

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 2 区分

【発行日】平成24年12月27日 (2012.12.27)

【公開番号】特開2012-99730(P2012-99730A)

【公開日】平成24年5月24日 (2012.5.24)

【年通号数】公開・登録公報2012-020

【出願番号】特願2010-247705(P2010-247705)

【国際特許分類】

H 0 1 L 21/304 (2006.01)

H 0 1 L 21/306 (2006.01)

H 0 1 L 21/31 (2006.01)

H 0 1 L 21/205 (2006.01)

G 0 5 B 11/36 (2006.01)

G 0 5 D 7/06 (2006.01)

【 F I 】

H 0 1 L 21/304 6 4 8 G

H 0 1 L 21/306 J

H 0 1 L 21/31 A

H 0 1 L 21/205

H 0 1 L 21/304 6 4 8 K

G 0 5 B 11/36 5 0 7 H

G 0 5 D 7/06 B

【手続補正書】

【提出日】平成24年11月12日 (2012.11.12)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】液体流量制御装置、液体流量制御方法および記憶媒体

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、液体流量の制御に関するものであり、詳細には、制御可能流量範囲の異なる複数の流量制御ユニットを協働させる技術に関するものである。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

半導体装置の製造においては、拡散 / C V D 処理前洗浄、エッチング後洗浄、ウエットエッチング等を行うために洗浄システムが用いられる。洗浄システムは、小フットプリント、高スループットなどの要求に応えるため、近年一段と高集積化され、多数台の洗浄ユニットが 1 つの洗浄処理システムに組み込まれている。

【 0 0 0 3 】

各洗浄ユニットにそれぞれ専用の洗浄液供給ユニットを設けることもできるが、通常は、多数台の洗浄ユニットに対して共通の洗浄液供給ユニットが設けられる。洗浄液は、一般的に、一種類または複数種類の濃い薬液と D I W (純水) とを混合することにより生成される。洗浄液を予め生成してタンクに貯留しておき必要に応じてタンクから供給することもできる。しかしながら、近年では処理液供給時点に上記混合を行う方式がある。多数台の洗浄ユニットは、予め定められたプロセススケジュールに従い運転され、洗浄液を使

用している洗浄ユニットの台数は時々刻々と変化し、唯一台の洗浄ユニットしか洗浄液を使用していない場合、全ての洗浄ユニットが洗浄液を使用している場合も考え得る。特に薬液は高腐食性であるため、少なくとも接液部分が耐薬品性樹脂材料からなる流量制御装置を用いる必要があり、その流量調整幅は一般的にはかなり狭い。従って、1つの洗浄処理システムに含まれる洗浄ユニットの数が増えると、狭い流量調整幅の薬液用の流量制御装置が必要薬液流量の変動に対応することが困難となる。

【0004】

また、ユーザー要求により、1つの洗浄液供給ユニットが比較的薄い洗浄液（例えばHF：DIW＝1：200のDHF）と比較的濃い洗浄液（例えばHF：DIW＝1：10のDHF）を供給できるように構成することが求められる場合もある。さらに、1つの洗浄液供給ユニットが異なる種類の洗浄液（例えばDHF、SC1、SC2）を供給できるように構成することが求められる場合もある。このような場合、狭い流量調整幅の薬液用の流量制御装置が必要薬液流量の変動に対応することが益々困難となる。一例として、薬液用の流量制御装置が約10ml/min～2800ml/minという広範囲の薬液流量に対応できなければならない場合もありうる。

【0005】

特許文献1は、CVD装置において液体原料を供給するために制御可能流量範囲の異なる並列に設けられた2つの流量制御器を用いることを開示している。しかし、特許文献1では、要求流量の変化に対応しうる2つの流量制御器の制御については全く記載されていない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2003-158122号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、広範囲の要求流量に対応しうる液体流量制御装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の第1の観点によれば、液体流量を制御するための液体流量制御装置において、並列に設けられた複数の流量制御ユニットと、前記複数の流量制御ユニットを流れる液体の合計流量が前記複数の流量制御ユニットにより実現すべき総流量の要求値と同じになるように前記複数の流量制御ユニットを制御するように構成されたコントローラと、を備え、前記複数の流量制御ユニットには、少なくとも第1の流量制御ユニットと第2の流量制御ユニットとが含まれており、前記第1の流量制御ユニットは、第1の制御流量範囲を有する第1の流量制御弁を有しており、前記第2の流量制御ユニットは、第2の制御流量範囲を有する第2の流量制御弁を有しており、前記第1の制御流量範囲は前記第2の制御流量範囲よりも小流量側にあり、かつ、前記第1の制御流量範囲と前記第2の制御流量範囲に重複範囲があり、前記コントローラは、前記総流量の要求値の変化に応じて、前記第1および第2の流量制御ユニットの一方または両方に液体が流れるように前記第1および第2の流量制御ユニットを制御するように構成され、前記コントローラは、前記第1および第2の流量制御ユニットを流れる液体の合計流量を増大させてゆく過程において、前記第1および第2の流量制御ユニットの一方を流れる流量を固定しつつ他方を流れる流量が増大するように前記第1および第2の流量制御ユニットを制御するように構成されていることを特徴とする液体流量制御装置。

【0009】

上記第1の観点の第1の有利な態様においては、前記コントローラは、第2の流量制御ユニットに液体が流れないで前記第1の流量制御ユニットに液体が流れている第1の状態から前記第1および第2の流量制御ユニットの合計流量を増大させてゆく過程において、

前記第 1 の流量制御ユニットの流量すなわち前記合計流量が前記重複範囲内の第 1 の値まで増大したときに、前記第 1 の状態から前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットに液体が流れている第 2 の状態に移行させ、このとき、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの合計流量が変化しないように前記第 1 の流量制御ユニットの流量を減少させるとともに前記第 2 の流量制御ユニットへの液体の通流が開始されるように、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットを制御するように構成されている。

【 0 0 1 0 】

上記第 1 の観点の第 2 の有利な態様においては、前記コントローラは、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの合計流量を増大させてゆく過程において前記第 1 の状態から前記第 2 の状態に移行させるときに、前記第 2 の制御流量範囲の下限値に対応する量だけ前記第 1 の流量制御ユニットの流量を減少させるように、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットを制御するように構成されている。

【 0 0 1 1 】

上記第 1 の観点の第 3 の有利な態様においては、前記コントローラは、前記第 1 の状態から前記第 2 の状態に移行させた後にさらに前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの合計流量を増大させてゆく過程において、前記第 1 の流量制御ユニットの流量を前記第 1 の制御流量範囲の上限値に対応する値に増大させた後に、前記第 2 の流量制御ユニットの流量を増大させてゆくように、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットを制御するように構成されている。

【 0 0 1 2 】

上記第 1 の観点の第 4 の有利な態様においては、前記コントローラは、前記第 2 の状態から前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの合計流量を減少させてゆく過程において、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの合計流量が前記第 1 の値より小さい前記重複範囲内の第 2 の値まで減少したときに、前記第 2 の状態から前記第 1 の状態に移行させ、このとき、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの合計流量が変化しないように、前記第 1 の流量制御ユニットの流量を増大させるとともに前記第 2 の流量制御ユニットへの液体の通流が停止されるように、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットを制御するように構成されている。

【 0 0 1 3 】

上記第 1 の観点の第 5 の有利な態様においては、前記コントローラは、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの合計流量を減少させてゆく過程において前記第 2 の状態から前記第 1 の状態に移行させるときに、前記第 2 の流量制御ユニットの流量が前記第 2 の制御流量範囲の下限値に対応する値まで減少しており、かつ、前記第 2 の制御流量範囲の下限値に対応する量だけ前記第 1 の流量制御ユニットの流量が増大するように、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットを制御するように構成されている。

