、燃焼器は、軸線に沿って延びる軸体、及び、前記軸体の外周面から前記軸線の径方向に張り出して、前記軸線方向の下流側に流れる流体を前記軸線回りに旋回させる旋回羽根を有するノズル本体と、前記ノズル本体に形成された第一燃料噴射孔に燃料を供給する第一燃料流路と、前記ノズル本体における前記第一燃料噴射孔よりも径方向外側に形成された第二燃料噴射孔に燃料を供給する第二燃料流路と、前記第一燃料流路に設けられて前記第一燃料流路を流れる燃料の流量を調整する第一調整弁と、前記旋回羽根よりも下流側の温度を検出する温度センサと、前記温度センサが検出する温度が予め定めた条件を満たした場合に、前記第一燃料流路を流れる燃料の流量が減少するように前記第一調整弁を制御する制御装置と、を備える。

[0007] このような構成によれば、異常燃焼が発生して温度センサが検出する温度が予め定めた条件を満たした場合に、第一燃料噴射孔から噴射される燃料を減少させて、ノズル本体の下流側の燃料濃度を即座に低下させることによって、燃焼器の熱損傷を防ぐことができる。

[0008] 本発明の第二の態様によれば、上記第一の態様に係わる燃焼器において、前記温度センサは、前記軸体の先端部に配置されてよい。

このような構成によれば、渦芯フラッシュバックの発生時において、ノズル本体の熱損傷を防ぐことができる。

[0009] 本発明の第三の態様によれば、上記第二の態様に係わる燃焼器において、前記制御装置は、前記温度センサによって検出された温度が定常値から予め定められた温度より大きく上昇した場合に、前記第一燃料流路を流れる燃料の流量が減少するように前記第一調整弁を制御してよい。

[0010] 本発明の第四の態様によれば、ガスタービンは、上記第一から第三の態様

のいずれか一態様に係わる燃焼器と、空気を圧縮して前記燃焼器に空気を供給する圧縮機と、前記燃焼器内での燃料の燃焼で形成された燃焼ガスにより駆動するタービンと、を備えている。

[0011] 本発明の第五の態様によれば、ガスタービンは、上記第一の態様に係わる燃焼器と、空気を圧縮して前記燃焼器に空気を供給する圧縮機と、前記燃焼器内での燃料の燃焼で形成された燃焼ガスにより駆動するタービンと、を備え、前記温度センサは、前記タービンの排気ガス温度を検知する。

[0012] このような構成によれば、タービンの排気ガス温度を検知する温度センサを備える既存のガスタービンにおいて、追加の温度センサを設けることなく、燃焼器の熱損傷を防ぐことができる。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、異常燃焼が発生して温度センサが検出する温度が予め定めた条件を満たした場合に、第一燃料噴射孔から噴射される燃料を減少させて、ノズル本体の下流側の燃料濃度を即座に低下させることによって、燃焼器の熱損傷を防ぐことができる。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]本発明の第一の実施形態のガスタービンの構成を示す模式図である。
- [図2]本発明の第一の実施形態のガスタービンの燃焼器周りの断面図である。
- [図3]本発明の第一の実施形態の燃焼器の断面図である。
- [図4]本発明の第一の実施形態のバーナの断面図である。
- [図5]図4のV-V矢視図であり、ガス燃料管及び油燃料流路の配置を示す断面図である。
- [図6]本発明の第一の実施形態の燃焼器の制御方法を説明するフローチャートである。
- [図7]本発明の第二の実施形態のバーナの断面図である。
- [図8]図7のV-V-V-V矢視図であり、ガス燃料管の配置を示す断面図である。
- [図9]本発明の第三の実施形態のバーナの断面図である。

[図10]本発明の第四の実施形態のガスタービンの構成を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0015] 〔第一の実施形態〕

本発明の第一の実施形態のガスタービン1について図面を参照して詳細に説明する。

図1に示すように、本実施形態のガスタービン1は、空気Aを圧縮して圧縮空気を生成する圧縮機2と、燃料Fを圧縮空気中で燃焼させることで高温高圧の燃焼ガスを生成する複数の燃焼器3と、燃焼ガスによって回転駆動されるタービン4と、を備えている。

[0016] 圧縮機2は、回転軸線Arを中心として回転する圧縮機ロータ6と、圧縮機ロータ6を回転可能に覆う圧縮機ケーシング7と、を有している。タービン4は、回転軸線Arを中心として回転するタービンロータ8と、タービンロータ8を回転可能に覆うタービンケーシング9と、を有している。

圧縮機ロータ6の回転軸線とタービンロータ8の回転軸線とは、同一直線上に位置している。圧縮機ロータ6とタービンロータ8とは、互いに連結されてガスタービンロータ10を成している。圧縮機ケーシング7とタービンケーシング9とは、互いに連結されてガスタービンケーシング11を成している。

[0017] ガスタービンロータ10には、例えば、発電機GENのロータが連結されている。ガスタービンケーシング11には、燃焼器3が固定されている。

[0018] 図2に示すように、燃焼器3は、内部で燃料Fが燃焼して、この燃料Fの燃焼の結果生成される燃焼ガスをタービン4に送る燃焼筒13（又は尾筒）と、燃焼筒13内に燃料F及び空気Aを噴出する燃料噴出器14と、を有する。本実施形態の燃焼器3は、ガス焚きのほかに油焚きが可能なデュアル方式のものである。

