

WO 2021/186796 A1

(74) 代理人: 松沼 泰史, 外(MATSUNUMA Yasushi 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, IT, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 静翼は、燃焼ガスが流れる燃焼ガス流路中に配置される翼体と、燃焼ガス流路の一部を画定するシュラウドと、シュラウドに取り付けられたインピンジメント板と、を少なくとも備える。仕切り肋は、翼体端部から周壁の内壁面に至り、棚は、周壁の内壁面のうち、少なくとも仕切り肋が周壁の内壁面に至っている部分を除く肋無し部分に設けられている。

明 細 書

発明の名称： 静翼及びガスタービン

技術分野

[0001] 本開示は、静翼及びガスタービンに関する。

本願は、2020年3月19日に、日本に出願された特願2020-050065号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] ガスタービンの静翼としては、例えば、特許文献1に開示されている静翼が有る。この特許文献1に記載の静翼は、高温の燃焼ガスに晒される。そのため、特許文献1では、内側シュラウドや外側シュラウドにインピンジメント板を設けるなどして冷却している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2008-286157号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に記載されているような静翼では、内側シュラウドや外側シュラウドが熱変形などにより歪まないように、剛性を上げて設計する場合がある。しかしながら、静翼の剛性を上げると、部分的に熱応力が高まる可能性が有る。

本開示は、上記課題を解決するためになされたものであって、熱応力の発生を抑制することができる静翼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

[0005] 上記課題を解決するために、本開示に係る静翼は、燃焼ガスが流れる燃焼ガス流路中に配置される翼体と、前記燃焼ガス流路の一部を画定するシュラウドと、を少なくとも備え、前記シュラウドは、前記燃焼ガス流路に面する

ガスパス面と、前記ガスパス面とは反対の反流路側を向く内面とを有した底板を少なくとも備えるシュラウド本体と、前記シュラウド本体に取り付けられ、複数の貫通孔を有するインピンジメント板と、を備え、前記シュラウド本体は、前記底板と、前記シュラウド本体の前記内面の周縁から前記反流路側に向かって突出する周壁と、前記周壁の内壁面に沿って形成され、前記底板の前記内面から前記反流路側に突出して、前記インピンジメント板を支持する棚と、前記底板から前記反流路側に突出し、前記翼体と、前記棚が形成されていない前記周壁とを接合する、少なくとも一つ以上の仕切り肋と、を含んで形成され、前記インピンジメント板は、前記底板の前記内面と前記周壁の内壁面との間で空間であるキャビティを形成する。

発明の効果

[0006] 本開示の静翼によれば、熱応力の発生を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本開示に係る一実施形態におけるガスタービンの模式的断面図である。

[図2]本開示に係る一実施形態におけるガスタービンの要部断面図である。

[図3]本開示に係る一実施形態における静翼を径方向外側から見た静翼の斜視図である。

[図4]図3の内側シュラウドを径方向内側から見た図である。

[図5]図4のA－A線に沿う断面図である。

[図6]図4のB－B断面を示す断面図である。

[図7]図4のC－C断面を示す断面図である。

[図8]図4のD－D断面を示す断面図である。

[図9]図4のE－E断面を示す断面図である。

[図10]図3の外側シュラウドを径方向外側から見た図である。

[図11]図10のF－F線に沿う断面図である。

[図12]内側シュラウドのシール溝及びシール部材の組合せを示した平面断面図である。

[図13]背側周壁と隣接翼の間のシール溝とシール部材の組合せを示した斜視

図である。

[図14]外側シュラウドのシール溝の変形例である。

発明を実施するための形態

[0008] 〈実施形態〉

以下、本開示の実施形態を図面に基づき説明する。

[0009] 《ガスタービンの構成》

図1に示すように、この実施形態のガスタービン10は、空気Aを圧縮する圧縮機20と、圧縮機20で圧縮された空気A中で燃料Fを燃焼させて燃焼ガスを生成する燃焼器30と、燃焼ガスにより駆動するタービン40と、を備えている。

[0010] 圧縮機20は、軸線Arを中心として回転する圧縮機ロータ21と、圧縮機ロータ21を覆う圧縮機車室25と、複数の静翼列26と、を有する。タービン40は、軸線Arを中心として回転するタービンロータ41と、タービンロータ41を覆うタービン車室45と、複数の静翼列46と、を有する。

[0011] 圧縮機ロータ21とタービンロータ41とは、同一軸線Ar上に位置し、互いに接続されてガスタービンロータ11を成す。このガスタービンロータ11には、例えば、発電機GENのロータが接続されている。ガスタービン10は、さらに、圧縮機車室25とタービン車室45との間に配置されている中間車室14を備えている。圧縮機車室25と中間車室14とタービン車室45とは、互いに接続されてガスタービン車室15を成す。なお、以下では、軸線Arが延びる方向を軸方向Da、この軸線Arを中心とした周方向を単に周方向Dcとし、軸線Arに対して垂直な方向を径方向Drとする。また、軸方向Daでタービン40を基準にして圧縮機20側を上流側Da_u、その反対側を下流側Da_dとする。また、径方向Drで軸線Arに近づく側を径方向内側Dr_i、その反対側を径方向外側Dr_oとする。

[0012] 圧縮機ロータ21は、軸線Arを中心として軸方向Daに延びるロータ軸22と、このロータ軸22に取り付けられている複数の動翼列23と、を有

する。複数の動翼列 2 3 は、軸方向 D a に並んでいる。各動翼列 2 3 は、いずれも、周方向 D c に並んでいる複数の動翼 2 3 a で構成される。複数の動翼列 2 3 の各上流側 D a u には、静翼列 2 6 が配置されている。各静翼列 2 6 は、圧縮機車室 2 5 の内側に設けられている。各静翼列 2 6 は、いずれも、周方向 D c に並んでいる複数の静翼 2 6 a で構成される。

[0013] タービンロータ 4 1 は、軸線 A r を中心として軸方向 D a に延びるロータ軸 4 2 と、このロータ軸 4 2 に取り付けられている複数の動翼列 4 3 と、を有する。複数の動翼列 4 3 は、軸方向 D a に並んでいる。各動翼列 4 3 は、いずれも、周方向 D c に並んでいる複数の動翼 4 3 a で構成される。複数の動翼列 4 3 の各上流側 D a u には、静翼列 4 6 が配置されている。各静翼列 4 6 は、タービン車室 4 5 の内側に設けられている。各静翼列 4 6 は、いずれも、周方向 D c に並んでいる複数の静翼 5 0 で構成される。

[0014] 図 2 に示すように、タービン車室 4 5 は、その外殻を構成する筒状の外側車室 4 5 a と、外側車室 4 5 a の内側に固定されている内側車室 4 5 b と、内側車室 4 5 b の内側に固定されている複数の分割環 9 0 と、静翼 5 0 及び分割環 9 0 を内側車室 4 5 b に接続する遮熱環 4 5 c とを有する。複数の分割環 9 0 は、いずれも、複数の静翼列 4 6 の相互の間の位置に設けられている。従って、各分割環 9 0 の径方向内側 D r i には、動翼列 4 3 が配置されている。

[0015] 径方向 D r におけるロータ軸 4 2 とタービン車室 4 5 との間であって、軸方向 D a で静翼 5 0 及び動翼 4 3 a が配置されている環状の空間は、燃焼器 3 0 からの燃焼ガス G が流れる燃焼ガス流路 4 9 を成す。この燃焼ガス流路 4 9 は、軸線 A r を中心として環状を成し、軸方向 D a に長い。タービン車室 4 5 の内側車室 4 5 b には、径方向外側 D r o から径方向内側 D r i に貫通する冷却空気通路 4 5 p が形成されている。この冷却空気通路 4 5 p を通った冷却空気は、静翼 5 0 内及び分割環 9 0 に導入されて、静翼 5 0 及び分割環 9 0 の冷却に利用される。

[0016] 《タービン静翼の構成》

図3に示すように、タービン40の静翼50は、径方向Drに延びる翼体51と、翼体51の径方向内側Driに形成されている内側シュラウド60iと、翼体51の径方向外側Droに形成されている外側シュラウド60oと、を有する。翼体51は、燃焼ガスGが通る燃焼ガス流路49内に配置されている。内側シュラウド60iは、環状の燃焼ガス流路49のうち径方向内側Driの位置を画定している。外側シュラウド60oは、環状の燃焼ガス流路49のうち径方向外側Droの位置を画定している。

[0017] 静翼50の外側シュラウド60oのうち、翼体51の後縁部53に近い側には、静翼50をガスタービン車室15（外側車室45a、内側車室45b）に支持するためのフック69が設けられている。この静翼50のフック69は、外側シュラウド60oの後周壁62bに設けられている。静翼50のフック69は、内側車室45bに支持された遮熱環45cと嵌め合わされている。このようにして、静翼50は、遮熱環45cを介してガスタービン車室15に支持されている。

[0018] 図3～図5に示すように、翼体51は、翼形を成している。翼体51は、径方向Drに延在して、径方向内側Driで内側シュラウド60iに接続され、径方向外側Droで外側シュラウド60oに接続されている。翼体51は、内側シュラウド60i及び外側シュラウド60oと一体となって静翼50を形成している。翼体51の径方向内側Dri及び径方向外側Droのそれぞれの翼体端部51rは、内側シュラウド60i及び外側シュラウド60oの底板64の内面64iから、それぞれ径方向内側Dri及び径方向外側Droにわずかに突出している。なお、図4において、インピンジメント板81の図示を省略している。

[0019] 翼体51は、上流側Da uに前縁部52を有し、下流側Da dに後縁部53を有している。この翼体51は、更に、その表面の周方向Dcを向く面のうち、凸状の面を成す背側面54（＝負圧面）と、凹状の面を成す腹側面55（＝正圧面）とを有している。なお、以下の説明の都合上、周方向Dcで翼体51の腹側（＝正圧面側）を周方向腹側Dcp、翼体51の背側（＝負

圧面側)を周方向背側 D_{cn} とする。また、軸方向 D_a の上流側 D_{au} を前側、軸方向 D_a の下流側 D_{ad} を後側ということもある。

[0020] 図3及び図5に示すように、翼体51は、径方向 D_r に延びる翼空気通路75を備えている。翼空気通路75は、外側シュラウド60oから、内側シュラウド60iに至る範囲で連なって形成されている。この実施形態では、翼体51の前縁部52と後縁部53とを結ぶ前縁－後縁方向に三つの翼空気通路75が並んでいる場合を例示している。隣接する翼空気通路75同士は、径方向外側 D_{ro} の部分、又は径方向内側 D_{ri} の部分で互いに連通されていてもよい。また、複数の翼空気通路75のうち、いずれかは、径方向外側 D_{ro} で開口していてもよい。この実施形態では、最も前縁部52に近い翼空気通路75が、外側シュラウド60o側で開口している場合を例示している(図3参照)。

[0021] 図3及び図5に示すように、翼体端部51rは、翼体51を径方向内側 D_{ri} 及び径方向外側 D_{ro} の両側の端部に形成されている。具体的には、翼体51のうち、径方向内側 D_{ri} に形成された翼体端部51rは、内側シュラウド本体61iの内面64i(図4、図5参照)から反流路側である径方向内側 D_{ri} に突出している。径方向外側 D_{ro} の翼体端部51r(図3参照)は、外側シュラウド本体61oの内面64iから反流路側である径方向外側 D_{ro} に突出している。径方向内側 D_{ri} に形成された翼体端部51rを径方向内側 D_{ri} から見た外形断面と、径方向外側 D_{ro} に形成された翼体端部51rを径方向外側 D_{ro} から見た外形断面とは、それぞれ翼形を成している。翼体端部51rは、翼体51と一体となって形成される。

[0022] 《内側シュラウドの構成》

図3～図5に示すように、内側シュラウド60iは、内側シュラウド本体(シュラウド本体)61iと、内側シュラウド本体61i内に収容され、複数の貫通孔を有するインピンジメント板81(後述)と、で構成されている。

内側シュラウド本体61iは、上述した内側シュラウド本体61iの内面

64 i を形成する底板64と、底板64の周囲に配置された周壁65 i と、内側シュラウド本体61 i 内の空間（キャビティ67）を仕切る仕切りブ60 r（後述）と、インピンジメント板81を支持する棚71 i と、から構成される。周壁65 i は、軸方向Daで互いに対向する前周壁62 f 及び後周壁62 b と、周方向Dcで互いに対向する腹側周壁63 p 及び背側周壁63 n と、からなり、底板64の周囲に周壁65 i を配置することにより、内側シュラウド本体61 i が形成される。内側シュラウド本体61 i の内部には、反流路側から径方向外側Dr o に凹む凹部66が形成される。なお、前周壁62 f の上流側Da u の端面は、前端面62 f a を構成し、下流側Da d の端面は、後端面62 b a を構成する。周方向Dcで互いに相反する側を向く一对の端面のうち、周方向腹側Dc p に位置する腹側周壁63 p の端面は、腹側端面63 p a を成し、周方向背側Dc n に位置する背側周壁63 n の端面は、背側端面63 n a を成す。また、内側シュラウド本体61 i の底板64は、径方向外側Dr o を向くガスパス面64 p と、ガスパス面64 p とは反対の反流路側である径方向内側Dr i を向く内面（反流路面）64 i と、を備えている。

[0023] この実施形態で例示する内側シュラウド60 i では、前周壁62 f と後周壁62 b とが、ほぼ平行であり、腹側周壁63 p と背側周壁63 n とが、ほぼ平行である。よって、径方向Dr から見て、内側シュラウド本体61 i は平行四辺形状を成している。

[0024] 周方向Dcで隣り合う二つの静翼50（図示せず）のうち一方の静翼50の内側シュラウド60 i の腹側周壁63 p は、他方の静翼50の内側シュラウド60 i の背側周壁63 n に周方向Dcで隙間をあけて対向して配置されている。

[0025] 上述のように、周壁65 i は、軸方向Daで互いに対向する前周壁62 f 及び後周壁62 b と、周方向Dcで互いに対向する腹側周壁63 p 及び背側周壁63 n と、を有している。

腹側周壁63 p は、周壁65 i のうち周方向腹側Dc p に位置する部分を

成し、背側周壁 6 3 n は、周壁 6 5 i のうち周方向背側 D c n に位置する部分を成す。

前周壁 6 2 f 及び後周壁 6 2 b は、いずれも、内側シュラウド本体 6 1 i に対して、腹側周壁 6 3 p 及び背側周壁 6 3 n よりも径方向内側 D r i に突出している。

[0026] 《内側シュラウドの仕切り肋の構成》

内側シュラウド 6 0 i には、複数の仕切り肋 6 0 r が形成されている。仕切り肋 6 0 r は、内側シュラウド本体の内面 6 4 i から径方向内側 D r i に突出している。

仕切り肋 6 0 r は、翼体 5 1 の翼体端部 5 1 r と内側シュラウド 6 0 i の周壁 6 5 i の内壁面 6 5 a と、を接合している。この実施形態の内側シュラウド 6 0 i には、五つの仕切り肋 6 0 r が形成されている。翼体 5 1、内側シュラウド本体 6 1 i、外側シュラウド本体 6 1 o 並びに仕切り肋 6 0 r は、鋳造により一体に形成される。その結果、内側シュラウド 6 0 i の凹部 6 6 である空間（キャビティ 6 7）は、複数の仕切り肋 6 0 r を翼体端部 5 1 r と周壁 6 5 i の間に配置することにより、凹部 6 6 を複数の仕切って、複数の空間に仕切られたキャビティ 6 7 を形成している。また、翼体 5 1 の径方向 D r の外側及び内側の端部である翼体端部 5 1 r の内側シュラウド 6 0 i の内面 6 4 i からの高さは、仕切り肋 6 0 r と同じ高さで形成されている。但し、シュラウド形状によっては、高さを変えてもよい。

[0027] この実施形態では、翼体端部 5 1 r の最も上流側 D a u の前縁部 5 2 と周壁 6 5 i の前周壁 6 2 f の内壁面 6 5 a との間、翼体端部 5 1 r の最も下流側 D a d の後縁部 5 3 と周壁 6 5 i の後周壁 6 2 b の内壁面 6 5 a との間、背側面 5 4 側の翼体端部 5 1 r と周壁 6 5 i の背側周壁 6 3 n の内壁面 6 5 a との間に、それぞれ一つの仕切り肋 6 0 r が設けられている。更に、腹側面 5 5 の翼体端部 5 1 r と周壁 6 5 i の腹側周壁 6 3 p の内壁面 6 5 a との間に、軸方向 D a に間隔をあけて二つの仕切り肋 6 0 r が設けられている。なお、内側シュラウド 6 0 i に形成されている仕切り肋 6 0 r の数や配置は

一例であって、上記構成に限られない。内側シュラウド60 i 内の凹部66 には、翼体端部51 r と周壁65 i を接合する複数の仕切りブ60 r を配置することにより、凹部66 を複数の空間に仕切って、複数のキャビティ67 を形成している。キャビティ67 を複数の空間に区切ることで、それぞれのキャビティ67 について、互いに独立して、異なる条件の冷却空気を保持できる。

[0028] 図4 に示すように、仕切りブ60 r の一端は、翼体51 の翼体端部51 r に接続され、仕切りブ60 r の他端は、周壁65 i の内壁面65 a に接続されている。つまり、翼体51 の前縁部52 及び後縁部53 及び背側面54 並びに腹側面55 のそれぞれの翼体端部51 r から仕切りブ60 r の先端が周壁65 i の内壁面65 a まで延びている。

[0029] 《シュラウドに発生する熱応力の考え方》

本発明に係る実施形態の一つとして、シュラウド60 (60 i, 60 o) の周壁65 (65 i, 65 o) の内壁面65 a に沿って、周壁65 の全周ではなく、部分的に棚71 (71 i, 71 o) を形成する構造を適用する場合がある。シュラウド60 全体の熱歪又は熱変形を抑制しつつ、シュラウド60 の局所的な熱応力を低減することを可能とするシュラウド構造の意義について、以下に説明する。

