

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7630458号
(P7630458)

(45)発行日 令和7年2月17日(2025.2.17)

(24)登録日 令和7年2月6日(2025.2.6)

(51)国際特許分類

F I

H O 1 L 21/306 (2006.01)

H O 1 L 21/304 (2006.01)

H O 1 L 21/306 J

H O 1 L 21/304 6 4 3 A

H O 1 L 21/304 6 4 8 K

請求項の数 9 (全20頁)

(21)出願番号	特願2022-37353(P2022-37353)	(73)特許権者	000002428
(22)出願日	令和4年3月10日(2022.3.10)		芝浦メカトロニクス株式会社
(65)公開番号	特開2023-132178(P2023-132178 A)	(74)代理人	100081961
(43)公開日	令和5年9月22日(2023.9.22)		弁理士 木内 光春
審査請求日	令和5年12月27日(2023.12.27)	(74)代理人	100112564
			弁理士 大熊 考一
		(74)代理人	100163500
			弁理士 片桐 貞典
		(74)代理人	230115598
			弁護士 木内 加奈子
		(72)発明者	古矢 正明
			神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号
			芝浦メカトロニクス株式会社内
		(72)発明者	小林 浩秋

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 処理液供給装置、基板処理装置及び処理液供給方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板を処理液により処理する処理装置に、前記処理液を供給する処理液供給装置であって、

前記処理液を貯留する複数のタンクと、
複数の前記タンクの間で前記処理液が流通可能となるように複数の前記タンクを接続し、
複数の前記タンクを順次経ることにより前記処理装置に前記処理液を供給する供給経路と、

前記処理液を加熱する加熱部と、
前記処理液を希釈液により希釈する希釈部と、
新たな前記処理液を供給する新液供給部と、
複数の前記タンクの前記処理液が流通する共通の共通流路と、
前記共通流路に流通する前記処理液が、いずれの前記タンクの前記処理液かを切り替える切替部と、

前記共通流路に設けられた濃度計と、
前記濃度計に、前記切替部を切り替えて前記タンク毎のそれぞれの前記処理液の濃度を測定させ、前記処理液の濃度が所定の目標値となるように、前記加熱部、前記希釈部及び前記新液供給部の少なくとも1つを制御する制御装置と、
を有する処理液供給装置。

【請求項2】

前記タンク毎に前記処理液の濃度を制御可能となるように、前記加熱部、前記希釈部及び前記新液供給部の少なくとも1つが、複数の前記タンク毎に設けられている請求項1記載の処理液供給装置。

【請求項3】

前記濃度計の測定の時間間隔が、複数の前記タンク毎に設定されている請求項1又は請求項2記載の処理液供給装置。

【請求項4】

前記制御装置は、前記濃度計の測定値と前記目標値との差異及び前記測定値の変化量のいずれか一方又は双方に基づいて、前記加熱部の出力及び前記希釈液の添加量を算出し、前記加熱部及び前記希釈部を制御する請求項1乃至3のいずれか記載の処理液供給装置。

10

【請求項5】

複数の前記タンクは、
前記処理装置に前記処理液を供給する供給タンクと、
前記処理装置において処理済みの前記処理液を回収する回収タンクと、
前記回収タンクと前記供給タンクとの間に配置されたバッファタンクと、
新しい前記処理液を供給する新液タンクと、
を含む請求項1乃至4のいずれか記載の処理液供給装置。

【請求項6】

前記処理装置と、
請求項1乃至5のいずれかに記載の処理液供給装置と、
を有する基板処理装置。

20

【請求項7】

基板を処理液により処理する処理装置に、複数のタンクを順次経ることにより、前記処理液を供給する処理液供給方法であって、

複数の前記タンクの前記処理液が流通する共通の共通流路に設けられた濃度計によって、前記共通流路に流通する前記処理液の前記タンクを切り替えて前記タンク毎のそれぞれの前記処理液の濃度を測定し、

前記処理液の濃度が所定の目標値となるように、前記処理液を加熱する加熱部、前記処理液を希釈する希釈部及び新たな前記処理液を供給する新液供給部の少なくとも1つを制御することにより、前記処理液の濃度を調整する処理液供給方法。

30

【請求項8】

前記加熱部、前記希釈部及び前記新液供給部の少なくとも1つを制御することにより、前記タンク毎に前記処理液の濃度を調整する請求項7記載の処理液供給方法。

【請求項9】

前記濃度計による測定の時間間隔は、前記タンク毎に設定された時間間隔である請求項7又は請求項8記載の処理液供給方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、処理液供給装置、基板処理装置及び処理液供給方法に関する。

40

【背景技術】

【0002】

半導体やフラットパネルディスプレイなどを製造する製造工程では、半導体ウェーハやガラス基板などの基板の表面に設けられた膜に、エッチング用の処理液を供給することによりエッチングを行い、所望の回路パターンを形成する処理装置が用いられている。

【0003】

例えば、回転する基板に処理液を供給して、1枚ずつ処理する枚葉式の処理装置は、複数枚を処理液に浸漬させて一括して処理するバッチ式の処理装置よりも、各基板に対する処理の均一性を高いレベルで揃えることができるので、近年の回路パターンの微細化に伴って、多く利用されている。

50

【0004】

しかし、枚葉式の処理装置では処理を1枚ずつ行うので、1枚1枚の処理時間を短くしなければ、バッチ式よりも生産性が劣ることになる。このため、処理性能を高く維持しつつ、生産性を高めるには、短時間でバラツキの少ない処理を行わなければならない。バッチ式では、処理液の温度、濃度等のパラメータの変動は、処理前の処理槽内において時間をかけて調整してから浸漬すれば良い。しかし、枚葉式では、基板に供給される処理液は、プロセス性能に影響するパラメータが常に一定の状態となるように供給される必要がある。

【0005】

また、バッチ式、枚葉式のいずれの処理装置においても、処理コストの低減の観点から、処理に使用した液を回収して再利用することが必須となっている。このように再利用を行う場合であっても、バッチ式では、処理槽に浸漬する長い処理時間内において、パラメータを確認しながら調整できる。しかし、枚葉式の場合、1枚ごとの基板を短時間で処理する。そのため、基板に供給される処理液のパラメータの変動は、基板を処理する処理性能のバラツキとして製品に現れる。このため、回収された処理液も含めて、常に最適の濃度や温度に調整された処理液が、基板に対して供給され続ける必要がある。つまり、枚葉式では、使用する処理液の濃度や温度の変動を、常に非常に小さい範囲に抑えておくことが必要となる。

【0006】

ここで、処理液の温度の変動に大きく影響を与えるのは、上記の回収液である。つまり、処理に使用した処理液は温度低下するため、使用済みの処理液を回収し、再度昇温させなければならないが、この回収液の温度を比較的高温に維持して供給するには、工夫が必要となる。例えば、回収液は、処理のタイミングで発生量の変動するため、所定の期間で、所定の回収量が回収されるものではない。特に、同時に複数の処理室で処理している場合には、各処理室で基板を処理するタイミングが変動するため、回収量も時間による変動が大きい。回収液をタンクに集めて加熱して再利用する構成では、回収液の流入量によって大きく温度変動が発生することになる。

【0007】

一方、処理液の濃度に関しては、時間をかけて加熱するか、純水などの薄め液の添加により濃度調整する必要があるため、供給タンクで行う。回収液は、供給タンクにおいて濃度調整されて処理液となるため、濃度調整の範囲は比較的小さくて済む。但し、処理液のコストが高い場合には、処理液の回収率を高くして処理コストの低下を図るためには、リンス液等の再使用に支障のない液がある程度混合された処理液も、回収して再利用することになる。このため、処理に使用した処理液の濃度を回復することが重要になる。

【0008】

回収液が必ず低濃度になるような場合でも、処理が長時間行われずに新規の回収液が入ってこない回収タンクでは、回収タンク内の液を高温に維持するための加熱は常時行われるため、時間の経過とともに回収液の濃度は高くなる。回収液が流入しない間は、基板の処理も行われないため、回収タンクを送液する供給タンク側の液量低下も起きないことから、回収タンクの濃度はより一層上昇することになる。従って、回収タンクにおいても、濃度制御は重要になる。

