

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4407944号
(P4407944)

(45) 発行日 平成22年2月3日(2010.2.3)

(24) 登録日 平成21年11月20日(2009.11.20)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 21/304 (2006.01)	HO 1 L 21/304 6 4 2 E
	HO 1 L 21/304 6 4 2 D

請求項の数 12 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2004-368887 (P2004-368887)	(73) 特許権者	000207551
(22) 出願日	平成16年12月21日(2004.12.21)		大日本スクリーン製造株式会社
(65) 公開番号	特開2006-179550 (P2006-179550A)		京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1
(43) 公開日	平成18年7月6日(2006.7.6)	(74) 代理人	100105980
審査請求日	平成18年12月21日(2006.12.21)		弁理士 梁瀬 右司
		(74) 代理人	100105935
			弁理士 振角 正一
		(72) 発明者	泉 昭
			京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 大日本スクリーン製造株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板処理装置および基板処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板を略水平姿勢で保持する基板保持手段と、
超音波振動を伝播可能な材料で形成されるとともに、前記基板保持手段に保持された基板の被処理面と対向可能な対向面を有し、該対向面を前記被処理面から離間対向された振動部材と、

前記基板の被処理面と前記振動部材の対向面とで挟まれた空間に処理液を供給することで該空間に前記処理液を液密状態に溜める処理液供給手段と、

超音波振動が伝播した液を吐出する超音波ノズルを有し、該超音波ノズルから吐出した液を前記振動部材の対向面を除く非対向面に当てる超音波付与手段と
を備えたことを特徴とする基板処理装置。

【請求項2】

基板を略水平姿勢で保持する基板保持手段と、
超音波振動を伝播可能な材料で形成されるとともに、前記基板保持手段に保持された基板の被処理面と対向可能な対向面を有し、該対向面を前記被処理面から離間対向された振動部材と、

前記基板の被処理面と前記振動部材の対向面とで挟まれた空間に処理液を供給することで該空間に前記処理液を液密状態に溜める処理液供給手段と、

前記振動部材の対向面を除く非対向面に超音波振動が伝播した液を当てる超音波付与手段と

10

20

を備え、前記超音波振動が伝播した液の前記振動部材の非対向面への入射方向は略水平であることを特徴とする基板処理装置。

【請求項 3】

基板を略水平姿勢で保持する基板保持手段と、

超音波振動を伝播可能な材料で形成されるとともに、前記基板保持手段に保持された基板の被処理面と対向可能な対向面を有し、該対向面を前記被処理面から離間対向された振動部材と、

前記基板の被処理面と前記振動部材の対向面とで挟まれた空間に処理液を供給することで該空間に前記処理液を液密状態に溜める処理液供給手段と、

前記振動部材の対向面を除く非対向面に超音波振動が伝播した液を当てる超音波付与手段と

を備え、前記基板対向面に対してほぼ垂直に立ち上がった側壁面を前記非対向面とし、前記超音波振動が伝播した液は前記側壁面に対して略垂直に当たることを特徴とする基板処理装置。

【請求項 4】

前記基板保持手段を回転させることで基板を回転させる基板回転手段をさらに備える請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項 5】

前記振動部材の対向面は前記基板の被処理面の平面サイズと同等以上の大きさの平面サイズを有する請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項 6】

前記振動部材を回転させる振動部材回転手段をさらに備える請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項 7】

前記振動部材は石英で形成される請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の基板処理装置。

【請求項 8】

超音波振動を伝播可能な材料で形成された振動部材の一面を基板対向面として基板の被処理面に対向配置する振動部材配置工程と、

前記基板の被処理面と前記振動部材の対向面とで挟まれた空間に処理液を供給することで前記処理液による液密状態を形成する液密形成工程と、

前記振動部材の対向面を除く非対向面に、超音波ノズルから吐出させた超音波振動が伝播した液を当てる超音波付与工程と

を備えたことを特徴とする基板処理方法。

【請求項 9】

超音波振動を伝播可能な材料で形成された振動部材の一面を基板対向面として基板の被処理面に対向配置する振動部材配置工程と、

前記基板の被処理面と前記振動部材の対向面とで挟まれた空間に処理液を供給することで前記処理液による液密状態を形成する液密形成工程と、

前記振動部材の対向面を除く非対向面に超音波振動が伝播した液を当てる超音波付与工程と

を備え、

前記非対向面に対し前記超音波振動が伝播した液を略水平に入射させることを特徴とする基板処理方法。

【請求項 10】

超音波振動を伝播可能な材料で形成された振動部材の一面を基板対向面として基板の被処理面に対向配置する振動部材配置工程と、

前記基板の被処理面と前記振動部材の対向面とで挟まれた空間に処理液を供給することで前記処理液による液密状態を形成する液密形成工程と、

前記振動部材の対向面を除く非対向面に超音波振動が伝播した液を当てる超音波付与工程と

10

20

30

40

50

を備え、

前記基板対向面に対してほぼ垂直に立ち上がった側壁面を前記非対向面とし、前記超音波振動が伝播した液を前記側壁面に対して略垂直に当てることを特徴とする基板処理方法

【請求項 1 1】

前記超音波付与工程において、基板を回転させながら前記振動部材の非対向面に超音波振動が伝播した液を当てる請求項 8 ないし 1 0 のいずれかに記載の基板処理方法。