[0030] 一般には、シュラウド60 を冷却する手段として、シュラウド60 内にインピンジメント板81 を配置して、外部からシュラウド60 に冷却空気を供給し、シュラウド60 の内面をインピンジメント冷却（衝突冷却）することが行われる。一方、シュラウド60 のインピンジメント冷却を強化する手段として、複数の仕切りブ60 r をシュラウド60 内に形成し、シュラウド60 内のキャビティ67 を複数の空間に分割して、各キャビティ67 に供給される冷却空気の条件を変え、シュラウド60 の最適なインピンジメント冷却を行う場合がある。その場合、複数の空間に分割されたキャビティ67 のそれぞれに、インピンジメント板81 を個別に溶接等で固定する構造が採用され、インピンジメント板81 を溶接固定する際の溶接熱による入熱により、シュラウド60

0が熱歪又は熱変形を発生する場合がある。このシュラウド60の熱歪又は熱変形の発生を抑制するため、周壁65の内壁面65aに沿って棚71を形成し、シュラウド60の剛性を上げることで、シュラウド60の熱歪又は熱変形を抑制することが可能である。

[0031] 一方、棚71を周壁65の内壁面65aに沿って配置することによりシュラウド60の剛性は上がるが、シュラウド60の構造によっては、局所的に熱応力が大きくなる場合がある。例えば、図2及び図3に示すように、外側シュラウド60oを例に挙げて説明すれば、静翼50は、外側シュラウド60oに形成されたフック69及び遮熱環45cを介してガスタービン車室15に支持されている。ガスタービン10が通常運転に入った場合、静翼50と静翼50を支持するガスタービン車室15との間には、温度差が発生し、フック69と遮熱環45cの間の嵌合部69aに周方向Dcの熱伸び差が発生する。つまり、外側シュラウド60oは、燃焼ガス側からの入熱により、前縁－後縁方向の中心線（図10で、外側シュラウド60oの周方向Dcの中心線で、前端面62faの周方向Dcの中間位置と後端面62baの周方向Dcの中間位置を結ぶ線であり、背側端面63na又は腹側端面63paに平行な線）を中心に、背側端面63na側及び腹側端面63pa側が径方向外側Dr方向に反りかえる変形が生ずる。しかし、フック69に嵌合する遮熱環45c側は、相対的に低温に維持され、熱変形が小さいため、フック69と遮熱環45cとの間の嵌合部69aで、フック69側の変形が拘束される。嵌合部69aの拘束により、外側シュラウド60oの後周壁62bの周方向の背側端面63naから腹側端面63paの間に熱応力が発生する。

[0032] 一方、翼体51と、仕切りブ60r（第1仕切りブ60rf、第2仕切りブ60rb）を介して接続する後周壁62b及び前周壁62fとの間の熱伸び差により、後周壁62b及び前周壁62fに高い熱応力が発生する場合がある。すなわち、翼体51は、翼空気通路75に供給された冷却空気により、翼体51の熱伸びは比較的小さく抑えられる。一方、後周壁62b及び前

周壁 6 2 f は、燃焼ガスからの入熱により周方向 D c に熱伸びしようとする。そのため、後周壁 6 2 b 及び前周壁 6 2 f は、翼体 5 1 の前縁部 5 2 側及び後縁部 5 3 側と周壁 6 5 とを接合する仕切りブ 6 0 r (第 1 仕切りブ 6 0 r f、第 2 仕切りブ 6 0 r b) から拘束を受けることで、後周壁 6 2 b 及び前周壁 6 2 f のうち、仕切りブ 6 0 r (第 1 仕切りブ 6 0 r f、第 2 仕切りブ 6 0 r b) との接合部を中心とする周壁 6 5 i、6 5 o の所定の領域に高い熱応力が発生する場合がある。従って、熱応力の低減のため、内側シュラウド 6 0 i 及び外側シュラウド 6 0 o には、後述する後縁端部通路 8 0 及び後縁パージ冷却孔 9 1 が配置されている。

[0033] 上記の熱応力の考え方は、主に外側シュラウド 6 0 o に適用する考え方であり、内側シュラウド 6 0 i の場合は、上述のように、外側シュラウド 6 0 o のフック 6 9 と遮熱環 4 5 c との間の嵌合部 6 9 a の拘束による内側シュラウド 6 0 i への熱応力の影響は小さい。

[0034] 内側シュラウド 6 0 i の場合、外側シュラウド 6 0 o と比較して、熱伸び差による外部からの拘束を受ける構造ではなく、上述のように、翼体 5 1 と、仕切りブ 6 0 r (第 1 仕切りブ 6 0 r f、第 2 仕切りブ 6 0 r b) を介して接続する後周壁 6 2 b 及び前周壁 6 2 f との熱伸び差により、後周壁 6 2 b 及び前周壁 6 2 f に高い熱応力が発生する場合に限られる。但し、内側シュラウド 6 0 i は、外側シュラウド 6 0 o と比較して熱応力の影響が小さいため、後縁パージ冷却孔 9 1 を配置する範囲は限定的である。

[0035] 《内側シュラウドの棚を配置する範囲》

図 4 に示すように、内側シュラウド 6 0 i の周壁 6 5 i は、その内壁面 6 5 a に、四隅である第一の隅 C 1、第二の隅 C 2、第三の隅 C 3、及び第四の隅 C 4 を有している。第一の隅 C 1 は、背側周壁 6 3 n の内壁面 6 5 a と、前周壁 6 2 f の内壁面 6 5 a とによって形成されている。第二の隅 C 2 は、腹側周壁 6 3 p の内壁面 6 5 a と、前周壁 6 2 f の内壁面 6 5 a とによって形成されている。第三の隅 C 3 は、背側周壁 6 3 n の内壁面 6 5 a と、前周壁 6 2 f の内壁面 6 5 a とによって形成されている。第四の隅 C 4 は、腹

側周壁 63p の内壁面 65a と、後周壁 62b の内壁面 65a とによって形成されている。この実施形態における内側シュラウド 60i では、第一の隅 C1 と、第二の隅 C2 と、第三の隅 C3 と、第四の隅 C4 と、に柵 71i が形成されている。

[0036] 図 4 に示すように、内側シュラウド 60i の場合、内側シュラウド 60i の後縁部 53 側に配置された後周壁 62b には、後述する複数の後縁端部通路 80 が、背側端面 63na から腹側端面 63pa までの間の全幅に渡って配列されている。更に、後周壁 62b の後縁周方向通路 79 が配列された後周壁 62b のガスパス面側の部分的な冷却強化のため、翼体 51 の後縁部 53 と後周壁 62b とを接合する仕切りブ 60r (第 2 仕切りブ 60rb) を挟んで周方向 Dc の所定の範囲に、複数の配列された後縁パージ冷却孔 91 (第 1 パージ冷却孔 91i) が配置されている。

[0037] 一方、上述のように、後周壁 62b 及び前周壁 62f は、燃焼ガスからの入熱により周方向 Dc に伸びようとするが、翼体 51 の翼体端部 51r と、後周壁 62b 及び前周壁 62f の内壁面 65a と、を接合する仕切りブ 60r (第 1 仕切りブ 60rf、第 2 仕切りブ 60rb) により熱伸びが拘束され、後周壁 62b 及び前周壁 62f には、仕切りブ 60r (第 1 仕切りブ 60rf、第 2 仕切りブ 60rb) との接合部を中心にして、周方向 Dc で部分的に高い熱応力が働くことになる。

[0038] 従って、図 4 に示すように、後周壁 62b の場合、後周壁 62b の内壁面 65a のうち、第三の隅 C3 を含む周方向腹側 Dcp に延びる柵 71ic と、第四の隅 C4 を含む周方向背側 Dcn に延びる柵 71id とが配置され、柵 71ic 及び柵 71id の間には、仕切りブ 60r (第 2 仕切りブ 60rb) 及び中間柵 71im (71i) 並びに中間柵 71im (71i) を間に挟んで、周方向 Dc の両側に柵を形成しない領域 73 が配置されている。仕切りブ 60r (第 2 仕切りブ 60rb) が周壁 65i に接続する位置は、後周壁 62b に形成された後述する後縁パージ冷却孔 91 (第 1 パージ冷却孔 91i) が形成された周方向 Dc の範囲内に配置されている。後周壁 62b

の場合、仕切りブ60r（第2仕切りブ60rb）が周壁65iに接合する位置Pcの近傍で最も熱応力が高くなる。位置Pcから周方向背側Dcn及び周方向腹側Dcpに向って徐々に熱応力が小さくなる。位置Pcから周方向背側Dcnに向って熱応力が許容値以下になった位置から第三の隅C3までの範囲及び周方向腹側Dcpに向って第四の隅C4までの範囲には、棚71ic（71i）及び71id（71i）が形成される。

[0039] なお、第2仕切りブ60rbの位置Pcと棚71ic（71i）の間に配置された中間棚71imは、棚71ic（71i）と同じ幅と同じ高さを有し、周方向Dcの長さは棚幅と略同じで、略矩形状の断面を有する。中間棚71im（71i）は、小さい断面形状を有し、インピンジメント板81を受ける棚の役割を果たす。すなわち、第2仕切りブ60rbの位置Pcと第三の隅C3側の棚71ic（71i）との間の棚が形成されていない領域73において、インピンジメント板81を後周壁62bの内壁面65aに固定する際の径方向Drの位置決めに設けるものであり、中間棚71im（71i）の有無は、後周壁62bに発生する熱応力にはほとんど影響しない。なお、中間棚71im（71i）は、棚71ic（71i）及び棚71id（71i）等と共に、翼体51の鋳造時に一体として形成される。なお、別途、治具等を用いて径方向Drの位置決めが可能であれば、中間棚71im（71i）を設けなくてもよい。

[0040] 図4に示すように、第2仕切りブ60rbの周方向Dcの位置Pcは、内側シュラウド本体61iの背側端面63naから腹側端面63paまでの幅の周方向Dcの中間位置より、腹側端面63pa側に接近している。第2仕切りブ60rbの位置Pcから棚71ic（71i）の周方向腹側Dcpの端部までの棚71が形成されていない領域73の長さは、位置Pcから棚71id（71i）の周方向背側Dcnの端部までの棚71が形成されていない領域73の長さより大きい。これは第2仕切りブ60rbを中心にして、周方向Dcにおける、背側端面63na側の方が腹側端面63pa側よりも熱応力の影響が大きいからである。なお、中間棚71im（71i）の周方

向D cの位置は、第1パージ冷却孔9 1 iのうち背側端面6 3 n aに最も近い第1パージ冷却孔9 1 iの位置より周方向背側D c nに寄った位置に配置されている。

[0041] 第2仕切りブ6 0 r bを挟んで周方向D cの両側に配置された棚7 1 i c (7 1 i) 及び棚7 1 i d (7 1 i) までの間に、棚7 1 が形成されていない領域を配置することにより、後周壁6 2 bに発生する熱応力が低減される。

[0042] 前周壁6 2 fの場合、前周壁6 2 fに働く熱応力の考え方は、後周壁6 2 bと同様であるが、燃焼ガスからの入熱が小さいため、前周壁6 2 fの方が、熱応力の発生は小さくなる。前周壁6 2 fの場合、後縁端部通路8 0及び後縁パージ冷却孔9 1のような冷却構造を備えていない。後周壁6 2 bと同様に、前周壁6 2 fの内壁面6 5 aには、第一の隅C 1を含み周方向腹側D c pに延びる棚7 1 i aと、第二の隅C 2を含み周方向背側D c nに延びる棚7 1 i bとが配置され、棚7 1 i a及び棚7 1 i bの間には、棚7 1を形成しない領域7 3が設けられ、この領域に周方向D cの両側から挟まれた第1仕切りブ6 0 r fが配置されている。

第1仕切りブ6 0 r fを挟んで周方向D cの両側に棚7 1が形成されていない領域を配置することにより、前周壁6 2 fに発生する熱応力が低減される。

[0043] なお、背側周壁6 3 n及び腹側周壁6 3 pには、後周壁6 2 bに配置された棚7 1 i c、棚7 1 i d、及び前周壁6 2 fに配置された棚7 1 i a、棚7 1 i bの端部である第一の隅C 1、第二の隅C 2、第三の隅C 3及び第四の隅C 4から軸方向D a（前縁—後縁方向）に延びる一部の棚を除き、棚7 1が形成されていない領域（棚無し部分）7 3が延在する。また、背側周壁6 3 n及び腹側周壁6 3 pの内壁面6 5 aに沿って棚7 1が配置されていないのは、前周壁6 2 f及び後周壁6 2 bと比較して、相対的にインピンジメント板8 1の溶接熱による熱歪又は熱変形が小さいからである。

[0044] 《内側シュラウドの棚廻りの構成》

図4、図5に示すように、内側シュラウド60iには、インピンジメント板を支持する棚71が設けられている。棚71は、周壁65iの内壁面65aに沿って内側シュラウド本体61iの底板64の内面64iから径方向内側Dr iに突出している。すなわち、棚71は、内側シュラウド本体61iの底板64の内面64iを基準にして、ガスパス面64p（燃焼ガス流路側）とは径方向Drの反対側の反流路側に突出している。棚71は、流路側であるガスパス面64pに対して反流路側である径方向内側Dr i側を向く支持面72を有し、インピンジメント板81を支持している。

[0045] 図5に示すように、支持面72は、径方向Drにおける周壁65iの端部65tよりも内側シュラウド本体61iの底板64の内面64iに近い側に位置している。また、棚71の支持面72は、径方向Drで、上述した仕切り60rの端部よりも径方向内側Dr iに位置している。言い換えれば、径方向Drにおける内側シュラウド本体61iの内面64iを基準とした棚71の高さは、同じく内面64iを基準とした周壁65iの高さよりも低く形成されている。また、この実施形態では、周壁65iの内壁面65aから内側に突出する方向における棚71iの厚さが、棚71の厚さと同方向における周壁65iの厚さよりも薄く形成されている。

[0046] 図5に示すように、背側周壁63n及び腹側周壁63pの径方向内側Dr iを向く面65fa（図9）は、前周壁62f及び後周壁62bの端部65tの径方向内側Dr iを向く面65taの位置より、底板64の内面64iに近く、棚71の支持面72の位置と、略同じ高さに形成されている。

[0047] 《内側シュラウドのインピンジメント板の構成》

図5に示すインピンジメント板81は、内側シュラウド60iに取り付けられている。インピンジメント板81は、内側シュラウド60iの凹部66内の空間（キャビティ67）を径方向内側Dr iの領域の外側キャビティ67bと径方向外側Dr oの領域である内側キャビティ67aとに仕切る。このインピンジメント板81には、径方向Drに貫通する複数の貫通孔82aが形成されている。静翼50の径方向内側Dr iに存在する冷却空気Acの

一部は、インピンジメント板 8 1 の貫通孔 8 2 a を経て、内側キャビティ 6 7 a 内に流入し、内側シュラウド 6 0 i の底板 6 4 をインピンジメント冷却（衝突冷却）する。

[0048] 図 6 から図 9 に示すように、インピンジメント板 8 1 は、複数の貫通孔 8 2 a を備えた本体部 8 2 と、本体部 8 2 の熱歪を吸収する歪み吸収部 8 3 と、本体部 8 2 をシュラウド 6 0 に固定する固定部 8 4 と、を有している。

本体部 8 2 は、上述のように、複数の貫通孔 8 2 a を備え、内側シュラウド本体 6 1 i の底板 6 4 の内面 6 4 i に平行に、周壁 6 5 i の内壁面 6 5 a まで延在する部材である。

[0049] 図 6 は、図 4 の B-B 断面を示す断面図である。図 6 に示す実施形態は、本体部 8 2 が、底板 6 4 の内面 6 4 i に平行に同じ高さを維持しながら、軸方向 D a（前縁—後縁方向）に延在する構造である。周壁 6 5 i の内壁面 6 5 a のうち、棚 7 1 が設けられていない領域 7 3 の内壁面 6 5 a に対して、本体部 8 2 の端面である第一縁 8 1 a が、突合せで固定された態様である。周壁 6 5 i の内壁面 6 5 a に対する突き合せ端面である第一縁 8 1 a は、隅肉溶接で形成された溶接部 8 1 W を介して、周壁 6 5 i の内壁面 6 5 a に接合されている。

[0050] 図 7 は、図 4 における C-C 断面を示す断面図である。図 7 に示す実施形態は、周壁 6 5 i の内壁面 6 5 a に棚 7 1 が形成されている領域におけるインピンジメント板 8 1 の取付け構造を示している。

本実施形態では、本体部 8 2 と周壁 6 5 i の内壁面 6 5 a の間に、棚 7 1（7 1 i）が配置された構造であり、インピンジメント板 8 1 は、径方向 D r に延在する歪み吸収部 8 3 及び固定部 8 4 を配置した態様である。歪み吸収部 8 3 は、本体部 8 2 が延在する軸方向 D a に対し所定の傾きを有して曲げられ、径方向 D r に延在する部材である。歪み吸収部 8 3 は、径方向内側 D r i で第一曲がり部 8 3 a を介して本体部 8 2 に接続し、径方向外側 D r o で第二曲がり部 8 3 b を介して後述の固定部 8 4 に接続している。

