

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2008年5月2日 (02.05.2008)

PCT

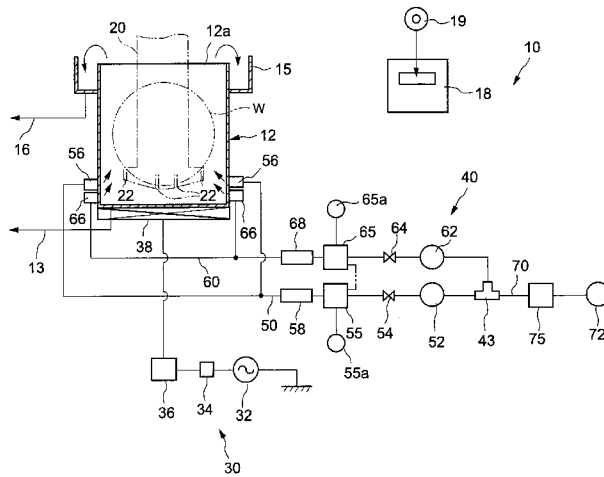
(10) 国際公開番号  
WO 2008/050832 A1

- (51) 国際特許分類:  
H01L 21/304 (2006.01) G11B 7/26 (2006.01)  
B08B 3/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/070811
- (22) 国際出願日: 2007年10月25日 (25.10.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2006-292348  
2006年10月27日 (27.10.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED)
- [JP/JP]; 〒1078481 東京都港区赤坂五丁目3番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 渡辺 司 (WATANABE, Tsukasa) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650番地 東京エレクトロン九州株式会社内 Yamanashi (JP). 新藤 尚樹 (SHINDO, Naoki) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650番地 東京エレクトロン九州株式会社内 Yamanashi (JP).
- (74) 代理人: 吉武 賢次, 外 (YOSHITAKE, Kenji et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル323号 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

[続葉有]

(54) Title: SUBSTRATE CLEANING APPARATUS, SUBSTRATE CLEANING METHOD, PROGRAM AND RECORDING MEDIUM

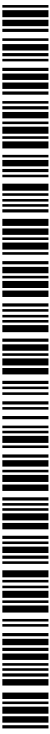
(54) 発明の名称: 基板洗浄装置、基板洗浄方法、プログラム、および記録媒体



(57) Abstract: Provided is a substrate cleaning method for removing particles at a high removing efficiency from a substrate to be treated, while remarkably suppressing damages of a wiring pattern. In the substrate cleaning method, the particles (dirt and the like) attached on the substrate (W) to be treated are removed by immersing the substrate in a cleaning solution and generating ultrasonic waves in the cleaning solution. The substrate cleaning method is provided with a step of immersing the substrate in the cleaning solution in a cleaning tank (12), and a step of generating the ultrasonic waves in the cleaning solution in the cleaning tank. In the step of generating the ultrasonic waves, a gas easily dissolved in the cleaning solution and a gas not easily dissolved in the cleaning solution are dissolved in the cleaning solution in the cleaning tank.

(57) 要約: 配線パターンのダメージを大幅に抑制しながら被処理基板からパーティクルを高い除去効率で除去することができる基板洗浄方法を提供する。基板洗浄方法は、被処理基板Wを洗浄液に浸漬するとともに洗浄液に超音波を発生させて、被処理基板に付着したパーティクル(汚れ等)を除去する方法である。基板洗浄方法は、洗浄槽(12)内で被処理基板を洗浄液に浸漬する工程と、前記洗浄槽内の洗浄液に超音波を発生させる工程と、を備えている。前記超音波を発生させる工

[続葉有]



WO 2008/050832 A1



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

SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

## 明 細 書

基板洗浄装置、基板洗浄方法、プログラム、および記録媒体

### 技術分野

[0001] 本発明は、被処理基板を洗浄液に浸漬するとともに洗浄液に超音波を発生させて、被処理基板に付着したパーティクル(汚れ等)を除去する基板洗浄方法および基板洗浄装置に係り、とりわけ、配線パターンのダメージを大幅に抑制しながら被処理基板からパーティクルを高い除去効率で除去することができる基板洗浄方法および基板洗浄装置に関する。

また、本発明は、被処理基板を洗浄液に浸漬するとともに洗浄液に超音波を発生させて、被処理基板に付着したパーティクル(汚れ等)を除去する基板の洗浄方法であって、とりわけ、配線パターンのダメージを大幅に抑制しながら被処理基板からパーティクルを高い除去効率で除去することができる基板の洗浄方法を実行するためのプログラム、並びに、当該プログラムを記憶したプログラム記録媒体に関する。

### 背景技術

[0002] 保持部材に保持させた状態で被処理基板を洗浄液に浸漬させるとともに洗浄液に超音波を発生させて被処理基板を洗浄する方法、いわゆる超音波洗浄(メガソニック処理とも呼ぶ)が、例えば特開昭64-4285号公報から既知である。

[0003] 超音波洗浄においては、主として、洗浄液中にキャビテーションを生じさせることにより、被処理基板からパーティクルを除去する。その一方で、強烈なキャビテーションが生じると、キャビテーションに伴った衝撃波により、被処理基板の表面に形成された配線パターンを損傷してしまうという不具合も生じる。そして、特開昭64-4285号公報では、洗浄液中に気泡を発生させることにより、配線パターンのダメージを抑制しつつ被処理基板を洗浄することが提案されている。

[0004] しかしながら、本件発明者らが鋭意研究を重ねたところ、洗浄液に気泡を発生させると、パーティクルの除去効率が低下してしまうことが見出された。また、近年においては、配線パターンがさらに微細化する傾向にあり、微細化した配線パターンは衝撃波によってダメージを受けやすい。したがって、これまで以上に効果的な配線パター

ンのダメージ防止策が求められている。

### 発明の開示

[0005] 本発明はこのような点を考慮してなされたものであり、被処理基板を洗浄液に浸漬するとともに洗浄液に超音波を発生させて、被処理基板に付着したパーティクル(汚れ等)を除去する基板洗浄方法および基板洗浄装置であって、とりわけ、配線パターンのダメージを大幅に抑制しながら被処理基板からパーティクルを高い除去効率で除去することができる基板洗浄方法および基板洗浄装置を提供することを目的とする。

[0006] また、本発明は、被処理基板を洗浄液に浸漬するとともに洗浄液に超音波を発生させて、被処理基板に付着したパーティクル(汚れ等)を除去する基板の洗浄方法であって、とりわけ、配線パターンのダメージを大幅に抑制しながら被処理基板からパーティクルを高い除去効率で除去することができる基板の洗浄方法を実行するためのプログラム、並びに、当該プログラムを記憶したプログラム記録媒体を提供することを目的とする。

[0007] 本件発明者らが種々の実験を行ったところ、(1)大量の気泡の発生がパーティクル除去効率の向上を阻害する、(2)洗浄液中に溶存したガスが配線パターンのダメージ防止に有効である、という実験結果が得られた。本発明はこのような実験結果に基づきなされたものである。

[0008] 本発明による基板洗浄装置は、洗浄液を貯留する洗浄槽と、前記洗浄槽内の洗浄液に超音波を発生させる超音波発生装置と、洗浄液に溶解しにくいガスが溶解した洗浄液を供給する第1供給管と、洗浄液に溶解しやすいガスが溶解した洗浄液を供給する第2供給管と、を備えることを特徴とする。

[0009] 本発明による基板洗浄装置において、前記第1供給管は、前記洗浄槽に接続され、洗浄液に溶解しにくいガスが溶解した洗浄液を前記洗浄槽内に供給し、前記第2供給管は、前記洗浄槽に接続され、洗浄液に溶解しやすいガスが溶解した洗浄液を前記洗浄槽内に供給するようにしてもよい。あるいは、本発明による基板洗浄装置が、前記第1供給管および前記第2供給管と接続されるとともに前記洗浄槽に接続され、前記第1供給管から供給される洗浄液と前記第2供給管から供給される洗浄液とを

混合して前記洗浄槽内へ供給し得る混合供給管を、さらに備えるようにしてもよい。  
あるいは、本発明による基板洗浄装置において、前記第1供給管および前記第2供給管は直列に接続されているようにしてもよい。

