

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2007年3月1日 (01.03.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/023972 A1

(51) 国際特許分類:

G05D 7/06 (2006.01)

F16K 7/07 (2006.01)

F16K 1/32 (2006.01)

F16K 31/04 (2006.01)

F16K 7/06 (2006.01)

F16K 41/12 (2006.01)

INDUSTRY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒8828688 宮崎県延岡
市中の瀬町2丁目5955番地 Miyazaki (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 吉野 研郎
(YOSHINO, Kenro) [JP/JP]; 〒8828688 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 Miyazaki (JP). 山本 崇 (YAMAMOTO, Takashi)
[JP/JP]; 〒8828688 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 Miyazaki (JP).

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2006/316784

(22) 国際出願日:

2006年8月21日 (21.08.2006)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(30) 優先権データ:

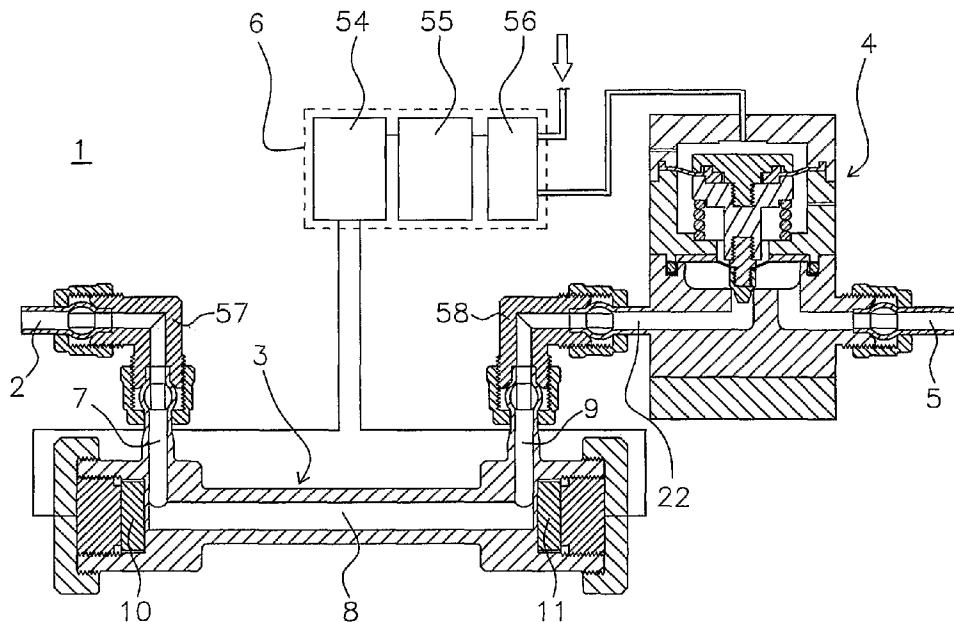
特願2005-240448 2005年8月22日 (22.08.2005) JP

(74) 代理人: 青木 篤, 外(AOKI, Atsushi et al.); 〒1058423
東京都港区虎ノ門三丁目5番1号 虎ノ門37森ビ
ル 青和特許法律事務所 Tokyo (JP).(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 旭有
機材工業株式会社 (ASAHI ORGANIC CHEMICALS(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護
が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

/ 続葉有 /

(54) Title: FLUID CONTROL APPARATUS

(54) 発明の名称: 流体制御装置



(57) Abstract: A fluid control apparatus is provided with a fluid control valve for controlling the flow volume of a fluid by changing an opening area of a flow channel; a flow volume measuring apparatus for measuring the flow volume of the fluid, converting the measured value of the flow volume into electric signals and outputting the signals; and a control section for outputting a command signal for controlling an opening area of the fluid control valve to the fluid control valve or to an apparatus which operates the fluid control valve, based on a deviation of the electric signal from a set flow volume outputted from the flow volume measuring apparatus.

(57) 要約: 本発明に係る流体制御装置は、流路の開口面積を変化させることにより流体の流量を制御する流体制御弁と、流体の流量を計測し該流量の計測値を電気信号に変換し出力する流量計測器と、該流量計測器からの前記電気信号と設定流量との偏差に

/ 続葉有 /

WO 2007/023972 A1



DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

流体制御装置

技術分野

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、脈動した流体が流れても問題なく流量制御することができ、幅広い流量範囲で安定して精度良く流量を制御することができる流体制御装置に関するものである。

背景技術

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。

流体制御装置として種々提案されているが、図19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301があった（例えば、特開平11-161342号公報参照）。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302と、流量調整弁302に供給される操作圧を調整するための操作圧調整弁303と、流量調整弁302から出力される純水流量を計測するための流量計測器304と、

流量計測器 304 を通った純水の流れを許容又は遮断するための開閉弁 305 とを備え、操作圧調整弁 303 により調整される操作圧と、流量調整弁 302 における純水の出力圧力とを均衡させることにより、流量調整弁 302 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 301 であって、流量計測器 304 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 303 から流量調整弁 302 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 302 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 302 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。

また、部品が一つのケーシング内に設けられた電気駆動による流体制御装置として、図 20 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 306 があった（例えば、特開 2001-242940 号公報参照）。その構成は、化学的に不活性な流路を有するハウジング 307 と、流路に接続された調節可能な制御弁 308 と、流路に接続された圧力センサ 309 と、流路内に位置する絞り部 310 とを備え、制御弁 308 と圧力センサ 309 がハウジング 307 内に收容され、さらに制御弁 308 の駆動を電氣的に行なう電動モータを具備するドライバ 311 と、制御弁 308 及び圧力センサ 309 に電氣的に接続されるコントローラ 312 がハウジング 307 内に收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 310 の直径とから流路内の流量を測定し、測定した流量に基づいて制御弁 308 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。

しかしながら、前記従来の純水流量の制御装置 3 0 1 は、流量調整弁 3 0 2 における純水の出力圧力とを均衡させることにより、流量調整弁 3 0 2 から出力される純水流量を一定に制御するようにしたものであるため、微細に流量を制御させるには不向きであり、流量範囲も広くないため、幅広い流量範囲で流量を制御する用途には使いにくいという問題があった。また、構成要素が多く分かれているため、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、電気配線やエ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、前記従来の流量制御モジュール 3 0 6 は、流体制御装置に流入する流体が圧力変動周期の短い脈動した流れであった場合、制御弁 3 0 8 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 3 1 1 や制御弁 3 0 8 が破損してしまうという問題があった。また、流量を制御する流量範囲があまり広くないため、幅広い流量範囲で流量を制御する用途には使いにくいという問題があった。

発明の開示

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、脈動した流体が流れても問題なく流量制御することができ、幅広い流量範囲で安定して精度良く流量を制御することができる流体制御装置を提供することを目的とする。

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に基

づいて説明すると、流路の開口面積を変化させること流体の圧力を制御する流体制御弁 4 と、流体の流量を計測し該流量の計測値を電気信号に変換し出力する流量計測器 3 と、該流量計測器からの前記電気信号と設定流量との偏差に基づいて、前記流体制御弁の開口面積を制御するための指令信号を、前記流体制御弁または該流体制御弁を操作する機器へ出力する制御部 6 とを具備することを第一の特徴とする。

また、前記流体の流れを開放又は遮断するための開閉弁 6 1 をさらに具備することを第二の特徴とする。

また、前記流体の圧力変動を減衰させる圧力調整弁 8 3 をさらに具備することを第三の特徴とする。

また、前記弁 4、6 1、8 3 および前記流量計測器 3 が、独立した接続手段を用いずに直接接続されていることを第四の特徴とする。独立した接続手段とは、別体のチューブや接続管等のことを言う。

また、前記弁 4、6 1、8 3 および前記流量計測器 3 が、一つのベースブロック 1 4 6 に配設されていることを第五の特徴とする。

また、前記流体制御弁 8 5 が、上部に弁室と、弁室に各々が連通している入口流路および出口流路とを有し、弁室底部中央に入口流路が連通している開口部が設けられた本体と、底部中央に貫通孔と、側面に呼吸口が設けられ、本体と第一ダイヤフラムを挟持固定しているシリンダーおよび上部に作動流体連通口が設けられ、シリンダーと第二ダイヤフラムの周縁部を挟持固定しているボンネットが一体的に固定されており、第一ダイヤフラムは肩部と、肩部の上に位置し後記ロッドの下部に嵌合固定される取り付け部、肩部の下に位置し後記弁体が固定される接合部、肩部から径方向に延出した薄膜部、薄膜部に続く厚肉部および厚肉部の周縁部に設けられたシー

ル部が一体的に形成され、接合部には弁室の開口部に後記ロッドの上下動に伴って出入りする弁体が固定されており、一方、第二ダイヤフラムは中央穴を有し、その周辺の厚肉部と、厚肉部から径方向に延出した薄膜部および薄膜部の周縁部に設けられたシール部が一体的に形成され、底部に第一ダイヤフラムの取り付け部が固定されているロッドの上部に位置する肩部にダイヤフラム押えにより中央穴を貫通して挟持固定されており、また、ロッドは、その下方部がシリンダー底部の貫通孔内に遊嵌状態に配置され、かつ、シリンダーの段差部とロッドの肩部下面との間に径方向への移動が防止された状態で嵌合されたスプリングで支承されていることを特徴とすることを第六の特徴とする。

なお、本制御弁の基本的構成は、特願 2 0 0 4 - 2 5 2 7 5 4 に開示されているものである。

また、前記流体制御弁 5 が、上部ボンネットと下部ボンネットに内包されたモータ部とを有する電気式駆動部と、モータ部の軸に連結されたステムにより上下動される弁体を有するダイヤフラムと、ダイヤフラムによって電気式駆動部から隔離された弁室に各々連通する入口流路及び出口流路を有する本体とを具備する流量制御部からなることを第七の特徴とする。

なお、本制御弁の基本的構成は、特願 2 0 0 4 - 2 5 2 8 2 1 に開示されているものである。

また、前記流体制御弁 1 7 5 が、弾性体からなる管体と、内部シリンダー部を有し上部にシリンダー蓋が接合されたシリンダー本体と、シリンダー部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下面中央に設けられた貫通孔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を有するピストンと、ピストンの連結部の下端部に固定されシリンダー本体の底面に流路軸

線と直交して設けられた長円状スリット内に収納される挟圧子と、シリンダー本体の下端面に接合固定され、流路軸線上に管体を受容する第1の溝と第1の溝の両端部にさらに連結体受けを受容する第2の溝が第1の溝よりも深く設けられた本体と、一端に本体の第2の溝と嵌合する嵌合部を有し他端内部に連結体受口を有しさらに管体を受容する貫通孔を有する一対の連結体受けと、シリンダー本体周側面に設けられ、シリンダー部底面及び内周面とピストン下端面とで囲まれて形成された第1空間部と、シリンダー蓋下端面とシリンダー部内周面とピストン上面とで囲まれた第二空間部とにそれぞれ連通される一対のエア一口を具備することを第八の特徴とする。

なお、本制御弁の基本的構成は、特開2002-174352に開示されているものである。

また、前記流体制御弁185が、上部ボンネットと下部ボンネットに内包されたモータ部とを有する電気式駆動部と、モータ部の軸に連結されたステムにより上下動される挟圧子と、弾性体からなる管体と、下部ボンネットの下端面に接合固定され、流路軸線上に管体を受容する溝とを具備することを第九の特徴とする。

なお、本制御弁の基本的構成は、特願2004-252821に開示されているものである。

また、前記圧力調整弁83が、下部中央に底部まで開放して設けられた第二の空隙と第二の空隙に連通する入口流路と上部に上面が開放して設けられ第二の空隙の径よりも大きい径を持つ第一の空隙と第一の空隙に連通する出口流路と第一の空隙と第二の空隙とを連通し第一の空隙の径よりも小さい径を有する連通孔とを有し、第二の空隙の上面が弁座とされた本体と、側面あるいは上面に設けられた給気孔と排出孔とに連通した円筒状の空隙を内部に有し、下端内周面に段差部が設けられたボンネットと、ボンネットの段差部に嵌

挿され中央部に貫通孔を有するバネ受けと、下端部にバネ受けの貫通孔より小径の第一接合部を有し上部に鍔部が設けられボンネットの空隙内部に上下動可能に嵌挿されたピストンと、ピストンの鍔部下端面とバネ受けの上端面で挟持支承されているバネと、周縁部が本体とバネ受けとの間で挟持固定され、本体の第一の空隙に蓋する形で第一の弁室を形成する中央部が肉厚とされた第一ダイヤフラムと、上面中央にピストンの第一接合部にバネ受けの貫通孔を貫通して接合固定される第二接合部と、下面中央に本体の連通孔と貫通して設けられた第三接合部とを有する第一弁機構体と、本体の第二の空隙内部に位置し本体の連通孔より大径に設けられた弁体と、弁体上端面に突出して設けられ第一弁機構体の第三接合部と接合固定される第四接合部と、弁体下端面より突出して設けられたロッドと、ロッド下端面より径方向に延出して設けられた第二ダイヤフラムとを有する第二弁機構体と、本体の下方に位置し第二弁機構体の第二ダイヤフラム周縁部を本体との間で挟持固定する突出部を上部中央に有し、突出部の上端部に切欠凹部が設けられると共に切欠凹部に連通する呼吸孔が設けられているベースプレートとを具備し、ピストンの上下動に伴って第二弁機構体の弁体と本体の弁座とによって形成される流体制御部の開口面積が変化するように構成されていることを第十の特徴とする。

なお、本制御弁の基本的構成は、特開 2004-38571 に開示されているものである。

また、前記圧力調整弁 111 が、内部に第一弁室、第一弁室の上部に設けられた段差部及び第一弁室と連通する入口流路を有する本体と、第二弁室とそれに連通する出口流路とを有し本体上部に接合される蓋体と、周縁部が第一弁室の上部周縁部に接合された第一ダイヤフラムと、周縁部が本体と蓋体とによって挟持された第二ダイ

ヤフラムと、第一及び第二ダイヤフラムの中央に設けられた両環状接合部に接合され軸方向に移動自在となっているスリーブと、第一弁室の底部に固定されスリーブの下端との間に流体制御部を形成しているプラグとからなり、また本体の段差部の内周面と第一及び第二ダイヤフラムとに包囲された気室を有し、第二ダイヤフラムの受圧面積が第一ダイヤフラムの受圧面積より大きく構成され、前記気室に連通するエア供給が本体に設けられていることを第十一の特徴とする。

なお、本制御弁の基本的構成は、特開 2 0 0 3 - 2 9 8 4 8 に開示されているものである。

さらに、前記流量計測器 3 が、超音波流量計または超音波式渦流量計であることを第十二の特徴とする。

本発明において流体制御弁 4 は、流路の開口面積を変化させることにより流量制御ができるものであれば特に限定されるものではないが、図 2 に示すような流体の流量制御を行なう本発明の流体制御弁 4 や、図 1 0 に示すような流体の流量制御を行う本発明の流体制御弁 1 3 5 や、図 1 2 に示すような流体の流量制御を行なう本発明の流体制御弁 1 7 5 や、図 1 5 に示すような流体の流量制御を行う本発明の流体制御弁 1 8 5 の構成を有しているものが好ましい。これは安定した流体制御を行なうことができ、流体制御弁 4、1 3 5、1 7 5、1 8 5 のみで流路の遮断を行うことができ、コンパクトな構成であり流体制御装置 1 を小さく設けることができるため好適である。

本発明において流量計測器 3 は、計測した流量を電気信号に変換して制御部 6 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い。特に図 1 や図 1.6 に示すような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。また図 18 に示すような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。

また、本発明は図 3 に示すように、流体制御装置 59 に開閉弁 61 を設けても良い。これは、開閉弁 61 を設けることにより、開閉弁 61 を遮断することで流体制御装置 59 のメンテナンス、修理、部品交換（以下、メンテナンス等と記す）を容易に行なうことができるため好適である。また、流体制御装置 59 に開閉弁 61 を備えておけば、流路を遮断してメンテナンス等のために流体制御装置 59 を分解したときに、流路内に残った流体が分解した部分から漏れ出ることを最小限に抑えることができる、さらに流路内で何らかのトラブルが発生した際に、開閉弁 61 で流体の緊急遮断を行なうことができるので好適である。

また、開閉弁 61 は、流体の流れを開放又は遮断する機能を有していれば、その構成は特に限定されるものでなく、手動によるものでも良く、エア駆動、電気駆動、磁気駆動などの自動によるものであっても良い。自動の場合、制御回路を設けて流体制御装置 59 の流体制御弁 63 や流量計測器 62 と開閉弁 61 をリンクさせ、流体制御弁 63 の状態や流量に応じて開閉弁 61 を駆動させるようにしても良く、開閉弁 61 を流体制御装置 59 から独立して駆動させても良い。流体制御装置 59 とリンクさせて駆動させる場合、流体制御装置 59 内で一括制御を行なうことができるので好適である。流体制御装置 59 から独立して駆動させる場合、流体制御装置 59 にトラブルが発生した際に、開閉弁 61 で流路を緊急遮断させる場合に流体制御装置 59 のトラブルに影響せずに駆動を行うことができ

るため好適である。

また、開閉弁 6 1 の設置位置は、メンテナンス等を行うためには他の弁 6 3 および流量計測器 6 2 より上流側に設置することが望ましい。さらに開閉弁 6 1 を他の弁 6 3 および流量計測器 6 2 より上流側と下流側の両方に設けた構成にしても良い。このとき、両方の開閉弁 6 1 を閉止することで、流体制御装置 5 9 の上流側と下流側の流れを止めることで流体の逆流などが防止され、メンテナンス等を行うときに流体の漏れが確実に防止されるために好適である。

本発明は図 5 に示すように、流体制御装置 8 1 に圧力調整弁 8 3 を設けても良い。圧力調整弁 8 3 は流入する流体の圧力を一定圧に調整して流出させるものであれば特に限定されるものではないが、図 6 に示すような本発明の圧力調整弁 8 3 の構成を有しているものが好ましい。これはコンパクトな構造であり、且つ流入した流体が圧力変動周期の早い脈動した流れであっても、圧力調整弁 8 3 によって圧力を一定圧に安定させることができ、これにより脈動の影響で流体制御が安定して行えなくなることを防止することができるため好適である。

本発明の流体制御装置は、図 1、図 3、図 5、図 7 に示すように、一つ以上の弁および流量計測器が、チューブや接続管等の独立した接続手段を用いずに直接接続されていることが好ましい。これは、各構成要素がチューブや接続管を用いずに直接接続されることにより、流体制御装置をコンパクトにして設置場所のスペースを少なくすることができ、設置作業が容易になり作業時間が短縮でき、流体制御装置内の流路を必要最小限に短くさせることができるので流体抵抗を抑えることができるため好適である。このとき、一つ以上の弁および流量計測器の本体は、同一のベースブロックを用いた構成でも良く、別個の部材を、流路のシールおよび流路の方向転換を

行なうための接続部材 5 7、5 8 を介在させて直接接続しても良い。この構成の場合、特に流量計測器 3 のメンテナンスが容易になるので好適である。

本発明の流体制御装置は、図 8 に示すように、弁 1 4 0、1 4 1、1 4 3 および流量計測器 1 4 2 が、流路の形成された一つのベースブロック 1 4 6 に設けられてなることが好ましい。これは、一つのベースブロック 1 4 6 に設けられることにより、流体制御装置 1 3 8 をコンパクトにして設置場所のスペースを少なくすることができ、設置作業が容易になり作業時間が短縮でき、流体制御装置 1 3 8 内の流路を必要最小限に短くさせることができるので流体抵抗を抑えることができ、さらに部品点数を少なくすることができるので流体制御装置 1 3 8 の組み立てを容易にすることができるため好適である。

