

(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
2013年5月2日(02.05.2013)

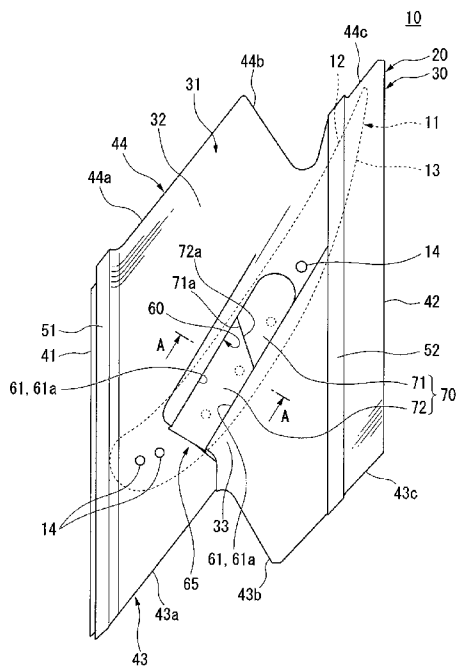


(10) 国際公開番号
WO 2013/061997 A1

- (51) 国際特許分類:
F01D 5/22 (2006.01) F01D 5/20 (2006.01)
F01D 5/18 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/077455
 - (22) 国際出願日: 2012年10月24日(24.10.2012)
 - (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 2011-236148 2011年10月27日(27.10.2011) JP
 - (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).
 - (72) 発明者: 伊藤 竜太 (ITO Ryuta); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
 - (74) 代理人: 森 隆一郎, 外 (MORI Ryuichirou et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
 - (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
 - (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: TURBINE BLADE, AND GAS TURBINE INCLUDING SAME

(54) 発明の名称: タービン動翼及びこれを備えたガスタービン



(57) Abstract: The present invention relates to a turbine blade (10). The turbine blade (10) of the present invention comprises a wing main body (11) which is attached to a rotor main body (2) in such a manner as to extend from the rotor main body (2) toward a radial direction outer side of the rotor main body (2), and a tip shroud (20) which is fixed to the radial direction outer side of the wing main body (11). A cooling passage (14) is disposed in the wing main body (11) in such a manner as to extend in a radial direction of the rotor main body (2) so that a coolant is circulated. The tip shroud (20) comprises a shroud main body (30) where a recess (60) which is open toward the radial direction outer side and communicates with the cooling passage (14) is disposed at an outer circumferential end surface, and a plug (70) which comprises a plurality of plug pieces (71, 72), each of which is inserted into an attachment groove (61a) disposed at a side surface of the recess (60) to collaboratively block the opening of the recess (60).

(57) 要約: 本発明に係るタービン動翼 (10) は、ロータ本体 (2) から該ロータ本体 (2) の径方向外側に延びるように該ロータ本体 (2) に取り付けられる翼本体 (11) と、該翼本体 (11) の前記径方向外側に固定されたチップシュラウド (20) と、を備えるタービン動翼 (10) において、前記翼本体 (11) 内に、前記ロータ本体 (2) の径方向に延び、冷却媒体が流通する冷却路 (14) が形成され、前記チップシュラウド (20) は、前記径方向外側に開口し、且つ前記冷却路 (14) に連通する凹部 (60) が外周端面に形成されたシュラウド本体 (30) と、前記凹部 (60) の側面に形成された取付溝 (61a) にそれぞれ挿入されることで、互いに協働して前記凹部 (60) の開口を閉塞する複数のプラグ片 (71, 72) を有するプラグ (70) と、を備える。

WO 2013/061997 A1

明 細 書

発明の名称：タービン動翼及びこれを備えたガスタービン

技術分野

[0001] 本発明は、タービン動翼及びこれを備えたガスタービンに関する。

本願は、2011年10月27日に日本に出願された特願2011-236148号について優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 近年、ガスタービンの高温、高効率化が進み、これに伴ってタービン動翼の翼高さも増大化（長大翼化）傾向にある。特に、後方段動翼では、排出される燃焼ガスの熱エネルギーを抑える必要があり、翼高さの増大化が著しくなっている。このような動翼では、翼高さの増大化に伴って振動数が低下することで、フラッターなどの不安定な振動モードが発生する可能性が高まる。

[0003] そこで、各タービン動翼を構成する翼本体の先端にチップシュラウドが配され、構造減衰を増加させることで不安定な振動モードの発生を抑えている。このチップシュラウドもガスタービンの高温化にともない冷却する必要があるため、該チップシュラウド内には冷却構造が形成されている。

[0004] このような冷却構造としては、例えば特許文献1に示すように、翼本体を冷却した冷却空気をチップシュラウドの冷却にも使用できるように、翼本体内の冷却路と連通するキャビティをチップシュラウド内に形成したものが知られている。このキャビティは、チップシュラウドに冷却路と連通する凹部を形成し、当該凹部の開口をプラグで閉塞することで形成される。これにより、冷却空気をキャビティに導入し、該キャビティを介して冷却媒体をチップシュラウドの外周に供給することで該チップシュラウドの冷却を図っている。

[0005] また、特許文献2には、ロータの回転による遠心力で上記プラグが外れてしまうことを防ぐために、凹部の一对の側面にそれぞれ取付溝を形成し、該

取付溝にプラグを挿入することで凹部の開口を閉塞してキャビティを構成する技術が記載されている。より具体的には、この特許文献2の取付溝はロータの軸方向に対向するように形成されており、該取付溝に一枚のプラグが周方向から挿入されることで開口が閉塞されるようになっている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2000-297604号公報

特許文献2：特開2010-31865号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、上記特許文献2の技術では、プラグにおける取付溝に挿入されていない部分が遠心力によってロータの径方向外側に膨らんでしまうという問題がある。即ち、一对の取付溝がロータの軸方向に対向してこれら取付溝同士の間隔がある程度離間しているため、プラグに作用する遠心力やキャビティ内外の圧力差によってプラグの中央部が径方向外側にクリープ変形し易くなってしまふ。したがって、このクリープ変形に基くプラグ自体の膨らみにより、長期間にわたって使用した場合にはプラグの耐久性が低減するおそれがある。

[0008] 本発明はこのような課題に鑑みてなされたものであって、プラグの耐久性を向上させることが可能なタービン動翼及びこれを備えた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

[0009] (1) 本発明に係るタービン動翼は、ロータ本体から該ロータ本体の径方向外側に延びるように該ロータ本体に取り付けられる翼本体と、該翼本体の前記径方向外側に固定されたチップシュラウドと、を備えるタービン動翼において、前記翼本体内に、前記ロータ本体の径方向に延び、冷却媒体が流通する冷却路が形成され、前記チップシュラウドは、前記径方向外側に開口し、

且つ前記冷却路に連通する凹部が外周端面に形成されたシュラウド本体と、前記凹部の側面に形成された取付溝にそれぞれ挿入されることで、互いに協働して前記凹部の開口を閉塞する複数のプラグ片を有するプラグと、を備える。

[0010] このような特徴のタービン動翼によれば、プラグを複数のプラグ片で形成し、各プラグ片のそれぞれを取付溝に挿入したため、プラグを一枚物として構成した場合に比べて膨らみを低減させることができる。

[0011] (2) 前記凹部は、前記外周端面に沿う方向を長手方向として延在し、前記取付溝は、前記長手方向に沿う一对の前記側面に形成され、複数の前記プラグ片は、互いに当接するように前記長手方向に並んで前記凹部の開口を閉塞することが好ましい。

[0012] この場合には、凹部の長手方向に沿う一对の側面に取付溝が形成されていることから、一对の側面の対向方向は凹部の短手方向となる。したがって、凹部の短手方向に沿う側面に取付溝を形成した場合に比べて、一对の取付溝の間隔が狭く設定される。これにより、取付溝に挿入されるプラグ片における該取付溝の対向方向の間隔も狭く設定することができるため、遠心力によるプラグ片の変形を低減させることができ、該プラグ片の膨らみをより一層低減させることが可能となる。