- [0010] また、本発明による基板洗浄装置が、前記第1供給管および前記第2供給管に接続され、脱気された洗浄液を前記第1供給管および前記第2供給管に供給する第3供給管と、前記第1供給管に取り付けられ、前記第1供給管内を流れる洗浄液に前記溶解しにくいガスを溶解させる第1溶解装置と、前記第2供給管に取り付けられ、前記第2供給管内を流れる洗浄液に前記溶解しやすいガスを溶解させる第2溶解装置と、をさらに備えるようにしてもよい。このような本発明による基板洗浄装置において、前記第3供給管から前記第1供給管および前記第2供給管に供給される脱気された洗浄液の溶存ガス濃度は、小数点以下を四捨五入すると0%であるようにしてもよい。
- [0011] さらに、本発明による基板洗浄装置において、前記溶解しにくいガスは、窒素、水素、酸素、不活性ガス、および、これらの組み合わせのうちのいずれか一つであるようにしてもよい。
- [0012] さらに、本発明による基板洗浄装置において、前記溶解しにくいガスは窒素であり、前記第1供給管から供給される洗浄液中における前記窒素の溶存ガス濃度は、小数点以下を四捨五入すると14%であるようにしてもよい。
- [0013] さらに、本発明による基板洗浄装置において、前記溶解しやすいガスは二酸化炭素であるようにしてもよい。
- [0014] さらに、本発明による基板洗浄装置において、洗浄中における前記洗浄槽内の洗浄液の温度が28℃以下に保持されるようになっていてもよい。
- [0015] 本発明による基板洗浄方法は、洗浄槽内で被処理基板を洗浄液に浸漬する工程と、前記洗浄槽内の洗浄液に超音波を発生させる工程と、を備え、前記超音波を発生させる工程において、洗浄液に溶解しやすいガスと洗浄液に溶解しにくいガスとが、前記洗浄槽内の前記洗浄液に溶解していることを特徴とする。
- [0016] 本発明による基板洗浄方法の前記超音波を発生させる工程において、前記洗浄液に溶解しやすいガスと前記洗浄液に溶解しにくいガスとのみが、前記洗浄槽内の

前記洗浄液に溶解しているようにしてもよい。

- [0017] また、本発明による基板洗浄方法において、前記溶解しにくいガスは、窒素、水素、酸素、不活性ガス、および、これらの組み合わせのうちのいずれか一つであるようにしてもよい。
- [0018] さらに、本発明による基板洗浄方法において、前記溶解しにくいガスは窒素であり、前記洗浄液中における前記窒素の溶存ガス濃度は、小数点以下を四捨五入すると14%であるようにしてもよい。
- [0019] さらに、本発明による基板洗浄方法において、前記溶解しやすいガスは二酸化炭素であるようにしてもよい。
- [0020] さらに、本発明による基板洗浄方法の前記超音波を発生させる工程において、前記洗浄槽内の前記洗浄液の温度は28℃以下であるようにしてもよい。
- [0021] 本発明によるプログラムは、基板洗浄装置を制御するコンピュータによって実行されるプログラムであって、前記コンピュータによって実行されることにより、洗浄槽内で被処理基板を洗浄液に浸漬する工程と、前記洗浄槽内の洗浄液に超音波を発生させる工程と、を備え、前記超音波を発生させる工程において、洗浄液に溶解しやすいガスと洗浄液に溶解しにくいガスとが、前記洗浄槽内の前記洗浄液に溶解している、被処理基板の洗浄方法を基板洗浄装置に実施させることを特徴とする。
- [0022] 本発明によるプログラム記録媒体は、基板洗浄装置を制御するコンピュータによって実行されるプログラムが記録されたコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、前記プログラムが前記コンピュータによって実行されることにより、洗浄槽内で被処理基板を洗浄液に浸漬する工程と、前記洗浄槽内の洗浄液に超音波を発生させる工程と、を備え、前記超音波を発生させる工程において、洗浄液に溶解しやすいガスと洗浄液に溶解しにくいガスとが、前記洗浄槽内の前記洗浄液に溶解している、被処理基板の洗浄方法を基板洗浄装置に実施させることを特徴とする。
- [0023] 本発明によれば、洗浄液中に溶存した溶解しにくいガスにより、キャビテーションを活発に発生させることができる。その一方で、洗浄液中に溶存した溶解しやすいガスにより、キャビテーションに起因して洗浄液中を伝播する衝撃波を吸収することができる。これらにより、被処理基板に形成された配線パターンのダメージを大幅に抑制し

ながら、被処理基板からパーティクルを高い除去効率で除去することができる。

#### 図面の簡単な説明

[0024] [図1]図1は、本発明による基板洗浄装置の一実施の形態の構成を概略的に示す図である。

[図2]図2は、基板洗浄装置の処理槽を示す上面図である。

[図3]図3は、洗浄槽内に大量の気泡が発生した場合における、洗浄液中における超音波の伝播作用を説明するための図である。

[図4]図4は、洗浄槽内に少量の気泡が発生した場合における、洗浄液中における超音波の伝播作用を説明するための図である。

[図5]図5は、図1に対応する図であって、図1に示す基板洗浄装置の変形例の構成を概略的に示す図である。

[図6]図6は、溶存ガス濃度とパーティクル除去効率との関係を説明するための図である。

[図7]図7は、溶存ガス濃度と、ウエハ中のパーティクル除去効率が高くなる領域との関係を説明するための図である。

#### 発明を実施するための形態

[0025] 以下、図面を参照して本発明の一実施の形態について説明する。なお、以下の実施の形態においては、本発明による基板洗浄装置を半導体ウエハの洗浄装置に適用した例を説明する。ただし、本発明による基板洗浄装置は、半導体ウエハの洗浄への適用に限られるものではなく、広く基板の洗浄に適用することができる。

[0026] 図1乃至図4は本発明による基板洗浄方法、基板洗浄装置、プログラム、および記録媒体の一実施の形態を説明するための図である。

[0027] このうち図1は基板洗浄装置の構成を概略的に示す図であり、図2は基板洗浄装置の処理槽を示す上面図であり、図3および図4は洗浄液中における超音波の伝播作用を説明するための図である。

[0028] 図1に示すように、本実施の形態における基板洗浄装置10は、洗浄槽(DIP槽)12と、洗浄槽12内に洗浄液を供給する洗浄液供給設備40と、被処理ウエハ(被処理基板)Wを保持する保持部材(ウエハボートとも呼ぶ)20と、洗浄槽12内の洗浄液に

超音波を発生させる超音波発生装置30と、洗浄液供給設備40に接続された制御装置18と、を備えている。このような基板洗浄装置10は、洗浄槽12内に貯留された洗浄液に被処理ウエハWを浸漬した状態で洗浄液に超音波を発生させることにより、被処理ウエハWを超音波洗浄する装置である。

[0029] まず、洗浄液供給設備40について詳述する。図1に示すように洗浄液供給設備40は、洗浄槽12に接続され、第1洗浄液を洗浄槽12内に供給する第1供給管50と、洗浄槽12に接続され、第2洗浄液を洗浄槽12内に供給する第2供給管60と、第1供給管50および第2供給管60に接続されるとともに脱気された洗浄液(第3洗浄液)を第1供給管50および第2供給管60に供給する第3供給管70と、第3供給管70に洗浄液を供給する洗浄液源72と、を備えている。なお、本実施の形態において、洗浄液源72からは、純水(DIW)が洗浄液として第3供給管70に供給されるようになっている。

[0030] ここで第1洗浄液とは、洗浄液である純水に溶解(溶存)しにくいガスを、所定の溶存濃度で第3洗浄液に溶解してなるものである。この中で「溶解しにくいガス」とは、純水に溶解された状態で安定しにくいガスを指す。したがって、これらのガスが純水に溶存している場合、純水に超音波を照射すると、これらのガスに起因したキャビテーションが活発に生じる。また、キャビテーションが生じると、溶存していたこれらのガスが気泡化しやすくなる。このような「溶解しにくいガス」として、例えば、窒素、水素、酸素、不活性ガス(ヘリウム、ネオン、アルゴン、キセノン等)、および、これらの組み合わせのうちのいずれか一つを用いることができる。

[0031] 一方、ここで第2洗浄液とは、洗浄液である純水に溶解(溶存)しやすいガスを、所定の溶存濃度で第2洗浄液に溶解してなるものである。この中で「溶解しやすいガス」とは、純水に溶解された状態で安定しやすいガスを指す。したがって、これらのガスが純水に溶存している場合、純水に超音波を照射しても、これらのガスに起因したキャビテーションは生じにくい。また、キャビテーションも生じにくいので、溶存していたこれらのガスは気泡化しにくい。このような「溶解しやすいガス」として、例えば、二酸化炭素を用いることができる。

