

(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  
2011年9月22日(22.09.2011)

(10) 国際公開番号  
WO 2011/115073 A1

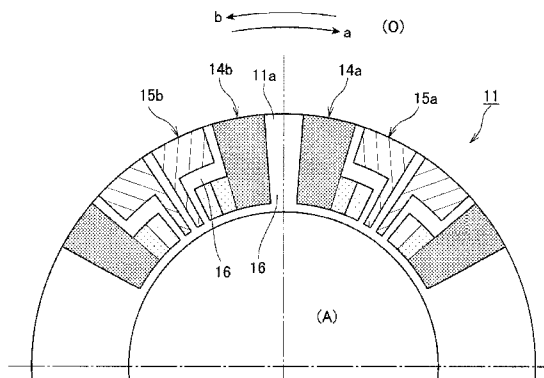
- (51) 国際特許分類:  
F16J 15/34 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/055966
- (22) 国際出願日: 2011年3月14日(14.03.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2010-057579 2010年3月15日(15.03.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について):  
イーグル工業株式会社 (Eagle Industry Co., Ltd.)  
[JP/JP]; 〒1058587 東京都港区芝大門1-12-15 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 細江 猛 (HOSOE Takeshi) [JP/JP]; 〒1058587 東京都港区芝大門1-12-15 イーグル工業株式会社内 Tokyo (JP). 井上 秀行 (INOUE Hideyuki) [JP/JP]; 〒1058587 東京都港区芝大門1-12-15 イーグル工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 世良和信, 外 (SERA Kazunobu et al.); 〒1030004 東京都中央区東日本橋3丁目4番10号 アクロポリス21ビル6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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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

[続葉有]

(54) Title: SLIDING MEMBER

(54) 発明の名称: 摺動部材

[図1]



(57) Abstract: Provided is a sliding member wherein it is possible to stabilize the sliding characteristics regardless of the rotational speed of a rotating shaft. Specifically, provided is an annular sliding member (11) which is used in a mechanical seal, is attached to a rotating shaft, and slidably comes into contact, by being applied with energizing force in the axial direction, with another annular sliding member attached to a housing, wherein the sliding surface (11a) which comes into contact with the other sliding member is formed from: a dynamic pressure generating groove (14) which guides a fluid to be sealed from a region (O) to be sealed to the side of a region (A) to not be sealed of the sliding surface (11a), and which generates dynamic pressure for resisting the energizing force by means of the relative flow of the fluid to be sealed generated by means of the rotation of the rotating shaft; and a concave-convex section (15) configured from a plurality of minute grooves which have a shallower depth than the dynamic pressure generating groove (14), and which extend in an oblique direction with respect to the sliding direction so as to guide the fluid to be sealed from the side of the region (O) to be sealed of the sliding surface (11a) to the side of the region (A) to not be sealed thereof.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/115073 A1



(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

---

回転軸の回転速度にかかわらず摺動特性を安定させることができる摺動部材を提供する。メカニカルシールに用いられる環状の摺動部材 11 であって、回転軸に取り付けられ、ハウジングに取り付けられた環状の他の摺動部材に対し、軸方向に付勢力を受けて摺動自在に当接する摺動部材 11 において、他の摺動部材との摺動面 11a に、密封対象流体を密封対象領域 (O) から摺動面 11a の非密封対象領域 (A) 側に導くとともに、回転軸の回転によって生じる密封対象流体の相対的な流動により付勢力に抗する動圧を発生させる動圧発生溝 14 と、動圧発生溝 14 よりも浅い溝であって、密封対象流体を摺動面 11a の密封対象領域 (O) 側から非密封対象領域 (A) 側に導くべく摺動方向に対して傾斜した方向に延びる複数の微小溝によって構成される凹凸部 15 と、が形成されたことを特徴とする。

## 明 細 書

**発明の名称**： 摺動部材

**技術分野**

[0001] 本発明は、メカニカルシールに用いられる摺動部材に関するものである。

**背景技術**

[0002] ポンプ等の軸封装置として用いられるメカニカルシールは、軸に固定された第1の摺動部材とハウジングに固定された第2の摺動部材とが、ばね等による軸方向の付勢力を受けて互いに密着するとともに、軸の回転によって互いに摺動する。そこで、摺動部材の摺動面に凹凸や溝等を設けることにより摺動特性を高めることが従来から行なわれている。

[0003] 例えば、特許文献1には、フェムト秒レーザー加工により、方向性を持った微細な凹凸を摺動部材の摺動面に形成し、摺動面に密封対象流体を流入し易くすることで潤滑性の向上を図ったメカニカルシールが記載されている。また、特許文献2には、摺動面に形成した溝により軸回転時に動圧を発生させ、摺動面により多くの密封対象流体を引き込むことで（密封対象流体による潤滑膜の形成）摺動抵抗の低減を図ったメカニカルシールが記載されている。

[0004] 摺動部材の摺動抵抗を緩和する動圧は、軸の回転速度がある程度高速にならないと発生しない。そのため、回転し始めから動圧が発生する回転速度に到達するまでの間は、十分な量の密封対象流体を摺動面間に介在させることができず、潤滑性が低下してしまう場合がある。このような状態になると、トルクが高くなり、焼き付き、振動、騒音等が発生し、摺動特定が不安定となってしまう。

**先行技術文献**

**特許文献**

[0005] 特許文献1：WO2009/087995

特許文献2：特開2006-022834号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

- [0006] 本発明は上記の従来技術の課題を解決するためになされたもので、その目的とするところは、回転軸の回転速度にかかわらず摺動特性を安定させることができる摺動部材を提供することにある。

