

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年9月24日(24.09.2020)



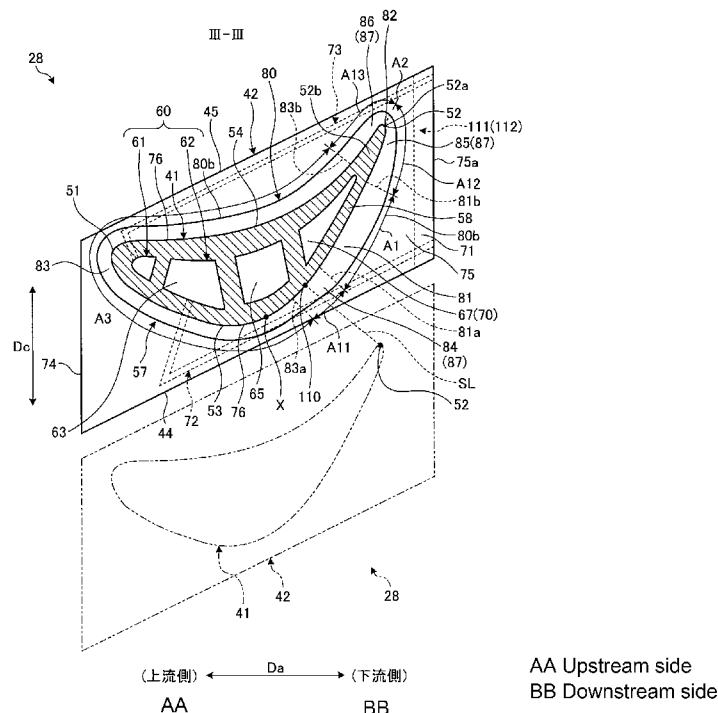
(10) 国際公開番号

WO 2020/189237 A1

- (51) 国際特許分類:
F01D 5/14 (2006.01) *F01D 9/02* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/008670
- (22) 国際出願日: 2020年3月2日(02.03.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2019-053739 2019年3月20日(20.03.2019) JP
- (71) 出願人: 三菱日立パワーシステムズ株式会社(MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 若 園 進 (WAKAZONO, Susumu); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 宮久 靖夫(MIYAHISA, Yasuo); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工株式会社内 Tokyo (JP). 羽田 哲(HADA, Satoshi); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング Tokyo (JP).

(54) Title: TURBINE BLADE AND GAS TURBINE

(54) 発明の名称: タービン翼およびガスタービン



(57) Abstract: A turbine blade and a gas turbine are provided with: an airfoil portion (41) internally including a cooling air passage (60); a platform (42) provided in a blade base end portion (55) in a blade height direction (Dh) of the airfoil portion (41); and a fillet portion (80) provided around the entire perimeter of a connecting portion of the airfoil portion (41) and the platform (42). The fillet portion (80) includes a first fillet portion (81) which is provided on a rear side blade surface (53) side of the airfoil portion (41), on the trailing edge (52) side of a position at which the distance between the

(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, 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))

rear side blade surface (53) of the airfoil portion (41) and a rear side edge portion (44) of the platform (42) is shortest, and which has a fillet width (W) that is greater than the fillet width W of other regions of the fillet portion (80).

(57) 要約: タービン翼およびガスタービンにおいて、内部に冷却空気通路(60)を有する翼形部(41)と、翼形部(41)の翼高さ方向(Dh)の翼基端部(55)に設けられるプラットフォーム(42)と、翼形部(41)とプラットフォーム(42)との接続部の全周に設けられるフィレット部(80)とを備える。フィレット部(80)は、翼形部(41)の背側翼面(53)側であって、翼形部(41)の背側翼面(53)とプラットフォーム(42)の背側端部(44)との距離が最も短い位置より後縁(52)側に設けられ、フィレット幅(W)がフィレット部(80)における他の領域のフィレット幅Wより大きい第1フィレット部(81)を有する。

明 細 書

発明の名称：タービン翼およびガスタービン

技術分野

[0001] 本発明は、ガスタービンに適用される動翼や静翼などのタービン翼、このタービン翼を備えたガスタービンに関するものである。

背景技術

[0002] ガスタービンは、圧縮機と燃焼器とタービンを有する。圧縮機は、空気取入口から取り込まれた空気を圧縮することで高温・高圧の圧縮空気とする。燃焼器は、圧縮空気に燃料を供給して燃焼させることで高温・高圧の燃焼ガスを得る。タービンは、燃焼ガスにより駆動し、同軸上に連結された発電機を駆動する。

[0003] ガスタービンにおける動翼や静翼などのタービン翼において、タービン翼の内部に冷却通路を設け、冷却通路に冷却流体を流すことにより、高温のガス流れに曝されるタービン翼を冷却することが知られている。例えば、下記特許文献1には、動翼の内部に冷却空気通路を設け、冷却空気が冷却空気通路を通った後に、後縁側の穴から吹出すものが記載されている。また、この動翼において、翼基端部とプラットフォームとの接続部の間に楕円形状をなすフィレット部を設けることにより、熱応力を低減させることが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平11-002101号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 従来、上述したように、動翼などのタービン翼では、翼基端部とプラットフォームとの接続部に熱応力が生じやすい。そのため、翼基端部とプラットフォームとの接続部における熱応力を緩和するため、接続部にフィレット部

を形成している。接続部にフィレット部を形成することにより、熱応力を低減させることができる。一方で、タービン翼は、高温のガス流れを受けることから、空気力学的に翼基端部とプラットフォームとの接続部のフィレット部を小さくしたいという要望がある。

[0006] 本発明は上述した課題を解決するものであり、空力性能の低下を抑制する一方でフィレット部における熱応力を低減するタービン翼およ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

[0007] 上記の目的を達成するための本発明の一実施態様であるタービン翼は、内部に冷却空気通路を有する翼形部と、前記翼形部の翼高さ方向の端部に設けられる翼基端部と、前記翼形部と前記翼基端部との接続部の全周に設けられるフィレット部と、を含み、前記フィレット部は、前記翼形部の背側であって、前記翼形部の背側翼面と前記翼基端部の背側端部との距離が最も短い位置より後縁側に設けられ、フィレット幅が前記フィレット部における他の領域の前記フィレット幅より大きい第1フィレット部を有する。

[0008] そのため、フィレット部における翼形部の背側の後縁側の部分は、熱応力を受けやすい。この部分にフィレット幅をフィレット部における他の領域のフィレット幅より大きい第1フィレット部を設けることで、フィレット部における熱応力を低減することができる。

[0009] 本発明の一実施態様であるタービン翼では、前記第1フィレット部は、隣接する前記翼形部との間のスロート部より後縁側に設けられる。

[0010] そのため、フィレット部における熱応力を低減することができる一方で、空力性能の低下面では、影響は小さい。

[0011] 本発明の一実施態様であるタービン翼では、前記第1フィレット部は、前記フィレット幅に対するフィレット高さの比であるアスペクト比が前記フィレット部における他の領域の前記アスペクト比より小さい。

[0012] そのため、第1フィレット部は、他のフィレット部よりも、フィレット幅が大きいことから、フィレット部における熱伸びによる熱応力の発生を低減

することができる。

[0013] 本発明の一実施態様であるタービン翼では、前記第1フィレット部は、前記アスペクト比が前記フィレット部の周方向に沿って一定である領域を有する。

[0014] そのため、フィレット部の周方向における所定の領域で、熱応力を低減することができる。

[0015] 本発明の一実施態様であるタービン翼では、前記第1フィレット部は、前記アスペクト比が1.0である。

[0016] そのため、第1フィレット部の熱応力を低減することができる。

[0017] 本発明の一実施態様であるタービン翼では、前記第1フィレット部は、前記フィレット部の翼面に沿った前記翼形部の前縁側に設けられる第1端部と、前記フィレット部の前記翼面に沿った前記翼形部の後縁側に設けられる第2端部とを有し、前記第1端部および前記第2端部は、前記フィレット幅または前記フィレット高さが前記フィレット部の前記翼面に沿って変化するフィレット変化部に接続される。

[0018] そのため、第1フィレット部と他のフィレット部とをフィレット幅またはフィレット高さが変化するフィレット変化部により接続することから、翼形部と翼基端部との接続部に滑らかに連続するフィレット部を設けることとなり、空力性能の低下および急激な熱応力の変化を抑制することができる。

[0019] 本発明の一実施態様であるタービン翼では、前記翼形部は、後縁部に翼高さ方向に所定間隔を空けて複数配列され、一端が前記冷却空気通路に連通し、他端が前記後縁部の後縁端面に開口する複数の冷却孔を有し、前記フィレット部は、前記冷却孔に接近させて翼高さ方向の内側に隣接して前記後縁端面に設けられ、前記フィレット高さが前記フィレット部における他の領域の前記フィレット高さより小さい第2フィレット部を含む。

[0020] そのため、第2フィレット部は、フィレット高さが他のフィレット部のフィレット高さより小さいことから、冷却孔の翼高さ方向の位置が、他の領域よりプラットフォームの上面に接近するので、冷却孔を流れる冷却空気によ

リプラットフォームの上面が効率良く冷却することができ、プラットフォーム42の後縁部側の熱応力を低減することができる。

[0021] 本発明の一実施態様であるタービン翼では、前記フィレット部は、前記翼形部の前縁を挟んで背側翼面に沿って前記フィレット変化部を介して前記第1フィレット部に接続し、腹側翼面に沿って前記フィレット変化部を介して前記第2フィレット部に接続する第3フィレット部を含む。

[0022] そのため、第1フィレットおよび第2フィレット部に加えて、翼形部の前縁を挟んで背側翼面から腹側翼面にかけて第3フィレット部を設けることから、翼形部と翼基端部との間の全周に適正形状のフィレットを設けることができる。また、フィレット変化部を設けることにより、空力性能の低下を抑制できる。

[0023] 本発明の一実施態様であるタービン翼では、前記第3フィレット部は、前記フィレット幅に対する前記フィレット高さの前記アスペクト比が前記フィレット部の前記翼面に沿って一定である領域を有する。

[0024] そのため、フィレット部の周方向における所定の領域で、熱応力を低減することができる。

[0025] 本発明の一実施態様であるタービン翼では、前記フィレット変化部は、前記第1端部と前記第3端部との間に設けられる第1フィレット変化部を含み、前記第1フィレット変化部は、前記第1端部から前記第3端部に向かって前記フィレット幅が小さくなり、前記フィレット高さが一定に維持される。

[0026] そのため、第1フィレット変化部により第1フィレット部と第3フィレット部を滑らかに接続することができ、空力性能の低下および急激な熱応力の変化を抑制することができる。

[0027] 本発明の一実施態様であるタービン翼では、前記第1フィレット変化部は、前記フィレット幅に対する前記フィレット高さの前記アスペクト比が1.0より大きい楕円形状のフィレットを有する。

[0028] そのため、第1フィレット変化部により第1フィレット部と第3フィレット部を滑らかに接続することができる。

[0029] 本発明の一実施態様であるタービン翼では、前記フィレット変化部は、前記第2端部と前記第2フィレット部との間に設けられる第2フィレット変化部を含み、前記第2フィレット変化部は、前記第2端部から前記第2フィレット部に向かって前記フィレット幅および前記フィレット高さが小さくなる。

[0030] そのため、第2フィレット変化部により第1フィレット部と第2フィレット部を滑らかに接続することができ、空力性能の低下および急激な熱応力の変化を抑制することができる。

[0031] 本発明の一実施態様であるタービン翼では、前記第2フィレット変化部は、前記フィレット幅に対する前記フィレット高さの前記アスペクト比が1.0より大きい楕円形状のフィレットを有する。

[0032] そのため、第2フィレット変化部により第1フィレット部と第2フィレット部を滑らかに接続することができる。

[0033] 本発明の一実施態様であるタービン翼では、前記フィレット変化部は、前記第4端部と前記第2フィレット部との間に設けられる第3フィレット変化部を含み、前記第3フィレット変化部は、前記第4端部から前記第2フィレット部に向かって前記フィレット幅が一定に維持され、前記フィレット高さが小さくなる。

[0034] そのため、第3フィレット変化部により第2フィレット部と第3フィレット部を滑らかに接続することができ、性能の低下を抑制することができる。

[0035] 本発明の一実施態様であるタービン翼では、前記第3フィレット変化部は、前記フィレット幅に対する前記フィレット高さの前記アスペクト比が1.0より大きい楕円形状のフィレットを有する。

[0036] そのため、第3フィレット変化部により第2フィレット部と第3フィレット部を滑らかに接続することができる。

[0037] 本発明の一実施態様であるタービン翼では、前記複数の冷却孔は、前記翼形部における前記翼基端部側で前記第2フィレット部に隣接する位置に開口密度が他の複数の冷却孔の開口密度より大きい端部冷却孔を含み、前記端部