【請求項 1 2】

前記超音波付与工程において、前記振動部材を回転させながら前記振動部材の非対向面に超音波振動が伝播した液を当てる請求項 8 ないし 1 1 のいずれかに記載の基板処理方法

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

この発明は、半導体ウエハ、フォトマスク用ガラス基板、液晶用ガラス基板、プラズマ表示用ガラス基板、光ディスク用基板等の各種基板に対して超音波を伝播させて洗浄処理などの所定の処理を施す基板処理装置および方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来から基板上に付着したパーティクル等の微小な汚染物質を除去するために、処理液を基板に供給するとともに当該処理液に超音波振動を付加して基板に伝播させていた。これにより、処理液による化学的洗浄に加えて、超音波による物理的な振動が付与されることで基板の洗浄効果が高められ、パーティクルが効果的に除去される。ここで、基板の洗浄方法として、多数枚の基板を一度に処理液中に浸漬させて処理するバッチ式の洗浄方法と、1枚ごとに基板表面に処理液を供給して処理する枚葉式の洗浄方法とがある。

20

【0 0 0 3】

枚葉式の基板処理装置として、例えば特許文献 1 に記載された装置が提案されている。この装置では、基板の裏面（非デバイス面）に近接して対向する対向部材（プラッタ）に 1 つ以上の超音波振動子を埋設することで、基板と近接部材の双方に接触している薬剤を介して基板に超音波振動を伝播させている。基板裏面に入射した超音波の何割かは基板を透過して基板の表面（デバイス面）へと至る。このとき、基板の上方に配置されたノズルから基板表面に向けて薬剤を供給することで、該薬剤が基板表面側に伝播した超音波によって振動させられる。こうして、超音波振動が付加された薬剤によって基板表面に対する洗浄が行われる。

30

【0 0 0 4】

また、特許文献 2 に記載された装置では、基板表面に対向して配置され処理液を供給する処理液ガイドに超音波振動子を組み込んで、処理液に超音波振動を伝播させて洗浄効果を高めている。

【0 0 0 5】

【特許文献 1】特表 2 0 0 4 - 5 1 5 0 5 3 号公報（第 2 0 - 2 2 頁、図 2 A）

40

【特許文献 2】特開平 8 - 1 3 0 2 0 2 号公報（段落「0 0 4 2」～「0 0 4 3」、図 5）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 6】

ところで、デバイス製造過程で基板上に形成されるパターンは年々微細化して、基板上のパーティクルを除去するために過剰な物理的衝撃が基板に加わると、容易にパターンが倒壊、破損してしまう。そのため、基板上からパーティクルを除去するだけのエネルギーを有する超音波を基板に照射しながらも、基板上に形成されたパターンにダメージを与えない程度のエネルギーとなるように、基板に到達する振動エネルギーの閾値をコントロー

50

ルする必要がある。しかも、基板の被処理面内でパーティクルの除去性能が偏ることがないように、コントロールされた振動エネルギーを超音波洗浄される被処理面に対して均等に伝播させる必要がある。

【 0 0 0 7 】

従来装置では、基板に近接して対向する対向部材に直接に超音波振動子を取り付けて基板に超音波振動を伝播させているために、次のような問題があった。すなわち、超音波振動子そのものの大きさは限られている。このため、所定の閾値にコントロールされた超音波振動エネルギーを被処理面全体に均等に伝播させるためには、複数の振動子に対向部材に基板の被処理面に対して全体均一となるように取り付けるとともに、個々の振動子からの発振出力をパターンにダメージを与えない程度のエネルギーとなるように低出力でかつ、ばらつきなく制御する必要がある。しかしながら、各振動子が有する特性バラツキの影響に加え、対向部材への振動子の取り付けを全体均一に行うことは極めて困難であり、振動エネルギーが被処理面全体に均等に伝播されずに集中してしまう。その結果、基板上に形成されたパターンにダメージを与えてしまい、基板を均一に処理することができない場合があった。さらに、個々の振動子の発振出力を低出力状態でかつ、ばらつきなくコントロールすることは事実上不可能である。

10

【 0 0 0 8 】

この発明は上記課題に鑑みなされたものであり、基板へのダメージを抑制しながら基板を均一に処理することのできる基板処理装置および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】

20

【 0 0 0 9 】

この発明にかかる基板処理装置は、上記目的を達成するため、基板を略水平姿勢で保持する基板保持手段と、超音波振動を伝播可能な材料で形成されるとともに、基板保持手段に保持された基板の被処理面と対向可能な対向面を有し、該対向面を被処理面から離間対向された振動部材と、基板の被処理面と振動部材の対向面とで挟まれた空間に処理液を供給することで該空間に処理液を液密状態に溜める処理液供給手段と、超音波振動が伝播した液を吐出する超音波ノズルを有し、該超音波ノズルから吐出した液を振動部材の対向面を除く非対向面に当てる超音波付与手段とを備えたことを特徴としている。