【0009】

このような枚葉式の処理液の回収と再利用の際に、温度変動と濃度変動を抑える方法として、特許文献1に示すような基板処理装置が提案されている。この基板処理装置は、処理液を処理ユニットに供給する供給タンク、処理済みの処理液を回収する回収タンク、回収液を再利用可能にする調整用タンクを有する。回収タンクは、処理液の回収後に、調整用タンクとして処理液の温度及び濃度調整を行い、調整用タンクとして使用していたタンクを、回収タンクとして切り替えて使用する。これにより、回収した処理液と温度及び濃度調整を行った処理液が、供給タンクに連続して送液可能になる。また、処理液の濃度調整は、回収液が入る2つのタンクを順次切り替えて使用することで、各タンクを遊ばせる

10

20

30

40

50

ことなく、効率的に利用できる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【文献】特許第6324775号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

上記の技術では、1つの供給タンクに対して、2つの回収タンクを回収用と濃度調整用に切り替えて使用することで、温度と濃度を目標の範囲内に収束させてから、供給タンクに対する処理液の供給が終わるまで、制御を継続できる。このような装置では、調整用の各タンクに濃度計が設けられており、各タンクにおいて処理液を調整する際に、各濃度計を用いて、処理液の濃度が調整されている。

10

【0012】

しかし、タンク毎に濃度計があるということは、各濃度計に個体差があるため、それぞれの濃度計で表示される測定値に差が出てしまう。つまり、各濃度計で測定される測定値にバラツキが生じる。各濃度計のバラツキは、共通の目標値に対して行っている制御にズレが生じるため、測定値は一致していても、実際には目標値に収束していないといった状態が生じる。このようなバラツキを無くするためには、各濃度計を調整する必要があるが、調整に時間がかかり、生産性が低下する。また、各タンクに濃度計を設置することで装置構成を増やすことになり、コスト高となる。

20

【0013】

本発明の実施形態は、コストを抑えて、各タンクにおける処理液の濃度の測定値にバラツキが生じることを防止して、供給する処理液の濃度を調整できる処理液供給装置、基板処理装置及び処理液供給方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明の実施形態は、基板を処理液により処理する処理装置に、前記処理液を供給する処理液供給装置であって、前記処理液を貯留する複数のタンクと、複数の前記タンクの間で前記処理液が流通可能となるように複数の前記タンクを接続し、複数の前記タンクを順次経ることにより前記処理装置に前記処理液を供給する供給経路と、前記処理液を加熱する加熱部と、前記処理液を希釈液により希釈する希釈部と、新たな前記処理液を供給する新液供給部と、複数の前記タンクの前記処理液が流通する共通の共通流路と、前記共通流路に流通する前記処理液が、いずれの前記タンクの前記処理液かを切り替える切替部と、前記共通流路に設けられた濃度計と、前記濃度計に、前記切替部を切り替えて前記タンク毎のそれぞれの前記処理液の濃度を測定させ、前記処理液の濃度が所定の目標値となるように、前記加熱部、前記希釈部及び前記新液供給部の少なくとも1つを制御する制御装置と、を有する。

30

【0015】

本発明の実施形態の基板処理装置は、前記処理装置と、前記処理液供給装置とを有する。

40

【0016】

本発明の実施形態は、基板を処理液により処理する処理装置に、複数のタンクを順次経ることにより、前記処理液を供給する処理液供給方法であって、複数の前記タンクの前記処理液が流通する共通の共通流路に設けられた濃度計によって、前記共通流路に流通する前記処理液の前記タンクを切り替えて前記タンク毎のそれぞれの前記処理液の濃度を測定し、前記処理液の濃度が所定の目標値となるように、前記処理液を加熱する加熱部、前記処理液を希釈する希釈部及び新たな前記処理液を供給する新液供給部の少なくとも1つを制御することにより、前記処理液の濃度を調整する。

【発明の効果】

【0017】

50

本発明の実施形態は、コストを抑えて、各タンクにおける処理液の濃度の測定値にバラツキが生じることを防止して、供給する処理液の濃度を調整できる処理液供給装置、基板処理装置及び処理液供給方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】実施形態の処理装置及び処理液供給装置を示す簡略構成図である。

【図2】実施形態の処理液供給装置による濃度制御の一例を示すグラフである。

【図3】実施形態の処理液供給装置による濃度制御の他の一例を示すグラフである。

【図4】処理装置及び処理液供給装置の変形例を示す簡略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の実施形態を、図面を参照して説明する。

〔概要〕

図1に示すように、実施形態の処理液供給装置1は、処理液Lにより基板Wを処理する処理装置100に、複数のタンクTを順次経ることにより、処理液Lを供給する装置である。処理液供給装置1は、複数のタンクTからの処理液Lが流通する共通流路Cに1つの濃度計Dを設け、共通流路Cに流通する処理液LのタンクTを切替部SWによって切り替えながら、各タンクTの処理液Lの濃度を測定して、各タンクTの処理液Lが所定の目標濃度となるように、各タンクTの処理液Lへの希釈液の添加量、処理液Lを加熱する温度を調整する。なお、以下の説明では、処理液供給装置1と処理装置100との間で処理液Lを循環させながら処理を行う装置を、基板処理装置SSとする。

【0020】

〔処理装置〕

処理装置100は、例えば、回転する基板Wに処理液Lを供給することによって、不要な膜を除去して回路パターンを残す枚葉式のエッチング装置である。以下の説明においては、処理液Lにおける処理のための有効成分を薬液と呼ぶ。また、濃度とは、処理液Lに含まれる薬液の濃度である。本実施形態では、薬液であるリン酸(H_3PO_4)を含む水溶液（以下、リン酸溶液とする）を、処理液Lとして使用する。リン酸溶液は、処理レートを確保するために高温とすることが必要であり、温度低下を防ぐ必要性が高い。但し、使用する処理液Lは、これには限定されず、例えば、フッ酸及び硝酸の混合液、酢酸、硫酸及び過酸化水素水の混合液（SPM：Sulfuric hydrogen Peroxide Mixture）等、酸系の液体を広く用いることができる。

【0021】

処理装置100は、基板Wを1枚ずつ処理する枚葉式の装置である。処理装置100は、容器であるチャンバ100aに構成された回転部101、供給部102、回収部103を有する。回転部101は、回転体101a、駆動源101cを有する。回転体101aは、チャックピンなどの保持部101bにより基板Wの縁を保持して、基板Wに直交する軸を中心に回転する回転テーブルである。駆動源101cは、回転体101aを回転させるモータである。

【0022】

供給部102は、ノズル102a、アーム102bを有する。ノズル102aは、回転する基板Wの処理面に向けて、処理液Lを吐出する吐出部である。アーム102bは、先端にノズル102aが設けられ、ノズル102aを回転体101aの中心上方と、回転体101aから退避する位置との間で揺動させる。ノズル102aは、後述の供給配管S1を介して処理液供給装置1に接続され、処理液Lが供給される。

【0023】

回収部103は、回転体101aを包囲するように設けられ、ノズル102aから基板Wの処理面に供給されて基板Wの端面から漏れた処理液Lを、その底部から回収する筐体である。回収部103の底部及びチャンバ100aの底部には開口が設けられ、この開口が後述の回収配管R2を介して処理液供給装置1に接続されている。

【0024】

〔処理液供給装置〕

処理液供給装置1は、処理装置100に処理液Lを供給する。また、処理液供給装置1は、処理装置100において処理済の処理液Lを回収し、新たに供給される処理液Lとともに、処理装置100に供給する。図1では図示を省略しているが、処理装置100は、1つの処理液供給装置1に対して、複数設けられている。

【0025】

処理液供給装置1は、タンクT、供給経路S、加熱部H、希釈部I、共通流路C、濃度計D、制御装置Eを有する。タンクTは処理液Lを貯留する。タンクTは、複数のタンク、例えば、供給タンクT1、回収タンクT2、バッファタンクT3、新液タンクT4を含む。以下、これらT1～T4を区別しない場合には、タンクTとして説明する。

