

崎市幸区堀川町7番地34 東芝エネルギーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP).

- (74) 代理人: 弁理士法人サクラ国際特許事務所 (SAKURA PATENT OFFICE, P.C.); 〒1010064 東京都千代田区神田猿樂町一丁目五番一号 豊島屋本店ビル3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, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

rotational flow of an oxidizing agent from the surroundings of the fuel supply part 52 into the combustor liner. The plurality of combustors 50 comprise a combustor 50 in which the rotation direction of the rotational flow of the oxidizing agent is clockwise, and a combustor 50 in which the rotation direction of the rotational flow of the oxidizing agent is counterclockwise.

(57) 要約: 実施形態の燃焼器構造体1は、この燃焼器構造体1は、複数の燃焼器50と、複数の燃焼器50からの燃焼ガスを下流側へ導く後部ライナ60と、後部ライナ60からの燃焼ガスをタービンロータ97の軸方向に導くとともに周方向に導くスクロール70とを備える。各燃焼器50は、燃焼器ライナ51と、燃料を燃焼器ライナ内に供給する燃料供給部52と、燃料供給部52の周囲から酸化剤の旋回流を燃焼器ライナ内に供給する酸化剤供給部53とを備える。複数の燃焼器50は、酸化剤の旋回流の旋回方向が時計回りである燃焼器50と、酸化剤の旋回流の旋回方向が反時計回りである燃焼器50とを備える。

明 細 書

発明の名称：ガスタービン燃焼器構造体

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、ガスタービン燃焼器構造体に関する。

背景技術

[0002] 近年、ガスタービン燃焼器を備える発電プラントにおいて、二酸化炭素の削減や省資源などの要求から、高効率化が進められている。そのような中、タービンから排出された燃焼ガスの一部を超臨界圧まで加圧して燃焼器に循環させる超臨界CO₂ガスタービンが検討されている。

[0003] この超臨界CO₂ガスタービンにおいては、超高圧の環境下での運転条件となるため、内部ケーシングおよび外部ケーシングを備える二重ケーシング構造の採用が必須となる。そのため、このような超臨界CO₂ガスタービンにおいては、二重ケーシング構造においてもシール性能を維持しやすい垂直サイロ型燃焼器が使用される。

[0004] 垂直サイロ型燃焼器においては、燃焼器は、外部ケーシングの鉛直上方、もしくは鉛直下方から挿入される。すなわち、垂直サイロ型燃焼器は、タービンロータの軸方向に対して90度の角度で外部ケーシングおよび内部ケーシングを貫通して配置される。

[0005] また、超臨界CO₂ガスタービンの燃焼器では、燃焼器入口条件が超高圧で高温となる。このような条件下において、超臨界CO₂ガスタービンの燃焼器に予混合燃焼方式を採用した場合には、燃焼領域に噴出される前の予混合気が予混合気供給管内で自己着火することがある。そのため、超臨界CO₂ガスタービンの燃焼器には、拡散燃焼方式が採用されている。

[0006] 図13は、超臨界CO₂ガスタービンにおける垂直サイロ型の燃焼器構造体300の縦断面を示す図である。図14は、図13のX-X断面を示す図である。

[0007] 燃焼器構造体300は、燃焼器310と、後部ライナ320と、スクロー

ル330とを備える。また、燃焼器構造体300は、複数の燃焼器310を備える。

[0008] 燃焼器構造体300は、タービンロータ340の軸方向に垂直な方向から、外部ケーシング350および内部ケーシング355を貫通して配置される。

[0009] 外部ケーシング350の外側には、燃焼器構造体300の周囲を囲む燃焼器ケーシング360が設けられている。燃焼器ケーシング360の他端は、ヘッドプレート361で閉鎖されている。燃焼器構造体300を貫通させる外部ケーシング350と内部ケーシング355との間には、スリーブ351が設けられている。

[0010] 燃焼器310は、燃焼器ライナ311と、燃料供給部312と、酸化剤供給部313とを備える。

[0011] 燃焼器ライナ311は、燃料と酸化剤を燃焼させる筒状部材で構成される。燃焼器ライナ311の側壁には、燃焼器ライナ311の外側を流れる超臨界CO₂を内部に導くための複数の導入孔311aが設けられている。

[0012] 燃料供給部312は、燃料を燃焼器ライナ311内に供給する。

[0013] 酸化剤供給部313は、酸化剤を燃焼器ライナ311内に供給する。酸化剤供給部313は、燃料供給部312の周囲に環状に設けられる。酸化剤供給部313の環状の出口313aには、火炎安定や燃料と酸化剤の混合促進を図るために、酸化剤の旋回流を形成するスワラ314が設けられる。

[0014] 燃焼器構造体300において、各燃焼器310のスワラ314によって形成される旋回流の旋回方向は同じ方向に設定されている。

[0015] 各燃焼器310の燃焼器ライナ311の下流端は、後部ライナ320の上流端に設けられた上流端壁321の貫通口322に嵌合している。そして、各燃焼器ライナ311は、貫通口322を介して後部ライナ320内に連通している。

[0016] 後部ライナ320は、複数の燃焼器310から排出された燃焼ガスを集合させて整流しながらスクロール330に導く流路である。

- [0017] 後部ライナ320は、図13に示すように、筒状部材で構成される。後部ライナ320の側壁には、後部ライナ320の外側を流れる超臨界CO₂を内部に導くための複数の導入孔323が設けられている。
- [0018] スクロール330は、後部ライナ320から排出された燃焼ガスをタービンロータ340の軸方向に導くとともに、タービンロータ340の周方向に導く流路である。スクロール330は、図13に示すように、後部ライナ320から排出された燃焼ガスをタービンロータ340の軸方向に導く屈曲流路部331と、タービンロータ340の軸方向に導かれた燃焼ガスをタービンロータ340の周方向に導く環状流路部332とを備える。
- [0019] 環状流路部332（スクロール330）の出口333は、初段の静翼345に対向する。
- [0020] 上記した燃焼器構造体300において、燃料供給部312に供給された燃料と、酸化剤供給部313に供給された酸化剤は、燃焼器ライナ311内に拡散火炎Fを形成して燃焼する。スワラ314によって酸化剤の流れを旋回流とすることで、燃焼器ライナ311内における燃焼ガスの流れも旋回流となる。
- [0021] 図14には、各燃焼器310の燃焼器ライナ311内の燃焼ガスの旋回流の旋回方向を実線矢印で示している。図14に示すように、各燃焼器ライナ311内における燃焼ガスの旋回方向は同じである。なお、冷却媒体である超臨界CO₂は、燃焼器ライナ311の導入孔311aから燃焼器ライナ311内に導入される。
- [0022] 各燃焼器ライナ311から排出された燃焼ガス（超臨界CO₂を含む）は、後部ライナ320内において一つの旋回流を形成して、後部ライナ320内を流れる。図14において、この後部ライナ320内における燃焼ガスの旋回流の旋回方向を破線矢印で示している。
- [0023] 後部ライナ320内における旋回流の旋回方向は、燃焼器ライナ311内における燃焼ガスの旋回方向と同じである。なお、冷却媒体である超臨界CO₂は、後部ライナ320の導入孔323から後部ライナ320内に導入され

る。

[0024] 後部ライナ320内における燃焼ガス（超臨界CO₂を含む）の旋回流は、スクロール330に流入する。スクロール330の屈曲流路部331に流入した燃焼ガスは、タービンロータ340の軸方向にほぼ90度偏流される。そして偏流された燃焼ガスは、環状流路部332に流入する。環状流路部332に流入した燃焼ガスは、タービンロータ340の周方向に広がる。

[0025] そして、燃焼ガスは、スクロール330の出口333から初段の静翼345に向けて噴出される。

先行技術文献

特許文献

[0026] 特許文献1：特許第6822868号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0027] 上記したように、燃焼器構造体300において、燃焼器310から排出された燃焼ガスの旋回流は、後部ライナ320内で一つの旋回流を形成する。そして、この旋回流は、スクロール330内に流れる。

[0028] これによって、スクロール330の環状流路部332を燃焼ガスが流れる際、旋回流の影響によって、周方向に不均一な流れとなる。具体的には、環状流路部332において、鉛直上方からタービンロータ340の周囲に時計回り方向および反時計回り方向に燃焼ガスの流れが広がる際、一方の方向の流量が多くなる。

[0029] そのため、環状流路部332（スクロール330）の出口333において、周方向に亘って均一な速度で燃焼ガスを初段の静翼345に噴出することが困難となる。

[0030] 本発明が解決しようとする課題は、燃焼器において燃焼ガスの旋回流が形成される場合においても、スクロール出口から周方向に亘ってほぼ均一な速度で燃焼ガスを初段の静翼に噴出することができるガスタービン燃焼器構造

体を提供することである。

課題を解決するための手段

[0031] 実施形態のガスタービン燃焼器構造体は、ガスタービンのタービンロータの軸方向に垂直な方向から前記ガスタービンのケーシングを貫通して配置される。このガスタービン燃焼器構造体は、複数の燃焼器と、複数の前記燃焼器の下流側に前記タービンロータの軸方向に垂直な方向に設けられた筒体で構成され、複数の前記燃焼器から排出された燃焼ガスを集合させて下流側へ導く後部ライナと、前記後部ライナの下流端に接続され、前記後部ライナから排出された燃焼ガスを前記タービンロータの軸方向に導くとともに前記タービンロータの周方向に導くスクロールとを備える。

[0032] 各前記燃焼器は、燃料と酸化剤を燃焼させる筒状の燃焼器ライナと、前記燃焼器ライナの上流端に設けられ、燃料を前記燃焼器ライナ内に供給する燃料供給部と、前記燃料供給部の周囲に環状に設けられ、酸化剤の旋回流を前記燃焼器ライナ内に供給する酸化剤供給部とを備える。そして、複数の前記燃焼器は、前記酸化剤供給部の下流側から見たときに、酸化剤の前記旋回流の旋回方向が時計回りである前記燃焼器と、前記酸化剤供給部の下流側から見たときに、酸化剤の前記旋回流の旋回方向が反時計回りである前記燃焼器とを備える。

図面の簡単な説明

[0033] [図1]第1の実施の形態の燃焼器構造体を備えるガスタービン設備の系統図である。

[図2]第1の実施の形態の燃焼器構造体の縦断面を示す図である。

[図3]図2のA-A断面を示す図である。

[図4]図2のB-B断面を示す図である。

[図5]第1の実施の形態の燃焼器構造体の隣接する2つの燃焼器における閉曲線内の燃焼ガスの旋回流を模式的に示した図である。

[図6]第1の実施の形態の燃焼器構造体および図13に示した比較例としての燃焼器構造体のスクロールの環状流路部における燃焼ガスの主流の圧力分布

を示す図である。

[図7]第2の実施の形態の燃焼器構造体の縦断面を示す図である。

[図8]第3の実施の形態の燃焼器構造体の縦断面を示す図である。

[図9]第4の実施の形態の燃焼器構造体の縦断面を示す図である。

[図10]図9のC-C断面を示す図である。

[図11]第4の実施の形態の他の構成の燃焼器構造体の縦断面を示す図である。

。

[図12]第5の実施の形態の燃焼器構造体の縦断面を示す図である。

[図13]超臨界CO₂ガスタービンにおける垂直サイロ型の燃焼器構造体の縦断面を示す図である。

[図14]図13のX-X断面を示す図である。

発明を実施するための形態

[0034] 以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

(第1の実施の形態)

図1は、第1の実施の形態の燃焼器構造体1を備えるガスタービン設備8の系統図である。図1に示すように、ガスタービン設備8は、燃焼器構造体1と、燃料供給系統10と、酸素供給系統20と、二酸化炭素循環系統30と、タービン40と、発電機41と、熱交換器42とを備える。なお、燃焼器構造体1は、ガスタービン燃焼器構造体として機能する。

[0035] 燃料供給系統10は、燃焼器構造体1に燃料を供給する。燃料供給系統10は、配管11を備える。この配管11は、燃料供給源(図示しない)と燃焼器構造体1との間に設けられる。また、配管11は、燃料の流量を調整する流量調整弁12を備える。

[0036] ここで、燃料として、例えば、メタン、天然ガスなどの炭化水素が使用される。また、燃料として、例えば、一酸化炭素および水素などを含む石炭ガス化ガス燃料を使用することもできる。

[0037] 酸素供給系統20は、燃焼器構造体1に酸素を供給する。酸素供給系統20は、配管21を備える。この配管21は、大気から酸素を分離する空気分

離装置（図示しない）と燃焼器構造体 1 との間に設けられる。

[0038] 配管 2 1 は、酸素の流量を調整する流量調整弁 2 2 を備える。また、配管 2 1 は、酸素を昇圧する圧縮機 2 3 を備える。流量調整弁 2 2 は、圧縮機 2 3 と熱交換器 4 2 との間に設けられている。そして、配管 2 1 は、熱交換器 4 2 を通り燃焼器構造体 1 まで延設されている。なお、流量調整弁 2 2 は、熱交換器 4 2 よりも上流側に設けられているため、流量調整弁 2 2 には高温の酸素が流れない。

[0039] 配管 2 1 には、空気分離装置（図示しない）によって大気から分離された酸素が流れる。配管 2 1 を流れる酸素は、熱交換器 4 2 を通過することで加熱され、燃焼器構造体 1 に供給される。

[0040] 二酸化炭素循環系統 3 0 は、タービン 4 0 から排出された燃焼ガスの一部を燃焼器構造体 1 に循環する。二酸化炭素循環系統 3 0 は、配管 3 1 を備える。この配管 3 1 は、タービン 4 0 の出口と燃焼器構造体 1 との間に設けられる。

[0041] 配管 3 1 は、燃焼ガス中に含まれる水蒸気を除去する凝縮器 3 2 を備える。なお、燃焼ガス中の水蒸気は、凝縮器 3 2 を通過することで、凝縮して水となる。水は、例えば、配管 3 6 を通り外部に排出される。