### 課題を解決するための手段

- [0007] 上記目的を達成するために本発明における摺動部材は、ハウジングと該ハウジングを貫通する回転軸との間からの密封対象流体の漏れを抑制するメカニカルシールに用いられる環状の摺動部材であって、ハウジングまたは回転軸の一方に取り付けられ、ハウジングまたは回転軸の他方に取り付けられた環状の他の摺動部材に対し、軸方向に付勢力を受けて摺動自在に当接する摺動部材において、前記他の摺動部材との摺動面に、密封対象流体を密封対象領域から前記摺動面の非密封対象領域側に導くとともに、回転軸の回転によって生じる密封対象流体の相対的な流動により前記付勢力に抗する動圧を発生させる動圧発生溝と、前記動圧発生溝よりも浅い溝であって、密封対象流体を前記摺動面の密封対象領域側から非密封対象領域側に導くべく摺動方向に対して傾斜した方向に延びる複数の微小溝によって構成される凹凸部と、が形成されたことを特徴とする。
- [0008] 本発明によれば、低速時における摺動特性の向上を図ることができる。すなわち、動圧発生溝よりも浅い微小溝で構成された凹凸部は、回転軸の回転速度が低いときでも摩擦係数を低減させる効果を発揮することができる。したがって、回転軸の回転速度が動圧発生溝による動圧効果を得ることができる速度に達するまでの間は、凹凸部によって摺動面の潤滑性を高めることができる。また、回転軸の回転速度が上がり、動圧発生溝による動圧効果が発生すれば、高速時においても引き続き良好な潤滑性を保つことができる。
- [0009] 前記動圧発生溝と前記凹凸部は、近接して形成されているとよく、前記凹

凸部は、前記動圧発生溝に対し、密封対象流体の流動方向下流側に形成されているとさらによい。

[0010] このように、凹凸部における密封対象流体の流動方向上流側に、凹凸部を構成する微小溝よりも深い動圧発生溝が形成されていることで、凹凸部に導かれる密封対象流体の量を増大させることができる。

[0011] 通常、密封対象流体は、凹凸部において密封対象領域に近接した領域、すなわち、摺動部材において密封対象領域に面する周面側の領域から凹凸部へ流入することになる。本発明によれば、上記周面に近接した領域に加えて、動圧発生溝に近接した領域からも、密封対象流体の流入を図ることができる。

[0012] また、上述のように凹凸部への密封対象流体の流入領域を拡大することができるので、上記周面に近接した領域を減らしても、所望の流入量の確保が可能となる。したがって、凹凸部の周方向における形成範囲を小さくすることが可能となり、設計の自由度を高めることができる。特に、動圧発生溝や凹凸部を複数形成する場合において、より多くの動圧発生溝や凹凸部の形成が可能となる。

[0013] 前記動圧発生溝と前記凹凸部は、互いに隣接しているとよい。

[0014] これにより、密封対象流体が凹凸部へ流入し易くなり、低速時におけるさらなる潤滑性の向上を図ることができる。すなわち、回転始動直ぐに、隣接する動圧発生溝から密封対象流体が凹凸部へ導入され、したがって、回転始動時の最初から摺動面を他の摺動部材から引き離すように作用する浮力を生じさせることができる。

[0015] ここで、回転軸の回転方向が変わって密封対象流体の流動方向が逆向きになると、動圧発生溝と凹凸部は、それぞれ逆の効果を発揮する。すなわち、動圧発生溝は、動圧を発生させず、密封対象流体を摺動面の非密封対象領域側から密封対象領域に導くように作用する。また、回転軸の回転方向の変化により、凹凸部を構成する複数の微小溝の傾斜方向は、密封対象流体を摺動面の非密封対象領域側から密封対象領域側に導く方向に作用する。

- [0016] そこで、次の構成を採用すると好適である。
- [0017] すなわち、  
回転軸の一方の回転方向に対し、前記動圧を発生させる第 1 動圧発生溝と、  
、  
回転軸の一方の回転方向に対し、密封対象流体を前記摺動面の密封対象領域側から非密封対象領域側に導く第 1 凹凸部と、  
回転軸の他方の回転方向に対し、前記動圧を発生させる第 2 動圧発生溝と、  
、  
回転軸の他方の回転方向に対し、密封対象流体を前記摺動面の密封対象領域側から非密封対象領域側に導く第 2 凹凸部と、  
を備えるとよい。
- [0018] この構成によれば、回転軸の回転方向がいずれの場合でも潤滑性の向上効果を得ることができるとともに、密封対象流体の非密封対象領域への漏れを抑制しつつ潤滑性の向上を図ることができる。すなわち、回転軸が一方の回転方向の場合は、第 1 動圧発生溝及び第 1 凹凸部が動圧発生及び潤滑性向上の効果を発揮し、第 2 動圧発生溝及び第 2 凹凸部は、密封対象流体を摺動面から密封対象領域へ戻す効果を発揮する。また、回転軸が他方の回転方向の場合は、第 2 動圧発生溝及び第 2 凹凸部が動圧発生及び潤滑性向上の効果を発揮し、第 1 動圧発生溝及び第 1 凹凸部は、密封対象流体を摺動面から密封対象領域へ戻す効果を発揮する。これにより、回転軸の回転方向がいずれの場合であっても、摺動面への密封対象流体の積極的な導入を図りつつ、密封対象流体が摺動面に過度に導入されることによる非密封対象領域への漏れを抑制することができる。
- [0019] さらに、回転軸の一方の回転方向に対し、密封対象流体の流動方向の上流から下流に向かって、前記第 1 動圧発生溝、前記第 1 凹凸部、前記第 2 凹凸部、前記第 2 動圧発生溝の順に配置するとよい。
- [0020] この構成によれば、密封対象流体には、流動方向に沿って、摺動面への吸い込み、摺動面からの吐き出しの流れが形成される。

[0021] すなわち、回転軸が一方の回転方向に回転しているときには、第1動圧発生溝、第1凹凸部によって密封対象領域から摺動面へ密封対象流体を導入する吸い込み効果が生じた後、第2凹凸部、第2動圧発生溝によって摺動面から密封対象領域へ密封対象流体を戻す吐き出し効果が生じる流れが形成される。また、回転軸の回転方向が他方の回転方向に変わると、今度は、第2動圧発生溝、第2凹凸部によって密封対象流体の吸い込み効果が生じた後、第1凹凸部、第1動圧発生溝によって密封対象流体の吐き出し効果が生じる流れが形成される。

