

(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
2023年1月5日(05.01.2023)



(10) 国際公開番号

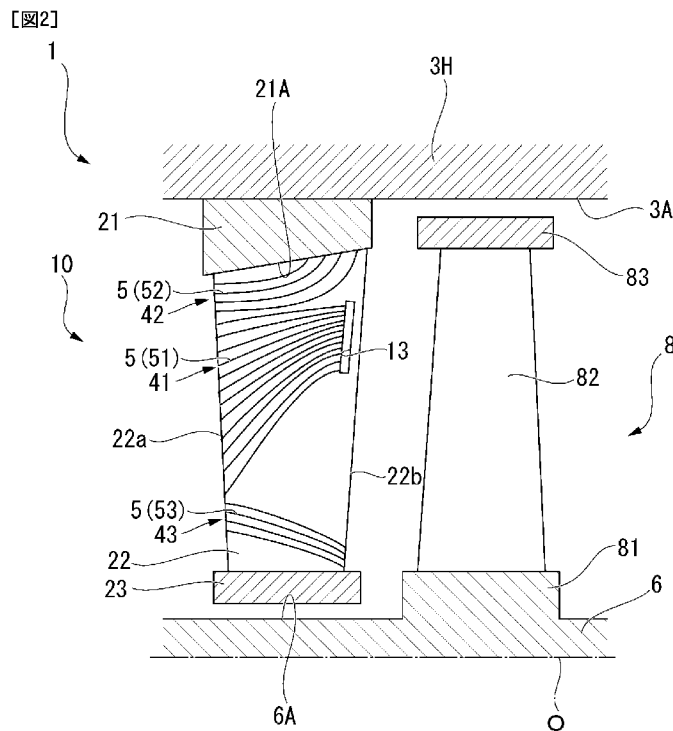
WO 2023/276385 A1

(51) 国際特許分類:
F01D 9/02 (2006.01) *F01D 25/32* (2006.01)
(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/015932
(22) 国際出願日: 2022年3月30日(30.03.2022)
(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 2021-106944 2021年6月28日(28.06.2021) JP
(71) 出願人 (KR についてのみ): 三菱パワー株式会社 (MITSUBISHI POWER, 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).

(71) 出願人 (KR を除く全ての指定国について): 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo (JP).
(72) 発明者: 水見 俊介 (MIZUMI Shunsuke); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 田畑 創一郎 (TABATA Soichiro); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 石橋 光司 (ISHIBASHI Koji); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 三宅 哲 (MIYAKE Satoshi); 〒1008332 東

(54) Title: TURBINE STATOR VANE AND STEAM TURBINE

(54) 発明の名称: タービン静翼、及び蒸気タービン



(57) Abstract: A turbine stator vane comprising: a stator vane body extending in a radial direction intersecting the flow direction of steam; a recovery portion that is formed on the surface of the stator vane body, and recovers a liquid film flowing along the surface; and a center region, which is formed on the surface of the stator vane body and in which a plurality of first fine grooves extending from the upstream side toward the recovery portion in the flow direction are formed, wherein the interval between adjacent first fine grooves narrows from the upstream side toward the recovery portion.

京都千代田区丸の内三丁目2番3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, CL,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,
EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, 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))

(57) 要約: タービン静翼は、蒸気の流れ方向に交差する径方向に延びる静翼本体と、静翼本体の表面に形成され、表面に沿って流れる液膜を回収する回収部と、静翼本体の表面に形成され、流れ方向の上流側から回収部に向かって延びる複数の第一微細溝が形成された中央領域と、を備え、上流側から回収部に向かうに従って、互いに隣り合う第一微細溝同士の間隔が狭くなっている。

明 細 書

発明の名称：タービン静翼、及び蒸気タービン

技術分野

[0001] 本開示は、タービン静翼、及び蒸気タービンに関する。

本願は、2021年6月28日に日本に出願された特願2021-106944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] 蒸気タービンは、軸線回りに回転可能な回転軸と、当該回転軸の外周面上で軸線方向に間隔をあけて配列された複数のタービン動翼列と、回転軸、及びタービン動翼列を外周側から覆うケーシングと、ケーシングの内周側で内輪と外輪とによって径方向から支持されている複数のタービン静翼列と、を備えている。各タービン動翼列は、回転軸の周方向に配列された複数の動翼を有しており、各タービン静翼列は、回転軸の周方向に配列された複数の静翼を有している。タービン動翼列は、タービン静翼列と軸線方向の下流側に隣接して配置されることで一つの段落を形成している。ケーシングの上流側には外部から蒸気を取り込む入口配管につながる吸入口が形成され、下流側には排気室が形成されている。ボイラで生成した蒸気は、調整弁で圧力と温度が調整され、タービン入口弁で流量を調整されて、タービンへ流入する。入口配管から取り込まれた高温高圧の蒸気は、タービン静翼列で流れの方向と速度を調整された後、タービン動翼列で回転軸の回転力に変換される。

[0003] タービン内を通過する蒸気は、上流側から下流側に向かうにつれてエネルギーを失い、温度（と圧力）が低下する。特に、火力発電用の蒸気タービンは一般的に高圧タービン、中圧タービン、及び低圧タービンで構成されている。低圧タービンの最も下流側から数えて2つの段落（タービン静翼列とタービン動翼列の対）では、気液二相流環境となっている。したがって、最も下流側の段落では、蒸気の一部が液化して微細な液滴（水滴）として気流中に存在しており、その液滴の一部はタービン静翼の表面に付着する。この液

滴は、タービン静翼の表面上で上流側から下流側にかけて存在し、これら液滴が翼面上で集合することで成長して液膜となる。液膜は、常に高速の蒸気流に曝されている。液膜がさらに成長して厚みが増すと、その一部が蒸気流によって引きちぎられて粗大液滴として下流側へ飛散する。大きな液滴ほど慣性力が大きいことから、蒸気流に乗ってタービン動翼の間を通過することができずに、タービン動翼に衝突する。タービン動翼の周速は、先端側に向かうほど大きくなり、音速を超える場合があることから、飛散した液滴がタービン動翼に衝突した場合、タービン動翼の表面にエロージョン（侵食）を発生させることがある。また、液滴の衝突によってタービン動翼の回転が阻害され、制動損失が生じることもある。

