

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-2966
(P2020-2966A)

(43) 公開日 令和2年1月9日(2020.1.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 1 5 B 15/12 (2006.01)	F 1 5 B 15/12	J 3 H 0 8 1
A 6 1 B 34/37 (2016.01)	F 1 5 B 15/12	F 4 C 1 6 0
A 6 1 B 17/28 (2006.01)	A 6 1 B 34/37	
	A 6 1 B 17/28	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2018-120498 (P2018-120498)	(71) 出願人	000000974 川崎重工業株式会社 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号
(22) 出願日	平成30年6月26日 (2018.6.26)	(74) 代理人	110000556 特許業務法人 有古特許事務所
		(72) 発明者	田中 英紀 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社内
		(72) 発明者	穴田 忠 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社内
		(72) 発明者	本間 敏行 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社内

最終頁に続く

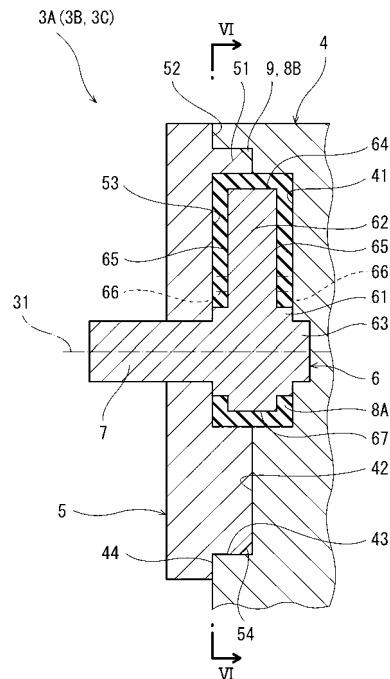
(54) 【発明の名称】 ロータリアクチュエータおよびロボット鉗子

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】ハウジングとカバーとの間に外側シール部材を介在させつつベーンで仕切られた圧力室の一方から他方へ作動流体が逃げることを抑制することができるロータリアクチュエータを提供する。

【解決手段】ロータリアクチュエータ3Aは、ベーン6が配置される内部空間41を有するハウジング4と、ハウジングに取り付けられて内部空間を覆うカバー5と、を備え、ハウジングとカバーとの間には、内部空間を取り巻くように断面三角形状で環状のシール溝9が形成されており、このシール溝内に外側シール部材8Bが挿入されている。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ベーンが配置される内部空間を有するハウジングと、
前記ハウジングに取り付けられて前記内部空間を覆うカバーと、を備え、
前記ハウジングと前記カバーの間には、前記内部空間を取り巻くように断面三角形状で環状のシール溝が形成されており、このシール溝内に外側シール部材が挿入されている、ロータリアクチュエータ。

【請求項 2】

前記ハウジングは、前記内部空間の周囲に位置する基準面と、前記基準面の外周縁部から立ち上がる環状の壁面を含み、

10

前記カバーは、前記壁面の内部に嵌まり込む突出部を含み、

前記突出部の先端面の外周縁部には、前記基準面と前記壁面との間のコーナー部との間に前記シール溝を形成する傾斜面が形成されている、請求項 1 に記載のロータリアクチュエータ。

【請求項 3】

前記突出部には、前記内部空間と共にベーン収容空間を形成する凹部が形成されている、請求項 2 に記載のロータリアクチュエータ。

【請求項 4】

前記ベーンは、前記ロータリアクチュエータの回転軸を中心とする円柱部と、前記円柱部から径方向外向きに突出する板部を含み、

20

前記ベーンに装着された、前記板部および前記円柱部を取り巻く内側シール部材をさらに備え、

前記内側シール部材における前記板部の先端面上に位置する部分には、前記ハウジングの基準面および前記突出部の先端面と対応する位置に切り込みが形成されている、請求項 3 に記載のロータリアクチュエータ。

【請求項 5】

前記突出部の先端面は、前記ハウジングの基準面に当接する、請求項 2 ~ 4 の何れか一項に記載のロータリアクチュエータ。

【請求項 6】

前記カバーは、前記内部空間に嵌まり込む突出部と、前記突出部の周囲に位置する後退面を含み、

30

前記ハウジングは、前記後退面が当接する頂き面を含み、

前記頂き面の内周縁部には、前記突出部の外周面と前記後退面との間のコーナー部との間に前記シール溝を形成する傾斜面が形成されている、請求項 1 に記載のロータリアクチュエータ。

【請求項 7】

前記シール溝の断面積に対する前記外側シール部材の断面積の割合は、90%以上である、請求項 1 ~ 6 の何れか一項に記載のロータリアクチュエータ。

【請求項 8】

挿入管と、

40

前記挿入管の先端に設けられた、互いに対向する一对の爪の一方を揺動させる第 1 ロータリアクチュエータおよび前記一对の爪の他方を揺動させる第 2 ロータリアクチュエータを含むグリッパーと、

前記挿入管に対して前記グリッパーを揺動させる第 3 ロータリアクチュエータと、を備え、

前記第 1 ロータリアクチュエータ、前記第 2 ロータリアクチュエータおよび前記第 3 ロータリアクチュエータのそれぞれが、請求項 1 ~ 7 の何れか一項に記載のロータリアクチュエータであり、