[0032] 図1に示すように、洗浄液源72に第3供給管70の上流側の端部が接続されている

。一方、第3供給管の下流側の端部は、分岐管43を介して、第1供給管50の上流側の端部および第2供給管60の上流側の端部に接続されている。また、第3供給管70には、第3供給管70内を流れる洗浄液を脱気する脱気装置75が設けられている。このような構成により、洗浄液源72から第3供給管70に送り込まれた洗浄液(純水)が脱気装置75によって脱気され、脱気された洗浄液(第3洗浄液)が生成される。生成された第3洗浄液は、分岐管43を介し、第1供給管50および第2供給管60に供給される。

[0033] ここで、脱気装置75としては、膜脱気や真空脱気等の原理を用いた種々の公知の脱気装置を採用することができる。そして、脱気装置75の出力と、各出力で洗浄液から脱気させることができるガスの量の程度(つまり、各出力における溶存濃度の低下量)と、の関係を予め把握しておき、当該把握された関係に基づき目標とする脱気量に応じて脱気装置75の出力を決定し、当該出力で脱気装置75を稼働させることにより、脱気された洗浄液(第3洗浄液)を得ることができる。この脱気装置75は制御装置18に接続され、制御装置18によってその動作が制御されるようになっている。

[0034] なお、本実施の形態において、第3洗浄液の溶存ガス濃度は0ppmに設定されている。このような場合には、前記把握された関係に基づいて決定される出力よりも多少高めに脱気装置の出力を設定しておくことにより、比較的容易かつ安定して、第3洗浄液の溶存ガス濃度を予定された溶存ガス濃度(0ppm)に設定することができる。

[0035] ところで、本願で用いる溶存ガス濃度は「ppm」を単位として少数点以下を四捨五入した値で判断することとする。例えば、本願で用いる「0ppm」とは、小数点以下第1位を四捨五入すると0ppmとなる溶存ガス濃度、すなわち、0.5ppm未満の溶存ガス濃度を含むものとする。

[0036] 次に、洗浄液供給設備40の分岐管43以降における構成について詳述する。

[0037] 図1に示すように、第1供給管50および第2供給管60には、各供給管50, 60を開閉する開閉弁54, 64と、各供給管50, 60中を流れる洗浄液の流量を調節し得るフローメータ52, 62と、が設けられている。各フローメータ52, 62は制御装置18に接続されている。そして、第1供給管50内を流れる洗浄液の流量および第2供給管60

内を流れる洗浄液の流量は、各フローメータ52, 62を介し、制御装置18によって制御され得る。

[0038] また、第1供給管50には、第1供給管50内を流れる洗浄液に溶解しにくいガスを溶解させる第1溶解装置55が取り付けられている。第1溶解装置55には、溶解しにくいガスを供給する第1ガス源55aが接続されている。本実施の形態においては、溶解しにくいガスとして窒素が、第1ガス源55aから第1溶解装置55へ供給されるようになっている。このような構成により、第3供給管70から第1供給管50に送り込まれた第3洗浄液に第1溶解装置55を用いて窒素が溶解させられ、脱気された洗浄液(第3洗浄液)から第1洗浄液が生成される。

[0039] 同様に、第2供給管60には、第2供給管60内を流れる洗浄液に溶解しやすいガスを溶解させる第2溶解装置65が取り付けられている。第2溶解装置65には、溶解しやすいガスを供給する第2ガス源65aが接続されている。本実施の形態においては、溶解しやすいガスとして二酸化炭素が、第2ガス源65aから第2溶解装置65へ供給されるようになっている。このような構成により、第3供給管70から第2供給管60に送り込まれた第3洗浄液に第2溶解装置65を用いて二酸化炭素が溶解させられ、脱気された洗浄液(第3洗浄液)から第2洗浄液が生成される。

[0040] ここで、第1および第2溶解装置55, 65としては、上述した脱気装置75と同様に、種々の公知の溶解装置を用いることができる。そして、溶解装置55, 65の出力と、各出力で洗浄液が溶解させることができるガス量の程度(つまり、各出力における溶存濃度の上昇量)と、の関係を予め把握しておき、当該把握された関係に基づき溶解装置55, 65の出力を決定し、当該出力で溶解装置55, 65を稼働させることにより、所望の溶存ガス濃度でガスが溶解した第1および第2洗浄液を得ることができる。なお、第1溶解装置55および第2溶解装置65はそれぞれ制御装置18に接続され、制御装置18によってその動作がそれぞれ制御されるようになっている。

[0041] また、図1に示すように、第1供給管50および第2供給管60には温調機構58, 68が設けられている。この温調機構58, 68によって、第1供給管50内を流れる第1洗浄液の温度および第2供給管60内を流れる第2洗浄液の温度がそれぞれ所望の温度範囲内に調節される。なお、後述する理由から洗浄槽12内における気泡の発生を

抑制することを目的として、洗浄液の温度は低い方が有利であり、後述の実施例での実績に基づいて28℃以下とすることが好ましい。

[0042] さらに、図1および図2に示すように、第1供給管50の洗浄槽12側の下流側の端部には、2つの第1洗浄用ノズル56が洗浄槽12の対向する壁面に沿って設けられている。同様に、第2供給管60の洗浄槽12側の下流側の端部には、2つの第2洗浄用ノズル66が洗浄槽12の対向する壁面に沿って設けられている。なお、図2には第1洗浄液用ノズル56のみが図示されているが、第2洗浄液用ノズル66も、図示された第1洗浄液用ノズル56と同様の構成となっている。

[0043] 第1洗浄用ノズル56および第2洗浄用ノズル66は洗浄槽12の壁面に沿って細長状に伸びる筒状の部材からなっている。そして、この筒状部材には、その長手方向に沿い一定の間隔を空けて配置された多数のノズル孔56a, 66aが設けられている。ノズル孔56a, 66aの配置位置は、後述するように、保持部材20によって保持された被処理ウエハWの配置位置に基づき、決定されている。図1に示すように、本実施の形態において、第1洗浄用ノズル56は第2洗浄用ノズル66の上方に配置されている。ただし、これに限られず、第2洗浄用ノズル66が第1洗浄用ノズル56の上方に配置されていてもよいし、あるいは、後に変形例として説明するよう、第1洗浄液と第2洗浄液とを混合した後、同一のノズルによって洗浄槽12内に供給するようにしてもよい。

[0044] 次に、洗浄液供給設備40から第1洗浄液および第2洗浄液を受ける洗浄槽12について説明する。洗浄槽12は、図1および図2に示すように略直方体の輪郭を有している。洗浄槽12には、後述するようにウエハWを出し入れするための上方開口が形成されている。また、洗浄槽12の底面には、貯留した洗浄液を排出するための排出管13が設けられている。

[0045] また、図1に示すように、洗浄槽12の上方開口を取り囲むようにして、外槽15が設けられている。この外槽15は、洗浄槽12の上方開口からあふれ出た洗浄液を回収するようになっている。洗浄槽12と同様に、外槽15にも回収した洗浄液を排出するための排出管16が設けられている。

[0046] このような洗浄槽12および外槽15は、例えば、耐薬品性に富んだ石英等を用いて形成される。また、洗浄槽12および外槽15の排出管13, 16から排出された洗浄液

は、そのまま廃棄されてもよいし、循環再利用されるようにしてもよい。

[0047] 次に、ウエハWを保持する保持部材20について説明する。図1および図2に示すように、保持部材20は、略水平方向に延びる4本の棒状部材22と、4本の棒状部材22を片側から片持支持する基部24と、を有している。棒状保持部材22は、一度に洗浄処理される複数のウエハW、例えば50枚のウエハWを下方から支持するようになっている。このため、各棒状部材22には、その長手方向に沿い一定間隔を空けて配列された溝(図示せず)が形成されている。ウエハ20は、この溝に係合し、各ウエハWの板面が棒状部材の延びる方向と略直交するようにして、すなわち、各ウエハWの板面が垂直方向に沿うようにして、保持部材20によって保持されるようになる(図1参照)。

[0048] ところで、図2から理解できるように、上述した第1洗浄液用ノズル56および第2洗浄液用ノズル66のノズル孔56a, 66aの配置ピッチは、保持部材20に保持されたウエハWの配置ピッチと略同一となっている。また、上述した第1洗浄液用ノズル56および第2洗浄液用ノズル66の多数のノズル孔56a, 66aは、保持部材20に保持されたウエハW間に洗浄液を吐出することができるよう、配列されている。