【 0 0 1 4 】

上記第 1 の観点の第 6 の有利な態様においては、前記第 2 の制御流量範囲の下限値が前記第 1 の制御流量範囲の上限値の 2 分の 1 に等しい。

【 0 0 1 5 】

上記第 1 の観点の第 7 の有利な態様においては、前記複数の流量制御ユニットには、さらに第 3 の流量制御ユニットが含まれており、前記第 3 の流量制御ユニットは、第 3 の制御流量範囲を有する第 3 の流量制御弁を有しており、前記第 3 の制御流量範囲は、前記第 2 の制御流量範囲よりも大流量側にあつて前記第 2 の制御流量範囲と重複範囲を有しているか、或いは、前記第 1 の制御流量範囲よりも小流量側にあつて前記第 1 の制御流量範囲と重複範囲を有している。

【 0 0 1 6 】

本発明の第 2 の観点によれば、各々が処理液を用いて基板を処理するように構成された複数の液処理ユニットと、前記複数の液処理ユニットに処理液を供給する共通の処理液供給装置と、を備え、前記処理液供給装置は、希釈液供給源と前記複数の液処理ユニットとを接続する管路と、前記管路に接続された上記第 1 の観点に係る液体流量制御装置と、を

有して、希釈液と前記液体流量制御装置により流量制御された薬液との混合液を処理液として前記複数の液処理ユニットで液処理を行うように構成された基板処理装置が提供される。

【 0 0 1 7 】

本発明の第 3 の観点によれば、少なくとも第 1 の流量制御ユニットと第 2 の流量制御ユニットとを含む並列に設けられた複数の流量制御ユニットを用いて、液体流量を制御する方法であって、前記複数の流量制御ユニットを流れる液体の合計流量が前記複数の流量制御ユニットにより実現すべき総流量の要求値と同じになるように液体流量を制御する方法において、前記第 1 の流量制御ユニットは、第 1 の制御流量範囲を有する第 1 の流量制御弁を有しており、前記第 2 の流量制御ユニットは、第 2 の制御流量範囲を有する第 2 の流量制御弁を有しており、前記第 1 の制御流量範囲は前記第 2 の制御流量範囲よりも小流量側にあり、かつ、前記第 1 の制御流量範囲と前記第 2 の制御流量範囲に重複範囲があり、前記複数の流量制御ユニットにより実現すべき総流量の要求値の変化に応じて、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの一方または両方に液体が流れるようにし、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットを流れる液体の合計流量を増大させてゆく過程において、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの一方を流れる流量を固定しつつ他方を流れる流量を増大させることを特徴とする方法が提供される。

【 0 0 1 8 】

本発明の第 4 の観点によれば、少なくとも第 1 の流量制御ユニットと第 2 の流量制御ユニットとを含む並列に設けられた複数の流量制御ユニットを備えた液体流量制御装置であって、前記第 1 の流量制御ユニットは、第 1 の制御流量範囲を有する第 1 の流量制御弁を有しており、前記第 2 の流量制御ユニットは、第 2 の制御流量範囲を有する第 2 の流量制御弁を有しており、前記第 1 の制御流量範囲は前記第 2 の制御流量範囲よりも小流量側にあり、かつ、前記第 1 の制御流量範囲と前記第 2 の制御流量範囲に重複範囲がある液体流量制御装置において当該液体流量制御装置を制御するためのプログラムが格納されたコンピュータ読み取り可能な記憶媒体であって、前記プログラムを前記液体流量制御装置の制御コンピュータが実行したときに、前記制御コンピュータが、前記複数の流量制御ユニットを流れる液体の合計流量が前記複数の流量制御ユニットにより実現すべき総流量の要求値と同じになり、前記複数の流量制御ユニットにより実現すべき総流量の要求値の変化に応じて、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの一方または両方に液体が流れ、かつ、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットを流れる液体の合計流量を増大させてゆく過程において、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの一方を流れる流量を固定しつつ他方を流れる流量を増大させるように前記複数の流量制御ユニットを制御することを特徴とする記憶媒体が提供される。

【 0 0 1 9 】

上記第 2、第 3、第 4 の観点には、上記第 1 の観点における第 1 ～ 第 7 の有利な態様を適用することができる。また、上記の第 1 ～ 第 7 の有利な態様は適宜組み合わせることができる。

【発明の効果】

【 0 0 2 0 】

本発明によれば、制御流量範囲の異なる複数の流量制御ユニットを組み合わせることで、液体流量制御装置全体としての制御可能流量範囲を広くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 1 】

【図 1】本発明による液体流量制御装置を含む洗浄液供給ブロックを備えた洗浄処理システムの構成を示す図。

【図 2】液体流量制御装置の作用を説明するチャート図。

【図 3】液体流量制御装置の作用を説明するグラフ。

【図 4】液体流量制御装置の作用を説明するグラフ。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 2 】

次に、添付図面を参照して好適な実施形態について説明する。図 1 に示すように、洗浄処理システムは、洗浄液供給ブロック 1 と、洗浄処理ブロック 1 0 0 とを有している。

【 0 0 2 3 】

洗浄処理ブロック 1 0 0 は、複数台、図示例では 1 0 台の洗浄ユニット P 1 ~ P 1 0 を有している。洗浄ユニット P 1 ~ P 1 0 の仕様は互いに同一である。洗浄ユニット P 1 は、ケーシング 1 0 1 と、ケーシング 1 0 1 内に設けられて基板例えば半導体ウエハ（以下、単に「ウエハ」と呼ぶ）W を保持するスピンチャック 1 0 2 と、ウエハ表面に洗浄液（本例では希釈薬液）を供給する洗浄液ノズル 1 0 3 と、ウエハ裏面に洗浄液を供給する洗浄液ノズル 1 0 5 とを有している。洗浄液ノズル 1 0 3 への洗浄液の供給は、開閉弁 1 0 4 と、その下流側にある流量計 1 0 8 a および流量制御弁 1 0 8 b からなる流量制御機構とによって制御される。洗浄液ノズル 1 0 5 への洗浄液の供給は開閉弁 1 0 6 と、その下流側にある流量計 1 0 9 a および流量制御弁 1 0 9 b からなる流量制御機構とによって制御される。各洗浄ユニット P 1 ~ P 1 0 への処理液供給管路 1 0 7 - 1 ~ 1 0 7 - 1 0 は、後述する洗浄液供給ブロック 1 の管路 3 1 に並列に接続されている。なお、洗浄ユニット P 1 ~ P 1 0 のような半導体装置製造用の洗浄装置は当業者に周知であるため、詳細な説明は省略する。洗浄ユニット P 1 ~ P 1 0 は、予め定められた処理スケジュールに従い互いに時間差をもって動作する。すなわち、洗浄処理ブロック 1 0 0 は、時間の経過とともに処理液の消費量が（場合によっては処理液の濃度も）変化する処理液消費構造物である。

【 0 0 2 4 】

洗浄液供給ブロック 1 は、薬液供給部 1 0 と、薬液流量制御部（流量制御装置）2 0 と、希釈液供給部 3 0 とを有している。

【 0 0 2 5 】

薬液供給部 1 0 は、並列に設けられた薬液を貯留する 2 つのタンク 1 1 A、1 1 B を有している。ポンプ送り用の加圧ガス源 1 2、本例では N₂ ガス源に管路 1 3 が接続され、管路 1 3 は途中で分岐して分岐管路 1 3 A、1 3 B となり、各分岐管路 1 3 A、1 3 B にタンク 1 1 A、1 1 B がそれぞれ介設されている。各分岐管路 1 3 A、1 3 B のタンク 1 1 A、1 1 B の上流側および下流側にはそれぞれ開閉弁 1 4 A、1 5 A および 1 4 B、1 5 B がそれぞれ介設されている。また、大容量の薬液供給源 1 6、本例では H F（フッ酸）供給源に管路 1 7 が接続され、管路 1 7 は途中で分岐して分岐管路 1 7 A、1 7 B となり、各分岐管路 1 7 A、1 7 B はそれぞれタンク 1 1 A、1 1 B の下部に接続されている。分岐管路 1 7 A、1 7 B にはそれぞれ開閉弁 1 8 A、1 8 B が介設されている。タンク 1 1 A、1 1 B の上部にはそれぞれ管路 1 7 C、1 7 D が接続されており、管路 1 7 C、1 7 D にはそれぞれ開閉弁 1 9 A、1 9 B が介設されている。