前記第 1 ロータリアクチュエータの回転軸と前記第 2 ロータリアクチュエータの回転軸が同軸上に位置し、

50

前記第3ロータリアクチュエータの回転軸が前記第1ロータリアクチュエータおよび前記第2ロータリアクチュエータの回転軸と直交する、ロボット鉗子。

【請求項9】

挿入管と、

前記挿入管の先端に設けられた、互いに対向する一对の爪の一方を揺動させる第1ロータリアクチュエータおよび前記一对の爪の他方を揺動させる第2ロータリアクチュエータを含むグリッパーと、

前記挿入管に対して前記グリッパーを揺動させる第3ロータリアクチュエータと、を備え、

前記第1ロータリアクチュエータの回転軸と前記第2ロータリアクチュエータの回転軸が同軸上に位置し、

前記第3ロータリアクチュエータの回転軸が前記第1ロータリアクチュエータおよび前記第2ロータリアクチュエータの回転軸と直交する、ロボット鉗子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロータリアクチュエータおよびそのロータリアクチュエータを含むロボット鉗子に関する。

【背景技術】

【0002】

一般的に、作動流体により駆動されるロータリアクチュエータでは、ハウジングの内部空間内にベーンが配置され、そのハウジングの内部空間がカバーにより覆われる。例えば、特許文献1には、ベーンにシール部材が装着され、このシール部材によってベーンの先端面とハウジング（特許文献1では「本体チューブ」と称呼）との間およびベーンの側面とカバーとの間がシールされるように構成されたロータリアクチュエータが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2011-185431号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、特許文献1に開示されたロータリアクチュエータでは、ハウジングとカバーとの間にはシール部材が介在していない。しかしながら、作動流体がベーン収容空間からハウジングとカバーの間を通過して外部へ漏れ出すことを防止するためには、ハウジングとカバーとの間にシール部材（例えば、リング）を介在させることが望ましい。

【0005】

その場合、一般的には、ハウジングとカバーとの間に、ハウジングの内部空間を取り巻くように断面矩形状で環状のシール溝が形成され、このシール溝内に外側シール部材が挿入される。

【0006】

しかしながら、断面矩形状のシール溝の場合、シール溝の内側側面と外側シール部材との間に隙間が形成されるため、その隙間を通じて、ベーンで仕切られた圧力室の一方から他方へ作動流体が逃げのおそれがある。

【0007】

そこで、本発明は、ハウジングとカバーとの間に外側シール部材を介在させつつベーンで仕切られた圧力室の一方から他方へ作動流体が逃げを抑制することができるロータリアクチュエータを提供することを目的とする。また、本発明は、そのロータリアクチュエータを含むロボット鉗子を提供することも目的とする。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記課題を解決するために、本発明のロータリアクチュエータは、ベーンが配置される内部空間を有するハウジングと、前記ハウジングに取り付けられて前記内部空間を覆うカバーと、を備え、前記ハウジングと前記カバーとの間には、前記内部空間を取り巻くように断面三角形で環状のシール溝が形成されており、このシール溝内に外側シール部材が挿入されている、ことを特徴とする。

【0009】

上記の構成によれば、シール溝が断面三角形であるので、断面矩形のシール溝と比べて、シール溝内の外側シール部材の充填率を大きくすることができる。これにより、ハウジングとカバーとの間に外側シール部材を介在させつつベーンで仕切られた圧力室の一方から他方へ作動流体が逃げることを抑制することができる。

10

【0010】

前記ハウジングは、前記内部空間の周囲に位置する基準面と、前記基準面の外周縁部から立ち上がる環状の壁面を含み、前記カバーは、前記壁面の内部に嵌まり込む突出部を含み、前記突出部の先端面の外周縁部には、前記基準面と前記壁面との間のコーナー部との間に前記シール溝を形成する傾斜面が形成されていてもよい。この構成によれば、ハウジングにカバーを取り付ける際に、ハウジングの基準面と壁面との間のコーナー部に予め外側シール部材を配置することができる。これにより、ハウジングに対してカバーを容易に取り付けることができる。

20

【0011】

例えば、前記突出部には、前記内部空間と共にベーン収容空間を形成する凹部が形成されていてもよい。

【0012】

前記ベーンは、前記ロータリアクチュエータの回転軸を中心とする円柱部と、前記円柱部から径方向外向きに突出する板部を含み、上記のロータリアクチュエータは、前記ベーンに装着された、前記板部および前記円柱部を取り巻く内側シール部材をさらに備え、前記内側シール部材における前記板部の先端面上に位置する部分には、前記ハウジングの基準面および前記突出部の先端面と対応する位置に切り込みが形成されていてもよい。この構成によれば、ハウジングの壁面の内部にカバーの突出部を嵌め込む際に、ハウジングの基準面と突出部の先端面との間に内側シール部材が噛み込むことを防止することができる。

30

【0013】

前記突出部の先端面は、前記ハウジングの基準面に当接してもよい。この構成によれば、カバーの突出部の周囲に位置する後退面が、ハウジングの壁面の周囲に位置する頂き面に当接する場合に比べて、ベーン収容空間からの漏れ量を低減することができる。なお、ベーン収容空間から外部への漏れ出しは外側シール部材により防止されるため、ここでのベーン収容空間からの漏れ量の低減は、圧力室の一方から他方へ作動流体が逃げることを効果的に抑制できることを意味する。

