

(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
2018年9月7日(07.09.2018)



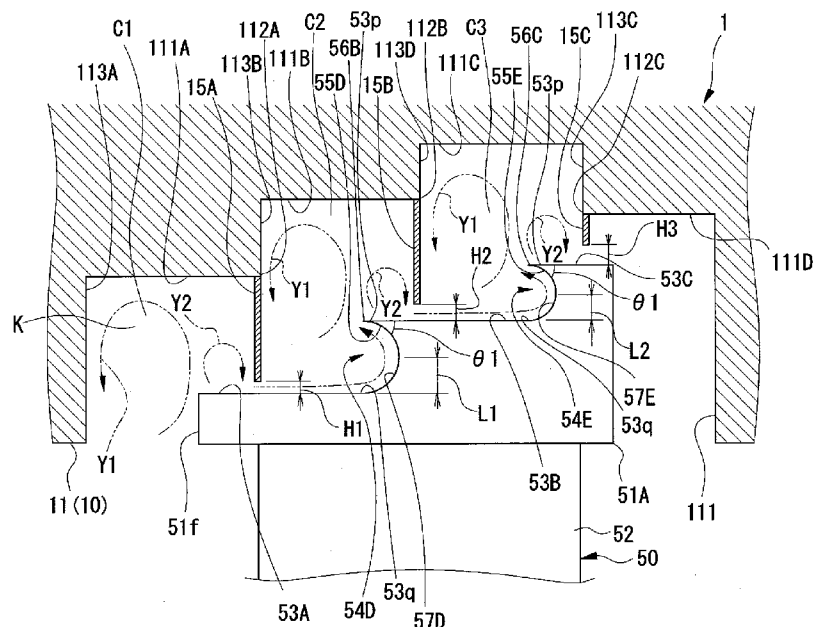
(10) 国際公開番号

WO 2018/159686 A1

- (51) 国際特許分類:
F01D 11/08 (2006.01) *F02C 7/28* (2006.01)
F01D 5/20 (2006.01) *F16J 15/447* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/007529
- (22) 国際出願日: 2018年2月28日(28.02.2018)
- (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 2017-037753 2017年2月28日(28.02.2017) 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: 松本 和幸(MATSUMOTO Kazuyuki); 〒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). 桑村 祥弘(KUWAMURA Yoshihiro); 〒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: 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,

(54) Title: MOVING BLADE, ROTOR UNIT, AND ROTATING MACHINE

(54) 発明の名称: 動翼、ロータユニット、及び、回転機械



(57) Abstract: In a rotating machine (1) a tip shroud (51A) of a moving blade (50) includes: a plurality of shroud outer peripheral surfaces (53A, 53B, 53C) provided in such a way that the radial direction positions thereof are positioned further toward a radially outer side, in a stepwise manner, with increasing distance from the upstream side to the downstream side; and stepped portions (54D, 54E) connecting the adjacent shroud outer peripheral surfaces (53A, 53B, 53C) to one another. The stepped portions (54D, 54E) have acute angle forming surfaces (55D, 55E) which extend toward the upstream side



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,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, 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))

with increasing distance toward the radially outer side, and which are connected to upstream side end portions (53p) of the shroud outer peripheral surfaces (53A, 53B, 53C) positioned on the downstream side thereof, with an acute angle $\theta 1$ therebetween.

(57) 要約: 回転機械(1)において、動翼(50)のチップシュラウド(51A)が、径方向位置が上流側から下流側に向かって段階的に径方向外側に位置するよう複数が設けられたシュラウド外周面(53A, 53B, 53C)と、隣接するシュラウド外周面(53A, 53B, 53C)どうしを接続する段差部(54D, 54E)と、を有する。段差部(54D, 54E)は、径方向外側に向かうに従って上流側に向かって延び、下流側に位置するシュラウド外周面(53A, 53B, 53C)の上流側端部(53p)に鋭角 $\theta 1$ をもって接続される鋭角形成面(55D, 55E)を有する。

明 細 書

発明の名称：動翼、ロータユニット、及び、回転機械

技術分野

[0001] 本発明は、動翼、ロータユニット、及び、回転機械に関する。

本願は、2017年2月28日に日本に出願された特願2017-037753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] 蒸気タービン、ガスタービン等の回転機械において、ケーシングと、ケーシングの内部に回転自在に設けられた回転軸と、ケーシングの内周部に固定配置された静翼と、この静翼の下流側において回転軸に放射状に設けられた動翼と、を備えたものが知られている。

例えば蒸気タービンの場合、蒸気の圧力エネルギーを静翼によって速度エネルギーに変換し、この速度エネルギーを動翼によって回転エネルギー（機械エネルギー）に変換している。また、動翼内で圧力エネルギーが速度エネルギーに変換され、蒸気が噴出する反動力により回転エネルギー（機械エネルギー）に変換される場合もある。

[0003] この種の回転機械では、動翼の先端部と、動翼を囲繞して蒸気の流路を形成するケーシングとの間に径方向の隙間が形成されている。また、静翼の先端部と回転軸との間にも、径方向の隙間が形成されている。これらの隙間を蒸気等の作動流体が通過（漏洩）することがある。動翼の先端部とケーシングとの隙間を通過する作動流体は、動翼の回転に寄与しない。また、静翼の先端部と回転軸との隙間を通過する作動流体は、静翼による圧力エネルギーの速度エネルギーへの変換に寄与せず、下流側の動翼に対して回転力をほとんど付与しない。

したがって、回転機械の性能向上のためには、前記の隙間を通過する漏洩蒸気の量を低減することが重要となる。

[0004] 例えば、特許文献1、2には、動翼又は静翼のブレードの先端部に形成さ

れ、段差面を有したステップ部と、ケーシングに設けられ、ステップ部に向かって延出し、このステップ部との間に微小隙間を形成するシールフィンと、を備える構成が開示されている。

このような構成においては、ステップ部とシールフィンとの微小隙間を通過した作動流体を段差面に衝突させ、流動抵抗を増大させることで、ステップ部とシールフィンとの微小隙間を通り抜ける漏れ流れを低減する。また、ステップ部の段差面に沿って径方向に流れる流体の主流の一部は、段差面の端縁部において流体の主流から剥離し、剥離渦が生成される。この剥離渦によって、ステップ部とシールフィンとの微小隙間を通り抜けようとする漏れ流れを径方向に縮める縮流効果を発揮することで、微小隙間を通り抜ける漏れ流れを低減する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2011-80452号公報

特許文献2：特許第5517910号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、上記したような構成において、ステップ部に形成された段差面の端縁部（エッジ）は、製作時の加工誤差、丸め加工や面取加工、長期間の使用による摩耗等によって、剥離渦を安定的に生成できなくなる場合がある。すると、剥離渦による縮流効果が想定よりも減少し、微小隙間を通り抜ける漏れ流れが増えて回転機械の性能が低下する場合がある。

[0007] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、微小隙間を通り抜ける漏れ流れを抑え、性能低下を抑えることができる動翼、ロータユニット、及び、回転機械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

[0008] 本発明は、上記課題を解決するため、以下の手段を採用する。

本発明の第一の態様では、動翼は、回転機械の回転軸から径方向外側に向かって延びるよう設けられた動翼本体、及び、前記動翼本体の径方向外側に設けられたシュラウドを有する動翼において、前記シュラウドは、前記回転軸の中心軸方向に沿って流れる作動流体の上流側から下流側に向かって段階的に径方向外側に位置するように複数設けられた外周面と、前記上流側に位置する前記外周面の下流側端部と前記下流側に位置する前記外周面上流側端部とを接続する段差部と、を有し、前記段差部は、径方向外側に向かうに従って前記上流側に向かって延び、前記下流側に位置する前記外周面の前記上流側端部に鋭角をもって接続される鋭角形成面を有する。

[0009] このような構成によれば、動翼の段差部は、段差部に対して上流側の外周面とともに、例えばシールフィンとの隙間を通過した作動流体を径方向外側に導き主渦を形成する。また段差部の鋭角形成面によって径方向外側に導かれる作動流体の一部は、鋭角形成面とその下流側に位置する外周面上流側端部との交差部で、作動流体の主流から剥離して剥離渦を生成する。鋭角形成面は、段差部に対して下流側に位置する外周面上流側端部に鋭角をもって接続されているので、このような剥離渦を安定的に生成することができる。

[0010] 本発明の第二の態様では、上記第一の態様において、前記鋭角形成面と前記下流側に位置する前記外周面の前記上流側端部との交差部に、鋭角に尖った鋭角先端部が形成されていてもよい。

[0011] このような構成によれば、鋭角形成面と、下流側の外周面上流側端部との交差部が、鋭角に尖った鋭角先端部であるので、剥離渦を安定的に生成することができる。

[0012] 本発明の第三の態様では、上記第一又は第二の態様において、前記段差部は、前記鋭角形成面の径方向内側に、前記上流側に位置する前記外周面の前記下流側端部から径方向外側に向かうに従って前記下流側に向かって延びる内周案内面を有していてもよい。

[0013] このように構成することで、上流側の外周面とシールフィンとの隙間を通

過した作動流体を、内周案内面から径方向外側の鋭角形成面に向かって効率良く案内することができる。

[0014] 本発明の第四の態様では、上記第一から第三の態様において、複数の前記外周面と前記鋭角形成面との間の前記鋭角の角度が、前記上流側の前記外周面から前記下流側の前記外周面に向かって大きくなってよい。

[0015] 複数の外周面を備えるシュラウドにおいて、作動流体の密度は、下流側に向かうほど小さくなる。すると、シュラウドの外周面と、例えばシールフィンとの隙間を通過する作動流体の流速は、上流側よりも下流側の外周面上で大きくなる。そこで、外周面と鋭角形成面との間の鋭角の角度を、下流側で上流側よりも大きくすることで、鋭角形成面とその下流側に位置する外周面の上流側端部との交差部で作動流体の主流から剥離して生成される剥離渦の直径を小さくすることができる。これによって、複数の外周面において、例えばシールフィンとの隙間を通り抜ける作動流体の漏れ流れに対する、剥離渦による抑制効果の均等化を図ることができる。

[0016] 本発明の第五の態様では、ロータユニットは、前記回転軸と上記第一から第四のいずれかの態様における動翼とを備えている。

[0017] 本発明の第五の態様によれば、上記動翼を備えることで、鋭角形成面は段差部に対して下流側に位置する外周面の上流側端部に鋭角をもって接続されている。よって、作動流体の主流から剥離する剥離渦を安定的に生成することができる。

[0018] 本発明の第六の態様では、回転機械は、前記シュラウドの径方向外側に配置され、その径方向内側を作動流体が前記中心軸方向に沿って上流側から下流側に向かって流れるケーシングと、前記中心軸方向に沿って間隔をあけて複数設けられ、それぞれ、前記ケーシングから径方向内側に向かって突出するシールフィンと、上記第五の態様のロータユニットと、を備えている。

[0019] 本発明の第六の態様によれば、上記ロータユニットを備えることで、鋭角形成面は段差部に対して下流側に位置する外周面の上流側端部に鋭角をもって接続されている。よって、作動流体の主流から剥離する剥離渦を安定的に

生成することができる。

[0020] 本発明の第七の態様では、上記第六の態様において、前記鋭角形成面は、前記上流側に位置する前記外周面に対向する前記シールフィンの先端部よりも、径方向外側に形成されていてもよい。

[0021] このような構成によれば、上流側の外周面とシールフィンとの隙間を通過した作動流体が、鋭角形成面に沿って流れ、流れ方向が上流側に転向された結果、上流側の外周面とシールフィンとの隙間側に戻るのを抑えることができる。これにより、作動流体を、下流側の外周面の上流側端部と鋭角形成面との交差部分に向かって効率良く案内することができる。

