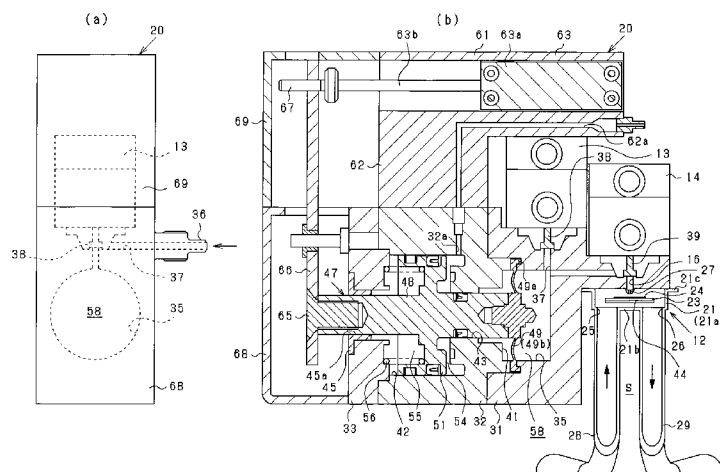


PCT

- [続葉有]

[圖2]



〔続葉有〕



添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

液体材料の残留の問題を解消しつつ、液体材料の気化の促進を図ることができる液体気化システムを提供する。液体気化システム 10 には、液体気化装置 20 が設けられている。本装置 20 は、ポンプ 11 と、気化器 12 とを備えている。気化器 12 は、ケース 21 と、ケース 21 の内部に設けられたヒータと、ヒータにより加熱される蓄熱板 23 と、蓄熱板 23 上に設けられたメッシュ 24 とを備えている。メッシュ 24 は、線材 24a が編み込まれることにより形成され、全体としては平板状をなしている。蓄熱板 23 の上面にメッシュ 24 が重ねられることで蓄熱板 23 上にはメッシュ 24 により微細な凹凸が設けられている。メッシュ 24 の上方にはノズル 27 が設けられ、ノズル 27 から液体材料が蓄熱板 23（メッシュ 24）上に滴下される。液体材料は蓄熱板 23 上を薄膜状に拡がり蓄熱板 23 の上面で加熱され気化される。

明 細 書

発明の名称： 液体気化システム

技術分野

[0001] 本発明は、液体気化システムに関する。

背景技術

[0002] 一般に半導体装置の製造においては、ウェハに対するレジスト液の付着性向上を図るために、親水性のある表面を疎水性に変えるための液体材料を気化器により気化させて、その気化させた液体材料によりウェハの表面処理が行われる。この種の気化器としては、例えばヒータにより液体材料を加熱することで当該液体材料を気化させるものが用いられている。

[0003] 気化器により気化された液体材料は、通常キャリアガスによってチャンバ内に收容されたウェハに供給される。この場合、気化された液体材料とキャリアガスとの混合気がウェハに供給されることとなるが、混合気中の液体材料の濃度が処理時において変動すると処理の均一性が損なわれる等の不具合が生じうる。そのため、安定した表面処理を行うためには混合気中の液体材料の濃度を処理時において一定に保つ必要がある。

[0004] かかる不具合を回避するものとして、例えば特許文献1には、気化器の内部に粒状体を充填することにより気化器内に多孔質体を形成するとともに、多孔質体の外側には液体材料を加熱するためのヒータを設ける構成が開示されている。これによれば、多孔質体の隙間に液体材料を入り込ませ、その隙間に入り込ませた液体材料をヒータにより多孔質体を介して加熱することで気化させることができる。この場合、多孔質体と液体材料との接触面積を大きくすることができるため液体材料の気化を促進させることができ、その結果処理時における混合気中の液体材料の濃度を一定に保つことが期待できる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2001-295050号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、上記特許文献1の技術では、気化器内が多孔質体により形成されているため、微細な隙間を有する多孔質体等、多孔質体の構造によってはキャリアガスが多孔質体の内部まで入り込めない場合が想定される。この場合、多孔質体の内部で気化された液体材料についてはキャリアガスによりチャンバ側へ送り出すことができないため、多孔質体の内部において残留するおそれがある。

[0007] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、液体材料の残留の問題を解消しつつ、液体材料の気化の促進を図ることができる液体気化システムを提供することを主たる目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決すべく、第1の発明の液体気化システムは、液体材料を加熱して気化させる気化器を備えた液体気化システムであって、前記気化器は、略平坦に形成され液体材料を付着させる液体付着面と、前記液体付着面に付着した液体材料を薄膜化させる薄膜化手段と、前記液体付着面を加熱する加熱手段と、を備えることを特徴とする。

[0009] 本発明によれば、液体付着面に付着した液体材料を薄膜化手段により薄膜化させる（薄く広げる）ことができる。そして、加熱手段により液体付着面を加熱することにより、その薄膜化された液体材料を加熱することができる。この場合、液体材料と液体付着面との接触面積（すなわち伝熱面積）を大きくして液体材料を加熱することができるため液体材料の気化の促進を図ることができる。特に気化させる液体材料が滴状になり易いものである場合には、その効果が大きい。

[0010] また、液体材料を加熱するための液体付着面が略平坦に形成されているため、気化された液体材料を液体付着面（ひいては気化器内）に残留させることなくキャリアガスにより下流側（例えばチャンバ）へ送り出すことができ

る。よって、以上より、液体材料の残留の問題を解消しつつ、液体材料の気化の促進を図ることができる。

[0011] なお、本液体気化システムは、例えば半導体装置の製造において、ウェハ等の被処理物を気化させた液体材料により表面処理する場合に用いることができる。具体的には、気化器の下流側にウェハ等の被処理物が収容されるチャンバを接続し、気化器により気化された液体材料をチャンバ内の被処理物に供給することで被処理物を表面処理するシステムが考えられる。また、本液体気化システムにおいて気化させる液体材料としては、例えば疎水化処理液等、気化させた状態で被処理物に対し塗布される表面処理剤等が考えられる。

[0012] 第2の発明の液体気化システムは、第1の発明において、前記薄膜化手段は、前記液体付着面に対する液体材料の濡れを促進させる濡れ促進手段であり、前記濡れ促進手段により前記液体付着面に対する液体材料の濡れを促進させることで、前記液体付着面に付着した液体材料を薄膜化させることを特徴とする。

[0013] 本発明によれば、液体付着面に対する液体材料の濡れを促進させることにより液体付着面に付着した液体材料を薄膜化させることができる。これにより、液体付着面に付着した液体材料を薄膜化させるための駆動装置（例えば液体材料を圧縮させる加圧装置）等を別途設けることなく、上記第1の発明の効果を得ることができる。

[0014] 第3の発明の液体気化システムは、第2の発明において、前記濡れ促進手段は、液体材料に対する濡れ性を高めるべく前記液体付着面に設けられた微細な凹凸部であることを特徴とする。

[0015] 本発明によれば、液体付着面との接触角が 90° 未満となる（つまり液体付着面に対して濡れ易い）液体材料を用いる場合には、液体付着面に設けられた微細な凹凸部により液体材料に対する液体付着面の濡れ性を高めることができる。これにより、液体付着面に対する液体材料の濡れを促進させることができる。

- [0016] 第4の発明の液体気化システムは、第3の発明において、前記液体付着面には、線材を網目状に編むことにより全体として平板状に形成されたメッシュが載せられて（重ねられて）いるとともに、前記線材を凸部として前記線材により囲まれた部分を凹部として前記凹凸部が設けられていることを特徴とする。
- [0017] 本発明によれば、液体付着面に平板状のメッシュを重ねるだけで凹凸部を形成することができるため、簡素な構成で上記第3の発明の効果を得ることができる。また、メッシュを金属製（例えばステンレス製）の線材により形成すれば、メッシュを液体付着面を介して加熱手段により加熱することができるため、薄膜化された液体材料を液体付着面のみならずメッシュによっても加熱することができる。これにより、液体材料の気化をより一層促進させることができる。
- [0018] さらに、この場合、メッシュを液体付着面に対して脱着可能に構成すれば、気化させる液体材料の濡れ性に応じて適切な粗さ（網目の細かさ）のメッシュに交換することができる。そのため、濡れ性の異なる複数種の液体材料を気化させる場合には都合がよい。
- [0019] 第5の発明の液体気化システムは、第4の発明において、前記液体付着面には、前記液体付着面と前記メッシュとの間に前記液体材料を供給する供給口が形成されていることを特徴とする。
- [0020] 本発明によれば、液体付着面とメッシュとの間に液体付着面に形成されている供給口が形成されているので、供給された液体材料が界面張力によってメッシュと液体付着面との間の隙間を流れることができる。これにより、液体材料の飛散（霧散化）を生じさせることなくメッシュの広い面積に液体材料を円滑に供給することができる。なお、供給口は、必ずしも単一である必要は無く、複数の供給口が形成されていても良い。
- [0021] 第6の発明の液体気化システムは、第5の発明において、前記液体付着面と前記メッシュの積層方向の相対的な位置関係を決定する位置決め部材を備えることを特徴とする。

[0022] 本発明によれば、メッシュを液体付着面に対して、たとえば接着剤等で貼り付けた場合のようにメッシュの隙間を埋めてしまうといった問題、あるいは締結部材で締結した場合のように締結部の近傍に液体材料が凝集して固形物が発生する可能性といった問題を回避することができる。位置決め部材は、たとえば液体付着面の端部に固定されているネット（網）や紐で液体付着面に押し付けるようにしても良い。位置決め部材は、たとえば液体付着面とメッシュとの間に隙間を形成するためのスペーサを部分的に挿入するような構成としても良い。

[0023] 第7の発明の液体気化システムは、第6の発明において、前記位置決め部材は、前記位置決め部材は、所定の間隔で配置されている複数の位置で前記液体付着面に対して前記メッシュを押圧する押圧部材を備えることを特徴とする。

[0024] 本発明によれば、メッシュが所定の間隔で配置されている複数の位置で液体付着面に対して押圧されているので、その所定の間隔においてメッシュと液体付着面との間の隙間における界面張力を利用した流れである隙間流れを簡易な構成で実現することができる。隙間流れは複数の押圧位置の間に形成されるので、メッシュの粗さや複数の押圧位置の位置関係といった設計自由度を提供することができる。これにより、要求される仕様に応じた適切な隙間流れを実現するための設計ツールを提供することができる。押圧部材は、メッシュを押圧する複数の位置毎に配置されている複数の部材として構成されていても良いし、あるいは押圧するための複数の凸部を有する共通部材を含むものとしてもよい。

[0025] 第8の発明の液体気化システムは、第5乃至第7の発明において、前記液体付着面は、前記加熱手段によって加熱される加熱板の表面として形成されており、

前記加熱板には、前記液体付着面と反対側の面である裏面に形成されている裏面開口部と、前記供給口とを接続しているオリフィスが形成され、

前記裏面開口部を開閉する遮断弁を備え、

前記裏面開口部は、前記オリフィスを挟んで前記供給口と対向する位置に形成されていることを特徴とする。

[0026] 本発明によれば、遮断弁で開閉されるオリフィスが液体付着面に形成されているので、液体材料の遮断を液体付着面の近傍で実現することができる。これにより、遮断弁と液体付着面との間に残存する液体材料の気化に起因する気化量の変動を抑制することができる。

[0027] 第 9 の発明の液体気化システムは、第 8 の発明において、前記加熱板の裏面には、凹部が形成され、

前記裏面開口部は、前記凹部に形成され、

前記遮断弁は、前記裏面開口部を閉鎖する弁体を備えていることを特徴とする。

[0028] 本発明によれば、裏面開口部は、加熱板の裏面に形成されている凹部に形成されている弁座を含み、その弁座が弁体によって閉鎖されるので、加熱板の厚みに拘わらず供給口と裏面開口部との間の流路の長さを短くすることができる。さらに、凹部の深さを調整することによって、その流路の長さを自由に設定することができる。

[0029] 第 10 の発明の液体気化システムは、第 9 の発明において、前記弁体は、前記裏面開口部が閉鎖された状態において前記裏面開口部を囲む環状の突起部である封止部を有することを特徴とする。

[0030] 本発明によれば、弁体側が封止部を有するので、弁座の盛り上がり起因する気泡の滞留を抑制しつつシール性を向上させることができる。

[0031] 第 11 の発明の液体気化システムは、第 9 の発明において、前記裏面開口部は、前記凹部に形成されている弁座を有することを特徴とする。このように、裏面開口部が凹部に形成されている弁座を有するように構成しても良い。

[0032] 第 12 の発明の液体気化システムは、第 9 の発明において、前記裏面開口部は、前記裏面開口部を囲む環状の領域に前記弁体に対向する平面を有することを特徴とする。このように、弁座や突起部を設けて面圧を高める構成で

なく、弁体に対向する平面を有するようにしてもよい。本発明では、遮断時に背圧が印加されないからである。ただし、シール性を向上させるために、裏面開口部を囲む環状の領域の面粗さを小さくすることが好ましい。

[0033] 第13の発明の液体気化システムは、第9乃至第12の発明において、前記弁体は、前記裏面開口部を開閉するダイヤフラムを有することを特徴とする。

[0034] 本発明によれば、ダイヤフラムが流路側に摺動部を有していないので、液体材料が摺動部分への液体材料の蓄積に起因する固形物の発生を防止することができる。これにより、固形物の発生を抑制して、窒素ガスへの固形物の混入に起因するプロセス対象の品質劣化を予防することができる。

[0035] 第14の発明の液体気化システムは、第1乃至第13の発明において、前記液体付着面は、前記加熱手段によって加熱される加熱板の表面として形成され、

前記加熱板には、前記液体付着面の温度を計測するための温度センサが備えられていることを特徴とする。

[0036] 本発明によれば、液体付着面での気化状態を気化熱に起因する加熱板の温度変化として観測することができる。この温度センサは、気化プロセスの監視や故障探知といった様々な用途に利用可能である。

[0037] 第15の発明の液体気化システムは、第1乃至第14の発明において、前記液体材料を前記気化器に供給するポンプを備え、

前記ポンプは、第1のダイヤフラム駆動部と、第2のダイヤフラム駆動部と、前記第1のダイヤフラム駆動部と前記第2のダイヤフラム駆動部とを相互に対向させる方向で連結する連結部と、を備え、

前記連結部は、前記液体材料を吸入する吸入通路と、前記液体材料を吐出する吐出通路とが接続されたポンプ室を有し、

前記第1のダイヤフラム駆動部は、前記ポンプ室の一部を構成する第1のダイヤフラムを有し、

前記第2のダイヤフラム駆動部は、前記ポンプ室の一部を構成する第2の

ダイヤフラムを有し、

前記第 1 のダイヤフラムと前記第 2 のダイヤフラムとは、前記ポンプ室において相互に対向する面を形成し、

前記第 1 のダイヤフラム駆動部は、前記第 1 のダイヤフラムが機械的に変位可能な第 1 の変位量を制限し、前記第 1 の変位量が調整可能である第 1 の変位制限部を有し、

前記第 2 のダイヤフラム駆動部は、前記第 2 のダイヤフラムが機械的に変位可能な第 2 の変位量を制限し、前記第 2 の変位量が調整可能である第 2 の変位制限部を有することを特徴とする。

[0038] 本発明によれば、第 1 のダイヤフラムと第 2 のダイヤフラムが機械的に変位可能な変位量を調整可能に制限することができるので、その制限一杯の作動を行わせて単位時間当たりの作動回数を操作することによって液体材料の供給速度を簡易かつ正確に制御することができる。本発明では、ダイヤフラムの変位量を計測するセンサを省略することができるという利点もある。

[0039] 第 16 の発明の液体気化システムは、第 15 の発明において、前記第 1 の変位制限部は、前記第 1 のダイヤフラムの変位方向を軸線とし、前記ポンプに対する回転である第 1 の回転を行うことによって前記第 1 の変位量が調整可能であり、

前記第 2 の変位制限部は、前記第 2 のダイヤフラムの変位方向を軸線とし、前記ポンプに対する回転である第 2 の回転を行うことによって前記第 2 の変位量が調整可能であり、

前記ポンプには、前記第 1 の回転の角度と前記第 2 の回転の角度に応じて計測された吐出量に関する値を示す計測部が設けられていることを特徴とする。

[0040] 本発明によれば、吐出量を実測することなく、吐出量（1 回の行程毎の量）を正確かつ簡易に設定することができる。吐出量に関する値は、たとえば第 1 の回転や第 2 の回転に起因する第 1 の変位制限部や第 2 の変位制限部の送り量といった吐出量に関する値を含む広い意味を有している。

- [0041] 第 17 の発明の液体気化システムは、第 3 又は第 4 の発明において、前記凹凸部は、前記凹凸部は、多数の凹部と多数の凸部とからなり、前記各凹部と前記各凸部とは前記液体付着面と平行な異なる二方向に沿ってそれぞれ交互に配置されていることを特徴とする。
- [0042] 本発明によれば、凹部と凸部とが液体付着面と平行な異なる二方向に沿って交互に配置されているため、液体材料に対する液体付着面の濡れ性（つまり濡れ易さ）を上記二方向に高めることができる。つまり、液体付着面に対する液体材料の濡れを上記二方向に促進させることができるため、液体材料と液体付着面との接触面積をより一層大きくすることができる。これにより、液体材料の気化をより一層促進させることができる。
- [0043] 第 18 の発明の液体気化システムは、第 2 の発明において、前記気化器は、前記液体付着面を一对備えるとともに、これら各液体付着面が所定の隙間をあけて対向配置されており、前記濡れ促進手段は、前記隙間内における液体材料の前記各液体付着面に対する濡れを毛細管現象により促進させるものであることを特徴とする。
- [0044] 本発明によれば、液体付着面との接触角が 90° 未満となる（つまり液体付着面に対して濡れ易い）液体材料を気化させる場合には、対向する液体付着面同士の間隙内に液体材料を供給することで、液体材料を毛細管現象により（換言すれば表面張力を利用して）各液体付着面に対して薄膜状に付着させることができる。この場合、一对の各液体付着面を加熱手段により加熱するようにすれば、液体材料の気化をより一層促進させることができる。
- [0045] 第 19 の発明の液体気化システムは、第 1 乃至第 18 のいずれかの発明において、前記気化器に供給通路を介して液体材料を供給するポンプと、前記ポンプによる前記気化器への液体材料の供給量を調整する供給量調整手段と、を備えることを特徴とする。
- [0046] 本発明によれば、ポンプにより気化器に供給する液体材料の供給量を供給量調整手段により調整することができる。したがって、例えば気化器により気化させた液体材料をウェハが収容されたチャンバに供給するシステムにお

いては、ポンプによる気化器への液体材料の供給量を調整することで、気化器において気化された液体材料のチャンバへの供給量を調整できる。つまり、この場合、所定量の気化された液体材料をチャンバに供給する際には、液体材料が蓄えられた液体タンクからその所定量分の液体材料をポンプにより気化器に供給すればよい。そのため、液体タンク内の液体材料を気化させることなく新鮮な状態で保存することができる。

[0047] また、この場合、供給通路の途中に該供給通路を開閉する開閉弁を設け、ポンプにより液体材料を気化器へ供給していない場合には開閉弁を閉状態とするようにしてもよい。そうすれば、開閉弁よりも上流側にある液体材料が大気に触れるのを回避することができるため、気化器へ供給される直前の供給通路内（開閉弁よりも上流側の供給通路内）の液体材料についても新鮮な状態に保つことができる。

[0048] 第20の発明の液体気化システムは、第19の発明において、前記ポンプが液体材料を前記供給通路を介して前記気化器に供給した後、前記供給通路内に残った液体材料を吸引するよう制御するサックバック制御手段を備えることを特徴とする。

[0049] 本発明によれば、液体材料をポンプにより供給通路を介して気化器に供給した後、仮に液体材料の一部が供給通路内に残った場合でも、その残った液体材料をポンプにより吸引する（すなわちサックバックさせる）ことができる。これにより、供給通路内（例えば気化器側の通路端）に残った液体材料が気化することで、液体材料の気化量が変動するといった不都合を回避することができる。

[0050] 第21の発明の液体気化システムは、第19又は第20の発明において、前記ポンプと、前記気化器と、前記供給通路とを含んでユニット化された液体気化装置を備えることを特徴とする。

[0051] 本発明によれば、液体気化装置がポンプと気化器とを含んでユニット化されている。そのため、例えば気化器により気化させた液体材料をウェハが収容されたチャンバに供給するシステムにおいては、チャンバの上流側に設け