[0004] このようなエロージョンの発生を防ぐために、これまでに種々の技術が提唱されている。例えば下記特許文献1に記載された蒸気タービンでは、タービン動翼の表面に一つの案内溝が形成されている。この案内溝に沿って液滴が案内されることで、周速の高いタービン動翼の先端側に液滴が流れることを防ぐことができるとされている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2016-166569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、上記のようにタービン動翼での液滴の流れを規制するのみでは、エロージョンに対する根本的な解決策とはならない。そこで、タービン静翼における液滴の抑制や回収をすることが可能な技術に対する要請が高まっていた。

[0007] 本開示は上記課題を解決するためになされたものであって、液滴をより効率的に抑制、又は回収することが可能なタービン静翼、及び蒸気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

[0008] 上記課題を解決するために、本開示に係るタービン静翼は、蒸気の流れ方向に交差する径方向に延びる静翼本体と、該静翼本体の表面に形成され、該表面に沿って流れる液膜を回収する回収部と、前記静翼本体の表面に形成され、前記流れ方向の上流側から前記回収部に向かって延びる複数の第一微細溝が形成された中央領域と、を備え、上流側から前記回収部に向かうに従って、互いに隣り合う前記第一微細溝同士の間隔が狭くなっている。

発明の効果

[0009] 本開示によれば、液滴をより効率的に抑制、又は回収することが可能なタービン静翼、及び蒸気タービンを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本開示の実施形態に係る蒸気タービンの構成を示す断面図である。

[図2]本開示の実施形態に係る蒸気タービンの要部拡大断面図である。

[図3]本開示の実施形態に係る微細溝の形状を示す断面図である。

[図4]本開示の実施形態に係るタービン静翼の第一変形例を示す図である。

[図5]本開示の実施形態に係るタービン静翼の第二変形例を示す図である。

[図6]本開示の実施形態に係る微細溝の第一変形例を示す断面図である。

[図7]本開示の実施形態に係る微細溝の第二変形例を示す断面図である。

[図8]本開示の実施形態に係る微細溝の第三変形例を示す断面図である。

[図9]本開示の実施形態に係る微細溝の第四変形例を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0011] (蒸気タービンの構成)

以下、本開示の実施形態に係る蒸気タービン1、及び静翼10（タービン静翼）について、図1と図2を参照して説明する。図1に示すように、蒸気タービン1は、ロータ2と、ケーシング3と、を備えている。

[0012] ロータ2は、軸線Oに沿って延びる円形断面の回転軸6と、この回転軸6の外周面に設けられた複数の動翼翼列7と、を有している。回転軸6は、軸

線O回りに回転可能である。複数の動翼翼列7は、軸線O方向に間隔をあけて配列されている。各動翼翼列7は、軸線Oの周方向に配列された複数の動翼8を有している。動翼8は、回転軸6の外周面から径方向外側に向かって延びている。動翼8の詳細な構成については後述する。

[0013] ケーシング3は、上記のロータ2を外周側から覆うケーシング本体3Hと、このケーシング本体3Hの内周側に設けられた外輪21（後述）と内輪23（後述）によって外周側と内周側から支持されている複数の静翼翼列9と、を有している。ケーシング本体3Hは、軸線Oを中心とする筒状をなしている。複数の静翼翼列9は、軸線O方向に間隔をあけて配列されている。蒸気タービン1は静翼翼列9と同数の動翼翼列7を備え、軸線O方向に隣接する一对の静翼翼列9同士の間には、1つの動翼翼列7が位置している。つまり、動翼翼列7と静翼翼列9は、軸線O方向に交互に配列されている。1つの静翼翼列9と1つの動翼翼列7は、1つの「段落」を形成している。各静翼翼列9は、軸線Oの周方向に配列された複数の静翼10を有している。静翼10は、軸線Oに対する径方向に向かって延びている。

[0014] ケーシング本体3Hにおける軸線O方向一方側には、入口配管から導かれた高温高圧の蒸気をケーシング本体3Hの段落内に取り込むための蒸気流路11が形成されている。ケーシング本体3Hにおける軸線O方向他方側には、蒸気の圧力回復を担う排気室12が設けられる。

[0015] 蒸気流路11に流れ込んだ蒸気は、ケーシング本体3H内の段落を流れた後、排気室12を通過して復水器（図示せず）へ送られる。以下の説明では、排気室12から見て、蒸気流路11が位置する側を蒸気の流れ方向における上流側と呼ぶ。蒸気流路11から見て、排気室12が位置する側を下流側と呼ぶ。

[0016] （動翼の構成）

図2に示すように、動翼8は、プラットフォーム81と、動翼本体82と、シュラウド83と、を有している。プラットフォーム81は、回転軸6の外周面（回転軸外周面6A）に設置される。プラットフォーム81の外周側

には、動翼本体 8 2 が設けられている。動翼本体 8 2 は、径方向に延びるとともに、径方向から見て翼型の断面形状を有している。動翼本体 8 2 は、一例として径方向内側から外側に向かうに従って軸線 O 方向の寸法が次第に減少するように形成されている。動翼本体 8 2 の径方向外側の端部にはシュラウド 8 3 が設けられている。シュラウド 8 3 は、軸線 O 方向を長手方向とする略矩形の断面形状を有している。シュラウド 8 3 の外周面は、ケーシング本体 3 H の内周面（ケーシング内周面 3 A）に対して径方向に間隔をあけて対向している。

[0017] （静翼の構成）

静翼 1 0 は、外輪 2 1 と、静翼本体 2 2（翼本体）と、内輪 2 3 とを有している。また、静翼本体 2 2 は、中央領域 4 1 と、外側領域 4 2 と、内側領域 4 3 と、スリット 1 3（回収部 1 4）と、を有している。外輪 2 1 は、軸線 O を中心とする円環状をなしている。外輪 2 1 は、ケーシング本体 3 H に対して支持部材（図示せず）を介して支持されている。静翼本体 2 2 は、外輪 2 1 と内輪 2 3 の間に固設されている。静翼本体 2 2 は、外輪内周面 2 1 A から径方向内側に向かって延びるとともに、径方向から見て翼型の断面形状を有している。つまり、静翼本体 2 2 は、蒸気の流れ方向に交差する方向に延びている。静翼本体 2 2 は、一例として径方向外側から内側に向かうに従って、軸線 O 方向の寸法が次第に減少している。静翼本体 2 2 の径方向内側の端部には、内輪 2 3 が設けられている。内輪 2 3 は、軸線 O 方向を長手方向とする略矩形の断面形状を有している。内輪 2 3 の内周面は、回転軸外周面 6 A に対して径方向に間隔をあけて対向している。