[0049] 一方、保持部材20の基部24は、図示しない昇降機構に連結されている。この昇降機構によってウエハWを保持した保持部材20を降下させることにより、洗浄槽12に貯留された洗浄液中にウエハWを浸漬することができる。なお、昇降機構は制御装置18に接続されており、制御装置18によって洗浄液へのウエハWの浸漬が制御されるようになっている。

[0050] 次に、超音波発生装置30について説明する。図1に示すように、超音波発生装置30は、洗浄槽12の底部外面に取り付けられた振動子38と、振動子38を駆動するための高周波駆動電源32と、高周波駆動電源32に接続された超音波発振器34と、を有している。本実施の形態においては、複数の振動子38が設けられており、各振動子38が洗浄槽12の底部外面を部分的に占めるよう配列されている。また、図1に示すように、超音波発生装置30は超音波発振器34および各振動子38に接続された駆動切換機構36をさらに有している。この駆動切換機構36によって、複数の振動子38を全体駆動することと、一つまたは二以上の振動子38を個別的に駆動することと

、のいずれもが可能となっている。

- [0051] 振動子38が駆動されて振動すると、洗浄槽12の底部を介し、洗浄槽12内に貯留された洗浄液に超音波が伝播し、これにより、洗浄槽12内の洗浄液に超音波が発生させられる。なお、超音波発生装置30は制御装置18に接続されており、制御装置18によって洗浄液への超音波の付与が制御されるようになっている。
- [0052] 次に、制御装置18について説明する。上述したように、制御装置18は、基板洗浄装置10の各構成要素に接続され、各構成要素の動作を制御するようになっている。本実施の形態において、制御装置18はコンピュータを含み、このコンピュータが記録媒体19に予め記憶されたプログラムを実行することによって、基板洗浄装置10を用いた被処理ウエハWの洗浄が実行されるようになっている。
- [0053] 次に、このような構成からなる基板洗浄装置10を用いたウエハWの洗浄方法の一例について説明する。
- [0054] まず、洗浄液源72から第3供給管70に純水が洗浄液として供給される。第3供給管70を流れる洗浄液は脱気装置75によって脱気され、小数点以下を四捨五入すると溶存ガス濃度が0%である第3洗浄液が生成される。その後、溶存ガス濃度が0ppmである第3洗浄液は、分岐管43を介し、一部が第1供給管50に流れ込み、残りは第2供給管60に流れ込む。
- [0055] 第1供給管50に流れ込む第3洗浄液は、第1溶解装置55によって、溶解しにくいガスとしての窒素を溶解させられる。このようにして、第3洗浄液から、所定の濃度で窒素が溶解した第1洗浄液が得られる。本実施の形態においては、洗浄槽12内における洗浄液の溶存窒素濃度が14ppmとなるよう、第1供給管50から洗浄槽12へ流れる第1洗浄液の流量および第2供給管60から洗浄槽12へ流れる第2洗浄液の流量を考慮し、第1洗浄液への窒素の溶解量が決定される。第1洗浄液の供給量は、制御装置18が予め設定されたプログラムに従ってフローメータ52の開度を調節することにより、決定される。また、制御装置18は、予め設定されたプログラムに従って温調装置58を制御する。この結果、洗浄槽12には、所定の温度を有する第1洗浄液が所定の濃度(ppm)および供給量(l/min)で供給されるようになる。
- [0056] 同様に、第2供給管60に流れ込む第3洗浄液は、第2溶解装置65によって、溶解

しやすいガスとしての二酸化炭素を溶解させられる。このようにして、第3洗浄液から、所定の濃度で二酸化炭素が溶解した第2洗浄液が得られる。本実施の形態においては、洗浄槽12内における洗浄液の溶存二酸化炭素濃度が330ppmとなるよう、第1供給管50から洗浄槽12へ流れる第1洗浄液の流量および第2供給管60から洗浄槽12へ流れる第2洗浄液の流量を考慮し、第2洗浄液への二酸化炭素の溶解量が決定される。第2洗浄液の供給量は、制御装置18が予め設定されたプログラムに従ってフローメータ62の開度を調節することにより、決定される。また、制御装置18は、予め設定されたプログラムに従って温調装置68を制御する。この結果、洗浄槽12には、所定の温度を有する第2洗浄液が所定の濃度(ppm)および供給量(l/min)で供給されるようになる。

- [0057] 以上のようにして、洗浄槽12内に、窒素と二酸化炭素とがそれぞれ所定の溶存ガス濃度で溶存している洗浄液が貯留される。
- [0058] 次に、所定枚(例えば50枚)の被処理ウエハWを保持した保持部材20が降下して、洗浄槽12内の洗浄液中に被処理ウエハWが浸漬される。
- [0059] その後、制御装置18は、超音波発生装置30を作動させ、洗浄槽12内の洗浄液に超音波を発生させる。これにより、洗浄槽12内に浸漬しているウエハWは超音波洗浄(メガソニック処理)されることになる。この結果、ウエハWの表面に付着しているパーティクル(汚れ等)が除去される。
- [0060] 本実施の形態においては、この工程中、第1供給管50から洗浄槽12内へ第1洗浄液が供給され、第2供給管60から洗浄槽12内へ第2洗浄液が供給され続けている。図1および図2に示すように、第1洗浄液は、保持部材20に保持された2枚のウエハWの間に向け斜め上方に吐出される。同様に、第2洗浄液も、保持部材20に保持された2枚のウエハWの間に向け斜め上方に吐出される。したがって、このような第1洗浄液および第2洗浄液の吐出により、ウエハWから除去されたパーティクルは洗浄槽12内の洗浄液の液面まで浮かび上がるように促進され、さらに、洗浄槽12から外槽15にあふれ出るように促進される。これにより、いったんウエハWから除去されたパーティクルがウエハWの他の部分に再付着してしまうことを防止することができる。ただし、この工程中に、洗浄槽12内へ洗浄液を供給し続けることは必須ではなく、洗浄液

の供給時間を制限してもよいし、また、洗浄液をまったく供給しないようにしてもよい。

[0061] このような本実施の形態によれば、後述の実施例からも明らかになるように、高い除去効率でパーティクルを除去することができるとともに、配線パターンへのダメージを大幅に抑制することができる。このような現象が生じるメカニズムは明らかではないが、主に図3および図4を用い、その一要因と考えられ得るメカニズムについて説明する。ただし、本件発明は以下のメカニズムの限定されるものではない。

[0062] 本件発明者らが鋭意研究を重ねたところ、後述する実験結果が示すように(実施例参照)、(1)大量の気泡の発生はパーティクルの除去を妨げ、(2)洗浄液中に溶存したガスが配線パターンへのダメージを効果的に抑制する、ことが見出された。そして、本実施の形態においては、超音波洗浄工程において、洗浄液には、洗浄液に溶解しにくいガス(窒素)と、洗浄液に溶解しやすいガス(二酸化炭素)とが、洗浄槽12内の洗浄液に溶解している。

[0063] 超音波が洗浄液に照射されて洗浄液中の圧力が変動すると、洗浄液に溶解しにくいガス(洗浄液中における安定性の欠けるガス)の分子が急激に状態変化し、キャビテーションが引き起こされる。そして、このキャビテーションがウエハWに付着したパーティクルをウエハから引き剥がす(除去する)主要因の一つであると考えられている。したがって、洗浄液に溶解しにくいガスは、パーティクルの除去効率の向上に貢献する。

[0064] なお、キャビテーションが生じると、急激な圧力変化にともなって洗浄液中に溶存していたガスは気泡化しやすくなる。上述したように、大量の気泡の発生はパーティクルの除去を妨げる。これは、図3に示すように、発生した気泡が、洗浄液中における超音波の伝播を妨げ、超音波がウエハWの板面上に行き渡らなくなる、からであると推定される。つまり、溶解しにくいガスを洗浄液中に溶解させ過ぎると、ウエハ中においてパーティクルが除去される領域が片寄るとともに、除去効率を低下させてしまう虞がある。

[0065] その一方で、超音波が洗浄液に照射されて洗浄液中の圧力が変動しても、洗浄液に溶解しやすいガス(洗浄液中において安定したガス)の分子は状態変化しない。すなわち、溶解しやすいガスは、キャビテーションを引き起こすことがなく、これにとも

なって、気泡化する可能性も少なくなる。したがって、洗浄液中に溶存している溶解しやすいガスは超音波の減衰の原因とはならず、図4に示すように、超音波は洗浄槽12内に広がり渡る。ところで、上述したように、洗浄液中に溶存したガスは配線パターンへのダメージを効果的に抑制する。これは、洗浄液中に溶存したガスが、キャビテーションによって生ずる衝撃波を吸収し、この結果、衝撃波に起因した配線パターンのダメージを防止することができる、からであると推定される。すなわち、溶解しやすいガスは、気泡化して超音波の伝播を妨げることなく、配線パターンのダメージを効果的に抑制することができる。

