



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109328279 B

(45)授权公告日 2020.09.18

(21)申请号 201780037276.9

(22)申请日 2017.04.24

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109328279 A

(43)申请公布日 2019.02.12

(30)优先权数据

2016-131884 2016.07.01 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.12.14

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2017/016139 2017.04.24

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/003258 JA 2018.01.04

(73)专利权人 日本皮拉工业株式会社

地址 日本大阪府

(72)发明人 坂仓博之 奥村淳矢

(74)专利代理机构 北京戈程知识产权代理有限公司 11314

代理人 程伟 王锦阳

(51)Int.Cl.

F16J 15/34(2006.01)

F04D 29/12(2006.01)

F04D 29/58(2006.01)

F16J 15/10(2006.01)

F16J 15/12(2006.01)

(56)对比文件

CN 204784719 U, 2015.11.18

CN 103097574 A, 2013.05.08

CN 104395655 A, 2015.03.04

CN 205534228 U, 2016.08.31

WO 2012018548 A1, 2012.02.09

WO 2008033078 A1, 2008.03.20

审查员 许利星

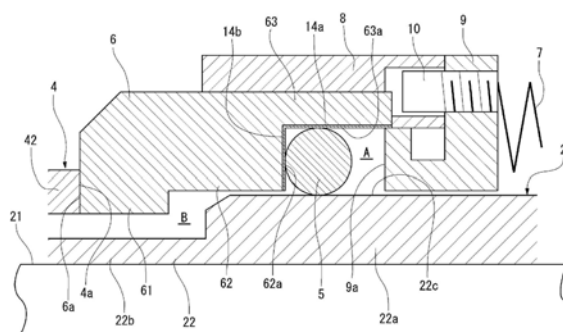
权利要求书1页 说明书9页 附图7页

(54)发明名称

机械轴封

(57)摘要

本发明的端面接触型机械轴封构成为,通过使固定在轴封壳体的壳体侧密封环(4)与陶瓷制造的轴侧密封环(6)的对向端面(4a、6a)以接触状态相对旋转,而将液体区域(A)与大气区域(B)遮断密封,所述轴侧密封环(6)隔着橡胶制造的O型环(5)而以能够在轴线方向上移动的方式保持于旋转轴(2)的套筒(22),O型环(5)以将形成在轴侧密封环(6)的内周面的密封环侧轴封面(63a)与形成在套筒(22)的外周面的轴侧轴封面(22c)之间密封的状态,能够在轴线方向上相对移动地装填于两轴封面之间,且在密封环侧轴封面(63a)的整个面形成着金刚石膜(14a)。通过利用液体区域(A)的液体将金刚石膜(14a)冷却,从而尽可能地防止与金刚石膜(14a)接触的O型环(5)的热劣化。



1. 一种机械轴封,其包含:壳体侧密封环,固定于轴封壳体;及轴侧密封环,隔着弹性材制造的环状垫圈以能够在轴线方向上移动的方式保持于旋转轴;且

所述机械轴封构成为,通过使壳体侧密封环及轴侧密封环的对向的密封端面接触并相对旋转,而将该密封端面的内外周侧区域的其中一个区域即液体区域与另一个区域即气体区域遮断密封,且

所述轴侧密封环是利用陶瓷或超硬合金形成,

在所述轴侧密封环的前端部形成着密封端面,并且在所述轴侧密封环的内周部具有与作为旋转轴的外周面的轴侧轴封面呈同心且平行的密封环侧轴封面,

所述环状垫圈以将所述密封环侧轴封面与所述轴侧轴封面之间密封的状态,能够在轴线方向上相对移动地装填于所述密封环侧轴封面与所述轴侧轴封面之间,且

在所述密封环侧轴封面形成有金刚石膜。

2. 根据权利要求1所述的机械轴封,其中在除所述密封端面以外的轴侧密封环的表面部分、且所述液体区域的液体所接触的部分,形成着与所述金刚石膜相连的金刚石膜。

3. 根据权利要求1或2所述的机械轴封,其中在所述密封端面的外周侧区域比其内周侧区域更高压的情况下,因外周侧区域的压力所导致的所述环状垫圈从所述轴封面间向内周侧区域方向的鼓出被卡止面阻止,所述卡止面是与密封环侧轴封面正交地形成在轴侧密封环的内周部的环状面,且可动嵌合在轴侧轴封面,且在该卡止面形成着与所述金刚石膜相连的金刚石膜。

4. 根据权利要求3所述的机械轴封,其中在所述卡止面与所述环状垫圈之间,在轴侧轴封面以能够向轴线方向相对移动的状态嵌合着树脂制造的衬垫环。

5. 根据权利要求1至2中任一项所述的机械轴封,其中所述壳体侧密封环具有:静止环,固定在轴封壳体;及活动环,以被阻止相对旋转的状态连结于该静止环,且保持在该静止环与所述轴侧密封环之间。

6. 根据权利要求1至2中任一项所述的机械轴封,其中在所述轴侧密封环的密封端面,以与所述金刚石膜分离的形态形成着金刚石膜。

7. 根据权利要求1至2中任一项所述的机械轴封,其中所述环状垫圈是橡胶制造的O型环。

8. 根据权利要求1至2中任一项所述的机械轴封,其中所述金刚石膜的厚度为1 $\mu$ m以上。

## 机械轴封

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种作为轴封器件而装备在各种产业用泵、鼓风机、压缩机、搅拌机等旋转机器的端面接触型机械轴封。

### 背景技术

[0002] 作为以往机械轴封的一例的端面接触型机械轴封,例如众所周知像专利文献1~4中所公开的机械轴封,该机械轴封构成为:壳体侧密封环固定在轴封壳体,轴侧密封环隔着弹性材制造的环状垫圈以能够在轴线方向上移动的方式保持于旋转轴,通过让所述壳体侧密封环与所述轴侧密封环的对向端面即密封端面接触并相对旋转,而将该密封端面的内周侧区域(以下称为“内周侧区域”)及其外周侧区域(以下称为“外周侧区域”)的其中一个区域即液体区域与另一个区域即气体区域遮断密封。

