

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4610308号
(P4610308)

(45) 発行日 平成23年1月12日(2011.1.12)

(24) 登録日 平成22年10月22日(2010.10.22)

(51) Int.Cl. F I
 H O 1 L 21/304 (2006.01) H O 1 L 21/304 6 4 7 Z
 H O 1 L 21/304 6 4 5 D

請求項の数 18 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2004-332080 (P2004-332080)	(73) 特許権者	000219967
(22) 出願日	平成16年11月16日(2004.11.16)		東京エレクトロン株式会社
(65) 公開番号	特開2006-147654 (P2006-147654A)		東京都港区赤坂五丁目3番1号
(43) 公開日	平成18年6月8日(2006.6.8)	(74) 代理人	100125254
審査請求日	平成19年11月8日(2007.11.8)		弁理士 別役 重尚
		(74) 代理人	100118278
			弁理士 村松 聡
		(74) 代理人	100138922
			弁理士 後藤 夏紀
		(74) 代理人	100136858
			弁理士 池田 浩
		(74) 代理人	100135633
			弁理士 二宮 浩康

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板洗浄方法、基板洗浄装置、基板処理システム、基板洗浄プログラム及び記憶媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定の処理が施される基板の裏面を洗浄する基板洗浄方法であって、
 前記基板の裏面に2つの相状態を呈する物質を接触させて、前記基板の裏面に付着した付着物を剥離させる2相状態物質接触ステップと、

所定の圧力下において前記基板の裏面の近傍に前記物質による粘性流の流れを生成させて、前記基板の裏面から剥離した付着物を前記基板の裏面近傍から排除する裏面近傍流生成ステップと、

前記基板の裏面近傍から排除された付着物を排出する排出ステップとを有することを特徴とする基板洗浄方法。

【請求項2】

前記2つの相状態を呈する物質はエアロゾルを含む所定の気体であることを特徴とする請求項1記載の基板洗浄方法。

【請求項3】

前記所定の圧力は133Pa(1Torr)以上であることを特徴とする請求項1又は2記載の基板洗浄方法。

【請求項4】

前記2つの相状態を呈する物質は超臨界状態の物質であることを特徴とする請求項1記載の基板洗浄方法。

【請求項5】

前記超臨界状態の物質は、前記基板に付着する付着物を溶解する所定の添加剤を含むことを特徴とする請求項 4 記載の基板洗浄方法。

【請求項 6】

前記 2 相状態物質接触ステップは、前記所定の添加剤を含まない前記超臨界状態の物質を前記基板の表面に接触させ、且つ前記所定の添加剤を含む前記超臨界状態の物質を前記基板の裏面に接触させることを特徴とする請求項 5 記載の基板洗浄方法。

【請求項 7】

所定の処理が施される基板の裏面を洗浄する基板洗浄方法であって、

前記基板の裏面に高エネルギーの光を照射して、前記基板の裏面に付着した付着物を剥離させる高エネルギー光照射ステップと、

所定の圧力下において前記基板の裏面の近傍に物質による粘性流の流れを生成させて、前記基板の裏面から剥離した付着物を前記基板の裏面近傍から排除する裏面近傍流生成ステップと、

前記基板の裏面近傍から排除された付着物を排出する排出ステップとを有することを特徴とする基板洗浄方法。

【請求項 8】

前記物質は 2 つの相状態を呈する物質であることを特徴とする請求項 7 記載の基板洗浄方法。

【請求項 9】

前記 2 つの相状態を呈する物質はエアロゾルを含む所定の気体であることを特徴とする請求項 8 記載の基板洗浄方法。

【請求項 10】

前記 2 つの相状態を呈する物質は超臨界状態の物質であることを特徴とする請求項 8 記載の基板洗浄方法。

【請求項 11】

所定の処理が施される基板の裏面を洗浄する基板洗浄装置であって、

前記基板の裏面に 2 つの相状態を呈する物質を接触させて、前記基板の裏面に付着した付着物を剥離させる 2 相状態物質接触手段と、

所定の圧力下において前記基板の裏面の近傍に前記物質による粘性流の流れを生成させ、前記基板の裏面から剥離した付着物を前記基板の裏面近傍から排除する裏面近傍流生成手段と、

