

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5989338号  
(P5989338)

(45) 発行日 平成28年9月7日(2016.9.7)

(24) 登録日 平成28年8月19日(2016.8.19)

(51) Int.Cl.

F 1

<b>B01F</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B 0 1 F	1/00	A
<b>B01F</b>	<b>5/06</b>	<b>(2006.01)</b>	B 0 1 F	5/06	
<b>B01F</b>	<b>3/04</b>	<b>(2006.01)</b>	B 0 1 F	3/04	A
<b>H01L</b>	<b>21/304</b>	<b>(2006.01)</b>	B 0 1 F	3/04	Z
			H 0 1 L	21/304	6 4 3 A

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願2011-288361 (P2011-288361)

(22) 出願日

平成23年12月28日 (2011.12.28)

(65) 公開番号

特開2013-136024 (P2013-136024A)

(43) 公開日

平成25年7月11日 (2013.7.11)

審査請求日

平成26年12月19日 (2014.12.19)

(73) 特許権者 000002428

芝浦メカトロニクス株式会社

神奈川県横浜市栄区笠間2丁目5番1号

(74) 代理人 110000866

特許業務法人三澤特許事務所

(74) 代理人 100088720

弁理士 小川 真一

(74) 代理人 100118430

弁理士 中原 文彦

(72) 発明者 廣瀬 治道

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 横浜事業所

内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】処理液生成装置、処理液生成方法、基板処理装置及び基板処理方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

所定の溶解圧力下で液体に、大気圧での飽和溶解量未満のガス量の二酸化炭素ガスを溶解させる第1の溶解部と、

所定の溶解圧力下で前記液体に、大気圧での飽和溶解量以上のガス量の気泡生成ガスを溶解させる第2の溶解部と、

前記第1の溶解部、前記第2の溶解部の下流側に設けられ、前記二酸化炭素ガスと前記気泡生成ガスが溶解している前記液体の圧力開放により、前記液体に複数の微小気泡を発生させる気泡発生部と、

を有することを特徴とする処理液生成装置。

10

## 【請求項 2】

所定の溶解圧力下で液体に、大気圧での飽和溶解量未満のガス量の二酸化炭素ガスを溶解させる工程と、

所定の溶解圧力下で前記液体に、大気圧での飽和溶解量以上のガス量の気泡生成ガスを溶解させる工程と、

前記二酸化炭素ガスと前記気泡生成ガスが溶解している前記液体の圧力開放により、前記液体に複数の微小気泡を発生させる工程と、

を有することを特徴とする処理液生成方法。

## 【請求項 3】

所定の溶解圧力下で液体に、大気圧での飽和溶解量未満のガス量の二酸化炭素ガスを溶

20

解させる第1の溶解部と、

所定の溶解圧力下で前記液体に、大気圧での飽和溶解量以上のガス量の気泡生成ガスを溶解させる第2の溶解部と、

前記第1の溶解部、前記第2の溶解部の下流側に設けられ、前記二酸化炭素ガスと前記気泡生成ガスが溶解している前記液体の圧力開放により、前記液体に複数の微小気泡を発生させる気泡発生部と、

前記二酸化炭素ガスが溶解して前記複数の微小気泡を含む液体により基板を処理する処理部と、

を有することを特徴とする基板処理装置。

**【請求項4】**

10

所定の溶解圧力下で液体に、大気圧での飽和溶解量未満のガス量の二酸化炭素ガスを溶解させる工程と、

所定の溶解圧力下で前記液体に、大気圧での飽和溶解量以上のガス量の気泡生成ガスを溶解させる工程と、

前記二酸化炭素ガスと前記気泡生成ガスが溶解している前記液体の圧力開放により、前記液体に複数の微小気泡を発生させる工程と、

前記二酸化炭素ガスが溶解して前記複数の微小気泡を含む液体により基板を処理する工程と、

を有することを特徴とする基板処理方法。

**【発明の詳細な説明】**

20

**【技術分野】**

**【0001】**

本発明の実施形態は、処理液生成装置、処理液生成方法、基板処理装置及び基板処理方法に関する。

**【背景技術】**

**【0002】**

基板処理装置は、例えば、基板に処理液を供給し、その基板に対して洗浄処理、除去処理又は加工処理などの処理を行う装置である。この基板処理装置では、処理性能向上のため、マイクロバブルやマイクロナノバブル、ナノバブルなどの微小気泡を含む液体を処理液として用いることがある（例えば、特許文献1参照）。

