

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4547369号
(P4547369)

(45) 発行日 平成22年9月22日(2010.9.22)

(24) 登録日 平成22年7月9日(2010.7.9)

(51) Int.Cl.

F O 4 B 43/10 (2006.01)

F I

F O 4 B 43/10

請求項の数 4 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2006-322235 (P2006-322235)	(73) 特許権者	000145611
(22) 出願日	平成18年11月29日(2006.11.29)		株式会社コガネイ
(65) 公開番号	特開2008-133800 (P2008-133800A)		東京都小金井市緑町3-11-28
(43) 公開日	平成20年6月12日(2008.6.12)	(74) 代理人	100080001
審査請求日	平成21年5月12日(2009.5.12)		弁理士 筒井 大和
早期審査対象出願		(74) 代理人	100093023
			弁理士 小塚 善高
		(74) 代理人	100117008
			弁理士 筒井 章子
		(72) 発明者	矢島 丈夫
			東京都千代田区岩本町3丁目8番16号
			株式会社コガネイ内
		審査官	佐藤 秀之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薬液供給装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

液体流入口および流出口に連通するポンプ室とポンプ側の駆動室とを仕切る弾性変形自在の仕切り膜が設けられたポンプと、

大径のシリンダ孔と小径のシリンダ孔とが形成され前記ポンプに連結されるシリンダと

、
前記大径のシリンダ孔に嵌合する大径ピストン部および前記小径のシリンダ孔に嵌合する小径ピストン部を備え、前記シリンダの内部に軸方向に往復動自在に装着され、前記ポンプ側の駆動室に連通するピストン側の駆動室を前記シリンダ内に形成し、前記ポンプ側の駆動室に非圧縮性媒体を給排するピストンと、

前記大径ピストン部と前記シリンダとの間に設けられ、前記大径ピストン部の摺動面に連なる第1のシール室を形成するベローズカバーと、

前記小径ピストン部と前記シリンダとの間に設けられ、前記小径ピストン部の摺動面に連なるとともに前記第1のシール室に連通する第2のシール室を形成する弾性変形部材と

、
前記第1および前記第2のシール室に封入される非圧縮性媒体と、

前記ピストンを軸方向に往復動し、前記ピストン側の駆動室と前記ポンプ側の駆動室内の前記非圧縮性媒体を介して前記ポンプ室を膨張収縮する駆動手段と、

前記シール室の圧力と前記駆動室の圧力の少なくともいずれか一方の圧力を検出する圧力検出手段とを有することを特徴とする薬液供給装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の薬液供給装置において、前記弾性変形部材はベローズカバーであることを特徴とする薬液供給装置。

【請求項 3】

大径外周面と小径外周面とを有するシリンダと、

前記シリンダ内に組み込まれ、液体流入口および流出口に連通するポンプ室と前記シリンダの内周面との間のポンプ側の駆動室とを仕切る可撓性チューブと、

前記大径外周面に摺動自在に嵌合する大径ピストン部、および前記小径外周面に摺動自在に嵌合する小径ピストン部を備え、前記ポンプ側の駆動室に連通するピストン側の駆動室を前記シリンダとの間に形成し、前記ポンプ側の駆動室に非圧縮性媒体を給排するピストンと、

10

前記シリンダの一端部側と前記ピストンの前記大径ピストン部との間に設けられ前記大径外周面との間で前記大径ピストン部の摺動面に連なる第 1 のシール室を形成する第 1 のベローズカバーと、

前記シリンダの他端部側と前記ピストンの小径ピストン部との間に設けられ前記小径外周面との間で前記小径ピストン部の摺動面に連なるとともに前記第 1 のシール室に連通する第 2 のシール室を形成する第 2 のベローズカバーと、

前記第 1 および前記第 2 のシール室に封入される非圧縮性媒体と、

前記ピストンを軸方向に往復動し、前記ピストン側の駆動室と前記ポンプ側の駆動室内の前記非圧縮性媒体を介して前記ポンプ室を膨張収縮する駆動手段と、

20

前記シール室の圧力と前記駆動室の圧力の少なくともいずれか一方の圧力を検出する圧力検出手段とを有することを特徴とする薬液供給装置。

【請求項 4】

液体流入口および流出口に連通するポンプ室と駆動室とを仕切る弾性変形自在の仕切り膜が設けられたポンプと、

前記駆動室に非圧縮性媒体を給排するピストンが往復動自在に組み付けられるシリンダと、

前記ピストンと前記シリンダとの間に設けられ、前記ピストンの摺動面に連なるとともに非圧縮性媒体が封入される第 1 のシール室を形成する軸方向に弾性変形自在の第 1 のベローズカバーと、

30

前記第 1 のシール室に連通するとともに前記ピストンの往復動時における前記第 1 のシール室の容積変化に追従して非圧縮性媒体が流入しかつ排出される第 2 のシール室を形成する第 2 のベローズカバーと、

前記ピストンおよび前記第 2 のベローズカバーを軸方向に往復動し、前記非圧縮性媒体を介して前記ポンプ室を膨張収縮するとともに前記第 1 のシール室の収縮時に前記第 2 のシール室を膨張させ、第 1 のシール室の膨張時に前記第 2 のシール室を収縮させる駆動手段と、

前記シール室の圧力と前記駆動室の圧力の少なくともいずれか一方の圧力を検出する圧力検出手段とを有することを特徴とする薬液供給装置。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明はフォトレジスト液等の薬液を定量吐出する薬液供給装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

半導体ウエハや液晶用ガラス基板等の表面には、フォトリソグラフィ工程およびエッチング工程により微細な回路パターンが作り込まれる。フォトリソグラフィ工程ではウエハやガラス基板の表面にフォトレジスト液等の薬液を塗布するために薬液供給装置が使用されており、容器内に収容された薬液はポンプにより吸い上げられてフィルタ等を通して

50

ノズルからウエハ等の被塗布物に塗布される。特許文献 1 にはウエハフォトレジスト液を供給するための処理液供給装置が記載され、特許文献 2 には液晶用ガラス基板にフォトレジスト液を供給するための塗工装置が記載されている。

【0003】

このような薬液供給装置においては、塗布される薬液の中にゴミ等の粒子つまりパーティクルが混在するとそれが被塗布物に付着し、パターン欠陥を引き起こして製品の歩留まりを低下させる。容器内の薬液がポンプ内に滞留すると変質し、変質した薬液がパーティクルとなる場合があるので、薬液を吐出するポンプは滞留がないことが求められる。

【0004】

薬液を吐出するポンプとしては、薬液が流入するポンプ室とポンプ室を膨張収縮する駆動室とを弾性変形自在のダイヤフラムやチューブ等の仕切り膜により仕切るようにしたものが使用されている。駆動室に間接液つまり非圧縮性媒体を充填し仕切り膜を介して薬液を加圧するようにしており、非圧縮性媒体の加圧方式には、特許文献 3 に記載されるようにベローズタイプのものと、特許文献 4 に示されるようにピストンを用いたシリンジタイプとがある。

【特許文献 1】特開 2000 - 12449 号公報

【特許文献 2】特開 2004 - 50026 号公報

【特許文献 3】特開平 10 - 61558 号公報

【特許文献 4】米国特許第 5167837 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

非圧縮性媒体によりダイヤフラムやチューブを弾性変形させてポンプ動作を行うようにすると、ポンプの膨張収縮室内での薬液の滞留を防止することができ、薬液の滞留に起因したパーティクルの発生を防止できる反面、非圧縮性媒体がポンプの性能を決定する重要な役割を担うことになる。つまり、非圧縮性媒体の中に外部から空気が入り込むとマクロ的には非圧縮性媒体の非圧縮性は失われ、ベローズやピストンの移動を忠実にダイヤフラムやチューブに伝達することができなくなり、ベローズやピストンの移動ストロークと薬液の吐出量とが対応しなくなる。また、非圧縮性媒体が漏れた場合にも同様にベローズ等の移動ストロークと薬液の吐出量とが対応しなくなり、高精度に薬液を吐出することができなくなる。

【0006】

上述した特許文献 4 に示されるシリンジタイプのポンプにおいては、通常、シリンダにピストンの外周面と接触するシール材を設け、ピストンの先端面側の駆動室内とピストン基端面側の外部との間をシールするようにしており、ピストンはシール材を境に非圧縮性媒体がある部分と外部との間を往復動することになる。このため、非圧縮性媒体がピストンの外周面に付着した状態で外部まで露出することがある。付着した非圧縮性媒体は、薄い膜状となってピストンの外周面とシール材との間に入り込むので、シール材とピストン外周面との直接接触を回避して潤滑剤としての役割を果たすことになる反面、外部に露出した非圧縮性媒体は一部が少しずつ蒸発したり、乾燥したりすることもある。また、外部に露出した非圧縮性媒体が揮発すると、ピストン外周面には潤滑剤として機能する非圧縮性媒体が消失して油膜切れ状態となるので、シール材が直接ピストン外周面に接触してシール材の摩耗が促進されることになる。

【0007】

仕切り膜により仕切られた駆動室を膨張させてポンプ室の内部に容器内の薬液を吸入するためにピストンを後退移動させると、非圧縮性媒体が負圧状態となるので、外部の周囲空気がピストン外周面とシリンダの内周面との間から駆動室内の非圧縮性媒体の内部に入り込むことがある。この現象は、ピストンの外周面に摺動接触するシール材が磨耗してシール性が低下すると顕著になり、ピストンにより非圧縮性媒体に大きな負圧を印加させた