【 0 0 1 0 】

また、この発明にかかる基板処理方法は、上記目的を達成するため、超音波振動を伝播可能な材料で形成された振動部材の一面を基板対向面として基板の被処理面に対向配置する振動部材配置工程と、前記基板の被処理面と前記振動部材の対向面とで挟まれた空間に処理液を供給することで前記処理液による液密状態を形成する液密形成工程と、前記振動部材の対向面を除く非対向面に、超音波ノズルから吐出させた超音波振動が伝播した液を当てる超音波付与工程とを備えたことを特徴としている。

30

【 0 0 1 1 】

このように構成された発明（基板処理装置および方法）では、振動部材が基板の被処理面と対向して離間して配置されることで、基板の被処理面と振動部材の対向面との間には空間が形成される。そして、この空間に対して処理液が供給されることで該空間に処理液による液密状態が形成される。この状態で、振動部材の対向面を除く非対向面に、超音波ノズルから吐出させた超音波振動が伝播した液を当てることによって超音波振動を振動部材に伝播させている。振動部材に伝播された超音波振動は振動部材内を分散しながら広がっていく。その一部の振動波は振動部材の対向面全体から液密状態の処理液へと広く均等に伝わり該処理液を振動させる。よって、超音波振動エネルギーを均等に分散させながら基板の被処理面に伝播させることができる。このように、超音波振動が伝播した液を介して振動エネルギーを振動部材全体に均等に分散させているため、基板の被処理面に対して振動エネルギーが集中することがなく、しかも被処理面に伝播するエネルギー密度を均等に減衰させることができる。その結果、基板のダメージを抑制しながら基板を均一に処理することができる。

40

【 0 0 1 2 】

50

ここで、基板を回転させながら振動部材に超音波振動が伝播した液を当てるようにしてもよい。この構成によれば、基板と振動部材との間に処理液による液密状態を形成したまま基板をその回転方向に効率良く処理することができるとともに、除去した汚染物質を処理液に作用する遠心力でもって速やかに基板外に排出することができる。

【0013】

また、超音波振動が伝播した液の振動部材の非対向面への入射方向は略水平であることが望ましい。これにより、振動部材内を伝播する超音波振動は水平方向に分散され、振動エネルギーが集中するのが防止される。しかも、超音波の伝播方向（超音波振動が伝播した液の入射方向）と基板の被処理面とが略平行な関係となることで、超音波が直接に基板の被処理面に到達して基板にダメージを与えるのを防止することができる。

10

【0014】

さらに、基板対向面に対してほぼ垂直に立ち上がった側壁面を振動部材の非対向面として、超音波振動が伝播した液を側壁面に対して略垂直に当てるように構成すると、液体（超音波振動が伝播した液）と固体（振動部材）との界面を超音波が透過するのを妨げることなく、界面付近で振動エネルギーが集中するのを防止することができる。

【0015】

ここで、振動部材の対向面は基板の被処理面の平面サイズと同等以上の大きさの平面サイズを有するように構成することが望ましい。この構成によれば、超音波振動エネルギーを分散させる有効面積が広がるとともに、基板の被処理面の全面に対して処理液による液密状態を形成することができる。その結果、被処理面に伝播する振動エネルギーの均一な分散を効果的に達成することができる。

20

【0016】

また、振動部材を回転させながら該振動部材に超音波振動が伝播した液を当てるようにするのが望ましい。この構成によれば、振動部材内に伝播する超音波振動をさらに効果的に分散させることができ、振動エネルギーが集中して基板の被処理面に到達するのを防止することができる。また、振動部材を回転可能に構成することで、振動部材に付着する処理液を回転により振り切って排出することができるとともに、振動部材自体を定期的に洗浄することが可能となる。

【0017】

なお、振動部材の材質としては、超音波を伝播させ易いこと、清浄度が要求されること、耐薬液性能を有すること、および加工のし易さの観点から石英を用いることが望ましい。また、石英以外にも超音波振動を伝える材料としてサファイア、セラミック材料、SiCなどにより振動部材を構成してもよい。

30

【0018】

また、本発明に用いられる液密状態を形成する処理液としては、純水のほか、処理液中に超音波振動によるキャビテーションを効率的に発生させる観点から窒素溶解水、エッチング作用のある薬液、例えばSC1（アンモニア/過酸化水素水の混合液）等を用いることができる。また、処理液に界面活性剤を添加して基板表面に対する濡れ性を向上させるようにしてもよい。

【発明の効果】

40

【0019】

この発明によれば、基板の被処理面と振動部材の対向面との間に処理液を液密状態に溜めて該振動部材の非対向面に超音波振動が伝播した液を当てる。これにより、超音波振動は振動部材内を広く分散しながら伝播され、振動部材の対向面全体から液密状態の処理液へと広く均一に伝わり該処理液を振動させる。このため、基板の被処理面に対して振動エネルギーが集中することがなく、しかも被処理面に伝播するエネルギー密度を均等に減衰させることができる。その結果、基板のダメージを抑制しながら基板を均一に処理することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