本発明の流量計測器、流体制御弁、開閉弁、圧力調整弁の設置の順番は、どのような順番に設けても良く特に限定されないが、圧力調整弁が流体制御弁及び流量計測器の上流側に位置することが好ましい。流体が圧力脈動を有する場合、初期段階にて該脈動を減衰させることが好ましいからである。また流体制御弁を流量計測器の上流側に位置することがさらに好ましい。最終段階の正規流量を計測することができるからである。

また、本発明の流体制御装置は、流体の流量を任意の値で一定に制御させる必要のある用途であれば、いずれに使用しても良いが、半導体製造装置内へ配置されることが好適である。半導体製造工程の前工程では、フォトレジスト工程、パターン露光工程、エッチング工程や平坦化工程などが挙げられ、これらの洗浄水の濃度を、純水と薬液の流量比で管理する際に本発明の流体制御装置を用いることが好適である。

また、本発明の流量計測器、流体制御弁、開閉弁、圧力調整弁の各部品の材質は、樹脂製であれば塩化ビニル、ポリプロピレン（以下、PPと記す）、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流体に用いることができ、また腐食性ガスが透過しても弁および流量計測器の腐食の心配がなくなるため好適である。

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）流体制御装置でフィードバック制御を行なうことにより、流体の流量を応答性良く設定流量になるように安定させることができる。

（２）流体制御装置の構成要素がチューブや接続管等の独立した接続手段を用いずに直接接続されているため、流体制御装置をコンパクトにして設置場所のスペースを少なくすることができ、設置作業が容易になり作業時間が短縮でき、流体制御装置内の流路を必要最小限に短くさせることができるので流体抵抗を抑えることができる。

（３）流体制御装置が流路の形成された一つのベースブロックに配設されていることにより、流体制御装置をコンパクトにして設置場所のスペースを少なくすることができ、設置作業が容易になり作業時間が短縮でき、流体制御装置内の流路を必要最小限に短くすることができるので流体抵抗を抑えることができ、さらに部品点数を少なくすることができるので流体制御装置の組み立てを容易にする

ことができる。

(4) 本発明の構成の流体制御弁を用いることにより、安定した流体制御を行なうことができ、脈動した流体が流れたとしても流体制御弁によって圧力または流量を一定圧に安定させることができ、流体制御弁のみで流路の遮断を行うことができ、コンパクトな構成であるため流体制御装置を小さく設けることができる。

(5) 流体制御装置に開閉弁を設けることにより、開閉弁を閉状態にすることで流体制御装置のメンテナンス、修理、部品交換を、流体が漏れ出ることなく容易に行なうことができると共に、流路内で何らかのトラブルが発生した際に、開閉弁で流体の緊急遮断を行なうことができる。

(6) 流体制御装置に圧力調整弁を設けることにより、脈動した流体が流れたとしても圧力調整弁によって該脈動を減衰させることができる。

以下、添付図面と本発明の好適な実施形態の記載から、本発明を一層十分に理解できるであろう。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の第一の実施例を示す流体制御装置の縦断面図である。

図2は、図1の流体制御弁の拡大図である。

図3は、本発明の第二の実施例を示す流体制御装置の縦断面図である。

図4は、図3の開閉弁の拡大図である。

図5は、本発明の第三の実施例を示す流体制御装置の縦断面図である。

図6は、図5の圧力調整弁の拡大図である。

図 7 は、本発明の第四の実施例を示す流体制御装置の縦断面図である。

図 8 は、本発明の第五の実施例を示す流体制御装置の縦断面図である。

図 9 は、本発明の第六の実施例を示す流体制御装置の縦断面図である。

図 10 は、図 9 の流体制御弁の拡大図である。

図 11 は、本発明の第七の実施例を示す流体制御装置の縦断面図である。

図 12 は、図 11 の流体制御弁の拡大図である。

図 13 は、図 11 の圧力調整弁の拡大図である。

図 14 は、本発明の第八の実施例を示す流体制御装置の縦断面図である。

図 15 は、図 14 の流体制御弁の拡大図である。

図 16 は、本発明の第九の実施例を示す流体制御装置の縦断面図である。

図 17 は、本発明の第十の実施例を示す流体制御装置の縦断面図である。

図 18 は、図 17 の A-A 線に沿う断面図である。

図 19 は、従来の純水流量の制御装置を示す概念構成図である。

図 20 は、従来の流体制御モジュールを示す部分断面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について図面に示す実施例を参照して説明するが、本発明が本実施例に限定されないことは言うまでもない。図 1 は本発明の第一の実施例を示す流体制御装置の縦断面図である。図 2 は図 1 の流体制御弁の拡大図である。図 3 は本発明の第

二の実施例を示す流体制御装置の縦断面図である。図 4 は図 3 の開閉弁の拡大図である。図 5 は本発明の第三の実施例を示す流体制御装置の縦断面図である。図 6 は図 5 の圧力調整弁の拡大図である。図 7 は本発明の第四の実施例を示す流体制御装置の縦断面図である。図 8 は本発明の第五の実施例を示す流体制御装置の縦断面図である。図 9 は本発明の第六の実施例を示す流体制御装置の縦断面図である。図 10 は図 9 の流体制御弁の拡大図である。図 11 は本発明の第七の実施例を示す流体制御装置の縦断面図である。図 12 は図 11 の流体制御弁の拡大図である。図 13 は図 11 の圧力調整弁の拡大図である。図 14 は本発明の第八の実施例を示す流体制御装置の縦断面図である。図 15 は図 14 の流体制御弁の拡大図である。図 16 は本発明の第九の実施例を示す流体制御装置の縦断面図である。図 17 は本発明の第十の実施例を示す流体制御装置の縦断面図である。図 18 は図 17 の A-A 線に沿う断面図である。

(実施例 1)

以下、図 1、図 2 に基づいて本発明の第一の実施例である流体制御装置について説明する。

1 は半導体製造のエッチング工程を行う半導体製造装置内に設置された流体制御装置である。流体制御装置 1 は、流体流入口 2、流量計測器 3、流体制御弁 4、流体流出口 5、制御部 6 から形成され、その各々の構成は以下の通りである。

2 は P F A 製の流体流入口である。流体流入口 2 は後記流量計測器 3 の入口流路 7 に連通している。

3 は流体の流量を計測する流量計測器である。流量計測器 3 は、入口流路 7 と、入口流路 7 から垂設された直線流路 8 と、直線流路 8 から垂設され入口流路 7 と同一方向に平行して設けられた出口流路 9 とを有し、入口、出口流路 7、9 の側壁の直線流路 8 の軸線と

交わる位置に、超音波振動子 10、11 が互いに対向して配置されている。出口流路 9 は後記流体制御弁 4 の入口流路 24 に連通している。超音波振動子 10、11 はフッ素樹脂で覆われており、該振動子 10、11 から伸びた配線は後記制御部 6 の演算部 54 に繋がっている。なお、流量計測器 3 の超音波振動子 10、11 以外は PFA 製である。また、入口流路 7 と流体流入口 2 とは接続部材 57 を介して流路の方向転換が行なわれて直接接続され、出口流路 9 と後記流体制御弁 4 の入口流路 22 とは接続部材 58 を介して流路の方向転換が行なわれて直接接続されて連通している。

図 2 に示すように、4 は流路の開口面積を変化させることにより流体の流量を制御する流体制御弁（エア式ニードル弁）である。流体制御弁 4 は本体 14、シリンダー 15、ボンネット 16、第一ダイヤフラム 17、弁体 18、第二ダイヤフラム 19、ロッド 20、ダイヤフラム押え 21、スプリング 22 で構成される。

14 はポリテトラフルオロエチレン（以下、PTFE と記す）製の本体であり、上部に円筒状の弁室 23 が設けられており、その弁室 23 に連通して入口流路 24 及び出口流路 25 が各々下部に設けられている。弁室底部中央には出口流路 25 に繋がる開口部 26 が、開口部 26 の周辺部には入口流路 24 に繋がる開口部 27 が設けられている。開口部 27 の横断面形状は円形であるが、流量を広範囲に亘って制御するために開口部 26 を大きくした場合は、弁室底部中央に設けられた開口部 26 を中心とした周辺部に略三日月状に形成されることが望ましい。本体 14 の上面には第一ダイヤフラム 17 のシール部が嵌合される環状溝 43 が設けられている。

15 はポリ塩化ビニル（以下、PVC と記す）製のシリンダーであり、底部中央に貫通孔 28 と底部内面に段差部 48 を有し、側面に呼吸口 29 が設けられている。シリンダー 15 は、本体 1 と第一

ダイヤフラム 17 の周縁部を挟持固定し、ボンネット 16 と第二ダイヤフラム 19 の周縁部を挟持固定している。シリンダー 15 の側面に設けられた呼吸口 29 は、流体がガスとなって第一ダイヤフラム 17 を透過した場合に、そのガスを排出するために設けられている。

16 は P V C 製のボンネットであり、上部に圧縮空気を導入する作動流体連通口 30 及び排気口 31 が設けられている。本実施例では作動流体連通口 30 はボンネット 16 の上部に設けられているが、側面に設けても良い。なお、排気口 31 は圧縮空気の供給において必要ない場合は設けなくてもかまわない。また周側部の下部には第二ダイヤフラム 19 のシール部 40 が嵌合される環状溝 44 が設けられている。以上説明した本体 14、シリンダー 15 およびボンネット 16 はボルト、ナット（図示しない）によって一体的に固定されている。

17 は P T F E 製の第一ダイヤフラムであり、肩部 32 を中心に肩部 32 の上の位置にロッド 20 に嵌合固定される取り付け部 33 が、また、下の位置には弁体 18 が固定される接合部 45 が一体的にかつ突出して設けられており、また肩部 32 から径方向に延出した部分には薄膜部 34 と、薄膜部 34 に続く厚肉部 35 および厚肉部 35 の周縁部にシール部 36 が設けられており、これらは一体的に形成されている。薄膜部 34 の膜厚は厚肉部 35 の厚さの $1/10$ 程度にされている。ロッド 20 と取り付け部 33 の固定の方法は嵌合だけでなく螺合でも接着でもよい。接合部 45 と弁体 18 の固定は螺合が好ましい。第一ダイヤフラム 17 の外周縁部に位置するシール部 36 は軸線方向に断面 L 字状に形成されており、O リング 49 を介して本体 14 の環状溝 43 に嵌合され、シリンダー 15 の底部に設けられた環状突部 41 に押圧されて挟持固定されている。

。 18はP T F E製の弁体であり、第一ダイヤフラム19の下部に設けられた接合部45に螺合固定されている。弁体18は本実施例のような形状に限らず所望の流量特性に応じて、球状弁体や円錐形状弁体でも良い。さらには摺動抵抗を極力少なくした状態で全閉を行う為には外周リブ付き弁体が好適に用いられる。

19はエチレンプロピレンジエン共重合体（以下、E P D Mと記す）製の第二ダイヤフラムであり、中央穴37を有し、その周辺の厚肉部38、厚肉部の上部には環状突部41、厚肉部38から径方向に延出した薄膜部39および薄膜部39の周縁部に設けられたシール部40が一体的に形成され、底部に第一ダイヤフラム17の取り付け部33が固定されているロッド19の上部に位置する肩部42にダイヤフラム押え21により中央穴37を貫通して挟持固定されている。本実施例では材質がE P D M製を用いているが、フッ素系のゴムまたはP T F E製でも良い。

20はP V C製のロッドであり、上部には拡径された肩部42が設けられている。肩部42の中央にはダイヤフラム押え21の接合部47が螺合され、第二ダイヤフラム19を挟持固定している。下方部はシリンダー15底部の貫通孔28内に遊嵌状態に配置され、下端部には第一ダイヤフラム17の取り付け部33が固定されている。また、ロッド20の肩部42の下面とシリンダー15の段差部20との間にはスプリング22が嵌合されている。

21はP V C製のダイヤフラム押えであり、下面中央にはロッド20と螺合にて接続される接合部47が設けられている。また、下面には第二ダイヤフラム19の環状突部41と嵌合される環状溝46が設けられている。

22はS U S製のスプリングであり、ロッド20の肩部42の下

面とシリンダー 15 の段差部 48 との間に径方向への移動が阻止された状態で嵌合され支承されている。また、肩部 42 の下面を常に上方へ付勢している。スプリング 22 の全表面はフッ素系樹脂で被覆されている。尚、スプリング 22 は流体制御弁の口径や使用圧力範囲によってバネ定数を変えて適宜使用でき、複数本使用してもよい。

図 1 に再び戻って、5 は P F A 製の流体流出口である。6 は制御部である。制御部 6 は流量計測器 3 から出力された信号から流量を演算する演算部 54 と、フィードバック制御を行なうコントロール部 55 を有している。演算部 54 には、送信側の超音波振動子 10 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 11 からの超音波振動を受信する受信回路と、各超音波振動の伝播時間を比較する比較回路と、比較回路から出力された伝播時間差から流量を演算する演算回路とを備えている。コントロール部 55 には、演算部 54 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後記電空変換器 56 を制御し制御用空気の圧力を操作する制御回路を有している。なお、本実施例では制御部 6 は別の場所で集中コントロールを行なうために流体制御装置 1 と別体で設けられた構成であるが、流体制御装置 1 と一体的に設けても良い。

56 は圧縮空気の操作圧を調整する電空変換器である。電空変換器 56 は操作圧を比例的に調整するために電氣的に駆動する電磁弁から構成され、前記制御部 6 からの制御信号に応じて流体制御弁 4 を制御するための空気の操作圧を調整する。

次に、本発明の第一の実施例である流体制御装置の作動について説明する。

流体制御装置 1 の流体流入口 2 に流入した流体は、まず流量計測器 3 に流入し、直線流路 8 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 10 から下流側に位置する超音波振動子 11 に向かって超音波振動を伝播させる。超音波振動子 11 で受信された超音波振動は電気信号に変換され、制御部 6 の演算部 54 へ出力される。超音波振動が上流側の超音波振動子 10 から下流側の超音波振動子 11 へ伝播して受信されると、瞬時に演算部 54 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 11 から上流側に位置する超音波振動子 10 に向かって超音波振動を伝播させる。超音波振動子 10 で受信された超音波振動は、電気信号に変換され、制御部 6 内の演算部 54 へ出力される。このとき、超音波振動は直線流路 8 内の流体の流れに逆らって伝播していくので、上流側から下流側へ超音波振動を伝播させるときに比べて流体中の超音波振動の伝播速度が遅れ、伝播時間が長くなる。出力された相互の電気信号は演算部 54 内で伝播時間が各々計測され、伝播時間差から流量が演算される。演算部 54 で演算された流量は電気信号に変換されてコントロール部 55 に出力される。

次に流量計測器 3 を通過した流体は流体制御弁 4 に流入する。コントロール部 55 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 56 に出力し、電空変換器 56 はそれに応じた操作圧を有する制御用空気を流体制御弁 4 に供給し駆動させる。流体制御弁 4 から流出する流体は、流量が設定流量となるように、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流体制御弁 4 で制御される。

ここで、電空変換器 56 から供給される操作圧に対する流体制御弁 4 の作動について、図 2 を参照しながら説明する。

流体制御弁 4 は、ボンネット 16 の上部に設けられた作動流体連通口 30 から供給される圧縮空気がゼロの状態、すなわち開状態の

とき、流体の流量が最大となる。この時、弁体 18 はシリンダー 15 の段差部 48 とロッド 20 の肩部 42 の下面との間に嵌合されたスプリング 22 の付勢力により、ロッド 20 の上部に接合されているダイヤフラム押え 21 の上部が、ボンネット 15 の底面に接する位置で静止している。

この状態において、作動流体連通口 30 から供給される圧縮空気の圧力を高くしていくと、シール部 40 がボンネット 16 に嵌合されている第二ダイヤフラム 19 の薄膜部 39 とボンネット 16 によってボンネット 16 の内部は密閉されているため、圧縮空気はダイヤフラム押え 21 と第二ダイヤフラム 19 を下方に押し下げ、ロッド 20 と第一ダイヤフラム 17 を介して弁体 18 が開口部 26 の間に挿入されていく。ここで、作動流体連通口 30 から供給される圧縮空気の圧力を一定にすると弁体 18 は、スプリング 22 の付勢力と第一ダイヤフラム 17 の薄膜部 34 の下面と弁体 18 の下面が流体から受ける圧力と釣り合う位置にて静止する。したがって、開口部 26 は挿入される弁体 18 により開口面積が減少するため、流体の流量も減少する。

さらに作動流体連通口 30 から供給される圧縮空気の圧力を高くしていくと、弁体 18 はさらに押し下げられ、終には開口部 26 と接触し全閉状態となる（図 2 の状態）。

また、圧縮空気を排出していくと、シール部 40 がボンネット 16 に嵌合されている第二ダイヤフラム 19 の薄膜部 39 とボンネット 16 によって密閉されているボンネット 16 の内部は圧力が下がり、スプリング 22 の付勢力の方が大きくなりロッド 20 を押し上げる。ロッドが上昇することにより、第一ダイヤフラム 17 を介して固定されている弁体 18 も上昇し、流体制御弁は開状態となる。

以上の作動により、流体制御装置 1 の流体流入口 2 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、流体流出口 5 から流出される。また流体制御弁 4 は上記構成によりコンパクトで安定した流量調節が行うことができる。

以上の作動により、流体制御装置 1 に流入する流体は、流量計測器 3、流体制御弁 4、制御部 6 によって、フィードバック制御されて設定された流量に制御される。流量計測器 3 である超音波流量計は、流体の流れ方向に対する伝播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、また、流体制御弁 4 は上記構成によりコンパクトで安定した流体圧力制御が得られるため、微小流量の流体制御に優れた効果を発揮する。

(実施例 2)

次に、図 3、図 4 に基づいて本発明の第二の実施例である流体制御装置について説明する。

図 3 に示すように、流体制御装置 59 は、流体流入口 60、開閉弁 61、流量計測器 62、流体制御弁 63、流体流出口 64、制御部 65 から形成され、その各々の構成は以下の通りである。

図 4 に示すように、開閉弁 61 は本体 66、駆動部 67、ピストン 68、ダイヤフラム押さえ 69、弁体 70 で形成される。

66 は P T F E 製の本体であり、軸線方向上端の中央に弁室 71 と、弁室 71 と連通した入口流路 72 と出口流路 73 とを有しており、入口流路 72 は流体流入口 60 に連通し、出口流路 73 は流量計測器 62 に連通している。また、本体 66 の上面における弁室 71 の外側には環状溝 74 が設けられている。

67 は P V D F 製の駆動部であり、内部に円筒状のシリンダ部 75 が設けられ、前記本体 66 の上部にボルト・ナット（図示せず）で固定されている。駆動部 67 の側面にはシリンダ部 75 の上側及び下側にそれぞれ連通された一対の作動流体供給口 76、77 が設

けられている。

68はP V D F製のピストンであり、駆動部67のシリンダ部75内に密封状態且つ軸線方向に上下動自在に嵌挿されており、底面中央にロッド部78が垂下して設けられている。

69はP V D F製のダイヤフラム押さえであり、中央部にピストン68のロッド部78が貫通する貫通孔79を有しており、本体66と駆動部67の間に挟持されている。

70は、弁室71に収容されているP T F E製の弁体であり、ダイヤフラム押さえ69の貫通孔79を貫通し且つダイヤフラム押さえ69の下面から突出した前記ピストン68のロッド部78の先端に螺着されており、ピストン68の上下動に合わせて軸線方向に上下するようになっている。弁体70は外周にダイヤフラム80を有しており、ダイヤフラム80の外周縁は本体66の環状溝74内に嵌挿されており、ダイヤフラム押さえ69と本体66との間に挟持されている。第二の実施例のその他の構成は第一の実施例と同様なので説明を省略する。