[0066] このような洗浄液に溶解しにくいガスの作用および洗浄液に溶解しやすいガスの作用により、本実施の形態においては、ウエハWに形成された配線パターンのダメージを大幅に抑制しながら、ウエハWからパーティクルを高い除去効率で除去することができる。

[0067] 以上のような洗浄槽12内の洗浄液に超音波を発生させる超音波洗浄工程は、例えば5分程度、継続する。その後、超音波発生装置30による超音波の照射が停止し、超音波洗浄工程が終了する。

[0068] ウエハWに対する超音波洗浄が終了すると、保持部材20部材が上昇し、ウエハが洗浄槽12内から搬出される。以上のようにして被処理ウエハWに対する一連の洗浄工程が終了する。

[0069] 以上のような本実施の形態によれば、洗浄槽12内の洗浄液に超音波を発生させる際に、洗浄液に溶解しやすいガスと洗浄液に溶解しにくいガスとが洗浄槽12内の洗浄液に溶解している。洗浄液中に溶存する溶解しやすいガスは、キャビテーションを活発に生じさせる。このキャビテーションにより、パーティクルをウエハWから高い除去効率で除去することができる。その一方で、洗浄液中に溶存する溶解しやすいガスは、キャビテーションを発生させにくく、これにともない気泡化しにくい。そして、溶解しやすいガスは、洗浄液中に溶存したまま、キャビテーションに起因して伝播する衝撃波を吸収する。したがって、ウエハWに形成されたパターンの損傷を防止することができる。これらにより、ウエハWの配線パターンのダメージを大幅に抑制しながら、ウエハWからパーティクルを高い除去効率で除去することができる。

- [0070] 上述した実施の形態に関し、本発明の要旨の範囲内で種々の変更が可能である。以下、変形例の一例について説明する。
- [0071] 上述した実施の形態において、洗浄液として純水を用い、被処理ウエハWを超音波洗浄する例を示したが、これに限られない。洗浄液として薬液、例えばSC1(アンモニア過水： $\text{NH}_4\text{OH}/\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$ )を用い、被処理ウエハWを超音波洗浄するようにしてもよい。また、薬液を用いて洗浄する場合、薬液による洗浄処理後に、純水を用いた濯ぎ洗浄処理が必要となる。この純水を用いた濯ぎ洗浄処理として、上述の純水を用いた基板洗浄方法を採用することもできる。
- [0072] また、上述した実施の形態において、第1洗浄液と第2洗浄液とが別個の供給管50, 60を介して、洗浄槽12内に供給される例を示したがこれに限られない。例えば、図5に示すように、第1供給管50と第2供給管60とに接続された混合供給管80をさらに設け、第1洗浄液と第2洗浄液とを混合して洗浄槽12に供給し得るようにしてもよい。図5に示す例においては、第1供給管50および第2供給管60は、ミキシングバルブ82を介し、混合供給管80に連結されている。また、図示する例においては、混合供給管80に温調機構88が設けられており、第1供給管50および第2供給管60には温調機構が設けられていない。この温調機構88によって、混合供給管80から洗浄槽12内へ供給される洗浄液の温度が調節される。
- [0073] なお、図5に示す変形例は混合供給管80およびミキシングバルブ82をさらに設けたこと、並びに、温調機構の配置位置が異なるのみであり、他は図1乃至図4に示す実施の形態と略同一である。図5において、図1乃至図4に示す実施の形態と同一部分には同一符号を付すとともに、重複する詳細な説明は省略する。
- [0074] あるいは、図1に二点鎖線で示すように、第1供給管50および第2供給管60は直列に接続されているようにしてもよい。言い換えると、第1供給管50から第2供給管60へ第1洗浄液が流れ込み、そして、この洗浄液に溶解しやすいガスが溶解させられた後、溶解しやすいガスと溶解しにくいガスとの両方が溶解した洗浄液が洗浄槽12に供給されるようにしてもよいし、あるいは、第2供給管60から第1供給管50へ第2洗浄液が流れ込み、そして、この洗浄液に溶解しにくいガスが溶解させられた後、溶解しやすいガスと溶解しにくいガスとの両方が溶解した洗浄液が洗浄槽12に供給され

るようにしてもよい。

さらに、上述した実施の形態において、各洗浄液の溶存ガス濃度は例示に過ぎず、種々変更することが可能である。

[0075] ところで、上述のように、基板洗浄装置10はコンピュータを含む制御装置18を備えている。この制御装置18により、基板洗浄装置10の各構成要素が動作させられ、被処理ウエハWの洗浄が実行されるようになっている。そして、基板洗浄装置10を用いたウエハWの洗浄を実施するために、制御装置18のコンピュータによって実行されるプログラムも本件の対象である。また、当該プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体19も、本件の対象である。ここで、記録媒体19とは、フロッピーディスク(フレキシブルディスク)やハードディスクドライブ等の単体として認識することができるものも含む。

[0076] なお、以上の説明においては、本発明による基板洗浄方法、基板洗浄装置、プログラム、および記録媒体を、ウエハWの洗浄処理に適用した例を示しているが、これに限られず、LCD基板やCD基板等の洗浄処理に適用することも可能である。

### 実施例

[0077] 実施例により本発明をさらに詳しく説明するため、以下に説明する二つの実験を行った。

[0078] 〔実験1〕

異なる溶存ガス濃度で窒素が溶解した洗浄液を洗浄槽に貯留し、洗浄槽内の洗浄液中に試験用ウエハを浸漬して洗浄液に超音波を発生させた。本実験に用いられる洗浄液は、溶存ガス濃度が0ppmとなるまで脱気し、その後、異なる溶存ガス濃度で窒素を当該洗浄液中に溶解させた。つまり、洗浄槽内の洗浄液には、ガスとして窒素のみが溶存している。実験は、窒素の溶存濃度を8ppm、10ppm、12ppm、14ppm、および16ppmの五つに設定して、行われた。

[0079] 溶存ガス濃度以外の条件は、ウエハの超音波洗浄に用いられている一般的な条件とした。例えば、超音波を発生させている時間は10分とした。実験で用いられた試験用ウエハには、4000個のパーティクルを予めむらなく均一に付着させておいた。また、図1および図2に示されているように、複数のウエハを収容し得り、下方側部に洗

浄液を供給するための洗浄用ノズルが設けられた洗浄槽を、本実験において用いた。

[0080] 実験結果を表1、図6、および図7に示す。表1および図6は、溶存ガス濃度と、各溶存ガス濃度でのパーティクル除去効率(= (1 - (超音波洗浄後に試験用ウエハに残存していたパーティクルの数) / 4000) × 100(%))と、の関係を示している。また、超音波洗浄後の試験用ウエハを観察し、試験用ウエハ中のパーティクルが高い除去効率で除去されていた領域を調査した。図7には、溶存窒素濃度が14ppmの場合と、16ppmの場合と、におけるウエハの観察結果が示されている。図7において、斜線部分が、高い除去効率でパーティクルが除去されていると視認された領域である。また、図7の斜線部における斜線の密度は、視認された当該部分での除去効率に略比例している。なお、図7の紙面における試験用ウエハの配置は、洗浄槽内での試験用ウエハの配置に対応している。つまり、図7の紙面における試験用ウエハの下側部分は、超音波洗浄中に洗浄槽内の下側(超音波発生装置の振動子側)に配置されていた部分となっている。

[表1]

表1 実験1の実験結果

ガス溶存濃度 (ppm)	8	10	12	14	16
パーティクル除去効率 (%)	38.2	53.5	64.4	78.9	60.5

表1および図6から理解できるように、溶存ガス濃度が14ppmの場合に、パーティクルを最も高い除去効率で除去することができた。また、溶存ガス濃度が8ppmから14ppmまで上昇するにつれて、パーティクル除去効率も向上(上昇)していった。

[0081] また、洗浄槽内における気泡の発生を観察したところ、溶存ガス濃度が上昇するにつれて、洗浄槽内における気泡の発生量が上昇していった。特に、溶存ガス濃度が14ppmの場合および16ppmの場合に、気泡の発生が活発であった。図7に示すように、溶存ガス濃度が14ppmの場合および16ppmの場合、試験用ウエハの上側においてパーティクルの除去効率が低下していた。パーティクルの除去効率が低下している領域(図7における無地の領域)は、溶存ガス濃度が14ppmの場合よりも16ppmの場合の方が、広がっていた。その一方で、高い除去効率でパーティクルが除去さ