[0013] (3) 前記冷却路は、前記翼本体の内部に複数形成され、複数の前記冷却路の径方向外側の端部は、前記ロータ本体の周方向及び軸線方向にそれぞれ傾斜する方向に配列され、前記凹部は、複数の前記冷却路の径方向外側の端部の配列方向を前記長手方向として延在していることが好ましい。

[0014] この場合には、凹部の長手方向が周方向及び軸線方向に傾斜する方向に延在することになるため、例えばチップシュラウドの外周端面に、プラグ片を挿入する際の障害物がある場合であっても、該プラグ片を容易に取付溝に挿入することができる。また、ロータの回転加速度によってプラグ片が外れてしまうことを防止できる。

[0015] (4) 前記シュラウド本体は、前記凹部の長手方向の少なくとも一端側に、

前記プラグ片を前記取付溝に挿入するためのプラグ挿入口を有することが好ましい。

[0016] この場合には、容易かつ確実に取付溝にプラグ片を挿入することができる。

[0017] (5) 前記シュラウド本体は、前記外周端面から突出し、且つ前記ロータ本体の周方向に延びるとともに前記ロータ本体の軸線方向に間隔をあけて配置された、複数のチップフィンを有し、前記凹部は、前記複数のチップフィンの間に形成されていることが好ましい。

[0018] この場合には、複数のチップフィンがシュラウド本体の外周端面に形成されている際であっても、プラグが複数のプラグ片からなることにより、チップフィンが障害となり難く、これらプラグ片を容易に取付溝に挿入することができる。

また、上述したように凹部が周方向及び軸線方向に傾斜して形成した場合には、チップフィンが存在する場合であってもより容易にプラグ片を取付溝に挿入することができる。

[0019] (6) 本発明に係るガスタービンは、上記いずれかのタービン動翼が取り付けられた前記ロータ本体と、該ロータ本体を回転可能に覆うケーシングとを備えていることを特徴とする。

このような特徴のガスタービンでは、上述したタービン動翼を備えているため、プラグの膨らみを低減させることができる。

発明の効果

[0020] 本発明に係るタービン動翼及びガスタービンによれば、プラグを各プラグ片に分割したことにより遠心力に基く膨らみを低減させることができ、プラグの耐久性を向上させることが可能になる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の実施形態に係るガスタービンの全体図である。

[図2]本発明の実施形態に係るガスタービンのタービン動翼をロータの周方向から見た図である。

[図3]本発明の実施形態に係るガスタービンのタービン動翼をロータの径方向外側から見た図である。

[図4]シュラウド本体をロータの径方向外側から見た図である。

[図5]図3におけるA-A断面図である。

[図6A]取付溝にプラグ片を挿入する手順を説明する図であり、第一プラグ片を挿入する直前の図である。

[図6B]図6Aに示す状態の後、取付溝に第二プラグ片を挿入する直前の図である。

[図7]第一変形例に係るタービン動翼をロータの径方向外側から見た図である。

[図8]第二変形例に係るタービン動翼をロータの径方向外側から見た図である。

[図9]第三変形例に係るタービン動翼をロータの径方向外側から見た図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明に係る実施形態について図面を参照して説明する。

図1に示すように、ガスタービン1は、圧縮空気を生成する圧縮機3と、圧縮機3から供給される圧縮空気に燃料を供給して燃焼ガスGを生成する燃焼器4と、燃焼器4から供給される燃焼ガスGにより回転駆動されるタービン5とを備えている。

[0023] 圧縮機3は、ロータ本体2を回転可能に覆う圧縮機ケーシング3aと、ロータ本体2に固定されて環状に配列された複数の圧縮機動翼3bと、圧縮機ケーシング3aに支持されて環状に配列された複数の圧縮機静翼3cとを備えている。圧縮機動翼3b及び圧縮機静翼3cは、ロータの軸線O方向に複数段交互に配されている。

[0024] また、タービン5は、ロータ本体2を回転可能に覆い、内部を燃焼ガス流路Fとするタービンケーシング5aと、ロータ本体2に固定され環状に配列された複数のタービン動翼10と、タービンケーシング5aに支持されて環

状に配列された複数のタービン静翼 5 b とを備えている。タービン動翼 1 0 及びタービン静翼 5 b は、ロータ本体 2 の軸線 O 方向に複数段交互に配されている。

なお、以下では、ロータ本体 2 の径方向を単に「径方向」と称するとともにロータ本体 2 の周方向を単に「周方向」と称し、さらに、該ロータ本体 2 の軸線 O 方向を単に「軸線 O 方向」と称する。

[0025] 次に、タービン動翼 1 0 の詳細について図を参照して説明する。

図 2 に示すように、タービン動翼 1 0 は、図 1 における燃焼ガス流路 F 内に配される翼本体 1 1 と、翼本体 1 1 の径方向外側に固定されたチップシュラウド 2 0 とを備えている。なお、図示は省略するが、翼本体 1 1 の径方向内側には、該翼本体 1 1 から張り出すように設けられたプラットフォームと、プラットフォームからさらに径方向内側に突出する翼根と、が設けられている。この翼根がロータ本体 2 の外周面に取り付けられることで、タービン動翼 1 0 がロータ本体 2 に一体に固定される。

[0026] 翼本体 1 1 は、図 2 に示すように、ロータ本体 2 から該ロータ本体 2 の径方向外側に向かって延びるように設けられている。また、この翼本体 1 1 は、図 3 に示すように、軸線 O 方向に沿って燃焼ガス流路上流側となる前縁から下流側となる後縁にかけて周方向一方側（ロータ本体 2 の回転方向前方側、図 3 及び図 4 の下側）へ凸となるように湾曲して正圧面 1 2 及び負圧面 1 3 が形成された翼形状の断面を有している。この断面形状は、軸線 O 方向他方側（ガス流路の下流側、図 2 ～図 4 の右側）に向かうに従って周方向他方側（ロータ本体 2 の回転方向後方側、図 3 及び 4 の上側）に向かうように延在する翼形状とされている。

また、翼本体 1 1 の延在方向に直交する断面における正圧面 1 2 と負圧面 1 3 とから等しい距離にある点を前縁から後縁まで結んだ曲線が中心線とされており、この中心線は翼本体 1 1 の湾曲形状と同様に湾曲している。

[0027] さらに、翼本体 1 1 の内部には、図 2 に示すように、径方向に延びる複数（本実施形態では 6 つ）の冷却路 1 4 が形成されている。この冷却路 1 4 は

、例えば上記中心線に沿う方向に沿って配列されるように、即ち、翼本体 11 の上記断面形状の延在方向に沿って配列されるように、互いに間隔をあけて形成されている。

翼本体 11 の径方向内側から供給される冷却空気（冷却媒体）は、当該冷却路 14 内を径方向外側に向かって流通する。

[0028] チップシュラウド 20 は、翼本体 11 に一体に設けられたシュラウド本体 30 と、該シュラウド本体 30 に着脱可能に取り付けられるプラグ 70 とを備えている。

[0029] シュラウド本体 30 は、図 2 から図 4 に示すように、径方向に所定の厚みを有する板状に形成され、翼本体 11 の径方向外側において周方向に張り出すように該翼本体 11 に対して一体に固定されている。このシュラウド本体 30 における径方向外側を向く面は、該シュラウド本体 30 の外周端面 31 とされている。

[0030] このシュラウド本体 30 においては、上流側である軸線 O 方向一方側（ガス流路の上流側、図 2 ～図 4 の左側）を向き、且つ周方向に沿って延びる面が上流側端面 41 とされ、下流側である軸線 O 方向他方側を向き、且つ周方向に沿って延びる面が下流側端面 42 とされている。これら上流側端面 41 と下流側端面 42 とは互いに平行とされている。

また、図 3 及び図 4 に示すように、チップシュラウド 20 における周方向一方側を向く面が第一コンタクト面 43 とされ、周方向他方側を向く面が第二コンタクト面 44 とされている。

[0031] 第一コンタクト面 43 は、第一傾斜面 43a と第二傾斜面 43b と第三傾斜面 43c との 3 つの面から構成されている。

第一傾斜面 43a は、上流側端面 41 の周方向一方側に接続されており、軸線 O 方向他方側に向かうに従って周方向他方側に向かって傾斜するように延在している。また、第二傾斜面 43b は、第一傾斜面 43a の軸線 O 方向他方側に接続されており、軸線 O 方向他方側に向かうに従って周方向一方側に向かって傾斜するように延在している。そして、第三傾斜面は、第二傾

