



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 202430797 A

(43) 公開日：中華民國 113 (2024) 年 08 月 01 日

(21) 申請案號：112143591

(22) 申請日：中華民國 112 (2023) 年 11 月 13 日

(51) Int. Cl. :

F16J15/32 (2016.01)

F16J15/16 (2006.01)

F04D29/70 (2006.01)

F04D29/12 (2006.01)

(30) 優先權：2022/11/16

世界智慧財產權組織

PCT/JP2022/042538

(71) 申請人：日商日本皮拉工業股份有限公司 (日本) NIPPON PILLAR PACKING CO., LTD.

(JP)

日本

(72) 發明人：福井宏起 FUKUI, KOKI (JP)；足立一磨 ADACHI, KAZUMA (JP)

(74) 代理人：周良吉；周宜新

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：6 項 圖式數：6 共 35 頁

(54) 名稱

機械軸封及冷卻狀況估測方法

(57) 摘要

本發明之機械軸封 1，包含具有旋轉密封環 18 之旋轉側單元 2，以及具有靜止密封環 33 之靜止側單元 3；旋轉密封環 18 與靜止密封環 33 之滑動部分 18a、33a 被沖洗流體冷卻。在靜止側單元 3 設有溫度差檢測部 60，其檢測將滑動部分 18a、33a 冷卻前之沖洗流體之溫度 T1 與將滑動部分 18a、33a 冷卻後之沖洗流體之溫度 T2 之溫度差 ΔT 。

指定代表圖：

42:第 2 螺紋部

50:接合環

51:第 2 流路

52:環狀流路

53:供給流路

53a:開口

60:溫度差檢測部

61:熱電偶

70:旋轉機械

71:旋轉軸

72:殼體

A:機內區域

B:機外區域

【發明摘要】

【中文發明名稱】 機械軸封及冷卻狀況估測方法

【中文】

本發明之機械軸封1，包含具有旋轉密封環18之旋轉側單元2，以及具有靜止密封環33之靜止側單元3；旋轉密封環18與靜止密封環33之滑動部分18a、33a被沖洗流體冷卻。在靜止側單元3設有溫度差檢測部60，其檢測將滑動部分18a、33a冷卻前之沖洗流體之溫度T1與將滑動部分18a、33a冷卻後之沖洗流體之溫度T2之溫度差 ΔT 。

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 1:機械軸封
- 2:旋轉側單元
- 3:靜止側單元
- 4:控制部
- 5:連接導線
- 6:連接導線
- 11:套管
- 12:制動環
- 13:第1固持器
- 14:驅動銷
- 15:驅動軸環
- 16:彈簧

- 17:第2固持器
- 18:旋轉密封環
- 18a,33a:密封面(滑動部分)
- 19:固定螺絲
- 20:O形環
- 21:固定螺絲
- 22:O形環
- 31:軸封殼
- 31a:孔
- 31b:第1流路
- 31c:預備孔
- 31d:環狀溝
- 32:軸套
- 33:靜止密封環
- 34:螺栓
- 35:O形環
- 36:限制構件
- 36a:卡合銷
- 37:O形環
- 38:限制銷
- 39:扣環
- 40:閉塞構件
- 41:第1螺紋部
- 42:第2螺紋部

50:接合環

51:第2流路

52:環狀流路

53:供給流路

53a:開口

60:溫度差檢測部

61:熱電偶

70:旋轉機械

71:旋轉軸

72:殼體

A:機內區域

B:機外區域

【特徵化學式】 無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 機械軸封及冷卻狀況估測方法

【技術領域】

【0001】

本發明係關於機械軸封及冷卻狀況估測方法。

【先前技術】

【0002】

作為將旋轉機械內部之被密封流體密封之技術，例如已知有專利文獻1所示之機械軸封。專利文獻1之機械軸封，具備設於旋轉機械之旋轉軸並對靜止密封環滑動之旋轉密封環(旋轉環)，以及設於旋轉機械之外殼之靜止密封環(固定環)。旋轉密封環與靜止密封環之滑動部分受到沖洗流體冷卻及潤滑。

〔先前技術文獻〕

〔專利文獻〕

【0003】

專利文獻1：日本特開2021-060079號公報

【發明內容】

〔發明欲解決之課題〕

【0004】

在專利文獻1之機械軸封中，為了掌握旋轉密封環與靜止密封環之滑動部分是否被沖洗流體適當冷卻，必須將機械軸封分解並透過目視直接觀察該滑動部分。故，在機械軸封之運轉中難以掌握該滑動部分之冷卻狀況。

第 1 頁，共 24 頁(發明說明書)

【0005】

本發明係鑑於如此實情而完成，目的在於提供一種無須直接觀察旋轉密封環與靜止密封環之滑動部分，即可估測沖洗流體對於該滑動部分之冷卻狀況之機械軸封及冷卻狀況估測方法。

〔解決課題之手段〕

【0006】

(1)本發明係一種機械軸封，包含：旋轉側單元，以可一體化地旋轉之方式設於旋轉軸，並具有旋轉密封環；以及，靜止側單元，設於包圍該旋轉軸之殼體，並具有靜止密封環，該旋轉密封環對該靜止密封環滑動，而將被密封流體密封於該殼體內之機內區域；該旋轉密封環與該靜止密封環之滑動部分被沖洗流體冷卻；該機械軸封更包含溫度差檢測部，其設於該靜止側單元，並檢測將該滑動部分冷卻前之該沖洗流體亦即第1沖洗流體之溫度與將該滑動部分冷卻後之該沖洗流體亦即第2沖洗流體之溫度之溫度差。

【0007】

透過本發明之機械軸封，透過溫度差檢測部檢測冷卻前之第1沖洗流體之溫度與冷卻後之第2沖洗流體之溫度之溫度差。若該溫度差相對較大，在該滑動部分因摩擦熱等造成發熱增加，對於該滑動部分之冷卻狀況，可大致估測為對該滑動部分之沖洗流體供給量不足之狀況。又，若該溫度差相對較小，該滑動部分之發熱抑制得較低，對於該滑動部分之冷卻狀況，可大致估測為透過沖洗流體適當進行該滑動部分之冷卻之狀況。從而，藉由透過溫度差檢測部檢測該溫度差，無須直接觀察旋轉密封環與靜止密封環之滑動部分，即可估測沖洗流體對於該滑動部分之冷卻狀況。

【0008】

(2)該(1)之機械軸封，較佳更具備控制部，其基於該溫度差計算出該滑動部分之動摩擦係數。

此情況下，控制部所計算出之動摩擦係數與該滑動部分之冷卻狀況密切相關，故可從動摩擦係數更準確地估測沖洗流體對於旋轉密封環與靜止密封環之滑動部分之冷卻狀況。

【0009】

(3)在該(1)或(2)之機械軸封中，該溫度差檢測部係具有基準接點及測溫接點之熱電偶，該基準接點較佳配置成與該第1沖洗流體及該第2沖洗流體中的一方接觸，且該測溫接點配置成與該第1沖洗流體及該第2沖洗流體中的另一方接觸。

此情況下，熱電偶之基準接點與測溫接點之溫度差，係冷卻前之第1沖洗流體之溫度與冷卻後之第2沖洗流體之溫度之溫度差。從而，可利用熱電偶將溫度差檢測部設為簡單的構造。

【0010】

(4)本發明係一種冷卻狀況估測方法，係在機械軸封中估測沖洗流體對於旋轉密封環與靜止密封環之滑動部分之冷卻狀況，該機械軸封包含：旋轉側單元，以可一體化地旋轉之方式設於旋轉軸，並具有該旋轉密封環；以及靜止側單元，設於包圍該旋轉軸之殼體，並具有該靜止密封環，該旋轉密封環對該靜止密封環滑動，而將被密封流體密封於該殼體內之機內區域；該冷卻狀況估測方法包含以下步驟：透過溫度差檢測部，檢測將該滑動部分冷卻前之該沖洗流體之溫度與將該滑動部分冷卻後之該沖洗流體之溫度之溫度差。