10

20

30

40

50

場合も同様である。

【0008】

これに対し、上述したペローズタイプのポンプは、摺動面に接触するシール材は使用されていないので、非圧縮性媒体が充填された駆動室や薬液を加圧するポンプ室の密閉性は高いという利点がある。しかし、ペローズタイプはシリンジタイプに比較して非圧縮性媒体に加えられる圧力は低い傾向がある。例えば、レジストをフィルタを介してノズルに吐出する場合、フィルタの流通抵抗が大きいのでポンプ室の圧力を高くする必要がある。このため、ペローズを駆動したときに駆動室内の非圧縮性媒体の圧力は高くなり、ペローズが僅かに径方向に膨張することがあり、膨張するとペローズの移動ストロークと薬液の吐出量とが高精度に対応しなくなる。

10

【0009】

ポンプからの吐出圧を高めるには、上述したシリンジタイプのポンプが好ましいが、シール材の摩耗が進むと、駆動室内の非圧縮性媒体が外部に漏出することになる。このため、シール材を定期的に交換するようにしている。シール材を用いることなく、ピストン外周面とシリンダ内周面との隙間を狭くして駆動室内の非圧縮性媒体の漏出を防止するようにしたタイプの薬液吐出ポンプにおいても、同様に、ピストンとシリンダとの摺動面の摩耗が進むと、駆動室内の非圧縮性媒体が外部に漏出するので、ピストンやシリンダを交換する必要がある。

【0010】

したがって、駆動室内の非圧縮性媒体のピストンとシリンダとの摺動面からの漏れを外部から検出することができれば、シール材の交換時期やピストン等の交換時期を判定することができる。

20

【0011】

本発明の目的は、駆動室内の非圧縮性媒体のピストンとシリンダとの間からの漏れを監視することができるようにした薬液供給装置を提供することにある。

【0012】

本発明の他の目的は、駆動室内の非圧縮性媒体の漏れ量によって寿命を判断することができるようにした薬液供給装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の薬液供給装置は、液体流入口および流出口に連通するポンプ室とポンプ側の駆動室とを仕切る弾性変形自在の仕切り膜が設けられたポンプと、大径のシリンダ孔と小径のシリンダ孔とが形成され前記ポンプに連結されるシリンダと、前記大径のシリンダ孔に嵌合する大径ピストン部および前記小径のシリンダ孔に嵌合する小径ピストン部を備え、前記シリンダの内部に軸方向に往復動自在に装着され、前記ポンプ側の駆動室に連通するピストン側の駆動室を前記シリンダ内に形成し、前記ポンプ側の駆動室に非圧縮性媒体を給排するピストンと、前記大径ピストン部と前記シリンダとの間に設けられ、前記大径ピストン部の摺動面に連なる第1のシール室を形成するペローズカバーと、前記小径ピストン部と前記シリンダとの間に設けられ、前記小径ピストン部の摺動面に連なるとともに前記第1のシール室に連通する第2のシール室を形成する弾性変形部材と、前記第1および前記第2のシール室に封入される非圧縮性媒体と、前記ピストンを軸方向に往復動し、前記ピストン側の駆動室と前記ポンプ側の駆動室内の前記非圧縮性媒体を介して前記ポンプ室を膨張収縮する駆動手段と、前記シール室の圧力と前記駆動室の圧力の少なくともいずれか一方の圧力を検出する圧力検出手段とを有することを特徴とする。本発明の薬液供給装置において前記弾性変形部材はペローズカバーであることを特徴とし、それぞれのペローズカバーは同軸状に配置されるとともに駆動手段により同期駆動される。

30

40

【0014】

本発明の薬液供給装置は、大径外周面と小径外周面とを有するシリンダと、前記シリンダ内に組み込まれ、液体流入口および流出口に連通するポンプ室と前記シリンダの内周面との間のポンプ側の駆動室とを仕切る可撓性チューブと、前記大径外周面に摺動自在に嵌

50

合する大径ピストン部、および前記小径外周面に摺動自在に嵌合する小径ピストン部を備え、前記ポンプ側の駆動室に連通するピストン側の駆動室を前記シリンダとの間に形成し、前記ポンプ側の駆動室に非圧縮性媒体を給排するピストンと、前記シリンダの一端部側と前記ピストンの前記大径ピストン部との間に設けられ前記大径外周面との間で前記大径ピストン部の摺動面に連なる第1のシール室を形成する第1のベローズカバーと、前記シリンダの他端部側と前記ピストンの小径ピストン部との間に設けられ前記小径外周面との間で前記小径ピストン部の摺動面に連なるとともに前記第1のシール室に連通する第2のシール室を形成する第2のベローズカバーと、前記第1および前記第2のシール室に封入される非圧縮性媒体と、前記ピストンを軸方向に往復動し、前記ピストン側の駆動室と前記ポンプ側の駆動室内の前記非圧縮性媒体を介して前記ポンプ室を膨張収縮する駆動手段と、前記シール室の圧力と前記駆動室の圧力の少なくともいずれか一方の圧力を検出する圧力検出手段とを有することを特徴とする。この薬液供給装置は、2つのベローズカバーが同軸状に配置されるとともに駆動手段により同期駆動され、さらにピストンはシリンダの外側に配置される。

10

【0015】

本発明の薬液供給装置は、液体流入口および流出口に連通するポンプ室と駆動室とを仕切る弾性変形自在の仕切り膜が設けられたポンプと、前記駆動室に非圧縮性媒体を給排するピストンが往復動自在に組み付けられるシリンダと、前記ピストンと前記シリンダとの間に設けられ、前記ピストンの摺動面に連なるとともに非圧縮性媒体が封入される第1のシール室を形成する軸方向に弾性変形自在の第1のベローズカバーと、前記第1のシール室に連通するとともに前記ピストンの往復動時における前記第1のシール室の容積変化に追従して非圧縮性媒体が流入しかつ排出される第2のシール室を形成する第2のベローズカバーと、前記ピストンおよび前記第2のベローズカバーを軸方向に往復動し、前記非圧縮性媒体を介して前記ポンプ室を膨張収縮するとともに前記第1のシール室の収縮時に前記第2のシール室を膨張させ、第1のシール室の膨張時に前記第2のシール室を収縮させる駆動手段と、前記シール室の圧力と前記駆動室の圧力の少なくともいずれか一方の圧力を検出する圧力検出手段とを有することを特徴とする。この薬液供給装置は、2つのベローズカバーが平行に配置されるとともに駆動手段により同期駆動される。

20

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、非圧縮性媒体が充填される駆動室をピストンにより膨張収縮させてポンプ室を非圧縮性媒体を介して膨張収縮させるようにしたので、ベローズにより非圧縮性媒体を加圧する場合よりも非圧縮性媒体に高い圧力を加えることができる。これにより、ポンプ室の収縮時にポンプ室に高い流通抵抗が加わっても薬液を供給することができる。

30

【0018】

ピストンとシリンダとの間に設けられたベローズカバー等の弾性変形部材により、ピストンとシリンダとの摺動面に連なる第1のシール室が形成され、この第1のシール室に連通する第2のシール室が弾性変形部材により形成されており、それぞれのシール室には非圧縮性媒体が封入されている。このようにシール室を形成するための弾性変形部材は摺動部を有していないので、弾性変形部材からの非圧縮性媒体の漏出は完全に防止することができる。したがって、駆動室をピストンによって加圧することによりピストンの摺動面とシリンダの摺動面との間から内部の非圧縮性媒体が漏出してもその非圧縮性媒体はシール室内に流入することになるので、装置の外部には非圧縮性媒体が漏出することが防止される。

40

【0019】

ピストンの摺動面とシリンダ孔内周面の摺動面との間に設けられたシール材が摩耗したり、シール材をこれらの間に設けることなく両方の摺動面の間でシール性を確保するようにした場合にはこれらの摺動面が摩耗すると、シール性が劣化して駆動室からシール室に非圧縮性媒体が漏出することになる。漏出するとシール室の圧力が変化することになるので、シール室の圧力を検出することによって非圧縮性媒体の漏出量に応じたシール性の劣

50

化度を判断することができる。シール性の劣化度によりシール材の寿命やシール材を用いていない場合にはピストン等の寿命の判断をすることができる。

【 0 0 2 0 】

シール性が劣化すると、駆動室の圧力変化特性が変化することになるので、駆動室の圧力を検出することによってシール性の劣化度を検出することができ、同様にシール材の寿命等を判断することができる。

【 0 0 2 1 】

シール室の圧力と駆動室の圧力とを検出することによって、駆動室の圧力変動によるシール室の圧力変動の影響を加味してシール性の劣化度をより正確に判断することができる。

10

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 2 】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。図 1 は本発明の一実施の形態である薬液供給装置を示す断面図である。

【 0 0 2 3 】

この薬液供給装置 1 0 a はポンプ 1 1 とシリンダ 1 2 とを有している。ポンプ 1 1 はシリンダ 1 2 に対してボルト 1 3 により固定されるポンプケース 1 4 と、ポンプケース 1 4 内の円筒形状のスペース 1 5 内に取り付けられる可撓性チューブ 1 6 とを備えている。可撓性チューブ 1 6 は径方向に膨張収縮自在の弾性部材により形成されており、この可撓性チューブ 1 6 によりその内側のポンプ室 1 7 と外側のポンプ側の駆動室 1 8 とにスペース 1 5 は仕切られており、可撓性チューブ 1 6 は仕切り膜を構成している。