10

【0026】

供給経路Sは、複数のタンクT1～T4の間で処理液Lが流通可能となるように、複数のタンクT1～T4を接続し、複数のタンクT1～T4を順次経ることにより、処理装置100に処理液Lを供給する。供給経路Sは、供給配管S1～S4を含む。加熱部Hは、処理液Lを加熱する。加熱部Hは、ヒータH1～H4を含む。なお、複数のタンクTを順次経るとは、処理液Lを貯留する複数のタンクTのうち、2以上のタンクTを経る構成であればよい。つまり、少なくとも2つのタンクTの間が処理液Lが流通可能となるように接続されていればよい。

【0027】

(供給タンク)

供給タンクT1は容器10aを有し、容器10a内に処理装置100に供給される処理液Lを貯留する。容器10aは、処理液Lに対して耐食性を有する素材からなる。供給タンクT1には、供給配管S1、戻り配管R1が接続されている。供給配管S1は、容器10aの底部に接続され、処理装置100の供給部102に処理液Lを供給する配管である。

20

【0028】

供給配管S1の経路上には、ポンプP1、ヒータH1、フィルタF、バルブV1aが設けられている。ポンプP1は、供給タンクT1の底部から処理液Lを吸引して送り出す。ヒータH1は、ポンプP1の下流側に設けられ、ポンプP1から送り出された処理液Lを、所定の目標温度に加熱する。なお、ここでは、供給タンクT1から処理装置100へ向かう流れにおける供給タンクT1側を上流、処理装置100側を下流としている。ヒータH1の下流側には、図示しない温度センサが設けられ、この温度センサからのフィードバックを受け、ヒータH1の出力が調整される。温度センサは、例えばサーミスタである。ヒータH1により、目標温度まで加熱された処理液Lは、処理装置100の供給部102に供給される。

30

【0029】

フィルタFは、ヒータH1の下流に設けられ、供給配管S1を流れる処理液Lから不純物を除去する。バルブV1aは、フィルタFの下流に設けられ、処理装置100への処理液Lの供給の有無を切り替える。

【0030】

戻り配管R1は、供給配管S1のバルブV1aの上流で分岐して、供給タンクT1に接続されている。戻り配管R1には、バルブV1bが設けられている。供給配管S1から処理装置100に供給される処理液Lは、基板Wの処理が行われていない場合には、バルブV1aが閉じてバルブV1bが開くことにより、戻り配管R1を介して供給タンクT1に戻される。つまり、戻り配管R1と供給配管S1によって、循環経路が形成される。この循環経路において、ヒータH1の加熱により、供給タンクT1内の処理液Lの温度が一定温度に維持される。

40

【0031】

また、図示はしないが、供給タンクT1には、液面を検知する液面センサが設けられている。これにより、供給タンクT1内の処理液Lが、一定量以下となったか否かが検知で

50

きる。なお、供給タンク T 1 の容器 1 0 a 内に、処理液 L を一定温度に加熱するヒータが設置されていても良い。

【0032】

(回収タンク)

回収タンク T 2 は容器 2 0 a を有し、容器 2 0 a 内に処理装置 1 0 0 から回収した処理液 L を貯留する。容器 2 0 a は、処理液 L に対して耐食性を有する素材からなる。回収タンク T 2 には、回収配管 R 2、供給配管 S 2 が接続されている。回収配管 R 2 は、処理装置 1 0 0 の回収部 1 0 3 から、エッチング処理後の処理液 L を回収する配管である。

【0033】

供給配管 S 2 は、容器 2 0 a の底部に接続されている。供給配管 S 2 には、ポンプ P 2、ヒータ H 2 が設けられている。ポンプ P 2 は、回収タンク T 2 の底部から処理液 L を吸引して送り出す。ヒータ H 2 は、ポンプ P 2 の下流に設けられ、ポンプ P 2 から送り出された処理液 L を、所定の目標温度に加熱する。なお、ここでは、回収タンク T 2 の底部から、後述するバッファタンク T 3、回収タンク T 2 の上部（戻り）又は共通流路 C へ向かう流れにおける回収タンク T 2 の底部側を上流、これと反対側を下流としている。ヒータ H 2 の下流側には、図示しない温度センサが設けられ、この温度センサからのフィードバックを受け、ヒータ H 2 の出力が調整される。温度センサは、例えばサーミスタである。

【0034】

供給配管 S 2 の途中には分岐点があり、この分岐点から後述するバッファタンク T 3 に送液する経路と、回収タンク T 2 に戻る経路に分岐している。分岐した経路のそれぞれにはバルブ V 2 a、V 2 b が設けられている。バルブ V 2 a は、バッファタンク T 3 への処理液 L の供給の有無を切り替える。バルブ V 2 b は、回収タンク T 2 への処理液 L の戻りの有無を切り替える。

【0035】

バルブ V 2 a が閉じ、バルブ V 2 b が開くことにより、ヒータ H 2 により加熱された処理液 L は、通常は回収タンク T 2 に戻されるので、循環している。これにより、ヒータ H 2 は、回収タンク T 2 の処理液 L を目標温度に加熱する。但し、バッファタンク T 3 の処理液 L が一定量以下となり補充が必要となった場合には、バルブ V 2 a が開き、バルブ V 2 b が閉じることにより、目標温度まで加熱された処理液 L がバッファタンク T 3 に供給される。これにより、回収されて再加熱された処理液 L が、再度利用可能になる。

【0036】

また、図示はしないが、回収タンク T 2 には、液面を検知する液面センサが設けられている。これにより、回収タンク T 2 内の処理液 L が、一定量以下となったか否かが検知できる。一定量以下となったか否かを検知することで、バッファタンク T 3 に処理液 L を供給するか否かを判断できる。つまり、一定量以下になった場合は、バッファタンク T 3 に処理液 L を供給せずに、回収タンク T 2 への循環を続ける。また、一定量を超えた場合には、処理液 L の温度及び濃度を調整した後に、バッファタンク T 3 への供給を開始する。なお、回収タンク T 2 内には、処理液 L を一定温度に加熱するためのヒータが設置されていても良い。

【0037】

(バッファタンク)

バッファタンク T 3 は容器 3 0 a を有し、容器 3 0 a 内に回収タンク T 2 からの処理液 L を貯留する。容器 3 0 a は、処理液 L に対して耐食性を有する素材からなる。バッファタンク T 3 には、供給配管 S 3、上記の供給配管 S 2 が接続されている。

【0038】

供給配管 S 3 は、容器 3 0 a の底部に接続されている。供給配管 S 3 には、ポンプ P 3、ヒータ H 3 が設けられている。ポンプ P 3 は、バッファタンク T 3 の底部から処理液 L を吸引して送り出す。ヒータ H 3 は、ポンプ P 3 の下流に設けられ、ポンプ P 3 から送り出された処理液 L を、所定の目標温度に加熱する。なお、ここでは、バッファタンク T 3 の底部から、供給タンク T 1、バッファタンク T 3 の上部（戻り）又は共通流路 C へ向か

10

20

30

40

50

う流れにおけるバッファタンク T 3 の底部側を上流、これと反対側を下流としている。ヒータ H 3 の下流側には、図示しない温度センサが設けられ、この温度センサからのフィードバックを受け、ヒータ H 3 の出力が調整される。温度センサは、例えばサーミスタである。

【0039】

供給配管 S 3 の途中には分岐点があり、この分岐点から供給タンク T 1 に送液する経路と、バッファタンク T 3 に戻る経路に分岐している。分岐した経路のそれぞれにはバルブ V 3 a、V 3 b が設けられている。バルブ V 3 a は、供給タンク T 1 への処理液 L の供給の有無を切り替える。バルブ V 3 b は、バッファタンク T 3 への処理液 L の戻りの有無を切り替える。