られる同装置をコンパクトに構成することができ、その結果同装置をチャンバ近傍に配置することが可能となる。この場合、液体気化装置（気化器）とチャンバとを接続する配管の長さを比較的短くすることができるため、気化器において気化された液体材料がチャンバに供給される前に配管内で再液化されるのを抑制することができる。

図面の簡単な説明

- [0052] [図1] 第1の実施形態の液体気化システムの全体構成を示す回路図。
- [図2] (a) が液体気化装置の側面図、(b) が液体気化装置の構成を示す縦断面図。
- [図3] 気化器の構成を示す斜視図。
- [図4] 蓄熱板上のメッシュを拡大して示す平面図。
- [図5] 第2の実施形態の液体気化装置120の構成を示す平面図。
- [図6] ポンプの内部構成を示す断面図。
- [図7] 連結ボディの内部構造を示す拡大断面図。
- [図8] 気化器の外観を示す斜視図。
- [図9] 気化器の断面を示す断面図。
- [図10] 気化器の蓄熱板を示す斜視図。
- [図11] 気化器の内部を下方（装備状態における重力基準）から見た内部構造図。
- [図12] 気化器のヒータを下方から見た状態を示す底面図。
- [図13] 気化器の裏蓋を下方から見た状態を示す底面図。
- [図14] 気化器の断面を示す断面図。
- [図15] 遮断弁がオリフィスを閉鎖した状態を示す拡大断面図。
- [図16] 遮断弁がオリフィスを開放した状態を示す拡大断面図。
- [図17] 遮断弁の開閉状態と熱電対による計測温度の関係を示すグラフ。
- [図18] 別例における気化器の構成を示す縦断面図。
- [図19] 別例における遮断弁がオリフィスを閉鎖した状態を示す拡大断面図。
- [図20] 他の別例における遮断弁がオリフィスを閉鎖した状態を示す拡大断面

図。

発明を実施するための形態

[0053] (第 1 の実施形態)

以下、本発明を具体化した第 1 の実施形態を図面に従って説明する。本実施形態は、半導体装置等の製造ラインにて使用される薬液供給システムについて具体化しており、まずは本システムの基本構成を図 1 の概略図に基づいて説明する。

[0054] 本実施形態では、液体材料としての疎水化処理液を気化させるために液体気化システムを用いている。本システムでは、気化された液体材料を半導体ウェハ（以下、略してウェハという）の表面に塗布することで、ウェハへのレジスト液の付着性を向上させることとしている。

[0055] 図 1 に示すように、本液体気化システム 10 には、液体材料を気化させるための液体気化装置 20 が設けられている。液体気化装置 20 は、ポンプ 11 と、気化器 12 と、吸入側バルブ 13 と、吐出側バルブ 14 とを備えている。ポンプ 11 は、液体材料の吸引及び吐出を行うものであり、ダイヤフラム式ポンプにより構成されている。ポンプ 11 は、当該ポンプ 11 に供給されるエアの圧力を調整する電空レギュレータ 34 と接続されており、この電空レギュレータ 34 によるエア圧力の調整により液体材料の吸引及び吐出を行う。

[0056] ポンプ 11 は、液体タンク X に貯留された液体材料を吸入通路 15 を介して吸引するとともに、吸引した液体材料を吐出通路 16 を介して気化器 12 に供給（吐出）する。吸入通路 15 には、液体材料の流通を許可又は禁止する吸入側バルブ 13 が設けられ、吐出通路 16 には、同じく液体材料の流通を許可又は禁止する吐出側バルブ 14 が設けられている。これら各バルブ 13、14 は電気的な操作により開閉動作を行う。

[0057] 気化器 12 は、液体材料を気化させるものであり、後述するヒータ 22 等を有して構成されている。ポンプ 11 により気化器 12 に供給された液体材料は当該気化器 12 において気化される。気化器 12 には、ガス導入配管 2

８とガス排出配管２９とが接続されている。気化器１２には、キャリアガスとしての窒素ガスが窒素ガス源からガス導入配管２８を通じて供給され、その供給された窒素ガスが気化器１２において気化された液体材料と混合される。そして、その混合された混合気がガス排出配管２９を通じて気化器１２から排出される。

[0058] 本液体気化システム１０は、ウェハ３０を収容するチャンバ１８を備えている。チャンバ１８は、ガス排出配管２９を介して気化器１２と接続されており、気化器１２から排出された混合気がガス排出配管２９を介してチャンバ１８に供給される。具体的には、ガス排出配管２９の下流側（チャンバ１８側）端部は吐出ノズル２９ａとなっており、吐出ノズル２９ａから混合気がウェハ３０に向けて吐出される。また、チャンバ１８には、チャンバ１８内の混合気を排出するための排気ダクト１９が接続されている。チャンバ１８内における使用済みの混合気は、排気ブロア等により吸引されることで排気ダクト１９を介して外部に排出される。

[0059] また、本液体気化システム１０は、さらに制御手段としてのコントローラ４０を備えている。コントローラ４０は、電空レギュレータ３４を駆動制御することでポンプ１１の吸引吐出動作を制御するとともに、各バルブ１３、１４を動作制御する。なお、コントローラ４０を中心とする本システム１０の電氣的構成の詳細については後述することとする。

[0060] 次に、液体気化装置２０の構成について図２に基づいて説明する。なお、図２は、（ａ）が液体気化装置２０の側面図であり、（ｂ）が液体気化装置２０の構成を示す縦断面図である。

[0061] 図２に示すように、液体気化装置２０は、ボディ３１、シリンダ本体３２及びカバー３３を有しており、それら各部材３１～３３が上記の順で略水平方向（図２（ｂ）の左右方向）に重ねられた状態で、ボルト等の締結部材により一体的に組み付けられている。ボディ３１は例えばフッ素樹脂よりなり、シリンダ本体３２及びカバー３３は例えばポリプロピレン樹脂よりなる。ボディ３１、シリンダ本体３２及びカバー３３は、その積層方向に延びる中

空部を有しており、その中空部に弁部材 4 7 が往復移動可能に設けられている。

[0062] ボディ 3 1 には、シリンダ本体 3 2 側に開口する略円柱状の円柱凹部 3 5 が形成されているとともに、その円柱凹部 3 5 に連通する 2 つの通路 1 6, 3 7 が形成されている。これら 2 つの通路 1 6, 3 7 のうち、一方の通路 3 7 は液体材料を吸入するための吸入ポート 3 6 に通じており、他方の通路 1 6 は気化器 1 2 に通じている。吸入ポート 3 6 には、液体タンク X に通じる吸入配管（図示略）が接続されており、この吸入配管と通路 3 7 とにより図 1 の吸入通路 1 5 が構成されている。

[0063] ボディ 3 1 の上方には、吸入側バルブ 1 3 と吐出側バルブ 1 4 とが若干上下に位置をずらした状態で横並びに設けられている。吸入側バルブ 1 3 は、吸入通路 3 7 を開閉する弁体 3 8 を備え、その弁体 3 8 を開閉方向に移動させることにより液体材料の流通を許可又は禁止する。一方、吐出側バルブ 1 4 は、吐出通路 1 6 を開閉する弁体 3 9 を備え、弁体 3 9 を開閉方向に移動させることにより液体材料の流通を許可又は禁止する。

[0064] ボディ 3 1 におけるシリンダ本体 3 2 側とは反対側には、同側及び下側に連続的に開放された略直方体状の気化器スペース S が形成されている。この気化器スペース S は、気化器 1 2 を設置するための設置スペースとなっている。

[0065] シリンダ本体 3 2 には、ボディ 3 1 側に開口する略円板状の円板凹部 4 1 が形成されている。円板凹部 4 1 は、ボディ 3 1 の円柱凹部 3 5 とともに連続した円柱状の空間を形成している。また、シリンダ本体 3 2 には、カバー 3 3 側に開口する略円柱状のシリンダ部 4 2 と、シリンダ部 4 2 を円板凹部 4 1 と連通させる弁支持孔 4 3 とが形成されている。弁支持孔 4 3 は、シリンダ部 4 2 と同軸（中心位置が同一）でかつシリンダ径よりも小さい径で形成されている。

[0066] カバー 3 3 には、弁支持孔 4 5 a を有するガイド 4 5 が組み付けられている。その弁支持孔 4 5 a は、上述したシリンダ本体 3 2 の弁支持孔 4 3 と同

軸の貫通孔となっている。

[0067] 弁部材 4 7 は、ロッド 4 8 とダイヤフラム弁体 4 9 とが一体化されることにより構成されており、ロッド 4 8 の一端にダイヤフラム弁体 4 9 が連結されている。ロッド 4 8 には、シリンダ部 4 2 の内径と同一の外径寸法を有する略円板状のピストン部 5 1 が形成されている。ピストン部 5 1 は、その外周部がシリンダ部 4 2 の内面に接触しており、シリンダ部 4 2 に摺動可能に收容されている。ロッド 4 8 は、カバー 3 3 に設けられたガイド 4 5 の弁支持孔 4 5 a に挿通されているとともに、シリンダ本体 3 2 に設けられた弁支持孔 4 3 に挿通されている。

[0068] シリンダ本体 3 2 のシリンダ部 4 2 は、ロッド 4 8 のピストン部 5 1 により二つの空間に区画されている。これら二つの空間のうちピストン部 5 1 よりもボディ 3 1 側の空間は圧力制御室 5 4 となっている。圧力制御室 5 4 には、シリンダ本体 3 2 に形成されたエア導入通路 3 2 a を介して外部から操作エアが導入され、それにより圧力制御室 5 4 内のエア圧力が調整される。一方、上記二つの空間のうちピストン部 5 1 よりもカバー 3 3 側の空間はスプリング室 5 5 となっており、そのスプリング室 5 5 内には渦巻きコイル状のスプリング 5 6 が配設されている。したがって、ロッド 4 8 には、圧力制御室 5 4 内のエア圧力とスプリング 5 6 の付勢力とが相反する方向に作用し、それらの力のバランスによってロッド 4 8 の位置が調整される。

[0069] ダイヤフラム弁体 4 9 は、ロッド 4 8 のボディ 3 1 側の端部に連結されており、例えばフッ素樹脂により形成されている。ダイヤフラム弁体 4 9 は、ボディ 3 1 とシリンダ本体 3 2 との間に挟み込まれた外縁部 4 9 a と、ボディ 3 1 の円柱凹部 3 5 とシリンダ本体 3 2 の円板凹部 4 1 との連続空間を二つの空間に区画するダイヤフラム膜 4 9 b とを有している。上記区画された二つの空間のうちダイヤフラム膜 4 9 b よりもボディ 3 1 側の空間はポンプ室 5 8 となっており、上述した吸入通路 3 7 及び吐出通路 1 6 はこのポンプ室 5 8 に連通している。

[0070] かかる構成において、弁部材 4 7 が軸方向に動作すると、それに伴いダイ

アフラム弁体 4 9 のダイヤフラム膜 4 9 b が同方向に変位し、その結果ポンプ室 5 8 の容積が大小変化する。これにより、吸入通路 3 7 を介してポンプ室 5 8 内に液体材料を吸引したり、ポンプ室 5 8 内の液体材料を吐出通路 1 6 を介して排出したりすることが可能となっている。つまり、本液体気化装置 2 0 では、このようにしてダイヤフラム式のポンプ 1 1 が構成されている。

[0071] ボディ 3 1 及びシリンダ本体 3 2 の上方には、弁部材 4 7 の移動量を検出するための位置検出器 6 1 が設けられている。位置検出器 6 1 は、シリンダ本体 3 2 の上面に固定されたケース 6 2 と、そのケース 6 2 内に收容された位置センサ 6 3 とを備えている。位置センサ 6 3 は、センサ本体 6 3 a と、このセンサ本体 6 3 a に対して突出方向又は没入方向に移動可能な可動ロッド 6 3 b とを有している。可動ロッド 6 3 b は、図示しない付勢手段（スプリング等）によりセンサ本体 6 3 a から突出する方向に付勢されており、先端部が押圧されることにより軸方向における位置が変更される。

[0072] 弁部材 4 7 の移動量検出に関する構成として詳しくは、弁部材 4 7 においてダイヤフラム弁体 4 9 と逆側の端部がカバー 3 3 から突出しており、その突出部分に、ネジ 6 5 によりアーム 6 6 が連結されている。アーム 6 6 は、弁部材 4 7 の軸方向に直交する方向に延びるよう設けられ、弁部材 4 7 との接続側とは反対側の先端部に位置調整ネジ 6 7 が設けられている。

[0073] 位置調整ネジ 6 7 と位置センサ 6 3 の可動ロッド 6 3 b とは先端部同士が当接しており、弁部材 4 7 が移動すると、それに伴いアーム 6 6 が同方向に移動するとともに可動ロッド 6 3 b の軸方向における位置が変更される。これにより、位置センサ 6 3 によって弁部材 4 7 の移動量が検出できる。

[0074] ケース 6 2 にはエア通路 6 2 a が形成されており、そのエア通路 6 2 a がシリンダ本体 3 2 のエア導入通路 3 2 a に連通されている。エア通路 6 2 a には、図示しない外部装置（例えば電空レギュレータ）から操作エアが供給され、その操作エアがエア通路 6 2 a 及びエア導入通路 3 2 a を通じて圧力制御室 5 4 に供給される。この操作エアの供給により、圧力制御室 5 4 内の

エア圧力が調整され、ひいては弁部材 4 7 の移動量が制御される。そして、弁部材 4 7 の移動量が制御されることによりポンプ室 5 8 の容積が制御され、その結果ポンプ 1 1 による液体材料の吸引及び吐出が制御される。

[0075] なお、本装置 2 0 には、位置検出器 6 1 と弁部材 4 7 との連結構成（アーム 6 6 等）を覆うためのカバー 6 8, 6 9 が設けられており、連結構成の露出が防止されている。

[0076] ボディ 3 1 に形成された気化器スペース S には、気化器 1 2 が設けられている。本実施形態では、この気化器 1 2 の構成に特徴的な点を有しており、以下その詳細について図 2 に加えて図 3 及び図 4 を参照しつつ説明する。なお、図 3 は気化器 1 2 の構成を示す斜視図であり、図 4 は蓄熱板上のメッシュを拡大して示す平面図である。

[0077] 図 2 及び図 3 に示すように、気化器 1 2 は、気化室を形成するケース 2 1 と、ケース 2 1 の内部に設けられた加熱手段としてのヒータ 2 2 と、ヒータ 2 2 により加熱される蓄熱板 2 3 と、蓄熱板 2 3 上に設けられたメッシュ 2 4 とを備えている。ケース 2 1 は、耐腐食性に優れたステンレス鋼により形成されており、円筒状に形成された円筒部 2 1 a と、円筒部 2 1 a の下端部に設けられた底板部 2 1 b と、円筒部 2 1 a の上端部に設けられたフランジ部 2 1 c とを有している。ケース 2 1 のフランジ部 2 1 c はボディ 3 1 における気化器スペース S の上面に当接されている。フランジ部 2 1 c の四隅には貫通孔部 2 1 d が設けられ、その貫通孔部 2 1 d に挿通されたボルトによりフランジ部 2 1 c はボディ 3 1 に固定されている。なお、蓄熱板は、加熱板とも呼ばれる。

[0078] ケース 2 1 の底板部 2 1 b には、ガス導入口 2 5 とガス排出口 2 6 とが形成されている。ガス導入口 2 5 とガス排出口 2 6 とは、平面視においてヒータ 2 2 を挟んだ両側に配置されている。ガス導入口 2 5 にはガス導入配管 2 8 が接続されており、ガス排出口 2 6 にはガス排出配管 2 9 が接続されている。これら各配管 2 8, 2 9 は例えばステンレス製のパイプからなる。

[0079] ケース 2 1 には、ヒータ 2 2 を収容するためのヒータ収容部 4 4 が設けら

れている。ヒータ收容部 4 4 は、例えば熱伝導性に優れたアルミニウムにより形成されている。ヒータ收容部 4 4 は、気化器 1 2 の気密性を確保しつつ円筒部 2 1 a をケース 2 1 の内外に貫通して設けられている。詳細には、ヒータ收容部 4 4 は、水平板状に形成されるとともに対向する上板部及び下板部と、それら各板部の幅方向両端部を短く繋ぐ端部とを有し、全体としては薄型四角筒状をなしている。なお、ヒータ收容部 4 4 は、ケース 2 1 の底板部 2 1 b から上方に離間されて設けられている。

[0080] ヒータ 2 2 は、矩形平板状に形成されたセラミックヒータにより構成されている。ヒータ 2 2 は、前記ヒータ收容部 4 4 に收容されており、その收容状態においてヒータ收容部 4 4 の各板部と密着している。ヒータ 2 2 は、ヒータ收容部 4 4 に收容されることにより気化室から隔離されつつ、ケース 2 1 の内部に配置される。つまり、ヒータ 2 2 は、気化室にて気化された液体材料に晒されることがないように配慮されている。

[0081] 蓄熱板 2 3 は、熱伝導性に優れた炭化ケイ素により形成された矩形形状の板材からなる。蓄熱板 2 3 は、ヒータ收容部 4 4 の上面に重ねられた状態でヒータ收容部 4 4 に対しビス等で固定されている。蓄熱板 2 3 の上面 2 3 a は液体材料を付着させるための液体付着面となっており、蓄熱板 2 3 がヒータ收容部 4 4 を介してヒータ 2 2 により加熱されることでその上面 2 3 a 全域が一定温度に保たれるようになっている。なお、本実施形態で気化させる液体材料は蓄熱板 2 3 の上面 2 3 a との接触角が 90° 未満となっている。

[0082] メッシュ 2 4 は、図 4 に示すように、縦横に複数配列されたステンレス製の線材 2 4 a が網目状に織られることにより形成されたものであり、全体としては平板状をなしている。本実施形態では、メッシュ 2 4 として、線径（線材 2 4 a の径）0.1 mm、線間距離 0.15 mm のもの（いわゆる 100 メッシュ）が使用されている。メッシュ 2 4 は、蓄熱板 2 3 の上面 2 3 a に重ねられており、その重ねられた状態で蓄熱板 2 3 にビス等で脱着可能に固定されている。

[0083] また、蓄熱板 2 3 の上面 2 3 a にメッシュ 2 4 が重ねられることで、蓄熱

板 2 3 上にはメッシュ 2 4 により微細な凹凸が設けられている。具体的には、蓄熱板 2 3 上には、メッシュ 2 4 の線材 2 4 a を凸部 5 2 として線材 2 4 a により囲まれた内側領域を凹部 5 3 として凹凸が設けられており、これら凸部 5 2 と凹部 5 3 とが直交する二方向に沿って交互に配置されている。なお、本実施形態では、凹部 5 3 が平面視において正形状をなしている。

[0084] メッシュ 2 4 の上方には、液体材料を蓄熱板 2 3 (メッシュ 2 4) 上に吐出 (滴下) するためのノズル 2 7 が設けられている。具体的には、ノズル 2 7 は、メッシュ 2 4 の略中央部における上方位置に配置されている。ノズル 2 7 は、吐出通路 1 6 の気化器 1 2 側端部に接続されており、例えばボディ 3 1 における気化器スペース S の上面に固定されている。

[0085] 以上が、液体気化装置 2 0 の構成についての説明である。

[0086] 図 1 の説明に戻り、コントローラ 4 0 は、CPU や各種メモリ等からなるマイクロコンピュータを主体として構成される電子制御装置である。コントローラ 4 0 には、表面処理の際にウェハ 3 0 に塗布される液体材料の量が、すなわちポンプ 1 1 により気化器 1 2 に供給される液体材料の量 (以下、設定供給量という。) が本システムを統括管理する管理コンピュータ等から予め入力されメモリ (図示略) に記憶 (設定) されている。また、コントローラ 4 0 には、位置センサ 6 3 により検知される弁部材 4 7 の移動量が逐次入力される。コントローラ 4 0 は、それら各入力に基づいて、設定供給量分の液体材料をポンプ 1 1 により気化器 1 2 に供給すべく電空レギュレータ 3 4 を駆動制御するとともに各バルブ 1 3, 1 4 を動作制御する。

[0087] なお、本実施形態では、液体材料を、ポンプ 1 1 による 1 回の吸引動作と 1 回の吐出動作と (つまり 1 サイクルの動作) により気化器 1 2 に供給する構成となっている。すなわち、液体材料を気化器 1 2 に供給する分だけ液体タンク X からポンプ 1 1 により吸引し、気化器 1 2 に供給する構成となっている。