50

図1は、この発明にかかる基板処理装置の一実施形態を示す図である。この基板処理装置は、半導体ウエハ等の基板Wの表面Wf（本発明の「被処理面」に相当）に付着したパーティクルや各種金属不純物などの汚染物質を除去するための洗浄処理に用いられる枚葉式の基板処理装置である。より具体的には、デバイスパターンが形成される基板表面Wfに対して純水または洗浄用の薬液（以下「処理液」という）を供給するとともに、該処理液に超音波振動を付与して基板Wを洗浄する装置である。

【0021】

この基板処理装置は、基板Wをその表面Wfを上方に向けた状態で水平に保持して回転させるスピチャック1と、スピチャック1に保持された基板Wの上面に対向配置された遮断板3と、スピチャック1に保持された基板Wの上面中央部に向けて処理液を供給する処理液ノズル5と、遮断板3に向けて超音波振動が伝播した液（以下「超音波伝播液」という）を吐出する超音波ノズル7とを備えている。

10

【0022】

スピチャック1は、回転軸11がモータを含むチャック回転駆動機構13の回転軸に連結されており、チャック回転駆動機構13の駆動により鉛直方向に伸びる回転軸J回りに回転可能となっている。この回転軸11の上端部には、円盤状のスピベース15が一体的にネジなどの締結部品によって連結されている。したがって、装置全体を制御する制御ユニット4からの動作指令に応じてチャック回転駆動機構13を駆動させることによりスピベース15が回転軸J回りに回転する。このように、この実施形態では、チャック回転駆動機構13が本発明の「基板回転手段」として機能している。

20

【0023】

スピベース15の周縁部付近には、基板Wの周縁部を把持するための複数のチャックピン17が立設されている。チャックピン17は、円形の基板Wを確実に保持するために3個以上設けてあればよく、スピベース15の周縁部に沿って等角度間隔で配置されている。チャックピン17のそれぞれは、基板Wの周縁部を下方から支持する基板支持部17aと、基板支持部17aに支持された基板Wの外周端面を押圧して基板Wを保持する基板保持部17bとを備えている。各チャックピン17は、基板保持部17bが基板Wの外周端面を押圧する押圧状態と、基板保持部17bが基板Wの外周端面から離れる解放状態との間を切り替え可能に構成されている。

【0024】

スピベース15に対して基板Wが受渡しされる際には、複数のチャックピン17を解放状態とし、基板Wに対して洗浄処理を行う際には、複数のチャックピン17を押圧状態とする。押圧状態とすることによって、複数のチャックピン17は基板Wの周縁部を把持してその基板Wをスピベース15から所定間隔を隔てて略水平姿勢に保持することができる。基板Wは、その表面（デバイスパターン形成面）Wfを上面側に向け、裏面Wbを下面側に向けた状態で保持される。このように、この実施形態では、チャックピン17が本発明の「基板保持手段」として機能している。

30

【0025】

スピチャック1の上方には、チャックピン17に保持された基板Wに対向する円盤状の遮断板3（本発明の「振動部材」に相当）が水平に配設されている。この遮断板3は、基板表面Wfの全域を覆うことができるように基板W（表面Wf）の平面サイズDに比べて若干大きな平面サイズを有しており、スピチャック1の回転軸11と同軸上に配置された回転軸31の下端部に一体回転可能に取り付けられている。この回転軸31には、遮断板回転駆動機構33が連結されており、制御ユニット4からの動作指令に応じて遮断板回転駆動機構33のモータを駆動させることにより遮断板3を鉛直軸J回りに回転させる。制御ユニット4は、遮断板回転駆動機構33をチャック回転駆動機構13と同期するように制御することで、スピチャック1と同じ回転方向および同じ回転速度で遮断板3を回転駆動させることができる。このように、この実施形態では、遮断板回転駆動機構33が本発明の「振動部材回転手段」として機能している。

40

【0026】

50

また、遮断板 3 は、遮断板昇降駆動機構 3 5 と接続され、遮断板昇降駆動機構 3 5 の昇降駆動用アクチュエータ（例えばエアシリンダーなど）を作動させることで、遮断板 3 をスピンドル 1 5 に近接して対向させたり、逆に離間させることが可能となっている。具体的には、制御ユニット 4 は遮断板昇降駆動機構 3 5 を駆動させることで、基板処理装置に対して基板 W が搬入出される際には、スピンチャック 1 の上方の退避位置に遮断板 3 を上昇させる。その一方で、基板 W に対して洗浄処理を行う際には、スピンチャック 1 に保持された基板 W の表面 W f の近傍に設定された所定の処理位置まで遮断板 3 を下降させる。これにより、遮断板 3 の下面（対向面 3 a）と基板表面 W f とが近接した状態で離間して対向配置される。

【 0 0 2 7 】

回転軸 3 1 は、中空軸となっており、その内部に処理液供給管 5 1 が挿通されている。この処理液供給管 5 1 の先端が、処理液ノズル 5 を形成している。処理液供給管 5 1 は純水供給ユニット 2 1 および薬液供給ユニット 2 3 と接続されており、純水または薬液が選択的に供給される。そして、処理液ノズル 5 から処理液（純水または薬液）が供給されることで、基板表面 W f と遮断板 3 の対向面 3 a とで挟まれた空間 S P に処理液を液密状態に溜めることが可能となっている。このように、この実施形態では、処理液ノズル 5 が本発明の「処理液供給手段」として機能している。