次に、本発明の第二の実施例である流体制御装置の作動について説明する。

流体制御装置59の流体流入口60に流入した流体は、まず開閉弁61に流入する。開閉弁61が閉状態の場合、流体は開閉弁61で遮断され、開閉弁61から下流には流体が流れなくなる。これにより、流体制御装置59内の流量計測器62、流体制御弁63、制御部65のメンテナンス等を容易に行なうことができる。また、流路内で何らかのトラブルが発生した際に、開閉弁61を閉状態にすることで流体の緊急遮断することができ、例えば腐食性流体が漏れ出ることで半導体製造装置内の部品を腐食させるなどの二次災害を防止することができる。また開閉弁61が開状態の場合、流体は、

開閉弁 6 1 を通過して流量計測器 6 2 に流入し、流量計測器 6 2、流体制御弁 6 3、制御部 6 5 によって、フィードバック制御されて設定流量になるように制御されて流体流出口 6 4 から流出される。

ここで、開閉弁 6 1 の作動を説明する。作動流体供給口 7 7 から外部より作動流体として圧縮空気が注入されると、圧縮空気の圧力でピストン 6 8 が押し上げられるためこれと接合されているロッド部 7 8 は上方へ引き上げられ、ロッド部 7 8 の下端部に接合された弁体 7 0 も上方へ引き上げられ弁は開状態となる。

一方、作動流体供給口 7 6 から圧縮空気が注入されると、ピストン 6 8 が押し下げられるのにもなって、ロッド部 7 8 とその下端部に接合された弁体 7 0 も下方へ押し下げられ、弁は閉状態となる。

以上の作動により、流体制御装置 5 9 の流体流入口 6 0 に流入する流体は、開閉弁 6 1 を閉状態にすることにより、流体制御装置 5 9 のメンテナンス等を容易に行なうことができ、流体の緊急遮断を行なうことができる。第二の実施例のその他の作動は第一の実施例と同様なので説明を省略する。

(実施例 3)

次に、図 5 及び図 6 に基づいて本発明の第三の実施例である流体制御装置について説明する。

図 5 に示すように、流体制御装置 8 1 は、流体流入口 8 2、圧力調整弁 8 3、流量計測器 8 4、流体制御弁 8 5、流体流出口 8 6、制御部 8 7 から形成され、その各々の構成は以下の通りである。

図 6 に示すように、8 3 は流体の圧力変動を減衰させる圧力調整弁である。

圧力調整弁 8 3 は、本体 1 2 w、ボンネット 1 3 w、バネ受け 1 4 w、ピストン 1 5 w、バネ 1 6 w、第一弁機構体 1 7 w、第二弁

機構体 18w、ベースプレート 19w で形成される。

12w は P T F E 製の本体であり、下部中央に底部まで開放して設けられた第二の空隙 20w と、上部に上面開放して設けられた第二の空隙 20w の径よりも大きい径を持つ第一の空隙 21w を有し、側面には第二の空隙 20w と連通している入口流路 22w と、入口流路 22w と対向する面に第一の空隙 21w と連通している出口流路 23w と、さらに、第一の空隙 21w と第二の空隙 20w とを連通し第一の空隙 21w の径よりも小さい径を有する連通孔 24w とが設けられている。第二の空隙 20w の上面部は弁座 25w とされている。また、出口流路 23w は流量計測器 84 に連通している。

13w は P V D F 製のボンネットであり、内部に円筒状の空隙 26w と下端内周面に空隙 26w より拡径された段差部 27w が設けられ、側面には空隙 26w 内部に圧縮空気を供給するために空隙 26w と外部とを連通する給気孔 28w および給気孔 28w より導入された圧縮空気を微量に排出するための微孔の排出孔 29w が設けられている。なお、排出孔 29w は圧縮空気の供給において必要ない場合は設けなくともかまわない。

14w は P V D F 製で平面円形状のバネ受けであり、中央部に貫通孔 30w を有し、略上半分がボンネット 13w の段差部 27w に嵌挿されている。バネ受け 14w の側面部には環状溝 31w が設けられ、O リング 32w を装着することによりボンネット 13w から外部への圧縮空気の流出を防いでいる。

15w は P V D F 製のピストンであり、上部に円盤状の鍔部 33w と、鍔部 33w の中央下部より円柱状に突出して設けられたピストン軸 34w と、ピストン軸 34w の下端に設けられた雌ネジ部からなる第一接合部 35w を有する。ピストン軸 34w はバネ受け 1

4 w の貫通孔 3 0 w より小径に設けられており、第一接合部 3 5 w は後記第一弁機構体 1 7 w の第二接合部 4 0 w と螺合により接合されている。

1 6 w は S U S 製のバネであり、ピストン 1 5 w の鏝部 3 3 w 下端面とバネ受け 1 4 w の上端面とで挟持されている。ピストン 1 5 w の上下動にともなってバネ 1 6 w も伸縮するが、そのときの荷重の変化が少ないよう、自由長の長いものが好適に使用される。

1 7 w は P T F E 製の第一弁機構体であり、外周縁部より上方に突出して設けられた筒状部 3 6 w を有した膜部 3 7 w と肉厚部を中央部に有する第一ダイヤフラム 3 8 w と、第一ダイヤフラム 3 8 w の中央上面より突出して設けられた軸部 3 9 w の上端部に設けられた小径の雄ネジからなる第二接合部 4 0 w、および同中央下面より突出して設けられ下端部に形成された雌ネジ部からなる後記第二弁機構体 1 8 w の第四接合部 4 5 w と螺合される第三接合部 4 1 w を有する。第一ダイヤフラム 3 8 w の筒状部 3 6 w は、本体 1 2 w とバネ受け 1 4 w との間で挟持固定されることで、第一ダイヤフラム 3 8 w 下面より形成される第一の弁室 4 2 w が密封して形成されている。また、第一ダイヤフラム 3 8 w 上面、ボンネット 1 3 w の空隙 2 6 w は O リング 3 2 w を介して密封されており、ボンネット 1 3 w の給気孔 2 8 w より供給される圧縮空気が充満している気室を形成している。

1 8 w は P T F E 製の第二弁機構体であり、本体 1 2 w の第二の空隙 2 0 w 内部に配設され連通孔 2 4 w より大径に設けられた弁体 4 3 w と、弁体 4 3 w 上端面から突出して設けられた軸部 4 4 w と、その上端に設けられた第三接合部 4 1 w と螺合により接合固定される雄ネジ部からなる第四接合部 4 5 w と、弁体 4 3 w 下端面より突出して設けられたロッド 4 6 w と、ロッド 4 6 w 下端面より径方

向に延出して設けられ周縁部より下方に突出して設けられた筒状突部 47 w を有する第二ダイヤフラム 48 w とから構成されている。第二ダイヤフラム 48 w の筒状突部 47 w は後記ベースプレート 19 w の突出部 50 w と本体 12 w との間で挟持されることにより、本体 12 w の第二の空隙 20 w と第二ダイヤフラム 48 w とで形成される第二の弁室 49 w を密閉している。

19 w は P V D F 製のベースプレートであり、上部中央に第二弁機構体 18 w の第二ダイヤフラム 48 w の筒状突部 47 w を本体 12 w との間で挟持固定する突出部 50 w を有し、突出部 50 w の上端部に切欠凹部 51 w が設けられると共に、側面に切欠凹部 51 w に連通する呼吸孔 52 w が設けられており、ボンネット 13 w との間で本体 12 w を通しボルト、ナット（図示せず）にて挟持固定している。なお、本実施例ではバネ 16 w がボンネット 13 w の空隙 26 w 内に設けてピストン 15 w、第一弁機構体 17 w、第二弁機構体 18 w を上方へ付勢するような構成であるが、バネ 16 w をベースプレート 19 w の切欠凹部 51 w に設けてピストン 15 w、第一弁機構体 17 w、第二弁機構体 18 w を上方へ付勢するような構成にしても良い。第三の実施例のその他の構成は第一の実施例と同様なので説明を省略する。

ここで、電空変換器（図示せず）から供給される操作圧に対する圧力調整弁 83 の作動について説明する（図 6 参照）。

第二弁機構体 18 w の弁体 43 w は、ピストン 15 w の鏝部 33 w とバネ受け 14 w とに挟持されているバネ 16 w の反発力と、第一弁機構体 17 w の第一ダイヤフラム 38 w 下面の流体圧力により上方に付勢する力が働き、第一ダイヤフラム 38 w 上面の操作圧の圧力により下方に付勢する力が働いている。さらに厳密には、弁体 43 w 下面と第二弁機構体 18 w の第二ダイヤフラム 48 w 上面が

流体圧力を受けているが、それらの受圧面積はほぼ同等とされているため力はほぼ相殺されている。したがって、第二弁機構体 18w の弁体 43w は、前述の 3 つの力が釣り合う位置にて静止していることとなる。

電空変換機から供給される操作圧力を増加させると第一ダイヤフラム 38w を押し下げる力が増加することにより、第二弁機構体 18w の弁体 43w と弁座 25w との間で形成される流体制御部 53w の開口面積が増加するため、第一の弁室 42w の圧力を増加させることができる。逆に、操作圧力を減少させると流体制御部 53w の開口面積は減少し圧力も減少する。そのため、操作圧力を調整することで任意の圧力に設定することができる。

この状態で、上流側の流体圧力が増加した場合、瞬間的に第一の弁室 42w 内の圧力も増加する。すると、第一ダイヤフラム 38w の上面が操作圧による圧縮空気から受ける力より、第一ダイヤフラム 38w の下面が流体から受ける力のほうが大きくなり、第一ダイヤフラム 38w は上方へと移動する。それにともなって、弁体 43w の位置も上方へ移動するため、弁座 25w との間で形成される流体制御部 53w の開口面積が減少し、第一の弁室 42w 内の圧力を減少させる。最終的に、弁体 43w の位置が前記 3 つの力が釣り合う位置まで移動し静止する。このときバネ 16w の荷重が大きく変わらなければ、空隙 26w 内部の圧力、つまり、第一ダイヤフラム 38w 上面が受ける力は一定であるため、第一ダイヤフラム 38w 下面が受ける圧力はほぼ一定となる。したがって、第一ダイヤフラム 38w 下面の流体圧力、すなわち、第一の弁室 42w 内の圧力は、上流側の圧力が増加する前とほぼもとの圧力と同じになっている。

上流側の流体圧力が減少した場合、瞬間的に第一の弁室 42w 内

の圧力も減少する。すると、第一ダイヤフラム 38w の上面が操作圧による圧縮空気から受ける力より、第一ダイヤフラム 38w の下面が流体から受ける力のほうが小さくなり、第一ダイヤフラム 38w は下方へと移動する。それにともなって、弁体 43w の位置も下方へ移動するため、弁座 25w との間で形成される流体制御部 53w の開口面積が増加し、第一の弁室 42w の流体圧力を増加させる。最終的に、弁体 43w の位置が前記 3 つの力が釣り合う位置まで移動し静止する。したがって、上流側圧力が増加した場合と同様に、第一の弁室 42w 内の流体圧力はほぼもとの圧力と同じになっている。

次に、本発明の第三の実施例である流体制御装置 81 の作動について説明する。

流体制御装置 81 に流入する流体は、流量計測器 84、流体制御弁 85、制御部 87 によって、フィードバック制御されて設定された流量に制御される。流量計測器 84 である超音波流量計は、流体の流れ方向に対する伝播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、また、流体制御弁 85 は上記構成によりコンパクトで安定した流量制御が得られるため、微小流量の流体制御に優れた効果を発揮する。また、流体制御装置 81 に流入する流体の上流側圧力が脈動しても圧力調整弁 83 の作用により該脈動は減衰されるため、ポンプの脈動など瞬間的な圧力変動が発生しても安定して精度良く流量を計測しかつ制御することができる。

以上の作動により、流体制御装置 81 の流体流入口 82 に流入する流体は、圧力調整弁 83、流量計測器 84、流体制御弁 85 によって、フィードバック制御されることにより設定流量になるように安定して精度良く制御される。

(実施例 4)

次に、図 7 に基づいて本発明の第四の実施例である流体制御装置について説明する。

90 は流体制御装置である。流体制御装置 90 は、流体流入口 91、開閉弁 92、圧力調整弁 93、流量計測器 94、流体制御弁 95、流体流出口 96、制御部 97 から形成されている。第四の実施例の各々の構成および作動は実施例 1 乃至実施例 3 と同様なので説明を省略する。第四の実施例では、フィードバック制御が行なわれると共に、圧力調整弁 93 により脈動した流体が流れても問題なく流量制御ができ、開閉弁 92 により流体制御装置 90 のメンテナンス等を容易に行なうことができ、流体の緊急遮断も行なうことができる。

ここで、実施例 1 乃至実施例 4 において、弁および流量計測器がチューブや接続管を用いずに直接接続されているため、流体制御装置をコンパクトにして設置場所のスペースを少なくすることができる。また、設置作業が容易になり作業時間が短縮することができ、流体制御装置内の流路を必要最小限に短くさせることができるので流体抵抗を抑えることができる。

(実施例 5)

次に、図 8 に基づいて本発明の第五の実施例の流体制御装置について説明する。

138 は流体制御装置である。流体制御装置 138 は、流体流入口 139、開閉弁 140、圧力調整弁 141、流量計測器 142、流体制御弁 143、流体流出口 144、制御部 145、ベースブロック 146 から形成され、その各々の構成は以下の通りである。

146 は流体制御装置 138 のベースブロックである。ベースブロック 146 は、開閉弁 140、圧力調整弁 141、流量計測器 142、流体制御弁 143 のそれぞれの本体が単一に形成されている

。開閉弁 1 4 0 の本体としては、ベースブロック 1 4 6 の上部に弁室 1 4 7 と、弁室 1 4 7 と連通した入口流路 1 4 8 と出口流路 1 4 9 とが形成されており、入口流路 1 4 8 は流体流入口 1 3 9 に連通している。

そして、開閉弁 1 4 0 に隣接して圧力調整弁 1 4 1 が配設されている。開閉弁 1 4 0 の出口流路 1 4 9 は、圧力調整弁 1 4 1 の入口流路 1 5 2 と連通している。

圧力調整弁 1 4 1 の本体としては、ベースブロック 1 4 6 の下部に底部まで開放して設けられた第二の空隙 1 5 0 と、上部に上面開放して設けられた第二の空隙 1 5 0 の径よりも大きい径を持つ第一の空隙 1 5 1 を有し、第二の空隙 1 5 0 と連通している入口流路 1 5 2 と、入口流路 1 5 2 と対向する方向に第一の空隙 1 5 1 と連通している出口流路 1 5 3、さらに、第一の空隙 1 5 1 と第二の空隙 1 5 0 とを連通し第一の空隙 1 5 1 の径よりも小さい径を有する連通孔 1 5 4 とが設けられており、出口流路 1 5 3 は流量計測器 1 4 2 の入口流路 1 5 5 に連通している。

流量計測器 1 4 2 としては、入口流路 1 5 5 と、入口流路 1 5 5 から垂設された直線流路 1 5 6 と、直線流路 1 5 6 から垂設され入口流路 1 5 5 と同一方向に平行して設けられた出口流路 1 5 7 とを有し、入口、出口流路 1 5 5、1 5 7 の側壁の直線流路 1 5 6 の軸線と交わる位置に、超音波振動子 1 5 8、1 5 9 が互いに対向して配置されており、入口流路 1 5 5 は、圧力調整弁 1 4 1 の出口流路 1 5 3 に連通している。

流体制御弁 1 4 3 の本体としては、ベースブロック 1 4 6 の上部に略すり鉢形状の弁室 1 6 0 を有しており、弁室 1 6 0 の底部中央には入口流路 1 6 3 に連通する開口部 1 6 2 が形成され、弁室 1 6 0 には出口流路 1 6 4 に連通する開口部 1 6 1 が形成されている。

また、入口流路 1 6 3 は流量計測器 1 4 2 の出口流路 1 5 7 に連通し、出口流路 1 6 4 は流体流出口 1 4 4 と連通している。第五の実施例のその他の構成は、本体が単一で形成されている以外は第四の実施例と同様なので説明を省略する。

本発明の第五の実施例である流体制御装置の作動は、第四の実施例と同様なので説明を省略する。第五の実施例では、フィードバック制御が行なわれると共に、圧力調整弁 1 4 1 により脈動した流体が流れても問題なく流量制御ができ、開閉弁 1 4 0 により流体制御装置 1 3 8 のメンテナンス等を容易に行なうことができ、流体の緊急遮断を行なうことができる。

ここで第五の実施例は、第四の実施例の流体制御装置の弁および流量計測器が流路の形成された一つのベースブロックに設けられてなる構成であるが、第一の実施例乃至第三の実施例の流体制御装置の弁および流量計測器が流路の形成された一つのベースブロックに設けられてなる構成であっても良く、各実施例と同様の作動が行なわれる。このとき、流体制御装置が流路の形成された一つのベースブロックに配設されているため、流体制御装置をコンパクトにして設置場所のスペースを少なくすることができる。また、設置作業が容易になり作業時間が短縮でき、流体制御装置内の流路を必要最小限に短くさせることができるので流体抵抗を抑えることができ、さらに部品点数を少なくすることができるので流体制御装置の組み立てを容易にすることもできる。

(実施例 6)

次に、図 9 及び図 10 に基づいて本発明の第六の実施例である他の流体制御弁を用いた流体制御装置 1 3 0 について説明する。

1 3 5 は、後記電気式駆動部 2 2 x により弁開口面積が制御される流体制御弁である。流体制御弁 1 3 5 は、本体 1 9 x、ダイヤフ

ラム 2 0 x、弁体 2 1 x、電気式駆動部 2 2 x で形成される。

1 9 x は P T F E 製の本体であり、上部に略すり鉢形状の弁室 2 3 x が設けられており、弁室 2 3 x に各々連通するように入口流路 2 4 x および出口流路 2 5 x が設けられ、弁室 2 3 x の底面には後記弁体 2 1 x の圧接によって流路を遮断する弁座 2 6 x が形成され、底部中央には後記弁体 2 1 x が上下動することにより流量を制御する開口部 2 7 x が形成されている。入口流路 2 4 x は前記流量計測器 1 3 4 の出口流路 1 5 7 w に連通し、出口流路 2 5 x は流体流出口 1 3 6 に連通している。また、本体 1 9 x の上面には後記ダイヤフラム 2 0 x の環状シール部 3 1 x が嵌合される環状凹部 2 8 x が設けられている。

2 0 x は P T F E 製のダイヤフラムであり、中央に鐮状に設けられた肉厚部 2 9 x と肉厚部 2 9 x の外周面から径方向に延出して設けられた円形状の薄膜部 3 0 x 及び薄膜部 3 0 x の外周縁部には軸線方向に断面 L 字状の環状シール部 3 1 x が設けられており、環状シール部 3 1 x は前記本体 1 9 x の環状凹部 2 8 x に嵌合される。肉厚部 2 9 x の下方には後記弁体 2 1 x に螺着される接合部 3 2 x が設けられており、肉厚部 2 9 x 上方には後記モータ部 3 7 x の軸に連結されたステム 4 3 x と螺着される取付部 3 3 x が設けられている。

2 1 x は P T F E 製の弁体であり、前記ダイヤフラム 2 0 x の接合部 3 2 x に螺着されている。また、弁体 2 1 x は下方に向かって縮径するテーパ部 3 4 x が設けられている。

2 2 x は弁体 2 1 x を上下動させる電気式駆動部である。電気式駆動部 2 2 x は下部ボンネット 3 5 x、上部ボンネット 3 6 x で形成され、モータ部 3 7 x 及びギア等が設けられている。

3 5 x は P V D F 製の下部ボンネットであり、上方に開口された

凹部 38 x が設けられ、凹部 38 x 底部中央には貫通孔 39 x が設けられている。下部ボンネット 35 x の下面にはダイヤフラム 20 x の環状シール部 31 x が嵌合される嵌合部 40 x が設けられ、前記本体 19 x と下部ボンネット 35 x により前記ダイヤフラム 20 x が挟持固定されている。