30

**【0003】**

前述の基板処理装置としては、例えば半導体装置や液晶表示装置などの製造工程において、半導体ウェーハやガラス基板などの基板表面に洗浄液を供給し、基板を洗浄する洗浄装置がある。また、除去液の供給により基板表面からレジスト膜を除去する除去装置、さらに、ダイシングブレードやドリルなどの切削具により基板を切削して加工する加工装置がある。この加工装置は、潤滑、冷却及び洗浄のため、切削具による基板の切削箇所に切削液を供給する。

**【0004】**

このような基板処理装置により処理される基板の中には、例えば半導体ウェーハなど、静電破壊の要因となる帯電を嫌う基板が多数存在している。この帯電防止のため、二酸化炭素ガスが溶解した液体を処理液として用いることがある。この液体の比抵抗は二酸化炭素ガスの溶解により下がっているため、基板の帯電を抑止することができる。

40

**【先行技術文献】**

**【特許文献】**

**【0005】**

**【特許文献1】特開2005-93873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、前述の二酸化炭素ガスが多量に溶解した液体内に、気泡生成ガスを用い

50

て多数の微小気泡を発生させようとすると、気泡生成ガスによる多数の微小気泡に加え、二酸化炭素ガスによる気泡が発生してしまうことがある。通常、二酸化炭素ガスの溶解により液体はイオン化するが、二酸化炭素ガスを多量に含ませて気泡が発生すると、液体がイオン化しにくくなる。このため、微小気泡の周りに集まるイオンが減少し、発生時の微小気泡サイズを維持することが不可能となり、微小気泡は時間経過に伴って大きくなってしまう。これは、前述の各種の処理性能が不十分となる要因の一つとなっている。

## 【0007】

本発明が解決しようとする課題は、帯電防止を実現しつつ処理性能を向上させることができる処理液生成装置、処理液生成方法、基板処理装置及び基板処理方法を提供することである。

10

## 【課題を解決するための手段】

## 【0008】

実施形態に係る処理液生成装置は、  
所定の溶解圧力下で液体に、大気圧での飽和溶解量未満のガス量の二酸化炭素ガスを溶解させる第1の溶解部と、  
所定の溶解圧力下で前記液体に、大気圧での飽和溶解量以上のガス量の気泡生成ガスを溶解させる第2の溶解部と、  
前記第1の溶解部、前記第2の溶解部の下流側に設けられ、前記二酸化炭素ガスと前記気泡生成ガスが溶解している前記液体の圧力開放により、前記液体に複数の微小気泡を発生させる気泡発生部と、  
を有することを特徴とする。

## 【0009】

実施形態に係る処理液生成方法は、  
所定の溶解圧力下で液体に、大気圧での飽和溶解量未満のガス量の二酸化炭素ガスを溶解させる工程と、  
所定の溶解圧力下で前記液体に、大気圧での飽和溶解量以上のガス量の気泡生成ガスを溶解させる工程と、  
前記二酸化炭素ガスと前記気泡生成ガスが溶解している前記液体の圧力開放により、前記液体に複数の微小気泡を発生させる工程と、  
を有することを特徴とする。

20

## 【0010】

実施形態に係る基板処理装置は、  
所定の溶解圧力下で液体に、大気圧での飽和溶解量未満のガス量の二酸化炭素ガスを溶解させる第1の溶解部と、  
所定の溶解圧力下で前記液体に、大気圧での飽和溶解量以上のガス量の気泡生成ガスを溶解させる第2の溶解部と、  
前記第1の溶解部、前記第2の溶解部の下流側に設けられ、前記二酸化炭素ガスと前記気泡生成ガスが溶解している前記液体の圧力開放により、前記液体に複数の微小気泡を発生させる気泡発生部と、

