



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 120225797 A

(43) 申请公布日 2025. 06. 27

(21) 申请号 202280101927.7

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2022.11.16

F16J 15/34 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2025.05.16

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/042538 2022.11.16

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/105807 JA 2024.05.23

(71) 申请人 株式会社铍乐

地址 日本大阪府

(72) 发明人 福井宏起 足立一磨

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

专利代理师 何立波 张天舒

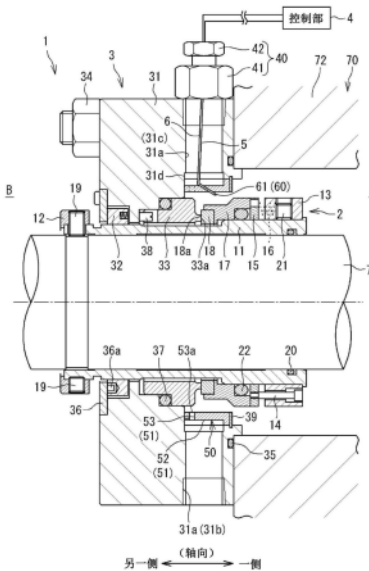
权利要求书1页 说明书11页 附图5页

(54) 发明名称

机械密封件以及冷却状况推定方法

(57) 摘要

机械密封件1具有:旋转侧单元2,其具有旋转密封环18;以及静止侧单元3,其具有静止密封环33,旋转密封环18和静止密封环33的滑动部分18a、33a由冲洗流体进行冷却。检测对滑动部分18a、33a进行冷却之前的冲洗流体的温度T1和对滑动部分18a、33a进行冷却之后的冲洗流体的温度T2的温差 $\Delta T$ 的温差检测部60设置于静止侧单元3。



1. 一种机械密封件,其具有:  
旋转侧单元,其设置为能够与旋转轴一体旋转,具有旋转密封环;以及  
静止侧单元,其设置于将所述旋转轴包围的外壳,具有用于在所述外壳内的内部区域将被密封流体密封的、供所述旋转密封环进行滑动的静止密封环,  
所述旋转密封环和所述静止密封环的滑动部分由冲洗流体进行冷却,其中,  
所述机械密封件具有温差检测部,该温差检测部设置于所述静止侧单元,检测作为对所述滑动部分进行冷却之前的所述冲洗流体的第1冲洗流体的温度和作为对所述滑动部分进行冷却之后的所述冲洗流体的第2冲洗流体的温度的温差。
2. 根据权利要求1所述的机械密封件,其中,  
所述机械密封件还具有控制部,该控制部基于所述温差对所述滑动部分的动摩擦系数进行计算。
3. 根据权利要求1或2所述的机械密封件,其中,  
所述温差检测部是具有基准触点及测温触点的热电偶,  
所述基准触点配置为,与所述第1冲洗流体及所述第2冲洗流体中的一者接触,  
所述测温触点配置为,与所述第1冲洗流体及所述第2冲洗流体中的另一者接触。
4. 一种冷却状况推定方法,其是针对机械密封件而推定冲洗流体对旋转密封环和静止密封环的滑动部分的冷却状况的方法,所述机械密封件具有:  
旋转侧单元,其设置为能够与旋转轴一体旋转,具有所述旋转密封环;以及  
静止侧单元,其设置于将所述旋转轴包围的外壳,具有用于在所述外壳内的内部区域将被密封流体密封的、供所述旋转密封环滑动的所述静止密封环,其中,  
所述冷却状况推定方法包含如下步骤:利用温差检测部检测对所述滑动部分进行冷却之前的所述冲洗流体的温度和对所述滑动部分进行冷却之后的所述冲洗流体的温度的温差。
5. 根据权利要求4所述的冷却状况推定方法,其中,  
所述冷却状况推定方法还包含如下步骤:基于检测出的所述温差而对所述滑动部分的动摩擦系数进行计算。
6. 根据权利要求5所述的冷却状况推定方法,其中,  
所述冷却状况推定方法还包含如下步骤:基于计算出的所述动摩擦系数和特性曲线而推定所述滑动部分的冷却状况,该特性曲线表示所述动摩擦系数相对于关于所述滑动部分的润滑特性的无量纲系数的动作。

## 机械密封件以及冷却状况推定方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及机械密封件以及冷却状况推定方法。

### 背景技术

[0002] 作为对旋转仪器的内部的被密封流体进行密封的结构,例如已知专利文献1所示的机械密封件。专利文献1的机械密封件具有:旋转密封环(旋转环),其设置于旋转仪器的旋转轴且相对于静止密封环而滑动;以及静止密封环(固定环),其设置于旋转仪器的壳体。旋转密封环和静止密封环的滑动部分由冲洗流体进行冷却及润滑。

[0003] 专利文献1:日本特开2021-060079号公报

### 发明内容

[0004] 关于专利文献1的机械密封件,为了掌握旋转密封环和静止密封环的滑动部分是否由冲洗流体适当地冷却,需要将机械密封件分解并通过目视方式直接观察所述滑动部分。因此,在机械密封件的运转中难以掌握所述滑动部分的冷却状况。

[0005] 本发明就是鉴于这种情形而提出的,其目的在于,提供机械密封件以及冷却状况推定方法,能够不直接观察旋转密封环和静止密封环的滑动部分而推定冲洗流体对所述滑动部分的冷却状况。

[0006] (1) 本发明是一种机械密封件,其具有:旋转侧单元,其设置为能够与旋转轴一体旋转,具有旋转密封环;以及静止侧单元,其设置于将所述旋转轴包围的外壳,具有用于在所述外壳内的内部区域将被密封流体密封的、供所述旋转密封环滑动的静止密封环,所述旋转密封环和所述静止密封环的滑动部分由冲洗流体进行冷却,其中,所述机械密封件具有温差检测部,该温差检测部设置于所述静止侧单元,检测作为对所述滑动部分进行冷却之前的所述冲洗流体的第1冲洗流体的温度和作为对所述滑动部分进行冷却之后的所述冲洗流体的第2冲洗流体的温度的温差。

[0007] 根据本发明的机械密封件,利用温差检测部检测冷却前的第1冲洗流体的温度和冷却后的第2冲洗流体的温度的温差。如果所述温差相对较大,则在所述滑动部分因摩擦热等而发热量增大,作为所述滑动部分的冷却状况,能够大致推定为是冲洗流体向所述滑动部分的供给量不足的状况。另外,如果所述温差相对较小,则所述滑动部分的发热量被抑制为较低,作为所述滑动部分的冷却状况,能够大致推定为是由冲洗流体适当地进行了所述滑动部分的冷却的状况。因此,通过利用温差检测部检测所述温差,从而不直接观察旋转密封环和静止密封环的滑动部分就能够推定冲洗流体对所述滑动部分的冷却状况。