[0051] 固定部 8 4 は、歪み吸収部 8 3 の第二曲がり部 8 3 b に接続され、軸方向

D a（前縁—後縁方向）に延びている。つまり、この実施形態における歪み吸収部 8 3 は、本体部 8 2 と固定部 8 4 との両方に対し交差する垂直方向に延びている。歪み吸収部 8 3 は、インピンジメント板 8 1 の固定部 8 4 が固定される棚 7 1 及び周壁 6 5 i の内壁面 6 5 a から所定以上離れて配置される。これにより、インピンジメント板 8 1 の本体部 8 2 が、軸方向 D a 及び周方向 D c に熱伸びした場合であっても、歪み吸収部 8 3 の変形により、本体部 8 2 の熱伸びが吸収されるため、インピンジメント板 8 1 の端面である第一縁 8 1 a の溶接部 8 1 W に作用する熱応力が低減される。

[0052] 図 8 は、図 4 における D—D 断面を示す断面図である。図 8 に示す実施形態は、第 1 仕切りブ 6 0 r f と棚 7 1 i a との間の棚が形成されていない範囲が周方向 D c で狭く、インピンジメント板 8 1 の歪み吸収部 8 3 の加工が困難又は取付けが困難な場合の態様を示す。図 8 に示すように、棚 7 1 が形成されていない狭小な空間の領域において、インピンジメント板 8 1 を周壁 6 5 i に取り付ける場合、歪み吸収部 8 3 と周壁 6 5 i の内壁面 6 5 a との間の隙間が、図 7 に示す棚 7 1 が形成されている態様における歪み吸収部 8 3 と棚 7 1 の内壁面との間の隙間と比較して大きくせざるを得ない。棚 7 1 が形成されていない領域 7 3 が長く、かつ、隙間が大きすぎると、周壁 6 5 i と底板 6 4 が接続する角部の冷却不足となる場合がある。そのような場合、図 8 に示すように、歪み吸収部 8 3 の第一曲がり部 8 3 a 近傍には、径方向内側 D r i に向く傾斜通路である貫通孔 8 2 b を設けてもよい。

[0053] 歪み吸収部 8 3 を備えたインピンジメント板 8 1 の構造であって、固定部 8 4 の周壁 6 5 i への取り付け構造は、周壁 6 5 i における径方向内側 D r i を向く面 6 5 f a（図 9 参照）に固定する方法と、棚 7 1 における径方向内側 D r i を向く面である支持面 7 2（図 7 参照）に固定する方法と、周壁 6 5 i の内壁面 6 5 a のうち棚 7 1 が形成されていない領域 7 3 に固定する方法（図 8 参照）と、のうちのいずれか一つが適用される。

[0054] 図 9 は、図 4 における E—E 断面を示す断面図である。図 9 に示す実施形態は、背側周壁 6 3 n 及び腹側周壁 6 3 p にインピンジメント板 8 1 を取り

付ける場合の態様である。背側周壁 63n 及び腹側周壁 63p の内壁面 65a に柵 71 は設けず、歪み吸収部 83 を有するインピンジメント板 81 の固定部 84 を周壁 65i における径方向内側 Dr i を向く面 65fa 上に載せて、固定部 84 を周壁 65i に直接固定する構造である。

なお、背側周壁 63n 及び腹側周壁 63p の場合は、インピンジメント板 81 を周壁 65i に溶接する際の溶接歪の影響は小さい。

[0055] 図 5 に示すように、インピンジメント板 81 は、上述のように、内側シュラウド 60i の外周側で周壁 65i に固定され、内側シュラウド 60i の内周側で、翼体 51 の翼体端部 51r 上に固定される。インピンジメント板 81 の翼体 51 側に固定される本体部 82 は、周壁 65i 近傍の本体部 82 と同じ高さを維持して、翼体端部 51r の径方向外側 Dr o を向く端面に載置され、第三縁 81c で翼体端部 51r に溶接固定される。

[0056] 図 4 に示すように、内側シュラウド 60i の後周壁 62b には、複数の後縁パージ冷却孔 91（第 1 パージ冷却孔 91i）が形成されている。これら複数の第 1 パージ冷却孔 91i の一端は、翼体 51 より下流側 Da d の後縁部 53 側であって、翼体 51 よりも下流側 Da d の後周壁 62b に近い側の内側シュラウド本体 61i の内面 64i に開口している。複数の第 1 パージ冷却孔 91i の他端は、ガスパス面 64p に形成された排出開口 91ia に開口している。複数の第 1 パージ冷却孔 91i は、後周壁 62b の延在する方向（周方向 Dc）に並んで形成されている。これら複数の第 1 パージ冷却孔 91i は、第 2 仕切りブ 60rb を挟んで柵 71id と中間柵 71im の間の柵 71 が形成されていない領域 73 であって、後周壁 62b の延在する方向にのみ形成されている。複数の第 1 パージ冷却孔 91i を設けることにより、後周壁 62b の上流側 Da u の領域であって、第 2 仕切りブ 60rb を中心とした柵 71id と中間柵 71im との間の柵 71 を形成していない領域 73 について、後述する冷却通路系統による対流冷却の効果を補強する冷却効果が発生させて、後周壁 62b における熱応力の低減効果を補強している。

[0057] 上述のように、後周壁 6 2 b の熱応力の低減等の観点から、後周壁 6 2 b には冷却通路系統が設けられている。本冷却通路系統は、図 4 に示すように、背側通路 7 8 n と、腹側通路 7 8 p と、後縁周方向通路 7 9 と、後縁端部通路 8 0 と、から形成されている。背側通路 7 8 n は、上流側で内側キャビティ 6 7 a に開口し、背側周壁 6 3 n 内を下流側 D a d に延在する。腹側通路 7 8 p は、上流側で内側キャビティ 6 7 a に開口し、腹側周壁 6 3 p 内を下流側 D a d に延在する。後縁周方向通路 7 9 は、後周壁 6 2 b 内で周方向 D c に延在し、周方向背側 D c n の末端で背側通路 7 8 n に接続し、周方向腹側 D c p の末端で腹側通路 7 8 p に接続する。後縁端部通路 8 0 は、周方向 D c に複数配列され、上流側 D a u で後縁周方向通路 7 9 に接続し、下流側 D a d は後端面 6 2 b a に開口している。外部から内側シュラウド 6 0 i の外側キャビティ 6 7 b に供給された冷却空気は、インピンジメント板 8 1 に形成された貫通孔 8 2 a を介して内側キャビティ 6 7 a に排出され、内側シュラウド本体 6 1 i の底板 6 4 をインピンジメント冷却（衝突冷却）する。インピンジメント冷却後の冷却空気は、背側通路 7 8 n 及び腹側通路 7 8 p に供給され、背側周壁 6 3 n 及び腹側周壁 6 3 p を対流冷却した後、後縁周方向通路 7 9 に供給される。冷却空気は、更に後縁周方向通路 7 9 から後縁端部通路 8 0 に供給され、後周壁 6 2 b を対流冷却した後、後端面 6 2 b a の開口から燃焼ガス中に排出される。本冷却通路系統を配置することにより、後周壁 6 2 b が冷却され、後周壁 6 2 b の熱応力が低減される。

[0058] 《外側シュラウドの構成》

図 3、図 1 0、図 1 1 に示すように、内側シュラウド 6 0 i と同様に、外側シュラウド 6 0 o は、外側シュラウド本体（シュラウド本体）6 1 o と、外側シュラウド本体 6 1 o 内に收容され、複数の貫通孔 8 2 a を有するインピンジメント板 8 1 と、で構成されている。

外側シュラウド本体 6 1 o は、上述した外側シュラウド本体 6 1 o の内面 6 4 i を形成する底板 6 4 と、底板 6 4 の周囲に配置された周壁 6 5 o と、外側シュラウド本体 6 1 o 内の空間（キャビティ 6 7）を仕切る仕切りブ 6

Orと、インピンジメント板81を支持する棚71（71o）と、から構成される。周壁65oは、軸方向Daで互いに対向する前周壁62f及び後周壁62bと、周方向Dcで互いに対向する腹側周壁63p及び背側周壁63nと、からなる。底板64の周囲に周壁65oを配置することにより、外側シュラウド本体61oが形成される。外側シュラウド本体61oの内部には、反流路側から径方向内側Driに凹む凹部66が形成される。なお、前周壁62fの上流側Daの端面は、前端面62faを構成する。また、後周壁62bの下流側Dadの端面は、後端面62baを構成する。また、外側シュラウド本体61oの底板64は、径方向内側Driを向くガスパス面64pと、ガスパス面64pとは反対の反流路側である径方向外側Droを向く内面（反流路面）64iと、を備えている。

[0059] 一对の周方向端部63のうち周方向腹側Dcpに位置する腹側周壁63pは、腹側端面63paを成す。一对の周方向端部63のうち周方向背側Dcnに位置する背側周壁63nは、背側端面63naを成す。この実施形態で例示する外側シュラウド60oでは、内側シュラウド60iと同様に、前周壁62fと後周壁62bとが、ほぼ平行であり、腹側周壁63pと背側周壁63nとが、ほぼ平行である。よって、径方向Drから見て、外側シュラウド本体61oは平行四辺形状を成している。

[0060] 周方向Dcで隣り合う二つの静翼50のうち一方の静翼50の外側シュラウド60oの腹側周壁63pは、他方の静翼50の外側シュラウド60oの背側周壁63nに周方向Dcで隙間をあけて対向して配置されている。

[0061] 上述のように、周壁65oは、軸方向Daで互いに対向する前周壁62f及び後周壁62bと、周方向Dcで互いに対向する腹側周壁63p及び背側周壁63nと、を有している。

腹側周壁63pは、周壁65oのうち周方向腹側Dcpに位置する部分を成し、背側周壁63nは、周壁65oのうち周方向背側Dcnに位置する部分を成す。

前周壁62f及び後周壁62bは、いずれも、外側シュラウド本体61o

に対して、腹側周壁 63 p 及び背側周壁 63 n よりも径方向外側 D r o に突出している。

[0062] ここで、外側シュラウド 60 o に作用する熱応力の考え方について、以下に記載する。上述のように、外側シュラウド 60 o のフック 69 と遮熱環 45 c との間の嵌合部 69 a での熱伸び差の影響で、フック 69 側の変形が拘束され、外側シュラウド 60 o の後周壁 62 b の周方向の背側端面 63 n a から腹側端面 63 p a の間に熱応力が発生する。更に、外側シュラウド 60 o の後周壁 62 b は、燃焼ガスからの入熱により周方向 D c に伸びようとするが、翼体 51 の翼体端部 51 r と後周壁 62 b の内壁面 65 a とを接合する仕切りブ 60 r により熱伸びが拘束され、後周壁 62 b の周方向 D c には、重畳的に熱応力が働くことになる。

[0063] 外側シュラウド 60 o に作用する熱応力を低減させるため、外側シュラウド 60 o は、後縁端部通路 80 及び後縁パージ冷却孔 91（第 2 パージ冷却孔 91 o）を後周壁 62 b に配置している。更に、外側シュラウド 60 o は、周壁 65 o に沿って部分的に棚 71 を配置し、熱応力の高い領域には、棚 71 を形成していない領域（棚無し部分）73 を配置して、外側シュラウド 60 o の熱歪を抑制すると共に、熱応力の低減を図っている。

[0064] 図 10 に示すように、外側シュラウド 60 o の場合、上述のように、外側シュラウド 60 o の後縁部 53 側に配置された後周壁 62 b に、複数の後縁端部通路 80 が形成されている。これら複数の後縁端部通路 80 は、背側端面 63 n a から腹側端面 63 p a までの間の全幅に渡って配列されている。更に、後周壁 62 b には、後縁周方向通路 79 が配列されたガスパス面 64 p 側の冷却強化のため、後周壁 62 b の背側端面 63 n a から腹側端面 63 p a までの間の全幅に渡り、径方向 D r で重畳的に上述の複数の後縁パージ冷却孔 91（第 2 パージ冷却孔 91 o）が配列されている。

[0065] 従って、図 10 に示すように、後周壁 62 b の内壁面 65 a のうち、熱応力が高い領域であって、仕切りブ 60 r（第 2 仕切りブ 60 r b）を挟んで、第三の隅 C3 を含んで形成された棚 71 o c と第四の隅 C4 との間は、棚

7 1 が形成されていない領域 7 3 を有する周壁 6 5 o が配置され、後周壁 6 2 b の熱応力が低減されている。

[0066] 一方、図 1 0 に示すように、外側シュラウド 6 0 o の前縁部 5 2 側の前周壁 6 2 f は、外側シュラウド 6 0 o の後周壁 6 2 b と比較して、ガスタービン車室 1 5 側からの拘束はほとんどない。また、上述のように、翼体 5 1 の前縁部 5 2 の翼体端部 5 1 r と前周壁 6 2 f の内壁面 6 5 a とを接合する仕切り肋 6 0 r (第 1 仕切り肋 6 0 r f) の拘束により、前周壁 6 2 f には熱応力が発生するものの、後周壁 6 2 b と比較して相対的に高い熱応力が発生する範囲は小さい。

[0067] 《外側シュラウドの仕切り肋の構成》

外側シュラウド 6 0 o には、複数の仕切り肋 6 0 r が形成されている。外側シュラウド 6 0 o に形成された仕切り肋 6 0 r は、内側シュラウド 6 0 i に形成された仕切り肋 6 0 r と同様の構成を有しており、外側シュラウド本体 6 1 o の内面 6 4 i から径方向外側 D r o に突出している。この実施形態の外側シュラウド 6 0 o には、内側シュラウド 6 0 i と同様に、五つの仕切り肋 6 0 r が形成されている。外側シュラウド 6 0 o の凹部 6 6 である空間 (キャビティ 6 7) は、複数の仕切り肋 6 0 r を翼体端部 5 1 r と周壁 6 5 o の間に配置することにより、凹部 6 6 を複数の仕切って、複数の空間に仕切られたキャビティ 6 7 が形成されている。また、翼体 5 1 の径方向外側 D r o 及び径方向内側 D r i の端部である翼体端部 5 1 r の外側シュラウド 6 0 o の内面 6 4 i からの高さは、仕切り肋 6 0 r と同じ高さで形成されている。但し、シュラウド形状によっては、高さを変えてもよい。

[0068] 具体的には、外側シュラウド 6 0 o の仕切り肋 6 0 r は、翼体 5 1 の最も上流側 D a u の前縁部 5 2 の翼体端部 5 1 r と前周壁 6 2 f の内壁面 6 5 a との間、翼体 5 1 の最も下流側 D a d の後縁部 5 3 と後周壁 6 2 b の内壁面 6 5 a との間、翼体 5 1 の背側面 5 4 と背側周壁 6 3 n の内壁面 6 5 a との間に、それぞれ一つずつ設けられている。更に、外側シュラウド 6 0 o の仕切り肋 6 0 r は、翼体 5 1 の腹側面 5 5 の翼体端部 5 1 r と周壁 6 5 o の腹

側周壁 63 p の内壁面 65 a との間に、軸方向 D a に間隔をあけて二つ設けられている。なお、外側シュラウド 60 o に形成されている仕切りブ 60 r の数や配置は一例であって、上記構成に限られない。なお、仕切りブ 60 r の配置等は、内側シュラウド 60 i と異なる点もあるが、形状、構造等は、ほぼ同じ考え方で形成されている。

[0069] 《外側シュラウドの棚を配置する範囲》

図 10 に示すように、上述した内側シュラウド 60 i の周壁 65 i と同様に、外側シュラウド 60 o の周壁 65 o は、その内壁面 65 a の四隅である第一の隅 C 1、第二の隅 C 2、第三の隅 C 3、及び第四の隅 C 4 を有している。第一の隅 C 1 は、背側周壁 63 n の内壁面 65 a と、前周壁 62 f の内壁面 65 a とによって形成されている。第二の隅 C 2 は、腹側周壁 63 p の内壁面 65 a と、前周壁 62 f の内壁面 65 a とによって形成されている。第三の隅 C 3 は、背側周壁 63 n の内壁面 65 a と、後周壁 62 b の内壁面 65 a とによって形成されている。第四の隅 C 4 は、腹側周壁 63 p の内壁面 65 a と、後周壁 62 b の内壁面 65 a とによって形成されている。この実施形態における外側シュラウド 60 o では、第一の隅 C 1 と、第二の隅 C 2 と、第三の隅 C 3 と、に棚 71 が形成され、第四の隅 C 4 には、棚 71 が配置されていない。

[0070] 一方、上述のように、後周壁 62 b 及び前周壁 62 f は、燃焼ガスからの入熱により周方向 D c に伸びようとするが、翼体 51 の翼体端部 51 r と、後周壁 62 b の内壁面 65 a 及び前周壁 62 f の内壁面 65 a と、をそれぞれ接合する仕切りブ 60 r（第 1 仕切りブ 60 r f、第 2 仕切りブ 60 r b）により熱伸びが拘束される。そのため、後周壁 62 b 及び前周壁 62 f には、仕切りブ 60 r（第 1 仕切りブ 60 r f、第 2 仕切りブ 60 r b）との接合部の位置 P c を中心にして、周方向 D c で部分的に高い熱応力が働くことになる。

[0071] 図 10 に示すように、外側シュラウド 60 o の後周壁 62 b の場合、後周壁 62 b の内壁面 65 a には、第三の隅 C 3 を含み周方向腹側 D c p に延び

る棚 7 1 o c のみが配置されている。すなわち、棚 7 1 o c の周方向腹側 D c p の端部と第四の隅 C 4 の間は、仕切りブ 6 0 r (第 2 仕切りブ 6 0 r b) のみが配置され、棚 7 1 が形成されていない領域 7 3 が配置されている。一方、第 2 仕切りブ 6 0 r b の周方向 D c の位置 P c は、外側シュラウド本体 6 1 o の背側端面 6 3 n a から腹側端面 6 3 p a までの幅の周方向 D c の中心位置より、腹側端面 6 3 p a 側に接近している。後周壁 6 2 b に作用する熱応力は、第 2 仕切りブ 6 0 r b の位置 P c の近傍で最も高くなり、周方向背側 D c n 方向及び周方向腹側 D c p 方向に向かうと共に、徐々に熱応力が小さくなる。外側シュラウド 6 0 o の後周壁 6 2 b の場合は、第 2 仕切りブ 6 0 r b の位置 P c と棚 7 1 o c の周方向腹側 D c p の端部との間の棚 7 1 が形成されていない領域 7 3 の長さの方が、第 2 仕切りブ 6 0 r b の位置 P c と第四の隅 C 4 との間の棚 7 1 が形成されていない領域 7 3 の長さより大きい。