[0003] 也就是说,专利文献1的图1所公开的机械轴封(以下称为“第1现有机械轴封”)是外部型的端面接触型机械轴封,其内周侧区域为液体区域,外周侧区域为大气区域(气体区域),专利文献2的图1所公开的机械轴封(以下称为“第2现有机械轴封”)及专利文献3的图1所公开的机械轴封(以下称为“第3现有机械轴封”)是内部型的端面接触型机械轴封,其外周侧区域为液体区域,内周侧区域为大气区域,专利文献4的图1所公开的机械轴封(以下称为“第4现有机械轴封”)是活动环型的端面接触型机械轴封,其构成为:壳体侧密封环包含静止环及活动环,所述静止环固定在轴封壳体,所述活动环以被阻止相对旋转的状态连结在该静止环,且保持于该静止环与轴侧密封环之间,通过轴侧密封环与活动环的对向端面即密封端面接触并相对旋转,而将作为液体区域的外周侧区域与作为大气区域的内周侧区域遮断密封。

[0004] 而且,在这些第1~第4现有机械轴封中,做出了如下设计:在所述轴侧密封环的内周部形成与成为旋转轴外周面的轴侧轴封面呈同心且平行的密封环侧轴封面,且在两轴封面间以能够向轴线方向相对移动的方式装填所述环状垫圈,由此,能够使轴侧密封环在利用环状垫圈将与旋转轴之间密封的状态下向轴线方向追随,使轴侧密封环与对方密封环(壳体侧密封环或活动环)的接触压适当,从而良好地发挥液体区域与气体区域(大气区域)之间的轴封功能(机械轴封功能)。

[0005] 背景技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本专利特开2005-172194号公报

[0008] 专利文献2:日本专利特开2013-249888号公报

[0009] 专利文献3:日本专利特开2002-147617号公报

[0010] 专利文献4:日本专利特开2005-180547号公报

### 发明内容

[0011] [发明所要解决的课题]

[0012] 然而,在第1~第4现有机械轴封中,轴侧密封环是碳化硅等陶瓷或超硬合金制造的一体成形物,是在前端部形成密封端面,并且在内周部形成密封环侧轴封面而成,因此存在如下问题。

[0013] 也就是说,在轴侧密封环的密封端面,与对方密封环(壳体侧密封环或活动环)的密封端面的接触导致产生摩擦热,因此该摩擦热使轴侧密封环整体成为高温。另一方面,轴侧密封环的表面部分即与液体区域的液体接触的部分因与液体的热交换而被冷却。然而,轴侧密封环是由陶瓷或超硬合金所构成的一体成形物,其整体被所述摩擦热加热成了高温,所以虽然相比密封端面而言在流体区域有效地发挥出这种利用与液体接触所实现的冷却功能,但轴侧密封环的大气区域侧的表面温度并没有变得那么低。

[0014] 因此,轴侧密封环的密封环侧轴封面对于比环状垫圈所接触的轴封部位更靠气体区域侧的部分无法期待利用与气体(大气)接触所进行的冷却(空冷),更何况该机械轴封是热导率较高的一体成形物,因此在比该轴封部位更靠液体区域侧的部分,也无法有效地通过与液体接触来进行冷却,而成为极端高温。结果是与密封环侧轴封面接触的环状垫圈被加热,让人顾虑会因长期使用导致劣化(热劣化)。

[0015] 也就是说,在第1~第4现有机械轴封中,虽使用了橡胶制造的O型环作为环状垫圈,但即便使用含氟橡胶等具有耐热性的弹性材作为该O型环的构成材,长期使用仍有该O型环的弹性力降低等劣化的顾虑。此外,这样的问题在使用树脂(例如聚四氟乙烯(PTFE))制造的V型环轴封作为环状垫圈的情况下也会同样地产生,该V型环轴封包含:主体部;及内外周开口部,从该主体部朝向高压流体侧在内外周方向上呈倾斜状地延伸而弹性地压接于轴侧轴封面及密封环侧轴封面。

[0016] 如果像这样,O型环等环状垫圈劣化,那么轴侧密封环与旋转轴之间的轴封功能降低,并且轴侧密封环的追随性也降低,无法发挥良好的机械轴封功能。

[0017] 而在第2~第4现有机械轴封中,外周侧区域比内周侧区域更高压,所以利用与轴封面正交地形成在轴侧密封环的内周部的环状平面即卡止面,阻止了外周侧区域的压力所导致的环状垫圈从所述两轴封面间向内周侧区域方向的鼓出。另一方面,轴侧密封环是隔着环状垫圈而嵌合于旋转轴的,是以与旋转轴非接触的状态嵌合于旋转轴,所以形成在轴侧密封环的内周部的卡止面的内周侧在与旋转轴的外周面即轴侧轴封面之间产生间隙。因此,当外周侧区域的压力达到某种程度以上,环状垫圈的内周部分便会从该间隙向内周侧区域方向伸出而陷入,阻碍轴侧密封环的追随性。因此,在高压条件下使用的活动环型的端面接触型机械轴封等中,如专利文献4的图1所公开那样,在该卡止面与所述环状垫圈之间装填衬垫环,使该衬垫环以能够在轴线方向上相对移动的方式紧密地嵌合于轴侧轴封面,从而防止环状垫圈从所述间隙向内周侧区域侧的伸出。作为衬垫环的构成材,为了不阻碍轴侧密封环的追随性,通常使用与旋转轴(轴侧轴封面)的摩擦阻力较小的PTFE。

[0018] 然而,如上所述,因为轴侧密封环包含密封环侧轴封面及卡止面在内地成为高温,所以担心与卡止面接触的衬垫环会因加热而变形所产生的蠕变现象,其内周部分从所述间隙伸出而陷入该间隙,阻碍轴侧密封环的追随性。另外,如果卡止面的圆周方向上的温度分布不均匀,则衬垫环的圆周方向上的蠕变量不均匀,从所述间隙的伸出量也变得不均匀,而让人顾虑会对轴侧密封环的追随性产生不良影响。此外,为了缓和这样的衬垫环的蠕变现象,也提出了用添加了碳纤维等填充材的PTFE构成该环以提升衬垫环的强度。然而,如果使

用这样的PTFE,则有衬垫环的滑动特性降低,因衬垫环的接触运动而导致轴侧轴封面磨耗损伤的顾虑,所以需要进行旋转轴的修理、更换,或对轴侧轴封面进行表面硬化处理,无论如何,都带来了成本上的问题。