36 x は P V D F 製の上部ボンネットであり、下方に開口された凹部 41 x が設けられ、下部ボンネット 35 x と上部ボンネット 36 x を接合して両凹部 38 x、41 x により格納部 42 が形成され、後記モータ部 37 x が設置されている。

37 x は格納部 42 x に設置されたモータ部である。モータ部 37 x はステッピングモーターを有し、モータ部 37 x 下部にはモータの軸に連結されたステム 43 x が設けられている。ステム 43 x は前記下部ボンネット 35 x の貫通孔 39 x に位置し、ステム 43 x の下部には前記ダイヤフラム 20 x の取付部 33 x と螺合される接続部 44 x が設けられている。

流体制御弁 135 の本体 19 x と、電気式駆動部 22 x の下部ボンネット 35 x と上部ボンネット 36 x は、ボルト・ナット（図示せず）によって接合されている。

次に、本制御装置の作用について説明する。流量計測器 134 を通過した流体は流体制御弁 135 に流入する。制御部 137 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気式駆動部 22 x に出力し、電気式駆動部 22 x はそれに応じて流体制御弁 135 の弁体 21 x を駆動させる。流体制御弁 135 から流出する流体は、流量が設定流量となるように、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流体制御弁 135 で制御される。

ここで、電気式駆動部 22 x からの伝達による流体制御弁 135

の作動について説明する。流体制御弁 1 3 5 は、電気式駆動部 2 2 x のモータ部 3 7 x がステム 4 3 x を上下動させると、ステム 4 3 x とダイヤフラム 2 0 x を介して弁体 2 1 x が上下動され、開口部 2 7 x と開口部 2 7 x 内へ挿入される弁体 2 1 x のテーパ部 3 4 x とで開口面積を変化させることにより、流体制御弁 1 3 5 を流れる流体の流量を調整することができる。また、電気駆動部 2 2 x を操作して弁体 2 1 x を下方向へ駆動させ、弁体 2 1 x を弁座 2 6 x に着座させることにより弁体 2 1 x は開口部 2 7 x を閉止し、流体を遮断することができる。

以上の作動により、流体制御装置 1 3 0 の流体流入口 1 3 1 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、流体流出口 1 3 6 から流出される。また流体制御弁 1 3 5 は上記構成によりコンパクトで安定した流量制御が得られるため、微小流量の流体制御に優れた効果を発揮する。電気式駆動部 2 2 x は、電氣的に駆動するモータ部 3 7 x を有しており、モータ部 3 7 x は細かな駆動制御が容易に行なえるため、制御部 1 3 7 からの信号に応じて応答性の良い安定した流量制御を行なうことができる。第六の実施例のその他の構成は第二の実施例と同様なので説明を省略する。

(実施例 7)

次に、本発明の第七の実施例である流体制御装置の作動について、図 1 1 乃至図 1 3 を参照しながら、説明する。

図 1 2 に示すように、1 7 5 は操作圧に応じて流量を制御する空気式ピンチ弁である流体制御弁である。流体制御弁 1 7 5 は管体 1 4 y、シリンダー本体 1 5 y、ピストン 1 6 y、挟圧子 1 7 y、本体 1 8 y、連結体受け 1 9 y、連結体 2 0 y で形成される。

1 4 y 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 1 4 y は例えばシリコンゴムが含浸され

た P T F E 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 1 4 y 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 E P D M、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。

1 5 y は P V D F 製のシリンダー本体である。シリンダー本体 1 5 y は、円筒状空間を持つシリンダー部 2 1 y を有し、上端部に円盤状のシリンダー蓋 2 2 y が O リングを介して螺合されている。シリンダー本体 1 5 y の下面中央部には、後記ピストン 1 6 y の連結部 2 9 y が貫通する貫通孔 2 3 y と、後記挟圧子 1 7 y を収納する長円状スリット 2 4 y が連続して設けられている。また、シリンダー本体 1 5 y の周側面には、シリンダー部 2 1 y の内周面及び底面と後記ピストン 1 6 y の下端面とで形成される第一空間部 2 5 y と、シリンダー部 2 1 y の内周面とシリンダー蓋 2 2 y の下端面と後記ピストン 1 6 y の上端面とで形成される第二空間部 2 6 y とに、それぞれ後記電空変換器 6 2 y と連通するエアーク 2 7 y、2 8 y が設けられている。

1 6 y は P V D F 製のピストンである。ピストン 1 6 y は円盤状で周側面に O リングが装着され、シリンダー部 2 1 y の内周面に上下動可能且つ密封状態に嵌合されている。またピストン 1 6 y の中央より垂下して連結部 2 9 y が設けられ、前記シリンダー本体 1 5 y の下面中央部に設けられた貫通孔 2 3 y を密封状態で貫通しており、その先端部に後記挟圧子 1 7 y が固定されている。なお、本実施形態では連結部 2 9 y を貫通して設けられた固定ボルト 3 0 y の先端部に螺着によって後記挟圧子 1 7 y が固定されている。また、挟圧子 1 7 y の固定方法は、連結部 2 9 y 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。

17 y は P V D F 製の挟圧子であり、管体 14 y 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 y は、流路軸線と直交するようにピストン 16 y の連結部 29 y に固定されており、バルブ開時にはシリンダー本体 15 y の長円状スリット 24 y 内に収納されている。

18 y はシリンダー本体 15 y 下端面にボルト・ナットなど（図示せず）で接合固定される P V D F 製の本体である。本体 18 y の流路軸線上には管体 14 y を受容する断面矩形状の溝 31 y が設けられている。また、溝 31 y の両端部には後記連結体受け 19 y の嵌合部 34 y を受容する溝 32 y が溝 31 y より深く設けられ、さらに溝 32 y 内部には後記連結体受け 19 y の嵌合部 34 y 先端に設けられた抜け防止用凸部 35 y を受容する凹溝 33 y が設けられている。

19 y は本体 18 y の両端に設置された P V D F 製の連結体受けである。連結体受け 19 y の一端部に本体 18 y の両端に設けられた溝 32 y に嵌合される断面矩形状の嵌合部 34 y が形成され、さらに嵌合部 34 y の先端底部には本体 18 y の溝 32 y に設けられた凹溝 33 y に嵌合される抜け防止用凸部 35 y が設けられている。一方、他端部には後記連結体 20 y の六角形の鍔部 43 y を受容する断面同形の受口 36 y が設けられ、その外周面には雄ネジ部 37 y が設けられている。雄ネジ部 37 y と嵌合部 34 y との間に位置する外周面には嵌合部 34 y の対角線長と略同一の直径を有する環状の鍔部 38 y が設けられている。鍔部 38 y はシリンダー本体 15 y 及び本体 18 y と接触し、連結体受け 19 y 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 y の内部では、嵌合部 34 y に管体 14 y の外径と略同径を有する貫通孔 39 y が設

けられ、またそれに連続して、受口 36 y に通じる後記連結体 20 y の挿入部 42 y に嵌合拡張された管体 14 y の外径と略同径の貫通孔 40 y が設けられている。したがって、連結体受け 19 y の内周面には段差部 41 y が形成されている。この段差部 41 y で管体 14 y が連結体受け 19 y 内に挟持固定される。

20 y は P T F E 製の連結体である。連結体 20 y の一端部には外径が管体 14 y の内径よりも大きく形成され、管体 14 y が拡張して挿入される挿入部 42 y が設けられている。連結体 20 y の外周中央部には両端部よりも拡張して断面六角形状の鰐部 43 y が設けられている。連結体 20 y は鰐部 43 y を連結体受け 19 y の受口 36 y に嵌合させ、鰐部 43 y と係合させたキャップナット 44 y を連結体受け 19 y の外周に設けられた雄ネジ部 37 y に螺合させることにより回転しないように連結体受け 19 y に嵌合固定される。ここで、本体 18 y の両端部に設置された一方の連結体 20 y の内部は入口流路 45 y が形成され、前記流量計測器 174 の出口流路 179 に連通されている。また他方の連結体 20 y の内部は出口流路 46 y が形成され、後記流体流出口 176 となっている。

次に流量計測器 174 を通過した流体は流体制御弁 175 に流入する。制御部 177 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 178 に出力し、電空変換器 178 はそれに応じた操作圧を有する制御用空気を流体制御弁 175 に供給し駆動させる。流体制御弁 175 から流出する流体は、流量が設定流量となるように、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流体制御弁 175 で制御される。

ここで、電空変換器 178 から供給される操作圧に対する流体制御弁 175 の作動について説明する。

エアーク 28 y から第二空間部 26 y へ圧縮された空気を供給した場合、第一空間部 25 y 内の圧縮された空気はエアーク 27 y から排出され、該空気圧により、ピストン 16 y が下降し始め、それに伴ってピストン 16 y より垂下して設けられた連結部 29 y を介して挟圧子 17 y も下降する。エアーク 27 y から第一空間部 25 y へ圧縮された空気を供給した場合、第二空間部 26 y 内の圧縮された空気はエアーク 28 y から排出され、該空気圧により、ピストン 16 y が上昇し始め、それに伴ってピストン 16 y より垂下して設けられた連結部 29 y を介して挟圧子 17 y が上昇する。ピストン 16 y の上下動に伴って挟圧子 17 y も上下動されることにより、挟圧子 17 y が管体 14 y の開口面積を変化させ、流体制御弁 175 を流れる流体の流量を調整することができる。また、エアーク 28 y から第二空間部 26 y へ圧縮された空気を供給すると、ピストン 16 y 下端面がシリンダー部 21 y 底面に到達しピストン 16 y 及び挟圧子 17 y の下降は止まることで管体 14 y を閉止し、流体を遮断することができる。

以上の作動により、流体制御装置 170 の流体流入口 171 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、流体流出口 176 から流出される。また、流体制御弁 175 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、流路が直線的で滞留する部分がないため、スラリーを輸送するラインに使用しても流量を制御する箇所にスラリーが固着しにくいので安定した流体制御を維持することができる。

一方、図 13 に示すように、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る。圧力調整弁 111 は、

本体 1 1 4、蓋体 1 1 5、第一ダイヤフラム 1 1 6、第二ダイヤフラム 1 1 7、プラグ 1 1 8 とで形成される。

1 1 4 は P V D F 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 1 1 4 の内部に設けられた第一弁室 1 2 0 と連通する入口流路 1 1 3 と後記気室 1 1 9 と連通するエア供給口 1 2 1 とが設けられており、第一弁室 1 2 0 の上部周縁には後記第一ダイヤフラム 1 1 6 の環状突部 1 2 7 が接合される接合部 1 2 2 を有している。また入口流路 1 1 3 は開閉弁 1 7 2 に連通している。さらに第一弁室 1 2 0 の上部には後記第一及び第二ダイヤフラム 1 1 6、1 1 7 と共に後記気室 1 1 9 を形成する段差部 1 2 3 が設けられている。

1 1 5 は P V D F 製の蓋体であり、内部に第二弁室 1 2 4 を有し外周側面には第二弁室 1 2 4 と連通する出口流路 1 1 2 を有し、本体 1 1 4 の上端部に接合されている。また出口流路 1 1 2 は流量計測器 1 7 4 に連通している。下端部の第二弁室 1 2 4 の周縁部には後記第二ダイヤフラム 1 1 7 の環状突部 1 3 0 w が嵌合される環状溝部 1 2 5 が設けられている。

1 1 6 は P T F E 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 1 1 7 側に突出して形成された環状接合部 1 2 6 が設けられており、環状接合部 1 2 6 の内周面にはスリーブ 1 2 8 が螺着されている。また、外周縁部には環状突部 1 2 7 が設けられており、環状突部 1 2 7 は本体 1 1 4 の内部に設けられた接合部 1 2 2 に接合されている。

1 1 7 は P T F E 製の第二ダイヤフラムであり、中央部には環状接合部 1 2 9、外周縁部には環状突部 1 3 0 w が設けられている。環状突部 1 3 0 w は蓋体 1 1 5 の環状溝部 1 2 5 に嵌合され且つ、本体 1 1 4 と蓋体 1 1 5 とによって挟持されている。なお、第二ダ

ダイヤフラム 1 1 7 の受圧面積は前記第一ダイヤフラム 1 1 6 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 1 1 6、1 1 7 は、スリーブ 1 2 8 と螺着されることによって一体化している。

プラグ 1 1 8 は、本体 1 1 4 の第一弁室 1 2 0 の底部に螺着等により固定されている。プラグ 1 1 8 の先端は、スリーブ 1 2 8 の下端面との間で流体制御部 1 3 1 w を形成しており、スリーブ 1 2 8 の上下動にともなって流体制御部 1 3 1 w の開口面積が変化し、第二弁室 1 2 4 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。

1 1 9 は本体 1 1 4 の段差部 1 2 3 及び第一、第二ダイヤフラム 1 1 6、1 1 7 の 3 者で囲まれて形成された気室である。気室 1 1 9 の内部にはエア供給口 1 2 1 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。

次に、圧力調整弁 1 1 1 の作用を説明する。

流体は、まず圧力調整弁 1 1 1 の入口流路 1 1 3 に流入する。圧力調整弁 1 1 1 は、気室 1 1 9 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 1 1 6 が第一弁室 1 2 0 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 1 1 9 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 1 1 7 は第二弁室 1 2 4 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 1 1 9 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 1 1 6、1 1 7 と接合されているスリーブ 1 2 8 の位置が決定されている。スリーブ 1 2 8 はプラグ 1 1 8 との間に流体制御部 1 3 1 w 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。

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 1 1 6 には上向きの力、第二のダイヤフラム 1 1 7 には下向きの力が働くが、第二ダイヤフラム 1 1 7 の受圧面積は第一ダイヤフラム 1 1 6 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、結果としてスリーブ 1 2 8 を下方へ押し下げるることとなる。これによって、流体制御部 1 3 1 w 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 1 1 9 の内圧と流体圧力による力の釣り合いが保たれる。

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 1 1 6、1 1 7 には、気室 1 1 9 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 1 7 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 1 2 8 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 1 3 1 w 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 1 1 9 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。

以上の作動により、圧力調整弁 1 1 1 の一次側の流体圧力が増減しても、瞬時にスリーブ 1 2 8 の位置が変化して、常に二次側の圧力が一定に保たれる。このため、流入する流体が脈動していても、この脈動が減衰された流体が、出口流路 1 1 2 から流量計測器 1 7 4 に流入する。このため流体制御弁 1 7 5 は、流入する流体が圧力変動周期の短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 1 1 1 は、部品点数が少なく分解や組み立てが容易である。

本実施例の圧力調整弁 1 1 1 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 1 1 1 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。第七の実施例のその他の構成は第四の実施例と同様なので説明を省略する。

(実施例 8)

次に、本発明の第八の実施例である流体制御装置の作動について、図 1 4 及び図 1 5 を参照しながら、説明する。

1 8 5 は、後記電気式駆動部 8 6 w により弁開度が可変される流体制御弁である。流体制御弁 1 8 5 は電気式駆動部 8 6 w、本体 8 7 w、管体 8 8 w、接続部 8 9 w で形成される。

8 7 w は P T F E 製の本体であり、本体 8 7 w の流路軸線上には後記管体 8 8 w を受容する断面矩形状の溝 9 0 w が設けられている。

8 8 w は P T F E シートとシリコンゴムの複合体からなる管体であり、本体 8 7 w 内に流路を形成している。

8 9 w は P T F E 製の接続部であり、本体 8 7 w の溝 9 0 w と後記電気式駆動部 8 6 w 下部ボンネット 9 5 w の底部に係合して下部ボンネット 9 5 w と本体 8 7 w の各両側側面に固定される連結体受け 9 1 w と、連結体受け 9 1 w と係合し、管体 8 8 w と接続される連結体 9 2 w と、連結体 9 2 w を連結体受け 9 1 w の外周面に螺合することにより連結体受け 9 1 w に固定しているキャップナット 9 3 w とから形成されている。ここで、本体 8 7 w の両端部に設置された一方の連結体 9 2 w の内部は入口流路 1 0 1 が形成され、前記

流量計測器 1 8 4 の出口流路 1 8 8 に連通されている。また他方の連結体 9 2 w の内部は出口流路 1 0 2 が形成され、流体流出口 1 8 6 となっている。

8 6 w は挟圧子 9 4 w を上下動させる電気式駆動部である。電気式駆動部 8 6 w は下部ボンネット 9 5 w、上部ボンネット 9 6 w で形成され、モータ部 9 7 w 及びギア等が設けられている。

9 5 w は P V D F 製の下部ボンネットであり、上面に開口された凹部 9 8 が設けられ、凹部 9 8 底部中央には貫通孔 9 9 が設けられている。また下部ボンネット 9 5 w 下端中央には貫通孔 9 9 を中心にして長円状のスリット 1 0 0 が設けられている。

9 6 w は P V D F 製の上部ボンネットであり、下面に開口された凹部 1 0 3 が設けられ、下部ボンネット 9 5 w と上部ボンネット 9 6 w を接合して両凹部 9 8、1 0 3 により格納部 1 0 4 が形成され、後記モータ部 9 7 w が設置されている。

9 7 w は格納部 1 0 4 に設置されたモータ部である。モータ部 9 7 w はステッピングモーターを有し、モータ部 9 7 w 下部にはモータの軸に連結されたステム 1 0 5 が設けられている。ステム 1 0 5 は前記下部ボンネット 9 5 w の貫通孔 9 9 に位置し、ステム 1 0 5 の下部には挟圧子 9 4 w が接続されていて、モータ部 9 7 w の駆動によりステム 1 0 5 を上下動させ、挟圧子 9 4 w が管体 8 8 w を圧接しまたは管体 8 8 w から離間する。

9 4 w は管体 8 8 w を押圧する部分が断面かまぼこ状に形成された挟圧子であり、管体 8 8 w と直交するようにステム 1 0 5 に固定されており、弁全開時には下部ボンネット 9 5 w 下端面に設けられた長円状のスリット 1 0 0 内に収納されるようになっている。

流体制御弁 1 8 5 の本体 8 7 w と、電気式駆動部 8 6 w の下部ボンネット 9 5 w と上部ボンネット 9 6 w は、ボルト・ナット（図示

せず)によって接合されている。

次に、流量計測器 184 を通過した流体は、流体制御弁 185 に流入する。制御部 187 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気式駆動部 86w に出力し、電気式駆動部 86w はそれに応じて流体制御弁 185 の挟圧子 94w を駆動させる。流体制御弁 185 から流出する流体は、流量が設定流量となるように、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流体制御弁 185 で制御される。

ここで、電気式駆動部 86w からの伝達による流体制御弁 185 の作動について説明する。流量制御弁 185 は、電気式駆動部 86w のモータ部 97w がステム 105 を上下動させると、ステム 105 下部に設けられた挟圧子 94w が上下動され、挟圧子 94w が管体 88w を変形させ、管体 88w の流路の開口面積を変化させることにより、流量制御弁 185 を流れる流体の流量を調整することができる。また、ステム 105 を上方へ駆動させると、ステム 105 下部に設けられた挟圧子 94w が上昇し、挟圧子 94w の上端部が下部ボンネット 95w の下端部に設けられた長円状のスリットの上端面に到達してステム 105 および挟圧子 94w の上昇は止まり全開状態となる。さらに、ステム 105 を下方へ駆動させると、挟圧子 94w が下降し管体 88w を押圧して流路を閉止し全閉状態になる。

以上の作動により流体制御装置 180 の流体流入口 181 に流入する流体は、流体制御弁により制御され、流体流出口 186 から設定流量が流出される。本実施例の流体制御弁はピンチバルブの構成であるため、スラリーを輸送するラインに使用しても流体制御装置 180 の動作を妨げることなく、スラリーが各配管内に詰まること

もないため、スラリーを長期間使用することが可能である。第八の実施例のその他の構成は第二の実施例と同様なので説明を省略する。

(実施例 9)

