(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
2016 年 8 月 4 日(04.08.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/121259 A1

(51) 国際特許分類:
F01D 11/02 (2006.01) *F16J 15/22* (2006.01)
F02C 7/28 (2006.01) *F16J 15/447* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/085210

(22) 国際出願日: 2015 年 12 月 16 日(16.12.2015)

(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 2015-013138 2015 年 1 月 27 日(27.01.2015) 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: 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). 大山 宏治(OYAMA, Hiroharu); 〒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). 田中 良典(TANAKA, Yoshinori); 〒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). 椙下 秀昭(SUGISHITA, Hideaki); 〒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: 誠真ＩＰ特許業務法人(SEISHIN IP PATENT FIRM, P.C.); 〒1080073 東京都港区三田三丁目１３番１６号 三田４３ＭＴビル１３階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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.

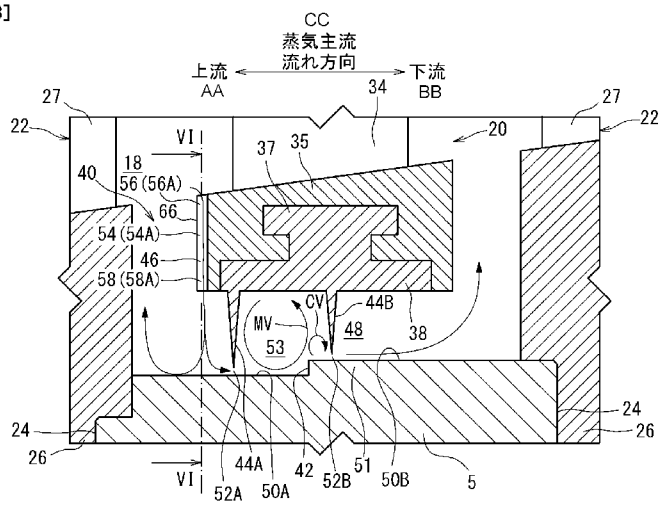
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー

[続葉有]

(54) **Title**: TURBINE

(54) 発明の名称 : タービン

[図3]



AA... UPSTREAM
BB... DOWNSTREAM
CC... DIRECTION OF FLOW OF MAIN STEAM CURRENT

(57) **Abstract**: This turbine is provided with a sealing device (40). The sealing device comprises: at least one step face (42) which is provided in a region of an outer circumferential surface of a rotor (5) facing a shroud (35) of a stator vane (20)in the radial direction of the rotor, and which faces upstream in the direction of flow of a fluid, and which divides the region of the outer circumferential surface into at least two segments (50A, 50B) in the axial direction of the rotor; at least two sealing fins (44A, 44B) which respectively project from the stator vane toward the at least two segments, and respectively face the at least two segments across a sealing gap (52A, 52B); and a swirl component imparting portion (46) which is provided at one end side, in the axial direction of the rotor, of the shroud of the stator vane, and is capable of imparting a swirl component to the fluid flowing toward the sealing gap.

(57) 要約: タービンはシール装置（４０）を備える。シール装置は、ロータ（５）の径方向にて静翼（２０）のシュラウド（３５）と対向するロータの外周面の領域に設けられるとともに流体の流れ方向にて上流を向き、外周面の領域をロータの軸方向にて少なくとも２つの区画（５０Ａ，５０Ｂ）に区画する少なくとも１つの段差面（４２）と、静翼から少なくとも２つの区画に向かってそれぞれ突出し、少なくとも２つの区画とシール隙間（５２Ａ，５２Ｂ）を存してそれぞれ対向する少なくとも２つのシールフィン（４４Ａ，４４Ｂ）と、ロータの軸方向にて静翼のシュラウドの一端側に設けられ、シール隙間に向かって流れる流体に旋回成分を付与可能な旋回成分付与部（４６）と、を有する。

WO 2016/121259 A1

ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： タービン

技術分野

[0001] 本開示はタービンに関する。

背景技術

[0002] 蒸気タービンやガスタービンは、通常、静止部品と回転部品との間の隙間、例えば、動翼と動翼を囲繞する部材との間の隙間や静翼とロータとの間の隙間、における流体の流れを制限可能なシール装置を備えている。

例えば、日本国特許第５５１８０２２号公報が開示する蒸気タービンのシール装置は、ブレードの先端部に設けられたステップ部と、構造体に設けられたシールフィンとを有している。ステップ部は、上流側に面する少なくとも１つの段差面を有して構造体側に突出し、シールフィンは、ステップ部に向かって延出し、ステップ部との間に微小隙間を形成する。

この蒸気タービンのシール装置では、シールフィンの上流側に剥離渦及び主渦が形成され、剥離渦の縮流効果によって、微小隙間を流れる蒸気漏洩が低減される。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0003] 本発明の少なくとも一実施形態の目的は、漏れ流れを従来よりも低減可能な改良されたシール装置を備えるタービンを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0004] 本発明者等は、上述の目的を達成するために検討を重ねたところ、シールフィン間の空洞の流れ場が、ロータの周方向に一様であるときに、空洞における主渦及び剥離渦の渦構造が最適になるとの知見を得た。そして、渦構造の最適化により、子午面内の剥離渦の強さが最大になり、シール性能が高くなるとの知見を得た。

一方、本発明者等は、現実には、空洞において周方向の速度変動（２次流

れ）が発生して子午面内の流体の運動エネルギが低下し、主渦及び剥離渦が期待していたよりも弱くなることがあるとの知見を得た。そして、主渦や剥離渦の中心位置が周方向にうねり、渦構造が壊れてしまうことがあるとの知見を得た。更に、シールフィンがロータの径方向に対し傾斜している場合に、このような傾向が強くなるとの知見も得た。また、空洞に流入する流体の周方向速度の絶対速度が零に近い場合にも、このような傾向が強くなるとの知見も得た。

これらの知見に基づき、本発明者等は更に検討を重ね、シールフィン間の空洞の流れ場をロータの周方向に一様にすることが可能な構成を見出し、本発明を創作するに至った。

[0005] （１）本発明の少なくとも一実施形態に係るタービンは、

ケーシングと、

前記ケーシングの内部を延びるロータと、

前記ロータに固定され且つ前記ロータの周方向に配列された複数の動翼と、

前記ケーシングに対し固定され且つ前記ロータの周方向に配列された複数の静翼であって、翼本体、及び、前記翼本体に連なり、前記ロータの径方向にて前記ロータの外周面と隙間を存して対向するシュラウドをそれぞれ有する複数の静翼と、

前記隙間における流体の流れを制限可能なシール装置とを備え、

前記シール装置は、

前記ロータの径方向にて前記静翼のシュラウドと対向する前記ロータの外周面の領域に設けられるとともに前記流体の流れ方向にて上流を向き、前記外周面の領域を前記ロータの軸方向にて少なくとも２つの区画に区画する少なくとも１つの段差面と、

前記静翼から前記少なくとも２つの区画に向かってそれぞれ突出し、前記少なくとも２つの区画とシール隙間を存してそれぞれ対向する少なくとも２つのシールフィンと、

前記ロータの軸方向にて前記静翼のシュラウドの一端側に設けられ、前記シール隙間に向かって流れる流体に旋回成分を付与可能な旋回成分付与部と、

を有する。

[0006] 上記構成（１）のタービンでは、旋回成分付与部によって流体の流れに旋回成分が付与されることで、シールフィンの下流側で渦構造が安定になって周方向の不安定な２次流れが抑制され、子午面内で主渦及び剥離渦が強くなる。この結果、剥離渦によるダウンフローを効率的に発生させることができ、これによりシール隙間を通過する流体の流量が減少してシール性能が向上する。