[0008] (2) 在所述(1)的机械密封件的基础上,优选地,还具有控制部,该控制部基于所述温差对所述滑动部分的动摩擦系数进行计算。

[0009] 在该情况下,控制部计算出的动摩擦系数与所述滑动部分的冷却状况密切相关,因此能够根据该动摩擦系数更准确地推定冲洗流体对旋转密封环和静止密封环的滑动部分的冷却状况。

[0010] (3) 在所述(1)或(2)的机械密封件的基础上,优选地,所述温差检测部是具有基准触点及测温触点的热电偶,所述基准触点配置为,与所述第1冲洗流体及所述第2冲洗流体中的一者接触,所述测温触点配置为,与所述第1冲洗流体及所述第2冲洗流体中的另一者接触。

[0011] 在该情况下,热电偶的基准触点和测温触点的温差是冷却前的第1冲洗流体的温度和冷却后的第2冲洗流体的温度的温差。因此,能够利用热电偶使得温差检测部形成为简单的结构。

[0012] (4) 本发明是一种冷却状况推定方法,其是针对机械密封件而推定冲洗流体对旋转密封环和静止密封环的滑动部分的冷却状况的方法,所述机械密封件具有:旋转侧单元,其设置为能够与旋转轴一体旋转,具有所述旋转密封环;以及静止侧单元,其设置于将所述旋转轴包围的外壳,具有用于在所述外壳内的内部区域将被密封流体密封的、供所述旋转密封环滑动的所述静止密封环,其中,所述冷却状况推定方法包含如下步骤:利用温差检测部检测对所述滑动部分进行冷却之前的所述冲洗流体的温度和对所述滑动部分进行冷却之后的所述冲洗流体的温度的温差。

[0013] 根据本发明的冷却状况推定方法,利用温差检测部检测冷却前的冲洗流体的温度和冷却后的冲洗流体的温度的温差。如果所述温差相对较大,则在所述滑动部分因摩擦热等而发热量增大,作为所述滑动部分的冷却状况,能够大致推定为是冲洗流体向所述滑动部分的供给量不足的状况。另外,如果所述温差相对较小,则所述滑动部分产生的热抑制为较低,作为所述滑动部分的冷却状况,能够大致推定为是由冲洗流体适当地进行了所述滑动部分的冷却的状况。因此,通过利用温差检测部检测所述温差,从而不直接观察旋转密封环和静止密封环的滑动部分就能够推定冲洗流体对所述滑动部分的冷却状况。

[0014] (5) 在所述(4)的冷却状况推定方法的基础上,优选地,还包含如下步骤:基于检测出的所述温差而对所述滑动部分的动摩擦系数进行计算。

[0015] 在该情况下,动摩擦系数与所述滑动部分的冷却状况密切相关,因此能够根据该动摩擦系数更准确地推定冲洗流体对旋转密封环和静止密封环的滑动部分的冷却状况。

[0016] (6) 在所述(5)的冷却状况推定方法的基础上,优选地,还包含如下步骤:基于计算出的所述动摩擦系数和特性曲线而推定所述滑动部分的冷却状况,该特性曲线表示所述动摩擦系数相对于关于所述滑动部分的润滑特性的无量纲系数的动作。

[0017] 在该情况下,利用表示动摩擦系数相对于关于所述滑动部分的润滑特性的无量纲系数的动作的特性曲线,能够以较高的准确度推定所述滑动部分处于哪个润滑区域。由此,能够基于推定出的润滑区域而更准确地推定冲洗流体对旋转密封环和静止密封环的滑动部分的冷却状况。

[0018] 发明的效果

[0019] 根据本发明,不直接观察旋转密封环和静止密封环的滑动部分,就能够推定冲洗流体对所述滑动部分的冷却状况。

## 附图说明

[0020] 图1是本发明的第1实施方式涉及的机械密封件的剖面图。

[0021] 图2是表示接合环及其周围的放大剖面图。

[0022] 图3是热电偶的概略结构图。

[0023] 图4是表示推定冲洗流体对旋转密封环和静止密封环的滑动部分的冷却状况的方法的流程图。

[0024] 图5是表示特性曲线的曲线图。

[0025] 图6是表示本发明的第2实施方式涉及的机械密封件的要部的剖面图。

## 具体实施方式

[0026] 接下来,参照附图对本发明的优选实施方式进行说明。此外,可以任意地组合下面记载的实施方式的至少一部分。

[0027] [第1实施方式]

[0028] <整体结构>

[0029] 图1是本发明的第1实施方式涉及的机械密封件1的剖面图。在图1中,机械密封件1用于泵等旋转仪器70,在旋转仪器70的内部对被密封流体进行密封。机械密封件1在旋转仪器70的旋转轴71与将旋转轴71包围的外壳72之间沿旋转轴71的轴向(下面简称为“轴向”)而配置。

[0030] 本实施方式的机械密封件1具有:旋转侧单元2,其设置为能够与旋转轴71一体旋转;以及静止侧单元3,其设置于外壳72。此外,在本说明书中,为了方便,将图1的右侧称为轴向一侧,将图1的左侧称为轴向另一侧(对于图2及图6也一样)。

[0031] <旋转侧单元>

[0032] 旋转侧单元2具有套筒11、止动环12、第1保持件13、驱动销14、驱动套环15、弹簧16、第2保持件17以及旋转密封环18。

[0033] 套筒11形成为圆筒状,与旋转轴71的外周嵌合。止动环12与套筒11的轴向另一侧的外周嵌合。在止动环12且在其周向上沿径向旋入有多个定位螺钉19。由此,套筒11固定于旋转轴71。套筒11的轴向一侧的内周面与旋转轴71的外周面之间由O型垫圈20进行密封(二次密封)。

[0034] 第1保持件13是弹簧保持件。第1保持件13形成为圆环状,与套筒11的轴向一侧的外周嵌合。在第1保持件13,在其周向上沿径向旋入有多个(图1中仅示出1个)定位螺钉21。由此,第1保持件13固定于套筒11。多个(图1中仅示出1个)驱动销14在周向上隔开间隔地在轴向上将第1保持件13贯通。驱动销14以能够沿轴向移动的方式保持于第1保持件13。