[0088] 次に、本液体気化システム 1 0 により液体材料を気化させる場合の作用について説明する。なお、ここでは、液体材料としての疎水化処理液としてへ

キサメチルジシラザン液（HMDS液）を想定している。

[0089] まず、液体材料を気化させる際に、コントローラ40により実行される制御の内容について説明する。

[0090] まず、コントローラ40は、管理コンピュータ等から気化器12への液体材料の供給を開始すべく開始信号が入力されると、吸入側バルブ13を開状態とするとともに吐出側バルブ14を閉状態とする。そして、コントローラ40は、メモリに記憶されている設定供給量と位置センサ63からの検知信号とに基づいて電空レギュレータ34を駆動させ、ポンプ11を吸引動作させる。これにより、ポンプ室58内には液体タンクXから吸入通路15を通じて液体材料が吸入される。

[0091] 次に、コントローラ40は、吐出側バルブ14を開状態とするとともに吸入側バルブ13を閉状態とする。そして、コントローラ40は、メモリに記憶されている設定供給量と位置センサ63からの検知信号とに基づいて電空レギュレータ34を駆動させポンプ11を吐出動作させる。これにより、ポンプ室58から設定供給量分の液体材料が吐出通路16を通じてノズル27に供給され、ノズル27から気化器12内の蓄熱板23（メッシュ24）上に滴下される。なお、ここでは、液体材料の設定供給量が90 μ Lに設定されている。

[0092] その後、コントローラ40は、各バルブ13、14の開閉状態を維持したまま電空レギュレータ34を駆動させてポンプ11を吸引動作させる。これにより、吐出通路16内に液体材料が滞留している場合には、その滞留している液体材料がポンプ室58側に吸引される。より詳しくは、滞留している液体材料は、少なくとも吐出側バルブ14よりも上流側まで吸引される。これにより、液体材料を滴下した後に液体材料の一部が吐出通路16のノズル27側の通路端等に残った場合でも、その残った液体材料が気化して液体材料の気化量の変動するといった不都合を回避することができる。なお、コントローラ40は、ポンプ11による吸引動作を行った後、吐出側バルブ14を閉状態とする。

- [0093] 次に、蓄熱板 2 3（メッシュ 2 4）上に滴下された液体材料が気化する際の様子について説明する。
- [0094] ノズル 2 7 より蓄熱板 2 3 上に滴下された液体材料は、滴下された箇所を中心として蓄熱板 2 3 の上面 2 3 a を平面視略正形状に速やかに拡がる。具体的には、液体材料は、直交する二辺がそれぞれメッシュ 2 4 の縦横の線材 2 4 a と平行である正形状に拡がる。これにより、液体材料は蓄熱板 2 3 の上面 2 3 a に対して平面視略正形状をなす薄膜状に付着される。詳しくは、この薄膜状の状態では、メッシュ 2 4 により蓄熱板 2 3 上に設けられた凹部 5 3 の内側に液体材料が入り込んでおり、その凹部 5 3 内の液体材料が蓄熱板 2 3 の上面 2 3 a に付着されている。
- [0095] 薄膜状に拡がった液体材料は、ヒータ 2 2 により加熱された蓄熱板 2 3 の上面 2 3 a と、蓄熱板 2 3 の上面 2 3 a を介して同じくヒータ 2 2 により加熱されたメッシュ 2 4 との両方に接触されている。したがって、この場合、液体材料はこれら両者 2 3 a, 2 4 により加熱され速やかに気化される。なお、液体材料が気化された後、液体材料が入り込んでいた凹部 5 3 の内側は空の状態となる。
- [0096] 以上、詳述した本実施形態の構成によれば、以下の優れた効果が得られる。
- [0097] 蓄熱板 2 3 の上面 2 3 a にメッシュ 2 4 を重ねることで蓄熱板 2 3 上に凹凸を設け、この凹凸により蓄熱板 2 3 の上面 2 3 a に対する液体材料の濡れを促進させることで、蓄熱板 2 3 の上面 2 3 a に付着した液体材料を薄膜化させることとした。そして、ヒータ 2 2 により蓄熱板 2 3 の上面 2 3 a を加熱することで、薄膜状とされた液体材料を加熱することとした。この場合、液体材料と蓄熱板 2 3 の上面 2 3 a との接触面積（すなわち伝熱面積）を大きくして液体材料を加熱することができるため液体材料の気化の促進を図ることができる。また、液体材料を加熱するための蓄熱板 2 3 の上面 2 3 a が略平坦に形成されているため、気化された液体材料を蓄熱板 2 3 の上面 2 3 a に残留させることなく窒素ガスによりチャンバ 1 8 に送り出すことができ

る。よって、液体材料の残留の問題を解消しつつ、液体材料の気化の促進を図ることができる。

[0098] また、本実施形態のように気化させる液体材料が微量（例えば $90\mu\text{L}$ ）である場合には、凹凸のない蓄熱板23上に液体材料を付着させ加熱する構成とすると、液体材料が蓄熱板23上にて同上面23aから盛り上がった形状となるため液体材料と蓄熱板23の上面23aとの接触面積を大きく確保できない場合が想定される。そのため、この場合には液体材料を速やかに気化させるのが困難となることが考えられる。その点、蓄熱板23上に凹凸を設けた上記構成によれば、液体材料が微量であっても液体材料を蓄熱板23上にて薄膜化させることができるため液体材料と蓄熱板23の上面23aとの接触面積を大きくすることができ、その結果液体材料を速やかに気化させることが可能となる。

[0099] 蓄熱板23の上面23aに対する液体材料の濡れを促進させることにより蓄熱板23の上面23aに付着した液体材料を薄膜化させることとした。そのため、蓄熱板23の上面23aに付着した液体材料を薄膜化させるための駆動装置（例えば液体材料を圧縮させる加圧装置）等を別途設けることなく、上記の効果を得ることができる。

[0100] 蓄熱板23の上面23aにメッシュ24を重ねることで蓄熱板23上に凹凸を設ける構成としたため、簡素な構成で上記の効果を得ることができる。また、メッシュ24は蓄熱板23に対し脱着可能に固定されているため、気化させる液体材料の濡れ性に応じて適切な粗さ（網目の細かさ）のメッシュ24に交換することができる。そのため、濡れ性の異なる複数種の液体材料を気化させるに際しては都合がよい。

[0101] 熱伝導性に優れたステンレス製の線材によりメッシュ24を形成したため、メッシュ24を蓄熱板23の上面23aを介してヒータ22により加熱することができる。この場合、液体材料を蓄熱板23の上面23aのみならずメッシュ24によっても加熱することができるため、より一層液体材料の気化の促進を図ることができる。

- [0102] 縦横に配列された複数の線材 24 a が網目状に織られることにより形成された平板状のメッシュ 24 が蓄熱板 23 の上面 23 a に設けられることで、蓄熱板 23 上には凸部 52 と凹部 53 とが蓄熱板 23 の上面 23 a と平行な直交する二方向に沿って交互に配置されている。これにより、液体材料に対する蓄熱板 23 の上面 23 a の濡れ性（つまり濡れ易さ）を上記二方向に高めることが、つまりは蓄熱板 23 の上面 23 a に対する液体材料の濡れを上記二方向に促進させることができるため、液体材料と蓄熱板 23 の上面 23 a との接触面積をより一層大きくすることができる。これにより、液体材料の気化をより一層促進させることができる。
- [0103] 入力された設定供給量と位置センサ 63 の検知結果とに基づいて、設定供給量分の液体材料をポンプ 11 により気化器 12 に供給すべく電空レギュレータ 34 を駆動させる構成とした。この場合、表面処理に必要な量の液体材料を液体タンク X からポンプ 11 により気化器 12 に供給することができるため、液体タンク X 内の液体材料を気化させることなく新鮮な状態に保つことができる。
- [0104] 本液体気化システム 10 には、ポンプ 11 と、気化器 12 と、吸入側バルブ 13 と、吐出側バルブ 14 と、吐出通路 16 とを備える液体気化装置 20 を設けた。この場合、チャンバ 18 の上流側に設けられる本装置 20 をコンパクトに構成することができるため、本装置 20 をチャンバ 18 の近傍に配置することが可能となる。そのため、本装置 20（詳細には気化器 12）とチャンバ 18 とを接続するガス排出配管 29 の長さを比較的短くすることができるため、気化器 12 において気化された液体材料がチャンバ 18 に供給される前に同配管 29 内で再液化されるのを抑制することができる。
- [0105] 液体材料を加熱するために付着させる液体付着面（蓄熱板 23 の上面 23 a）を平坦状に形成したため、液体材料の気化に伴って蓄熱板 23 の上面 23 a から気化熱が奪われ同上面 23 a が局所的に低温となっても、その低温となった部位に速やかに熱を供給することができる。これにより、液体材料を加熱するための加熱面（液体付着面）の温度を均一に保つことが可能とな

る。

[0106] (第2の実施形態)

次に、本発明の第2の実施形態について、図5を参照して第1の実施形態との相違点を中心に説明する。本実施形態の液体気化システム10は、液体気化装置120の構成とコントローラ40の制御内容とが第1の実施形態と相違し、その他の構成を共通にする。図5は、第2の実施形態の液体気化装置120の構成を示す平面図である。本実施形態の液体気化装置120は、メッシュ124を使用して液体材料を気化させる点で第1の実施形態と共通するが、本実施形態では、液体材料がメッシュ124と液体付着面（後述）との間に供給される点で相違する。

[0107] 液体気化装置120は、ポンプ111と、気化器112と、吸入側バルブ113と、吐出側バルブ114とを有し、相互に液体材料を供給する流路16で接続されている。ポンプ111は、吸入側バルブ113と吸入通路15とを介して液体タンクXに接続されているとともに、吐出側バルブ114と吐出通路16とを介して気化器112に接続されている。ポンプ111は、第1の実施形態と同様に、吸入側バルブ113及び吐出側バルブ114とともにコントローラ40によって操作され、気化器112に液体材料を供給する。気化器112は、ヒータ122とメッシュ124とによって液体材料を気化させて、その気化ガスをガス導入配管128から供給された窒素ガスに混合し、その混合ガスをガス導入配管129から排出する。

[0108] 図6は、ポンプ111の内部構成を示す断面図である。ポンプ111は、ツインダイアフラム式ポンプであり、弁部材147Lを有する第1の弁ユニット111Lと、弁部材147Rを有する第2の弁ユニット111Rと、連結ボディ131とを有している。連結ボディ131は、その両端で第1の弁ユニット111Lと第2の弁ユニット111Rとを対向させて螺合によって連結している。ポンプ111は、装備配置の効率化（後述）によって厚みL1が抑制された薄型直方体の外形形状をなしている。連結ボディ131は例えばフッ素樹脂よりなり、連結部とも呼ばれる。

- [0109] 第1の弁ユニット111L及び第2の弁ユニット111Rは、同一の構成（あるいは対称の構成）を有し、連結ボディ131に対して相互に対向する方向に締結（螺合）されている。弁部材147Lは、ダイアフラム弁体149Lとロッド148Lとが一体化されることにより構成されており、ロッド148Lの一端にダイアフラム弁体149Lが連結されている。弁部材147Rは、ダイアフラム弁体149Rとロッド148Rとが一体化されることにより構成されており、ロッド148Rの一端にダイアフラム弁体149Rが連結されている。ダイアフラム弁体149L及びダイアフラム弁体149Rは、例えばフッ素樹脂により形成されている。
- [0110] 連結ボディ131では、ダイアフラム弁体149Lとダイアフラム弁体149Rとは、ポンプ室158において相互に対向する面を形成している。これにより、ポンプ室の容積変化量を確保しつつダイアフラム弁体149Lとダイアフラム弁体149Rの直径を抑制することができる。このような直径の抑制は、ポンプ室158のサイズを小さくすることによって厚みL1を抑制するための設計自由度を提供することができる。
- [0111] なお、第1の弁ユニット111L及び第2の弁ユニット111Rは、それぞれ第1のダイアフラム駆動部及び第2のダイアフラム駆動部とも呼ばれる。ダイアフラム弁体149L及びダイアフラム弁体149Rは、それぞれ第1のダイアフラム及び第2のダイアフラムとも呼ばれる。
- [0112] 連結ボディ131は、ダイアフラム弁体149L及びダイアフラム弁体149Rとともにポンプ室158を形成し、そのポンプ室158には吸入通路137と吐出通路138とが接続されている。連結ボディ131は、図5及び図6に示されるように、上面131tと底面131bとを有する直方体の外形形状を有している。ポンプ111は、装備状態における重力方向を基準として上面131tが上側に配置され、底面131bが下側に配置され、水平面に平行な面となるように構成されている。
- [0113] このように、ポンプ111では、ダイアフラム弁体149Lとダイアフラム弁体149Rとがポンプ室158を両側から挟む位置（対向位置）に配置

されている。このような装備配置によれば、第1の弁ユニット111L及び第2の弁ユニット111Rの対向方向に延びる方向において、これらの弁ユニット111L、111Rの構成要素を配置するための空間を有効に利用することができる。これにより、上面131tと底面131bとの間の距離を小さくして、重力方向におけるポンプ111の高さL1を小さくすることができる。

[0114] さらに、水平面内において、ダイヤフラム弁体149Lとダイヤフラム弁体149Rとが作動する方向（対向方向）に垂直な方向に吸入通路137と吐出通路138とが配置され、図5に示されるように、それぞれ吸入側バルブ113と吐出側バルブ114とが接続されている。こうすれば、ダイヤフラムを駆動するための構成要素が配置される空間と垂直な方向において、吸入通路及び吐出通路に接続されるバルブ類等の構成要素を配置するための空間を有効利用することができるからである。水平面内とは、重力方向を基準として水平な平面を意味する。

[0115] このように、本発明者は、ダイヤフラム弁体149Lとダイヤフラム弁体149Rの対向作動によるポンプ室158のサイズの抑制と、水平面内における殆ど無駄のない効率的な装備配置を実現することによって、ポンプ111の厚みL1を薄くすることに成功している。

[0116] なお、上述の実施形態では、ダイヤフラム弁体149Lとダイヤフラム弁体149Rとが作動する方向（対向方向）に垂直な方向に吸入通路137と吐出通路138とが配置されているが、必ずしも垂直である必要は無く交差する方向であれば良い。ただし、垂直に近づくほど装備効率が良くなる。

[0117] 図7は、連結ボディ131の内部構造を示す拡大断面図である。連結ボディ131には、内径が相互に相違する複数の貫通孔がロッド148L及びロッド148Rの移動方向（対向方向）に連通している。複数の貫通孔は、連結ボディ131の外側から順に一对の外側貫通孔135a、135eと、一对の内側貫通孔135b、135dと、中心貫通孔135cとが同軸（中心軸線が共通）の貫通孔として連通している。この連通は、本実施形態では、

中心軸線を共通とする同軸の連通状態として構成されている。

[0118] 外側貫通孔 135 a, 135 e 及び内側貫通孔 135 b, 135 d は、それぞれ内径が一定の円筒状の形状を有している。一方、中心貫通孔 135 c は、中央部（最奥部）に近づくほど内径が大きくなる形状を有している。中心貫通孔 135 c の中央部においては、重力方向において最頂部に吐出通路 138 が接続され、最低部に吸入通路 137 が接続されている。このような中心貫通孔 135 c の内部形状と接続状態により、ポンプ室 158 の内部に泡が発生しても、吸入通路 137 から吸入された液体材料によって円滑に吐出通路 138 から排出されることになる。

[0119] 外側貫通孔 135 a には、第 1 の弁ユニット 111 L が有するステム 132 L が螺合されている。ステム 132 L には、ロッド 148 L を挿通させる弁支持孔 143 L が形成されている。ロッド 148 L には、ダイヤフラム弁体 149 L の中央部側が接続されている。ダイヤフラム弁体 149 L の端部側の外縁部 150 L は、ステム 132 L と連結ボディ 131 の支持部 135 f とによって挟持されている。ダイヤフラム弁体 149 L の中央部側と端部側との間のドーナツ状の領域（膜領域）は、ロッド 148 L 側に凸となる凸状の形状を有し、ロッド 148 L の往復移動に伴う円滑な弾性変形が可能となるように構成されている。

[0120] 一方、連結ボディ 131 の外側貫通孔 135 e には、第 2 の弁ユニット 111 R のステム 132 R が螺合されている。ダイヤフラム弁体 149 R の端部側の外縁部 150 R は、ステム 132 R と連結ボディ 131 の支持部 135 g とによって挟持されている。第 2 の弁ユニット 111 R の各構成要素、すなわち、ステム 132 R、ロッド 148 R、及び外縁部 150 R は、第 1 の弁ユニット 111 L の各構成要素と対称の構成を有している。第 2 の弁ユニット 111 R は、第 1 の弁ユニット 111 L の各構成要素と対称の構成を有しているので、第 2 の弁ユニット 111 R の構成の詳細については、以下では第 2 の弁ユニット 111 R の説明を第 1 の弁ユニット 111 L の説明に代える。

- [0121] ステム 1 3 2 L のネジ部には、第 1 の弁ユニット本体 1 3 1 L が螺合されている。第 1 の弁ユニット本体 1 3 1 L には、図 6 に示されるように、連結ボディ 1 3 1 側に開口する略円柱状のシリンダ部 1 4 2 L と、シリンダ部 1 4 2 L と連通しているステム支持孔 1 4 4 L とが形成されている。ステム支持孔 1 4 4 L のネジ部には、ステム 1 3 2 L が螺合している。第 1 の弁ユニット本体 1 3 1 L は、例えばポリプロピレン樹脂やアルミニウムといった軽量材料よりなる。
- [0122] ステム 1 3 2 L には、図 6 に示されるように、ガイド支持部 1 4 6 L が連結ボディ 1 3 1 の反対側に形成されている。ガイド支持部 1 4 6 L は、ガイド 1 4 5 L を支持する筒状の形状を有する凸部として構成されている。ガイド 1 4 5 L は、ガイド支持部 1 4 6 L の内部に配設された筒状の形状を有する部材で、その内部においてロッド 1 4 8 L の移動方向に摺動可能にロッド 1 4 8 L を支持している。ロッド 1 4 8 L には、シリンダ部 1 4 2 L の内径と同一の外径寸法を有する略円板状のピストン部 1 5 1 L が形成されている。ピストン部 1 5 1 L は、その外周部がシリンダ部 1 4 2 L の内面に接触しており、シリンダ部 1 4 2 L に摺動可能に収容されている。
- [0123] シリンダ部 1 4 2 L は、ロッド 1 4 8 L のピストン部 1 5 1 L により、二つの空間に区画されている。これら二つの空間のうちピストン部 1 5 1 L の行程制限部材 1 5 7 L 側の空間は圧力制御室 1 4 1 L となっている。圧力制御室 1 4 1 L には、第 1 の弁ユニット本体 1 3 1 L に形成されたエア導入通路 1 3 4 L を介して外部から操作エアが導入され、それにより圧力制御室 1 4 1 L 内を加圧することによって弁部材 1 4 7 L を連結ボディ 1 3 1 側に移動させることができる。一方、ステム 1 3 2 L は、ピストン部 1 5 1 L を介して渦巻きコイル状のスプリング 1 5 6 L によって連結ボディ 1 3 1 と反対側の方向にロッド 1 4 8 L を付勢している。これにより、ロッド 1 4 8 L の往復移動が実現されている。
- [0124] ロッド 1 4 8 L は、行程制限部材 1 5 7 L によって連結ボディ 1 3 1 と反対側の方向への移動が制限されている。行程制限部材 1 5 7 L は、螺子部 1

５５Ｌを有し、その螺子部１５５Ｌによって第１の弁ユニット本体１３１Ｌに螺合されている。螺子部１５５Ｌは、行程制限部材１５７Ｌと第１の弁ユニット本体１３１Ｌとの間の相対的な回転によって、行程制限部材１５７Ｌを第１の弁ユニット本体１３１Ｌに対して相対的に移動（調整）させることができる。行程制限部材１５７Ｌは、この相対移動によってロッド１４８Ｌの移動範囲を連結ボディ１３１と反対側において調整可能に制限することができる。ロッド１４８Ｌの移動範囲は、連結ボディ１３１側においては、ガイド支持部１４６Ｌによって固定的に制限されている。ロッド１４８Ｌ及びロッド１４８Ｒの移動範囲は、それぞれ第１の変位量及び第２の変位量とも呼ばれる。