[0042] また、配管 3 1 は、凝縮器 3 2 において水蒸気が除去された燃焼ガスを臨界圧力以上に昇圧する圧縮機 3 3 を備える。凝縮器 3 2 および圧縮機 3 3 は、熱交換器 4 2 で冷却された燃焼ガスが流れる領域の配管 3 1 に備えられる。

[0043] ここで、ガスタービン設備 8 においては、燃焼器構造体 1（燃焼器 5 0）から排出される燃焼ガスに、余剰の酸素や燃料が残存しないことが好ましい。そこで、燃料および酸素の流量は、量論混合比（当量比 1）になるように調整されている。

[0044] なお、ここでいう当量比は、燃料流量および酸素流量に基づいて算出した当量比である。換言すれば、燃料と酸素が均一に混合したと想定したときの当量比（オーバーオールでの当量比）である。

- [0045] このようなことから、凝縮器 3 2 において水蒸気が除去された燃焼ガス（ドライ燃焼ガス）の成分は、ほぼ二酸化炭素である。そこで、水蒸気が除去された燃焼ガスを単に二酸化炭素と称する。このように、燃焼器構造体 1 に循環される媒体は二酸化炭素である。
- [0046] なお、水蒸気が除去された燃焼ガスには、例えば、0.2%以下の微量の一酸化炭素が混在する場合もあるが、この場合においても、水蒸気が除去された燃焼ガスを単に二酸化炭素と称する。また、圧縮機 3 3 によって臨界圧力以上に昇圧された二酸化炭素は、超臨界流体となる。
- [0047] 配管 3 1 は、熱交換器 4 2 を 2 回通るように配管されている。すなわち、配管 3 1 は、タービン 4 0 と凝縮器 3 2 との間で一度熱交換器 4 2 を通る。そして、配管 3 1 は、圧縮機 3 3 と燃焼器構造体 1 との間で再度熱交換器 4 2 を通る。
- [0048] ここで、タービン 4 0 から排出された燃焼ガスは、熱交換器 4 2 を通過することによって冷却される。この際、燃焼ガスからの放熱によって、前述した配管 2 1 を流れる酸素および配管 3 1 を通り燃焼器構造体 1 に循環する二酸化炭素を加熱する。
- [0049] また、配管 3 1 は、圧縮機 3 3 と熱交換器 4 2 との間で分岐している。配管 3 1 から分岐した配管 3 4 は、外部に排出する二酸化炭素の流量を調整する流量調整弁 3 5 を備える。なお、外部に排出された二酸化炭素は、例えば、石油採掘現場で採用されている EOR (Enhanced Oil Recovery) に利用することができる。
- [0050] 図 1 に示すように、燃料を供給する配管 1 1 の一端側（燃焼器構造体 1 側）は、複数に分岐されている。そして、分岐された各配管 1 1 は、燃焼器構造体 1 の各燃焼器 5 0 に接続されている。
- [0051] また、二酸化炭素を燃焼器構造体 1 に循環する配管 3 1 の一端側（燃焼器構造体 1 側）は、例えば、複数に分岐されている。分岐された一部の配管 3 1 から供給される超臨界 CO_2 は、超臨界 CO_2 と酸素との混合気である酸化剤を形成するために利用される。分岐された残りの配管 3 1 は、後述する図

2に示すように、冷却媒体として燃焼器構造体1の周囲に超臨界CO₂を導入するために利用される。

- [0052] 酸素を燃焼器構造体1に供給する配管21の一端側（燃焼器構造体1側）は、複数に分岐されている。
- [0053] そして、分岐された一つの配管31および分岐された一つの配管21は、各燃焼器50の酸化剤供給部53に接続される。そして、酸化剤供給部53に導入された酸素と超臨界CO₂とが混合して混合気が形成される。この混合気は、酸化剤として燃焼器ライナ51内に噴出される。
- [0054] なお、混合気の形成方法は、この方法に限られない。例えば、内部に空間を有する筐体部材からなる混合室を備えてもよい。この場合、分岐された一部の配管31および配管21は、混合室に接続される。そして、混合室で形成された混合気を、配管を介して各燃焼器50の酸化剤供給部53に供給する。
- [0055] また、熱交換器42と燃焼器構造体1との間で配管31を分岐し、その分岐された配管を酸素が流れる配管21に連結させてもよい。この連結部は、例えば、熱交換器42と燃焼器構造体1との間の配管21に設けられる。
- [0056] また、圧縮機33と熱交換器42との間で配管31を分岐し、その分岐された配管を酸素が流れる配管21に連結させてもよい。この連結部は、例えば、流量調整弁22と熱交換器42との間の配管21に設けられる。
- [0057] いずれに連結部を設ける場合においても、配管31から分岐された配管は、酸素と混合する超臨界CO₂の流量を調整する流量調整弁を備える。
- [0058] なお、圧縮機33と熱交換器42との間で分岐された配管31を流量調整弁22と熱交換器42との間で配管21に連結する場合、酸素と超臨界CO₂との混合気は、熱交換器42で加熱され、燃焼器構造体1に供給される。そのため、高温の純酸素が配管21を流れる場合に比べて、配管21の酸化などを抑制できる。
- [0059] タービン40は、燃焼器構造体1から排出された燃焼ガスによって回動される。このタービン40には、例えば、発電機41が連結されている。

- [0060] 次に、燃焼器構造体 1 の構成について説明する。
- [0061] 図 2 は、第 1 の実施の形態の実施の形態の燃焼器構造体 1 の縦断面を示す図である。図 3 は、図 2 の A - A 断面を示す図である。図 4 は、図 2 の B - B 断面を示す図である。なお、図 2 - 図 4 に示された燃焼器構造体 1 は、ガスタービンに設置された状態における断面図である。そのため、図 2 - 図 4 には、例えば、ガスタービンのケーシングなどの構成も示されている。また、図 2 および図 3 には、上半側の構成が示されている。ここでは、燃焼器構造体 1 を上半側に備えた一例を示している。
- [0062] ここで、燃焼器構造体 1 は、超臨界 CO_2 を作動流体に用いる超臨界 CO_2 ガスタービンに設置される。燃焼器構造体 1 やタービン 40 は、超高圧の条件下で作動されるため、図 2 および図 3 に示すように、ケーシング 80 は、内部ケーシング 90 および外部ケーシング 85 を備える二重ケーシング構造で構成される。外部ケーシング 85 は、内部ケーシング 90 の外周側に所定の間隙をおいて設けられている。
- [0063] 内部ケーシング 90 内には、静翼 95、動翼 96 がタービンロータ 97 の軸方向に交互に配置されている。静翼 95 は、内輪側壁 95 a と外輪側壁 95 b との間に配置されている。動翼 96 は、タービンロータ 97 のロータホイール 98 に設けられている。なお、動翼 96 の外周は、動翼 96 の先端と隙間を有して外側壁 95 c が設けられている。この外側壁 95 c は、例えば、外輪側壁 95 b をタービンロータ 97 の軸方向に延長して構成されてもよい。
- [0064] 燃焼器構造体 1 は、燃焼器 50 と、後部ライナ 60 と、スクロール 70 とを備える。また、燃焼器構造体 1 は、複数の燃焼器 50 を備える。
- [0065] ここで、配置される燃焼器 50 の個数は、例えば、一つの燃焼器 50 から供給可能な熱量と、超臨界 CO_2 ガスタービンに要求される熱量とに基づいて決められる。
- [0066] 燃焼器構造体 1 は、図 2 および図 3 に示すように、タービンロータ 97 の軸方向に垂直な方向から、外部ケーシング 85 および内部ケーシング 90 を

貫通して配置される。燃焼器構造体 1 は、いわゆる垂直サイロ型の燃焼器構造体である。ここでは、鉛直上方から燃焼器構造体 1 を貫通させる一例を示している。

[0067] 外部ケーシング 85 の外側には、燃焼器構造体 1 の周囲を囲む燃焼器ケーシング 110 が設けられている。燃焼器ケーシング 110 は、両端が開口する筒状のケーシングで構成される。

[0068] 燃焼器ケーシング 110 の一端は、外部ケーシング 85 に固定されている。燃焼器ケーシング 110 の他端は、ヘッドプレート 111 で閉鎖されている。なお、例えば、ヘッドプレート 111 には、配管 21、配管 31、配管 11 を燃焼器ケーシング 110 内に引き込むための貫通孔（図示しない）が設けられている。

[0069] 外部ケーシング 85 および内部ケーシング 90 には、燃焼器構造体 1 を貫通させるための貫通口 86、91 が形成されている。燃焼器構造体 1 を貫通させる外部ケーシング 85 と内部ケーシング 90 との間には、スリーブ 100 が設けられている。

[0070] スリーブ 100 は、燃焼器構造体 1 の周囲を流れる冷却媒体としての超臨界 CO₂ が外部ケーシング 85 と内部ケーシング 90 との間の空間に流出することを防止する。スリーブ 100 は、例えば、円筒状部材で構成される。

[0071] また、スリーブ 100 と当接する内部ケーシング 90 の外周面 90a には、スリーブ 100 と間隙をあけてスリーブ 100 の周囲に亘って円環状の突条部 92 が形成されている。突条部 92 は、外部ケーシング 85 側に突出している。スリーブ 100 と突条部 92 との間には、円環状のシールリング 93 が勘合している。

[0072] 燃焼器 50 は、燃焼器ライナ 51 と、燃料供給部 52 と、酸化剤供給部 53 とを備える。

[0073] 燃焼器ライナ 51 は、燃料と酸化剤を燃焼させる筒状部材で構成される。燃焼器ライナ 51 の一端（上流端）は、上流端壁 51a で封鎖され、他端（下流端）は、開口されている。燃焼器ライナ 51 は、例えば、直線状に伸び

る筒体などで構成される。なお、燃焼器ライナ51は、例えば、一部が湾曲した筒体などで構成されてもよい。

[0074] 上流端壁51aには、燃料供給部52および酸化剤供給部53を備えるための開口51bを有する。

[0075] なお、上流とは、燃焼ガスが流れる方向における上流を意味し、下流とは、燃焼ガスが流れる方向における下流を意味する。

[0076] 図2および図3に示すように、燃焼器ライナ51は、燃焼器ライナ51の中心軸が、例えば、タービンロータ97の軸方向に垂直となるように配置される。

[0077] また、燃焼器ライナ51の側壁には、燃焼器ライナ51の外側を流れる超臨界CO₂を内部に導くための複数の導入孔51cが設けられている。この燃焼器ライナ51の外側を流れる超臨界CO₂は、燃焼器ライナ51を冷却する機能を有する。

[0078] なお、導入孔51cは、例えば、スリットや孔などで構成される。燃焼器ライナ51は、例えば、フィルム冷却などによって冷却される。フィルム冷却を適用した場合、導入孔51cから導入された冷却媒体である超臨界CO₂が燃焼器ライナ51の内壁面と燃焼ガスとの間に気体の断熱膜を形成する。これによって、燃焼器ライナ51の内壁面が直接燃焼ガスに接触することを抑制する。

[0079] 燃料供給部52は、燃料を燃焼器ライナ51内に供給する。燃料供給部52は、燃焼器ライナ51の上流端壁51aに設けられている。燃料供給部52は、例えば、図2に示すように、上流端壁51aの中央に設けられる。

[0080] 燃料供給部52は、例えば、円管などで構成される。燃料供給部52は、燃料を供給する配管11に連結されている。燃料供給部52の出口52aは、例えば、燃料ノズルとしての機能を備える。出口52aは、例えば、単孔の燃料噴射孔または多孔の燃料噴出孔などで構成される。燃料は、燃料供給部52の出口52aから燃焼器ライナ51内に噴出される。

[0081] 酸化剤供給部53は、酸化剤を燃焼器ライナ51内に供給する。酸化剤供

給部53は、燃焼器ライナ51の上流端壁51aに設けられている。酸化剤供給部53は、例えば、図2に示すように、燃料供給部52の周囲に、燃料供給部52と同心円状で、かつ環状に設けられる。環状の酸化剤供給部53は、燃料供給部52の外周に、例えば、円管を備えることで構成される。

[0082] このように、例えば、燃料供給部52と酸化剤供給部53は、二重管構造で構成される。燃料は、中央の燃料噴出孔から噴出され、酸化剤は、中央の燃料噴出孔の周囲に形成される環状の流路から噴出される。すなわち、燃焼器50では、拡散燃焼方式を採用している。

[0083] 酸化剤供給部53の環状の出口53aには、例えば、酸化剤の旋回流を形成するスワラ55が設けられる。スワラ55は、環状の通路に周方向に複数の羽根を備える。羽根は、環状の通路の軸方向に対して所定角度に傾斜させて配置されている。

[0084] このスワラ55を酸化剤が通過することで、周方向速度成分を有する旋回流が燃焼器ライナ51内に噴出される。このように、酸化剤を旋回流とすることで、燃焼器ライナ51内において、燃料と酸化剤の混合が促進され、安定した火炎が形成される。

[0085] ここでは、図4に示すように、複数の燃焼器50は、例えば、所定の円周上に等間隔に配置されている。なお、図4は、燃焼器ライナ51の下流側から燃焼器50を見たときの断面図である。

[0086] なお、所定の円周は、例えば、燃焼器ケーシング110の中心軸を中心とする円周、または後部ライナ60の上流端の開口（円形開口）の中心を中心とする円周である。

[0087] ここで、複数の燃焼器50には、酸化剤供給部53の下流側から見たときに、酸化剤供給部53から供給される酸化剤の旋回流の旋回方向が時計回りである燃焼器50と、酸化剤供給部53から供給される酸化剤の旋回流の旋回方向が反時計回りである燃焼器50とを備える。

[0088] ここで、以下において、酸化剤供給部53の下流側から見たときに、酸化剤の旋回流の旋回方向が時計回りである燃焼器50を酸化剤一時計回り燃焼

器50と称し、酸化剤の旋回流の旋回方向が反時計回りである燃焼器50を酸化剤－反時計回り燃焼器50と称する。

[0089] 例えば、図4に示すように、複数の燃焼器50は、偶数個の燃焼器50で構成される。そして、図4に示す配置構成は、周方向に隣接する燃焼器50における酸化剤の旋回流の旋回方向がそれぞれ逆方向となるように構成される。すなわち、酸化剤－時計回り燃焼器50と、酸化剤－反時計回り燃焼器50とが周方向に交互に配置されている。

