

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3924551号

(P3924551)

(45) 発行日 平成19年6月6日(2007.6.6)

(24) 登録日 平成19年3月2日(2007.3.2)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 21/304 (2006.01)	HO 1 L 21/304 6 4 3 D
HO 1 L 21/306 (2006.01)	HO 1 L 21/304 6 4 7 Z
	HO 1 L 21/306 J

請求項の数 7 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2003-155690 (P2003-155690)	(73) 特許権者	390040660
(22) 出願日	平成15年5月30日(2003.5.30)		アプライド マテリアルズ インコーポレ
(65) 公開番号	特開2004-356593 (P2004-356593A)		イテッド
(43) 公開日	平成16年12月16日(2004.12.16)		APPLIED MATERIALS, I
審査請求日	平成15年5月30日(2003.5.30)		NCORPORATED
			アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95
			054 サンタ クララ パウアーズ ア
			ベニュー 3050
		(74) 代理人	100088155
			弁理士 長谷川 芳樹
		(74) 代理人	100094318
			弁理士 山田 行一
		(74) 代理人	100104282
			弁理士 鈴木 康仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 SOI ウェハ製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の面とその反対側の第2の面とに二酸化シリコン膜が形成された第1のシリコンウェハに、前記第1の面側から水素イオンを注入して水素イオン注入層を形成する第1ステップと、

該第1ステップの後、前記第1のシリコンウェハの前記第2の面に形成された前記二酸化シリコン膜のみに対し、超音波を印加しながら前記二酸化シリコン膜のエッチングをして、前記第1のステップにおいて前記第2の面に形成された二酸化シリコン膜に付着したシリコンポリマー・パーティクルを除去する第2ステップと、

該第2ステップの後、前記第1の面に形成された前記二酸化シリコン膜の表面に第2のシリコンウェハを貼り合わせる第3ステップと、
を含むSOIウェハ製造方法。

【請求項 2】

前記水素イオン注入層において前記第1のシリコンウェハを分断する第4ステップを更に含むことを特徴とする請求項1に記載のSOIウェハ製造方法。

【請求項 3】

前記エッチングのエッチャントはフッ酸水溶液であることを特徴とする請求項1又は2に記載のSOIウェハ製造方法。

【請求項 4】

前記第2ステップにおいて、前記第1のシリコンウェハの前記第1の面に形成された前

10

20

記二酸化シリコン膜を、前記エッチングのエッチャントとは異なる洗浄液により洗浄することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の S O I ウェハ製造方法。

【請求項 5】

前記洗浄液が純水又は機能水であることを特徴とする請求項 4 に記載の S O I ウェハ製造方法。

【請求項 6】

前記第 2 ステップにおいて、前記エッチングのエッチャントを、前記第 1 のシリコンウェハの前記第 2 の面に形成された前記二酸化シリコン膜の表面全面に供給し、前記超音波を前記第 2 の面の全面に対向する面から印加することを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の S O I ウェハ製造方法。

10

【請求項 7】

前記第 2 の面を下向きとして前記第 1 のシリコンウェハを水平に配置し、前記エッチングのエッチャントを前記第 1 のシリコンウェハの下方から供給することを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の S O I ウェハ製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、S O I (Silicon On Insulator) ウェハの製造方法に関し、特に S O I 製造に際して行われるイオン注入に起因するウェハ裏面側のパーティクルを除去する手段に関するものである。

20

【0002】

【従来の技術】

半導体ウェハの洗浄方法としては、従来から、バッチ式ウェット洗浄方法と称されるものが一般的に用いられている（下記の特許文献 1 参照）。バッチ式ウェット洗浄方法とは、簡単には、実質的に並行に配列された半導体ウェハを、アンモニア過水（A P M）系の洗浄液で満たされた洗浄槽に浸漬して洗浄する方法をいう。この方法は、複数枚の半導体ウェハを同時に洗浄できるという利点がある。