【 0 0 2 6 】

なお、通常運転時には、薬液供給部 1 0 は、開閉弁 1 4 A、1 5 A および 1 4 B、1 5 B のうちのどちらか一組のみを開き、2 つのタンク 1 1 A、1 1 B のうちいずれか一方のタンク（例えば 1 1 A）の上部空間に加圧ガスを供給することにより当該タンク内に貯留された薬液を下方から押し出し（圧送し）て、流量制御部 2 0 に薬液を供給する。当該一方のタンク内の薬液の残量が少なくなってきたら、別のタンク（例えば 1 1 B）から流量制御部 2 0 に薬液が供給されるように、開閉弁 1 4 A、1 5 A、1 4 B、1 5 B を適宜切り換える。そして前記一方のタンクには、開閉弁 1 8 A、1 9 A および 1 8 B、1 9 B のうちのどちらか一組のみ（例えば開閉弁 1 8 A、1 9 A）を開き、大容量の薬液供給源 1 6 から前記一方のタンクに薬液が補充されるようにする。タンク内への薬液補充時には、タンク内のガス抜きのため、対応する管路（1 7 C または 1 7 D）の開閉弁（1 9 A または 1 9 B）を開くことにより、タンクを大気解放可能、または工場排気系（E X H）に解放可能である。

【 0 0 2 7 】

上記の通り、いずれか一方のタンク（1 1 A または 1 1 B）から対応する分岐管路（1

3 A または 1 3 B) を通って、流量制御部 2 0 に加圧された薬液が供給されるようになっている。

【 0 0 2 8 】

流量制御部 2 0 には、複数、本例では 3 つの流量制御ユニット 2 1 (2 1 A、2 1 B、2 1 C) が設けられている。各制御ユニット 2 1 (2 1 A、2 1 B、2 1 C) は、管路 2 7 (2 7 A、2 7 B、2 7 C) を有しており、管路 2 7 (2 7 A、2 7 B、2 7 C) には上流側から順に、流量計 2 2 (2 2 A、2 2 B、2 2 C)、電空レギュレータ (E V) 2 5 (2 5 A、2 5 B、2 5 C) により開度制御される流量制御弁 2 3 (2 3 A、2 3 B、2 3 C)、エアオペレーションバルブからなる開閉弁 2 4 (2 4 A、2 4 B、2 4 C) が順次開設されている。例示された実施形態においては、流量制御弁 2 3 は、少なくともその接液部分が全てフッ素系樹脂等の高耐薬品性材料から形成されたニードルバルブからなる。なお、ニードルバルブの通過流量を完全に 0 にすることが困難なため、各流量制御ユニット 2 1 A、2 1 B、2 1 C の流量を完全に 0 にする際には開閉弁 2 4 が閉じられる。管路 2 7 を流れる薬液の流量は流量計 2 2 により検出され、検出値がコントローラ (C N T L) 2 6 (2 6 A、2 6 B、2 6 C) に送られ、コントローラ 2 6 は上位コントローラ (M G R) 2 8 から受け取った目標流量が達成されるように電空レギュレータ 2 5 に制御信号を送り、流量制御弁 2 3 の開度を制御する。すなわち、上位コントローラ 2 8 が 3 つの流量制御ユニット 2 1 A、2 1 B、2 1 C に対してそれぞれ設定する目標流量を達成するように流量制御弁 2 3 の開度を制御するフィードバックループが 3 つの流量制御ユニット 2 1 A、2 1 B、2 1 C の各々に設定されている。

【 0 0 2 9 】

3 つの流量制御ユニット 2 1 A、2 1 B、2 1 C は、それぞれに属する流量制御弁 2 3 (2 3 A、2 3 B、2 3 C) の仕様、具体的には制御可能流量範囲が互いに異なる。制御可能流量範囲とは、所定誤差範囲、例えば誤差 $\pm 1\%$ で目標流量を達成することが可能な流量範囲を意味する。なお、上記樹脂製のニードルバルブの一般的な制御可能流量範囲の下限値は、上限値の $1/10$ 程度である。例示された実施形態においては、小流量用の流量制御弁 2 3 A の制御可能流量範囲が $10 \sim 100 \text{ ml/min}$ 、中流量用の流量制御弁 2 3 B の制御可能流量範囲が $50 \sim 500 \text{ ml/min}$ 、大流量用の流量制御弁 2 3 C の制御可能流量範囲が $250 \sim 2500 \text{ ml/min}$ である。すなわち、小流量用の流量制御弁 2 3 A と中流量用の流量制御弁 2 3 B の制御可能流量範囲は重複範囲を有しており、また、中流量用の流量制御弁 2 3 B と大流量用の流量制御弁 2 3 C の制御可能流量範囲は重複範囲を有している。

【 0 0 3 0 】

各流量制御弁 2 3 (2 3 A、2 3 B、2 3 C) に制御流量範囲が設定されている。「制御流量範囲」は、各流量制御弁 2 3 の「制御可能流量範囲」のうち運転時に実際に利用される流量範囲を意味し、制御流量範囲は装置の設計者ないし使用者により定められる。例えば、制御可能流量範囲が $10 \sim 100 \text{ ml/min}$ の小流量用の流量制御弁 2 3 A に対して、 $15 \sim 95 \text{ ml/min}$ の制御流量範囲を設定することもできる。また例えば、制御可能流量範囲が $8 \sim 120 \text{ ml/min}$ の小流量用の流量制御弁 2 3 A に対して $10 \sim 100 \text{ ml/min}$ の制御流量範囲を設定することもできる。なお、以下に例示する実施形態においては、制御流量範囲が制御可能流量範囲と同じに設定されている。従って、小流量用の流量制御弁 2 3 A の制御流量範囲が $10 \sim 100 \text{ ml/min}$ 、中流量用の流量制御弁 2 3 B の制御流量範囲が $50 \sim 500 \text{ ml/min}$ 、大流量用の流量制御弁 2 3 C の制御流量範囲が $250 \sim 2500 \text{ ml/min}$ である。すなわち、小流量用の流量制御弁 2 3 A と中流量用の流量制御弁 2 3 B の制御流量範囲は重複範囲を有しており、また、中流量用の流量制御弁 2 3 B と大流量用の流量制御弁 2 3 C の制御流量範囲は重複範囲を有している。

【 0 0 3 1 】

また、例示された実施形態においては、小流量用の流量制御弁 2 3 A の制御流量範囲の上限値の $1/2$ が、中流量用の流量制御弁 2 3 B の制御流量範囲の下限値となっている。

また、中流量用の流量制御弁 2 3 B の制御流量範囲の上限値の 1 / 2 が、大流量用の流量制御弁 2 3 B の制御流量範囲の下限値となっている。この関係は、シンプルな制御を行う上で非常に好都合である（詳細は後述する）。

【 0 0 3 2 】

希釈液供給部 3 0 は、その上流側端が D I W（純水）供給源 3 2 に接続された管路 3 1 を有しており、管路 3 1 には、上流側から順に、開閉弁 3 3、流量計 3 4 が介設されている。管路 3 1 の領域 3 6 に 3 つの流量制御ユニット 2 1 A、2 1 B、2 1 C の管路 2 7 の下流側端が接続されている。