[0125] 行程制限部材１５７Ｌは、上ナット１５９Ｌと下ナット１６０Ｌとを使用したダブルナットによって固定されている。上ナット１５９Ｌは、さらにスタッド１６４Ｌを使用して行程制限部材１５７Ｌとの相対的な回転を抑制している。行程制限部材１５７Ｌは、スタッド１６４Ｌを緩めた状態において上ナット１５９Ｌを緩めた後に、下ナット１６０Ｌを緩めた状態において調整することができる。

[0126] 行程制限部材１５７Ｌ及び行程制限部材１５７Ｒの回転角度は、それぞれ第１の弁ユニット本体１３１Ｌ及び第１の弁ユニット本体１３１Ｒに形成されている目盛り（図示省略）によって確認することができる。この目盛りは、行程制限部材１５７Ｌ及び行程制限部材１５７Ｒの移動量の範囲をミクロン単位で計測することができるマイクロメータと同様の構成（角度計測部）で実現されている。行程制限部材１５７Ｌ及び行程制限部材１５７Ｒは、それぞれ第１の変位制限部及び第２の変位制限部とも呼ばれる。行程制限部材１５７Ｌ及び行程制限部材１５７Ｒの回転は、それぞれ第１の回転及び第２の回転とも呼ばれる。

[0127] これにより、気化量の仕様に応じて様々な量に設定された吐出量を実測することなく簡易に設定することができる。この吐出量は１回の行程毎の量を意味している。なお、このような構成は、ダイヤルゲージやデジタルマイク

ロメータといった回転角度に応じて計測された吐出量に関係する値を示す種々の形態で実現することもでき、計測部とも呼ばれる。なお、吐出量に関係する値は、たとえば回転角度に起因する行程制限部材 157L 及び行程制限部材 157R の送り量といった吐出量に関係する値を含む広い意味を有している。

[0128] 本実施形態では、ロッド 148L 及びロッド 148R の行程は、一回の往復作動で液体材料が 100 μ L だけ吐出されるように設定されている。この設定においては、たとえば 1 分間に 6 回の周期で往復作動させるようにすれば、一分間に 600 μ L のレート（速度）で気化させることができることになる。

[0129] 次に、図 8 乃至図 13 を参照して第 2 実施形態の気化器 112 について第 1 実施形態の気化器 12 との相違点を中心に説明する。図 8 は、第 2 実施形態の気化器 112 の外観を示す斜視図である。図 9 は、第 2 実施形態の気化器 112 の断面を示す断面図である。図 10 は、気化器 112 の蓄熱板 123 を示す斜視図である。図 11 は、第 2 実施形態の気化器 112 の内部を下方から見た内部構造図である。図 12 は、気化器 112 のヒータ 122 を下方から見た状態を示す底面図である。図 13 は、気化器 112 の裏蓋 136 を下方から見た状態を示す底面図である。下方とは、気化器 112 の装備状態において重力を基準とする向きであって、カバー 121 の反対側を意味する。

[0130] 第 2 実施形態の気化器 112 は、図 8 に示されるように、カバー 121 と蓄熱板 123 と気化器本体 133 とが順に重ねられた構造を有し、ポンプ 111 と同様に厚み L2 が抑制された薄型直方体の形状をなしている。カバー 121 は、本実施形態では、透明な樹脂で構成されているが、不透明な材料で構成しても良い。蓄熱板 123 は、第 1 実施形態と同様に熱伝導性に優れた炭化ケイ素やアルミニウム材料により形成された矩形形状の板材からなる。ただし、透明な材料で構成すれば、気化の状態を目視で確認することができるという利点がある。気化器 112 は、ポンプ 111 と同一平面内に配置

すれば、液体気化装置 120 の全体を薄型のシステムとして構成することもできる。

[0131] 第 2 実施形態の気化器 112 では、液体材料は、蓄熱板 123 に形成されているオリフィス 127 を介して液体付着面 123a とメッシュ 124 との間に供給される点で、液体付着面 23a の反対側（上側）からメッシュ 24 に上に滴下される第 1 実施形態（図 2 参照）と相違する。液体材料は、以下に説明する構成において、界面張力によってメッシュ 124 と液体付着面 123a との間の隙間を流れることができるので、メッシュ 124 の広い面積に液体材料を供給することができる。

[0132] 蓄熱板 123 には、図 9 に示されるように、その略中央部にオリフィス 127 が形成され、液体付着面 123a の略中央部から液体材料を供給することができる。オリフィス 127 には、遮断弁 180 が接続されており、液体材料の流れをオリフィス 127 において遮断することができる。遮断弁 180 には、図 11 に示されるように、液体材料を供給する内部流路 115 が形成されている流路ユニット 116 と、液体材料の供給を制御するために使用される作動エアを供給する配管 191 とが遮断弁 180 を挟む方向で接続されている。この方向は、ガス導入配管 128 とガス導入配管 129 で蓄熱板 123 を挟む方向と略垂直に向けられている。

[0133] 遮断弁 180 の周囲には、蓄熱板 123 の下面の気化器本体 133 の裏面において、蓄熱板 123 に熱を供給する 2 個のヒータ 122（図 12 参照）が気化器本体 133 の凹部 139 に装備されている。流路ユニット 116 及び配管 191 は、図 11 に示されるように、凹部 139 において 2 個のヒータ 122 の下面に配設されている。遮断弁 180、流路ユニット 116、及び配管 191 の周囲であって、各ヒータ 122 の下面には、図 9 に示されるように、弾性を有する断熱材 192 がそれぞれ配設されている。

[0134] 気化器 112 の裏面には、断熱材 192 を弾性変形させた状態（荷重を印加した状態）で裏蓋 136（図 13 参照）が固定されている。なお、図 11 では、内部構造を示すために一部の部品（裏蓋 136 や断熱材 192）が省

略されている。

[0135] ヒータ 122 は、図 12 に示されるように、L 字形平板状に形成されたラバーヒータにより構成されている。ラバーヒータとは、発熱線を柔軟性のある薄いシリコンゴムで覆ったヒータで、加熱面に確実にフィットさせることができ、組み付けも容易であるという利点を有している。メッシュ 124 は、図 5 に示されるように、第 1 実施形態と同様に縦横に複数配列されたステンレス製の線材 24a が網目状に織られることにより形成されたものであり、全体としては平板状をなしている。

[0136] 蓄熱板 123 は、図 10 に示されるように、第 1 の実施形態と比較して顕著に広大な液体付着面 123a を有している。液体付着面 123a には、その裏面に熱電対 195 が配設されている凹部 194 が形成されている。凹部 194 は、蓄熱板 123 の裏面（液体付着面 123a とは反対側の面）に形成されているので、液体付着面 123a の側の気密性を確保することができる。凹部 194 は、さらに液体付着面 123a の近傍まで深い凹部とすることによって、すなわち液体付着面 123a との間の板厚を薄くすることによって液体付着面 123a の温度を正確且つ小さな時間遅れで計測することができる。

[0137] 熱電対 195 は、コントローラ 40 に接続され、本実施形態では、気化の状態監視に使用される。凹部 194 には、熱電対 195 を覆う熱電対カバー 193 が装着される。なお、図 10 では、説明を分かりやすくするために熱電対カバー 193 が外されている状態が示されている。また、状態監視の方法については後述する。

[0138] メッシュ 124 は、図 8 及び図 9 に示されるように、液体付着面 123a から過度に離れないように、所定のピッチで配置されている複数のピン 124f によって液体付着面 123a に押し付けられている。複数のピン 124f は、たとえばフッ素樹脂製であり、カバー 121 に固定されている。このような構成により、液体材料は、界面張力によってメッシュ 124 と液体付着面 123a との間の隙間を流れることができるので、メッシュ 124 の広

い面積に液体材料を供給することができる。複数のピン 1 2 4 f の内の一つは、オリフィス 1 2 7 の出口に対向する位置に配置されている。これにより、オリフィス 1 2 7 からの液体材料の吐出によるメッシュ 1 2 4 の変形に起因するカバー 1 2 1 への衝突を防止することができる。オリフィス 1 2 7 の出口は、供給口とも呼ばれる。

[0139] このように、隙間流れは複数の押圧位置（ピン 1 2 4 f）の間に形成されるので、メッシュの粗さや複数のピン 1 2 4 f の位置関係といった設計自由度を提供することができる。これにより、要求される仕様に応じた適切な隙間流れを実現するための設計ツールを提供することができる。ピン 1 2 4 f は、メッシュを押圧する複数の位置毎に配置されている複数の部材として構成されていても良いし、あるいは押圧するための複数の凸部を有する共通部材を含むものとしてもよい。

[0140] メッシュ 1 2 4 には、図 9 に示されるように、窒素ガスが流れる気化流路 1 7 5 が面しており、気化した液体材料が窒素ガスに混合される。気化流路 1 7 5 には、ガス導入配管 1 2 8 の導入通路 1 7 4 と溝部 1 2 3 b とを順に介して窒素ガスが供給される。溝部 1 2 3 b は、導入通路 1 7 4 から供給された窒素ガスを水平面内において分散してメッシュ 1 2 4 に供給できるように形成されている。一方、気化流路 1 7 5 からは、溝部 1 2 3 c とガス導入配管 1 2 9 の排出通路 1 7 6 とを順に介して液体材料が混合された窒素ガスが排出される。溝部 1 2 3 c は、メッシュ 1 2 4 の広い面から混合ガスを集めて排出通路 1 7 6 に排出することができるように形成されている。気化流路 1 7 5 は、図 5 及び図 9 に示されるように、カバー 1 2 1 と蓄熱板 1 2 3 との間に装備されているガスケット 1 2 3 g によって気密状態とされている。

[0141] 次に、図 1 4 乃至図 1 6 を参照して気化器 1 1 2 の液体付着面 1 2 3 a への液体材料の供給方法について説明する。図 1 4 は、気化器 1 1 2 の断面を示す断面図である。図 1 5 は、遮断弁 1 8 0 がオリフィス 1 2 7 を閉鎖した状態を示す拡大断面図である。図 1 6 は、遮断弁 1 8 0 がオリフィス 1 2 7

を開放した状態を示す拡大断面図である。

[0142] 第2実施形態の気化器112は、図14に示されるように、液体材料の供給路に遮断弁180を備えている点で第1の実施形態における液体材料の供給方法と相違する。この遮断弁180は、液体材料の供給停止後において、供給流路内の液体材料が気化することに起因する液体材料の漏出や供給流路内の気泡の発生を効果的に抑制することができる。このような漏出や気泡の発生は液体材料の供給量の誤差の要因となるので、本実施形態は、このような誤差を効果的に抑制して液体材料の供給量の精度を顕著に向上させることができるという利点を有している。

[0143] 遮断弁180には、流路ユニット116に形成された内部流路115を介して液体材料が供給されている。遮断弁180は、配管191を介して供給される操作エアを使用して、オリフィス127への液体材料の供給を操作することができる。

[0144] オリフィス127には、ダイヤフラム構造の遮断弁180が接続されている。遮断弁180は、図15及び図16に示されるように、ダイヤフラム弁181をオリフィス127の流路方向に動かすことによってオリフィス127を開閉操作することができる。このように、第2実施形態では、蓄熱板123の内部に形成されたオリフィス127がダイヤフラム弁181によって直接的に遮断されるので、吐出通路への液体材料の残留に起因する気化量の変動といった不都合を回避することができる。吐出通路への残留量が極めて少なく、しかも熱で直ちに気化するので変動の要因とはならないからである。

[0145] オリフィス127は、蓄熱板123の内部において、メッシュ124側の出口と遮断弁180側の入口との間の流路として形成されている。メッシュ124側の出口は、供給口とも呼ばれる。遮断弁180側の入口は、流路室181rを形成する凹部に形成され、弁座181vを有している。遮断弁180側の入口は、裏面開口部とも呼ばれ、オリフィス127において供給口と対向する位置に形成されている。このような凹部を含む構成によって、蓄

熱板 1 2 3 の厚みに拘わらず供給口と裏面開口部との間の流路の長さを短くすることができる。さらに、凹部の深さを調整することによって、その流路の長さを自由に設定することができる。

[0146] 一方、本発明者は、ダイヤフラム弁 1 8 1 の作動が液体材料の吐出量に微量の影響（低減）を与えることを見出した。本発明者は、吐出量への影響がダイヤフラム弁 1 8 1 の作動による流路室 1 8 1 r の容積拡大が原因となることを突き止めた。流路室 1 8 1 r の容積拡大は、遮断弁 1 8 0 に供給された液体材料のうちの一部を吸収して、オリフィス 1 2 7 への供給量を減殺させるからである。しかしながら、本発明者は、その容積拡大が再現性を有するものであることを見出し、その容積拡大に起因する吐出量低減を見込んだ吐出量の設定で簡易に解決できることも見出した。

[0147] ダイヤフラム弁 1 8 1 には、ロッド 1 8 2 が接続されている。ロッド 1 8 2 には、摺動部 1 8 4 とピストン部 1 8 3 とが形成されている。摺動部 1 8 4 は、遮断弁本体 1 8 5 に形成されている円筒状の凹部であるガイド部 1 8 9 の内部で摺動する。ピストン部 1 8 3 は、遮断弁本体 1 8 5 の内部においてガイド部 1 8 9 に連通して形成されているシリンダ部 1 8 8 の内部で摺動し、圧力制御室 1 8 3 a を区画している。ロッド 1 8 2 は、ダイヤフラム弁 1 8 1 でオリフィス 1 2 7 を閉鎖する方向に渦巻きコイル状のスプリング 1 8 7 で付勢され、圧力制御室 1 8 3 a の加圧によってオリフィス 1 2 7 を開放する方向に操作することができる。スプリング 1 8 7 は、裏蓋 1 8 6 で固定されている。

[0148] 次に、図 1 7 を参照して気化器 1 1 2 の液体付着面 1 2 3 a への液体材料の気化状態の監視について説明する。図 1 7 は、遮断弁 1 8 0 の開閉状態と熱電対 1 9 5（図 1 0 参照）による計測温度の関係を示すグラフである。図 1 7 では、横軸は時間を表し、縦軸はバルブの開閉状態と計測温度とを表している。曲線 C 1 は、遮断弁 1 8 0 の開閉状態を示す曲線である。曲線 C 2 は、熱電対 1 9 5 の計測温度を示す曲線である。熱電対 1 9 5 によって温度計測を行っているのは、熱電対の応答性が高く、気化の開始や終了に起因す

る微量な温度変化の検出に対して好ましい特性を有しているからである。

[0149] 液体材料の気化状態は以下のようにして監視される。時刻 t_1 では、コントローラ 40 は、配管 191 から操作エアを供給して、遮断弁 180 を閉状態（図 15 参照）から開状態（図 16 参照）とする。コントローラ 40 は、遮断弁 180 の開状態開始（液体材料の供給開始）に応じて熱電対 195 の計測温度の監視を開始し、気化に起因する温度低下が検出されるまでの経過時間 P_1 を計測する。このような気化開始までの経過時間 P_1 と予め設定されている基準範囲とに基づいて、コントローラ 40 は、液体材料の供給開始から気化開始の開始までのプロセスが正常であることを確認することができる。

[0150] 次に、コントローラ 40 は、遮断弁 180 の閉状態開始（液体材料の供給終了）に応じて熱電対 195 の計測温度の監視を開始し、気化終了に起因する温度上昇が検出されるまでの経過時間 P_2 を計測する。この経過時間 P_2 と予め設定されている基準範囲とに基づいて、コントローラ 40 は、液体材料の供給終了から気化の完了までのプロセスが正常であることを確認することができる。さらに、温度上昇の検出は、気化プロセス中の不意の気化終了としても検出することができる（異常検出）。

[0151] 一方、蓄熱板 123 の温度制御は、本実施形態では、実質的には液体材料の気化状態の観測結果に基づいて行われる。制御対象である液体付着面 123a の温度は、液体付着面 123a における気化熱で変化するが、その変化が緩やかとなるように蓄熱板 123 の蓄熱が利用されている。蓄熱板 123 の温度制御は、液体付着面 123a のうちで最も温度変化が激しい領域で計測された温度を使用して、温度フィードバックが行われている。これにより、ヒータ 122 による熱供給量を抑制して温度変化が小さくかつ即応性の高い制御が実現されている。

[0152] このような即応性を実現するために、熱電対 195 は、オリフィス 127 の近傍に配置することが好ましい。こうすれば、液体材料の供給開始によって最初に液体材料が供給される位置の気化状態を監視することができるとと

もに、液体材料の供給停止によって液体材料が最後まで残る位置の気化状態までを監視することができるからである。このような配置には、気化プロセスの最初から最後までを監視することができるという利点もある。

[0153] ただし、オリフィス 127 の長さを短くする点を優先し、遮断弁 180 を回避した位置においてオリフィス 127 に最も近い位置、すなわち、遮断弁 180 に隣接する位置に配置することが好ましい。

[0154] 蓄熱板 123 の温度制御がオンオフ制御である場合には、通電操作（通電オンあるいは通電オフ）に起因する過渡応答の影響が小さい状態において、遮断弁 180 を開閉するようにすることが好ましい。具体的には、遮断弁 180 の開閉操作と通電操作とが予め設定された時間内で重複しないような制御則やインターロックロジックとすることが好ましい。液体材料の供給開始や停止のタイミングと、通電操作とが重なると判別が困難な場合も想定されるからである。

[0155] 一方、蓄熱板 123 の温度制御が比例制御である場合には、液体材料の供給開始や停止に起因する急激な変化に類似する温度変化が生じにくいので、液体材料の供給開始や停止の観測を高い信頼性で実現することができる。

[0156] さらに、液体材料の供給開始や停止に起因する変化の特性（温度変化の波形）が予め分かっている場合には、その波形を抽出するフィルタを使用するようにしてもよい。具体的には、たとえば遮断弁 180 を開閉後の一定期間の温度の時系列データを取得し、高速フーリエ変換で特定の波長の波形のピークを検出するような構成としても良い。こうすれば、高い精度で気化状態の監視を実現することができる。

[0157] このように、第 2 の実施形態では、気化熱に起因する蓄熱板 123 の温度変化を利用して気化状態を監視することができる。これにより、気化プロセスを確実に監視することができるとともに、故障探知を実現して半導体プロセスの品質を向上させることができる。

[0158] 第 2 実施形態は、第 1 実施形態の供給方法と比較して、第 1 実施形態の供給方法によって得られる効果と同一の効果を得ることができるとともに、液

体材料の飛散化の抑制、液体材料の気化面積の拡大、及び液体材料の供給量の安定化（高精度化）といった利点をも有している。

[0159] 液体材料の飛散化の抑制については、第1実施形態では、メッシュ24の使用によって液体付着面23aに対する液体材料の濡れを促進して、従来技術よりも気化面積を拡大することに成功している。これに対して、第2実施形態では、さらに、液体材料がメッシュ124の裏側から供給されるので、液体材料を加圧して供給しても吐出された液体材料のメッシュ124への衝突に起因する液体材料の液状状態における飛散（霧散化）を抑制することができる。液体材料の加圧供給は、供給口に対向する位置に設けられたピン124fからの反力でメッシュ124の目を緻密として漏れを抑制することができる。このようなメカニズムによって、第2実施形態では、さらに供給速度を増やすことが可能となっている。

[0160] 液体材料の飛散は、本発明者によってプロセス対象に悪影響を与えることが見出された。液体材料の飛散は、液体材料がメッシュ24に衝突して飛散し、熱せられていない吐出側（たとえばノズル27（図2参照）の近傍）に付着することによって、液体材料が蒸発せずに固化する原因となる。液体材料が固化した固形物は、その後に剥離して窒素ガスとともにプロセス対象に供給され、プロセス対象の品質劣化の原因となりえるからである。

[0161] 液体材料の気化面積の拡大については、第2実施形態では、液体材料の飛散の可能性が殆どないので、液体材料の供給速度を速くすることが可能である。さらに、液体材料は、界面張力によってオリフィス127からメッシュ124と液体付着面123aとの間の隙間を流れて、メッシュ124の広い領域に円滑に供給されるので、液体材料の気化面積を顕著に拡大することができる。さらに、吐出側への付着の心配が殆ど無いので、液体材料の気化面積を拡大しつつ、気化流路175を上下方向（重力基準）に薄くすることによって、あるいはカバー121と液体付着面123aとの間隔を小さくし、気化器112の薄型化を実現することもできる。