[0035] 驱动套环15隔开间隔地配置于第1保持件13的轴向另一侧。驱动套环15形成为圆环状,以能够沿轴向移动的方式与套筒11的外周面嵌合。驱动销14的轴向另一侧的端部固定(螺钉紧固)于驱动套环15。由此,驱动套环15经由驱动销14以能够沿轴向移动的方式保持于第1保持件13,并且相对于第1保持件13的相对旋转受到限制。

[0036] 在驱动套环15与第1保持件13之间,在周向上隔开间隔地设置有多个(图1中仅示出1个)弹簧16。弹簧16相对于第1保持件13将驱动套环15向轴向另一侧进行预紧。

[0037] 第2保持件17与驱动套环15的轴向另一侧相邻地配置。第2保持件17形成为圆环状,以能够沿轴向移动的方式与套筒11的外周面嵌合。第2保持件17的轴向一侧的端部固定于驱动套环15。由此,第2保持件17与驱动套环15一起,以能够沿轴向移动的方式保持于套筒11,并且相对于驱动套环15的相对旋转受到限制。第2保持件17的内周面与套筒11的外周

面之间由O型垫圈22进行密封(二次密封)。

[0038] 旋转密封环18形成为圆环状,固定(热装)于第2保持件17的轴向另一端部。在旋转密封环18的轴向另一侧的端面形成有密封面18a(还参照图2)。利用弹簧16经由驱动套环15及第2保持件17而将旋转密封环18向轴向另一侧进行预紧。

[0039] <静止侧单元>

[0040] 静止侧单元3具有密封外壳31、衬套32、静止密封环33以及接合环50。密封外壳31形成为圆筒状。密封外壳31为了划分出旋转仪器70的内部区域A和外部区域B,将旋转轴71包围并固定于外壳72。

[0041] 在本实施方式中,密封外壳31的径向外侧部在与外壳72的轴向另一侧的侧面抵接的状态下,利用螺栓34而固定于外壳72。密封外壳31的轴向一侧的侧面与外壳72的轴向另一侧的侧面之间由O型垫圈35进行密封(二次密封)。

[0042] 在密封外壳31的轴向另一侧的内周安装有衬套32。衬套32形成为圆环状,与套筒11的外周面之间形成间隙密封件。在密封外壳31的轴向另一侧的端面固定有圆环状的限制部件36。

[0043] 衬套32的轴向另一侧的端面与限制部件36抵接。由此,限制衬套32相对于密封外壳31向轴向另一侧脱离。限制部件36具有与衬套32卡合的卡合销36a。由此,限制部件36限制衬套32与套筒11一起旋转。

[0044] 静止密封环33形成为圆环状,嵌合固定于密封外壳31的内周面。静止密封环33的外周面与密封外壳31的内周面之间由O型垫圈37进行密封(二次密封)。在静止密封环33的轴向一侧的端面形成有密封面33a(还参照图2)。

[0045] 旋转密封环18的密封面18a在静止密封环33的密封面33a滑动。由此,在内部区域A对被密封流体进行密封。对于静止密封环33,利用固定于密封外壳31的内周的限制销38限制相对于旋转密封环18的相对旋转。

[0046] 接合环50在内部区域A配置于旋转密封环18和静止密封环33的滑动部分(密封面18a、33a)的径向外侧。下面,旋转密封环18和静止密封环33的滑动部分也称为滑动部分18a、33a。接合环50形成为圆筒状,以能够拆装的方式设置于密封外壳31。

[0047] 图2是表示接合环50及其周围的放大剖面图。在图1及图2中,接合环50的外周面50a的轴向一侧与密封外壳31的内周面嵌合。接合环50的轴向另一侧的端面50b在密封外壳31的内周与沿径向延伸的阶梯面31e抵接。

[0048] 接合环50的轴向一侧的端面50c与安装于密封外壳31的套环39抵接。由此,接合环50保持于阶梯面31e与套环39之间而保持为不会从密封外壳31脱离。

[0049] 套环39以能够拆装的方式嵌入于在密封外壳31的内周形成的圆环状的凹槽31f。因此,通过将套环39从凹槽31f拆下,能够将接合环50从密封外壳31拆下。

[0050] <冲洗流体的流路>

[0051] 在图1中,在静止侧单元3形成有从外部区域B对内部区域A供给冲洗流体的流路。冲洗流体对旋转密封环18和静止密封环33的滑动部分18a、33a进行冷却及润滑。在本实施方式中,作为冲洗流体而使用被密封流体。

[0052] 在本说明书中,将对滑动部分18a、33a进行冷却之前的冲洗流体称为第1冲洗流体。另外,将对滑动部分18a、33a进行冷却之后的冲洗流体称为第2冲洗流体。在静止侧单元

3形成有供第1冲洗流体流动的流路。下面,对第1冲洗流体的流路进行说明。

[0053] 在密封外壳31的轴向一侧,在其周向上隔开间隔地形成有多个(图1中为2个)孔31a。各孔31a形成为在径向上将密封外壳31贯通。在密封外壳31的内周,形成有与各孔31a连通的圆环状的环状槽31d(还参照图2)。各孔31a能够用作用于从外部区域B对内部区域A供给第1冲洗流体的第1流路31b。

[0054] 在密封外壳31的周向上形成多个能够用作第1流路31b的孔31a,这是因为将供第1冲洗流体流动的配管与密封外壳31连接的周向的位置根据旋转仪器70的种类等而不同。在本实施方式中,在图1的下侧形成的孔31a用作第1流路31b。因此,在密封外壳31的周向的规定部位(图1的下侧),形成有用于从外部区域B对内部区域A供给第1冲洗流体的第1流路31b。

[0055] 下面,将未用作第1流路31b的其他孔31a也称为预备孔31c。预备孔31c的径向外侧的开口由封闭部件40封闭。封闭部件40例如具有:第1螺纹部41,其旋入于预备孔31c;以及第2螺纹部42,其旋入于第1螺纹部41的头部。封闭部件40抑制从环状槽31d流入预备孔31c内的第1冲洗流体向外部泄漏。

[0056] 在图2中,接合环50具有与密封外壳31的多个孔31a(第1流路31b及预备孔31c)连通的第2流路51。第2流路51是用于将来自第1流路31b的第1冲洗流体朝向滑动部分18a、33a的周向的多个部位供给的流路。第2流路51具有环状流路52以及多个供给流路53。