【0011】

透過本發明之冷卻狀況估測方法，透過溫度差檢測部檢測冷卻前之沖洗流體之溫度與冷卻後之沖洗流體之溫度之溫度差。若該溫度差相對較大，在該滑動部分因摩擦熱等造成發熱增加，對於該滑動部分之冷卻狀況，可大致估測為

對於該滑動部分之沖洗流體供給量不足之狀況。又，若該溫度差相對較小，該滑動部分之發熱抑制得較低，對於該滑動部分之冷卻狀況，可大致估測為透過沖洗流體適當地進行該滑動部分之冷卻。從而，藉由透過溫度差檢測部檢測該溫度差，無須直接觀察旋轉密封環與靜止密封環之滑動部分，即可估測沖洗流體對於該滑動部分之冷卻狀況。

【0012】

(5)該(4)之冷卻狀況估測方法，較佳更包含以下步驟：

基於檢測出之該溫度差，計算出該滑動部分之動摩擦係數。

此情況下，動摩擦係數與該滑動部分之冷卻狀況密切相關，故可從該動摩擦係數更準確地估測沖洗流體對於旋轉密封環與靜止密封環之滑動部分之冷卻狀況。

【0013】

(6)該(5)之冷卻狀況估測方法。較佳更包含以下步驟：

基於計算出之該動摩擦係數，以及表示該動摩擦係數對於與該滑動部分之潤滑特性相關之無次元係數之變動之特性曲線，估測該滑動部分之冷卻狀況。

此情況下，藉由利用表示動摩擦係數對於與該滑動部分之潤滑特性相關之無次元係數之變動之特性曲線，可高精確度地估測該滑動部分位於何種潤滑區域。藉此，可基於估測出之潤滑區域更準確地估測沖洗流體對於旋轉密封環與靜止密封環之滑動部分之冷卻狀況。

〔發明效果〕

【0014】

透過本發明，無須直接觀察旋轉密封環與靜止密封環之滑動部分，即可估測沖洗流體對於該滑動部分之冷卻狀況。

【圖式簡單說明】**【0015】**

圖1係依本發明之第1實施態樣之機械軸封之剖面圖。

圖2係表示接合環及其周邊之擴大剖面圖。

圖3係熱電偶之概略構成圖。

圖4係表示估測沖洗流體對於旋轉密封環與靜止密封環之滑動部分的冷卻狀況之方法之流程圖。

圖5係表示特性曲線之圖表。

圖6係表示依本發明之第2實施態樣之機械軸封之主要部分之剖面圖。

【實施方式】**【0016】**

接著，參照所附圖式說明本發明之較佳實施態樣。又，可任意組合以下記載之實施態樣中的至少一部分。

〔第1實施態樣〕

<整體構成>

圖1係依本發明之第1實施態樣之機械軸封1之剖面圖。在圖1中，機械軸封1係用於泵等旋轉機械70，並在旋轉機械70之內部將被密封流體密封。機械軸封1在旋轉機械70之旋轉軸71及包圍旋轉軸71之殼體72之間，沿著旋轉軸71之軸方向(以下單稱為「軸方向」)配置。

【0017】

本實施態樣之機械軸封1，具備以可一體化地旋轉之方式設於旋轉軸71之旋轉側單元2，以及設於殼體72之靜止側單元3。又，本說明書中，為求方便，將

圖1之右側稱為軸方向一側，並將圖1之左側稱為軸方向另一側(圖2及圖6中亦同)。

【0018】

<旋轉側單元>

旋轉側單元2具備套管11、制動環12、第1固持器13、驅動銷14、驅動軸環15、彈簧16、第2固持器17及旋轉密封環18。

【0019】

套管11形成為圓筒狀，並嵌合於旋轉軸71之外周。在套管11之軸方向另一側之外周嵌合制動環12。於制動環12之周方向，向徑方向鎖入複數之固定螺絲19。藉此，套管11固定於旋轉軸71。套管11之軸方向一側的內周面與旋轉軸71之外周面之間，透過O形環20密封(二次密封)。

【0020】

第1固持器13係彈簧固持器。第1固持器13形成為圓環狀，並嵌合於套管11之軸方向一側之外周。於第1固持器13之周方向，向徑方向鎖入複數(圖1中僅圖示1個)之固定螺絲21。藉此，第1固持器13固定於套管11。於第1固持器13，複數(圖1中僅圖示1個)之驅動銷14在周方向上空出間隔向軸方向貫通。驅動銷14以可向軸方向移動之方式固持於第1固持器13。

【0021】

驅動軸環15在第1固持器13之軸方向另一側空出間隔配置。驅動軸環15形成為圓環狀，並以可向軸方向移動之方式嵌合於套管11之外周面。於驅動軸環15固定(螺絲鎖固)驅動銷14之軸方向另一側之端部。藉此，使驅動軸環15經由驅動銷14而以可向軸方向移動之方式固持於第1固持器13，且限制其相對於第1固持器13之相對旋轉。

【0022】

在驅動軸環15與第1固持器13之間，於周方向空出間隔設有複數(圖1中僅圖示1個)之彈簧16。彈簧16將驅動軸環15相對於第1固持器13往軸方向另一側推壓。

【0023】

第2固持器17鄰接配置於驅動軸環15之軸方向另一側。第2固持器17形成為圓環狀，並以可向軸方向移動之方式嵌合於套管11之外周面。第2固持器17之軸方向一側之端部固定於驅動軸環15。藉此，使第2固持器17與驅動軸環15一同以可向軸方向移動之方式固持於套管11，並限制其相對於驅動軸環15之相對旋轉。第2固持器17之內周面與套管11之外周面之間，透過O形環22密封(二次密封)。

【0024】

旋轉密封環18形成為圓環狀，並固定(收縮配合)於第2固持器17之軸方向另一端部。於旋轉密封環18之軸方向另一側之端面形成密封面18a(亦參照圖2)。透過彈簧16，經由驅動軸環15及第2固持器17將旋轉密封環18向軸方向另一側推壓。

【0025】

<靜止側單元>

靜止側單元3具備軸封殼31、軸套32、靜止密封環33及接合環50。軸封殼31形成為圓筒狀。軸封殼31包圍旋轉軸71並固定於殼體72，而區隔出旋轉機械70之機內區域A與機外區域B。

【0026】

本實施態樣中，軸封殼31之徑方向外側部，在與殼體72之軸方向另一側之側面抵接之狀態下，透過螺栓34固定於殼體72。軸封殼31之軸方向一側之側面與殼體72之軸方向另一側之側面之間，透過O形環35密封(二次密封)。

【0027】

於軸封殼31之軸方向另一側之內周安裝有軸套32。軸套32形成為圓環狀，並在與套管11之外周面之間形成間隙密封。於軸封殼31之軸方向另一側之端面，固定圓環狀之限制構件36。

【0028】

限制構件36與軸套32之軸方向另一側之端面抵接。藉此，限制軸套32相對於軸封殼31向軸方向另一側脫出。限制構件36具有與軸套32卡合之卡合銷36a。藉此，限制構件36限制軸套32與套管11一同旋轉。

【0029】

靜止密封環33形成為圓環狀，並嵌合固定於軸封殼31之內周面。靜止密封環33之外周面與軸封殼31之內周面之間透過O形環37密封(二次密封)。於靜止密封環33之軸方向一側之端面形成密封面33a(亦參照圖2)。

