

(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2006-134100
(P2006-134100A)

(43) 公開日 平成18年5月25日(2006.5.25)

(51) Int.CI.

G05D 7/06 (2006.01)
F16K 7/07 (2006.01)

F 1

G 05 D 7/06
F 16 K 7/07

テーマコード(参考)

5 H 3 O 7

A

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号

特願2004-322711 (P2004-322711)

(22) 出願日

平成16年11月5日 (2004.11.5)

(71) 出願人 000117102

旭有機材工業株式会社

宮崎県延岡市中の瀬町2丁目5955番地

(74) 代理人 100099759

弁理士 青木 篤

(74) 代理人 100092624

弁理士 鶴田 準一

(74) 代理人 100102819

弁理士 島田 哲郎

(74) 代理人 100110489

弁理士 篠崎 正海

(74) 代理人 100082898

弁理士 西山 雅也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】流体制御装置

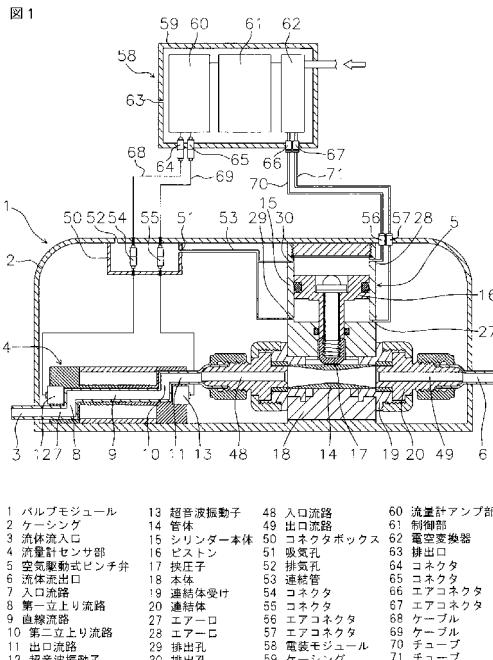
(57) 【要約】

【課題】 半導体製造装置内などへの設置、配管及び配線接続が容易であり、配管接続による圧力損失を低減し、各モジュールの配置変更を容易に行なえるもので、また流体に腐食性流体を使用しても腐食が起こることなく、スラリーを使用してもスラリーが着着しにくく、配管後の流量の設定変更や、流路の遮断が可能であり、流入する流体が脈動していても流量の制御が可能な流体制御装置を提供する。

【解決手段】 本発明の流体制御装置は、超音波を流体中に発信する超音波振動子12と超音波振動子12から発信した超音波を受信し信号を流量計アンプ部60に出力する超音波振動子13とを有する流量計センサ部4と、操作圧により流体の流量を調整する空気駆動式ピンチ弁5とを具備し、少なくとも流量計センサ部4と空気駆動式ピンチ弁5とが、流体流入口3と流体流出口6とを有する1つのケーシング2内に接続されて設置されてなる。

【選択図】

図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

超音波を流体中に発信する超音波振動子(12)と超音波振動子(12)から発信した超音波を受信し信号を流量計アンプ部(60)に出力する超音波振動子(13)とを有する流量計センサ部(4)と、操作圧により流体の流量を調整する空気駆動式ピンチ弁(5)とを具備し、

少なくとも流量計センサ部(4)と空気駆動式ピンチ弁(5)とが、流体流入口(3)と流体流出口(6)とを有する1つのケーシング(2)内に接続されて設置されてなる、ことを特徴とする流体制御装置。

【請求項 2】

前記流量計センサ部(4)と空気駆動式ピンチ弁(5)とが1つのケーシング(2)に設置されてなるバルブモジュール(1)と、

流量計センサ部(4)の信号によって流量を演算する流量計アンプ部(60)と、空気駆動式ピンチ弁(5)の操作圧を調整する電空変換器(62)と、流量計アンプ部(60)で演算された流量値に基づいて操作圧を調整しフィードバック制御するための制御部(61)とが1つのケーシング(59)内に設置してなる電装モジュール(58)とを備え、

前記バルブモジュール(1)と前記電装モジュール(58)とが別体で構成される、ことを特徴とする請求項1に記載の流体制御装置。

【請求項 3】

前記空気駆動式ピンチ弁(5)は、

弾性体からなる管体(14)と、

内部にシリンダー部(21)を有し、上部にシリンダー蓋(22)が接合されたシリンダー本体(15)と、

シリンダー部(21)の内周面に上下動可能且つ密封状態で摺接され、且つシリンダー本体(15)の下面中央に設けられた貫通孔(23)を密封状態で貫通するように中央より垂下して設けられた連結部(31)を有するピストン(16)と、

ピストン(16)の連結部(31)の下端部に固定されシリンダー本体(15)の底面に流路軸線と直交して設けられた長円状スリット(24)内に収納される挾圧子(17)と、

シリンダー本体(15)の下端面に接合固定され、流路軸線上に管体(14)を受容する第一の溝(33)と、該第一の溝(33)の両端部で該第一の溝(33)よりも深く設けられる第二の溝(34)とを有する本体(18)と、

一端に本体(18)の第二の溝(34)と嵌合する嵌合部(36)を有し、他端内部に連結体受口(38)を有し、さらに管体(14)を受容する貫通孔(42)を有する一对の連結体受け(19)と、

シリンダー本体(15)の周側面に設けられ、シリンダー部(21)の底面及び内周面とピストン(16)の下端面とで囲まれて形成された第1空間部(25)と、シリンダー蓋(22)の下端面とシリンダー部(21)の内周面とピストン(16)の上面とで囲まれた第二空間部(26)とにそれぞれ連通される一对のエアーオ(27、28)とを、具備する、

ことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の流体制御装置。

【請求項 4】

前記バルブモジュール(1)の流量計センサ部(4)と電装モジュール(58)の流量計アンプ部(60)とを接続するケーブル(68、69)が、コネクタ(54、55、64、65)を介して流量計センサ部(4)および/または流量計アンプ部(60)と脱着可能に設けられている、

ことを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか一つの請求項に記載の流体制御装置。

【請求項 5】

10

20

30

40

50

前記バルブモジュール(1)の流量計センサ部(4)と電装モジュール(58)の流量計アンプ部(60)とを接続するケーブル(68、69)が、コネクタ(54、55、64、65)を介して流量計センサ部(4)および／または流量計アンプ部(60)と脱着可能に設けられ、

前記空気駆動式ピンチ弁(5)の前記第一空間部(25)内の気体を排出する排出孔(29)または前記第二空間部(26)内の気体を排出する排出孔(30)の少なくともどちらか一方が、シリンダー本体(15)および／またはシリンダー蓋(22)に設けられ、

該排出孔(29、30)が前記バルブモジュール(1)のケーシング(2)に設けられたコネクタボックス(50)の吸気孔(51)に連通され、コネクタボックス(50)にケーシング(2)の外部と連通する排気孔(52)が設けられている、

ことを特徴とする請求項3に記載の流体制御装置。

【請求項6】

前記流量計センサ部(4)は、流体流入口(3)に連通する入口流路(7)と、入口流路(7)から垂設された第一立上り流路(8)と、第一立上り流路(8)に連通し入口流路(7)の軸線に略平行に設けられた直線流路(9)と、直線流路(9)から垂設された第二立上り流路(10)と、第二立上り流路(10)に連通し入口流路(7)の軸線に略平行に設けられ空気駆動式ピンチ弁(5)の入口流路(24)に連通する出口流路(11)とが連続して設けられ、第一、第二立上り流路(8、10)の側壁の直線流路(9)の軸線と交わる位置に、超音波振動子(12、13)が互いに対向して配置された流量計センサ部(4)であり、

前記流量計アンプ部(60)は、超音波振動子(12、13)がケーブル(68、69)を介して接続される流量計アンプ部(60)であり、

前記流量計センサ部(4)と前記流量計アンプ部(60)とが、超音波振動子(12、13)の送受信を交互に切り替えて超音波振動子(12、13)間の超音波伝搬時間差を測定することにより直線流路(9)を流れる流体の流量を演算する超音波流量計を構成する、

ことを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれか一つの請求項に記載の流体制御装置。

【請求項7】

前記流量計センサ部(91)は、流体流入口(3)に連通する入口流路(94)と、入口流路(94)内に垂設されたカルマン渦を発生させる渦発生体(95)と、出口流路(96)とを備える直線流路(97)とが連続して設けられ、直線流路(97)の渦発生体(95)の下流側の側壁に、各超音波振動子(98、99)が流路軸線方向に直交する位置に互いに対向して配置された流量計センサ部(91)であり、

前記流量計アンプ部(103)は、各超音波振動子(98、99)がケーブル(109、110)を介して接続される流量計アンプ部(103)であり、

前記流量計センサ部(91)と前記流量計アンプ部(103)とが、渦発生体(95)の下流に発生するカルマン渦の発生周波数を超音波振動子(98)が送信した信号と超音波振動子(99)が受信した信号との位相差によって流量を演算する超音波式渦流量計を構成する、

ことを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれか一つの請求項に記載の流体制御装置。

【請求項8】

前記電装モジュール(58)のケーシング(59)は、ケーシング(59)内に充填された気体を排出するために設けられた排出口(63)が形成されている、

ことを特徴とする請求項2乃至請求項7のいずれか一つの請求項に記載の流体制御装置。

【請求項9】

前記流体流入口(3)の内部または外部に圧力調整弁(111)が設けられた、

10

20

30

40

50

ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 8 のいずれかに記載の流体制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は流体の制御が必要とされる流体輸送配管に使用される流体制御装置に関するものである。さらに詳しくは、主として半導体製造装置内などへの設置、配管及び配線接続が容易であり、流体に腐食性流体を使用しても腐食が起こる心配がなく、流体にスラリーを使用してもスラリーが固着しにくい流体制御装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、半導体製造工程の一工程として、フッ酸等の薬液を純水で希釈した洗浄水を用いてウェハ表面をエッチングする湿式エッチングが用いられている。これら湿式エッチングの洗浄水の濃度は高い精度をもって管理する必要があるとされている。近年では、洗浄水の濃度を、純水と薬液の流量比で管理する方法が主流となってきており、そのために、純水や薬液の流量を高い精度をもって管理する流体制御装置が適用されている。

