

明 細 書

発明の名称：バルブ装置

技術分野

[0001] 本発明は、流体制御に用いるバルブ、特に半導体製造装置のプロセスガス等を制御するために、大流量制御と高速応答を実現できるバルブ装置に関するものである。

背景技術

[0002] 半導体製造プロセスでは、ウエハの大口径化とプロセスにおける成膜やエッチングの高精度化に伴って、大流量のプロセスガスを高速応答で制御できるバルブが求められている。このようなバルブとして、弁体の移動ストロークを大きくでき、大流量化が可能なエア駆動式のバルブが用いられている。このエア駆動式のバルブ装置は、エアシリンダアクチュエータを用いて、弁体の弁座への押しつけ及び離間を行う形式で、エアシリンダ機構の駆動は、外部の電磁弁で制御された操作エアの供給とその解除により行われている。バルブ開動作の高速化のためにエアシリンダの駆動力の強化が要求される一方、集積ガスシステムへの搭載の観点からバルブ装置の幅寸法の小型化が要求されているので、このために多段シリンダアクチュエータがバルブ開閉アクチュエータとして採用されている。

[0003] 多段シリンダアクチュエータにおいては、従来は、上段ピストンと下段ピストンを分離して製作後、これらを螺合して結合し、この結合体の内部に操作エアを供給する通路も設けていた（特許文献1）。しかし、製造しやすさの観点から上段ピストンと下段ピストンを分離したまま結合せず、端部同士を当接させる構成とし、各段のシリンダ室への操作エアの供給通路を各シリンダ内部に設けて、当接箇所互いに連通させる構造も採用されている（特許文献2，3）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2021-032391号公報

特許文献2：特開2020-169706号公報

特許文献3：特開2009-002524号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、ウエハの大口径化とプロセスにおける成膜やエッチングの高精度化に伴って、応答時間、すなわち、バルブ開の指令を受けてから実際に開状態になるまでの時間、あるいはバルブ閉の指令を受けてから実際に閉状態になるまでの時間をさらに短縮すべきとの要求がある。

[0006] さらに高速動作実現のためには、特に上段ピストンと下段ピストンを分離した多段シリンダでは、各段のシリンダ室の受圧領域への操作エアの供給・排気を極力早急かつ均等に行うことが必要と考えられる。例えば、上段ピストンと下段ピストンの受圧領域の上昇・下降のタイミングがずれると、上段ピストンだけ先に上昇しても下段ピストンの上昇が遅れてバルブ開に時間が掛かる。ピストンの受圧領域の圧力不均一が生ずると、ピストンの始動時に傾き動作が起こって実際の上昇までに時間が掛かる恐れがある。

また、上段ピストンと下段ピストンを分離した構造では、上段ピストンと下段ピストンの当接箇所から操作エアがリークして、複数のシリンダ室の圧力のばらつきとそれに起因するバルブ開閉動作の遅延が生ずることが懸念されている。

[0007] 本発明は、この課題を解決するためになされたものであり、大流量の制御と高速応答が可能で、製造しやすいバルブ装置を提供することを、目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明のバルブ装置は、第1の流路及び第2の流路が内部に形成されたバルブボディと、

前記第1の流路の開口部に水平に設けられた弁座に対して当接及び離間することにより、前記第1の流路と前記第2の流路との間を遮断及び連通させ

る弁体と、

前記弁体を、前記弁座に対して当接及び離間させる多段シリンダアクチュエータと、

を備えるバルブ装置であって、

前記多段シリンダアクチュエータは、

前記バルブボディから上方向に伸びて、両端部がそれぞれ上端板と下端板で閉塞され、内部が仕切板で上段シリンダ室及び下段シリンダ室に区分された円筒状のケーシングと、

前記上段シリンダ室内に摺動可能に配置され、上段バネによって下方向に付勢されるとともに、前記仕切板との間に形成される上段圧力室内の操作エアの圧力で上方向に駆動される上段ピストンと、

前記下段シリンダ室内に摺動可能に配置され、下段バネによって下方向に付勢されるとともに、前記下端板との間に形成される下段圧力室内の操作エアの圧力で上方向に駆動され、前記下端板を貫いて突出し前記弁体の位置を操作する操作軸及び、前記仕切板を貫いて突出し前記上段ピストンに当接する当接軸とを有する下段ピストンと、

を有し、

前記上段ピストンは、外部から操作エアを導入して前記上段圧力室及び前記下段圧力室に当該操作エアを供給する上段操作エア通路を内部に有し、

前記下段ピストンは、前記上段ピストンと前記当接軸との当接部分で前記上段操作エア通路に連通して操作エアを導入し前記下段圧力室に当該操作エアを供給する下段操作エア通路を内部に有し、

前記当接部分には、前記上段ピストンと前記当接軸との間の相対的な変位を許容しつつ操作エアの漏れを防ぐＯリングが設けられていることを特徴とする。

[0009] 前記上段ピストンは、前記下段ピストンの前記当接軸と嵌合する嵌合孔を有し、前記当接部分は前記当接軸の先端部と前記嵌合孔の奥部に形成され、前記Ｏリングは、前記当接軸の先端部に設けられた縮径部の外周と、前記嵌

合孔の内周の間に配置されている、構成が好ましく採用できる。

[0010] 前記上段操作エア通路は、前記上段ピストン内の中心軸上に設けられたメイン流路を備え、前記下段操作エア通路は、前記下段ピストン内の中心軸上に設けられたメイン流路を備え、

前記上段操作エア通路及び前記下段操作エア通路の少なくとも一方は、前記メイン流路から上面視で放射状に分岐して、前記上段圧力室に面する前記上段ピストンの下面又は前記下段圧力室に面する前記下段ピストンの下面に開口する複数の分岐流路をさらに有する、構成を好ましく採用できる。

[0011] 前記上段操作エア通路が前記分岐流路を有する場合、当該分岐流路の本数は3以上であり、前記下段操作エア通路が前記分岐流路を有する場合、当該分岐流路の本数は3以上であることが好ましい。