[0022] これにより、より効果的に、密封対象流体の非密封対象領域への漏れを抑制しつつ、潤滑性の向上を図ることができる。

### 発明の効果

[0023] 本発明によれば、軸の回転速度にかかわらず摺動特性を安定させることができる。

### 図面の簡単な説明

[0024] [図1]本発明の実施例に係る摺動部材の摺動面の構成を示す模式的平面図である。

[図2]本発明の実施例に係る動圧発生溝の構成を示す模式図である。

[図3]本発明の実施例に係る凹凸部の構成を示す模式的平面図である。

[図4]メカニカルシールの構成を示す模式的断面図である。

[図5]変形例に係る摺動部材の摺動面の構成を示す模式的平面図である。

[図6]変形例に係る動圧発生溝の構成を示す模式図である。

### 発明を実施するための形態

[0025] 以下に図面を参照して、この発明を実施するための形態を、実施例に基づいて例示的に詳しく説明する。ただし、この実施例に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対配置などは、特に特定の記載がない限りは、この発明の範囲をそれらのみ限定する趣旨のものではない。

[0026] (実施例)

本発明の実施例に係る摺動部材について、図1～図4を参照して説明する

。図1は、本実施例に係る摺動部材の摺動面の構成を示す模式的平面図である。図2は、本実施例に係る動圧発生溝の構成を示す模式図である。図3は、本実施例に係る凹凸部の構成を示す模式的平面図である。図4は、メカニカルシールの構成を示す模式的断面図である。図5は、変形例に係る摺動部材の摺動面の構成を示す模式的平面図である。図6は、変形例に係る動圧発生溝の構成を示す模式図である。

[0027] <メカニカルシールの構成>

まず、図4を参照して、本発明の実施例に係る摺動部材が用いられるメカニカルシールについて説明する。

[0028] メカニカルシール1は、ハウジング2と該ハウジング2を貫通する回転軸3との間から油等の密封対象流体が漏れ出るのを抑制するシール装置であり、ポンプや冷凍機等の種々の機器に適用可能である。

[0029] メカニカルシール1は、ハウジング2に取り付けられたメイティングリング（他の摺動部材）10と、回転軸3に取り付けられたシールリング（摺動部材）11と、を備える。メイティングリング10は、Oリングを介してハウジング2に封止嵌着されている。シールリング11は、スプリング等の弾性部材12を介して回転軸3に弾性的に保持されたリテーナ13にOリングを介して固定されている。

[0030] メイティングリング10とシールリング11は、軸に略垂直な環状端面（摺動面）10a、11aによって軸方向に互いに当接する。また、メイティングリング10とシールリング11の外周側はハウジング2内部である密封対象領域（O）に面し、内周側は大気側である非密封対象領域（A）に面している。

[0031] メイティングリング10とシールリング11は、弾性部材12による付勢力によって軸方向に互いに密封的に接触し、これにより、密封対象領域（O）に存在する密封対象流体が非密封対象領域（A）に漏れ出るのを抑制している。メイティングリング10とシールリング11は、環状の摺動面10a、11aがいずれもラッピング（表面研磨）等により鏡面加工を施されてお



り、回転軸 3 の回転時には摺動面 10 a、11 a が、互いに摺動することにより密封状態が維持される。

[0032] 摺動面 10 a、11 a 間には、密封対象流体あるいは密封対象流体とは別に潤滑油を使用する場合には潤滑油が保持されるように構成されており、これにより摺動抵抗や摩耗の低減が図られている。なお、本実施例では、密封対象流体とは別に潤滑油を使用する場合には、潤滑油も密封対象流体に含まれるものとする。

[0033] 回転軸 3 は、インバータによって回転数が制御される不図示のモータにより、両方向に回転可能に構成されている。また、回転軸 3 は、軸心に流通路 3 A が設けられるとともに、該流通路 3 A にパイプ 4 が貫通配置されている。

[0034] 密封対象流体は、パイプ 4 を介してハウジング 2 の内部（密封対象領域（O））に流入されるとともに、流通路 3 A を介してハウジング 2 内部から流出される。流通路 3 A とパイプ 4 の不図示の端部は、不図示の循環ユニットに連通しており、パイプ 4 に接続したポンプ装置により、所定圧力、所定温度に制御された密封対象流体がハウジング 2 内部と循環ユニットとの間を循環するように構成されている。

[0035] ハウジング 2 は、ベアリング 5 によって回転可能に保持された軸 6 に固着されている。これにより、ハウジング 2 は、回転軸 3 の回転時におけるメイトリングリング 10 とシールリング 11 との間の摺動抵抗（回転時の摩擦力）によって回転可能に構成されている。

[0036] <摺動部材の構成>

図 1～図 3 を参照して、本実施例に係る摺動部材の構成について説明する。

[0037] 図 1 に示すように、摺動部材としてのシールリング 11 は、環状の部材であり、摺動面 11 a に、動圧発生溝 14（14 a、14 b）と、複数の平行な微小溝で構成される凹凸部 15（15 a、15 b）と、がそれぞれ複数形成されている。シールリング 11 は、炭化ケイ素（SiC）からなる環状部

材であり、摺動面 11 a の表面は鏡面加工が施されている。なお、図 1 に示す矢印 a、b は、それぞれ、回転軸 3 が回転することによってシールリング 11 と密封対象流体との間に生じる相対的な密封対象流体の流動方向を示しており、回転軸 3 の回転方向とは逆方向となる。

[0038] 動圧発生溝 14 a、14 b 及び凹凸部 15 a、15 b は、それぞれにおいて有効な動圧発生効果や潤滑性向上効果を発揮することができる方向が決まっている。すなわち、動圧発生溝 14 a 及び凹凸部 15 a は、密封対象流体の流動方向が矢印 a の方向（時計回り）の場合（回転軸 3 の回転方向は矢印 b）、動圧発生溝 14 b 及び凹凸部 15 b は、密封対象流体の流動方向が矢印 b の方向（反時計回り）の場合（回転軸 3 の回転方向は矢印 a）に、それぞれ、所望の動圧発生、潤滑性向上を図ることが可能に構成されている。

[0039] なお、動圧発生溝 14 a、14 b 及び凹凸部 15 a、15 b の符号に関して、上記方向性を区別して説明する必要がない場合は、それぞれ 14、15 と表記する。

[0040] また、図 1 に示すように、動圧発生溝 14 及び凹凸部 15 は、方向性が一致するもの同士が隣接して配置され、それぞれが対をなしている。また、それぞれの対において、凹凸部 15 は、有効な流動方向における動圧発生溝 14 の下流側に配置される。このような動圧発生溝 14 及び凹凸部 15 による対は、方向性が異なる対が隣接するように、摺動面 11 a の全周にわたって等配されている。