[0019] 这里,从以往开始,例如像日本专利特开2014-20425号公报所公开那样,也提出了如下的机械轴封,其构成为,在以陶瓷或超硬合金所构成的轴侧密封环通过收缩配合(Shrinkage Fit)而嵌合钛制造的挡圈,在该挡圈的内周面形成所述密封环侧轴封面,将该密封环侧轴封面与旋转轴侧的轴侧轴封面之间利用环状垫圈(O型环)密封,该机械轴封不会产生如上所述的问题。也就是说,轴侧密封环通过收缩配合而嵌合于形成在挡圈的前端部的凹部,该嵌合部分中的轴侧密封环与挡圈的接触面被机械加工为高精度的平滑面,但该接触面中除收缩配合的部分以外的部分,产生极小的间隙( $30\mu\text{m}\sim 60\mu\text{m}$ 左右)。结果是在轴侧密封环与挡圈的嵌合部分,除了收缩配合的部分以外,大气区域的大气即空气从所述间隙进入。因此,由于相比轴侧密封环的构成材(陶瓷或超硬合金)的热导率为 $60\sim 100\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 左右,挡圈的构成材钛的热导率为 $20\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 左右,而空气的热导率为 $0.1\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 以下,从而进入所述间隙的空气也作为隔热材而发挥了功能,于是因与对方密封环的摩擦热而成为高温的轴侧密封环的热几乎不会传递,从而挡圈不会成为高温。因此,通过不将密封环侧轴封面形成在轴侧密封环,而形成在收缩配合于该轴侧密封环的挡圈,从而防止了装填于密封环侧轴封面与轴侧轴封面之间的O型环的热劣化。另外,当在密封环侧轴封面与轴侧轴封面之间装填PTFE制造的衬垫环的情况下,该衬垫环也不会被加热,从而不会产生热所导致的蠕变现象。

[0020] 本发明是为了解决所述问题而完成的,目的在于提供一种端面接触型机械轴封,即便在轴侧密封环因与壳体侧密封环的摩擦热而被加热成为高温的情况下,也能够确保轴侧密封环的追随性,而长期发挥良好的机械轴封功能。

[0021] [解决课题的技术手段]

[0022] 本发明提出一种机械轴封,其包含:壳体侧密封环,固定于轴封壳体;及轴侧密封环,隔着弹性材制造的环状垫圈以能够在轴线方向上移动的方式保持于旋转轴;且所述机械轴封构成为,通过使壳体侧密封环及轴侧密封环的对向的密封端面接触并相对旋转,而将该密封端面的内外周侧区域的其中一个区域即液体区域与另一个区域即气体区域遮断密封,且所述轴侧密封环是利用陶瓷或超硬合金形成,在所述轴侧密封环的前端部形成着密封端面,并且在所述轴侧密封环的内周部具有与旋转轴的外周面即轴侧轴封面呈同心且平行的密封环侧轴封面,环状垫圈在将密封环侧轴封面与轴侧轴封面之间密封状态下,能够在轴线方向上相对移动地装填于该两轴封面间,且在所述密封环侧轴封面形成着金刚石膜。

[0023] 在本发明的机械轴封中,优选在除所述密封环侧轴封面及密封端面以外的轴侧密封环的表面部分、即所述液体区域的液体所接触的部分,连续地形成与所述金刚石膜相连的金刚石膜。另外,优选在所述密封端面的外周侧区域比其内周侧区域更高压的情况下,利用卡止面来阻止因外周侧区域的压力导致所述环状垫圈从所述轴封面间向该内周侧区域方向鼓出,所述卡止面是与密封环侧轴封面正交地形成于轴侧密封环的内周部的环状面,且可动嵌合于轴侧轴封面,且在该卡止面连续地形成着与所述金刚石膜相连的金刚石膜。在该情况下,优选当所述外周侧区域成为一定以上高压的区域时,将配置于所述卡止面与

所述环状垫圈之间且树脂制造的衬垫环以能够向轴线方向相对移动的状态紧密地嵌合于轴侧轴封面。另外,本发明的机械轴封可构成活动环型机械轴封,所述活动环型机械轴封包含:静止环,固定于轴封壳体或所述壳体侧密封环;及活动环,以被阻止相对旋转的状态连结于所述静止环,且保持于该静止环与所述轴侧密封环之间;且可在所述轴侧密封环的密封端面以与所述金刚石膜分离的形态形成金刚石膜。

[0024] 另外,在本发明的优选实施方式中,使用橡胶制造的O型环作为所述环状垫圈。

[0025] 另外,所述金刚石膜的厚度优选为1 $\mu$ m以上。

[0026] [发明的效果]

[0027] 在本发明的端面接触型机械轴封中,在环状垫圈所接触的轴侧密封环的密封环侧轴封面,形成着与轴侧密封环的构成材即碳化硅等陶瓷或超硬合金相比热导率极高的金刚石膜,因此在因与壳体侧密封环的接触而产生在轴侧密封环的密封端面的摩擦热向密封环侧轴封面传递之前,液体区域的液体的温度从与该液体接触的密封环侧轴封的一部分(比环状垫圈所接触的部位更靠液体区域侧的部分)传递到密封环侧轴封面整体。也就是说,有效且尽可能地遮断摩擦热从密封端面向密封环侧轴封的传热,从而使密封环侧轴封面整体大致被远比摩擦热低温的该液体的温度所支配。结果是密封环侧轴封面不会被摩擦热加热成高温,从而与密封环侧轴封面接触的O型环等环状垫圈不会劣化(热劣化)。因此,根据本发明的端面接触型机械轴封,适当地确保隔着环状垫圈而嵌合保持于旋转轴的轴侧密封环的追随性,而长期发挥良好的机械轴封功能。

## 附图说明

[0028] 图1是表示本发明的机械轴封的一例的剖视图。

[0029] 图2是放大表示图1的主要部分的详细图。

[0030] 图3是表示本发明的机械轴封的变形例的相当于图2的主要部分的剖视图。

[0031] 图4是表示本发明的机械轴封的另一变形例的相当于图2的主要部分的剖视图。

[0032] 图5是表示本发明的机械轴封的进而另一变形例的相当于图2的主要部分的剖视图。

[0033] 图6是表示本发明的机械轴封的进而另一变形例的相当于图2的主要部分的剖视图。

[0034] 图7是表示本发明的机械轴封的进而另一变形例的剖视图。

## 具体实施方式

[0035] 以下,基于附图,对本发明的实施方式具体地进行说明。图1是表示本发明的端面接触型机械轴封的一例的剖视图,图2是放大表示图1的主要部分的详细图。

[0036] 图1所示的端面接触型机械轴封配设在旋转机器的外壳1与旋转轴2之间,且具备:筒状的轴封壳体3,安装于外壳1;壳体侧密封环4,固定于轴封壳体3;轴侧密封环6,隔着弹性材制造的环状垫圈5以能够向轴线方向移动的方式保持于旋转轴2;及弹簧部件7,将轴侧密封环6向壳体侧密封环4推压。另外,端面接触型机械轴封构成为,通过使两密封环4、6的对向端面即密封端面4a、6a接触并相对旋转,而将密封端面4a、6a的外周侧区域A与其内周侧区域B遮断密封,且壳体侧密封环4由静止环41,固定于轴封壳体3;及活动环42,以被阻止