[0022] 本発明の第八の態様では、上記第六又は七の態様において、前記鋭角形成面は、前記上流側の前記外周面と前記シールフィンとの隙間を通過した作動流体を径方向外側に導くとともに、前記鋭角形成面と前記下流側に位置する前記外周面の前記上流側端部との交差部で、径方向外側に導かれた前記作動流体の一部を前記作動流体の主流から剥離させて剥離渦を生成してもよい。

[0023] 本発明の第九の態様によれば、回転機械は、中心軸回りに回転する回転軸と、前記回転軸から径方向外側に向かって延びるよう設けられた動翼本体、及び、前記動翼本体の径方向外側に設けられたシュラウドを有する動翼と、前記シュラウドの径方向外側に配置され、その径方向内側を作動流体が前記中心軸方向に沿って上流側から下流側に向かって流れるケーシングと、前記ケーシングから径方向内側に向かって延びるよう設けられた静翼本体、及び前記静翼本体の径方向内側に設けられた静翼シュラウドを有する静翼と、前記中心軸方向に沿って間隔をあけて複数設けられ、それぞれ、前記回転軸の外周面から径方向外側に向かって突出する静翼シールフィンと、を備え、前記静翼シュラウドは、径方向位置が前記上流側から前記下流側に向かって段階的に径方向内側に位置するよう複数が設けられるとともに、それぞれが複数の前記静翼シールフィンの少なくとも一つに対して径方向外側で間隔を隔てて対向し、前記中心軸に沿って延びるシュラウド内周面と、前記上流側に位置する前記シュラウド内周面の下流側端部と前記下流側に位置する前記シ

シュラウド内周面の上流側端部とを接続する静翼段差部と、を有し、前記静翼段差部は、径方向内側に向かうに従って前記上流側に向かって延び、前記下流側に位置する前記シュラウド内周面の前記上流側端部に鋭角をもって接続される静翼鋭角形成面を有する。

[0024] このような構成によれば、静翼の静翼シュラウドに設けられた静翼段差部は、静翼段差部に対して上流側のシュラウド内周面とともに、静翼シールフィンとの隙間を通過した作動流体を径方向内側に導いて主渦を形成する。また静翼段差部の静翼鋭角形成面によって径方向内側に導かれた作動流体の一部は、静翼鋭角形成面とその下流側に位置するシュラウド内周面の上流側端部との交差部で、作動流体の主流から剥離して剥離渦を生成する。静翼鋭角形成面は、静翼段差部に対して下流側に位置するシュラウド内周面の上流側端部に鋭角をもって接続されるため、このような剥離渦を安定的に生成することができる。

[0025] 本発明の第十の態様によれば、上記第九の態様において回転機械は、前記中心軸方向に沿って間隔をあけて複数設けられ、それぞれ、前記ケーシングから径方向内側に向かって突出するシールフィンをさらに備え、前記動翼の前記シュラウドは、径方向位置が前記上流側から下流側に向かって段階的に径方向外側に位置するよう複数が設けられるとともに、それぞれが複数の前記シールフィンの少なくとも一つに対して径方向内側で間隔を隔てて対向し、前記中心軸に沿って延びる外周面と、上流側に位置する前記外周面の下流側端部と下流側に位置する前記外周面の上流側端部とを接続する段差部と、を有し、前記段差部は、径方向外側に向かうに従って上流側に向かって延び、下流側に位置する前記外周面の前記上流側端部に鋭角をもって接続される鋭角形成面を有していてもよい。

[0026] 本発明の第十一の態様によれば、回転機械は、中心軸回りに回転する回転軸と、前記回転軸から径方向外側に向かって延びるよう設けられた動翼本体、及び、前記動翼本体の径方向外側に設けられたシュラウドを有する動翼と、前記シュラウドの径方向外側に配置され、その径方向内側を作動流体が前

記中心軸方向に沿って上流側から下流側に向かって流れるケーシングと、前記中心軸方向に沿って間隔をあけて複数設けられ、それぞれ、前記シュラウドから径方向外側に向かって突出するシールフィンと、を備え、前記ケーシングは、径方向位置が前記上流側から下流側に向かって段階的に径方向外側に位置するよう複数設けられるとともに、それぞれが複数の前記シールフィンの少なくとも一つに対して径方向外側で間隔を隔てて対向し、前記中心軸に沿って延びる内周面と、上流側に位置する前記内周面の下流側端部と下流側に位置する前記内周面上流側端部とを接続する段差部と、を有し、前記段差部は、径方向内側に向かうに従って上流側に向かって延び、下流側に位置する前記内周面の前記上流側端部に鋭角をもって接続される鋭角形成面を有する。

[0027] 本発明の第十二の態様によれば、回転機械は、中心軸回りに回転する回転軸と、前記回転軸から径方向外側に向かって延びるよう設けられた動翼本体、及び、前記動翼本体の径方向外側に設けられたシュラウドを有する動翼と、前記シュラウドの径方向外側に配置され、その径方向内側を作動流体が前記中心軸方向に沿って上流側から下流側に向かって流れるケーシングと、前記ケーシングから径方向内側に向かって延びるよう設けられた静翼本体、及び前記静翼本体の径方向内側に設けられた静翼シュラウドを有する静翼と、前記中心軸方向に沿って間隔をあけて複数設けられ、それぞれ、前記静翼シュラウドから径方向内側に向かって突出する静翼シールフィンと、を備え、前記回転軸は、径方向位置が前記上流側から前記下流側に向かって段階的に径方向外側に位置するよう複数設けられるとともに、それぞれが複数の前記静翼シールフィンの少なくとも一つに対して径方向内側で間隔を隔てて対向し、前記中心軸に沿って延びる外周面と、前記上流側に位置する前記外周面の下流側端部と前記下流側に位置する前記外周面上流側端部とを接続する段差部と、を有し、前記段差部は、径方向外側に向かうに従って前記上流側に向かって延び、前記下流側に位置する前記外周面の前記上流側端部に鋭角をもって接続される鋭角形成面を有する。

発明の効果

[0028] 本発明に係る動翼、ロータユニット、及び、回転機械によれば、微小隙間を通り抜ける漏れ流れを抑え、性能低下を抑えることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]本発明の実施形態に係る蒸気タービンを示す概略構成断面図である。

[図2]本発明の第一実施形態に係る蒸気タービンにおける動翼の構成を示す図であり、図1における要部Iを示す拡大断面図である。

[図3]本発明の第一実施形態の変形例に係る蒸気タービンの動翼の構成を示す拡大断面図である。

[図4]本発明の第二実施形態に係る蒸気タービンの動翼の構成を示す拡大断面図である。

[図5]本発明の第二実施形態の変形例に係る蒸気タービンの動翼の構成を示す拡大断面図である。

[図6]本発明の第三実施形態に係る蒸気タービンの動翼の構成を示す拡大断面図である。

[図7]本発明の第四実施形態に係る蒸気タービンの静翼の構成を示す拡大断面図であり、図1における要部Jを示す拡大断面図である。

[図8]本発明の各実施形態の第一変形例に係る蒸気タービンの静翼の構成を示す拡大断面図である。

[図9]本発明の各実施形態の第二変形例に係る蒸気タービンの静翼の構成を示す拡大断面図である。

発明を実施するための形態

[0030] 以下、本発明の実施形態に係る蒸気タービン（回転機械）を図面に基づき説明する。（第一実施形態）

図1は、本発明の実施形態に係る蒸気タービンを示す概略構成断面図である。

図1に示すように、蒸気タービン（回転機械）1は、ケーシング10と、調整弁20と、回転軸30と、静翼40と、動翼50と、を主たる構成とし

ている。なお、動翼 50 は、図示しないディスクを介して回転軸 30 に固定されている。この一体構成物を、便宜上、ロータユニットと呼称する。

[0031] ケーシング 10 は、内部空間が気密に封止されているとともに、その径方向内側が蒸気（作動流体）S が中心軸方向に沿って上流側から下流側に向かって流れる流路とされている。このケーシング 10 の内壁面には、回転軸 30 が挿通されたリング状の仕切板外輪 11 が強固に固定されている。

[0032] 調整弁 20 は、ケーシング 10 に流入する蒸気 S の量と圧力を調整する。調整弁 20 は、ケーシング 10 の内部に複数個取り付けられている。各調整弁 20 は、図示しないボイラから蒸気 S が流入する調整弁室 21 と、弁体 22 と、弁座 23 とを備えている。調整弁 20 は、弁体 22 が弁座 23 から離れると蒸气流路が開くことによって、蒸気室 24 を介して蒸気 S をケーシング 10 の内部空間に流入させる。

[0033] 回転軸 30 は、軸本体 31 と、この軸本体 31 の外周から回転軸径方向（以下、単に径方向という）に延出した複数のディスク 32 とを備えている。回転軸 30 は、軸受部 60 によって、その中心軸回りに回転可能に支持されている。軸受部 60 は、ジャーナル軸受装置 61 およびスラスト軸受装置 62 を備えている。

この回転軸 30 は、不図示の発電機等の機械に回転エネルギーを伝達する。

[0034] 静翼 40 は、回転軸 30 を囲繞するように放射状に多数配置されて環状静翼群を構成している。

各静翼 40 は、静翼本体 42 と、ハブシュラウド 41 と、を有する。静翼本体 42 は、ケーシング 10 に固定された仕切板外輪 11 から径方向内側に向かって延びるよう設けられている。ハブシュラウド 41 は、静翼本体 42 の径方向内側に設けられている。ハブシュラウド 41 は、リング状をなし、環状静翼群を構成する複数の静翼 40 の静翼本体 42 を連結する。ハブシュラウド 41 の径方向内側でケーシング 10 には回転軸 30 が挿通され、ハブシュラウド 41 は回転軸 30 に対して径方向の隙間をあけて配設されている。

。

これら複数の静翼40からなる環状静翼群は、軸方向に間隔をあけて六つ形成されており、蒸気Sの圧力エネルギーを速度エネルギーに変換して、下流側に隣接する動翼50側に案内する。

[0035] 動翼50は、各環状静翼群の下流側に設けられている。動翼50は、放射状に多数配置されて環状動翼群を構成している。

各動翼50は、動翼本体52と、チップシュラウド（シュラウド）51Aと、を有する。動翼本体52は、回転軸30が有するディスク32から径方向外側に向かって延びるよう設けられている。チップシュラウド51Aは、動翼本体52の径方向外側に設けられている。

[0036] 図2は、図1における要部Iを示す拡大断面図である。

図2に示すように、動翼50の先端部となるチップシュラウド51Aは、ケーシング10の径方向において仕切板外輪11と隙間Kを介して対向して配置されている。

チップシュラウド51Aは、径方向外側に、シュラウド外周面（外周面）53A、53B、53Cと、段差部54D、54Eを有している。

[0037] シュラウド外周面53A、53B、53Cは、それぞれ、回転軸30の中心軸に沿って中心軸に平行に延びるよう形成されている。シュラウド外周面53A、53B、53Cは、その径方向位置が、上流側のシュラウド外周面53Aから下流側のシュラウド外周面53Cに向かって、段階的に径方向外側に位置するよう設けられている。すなわち、これらシュラウド外周面53A、53B、53Cは、動翼本体52から径方向外側への突出高さが、回転軸30の軸方向の上流側（図2における左側）から下流側（図2における右側）に向かうに従って、漸次段階的に高くなるように配設されている。

[0038] 段差部54Dは、その上流側に位置するシュラウド外周面53Aの下流側端部53qと、下流側に位置するシュラウド外周面53Bの上流側端部53pとを接続する。段差部54Eは、その上流側に位置するシュラウド外周面53Bの下流側端部53qと、下流側に位置するシュラウド外周面53Cの

