

明 細 書

発明の名称：アクチュエータ及びバルブ装置

技術分野

[0001] 本発明は、アクチュエータ及びバルブ装置に関する。

背景技術

[0002] JP2017-44290Aには、エアをアクチュエータの二つの圧力室に供給することによりバルブボディの流路を開くバルブ装置が開示されている。

発明の概要

[0003] しかしながら、JP2017-44290Aに記載のバルブ装置では、エア供給源から一方の圧力室へ供給される一方のエア流路の長さとはエア供給源から他方の圧力室へ供給される他方のエア流路の長さが異なるため、エア供給源から二つの圧力室へのエア供給の時間差が生じ、バルブボディの流路を開閉する際にバルブ装置の応答性が低下する。

[0004] 本発明は、この問題点に着目してなされたものであり、応答性を向上させることができるアクチュエータ及びバルブ装置を提供することを目的とする。

[0005] 本発明のある態様によれば、バルブ装置に用いられるアクチュエータであって、シリンダと、前記シリンダの内周面に対し摺動可能に前記シリンダ内に收容された第1ピストンと、前記第1ピストンから一方側に突出するように設けられたピストンロッドと、前記第1ピストンの他方側に設けられるとともに前記シリンダの内周面に対し摺動可能に前記シリンダ内に收容された第2ピストンと、前記第1ピストンと前記第2ピストンとの間に位置するように前記シリンダ内に固定された仕切部と、前記第1ピストン、前記ピストンロッド、前記シリンダの底壁及び前記シリンダの周壁によって形成された第1圧力室と、前記第2ピストン、前記仕切部及び前記シリンダの周壁によって形成された第2圧力室と、前記第1圧力室と流体供給源とを連通する第

1 流体流路と、前記第 2 圧力室と前記流体供給源とを連通するとともに、前記流体供給源から第 2 圧力室までの長さが前記流体供給源から前記第 1 圧力室までの前記第 1 流体流路の長さと同じとなる第 2 流体流路と、を備えるアクチュエータが提供される。

[0006] この態様によれば、バルブ装置の応答性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]図 1 は、本実施形態に係るバルブ装置を示す断面図である。

[図2A]図 2 A は、本実施形態に係るバルブ装置と従来に係るバルブ装置との開弁時の動作時間及びエア圧力との関係の一例を示すグラフである。

[図2B]図 2 B は、本実施形態に係るバルブ装置と従来に係るバルブ装置との開弁時の動作時間及びエア圧力との関係の一例を示すグラフである。

[図3]図 3 は、エアが第 1 圧力室及び第 2 圧力室に供給されときのバルブ装置の動作を示す断面説明図である。

[図4]図 4 は、エアが第 1 圧力室及び第 2 圧力室から排出されときのバルブ装置の動作を示す断面説明図である。

[図5]図 5 は、第 1 変形例に係るアクチュエータを示す断面図である。

[図6]図 6 は、第 2 変形例に係るアクチュエータを示す断面図である。

[図7]図 7 は、第 3 変形例に係るアクチュエータを示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、添付図面を参照しながら本発明を実施するための形態（以下、本実施形態ともいう）について説明する。本明細書においては、全体を通じて、同一の要素には同一の符号を付する。

[0009] [バルブ装置の構成]

まず、図 1 から図 2 B を参照しながら本実施形態に係るバルブ装置 100 について説明する。

[0010] 図 1 は、本実施形態に係るバルブ装置 100 を示す断面図である。図 2 A は、本実施形態に係るバルブ装置 100 と従来に係るバルブ装置との開弁時の動作時間及びエア圧力との関係の一例を示すグラフである。図 2 B は、本

実施形態に係るバルブ装置１００と従来に係るバルブ装置との開弁時の動作時間及びエア圧力との関係の一例を示すグラフである。なお、従来に係るバルブ装置は、ＪＰ２０１７－４４２９０Ａに記載したものである。開弁時の動作時間は、開弁の指令を受けてから実際に開状態になるまでの時間であり、閉弁時の動作時間は、閉弁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。

[0011] 図１に示すように、本実施形態に係るバルブ装置１００は、半導体の製造に用いられる流体制御装置（図示しない）に設けられている。流体制御装置は、半導体製造装置（ＣＶＤ装置、スパッタリング装置、エッチング装置等／図示しない）におけるプロセスガス又はパージガスの供給手段に用いられる。

[0012] また、図１に示すように、バルブ装置１００は、バルブボディ１、ステム２、弁体３、支持リング４、ベローズ５、ボンネット６、連結部材７、第１圧縮コイルばね８、アクチュエータ９及びロックナット１０を備える。本実施形態では、バルブ装置１００は、常時閉（ノーマル・クローズ）のバルブ装置から構成されている。

[0013] バルブボディ１は、バルブボディ本体１１と、バルブボディ本体１１に形成された流体流入流路１２及び流体流出流路１３と、流体流入流路１２の一端部としての上端部と流体流出流路１３の一端部としての上端部とを連通するようにバルブボディ本体１１に形成され段差部１４ａを有する弁室１４と、流体流入流路１２の上端部の周縁に位置するように弁室１４に設けられた環状（具体的には、円環状）の弁座１５と、弁室１４を取り囲む周壁１６と、弁室１４の上方に位置するとともにボンネット６と螺合するように周壁１６の上端部の内周面に形成された第１雌ねじ１７と、を有する。