[0018] 静翼本体 2 2 の表面（より具体的には、静翼本体 2 2 の厚さ方向の両面のうち、上流側を向く面：腹面）には、中央領域 4 1 と、外側領域 4 2 と、内側領域 4 3 と、スリット 1 3 とが形成されている。これら中央領域 4 1、外側領域 4 2、及び内側領域 4 3 には、静翼本体 2 2 の表面から内側に向かって凹む微細溝 5 が複数形成されている。微細溝 5 は、静翼本体 2 2 の表面で発生した液滴を蒸気の流れに沿って下流側に移送するために設けられている。

。微細溝 5 は、径方向に間隔をあけて配列されている。

[0019] 中央領域 4 1 に形成された微細溝 5（第一微細溝 5 1）は、静翼本体 2 2 の前縁 2 2 a 側から後縁 2 2 b 側に向かうに従って、互いに隣り合う第一微細溝 5 1 同士の間隔が狭くなっている。つまり、中央領域 4 1 は、前縁 2 2 a 側から後縁 2 2 b 側に向かうに従って次第に径方向の寸法が小さくなっている。これら第一微細溝 5 1 の下流側の端部は後述するスリット 1 3 に連通している。

[0020] 外側領域 4 2 は、中央領域 4 1 の径方向外側に形成されている。外側領域 4 2 に形成された微細溝 5（第二微細溝 5 2）は、前縁 2 2 a 側から下流側に向かうに従って、径方向外側に向かうように湾曲している。第二微細溝 5 2 の下流側の端部は、外輪 2 1 の内周面に接続されている。

[0021] 内側領域 4 3 は、中央領域 4 1 の径方向内側に形成されている。内側領域 4 3 に形成された微細溝 5（第三微細溝 5 3）は、前縁 2 2 a 側から下流側に向かうに従って、径方向内側に向かうように湾曲している。第三微細溝 5 3 の下流側の端部は、後縁 2 2 b における径方向内側の領域（内輪 2 3 の近傍）まで延びている。

[0022] 前縁 2 2 a 側では、中央領域 4 1（第一微細溝 5 1）が最も大きな比率を占め、外側領域 4 2、及び内側領域 4 3 は中央領域 4 1 よりも占有する面積が小さい。

[0023] 上記の中央領域 4 1 における後縁 2 2 b 側には、第一微細溝 5 1 中を流れてきた液膜を回収する回収部 1 4 としてのスリット 1 3 が形成されている。スリット 1 3 は、後縁 2 2 b に沿って延びている。スリット 1 3 は、静翼本体 2 2 の内部に連通する 1 つ以上の長孔である。つまり、この静翼本体 2 2 は中空とされている。静翼本体 2 2 の内部空間は、図示しない装置によって負圧状態とされることが望ましい。

[0024] 次いで、図 3 を参照して微細溝 5 の寸法について説明する。同図に示すように、本実施形態では微細溝 5 は矩形の断面形状を有している。隣接する微細溝 5 同士の間隔（ピッチ）を p とし、微細溝 5 の深さを h 、開口部の

幅を w 、底面部の幅を b とした場合、 w の値は $0.3 \sim 2.0$ mmであることが望ましい。また、 b/w の値は、 $0 \sim 2.0$ であることが望ましい（詳しくは後述するが、この値が 0 である場合とは、微細溝 5 が三角形の断面を有している場合に相当する。）。さらに、 h/w の値は、 $0.5 \sim 2.0$ であることが望ましい。 p/w の値は、 $0.5 \sim 3.0$ であることが望ましい。

[0025] （作用効果）

続いて、本実施形態に係る蒸気タービン 1 の動作、及び静翼 10 における液滴の挙動について説明する。蒸気タービン 1 を運転するに当たっては、まず蒸気流路 11 を通じてケーシング本体 $3H$ の内部に高温高圧の蒸気を導入する。蒸気は、ケーシング本体 $3H$ の内部を下流側に向かって流通する途中で、上述の静翼翼列 9 、及び動翼翼列 7 を交互に通過する。静翼翼列 9 は、蒸気の流れを整流して、下流側に隣接する動翼翼列 7 に流入する。動翼翼列 7 に蒸気が作用することによって、当該動翼翼列 7 を通じて回転軸 6 にトルクが与えられる。このトルクによって、ロータ 2 が軸線 O 回りに回転する。ロータ 2 の回転エネルギーは、軸端から取り出されて、発電機（不図示）の駆動等に用いられる。

[0026] ここで、タービンの主流路内の段落を通過する蒸気は、上流側から下流側に向かうにつれて段落を通過する度にエネルギーが回転エネルギーに変換され、温度（と圧力）が低下する。したがって、最も下流側の静翼翼列 9 では、蒸気の一部が液化して微細な液滴として気流中に存在しており、その液滴の一部は静翼 10 （静翼本体 22 ）の表面に付着する。この液滴が成長して液膜となる。さらに、液滴が増え続けることによって、液膜が下流に流れていくに伴い厚みが増すと、その一部が蒸気流によって引きちぎられて、又は、静翼翼列に付着したままの液膜は静翼後縁から粗大液滴として飛散する。飛散した液滴は蒸気流により徐々に加速しながら下流側に流れる。粗大液滴が下流側の動翼 8 に衝突すると、当該動翼 8 の表面にエロージョン（侵食）を発生させることがある。また、液滴の衝突によって動翼 8 （ロータ 2 ）の

回転が阻害され、制動損失が生じることもある。

[0027] そこで、本実施形態では、上述のように静翼本体 2 2 の表面に複数の微細溝 5 が形成されている。微細溝 5 に捕捉された液滴は、蒸気の流れに乗って下流側に流れる。中央領域 4 1 では、液滴は第一微細溝 5 1 に沿ってスリット 1 3 に向かって流れる。スリット 1 3 の負圧によって当該液滴は回収される。また、外側領域 4 2 では、液滴は第二微細溝 5 2 に沿って径方向外側に向かって流れ、外輪 2 1 の内周面に導かれる。つまり、下流側の動翼 8 には液滴が到達しない。同様に、内側領域 4 3 では、液滴は第三微細溝 5 3 に沿って径方向内側に向かって流れる。これにより、周速が速い動翼 8 の先端部には液滴は到達しない。