[0072] 前周壁 6 2 f の場合、前周壁 6 2 f に働く熱応力の考え方は、内側シュラウド 6 0 i と同様である。前周壁 6 2 f の場合、燃焼ガスからの入熱が小さいため、前周壁 6 2 f の方が、熱応力の働き方は小さくなる。前周壁 6 2 f の場合、後縁端部通路 8 0 及び後縁パージ冷却孔 9 1 のような冷却構造を備えていない。後周壁 6 2 b と同様に、前周壁 6 2 f の内壁面 6 5 a には、第一の隅 C 1 を含み周方向腹側 D c p に延びる棚 7 1 o a と、第二の隅 C 2 を含み周方向背側 D c n に延びる棚 7 1 o b とが配置され、棚 7 1 o a 及び棚 7 1 o b の間には、棚 7 1 を形成しない領域 7 3 により周方向 D c の両側から挟まれた第 1 仕切りブ 6 0 r f が配置されている。

第 1 仕切りブ 6 0 r f を挟んで周方向 D c の両側に棚 7 1 が形成されていない領域 7 3 を配置することにより、前周壁 6 2 f に発生する熱応力が低減される。

[0073] なお、背側周壁 6 3 n 及び腹側周壁 6 3 p における棚 7 1 を配置する考え方は、内側シュラウド 6 0 i と同様である。

[0074] 《外側シュラウドの棚廻りの構成》

図10、図11に示すように、外側シュラウド60oには、内側シュラウド60iと同様に、インピンジメント板81を支持する棚71oが設けられている。棚71oは、周壁65oの内壁面65aに沿って外側シュラウド本体61oの底板64の内面64iから径方向外側Dr oに突出している。すなわち、棚71oは、外側シュラウド本体61oの底板64の内面64iを基準にして、ガスパス面64pとは径方向Drの反対側の反流路側（径方向外側Dr o）に突出している。棚71oは、流路側であるガスパス面64pに対して径方向外側Dr o側である反流路側を向く支持面72を有し、インピンジメント板81を支持している。

[0075] 図11に示すように、外側シュラウド60oに設けられた棚71oの支持面72は、径方向Drにおける周壁65oの端部65tよりも外側シュラウド本体61oの底板64の内面64iに近い側に位置している。また、外側シュラウド60oの棚71oの支持面72は、径方向Drで、上述した仕切り60rの径方向外側Dr oを向く面よりも径方向外側Dr oに位置している。言い換えれば、径方向Drにおける外側シュラウド本体61oの内面64iを基準とした棚71oの高さは、同じく内面64iを基準とした周壁65oの高さよりも低く形成されている。また、この実施形態では、周壁65oの内壁面65aから翼体端部51r側に突出する方向における外側シュラウド60oの棚71oの厚さは、棚71oの厚さと同方向における周壁65oの厚さよりも薄く形成されている。

[0076] 図11に示すように、背側周壁63n及び腹側周壁63pの径方向外側Dr oを向く面65faは、前周壁62f及び後周壁62bの端部65tの径方向外側Dr oを向く面65taの位置より底板64の内面64iに近く、棚71oの支持面72の位置と、略同じ高さに形成されている。

[0077] 《外側シュラウドのインピンジメント板の構成》

図11に示すようにインピンジメント板81は、内側シュラウド60iと同様に、外側シュラウド60oにも取り付けられている。インピンジメント板81は、外側シュラウド60oの凹部66内の空間を径方向外側Dr oの

領域と径方向内側D r i の領域であるキャビティ6 7 とに仕切る。このインピンジメント板8 1 には、径方向D r に貫通する複数の貫通孔8 2 a が形成されている。静翼5 0 の凹部6 6 に供給された冷却空気A c の一部は、インピンジメント板8 1 の本体部8 2 に形成された貫通孔8 2 a を経て、キャビティ6 7 内に流入する。なお、外側シュラウド6 0 o のインピンジメント板8 1 の構造詳細は、内側シュラウド6 0 i のインピンジメント板8 1 と同様の構造である。

[0078] 図6 から図9 に示すように、外側シュラウド6 0 o に取り付けられているインピンジメント板8 1 は、複数の貫通孔8 2 a を備えた本体部8 2 と、本体部8 2 の熱歪を吸収する歪み吸収部8 3 と、本体部8 2 をシュラウド6 0 に固定する固定部8 4 と、を有している。本体部8 2 は、複数の貫通孔8 2 a を備え、外側シュラウド本体6 1 o の底板6 4 の内面6 4 i に平行に、周壁6 5 o の内壁面6 5 a まで延在する部材である。歪み吸収部8 3 及び固定部8 4 の構造は、内側シュラウド6 0 i の場合と同様である。また、インピンジメント板8 1 を翼体5 1 に固定する構造も、内側シュラウド6 0 i の場合と同様である。

[0079] 外側シュラウド6 0 o の外側シュラウド本体6 1 o には、内側シュラウド本体6 1 i と同様に、複数の後縁パージ冷却孔9 1 (第2パージ冷却孔9 1 o) が形成されている。これら複数の第2パージ冷却孔9 1 o の一端は、翼体5 1 より下流側D a d の後縁部5 3 側であって、翼体5 1 よりも下流側D a d の後周壁6 2 b に近い側の外側シュラウド本体6 1 o の内面6 4 i に開口している。また、複数の第2パージ冷却孔9 1 o の他端は、ガスパス面6 4 p に形成された排出開口9 1 o a にて開口している。複数の第2パージ冷却孔9 1 o は、内側シュラウド6 0 i に設けられた第1パージ冷却孔9 1 i とは異なり、背側端面6 3 n a から腹側端面6 3 p a にまでのほぼ全幅に渡って設定されている。これは、外側シュラウド6 0 o の場合、内側シュラウド6 0 i と比較して後周壁6 2 b における熱応力が高いからである。そして、外側シュラウド6 0 o の場合、後周壁6 2 b の周方向D c の全面の上流側

D a uを、後周壁6 2 bの後縁周方向通路7 9から上流側D a uの領域を補強的に冷却している。すなわち、上述のように複数の第2 パージ冷却孔9 1 oを設けることにより、後縁端部通路8 0の冷却能力を補強している。

[0080] 外側シュラウド6 0 oの後周壁6 2 bの冷却を目的に、後縁端部通路8 0、後縁周方向通路7 9、背側通路7 8 n、及び腹側通路7 8 p等から形成する冷却構造を適用するのは、内側シュラウド6 0 iの場合と同様である。

[0081] 《実施形態の作用効果》

上記実施形態の静翼5 0では、燃焼ガスが流れる燃焼ガス流路4 9中に配置される翼体5 1と、燃焼ガス流路4 9の一部を画定する底板6 4を備えた内側シュラウド6 0 i及び外側シュラウド6 0 oと、を少なくとも備えている。内側シュラウド6 0 i及び外側シュラウド6 0 oは、底板6 4の燃焼ガス流路4 9に面するガスパス面6 4 pと、ガスパス面6 4 pとは反対の反流路側を向く内面6 4 iとを有した内側シュラウド本体6 1 i及び外側シュラウド本体6 1 oと、内側シュラウド本体6 1 i及び外側シュラウド本体6 1 oの内面6 4 iの周縁から反流路側に向かって突出する周壁6 5 i, 6 5 oと、内側シュラウド本体6 1 i及び外側シュラウド本体6 1 oに取り付けられ、複数の貫通孔8 2 aを有し、底板6 4の内面6 4 iと周壁6 5 i, 6 5 oの内壁面6 5 aとの間で空間であるキャビティ6 7を形成するインピンジメント板8 1と、周壁6 5 i, 6 5 oの内壁面6 5 aに沿って形成され、底板6 4の内面6 4 iから反流路側に突出して、インピンジメント板8 1を支持する棚7 1 i, 7 1 oと、底板6 4から反流路側に突出し、翼体5 1と棚7 1が形成されていない領域7 3を有する周壁6 5 i, 6 5 oとを接合する、少なくとも一つ以上の仕切りブ6 0 rと、を含んで形成されている。インピンジメント板8 1は、底板6 4の内面6 4 iと、周壁6 5 i, 6 5 oの内壁面6 5 aとの間で空間であるキャビティ6 7を形成する。

[0082] 上記実施形態の静翼5 0の構成によれば、ガスタービン1 0の通常運転時において、静翼を構成する翼体5 1と、仕切りブ6 0 r（第1仕切りブ6 0 r f、第2仕切りブ6 0 r b）を介して接続する後周壁6 2 b及び前周壁6

2 f との熱伸びの違いにより、後周壁 6 2 b 及び前周壁 6 2 f に局所的に高い熱応力が発生する場合がある。また、ガスタービン構成品のうちの熱伸びの違いによっても、特に後周壁 6 2 b において、熱応力が発生する場合がある。このような熱応力を低減する手段として、以下に記載のように、周壁 6 5 i, 6 5 o の内壁面 6 5 a に棚 7 1 を形成しない領域（棚無し部分）7 3 を配置し、シュラウドの熱歪又は熱変形の抑制と、前周壁 6 2 f 又は後周壁 6 2 b を中心に発生する熱応力の低減の両方の課題を解決している。

すなわち、内側シュラウド 6 0 i と外側シュラウド 6 0 o とにおいて、仕切りブ 6 0 r が周壁 6 5 i, 6 5 o に接合している部分に棚 7 1 i, 7 1 o を設けず、仕切りブ 6 0 r が周壁 6 5 i, 6 5 o の内壁面 6 5 a に直接接合しているので、シュラウド 6 0 の剛性を低下させることができる。

したがって、仕切りブ 6 0 r が翼体端部 5 1 r から延びて周壁 6 5 i, 6 5 o に至っている部分（位置 P c）における熱応力の発生を抑制できる。

[0083] 上記実施形態の静翼 5 0 では、翼体 5 1 は、燃焼ガス流路 4 9 における燃焼ガス流れの上流側 D a u に位置する前縁部 5 2 と、燃焼ガス流れの下流側 D a d に位置する後縁部 5 3 と、前縁部 5 2 と後縁部 5 3 とをつなぎ、周方向 D c で互に相反する側を向く腹側面 5 5 及び背側面 5 4 と、を有している。棚 7 1 i, 7 1 o は、周壁 6 5 i, 6 5 o の内壁面 6 5 a に沿って形成されている。周壁 6 5 i, 6 5 o は、上流側 D a u を向き且つ翼体 5 1 よりも上流側 D a u に位置する前周壁 6 2 f と、下流側 D a d を向き且つ翼体 5 1 よりも下流側 D a d に位置する後周壁 6 2 b と、前周壁 6 2 f と後周壁 6 2 b とをつなぎ、腹側面 5 5 に近い側に位置する腹側周壁 6 3 p と、前周壁 6 2 f と後周壁 6 2 b とをつなぎ、背側面 5 4 に近い側に位置する背側周壁 6 3 n と、から形成されている。棚 7 1 i, 7 1 o は、背側周壁 6 3 n の内壁面 6 5 a と後周壁 6 2 b の内壁面 6 5 a とによって形成される第三の隅 C 3 と、背側周壁 6 3 n の内壁面 6 5 a と前周壁 6 2 f の内壁面 6 5 a とによって形成される第一の隅 C 1 と、にそれぞれ形成されている。また、上記実施形態の静翼 5 0 では、棚 7 1 i, 7 1 o は、腹側周壁 6 3 p の内壁面 6 5 a

と、前周壁 6 2 f の内壁面 6 5 a とによって形成される第二の隅 C 2 と、を含んで形成されている。

[0084] 上記実施形態の静翼 5 0 では、内側シュラウド 6 0 i 及び外側シュラウド 6 0 o は、周壁 6 5 i, 6 5 o と、翼体 5 1 の前縁側の翼体端部 5 1 r と、を接合する仕切りブ 6 0 r である第 1 仕切りブ 6 0 r f と、周壁 6 5 i, 6 5 o と翼体 5 1 の後縁側の翼体端部 5 1 r とを接合する仕切りブ 6 0 r である第 2 仕切りブ 6 0 r b と、のうち少なくとも一方を含む。第 1 仕切りブ 6 0 r f には、一端が第 1 仕切りブ 6 0 r f の内壁面に開口し、他端が底板 6 4 のガスパス面 6 4 p に開口し、第 1 仕切りブ 6 0 r f を貫通する第 1 リブ冷却孔 9 2 f a が形成されている。第 2 仕切りブ 6 0 r b には、一端が第 2 仕切りブ 6 0 r b の内壁面に開口し、他端が底板 6 4 のガスパス面 6 4 p に開口し、第 2 仕切りブ 6 0 r b を貫通する第 2 リブ冷却孔 9 2 b a が形成されている。

[0085] 上記実施形態の静翼 5 0 では、インピンジメント板 8 1 は、内側シュラウド本体 6 1 i 及び外側シュラウド本体 6 1 o の内面 6 4 i に平行に延在する本体部 8 2 と、両端に第一曲がり部 8 3 a 及び第二曲がり部 8 3 b を備え、一端が本体部 8 2 に接続されて、本体部 8 2 に対して所定の傾きを有して径方向に延びる歪み吸収部 8 3 と、歪み吸収部 8 3 の他端に形成された第二曲がり部 8 3 b に接続される固定部 8 4 と、を含んでいる。固定部 8 4 は、周壁 6 5 i, 6 5 o における反流路側を向く面 6 5 f a と、棚 7 1 における反流路側を向く支持面 7 2 と、周壁 6 5 i, 6 5 o の内壁面 6 5 a のうち棚 7 1 が設けられていない領域 7 3 と、のうちのいずれか一つに固定されている。

[0086] 上記実施形態の静翼 5 0 の構成によれば、インピンジメント板 8 1 を内側シュラウド 6 0 i および外側シュラウド 6 0 o に溶接する際に、溶接による入熱でインピンジメント板 8 1 が熱伸びしたとしても、この熱伸びを歪み吸収部 8 3 の弾性変形により吸収できる。したがって、インピンジメント板 8 1 の本体部 8 2 に溶接による歪みが生じることを抑制できる。

[0087] 上記実施形態の静翼50では、内側シュラウド本体61i及び外側シュラウド本体61oは、翼体51よりも後周壁62bに近い側の反流路側の内面64iに開口して下流側Da dに向かって延びる複数の後縁パージ冷却孔91を含んでいる。複数の後縁パージ冷却孔91は、後周壁62bの周方向に並んで形成されるとともに、一端が、キャビティ67が形成された底板64の内面64iに開口し、他端がガスパス面64pに形成された排出開口91o aに開口している。後縁パージ冷却孔91が配置された後周壁62bには、棚71が形成されていない領域を含んでいる。

[0088] 上記実施形態の静翼50によれば、後縁パージ冷却孔91を通る冷却空気Acによって後縁パージ冷却孔91が配置されている範囲の後周壁62bの温度上昇が抑えられているため、当該範囲の後周壁62bに棚71が形成されていない領域73を含ませることで、この温度上昇が抑えられた領域の熱応力を低減できる。

[0089] 上記実施形態の静翼50では、後縁パージ冷却孔91が配置された後周壁62bの棚71が形成されていない領域73に、第2仕切りブ60rbが配置されている。

上記静翼50によれば、後縁パージ冷却孔91が配置されて棚71が形成されていない後周壁62bの領域73に、第2仕切りブ60rbを接続させて、熱応力を低減できる。

[0090] 上記実施形態の静翼50では、内側シュラウド本体61iの棚71iは、腹側周壁63pの内壁面65aと後周壁62bの内壁面65aとによって形成される第四の隅C4を更に含んで形成されている。

上記静翼50によれば、第四の隅C4における内側シュラウド本体61iの剛性を保持すると共に、インピンジメント板81の支持面の役割を果たしている。棚71iをインピンジメント板81の支持面72に利用することにより、内面64iからのインピンジメント板の高さが精度よく取り付けられ、底板64の適正なインピンジメント冷却（衝突冷却）が可能となる。

[0091] 上記実施形態の静翼50では、棚71iは、後周壁62bの内壁面65a

に沿って延びて第三の隅C 3を含んで形成された棚7 1 i cと、後周壁6 2 bの内壁面6 5 aに沿って延びて第四の隅C 4を含んで形成された棚7 1 i dと、の間に配置され、後周壁6 2 bの内壁面6 5 aに沿って形成され、底板6 4の内面6 4 iから反流路側に突出してインピンジメント板8 1を支持する中間棚7 1 i mを含んで形成されている。中間棚7 1 i mは、棚7 1が形成されていない領域7 3により周方向D cの両側から挟まれ、第四の隅C 4と中間棚7 1 i mの間に、第2仕切りブ6 0 r bが配置されている。

上記静翼5 0によれば、内側シュラウド本体6 1 iの第三の隅C 3と第四の隅C 4との間に、棚7 1が形成されていない領域7 3を設け、後周壁6 2 bの剛性を低下させて後周壁6 2 bに発生する熱応力を低減できる。また、中間棚7 1 i mによってインピンジメント板8 1を支持し、インピンジメント板8 1を適正な高さに配置することができる。

[0092] 上記実施形態の静翼5 0では、後縁パージ冷却孔9 1は、内側シュラウド本体6 1 iの中間棚7 1 i mと第四の隅C 4との間であって、第2仕切りブ6 0 r bを間に挟んで配置された複数の後縁パージ冷却孔9 1（第1パージ冷却孔9 1 i）を含む。