[0014] ステム２は、弁室１４に収容されている。ステム２は、上下方向に沿って延在する柱状（具体的には、円柱状）のステム本体２１と、ステム本体２１の上端から突出するとともに連結部材７と螺合して連結する第１ねじ棒２２と、ステム本体２１の先端部としての下端部に設けられた環状（具体的には

、円環状)の第1フランジ23と、を有する。

[0015] 弁体3は、弁座15に対し離着座することにより、流路としての流体流入流路12を開閉する。弁体3は、ステム2の先端部としての下端部に設けられている。

[0016] 本実施形態では、弁体は、ステム2の下端部に固定された弁体3から構成されているが、これに限定されるものではなく、例えば、ステム2の下方に位置するダイヤフラムから構成されてもよい。

[0017] 支持リング4は、段差部14aに載置されている。支持リング4の内周側には、ステム本体21が挿通されている。支持リング4と周壁16との間には、第1OリングO1が設けられている。

[0018] ベローズ5は、上端部及び下端部がそれぞれ支持リング4及び第1フランジ23と溶接されるとともにステム本体21を取り囲むように支持リング4と第1フランジ23との間に設けられている。

[0019] ボンネット6は、バルブボディ1とアクチュエータ9とを連結するための部材である。ボンネット6は、略筒状(具体的には、円筒状)のボンネット本体61と、第1雌ねじ17と螺合するようにボンネット本体61の下端部の外周面に形成された第1雄ねじ62と、ボンネット本体61の上端部の内周側に設けられたリング部63と、アクチュエータ9の後述する第2雄ねじ9114と螺合するようにリング部63の内周面に形成された第2雌ねじ64と、を有する。なお、第1雌ねじ17と第1雄ねじ62とが螺合された状態において、支持リング4は、段差部14aとボンネット本体61との間に挟持されている。

[0020] 連結部材7は、ステム2とアクチュエータ9の後述するピストンロッド94とを連結するための部材である。連結部材7は、ボンネット6(具体的には、ボンネット本体61)の内周側に収容されている。また、連結部材7は、柱状(具体的には、円柱状)の連結部材本体71と、連結部材本体71の上端部に形成され後述する第2ねじ棒941と螺合する第1螺合穴72と、連結部材本体71の下端部に形成され第1ねじ棒22と螺合する第2螺合穴

7 3 と、連結部材本体 7 1 の下端部の外周面に形成された第 2 フランジ 7 4 と、を有する。

[0021] 第 1 圧縮コイルばね 8 は、連結部材本体 7 1 を取り囲むように第 2 フランジ 7 4 とリング部 6 3 との間に保持されている。これにより、第 1 圧縮コイルばね 8 は、連結部材 7 を下方に付勢させている。

[0022] アクチュエータ 9 は、ステム 2 を上下方向（すなわち、ステム 2 の延在方向）に沿って移動させることにより、弁座 1 5 に対する弁体 3 の離着座を行う駆動部である。なお、アクチュエータ 9 の詳細については後述する。

[0023] ロックナット 1 0 は、ボンネット 6 をロックするためのものである。ロックナット 1 0 の内周面には、第 2 雄ねじ 9 1 1 4 と螺合する第 3 雌ねじ 1 0 1 が形成されている。

[0024] [アクチュエータの構成]

次に、図 1 を参照しながら本実施形態の特徴であるアクチュエータ 9 について詳細に説明する。

[0025] 図 1 に示すように、アクチュエータ 9 は、多段シリンダアクチュエータから構成されている。また、アクチュエータ 9 は、シリンダ 9 1、仕切部としての仕切板 9 2、第 1 ピストンとしての下段ピストン 9 3、ピストンロッド 9 4、第 2 ピストンとしての上段ピストン 9 5、第 1 圧力室 9 6、第 2 圧力室 9 7、付勢部としての第 2 圧縮コイルばね 9 8、第 1 サブ流体流路を構成する第 1 チューブ L 1 及び第 2 サブ流体流路を構成する第 2 チューブ L 2 を有する。なお、下段ピストン 9 3、ピストンロッド 9 4 及び上段ピストン 9 5 は、ピストン部を構成している。

[0026] 本実施形態では、シリンダ 9 1 は、外周が平面視において六角形に形成されているが、これに限定されるものではなく、例えば、四角形又は八角形に形成されもよい。

[0027] シリンダ 9 1 は、第 1 段シリンダとしての下段シリンダ 9 1 1 及び第 2 段シリンダとしての上段シリンダ 9 1 2 のみを有して構成されているが、これに限定されるものではなく、例えば、下段シリンダ 9 1 1 及び上段シリンダ

９１２に加え、他段シリンダを有して構成されてもよい。この場合に、他段シリンダには、他のピストンが摺動可能に収容されている。

[0028] 下段シリンダ９１１は、内周及び外周がそれぞれ円形及び六角形に形成された筒状の下段シリンダ本体９１１１と、下段シリンダ本体９１１１の下端部の内周側に設けられた環状（具体的には、円環状）の底壁９１１２と、環状の底壁９１１２の内周縁から下方に突出する筒状（具体的には、円筒状）の突出部９１１３と、第２雌ねじ６４及び第３雌ねじ１０１の両方と螺合するように突出部９１１３の外周面に形成された第２雄ねじ９１１４と、下段シリンダ本体９１１１の上端寄りに下段シリンダ本体９１１１に形成された第１連通孔９１１５と、下段シリンダ本体９１１１の下端寄りに下段シリンダ本体９１１１（すなわち、下段シリンダ９１１の周壁）に形成された第１給排ポート９１１６と、を有する。