[0090] 例えば、図4に示す6つの燃焼器50が配置された構成では、3つの酸化剤－時計回り燃焼器50と、3つの酸化剤－反時計回り燃焼器50とを備える。

[0091] ここで、燃焼時、燃焼器ライナ51内における燃焼ガスの流れは、酸化剤の旋回方向に依存する。すなわち、燃焼器ライナ51内における燃焼ガスの流れは、酸化剤の旋回流の旋回方向と同じ旋回方向の旋回流となる。

[0092] ここで、後部ライナ60内において、各燃焼器50内における旋回流の影響を受けないようにするためには、偶数個の燃焼器50を備え、その半数を酸化剤－時計回り燃焼器50で、残りの半数を酸化剤－反時計回り燃焼器50で構成することが好ましい。この場合、各燃焼器50の酸化剤供給部53に備えられるスワラ55のサイズや出口角度などの仕様は、等しく設定されることが好ましい。

[0093] なお、複数の燃焼器50において、酸化剤－時計回り燃焼器50および酸化剤－反時計回り燃焼器50のそれぞれの設置数を任意に設定してもよい。

[0094] この場合において、酸化剤－時計回り燃焼器50および酸化剤－反時計回り燃焼器50は、それぞれ少なくとも一つは含まれる。このように、酸化剤－時計回り燃焼器50および酸化剤－反時計回り燃焼器50の双方を備えることで、それぞれの燃焼器50から排出される燃焼ガスの旋回流を減衰させる効果が得られる。

[0095] 例えば、酸化剤－時計回り燃焼器50の設置数が少ない場合には、この燃焼器50における酸化剤の旋回流において軸方向速度成分に対して周方向速

度成分の割合を増加させてもよい。後部ライナ60内の燃焼ガスの流れ場において、時計回りの旋回流と反時計回りの旋回流とが干渉して、互いの周方向速度成分を打ち消し合うように、スワラ55は設計されることが好ましい。

[0096] また、ここで、図4には、酸化剤—時計回り燃焼器50と、酸化剤—反時計回り燃焼器50とが周方向に交互に配置された一例を示したが、この配置構成に限られない。例えば、偶数個の燃焼器50を備え、その半数を酸化剤—時計回り燃焼器50で、残りの半数を酸化剤—反時計回り燃焼器50で構成した場合、それぞれの燃焼器50を周方向に連続して配置してもよい。

[0097] また、図4には、所定の円周上に複数の燃焼器50が等間隔で配置された一例を示したが、この配置構成に限られない。複数の燃焼器50は、複数列で構成されてもよい。例えば、6つの燃焼器50を配置する際、3つの燃焼器50を直線状に配置し、それを2列配置してもよい。

[0098] ここで、上記した一つの燃焼器50は、一つの燃焼器ライナ51と、この一つの燃焼器ライナ51の上流端に設けられた一つの燃料—酸化剤供給機構54とを備える。そして、図2に示すように、一つの燃料—酸化剤供給機構54の下流側に、一つの拡散火炎Fが形成される。

[0099] なお、一つの燃料—酸化剤供給機構54は、複数の燃料供給部52、複数の酸化剤供給部53を備えてもよい。この場合、各酸化剤供給部53から供給される旋回流の旋回方向は同じ方向に設定される。

[0100] 各燃焼器50の燃焼器ライナ51の下流端は、図2に示すように、後部ライナ60の上流端に嵌合された上流端壁61の貫通口63に嵌合されている。そして、各燃焼器ライナ51は、貫通口63を介して後部ライナ60内に連通している。

[0101] ここで、図1および図2に示すように、各燃焼器50の燃料供給部52は、分岐された配管11にそれぞれ連結されている。各燃焼器50の酸化剤供給部53は、例えば、分岐された配管21、配管31にそれぞれ連結されている。例えば、酸化剤供給部53の上流部において導入された酸素および超

臨界 CO_2 は、酸化剤供給部53内を流れながら混合し、酸化剤供給部53の出口53aにおいては酸素および超臨界 CO_2 からなる混合気となる。

[0102] 後部ライナ60は、図2に示すように、複数の燃焼器50の下流側に設けられる。後部ライナ60は、複数の燃焼器50から排出された燃焼ガスを集合させて整流しながらスクロール70に導く流路である。

[0103] 後部ライナ60は、例えば、図2および図3に示すように、タービンロータ97の軸方向に垂直な方向に延設される筒状部材で構成される。また、後部ライナ60は、例えば、下流側へ行くに伴って流路断面積が徐々に減少する流路部を有して構成される。なお、後部ライナ60の形状は、これに限られるものではない。

[0104] 後部ライナ60の一端（上流端）は、平板状の上流端壁61で封鎖され、他端（下流端）は、開口されている。上流端壁61は、前述したように各燃焼器ライナ51の下流端と連通する複数の貫通口63を有する。この貫通口63は、各燃焼器ライナ51の下流端の位置に合わせて形成される。後部ライナ60の他端（下流端）は、スクロール70の上流端に接続されている。

[0105] 後部ライナ60の側壁には、後部ライナ60の外側を流れる超臨界 CO_2 を内部に導くための複数の導入孔62が設けられている。この後部ライナ60の外側を流れる超臨界 CO_2 は、後部ライナ60を冷却する機能を有する。

[0106] なお、導入孔62の構成は、前述した導入孔51cの構成と同じである。また、導入孔62を備えることによる効果は、前述した導入孔51cを備えることによる効果と同じである。

[0107] スクロール70は、後部ライナ60から排出された燃焼ガスをタービンロータ97の軸方向に導くとともに、タービンロータ97の周方向に導く流路である。

[0108] スクロール70は、図2および図3に示すように、後部ライナ60から排出された燃焼ガスをタービンロータ97の軸方向に導く屈曲流路部71と、タービンロータ97の軸方向に導かれた燃焼ガスをタービンロータ97の周方向に導く環状流路部72とを備える。

- [0109] 屈曲流路部 7 1 の上流端は、後部ライナ 6 0 の下流端に接続されている。屈曲流路部 7 1 は、タービンロータ 9 7 の軸方向にほぼ 9 0 度屈曲する曲がり管で構成される。なお、屈曲流路部 7 1 の出口側は、屈曲しながらタービンロータ 9 7 の周方向に広がる構成を有する。そして、屈曲流路部 7 1 は、後部ライナ 6 0 から排出された燃焼ガスの流れをほぼ 9 0 度偏流する。偏流された燃焼ガスの流れは、タービンロータ 9 7 の軸方向に流れる。
- [0110] 環状流路部 7 2 は、タービンロータ 9 7 の周囲を覆うように設けられた環状管で構成される。なお、環状流路部 7 2 は、例えば、半環状の上半部および下半部からなる分割構造体を組み合わせることで構成される。
- [0111] 環状流路部 7 2 は、屈曲流路部 7 1 から排出された燃焼ガスの流れをタービンロータ 9 7 の周方向に広げる。環状流路部 7 2 において、タービンロータ 9 7 の軸方向の速度成分を有する燃焼ガスは、タービンロータ 9 7 の周方向に均一に広がる。
- [0112] 環状流路部 7 2 (スクロール 7 0) の出口 7 3 は、初段の静翼 9 5 に対向する。そして、環状流路部 7 2 内を流れる燃焼ガスは、出口 7 3 から初段の静翼 9 5 に向けて噴出される。なお、環状流路部 7 2 の出口端は、内輪側壁 9 5 a および外輪側壁 9 5 b の上流端に接している。これによって、出口 7 3 から噴出された燃焼ガスは、初段の静翼 9 5 に導かれる。
- [0113] 次に、ガスタービン設備 8 の作用および燃焼器構造体 1 の作用について説明する。
- [0114] まず、ガスタービン設備 8 の作用について、図 1 を参照して説明する。
- [0115] 図 1 に示すように、燃料は、配管 1 1 を通り燃焼器構造体 1 の燃焼器 5 0 に供給される。大気から分離された酸素は、配管 2 1 を通り燃焼器 5 0 に供給される。この際、酸素は、圧縮機 2 3 で所定の圧力まで昇圧される。昇圧された酸素は、熱交換器 4 2 を通ることで加熱される。
- [0116] また、循環する超臨界 CO_2 は、配管 3 1 通り燃焼器構造体 1 および燃焼器 5 0 に供給される。この際、超臨界 CO_2 は、熱交換器 4 2 を通ることで加熱される。

- [0117] なお、前述したように、燃焼器50に供給された酸素と超臨界CO₂は、混合され、酸化剤として燃焼器ライナ51内の燃焼領域に噴出される。
- [0118] 燃焼器構造体1の燃焼器50に導かれた燃料および酸化剤は、燃焼器ライナ51内で燃焼して燃焼ガスとなる。なお、燃焼器構造体1における作用は、後述するのでここでは詳しい説明を省略する。
- [0119] 燃焼器構造体1から排出された燃焼ガスは、タービン40に導入される。タービン40は、燃焼ガスによって回転する。そして、発電機41は、タービン40の回転によって駆動され、発電する。
- [0120] ここでいう、燃焼器構造体1から排出される燃焼ガスは、燃料と酸素とによって生成された燃焼生成物と、燃焼器構造体1に循環する二酸化炭素とを含んだものである。
- [0121] タービン40から排出された燃焼ガスは、配管31に導かれ、熱交換器42を通過することによって冷却される。この際、燃焼ガスからの放熱によって、前述した配管21を流れる酸素および配管31を流れ燃焼器構造体1に循環する二酸化炭素は加熱される。
- [0122] 熱交換器42を通過した燃焼ガスは、凝縮器32を通過する。燃焼ガスがこの凝縮器32を通過することで、燃焼ガス中に含まれる水蒸気は、除去される。なお、燃焼ガス中の水蒸気は、凝縮器32を通過することによって凝縮して水となる。水は、例えば、配管36を介して外部に排出される。
- [0123] ここで、前述したように、燃料および酸素の流量を量論混合比（当量比1）になるように調整しているため、水蒸気が除去された燃焼ガス（ドライ燃焼ガス）の成分は、ほぼ二酸化炭素である。
- [0124] 二酸化炭素は、配管31に介在する圧縮機33によって昇圧され、超臨界CO₂となる。圧縮機33によって昇圧された二酸化炭素の一部は、配管31を流れ、燃焼器構造体1に循環される。この際、超臨界CO₂は、熱交換器42を通過することで、例えば、700℃程度に加熱される。
- [0125] 一方、圧縮機33によって昇圧された二酸化炭素の残部は、配管31から分岐する配管34に導入される。配管34に導入された二酸化炭素は、流量

調整弁 35 によって流量が調節され、外部に排出される。

- [0126] 次に、燃焼器構造体 1 の作用について、図 2 および図 3 を参照して説明する。
- [0127] ここでは、図 4 に示すように、6 つの燃焼器 50 が所定の円周上に等間隔に配置され、かつ酸化剤—時計回り燃焼器 50 と酸化剤—反時計回り燃焼器 50 とが周方向に交互に配置されている場合を例示して説明する。
- [0128] 図 2 に示すように、配管 11 から燃料供給部 52 に供給された燃料は、出口 52 a から燃焼器ライナ 51 内に噴出される。
- [0129] 配管 21 から酸化剤供給部 53 に供給された酸素および配管 31 から酸化剤供給部 53 に供給された超臨界 CO_2 は、酸化剤供給部 53 内で混合し、出口 53 a から燃焼器ライナ 51 内に噴出される。この際、超臨界 CO_2 が出口 53 a に設けられたスワラ 55 を通過することによって旋回流が形成される。
- [0130] 燃焼器ライナ 51 内における燃料および酸化剤の混合気は、点火装置（図示しない）によって点火され、燃焼が開始する。なお、点火装置は、各燃焼器 50 に設けられている。
- [0131] 各燃焼器 50 では、酸化剤の旋回流によって、燃料と酸化剤の混合が促進される。また、酸化剤の旋回流によって、燃焼領域において再循環領域が形成され安定した火炎を形成する。
- [0132] そして、燃焼器ライナ 51 内における燃焼ガスの流れは、酸化剤の旋回流の旋回方向と同じ旋回方向の旋回流となる。すなわち、周方向に見たときに、交互に旋回方向が逆方向の燃焼ガスの旋回流が燃焼器ライナ 51 から後部ライナ 60 に排出される。
- [0133] ここで、燃焼反応は、燃焼器ライナ 51 内において完了する。そのため、燃焼器ライナ 51 の出口から排出される燃焼ガスは、酸素および燃料を含まず、ほぼ二酸化炭素と水蒸気で構成される。
- [0134] 配管 31 から燃焼器構造体 1 の周囲に供給された超臨界 CO_2 は、冷却媒体として、燃焼器ライナ 51 の導入孔 51 c を通り、燃焼器ライナ 51 内に導

入される。燃焼器ライナ51内に導入された超臨界CO₂は、燃焼ガスとともに燃焼器ライナ51の出口から排出され、後部ライナ60内に流入する。

[0135] 各燃焼器50の燃焼器ライナ51から排出された燃焼ガス（超臨界CO₂を含む）は、後部ライナ60内をスクロール70に向かって流れる。

[0136] ここで、上記したように、周方向に隣接する燃焼器ライナ51からは、旋回方向が逆方向の燃焼ガスの旋回流が後部ライナ60に排出される。図4には、各燃焼器50の燃焼器ライナ51内の燃焼ガスの旋回流の旋回方向を実線矢印で示している。

[0137] 後部ライナ60内において、時計回りの旋回流と反時計回りの旋回流とが干渉して、周方向速度成分を打ち消し合う。これによって、後部ライナ60内において燃焼ガスの流れは、周方向速度成分をほぼ失い、主として下流方向への軸方向速度成分を有する流れとなる。

[0138] また、配管31から燃焼器構造体1の周囲に供給された超臨界CO₂は、冷却媒体として、後部ライナ60の導入孔62を通り、後部ライナ60内に導入される。後部ライナ60内に導入された超臨界CO₂は、燃焼ガスとともにスクロール70に流入する。