前記基板の裏面近傍から排除された付着物を排出する排出手段と、を備えることを特徴とする基板洗浄装置。

【請求項 12】

所定の処理が施される基板の裏面を洗浄する基板洗浄装置であって、

前記基板の裏面に高エネルギーの光を照射して、前記基板の裏面に付着した付着物を剥離させる高エネルギー光照射手段と、

所定の圧力下において前記基板の裏面の近傍に前記物質による粘性流の流れを生成させて、前記基板の裏面から剥離した付着物を前記基板の裏面近傍から排除する裏面近傍流生成手段と、

前記基板の裏面近傍から排除された付着物を排出する排出手段とを備えることを特徴とする基板洗浄装置。

【請求項 13】

基板に所定の処理を施す少なくとも 1 つの基板処理装置と、前記基板の裏面を洗浄する基板洗浄装置とを備える基板処理システムであって、

前記基板洗浄装置は、

前記基板の裏面に 2 つの相状態を呈する物質を接触させて、前記基板の裏面に付着した付着物を剥離させる 2 相状態物質接触手段と、

所定の圧力下において前記基板の裏面の近傍に前記物質による粘性流の流れを生成させて、前記基板の裏面から剥離した付着物を前記基板の裏面近傍から排除する裏面近傍流生

10

20

30

40

50

成手段と、

前記基板の裏面近傍から排除された付着物を排出する排出手段とを有することを特徴とする基板処理システム。

【請求項 14】

基板に所定の処理を施す少なくとも1つの基板処理装置と、前記基板の裏面を洗浄する基板洗浄装置とを備える基板処理システムであって、

前記基板洗浄装置は、

前記基板の裏面に高エネルギーの光を照射して、前記基板の裏面に付着した付着物を剥離させる高エネルギー光照射手段と、

所定の圧力下において前記基板の裏面の近傍に前記物質による粘性流の流れを生成させて、前記基板の裏面から剥離した付着物を前記基板の裏面近傍から排除する裏面近傍流生成手段と、

前記基板の裏面近傍から排除された付着物を排出する排出手段とを有することを特徴とする基板処理システム。

【請求項 15】

所定の処理が施される基板の裏面を洗浄する基板洗浄方法をコンピュータに実行させる基板洗浄プログラムであって、

前記基板洗浄方法が、

前記基板の裏面に2つの相状態を呈する物質を接触させて前記基板の裏面に付着した付着物を剥離させる2相状態物質接触ステップと、

所定の圧力下において前記基板の裏面の近傍に前記物質による粘性流の流れを生成させて、前記基板の裏面から剥離した付着物を前記基板の裏面近傍から排除する裏面近傍流生成ステップと、

前記基板の裏面近傍から排除された付着物を排出する排出ステップとを有することを特徴とする基板洗浄プログラム。

【請求項 16】

所定の処理が施される基板の裏面を洗浄する基板洗浄方法をコンピュータに実行させる基板洗浄プログラムであって、

前記基板洗浄方法が、

前記基板の裏面に高エネルギーの光を照射して、前記基板の裏面に付着した付着物を剥離させる高エネルギー光照射ステップと、

所定の圧力下において前記基板の裏面の近傍に前記物質による粘性流の流れを生成させて、前記基板の裏面から剥離した付着物を前記基板の裏面近傍から排除する裏面近傍流生成ステップと、

前記基板の裏面近傍から排除された付着物を排出する排出ステップとを有することを特徴とする基板洗浄プログラム。

【請求項 17】

所定の処理が施される基板の裏面を洗浄する基板洗浄方法を実行させるプログラムを格納するコンピュータが読み取り可能な記憶媒体であって、

前記基板洗浄方法が、

前記基板の裏面に2つの相状態を呈する物質を接触させて前記基板の裏面に付着した付着物を剥離させる2相状態物質接触ステップと、

所定の圧力下において前記基板の裏面の近傍に前記物質による粘性流の流れを生成させて、前記基板の裏面から剥離した付着物を前記基板の裏面近傍から排除する裏面近傍流生成ステップと、

前記基板の裏面近傍から排除された付着物を排出する排出ステップとを有することを特徴とする記憶媒体。

【請求項 18】

所定の処理が施される基板の裏面を洗浄する基板洗浄方法を実行させるプログラムを格納するコンピュータが読み取り可能な記憶媒体であって、

10

20

30

40

50

前記基板洗浄方法が、

前記基板の裏面に高エネルギーの光を照射して、前記基板の裏面に付着した付着物を剥離させる高エネルギー光照射ステップと、

所定の圧力下において前記基板の裏面の近傍に前記物質による粘性流の流れを生成させて、前記基板の裏面から剥離した付着物を前記基板の裏面近傍から排除する裏面近傍流生成ステップと、