[0007] （２）幾つかの実施形態では、上記構成（１）において、

前記旋回成分付与部は、前記シュラウドの一端側に形成され且つ前記ロータの周方向に配列された複数の溝によって構成され、

前記複数の溝の各々は、前記ロータの径方向にて外側に位置する外端部、及び、前記ロータの径方向にて内側に位置する内端部を有し、

前記複数の溝の少なくとも前記内端部は、前記ロータの径方向に対し傾斜して延びている。

[0008] 上記構成（２）のタービンでは、シュラウドに形成された複数の溝の内端部が径方向に対し傾斜して延びているので、簡単な構成にて、内端部を流れる流体に旋回成分が付与される。

[0009] （３）幾つかの実施形態では、上記構成（２）において、

前記複数の溝の各々において、前記内端部は、前記ロータの回転方向にて前記外端部よりも前方に位置している。

[0010] 上記構成（３）では、複数の溝の内端部が外端部よりもロータの回転方向にて前方に位置しているので、内端部を流れる流体に対し、ロータの回転方向と同じ方向の旋回成分を付与することができる。この場合、旋回成分の方向がロータの回転方向と同じであることで、ロータと流体との間での摩擦損失を減らすことができる。

[0011] （４）幾つかの実施形態では、上記構成（２）又は（３）において、

前記複数の溝の各々において、前記ロータの径方向に対する前記内端部の傾斜角度は、前記ロータの径方向に対する前記外端部の傾斜角度よりも大である。

[0012] 上記構成（４）では、ロータの径方向に対する外端部の傾斜角度が内端部の傾斜角度よりも小さいので、流体が溝の外端部に流入しやすく、流入損失を低減することができる。一方で、ロータの径方向に対する内端部の傾斜角度が外端部の傾斜角よりも大きいので、溝を流れる流体に大きな旋回成分を付与することができる。この結果、より多くの流体に大きな旋回成分を付与することができ、シール性能がより一層向上する。

[0013] （５）幾つかの実施形態では、上記構成（２）又は（３）において、

前記複数の溝の各々は、前記径方向に対し傾斜して真っ直ぐに延びている。

上記構成（５）では、溝が真っ直ぐに伸びているので、容易に溝を形成することができる。

[0014] （６）幾つかの実施形態では、上記構成（２）乃至（４）の何れか１つにおいて、

前記複数の溝の各々は、前記ロータの径方向にて外側から内側に近付くにつれて、前記ロータの径方向から徐々に逸れるように湾曲して延びている。

[0015] 上記構成（６）では、溝が、ロータの径方向にて外側から内側に近付くにつれて、ロータの径方向から徐々に逸れるように湾曲して延びているので、溝を流れる流体に大きな旋回成分を付与することができる。

[0016] （７）幾つかの実施形態では、上記構成（２）乃至（６）の何れか１つにおいて、

前記複数の溝の各々は一定の幅を有する。

上記構成（７）では、溝の幅が一定であるので、容易に溝を形成することができる。

[0017] （８）幾つかの実施形態では、上記構成（２）乃至（６）の何れか１つにお

いて、

前記複数の溝の各々は相互に幅が異なる部分を有する。

上記構成（８）では、幅が異なる部分を溝が有するので、溝を流れる流体に対し旋回成分を付与しながら、溝における損失を低減することができる。

[0018] （９）幾つかの実施形態では、上記構成（２）において、

前記複数の溝は、前記シュラウドの一端側に形成され且つ前記ロータの周方向に配列された複数の翼部によって形成されている。

上記構成（９）では、翼部によって複数の溝が形成されているので、溝を流れる流体に対し旋回成分を付与しながら、溝における損失を低減することができる。

[0019] （１０）幾つかの実施形態では、上記構成（９）において、

前記翼部は、前記ロータの径方向にて外側に位置する前縁部、及び、前記ロータの径方向にて内側に位置する後縁部を有し、

前記後縁部は、前記ロータの回転方向にて前記前縁部よりも前方に位置している。

[0020] 上記構成（１０）では、翼部の後縁部が前縁部よりもロータの回転方向にて前方に位置しているので、翼部の間を流れる流体に対し、ロータの回転方向と同じ方向の旋回成分を付与することができる。この場合、旋回成分の方向がロータの回転方向と同じであることで、ロータと流体との間での摩擦損失を減らすことができる。

[0021] （１１）幾つかの実施形態では、上記構成（９）又は（１０）において、

前記翼部は、前記ロータの径方向にて外側に位置する前縁部、及び、前記ロータの径方向にて内側に位置する後縁部を有し、

前記ロータの径方向に対する前記後縁部の傾斜角度は、前記ロータの径方向に対する前記前縁部の傾斜角度よりも大である。

[0022] 上記構成（１１）では、ロータの径方向に対する前縁部の傾斜角度が後縁部の傾斜角度よりも小さいので、流体が溝の外端部に流入しやすく、流入損失を低減することができる。一方で、ロータの径方向に対する後縁部の傾斜

角度が前縁部の傾斜角よりも大きいので、溝を流れる流体に大きな旋回成分を付与することができる。この結果、より多くの流体に大きな旋回成分を付与することができ、シール性能がより一層向上する。

[0023] （１２）幾つかの実施形態では、上記構成（２）乃至（１１）の何れか１つにおいて、

前記複数の溝の各々は、相互に深さが異なる部分を有する。

上記構成（１２）では、溝が、相互に深さが異なる部分を有することで、流体に付与する旋回成分の大きさを調整することができる。

[0024] （１３）幾つかの実施形態では、上記構成（１）乃至（１２）の何れか１つにおいて、

前記シュラウドの一端側の端面は、前記ロータの径方向に対し傾斜している。

上記構成（１３）では、シュラウドの一端面の端面が傾斜していることで、より大きな旋回成分を流体に付与することができる。

発明の効果

[0025] 本発明の少なくとも一実施形態によれば、静翼とロータとの間の流体の漏れ流れを低減可能なシール装置を備えるタービンが提供される。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]本発明の一実施形態に係るタービンの概略的な構成を示す断面図である。

[図2]図１の一部を拡大して概略的に示す子午断面図である。

[図3]図２中の領域ＩＩＩを拡大して概略的に示す子午断面図である。

[図4]幾つかの実施形態に係るタービンの図３に対応する図である。

[図5]幾つかの実施形態に係るタービンの図３に対応する図である。

[図6]図３中のＶＩ－ＶＩ線に沿うシュラウドの概略的な断面を、翼本体の横断面とともに概略的に示す図である。

[図7]幾つかの実施形態に係るタービンの図６に対応する図である。

[図8]幾つかの実施形態に係るタービンの図６に対応する図である。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、添付図面を参照して本発明の幾つかの実施形態について説明する。ただし、実施形態として記載されている又は図面に示されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、本発明の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

例えば、「ある方向に」、「ある方向に沿って」、「平行」、「直交」、「中心」、「同心」或いは「同軸」等の相対的或いは絶対的な配置を表す表現は、厳密にそのような配置を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の角度や距離をもって相対的に変位している状態も表すものとする。

例えば、「同一」、「等しい」及び「均質」等の物事が等しい状態であることを表す表現は、厳密に等しい状態を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の差が存在している状態も表すものとする。

例えば、四角形状や円筒形状等の形状を表す表現は、幾何学的に厳密な意味での四角形状や円筒形状等の形状を表すのみならず、同じ効果が得られる範囲で、凹凸部や面取り部等を含む形状も表すものとする。

一方、一の構成要素を「備える」、「具える」、「具備する」、「含む」、又は、「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的な表現ではない。

[0028] 図１は、本発明の一実施形態に係るタービン１の概略的な構成を示す断面図である。タービン１は、中圧蒸気タービンであり、ケーシング（車室）３と、ロータ５とを備えている。ケーシング３はロータ５の中間部を囲んでおり、ロータ５の両端部が、ラジアル軸受７によって回転可能に支持されている。

[0029] タービン１は軸流タービンであり、ロータ５には、ロータ５の軸方向（以下、単に軸方向ともいう。）に相互に離間して複数の動翼列９が固定されている。一方、ケーシング３には、翼環１３，１４を介して、軸方向に相互に離間した複数の静翼列１６が固定されている。