[0019] 図3に示すように、燃料噴出器14は、噴出した燃料を拡散燃焼させるパイロットバーナ15と、噴出した燃料を予混合燃焼させるメインバーナ16（ノズル本体）と、パイロットバーナ15及びメインバーナ16を保持する

バーナ保持筒 17 と、制御装置 5 と、を備えている。

[0020] パイロットバーナ 15 は、燃焼器軸線 A c を中心として軸線方向 D a に延びる軸体であるパイロットノズル 19 と、このパイロットノズル 19 の外周を覆うパイロットバーナ筒 18 と、燃焼器軸線 A c を中心として圧縮空気 A を旋回させる複数の旋回羽根 20 と、を有する。ここで、燃焼器軸線 A c が延びている方向である軸線方向 D a の一方側を上流側（図 3 の右側）、他方側を下流側（図 3 の左側）とする。燃焼器軸線 A c は、このパイロットバーナ 15 のバーナ軸線でもある。

[0021] パイロットノズル 19 の下流側端部には、噴射孔が形成されている。複数の旋回羽根 20 は、噴射孔が形成されている位置よりも上流側に設けられている。各々の旋回羽根 20 は、パイロットノズル 19 の外周から放射方向成分を含む方向に延びて、パイロットバーナ筒 18 の内周面に接続されている。

パイロットバーナ筒 18 は、パイロットノズル 19 の外周に位置する本体部 21 と、本体部 21 の下流側に接続され下流側向かって次第に拡径されているコーン部 22 と、を有している。パイロットバーナ筒 18 内には、その上流側から圧縮機 2 で圧縮された圧縮空気 A が流入する。パイロットバーナ筒 18 は、その下流端から、圧縮空気 A と共に、パイロットノズル 19 から噴射された燃料を噴出する。この燃料は、燃焼筒 13 内で拡散燃焼する。

[0022] 複数のメインバーナ 16 は、パイロットバーナ 15 の外周側を囲むよう、燃焼器軸線 A c を中心として、周方向に並んで配置されている。

[0023] メインバーナ 16 は、燃焼器軸線 A c と平行なバーナ軸線 A b に沿って延びる軸体であるメインノズル 24 と、このメインノズル 24 の外周を覆うメインバーナ筒 25 と、バーナ軸線 A b を中心として圧縮空気 A を旋回させる複数の旋回羽根 26 と、を有している。

メインバーナ 16 のバーナ軸線 A b は、燃焼器軸線 A c と平行であるため、燃焼器軸線 A c に関する軸線方向と、バーナ軸線 A b に関する軸線方向とは同じ方向である。燃焼器軸線 A c に関する軸線方向の上流側は、バーナ軸

線 A b に関する軸線方向の上流側であり、燃焼器軸線 A c に関する軸線方向の下流側は、バーナ軸線 A b に関する軸線方向の下流側である。

メインノズル 2 4 の先端近傍には油燃料を噴射するための油燃料噴射孔 2 3 が形成されている。

[0024] 複数の旋回羽根 2 6 は、メインノズル 2 4 の軸線方向 D a における中間部に設けられている。メインバーナ筒 2 5 は、メインノズル 2 4 の外周に位置する本体部 2 7 と、本体部 2 7 の下流側に接続され下流側向かって延びる延長部 2 8 と、を有している。

複数の旋回羽根 2 6 は、メインバーナ筒 2 5 における本体部 2 7 の内周面に接続されている。複数の旋回羽根 2 6 には、ガス燃料を噴射するための複数のガス燃料噴射孔 3 8 (図 4 参照) が形成されている。メインノズル 2 4 内には、油燃料又はガス燃料が供給され、メインノズル 2 4 から旋回羽根 2 6 にガス燃料が供給される。

[0025] メインバーナ筒 2 5 内には、その上流側から圧縮機 2 で圧縮された圧縮空気 A が流入する。メインバーナ筒 2 5 内では、この圧縮空気 A と旋回羽根 2 6 から噴射されたガス燃料とが混合して、予混合気体 P M が形成される。メインバーナ筒 2 5 は、その下流端から予混合気体 P M を噴出する。この予混合気体 P M 中の燃料は、燃焼筒 1 3 内で予混合燃焼する。

油焚き運転の際は、油燃料噴射孔 2 3 を介して圧縮空気 A に油燃料が供給される。

[0026] バーナ保持筒 1 7 は、燃焼器軸線 A c を中心として円筒状を成し、複数のメインバーナ筒 2 5 の外周側を覆う。

[0027] 燃焼筒 1 3 は、燃焼器軸線 A c を中心として円筒状を成し、メインバーナ 1 6 及びパイロットバーナ 1 5 から噴出した燃料が燃焼する燃焼領域 3 0 を形成する燃焼部 3 1 と、筒状を成し、燃料の燃焼で生成された燃焼ガスをタービン 4 の燃焼ガス流路内に導く燃焼ガス案内部 3 2 と、を有する。燃焼筒 1 3 の燃焼ガス案内部 3 2 は、燃焼筒 1 3 の燃焼部 3 1 の下流側に形成されている。