【0040】

バルブ V 3 a が閉じ、バルブ V 3 b が開くことにより、ヒータ H 3 により加熱された処理液 L は、通常はバッファタンク T 3 に戻されるので、循環している。これにより、ヒータ H 3 は、バッファタンク T 3 の処理液 L を目標温度に加熱する。但し、供給タンク T 1 の処理液 L が一定量以下となり補充が必要になった場合には、バルブ V 3 a が開き、バルブ V 3 b が閉じることにより、目標温度まで加熱された処理液 L が供給タンク T 1 に供給される。

【0041】

また、図示はしないが、バッファタンク T 3 には、液面を検知する液面センサが設けられている。これにより、バッファタンク T 3 内の処理液 L が、一定量以下となったか否かが検知できる。一定量以下となったか否かを検知することで、回収タンク T 2 から供給を受けるか否かを判断できる。つまり、一定量以下になった場合は、回収タンク T 2 から供給を受けて、供給タンク T 1 に処理液 L を供給せずに、バッファタンク T 3 への循環を続ける。また、一定量を超えた場合には、回収タンク T 2 から供給を受けずに、処理液 L の温度及び濃度を、それぞれの目標値、つまり、目標温度及び目標濃度に調整した後に、供給タンク T 1 への供給を開始する。なお、バッファタンク T 3 内には、処理液 L を一定温度に加熱するためのヒータが設置されていても良い。

【0042】

さらに、上記の供給タンク T 1、回収タンク T 2、バッファタンク T 3 の底部には、それぞれバルブ V z が設けられた配管が接続され、共通の配管である排出路 Z に合流している。排出路 Z は、工場の廃液経路に接続されている。

【0043】

(新液タンク)

新液タンク T 4 は容器 40 a を有し、容器 40 a 内に、新たに調合された処理液 L (以下、新液と呼ぶ) を貯留する。容器 40 a は、処理液 L に対して耐食性を有する素材からなる。新液タンク T 4 には、送液配管 R 3、供給配管 S 4 が接続されている。送液配管 R 3 は、図示しない処理液 L の供給源から、新液タンク T 4 に処理液 L を供給する配管である。

【0044】

供給配管 S 4 は、容器 40 a の底部に接続されている。供給配管 S 4 には、ポンプ P 4、ヒータ H 4 が設けられている。ポンプ P 4 は、新液タンク T 4 の底部から処理液 L を吸引して送り出す。ヒータ H 4 は、ポンプ P 4 の下流に設けられ、ポンプ P 4 から送り出された処理液 L を、所定の目標温度に加熱する。なお、ここでは、新液タンク T 4 の底部から、回収タンク T 2、バッファタンク T 3、供給タンク T 1、新液タンク T 4 の上部 (戻り) 又は共通流路 C へ向かう流れにおける新液タンク T 4 の底部側を上流、これと反対側を下流としている。ヒータ H 4 の下流側には、図示しない温度センサが設けられ、この温度センサからのフィードバックを受け、ヒータ H 4 の出力が調整される。温度センサは、例えばサーミスタである。

【0045】

供給配管 S 4 は、回収タンク T 2、バッファタンク T 3、供給タンク T 1 に送液する送

10

20

30

40

50

液経路と、新液タンクＴ４に戻る経路に分岐している。送液経路は、回収タンクＴ２、バッファタンクＴ３、供給タンクＴ１に分岐して、それぞれにバルブＶ４ａ、Ｖ４ｃ、Ｖ４ｄが設けられている。バルブＶ４ａ、Ｖ４ｃ、Ｖ４ｄは、それぞれ回収タンクＴ２、バッファタンクＴ３、供給タンクＴ１への処理液Ｌの送液の有無を切り替える。送液経路及びバルブＶ４ａ、Ｖ４ｃ、Ｖ４ｄは、回収タンクＴ２、バッファタンクＴ３、供給タンクＴ１の少なくとも１つに新液を供給する新液供給部Ｊである。新液タンクＴ４に戻る経路には、バルブＶ４ｂが設けられている。バルブＶ４ｂは、新液タンクＴ４への処理液Ｌの戻りの有無を切り替える。

【００４６】

バルブＶ４ｂが開くことにより、ヒータＨ４により加熱された処理液Ｌは、通常は新液タンクＴ４に戻されるので、循環している。これにより、ヒータＨ４は、新液タンクＴ４の処理液Ｌを目標温度に加熱する。さらに、新液が処理液Ｌとして使用可能な状態になった場合で、且つ供給タンクＴ１の処理液Ｌが一定量以下となり、バッファタンクＴ３の処理液Ｌも一定量を下回るような状況となった場合、バルブＶ４ｂを閉じて、バルブＶ４ｄを開き、供給タンクＴ１に、あらかじめ定められた一定量を送液する。これにより、処理装置１００に供給されて処理に使用され、バッファタンクＴ３からの供給では不足する処理液Ｌが補充される。なお、新液タンクＴ４から回収タンクＴ２への新液の供給は、バルブＶ４ｂを閉じて、バルブＶ４ａを開くことにより行われる。但し、回収タンクＴ２への新液の供給は、回収タンクＴ２が回収液と新液によって溢れないように、回収タンクＴ２の処理液Ｌが一定量以下となり、且つ処理装置１００から回収液が入って来ない状況が続く場合に限って行われる。

【００４７】

供給タンクＴ１に処理液Ｌを補充した新液タンクＴ４には、補充した分の新液を、送液配管Ｒ３から追加して、次の加熱を行う。なお、バッファタンクＴ３への新液の補充も、バッファタンクＴ３の処理液Ｌが一定量以下となり、回収タンクＴ２からの供給では不足する場合に、バルブＶ４ｃを開くことにより行われる。

【００４８】

また、図示はしないが、新液タンクＴ４には、液面を検知する液面センサが設けられている。これにより、新液タンクＴ４内の処理液Ｌが、一定量以下となったか否かが検知でき、送液配管Ｒ３からの送液により補充すべきか否かが判断できる。なお、新液タンクＴ４内には、処理液Ｌを一定温度に加熱するためのヒータが設置されていてもよい。

【００４９】

（希釈部）

希釈部Ｉは、処理液Ｌを希釈液により希釈する。希釈液は、タンクＴ内の液の濃度を低下させる液体であり、本実施形態では純水である。希釈部Ｉは、送液配管Ｒ４を有する。送液配管Ｒ４は、図示しない純水の供給源から、供給タンクＴ１、回収タンクＴ２、バッファタンクＴ３、新液タンクＴ４に分岐して、それぞれに希釈液を供給する配管である。分岐した各タンクＴ１～Ｔ４への配管には、それぞれバルブＶ５が設けられている。後述する濃度計Ｄによる各タンクＴ１～Ｔ４の処理液Ｌの濃度測定に基づいて、各タンクＴ１～Ｔ４へ、所定の添加量の純水が添加される。

【００５０】

（共通流路）

共通流路Ｃは、複数のタンクＴ１～Ｔ４の処理液Ｌが流通する共通の経路である。本実施形態の共通流路Ｃは、供給配管Ｓ１～Ｓ４から分岐した配管ｔ１～ｔ４が合流する配管である。つまり、供給配管Ｓ１のフィルタＦの下流に分岐点設けられ、この分岐点から配管ｔ１が分岐している。供給配管Ｓ２のバッファタンクＴ３及び回収タンクＴ２への分岐点から、配管ｔ２が分岐している。供給配管Ｓ３の供給タンクＴ１及びバッファタンクＴ３への分岐点から、配管ｔ３が分岐している。さらに、供給配管Ｓ４の供給配管Ｓ１等及び新液タンクＴ４への分岐点から、配管ｔ４が分岐している。供給配管Ｓ１～Ｓ４からの配管ｔ１～ｔ４には、それぞれバルブＶ６ａが設けられている。また、共通流路Ｃは、