20

【 0 0 2 4 】

可撓性チューブ 1 6 の両端部にはアダプタ部 2 1 , 2 2 が取り付けられており、一方のアダプタ部 2 1 にはポンプ室 1 7 に連通する液体流入口 2 3 が形成されるとともに供給側流路 2 4 が接続され、他方のアダプタ部 2 2 にはポンプ室 1 7 に連通する液体流出口 2 5 が形成されるとともに吐出側流路 2 6 が接続されている。供給側流路 2 4 はレジスト液等の薬液を収容する薬液タンク 2 7 に接続され、吐出側流路 2 6 はフィルタ 2 8 を介して塗布ノズル 2 9 に接続されている。

【 0 0 2 5 】

可撓性チューブ 1 6 はフッ素樹脂であるテトラフルオロエチレンパーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体 (P F A) により形成されており、アダプタ部 2 1 , 2 2 も同様に P F A により形成されている。P F A により形成されたこれらの部材はフォトリソ液と反応しない。ただし、薬液の種類によっては、P F A に限られず、弾性変形する材料であれば、他の樹脂材料やゴム材料等の可撓性材料を可撓性チューブ 1 6 の素材として用いるようにしても良い。アダプタ部 2 1 , 2 2 も同様に他の樹脂材料や金属材料を素材として用いるようにしても良い。

30

【 0 0 2 6 】

供給側流路 2 4 にはこの流路を開閉するための供給側開閉弁 3 1 が設けられ、吐出側流路 2 6 にはこの流路を開閉するための吐出側開閉弁 3 2 が設けられている。それぞれの開閉弁 3 1 , 3 2 としては、電気信号により作動するソレノイドバルブや、モータ駆動バルブ、空気圧により作動するエアオペレートバルブが用いられる。さらには、逆止弁つまりチェック弁を用いるようにしても良い。

40

【 0 0 2 7 】

シリンダ 1 2 の基端部側にはシリンダ孔 3 3 が形成され、シリンダ孔 3 3 にはピストン 3 4 が軸方向に往復動自在に組み付けられている。シリンダ孔 3 3 は、大径のシリンダ孔 3 3 a とこれに連通する小径のシリンダ孔 3 3 b を有しており、大径のシリンダ孔 3 3 a はシリンダ 1 2 の基端部側の開口部に開口している。一方、小径のシリンダ孔 3 3 b はシリンダ 1 2 の先端部側に開口して形成された収容孔 3 5 に開口しており、大径のシリンダ孔 3 3 a と小径のシリンダ孔 3 3 b とに連通している。ピストン 3 4 は大径のシリンダ孔 3 3 a に嵌合する大径ピストン部 3 4 a と小径のシリンダ孔 3 3 b に嵌合する小径ピスト

50

ン部 3 4 b とを有しており、小径ピストン部 3 4 b は収容孔 3 5 内に突出している。

【 0 0 2 8 】

大径ピストン部 3 4 a と大径のシリンダ孔 3 3 a の底面との間にピストン側の駆動室 3 6 が形成されており、シリンダ 1 2 に形成された連通孔 3 7 によりピストン側の駆動室 3 6 はポンプ側の駆動室 1 8 に連通している。両方の駆動室 1 8 , 3 6 には液体が駆動用の非圧縮性媒体 3 8 として封入されており、駆動室 1 8 , 3 6 内の非圧縮性媒体 3 8 は連通孔 3 7 を介して連通している。したがって、ピストン 3 4 を大径ピストン部 3 4 a が大径のシリンダ孔 3 3 a の底面に接近させる方向に前進移動させると、ピストン側の駆動室 3 6 が収縮して駆動室 3 6 内の非圧縮性媒体 3 8 はポンプ側の駆動室 1 8 内に流入し、可撓性チューブ 1 6 の内側のポンプ室 1 7 は収縮する。一方、ピストン 3 4 を後退方向に移動させると、ピストン側の駆動室 3 6 が膨張してポンプ側の駆動室 1 8 内の非圧縮性媒体 3 8 は駆動室 3 6 内に流入し、ポンプ室 1 7 は膨張する。

10

【 0 0 2 9 】

可撓性チューブ 1 6 とポンプケース 1 4 とを有するポンプ 1 1 は、シリンダ 1 2 内のピストン 3 4 が往復動すると、両方の駆動室 1 8 , 3 6 内に封入された非圧縮性媒体 3 8 の移動によりポンプ室 1 7 が膨張収縮し、ポンプ室 1 7 の膨張収縮に連動させて供給側開閉弁 3 1 と吐出側開閉弁 3 2 とを開閉作動することによって薬液タンク 2 7 内の薬液は塗布ノズル 2 9 に供給される。

【 0 0 3 0 】

ポンプ 1 1 を構成するポンプケース 1 4 はシリンダ 1 2 に取り付けられており、ポンプケース 1 4 とシリンダ 1 2 との間からの非圧縮性媒体 3 8 の漏れを防止するために、シール材が設けられたシール駒 3 9 がポンプケース 1 4 とシリンダ 1 2 との間に組み込まれている。ただし、ポンプケース 1 4 とシリンダ 1 2 とを一体の部材により形成するようにしても良い。また、ポンプケース 1 4 をシリンダ 1 2 から分離させ、連通孔を有するホースやチューブによりポンプケース 1 4 とシリンダ 1 2 とを連結するようにしても良い。

20

【 0 0 3 1 】

図 2 は図 1 における 2 - 2 線断面図であり、ポンプ部材としての可撓性チューブ 1 6 はアダプタ部 2 1 , 2 2 に嵌合する部分を除いて横断面は長円形となっており、平坦部と円弧状部とを有している。図 1 に示されるようにピストン 3 4 がほぼ前進限位置となると可撓性チューブ 1 6 は図 2 において実線で示すように平坦部が相互に接近するように収縮変形し、ピストン 3 4 が後退限位置となると図 2 において二点鎖線で示すように平坦部が相互に平行となった長円形となる。ただし、可撓性チューブ 1 6 の横断面形状は長円形に限られず、円形等の他の形状であっても良い。

30

【 0 0 3 2 】

シリンダ 1 2 は駆動ボックス 4 1 に取り付けられており、駆動ボックス 4 1 は断面四角形のボックス本体 4 2 を有し、この両端には端壁 4 3 , 4 4 が固定されている。端壁 4 4 の内面には軸受ホルダー 4 5 により軸受 4 6 が固定され、軸受 4 6 にはボールねじ軸 4 7 がその基端部で回転自在に支持されている。ボールねじ軸 4 7 は端壁 4 4 の外側に固定された駆動手段としてのモータ 4 8 の主軸に連結されており、モータ 4 8 により正逆両方向にボールねじ軸 4 7 は回転駆動される。

40

【 0 0 3 3 】

ピストン 3 4 の後端には駆動スリーブ 5 1 が連結されており、駆動スリーブ 5 1 は雄ねじ部 5 2 が一体に設けられた端壁部 5 1 a とこれと一体となった円筒部 5 1 b を有している。雄ねじ部 5 2 はピストン 3 4 の端部に形成されたねじ孔にねじ結合され、円筒部 5 1 b は駆動ボックス 4 1 内の支持板 5 3 に固定されたガイド筒 5 4 により軸方向に移動自在に支持されている。ボールねじ軸 4 7 は駆動スリーブ 5 1 の内部に同軸状に組み込まれており、駆動スリーブ 5 1 の開口端部には、ボールねじ軸 4 7 にねじ結合するナット 5 5 が固定されている。ナット 5 5 は駆動スリーブ 5 1 内に嵌合されるねじ部 5 5 a とこれと一体となったフランジ部 5 5 b とを有し、フランジ部 5 5 b は図示しないねじ部材により駆動スリーブ 5 1 に締結されている。したがって、モータ 4 8 によりボールねじ軸 4 7 を回

50

転駆動すると、ナット 5 5 を介して駆動スリーブ 5 1 がガイド筒 5 4 に案内されて軸方向に直線往復動する。ボールねじ軸 4 7 の回転駆動時にボールねじ軸 4 7 が傾斜しないようにボールねじ軸 4 7 の先端部にはガイドリング 5 6 が装着され、このガイドリング 5 6 は駆動スリーブ 5 1 の内周面に嵌合している。

【 0 0 3 4 】

駆動スリーブ 5 1 を軸方向移動に案内するためのガイド筒 5 4 の内周面と駆動スリーブ 5 1 の外周面にスプラインを形成し、両方のスプラインの間にボールを介在させるようにすると、モータ 4 8 により駆動スリーブ 5 1 を介してピストン 3 4 を駆動するときにおける駆動スリーブ 5 1 の摺動抵抗を小さくすることができるとともに駆動スリーブ 5 1 の回転が規制される。

10

【 0 0 3 5 】

ピストン 3 4 の大径ピストン部 3 4 a の外周面は、大径のシリンダ孔 3 3 a の内周面である摺動面 6 1 a に摺動接触する摺動面 6 2 a となっており、小径ピストン部 3 4 b の外周面は、小径のシリンダ孔 3 3 b の内周面である摺動面 6 1 b に摺動接触する摺動面 6 2 b となっている。大径ピストン部 3 4 a とシリンダ 1 2 との間には、これらの間で大径ピストン部 3 4 a の摺動面 6 2 a に連なる第 1 のシール室 6 3 a を形成するためのペローズカバー 6 4 a が設けられている。ペローズカバー 6 4 a は、シリンダ 1 2 の基端部側開口部に形成された大径孔 6 5 に固定される環状部 6 6 と、大径ピストン部 3 4 a の突出部つまり基端部に固定される環状部 6 7 と、これらの間のペローズ部 6 8 とを有し、大径ピストン部 3 4 a を覆うように設けられたペローズカバー 6 4 a の内側にシール室 6 3 a が形成されている。