[0028] 図4に示すように、メインバーナ16の各々の旋回羽根26は、メインノズル24の外周面から径方向に張り出して、メインバーナ筒25の内周面に接続されている。旋回羽根26は、下流側に流通する流体をバーナ軸線A b回りに旋回させるように形成されている。

[0029] メインノズル24の先端部には、温度センサ33が設けられている。温度センサ33は、制御装置5と接続されている。即ち、温度センサ33によって測定されたメインノズル24の先端の温度は、制御装置5に送信される。

温度センサ33としては、例えば、熱電対を使用することができる。温度センサ33としては、熱電対に限ることはなく、他の温度測定手段を採用可能である。

[0030] 旋回羽根26は、メインノズル24の外周面に接続されているノズル側接続部34と、流体をバーナ軸線A b周りに旋回させるために滑らかで連続したプロファイル面37が形成されているプロファイル部36と、を有している。バーナ軸線A bを中心とした周方向を以下では単に周方向D cとし、バーナ軸線A bを中心とした径方向D rを以下では単に径方向D rとする。

[0031] 旋回羽根26には、ガス燃料Fを噴射する複数のガス燃料噴射孔38が形成されている。ガス燃料噴射孔38は、径方向内側に配置された複数の第一ガス燃料噴射孔38 a（第一燃料噴射孔）と、第一ガス燃料噴射孔38 aよりも径方向外側に配置された複数の第二ガス燃料噴射孔38 b（第二燃料噴射孔）と、を有している。即ち、第一ガス燃料噴射孔38 aは、第二ガス燃料噴射孔38 bよりもメインノズル24側に配置されている。

第二ガス燃料噴射孔38 bの数は、第一ガス燃料噴射孔38 aの数よりも多いことが好ましい。全ての第二ガス燃料噴射孔38 bが、第一ガス燃料噴射孔38 aよりも径方向外側に配置されている必要はない。

[0032] メインバーナ16は、メインノズル24の油燃料噴射孔23から油燃料を噴射する油燃料流路40と、旋回羽根26の第一ガス燃料噴射孔38 aからガス燃料Fを噴射する第一ガス燃料流路41（第一燃料流路）と、旋回羽根26の第二ガス燃料噴射孔38 bからガス燃料Fを噴射する第二ガス燃料流

路 4 2（第二燃料流路）と、を有している。

第一ガス燃料流路 4 1 には、第一ガス燃料流路 4 1 を流れるガス燃料 F の流量を調整する第一調整弁 4 3 が設けられている。第二ガス燃料流路 4 2 には、第二ガス燃料流路 4 2 を流れるガス燃料 F の流量を調整する第二調整弁 4 4 が設けられている。第一調整弁 4 3 及び第二調整弁 4 4 は、制御装置 5 によって制御することができる。

制御装置 5 は、温度センサ 3 3 によって測定されたメインノズル 2 4 の先端の温度に基づいて、第一調整弁 4 3 及び第二調整弁 4 4 を用いて、ガス燃料 F の流量を調整する。

[0033] 図 5 に示すように、油燃料流路 4 0 は、メインノズル 2 4 の略中心に形成されている。第一ガス燃料流路 4 1 及び第二ガス燃料流路 4 2 は、油燃料流路 4 0 の径方向外側に周方向に間隔をあけて互い違いに形成されている。油燃料流路 4 0 及びガス燃料流路 4 1, 4 2 の配置はこれに限ることはない。

[0034] 次に、本実施形態のガスタービン 1 の動作及び作用について説明する。

圧縮機 2 は、外気を吸い込んでこれを圧縮する。圧縮機 2 で圧縮された空気は、燃焼器 3 のメインバーナ 1 6 及びパイロットバーナ 1 5 内に導かれる。メインバーナ 1 6 及びパイロットバーナ 1 5 には、燃料供給源から燃料が供給される。メインバーナ 1 6 は、燃料と空気と予混合した予混合気体 P M を、燃焼筒 1 3 の燃焼部 3 1 内に噴出する。この予混合気体 P M は、燃焼部 3 1 内で予混合燃焼する。パイロットバーナ 1 5 は、燃焼筒 1 3 の燃焼部 3 1 内に、燃料と空気とをそれぞれ噴出する。この燃料は、燃焼部 3 1 内で拡散燃焼または予混合燃焼する。前記の燃焼形態は、パイロットバーナ 1 5 の燃料噴出部位を選択することによって、任意に変更することができる。燃焼筒 1 3 の燃焼部 3 1 内での燃料の燃焼で発生した高温高压の燃焼ガスは、燃焼筒 1 3 の燃焼ガス案内内部 3 2 によりタービン 4 の燃焼ガス流路内に導かれ、タービンロータ 8 を回転させる。

[0035] メインバーナ筒 2 5 には、圧縮機 2 で圧縮された空気がその上流端から導入される。この空気は、メインバーナ筒 2 5 内の複数の旋回羽根 2 6 よりバ

ーナ軸線A bを中心として回転する。ガス燃料は、複数の旋回羽根26のガス燃料噴射孔38からメインバーナ筒25内に噴射される。油焚き運転の際は、油燃料Fが、油燃料噴射孔23からメインバーナ筒25内に噴射される。