[0139] スクロール70の屈曲流路部71に流入した燃焼ガス（超臨界CO₂を含む）は、タービンロータ97の軸方向にほぼ90度偏流される。そして偏流された燃焼ガスは、環状流路部72に流入する。環状流路部72に流入した燃焼ガスは、タービンロータ97の周方向に広がる。

[0140] スクロール70に流入する燃焼ガスの流れは、周方向速度成分をほとんど有しない流れである。そのため、屈曲流路部71から環状流路部72に広がる流れは、例えば、図3に示す断面において、環状流路部72の左右方向（時計回り方向および反時計回り方向）に均一に広がる。これによって、燃焼ガスの流れは、タービンロータ97の周囲を囲む環状流路部72の環状の流路内においてほぼ均一な速度分布となる。

[0141] そして、燃焼ガスは、スクロール70の出口73から初段の静翼95に向けて噴出される。この際、燃焼ガスは、環状の出口から周方向に亘ってほぼ

均一な速度で噴出される。

[0142] なお、上記したように、燃焼器構造体 1 内を流れた燃焼ガスは、タービン 40 に導かれ、タービン 40 を稼働する。

[0143] (流体力学における循環による評価)

ここでは、本実施の形態の燃焼器構造体 1 の後部ライナ 60 において、各燃焼器 50 から排出された、時計回りの燃焼ガスの旋回流と反時計回りの燃焼ガスの旋回流とが干渉して、周方向速度成分を打ち消すことができることを流体力学における循環の観点から説明する。

[0144] ここで、流れの中の閉曲線 S において、この閉曲線に沿う方向の速度成分 V_s をこの閉曲線の全周について線積分した値を閉曲線 S のまわりの循環 Γ (サーキュレーション) という。

[0145] 循環 Γ は、次の式 (1) で定義される。

[数1]

$$\Gamma = \oint_S V_s ds \quad \dots \text{式 (1)}$$

ここで、図 4 に示す本実施の形態の燃焼器構造体 1 の配置構成において、燃焼器 50 の下流側から見たときに、燃焼ガスの旋回流の旋回方向が時計回りとなる燃焼器 50 と、燃焼ガスの旋回流の旋回方向が反時計回りとなる燃焼器 50 とを周方向に交互に配置した場合を検討する。

[0146] ここで、以下において、燃焼器 50 の下流側から見たときに、燃焼ガスの旋回流の旋回方向が時計回りとなる燃焼器 50 を燃焼ガスー時計回り燃焼器 50 と称し、燃焼ガスの旋回流の旋回方向が反時計回りとなる燃焼器 50 を燃焼ガスー反時計回り燃焼器 50 と称する。なお、燃焼ガスー時計回り燃焼器 50 は、酸化剤ー時計回り燃焼器 50 と同じ燃焼器 50 を意味し、燃焼ガスー反時計回り燃焼器 50 は、酸化剤ー反時計回り燃焼器 50 と同じ燃焼器 50 を意味する。

[0147] 図 5 は、第 1 の実施の形態の燃焼器構造体 1 の隣接する 2 つの燃焼器 50 における閉曲線内の燃焼ガスの旋回流を模式的に示した図である。2 つの燃焼器 50 において、一方は、燃焼ガスー時計回り燃焼器 50 であり、他方は

、燃焼ガス－反時計回り燃焼器50である。なお、図5には、燃焼ガスの旋回流の旋回方向を矢印で示している。

[0148] 図5は、A－B－C－Dからなる閉曲線S1と、B'－A－D－C'からなる閉曲線S2とを備えている。これらの閉曲線S1、S2についての循環 Γ の和は、次の式(2)で示される。

[数2]

$$\begin{aligned} \Gamma_{1+2} = & \int_A^B V_s ds + \int_B^C V_s ds + \int_C^D V_s ds + \int_D^A V_s ds \\ & + \int_A^D V_s ds + \int_D^{C'} V_s ds + \int_{C'}^{B'} V_s ds + \int_{B'}^A V_s ds \quad \dots \text{式(2)} \end{aligned}$$

[0149] また、各線積分値において、線積分の向きは同じで旋回流の旋回方向が逆であるという関係から次の式(3)～式(6)が成り立つ。

[数3]

$$\int_A^B V_s ds = - \int_{B'}^A V_s ds \quad \dots \text{式(3)}$$

[数4]

$$\int_B^C V_s ds = - \int_A^D V_s ds \quad \dots \text{式(4)}$$

[数5]

$$\int_C^D V_s ds = - \int_D^{C'} V_s ds \quad \dots \text{式(5)}$$

[数6]

$$\int_D^A V_s ds = - \int_{C'}^{B'} V_s ds \quad \dots \text{式(6)}$$

[0150] 式(3)～式(6)の関係より、式(2)で示した循環 Γ の和は、「0」となる。これによって、燃焼ガス－時計回り燃焼器50と燃焼ガス－反時計回り燃焼器50とをそれぞれ同数備える本実施の形態の燃焼器構造体1において、全体としても循環 Γ の和は、「0」となる。

[0151] これに対して、図13に示した比較例としての燃焼器構造体300では、各燃焼器310における燃焼ガスの旋回流の旋回方向が同じである。そのため、式(3)、式(5)は成立しない。そのため、燃焼器構造体300において、全体として循環 Γ の和は、「0」にならない。これによって、図13

に示した比較例としての燃焼器構造体300において、後部ライナ320およびスクロール330内の燃焼ガスの流れには、周方向速度成分が残存する。すなわち、燃焼器構造体300においては、後部ライナ320およびスクロール330内の燃焼ガスの流れは旋回流となる。

[0152] (数値流体力学(CFD)解析による評価)

ここで、図6は、第1の本実施の形態の燃焼器構造体1および図13に示した比較例としての燃焼器構造体300におけるスクロールの環状流路部における燃焼ガスの主流の圧力分布を示す図である。

[0153] 図6に示したCFD解析の結果は、図2のA-A断面に相当する位置における環状流路部内の圧力分布である。また、CFD解析の結果は、上半上部中央位置Qからタービンロータ97の中心軸Pを中心として反時計回りおよび時計回りに沿う環状流路部72の中央における結果を示したものである。

[0154] ここで、上半上部中央位置Qは、図3に示すように、タービンロータ97の中心軸Pから鉛直上方の環状流路部72における中央位置である。なお、上半上部中央位置Qの定義は、比較例の燃焼器構造体300の環状流路部332においても同じである。

[0155] ここで、本実施の形態の燃焼器構造体1においては、図4に示す配置構成において、燃焼ガスー時計回り燃焼器50と燃焼ガスー反時計回り燃焼器50とを周方向に交互に配置した仕様でCFD解析を行った。CFD解析は、ガスタービン設備8における定格運転条件で行った。

[0156] なお、図13に示した比較例の燃焼器構造体300においては、各燃焼器310における燃焼ガスの旋回流の旋回方向は同じである。

[0157] ここで、図6の縦軸は、環状流路部を流れる燃焼ガスの主流の静圧である。図6の横軸は、環状流路部の周方向位置である。図6の横軸では、図3における環状流路部の上半上部中央位置Qを0度としている。

[0158] また、横軸において、上半上部中央位置Qからタービンロータ97の中心軸Pと中心として反時計回りに90度の位置を90度とし、上半上部中央位置Qから時計回りに90度の位置を-90度としている。

- [0159] 図6に示すように、比較例としての燃焼器構造体300の環状流路部332では、上半上部中央位置Qよりも反時計回り側の圧力分布と、上半上部中央位置Qよりも時計回り側の圧力分布とが異なる。すなわち、屈曲流路部331から環状流路部332に流入する燃焼ガスの圧力分布は、周方向に不均一となる。
- [0160] これによって、各燃焼器310における燃焼ガスの旋回流の旋回方向が同じである比較例の燃焼器構造体300では、スクロール330の環状流路部332において、周方向に均一な燃焼ガスの速度分布が得られないことがわかる。
- [0161] これに対して、本実施の形態の燃焼器構造体1の環状流路部72では、上半上部中央位置Qよりも反時計回り側の圧力分布と、上半上部中央位置Qよりも時計回り側の圧力分布とがほぼ同じ分布を示している。すなわち、屈曲流路部71から環状流路部72に流入する燃焼ガスの圧力分布は、周方向に均一となる。
- [0162] これによって、燃焼ガスー時計回り燃焼器50と燃焼ガスー反時計回り燃焼器50とを周方向に交互に配置した本実施の形態の燃焼器構造体1では、スクロール70の環状流路部72において、周方向に均一な燃焼ガスの速度分布が得られることがわかる。
- [0163] 上記したように、第1の実施の形態の燃焼器構造体1によれば、複数の燃焼器50として、燃焼ガスー時計回り燃焼器50と燃焼ガスー反時計回り燃焼器50とを備えることで、後部ライナ60内で、時計回りの旋回流と反時計回りの旋回流とが干渉して、周方向速度成分を打ち消すことができる。
- [0164] そのため、スクロール70の環状流路部72において、周方向に均一な燃焼ガスの速度分布が得られる。これによって、スクロール70（環状流路部72）の出口73から周方向に亘ってほぼ均一な速度で燃焼ガスを初段の静翼95に噴出することができる。
- [0165] また、第1の実施の形態の燃焼器構造体1における燃焼器50では、一つの燃焼器ライナ51内の一つの空間において、酸化剤供給部53から酸化剤

の旋回流を噴出することで、燃料と酸化剤の混合促進および火炎の安定化を実現できる。

[0166] (第2の実施の形態)

図7は、第2の実施の形態の燃焼器構造体2の縦断面を示す図である。なお、以下の実施の形態において、第1の実施の形態の燃焼器構造体1と同一の構成部分には同一の符号を付して、重複する説明を省略または簡略する。また、以下の実施の形態において、ガスタービン設備の系統図は、第1の実施の形態で説明したガスタービン設備の系統図と同じである。

[0167] 第2の実施の形態の燃焼器構造体2においては、逆旋回付与部120が備えられた以外は第1の実施の形態の燃焼器構造体1の構成と基本的に同じである。そのため、ここでは、主に逆旋回付与部120の構成について説明する。

[0168] 図7に示すように、燃焼器構造体1の各燃焼器50は、燃焼器ライナ51の出口に逆旋回付与部120を備える。逆旋回付与部120は、例えば、燃焼器ライナ51の出口を塞ぐように配置されている。逆旋回付与部120は、環状のスワラで構成される。なお、スワラの構造は、第1の実施の形態において説明したとおりである。

[0169] 逆旋回付与部120は、逆旋回付与部120を通過する燃焼ガスの流れに対して、酸化剤の旋回流の旋回方向と逆方向の旋回を与える。すなわち、逆旋回付与部120で燃焼ガスの流れに付与する旋回方向は、逆旋回付与部120よりも上流側の燃焼ガスの旋回流における旋回方向と逆方向である。

[0170] なお、各燃焼器50における酸化剤の旋回流の旋回方向は、特に限定されない。すなわち、各燃焼器50における酸化剤の旋回流の旋回方向は、時計回りであっても、反時計回りであってもよい。

[0171] 逆旋回付与部120を構成するスワラは、逆旋回付与部120に流入する燃焼ガスの旋回流における周方向速度成分を消滅させるように設計される。

[0172] 上記した逆旋回付与部120を備える燃焼器50において、燃焼ガスが逆

旋回付与部 120 を通過することで、燃焼ガスの旋回流が減衰する。これによって、後部ライナ 60 に流入する燃焼ガスの流れは、周方向速度成分をほぼ有しない流れとなる。

[0173] そして、屈曲流路部 71 から環状流路部 72 に広がる流れは、例えば、図 3 に示す断面において、環状流路部 72 の左右方向（時計回り方向および反時計回り方向）に均一に広がる。これによって、燃焼ガスの流れは、タービンロータ 97 の周囲を囲む環状流路部 72 の環状の流路内においてほぼ均一な速度分布となる。

[0174] 上記したように、第 2 の実施の形態の燃焼器構造体 2 によれば、各燃焼器 50 の燃焼器ライナ 51 の出口に逆旋回付与部 120 を備えることで、各燃焼器 50 から排出される際、周方向速度成分をほぼ有しない燃焼ガスの流れが得られる。

[0175] これによって、スクロール 70（環状流路部 72）の出口 73 から周方向に亘ってほぼ均一な速度で燃焼ガスを初段の静翼 95 に噴出することができる。

[0176] なお、第 2 の実施の形態においては、具体的な CFD 解析結果は示していないが、逆旋回付与部 120 を備えることで、第 1 の実施の形態の燃焼器構造体 1 における結果と同様の結果が得られる。すなわち、第 2 の実施の形態の燃焼器構造体 2 の環状流路部 72 では、上半上部中央位置 Q よりも反時計回り側の圧力分布と、上半上部中央位置 Q よりも時計回り側の圧力分布とがほぼ同じ分布を示す。

[0177] （第 3 の実施の形態）

図 8 は、第 3 の実施の形態の燃焼器構造体 3 の縦断面を示す図である。

[0178] 第 3 の実施の形態の燃焼器構造体 3 においては、CO₂ 旋回流導入部 130 が備えられた以外は第 1 の実施の形態の燃焼器構造体 1 の構成と基本的に同じである。そのため、ここでは、主に CO₂ 旋回流導入部 130 の構成について説明する。

[0179] 図 8 に示すように、燃焼器構造体 3 の各燃焼器 50 は、燃焼器ライナ 51

の出口の外周に環状の CO_2 旋回流導入部130を備える。

[0180] CO_2 旋回流導入部130は、配管31から燃焼器ケーシング110内に供給された冷却媒体である超臨界 CO_2 に旋回を与えて後部ライナ60内に超臨界 CO_2 の旋回流を導入する。 CO_2 旋回流導入部130は、環状のスワラで構成される。

[0181] CO_2 旋回流導入部130から後部ライナ60内に導入される超臨界 CO_2 の旋回流の旋回方向は、 CO_2 旋回流導入部130が備えられる燃焼器ライナ51から排出される燃焼ガスの旋回流の旋回方向と逆方向である。