上記静翼5 0によれば、後周壁6 2 bの中間棚7 1 i mと第四の隅C 4との間の棚7 1が形成されていない領域7 3に、第2仕切りブ6 0 r bを接続して、後周壁6 2 bの熱応力を低減している。

[0093] 上記実施形態の静翼5 0では、シュラウド本体6 1は、翼体5 1の径方向外側D r oに配置された外側シュラウド本体6 1 oを含み、後縁パージ冷却孔9 1は、外側シュラウド本体6 1 oの第三の隅C 3と、腹側周壁6 3 pの内壁面6 5 aと後周壁6 2 bの内壁面6 5 aとによって形成される外側シュラウド6 0 oの第四の隅C 4と、の間に配置された複数の後縁パージ冷却孔9 1（第2パージ冷却孔9 1 o）を含む。

上記静翼5 0によれば、外側シュラウド6 0 oの第三の隅C 3と第四の隅C 4との間で第2パージ冷却孔9 1 oにより後周壁6 2 bの温度上昇を抑えることができる。そのため、後周壁6 2 bの温度上昇が抑えられた領域の熱

応力を抑制できる。

[0094] 上記実施形態の静翼50では、内側シュラウド本体61i及び外側シュラウド本体61oは、周壁65i、65oに囲まれ、径方向Drの反流路側からガスパス面64p側に向って凹む凹部66が形成されたキャビティ67を有する。また、内側シュラウド本体61i及び外側シュラウド本体61oは、後周壁62bに形成され、周方向Dcに延びる後縁周方向通路79と、背側周壁63nに形成され、一端がキャビティ67に開口し、他端が後縁周方向通路79の一方の端部に接続する背側通路78nと、腹側周壁63pに形成され、一端がキャビティ67に開口し、他端が後縁周方向通路79の他方の端部に接続する腹側通路78pと、後周壁62bの周方向Dcに形成され、一端が後縁周方向通路79に接続し、他端が後周壁62bの下流側Dadの後端面62baに開口する後縁端部通路80と、を含む冷却構造を有する。後縁パージ冷却孔91の排出開口91iaは、周方向Dcに延びる後縁周方向通路79の通路中心線より下流側Dadに形成されている。

[0095] 上述した冷却構造を備えることにより、熱応力が厳しい背側周壁63n及び腹側周壁63p並びに後周壁62bが対流冷却され、内側シュラウド本体61i及び外側シュラウド本体61oの後縁部53側の熱応力が低減される。また、冷却空気Acは、内側シュラウド本体61i及び外側シュラウド本体61oのガスパス面64pからの入熱で加熱された底板64をインピンジメント冷却（衝突冷却）した冷却空気Acを用いて、更に上述の冷却構造で、背側周壁63n及び腹側周壁63p並びに後周壁62bを対流冷却しているため、冷却空気の使い回しがされ、冷却空気量が低減される。

[0096] 上記実施形態のガスタービン10では、上記の静翼50と、燃焼ガスにより回転可能なガスタービンロータ11と、ガスタービンロータ11を覆うガスタービン車室（ケーシング）15と、を備えている。静翼50は、ガスタービン車室15の内側に配置され、ガスタービン車室15に固定されている。

上記実施形態のガスタービン10によれば、静翼50の熱変形及び熱応力

の発生を抑制して信頼性を向上できる。

[0097] 《シール溝構造》

シュラウド60（内側シュラウド60i、外側シュラウド60o）のシュラウド本体61i、61oの背側周壁63n及び腹側周壁63pの外壁面65bには、シール溝100（図3参照）が形成され、シール溝100を介して周方向Dcで隣り合う静翼50のシュラウド本体61i、61oとの間にシール部材110を配置している。シール部材110を配置することにより、背側周壁63n又は腹側周壁63pの外壁面65bと、隣接して配置された静翼50の腹側周壁63p又は背側周壁63nの外壁面65bとの間に形成された隙間からシュラウド本体61i、61oに供給される冷却空気Acが、燃焼ガス流路49に流出することを抑制している。

図12は、内側シュラウド60iのシール溝100及びシール部材110の組合せを示した平面断面図である。図13は、背側周壁と隣接翼の間のシール溝とシール部材の組合せを示した斜視図である。

[0098] 図12は、一例として内側シュラウド60iの実施例を示すものであり、内側シュラウド60iの内側シュラウド本体61iの背側周壁63n及び腹側周壁63pの外壁面65bには、背側周壁63n及び腹側周壁63pの上流側Daの端部70aから下流側Ddの端部70bまでの間に延在するシール溝100が形成されている。シール溝100（背側シール溝100a、腹側シール溝100b）は、背側周壁63n又は腹側周壁63pの外壁面65bから周方向Dcの翼体51側に凹み、軸方向Daの断面が矩形状に形成されている。シール溝100は、周方向Dcで隣り合う静翼50である隣接翼50aの腹側周壁63p又は背側周壁63nの外壁面65bに形成されたシール溝100に周方向Dcで対向する位置に形成されている。後述するシール部材110は、周方向Dcに対向して形成された両側のシール溝100（背側シール溝100a、腹側シール溝100b）にそれぞれ挿入される。

[0099] 図13は、シール部材110とシール溝100を組み合わせたシール構造を

示す斜視図である。図13に示すシール構造は、内側シュラウド60iのシュラウド本体61iの背側周壁63nに形成された背側シール溝100aと、背側周壁63nに隣接する隣接翼50aの腹側周壁63pに形成された腹側シール溝100bと、背側シール溝100aと腹側シール溝100bの両側に挿入されるシール部材110と、から構成されている。背側シール溝100aの上流側Daの端部70aは、壁部101により閉塞され、下流側Ddの端部70bも同様に、壁部101により閉塞されている。一方、周方向Dcでは、背側周壁63nの外壁面65bに形成され、腹側周壁63p側に解放された開口102bを有する。また、周方向Dcに対向して形成された隣接翼50aの腹側周壁63pに形成された腹側シール溝100bの上流側Daの端部70aには、上流側Daに解放された開口102aが形成され、壁部101により閉塞されていない。下流側Ddの端部70bは、背側シール溝100aと同様に、壁部101により閉塞されている（図12参照）。一方、周方向Dcでは、腹側周壁63pの外壁面65b（図12参照）に形成され、背側周壁63n側に解放された開口102bを有する。

[0100] シール部材110は、周方向Dcの幅より軸方向Daに長く延在した平坦状の薄板形状に形成されている。シール部材110の背側端部110aは背側シール溝100aに挿入され、シール部材110の腹側端部110bは、腹側シール溝100bに挿入される。なお、シール部材110がシール溝100に挿入され、隣接翼50aが組み付けられた状態において、シール部材110とシール溝100の内面100cとの間には、わずかな隙間が形成される。ここで、わずかな隙間のみを維持するのは、シール部材110とシール溝100の間に形成された隙間から、冷却空気が燃焼ガス流路49に流出するのを抑制し、冷却空気量の低減を図るためである。

[0101] また、上述の背側周壁63nとは周方向Dcの反対側に配置された内側シュラウド60iのシュラウド本体61iの腹側周壁63pには、腹側周壁63pの外壁面65bに形成された腹側シール溝100bと、腹側周壁63pに隣接する隣接翼50aの背側周壁63nに形成された背側シール溝100

aと、腹側シール溝100bと背側シール溝100aの両側に挿入されるシール部材110の組合せからなるシール構造が形成されている。腹側周壁63pのシール構造であっても、背側周壁63nのシール構造と同様な構造が適用できる。本シール構造の場合は、腹側シール溝100bの上流側Da uの端部70aにのみ開口102aが形成され、下流側Da dの端部70b及び隣接翼26bの背側シール溝100aの上流側Da uの端部70a及び下流側Da dの端部70bは、壁部101により閉塞されている。

[0102] 上述のシール構造は、背側周壁63nに隣接する隣接翼50aの腹側シール溝100bの上流側Da uの端部70aにのみ開口102aが形成され、隣接翼50aの腹側シール溝100bの下流側Da dの端部70b及び背側シール溝100aの上流側Da uの端部70a及び下流側Da dの端部70bは、壁部101により閉塞されている。但し、背側シール溝100a、腹側シール溝100b及びシール部材110から構成される一組のシール構造は、背側シール溝100aの上流側Da uの端部70a及び下流側Da dの端部70b並びに腹側シール溝100bの上流側Da uの端部70a及び下流側Da dの端部70bの4箇所の端部70a、70bの内の何れか1箇所のみが、軸方向に開口102を備え、他の3箇所は、壁部101により閉塞された構造であれば良く、上述のシール構造に限定されない。

[0103] なお、上述のように、シール溝100は、一組のシール構造を構成する背側シール溝100a及び腹側シール溝100bの軸方向Daの4箇所の端部70a、70bの内、少なくとも1箇所に開口102aを設ければよいが、2箇所に開口102aを設けてもよい。2箇所に開口102aを設ける場合、背側シール溝100a及び腹側シール溝100bの軸方向Daの端部70a、70bの内、軸方向Daにおいて同じ位置である背側シール溝100a及び腹側シール溝100bの双方の上流側Da uの両側の端部70aや、背側シール溝100a及び腹側シール溝100bの双方の下流側Da dの両側の端部70bに開口102aを設けるのは、望ましくない。上記のように開口102aを有する端部70a、70bが軸方向Daの同じ位置の場合、静

翼50と隣接翼50aとを組付け、背側シール溝100a及び腹側シール溝100bを、外壁面65bを介して接合すると、上流側Da又は下流側Dadの端部70a、70bには、背側シール溝100aに形成された開口102aと、腹側シール溝100bに形成された開口102aとが隣接して大きな開口を形成してしまう。そのため、ガスタービン10の振動によりシール部材110が、シール溝100内を軸方向Daに移動し、シール部材110がシール溝100の軸方向Daの上流端から脱落する可能性が有る。

従って、一組のシール構造に2箇所の開口102aを設ける場合は、背側シール溝100aと腹側シール溝100bとの何れか一方の軸方向Daの端部70aに開口102aを設け、他方の端部70bに残りの一箇所の開口102aを設ける構造とすればよい。

[0104] 上記に示すシール構造を適用すれば、シール部材110とシール溝100の内壁との間の隙間が小さい隙間であっても、シール部材110のシール溝100への組付けが容易になる。すなわち、静翼50は、周方向Dcに隣接翼50aを仮置きして、隣接翼50aとの間にシール部材110を配置して周方向Dcに組み付ける。但し、隣接翼50aとの周方向Dcの隙間が小さく、且つ、シール溝100の内面100cと挿入されるシール部材110との間の隙間も小さいため、静翼50と隣接翼50aを接続する過程で、シール部材110をシール溝100の形状に沿って挿入し、正確な位置に設定することは困難を伴う。

[0105] しかし、上述の一組のシール溝100を構成する背側シール溝100a及び腹側シール溝100bの上流側Da及び下流側Dadの4箇所の端部70a、70bの内、少なくとも1箇所の端部70a、70bに開口102aが形成されていれば、シール部材110を設定する際に、シール溝100内でのシール部材110移動幅及び位置合わせの調整幅に自由度が付加され、シール部材110のシール溝100への組付けが容易になる。

[0106] なお、上述のように、シュラウド60（内側シュラウド60i、外側シュラウド60o）は、シュラウド60の内壁面65aに柵71（71i、71

o) を配置し、インピンジメント板 8 1 を棚 7 1 に溶接等で固定した構造を備えている。このような構造を備えることにより、シュラウド 6 0 の底板 6 4 をインピンジメント冷却する冷却構造を備えると共に、シュラウド 6 0 の内壁面 6 5 a に棚 7 1 を一体に成形することで、シュラウド 6 0 の剛性を高め、シュラウド 6 0 の変形を抑制できる。但し、棚 7 1 をシュラウド 6 0 の内壁面 6 5 a の全周に形成すると、シュラウド 6 0 の周壁 6 5 の一部の熱応力が高くなるため、部分的に棚 7 1 を配置していない領域を設け、シュラウド 6 0 の変形防止と熱応力の低減を図ることが望ましい。このようなシュラウド 6 0 の構造を備えることにより、シュラウド本体 6 1 の背側周壁 6 3 n 及び腹側周壁 6 3 p の変形が抑制される。従って、背側周壁 6 3 n 及び腹側周壁 6 3 p に形成される背側シール溝 1 0 0 a 及び腹側シール溝 1 0 0 b の変形が抑えられ、シール部材 1 1 0 の組付けが容易になる。

[0107] 上述のシール溝 1 0 0 は、ガスタービン 1 0 のガスタービンロータ 1 1 に平行（言い換えれば、軸線 A r に平行）に形成されたシール溝 1 0 0 の場合であるが、図 1 4 に示すように、傾斜したシール溝 1 0 0（言い換えれば、軸線 A r に対して傾斜したシール溝 1 0 0）であっても、同様のシール構造を適用できる。静翼 5 0 の上流側 D a u 又は下流側 D a d の機器との接続構造により、背側周壁 6 3 n 又は腹側周壁 6 3 p が傾斜した形状を有する場合、シール溝 1 0 0 は軸線 A r に対して傾斜した形状になる。軸線 A r に対して傾斜する形状は、上流側 D a u に向かうと共に、翼高さ方向の外側又は内側に傾く形状（翼高さ方向のガスパス面 6 4 p から離間する方向に傾く形状）のいずれであってもよい。すなわち、図 1 4 は、外側シュラウド 6 0 o の周方向 D c の背側方向から見た構造を示しているが、背側シール溝 1 0 0 a は、上流側 D a u に向かうと共に、翼高さ方向の外側に傾く形状を有してもよい。また、図示されていない内側シュラウド 6 0 i の場合は、背側シール溝 1 0 0 a は、上流側 D a u に向かうと共に、翼高さ方向 D r の内側に傾く形状を有してもよい。なお、腹側シール溝 1 0 0 b の場合も、同様である。

[0108] （その他の実施形態）

以上、本開示の実施の形態について図面を参照して詳述したが、具体的な構成はこの実施の形態に限られるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

例えば、上記実施形態では、棚 7 1 を第三の隅 C 3 に設ける場合について説明したが、第三の隅 C 3 の棚 7 1 は省略してもよい。

上記実施形態では、径方向 D r から見て、棚 7 1 が第一の隅 C 1、第二の隅 C 2、第三の隅 C 3 において L 字状に形成されている場合を例示した。しかし、棚 7 1 は、L 字状に限られず、例えば、上記実施形態で例示した棚 7 1 の L 字状の途中に、部分的に切欠き部を設けるなどして、リブ無し部分 6 0 n において棚 7 1 を断続的に形成するようにしてもよい。

[0109] <付記>

上記実施形態に記載の静翼 5 0 及びガスタービン 1 0 は、例えば以下のよう

- [0110] (1) 第 1 の態様に係る静翼 5 0 は、燃焼ガスが流れる燃焼ガス流路 4 9 中に配置される翼体 5 1 と、燃焼ガス流路 4 9 の一部を画定するシュラウド 6 0 i, 6 0 o と、を少なくとも備えている。シュラウド 6 0 i, 6 0 o は、燃焼ガス流路 4 9 に面するガスパス面 6 4 p と、ガスパス面 6 4 p とは反対の反流路側を向く内面 6 4 i とを有した底板 6 4 を少なくとも備えるシュラウド本体 6 1 i, 6 1 o と、シュラウド本体 6 1 i, 6 1 o に取り付けられ、複数の貫通孔 8 2 a を有するインピンジメント板 8 1 と、を備える。シュラウド本体 6 1 i, 6 1 o は、底板 6 4 と、シュラウド本体 6 1 i, 6 1 o の内面 6 4 i の周縁から反流路側に向かって突出する周壁 6 5 i, 6 5 o と、周壁 6 5 i, 6 5 o の内壁面 6 5 a に沿って形成され、底板 6 4 の内面 6 4 i から反流路側に突出して、インピンジメント板 8 1 を支持する棚 7 1 と、底板 6 4 から反流路側に突出し、翼体 5 1 と、棚 7 1 が形成されていない周壁 6 5 i, 6 5 o とを接合する、少なくとも一つ以上の仕切りリブ 6 0 r と、を含んで形成されている。インピンジメント板 8 1 は、底板 6 4 の内面 6 4 i と周壁 6 5 i, 6 5 o の内壁面 6 5 a との間で空間であるキャビティ 6

7を形成する。

シュラウド60i, 60oの例としては、内側シュラウド60iおよび外側シュラウド60oを例示できる。シュラウド本体61i, 61oの例としては、内側シュラウド本体61i及び外側シュラウド本体61oを例示できる。反流路側の例としては、内側シュラウド60iの場合は径方向内側Dr i、外側シュラウド60oの場合は径方向外側Dr oを例示できる。

[0111] この静翼50では、シュラウド60i, 60oとにおいて、仕切りブ60rが周壁65i, 65oに接合している部分に棚71を設けず、仕切りブ60rが周壁65i, 65oの内壁面65aに直接接合しているので、シュラウド60i, 60oの剛性を、低下させることができる。