[0030] 翼環１３，１４とロータ５との間には筒状の内部流路１８が形成され、内部流路１８に静翼列１６及び動翼列９が配置される。各静翼列１６は、ロータ５の周方向（以下、単に周方向ともいう。）に配列された複数の静翼２０からなり、各静翼２０が翼環１３，１４に対して固定されている。各動翼列９は、周方向に配列された複数の動翼（タービン動翼）２２からなり、各動翼２２は、ロータ５に対して固定されている。各静翼列１６では、蒸気の流れが加速され、各動翼列９では、蒸気のエネルギがロータ５の回転エネルギに変換される。ロータ５は、例えば発電機２３に接続され、ロータ５によって発電機２３が駆動される。

[0031] なお、ケーシング３は、軸方向にて中央に蒸気入口３ａを有するとともに、蒸気入口３ａの両側に２つの蒸気出口３ｂを有しており、タービン１は複流排気式のタービンである。このため、ケーシング３の内部には、軸方向にて中央から互いに反対側に向かう２つの内部流路１８が形成されている。

[0032] 図２は、図１の一部を拡大して概略的に示す子午断面図である。具体的には、図２は、異なる静翼列１６に属する２つの静翼２０，２０と、静翼２０，２０の隣に配置された２つの動翼２２，２２を、ロータ５及び翼環１３とともに概略的に示している。

[0033] 図２に示したように、ロータ５には、周方向に沿って延びる翼溝２４が形成されている。一方、動翼２２は、相互に一体に形成された翼根部２６、翼本体（翼プロフィル部）２７及びシュラウド（チップシュラウド部）２８を有する。翼根部２６が翼溝２４に嵌合されることにより、動翼２２はロータ５に固定される。動翼２２のシュラウド２８と対向する翼環１３の部分には、シール部材３０が取り付けられ、シール部材３０は、シュラウド２８と翼環１３との間の隙間の漏れ流れを制限可能である。

なお、ロータ５と動翼２２をまとめてロータアセンブリとも称する。

[0034] また図２に示したように、翼環１３は周方向に延びる翼溝３２を有する。一方、静翼２０は、相互に一体に形成された翼根部３３、翼本体（翼プロフィル部）３４及びシュラウド（ハブシュラウド部）３５を有する。翼根部３

３が翼溝３２に嵌合されることにより、静翼２０は翼環１３に固定され、翼環１３を介してケーシング３に固定される。なお、静翼２０のシュラウド３５には、シール部材３７がロータ５側に取り付けられ、シール部材３７は、シュラウド３５とロータ５との間の隙間の漏れ流れを制限可能なシール装置４０の一部を構成している。

[0035] 図３は、図２中の領域ＩＩＩを拡大して概略的に示す子午断面図である。図４及び図５は、幾つかの実施形態に係るタービン１の図３に対応する図である。図６は、図３中のＶＩ－ＶＩ線に沿うシュラウド３５の概略的な断面を、翼本体３４の横断面とともに概略的に示す図である。図７及び図８は、幾つかの実施形態に係るタービン１の図６に対応する図である。

[0036] 図３～図５に示したように、シール装置４０は、少なくとも１つの段差面４２、少なくとも２つのシールフィン４４Ａ，４４Ｂ、及び、旋回成分付与部４６を有する。

段差面４２は、径方向にて静翼２０のシュラウド３５と対向するロータ５の外周面の領域に設けられ、シュラウド３５とロータ５の外周面との隙間４８における流体の流れ方向にて上流を向いている。そして、段差面４２は、シュラウド３５と対向するロータ５の外周面の領域をロータ５の軸方向にて少なくとも２つの区画５０Ａ，５０Ｂに区画している。つまり、区画５０Ａ，５０Ｂは、段差面４２を介して連なっており、流体の流れ方向にて下流の区画５０Ｂは、上流の区画５０Ａよりも、径方向にて外側に位置している。区画５０Ｂは、段差面４２を有して区画５０Ａから径方向に突出したステップ部５１によって構成されている。

[0037] 少なくとも２つのシールフィン４４Ａ，４４Ｂは、シール部材３７に設けられ、フィン形状を有している。具体的には、シール部材３７は、シュラウド３５に面一に固定されるベース部３８を有し、少なくとも２つのシールフィン４４Ａ，４４Ｂは、ベース部３８から突出している。シール部材３７がシュラウド３５に固定された状態において、少なくとも２つのシールフィン４４Ａ，４４Ｂは、静翼２０から少なくとも２つの区画５０Ａ，５０Ｂに向

かってそれぞれ突出し、少なくとも２つの区画５０Ａ，５０Ｂとシール隙間５２Ａ，５２Ｂを存してそれぞれ対向している。シール隙間５２Ｂは段差面４２から軸方向に離れており、シールフィン４４Ａ，４４Ｂ間の空洞５３は、段差面４２を跨いで軸方向に延在している。

旋回成分付与部４６は、ロータ５の軸方向にて静翼２０のシュラウド３５の一端側に設けられ、シール隙間５２Ａに向かって流れる流体に旋回成分を付与可能である。

[0038] 上記構成では、シールフィン４４Ａ，４４Ｂ間の空洞５３が、段差面４２を跨いで軸方向に延在しているので、空洞５３内の上流側に主渦ＭＶが形成される一方、下流側に剥離渦ＣＶが形成される。そして、上記構成では、旋回成分付与部４６によって流体の流れに旋回成分が付与されることで、シールフィン４４Ａの下流側、すなわちシールフィン４４Ａとシールフィン４４Ｂとの間の空洞５３で渦構造が安定になって周方向の不安定な２次流れが抑制され、子午面内で主渦ＭＶ及び剥離渦ＣＶが強くなる。この結果、剥離渦ＣＶによるダウンフローを効率的に発生させることができ、これによりシール隙間５２Ｂを通過する流体の流量が減少してシール性能が向上する。

[0039] 幾つかの実施形態では、図３～図８に示したように、旋回成分付与部４６は、シュラウド３５の一端側に形成され且つロータ５の周方向に配列された複数の溝５４によって構成されている。複数の溝５４の各々は、径方向にて外側に位置する外端部５６、及び、径方向にて内側に位置する内端部５８を有し、複数の溝５４の少なくとも内端部５８は、径方向に対し傾斜して延びている。

上記構成では、シュラウド３５に形成された複数の溝５４の内端部５８が径方向に対し傾斜して延びているので、簡単な構成にて、内端部５８を流れる流体に旋回成分が付与される。

[0040] 幾つかの実施形態では、図６～図８に示したように、複数の溝５４の各々において、内端部５８は、ロータ５の回転方向（以下、単に回転方向ともいう。）にて外端部５６よりも前方に位置している。

[0041] 上記構成では、複数の溝５４の内端部５８が外端部５６よりも回転方向にて前方に位置しているので、内端部５８を流れる流体に対し、回転方向と同じ方向の旋回成分を付与することができる。この場合、旋回成分の方向がロータ５の回転方向と同じであることで、ロータ５と流体との間での摩擦損失を減らすことができる。

[0042] 幾つかの実施形態では、図７及び図８に示したように、複数の溝５４Ｄ，５４Ｅの各々において、ロータ５の径方向に対する内端部５８Ｄ，５８Ｅの傾斜角度θｂは、径方向に対する外端部５６Ｄ，５６Ｅの傾斜角度θａよりも大である。

上記構成では、ロータ５の径方向に対する外端部５６Ｄ，５６Ｅの傾斜角度θａが内端部５８Ｄ，５８Ｅの傾斜角度θｂよりも小さいので、流体が溝５４Ｄ，５４Ｅの外端部５６Ｄ，５６Ｅに流入しやすく、流入損失を低減することができる。一方で、径方向に対する内端部５８Ｄ，５８Ｅの傾斜角度θａが外端部５６Ｄ，５６Ｅの傾斜角よりも大きいので、溝５４を流れる流体に大きな旋回成分を付与することができる。この結果、より多くの流体に大きな旋回成分を付与することができ、シール性能がより一層向上する。