[0057] 环状流路52在接合环50的外周,形成于与密封外壳31的环状槽31d相对的位置。本实施方式的环状流路52由在接合环50的外周形成的圆环状的切口槽构成。环状流路52的轴向宽度与密封外壳31的环状槽31d的槽宽相同。如上所述,来自第1流路31b的第1冲洗流体在由环状槽31d和环状流路52构成的流路内沿周向流动。

[0058] 在图1及图2中,多个供给流路53是从环状流路52对内部区域A供给第1冲洗流体的流路。供给流路53形成为,从环状流路52的底面的周向的多个部位在径向上将接合环50贯通。由此,从多个供给流路53对内部区域A供给第1冲洗流体,因此能够在整个周向上无遗漏地对滑动部分18a、33a进行冷却及润滑。

[0059] 各供给流路53形成为,其径向内侧的开口53a位于比滑动部分18a、33a更靠轴向另一侧(外部区域B侧)的位置。由此,在内部区域A,第1冲洗流体和第2冲洗流体大致以滑动部分18a、33a的延长虚拟线X为边界向轴向两侧分流。具体而言,在内部区域A,第1冲洗流体占据比延长虚拟线X更靠轴向另一侧的区域,第2冲洗流体占据比延长虚拟线X更靠轴向一侧的区域。

[0060] <温差检测部>

[0061] 机械密封件1还具有:温差检测部60,其设置于静止侧单元3;以及控制部4。温差检测部60检测第1冲洗流体的温度T1和第2冲洗流体的温度T2的温差 $\Delta T$ 。本实施方式的温差检测部60由单个热电偶61构成。本实施方式的热电偶61安装于接合环50。

[0062] 图3是热电偶61的概略结构图。在图2及图3中,热电偶61是利用塞贝克效应的热电偶。热电偶61具有由互不相同的金属材料构成的第1导体62及第2导体63。第1导体62例如由以镍及铬为主的合金构成。第2导体63例如由以镍及铝为主的合金构成。

[0063] 第1导体62及第2导体63插入安装于在接合环50沿径向贯通形成的安装孔54。安装孔54在接合环50处,形成于与预备孔31c对应的位置。另外,安装孔54形成为,随着从接合环

50的外周面趋向内周面而从轴向另一侧向轴向一侧倾斜。安装孔54的径向内侧的开口54a在内部区域A,位于比延长虚拟线X更靠轴向一侧的区域(第2冲洗流体占据的区域)的位置。

[0064] 此外,安装孔54在第1导体62及第2导体63贯通的状态下,由未图示的密封部件密封。利用该密封部件抑制在环状流路52流动的第1冲洗流体从安装孔54流入至内部区域A的第2冲洗流体占据的区域。

[0065] 第1导体62的一端及第2导体63的一端在从安装孔54的开口54a向内部区域A的所述轴向一侧的区域凸出的状态下彼此接合。该接合部位设为热电偶61的测温触点65。因此,本实施方式的热电偶61的测温触点65配置为与第2冲洗流体接触。

[0066] 第1导体62的另一端及第2导体63的另一端在从安装孔54向径向外侧凸出且彼此分离的状态下,配置于供第1冲洗流体流动的环状流路52。配置于环状流路52的第1导体62的另一端以及第2导体63的另一端分别设为热电偶61的基准触点64。因此,本实施方式的热电偶61的基准触点64配置为在环状流路52与第1冲洗流体接触。

[0067] 第1导体62的另一端通过焊接等而与由不同于第1导体62及第2导体63的金属材料构成的连接导线5连接。第2导体63的另一端通过焊接等而与由不同于第1导体62及第2导体63的金属材料构成的连接导线6连接。各连接导线5、6例如由铜制的导线构成。

[0068] 如图1及图2所示,各连接导线5、6从热电偶61的基准触点64通过环状流路52及预备孔31c,将封闭部件40贯通而延伸至密封外壳31的径向外侧(外部区域B)。各连接导线5、6的外部区域B的端部与控制部4连接。

[0069] 根据以上结构,热电偶61将与在基准触点64(第1冲洗流体)的温度 $T_1$ 与测温触点65(第2冲洗流体)的温度 $T_2$ 之间产生的温差 $\Delta T$ 相应的热电动势,经由连接导线5、6而输出至控制部4。即,热电偶61如果检测出第1冲洗流体的温度 $T_1$ 和第2冲洗流体的温度 $T_2$ 的温差 $\Delta T$ ,则将与该温差 $\Delta T$ 相应的信号(热电动势)输出至控制部4。热电偶61每隔规定时间而检测温差 $\Delta T$ ,将所述信号输出至控制部4。

[0070] <控制部>

[0071] 控制部4配置于外部区域B。控制部4构成为具有计算机,该计算机具有CPU等。通过由CPU执行所述计算机的存储装置中存储的控制程序而发挥控制部4的各功能。控制部4基于从热电偶61每隔规定时间输入的热电动势,对滑动部分18a、33a的动摩擦系数 $\mu$ 进行计算。下面,对其具体的计算方法进行说明。

[0072] 首先,控制部4例如从将热电动势和温差 $\Delta T$ 相关联地登记的表提取与从热电偶61输入的热电动势对应的温差 $\Delta T$ 。此外,控制部4可以根据从热电偶61输入的热电动势并利用规定的计算式对温差 $\Delta T$ 进行计算。

[0073] 接下来,控制部4将提取出的温差 $\Delta T$ 代入至从下述式(1)及式(2)导出的式(3),对动摩擦系数 $\mu$ 进行计算。式(1)是表示滑动部分18a、33a的摩擦热量 $Q$ [kJ/min]的算式。式(2)是表示滑动部分18a、33a的冷却所需的冲洗流体的流量 $W_f$ [L/min]的算式。

$$[0074] \quad Q = (\mu \cdot P \cdot V) \times 60 \div 1000 \cdots (1)$$

$$[0075] \quad W_f = Q \div (C_p \cdot \gamma \cdot \Delta T) \cdots (2)$$

$$[0076] \quad \mu = W_f \times (C_p \cdot \gamma \cdot \Delta T) \div (P \cdot V) \times 1000 \div 60 \cdots (3)$$

[0077] 在这里,P是施加于滑动部分18a、33a的表观的推力[N]。V是旋转密封环18的密封面18a的平均周速度[m/s]。C<sub>p</sub>是冲洗流体的比热[kJ/kgK]。γ是冲洗流体的密度[kg/L]。Δ