[0028] 特に、上記構成によれば、上流側から回収部 1 4（スリット 1 3）に向かって従って、第一微細溝 5 1 同士の間隔が狭くなっている。これにより、上流側のより広い範囲から液膜や液滴を回収部 1 4 に向かって案内することができる。また、これにより、回収部 1 4 自体の大きさを小さく抑えることもできる。その結果、回収部 1 4 を大きく確保した場合に比べて、蒸気の主流に影響が及ぶ可能性を低減することができる。

[0029] また、上記構成によれば、中央領域 4 1 の径方向外側で生じた液膜を、第二微細溝 5 2 によってさらに径方向外側（例えば外輪 2 1 の内周面）に向かって導くことができる。これにより、静翼本体 2 2 の下流側に液滴が飛散する可能性をさらに低減することができる。

[0030] さらに、上記構成によれば、中央領域 4 1 の径方向内側で生じた液膜を、第三微細溝 5 3 によってさらに径方向内側に向かって導くことができる。これにより、静翼本体 2 2 の下流側に液滴が飛散する可能性をさらに低減することができる。

[0031]（その他の実施形態）

以上、本開示の実施形態について説明した。なお、本開示の要旨を逸脱しない限りにおいて、上記の構成に種々の変更や改修を施すことが可能である。

[0032] 例えば、静翼 10 の第一変形例として図 4 に示す構成を採ることも可能である。当該第一変形例では、第一微細溝 51b が前縁 22a 側からスリット 13 側に向かうに従って、径方向外側に向かうように湾曲している。さらに、スリット 13 に向かうに従って、蒸気の流れ方向 F に対して第一微細溝 51b の延びる方向がなす角度である転向角が次第に小さくなっている。つまり、第一微細溝 51b におけるスリット 13 側の部分では、前縁 22a 側の部分に比べて曲率半径が大きくなっている。さらに言い換えれば、前縁 22a 側からスリット 13 側に向かうに従って、上記の転向角の増加率が次第に小さくなっている。なお、スリット 13 側の部分をクロソイド曲線とすることも可能である。

[0033] 上記構成によれば、スリット 13 に向かうに従って、第一微細溝 51b の延びる方向が蒸気の流れ方向に沿うように変化する。これにより、スリット 13 に近づくほど液膜の流速が増し、より効率的に当該液膜を回収することが可能になる。

[0034] さらに、静翼 10 の第二変形例として図 5 に示す構成を採ることも可能である。当該第二変形例では、中央領域 41 に微細溝 5 として主溝 51c と、副溝 51d とが形成されている。主溝 51c は前縁 22a 側からスリット 13 に向かって延びるとともに互いに隣り合う主溝 51c 同士の間隔が狭くなっている。副溝 51d は、前縁 22a 側を始点として、終点で主溝 51c のうちの 1 つに合流している。このような構成によっても、前縁 22a 側のより広い範囲で液膜を回収することが可能となる。

[0035] また、上記実施形態では、微細溝 5 が矩形の断面形状を有する例について説明した。しかしながら、上述の寸法の条件を満たす限りにおいて、微細溝 5 の形状は種々に変更することが可能である。例えば図 6 に示すように、底面部の幅 b を開口部の幅 w よりも大きくすることも可能である ($b > w$)。図 7 に示すように、底面部の幅 b を開口部の幅 w よりも小さくすることも可能である ($b < w$)。図 8 に示すように、微細溝 5 の断面形状を三角形とすることも可能である ($b = 0$)。さらに、図 9 に示すように、底面部を円弧

状とすることも可能である。

[0036] <付記>

各実施形態に記載の装置Xは、例えば以下のように把握される。

[0037] (1) 第1の態様に係るタービン静翼(静翼10)は、蒸気の流れ方向に交差する径方向に延びる静翼本体22と、該静翼本体22の表面に形成され、該表面に沿って流れる液膜を回収する回収部14と、前記静翼本体22の表面に形成され、前記流れ方向の上流側から前記回収部14に向かって延びる複数の第一微細溝51が形成された中央領域41と、を備え、上流側から前記回収部14に向かうに従って、互いに隣り合う前記第一微細溝51同士の間隔が狭くなっている。

[0038] 上記構成によれば、上流側から回収部14に向かうに従って、第一微細溝51同士の間隔が狭くなっている。これにより、上流側のより広い範囲から液膜を回収部14に向かって案内することができる。また、回収部14自体の大きさを小さく抑えることもできる。これにより、蒸気の主流に影響が及ぶ可能性を低減することができる。

[0039] (2) 第2の態様に係るタービン静翼(静翼10)では、前記回収部14に向かうに従って、前記流れ方向に対して前記第一微細溝51bの延びる方向がなす角度である転向角が次第に小さくなっていてもよい。

[0040] 上記構成によれば、回収部14に向かうに従って、第一微細溝51bの延びる方向が蒸気の流れ方向に沿うように変化する。これにより、回収部14に近づくほど液膜の流速が増し、より効率的に当該液膜を回収することが可能になる。

[0041] (3) 第3の態様に係るタービン静翼(静翼10)では、前記回収部14に向かうに従って、前記流れ方向に対して前記第一微細溝51bの延びる方向がなす角度である転向角の増加率が次第に小さくなっていてもよい。

[0042] 上記構成によれば、回収部14に向かうに従って、第一微細溝51bの転向角の増加率が次第に小さくなる。これにより、回収部14に近づくほど液膜の流速が増し、より効率的に当該液膜を回収することが可能になる。

[0043] (4) 第4の態様に係るタービン静翼(静翼10)は、前記静翼本体22の表面における前記中央領域41の径方向外側に形成され、上流側から下流側に向かうに従って径方向外側に向かって延びる複数の第二微細溝52が形成された外側領域42をさらに備えてもよい。

[0044] 上記構成によれば、中央領域41の径方向外側で生じた液膜を、第二微細溝52によってさらに径方向外側(例えば外輪21の内周面)に向かって導くことができる。これにより、静翼本体22の下流側に液滴が飛散する可能性をさらに低減することができる。