したがって、仕切りブ60rが周壁65i, 65oに至っている部分における熱応力の発生を抑制できる。

[0112] (2) 第2の態様に係る静翼50は、(1)の静翼50であって、翼体51は、燃焼ガス流路49における燃焼ガス流れの上流側Da uに位置する前縁部52と、燃焼ガス流れの下流側Da dに位置する後縁部53と、前縁部52と後縁部53とをつなぎ、互に相反する側を向く腹側面55及び背側面54と、を有している。棚71は、周壁65i, 65oの内壁面65aに沿って形成されている。周壁65i, 65oは、上流側Da uを向き且つ翼体51よりも上流側Da uに位置する前周壁62fと、下流側Da dを向き且つ翼体51よりも下流側Da dに位置する後周壁62bと、前周壁62fと後周壁62bとをつなぎ、腹側面55に近い側に位置する腹側周壁63pと、前周壁62fと後周壁62bとをつなぎ、背側面54に近い側に位置する背側周壁63nと、から形成され、棚71は、背側周壁63nの内壁面65aと前周壁62fの内壁面65aとによって形成される第一の隅C1と、腹側周壁63pの内壁面65aと前周壁62fの内壁面65aとによって形成される第二の隅C2と、背側周壁63nの内壁面65aと後周壁62bの内壁面65aとによって形成される第三の隅C3と、を含んで形成されている。

[0113] この静翼50では、シュラウド60i, 60oにおいて、フック69と遮

熱環 4 5 c との嵌合部 6 9 a から軸方向 D a に離れた位置の前縁部 5 2 側にある第一の隅 C 1 と第二の隅 C 2 は、嵌合部 6 9 a で発生する熱応力の影響が小さい。従って、棚 7 1 を配置して、第一の隅 C 1 と第二の隅 C 2 廻りの剛性を上げることができる。更に、後縁部 5 3 に近い第三の隅 C 3 は、翼体 5 1 及び第 2 仕切りブ 6 0 r b から離れた背側の角にあり、熱応力の影響が第四の隅 C 4 より小さい。従って、第三の隅 C 3 にも棚 7 1 を設けることで、より一層、シュラウド 6 0 i, 6 0 o の剛性を上げることができる。したがって、シュラウド 6 0 i, 6 0 o が熱変形などにより歪むことを抑制できる。

[0114] (3) 第 3 の態様に係る静翼 5 0 は、(2) の静翼 5 0 であって、シュラウド本体 6 1 i, 6 1 o は、周壁 6 5 i, 6 5 o と、翼体 5 1 の前縁側の翼体端部と、を接合する仕切りブである第 1 仕切りブ 6 0 r f と、周壁 6 5 i, 6 5 o と翼体 5 1 の後縁側の翼体端部とを接合する仕切りブである第 2 仕切りブ 6 0 r b と、のうち少なくとも一方を含み、第 1 仕切りブ 6 0 r f には、一端が第 1 仕切りブ 6 0 r f の内壁面に開口し、他端が底板 6 4 のガスパス面 6 4 p に開口し、第 1 仕切りブ 6 0 r f を貫通する第 1 リブ冷却孔 9 2 f a が形成され、第 2 仕切りブ 6 0 r b には、一端が第 2 仕切りブ 6 0 r b の内壁面に開口し、他端が底板 6 4 のガスパス面 6 4 p に開口し、第 2 仕切りブ 6 0 r b を貫通する第 2 リブ冷却孔 9 2 b a が形成されている。

[0115] この静翼 5 0 では、第 1 仕切りブ 6 0 r f 及び第 2 仕切りブ 6 0 r b は、翼体 5 1 と前周壁 6 2 f 及び後周壁 6 2 b との間の熱伸び差により熱応力を受けるが、第 1 リブ冷却孔 9 2 f a 及び第 2 リブ冷却孔 9 2 b a により冷却されるため、熱応力が低減される。

[0116] (4) 第 4 の態様に係る静翼 5 0 は、(2) 又は (3) の静翼 5 0 であって、インピンジメント板 8 1 は、シュラウド本体 6 1 i, 6 1 o の内面 6 4 i に平行に延在する本体部 8 2 と、両端に曲がり部 8 3 a, 8 3 b を備え、一端が本体部 8 2 に接続されて、本体部 8 2 に対して所定の傾きを有して径方向に延びる歪み吸収部 8 3 と、歪み吸収部 8 3 の他端に形成された曲がり部

83bに接続される固定部84と、を含んでいる。固定部84は、周壁65i, 65oにおける前記逆流路側を向く面65faと、棚71における逆流路側を向く支持面72と、周壁65i, 65oの内壁面65aのうち棚71が設けられていない領域と、のうちのいずれか一つに固定されている。

[0117] この静翼50では、インピンジメント板81をシュラウド60i, 60oに溶接する際に、溶接による入熱でインピンジメント板81が熱伸びしたとしても、この熱伸びを、歪み吸収部83の弾性変形により吸収できる。したがって、インピンジメント板81の本体部82に溶接による歪みが生じることが抑制できる。

[0118] (5) 第5の態様に係る静翼50は、(2)から(4)の何れか一つの静翼50であって、シュラウド本体61i, 61oは、翼体51よりも後周壁62bに近い側の内面64iに開口して内面64i側から少なくとも下流側Da dに向かって延びる複数の後縁パージ冷却孔91を含み、複数の後縁パージ冷却孔91は、後周壁62bの周方向に並んで形成されるとともに、一端がキャビティ67に開口し、他端がガスパス面64pに形成された排出開口に開口し、後縁パージ冷却孔91が配置された後周壁62bには、棚71が形成されていない領域を含む。

[0119] この静翼50では、後縁パージ冷却孔91を通る冷却空気によって後縁パージ冷却孔91が配置されている範囲の後周壁62bの温度上昇が抑えられているため、当該範囲の後周壁62bに棚71が形成されていない領域を含ませることで、この温度上昇が抑えられた領域の熱応力を低減できる。

[0120] (6) 第6の態様に係る静翼50は、(5)の静翼50であって、後縁パージ冷却孔91が配置された後周壁62bの棚71が形成されていない領域に、第2仕切りブ60rbが配置されている。

この静翼50では、後縁パージ冷却孔91が配置されて棚71が形成されていない後周壁62bの領域に第2仕切りブ60rbを接合しているので、第2仕切りブ60rbと後周壁62bとの接合部分の廻りの熱応力が低減される。

[0121] (7) 第7の態様に係る静翼50は、(6)の静翼50であって、シュラウド本体61i、61oは、翼体51の径方向内側Dr iに配置された内側シュラウド本体61iであり、棚71は、腹側周壁63pの内壁面65aと後周壁62bの内壁面65aとによって形成される第四の隅C4を更に含んで形成されている。

この静翼50では、第四の隅C4における内側シュラウド本体61iの剛性を高めることができる。

[0122] (8) 第8の態様に係る静翼50は、(7)の静翼50であって、棚71は、後周壁62bの内壁面65aに沿って延びて第三の隅C3を含んで形成された棚71icと、後周壁62bの内壁面65aに沿って延びて第四の隅C4を含んで形成された棚71idと、の間に配置され、後周壁62bの内壁面65aに沿って形成され、底板64の内面64iから反流路側に突出してインピンジメント板81を支持する中間棚71imを含んで形成され、中間棚71imは、棚71が形成されていない領域により周方向Dcの両側から挟まれ、第四の隅C4と中間棚71imの間に、第2仕切りブ60rbが配置されている。この静翼50では、内側シュラウド本体61iの第三の隅C3と第四の隅C4との間で、中間棚71imによってインピンジメント板81を支持し、インピンジメント板81の適正な高さを維持することができる。

[0123] (9) 第9の態様に係る静翼50は、(8)の静翼50であって、後縁パージ冷却孔91は、内側シュラウド本体61iの中間棚71imと第四の隅C4との間であって、第2仕切りブ60rbを間に挟んで配置された複数の第1パージ冷却孔91iを含む。

この静翼50では、後周壁62bの中間棚71imと第四の隅C4との間の領域に、棚71が形成されていない領域を設け、この領域の剛性の低下と第1パージ冷却孔91iの冷却効果により、中間棚71imと第四の隅C4との間の後周壁62bの熱応力を低減できる。また、中間棚71imを配置することにより、第三の隅C3と第2仕切りブ60rbの間に配置されたイ

ンピンジメント板 81 を適正な高さに維持出来る。

- [0124] (10) 第10の態様に係る静翼50は、(5)又は(6)の静翼50であって、シュラウド本体61は、翼体51の径方向外側Drに配置された外側シュラウド本体61oを含み、後縁パージ冷却孔91は、外側シュラウド本体61oの第三の隅C3と、腹側周壁63pの内壁面65aと後周壁62bの内壁面65aとによって形成される外側シュラウド本体61oの第四の隅C4と、の間に配置された複数の第2パージ冷却孔91oを含む。

この静翼50では、第三の隅C3と第四の隅C4との間で第2パージ冷却孔91oにより後周壁62bの温度上昇を抑えることができる。そのため、後周壁62bの温度上昇が抑えられた領域の熱応力の発生を抑制できる。

- [0125] (11) 第11の態様に係る静翼50は、(5)～(10)の何れか一つの静翼50であって、シュラウド本体61i, 61oは、周壁65i, 65oに囲まれ、径方向Drの反流路側からガスパス面64p側に向って凹む凹部が形成されたキャビティ67と、後周壁62bに形成され、周方向Dcに延びる後縁周方向通路79と、背側周壁63nに形成され、一端がキャビティ67に開口し、他端が後縁周方向通路79の一方の端部に接続する背側通路78nと、腹側周壁63pに形成され、一端がキャビティ67に開口し、他端が後縁周方向通路79の他方の端部に接続する腹側通路78pと、後周壁62bの周方向Dcに形成され、一端が後縁周方向通路79に接続し、他端が後周壁62bの下流側Dadの後端面に開口する後縁端部通路80と、を含み、後縁パージ冷却孔91の排出開口91iaが、周方向Dcに延びる後縁周方向通路79の通路中心線より下流側Dadに形成されている。

この静翼50では、後縁パージ冷却孔91の排出開口91iaの位置が、後縁周方向通路79より下流側Dadに配置されているので、後縁周方向通路79より前縁部52側であって後周壁62bの内壁面65aと後縁周方向通路79との間の領域のガスパス面64p側が後縁パージ冷却孔91により冷却され、後周壁62bの熱応力が一層低減される。

- [0126] (12) 第12の態様に係る静翼50は、(2)～(11)の何れか一つの

静翼 50 であって、腹側周壁 63 p 又は背側周壁 63 n は、周方向を向く外壁面 65 b に形成され、軸方向の上流側から下流側に延び、板状のシール部材 110 が収容可能な溝 100 を備える。

この静翼は、シュラウドが、腹側周壁 63 p 又は背側周壁 63 n にシール部材 110 を収容可能な溝 100 を備えることにより、冷却空気の燃焼ガス流路 49 への流失が抑制される。

[0127] (13) 第 13 の態様に係る静翼 50 は、(12) の静翼 50 であって、溝 100 は、外壁面 65 b から周方向の翼体側に凹み、軸方向から見て矩形状に形成され、

背側周壁 63 n の軸方向上流側の端部 70 a と、背側周壁 63 n の軸方向下流側の端部 70 b と、腹側周壁 63 p の軸方向上流側の端部 70 a と、腹側周壁 63 p の軸方向下流側の端部 70 b と、の内の少なくとも一つの端部には、軸方向に開口する開口 102 a を備え、開口 102 a を備えていない他方の端部 70 a, 70 b は軸方向に溝 100 を閉塞する壁部 101 を備える。

この静翼は、背側周壁 63 n 又は腹側周壁 63 p の軸方向上流側又は下流側の端部の少なくとも一つの端部 70 a, 70 b は、壁部 101 で閉塞されることなく開口 102 a を備えるので、シール部材 110 の溝 100 への組付けが容易になる。

[0128] (14) 第 14 の態様に係る静翼 50 は、(12) 又は (13) の静翼 50 であって、溝 100 は、外壁面 65 b から周方向の翼体側に凹み、軸方向から見て矩形状に形成され、周方向に隣接して配置された隣接翼 50 a の外壁面 65 b に形成された溝 100 に対向して配置され、腹側周壁 63 p の軸方向上流側の端部 70 a と、腹側周壁 63 p の軸方向下流側の端部 70 b と、腹側周壁 63 p に隣接する隣接翼 50 a の背側周壁 63 n の軸方向上流側の端部 70 a と、隣接翼 50 a の背側周壁 63 n の軸方向下流側の端部 70 b との内の少なくとも一つの端部、及び、背側周壁 63 n の軸方向上流側の端部と、前記背側周壁 63 n の軸方向下流側の端部と、前記背側周壁 63 n に

隣接する隣接翼の腹側周壁 63 p の軸方向上流側の端部 70 a と、前記背側周壁 63 n に隣接する隣接翼 50 a の腹側周壁 63 p の軸方向下流側の端部 70 b との内少なくとも一つの端部は、軸方向に開口する開口 102 a を備え、前記開口 102 a を備えていない他の端部 70 a, 70 b は軸方向に前記溝 100 を閉塞する壁部 101 を備える。

[0129] (15) 第15の態様に係る静翼50は、(12)～(14)の静翼50であって、溝100は、軸方向の上流側から下流側に向かうと共に、翼高さ方向の反流路側に傾く。

[0130] (16) 第16の態様に係る静翼50は、(5)～(10)の何れか一つの静翼50であって、燃焼ガスが流れる燃焼ガス流路49中に配置される翼体51と、燃焼ガス流路49の一部を画定するシュラウド60 i, 60 o と、を少なくとも備え、シュラウド60 i, 60 o は、燃焼ガス流路49に面するガスパス面64 p と、ガスパス面64 p とは反対の反流路側を向く内面64 i とを有した底板64を少なくとも備えるシュラウド本体61 i, 61 o と、シュラウド60 i, 60 o に取り付けられ、複数の貫通孔82 a を有するインピンジメント板81と、を備え、シュラウド本体61 i, 61 o は、底板64と、シュラウド本体61 i, 61 o の内面64 i の周縁から反流路側に向かって突出した周壁65 i, 65 o と、周壁65 i, 65 o の内壁面65 a の一部分にのみ沿うように内面64 i から反流路側に突出して形成され、インピンジメント板81を支持する棚71と、を有し、インピンジメント板81は、シュラウド本体61 i, 61 o の内壁面65 a に平行に延在する本体部82と、両端に曲がり部83 a, 83 b を備え、一端が本体部82に接続されて、本体部82に対して所定に傾きを有して径方向に延びる歪み吸収部83と、歪み吸収部83の他端に形成された曲がり部83 b に接続される固定部84と、を含み、固定部84は、周壁65 i, 65 o における反流路側を向く面65 f a と、棚71における反流路側を向く支持面72と、周壁65 i, 65 o の内壁面65 a のうち棚71が設けられていない領域と、のうちのいずれか一つに固定されている。

[0131] この静翼50では、インピンジメント板81をシュラウド60i, 60oに溶接する際に、溶接による入熱でインピンジメント板81が熱伸びしたとしても、この熱伸びを歪み吸収部83の弾性変形により吸収できる。したがって、インピンジメント板81の本体部82に溶接による歪みが生じることを抑制できる。

[0132] (17) ガスタービン10は、(1)から(16)の何れか一つの静翼50と、燃焼ガスにより回転可能なロータ11と、ケーシング15と、を備え、静翼50は、ケーシング15の内側に配置され、ケーシング15に固定されている。

[0133] このガスタービン10では、静翼50の熱変形及び熱応力の発生を抑制して信頼性を向上できる。

産業上の利用可能性

[0134] 本開示によれば、熱応力の発生を抑制することができる静翼及びガスタービンを提供することができる。

符号の説明

- [0135] 10 ガスタービン
11 ガスタービンロータ（ロータ）
14 中間車室
15 ケーシング
15 ガスタービン車室（ケーシング）
20 圧縮機
21 圧縮機ロータ
22 ロータ軸
23 動翼列
23a 動翼
25 圧縮機車室
26 静翼列
26a 静翼

- 3 0 燃焼器
- 4 0 タービン
- 4 1 タービンロータ
- 4 2 ロータ軸
- 4 3 動翼列
- 4 3 a 動翼
- 4 3 p プラットフォーム
- 4 3 r 翼根
- 4 5 タービン車室
- 4 5 a 外側車室
- 4 5 b 内側車室
- 4 5 c 遮熱環
- 4 5 p 冷却空気通路
- 4 6 静翼列
- 4 9 燃焼ガス流路
- 5 0 静翼
- 5 0 a 隣接翼
- 5 1 翼体
- 5 1 r 翼体端部
- 5 2 前縁部
- 5 3 後縁部
- 5 4 背側面
- 5 5 腹側面
- 5 6 フィレット部
- 6 0 i 内側シュラウド
- 6 0 o 外側シュラウド
- 6 0 r 仕切りブ
- 6 0 r f 第1仕切りブ

- 6 0 r b 第2仕切りブ
- 6 1 i 内側シュラウド本体（シュラウド本体）
- 6 1 o 外側シュラウド本体（シュラウド本体）
- 6 2 b 後周壁
- 6 2 f 前周壁
- 6 3 周方向端部
- 6 3 n 背側周壁
- 6 3 p 腹側周壁
- 6 4 底板
- 6 4 i 内面（反流路面）
- 6 4 p ガスパス面
- 6 5 a 内壁面
- 6 5 b 外壁面
- 6 5 f a 面
- 6 5 i , 6 5 o 周壁
- 6 5 t 端部
- 6 6 凹部
- 6 7 キャビティ
- 6 9 フック
- 6 9 a 嵌合部
- 7 1 , 7 1 i , 7 1 o 棚
- 7 1 i m 中間棚
- 7 2 支持面
- 7 5 翼空気通路
- 7 7 翼面噴出通路
- 8 1 インピンジメント板
- 8 1 a 第一縁
- 8 1 b 第二縁

- 8 1 c 第三縁
- 8 1 W 溶接部
- 8 2 本体部
- 8 2 a, 8 2 b 貫通孔
- 8 3 歪み吸収部
- 8 4 固定部
- 9 0 分割環
- 9 1 後縁パージ冷却孔
- 1 0 0 シール溝（溝）
- 1 1 0 シール部材

請求の範囲

[請求項1]