【0014】

前記カバーは、前記内部空間に嵌まり込む突出部と、前記突出部の周囲に位置する後退面を含み、前記ハウジングは、前記構体面が当接する頂き面を含み、前記頂き面面の内周縁部には、前記突出部の外周面と前記後退面との間のコーナー部との間に前記シール溝を形成する傾斜面が形成されていてもよい。この構成によれば、ハウジングにカバーを取り付ける際に、カバーの突出部の外周面と後退面との間のコーナー部に予め外側シール部材を配置することができる。これにより、ハウジングに対してカバーを容易に取り付けることができる。

40

【0015】

例えば、前記シール溝の断面積に対する前記外側シール部材の断面積の割合は、90%以上であってもよい。

50

【0016】

また、本発明の1つの側面からのロボット鉗子は、挿入管と、前記挿入管の先端に設けられた、互いに対向する一对の爪の一方を揺動させる第1ロータリアクチュエータおよび前記一对の爪の他方を揺動させる第2ロータリアクチュエータを含むグリッパーと、前記挿入管に対して前記グリッパーを揺動させる第3ロータリアクチュエータと、を備え、前記第1ロータリアクチュエータ、前記第2ロータリアクチュエータおよび前記第3ロータリアクチュエータのそれぞれが、上記のロータリアクチュエータであり、前記第1ロータリアクチュエータの回転軸と前記第2ロータリアクチュエータの回転軸が同軸上に位置し、前記第3ロータリアクチュエータの回転軸が前記第1ロータリアクチュエータおよび前記第2ロータリアクチュエータの回転軸と直交する、ことを特徴とする。

10

【0017】

さらに、本発明の別の側面からのロボット鉗子は、挿入管と、前記挿入管の先端に設けられた、互いに対向する一对の爪の一方を揺動させる第1ロータリアクチュエータおよび前記一对の爪の他方を揺動させる第2ロータリアクチュエータを含むグリッパーと、前記挿入管に対して前記グリッパーを揺動させる第3ロータリアクチュエータと、を備え、前記第1ロータリアクチュエータの回転軸と前記第2ロータリアクチュエータの回転軸が同軸上に位置し、前記第3ロータリアクチュエータの回転軸が前記第1ロータリアクチュエータおよび前記第2ロータリアクチュエータの回転軸と直交する、ことを特徴とする。

【0018】

これらのロボット鉗子では、第3ロータリアクチュエータの回転軸を中心として、患部を把持する一对の爪の向きを任意に変更することができる。

20

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、ハウジングとカバーとの間に外側シール部材を介在させつつペーンで仕切られた圧力室の一方から他方へ作動流体が逃げることを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の一実施形態に係る第1～第3ロータリアクチュエータが組み込まれたロボット鉗子の先端部分の斜視図であり、(a)は爪が閉じた状態を示し、(b)は爪が開いた状態を示す。

30

【図2】図1のII-II線に沿った断面図である。

【図3】図1のIII-III線に沿った断面図である。

【図4】第1ロータリアクチュエータの断面図である。

【図5】図4の要部の拡大図である。

【図6】図4のVI-VI線に沿った断面図である。

【図7】変形例のロータリアクチュエータの要部を拡大した断面図である。

【図8】別の変形例のロータリアクチュエータの断面図である。

【図9】図8のIX-IX線に沿った断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

40

図1(a)および(b)に、本発明の一実施形態に係る第1～第3ロータリアクチュエータ3A～3Cが組み込まれたロボット鉗子1の先端部分を示す。

【0022】

ロボット鉗子1は、例えば、手術支援システムに用いられる。この場合、スレーブ側装置に取り付けられるロボット鉗子1をマスタ側装置で医師が遠隔操作する。

【0023】

具体的に、ロボット鉗子1は、患者の体内に挿入される挿入管11と、挿入管11の先端に設けられたグリッパー2を含む。挿入管11は、直線状に延びる高剛性の管であってもよいし、フレキシブルな管であってもよい。

【0024】

50

グリッパー 2 は、互いに対向する一対の爪（第 1 爪 2 1 および第 2 爪 2 2）と、第 1 爪 2 1 を揺動させる第 1 ロータリアクチュエータ 3 A と、第 2 爪 2 2 を揺動させる第 2 ロータリアクチュエータ 3 B を含む。さらに、ロボット鉗子 1 は、挿入管 1 1 に対してグリッパー 2 を揺動させる第 3 ロータリアクチュエータ 3 C を含む。

【0025】

第 1 ~ 第 3 ロータリアクチュエータ 3 A ~ 3 C のそれぞれは、作動流体により駆動される。本実施形態では、作動流体が、生理食塩水や油などの液体である。図示は省略するが、挿入管 1 1 の根本（グリッパー 2 と反対側）には駆動ユニットが設けられており、この駆動ユニット内に、第 1 ~ 第 3 ロータリアクチュエータ 3 A ~ 3 C に対する作動流体の供給および排出を行う給排装置が設けられている。図略の給排装置から第 1 ~ 第 3 ロータリアクチュエータ 3 A ~ 3 C への作動流体の供給および第 1 ~ 第 3 ロータリアクチュエータ 3 A ~ 3 C から給排装置への作動流体の排出は、挿入管 1 1 内に挿通された複数のチューブ 1 5 を通じて行われる。