20

【 0 0 3 6 】

小径ピストン部 3 4 b とシリンダ 1 2 の先端部との間には、これらの間で小径ピストン部 3 4 b の摺動面 6 2 b に連なる第 2 のシール室 6 3 b を形成するための弾性変形部材としてペローズカバー 6 4 b が設けられている。ペローズカバー 6 4 b は、シリンダ 1 2 の先端部側開口部に形成された大径孔 7 1 に固定されるディスク部 7 2 と、小径ピストン部 3 4 b の突出部、つまり収容孔 3 5 に入り込む先端部に固定される端板部 7 3 と、これらの間のペローズ部 7 4 とを有している。ペローズカバー 6 4 b のディスク部 7 2 は、ボルト 7 5 によりシリンダ 1 2 の端面に取り付けられる締結板 7 6 によりシリンダ 1 2 に固定されており、収容孔 3 5 はディスク部 7 2 により閉じられている。これにより、ペローズカバー 6 4 b の外側にシール室 6 3 b が形成され、ペローズカバー 6 4 b は小径ピストン部 3 4 b に同軸状に連なって設けられている。ペローズカバー 6 4 b の内部は締結板 7 6 に形成された貫通孔 7 7 により外部に連通されている。それぞれのペローズカバー 6 4 a , 6 4 b は、P T F E 等の樹脂材料により形成されているが、ゴム材料や金属材料により形成するようにしても良い。なお、ペローズカバー 6 4 b に代えてダイヤフラムを用いるようにしても良い。

30

【 0 0 3 7 】

両方のシール室 6 3 a , 6 3 b はシリンダ 1 2 に形成された連通孔 7 8 により相互に連通している。両方のシール室 6 3 a , 6 3 b 内にはシール用の非圧縮性媒体 3 8 a が封入されており、封入された非圧縮性媒体 3 8 a は連通孔 7 8 により両方のシール室 6 3 a , 6 3 b 内に移動できるようになっている。それぞれのシール室 6 3 a , 6 3 b 内に封入される非圧縮性媒体 3 8 a としては、駆動室 1 8 , 3 6 に封入される非圧縮性媒体 3 8 と同種のもが使用されているが、非圧縮性媒体 3 8 a と非圧縮性媒体 3 8 とを異種のものとしても良い。なお、連通孔 7 8 をピストン 3 4 に形成して両方のシール室 6 3 a , 6 3 b を連通させるようにしても良い。

40

【 0 0 3 8 】

両方のシール室 6 3 a , 6 3 b は連通孔 7 8 により連通しているので、駆動室 3 6 を収縮させる方向にピストン 3 4 を駆動すると、第 1 のシール室 6 3 a はその容積が小さくなるように収縮し、第 2 のシール室 6 3 b はその容積が大きくなるように膨張するので、第 1 のシール室 6 3 a 内の非圧縮性媒体 3 8 a は連通孔 7 8 を介して排出されて第 2 のシ

50

ル室 6 3 b 内に供給される。一方、駆動室 3 6 を膨張させる方向にピストン 3 4 を駆動すると、第 1 のシール室 6 3 a の容積は膨張し、第 2 のシール室 6 3 b の容積は収縮するので、第 2 のシール室 6 3 b 内の非圧縮性媒体 3 8 a は連通孔 7 8 を介して排出されて第 1 のシール室 6 3 a 内に供給される。

【 0 0 3 9 】

第 1 のペローズカバー 6 4 a のペローズ部 6 8 の平均有効断面積を A とし、大径ピストン部 3 4 a の断面積を B とし、第 2 のペローズカバー 6 4 b のペローズ部 7 4 の平均有効断面積を C とし、小径ピストン部 3 4 b の断面積を D とすると、 $A - B = C - D$ となるように、それぞれのペローズ部 6 8 , 7 4 の平均有効断面積と大径ピストン部 3 4 a および小径ピストン部 3 4 b の断面積とが設定されている。これにより、駆動室 3 6 を膨張収縮させるときにおけるそれぞれのシール室 6 3 a , 6 3 b のピストン 3 4 の単位ストローク当たりの容積減少量と容積増加量とが相互にほぼ同一となる。このように、ピストン 3 4 の往復動時におけるそれぞれのシール室 6 3 a , 6 3 b 内の非圧縮性媒体 3 8 a の排出量と供給量とが釣り合うようになっており、それぞれのシール室 6 3 a , 6 3 b 内の合計の容積は変化せず、ピストン 3 4 の往復動時にはペローズ部 6 8 , 7 4 は軸方向のみに変形し、径方向には変形しない。

【 0 0 4 0 】

大径のシリンダ孔 3 3 a の摺動面 6 1 a と大径ピストン部 3 4 a の摺動面 6 2 a との間をシールするために、シリンダ孔 3 3 a に形成された環状溝にはシール材 7 9 a が装着されており、大径ピストン部 3 4 a の摺動面 6 2 a はシール材 7 9 a に摺動接触する。小径のシリンダ孔 3 3 b の摺動面 6 1 b と小径ピストン部 3 4 b の摺動面 6 2 b との間をシールするために、シリンダ孔 3 3 b に形成された環状溝にはシール材 7 9 b が装着されている。ただし、大径ピストン部 3 4 a と小径ピストン部 3 4 b の外周面にそれぞれ環状溝を形成し、環状溝にシール材 7 9 a , 7 9 b を装着するようにしても良く、その場合にはシール材 7 9 a , 7 9 b はピストン 3 4 の往復動時にそれぞれのシリンダ孔 3 3 a , 3 3 b の摺動面 6 1 a , 6 1 b に摺動接触する。

【 0 0 4 1 】

この薬液供給装置 1 0 a においては、ピストン側の駆動室 3 6 の非圧縮性媒体 3 8 をピストン 3 4 により加圧して非圧縮性媒体 3 8 をピストン側の駆動室 3 6 からポンプ側の駆動室 1 8 に供給するようにしたので、ポンプ側の駆動室 1 8 の圧力を高めることができる。ピストン側の駆動室 3 6 内の非圧縮性媒体 3 8 はシール材 7 9 a , 7 9 b によりシールされるが、ピストン 3 4 により駆動室 3 6 を加圧すると、それぞれの摺動面 6 2 a , 6 2 b に付着した非圧縮性媒体 3 8 が駆動室 3 6 の圧力によりそのままシール材 7 9 a , 7 9 b と摺動面 6 2 a , 6 2 b のごく僅かな隙間を通過して駆動室 3 6 から外方に案内されて漏出するおそれがある。しかし、大径ピストン部 3 4 a , 小径ピストン部 3 4 b の外周面に付着して外部に漏れた非圧縮性媒体 3 8 は、シール室 6 3 a , 6 3 b 内の非圧縮性媒体 3 8 a に取り込まれることになり、装置の外部に漏出することはない。ペローズカバー 6 4 a , 6 4 b は摺動部を有していないので、両方の摺動面 6 1 a , 6 1 b と 6 1 b , 6 2 b の間から漏れた非圧縮性媒体 3 8 がシール室 6 3 a , 6 3 b から外部へ漏出したり飛散することが防止される。

【 0 0 4 2 】

ピストン 3 4 を後退移動させてピストン側の駆動室 3 6 の容積を大きくする際に両方の駆動室 1 8 , 3 6 内の非圧縮性媒体 3 8 が負圧状態となっても、ピストン 3 4 の両端部はペローズカバー 6 4 a , 6 4 b により外部から遮蔽されており、シール室 6 3 a , 6 3 b 内に封入された非圧縮性媒体 3 8 a が駆動室 3 6 内に逆流して入り込んだとしても、外部の空気が駆動室 1 8 , 3 6 内に混入することはない。

【 0 0 4 3 】

しかも、気体に比べて液体等の非圧縮性媒体 3 8 , 3 8 a は分子量が大きいので、シール材 7 9 a , 7 9 b と両方の摺動面 6 1 a , 6 1 b と 6 2 a , 6 2 b と間の微細な隙間を通り難く、シール室 6 3 a , 6 3 b から駆動室 3 6 へ入り込む非圧縮性

10

20

30

40

50

媒体 3 8 a の量は少なくなる。このように、液体等の非圧縮性媒体 3 8 a をシール室 6 3 a , 6 3 b 内に封入することにより、ポンプ 1 1 からの薬液の吐出精度を長期間にわたり高精度に維持することができる。

【 0 0 4 4 】

さらに、ピストン 3 4 の摺動面 6 2 a , 6 2 b とシリンダ孔 3 3 a , 3 3 b の摺動面 6 1 a , 6 1 b との間をシールするシール材 7 9 a , 7 9 b を境としてこれの軸方向両側に非圧縮性媒体 3 8 , 3 8 a が満たされているので、シール材 7 9 a , 7 9 b とピストン 3 4 の外周面の間には薄膜状となった非圧縮性媒体 3 8 , 3 8 a が介在することになり、シール材 7 9 a , 7 9 b の潤滑性が高められ、シール材 7 9 a , 7 9 b の摩耗が防止される。これにより、シール材 7 9 a , 7 9 b の耐久性が向上し、装置の寿命を長くすることができる。