斜面 4 3 b の軸線 O 方向他方側に接続されており、軸線 O 方向他方側に向かって周方向一方側に向かって傾斜するように延在し、下流側端面 4 2 の周方向一方側に接続されている。

[0032] 第二コンタクト面 4 4 は、第四傾斜面 4 4 a と第五傾斜面 4 4 b と第六傾斜面 4 4 c との 3 つの面から構成されている。

第四傾斜面 4 4 a は、上流側端面 4 1 における周方向他方側に接続されており第一傾斜面 4 3 a と平行に延びている。また、第五傾斜面 4 4 b は、第四傾斜面 4 4 a の軸線 O 方向他方側に接続されており、第二傾斜面 4 3 b と平行に延在している。そして、第六傾斜面 4 4 c は、第五傾斜面 4 4 b の軸線 O 方向他方側に接続されており、第三傾斜面 4 3 c と平行に延在し、下流側端面 4 2 の周方向他方側に接続されている。

[0033] なお、第一傾斜面 4 3 a と第二傾斜面 4 3 b との接続箇所は、第四傾斜面 4 4 a と第五傾斜面 4 4 b との接続箇所よりも軸線 O 方向一方側に位置している。また、第二傾斜面 4 3 b と第三傾斜面 4 3 c との接続箇所は、第五傾斜面 4 4 b と第六傾斜面 4 4 c との接続箇所よりも軸線 O 方向一方側に位置している。

[0034] 各タービン動翼 1 0 がロータ本体 2 に取り付けられた際には、シュラウド本体 3 0 の第一コンタクト面 4 3 における第二傾斜面 4 3 b は、隣り合うチップシュラウド 2 0 の第二コンタクト面 4 4 における第五傾斜面 4 4 b に摺動可能に当接する。これにより、複数のチップシュラウド 2 0 により円環状のリングが構成される。

[0035] 以上のような、上流側端面 4 1、下流側端面 4 2、第一コンタクト面 4 3 及び第二コンタクト面 4 4 によって、シュラウド本体 3 0 は、径方向外側から見た外周端面 3 1 の形状が Z 字状とされている。

[0036] このシュラウド本体 3 0 の外周端面 3 1 には、図 2 ~ 図 4 に示すように、第一チップフィン 5 1、第二チップフィン 5 2 及び凹部 6 0 が設けられている。

第一チップフィン 5 1 は、外周端面 3 1 における軸線 O 方向一方側に近接

した箇所に設けられており、該外周端面 3 1 から径方向外側に突出し、外周端面 3 1 の周方向全域にわたって上流側端面 4 1 と平行に延びている。なお、第一チップフィン 5 1 の周方向の両端は、それぞれ第一傾斜面 4 3 a 及び第四傾斜面 4 4 a に接続されている。

また、第二チップフィン 5 2 は、外周端面 3 1 における軸線 O 方向他方側に近接した箇所に設けられており、第一チップフィン 5 1 と同様に、該外周端面 3 1 から径方向外側に突出し、外周端面 3 1 の周方向全域にわたって下流側端面 4 2 と平行に延びている。なお、第二チップフィン 5 2 の周方向の両端は、それぞれ第三傾斜面 4 3 c 及び第六傾斜面 4 4 c に接続されている。

このようにして、第一チップフィン 5 1 及び第二チップフィン 5 2 は、互いに軸線 O 方向に離間して平行に設けられている。これら第一チップフィン 5 1 及び第二チップフィン 5 2 によって、タービン動翼 1 0 とタービンケーシングとの間のシール性が確保される。

[0037] 凹部 6 0 は、外周端面 3 1 における上記第一チップフィン 5 1 と第二チップフィン 5 2 との間において、該外周端面 3 1 から径方向内側に凹むように形成され、径方向外側に開口している。この凹部 6 0 は、外周端面 3 1 に沿う方向を長手方向として延在しており、本実施形態では、軸線 O 方向他方側に向かうに従って周方向他方側に向かう方向を長手方向として延在している。即ち、この凹部 6 0 は、翼本体 1 1 の上記断面形状の延在方向と同様、ロータ本体 2 本体の周方向及び軸線 O 方向にそれぞれ傾斜する方向を長手方向として延在している。この凹部 6 0 の長手方向の両端の縁部はそれぞれ円弧状に形成され、該凹部 6 0 の短手方向の両側の縁部は互いに平行に長手方向に延びる直線状に形成されている。

[0038] そして、図 2、図 4 及び図 5 に示すように、凹部 6 0 の底面 6 2 には、上記複数の冷却路 1 4 のうちの一部の冷却路 1 4（本実施形態では 6 つの冷却路 1 4 のうちの 3 つ）の径方向外側の端部が開口している。これによって、凹部 6 0 とこれら一部の冷却路 1 4 とは連通状態とされている。

即ち、複数の冷却路 14 の径方向外側の端部は、翼本体 11 の上記断面形状の延在方向に対応してロータ本体 2 の周方向及び軸線 O 方向にそれぞれ傾斜する方向に配列されている。そして、これら冷却路 14 の端部の配列方向を長手方向として凹部 60 が延在するように形成されていることにより、凹部 60 内に一部の冷却路 14 の端部が開口している。

[0039] また、シュラウド本体 30 内には、該凹部 60 内と第一コンタクト面 43 の第三傾斜面 43 c とを連通する複数の冷却孔 63 (図 2 参照) が形成されているとともに、該凹部 60 内と第二コンタクト面 44 の第四傾斜面 44 a とを連通する複数の冷却孔 63 (図示省略) が形成されている。さらに、シュラウド本体 30 内には、凹部 60 内と第一コンタクト面 43 の第一傾斜面 43 a とを連通する複数の冷却孔 64 が形成されている。これら冷却孔 63、64 の第三傾斜面 43 c、第四傾斜面 44 a 及び第一傾斜面 43 a における開口は、第三傾斜面 43 c、第四傾斜面 44 a 及び第一傾斜面 43 a の延在方向に沿って配列されている。

[0040] ここで、外周端面 31 における第一チップフィン 51 よりも軸線 O 方向他方側に位置し、第一傾斜面 43 a 及び第四傾斜面 44 a に接続される領域は、該外周端面 31 の第一主面 32 とされている。

また、外周端面 31 における凹部 60 の長手方向手前側 (長手方向一端側、即ち、軸線 O 方向一方側かつ周方向一方側) の箇所は、第一主面 32 よりも一段径方向外側に平坦状に隆起した挿入面 36 とされている。

[0041] そして、外周端面 31 における凹部 60 の長手方向手前側を除く縁部を含む領域は、該凹部 60 を短手方向両側及び長手方向奥側 (軸線 O 方向他方側かつ周方向他方側) から囲うように第一主面 32 及び挿入面 36 よりも径方向外側に隆起した第二主面 33 とされている。したがって、凹部 60 は、外周端面 31 の第二主面 33 から径方向内側に凹むように形成されている。また、凹部 60 の長手方向手前側は、挿入面 36 側に開口している。

[0042] 外周端面 31 の第一主面 32 には、複数の冷却路 14 のうちの一部 (本実施形態においては 6 つの冷却路 14 のうちの 2 つ) が開口している。また、

外周端面 3 1 の第二主面 3 3 における凹部 6 0 の長手方向奥側の箇所には、複数の冷却路 1 4 のうちの一部（本実施形態においては 6 つの冷却路 1 4 のうちの 1 つ）が開口している。

[0043] そして、図 5 に示すように、凹部 6 0 におけるその長手方向に沿う一对の側面 6 1、即ち、該凹部 6 0 短手方向に対向する一对の側面 6 1 には、該長手方向に沿って延びる取付溝 6 1 a が形成されている。この取付溝 6 1 a は、一对の側面 6 1 からそれぞれ矩形に後退するように凹む溝であって、凹部 6 0 の長手方向全域にわたって延びている。