T是第1冲洗流体的温度T1和第2冲洗流体的温度T2的温差[K]。P、V、Cp以及 $\gamma$ 均是已知值。

[0078] <滑动部分的冷却状况的推定方法>

[0079] 图4是表示推定冲洗流体对旋转密封环18和静止密封环33的滑动部分18a、33a的冷却状况的方法的流程图。下面,参照图4对所述冷却状况的推定方法进行说明。

[0080] 首先,利用温差检测部60检测冲洗流体的冷却前后的温差、即第1冲洗流体的温度T1和第2冲洗流体的温度T2的温差 $\Delta T$ (步骤ST1)。温差检测部60以上述方式将与温差 $\Delta T$ 相应的热电动势输出至控制部4。

[0081] 接下来,在控制部4,基于温差 $\Delta T$ 对滑动部分18a、33a的动摩擦系数 $\mu$ 进行计算(步骤ST2)。基于控制部4的动摩擦系数 $\mu$ 的具体计算方法如上所述。

[0082] 接下来,基于计算出的动摩擦系数 $\mu$ 和特性曲线CL而推定滑动部分18a、33a的冷却状况(步骤ST3)。特性曲线CL是表示动摩擦系数 $\mu$ 相对于关于滑动部分18a、33a的润滑特性的无量纲系数的动作的曲线。滑动部分18a、33a的冷却状况的推定例如由进行机械密封件1的保养检修的从业者进行。

[0083] 作为无量纲系数,例如使用占空比参数DP。占空比参数DP表示在滑动部分18a、33a形成的冲洗流体的润滑膜的特性(润滑特性)。根据下述式(4)对占空比参数DP进行计算。

$$[0084] \quad DP = (\eta \times \omega \times b) \div W \cdots (4)$$

[0085] 在这里, $\eta$ 是冲洗流体的粘度[Pa·s]。 $\omega$ 是旋转密封环18的密封面18a的周速度[m/s]。 $b$ 是密封面18a的径向的滑动幅度[m]。 $W$ 是弹簧16(参照图1)和被密封流体对旋转密封环18的按压载荷[N]。

[0086] 本实施方式的特性曲线CL表示动摩擦系数 $\mu$ 相对于占空比参数DP的动作。对于特性曲线CL,是通过使占空比参数DP变化而进行机械密封件1的静负荷能力的试验等,而预先创建的。特性曲线CL是根据冲洗流体的种类等而不同的曲线。

[0087] 图5是表示通过进行上述试验等而创建的特性曲线CL的曲线图。该曲线图的纵轴表示动摩擦系数 $\mu$ ,横轴表示占空比参数DP。如图5所示,滑动部分18a、33a的动摩擦系数 $\mu$ 的值与占空比参数DP的值相应地大致沿着特性曲线CL而变化。通过动摩擦系数 $\mu$ 的值以该方式变化,而使得在滑动部分18a、33a形成的冲洗流体的润滑膜的状态变化。

[0088] 如图5所示,冲洗流体的润滑膜的状态与占空比参数DP的值相应地向3个区域变化。具体而言,冲洗流体的润滑膜的状态随着占空比参数DP的值增大而按照边界润滑区域、混合润滑区域以及流体润滑区域的顺序变化。

[0089] 在边界润滑区域,形成为动摩擦系数 $\mu$ 相对较大且冲洗流体的润滑膜的厚度相对较薄的状态。因此,在边界润滑区域,冲洗流体向滑动部分18a、33a的供给量不足,密封面18a、33a彼此容易直接接触,呈现出磨损量增大的趋势。在混合润滑区域,动摩擦系数 $\mu$ 处于适当范围,冲洗流体的润滑膜的厚度也处于适当范围。在流体润滑区域,形成为动摩擦系数 $\mu$ 相对较小且冲洗流体的润滑膜的厚度相对较厚的状态。因此,被密封流体在滑动部分18a、33a容易泄漏。

[0090] 在根据图5的特性曲线CL推定滑动部分18a、33a的冷却状况时,首先,从业者确定基于控制部4的动摩擦系数 $\mu$ 的计算值位于特性曲线CL上的哪个位置。此外,特性曲线CL将动摩擦系数 $\mu$ 为最小值的位置(混合润滑区域和流体润滑区域的边界附近)设为凹谷而形成近似V字形状。因此,在混合润滑区域的特性曲线CL上和流体润滑区域的特性曲线CL上,

有时动摩擦系数 $\mu$ 的计算值显示出相同的值。

[0091] 在该情况下,从业者利用所述式(4)对与使用的冲洗流体对应的占空比参数DP的值进行计算。而且,从业者根据占空比参数DP的计算值是大于还是小于与最小值的动摩擦系数 $\mu$ 对应的占空比参数DP的值(边界值),而确定动摩擦系数 $\mu$ 的计算值位于特性曲线CL上的哪个位置。

[0092] 具体而言,在占空比参数DP的计算值大于所述边界值的情况下,从业者能够确定为动摩擦系数 $\mu$ 的计算值位于流体润滑区域的特性曲线CL上。另外,在占空比参数DP的计算值小于所述边界值的情况下,从业者能够确定为动摩擦系数 $\mu$ 的计算值位于混合润滑区域的特性曲线CL上。此外,占空比参数DP的所述边界值是根据每种冲洗流体等大致为恒定值的已知值。

[0093] 接下来,从业者确认在特性曲线CL上确定出的位置图5的曲线图中包含于边界润滑区域、混合润滑区域以及流体润滑区域中的哪个区域。从业者根据包含在特性曲线CL上确定出的位置的区域而能够推定滑动部分18a、33a的冷却状况。

[0094] 具体而言,当在特性曲线CL上确定出的位置包含于边界润滑区域的情况下,作为滑动部分18a、33a的冷却状况,能够推定为是如下状况,即,如上所述那样冲洗流体的润滑膜的厚度相对较薄,针对滑动部分18a、33a的冲洗流体的供给量不足。

[0095] 另外,当在特性曲线CL上确定出的位置包含于混合润滑区域的情况下,如上所述那样形成为冲洗流体的润滑膜的厚度处于适当范围的状态,因此作为滑动部分18a、33a的冷却状况,能够推定为是适当地进行了滑动部分18a、33a的冷却的状况。

[0096] 另外,在确定出的特性曲线CL上的一点包含于流体润滑区域的情况下,如上所述那样冲洗流体的润滑膜的厚度相对较厚,作为滑动部分18a、33a的冷却状况,能够推定为是被密封流体在滑动部分18a、33a容易泄漏的状况。