[0162] 液体材料の供給量の安定化については、第2実施形態では、前述のように

加熱されている蓄熱板 1 2 3 の内部に形成されたオリフィス 1 2 7 がダイヤフラム弁 1 8 1 によって直接遮断されるので、吐出通路に残った液体材料に起因する気化量の変動といった不都合を回避することができる。さらに、ダイヤフラム弁 1 8 1 は、流路に摺動部分を露出していないので、摺動部分への液体材料の蓄積に起因する固形物の発生を防止することができる。これにより、固形物の発生を抑制して、窒素ガスへの固形物の混入に起因するプロセス対象の品質劣化を予防することができる。

[0163] このように、第 2 実施形態の気化器 1 1 2 は、メッシュ 1 2 4 と液体付着面 1 2 3 a との間に供給することによって、液体材料の飛散を抑制しつつ界面張力を有効利用して液体材料の高い供給速度を実現している。さらに、遮断弁 1 8 0 は、蓄熱板 1 2 3 に形成された凹部に統合化された形態として装備されているので、蓄熱板 1 2 3 の蓄熱量を維持しつつ気化器 1 1 2 の厚さを薄くすることもできる。

[0164] (他の実施形態)

本発明は上記実施形態に限らず、例えば次のように実施されてもよい。

[0165] (1) 上記実施形態では、メッシュ 2 4, 1 2 4 を用いて液体材料を薄膜状に拡げたが、その他の手段を用いて液体材料を薄膜状に拡げてよい。例えば、対向する二つの液体付着面を所定の隙間を設けて配置し、その隙間の内部に液体材料を注入することで、液体材料を毛細管現象を利用して薄膜状に拡げてよい。以下、その具体例について図 1 8 を参照しつつ説明する。

[0166] 本例では、上記実施形態の気化器 1 2 に代えて、図 1 8 に示す気化器 7 0 を液体気化システムに設ける構成とする。本例における気化器 7 0 は、当該気化器 7 0 のベースを構成する固定部 7 1 と、固定部 7 1 の上側に設けられ上下方向に移動可能な移動部 7 2 とを備えている。

[0167] 固定部 7 1 は、円板状に形成されたベース部 7 3 と、加熱手段としての下部ヒータ 7 4 と、断熱材 7 5 とを備えている。ベース部 7 3 は、例えば熱伝導性に優れたアルミニウムにより形成されており、略水平状態で設けられている。ベース部 7 3 には、上方に突出する突出部 7 6 が設けられている。突

出部 76 は、全体として環状に形成されており、この突出部 76 により囲まれた内側領域は移動部 72 の一部が配設される配設スペース 81 となっている。突出部 76 には、導入通路 77 を介して配設スペース 81 に連通される導入ポート 79 と、排出通路 78 を介して配設スペース 81 に連通される排出ポート 80 とが形成されている。導入ポート 79 には、窒素ガス源に通じる導入配管（図示略）が接続され、排出ポート 80 にはチャンバに通じる排出配管（図示略）が接続されている。

[0168] また、ベース部 73 には、液体材料を供給するための供給配管 83 がベース部 73 を上下に貫通して設けられている。供給配管 83 は、平面視における配設スペース 81 の略中央位置において配設スペース 81 に通じている。

[0169] 下部ヒータ 74 は、例えばシート状のラバーヒータにより構成されており、配設スペース 81 の外径（換言すれば突出部 76 の内径）よりも大きい径で円板状に形成されている。下部ヒータ 74 は、ベース部 73 の下面に重ねられており、具体的には平面視において配設スペース 81 全域と重なるように設けられている。

[0170] 断熱材 75 は、円板状に形成されたグラスウールからなる。断熱材 75 は、ベース部 73 及び下部ヒータ 74 の下方においてベース部 73 全域に拡がるように設けられている。

[0171] 一方、移動部 72 は、収容部材 86 と、収容部材 86 に収容された蓄熱板 87 及び上部ヒータ 88 とを備えている。収容部材 86 は、上下が開放された筒状の収容部 86a と、収容部 86a の上端部に設けられたフランジ部 86b とを有する。蓄熱板 87 は、ベース部 73 と同じ材料により形成されており、収容部材 86 の収容部 86a の内径寸法とほぼ同じ外径寸法を有する円板からなる。蓄熱板 87 は、収容部材 86 の収容部 86a の内側における下端部に配設されており、その側面が収容部 86a の内側面と対向している。具体的には、蓄熱板 87 は、その下面が収容部 86a の下端部とほぼ同じ高さ位置に又はそれよりも低位に設定されている。

[0172] 上部ヒータ 88 は、下部ヒータ 74 と同様、例えばシート状のラバーヒータ

タにより構成されており、蓄熱板 87 とほぼ同じ外形寸法で円板状に形成されている。上部ヒータ 88 は、收容部材 86 の收容部 86a 内に配設されており、蓄熱板 87 の上面に重ねられている。

[0173] 上部ヒータ 88 の上には、上側に開口した凹部 91a を有する蓋部 91 が設けられ、その凹部 91a には断熱材 92 が配設されている。断熱材 92 上には板状のカバー 93 が設けられ、收容部材 86 のフランジ部 86b にボルト 101 により固定されている。また、收容部材 86 のフランジ部 86b の上面には、同フランジ部 86b から側方に突出するように平板状のプレート部材 94 が設けられている。プレート部材 94 は、フランジ部 86b の外周方向に沿って所定間隔で複数（例えば 4 つ）設けられ、それぞれがフランジ部 86b に対しボルト 102 により固定されている。

[0174] 上記のように構成された移動部 72 は、その一部が配設スペース 81 に落とし込まれた状態で固定部 71 上に配設されている。具体的には、この配設状態において、蓄熱板 87 の下面がベース部 73 の上面と所定の隙間を挟んで対向しており、この隙間（詳細には收容部材 86 の收容部 86a とベース部 73 の突出部 76 との間の隙間も含む）が液体材料を気化させるための気化室 97 となっている。

[0175] 收容部材 86 のフランジ部 86b はベース部 73 の突出部 76 上に配置されており、フランジ部 86b と突出部 76 との間には両者 76、86b に跨がるベローズ 98 が設けられている。ベローズ 98 は、気化室 97 の内外を仕切るための仕切り部材であり、上下方向に伸縮可能に構成されている。

[0176] 気化室 97 には上記供給配管 83 が通じている。気化室 97 には、供給配管 83 を介して液体材料が供給される。また、気化室 97 は、導入通路 77 を介して導入ポート 79 と連通しており、排出通路 78 を介して排出ポート 80 と連通している。気化室 97 には導入ポート 79 を介して窒素ガスが供給され、その供給された窒素ガスと気化された液体材料とが排出ポート 80 を介してチャンバに供給される。

[0177] 各プレート部材 94 の下方には、移動部 72 を上下移動させる空気圧シリ

ンダ式の昇降装置 99 が設けられている。昇降装置 99 は、固定部 71 のベース部 73 上に固定されたシリンダ本体部 99a と、シリンダ本体部 99a 内に操作エアが導入されることで昇降するピストンロッド 99b とを備えている。各プレート部材 94 はピストンロッド 99b の上面にボルトで固定されており、これによりピストンロッド 99b が上下に移動すると各プレート部材 94 が上下移動し、ひいては移動部 72 が上下移動する構成となっている。具体的には、移動部 72 は、蓄熱板 87 の下面がベース部 73 の上面と近接する下位置（図 18（b）参照）と、下位置よりも上方の上位置（図 18（a）参照）との間で移動可能となっている。本実施形態では、移動部 72 が下位置にある場合には蓄熱板 87 の下面とベース部 73 の上面との間の隙間が $20 \sim 60 \mu\text{m}$ となり、移動部 72 が上位置にある場合には上記隙間が 2 mm となる。

[0178] 次に、上記構成の気化器 70 により液体材料を気化させる際の作用について説明する。なお、本例では、液体材料として、液体付着面（詳細にはベース部 73 及び蓄熱板 87 の板面）との接触角が 90° よりも大きいものが用いられることを想定している。

[0179] まず、図 18（b）に示すように、昇降装置 99 を駆動させて移動部 72 を下位置に移動させる。そして、ポンプを吐出動作させて液体材料を供給配管 83 を介して気化室 97 に供給する。この場合、気化室 97 では、液体材料が、蓄熱板 87 の下面とベース部 73 の上面との間の隙間を通じて供給配管 83 の供給口（図示略）から離間する側に毛細管現象によって薄膜状に拡がる。また、平面視では液体材料が供給配管 83 の供給口を中心として円形に拡がる。

[0180] 次に、昇降装置 99 を駆動させて移動部 72 を上位置に移動させる。この場合、蓄熱板 87 の下面及びベース部 73 の上面には、液体材料が薄膜状に拡がった状態で付着しており、それら各面に付着した液体材料がそれぞれ各々の面を介してヒータ 74、88 により加熱され気化される。また、移動部 72 を上位置に移動させた後、導入ポート 79 から窒素ガスを気化室 97 に

導入する。これにより、気化された液体材料は、気化室 97 に導入された窒素ガスとともに排出ポート 80 を介してチャンバに供給される。

[0181] 上記の構成によれば、液体材料を蓄熱板 87 の下面とベース部 73 の上面との間の隙間において毛細管現象により薄膜状に拡げることができるため、蓄熱板 87 の下面及びベース部 73 の上面に液体材料を薄膜状に付着させることができる。そして、それら各面に付着した液体材料をそれぞれ各々の面を介してヒータ 74, 88 により加熱することができるため、つまり二つの液体付着面を介して液体材料を加熱することができるため、液体材料の気化をより一層促進させることができる。

[0182] (2) 上記実施形態では、メッシュ 24, 124 を用いることで液体付着面に凹凸部を設ける構成としたが、凹凸部を設ける構成はこれに限定されない。例えば、メッシュ 24 を用いなくて、液体付着面の表面を凹凸に加工することで凹凸部を設けてもよい。この場合、凹凸部を設けるために別途部材を設ける必要がなくなるため、部品点数を削減できる。

[0183] (3) 上記実施形態では、蓄熱板 23 上に、凸部 52 と凹部 53 とを蓄熱板 23 の上面 23a と平行な直交する二方向に沿って交互に配置したが、必ずしも直交する二方向である必要はなく異なる二方向であればよい。また、凸部 52 と凹部 53 とを蓄熱板 23 の上面 23a と平行な一方向のみに沿って配置する構成としてもよい。

[0184] (4) 上記実施形態では、ステンレス製のメッシュ 24, 124 を用いが、メッシュは必ずしもステンレス製である必要はなく、その他の金属からなるメッシュを用いてもよい。また、フッ素樹脂等からなる樹脂製のメッシュを用いてもよい。また、上記実施形態では、メッシュ 24 として 100 メッシュの粗さのものをを用いたが、その他の粗さのメッシュを用いてもよい。要は、気化させる液体材料の種類（詳細には濡れ性）に応じて、適切な粗さのメッシュを用いればよい。

[0185] (5) 上記実施形態では、ポンプ 11 により液体材料を気化器 12 に供給する構成としたが、ポンプ 11 以外の手段を用いて液体材料を気化器 12 に

供給してもよい。例えば、液体タンクを密閉化するとともに液体タンクに配管を接続し、その配管を通じて液体タンク内を加圧することで液体材料を気化器 12 に圧送することが考えられる。

[0186] (6) 上記実施形態では、液体材料の濡れ性を高めることで液体材料を薄膜状に拡げる構成としたが、その他の手段により液体材料を薄膜状に拡げてもよい。例えば、離間対向された一对の平板状のプレート部材と、それら各プレート部材のうち少なくともいずれかをその板面に直交する方向に移動させる駆動装置とを備える構成が考えられる。この場合、両プレート部材の間に液体材料を供給し、その後駆動装置を駆動させいずれかのプレート部材を他方のプレート部材に近づければ、液体材料を両プレート部材により圧縮することができるため、液体材料を両プレート部材間において薄膜状に拡げることができる。

[0187] (7) 上記実施形態では、半導体の製造ラインにおいて本液体気化システム 10 を用いたが、その他の製造ラインにおいて用いることも可能である。また、上記実施形態では、液体材料としてのヘキサメチルジシラザン液（HMDS 液）を気化させるために本システム 10 を用いたが、テトラメチルシクロテトラシロキサン（TMCTS）等その他の液体材料を気化させるために用いてもよい。

[0188] (8) 上記実施形態では、液体付着面 123a は平面形状を有しているが、必ずしも平面形状でなくてもよい。具体的には、たとえばオリフィス 127 を中心として緩やかな凹状の形状を有するようにしてもよいし、あるいはオリフィス 127 を中心として緩やかな凸状の形状を有するようにしてもよい。

[0189] (9) 上記実施形態では、液体付着面 123a は溝部や部分的な突起部を有していないが、たとえばメッシュ 124 と液体付着面 123a との間における液体材料の流れを制御するための溝（バイパス路）や凸部（迂回要素）を形成するようにしてもよい。溝は、たとえばオリフィス 127 から延びる放射状の形状を含むものでもよい。

- [0190] (10) 上記実施形態では、液剤材料の供給口（ノズル27やオリフィス127の出口）は、単一であるが、必ずしも単一である必要は無く複数の供給口が形成されていても良い。ただし、供給口の数を一とすれば、遮断弁を閉止した時に供給口に残存する液体材料の量を抑制することができる。
- [0191] (11) 上記実施形態では、複数のピン124fによってメッシュ124が液体付着面123aに押し付けられているが、たとえば液体付着面の端部に固定されているネット（網）や紐で液体付着面に押し付ける位置決め部材を使用するようにしても良い。位置決め部材は、たとえば液体付着面とメッシュとの間に隙間を形成するために部分的に挿入されるスペーサを含むような構成としても良い。このような構成でも、たとえば接着剤等で貼り付けた場合のようにメッシュの隙間を埋めてしまうといった問題、あるいは締結部材で締結した場合のように締結部の近傍に液体材料が凝集して固形物が発生する可能性といった問題を回避することができる。
- [0192] (12) 上記実施形態では、行程制限部材157L及び行程制限部材157Rの回転角度を目盛り（図示省略）によって確認することによって吐出量を調整しているが、たとえばポンプ111を吸入側バルブ113と吐出側バルブ114とともに作動させて吐出量を監視しつつ、予め設定された吐出量となったことを確認することによって調整しても良い。吐出量の確認は、第1の弁ユニット本体131Lと第2の弁ユニット111Rの双方を作動させた場合、一方のみの吐出といった現実の運用で想定された単一あるいは複数の作動状態（作動モード）で行うことができる。
- [0193] (13) 上記実施形態では、遮断弁180は、弁座181v（図16参照）が流路室181rを形成する凹部に形成されているが、他の構成も可能である。すなわち、図19に示されるように、たとえば蓄熱板123dの側に弁座181vが形成されておらず、裏面開口部を囲む環状の突起部181pがダイアフラム弁181aの側に設けられていても良い。環状の突起部181pは、封止部とも呼ばれる。こうすれば、裏面開口部に形成されている弁座181vの周囲への気泡の滞留を防止することができる。この滞留は、弁

座 1 8 1 v が重力基準において下側に盛り上がっていることに起因して発生するからである。

[0194] ダイヤフラム弁 1 8 1 a が有する突起部 1 8 1 p の高さは、たとえば 0.5 mm 程度として構成することができる。裏面開口部は、オリフィス 1 2 7 の遮断弁 1 8 0 側の入口である。裏面開口部は、図 1 9 に示されるように環状の突起部 1 8 1 p がダイヤフラム弁 1 8 1 a の側に設けられている場合には、突起部 1 8 1 p に向かって、重力方向に上昇するような傾斜を設けるようにしてもよい。こうすれば、傾斜に沿って気泡が上昇することができるので、さらに気泡の滞留を抑制することができる。

[0195] さらに、図 2 0 に示されるように、弁座や封止部を省略する構成としても良い。すなわち、弁座や突起部を設けて面圧を高める構成ではなく、弁体に対向する平面を有するようにしてもよい。本発明では、遮断時に背圧が印加されないからである。ただし、シール性を向上させるために、裏面開口部を囲む環状の領域の面粗さを小さくすることが好ましい。

符号の説明

[0196] 1 0…液体気化システム、1 1、1 1 1…ポンプ、1 2、1 1 2…気化器、1 6…供給通路としての吐出通路、2 0、1 2 0…液体気化装置、2 2、1 2 0…加熱手段としてのヒータ、2 3、1 2 3…蓄熱板、2 3 a、1 2 3 a…液体付着面としての蓄熱板の上面、2 4、1 2 4…薄膜化手段及び濡れ促進手段としてのメッシュ、2 4 a…線材、4 0…制御手段としてのコントローラ、5 3…凸部、5 4…凹部。

請求の範囲

- [請求項1] 液体材料を加熱して気化させる気化器を備えた液体気化システムであって、
- 前記気化器は、略平坦に形成され液体材料を付着させる液体付着面と、
- 前記液体付着面に付着した液体材料を薄膜化させる薄膜化手段と、
- 前記液体付着面を加熱する加熱手段と、
- を備えることを特徴とする液体気化システム。
- [請求項2] 前記薄膜化手段は、前記液体付着面に対する液体材料の濡れを促進させる濡れ促進手段であり、前記濡れ促進手段により前記液体付着面に対する液体材料の濡れを促進させることで、前記液体付着面に付着した液体材料を薄膜化させることを特徴とする請求項1に記載の液体気化システム。
- [請求項3] 前記濡れ促進手段は、液体材料に対する濡れ性を高めるべく前記液体付着面に設けられた微細な凹凸部であることを特徴とする請求項2に記載の液体気化システム。
- [請求項4] 前記液体付着面には、線材を網目状に編むことにより全体として平板状に形成されたメッシュが載せられているとともに、前記線材を凸部として前記線材により囲まれた部分を凹部として前記凹凸部が設けられていることを特徴とする請求項3に記載の液体気化システム。
- [請求項5] 前記液体付着面には、前記液体付着面と前記メッシュとの間に前記液体材料を供給する供給口が形成されていることを特徴とする請求項4に記載の液体気化システム。
- [請求項6] 前記液体付着面と前記メッシュの積層方向の相対的な位置関係を決定する位置決め部材を備えることを特徴とする請求項5に記載の液体気化システム。
- [請求項7] 前記位置決め部材は、前記位置決め部材は、所定の間隔で配置されている複数の位置で前記液体付着面に対して前記メッシュを押圧する

押圧部材を備えることを特徴とする請求項 6 に記載の液体気化システム。

[請求項 8] 前記液体付着面は、前記加熱手段によって加熱される加熱板の表面として形成されており、

前記加熱板には、前記液体付着面と反対側の面である裏面に形成されている裏面開口部と、前記供給口とを接続しているオリフィスが形成され、

前記裏面開口部を開閉する遮断弁を備え、

前記裏面開口部は、前記オリフィスを挟んで前記供給口と対向する位置に形成されていることを特徴とする請求項 5 乃至 7 のいずれか一項に記載の液体気化システム。

[請求項 9] 前記加熱板の裏面には、凹部が形成され、

前記裏面開口部は、前記凹部に形成され、

前記遮断弁は、前記裏面開口部を閉鎖する弁体を備えていることを特徴とする請求項 8 に記載の液体気化システム。

[請求項 10] 前記弁体は、前記裏面開口部が閉鎖された状態において前記裏面開口部を囲む環状の突起部である封止部を有することを特徴とする請求項 9 に記載の液体気化システム。

[請求項 11] 前記裏面開口部は、前記凹部に形成されている弁座を有することを特徴とする請求項 9 に記載の液体気化システム。

[請求項 12] 前記裏面開口部は、前記裏面開口部を囲む環状の領域に前記弁体に対向する平面を有することを特徴とする請求項 9 に記載の液体気化システム。

[請求項 13] 前記弁体は、前記裏面開口部を開閉するダイヤフラムを有することを特徴とする請求項 9 乃至 12 のいずれか一項に記載の液体気化システム。

[請求項 14] 前記液体付着面は、前記加熱手段によって加熱される加熱板の表面として形成されており、

前記加熱板には、前記液体付着面の温度を計測するための温度センサが備えられていることを特徴とする請求項 1 乃至 13 のいずれか一項に記載の液体気化システム。

[請求項15]

前記液体材料を前記気化器に供給するポンプを備え、

前記ポンプは、第 1 のダイヤフラム駆動部と、第 2 のダイヤフラム駆動部と、前記第 1 のダイヤフラム駆動部と前記第 2 のダイヤフラム駆動部とを相互に対向させる方向で連結する連結部と、を備え、