[0044] この取付溝 6 1 a の径方向位置は、挿入面 3 6 の径方向位置と略同一とされている。上述した凹部 6 0 の挿入面 3 6 側への開口は、後述するプラグ 7 0 を当該取付溝 6 1 a に挿入するためのプラグ挿入口 6 5 とされている。なお、プラグ挿入口 6 5 と第一チップフィン 5 1 との軸線 O 方向の間隔は、後述する第一プラグ片 7 1 及び第二プラグ片 7 2 がプラグ挿入口 6 5 に挿入可能となる分だけの寸法が確保されている。

[0045] プラグ 7 0 は、図 3 及び図 6 に示すように、複数のプラグ片から構成されており、本実施形態では 2 つの第一プラグ片 7 1 及び第二プラグ片 7 2 の二つのプラグ片から構成されている。

第一プラグ片 7 1 は、取付溝 6 1 a の径方向の溝幅と略同一の厚みを有する板状の部材であって、取付溝 6 1 a に挿入されることで、凹部 6 0 の開口における長手方向奥側の領域を閉塞可能とされている。

この第一プラグ片 7 1 における上記長手方向手前側を向く端面は、該長手方向奥側に向かうに従って凹部 6 0 の短手方向一方側に向かって傾斜する第一当接端面 7 1 a とされている。

なお、第一プラグ片 7 1 の上記長手方向奥側を向く端面は、凹部 6 0 の開口の形状に対応して円弧状に形成されている。

[0046] また、第二プラグ片 7 2 は、第一プラグ片 7 1 と同様に、取付溝 6 1 a の径方向の溝幅と略同一の厚みを有する板状の部材であって、凹部 6 0 の開口における長手方向手前側の領域を閉塞可能とされている。

この第二プラグ片72における上記長手方向奥側を向く端面は、該長手方向奥側に向かうに従って凹部60の短手方向一方側に向かって傾斜する第二当接端面72aとされている。

[0047] これら第一プラグ片71、第二プラグ片72は、取付溝61aに挿入された際に、並ぶようにして第一当接端面71a及び第二当接端面72aが互いに当接することにより、協働して凹部60の開口を閉塞する。このように、第一プラグ片71及び第二プラグ片72からなるプラグ70によって凹部60の開口が閉塞されることによって、図5に示すように、チップシュラウド20内には該チップシュラウド20外部と隔離された空間であるキャビティCが画成される。

[0048] プラグ70によって凹部60の開口を閉塞する際には、図6Aに示すように、まず第一プラグ片71をその先端側、即ち、円弧状に形成された端面側からプラグ挿入口65を介して取付溝61aに挿入する。これによって、第一プラグ片71の両側が取付溝61aにそれぞれ挟み込まれた状態となり、第一プラグ片71の径方向の移動が規制される。そして、この状態で第一プラグ片71を凹部60の長手方向奥側にスライドさせることで、凹部60の開口の長手方向奥側の領域に第一プラグ片71を配置させて、第一プラグ片71の先端を凹部60の長手方向奥側に当接させる。

[0049] 続いて、図6Bに示すように、第二プラグ片72をその先端側、即ち、第二当接端面72a側からプラグ挿入口65を介して取付溝61aに挿入する。これによって、第二プラグ片72の両側が取付溝61aにそれぞれ挟み込まれた状態となり、第一プラグ片71の径方向の移動が規制される。そして、この状態で第二プラグ片72を凹部60の長手方向奥側にスライドさせることで、凹部60の開口の長手方向手前側の領域に第一プラグ片71を配置させて、第二当接端面72aを第一プラグ片71の第一当接端面71aに当接させる。

このように第一プラグ片71及び第二プラグ片72が取付溝61aに順次挿入されることで、凹部60の開口がその全域にわたって閉塞され、上記キ

ャビティCが形成される。

[0050] 以上のような構成のガスタービン動翼10を備えたガスタービン1においては、運転時に冷却空気が該翼本体11内の冷却路14に径方向内側から供給される。これによって、翼本体11が内部から冷却される。

また、各冷却路14の径方向外側の端部に到達した冷却空気は、チップシュラウド20内のキャビティCにて合流した後、冷却孔63を通過してチップシュラウド20の外部に放出される。このとき、冷却孔63の内面が冷却空気によって冷却されることで、チップシュラウド20がその内部から冷却される。

[0051] ここで、ガスタービンの運転時には、ロータ本体2の回転に伴い遠心力が発生し、当該遠心力がチップシュラウド20のプラグ70にも作用する。これに対して本実施形態では、プラグ70を第一プラグ片71及び第二プラグ片72から構成し、これら第一プラグ片71及び第二プラグ片72のそれぞれを取付溝61aに挿入することにより凹部60の開口を閉塞したため、プラグ70を一枚物として構成した場合に比べて該プラグ70の変形を低減させることができる。したがって、プラグ70の耐久性を向上させることができ、長時間にわたってガスタービンの運転を継続させることができる。

[0052] また、このようにプラグ70が分割されているため、プラグ挿入口65の軸線O方向側に第一チップフィン51及び第二チップフィン52がある場合であっても、容易に第一プラグ片71、第二プラグ片72を取付溝61aに挿入することができる。

[0053] さらに、本実施形態では、凹部60の長手方向に沿う一对の側面61に取付溝61aが形成されていることから、一对の側面61の対向方向は凹部60の短手方向となる。したがって、凹部60の短手方向に沿う側面に取付溝61aを形成した場合に比べて、一对の取付溝61aの間隔が狭く設定される。これにより、第一プラグ片71及び第二プラグ片72における取付溝61aの対向方向の間隔も狭く設定することができるため、遠心力による第一プラグ片71及び第二プラグ片72の変形を低減させることができる。

即ち、プラグ70がその長手方向全域にわたって取付溝61aに対して近接するように該プラグ70を配置することができるため、プラグ70の中央部が遠心力によって径方向外側に変形してしまうことを極力低減させることができる。

これによって、遠心力による第一プラグ片71及び第二プラグ片72の膨らみをより一層低減させることが可能となる。

[0054] また、本実施形態では、凹部60の長手方向が軸線O方向から傾斜する方向に延在しているため、凹部60のプラグ挿入口65の軸線O方向側にチップフィンが設けられている場合であっても、当該チップフィンが妨げになることなく第一プラグ片71及び第二プラグ片72を容易に取付溝61aに挿入することができる。

さらに、凹部60の長手方向が周方向から傾斜する方向に延在しているため、ロータ本体2の周方向の回転加速度によって第一プラグ片71及び第二プラグ片72が取付溝61aから外れて凹部60が露出してしまうことを防止できる。

[0055] また、本実施形態では、側面61に取付溝61aを有する凹部60の長手方向手前側にプラグ挿入口65が形成されており、該プラグ挿入口65に取付溝61aと略同一の径方向位置の挿入面36が形成されているため、第一プラグ片71及び第二プラグ片72を容易に取付溝61aへと案内することができる。これによって、容易かつ確実に取付溝61aに第一プラグ片71及び第二プラグ片72を挿入することができる。

[0056] 以上、本発明の実施形態について詳細に説明したが、本発明の技術的思想を逸脱しない限り、これらに限定されることはなく、多少の設計変更等も可能である。

[0057] 例えば実施形態では、シュラウド本体30における外周端面31が第一主面32、第二主面33を有するものとしたが、例えば図7の模式図に示す変形例のように、滑らかな外周端面31に凹部60が形成されたものであってもよい。

[0058] 即ち、この変形例では、外周端面31における第一チップフィン51と第二チップフィン52との間の領域が、滑らかに湾曲する外周面状とされ、当該外周端面31から径方向外側に凹むように凹部60が形成されている。そして、実施形態と同様に、取付溝61aに挿入される第一プラグ片71及び第二プラグ片72から構成されたプラグ70によって凹部60の開口が閉塞されるようになっている。これによっても、実施形態同様、プラグ70を第一プラグ片71及び第二プラグ片72に分割したことにより、遠心力によるプラグ70の膨らみを低減できる他、該プラグ70を容易に取付溝61aに挿入することができる。