相对旋转的状态连结于静止环41所组成,使该机械轴封成为活动环型。在本例中,外周侧区域A是作为被密封流体区域的高压液体区域,内周侧区域B是作为非密封流体区域的大气区域(气体区域)。

[0037] 在以下说明中,轴线是指旋转轴2的中心线,轴线方向是指与轴线相同的方向。

[0038] 如图1所示,旋转轴2是以不锈钢等金属制造的,由轴主体21及插通固定于该轴主体21的套筒22所组成。套筒22是使基端侧部分22a比前端侧部分22b厚度更厚的圆筒状套筒,基端侧部分22a的外周面形成为轴侧轴封面22c。

[0039] 如图2所示,轴侧密封环6利用碳化硅等陶瓷或超硬合金而一体成形为旋转体形状,包含:前端部61,将前端面构成为与轴线正交的平滑环状平面即密封端面6a;中间部62,与前端部61的基端相连;及基端部63,与中间部62的基端相连。

[0040] 轴侧密封环6将前端部61的内径设定为大于套筒22的前端侧部分22b的外径,并且将中间部62及基端部63的内径设定为大于套筒22的基端侧部分22a的外径,与旋转轴2以非接触的状态嵌合。也就是说,使中间部62的内径略大于套筒22的基端侧部分22a的外径而使中间部62以非接触状态嵌合于该基端侧部分22a。另外,轴侧密封环6的基端部63的内径设定为大于前端部61及中间部62的内径,其内周面形成为与轴侧轴封面22c平行且为同心状的密封环侧轴封面63a。

[0041] 在轴侧密封环6的中间部62及基端部63收缩配合有金属制造(钛等)的保护环8,金属制造的驱动轴环9经由驱动销10而不可相对旋转地连结于该保护环8。在驱动轴环9安装着驱动销11,通过使该驱动销11卡合于固定在旋转轴2的基端侧部分22a的环状弹簧座12,而经由保护环8、驱动轴环9及弹簧座12将轴侧密封环6以允许在规定范围内向轴线方向移动且无法相对于旋转轴2相对旋转的方式保持。

[0042] 环状垫圈为以含氟橡胶等橡胶制造的O型环5,以能够在轴线方向上相对移动的压缩状态装填于旋转轴2与轴侧密封环6的对向周面即轴侧轴封面22c与密封环侧轴封面63a之间。利用该O型环5,而将轴侧密封环6保持为在将与旋转轴2(套筒22)之间密封的状态下能够向轴线方向移动地嵌合于旋转轴2的状态。

[0043] O型环5是利用外周侧区域(液体区域)A的压力而被推压向密封端面6a方向,因此产生的O型环5从轴侧轴封面22c、密封环侧轴封面63a间向内周侧区域(大气区域)B侧的鼓出被由轴侧密封环6的中间部62的基端面所构成的卡止面62a阻止。也就是说,卡止面62a为与轴侧轴封面22c、密封环侧轴封面63a正交的环状平面,阻止O型环5相对于轴侧密封环6向密封端面6a方向相对移动。此外,在驱动轴环9的内周部,形成着插入轴侧轴封面22c与密封环侧轴封面63a之间的环状突起9a,利用该环状突起9a来阻止O型环5向离开密封端面6a的方向相对移动。

[0044] 如图2所示,在轴侧轴封面22c及密封环侧轴封面63a之间,装填有配置于所述卡止面62a与O型环5之间且厚度固定的树脂制造的衬垫环13。衬垫环13例如是以作为低摩擦系数材料的PTFE制造的,以内周面密接于轴侧轴封面22c的状态向轴线方向自由相对移动地嵌合于旋转轴2(套筒22)。因此,如图2所示,衬垫环13因在外周侧区域(液体区域)A的压力下所产生的O型环5的推压力而保持为与轴侧密封环6的卡止面62a接触的状态。而且,衬垫环13堵住卡止面62a的内周侧的与轴侧轴封面22c之间的间隙、即形成在轴侧密封环6的中间部62与套筒22之间的间隙,从而阻止O型环5的内周部分从轴侧轴封面22c及密封环侧轴

封面63a之间向该间隙伸出或陷入。

[0045] 如图1所示,壳体侧密封环4包含:金属制造的静止环41,嵌合固定于轴封壳体3;及碳制造的活动环42,不可相对旋转地联结于该静止环41。活动环42以隔着O型环43的状态能够在轴线方向及径向上规定范围内移动地嵌合于轴封壳体3,保持在静止环41与被弹簧部件7施压的轴侧密封环6之间。活动环42的与轴侧密封环6的接触面、也就是与密封端面6a的接触面设为与轴线正交的平滑环状的平面即密封端面4a。活动环42通过使安装于静止环41的驱动销44卡合在形成于活动环42的卡合孔42a,而以允许轴线方向及径向上规定范围内的相对位移的状态不可相对旋转地联结于静止环41。此外,在活动环42,形成着将其两侧区域连通的贯通孔42b,对于静止环41与活动环42之间的区域,从形成于轴封壳体3的冲洗通路3a供给冲洗液。另外,在轴封壳体3,在静止环41附近形成着向内周侧区域B开口的排水通路3b。

[0046] 而且,如图2所示,在所述活动环型的端面接触型机械轴封中,在轴侧密封环6的密封环侧轴封面63a,遍及整个面地连续形成着多晶金刚石膜14a。

[0047] 进而,如图2所示,在轴侧密封环6的卡止面62a也连续形成着与所述金刚石膜14a相连的多晶金刚石膜14b。

[0048] 金刚石膜14a、14b的厚度优选为1mm以上,更优选为 $1\mu\text{m}\sim 25\mu\text{m}$ 。如果金刚石膜14a、14b的厚度未达 $1\mu\text{m}$ ,那么难以有效地发挥下述的传热、冷却效果,如果超过 $25\mu\text{m}$ ,那么难以充分确保金刚石膜的强度。