【 0 0 3 3 】

洗浄処理システムは、その全体の動作を統括制御するシステムコントローラ 5 0 を有している。システムコントローラ 5 0 は、洗浄液供給ブロック 1 の全ての機能部品（薬液供給部 1 0 と、流量制御部（流量制御装置）2 0 と、希釈液供給部 3 0 の各種バルブ等）と、処理ブロック 1 0 0 の全ての機能部品（例えばスピンチャック 1 0 2、処理液供給制御用のバルブ 1 0 4、1 0 6等、各洗浄ユニット P 1 ~ P 1 0 にウエハ W を搬入する図示しない搬送アーム等）の動作を制御する。システムコントローラ 5 0 は、洗浄液供給ブロック 1 の流量制御部（流量制御装置）2 0 のコントローラ 2 8 の上位コントローラとしても機能する。システムコントローラ 5 0 は、ハードウェアとして例えば汎用コンピュータと、ソフトウェアとして当該コンピュータを動作させるためのプログラム（装置制御プログラムおよび処理レシピ等）とにより実現することができる。ソフトウェアは、コンピュータに固定的に設けられたハードディスクドライブ等の記憶媒体に格納されるか、或いは C D R O M、D V D、フラッシュメモリ等の着脱可能にコンピュータにセットされる記憶媒体に格納される。このような記憶媒体が参照符号 5 1 で示されている。プロセッサ 5 2 は、必要に応じて、ユーザーインターフェース 5 3 からの指示等に基づいて所定の処理レシピを記憶媒体 5 1 から呼び出して実行させることで、制御下で、システムコントローラ 5 0 の制御の下で所定の処理が行われる。

【 0 0 3 4 】

次に作用について説明する。システムコントローラ 5 0 は、予め定められた洗浄ユニット P 1 ~ P 1 0 の処理スケジュールに基づいて、各洗浄ユニット P 1 ~ P 1 0 に洗浄処理を行わせる。すなわち各洗浄ユニット P 1 ~ P 1 0 に、図示しない搬送アームによりウエハ W が搬入されて、スピンチャック 1 0 2 により水平に保持される。スピンチャック 1 0 2 が保持したウエハ W を鉛直軸線周りに回転させる。回転するウエハ W に洗浄液ノズル 1 0 3、1 0 5 から洗浄液（本例では、薬液を D I W 等の希釈液で希釈した液からなる洗浄液）が供給され、この洗浄液によりウエハ W に所定の洗浄処理が施される。洗浄処理の終了後、各洗浄ユニット P 1 ~ P 1 0 から図示しない搬送アームによりウエハ W が搬出される。

【 0 0 3 5 】

システムコントローラ 5 0 は、洗浄ユニット P 1 ~ P 1 0 の予め定められた処理スケジュールに基づいて、或いは洗浄ユニット P 1 ~ P 1 0 の実際の稼働状況に基づいて、洗浄液供給ブロック 1 が処理ブロック 1 0 0 に供給すべき洗浄液の配合比（薬液量 / D I W 量）の情報を流量制御部 2 0 の上位コントローラ 2 8 に与え、上位コントローラ 2 8 は、流量計 3 4 により測定された管路 3 1 を流れる D I W 流量に基づいて、所定の配合比を得るために必要な薬液供給量（流量制御部 2 0 を介して管路 3 1 の領域 3 6 に供給される薬液の量）を算出し、その算出値に基づいて流量制御部 2 0 を制御する。すなわち、上位コントローラ 2 8 は、システムコントローラ 5 0 から与えられた薬液（H F）の総流量の要求値に基づいて、以下に説明する作用が実現されるように、3 つの流量制御ユニット 2 1 A、2 1 B、2 1 C の各々の下位のコントローラ 2 6（2 6 A、2 6 B、2 6 C）に流量制御弁 2 3 A、2 3 B、2 3 C の各々を通過する薬液流量の要求値を与える。なお、システムコントローラ 5 0 が 3 つの流量制御ユニット 2 1 A、2 1 B、2 1 C の各々の下位のコントローラ 2 6 に直接指令を送るような構成にしても構わない。

【 0 0 3 6 】

図 2、図 3 および図 4 には、薬液の総流量を 3 つの流量制御ユニット 2 1 A、2 1 B、2 1 C がどのように分担するかが示されている。先に述べたように、例示された実施形態においては、小流量用の流量制御弁 2 3 A の制御流量範囲が $10 \sim 100 \text{ ml/min}$ 、中流量用の流量制御弁 2 3 B の制御流量範囲が $50 \sim 500 \text{ ml/min}$ 、大流量用の流量制御弁 2 3 C の制御流量範囲が $250 \sim 2500 \text{ ml/min}$ である。

【0037】

なお、図 2 のチャートにおいて、白抜きの部分は、該当する流量制御ユニット 2 1 に液体を流さない状態（具体的には、例えば、該当する流量制御弁 2 3 の開度が制御流量範囲の下限值以下の流量（例えば制御流量範囲が $50 \sim 500 \text{ ml/min}$ の場合、例えば 30 ml/min ）に対応する一定の値となっており、かつ、その下流の開閉弁 2 4 が閉じられている状態）であることを示している。

ドット付きの部分は、該当する流量制御ユニット 2 1 に設定された一定流量の液体を流している状態（具体的には、例えば、該当する流量制御弁 2 3 を流れる薬液の流量が制御流量範囲の下限值に維持されるように流量制御弁 2 3 の開度が制御されており、かつその下流の開閉弁 2 4 が開いている状態）であることを示している。

単ハッチングの部分は、該当する流量制御ユニット 2 1 に要求された流量に基づいて流量を変更している状態（具体的には、例えば、該当する流量制御弁 2 3 の開度が制御流量範囲に対応する値に制御されて変化しており、かつその下流の開閉弁 2 4 が開いている状態）であることを示している。

クロスハッチングの部分は、該当する流量制御ユニット 2 1 に設定された一定流量の液体を流している状態（具体的には、例えば、該当する流量制御弁 2 3 を流れる薬液の流量が制御流量範囲の上限値に維持されるように流量制御弁 2 3 の開度が制御されており、かつその下流の開閉弁 2 4 が開いている状態）であることを示している。

【0038】

また、図 3 および図 4 のグラフは、流量制御ユニット 2 1 A、流量制御ユニット 2 1 B および流量制御ユニット 2 1 C が受け持つ薬液流量の時間変化を実線 A、一点鎖線 B および二点鎖線 C でそれぞれ示し、かつ総流量の時間変化を破線 T で示している。なお、図 3 および図 4 のグラフにおいて、図面の分かりやすさを重視して、線同士が重ならないようにするために一部の線は正しい位置から若干ずらした位置に表示されている。

【0039】

薬液の総流量を流量制御部 2 0 により実現できる最小流量 10 ml/min から最大流量 3100 ml/min に増大させてゆくときには、図 2 (a) および図 3 に示すような制御がなされる。まず、中流量用の流量制御弁 2 3 B および大流量用の流量制御弁 2 3 C の下流の開閉弁 2 4 B および 2 4 C が閉じた状態で、小流量用の流量制御弁 2 3 A がその制御流量範囲内の要求された流量に対応する開度で開かれるとともにその下流の開閉弁 2 4 A が開かれる。その後、総流量が 100 ml/min に達するまで流量制御弁 2 3 A の開度が要求流量に応じて増大させられる。

【0040】

総流量が 100 ml/min に達すると（図 3 の時点 t_1 ）、コントローラ 2 6 A に要求流量（目標値） 50 ml/min が与えられ、これにより流量制御弁 2 3 A の開度が減少し、流量制御弁 2 3 A を通過する薬液の流量が 50 ml/min に減少する。これと並行して、制御流量範囲の下限值以下の流量に対応する所定の開度にかかれた状態で待機していた中流量用の流量制御弁 2 3 B の下流の開閉弁 2 4 B が開かれるとともに、コントローラ 2 6 B に要求流量 50 ml/min が与えられ、これにより流量制御弁 2 3 B の開度が増大し、流量制御弁 2 3 B を通過する薬液の流量が 50 ml/min に増加する。すなわち、総流量が 100 ml/min に実質的に維持されたまま、薬液供給を担当する流量制御弁が 2 3 A の 1 つだけの状態から 2 3 A および 2 3 B の 2 つの状態に移行する。なお、このとき、中流量用の流量制御弁 2 3 B を制御流量範囲の下限值に相当する開度で開いて待機させた状態で開閉弁 2 4 B を開くことも可能である。しかしながら、上述のように、中流量用の流量制御弁 2 3 B を制御流量範囲の下限值以下の流量に対応する所定の開度