[0059] また、実施形態では、プラグ70を第一プラグ片71及び第二プラグ片72から構成したが、図8に示す第二変形例として、プラグ70を3つのプラグ片70a、70b、70cから構成してもよい。この場合、各プラグ片70a、70b、70cの大きさがプラグ70を二分割した場合よりもさらに小さくなるため、遠心力による膨らみをより低減できるとともにより取付溝61aに挿入し易くなる。なお、プラグ70を4つ以上に分割してもよい。また、実施形態では取付溝61aは直線状に形成されていたが、第二変形例に示すように取付溝61aが曲線状に形成されていてもよい。

[0060] さらに、例えば第三変形例として、図9に示すように、凹部60の長手方向に沿う一对の側面61のうち的一方における長手方向中央側に周方向他方側に向けて開口するプラグ挿入口65を設け、当該プラグ挿入口65から第一プラグ片71及び第二プラグ片72を取付溝61a内に挿入するようにしてもよい。この第三変形例では、プラグ挿入口65から挿入されたプラグ片70a、70cは、取付溝61aに沿って長手方向手前側、奥側に一枚ずつ移動される。その後、プラグ挿入口65にさらに一枚のプラグ片70cを挿入することで、計3枚のプラグ片70a、70b、70cによって凹部60の開口を閉塞することとしている。これによって、遠心力によるプラグ70の膨らみをより低減できるとともによりプラグ70を取付溝に挿入し易くすることができる。

[0061] また、実施形態では冷却について空気を使って行われるものとして説明したが、空気に限られるものではなく、例えば蒸気であってもよい。即ち、タービン動翼 10 に複数の冷却路 14 を設け、複数の冷却路 14 の一部には蒸気を翼根からロータ本体 2 の径方向外側に向けて流し、これをチップシュラウド 20 に設けられた凹部 60 とプラグ 70 とにより形成されたキャビティ C に回収する。次に、回収された蒸気を、複数の冷却路 14 の残りを通じてロータ本体 2 の径方向内側に向けて流し、翼根側で回収する。この構成によれば、蒸気のような回収を要する冷却媒体を用いるタービン動翼 10 において、プラグ 70 の耐久性を向上することができる。

産業上の利用可能性

[0062] 本発明は、ロータ本体から該ロータ本体の径方向外側に延びるように該ロータ本体に取り付けられる翼本体と、該翼本体の前記径方向外側に固定されたチップシュラウドと、を備えるタービン動翼において、前記翼本体内に、前記ロータ本体の径方向に延び、冷却媒体が流通する冷却路が形成され、前記チップシュラウドは、前記径方向外側に開口すると共に前記冷却路に連通する凹部が外周端面に形成されたシュラウド本体と、前記凹部の側面に形成された取付溝にそれぞれ挿入されることで、互いに協働して前記凹部の開口を閉塞する複数のプラグ片を有するプラグと、を備えるタービン動翼に関する。本発明によれば、プラグを各プラグ片に分割したことにより遠心力に基づく膨らみを低減させることができ、プラグの耐久性を向上させることが可能になる。

符号の説明

- [0063] 1 ガスタービン
2 ロータ本体
5 タービン
5 a タービンケーシング
10 タービン動翼
11 翼本体

- 14 冷却路
- 20 チップシュラウド
- 30 シュラウド本体
- 31 外周端面
- 51 第一チップフィン (チップフィン)
- 52 第二チップフィン (チップフィン)
- 60 凹部
- 61 側面
- 61a 取付溝
- 62 底面
- 65 プラグ挿入口
- 70 プラグ
- 70a プラグ片
- 70b プラグ片
- 70c プラグ片
- 71 第一プラグ片 (プラグ片)
- 71a 第一当接端面
- 72 第二プラグ片 (第二プラグ片)
- 72a 第二当接端面
- C キャビティ

請求の範囲

- [請求項1] ロータ本体から該ロータ本体の径方向外側に延びるように該ロータ本体に取り付けられる翼本体と、該翼本体の前記径方向外側に固定されたチップシュラウドと、を備えるタービン動翼において、
- 前記翼本体内に、前記ロータ本体の径方向に延び、冷却媒体が流通する冷却路が形成され、
- 前記チップシュラウドは、
- 前記径方向外側に開口し、且つ前記冷却路に連通する凹部が外周端面に形成されたシュラウド本体と、
- 前記凹部の側面に形成された取付溝にそれぞれ挿入されることで、互いに協働して前記凹部の開口を閉塞する複数のプラグ片を有するプラグと、を備えるタービン動翼。
- [請求項2] 前記凹部は、前記外周端面に沿う方向を長手方向として延在し、
- 前記取付溝は、前記長手方向に沿う一対の前記側面に形成され、
- 複数の前記プラグ片は、互いに当接するように前記長手方向に並んで前記凹部の開口を閉塞する、請求項1に記載のタービン動翼。
- [請求項3] 前記冷却路は、前記翼本体の内部に複数形成され、
- 複数の前記冷却路の径方向外側の端部は、前記ロータ本体の周方向及び軸線方向にそれぞれ傾斜する方向に配列され、
- 前記凹部は、複数の前記冷却路の径方向外側の端部の配列方向を前記長手方向として延在している、請求項2に記載のタービン動翼。
- [請求項4] 前記シュラウド本体は、
- 前記凹部の長手方向の少なくとも一端側に、前記プラグ片を前記取付溝に挿入するためのプラグ挿入口を有する、請求項1から3のいずれか一項に記載のタービン動翼。
- [請求項5] 前記シュラウド本体は、
- 前記外周端面から突出し、且つ前記ロータ本体の周方向に延びるとともに前記ロータ本体の軸線方向に間隔をあけて配置された、複数の

チップフィンを有し、

前記凹部は、前記複数のチップフィンの中に形成されている、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載のタービン動翼。

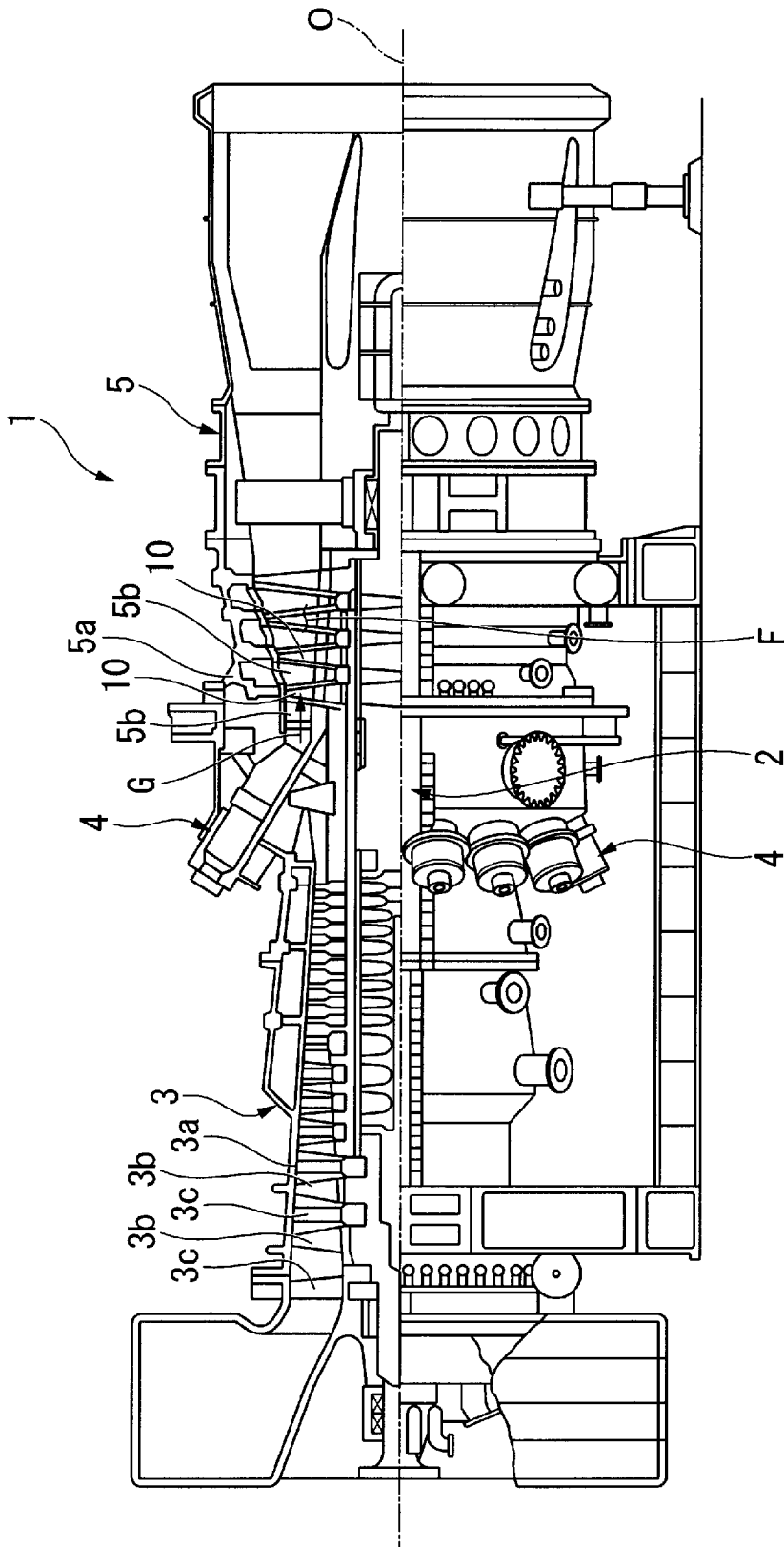
[請求項6]