複数のタンク T 1 ～ T 4 に分岐して戻す配管 b p 1 ～ b p 4 に接続されている。共通流路 C から分岐して複数のタンク T 1 ～ T 4 へ向かう配管 b p 1 ～ b p 4 には、それぞれバルブ V 6 b が設けられている。これらのバルブ V 6 a、V 6 b は、いずれを開くかによって、共通流路 C に流通する処理液 L が、いずれのタンク T 1 ～ T 4 の処理液 L を切り替える切替部 S W である。

【 0 0 5 1 】

(濃度計)

濃度計 D は、共通流路 C に設けられ、共通流路 C を流れる処理液 L の濃度を測定する。濃度計 D への送液とタンク T への戻りは、切替部 S W のバルブ V 6 a、V 6 b の切り替えにより、タンク T 1 ～ T 4 毎に区別され、タンク T 1 ～ T 4 間で処理液 L が混合しないように行われる。つまり、少なくとも共通流路 C 内に溜まった他のタンク T の処理液 L が混合しないように、同じタンク T から出た処理液 L は、同じタンク T に戻るように構成されている。本実施形態の濃度計 D は、共通流路 C に 1 つ設けられている。濃度計 D は、比較的精度の高い光学式のものを用いることが好ましい。

【 0 0 5 2 】

(制御装置)

制御装置 E は、基板処理装置 S S の各部を制御する。制御装置 E は、基板処理装置 S S の各種の機能を実現するべく、プログラムを実行するプロセッサ、プログラムや動作条件などの各種情報を記憶するメモリ、各要素を駆動する駆動回路を有する。なお、制御装置 E は、情報を入力する入力装置、情報を表示する表示装置を有している。

【 0 0 5 3 】

制御装置 E は、基板処理制御部 2 1、濃度制御部 2 2、記憶部 2 3 を有する。基板処理制御部 2 1 は、処理装置 1 0 0 及び処理液供給装置 1 の各部を制御することにより、基板 W の処理を実行させる。つまり、基板処理制御部 2 1 は、チャンバ 1 0 0 a への基板 W の搬入搬出、保持部 1 0 1 b による基板 W の保持、駆動源 1 2 による回転体 1 0 1 a の回転、アーム 1 0 2 b によるノズル 1 0 2 a の揺動、バルブ V 1 a、V 1 b の切り替えによる処理液 L の供給の有無、バルブ V 2 a、V 2 b、V 3 a、V 3 b、V 4 a、V 4 b の切り替えによる各タンク T 1 ～ T 4 への処理液 L の補充等を制御する。

【 0 0 5 4 】

濃度制御部 2 2 は、濃度計 D に、タンク T 1 ～ T 4 のそれぞれの処理液 L の濃度を測定させ、処理液 L の濃度が、所定の目標値（目標濃度）となるように、加熱部 H 及び希釈部 I を制御する。目標濃度は、設定濃度を含み、その前後の所定の範囲である。設定濃度は、例えば 8 7 . 7 % である。なお、この濃度制御においては、上記のように、処理液 L の温度についても、所定の目標値（目標温度）となるように制御する。目標温度は、設定温度を含み、その前後の所定の範囲である。設定温度は、例えば 1 6 0 °C である。濃度制御部 2 2 は、測定値と目標値（目標濃度、目標温度）との差異及び測定値の変化量のいずれか一方又は双方に基づいて、加熱部 H の出力及び希釈液の添加量を算出して、加熱部 H 及び希釈部 I を制御する。なお、測定値と目標値との差異を算出する場合には、設定濃度、設定温度を用いるが、これらの設定濃度、設定温度に正確に一致させるよう制御する必要はなく、目標濃度、目標温度の範囲に収まるように制御できればよい。測定値の変化量に基づく制御とは、測定が継続している期間がある場合、その測定期間の濃度変化量（グラフの傾き）の値から、次の濃度測定が行われるまでの期間間隔後の濃度を試算して、現状の加熱部 H の出力及び希釈液の添加量を算出することをいう。つまり、次の濃度測定時間まで、どれだけ濃度が低下するかに基づいて、調整量を決定する方法である。

【 0 0 5 5 】

より具体的には、濃度制御部 2 2 は、切替部 S W のバルブ V 6 a、V 6 b の開閉を切り替えて、濃度を測定するタンク T 1 ～ T 4 を切り替える。タンク T 1 ～ T 4 の切り替えは、タンク T 1 ～ T 4 毎に設定された所定の時間間隔で行う。また、濃度制御部 2 2 は、加熱部 H であるヒータ H 1 ～ H 4 の出力、希釈部 I のバルブ V 5 の開閉を切り替えることにより、処理液 L の加熱による濃縮、純水の添加による希釈を行う。

【0056】

時間間隔の設定により、全てのタンクTの測定時間を同じにすることも、各タンクTの測定時間を異なるものにすることもできる。例えば、特定のタンクTの測定時間を長くしたり、短くしたりすることができる。高精度な制御が必要なタンクTについては、濃度測定の頻度を高くするか、又は測定時間を長くして、大まかに調整できれば良いタンクTについては、濃度測定の頻度を低くするか、又は測定時間を短くすることができる。但し、同じ測定時間の場合、1回の測定時間を長く確保するよりも、測定頻度を増加させることが好ましい。これにより一定の時間内において、多数のタンクTを測定して、それぞれの濃度を調整できるので、各タンクTに対応する測定値が目標値に収束し易くなる。なお、濃度を測定するタンクTを切り替えるときには、共通流路C中に溜まった前回のタンクTの処理液Lが、切り替えたタンクTの処理液Lに置き換わるだけの量の処理液Lを流した後、又は置き換わるだけの時間が経過した後に、測定を始める。

10

【0057】

記憶部23は、メモリに構成され、目標濃度、目標温度、時間間隔等を記憶する。目標濃度、目標温度、時間間隔は、作業者が入力装置によって所望の値を入力できる。例えば、処理に使用されるために濃度、温度の変動が大きい処理液Lを回収する回収タンクT2について、測定の頻度を他のタンクTよりも多くして測定時間を長くして、濃度を調整することができる。また、基板処理への影響が直接的な供給タンクT1の測定の頻度を、他のタンクTよりも多くして、基板Wの処理の安定化を図ってもよい。

20

【0058】

〔動作〕

以上のような本実施形態の基板処理装置SSの動作を、図1に加えて図2及び図3を参照して説明する。なお、以下のような手順により基板Wを処理する基板処理方法も、本実施形態の一態様である。

【0059】

(基板処理)

まず、処理装置100による基板処理を説明する。処理対象となる基板Wは、搬送口ボットによって回転体101a上に搬入され、保持部101bによって保持される。駆動源101cが回転体101aを回転させることにより基板Wが回転する。処理液供給装置1によって所望の濃度、温度となった処理液Lは、バルブV1aが開き、ノズル102aから基板Wの被処理面に供給されることにより、エッチング処理がなされる。

30

【0060】

所定の処理時間が経過すると、バルブV1aが閉じ、処理液Lの供給が停止する。その後、基板Wが回転を停止して、保持部101bによる保持が解放された基板Wを、搬送口ボットがチャンバ100aから搬出する。

【0061】

(処理液の供給)

次に、処理液供給装置1による処理液Lの調整処理を説明する。供給タンクT1の処理液Lは、処理装置100へ供給する前に、バルブV1aを閉じ、バルブV1bを開いた状態で、供給配管S1、戻り配管R1、供給タンクT1を循環しながら、ヒータH1により加熱されることにより、目標温度に維持されている。そして、上記のように処理装置100における処理のタイミングで、供給タンクT1の処理液Lが処理装置100に供給される。

40

【0062】

バッファタンクT3の処理液Lは、供給タンクT1へ供給する前に、バルブV3aを閉じ、バルブV3bを開いた状態で、供給配管S3、バッファタンクT3を循環しながら、ヒータH3により加熱されることにより、目標温度に維持されている。そして、供給タンクT1の処理液Lが、一定量以下になった場合に、バルブV3aを開き、バルブV3bを閉じることにより、供給タンクT1に供給される。