【0003】

流体制御装置として種々提案されているが、図 10 に示されるような純水温度を可変とした場合の流量制御を行う純水流量の制御装置 151 があった（例えば、特許文献 1 参照）。その構成は、純水流量を調整するために操作圧の作用を受けて開度調節される流量調整弁 152 と、流量調整弁 152 に供給される操作圧を調整するための操作圧調整弁 153 と、流量調整弁 152 から出力される純水流量を計測するための流量計測器 154 と、流量計測器 154 を通った純水の流れを許容又は遮断するための開閉弁 155 とを備え、操作圧調整弁 153 により調整される操作圧と、流量調整弁 152 における純水の出力圧力を均衡させることにより、流量調整弁 152 から出力される純水流量を一定に制御するようにした制御装置 151 であって、流量計測器 154 による計測値が一定となるように、その計測値に基づいて操作圧調整弁 153 から流量調整弁 152 に供給される操作圧をフィードバック制御するための制御回路を設けたことを特徴とするものであった。その効果は、純水の温度変化に伴って流量調整弁 152 における出力圧力が変化したとしても、その変化分に対応して操作圧がリアルタイムに調整されることで、流量調整弁 152 から出力される純水流量が調整されるため、純水流量を高精度に一定値に保つことができるものであった。

【0004】

また、流体制御を行うモジュールとして、図 11 に示されるような流体を移送する流体回路にインライン接続される流体制御モジュール 156 があった（例えば、特許文献 2 参照）。その構成は、化学的に不活性な流路を有するハウジング 157 と、流路に接続された調節可能な制御弁 158 と、流路に接続された圧力センサ 159 と、流路内に位置する絞り部 160 とを備え、制御弁 158 と圧力センサ 159 とがハウジング 157 内に収容され、さらに制御弁 158 の駆動を行う機械的、電気的、または空気的な構成を有するドライバ 161 と、制御弁 158 及び圧力センサ 159 に電気的に接続されるコントローラ 162 とがハウジング 157 内に収容されているものであった。その効果は、流体回路内で測定された圧力差と絞り部 160 の直径とから流路内の流量を測定し、測定した流量に基いて制御弁 158 をフィードバック制御で駆動することで、流路内の流量を高精度に決定することができるものであった。

【0005】

【特許文献 1】特開平 11 - 161342 号公報

【特許文献 2】特開 2001 - 242940 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、前記従来の純水流量の制御装置 151 は、構成要素が多く分かれている

10

20

30

40

50

ため、半導体製造装置内などに設置する際に、各構成要素の配管接続作業、電気配線や工ア配管作業をそれぞれ行なわなくてはならず、作業が複雑で時間を要するとともに、配管や配線が煩わしくミスが起こる恐れがあるという問題があった。また、配管接続時にチューブや継手などを介して接続されるため接続部分に圧力損失が生じてしまい、この圧力損失が流量計測に影響して流量の測定誤差が大きくなり、正確な流量による制御が困難になるという問題があった。また、流量計測器 154 内にはその構成上腐食される恐れのある部品が使用されるため流体に腐食性流体を使用した場合、腐食性ガスの透過により流量計測器 154 内の部品が腐食する問題があった。さらに、流体にスラリーを使用した場合、流量調整弁 152 や開閉弁 155 の弁体や弁座や摺動部分にスラリーが固着しやすく、固着したスラリーが弁体の動作の妨げになり、正確な流量制御や開閉ができなくなったり流路を詰まらせてしまう恐れがあった。これに対して定期的に純水を流して流路内を洗浄する作業が行なわれるが、流路が入り組んでいて固着したスラリーが流れにくいという問題があった。

【0007】

また、前記従来の流量制御モジュール 156 は、流体に腐食性流体を使用した場合、透過した腐食性ガスが流量制御モジュール 156 内に充満すると、コントローラ 162 やドライバ 161 を腐食してしまい、流量計測や流量制御の作動に影響して正確な流量制御ができなくなったり、最悪の場合では破損したりする恐れがあった。このとき、モジュールの故障原因がコントローラ 162 やドライバ 161 の腐食によるものであっても、各部品が一体となることを前提として設計された流量制御モジュール 156 は部品ごとに修理や交換するのは困難であるため、モジュール自体を交換することになり破損修理に対するコストが高くなってしまうという問題があった。また、流体制御装置に流入する流体が圧力変動周期の速い脈動した流れであった場合、制御弁 158 は脈動した流体に対して流量を制御しようと作動するが、ハンチングを起こし流量制御ができなくなる問題があり、このまま続けるとドライバ 161 や制御弁 158 が破損してしまうという問題があった。さらに、制御弁 158 の弁体にスラリーが固着すると、固着したスラリーが弁体の動作の妨げになるため、正確な流量制御を行なうことができなくなったり流路を詰まらせてしまう恐れがあった。これに対して定期的に純水を流して流路内を洗浄する作業が行なわれるが、流路が入り組んでいて固着したスラリーが流れにくいという問題があった。

【0008】

本発明は、以上のような従来技術の問題点に鑑みなされたものであり、半導体製造装置内などへの設置、配管及び配線接続が容易であり、配管接続による圧力損失を低減し、各モジュールの配置変更を容易に行なえるもので、また流体に腐食性流体を使用しても腐食が起こることなく、スラリーを使用してもスラリーが固着しにくく、配管後の流量の設定変更や、流路の遮断が可能であり、流入する流体が脈動していても流量の制御が可能な流体制御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】

【0009】

上記課題を解決するための本発明の流体制御装置の構成を図 1 乃至図 3 に基づいて説明すると、

超音波を流体中に発信する超音波振動子 12 と超音波振動子 12 から発信した超音波を受信し信号を流量計アンプ部 60 に出力する超音波振動子 13 とを有する流量計センサ部 4 と、操作圧により流体の流量を調整する空気駆動式ピンチ弁 5 とを具備し、

少なくとも流量計センサ部 4 と空気駆動式ピンチ弁 5 とが、流体流入口 3 と流体流出口 6 とを有する 1 つのケーシング 2 内に接続されて設置されてなる、ことを第 1 の特徴とする。

【0010】

また、前記流量計センサ部 4 と空気駆動式ピンチ弁 5 とが 1 つのケーシング 2 に設置されてなるバルブモジュール 1 と、

流量計センサ部 4 の信号によって流量を演算する流量計アンプ部 60 と、空気駆動式ビ

10

20

30

40

50

ンチ弁 5 の操作圧を調整する電空変換器 6 2 と、流量計アンプ部 6 0 で演算された流量値に基づいて操作圧を調整しフィードバック制御するための制御部 6 1 とが 1 つのケーシング 5 9 内に設置してなる電装モジュール 5 8 とを備え、

前記バルブモジュール 1 と前記電装モジュール 5 8 とが別体で構成される、ことを第 2 の特徴とする。

【0011】

また、前記空気駆動式ピンチ弁 5 は、
弾性体からなる管体 1 4 と、
内部にシリンダー部 2 1 を有し上部にシリンダー蓋 2 2 が接合されたシリンダー本体 1 5 と、
10

シリンダー部 2 1 の内周面に上下動可能且つ密封状態で摺接され、且つシリンダー本体 1 5 の下面中央に設けられた貫通孔 2 3 を密封状態で貫通するように中央より垂下して設けられた連結部 3 1 を有するピストン 1 6 と、

ピストン 1 6 の連結部 3 1 の下端部に固定されシリンダー本体 1 5 の底面に流路軸線と直交して設けられた長円状スリット 2 4 内に収納される挿圧子 1 7 と、

シリンダー本体 1 5 の下端面に接合固定され、流路軸線上に管体 1 4 を受容する第一の溝 3 3 と、該第一の溝 3 3 の両端部で該第一の溝 3 3 よりも深く設けられる第二の溝 3 4 とを有する本体 1 8 と、

一端に本体 1 8 の第二の溝 3 4 と嵌合する嵌合部 3 6 を有し他端内部に連結体受口 3 8 を有しさらに管体 1 4 を受容する貫通孔 4 2 を有する一対の連結体受け 1 9 と、
20

シリンダー本体 1 5 の周側面に設けられ、シリンダー部 2 1 の底面及び内周面とピストン 1 6 の下端面とで囲まれて形成された第一空間部 2 5 と、シリンダー蓋 2 2 の下端面とシリンダー部 2 1 の内周面とピストン 1 6 の上面とで囲まれた第二空間部 2 6 とにそれぞれ連通される一対のエアーポート 2 7 、 2 8 とを、具備する、ことを第 3 の特徴とする。

【0012】

また、前記バルブモジュール 1 の流量計センサ部 4 と電装モジュール 5 8 の流量計アンプ部 6 0 とを接続するケーブル 6 8 、 6 9 が、コネクタ 5 4 、 5 5 、 6 4 、 6 5 を介して流量計センサ部 4 及び / または流量計アンプ部 6 0 と脱着可能に設けられている、ことを第 4 の特徴とする。

【0013】

また、前記空気駆動式ピンチ弁 5 の前記第一空間部 2 5 内の気体を排出する排出孔 2 9 または前記第二空間部 2 6 内の気体を排出する排出孔 3 0 の少なくともどちらか一方が、シリンダー本体 1 5 および / またはシリンダー蓋 2 2 に設けられ、
30

該排出孔 2 9 、 3 0 が前記バルブモジュール 1 のケーシング 2 に設けられたコネクタボックス 5 0 の吸気孔 5 1 に連通され、コネクタボックス 5 0 にケーシング 2 の外部と連通する排気孔 5 2 が設けられている、ことを第 5 の特徴とする。

【0014】

また、前記流量計センサ部 4 は、流体流入口 3 に連通する入口流路 7 と、入口流路 7 から垂設された第一立上り流路 8 と、第一立上り流路 8 に連通し入口流路 7 の軸線に略平行に設けられた直線流路 9 と、直線流路 9 から垂設された第二立上り流路 1 0 と、第二立上り流路 1 0 に連通し入口流路 7 の軸線に略平行に設けられ空気駆動式ピンチ弁 5 の入口流路 4 8 に連通する出口流路 1 1 とが連続して設けられ、第一、第二立上り流路 8 、 1 0 の側壁の直線流路 9 の軸線と交わる位置に、超音波振動子 1 2 、 1 3 が互いに対向して配置された流量計センサ部 4 であり、
40