冷却孔は、前記第2フィレット部における翼高さ方向の前記翼形部側に隣接して配置される。

[0038] そのため、第2フィレット部に接近させて開口密度の高い冷却孔を配置して第2フィレット部近傍の冷却能力が強化され、第2フィレット部の冷却性能を向上することができる。

[0039] 本発明の一実施態様であるタービン翼では、前記第1フィレット部は、前記冷却空気通路における冷却空気の流れ方向の最下流側の最終通路の翼壁に沿って設けられる。

[0040] そのため、冷却空気通路における最終通路を流れる冷却空気により第1フィレット部を効果的に冷却することができる。

[0041] 本発明の一実施態様であるタービン翼では、前記冷却空気通路は、前記翼形部の内部に設けられる蛇行通路を有し、前記第1フィレット部は、前記蛇行通路における冷却空気の流れ方向の最下流側の前記最終通路に沿って設けられ、前記第1フィレット部における領域の長さは、前記最終通路のコード方向の長さの範囲に含まれる。

[0042] そのため、第1フィレット部における領域の長さより最終通路のコード方向の長さが長いことから、最終通路を流れる冷却空気により第1フィレット部を適正に冷却することができる。

[0043] 本発明の一実施態様であるタービン翼では、前記翼基端部は、前記翼形部の翼高さ方向に直交する方向に延在するプラットフォームを含み、前記プラットフォームは、前記プラットフォームの後縁部端面に形成され、該後縁部端面から前縁側へ向かって凹むぬすみ部を有し、前記ぬすみ部は、前記プラットフォームの腹側端部から背側端部まで延在し、前記ぬすみ部の前縁側端部が前記プラットフォームの前記腹側端部から前記背側端部に向かって前記プラットフォームの前記後縁部端面に接近するように設けられる。

[0044] そのため、ぬすみ部の前縁側端部を翼形部の腹側から背側に向かってプラットフォームの後縁部に接近するように設けることから、ぬすみ部を設けた部分では、プラットフォーム42の剛性が低下するため、翼形部の翼後縁部

における応力を低減することができる。

[0045] 本発明の一実施態様であるタービン翼では、前記ぬすみ部は、前記プラットフォームにおける前記前縁側部が、前記プラットフォームの平面視において、前記冷却空気通路における冷却空気の流れ方向の最下流側の最終通路と前記翼形部の後縁端面の間に位置する。

[0046] そのため、ぬすみ部が冷却空気通路における最終通路に接近することで、翼形部の翼後縁部とプラットフォームとの接続部の近傍で、ぬすみ部を十分に深く形成することができる。

[0047] 本発明の一実施態様であるタービン翼では、前記ぬすみ部は、前記プラットフォームにおける前記前縁側部が、前記プラットフォームの前記腹側端部から前記背側端部に向けて直線状に形成される。

[0048] そのため、ぬすみ部の端部が直線状をなすことから、加工性を向上することができる。

[0049] 本発明の一実施態様であるタービン翼では、前記プラットフォームは、前記翼形部プラットフォームにおける前記背側端部に沿って前縁から後縁に延在する第1冷却通路と、前記プラットフォームにおける前記腹側端部に沿って前縁から後縁に延在する第2冷却通路と、を含み、前記第1冷却通路および前記第2冷却通路は、冷却空気の流れ方向の上流側が前記翼形部の前記冷却空気通路に連通し、下流側が前記後縁部端面で燃焼ガス中に開口する。

[0050] そのため、プラットフォームに冷却通路を設け、冷却空気通路に連通することから、翼形部を冷却した冷却空気をプラットフォームに供給し、このプラットフォームを効率良く冷却することができる。

[0051] 本発明の一実施態様であるタービン翼では、前記タービン翼は、動翼である。

[0052] そのため、動翼の性能の低下を抑制することができる一方で、フィレット部における熱応力を低減することができる。

[0053] また、本発明のガスタービンは、空気を圧縮する圧縮機と、前記圧縮機が圧縮した圧縮空気と燃料を混合して燃焼する燃焼器と、前記タービン翼を有

して前記燃焼器が生成した燃焼ガスにより回転動力を得るタービンと、を備える。

[0054] そのため、タービンの性能の低下を抑制することができる一方で、フィレット部における熱応力を低減することができる。

発明の効果

[0055] 本発明のタービン翼およびガスタービンによれば、空力性能の低下を抑制することができる一方で、フィレット部における熱応力を低減することができる。

図面の簡単な説明

[0056] [図1]図1は、第1実施形態のガスタービンの全体構成を表す概略図である。

[図2]図2は、第1実施形態のタービン翼としての動翼の断面を示した背面図である。

[図3]図3は、図2のIII-III矢視に沿うタービン翼としての動翼を表す断面図である。

[図4]図4は、第1フィレット部の断面図である。

[図5]図5は、第2フィレット部の断面図である。

[図6]図6は、第3フィレット部の断面図である。

[図7]図7は、タービン翼としての動翼の変形例を表す断面図である。

[図8]図8は、第2実施形態のタービン翼としての動翼を表す断面図である。

[図9]図9は、図8のIX-IX矢視に沿うタービン翼の翼基端部廻りの断面図である。

[図10]図10は、図9の要部拡大図である。

発明を実施するための形態

[0057] 以下に図面を参照して、本発明の好適な実施形態を詳細に説明する。なお、この実施形態により本発明が限定されるものではなく、また、実施形態が複数ある場合には、各実施形態を組み合わせるものも含むものである。

[0058] [第1実施形態]

図 1 は、第 1 実施形態のガスタービンの全体構成を表す概略図である。なお、以下の説明では、ガスタービンのロータの中心軸線を O としたとき、中心軸線 O が延びる方向を軸方向 D a とし、ロータの中心軸線 O に直交するロータの径方向を翼高さ方向 D h、ロータの中心軸線 O を中心とした周方向を周方向 D c として説明する。

[0059] 第 1 実施形態において、図 1 に示すように、ガスタービン 10 は、圧縮機 11 と燃焼器 12 とタービン 13 とを備える。ガスタービン 10 は、同軸上に図示しない発電機が連結され、発電機により発電が可能である。

[0060] 圧縮機 11 は、空気を取り込む空気取入口 20 を有し、圧縮機車室 21 内に入口案内翼 (IGV : Inlet Guide Vane) 22 が配設されると共に、複数の静翼 23 と動翼 24 が軸方向 D a に交互に配設され、その外側に抽気室 25 が設けられる。燃焼器 12 は、圧縮機 11 で圧縮された圧縮空気に対して燃料を供給し、点火することで燃焼可能である。タービン 13 は、タービン車室 26 内に複数の静翼 27 と動翼 28 が軸方向 D a に交互に配設される。タービン車室 26 は、下流側に排気車室 29 を介して排気室 30 が配設され、排気室 30 は、タービン 13 に連続する排気ディフューザ 31 を有する。

[0061] また、圧縮機 11、燃焼器 12、タービン 13、排気室 30 の中心部を貫通するようにロータ 32 が位置する。ロータ 32 は、圧縮機 11 側の端部が軸受部 33 により回転自在に支持され、排気室 30 側の端部が軸受部 34 により回転自在に支持される。ロータ 32 は、圧縮機 11 にて、各動翼 24 が装着されたディスクが複数重ねられて固定され、タービン 13 にて、各動翼 28 が装着されたディスクが複数重ねられて固定され、圧縮機 11 側の端部に発電機 (図示略) の駆動軸が連結される。

[0062] ガスタービン 10 は、圧縮機 11 の圧縮機車室 21 が脚部 35 に支持され、タービン 13 のタービン車室 26 が脚部 36 により支持され、排気室 30 が脚部 37 により支持される。

[0063] そのため、圧縮機 11 の空気取入口 20 から取り込まれた空気が、入口案

内翼 2 2、複数の静翼 2 3 と動翼 2 4 を通過して圧縮されることで高温・高圧の圧縮空気となる。燃焼器 1 2 にて、圧縮空気に対して所定の燃料が供給され、燃焼する。燃焼器 1 2 で生成された作動流体である高温・高圧の燃焼ガスが、タービン 1 3 を構成する複数の静翼 2 7 と動翼 2 8 を通過することでロータ 3 2 を駆動回転し、ロータ 3 2 に連結された発電機を駆動する。一方、タービン 1 3 を駆動した燃焼ガスは、排気ガスとして大気に放出される。

[0064] 図 2 は、第 1 実施形態のタービン翼としての動翼の断面を示した背面図、図 3 は、図 2 の III-III 矢視に沿うタービン翼としての動翼を表す断面図、図 4 は、第 1 フィレット部の断面図、図 5 は、第 2 フィレット部の断面図、図 6 は、第 3 フィレット部の断面図である。

[0065] 図 2 および図 3 に示すように、タービン翼である動翼 2 8 は、翼形部 4 1 と、翼基端部としてのプラットフォーム 4 2 と、翼根部 4 3 とを備える。翼形部 4 1 は、翼高さ方向 D h に沿って配置され、翼基端部 5 5 部側がプラットフォーム 4 2 の上面 7 1 に接続し、プラットフォーム 4 2 と共に一体に形成されている。翼根部 4 3 は、ロータ 3 2（図 1 参照）に固定される。そのため、動翼 2 8 は、ロータ 3 2 と共に回転する。

[0066] 翼形部 4 1 は、翼高さ方向 D h に延在する負圧面側の凸面形状を有する背側翼面 5 3 と、圧力面側の凹面形状を有する腹側翼面 5 4 とからなる翼面 5 7 と、翼高さ方向 D h の翼先端部 5 6 側に形成された天板 5 9 とにより、一体に形成されている。翼形部 4 1 は、中空形状を備え、背側翼面 5 3 と腹側翼面 5 4 は、軸方向 D a に沿う燃焼ガス F G の流れ方向の上流側で接続されて前縁 5 1 が形成され、下流側で接続されて後縁 5 2 が形成され、後縁下流側端面に後縁端面 5 2 A a が形成されている。翼形部 4 1 は、翼基端部 5 5 から翼先端部 5 6 に向けて先細り形状を備え、翼高さ方向 D h の翼先端部 5 6 側で天板 5 9 に接合する。

[0067] 翼形部 4 1 は、内部に冷却空気通路 6 0 が設けられる。冷却空気通路 6 0 は、第 1 冷却空気通路 6 1 と、第 2 冷却空気通路 6 2 と、第 1 供給通路 6 1

aと、第2供給通路62aとを有する。第1冷却空気通路61は、翼形部41の前縁51側に翼高さ方向Dhに沿って設けられ、翼基端部55側で第1供給通路61aに接続し、翼先端部56側で天板59に開口している。第1供給通路61aおよび第2供給通路62aは、翼根部43に形成され、外部から冷却空気を受け入れている。第1冷却空気通路61は、第1供給通路61aから供給された冷却空気を前縁51に沿って翼高さ方向Dhの一方向に流れ、翼先端部56側の天板59に形成された開口から外部の燃焼ガスFG中に排出される。第2冷却空気通路62は、翼基端部55側で第2供給通路62aに接続し、第2供給通路62aから冷却空気が供給されている。第2冷却空気通路62は、翼形部41の内部に蛇行通路（サーペントイン通路）として形成され、第1冷却空気通路61に隣接して後縁52側に設けられる。第2冷却空気通路62は、第1通路63、第1折り返し通路64、第2通路65、第2折り返し通路66、第3通路67を有する。第1通路63と第2通路65と第3通路67が翼高さ方向Dhに沿って設けられ、第3通路67の翼先端部56側が天板59に形成された開口に接続している。第2冷却空気通路62は、第2供給通路62aから供給された冷却空気が第1通路63、第1折り返し通路64、第2通路65、第2折り返し通路66、第3通路67の順に流れ、翼先端部56の天板59に形成された開口から外部に排出する。冷却空気が、第1冷却空気通路61及び第2冷却空気通路62を流れることにより、翼形部41の内壁が対流冷却される。

[0068] また、翼形部41は、後縁52側の翼後縁部52bに複数の冷却孔68が設けられる。複数の冷却孔68は、翼高さ方向Dhに所定間隔を空けて配列されている。複数の冷却孔68は、冷却空気の流れ方向の上流端である一端102（図9参照）で、第3通路67に連通し、冷却空気の流れ方向の下流端である他端103（図9参照）で、後縁52の後縁端面52aに開口する。冷却空気が、翼後縁部52bに形成された冷却孔68を流れることにより、翼後縁部52bが対流冷却される。