[0043] 幾つかの実施形態では、図６に示したように、複数の溝５４Ａの各々は、径方向に対し傾斜して真っ直ぐに延びている。

上記構成では、溝５４Ａが真っ直ぐに伸びているので、容易に溝５４Ａを形成することができる。

[0044] 幾つかの実施形態では、図７及び図８に示したように、複数の溝５４Ｄ，５４Ｅの各々は、ロータ５の径方向にて外側から内側に近付くにつれて、径方向から徐々に逸れるように湾曲して延びている。

上記構成では、溝５４Ｄ，５４Ｅが、ロータ５の径方向にて外側から内側に近付くにつれて、ロータ５の径方向から徐々に逸れるように湾曲して延びているので、溝５４Ｄ，５４Ｅを流れる流体に大きな旋回成分を付与することができる。

[0045] 幾つかの実施形態では、図６及び図７に示したように、複数の溝５４Ａ，

５４Ｄの各々は一定の幅Ｗを有する。

上記構成では、溝５４Ａ，５４Ｄの幅Ｗが一定であるので、容易に溝５４Ａ，５４Ｄを形成することができる。

[0046] 幾つかの実施形態では、図８に示したように、複数の溝５４Ｅの各々は相互に幅が異なる部分を有する。

上記構成では、幅が異なる部分を溝５４Ｅが有するので、溝５４Ｅを流れる流体に対し旋回成分を付与しながら、溝５４における損失を低減することができる。

[0047] 幾つかの実施形態では、図８に示したように、複数の溝５４Ｅの各々の幅は、ロータ５の径方向にて外側から内側に近付くにつれて徐々に狭くなっている。

上記構成では、複数の溝５４Ｅの幅が徐々に狭くなることで、溝５４Ｅを流れる流体の速度を増大させることができ、溝５４Ｅを流れる流体に対しより強い旋回成分を付与することができる。

[0048] 幾つかの実施形態では、図８に示したように、複数の溝５４Ｅは、シュラウド３５の一端側に形成され且つロータ５の周方向に配列された複数の翼部６０によって形成されている。

上記構成では、翼部６０によって複数の溝５４が形成されているので、溝５４を流れる流体に対し旋回成分を付与しながら、溝５４における損失を低減することができる。

[0049] 幾つかの実施形態では、図８に示したように、複数の溝５４Ｅの各々の幅は、ロータ５の径方向にて外側から内側に近付くにつれて徐々に狭くなっており、径方向にて最も内側のスロート部が最小の幅Ｗｓを有する。

上記構成では、複数の溝５４Ｅの幅が徐々に狭くなりスロート部で最小になることで、溝５４Ｅを流れる流体の速度を増大させることができ、溝５４Ｅを流れる流体に対しより強い旋回成分を付与することができる。

[0050] 幾つかの実施形態では、図８に示したように、翼部６０は、ロータ５の径方向にて外側に位置する前縁部６２、及び、ロータ５の径方向にて内側に位

置する後縁部６４を有し、後縁部６４は、ロータ５の回転方向にて前縁部６２よりも前方に位置している。

[0051] 上記構成では、翼部６０の後縁部６４が前縁部６２よりもロータ５の回転方向にて前方に位置しているので、翼部６０の間を流れる流体に対し、ロータ５の回転方向と同じ方向の旋回成分を付与することができる。この場合、旋回成分の方向がロータ５の回転方向と同じであることで、ロータ５と流体との間での摩擦損失を減らすことができる。

[0052] 幾つかの実施形態では、図８に示したように、ロータ５の径方向に対する後縁部６４の傾斜角度θｄは、ロータ５の径方向に対する前縁部６２の傾斜角度θｃよりも大である。

上記構成では、ロータ５の径方向に対する前縁部６２の傾斜角度θｃが後縁部６４の傾斜角度θｄよりも小さいので、流体が溝５４Ｅの外端部５６Ｅに流入しやすく、流入損失を低減することができる。一方で、ロータ５の径方向に対する後縁部６４の傾斜角度θｄが前縁部６２の傾斜角θｃよりも大きいので、溝５４Ｅを流れる流体に大きな旋回成分を付与することができる。この結果、より多くの流体に大きな旋回成分を付与することができ、シール性能がより一層向上する。

[0053] 幾つかの実施形態では、図８に示したように、翼部６０の後縁部６４の幅は、前縁部６２の幅よりも小さい。

上記構成では、後縁部６４の幅が小さいことで、ウエイクが低減され、流動損失が低減される。この結果、流体に大きな旋回成分を付与することができ、シール性能がより一層向上する。

[0054] 幾つかの実施形態では、図４及び図５に示したように、シュラウド３５の一端側の端面６６は、ロータ５の径方向に対し傾斜している。

上記構成では、シュラウド３５の一端面の端面６６が傾斜していることで、より大きな旋回成分を流体に付与することができる。

[0055] 幾つかの実施形態では、図５に示したように、複数の溝５４Ｃの各々は、相互に深さが異なる部分を有する。

上記構成では、溝５４Ｃが、相互に深さが異なる部分を有することで、流体に付与する旋回成分の大きさを調整することができる。

[0056] 幾つかの実施形態では、図３～図５に示したように、溝５４が形成されるシュラウド３５の一端側は、主流の流れ方向にて上流側に位置する。溝５４はシュラウド３５の端部を径方向に貫通して延在し、シュラウド３５の径方向両側に開口している。

また、幾つかの実施形態では、図３～図５に示したように、溝５４は、シュラウド３５の端面６６に開口している。

[0057] 本発明は上述した実施形態に限定されることはなく、上述した実施形態に変更を加えた形態や、これらの形態を組み合わせた形態も含む。

[0058] 例えば、シールフィンの数は２つに限定されることはなく、３つ以上であってもよい。これに対応して、段差面の数も２つ以上であってもよい。

また例えば、シュラウド３５はインテグラルシュラウドに限定されることはなく、ノズルダイヤフラムの一部を構成する内輪であってもよい。つまり、タービン１は、反動タービンに限定されることはなく、衝動タービンであってもよい。

更に例えば、タービン１は、中圧蒸気タービンに限定されることはなく、高圧や低圧の蒸気タービンであってもよい。また、タービン１は、単流式であってもよい。更に、タービン１は、ガスタービンであってもよく、作動流体は蒸気に限定されることはない。また更に、上述したシール装置は、タービン以外にも、圧縮機や軸端シールなど全ての回転機械に適用可能である。

符号の説明

[0059] １ タービン

３ ケーシング（車室）

３ａ 蒸気入口

３ｂ 蒸気出口

５ ロータ

７ ラジアル軸受

９　　動翼列

１３　　翼環

１４　　翼環

１６　　静翼列

１８　　内部流路

２０　　静翼

２２　　動翼

２３　　発電機

２４　　翼溝

２６　　翼根部

２７　　翼本体（翼プロフィル部）

２８　　シュラウド（チップシュラウド部）

３０　　シール部材

３２　　翼溝

３３　　翼根部

３４　　翼本体（翼プロフィル部）

３５　　シュラウド（ハブシュラウド部）

３７　　シール部材

３８　　ベース部

４０　　シール装置

４２　　段差面

４４Ａ，４４Ｂ　フィンシール

４６　　旋回成分付与部

５０Ａ，５０Ｂ　区画

５１　　ステップ部

５２Ａ，５２Ｂ　シール隙間

５３　　空洞

５４（５４Ａ，５４Ｂ，５４Ｃ，５４Ｄ，５４Ｅ）　　溝

５６（５６Ａ，５６Ｂ，５４Ｃ，５６Ｄ，５６Ｅ）　外端部

５８（５８Ａ，５８Ｂ，５４Ｃ，５８Ｄ，５８Ｅ）　内端部

６０　翼部

６２　前縁部

６４　後縁部

６６　端面

ＭＶ　主渦

ＣＶ　剥離渦

θａ，θｂ，θｃ，θｄ　傾斜角度

請求の範囲

[請求項1] ケーシングと、

前記ケーシングの内部を延びるロータと、

前記ロータに固定され且つ前記ロータの周方向に配列された複数の動翼と、

前記ケーシングに対し固定され且つ前記ロータの周方向に配列された複数の静翼であって、翼本体、及び、前記翼本体に連なり、前記ロータの径方向にて前記ロータの外周面と隙間を存して対向するシュラウドをそれぞれ有する複数の静翼と、