10

【0026】

図 3 に示すように、第 1 ロータリアクチュエータ 3 A の回転軸 3 1 と第 2 ロータリアクチュエータ 3 B の回転軸 3 2 は同軸上に位置している。また、第 3 ロータリアクチュエータ 3 C の回転軸 3 3 は、図 2 に示すように、第 1 ロータリアクチュエータ 3 A および第 2 ロータリアクチュエータ 3 B の回転軸 3 1, 3 2 と直交する。このようなロボット鉗子 1 であれば、第 3 ロータリアクチュエータ 3 C の回転軸 3 3 を中心として、患部を把持する第 1 爪 2 1 および第 2 爪 2 2 の向きを任意に変更することができる。

20

【0027】

なお、以下の説明では、説明の便宜上、挿入管 1 1 の軸方向のうち先端側を上方、根本側を下方という。

【0028】

ロボット鉗子 1 の先端部分の構造に関し、より詳しくは、挿入管 1 1 の先端には、保持部材 1 2 が固定されている。保持部材 1 2 は、2 つの半体に分割可能に構成されている。保持部材 1 2 は、内部に挿入管 1 1 が嵌め込まれる筒状部 1 3 と、筒状部 1 3 から上向きに突出する、互いに対向する一対の支持片 1 4 を含む。そして、この一対の支持片 1 4 の間に、グリッパー 2 のベース 2 5 と第 3 ロータリアクチュエータ 3 C が配置されている。

【0029】

図 2 および図 3 に示すように、第 1 ~ 第 3 ロータリアクチュエータ 3 A ~ 3 C のそれぞれは、ベース 6 が配置される内部空間 4 1 を有するハウジング 4 と、ハウジング 4 に取り付けられて内部空間 4 1 を覆うカバー 5 を含む。本実施形態では、ロータリアクチュエータの軸方向（回転軸が延びる方向）から見たときのハウジング 4 およびカバー 5 の形状が略矩形形状であるが、ロータリアクチュエータの軸方向から見たときのハウジング 4 およびカバー 5 の形状は円形状などの別の形状であってもよい。

30

【0030】

本実施形態では、第 1 ロータリアクチュエータ 3 A のハウジング 4、第 2 ロータリアクチュエータ 3 B のハウジング 4、ベース 2 5 および第 3 ロータリアクチュエータ 3 C のハウジング 4 が一体となっており、単一のブロックを構成している。ただし、第 1 ロータリアクチュエータ 3 A のハウジング 4、第 2 ロータリアクチュエータ 3 B のハウジング 4、ベース 2 5 および第 3 ロータリアクチュエータ 3 C のハウジング 4 の少なくとも 1 つが別体になっていてもよい。

40

【0031】

また、第 1 ~ 第 3 ロータリアクチュエータ 3 A ~ 3 C のそれぞれにおいて、ベース 6 にはカバー 5 を貫通する回転シャフト 7 が一体的に設けられている。第 1 ロータリアクチュエータ 3 A の回転シャフト 7 は第 1 爪 2 1 に回転不能に結合されており、第 2 ロータリアクチュエータ 3 B の回転シャフト 7 は第 2 爪 2 2 に回転不能に結合されている。第 3 ロータリアクチュエータ 3 C の回転シャフト 7 は一方の支持片 1 4 に回転不能に結合されている。つまり、本実施形態では、第 3 ロータリアクチュエータ 3 C のハウジング 4 およびカ

50

バー 5 が支持片 1 4 に対して相対回転する。

【 0 0 3 2 】

ただし、第 3 ロータリアクチュエータ 3 C のハウジング 4 とカバー 5 の位置関係が図 2 とは逆にされ、第 3 ロータリアクチュエータ 3 C のハウジング 4 が支持片 1 4 に固定され、回転シャフト 7 がベース 2 5 に回転不能に結合されてもよい。この場合、ロータリアクチュエータの軸方向から見たときのハウジング 4 およびカバー 5 の形状は例えば円形状である。

【 0 0 3 3 】

ベース 2 5 には、第 3 ロータリアクチュエータ 3 C の回転シャフト 7 と同軸上に回転シャフト 2 6 が設けられている。回転シャフト 2 6 は、第 3 ロータリアクチュエータ 3 C の回転シャフト 7 が結合された支持片 1 4 と反対側の支持片 1 4 に回転可能に支持されている。

10

【 0 0 3 4 】

上述したチューブ 1 5 は、ベース 2 5 に接続されている。ベース 2 5 および第 1 ~ 第 3 ロータリアクチュエータ 3 A ~ 3 C のハウジング 4 からなるブロックの内部には、各チューブ 1 5 から対応する内部空間 4 1 に至る複数の流路 1 6 (図 6 参照、図 2 および図 3 では作図を省略) が形成されている。

【 0 0 3 5 】

第 1 ~ 第 3 ロータリアクチュエータ 3 A ~ 3 C は、互いに同じ構造を有している。従って、以下では、図 4 ~ 図 6 を参照し、第 1 ロータリアクチュエータ 3 A の構造を代表して

20

【 0 0 3 6 】

本実施形態では、第 1 ロータリアクチュエータ 3 A の軸方向から見たときに、ハウジング 4 の内部空間 4 1 が、ベーン 6 が 1 8 0 度の角度範囲内で揺動できるように、略半円形状の形状を有している。ただし、第 1 ロータリアクチュエータ 3 A の軸方向から見たときのハウジング 4 の内部空間 4 1 の形状は、ベーン 6 が 1 8 0 度よりも小さな角度範囲内で揺動できるように扇形状であってもよいし、ベーン 6 が 1 8 0 度よりも大きな角度範囲内で揺動できるように円の一部分が欠落した形状 (逆扇形状) であってもよい。