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のタービン動翼が取り付けられた前記ロータ本体と、

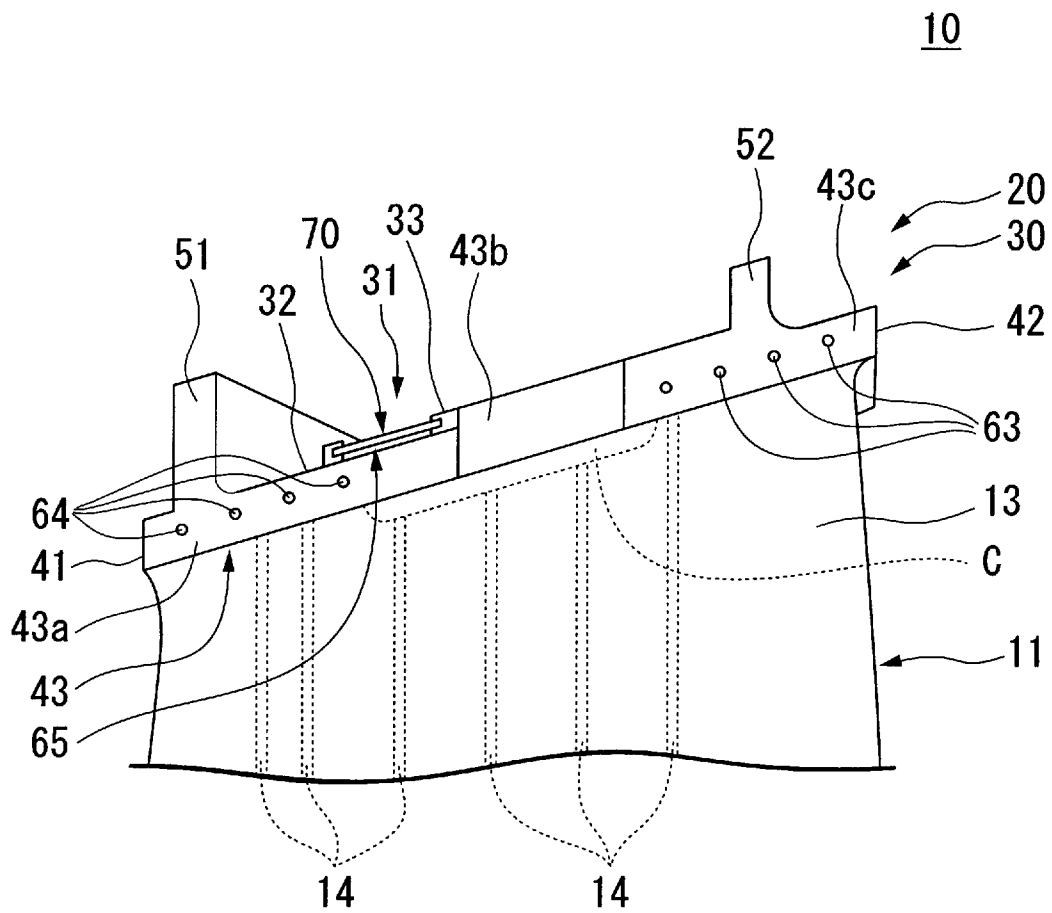
該ロータ本体を回転可能に覆うケーシングと、

を備えるガスタービン。

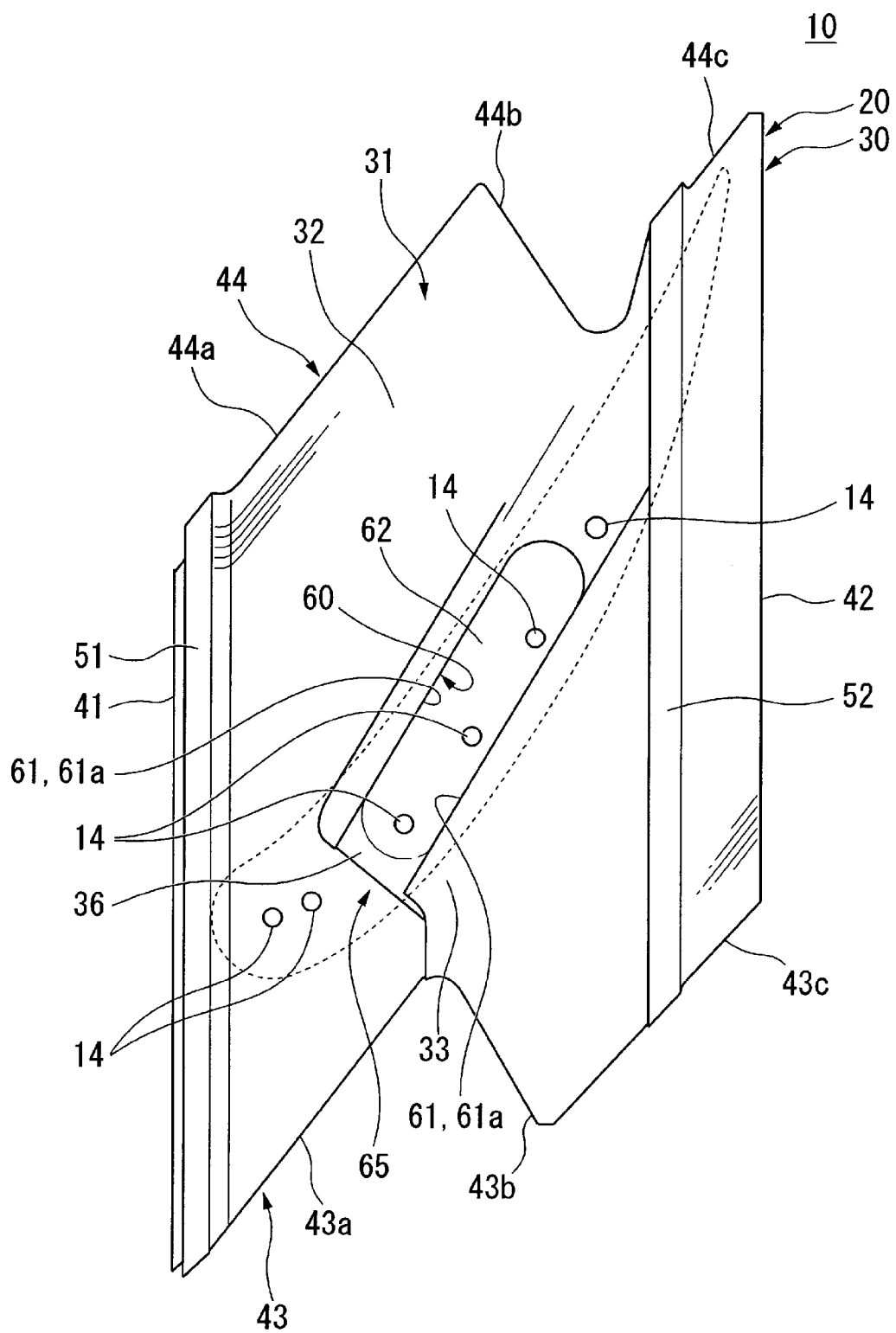
[図1]