旋回羽根26から噴射されたガス燃料Fと、旋回しつつ下流側に流れる空気Aとは、メインバーナ筒25内で予混合された後、予混合気体PMとしてメインバーナ筒25の下流端から燃焼筒13内に噴出される。

[0036] 複数の旋回羽根26のガス燃料噴射孔38からメインバーナ筒25内に噴射されたガス燃料Fは、複数の旋回羽根26により形成される旋回流により、空気Aとの混合が促進される。予混合気体PMは、メインバーナ筒25から旋回しつつ燃焼筒13内に噴出することにより、この予混合気体PMの燃焼により形成される予混合火炎の保炎効果が高まる。

[0037] 次に、本実施形態の燃焼器3の制御方法について説明する。

本実施形態の燃焼器3の制御方法は、メインノズル24の先端の温度が定常値よりも50℃上昇したか否かを判定する温度上昇判定工程S1と、メインノズル24の先端の温度が定常値よりも50℃上昇した場合に、第一ガス燃料流路41を流れるガス燃料Fを遮断するガス燃料遮断工程S2と、を有している。

[0038] 温度上昇判定工程S1では、制御装置5は、温度センサ33によって測定されるメインノズル24の先端の温度を監視する。制御装置5は、メインノズル24の先端の温度が定常値よりも50℃上昇したか否かを判定する。

メインノズル24の先端の温度が定常値よりも50℃よりも低い場合は、第一調整弁43及び第二調整弁44を調整することなく運転を継続する。

定常値とは、ガスタービン1の通常運転時における温度の値であり、ガスタービン1の使用に応じて適宜設定される。

温度上昇判定工程S1に用いる50℃という判断基準は適宜変更することができる。即ち、温度上昇判定工程S1においては、温度センサ33によって測定されるメインノズル24の先端の温度が定常値から予め定められた温

度より大きく上昇したか否かを判定する。

[0039] 例えば、旋回が加えられた予混合気体PMが燃焼する際、渦芯フラッシュバックにより火炎が遡上することがある。これにより、メインノズル24の先端の温度が定常値よりも50℃以上に上昇した場合は、ガス燃料遮断工程S2に移行する。

[0040] ガス燃料遮断工程S2では、制御装置5は、第一調整弁43を操作して、第一ガス燃料流路41を流れるガス燃料Fを遮断する。これにより、第一ガス燃料噴射孔38aからは、ガス燃料Fが噴射されなくなる。制御装置5は、第一調整弁43を遮断するとともに、第二調整弁44を制御して、第二ガス燃料流路42を流れるガス燃料Fの流量を増やす。制御装置5は、ガス燃料遮断工程S2の前後で、噴射されるガス燃料Fの総量が変わらないように、第二調整弁44を操作する。

ガス燃料遮断工程S2においては、第一ガス燃料流路41を流れるガス燃料Fを遮断することなく、ガス燃料Fの流量を減少させてもよい。必ずしも第一ガス燃料流路41を流れるガス燃料Fを遮断した後、第二ガス燃料流路42を流れるガス燃料Fを増やす必要はない。

[0041] ガス燃料遮断工程S2によって、径方向内側に配置されている第一ガス燃料噴射孔38aから供給されるガス燃料Fが遮断されることによって、渦芯フラッシュバックの渦芯周辺の燃料濃度が低下する。

制御装置5は、第一ガス燃料流路41を流れるガス燃料Fを遮断した後、メインノズル24の先端の温度が定常値まで回復したら、第一の調整弁を操作して、第一ガス燃料流路41を介してガス燃料Fを流す。

[0042] 上記実施形態によれば、渦芯フラッシュバックが発生して温度センサ33が検出する温度が予め定めた条件を満たした場合に、第一ガス燃料噴射孔38aから噴射される燃料Fを減少させることができる。これにより、渦芯フラッシュバックの渦芯周辺の燃料濃度を即座に低下させて、メインノズル24の熱損傷を防ぐことができる。

[0043] 上記実施形態では、旋回羽根26にガス燃料Fを噴射するガス燃料噴射孔

３８を形成し、ここからメインバーナ筒２５内にガス燃料Ｆを噴射する。しかしながら、旋回羽根２６にガス燃料噴射孔３８を形成せず、別途ガス燃料噴射孔を形成した部材を設けるなどしてもよい。

温度センサ３３の設置場所は、旋回羽根２６の下流側の温度を測定することができれば、メインノズル２４の先端部に限ることはない。複数の温度センサ３３を配置してもよい。

[0044] 〔第二の実施形態〕

以下、本発明の第二の実施形態の燃焼器について図面を参照して詳細に説明する。本実施形態では、上述した第一の実施形態との相違点を中心に述べ、同様の部分についてはその説明を省略する。本実施形態の燃焼器は、ガス燃料のみを用いるガス専焼方式のものである。

[0045] 図７に示すように、本実施形態のメインバーナ１６Ｂは、第一ガス燃料流路４１Ｂ、及び複数の第二ガス燃料流路４２Ｂを備えている。図８に示すように、第一ガス燃料流路４１Ｂは、メインノズル２４Ｂの略中心に配置されている。第二ガス燃料流路４２Ｂは、第一ガス燃料流路４１Ｂの径方向外側に周方向に間隔をあけて配置されている。