[0041] また、図 1 に示すように、動圧発生溝 14 及び凹凸部 15 は、それぞれ隣接する動圧発生溝 14 又は凹凸部 15 に対して間隔を空けて設けられており、それらの間にランド部 16 が形成される。

[0042] なお、図 5 に示す変形例のように、方向性が一致し互いに対をなす動圧発生溝 14 と凹凸部 15 の間（すなわち、動圧発生溝 14 a と凹凸部 15 a との間、及び動圧発生溝 14 b と凹凸部 15 b との間）のランド部 16 は形成しなくてもよい。このように構成することで、凹凸部 15 a を構成する微小溝が密封対象領域（O）側に開口する領域を増やすことができる。したがっ

て、摺動面 1 1 a への密封対象流体の導入が促され、潤滑性向上効果を高めることができる。

[0043] <<動圧発生溝の構成>>

図 2 を参照して、動圧発生溝 1 4 の構成について説明する。なお、図 2 は、図面上側が動圧発生溝の平面図、図面下側が該平面図における A A ' 断面図である。

[0044] 図 2 の上側図に示すように、動圧発生溝 1 4 は、摺動面 1 1 a の外周側端部から内周側に向かって略径方向に延びるとともに、その先端が折れ曲がって略周方向に延びる略鉤状（L 字状）の溝である。動圧発生溝 1 4 は、シールリング 1 1 の外周面で密封対象領域（O）に開口しており、密封対象領域（O）に存在する密封対象流体を溝内に引き込みやすく構成されている。

[0045] 図 2 の下側図に示すように、動圧発生溝 1 4 の深さ（摺動面 1 1 a からの軸方向の距離）は、周方向に延びる部分において、摺動方向（摺動面 1 1 a の周方向）に沿って、徐々に変化する。具体的には、動圧発生溝 1 4 の深さは、それぞれの有効な流動方向に沿って徐々に浅くなるように構成されている。すなわち、動圧発生溝 1 4 a は、矢印 a 方向に沿って徐々に浅くなり、動圧発生溝 1 4 b は、矢印 b 方向に沿って徐々に浅くなる。

[0046] 動圧発生溝 1 4 とこれに対向するメイティングリング 1 0 の摺動面 1 0 a との間のスペースは、密封対象領域（O）から溝内に引き込まれた密封対象流体の進路を進むにしたがって徐々に狭くなる。密封対象流体が徐々に狭くなるスペースを進むことで、メイティングリング 1 0 とシールリング 1 1 とを互いに引き離す（すなわち、弾性部材 1 2 の付勢力に抗する）ように作用する動圧が発生する。これにより、摺動面 1 0 a、1 1 a 間に密封対象流体による潤滑膜が形成され易くなり、摺動特性が向上される。

[0047] 動圧発生溝 1 4 は、鏡面加工された摺動面 1 1 a に、Y V O 4 レーザやサンドブラスト等による微細加工を施すことにより形成することができる。また、製品サイズによっては、切削によって形成してもよい。本実施例に係るシールリング 1 1 では、最深部における深さが略 1 0 μ m となるように動圧

発生溝 14 を形成している。

[0048] なお、図 6 に示す変形例のように、動圧発生溝 14 は、溝の深さを図 2 に示すようにステップ状に変化させるのではなく、溝底を摺動面 11a に対して傾斜した面で構成し、溝の深さを直線的に変化する構成としてもよい。あるいは、角度の異なる複数の傾斜面を組み合わせたり、溝底面を曲面で構成し曲線状に変化させてもよい。

[0049] <<凹凸部の構成>>

図 3 を参照して、凹凸部 15 の構成について説明する。

[0050] 図 3 に示すように、凹凸部 15 は、有効な流動方向における動圧発生溝 14 の下流側の領域に形成されており、外周側は外周端部まで達し、内周側は内周端部手前まで広がっている。凹凸部 15 は、一定のピッチで互いに平行に延びる複数の微小溝によって構成される周期構造である。

[0051] 本実施例における凹凸部 15 は、深さが約  $0.18 \mu\text{m}$  の微小溝を約  $0.75 \mu\text{m}$  のピッチで形成した構成となっており、動圧発生溝 14 と比べて非常に微細な構造である。

[0052] 図 3 に示すように、微小溝は、図中に破線で示す摺動方向に沿った円弧軌跡の接線に対して角度  $\alpha$  をなす方向に延びている。微小溝の延びる方向は、密封対象流体が流動するにしたがって密封対象領域 (O) 側から徐々に非密封対象領域 (A) 側に向かう流れが形成される方向となっている。

[0053] すなわち、図 3 に示す凹凸部 15b の例では、b 方向に流動する密封対象流体が、シールリング 11 の外周側から徐々に内周側に導かれるように、微小溝が延びている。本実施例では、凹凸部 15a、15b それぞれにおいて微小溝が  $\pm 45^\circ$  の角度で摺動方向に対して傾斜している。

[0054] 以上のような凹凸部 15 を形成することにより、摺動面 10a、11a 間に密封対象流体が引き込まれ易くなり、摺動面 10a、11a 間の潤滑性が向上される。

[0055] 本実施例では、凹凸部 15 をフェムト秒レーザを用いて形成している。すなわち、加工しきい値近傍の照射強度で直線偏光のレーザを基板に照射した

ときに、入射光と基板の表面に沿った散乱光又はプラズマ光の干渉により、波長オーダーのピッチと溝深さを持つグレーティング状の周期構造が偏光方向に直交して自己組織的に形成される現象を利用した加工方法である。フェムト秒レーザを利用した加工方法は、特許文献 1 等にも開示されているように公知の加工方法であり、詳細な説明は省略する。

[0056] 本実施例におけるフェムト秒レーザの加工条件は、レーザとしてチタンサファイアレーザを使用し、パルス幅を  $120\text{ fs}$ 、中心波長を  $800\text{ nm}$ 、繰り返し周波数を  $1\text{ kHz}$  としている。かかる加工条件により、上述した角度  $\alpha$  が  $\pm 45^\circ$ 、ピッチが約  $0.75\text{ }\mu\text{m}$ 、深さが約  $0.18\text{ }\mu\text{m}$  の周期構造を形成した。