前記流量計アンプ部 6 0 は、超音波振動子 1 2 、 1 3 がケーブル 6 8 、 6 9 を介して接続される流量計アンプ部 6 0 であり、

前記流量計センサ部 4 と前記流量計アンプ部 6 0 とが、超音波振動子 1 2 、 1 3 の送受信を交互に切り替えて超音波振動子 1 2 、 1 3 間の超音波伝搬時間差を測定することにより直線流路 9 を流れる流体の流量を演算する超音波流量計を構成する、ことを第 6 の特徴とする。

【0015】

また、前記流量計センサ部91は、流体流入口3に連通する入口流路94と、入口流路94内に垂設されたカルマン渦を発生させる渦発生体95と、出口流路96とを備える直線流路97とが連続して設けられ、直線流路97の渦発生体95の下流側の側壁に、各超音波振動子98、99が流路軸線方向に直交する位置に互いに対向して配置された流量計センサ部91であり、

前記流量計アンプ部103は、各超音波振動子98、99がケーブル109、110を介して接続される流量計アンプ部103であり、

前記流量計センサ部91と前記流量計アンプ部103とが、渦発生体95の下流に発生するカルマン渦の発生周波数を超音波振動子98が送信した信号と超音波振動子99が受信した信号との位相差によって流量を演算する超音波式渦流量計を構成する、ことを第7の特徴とする。

【0016】

また、前記電装モジュール58のケーシング59は、ケーシング59内に充填された気体を排出するために設けられた排出口63が形成されている、ことを第8の特徴とする。

【0017】

さらに、前記バルブモジュール1のケーシング2の流体流入口3の内部または外部に圧力調整弁111が設けられた、ことを第9の特徴とする。

【0018】

本発明においては、少なくとも流量計センサ部4と、空気駆動式ピンチ弁5とが1つのケーシング内に接続されてなる構成であれば良い。これは、流量計センサ部4と空気駆動式ピンチ弁5とが一体化されることで流体制御装置をコンパクトに設けることができ、配管接続が容易となるとともに、継手などによる接続部分が減少されるので接続部分による圧力損失を低減することができる。また、流量計センサ部4との組み合わせにより、流体にスラリーを流しても安定した流体制御を維持できるので好適である。

【0019】

本発明において空気駆動式ピンチ弁5は、操作圧により流体の流量を制御できるものであれば特に限定されるものではないが、本発明の空気駆動式ピンチ弁5の構成を有しているものが好ましい。これはシリンダー部21の第一空間部25および/または第二空間部26内部にエアーオ27、28から圧縮された空気が常時供給され、排出孔29、30から常に排出されているため、流体に腐食性流体を使用した場合、空間部25、26内部に腐食性ガスが透過したとしても、エアーオ27、28から排出孔29、30への空気の流れに乗って排出されていくことになり、空間部25、26内部にたまりにくく、空気駆動式ピンチ弁5内に腐食の可能性がある金属部品があっても腐食が防止される。また、空気駆動式ピンチ弁は全開から全閉までの広い流量レンジをとることが可能であるためコンパクトに形成でき、部品点数が少ないため組み立て易く安価で製造できる構造である。さらに管体14部分がストレートで流量が制御しやすく、流体にスラリーを流してもスラリーが固着しにくく詰まることのない構成であるので好適である。

【0020】

また、本発明の空気駆動式ピンチ弁5の第一空間部25または第二空間部26にバネを装着させてもよく、その時のバネの本数は必要とする付勢力に応じて1本から複数本装着してもよい。バネを装着することにより複動型から正作動型または逆作動型に変更することが可能になり、空気駆動式ピンチ弁5は、バネを装着させない空間部の方にのみチューブを介して電空変換器62と連通させればよくなり、配管作業がより簡素化できる。

【0021】

また、本発明においてバルブモジュール1の流量計センサ部4と電装モジュール58の流量計アンプ部60とはケーブル68、69で直接接続してもよいが、流量計センサ部4に繋がったコネクタ54、55および流量計アンプ部60に繋がったコネクタ64、65を介して流量計センサ部4と流量計アンプ部60とをケーブル68、69で接続することが好ましい。このときコネクタは流量計センサ部4に繋がったコネクタ54、55のみ設

10

20

30

40

50

けてもよく、流量計アンプ部 60 に繋がったコネクタ 64、65 のみ設けてもよく、両方設けてもかまわない。コネクタを介して接続することにより、流体制御装置の配線接続がコネクタを接続するのみになり容易にかつ短時間で行なうことができるとともに、脱着可能なので配線接続を外すことも容易となるため各モジュールの配置を容易に変更できるため好適である。

【 0 0 2 2 】

また、本発明のバルブモジュール 1 のケーシング 2 にはコネクタボックス 50 を設けてもよい。空気駆動式ピンチ弁 5 の排出孔 29、30 から排出される不活性ガスや空気がコネクタボックス 50 の吸気孔 51 からコネクタボックス 50 内に供給され、排気孔 52 から排出されることで、流体に腐食性流体を使用した場合に腐食性ガスがコネクタボックス 50 内に透過したとしても、吸気孔 51 から排気孔 52 への空気の流れに乗って排出していくことになり、コネクタボックス 50 内部にたまりにくい。これにより、腐食の可能性のあるコネクタ 54、55 の腐食が防止されるため好適である。

【 0 0 2 3 】

また、本発明の流量計センサ部 4 と流量計アンプ部 60 とで構成される流量計測器は、計測した流量を電気信号に変換して制御部 61 に出力されるものなら特に限定されないが、超音波流量計、超音波式渦流量計であることが好ましく、特に本発明の超音波流量計、超音波式渦流量計の構成を有しているものがより好ましい。本発明の超音波流量計の場合、微小流量に対して精度良く流量測定ができるため、微小流量の流体制御に好適である。また本発明の超音波式渦流量計の場合、大流量に対して精度良く流量測定ができるため、大流量の流体制御に好適である。このように、流体の流量に応じて超音波流量計と超音波式渦流量計を使い分けることで精度の良い流体制御を行うことができる。

【 0 0 2 4 】

本発明において流体制御装置に圧力調整弁 111 を設けても良く、圧力調整弁 111 を設けることにより流体制御装置に流入した流体が脈動していてもハンチングを起こすことなく安定した流体圧力調整が得られるため好適である。なお、圧力調整弁 111 の設置位置は、流体流入口 3 の内部すなわちケーシング 2 の壁の下流側に設けても良く、流体流入口 3 の外部すなわちケーシング 2 の壁の上流側に設けてもかまわない。

【 0 0 2 5 】

また、本発明のケーシング 2、流体流入口 3、超音波振動子 12、13 を除いた流量計センサ部 4、空気駆動式ピンチ弁 5 および圧力調整弁 111 の各部品、流体出口 6、電装モジュール 58 のケーシング 59 の材質は、樹脂製であれば塩化ビニル樹脂、ポリプロピレン、ポリエチレンなどいずれでも良いが、特に流体に腐食性流体を用いる場合はポリテトラフルオロエチレン（以下、PTFE と記す）、ポリビニリデンフルオロライド（以下、PVDF と記す）、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樹脂（以下、PFA と記す）などのフッ素樹脂であることが好ましく、フッ素樹脂製であれば腐食性ガスが透過しても各部品の腐食の心配がない。

【 0 0 2 6 】

また、本発明のバルブモジュール 1 は、流体流入口 3、流量計センサ部 4、空気駆動式ピンチ弁 5、流体出口 6 が設置されているが、腐食の恐れのない構成のものであれば開閉弁、温度計など他の配管部材を設けてもかまわない。また電装モジュール 58 も、流量計アンプ部 60、制御部 61、電空変換器 62 が設置されているが、他の電装部品を設けてもかまわない。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 7 】

本発明は以上のような構造をしており、以下の優れた効果が得られる。

(1) 流量計センサ部と空気駆動式ピンチ弁とが 1 つのケーシング内に接続されているため、流体制御装置をコンパクトに設けることができ、配管接続が容易となるとともに、継手などによる接続部分が少なくて済むので接続部分による圧力損失を低減することができる。

10

20

30

40

50

(2) バルブモジュールと電装モジュールとが2つに分かれて構成されていることにより、流体に腐食性流体を使用した場合に腐食性ガスが透過したとしても、腐食の恐れのある部品を有する電装モジュールは、腐食性流体が流れるバルブモジュールから隔離できるため腐食することがない。

(3) 流体制御を行なう各部品が、バルブモジュールと電装モジュールとにそれぞれ設置されて2つに分かれて構成され、コネクタを介して脱着可能に配線接続されることにより、半導体製造装置内などへの設置、配管及び配線接続が容易で短時間に行なうことができるとともに、外すことも容易であり、各モジュールの配置の変更も容易に行なえる。

(4) 本発明の構成の空気駆動式ピンチ弁を用いることにより、コンパクトで流量レンジの広い流体制御装置が得られるとともに、流量を制御する箇所にスラリーが固着しにくく10ので流体にスラリーを使用しても安定した流体制御を維持することができる。

(5) 本発明の構成の超音波流量計を用いることにより、微小流量の流体が流れているときに正確で安定した流体制御を行なうことができる。

(6) 本発明の構成の超音波式渦流量計を用いることにより、大きな流量の流体が流れているときに正確で安定した流体制御を行なうことができる。

(7) 流体流入口の内部または外部に圧力調整弁を設置することにより、流入した流体が脈動しているときでも安定した流体制御が可能である。

(8) 電空変換器の操作により空気駆動式ピンチ弁は開閉弁として使用することができるため、別途流体遮断用のバルブを接続する必要がなく、流体制御装置自体をコンパクトに形成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

以下、本発明の実施の形態について図面に示す実施形態を参照して説明するが、本発明が本実施形態に限定されることは言うまでもない。図1は本発明の第一の実施形態を示す流体制御装置の縦断面図である。図2は図1の空気駆動式ピンチ弁の開状態の要部拡大図である。図3は図1の空気駆動式ピンチ弁の閉状態の要部拡大図である。図4は本発明の第二の実施形態を示す流体制御装置の縦断面図である。図5は図4の空気駆動式ピンチ弁の開状態の要部拡大図である。図6は本発明の第三の実施形態を示す流体制御装置の縦断面図である。図7は図6のA-A断面図である。図8は本発明の第四の実施形態を示す流体制御装置の縦断面図である。図9は図8の圧力調整弁の要部拡大図である。