とした状態で開閉弁 2 4 B を開き、コントローラ 2 6 B に制御流量範囲の下限值に対応する値を要求流量として与える方が好ましい。このようにした方が、流量制御弁 2 3 A を流れる薬液の流量の減少速度と流量制御弁 2 3 B を流れる薬液の流量の増大速度が近づくため、総流量が安定するからである。

その後要求総流量の増大に応じて直ちにコントローラ 2 6 A に与えられる要求流量が増大し、これによって流量制御弁 2 3 A の開度が増大に再び転じ、総流量が 100 ml/min を超えて増大してゆく（このときコントローラ 2 6 B に与えられる要求流量は 50 ml/min に固定され、流量制御弁 2 3 B を通過する薬液の流量が 50 ml/min に維持されるように制御されている）。

【0041】

小流量用の流量制御弁 2 3 A を流れる薬液の流量が流量制御弁 2 3 A の制御流量範囲の上限値である 100 ml/min に達すると（図 3 の時点 t_2 ）、総流量は 150 ml/min に達する。引き続き総流量を 150 ml/min を超えて増大させてゆくときには、コントローラ 2 6 A に与える要求流量を小流量用の流量制御弁 2 3 A の制御流量範囲の上限値に対応する値である 100 ml/min に固定して流量制御弁 2 3 A を流れる薬液の流量が 100 ml/min に維持されるように制御する一方で、コントローラ 2 6 B に与える要求流量を増大させてゆき、これによって中流量用の流量制御弁 2 3 B の開度を増大させて中流量用の流量制御弁 2 3 B を流れる薬液の流量を増大させてゆく。

【0042】

総流量が 600 ml/min に達すると（このとき、流量制御弁 2 3 A の分担が 100 ml/min 、流量制御弁 2 3 B の分担が 500 ml/min である。）、コントローラ 2 6 B に要求流量（目標値） 250 ml/min が与えられ、これにより流量制御弁 2 3 B の開度が減少し、流量制御弁 2 3 B を通過する薬液の流量が 250 ml/min に減少する（図 3 の時点 t_3 ）。これと並行して、制御流量範囲の下限值以下の流量に対応する所定の開度で待機していた大流量用の流量制御弁 2 3 C の下流の開閉弁 2 4 C が開かれるとともに、コントローラ 2 6 C に要求流量（目標値） 250 ml/min が与えられ、これにより流量制御弁 2 3 C の開度が増加し、流量制御弁 2 3 C を通過する薬液の流量が 250 ml/min に増加する。すなわち、総流量が 600 ml/min に実質的に維持されたまま、薬液供給を担当する流量制御弁が 2 3 A および 2 3 B の 2 つの状態から 2 3 A、2 3 B、2 3 C の 3 つの状態に移行する。その後要求総流量の増大に応じて直ちにコントローラ 2 6 B に与えられる要求流量が増大し、これによって流量制御弁 2 3 B の開度が増大に再び転じ、総流量が 600 ml/min を超えて増大してゆく（このときコントローラ 2 6 C に与えられる要求流量は 250 ml/min に固定され、流量制御弁 2 3 C を通過する薬液の流量が 250 ml/min に維持されるように制御されている）。

【0043】

中流量用の流量制御弁 2 3 B を流れる薬液の流量が制御流量範囲の上限値まで到達すると、総流量が 850 ml/min に達する（図 3 の時点 t_4 ）。このとき、流量制御弁 2 3 A の分担が 100 ml/min 、流量制御弁 2 3 B の分担が 500 ml/min 、流量制御弁 2 3 C の分担が 250 ml/min である。引き続き総流量を 850 ml/min を超えて増大させてゆくときには、コントローラ 2 6 B に与える要求流量を小流量用の流量制御弁 2 3 B の制御流量範囲の上限値に対応する値である 500 ml/min に固定して流量制御弁 2 3 B を流れる薬液の流量が 500 ml/min に維持されるように制御する一方で、コントローラ 2 6 C に与える要求流量を増大させてゆき、これによって大流量用の流量制御弁 2 3 C の開度を増大させて大流量用の流量制御弁 2 3 C を流れる薬液の流量を増大させてゆく。大流量用の流量制御弁 2 3 C を流れる薬液の流量が制御流量範囲の上限値である 2500 ml/min に達すると総流量は 3100 ml/min に達する。

【0044】

薬液の総流量を流量制御部 20 により実現できる最大流量 3100 ml/min から最小流量 10 ml/min に減少させてゆくときには、図 2 (b) および図 4 に示すような制御がなされる。まず、コントローラ 2 6 A、2 6 B に与える要求流量を小流量用の流量

制御弁 2 3 A および中流量用の流量制御弁 2 3 B の各々の制御流量範囲の上限値に対応する値に固定して、流量制御弁 2 3 A、2 3 B を流れる薬液の量を各々の制御流量範囲の上限値に維持するように制御する一方で、コントローラ 2 6 C に与える要求流量を減少させてゆき、これにより大流量用の流量制御弁 2 3 C の開度を減少させて流量制御弁 2 3 C を流れる薬液の流量を減少させてゆく。大流量用の流量制御弁 2 3 C を流れる薬液の流量が制御流量範囲の下限值である 250 ml/min まで減少し、総流量が 850 ml/min まで減少したら（図 4 の時点 $t5$ ）、コントローラ 2 6 C に与える要求流量を大流量用の流量制御弁 2 3 C の下限値に対応する値に固定して流量制御弁 2 3 C を流れる薬液の流量が 250 ml/min に維持されるように制御する一方で、コントローラ 2 6 B に与える要求流量を制御流量範囲の上限値に対応する値から減少させてゆき、これにより中流量用の流量制御弁 2 3 B の開度を減少させて流量制御弁 2 3 B を流れる薬液の流量を減少させてゆく。

【0045】

中流量用の流量制御弁 2 3 B を流れる薬液の流量が制御流量範囲の下限值である 50 ml/min まで減少して総流量が 400 ml/min まで減少したら（このとき、流量制御弁 2 3 A の分担が 100 ml/min 、流量制御弁 2 3 B の分担が 50 ml/min 、流量制御弁 2 3 C の分担が 250 ml/min である。）、大流量用の流量制御弁 2 3 C の下流側の開閉弁 2 4 C を閉じ、これと同時に若しくはやや先行してコントローラ 2 6 B に要求流量 300 ml/min を与えて、これにより中流量用の流量制御弁 2 3 B の開度を増大させて、流量制御弁 2 3 B を通過する薬液の流量を 300 ml/min まで増大させる（図 4 の時点 $t6$ ）。これにより総流量が 400 ml/min に実質的に維持されたまま、薬液供給を担当する流量制御弁が 2 3 A、2 3 B、2 3 C の 3 つの状態から 2 3 A および 2 3 B の 2 つの状態に移行する。その後要求流量の減少に応じて直ちにコントローラ 2 6 B に与えられる要求流量が減少され、これにより流量制御弁 2 3 B の開度が減少に再び転じ、総流量が 400 ml/min 未満に減少してゆく。なお、引き続き総流量を減少させてゆく過程において、大流量用の流量制御弁 2 3 C の下流側の開閉弁 2 4 C はずっと閉じたままである。

【0046】

中流量用の流量制御弁 2 3 B を流れる薬液の流量が制御流量範囲の下限值に対応する値に達して総流量が 150 ml/min まで減少したら（このとき、流量制御弁 2 3 A の分担が 100 ml/min 、流量制御弁 2 3 B の分担が 50 ml/min である）、コントローラ 2 6 B に与える要求流量を中流量用の流量制御弁 2 3 B の制御流量範囲の下限值に固定して、流量制御弁 2 3 B を流れる薬液の流量が制御流量範囲の下限值に維持されるように制御する一方で、コントローラ 2 6 A に与える要求流量を小流量用の流量制御弁 2 3 A の制御流量範囲の上限値に対応する値から減少させてゆき、これにより流量制御弁 2 3 A の開度を減少させて流量制御弁 2 3 A を流れる薬液の流量を減少させてゆく。（図 4 の時点 $t7$ ）。