【0063】

50

回収タンクT2の処理液Lは、バッファタンクT3へ供給する前に、バルブV2aを閉じ、バルブV2bを開いた状態で、供給配管S2、回収タンクT2を循環しながら、ヒータH2により加熱されることにより、目標温度に維持されている。そして、バッファタンクT3の処理液Lが、一定量以下になった場合に、バルブV2aを開き、バルブV2bを閉じることにより、バッファタンクT3に供給される。

【0064】

新液タンクT4の処理液Lは、回収タンクT2、バッファタンクT3、供給タンクT1へ供給する前に、バルブV4a、V4c、V4dを閉じ、バルブV4bを開いた状態で、供給配管S4、新液タンクT4を循環しながら、ヒータH4により加熱されることにより、目標温度に維持されている。そして、バッファタンクT3の処理液Lの液量が一定量を下回り、供給タンクT1に供給できず、さらに、供給タンクT1の液量も一定量を下回っている場合に、バルブV4dを開き、バルブV4bを閉じることにより、新液タンクT4からの新液が供給タンクT1に供給される。同様に、回収タンクT2、バッファタンクT3においても、供給が足らずに処理液Lが一定量以下になっている場合には、バルブV4a、V4cを開くことにより、新液を回収タンクT2、バッファタンクT3に供給してもよい。

【0065】

(濃度制御)

以上のように、各タンクT1～T4を順次経ることにより、処理液Lが処理装置100に供給される過程で行われる濃度制御を説明する。まず、濃度測定は、上記のように、切替部SWのバルブV6a、V6bにおけるt1-T1、t2-T2、t3-T3、t4-T4の、各組のいずれかに対応するバルブを開き、他を閉じること、所定の時間間隔で順次切り替えることにより、共通流路Cに流通する処理液LのタンクT1～T4を切り替えて、濃度計Dにより濃度を測定することにより行う。これにより、タンクT1～T4から選択的に処理液Lを共通流路Cに流通させることが可能になるので、1つの濃度計Dによって、各タンクT1～T4の濃度を、所定の時間間隔で測定できる。

【0066】

そして、測定された濃度と目標濃度との差分に応じて、濃縮が必要な場合には、対応するタンクT1～T4のヒータH1～H4の出力を上げる。希釈が必要な場合には、対応するタンクT1～T4への希釈部Iの配管のバルブV5を開いて、所定量の純水を添加する。なお、以下の説明における制御量とは、測定濃度と目標濃度の差分に応じて、加熱部Hの出力、所定量の純水の添加量を調整することである。

【0067】

このような濃度制御の一例を、図2、図3のグラフを参照して説明する。図2は、濃度計Dを使って、各タンクT1～T3の濃度を測定し、調整したときの濃度値の時間変化を太い実線で示した例である。この例では、供給タンクT1、バッファタンクT3、供給タンクT1、回収タンクT2の順に、1タンクおきに供給タンクT1の測定を行い、3タンクおきにバッファタンクT3と回収タンクT2の測定を行い、供給タンクT1、バッファタンクT3、回収タンクT2のそれぞれの濃度の推移を明示している。

【0068】

まず、バッファタンクT3の処理液Lの濃度のみに着目して説明する。濃度計Dは、所定の時間間隔で複数のタンクTを切り替えて濃度測定しているため、タンクTの濃度制御の制御量が変更されるのは、それぞれのタンクTが濃度測定している間に限られる。つまり、バッファタンクT3の処理液Lの制御量が切り替わるのは、バッファタンクT3の処理液Lの濃度測定をしている間(図中、[1]、[2]、[3])になる。

【0069】

図2の[1]に示すように、バッファタンクT3の処理液Lを濃度計Dで測定した濃度は、設定濃度の87.7%よりも高い濃度を示している。そこで、測定濃度と設定濃度との差d1に基づいて求めた添加量の純水を添加して、バッファタンクT3の処理液Lの濃度を低下させる制御が行われる。純水の添加量は、次の測定まで添加を継続しても、設定

濃度以下にならない量に設定されている。これにより、濃度計Dによって、他のタンクTから供給されている処理液Lの濃度を計測中も、濃度値は低下傾向になり目標濃度に向かう。この間に濃度計Dの測定対象は、別のタンクTに切り替わり、そのタンクTの濃度制御が行われる。

【0070】

バッファタンクT3の濃度制御は、次の濃度測定が行われるまでは、計測中に設定された濃度制御が維持される。この例では、図2の矢印に示すように、[1]から[2]までの間、[2]から[3]までの間は、設定された添加量の純水の添加を継続する。図2の[2]に示すように、次のバッファタンクT3の濃度測定が行われると、バッファタンクT3の処理液Lの量に変化が無い場合などは、純水の添加により処理液Lの濃度が低下していることで、前回の[1]での濃度の測定値よりも目標濃度に近い値で推移する。そして、測定濃度と設定濃度との差d2に基づいて、前回よりも少ない純水の添加量が設定されて、バッファタンクT3の濃度制御が行われる。次の[3]での制御も同様である。

10

【0071】

このように、濃度測定する時間を短く区切っても、その時の設定濃度からの差分に応じて、次の測定までの制御量（純水の添加量）を設定すれば、この操作を繰り返すことで、目標濃度に近づけることができる。バッファタンクT3の処理液Lの濃度が、目標濃度に近づいた場合は、ヒータH3の加熱によって濃度上昇する分に釣り合う水添加量を設定することで、バッファタンクT3内の処理液Lの濃度を、安定に維持することができる。

【0072】

20

バッファタンクT3から供給タンクT1に送液されて液面が低下した場合には、回収タンクT2からの液補充が行われるため、バッファタンクT3内にある処理液Lは、制御していた濃度値からのズレが発生する。この場合には、次の濃度測定により、新たな測定濃度に応じた制御設定が行われることになる。

【0073】

例えば、図2の[1]～[3]に示すような濃度を低下させる制御の過程で、処理液Lの濃度が目標濃度よりも低くなってしまうなど、次の測定で、処理液Lの濃度が目標濃度を越えてしまうと、目標濃度に戻す逆の制御（加熱）を行うことが必要となり、目標濃度を含む許容される範囲内で安定に維持することが難しくなる。このため、制御量の設定に関しては、現在の純水の添加量で、次の測定時間まで継続すると、濃度低下が大きすぎて目標濃度を下回るという計算がされる場合、目標濃度を下回ることがない量の純水の添加量に変更する。また、目標濃度に許容幅が設定されていることに対して、この許容幅の上限を狙って添加量を調整させる。例えば、[1]における測定結果に基づいて、純水が添加される場合に、この添加量が[2]で測定されるとき、[1]での純水の添加量による濃度変化分から、[3]の測定時間までの純水の添加量を変更する。

30

【0074】

次に、供給タンクT1に着目して説明する。この図2に示す例では、1タンクおきに濃度測定と制御を行っている供給タンクT1は、基板Wに処理液Lを直接供給するため、最初から目標濃度に維持された状態での制御になる。つまり、加熱と水添加がバランスした状態での濃度を維持した制御になるが、実際には、処理装置100に処理液Lを送液することにより、供給タンクT1内の処理液Lの量は低下し、バッファタンクT3からの処理液Lが補充されることで濃度値は変化する。この変動分に対しても濃度維持ができるように純水の添加と加熱を行うことによって、目標濃度に対するズレを低減させる。つまり、所定の許容範囲内に濃度を維持する。

40

【0075】

さらに、回収タンクT2に着目して説明する。回収タンクT2では、目標濃度、つまり所定の許容範囲内の濃度よりも低い低濃度側からの濃度上昇の制御が必要になる場合が多い。回収タンクT2は、処理液Lを回収しても、リンスによる純水混合などもおこり、低濃度かつ低温で回収される可能性が高いためである。この場合には、純水の添加ではなく、測定濃度と設定濃度との差分に応じて、ポンプP2により循環する処理液LをヒータH