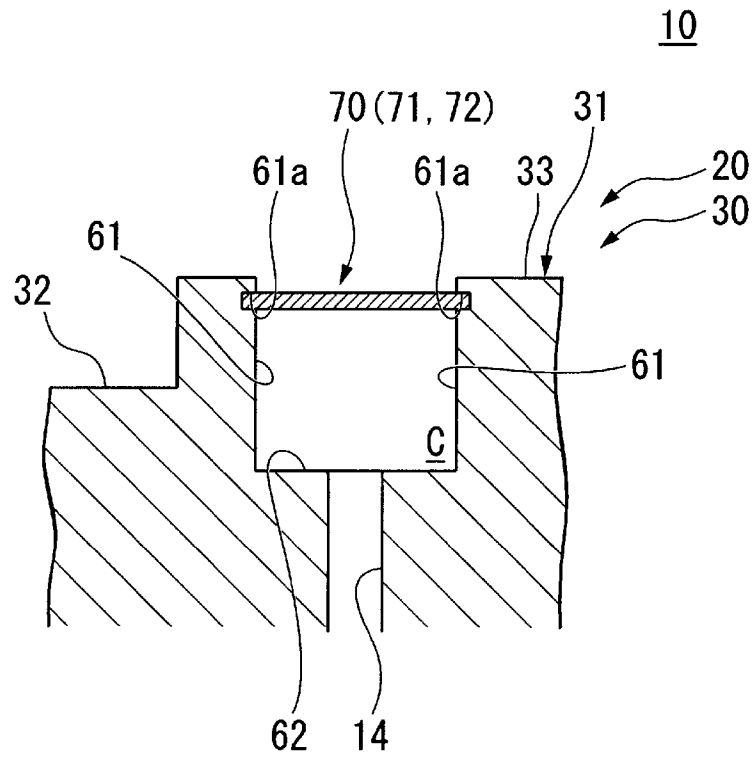
[図2]



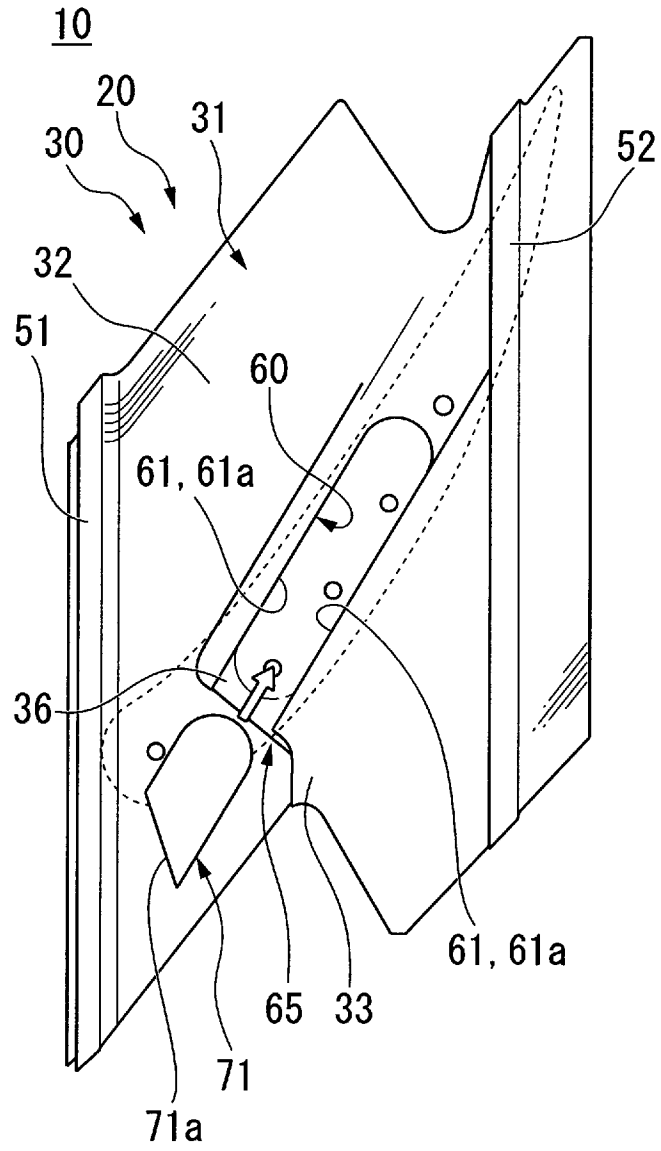
[図4]



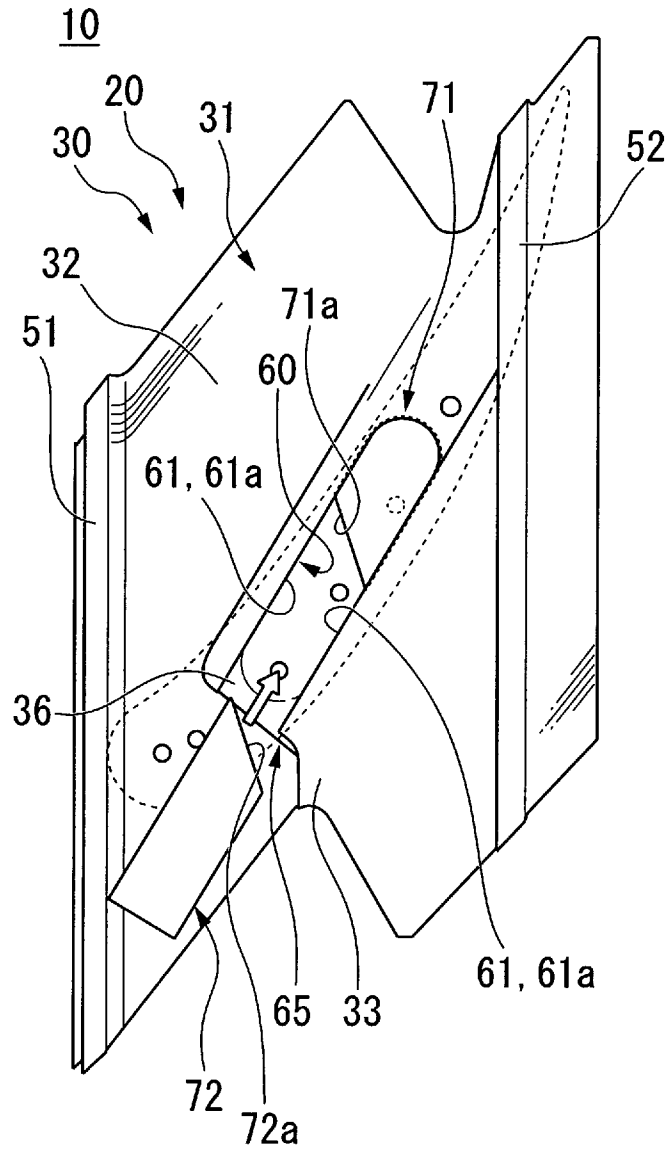
[図5]