[0182] なお、各燃焼器50における酸化剤の旋回流の旋回方向は、特に限定されない。すなわち、各燃焼器50における酸化剤の旋回流の旋回方向は、時計回りであっても、反時計回りであってもよい。

[0183] 各 CO_2 旋回流導入部130から後部ライナ60内に導入される、超臨界 CO_2 の流量および旋回流における軸方向速度成分に対する周方向速度成分の割合は、燃焼器ライナ51から排出される燃焼ガスの流れの旋回流の周方向速度成分を打ち消す程度に設定される。

[0184] 上記した各燃焼器50において、燃焼器ライナ51から排出される燃焼ガスの流れの外周を囲むように、燃焼ガスの旋回流の旋回方向とは逆方向に旋回する超臨界 CO_2 が CO_2 旋回流導入部130から噴出される。

[0185] これによって、燃焼ガスの旋回流は、旋回する超臨界 CO_2 の旋回流によって減衰される。そして、燃焼ガスの流れは、後部ライナ60内を流れる間に、周方向速度成分をほぼ有しない流れとなる。

[0186] そして、屈曲流路部71から環状流路部72に広がる流れは、例えば、図3に示す断面において、環状流路部72の左右方向（時計回り方向および反時計回り方向）に均一に広がる。これによって、燃焼ガスの流れは、タービンロータ97の周囲を囲む環状流路部72の環状の流路内においてほぼ均一な速度分布となる。

[0187] 上記したように、第3の実施の形態の燃焼器構造体3によれば、各燃焼器50における燃焼器ライナ51の出口の外周に環状の CO_2 旋回流導入部13

0を備えることで、燃焼ガスの旋回流を超臨界CO₂の流れによって減衰させることができる。

[0188] これによって、スクロール70（環状流路部72）の出口73から周方向に亘ってほぼ均一な速度で燃焼ガスを初段の静翼95に噴出することができる。

[0189] （第4の実施の形態）

図9は、第4の実施の形態の燃焼器構造体4の縦断面を示す図である。図10は、図9のC-C断面を示す図である。

[0190] 第4の実施の形態の燃焼器構造体4においては、CO₂旋回流導入部140が備えられた以外は第1の実施の形態の燃焼器構造体1の構成と基本的に同じである。そのため、ここでは、主にCO₂旋回流導入部140の構成について説明する。

[0191] 図9および図10に示すように、燃焼器構造体4は、後部ライナ60に形成されたCO₂旋回流導入部140を備える。

[0192] 図10に示すように、CO₂旋回流導入部140は、後部ライナ60の中心軸方向の所定位置において後部ライナ60の側壁の周方向に形成されている。CO₂旋回流導入部140は、後部ライナ60の中心軸Oに向かう方向（半径方向）に対して所定の角度傾けた方向に後部ライナ60を貫通する複数の貫通孔で構成される。

[0193] 図10に断面において、貫通孔は、例えば、後部ライナ60の内周面の接線方向に後部ライナ60を貫通する。

[0194] CO₂旋回流導入部140である各貫通孔は、配管31から燃焼器ケーシング110内に供給された冷却媒体である超臨界CO₂を噴出することで、後部ライナ60内に超臨界CO₂の旋回流を形成する。

[0195] ここで、各燃焼器50における酸化剤の旋回流の旋回方向は、同じ方向に設定されている。すなわち、各燃焼器ライナ51から排出される燃焼ガスの旋回流の旋回方向も同じ方向となる。

[0196] ここで、CO₂旋回流導入部140である複数の貫通孔は、各燃焼器ライナ

51から排出される燃焼ガスの旋回流の旋回方向とは逆方向の超臨界CO₂の旋回流を形成するように形成される。図10には、各燃焼器50の燃焼器ライナ51内の燃焼ガスの旋回流の旋回方向および貫通孔から噴出される超臨界CO₂の噴出方向を矢印で示している。

[0197] ここで、CO₂旋回流導入部140は、後部ライナ60の入口側、すなわち、後部ライナ60における上流部に形成されることが好ましい。また、CO₂旋回流導入部140は、後部ライナ60の中心軸方向の複数の所定位置に形成されてもよい。すなわち、CO₂旋回流導入部140は、後部ライナ60の中心軸方向に複数段形成されてもよい。

[0198] CO₂旋回流導入部140から後部ライナ60内に導入される超臨界CO₂の流量およびCO₂旋回流導入部140である貫通孔の中心軸Oに向かう方向に対する傾斜角度は、後部ライナ60内に形成される燃焼ガスの旋回流の周方向速度成分を打ち消す程度に設定される。

[0199] 上記した燃焼器構造体4において、各燃焼器ライナ51から排出される燃焼ガスによって後部ライナ60内に一方の方向に旋回する旋回流が形成される。一方、CO₂旋回流導入部140である貫通孔から噴出された超臨界CO₂によって、燃焼ガスの流れの旋回方向と逆方向の超臨界CO₂の旋回流が後部ライナ60内に形成される。

[0200] そして、燃焼ガスの旋回流は、超臨界CO₂の旋回流によって減衰される。これによって、燃焼ガスの流れは、後部ライナ60内を流れる間に、周方向速度成分をほぼ有しない流れとなる。

[0201] そして、屈曲流路部71から環状流路部72に広がる流れは、例えば、図3に示す断面において、環状流路部72の左右方向（時計回り方向および反時計回り方向）に均一に広がる。これによって、燃焼ガスの流れは、タービンロータ97の周囲を囲む環状流路部72の環状の流路内においてほぼ均一な速度分布となる。

[0202] 上記したように、第4の実施の形態の燃焼器構造体4によれば、後部ライナ60にCO₂旋回流導入部140を備えることで、燃焼ガスの旋回流を超臨

界CO₂の旋回流によって減衰させることができる。これによって、スクロール70（環状流路部72）の出口73から周方向に亘ってほぼ均一な速度で燃焼ガスを初段の静翼95に噴出することができる。

[0203] ここで、第4の実施の形態の燃焼器構造体4におけるCO₂旋回流導入部140の構成は、上記した構成に限られない。

[0204] 図11は、第4の実施の形態の他の構成の燃焼器構造体4の縦断面を示す図である。

[0205] 図11に示すように、CO₂旋回流導入部140は、後部ライナ60の上流端に設けられた上流端壁61に設けられた環状のスワールで構成されてもよい。環状のスワールは、上流端壁61の外縁に周方向に亘って形成されている。

[0206] CO₂旋回流導入部140であるスワールは、配管31から燃焼器ケーシング110内に供給された超臨界CO₂を噴出することで、後部ライナ60内に超臨界CO₂の旋回流を形成する。

[0207] ここで、前述したように、各燃焼器ライナ51から排出される燃焼ガスの流れの旋回方向も同じ方向である。

[0208] CO₂旋回流導入部140から噴出される超臨界CO₂の旋回流の旋回方向は、各燃焼器ライナ51から排出される燃焼ガスの流れの旋回方向と逆方向である。

[0209] CO₂旋回流導入部140から後部ライナ60内に導入される超臨界CO₂の流量およびCO₂旋回流導入部140を構成するスワールの軸方向速度成分に対する周方向速度成分の割合は、後部ライナ60内に形成される燃焼ガスの旋回流の周方向速度成分を打ち消す程度に設定される。

[0210] 上記した他の構成のCO₂旋回流導入部140を備える場合においても、図10および図9に示したCO₂旋回流導入部140を備える場合と同様の作用効果を得ることができる。

[0211] （第5の実施の形態）

図12は、第5の実施の形態の燃焼器構造体5の縦断面を示す図である。

- [0212] 第5の実施の形態の燃焼器構造体5においては、CO₂旋回流導入部150が備えられた以外は第1の実施の形態の燃焼器構造体1の構成と基本的に同じである。そのため、ここでは、主にCO₂旋回流導入部150の構成について説明する。
- [0213] 図12に示すように、燃焼器構造体5は、後部ライナ60の上流端に設けられた上流端壁61にCO₂旋回流導入部150を備える。CO₂旋回流導入部150は、各燃焼器ライナ51に対応して所定の円周上に設けられた貫通口63よりも中央に設けられた環状のスワアラで構成される。
- [0214] CO₂旋回流導入部150であるスワアラは、配管31から燃焼器ケーシング110内に供給された冷却媒体である超臨界CO₂を噴出することで、後部ライナ60内に超臨界CO₂の旋回流を形成する。
- [0215] ここで、各燃焼器50における酸化剤の旋回流の旋回方向は、同じ方向に設定されている。すなわち、各燃焼器ライナ51から排出される燃焼ガスの旋回流の旋回方向も同じ方向となる。
- [0216] CO₂旋回流導入部150から噴出される超臨界CO₂の旋回流の旋回方向は、各燃焼器ライナ51から排出される燃焼ガスの流れの旋回方向と逆方向である。
- [0217] CO₂旋回流導入部150から後部ライナ60内に導入される超臨界CO₂の流量およびCO₂旋回流導入部150を構成するスワアラの軸方向速度成分に対する周方向速度成分の割合は、後部ライナ60内に形成される燃焼ガスの旋回流の周方向速度成分を打ち消す程度に設定される。
- [0218] 上記した燃焼器構造体5において、各燃焼器ライナ51から排出される燃焼ガスによって後部ライナ60内に一方の方向に旋回する旋回流が形成される。一方、CO₂旋回流導入部150であるスワアラから噴出された超臨界CO₂によって、燃焼ガスの流れの旋回方向と逆方向の超臨界CO₂の旋回流が後部ライナ60内に形成される。この超臨界CO₂の旋回流は、燃焼ガスの旋回流の旋回中央部に形成される。
- [0219] そして、燃焼ガスの旋回流は、超臨界CO₂の旋回流によって減衰される。

これによって、燃焼ガスの流れは、後部ライナ60内を流れる間に、周方向速度成分をほぼ有しない流れとなる。

[0220] そして、屈曲流路部71から環状流路部72に広がる流れは、例えば、図3に示す断面において、環状流路部72の左右方向（時計回り方向および反時計回り方向）に均一に広がる。これによって、燃焼ガスの流れは、タービンロータ97の周囲を囲む環状流路部72の環状の流路内においてほぼ均一な速度分布となる。

[0221] 上記したように、第5の実施の形態の燃焼器構造体5によれば、後部ライナ60にCO₂旋回流導入部150を備えることで、燃焼ガスの旋回流を超臨界CO₂の旋回流によって減衰させることができる。

[0222] これによって、スクロール70（環状流路部72）の出口73から周方向に亘ってほぼ均一な速度で燃焼ガスを初段の静翼95に噴出することができる。

[0223] なお、上記した第3の実施の形態～第5の実施の形態においては、具体的なCFD解析結果は示していないが、CO₂旋回流導入部130、140、150を備えることで、第1の実施の形態の燃焼器構造体1における結果と同様の結果が得られる。

[0224] すなわち、第3の実施の形態～第5の実施の形態における燃焼器構造体3、4、5の環状流路部72では、上半上部中央位置Qよりも反時計回り側の圧力分布と、上半上部中央位置Qよりも時計回り側の圧力分布とがほぼ同じ分布を示す。

[0225] （他の実施の形態）

第3の実施の形態の燃焼器構造体3において各燃焼器ライナ51から排出される燃焼ガスの旋回流の旋回方向が同じ場合（各燃焼器50における酸化剤の旋回流の旋回方向が同じ場合）、燃焼器構造体3は、第4の実施の形態の燃焼器構造体4におけるCO₂旋回流導入部140または第5の実施の形態の燃焼器構造体5におけるCO₂旋回流導入部150をさらに備えてもよい。

[0226] また、第4の実施の形態の燃焼器構造体4は、第5の実施の形態の燃焼器

構造体 5 における CO₂ 旋回流導入部 150 をさらに備えてもよい。

[0227] また、上記した本実施の形態では、上半側に燃焼器構造体 1、2、3、4、5 を備えた一例を示したが、この構成に限られない。

[0228] 燃焼器構造体 1、2、3、4、5 は、下半側に備えられてもよい。この場合、燃焼器構造体 1、2、3、4、5 は、外部ケーシング 85 および内部ケーシング 90 を、例えば、鉛直下方から貫通して配置されている。

[0229] さらに、燃焼器構造体 1、2、3、4、5 は、上半側および下半側の双方に備えられてもよい。

[0230] 以上説明した実施形態によれば、燃焼器において燃焼ガスの旋回流が形成される場合においても、スクロール出口から周方向に亘ってほぼ均一な速度で燃焼ガスを初段の静翼に噴出することが可能となる。

[0231] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

符号の説明

[0232] 1、2、3、4、5…燃焼器構造体、8…ガスタービン設備、10…燃料供給系統、11、21、31、34、36…配管、12、22、35…流量調整弁、20…酸素供給系統、23、33…圧縮機、30…二酸化炭素循環系統、32…凝縮器、40…タービン、41…発電機、42…熱交換器、50…燃焼器、51…燃焼器ライナ、51a…上流端壁、51b…開口、51c…導入孔、52…燃料供給部、52a、53a、73…出口、53…酸化剤供給部、54…燃料 - 酸化剤供給機構、55…スワラ、60…後部ライナ、61…上流端壁、62…導入孔、63、86、91…貫通口、70…スクロール、71…屈曲流路部、72…環状流路部、80…ケーシング、85…外部ケーシング、90…内部ケーシング、90a…外周面、92…突条部

、 93…シールリング、95…静翼、95 a…内輪側壁、95 b…外輪側壁
、 95 c…外側壁、96…動翼、97…タービンロータ、98…ロータホイ
ール、100…スリーブ、110…燃焼器ケーシング、111…ヘッドプレ
ート、120…逆旋回付与部、130、140、150…CO₂旋回流導入部
。

請求の範囲

[請求項1]

ガスタービンのタービンロータの軸方向に垂直な方向から前記ガスタービンのケーシングを貫通して配置されるガスタービン燃焼器構造体であって、

複数の燃焼器と、

複数の前記燃焼器の下流側に前記タービンロータの軸方向に垂直な方向に設けられた筒体で構成され、複数の前記燃焼器から排出された燃焼ガスを集合させて下流側へ導く後部ライナと、