前記隙間における流体の流れを制限可能なシール装置とを備え、

前記シール装置は、

前記ロータの径方向にて前記静翼のシュラウドと対向する前記ロータの外周面の領域に設けられるとともに前記流体の流れ方向にて上流を向き、前記外周面の領域を前記ロータの軸方向にて少なくとも２つの区画に区画する少なくとも１つの段差面と、

前記静翼から前記少なくとも２つの区画に向かってそれぞれ突出し、前記少なくとも２つの区画とシール隙間を存してそれぞれ対向する少なくとも２つのシールフィンと、

前記ロータの軸方向にて前記静翼のシュラウドの一端側に設けられ、前記シール隙間に向かって流れる流体に旋回成分を付与可能な旋回成分付与部と、

を有する

ことを特徴とするタービン。

[請求項2] 前記旋回成分付与部は、前記シュラウドの一端側に形成され且つ前記ロータの周方向に配列された複数の溝によって構成され、

前記複数の溝の各々は、前記ロータの径方向にて外側に位置する外端部、及び、前記ロータの径方向にて内側に位置する内端部を有し、

前記複数の溝の少なくとも前記内端部は、前記ロータの径方向に対

し傾斜して延びている

ことを特徴とする請求項１に記載のタービン。

[請求項3] 前記複数の溝の各々において、前記内端部は、前記ロータの回転方向にて前記外端部よりも前方に位置している

ことを特徴とする請求項２に記載のタービン。

[請求項4] 前記複数の溝の各々において、前記ロータの径方向に対する前記内端部の傾斜角度は、前記ロータの径方向に対する前記外端部の傾斜角度よりも大である

ことを特徴とする請求項２又は３に記載のタービン。

[請求項5] 前記複数の溝の各々は、前記径方向に対し傾斜して真っ直ぐに延びている

ことを特徴とする請求項２又は３に記載のタービン。

[請求項6] 前記複数の溝の各々は、前記ロータの径方向にて外側から内側に近付くにつれて、前記ロータの径方向から徐々に逸れるように湾曲して延びている