【0047】

総流量が 60 ml/min まで減少したら（このとき、流量制御弁 2 3 A の分担が 10 ml/min 、流量制御弁 2 3 B の分担が 50 ml/min である。）、中流量用の流量制御弁 2 3 B の下流側の開閉弁 2 4 B を閉じ、これと同時にコントローラ 2 6 A に与える要求流量を増大させて、これによって小流量用の流量制御弁 2 3 A の開度を増大させて、流量制御弁 2 3 A を通過する薬液の流量を 60 ml/min まで増大させる。これにより総流量が 60 ml/min に実質的に維持されたまま、薬液供給を担当する流量制御弁が 2 3 A、2 3 B の 2 つの状態から 2 3 A の 1 つだけの状態に移行する。その後要求総流量の減少に応じて直ちにコントローラ 2 6 A に与える要求流量が減少され、これにより流量制御弁 2 3 A の開度が減少に再び転じ、総流量が 60 ml/min 未満に減少してゆく。なお、引き続き総流量を減少させてゆく過程において、中流量用の流量制御弁 2 3 B の下流側の開閉弁 2 4 B はずっと閉じたままである。その後、コントローラ 2 6 A に与える要求流量を減少させて小流量用の流量制御弁 2 3 A の開度を絞ってゆくことにより、総流量

が 10 ml/min まで減少する。

【0048】

上記実施形態によれば、制御流量範囲の異なる複数の流量制御弁23(23A、23B、23C)を組み合わせることで、液体流量制御装置全体としての制御流量範囲を広くすることができる。また、制御流量範囲の異なる複数の流量制御ユニットの動作を関連づけて制御することにより、液体流量制御装置の流量を高精度かつ滑らかに変化させることができる。

【0049】

上記実施形態においては、第2の流量制御ユニット21Bに液体が流れないで第1の流量制御ユニット21Aに液体が流れている第1の状態から第1および第2の流量制御ユニット21A、21Bの合計流量を増大させてゆく過程において、第1の流量制御ユニット21Aの流量(すなわち第1の状態における合計流量)が、第1の流量制御弁23Aの制御流量範囲($10 \sim 100\text{ ml/min}$)と第2の流量制御弁23Bの制御流量範囲($50 \sim 500\text{ ml/min}$)との重複範囲($50 \sim 100\text{ ml/min}$)内の第1の値(100 ml/min)まで増大したときに、第1の状態から第1および第2の流量制御ユニット21A、21Bに液体が流れている第2の状態に移行させ、このとき、第1および第2の流量制御ユニット21A、21Bの合計流量が変化しないように(100 ml/min のまま維持されるように)第1の流量制御ユニット21Aの流量を減少させる($100 \sim 50\text{ ml/min}$)とともに第2の流量制御ユニット21Bへの液体の通流が開始されるようにしている。このため、第1の状態から第2の状態への切替前後(合計流量100前後)において合計流量を滑らかに変化させることができる。すなわち、第1および第2の流量制御弁23A、23Bの制御流量範囲に重複範囲を設定し、合計流量が重複範囲内にあるときに切替を行うため、切替の直後において第1および第2の流量制御弁23A、23Bが達成すべき流量はいずれも各々の制御流量範囲内にある(これは勿論、各流量制御弁の制御可能流量範囲内である)。このため、第1の状態から第2の状態への切替前後において合計流量の精度も高い。

【0050】

また、上記実施形態においては、第2の状態から第1および第2の流量制御ユニット21A、21Bの合計流量を減少させてゆく過程において、第1および第2の流量制御ユニット21A、21Bの合計流量が第1の値(100 ml/min)より小さい重複範囲($60 \sim 100\text{ ml/min}$)内の第2の値(60 ml/min)まで減少したときに、第2の状態から第1の状態に移行させ、このとき、第1および第2の流量制御ユニット21A、21Bの合計流量が変化しないように(60 ml/min のまま維持)、第1の流量制御ユニット21Aの流量を増大(例えば $10 \sim 60\text{ ml/min}$)させるとともに第2の流量制御ユニット21Bへの液体の通流が停止されるようにしている。このため、上記と同様の理由により、第2の状態から第1の状態への切替前後(合計流量60前後)において合計流量を滑らかに変化させることができ、また、合計流量の精度も高い。

【0051】

また、第1の状態と第2の状態との切替は、第1および第2の流量制御ユニット21A、21Bの合計流量を増大させてゆく過程においては合計流量 100 ml/min を閾値(第1の閾値)として行われているのに対して、第1および第2の流量制御ユニット21A、21Bの合計流量を減少させてゆく過程においては合計流量 60 ml/min を閾値(第1の閾値より小さい第2の閾値)として行われている。すなわち、所謂ヒステリシス制御が行われている。流量制御弁の稼働個数の変更時に行われる1つの流量制御弁の制御流量の急変は、流量制御弁に大きな負担がかかるため好ましくない。総流量が増大してゆく過程と総流量が減少してゆく過程とで切替のトリガとなる閾値が同一、例えば総流量 100 ml/min であるとする、目標総流量が 100 ml/min 付近を頻りに上下した場合、1つの流量制御弁への負担が過大となるが、上記実施形態の制御によれば、そのような問題はない。

【0052】

なお、第２の流量制御ユニット２１Ｂと第３の流量制御ユニット２１Ｃの関係においても上記と同じことが言えることは勿論である。

【００５３】

上述の実施形態は、現状考え得る最適の実施形態であるが、本発明は上記の実施形態に限定されるものではない。

【００５４】

上記実施形態においては、小流量用の流量制御弁２３Ａの制御流量範囲が１０～１００ｍｌ／ｍｉｎ、中流量用の流量制御弁２３Ｂの制御流量範囲が５０～５００ｍｌ／ｍｉｎ、大流量用の流量制御弁２３Ｃの制御流量範囲が２５０～２５００ｍｌ／ｍｉｎである。すなわち、相対的に大流量の制御流量範囲を有する流量制御弁の制御流量範囲の下限値が、相対的に小流量の制御流量範囲を有する流量制御弁の制御流量範囲の上限値の２分の１に等しくなっている。このことは、上述した第１の状態（流量制御ユニット２１Ａのみが開）から第２の状態（流量制御ユニット２１Ａ、２１Ｂの両方が開）への切り換え時の操作が非常にシンプルになるという利点がある。すなわち、相対的に小流量の制御流量範囲を有する流量制御弁の流量を上限値まで上昇させた後に当該流量制御弁のコントローラに制御流量範囲の上限値の１／２の目標値を与えるとともに、それと同時に相対的に大流量の制御流量範囲を有する流量制御弁のコントローラに制御流量範囲の下限値に対応する目標値を与えた状態で当該流量制御弁に液体を流し始めるようにすることにより、シンプルな切り換えが実現できる。上述した第２の状態から第１の状態への切り換え時の操作も同様に非常にシンプルになるということも明らかである。しかしながら、上記の制御流量範囲の関係が成立していなかったとしても、例えば小流量用の流量制御弁２３Ａの制御流量範囲が１０～１００ｍｌ／ｍｉｎ、中流量用の流量制御弁２３Ｂの制御流量範囲が４０～５００ｍｌ／ｍｉｎであったとしても、第１の状態から第２の状態への切り換え（またはその逆の切り換え）の前後においても高い合計流量の精度が得られ、かつ合計流量を滑らかに変化させることができることに変わりはないことは明らかである。また、上記については、流量制御ユニット２１Ｂと流量制御ユニット２１Ｃとの関係においても同じことが言える。