[0029] 下段シリンダ本体９１１１の内周側には、下段シリンダ本体９１１１の内周面に対し摺動可能な下段ピストン９３が収容されている。下段ピストン９３と下段シリンダ本体９１１１との間には、第２ＯリングＯ２が設けられている。

[0030] 環状の底壁９１１２の内周側には、ピストンロッド９４が挿通されている。環状の底壁９１１２とピストンロッド９４との間には、第３ＯリングＯ３が設けられている。

[0031] 筒状の突出部９１１３の内周側には、ピストンロッド９４が挿通されている。

[0032] 第２雄ねじ９１１４が第２雌ねじ６４及び第３雌ねじ１０１と螺合された状態において、アクチュエータ９がボンネット６に支持されている。

[0033] 第１連通孔９１１５は、下段ピストン９３と仕切板９２との間に位置する空間と外部とを連通させるための孔である。これにより、下段ピストン９３と仕切板９２との間に位置する空間内の空気を外部へ排出することができる。

[0034] 第１給排ポート９１１６は、第１圧力室９６と連通するポートである。第

第1給排ポート9116には、継手（具体的には、ワンタッチ継手）を介して第1チューブL1の一端が接続されている。これにより、第1圧力室96に対するエアの給排を第1給排ポート9116を通じて行うことができる。なお、第1給排ポート9116は、一端が下段シリンダ本体9111の外周に位置する平面（具体的には、六つの平面のいずれか一つ）に開口している。本実施形態では、第1給排ポート9116は、継手と螺合するねじ孔から構成されている。なお、継手には、第1チューブL1の一端が挿入されている。

[0035] また、本実施形態では、第1給排ポートは、下段シリンダ本体9111（すなわち、シリンダ91の周壁）に形成されているが、これに限定されるものではなく、例えば、下段シリンダ911の底壁9112（すなわち、シリンダ91の底壁）に形成されてもよい。

[0036] 上段シリンダ912は、内周及び外周がそれぞれ円形及び六角形に形成された筒状の上段シリンダ本体9121と、上段シリンダ本体9121の上端部の内周側に設けられた環状（具体的には、円環状）の頂壁9122と、頂壁9122の下面に形成された環状（具体的には、円環状）の第1収容溝9123と、上段シリンダ本体9121の上端寄りに上段シリンダ本体9121に形成された第2連通孔9124と、上段シリンダ本体9121の下端寄りに上段シリンダ本体9121（具体的には、上段シリンダ912の周壁）に形成された第2給排ポート9125と、を有する。

[0037] 上段シリンダ本体9121の内周側には、上段シリンダ本体9121の内周面に対し摺動可能な上段ピストン95が収容されている。上段ピストン95と上段シリンダ本体9121との間には、第4OリングO4が設けられている。

[0038] 環状の頂壁9122の内周側には、上段ピストン95の後述する突出柱953が挿入されている。頂壁9122と突出柱953との間には、第5OリングO5が設けられている。

[0039] 第2連通孔9124は、上段ピストン95と頂壁9122との間に位置す

る空間（すなわち、第2圧縮コイルばね98が収容される空間）と外部とを連通させるための孔である。これにより、上段ピストン95と頂壁9122との間に位置する空間内の空気を外部へ排出することができる。

[0040] 第2給排ポート9125は、第2圧力室97と連通するポートである。第2給排ポート9125には、継手（具体的には、ワンタッチ継手）を介して第2チューブL2の一端が接続されている。これにより、第2圧力室97に対するエアの給排を第2給排ポート9125を通じて行うことができる。なお、第2給排ポート9125は、一端が上段シリンダ本体9121の外周に位置する平面（具体的には、六つの平面のいずれか一つ）に開口している。本実施形態では、第2給排ポート9125は、継手と螺合するねじ孔から構成されている。なお、継手には、第2チューブL2の一端が挿入されている。

[0041] 第1給排ポート9116の一端と第2給排ポート9125の一端とは、面一となる平面に開口している。これにより、第1チューブL1及び第2チューブL2の配置箇所を一箇所に統合させることができるため、バルブ装置100の省スペース化を図ることができる。なお、第1給排ポート9116の一端と第2給排ポート9125の一端とは、異なる平面に開口してもよい。

[0042] 仕切板92は、下段ピストン93と上段ピストン95との間に位置するようにシリンダ91内に固定されている。具体的には、仕切板92は、環状（具体的には、円環状）の肉厚板921と、肉厚板921の外周側に設けられた環状の外縁としての肉薄板922と、を有する。

[0043] 仕切板92の肉薄板922が下段シリンダ911（具体的には、下段シリンダ本体9111の上端）と上段シリンダ912（具体的には、上段シリンダ本体9121の下端）との間に挟持された状態において、環状の肉厚板921と上段シリンダ本体9121との間に第6OリングO6が設けられている。また、肉薄板922が下段シリンダ本体9111と上段シリンダ本体9121との間に挟持された状態において、下段シリンダ911、仕切板92及び上段シリンダ912が例えば、ねじ締めにより固定されている。

