

(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
2024年12月19日(19.12.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/257664 A1

(51) 国際特許分類:

F04D 29/10 (2006.01) F04B 39/00 (2006.01)
F01D 11/02 (2006.01) F16J 15/447 (2006.01)
F01D 25/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/020502

(22) 国際出願日: 2024年6月5日(05.06.2024)

(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 2023-099099 2023年6月16日(16.06.2023) 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).

(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];

〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者:大村 尚登(OMURA, Naoto); 〒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). 岩津 広太(IWATSU, Kodai); 〒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). 岩▲崎▼ 真人(IWASAKI, Makoto); 〒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). 村田 健一(MURATA, Kenichi); 〒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).

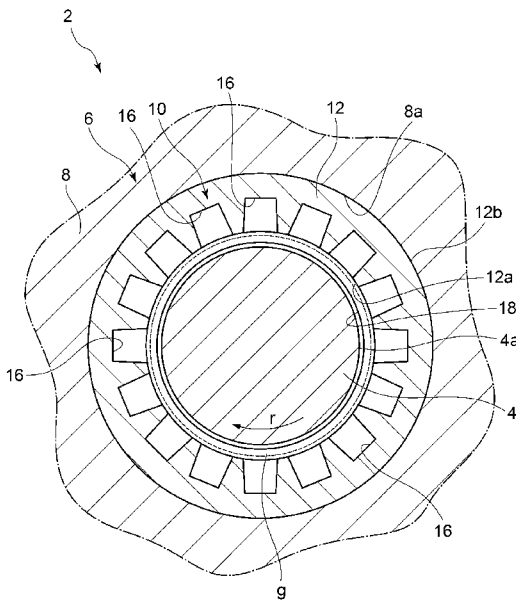
(74) 代理人: S S I P 弁理士法人(SSIP PATENT ATTORNEY CORPORATION); 〒1080073 東京都港区三田三丁目13番16号 三田43MTビル13階 Tokyo (JP).

(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,

(54) Title: ROTATING MACHINE

(54) 発明の名称: 回転機械

[図1]



(57) Abstract: The present invention comprises: a rotor; an annular sealing body part that includes the inner peripheral surface which is a static wall surface facing the outer peripheral surface of the rotor and a plurality of holes which are formed in the inner peripheral surface; a plurality of static fin parts that are disposed on the inner peripheral surface at intervals in the axial direction of the rotor; and at least one first rotor fin part that is disposed on the outer peripheral surface of the rotor. Each of the plurality of static fin parts extends along the circumferential direction of the rotor and protrudes toward the outer peripheral surface of the rotor from the inner peripheral surface, and each of the at least one first rotor fin part extends along the circumferential direction and protrudes toward the hole from the outer peripheral surface of the rotor.

[続葉有]



CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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: ロータと、ロータの外周面に対向する静止壁面である内周面と、内周面に形成された複数のホールとを含む環状のシール本体部と、ロータの軸方向に間隔を空けて内周面に設けられた複数の静止フィン部と、ロータの外周面に設けられた少なくとも1つの第1ロータフィン部と、を備え、複数の静止フィン部の各々は、ロータの周方向に沿って延在するとともに内周面からロータの外周面に向けて突出し、少なくとも1つの第1ロータフィン部の各々は、周方向に沿って延在するとともにロータの外周面からホールに向けて突出に向けて突出している。

明 細 書

発明の名称： 回転機械

技術分野

[0001] 本開示は、回転機械に関する。

本願は、2023年6月16日に日本国特許庁に出願された特願2023-099099号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 例えばタービン等の回転機械において、低周波振動などの不安定振動が生じる場合がある。回転機械のロータに変位が生じたときに、ロータの外周面と静止壁面との隙間（シール部）を流れるスワール（旋回流）によって該隙間に不均一な圧力分布が発生し、ロータの変位の方向と直交する方向の流体力がロータに作用することにより、ロータの振れ回りを助長するような効果が生じる。この流体力をシール励振力と呼び、シール励振力が発生することでロータの軸安定性（軸系の安定性）が低下する。このため、ロータの軸安定性の観点から、シール励振力の低減は重要である。

[0003] このシール励振力を低減するシール構造として、ポケットダンパーシール、ホールパターンシール又はハニカムシール等のダンパーシール（例えば特許文献1参照）があり、ダンパーシールを設けると、静止壁面側に設けられたホール（凹部）に流体を導入することによるスワール低減効果、及び、静止壁面とロータとの隙間の狭くなっている部分で発生する振動減衰効果（スクイズ膜効果）によりシール励振力を低減することができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2016-153654号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1に記載のダンパーシールでは、ロータが変位した際におけるロ

ロータと静止壁面との接触面積が大きくなりやすく、ロータと静止壁面との摩擦熱に起因するロータの熱曲がりのリスク（以下、「ロータと静止壁面との接触リスク」と記載する場合がある。）が大きい。一方、ロータと静止壁面との接触リスクを低減するために単純にロータの外周面と静止壁面との隙間を大きくとると、上記のスクイーズ膜効果の働きが弱くなり、シール励振力の低減効果が弱くなる。このため、ロータと静止壁面との接触リスクを低減することと、ロータの高い軸安定性を実現することとを両立することが難しいという課題がある。

[0006] 上述の事情に鑑みて、本開示の少なくとも一実施形態は、ロータと静止壁面との接触リスクを低減しつつ、ロータの高い軸安定性を実現することが可能な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

[0007] 上記目的を達成するため、本開示の少なくとも一実施形態に係る回転機械は、

ロータと、

前記ロータの外周面に対向する静止壁面である内周面と、前記内周面に形成された複数のホールとを含む環状のシール本体部と、

前記ロータの軸方向に間隔を空けて前記内周面に設けられた複数の静止フィン部と

前記ロータの前記外周面に設けられた少なくとも1つの第1ロータフィン部と、

を備え、

前記複数の静止フィン部の各々は、前記ロータの周方向に沿って延在するとともに前記内周面から前記ロータの前記外周面に向けて突出し、

前記少なくとも1つの第1ロータフィン部の各々は、前記周方向に沿って延在するとともに前記ロータの前記外周面から前記ホールに向けて突出している。

発明の効果

[0008] 本開示の少なくとも一実施形態によれば、ロータの外周面と静止壁面との接触のリスクを低減しつつロータの高い軸安定性を実現することが可能な回転機械用シールシステム及びこれを備える回転機械が提供される。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]一実施形態に係る回転機械2の軸方向に直交する断面の一例を示す概略図である。

[図2]図1に示した回転機械2の軸方向に沿った断面の一例を示す概略図である。

[図3]図2に示す断面におけるスワールの流れを説明するための概略図である。

[図4]図3におけるA-A断面の一部におけるスワールの流れを説明するための概略図である。

[図5]図1～図4を用いて説明した実施形態と比較形態1～4について、リーク流量とロータ4の軸振動の有効減衰との関係を示す図である。

[図6]図1～図4を用いて説明した実施形態と比較形態1の各々について、ロータ4の外周面4aとシール本体部12の内周面12aとの隙間gにおける軸方向の位置とスワール比との関係を示す図である。

[図7]一実施形態に係る回転機械2の軸方向に沿った断面の他の一例を示す概略図である。

[図8A]静止フィン部18が径方向に対して傾斜していない場合におけるリーク流の有効断面積を説明するための概略断面図である。

[図8B]静止フィン部18が径方向における内側に向かうにつれて軸方向の上流側に向かうように傾斜している場合におけるリーク流の有効断面積を説明するための概略断面図である。

[図8C]図7に示す断面におけるスワールの流れを説明するための概略図である。

[図9]図7に示す実施形態におけるリーク流量とロータ4の軸振動の有効減衰とを、上記比較形態1～4と対比して示す図である。

[図10]一実施形態に係る回転機械2の軸方向に沿った断面の他の一例を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、添付図面を参照して本開示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、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。

[0011] 図1は、一実施形態に係る回転機械2の軸方向に直交する断面の一例を示す概略図である。回転機械2は、例えば蒸気タービン等のタービン又は圧縮機等であってもよい。

図1に示すように、回転機械2は、ロータ4と、ロータ4を収容するケーシング6とを含む。ケーシング6は、ロータ4を収容するケーシング本体8と、シール装置10（回転機械用シール装置）とを備える。

[0012] 本明細書では、「軸方向」とは、特記しない限りロータ4の軸方向を意味

し、「周方向」とは、特記しない限りロータ 4 の周方向を意味し、「径方向」とは、特記しない限りロータ 4 の径方向を意味する。また、軸方向の上流側とはロータ 4 とケーシング 6 との隙間 g （ロータ 4 と後述のシール本体部 12 の内周面 12a との隙間）における流体の軸方向の流れの上流側すなわち隙間 g における軸方向の高圧側を意味し、軸方向の下流側とは隙間 g における流体の軸方向の流れの下流側すなわち隙間 g における軸方向の低圧側を意味する。

[0013] 図 1 に部分的に示すように、シール装置 10 は、シール本体部 12 及び複数の静止フィン部 18 を含む。図示する例示的形態では、シール本体部 12 は環状（例えば円筒状）に形成されており、ケーシング本体 8 の内面 8a に保持されている。シール本体部 12 は、ロータ 4 の外周面 4a に対向する静止壁面である内周面 12a と、ケーシング本体 8 の内面 8a に固定された外周面 12b とを含む。

[0014] シール本体部 12 の内周面 12a には、複数のホール 16（凹部）が形成されている。図 1 に示す断面において、シール本体部 12 の内周面 12a に形成された複数のホール 16 は、周方向に間隔を空けて配置された複数のホール 16 を含む。

[0015] 図 2 は、図 1 に示した回転機械 2 の軸方向に沿った断面の一例を示す概略図である。図 2 に示す断面において、シール本体部 12 の内周面 12a に形成された複数のホール 16 は、軸方向に間隔を空けて配置された複数のホール 16 を含む。図 2 に示す例示的形態において、シール本体部 12 の内周面 12a に形成された複数のホール 16 の各々における径方向に直交する断面の形状は円形であってもよい。すなわち、図 2 に示す例示的形態において、シール本体部 12 の内周面 12a に形成された複数のホール 16 の各々は、円柱形状の空洞を形成する有底の凹部であってもよい。