前記基板の裏面近傍から排除された付着物を排出する排出ステップとを有することを特徴とする記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、基板洗浄方法、基板洗浄装置、基板処理システム、基板洗浄プログラム及び記憶媒体に関し、特に、基板の裏面に付着した付着物を除去する基板洗浄方法に関する。

【背景技術】

【0002】

通常、基板としての半導体ウエハ（以下「ウエハ」という。）に任意の処理を施す基板処理装置では、ウエハと該ウエハを載置する載置台との接触に起因するパーティクル、例えばアルミの金属片や、処理ガスの反応に起因する反応生成物、例えば、フルオロカーボン系のポリマー等が発生する。これらのパーティクルは、ウエハに付着して該ウエハの表面に形成された半導体デバイスの品質を低下させる。

20

【0003】

ウエハに付着したパーティクルを除去する方法として、ドライエッチング処理が施されたウエハをウェット処理室においてフッ酸溶液や純水によって水洗するウェット洗浄方法が知られている。該方法によれば、ドライエッチング処理中にウエハに付着したパーティクルを除去することができる（例えば、特許文献1参照。）。

【特許文献1】特開平4-14222号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上述したウェット洗浄方法では、主にウエハの表面に向けて純水等を吹き付けるため、ウエハの裏面に付着したパーティクル、具体的にはウエハの裏面の全面に亘って付着したパーティクルやウエハの裏面の周縁部に付着したベベルポリマー（Bevel Polymer）を除去することができない。

30

【0005】

ウエハの裏面に付着したパーティクルは、ウエハを載置台上に載置した際、該ウエハを浮き上がらせるため、ウエハの表面に塗布されたフォトリジストを露光するリソグラフィー工程において、ウエハと露光装置との距離が露光装置の焦点距離に一致せず、ウエハの表面に正確なマスクパターンを再現できず、該ウエハから製造される半導体デバイスの品質を低下させるという問題がある。

【0006】

40

また、所定のプラズマ処理が施されたウエハは、複数枚のウエハを互いに平行に保持する密閉容器、例えば、フープ（Foup）等に収容されて搬送されるが、該フープ内において上方に位置するウエハの裏面からパーティクルが剥離して下方に位置するウエハの表面に落下して付着し、該下方のウエハから製造される半導体デバイスの品質を低下させるという問題がある。

【0007】

さらに、上述したウェット洗浄方法において、仮にウエハの裏面のパーティクルやベベルポリマーが除去されたとしても、ウェット洗浄における純水の流れは制御されていないため、除去されたパーティクル等がウェット洗浄されているウエハの隣で、所定の処理、例えば、乾燥処理が施されているウエハの表面に再付着して、やはり、該ウエハから製造

50

される半導体デバイスの品質を低下させるという問題がある。

【0008】

本発明の目的は、基板の裏面に付着した付着物を完全に除去すると共に、基板から製造される半導体デバイスの品質の低下を防止することができる基板洗浄方法、基板洗浄装置、基板処理システム、基板洗浄プログラム及び記憶媒体を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するために、請求項1記載の基板洗浄方法は、所定の処理が施される基板の裏面を洗浄する基板洗浄方法であって、前記基板の裏面に2つの相状態を呈する物質を接触させて、前記基板の裏面に付着した付着物を剥離させる2相状態物質接触ステップと、所定の圧力下において前記基板の裏面の近傍に前記物質による粘性流の流れを生成させて、前記基板の裏面から剥離した付着物を前記基板の裏面近傍から排除する裏面近傍流生成ステップと、前記基板の裏面近傍から排除された付着物を排出する排出ステップとを有することを特徴とする。