上流側端部 5 3 p とを接続する。

[0039] 段差部 5 4 D, 5 4 E は、鋭角形成面 5 5 D, 5 5 E と、内周案内面 5 7 D, 5 7 E と、を有している。

[0040] 鋭角形成面 5 5 D, 5 5 E は、径方向外側に向かうに従って上流側に向かって延びる断面円弧状の湾曲面からなる。鋭角形成面 5 5 D, 5 5 E は、下流側に位置するシュラウド外周面 5 3 B, 5 3 C の上流側端部 5 3 p に鋭角 $\theta 1$ をもって接続される。鋭角 $\theta 1$ はより詳細には上流側端部 5 3 p を通る鋭角形成面 5 5 D, 5 5 E の接線と、シュラウド外周面 5 3 B, 5 3 C とのなす角である。

これにより、鋭角形成面 5 5 D, 5 5 E と、その下流側に位置するシュラウド外周面 5 3 B, 5 3 C の上流側端部 5 3 p との交差部に、鋭角 $\theta 1$ に尖った鋭角先端部 5 6 B, 5 6 C が形成されている。

[0041] 内周案内面 5 7 D, 5 7 E は、鋭角形成面 5 5 D, 5 5 E の径方向内側に形成されている。内周案内面 5 7 D, 5 7 E は、上流側に位置するシュラウド外周面 5 3 A, 5 3 B の下流側端部 5 3 q から径方向外側に向かうに従って下流側に向かって延びる断面円弧状の湾曲面からなる。

[0042] ここで、鋭角形成面 5 5 D, 5 5 E と、内周案内面 5 7 D, 5 7 E とは、同一の曲率半径で連続して形成されている。

また、鋭角形成面 5 5 D, 5 5 E と内周案内面 5 7 D, 5 7 E との接続部と、上流側のシュラウド外周面 5 3 A, 5 3 B との径方向の間隔 $L 1$, $L 2$ は、上流側のシュラウド外周面 5 3 A, 5 3 B と後述するシールフィン 1 5 A, 1 5 B との微小隙間 $H 1$, $H 2$ の寸法よりも大きい。これにより、鋭角形成面 5 5 D, 5 5 E は、上流側に位置するシュラウド外周面 5 3 A, 5 3 B に対向するシールフィン 1 5 A, 1 5 B の先端部よりも、径方向外側に形成されている。

[0043] 仕切板外輪 1 1 には、チップシュラウド 5 1 A に対して径方向で対向する部位に、環状溝 1 1 1 が形成されている。環状溝 1 1 1 は、チップシュラウド 5 1 A の三つのシュラウド外周面 5 3 A, 5 3 B, 5 3 C に対応するよう

に、上流側から下流側に向かって、段差により漸次拡径された三つの環状の凹部 1 1 1 A, 1 1 1 B, 1 1 1 C を有している。環状溝 1 1 1 は、さらに、最下流側に、三段目の凹部 1 1 1 C よりも縮径された四段目の凹部 1 1 1 D を有している。

[0044] ここで、一段目の凹部 1 1 1 A と二段目の凹部 1 1 1 B との境界に位置する端縁部（エッジ部） 1 1 2 A には、シールフィン 1 5 A が設けられている。二段目の凹部 1 1 1 B と三段目の凹部 1 1 1 C との境界に位置する端縁部 1 1 2 B には、シールフィン 1 5 B が設けられている。三段目の凹部 1 1 1 C と四段目の凹部 1 1 1 D との境界に位置する端縁部 1 1 2 C には、シールフィン 1 5 C が設けられている。これらシールフィン 1 5 A, 1 5 B, 1 5 C は、それぞれ、チップシュラウド 5 1 A に向けて径方向内側に延出している。この実施形態では、シールフィン 1 5 A, 1 5 B, 1 5 C は、シュラウド外周面 5 3 A, 5 3 B, 5 3 C に 1 : 1 で対応するように設けられている。これにより、シュラウド外周面 5 3 A, 5 3 B, 5 3 C は、それぞれが複数のシールフィン 1 5 A, 1 5 B, 1 5 C の少なくとも一つに径方向で対向している。

[0045] 各シールフィン 1 5 A, 1 5 B, 1 5 C は、それぞれ対応するシュラウド外周面 5 3 A, 5 3 B, 5 3 C との間に、微小隙間 H 1, H 2, H 3 を有して径方向で対向している。これら微小隙間 H 1, H 2, H 3 の径方向の各寸法は、ケーシング 1 0 や動翼 5 0 の熱伸び量、動翼 5 0 の遠心伸び量等を考慮した上で、両者が接触することがない安全な範囲内で、最小のものに設定されている。

ここで、シールフィン 1 5 A, 1 5 B, 1 5 C と、シュラウド外周面 5 3 A, 5 3 B, 5 3 C との微小隙間 H 1, H 2, H 3 は、全て同じ寸法であってもよいし、必要に応じて、これらを互いに異ならせることが可能であることはいうまでもない。

[0046] このような構成のもとに、チップシュラウド 5 1 A と仕切板外輪 1 1 との間には、各シュラウド外周面 5 3 A, 5 3 B, 5 3 C と、これらに対応する

環状溝 1 1 1 の三つの凹部 1 1 1 A, 1 1 1 B, 1 1 1 C との間にキャビティ C 1 ~ C 3 が形成されている。

より詳しくは、最上流側に形成され、一段目のシュラウド外周面 5 3 A に対応する第一のキャビティ C 1 は、一段目のシュラウド外周面 5 3 A に対応するシールフィン 1 5 A と、一段目の凹部 1 1 1 A の上流側の内壁面 1 1 3 A との間で、かつチップシュラウド 5 1 A と仕切板外輪 1 1 との間に形成されている。

[0047] また、二段目のシュラウド外周面 5 3 B に対応する第二のキャビティ C 2 は、二段目のシュラウド外周面 5 3 B に対応するシールフィン 1 5 B と、二段目の凹部 1 1 1 B の上流側の内壁面 1 1 3 B、および端縁部 1 1 2 A に設けられているシールフィン 1 5 A との間で、かつチップシュラウド 5 1 A と仕切板外輪 1 1 との間に形成されている。

さらに、三段目のシュラウド外周面 5 3 C に対応する第三のキャビティ C 3 は、三段目のシュラウド外周面 5 3 C に対応するシールフィン 1 5 C、およびこれが設けられている三段目の凹部 1 1 1 C の下流側の内壁面 1 1 3 C と、三段目の凹部 1 1 1 C の上流側の内壁面 1 1 3 D、および端縁部 1 1 2 B に設けられているシュラウド外周面 5 3 B との間で、かつチップシュラウド 5 1 A と仕切板外輪 1 1 との間に形成されている。

[0048] (蒸気タービンの動作)

次に、蒸気タービン 1 の動作について説明する。

まず、調整弁 2 0 (図 1 参照) を開状態とすると、図示しないボイラから蒸気 S がケーシング 1 0 の内部空間に流入する。

[0049] ケーシング 1 0 の内部空間に流入した蒸気 S は、各段における環状静翼群と環状動翼群とを順次通過する。この際には、圧力エネルギーが静翼 4 0 によって速度エネルギーに変換される。静翼 4 0 を経た蒸気 S のうちの大部分が同一の段を構成する動翼 5 0 間に流入する。蒸気 S の速度エネルギーが動翼 5 0 により回転エネルギーに変換されて、回転軸 3 0 に回転が付与される。一方、蒸気 S のうちの一部 (例えば、数%) は、静翼 4 0 から流出した後

、環状溝 1 1 1 内に流入する、所謂漏洩蒸気となる。

[0050] ここで、環状溝 1 1 1 内に流入した蒸気 S は、まず、第一のキャビティ C 1 に流入し、チップシュラウド 5 1 A の上流側端面 5 1 f に衝突し、上流側に戻るようにして、反時計回りに回る主渦 Y 1 を生じる。

その際、上流側端面 5 1 f の径方向外側の端部において、主渦 Y 1（主流）から一部の流れが剥離されることにより、この主渦 Y 1 と反対方向、本例では図 2 の紙面上にて時計回りに回るように、剥離渦 Y 2 が生じる。

[0051] このような剥離渦 Y 2 は、シールフィン 1 5 A とシュラウド外周面 5 3 A との間の微小隙間 H 1 を通り抜ける漏れ流れ（リークジェット）を低減する、縮流効果を発揮する。

すなわち、剥離渦 Y 2 が形成されると、この剥離渦 Y 2 には、シールフィン 1 5 A の軸方向上流側において、速度ベクトルを径方向内側に向けるダウンフローを生じる。このダウンフローは、微小隙間 H 1 の直前で径方向内側に向う慣性力を保有しているため、微小隙間 H 1 を通り抜ける流れを、径方向内側に縮める効果（縮流効果）を発揮し、漏洩流量は小さくなる。

[0052] 続いて、微小隙間 H 1 を通過した蒸気 S は、第二のキャビティ C 2 に流入し、段差部 5 4 D に衝突し、上流側に戻るようにして主渦 Y 1 を生じる。さらに、段差部 5 4 D の鋭角形成面 5 5 D と、下流側に位置するシュラウド外周面 5 3 B の上流側端部 5 3 p との交差部において、主渦 Y 1 から一部の流れが剥離されることにより、この主渦 Y 1 と反対方向に回るように、剥離渦 Y 2 が生じる。

[0053] さらに、微小隙間 H 2 を通過した蒸気 S は、第三のキャビティ C 3 に流入し、段差部 5 4 E に衝突し、さらに、上流側に戻るようにして回る主渦 Y 1 を生じる。段差部 5 4 E の鋭角形成面 5 5 E と、下流側に位置するシュラウド外周面 5 3 C の上流側端部 5 3 p との交差部において、主渦 Y 1 から一部の流れが剥離されることにより、この主渦 Y 1 と反対方向に回るように、剥離渦 Y 2 が生じる。

[0054] 第二のキャビティ C 2、第三のキャビティ C 3 で生じた剥離渦 Y 2 は、シ

ールフィン15B, 15Cとシュラウド外周面53B, 53Cとの間の微小隙間H2, H3を通り抜ける漏れ流れを低減する、縮流効果を発揮する。すなわち、剥離渦Y2が形成されると、この剥離渦Y2は、シールフィン15A先端の軸方向上流側において、速度ベクトルを径方向内側に向けるダウンフローを生じる。このダウンフローは、微小隙間H2, H3の直前で径方向内側に向う慣性力を保有しているため、微小隙間H2, H3を通り抜ける流れに対し、径方向内側に縮める効果（縮流効果）を発揮し、漏洩流量は小さくなる。

[0055] したがって、上述の実施形態によれば、シュラウド外周面53A, 53Bとシールフィン15A, 15Bとの微小隙間H1, H2を通過した蒸気Sの一部は、段差部54D, 54Eに形成された鋭角形成面55D, 55Eとその下流側に位置するシュラウド外周面53B, 53Cの上流側端部53pとの交差部で剥離して剥離渦Y2を生成する。鋭角形成面55D, 55Eは、段差部54D, 54Eに対して下流側に位置するシュラウド外周面53B, 53Cの上流側端部53pに鋭角 $\theta 1$ をもって接続されるため、剥離渦Y2を安定的に生成することができる。

その結果、微小隙間H1, H2を通り抜ける蒸気Sの漏れ流れを抑え、蒸気タービン1の性能低下を抑えることが可能となる。

[0056] また、鋭角形成面55D, 55Eと、その下流側に位置するシュラウド外周面53B, 53Cの上流側端部53pとの交差部に、鋭角 $\theta 1$ で尖った鋭角先端部56B, 56Cが形成されているので剥離を促進でき、剥離渦Y2を安定的に生成することができる。

[0057] また、鋭角形成面55D, 55Eは、上流側に位置するシュラウド外周面53A, 53Bに対向するシールフィン15A, 15Bの先端部よりも、径方向外側に形成されている。このような構成によれば、上流側のシュラウド外周面53A, 53Bとシールフィン15A, 15Bとの微小隙間H1, H2を通過した蒸気Sが、鋭角形成面55D, 55Eに沿って流れ、上流側に流れ方向が転向された結果、微小隙間H1, H2側に戻ってしまうのを抑え