[0069] プラットフォーム42は、翼形部41における背側翼面53側に第1冷却

通路 7 2 が設けられ、腹側翼面 5 4 側に第 2 冷却通路 7 3 が設けられる。第 1 冷却通路 7 2 と第 2 冷却通路 7 3 は、プラットフォーム 4 2 の前縁部 7 4 から後縁部 7 5 に向かって軸方向 D a にプラットフォーム 4 2 の上面 7 1 に沿って延在する。第 1 冷却通路 7 2 は、冷却空気の流れ方向の上流端が翼形部 4 1 の第 2 冷却空気通路 6 2 に連通し、冷却空気の流れ方向の下流端が後縁部端面 7 5 a に開口する。第 2 冷却通路 7 3 は、冷却空気の流れ方向の上流端が翼形部 4 1 の第 2 冷却空気通路 6 2 に連通し、冷却空気の流れ方向の下流端が後縁部端面 7 5 a に開口する。第 1 冷却通路 7 2 及び第 2 冷却通路 7 3 は、翼形部 4 1 の第 1 冷却空気通路 6 1 及び第 2 冷却空気通路 6 2 から冷却空気の一部を受け入れ、プラットフォーム 4 2 の背側端部 4 4 及び腹側端部 4 5 を対流冷却している。なお、第 1 冷却通路 7 2 が接続する上流端は、第 1 冷却空気通路 6 1 であってもよいし、第 2 冷却通路 7 3 が接続する上流端は、第 2 冷却空気通路 6 2 であってもよい。

[0070] 図 3、図 8 及び図 9 に示すように、プラットフォーム 4 2 は、プラットフォーム 4 2 に発生する熱応力を抑制するため、後縁部 7 5 にぬすみ部 1 1 1 が設けられる。ぬすみ部 1 1 1 は、プラットフォーム 4 2 の後縁部 7 5 の後縁部端面 7 5 a に形成され、前縁 5 1 側の方向へ向かって凹むように設けられる。つまり、ぬすみ部 1 1 1 は、ぬすみ部 1 1 1 の一部を形成する前縁側端部 1 1 2 を軸方向 D a の最も上流側の端部として、プラットフォーム 4 2 の後縁部端面 7 5 a に向かって形成され、後縁部端面 7 5 a で開口する。ぬすみ部 1 1 1 の前縁側端部 1 1 2 は、プラットフォーム 4 2 の背側端部 4 4 側から腹側端部 4 5 側に向かって周方向 D c に沿って設けられる。従って、ぬすみ部の開口は、プラットフォーム 4 2 の後縁部端面 7 5 a の背側端部 4 4 側から腹側端部 4 5 まで形成されると共に、背側端部 4 4 側および腹側端部 4 5 の一部であって、後縁部端面 7 5 a から軸方向 D a の上流側の前縁側端部 1 1 2 との接続位置までの範囲に形成される。

[0071] また、図 3 に示すように、動翼 2 8 は、翼形部 4 1 とプラットフォーム 4 2 との接続部 7 6 の応力集中を回避するため、翼形部 4 1 の翼面 5 7 の全周

にフィレット部80が設けられる。フィレット部80は、第1フィレット部81と、第2フィレット部82と、第3フィレット部83とを有する。図4から図6に示す第1フィレット部81、第2フィレット部82および第3フィレット部83の形状は、翼形部41の翼面57に沿って各フィレットを見た断面形状である。

[0072] 第1フィレット部81は、翼形部41の背側翼面53側であって、翼形部41の背側翼面53とプラットフォーム42の背側端部44との距離が最も短く幅の狭い位置Xよりプラットフォーム42の後縁部75側に設けられる。第1フィレット部81は、周方向Dcに隣接する動翼28の翼形部41の間に形成される後述するスロート部110より後縁部75側に設けられる。第1フィレット部81は、フィレット幅W1が第1フィレット部81以外の他のフィレット部80の領域のフィレット幅Wより大きく設定される。ここで、スロート部とは、周方向Dcに隣接する動翼28間において、燃焼ガスFGの流動方向の最小流路幅を定める位置である。なお、フィレット部80のフィレット幅W方向のプラットフォーム42の上面71に形成されるフィレット部80の先端は、下部外縁80bを形成し、翼面57に沿った翼高さ方向Dhに形成されるフィレット部80の先端は、上部外縁80aを形成する。ここで、フィレット幅Wとは、翼形部41とプラットフォーム42の上面71とが接合する接続部76とフィレット部80の下部外縁80bとの間の長さ又は距離である。フィレット高さHとは、翼形部41とプラットフォーム42の上面71とが接合する接続部76とフィレット部80の上部外縁80aとの間の長さ又は高さである。

[0073] ここで、スロート部110と第1フィレット部81の位置関係について、図3により説明する。図3において、スロート部110は、隣接する動翼28の翼形部41の後縁52の位置から動翼28の背側翼面53に垂直に垂線スロート線SLを下し、背側翼面53に交わる背側翼面53上の位置を言う。一方、第1フィレット部81を形成する最も前縁51側に近い第1端部81aは、スロート部110の位置より後縁52側に形成されている。

- [0074] 第2フィレット部82は、第1フィレット部81より後縁52側に設けられる。第2フィレット部82は、翼形部41の後縁端面52aに形成され、翼高さ方向Dhに配列された複数の冷却孔68（図2参照）と翼高さ方向Dhに隣接して翼基端部55側に形成され、翼形部41とプラットフォーム42の接続部76に設けられる。第2フィレット部82は、フィレット高さHが第2フィレット部82以外の他の領域のフィレット部80のフィレット高さHより小さく設定される。
- [0075] 第3フィレット部83は、翼形部41の前縁51を挟んで、前縁51から背側翼面53側の第1フィレット部81まで延在して設けられると共に、前縁51から腹側翼面54に沿って後述する第3フィレット変化部86まで延在して設けられる。
- [0076] 図3および図4に示すように、第1フィレット部81は、翼形部41の背側翼面53側の翼面57に沿った領域A1に設けられる。第1フィレット部81は、フィレット幅W1およびフィレット高さH1で形成される。ここで、フィレット部80の断面は、真円または楕円形状に形成され、翼面57およびプラットフォーム42の上面71に外接し、外接する翼面57上の位置が上部外縁80aに相当し、外接するプラットフォーム42の上面71上の位置が、下部外縁80bに相当する。フィレット部80は、翼形部41の翼面57とプラットフォーム42の上面71とを滑らかに接続する湾曲部（湾曲凹面）で形成される。第1フィレット部81のフィレット幅W1とは、翼形部41の翼面57に直交する方向のプラットフォーム42の上面71に沿った方向のフィレット部80の長さである。フィレット高さH1とは、プラットフォーム42の上面71に直交する方向の翼面57に沿った翼高さDh方向のフィレット部80の長さである。第1フィレット部81は、翼形部41の翼面57とプラットフォーム42の上面71とが接続する接続部76に形成され、第1フィレット部81の断面形状は、真円R1の円弧形状で前縁51側から後縁52の方向に背側翼面53に沿って連続して形成されている。そのため、第1フィレット部81のフィレット幅W1は、真円R1におけ

るフィレット幅W方向の長さ（直径）であるWR 1の略 $1/2$ （半径）であり、フィレット高さH 1は、真円R 1におけるフィレット高さ方向の長さ（直径）HR 1の略 $1/2$ （半径）の長さである。

[0077] 図3および図5に示すように、第2フィレット部8 2は、翼形部4 1の後縁端面5 2 aに形成され、翼面5 7の後縁端面5 2 aに沿った領域A 2に一定の幅で周方向に形成されている。第2フィレット部8 2は、フィレット幅W 2であり、フィレット高さH 2である。第2フィレット部8 2は、翼形部4 1の翼面5 7とプラットフォーム4 2の上面7 1とが接続する接続部7 6に形成され、第2フィレット部8 2の形状は、翼高さ方向D hが長径であり、プラットフォーム4 2の上面7 1に沿う方向が短径である楕円R 2の楕円形状で後縁端面5 2 aに沿って連続して形成される。そのため、フィレット幅W 2は、楕円R 2におけるフィレット幅方向の長さ（短径）WR 2の略 $1/2$ であり、フィレット高さH 2は、楕円R 2におけるフィレット高さ方向の長さ（長径）HR 2の略 $1/2$ である。なお、第2フィレット部8 2のフィレット幅W方向のプラットフォーム4 2の上面に形成される第2フィレット部8 2の先端は、下部外縁8 0 bを形成し、図5における翼面5 7からフィレット幅W 2の位置に相当する。また、翼面5 7に沿った翼高さ方向D hに形成される第2フィレット部8 2の先端は、上部外縁8 0 aを形成し、図5におけるプラットフォーム4 2の上面7 1からフィレット高さH 2の位置に相当する。また、第2フィレット部8 2のフィレット高さH 2は、他の領域のフィレット部8 0のフィレット高さHより低く、第2フィレット部8 2のフィレット高さHが最も低く形成されている。

[0078] 図3および図6に示すように、第3フィレット部8 3は、翼形部4 1の背側翼面5 3側および腹側翼面5 4側の翼面5 7に沿った領域A 3に設けられる。第3フィレット部8 3は、フィレット幅W 3であり、フィレット高さH 3である。第3フィレット部8 3は、翼形部4 1の翼面5 7とプラットフォーム4 2の上面7 1とが接続する接続部7 6に形成される。第3フィレット部8 3の形状は、翼高さ方向D hが長径であり、プラットフォーム4 2の上

面 7 1 に沿う方向が短径である楕円 R 3 の楕円形状で連続して形成される。そのため、フィレット幅 W 3 は、楕円 R 3 におけるフィレット幅方向の長さ（短径）WR 3 の略 $1/2$ であり、フィレット高さ H 3 は、楕円 R 3 におけるフィレット高さ方向の長さ（長径）HR 3 の略 $1/2$ である。なお、第 3 フィレット部 8 3 のフィレット幅 W 方向のプラットフォーム 4 2 の上面 7 1 に形成される第 3 フィレット部 8 3 の先端は、下部外縁 8 0 b を形成し、図 6 における翼面 5 7 からフィレット幅 W 3 の位置に相当する。また、翼面 5 7 に沿った翼高さ方向 Dh に形成される第 3 フィレット部 8 3 の先端の位置は、上部外縁 8 0 a を形成し、図 6 におけるプラットフォーム 4 2 の上面 7 1 からフィレット高さ H 3 の位置に相当する。なお、第 1 フィレット部 8 1、第 2 フィレット部 8 2 および第 3 フィレット部 8 3 のフィレット幅 W およびフィレット高さ H は、互いに異なるため、第 1 フィレット部 8 1 と第 2 フィレット部 8 2 の間、第 2 フィレット部 8 2 と第 3 フィレット部 8 3 の間および第 3 フィレット部 8 3 と第 1 フィレット部 8 1 の間には、各フィレット部を滑らかに接続するフィレット変化部 8 7（第 1 フィレット変化部 8 4、第 2 フィレット変化部 8 5、第 3 フィレット変化部 8 6）が配置されている。フィレット変化部 8 7 を配置することにより、フィレット部 8 0 の急激な形状変化を伴うことなく、第 1 フィレット部 8 1、第 2 フィレット部 8 2 および第 3 フィレット部 8 3 が滑らかに接続され、フィレット部 8 0 の空力性能の低下を抑制できる。

[0079] 図 4 から図 6 に示すように、第 1 フィレット部 8 1 は、フィレット幅 W 1 に対するフィレット高さ H 1 のアスペクト比（フィレット高さ H 1 / フィレット幅 W 1）が、第 1 フィレット部 8 1 以外の他の領域のフィレット部 8 0 のアスペクト比より小さく設定される。すなわち、第 1 フィレット部 8 1 は、フィレット幅 W 1 とフィレット高さ H 1 が同じ長さであることから、アスペクト比が 1.0 である。なお、第 1 フィレット部 8 1 のアスペクト比は、1.0 に限らず、第 1 フィレット部 8 1 以外の他の領域のフィレット部 8 0 のアスペクト比より小さければよい。一方、第 2 フィレット部 8 2 は、フィ

レット幅W2に対してフィレット高さH2が大きいことから、アスペクト比が1.0より大きい。また、第3フィレット部83は、フィレット幅W3に対してフィレット高さH3が大きいことから、アスペクト比が1.0より大きい。そのため、第1フィレット部81のアスペクト比は、第2フィレット部82のアスペクト比および第3フィレット部83のアスペクト比より小さくなる。

[0080] また、図2および図3に示すように、第1フィレット部81は、アスペクト比がフィレット部80の翼面57に沿って一定の比率を維持する領域A1を有する。第2フィレット部82は、アスペクト比が翼形部41の後縁端面52aの翼面57に沿って一定の比率を維持する領域A2を有する。第3フィレット部83は、アスペクト比がフィレット部80の翼面57に沿って一定の比率を維持する領域A3を有する。