10

【0010】

請求項2記載の基板洗浄方法は、請求項1記載の基板洗浄方法において、前記2つの相状態を呈する物質はエアロゾルを含む所定の気体であることを特徴とする。

【0011】

請求項3記載の基板洗浄方法は、請求項1又は2記載の基板洗浄方法において、前記所定の圧力は133Pa(1Torr)以上であることを特徴とする。

20

【0012】

請求項4記載の基板洗浄方法は、請求項1記載の基板洗浄方法において、前記2つの相状態を呈する物質は超臨界状態の物質であることを特徴とする。

【0013】

請求項5記載の基板洗浄方法は、請求項4記載の基板洗浄方法において、前記超臨界状態の物質は、前記基板に付着する付着物を溶解する所定の添加剤を含むことを特徴とする。

【0014】

請求項6記載の基板洗浄方法は、請求項5記載の基板洗浄方法において、前記2相状態物質接触ステップは、前記所定の添加剤を含まない前記超臨界状態の物質を前記基板の表面に接触させ、且つ前記所定の添加剤を含む前記超臨界状態の物質を前記基板の裏面に接触させることを特徴とする。

30

【0015】

上記目的を達成するために、請求項7記載の基板洗浄方法は、所定の処理が施される基板の裏面を洗浄する基板洗浄方法であって、前記基板の裏面に高エネルギーの光を照射して、前記基板の裏面に付着した付着物を剥離させる高エネルギー光照射ステップと、所定の圧力下において前記基板の裏面の近傍に物質による粘性流の流れを生成させて、前記基板の裏面から剥離した付着物を前記基板の裏面近傍から排除する裏面近傍流生成ステップと、前記基板の裏面近傍から排除された付着物を排出する排出ステップとを有することを特徴とする。

40

【0016】

請求項8記載の基板洗浄方法は、請求項7記載の基板洗浄方法において、前記物質は2つの相状態を呈する物質であることを特徴とする。

【0017】

請求項9記載の基板洗浄方法は、請求項8記載の基板洗浄方法において、前記2つの相状態を呈する物質はエアロゾルを含む所定の気体であることを特徴とする。

【0018】

請求項10記載の基板洗浄方法は、請求項8記載の基板洗浄方法において、前記2つの相状態を呈する物質は超臨界状態の物質であることを特徴とする。

【0019】

50

上記目的を達成するために、請求項 1 1 記載の基板洗浄装置は、所定の処理が施される基板の裏面を洗浄する基板洗浄装置であって、前記基板の裏面に 2 つの相状態を呈する物質を接触させて、前記基板の裏面に付着した付着物を剥離させる 2 相状態物質接触手段と、所定の圧力下において前記基板の裏面の近傍に前記物質による粘性流の流れを生成させて、前記基板の裏面から剥離した付着物を前記基板の裏面近傍から排除する裏面近傍流生成手段と、前記基板の裏面近傍から排除された付着物を排出する排出手段と、を備えることを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

上記目的を達成するために、請求項 1 2 記載の基板洗浄装置は、所定の処理が施される基板の裏面を洗浄する基板洗浄装置であって、前記基板の裏面に高エネルギーの光を照射して、前記基板の裏面に付着した付着物を剥離させる高エネルギー光照射手段と、所定の圧力下において前記基板の裏面の近傍に前記物質による粘性流の流れを生成させて、前記基板の裏面から剥離した付着物を前記基板の裏面近傍から排除する裏面近傍流生成手段と、前記基板の裏面近傍から排除された付着物を排出する排出手段とを備えることを特徴とする。

10

【 0 0 2 1 】

上記目的を達成するために、請求項 1 3 記載の基板処理システムは、基板に所定の処理を施す少なくとも 1 つの基板処理装置と、前記基板の裏面を洗浄する基板洗浄装置とを備える基板処理システムであって、前記基板洗浄装置は、前記基板の裏面に 2 つの相状態を呈する物質を接触させて、前記基板の裏面に付着した付着物を剥離させる 2 相状態物質接触手段と、所定の圧力下において前記基板の裏面の近傍に前記物質による粘性流の流れを生成させて、前記基板の裏面から剥離した付着物を前記基板の裏面近傍から排除する裏面近傍流生成手段と、前記基板の裏面近傍から排除された付着物を排出する排出手段とを有することを特徴とする。

20

【 0 0 2 2 】

上記目的を達成するために、請求項 1 4 記載の基板処理システムは、基板に所定の処理を施す少なくとも 1 つの基板処理装置と、前記基板の裏面を洗浄する基板洗浄装置とを備える基板処理システムであって、前記基板洗浄装置は、前記基板の裏面に高エネルギーの光を照射して、前記基板の裏面に付着した付着物を剥離させる高エネルギー光照射手段と、所定の圧力下において前記基板の裏面の近傍に前記物質による粘性流の流れを生成させて、前記基板の裏面から剥離した付着物を前記基板の裏面近傍から排除する裏面近傍流生成手段と、前記基板の裏面近傍から排除された付着物を排出する排出手段とを有することを特徴とする。