【００５５】

上記実施形態においては、上述した第１の状態（流量制御ユニット２１Ａのみが開）から第２の状態（流量制御ユニット２１Ａ、２１Ｂの両方が開）に切り換えるとき、流量制御弁２３Ａを流れる薬液の流量を制御流量範囲の上限値（１００ｍｌ／ｍｉｎ）まで増大させた後に、流量制御弁２３Ａを流れる薬液の流量を減少させた（１００～５０ｍｌ／ｍｉｎ）。しかしながら、流量制御弁２３Ａを流れる薬液の流量が制御流量範囲の上限値より小さい値（例えば９０ｍｌ／ｍｉｎ）に対応する開度を開いた後に、流量制御弁２３Ａの開度を減少させてもよい（例えば９０～４０ｍｌ／ｍｉｎ）。この場合も、第１の状態から第２の状態への切り換えの前後においても高い合計流量の精度が得られ、かつ合計流量を滑らかに変化させることができることに変わりはないことは明らかである。また、第２の状態から第１の状態への切り換えにおいても同様のことが言える。また、上記については、流量制御ユニット２１Ｂと流量制御ユニット２１Ｃとの関係においても同じことが言える。

【００５６】

上記実施形態においては、上述した第１の状態（流量制御ユニット２１Ａのみが開）から第２の状態（流量制御ユニット２１Ａ、２１Ｂの両方が開）に切り換えるとき、流量制御ユニット２１Ｂの流量制御弁２３Ｂのコントローラ２６Ｂに与えられる初期要求流量は、制御流量範囲の下限値（５０ｍｌ／ｍｉｎ）に対応するものであった。また、上述した第２の状態から第１の状態に切り換えるとき、流量制御ユニット２１Ｂの流量制御弁２３Ｂのコントローラ２６Ｂに与えられる最終要求流量（開閉弁２４を閉じる時点での開度）も制御流量範囲の下限値（５０ｍｌ／ｍｉｎ）に対応するものであった。このことは第１の状態と第２の状態との間での切り換え操作が非常にシンプルになるという利点はある。しかしながら、上記の流量制御弁２３Ｂのコントローラ２６Ｂに与えられる初期要求流量

および最終要求流量は流量制御弁 2 3 B の制御流量範囲の下限值より高い値 (6 0 m l / m i n) であってもかまわない。この場合も、第 1 の状態から第 2 の状態への切り換えの前後においても高い合計流量の精度が得られ、かつ合計流量を滑らかに変化させることができることに変わりはないことは明らかである。また、第 2 の状態から第 1 の状態への切り換えにおいても同様のことが言える。また、上記については、流量制御ユニット 2 1 B と流量制御ユニット 2 1 C との関係においても同じことが言える。

【 0 0 5 7 】

なお、上記の実施形態においては、各流量制御弁 2 3 において実際に利用される「制御流量範囲」が各流量制御弁 2 3 の「制御可能流量範囲」と同じに設定されていたが、前述したように「制御流量範囲」が「制御可能流量範囲」内に設定されるならば、「制御流量範囲」は「制御可能流量範囲」と一致していなくてもかまわない。

【 0 0 5 8 】

上記実施形態においては、一つの流量制御ユニット (2 1 A 、 2 1 B 、 2 1 C) が流量制御弁 2 3 と開閉弁 2 4 とを有しているが、流量制御弁 2 3 それ自体が流量を完全に 0 に絞る機能 (シャットオフ機能) を有しているのなら開閉弁 2 4 を省略することが可能である。

【 0 0 5 9 】

上記実施形態においては、流量制御部 (流量制御装置) 2 0 において流量調整された液体 (薬液) が、希釈液供給部 3 0 から供給される液体 (D I W) と混合されて処理ブロック 1 に送られているが、これに限定されるものではなく、流量制御部 2 0 において流量調整された液体を他の液体と混合することなく、処理ブロック 1 0 0 に送ってもよい。

【 0 0 6 0 】

なお、流量制御部 2 0 は、ワイドレンジの流量調節が求められる様々な局面においてそれ自体有益なものである。従って流量制御対象は薬液に限定されるものではなく、様々な液体が考えられる。例えば特許文献 1 に記載されていたように C V D 装置の液体原料の流量調整に開示された技術を適用することも可能である。また、洗浄液供給ブロック 1 が供給する液体は D H F に限らず S C 1 、 S C 2 等であってもよい。また、基板処理システムは、洗浄液以外の処理液を使用して基板を処理するものであってもよく、この場合においても、前述した流量制御部 2 0 を洗浄液以外の処理液の流量の調節に用いることができる。

【 0 0 6 1 】

また、処理システムに含まれる処理ユニットの数は任意であり、例えば液体供給量を広範囲に変化させる必要がある唯 1 台の処理ユニットを処理システムが有していてもよい。

【 0 0 6 2 】

また、基板は、半導体ウエハに限定されず、例えば L C D 用のガラス基板等、他の種類の基板であってもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 3 】

- 1 処理液供給装置 (洗浄液供給ブロック)
- 1 0 液体供給部 (薬液供給部)
- 2 0 液体流量制御装置 (流量制御部)
- 2 1 (2 1 A 、 2 1 B 、 2 1 C) 流量制御ユニット
- 2 2 流量計
- 2 3 (2 3 A 、 2 3 B 、 2 3 C) 流量制御弁
- 2 4 開閉弁
- 2 6 制御器 (コントローラ)
- 2 7 管路
- 2 8 コントローラ (上位コントローラ)
- 3 1 管路
- 3 2 希釈液供給源

5 0 制御コンピュータ（システムコントローラ）

5 1 記憶媒体

P 1 ~ P 1 0 液処理ユニット（洗浄ユニット）

【手続補正 2】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

液体流量を制御するための液体流量制御装置において、

並列に設けられた複数の流量制御ユニットと、前記複数の流量制御ユニットを流れる液体の合計流量が前記複数の流量制御ユニットにより実現すべき総流量の要求値と同じになるように前記複数の流量制御ユニットを制御するように構成されたコントローラと、を備え、

前記複数の流量制御ユニットには、少なくとも第 1 の流量制御ユニットと第 2 の流量制御ユニットとが含まれており、

前記第 1 の流量制御ユニットは、第 1 の制御流量範囲を有する第 1 の流量制御弁を有しており、前記第 2 の流量制御ユニットは、第 2 の制御流量範囲を有する第 2 の流量制御弁を有しており、前記第 1 の制御流量範囲は前記第 2 の制御流量範囲よりも小流量側にあり、かつ、前記第 1 の制御流量範囲と前記第 2 の制御流量範囲に重複範囲があり、

前記コントローラは、前記総流量の要求値の変化に応じて、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの一方または両方に液体が流れるように前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットを制御するように構成され、

前記コントローラは、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットを流れる液体の合計流量を増大させてゆく過程において、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの一方を流れる流量を固定しつつ他方を流れる流量が増大するように前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットを制御するように構成されていることを特徴とする液体流量制御装置。

【請求項 2】

前記コントローラは、第 2 の流量制御ユニットに液体が流れないで前記第 1 の流量制御ユニットに液体が流れている第 1 の状態から前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの合計流量を増大させてゆく過程において、前記第 1 の流量制御ユニットの流量すなわち前記合計流量が前記重複範囲内の第 1 の値まで増大したときに、前記第 1 の状態から前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットに液体が流れている第 2 の状態に移行させ、このとき、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの合計流量が変化しないように前記第 1 の流量制御ユニットの流量を減少させるとともに前記第 2 の流量制御ユニットへの液体の通流が開始されるように、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットを制御するように構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の液体流量制御装置。

【請求項 3】

前記コントローラは、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの合計流量を増大させてゆく過程において前記第 1 の状態から前記第 2 の状態に移行させるときに、前記第 2 の制御流量範囲の下限値に対応する量だけ前記第 1 の流量制御ユニットの流量を減少させるように、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットを制御するように構成されていることを特徴とする、請求項 2 に記載の液体流量制御装置。

【請求項 4】

前記コントローラは、前記第 1 の状態から前記第 2 の状態に移行させた後にさらに前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの合計流量を増大させてゆく過程において、前記第 1 の流量制御ユニットの流量を前記第 1 の制御流量範囲の上限値に対応する値に増大させた後に、前記第 2 の流量制御ユニットの流量を増大させてゆくように、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットを制御するように構成されていることを特徴とする、請求項 2 または