燃焼ガスが流れる燃焼ガス流路中に配置される翼体と、
前記燃焼ガス流路の一部を画定するシュラウドと、
を少なくとも備え、
前記シュラウドは、
前記燃焼ガス流路に面するガスパス面と、前記ガスパス面とは反対の反流路側を向く内面とを有した底板を少なくとも備えるシュラウド本体と、
前記シュラウド本体に取り付けられ、複数の貫通孔を有するインピンジメント板と、を備え、
前記シュラウド本体は、
前記底板と、
前記シュラウド本体の前記内面の周縁から前記反流路側に向かって突出する周壁と、前記周壁の内壁面に沿って形成され、前記底板の前記内面から前記反流路側に突出して、前記インピンジメント板を支持する棚と、
前記底板から前記反流路側に突出し、前記翼体と、前記棚が形成されていない前記周壁とを接合する、少なくとも一つ以上の仕切りブと、
を含んで形成され、
前記インピンジメント板は、
前記底板の前記内面と前記周壁の内壁面との間で空間であるキャビティを形成する
静翼。

[請求項2]

前記翼体は、
前記燃焼ガス流路における燃焼ガス流れの上流側に位置する前縁部と、
前記燃焼ガス流れの下流側に位置する後縁部と、

前記前縁部と前記後縁部とをつなぎ、互に相反する側を向く腹側面及び背側面と、を有し、

前記棚は、前記周壁の内壁面に沿って形成され、

前記周壁は、

前記上流側を向き且つ前記翼体よりも前記上流側に位置する前周壁と、

前記下流側を向き且つ前記翼体よりも前記下流側に位置する後周壁と、

前記前周壁と前記後周壁とをつなぎ、前記腹側面に近い側に位置する腹側周壁と、

前記前周壁と前記後周壁とをつなぎ、前記背側面に近い側に位置する背側周壁と、

から形成され、

前記棚は、

前記背側周壁の内壁面と前記前周壁の内壁面とによって形成される第一の隅と、

前記腹側周壁の内壁面と前記前周壁の内壁面とによって形成される第二の隅と、

前記背側周壁の内壁面と前記後周壁の内壁面とによって形成される第三の隅と、

を含んで形成されている、

請求項 1 に記載の静翼。

[請求項3]

前記シュラウド本体は、

前記周壁と、前記翼体の前縁側の翼体端部とを接合する前記仕切りブである第 1 仕切りブと、

前記周壁と前記翼体の後縁側の前記翼体端部とを接合する前記仕切りブである第 2 仕切りブと、のうち少なくとも一方を含み、

前記第 1 仕切りブには、一端が前記第 1 仕切りブの内壁面に開口し

、他端が前記底板の前記ガスパス面に開口し、前記第1仕切り肋を貫通する第1肋冷却孔が形成され、

前記第2仕切り肋には、一端が前記第2仕切り肋の内壁面に開口し、他端が前記底板の前記ガスパス面に開口し、前記第2仕切り肋を貫通する第2肋冷却孔が形成されている請求項2に記載の静翼。

[請求項4]

前記インピンジメント板は、

前記シュラウド本体の前記内面に平行に延在する本体部と、

両端に曲がり部を備え、一端が前記本体部に接続されて、前記本体部に対して所定の傾きを有して径方向に延びる歪み吸収部と、

前記歪み吸収部の他端に形成された曲がり部に接続される固定部と

、

を含み、

前記固定部は、

前記周壁における前記反流路側を向く面と、前記棚における反流路側を向く支持面と、前記周壁の内壁面のうち前記棚が設けられていない領域と、のうちのいずれか一つに固定されている、

請求項2又は3に記載の静翼。

[請求項5]

前記シュラウド本体は、

前記翼体よりも前記後周壁に近い側の前記内面に開口して前記反流路側から少なくとも前記下流側に向かって延びる複数の後縁パージ冷却孔を含み、

前記複数の後縁パージ冷却孔は、

前記後周壁の周方向に並んで形成されるとともに、一端が前記キャビティに開口し、他端が前記ガスパス面に形成された排出開口に開口し、

前記後縁パージ冷却孔が配置された前記後周壁には、前記棚が形成されていない領域を含む、

請求項2から4の何れか一項に記載の静翼。

- [請求項6] 前記後縁パージ冷却孔が配置された前記後周壁の前記棚が形成されていない領域に、前記仕切りブが配置されている請求項5に記載の静翼。
- [請求項7] 前記シュラウド本体は、前記翼体の径方向内側に配置された内側シュラウド本体であり、
前記棚は、
前記腹側周壁の内壁面と前記後周壁の内壁面とによって形成される第四の隅を更に含んで形成されている、
請求項6に記載の静翼。
- [請求項8] 前記棚は、
前記後周壁の前記内壁面に沿って延びて前記第三の隅を含んで形成された前記棚と、前記後周壁の前記内壁面に沿って延びて前記第四の隅を含んで形成された前記棚と、の間に配置され、前記後周壁の内壁面に沿って形成され、前記底板の前記内面から前記反流路側に突出して前記インピンジメント板を支持する中間棚を含んで形成され、
前記中間棚は、前記棚が形成されていない領域により周方向の両側から挟まれ、
前記第四の隅と前記中間棚の間に、前記仕切りブが配置されている、
請求項7に記載の静翼。
- [請求項9] 前記後縁パージ冷却孔は、
前記内側シュラウド本体の前記中間棚と前記第四の隅との間であって、前記仕切りブを間に挟んで配置された複数の第1パージ冷却孔を含む、
請求項8に記載の静翼。
- [請求項10] 前記シュラウド本体は、前記翼体の径方向外側に配置された外側シュラウド本体を含み、
前記後縁パージ冷却孔は、前記外側シュラウド本体の前記第三の隅

と、前記腹側周壁の内壁面と前記後周壁の内壁面とによって形成される前記外側シュラウド本体の第四の隅と、の間に配置された複数の第2 パージ冷却孔を含む、

請求項5又は6に記載の静翼。

[請求項11]

前記シュラウド本体は、

前記周壁に囲まれ、径方向の前記反流路側から前記ガスパス面側に向って凹む凹部が形成されたキャビティと、

前記後周壁に形成され、周方向に延びる後縁周方向通路と、

前記背側周壁に形成され、一端が前記キャビティに開口し、他端が前記後縁周方向通路の一方の端部に接続する背側通路と、

前記腹側周壁に形成され、一端が前記キャビティに開口し、他端が前記後縁周方向通路の他方の端部に接続する腹側通路と、

前記後周壁の周方向に形成され、一端が前記後縁周方向通路に接続し、他端が前記後周壁の軸方向下流側の後端面に開口する後縁端部通路と、

を含み、

前記後縁パージ冷却孔の前記排出開口が、周方向に延びる前記後縁周方向通路の通路中心線より軸方向下流側に形成されている、

請求項5～10のいずれか一項に記載の静翼。

[請求項12]

前記腹側周壁又は前記背側周壁は、周方向を向く外壁面に形成され、軸方向の上流側から下流側に延び、板状のシール部材が収容可能な溝を備える請求項2から11の何れか一項に記載の静翼。

[請求項13]

前記溝は、前記外壁面から周方向の翼体側に凹み、軸方向から見て矩形状に形成され、

前記背側周壁の軸方向上流側の端部と、前記背側周壁の軸方向下流側の端部と、前記腹側周壁の軸方向上流側の端部と、前記腹側周壁の軸方向下流側の端部と、の内の少なくとも一つの端部には、軸方向に開口する開口を備え、開口を備えていない他方の端部は軸方向に溝を

閉塞する壁部を備える、

請求項 1 2 に記載の静翼。

[請求項14] 前記溝は、前記外壁面から周方向の翼体側に凹み、軸方向から見て矩形状に形成され、周方向に隣接して配置された隣接翼の前記外壁面に形成された前記溝に対向して配置され、

前記腹側周壁の軸方向上流側の端部と、前記腹側周壁の軸方向下流側の端部と、前記腹側周壁に隣接する隣接翼の背側周壁の軸方向上流側の端部と、前記隣接翼の背側周壁の軸方向下流側の端部との内の少なくとも一つの端部、及び、前記背側周壁の軸方向上流側の端部と、前記背側周壁の軸方向下流側の端部と、前記背側周壁に隣接する隣接翼の腹側周壁の軸方向上流側の端部と、前記背側周壁に隣接する隣接翼の腹側周壁の軸方向下流側の端部との内少なくとも一つの端部は、軸方向に開口する開口を備え、前記開口を備えていない他の端部は軸方向に前記溝を閉塞する壁部を備える、

請求項 1 2 又は 1 3 に記載の静翼。

[請求項15] 前記溝は、軸方向の上流側から下流側に向かうと共に、翼高さ方向で反流路側に傾く請求項 1 2 から 1 4 の何れか一項に記載の静翼。

[請求項16] 請求項 1 から 1 5 の何れか一項に記載の静翼と、

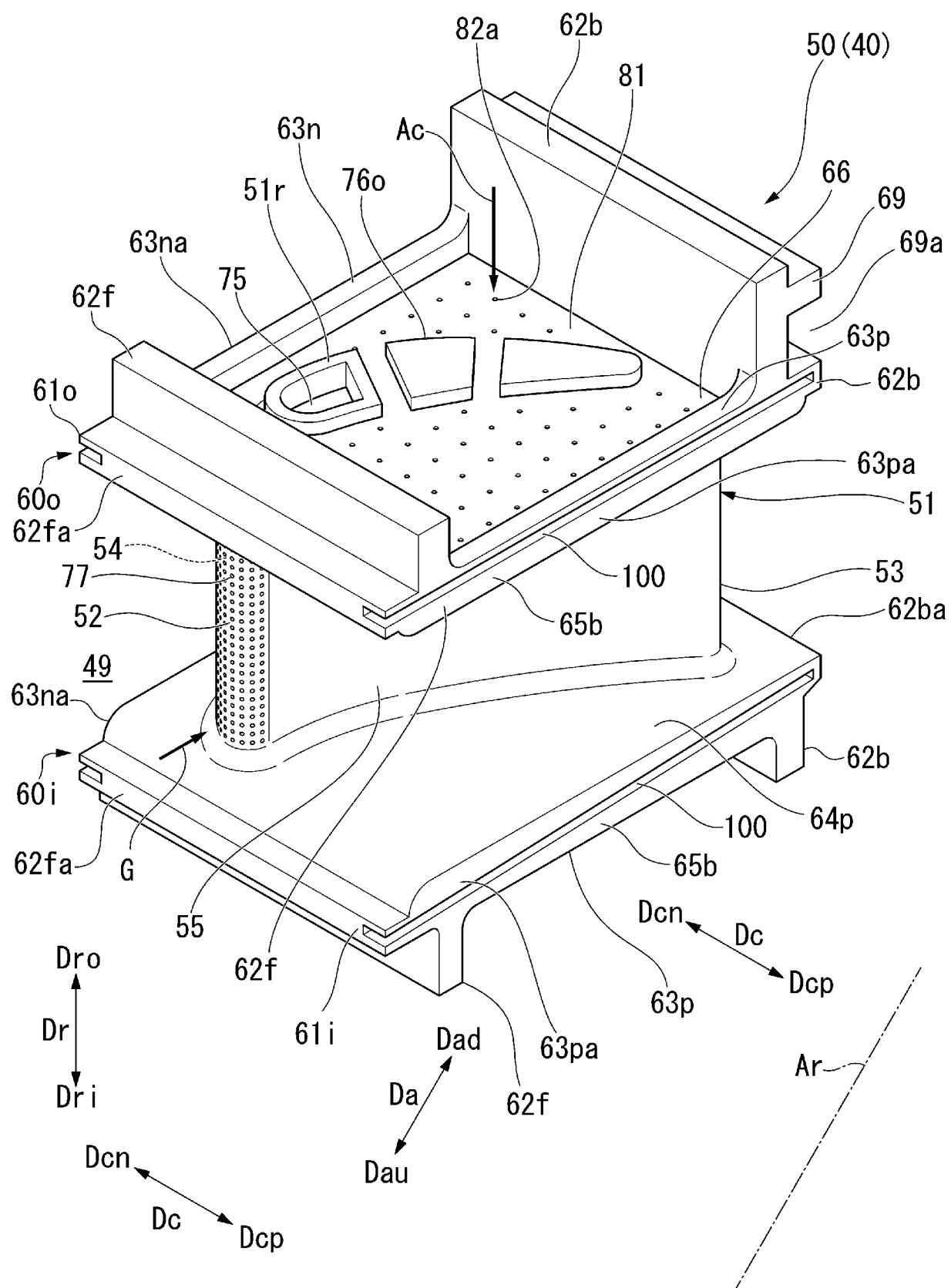
前記燃焼ガスにより回転可能なロータと、

前記ロータを覆うケーシングと、

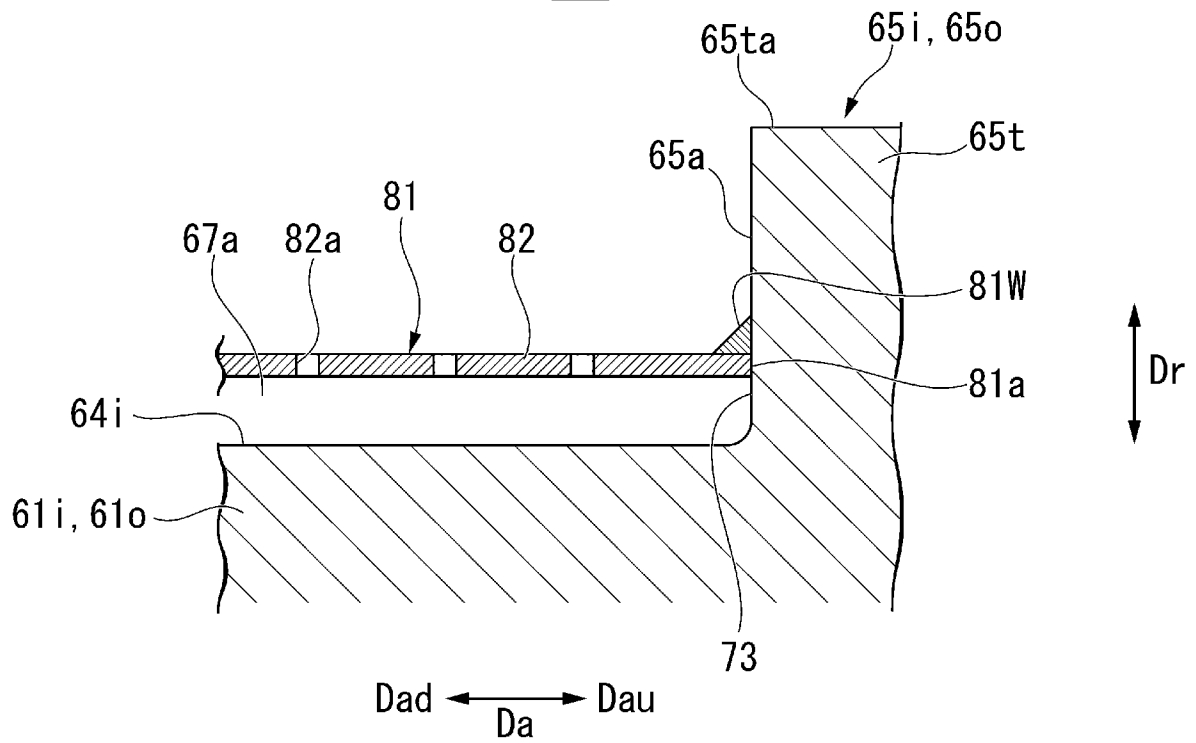
を備え、

前記静翼は、前記ケーシングの内側に配置され、前記ケーシングに固定されている、ガスタービン。

[図3]