前記二酸化炭素ガスが溶解して前記複数の微小気泡を含む液体により基板を処理する処理部と、

を有することを特徴とする。

30

## 【0011】

実施形態に係る基板処理方法は、  
所定の溶解圧力下で液体に、大気圧での飽和溶解量未満のガス量の二酸化炭素ガスを溶解させる工程と、  
所定の溶解圧力下で前記液体に、大気圧での飽和溶解量以上のガス量の気泡生成ガスを溶解させる工程と、  
前記二酸化炭素ガスと前記気泡生成ガスが溶解している前記液体の圧力開放により、前記液体に複数の微小気泡を発生させる工程と、

40

前記二酸化炭素ガスが溶解して前記複数の微小気泡を含む液体により基板を処理する処理部と、

50

前記二酸化炭素ガスが溶解して前記複数の微小気泡を含む液体により基板を処理する工程と、

を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、帯電防止を実現しつつ処理性能を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】第1の実施形態に係る基板処理装置の概略構成を示す図である。

【図2】第2の実施形態に係る基板処理装置の概略構成を示す図である。 10

【発明を実施するための形態】

【0014】

(第1の実施形態)

第1の実施形態について図1を参照して説明する。なお、第1の実施形態に係る基板処理装置は、処理液を生成する処理液生成装置を適用した適用例である。

【0015】

図1に示すように、第1の実施形態に係る基板処理装置1は、脱気済みの液体が流れる配管2と、その配管2を流れる脱気済みの液体に二酸化炭素を溶解させる溶解部3Aと、送液用のポンプ4と、二酸化炭素を含む液体中に複数の微小気泡を発生させる気泡発生部5Aと、それらの微小気泡を含む液体を用いて基板を処理する処理部6とを備えている。 20

【0016】

配管2は各部をつなぐ液体流路を構成しており、この配管2の一端に脱気済みの液体が供給される。詳述すると、配管2の一端は、液体を収容するタンクに脱気装置(いずれも図示せず)を介して接続されており、その脱気装置により脱気された液体が配管2の一端に供給されてその配管2内を流れていく。また、配管2の他端は処理部6に接続されており、その配管2の途中には溶解部3A、ポンプ4及び気泡発生部5Aがその順番で設けられている。

【0017】

前述の配管2としては、例えば、パイプやチューブなどを用いることが可能である。また、液体としては、例えば、水(好ましくは純水)やアンモニア水などを用いることが可能である。 30

【0018】

溶解部3Aは、二酸化炭素ガス(二酸化炭素の気体)を供給する気体供給部3aと、その二酸化炭素ガスを液体(溶存気体が取り除かれた脱気済みの液体)に溶解させる溶解膜3bとを備えている。

【0019】

気体供給部3aは、開閉弁や圧力レギュレータなどを有しており、所定の圧力及び流量で二酸化炭素ガスを溶解膜3bに供給可能に形成されている。なお、所定の圧力や流量は、大気圧での飽和溶解量未満のガス量で二酸化炭素ガスが溶解膜3bにより液体に溶解するようあらかじめ設定されている。 40

【0020】

溶解膜3bは、配管2の途中に設けられており、その内部を通過する脱気済みの液体に、気体供給部3aから供給された二酸化炭素ガスを溶解させる部材である。この溶解膜3bとしては、例えば、中空糸からなる溶解膜などを用いることが可能であるが、液体に気体を溶解させることができ可能な構造であれば良く、その構造は特に限定されるものではない。さらに、液体に気体を溶解させることができれば、膜溶解方式でなくても良く、加圧タンクなどの方式を用いても良い。

【0021】

ポンプ4は、液体が流れる流れ方向において溶解部3Aの溶解膜3bより下流側に位置付けられて配管2の途中に設けられており、配管2に液体を流すための駆動源である。こ 50

のポンプ4は、液体を自身の位置まで吸い込み、その液体を自身の位置から加圧して処理部6に供給する。したがって、配管2の液体流路においてポンプ4より下流側は加圧ラインとなる。ポンプ4としては、例えば、エア駆動ポンプや電動ポンプなどを用いることが可能である。

#### 【0022】

ここで、配管2においてポンプ4より下流側は加圧ラインとなるため、ポンプ4より上流側に溶解部3Aの溶解膜3bが設けられているが、これに限るものではなく、溶解部3Aとポンプ4の順番を逆にしても良い。