[0045] (5) 第5の態様に係るタービン静翼(静翼10)は、前記静翼本体22の表面における前記中央領域41の径方向内側に形成され、上流側から下流側に向かうに従って径方向内側に向かって延びる複数の第三微細溝53が形成された内側領域43をさらに備えてもよい。

[0046] 上記構成によれば、中央領域41の径方向内側で生じた液膜を、第三微細溝53によってさらに径方向内側に向かって導くことができる。これにより、静翼本体22の下流側に液滴が飛散する可能性をさらに低減することができる。

[0047] (6) 第6の態様に係る蒸気タービン1は、軸線Oに沿って延びる回転軸6と、該回転軸6の外周面から径方向外側に延びるとともに周方向に配列された複数のタービン動翼(動翼8)と、前記回転軸6、及び前記複数のタービン動翼を外側から覆うケーシング3と、該ケーシング3の内周面から径方向内側に向かって延びるとともに周方向に複数配列された上記いずれか一の態様に係るタービン静翼(静翼10)と、を備える。

[0048] 上記構成によれば、液滴が下流側に飛散することによるエロージョンの発生が抑制された蒸気タービン1を提供することができる。

産業上の利用可能性

[0049] 本開示によれば、液滴をより効率的に抑制、又は回収することが可能なタービン静翼、及び蒸気タービンを提供することができる。

符号の説明

- [0050] 1 蒸気タービン
- 2 ロータ
- 3 ケーシング
- 3 A ケーシング内周面
- 3 H ケーシング本体
- 5 微細溝
- 6 回転軸
- 6 A 回転軸外周面
- 7 動翼翼列
- 8 動翼（タービン動翼）
- 9 静翼翼列
- 10 静翼（タービン静翼）
- 11 蒸気流路
- 12 排気室
- 13 スリット
- 14 回収部
- 21 外輪
- 21 A 外輪内周面
- 22 静翼本体（翼本体）
- 22 a 前縁
- 22 b 後縁
- 23 内輪
- 41 中央領域
- 42 外側領域
- 43 内側領域
- 51, 51 b 第一微細溝
- 51 c 主溝
- 51 d 副溝

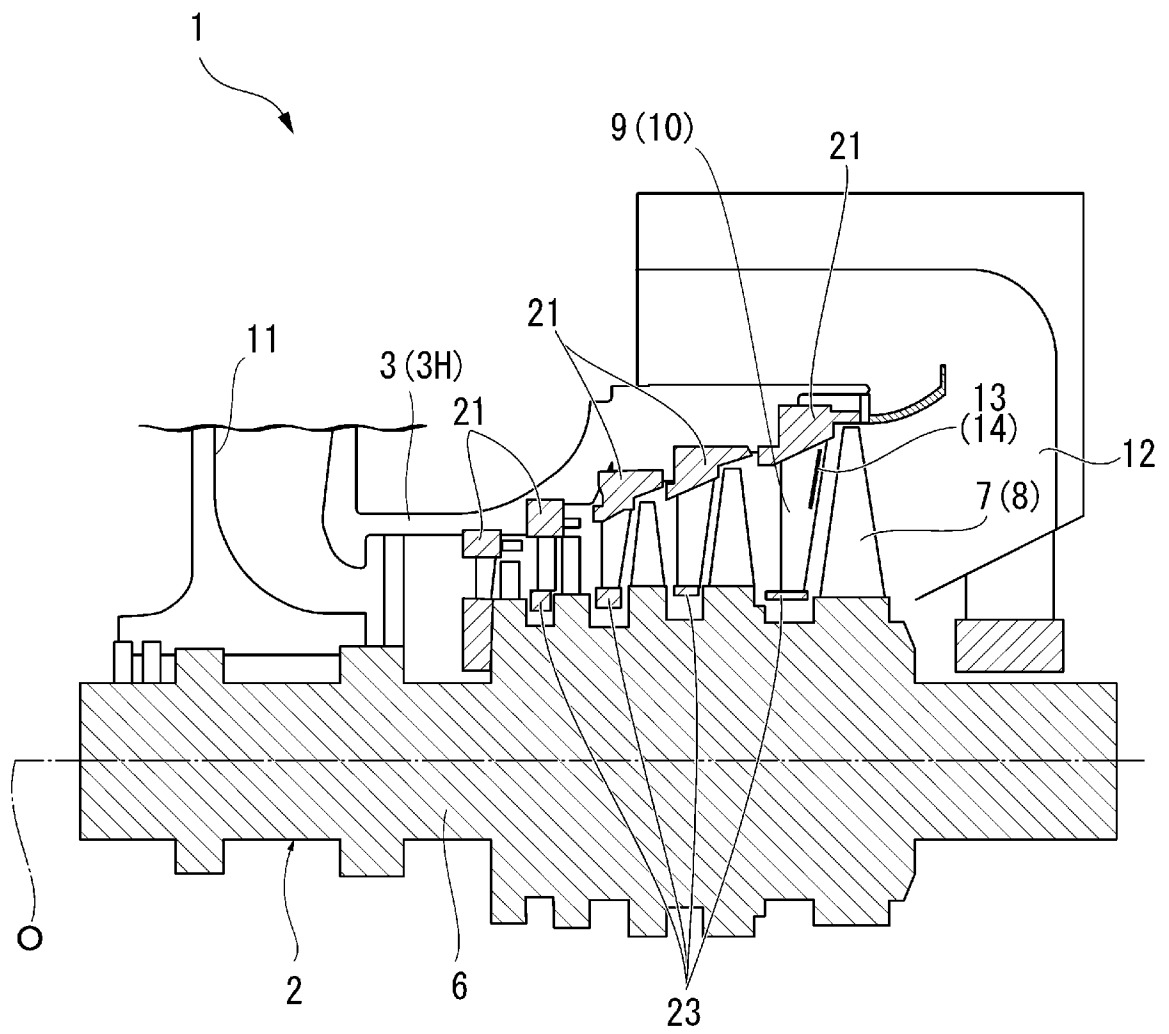
- 5 2 第二微細溝
- 5 3 第三微細溝
- 8 1 プラットフォーム
- 8 2 動翼本体
- 8 3 シュラウド
- 軸線