[0012] 前記ケーシングは、前記下段シリンダ室を上側から第1の下段シリンダ室と第2の下段シリンダ室に区分する第2の仕切板をさらに有し、

前記下段ピストンは、前記第1の下段シリンダ室内に配置された第1の下段ピストンと、前記第2の下段シリンダ室内に配置された第2の下段ピストンとからなり、当該第1の下段ピストン及び第2の下段ピストンは、前記第2の仕切板を貫いて固定的に接続されて一体的に摺動可能に設けられ、

前記下段圧力室は、前記第1の下段ピストンと前記第2の仕切板との間に形成される第1の下段圧力室及び前記第2の下段ピストンと前記下端板との間に形成される第2の下段圧力室からなり、

前記操作軸は前記第2の下段ピストンに設けられ、前記当接軸は前記第1の下段ピストンに設けられた、構成としてもよい。

[0013] 前記ケーシングは、前記上段シリンダ室を下側から第1の上段シリンダ室と第2の上段シリンダ室に区分する第3の仕切板をさらに有し、

前記上段ピストンは、前記第1の上段シリンダ室内に配置された第1の上段ピストンと、前記第2の上段シリンダ室内に配置された第2の上段ピストンとからなり、当該第1の上段ピストン及び第2の上段ピストンは、前記第3の仕切板を貫いて固定的に接続されて一体的に摺動可能に設けられ、

前記上段圧力室は、前記第 1 の上段ピストンと前記仕切板との間に形成される第 1 の上段圧力室及び前記第 2 の上段ピストンと前記第 3 の仕切板との間に形成される第 2 の上段圧力室からなる、構成としてもよい。

- [0014] 前記弁体は、当該弁体の上下方向の動きを許容しつつ前記第 1 の流路の開口部及び前記第 2 の流路の開口部を一体的に外部から封止する、ベローズを含む支持機構に取付けられている、構成を好ましく採用できる。

発明の効果

- [0015] 本発明によれば、上段ピストンと下段ピストンを分離し、各ピストンの内部に設けられた操作エアの通路を連通させて操作エアを供給する多段シリンダアクチュエータを有するバルブ装置において、上段ピストンと下段ピストンとの当接部に O リングを設けたので、上段ピストンと下段ピストンの相互の間隔変動を許容しつつこれらの当接箇所から操作エアが漏れるのを防ぐことができる。それにより、この漏れに起因する上段ピストンと下段ピストンの操作圧力のアンバランスを防ぐことができ、製造のしやすさを確保しつつ動作速度を速くすることができる。
- [0016] また、各操作エア通路を、それぞれのピストン内の中心軸上に設けられたメイン流路と、当該メイン流路から上面視で放射状に分岐して、圧力室に面するピストンの下面にそれぞれ開口する複数の分岐流路とを有する構成とすることにより、ピストンの受圧領域の圧力を均一化でき、ピストンの始動時の傾き動作を抑制して動作速度を速くすることができる。
- [0017] また、上段シリンダ室を 2 つのシリンダ室に区分し、上段ピストンをそれぞれのシリンダ室内に配置された 2 つの上段ピストンにからなる構成すること、または、下段シリンダ室を 2 つのシリンダ室に区分し、下段ピストンをそれぞれのシリンダ室内に配置された 2 つの上段ピストンにからなる構成することにより、ピストンの駆動力を増強することができる。
- [0018] さらに、弁体を、ベローズを含む支持機構に取付けることにより、非制御流体の漏れ防止耐久性能を維持しつつ大流量制御を実現できる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の第1の実施形態に係るバルブ装置を示す縦断面図。

[図2]図1のバルブ装置における、閉状態を示す縦断面図。

[図3]図3は、本実施形態のバルブ装置と従来のバルブ装置の動作時間と操作エア圧との関係の一例を示すグラフで、(a)は弁開時間、(b)は弁閉時間を示す。

[図4]本発明の第2の実施形態に係るバルブ装置の上部を示す縦断面図。

[図5]本発明の第3の実施形態に係るバルブ装置の上部を示す縦断面図。

[図6]本発明の第4の実施形態に係るバルブ装置の上部を示す縦断面図。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、本開示の実施形態について図面を参照して説明する。説明において同様の要素には同一の符号を付して、重複する説明を適宜省略する。

(第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態に係る開状態におけるバルブ装置1の構成を示す断面図である。図2は、図1のバルブ装置1における、閉状態を示す断面図である。図1に示すように、バルブ装置1は、バルブボディ2と、弁体41と、ボンネット5と、多段シリンダアクチュエータ60とを有する。

[0021] バルブボディ2は、ステンレス鋼により形成されており、上面2a及び互いに対向する側面を有している。上面2aからは、段差部24を有する弁室23が開けられると共に、ボンネット5と螺合する内周ネジ部25が形成されている。またバルブボディ2は第1の流路21及び第2の流路22を形成している。第1の流路21は、下面2bと、弁室23の底面で開口する流路である。第2の流路22は、下面2bと、弁室23の側面に開口する流路である。

[0022] 弁体41は、バルブシート48に対して当接及び離間することにより第1の流路21と第2の流路22との遮断及び連通を行う部材である。本実施形態では、第1の流路21の開口部の周囲の平坦部をバルブシート48として

用いるシートフラット構造を採用し、弁体41は、耐熱樹脂製の略円盤状の弁体であって、バルブシート48に当接する側の面の周辺部に、シールのための円環状突起を設けている。

また、弁体41は、ペローズ機構(42、43、44)に取付けられて上下方向に可動に保持され、バルブシート48に対して当接及び離間できるようになっている。このペローズ機構は、下端部に弁体41を保持する弁体保持部44aを有して上方向に伸びる略ロッド状のステム44と、外周が弁室23上部の内周面に嵌合するとともに下面が段差部24に当接し、内周がステム44を上下方向に移動可能に案内する支持リング43と、支持リング43の下面及びステム44の弁体保持部44a上面に気密又は液密に溶接されてステム44のロッド状部分を包囲する略円筒状のペローズ42からなる。ペローズ42は、バネ鋼等で形成され、多数のひだを有して上下方向に伸縮できるようになっている。尚、支持リング43の下面と外周面とのコーナーにはシール部材43aが設けられ、バルブボディ2との間を封止している。また、ステム44の上端部分は、支持リング43から上側に突出し、ネジ棒部分44cを形成している。