[0046] 第一ガス燃料流路４１Ｂは、旋回羽根２６の径方向内側に配置されている第一ガス燃料噴射孔３８ａに接続されている。第二ガス燃料流路４２Ｂは、第一ガス燃料噴射孔３８ａよりも径方向外側に配置されている第二ガス燃料噴射孔３８ｂに接続されている。

[0047] 上記実施形態によれば、メインノズル２４Ｂの構造を簡略化することができる。これにより、ガスタービン１のコストダウンが可能となる。

[0048] 〔第三の実施形態〕

以下、本発明の第三の実施形態の燃焼器について図面を参照して詳細に説明する。本実施形態では、上述した第二の実施形態との相違点を中心に述べ、同様の部分についてはその説明を省略する。本実施形態の燃焼器は、ガス燃料のみを用いるガス専焼方式のものである。

[0049] 図９に示すように、本実施形態のメインバーナ１６Ｃは、第一ガス燃料流

路 4 1 C、及び複数の第二ガス燃料流路 4 2 C を備えている。第二の実施形態の燃焼器と同様に、第一ガス燃料流路 4 1 C は、メインノズル 2 4 C の略中心に配置されている。第二ガス燃料流路 4 2 C は、第一ガス燃料流路 4 1 C の径方向外側に周方向に間隔をあけて配置されている。

[0050] 本実施形態の第一ガス燃料流路 4 1 C は、メインノズル 2 4 C の先端近傍に形成されている複数の先端ガス燃料噴射孔 3 8 C に接続されている。先端ガス燃料噴射孔 3 8 C は、径方向外側に向かうに従って下流側に傾斜するように形成されている。第二ガス燃料流路 4 2 C は、旋回羽根 2 6 に形成されている全てのガス燃料噴射孔 3 8 に接続されている。

ガス燃料噴射孔 3 8 は、先端ガス燃料噴射孔 3 8 C よりも径方向外側に配置されている。

[0051] 上記実施形態によれば、第一ガス燃料流路 4 1 C に接続される先端ガス燃料噴射孔 3 8 C をより径方向内側に配置することができる。上記実施形態によれば、メインノズル 2 4 C の構造を簡略化することができる。これにより、ガスタービン 1 のコストダウンが可能となる。

[0052] [第四の実施形態]

以下、本発明の第四の実施形態の燃焼器について図面を参照して詳細に説明する。本実施形態では、上述した第一の実施形態との相違点を中心に述べ、同様の部分についてはその説明を省略する。

図 1 0 に示すように、本実施形態のガスタービン 1 のタービン 4 の最終段付近には、タービン 4 の最終段直後の排気ガス温度（以下、「ブレードパス温度」という。）を計測するための B P T センサ 4 5 が設けられている。一方、本実施形態のメインノズル 2 4 の先端には、温度センサは設けられていない。

[0053] B P T センサ 4 5 には、例えば、熱電対等が用いられる。B P T センサ 4 5 により計測されたブレードパス温度は、制御装置 5 に送信される。

温度上昇判定工程 S 1 において、本実施形態の制御装置 5 は、測定時のブレードパス温度と、この測定時の 6 0 秒前のブレードパス温度とを 1 0 秒お

きに比較したとき、2回連続で $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 以上の温度差があるか否かを判定する。

制御装置5は、上記温度差が生じた場合に燃焼器3において異常燃焼が発生したと判断し、ガス燃料遮断工程S2を実行する。

[0054] 上記実施形態によれば、異常燃焼が発生してBPTセンサ45が検出する温度が予め定めた条件を満たした場合に、第一ガス燃料噴射孔38a（図4参照）から噴射されるガス燃料Fを減少させて、メインノズル24の下流側の燃料濃度を即座に低下させることによって、燃焼器3の熱損傷を防ぐことができる。

上記実施形態によれば、タービン4の排気ガス温度を検知するBPTセンサ45を備える既存のガスタービン1において、メインノズル24の先端に温度センサを設けることなく、燃焼器3の熱損傷を防ぐことができる。

本実施形態のメインバーナ16の構成は、第一の実施形態のメインバーナ16の構成に限ることはなく、第二の実施形態及び第三の実施形態のメインバーナ16の構成も採用することができる。

[0055] 以上、本発明の実施形態について詳細を説明したが、本発明の技術的思想を逸脱しない範囲内において、種々の変更を加えることが可能である。

産業上の利用可能性

[0056] 本発明によれば、異常燃焼が発生して温度センサが検出する温度が予め定めた条件を満たした場合に、第一燃料噴射孔から噴射される燃料を減少させて、ノズル本体の下流側の燃料濃度を即座に低下させることによって、燃焼器の熱損傷を防ぐことができる。