10

【 0 0 4 5 】

また、シール材 7 9 a , 7 9 b が長期使用により磨耗してシール性が低下しても、駆動室 1 8 , 3 6 内に空気が混入することを防止することができ、ピストン 3 4 の往復動ストロークと可撓性チューブ 1 6 内からの薬液の吐出量とを高精度に対応させることができる。したがって、液晶用ガラス基板にフォトレジスト液を塗布する場合には、一定量のフォトレジスト液を高い精度で塗布ノズル 2 9 から吐出することができる。

【 0 0 4 6 】

シリンダ 1 2 にはシール室 6 3 a , 6 3 b 内の非圧縮性媒体 3 8 a の圧力を検出するためにシール室圧力センサ 8 1 がシール室圧力検出手段として取り付けられ、ポンプケース 1 4 には駆動室 3 6 内の非圧縮性媒体 3 8 の圧力を検出するために駆動室圧力センサ 8 2 が駆動室圧力検出手段として取り付けられており、それぞれのセンサ 8 1 , 8 2 は圧力に応じた電気信号を出力する。図 1 に示すように、シール室圧力センサ 8 1 は第 2 のシール室 6 3 b の圧力を検出しているが、第 1 のシール室 6 3 a と第 2 のシール室 6 3 b の圧力は同一であり、シール室圧力センサ 8 1 により第 1 のシール室 6 3 a の圧力を検出するようにしても良い。

20

【 0 0 4 7 】

図 3 はピストン 3 4 を駆動室 3 6 を収縮する方向に前進移動させ、ポンプ室 1 7 を収縮させる薬液吐出工程開始時のポンプ室 1 7 における薬液の圧力変化を示すグラフであり、この圧力変化は駆動室 1 8 , 3 6 内の非圧縮性媒体の圧力変化にほぼ対応することになる。

30

【 0 0 4 8 】

図 3 において波形 A はシール材 7 9 a , 7 9 b が所望のシール効果を発揮しているときのポンプ室 1 7 の圧力変化特性であり、吐出開始時にはポンプ室 1 7 の圧力は急峻に立ち上がるように変化することになり、その圧力は駆動室圧力センサ 8 2 で検出される。このような急峻な変化は、ベローズに代えてピストン 3 4 により駆動室 3 6 を形成することによって達成することができる。しかし、シール材 7 9 a , 7 9 b が摩耗したり、ピストン 3 4 の摺動面 6 2 a , 6 2 b 、シリンダ孔 3 3 の摺動面 6 1 a , 6 1 b が摩耗したりして摺動面 6 1 a , 6 1 b と摺動面 6 2 a , 6 2 b の間のシール性が劣化すると、駆動室 3 6 からシール室 6 3 a , 6 3 b へ漏出する非圧縮性媒体 3 8 の量が増加して、波形 A で示す特性が維持できなくなり、シール性の劣化進行に伴って、波形 B から波形 C のようになだらかな立ち上がり変化となる。

40

【 0 0 4 9 】

つまり、シール性が劣化すると、薬液の吐出時には駆動室 3 6 からシール室 6 3 a , 6 3 b への非圧縮性媒体 3 8 の移動抵抗が小さくなって駆動室 3 6 から漏出する媒体量が増加するので、ピストン 3 4 の推力が駆動室 1 8 , 3 6 の圧力に正確には伝わらなくなり、図 3 において波形 B , C に示すようになだらかな立ち上がりとなる。立ち上がり特性が許容値を超えた状態は、駆動室 3 6 の圧力を駆動室圧力センサ 8 2 により検出することができ、立ち上がり特性が分かれば、シール性の劣化が許容範囲を超えたことに起因するシール材 7 9 a , 7 9 b の交換時期を判断できる。

50

【 0 0 5 0 】

ピストン 3 4 を後退移動させてポンプ室 1 7 内に薬液を吸入するときにはポンプ室 1 7 内の圧力が急峻に変化する必要は少ないが、シール性が劣化すると、ポンプ吸入工程ではシール室 6 3 a , 6 3 b から駆動室 3 6 へ移動する非圧縮性媒体 3 8 a の量が増加するので、吸入時における駆動室 3 6 の圧力変化によってもシール材 7 9 a , 7 9 b の交換時期を判断することができる。

【 0 0 5 1 】

したがって、シール室 6 3 a , 6 3 b 内の圧力を検出するシール室圧力センサ 8 1 からの出力信号や、駆動室 3 6 内の圧力を検出するために駆動室圧力センサ 8 2 からの出力信号によってシール性の劣化度、つまり非圧縮性媒体 3 8 , 3 8 a の漏出度を検出することができる。

10

【 0 0 5 2 】

図 4 はポンプ吐出工程とポンプ吸入工程の 1 サイクルにおける駆動室圧力の変化と、シール室圧力の変化とを示すグラフである。

【 0 0 5 3 】

ピストン 3 4 を前進させるポンプ吐出工程と後退移動させるポンプ吸入工程においては、駆動室 1 8 , 3 6 の圧力は時間とともに図 4 における駆動室圧力のグラフのように変化する。これに対し、シール室 6 3 a , 6 3 b の圧力は、シール材 7 9 a , 7 9 b が所望のシール性を発揮していれば、摺動面 6 1 a , 6 1 b , 6 2 a , 6 2 b からのシール室 6 3 a , 6 3 b への非圧縮性媒体 3 8 の漏れがないので、ピストン 3 4 の往復動によるポンプ吐出工程およびポンプ吸入工程においても、変化することなく初期値 E を維持することになる。初期値 E はシール室 6 3 a , 6 3 b 内に非圧縮性媒体 3 8 a が封入されていることから、ゲージ圧ゼロよりもやや高くなっているが、この初期値はゼロとしても良く、負圧等の任意の値に設定することができる。

20

【 0 0 5 4 】

シール性の劣化が進むと、ポンプ吐出工程時には駆動室 3 6 からシール室 6 3 a , 6 3 b に漏出する非圧縮性媒体 3 8 の量が増加してシール室 6 3 a , 6 3 b の圧力が初期値 E よりも高くなる。これに対し、ポンプ吸入工程時にはシール室 6 3 a , 6 3 b から駆動室 3 6 に漏入する非圧縮性媒体 3 8 a の量が増加してシール室 6 3 a , 6 3 b の圧力が初期値よりも低くなり、ゲージ圧ゼロに対して負圧値が大きくなる。したがって、シール室 6 3 a , 6 3 b の圧力を検出することによってシール性の劣化に起因する漏出度を判断することができる。なお、駆動室 1 8 , 3 6 の圧力変化に比べてシール室 6 3 a , 6 3 b の圧力変化は低くなるが、図 4 においては理解し易くするためにシール室 6 3 a , 6 3 b の圧力変化は駆動室の圧力変化よりも拡大して示されている。

30

【 0 0 5 5 】

図 4 のシール室圧力に示すように、吐出時におけるシール性の劣化度を判定する圧力値として、しきい値を P 1 , P 2 の 2 種類設定しておく、しきい値 P 1 を越えたときにはある程度シール性の劣化が進行したことをシール室圧力センサ 8 1 からの検出信号によって判断することができ、しきい値 P 2 を越えたときにはシール材 7 9 a , 7 9 b を交換しなければならない程度までシール性が劣化したことを判断することができる。一方、ポンプ吸入工程時における劣化判定圧力値として、しきい値 S 1 , S 2 の 2 種類設定しておく、同様に劣化度を判断することができる。

40

【 0 0 5 6 】

シール性の劣化度が同じであっても、薬液粘度や吐出側流路 2 6 の流通抵抗等による駆動室 1 8 , 3 6 の圧力に応じて、シール室 6 3 a , 6 3 b の圧力変化は相違することになる。そこで、駆動室 1 8 , 3 6 の圧力に応じて、シール性劣化の判断を行うしきい値を変更するようにすることができる。

【 0 0 5 7 】

図 4 における特性線 F , G は、シール材 7 9 a , 7 9 b の摩耗が始まってシール性が少し劣化した場合のシール室 6 3 a , 6 3 b の圧力変化を示す。特性線 F は、薬液粘度が低

50

い場合やポンプ 1 1 の吐出側流路 2 6 の流通抵抗が小さい場合のようにポンプ吐出工程における駆動室 1 8 , 3 6 の圧力が高くない場合におけるシール室 6 3 a , 6 3 b の圧力変化を示し、駆動室 1 8 , 3 6 の圧力が高くないので、ポンプ吸入工程ではゲージ圧ゼロよりも低い圧力となる。

【 0 0 5 8 】

これに対し、シール性の劣化程度が特性線 F で示す場合と同じでも、薬液粘度が高い場合や吐出側流路にフィルタが設けられていた場合のようにポンプ吐出工程におけるポンプ室 1 7 の圧力が上述した場合よりも高くなる場合には、シール室 6 3 a , 6 3 b の圧力は特性線 F よりも高くなるとともに、ポンプ停止時における圧力も初期値より高くなる。また、ポンプ室 1 7 の圧力が高い場合には、ポンプ停止時のシール室 6 3 a , 6 3 b の圧力は初期値 E から徐々に上昇することになる。ただし、停止時の圧力はポンプ運転条件の変化により初期状態に戻る場合もある。例えば、ポンプを長期間停止させていたり、吸入時の流速を上げて駆動室 1 8 , 3 6 が負の圧力となるような条件の場合である。

【 0 0 5 9 】

ポンプ吐出工程における駆動室 1 8 , 3 6 の圧力が特性線 F で示した場合と同様に、ポンプ吐出工程における駆動室 1 8 , 3 6 の圧力が高くない場合には、シール性の劣化が進行すると、非圧縮性媒体 3 8 , 3 8 a の漏出度が高まって、ポンプ吐出工程時におけるシール室 6 3 a , 6 3 b の圧力はしきい値 P 1 を超えることになるので、シール室 6 3 a , 6 3 b の圧力をシール室圧力センサ 8 1 により検出することによって、シール性の劣化を判断することができる。さらに、媒体漏出量が増加すると、シール室 6 3 a , 6 3 b の圧力はしきい値 P 2 を超えることになる。