ることができる。これにより、蒸気Sを、下流側のシュラウド外周面53B, 53Cの上流側端部53pと鋭角形成面55D, 55Eとの交差部分に向かって効率良く案内することができ、剥離渦Y2の安定的な生成に寄与することができる。

[0058] また、段差部54D, 54Eは、鋭角形成面55D, 55Eの径方向内側に、上流側に位置するシュラウド外周面53A, 53Bの下流側端部53qから径方向外側に向かうに従って下流側に向かって延びる内周案内面57D, 57Eを有している。このように構成することで、上流側のシュラウド外周面53A, 53Bとシールフィン15A, 15Bとの微小隙間H1, H2を通過した蒸気Sを、内周案内面57D, 57Eから径方向外側の鋭角形成面55D, 55Eに向かって効率良く案内することができる。

[0059] (第一実施形態の変形例)

なお、上記第一実施形態において、動翼50のチップシュラウド51Aは、段差部54D, 54Eの鋭角形成面55D, 55Eに対し、径方向内側に、鋭角形成面55D, 55Eと同一の曲率半径を有した湾曲面からなる内周案内面57D, 57Eを設けたが、これに限らない。

内周案内面57D, 57Eは、上流側に位置するシュラウド外周面53A, 53Bの下流側端部53qから径方向外側に向かうに従って下流側に向かって延びるテーパ状の傾斜面としてもよい。

[0060] 図3は、本発明の第一実施形態の変形例に係る蒸気タービンの動翼の構成を示す拡大断面図である。

この図3に示すように、動翼50のチップシュラウド(シュラウド)51Bは、段差部54D, 54Eの鋭角形成面55D, 55Eに対し、径方向内側に、上流側に位置するシュラウド外周面53A, 53Bの下流側端部53qから、シュラウド外周面53A, 53B(又は回転軸30の中心軸)に直交して径方向外側に延びる平面状の内周案内面57F, 57Gを形成するようにしてもよい。

[0061] (第二実施形態)

次に、本発明にかかる回転機械の第二実施形態について説明する。以下に説明する第二実施形態においては、第一実施形態と段差部 54 H, 54 J の構成のみが異なるので、第一実施形態と同一部分に同一符号を付して説明するとともに、重複説明を省略する。

[0062] 図 4 は、本発明の第二実施形態に係る蒸気タービンの動翼の構成を示す拡大断面図である。

図 4 に示すように、この実施形態における蒸気タービン 1 において、動翼 50 の先端部となるチップシュラウド（シュラウド）51 C は、径方向外側に、シュラウド外周面 53 A, 53 B, 53 C と、段差部 54 H, 54 J を有している。

[0063] 段差部 54 H は、その上流側に位置するシュラウド外周面 53 A の下流側端部 53 q と、下流側に位置するシュラウド外周面 53 B の上流側端部 53 p とを接続する。段差部 54 J は、その上流側に位置するシュラウド外周面 53 B の下流側端部 53 q と、下流側に位置するシュラウド外周面 53 C の上流側端部 53 p とを接続する。

[0064] 段差部 54 H, 54 J は、鋭角形成面 55 H, 55 J と、内周案内面 57 H, 57 J と、を有している。

[0065] 鋭角形成面 55 H, 55 J は、径方向外側に向かうに従って上流側に向かって延びる平面状の傾斜面からなる。鋭角形成面 55 H, 55 J は、下流側に位置するシュラウド外周面 53 B, 53 C の上流側端部 53 p に鋭角 $\theta 2$ をもって接続される。これにより、鋭角形成面 55 H, 55 J と下流側に位置するシュラウド外周面 53 B, 53 C の上流側端部 53 p との交差部に、鋭角 $\theta 2$ に尖った鋭角先端部 56 H, 56 J が形成されている。

[0066] 内周案内面 57 H, 57 J は、鋭角形成面 55 H, 55 J の径方向内側に形成されている。内周案内面 57 H, 57 J は、上流側に位置するシュラウド外周面 53 A, 53 B の下流側端部 53 q から径方向外側に向かうに従って下流側に向かって延びる平面状の傾斜面からなる。

ここで、鋭角形成面 55 H, 55 J と内周案内面 57 H, 57 J との接続

部と、上流側のシュラウド外周面 53 A, 53 B との径方向の間隔 L_3 , L_4 は、上流側のシュラウド外周面 53 A, 53 B と、後述するシールフィン 15 A, 15 B との微小隙間 H_1 , H_2 よりも大きい。これにより、鋭角形成面 55 H, 55 J は、上流側に位置するシュラウド外周面 53 A, 53 B に対向するシールフィン 15 A, 15 B の先端部よりも、径方向外側に形成されている。

[0067] 上述の実施形態によれば、上記第一実施形態と同様、鋭角形成面 55 H, 55 J は、段差部 54 D, 54 E に対して下流側に位置するシュラウド外周面 53 B, 53 C の上流側端部 53 p に鋭角 θ_2 をもって接続されるため、剥離渦 Y_2 を安定的に生成することができる。

その結果、微小隙間 H_1 , H_2 を通り抜ける蒸気 S の漏れ流れを抑え、蒸気タービン 1 の性能低下を抑えることが可能となる。

[0068] また、鋭角形成面 55 H, 55 J は、上流側に位置するシュラウド外周面 53 A, 53 B に対向するシールフィン 15 A, 15 B の先端部よりも、径方向外側に形成されている。このような構成によれば、上流側のシュラウド外周面 53 A, 53 B とシールフィン 15 A, 15 B との微小隙間 H_1 , H_2 を通過した蒸気 S が、鋭角形成面 55 H, 55 J に沿って流れた結果、微小隙間 H_1 , H_2 側に戻るのを抑えることができる。これにより、蒸気 S を、下流側のシュラウド外周面 53 B, 53 C の上流側端部 53 p と鋭角形成面 55 H, 55 J との交差部分に向かって効率良く案内することができ、剥離渦 Y_2 の安定的な生成に寄与することができる。

[0069] また、段差部 54 D, 54 E は、鋭角形成面 55 H, 55 J の径方向内側に、上流側に位置するシュラウド外周面 53 A, 53 B の下流側端部 53 q から径方向外側に向かうに従って下流側に向かって延びる内周案内面 57 H, 57 J

を有している。このように構成することで、上流側のシュラウド外周面 53 A, 53 B とシールフィン 15 A, 15 B との微小隙間 H_1 , H_2 を通過した蒸気 S を、内周案内面 57 H, 57 J から径方向外側の鋭角形成面 55 H

， 5 5 J に向かって効率良く案内することができる。

[0070] （第二実施形態の変形例）

なお、上記第二実施形態において、動翼 5 0 のチップシュラウド 5 1 A は、段差部 5 4 H， 5 4 J の鋭角形成面 5 5 H， 5 5 J に対し、径方向内側に傾斜面からなる内周案内面 5 7 H， 5 7 J を設けたが、これに限らない。

図 5 は、本発明の第二実施形態の変形例に係る蒸気タービンの動翼の構成を示す拡大断面図である。

この図 5 に示すように、動翼 5 0 のチップシュラウド（シュラウド） 5 1 D は、段差部 5 4 H， 5 4 J の鋭角形成面 5 5 H， 5 5 J に対し、径方向内側に、上流側に位置するシュラウド外周面 5 3 A， 5 3 B の下流側端部 5 3 q から、シュラウド外周面 5 3 A， 5 3 B （又は回転軸 3 0 の中心軸）に直交して径方向外側に延びる平面状の内周案内面 5 7 F， 5 7 G を形成するようにしてもよい。

[0071] （第三実施形態）

次に、本発明にかかる回転機械の第三実施形態について説明する。以下に説明する第三実施形態においては、第一、第二実施形態と、チップシュラウド（シュラウド） 5 1 E に設けた段差部 5 4 K， 5 4 L の構成のみが異なるので、第一実施形態と同一部分に同一符号を付して説明するとともに、重複説明を省略する。

[0072] 図 6 は、本発明の第三実施形態に係る蒸気タービンの動翼の構成を示す拡大断面図である。

図 6 に示すように、この実施形態における蒸気タービン 1 において、動翼 5 0 の先端部となるチップシュラウド 5 1 E は、径方向外側に、シュラウド外周面 5 3 A， 5 3 B， 5 3 C と、段差部 5 4 K， 5 4 L を有している。

[0073] 段差部 5 4 K は、その上流側に位置するシュラウド外周面 5 3 A の下流側端部 5 3 q と、下流側に位置するシュラウド外周面 5 3 B の上流側端部 5 3 p とを接続する。段差部 5 4 L は、その上流側に位置するシュラウド外周面 5 3 B の下流側端部 5 3 q と、下流側に位置するシュラウド外周面 5 3 C の

上流側端部 53p とを接続する。

[0074] 段差部 54K, 54L は、鋭角形成面 55K, 55L と、内周案内面 57K, 57L と、を有している。

[0075] 鋭角形成面 55K, 55L は、径方向外側に向かうに従って上流側に向かって延びる平面状の傾斜面からなる。鋭角形成面 55K, 55L は、下流側に位置するシュラウド外周面 53B, 53C の上流側端部 53p に鋭角 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ をもって接続される。これにより、鋭角形成面 55K, 55L と下流側に位置するシュラウド外周面 53B, 53C の上流側端部 53p との交差部に、鋭角 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ に尖った鋭角先端部 56K, 56L が形成されている。

[0076] ここで、第二のキャビティ C2 内に位置する段差部 54K と、第三のキャビティ C3 内に位置する段差部 54L とでは、鋭角先端部 56K, 56L の鋭角 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ の大きさが互いに異なる。これにより、鋭角先端部 56K から径方向外側に向かって上流側に流出する蒸気 S の流れの出口角度 $\theta d 1$ と、鋭角先端部 56L から径方向外側に向かって上流側に流出する蒸気 S の流れ F2 の出口角度 $\theta d 2$ とは、その大きさが互いに異なる。ここで、出口角度 $\theta d 1$ 、 $\theta d 2$ は、鋭角形成面 55K, 55L に沿って流れ、鋭角先端部 56K, 56L から径方向外側に向かって上流側に流出する蒸気 S の流れと、シュラウド外周面 53B, 53C との間の角度である。

具体的には、蒸気 S の密度は下流側に向かうほど小さくなる。ここで、微小隙間 H1, H2 が同一寸法である場合、下流側に行くほど、微小隙間 H1, H2 を通過する蒸気 S (リークジェット) の流速は大きくなる。すなわち、一段目のシュラウド外周面 53A とシールフィン 15A との微小隙間 H1 を通過した蒸気 S の流速よりも、二段目のシュラウド外周面 53B とシールフィン 15B との微小隙間 H2 を通過した蒸気 S の流速の方が大きい。

すると、第三のキャビティ C3 内で段差部 54L に衝突した蒸気 S の径方向外側に向かう流れは、第二のキャビティ C2 内で段差部 54K に衝突した蒸気 S の径方向外側に向かう流れよりも強くなる。その結果、三段目のシュ

ラウド外周面 5 3 C の径方向外側に形成される剥離渦 Y 2 の直径は、二段目のシュラウド外周面 5 3 B の径方向外側に形成される剥離渦 Y 2 の直径よりも大きくなるおそれがある。

そこで、本実施形態では、二段目の段差部 5 4 K の鋭角先端部 5 6 K から流出する蒸気 S の流れの出口角度 $\theta d 1$ よりも、三段目の段差部 5 4 L の鋭角先端部 5 6 L から流出する蒸気 S の流れの出口角度 $\theta d 2$ を小さくする。これによって、二段目のシュラウド外周面 5 3 B の径方向外側に形成される剥離渦 Y 2 の直径と、三段目のシュラウド外周面 5 3 C の径方向外側に形成される剥離渦 Y 2 の直径とを、同等の大きさとする。このようにして剥離渦 Y 2 による微小隙間 H 1, H 2 を通り抜ける蒸気 S の漏れ流れの抑制効果の均等化を図ることができる。