次に、図 16 に基づいて本発明の第九の実施例である流量計測器が他の超音波流量計である場合の流体制御装置 190 について説明する。

234 は流体の流量を計測する流量計測器である。流量計測器 234 は、入口流路 235 と、入口流路 235 から垂設された第一立上り流路 236 と、第一立上り流路 236 に連通し入口流路 235 軸線に略平行に設けられた直線流路 237 と、直線流路 237 から垂設された第二立上り流路 238 と、第二立上り流路 238 に連通し入口流路 235 軸線に略平行に設けられた出口流路 239 とを有し、第一、第二立上り流路 236、238 の側壁の直線流路 237 の軸線と交わる位置に、超音波振動子 240、241 が互いに対向して配置されている。超音波振動子 240、241 はフッ素樹脂で覆われており、該振動子 240、241 から伸びた配線は後記制御部 244 の演算部 245 に繋がっている。なお、流量計測器 234 の超音波振動子 240、241 以外は PFA 製である。入口流路 235 は圧力調整弁 242 に連通し、出口流路 239 は流体制御弁 243 に連通する。第九の実施例のその他の構成は第四の実施例と同様であるので説明を省略する。

次に、本発明の第九の実施例である流体制御装置 190 の作動について説明する。

流体制御装置に流入した流体は、圧力調整弁 242 を通過して流量計測器 234 に流入する。流量計測器 234 に流入した流体は、直線流路 237 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 2 4 0 から下流側に位置する超音波振動子 2 4 1 に向かって超音波振動を伝播させる。超音波振動子 2 4 1 で受信された超音波振動は電気信号に変換され、制御部 2 4 4 の演算部 2 4 5 へ出力される。超音波振動が上流側の超音波振動子 2 4 0 から下流側の超音波振動子 2 4 1 へ伝播して受信されると、瞬時に演算部 2 4 5 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 2 4 1 から上流側に位置する超音波振動子 2 4 0 に向かって超音波振動を伝播させる。超音波振動子 2 4 0 で受信された超音波振動は、電気信号に変換され、制御部 2 4 4 内の演算部 2 4 5 へ出力される。このとき、超音波振動は直線流路 2 3 7 内の流体の流れに逆らって伝播していくので、上流側から下流側へ超音波振動を伝播させるときに比べて流体中での超音波振動の伝播速度が遅れ、伝播時間が長くなる。出力された相互の電気信号は演算部 2 4 5 内で伝播時間が各々計測され、伝播時間差から流量が演算される。演算部 2 4 5 で演算された流量は電気信号に変換されてコントロール部 2 4 6 に出力される。第九の実施例のその他の作動は、第四の実施例と同様であるので説明を省略する。

(実施例 10)

次に、図 1 7 および図 1 8 に基づいて本発明の第十の実施例である流量計測器が超音波式渦流量計である場合の流体制御装置 2 0 0 について説明する。

2 4 7 は流量計測器である。流量計測器 2 4 7 は、入口流路 2 4 8 と、入口流路 2 4 8 内に垂設されたカルマン渦を発生させる渦発生体 2 4 9 と、出口流路 2 5 0 とを備える直線流路 2 5 1 を有し、直線流路 2 5 1 の渦発生体 2 4 9 の下流側の側壁に、超音波振動子 2 5 2、2 5 3 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 2 5 2、2 5 3 はフッ素樹脂で覆われ

ており、該振動子 2 5 2、2 5 3 から伸びた配線は制御部 2 5 6 の演算部に繋がっている。流量計測器 2 4 7 の超音波振動子 2 5 2、2 5 3 以外は P T F E 製である。入口流路 2 4 8 は開閉弁 2 5 4 に連通し、出口流路 2 5 0 は流体制御弁 2 5 5 に連通する。第十の実施例のその他の構成は第四の実施例と同様であるので説明を省略する。

次に、本発明の第十の実施例である流体制御装置の作動について説明する。

流体制御装置に流入した流体は、圧力調整弁 2 5 4 を通過して流量計測器 2 4 7 に流入する。流量計測器 2 4 7 に流入した流体は、直線流路 2 5 1 で流量が計測される。直線流路 2 5 1 内を流れる流体に対して超音波振動子 2 5 2 から超音波振動子 2 5 3 に向かって超音波振動を伝播させる。渦発生体 2 4 9 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 2 5 3 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 2 5 2、2 5 3 で送受信された超音波振動は、電気信号に変換され、制御部 2 5 6 の演算部 2 5 7 へ出力される。演算部 2 5 7 では、送信側の超音波振動子 2 5 2 から出力された超音波振動と受信側の超音波振動子 2 5 3 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 2 5 1 を流れる流体の流量が演算される。演算部 2 5 7 で演算された流量は電気信号に変換されてコントロール部 2 5 8 に出力される。第十の実施例のその他の作動は、第四の実施例と同様であるので説明を省略する。

以上の作動により、超音波式渦流量計は、流量が大きいほどカル

マン渦は多く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。

なお、本発明について特定の実施形態に基づいて詳述しているが、当業者であれば、本発明の請求の範囲及び思想から逸脱することなく、様々な変更、修正等が可能である。

請 求 の 範 囲

1. 流路の開口面積を変化させることにより流体の流量を制御する流体制御弁と、

流体の流量を計測し該流量の計測値を電気信号に変換し出力する流量計測器と、

該流量計測器からの前記電気信号と設定流量との偏差に基づいて、前記流体制御弁の開口面積を制御するための指令信号を、前記流体制御弁または該流体制御弁を操作する機器へ出力する制御部と、を具備することを特徴とする流体制御装置。

2. 前記流体の流れを開放又は遮断するための開閉弁をさらに具備することを特徴とする請求項 1 に記載の流体制御装置。

3. 流体の圧力変動を減衰させる圧力調整弁をさらに具備することを特徴とする請求項 2 に記載の流体制御装置。

4. 前記弁および前記流量計測器が、独立した接続手段を用いずに直接接続さ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。

5. 前記弁および前記流量計測器が、一つのベースブロックに配設されていることを特徴とする請求項 4 に記載の流体制御装置。

6. 前記流体制御弁が、

上部に弁室と、弁室に各々が連通している入口流路および出口流路とを有し、弁室底部中央に入口流路が連通している開口部が設けられた本体と、底部中央に貫通孔と、側面に呼吸口が設けられ、本体と第一ダイヤフラムを挟持固定しているシリンダーおよび上部に作動流体連通口が設けられ、シリンダーと第二ダイヤフラムの周縁部を挟持固定しているボンネットが一体的に固定されており、第一ダイヤフラムは肩部と、肩部の上に位置し後記ロッドの下部に嵌合

固定される取り付け部、肩部の下に位置し後記弁体が固定される接合部、肩部から径方向に延出した薄膜部、薄膜部に続く厚肉部および厚肉部の周縁部に設けられたシール部が一体的に形成され、接合部には弁室の開口部に後記ロッドの上下動に伴って出入りする弁体が固定されており、一方、第二ダイヤフラムは中央穴を有し、その周辺の厚肉部と、厚肉部から径方向に延出した薄膜部および薄膜部の周縁部に設けられたシール部が一体的に形成され、底部に第一ダイヤフラムの取り付け部が固定されているロッドの上部に位置する肩部にダイヤフラム押えにより中央穴を貫通して挟持固定されており、また、ロッドは、その下方部がシリンダー底部の貫通孔内に遊嵌状態に配置され、かつ、シリンダーの段差部とロッドの肩部下面との間に径方向への移動が防止された状態で嵌合されたスプリングで支承されていることを特徴とする請求項 4 に記載の流体制御装置。

7. 前記流体制御弁が、

上部ボンネットと下部ボンネットに内包されたモータ部とを有する電気式駆動部と、モータ部の軸に連結されたステムにより上下動される弁体を有するダイヤフラムと、ダイヤフラムによって電気式駆動部から隔離された弁室に各々連通する入口流路及び出口流路を有する本体とを具備する流量制御部からなることを特徴とする請求項 4 に記載の流体制御装置。

8. 前記流体制御弁が、

弾性体からなる管体と、内部シリンダー部を有し上部にシリンダー蓋が接合されたシリンダー本体と、シリンダー部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下面中央に設けられた貫通孔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を有するピストンと、ピストンの連結部の下端部に固定さ

れシリンダー本体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内に収納される挟圧子と、シリンダー本体の下端面に接合固定され、流路軸線上に管体を受容する第1の溝と第1の溝の両端部にさらに連結体受けを受容する第2の溝が第1の溝よりも深く設けられた本体と、一端に本体の第2の溝と嵌合する嵌合部を有し他端内部に連結体受口を有しさらに管体を受容する貫通孔を有する一对の連結体受けと、シリンダー本体周側面に設けられ、シリンダー部底面及び内周面とピストン下端面とで囲まれて形成された第1空間部と、シリンダー蓋下端面とシリンダー部内周面とピストン上面とで囲まれた第二空間部とにそれぞれ連通される一对のエアー口を具備することを特徴とする請求項4に記載の流体制御装置。

9. 前記流体制御弁が、

上部ボンネットと下部ボンネットに内包されたモータ部とを有する電気式駆動部と、モータ部の軸に連結されたステムにより上下動される挟圧子と、弾性体からなる管体と、下部ボンネットの下端面に接合固定され、流路軸線上に管体を受容する溝とを具備することを特徴とする請求項4に記載の流体制御装置。

10. 前記圧力調整弁が、

下部中央に底部まで開放して設けられた第二の空隙と第二の空隙に連通する入口流路と上部に上面が開放して設けられ第二の空隙の径よりも大きい径を持つ第一の空隙と第一の空隙に連通する出口流路と第一の空隙と第二の空隙とを連通し第一の空隙の径よりも小さい径を有する連通孔とを有し、第二の空隙の上面が弁座とされた本体と、側面あるいは上面に設けられた給気孔と排出孔とに連通した円筒状の空隙を内部に有し、下端内周面に段差部が設けられたボンネットと、ボンネットの段差部に嵌挿され中央部に貫通孔を有するバネ受けと、下端部にバネ受けの貫通孔より小径の第一接合部を有

し上部に鍔部が設けられボンネットの空隙内部に上下動可能に嵌挿されたピストンと、ピストンの鍔部下端面とバネ受けの上端面で挟持支承されているバネと、周縁部が本体とバネ受けとの間で挟持固定され、本体の第一の空隙に蓋する形で第一の弁室を形成する中央部が肉厚とされた第一ダイヤフラムと、上面中央にピストンの第一接合部にバネ受けの貫通孔を貫通して接合固定される第二接合部と、下面中央に本体の連通孔と貫通して設けられた第三接合部とを有する第一弁機構体と、本体の第二の空隙内部に位置し本体の連通孔より大径に設けられた弁体と、弁体上端面に突出して設けられ第一弁機構体の第三接合部と接合固定される第四接合部と、弁体下端面より突出して設けられたロッドと、ロッド下端面より径方向に延出して設けられた第二ダイヤフラムとを有する第二弁機構体と、本体の下方に位置し第二弁機構体の第二ダイヤフラム周縁部を本体との間で挟持固定する突出部を上部中央に有し、突出部の上端部に切欠凹部が設けられると共に切欠凹部に連通する呼吸孔が設けられているベースプレートとを具備し、ピストンの上下動に伴って第二弁機構体の弁体と本体の弁座とによって形成される流体制御部の開口面積が変化するように構成されていることを特徴とする請求項4に記載の流体制御装置。

1 1. 前記圧力調整弁が、

内部に第一弁室、第一弁室の上部に設けられた段差部及び第一弁室と連通する入口流路を有する本体と、第二弁室とそれに連通する出口流路とを有し本体上部に接合される蓋体と、周縁部が第一弁室の上部周縁部に接合された第一ダイヤフラムと、周縁部が本体と蓋体とによって挟持された第二ダイヤフラムと、第一及び第二ダイヤフラムの中央に設けられた両環状接合部に接合され軸方向に移動自在となっているスリーブと、第一弁室の底部に固定されスリーブの

下端との間に流体制御部を形成しているプラグとからなり、また本体の段差部の内周面と第一及び第二ダイヤフラムとに包囲された気室を有し、第二ダイヤフラムの受圧面積が第一ダイヤフラムの受圧面積より大きく構成され、前記気室に連通するエア供給が本体に設けられていることを特徴とする請求項４に記載の流体制御装置。