ことを特徴とする請求項２乃至４の何れか１項に記載のタービン。

[請求項7] 前記複数の溝の各々は一定の幅を有する

ことを特徴とする請求項２乃至６の何れか１項に記載のタービン。

[請求項8] 前記複数の溝の各々は相互に幅が異なる部分を有する

ことを特徴とする請求項２乃至６の何れか１項に記載のタービン。

[請求項9] 前記複数の溝は、前記シュラウドの一端側に形成され且つ前記ロータの周方向に配列された複数の翼部によって形成されている

ことを特徴とする請求項２に記載のタービン。

[請求項10] 前記翼部は、前記ロータの径方向にて外側に位置する前縁部、及び、前記ロータの径方向にて内側に位置する後縁部を有し、

前記後縁部は、前記ロータの回転方向にて前記前縁部よりも前方に位置している

ことを特徴とする請求項９に記載のタービン。

[請求項11] 前記翼部は、前記ロータの径方向にて外側に位置する前縁部、及び、前記ロータの径方向にて内側に位置する後縁部を有し、

前記ロータの径方向に対する前記後縁部の傾斜角度は、前記ロータの径方向に対する前記前縁部の傾斜角度よりも大である

ことを特徴とする請求項９又は１０に記載のタービン。

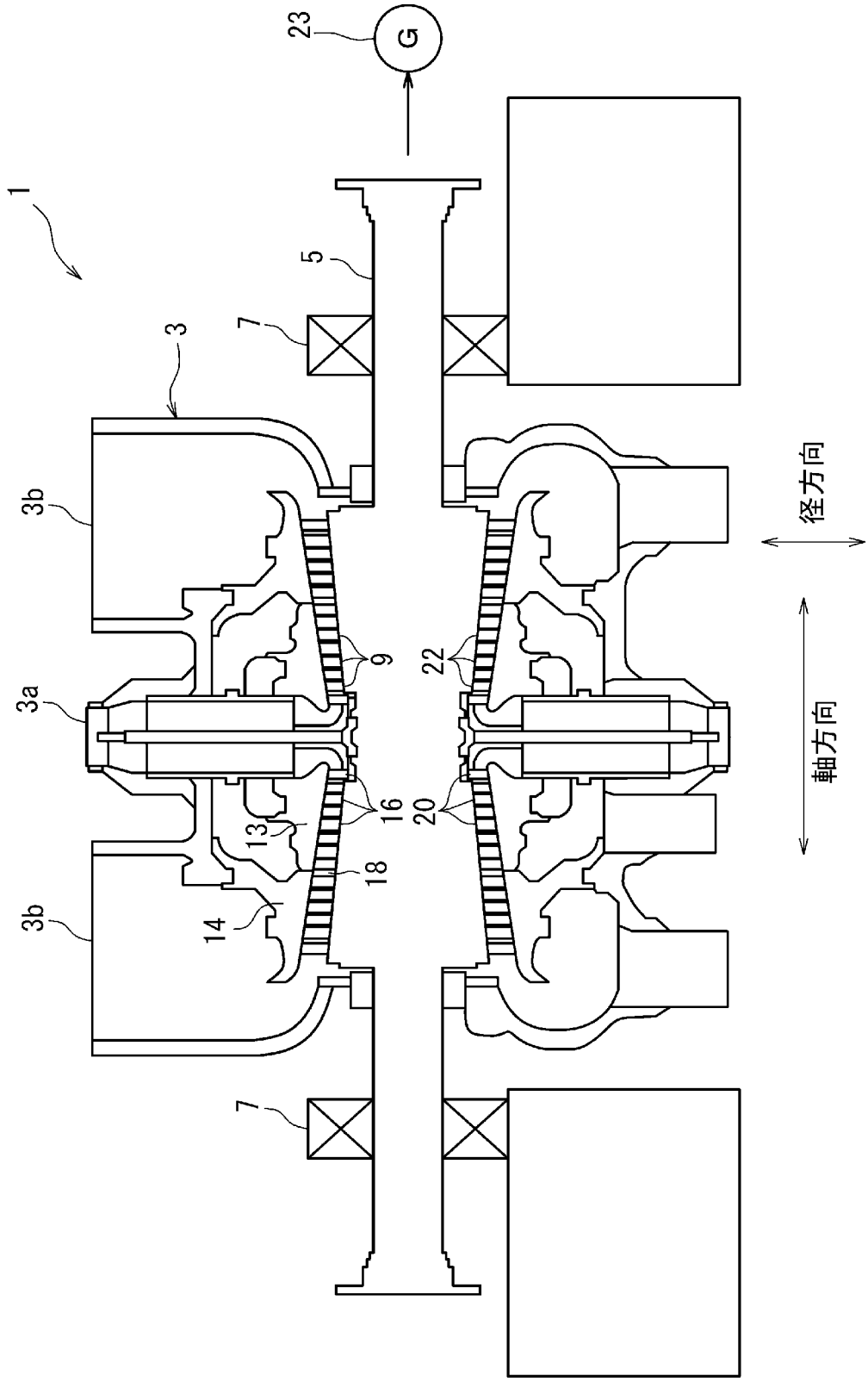
[請求項12] 前記複数の溝の各々は、相互に深さが異なる部分を有する

ことを特徴とする請求項２乃至１１の何れか１項に記載のタービン。

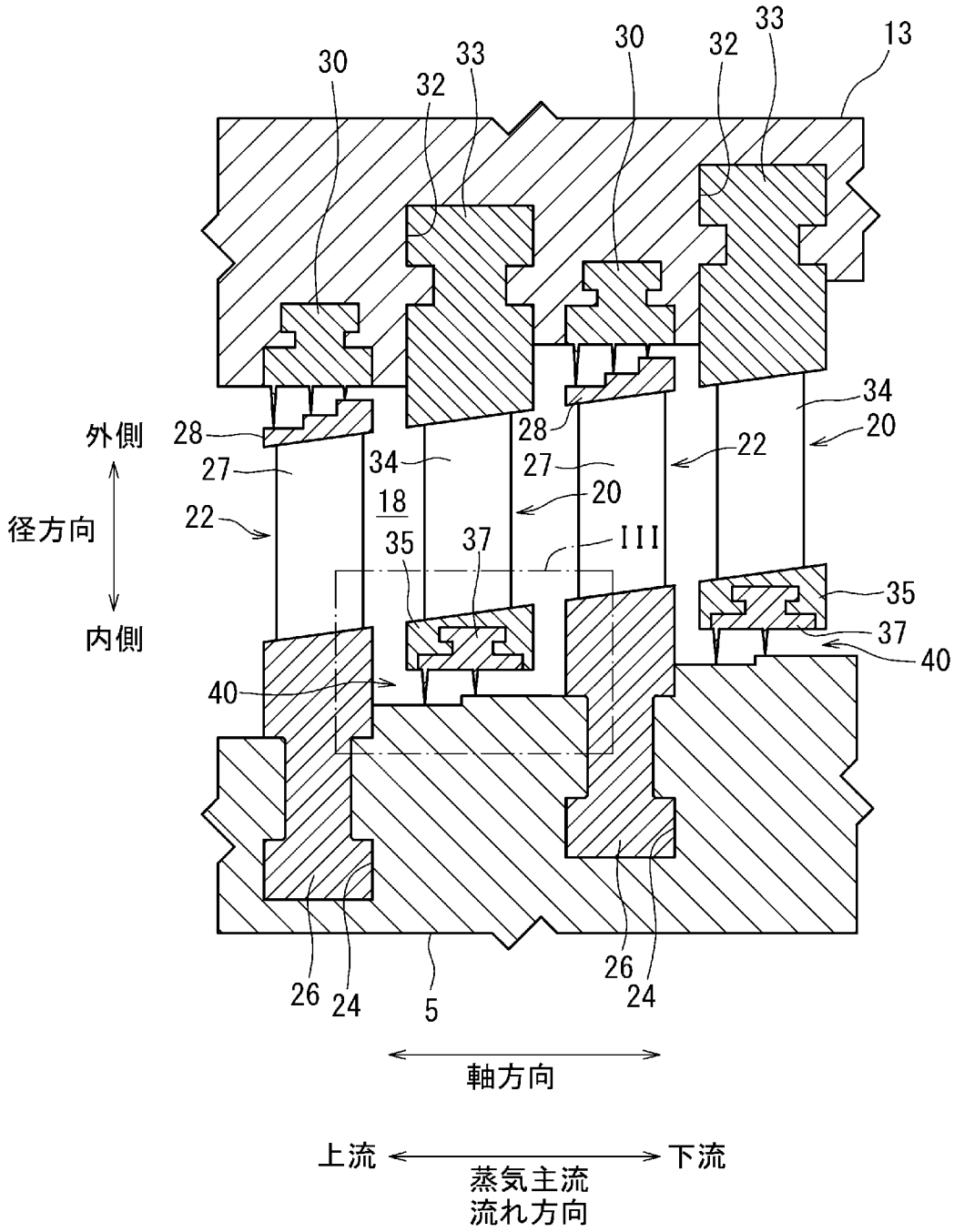
[請求項13] 前記シュラウドの一端側の端面は、前記ロータの径方向に対し傾斜している

ことを特徴とする請求項１乃至１２の何れか１項に記載のタービン。

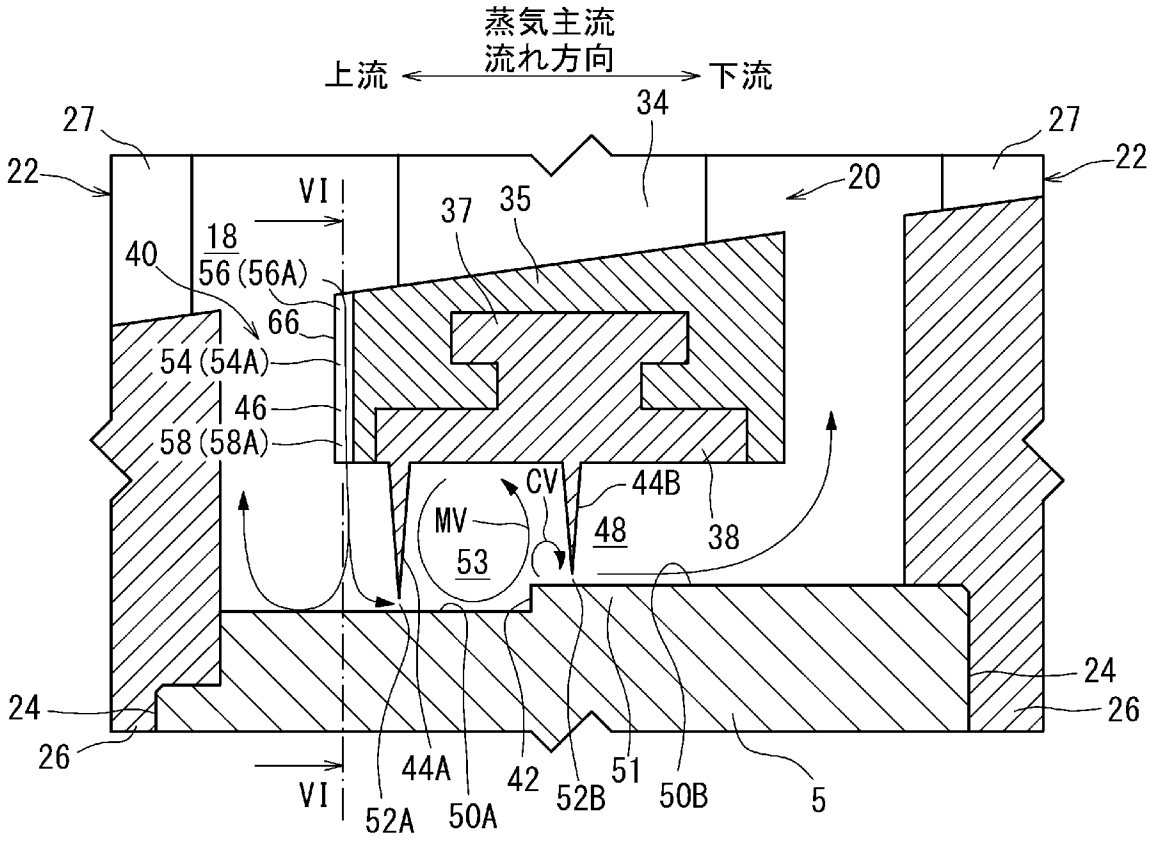
[図1]