#### 【0023】

気泡発生部5Aは、窒素ガス、酸素ガスあるいはオゾンガスなどの気泡生成ガス（プロセスガスと呼ばれることがある）を供給する気体供給部5aと、その気泡生成ガスを用いて液体中に多数の微小気泡を発生させる気泡発生部材5bとを備えている。10

#### 【0024】

気体供給部5aは、開閉弁や圧力レギュレータなどを有しており、所定の圧力及び流量で気泡生成ガスを気泡発生部材5bに供給可能に形成されている。なお、所定の圧力や流量は、所望量の微小気泡が気泡発生部材5bにより液体中に発生するようにあらかじめ設定されている。

#### 【0025】

前述の気泡生成ガスとしては、例えば、窒素（N<sub>2</sub>）などの不活性ガス、それ以外にも酸素（O<sub>2</sub>）やオゾン（O<sub>3</sub>）などの酸化性ガスを用いることが可能である。なお、窒素ガスを用いた場合には特に、処理対象物へのパーティクルの再付着を防止することができる。また、酸素ガスやオゾンガスを用いた場合には、処理対象物から有機物を除去することができる。20

#### 【0026】

ここで、例えば、水に対する窒素ガスの溶解度は0.01470（気mL / 水1mL）であり、水に対する二酸化炭素ガスの溶解度は1.05350（気mL / 水1mL）である。なお、このときの溶解度は、水温が25度の場合の溶解度である。このように二酸化炭素ガスの溶解度の方が窒素ガスの溶解度よりかなり大きく（桁違いに大きく）、二酸化炭素ガスの方が窒素ガスより水に溶解しやすい。一方、窒素ガスは液体に溶解せずに微小気泡になりやすい。30

#### 【0027】

気泡発生部材5bは、液体が流れる流れ方向においてポンプ4より下流側に位置付けられて配管2の途中に設けられており、その内部を通過する液体中に多数の微小気泡を発生させる部材である。この気泡発生部材5bとしては、例えば、シラス多孔質ガラス（SPG）などの微細多孔質膜あるいはベンチュリ管などを用いることが可能であるが、液体中に微小気泡を発生させることができると構造であれば良く、その構造は特に限定されるものではない。

#### 【0028】

ここで、微小気泡は、マイクロバブル（MB）やマイクロナノバブル（MN B）、ナノバブル（NB）などの概念を含む気泡である。例えば、マイクロバブルは10μm～数十μmの直径を有する気泡であり、マイクロナノバブルは数百nm～10μmの直径を有する気泡であり、ナノバブルは数百nm以下の直径を有する気泡である。40

#### 【0029】

処理部6は、大気圧での飽和溶解量未満のガス量の二酸化炭素ガスが溶解して多数の微小気泡を含む液体を用いて基板Wを洗浄する洗浄装置である。この処理部6は、基板Wを回転させる回転機構6aと、その回転する基板W上に液体を供給するノズル6bとを備えている。このノズル6bは配管2の一端部であり、そのノズル6bから前述の液体が処理液として吐出されることになる。

#### 【0030】

この処理部6は、ノズル6bから回転する基板Wの表面に、大気圧での飽和溶解量未満50

の二酸化炭素ガスが溶解して多数の微小気泡を含む液体を処理液として供給し、その基板Wを洗浄する。このとき、基板W上から処理部6の底面に流れた処理液は、その底面に接続された排液管(図示せず)を介して排液される。

#### 【0031】

なお、前述の処理部6としては、基板Wを洗浄する洗浄処理を行う洗浄装置を用いてい  
るが、これに限るものではなく、例えば、基板Wの表面からレジスト膜を除去する除去処理を行なうレジスト除去装置、あるいは、ダイシングブレードやドリルなどの切削具により基板に対して加工処理を行う基板加工装置などを用いることも可能である。

#### 【0032】

次に、前述の基板処理装置1が行なう基板処理動作(処理液生成を含む基板処理方法)に  
について説明する。

#### 【0033】

まず、ポンプ4が駆動すると、脱気済みの液体が配管2を流れて溶解部3Aに流入する。  
溶解部3Aは、気体供給部3aから溶解膜3bに二酸化炭素ガスを供給し、その供給した二酸化炭素ガスを溶解膜3bにより脱気済みの液体に溶解させる。このとき、溶解部3Aは、溶解時の圧力(溶解圧力)での飽和溶解量(飽和濃度)のガス量となるように二酸化炭素ガスを溶解させ、二酸化炭素ガスで液体を大気圧での飽和溶解量未満の二酸化炭素ガスが溶解した状態にする。