- [0044] 下段ピストン９３は、下段シリンダ本体９１１の内周面に対し摺動可能に設けられた略盤状（具体的には、略円盤状）の下段ピストン本体９３１と、下段ピストン本体９３１の中央から上方に突出する規制部９３２と、規制部９３２の中央から上方に突出する柱状（具体的には、略円柱状）の挿入突起９３３と、を有する。
- [0045] 下段ピストン９３が下段シリンダ９１１に対し上方に摺動すると、規制部９３２は、仕切板９２の肉厚板９２１と当接することにより、下段シリンダ９１１に対する下段ピストン９３の上方への摺動を規制することができる。
- [0046] 挿入突起９３３は、仕切板９２（具体的には、環状の肉厚板９２１の内周側）を挿通して、先端が上段ピストン９５の後述する収容凹部９５５に挿入されている。これにより、下段ピストン９３と上段ピストン９５とは、一体となって上下に摺動することができる。なお、挿入突起９３３と環状の肉厚板９２１の間には、第７ＯリングＯ７が設けられている。
- [0047] ピストンロッド９４は、下段ピストン９３（具体的には、下段ピストン本体９３１）から一方側としての下方側に突出するように設けられている。ピストンロッド９４には、その先端としての下端から下方側に突出する第２ねじ棒９４１が設けられている。そして、第２ねじ棒９４１と第１螺合穴７２とが螺合されることにより、連結部材７と下段ピストン９３とがピストンロッド９４を介して連結されている。
- [0048] 上段ピストン９５は上段シリンダ本体９１２の内周面に対し摺動可能に設けられた略盤状（具体的には、略円盤状）の上段ピストン本体９５１と、上段ピストン本体９５１の中央から上方に突出するばね保持部９５２と、環状の頂壁９１２の内周側に挿入されるようにばね保持部９５２の中央から上方に突出する突出柱９５３と、ばね保持部９５２を取り囲むように上段シリンダ本体９１２の上面に形成された環状（具体的には、円環状）の第２収容溝９５４と、挿入突起９３３の先端が圧入されるように上段シリンダ本体９１２の下面の中央に形成された収容凹部９５５と、を有する。
- [0049] 第２圧縮コイルばね９８は、ばね保持部９５２に保持された状態において

、上端部及び下端部がそれぞれ第1収容溝9123及び第2収容溝954に収容されている。

[0050] 第1圧力室96は、下段ピストン93、ピストンロッド94、シリンダ91の底壁（具体的には、下段シリンダ911の底壁9112）及びシリンダ91の周壁（具体的には、下段シリンダ本体9111）によって形成されている。そして、第1圧力室96は、第1給排ポート9116を介して第1チューブL1と連通している。

[0051] 下段ピストン93は、下段シリンダ本体9111に対し下方に摺動して、第1圧力室96の容積が最小となる。そして、この状態において、下段ピストン本体931の摺動面及び第2リングO2は、第1給排ポート9116（具体的には、第1給排ポート9116の下段シリンダ本体9111の内周に位置する開口）の上方に位置する。これにより、第1圧力室96と第1給排ポート9116との連通が下段ピストン本体931の摺動面又は第2リングO2により閉塞されることを回避することができる。

[0052] 第2圧力室97は、上段ピストン95、仕切板92及びシリンダ91の周壁（具体的には、上段シリンダ本体9121）によって形成されている。そして、第2圧力室97は、第2給排ポート9125を介して第2チューブL2と連通している。

[0053] 上段ピストン95は、上段シリンダ本体9121に対し下方に摺動して、第2圧力室97の容積が最小となる。そして、この状態において、上段ピストン本体951の摺動面及び第4リングO4は、第2給排ポート9125（具体的には、第2給排ポート9125の上段シリンダ本体9121の内周に位置する開口）の上方に位置する。これにより、第2圧力室97と第2給排ポート9125との連通が上段ピストン本体951の摺動面又は第4リングO4により閉塞されることを回避することができる。

[0054] 第2圧縮コイルばね98は、第1圧力室96の容積及び第2圧力室97の容積が小さくなるように下段ピストン93及び上段ピストン95を下方に付勢する。

- [0055] 本実施形態では、アクチュエータ 9 は、第 2 圧縮コイルばね 9 8 を有して構成されているが、これに限定されるものではなく、例えば、第 2 圧縮コイルばね 9 8 を有せずに構成されてもよい。この場合に、第 1 圧縮コイルばね 8 は、連結部材 7 及び連結部材 7 により連結されたピストン部（具体的には、下段ピストン 9 3、ピストンロッド 9 4 及び上段ピストン 9 5）を下方に付勢させることができる。
- [0056] 第 1 チューブ L 1 は、第 1 圧力室 9 6 と第 1 弁としての第 1 電磁弁 B 1 とを連通している。具体的には、第 1 チューブ L 1 は、一端及び他端がそれぞれ第 1 給排ポート 9 1 1 6 及び第 1 電磁弁 B 1 と接続されるように設けられている。
- [0057] 第 2 チューブ L 2 は、第 2 圧力室 9 7 と第 2 弁としての第 2 電磁弁 B 2 とを連通している。具体的には、第 2 チューブ L 2 は、一端及び他端がそれぞれ第 2 給排ポート 9 1 2 5 及び第 2 電磁弁 B 2 と接続されるように設けられている。
- [0058] 第 1 チューブ L 1 と第 2 チューブ L 2 とは、並列（すなわち、個別）に設けられている。また、エアをそれぞれ第 1 電磁弁 B 1 及び第 2 電磁弁 B 2 から第 1 圧力室 9 6 及び第 2 圧力室 9 7 へ供給するタイミングを同じにする観点から、第 1 チューブ L 1 の長さ第 2 チューブ L 2 の長さとが同一であることが好ましい。なお、第 1 チューブ L 1 及び第 2 チューブ L 2 の内径は、同一である。このため、第 1 電磁弁 B 1 から第 1 圧力室 9 6 までの流体容積と第 2 電磁弁 B 2 から第 2 圧力室 9 7 までの流路容積とは、同じとなる。
- [0059] 第 1 電磁弁 B 1 及び第 2 電磁弁 B 2 の両方は、分岐チューブ C を介して流体供給源としてのエアコンプレッサ A と接続されている。分岐チューブ C は、一端が第 1 電磁弁 B 1 と接続された第 1 分岐流路 C 1 と、一端が第 2 電磁弁 B 2 と接続された第 2 分岐流路 C 2 と、一端が第 1 分岐流路 C 1 の他端及び第 2 分岐流路 C 2 の他端の両方と接続されるとともに他端がエアコンプレッサ A と接続された共通流路 C 3 とから構成されている。
- [0060] 本実施形態では、第 1 チューブ L 1（継手を含む）、第 1 電磁弁 B 1、分