れていると視認された領域同士を比較すると、溶存ガス濃度が14ppmの場合よりも16ppmの場合の方が高い除去効率でパーティクルが除去されていた。

[0082] これらの結果から、気泡が洗浄液中での超音波の伝播を吸収し、この結果、大量の気泡の発生はパーティクル除去効率の向上を阻害する、と推察される。

[0083] [実験2]

窒素の溶存ガス濃度が14ppmであるとともに二酸化炭素の溶存ガス濃度が異なる値となっている洗浄液を洗浄槽に貯留し、洗浄槽内の洗浄液中に試験用ウエハを浸漬して洗浄液に超音波を発生させた。本実験に用いられる洗浄液は、溶存ガス濃度が0ppmとなるまで脱気し、その後、窒素の溶存ガス濃度を14ppmに調整するとともに二酸化炭素の溶存ガス濃度を調整した。つまり、洗浄槽内の洗浄液には、ガスとして窒素と二酸化炭素のみが溶存している。実験は、二酸化炭素の溶存濃度を0ppm(比較例)、330ppm(実施例)に設定して、行われた。超音波洗浄は4分間行った。洗浄液として純水を用いた。超音波の出力は96Wとした。また、試験用ウエハは、実験1と同様に、4000個のパーティクルを予めむらなく均一に付着させられたものであって、さらにダメージ評価用の突部が略1000億個形成されたものを用いた。

[0084] 実験結果を表2に示す。表2は、二酸化炭素の溶存ガス濃度と、各溶存ガス濃度でのパーティクル除去効率(= (1 - (超音波洗浄後に試験用ウエハに残存していたパーティクルの数) / 4000) × 100 (%))と、の関係を示している。また、表2は、二酸化炭素の溶存ガス濃度と、各溶存ガス濃度での配線パターンのダメージ数量(= (超音波洗浄後に倒れていた試験用ウエハの突部の数量))と、の関係を示している。

[表2]

表2 実験2の実験結果

	比較例	実施例
CO <sub>2</sub> 溶存ガス濃度 (ppm)	0	330
パーティクル除去効率 (%)	36.5	36.6
ダメージ数量 (p c e)	1473	195

二酸化炭素が洗浄液に溶解している場合、配線パターンのダメージ数量が激減した。

- [0085] また、パーティクル除去効率は、二酸化炭素の溶存ガス濃度が0ppmの場合と、330ppmの場合とでは、略同一であった。つまり、二酸化炭素を溶存ガス濃度330ppmで溶解した場合、二酸化炭素が溶解していない場合と同程度のパーティクル除去作用を有するとともに、二酸化炭素が溶解していない場合に比べて飛躍的にダメージ数量を低下させることができる。
- [0086] 洗浄槽内における気泡の発生を観察したところ、二酸化炭素の溶存ガス濃度が0ppm場合と、330ppmの場合とでは、同程度であった。
- [0087] なお、表2の結果は、洗浄槽内の洗浄液の温度を28℃とした場合の結果である。洗浄槽内の温度を40℃にした場合、気泡の発生が著しく、また、パーティクル除去効率も低下した。

## 請求の範囲

- [1] 洗浄液を貯留する洗浄槽と、  
前記洗浄槽内の洗浄液に超音波を発生させる超音波発生装置と、  
洗浄液に溶解しにくいガスが溶解した洗浄液を供給する第1供給管と、  
洗浄液に溶解しやすいガスが溶解した洗浄液を供給する第2供給管と、を備える  
ことを特徴とする基板洗浄装置。
- [2] 前記第1供給管は、前記洗浄槽に接続され、洗浄液に溶解しにくいガスが溶解した  
洗浄液を前記洗浄槽内に供給し、  
前記第2供給管は、前記洗浄槽に接続され、洗浄液に溶解しやすいガスが溶解し  
た洗浄液を前記洗浄槽内に供給する  
ことを特徴とする請求項1に記載の基板洗浄装置。
- [3] 前記第1供給管および前記第2供給管と接続されるとともに前記洗浄槽に接続され  
、前記第1供給管から供給される洗浄液と前記第2供給管から供給される洗浄液とを  
混合して前記洗浄槽内へ供給し得る混合供給管を、さらに備える  
ことを特徴とする請求項1に記載の基板洗浄装置。
- [4] 前記第1供給管および前記第2供給管は直列に接続されている  
ことを特徴とする請求項1に記載の基板洗浄装置。
- [5] 前記第1供給管および前記第2供給管に接続され、脱気された洗浄液を前記第1  
供給管および前記第2供給管に供給する第3供給管と、  
前記第1供給管に取り付けられ、前記第1供給管内を流れる洗浄液に前記溶解し  
にくいガスを溶解させる第1溶解装置と、  
前記第2供給管に取り付けられ、前記第2供給管内を流れる洗浄液に前記溶解し  
やすいガスを溶解させる第2溶解装置と、をさらに備える  
ことを特徴とする請求項1に記載の基板洗浄装置。
- [6] 前記第3供給管から前記第1供給管および前記第2供給管に供給される脱気され  
た洗浄液の溶存ガス濃度は、小数点以下を四捨五入すると0%である  
ことを特徴とする請求項4に記載の基板洗浄装置。
- [7] 前記溶解しにくいガスは、窒素、水素、酸素、不活性ガス、および、これらの組み合

わせのうちのいずれか一つである

ことを特徴とする請求項1に記載の基板洗浄装置。

- [8] 前記溶解しにくいガスは窒素であり、前記第1供給管から供給される洗浄液中における前記窒素の溶存ガス濃度は、小数点以下を四捨五入すると14%であることを特徴とする請求項1に記載の基板洗浄装置。

- [9] 前記溶解しやすいガスは二酸化炭素であることを特徴とする請求項1に記載の基板洗浄装置。

- [10] 洗浄中における前記洗浄槽内の洗浄液の温度が28℃以下に保持されるようになっていることを特徴とする請求項1に記載の基板洗浄装置。

- [11] 洗浄槽内で被処理基板を洗浄液に浸漬する工程と、  
前記洗浄槽内の洗浄液に超音波を発生させる工程と、を備え、  
前記超音波を発生させる工程において、洗浄液に溶解しやすいガスと洗浄液に溶解しにくいガスとが、前記洗浄槽内の前記洗浄液に溶解していることを特徴とする基板洗浄方法。

- [12] 前記超音波を発生させる工程において、前記洗浄液に溶解しやすいガスと前記洗浄液に溶解しにくいガスとのみが、前記洗浄槽内の前記洗浄液に溶解していることを特徴とする請求項11に記載の基板洗浄方法。

- [13] 前記溶解しにくいガスは、窒素、水素、酸素、不活性ガス、および、これらの組み合わせのうちのいずれか一つであることを特徴とする請求項11に記載の基板洗浄方法。

- [14] 前記溶解しにくいガスは窒素であり、前記洗浄液中における前記窒素の溶存ガス濃度は、小数点以下を四捨五入すると14%であることを特徴とする請求項11に記載の基板洗浄方法。