[0097] 在本实施方式中,从业者基于以温差 $\Delta T$ 为基础计算出的动摩擦系数 $\mu$ 和特性曲线CL而推定滑动部分18a、33a的冷却状况,但也可以根据温差 $\Delta T$ 推定滑动部分18a、33a的冷却状况。在该情况下,如果温差 $\Delta T$ 相对较大,则在滑动部分18a、33a因摩擦热等而发热量增大,作为滑动部分18a、33a的冷却状况,能够大致推定为是如下状况,即,冲洗流体向滑动部分18a、33a的供给量不足。另外,如果温差 $\Delta T$ 相对较小,则滑动部分18a、33a的发热量被抑制为较低,作为滑动部分18a、33a的冷却状况,能够大致推定为是如下状况,即,利用冲洗流体适当地进行了滑动部分18a、33a的冷却。

[0098] 另外,从业者可以根据基于温差 $\Delta T$ 计算出的动摩擦系数 $\mu$ 而推定滑动部分18a、33a的冷却状况。在该情况下,动摩擦系数 $\mu$ 与滑动部分18a、33a的冷却状况密切相关,因此根据温差 $\Delta T$ ,也能够准确地推定滑动部分18a、33a的冷却状况。

[0099] <作用效果>

[0100] 根据本实施方式的机械密封件1,利用温差检测部60检测冷却前的第1冲洗流体的温度 $T_1$ 和冷却后的第2冲洗流体的温度 $T_2$ 的温差 $\Delta T$ 。能够根据该检测出的温差 $\Delta T$ 大致推定旋转密封环18和静止密封环33的滑动部分18a、33a的冷却状况。因此,从业者不直接观察旋转密封环18和静止密封环33的滑动部分18a、33a,就能够推定基于冲洗流体的滑动部分18a、33a的冷却状况。

[0101] 温差检测部60是具有基准触点64及测温触点65的热电偶61,基准触点64配置为与

第2冲洗流体接触,测温触点65配置为与第1冲洗流体接触。因此,热电偶61的基准触点64和测温触点65的温差为冷却前的第1冲洗流体的温度T1和冷却后的第2冲洗流体的温度T2的温差 $\Delta T$ 。因此,利用热电偶61能够使得温差检测部60形成为简单的结构。

[0102] 控制部4基于温差检测部60检测出的温差 $\Delta T$ 而对滑动部分18a、33a的动摩擦系数 $\mu$ 进行计算。动摩擦系数 $\mu$ 与滑动部分18a、33a的冷却状况密切相关,因此如果从业者利用计算出的动摩擦系数 $\mu$ ,则能够更准确地推定滑动部分18a、33a的冷却状况。另外,对动摩擦系数 $\mu$ 进行计算的所述式(3)包含冲洗流体的特性(密度 $\gamma$ 等)、机械密封件1的运转条件(推力P、平均周速度V等)。因此,如果与温差 $\Delta T$ 对比,则计算出的动摩擦系数 $\mu$ 变为进一步考虑了冲洗流体、运转状况的差别的数值,因此与温差 $\Delta T$ 相比,更容易在各种条件下对滑动部分18a、33a的冷却状况进行对比。

[0103] 从业者在推定滑动部分18a、33a的冷却状况时,利用关于滑动部分18a、33a的润滑特性的表示动摩擦系数 $\mu$ 相对于占空比参数DP的动作的特性曲线CL。利用特性曲线CL能够以较高的准确度推定滑动部分18a、33a处于3个润滑区域(边界润滑区域、混合润滑区域、流体润滑区域)的哪一个区域。由此,从业者基于推定出的润滑区域而能够更准确地推定滑动部分18a、33a的冷却状况。另外,有时难以推定利用控制部4计算出的动摩擦系数 $\mu$ 的值处于混合润滑区域以及流体润滑区域的哪一个区域。在该情况下,通过利用与最小值的动摩擦系数 $\mu$ 对应的占空比参数DP的边界值和特性曲线CL,能够容易地确定动摩擦系数 $\mu$ 的计算值位于混合润滑区域以及流体润滑区域的哪一个区域。

[0104] [第2实施方式]

[0105] 图6是表示本发明的第2实施方式涉及的机械密封件1的要部的剖面图。在图6中,关于本实施方式的机械密封件1,静止侧单元3的热电偶61的安装构造与第1实施方式不同。本实施方式的静止侧单元3具有设置于密封外壳31与外壳72之间的调整环56。

[0106] 调整环56形成为圆环状,利用螺栓34(参照图1)而与密封外壳31一起固定于外壳72。在将调整环56固定于外壳72时,根据旋转仪器70的种类而利用尺寸不同的调整环56。由此,能够将机械密封件1安装于各种旋转仪器70。

[0107] 调整环56的内周面56a配置于滑动部分18a、33a的径向外侧。密封外壳31的轴向一侧的侧面与调整环56的轴向另一侧的侧面之间由垫片57进行密封(二次密封)。调整环56的轴向一侧的侧面与外壳72的轴向另一侧的侧面之间由O型垫圈58进行密封(二次密封)。

[0108] 此外,本实施方式的静止侧单元3不具有接合环50(参照图2)。另外,在密封外壳31的内周未形成与各孔31a连通的环状槽31d(参照图2)。因此,密封外壳31的各孔31a(第1通路31b、预备孔31c)与内部区域A直接连通。

[0109] 本实施方式的热电偶61安装于调整环56。具体而言,热电偶61的第1导体62及第2导体63在调整环56的内周面56a,固定于与预备孔31c接近的位置。此外,在图6中,为了容易理解,从调整环56的内周面56a向径向内侧偏移地示出了第2导体63。

[0110] 第1导体62及第2导体63配置为,在轴向上与滑动部分18a、33a的延长虚拟线X相交。由此,热电偶61的基准触点64配置为与第1冲洗流体接触,热电偶61的测温触点65配置为与第2冲洗流体接触。

[0111] 热电偶61的各基准触点64在比调整环56更向轴向另一侧凸出的状态下,与相对应的连接导线5、6连接。各连接导线5、6从热电偶61的基准触点64通过预备孔31c,将封闭部件

40贯通而延伸至密封外壳31的径向外侧(外部区域B)(参照图1)。

[0112] 本实施方式的其他结构与第1实施方式相同,因此标注相同的标号并省略其说明。关于本实施方式的机械密封件1,也能实现与第1实施方式相同的作用效果。

[0113] [其他]