請求の範囲

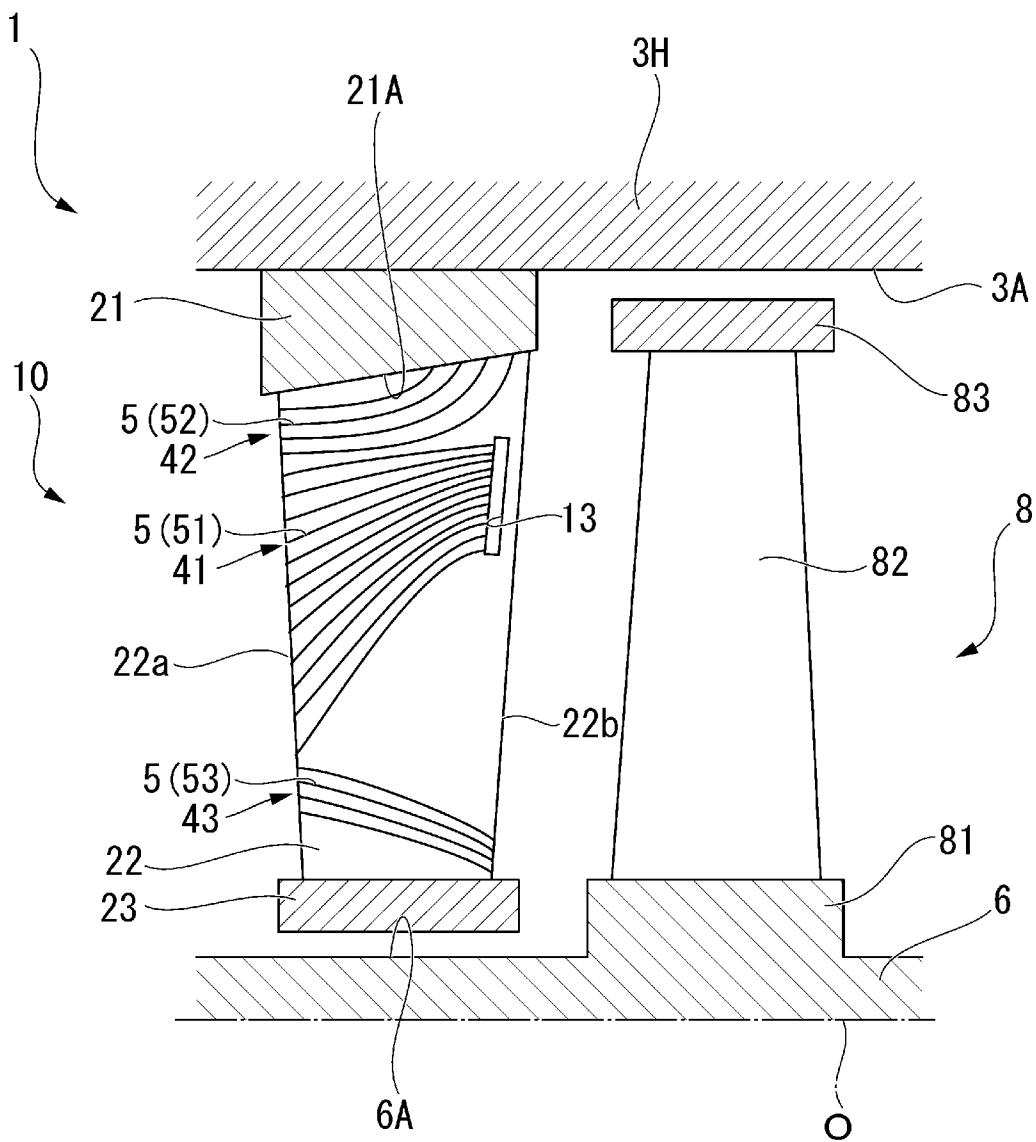
- [請求項1] 蒸気の流れ方向に交差する径方向に延びる静翼本体と、
該静翼本体の表面に形成され、該表面に沿って流れる液膜を回収する回収部と、
前記静翼本体の表面に形成され、前記流れ方向の上流側から前記回収部に向かって延びる複数の第一微細溝が形成された中央領域と、
を備え、
上流側から前記回収部に向かうに従って、互いに隣り合う前記第一微細溝同士の間隔が狭くなっているタービン静翼。
- [請求項2] 前記回収部に向かうに従って、前記流れ方向に対して前記第一微細溝の延びる方向がなす角度である転向角が次第に小さくなっている請求項1に記載のタービン静翼。
- [請求項3] 前記回収部に向かうに従って、前記流れ方向に対して前記第一微細溝の延びる方向がなす角度である転向角の増加率が次第に小さくなっている請求項1に記載のタービン静翼。
- [請求項4] 前記静翼本体の表面における前記中央領域の径方向外側に形成され、上流側から下流側に向かうに従って径方向外側に向かって延びる複数の第二微細溝が形成された外側領域をさらに備える請求項1から3のいずれか一項に記載のタービン静翼。
- [請求項5] 前記静翼本体の表面における前記中央領域の径方向内側に形成され、上流側から下流側に向かうに従って径方向内側に向かって延びる複数の第三微細溝が形成された内側領域をさらに備える請求項1から4のいずれか一項に記載のタービン静翼。
- [請求項6] 軸線に沿って延びる回転軸と、
該回転軸の外周面から径方向外側に延びるとともに周方向に配列された複数のタービン動翼と、
前記回転軸、及び前記複数のタービン動翼を外側から覆うケーシングと、

該ケーシングの内周面から径方向内側に向かって延びるとともに周方向に複数配列された請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のタービン静翼と、
を備える蒸気タービン。