岐チューブCの第1分岐流路C1及び共通流路C3は、第1流体流路を構成するとともに、第2チューブL2（継手を含む）、第2電磁弁B2、分岐チューブCの第2分岐流路C2及び共通流路C3は、第2流体流路を構成している。

[0061] 第1電磁弁B1と第2電磁弁B2とは、同じ仕様（すなわち、同じ形状、かつ、同じ寸法）に構成されている。また、第1分岐流路C1と第2分岐流路C2とは、同じ長さ、かつ、同じ径に構成されている。これにより、エアコンプレッサAから第1圧力室96までの第1流体流路の長さとエアコンプレッサAから第2圧力室97までの第2流体流路の長さとは、同じとなる。また、エアコンプレッサAから第1圧力室96までの第1流体流路の容積とエアコンプレッサAから第2圧力室97までの第2流体流路の容積とも、同じとなる。

[0062] また、本実施形態では、第1電磁弁B1及び第2電磁弁B2の両方は、分岐チューブCを介してエアコンプレッサAと接続されているが、これに限定されるものではなく、例えば、並列に設けられた二本のチューブを介してエアコンプレッサAと接続されてもよい。

[0063] 上述のように、第1チューブL1（継手を含む）、第1電磁弁B1、分岐チューブCの第1分岐流路C1及び共通流路C3から構成された第1流体流路の長さと、第2チューブL2（継手を含む）、第2電磁弁B2、分岐チューブCの第2分岐流路C2及び共通流路C3から構成された第2流体流路の長さとは、同じとなるため、エアコンプレッサAから二つの圧力室（具体的には、第1圧力室96及び第2圧力室97）へのエア供給の時間差を抑制する（無くす）ことができる。この結果、バルブボディ1の流体流入流路12を開く際（すなわち、バルブ装置100の開弁時）、又は、流体流入流路12を閉じる際（すなわち、バルブ装置100の閉弁時）にバルブ装置100の応答性を向上させることができる。

[0064] 具体的には、図2Aに示すように、本実施形態に係るバルブ装置100の方が従来に係るバルブ装置に比べ、各操作エア圧力において、開弁時間（す

なわち、応答時間）が大幅に短縮されている。一方、図 2 B に示すように、本実施形態に係るバルブ装置 100 の方が従来に係るバルブ装置に比べ、各操作エア圧力において、閉弁時間（すなわち、応答時間）が大幅に短縮されている。なお、バルブ装置 100 の全開時及び全閉時において、第 1 圧力室 96 の容積と第 2 圧力室 97 の容積とは、同じとなる。

[0065] 第 1 圧力室 96 と第 1 電磁弁 B1 とを連通する第 1 サブ流体流路及び第 2 圧力室 97 と第 2 電磁弁 B2 とを連通する第 2 サブ流体流路は、それぞれ並列に設けられた第 1 チューブ L1 及び第 2 チューブ L2 から構成されているため、エアが単一の流体流路により二つの圧力室（具体的には、第 1 圧力室 96 及び第 2 圧力室 97）へ供給される場合に比べ、各圧力室へのエア供給の速度を向上させることができるため、バルブボディ 1 の流体流入流路 12 を開く際（すなわち、バルブ装置 100 の開弁時）にバルブ装置 100 の応答性を向上させることができる。

[0066] 一方、エアが二つの圧力室（具体的には、第 1 圧力室 96 及び第 2 圧力室 97）から単一の流体流路により排出される場合に比べ、二つの圧力室（具体的には、第 1 圧力室 96 及び第 2 圧力室 97）から排出されるエアは、第 1 チューブ L1 又は第 2 チューブ L2 においてぶつかることなく、バルブボディ 1 の流体流入流路 12 を閉じる際（すなわち、バルブ装置 100 の閉弁時）にもバルブ装置 100 の応答性を向上させることができる。

[0067] また、上述のように、第 1 チューブ L1 及び第 2 チューブ L2 は、両者の一端がそれぞれ継手を介して下段シリンダ本体 9111（すなわち、シリンダ 91 の周壁）に形成された第 1 給排ポート 9116 及び上段シリンダ本体 9121（すなわち、シリンダ 91 の周壁）に形成された第 2 給排ポート 9125 と接続されているため、第 1 圧力室 96 又は第 2 圧力室 97 と連通する流体流路を別途下段ピストン 93 又は上段ピストン 95 に形成する必要がなく、下段ピストン 93 及び上段ピストン 95 の構造の簡易化を図ることができる。

[0068] [バルブ装置の動作]