3 に記載の液体流量制御装置。

【請求項 5】

前記コントローラは、前記第 2 の状態から前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの合計流量を減少させてゆく過程において、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの合計流量が前記第 1 の値より小さい前記重複範囲内の第 2 の値まで減少したときに、前記第 2 の状態から前記第 1 の状態に移行させ、このとき、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの合計流量が変化しないように、前記第 1 の流量制御ユニットの流量を増大させるとともに前記第 2 の流量制御ユニットへの液体の通流が停止されるように、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットを制御するように構成されていることを特徴とする、請求項 2 から 4 のうちのいずれか一項に記載の液体流量制御装置。

【請求項 6】

前記コントローラは、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの合計流量を減少させてゆく過程において前記第 2 の状態から前記第 1 の状態に移行させるときに、前記第 2 の流量制御ユニットの流量が前記第 2 の制御流量範囲の下限值に対応する値まで減少しており、かつ、前記第 2 の制御流量範囲の下限值に対応する量だけ前記第 1 の流量制御ユニットの流量が増大するように、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットを制御するように構成されていることを特徴とする、請求項 5 に記載の液体流量制御装置。

【請求項 7】

前記第 2 の制御流量範囲の下限值が前記第 1 の制御流量範囲の上限値の 2 分の 1 に等しいことを特徴とする、請求項 1 から 6 のうちのいずれか一項に記載の液体流量制御装置。

【請求項 8】

前記複数の流量制御ユニットには、さらに第 3 の流量制御ユニットが含まれており、前記第 3 の流量制御ユニットは、第 3 の制御流量範囲を有する第 3 の流量制御弁を有しており、前記第 3 の制御流量範囲は、前記第 2 の制御流量範囲よりも大流量側にあつて前記第 2 の制御流量範囲と重複範囲を有しているか、或いは、前記第 1 の制御流量範囲よりも小流量側にあつて前記第 1 の制御流量範囲と重複範囲を有していることを特徴とする、請求項 1 から 7 のうちのいずれか一項に記載の液体流量制御装置。

【請求項 9】

並列に設けられた前記複数の流量制御ユニットに液体を供給する共通の液体供給部をさらに備え、

前記各流量制御ユニットは、管路と、前記管路に介設された流量計および前記流量制御弁と、前記コントローラにより与えられた目標流量と前記流量計の測定値との偏差に基づいて前記目標流量が達成されるように前記流量制御弁の開度を制御する制御器とを有している、請求項 1 から 8 のうちのいずれか一項に記載の液体流量制御装置。

【請求項 10】

前記各流量制御ユニットは、前記管路に介設された開閉弁をさらに有しており、前記流量制御弁はニードルバルブである、請求項 9 に記載の液体流量制御装置。

【請求項 11】

少なくとも第 1 の流量制御ユニットと第 2 の流量制御ユニットとを含む並列に設けられた複数の流量制御ユニットを用いて、液体流量を制御する方法であつて、前記複数の流量制御ユニットを流れる液体の合計流量が前記複数の流量制御ユニットにより実現すべき総流量の要求値と同じになるように液体流量を制御する方法において、

前記第 1 の流量制御ユニットは、第 1 の制御流量範囲を有する第 1 の流量制御弁を有しており、前記第 2 の流量制御ユニットは、第 2 の制御流量範囲を有する第 2 の流量制御弁を有しており、前記第 1 の制御流量範囲は前記第 2 の制御流量範囲よりも小流量側にあり、かつ、前記第 1 の制御流量範囲と前記第 2 の制御流量範囲に重複範囲があり、

前記複数の流量制御ユニットにより実現すべき総流量の要求値の変化に応じて、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの一方または両方に液体が流れるようにし、

前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットを流れる液体の合計流量を増大させてゆく過程において、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの一方を流れる流量を固定しつつ他方

を流れる流量を増大させる
ことを特徴とする方法。

【請求項 1 2】

第 2 の流量制御ユニットに液体が流れないで前記第 1 の流量制御ユニットに液体が流れている第 1 の状態から前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの合計流量を増大させてゆく過程において、前記第 1 の流量制御ユニットの流量すなわち前記合計流量が前記重複範囲内の第 1 の値まで増大したときに、前記第 1 の状態から前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットに液体が流れている第 2 の状態に移行させ、このとき、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの合計流量が変化しないように前記第 1 の流量制御ユニットの流量を減少させるとともに前記第 2 の流量制御ユニットへの液体の通流を開始することを特徴とする請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの合計流量を増大させてゆく過程において前記第 1 の状態から前記第 2 の状態に移行させるときに、前記第 2 の制御流量範囲の下限值に対応する量だけ前記第 1 の流量制御ユニットの流量を減少させることを特徴とする、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記第 1 の状態から前記第 2 の状態に移行させた後にさらに前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの合計流量を増大させてゆく過程において、前記第 1 の流量制御ユニットの流量を前記第 1 の制御流量範囲の上限値に対応する値に増大させた後に、前記第 2 の流量制御ユニットの流量を増大させることを特徴とする、請求項 1 2 または 1 3 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記第 2 の状態から前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの合計流量を減少させてゆく過程において、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの合計流量が前記第 1 の値より小さい前記重複範囲内の第 2 の値まで減少したときに、前記第 2 の状態から前記第 1 の状態に移行させ、このとき、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの合計流量が変化しないように、前記第 1 の流量制御ユニットの流量を増大させるとともに前記第 2 の流量制御ユニットへの液体の通流を停止させることを特徴とする、請求項 1 2 から 1 4 のうちのいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの合計流量を減少させてゆく過程において前記第 2 の状態から前記第 1 の状態に移行させるときに、前記第 2 の流量制御ユニットの流量が前記第 2 の制御流量範囲の下限值に対応する値まで減少したときに、前記第 2 の制御流量範囲の下限值に対応する量だけ前記第 1 の流量制御ユニットの流量を増大させることを特徴とする、請求項 1 5 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記第 2 の制御流量範囲の下限值が前記第 1 の制御流量範囲の上限値の 2 分の 1 に等しいことを特徴とする、請求項 1 1 から 1 6 のうちのいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記方法に用いられる前記複数の流量制御ユニットには、さらに第 3 の流量制御ユニットが含まれており、前記第 3 の流量制御ユニットは、第 3 の制御流量範囲を有する第 3 の流量制御弁を有しており、前記第 3 の制御流量範囲は、前記第 2 の制御流量範囲よりも大流量側にあつて前記第 2 の制御流量範囲と重複範囲を有しているか、或いは、前記第 1 の制御流量範囲よりも小流量側にあつて前記第 1 の制御流量範囲と重複範囲を有していることを特徴とする、請求項 1 1 から 1 7 のうちのいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 9】

少なくとも第 1 の流量制御ユニットと第 2 の流量制御ユニットとを含む並列に設けられた複数の流量制御ユニットを備えた液体流量制御装置であつて、前記第 1 の流量制御ユニットは、第 1 の制御流量範囲を有する第 1 の流量制御弁を有しており、前記第 2 の流量制

御ユニットは、第 2 の制御流量範囲を有する第 2 の流量制御弁を有しており、前記第 1 の制御流量範囲は前記第 2 の制御流量範囲よりも小流量側にあり、かつ、前記第 1 の制御流量範囲と前記第 2 の制御流量範囲に重複範囲がある液体流量制御装置において当該液体流量制御装置を制御するためのプログラムが格納されたコンピュータ読み取り可能な記憶媒体であって、前記プログラムを前記液体流量制御装置の制御コンピュータが実行したときに、前記制御コンピュータが、

前記複数の流量制御ユニットを流れる液体の合計流量が前記複数の流量制御ユニットにより実現すべき総流量の要求値と同じになり、

前記複数の流量制御ユニットにより実現すべき総流量の要求値の変化に応じて、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの一方または両方に液体が流れ、かつ、

前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットを流れる液体の合計流量を増大させてゆく過程において、前記第 1 および第 2 の流量制御ユニットの一方を流れる流量を固定しつつ他方を流れる流量を増大させる

ように前記複数の流量制御ユニットを制御することを特徴とする記憶媒体。