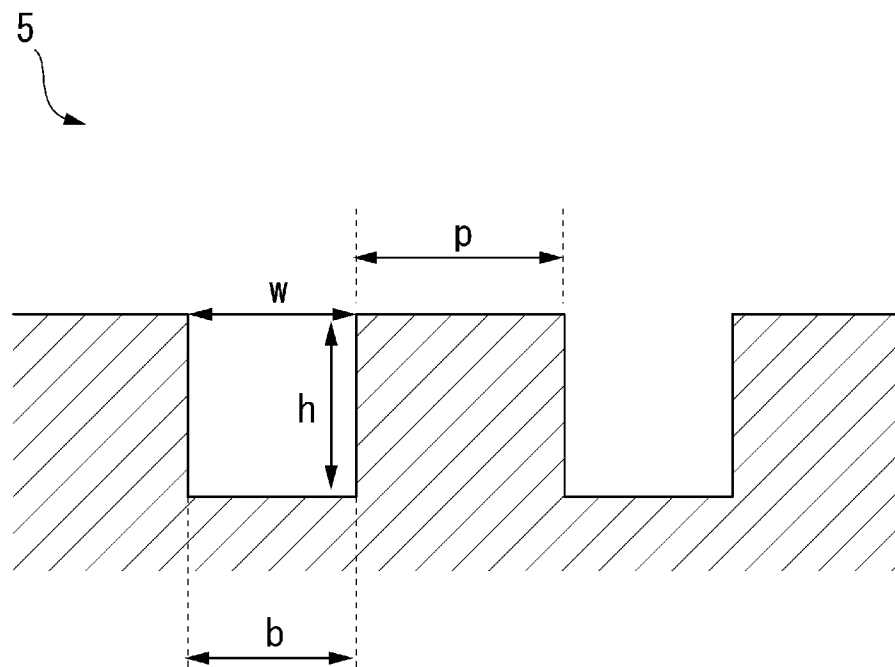
[図1]



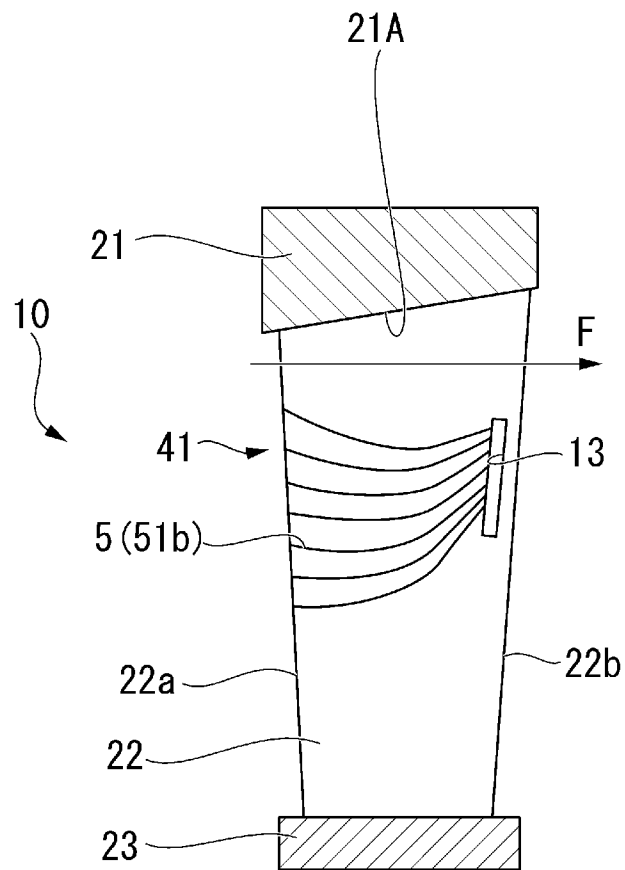
[図2]



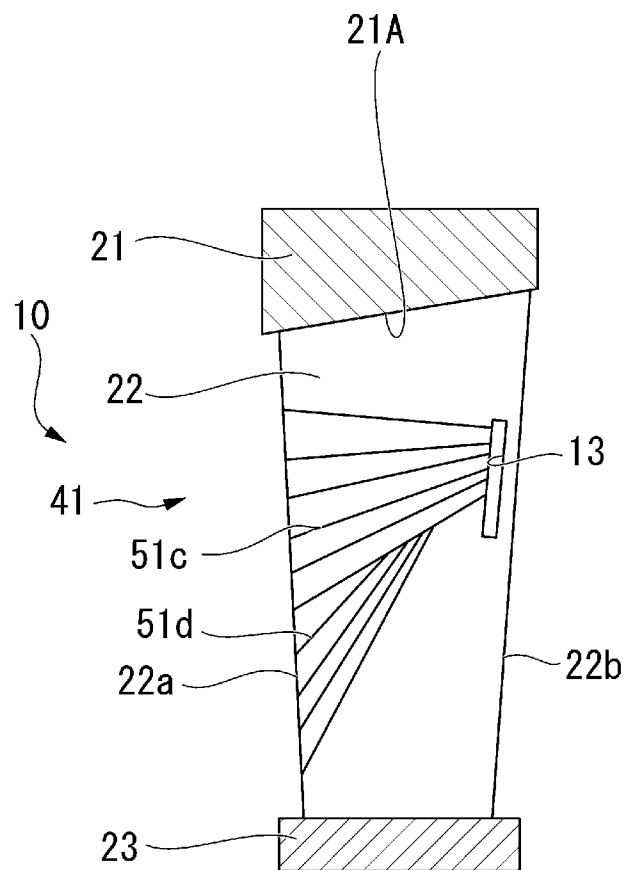
[図3]



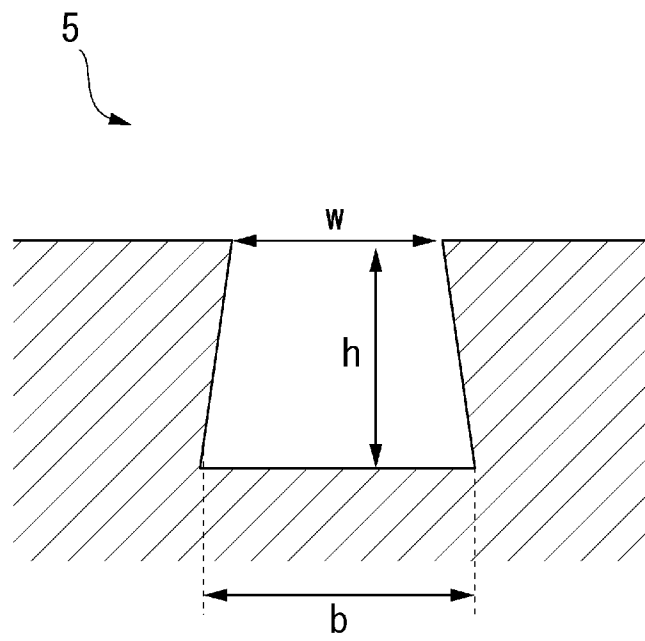
[図4]