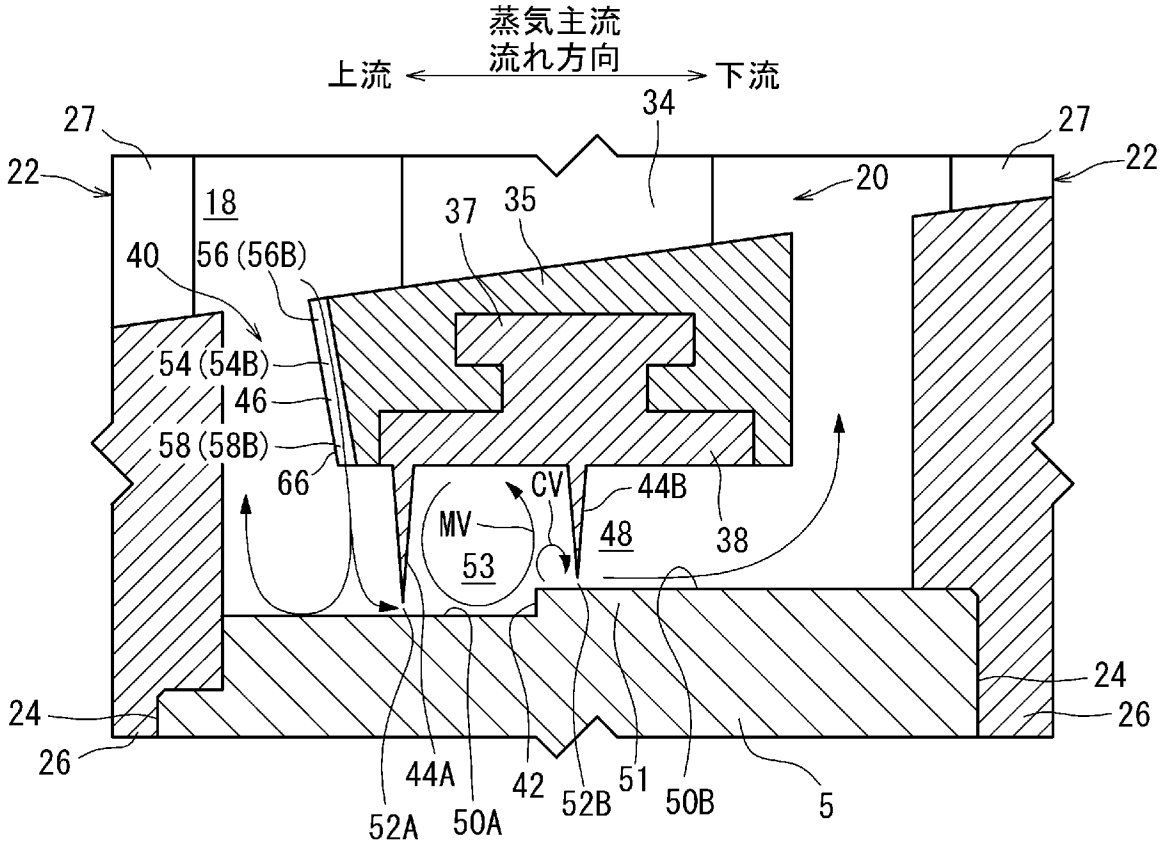
[図2]


30
32
33
30
32
33
13
外側
径方向
内側
28
27
22
34
18
35
37
III
28
27
20
22
34
20
35
37
40
40
26
24
5
26
24
軸方向
上流
下流
蒸気主流
流れ方向

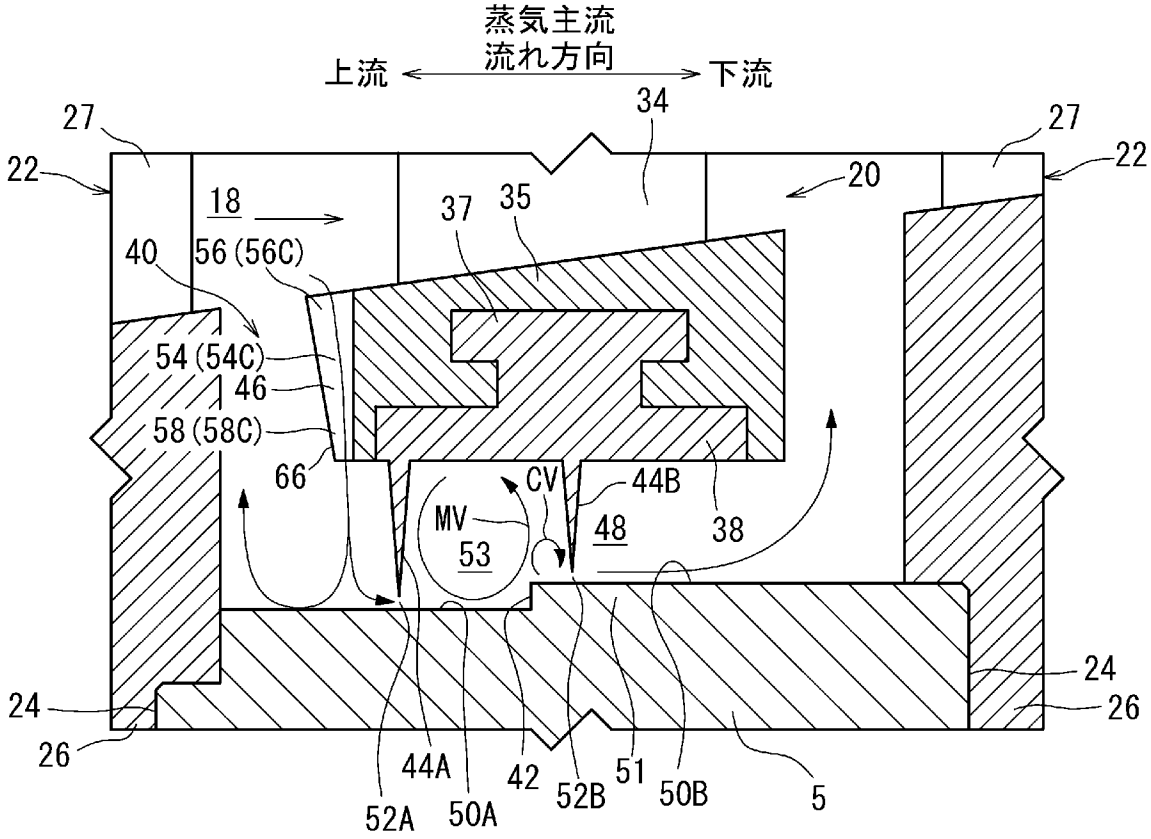
[図3]


蒸気主流
流れ方向
上流
下流
27
22
34
20
VI
37
35
18
56 (56A)
40
66
54 (54A)
46
58 (58A)
CV
44B
MV
53
48
38
24
26
44A
42
52B
51
50B
5
52A
50A

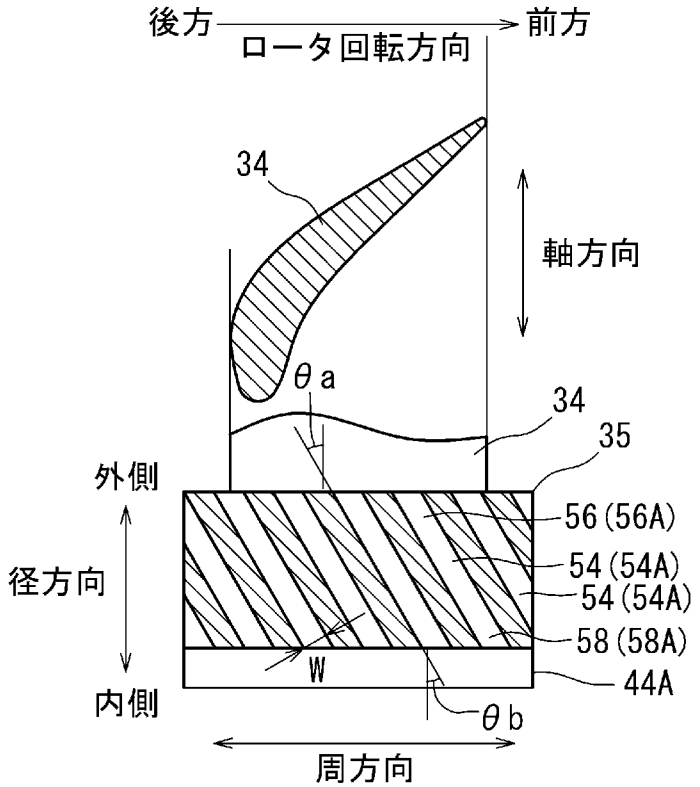
[図4]


蒸気主流
流れ方向
上流
下流
27
22
34
20
18
37
35
40
56 (56B)
54 (54B)
46
58 (58B)
66
CV
44B
MV
53
48
38
24
26
44A
42
52B
51
50B
5
52A
50A