【0003】

しかしながら、バッチ式洗浄方法では、近年の半導体ウェハの大径化に伴い、洗浄装置が大型化し、また複数枚の半導体ウェハを取り扱うことが困難となるという問題が生じている。また、バッチ式洗浄方法では、隣合う半導体ウェハ間の間隔が比較的小さいため、一方のウェハの裏面に付着していたパーティクルが対向する他方のウェハの表面に再付着するというクロスコンタミネーションのおそれもある。

30

【0004】

これに対して、従来においては半導体ウェハを 1 枚ずつ洗浄する枚葉式ウェット洗浄方法が開発され、バッチ式に代わり広く採用されつつある。例えば下記の特許文献 2 に記載されているような枚葉式ウェット洗浄方法は、水平に配置した半導体ウェハの上面（表面）に A P M 系の洗浄液を流下して上面の洗浄を行うと共に、ウェハ下面（裏面）を同種の A P M 系洗浄液に浸し、更に超音波を当てて洗浄効果を高めるといったものである。

【0005】

40

上記の枚葉式ウェット洗浄方法は、半導体ウェハを 1 枚ずつ処理するため、装置設備も比較的小型で済み、超音波による洗浄も行うため短時間での処理が可能となる。また、ウェハの表裏をそれぞれ洗浄するため、クロスコンタミネーションという問題もない。

【0006】

【特許文献 1】

特開平 6 - 7 7 2 0 1 号公報（図 6）

【0007】

【特許文献 2】

国際公開公報 W O 0 2 - 1 6 0 9 A 2（図 6 a）

【0008】

50

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述したような従来の枚葉式ウェット洗浄方法を、例えばSOI (Silicon on Insulator) ウェハの製造プロセスにおける洗浄工程に適用しても、パーティクルをウェハ裏面から除去できない場合がある。

【0009】

ここで、SOIウェハとは、シリコンウェハ（以下「Siウェハ」という）の表面近くに二酸化シリコン膜（以下「SiO₂膜」という）とシリコン単結晶層（以下「Si単結晶層」又は「Si層」という）とを形成してSi層/SiO₂膜/Siウェハの積層構造とした半導体ウェハをいう。通常のバルクSiウェハに比べて高集積化、高速化等の点で優れており、近年着目されている半導体ウェハの一つである。SOIウェハを製造する方法としては、SiO₂膜が形成されたSiウェハに水素イオンを注入し、このウェハを別のSiウェハと貼り合わせた後で水素イオン注入層の部分で分断することによってSOIウェハを作製するというものが一般的である（例えば特開2000-12285号公報参照）。

10

【0010】

このようなSOIウェハ製造プロセスのイオン注入の後の洗浄に対して、上記の枚葉式ウェット洗浄方法を用いてもウェハ裏面に対しては十分な洗浄効果が得られない場合がある。これは、イオン注入を行う一般的なイオン注入装置においては、Siウェハを保持するホルダの表面（ウェハ保持面）が、保持性向上や帯電防止という観点から、シリコン被覆されており、このシリコンポリマーがウェハ裏面全体に強固に付着するためと考えられる。ウェハ裏面にパーティクルが残っている場合、それがウェハ表面側に回り込むと、ウェハ同士を隙間無く貼り合わせることができず、製造されたSIOウェハは欠陥を有するものになってしまう。

20

【0011】

そこで、本発明の目的は、SOIウェハを製造するに際して、イオン注入後にウェハ裏面のパーティクルを良好に除去することのできるSOIウェハ製造方法を提供することにある。

【0012】**【課題を解決するための手段】**

上記目的を達成するために、本発明者らは種々検討した結果、SOIウェハの製造に関しては、Siウェハの表面のみならず裏面側にもSiO₂膜が形成されており、そこにイオン注入装置のホルダによるシリコンポリマー・パーティクルが付着していることに着目した。すなわち、裏面側のSiO₂膜は表面のSiO₂膜ものとは異なり、最終的には無用なものであり、除去しても問題ないことに気づいた。