【 0 0 6 0 】

図 4 に示す駆動室圧力およびシール室圧力の 1 サイクル中の圧力変化は代表的なものであり、これはポンプの運転の仕方、シール性の劣化状態により変化する。例えば、シール性の劣化が進行していくと次第に駆動室圧力変化に近いグラフとなる。

【 0 0 6 1 】

図 5 はポンプの作動回数の増加にともなうポンプ吐出工程におけるシール室圧力のピーク値変化の一例を概略的に示すグラフである。図 4 に示したしきい値 P 2 をシール材の交換時期つまりシール材の寿命とし、しきい値 P 1 を超えてからしきい値 P 2 に到達するまでのポンプの作動回数が予め分かっているならば、しきい値 P 1 を超えた時点でシール材 7 9 a , 7 9 b の寿命を予測することができる。また、作動回数とシール室圧力との関係が予め分かっているならば、任意の検出圧力からシール材の寿命を予測することができる。なお、ポンプ吸入工程における図 4 に示したしきい値 S 1 , S 2 に基づいてシール材の寿命を予測することができる。

【 0 0 6 2 】

図 6 はポンプ吐出工程における駆動室 1 8 , 3 6 の圧力とシール室 6 3 a , 6 3 b の圧力の関係を示すグラフである。図 6 に示すように、駆動室 1 8 , 3 6 の圧力が高くなると、シール室 6 3 a , 6 3 b への媒体漏出量が増加するとともに、シール性の劣化が進行すると媒体漏出量が増加し、その結果、シール室 6 3 a , 6 3 b の圧力も高くなる傾向がある。したがって、ポンプの運転が同一条件の下で行われて薬液吐出時のポンプ圧が一定であれば、シール室 6 3 a , 6 3 b の圧力変化によってシール材 7 9 a , 7 9 b の寿命を判断することができるが、吐出側流路 2 6 に設けられたフィルタ 2 8 の目詰まりが進行するに伴って吐出時のポンプ室 1 7 の圧力が上昇すると、シール材 7 9 a , 7 9 b が寿命に至っていきなくとも、シール室 6 3 a , 6 3 b の圧力がしきい値を超えることがあり得る。

【 0 0 6 3 】

そこで、駆動室 3 6 の圧力を駆動室圧力センサ 8 2 により検出することによって、例えば駆動室 3 6 の圧力とシール室 6 3 a , 6 3 b の圧力との差によってシール性の劣化を判断したり、駆動室 3 6 の圧力に応じてシール室 6 3 a , 6 3 b の圧力のしきい値を変更したりすると、フィルタの目詰まりなどによる吐出側流路 2 6 の圧力変化に左右されず、シール材 7 9 a , 7 9 b の寿命をより正確に判断することができる。

【 0 0 6 4 】

図 7 は薬液供給装置の制御回路を示すブロック図であり、シール室圧力センサ 8 1 と駆動室圧力センサ 8 2 の検出信号はコントローラ 8 3 に送られ、コントローラ 8 3 からモニター 8 4 に信号が送られて、モニター 8 4 にはシール性が表示される。コントローラ 8 3 は、制御プログラム、寿命の演算式、しきい値のテーブルデータ等が格納される ROM と、検出信号に基づいてシール性の劣化度を演算するマイクロプロセッサ等を有している。したがって、図 4 に示すようにシール室 6 3 a , 6 3 b の圧力、駆動室 3 6 の圧力、あるいはシール室 6 3 a , 6 3 b の圧力と駆動室 3 6 の圧力とによりシール性の劣化度を判定し、モニター 8 4 には劣化度を表示したり、シール材 7 9 a , 7 9 b が寿命に至ったことを表示したり、シール材 7 9 a , 7 9 b が寿命に至る時期の予測を表示することになる。モニター 8 4 に加えて、シール材 7 9 a , 7 9 b が寿命に至ったときには、警報を発するようにしたり警告灯を点灯するようにしても良い。

10

【 0 0 6 5 】

図 8 (A) は図 1 に示された薬液供給装置 1 0 a の概略図であり、図 8 (B) ~ 図 8 (D) および図 9 (A) ~ 図 9 (D) はそれぞれ薬液供給装置の変形例を示す概略図である。それぞれの図においては、図 8 (A) に示された薬液供給装置における部材と共通する部材には同一の符号が付されている。

【 0 0 6 6 】

図 8 (B) に示す薬液供給装置 1 0 b は、薬液供給装置 1 0 a と同様に、大径のシリンダ孔 3 3 a と小径のシリンダ孔 3 3 b とが形成されたシリンダ 1 2 を有し、ピストン 3 4 は大径のシリンダ孔 3 3 a に嵌合する大径ピストン部 3 4 a と、小径のシリンダ孔 3 3 b に嵌合する小径ピストン部 3 4 b とを有している。大径ピストン部 3 4 a とシリンダ 1 2 の一端部との間には、図 1 および図 8 (A) に示す場合と同様に、大径ピストン部 3 4 a を覆うように第 1 のペローズカバー 6 4 a が設けられている。

20

【 0 0 6 7 】

一方、小径ピストン部 3 4 b とシリンダ 1 2 の他端部との間には、図 1 および図 8 (A) に示す薬液供給装置 1 0 a では第 2 のペローズカバー 6 4 b が小径ピストン部 3 4 b の延長上に設けられているのに対し、小径ピストン部 3 4 b を覆うようにして第 2 のペローズカバー 6 4 b が設けられている。また、ペローズカバー 6 4 a は大径ピストン部 3 4 a の端面を覆う端板部を有し、ペローズカバー 6 4 a の内部には第 1 のシール室 6 3 a が形成され、ペローズカバー 6 4 b は小径ピストン部 3 4 b の端面を覆う端板部を有し、ペローズカバー 6 4 b の内部には第 2 のシール室 6 3 b が形成されている。両方のペローズカバー 6 4 a , 6 4 b の端板部は連結部材 8 6 により連結されており、この連結部材 8 6 にはピストン 3 4 に平行に配置されるボールねじ軸 4 7 にねじ結合されるナット 5 5 が取り付けられている。

30

【 0 0 6 8 】

図 8 (C) に示す薬液供給装置 1 0 c は、シリンダ 1 2 の中心部に円柱形状のスペース 1 5 が形成され、このスペース 1 5 の中に可撓性チューブ 1 6 が組み込まれており、可撓性チューブ 1 6 によりその内側のポンプ室 1 7 と外側の駆動室 1 8 とに仕切られている。シリンダ 1 2 には大径外周面 8 7 と小径外周面 8 8 とが形成され、大径外周面 8 7 に摺動自在に嵌合する大径ピストン部 3 4 a と、小径外周面 8 8 に摺動自在に嵌合する小径ピストン部 3 4 b とを有する中空のピストン 3 4 がシリンダ 1 2 の外側に配置されている。シリンダ 1 2 の大径外周面 8 7 と小径外周面 8 8 の境界をなす径方向面と、中空のピストン 3 4 の大径ピストン部 3 4 a と小径ピストン部 3 4 b との境界をなす径方向面との間に、駆動室 3 6 が形成されており、駆動室 3 6 は駆動室 1 8 に連通孔 3 7 により連通している。

40

【 0 0 6 9 】

シリンダ 1 2 の一端部と大径ピストン部 3 4 a との間には第 1 のペローズカバー 6 4 a が設けられ、大径ピストン部 3 4 a とペローズカバー 6 4 a との間には摺動面 6 2 a に連なる第 1 のシール室 6 3 a が形成されている。また、シリンダ 1 2 の他端部と小径ピスト

50

ン部 3 4 b との間には第 2 のペローズカバー 6 4 b が設けられ、小径ピストン部 3 4 b とペローズカバー 6 4 b とにより摺動面 6 2 b に連なる第 2 のシール室 6 3 b が形成されている。ピストン 3 4 を軸方向に往復動するために、ピストン 3 4 には、これに平行に配置されるボールねじ軸 4 7 にねじ結合されるナット 5 5 が取り付けられている。

【 0 0 7 0 】

図 8 (B) および (C) に示す薬液供給装置 1 0 b , 1 0 c は、ボールねじ軸 4 7 がピストン 3 4 と平行となっているので、ボールねじ軸 4 7 をピストン 3 4 と同軸状に配置した図 1 の薬液供給装置 1 0 a よりも、装置の長さ寸法を短くすることができる。

【 0 0 7 1 】

図 8 (D) に示す薬液供給装置 1 0 d は、ピストン 3 4 が軸方向に往復動自在に組み込まれたシリンダ 1 2 の開口端部とピストン 3 4 の端部との間には、第 1 のペローズカバー 6 4 a が設けられ、このペローズカバー 6 4 a の外側とシリンダ孔 3 3 との間に第 1 のシール室 6 3 a が形成されている。シリンダ 1 2 には第 1 のペローズカバー 6 4 a と平行に軸方向に弾性変形自在に第 2 のペローズカバー 6 4 b が取り付けられており、このペローズカバー 6 4 b の内部には、連通孔 7 8 によりシール室 6 3 a に連通する第 2 のシール室 6 3 b が形成されている。