前記後部ライナの下流端に接続され、前記後部ライナから排出された燃焼ガスを前記タービンロータの軸方向に導くとともに前記タービンロータの周方向に導くスクロールと

を備え、

各前記燃焼器は、

燃料と酸化剤を燃焼させる筒状の燃焼器ライナと、

前記燃焼器ライナの上流端に設けられ、燃料を前記燃焼器ライナ内に供給する燃料供給部と、

前記燃料供給部の周囲に環状に設けられ、酸化剤の旋回流を前記燃焼器ライナ内に供給する酸化剤供給部と

を備え、

複数の前記燃焼器は、

前記酸化剤供給部の下流側から見たときに、酸化剤の前記旋回流の旋回方向が時計回りである前記燃焼器と、

前記酸化剤供給部の下流側から見たときに、酸化剤の前記旋回流の旋回方向が反時計回りである前記燃焼器と

を備えることを特徴とするガスタービン燃焼器構造体。

[請求項2]

複数の前記燃焼器が偶数個の前記燃焼器で構成され、

前記燃焼器ライナの下流側から見たときに、複数の前記燃焼器は、所定の円周上に等間隔に配置され、

周方向に隣接する前記燃焼器において酸化剤の前記旋回流の旋回方向がそれぞれ逆方向であることを特徴とする請求項1記載のガスタービン燃焼器構造体。

[請求項3]

ガスタービンのタービンロータの軸方向に垂直な方向から前記ガスタービンのケーシングを貫通して配置されるガスタービン燃焼器構造体であって、

複数の燃焼器と、

複数の前記燃焼器の下流側に前記タービンロータの軸方向に垂直な方向に設けられた筒体で構成され、複数の前記燃焼器から排出された燃焼ガスを集合させて下流側へ導く後部ライナと、

前記後部ライナの下流端に接続され、前記後部ライナから排出された燃焼ガスを前記タービンロータの軸方向に導くとともに前記タービンロータの周方向に導くスクロールと

を備え、

各前記燃焼器は、

燃料と酸化剤を燃焼させる筒状の燃焼器ライナと、

前記燃焼器ライナの上流端に設けられ、燃料を前記燃焼器ライナ内に供給する燃料供給部と、

前記燃料供給部の周囲に環状に設けられ、酸化剤の旋回流を前記燃焼器ライナ内に供給する酸化剤供給部と、

前記燃焼器ライナの出口に配置され、酸化剤の前記旋回流の旋回方向と逆方向の旋回を与える逆旋回付与部と

を備えることを特徴とするガスタービン燃焼器構造体。

[請求項4]

ガスタービンのタービンロータの軸方向に垂直な方向から前記ガスタービンのケーシングを貫通して配置されるガスタービン燃焼器構造体であって、

燃焼器ケーシングと、

前記燃焼器ケーシング内に配置された複数の燃焼器と、

複数の前記燃焼器の下流側に前記タービンロータの軸方向に垂直な方向に設けられた筒体で構成され、複数の前記燃焼器から排出された燃焼ガスを集合させて下流側へ導く後部ライナと、

前記後部ライナの下流端に接続され、前記後部ライナから排出された燃焼ガスを前記タービンロータの軸方向に導くとともに前記タービンロータの周方向に導くスクロールと、

前記燃焼器ケーシング内に冷却媒体を供給する冷却媒体供給部と、
前記燃焼器ケーシング内に供給された前記冷却媒体に旋回を与えて前記後部ライナ内に前記冷却媒体を導入する旋回流導入部と

を備え、

各前記燃焼器は、

燃料と酸化剤を燃焼させる筒状の燃焼器ライナと、

前記燃焼器ライナの上流端に設けられ、燃料を前記燃焼器ライナ内に供給する燃料供給部と、

前記燃料供給部の周囲に環状に設けられ、酸化剤の旋回流を前記燃焼器ライナ内に供給する酸化剤供給部と

を備え、

前記旋回流導入部から導入される前記冷却媒体による旋回流の旋回方向は、酸化剤の前記旋回流の旋回方向と逆方向であることを特徴とするガスタービン燃焼器構造体。

[請求項5] 前記旋回流導入部は、各前記燃焼器における前記燃焼器ライナの出口の外周に設けられた環状のスワールで構成されていることを特徴とする請求項4記載のガスタービン燃焼器構造体。

[請求項6] 各前記燃焼器における酸化剤の前記旋回流の旋回方向が同じ方向であり、

前記旋回流導入部は、前記後部ライナの中心軸方向の所定位置において前記後部ライナの周方向に形成され、前記後部ライナの中心軸に向かう方向に対して傾けた方向に前記後部ライナを貫通する複数の貫

通孔で構成されていることを特徴とする請求項4記載のガスタービン燃焼器構造体。

[請求項7]

前記ガスタービン燃焼器構造体は、

各前記燃焼器の前記燃焼器ライナの下流端部と嵌合する貫通口を有し、前記後部ライナの上流端を封鎖する平板状の端壁を備え、

各前記燃焼器における酸化剤の前記旋回流の旋回方向が同じ方向であり、

前記旋回流導入部は、前記端壁の外縁に設けられた環状のスワールで構成されていることを特徴とする請求項4記載のガスタービン燃焼器構造体。

[請求項8]

前記ガスタービン燃焼器構造体は、

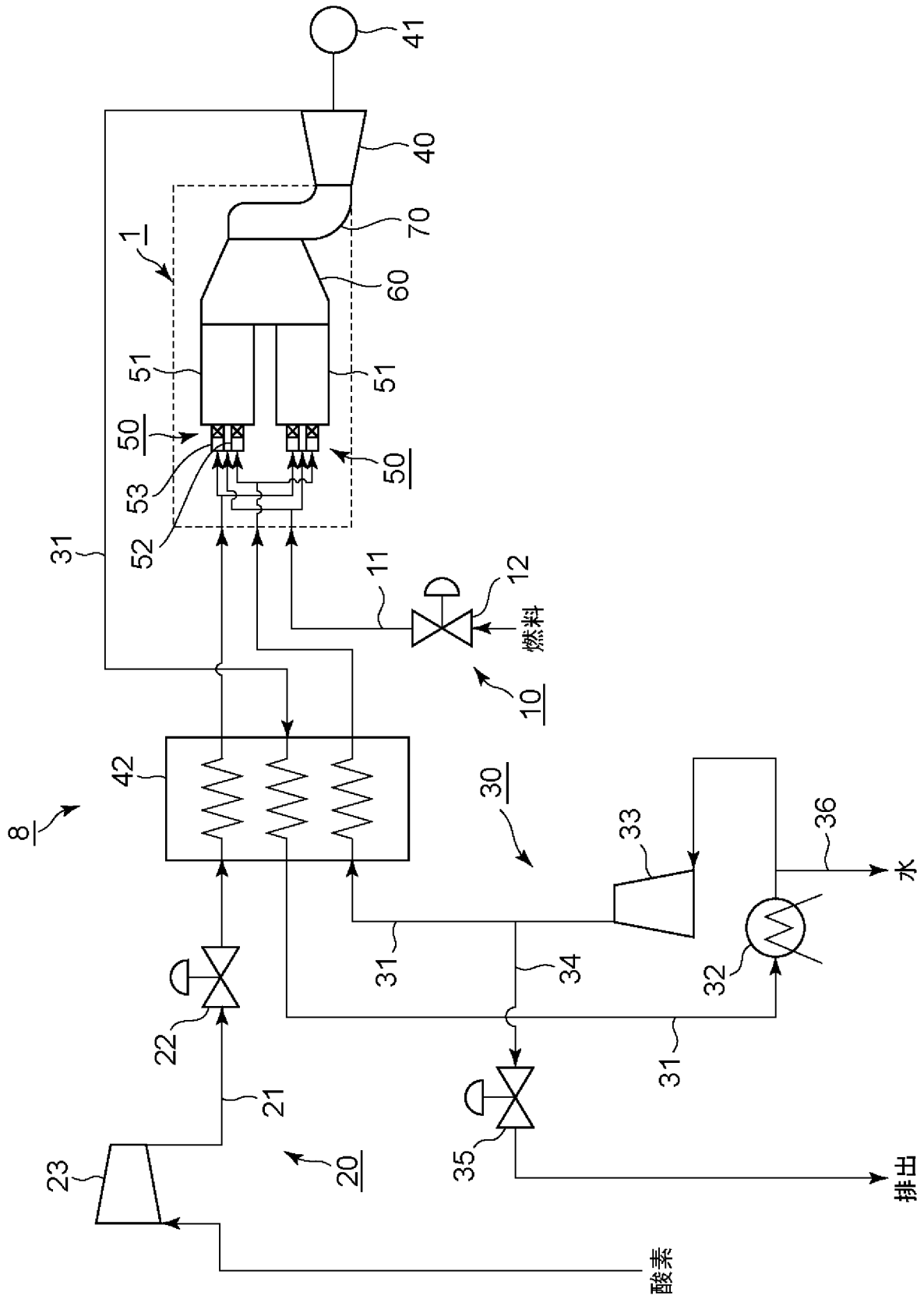
各前記燃焼器の前記燃焼器ライナの下流端部と嵌合する貫通口を有し、前記後部ライナの上流端を封鎖する平板状の端壁を備え、

前記燃焼器ライナの下流側から見たときに、複数の前記燃焼器は、所定の円周上に等間隔に配置され、

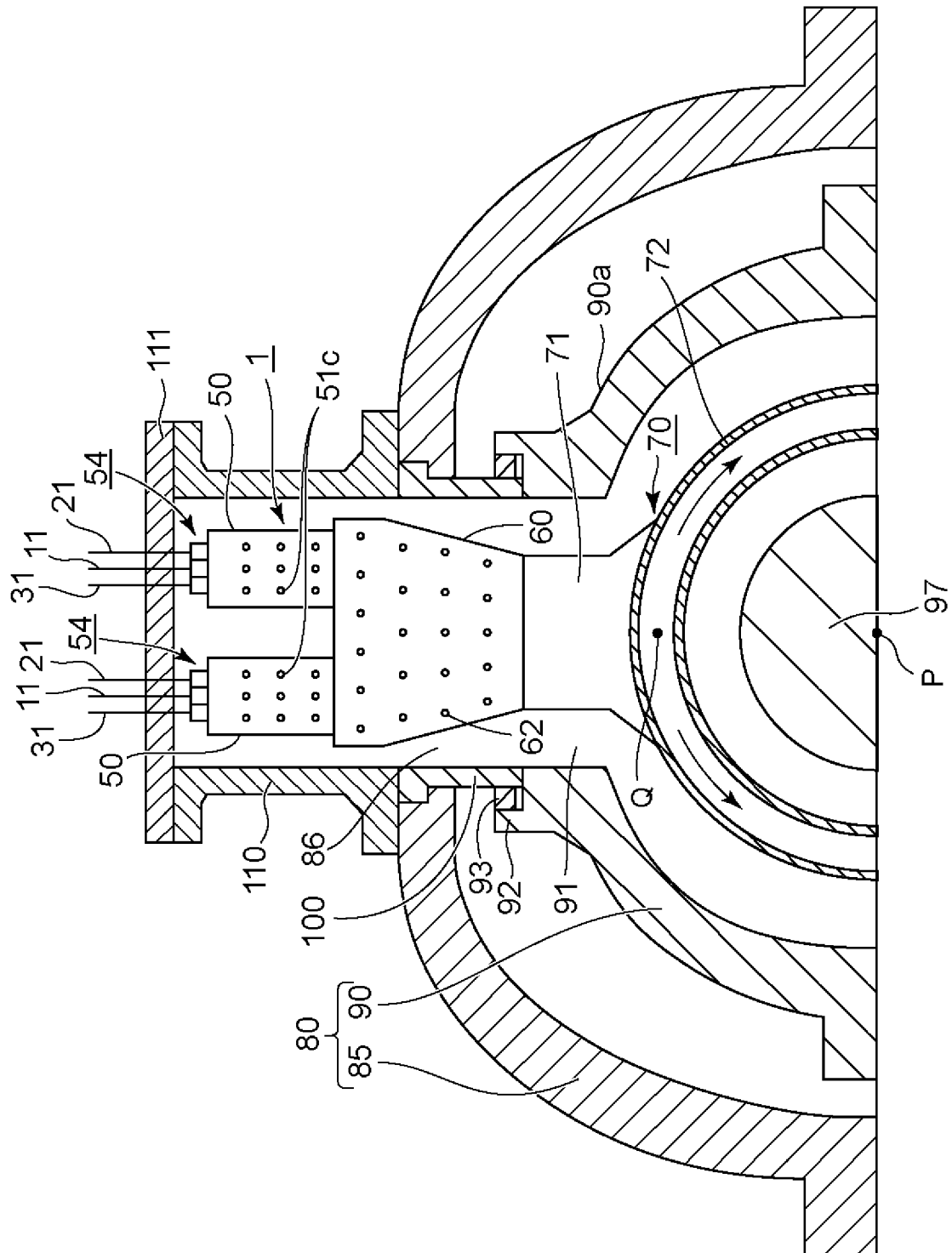
各前記燃焼器における酸化剤の前記旋回流の旋回方向が同じ方向であり、

前記旋回流導入部は、前記端壁において、前記燃焼器ライナに対応して所定の円周上に設けられた前記貫通口よりも中央に設けられた環状のスワールで構成されていることを特徴とする請求項4記載のガスタービン燃焼器構造体。