【0030】

旋轉密封環18之密封面18a於靜止密封環33之密封面33a滑動。藉此，將被密封流體密封於機內區域A。透過固定於軸封殼31之內周之限制銷38，限制靜止密封環33相對於旋轉密封環18之相對旋轉。

【0031】

接合環50在機內區域A中配置於旋轉密封環18與靜止密封環33之滑動部分(密封面18a、33a)的徑方向外側。以下，旋轉密封環18與靜止密封環33之滑動部分亦稱為滑動部分18a、33a。接合環50形成為圓筒狀，並以可拆裝之方式設於軸封殼31。

【0032】

圖2係表示接合環50及其周邊之擴大剖面圖。在圖1及圖2中，接合環50之外周面50a之軸方向一側嵌合於軸封殼31之內周面。接合環50之軸方向另一側之端面50b，與在軸封殼31之內周向徑方向延伸之段差面31e抵接。

【0033】

接合環50之軸方向一側之端面50c與安裝於軸封殼31之扣環39抵接。藉此，使接合環50固持於段差面31e與扣環39之間，而使其以不會從軸封殼31脫離之方式受到固持。

【0034】

扣環39可拆裝地嵌入形成於軸封殼31之內周之圓環狀之凹溝31f。從而，可藉由將扣環39從凹溝31f取下，而將接合環50從軸封殼31取下。

【0035】

<沖洗流體之流路>

在圖1中，於靜止側單元3形成從機外區域B向機內區域A供給沖洗流體之流路。沖洗流體將旋轉密封環18與靜止密封環33之滑動部分18a、33a冷卻及潤滑。本實施態樣中，使用被密封流體作為沖洗流體。

【0036】

在本說明書中，將對滑動部分18a、33a進行冷卻前之沖洗流體稱為第1沖洗流體。又，將對滑動部分18a、33a進行冷卻後之沖洗流體稱為第2沖洗流體。於靜止側單元3形成流有第1沖洗流體之流路。以下，說明第1沖洗流體之流路。

【0037】

在軸封殼31之軸方向一側，於其周方向空出間隔形成複數(圖1中為2個)之孔31a。各孔31a在徑方向貫通軸封殼31而形成。於軸封殼31之內周形成與各孔31a連通之圓環狀之環狀溝31d(亦參照圖2)。各孔31a可作為將第1沖洗流體從機外區域B供給至機內區域A之第1流路31b使用。

【0038】

之所以將可作為第1流路31b使用之孔31a在軸封殼31之周方向形成複數，係由於流有第1沖洗流體之配管連接於軸封殼31之周方向位置會因旋轉機械70之

種類等而異。本實施態樣中，形成於圖1之下側之孔31a作為第1流路31b使用。從而，於軸封殼31之周方向的既定位置(圖1之下側)，形成將第1沖洗流體從機外區域B供給至機內區域A之第1流路31b。

【0039】

未作為第1流路31b使用之其他之孔31a，以下亦稱為預備孔31c。預備孔31c之徑方向外側之開口被閉塞構件40閉塞。閉塞構件40例如具有鎖入預備孔31c之第1螺紋部41以及鎖入第1螺紋部41之頭部之第2螺紋部42。閉塞構件40抑制從環狀溝31d流入預備孔31c內之第1沖洗流體向外部洩漏。

【0040】

在圖2中，接合環50具有與軸封殼31之複數之孔31a(第1流路31b及預備孔31c)連通之第2流路51。第2流路51係將來自第1流路31b之第1沖洗流體向滑動部分18a、33a之周方向的複數位置供給之流路。第2流路51具有環狀流路52及複數之供給流路53。

【0041】

環狀流路52在接合環50之外周形成於與軸封殼31之環狀溝31d相向之位置。本實施態樣之環狀流路52由形成於接合環50之外周之圓環狀的缺口溝構成。環狀流路52之軸方向之寬度與軸封殼31之環狀溝31d之溝寬度相同。透過以上構成，來自第1流路31b之第1沖洗流體在由環狀溝31d及環狀流路52構成之流路內向周方向流動。

【0042】

在圖1及圖2中，複數之供給流路53係將第1沖洗流體從環狀流路52向機內區域A供給之流路。供給流路53從環狀流路52之底面的周方向之複數位置向徑方向貫通接合環50而形成。藉此，從複數之供給流路53向機內區域A供給第1沖洗流體，故可在整個周方向徹底地對滑動部分18a、33a進行冷卻及潤滑。

【0043】

各供給流路53中，其徑方向內側之開口53a形成為相較於滑動部分18a、33a更位於軸方向另一側(機外區域B側)。藉此，機內區域A中，第1沖洗流體及第2沖洗流體大致以滑動部分18a、33a之延長假想線X為交界而分為軸方向兩側。具體而言，在機內區域A中，第1沖洗佔據流體延長假想線X之軸方向另一側之區域，第2沖洗流體佔據延長假想線X之軸方向一側之區域。

【0044】

<溫度差檢測部>

機械軸封1更具備設於靜止側單元3之溫度差檢測部60及控制部4。溫度差檢測部60檢測第1沖洗流體之溫度T1與第2沖洗流體之溫度T2之溫度差 ΔT 。本實施態樣之溫度差檢測部60由單一之熱電偶61構成。本實施態樣之熱電偶61安裝於接合環50。

【0045】

圖3係熱電偶61之概略構成圖。在圖2及圖3中，熱電偶61係利用賽貝克效應之熱電偶。熱電偶61具有由相互不同之金屬材料構成之第1導體62及第2導體63。第1導體62例如由以鎳及鉻為主之合金構成。第2導體63例如由以鎳及鋁為主之合金構成。

【0046】

第1導體62及第2導體63插入而安裝於在徑方向貫通接合環50而形成之安裝孔54。安裝孔54在接合環50中形成於與預備孔31c對應之位置。又，安裝孔54形成為從接合環50之外周面朝向內周面而從軸方向另一側向軸方向一側傾斜。安裝孔54之徑方向內側之開口54a在機內區域A中位於延長假想線X之軸方向一側之區域(第2沖洗流體所佔據之區域)。

【0047】

又，安裝孔54在被第1導體62及第2導體63貫通之狀態下，被未圖示之密封構件密封。透過此密封構件，抑制在環狀流路52流動之第1沖洗流體從安裝孔54流入機內區域A之第2沖洗流體所佔據之區域。

【0048】

第1導體62之一端及第2導體63之一端，在從安裝孔54之開口54a向機內區域A之該軸方向一側之區域突出之狀態下彼此接合。將此接合位置設為熱電偶61之測溫接點65。從而，本實施態樣中之熱電偶61之測溫接點65配置成與第2沖洗流體接觸。

【0049】

第1導體62之另一端及第2導體63之另一端，在從安裝孔54向徑方向外側突出且彼此背離之狀態下，配置於流有第1沖洗流體之環狀流路52。將配置於環狀流路52之第1導體62之另一端及第2導體63之另一端，分別設為熱電偶61之基準接點64。從而，本實施態樣中之熱電偶61之基準接點64，配置成在環狀流路52中與第1沖洗流體接觸。

【0050】

第1導體62之另一端，透過焊接等連接於由與第1導體62及第2導體63不同之金屬材料構成之連接導線5。第2導體63之另一端，透過焊接等連接於由與第1導體62及第2導體63不同之金屬材料構成之連接導線6。各連接導線5、6例如由銅製之導線構成。

【0051】

如圖1及圖2所示，各連接導線5、6從熱電偶61之基準接點64通過環狀流路52及預備孔31c，且貫通閉塞構件40並延伸至軸封殼31之徑方向外側(機外區域B)。各連接導線5、6之機外區域B之端部連接於控制部4。