[0016] 例えば図 2 に示すように、シール装置 10 は、シール本体部 12 の内周面 12a に軸方向に間隔を空けて設けられた複数の静止フィン部 18 を含む。複数の静止フィン部 18 の各々は、周方向に沿って延在しており、シール本

体部 1 2 の内周面 1 2 a からロータ 4 の外周面 4 a に向けて径方向の内側に突出している。複数の静止フィン部 1 8 の各々は、ロータ 4 の回転軸線を中心とする環状に形成されていてもよい。

[0017] 例えば図 2 に示すように、複数の静止フィン部 1 8 の各々は、シール本体部 1 2 の内周面 1 2 a における軸方向に隣り合う 2 つのホール 1 6 の間の位置に設けられていてもよい。図 2 に示す断面において、ホール 1 6 と静止フィン部 1 8 とは軸方向に交互に配置されている。図 2 に示すように、ロータ 4 が変位した際におけるロータ 4 との接触面積を低減する観点から、静止フィン部 1 8 の各々の先端部は先細形状（径方向内側に向かうにつれて厚さが減少する形状）を有していてもよく、その場合、静止フィン部 1 8 の各々における先端側の端面 1 8 t は、隙間 g の漏れ流れの増大を抑制する観点から径方向の内側に向かうにつれて軸方向の上流側に向かうように傾斜した傾斜面 1 8 t 1 を含んでいてもよい。

[0018] 例えば図 2 に示すように、回転機械 2 は、ロータ 4 の外周面 4 a に設けられた複数のロータフィン部 2 0（複数の第 1 ロータフィン部）を備える。複数のロータフィン部 2 0 の各々は、周方向に沿って延在するとともにロータ 4 の外周面 4 a から対応するホール 1 6 に向けて突出している。図 2 に示す断面では、ロータフィン部 2 0 の各々は、ホール 1 6 毎にホール 1 6 の底面 1 6 s に対向する位置に形成されており、軸方向におけるホール 1 6 の中央の位置 P c に設けられている。また、図 2 に示す例示的形態では、ロータフィン部 2 0 の各々は、複数の静止フィン部 1 8 のうち軸方向に隣り合う 2 つの静止フィン部 1 8 の間の位置に設けられる。ロータフィン部 2 0 の各々における軸方向の厚さ t は、ホール 1 6 の各々における軸方向の寸法 w よりも小さく、例えば $t < 0.3w$ を満たしていてもよい。また、ロータ 4 が変位した際におけるシール本体部 1 2 との接触面積を低減する観点から、ロータフィン部 2 0 の各々の先端部は先細形状（径方向外に向かうにつれて厚さが減少する形状）を有していてもよく、その場合、ロータフィン部 2 0 の各々における先端側の端面 2 0 t は、隙間 g の漏れ流れの増大を抑制する観点か

ら径方向の外側に向かうにつれて軸方向の上流側に向かうように傾斜した傾斜面 20 t 1 を含んでいてもよい。

[0019] 上記回転機械 2 によれば、複数の静止フィン部 18 と複数のロータフィン部 20 とを備えているため、複数の静止フィン部 18 と複数のロータフィン部 20 とを備えていない場合と比較して、ロータ 4 が軸方向と直交する方向に変位した際のロータ 4 の外周面 4 a とシール本体部 12 の内周面 12 a との接触面積を低減することができる。このため、ロータ 4 と静止壁面との接触リスクすなわちロータ 4 の外周面 4 a とシール本体部 12 の内周面 12 a との摩擦熱に起因するロータ 4 の熱曲がりのリスクを低減することができる。

[0020] また、図 3 の矢印 F 1 に示すように、ロータ 4 の外周面 4 a とシール本体部 12 の内周面 12 a との隙間 g を流れるスワール（漏れ流れ）がロータフィン部 20 に沿ってシール本体部 12 の内周面 12 a のホール 16 に流れ込みやすくなる。そして、図 4（図 3 の A-A 断面の一部を示す概略図）の矢印 F 2 に示すように、スワールがホール 16 内で転向して、ロータ 4 の回転方向 r と反対方向に流れる逆スワールとなってホール 16 から流出することで、スワールを低減することができる。このため、ロータ 4 の外周面 4 a に作用する流体力の励振力成分（軸方向と直交する方向の成分）を低減することができ、ロータ 4 の軸振動の減衰効果を高めてロータ 4 の高い軸安定性を実現することができる。

[0021] 図 5 は、図 1 ～図 4 を用いて説明した実施形態に係る回転機械 2 について、隙間 g を流れる漏れ流れの流量（以下、「リーク流量」と記載する。）とロータ 4 の軸振動の有効減衰とを、比較形態 1 ～ 4 と対比して示す図である。ここで、比較形態 1 は、上記回転機械 2 から複数の静止フィン部 18 と複数のロータフィン部 20 とを取り除いた構成に相当し、比較形態 2 は、比較形態 1 に対して、ロータ 4 の外周面 4 a からのシール本体部 12 の内周面 12 a の高さを低くした構成に相当し、比較形態 3 は、比較形態 2 に対して、ロータ 4 の外周面 4 a からのシール本体部 12 の内周面 12 a の高さを低く

した構成に相当し、比較形態4は、比較形態3に対して、ロータ4の外周面4aからのシール本体部12の内周面12aの高さを低くした構成に相当する。なお、上記実施形態におけるロータ4の外周面4aからのシール本体部12の内周面12aの高さは、比較形態1におけるロータ4の外周面4aからのシール本体部12の内周面12aの高さに一致する。

[0022] 図5に示すように、比較形態1～4では、ロータ4とシール本体部12の内周面12aとの接触リスクを低減するためにロータ4の外周面4aからのシール本体部12の内周面12aの高さを高くすると（すなわち比較形態4から比較形態1に向かうと）、リーク流量が増加するとともに軸振動の有効減衰が低下することがわかる。このため、比較形態1～4では、ロータ4とシール本体部12の内周面12aとの接触リスクを低減することと、軸振動の減衰効果を高めることとを両立することが困難であることがわかる。

[0023] これに対し、上記実施形態に係る回転機械2では、ロータ4の外周面4aからのシール本体部12の内周面12aの高さが比較形態1～4の中で当該高さが最も高い比較形態1と同じであるにも関わらず、比較形態1～4の各々に対してリーク流量を大幅に低減しつつ、大きな有効減衰を実現することができる。したがって、ロータ4とシール本体部12の内周面12aとの接触リスクを低減しつつ、ロータ4の高い軸安定性を実現することができる。

[0024] 図6は、上記実施形態と上記比較形態1の各々について、ロータ4の外周面4aとシール本体部12の内周面12aとの隙間gにおける軸方向の位置とスワール（漏れ流れ）の無次元周方向速度との関係を示す図である。ここで無次元周方向速度とは、各位置での周方向速度を軸方向の0mm位置での周方向速度で除算した値である。

[0025] 図6に示すように、上記実施形態によれば、比較形態1と比較して、軸方向におけるホール16が形成されている範囲においてスワール比を低減することができるため、ロータ4の軸振動を効果的に減衰させることができる。

[0026] 図7は、一実施形態に係る回転機械2の軸方向に沿った断面の他の一例を示す概略図である。図7に示す回転機械2において、図2に示した各構成と

共通の符号は、特記しない限り図 2 に示した各構成と同様の構成を示すものとし、説明を省略する。

[0027] 幾つかの実施形態では、例えば図 7 に示すように、複数の静止フィン部 18 の各々は、径方向における内側に向かうにつれて軸方向の上流側に向かうように傾斜していてもよい。また、複数のロータフィン部 20 の各々は、径方向における外側に向かうにつれて軸方向の上流側に向かうように傾斜していてもよい。図示する例示的形態では、ロータフィン部 20 の各々は、対応するホール 16 の内面 16a における上流側の壁面 16a1 に向けて突出している。具体的には、図 7 に示すように、軸方向に沿った断面においてロータフィン部 20 の基端（図示する例ではロータフィン部 20 の基端における軸方向の上流端）とロータフィン部 20 の先端とを結ぶ直線を L とすると、該ロータフィン部 20 に対応するホール 16 の内面 16a における上流側の壁面 16a1 と直線 L とが交差するように、ロータフィン部 20 の各々が形成されていてもよい。

[0028] 図 7 に示す構成によれば、静止フィン部 18 及びロータフィン部 20 の各々による縮流の効果を高めて、ロータ 4 の外周面 4a とシール本体部 12 の内周面 12a との隙間 g におけるリーク流量を効果的に低減することができる。例えば図 8A に示すように静止フィン部 18 が径方向に対して傾斜していない場合と比較して、図 8B に示すように、静止フィン部 18 が径方向における内側に向かうにつれて軸方向の上流側に向かうように傾斜している場合には、静止フィン部 18 の先端付近で流れが折れ曲がり、下向き速度成分が強くなるため、静止フィン部 18 の先端付近の逆流域が大きくなり、リーク流の有効断面積を低減することができる。また、図 8C の矢印 F3 に示すように、軸方向に沿った断面において、隙間 g における軸方向の漏れ流れを、ロータフィン部 20 によって転向してホール 16 内で周回させてリーク流量を効果的に低減することができる。

[0029] 図 9 は、図 7 に示す実施形態におけるリーク流量とロータ 4 の軸振動の有効減衰とを、図 2 に示す実施形態及び上記比較形態 1～4 と対比して示す図

である。図9に示すように、図7に示す実施形態においても、比較形態1～4の各々と比較してリーク流量を大幅に低減しつつ、大きな有効減衰を実現することができ、ロータ4とシール本体部12の内周面12aとの接触リスクを低減することとロータ4の軸振動の減衰効果を高めることを両立することができる。また、図2に示す実施形態（図5参照）と比較して、リーク流量を低減する効果がさらに高くなっている。