前記連結部は、前記液体材料を吸入する吸入通路と、前記液体材料を吐出する吐出通路とが接続されたポンプ室を有し、

前記第 1 のダイヤフラム駆動部は、前記ポンプ室の一部を構成する第 1 のダイヤフラムを有し、

前記第 2 のダイヤフラム駆動部は、前記ポンプ室の一部を構成する第 2 のダイヤフラムを有し、

前記第 1 のダイヤフラムと前記第 2 のダイヤフラムとは、前記ポンプ室において相互に対向する面を形成し、

前記第 1 のダイヤフラム駆動部は、前記第 1 のダイヤフラムが機械的に変位可能な第 1 の変位量を制限し、前記第 1 の変位量が調整可能である第 1 の変位制限部を有し、

前記第 2 のダイヤフラム駆動部は、前記第 2 のダイヤフラムが機械的に変位可能な第 2 の変位量を制限し、前記第 2 の変位量が調整可能である第 2 の変位制限部を有することを特徴とする請求項 1 乃至 14 のいずれか一項に記載の液体気化システム。

[請求項16]

前記第 1 の変位制限部は、前記第 1 のダイヤフラムの変位方向を軸線とし、前記ポンプに対する回転である第 1 の回転を行うことによって前記第 1 の変位量が調整可能であり、

前記第 2 の変位制限部は、前記第 2 のダイヤフラムの変位方向を軸線とし、前記ポンプに対する回転である第 2 の回転を行うことによって前記第 2 の変位量が調整可能であり、

前記ポンプには、前記第 1 の回転の角度と前記第 2 の回転の角度に応じて計測された吐出量に関係する値を示す計測部が設けられていることを特徴とする請求項 15 に記載の液体気化システム。

[請求項17] 前記凹凸部は、多数の凹部と多数の凸部とからなり、
前記各凹部と前記各凸部とは前記液体付着面と平行な異なる二方向に沿ってそれぞれ交互に配置されていることを特徴とする請求項 3 又は 4 のいずれか一項に記載の液体気化システム。

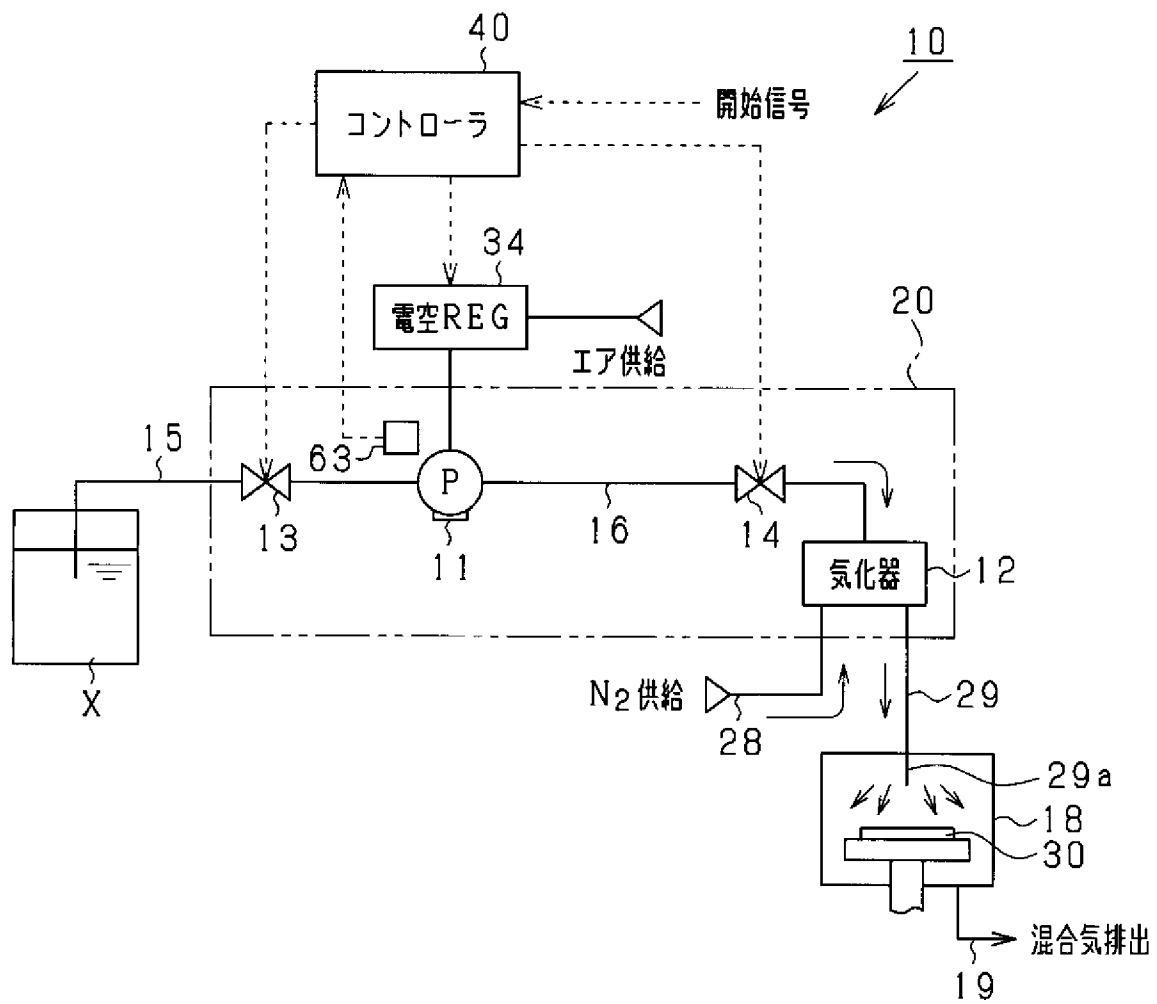
[請求項18] 前記気化器は、前記液体付着面を一对備えるとともに、これら各液体付着面が所定の隙間をあけて対向配置されており、
前記濡れ促進手段は、前記隙間内における液体材料の前記各液体付着面に対する濡れを毛細管現象により促進させるものであることを特徴とする請求項 2 に記載の液体気化システム。

[請求項19] 前記気化器に供給通路を介して液体材料を供給するポンプと、
前記ポンプによる前記気化器への液体材料の供給量を調整する供給量調整手段と、
を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 18 のいずれか一項に記載の液体気化システム。

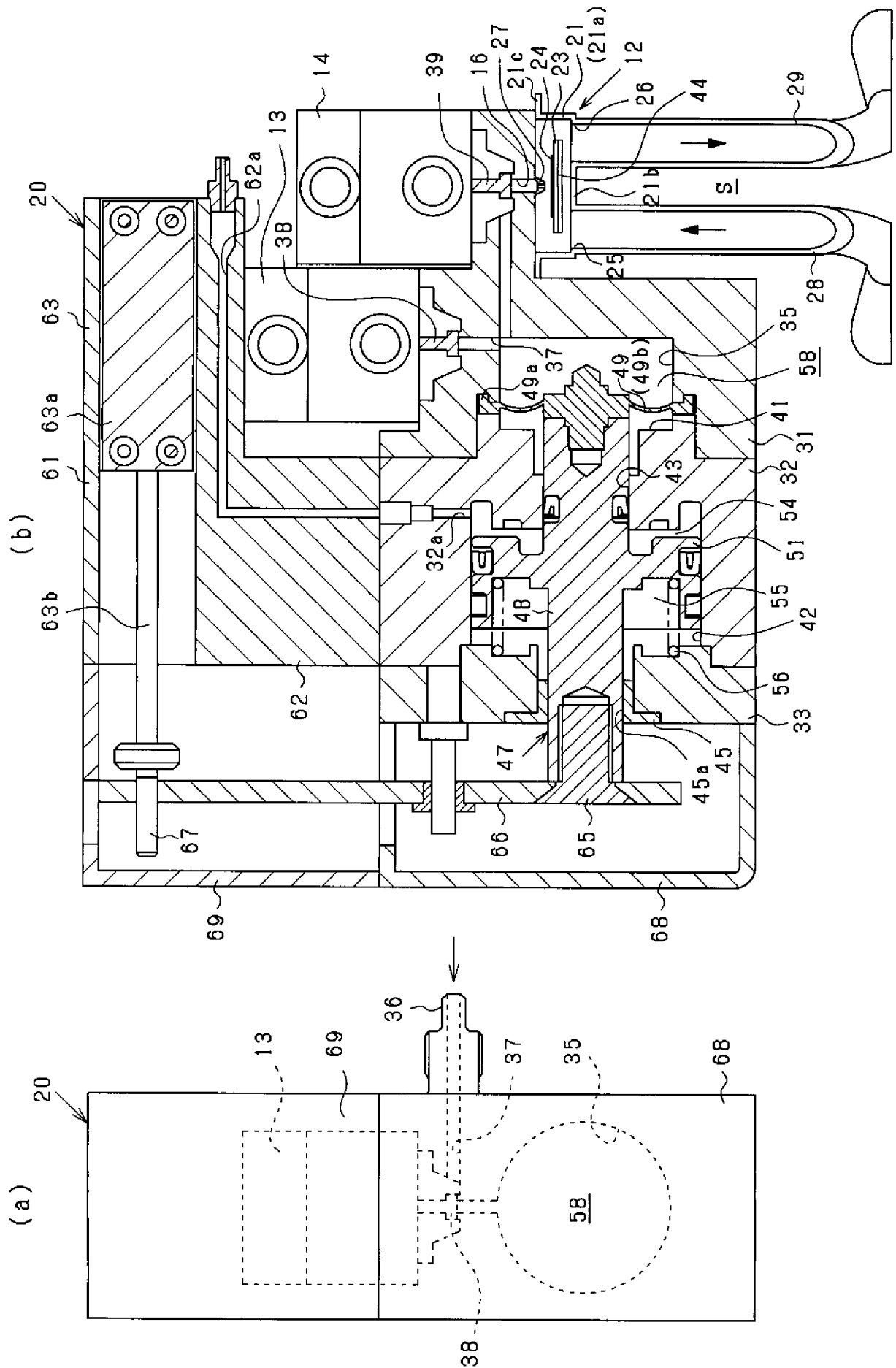
[請求項20] 前記ポンプが液体材料を前記供給通路を介して前記気化器に供給した後、前記供給通路内に残った液体材料を吸引するよう制御するサックバック制御手段を備えることを特徴とする請求項 19 に記載の液体気化システム。

[請求項21] 前記ポンプと、前記気化器と、前記供給通路とを含んでユニット化された液体気化装置を備えることを特徴とする請求項 19 又は 20 に記載の液体気化システム。

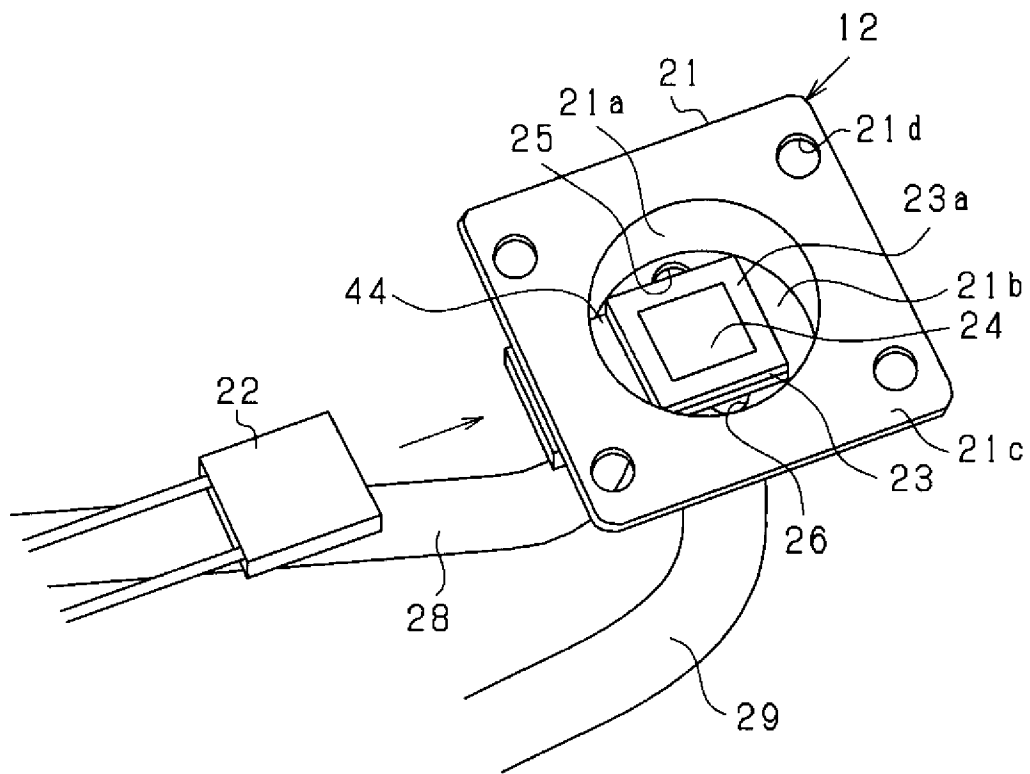
[図1]



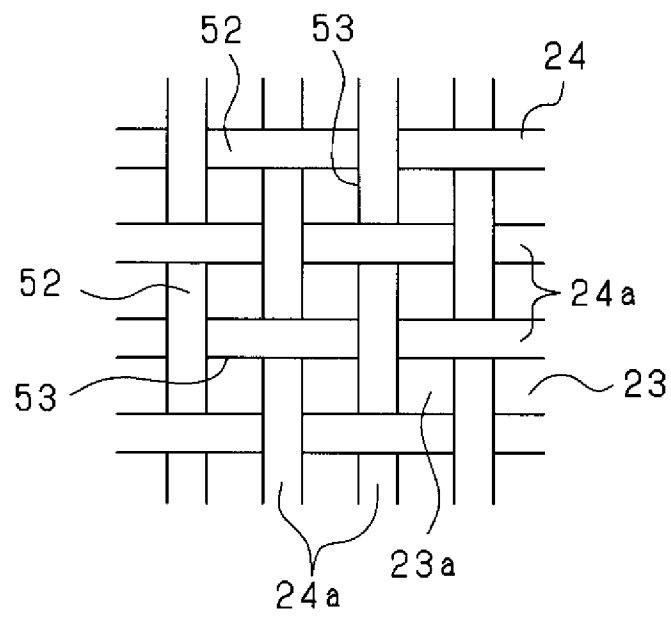
[図2]



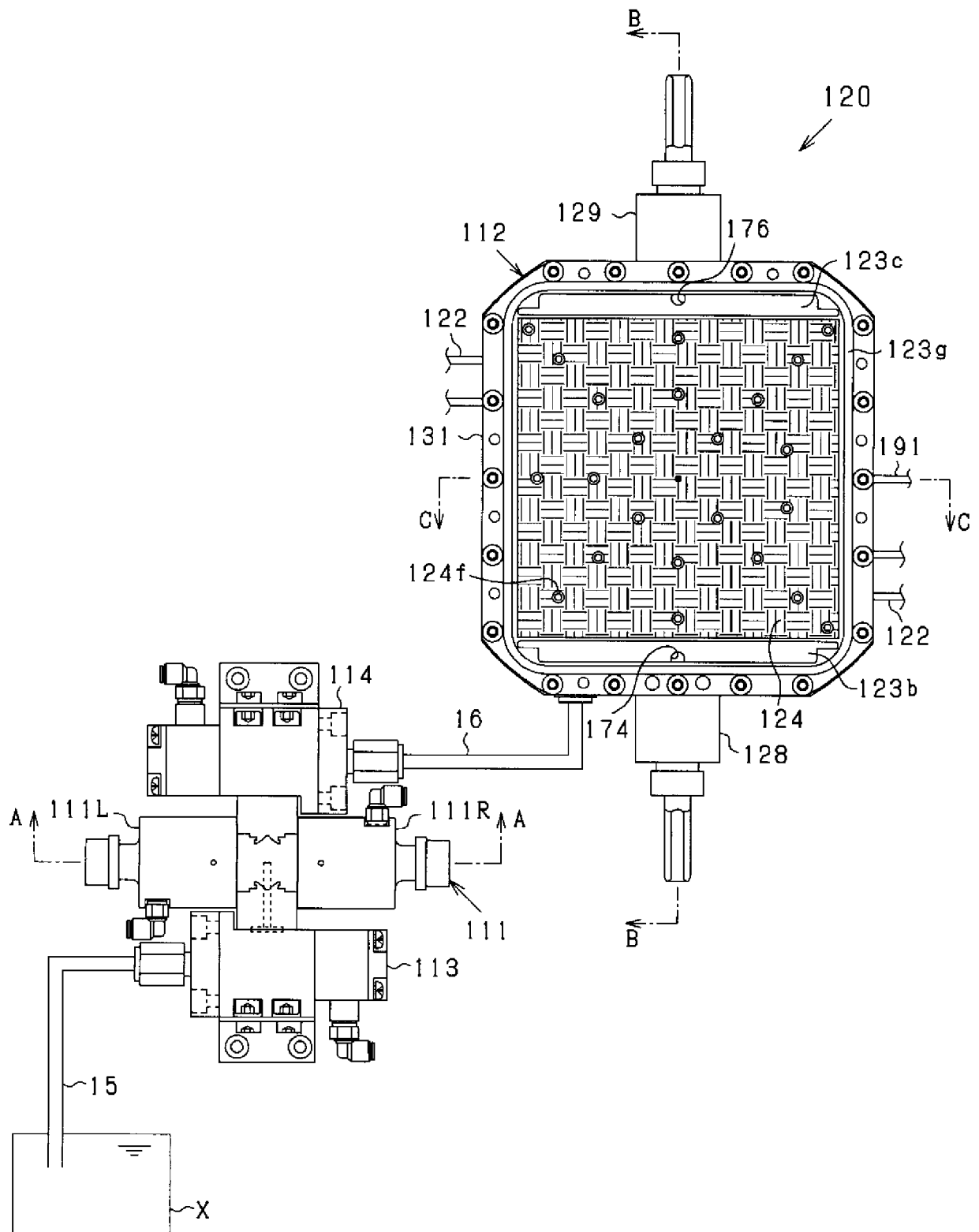
[図3]



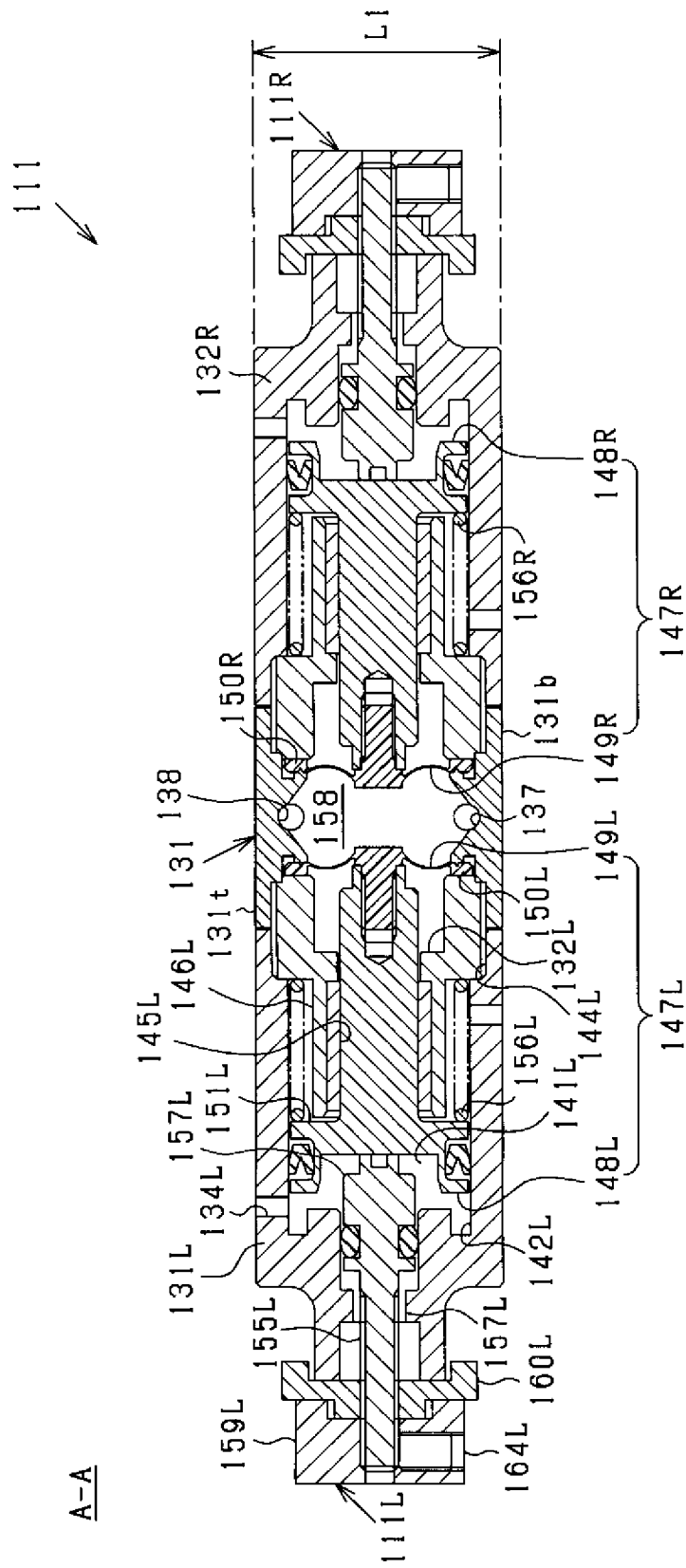
[図4]