【 0 0 2 8 】

遮断板 3 の側壁（側壁面 3 b）は、後述する超音波ノズル 7 から吐出される超音波伝播液の入射面となっており、基板対向面 3 a に対して垂直に立ち上がっている。この側壁面 3 b の高さ（遮断板 3 の厚み）は、超音波ノズル 7 から吐出される超音波伝播液が遮断板 3 の上面および下面（対向面 3 a）へ回り込まない程度の大きさを有する。遮断板 3 の側壁面 3 b に超音波伝播液が当てられると、超音波振動が遮断板 3 に伝播して遮断板 3 全体が振動する。遮断板 3 に伝播した超音波振動は遮断板 3 の内部を伝播して広がっていき、その一部の振動波は遮断板 3 から液密状態の処理液へと伝わり、該処理液を振動させる。

【 0 0 2 9 】

遮断板 3 の材質としては、(1)超音波を伝播させ易いこと、(2)清浄度が要求されること、(3)耐薬液性能を有していること、および(4)加工のし易さの観点から高純度石英が用いられる。また、石英以外にも超音波振動を伝播可能な材料として、処理液（純水に限らない）への溶出等の問題がなければ、あるいは溶出等が許容できる範囲内であればサファイア、セラミック材料、S i C などにより構成してもよい。

【 0 0 3 0 】

遮断板 3 の側方には、該遮断板 3 の側壁面 3 b に向けて超音波振動が伝播した液（純水）を吐出する超音波ノズル 7 が本発明の「超音波付与手段」として配設されている。具体的には、遮断板 3 が基板 W と近接対向する処理位置まで下降した際に、超音波ノズル 7 から吐出される液が遮断板 3 の側壁面 3 b に対して略垂直に当たるように超音波ノズル 7 が配置されている。つまり、超音波ノズル 7 の吐出口は遮断板 3 の側壁面 3 b に向けて開口しており、超音波伝播液の吐出方向 P と基板表面 W f とは略平行な関係となる。

【 0 0 3 1 】

次に、超音波ノズル 7 の構成について図 2 を参照しつつ詳述する。超音波ノズル 7 はいわゆるホーン型のノズルであり、ノズル本体 7 1 は、有蓋円筒形状の胴部 7 1 a と、該胴部 7 1 a に結合され断面の形状が略 V 字形をなすノズル先端部 7 1 b とを備えている。このノズル本体 7 1 の内部には、液（純水）を充填可能な充填空間 F S が形成されている。ノズル先端部 7 1 b には吐出口 7 2 が設けられ、充填空間 F S 内に供給された液を該吐出口 7 2 から吐出する。この吐出口 7 2 の開口面積は、胴部 7 1 a の縦断面（液の吐出方向 P と略直交する断面）の面積に比べて小さくなっている。つまり、ノズル先端部 7 1 b の縦断面の面積は、胴部 7 1 a との結合部（図 2 の右側）から開口部（図 2 の左側）にかけて徐々に小さくなっている。胴部 7 1 a の側面には充填空間 F S に純水を供給する供給口 7 3 が設けられており、配管 7 4 を介して純水供給ユニット 2 1 と連通接続されている。したがって、この配管 7 4 を介して純水が充填空間 F S に供給されると、充填空間 F S が

10

20

30

40

50

ら吐出口 7 2 を介して純水が吐出方向 P に吐出される。

【 0 0 3 2 】

また、ノズル本体 7 1 の内部には、吐出口 7 2 と対向して胴部 7 1 a の上壁面に超音波振動子 7 5 が固設されている。超音波振動子 7 5 の表面には、石英もしくは高純度 SiC (炭化珪素) の薄板が貼り付けられている。超音波振動子 7 5 には、ケーブル 7 6 が電氣的に接続されており、ケーブル 7 6 は、超音波発振器 (図示省略) に電氣的に接続されている。超音波振動子 7 5 からは、充填空間 F S 内の純水に向けて超音波を発振することができ、吐出口 7 2 から吐出される純水に超音波を付与することができる。

【 0 0 3 3 】

次に、上記のように構成された基板処理装置の動作について説明する。図 3 は、図 1 の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。また、図 4 は、図 1 の基板処理装置の動作を模式的に示す図である。この装置では、基板の表面 W f にデバイスパターンが形成された基板 W がパターン形成面を上方に向けた状態で搬入されスピンドルベース 1 5 上に載置されると、制御ユニット 4 が複数個のチャックピン 1 7 を解放状態から押圧状態とすることにより基板 W の周縁部を把持する。これにより基板 W は略水平姿勢に保持される。なお、基板 W の搬送を行う際には、遮断板 3 はスピンドルベース 1 5 の上方の退避位置にあり、基板 W との干渉を防止している。