[0077] なお、上記第三実施形態では、段差部 5 4 K, 5 4 L を、上記第二実施形態と同様の傾斜面からなる鋭角形成面 5 5 K, 5 5 L、内周案内面 5 7 K、5 7 L からなるものとしたが、これに限らない。上記第一実施形態、及びその変形例、上記第二実施形態の変形例で示したような構成に対しても、上記第三実施形態と同様の構成を適用可能である。

[0078] (第四実施形態)

次に、本発明にかかる回転機械の第四実施形態について説明する。以下に説明する第三実施形態においては、静翼 4 0 に静翼鋭角形成面 4 5 D, 4 5 E を有する静翼段差部 4 4 D, 4 4 E を備えた構成のみが異なるので、第一実施形態と同一部分に同一符号を付して説明するとともに、重複説明を省略する。

図 7 は、図 1 における要部 J を示す拡大断面図である。

図 7 に示すように、蒸気タービン 1 の静翼 4 0 B は、静翼本体 4 2 と、ハブシュラウド（静翼シュラウド）4 1 B と、を有する。ハブシュラウド 4 1 B は、静翼本体 4 2 の径方向内側に設けられている。ハブシュラウド 4 1 B は、リング状をなし、環状静翼群を構成する複数の静翼 4 0 B の静翼本体 4 2 を連結する。ハブシュラウド 4 1 B の径方向内側でケーシング 1 0 には回

回転軸 30 が挿通され、回転軸 30 に対して径方向の隙間をあけて配設されている。

[0079] ハブシュラウド 41 B は、径方向内側に、シュラウド内周面 43 A, 43 B, 43 C と、静翼段差部 44 D, 44 E を有している。

[0080] シュラウド内周面 43 A, 43 B, 43 C は、それぞれ、回転軸 30 の中心軸に沿って中心軸に平行に延びるよう形成されている。シュラウド内周面 43 A, 43 B, 43 C は、その径方向位置が、上流側のシュラウド内周面 43 A から下流側のシュラウド内周面 43 C に向かって、段階的に径方向内側に位置するよう設けられている。すなわち、これらシュラウド内周面 43 A, 43 B, 43 C は、静翼本体 42 から径方向内側への突出寸法が、回転軸 30 の軸方向の上流側（図 7 における左側）から下流側（図 7 における右側）に向かうに従って、漸次段階的に大きくなるように配設されている。

[0081] 静翼段差部 44 D は、その上流側に位置するシュラウド内周面 43 A の下流側端部 43 q と、下流側に位置するシュラウド内周面 43 B の上流側端部 43 p とを接続する。静翼段差部 44 E は、その上流側に位置するシュラウド内周面 43 B の下流側端部 43 q と、下流側に位置するシュラウド内周面 43 C の上流側端部 43 p とを接続する。

[0082] 静翼段差部 44 D, 44 E は、静翼鋭角形成面 45 D, 45 E と、静翼内周案内面 47 D, 47 E と、を有している。

[0083] 静翼鋭角形成面 45 D, 45 E は、径方向内側に向かうに従って上流側に向かって延びる断面円弧状の湾曲面からなる。静翼鋭角形成面 45 D, 45 E は、下流側に位置するシュラウド内周面 43 B, 43 C の上流側端部 43 p に鋭角 $\theta 11$ をもって接続される。鋭角 $\theta 11$ はより詳細には上流側端部 43 p を通る静翼鋭角形成面 45 D, 45 E の接線と、シュラウド外周面 53 B, 53 C とのなす角である。

これにより、静翼鋭角形成面 45 D, 45 E と下流側に位置するシュラウド内周面 43 B, 43 C の上流側端部 43 p との交差部に、鋭角 $\theta 11$ で尖った静翼鋭角先端部 46 D, 46 E が形成されている。

[0084] 静翼内周案内面 4 7 D, 4 7 E は、静翼鋭角形成面 4 5 D, 4 5 E の径方向外側に形成されている。静翼内周案内面 4 7 D, 4 7 E は、上流側に位置するシュラウド内周面 4 3 A, 4 3 B の下流側端部 4 3 q から径方向内側に向かうに従って下流側に向かって延びる断面円弧状の湾曲面からなる。

ここで、静翼鋭角形成面 4 5 D, 4 5 E と静翼内周案内面 4 7 D, 4 7 E との接続部と、上流側のシュラウド内周面 4 3 A, 4 3 B との径方向の間隔 L 1 1、L 1 2 は、上流側のシュラウド内周面 4 3 A, 4 3 B と後述する静翼シールフィン 1 6 A, 1 6 B との微小隙間 H 1 1, H 1 2 よりも大きい。これにより、静翼鋭角形成面 4 5 D, 4 5 E は、上流側に位置するシュラウド内周面 4 3 A, 4 3 B に対向する静翼シールフィン 1 6 A, 1 6 B の先端部よりも、径方向内側に形成されている。

[0085] 軸本体 3 1 には、ハブシュラウド 4 1 B に対して径方向で対向する部位に、環状溝 3 1 1 が形成されている。環状溝 3 1 1 は、ハブシュラウド 4 1 B の三つのシュラウド内周面 4 3 A, 4 3 B, 4 3 C に対応するように、上流側から下流側に向かって、段差により漸次縮径された三つの環状の凹部 3 1 1 A, 3 1 1 B, 3 1 1 C を有している。環状溝 3 1 1 は、さらに、最下流側に、三段目の凹部 3 1 1 C よりも縮径された四段目の凹部 3 1 1 D を有している。

[0086] ここで、一段目の凹部 3 1 1 A と二段目の凹部 3 1 1 B との境界に位置する端縁部（エッジ部） 3 1 2 A には、静翼シールフィン 1 6 A が設けられている。二段目の凹部 3 1 1 B と三段目の凹部 3 1 1 C との境界に位置する端縁部 3 1 2 B には、静翼シールフィン 1 6 B が設けられている。三段目の凹部 3 1 1 C と四段目の凹部 3 1 1 D との境界に位置する端縁部 3 1 2 C には、静翼シールフィン 1 6 C が設けられている。これら静翼シールフィン 1 6 A, 1 6 B, 1 6 C は、それぞれ、ハブシュラウド 4 1 B に向けて径方向外側に延出している。この実施形態において、静翼シールフィン 1 6 A, 1 6 B, 1 6 C は、シュラウド内周面 4 3 A, 4 3 B, 4 3 C に 1 : 1 で対応するように設けられている。これにより、シュラウド内周面 4 3 A, 4 3 B,

4 3 C は、それぞれが複数の静翼シールフィン 1 6 A, 1 6 B, 1 6 C の少なくとも一つに径方向で対向している。

[0087] 各静翼シールフィン 1 6 A, 1 6 B, 1 6 C は、それぞれ対応するシュラウド内周面 4 3 A, 4 3 B, 4 3 C との間に、微小隙間 H 1 1, H 1 2, H 1 3 を有して径方向で対向している。これら微小隙間 H 1 1, H 1 2, H 1 3 の各寸法は、ケーシング 1 0 や動翼 5 0 の熱伸び量、動翼 5 0 の遠心伸び量等を考慮した上で、両者が接触することがない安全な範囲内で、最小のものに設定されている。

ここで、静翼シールフィン 1 6 A, 1 6 B, 1 6 C と、シュラウド内周面 4 3 A, 4 3 B, 4 3 C との微小隙間 H 1 1, H 1 2, H 1 3 は、全て同じ寸法であってもよいし、必要に応じて、これらを互いに異ならせることが可能であることはいうまでもない。

[0088] このような構成のもとに、ハブシュラウド 4 1 B 側と軸本体 3 1 との間には、各シュラウド内周面 4 3 A, 4 3 B, 4 3 C と、これらに対応する環状溝 3 1 1 の三つの凹部 3 1 1 A, 3 1 1 B, 3 1 1 C との間にキャビティ C 1 1 ~ C 1 3 が形成されている。

[0089] このような構成において、蒸気タービン 1 の調整弁 2 0 (図 1 参照) を開状態とすると、図示しないボイラから蒸気 S がケーシング 1 0 の内部空間に流入する。蒸気 S のうちの一部 (例えば、数%) は、環状溝 3 1 1 内に流入する、所謂漏洩蒸気となる。

[0090] ここで、環状溝 3 1 1 内に流入した蒸気 S は、まず、第一のキャビティ C 1 1 に流入し、ハブシュラウド 4 1 B の上流側端面 4 1 f に衝突し、上流側に戻るようにして回る主渦 Y 1 1 を生じる。

その際、上流側端面 4 1 f の径方向内側の端部において、主渦 Y 1 1 から一部の流れが剥離されることにより、この主渦 Y 1 1 と反対方向に回るように、剥離渦 Y 1 2 が生じる。

[0091] このような剥離渦 Y 1 2 は、静翼シールフィン 1 6 A とシュラウド内周面 4 3 A との間の微小隙間 H 1 1 を通り抜ける漏れ流れを低減する縮流効果を

発揮する。

すなわち、剥離渦Y 1 2が形成されると、この剥離渦Y 1 2には、静翼シールフィン1 6 A先端の軸方向上流側において、速度ベクトルを径方向外側に向けるダウフロー（アップフローともいう）を生じる。このダウフローは、微小隙間H 1 1の直前で径方向外側に向う慣性力を保有しているため、微小隙間H 1 1を通り抜ける流れに対し、径方向外側に縮める効果（縮流効果）を発揮し、漏洩流量は小さくなる。

[0092] 続いて、微小隙間H 1 1を通過した蒸気Sは、第二のキャビティC 1 2に流入し、静翼段差部4 4 Dに衝突し、上流側に戻るようにして主渦Y 1 1を生じる。さらに、静翼段差部4 4 Dの静翼鋭角形成面4 5 Dと、下流側に位置するシュラウド内周面4 3 Bの上流側端部4 3 pとの交差部において、主渦Y 1 1から一部の流れが剥離されることにより、この主渦Y 1 1と反対方向に回る剥離渦Y 1 2が生じる。

[0093] さらに、微小隙間H 1 2を通過した蒸気Sは、第三のキャビティC 1 3に流入し、静翼段差部4 4 Eに衝突し、さらに、上流側に戻るようにして回る主渦Y 1 1を生じる。静翼段差部4 4 Eの静翼鋭角形成面4 5 Eと、下流側に位置するシュラウド内周面4 3 Cの上流側端部4 3 pとの交差部において、主渦Y 1 1から一部の流れが剥離されることにより、この主渦Y 1 1と反対方向に回る剥離渦Y 1 2が生じる。

[0094] 第二のキャビティC 1 2、第三のキャビティC 1 3で生じた剥離渦Y 1 2は、静翼シールフィン1 6 B, 1 6 Cとシュラウド内周面4 3 B, 4 3 Cとの間の微小隙間H 1 2, H 1 3を通り抜ける漏れ流れを低減する縮流効果を発揮する。すなわち、剥離渦Y 1 2が形成されると、この剥離渦Y 1 2は、静翼シールフィン1 6 B, 1 6 C先端の軸方向上流側において、速度ベクトルを径方向外側に向けるダウフローを生じる。このダウフローは、微小隙間H 1 2, H 1 3の直前で径方向外側に向う慣性力を保有しているため、微小隙間H 1 2, H 1 3を通り抜ける流れに対し、径方向外側に縮める効果（縮流効果）を発揮し、漏洩流量は小さくなる。

[0095] したがって、上述の実施形態によれば、静翼４０のハブシュラウド４１に設けられた静翼段差部４４Ｄ、４４Ｅは、静翼鋭角形成面４５Ｄ、４５Ｅを備えている。静翼鋭角形成面４５Ｄ、４５Ｅは、静翼段差部４４Ｄ、４４Ｅに対して下流側に位置するシュラウド内周面４３Ａ、４３Ｂ、４３Ｃの上流側端部４３ｐに鋭角をもって接続されるため、剥離を促進でき、剥離渦Ｙ１２を安定的に生成することができる。その結果、微小隙間Ｈ１２、Ｈ１３を通り抜ける漏れ流れを抑え、蒸気タービン１の性能低下を抑えることが可能となる。