符号の説明

- [0057]
- 1 ガスタービン
 - 2 圧縮機
 - 3 燃焼器
 - 4 タービン
 - 5 制御装置

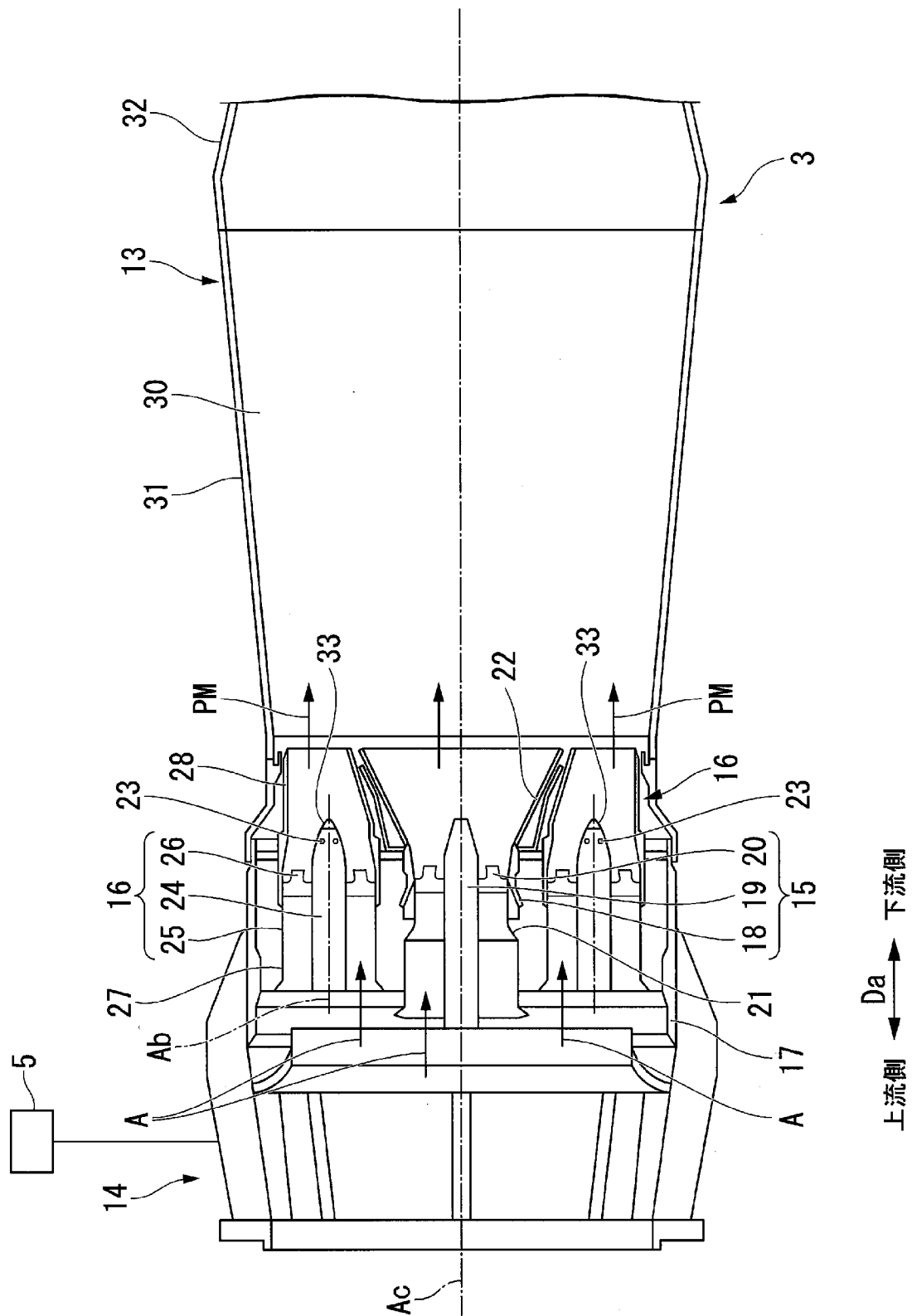
- 1 3 燃焼筒
- 1 4 燃料噴出器
- 1 5 パイロットバーナ
- 1 6, 1 6 B, 1 6 C メインバーナ (ノズル本体)
- 1 9 パイロットノズル
- 2 0 旋回羽根
- 2 3 油燃料噴射孔
- 2 4, 2 4 B, 2 4 C メインノズル (軸体)
- 2 6 旋回羽根
- 3 3 温度センサ
- 3 8 ガス燃料噴射孔
- 3 8 a 第一ガス燃料噴射孔 (第一燃料噴射孔)
- 3 8 b 第二ガス燃料噴射孔 (第二燃料噴射孔)
- 4 0 油燃料流路
- 4 1, 4 1 B, 4 1 C 第一ガス燃料流路 (第一燃料流路)
- 4 2, 4 2 B, 4 2 C 第二ガス燃料流路 (第二燃料流路)
- 4 3 第一調整弁
- 4 4 第二調整弁
- 4 5 B P T センサ
- A b バーナ軸線
- A c 燃焼器軸線
- D a 軸線方向
- S 1 温度上昇判定工程
- S 2 ガス燃料遮断工程