[0057] なお、凹凸部 15 の加工方法としては、フェムト秒レーザによる加工方法に限定されるものではない。メカニカルシールの潤滑性向上、漏れ低減に有効なサブミクロンオーダーの深さの凹凸（溝）形成が可能な方法であれば、他の方法も適宜採用してよい。

[0058] <本実施例の優れた点>

本実施例によれば、低速時における摺動特性の向上を図ることができる。動圧発生溝 14 よりも浅い微小溝で構成された凹凸部 15 は、回転軸 3 の回転速度が低いときでも摩擦係数を低減させる効果を発揮することができる。したがって、回転軸 3 の回転速度が動圧発生溝 14 による動圧効果を得ることができる速度に達するまでの間は、凹凸部 15 によって摺動面 11a の潤滑性を高めることができる。また、回転軸 3 の回転速度が上がり、動圧発生溝 14 による動圧効果が発生すれば、高速時においても引き続き良好な潤滑性を保つことができる。

[0059] また、本実施例によれば、凹凸部 15 を、動圧発生溝 14 に対し、密封対象流体の流動方向下流側に近接して形成することにより、凹凸部 15 による潤滑性の向上を図ることができる。すなわち、凹凸部 15 における密封対象流体の流動方向上流側に、凹凸部 15 を構成する微小溝よりも深い動圧発生溝 14 が形成されていることで、凹凸部 15 に導かれる密封対象流体の量を

増大させることができる。

- [0060] 通常、密封対象流体は、凹凸部 15 において密封対象領域 (O) に近接する領域、すなわち、摺動面 11 a におけるシールリング 11 外周面側の領域から凹凸部 15 へ流入することになる。本実施例によれば、シールリング 11 外周面に近接する領域に加えて、動圧発生溝 14 に近接する領域からも、密封対象流体の流入を図ることができる。
- [0061] また、上述のように、動圧発生溝 14 に近接した領域を設けることにより凹凸部 15 への密封対象流体の流入領域を拡大することができるので、シールリング 11 外周面に近接する領域の範囲を減らしても、所望の流入量を確保することが可能となる。したがって、凹凸部 15 の周方向における形成範囲を小さくすることが可能となり、設計の自由度を高めることができる。特に、動圧発生溝 14 や凹凸部 15 を複数形成する場合において、より多くの動圧発生溝 14 や凹凸部 15 の形成が可能となり有利である。
- [0062] また、図 5 に示すように、動圧発生溝 14 と凹凸部 15 を、互いに隣接して設ければ、密封対象流体が凹凸部 15 へ流入し易くなり、低速時におけるさらなる潤滑性の向上を図ることができる。すなわち、回転始動直ぐに、動圧発生溝 14 から密封対象流体が凹凸部 15 へ導入され、したがって、回転始動時の最初から摺動面 11 a をメイティングリング 10 の摺動面 10 a から引き離すように作用する浮力を生じさせることができる。
- [0063] ここで、回転軸 3 の回転方向が変わって密封対象流体の流動方向が逆向きになると、動圧発生溝 14 と凹凸部 15 は、それぞれ逆の効果を発揮する。すなわち、動圧発生溝 14 は、動圧を発生させず、密封対象流体を摺動面 11 a の非密封対象領域 (A) 側から密封対象領域 (O) に導くように作用する。また、回転軸 3 の回転方向の変化により、凹凸部 15 を構成する複数の微小溝の傾斜方向は、密封対象流体を摺動面 11 a の非密封対象領域 (A) 側から密封対象領域 (O) 側に導く方向に作用する。
- [0064] 本実施例では、回転軸 3 の回転方向が矢印 b の場合にそれぞれ動圧を生じる動圧発生溝 14 a 及び凹凸部 15 a (第 1 動圧発生溝及び第 1 凹凸部) と、

回転軸 3 の回転方向が矢印 a の場合にそれぞれ動圧を生じる動圧発生溝 1 4 b 及び凹凸部 1 5 b（第 2 動圧発生溝及び第 2 凹凸部）と、を備えるようにした。これにより、回転軸 3 の回転方向がいずれの場合であっても、摺動面 1 1 a への密封対象流体の積極的な導入を図りつつ、密封対象流体が摺動面 1 1 a に過度に導入されることによる非密封対象領域（A）への漏れを抑制することができる。

[0065] さらに、本実施例では、回転軸 3 の一方の回転方向に対して、密封対象流体の流動方向の上流から下流に向かって、第 1 動圧発生溝、第 1 凹凸部、第 2 凹凸部、第 2 動圧発生溝の順となるように配置した構成となっている。すなわち、回転軸 3 の回転方向が矢印 b の場合（密封対象流体の流動方向は矢印 a）には、動圧発生溝 1 4 a、凹凸部 1 5 a、凹凸部 1 5 b、動圧発生溝 1 4 b であり、矢印 a の場合（密封対象流体の流動方向は矢印 b）には、動圧発生溝 1 4 b、凹凸部 1 5 b、凹凸部 1 5 a、動圧発生溝 1 4 a である。

[0066] この構成によれば、密封対象流体には、流動方向に沿って、摺動面 1 1 a への吸い込み、摺動面 1 1 a からの吐き出しの流れが形成される。特に、吐き出しの流れの形成において、溝の浅い凹凸部 1 5 の隣に溝の深い動圧発生溝 1 4 を配置したことにより、密封対象流体が吐き出され易くなっている（回転軸 3 が低速で凹凸部 1 5 が圧力を発生させる速度領域において、動圧発生溝 1 4 は吐出用の溝として機能する）。これにより、より効果的に、密封対象流体の非密封対象領域（A）への漏れを抑制しつつ、潤滑性の向上を図ることができる。

[0067] <その他>

上記実施例では、シールリング 1 1 を本発明における摺動部材とし、メイトリング 1 0 を本発明における他の摺動部材としているが、メイトリング 1 0 を本発明における摺動部材とし、シールリング 1 1 を本発明における他の摺動部材として適用してもよい。すなわち、メイトリング 1 0 の摺動面 1 0 a に動圧発生溝 1 4 と凹凸部 1 5 を形成する構成であってもよい。