【0052】

透過以上構成，熱電偶61將對應於基準接點64(第1沖洗流體)之溫度T1與測溫接點65(第2沖洗流體)之溫度T2之間產生的溫度差 ΔT 之熱電動勢，經由連接導線5、6輸出至控制部4。亦即，熱電偶61檢測第1沖洗流體之溫度T1與第2沖洗流體之溫度T2之溫度差 ΔT 後，將對應於該溫度差 ΔT 之信號(熱電動勢)輸出至控制部4。熱電偶61每隔既定時間檢測溫度差 ΔT 並向控制部4輸出該信號。

【0053】

<控制部>

控制部4配置於機外區域B。控制部4具備包含CPU等之電腦。控制部4之各機能可藉由使CPU執行儲存於該電腦之儲存裝置之控制程式而發揮。控制部4基於每隔既定時間從熱電偶61輸入之熱電動勢，計算出滑動部分18a、33a之動摩擦係數 μ 。以下，說明其具體之計算方法。

【0054】

首先，控制部4例如從將熱電動勢與溫度差 ΔT 產生對應而登錄之表格，抽取與從熱電偶61輸入之熱電動勢對應之溫度差 ΔT 。又，控制部4可利用既定之算式，從自熱電偶61輸入之熱電動勢計算出溫度差 ΔT 。

【0055】

接著，控制部4將抽取出之溫度差 ΔT 代入從以下式(1)及式(2)導出之式(3)，而計算出動摩擦係數 μ 。式(1)係表示滑動部分18a、33a之摩擦熱量Q〔kJ/分鐘〕之式。式(2)係表示滑動部分18a、33a之冷卻所需之沖洗流體之流量Wf〔L/分鐘〕之式。

$$Q = (\mu \cdot P \cdot V) \times 60 \div 1000 \dots (1)$$

$$Wf = Q \div (Cp \cdot \gamma \cdot \Delta T) \dots (2)$$

$$\mu = Wf \times (Cp \cdot \gamma \cdot \Delta T) \div (P \cdot V) \times 1000 \div 60 \dots (3)$$

【0056】

此處， P 係作用於滑動部分18a、33a之表觀推力〔N〕。 V 係旋轉密封環18之密封面18a之平均周速〔m/s〕。 C_p 係沖洗流體之比熱〔kJ/kgK〕。 γ 係沖洗流體之密度〔kg/L〕。 ΔT 係第1沖洗流體之溫度 T_1 與第2沖洗流體之溫度 T_2 之溫度差〔K〕。 P 、 V 、 C_p 及 γ 皆為已知之值。

【0057】

<滑動部分之冷卻狀況之估測方法>

圖4係表示沖洗流體對於旋轉密封環18與靜止密封環33之滑動部分18a、33a之冷卻狀況之估測方法之流程圖。以下，參照圖4說明該冷卻狀況之估測方法。

【0058】

首先，透過溫度差檢測部60檢測沖洗流體之冷卻前後之溫度差亦即第1沖洗流體之溫度 T_1 與第2沖洗流體之溫度 T_2 之溫度差 ΔT (步驟ST1)。溫度差檢測部60如上所述將對應於溫度差 ΔT 之熱電動勢輸出至控制部4。

【0059】

接著，在控制部4中，基於溫度差 ΔT 計算出滑動部分18a、33a之動摩擦係數 μ (步驟ST2)。利用控制部4之動摩擦係數 μ 之具體計算方法如上所述。

【0060】

接著，基於計算出之動摩擦係數 μ 及特性曲線CL，估測滑動部分18a、33a之冷卻狀況(步驟ST3)。特性曲線CL係表示動摩擦係數 μ 對於與滑動部分18a、33a之潤滑特性相關的無次元係數之變動之曲線。滑動部分18a、33a之冷卻狀況之估測，例如由進行機械軸封1之維護檢修之業者進行。

【0061】

作為無次元係數，例如使用工作參數(Duty Parameter)DP。工作參數DP表示形成於滑動部分18a、33a之沖洗流體之潤滑膜之特性(潤滑特性)。工作參數DP由以下式(4)計算。

$$DP = (\eta \times \omega \times b) \div W \cdot \cdot \cdot (4)$$

【0062】

此處， η 係沖洗流體之黏度〔Pa·s〕。 ω 係旋轉密封環18之密封面18a之周速〔m/s〕。 b 係密封面18a之徑方向之滑動寬度〔m〕。 W 係彈簧16(參照圖1)及被密封流體對於旋轉密封環18之推壓負重〔N〕。

【0063】

本實施態樣之特性曲線CL表示動摩擦係數 μ 對於工作參數DP之變動。特性曲線CL係使工作參數DP變化並進行機械軸封1之靜負荷能力試驗等而預先生成。特性曲線CL係因沖洗流體之種類等而異之曲線。

【0064】

圖5係表示進行上述試驗等而生成之特性曲線CL之圖表。此圖表中之縱軸表示動摩擦係數 μ ，橫軸表示工作參數DP。如圖5所示，對應於工作參數DP之值，滑動部分18a、33a之動摩擦係數 μ 之值大致沿著特性曲線CL變化。如此藉由動摩擦係數 μ 之值變化，形成於滑動部分18a、33a之沖洗流體之潤滑膜之狀態變化。

【0065】

如圖5所示，沖洗流體之潤滑膜之狀態對應於工作參數DP之值在3個區域變化。具體而言，沖洗流體之潤滑膜之狀態，隨著工作參數DP之值變大，依序變化為交界潤滑區域、混合潤滑區域及流體潤滑區域。

【0066】

交界潤滑區域中，成為動摩擦係數 μ 變得相對較大、沖洗流體之潤滑膜厚度相對較薄之狀態。故，交界潤滑區域中，對於滑動部分18a、33a之沖洗流體之供給量不足，密封面18a、33a之間容易直接接觸而有摩耗量增加之傾向。混合潤滑區域中，動摩擦係數 μ 在適當範圍，沖洗流體之潤滑膜厚度亦在適當範圍。流體

潤滑區域中，成為動摩擦係數 μ 變得相對較小、沖洗流體之潤滑膜厚度相對較厚之狀態。故，在滑動部分18a、33a中，被密封流體容易洩漏。

【0067】

從圖5之特性曲線CL估測滑動部分18a、33a之冷卻狀況時，首先，業者特定控制部4所計算出之動摩擦係數 μ 之計算值位於特性曲線CL上的何處。又，特性曲線CL中，在動摩擦係數 μ 為最小值之位置(混合潤滑區域與流體潤滑區域之交界附近)形成低谷而成為大致V字形。故，在混合潤滑區域中的特性曲線CL上，以及流體潤滑區域中的特性曲線CL上，動摩擦係數 μ 之計算值可能顯示相同之值。

【0068】

此情況下，業者透過該式(4)計算出與所使用之沖洗流體對應之工作參數DP之值。然後，業者依據工作參數DP之計算值大於或小於與最小值之動摩擦係數 μ 對應之工作參數DP之值(交界值)，而特定動摩擦係數 μ 之計算值位於特性曲線CL上的何處。

【0069】

具體而言，業者在工作參數DP之計算值大於該交界值時，可特定動摩擦係數 μ 之計算值位於流體潤滑區域之特性曲線CL上。又，業者在工作參數DP之計算值小於該交界值時，可特定動摩擦係數 μ 之計算值位於混合潤滑區域之特性曲線CL上。又，工作參數DP之該交界值，係依據每一種沖洗流體等而大致為定值之已知的值。