[0030] 図10は、一実施形態に係る回転機械2の軸方向に沿った断面の他の一例を示す概略図である。図10に示す回転機械2において、図2に示した各構成と共通の符号は、特記しない限り図2に示した各構成と同様の構成を示すものとし、説明を省略する。

[0031] 図10に示す断面において、シール本体部12の内周面12aに形成された複数の静止フィン部18を軸方向の上流側から順に静止フィン部18a, 18b, 18c, 18d, 18eと称し、ロータ4の外周面4aに形成された複数のロータフィン部20を軸方向の上流側から順にロータフィン部20a, 20b, 20c, 20dと称する。したがって、静止フィン部18bは静止フィン部18aより軸方向における下流側に位置し、静止フィン部18cは静止フィン部18bより軸方向における下流側に位置し、静止フィン部18dは静止フィン部18cより軸方向における下流側に位置し、静止フィン部18eは静止フィン部18dより軸方向における下流側に位置する。また、ロータフィン部20aは静止フィン部18aと静止フィン部18bの間に位置し、ロータフィン部20bは静止フィン部18bと静止フィン部18cの間に位置し、ロータフィン部20cは静止フィン部18cと静止フィン部18dの間に位置し、ロータフィン部20dは静止フィン部18dと静止フィン部18eの間に位置する。

[0032] 図10に示す断面において、シール本体部12の内周面12aに形成された複数のホール16は、軸方向における静止フィン部18aと静止フィン部18bとの間の範囲に形成されたホール161と、軸方向における静止フィン部18bと静止フィン部18cとの間の範囲に形成されたホール162

とを含む。また、図10に示す断面において、シール本体部12の内周面12aは、軸方向における静止フィン部18cと静止フィン部18dとの間にホール16が形成されていないホール不形成領域12a1を含み、軸方向における静止フィン部18dと静止フィン部18eとの間にホール16が形成されていないホール不形成領域12a2を含む。

[0033] 図10に示す断面において、ロータフィン部20aは、軸方向においてホール161の中央の位置に設けられ、ホール161の底面16sに向けて突出している。ロータフィン部20bは、軸方向においてホール16iの中央の位置に設けられ、ホール162の底面16sに向けて突出している。ロータフィン部20cは、軸方向においてホール不形成領域12a1の中央の位置に設けられ、ホール不形成領域12a1に向けて突出している。ロータフィン部20dは、軸方向においてホール不形成領域12a2の中央の位置に設けられ、ホール不形成領域12a2に向けて突出している。図10に示す断面において、シール本体部12の内周面12aとロータフィン部20aとの距離を d_1 、シール本体部12の内周面12aとロータフィン部20bとの距離を d_2 、シール本体部12の内周面12aとロータフィン部20cとの距離を d_3 、シール本体部12の内周面12aとロータフィン部20dとの距離を d_4 とすると、 $d_1 = d_2$ 、 $d_2 < d_3$ 、及び、 $d_3 = d_4$ を満たす。なお、距離 d_1 はホール161の底面16sとロータフィン部20aとの距離に相当し、距離 d_2 はホール162の底面16sとロータフィン部20bとの距離に相当し、距離 d_3 はホール不形成領域12a1とロータフィン部20cとの距離に相当し、距離 d_4 は、ホール不形成領域12a2とロータフィン部20dとの距離に相当する。

[0034] 図10に示す構成によれば、シール本体部12の内周面12aにおける軸方向の全ての静止フィン部18の間にホール16を形成する場合と比較して、ホール不形成領域12a1、12a2を設けるとともにホール不形成領域12a1、12a2に向けてそれぞれ突出しているロータフィン部20c、20dを設けることにより、ロータ4の外周面4aとシール本体部12の内

周面 12a との隙間 g におけるリーク流量を低減することができる。また、ホール 16 が無い場合と比較して、ロータ 4 の軸振動の減衰効果を高めてロータ 4 の高い軸安定性を実現することができる。

[0035] 本開示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形を加えた形態や、これらの形態を適宜組み合わせた形態も含む。

[0036] 例えば、上述した幾つかの実施形態では、ホール 16 の各々における径方向に直交する断面の形状が円形の場合を例示したが、ホール 16 の各々における径方向に直交する断面の形状は四角形であってもよい。すなわち、ホール 16 の各々は、四角柱形状の空洞を形成する有底の凹部であってもよい。これにより、ホール 16 内での流れの転向を促進し、スワールを低減する上述の効果を高めることができる。

[0037] また、ケーシング本体 8、シール本体部 12 及び静止フィン部 18 は、別部品として構成されている必要はなく、これらの任意の組み合わせが一部品として一体に構成されていてもよい。

[0038] また、複数の静止フィン部 18 の各々は、複数のホール 16 を跨ぐように設けられていてもよい。すなわち、径方向視において、複数の静止フィン部 18 の各々は、複数のホール 16 の少なくとも一部とオーバーラップするように設けられていてもよい。

[0039] また、例えばシール装置 10 の全ての静止フィン部 18 のうちの 1 つのみがシール本体部 12 の内周面 12a における周方向に隣り合う 2 つのホール 16 の間の位置に設けられていてもよく、シール装置 10 の全ての静止フィン部 18 のうちの任意の数の静止フィン部 18 がシール本体部 12 の内周面 12a における周方向に隣り合う 2 つのホール 16 の間の位置に設けられていてもよい。

[0040] また、シール装置 10 の全ての静止フィン部 18 のうち 1 つのみが径方向の内側に向かうにつれてロータ 4 の回転方向 r の上流側に向かうように傾斜していてもよく、シール装置 10 の全ての静止フィン部 18 のうち任意の数の静止フィン部 18 が径方向の内側に向かうにつれてロータ 4 の回転方向 r

の上流側に向かうように傾斜していてもよい。

[0041] また、回転機械 2 の全てのロータフィン部 20 のうち 1 つのみが径方向の外側に向かうにつれてロータ 4 の回転方向 r の上流側に向かうように傾斜していてもよく、シール装置 10 の全てのロータフィン部 20 のうち任意の数の静止フィン部 18 が径方向の外側に向かうにつれてロータ 4 の回転方向 r の上流側に向かうように傾斜していてもよい。

[0042] また、例えばシール装置 10 の複数の静止フィン部 18 の各々が径方向の内側に向かうにつれてロータ 4 の回転方向 r の上流側に向かうように傾斜し、複数のロータフィン部 20 の各々が径方向に沿って（軸方向に直交する平面に沿って）延在していてもよい。また、シール装置 10 の複数の静止フィン部 18 の各々が径方向に沿って（軸方向に直交する平面に沿って）延在し、複数のロータフィン部 20 の各々が径方向の外側に向かうにつれてロータ 4 の回転方向 r の上流側に向かうように傾斜していてもよい。

[0043] 上記各実施形態に記載の内容は、例えば以下のように把握される。

[0044] （1）本開示の少なくとも一実施形態に係る回転機械（例えば回転機械 2）は、

ロータ（例えばロータ 4）と、

前記ロータの外周面（例えば外周面 4a）に対向する静止壁面である内周面（例えば内周面 12a）と、前記内周面に形成された複数のホール（例えば複数のホール 16）とを含む環状のシール本体部（例えばシール本体部 12）と、

前記ロータの軸方向に間隔を空けて前記内周面に設けられた複数の静止フィン部（例えば上述の複数の静止フィン部 18）と

前記ロータの前記外周面に設けられた少なくとも 1 つの第 1 ロータフィン部（例えば上述の複数のロータフィン部 20 又はロータフィン部 20a, 20b）と、

を備え、

前記複数の静止フィン部の各々は、前記ロータの周方向に沿って延在する

とともに前記内周面から前記ロータの前記外周面に向けて突出し、

前記少なくとも1つの第1ロータフィン部の各々は、前記周方向に沿って延在するとともに前記ロータの前記外周面から前記ホールに向けて突出している。

[0045] 上記(1)に記載の回転機械によれば、複数の静止フィン部と少なくとも1つのロータフィン部とを備えることにより、ロータが軸方向と直交する方向に変位した際のロータの外周面と静止壁面との接触面積を低減することができるため、ロータと静止壁面との接触リスクすなわちロータの外周面と静止壁面との摩擦熱に起因するロータの熱曲がりのリスクを低減することができる。

また、ロータの外周面とシール本体部の内周面（静止壁面）との隙間を流れるスワール（漏れ流れ）がロータフィン部に沿ってシール本体部の内周面のホールに流れ込みやすくなり、スワールがホール内で転向して、ロータの回転方向と反対方向に流れる逆スワールとなってホールから流出することで、スワールを低減することができ、ロータの外周面に作用する流体力の励振力成分（軸方向と直交する方向の成分）を低減することができる。このため、ロータの軸振動の減衰効果を高めてロータの高い軸安定性を実現することができる。

[0046] (2) 幾つかの実施形態では、上記(1)に記載の回転機械において、前記複数の静止フィン部の各々の厚さは、前記軸方向における前記ホールの寸法よりも小さい。

[0047] 上記(2)に記載の回転機械によれば、ロータと静止壁面との接触リスクを低減しつつ、ロータの高い軸安定性を実現することができる。

[0048] (3) 幾つかの実施形態では、上記(1)又は(2)に記載の回転機械において、

前記複数の静止フィン部の少なくとも1つは、前記シール本体部の前記内周面における前記軸方向に隣り合う2つの前記ホールの間の位置に設けられる。

[0049] 上記（３）に記載の回転機械によれば、シール本体部の内周面における軸方向に隣り合う２つのホールの中の位置に軸方向フィン部を設けることにより、ホールを跨ぐように静止フィン部を設ける場合よりも、シール本体部に静止フィン部を強固に固定することができる。

[0050] （４）幾つかの実施形態では、上記（１）乃至（３）の何れかに記載の回転機械において、

前記第１ロータフィン部は、前記軸方向において前記ホールの中央の位置に設けられる。

[0051] 上記（４）に記載の回転機械によれば、軸方向において前記ホールの中央の位置に第１ロータフィン部を設けることにより、静止壁面とロータとの間に軸方向の熱伸び差が生じてホールに対する第１ロータフィン部の軸方向の相対位置が変化した場合であっても、有効減衰の急減やリーク流量の急増といったシール性能の低下を抑制すること可能なロバストな構造とすることができる。