[0096] なお、本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において、上述した実施形態に種々の変更を加えたものを含む。即ち、実施形態で挙げた具体的な形状や構成等は一例にすぎず、適宜変更が可能である。

例えば、上述の実施形態や変形例では、最終段の動翼５０や静翼４０に本発明を適用したが、他の段の動翼５０や静翼４０に本発明を適用してもよい。

[0097] 例えば、図８に示すような構成を採用することも可能である。

即ち、第一実施形態と同様に、動翼５０のチップシュラウド５１Ａではシュラウド外周面５３Ａ、５３Ｂ、５３Ｃは、動翼本体５２から径方向外側への突出高さが、回転軸３０の軸方向の上流側（図８における左側）から下流側（図８における右側）に向かうに従って、漸次段階的に高くなるように配設されている。

また、静翼４０Ｂのハブシュラウド４１Ｂではシュラウド内周面４３Ａ、４３Ｂ、４３Ｃは、静翼本体４２から径方向内側への突出寸法が、回転軸３０の軸方向の上流側（図８における左側）から下流側（図８における右側）に向かうに従って、漸次段階的に小さくなるように配設されている。

そして三段目の凹部３１１Ｃは四段目の凹部３１１Ｄよりも径方向内側に位置している。また、一段目の凹部３１１Ａの底面は二段目の凹部３１１Ｂの底面と同じ径方向位置に配置されている。

[0098] さらに、図9に示すような構成を採用することも可能である。

即ち、動翼50のチップシュラウド51Fは、段差部54Mを有している。この段差部54Mによって動翼50Bは、動翼本体52から径方向外側への突出高さが、回転軸30の軸方向の上流側（図9における左側）から下流側（図9における右側）に向かうに従って、漸次段階的に低くなるように配設されている。そしてシールフィン15Aがチップシュラウド51Fの上流側の端部の位置に設けられている。また、シールフィン15Bが、段差部54Mを形成するとともに下流側を向く案内面54Maの位置に設けられている。さらに、シールフィン15Cがチップシュラウド51Fの下流側の端部の位置に設けられている。シールフィン15A、15B、15Cはチップシュラウド51Fから径方向外側に突出する。

また仕切板外輪11が、チップシュラウド51Fに対して径方向で対向する部位に段差部54D、54Eを有している。これら段差部54D、54Eによって仕切板外輪11の径方向の位置が、回転軸30の軸方向の上流側から下流側に向かうに従って、漸次段階的に径方向内側に位置する。

[0099] さらに図9では、静翼40Cのハブシュラウド41Cが、静翼段差部44Fを有している。この静翼段差部44Fによって静翼40Cは、静翼本体42から径方向内側への突出高さが、回転軸30の軸方向の上流側から下流側に向かうに従って、漸次段階的に低くなるように配設されている。そしてシールフィン16Aがハブシュラウド41Cの上流側の端部の位置に設けられている。また、シールフィン16Bが、静翼段差部44Fを形成するとともに下流側を向く案内面44Faの位置に設けられている。さらに、シールフィン16Cがハブシュラウド41Cの下流側の端部の位置に設けられている。シールフィン16A、16B、16Cはハブシュラウド41Cから径方向内側に突出する。

また軸本体31は、ハブシュラウド41Cに対して径方向で対向する部位に段差部44D、44Eを有している。これら段差部44D、44Eによって軸本体31の外周面の径方向の位置が、回転軸30の軸方向の上流側から

下流側に向かうに従って、漸次段階的に径方向内側に位置する。

[0100] また、上述の実施形態では、本発明を復水式の蒸気タービンに適用したが、他の型式の蒸気タービン、例えば、二段抽気タービン、抽気タービン、混気タービン等のタービン型式に本発明を適用することもできる。

さらに、上述の実施形態では、本発明を蒸気タービン 1 に適用したが、ガスタービンにも本発明を適用することができ、さらには、回転翼のある全てのものに本発明を適用することができる。

産業上の利用可能性

[0101] 本発明に係る動翼、ロータユニット、及び、回転機械によれば、微小隙間を通り抜ける漏れ流れを抑え、性能低下を抑えることが可能となる。

符号の説明

- [0102] 1 蒸気タービン（回転機械）
- 10 ケーシング
 - 11 仕切板外輪
 - 15A、15B、15C シールフィン
 - 16A、16B、16C 静翼シールフィン
 - 20 調整弁
 - 21 調整弁室
 - 22 弁体
 - 23 弁座
 - 24 蒸気室
 - 30 回転軸
 - 31 軸本体
 - 32 ディスク
 - 40、40B、40C 静翼
 - 41、41B、41C ハブシュラウド（静翼シュラウド）
 - 41f 上流側端面
 - 42 静翼本体

4 3 A、4 3 B、4 3 C シュラウド内周面
4 3 p 上流側端部
4 3 q 下流側端部
4 4 D、4 4 E、4 4 F 静翼段差部
4 4 F a 案内面
4 5 D、4 5 E 静翼鋭角形成面
4 6 静翼鋭角先端部
4 7 D、4 7 E 静翼内周案内面
5 0、5 0 B 動翼
5 1 A～5 1 F チップシュラウド（シュラウド）
5 1 f 上流側端面
5 2 動翼本体
5 3 A、5 3 B、5 3 C シュラウド外周面（外周面）
5 3 p 上流側端部
5 3 q 下流側端部
5 4 D、5 4 E、5 4 H、5 4 J、5 4 K、5 4 L、5 4 M 段差部
5 4 M a 案内面
5 5 D、5 5 E、5 5 H、5 5 J、5 5 K、5 5 L 鋭角形成面
5 6 B、5 6 C、5 6 H、5 6 J、5 6 K、5 6 L 鋭角先端部
5 7 D、5 7 E、5 7 F、5 7 G、5 7 H、5 7 J、5 7 K、5 7 L 内周案内面
6 0 軸受部
6 1 ジャーナル軸受装置
6 2 スラスト軸受装置
1 1 1 環状溝
1 1 1 A、1 1 1 B、1 1 1 C、1 1 1 D 凹部
1 1 2 A、1 1 2 B、1 1 2 C 端縁部
1 1 3 A、1 1 3 B、1 1 3 C、1 1 3 D 内壁面

3 1 1 環状溝

3 1 1 A、3 1 1 B、3 1 1 C、3 1 1 D 凹部

3 1 2 B、3 1 2 C 端縁部

C 1、C 2、C 3、C 1 1、C 1 2、C 1 3 キャビティ

H 1、H 2、H 3、H 1 1、H 1 2、H 1 3 微小隙間

K 隙間

S 蒸気

Y 1、Y 1 1 主渦

Y 1 2、Y 2 剥離渦

θ 1、 θ 2、 θ 3、 θ 4、 θ 1 1 鋭角

θ d 1、 θ d 2 出口角度

請求の範囲

- [請求項1] 回転機械の回転軸から径方向外側に向かって延びるよう設けられた動翼本体、及び、前記動翼本体の径方向外側に設けられたシュラウドを有する動翼において、
前記シュラウドは、
前記回転軸の中心軸方向に沿って流れる作動流体の上流側から下流側に向かって段階的に径方向外側に位置するように複数設けられた外周面と、
前記上流側に位置する前記外周面の下流側端部と前記下流側に位置する前記外周面上流側端部とを接続する段差部と、を有し、
前記段差部は、径方向外側に向かうに従って前記上流側に向かって延び、前記下流側に位置する前記外周面の前記上流側端部に鋭角をもって接続される鋭角形成面を有する、動翼。
- [請求項2] 前記鋭角形成面と前記下流側に位置する前記外周面の前記上流側端部との交差部に、鋭角に尖った鋭角先端部が形成されている
請求項1に記載の動翼。
- [請求項3] 前記段差部は、前記鋭角形成面の径方向内側に、前記上流側に位置する前記外周面の前記下流側端部から径方向外側に向かうに従って前記下流側に向かって延びる内周案内面を有している
請求項1又は2に記載の動翼。
- [請求項4] 複数の前記外周面と前記鋭角形成面との間の前記鋭角の角度が、前記上流側の前記外周面から前記下流側の前記外周面に向かって大きくなる
請求項1から3の何れか一項に記載の動翼。
- [請求項5] 前記回転軸と、請求項1から4の何れか一項に記載の動翼を備えているロータユニット。
- [請求項6] 前記シュラウドの径方向外側に配置され、その径方向内側を作動流体が前記中心軸方向に沿って上流側から下流側に向かって流れるケー

シングと、

前記中心軸方向に沿って間隔をあけて複数設けられ、それぞれ、前記ケーシングから径方向内側に向かって突出するシールフィンと、

請求項 5 に記載のロータユニットと、
を備えている回転機械。

[請求項7] 前記鋭角形成面は、前記上流側に位置する前記外周面に対向する前記シールフィンの先端部よりも、径方向外側に形成されている
請求項 6 に記載の回転機械。

[請求項8] 前記鋭角形成面は、前記上流側の前記外周面と前記シールフィンとの隙間を通過した作動流体を径方向外側に導くとともに、前記鋭角形成面と前記下流側に位置する前記外周面の前記上流側端部との交差部で、径方向外側に導かれた前記作動流体の一部を前記作動流体の主流から剥離させて剥離渦を生成する
請求項 6 又は 7 に記載の回転機械。

[請求項9] 中心軸回りに回転する回転軸と、
前記回転軸から径方向外側に向かって延びるよう設けられた動翼本体、及び、前記動翼本体の径方向外側に設けられたシュラウドを有する動翼と、

前記シュラウドの径方向外側に配置され、その径方向内側を作動流体が前記中心軸方向に沿って上流側から下流側に向かって流れるケーシングと、

前記ケーシングから径方向内側に向かって延びるよう設けられた静翼本体、及び前記静翼本体の径方向内側に設けられた静翼シュラウドを有する静翼と、

前記中心軸方向に沿って間隔をあけて複数設けられ、それぞれ、前記回転軸の外周面から径方向外側に向かって突出する静翼シールフィンと、を備え、

前記静翼シュラウドは、

径方向位置が前記上流側から前記下流側に向かって段階的に径方向内側に位置するよう複数が設けられるとともに、それぞれが複数の前記静翼シールフィンの少なくとも一つに対して径方向外側で間隔を隔てて対向し、前記中心軸に沿って延びるシュラウド内周面と、

前記上流側に位置する前記シュラウド内周面の下流側端部と前記下流側に位置する前記シュラウド内周面上流側端部とを接続する静翼段差部と、を有し、

前記静翼段差部は、径方向内側に向かうに従って前記上流側に向かって延び、前記下流側に位置する前記シュラウド内周面の前記上流側端部に鋭角をもって接続される静翼鋭角形成面を有する回転機械。

[請求項10]

前記中心軸方向に沿って間隔をあけて複数設けられ、それぞれ、前記ケーシングから径方向内側に向かって突出するシールフィンをさらに備え、

前記動翼の前記シュラウドは、

径方向位置が前記上流側から下流側に向かって段階的に径方向外側に位置するよう複数が設けられるとともに、それぞれが複数の前記シールフィンの少なくとも一つに対して径方向内側で間隔を隔てて対向し、前記中心軸に沿って延びる外周面と、

上流側に位置する前記外周面の下流側端部と下流側に位置する前記外周面上流側端部とを接続する段差部と、を有し、

前記段差部は、径方向外側に向かうに従って上流側に向かって延び、下流側に位置する前記外周面の前記上流側端部に鋭角をもって接続される鋭角形成面を有する

請求項9に記載の回転機械。

[請求項11]