50

2により加熱して、処理液L中の水分を蒸発させて、処理液Lの濃度を上昇させる。

【0076】

加熱により処理液Lが沸騰すれば飽和温度になる。エッチングレートは飽和温度で極大値をとるため、目標濃度は、飽和温度、つまり、沸点時の飽和濃度付近に設定される。ただし、沸騰状態の処理液Lで処理すると、処理が安定しないので、沸点より少し低い温度に設定される。低濃度側では、加熱によって濃度制御が可能となる。ヒータH2は、測定濃度と設定濃度との差分が大きいほど、出力を大きくすることにより、早期に目標濃度に近づけることができる。

【0077】

このような低濃度からの加熱による濃度上昇では、循環する処理液Lの加熱による沸騰が起きるため、回収タンクT2に戻る配管の抵抗はできるだけ小さくしておき、沸騰した蒸気による体積膨張がスムーズにできて、ヒータH2の内圧の上昇を防ぐことが好ましい。沸騰して濃度上昇した処理液Lは、温度も上昇しているため、回収タンクT2内の温度も上昇する。なお、回収タンクT2内にヒータを設置する場合には、ヒータの接液部で沸騰が起きる可能性があるため、加熱表面積に対する出力をあまり大きくしないことも必要である。

【0078】

図2の[4]、[5]、[6]に示すように、回収タンクT2における処理液Lの測定濃度が目標濃度になった場合には、液表面からの水分蒸発による濃度上昇と温度低下、ポンプP2による循環ラインからの放熱による温度低下を補正するだけの純水の添加と加熱を行うことで、回収タンクT2の処理液Lの濃度と温度を許容範囲内に安定的に維持させる。但し、実際には、このような濃度制御が行われるとともに、処理装置100による処理液Lの使用に応じて、各タンクT1～T4への処理液Lの補充が行われる。

【0079】

このようなタンクT間で液補充が行われることも加味した濃度変化の一例について、図3を参照して説明する。図中、処理液Lの補充のタイミングrp1～rp4は、白抜きの丸で示す。また、濃度測定していないタンクTの濃度の推移を、破線で示す。上記のように、供給タンクT1の処理液Lが処理装置100に供給されることにより、供給タンクT1の液面が低下すると、これを液面センサが検知して、バッファタンクT3から処理液Lが補充される。

【0080】

バッファタンクT3から補充された処理液Lの濃度が目標濃度より高い場合、供給タンクT1の処理液Lの濃度は、設定濃度よりも高い濃度に上昇することになる。しかし、補充量が供給タンクT1内の処理液Lの量に比べて少なければ、その変化はわずかである。rp1では、処理液Lの補充時に、バッファタンクT3の濃度測定を行っていた場合を想定しており、バッファタンクT3の濃度変化は測定で確認できるため、この変化も含めた濃度補正を行う。

【0081】

一方、供給タンクT1の処理液Lの濃度は、わずかに濃度上昇した状態で維持されることになるが、これを補正することもできる。すなわち、測定されたバッファタンクT3の処理液Lの濃度と補充量から、供給タンクT1の濃度変化を概算できる。この濃度変化の値を用いることで、供給タンクT1の制御量を補正する。但し、目標濃度に対して許容される変動範囲内での補正になる可能性もあることから、補正を実施するかどうかは、計算後に判断しても良い。つまり、濃度変化の量が、目標濃度の範囲内となる場合には、補正をせず、目標濃度の範囲外となった場合に、補正を行う。

【0082】

また、rp2、rp4のように、バッファタンクT3における濃度測定中でなくても、処理液Lの補充があった場合、維持している制御量から推定される濃度値を使って濃度変化を計算できる。この場合も、濃度変化の量が、目標濃度の範囲内となる場合には、補正をせず、目標濃度の範囲外となった場合に、補正を行う。

【0083】

さらに、バッファタンクT3の処理液Lの液量が減少して液面が低下した場合に、回収タンクT2からの液補充を行う例が、rp3である。回収タンクT2の処理液Lの濃度が目標濃度よりも低いことで、バッファタンクT3の処理液Lの濃度が低下すると、継続している濃度の制御量では、次の測定までの間に補正が過剰になる可能性も出てくる。過剰とは、例えば純水の添加量が多く、次の測定時に目標濃度を下回ってしまう状況を言う。この場合、純水の添加量を減らして、濃度が上昇する側（加熱が強くなる側）に設定する。但し、加熱し過ぎると再度純水の添加を増やすことになり、目標濃度の上下で変動することになる。このような状況は、安定とは言えないので避けるべきである。そこで、目標濃度に近づいたら、純水の添加量がほぼ一定になるような制御を行う。

10

【0084】

なお、バッファタンクT3や回収タンクT2の処理液Lには、濃度の精度を細かく要求しなくても良い場合や、タンクTの切替時間を短く設定できる場合には、濃度測定が始まってから制御量を修正する方式でも良い場合がある。これらの設定は、実際の濃度制御状態を確認してから設定できる。

【0085】

また、上記の図2及び図3に示した例では、新液タンクT4の処理液Lの濃度計測については記載していない。新液タンクT4は、補充した新液が沸騰により一定の温度に達してから計測を行えば十分なことから、この状態になった後に、所定の間隔で濃度測定を行うことにすればよい。特に、シリカ溶解等追加の待ち時間が必要な新液作成では、補充可能になってから、一定間隔の計測を追加することになる。

20

【0086】

[効果]

(1) 本実施形態は、基板Wを処理液Lにより処理する処理装置100に、処理液Lを供給する処理液供給装置1であって、処理液Lを貯留する複数のタンクTと、複数のタンクTの間で処理液Lが流通可能となるように複数のタンクTを接続し、複数のタンクTを順次経ることにより処理装置100に処理液Lを供給する供給経路Sと、処理液Lを加熱する加熱部Hと、処理液Lを希釈液により希釈する希釈部Iと、新たな処理液Lを供給する新液供給部Jと、複数のタンクTの処理液Lが流通する共通の共通流路Cと、共通流路Cに流通する処理液Lが、いずれのタンクTの処理液Lかを切り替える切替部SWと、共通流路Cに設けられた濃度計Dと、濃度計Dに、切替部SWを切り替えてタンクT毎のそれぞれの処理液Lの濃度を測定させ、処理液Lの濃度が所定の目標値となるように、加熱部H、希釈部I及び新液供給部Jの少なくとも1つを制御する制御装置Eと、を有する。

30

【0087】

また、本実施形態は、基板Wを処理液Lにより処理する処理装置100に、複数のタンクTを順次経ることにより、処理液Lを供給する処理液供給方法であって、複数のタンクTの処理液Lが流通する共通の共通流路Cに設けられた濃度計Dによって、共通流路Cに流通する処理液LのタンクTを切り替えてタンクT毎のそれぞれの処理液Lの濃度を測定し、処理液Lの濃度が所定の目標値となるように、処理液Lを加熱する加熱部H、処理液Lを希釈する希釈部I及び新たな処理液を供給する新液供給部Jを制御することにより、処理液Lの濃度を調整する

40

【0088】

このため、1つの濃度計Dで、時間ごとに区切って、複数の各タンクTの処理液Lの濃度を測定することで、複数のタンクTを実質的に並列で測定できる。従って、複数のタンクTの濃度計Dを1つに集約することができ、測定値に濃度計Dの個体差に起因するバラツキが生じることを防止できる。これにより、各タンクTの処理液Lの濃度を目標値に正確に収束させ、処理の均一性を高めることができる。また、バラツキを抑制するために、複数の濃度計Dを調整する手間と時間が不要となるため、生産効率を高めることができる。さらに、複数のタンクT毎に濃度計Dを設ける必要がないため、構成が簡素化され、コストを低減できる。

50

【0089】

(2) タンクT毎に処理液Lの濃度を制御可能となるように、加熱部H、希釈部I及び新液供給部Jの少なくとも1つが、複数のタンクT毎に設けられている。1つの濃度計Dによって複数のタンクTを測定し、それぞれの測定値に応じて、複数のタンクTの処理液Lの濃度を個別に制御できるので、各タンクTの濃度変動の大小に応じて、適切な濃度調整が可能となる。