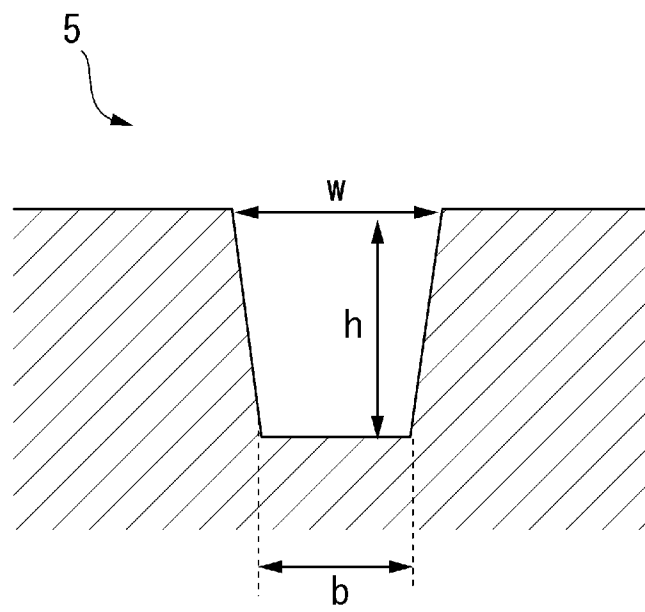
[図5]



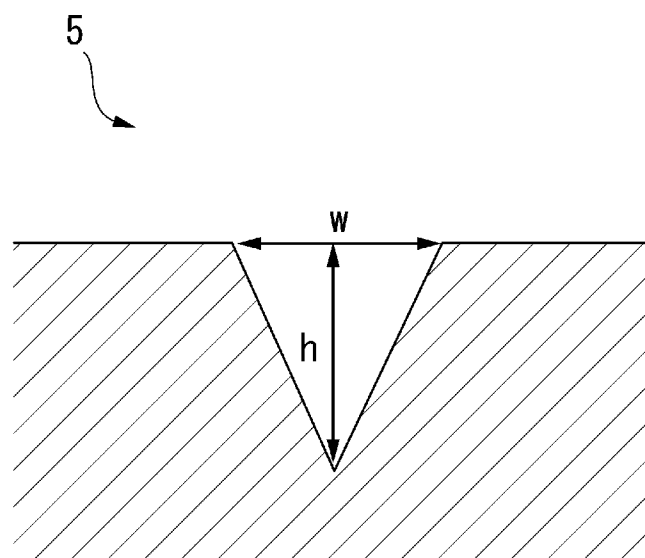
[図6]



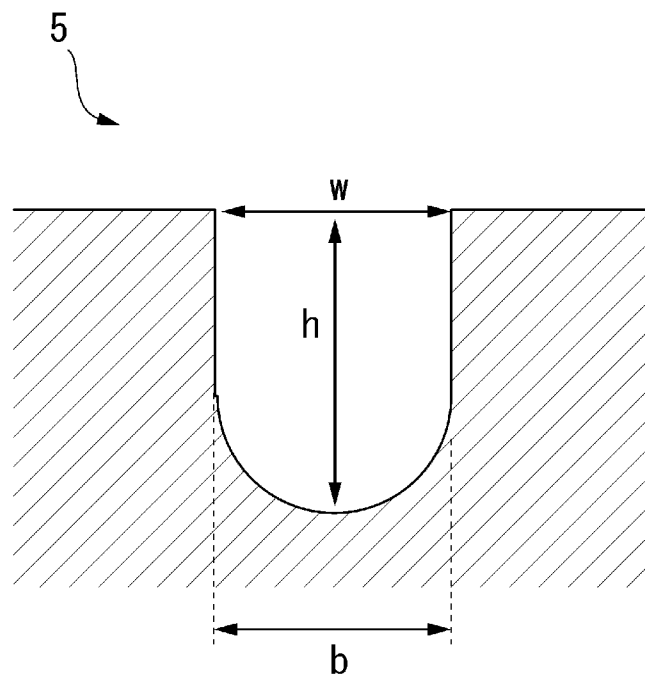
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/015932

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F01D 9/02**(2006.01)i; **F01D 25/32**(2006.01)i

FI: F01D9/02 103; F01D25/32 C

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)

F01D9/02; F01D25/32

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 1971-2022
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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	JP 64-080705 A (HITACHI LTD) 27 March 1989 (1989-03-27) p. 3, upper left column, line 13 to p. 4, lower left column, line 9, fig. 1-8	1
Y		4-6
A		2-3
Y	JP 63-263204 A (TOSHIBA CORP) 31 October 1988 (1988-10-31) p. 2, upper left column, lines 3-12, fig. 14	4-6
A	JP 2017-106451 A (GENERAL ELECTRIC CO GE) 15 June 2017 (2017-06-15) entire text, all drawings	1-6
A	EP 2985426 A1 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 17 February 2016 (2016-02-17) entire text, all drawings	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

03 June 2022

Date of mailing of the international search report

14 June 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 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/JP2022/015932

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	64-080705	A	27 March 1989	(Family: none)	
JP	63-263204	A	31 October 1988	(Family: none)	
JP	2017-106451	A	15 June 2017	US 2017/0167301 A1 entire text, all drawings	
				EP 3203041 A1	
				CN 106988792 A	
EP	2985426	A1	17 February 2016	PL 2985426 T3	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F01D 9/02(2006.01)i; F01D 25/32(2006.01)i FI: F01D9/02 103; F01D25/32 C		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） F01D9/02; F01D25/32		
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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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	JP 64-080705 A（株式会社日立製作所）27.03.1989（1989-03-27） 第3頁左上欄第13行-第4頁左下欄第9行，図1-8	1
Y		4-6
A		2-3
Y	JP 63-263204 A（株式会社東芝）31.10.1988（1988-10-31） 第2頁左上欄第3行-第12行，図14	4-6
A	JP 2017-106451 A（ゼネラル・エレクトリック・カンパニー）15.06.2017（2017-06-15） 全文，全図	1-6
A	EP 2985426 A1（SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT）17.02.2016（2016-02-17） 全文，全図	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、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 03.06.2022		国際調査報告の発送日 14.06.2022
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/JP2022/015932

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	64-080705	A	27.03.1989	(ファミリーなし)			
JP	63-263204	A	31.10.1988	(ファミリーなし)			
JP	2017-106451	A	15.06.2017	US	2017/0167301	A1	
				全文, 全図			
				EP	3203041	A1	
				CN	106988792	A	
EP	2985426	A1	17.02.2016	PL	2985426	T3	