請求の範囲

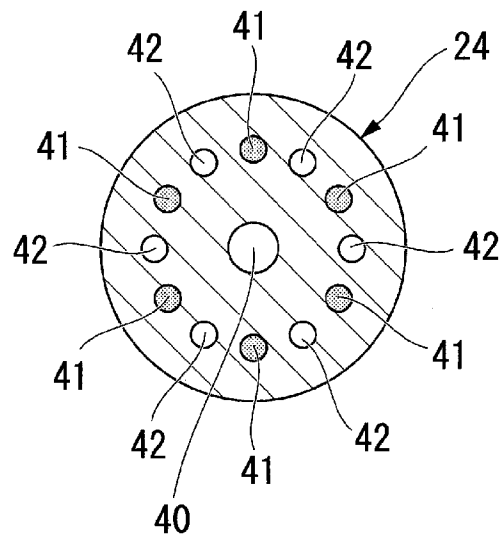
- [請求項1] 軸線に沿って延びる軸体、及び、前記軸体の外周面から前記軸線の径方向に張り出して、前記軸線方向の下流側に流れる流体を前記軸線回りに旋回させる旋回羽根を有するノズル本体と、
前記ノズル本体に形成された第一燃料噴射孔に燃料を供給する第一燃料流路と、
前記ノズル本体における前記第一燃料噴射孔よりも径方向外側に形成された第二燃料噴射孔に燃料を供給する第二燃料流路と、
前記第一燃料流路に設けられて前記第一燃料流路を流れる燃料の流量を調整する第一調整弁と、
前記旋回羽根よりも下流側の温度を検出する温度センサと、
前記温度センサが検出する温度が予め定めた条件を満たした場合に、前記第一燃料流路を流れる燃料の流量が減少するように前記第一調整弁を制御する制御装置と、を備える燃焼器。
- [請求項2] 前記温度センサは、前記軸体の先端部に配置されている請求項1に記載の燃焼器。
- [請求項3] 前記制御装置は、前記温度センサによって検出された温度が定常値から予め定められた温度より大きく上昇した場合に、前記第一燃料流路を流れる燃料の流量が減少するように前記第一調整弁を制御する請求項2に記載の燃焼器。
- [請求項4] 請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の燃焼器と、
空気を圧縮して前記燃焼器に空気を供給する圧縮機と、
前記燃焼器内での燃料の燃焼で形成された燃焼ガスにより駆動するタービンと、を備えているガスタービン。
- [請求項5] 請求項1に記載の燃焼器と、
空気を圧縮して前記燃焼器に空気を供給する圧縮機と、
前記燃焼器内での燃料の燃焼で形成された燃焼ガスにより駆動するタービンと、を備え、

前記温度センサは、前記タービンの排気ガス温度を検知するガスタービン。

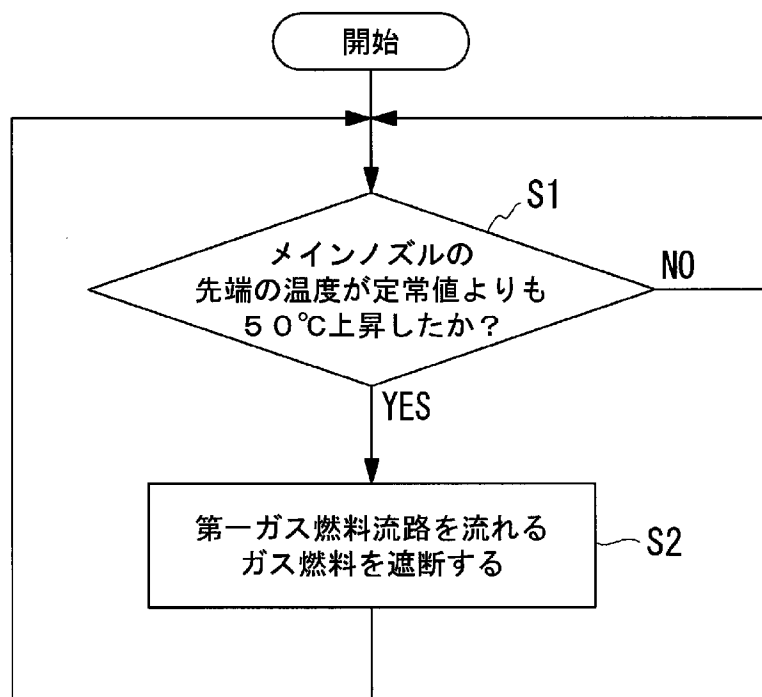
[図3]



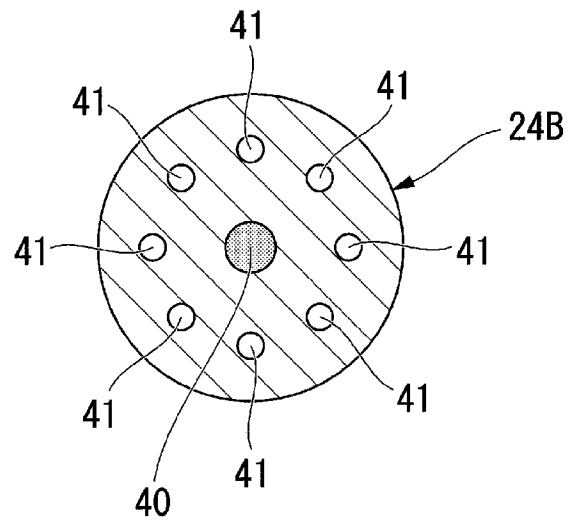
[図5]