[0081] 第1フィレット部81は、図3から図6に示すように、フィレット部80の翼面57に沿った翼形部41の背側翼面53側の前縁51側に設けられる第1端部81aと、フィレット部80の翼面57に沿った翼形部41の背側翼面53側の後縁52側に設けられる第2端部81bとを有する。第1端部81aおよび第2端部81bは、フィレット幅Wとフィレット高さHがフィレット部80の翼面57に沿って変化するフィレット変化部87に接続される。また、第3フィレット部83は、フィレット部80の翼面57に沿った翼形部41の背側翼面53側に形成された第1フィレット部81側に設けられる第3端部83aと、フィレット部80の翼面57に沿った翼形部41の腹側翼面54側で後縁52側に形成された第4端部83bとを有する。第3端部83aおよび第4端部83bは、フィレット幅Wとフィレット高さHがフィレット部80の翼面57に沿って変化するフィレット変化部87に接続される。

[0082] フィレット変化部87は、第1フィレット変化部84と、第2フィレット変化部85と、第3フィレット変化部86とを有する。第1フィレット変化部84は、第1端部81aと第1端部81aより前縁51側に配置された第

3 端部 8 3 a との間に形成され、背側翼面 5 3 に沿った領域 A 1 1 に設けられる。第 1 フィレット変化部 8 4 は、第 1 端部 8 1 a から第 3 端部 8 3 a の方向に向かってフィレット幅 W が小さくなり、フィレット高さ H が一定の高さに維持される。つまり、第 1 フィレット部 8 1 から第 1 フィレット変化部 8 4 を経て第 3 フィレット部 8 3 の第 3 端部 8 3 a までの間は、フィレット幅 W が小さくなるが、フィレット高さ H が一定の高さに維持される。

[0083] 第 2 フィレット変化部 8 5 は、第 2 端部 8 1 b と第 2 フィレット部 8 2 との間に形成され、背側翼面 5 3 に沿った領域 A 1 2 に設けられる。第 2 フィレット変化部 8 5 は、第 2 端部 8 1 b から第 2 フィレット部 8 2 に向かってフィレット幅 W およびフィレット高さ H が小さくなる。第 3 フィレット変化部 8 6 は、第 4 端部 8 3 b と第 2 フィレット部 8 2 との間に形成され、腹側翼面 5 4 に沿った領域 A 1 3 に設けられる。第 3 フィレット変化部 8 6 は、第 4 端部 8 3 b から第 2 フィレット部 8 2 に向かってフィレット幅 W が一定の幅に維持され、フィレット高さ H が小さくなる。

[0084] また、図 3 に示すように、第 1 フィレット部 8 1 は、第 2 冷却空気通路 6 2 における冷却空気の流れ方向の最下流側の最終通路 7 0、つまり、第 3 通路 6 7 の翼壁 5 8 に沿って設けられる。更に、第 1 フィレット部 8 1 は、第 2 冷却空気通路 6 2 における冷却空気の流れ方向の最下流側の最終通路 7 0、つまり、第 3 通路 6 7 のコード方向に延在する通路断面に沿って設けられる。第 1 フィレット部 8 1 における領域 A 1 の長さは、第 3 通路 6 7 の通路断面のコード方向の長さの範囲内に含まれる。

[0085] ここで、上述した翼形部 4 1 の翼面 5 7 に沿ったフィレット部 8 0 の位置により、フィレット部 8 0 の形状が異なる理由を以下に説明する。

[0086] まず、フィレット部 8 0 の形状に影響を与える翼形部 4 1 の後縁 5 2 側の冷却構造について説明する。上述のように、翼形部 4 1 に形成された第 2 冷却空気通路 6 2 は、第 1 通路 6 3、第 1 折り返し通路 6 4、第 2 通路 6 5、第 2 折り返し通路 6 6、第 3 通路 6 7 と、からなる蛇行通路を形成する。従って、第 2 冷却空気通路 6 2 を流れる冷却空気は、冷却空気通路 6 0 内を流

れる過程で過熱され、最終通路 70 を流れる冷却空気の温度は、高温になるため、最終通路 70 を形成する後縁 52 側の翼壁 58 のメタル温度が高温化する傾向にある。一方、翼形部 41 とプラットフォーム 42 が接続するフィレット部 80 には、遠心力等に起因する応力が発生する。従って、後縁 52 側のフィレット部 80 には、高い熱応力が発生する傾向にあり、何らかの冷却手段および熱応力の抑制手段が必要になる場合がある。

[0087] 第 1 フィレット部 81 は、翼形部 41 の背側翼面 53 側に形成されている。翼形部 41 の背側翼面 53 とプラットフォーム 42 の背側端部 44 と後縁部端面 75a によって囲まれたプラットフォーム 42 の後縁部 75 の軸方向下流側の背側の領域は、上述した第 1 冷却通路 72 が、背側端部 44 に沿って前縁 51 から後縁 52 に向けて配列されているのみである。従って、第 1 冷却通路 72 が配置された領域を除くプラットフォーム 42 の後縁部 75 の軸方向下流側の背側の領域は無冷却の状態になる。

[0088] 上述のように、翼形部 41 の第 2 冷却空気通路 62 の最終通路 70（第 3 通路 67）は、冷却空気による過熱と遠心力等の相互作用による翼形部 41 の翼基端部 55 側に生ずる熱応力と、プラットフォーム 42 の無冷却領域の存在による熱伸び差に起因する熱応力の発生が重なり、翼形部 41 の背側翼面 53 側の軸方向下流側領域近傍の第 1 フィレット部 81 には、プラットフォーム 42 の上面 71 に沿って、他の領域のフィレット部 80 より高い熱応力が発生する傾向にある。

[0089] 図 3 および図 4 に示すように、第 1 フィレット部 81 に発生するプラットフォーム 42 の上面 71 に沿った水平方向の熱応力を許容値以下に抑えるため、第 1 フィレット 81 部を形成する曲面の内、プラットフォーム 42 の上面 71 に沿った方向のフィレット幅 $W1$ を大きくして、応力を低下させる必要がある。従って、第 1 フィレット部 81 は、他の領域のフィレット部 80 のフィレット幅 W より大きい幅が選定される。図 4 に示される第 1 フィレット部 81 は、円形形状の凹面状の曲面で形成され、フィレット高さ $H1$ とフィレット幅 $W1$ の比であるアスペクト比が、1.0 となる凹状曲面形状を備

え、他のフィレット部80よりアスペクト比が最も小さい形状となっている。

[0090] 図2、図3および図9に示すように、第2フィレット部82は、翼形部41の後縁端面52aに形成されている。上述のように、翼形部41の翼後縁部52bを冷却するため、翼後縁部52bには翼高さ方向に複数配列された冷却孔68が配置され、後縁端面52aに開口している。一方、後縁端面52aに形成された第2フィレット部82を冷却するため、第2フィレット部82を貫通して冷却孔68を形成することは、冷却孔68の廻りに発生する応力集中の観点から望ましくない。従って、翼後縁部52bのフィレット部80であって、特に冷却孔68が開口する後縁端面52aにおける開口68aの翼高さ方向Dhの位置は、第2フィレット部82を含めたフィレット部80を冷却するため、加工可能な範囲で出来るだけフィレット部80の上部外縁80aに接近させて配置することが望ましい。そのため、後縁端面52aに形成される第2フィレット部82は、他の領域のフィレット部80と比較して、フィレット高さH2を最も低くして、冷却孔68の開口68aの翼高さ方向Dhの位置を、第2フィレット部82の上部外縁80aに近づけ、プラットフォーム42の軸方向下流側領域の上面71に接近させて配置している。

[0091] 第3フィレット部83は、翼形部41の前縁51を挟んで背側翼面53側と腹側翼面54に形成されている。第3フィレット部83の断面形状は、図6に示すように、フィレット幅W3よりフィレット高さH3の方が大きく、フィレット高さH3とフィレット幅W3の比であるアスペクト比が1.0を越え、翼高さ方向Dhに長い楕円形状のフィレットとして形成されている。第3フィレット部83が形成されたプラットフォーム42と翼形部41との接続部76には、第1フィレット部81が形成されたプラットフォーム42の軸方向下流側領域ほどの高い熱応力が発生しない。従って、空力性能の点からはアスペクト比が大きい方が有利な点を勘案して、第3フィレット部83は、第1フィレット部と比較して、フィレット高さHは変えずに、フィレ

ト幅Wを小さくすることにより、アスペクト比が1より大きくなるようなフィレット形状を選定している。

[0092] なお、第1フィレット部81の領域A1および第2フィレット部82の領域A2並びに第3フィレット部83の領域A3は、いずれもフィレット高さHおよびフィレット幅Wは変わらず一定の高さHおよびフィレット幅Wを維持しているが、それぞれのフィレット部80を繋ぐ中間に配置されたフィレット変化部87は、フィレット高さH又はフィレット幅Wを徐々に変えて滑らかに接続するように形成されている。各接続点（第1端部81a、第2端部81b、第3端部83a、第4端部83b）で、フィレットの形状を急変させるのは、空力性能および応力集中の点から望ましくないからである。

[0093] なお、本発明のタービン翼は、上述した構成の動翼28に限定されるものではない。図7は、タービン翼としての動翼の変形例を表す断面図である。

[0094] 図7に示すように、変形例の動翼28Aは、上述した図2から図6に示す動翼28の第1実施態様形態に対して、翼形部41の冷却空気通路の構成が相違し、その他の構成は同様である。動翼28Aは、翼形部41と、プラットフォーム42と、翼根部43（図2参照）とを備える。

[0095] 翼形部41は、内部に冷却空気通路90が設けられる。冷却空気通路90は、第1冷却空気通路91と、第2冷却空気通路92とを有する。第1冷却空気通路91は、翼形部41の前縁51側に翼高さ方向Dhに沿って設けられ、翼先端部56側で天板59に開口している。第1冷却空気通路91は、翼根部43側に供給された冷却空気が前縁51に沿って一方向に流れ、翼先端部56側の天板59に形成された開口から外部の燃焼ガスFG中に排出する。第1実施形態に示される動翼28と同様に、第2冷却空気通路92は、翼形部41の内部に蛇行通路（サーペントイン通路）として形成され、第1冷却空気通路91に隣接して後縁52側に設けられる。第2冷却空気通路92は、第1通路93、第1折り返し通路（図示略）、第2通路94、第2折り返し通路（図示略）、第3通路95と、第3折り返し通路（図示略）、第4通路96、第4折り返し通路（図示略）、第5通路97とを有する。第1

通路 9 3 と第 2 通路 9 4 と第 3 通路 9 5 と第 4 通路 9 6 と第 5 通路 9 7 が翼高さ方向 D h に沿って設けられ、第 5 通路 9 7 の翼先端部 5 6 側部が天板 5 9 に形成された開口に接続している。第 2 冷却空気通路 9 2 は、翼根部 4 3 側に供給された冷却空気が第 1 通路 9 3、第 1 折り返し通路、第 2 通路 9 4、第 2 折り返し通路、第 3 通路 9 5、第 3 折り返し通路、第 4 通路 9 6、第 4 折り返し通路、第 5 通路 9 7 の順に流れ、翼先端部 5 6 の天板 5 9 に形成された開口から外部に排出する。第 5 通路 9 7 は、第 2 冷却空気通路 9 2 の最終通路 7 0 でもある。

[0096] また、動翼 2 8 A は、翼形部 4 1 とプラットフォーム 4 2 との接続部 7 6 の応力集中を回避するため、翼形部 4 1 の翼面 5 7 に沿って全周にフィレット部 8 0 が設けられる。第 1 実施形態に示す動翼 2 8 と同様に、フィレット部 8 0 は、第 1 フィレット部 8 1 と、第 2 フィレット部 8 2 と、第 3 フィレット部 8 3 とを有する。そして、フィレット変化部として、第 1 フィレット変化部 8 4 と、第 2 フィレット変化部 8 5 と、第 3 フィレット変化部 8 6 とが設けられる。フィレット部 8 0 とフィレット変化部 8 7 の構成は、上述した第 1 実施形態の構成と同様であることから、説明は省略する。

[0097] このように第 1 実施形態のタービン翼にあっては、内部に冷却空気通路 6 0 を有する翼形部 4 1 と、翼形部 4 1 の翼高さ方向 D h の翼基端部 5 5 に設けられるプラットフォーム（翼基端部）4 2 と、翼形部 4 1 とプラットフォーム 4 2 との接続部 7 6 の翼面 5 7 に沿って全周に設けられるフィレット部 8 0 とを備える。フィレット部 8 0 は、翼形部 4 1 の背側翼面 5 3 側であって、翼形部 4 1 の背側翼面 5 3 とプラットフォーム 4 2 の背側端部 4 4 との距離が最も短く間隔が狭い位置 X より後縁 5 2 側に設けられ、フィレット幅 W がフィレット部 8 0 における他の領域のフィレット幅 W より大きい第 1 フィレット部 8 1 を有する。

[0098] そのため、フィレット部 8 0 におけるプラットフォーム 4 2 の背側翼面 5 3 側の後縁 5 2 側の軸方向 D a の下流側領域は、他の領域より高い熱応力が発生し易い。この領域にフィレット部 8 0 のフィレット幅 W より大きい第 1