１２．前記流量計測器が、超音波流量計または超音波式渦流量計であることを特徴とする請求項４に記載の流体制御装置。

Fig. 1

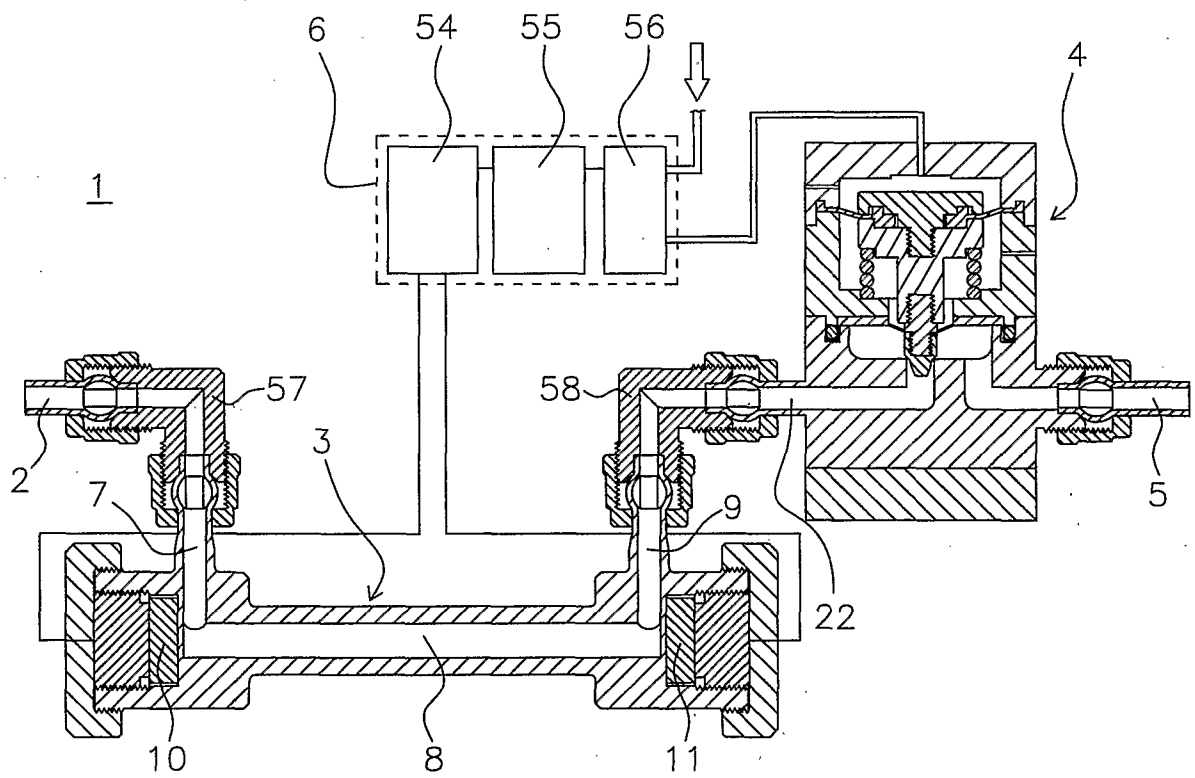


Fig. 2

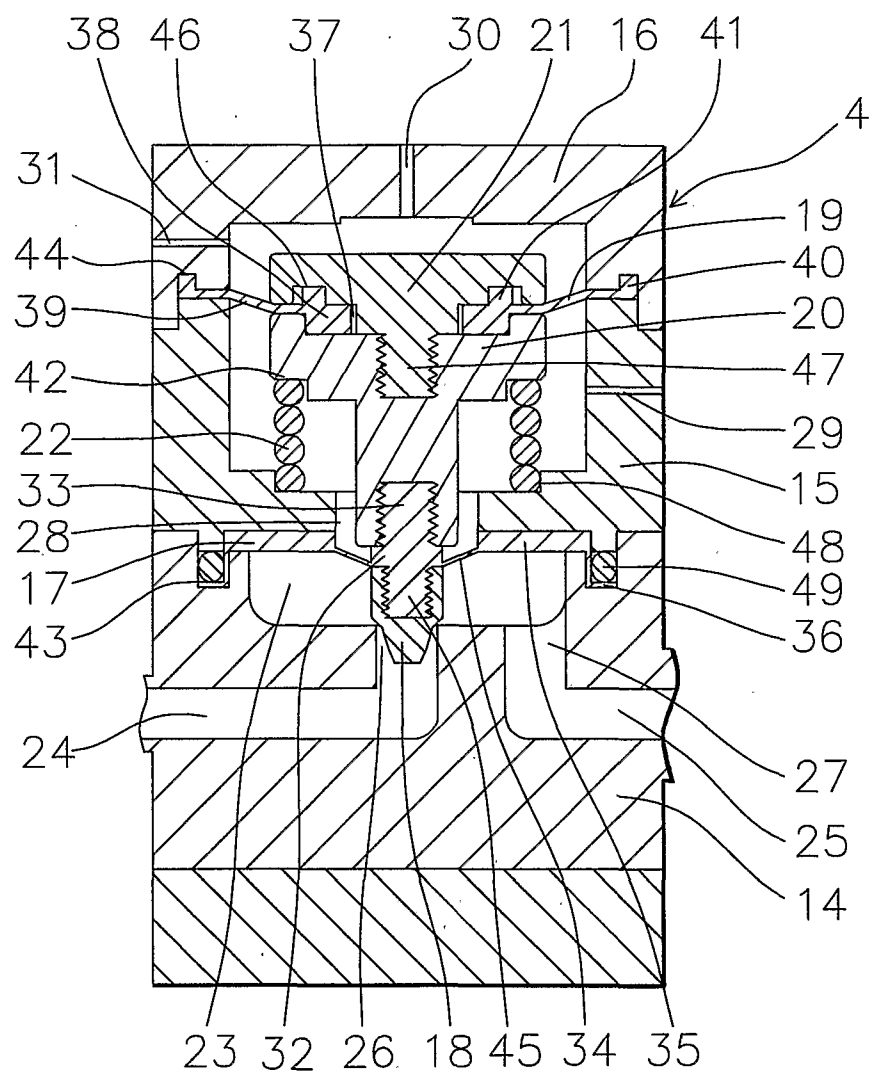


Fig. 3

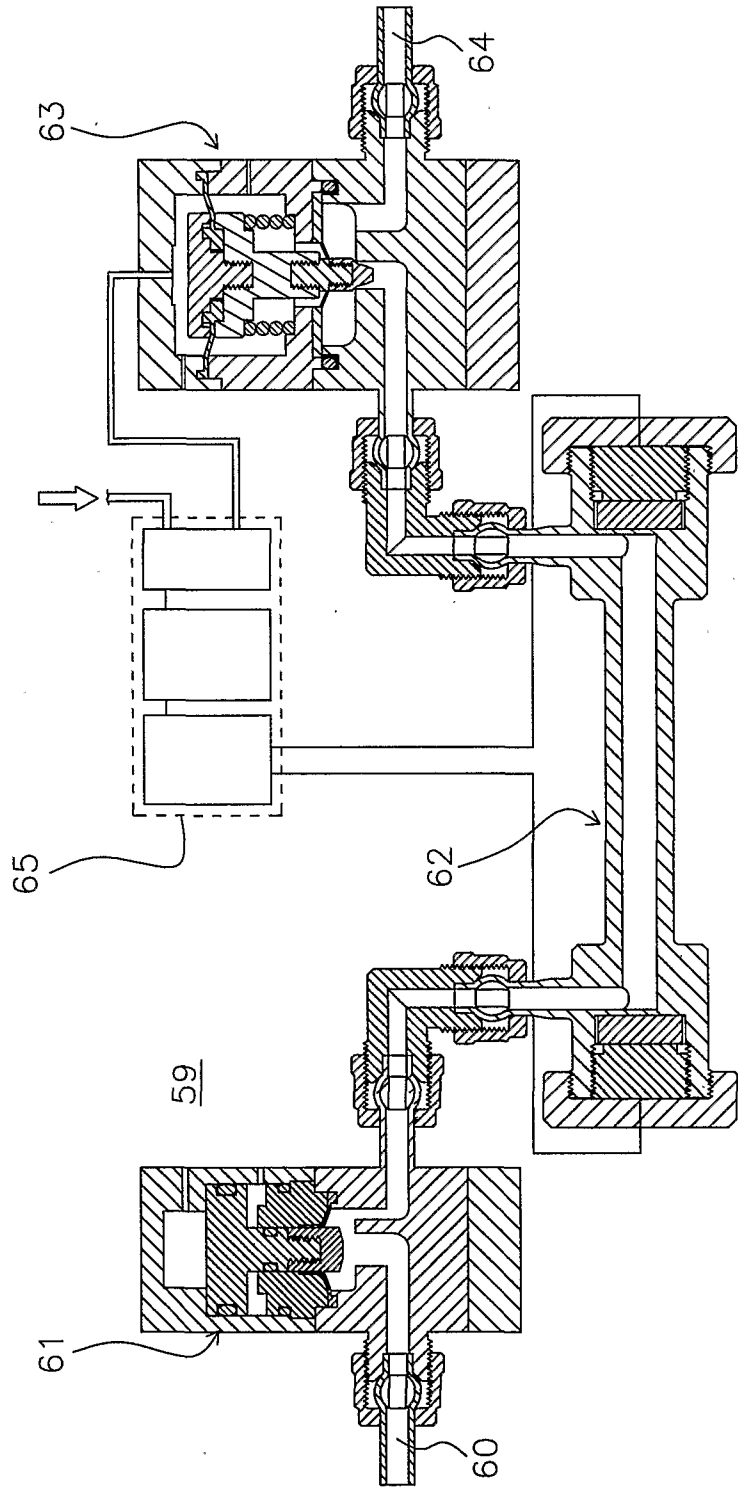


Fig. 4

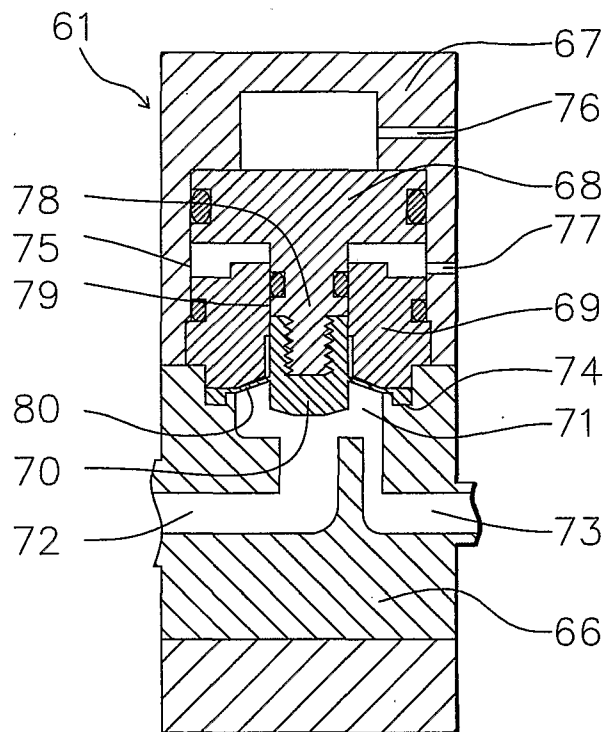


Fig. 5

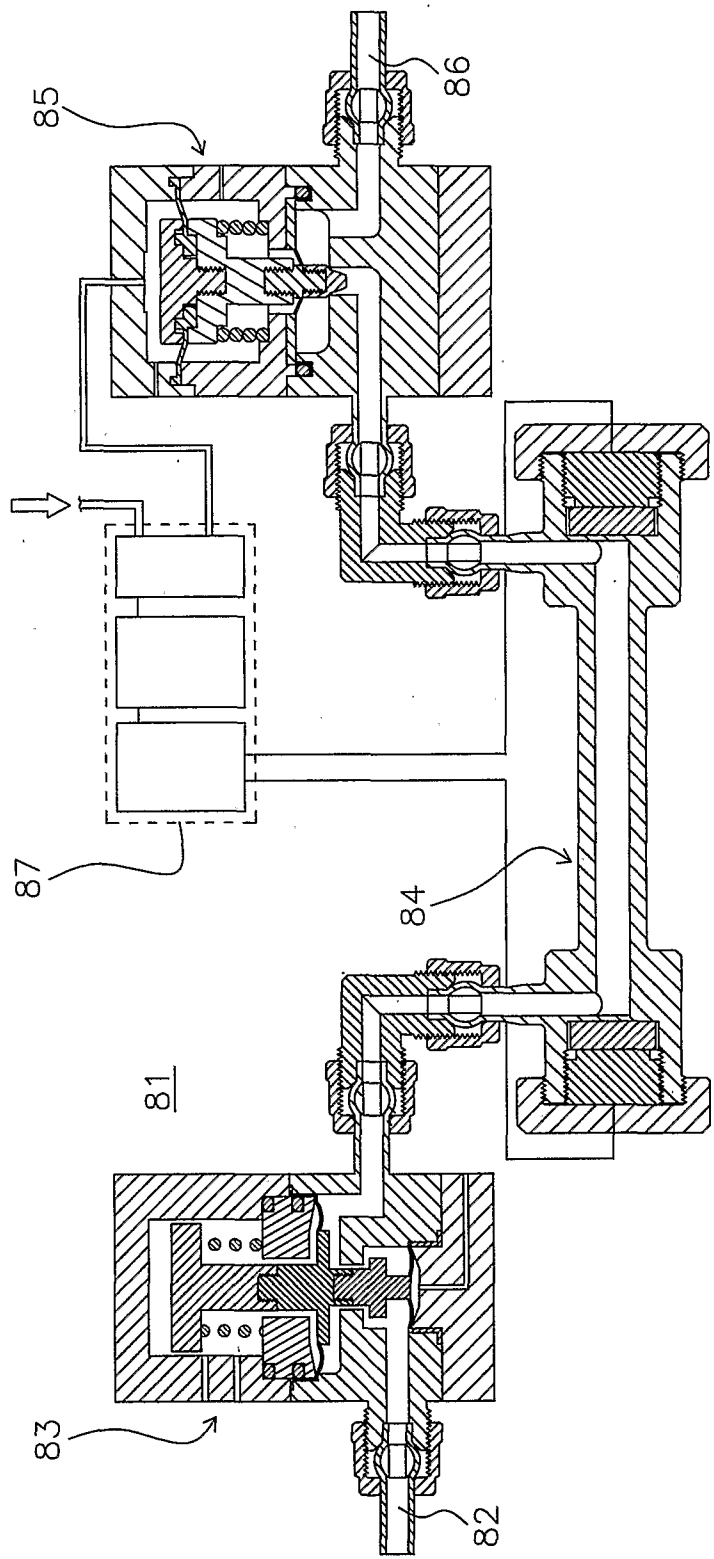


Fig. 6

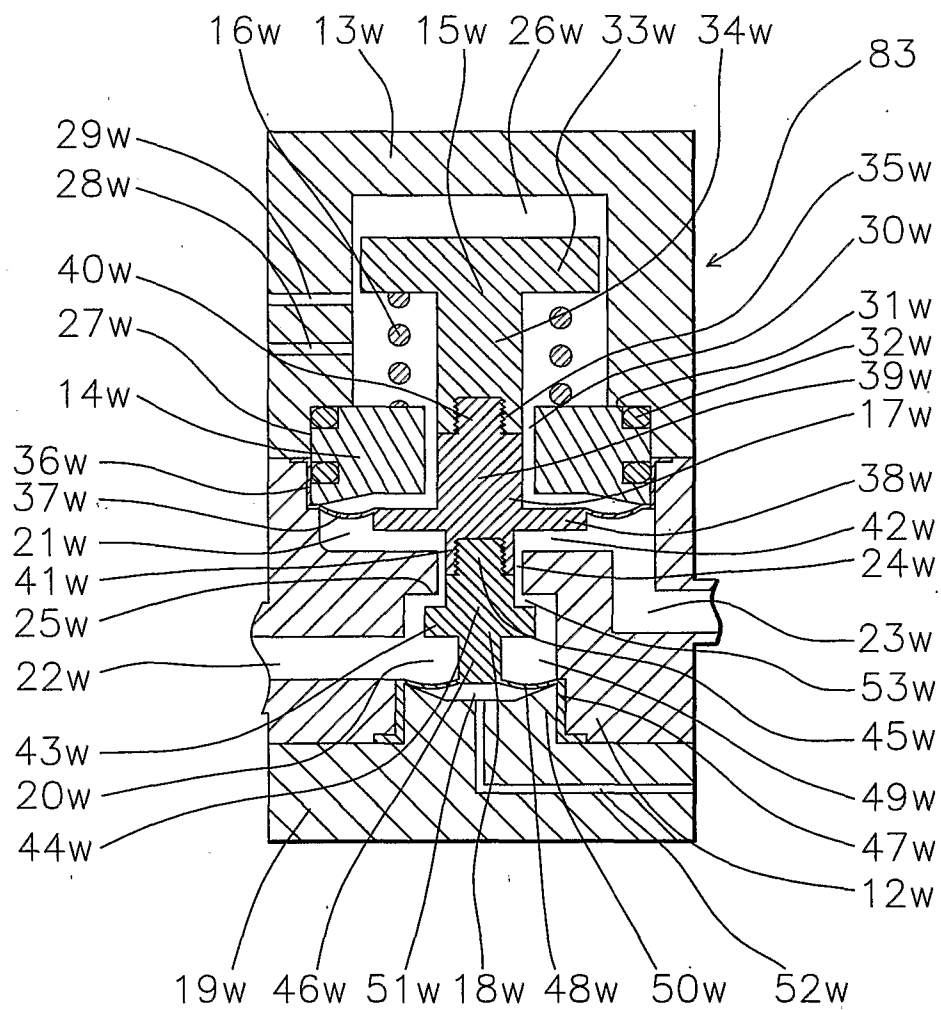


Fig. 7

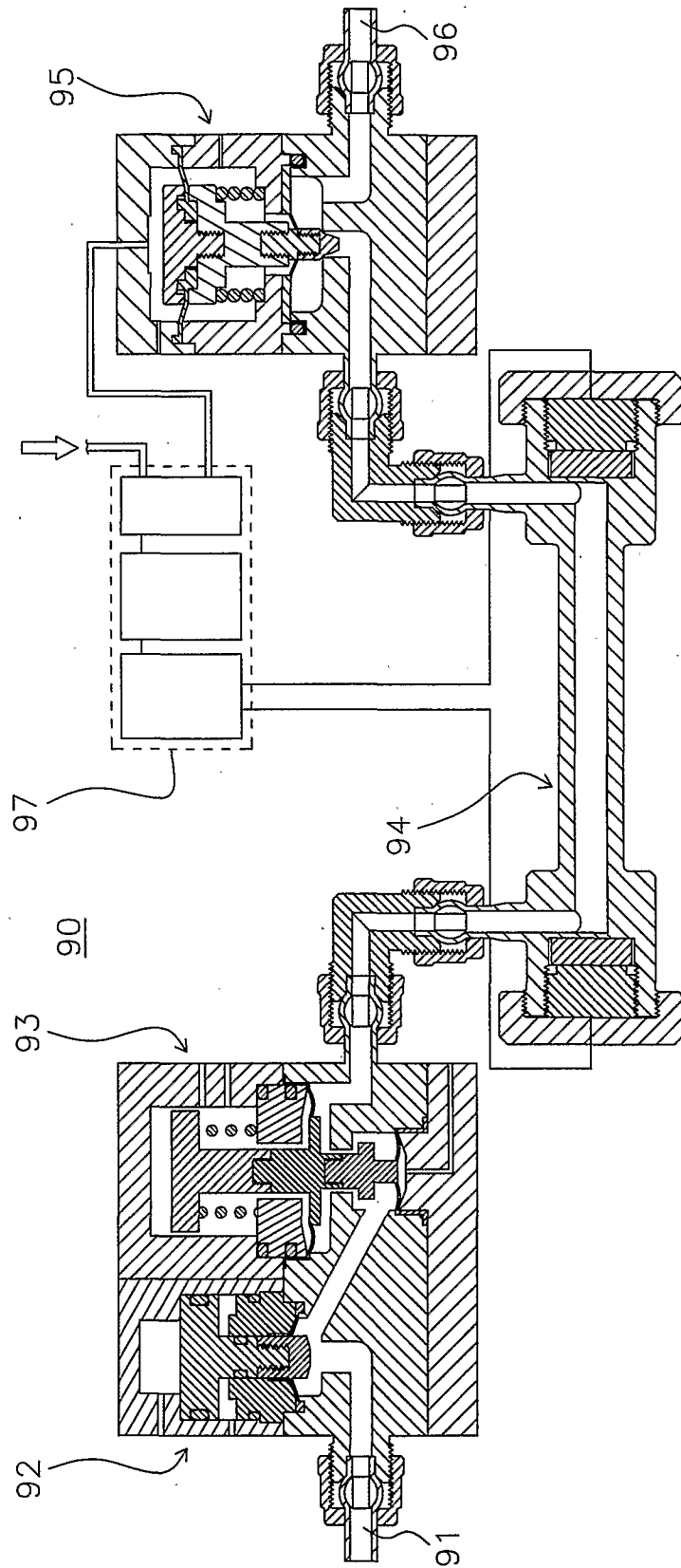


Fig. 8

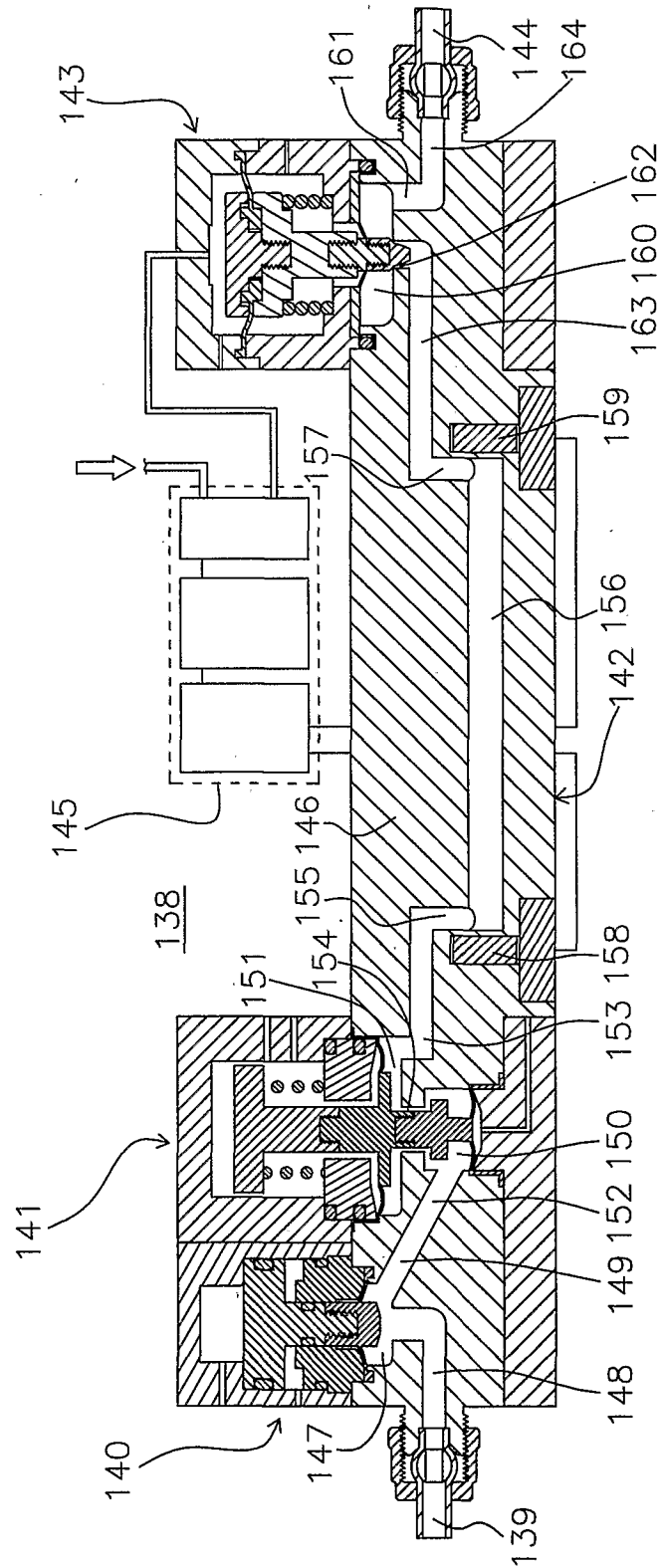


Fig. 9

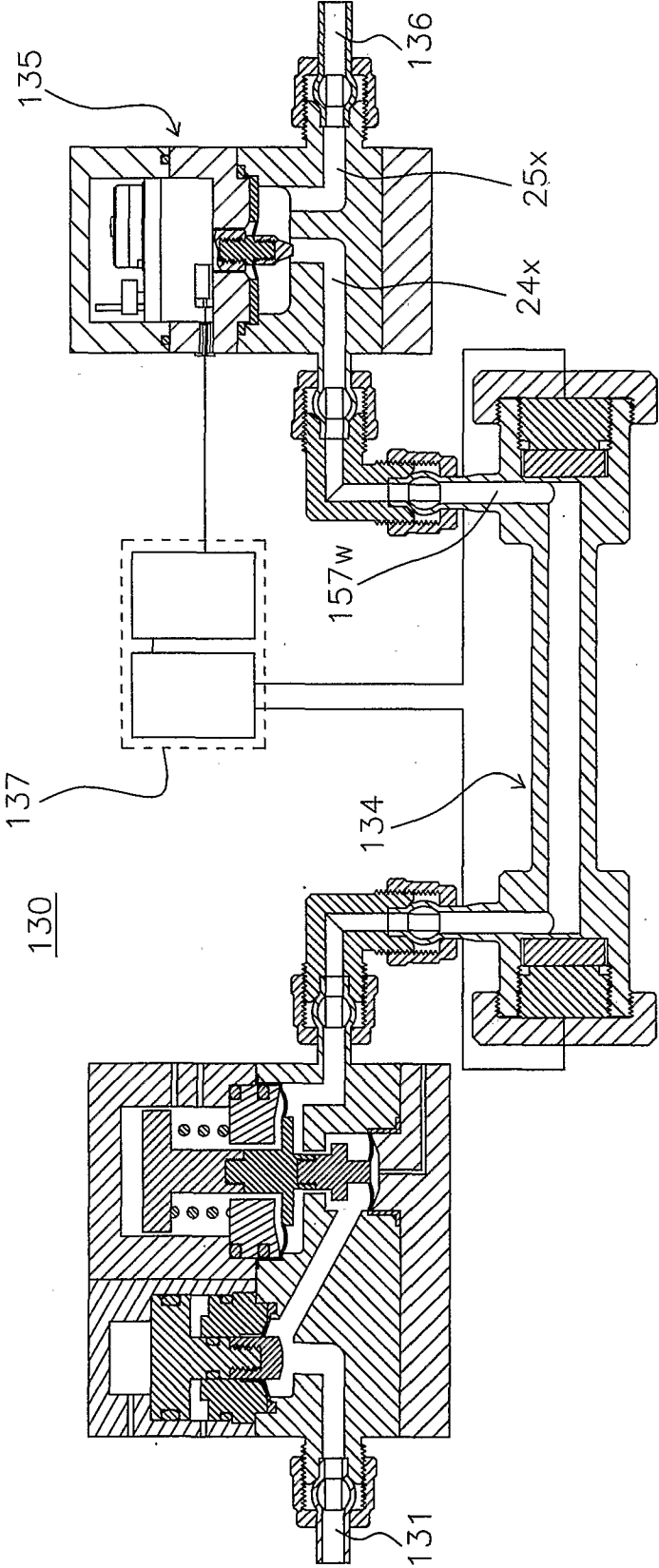


Fig.10

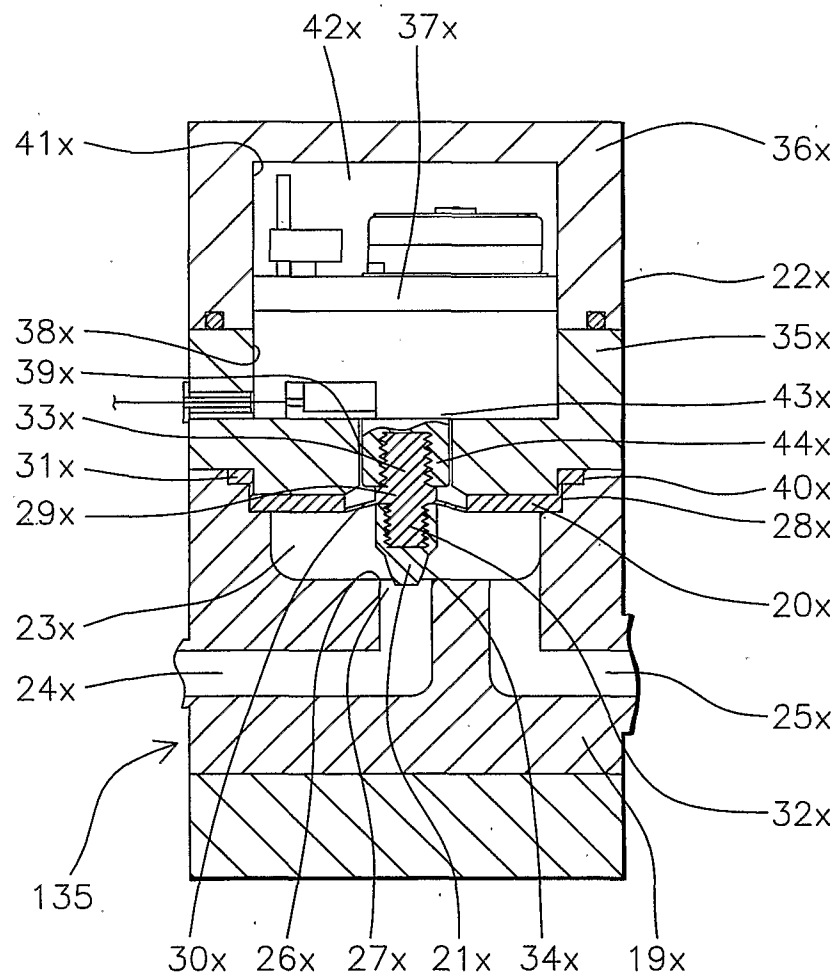


Fig.11

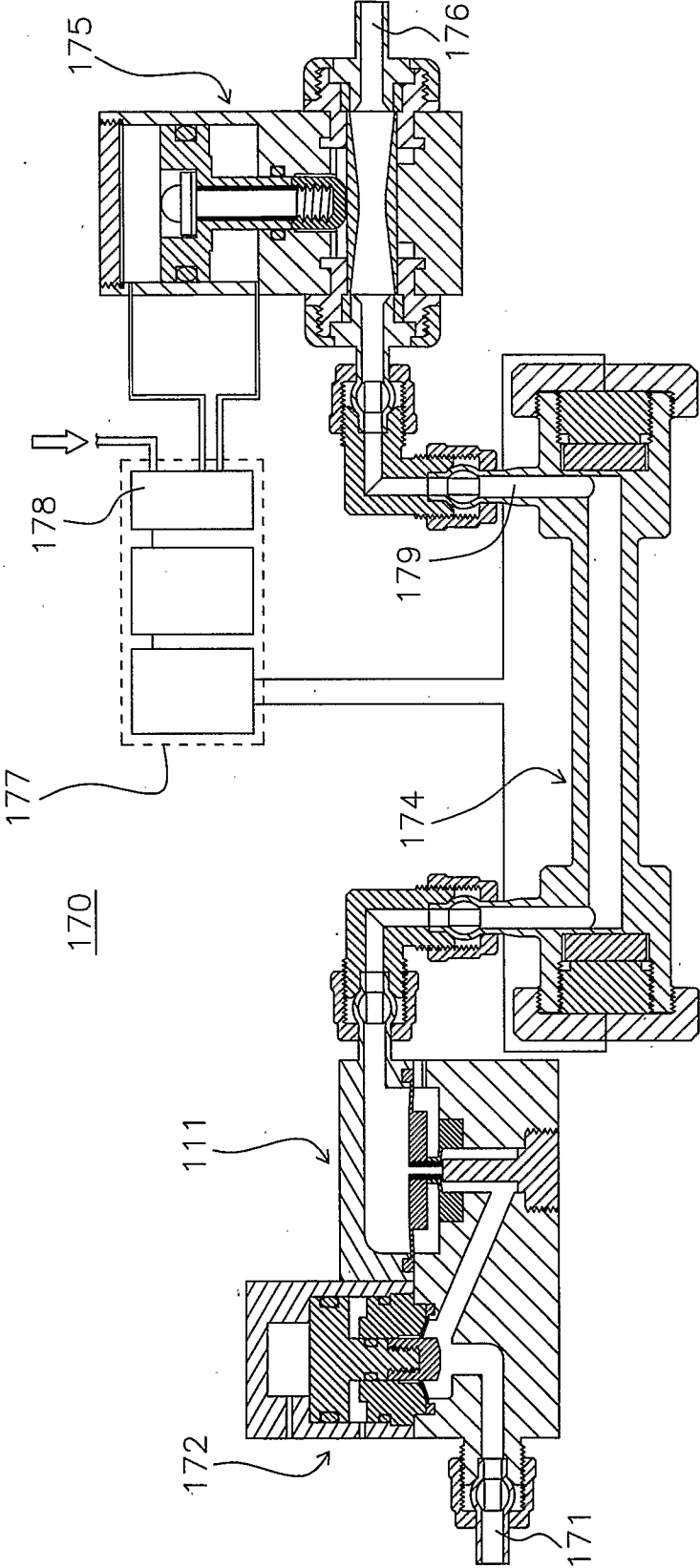


Fig. 12

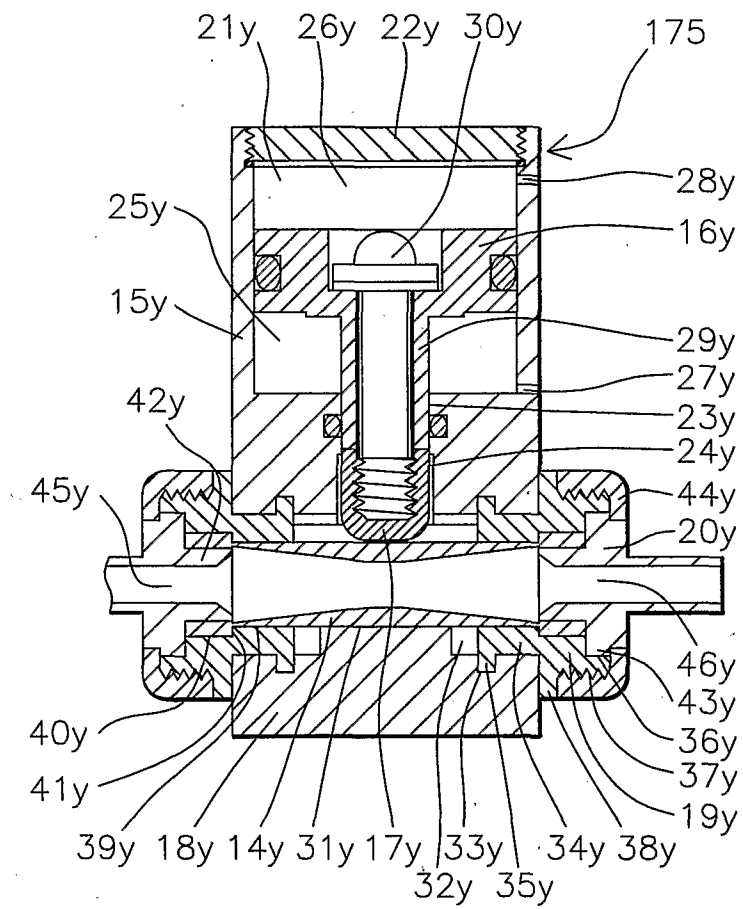


Fig.13

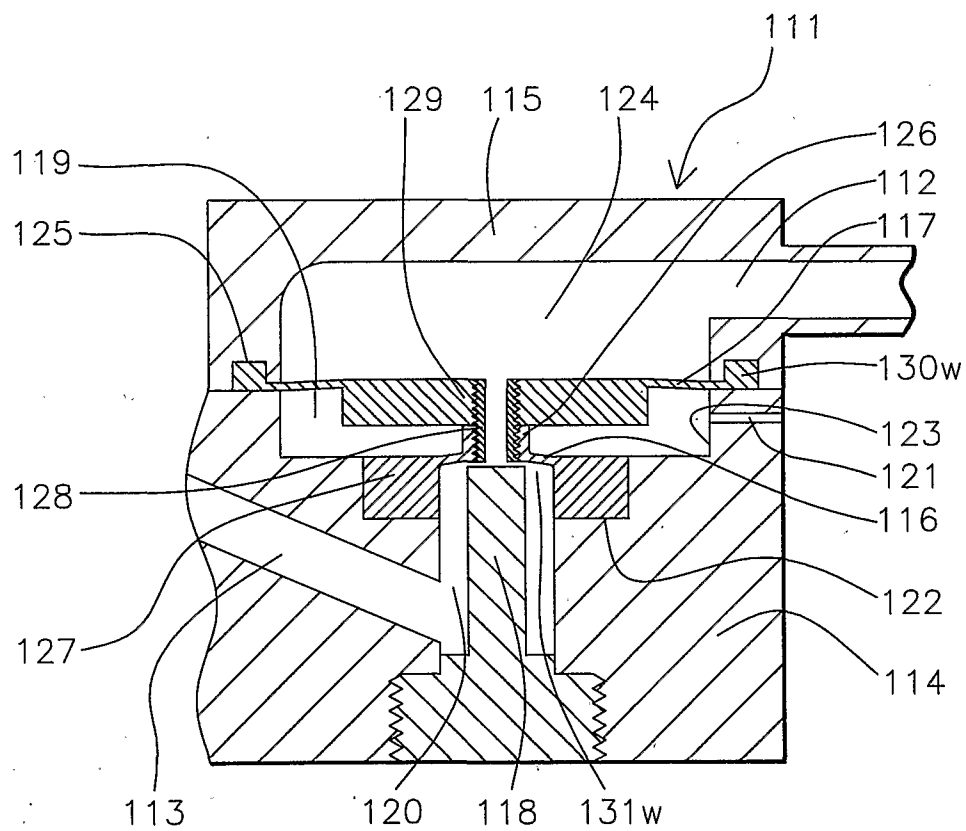


Fig.14

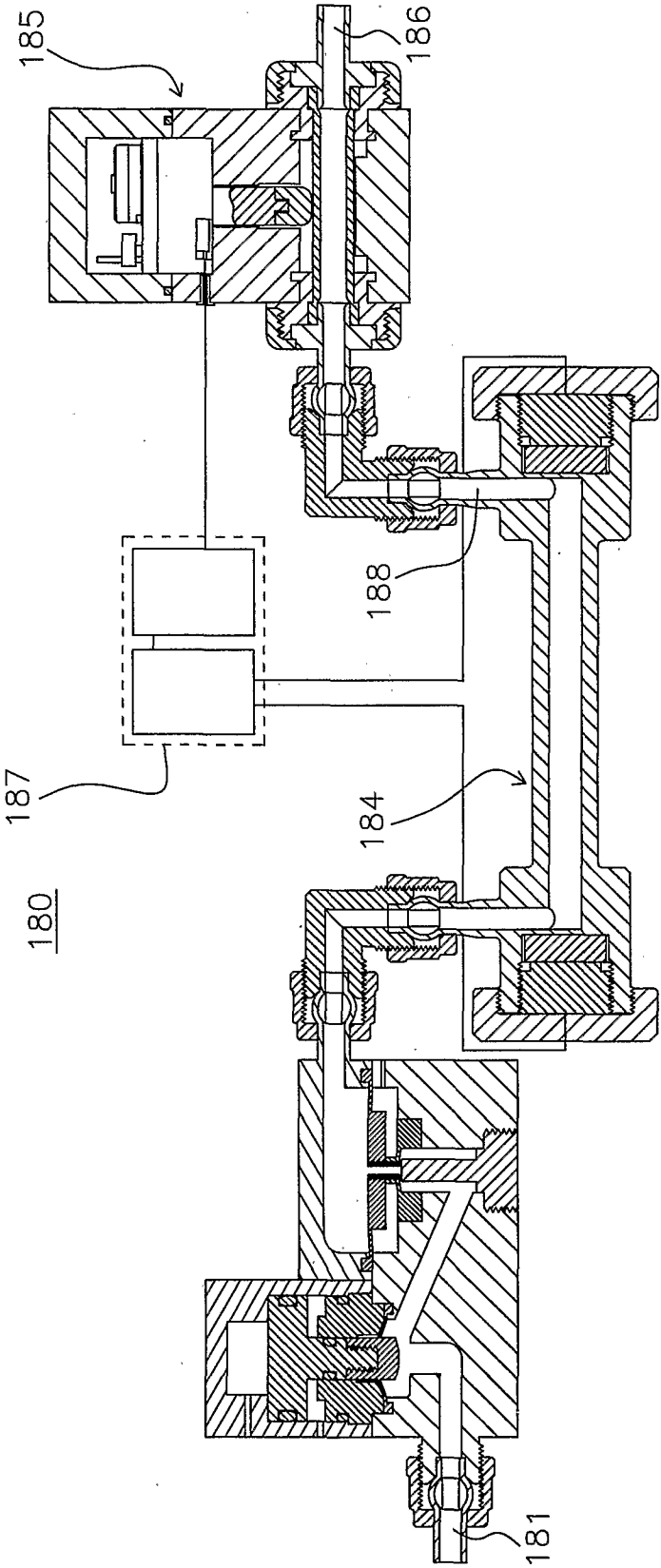


Fig.15

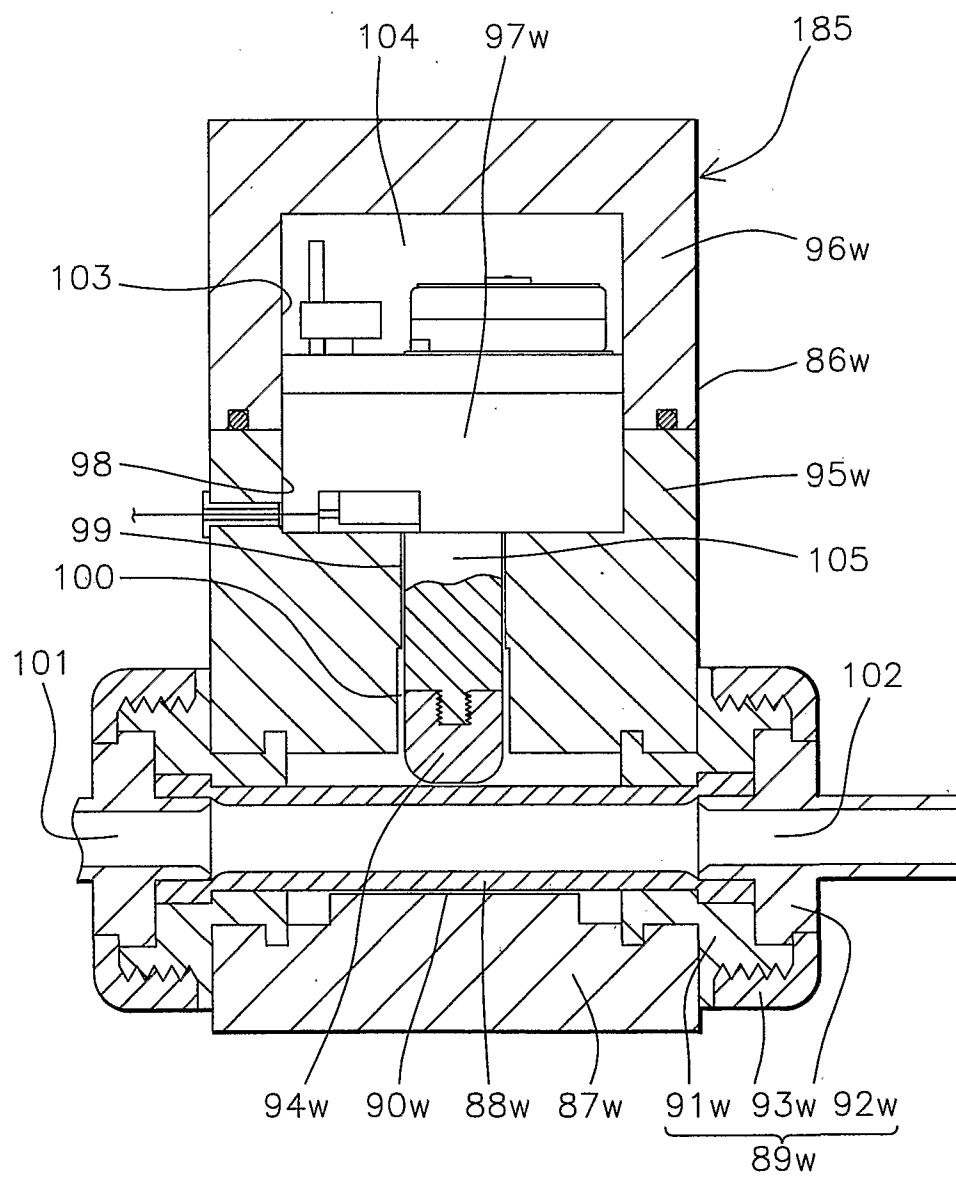


Fig.16

190

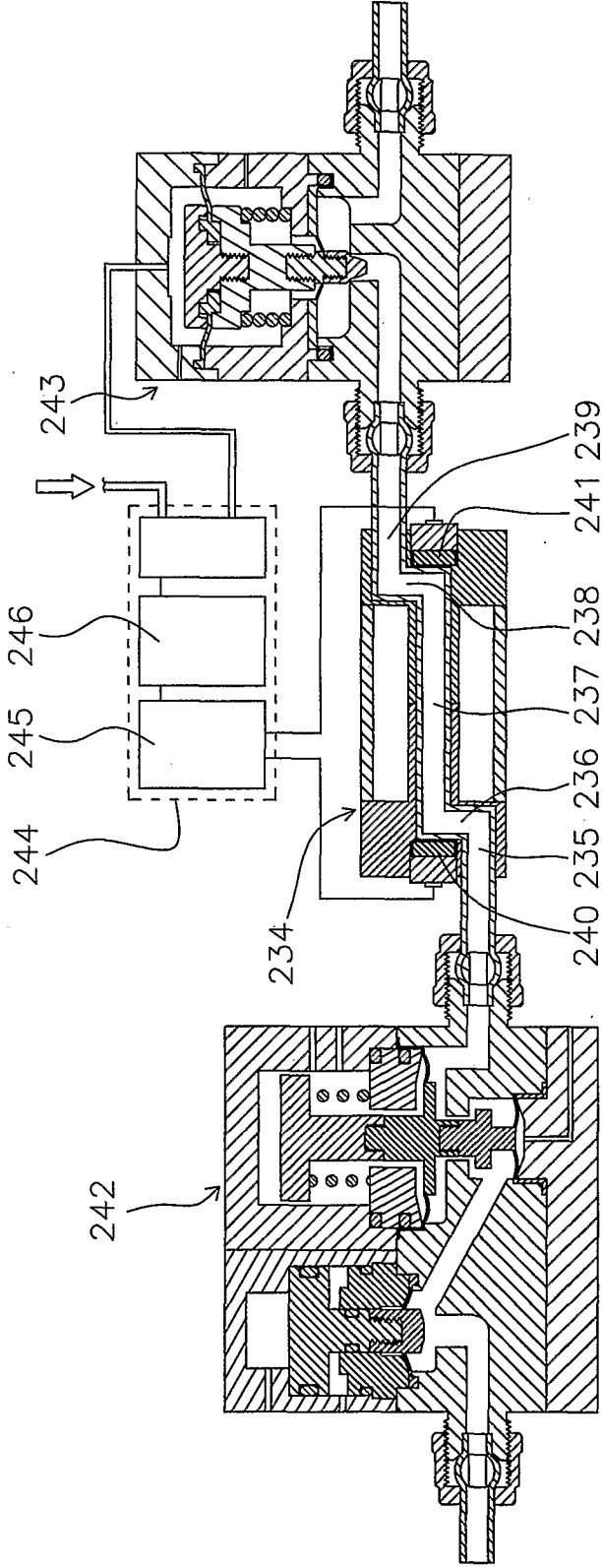


Fig.17

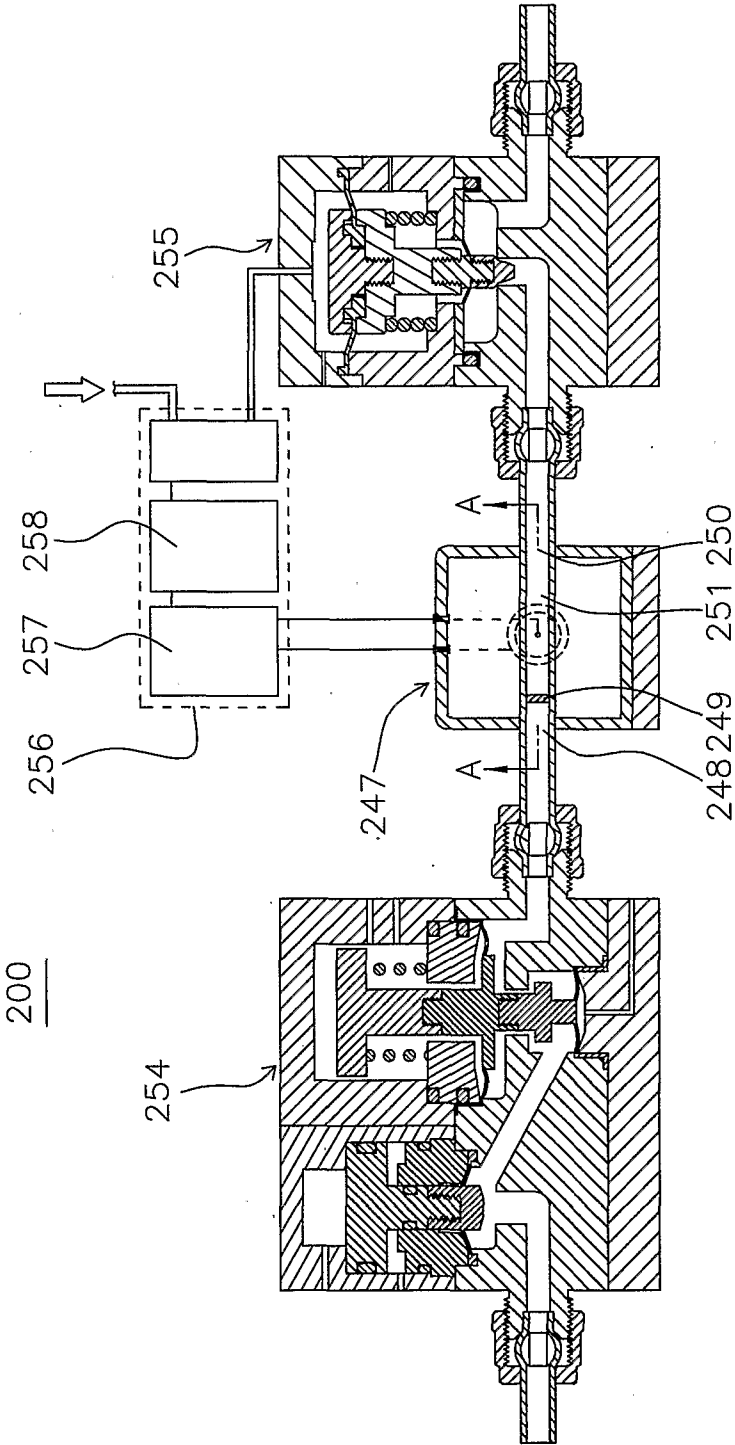


Fig.18

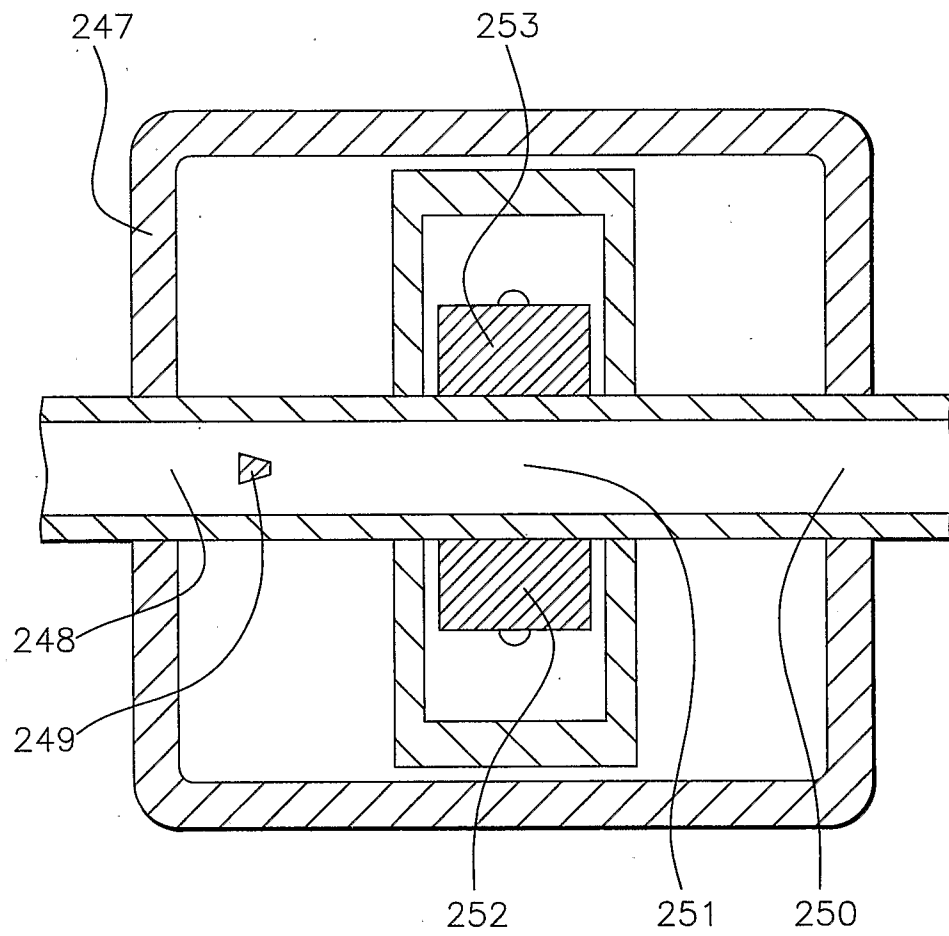


Fig.19

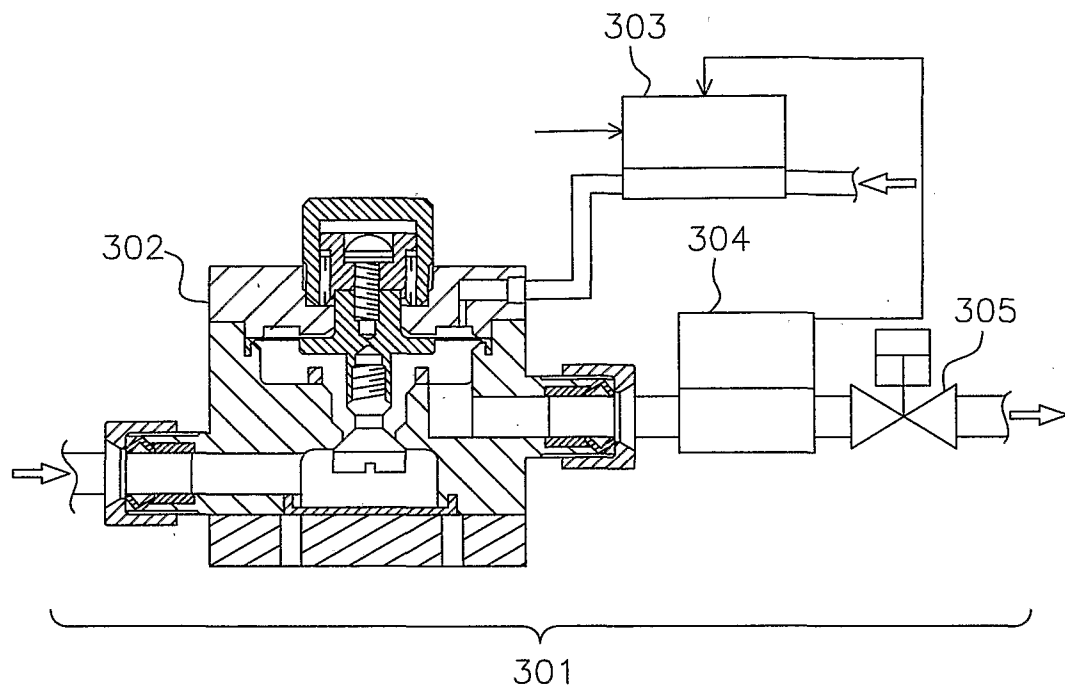
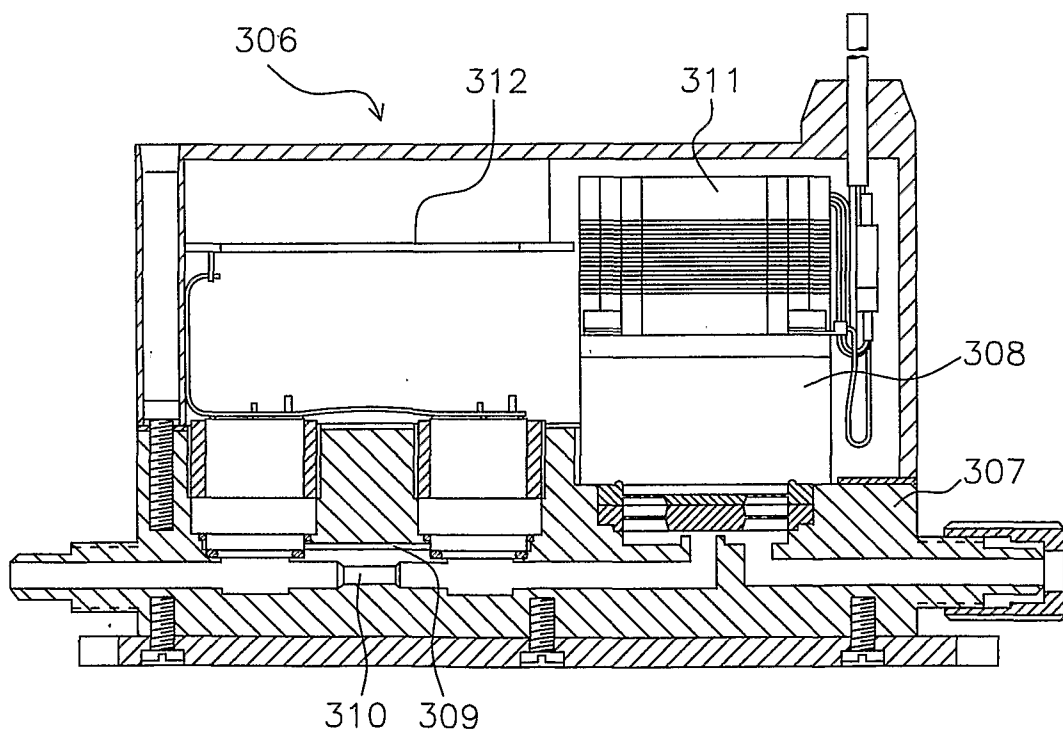


Fig.20



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/316784

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05D7/06(2006.01)i, F16K1/32(2006.01)i, F16K7/06(2006.01)i, F16K7/07(2006.01)i, F16K31/04(2006.01)i, F16K41/12(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G05D7/06, F16K1/32, F16K7/06, F16K7/07, F16K31/04, F16K41/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2004-164033 A (Asahi Organic Chemicals Industry Co., Ltd.), 10 June, 2004 (10.06.04), Par. Nos. [0001] to [0031]; Figs. 1, 3, 4 (Family: none)	1 2-5, 7-12 6
Y A	JP 02-257205 A (Estic Corp.), 18 October, 1990 (18.10.90), Page 3, upper right column, lines 4 to 8; Fig. 1 (Family: none)	2-5, 7-12 6
Y A	JP 2003-280745 A (Estic Corp.), 02 October, 2003 (02.10.03), Par. Nos. [0017], [0018]; Fig. 1 & WO 2003/081361 A1 & EP 1489477 A1 & US 2006/0037644 A1 & CN 1643466 A	4, 5, 7-12 6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 November, 2006 (17.11.06)