30

【0013】

そこで、本発明によるSOIウェハ製造方法は、第1の面とその反対側の第2の面とに二酸化シリコン膜が形成された第1のシリコンウェハに、前記第1の面側から水素イオンを注入して水素イオン注入層を形成する第1ステップと、該第1ステップの後、前記第1のシリコンウェハの前記第2の面に形成された前記二酸化シリコン膜のみに対し、超音波を印加しながらエッチングして前記第1のステップにおいて前記第2の面に形成された二酸化シリコン膜に付着したパーティクルを除去する第2ステップと、該第2ステップの後、前記第1の面に形成された前記二酸化シリコン膜の表面に第2のシリコンウェハを貼り合わせる第3ステップと、を含むことを特徴としている。この第3ステップの後、水素イオン注入層において前記第1のシリコンウェハを分断することで、SOIウェハが得られる。なお、エッチングを行うための液、すなわちエッチャントは、フッ酸水溶液（HF水溶液）であることが好ましい。

40

【0014】

この方法により、二酸化シリコン膜のエッチングと超音波印加を同時に行うことによって、二酸化シリコン膜に強固に付着していたパーティクルを十分に除去することができるようになる。一方、ウェハ裏面（第2の面）のみをエッチャントでエッチングすることと

50

しているので、イオン注入された面には何らの影響も与えない。

【0015】

また、イオン注入された側の第1の面については、前記エッチャントとは異なる洗浄液、例えば純水で洗浄することが好ましい。これにより、エッチャントの第1の面側への回り込みを防止することができるからである。また、純水に代えて、オゾン水、水素水、電解水等のいわゆる機能水を用いてもよい。

【0016】

更に、裏面(第2の面)を下向きとして第1のシリコンウェハを水平に配置し、エッチャントを第1のシリコンウェハの下方から供給することが好ましい。下方からエッチャントを接触させた方が、上面(第1の面)へのエッチャントの回り込みを防止できるからである。

10

【0017】

更にまた、エッチャントを第1のシリコンウェハの第1の面全面に供給し、超音波をこの第1の面全面に対向する面から印加することが、ウェハ1枚当たりの処理時間を大幅に短縮できるので、有効である。

【0018】

本発明によるSOIウェハ製造方法の第2ステップは、次のような洗浄装置を用いて行うことが有効である。すなわち、シリコンウェハを水平に支持する支持手段と、支持手段により支持されたシリコンウェハの下面に、エッチャント(二酸化シリコン膜をエッチングすることのできる洗浄液)を供給する第1の洗浄液供給手段と、エッチャントに対し超音波を印加するための超音波印加手段とを備える洗浄装置を用いるとよい。更に、支持手段により支持されたシリコンウェハの上面に、前記エッチャントとは異なる洗浄液を供給する第2の洗浄液供給手段を更に備えることが、より有効である。

20

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。

【0020】

図1は、本発明によるSOIウェハ製造方法を実施するのに適した洗浄装置の一実施形態を示すものである。本実施形態に係るSOIウェハ製造方法では、前述したように、まずSiウェハ(第1のシリコンウェハ)を酸化炉に入れて、その表裏全面にSiO₂膜を形成する。次いで、SiO₂膜が形成されたSiウェハの裏面(第2の面)をイオン注入装置のホルダにセットし、水素イオンを表面(第1の面)側から注入する(第1ステップ)。この後、洗浄工程(第2ステップ)となり、イオン注入されたウェハに対して図1に示す洗浄装置が用いられることとなる。洗浄後、このウェハと別のSiウェハ(第2のシリコンウェハ)とを貼り合わせる(第3ステップ)。最後に、水素イオン注入層の部分で、貼り合わせたウェハを分断することによって、SOIウェハを作製するのである(第4ステップ)。