【 0 0 3 4 】

基板 W がチャックピン 1 7 に保持されると、制御ユニット 4 は遮断板 3 を処理位置まで降下させて基板 W に近接して対向配置させる (ステップ S 1 ; 振動部材配置工程)。これにより、基板表面 W f は遮断板 3 の基板対向面 3 a に覆われ、基板 W の周辺の外部雰囲気から遮断される。そして、図 4 (a) に示すように、処理液ノズル 5 から基板表面 W f の略中央部に処理液を供給して基板表面 W f と遮断板 3 の基板対向面 3 a とで挟まれた空間 S P を液密状態にすることで該空間 S P にパドル状に処理液を溜める (ステップ S 2 ; 液密形成工程)。ここで、遮断板 3 の平面サイズは基板 W の平面サイズ D に比べ同等以上の大きさに形成されているので、基板表面 W f の全域に処理液による液密状態 (基板表面 W f をほぼ断面形状とする液柱) が形成される。

【 0 0 3 5 】

次に、制御ユニット 4 はチャック回転駆動機構 1 3 を制御してスピンドルベース 1 5 を回転させることにより、基板 W と遮断板 3 との間に処理液による液密状態を形成したまま、基板 W を回転させる (ステップ S 3)。このとき、基板回転と併せて遮断板回転駆動機構 3 3 を制御してスピンドルベース 1 5 の回転数とほぼ同一の回転数で同一方向に遮断板 3 を回転させるのが望ましい。これにより、後述するように、遮断板 3 に付与される超音波振動を効果的に遮断板 3 の内部に分散させることができる。

【 0 0 3 6 】

この状態で、図 4 (b) に示すように、遮断板 3 の側方の超音波ノズル 7 から超音波伝播液 (純水) を吐出させて遮断板 3 の側壁面 3 a に対して略垂直に入射するように当てる (ステップ S 4 ; 超音波付与工程)。これにより、超音波が液体 (超音波伝播液) と固体 (遮断板 3) との界面を透過して遮断板 3 内に伝播して該遮断板 3 を振動させる。遮断板 3 に入射した超音波振動は遮断板 3 内部を水平方向に分散しながら広がっていく。その一部の振動波 (遮断板 3 への超音波の入射方向に対して垂直かつ下向きの成分) は、遮断板 3 の対向面 3 a の全体から液密状態の処理液へと広く均一に伝わり処理液を振動させる。このように、液 (超音波伝播液) を介して遮断板 3 全体を振動させているので、振動エネルギーを効果的に遮断板 3 内に分散させることができる。

【 0 0 3 7 】

これにより、基板表面 W f に伝播する超音波振動のエネルギー密度を均等に減衰させることができる。詳しくは、パターンにダメージを与えない程度に閾値がコントロールされた振動エネルギーを基板表面 W f の全域にわたって伝播させることができる。その結果、基板表面 W f に形成されたパターンにダメージを与えることなく、パーティクル等の汚染物質が除去される。なお、除去された汚染物質は処理液に作用する遠心力でもって速やか

10

20

30

40

50

に基板外に排出される。

【0038】

こうして、基板Wの洗浄処理が終了すると、図4(c)に示すように、制御ユニット4はチャック回転駆動機構13および遮断板回転駆動機構33のモータの回転速度を高めて基板Wおよび遮断板3を高速回転させる。これにより、洗浄後の基板Wおよび遮断板3に付着している処理液を振り切って乾燥させる(ステップS5)。

【0039】

乾燥処理が終了すると、制御ユニット4は遮断板回転駆動機構33を制御して遮断板3の回転を停止させるとともに、チャック回転駆動機構13を制御して基板Wの回転を停止させる(ステップS6)。その後、遮断板3が上昇され、基板Wの周縁部を保持する複数個のチャックピン17を押圧状態から解放状態にして、処理済基板Wが装置から搬出される(ステップS7)。

10

【0040】

以上のように、この実施形態によれば、基板表面Wfと遮断板3の対向面3aとで挟まれた空間SPに処理液による液密状態を形成するとともに、遮断板3の側壁面3bに超音波振動が伝播した液を当てている。これにより、超音波振動は遮断板3の内部を広く分散しながら伝播して、遮断板3の対向面3a全体から液密状態の処理液を介して基板表面Wfに到達する。このため、基板表面Wfに対して振動エネルギーが集中することなく、しかも基板表面Wfに伝播するエネルギー密度を均等に減衰させることができる。その結果、基板Wのダメージを抑制しながら基板Wを均一に処理することができる。

20

【0041】

また、この実施形態によれば、遮断板3の平面サイズは基板Wの平面サイズDと同等以上の大きさを有しているため、次のような作用効果が得られる。すなわち、超音波振動エネルギーを分散させる有効面積を基板W(表面Wf)の平面サイズDまで広げることによって、基板表面Wfに伝播する振動エネルギーの均一な分散を効果的に達成することができる。また、液密状態の処理液(液柱)の断面サイズを遮断板3の平面サイズより小さくすることにより、遮断板3の側壁面3bで発生する超音波の反射による影響を回避することができる。つまり、処理液と周囲雰囲気との境界(液柱の側面)を遮断板3の側壁面3bより径方向内側に収めることによって、遮断板3の内部であって側壁面3bの近傍に存在する反射波による影響を軽減して、パターンにダメージが入るのを防止することができる。

30

【0042】

上記した観点からすると、図5に示すように、遮断板3の平面サイズを基板Wの平面サイズDに比べて十分大きくなるように形成するのが望ましい。これにより、遮断板3の側壁面3bで発生する超音波の反射による影響を確実に排除することができる。