【0070】

接著，業者確認在特性曲線CL上特定出之位置，在圖5之圖表中包含於交界潤滑區域、混合潤滑區域及流體潤滑區域之中的哪一個區域。業者可依據在特性曲線CL上特定出之位置所在之區域，估測滑動部分18a、33a之冷卻狀況。

【0071】

具體而言，在特性曲線CL上特定出之位置包含於交界潤滑區域時，對於滑動部分18a、33a之冷卻狀況，如上所述可估測為沖洗流體之潤滑膜厚度變得相對較薄、對於滑動部分18a、33a之沖洗流體之供給量不足之狀況。

【0072】

又，在特性曲線CL上特定出之位置包含於混合潤滑區域時，如上所述，係沖洗流體之潤滑膜厚度在適當範圍內之狀態，故對於滑動部分18a、33a之冷卻狀況，可估測為適當進行滑動部分18a、33a之冷卻之狀況。

【0073】

又，在特性曲線CL上特定出之一點包含於流體潤滑區域時，如上所述，沖洗流體之潤滑膜厚度變得相對較厚，對於滑動部分18a、33a之冷卻狀況，可估測為被密封流體容易在滑動部分18a、33a中洩漏之狀況。

【0074】

在本實施態樣中，業者基於依據溫度差 ΔT 計算出之動摩擦係數 μ 以及特性曲線CL，估測滑動部分18a、33a之冷卻狀況，但亦可從溫度差 ΔT 估測滑動部分18a、33a之冷卻狀況。此情況下，若溫度差 ΔT 相對較大，滑動部分18a、33a中因摩擦熱等造成發熱增加，對於滑動部分18a、33a之冷卻狀況，可大致估測為對於滑動部分18a、33a之沖洗流體之供給量不足之狀況。又，若溫度差 ΔT 相對較小，滑動部分18a、33a之發熱抑制得較低，對於滑動部分18a、33a之冷卻狀況，可大致估測為透過沖洗流體適當進行滑動部分18a、33a之冷卻之狀況。

【0075】

又，業者亦可從基於溫度差 ΔT 計算出之動摩擦係數 μ 估測滑動部分18a、33a之冷卻狀況。此情況下，由於動摩擦係數 μ 與滑動部分18a、33a之冷卻狀況密切相關，故可比溫度差 ΔT 更準確地估測滑動部分18a、33a之冷卻狀況。

【0076】

<作用效果>

依本實施態樣之機械軸封1，透過溫度差檢測部60檢測冷卻前之第1沖洗流體之溫度T1與冷卻後之第2沖洗流體之溫度T2之溫度差 ΔT 。透過如此檢測出之溫度差 ΔT ，可大致估測旋轉密封環18與靜止密封環33之滑動部分18a、33a之冷卻狀況。從而，業者無須直接觀察旋轉密封環18與靜止密封環33之滑動部分18a、33a，即可估測沖洗流體對於滑動部分18a、33a之冷卻狀況。

【0077】

溫度差檢測部60係具有基準接點64及測溫接點65之熱電偶61，基準接點64配置成與第2沖洗流體接觸，測溫接點65配置成與第1沖洗流體接觸。故，熱電偶61之基準接點64與測溫接點65之溫度差為冷卻前之第1沖洗流體之溫度T1與冷卻後之第2沖洗流體之溫度T2之溫度差 ΔT 。從而，可藉由利用熱電偶61而將溫度差檢測部60設為簡單的構造。

【0078】

控制部4基於溫度差檢測部60檢測出之溫度差 ΔT ，計算出滑動部分18a、33a之動摩擦係數 μ 。由於動摩擦係數 μ 與滑動部分18a、33a之冷卻狀況密切相關，故業者可利用計算出之動摩擦係數 μ 更準確地估測滑動部分18a、33a之冷卻狀況。又，計算動摩擦係數 μ 之該式(3)，包含沖洗流體之特性(密度 γ 等)及機械軸封1之運轉條件(推力P、平均周速V等)。故，計算出之動摩擦係數 μ 相較於溫度差 ΔT ，為更加考慮了沖洗流體及運轉狀況之差異之數值，故相較於溫度差 ΔT ，更易於在各種條件下比較滑動部分18a、33a之冷卻狀況。

【0079】

業者在估測滑動部分18a、33a之冷卻狀況時，使用表示動摩擦係數 μ 對於有關滑動部分18a、33a之潤滑特性之工作參數DP之變動之特性曲線CL。透過特性

曲線CL，可高精確度地估測滑動部分18a、33a位於3種潤滑區域(交界潤滑區域、混合潤滑區域、流體潤滑區域)中的哪一個區域。藉此，業者可基於估測出之潤滑區域，更準確地估測滑動部分18a、33a之冷卻狀況。又，控制部4計算出之動摩擦係數 μ 之值有時難以估測位於混合潤滑區域及流體潤滑區域中的何者。此情況下，藉由使用與最小值之動摩擦係數 μ 對應之工作參數DP之交界值以及特性曲線CL，可容易地特定出動摩擦係數 μ 之計算值位於混合潤滑區域及流體潤滑區域中的何者。

【0080】

〔第2實施態樣〕

圖6係表示依本發明之第2實施態樣之機械軸封1之主要部分之剖面圖。在圖6中，本實施態樣之機械軸封1在靜止側單元3中之熱電偶61之安裝構造上與第1實施態樣相異。本實施態樣之靜止側單元3具備設在軸封殼31與殼體72之間的調整環56。

【0081】

調整環56形成為圓環狀，並透過螺栓34(參照圖1)與軸封殼31共同固定於殼體72。將調整環56固定於殼體72時，因應旋轉機械70之種類而使用不同尺寸的調整環56。藉此，可將機械軸封1安裝於各種旋轉機械70。

【0082】

調整環56之內周面56a配置於滑動部分18a、33a之徑方向外側。軸封殼31之軸方向一側的側面與調整環56之軸方向另一側的側面之間，透過墊片57密封(二次密封)。調整環56之軸方向一側的側面與殼體72之軸方向另一側的側面之間，透過O形環58密封(二次密封)。

【0083】

又，本實施態樣之靜止側單元3不具備接合環50(參照圖2)。又，軸封殼31之內周未形成與各孔31a連通之環狀溝31d(參照圖2)。故，軸封殼31之各孔31a(第1流路31b、預備孔31c)與機內區域A直接連通。

【0084】

本實施態樣之熱電偶61安裝於調整環56。具體而言，熱電偶61之第1導體62及第2導體63固定於調整環56之內周面56a中靠近預備孔31c之位置。又，圖6中，為方便辨別，將第2導體63從調整環56之內周面56a向徑方向內側偏移圖示。

【0085】

第1導體62及第2導體63配置成與滑動部分18a、33a之延長假想線X在軸方向交叉。藉此，熱電偶61之基準接點64配置成與第1沖洗流體接觸，熱電偶61之測溫接點65配置成與第2沖洗流體接觸。

【0086】

熱電偶61之各基準接點64在較調整環56向軸方向另一側突出之狀態下，連接於對應之連接導線5、6。各連接導線5、6從熱電偶61之基準接點64通過預備孔31c，貫通閉塞構件40並延伸至軸封殼31之徑方向外側(機外區域B)(參照圖1)。

【0087】

本實施態樣之其他構成與第1實施態樣相同，故標示相同符號並省略說明。在本實施態樣之機械軸封1中，亦發揮與第1實施態樣相同之作用效果。

【0088】

〔其他〕

上述實施態樣之熱電偶61中，將基準接點64配置成與第1沖洗流體接觸，並將測溫接點65配置成與第2沖洗流體接觸，但亦可將基準接點64配置成與第2沖洗流體接觸，並將測溫接點65配置成與第1沖洗流體接觸。