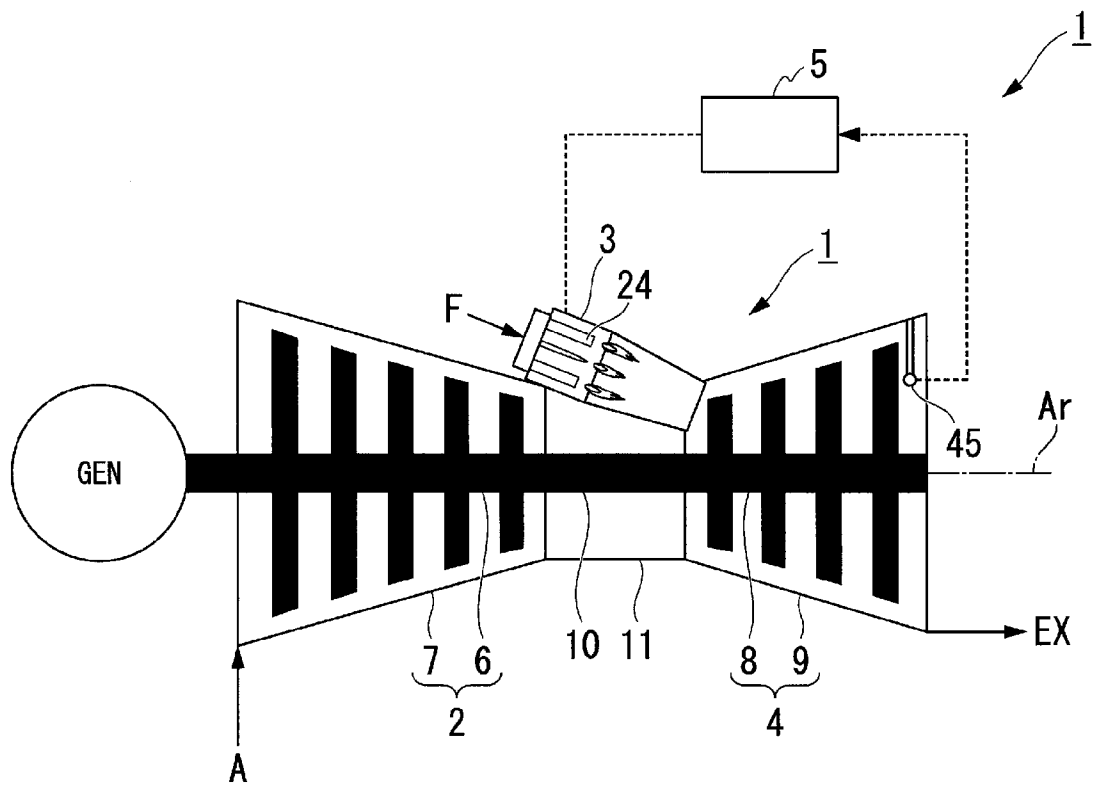
[図6]



[図8]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/012018

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02C9/00(2006.01)i, F02C7/00(2006.01)i, F02C7/232(2006.01)i, F02C9/34(2006.01)i, F23R3/14(2006.01)i, F23R3/28(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)

F02C9/00, F02C7/00, F02C7/232, F02C9/34, F23R3/14, F23R3/28

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)

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.
A	JP 2015-183892 A (Mitsubishi Hitachi Power Systems, Ltd.), 22 October 2015 (22.10.2015), paragraphs [0039] to [0046]; fig. 7 & WO 2015/141561 A1 & DE 112015001352 T5 & CN 105980777 A & KR 10-2016-0108496 A	1-5
A	JP 2011-017334 A (General Electric Co.), 27 January 2011 (27.01.2011), entire text; fig. 1 to 6 & US 2011/0005189 A1 entire text; fig. 1 to 6 & DE 102010016616 A1 & CH 701456 A2 & CN 101949540 A	1-5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 May 2017 (18.05.17)

Date of mailing of the international search report
30 May 2017 (30.05.17)

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/JP2017/012018

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 07-119492 A (Hitachi, Ltd.), 09 May 1995 (09.05.1995), entire text; fig. 1 to 9 (Family: none)	1-5
A	US 2007/0157624 A1 (BLAND, Robert J.), 12 July 2007 (12.07.2007), entire text; fig. 1 to 2 & EP 1808589 A2	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. F02C9/00(2006.01)i, F02C7/00(2006.01)i, F02C7/232(2006.01)i, F02C9/34(2006.01)i, F23R3/14(2006.01)i, F23R3/28(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. F02C9/00, F02C7/00, F02C7/232, F02C9/34, F23R3/14, F23R3/28			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2017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） DWPI (Thomson Innovation)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
A	JP 2015-183892 A（三菱日立パワーシステムズ株式会社） 2015.10.22, 段落[0039]-[0046], 図7 & WO 2015/141561 A1 & DE 112015001352 T5 & CN 105980777 A & KR 10-2016-0108496 A	1-5	
A	JP 2011-017334 A（ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ） 2011.01.27, 全文, 図1-図6 & US 2011/0005189 A1, 全文, 図1-図6 & DE 102010016616 A1 & CH 701456 A2 & CN 101949540 A	1-5	
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願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 18.05.2017		国際調査報告の発送日 30.05.2017	
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
A	JP 07-119492 A (株式会社日立製作所) 1995.05.09, 全文, 図1-図9 (ファミリーなし)	1-5
A	US 2007/0157624 A1 (BLAND, Robert J.) 2007.07.12, 全文, 図1-図2 & EP 1808589 A2	1-5