【0043】

また、この実施形態によれば、遮断板3に超音波伝播液を略水平に入射させているため、遮断板3内を伝播する超音波振動は水平方向に分散され、振動エネルギーが集中するのを防止することができる。つまり、遮断板3の上面あるいは下面(対向面3a)に対して所定の角度を有するように超音波伝播液を遮断板3に当てた場合には、振動エネルギーを水平方向に十分に分散させることができず、狭い範囲に集中した状態で超音波が基板Wに伝わりダメージを与えることになるが、この実施形態によれば、振動エネルギーを防いで基板Wへのダメージが防止される。しかも、超音波伝播液の入射方向と基板表面Wfとが略平行な関係となることで、超音波が直接に基板表面Wfに到達して基板Wにダメージを与えるのを防止することができる。また、遮断板3の側壁面3bに対して超音波伝播液が略垂直に入射させているので、液体(超音波伝播液)と固体(遮断板3)との界面を超音波が透過するのを妨げることなく、界面付近で振動エネルギーが集中するのが防止される。

40

【0044】

さらに、この実施形態によれば、遮断板3を回転させながら超音波伝播液を該遮断板3

50

に当てているため、遮断板 3 内に伝播する超音波振動を効果的に分散させることができる。また、このように、遮断板 3 を回転可能に構成することで、遮断板 3 に付着する処理液を回転により振り切って排出することができるとともに、遮断板 3 を定期的に洗浄することが可能となる。

【 0 0 4 5 】

この発明によれば、超音波伝播液を介して遮断板 3 を振動させるように構成しているので、遮断板などの基板 W と近接する対向部材に超音波振動子を直接に取り付ける場合に発生する次のような問題を解消することができる。すなわち、超音波振動子の取り付けと該超音波振動子を駆動させるための配線等を基板 W と近接する対向部材に備えるようにすると、汚染蓄積があってはならない洗浄装置にとって極めて不利であり、洗浄効果を相殺することにもなりかねない。特に、対向部材を上方に配置して該対向部材に付着する液滴を残さないようにするとともに、対向部材自体を洗浄する場合には対向部材を回転させる必要がある。この場合、回転軸に複数の配線を這わすとともに、処理液および必要によってガス（窒素等）を通すとなると、汚染蓄積が起こり易く、セルフクリーニングによっても清浄にすることができなくなってしまう。

10

【 0 0 4 6 】

一方で、この発明のように、超音波伝播液を介して基板 W と近接する対向部材を振動させる方式では、対向部材自体に超音波振動子および配線等を取り付ける必要がないため、上記した汚染蓄積が起こり難く、セルフクリーニングによって清浄度を維持することも容易である。

20

【 0 0 4 7 】

なお、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない限りにおいて上述したもの以外に種々の変更を行うことが可能である。例えば、上記実施形態では、遮断板 3 の平面サイズを基板 W の平面サイズ D と同等以上の大きさとしているが、これに限定されず、基板表面 W f との間に処理液による液密状態を形成することが可能であればその大きさは任意である。例えば、遮断板の平面サイズを基板 W の平面サイズ D の半分とした場合であっても、基板表面 W f と遮断板との間に処理液による液密状態を形成したまま基板 W（または遮断板）を回転させることにより、基板表面 W f の全域を洗浄処理することができる。

【 0 0 4 8 】

また、上記実施形態では、遮断板 3 の形状を円盤状の板状部材としているが、遮断板 3 の形状はこれに限定されない。基板対向面を有して基板 W との間に処理液による液密状態を形成可能であって、該基板対向面を除く非対向面に超音波伝播液を入射させることが可能な形状であればよい。例えば、直方体、円錐形、ドーム形状などであってもよい。

30

【 0 0 4 9 】

また、この基板処理装置で用いる処理液としては、純水でも洗浄効果が認められるが、純水のほか、処理液中に超音波振動によるキャピテーションを効率的に発生させる観点から窒素溶解水、エッチング作用のある薬液、例えば S C 1（アンモニア/過酸化水素水の混合液）等を用いることができる。また、処理液に界面活性剤を添加して基板表面 W f に対する濡れ性を向上させるようにしてもよい。また、超音波ノズル 7 から吐出させる液について純水に限らず、液密状態の処理液に悪影響を及ぼさないものであればよい。

40

【 産業上の利用可能性 】**【 0 0 5 0 】**

この発明は、半導体ウエハ、フォトマスク用ガラス基板、液晶表示用ガラス基板、プラズマ表示用ガラス基板、光ディスク用基板などを含む基板全般の表面に対して超音波を伝播させて所定の処理を施す基板処理装置に適用することができる。

【 図面の簡単な説明 】**【 0 0 5 1 】**

【 図 1 】 この発明にかかる基板処理装置の一実施形態を示す図である。

【 図 2 】 超音波ノズルの構成を示す図である。

50

【図3】図1の基板処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図4】図1の基板処理装置の動作を模式的に示す図である。