【0089】

上述實施態樣之溫度差檢測部60係由熱電偶61構成，但不限於此。例如，溫度差檢測部60亦可具備分別檢測第1沖洗流體之溫度T1及第2沖洗流體之溫度T2之一對溫度感測器。具體而言，靜止側單元3包含自沖洗配管及逆沖洗配管之完全沖洗之情況下，溫度差檢測部60可具備設於自沖洗配管並檢測該配管內之第1沖洗流體之溫度T1之溫度感測器，以及設於逆沖洗配管並檢測該配管內之第2沖洗流體之溫度T2之溫度感測器。

【0090】

上述實施態樣之溫度差檢測部60係安裝於接合環50或調整環56，但亦可安裝於構成靜止側單元3之其他構件。上述實施態樣中，連接導線5、6通過軸封殼31之預備孔31c，但亦可在軸封殼31形成供連接導線5、6通過之專用之孔。又，亦可使連接導線5、6通過預先形成於旋轉機械70之殼體72之注水用的孔。

【0091】

上述實施態樣中，透過控制部4自動計算動摩擦係數 μ ，但亦可透過業者等手動計算動摩擦係數 μ 。上述實施態樣之機械軸封1係旋轉型之機械軸封，但不限於此。例如，亦可係靜止型、雙重軸封(串聯軸封、雙軸封)、單螺旋式、或伸縮管式之機械軸封，亦可係如使用加壓槽之雙軸封等不積極使沖洗流體循環而產生熱虹吸之機械軸封。

【0092】

應了解本發明之實施態樣之全部內容皆為例示而非用於限制。本發明之範圍由申請專利範圍表示，並包含與申請專利範圍均等之意涵及範圍內之所有變更。

【符號說明】

【0093】

- 1:機械軸封
- 2:旋轉側單元
- 3:靜止側單元
- 4:控制部
- 5:連接導線
- 6:連接導線
- 11:套管
- 12:制動環
- 13:第1固持器
- 14:驅動銷
- 15:驅動軸環
- 16:彈簧
- 17:第2固持器
- 18:旋轉密封環
- 18a,33a:密封面(滑動部分)
- 19:固定螺絲
- 20:O形環
- 21:固定螺絲
- 22:O形環
- 31:軸封殼
- 31a:孔
- 31b:第1流路
- 31c:預備孔
- 31d:環狀溝

31e:段差面

31f:凹溝

32:軸套

33:靜止密封環

34:螺栓

35:O形環

36:限制構件

36a:卡合銷

37:O形環

38:限制銷

39:扣環

40:閉塞構件

41:第1螺紋部

42:第2螺紋部

50:接合環

50a:外周面

50b:端面

50c:端面

51:第2流路

52:環狀流路

53:供給流路

53a:開口

54:安裝孔

54a:開口

56:調整環

56a:內周面

57:墊片

58:O形環

60:溫度差檢測部

61:熱電偶

62:第1導體

63:第2導體

64基準接點

65:測溫接點

70:旋轉機械

71:旋轉軸

72:殼體

A:機內區域

B:機外區域

CL:特性曲線

DP:工作參數(無次元係數)

T1:溫度

T2:溫度

ΔT :溫度差

μ :動摩擦係數

X:延長假想線

ST1~ST3:步驟

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種機械軸封，以可一體化地旋轉之方式設於旋轉軸，並包含：

旋轉側單元，具有旋轉密封環；以及，

靜止側單元，設於包圍該旋轉軸之殼體，並具有靜止密封環，該旋轉密封環對該靜止密封環滑動，以將被密封流體密封於該殼體內之機內區域；

該旋轉密封環與該靜止密封環之滑動部分被沖洗流體冷卻；

該機械軸封具備溫度差檢測部，其設於該靜止側單元，並檢測將該滑動部分冷卻前之該沖洗流體亦即第1沖洗流體之溫度與將該滑動部分冷卻後之該沖洗流體亦即第2沖洗流體之溫度之溫度差。