このペローズ機構(42、43、44)は、弁体41を上下方向に可動に保持するとともに、弁室23における前記第1の流路21の開口部及び第2の流路22の開口部を一体的に外部から封止し、非制御流体の漏れ防止効果を高めている。

本発明において、弁体41とその支持機構はこの構成に限られず、例えばダイヤフラムを用いてもよく、これにより、弁体としての可動機能と弁室の封止機能も実現できる。但し、ペローズ機構を用いると弁の最大開度及び耐久性の点では有利である。

[0023] ボンネット5は、下端側が開いた略円筒状の袋状部材で、下端部に外周ネジ部5cが形成され、バルブボディ2の内周ネジ部25と螺合している。これにより、ボンネット5はバルブボディ2に固定されるとともに、押えリング45を介して前記の支持リング43をバルブボディ2に対して押圧し固定

している。

ボンネット 5 の内部には、上側と下側から同軸にネジ孔が設けられた略段付円柱状の接続部材 4 6 が、上下方向に摺動可能に設けられている。この接続部材 4 6 の下側のネジ孔には前記ステム 4 4 の上端部のネジ棒部分 4 4 c が螺合され、上側のネジ孔には、後述する下段ピストン 8 3 の操作軸 8 3 d 下端部の外周ネジ部が螺合され、これによりステム 4 4 と下段ピストン 8 3 の操作軸 8 3 d を接続している。

ボンネット 5 の内部には、また、後述するコイルバネからなる下段バネ 4 7 が配置され、接続部材 4 6 を下方向に付勢している。

[0024] 多段シリンダアクチュエータ 6 0 は、弁体 4 1 を、弁座に対して当接及び離間させるアクチュエータで、ケーシング (6, 6 9) と、上段ピストン 8 1 と、下段ピストン 8 3 と、を有する。

[0025] ケーシング (6, 6 9) は、上下方向両端部がそれぞれ上端板 6 a と下端板 6 9 a で閉塞され、内部が仕切板 8 2 で上段シリンダ室 6 4 及び下段シリンダ室 6 6 に区分された円筒状の容器である。本実施形態では、ケーシングは、上部ケーシング 6 と下部ケーシング 6 9 が螺合されてなる。

下部ケーシング 6 9 は、円筒部分 6 9 b と下端板 6 9 a と下側突出管部 6 9 c が一体的に形成されてなり、下側突出管部 6 9 c に設けられた外周ネジ部 6 9 d は、ボンネット 5 の上端板部分 5 a に穿設された貫通ネジ穴 5 b に螺合し、固定ナット 5 1 で固定されている。

尚、下側突出管部 6 9 c の下端部は、接続部材 4 6 の可動域の上限ストッパーになっており、ボンネット 5 の貫通ネジ穴 5 b への螺合調整により上下位置調整が可能になっている。これにより、接続部材 4 6 にステム 4 4 を介して接続された弁体 4 1 のバルブシート 4 8 に対する最大離間量、すなわち、バルブ装置 1 の最大開度 (C v 値) を調整できる。

[0026] 上部ケーシング 6 は、円筒部分 6 b と上端板 6 a が一体的に形成されてなり、円筒部分 6 b の下端部に形成された内周ネジ部 6 c が、下部ケーシング 6 9 の円筒部分 6 9 b に形成された外周ネジ部 6 9 e に螺合されている。そ

の際、仕切板（バルクヘッド）８２の外縁部分が下部ケーシング６９の上端部と円筒部分６ｂの内周段差部に挟まれて固定され、ケーシング（６，６９）内部を上段シリンダ室６４及び下段シリンダ室６６に区分している。

なお、上部ケーシング６の上端板６ａには、これを貫通する操作エア導入孔６１が設けられており、円筒部分６ｂには、上段シリンダ室６４の非圧力室部分への通気孔６２及び、下段シリンダ室６６の非圧力室部分への通気孔６７が設けられている。

[0027] 上段ピストン８１は、前記上段シリンダ室６４内に摺動可能に配置され、コイルバネからなる上段バネ６３によって下方向に付勢されるとともに、仕切板８２との間に形成される上段圧力室６５内の操作エアの圧力で上方向に駆動される部材である。上段ピストン８１の外周にはＯリング９１が設けられ、ケーシング６内周と気密性を維持しつつ摺動できるようになっている。また、上段ピストン８１の上端部からさらに突出する突出管部８１ｅの外周と、ケーシング６の上端板６ａを貫通する操作エア導入孔６１の内周との間にも、Ｏリング９３が配置され、突出管部８１ｅが気密性を維持しつつ移動できるようになっている。

[0028] 一方、下段ピストン８３は、下段シリンダ室６６内に摺動可能に配置され、前記ボンネット５内に配置された下段バネ４７によって下方向に付勢されるとともに、下端板６９ａとの間に形成される下段圧力室６８内の操作エアの圧力で上方向に駆動される部材である。下段ピストン８３の外周にはＯリング９１が設けられ、ケーシング６内周と気密性を維持しつつ摺動できるようになっている。

下段ピストン８３は、下方向に突出する操作軸８３ｄを有する。この操作軸８３ｄは、下部ケーシング６９の下端板６９ａの中央孔及び下側突出管部６９ｃの内側を通過して突出し、先端部に形成された外周ネジ部が、前記のように、接続部材４６の上側ネジ穴に螺合している。これにより、操作軸８３ｄは、ステム４４に結合され、その下端部に取付けられた弁体４１の位置を操作できるようになっている。尚、操作軸８３ｄの外周と、下部ケーシ