- [15] 前記溶解しやすいガスは二酸化炭素であることを特徴とする請求項11に記載の基板洗浄方法。

- [16] 前記超音波を発生させる工程において、前記洗浄槽内の前記洗浄液の温度は28℃以下である

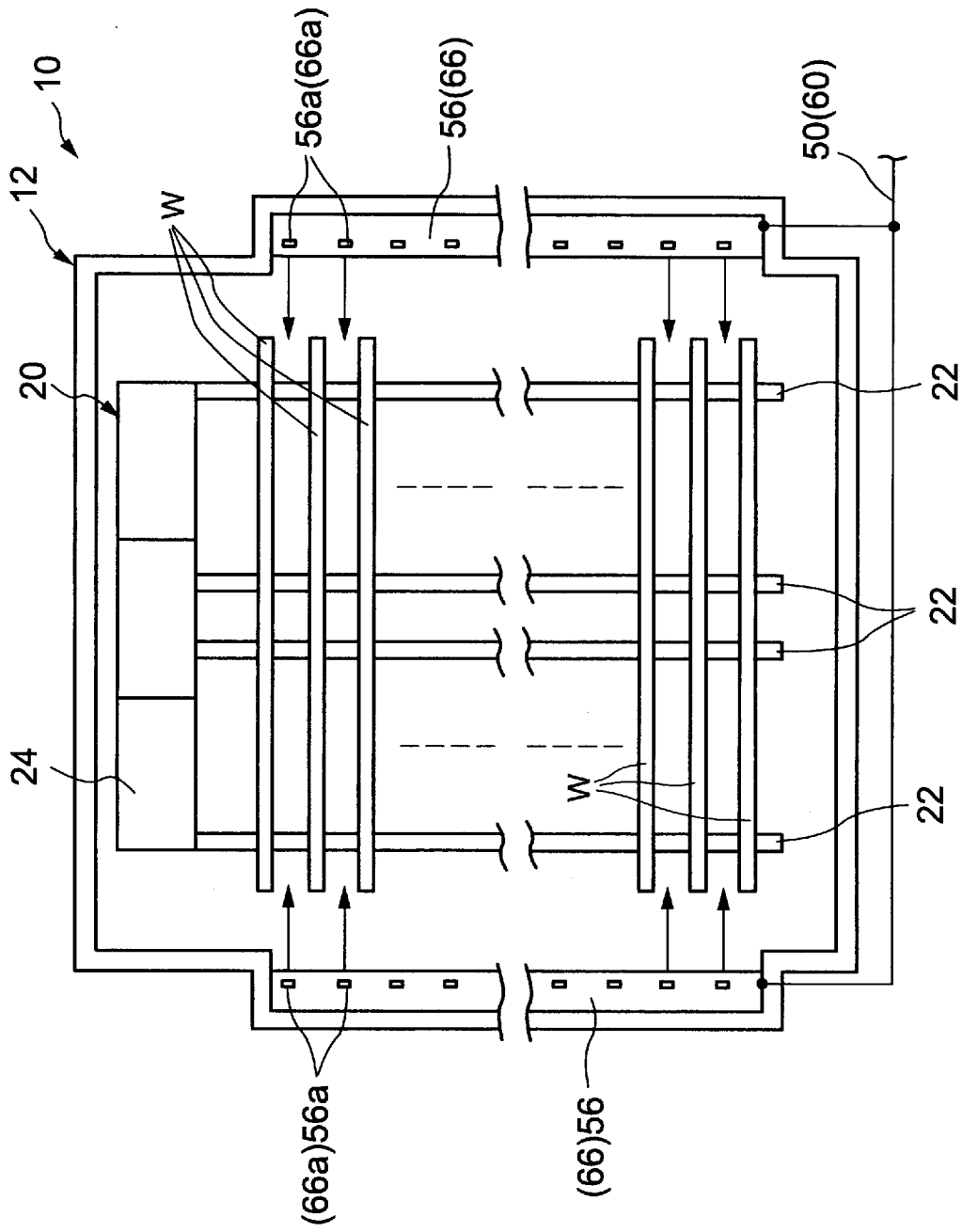
ことを特徴とする請求項11に記載の基板洗浄方法。

- [17] 基板洗浄装置を制御するコンピュータによって実行されるプログラムであって、前記コンピュータによって実行されることにより、洗浄槽内で被処理基板を洗浄液に浸漬する工程と、前記洗浄槽内の洗浄液に超音波を発生させる工程と、を備え、前記超音波を発生させる工程において、洗浄液に溶解しやすいガスと洗浄液に溶解しにくいガスとが、前記洗浄槽内の前記洗浄液に溶解している、被処理基板の洗浄方法を基板洗浄装置に実施させることを特徴とするプログラム。

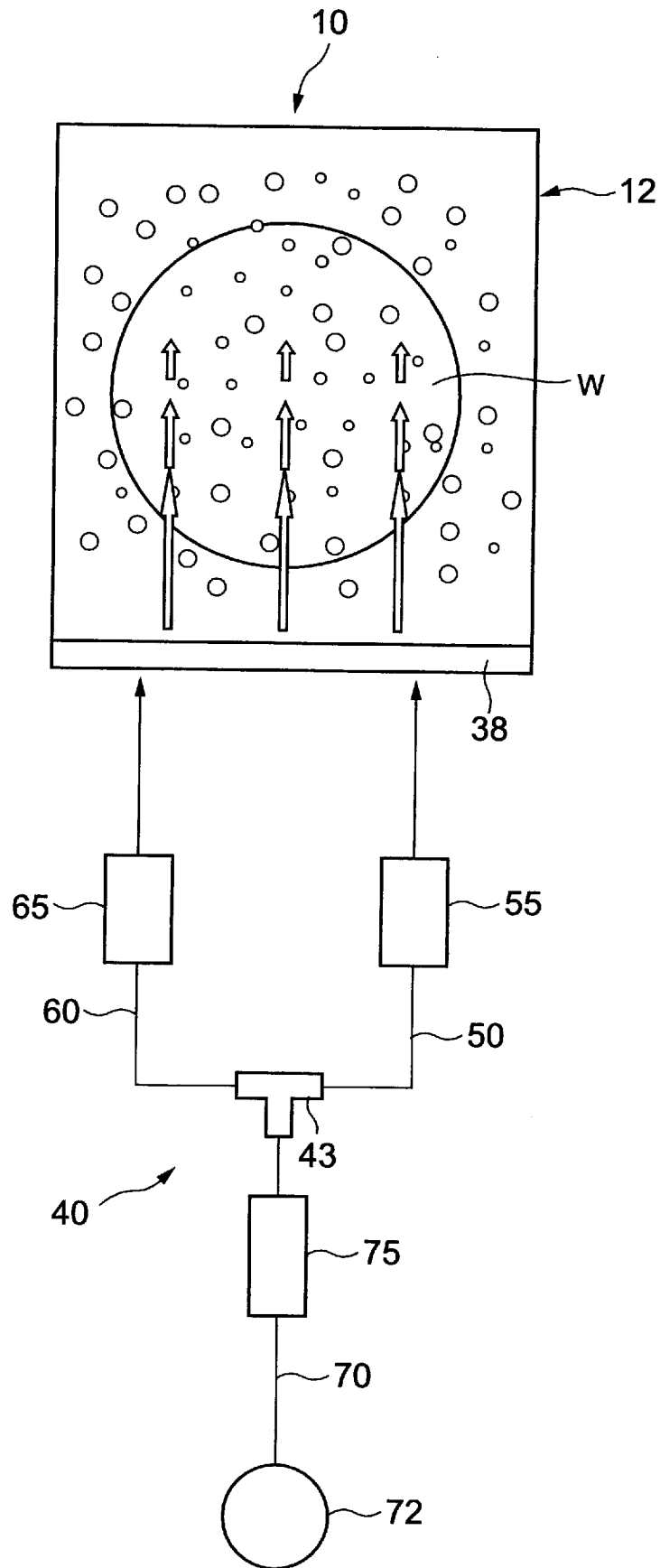
- [18] 基板洗浄装置を制御するコンピュータによって実行されるプログラムが記録されたコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、前記プログラムが前記コンピュータによって実行されることにより、洗浄槽内で被処理基板を洗浄液に浸漬する工程と、前記洗浄槽内の洗浄液に超音波を発生させる工程と、を備え、前記超音波を発生させる工程において、洗浄液に溶解しやすいガスと洗浄液に溶解しにくいガスとが、前記洗浄槽内の前記洗浄液に溶解している、被処理基板の洗浄方法を基板洗浄装置に実施させることを特徴とする記録媒体。