次に、図3から図4を参照しながらバルブ装置100の動作について説明する。

[0069] 図3は、エアが第1圧力室96及び第2圧力室97に供給されるときバルブ装置100の動作を示す断面説明図である。図4は、エアが第1圧力室96及び第2圧力室97から排出されるときバルブ装置100の動作を示す断面説明図である。

[0070] 図3の矢印R1で示すように、エアコンプレッサAからのエアは、順に第1電磁弁B1、第1チューブL1及び第1給排ポート9116を経由して第1圧力室96に供給されるとともに、エアコンプレッサAからのエアは、順に第2電磁弁B2、第2チューブL2及び第2給排ポート9125を経由して第2圧力室97に供給されると、第1圧力室96の容積及び第2圧力室97の容積が大きくなるように、ピストン部（具体的には、下段ピストン93、ピストンロッド94及び上段ピストン95）は、第1圧縮コイルばね8及び第2圧縮コイルばね98の付勢力に抗して連結部材7、ステム2及び弁体3と一体となって、上方（図3の矢印R2で示す方向）に移動する。そして、弁体3は、弁座15から離座して、バルブボディ1の流体流入流路12を開く。これにより、流体流入流路12からのプロセスガス等の流体は、弁室14を経由して流体流出流路13に供給される。

[0071] 一方、エアコンプレッサAからのエアは、第1圧力室96及び第2圧力室97に供給されない場合に、第1圧力室96の容積及び第2圧力室97の容積が小さくなるように、ピストン部（具体的には、下段ピストン93、ピストンロッド94及び上段ピストン95）は、第1圧縮コイルばね8及び第2圧縮コイルばね98の付勢力を受けて連結部材7、ステム2及び弁体3と一体となって、下方（図4の矢印R3で示す方向）に移動する。この際に、図4の矢印R4で示すように、第1圧力室96のエア及び第2圧力室97のエアは、第1給排ポート9116及び第1チューブL1を経由して第1電磁弁B1へ排出されるとともに、第2給排ポート9125及び第2チューブL2を経由して第2電磁弁B2へ排出される。そして、弁体3は、弁座15に着

座して、バルブボディ 1 の流体流入流路 1 2 を閉じる。これにより、流体流入流路 1 2 からのプロセスガス等の流体は、弁室 1 4 を経由して流体流出流路 1 3 に供給されない。

[0072] 〔作用効果〕

次に、本実施形態による作用効果について説明する。

[0073] 本実施形態に係るアクチュエータ 9 は、バルブ装置 1 0 0 に用いられるアクチュエータ 9 であって、シリンダ 9 1 と、シリンダ 9 1 の内周面に対し摺動可能にシリンダ 9 1 内に收容された下段ピストン 9 3（第 1 ピストン）と、下段ピストン 9 3（第 1 ピストン）から一方側に突出するように設けられたピストンロッド 9 4 と、下段ピストン 9 3（第 1 ピストン）の他方側に設けられるとともにシリンダ 9 1 の内周面に対し摺動可能にシリンダ 9 1 内に收容された上段ピストン 9 5（第 2 ピストン）と、下段ピストン 9 3（第 1 ピストン）と上段ピストン 9 5（第 2 ピストン）との間に位置するようにシリンダ 9 1 内に固定された仕切板 9 2（仕切部）と、下段ピストン 9 3（第 1 ピストン）、ピストンロッド 9 4、下段シリンダ 9 1 1 の底壁 9 1 1 2（シリンダ 9 1 の底壁）及び下段シリンダ本体 9 1 1 1（シリンダ 9 1 の周壁）によって形成された第 1 圧力室 9 6 と、上段ピストン 9 5（第 2 ピストン）、仕切板 9 2（仕切部）及び上段シリンダ本体 9 1 2 1（シリンダ 9 1 の周壁）によって形成された第 2 圧力室 9 7 と、第 1 圧力室 9 6 とエアコンプレッサ A（流体供給源）とを連通する第 1 流体流路と、第 2 圧力室 9 7 とエアコンプレッサ A（流体供給源）とを連通するとともに、エアコンプレッサ A（流体供給源）から第 2 圧力室 9 7 までの長さがエアコンプレッサ A（流体供給源）から第 1 圧力室 9 6 までの第 1 流体流路の長さと同じとなる第 2 流体流路と、を備える。

[0074] 本実施形態に係るバルブ装置 1 0 0 は、流体流入流路 1 2（流路）が形成されるとともに弁座 1 5 を有するバルブボディ 1 と、弁座 1 5 に対し離着座することにより、流体流入流路 1 2（流路）を開閉する弁体 3 と、先端部に弁体 3 が設けられたステム 2 と、上述したアクチュエータ 9 であって、ステ

ム 2 をステム 2 の延在方向に沿って移動させることにより、弁座 15 に対する弁体 3 の離着座を行うアクチュエータ 9 と、を備える。

[0075] これらの構成によれば、エアコンプレッサ A から二つの圧力室（具体的には、第 1 圧力室 96 及び第 2 圧力室 97）へのエア供給の時間差を抑制する（無くす）ことができるため、バルブボディ 1 の流体流入流路 12 を開く際（すなわち、バルブ装置 100 の開弁時）、又は、流体流入流路 12 を閉じる際（すなわち、バルブ装置 100 の閉弁時）にバルブ装置 100 の応答性を向上させることができる。