30

【 0 0 2 3 】

上記目的を達成するために、請求項 1 5 記載の基板洗浄プログラムは、所定の処理が施される基板の裏面を洗浄する基板洗浄方法をコンピュータに実行させる基板洗浄プログラムであって、前記基板洗浄方法が、前記基板の裏面に 2 つの相状態を呈する物質を接触させて前記基板の裏面に付着した付着物を剥離させる 2 相状態物質接触ステップと、所定の圧力下において前記基板の裏面の近傍に前記物質による粘性流の流れを生成させて、前記基板の裏面から剥離した付着物を前記基板の裏面近傍から排除する裏面近傍流生成ステップと、前記基板の裏面近傍から排除された付着物を排出する排出ステップとを有することを特徴とする。

40

【 0 0 2 4 】

上記目的を達成するために、請求項 1 6 記載の基板洗浄プログラムは、所定の処理が施される基板の裏面を洗浄する基板洗浄方法をコンピュータに実行させる基板洗浄プログラムであって、前記基板洗浄方法が、前記基板の裏面に高エネルギーの光を照射して、前記基板の裏面に付着した付着物を剥離させる高エネルギー光照射ステップと、所定の圧力下において前記基板の裏面の近傍に前記物質による粘性流の流れを生成させて、前記基板の裏面から剥離した付着物を前記基板の裏面近傍から排除する裏面近傍流生成ステップと、前記基板の裏面近傍から排除された付着物を排出する排出ステップとを有することを特徴

50

とする。

【0025】

上記目的を達成するために、請求項17記載の記憶媒体は、所定の処理が施される基板の裏面を洗浄する基板洗浄方法を実行させるプログラムを格納するコンピュータが読み取り可能な記憶媒体であって、前記基板洗浄方法が、前記基板の裏面に2つの相状態を呈する物質を接触させて前記基板の裏面に付着した付着物を剥離させる2相状態物質接触ステップと、所定の圧力下において前記基板の裏面の近傍に前記物質による粘性流の流れを生成させて、前記基板の裏面から剥離した付着物を前記基板の裏面近傍から排除する裏面近傍流生成ステップと、前記基板の裏面近傍から排除された付着物を排出する排出ステップとを有することを特徴とする。

10

【0026】

上記目的を達成するために、請求項18記載の記憶媒体は、所定の処理が施される基板の裏面を洗浄する基板洗浄方法を実行させるプログラムを格納するコンピュータが読み取り可能な記憶媒体であって、前記基板洗浄方法が、前記基板の裏面に高エネルギーの光を照射して、前記基板の裏面に付着した付着物を剥離させる高エネルギー光照射ステップと、所定の圧力下において前記基板の裏面の近傍に前記物質による粘性流の流れを生成させて、前記基板の裏面から剥離した付着物を前記基板の裏面近傍から排除する裏面近傍流生成ステップと、前記基板の裏面近傍から排除された付着物を排出する排出ステップとを有することを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0027】

請求項1記載の基板洗浄方法、請求項11記載の基板洗浄装置、請求項13記載の基板処理システム、請求項15記載の基板洗浄プログラム及び請求項17記載の記憶媒体によれば、基板の裏面に2つの相状態を呈する物質が接触し、所定の圧力下において基板の裏面の近傍に該物質の流れが生成される。2つの相状態を呈する物質は、各相状態が有する特性を備えるので、各特性の相乗効果によって基板の裏面に付着した付着物を効率よく除去することができる。また、所定の圧力下において生成された物質の流れは粘性流を形成するので、基板の裏面から除去した付着物を基板の裏面近傍から効率よく排除する。これにより、基板の裏面に付着した付着物を完全に除去できると共に、基板から製造される半導体デバイスの品質の低下を防止することができる。

30

【0028】

請求項2及び9記載の基板洗浄方法によれば、2つの相状態を呈する物質はエアロゾルを含む所定の気体である。エアロゾルは基板の裏面に付着した付着物に衝突して該付着物の付着力を低下させて除去し、気体は除去された付着物を運搬する。これにより、基板の裏面に付着した付着物を確実に除去することができる。

【0029】

請求項3記載の基板洗浄方法によれば、所定の圧力は133Pa(1Torr)以上であるので、物質の流れを確実に粘性流とすることができ、もって基板の裏面から除去された付着物を基板の裏面近傍から確実に排除することができる。