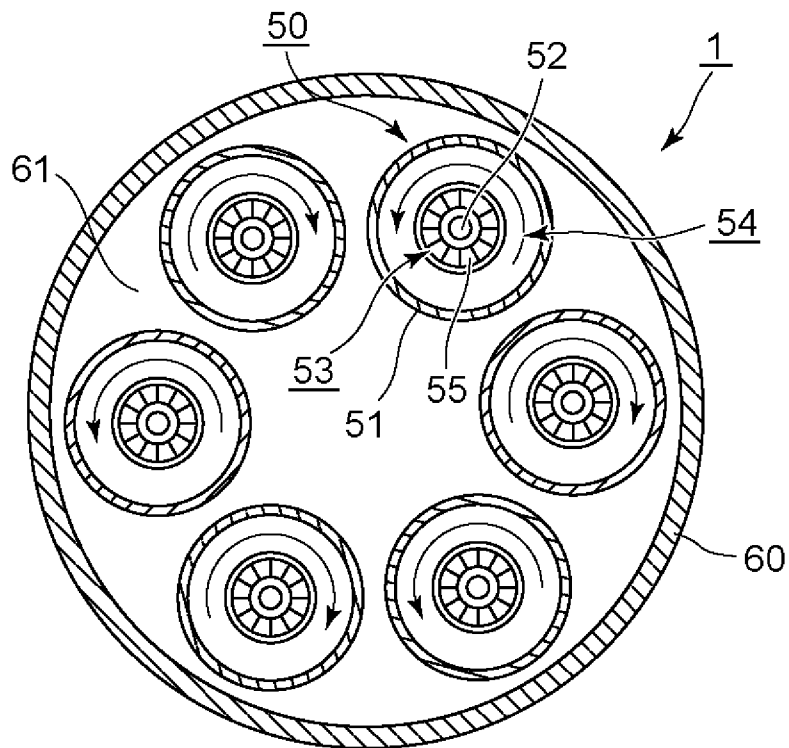
[図1]



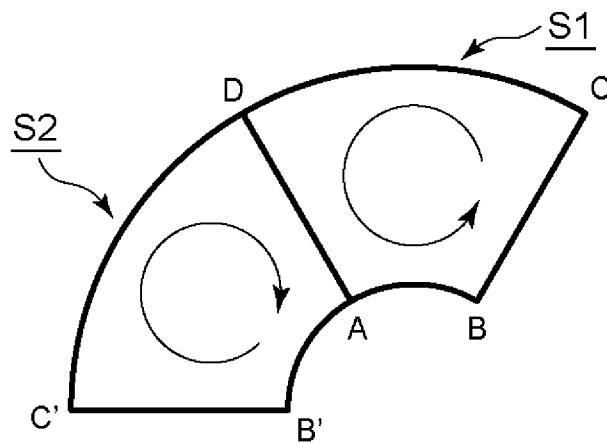
[図3]



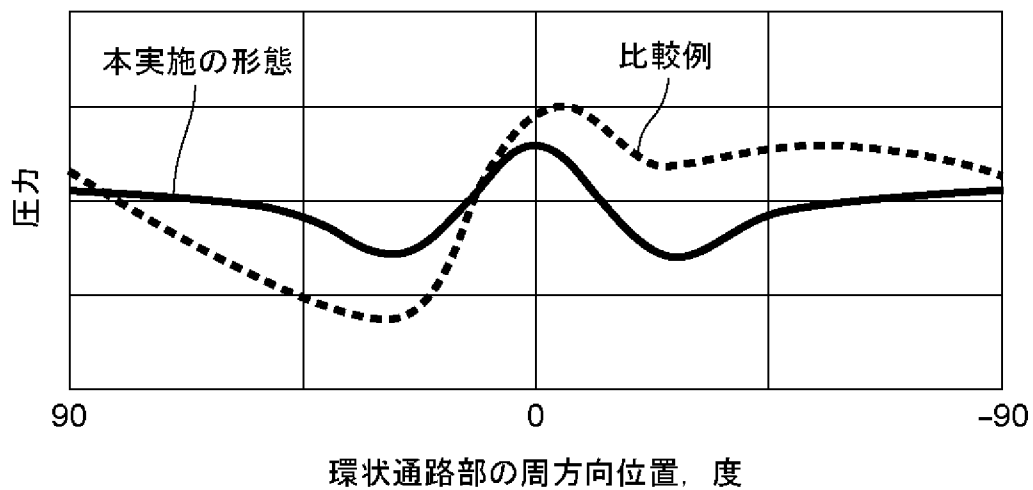
[図4]



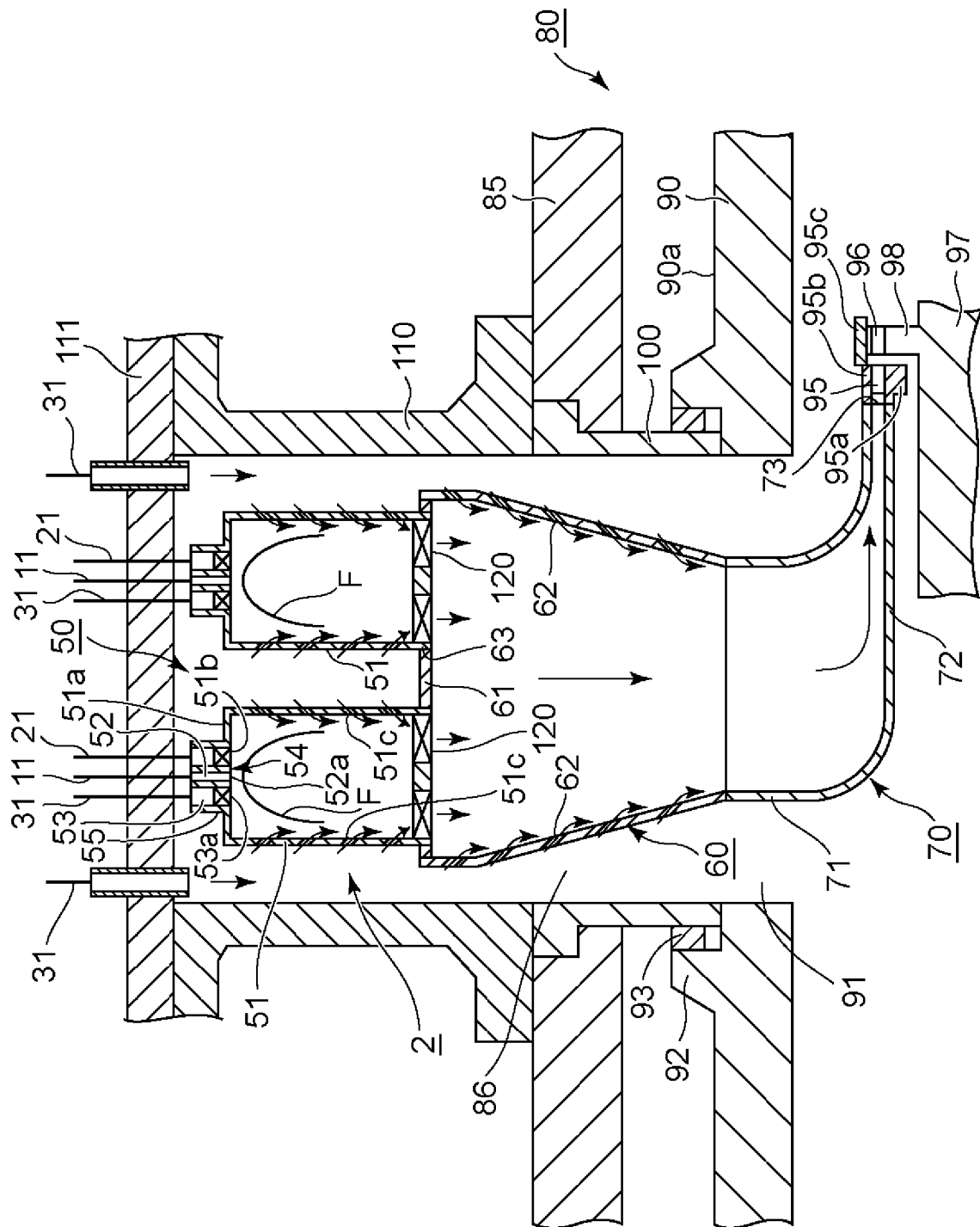
[図5]



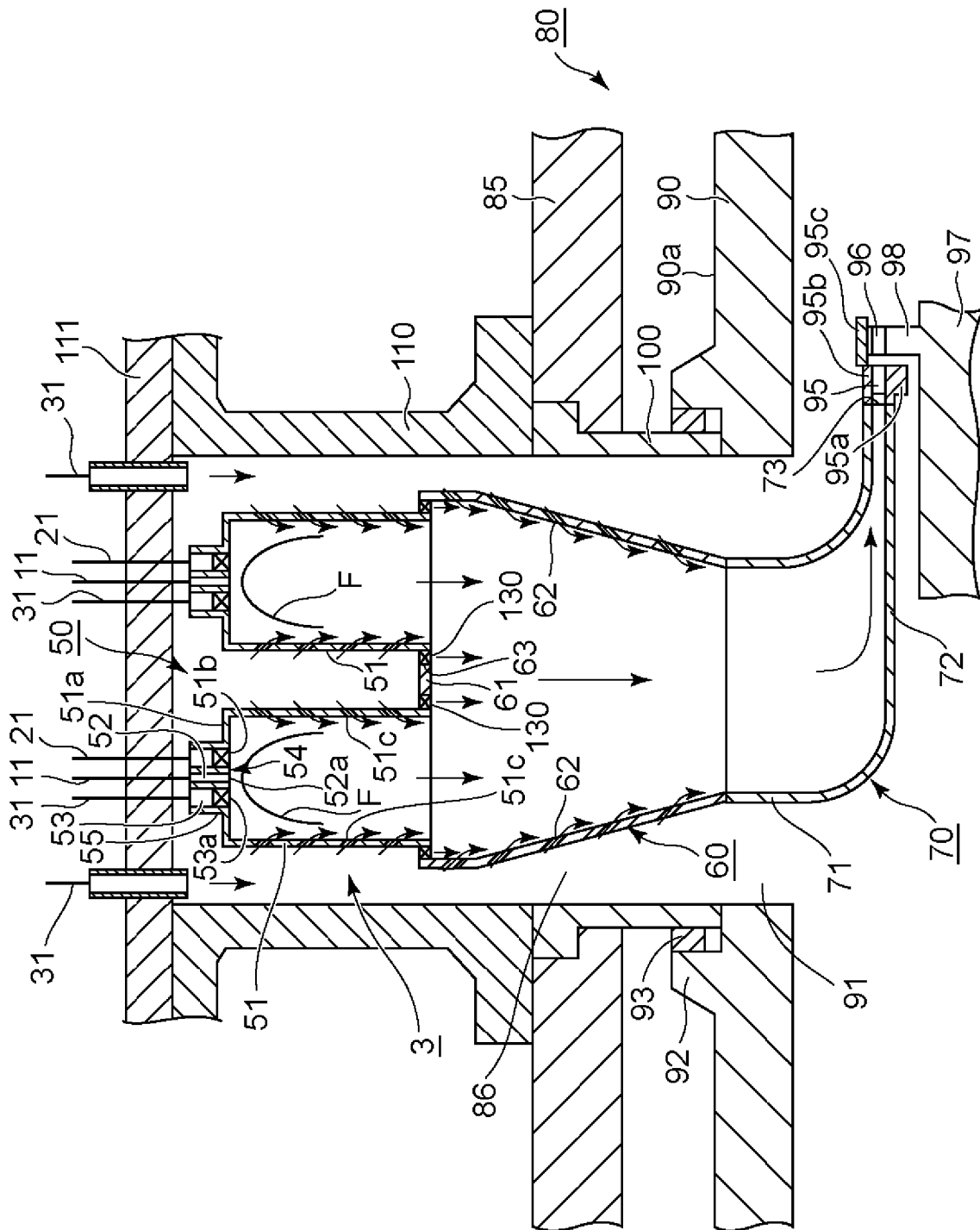
[図6]



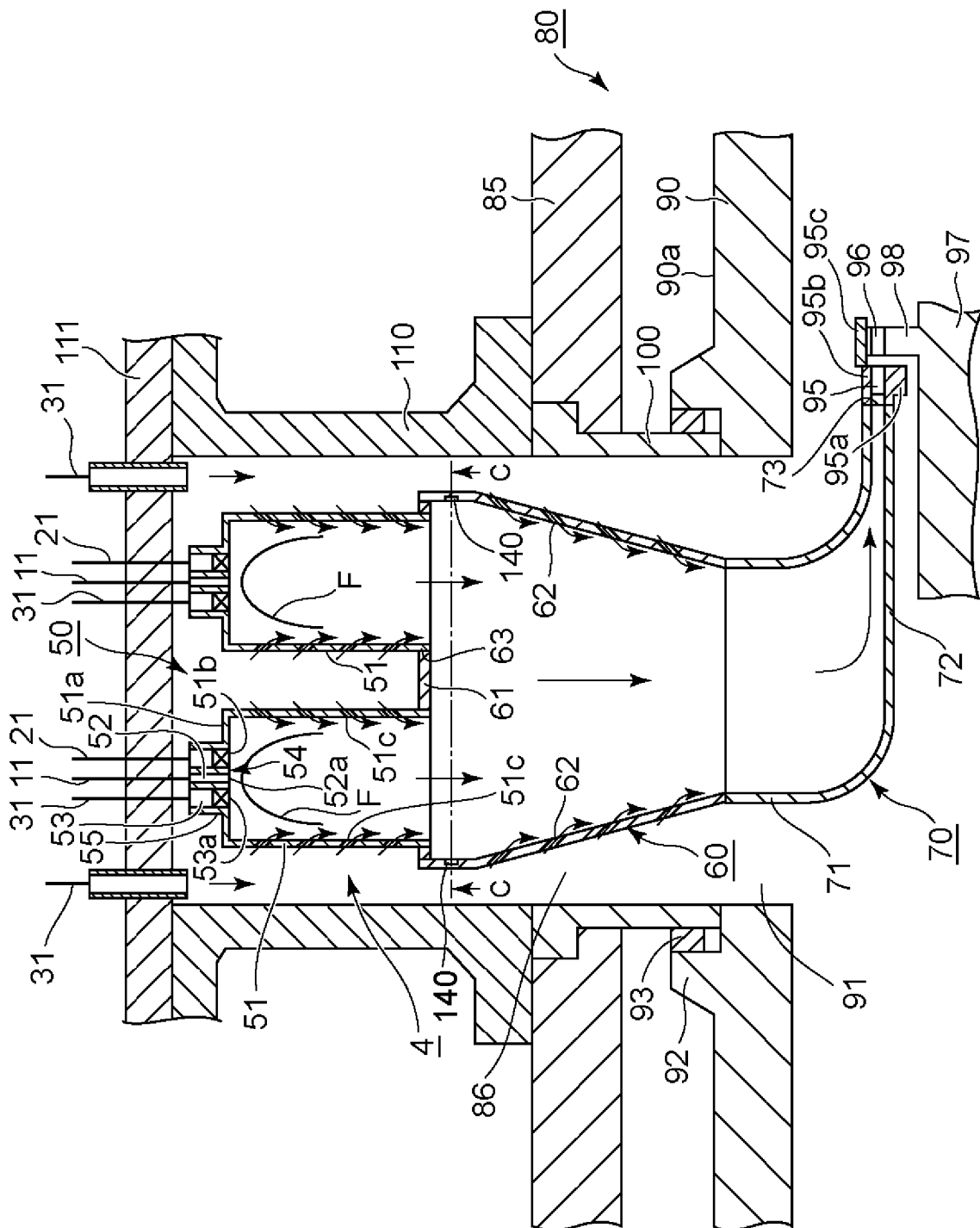
[図7]