[0052] （５）幾つかの実施形態では、上記（１）乃至（４）の何れかに記載の回転機械において、

前記ホールにおける前記ロータの径方向に直交する断面の形状は円形である。

[0053] 上記（５）に記載の回転機械によれば、ホールにおけるロータの径方向に直交する断面の形状を円形にすることにより、ホール内での流れの転向を促進し、上記（１）に記載のスワールを低減する効果を高めることができる。

[0054] （６）幾つかの実施形態では、上記（１）乃至（５）の何れかに記載の回転機械において、

前記ホールにおける前記ロータの径方向に直交する断面の形状は四角形である。

[0055] 上記（６）に記載の回転機械によれば、ホールにおけるロータの径方向に直交する断面の形状を四角形にすることにより、ホール内での流れの転向を促進し、上記（１）に記載のスワールを低減する効果を高めることができる。

。

[0056] (7) 幾つかの実施形態では、上記(1)乃至(6)の何れかに記載の回転機械において、

前記複数の静止フィン部の少なくとも1つは、前記ロータの径方向における内側に向かうにつれて前記軸方向の上流側に向かうように傾斜している。

[0057] 上記(7)に記載の回転機械によれば、静止フィン部による縮流の効果を高めて、ロータの外周面と静止壁面との隙間を流れる漏れ流れの流量を低減することができる。

[0058] (8) 幾つかの実施形態では、上記(1)乃至(7)の何れかに記載の回転機械において、

前記第1ロータフィン部は、前記ロータの径方向における外側に向かうにつれて前記軸方向の上流側に向かうように傾斜している。

[0059] 上記(8)に記載の回転機械によれば、第1ロータフィン部による縮流の効果を高めて、ロータの外周面と静止壁面との隙間を流れる漏れ流れの流量を低減することができる。

[0060] (9) 幾つかの実施形態では、上記(1)乃至(8)の何れかに記載の回転機械において、

前記第1ロータフィン部の先端部は先細形状を有する、請求項1に記載の回転機械。

[0061] 上記(9)に記載の回転機械によれば、ロータが軸方向と直交する方向に変位した際における第1ロータフィン部とシール本体部との接触面積を低減することができるため、ロータと静止壁面との接触リスクすなわちロータの外周面と静止壁面との摩擦熱に起因するロータの熱曲がりのリスクを低減することができる。

[0062] (10) 幾つかの実施形態では、上記(1)乃至(9)の何れかに記載の回転機械において、

前記複数の静止フィン部は、第1静止フィン部（例えば上述の静止フィン部18a又は静止フィン部18b）と、前記第1静止フィン部より前記軸方

向における下流側に位置する第2静止フィン部（例えば上述の静止フィン部18b又は静止フィン部18c）と、前記第2静止フィン部より前記軸方向における下流側に位置する第3静止フィン部（例えば上述の静止フィン部18c又は静止フィン部18d）と、前記第3静止フィン部より下流側に位置する第4静止フィン部（例えば上述の静止フィン部18d又は静止フィン部18e）とを含み、

前記複数のホールは、前記軸方向における前記第1静止フィン部と前記第2静止フィン部との間の範囲に形成されたホール（例えば上述のホール161又はホール162）を含み、

前記シール本体部の前記内周面は、前記軸方向における前記第3静止フィン部と前記第4静止フィン部との間にホールが形成されていないホール不形成領域（例えば上述のホール不形成領域12a1又はホール不形成領域12a2）を含み、

前記回転機械は、前記軸方向における前記第3静止フィン部と前記第4静止フィン部との間の位置において前記ロータの前記外周面に設けられた第2ロータフィン部（例えば上述のロータフィン部20c又はロータフィン部20d）を含み、

前記第2ロータフィン部は前記周方向に沿って延在するとともに前記内周面の前記ホール不形成領域に向けて突出している。

[0063] 上記（10）に記載の回転機械によれば、シール本体部の内周面における軸方向の全ての静止フィンの間にホールを形成する場合と比較して、ホール不形成領域を設けるとともにホール不形成領域に向けて突出している第2ロータフィン部を設けることにより、ロータの外周面と静止壁面との隙間を流れる漏れ流れの流量を低減することができる。また、ホールが無い場合が無い場合と比較して、ロータの軸振動の減衰効果を高めてロータの高い軸安定性を実現することができる。

[0064] （11）幾つかの実施形態では、上記（1）乃至（10）の何れかに記載の回転機械において、

前記軸方向に沿った断面において、前記第 1 ロータフィン部の基端と前記第 1 ロータフィン部の先端とを結ぶ直線と、前記第 1 ロータフィン部に対応する前記ホールの内面における前記軸方向の上流側の壁面とが交差するように、前記第 1 ロータフィン部の各々が形成される。

[0065] 上記（11）に記載の回転機械によれば、軸方向に沿った断面において、ロータの外周面とシール本体部の内周面との隙間における軸方向の漏れ流れを、第 1 ロータフィン部によって転向させてホール内で周回させることができ、漏れ流れの流量を効果的に低減することができる。

符号の説明

- [0066] 2 回転機械
- 4 ロータ
- 4 a 外周面
- 6 ケーシング
- 8 ケーシング本体
- 8 a 内面
- 10 シール装置
- 12 シール本体部
- 12 a 内周面
- 12 a 1, 12 a 2 ホール不形成領域
- 12 b 外周面
- 16 ホール
- 16 a 内面
- 16 a 1 壁面
- 16 s 底面
- 18, 18 a, 18 b, 18 c, 18 d, 18 e 静止フィン部
- 20, 20 a, 20 b, 20 c, 20 d ロータフィン部
- L 直線
- P c 位置

d 1 , d 2 , d 3 , d 4 距離

g 隙間

r 回轉方向

w 寸法

請求の範囲

- [請求項1] ロータと、
- 前記ロータの外周面に対向する静止壁面である内周面と、前記内周面に形成された複数のホールとを含む環状のシール本体部と、
- 前記ロータの軸方向に間隔を空けて前記内周面に設けられた複数の静止フィン部と
- 前記ロータの前記外周面に設けられた少なくとも1つの第1ロータフィン部と、
- を備え、
- 前記複数の静止フィン部の各々は、前記ロータの周方向に沿って延在するとともに前記内周面から前記ロータの前記外周面に向けて突出し、
- 前記少なくとも1つの第1ロータフィン部の各々は、前記周方向に沿って延在するとともに前記ロータの前記外周面から前記ホールに向けて突出に向けて突出している、回転機械。
- [請求項2] 前記複数の静止フィン部の各々の厚さは、前記軸方向における前記ホールの寸法よりも小さい、請求項1に記載の回転機械。
- [請求項3] 前記複数の静止フィン部の少なくとも1つは、前記シール本体部の前記内周面における前記軸方向に隣り合う2つの前記ホールの間の位置に設けられた、請求項1に記載の回転機械。
- [請求項4] 前記第1ロータフィン部は、前記軸方向における前記ホールの中央の位置に設けられた、請求項1に記載の回転機械。
- [請求項5] 前記ホールにおける前記ロータの径方向に直交する断面の形状は円形である、請求項1に記載の回転機械。
- [請求項6] 前記ホールにおける前記ロータの径方向に直交する断面の形状は四角形である、請求項1に記載の回転機械。
- [請求項7] 前記複数の静止フィン部の少なくとも1つは、前記ロータの径方向における内側に向かうにつれて前記軸方向の上流側に向かうように傾

斜している、請求項 1 に記載の回転機械。

[請求項8] 前記第 1 ロータフィン部は、前記ロータの径方向における外側に向かうにつれて前記軸方向の上流側に向かうように傾斜している、請求項 1 に記載の回転機械。

[請求項9] 前記第 1 ロータフィン部の先端部は先細形状を有する、請求項 1 に記載の回転機械。

[請求項10] 前記複数の静止フィン部は、第 1 静止フィン部と、前記第 1 静止フィン部より前記軸方向における下流側に位置する第 2 静止フィン部と、前記第 2 静止フィン部より前記軸方向における下流側に位置する第 3 静止フィン部と、前記第 3 静止フィン部より下流側に位置する第 4 静止フィン部とを含み、