[0068] 上記実施例では、図4に示すように、シールリング11の摺動面11aは、メイティングリング10の摺動面10aよりも小さく形成されており、摺動面11aの全面が摺動面10aに接触する構成となっている。本発明における摺動部材を、メイティングリング10として適用する場合、摺動面10aのうち摺動面11aとの接触領域内において、動圧発生溝14と凹凸部15を上述のように構成するとよい。また、この場合、動圧発生溝14及び凹凸部15は、摺動面10aの外周端部まで延ばす必要はなく、摺動面11aとの接触領域を越えて密封対象領域(O)に開口する位置まで延びていればよい。

### 符号の説明

- [0069]
- 1   メカニカルシール
  - 10  メイティングリング
  - 11  シールリング
  - 12  弾性部材
  - 13  リテーナ
  - 14  動圧発生溝
  - 15  凹凸部
  - 16  ランド部
  - 2   ハウジング
  - 3   回転軸
  - 4   パイプ
  - 5   ベアリング
  - 6   軸



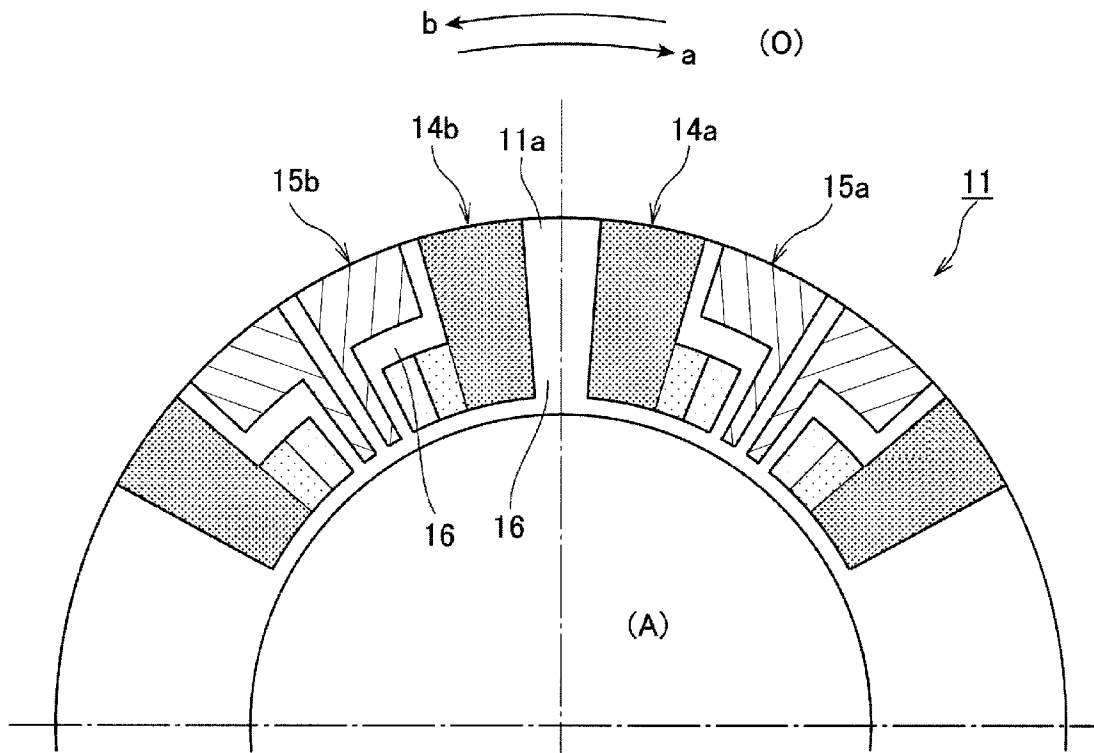
## 請求の範囲

- [請求項1]       ハウジングと該ハウジングを貫通する回転軸との間からの密封対象流体の漏れを抑制するメカニカルシールに用いられる環状の摺動部材であって、
- ハウジングまたは回転軸の一方に取り付けられ、
- ハウジングまたは回転軸の他方に取り付けられた環状の他の摺動部材に対し、軸方向に付勢力を受けて摺動自在に当接する摺動部材において、
- 前記他の摺動部材との摺動面に、
- 密封対象流体を密封対象領域から前記摺動面の非密封対象領域側に導くとともに、回転軸の回転によって生じる密封対象流体の相対的な流動により前記付勢力に抗する動圧を発生させる動圧発生溝と、
- 前記動圧発生溝よりも浅い溝であって、密封対象流体を前記摺動面の密封対象領域側から非密封対象領域側に導くべく摺動方向に対して傾斜した方向に延びる複数の微小溝によって構成される凹凸部と、
- が形成されたことを特徴とする摺動部材。
- [請求項2]       前記動圧発生溝と前記凹凸部は、近接して形成されていることを特徴とする請求項1に記載の摺動部材。
- [請求項3]       前記凹凸部は、前記動圧発生溝に対し、密封対象流体の流動方向下流側に形成されていることを特徴とする請求項2に記載の摺動部材。
- [請求項4]       前記動圧発生溝と前記凹凸部は、互いに隣接していることを特徴とする請求項2または3に記載の摺動部材。
- [請求項5]       回転軸の一方の回転方向に対し、前記動圧を発生させる第1動圧発生溝と、
- 回転軸の一方の回転方向に対し、密封対象流体を前記摺動面の密封対象領域側から非密封対象領域側に導く第1凹凸部と、
- 回転軸の他方の回転方向に対し、前記動圧を発生させる第2動圧発生溝と、