【請求項2】

如請求項1所述之機械軸封，更包含：

控制部，基於該溫度差計算出該滑動部分之動摩擦係數。

【請求項3】

如請求項1或請求項2所述之機械軸封，其中，

該溫度差檢測部係具有基準接點及測溫接點之熱電偶；

該基準接點配置成與該第1沖洗流體及該第2沖洗流體之中的一方接觸；

該測溫接點配置成與該第1沖洗流體及該第2沖洗流體之中的另一方接觸。

【請求項4】

一種冷卻狀況估測方法，係在機械軸封中估測沖洗流體對於旋轉密封環與靜止密封環之滑動部分之冷卻狀況之方法，該機械軸封包含：

旋轉側單元，以可一體化地旋轉之方式設於旋轉軸，且具有該旋轉密封環；

以及，

靜止側單元，設於包圍該旋轉軸之殼體，且具有該靜止密封環，該旋轉密封環對該靜止密封環滑動，以將被密封流體密封於該殼體內之機內區域；

該冷卻狀況估測方法包含以下步驟：

透過溫度差檢測部，檢測將該滑動部分冷卻前之該沖洗流體之溫度與將該滑動部分冷卻後之該沖洗流體之溫度之溫度差。

【請求項5】

如請求項4所述之冷卻狀況估測方法，更包含以下步驟：

基於檢測出之該溫度差，計算出該滑動部分之動摩擦係數。

【請求項6】

如請求項5所述之冷卻狀況估測方法，更包含以下步驟：

基於計算出之該動摩擦係數，以及表示該動摩擦係數對於與該滑動部分之潤滑特性相關之無次元係數之變動之特性曲線，估測該滑動部分之冷卻狀況。

【發明圖式】

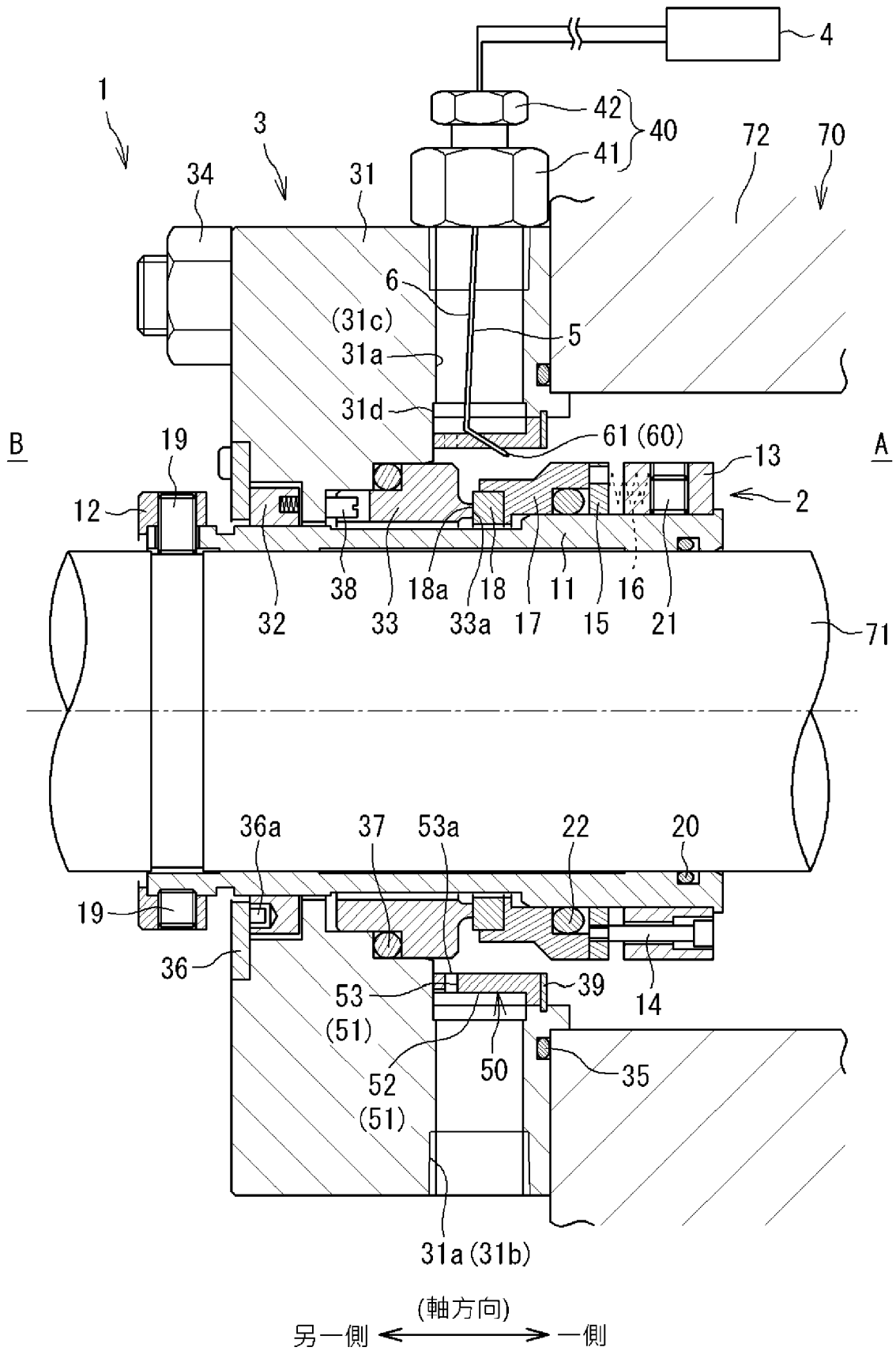
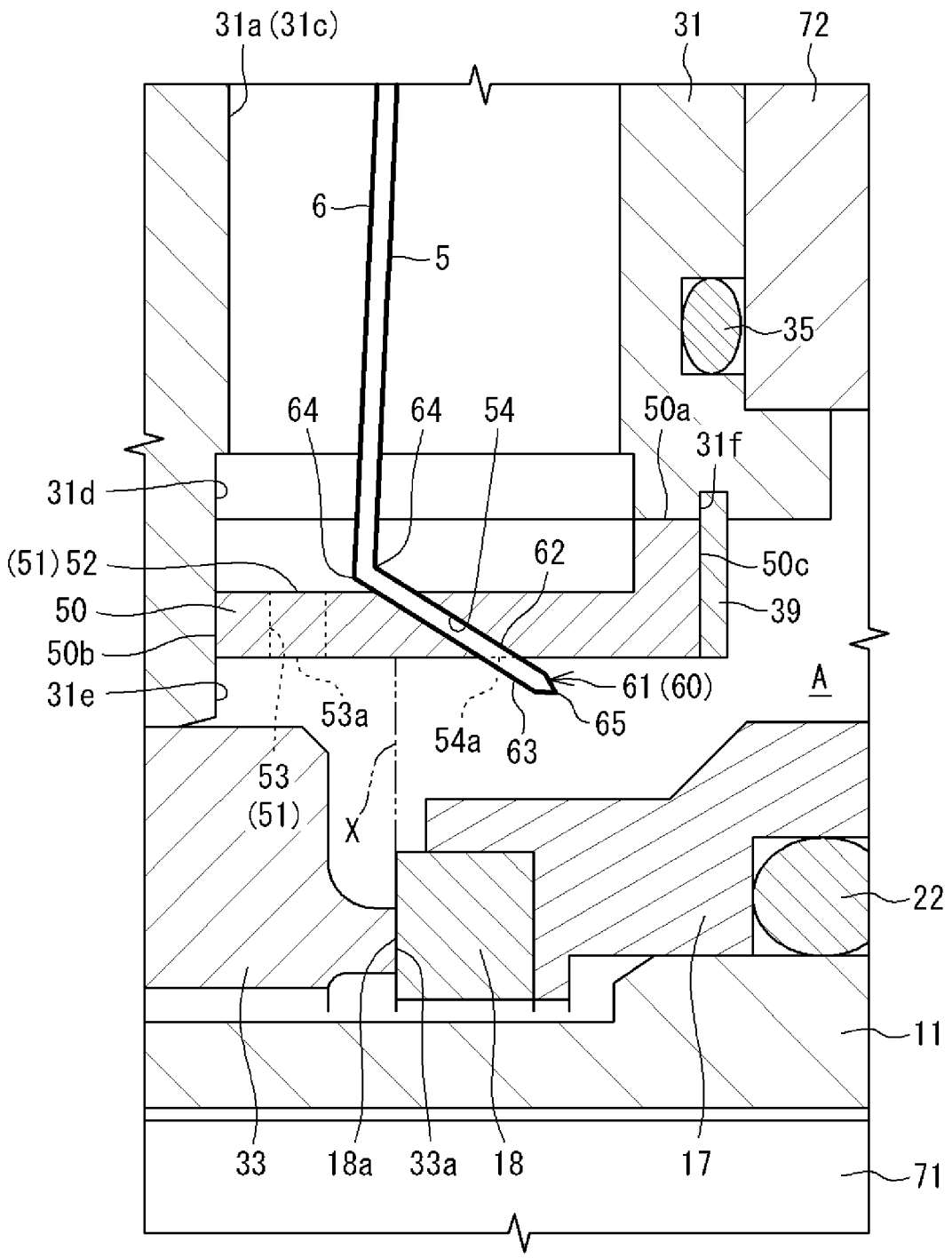