前記複数のホールは、前記軸方向における前記第 1 静止フィン部と前記第 2 静止フィン部との間の範囲に形成されたホールを含み、

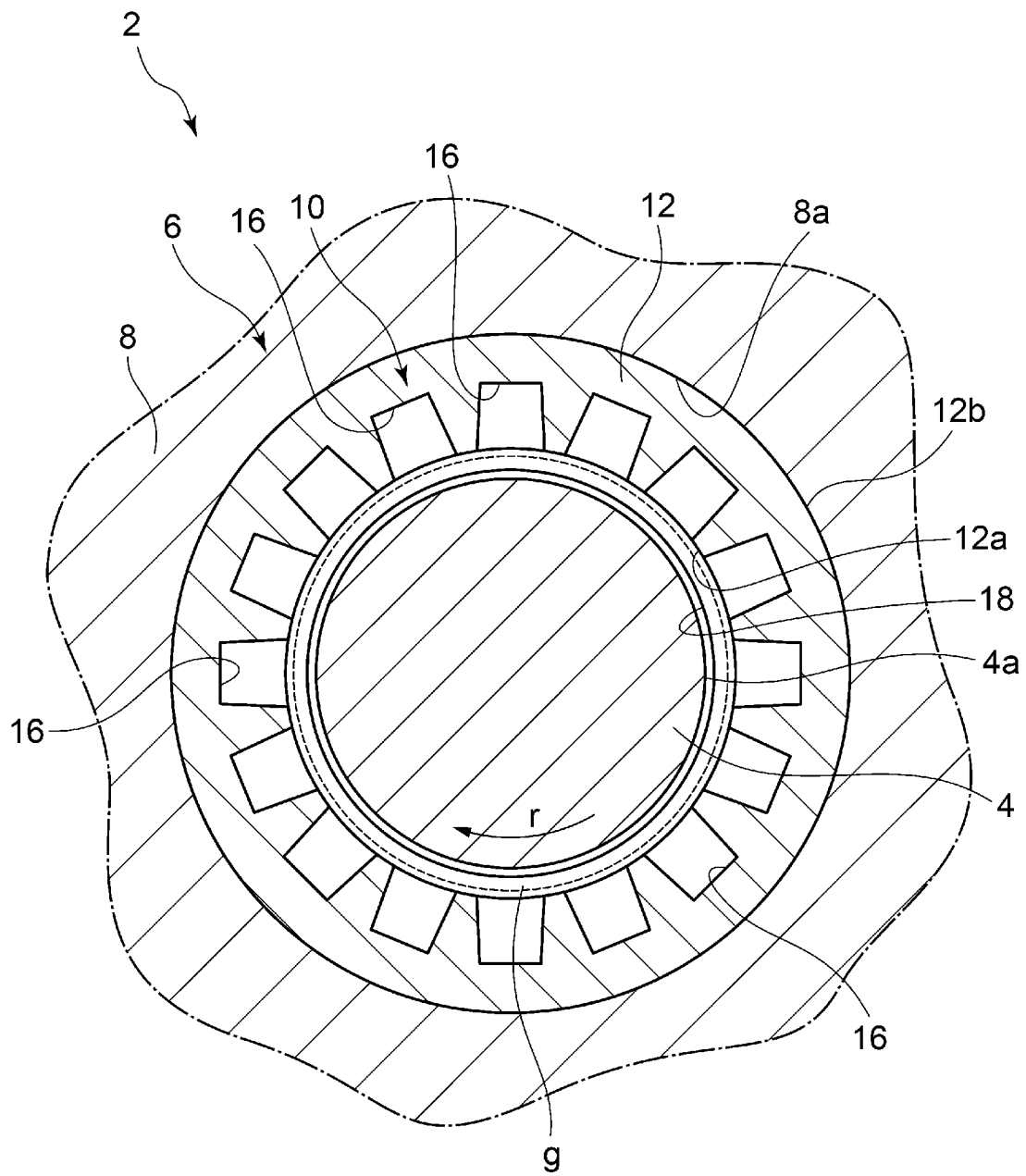
前記シール本体部の前記内周面は、前記軸方向における前記第 3 静止フィン部と前記第 4 静止フィン部との間にホールが形成されていないホール不形成領域を含み、

前記回転機械は、前記軸方向における前記第 3 静止フィン部と前記第 4 静止フィン部との間の位置において前記ロータの前記外周面に設けられた第 2 ロータフィン部を含み、

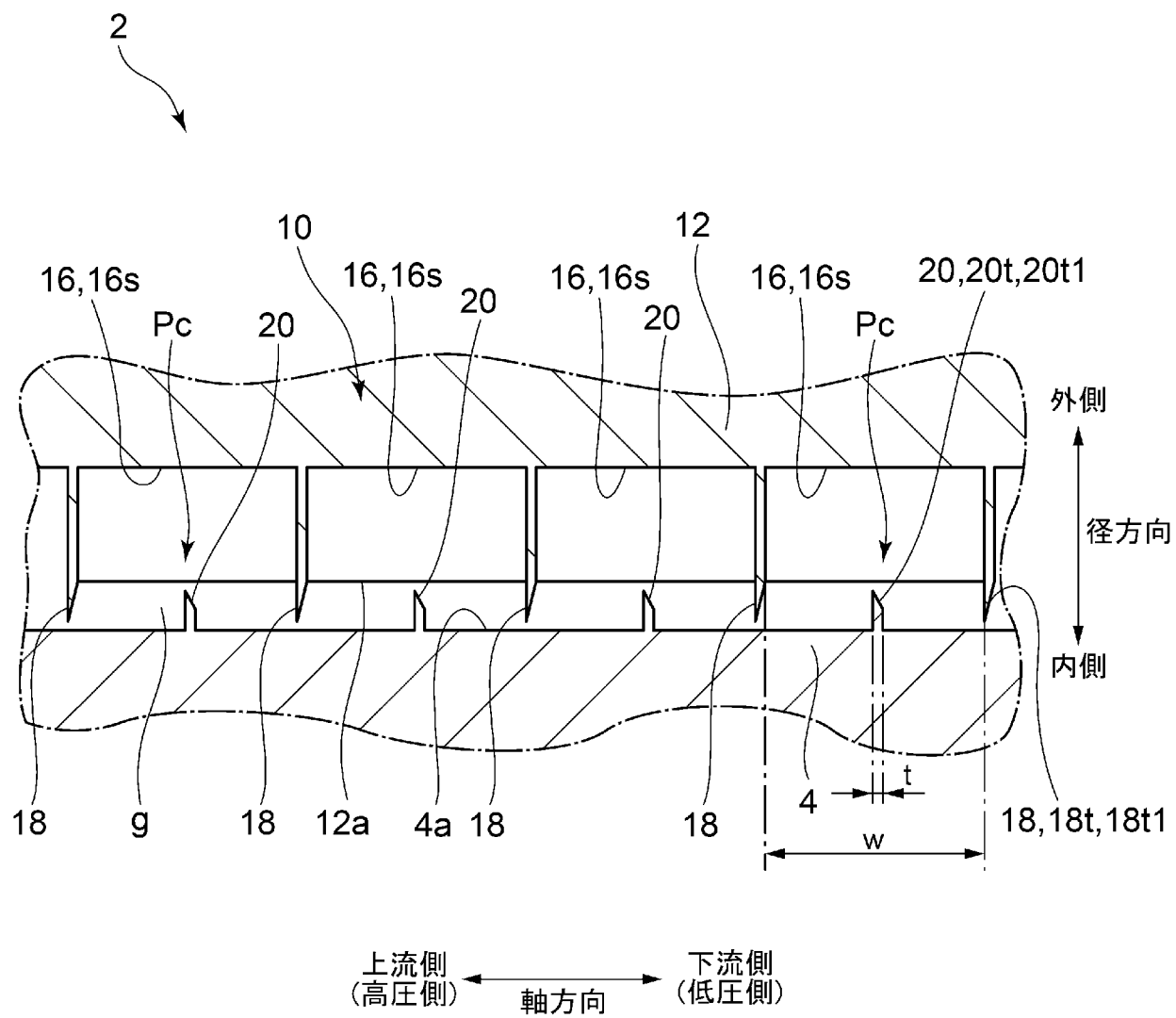
前記第 2 ロータフィン部は前記周方向に沿って延在するとともに前記内周面の前記ホール不形成領域に向けて突出している、請求項 1 に記載の回転機械。

[請求項11] 前記軸方向に沿った断面において、前記第 1 ロータフィン部の基端と前記第 1 ロータフィン部の先端とを結ぶ直線と、前記第 1 ロータフィン部に対応する前記ホールの内面における前記軸方向の上流側の壁面とが交差するように、前記第 1 ロータフィン部の各々が形成された、請求項 1 に記載の回転機械。

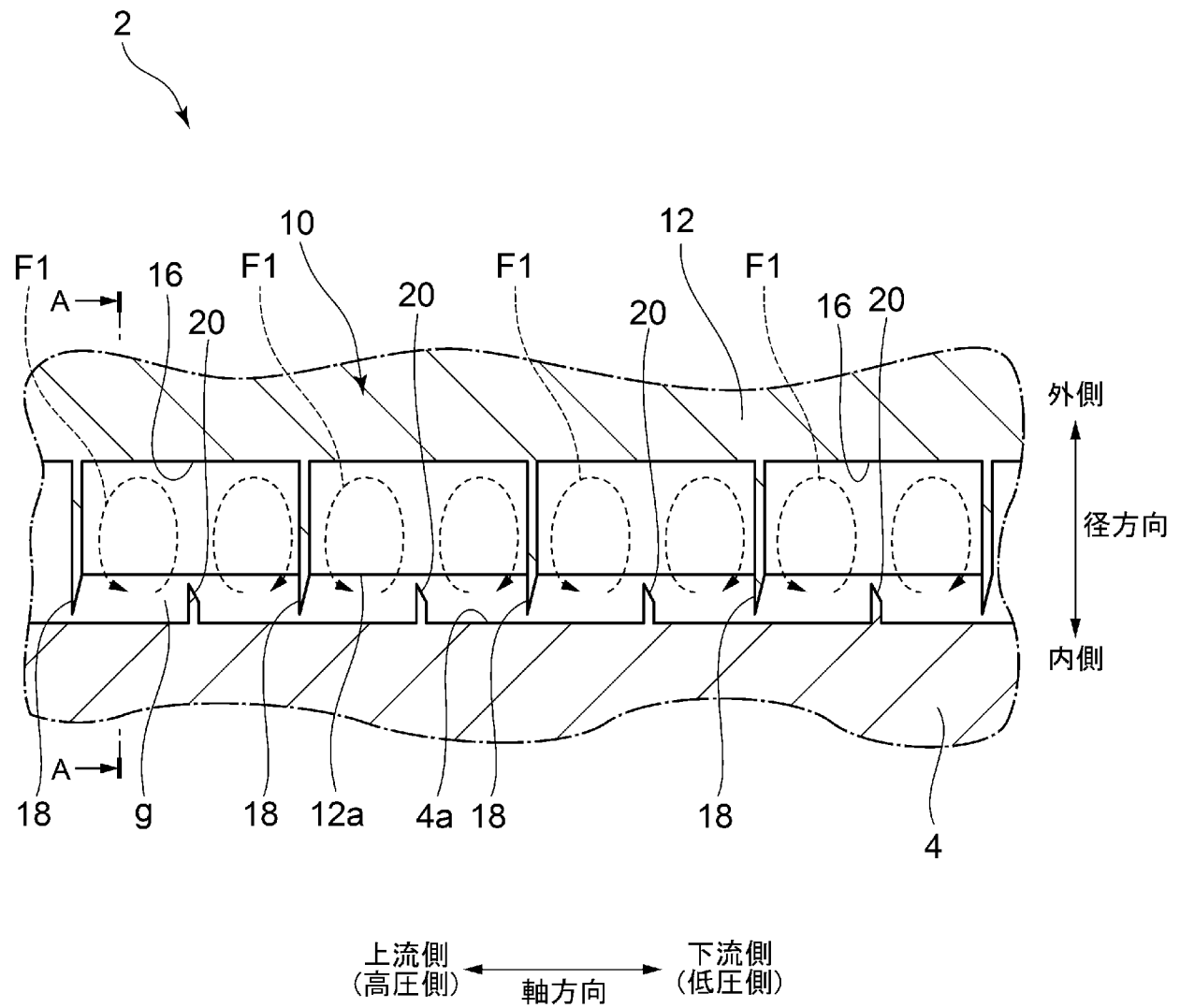
[図1]