グ69の下端板69aの中央孔の内周との間にも、リング91が配置され、操作軸83dが気密性を維持しつつ摺動できるようになっている。

下段ピストン83は、また上方に突出する当接軸83aを有する。この当接軸83aは、仕切板82を貫いて、上段ピストン81の嵌合孔81dに嵌合し、この嵌合孔81dの奥部で上段ピストン81に当接している。尚、当接軸83aの外周と、仕切板82の中央孔の内周との間にも、リング91が配置され、当接軸83aが気密性を維持しつつ摺動できるようになっている。

[0029] 上段ピストン81は、上段操作エア通路81bを内部に有する。この上段操作エア通路81bは、上段ピストン81の上方突出部81aに設けられた突出管部81eの上端から、内部の中心軸上に伸びるメイン流路81bと、当該メイン流路81bから上面視で放射状に分岐して、上段圧力室65に面する上段ピストン81の下面にそれぞれ開口する複数の分岐流路81cとを有する。これにより、上部ケーシング6の操作エア導入孔61から操作エアを導入して上段圧力室65及び下段ピストン83に操作エアを供給できるようになっている。分岐流路81cの本数は、3以上であることが好ましく、それにより、ピストンの受圧領域の圧力を均一化でき、ピストンの始動時の傾き動作を抑制して動作速度を速くすることができる。

[0030] 一方、下段ピストン83は、下段操作エア通路83bを内部に有する。この下段操作エア通路83bは、当接軸83a先端部に開口し、中心軸上に伸びるメイン流路83bと、当該メイン流路83bから上面視で放射状に分岐して、下段圧力室68に面する下段ピストン83の下面にそれぞれ開口する複数の分岐流路83cとを有する。これにより、上段ピストン81との当接部分で上段操作エア通路81bからの操作エアを導入し、下段圧力室68に当該操作エアを供給できるようになっている。分岐流路83cの本数は、3以上であることが好ましく、それにより、ピストンの受圧領域の圧力を均一化でき、ピストンの始動時の傾き動作を抑制して動作速度を速くすることができる。

[0031] 下段ピストン 8 3 の当接軸 8 3 a 先端部には、縮径部が設けられ、この縮径部の外周と上段ピストン 8 1 の嵌合孔の内周の間には、Ｏリング 9 2 が配置されている。このＯリング 9 2 は、前記上段ピストンと前記当接軸との間の相対的な変位を許容しつつ操作エアの漏れを防ぐものである。Ｏリング 9 2 としては、公知の材質を用いることができ、例えば、フッ素ゴム、シリコンゴム、ニトリルゴム性のものを用いることができる。これにより、操作エアの漏れに起因する上段ピストンと下段ピストンの操作圧力のアンバランスを防ぐことができ、製造のしやすさを確保しつつ動作速度が速くすることができる。

尚、操作エアの流入・流出時間を短くしてバルブ装置 1 の動作速度を高速化するために、バルブ全閉状態における上段圧力室 6 5 及び下段圧力室 6 8 の容量は、なるべく小さくなるように設計している。

[0032] 次に、このように構成された本実施形態のバルブ装置の動作について説明する。

まず、操作エアが操作エア導入孔 6 1 に供給されないときは、上段圧力室 6 5 及び下段圧力室 6 8 は、推力を有さない。このため、上段ピストン 8 1 は、上段バネ 6 3 の付勢力 R_1 を受けて、下段ピストン 8 3 を下方向に押圧するとともに、下段ピストン 8 3 は、上段ピストン 8 1 の押圧力（＝ R_1 ）及び下段バネ 4 7 の付勢力 R_2 を受けて、弁体 4 1 をバルブシート 4 8 に押圧してバルブは全閉状態にある。

[0033] 前記操作エアが、外部の制御電磁弁（図示省略）から、操作エア導入孔 6 1 に供給されると、上段ピストン 8 1 の突出管部 8 1 e 上端から、上段操作エア通路 8 1 b のメイン流路 8 1 b に導入される。その一部は、メイン流路 8 1 b から放射状に分岐する複数の分岐流路 8 1 c を通って、上段圧力室 6 5 に供給される。操作エアの他の一部は、嵌合孔 8 1 d に嵌合された下段ピストン 8 3 の当接軸 8 3 a 先端部から、下段操作エア通路 8 3 b のメイン流路 8 3 b に導入され、さらに複数の分岐流路 8 3 c を通って、下段圧力室 6 8 に供給される。

これにより、上段圧力室65及び下段圧力室68の圧力が上昇し、図2に示すようにそれぞれF1、F2の推力を発生させるので、先ず、上段バネ63の付勢力R1のみを受けている上段ピストン81が、差分 $F1 - R1$ の力を受けて上昇する。その結果、下段ピストン83は、上段ピストン81の押圧力(=R1)から解放されて下段バネ47の付勢力R2に抗して、差分 $F2 - R2$ の力を受けて上昇し、接続部材46上端が、下部ケーシング69の下側突出管部69c下端に当接して止まる。これにより、弁体41をバルブシート48から離間させてバルブが全開になる。

[0034] 上昇中、すなわち、上限や下限に当接していないときは、上段ピストン81及び下段ピストン83は、Oリング92の変形範囲内で付かず離れずの状態になり、それぞれの圧力室(65、68)の推力とバネ(63、47)の付勢力によって上昇すると考えられる。

従来構造では、上段ピストン81と下段ピストン83の当接部にOリングがなく、ここから操作エアが漏れて上段圧力室65に流入し、操作エア導入孔61から遠い下段圧力室68に届きにくかったので、下段圧力室68の圧力上昇は、上段圧力室65の圧力上昇より遅れる傾向があった。その結果、下段ピストン83の上昇が遅れて弁開時間が掛かる傾向があった。本発明のバルブ装置では、当接部分にOリング92を設けて操作エアの漏れを防いだので、下段圧力室68の圧力上昇を早めることができ、下段ピストン83の上昇を早めて、弁開時間を短縮できる。

[0035] 全開状態では、図2に示すように、下段ピストン83の上限位置は、Cv調整機構、すなわち接続部材46上端と下部ケーシング69の下側突出管部69c下端との当接により決まり、一方、上段ピストン81の上限位置は、上段ピストン81のケーシング6天井との当接により決まっている。