[0076] また、本実施形態では、第 1 圧力室 96 とエアコンプレッサ A（流体供給源）との間には、第 1 電磁弁 B1（第 1 弁）が設けられ、第 1 流体流路は、第 1 圧力室 96 と第 1 電磁弁 B1（第 1 弁）とを連通する第 1 チューブ L1（第 1 サブ流体流路）を有し、第 2 圧力室 97 とエアコンプレッサ A（流体供給源）との間には、第 2 電磁弁 B2（第 2 弁）が設けられ、第 2 流体流路は、第 2 圧力室 97 と第 2 電磁弁 B2（第 2 弁）とを連通するとともに第 1 チューブ L1（第 1 サブ流体流路）と別体に設けられた第 2 チューブ L2（第 2 サブ流体流路）を有する。

[0077] この構成によれば、エアが単一の流体流路により二つの圧力室（具体的には、第 1 圧力室 96 及び第 2 圧力室 97）へ供給される場合に比べ、各圧力室へのエア供給の速度を向上させることができるため、バルブボディ 1 の流体流入流路 12 を開く際（すなわち、バルブ装置 100 の開弁時）にバルブ装置 100 の応答性を向上させることができる。

[0078] 一方、エアが二つの圧力室（具体的には、第 1 圧力室 96 及び第 2 圧力室 97）から単一の流体流路により排出される場合に比べ、二つの圧力室（具体的には、第 1 圧力室 96 及び第 2 圧力室 97）から排出されるエアは、第 1 チューブ L1 又は第 2 チューブ L2 においてぶつかることなく、バルブボディ 1 の流体流入流路 12 を閉じる際（すなわち、バルブ装置 100 の閉弁時）にもバルブ装置 100 の応答性を向上させることができる。

[0079] また、本実施形態では、下段シリンダ本体 9111（シリンダ 91 の周壁

）には、第1圧力室96と連通する第1給排ポート9116が形成され、上段シリンダ本体9121（シリンダ91の周壁）には、第2圧力室97と連通する第2給排ポート9125が形成され、第1チューブL1（第1サブ流体流路）は、第1給排ポート9116と接続され、第2チューブL2（第2サブ流体流路）は、第2給排ポート9125と接続されている。

[0080] また、本実施形態では、シリンダ91は、下段ピストン93（第1ピストン）が収容された下段シリンダ911（第1段シリンダ）と、下段シリンダ911（第1段シリンダ）と別体に設けられ上段ピストン95（第2ピストン）が収容された上段シリンダ912（第2段シリンダ）と、を有し、仕切板92（仕切部）は、肉薄板922（外縁）が下段シリンダ911（第1段シリンダ）と上段シリンダ912（第2段シリンダ）との間に挟み込まれ、第1給排ポート9116は、下段シリンダ本体9111（下段シリンダ911（第1段シリンダ）の周壁）に形成され、第2給排ポート9125は、上段シリンダ本体9121（上段シリンダ912（第2段シリンダ）の周壁）に形成されている。

[0081] これらの構成によれば、第1圧力室96又は第2圧力室97と連通する流体流路を別途下段ピストン93又は上段ピストン95に形成する必要がなく、下段ピストン93及び上段ピストン95の構造の簡易化を図ることができる。

[0082] [変形例]

次に、図5から図7を参照しながら各変形例に係るアクチュエータ9について説明する。なお、上述した実施形態と一致する点について説明を省略し、主に上述した実施形態と相違する点について説明する。

[0083] 図5は、第1変形例に係るアクチュエータ9を示す断面図である。図6は、第2変形例に係るアクチュエータ9を示す断面図である。図7は、第3変形例に係るアクチュエータ9を示す断面図である。

[0084] 上述した実施形態では、第1流体流路と第2流体流路とは、それぞれ第1給排ポート9116に接続された第1チューブL1と、第2給排ポート91

２５に接続された第２チューブＬ２とから構成されているが、これに限定されるものではなく、例えば、図５に示すように、それぞれ、第１給排ポート９１１６に接続された第１チューブＬ１と、環状の頂壁９１２２の内周縁に接続された第２チューブＬ２及び上段ピストン９５に形成された上段ピストン流路９５６とから構成されてもよい。

[0085] この場合に、図５に示すように、上段ピストン流路９５６は、第２チューブＬ２と第２圧力室９７とを連通している。また、上段シリンダ本体９１２１には、第２給排ポートが形成されていない。

[0086] また、上述した実施形態では、第１流体流路と第２流体流路とは、それぞれ第１給排ポート９１１６に接続された第１チューブＬ１と、第２給排ポート９１２５に接続された第２チューブＬ２とから構成されているが、これに限定されるものではなく、例えば、図６に示すように、それぞれ、環状の頂壁９１２２の内周縁に接続された第１チューブＬ１及び上段ピストン９５、下段ピストン９３の両方に形成されたピストン流路Ｌ３と、第２給排ポート９１２５に接続された第２チューブＬ２とから構成されてもよい。

[0087] この場合に、図６に示すように、ピストン流路Ｌ３は、第１チューブＬ１と第１圧力室９６とを連通している。また、下段シリンダ本体９１１１には、第１給排ポートが形成されていない。

[0088] また、上述した実施形態では、第１流体流路と第２流体流路とは、それぞれ第１給排ポート９１１６に接続された第１チューブＬ１と、第２給排ポート９１２５に接続された第２チューブＬ２とから構成されているが、これに限定されるものではなく、例えば、図７に示すように、それぞれ、頂壁９１２２の第１連通孔９１２２ａに接続された第１チューブＬ１及び上段ピストン９５、下段ピストン９３に形成された第１ピストン流路Ｌ４と、頂壁９１２２の第２連通孔９１２２ｂに接続された第２チューブＬ２及び上段ピストン９５、下段ピストン９３に形成された第２ピストン流路Ｌ５とから構成されてもよい。