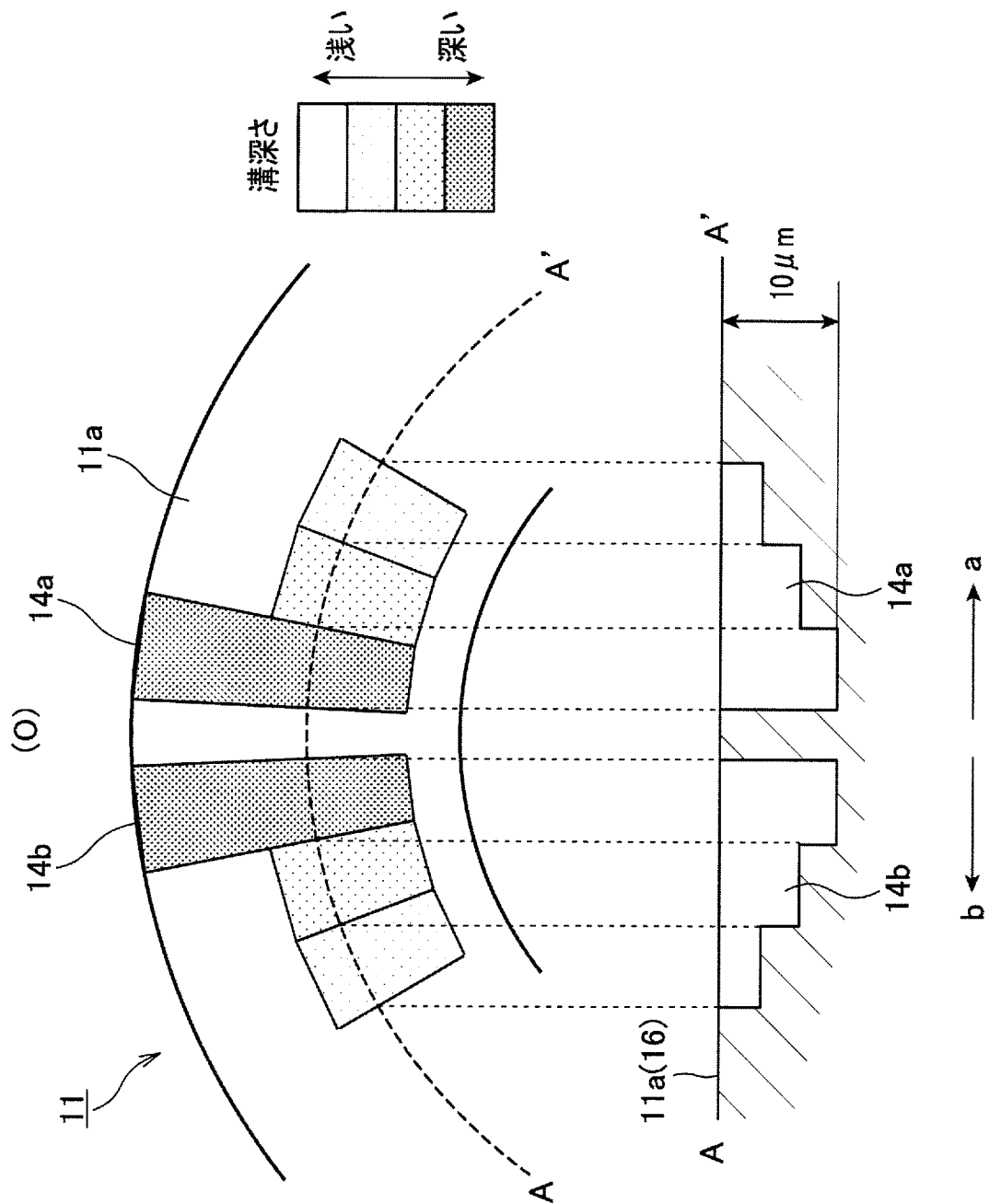
回転軸の他方の回転方向に対し、密封対象流体を前記摺動面の密封対象領域側から非密封対象領域側に導く第2凹凸部と、  
を備えることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載の摺動部材。

[請求項6] 回転軸の一方の回転方向に対し、密封対象流体の流動方向の上流から下流に向かって、前記第1動圧発生溝、前記第1凹凸部、前記第2凹凸部、前記第2動圧発生溝の順に配置することを特徴とする請求項5に記載の摺動部材。

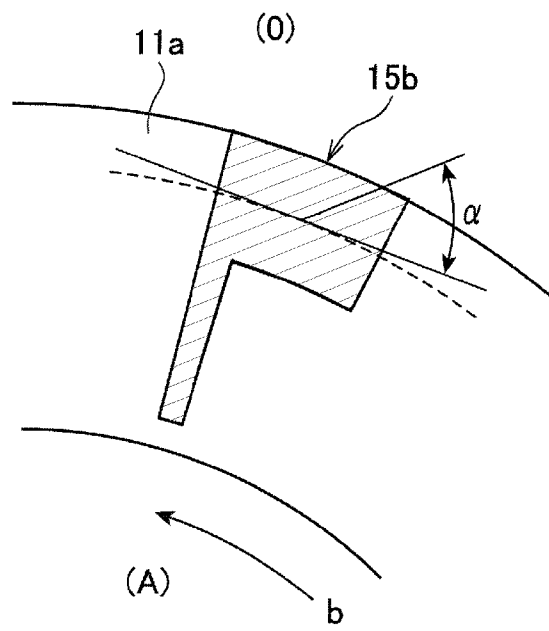
[図1]