30

【0021】

図1に示す洗浄装置10は、枚葉式ウェット型であり、チャンバ12内に設けられた超音波発生プレート(超音波印加手段)14を備えている。この超音波発生プレート14は、洗浄対象となる半導体ウェハWの直径よりもやや大きな直径の円盤であり、上面が水平となるように配設されている。また、図示しないが、超音波発生プレート14には、上方に超音波を伝搬するよう超音波発生素子を取り付けられている。更に、超音波発生プレート14の略中心部には貫通孔16が形成されており、この貫通孔16には洗浄液供給管18を介してチャンバ12外の洗浄液供給源(第1の洗浄液供給手段)20が接続されている。

40

【0022】

超音波発生プレート14の周囲には、半導体ウェハWを支持するための支持装置(支持手段)22が設けられている。図示実施形態の支持装置22は、超音波発生プレート14の上方にて内向きとされた少なくとも3つ、好ましくは4つの載置爪24と、これらの載置

50

爪 2 4 から垂下するアーム 2 6 を支持し超音波発生プレートと同軸に配置された円形のリング 2 8 とを備えている。リング 2 8 は、駆動装置 3 0 により超音波発生プレート 1 4 の中心軸線を中心にして回転可能となっている。また、支持装置 2 2 の載置爪 2 4 に半導体ウェハ W の周縁部が載置された状態では、半導体ウェハ W の下面（裏面）は超音波発生プレート 1 4 の上面全面に対向し、且つ、半導体ウェハ W は超音波発生プレート 1 4 の上面から所定の距離だけ離れた位置にて水平に支持される。従って、半導体ウェハ W が支持された状態で、洗浄液供給源 2 0 から洗浄液を供給すると、その洗浄液は超音波発生プレート 1 4 の上面と半導体ウェハ W の下面との間の間隙を通り外方に流通する。この際、支持装置 2 2 を回転させ半導体ウェハ W を回転させた場合、洗浄液は淀むことなく半導体ウェハ W の下面の全域を円滑に流れる。

10

【 0 0 2 3 】

更に、超音波発生プレート 1 4 の上方には、洗浄液吐出ノズル 3 2 が配置されている。このノズル 3 2 はチャンバ 1 2 外に設置された、前記洗浄液供給源 2 0 とは別個独立の洗浄液供給源（第 2 の洗浄液供給手段）3 4 に接続されている。なお、洗浄液吐出ノズル 3 2 は、洗浄工程以外には超音波発生プレート 1 4 の側方に移動させることができる。これによって、半導体ウェハ W を支持装置 2 2 に容易に取り付け、或いは取り外すことが可能となる。

【 0 0 2 4 】

次に、以上のような構成の洗浄装置 1 0 を用いて、本発明による洗浄方法について説明する。

20

【 0 0 2 5 】

まず、洗浄液供給源 2 0 のタンク（図示せず）に H F 水溶液を第 1 の洗浄液として充填する。H F 水溶液は、H F : 純水が 1 : 2 0 ~ 1 : 5 0 程度とすることが好ましい。また、洗浄液供給源 3 4 のタンク（図示せず）には純水（第 2 の洗浄液）、好ましくは脱イオン純水（D I W）を充填しておく。

【 0 0 2 6 】

この後、洗浄すべき半導体ウェハ W、すなわち水素イオンが注入された S i O₂ 膜付きの S i ウェハを洗浄装置 1 0 のチャンバ 1 2 内に搬入し、支持装置 2 2 の載置爪 2 4 上に載置、支持する。この際、イオン注入された側の面（ウェハ表面）が上向き、イオン注入装置のホルダに接した面（ウェハ裏面）が下向きとなるように載置する。なお、図 2 の（a）は、この段階での S i ウェハ W に対するパーティクル P の付着状態を示す概略図である。