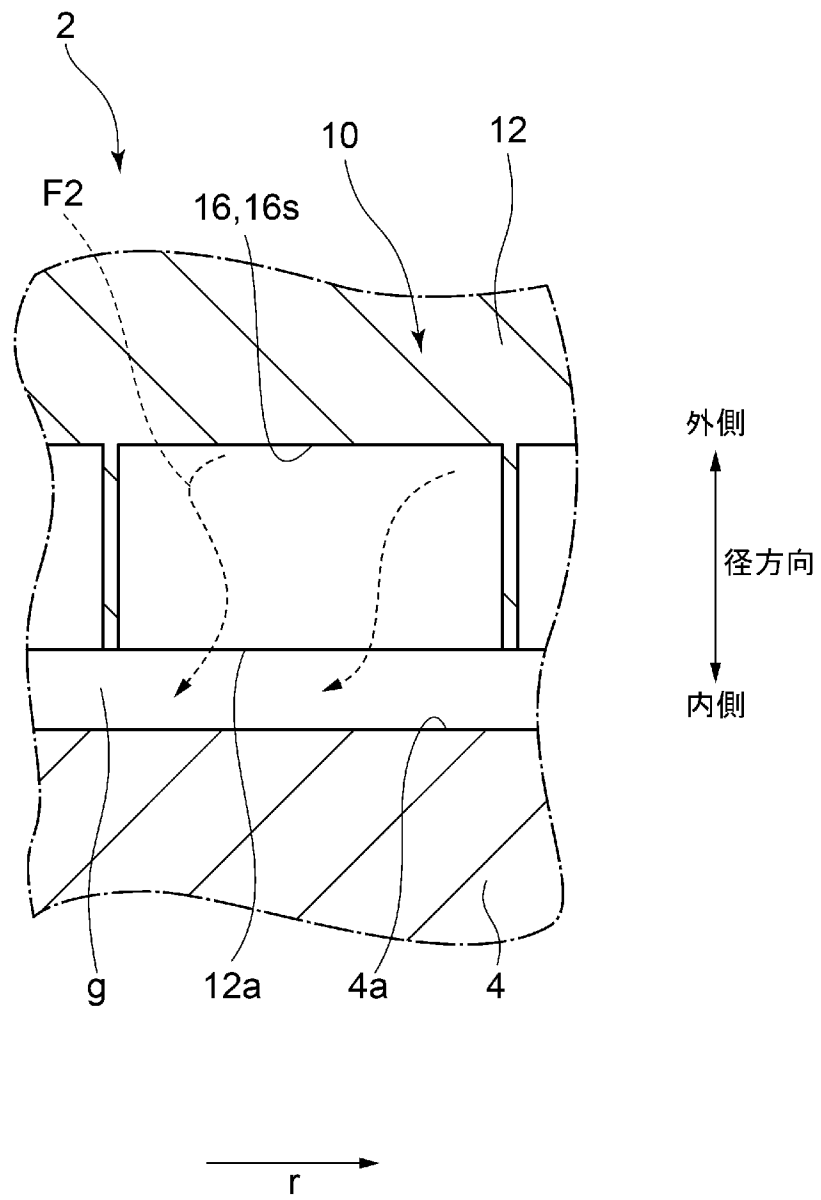
[図2]



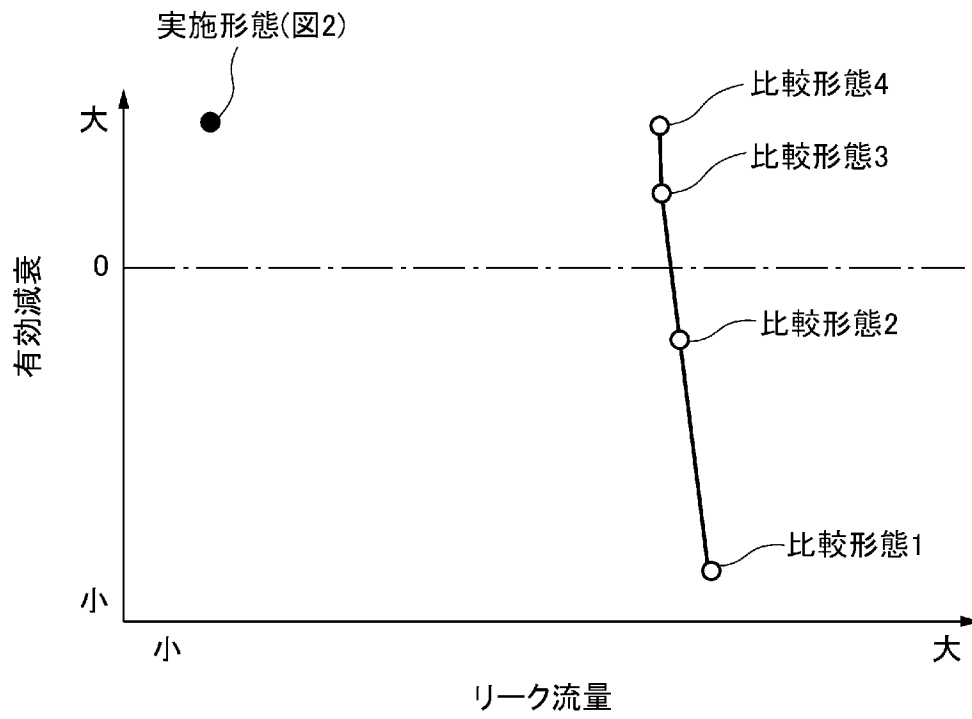
[図3]



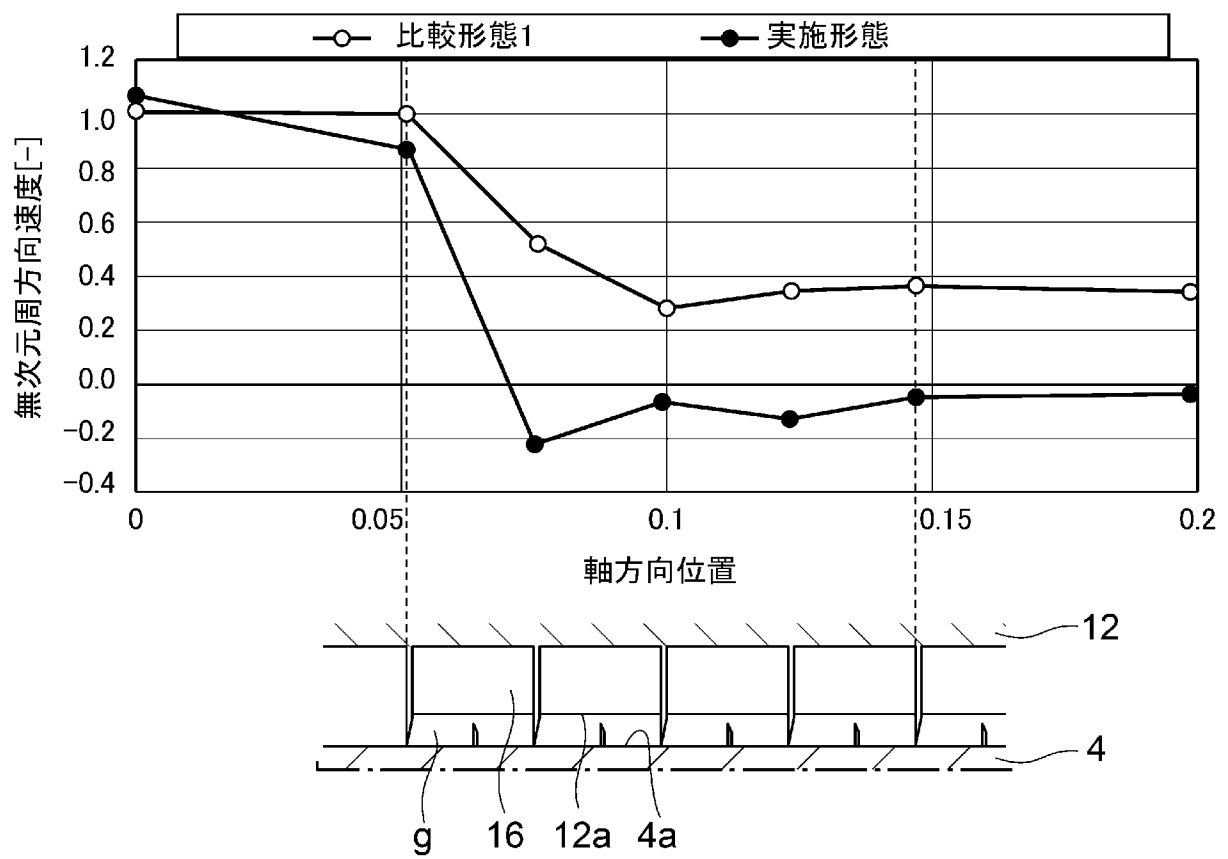
[図4]