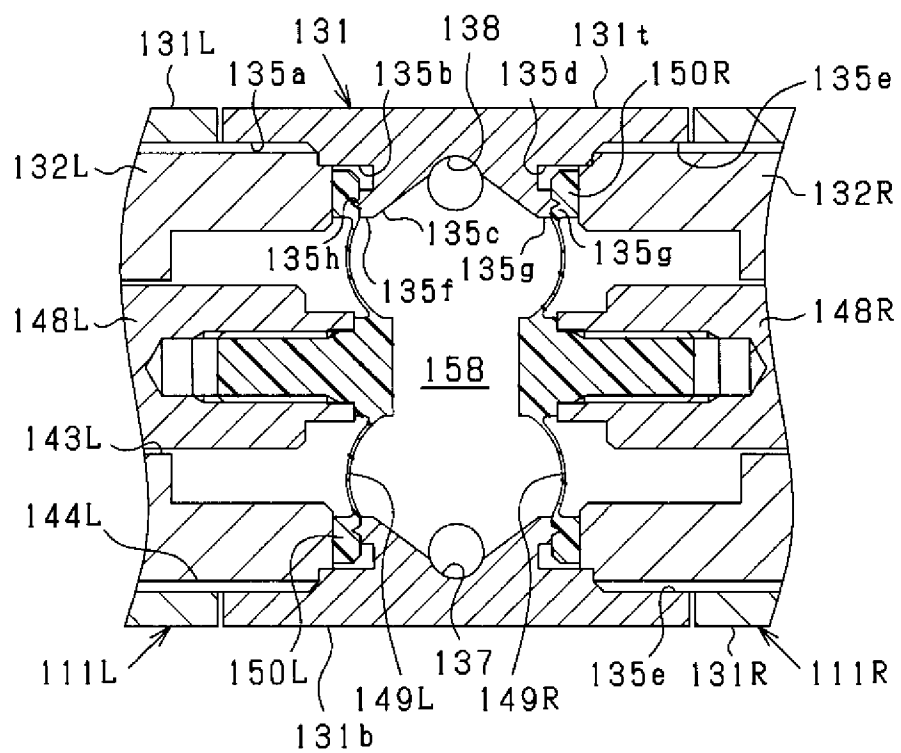
[図5]



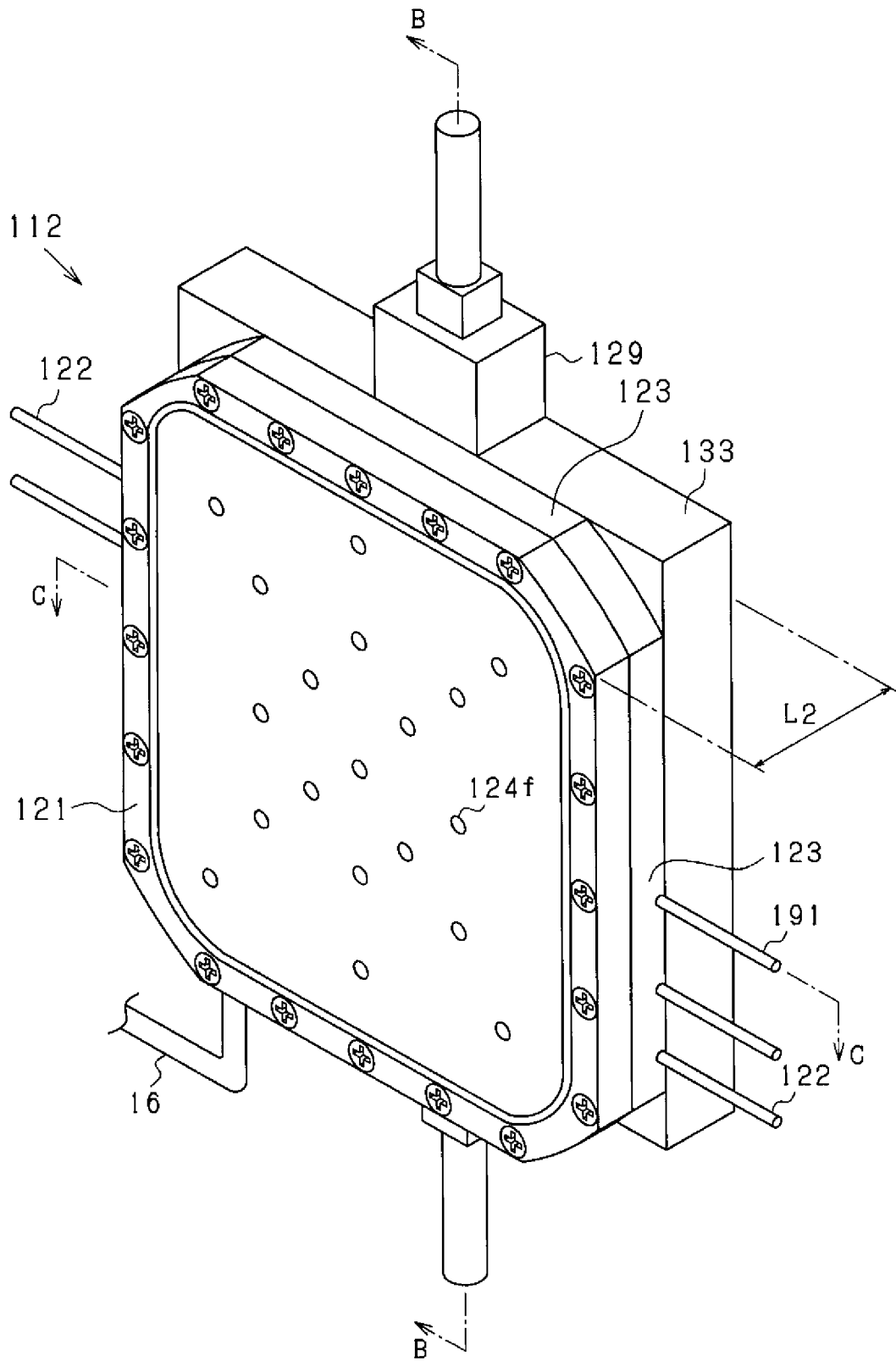
[図6]



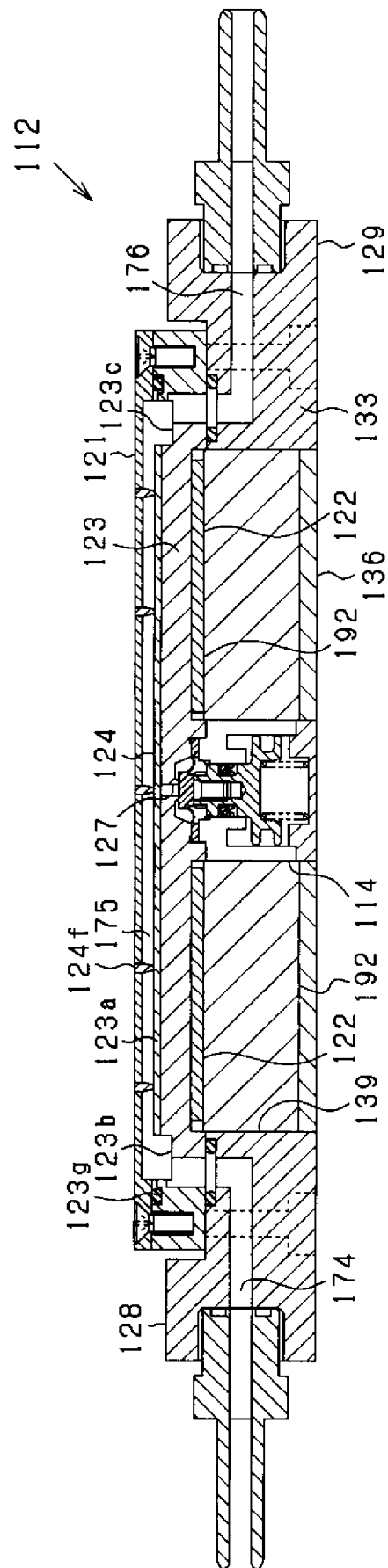
[図7]

A-A

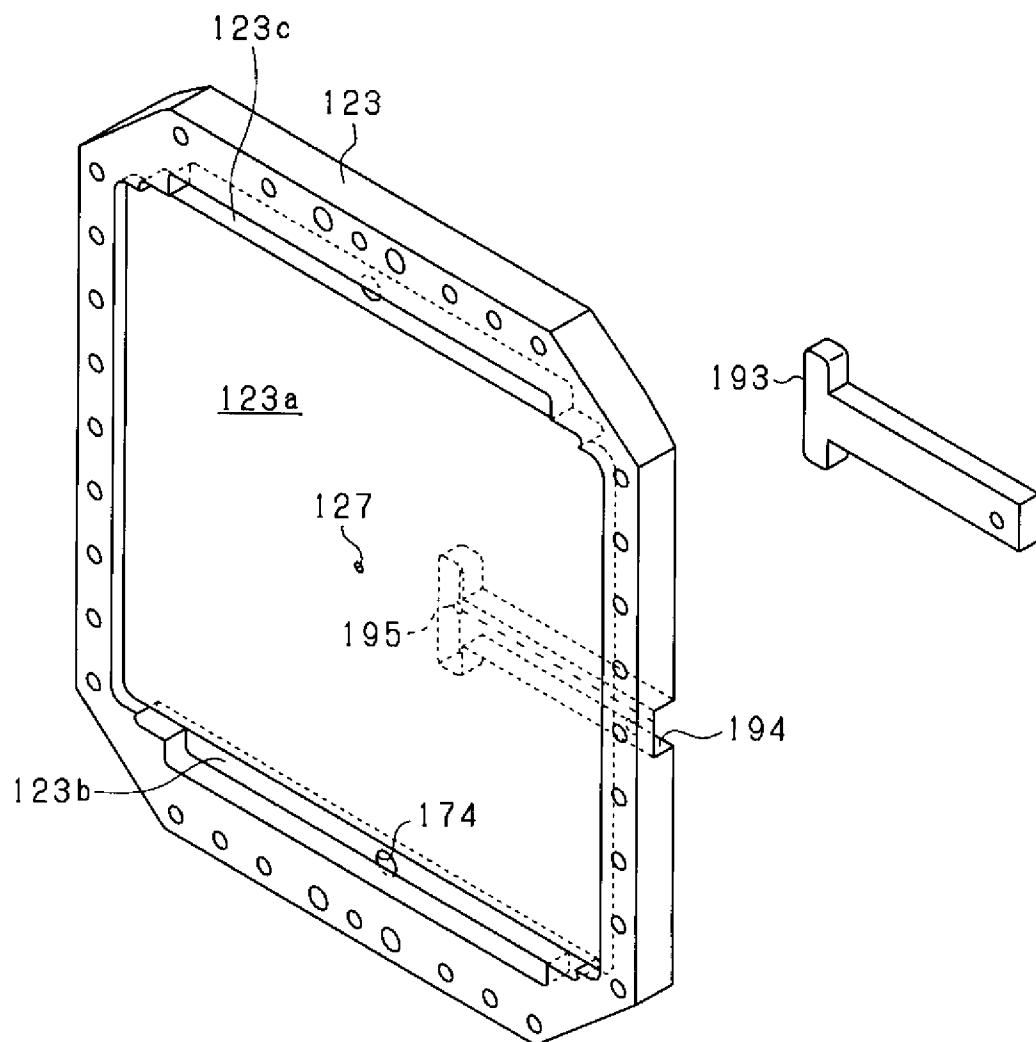
[図8]



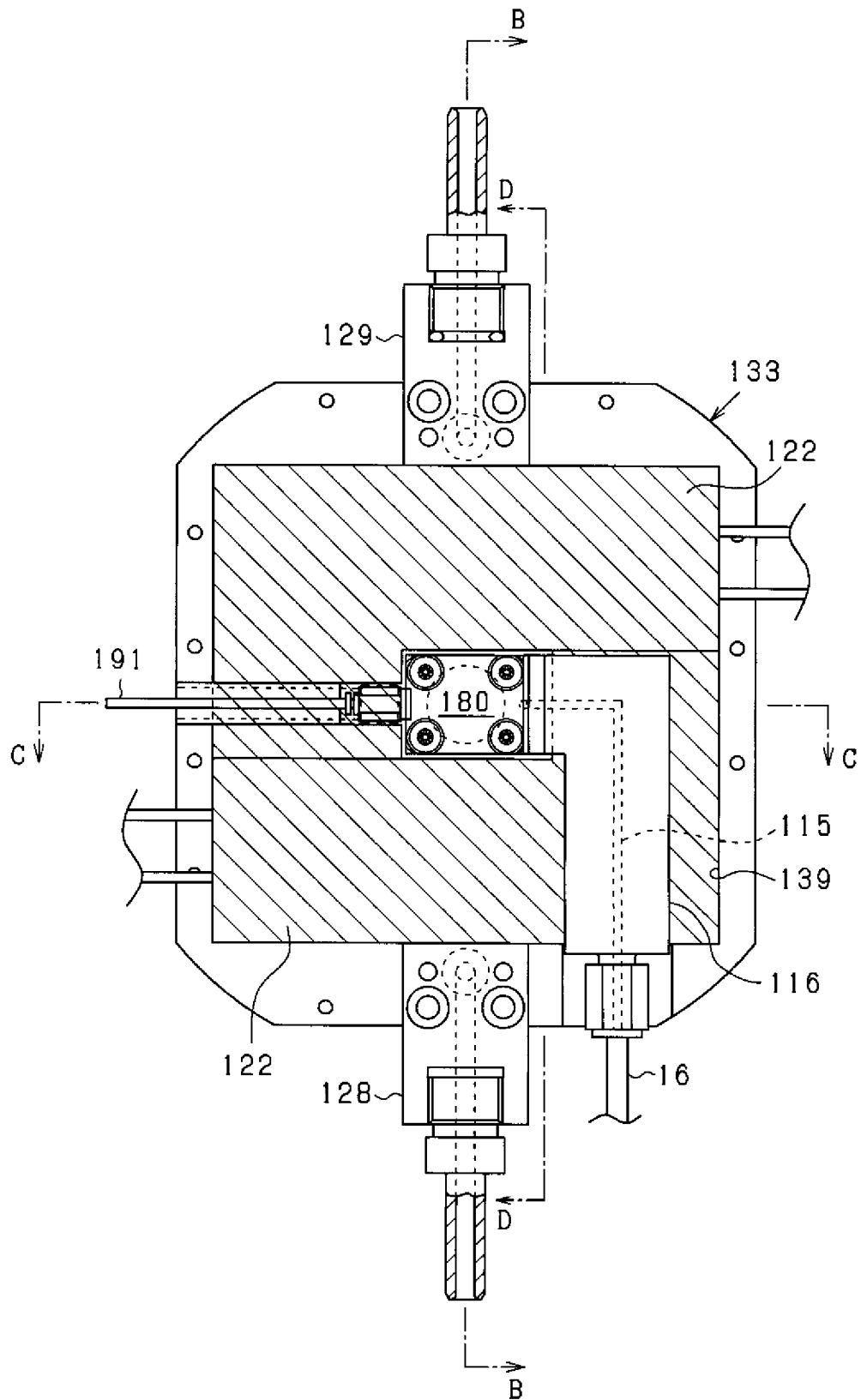
[図9]

B-B

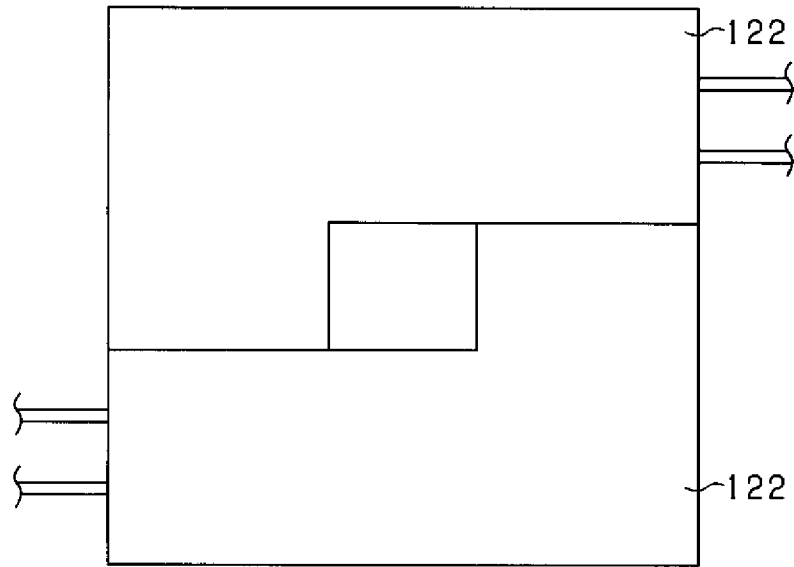
[図10]



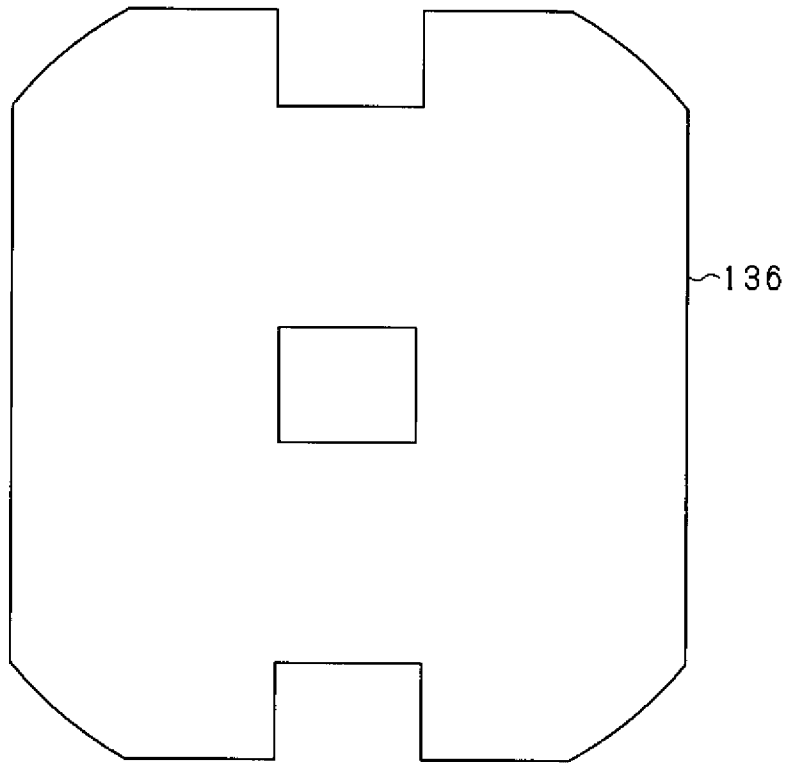
[図11]