フィレット部81を設けることで、フィレット部80における熱応力を低減することができる。また、プラットフォーム42の背側翼面53側の後縁52側の第1フィレット部81は、前縁51側の第3フィレット部83と比較してスロート部110の位置より軸方向Daの下流側に配置されているため、フィレット形状が空力性能に与える影響が小さい。従って、第1フィレット部81は、第3フィレット部83よりフィレット幅Wの大きいフィレットを選定できる。

[0099] 上述のように、第1実施形態のタービン翼では、隣接する翼形部41の間に形成されるスロート部110より後縁52側に第1フィレット部81を設ける。その結果、フィレット部80における熱応力を低減することができる一方で、フィレット幅Wを大きくしても空力性能の低下を抑制することができる。

[0100] 第1実施形態のタービン翼では、第1フィレット部81は、フィレット幅Wに対するフィレット高さHのアスペクト比が他のフィレット部におけるアスペクト比より小さい。そのため、第1フィレット部81は、他のフィレット部よりも、フィレット幅Wが大きいことから、フィレット部80における熱伸び差等による熱応力の発生を低減することができる。

[0101] 第1実施形態のタービン翼では、第1フィレット部81は、アスペクト比がフィレット部80の翼面57に沿って一定の比率を維持する領域である。そのため、フィレット部80の翼面57に沿った所定の領域（領域A1）で、熱応力を低減することができる。

[0102] 第1実施形態のタービン翼では、第1フィレット部81のアスペクト比が1.0である。そのため、第1フィレット部81の熱応力を低減することができる。

[0103] 第1実施形態のタービン翼では、第1フィレット部81は、フィレット部80の翼面57に沿った翼形部41の前縁51側に設けられる第1端部81aと、フィレット部80の翼面57に沿った翼形部41の後縁52側に設けられる第2端部81bとを有する。第1フィレット部81の第1端部81a

および第2端部81bは、フィレット幅Wまたはフィレット高さHが他の領域のフィレット部80の翼面57に沿って変化するフィレット変化部84, 85に接続される。そのため、第1フィレット部81と他のフィレット部80（第2フィレット部82、第3フィレット部83）とが、フィレット幅Wまたはフィレット高さHが変化するフィレット変化部84, 85を介して接続することから、翼形部41とプラットフォーム42との接続部に滑らかに接続するフィレット部80を設けることとなり、空力性能の低下と応力集中を抑制することができる。

[0104] 第1実施形態のタービン翼では、翼形部41は、後縁52側の翼後縁部52bの翼高さ方向Dhに所定間隔を空けて複数配列された冷却孔68が配置されている。冷却孔68は、一端が冷却空気通路60に連通し、他端が後縁52の後縁端面52aに開口している。フィレット部80は、フィレット高さHが他のフィレット部80のフィレット高さHより小さい第2フィレット部82を有する。第2フィレット部82は、翼高さ方向Dhで冷却孔68よりプラットフォーム42側に接近し隣接させて後縁端面52aに設けられる。そのため、第2フィレット部82は、フィレット高さHが他のフィレット部80のフィレット高さHより小さいため、冷却孔68を流れる冷却空気により第2フィレット部82を含めた翼後縁部52bのフィレット部80およびプラットフォーム42の後縁52側の軸方向下流側の領域を効率良く冷却することができ、第2フィレット部82を含めた翼後縁部52bのフィレット部80の熱応力を低減することができる。

[0105] 第1実施形態のタービン翼では、フィレット部80は、翼形部41の前縁51を起点にして、背側翼面53側が、第3フィレット部83、第1フィレット変化部84、第1フィレット部81および第2フィレット変化部85を介して第2フィレット部82まで延在する。腹側翼面54側が、第3フィレット部83及び第3フィレット変化部86を介して第2フィレット部82まで延在する。従って、翼形部41とプラットフォーム42との間の接続部の全周に適正形状のフィレット部80を設けることができる。

- [0106] 第1実施形態のタービン翼では、第3フィレット部83は、フィレット幅Wに対するフィレット高さHのアスペクト比がフィレット部80の翼面57に沿って一定の比率を維持する。そのため、フィレット部80の翼面57における所定の領域で、空力性能の低下を抑制しつつ熱応力を低減することができる。
- [0107] 第1実施形態のタービン翼では、第1端部81aと第3端部83aとの間に第1フィレット変化部84を設けている。第1フィレット変化部84は、第1端部81aから第3端部83aに向かってフィレット幅Wが小さくなり、フィレット高さHが一定に維持される。この場合、第1フィレット変化部84の形状は、アスペクト比が1.0より大きい楕円形状をなす。そのため、第1フィレット変化部84により第1フィレット部81と第3フィレット部83を滑らかに接続することができ、第1フィレット部81よりフィレット幅Wを小さくできるので、空力性能の低下と応力集中を抑制することができる。
- [0108] 第1実施形態のタービン翼では、第2端部81bと第2フィレット部82との間に第2フィレット変化部85を設けている。第2フィレット変化部85は、第2端部81bから第2フィレット部82に向かってフィレット幅Wおよびフィレット高さHが小さくなる。なお、第2フィレット変化部85では、フィレット高さHの変化割合と比較してフィレット幅Wの変化割合の方が大きい。この場合、第2フィレット変化部85の形状は、アスペクト比が1.0より大きい楕円形状をなす。そのため、第2フィレット変化部85により第1フィレット部81と第2フィレット部82を滑らかに接続ことができ、第1フィレット部81よりフィレット幅Wを小さくできるので、空力性能の低下と応力集中を抑制することができる。
- [0109] 第1実施形態のタービン翼では、第4端部83bと第2フィレット部82との間に第3フィレット変化部86を設けている。第3フィレット変化部86は、第4端部83bから第2フィレット部82に向かってフィレット幅Wが一定の幅に維持され、フィレット高さHが小さくなる。この場合、第3フ

ィレット変化部 86 の形状は、アスペクト比が 1.0 より大きい楕円形状をなす。そのため、第 3 フィレット変化部 86 により第 2 フィレット部 82 と第 3 フィレット部 83 を滑らかに接続することができ、フィレット高さ H を小さくして冷却孔 68 の位置をプラットフォーム 42 の上面 71 に接近させ、空力性能の低下と応力集中を抑制することができる。

[0110] 第 1 実施形態のタービン翼では、第 1 フィレット部 81 は、冷却空気通路 60 における冷却空気の流れ方向の最下流側の最終通路 70 である第 3 通路 67 の翼壁 58 に沿って翼高さ方向 Dh に設けられる。そのため、冷却空気通路 60 における第 3 通路 67 を流れる冷却空気により第 1 フィレット部 81 を効果的に冷却することができる。

[0111] 第 1 実施形態のタービン翼では、翼形部の内部に蛇行通路としての第 2 冷却空気通路 62 を設け、第 1 フィレット部 81 は、第 2 冷却空気通路 62 における冷却空気の流れ方向の最下流側の最終通路 70 である第 3 通路 67 のコード方向に延在する通路断面に沿って設けられ、第 1 フィレット部 81 における領域 A1 の長さが第 3 通路 67 のコード方向の長さの範囲内に含まれる。そのため、第 1 フィレット部 81 における領域 A1 の長さより第 3 通路 67 のコード方向の長さが長いことから、第 3 通路 67 を流れる冷却空気により対流冷却され、第 1 フィレット部 81 を適正に冷却することができる。

[0112] 第 1 実施形態のタービン翼では、翼形部 41 における腹側翼面 54 側と背側翼面 53 側に、プラットフォーム 42 の前縁部 74 から後縁部 75 に延在する第 1 冷却通路 72、第 2 冷却通路 73 を設け、第 1 冷却通路 72、第 2 冷却通路 73 における冷却空気の流れ方向の上流側を冷却空気通路 60 に連通させている。そのため、翼形部 41 に供給される冷却空気の一部をプラットフォーム 42 に配置された第 1 冷却通路 72、第 2 冷却通路 73 に供給し、プラットフォーム 42 を対流冷却して、プラットフォーム 42 を効率良く冷却することができる。

[0113] 第 1 実施形態のタービン翼では、タービン翼を動翼 28 に適用する。そのため、動翼 28 の性能の低下を抑制することができる一方で、フィレット部

80における熱応力を低減することができる。

[0114] また、第1実施形態のガスタービンにあっては、圧縮機11と、圧縮機11が圧縮した圧縮空気と燃料を混合して燃焼する燃焼器12と、タービン翼としての動翼28を有して燃焼器12が生成した燃焼ガスFGにより回転動力を得るタービン13とを備える。そのため、タービン13の性能の低下を抑制することができる一方で、フィレット部80における熱応力を低減することができる。

[0115] [第2実施形態]

図8は、第2実施形態のタービン翼としての動翼を表す断面図、図9は、図8のIX-IX矢視に沿うタービン翼の翼基端部廻りの断面図、図10は、図9の要部拡大図である。なお、上述した第1実施形態と同様の機能を有する部材には、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

[0116] 第2実施形態において、図8および図9に示すように、動翼28Bは、上述した第1実施形態の動翼28と同様に、翼形部41と、プラットフォーム42と、翼根部43（図2参照）とを備える。

[0117] また、動翼28Bは、翼形部41とプラットフォーム42のとの接続部76の応力集中を回避するため、翼形部41の翼面57に沿って全周にフィレット部80が設けられる。第1実施形態に示す動翼28と同様に、フィレット部80は、第1フィレット部81と、第2フィレット部82と、第3フィレット部83とを有する。そして、フィレット変化部として、第1フィレット変化部84と、第2フィレット変化部85と、第3フィレット変化部86とが設けられる。フィレット部80とフィレット変化部の構成は、上述した第1実施形態の構成と同様であることから、説明は省略する。

[0118] 翼形部41は、後縁52側の翼後縁部52bに複数の冷却孔68が設けられる。複数の冷却孔68は、翼高さ方向Dhに所定間隔を空けて配列され、一端が第2冷却空気通路62における第3通路67に連通し、他端が後縁52の後縁端面52aに開口する。また、冷却孔68は、翼形部41の後縁端面52aにおけるプラットフォーム42側に接近した位置で、第2フィレ

ト部 8 2 の上部外縁 8 0 a に隣接する翼高さ方向 D h の外側の位置に配置される。後述のように、複数の冷却孔 6 8 は、開口密度が他の複数の冷却孔 6 8 の開口密度より大きい複数の端部冷却孔 1 0 1 を含んでいる。

[0119] 図 1 0 に示すように、複数の端部冷却孔 1 0 1 は、上流側である一端 1 0 2 が第 2 冷却空気通路 6 2 における第 3 通路 6 7 に連通し、下流側である他端 1 0 3 が後縁 5 2 の後縁端面 5 2 a に開口する。

[0120] 第 2 フィレット部 8 2 が設けられる翼基端部 5 5 (図 2 参照) 側に位置する端部冷却孔 1 0 1 は、端部冷却孔 1 0 1 よりも翼先端部 5 6 (図 2 参照) 側に位置する冷却孔 6 8 に比べて、翼高さ方向 D h において開口密度が大きい。そのため、端部冷却孔 1 0 1 をフィレット部 8 0 の上部外縁 8 0 a に接近させて配置することにより、冷却空気の供給量を十分に確保することで、第 2 フィレット部 8 2 の対流冷却をより効果的に行うことができる。なお、冷却孔 6 8 の開口密度 D は、冷却孔 6 8 の配列ピッチ P とし、冷却孔 6 8 の濡れ長さ S とすれば、 $D = (S / P)$ で表示される。すなわち、冷却孔 6 8 の配列ピッチ P が大きくなれば、開口密度 D は小さくなり、濡れ長さ S が大きくなれば、開口密度 D は大きくなる。濡れ長さ S は、冷却孔 6 8 が円形であれば、円周長さに相当する。

[0121] 図 8 および図 9 に示すように、プラットフォーム 4 2 は、後縁部 7 5 にぬすみ部 1 1 1 が設けられる。ぬすみ部 1 1 1 は、プラットフォーム 4 2 の後縁部端面 7 5 a に形成され、後縁部端面 7 5 a から前縁 5 1 側へ向かって凹むように設けられる。つまり、ぬすみ部 1 1 1 は、ぬすみ部 7 6 1 1 1 の一部を形成する前縁側端部 1 1 2 の位置を軸方向 D a の最も上流側の端部として、プラットフォーム 4 2 の後縁部端面 7 5 a 側に向かって開口する。ぬすみ部 1 1 1 の前縁側端部 1 1 2 は、プラットフォーム 4 2 の背側端部 4 4 側から腹側端部 4 5 側まで周方向 D c に沿って設けられる。従って、ぬすみ部 1 1 1 の開口は、プラットフォーム 4 2 の後縁部端面 7 5 a の背側端部 4 4 側から腹側端部 4 5 側まで形成されると共に、背側端部 4 4 側および腹側端部 4 5 の一部であって、後縁部端面 7 5 a から軸方向 D a の上流側の前縁側端