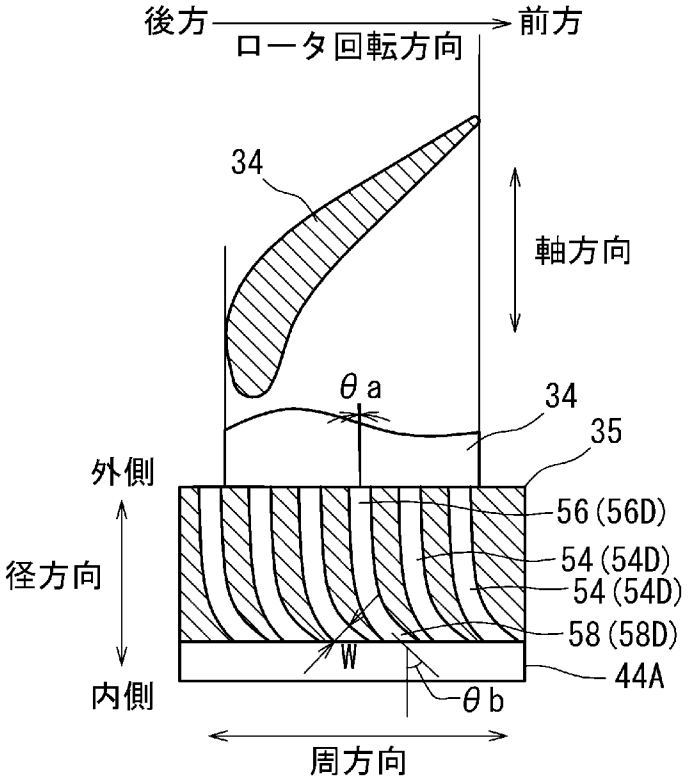
[図5]


蒸気主流
流れ方向
上流
下流
27
22
18
34
37
35
20
40
56 (56C)
54 (54C)
46
58 (58C)
66
CV
44B
MV
53
48
38
24
26
44A
42
52B
51
50B
5
52A
50A

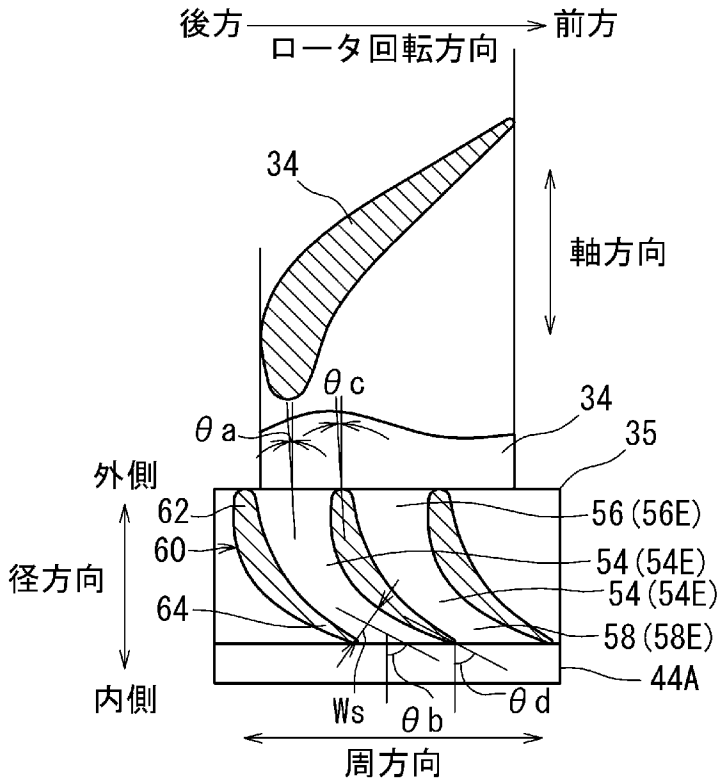
[図6]


後方
ロータ回転方向
前方
34
軸方向
θa
34
35
外側
径方向
内側
56 (56A)
54 (54A)
54 (54A)
58 (58A)
W
44A
θb
周方向

[図7]


後方
ロータ回転方向
前方
34
軸方向
θa
34
35
外側
56(56D)
径方向
54(54D)
54(54D)
58(58D)
W
44A
内側
θb
周方向

[図8]


後方
ロータ回転方向
前方
34
軸方向
θc
34
θa
35
外側
62
56(56E)
60
径方向
54(54E)
54(54E)
64
58(58E)
44A
内側
Ws
θb
θd
周方向

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/085210

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F01D11/02(2006.01)i, *F02C7/28*(2006.01)i, *F16J15/22*(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)
F01D11/00, F02C7/28, F16J15/22, F16J15/447

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 1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-80452 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 21 April 2011 (21.04.2011), fig. 10 & US 2012/0121393 A1 fig. 10 & WO 2011/043286 A1 & EP 2487332 A1 & KR 10-1279191 B1 & CN 102449268 A	1-13
A	US 2013/0189087 A1 (SPRACHER, David Randolph et al.), 25 July 2013 (25.07.2013), fig. 2 (Family: none)	1-13

☒ 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	Date of mailing of the international search report
10 March 2016 (10.03.16)	22 March 2016 (22.03.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/085210

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 58-222902 A (General Electric Co.), 24 December 1983 (24.12.1983), page 6, upper right column, line 6 to lower left column, line 2; fig. 1 to 3 & US 4420161 A column 5, lines 18 to 35; fig. 1 to 3 & EP 94529 A1	1-13
A	JP 55-159366 A (Hitachi, Ltd.), 11 December 1980 (11.12.1980), page 3, upper right column, line 3 to lower left column, line 18; fig. 6 to 7 (Family: none)	1-13
A	JP 2012-137006 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 19 July 2012 (19.07.2012), paragraphs [0055], [0057], [0060]; fig. 5 to 8 (Family: none)	1-13
A	JP 2011-202601 A (Hitachi, Ltd.), 13 October 2011 (13.10.2011), paragraphs [0039], [0041] to [0042]; fig. 4 & US 2011/0236189 A1 paragraphs [0047], [0049] to [0050]; fig. 5, 6A	1-13
A	JP 3-288068 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 18 December 1991 (18.12.1991), page 2, lower right column, lines 12 to 20; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-13

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０８５２１０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F01D11/02(2006.01)i, F02C7/28(2006.01)i, F16J15/22(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.　F01D11/00, F02C7/28, F16J15/22, 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	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６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）

DWPI (Thomson Innovation)

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2011-80452 A (三菱重工業株式会社) 2011.04.21, 図 10 & US 2012/0121393 A1, 図 10 & WO 2011/043286 A1 & EP 2487332 A1 & KR 10-1279191 B1 & CN 102449268 A	1-13
A	US 2013/0189087 A1 (SPRACHER, David Randolph et al.) 2013.07.25, 図 2 (ファミリーなし)	1-13

☑　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の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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 １０．０３．２０１６	国際調査報告の発送日 ２２．０３．２０１６
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　３Ｇ　３２１７ 瀬戸　康平 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５５

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 58-222902 A（ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ）1983.12.24, 第6頁右上欄第6行-左下欄第2行,図1-3 & US 4420161 A,第5欄第18-35行,図1-3 & EP 94529 A1	1-13
A	JP 55-159366 A（株式会社日立製作所）1980.12.11, 第3頁右上欄第3行-左下欄第18行,図6-7 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2012-137006 A（三菱重工業株式会社）2012.07.19, 段落[0055],[0057],[0060],図5-8 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2011-202601 A（株式会社日立製作所）2011.10.13, 段落[0039],[0041]-[0042],図4 & US 2011/0236189 A1,段落[0047],[0049]-[0050],図5,6A	1-13
A	JP 3-288068 A（石川島播磨重工業株式会社）1991.12.18, 第2頁右下欄第12-20行,図1-2 (ファミリーなし)	1-13