30

【 0 0 2 7 】

そして、洗浄液吐出ノズル 3 2 の先端を S i ウェハ W の略中心点の上方に移動させ、純水をノズル 3 2 から吐出させると共に、H F 水溶液を超音波発生プレート 1 4 の貫通孔 1 6 から吐出させる。また同時に、駆動装置 3 0 を駆動して、支持装置 2 2 及び S i ウェハ W を回転させる。更に、超音波発生素子を駆動して、超音波を S i ウェハ W に印加する。

【 0 0 2 8 】

この状態においては、洗浄液吐出ノズル 3 2 からの純水が S i ウェハ W の表面を外方に流れ、S i ウェハ W の表面を洗浄する。また、この純水を S i ウェハ W の表面に沿って流すことで、ウェハ裏面側に供給された H F 水溶液の表面側への回り込みを阻止することが可能となる。更に、この純水により S i ウェハ W は下方に押し付けられるので、支持装置 2 2 の載置爪 2 4 からのウェハ脱落を防止することができる。なお、この純水に代えて、オゾン水、水素水、電解水等の機能水を用いてもよく、その場合、ウェハ表面の洗浄力を高めることができる。

40

【 0 0 2 9 】

一方、超音波発生プレート 1 4 の貫通孔 1 6 からの H F 水溶液は S i ウェハ W の裏面に供給され、外方に流れていく。H F 水溶液は S i ウェハ W の裏面に形成されている S i O₂ 膜を化学的にエッチングすることができる。この化学的エッチングに加え、超音波がウェハ裏面の全面に対向する超音波発生プレート 1 4 の上面から印加されるため、いわゆる超

50

音波洗浄効果とエッチングとの相乗効果により、パーティクルの除去が確実且つ短時間で行われる。シリコンポリマー・パーティクルは通常のパーティクルに比して径が大きく、そのためにシリコンポリマー・パーティクルの後方の SiO_2 膜にはHF水溶液は回りにくくなっており、HF水溶液を半導体ウェハWの裏面に接触させるだけではエッチングは不十分なものとなるが、超音波を印加させることで、シリコンポリマー・パーティクルを剥離させつつ SiO_2 膜のエッチングを行うため、パーティクルの除去が確実且つ短時間で行われることとなるのである。シリコンポリマー・パーティクルを完全に除去するためには、 SiO_2 膜を全て除去する必要はなく、洗浄前の SiO_2 膜の厚さにもよるが、100～200オングストローム程度のエッチングでパーティクルはほぼ完全に除去される。

10

【0030】

HF水溶液は Si ウェハWの裏面を流れ、その周縁まで達したならば、そのまま Si ウェハWの回転による遠心力により外方に飛散される。この際、HF水溶液の一部が Si ウェハWの表面側に回り込むことも考えられるが、前述したように、ウェハ表面側には純水が供給されているため、HF水溶液がウェハ表面に流れ、ウェハ表面の SiO_2 膜を荒らすことはない。勿論、HF水溶液に随伴したパーティクルがウェハ表面に再付着することもない。

【0031】

このようにして所定時間、洗浄した後、更に、アンモニア・過水(APM)や塩酸・過水(HPM)を用いて Si ウェハWの両面を洗浄することが好ましい。その結果得られた Si ウェハWは、図2の(b)に示すような両面が清浄なものとなる。従って、SOIウェハ製造プロセスにおける次工程であるウェハ貼合せにおいて、パーティクルがウェハ表面に回り込むことはなく、2枚のウェハは密着し、分断後に得られるSOIウェハは欠陥のない優良なものとなる。

20

【0032】

以上、本発明の好適な実施形態について詳細に説明したが、本発明は上記実施形態に限られないことはいうまでもない。

【0033】

例えば、上記実施形態では、超音波発生プレート上に半導体ウェハを配置することとしているが、図3に示すように、HF水溶液を入れた洗浄槽50の上方から半導体ウェハWを適当な支持手段52で吊支し、その下面(ウェハ裏面)にだけHF水溶液を供給、接触させ、ウェハ裏面のパーティクルを SiO_2 膜と共にエッチング除去してもよい。この場合、超音波印加手段54を洗浄槽50の底部に設置しておくことが有効である。