部 1 1 2 との接続位置までの範囲に形成される。

[0122] めすみ部 1 1 1 は、プラットフォーム 4 2 の腹側端部 4 5 側から背側端部 4 4 側まで延在する。めすみ部 1 1 1 の前縁側端部 1 1 2 は、プラットフォーム 4 2 の腹側端部 4 5 側から背側端部 4 4 側に向かうと共に、プラットフォーム 4 2 の後縁部端面 7 5 a に接近するように形成される。すなわち、めすみ部 1 1 1 は、プラットフォーム 4 2 における前縁 5 1 側の前縁側端部 1 1 2 が、プラットフォーム 4 2 の平面視（図 8）において、翼形部 4 1 の第 2 冷却空気通路 6 2 における冷却空気の流れ方向の最下流側の最終通路 7 0、つまり、第 3 通路 6 7 の後縁 5 2 側の端部（一端 1 0 2）と翼形部 4 1 の後縁端面 5 2 a の間に位置する。めすみ部 1 1 1 の前縁側端部 1 1 2 は、プラットフォーム 4 2 の腹側端部 4 5 から背側端部 4 4 に向けて直線状に形成され、且つ、周方向 D c に対して傾斜し後縁部端面 7 5 a に対しても傾斜して形成されている。めすみ部 1 1 1 の前縁側端部 1 1 2 が、直線状に形成されるため、加工が容易である。

[0123] プラットフォーム 4 2 の後縁部 7 5 にめすみ部 1 1 1 を設けることにより、プラットフォームの後縁部 7 5 の剛性が低下し、剛性を小さくする意義がある。プラットフォームの後縁部 7 5 の剛性を小さくすることにより、プラットフォームの後縁部 7 5 並びにフィレット部 8 0 の熱応力を低減することができる。

[0124] プラットフォーム 4 2 の幅方向（周方向 D c）における後縁部 7 5 の位置近傍において、めすみ部 1 1 1 の前縁側端部 1 1 2 が背側端部 4 4 側から腹側端部 4 5 側に向かうにつれて前縁 5 1 側に近づくように、プラットフォーム 4 2 の幅方向（周方向 D c）に対して傾斜して設けられている。そのため、応力低減の必要性が高い翼形部 4 1 の後縁端面 5 2 a とプラットフォーム 4 2 との接続部 7 6（第 2 フィレット部 8 2）の近傍でめすみ部 1 1 1 を前縁 5 1 側の方向に十分に深く形成することができ、これにより第 2 フィレット部 8 2 を含めたフィレット部 8 0 とプラットフォーム 4 2 の後縁部 7 5 における熱応力を低減することができる。

[0125] なお、上述した実施形態では、本発明のタービン翼を動翼 28 に適用して説明したが、静翼 27 に適用してもよい。

符号の説明

- [0126] 10 ガスタービン
- 11 圧縮機
- 12 燃焼器
- 13 タービン
- 27 静翼
- 28, 28A, 28B 動翼（タービン翼）
- 32 ロータ
- 41 翼形部
- 42 プラットフォーム（翼基端部）
- 43 翼根部
- 44 背側端部
- 45 腹側端部
- 51 前縁
- 52 後縁
- 52a 後縁端面
- 52b 翼後縁部
- 53 背側翼面
- 54 腹側翼面
- 55 翼基端部
- 56 翼先端部
- 57 翼面
- 58 翼壁
- 59 天板
- 60, 90 冷却空気通路
- 61, 91 第1冷却空気通路

- 6 1 a 第 1 供給通路
- 6 2, 9 2 第 2 冷却空気通路
- 6 2 a 第 2 供給通路
- 6 8 冷却孔
- 6 8 a 開口
- 7 0 最終通路
- 7 1 上面
- 7 2 第 1 冷却通路
- 7 3 第 2 冷却通路
- 7 4 前縁部
- 7 5 後縁部
- 7 5 a 後縁部端面
- 7 6 接続部
- 8 0 フィレット部
- 8 0 a 上部外縁
- 8 0 b 下部外縁
- 8 1 第 1 フィレット部
- 8 1 a 第 1 端部
- 8 1 b 第 2 端部
- 8 2 第 2 フィレット部
- 8 3 第 3 フィレット部
- 8 3 a 第 3 端部
- 8 3 b 第 4 端部
- 8 4 第 1 フィレット変化部
- 8 5 第 2 フィレット変化部
- 8 6 第 3 フィレット変化部
- 8 7 フィレット変化部
- 1 0 1 端部冷却孔

1 0 2 一端

1 0 3 他端

1 1 0 スロート部

1 1 1 ぬすみ部

1 1 2 前縁側端部

D a 軸方向

D c 周方向

D h 翼高さ方向

S L スロート線

請求の範囲

- [請求項1] 内部に冷却空気通路を有する翼形部と、
 前記翼形部の翼高さ方向の端部に設けられる翼基端部と、
 前記翼形部と前記翼基端部との接続部の全周に設けられるフィレット部と、
 を含み、
 前記フィレット部は、前記翼形部の背側であって、前記翼形部の背側翼面と前記翼基端部の背側端部との距離が最も短い位置より後縁側に設けられ、フィレット幅が前記フィレット部における他の領域の前記フィレット幅より大きい第1フィレット部を含む、
 タービン翼。
- [請求項2] 前記第1フィレット部は、隣接する前記翼形部との間のスロート部より後縁側に設けられる請求項1に記載のタービン翼。
- [請求項3] 前記第1フィレット部は、前記フィレット幅に対するフィレット高さの比であるアスペクト比が前記フィレット部における他の領域の前記アスペクト比より小さく形成されている請求項1または請求項2に記載のタービン翼。
- [請求項4] 前記第1フィレット部は、前記アスペクト比が前記フィレット部の周方向に沿って一定である領域を含む、請求項3に記載のタービン翼。
- [請求項5] 前記第1フィレット部は、前記アスペクト比が1.0である請求項3または請求項4に記載のタービン翼。
- [請求項6] 前記第1フィレット部は、前記フィレット部の翼面に沿った前記翼形部の前縁側に設けられる第1端部と、前記フィレット部の前記翼面に沿った前記翼形部の後縁側に設けられる第2端部とを有し、前記第1端部および前記第2端部において、前記フィレット幅または前記フィレット高さが前記フィレット部の前記翼面に沿って変化するフィレット変化部に接続される請求項3から請求項5のいずれか一項に記載

のタービン翼。

[請求項7] 前記翼形部は、後縁部に翼高さ方向に所定間隔を空けて複数配列され、一端が前記冷却空気通路に連通し、他端が前記後縁部の後縁端面に開口する複数の冷却孔を有し、前記フィレット部は、前記冷却孔に接近させて翼高さ方向の内側に隣接して前記後縁端面に設けられ、前記フィレット高さが前記フィレット部における他の領域の前記フィレット高さより小さい第2フィレット部を含む請求項6に記載のタービン翼。

[請求項8] 前記フィレット部は、前記翼形部の前縁を挟んで背側翼面に沿って前記フィレット変化部を介して前記第1フィレット部に接続し、腹側翼面に沿って前記フィレット変化部を介して前記第2フィレット部に接続する第3フィレット部を含む請求項7に記載のタービン翼。

[請求項9] 前記第3フィレット部は、前記フィレット幅に対する前記フィレット高さの前記アスペクト比が前記フィレット部の前記翼面に沿って一定である領域を有する請求項8に記載のタービン翼。

[請求項10] 前記フィレット変化部は、前記第1端部と第3端部との間に設けられる第1フィレット変化部を含み、前記第1フィレット変化部は、前記第1端部から前記第3端部に向かって前記フィレット幅が小さくなり、前記フィレット高さが一定に維持される請求項8または請求項9に記載のタービン翼。

[請求項11] 前記第1フィレット変化部は、前記フィレット幅に対する前記フィレット高さの前記アスペクト比が1.0より大きい楕円形状のフィレットを有する請求項10に記載のタービン翼。

[請求項12] 前記フィレット変化部は、前記第2端部と前記第2フィレット部との間に設けられる第2フィレット変化部を含み、前記第2フィレット変化部は、前記第2端部から前記第2フィレット部に向かって前記フィレット幅および前記フィレット高さが小さくなる請求項7から請求項11のいずれか一項に記載のタービン翼。

- [請求項13] 前記第2フィレット変化部は、前記フィレット幅に対する前記フィレット高さの前記アスペクト比が1.0より大きい楕円形状のフィレットを有する請求項12に記載のタービン翼。
- [請求項14] 前記フィレット変化部は、第4端部と前記第2フィレット部との間に設けられる第3フィレット変化部を含み、前記第3フィレット変化部は、前記第4端部から前記第2フィレット部に向かって前記フィレット幅が一定に維持され、前記フィレット高さが小さくなる請求項8から請求項11のいずれか一項に記載のタービン翼。
- [請求項15] 前記第3フィレット変化部は、前記フィレット幅に対する前記フィレット高さの前記アスペクト比が1.0より大きい楕円形状のフィレットを有する請求項14に記載のタービン翼。
- [請求項16] 前記複数の冷却孔は、前記翼形部における前記基端部側で前記第2フィレット部に隣接する位置に開口密度が他の複数の冷却孔の開口密度より大きい端部冷却孔を含み、前記端部冷却孔は、前記第2フィレット部における翼高さ方向の前記翼形部側に隣接して配置される請求項15に記載のタービン翼。
- [請求項17] 前記第1フィレット部は、前記冷却空気通路における冷却空気の流れ方向の最下流側の最終通路の翼壁に沿って設けられる請求項1から請求項16のいずれか一項に記載のタービン翼。
- [請求項18] 前記冷却空気通路は、前記翼形部の内部に設けられる蛇行通路を有し、前記第1フィレット部は、前記蛇行通路における冷却空気の流れ方向の最下流側の前記最終通路に沿って設けられ、前記第1フィレット部における領域の長さは、前記最終通路のコード方向の長さの範囲に含まれる請求項17に記載のタービン翼。
- [請求項19] 前記翼基端部は、前記翼形部の翼高さ方向に直交する方向に延在するプラットフォームを含み、前記プラットフォームは、前記プラットフォームの後縁部端面に形成され、該後縁部端面から前縁側へ向かって凹むぬすみ部を有し、前記ぬすみ部は、前記プラットフォームの腹

側端部から背側端部まで延在し、前記ぬすみ部の前縁側の端部が前記プラットフォームの前記腹側端部から前記背側端部に向かって前記プラットフォームの前記後縁部端面に接近するように設けられる請求項 1 から請求項 18 のいずれか一項に記載のタービン翼。

[請求項20] 前記ぬすみ部は、前記プラットフォームにおける前縁側の端部が、前記プラットフォームの平面視において、前記冷却空気通路における冷却空気の流れ方向の最下流側の最終通路と前記翼形部の後縁部の間に位置する請求項 19 に記載のタービン翼。