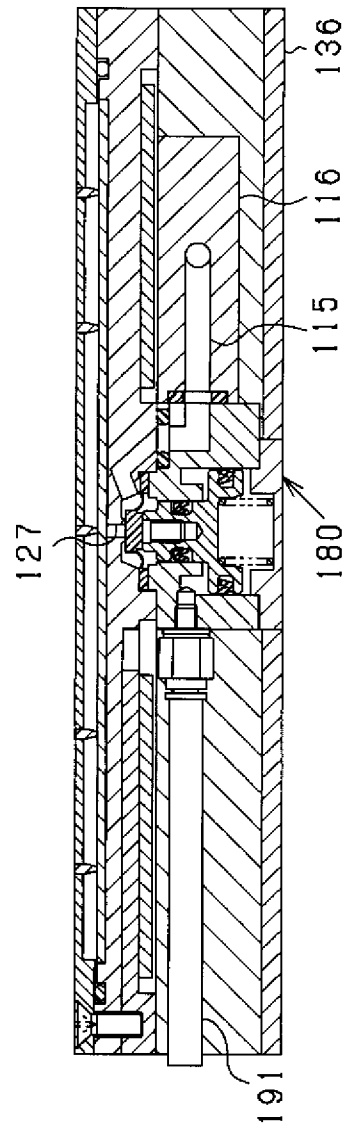
[図12]



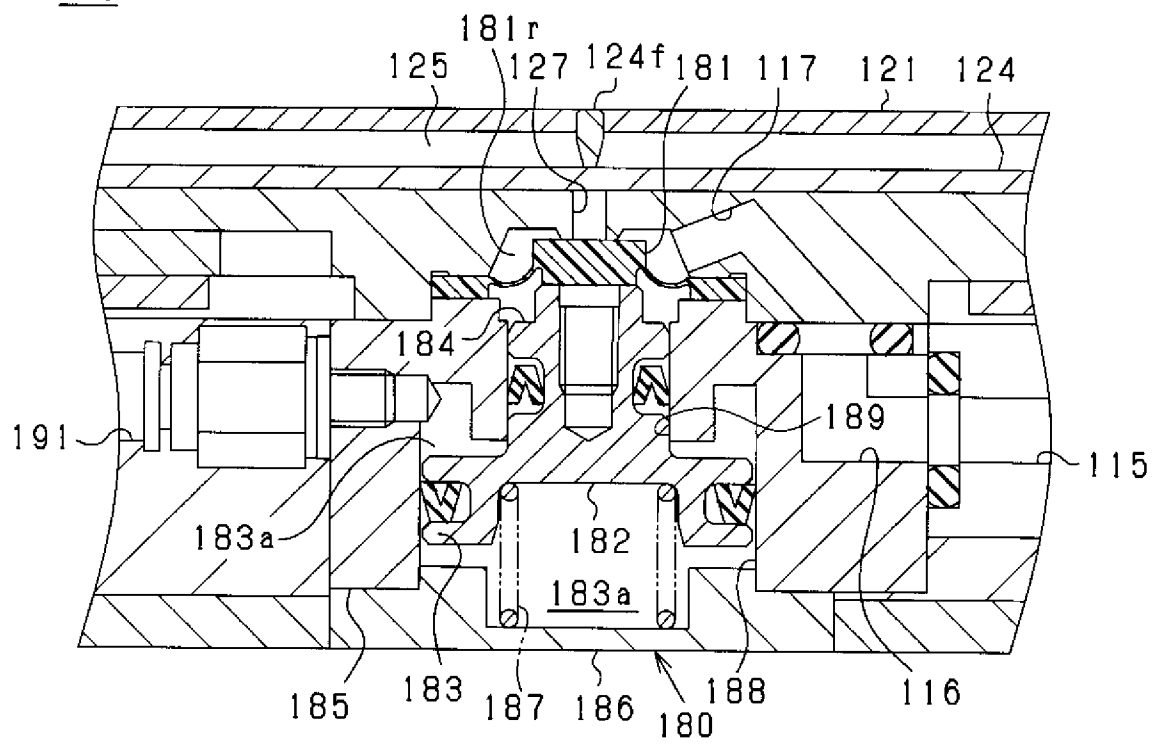
[図13]



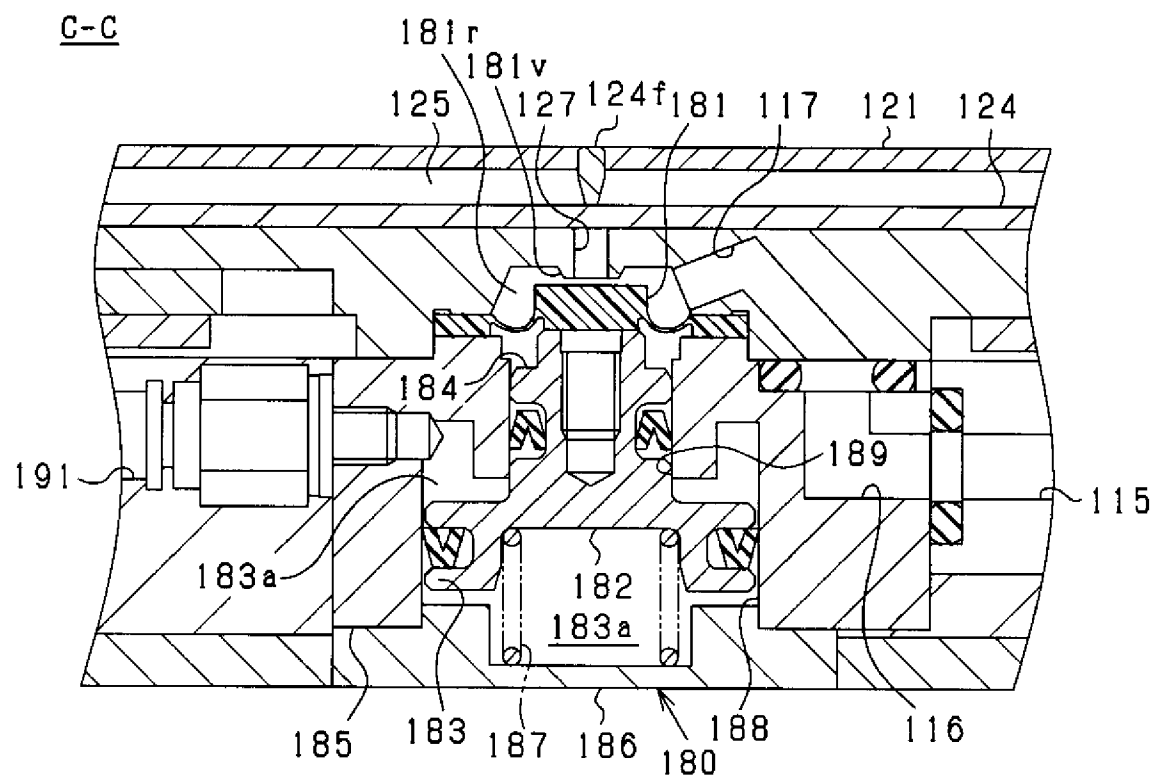
[図14]

C-C

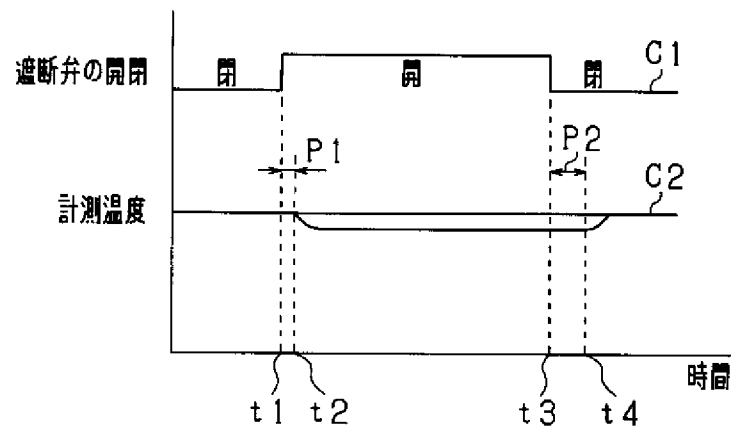
[図15]

C-C

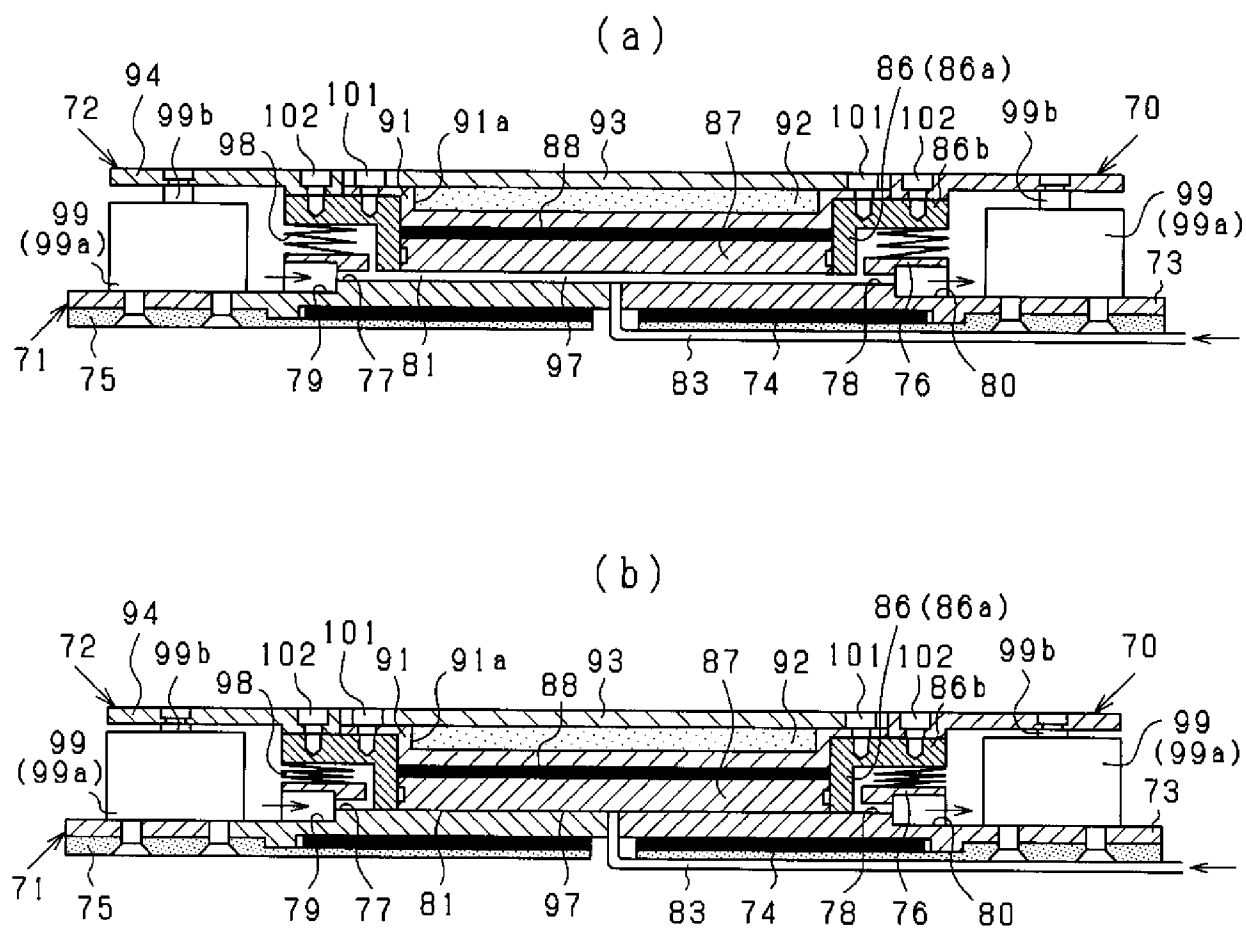
[図16]



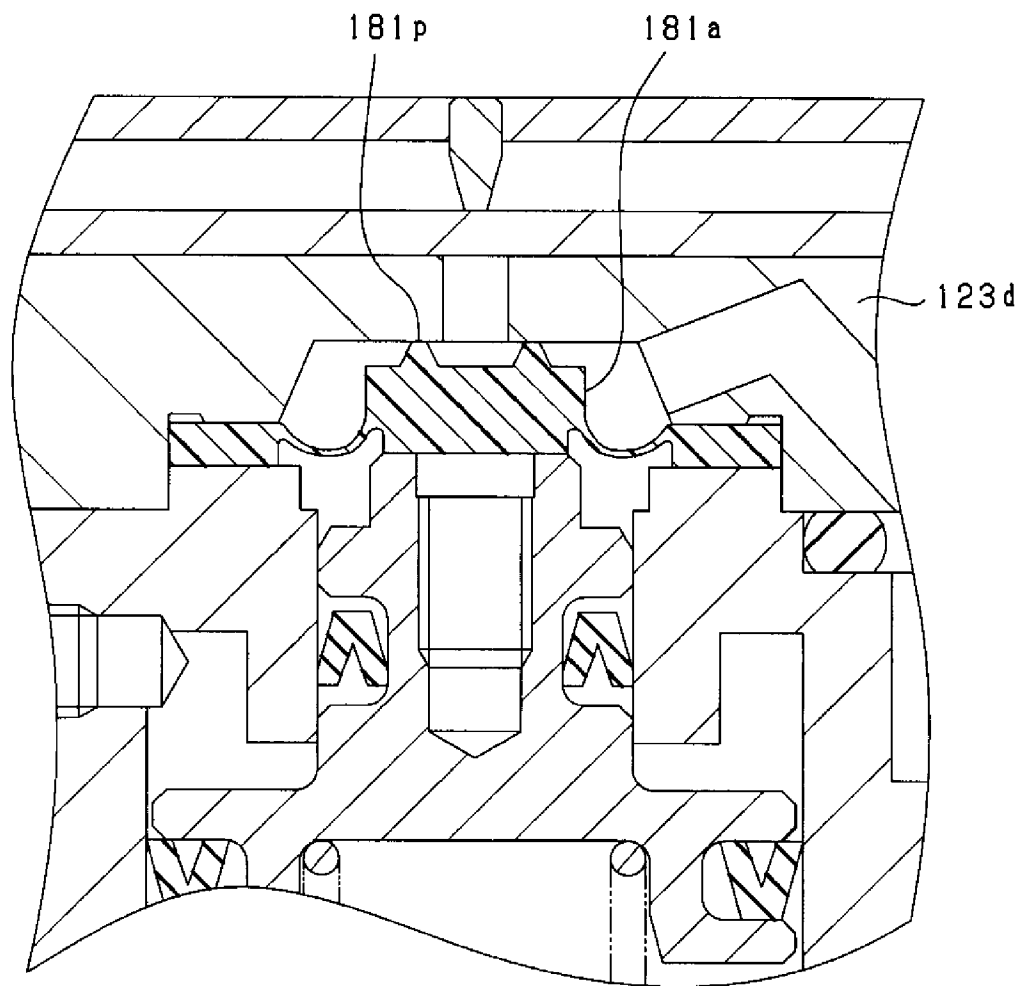
[図17]



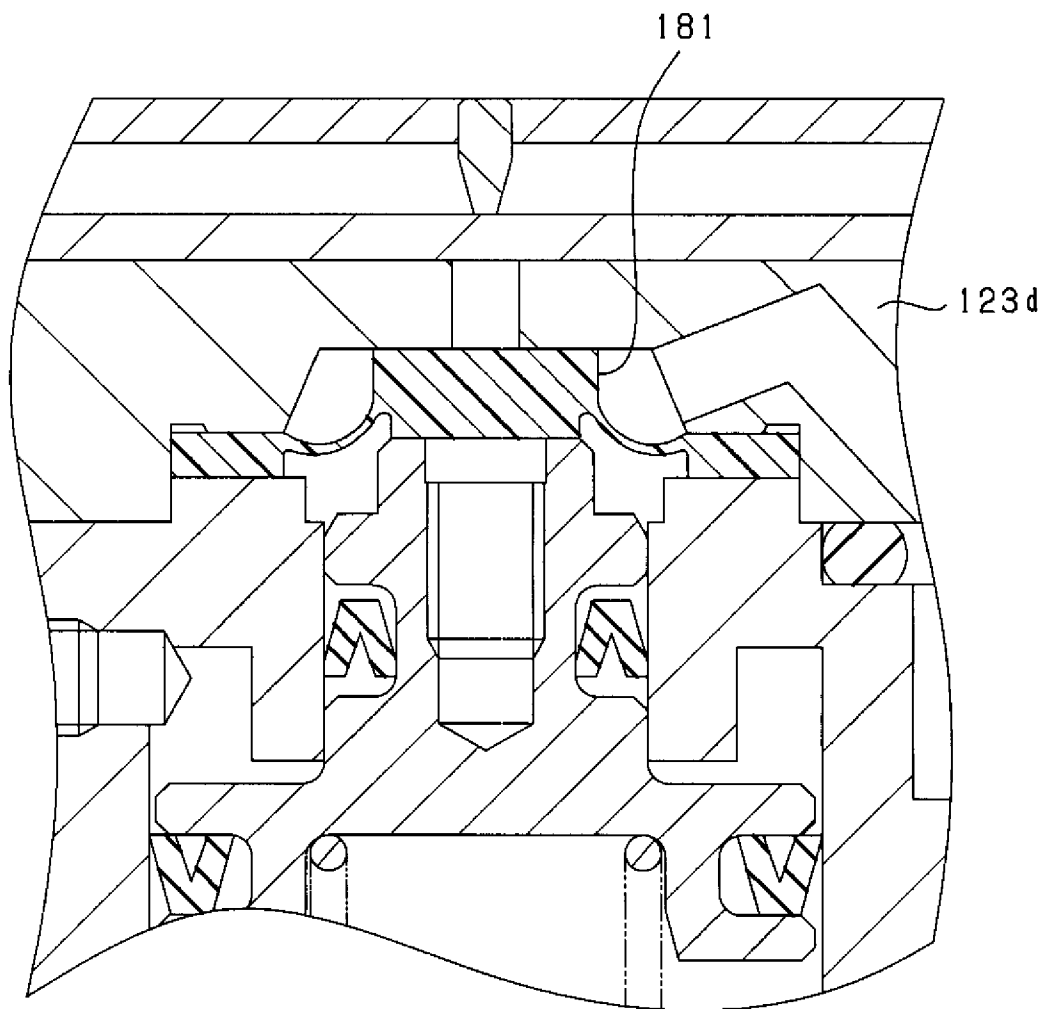
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/055652

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D1/22(2006.01)i, B01J7/00(2006.01)i, H01L21/027(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)

B01D1/00, B01J7/00, H01L21/027

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 1996-2010

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010

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 A	JP 2005-57193 A (Shimadzu Corp.), 03 March 2005 (03.03.2005), paragraphs [0010] to [0021]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-4, 14-21 5-13
A	JP 5-156448 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 22 June 1993 (22.06.1993), entire text; all drawings (Family: none)	1-21
A	JP 2006-352001 A (Dainippon Screen Mfg. Co., Ltd.), 28 December 2006 (28.12.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-21



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
30 June, 2010 (30.06.10)Date of mailing of the international search report
13 July, 2010 (13.07.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/055652

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 6-232035 A (Tokyo Electron Ltd., Tokyo Electron Kyushu Ltd.), 19 August 1994 (19.08.1994), entire text; all drawings & US 5505781 A & US 5681614 A & KR 10-0230693 B	1-21
A	JP 2009-38047 A (Entegris, Inc.), 19 February 2009 (19.02.2009), entire text; all drawings & WO 2007/125707 A1	1-21

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B01D1/22(2006.01)i, B01J7/00(2006.01)i, H01L21/027(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. B01D1/00, B01J7/00, H01L21/027

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 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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 請求項の番号
X A	JP 2005-57193 A（株式会社島津製作所）2005.03.03, 段落0010-0021, 図1-3（ファミリーなし）	1-4, 14-21 5-13
A	JP 5-156448 A（石川島播磨重工業株式会社）1993.06.22, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-21
A	JP 2006-352001 A（大日本スクリーン製造株式会社）2006.12.28, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-21

☒ 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

3 0 . 0 6 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 3 . 0 7 . 2 0 1 0

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100-8915

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）

山本 吾一

4 Q

3 1 2 8

電話番号 03-3581-1101 内線 3468

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 請求項の番号
A	JP 6-232035 A (東京エレクトロン株式会社, 東京エレクトロン九州株式会社) 1994. 08. 19, 全文, 全図 & US 5505781 A & US 5681614 A & KR 10-0230693 B	1-21
A	JP 2009-38047 A (インテグリス・インコーポレーテッド) 2009. 02. 19, 全文, 全図 & WO 2007/125707 A1	1-21