【0090】

(3) 濃度計Dの測定の時間間隔が、複数のタンクT毎に設定されている。このため、各タンクTにおける濃度調整に必要な調整量の大小の相違に応じて、タンクT毎の測定の時間間隔の長短、測定の頻度を変えることにより、目標値へ容易に収束させることができる。このように、1つの濃度計Dを、多数のタンクTの濃度測定と濃度制御に有効活用できる。

10

【0091】

(4) 制御装置Eは、測定値と目標値との差異及び測定値の変化量のいずれか一方又は双方に基づいて、加熱部Hの出力及び希釈液の添加量を算出し、加熱部H及び希釈部Iを制御する。このため、目標値への収束とともに、各タンクTへの処理液Lの補充による変動も加味して、処理液Lの濃度を制御できる。

【0092】

(5) 複数のタンクTは、処理装置100に処理液Lを供給する供給タンクT1と、処理装置100において処理済みの処理液Lを回収する回収タンクT2と、回収タンクT2と供給タンクT1との間に配置されたバッファタンクT3と、新しい処理液Lを供給する新液タンクT4と、を含む。このため、例えば、枚葉式の処理装置100のように、常時安定した濃度の処理液Lを供給する必要がある複数のタンクTについて、個別に最適な制御が可能となる。

20

【0093】

[変形例]

上記の実施形態は、以下のような変形例も構成可能である。

(1) 各タンクTは、処理液Lを貯留する領域であればよく、必ずしも分離独立した容器である必要はない。例えば、図4は、1つの容器50aに仕切りpa1、pa2を設けて、一方を回収タンクT2、他方をバッファタンクT3、中間を共用タンクT5として機能させてもよい。各仕切りpa1、pa2には、一部に処理液Lが流れるように切欠けが設けられ、ポンプP2によって、回収タンクT2の処理液Lが吸引されることで、共用タンクT5から回収タンクT2に処理液Lが流れる。これと同様に、ポンプP3によって、バッファタンクT3の処理液Lが吸引されることで、共用タンクT5からバッファタンクT3に処理液Lが流れる。

30

【0094】

回収タンクT2には、処理に使用された使用済みの処理液L（回収液）が回収配管R2を通して流れ込む。なお、この回収液は、温度が低い状態で回収される。そして、ポンプP2によって回収液が吸引され、ヒータH2で加熱されて、供給配管S2を介して共用タンクT5に送液される。このヒータH2で加熱された回収液は、液温が上昇するとともに、水分の蒸発により濃度が上昇するので、結果として共用タンクT5に流入する時には、回収タンクT2に回収されたときよりも濃度が上昇している。

40

【0095】

ポンプP3で吸引されるバッファタンクT3の処理液Lは、供給タンクT1に送られるが、供給タンクT1の液面の過剰分が、戻り配管R5を介して、バッファタンクT3に戻される。供給タンクT1の処理液Lは、目標濃度に維持されるように、加熱及び純水の添加等の制御がなされている。このため、供給タンクT1における過剰分が、バッファタンクT3に戻されることにより、バッファタンクT3の処理液Lの濃度は、供給タンクT1の処理液Lの濃度に近づけることが可能となる。

【0096】

50

このように、1つの容器50aの一部を局所的に加熱することで、供給タンクT1に処理液Lを補充できる状態まで、濃度制御、温度制御を行うことができる。このようなタンクTの構成であっても、濃度測定と、それに応じた加熱及び希釈を行うことで、必要な濃度制御を行うことが可能である。

【0097】

(2) 上記の態様では、全てのタンクT1～T4の濃度測定を行う設定にしているが、一部のタンクTのみ濃度測定を行わなくても良い。例えば、回収タンクT2に流入する回収液は、常に一定量が流入することがないため、液量が大きく変動する。液量が増減すれば、回収タンクT2中の処理液Lの濃度も大きく変動する。このように、回収タンクT2は液量及び濃度の変動が大きく、バッファタンクT3での濃度制御を行えば十分な場合もあるため、回収タンクT2の濃度測定は行わないことにしても良い。また、一部のタンクTについては、通常時は濃度測定は行わないが、処理液Lの補充量が通常とは異なる場合など、大きな濃度変化が起きている可能性がある場合に、濃度測定による制御を有効にするようにしてもよい。

【0098】

(3) 上記の態様では、水添加によって処理液Lを希釈していたが、低濃度の新液を追加することで、希釈、つまり濃度低下を図ってもよい。さらに、処理液Lは、処理装置100へ供給する時の濃度と温度を所定の値に制御できていれば良いので、バッファタンクT3や回収タンクT2の目標濃度は、必ずしも供給タンクT1の目標濃度に合わせる必要はない。つまり、タンクT毎に、目標濃度を変更してもよい。例えば、ヒータH1の加熱能力が高い場合、バッファタンクT3の処理液Lの温度と濃度が低くても良い。特に、バッファタンクT3の濃度は、供給タンクT1の目標濃度よりも、少し低くても問題はない。これは、目標濃度より低く、温度が低い処理液LがバッファタンクT3から供給タンクT1へ流れても、供給タンクT1側で循環加熱するヒータH1の加熱能力が高ければ、容易に目標濃度に調整できるためである。

【0099】

(4) 上記の態様では、共通流路Cは、各タンクTの処理液Lを順次切り替えて流す構成で示したが、この共通流路Cに濃度計D内を洗浄する洗浄液供給回路を接続し、濃度計Dの洗浄時間を追加した制御を組み込んでもよい。つまり、基板処理の回数に対して、毎回又は所定の回数ごとに、洗浄液供給回路からの洗浄液を濃度計D内に流す制御を行うことにより、濃度計Dの洗浄ができる。これにより、濃度計Dの精度維持及び長寿命化を図ることができる。

【0100】

なお、共通流路Cに、バルブVzを介して排出路Zに直接排水する流路を設けても良い。これにより、濃度計Dの洗浄時に、バルブVzを開くことにより、排出路Zに洗浄液を流すことができる。また、各タンクTからの濃度計Dへの通液の最初の一定時間は、前の処理液Lを置換する処理になるため、タンクTに戻さずに、排出路Zに流すように、バルブVzの開閉タイミングを設定しておいても良い。

【0101】

〔他の実施形態〕

以上、本発明の実施形態及び各部の変形例を説明したが、この実施形態や各部の変形例は、一例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。前述したこれら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明に含まれる。

【符号の説明】

【0102】

1 処理液供給装置

10a～40a 容器

1 2	駆動源	
2 0 a	: 容器	
2 1	基板処理制御部	
2 2	濃度制御部	
2 3	記憶部	
1 0 0	処理装置	
1 0 0 a	チャンバ	
1 0 1	回転部	
1 0 1 a	回転体	
1 0 1 b	保持部	10
1 0 1 c	駆動源	
1 0 2	供給部	
1 0 2 a	ノズル	
1 0 2 b	アーム	
1 0 3	回収部	
C	共通流路	
D	濃度計	
E	制御装置	
F	フィルタ	
H	加熱部	20
H 1 ~ H 4	ヒータ	
I	希釈部	
J	新液供給部	
L	処理液	
P 1 ~ P 4	ポンプ	
R 1、R 5	戻り配管	
R 2	回収配管	
R 3、R 4	送液配管	
S	供給経路	
S 1 ~ S 4	供給配管	30
S S	基板処理装置	
S W	切替部	
T	タンク	
T 1	供給タンク	
T 2	回収タンク	
T 3	バッファタンク	
T 4	新液タンク	
T 5	共用タンク	
t 1 ~ t 4、b p 1 ~ b p 4	配管	
V 1 a ~ V 6 b、V z	バルブ	40
Z	排出路	

フロントページの続き

神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号 芝浦メカトロニクス株式会社内

(72)発明者 森 秀樹

神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号 芝浦メカトロニクス株式会社内

審査官 宇多川 勉

(56)参考文献 特開2015-119168 (JP, A)

特開2017-216478 (JP, A)

特開2004-356409 (JP, A)

特開2017-069383 (JP, A)

特開2014-222756 (JP, A)

特開2021-044476 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H01L 21/306

H01L 21/304