#### 【0034】

次いで、大気圧での飽和溶解量未満の二酸化炭素が溶解した液体が配管2を流れてポンプ4を通過し、気泡発生部5Aに流入する。気泡発生部5Aは、気体供給部5aから気泡発生部材5bに気泡生成ガスを供給し、その供給した気泡生成ガスを用いて気泡発生部材5bにより、前述の大気圧での飽和溶解量未満の二酸化炭素が溶解した液体に多数の微小気泡を発生させる。

#### 【0035】

その後、大気圧での飽和溶解量未満の二酸化炭素が溶解して多数の微小気泡を含む液体が配管2を流れて処理部6に流入する。処理部6は、回転機構6aにより処理対象の基板Wを平面内で回転させ、その基板Wの表面上にノズル6bから前述の液体を処理液として供給し、基板Wを洗浄する。

#### 【0036】

このような基板処理動作では、処理液として用いる液体に二酸化炭素ガスが溶解し、この液体の比抵抗が下がっているため、基板Wの帯電を抑止することができる。さらに、処理液として用いる液体に多数の窒素ガスの微小気泡が含まれている場合には、基板Wに対する洗浄能力を向上させることができる。したがって、気泡生成ガスにより多数の微小気泡を確実にさらに容易に生成することができる。

#### 【0037】

また、二酸化炭素ガスの溶解により液体がイオン化しており、イオンは微小気泡の周りに集まる特性を有しているため、微小気泡は多数のイオンにより覆われる。この多数のイオンが微小気泡を覆う殻のように機能するため、微小気泡の形状が安定することになる。  
その結果、発生時の微小気泡の大きさ(粒径)を維持することができる。

#### 【0038】

ところが、このとき、二酸化炭素ガス溶解量が多くなり、二酸化炭素ガスが気泡となると、その気泡を含む液体はイオン化しにくくなるため、イオンが減少してしまう。そこで、液体に対する二酸化炭素ガスの溶解量が維持され、二酸化炭素ガスが気泡となることが防止されている。この二酸化炭素ガスの気泡発生の防止により、微小気泡の周りに集まるイオンの減少を抑えることが可能となり、微小気泡の形状がより安定するため、発生時の微小気泡の大きさを確実に維持することができる。

#### 【0039】

このように発生時の微小気泡サイズを確実に維持することが可能となるため、例えば、超微細デバイスと呼ばれるような基板Wを洗浄する洗浄処理では、微小気泡がより細かい

10

20

30

40

50

箇所に入ることが可能となり、その結果、洗浄能力を向上させることができる。また、加工処理でも、同様に、微小気泡がより細かい箇所に入ることが可能となり、潤滑、冷却及び洗浄などの効果が上がるため、結果として加工能力を向上させることができる。

#### 【0040】

以上説明したように、第1の実施形態によれば、液体に二酸化炭素ガスを溶解させ、さらに、液体に対する二酸化炭素ガスの溶解量を維持しつつ気泡生成ガスを用いて液体中に複数の微小気泡を発生させることから、液体中に二酸化炭素ガスによる気泡を発生させずに複数の微小気泡を発生させることができるとなる。このとき、二酸化炭素ガスの気泡発生によるイオン減少が防止され、微小気泡の周りに集まるイオンにより微小気泡の形状が確実に安定するため、発生時の微小気泡の大きさを維持することができる。したがって、発生時の大きさを維持した複数の微小気泡を含み二酸化炭素ガスが溶解した液体を処理液として用いることが可能となるため、帯電防止を実現しつつ処理性能を向上させることができる。10

#### 【0041】

また、液体に大気圧での飽和溶解量未満のガス量の二酸化炭素ガスを溶解させ、その液体に気泡生成ガスを供給して多数の微小気泡を発生させることから、気泡生成ガス供給前に液体は二酸化炭素ガスにより大気圧での飽和溶解量未満の二酸化炭素ガスが溶解した状態となり、気泡生成ガスは多数の微小気泡となる。したがって、気泡生成ガスにより多数の微小気泡を確実にさらに容易に発生させることができる。