[0114] 关于上述实施方式的热电偶61,将基准触点64配置为与第1冲洗流体接触,将测温触点65配置为与第2冲洗流体接触,但也可以将基准触点64配置为与第2冲洗流体接触,将测温触点65配置为与第1冲洗流体接触。

[0115] 上述实施方式的温差检测部60由热电偶61构成,但并不限于此。例如,温差检测部60可以具有分别检测第1冲洗流体的温度T1以及第2冲洗流体的温度T2的一对温度传感器。具体而言,在静止侧单元3包含自冲洗配管以及反向冲洗配管在内的贯穿冲洗的情况下,温差检测部60可以具有:设置于自冲洗配管且检测该配管内的第1冲洗流体的温度T1的温度传感器;以及设置于反向冲洗配管且检测该配管内的第2冲洗流体的温度T2的温度传感器。

[0116] 上述实施方式的温差检测部60安装于接合环50或调整环56,但也可以安装于构成静止侧单元3的其他部件。在上述实施方式中,连接导线5、6从密封外壳31的预备孔31c通过,但也可以将供连接导线5、6通过的专用的孔形成于密封外壳31。另外,连接导线5、6可以从预先形成于旋转仪器70的外壳72的注水用的孔通过。

[0117] 在上述实施方式中,利用控制部4自动地对动摩擦系数 $\mu$ 进行计算,但也可以由从业者等以手动方式对动摩擦系数 $\mu$ 进行计算。上述实施方式的机械密封件1是旋转型的机械密封件,但并不限于此。例如,可以是静止型、双密封件(串联密封件、双重密封件)、单线圈类型或波纹管类型的机械密封件,也可以是如利用加压箱的双重密封件那样,不积极地使冲洗流体循环而产生热虹吸管的机械密封件。

[0118] 应当理解,此次公开的实施方式在所有方面都是示例,并不受到限制。本发明的范围并不由上述实施方式表示,而是由权利要求书表示,意图包含与权利要求书的范围等同的范围以及范围内的所有变更。

[0119] 标号的说明

[0120] 1 机械密封件

[0121] 2 旋转侧单元

[0122] 3 静止侧单元

[0123] 4 控制部

[0124] 18 旋转密封环

[0125] 18a、33a滑动部分

[0126] 33 静止密封环

[0127] 60 温差检测部

[0128] 61 热电偶

[0129] 64 基准触点

[0130] 65 测温触点

[0131] 71 旋转轴

[0132] 72 外壳

- [0133] A 内部区域
- [0134] CL 特性曲线
- [0135] DP 占空比参数(无量纲系数)
- [0136] T1 温度
- [0137] T2 温度
- [0138]  $\Delta T$  温差
- [0139]  $\mu$  动摩擦系数