[0089] この場合に、図７に示すように、第１ピストン流路Ｌ４は、第１チューブ

L 1 と第 1 圧力室 9 6 とを連通するとともに、第 2 ピストン流路 L 5 は、第 2 チューブ L 2 と第 2 圧力室 9 7 とを連通している。第 1 ピストン流路 L 4 は、第 2 ピストン流路 L 5 より長い。この長さの差分だけ第 1 チューブ L 1 の長さを第 2 チューブ L 2 より短くすることが好ましい。また、下段シリンダ本体 9 1 1 1 及び上段シリンダ本体 9 1 2 1 には、それぞれ第 1 給排ポート及び第 2 給排ポートが形成されていない。

[0090] 第 3 変形例に係るアクチュエータ 9 によれば、第 1 チューブ L 1 及び第 2 チューブ L 2 は、それぞれ、シリンダ 9 1 の頂壁 9 1 2 2 を貫通する第 1 連通孔 9 1 2 2 a 及び第 2 連通孔 9 1 2 2 b に接続されているため、第 1 チューブ L 1 及び第 2 チューブ L 2 をシリンダ 9 1 の上方に配置させることができる。この結果、チューブがシリンダ 9 1 の周壁に接続された構造に比べ、アクチュエータ 9（又はバルブ装置 1 0 0）の径方向の小型化を図ることができる。

[0091] 以上、本実施形態について説明したが、上述した実施形態は、本発明の適用例の一部を示したに過ぎず、本発明の技術的範囲を上述した実施形態の具体的構成に限定する趣旨ではない。

[0092] 本願は 2 0 2 3 年 1 1 月 3 0 日に日本国特許庁に出願された特願 2 0 2 3 - 2 0 3 0 6 8 に基づく優先権を主張し、この出願の全ての内容は参照により本明細書に組み込まれる。

請求の範囲

[請求項1]

バルブ装置に用いられるアクチュエータであって、

シリンダと、

前記シリンダの内周面に対し摺動可能に前記シリンダ内に收容された第1ピストンと、

前記第1ピストンから一方側に突出するように設けられたピストンロッドと、

前記第1ピストンの他方側に設けられるとともに前記シリンダの内周面に対し摺動可能に前記シリンダ内に收容された第2ピストンと、

前記第1ピストンと前記第2ピストンとの間に位置するように前記シリンダ内に固定された仕切部と、

前記第1ピストン、前記ピストンロッド、前記シリンダの底壁及び前記シリンダの周壁によって形成された第1圧力室と、

前記第2ピストン、前記仕切部及び前記シリンダの周壁によって形成された第2圧力室と、

前記第1圧力室と流体供給源とを連通する第1流体流路と、

前記第2圧力室と前記流体供給源とを連通するとともに、前記流体供給源から前記第2圧力室までの長さが前記流体供給源から前記第1圧力室までの前記第1流体流路の長さと同じとなる第2流体流路と、
を備える、
アクチュエータ。

[請求項2]

前記第1圧力室と前記流体供給源との間には、第1弁が設けられ、

前記第1流体流路は、前記第1圧力室と前記第1弁とを連通する第1サブ流体流路を有し、

前記第2圧力室と前記流体供給源との間には、第2弁が設けられ、

前記第2流体流路は、前記第2圧力室と前記第2弁とを連通するとともに前記第1サブ流体流路と別体に設けられた第2サブ流体流路を有する、

請求項 1 に記載のアクチュエータ。

- [請求項3] 前記シリンダの周壁には、前記第 1 圧力室と連通する第 1 給排ポートが形成され、
 前記シリンダの周壁には、前記第 2 圧力室と連通する第 2 給排ポートが形成され、
 前記第 1 サブ流体流路は、前記第 1 給排ポートと接続され、
 前記第 2 サブ流体流路は、前記第 2 給排ポートと接続されている、
 請求項 2 に記載のアクチュエータ。

- [請求項4] 前記シリンダは、
 前記第 1 ピストンが収容された第 1 段シリンダと、
 前記第 1 段シリンダと別体に設けられ前記第 2 ピストンが収容された第 2 段シリンダと、を有し、
 前記仕切部は、外縁が前記第 1 段シリンダと前記第 2 段シリンダとの間に挟み込まれ、
 前記第 1 給排ポートは、前記第 1 段シリンダの周壁に形成され、
 前記第 2 給排ポートは、前記第 2 段シリンダの周壁に形成されている、
 請求項 3 に記載のアクチュエータ。

- [請求項5] 前記シリンダの周壁には、前記第 1 圧力室と連通し前記第 1 サブ流体流路と接続された第 1 給排ポート、又は、前記第 2 圧力室と連通し前記第 2 サブ流体流路と接続された第 2 給排ポートが形成されている、
 請求項 2 に記載のアクチュエータ。

- [請求項6] 流路が形成されるとともに弁座を有するバルブボディと、
 前記弁座に対し離着座することにより、前記流路を開閉する弁体と、
 先端部に前記弁体が設けられたステムと、
 請求項 1 から 5 のうちのいずれか 1 項に記載のアクチュエータであ

って、前記ステムを前記ステムの延在方向に沿って移動させることにより、前記弁座に対する前記弁体の離着座を行うアクチュエータと、
を備える、
バルブ装置。