[0049] 金刚石膜14a、14b的形成例如利用热灯丝化学蒸镀法、微波等离子体化学蒸镀法、高频等离子体法、直流放电等离子体法、电弧放电等离子体喷射法、燃烧火焰法(Combustion Flame Method)等进行。此外,在以下说明中,当需要区分轴侧密封环6与形成于轴侧密封环6的金刚石膜14a、14b时,将前者称为密封环母材。

[0050] 在如以上构成的活动环型的端面接触型机械轴封中,因为在密封环侧轴封面63a及卡止面62a连续形成着金刚石膜14a、14b,所以即便因与活动环42的接触而在轴侧密封环6的密封端面6a产生摩擦热,密封环侧轴封面63a及卡止面62a也不会被加热成高温。

[0051] 也就是说,构成金刚石膜14a、14b的金刚石与轴侧密封环(密封环母材)6的构成材料即碳化硅等陶瓷或超硬合金相比热导率极高。具体来说,碳化硅的热导率为 $70\sim 120\text{W/mK}$ ,与此相对,金刚石的热导率为 $1000\sim 2000\text{W/mK}$ 。因此,产生在密封端面6a的摩擦热顺着密封环母材而向密封环侧轴封面63a及卡止面62a传热,但与金刚石膜14a、14b的一部分(形成在密封环侧轴封面63a的金刚石膜14a中的比O型环5的接触部位更靠外周侧区域(液体区域)A侧的部分)接触的液体的温度瞬间传到金刚石膜14a、14b整体,该传热(以下称为“液温传热”)在摩擦热向密封环侧轴封面63a及卡止面62a的传热(以下称为“摩擦传热”)之前进行。因此,在密封环侧轴封面63a及卡止面62a中,利用液温传热而尽可能地且有效地遮断摩擦传热,从而使密封环侧轴封面63a及卡止面62a大致被远比摩擦热低温的液体的温度所支配。

[0052] 因此,对于密封环侧轴封面63a及卡止面62a,尽可能地防止摩擦热所产生的的高温的热,维持、冷却为低温的液体温度,从而抑制与密封环侧轴封面63a接触的O型环5的热劣化及与卡止面62a接触的衬垫环13的蠕变。而且,卡止面62a的整个面利用金刚石膜14b而保持为均匀的温度,所以即便与卡止面62a接触的衬垫环13产生蠕变,其蠕变量在衬垫环13的



圆周方向上也不会变得不均匀,从而衬垫环13不会产生应变或变形。

[0053] 就以上方面来说,在所述活动环型的端面接触型机械轴封中,可适当地确保利用O型环5及衬垫环13所产生的轴侧密封环6的追随性,而长期发挥良好的机械轴封功能。

[0054] 另外,如图2所示,在密封环侧轴封面63a及卡止面62a形成着金刚石膜14a、14b的形态也可以应用于以下情况:在外周侧区域A为比内周侧区域B更高压的气体区域且内周侧区域B为液体区域的条件下,也适用该端面接触型机械轴封。也就是说,从金刚石膜14a中的O型环5的接触部位至衬垫环13侧的部分及卡止面62a的金刚石膜14b接触内周侧区域B的液体,能够产生与所述情形同样的冷却效果。

[0055] 此外,本发明的构成并不限于所述实施方式,可以在不脱离本发明的基本原理的范围内适当地进行改良、变更。以下,对本发明的变形例进行说明。

[0056] 例如,如图3所示,可以在除密封端面6a、密封环侧轴封面63a及卡止面62a以外的轴侧密封环6的表面部分、且与外周侧区域A的液体接触的部分,连续地形成与所述金刚石膜14a、14b相连的金刚石膜14c。这样一来,即便在金刚石膜14a、14b、14c与液体的接触面积增大的情况下,也更加显著地发挥所述摩擦传热的遮断效果以及密封环侧轴封面63a及卡止面62a的冷却效果。

[0057] 进而,如图4所示,可以在所述金刚石膜14a、14b、14c之外,在密封端面6a也形成金刚石膜14d。因为金刚石的摩擦系数与轴侧密封环6的构成材即碳化硅等陶瓷或超硬合金相比极低(一般来说,金刚石的摩擦系数( $\mu$ )为0.03,比摩擦系数远远低于陶瓷或超硬合金的PTFE还要更低),所以当像这样利用金刚石膜14d被覆密封端面6a时,因与壳体侧密封环4的相对旋转滑动接触所产生的发热(及摩擦)变得极少,能够进一步减少施加给密封环侧轴封面63a及卡止面62a的摩擦传热的影响。此外,在该情况下,该金刚石膜14d优选以不与所述金刚石膜14a、14b、14c相连的独立形态形成。其理由在于:在密封端面6a所产生的摩擦热从金刚石膜14d传递到金刚石膜14a、14b、14c,会使密封环侧轴封面63a及卡止面62a的冷却效果降低。

[0058] 其次,对如上所述般外周侧区域A为比内周侧区域B更高压的气体区域、且内周侧区域B为液体区域时的变形例进行说明。

[0059] 如图5所示,可以在除密封端面6a、密封环侧轴封面63a及卡止面62a以外的轴侧密封环6的表面部分、且与内周侧区域B的液体接触的部分,连续地形成与所述金刚石膜14a、14b相连的金刚石膜14e。这样一来,利用金刚石膜14e来使与液体的接触面积增大,从而更加显著地发挥所述摩擦传热的遮断效果以及密封环侧轴封面63a及卡止面62a的冷却效果。

[0060] 另外,本发明也适用于不使用衬垫环13的端面接触型机械轴封。在该情况下,无论外周侧区域A及内周侧区域B的哪一个为液体区域,只要如图6所示般至少只在密封环侧轴封面63a遍及整个面地形成金刚石膜14a即可,优选除了在密封环侧轴封面63a形成金刚石膜以外,也在卡止面62a形成与金刚石膜14a相连的金刚石膜14b。其原因在于,O型环5与卡止面62a的金刚石膜14b接触而进一步被冷却。当然,在该情况下,也可以在除密封端面6a、密封环侧轴封面63a及卡止面62a以外的轴侧密封环6的表面部分、且与液体区域(外周侧区域A或内周侧区域B)的液体接触的部分,连续地形成与图3所示的金刚石膜14c或图5所示的金刚石膜14e同样的金刚石膜。