【 0 0 7 2 】

ピストン 3 4 とペローズカバー 6 4 b とに連結された連結部材 8 9 には、図 1 に示す場合と同様に、駆動手段としてのモータ 4 8 により軸方向に往復動する駆動スリーブ 5 1 が取り付けられている。図 8 (D) に示すピストン 3 4 は、上述したピストンと相違して段付きとはなっており、ピストン 3 4 とシリンダ孔 3 3 との間は 1 つのシール材 7 9 によりシールされている。

【 0 0 7 3 】

図 9 (A) に示す薬液供給装置 1 0 e は、ピストン 3 4 が軸方向に往復動自在に組み込まれたシリンダ 1 2 の開口端部とピストン 3 4 の突出端部との間に、第 1 のペローズカバー 6 4 a が設けられ、このペローズカバー 6 4 a の内側とピストン 3 4 との間に第 1 のシール室 6 3 a が形成されている。シール室 6 3 a に連通孔 7 8 を介して連通する凹部 9 1 がシリンダ 1 2 に形成されており、シリンダ 1 2 に凹部 9 1 を覆うようにして取り付けられたダイヤフラム 9 2 により第 2 のシール室 6 3 b が形成されている。この薬液供給装置 1 0 e においては、ピストン 3 4 が軸方向に往復動して第 1 のシール室 6 3 a が膨張収縮すると、それに対応してダイヤフラム 9 2 の弾性変形により第 2 のシール室 6 3 b が膨張収縮することになる。

【 0 0 7 4 】

図 9 (B) に示す薬液供給装置 1 0 f は、図 9 (A) に示す薬液供給装置 1 0 e と同様に、ダイヤフラム 9 2 により第 2 のシール室 6 3 b が形成されている。これに対し、ポンプ 1 1 は、薬液供給装置 1 0 a ~ 1 0 e と相違して、ダイヤフラム 9 3 を有し、ポンプケース 1 4 内のスペース 1 5 はダイヤフラム 9 3 によりポンプ室 1 7 と駆動室 1 8 とに仕切られている。このように、薬液供給装置 1 0 f においては、流体流入口と流体流出口とに連通するポンプ室 1 7 と駆動室 1 8 とを仕切る弾性変形自在の仕切り膜としてダイヤフラム 9 3 が用いられている。図 9 (B) に示す第 1 のシール室 6 3 a は、図 8 (D) に示す場合と同様に、シリンダ孔 3 3 の内側とペローズカバー 6 4 a の外側との間に形成されている。

【 0 0 7 5 】

図 9 (C) に示す薬液供給装置 1 0 g は、シリンダ 1 2 の先端開口部にこれを覆うように取り付けられるポンプケース 9 4 を有し、ポンプケース 9 4 とシリンダ 1 2 の先端面との間にダイヤフラム 9 3 がピストン 3 4 に対向するように設けられている。このダイヤフラム 9 3 によりポンプ室 1 7 と駆動室 1 8 とが形成され、駆動室 1 8 は上述した駆動室 3 6 を兼ねている。

【 0 0 7 6 】

図 9 (D) に示す薬液供給装置 1 0 h は、図 9 (B) , (C) に示した薬液供給装置 1

10

20

30

40

50

0 f , 1 0 g と同様に第 1 のシール室 6 3 a がベローズカバー 6 4 a の外側とシリンダ孔 3 3 の内面との間に形成されており、他の構造は図 9 (A) に示す薬液供給装置 1 0 e と同様となっている。図 9 (A) ~ 図 9 (D) に示す薬液供給装置 1 0 e ~ 1 0 h のピストン 3 4 は、図 8 (D) に示す場合と同様に段付きとはなっていないので、ピストン 3 4 には 1 つのシール材 7 9 が設けられシリンダ孔 3 3 の摺動面に接触して非圧縮性媒体をシールする。

【 0 0 7 7 】

図 8 (B) ~ 図 8 (D) および図 9 (A) ~ 図 9 (D) に示されるそれぞれのシール室 6 3 a , 6 3 b の圧力はシール室圧力センサ 8 1 により検出され、駆動室 1 8 , 3 6 の圧力は駆動室圧力センサ 8 2 により検出されて、上述したようにシール材 7 9 , 7 9 a , 7 9 b の寿命が判定される。

10

【 0 0 7 8 】

図 8 および図 9 に示されたそれぞれの薬液供給装置をタイプ別に分類すると以下の通りである。

【 0 0 7 9 】

それぞれの薬液供給装置 1 0 a ~ 1 0 h は、シリンダ 1 2 に対して軸方向に往復動自在のピストン 3 4 によってポンプ 1 1 の駆動室に 1 8 に非圧縮性媒体 3 8 を供給しかつ排出する基本構造を有している。ポンプ 1 1 のタイプとしては、図 9 (B) , (C) に示すようにポンプ室 1 7 と駆動室 1 8 とを仕切る弾性変形自在の仕切り膜としてダイヤフラム 9 3 を使用したものと、図 8 (A) ~ 図 8 (D) および図 9 (A) , (D) に示すように可撓性チューブ 1 6 を使用したものとがある。

20

【 0 0 8 0 】

それぞれの薬液供給装置 1 0 a ~ 1 0 h においては、駆動室 1 8 , 3 6 から漏出した非圧縮性媒体 3 8 を收容するシール室は、第 1 と第 2 の 2 つが設けられており、それぞれのシール室 6 3 a , 6 3 b はダイヤフラムやベローズカバーなどの弾性変形部材により形成されている。それぞれの薬液供給装置 1 0 a ~ 1 0 h においては、第 1 のシール室 6 3 a がベローズカバー 6 4 a により形成されている。

【 0 0 8 1 】

一方、薬液供給装置 1 0 e ~ 1 0 h における第 2 のシール室 6 3 b はダイヤフラム 9 2 により形成されており、ダイヤフラム 9 2 は第 2 のシール室 6 3 b 内に流入する非圧縮性媒体 3 8 a により膨張収縮する媒体駆動式となっている。このダイヤフラム 9 2 に代えて弾性変形部材としてベローズを使用するようにしても良い。これに対し、薬液供給装置 1 0 a ~ 1 0 d においては第 2 のシール室 6 3 b もベローズカバー 6 4 b により形成されるとともに、両方のベローズカバー 6 4 a , 6 4 b が共に駆動手段によって駆動される同期駆動式となっており、一方のシール室 6 3 a が膨張すると他方のシール室 6 3 b は収縮するように容積をバランスさせるバランス式となっている。ただし、両方のベローズカバー 6 4 a , 6 4 b が同期するときには、図 8 (A) に示す薬液供給装置 1 0 a においては一方のベローズカバー 6 4 a が軸方向に膨張する際には他方のベローズカバー 6 4 b も膨張するのに対し、他の同期タイプの薬液供給装置 1 0 b ~ 1 0 d においては、一方のベローズカバー 6 4 a が軸方向に膨張すると他方のベローズカバー 6 4 b が軸方向に収縮する。一方のベローズカバー 6 4 a が軸方向に収縮すると他方のベローズカバー 6 4 b が軸方向に膨張する。

30

40

【 0 0 8 2 】

第 2 のシール室 6 3 b をベローズカバー 6 4 b により形成するようにしたタイプとしては、図 8 (A) ~ (C) に示すように両方のベローズカバー 6 4 a , 6 4 b を同軸状に配置するタイプと、図 8 (D) に示すように平行に配置するタイプとがある。同軸状に配置するタイプにおいては、図 8 (A) , (B) に示すようにピストン 3 4 に大径ピストン部 3 4 a と小径ピストン部 3 4 b を形成し、大径ピストン部 3 4 a と小径ピストン部 3 4 b とにそれぞれベローズカバー 6 4 a , 6 4 b が設けられている。一方、図 8 (C) に示す薬液供給装置 1 0 c においては、シリンダ 1 2 の外周面に大径外周面 8 7 と小径外周面 8

50

8 とを設けて、シリンダ 1 2 の外側に中空のピストン 3 4 を軸方向に摺動自在に嵌合しており、ポンプ 1 1 はシリンダ 1 2 の内部に形成されている。このように、ピストン 3 4 をシリンダ 1 2 の内部に配置するタイプと、ピストン 3 4 を中空としてシリンダ 1 2 の外側に配置するタイプとがある。

【 0 0 8 3 】

両方のベローズカバー 6 4 a , 6 4 b を同軸状に配置するタイプにおいては、それぞれのシール室 6 3 a , 6 3 b は相互に連通孔 7 8 により連通されるとともにピストン 3 4 から漏れた非圧縮性媒体がそれぞれ入り込むようになっており、ピストン 3 4 とシリンダ 1 2 との間の隙間をシールするために 2 つのシール材 7 9 a , 7 9 b が用いられている。他のタイプの薬液供給装置 1 0 d , 1 0 e ~ 1 0 h においてはピストン 3 4 とシリンダ 1 2 10

【 0 0 8 4 】

2 つのシール材 7 9 a , 7 9 b が用いられる場合には、少なくともいずれか一方のシール材が所定値以上摩耗した場合にはそれをセンサからの信号により判断することができる。それぞれの薬液供給装置においては、シール材が設けられているが、シリンダ 1 2 とピストン 3 4 との間の隙間を小さくすることによって、シール材を用いることなく、両方の間のシール性を確保することもできる。その場合には、シール室や駆動室の圧力を検出することによってシール性の劣化度に応じてピストン等の部品交換時期を判断することができる。

【 0 0 8 5 】

図 8 (A) ~ (C) および図 9 (A) ~ (D) に示すそれぞれの薬液供給装置の詳細構造は、既に発明者により提案されて出願された特願 2 0 0 6 - 2 9 1 1 5 3 号の特許出願明細書に記載されている。