【 0 0 3 7 】

本実施形態では、ハウジング 4 の内部空間 4 1 の深さが、ベーン 6 の高さの半分程度に設定されている。ただし、内部空間 4 1 の深さは、ベーン 6 の高さよりも小さければ任意に設定可能である。

30

【 0 0 3 8 】

ハウジング 4 は、内部空間 4 1 の周囲に位置する基準面 4 2 と、基準面 4 2 の外周縁部から立ち上がる環状の壁面 4 3 と、壁面 4 3 の周囲に位置する頂き面 4 4 を含む。本実施形態では、基準面 4 2 の外側の輪郭が回転軸 3 1 を中心とする円形状である。このため、壁面 4 3 は円形筒状である。ただし、基準面 4 2 の外側の輪郭は、内部空間 4 1 を拡大したような略 D 字状であってもよい。

【 0 0 3 9 】

一方、カバー 5 は、壁面 4 3 の内部に嵌まり込む突出部 5 1 と、突出部 5 1 の周囲に位置する後退面 5 2 を含む。本実施形態では、突出部 5 1 の先端面がハウジング 4 の基準面 4 2 に当接する。突出部 5 1 の外周面は、ハウジング 4 の壁面 4 3 と僅かの隙間を隔てて対向し、後退面 5 2 は、ハウジング 4 の頂き面 4 4 と僅かの隙間を隔てて対向する。

40

【 0 0 4 0 】

突出部 5 1 には、ハウジング 4 の内部空間 4 1 と共にベーン収容空間 3 0 を形成する凹部 5 3 が形成されている。つまり、凹部 5 3 の深さと内部空間 4 1 の深さの和は、ベーン 6 の側面間の高さとほぼ等しい。ベーン 6 は、ベーン収容空間 3 0 を第 1 圧力室 3 a と第 2 圧力室 3 b とに仕切る。

【 0 0 4 1 】

上述したように、本実施形態ではカバー 5 の突出部 5 1 の先端面がハウジング 4 の基準

50

面 4 2 に当接するが、突出部 5 1 の先端面およびハウジング 4 の基準面 4 2 のうねりや表面粗さなどの影響により、それらの面の間に、ベーン収容空間 3 0 からの作動流体の漏れ経路が形成される。

【 0 0 4 2 】

ただし、図 7 に示すように、カバー 5 の後退面 5 2 がハウジング 4 の頂き面 4 4 に当接し、突出部 5 1 の先端面が基準面 4 2 と僅かの隙間を隔てて対向してもよい。しかしながら、図 5 に示す構造であれば、図 7 に示す構造に比べて、ベーン収容空間 3 0 からの漏れ量を低減することができる。

【 0 0 4 3 】

ベーン 6 は、第 1 ロータリアクチュエータ 3 A の回転軸 3 1 を中心とする円柱部 6 1 と、円柱部 6 1 の外周面から径方向外向きに突出する板部 6 2 を含む。上述した回転シャフト 7 は、円柱部 6 1 の一方の端面から突出しており、カバー 5 に回転可能に支持されている。また、円柱部 6 1 の他方の端面には、シャフト部 6 3 が設けられており、このシャフト部 6 3 がハウジング 4 に回転可能に支持されている。

10

【 0 0 4 4 】

ベーン 6 には、板部 6 2 および円柱部 6 1 を取り巻く内側シール部材 8 A が装着されている。より詳しくは、板部 6 2 の先端面 6 2 a には円柱部 6 1 の軸方向に延びる直線状の溝 6 4 が形成され、板部 6 2 のカバー 5 側の側面およびカバー 5 と反対側の側面には円柱部 6 1 の径方向に延びる直線状の溝 6 5 がそれぞれ形成されている。また、円柱部 6 1 の両端面には円形状の溝 6 6 がそれぞれ形成され、円柱部 6 1 には、外周面の板部 6 2 と反対側の位置に、当該円柱部 6 1 の軸方向に延びる幅広の溝 6 7 が形成されている。内側シール部材 8 A は、それらの溝 6 4 ~ 6 7 内に挿入されている。

20

【 0 0 4 5 】

内側シール部材 8 A における板部 6 2 の先端面 6 2 a 上に位置する部分（正確には、溝 6 4 に挿入される部分）には、ハウジング 4 の基準面 4 2 および突出部 5 1 の先端面と対応する位置に切り込み 8 1 が形成されている。切り込み 8 1 は、内側シール部材 8 A における板部 6 2 の先端面 6 2 a 上に位置する部分を板部 6 2 の厚さ方向に横断している。図例では、切り込み 8 1 の断面形状が三角形状であるが、切り込み 8 1 の断面形状は例えば半円状または矩形状であってもよい。

【 0 0 4 6 】

カバー 5 の突出部 5 1 の先端面の外周縁部には、周方向に連続する傾斜面 5 4 が形成されている。傾斜面 5 4 は、ハウジング 4 の基準面 4 2 と壁面 4 3 との間のコーナー部との間に断面三角形状で環状のシール溝 9 を形成する。つまり、シール溝 9 は、ハウジング 4 とカバー 5 との間に内部空間 4 1 を取り巻くように形成されている。