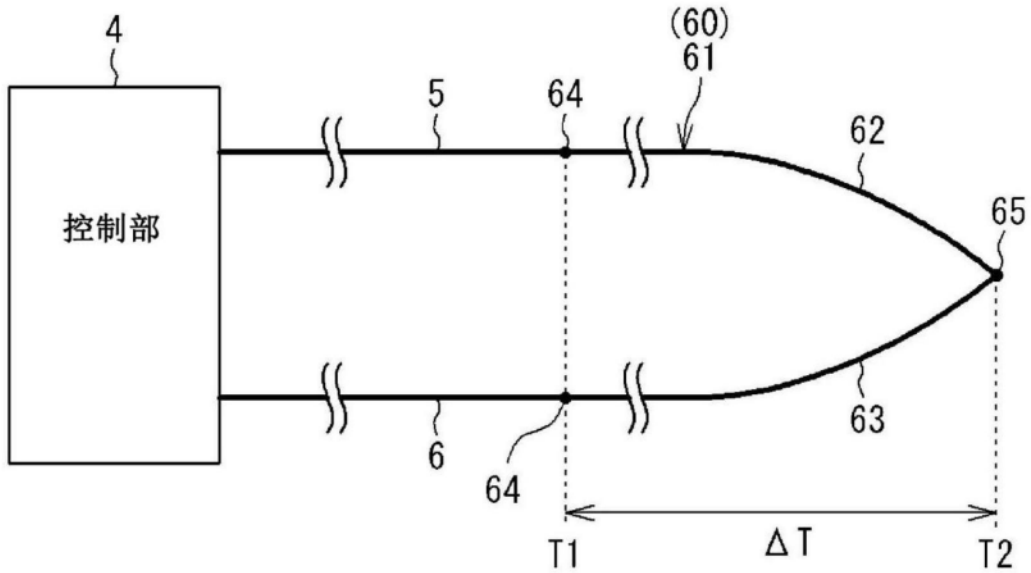


图3

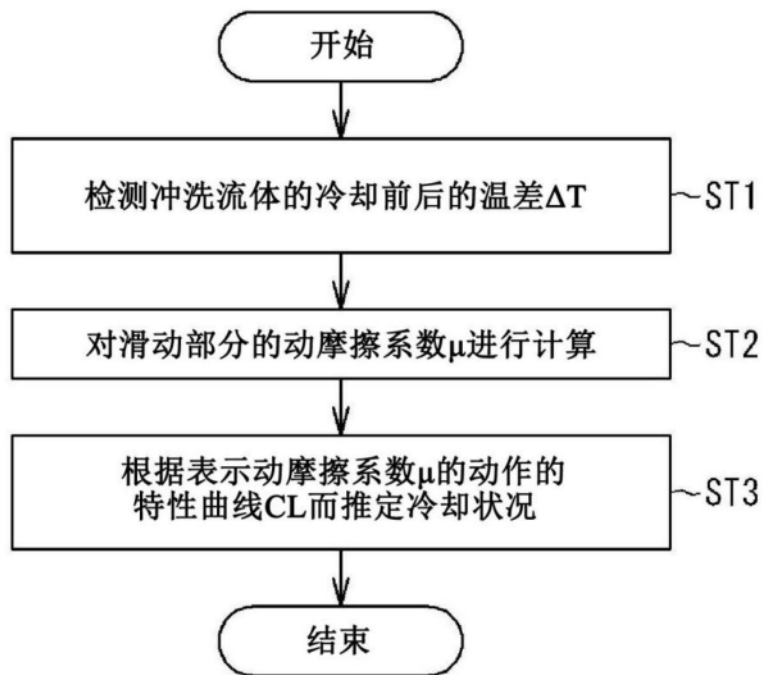


图4

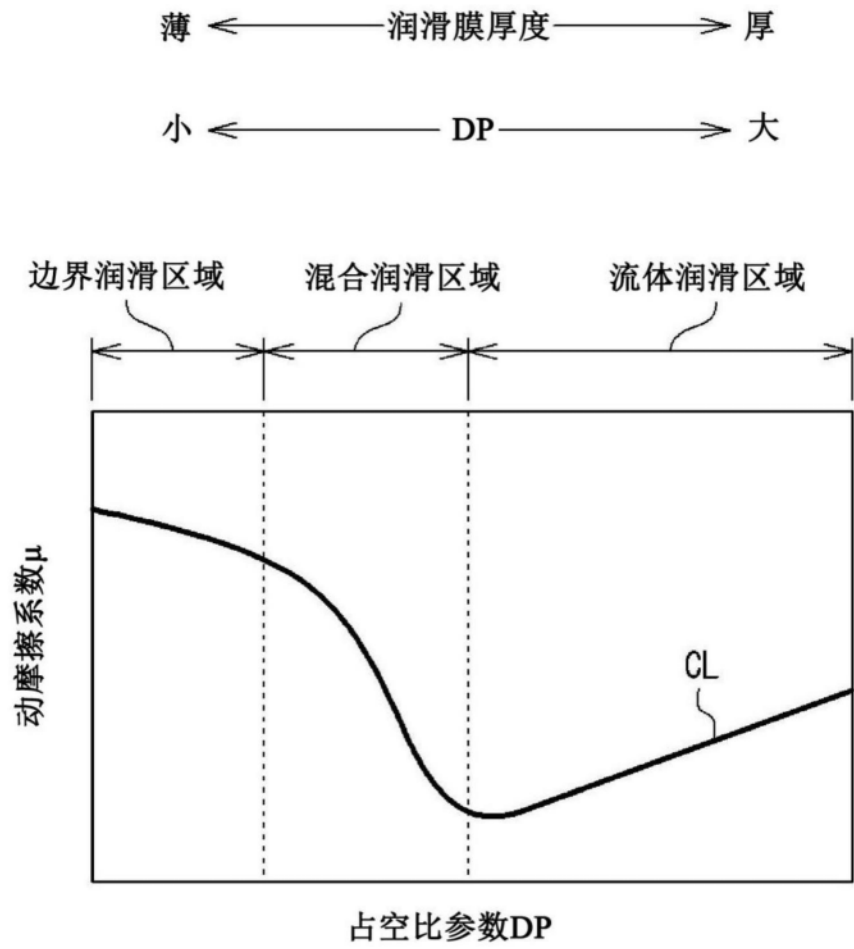


图5

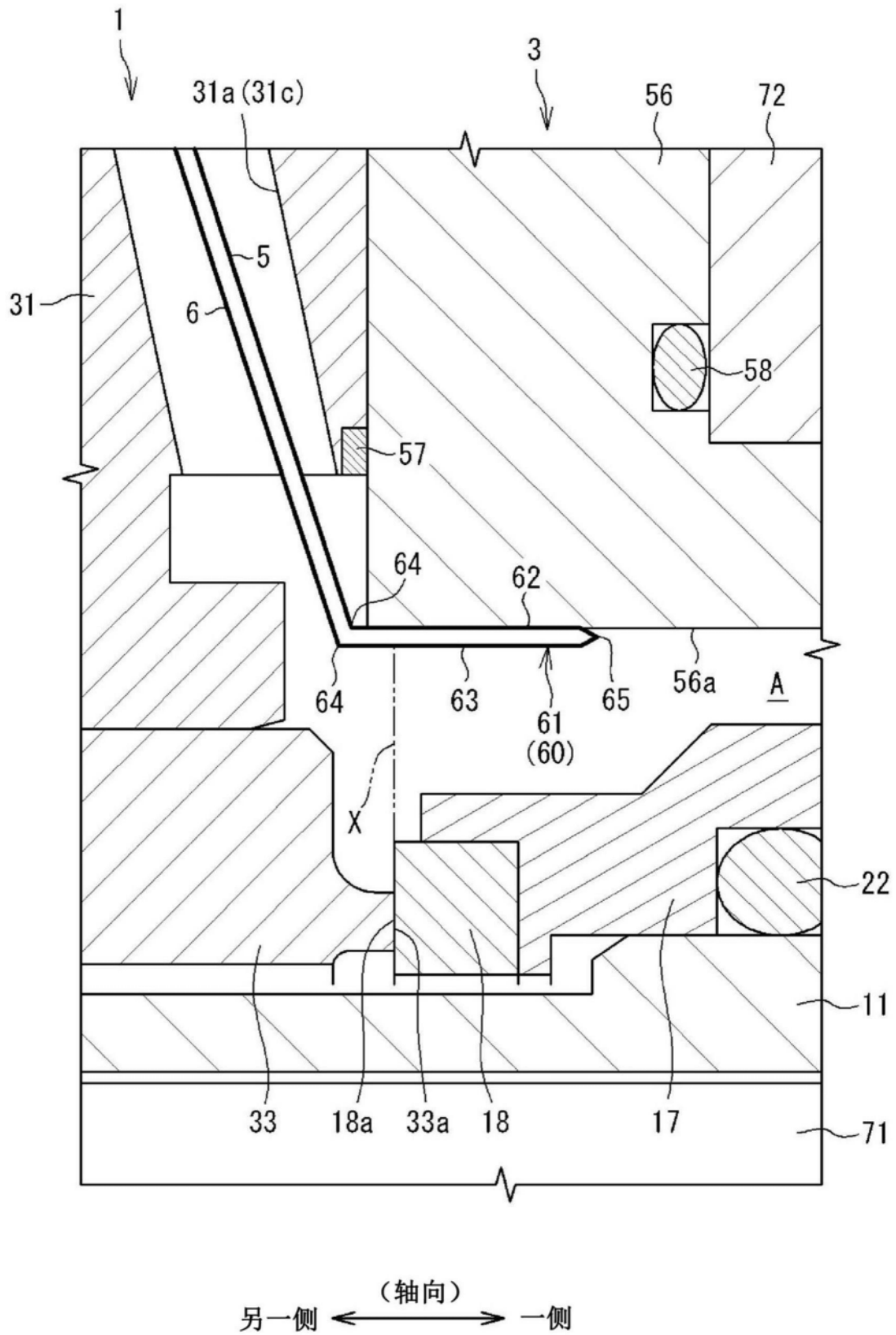


图6