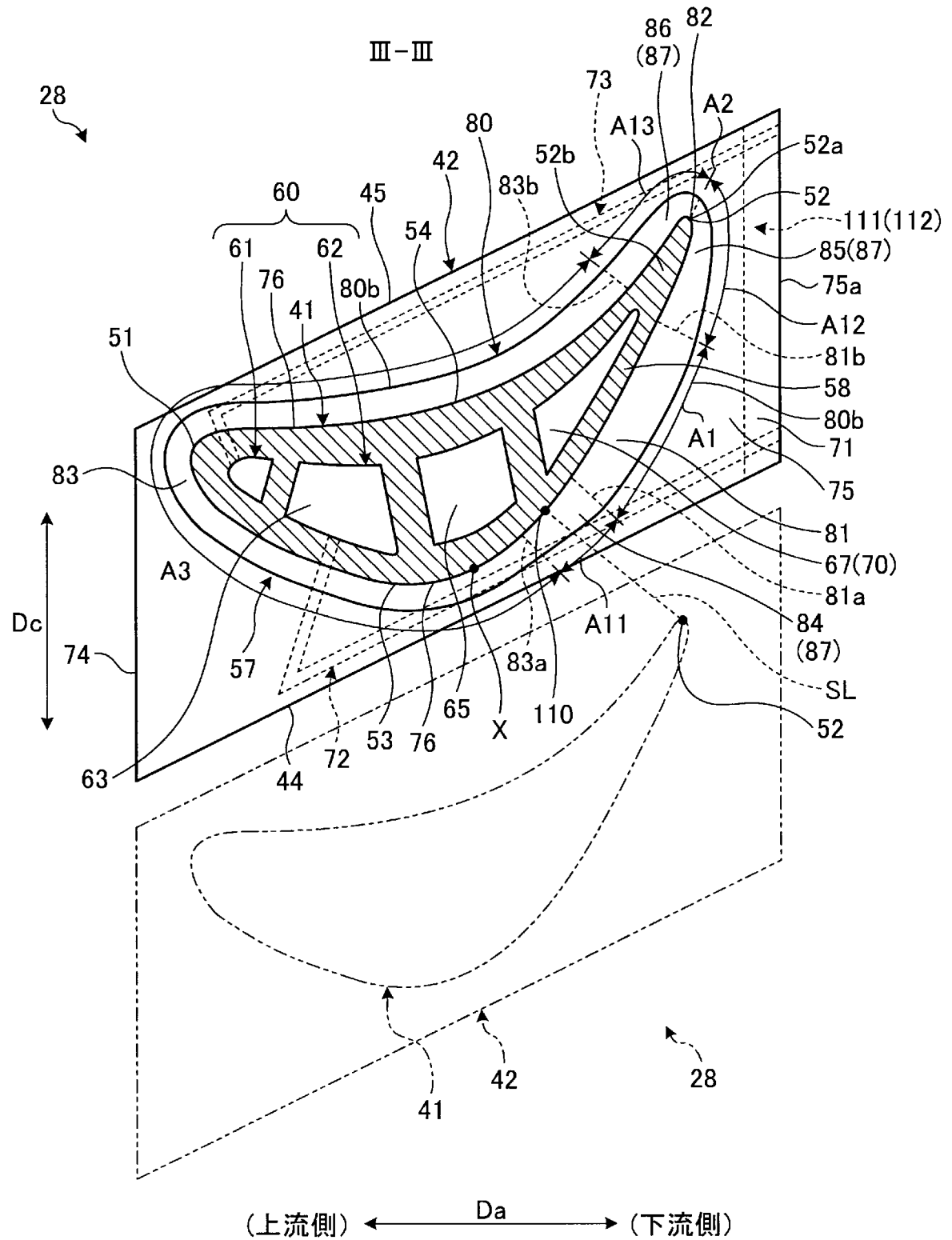
[請求項21] 前記ぬすみ部は、前記プラットフォームにおける前記前縁側の端部が、前記プラットフォームの前記腹側端部から前記背側端部に向けて直線状に形成される請求項 19 または請求項 20 に記載のタービン翼。

[請求項22] 前記プラットフォームは、前記プラットフォームにおける前記背側端部に沿って前縁から後縁に延在する第 1 冷却通路と、前記プラットフォームにおける前記腹側端部に沿って前縁から後縁に延在する第 2 冷却通路と、を含み、前記第 1 冷却通路および前記第 2 冷却通路は、冷却空気の流れ方向の上流側が前記翼形部の前記冷却空気通路に連通し、下流側が前記後縁部端面で燃焼ガス中に開口する請求項 19 から請求項 21 のいずれか一項に記載のタービン翼。

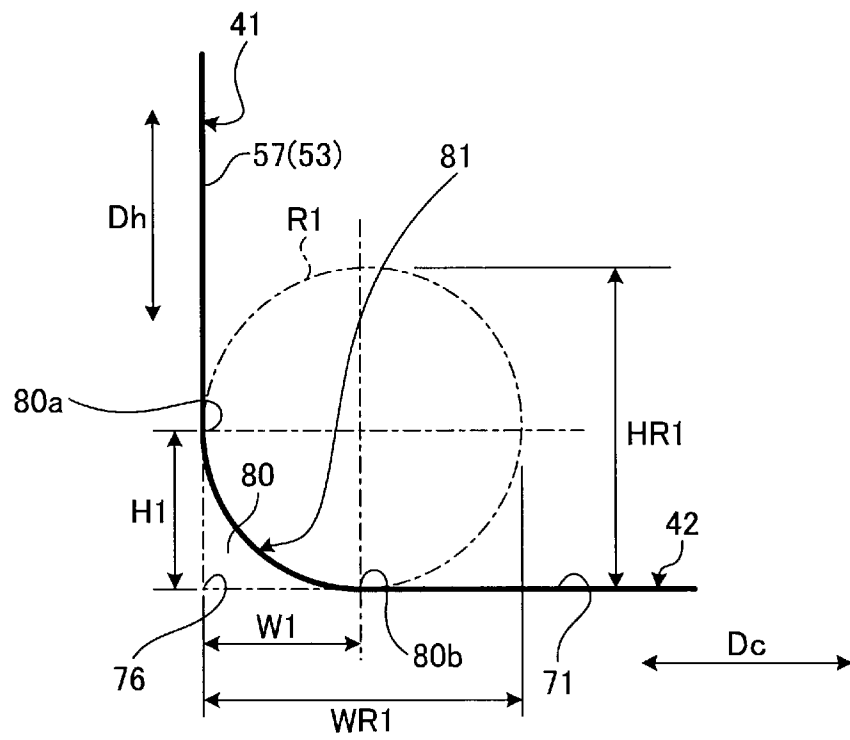
[請求項23] 前記タービン翼は、動翼である請求項 1 から請求項 22 のいずれか一項に記載のタービン翼。

[請求項24] 空気を圧縮する圧縮機と、
前記圧縮機が圧縮した圧縮空気と燃料を混合して燃焼する燃焼器と、
請求項 1 から請求項 23 のいずれか一項に記載のタービン翼を有して前記燃焼器が生成した燃焼ガスにより回転動力を得るタービンと、
を備えるガスタービン。

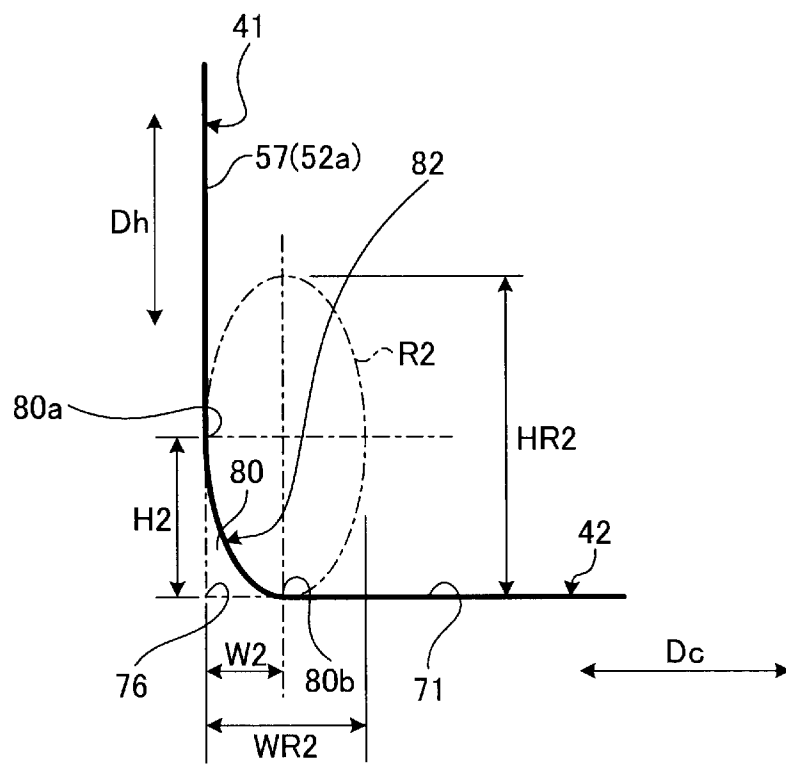
[図3]



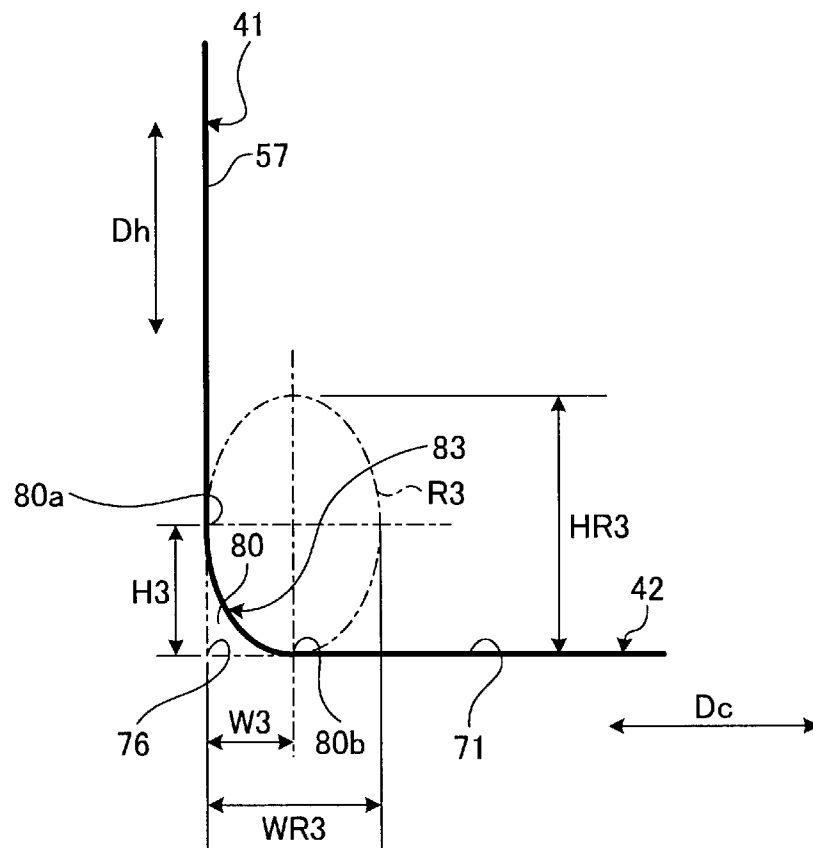
[図4]



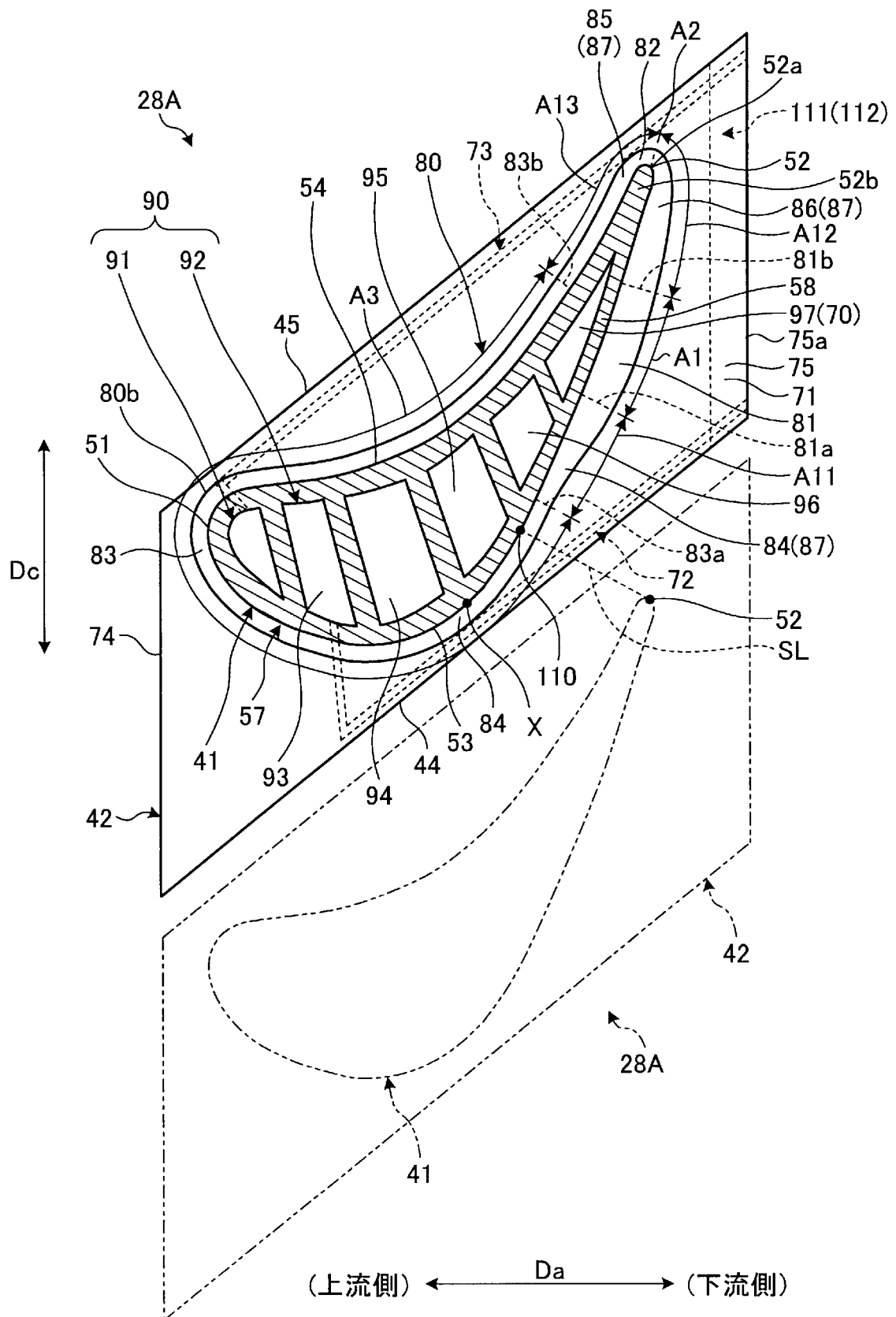
[図5]