30

【 0 0 4 7 】

シール溝 9 には、外側シール部材 8 B が挿入されている。外側シール部材 8 B は、例えば、図 5 中に二点鎖線で示すように、自然状態では円形状の断面形状を有するリングである。ただし、外側シール部材 8 B の自然状態での断面形状は、楕円状などのその他の形状であってもよい。

【 0 0 4 8 】

シール溝 9 の断面積 S_1 に対する外側シール部材 S_2 の断面積の割合 (S_2 / S_1) は、90% 以上であることが望ましく、95% 以上であることがより望ましい。シール溝 9 の断面積 S_1 は、傾斜面 5 4 を基準面 4 2 および壁面 4 3 まで延長した線と、基準面 4 2 および壁面 4 3 とで囲まれる区画の面積である。外側シール部材 S_2 の断面積は、自然状態での断面積である。

40

【 0 0 4 9 】

以上説明したように、本実施形態の第 1 ~ 第 3 ロータリアクチュエータ 3 A ~ 3 C では、シール溝 9 が断面三角形状であるので、断面矩形状のシール溝と比べて、シール溝 9 内の外側シール部材 8 B の充填率を大きくすることができる。これにより、ハウジング 4 とカバー 5 との間に外側シール部材 8 B を介在させつつ、ベーン 6 で仕切られた第 1 圧力室

50

3 a および第 2 圧力室 3 b の一方から他方へ作動流体が逃げることを抑制することができる。

【 0 0 5 0 】

さらに、本実施形態では、ハウジング 4 にカバー 5 を取り付ける際に、ハウジング 4 の基準面 4 2 と壁面 4 3 との間のコーナー部に予め外側シール部材 8 B を配置することができる。これにより、ハウジング 4 に対してカバー 5 を容易に取り付けることができる。

【 0 0 5 1 】

また、本実施形態では、内側シール部材 8 A における板部 6 2 の先端面 6 2 a 上に位置する部分に切り込み 8 1 が形成されているので、ハウジング 4 の壁面 4 3 の内部にカバー 5 の突出部 5 1 を嵌め込む際に、ハウジング 4 の基準面 4 2 と突出部 5 1 の先端面との間に内側シール部材 8 A が噛み込むことを防止することができる。

10

【 0 0 5 2 】

(変形例)

本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変形が可能である。

【 0 0 5 3 】

例えば、図 8 および図 9 に示すように、ハウジング 4 の内部空間 4 1 の深さがベーン 6 の高さよりも大きく、カバー 5 の突出部 5 1 が内部空間 4 1 に嵌まり込んでもよい。この場合、カバー 5 の後退面 5 2 がハウジング 4 の頂き面 4 4 に当接し、カバー 5 の突出部 5 1 の外周面が、内部空間 4 1 の内周面と僅かの隙間を隔てて対向する。

20

【 0 0 5 4 】

また、図 8 および図 9 に示す構成では、ハウジング 4 の頂き面 4 4 の内周縁部に、周方向に連続する傾斜面 4 5 が形成されている。傾斜面 4 5 は、カバー 5 の突出部 5 1 の外周面と後退面 5 2 との間のコーナー部との間に断面三角形形状で環状のシール溝 9 を形成する。つまり、シール溝 9 は、ハウジング 4 とカバー 5 との間に内部空間 4 1 を取り巻くように形成されている。

【 0 0 5 5 】

図 8 および図 9 に示す構成でも、第 1 実施形態と同様に、断面矩形形状のシール溝と比べて、シール溝 9 内の外側シール部材 8 B の充填率を大きくすることができる。これにより、ハウジング 4 とカバー 5 との間に外側シール部材 8 B を介在させつつ、ベーン 6 で仕切られた第 1 圧力室 3 a および第 2 圧力室 3 b の一方から他方へ作動流体が逃げることを抑制することができる。

30

【 0 0 5 6 】

さらに、図 8 および図 9 に示す構成では、ハウジング 4 にカバーを取り付ける際に、カバー 5 の突出部 5 1 の外周面と後退面 5 2 との間のコーナー部に予め外側シール部材 8 B を配置することができる。これにより、ハウジング 4 に対してカバー 5 を容易に取り付けることができる。

【 0 0 5 7 】

ところで、断面三角形形状のシール溝 9 は、必ずしもロータリアクチュエータの径方向に平行な面とこれに直交する面との間のコーナー部を利用して形成される必要はない。例えば、断面三角形形状のシール溝は、ロータリアクチュエータの径方向に平行な面から V 字状に窪む環状の凹部を利用して形成されてもよい。

40

【 0 0 5 8 】

また、前記実施形態ならびに図 8 および図 9 に示す変形例では、ハウジング 4 の内部空間 4 1 が一方向に開口していたが、ハウジング 4 の内部空間 4 1 が両方向に開口しており、ハウジング 4 の両側にカバー 5 が配置されてもよい。

【 0 0 5 9 】

さらに、図示は省略するが、図 8 とは逆に、カバー 5 がハウジング 4 の内部空間 4 1 よりも大きな凹部を有し、ハウジング 4 がそのカバー 5 の凹部に嵌まり込むように構成されてもよい。