30

【0034】

また、本発明は、半導体ウェハの少なくとも一面に形成された薄膜上にパーティクルが付着した場合、この薄膜をエッチングで除去することでパーティクルをも除去することを本質としているので、膜種は SiO_2 に限られず、また、膜種によってはエッチング可能な洗浄液はHF水溶液に限られない。

【0035】

なお、薄膜が SiO_2 膜ではなく、 SiN 膜の場合、適当なエッチャントを用意できない場合がある。かかる場合には、ウェハ裏面に過酸化水素水やオゾン水等の酸化剤を供給し、 SiN 膜を酸化させ、その後、HF水溶液を供給してエッチングと超音波で洗浄する方法により、パーティクルを除去することができる。この場合、必要に応じて、酸化処理とエッチング・超音波洗浄処理とを繰り返してもよい。より具体的には、図1に示す洗浄装置10を用いて SiN 膜が裏面に形成された半導体ウェハWを洗浄する場合、まず、超音波発生プレート14の貫通孔16から酸化剤を供給し、 SiN 膜を酸化する。次いで、貫通孔16から純水を供給し、超音波発生プレート14と半導体ウェハWとの間に残存している酸化剤を純水に置換する。そして、前記と同様にHF水溶液を供給するのである。酸化処理とエッチング・超音波洗浄とを繰り返す場合には、更にHF水溶液を純水で置換した後、酸化剤を供給することになる。この方法において、酸化処理中や純水供給中に超音

40

50

波を印加して、半導体ウェハWの裏面の洗浄を行ってもよい。

【0036】

更にまた、上記実施形態では、SIOウェハ製造プロセスにおける洗浄工程に関するものとなっているが、例えばデバイス製造プロセスにおいても本発明による洗浄方法及び装置は適用可能である。すなわち、デバイス製造プロセスでは、通常、イオン注入工程後において、ウェハ裏面にはSiO₂膜等が形成されている。そして一般に、イオン注入工程の後、半導体ウェハ上のレジストを剥離し、その後にフォトリソグラフィ工程が行われるが、レジストの剥離工程とフォトリソグラフィ工程との間において本発明による洗浄を行うことができる。特に、近年のフォトリソグラフィ工程では、配線幅の微細化に伴い、ステップによる露光時の焦点深度が小さくなってきており、ウェハ裏面のパーティクルの存在によるウェハの極く僅かな傾きや変形でさえも、レジスト・パターンに欠陥が生じる可能性があるが、本発明によれば、そのような裏面のパーティクルは除去され、且つまた、表面側のデバイスにはエッチング用の洗浄液による影響がないため、将来のデバイス製造プロセスにおける更なる微細化にも対応が可能となる。

10

【0037】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明は、半導体ウェハの裏面に強固に付着したパーティクルを、その面に形成された薄膜と共に除去することとしているので、通常の洗浄方法に比して、確実にパーティクルを除去することができる。また、本発明では、半導体ウェハの裏面のみに対してエッチング可能な洗浄液を供給することとしているので、表面、すなわちイオン注入された面には何らの影響も与えない。勿論、本発明では、1枚ずつの洗浄処理となるので、バッチ式の洗浄方法のような洗浄中におけるクロスコンタミネーションという問題も生じない。

20

【0038】

このようにパーティクルがほぼ完全に除去されることにより、従来の洗浄処理ではSOIウェハの歩留まりを飛躍的向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明によるSOIウェハ製造方法に適した洗浄装置の一実施形態を示す概略説明図である。