【0029】

以下、図1乃至図3に基づいて本発明の第一の実施形態である流体制御装置について説明する。

【0030】

1はバルブモジュールである。バルブモジュール1は、ケーシング2、流体流入口3、流量計センサ部4、空気駆動式ピンチ弁5、流体流出口6から形成され、その各々の構成は以下の通りである。

【0031】

2はPVD製のケーシングである。ケーシング2内には、ケーシング2の底面に流量計センサ部4と空気駆動式ピンチ弁5とがボルト、ナット(図示せず)にて固定されており、流体流入口3、流量計センサ部4、空気駆動式ピンチ弁5、流体流出口6の順で連続して接続された状態で設置されている。また、ケーシング2には後記コネクタボックス50が設けられている。コネクタボックス50は、吸気孔51からの不活性ガスや空気(以下、空気と記す)が供給され、排気孔52から排気されるように形成されている。なお、流量計センサ部4と空気駆動式ピンチ弁5とは順を逆にしてもかまわない。

【0032】

3はPTFE製の流体流入口である。流体流入口3は後記流量計センサ部4の入口流路7に連通している。

【0033】

4は流体の流量を計測する流量計センサ部である。流量計センサ部4は、流体流入口3

10

20

30

40

50

に連通する入口流路7と、入口流路7から垂設された第一立上り流路8と、第一立上り流路8に連通し入口流路7の軸線に略平行に設けられた直線流路9と、直線流路9から垂設された第二立上り流路10と、第二立上り流路10に連通し入口流路7の軸線に略平行に設けられた出口流路11とを有し、第一、第二立上り流路8、10の側壁の直線流路9の軸線と交わる位置に、超音波振動子12、13が互いに対向して配置されている。超音波振動子12、13はフッ素樹脂で覆われてあり、該振動子12、13から伸びた配線は後記コネクタボックス50内のコネクタ54、55に繋がっている。なお、流量計センサ部4の超音波振動子12、13以外はPFA製である。

【0034】

5は操作圧に応じて流量を制御する空気駆動式ピンチ弁である。空気駆動式ピンチ弁5は管体14、シリンダー本体15、ピストン16、挟圧子17、本体18、連結体受け19、連結体20で形成される。10

【0035】

14は内部を流体が流れるフッ素ゴムとシリコンゴムの複合体からなる管体である。管体14は例えばシリコンゴムが含浸されたPTFEシートを何層も積層することにより目的とする肉厚に形成されたものである。なお、本実施形態では管体14の材質はフッ素ゴムとシリコンゴムの複合体になっているがEPDM、シリコンゴム、フッ素ゴム及びこれらの複合体などの弾性体でも良く特に限定されるものではない。

【0036】

15はPVDF製のシリンダー本体である。シリンダー本体15は、円筒状空間を持つシリンダー部21を有し、上端部に円盤状のシリンダー蓋22がOリングを介して螺合されている。シリンダー本体15の下面中央部には、後記ピストン16の連結部31が貫通する貫通孔23と、後記挟圧子17を収納する長円状スリット24とが連続して設けられている。また、シリンダー本体15の周側面には、シリンダー部21の内周面及び底面と後記ピストン16の下端面とで形成される第一空間部25と、シリンダー部21の内周面とシリンダー蓋22の下端面と後記ピストン16の上端面とで形成される第二空間部26とに、それぞれ後記電空変換器62と連通するエア一口27、28が設けられている。またシリンダー本体15の周側面には、エア一口27から導入された圧縮された空気を微量に排出するための微孔の排出孔29が設けられ、エア一口28から導入された圧縮された空気を微量に排出するための微孔の排出孔30が設けられている。2030

【0037】

16はPVDF製のピストンである。ピストン16は円盤状で周側面にOリングが装着され、シリンダー部21の内周面に上下動可能且つ通常は気密封止状態（すなわち、密封状態）に嵌合されている。またピストン16の中央より垂下して連結部31が設けられ、前記シリンダー本体15の下面中央部に設けられた貫通孔23を通常は気密封止状態（すなわち、密封状態）で貫通しており、その先端部に後記挟圧子17が固定されている。なお、本実施形態では連結部31を貫通して設けられた固定ボルト32の先端部に螺着によって後記挟圧子17が固定されている。また、挟圧子17の固定方法は、連結部31を棒状に形成しその先端部に螺着、接着あるいは溶接などでも良く、特に限定されるものではない。40

【0038】

17はPVDF製の挟圧子であり、管体14を押圧する部分の断面がかまぼこ状に形成されている。また、挟圧子17は、流路軸線と直交するようピストン16の連結部31に固定されており、バルブ開時にはシリンダー本体15の長円状スリット24内に収納されている。

【0039】

18はシリンダー本体15下端面にボルト・ナットなど（図示せず）で接合固定されるPVDF製の本体である。本体18の流路軸線上には管体14を受容する断面矩形状の溝33が設けられている。また、溝33の両端部には後記連結体受け19の嵌合部36を受容する溝34が溝33より深く設けられ、さらに溝34内部には後記連結体受け19の嵌合部36を受容する溝35が溝34より深く設けられている。50

合部36先端に設けられた抜け防止用凸部37を受容する凹溝35が設けられている。

【0040】

19は本体18の両端に設置されたPVD製の連結体受けである。連結体受け19の一端部に本体18の両端に設けられた溝34に嵌合される断面矩形状の嵌合部36が形成され、さらに嵌合部36の先端底部には本体18の溝34に設けられた凹溝35に嵌合される抜け防止用凸部37が設けられている。一方、他端部には後記連結体20の六角形の鍔部46を受容する断面同形の受口38が設けられ、その外周面には雄ネジ部39が設けられている。雄ネジ部39と嵌合部36との間に位置する外周面には嵌合部36の対角線長と略同一の直径を有する環状の鍔部40が設けられている。鍔部40はシリンダー本体15及び本体18と接触し、連結体受け19が両本体の内部へ移動することを防止している。連結体受け19の内部では、嵌合部36に管体14の外径と略同径を有する貫通孔41が設けられ、またそれに連続して、受口38に通じる後記連結体20の挿入部44に嵌合拡径された管体14の外径と略同径の貫通孔42が設けられている。したがって、連結体受け19の内周面には段差部43が形成されている。この段差部43で管体14が連結体受け19内に挟持固定される。

【0041】

20はPTFE製の連結体である。連結体20の一端部には外径が管体14の内径よりも大きく形成され、管体14が拡径して挿入される挿入部44が設けられ、他端部には他の管体が接続される配管接続部45が設けられている。連結体20の外周中央部には両端部よりも拡径して断面六角形状の鍔部46が設けられている。連結体20は鍔部46を連結体受け19の受口38に嵌合させ、鍔部46と係合させたキャップナット47を連結体受け19の外周に設けられた雄ネジ部39に螺合させることにより回動しないように連結体受け19に嵌合固定される。ここで、本体の両端部に設置された一方の連結体20の内部は入口流路48が形成され、前記流量計センサ部4の出口流路11に連通する配管が一方の配管接続部45に接続されている。また他方の連結体20の内部は出口流路49が形成され、後記流体流出口6に連通する配管が他方の配管接続部45に接続されている。

【0042】

6はPTFE製の流体流出口である。

【0043】

50はケーシング2に設けられたPVD製のコネクタボックスである。コネクタボックス50は、ケーシング2内に連通する吸気孔51と、ケーシング2の外部に連通する排気孔52が設けられ、吸気孔51は連結管53を介して前記空気駆動式ピンチ弁5の排出孔29、30と接続されている。連結管53は、排出孔29、30にそれぞれ連通する微細な管路と、該管路を合流させて微細な管路より大きい管路を介して吸気孔51に連通されるように設けられている。コネクタボックス50は、吸気孔51から空気が供給され、排気孔52から排気されるように形成されている。コネクタボックス50内には超音波振動子12、13から伸びた配線に繋がったコネクタ54、55が配置され、コネクタ54、55は後記電装モジュール58の流量計アンプ部60から伸びた配線と接続されたケーブル68、69のコネクタ64、65にそれぞれ脱着可能に接続されている。

【0044】

また、ケーシング2には空気駆動式ピンチ弁5のエアーオ27、28に伸びる配管に繋がったエアコネクタ56、57が、接続部分がケーシング2外表面から突出するように固定されている。

【0045】

58は電装モジュールである。電装モジュール58は、ケーシング59、流量計アンプ部60、制御部61、電空変換器62から形成され、その各々の構成は以下の通りである。

【0046】

59はPVD製のケーシングである。ケーシング59内に流量計アンプ部60、制御部61、電空変換器62が設置されている。また、ケーシング59は外部から空気が電空

10

20

30

40

50

変換器 6 2 へ供給されており、ケーシング 5 9 に排出口 6 3 が設けられ、電空変換器 6 2 からケーシング 5 9 内に圧縮された空気が供給されている。ケーシング 5 9 は、電空変換器 6 2 からケーシング 5 9 内に供給された圧縮された空気が排出口 6 3 から排出されるよう 10 に形成されている。

【0047】

6 0 は流量計アンプ部である。流量計アンプ部 6 0 は前記流量計センサ部 4 から出力された信号から流量を演算する演算部を有している。演算部には、送信側の超音波振動子 1 2 に一定周期の超音波振動を出力する発信回路と、受信側の超音波振動子 1 3 からの超音波振動を受信する受信回路と、各超音波振動の伝搬時間を比較する比較回路と、比較回路から出力された伝搬時間差から流量を演算する演算回路とを備えている。

10

【0048】

6 1 は制御部である。制御部 6 1 は流量計アンプ部 6 0 から出力された流量に対して、設定された流量になるようにフィードバック制御して、後記電空変換器 6 2 の操作圧を制御する制御回路を有している。

【0049】

6 2 は空気の操作圧を調整する電空変換器である。電空変換器 6 2 は操作圧を比例的に調整するために電気的に駆動する電磁弁から構成され、前記制御部 6 1 からの制御信号に応じて空気駆動式ピンチ弁 5 の操作圧を調整する。

【0050】

また、ケーシング 5 9 には、流量計アンプ部 6 0 から伸びた配線に繋がったコネクタ 6 4、6 5 が、接続部分がケーシング 5 9 外表面から突出するように固着されている。同様に、電空変換器 6 2 から伸びた配管に繋がったエアコネクタ 6 6、6 7 が、接続部分がケーシング 5 9 外表面から突出するように固着されている。