【 0 0 8 6 】

本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能である。たとえば、ピストン 3 4 をモータ 4 8 により駆動するようにしているが、駆動手段としてはモータ 4 8 に限らず、空気圧シリンダ等の他の駆動手段を使用するようにしても良い。また、シール室圧力検出手段および駆動室圧力検出手段としては、圧力に応じて電気信号を送るセンサに限られず、それぞれの圧力が所定値以上となるとオン信号を発するスイッチや、圧力に応じて移動する部材により圧力を外部に表示するようにしても良い。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 8 7 】

【図 1】本発明の一実施の形態である薬液供給装置を示す断面図である。

【図 2】図 1 における 2 - 2 線断面図である。

【図 3】薬液吐出工程開始時のポンプ室における薬液の圧力変化を示すグラフである。

【図 4】ポンプ吐出工程とポンプ吸入工程の 1 サイクルにおける駆動室圧力の変化と、シール室圧力の変化とを示すグラフである。

【図 5】ポンプの作動回数の増加にともなうポンプ吐出工程におけるシール室圧力のピーク値変化の一例を概略的に示すグラフである。

【図 6】ポンプ吐出工程における駆動室の圧力とシール室の圧力の関係を示すグラフである。

【図 7】薬液供給装置の制御回路を示すブロック図である。

【図 8】(A) は図 1 に示された薬液供給装置の概略図であり、(B) ~ (D) はそれぞれ薬液供給装置の変形例を示す概略図である。

【図 9】(A) ~ (D) はそれぞれ薬液供給装置の変形例を示す概略図である。

【符号の説明】

【 0 0 8 8 】

1 0 a ~ 1 0 h 薬液供給装置

1 1 ポンプ

10

20

30

40

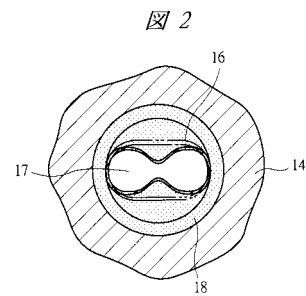
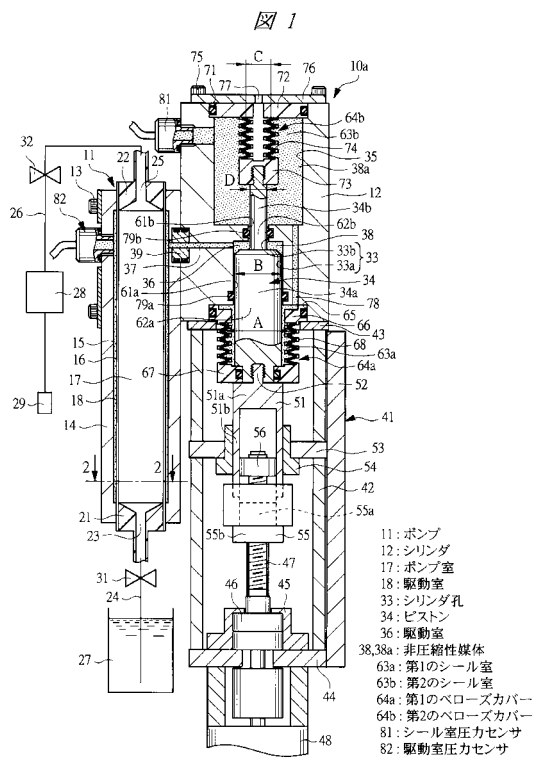
50

- 1 2 シリンダ
- 1 6 可撓性チューブ（仕切り膜）
- 1 7 ポンプ室
- 1 8 駆動室（ポンプ側の駆動室）
- 3 3 シリンダ孔
- 3 4 ピストン
- 3 6 駆動室（ピストン側の駆動室）
- 3 8 非圧縮性媒体（駆動用）
- 3 8 a 非圧縮性媒体（シール用）
- 4 8 モータ（駆動手段）
- 6 1 a , 6 1 b 摺動面
- 6 2 a , 6 2 b 摺動面
- 6 3 a 第1のシール室
- 6 3 b 第2のシール室
- 6 4 a ベローズカバー
- 6 4 b ベローズカバー
- 7 9 , 7 9 a , 7 9 b シール材
- 8 1 シール室圧力センサ（シール室圧力検出手段）
- 8 2 駆動室圧力センサ（駆動室圧力検出手段）

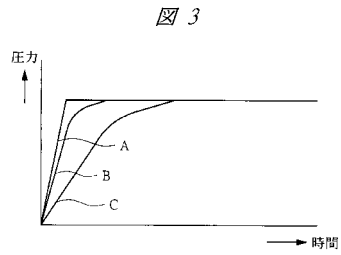
10

【図 1】

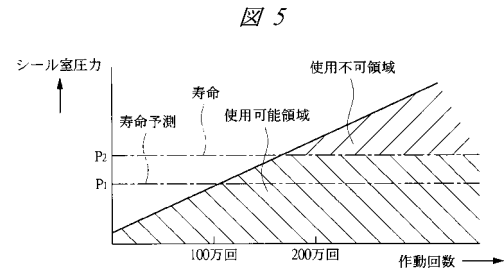
【図 2】



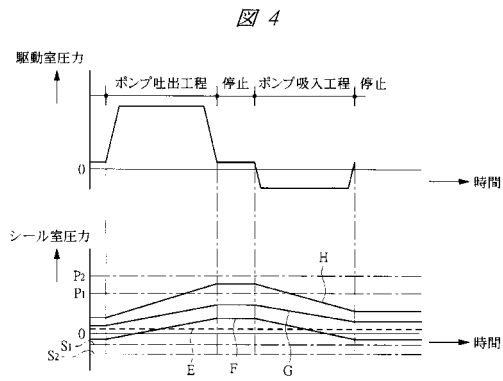
【図 3】



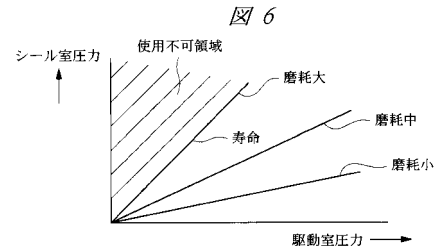
【図 5】



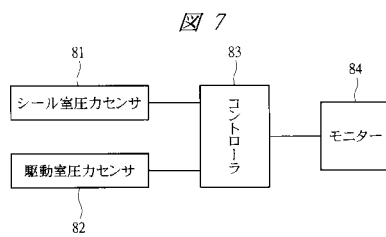
【図 4】



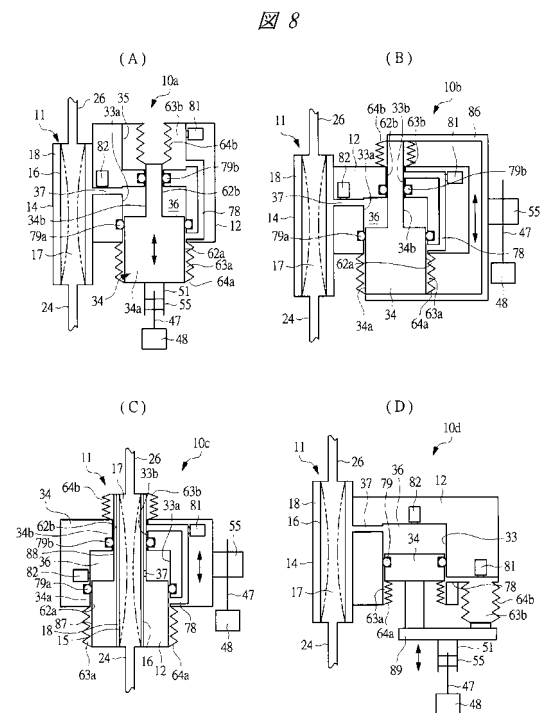
【図 6】



【図 7】

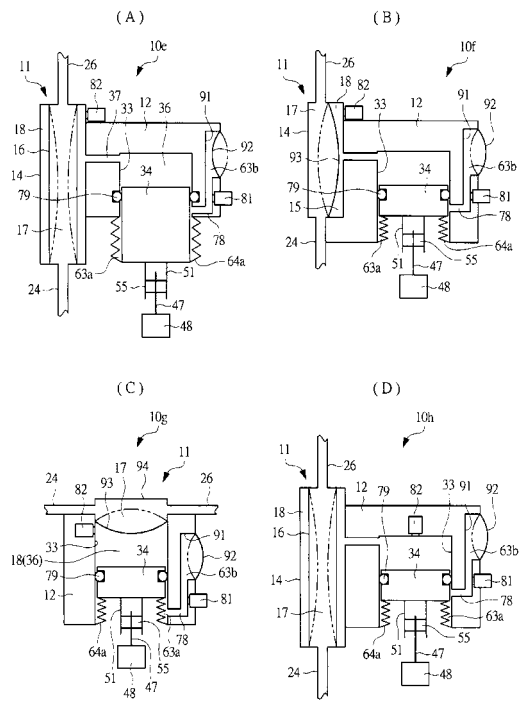


【図 8】



【図 9】

図 9



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-266250(JP,A)
特開2002-242842(JP,A)
特開平03-149371(JP,A)
特開2006-291891(JP,A)
実公昭48-040169(JP,Y1)
特公昭41-006418(JP,B1)
特開平11-022648(JP,A)
特開昭63-130973(JP,A)
特開2008-8232(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F04B 43/10