[0061] 另外,本发明并不限于将壳体侧密封环4分开构成为静止环41与活动环42的活

动环型的端面接触型机械轴封,也可以将壳体侧密封环4与所述同样地,较好地应用于像专利文献1~3所公开的设为单一构造的端面接触型机械轴封。进而,也可以应用于如专利文献3的图1所示,不具有套筒22而只以轴主体2构成保持轴侧密封环6的旋转轴2的端面接触型机械轴封。

[0062] 例如,图7所示的端面接触型机械轴封是外部型的机械轴封,其具备:轴封壳体103,安装在旋转机器的外壳101;壳体侧密封环104,固定在轴封壳体103;轴侧密封环106,隔着作为环状垫圈的橡胶制造的O型环105以能够在轴线方向上移动的方式保持于不具有套筒的旋转轴102;及弹簧部件107,安装在固定于旋转轴102的弹簧保持环108与轴侧密封环106之间,对轴侧密封环106施压以使其与壳体侧密封环104推压接触;且所述机械轴封构成为,通过使两密封环104、106的对向端面即密封端面104a、106a接触并相对旋转的相对旋转滑动接触作用,而将该密封端面相对旋转滑动接触部分104a、106a的外周侧区域即大气区域A与其内周侧区域即液体区域(被密封流体区域)B遮断密封。另外,该端面接触型机械轴封构成为,0型环105以压缩状态装填于旋转轴102的外周面即轴侧轴封面102a与形成在与其同心且平行的轴侧密封环106的内周面的密封环侧轴封面106b之间,并且利用突出设置于弹簧保持环108的内周部的环状卡止部108a来阻止液体区域B的压力所导致的0型环105从该轴封面102a、106b间鼓出。而且,在该外部型的端面接触型机械轴封中,在密封环侧轴封面106b遍及其整个面形成着金刚石膜114,内周侧区域B的液体与该金刚石膜114的一部分(密封环侧轴封面106中的比与0型环105的接触部位更靠密封端面106a侧的部分)接触,由此与所述情况同样尽可能地防止0型环105的热劣化。此外,在该端面接触型机械轴封中,如图5所示,也可以在轴侧密封环106的表面部分、且与内周侧区域B的液体接触的部分,除密封端面106a以外而形成与所述金刚石膜114相连的金刚石膜,进而,可以在密封端面106a形成独立于那些金刚石膜的金刚石膜。另外,也可以应用于所述使用塑料制(PTFE等)的V型环轴封作为环状垫圈5的端面接触型机械轴封。

[0063] [符号的说明]

- [0064] 2 旋转机器的旋转轴
- [0065] 3 轴封壳体
- [0066] 4 壳体侧密封环
- [0067] 4a 壳体侧密封环的密封端面
- [0068] 5 O型环(环状垫圈)
- [0069] 6 轴侧密封环
- [0070] 6a 轴侧密封环的密封端面
- [0071] 13 衬垫环
- [0072] 14a 金刚石膜
- [0073] 14b 金刚石膜
- [0074] 14c 金刚石膜
- [0075] 14d 金刚石膜
- [0076] 14e 金刚石膜
- [0077] 41 静止环
- [0078] 42 活动环

---

[0079]	62a	卡止面
[0080]	63a	密封环侧轴封面
[0081]	102	旋转机器的旋转轴
[0082]	102a	轴侧轴封面
[0083]	103	轴封壳体
[0084]	104	壳体侧密封环
[0085]	104a	壳体侧密封环的密封端面
[0086]	105	O型环(环状垫圈)
[0087]	106	轴侧密封环
[0088]	106a	轴侧密封环的密封端面
[0089]	106b	密封环侧轴封面
[0090]	114	金刚石膜
[0091]	A	外周侧区域
[0092]	B	内周侧区域