[0036] 次に、全開状態のバルブ装置1において、外部の制御電磁弁(図示省略)を大気開放に切替えると、操作エアは、上段圧力室65及び下段圧力室68から上段操作エア通路81bや下段操作エア通路83bを通して排気される。

これにより、上段圧力室65及び下段圧力室68の圧力が低下し、それぞ

れF 1, F 2の推力が減少するので、上段ピストン8 1が、上段バネ6 3の付勢力R 1を受けて下降するとともに、下段ピストン8 3が、下段バネ4 7の付勢力R 2を受けて下降する。それにより、弁体4 1をバルブシート4 8当接させてバルブを閉じる。

[0037] 下降中、すなわち、上限や下限に当接していないときは、上段ピストン8 1及び下段ピストン8 3は、Oリング9 2の変形範囲内で付かず離れずの状態になり、それぞれの圧力室(6 5, 6 8)の推力とバネ(6 3, 4 7)の付勢力によって下降すると考えられる。

従来構造では、上段ピストン8 1と下段ピストン8 3の当接部にOリング9 2がなく、上段圧力室6 5の操作エアが、分岐流路8 3 c以外に、ここからもメイン流路8 1 bに流出してしまうため、操作エア導入孔6 1から遠い下段圧力室6 8からは、メイン流路8 3 b、8 1 bへの操作エアの流出が妨げられて、下段圧力室6 8の圧力下降が上段圧力室6 5の圧力下降より遅れる傾向があった。その結果、下段ピストン8 3の下降が遅れて弁閉時間が掛かる傾向があった。本発明のバルブ装置では、当接部にOリング9 2を設けて操作エアの漏れを防いだので、下段圧力室6 8の圧力下降を早めることができ、下段ピストン8 3の上昇を早めて、弁閉時間を短縮できる。

[0038] また、各操作エア通路を、それぞれのピストン(8 1, 8 3)内の中心軸上に設けられたメイン流路(8 1 b、8 3 b)と、当該メイン流路(8 1 b、8 3 b)から放射状に分岐して、圧力室(6 5, 6 8)に面するピストン(8 1, 8 3)の下面にそれぞれ開口する複数の分岐流路(8 1 c、8 3 c)とを有する構成としたので、ピストン(8 1, 8 3)の受圧領域の圧力を均一化でき、ピストン(8 1, 8 3)の始動時の傾き動作を抑制して動作速度を速くすることができる。

[0039] 図3は、本実施形態のバルブ装置と従来のバルブ装置の動作時間と操作エア圧との関係の一例を示すグラフで、(a)は弁閉時間、(b)は弁開時間を示す。従来のバルブ装置は、上段ピストンと下段ピストンの当接部にOリング9 2を設けないバルブ装置である。弁閉時間は、バルブ閉の指令を受け

てから実際に開状態になるまでの時間、弁閉時間は、バルブ閉の指令を受けてから実際に閉状態になるまでの時間である。図に示すように、本実施形態のバルブ装置の方が従来のバルブ装置に比べて、各操作圧力において弁開時間、弁閉時間とも2～3 msec短縮されている。

[0040] (第2の実施形態)

図4は、本発明の第2の実施形態のバルブ装置101の上部を示す縦断面図である。

本バルブ装置の下部は、図1と同じなので、図示を省略する。

本実施形態は、第1の実施形態において、多段シリンダアクチュエータ60の下段側を2段構造とし、合計3段シリンダ構成としたものである。

[0041] 本実施形態では、下段シリンダ室(66)を第2の仕切板84により、上側から第1の下段シリンダ室66__1と第2の下段シリンダ室66__2に区分している。この第2の仕切板84は、仕切板82と同一形態で外周側と内周側にシール用Oリング91を有している。ケーシング6は、上部ケーシング6と下部ケーシング69の間に中間ケーシング70をさらに有し、この中間ケーシング70下部の内周ネジ部が下部ケーシング69の外周ネジ部に螺合し、上部ケーシング6の下端部の内周ネジ部が中間ケーシング70上部の外周ネジ部に螺合することにより、互いに結合している。仕切板82は、その外縁部が中間ケーシング70上端部と上部ケーシング6の内周段差部に挟まれて固定され、第2の仕切板84は、その外周縁部が下部ケーシング69上端部と中間ケーシング70の内周段差部に挟まれて固定されている。

[0042] 下段ピストン(83)は、第1の下段シリンダ室66__1内に配置された第1の下段ピストン83__1と、第2の下段シリンダ室66__2内に配置された第2の下段ピストン83__2とからなる。第2の下段ピストン83__2は、先端部に外周ネジ部を有する上方突出部83__2aを有し、この上方突出部83__2aが、第2の仕切板84の中央貫通孔を通過して第1の下段ピストン83__1のネジ穴に螺合している。これにより、第1の下段ピストン83__1及び第2の下段ピストン83__2は、第2の仕切板84を貫いて固

定的に接続されて一体的に摺動可能に設けられている。

下段圧力室（６８）は、第１の下段ピストン８３__１と第２の仕切板８４との間に形成される第１の下段圧力室６８__１及び第２の下段ピストン８３__２と下端板６９ａとの間に形成される第２の下段圧力室６８__２からなる。また、操作軸８３ｄは第２の下段ピストン８３__２に設けられ、当接軸８３ａは第１の下段ピストン８３__１に設けられている。尚、中間ケーシング７０には、第２の下段シリンダ室６６__２の非圧力室部分への通気孔７１が設けられている。

[0043] 下段操作エア通路８３ｂのメイン流路８３ｂは、互いに結合された第１の下段ピストン８３__１及び第２の下段ピストン８３__２の中心軸上を伸び、このメイン流路８３ｂから、複数の分岐流路８３ｃが上面視で放射状に分岐して、第１の下段圧力室６８__１に面する第１の下段ピストン８３__１の下面にそれぞれ開口している。また、メイン流路８３ｂのさらに下流部分から、複数の分岐流路８３ｃが上面視で放射状に分岐して、第２の下段圧力室６８__２に面する第２の下段ピストン８３__２の下面にそれぞれ開口している。