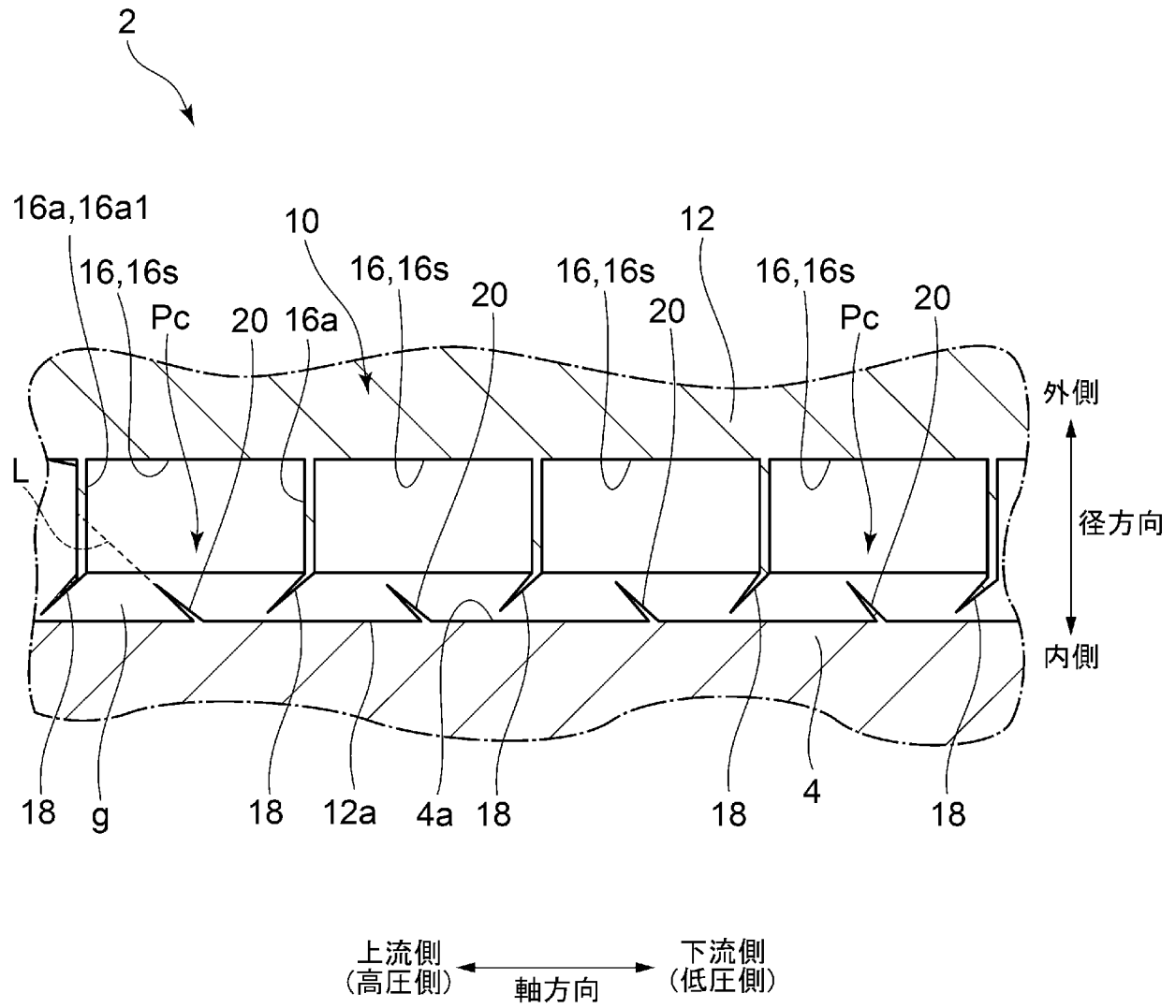
[図5]



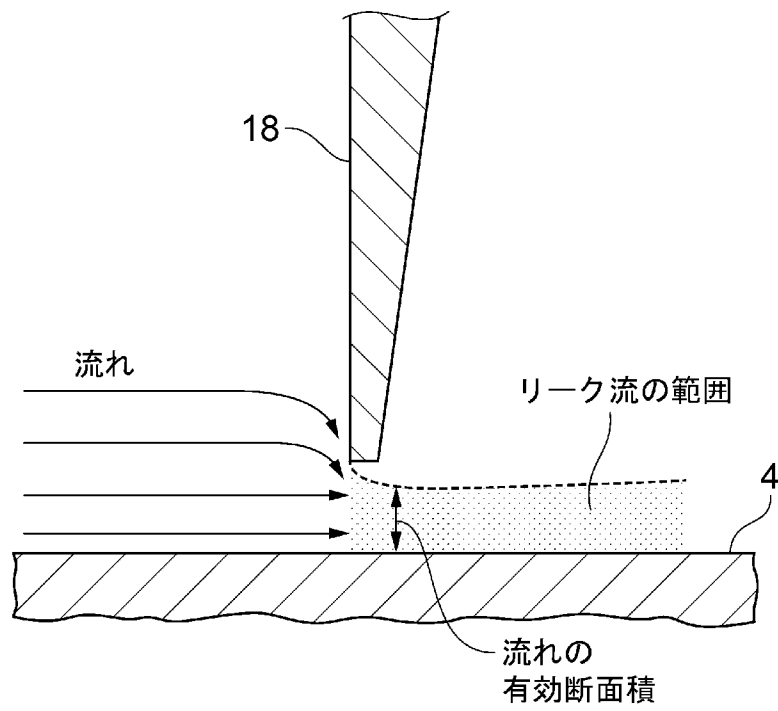
[図6]



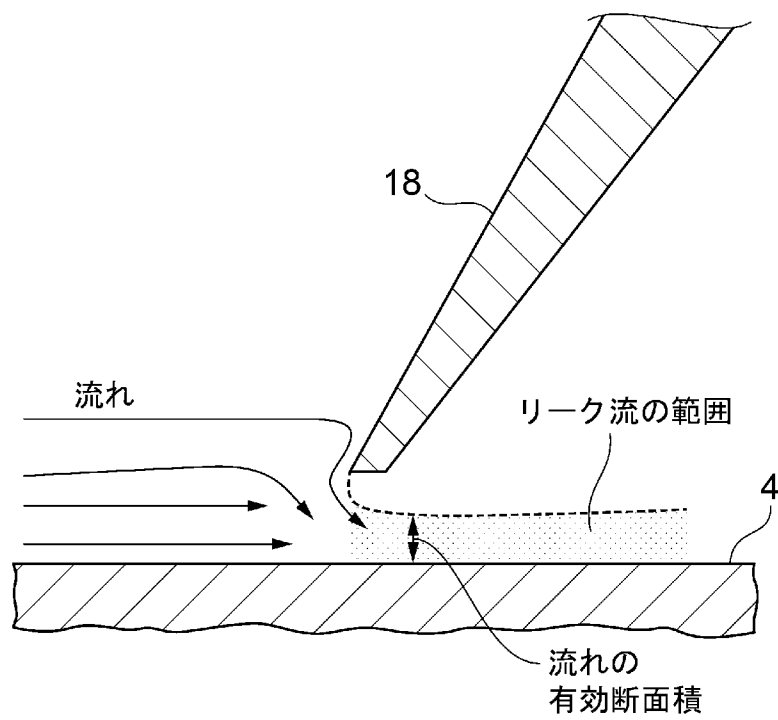
[図7]



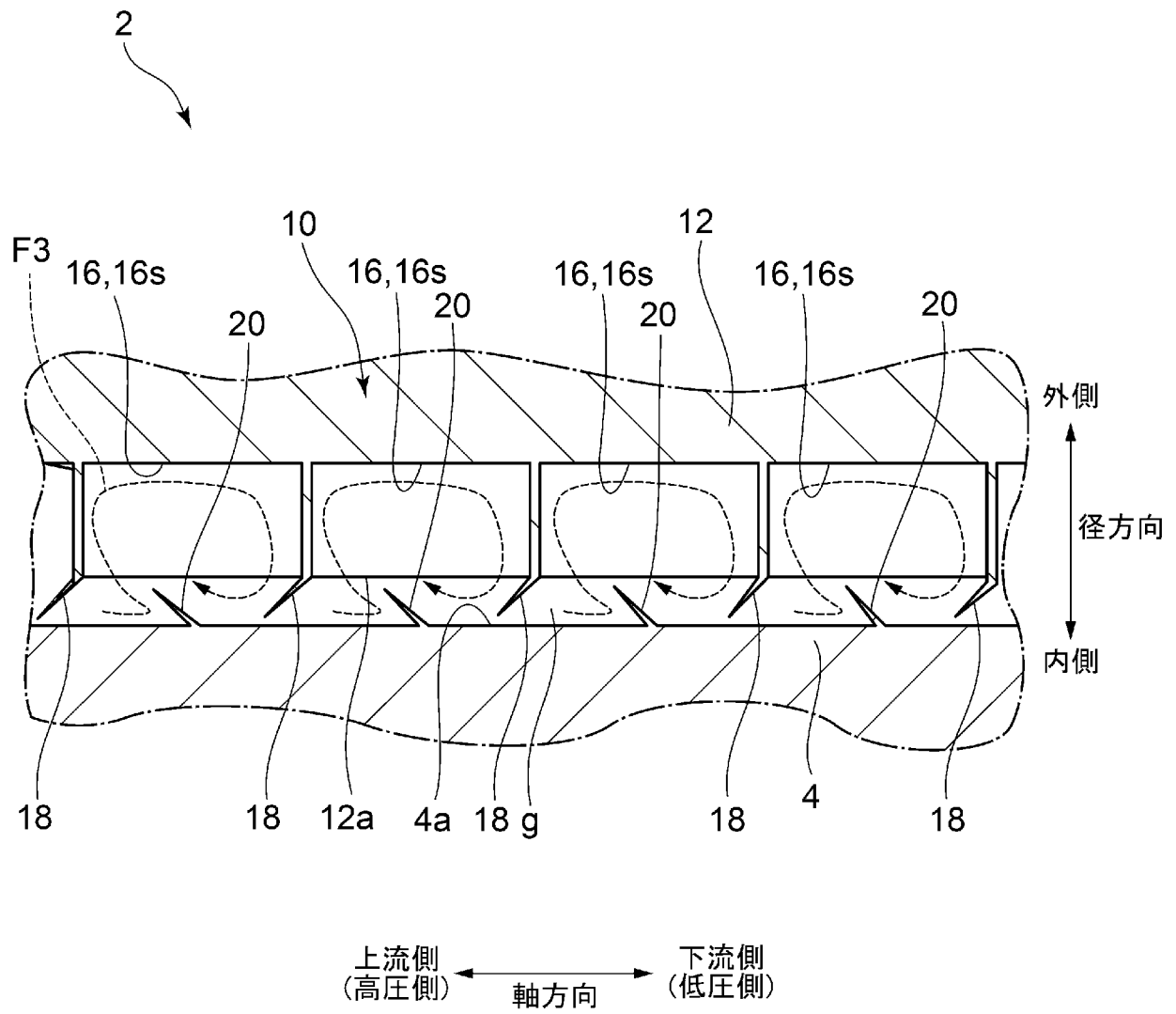
[図8A]