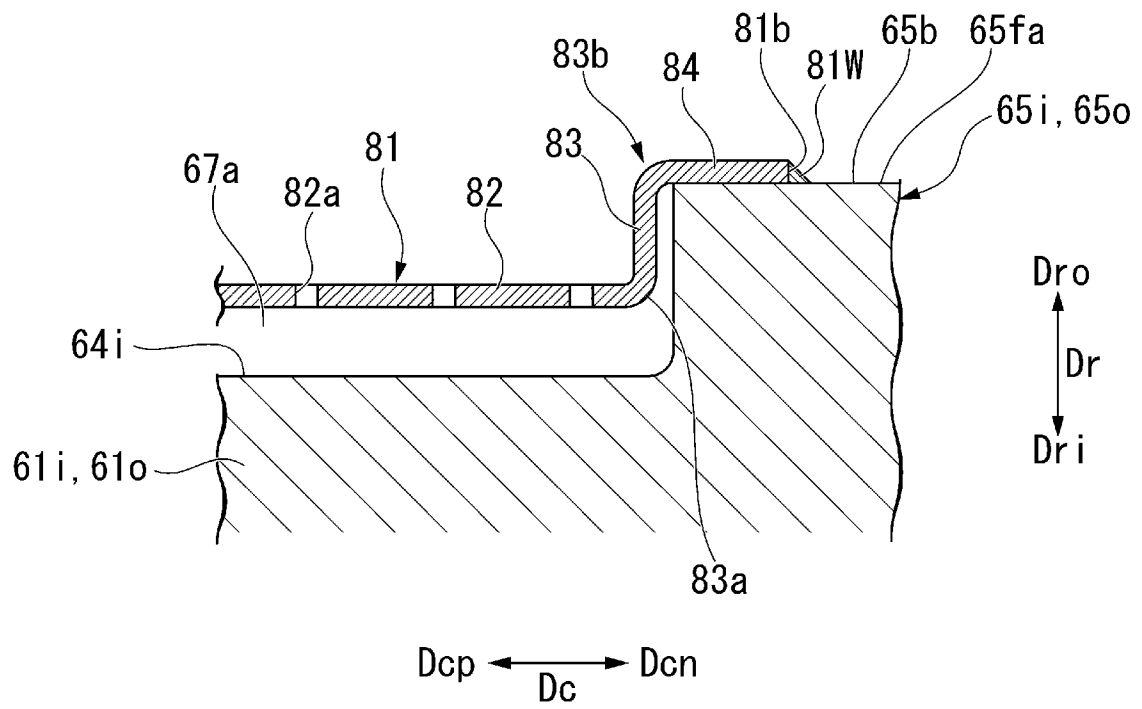


A-A

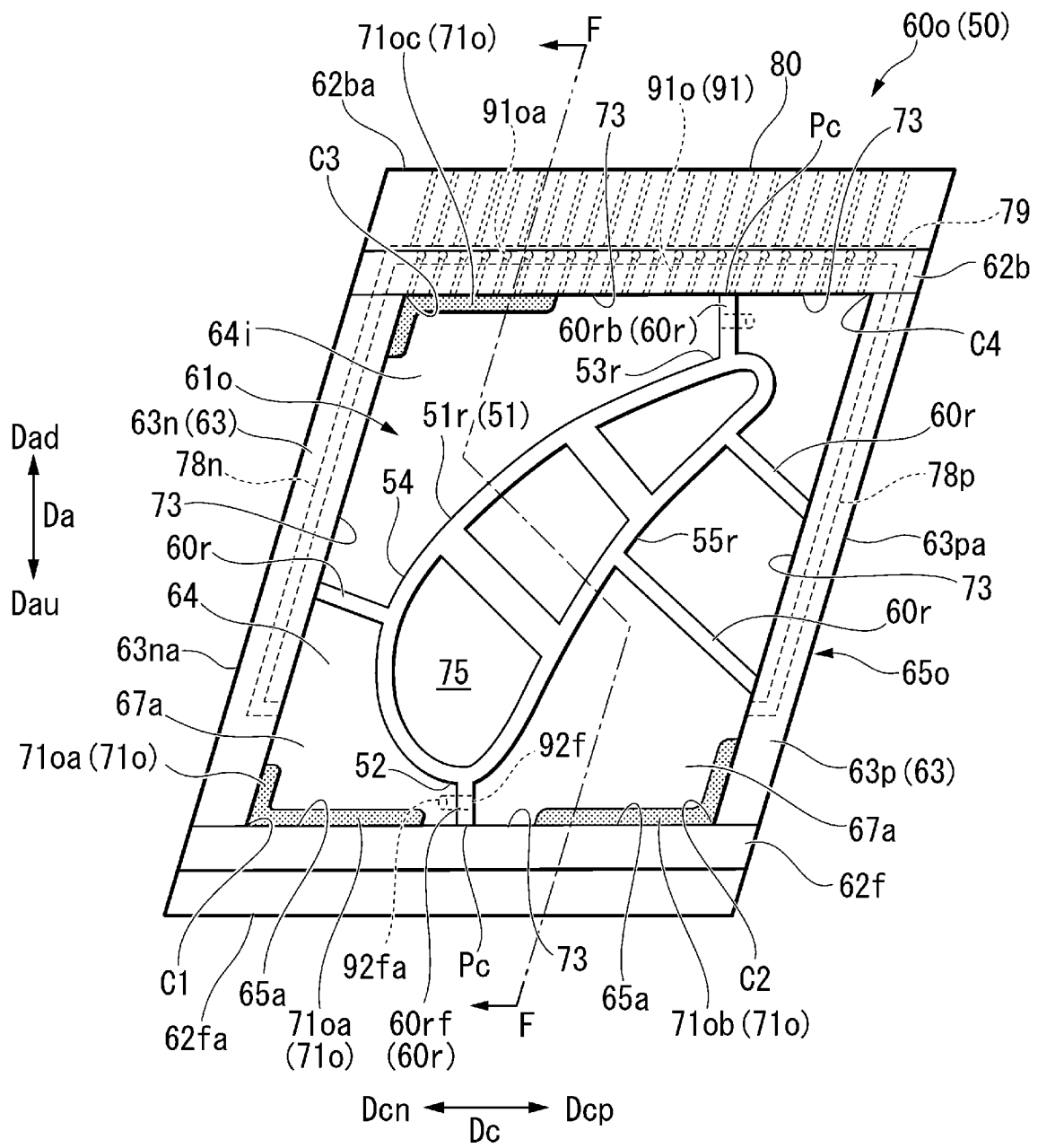
B-B

[illegible]

[図9]

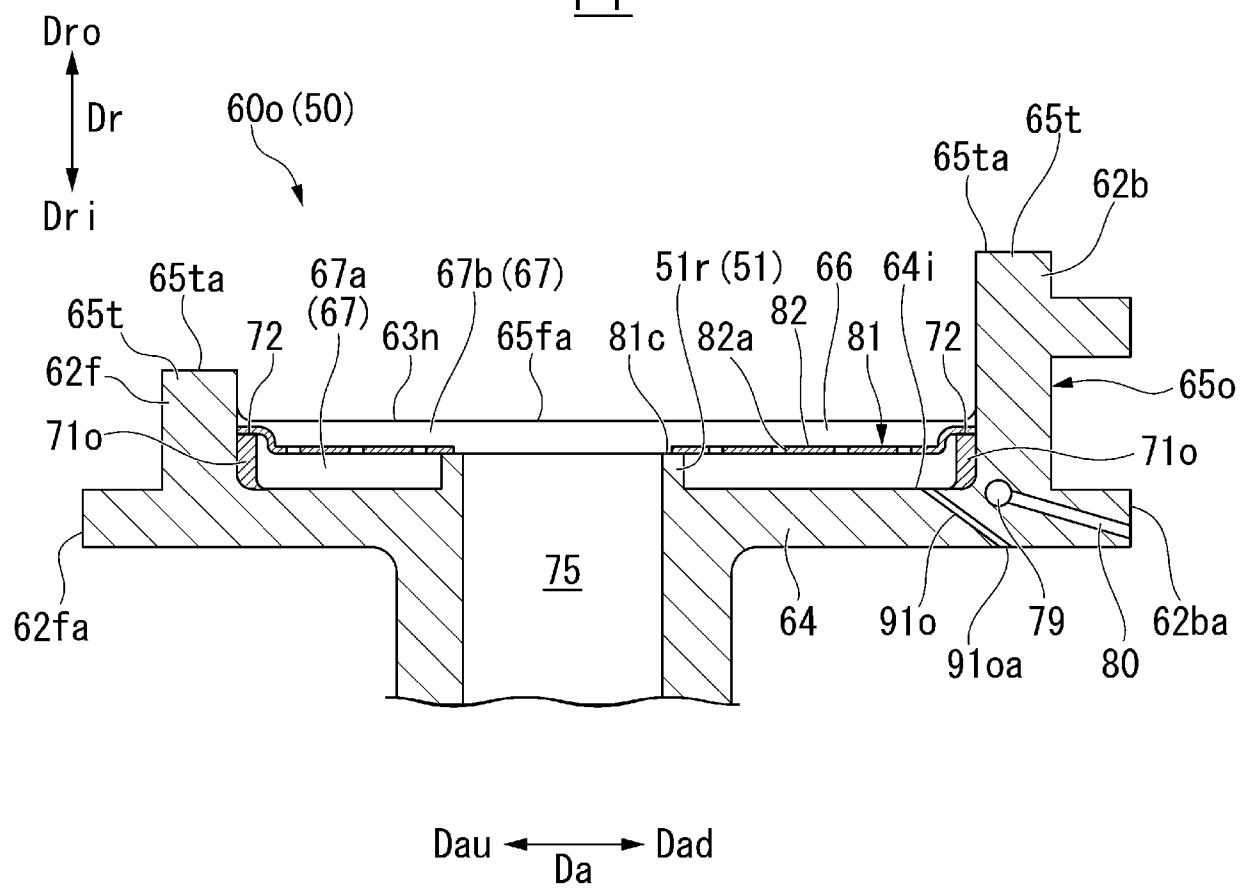
E-E

[図10]

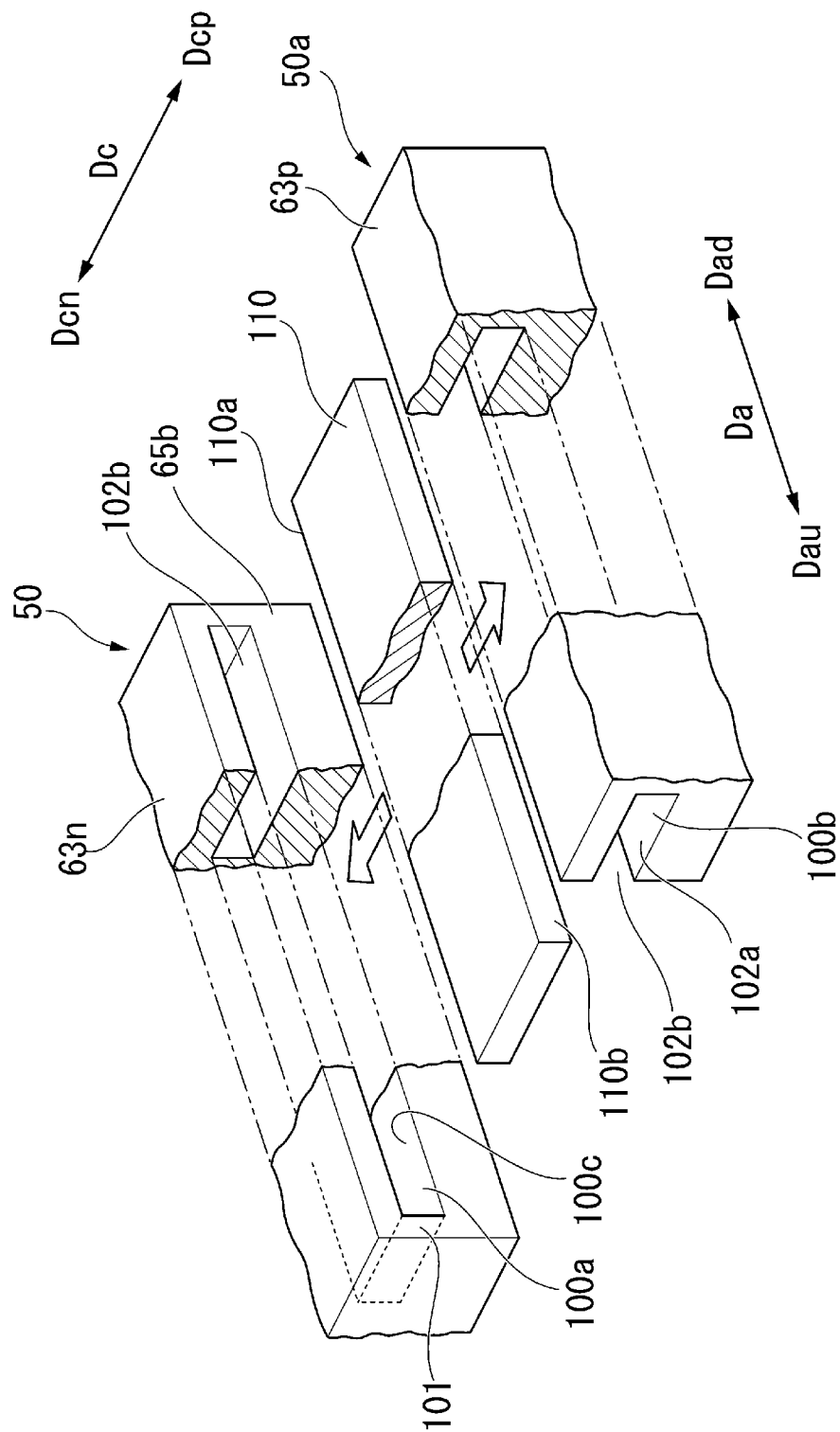


[図11]

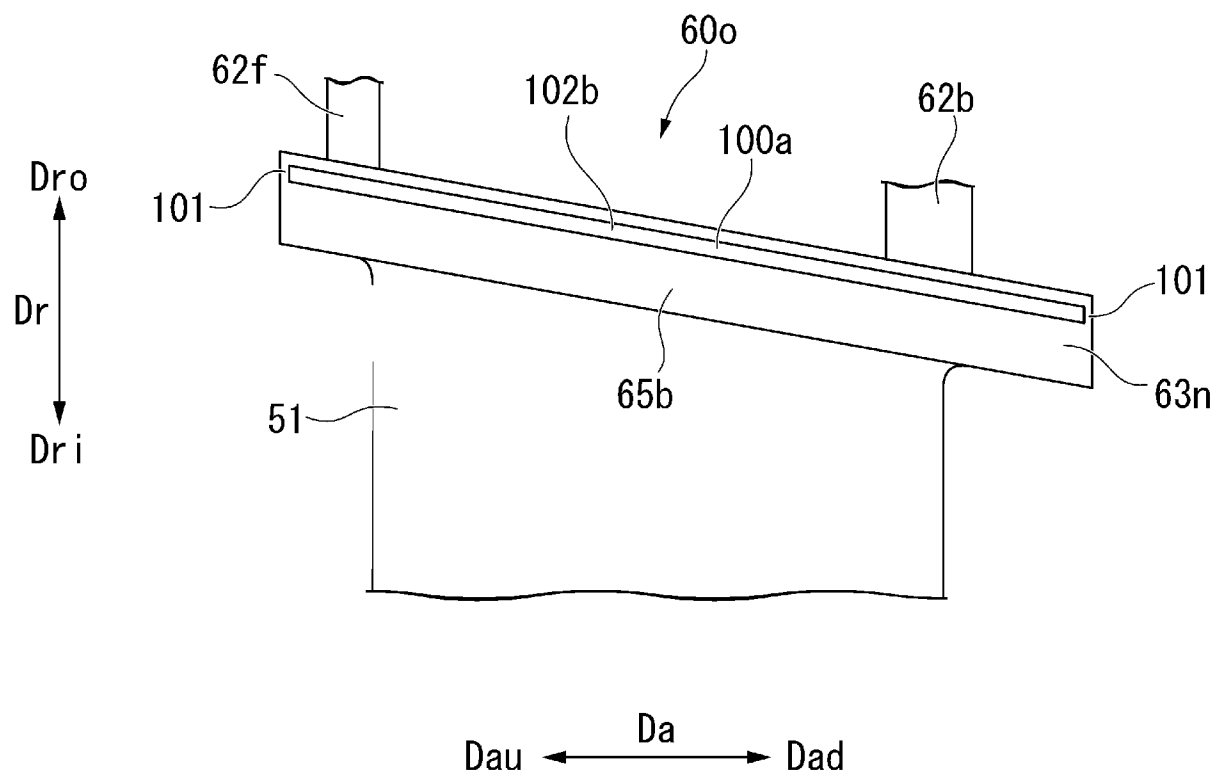
F-F



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/043309

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. F01D9/02 (2006.01) i

FI: F01D9/02 102

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)

Int. Cl. F01D9/02

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 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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.
A	JP 2017-096234 A (MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.) 01 June 2017, entire text, all drawings	1-16
A	JP 2012-145105 A (GENERAL ELECTRIC CO.) 02 August 2012, entire text, all drawings	1-16
A	US 2015/0285086 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION) 08 October 2015, entire text, all drawings	1-16
A	US 2011/0229305 A1 (PRATT & WHITNEY) 22 September 2011, entire text, all drawings	1-16



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

18.12.2020

Date of mailing of the international search report

28.12.2020

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/JP2020/043309

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 08-177406 A (GENERAL ELECTRIC CO.) 09 July 1996, entire text, all drawings	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/043309

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2017-096234 A	01.06.2017	US 2018/0347369 A1 entire text, all drawings WO 2017/090502 A1 EP 3361054 A1 KR 10-2018-0071347 A CN 108291450 A	
JP 2012-145105 A	02.08.2012	US 2012/0177478 A1 entire text, all drawings DE 102012100012 A1 FR 2970288 A1 CN 102588013 A	
US 2015/0285086 A1	08.10.2015	EP 2927430 A1	
US 2011/0229305 A1	22.09.2011	EP 2366873 A2	
JP 08-177406 A	09.07.1996	US 5634766 A entire text, all drawings EP 0698723 A2 CA 2155376 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F01D 9/02(2006.01)i FI: F01D9/02 102		
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）） F01D9/02		
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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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
A	JP 2017-096234 A（三菱日立パワーシステムズ株式会社）01.06.2017（2017-06-01） 全文，全文図	1-16
A	JP 2012-145105 A（ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ）02.08.2012（2012-08-02） 全文，全文図	1-16
A	US 2015/0285086 A1（UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION）08.10.2015（2015-10-08） 全文，全文図	1-16
A	US 2011/0229305 A1（PRATT & WHITNEY）22.09.2011（2011-09-22） 全文，全文図	1-16
A	JP 08-177406 A（ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ）09.07.1996（1996-07-09） 全文，全文図	1-16
☐ 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、一般的な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 18.12.2020		国際調査報告の発送日 28.12.2020
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） 高吉 続久 30 3932 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/JP2020/043309

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2017-096234	A	01.06.2017	US	2018/0347369	A1	
				全文, 全図			
				WO	2017/090502	A1	
				EP	3361054	A1	
				KR	10-2018-0071347	A	
JP	2012-145105	A	02.08.2012	CN	108291450	A	
				US	2012/0177478	A1	
				全文, 全図			
				DE	102012100012	A1	
US	2015/0285086	A1	08.10.2015	FR	2970288	A1	
				CN	102588013	A	
				EP	2927430	A1	
US	2011/0229305	A1	22.09.2011	EP	2366873	A2	
JP	08-177406	A	09.07.1996	US	5634766	A	
				全文, 全図			
				EP	0698723	A2	
				CA	2155376	A1	