[0044] それ以外の構成は、第１の実施形態のバルブ装置１と同様である。このように構成された第２の実施形態のバルブ装置１０１の動作は、第１の実施形態のバルブ装置１の動作と同様である。但し、合計３段シリンダ構成としたので、ピストンの駆動力を増強することができる。

[0045] （第３の実施形態）

図５は、本発明の第３の実施形態のバルブ装置２０１の上部を示す縦断面図である。

本バルブ装置の下部は、図１と同じなので、図示を省略する。

本実施形態は、第１の実施形態において、多段シリンダアクチュエータ６０の上段側を２段構造とし、合計３段シリンダ構成としたものである。

[0046] 本実施形態では、上段シリンダ室（６４）を第３の仕切板８５により、下側から第１の上段シリンダ室６４__１と第２の上段シリンダ室６４__２に区

分している。この第3の仕切板85は、仕切板82と同一形態で外周側と内周側にシール用Oリング91を有している。ケーシング6は、上部ケーシング6と下部ケーシング69の間に中間ケーシング70をさらに有し、この中間ケーシング70下部の内周ネジ部が下部ケーシング69の外周ネジ部に螺合し、上部ケーシング6の下端部の内周ネジ部が中間ケーシング70上部の外周ネジ部に螺合することにより、互いに結合している。仕切板82は、その外周縁部が下部ケーシング69上端部と中間ケーシング70の内周段差部に挟まれて固定され、第3の仕切板85は、その外縁部が中間ケーシング70上端部と上部ケーシング6の内周段差部に挟まれて固定されている。

[0047] 上段ピストン(81)は、第1の上段シリンダ室64__1内に配置された第1の上段ピストン81__1と、第2の上段シリンダ室64__2内に配置された第2の上段ピストン81__2とからなる。第1の上段ピストン81__1は、先端部に外周ネジ部を有する上方突出部81__1aを有し、この上方突出部81__1aが、第3の仕切板85の中央貫通孔を通過して第2の上段ピストン81__2のネジ穴に螺合している。これにより、第1の上段ピストン81__1及び第2の上段ピストン81__2は、第3の仕切板85を貫いて固定的に接続されて一体的に摺動可能に設けられている。

上段圧力室(65)は、第1の上段ピストン81__1と仕切板82との間に形成される第1の上段圧力室65__1及び第2の上段ピストン81__2と第3の仕切板85との間に形成される第2の上段圧力室65__2からなる。また、突出管部81eは、第2の上段ピストン81__2の上端部に設けられている。尚、中間ケーシング70には、下段シリンダ室66の非圧力室部分への通気孔71が設けられている。

[0048] 上段操作エア通路81bのメイン流路81bは、互いに結合された第1の上段ピストン81__1及び第2の上段ピストン81__2の中心軸上を伸び、このメイン流路81bから、複数の分岐流路83cが上面視で放射状に分岐して、第1の上段圧力室65__1に面する第1の上段ピストン81__1の下面にそれぞれ開口している。また、メイン流路81bのさらに下流部分から

、複数の分岐流路 8 3 c が上面視で放射状に分岐して、第 2 の上段圧力室 6 5 __ 2 に面する第 2 の上段ピストン 8 1 __ 2 の下面にそれぞれ開口している。

[0049] このように構成された第 3 の実施形態のバルブ装置 2 0 1 の動作は、第 1 の実施形態のバルブ装置 1 の動作と同様である。但し、合計 3 段シリンダ構成としたので、ピストンの駆動力を増強することができる。

[0050] (第 4 の実施形態)

図 6 は、本発明の第 4 の実施形態のバルブ装置 3 0 1 の上部を示す縦断面図である。

本バルブ装置 3 0 1 の下部は、図 1 と同じなので、図示を省略する。

本実施形態は、第 1 の実施形態において、上段圧力室 6 5 へ操作エアを供給するための通路として、上段ピストン 8 1 下面に開口する分岐流路 8 1 c (図 1 参照) の代わりに、下段ピストン 8 3 の当接軸 8 3 a 外周面に開口する水平分岐流路 8 3 e を設けたものである。本実施形態は、また上部ケーシング 6 の外周に螺合するカバー部材 7 を設け、上段シリンダ室 6 4 の非圧力室部分への通気孔 6 2 及び、下段シリンダ室 6 6 の非圧力室部分への通気孔 6 7 のそれぞれの開度を調整できるようにしたものである。

[0051] 本実施形態のバルブ装置 3 0 1 において、上段ピストン 8 1 内に設けられた上段操作エア通路 8 1 b は、上段ピストン 8 1 の中心軸上に伸びるメイン流路 8 1 b のみを有し、分岐流路 8 1 c (図 1 参照) を有さない。これにより、上段操作エア通路 (メイン流路 8 1 b) は、上部ケーシング 6 の操作エア導入孔 6 1 から操作エアを導入して、連通する下段ピストン 8 3 の下段操作エア通路 8 3 b に操作エアを供給する。

[0052] 一方、下段ピストン 8 3 内に設けられた下段操作エア通路 8 3 b は、当接軸 8 3 a 先端部に開口し、中心軸上に伸びるメイン流路 8 3 b と、このメイン流路 8 3 b から上面視で放射状に分岐して、下段圧力室 6 8 に面する下段ピストン 8 3 の下面に開口する複数の分岐流路 8 3 c と、さらに、当接軸 8 3 a 内でメイン流路 8 3 b から上面視で放射状に分岐して、当接軸 8 3 a 外

周面に開口する複数の水平分岐流路 8 3 e を有する。当接軸 8 3 a 外周面におけるこれらの水平分岐流路 8 3 e の開口部は、上段圧力室 6 5 に連通している。これにより、上段ピストン 8 1 との当接部分で上段操作エア通路 8 1 b からの操作エアを導入し、上段圧力室 6 5 及び下段圧力室 6 8 に当該操作エアを供給できるようになっている。分岐流路 8 3 c 及び水平分岐流路 8 3 e の本数は、それぞれ 3 以上であることが好ましい。