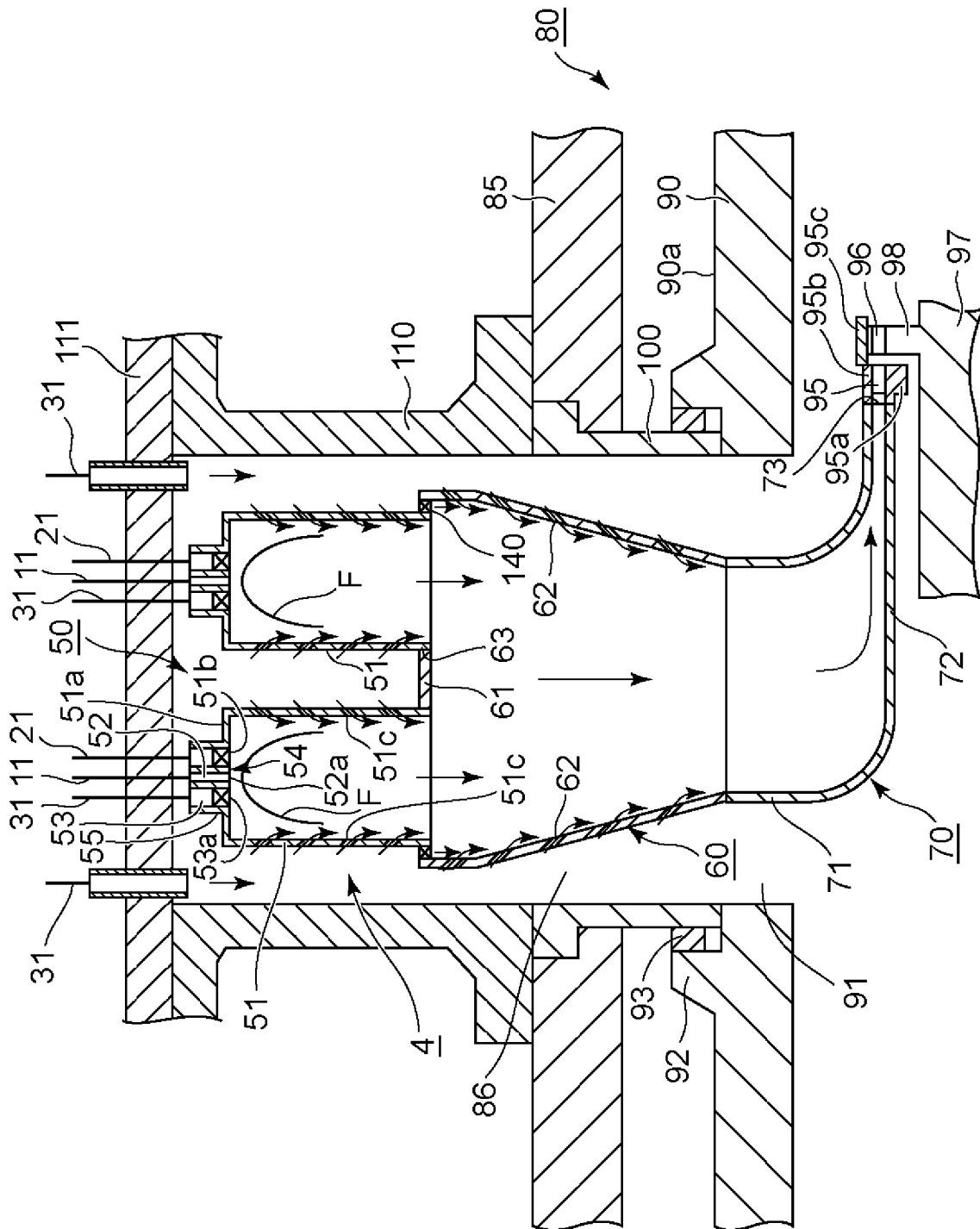
[図8]



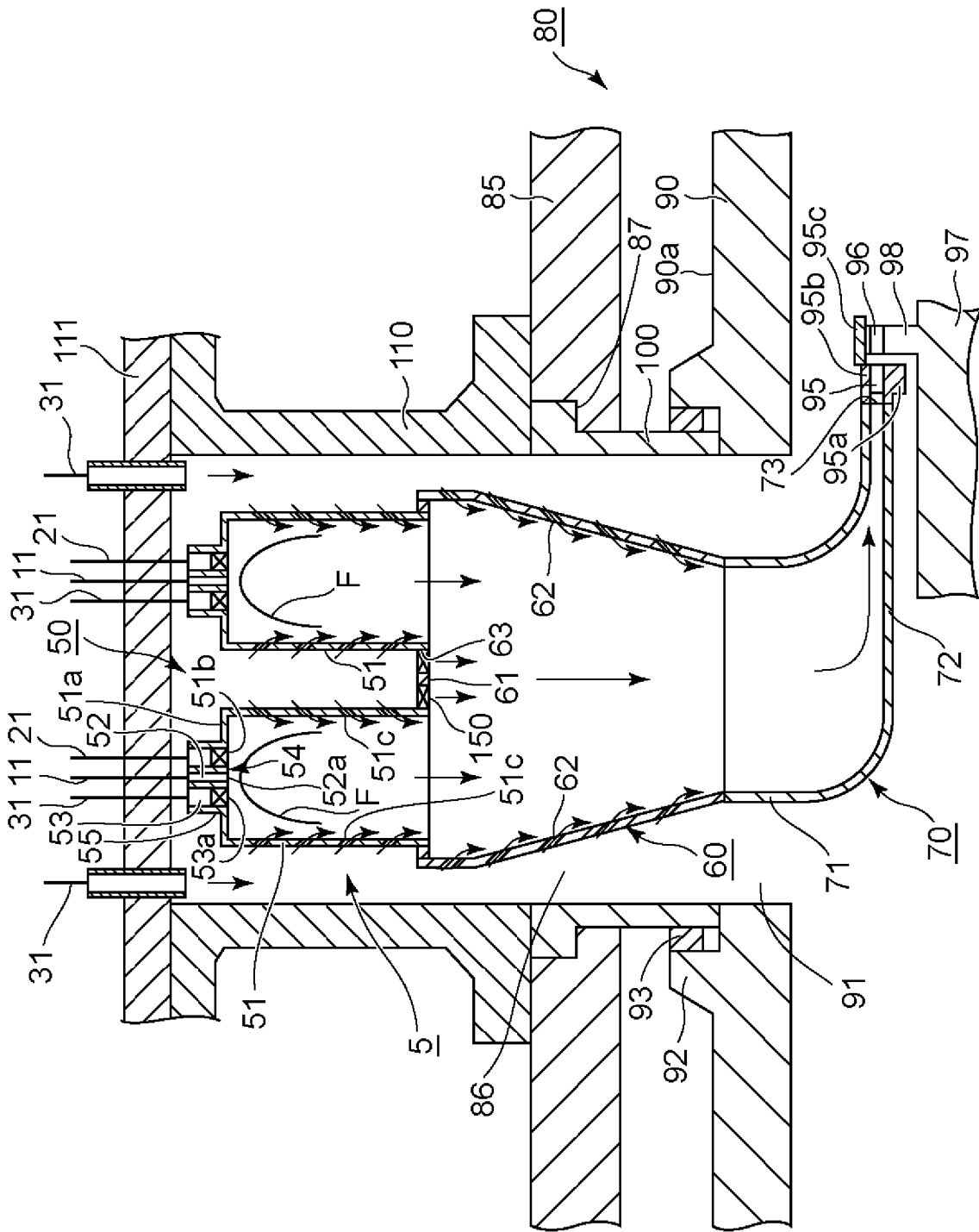
[図9]



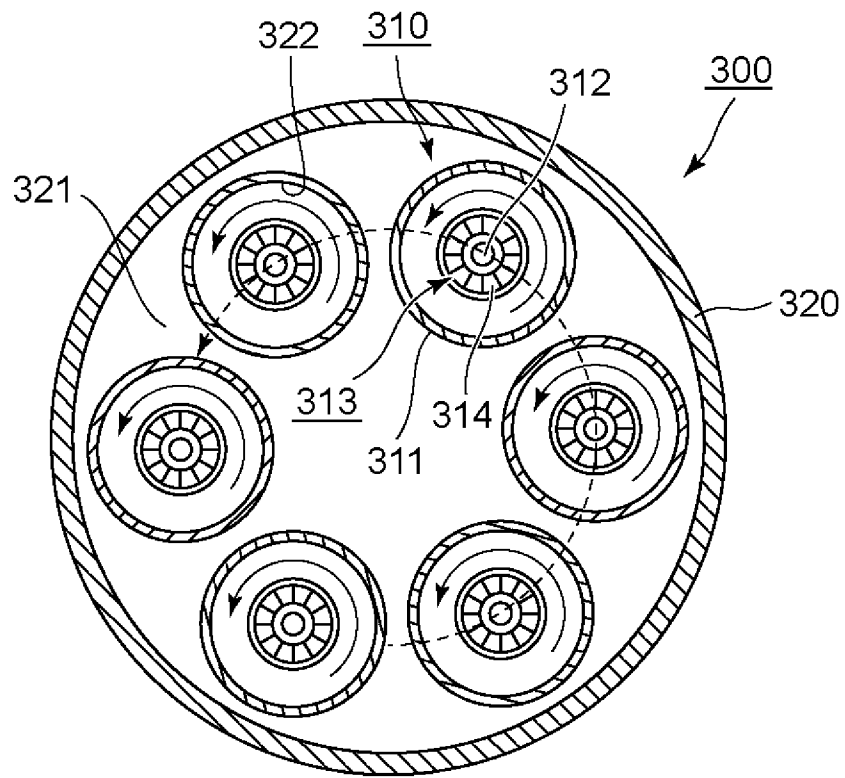
[図11]



[図12]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/017993

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>F23R 3/12</i> (2006.01)i; <i>F02C 3/20</i> (2006.01)i; <i>F02C 3/30</i> (2006.01)i; <i>F23R 3/00</i> (2006.01)i; <i>F23R 3/28</i> (2006.01)i; <i>F23R 3/44</i> (2006.01)i FI: F23R3/12; F23R3/28 C; F02C3/20; F23R3/44; F02C3/30 D; F23R3/00 B		
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) F23R3/12; F02C3/20; F02C3/30; F23R3/00; F23R3/28; F23R3/44		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
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	JP 2014-37825 A (TOSHIBA CORP.) 27 February 2014 (2014-02-27) paragraphs [0001]-[0003], [0013]-[0065], fig. 1, 2	1-2
A		3-8
Y	JP 2014-215036 A (ALSTOM TECHNOLOGY LTD.) 17 November 2014 (2014-11-17) paragraphs [0001]-[0003], [0029]-[0040], fig. 1, 5(b)	1-2
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 08 June 2022		Date of mailing of the international search report 21 June 2022
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/017993

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2014-37825	A	27 February 2014	US 2015/0121898 A1 paragraphs [0002]-[0004], [0017]-[0079], fig. 1, 2	
				WO 2014/013741 A1	
				EP 2896795 A1	
				CN 104487660 A	
				KR 10-2015-0032301 A	
<hr/>					
JP	2014-215036	A	17 November 2014	US 2014/0318135 A1 paragraphs [0002]-[0004], [0036]-[0047], fig. 1, 5(b)	
				EP 2796789 A1	
				CN 104121601 A	
				CA 2848898 A1	
				KR 10-2014-0128260 A	
<hr/>					

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F23R 3/12(2006.01)i; F02C 3/20(2006.01)i; F02C 3/30(2006.01)i; F23R 3/00(2006.01)i; F23R 3/28(2006.01)i; F23R 3/44(2006.01)i FI: F23R3/12; F23R3/28 C; F02C3/20; F23R3/44; F02C3/30 D; F23R3/00 B		
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）） F23R3/12; F02C3/20; F02C3/30; F23R3/00; F23R3/28; F23R3/44 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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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 2014-37825 A (株式会社東芝) 27.02.2014 (2014-02-27) 段落0001-0003, 0013-0065, 図1-2	1-2 3-8
Y	JP 2014-215036 A (アルストム テクノロジー リミテッド) 17.11.2014 (2014-11-17) 段落0001-0003, 0029-0040, 図1, 5 (b)	1-2
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 08.06.2022	国際調査報告の発送日 21.06.2022	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 北村 一 30 3734 電話番号 03-3581-1101 内線 3358	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
 PCT/JP2022/017993

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2014-37825	A	27.02.2014	US	2015/0121898	A1	
					段落0002-0004, 0017-0079, 図1 -2		
				WO	2014/013741	A1	
				EP	2896795	A1	
				CN	104487660	A	
				KR	10-2015-0032301	A	

JP	2014-215036	A	17.11.2014	US	2014/0318135	A1	
					段落0002-0004, 0036-0047, 図 1, 5 (b)		
				EP	2796789	A1	
				CN	104121601	A	
				CA	2848898	A1	
				KR	10-2014-0128260	A	