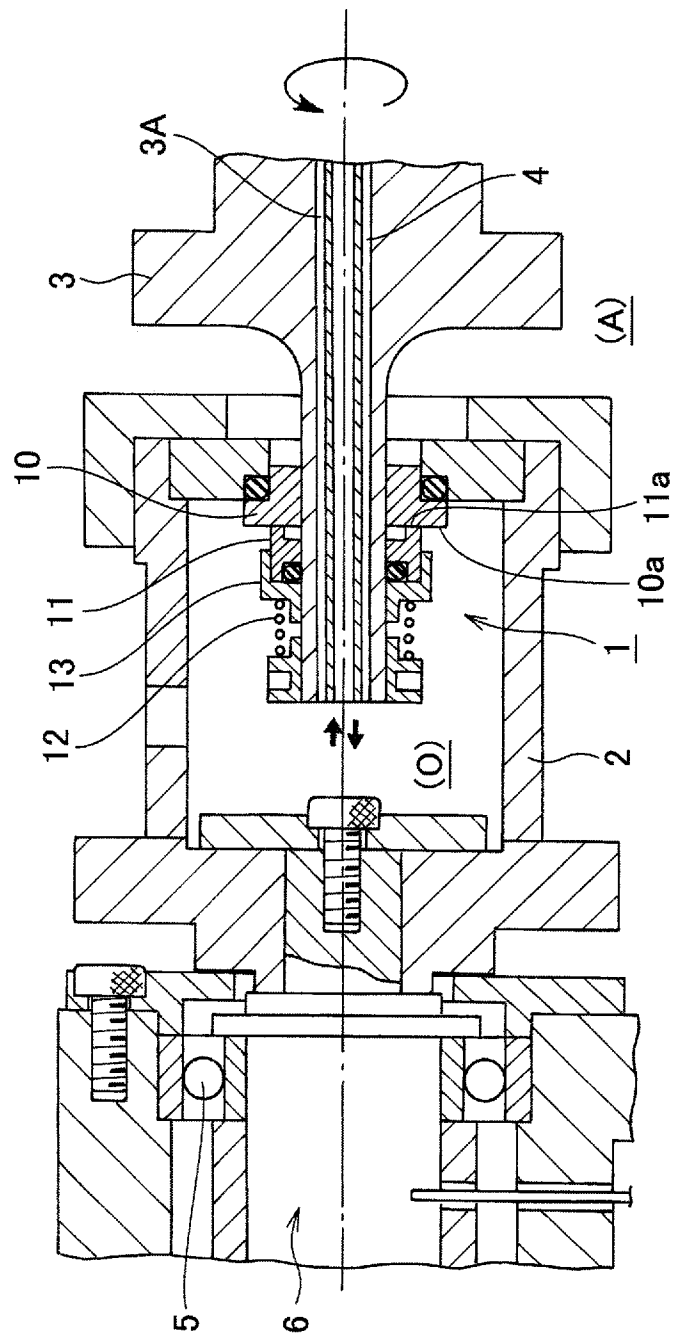
[図2]



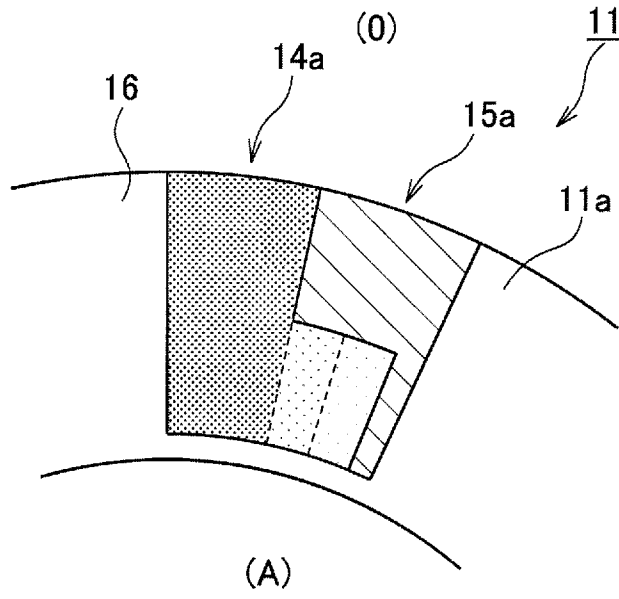
[図3]



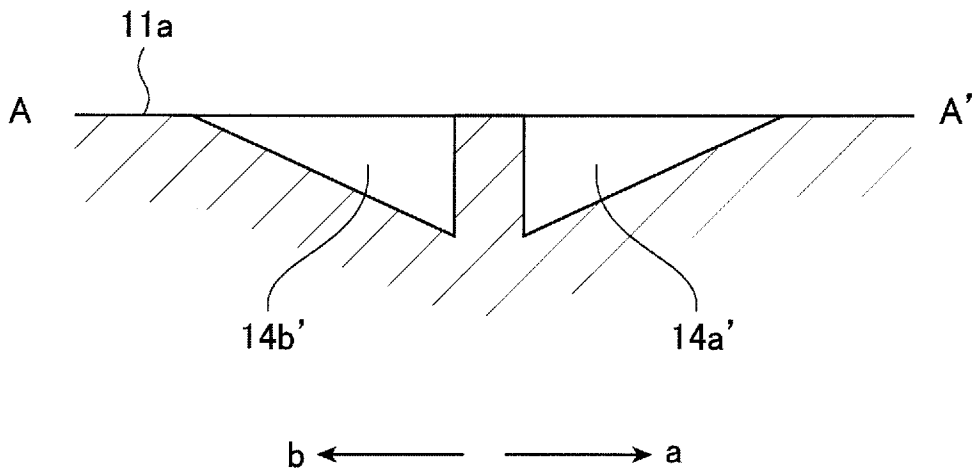
[図4]



[図5]



[図6]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/055966

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16J15/34 (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)

F16J15/34

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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	JP 8-159295 A (Nippon Pillar Packing Co., Ltd.), 21 June 1996 (21.06.1996), paragraphs [0014] to [0017], [0021], [0024], [0026]; fig. 1 to 3, 5 to 6 (Family: none)	1-4 5-6
Y	JP 4-337165 A (Nippon Pillar Packing Co., Ltd.), 25 November 1992 (25.11.1992), paragraphs [0023] to [0024]; fig. 4 (Family: none)	5-6
A	JP 2002-235858 A (Eagle Kogyo Co., Ltd.), 23 August 2002 (23.08.2002), paragraphs [0047] to [0050]; fig. 1 to 4 & US 2002/0109302 A1 & EP 1231419 A2	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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
02 June, 2011 (02.06.11)Date of mailing of the international search report  
14 June, 2011 (14.06.11)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F16J15/34(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. F16J15/34

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	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011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	JP 8-159295 A (日本ピラー工業株式会社) 1996.06.21, 段落【0014】 - 【0017】, 【0021】, 【0024】, 【0026】, 図1-図3, 図5-図6 (ファミリーなし)	1-4 5-6
Y	JP 4-337165 A (日本ピラー工業株式会社) 1992.11.25, 段落【0023】 - 【0024】, 図4 (ファミリーなし)	5-6
A	JP 2002-235858 A (イーグル工業株式会社) 2002.08.23, 段落【0047】 - 【0050】, 図1-図4 & US 2002/0109302 A1 & EP 1231419 A2	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

02.06.2011

国際調査報告の発送日

14.06.2011

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)

林 道広

電話番号 03-3581-1101 内線 3372

3X

3525