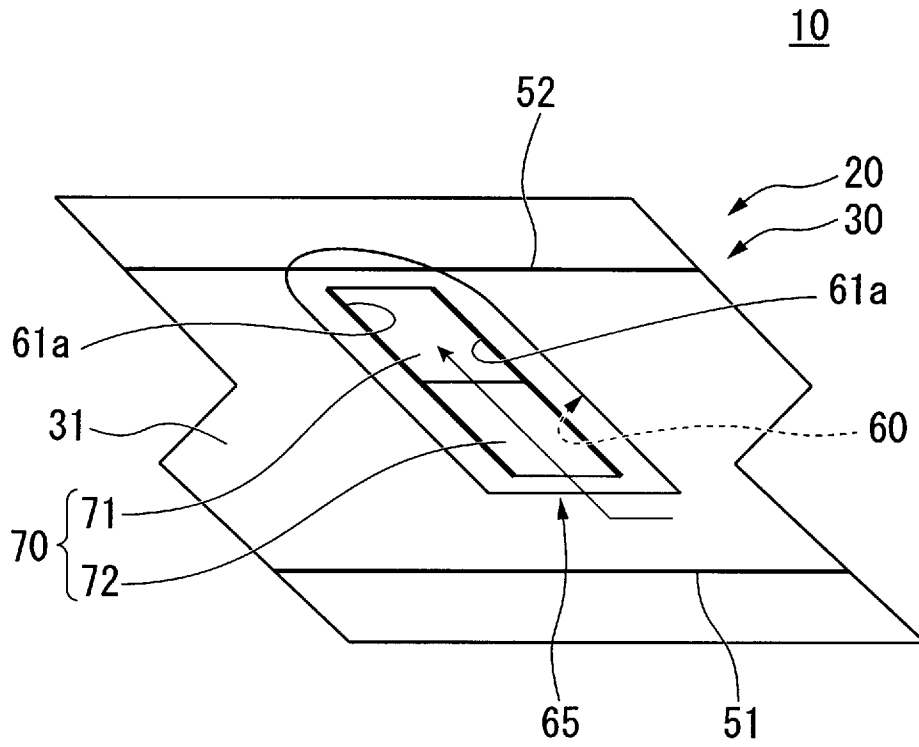
[図6A]



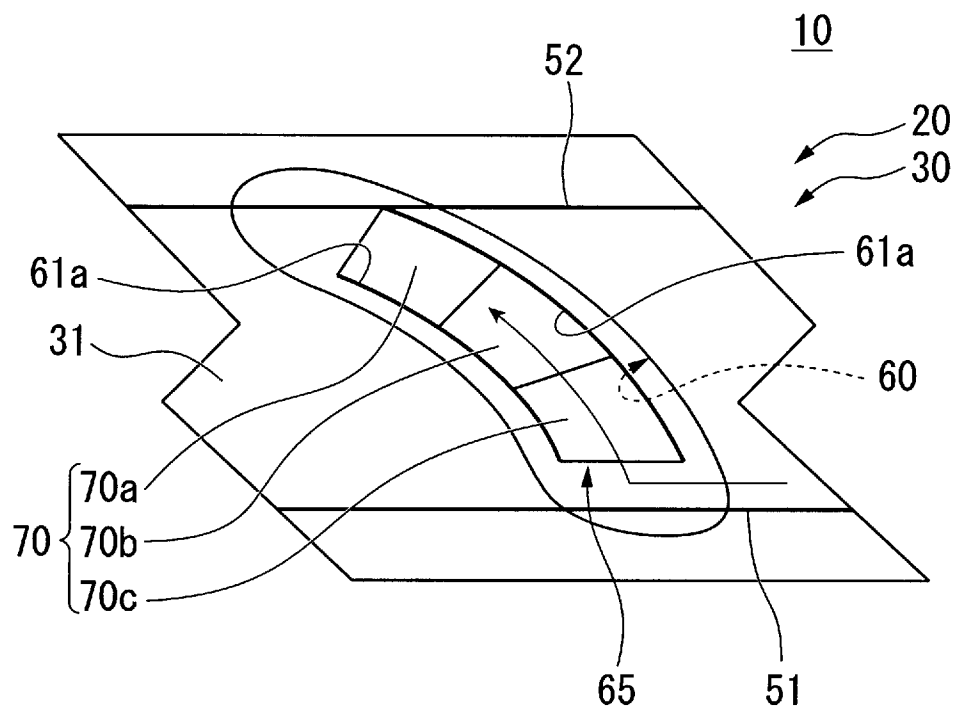
[図6B]



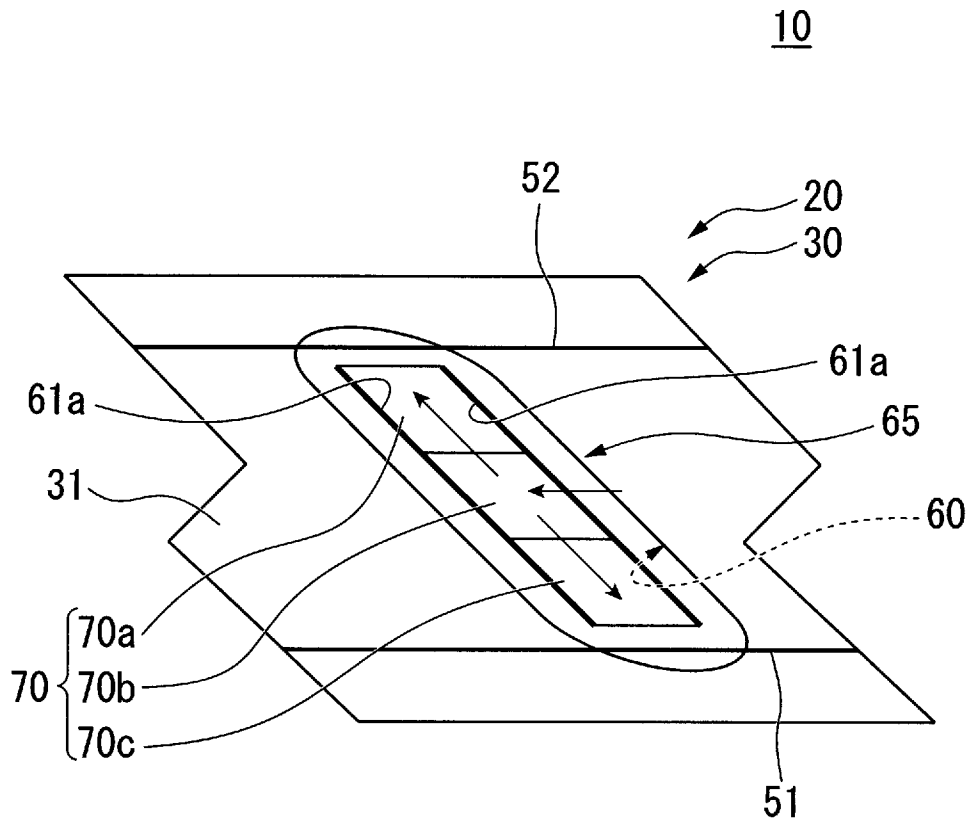
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/077455

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F01D5/22(2006.01) i, F01D5/18(2006.01) i, F01D5/20(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F01D5/22, F01D5/18, F01D5/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-291405 A (General Electric Co.), 17 October 2000 (17.10.2000), paragraph [0013]; fig. 4 & US 6761534 B1	1-6
Y	JP 11-223103 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 17 August 1999 (17.08.1999), paragraphs [0013] to [0016]; fig. 1, 2 (Family: none)	1-6
Y	JP 2010-31865 A (General Electric Co.), 12 February 2010 (12.02.2010), paragraph [0017]; fig. 2 to 6 & US 2010/0024216 A1 & EP 2149675 A2 & CA 2672806 A1	1-6

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 December, 2012 (28.12.12)Date of mailing of the international search report
15 January, 2013 (15.01.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. F01D5/22(2006.01)i, F01D5/18(2006.01)i, F01D5/20(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. F01D5/22, F01D5/18, F01D5/20

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 1971-2012年
 日本国実用新案登録公報 1996-2012年
 日本国登録実用新案公報 1994-2012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 2000-291405 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニー) 2000.10.17, 段落 0013, 図 4 & US 6761534 B1	1-6
Y	JP 11-223103 A (三菱重工業株式会社) 1999.08.17, 段落 0013-0016, 図 1,2 (ファミリーなし)	1-6
Y	JP 2010-31865 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニー) 2010.02.12, 段落 0017, 図 2-6 & US 2010/0024216 A1 & EP 2149675 A2 & CA 2672806 A1	1-6

C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 28.12.2012	国際調査報告の発送日 15.01.2013
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 稲葉 大紀 電話番号 03-3581-1101 内線 3395

3T 9820