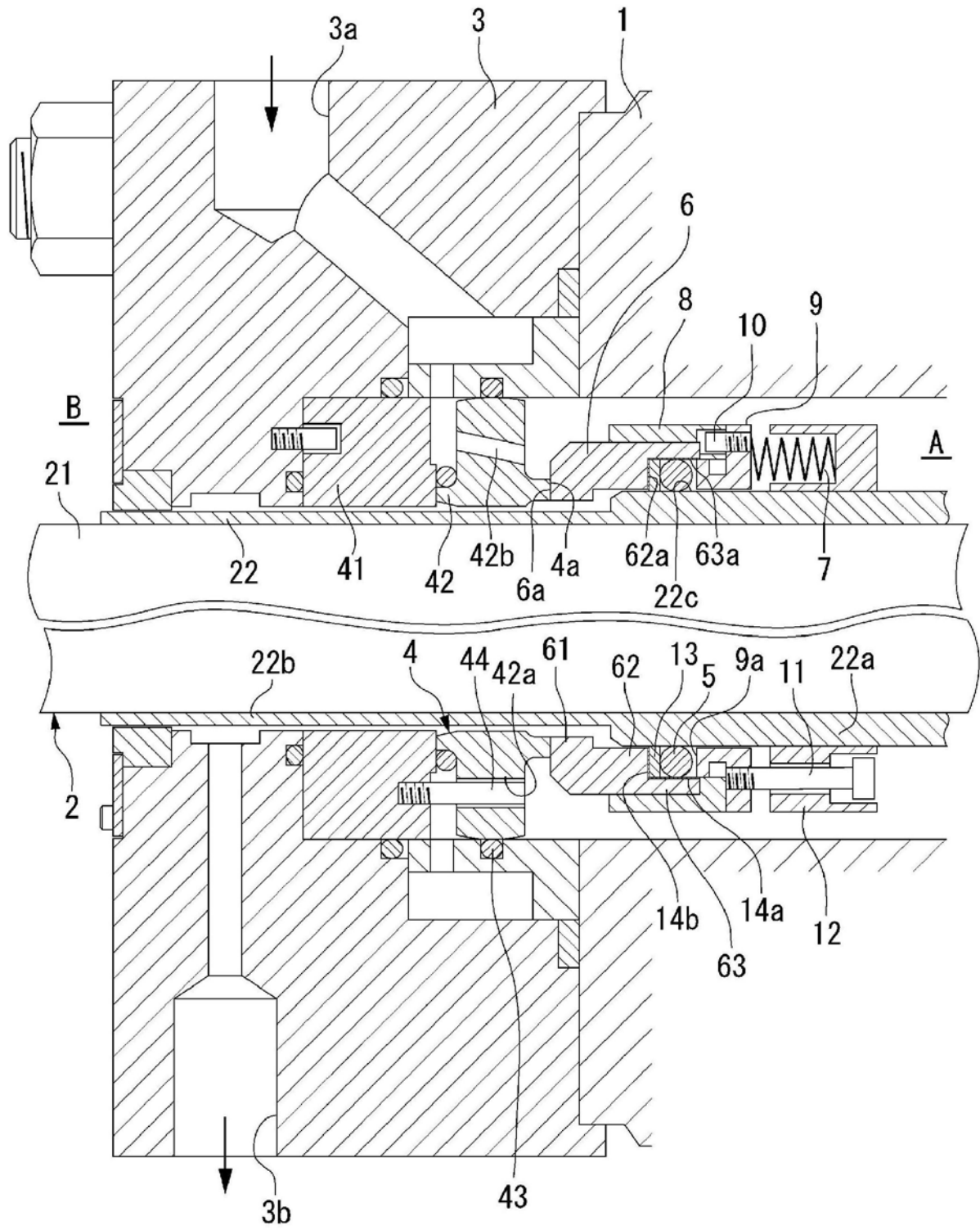


图1





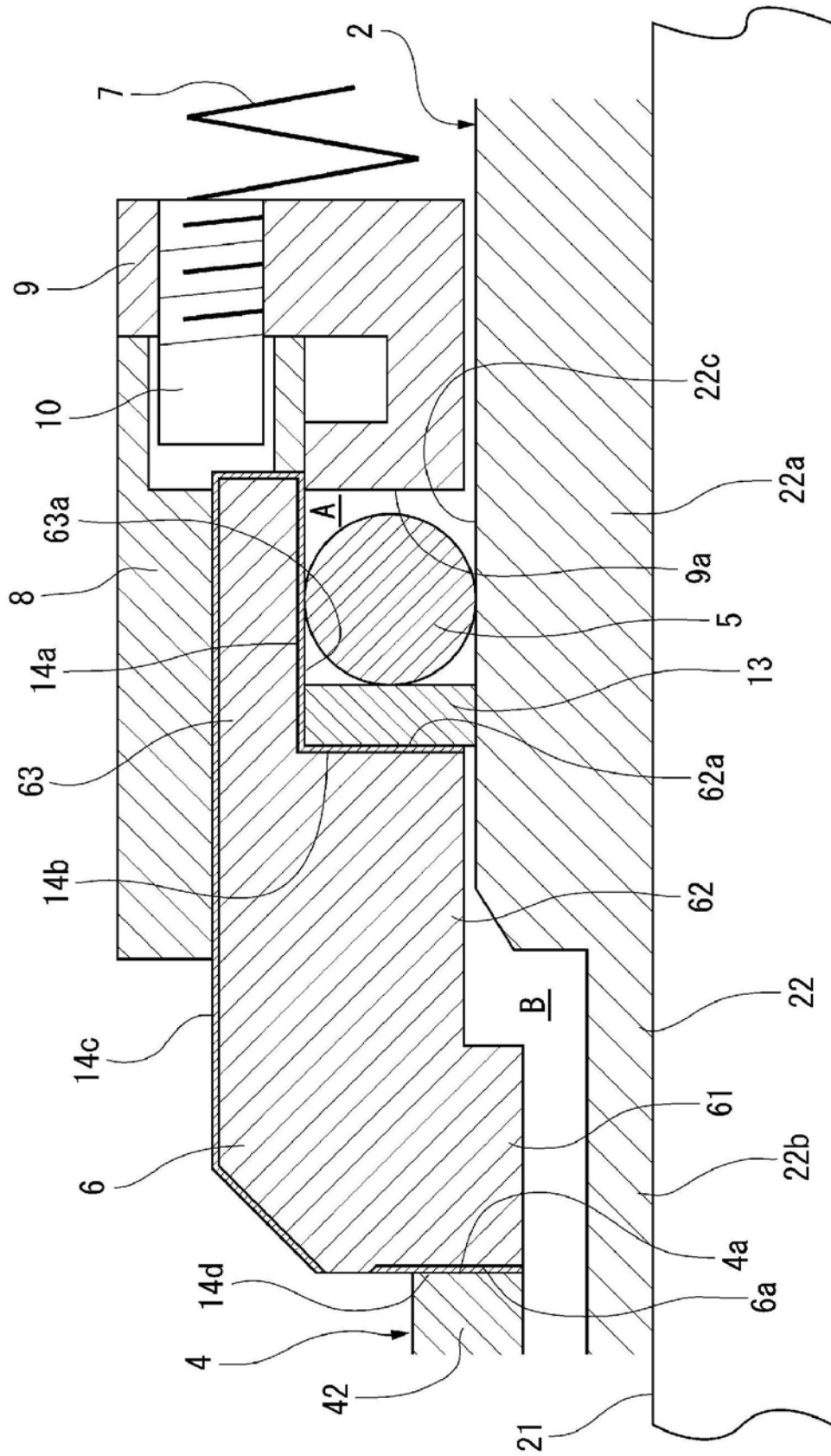