20

【0051】

バルブモジュール 1 と電装モジュール 5 8 とは、ケーブル 6 8、6 9 のコネクタを各モジュール 1、5 8 の各々のコネクタ 5 4、5 5、6 4、6 5 にそれぞれ脱着可能に接続させ、チューブ 7 0、7 1 を各モジュール 1、5 8 の各々のエアコネクタ 5 6、5 7、6 6、6 7 に脱着可能に接続させることで、2 つに分かれて構成される。なお、本発明のケーブルやチューブは 2 本であるが 1 本にまとめてよく、この場合コネクタやエアコネクタも各モジュール 1、5 8 に 1 個ずつ設けられる。

30

【0052】

次に、本発明の第一の実施形態である流体制御装置の作動について説明する。

【0053】

バルブモジュール 1 の流体流入口 3 から流入した流体は、まず流量計センサ部 4 に流入する。

流量計センサ部 4 に流入した流体は、直線流路 9 で流量が計測される。流体の流れに対して上流側に位置する超音波振動子 1 2 から下流側に位置する超音波振動子 1 3 に向かって超音波振動を伝搬させる。超音波振動子 1 3 で受信された超音波振動は電気信号に変換され、流量計アンプ部 6 0 の演算部へ出力される。超音波振動が上流側の超音波振動子 1 2 から下流側の超音波振動子 1 3 へ伝搬して受信されると、瞬時に演算部内で送受信が切換えられて、下流側に位置する超音波振動子 1 3 から上流側に位置する超音波振動子 1 2 に向かって超音波振動を伝搬させる。超音波振動子 1 2 で受信された超音波振動は、電気信号に変換され、流量計アンプ部 6 0 の演算部へ出力される。このとき、超音波振動は直線流路 9 内の流体の流れに逆らって伝搬していくので、上流側から下流側へ超音波振動を伝搬させるときに比べて流体中での超音波振動の伝搬速度が遅れ、伝搬時間が長くなる。出力された相互の電気信号は流量計アンプ部 6 0 の演算部内で伝搬時間が各々計測され、伝搬時間差から流量が演算される。流量計アンプ部 6 0 で演算された流量は電気信号に変換されて制御部 6 1 に出力される。

40

【0054】

次に流量計センサ部 4 を通過した流体は空気駆動式ピンチ弁 5 に流入する。制御部 6 1

50

では任意の設定流量に対して、リアルタイムに計測された流量との偏差から、偏差をゼロにするように信号を電空変換器 62 に出力し、電空変換器 62 はそれに応じた操作圧を空気駆動式ピンチ弁 5 に供給し駆動させる。空気駆動式ピンチ弁 5 から流出する流体は、流量を設定流量で一定値となるように、つまり設定流量と計測された流量の偏差がゼロに収束されるように空気駆動式ピンチ弁 5 で制御される。

【0055】

ここで、電空変換器 62 から供給される操作圧に対する空気駆動式ピンチ弁 5 の作動について説明する。

【0056】

エアーポート 28 から第二空間部 26 へ圧縮された空気を供給した場合、第一空間部 25 内の圧縮された空気はエアーポート 27 から排出され、該空気圧により、ピストン 16 が下降し始め、それに伴ってピストン 16 より垂下して設けられた連結部 31 を介して挟圧子 17 も下降する。エアーポート 27 から第一空間部 25 へ圧縮された空気を供給した場合、第二空間部 26 内の圧縮された空気はエアーポート 28 から排出され、該空気圧により、ピストン 16 が上昇し始め、それに伴ってピストン 16 より垂下して設けられた連結部 31 を介して挟圧子 17 が上昇する。ピストン 16 の上下動に伴って挟圧子 17 も上下動されることにより、挟圧子 17 が管体 14 の開口面積を変化させ、空気駆動式ピンチ弁 5 を流れる流体の流量を調整することができる。また、エアーポート 28 から第二空間部 26 へ圧縮された空気を供給すると、ピストン 16 下端面がシリンダー部 21 底面に到達しピストン 16 及び挟圧子 17 の下降は止まることで管体 14 を閉止し（図 3 の状態）、流体を遮断することができる。

【0057】

以上の作動により、バルブモジュール 1 の流体流入口 3 に流入する流体は、設定流量で一定になるように制御され、流体出口 6 から流出される。この流量計センサ部 4 および流量計アンプ部 60 からなる超音波流量計は、流体の流れ方向に対する伝搬時間差から流量を計測するため微小流量でも正確に流量を計測できる。また、空気駆動式ピンチ弁 5 は、上記構成によりコンパクトで安定した流量の制御を行なうことができ、弁の摺動部分が流路と分かれて構成されているため流路内にコンタミやパーティクルを発生することを防止でき、操作圧の調整により開閉弁として使用することができるため別途流体遮断用のバルブを接続する必要がない。また、バルブモジュール 1 の各部品は、ケーシング 2 内で一体的に設けられているため、接続部分の圧力損失が最低限に抑えられ、より誤差の少ない流量計測が可能である。

【0058】

次に本発明の第一の実施形態である流体制御装置の流体が腐食性流体の場合、バルブモジュール内に腐食性ガスが透過した時の作用を説明する。

【0059】

本発明の流体制御装置は、バルブモジュール 1 と電装モジュール 58 との 2 つに分かれ構成されている。バルブモジュール 1 内の各部品は、腐食に強いフッ素樹脂製であるため腐食の心配がなく、超音波振動子 12、13 もフッ素樹脂で覆われているので腐食を防止することができる。また、バルブモジュール 1 内で腐食の可能性がある部分は空気駆動式ピンチ弁 5 の固定ボルト 32 とコネクタ 54、55 であるが、空気駆動式ピンチ弁 5 の第一空間部 25 または第二空間部 26 の内部は、エアーポート 27、28 から供給される圧縮された空気が排出孔 29、30 から常に排出しており、さらにコネクタ 54、55 が配置されているコネクタボックス 50 内部は、排出孔 29、30 から排出され連結管 53 で合流して吸気孔 51 から供給される空気が排気孔 52 から常にケーシング 2 の外へ排出しているため、透過した腐食性ガスは空気の流れに乗って排出されることになり、コネクタボックス 50 内に溜まりにくくなり、腐食を防止することができる。

【0060】

一方、電装モジュール 58 は腐食すると流量計測や流体制御に影響する部品が配置されているが、バルブモジュール 1 と分かれて構成されているため、腐食性ガスが影響してこ

10

20

30

40

50

ない位置に設置することで電装モジュール58内の部品の腐食を防止することができる。さらに、電装モジュール58のケーシング59内部は、電空変換器62からケーシング59内に供給される圧縮された空気が排出口63から常に排出させることにより電装モジュール58が腐食性ガスの影響を受ける位置に設置されたとしても、透過した腐食性ガスは空気の流れに乗って排出されることになり、ケーシング59内に溜まりにくくなり、電装モジュール58の各部品の腐食を防止することができる。

【0061】

次に本発明の第一の実施形態である流体制御装置の流体がスラリーの場合の作用を説明する。

【0062】

流体にスラリーを使用すると、流体制御が行なわれる部分である弁体や弁座部分にスラリーが固着しやすいが、本発明の空気駆動式ピンチ弁5であれば、流量を制御する箇所である管体14はストレートであり、挟圧子17が管体14を押圧して管体14の開口面積を変化させて流量制御を行なう構成であるため、流量制御の際にスラリーが固着しにくいので、流体がスラリーでも安定した流量制御を維持することができる。また、流体がスラリーの場合、定期的に純水を流して流路内を洗浄する作業が行なわれるが、空気駆動式ピンチ弁5を全開(図2の状態)にして、純水を流すことにより、管路の内壁に僅かに付着していたスラリーはきれいに洗浄される。このため、流体がスラリーでも長期間使用することが可能である。

【0063】

次に、本発明の第一の実施形態である流体制御装置を半導体製造装置内に設置する手順について説明する。

【0064】

まずバルブモジュール1を半導体製造装置内の管路の所定位置に配置し、流体流入口3、流体流出口6を管路の配管と接続させ、バルブモジュール1を半導体製造装置内に固定する。そして電装モジュール58を半導体製造装置内の管路から離れた所定の位置に設置する。次にケーブル68、69の一方のコネクタをバルブモジュール1のコネクタボックス50内に入れてコネクタ54、55に接続し、ケーブル68、69のもう一方のコネクタを電装モジュール58のコネクタ64、65に接続する。続いてチューブ70、71の一方をバルブモジュール1のエアコネクタ56、57に差し込んで接続し、チューブ70、71のもう一方を電装モジュール58のエアコネクタ66、67に差し込んで接続する。以上の手順により、半導体製造装置内への設置が非常に容易に行なうことができ、配線とエア配管の接続もコネクタを接続するのみとなり容易にかつ短時間で行なうことができる。また本発明の構成であれば、流体制御装置の一部が破損した場合でも交換作業が容易である。さらに、複数の流体制御装置を設置する場合、コントロールボックス内に各電装モジュールをまとめて設置することにより、本発明の流体制御装置の一括管理も可能となる。

【0065】

以下、図4および図5に基づいて本発明の第二の実施形態である逆作動タイプの空気駆動式ピンチ弁72を用いた流体制御装置について説明する。

【0066】

73はSUS製のバネであり、ピストン74上端面とシリンダー蓋75下端面とで挟持された状態でシリンダー部76の第二空間部77内に装着されている。また、シリンダー部76の第一空間部78には、電空変換器79と連通するエア一口80が設けられ、シリンダー本体81の周側面には、エア一口80から導入された圧縮された空気を微量に排出するための微孔の排出孔82が設けられている。排出孔82はチューブを介してコネクタボックス83の吸気孔84と接続されている。