【図2】 (a)は洗浄前における半導体ウェハの状態を示し、(b)は本発明により洗浄が行われた後の半導体ウェハの状態を示す概略図である。

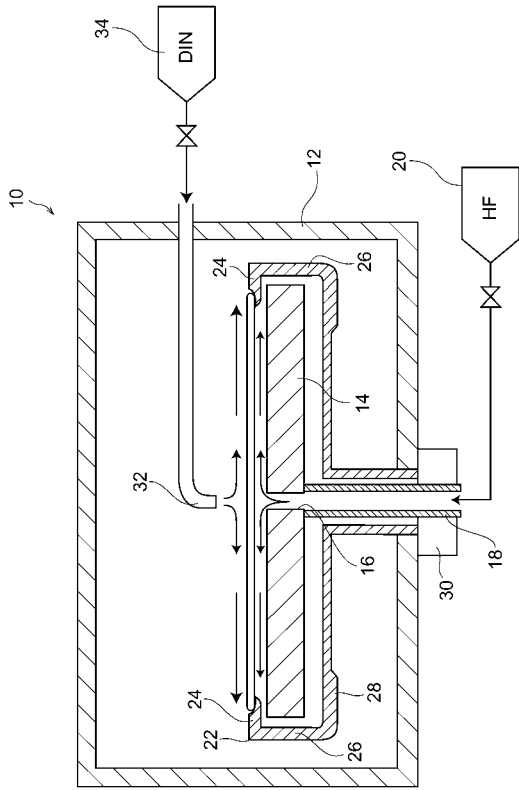
30

【図3】 本発明によるSOIウェハ製造方法に適した洗浄装置の別の実施形態を示す概略説明図である。

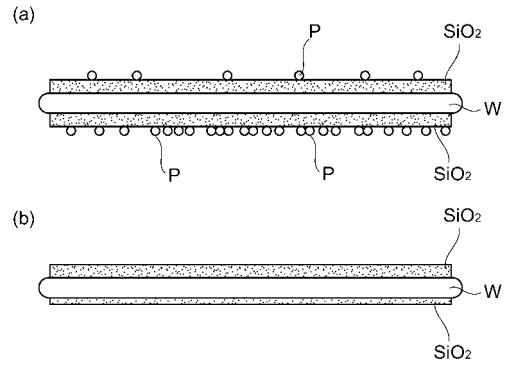
【符号の説明】

10...洗浄装置、12...チャンバ、14...超音波発生プレート、20...洗浄液供給源、22...支持装置、32...洗浄液吐出ノズル、34...洗浄液供給源、50...洗浄槽、52...支持手段、54...超音波印加手段。

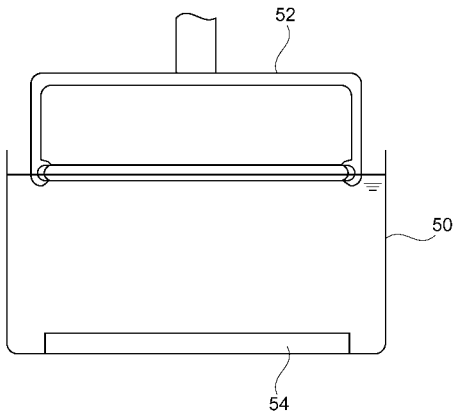
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

- (72)発明者 高木 庸司
千葉県成田市新泉14-3野毛平工業団地内 アプライド マテリアルズ ジャパン株式会社内
- (72)発明者 有馬 靖二
千葉県成田市新泉14-3野毛平工業団地内 アプライド マテリアルズ ジャパン株式会社内
- (72)発明者 堀 敏泰
千葉県成田市新泉14-3野毛平工業団地内 アプライド マテリアルズ ジャパン株式会社内

審査官 武井 健浩

- (56)参考文献 特開2002-043551(JP,A)
国際公開第01/093334(WO,A1)
特開2001-085648(JP,A)
特開2002-299300(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/304

H01L 27/12