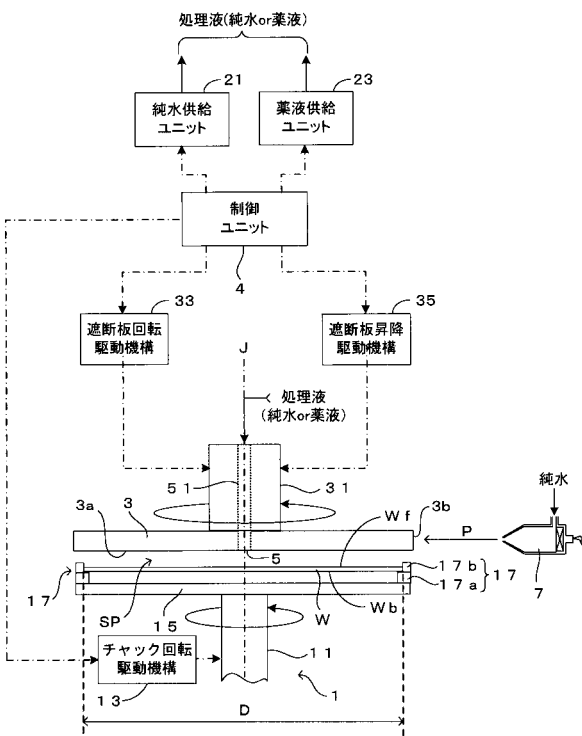
【図5】遮断板の変形態様を示す図である。

【符号の説明】

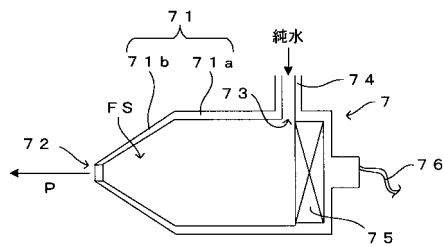
【0052】

- 3 ... 遮断板（振動部材）
- 3 a ... 対向面
- 3 b ... 側壁面
- 5 ... 処理液ノズル（処理液供給手段）
- 7 ... 超音波ノズル（超音波付与手段）
- 1 3 ... チャック回転駆動機構（基板回転手段）
- 1 7 ... チャックピン（基板保持手段）
- 3 3 ... 遮断板回転駆動機構（振動部材回転手段）
- D ... （基板の被処理面の）平面サイズ
- S P ... （基板の被処理面と振動部材の対向面とで挟まれた）空間
- W ... 基板
- W f ... （基板の）被処理面

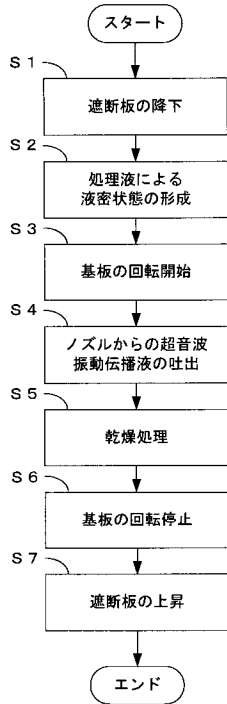
【図1】



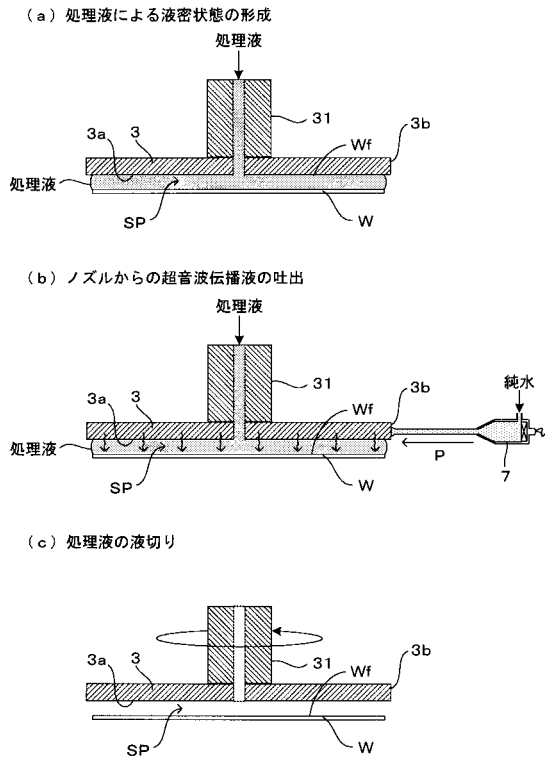
【図2】



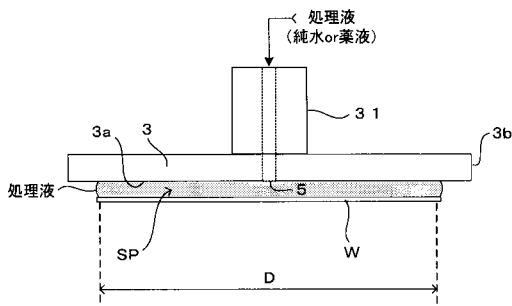
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 佐野 謙一

京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 大日本スクリーン製造株式会社
内

審査官 山田 由希子

(56)参考文献 特開2002-086068(JP,A)

特開平08-130202(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B08B 3/12

H01L 21/304