#### 【0042】

また、溶解部3A及び気泡発生部5Aは、液体が流れる流れ方向において溶解部3Aが気泡発生部5Aより上流側に位置付けられ、配管2にそれぞれ設けられている。これにより、気泡生成ガス供給前に二酸化炭素ガスが液体に供給されて溶解することになる。このため、液体の流れ方向において溶解部3Aが気泡発生部5Aより下流側に位置付けられた場合に比べ、気泡生成ガスが存在せず二酸化炭素ガスが液体に溶解しやすくなるため、二酸化炭素ガスの溶解量をより多くすることができる。20

#### 【0043】

一方、液体の流れ方向において溶解部3Aが気泡発生部5Aより下流側に位置付けられた場合には、二酸化炭素ガス供給前に気泡生成ガスが液体に供給されて溶解することになる。このため、液体の流れ方向において溶解部3Aが気泡発生部5Aより上流側に位置付けられた場合に比べ、二酸化炭素ガスが存在せず気泡生成ガスが液体に溶解しやすくなるため、微小気泡の発生量をより多くすることができる。30

#### 【0044】

ここで、前述のように溶解部3Aが気泡発生部5Aより下流側に位置付けられた場合には、多数の微小気泡を含む液体が溶解部3Aに流入することになるため、気泡発生部5Aと溶解部3Aとの離間距離（配管2に沿った離間距離、すなわちそれらの間の配管長さ）が、微小気泡のサイズを維持することが可能な距離に設定されていることが好ましい。

#### 【0045】

また、液体として水を用いて、気泡生成ガスとして窒素ガスを用いた場合には、水に対する二酸化炭素ガスの溶解度の方が窒素ガスの溶解度よりかなり大きく、二酸化炭素ガスの方が窒素ガスより水に溶解しやすいため、二酸化炭素ガスで水を容易に大気圧での飽和溶解量未満の二酸化炭素ガスが溶解した状態にすることができ、さらに、窒素ガスの方が二酸化炭素ガスより微小気泡になりやすいため、水中に窒素ガスによる多数の微小気泡を確実にさらに容易に発生させることができる。40

#### 【0046】

##### （第2の実施形態）

本発明の第2の実施形態について図2を参照して説明する。

#### 【0047】

本発明の第2の実施形態は基本的に第1の実施形態と同様である。第2の実施形態では、第1の実施形態との相違点について説明し、第1の実施形態で説明した部分と同一部分50

は同一符号で示し、その説明も省略する。

**【0048】**

図2に示すように、第2の実施形態に係る基板処理装置1では、溶解部3Bが、第1の実施形態に係る気体供給部3a及び溶解膜3bに加え、窒素ガス、酸素ガスあるいはオゾンガスなどの気泡生成ガス（プロセスガスと呼ばれることがある）を供給する気体供給部3cを備えている。

**【0049】**

気体供給部3cは、開閉弁や圧力レギュレータなどを有しており、所定の圧力及び流量で気泡生成ガスを溶解膜3bに供給可能に形成されている。この気体供給部3cは、気体供給部3aにより供給される二酸化炭素ガスと共に気泡生成ガスを溶解膜3bに供給する。なお、所定の圧力や流量は、所望量の微小気泡が溶解膜3bにより液体中に発生するようあらかじめ設定されている。10

**【0050】**

前述の気泡生成ガスとしては、第1の実施形態と同様、例えば、窒素（N<sub>2</sub>）などの不活性ガス、それ以外にも酸素（O<sub>2</sub>）やオゾン（O<sub>3</sub>）などの酸化性ガスを用いることが可能である。なお、窒素ガスを用いた場合には、処理対象物へのパーティクルの再付着を防止することができ、酸素ガスやオゾンガスを用いた場合には、処理対象物から有機物を除去することができる。

**【0051】**

この溶解部3Bは、気体供給部3aから供給された二酸化炭素ガス及び気体供給部3cから供給された気泡生成ガスを溶解膜3bにより液体に溶解させる。このとき、溶解部3Bは、所定の圧力（溶解圧力）で溶解を行うが、大気圧での飽和溶解量（飽和濃度）未満のガス量となるように二酸化炭素ガスを溶解させると共に、大気圧での飽和溶解量以上のガス量となるように気泡生成ガスを溶解させる。20