圖 1



(軸方向)
另一側 ← → 一側

圖 2

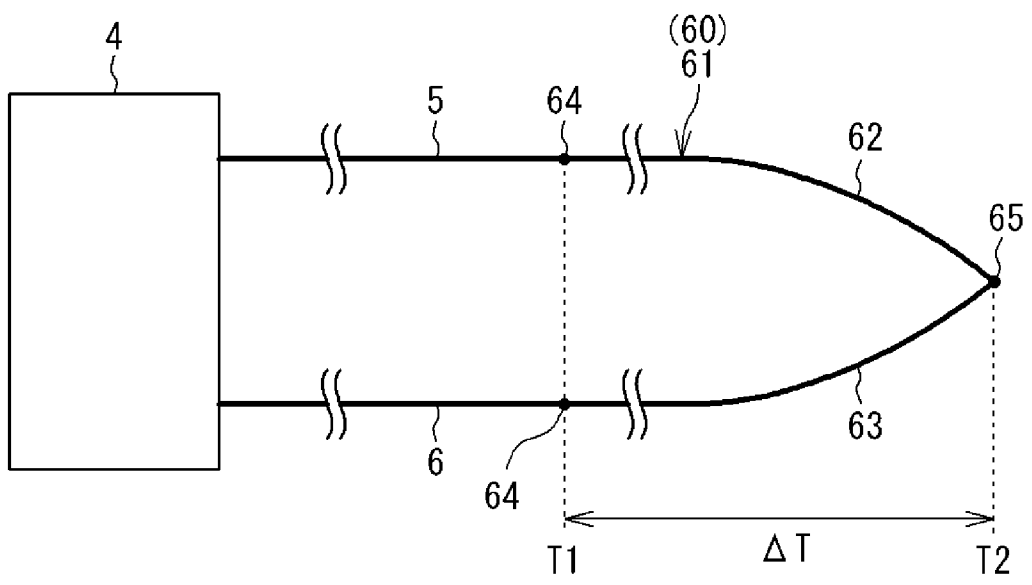


圖 3

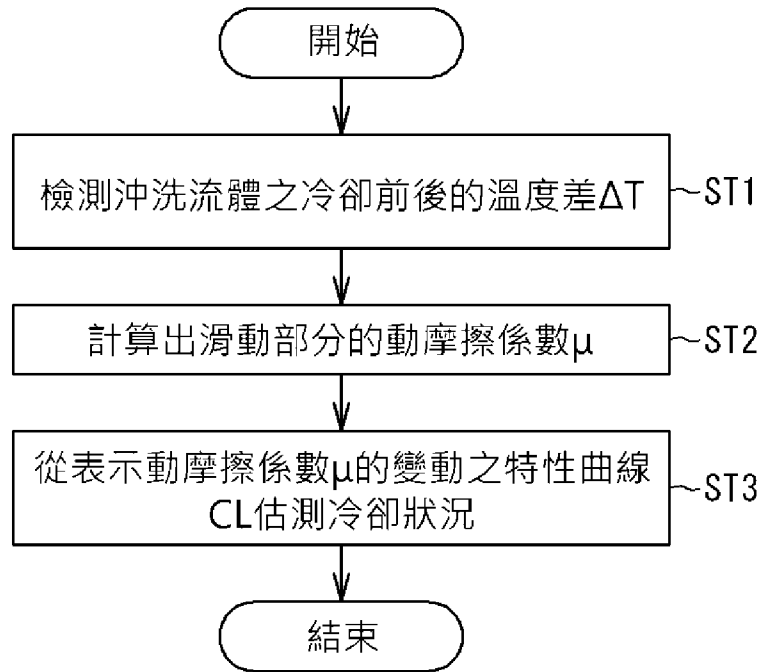


圖 4

薄 ← 潤滑膜厚 → 厚
小 ← DP → 大

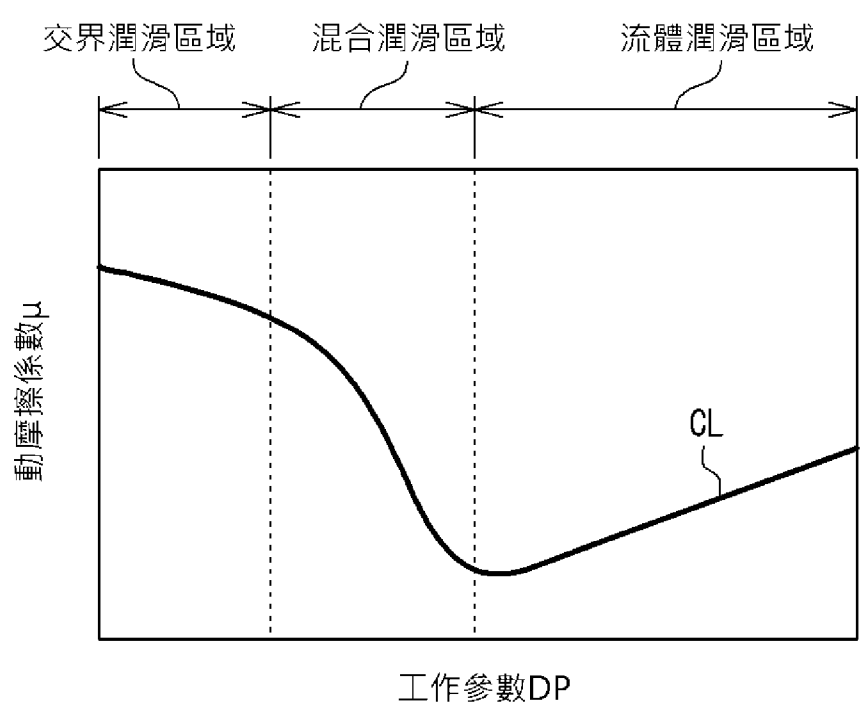
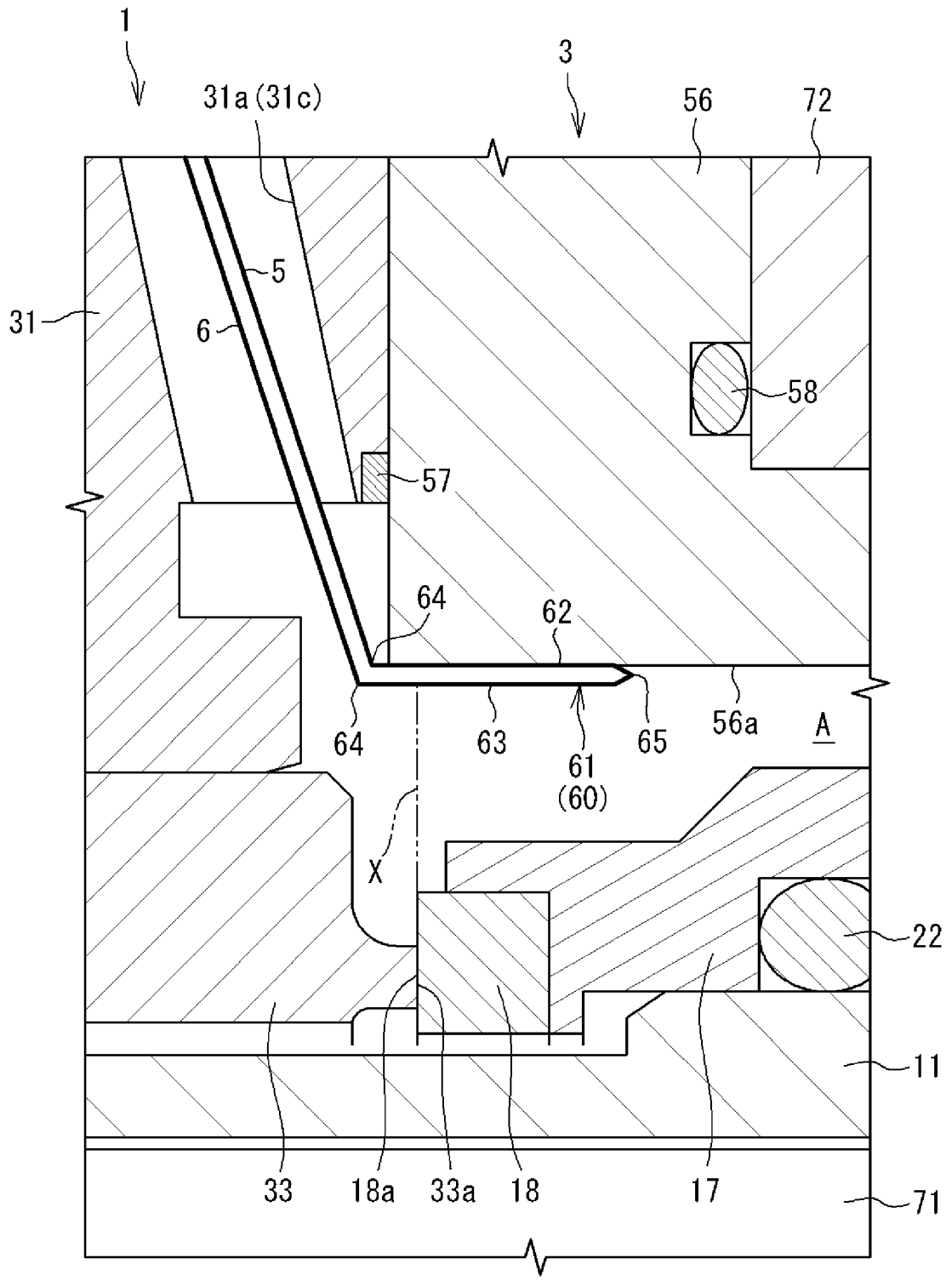


圖 5



(軸方向)
另一側 ← → 一側

圖 6