图4





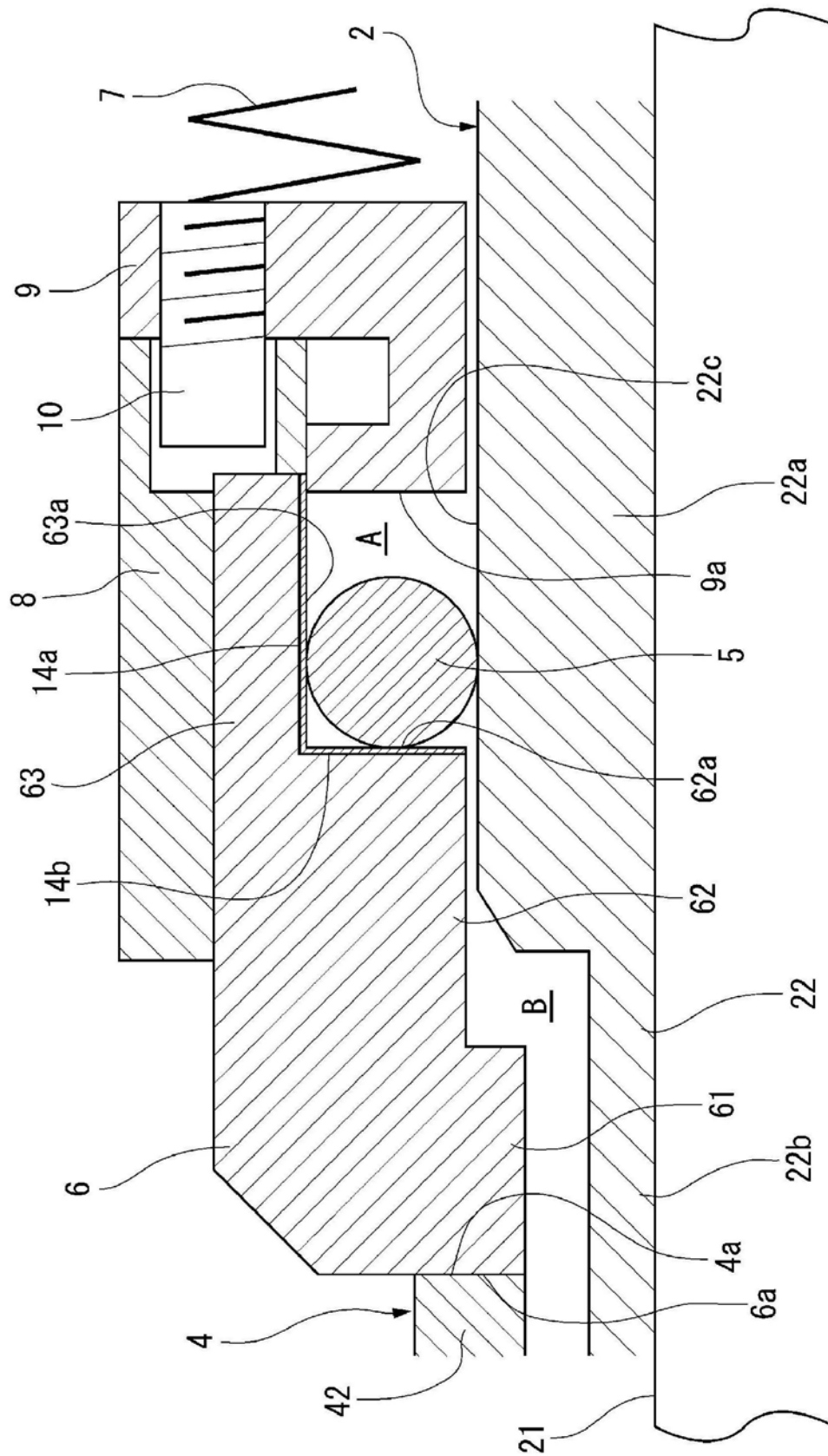


图6

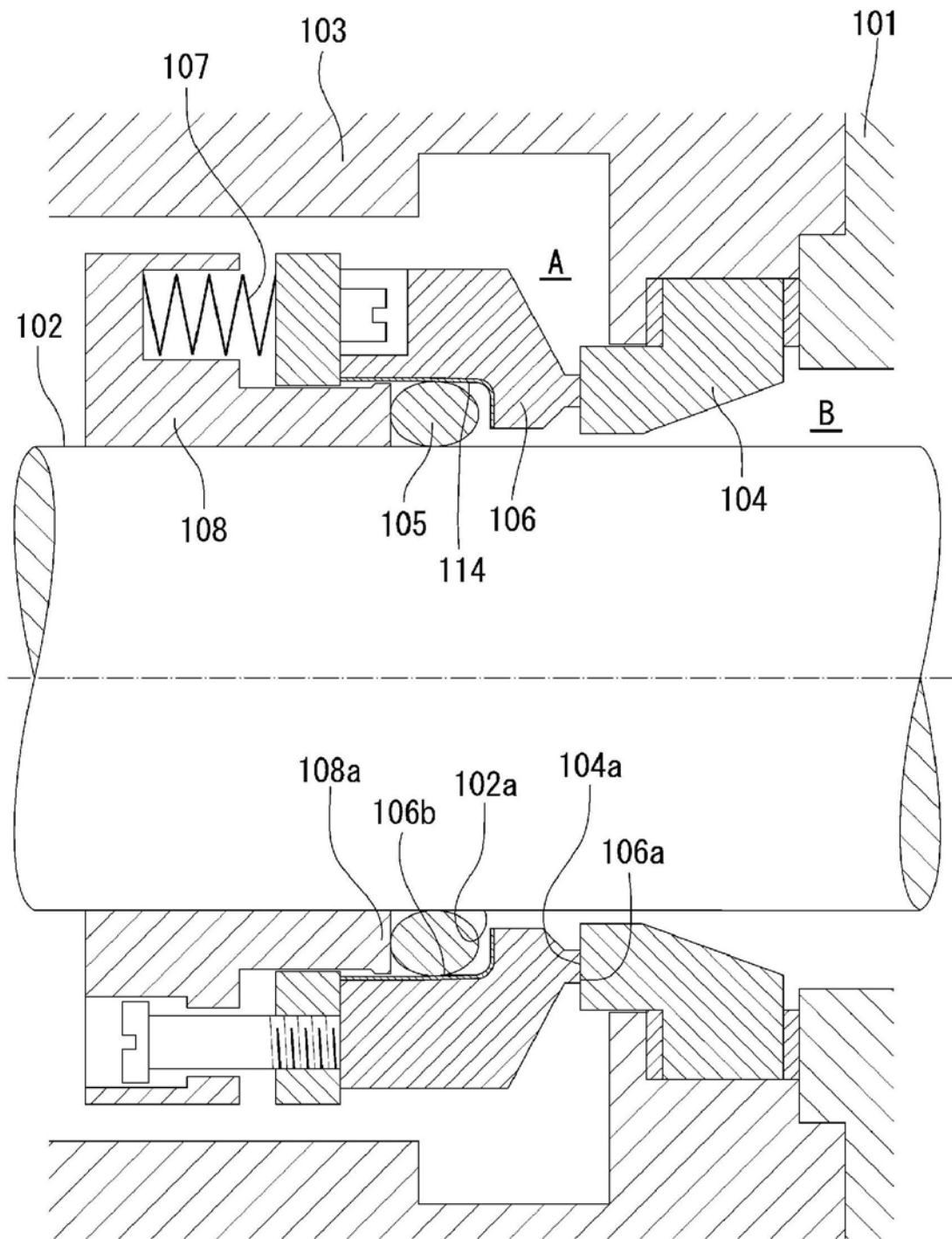


图7