【0030】

請求項4及び10記載の基板洗浄方法によれば、2つの相状態を呈する物質は超臨界状態の物質である。超臨界状態の物質は気相状態及び液相状態の特性を有するので、気相状態の特性によって基板の裏面及び付着物の境界面近傍まで回り込んで付着物の付着力を低下させ、液相状態の特性によって付着力の低下した付着物を巻き込む。これにより、基板の裏面に付着した付着物を確実に除去することができる。

40

【0031】

請求項5記載の基板洗浄方法によれば、超臨界状態の物質は基板に付着する付着物を溶解する所定の添加剤を含む。該添加剤は超臨界状態の物質の特性によって付着物の周囲を隙間無く包囲する。これにより、付着物を効率よく溶解することができる。

【0032】

50

請求項 6 記載の基板洗浄方法によれば、所定の添加剤を含まない超臨界状態の物質が基板の表面に接触し、且つ所定の添加剤を含む超臨界状態の物質が基板の裏面に接触する。したがって、溶解した付着物を含む基板の裏面近傍における超臨界状態の物質が基板の表面に回り込むことがないため、溶解した付着物が基板の表面に再度付着するのを確実に防止することができる。

【 0 0 3 3 】

請求項 7 記載の基板洗浄方法、請求項 1 2 記載の基板洗浄装置、請求項 1 4 記載の基板処理システム、請求項 1 6 記載の基板洗浄プログラム及び請求項 1 8 記載の記憶媒体によれば、基板の裏面に高エネルギーの光が照射され、所定の圧力下において基板の裏面の近傍に物質の流れが生成される。高エネルギーの光が照射された基板は膨張して基板の裏面及び付着物との間に膨張量差を発生させることによって基板の裏面に付着した付着物を効率よく除去する。また、所定の圧力下において生成された物質の流れは粘性流を形成するので、基板の裏面から除去された付着物を基板の裏面近傍から効率よく排除する。これにより、基板の裏面に付着した付着物を完全に除去することができ、もって基板から製造される半導体デバイスの品質の低下を防止することができる。

10

【 0 0 3 4 】

請求項 8 記載の基板洗浄方法によれば、物質は 2 つの相状態を呈するので、各相状態が有する特性の相乗効果によって基板の裏面に付着した付着物をより効率よく除去することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

20

【 0 0 3 5 】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【 0 0 3 6 】

まず、本発明の第 1 の実施の形態に係る基板洗浄装置及び基板処理システムについて説明する。

【 0 0 3 7 】

図 1 は、本実施の形態に係る基板処理システムの概略構成を示す平面図である。

【 0 0 3 8 】

図 1 において、クラスタ型の基板処理システム 1 は、多角形状を呈する搬送室 2 と、該搬送室 2 の周囲に配され且つ搬送室 2 の側壁にゲートバルブ 3 a ~ 3 e を介して接続されるプラズマ処理室としての真空室 4 a ~ 4 e と、該真空室 4 と同様に搬送室 2 の側壁にゲートバルブ 3 f を介して接続される 1 つのクリーニング室（基板洗浄装置）5 と、搬送室 2 の側壁に直接接続される 2 つのカセット室 6 a , b とを備える。

30

【 0 0 3 9 】

搬送室 2 は旋回自在且つ伸縮自在であるスカラ型の搬送アーム 7 を有し、該搬送アーム 7 は基板処理システム 1 において半導体ウエハ W を所望の位置へ搬送することが可能である。各真空室 4 は半導体ウエハ W を載置する載置台 8 を有し、該載置台 8 に載置された半導体ウエハ W に所定のプラズマ処理、例えば、エッチング処理を施す。

【 0 0 4 0 】

クリーニング室 5 は半導体ウエハ W を保持するグリップアーム 2 2 を有し、該グリップアーム 2 2 に保持された半導体ウエハ W の裏面（以下「ウエハ裏面」という。）を洗浄する。各カセット室 6 は複数の未処理又は処理済みの半導体ウエハ W を収容するカセット（図示しない）を有する。各ゲートバルブ 3 は開閉自在なスライド扉であり、各真空室 4 及び搬送室 2、又はクリーニング室 5 及び搬送室 2 を連通・遮断する。