中心軸回りに回転する回転軸と、

前記回転軸から径方向外側に向かって延びるよう設けられた動翼本体、及び、前記動翼本体の径方向外側に設けられたシュラウドを有する動翼と、

前記シュラウドの径方向外側に配置され、その径方向内側を作動流体が前記中心軸方向に沿って上流側から下流側に向かって流れるケーシングと、

前記中心軸方向に沿って間隔をあけて複数設けられ、それぞれ、前記シュラウドから径方向外側に向かって突出するシールフィンと、を備え、

前記ケーシングは、

径方向位置が前記上流側から下流側に向かって段階的に径方向外側に位置するよう複数が設けられるとともに、それぞれが複数の前記シールフィンの少なくとも一つに対して径方向外側で間隔を隔てて対向し、前記中心軸に沿って延びる内周面と、

上流側に位置する前記内周面の下流側端部と下流側に位置する前記内周面の上流側端部とを接続する段差部と、を有し、

前記段差部は、径方向内側に向かうに従って上流側に向かって延び、下流側に位置する前記内周面の前記上流側端部に鋭角をもって接続される鋭角形成面を有する回転機械。

[請求項12]

中心軸回りに回転する回転軸と、

前記回転軸から径方向外側に向かって延びるよう設けられた動翼本体、及び、前記動翼本体の径方向外側に設けられたシュラウドを有する動翼と、

前記シュラウドの径方向外側に配置され、その径方向内側を作動流体が前記中心軸方向に沿って上流側から下流側に向かって流れるケーシングと、

前記ケーシングから径方向内側に向かって延びるよう設けられた静翼本体、及び前記静翼本体の径方向内側に設けられた静翼シュラウドを有する静翼と、

前記中心軸方向に沿って間隔をあけて複数設けられ、それぞれ、前記静翼シュラウドから径方向内側に向かって突出する静翼シールフィ

ンと、を備え、

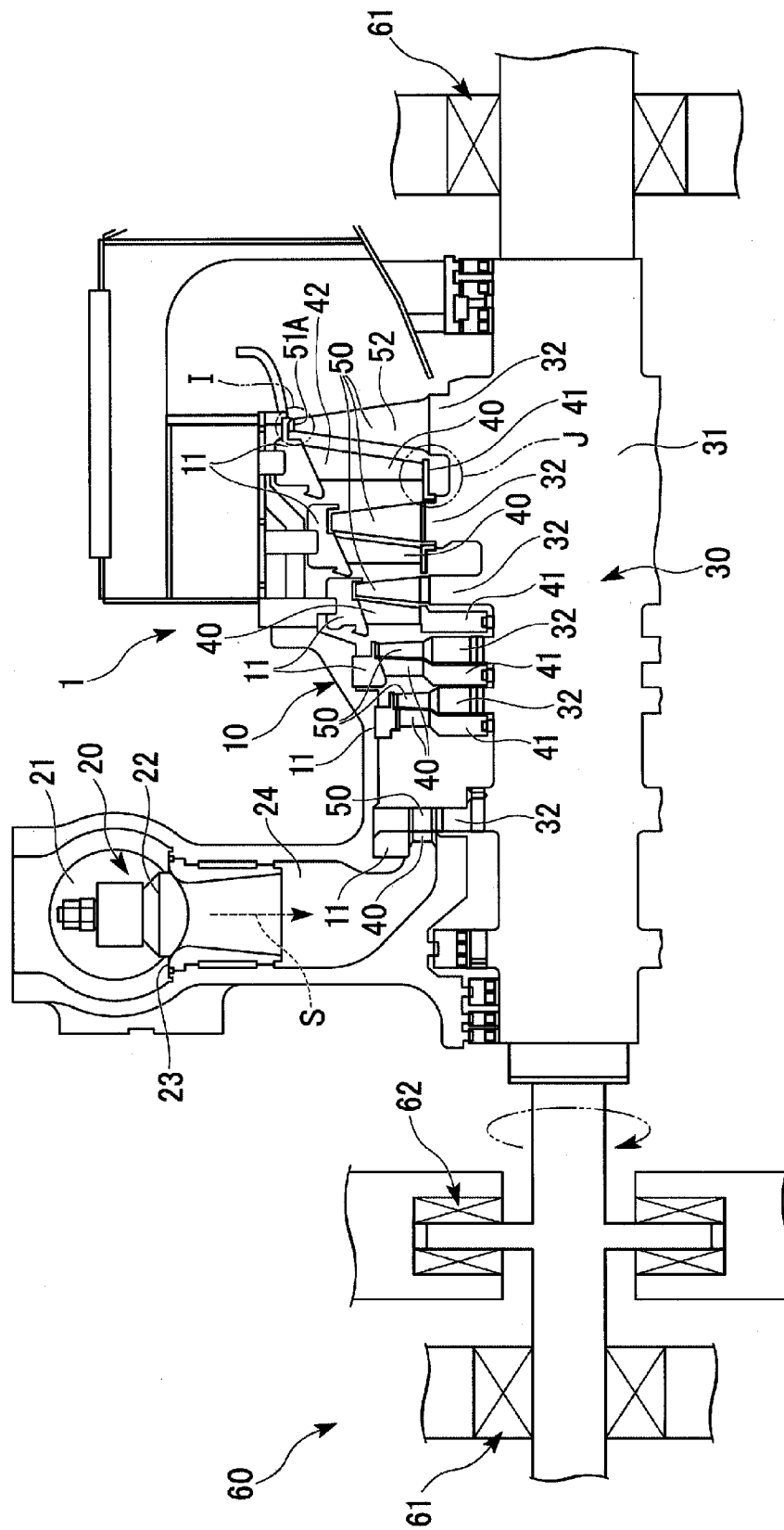
前記回転軸は、

径方向位置が前記上流側から前記下流側に向かって段階的に径方向外側に位置するよう複数が設けられるとともに、それぞれが複数の前記静翼シールフィンの少なくとも一つに対して径方向内側で間隔を隔てて対向し、前記中心軸に沿って延びる外周面と、

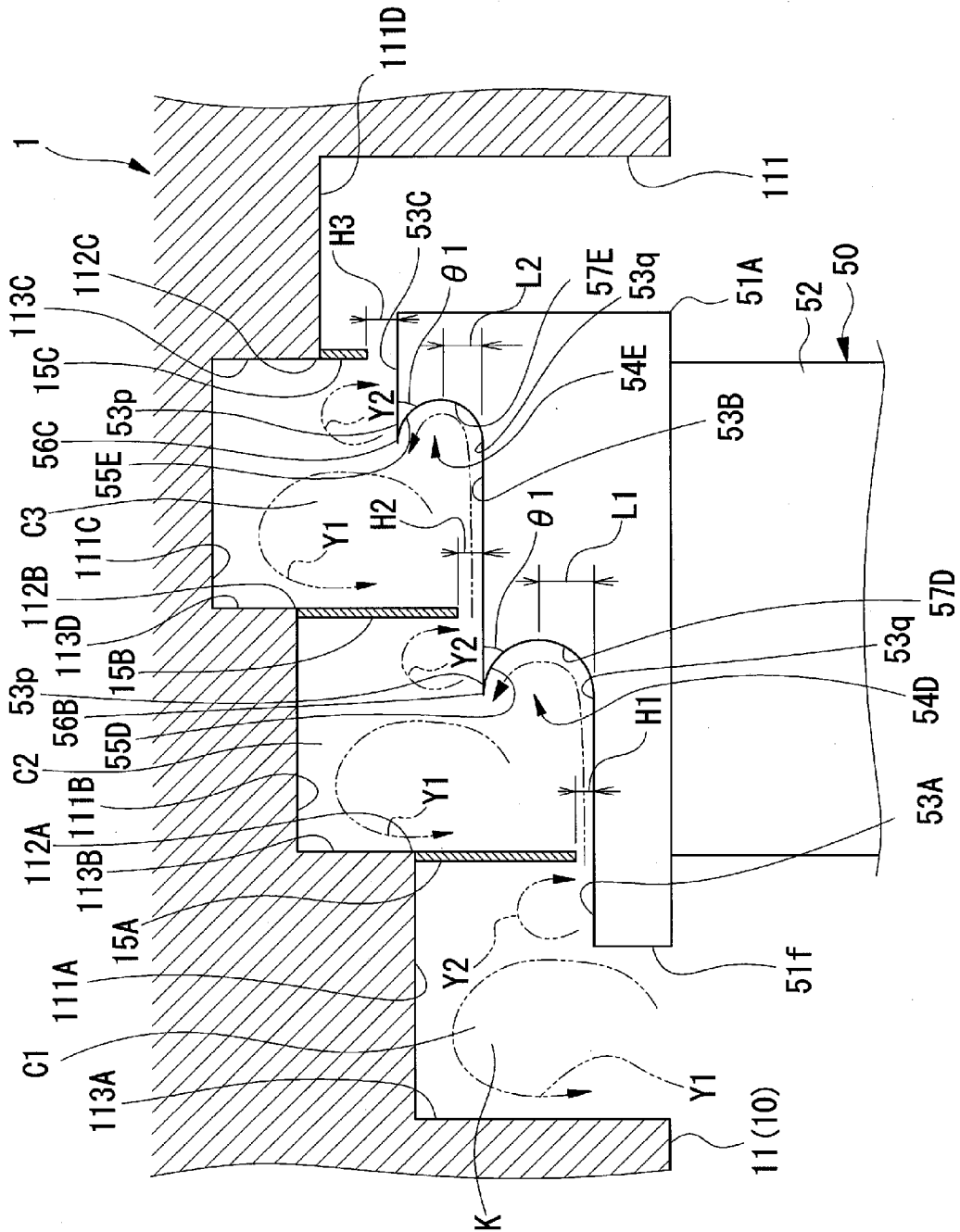
前記上流側に位置する前記外周面の下流側端部と前記下流側に位置する前記外周面の上流側端部とを接続する段差部と、を有し、

前記段差部は、径方向外側に向かうに従って前記上流側に向かって延び、前記下流側に位置する前記外周面の前記上流側端部に鋭角をもって接続される鋭角形成面を有する回転機械。