[0053] なお、本実施形態では、第 1 の実施形態において、上段ピストン 8 1 下面に開口する分岐流路 8 1 c (図 1 参照) を省略したが、第 1 の実施形態において、この分岐流路 8 1 c を維持しつつ、下段ピストン 8 3 の下面に開口する複数の分岐流路 8 3 c を省略してもよい。この場合、例えば、下段ピストン 8 3 の操作軸 8 3 d に前記水平分岐流路 8 3 e と同様の通路 (図示省略) を代わりに設けて、メイン流路 8 3 b からの操作エアをこの通路経由で下段圧力室 6 8 に供給してもよい。

[0054] 本実施形態では、また、上部ケーシング 6 の外周に螺合するカバー部材 7 を設け、上段シリンダ室 6 4 の非圧力室部分への通気孔 6 2 及び、下段シリンダ室 6 6 の非圧力室部分への通気孔 6 7 のそれぞれの開度を調整できるようにした。

図 6 に示す上部ケーシング 6 は、円筒部分 6 b の上部側の外径が下端側よりも縮径しており、この縮径された部分の外周面の上部には、外周ネジ部 6 d が形成されている。円筒状に形成されたカバー部材 7 は、上記縮径した円筒部分 6 b の外周に嵌合するとともに、カバー部材 7 の内周面に形成された内周ネジ部 7 a が上部ケーシング 6 の外周ネジ部 6 d に螺合している。カバー部材 7 を回転させることにより、カバー部材 7 が上部ケーシング 6 に対して上下方向に移動するようになっている。

下段シリンダ室 6 6 の非圧力室部分に連通する通気孔 6 7 は、円筒部分 6 b の壁内部で上方に屈曲し、円筒部分 6 b の段差面 6 e に開口している。一方、上段シリンダ室 6 4 の非圧力室部分に連通する通気孔 6 2 は、円筒部分 6 b の段差面 6 e の直ぐ上の外周面で開口している。

[0055] カバー部材 7 が可動域の下限位置にあるときは、カバー部材 7 の下端部 7 b の下端面は円筒部分 6 b の段差面 6 e に当接して通気孔 6 7 の開口部を塞ぐとともに、下端部 7 b の内周面が通気孔 6 2 の開口部を塞いでいる。カバー部材 7 を回転させて、その上下位置を調整することにより、下端部 7 b による通気孔 6 7 及び通気孔 6 2 のそれぞれの開口部の開度を調整できる。カバー部材 7 の調整後の位置は、カバー部材 7 に設けられたロックねじ 8 で固定することができる。

[0056] それ以外の構成は、第 1 の実施形態のバルブ装置 1 と同様である。

このように構成された第 4 の実施形態のバルブ装置 3 0 1 の動作は、第 1 の実施形態のバルブ装置 1 の動作と同様である。但し、上段ピストン 8 1 下面に開口する分岐流路 8 1 c を省略して、下段ピストン 8 3 の当接軸 8 3 a 外周面に開口する水平分岐流路 8 3 e を設けたので、第 1 の実施形態と同様の効果を維持しつつ、製造の容易化を図ることができる。

また、上段シリンダ室 6 4 の非圧力室部分への通気孔 6 2 及び、下段シリンダ室 6 6 の非圧力室部分への通気孔 6 7 のそれぞれの開度を調整できるようにしたので、弁開閉の負荷を調整でき、弁開時間と弁閉時間とをほぼ一致させることが可能となる。

[0057] 尚、本発明は、上述した実施形態に限定されない。当業者であれば、本発明の範囲内で、種々の追加や変更等を行うことができる。

符号の説明

- [0058] 1 バルブ装置
2 バルブボディ
2 a 上面
2 b 下面
5 ボンネット
5 a 上端板部分
5 b 貫通ネジ穴
5 c 外周ネジ部

- 6 上部ケーシング（ケーシング）
 - 6 a 上端板
 - 6 b 円筒部分
 - 6 c 内周ネジ部
 - 6 d 外周ネジ部
- 7 カバー部材
 - 7 a 内周ネジ部
 - 7 b 下端部
- 8 ロックねじ
 - 2 1 第 1 の流路
 - 2 2 第 2 の流路
 - 2 3 弁室
 - 2 4 段差部
 - 2 5 内周ネジ部
- 4 1 弁体
 - 4 2 ベローズ
 - 4 3 支持リング
 - 4 3 a シール部材
 - 4 4 ステム
 - 4 4 a 弁体保持部
 - 4 4 c ネジ棒部分
 - 4 5 押えリング
 - 4 6 接続部材
 - 4 7 下段バネ
 - 4 8 バルブシート
- 5 1 固定ナット
- 6 0 多段シリンダアクチュエータ
 - 6 1 操作エア導入孔

- 6 2 通気孔
- 6 3 上段バネ
- 6 4 上段シリンダ室
 - 6 4 __ 1 第 1 の上段シリンダ室
 - 6 4 __ 2 第 2 の上段シリンダ室
- 6 5 上段圧力室
 - 6 5 __ 1 第 1 の上段圧力室
 - 6 5 __ 2 第 2 の上段圧力室
- 6 6 下段シリンダ室
 - 6 6 __ 1 第 1 の下段シリンダ室
 - 6 6 __ 2 第 2 の下段シリンダ室
- 6 7 通気孔
- 6 8 下段圧力室
 - 6 8 __ 1 第 1 の下段圧力室
 - 6 8 __ 2 第 2 の下段圧力室
- 6 9 下部ケーシング
 - 6 9 a 下端板
 - 6 9 b 円筒部分
 - 6 9 c 下側突出管部
 - 6 9 d 外周ネジ部
 - 6 9 e 外周ネジ部
- 7 0 中間ケーシング
- 7 1 通気孔
- 8 1 上段ピストン
 - 8 1 a 上方突出部
 - 8 1 b メイン流路（上段操作エア通路）
 - 8 1 c 分岐流路
 - 8 1 d 嵌合孔