50

【 0 0 6 0 】

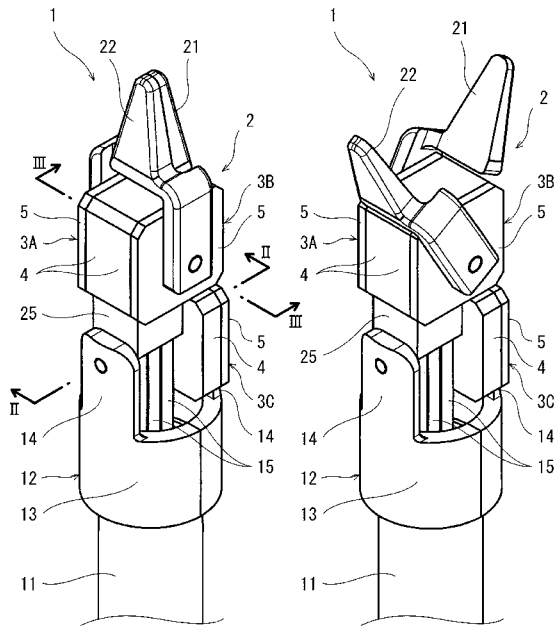
また、本発明のロータリアクチュエータを駆動する作動流体は、必ずしも液体である必要はなく、気体であってもよい。さらに、本発明のロータリアクチュエータは、ロボット鉗子以外の様々な機器に組み込まれてもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 1 】

1	ロボット鉗子	
1 1	挿入管	
2	グリップ	
2 1 , 2 2	爪	10
3 A	第 1 ロータリアクチュエータ	
3 B	第 2 ロータリアクチュエータ	
3 C	第 3 ロータリアクチュエータ	
3 1 ~ 3 3	回転軸	
4	ハウジング	
4 1	内部空間	
4 2	基準面	
4 3	壁面	
4 4	頂き面	
5	カバー	20
5 1	突出部	
5 2	後退面	
5 3	凹部	
5 4 , 5 5	傾斜面	
6	ベーン	
6 1	円柱部	
6 2	板部	
6 2 a	先端面	
8 A	内側シール部材	
8 B	外側シール部材	30
8 1	切り込み	
9	シール溝	

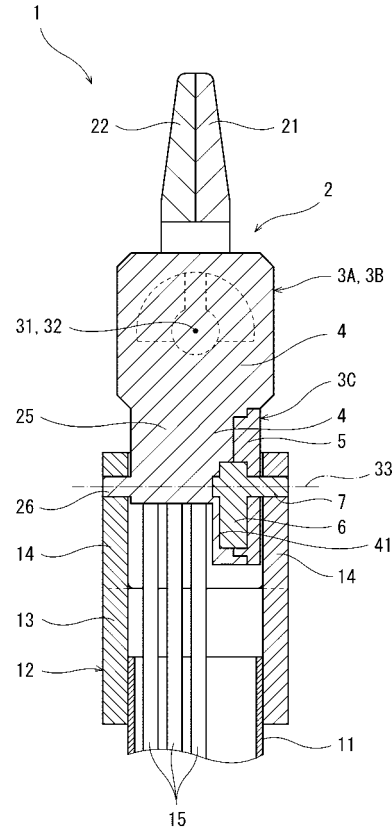
【 図 1 】



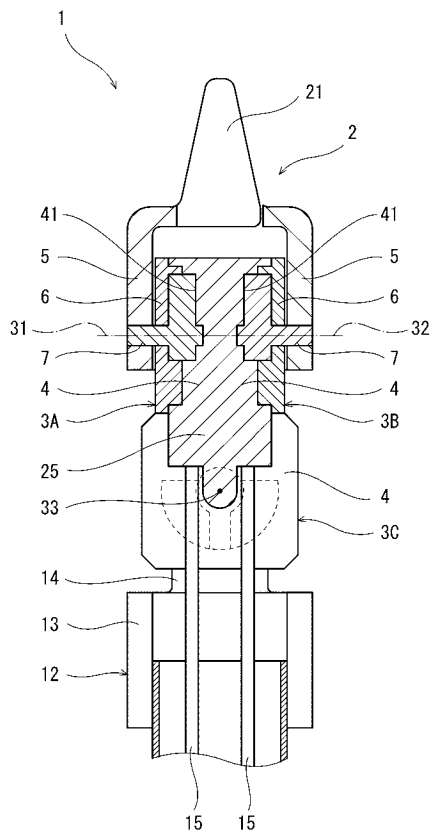
(a)

(b)