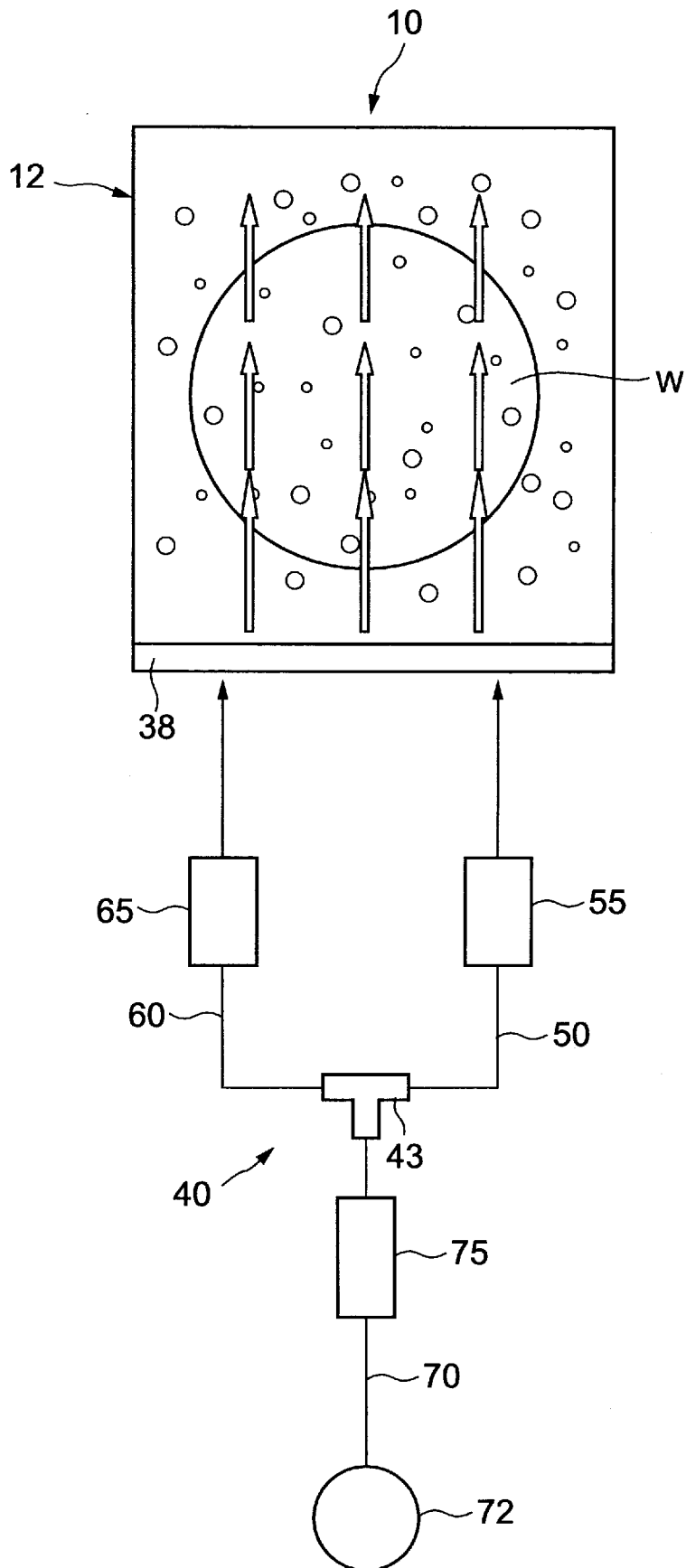
[図2]



[図3]

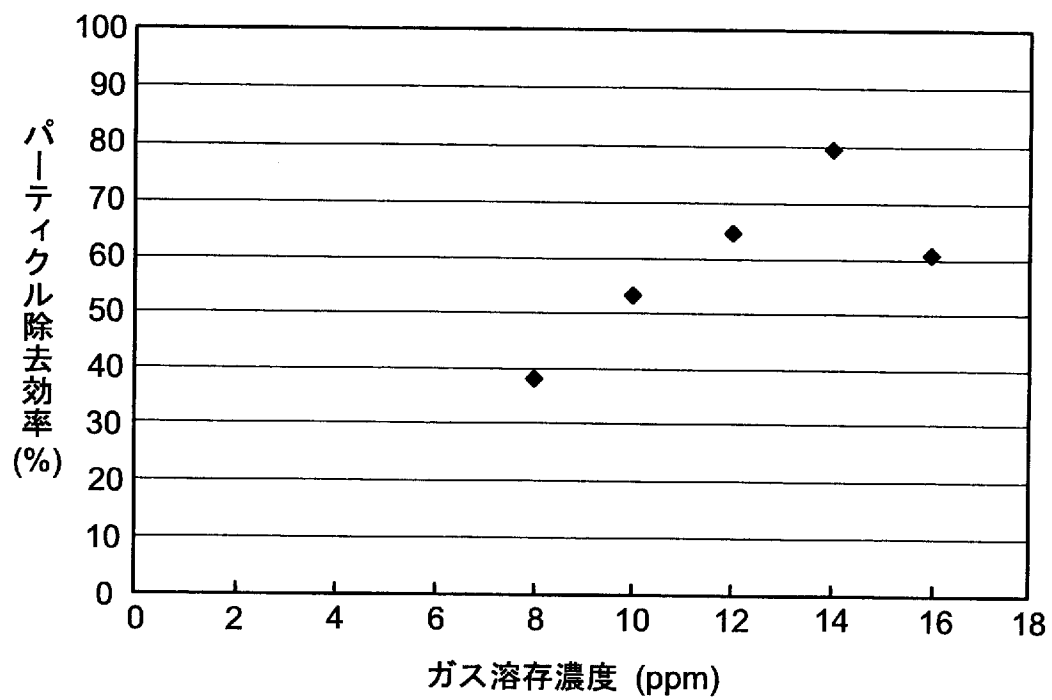


[図4]

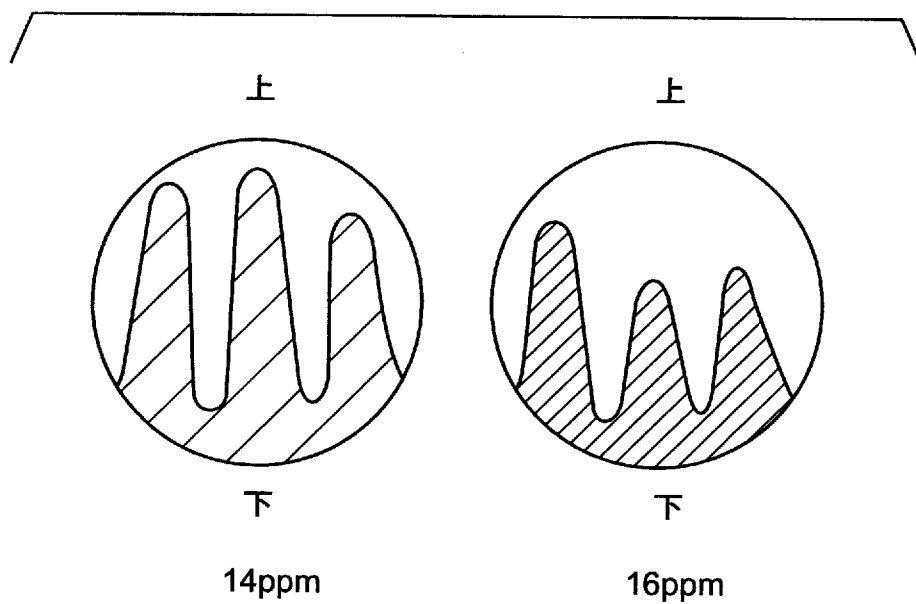




[図6]



[図7]





**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2007/070811

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-281894 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 07 October, 2004 (07.10.04), Par. Nos. [0027] to [0031]; Figs. 3 to 4 (Family: none)	5
Y	JP 2003-234320 A (NEC Electronics Corp.), 22 August, 2003 (22.08.03), Par. Nos. [0028] to [0044]; Figs. 1 to 3 & US 2003/0150477 A1	8,14
Y	JP 2005-296868 A (Tokyo Electron Ltd.), 27 October, 2005 (27.10.05), Full text; all drawings (Family: none)	17,18

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01L21/304(2006.01)i, B08B3/12(2006.01)i, G11B7/26(2006.01)n			
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 (IPC)) Int.Cl. H01L21/304, B08B3/12, G11B7/26			
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2007年 日本国実用新案登録公報 1996-2007年 日本国登録実用新案公報 1994-2007年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
Y	J P 2 0 0 6 - 1 7 9 7 6 5 A (大日本スクリーン製造株式会社) 2006.07.06, 段落【0001】-【0050】, 段落【0075】-【0078】, 第1-10図 & U S 2 0 0 6 / 0 1 3 7 7 1 9 A 1	1-18	
Y	J P 1 0 - 2 4 2 1 0 7 A (インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション) 1998.09.11, 段落【0026】-【0034】, 第1図	1-18	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> 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 10.12.2007		国際調査報告の発送日 18.12.2007	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/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) 早房 長隆	3 K   3 5 2 7
		電話番号 03-3581-1101 内線 3332	

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	& US 5800626 A & EP 0860866 A1	
Y	JP 2004-281894 A (松下電器産業株式会社) 2004. 10. 07, 段落【0027】 - 【0031】, 第3-4図 (ファミリーなし)	5
Y	JP 2003-234320 A (NECエレクトロニクス株式会社) 2003. 08. 22, 段落【0028】 - 【0044】, 第1-3図 & US 2003/0150477 A1	8, 14
Y	JP 2005-296868 A (東京エレクトロン株式会社) 2005. 10. 27, 全文, 全図 (ファミリーなし)	17, 18