【0067】

また、空気駆動式ピンチ弁72のエア一口80に伸びる配管に繋がったエアコネクタ85と、電空変換器79から伸びた配管に繋がったエアコネクタ86とが設けられ、チューブ

10

20

30

40

50

ブ87が各々のエアコネクタ85、86に脱着可能に接続される。その他の構成は第一の実施形態と同様であるので説明は省略する。

【0068】

次に、本発明の第二の実施形態である流体制御装置の作動について説明する。

【0069】

空気駆動式ピンチ弁72の作動において、エア一口80からの圧縮された空気の供給を止め、第一空間部78の圧縮された空気を大気開放した場合、バネ73に当接しているピストン74がバネ73の反発力により下降し始め、それに伴ってピストン74より垂下して設けられた連結部88を介して挾圧子89が下降する。一方エア一口80から第一空間部78へ圧縮された空気を供給した場合には、該空気圧によりピストン74が上昇し始め、それに伴ってピストン74より垂下して設けられた連結部88を介して挾圧子89が上昇する。ピストン74の上下動に伴って挾圧子89も上下動されることにより、挾圧子89が管体90の開口面積を変化させ、空気駆動式ピンチ弁72を流れる流体の流量を調整することができる。また、エア一口80から第一空間部78の圧縮された空気を完全に大気開放すると、バネ73の反発力によりピストン74下端面がシリンダー部76底面に到達しピストン74及び挾圧子89の下降は止まることで管体90を閉止し、流体を遮断することができる。その他の作動は第一の実施形態と同様であるので説明は省略する。

【0070】

次に本発明の第二の実施形態である流体制御装置の流体が腐食性流体の場合の作用を説明する。

【0071】

空気駆動式ピンチ弁72のシリンダ部76内に腐食性ガスが透過した場合、腐食される恐れのあるバネ73は、エア一口80から第一空間部78内に供給される圧縮された空気が排出孔82から常に空気駆動式ピンチ弁72の外へ排出しているため、透過した腐食性ガスは空気の流れに乗って排出されることになり、バネ73が配置されている第二空間部77内には腐食性ガスは透過してこない。そのため、バネ73は腐食性ガスの透過による腐食の心配はない。流体が腐食性流体の場合のバルブモジュール内に腐食性ガスが透過した時のその他の作用は第一の実施形態と同様であるので説明は省略する。

【0072】

また、第二の実施形態の流体制御装置の流体がスラリーの場合の作用と、流体制御装置を半導体製造装置内に設置する手順については、第一の実施形態と同様であるので説明を省略する。

【0073】

以下、図6および図7に基づいて本発明の第三の実施形態である流体制御装置について説明する。

【0074】

91はバルブモジュール92のケーシング93内に設置された流量計センサ部である。流量計センサ部91は、入口流路94と、入口流路94内に垂設されたカルマン渦を発生させる渦発生体95と、出口流路96とを備える直線流路97を有し、直線流路97の渦発生体95の下流側の側壁に、超音波振動子98、99が流路軸線方向に直交する位置に互いに対向して配置されている。超音波振動子98、99はフッ素樹脂で覆われており、該振動子98、99から伸びた配線はコネクタボックス100内のコネクタ101、102に繋がっている。第一の実施形態と同様に、コネクタボックス100は、自身の吸気孔から空気が供給され、排気孔から排気されるように形成されている。流量計センサ部91の超音波振動子98、99以外はPTFE製である。

【0075】

103は電装モジュール105のケーシング106内に配置された流量計アンプ部である。流量計アンプ部103は、カルマン渦の発生周期（周波数）から流路を流れる流体の流速を求め、流体の流量を演算する演算部が設けられている。演算部は、送信側の超音波振動子98に一定周期の超音波振動を出力する発信回路と、受信側の超音波振動子99か

10

20

30

40

50

らの超音波振動を受信する受信回路と、各超音波振動の位相を比較する比較回路と、比較回路から出力されたカルマン渦検出信号を積算して流量を演算する演算回路とを有する。また、ケーシング 106 には、流量計アンプ部 103 から伸びた配線に繋がったコネクタ 107、108 が、接続部分がケーシング 106 の外表面から突出するように固着されている。

【0076】

バルブモジュール 92 と電装モジュール 105 とは、ケーブル 109、110 のコネクタを各モジュール 92、105 の各々のコネクタ 101、102、107、108 にそれぞれ脱着可能に接続させることで、2つに分かれて構成される。第二の実施形態の他の構成は第一の実施形態と同様であるので説明を省略する。

10

【0077】

次に、本発明の第三の実施形態である流体制御装置の作動について説明する。

【0078】

バルブモジュール 92 に流入した流体は、まず流量計センサ部 91 に流入する。流量計センサ部 91 に流入した流体は、直線流路 97 で流量が計測される。直線流路 97 内を流れる流体に対して超音波振動子 98 から超音波振動子 99 に向かって超音波振動を伝搬させる。渦発生体 95 の下流に発生するカルマン渦は、流体の流速に比例した周期で発生し、渦巻き方向が異なるカルマン渦が交互に発生するため、超音波振動はカルマン渦の渦巻き方向によってカルマン渦を通過する際に進行方向に加速、または減速される。そのため、超音波振動子 99 で受信される超音波振動は、カルマン渦によって周波数（周期）が変動する。超音波振動子 98、99 で送受信された超音波振動は、電気信号に変換され、流量計アンプ部 103 の演算部へ出力される。流量計アンプ部 103 の演算部では、送信側の超音波振動子 98 から出力された超音波振動と受信側の超音波振動子 99 から出力された超音波振動との位相差から得られたカルマン渦の周波数に基づいて直線流路 97 を流れる流体の流量が演算される。流量計アンプ部 103 で演算された流量は電気信号に変換されて制御部 104 に出力される。第三の実施形態の他の部分の作動は、第一の実施形態と同様であるので説明を省略する。この流量計センサ部 91 および流量計アンプ部 103 からなる超音波式渦流量計は、流量が大きいほどカルマン渦は発生するため大流量でも正確に流量を計測でき、大流量の流体制御に優れた効果を発揮する。

20

【0079】

また、第三の実施形態である流体制御装置の流体が腐食性流体の場合のバルブモジュール内に腐食性ガスが透過した時の作用と、流体制御装置の流体がスラリーの場合の作用と、流体制御装置を半導体製造装置内に設置する手順については、第一の実施形態と同様であるので説明を省略する。

30

【0080】

以下、図 8、図 9 に基づいて本発明の第四の実施形態である流体制御装置について説明する。

【0081】

111 は流入する流体圧力を一定圧に調整されて流出させる圧力調整弁であり、圧力調整弁 111 の出口流路 112 が流体流入口 132 に連通するように設けられている。圧力調整弁 111 は、本体 114、蓋体 115、第一ダイヤフラム 116、第二ダイヤフラム 117、プラグ 118 とで形成される。

40

【0082】

114 は PVDF 製の本体であり、略円筒状を有しており、その側面には本体 114 の内部に設けられた第一弁室 120 と連通する入口流路 113 と後記気室 119 と連通するエア供給口 121 とが設けられており、第一弁室 120 の上部周縁には後記第一ダイヤフラム 116 の環状突部 127 が接合される接合部 122 を有している。さらに第一弁室 120 の上部には後記第一及び第二ダイヤフラム 116、117 と共に後記気室 119 を形成する段差部 123 が設けられている。

【0083】

50

115はPVDF製の蓋体であり、内部に第二弁室124を有し外周側面には第二弁室124と連通する出口流路112を有し、本体114の上端部に接合されている。下端部の第二弁室124の周縁部には後記第二ダイヤフラム117の環状突部130が嵌合される環状溝部125が設けられている。

【0084】

116はPTFE製の第一ダイヤフラムであり、ドーナツ状に形成されており、中央部には後記第二ダイヤフラム117側に突出して形成された環状接合部126が設けられており、環状接合部126の内周面にはスリープ128が螺着されている。また、外周縁部には環状突部127が設けられており、環状突部127は本体114の内部に設けられた接合部122に接合されている。

10

【0085】

117はPTFE製の第二ダイヤフラムであり、中央部には環状接合部129、外周縁部には環状突部130が設けられている。環状突部130は蓋体115の環状溝部125に嵌合され且つ、本体114と蓋体115とによって挟持されている。なお、第二ダイヤフラム117の受圧面積は前記第一ダイヤフラム116よりも十分に大きくなるように形成されている。第一及び第二ダイヤフラム116、117は、スリープ128と螺着されることによって一体化している。

【0086】

プラグ118は、本体114の第一弁室120の底部に螺着等により固定されている。プラグ118の先端は、スリープ128の下端面との間で流体制御部131を形成しており、スリープ128の上下動にともなって流体制御部131の開口面積が変化し、第二弁室124内部の圧力すなわち、二次側の流体圧力を一定に保つように設計されている。

20

【0087】

119は本体114の段差部123及び第一、第二ダイヤフラム116、117の3者で囲まれて形成された気室である。気室119の内部にはエア供給口121から圧縮された空気が注入され、常に一定の圧力に保たれている。

【0088】

次に、本発明の第四の実施形態である流体制御装置の作動について説明する。

【0089】

流体は、まず圧力調整弁111の入口流路113に流入する。圧力調整弁111は、気室119に圧縮された空気が供給されて一定の内圧がかけられており、第一ダイヤフラム116が第一弁室120内部の圧力、すなわち一次側の流体圧力による上向きの力と、気室119内部の圧力による下向きの力を受けている。一方、第二ダイヤフラム117は第二弁室124内部の圧力すなわち二次側の流体圧力による下向きの力と、気室119内部の圧力による上向きの力を受けており、これら4つの力の釣り合いによって第一及び第二のダイヤフラム116、117と接合されているスリープ128の位置が決定されている。スリープ128はプラグ118との間に流体制御部131を形成しており、その面積によって二次側の流体圧力を制御している。

30

【0090】

この状態において一次側の流体圧力が上昇した場合、一時的に二次側の流体圧力及び流量も増大する。このとき流体圧力により第一ダイヤフラム116には上向きの力、第二のダイヤフラム117には下向きの力が働くが、第二ダイヤフラム117の受圧面積は第一ダイヤフラム116に比べ十分に大きく設計されているため、下向きの力の方が大きくなり、結果としてスリープ128を下方へ押し下げるとなる。これによって、流体制御部131の開口面積は減少し、二次側の流体圧力は瞬時にもとの圧力まで低下し、再び気室119の内圧と流体圧力による力の釣り合いが保たれる。

40

【0091】

一方、一次側の流体圧力が低下した場合、一時的に二次側の流体圧力及び流量も低下する。このとき第一及び第二のダイヤフラム116、117には、気室119の内圧によってそれぞれ下向き及び上向きの力が働くが、この場合でも受圧面積は第二ダイヤフラム1