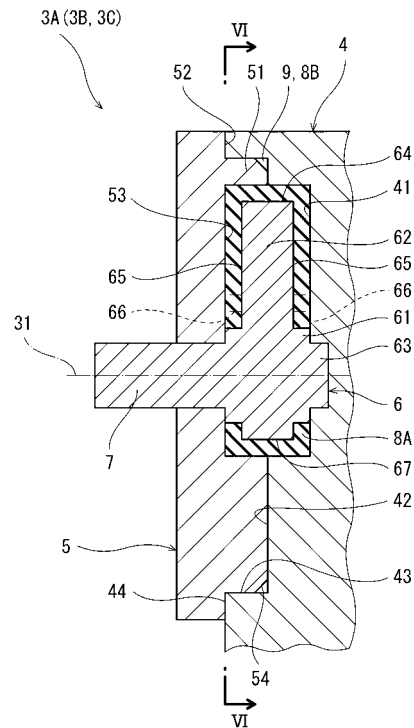
【 図 2 】



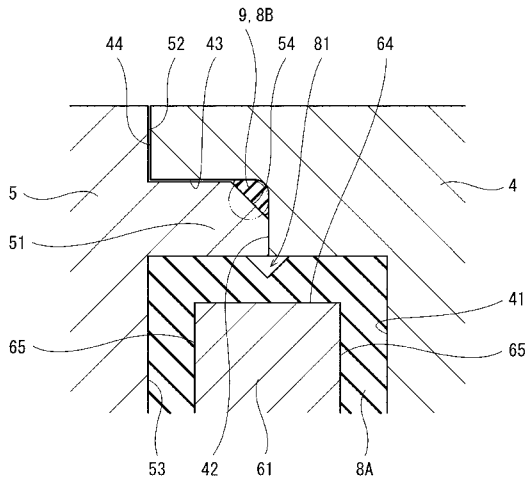
【 図 3 】



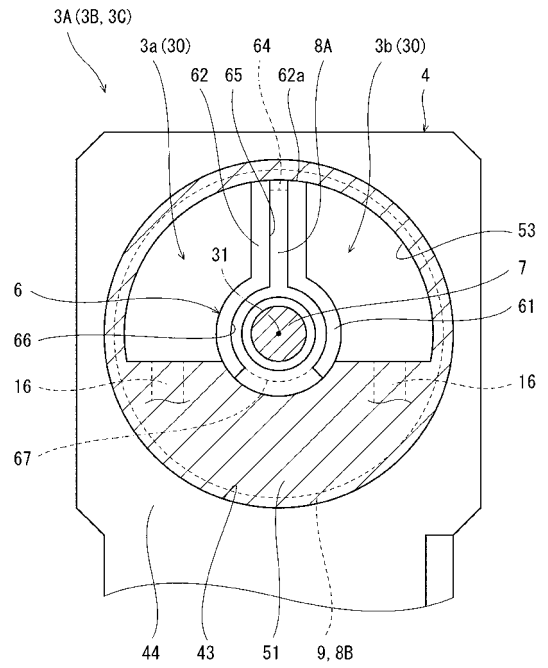
【 図 4 】



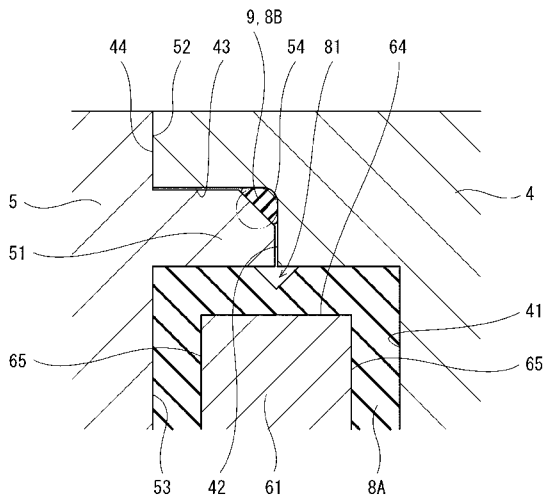
【 図 5 】



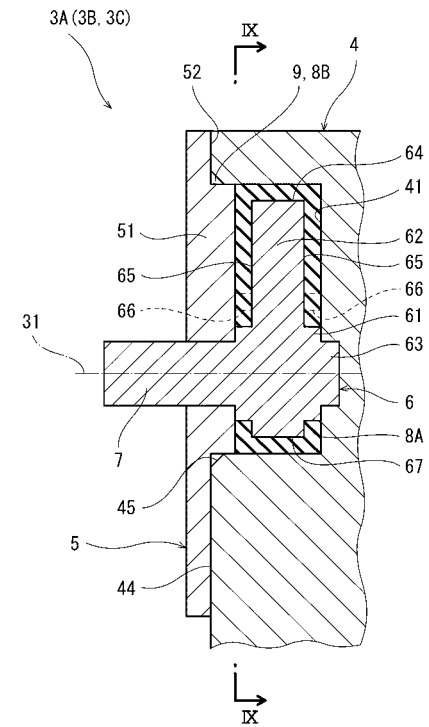
【 図 6 】



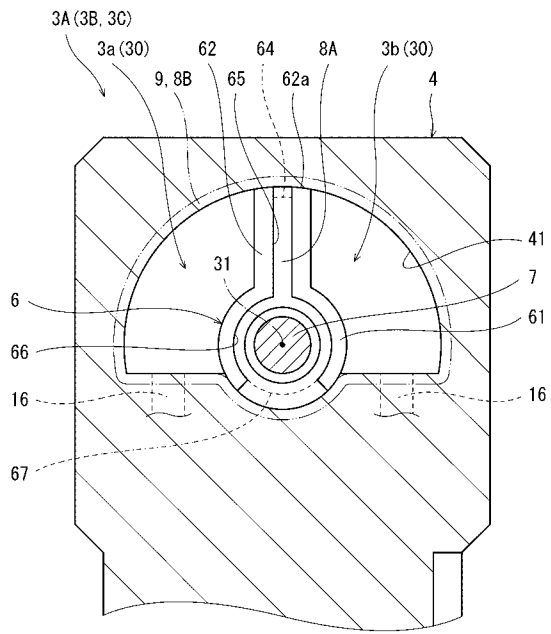
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3H081 AA28 BB02 BB05 CC14 EE10 EE26 HH10
4C160 GG02 GG28