**【0052】**

ただし、前述の気泡生成ガスが液体に溶解するとき、その気泡生成ガスが液体中で気泡となることが問題となる場合には、気泡生成ガスのガス量を大気圧での飽和溶解量以上であって溶解圧力での飽和溶解量未満にすることが好ましい。なお、溶解時に気泡生成ガスが多少気泡となって残留しても問題がないこともあり、また、その気泡を取り除く構造や装置などを採用することも可能である。したがって、気泡生成ガスが溶解時に気泡になることが必ずしも問題となるわけではない。30

**【0053】**

気泡発生部5Bは、第1の実施形態に係る気泡発生部5Aに替えて、処理部6内に位置する配管2の一端部に設けられており、液体を大気開放してその液体中に複数の微小気泡を発生させる気泡発生部材である。この気泡発生部5Bとしては、例えば、微小な貫通孔を有するオリフィス部材やベンチュリ管などを用いることが可能である。

**【0054】**

次に、前述の基板処理装置1が行う基板処理動作（処理液生成を含む基板処理方法）について説明する。

**【0055】**

まず、ポンプ4が駆動すると、脱気済みの液体が配管2を流れて溶解部3Bに流入する。溶解部3Bは、気体供給部3a及び気体供給部3cから溶解膜3bに二酸化炭素ガス及び気泡生成ガスを供給し、その供給した二酸化炭素ガス及び気泡生成ガスを溶解膜3bにより脱気済みの液体に溶解させる。このとき、大気圧での飽和溶解量未満のガス量となるように二酸化炭素ガスを溶解させると共に、大気圧での飽和溶解量以上のガス量となるように気泡生成ガスを溶解させる。40

**【0056】**

次いで、二酸化炭素及び気泡生成ガスが溶解した液体が配管2を流れてポンプ4を通過し、処理部6内の気泡発生部5Bに流入する。気泡発生部5Bは、二酸化炭素ガス及び気泡生成ガスが溶解した液体を吐出して大気開放し、二酸化炭素ガスが溶解した液体中に多50

数の微小気泡を発生させる。このとき、気泡生成ガスは大気圧での飽和溶解量以上のガス量で液体に溶解しているため、多数の微小気泡となるが、二酸化炭素ガスは大気圧での飽和溶解量未満のガス量で液体に溶解しているため、気泡となることはない。

#### 【0057】

その後、処理部6では、二酸化炭素ガスが溶解して多数の微小気泡を含む液体が処理対象の基板Wの表面に供給される。この処理部6は、回転機構6aにより処理対象の基板Wを平面内で回転させ、その基板Wの表面上に気泡発生部5Bから前述の液体を処理液として供給し、基板Wを洗浄する。

#### 【0058】

このような基板処理動作では、第1の実施形態と同様の効果を得ることができる。10  
特に、溶解時の圧力（溶解圧力）に比例して二酸化炭素ガスの溶解量は大きくなるが、大気圧に開放した際に二酸化炭素ガスが気泡化しないよう、すなわち二酸化炭素ガスの溶解量が大気圧での飽和溶解量未満のガス量となるように二酸化炭素ガスを溶解させる。このため、二酸化炭素ガスの気泡化を防止することができる。したがって、二酸化炭素の気泡発生の防止により、微小気泡の周りに集まるイオンの減少を抑えることが可能となり、微小気泡の形状が安定するため、発生時の微小気泡の大きさを確実に維持することができる。

#### 【0059】

以上説明したように、第2の実施形態によれば、第1の実施形態と同様の効果を得ることができます。特に、大気圧での飽和溶解量未満のガス量の二酸化炭素ガスを液体に溶解させると共に、大気圧での飽和溶解量以上のガス量の気泡生成ガスを溶解させ、それらの二酸化炭素ガス及び気泡生成ガスが溶解した液体を大気圧に開放することから、液体中に二酸化炭素ガスによる気泡を発生させずに複数の微小気泡を生成することが可能となる。これにより、二酸化炭素ガスの気泡発生によるイオン減少が防止され、微小気泡の周りに集まるイオンにより微小気泡の形状が確実に安定するため、発生時の微小気泡の大きさを維持することができる。したがって、発生時の大きさを維持した複数の微小気泡を含み二酸化炭素ガスが溶解した液体を処理液として用いることが可能となるため、帯電防止を実現しつつ処理性能を向上させることができる。20