50

17の方が大きいため、上向きの力のほうが優勢となって、スリーブ128の位置を上方へ押し上げることとなる。これによって、流体制御部131の開口面積は増大し、二次側の流体圧力は瞬時に元の圧力まで上昇し、再び気室119の内圧と流体圧力による力の釣り合いが保たれ、元の流量も保たれる。

【0092】

以上の作動により、圧力調整弁111の一次側の流体圧力が増減しても、瞬時にスリーブ128の位置が変化して、常に二次側の圧力が一定に保たれるため、流入する流体が脈動していても一定に制御された圧力の流体が出口流路112から流体流入口132に流入される。このため空気駆動式ピンチ弁133は、流入する流体が圧力変動周期の速い脈動した流れであった場合でもハンチングを起こすことがなく、安定した流体制御を行なうことができる。また、圧力調整弁111の二次側の圧力は、気室119内部に供給される圧縮された空気の圧力によって調整することができる。さらに、本実施形態の圧力調整弁111は部品点数が少なく分解や組み立てが容易であるとともに、腐食の恐れのある部品を使用せずに形成できるため、腐食の心配なく使用することができる。

【0093】

次に、本発明の第四の実施形態である流体制御装置の流体がスラリーの場合の作用について説明する。

【0094】

本実施形態の圧力調整弁111は、流路の構造が簡単であり流体が滞留しにくい構成であるため、流体にスラリーを流してもスラリーが固着しにくく、安定して流入する流体の圧力を一定に保つことができる。また、流体がスラリーの場合、定期的に純水を流して流路内を洗浄する作業が行なわれるが、圧力調整弁111に純水を流すことにより、管路の内壁に僅かに付着していたスラリーはきれいに洗浄される。このため、流体がスラリーでも長期間使用することが可能である。

【0095】

また、第四の実施形態の他の流体制御装置の作動と、流体制御装置の流体が腐食性流体の場合の腐食性ガスが透過した時の作用と、流体制御装置を半導体製造装置内に設置する手順については、第一の実施形態と同様であるので説明を省略する。

【図面の簡単な説明】

【0096】

【図1】本発明の第一の実施形態を示す流体制御装置の縦断面図である。

【図2】図1の空気駆動式ピンチ弁の開状態の要部拡大図である。

【図3】図1の空気駆動式ピンチ弁の閉状態の要部拡大図である。

【図4】本発明の第二の実施形態を示す流体制御装置の縦断面図である。

【図5】図4の空気駆動式ピンチ弁の開状態の要部拡大図である。

【図6】本発明の第三の実施形態を示す流体制御装置の縦断面図である。

【図7】図6のA-A断面図である。

【図8】本発明の第四の実施形態を示す流体制御装置の縦断面図である。

【図9】図8の圧力調整弁の要部拡大図である。

【図10】従来の純水流量の制御装置を示す概念構成図である。

【図11】従来の流体制御モジュールを示す部分断面図である。

【符号の説明】

【0097】

- 1 バルブモジュール
- 2 ケーシング
- 3 流体流入口
- 4 流量計センサ部
- 5 空気駆動式ピンチ弁
- 6 流体流出口
- 7 入口流路

10

20

30

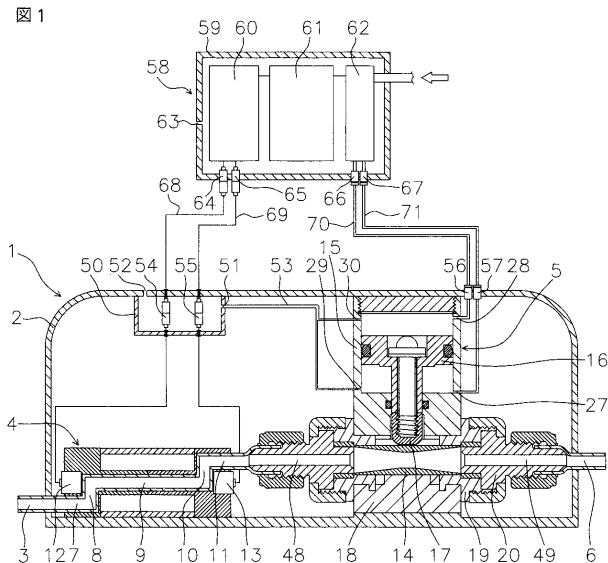
40

50

8	第一立上り流路	
9	直線流路	
1 0	第二立上り流路	
1 1	出口流路	
1 2	超音波振動子	
1 3	超音波振動子	
1 4	管体	
1 5	シリンダー本体	
1 6	ピストン	
1 7	挾圧子	10
1 8	本体	
1 9	連結体受け	
2 0	連結体	
2 1	シリンダー部	
2 2	シリンダー蓋	
2 3	貫通孔	
2 4	長円状スリット	
2 5	第一空間部	
2 6	第二空間部	
2 7	エア一口	20
2 8	エア一口	
2 9	排出孔	
3 0	排出孔	
3 1	連結部	
3 3	溝	
3 4	溝	
3 6	嵌合部	
4 8	入口流路	
4 9	出口流路	
5 0	コネクタボックス	30
5 1	吸気孔	
5 2	排気孔	
5 4	コネクタ	
5 5	コネクタ	
5 8	電装モジュール	
5 9	ケーシング	
6 0	流量計アンプ部	
6 1	制御部	
6 2	電空変換器	
6 3	排出口	40
6 4	コネクタ	
6 5	コネクタ	
6 8	ケーブル	
6 9	ケーブル	
7 2	空気駆動式ピンチ弁	
7 3	バネ	
7 4	ピストン	
7 7	第二空間部	
7 8	第一空間部	
8 0	エア一口	50

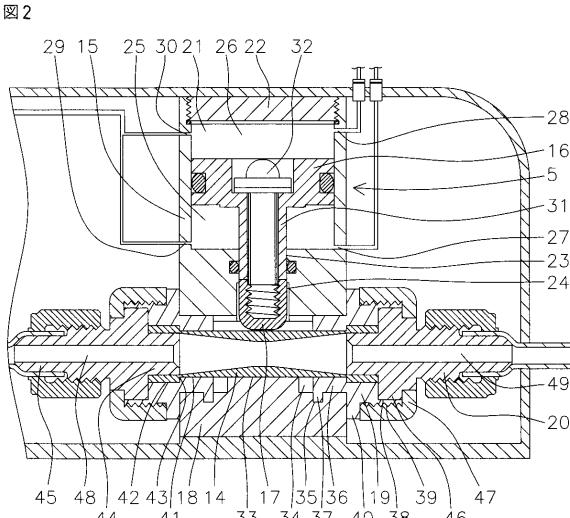
8 1	シリンドー本体	
8 2	排出孔	
9 1	流量計センサ部	
9 2	バルブモジュール	
9 3	ケーシング	
9 4	入口流路	
9 5	渦発生体	
9 6	出口流路	
9 7	直線流路	
9 8	超音波振動子	10
9 9	超音波振動子	
1 0 3	流量計アンプ部	
1 0 4	制御部	
1 0 5	電装モジュール	
1 0 6	ケーシング	
1 1 1	圧力調整弁	
1 1 2	出口流路	
1 1 3	入口流路	
1 1 4	本体	
1 1 5	蓋体	20
1 1 6	第一ダイヤフラム	
1 1 7	第二ダイヤフラム	
1 1 8	プラグ	
1 1 9	気室	
1 2 0	第一弁室	
1 2 4	第二弁室	
1 3 1	流体制御部	

【図1】



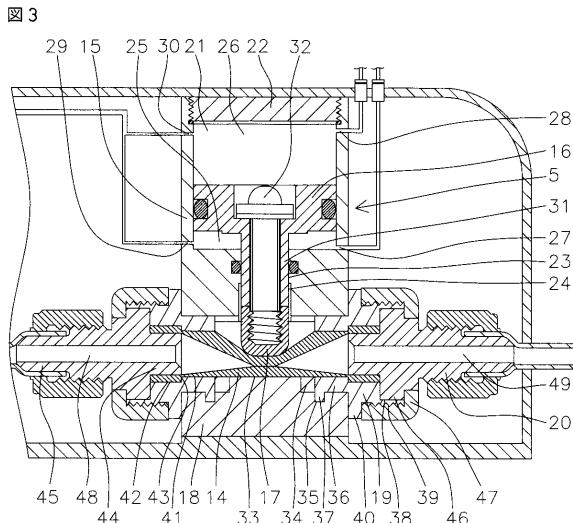
1 バルブモジュール
2 ケーシング
3 流体流入口
4 流量計センサ部
5 空気駆動式ピンチ弁
6 流体流出口
7 入口流路
8 第一上り立流路
9 直線流路
10 第二上り立流路
11 出口流路
12 超音波振動子
13 超音波振動子
14 管体
15 シリンダー本体
16 ピストン
17 换圧子
18 本体
19 連結体受け
20 連結体
27 エア一口
28 エア一口
29 排出孔
30 排出孔
50 52 54
51 53 29 30
55 56 57 28 5
58 60 61 62
63 64
65 66
67 68
69 70
71

【図2】



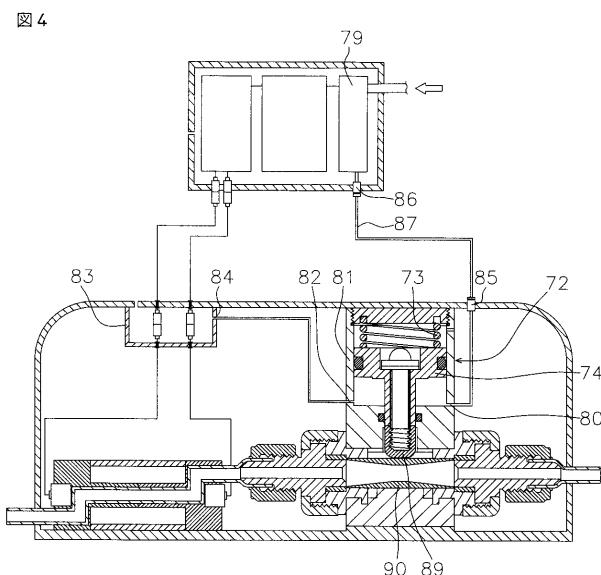
5 空気駆動式ピンチ弁
14 管体
15 シリンダー本体
16 ピストン
17 换圧子
18 本体
19 連結体受け
20 連結体
21 シリンダー部
22 シリンダー蓋
23 貫通孔
24 長円状スリット
25 第一空間部
26 第二空間部
27 エア一口
28 エア一口
29 排出孔
30 排出孔
31 連結部
32 固定ボルト
33 溝
34 溝
35 溝
36 溝
37 抜け防止用凸部
38 受口
39 雄ネジ部
40 鎔部
41 貫通孔
42 貫通孔
43 段差部
44 挿入部
45 配管接続部
46 鎔部
47 キャップナット
48 入口流路
49 出口流路