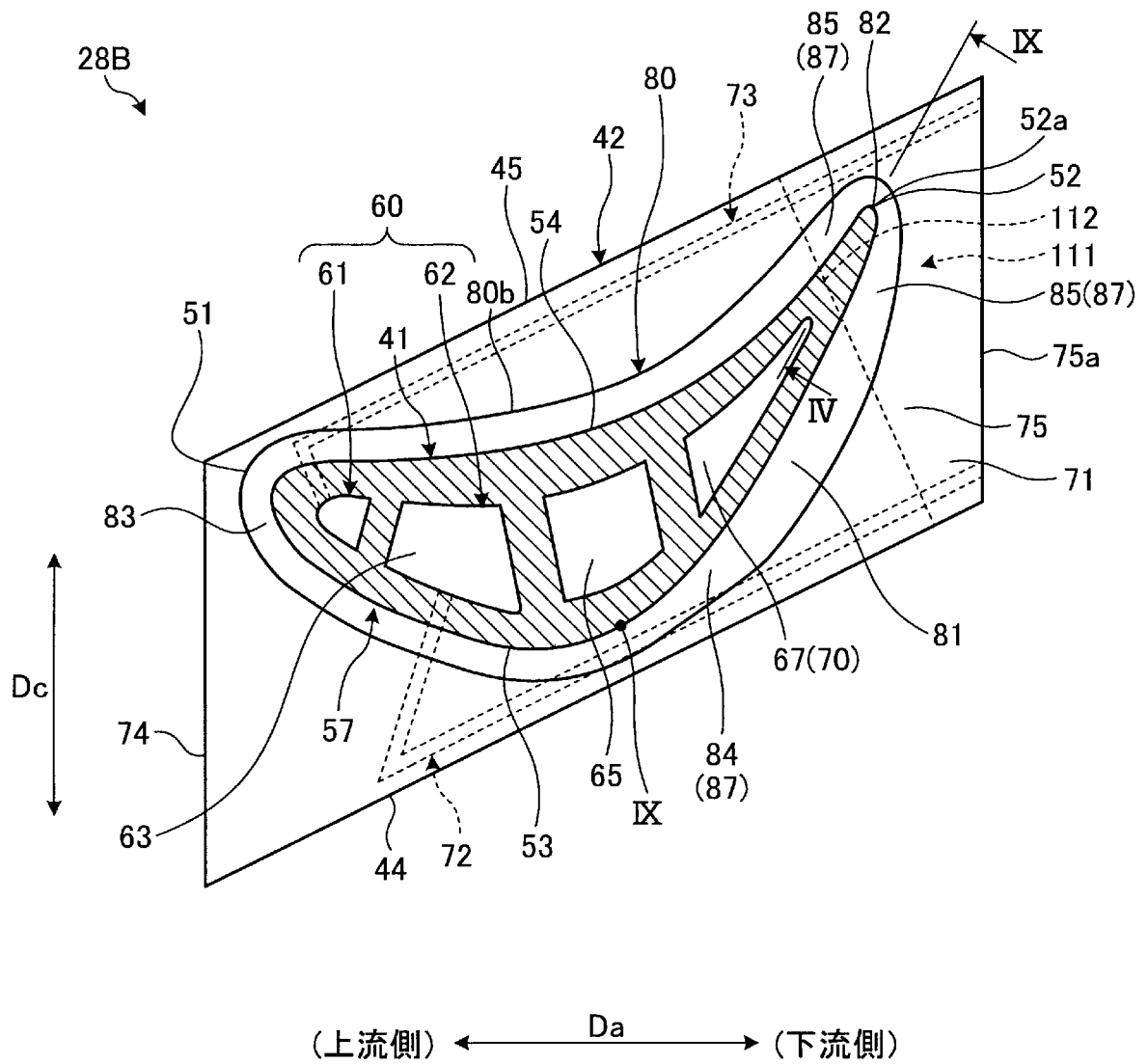
[図6]



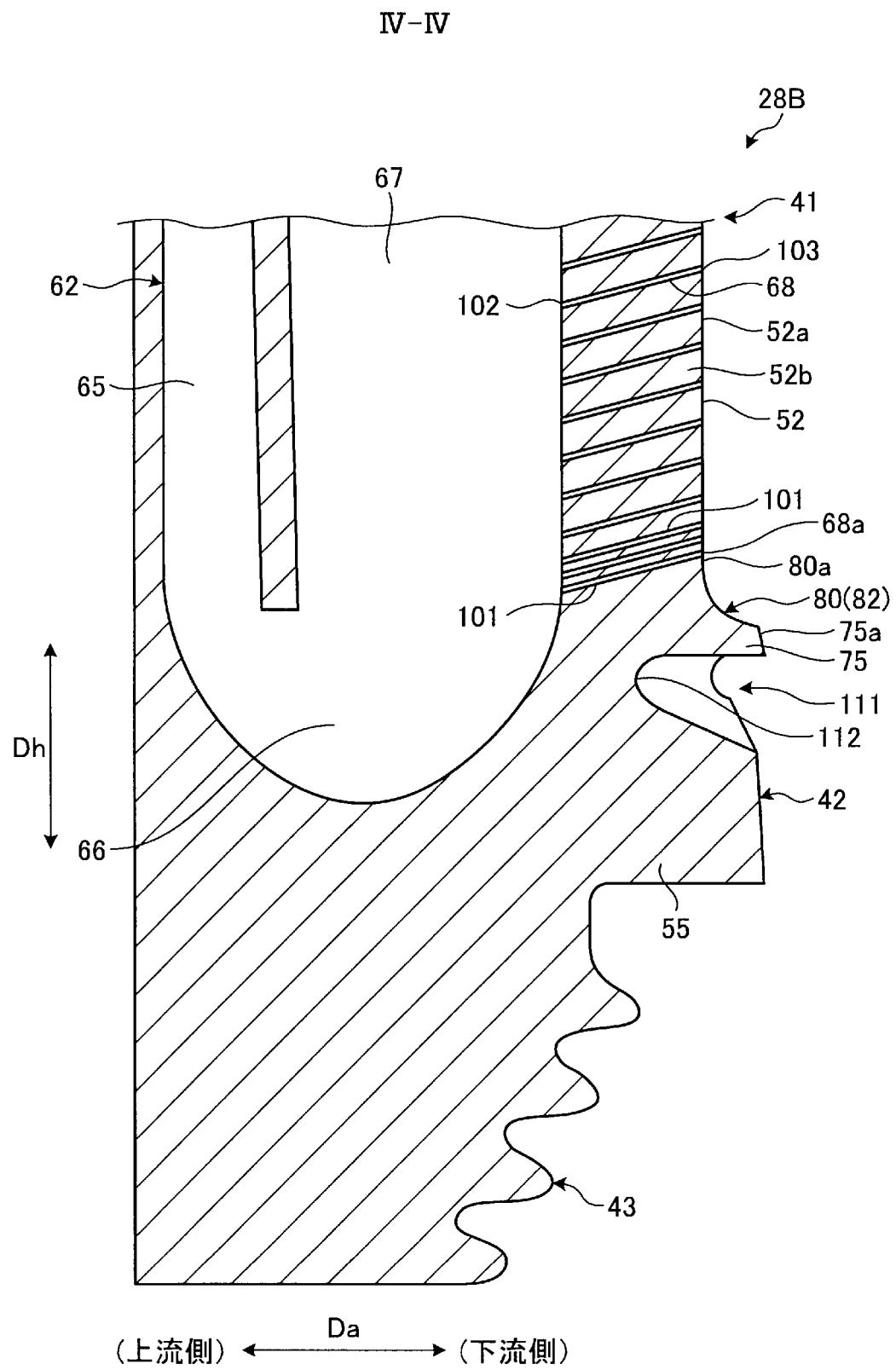
[図7]



[図8]



[図9]



The diagram illustrates a vertical pipe assembly with multiple horizontal tubes. The vertical pipe is labeled 52. The horizontal tubes are labeled 68. The distance between the tubes is labeled P2. The distance between the tubes is also labeled P1. The distance between the tubes is also labeled 101. The distance between the tubes is also labeled 102. The distance between the tubes is also labeled 103. The distance between the tubes is also labeled 80a. The distance between the tubes is also labeled 80b. The distance between the tubes is also labeled 80(82). The distance between the tubes is also labeled 42. The distance between the tubes is also labeled Dh. The distance between the tubes is also labeled FF. The distance between the tubes is also labeled (上流側) and (下流側). The distance between the tubes is also labeled Da.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/008670

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F01D 5/14 (2006.01) i; F01D 9/02 (2006.01) i

FI: F01D5/14; F01D9/02 104

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)

F01D5/14; 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.
Y A	JP 2010-196625 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 09.09.2010 (2010-09-09) paragraphs [0021]-[0035], fig. 1-6	1-6, 19-24 7-18
Y	JP 2001-271603 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 05.10.2001 (2001-10-05) paragraphs [0001]-[0050], fig. 1-11	1-6, 19-24
Y	JP 58-133403 A (MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION MUENCHEN GMBH) 09.08.1983 (1983-08-09) page 4, lower left column, line 20 to upper right column, line 14, fig. 2	2-6, 19-24
Y	JP 2002-213205 A (GENERAL ELECTRIC CO.) 31.07.2002 (2002-07-31) paragraphs [0008]-[0010], fig. 4-6	20-24
A	US 2013/0101409 A1 (BEECK, Alexander R.) 25.04.2013 (2013-04-25) entire text, all drawings	1-24

☐ 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

"I" 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
24 April 2020 (24.04.2020)

Date of mailing of the international search report
12 May 2020 (12.05.2020)

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/008670

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2010-196625 A	09 Sep. 2010	(Family: none)	
JP 2001-271603 A	05 Oct. 2001	US 2001/0016163 A1 paragraphs [0002]- [0092], fig. 4, 7-17 EP 1128024 A2 CA 2334071 A1	
JP 58-133403 A	09 Aug. 1983	US 4465433 A column 5, lines 19- 34, fig. 2 GB 2114263 A DE 3202855 C1 FR 2520801 A1	
JP 2002-213205 A	31 Jul. 2002	US 6390775 B1 column 2, line 45 to column 3, line 35, fig. 4-6 EP 1219778 A2	
US 2013/0101409 A	25 Apr. 2013	KR 2002-00537 43 A (Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F01D 5/14(2006.01)i; F01D 9/02(2006.01)i FI: F01D5/14; F01D9/02 104														
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）） F01D5/14; 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table>			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				
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												
Y	JP 2010-196625 A（三菱重工業株式会社）09.09.2010（2010-09-09） 段落[0021]-[0035]，図1-6	1-6, 19-24												
A		7-18												
Y	JP 2001-271603 A（三菱重工業株式会社）05.10.2001（2001-10-05） 段落[0001]-[0050]，図1-11	1-6, 19-24												
Y	JP 58-133403 A（エム・テー・ウー・モートレン・ウント・ツルビーネン・ユニ オン・ミュンヘン・ゲゼルシャフト・ミット・ベシュレンクテル・ハフツング） 09.08.1983（1983-08-09） 第4頁左下欄第20行-右上欄第14行，図2	2-6, 19-24												
Y	JP 2002-213205 A（ゼネラル・エレクトリック・カンパニー）31.07.2002（2002- 07-31） 段落[0008]-[0010]，図4-6	20-24												
A	US 2013/0101409 A1（BEECK, Alexander R.）25.04.2013（2013-04-25） 全文，全図	1-24												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 24.04.2020	国際調査報告の発送日 12.05.2020													
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/JP2020/008670

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2010-196625	A	09.09.2010	(ファミリーなし)	
JP	2001-271603	A	05.10.2001	US 2001/0016163 A1	
				段落[0002]-[0092], 図4, 7-17	
				EP 1128024 A2	
				CA 2334071 A1	
JP	58-133403	A	09.08.1983	US 4465433 A	
				第5欄第19行-第34行, 図2	
				GB 2114263 A	
				DE 3202855 C1	
				FR 2520801 A1	
JP	2002-213205	A	31.07.2002	US 6390775 B1	
				第2欄第45行-第3欄第35行, 図4-6	
				EP 1219778 A2	
				KR 2002-0053743 A	
US	2013/0101409	A1	25.04.2013	(ファミリーなし)	