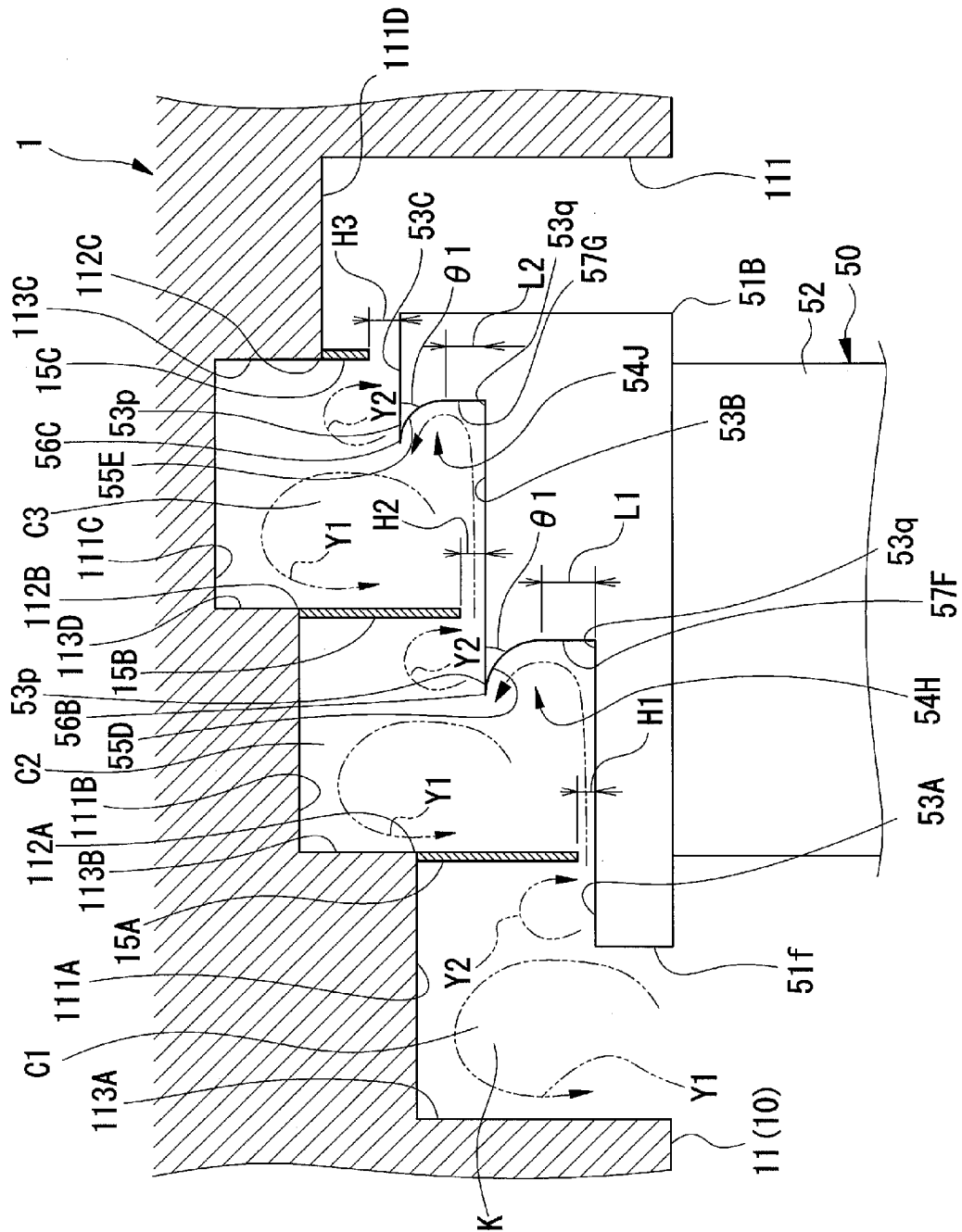
[図1]



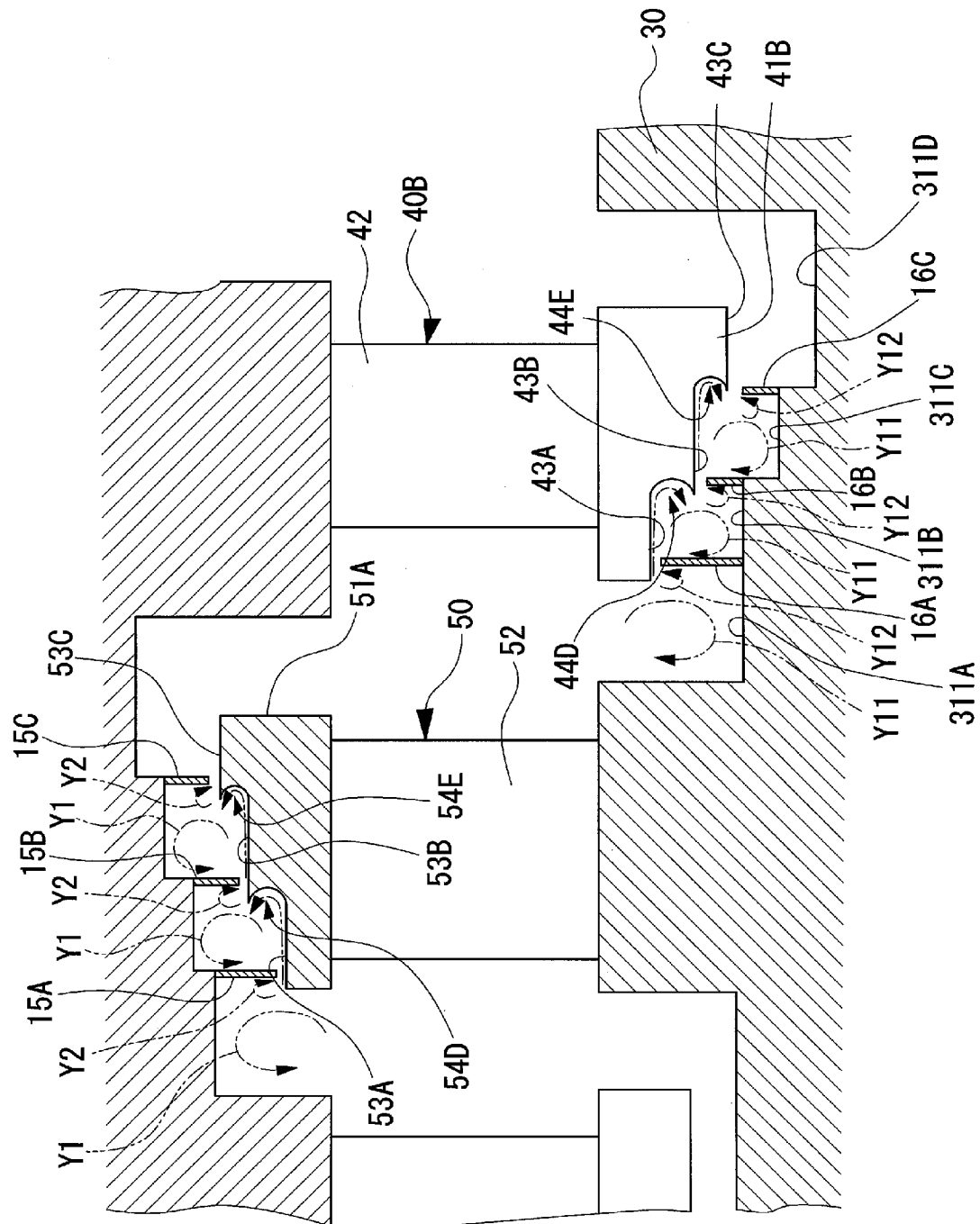
[図2]



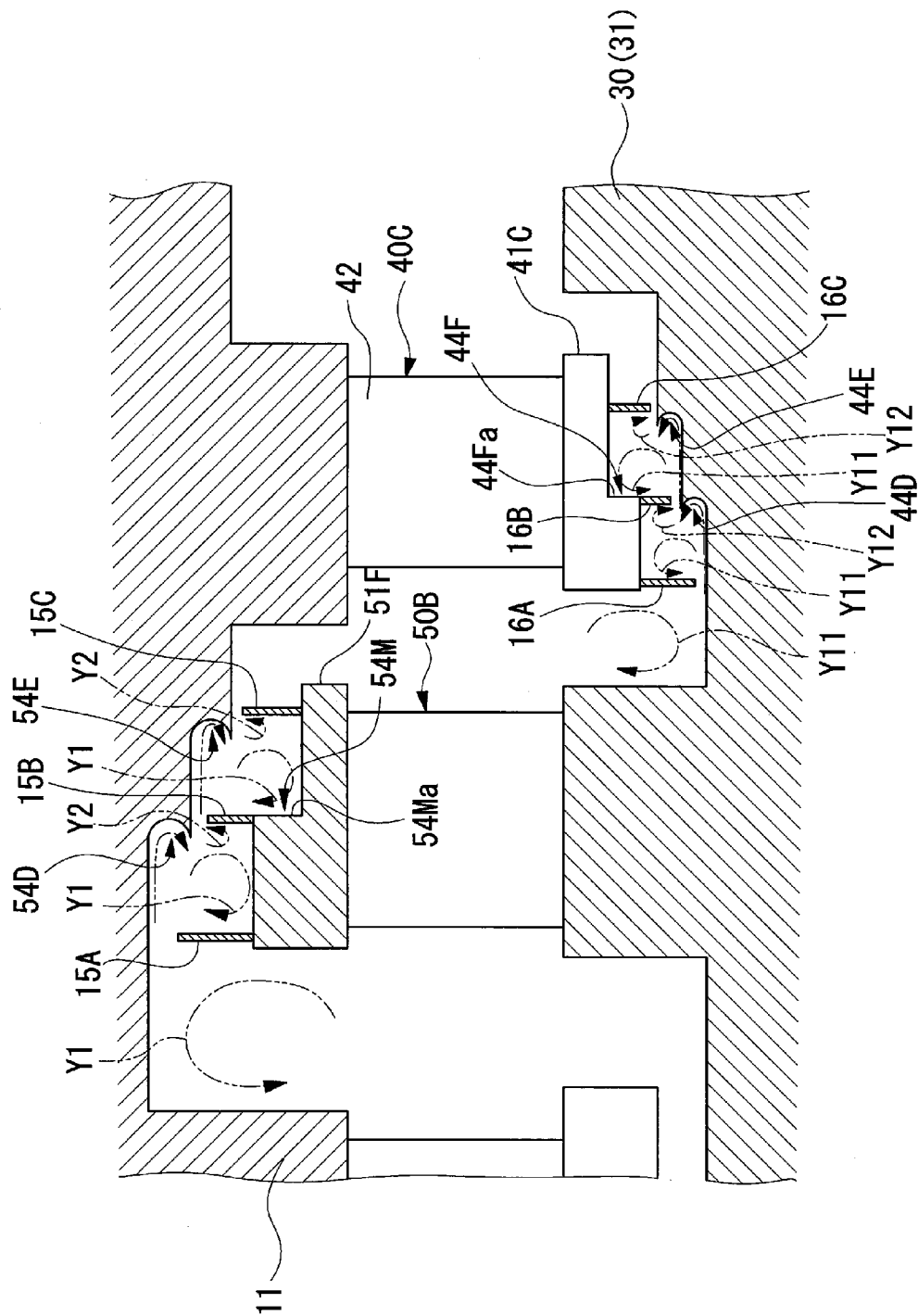
[図3]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/007529

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F01D11/08(2006.01)i, F01D5/20(2006.01)i, F02C7/28(2006.01)i,
F16J15/447(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)

Int.Cl. F01D11/08, F01D5/20, F02C7/28, F16J15/447

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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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.
X Y A	JP 10-311205 A (TOSHIBA CORP.) 24 November 1998, paragraphs [0049]-[0051], fig. 5 (Family: none)	1-3, 5-6 7-12 4
Y	JP 2011-080452 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 21 April 2011, paragraphs [0014]-[0080], fig. 1-10 & US 2012/0121393 A1, paragraphs [0034]-[0128], fig. 1-10 & WO 2011/043286 A1 & EP 2487332 A1 & KR 10-2012-0010272 A & CN 102449268 A	7-12
A	JP 2002-228014 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 14 August 2002, entire text, all drawings (Family: none)	1-12
A	US 2011/0070074 A1 (SCHABOWSKI, Zbigniew) 24 March 2011, entire text, all drawings & EP 2302174 A2 & DE 102009042857 A	1-12

☐ 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 07 May 2018 (07.05.2018)	Date of mailing of the international search report 15 May 2018 (15.05.2018)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F01D11/08(2006.01)i, F01D5/20(2006.01)i, F02C7/28(2006.01)i, F16J15/447(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. F01D11/08, F01D5/20, F02C7/28, F16J15/447

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
X Y A	JP 10-311205 A（株式会社東芝） 1998.11.24, 段落[0049]-[0051], 図5 (ファミリーなし)	1-3, 5-6 7-12 4
Y	JP 2011-080452 A（三菱重工業株式会社） 2011.04.21, 段落[0014]-[0080], 図1-図10 & US 2012/0121393 A1, 段落[0034]-[0128], 図1-図10 & WO 2011/043286 A1 & EP 2487332 A1 & KR 10-2012-0010272 A & CN 102449268 A	7-12

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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

07.05.2018

国際調査報告の発送日

15.05.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

高吉 続久

3 S

3932

電話番号 03-3581-1101 内線 3391

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2002-228014 A (三菱重工業株式会社) 2002.08.14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12
A	US 2011/0070074 A1 (SCHABOWSKI, Zbigniew) 2011.03.24, 全文, 全図 & EP 2302174 A2 & DE 102009042857 A	1-12