【図3】



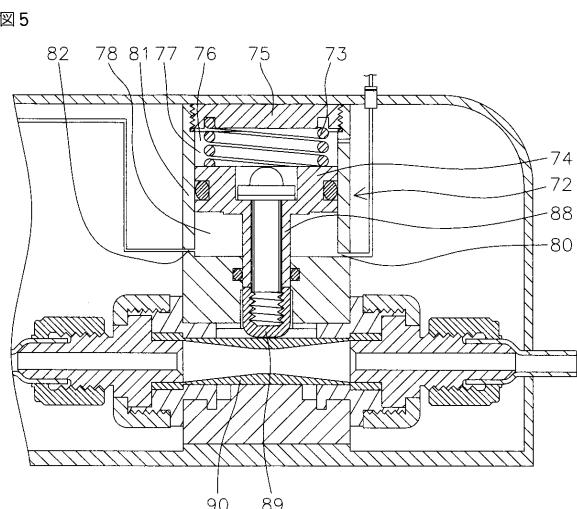
5 空気駆動式ピンチ弁
14 管体
15 シリンダー本体
16 ピストン
17 换圧子
18 本体
19 連結体受け
20 連結体
21 シリンダー部
22 シリンダー蓋
23 貫通孔
24 長円状スリット
25 第一空間部
26 第二空間部
27 エア一口
28 エア一口
29 排出孔
30 排出孔
31 連結部
32 固定ボルト
33 溝
34 溝
35 凹溝
36 嵌合部
37 抜け防止用凸部
38 受口
39 雄ネジ部
40 鎔部
41 貫通孔
42 貫通孔
43 段差部
44 挿入部
45 配管接続部
46 鎔部
47 キャップナット
48 入口流路
49 出口流路

【図4】



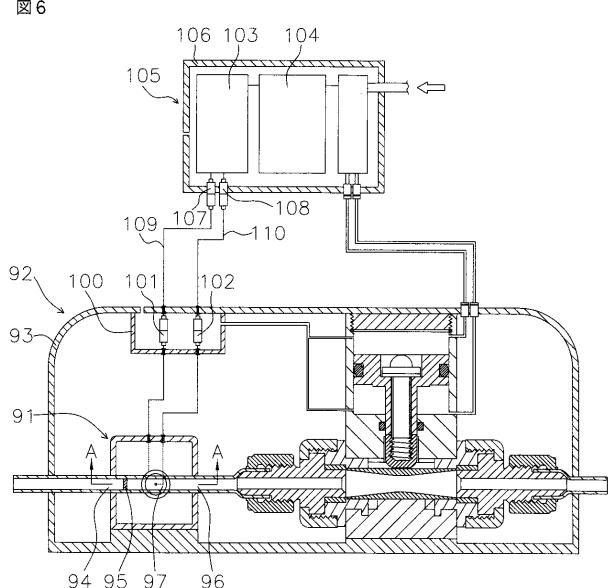
72 空気駆動式ピンチ弁
73 バネ
74 ピストン
79 電空変換器
80 エア一口
81 シリンダー本体
82 排出孔
83 コネクタボックス
84 吸気孔
85 エアコネクタ
86 エアコネクタ
87 チューブ
88 换圧子
89 管体
90 管体

【図5】



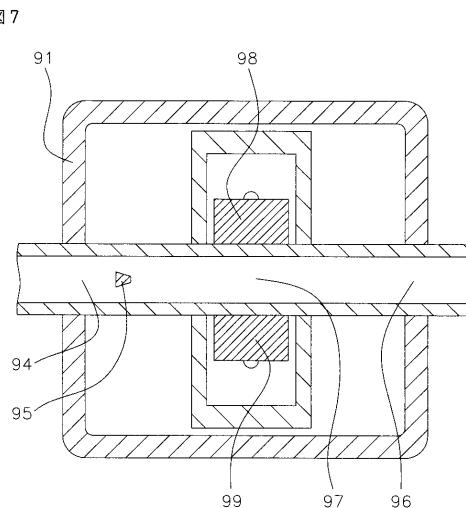
72	空氣駆動式ピンチ弁	80	エア一口
73	バネ	81	シリンドラ一本体
74	ピストン	82	排出孔
75	シリンドラ一蓋	83	シリンダーホース
76	シリンドラ一部	84	挿圧子
77	第二空間部	85	管体
78	第一空間部		

【 図 6 】



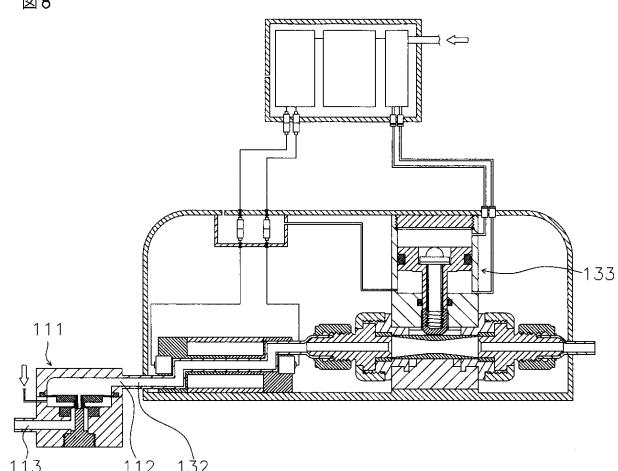
91 流量計センサ部	102 コネクタ
92 バルブモジュール	103 流量計アンプ部
93 ケーシング	104 制御部
94 入口流路	105 電装モジュール
95 滴発生体	106 ケーシング
96 出口流路	107 コネクタ
97 直線流路	108 コネクタ
100 コネクタボックス	109 ケーブル
101 コネクタ	110 ケーブル

【図7】



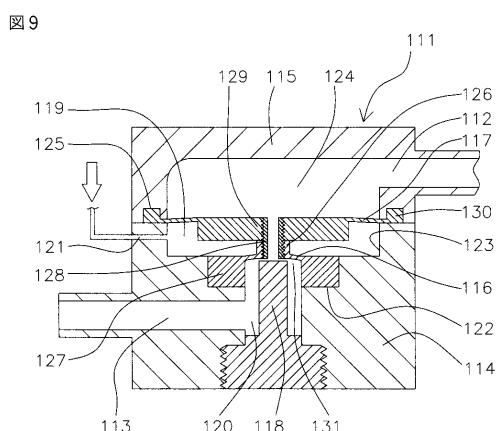
91 流量計センサ部
 94 入口流路
 95 渦発生体
 96 出口流路
 97 直線流路
 98 超音波振動子
 99 超音波振動子

【 図 8 】



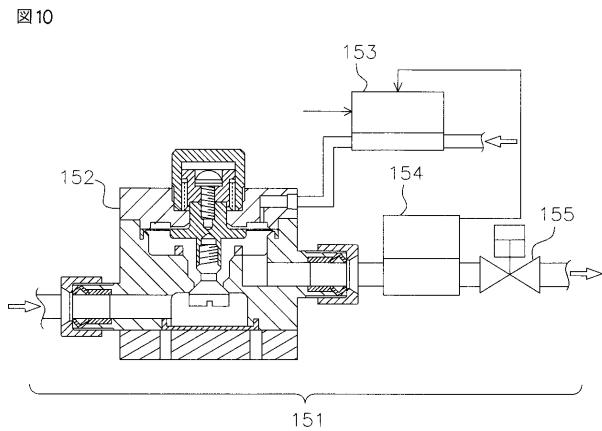
- 111 圧力調整弁
- 112 出口流路
- 113 入口流路
- 132 流体流入口
- 133 空気駆動式ピンチ弁

【図9】



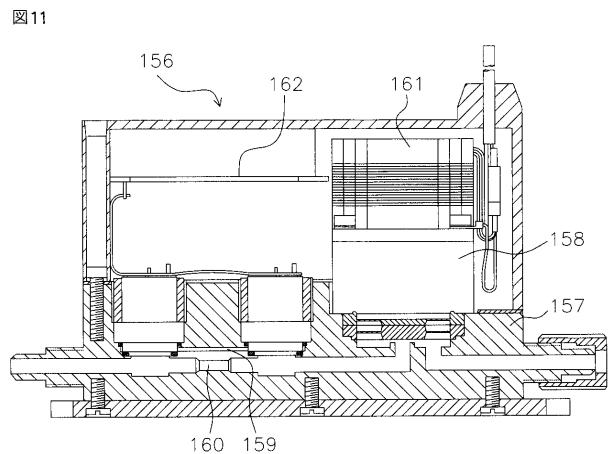
- | | |
|--------------|-----------|
| 111 圧力調整弁 | 122 接合部 |
| 112 出口流路 | 123 段差部 |
| 113 入口流路 | 124 第二弁室 |
| 114 本体 | 125 環状溝部 |
| 115 蓋体 | 126 環状接合部 |
| 116 第一ダイヤフラム | 127 環状突部 |
| 117 第二ダイヤフラム | 128 スリーブ |
| 118 フラグ | 129 環状接合部 |
| 119 気室 | 130 環状突部 |
| 120 第一弁室 | 131 流体制御部 |
| 121 エア供給口 | |

【図10】



- | |
|------------|
| 151 制御装置 |
| 152 流量調整弁 |
| 153 操作圧調整弁 |
| 154 流量計測器 |
| 155 開閉弁 |

【図11】



- | |
|---------------|
| 156 流体制御モジュール |
| 157 ハウジング |
| 158 制御弁 |
| 159 圧力センサ |
| 160 紋り部 |
| 161 ドライバ |
| 162 コントローラ |

フロントページの続き

(72)発明者 山本 崇

宮崎県延岡市中の瀬町2丁目5955番地 旭有機材工業株式会社内

F ターム(参考) 5H307 AA20 BB06 BB18 CC12 DD02 DD10 DD11 DD13 EE03 EE19
FF04 GG01 KK02