Date of mailing of the international search report
28 November, 2006 (28.11.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/316784

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 11-154022 A (Hitachi Metals, Ltd.), 08 June, 1999 (08.06.99), Par. No. [0023]; Fig. 1 & US 6062246 A	4, 5, 7-12 6
Y	JP 11-030355 A (SMC Kabushiki Kaisha), 02 February, 1999 (02.02.99), Par. Nos. [0030], [0052]; Fig. 1 & US 6092782 A1 & GB 2328004 A & DE 19828247 A1	7
Y	JP 2002-174352 A (Asahi Organic Chemicals Industry Co., Ltd.), 21 June, 2002 (21.06.02), Par. Nos. [0001] to [0021]; Figs. 1 to 3 & US 2003/0010946 A1 & EP 1253360 A1 & WO 2002/046648 A1 & CA 2396807 A1	8
Y	JP 2004-038571 A (Asahi Organic Chemicals Industry Co., Ltd.), 05 February, 2004 (05.02.04), Full text; Figs. 1, 2 & WO 2004/006035 A1 & EP 1553473 A1 & US 2005/0285064 A1 & US 7108241 B2	10
Y	JP 05-172599 A (Tokico Ltd.), 09 July, 1993 (09.07.93), Par. No. [0025]; Fig. 1 (Family: none)	12
A	JP 2005-196401 A (Toflo Corp.), 21 July, 2005 (21.07.05), Par. Nos. [0030] to [0079]; Figs. 1 to 3 & EP 1553339 A1 & US 2005/0145278 A1 & CN 1654863 A	6
A	JP 2005-155878 A (Asahi Organic Chemicals Industry Co., Ltd.), 16 June, 2005 (16.06.05), Par. Nos. [0001] to [0043]; Figs. 1 to 7 (Family: none)	6
P, Y	JP 2006-070946 A (Asahi Organic Chemicals Industry Co., Ltd.), 16 March, 2006 (16.03.06), Full text; Figs. 1 to 3 & WO 2006/025466 A1	6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G05D7/06(2006.01)i, F16K1/32(2006.01)i, F16K7/06(2006.01)i, F16K7/07(2006.01)i,
F16K31/04(2006.01)i, F16K41/12(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G05D7/06, F16K1/32, F16K7/06, F16K7/07, F16K31/04, F16K41/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 6 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	J P 2 0 0 4 - 1 6 4 0 3 3 A (旭有機材工業株式会社) 2 0 0 4 . 0 6 . 1 0, 段落【0 0 0 1】-【0 0 3 1】, 図1, 3, 4 (ファミリーなし)	1 2 - 5, 7 - 1 2 6