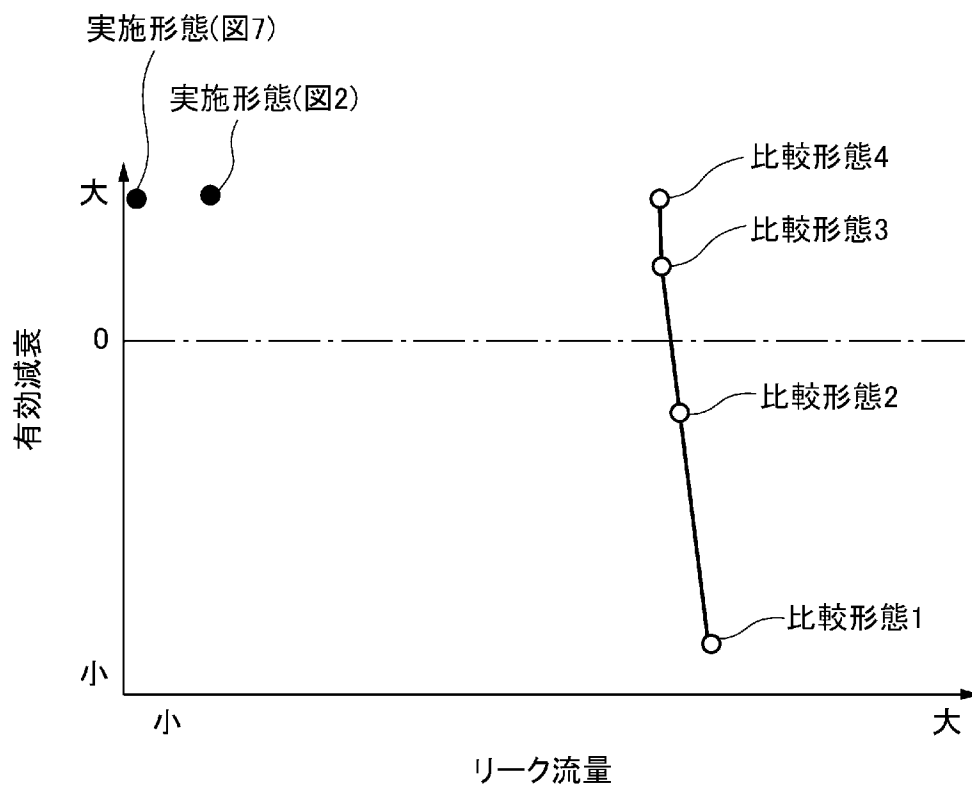
[図8B]



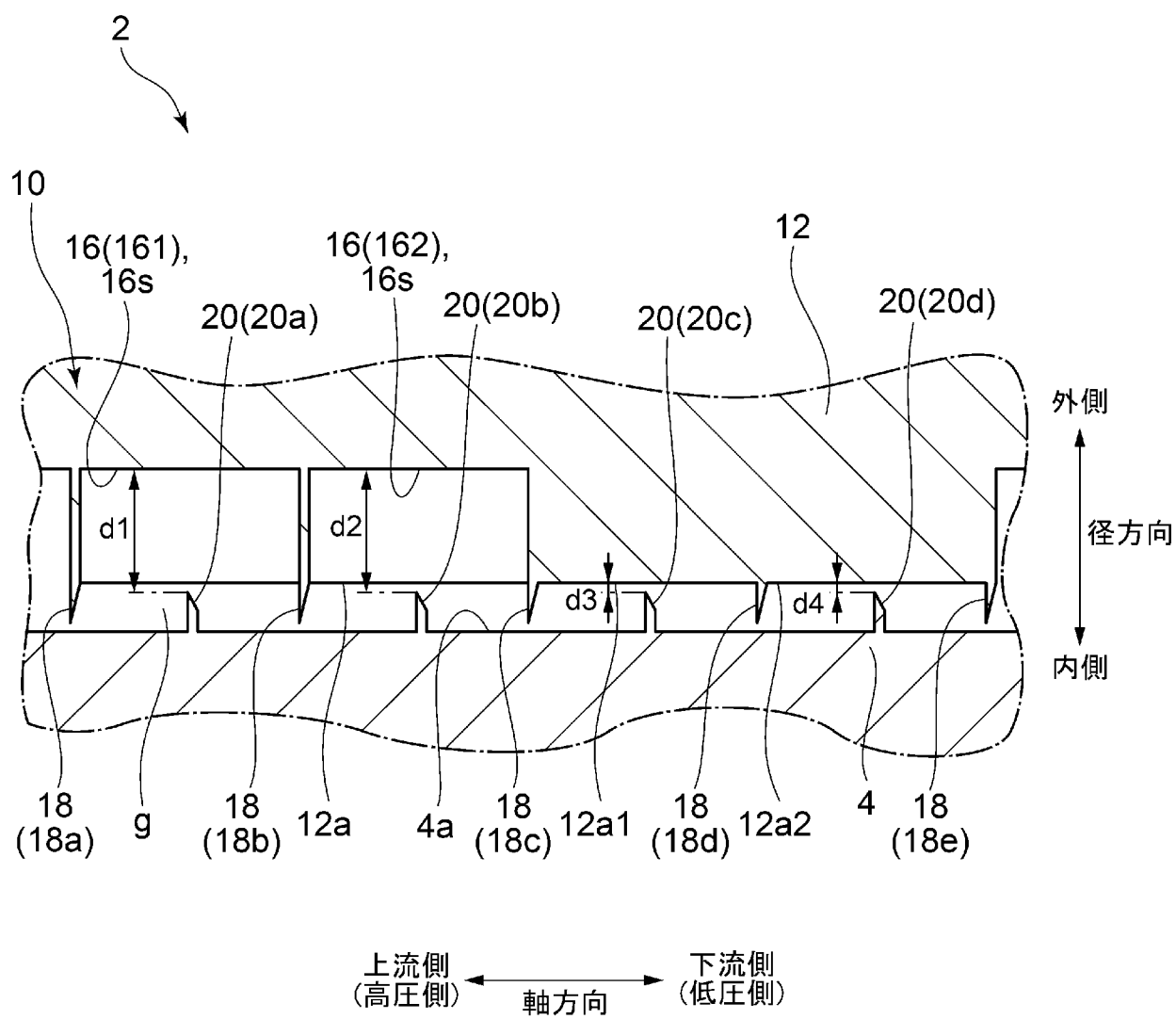
[図8C]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/020502

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER F04D 29/10 (2006.01)i; F01D 11/02 (2006.01)i; F01D 25/00 (2006.01)i; F04B 39/00 (2006.01)i; F16J 15/447 (2006.01)i FI: F04D29/10 A; F16J15/447; F04B39/00 104A; F01D11/02; F01D25/00 M 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) F04D29/10; F01D11/02; F01D25/00; F04B39/00; 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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 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 2016-153654 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES COMPRESSOR CORP.) 25 August 2016 (2016-08-25) paragraphs [0030]-[0039], fig. 3	1, 4-6, 9-11
Y		2-3, 7-8
Y	JP 2018-63006 A (KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO) 19 April 2018 (2018-04-19) paragraphs [0009]-[0047], [0094]-[0096], [0103]-[0107], fig. 2, 7, 10	2-3, 7-8
☐ 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 “D” document cited by the applicant in the international application “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 08 August 2024		Date of mailing of the international search report 27 August 2024
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/JP2024/020502

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2016-153654	A	25 August 2016	US	2015/0260294	A1	
				paragraphs [0061]-[0075], fig. 3			
				EP	2899405	A1	
				CN	104662305	A	

JP	2018-63006	A	19 April 2018	US	2019/0285183	A1	
				paragraphs [0026]-[0064], [0118]-[0122], [0131]-[0135], fig. 2, 7, 10			
				DE	112017005191	T5	
				KR	10-2019-0046970	A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

F04D 29/10(2006.01)i; F01D 11/02(2006.01)i; F01D 25/00(2006.01)i; F04B 39/00(2006.01)i;
F16J 15/447(2006.01)i
FI: F04D29/10 A; F16J15/447; F04B39/00 104A; F01D11/02; F01D25/00 M

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））

F04D29/10; F01D11/02; F01D25/00; F04B39/00; 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 1971-2024年
日本国実用新案登録公報 1996-2024年
日本国登録実用新案公報 1994-2024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 2016-153654 A（三菱重工コンプレッサ株式会社）25.08.2016（2016-08-25） 段落 [0030] - [0039]、図3	1、4 - 6、9 - 11
Y		2 - 3、7 - 8
Y	JP 2018-63006 A（株式会社神戸製鋼所）19.04.2018（2018-04-19） 段落 [0009] - [0047]、[0094] - [0096]、[0103] - [0107]、図2、7、10	2 - 3、7 - 8

☐ 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、一般的技术水準を示すもの
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“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 08.08.2024

国際調査報告の発送日 27.08.2024

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）

森 秀太 30 2551

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/JP2024/020502

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2016-153654 A	25.08.2016	US 2015/0260294 A1 段落 [0 0 6 1] - [0 0 7 5]、図 3 EP 2899405 A1 CN 104662305 A	
JP 2018-63006 A	19.04.2018	US 2019/0285183 A1 段落 [0 0 2 6] - [0 0 6 4]、[0 1 1 8] - [0 1 2 2]、[0 1 3 1] - [0 1 3 5]、図 2、7、1 0 DE 112017005191 T5 KR 10-2019-0046970 A	