8 1 e 突出管部
8 1 __ 1 第 1 の上段ピストン
8 1 __ 1 a 上方突出部
8 1 __ 2 第 2 の上段ピストン
8 2 仕切板
8 3 下段ピストン
8 3 a 当接軸
8 3 b メイン流路（下段操作エア通路）
8 3 c 分岐流路
8 3 d 操作軸
8 3 e 水平分岐流路
8 3 __ 1 第 1 の下段ピストン
8 3 __ 2 第 2 の下段ピストン
8 3 __ 2 a 上方突出部
8 4 第 2 の仕切板
8 5 第 3 の仕切板
9 1, 9 2, 9 3 オリング
1 0 1, 2 0 1, 3 0 1 バルブ装置
F 1, F 2 推力
R 1, R 2 付勢力

請求の範囲

[請求項1]

第1の流路及び第2の流路が内部に形成されたバルブボディと、
前記第1の流路の開口部に水平に設けられた弁座に対して当接及び
離間することにより、前記第1の流路と前記第2の流路との間を遮断
及び連通させる弁体と、

前記弁体を、前記弁座に対して当接及び離間させる多段シリンダア
クチュエータと、

を備えるバルブ装置であって、

前記多段シリンダアクチュエータは、

前記バルブボディから上方向に伸びて、両端部がそれぞれ上端板と
下端板で閉塞され、内部が仕切板で上段シリンダ室及び下段シリンダ
室に区分された円筒状のケーシングと、

前記上段シリンダ室内に摺動可能に配置され、上段バネによって下
方向に付勢されるとともに、前記仕切板との間に形成される上段圧力
室内の操作エアの圧力で上方向に駆動される上段ピストンと、

前記下段シリンダ室内に摺動可能に配置され、下段バネによって下
方向に付勢されるとともに、前記下端板との間に形成される下段圧力
室内の操作エアの圧力で上方向に駆動され、前記下端板を貫いて突出
し前記弁体の位置を操作する操作軸及び、前記仕切板を貫いて突出し
前記上段ピストンに当接する当接軸とを有する下段ピストンと、

を有し、

前記上段ピストンは、外部から操作エアを導入して前記上段圧力室
及び前記下段圧力室に当該操作エアを供給する上段操作エア通路を内
部に有し、

前記下段ピストンは、前記上段ピストンと前記当接軸との当接部分
で前記上段操作エア通路に連通して操作エアを導入し前記下段圧力室
に当該操作エアを供給する下段操作エア通路を内部に有し、

前記当接部分には、前記上段ピストンと前記当接軸との間の相対的

な変位を許容しつつ操作エアの漏れを防ぐＯリングが設けられていることを特徴とする、

バルブ装置。

〔請求項2〕 前記上段ピストンは、前記下段ピストンの前記当接軸と嵌合する嵌合孔を有し、前記当接部分は前記当接軸の先端部と前記嵌合孔の奥部に形成され、前記Ｏリングは、前記当接軸の先端部に設けられた縮径部の外周と、前記嵌合孔の内周の間に配置されている、請求項1に記載のバルブ装置。

〔請求項3〕 前記上段操作エア通路は、前記上段ピストン内の中心軸上に設けられたメイン流路を備え、前記下段操作エア通路は、前記下段ピストン内の中心軸上に設けられたメイン流路を備え、
前記上段操作エア通路及び前記下段操作エア通路の少なくとも一方は、前記メイン流路から上面視で放射状に分岐して、前記上段圧力室に面する前記上段ピストンの下面又は前記下段圧力室に面する前記下段ピストンの下面にそれぞれ開口する複数の分岐流路をさらに有する請求項1又は2に記載のバルブ装置。

〔請求項4〕 前記上段操作エア通路が前記分岐流路を有する場合、当該分岐流路の本数は3以上であり、前記下段操作エア通路が前記分岐流路を有する場合、当該分岐流路の本数は3以上である、請求項3に記載のバルブ装置。

〔請求項5〕 前記ケーシングは、前記下段シリンダ室を上側から第1の下段シリンダ室と第2の下段シリンダ室に区分する第2の仕切板をさらに有し、
前記下段ピストンは、前記第1の下段シリンダ室内に配置された第1の下段ピストンと、前記第2の下段シリンダ室内に配置された第2の下段ピストンとからなり、当該第1の下段ピストン及び第2の下段ピストンは、前記第2の仕切板を貫いて固定的に接続されて一体的に摺動可能に設けられ、

前記下段圧力室は、前記第 1 の下段ピストンと前記第 2 の仕切板との間に形成される第 1 の下段圧力室及び前記第 2 の下段ピストンと前記下端板との間に形成される第 2 の下段圧力室からなり、

前記操作軸は前記第 2 の下段ピストンに設けられ、前記当接軸は前記第 1 の下段ピストンに設けられた、請求項 1 に記載のバルブ装置。

[請求項 6]

前記ケーシングは、前記上段シリンダ室を下側から第 1 の上段シリンダ室と第 2 の上段シリンダ室に区分する第 3 の仕切板をさらに有し、

前記上段ピストンは、前記第 1 の上段シリンダ室内に配置された第 1 の上段ピストンと、前記第 2 の上段シリンダ室内に配置された第 2 の上段ピストンとからなり、当該第 1 の上段ピストン及び第 2 の上段ピストンは、前記第 3 の仕切板を貫いて固定的に接続されて一体的に摺動可能に設けられ、

前記上段圧力室は、前記第 1 の上段ピストンと前記仕切板との間に形成される第 1 の上段圧力室及び前記第 2 の上段ピストンと前記第 3 の仕切板との間に形成される第 2 の上段圧力室からなる、請求項 1 に記載のバルブ装置。

[請求項 7]

前記弁体は、当該弁体の上下方向の動きを許容しつつ前記第 1 の流路の開口部及び前記第 2 の流路の開口部を一体的に外部から封止する、ベローズを含む支持機構に取付けられている、請求項 1 に記載のバルブ装置。