#### 【0060】

また、液体として水を用いて、気泡生成ガスとして窒素ガスを用いた場合には、水に対する二酸化炭素ガスの溶解度の方が窒素ガスの溶解度よりかなり大きく、二酸化炭素ガスの方が窒素ガスより水に溶解しやすいため、二酸化炭素ガス及び窒素ガスと一緒に水に溶解させる場合でも、窒素ガスよりも多くの二酸化炭素ガスを水に溶解させることができる。なお、二酸化炭素ガスを溶解させすぎると、処理液が酸性となり、洗浄に適さなくなってしまうが、二酸化炭素ガスを溶解させる量を制御しているので、処理液の酸性化を抑え、処理液が洗浄に適さなくなることを防止することもできる。30

#### 【0061】

以上、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、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。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とその均等の範囲に含まれる。40

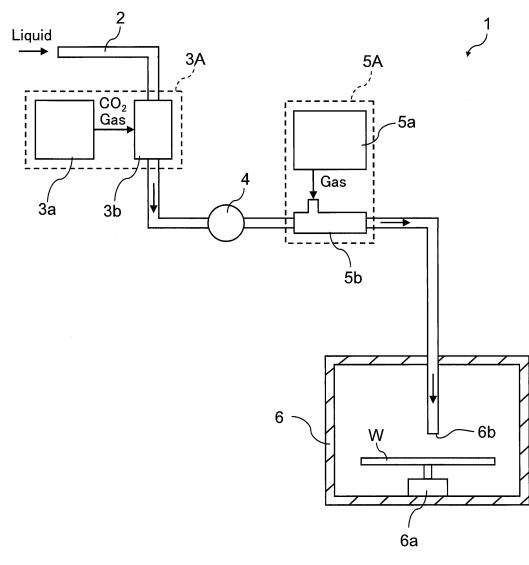
#### 【符号の説明】

#### 【0062】

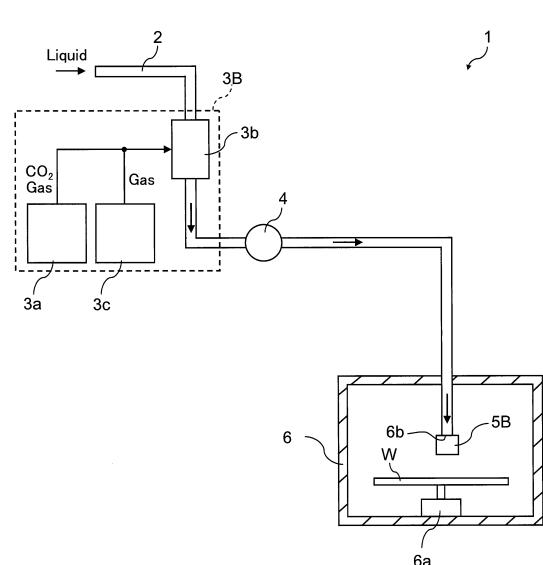
- 1 基板処理装置
- 2 配管
- 3 A 溶解部
- 3 B 溶解部
- 5 A 気泡発生部
- 5 B 気泡発生部

## 6 处理部

【図1】



【図2】



---

フロントページの続き

(72)発明者 木名瀬 淳

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 横浜事業所内

(72)発明者 小山 博隆

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 横浜事業所内

(72)発明者 宮崎 邦浩

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 横浜事業所内

(72)発明者 宮本 高志

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 横浜事業所内

(72)発明者 戸板 翔

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 横浜事業所内

(72)発明者 城所 宏

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 横浜事業所内

審査官 横溝 顯範

(56)参考文献 国際公開第2008/050832(WO,A1)

特開2002-172318(JP,A)

特開2005-093873(JP,A)

特開昭62-294475(JP,A)

特開2004-344821(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01F 1/00

B01F 3/04

B01F 5/06

H01L 21/304