Y A	J P 0 2 - 2 5 7 2 0 5 A (株式会社エステック) 1 9 9 0 . 1 0 . 1 8, 第3頁右上欄第4~8行, 第1図 (ファミリーなし)	2 - 5, 7 - 1 2 6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 7 . 1 1 . 2 0 0 6

国際調査報告の発送日

2 8 . 1 1 . 2 0 0 6

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

佐々木 一浩

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 2 4

3 U

3 6 1 7

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	J P 2 0 0 3 - 2 8 0 7 4 5 A (株式会社エステック) 2 0 0 3 . 1 0 . 0 2 , 段落【0 0 1 7】 , 【0 0 1 8】 , 図1 & WO 2 0 0 3 / 0 8 1 3 6 1 A 1 & EP 1 4 8 9 4 7 7 A 1 & US 2 0 0 6 / 0 0 3 7 6 4 4 A 1 & CN 1 6 4 3 4 6 6 A	4 , 5 , 7 - 1 2 6
Y A	J P 1 1 - 1 5 4 0 2 2 A (日立金属株式会社) 1 9 9 9 . 0 6 . 0 8 , 段落【0 0 2 3】 , 図1 & US 6 0 6 2 2 4 6 A	4 , 5 , 7 - 1 2 6
Y	J P 1 1 - 0 3 0 3 5 5 A (エムエムシー株式会社) 1 9 9 9 . 0 2 . 0 2 , 段落【0 0 3 0】 , 【0 0 5 2】 , 図1 & US 6 0 9 2 7 8 2 A 1 & GB 2 3 2 8 0 0 4 A & DE 1 9 8 2 8 2 4 7 A 1	7
Y	J P 2 0 0 2 - 1 7 4 3 5 2 A (旭有機材工業株式会社) 2 0 0 2 . 0 6 . 2 1 , 段落【0 0 0 1】 - 【0 0 2 1】 , 図1 - 3 & US 2 0 0 3 / 0 0 1 0 9 4 6 A 1 & EP 1 2 5 3 3 6 0 A 1 & WO 2 0 0 2 / 0 4 6 6 4 8 A 1 & CA 2 3 9 6 8 0 7 A 1	8
Y	J P 2 0 0 4 - 0 3 8 5 7 1 A (旭有機材工業株式会社) 2 0 0 4 . 0 2 . 0 5 , 全文 , 図1 , 2 & WO 2 0 0 4 / 0 0 6 0 3 5 A 1 & EP 1 5 5 3 4 7 3 A 1 & US 2 0 0 5 / 0 2 8 5 0 6 4 A 1 & US 7 1 0 8 2 4 1 B 2	1 0
Y	J P 0 5 - 1 7 2 5 9 9 A (トキコ株式会社) 1 9 9 3 . 0 7 . 0 9 , 段落【0 0 2 5】 , 図1 (ファミリーなし)	1 2
A	J P 2 0 0 5 - 1 9 6 4 0 1 A (東フロコーポレーション株式 会社) 2 0 0 5 . 0 7 . 2 1 , 段落【0 0 3 0】 - 【0 0 7 9】 , 図 1 - 3 & EP 1 5 5 3 3 3 9 A 1 & US 2 0 0 5 / 0 1 4 5 2 7 8 A 1 & CN 1 6 5 4 8 6 3 A	6
A	J P 2 0 0 5 - 1 5 5 8 7 8 A (旭有機材工業株式会社) 2 0 0 5 . 0 6 . 1 6 , 段落【0 0 0 1】 - 【0 0 4 3】 , 図1 - 7 (フ ァミリーなし)	6

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P, Y	J P 2 0 0 6 - 0 7 0 9 4 6 A (旭有機材工業株式会社) 2 0 0 6 . 0 3 . 1 6 , 全文, 図 1 - 3 & W O 2 0 0 6 / 0 2 5 4 6 6 A 1	6