40

【 0 0 4 1 】

基板処理システム 1 では、半導体ウエハ W にプラズマ処理が施される場合、搬送アーム 7 がカセット室 6 a のカセットから未処理の半導体ウエハ W を搬出し且つ該半導体ウエハ W を真空室 4 へ搬入する。該真空室 4 は搬入された半導体ウエハ W にプラズマ処理を施し、搬送アーム 7 は該プラズマ処理が施された半導体ウエハ W をクリーニング室 5 に搬入する。該クリーニング室 5 は搬入されたウエハ裏面を後述するウエハ裏面洗浄方法で洗浄し

50

、搬送アーム 7 は裏面が洗浄された半導体ウエハ W をカセット室 6 b のカセットへ搬入する。

【 0 0 4 2 】

図 2 は、図 1 における線 II - II に沿う断面図である。

【 0 0 4 3 】

図 2 において、クリーニング室 5 は、気密に構成された円筒状の主チャンバ 9 と、該主チャンバ 9 の上部に設けられたガス導入部 1 0 と、主チャンバ 9 の下部に設けられたガス排出部 1 1 とを備える。

【 0 0 4 4 】

ガス導入部 1 0 は、主チャンバ 9 の上面に穿孔された数多くのガス導入孔 1 2 と、該ガス導入孔 1 2 の上方に設けられたバッファ室 1 3 と、主チャンバ 9 から離間して配置されるガス供給部 1 4 と、バッファ室 1 3 及びガス供給部 1 4 を接続するガス導入管 1 5 と、該ガス導入管 1 5 の途中に設けられたバルブ 1 6 とからなる。このガス導入部 1 0 は、ウエハ裏面を洗浄する際、バルブ 1 6 を開弁し、ガス供給部 1 4 から N_2 ガス等をガス導入管 1 5、バッファ室 1 3 及びガス導入孔 1 2 を介して主チャンバ 9 内へ供給し、該主チャンバ 9 内において下降流を発生させる。

10

【 0 0 4 5 】

ガス排出部 1 1 は、主チャンバ 9 の下面に開口するガス吸入孔 1 7 と、該ガス吸入孔 1 7 の下方に設けられたバッファ室 1 8 と、主チャンバ 9 から離間して配置される排気ポンプ 1 9 と、バッファ室 1 8 及び排気ポンプ 1 9 を接続するガス排出管 2 0 と、該ガス排出管 2 0 の途中に設けられたバルブ 2 1 とからなる。このガス排出部 1 1 は、ウエハ裏面を洗浄する際、バルブ 2 1 を開弁し、排気ポンプ 1 9 を作動させて、主チャンバ 9 内のガスをガス吸入孔 1 7、バッファ室 1 8 及びガス排出管 2 0 を介して排出する。また、このとき、ガス排出部 1 1 は主チャンバ 9 のガスを下方に向けて吸引するので、該主チャンバ 9 内において発生したガス導入部 1 0 による下降流が助長される。

20

【 0 0 4 6 】

主チャンバ 9 は、グリップアーム 2 2 と、該グリップアーム 2 2 に保持された半導体ウエハ W の下方に配置されるエアロゾル噴射部 2 3 と、保持された半導体ウエハ W の上方に配置される 2 つの加熱ランプ 2 4 とを有する。

【 0 0 4 7 】

図 3 は、図 2 におけるグリップアームの概略構成を示す図であり、図 3 (A) はグリップアームの平面図であり、図 3 (B) はグリップアームの側面図である。

30

【 0 0 4 8 】

図 3 において、グリップアーム 2 2 は、一对のウエハ側面保持部 2 5 a , b を有する。各ウエハ側面保持部 2 5 は、アーム基部 2 6 と、該アーム基部 2 6 から突出自在なアーム部 2 7 と、アーム基部 2 6 に振動伝達棒 3 3 を介して接続される超音波振動部 2 8 と、アーム基部 2 6 に接続される直流電源 2 9 とからなる。アーム部 2 7 は上面視三日月形状を呈する板状部材であり、半導体ウエハ W に対向する部位 (以下「ウエハ対向部位」という。) の曲率は、半導体ウエハ W の外周における曲率と一致する。

【 0 0 4 9 】

主チャンバ 9 内に搬送アーム 7 によってプラズマ処理済みの半導体ウエハ W が搬入された場合、グリップアーム 2 2 は、各ウエハ側面保持部 2 5 のアーム部 2 7 を図中矢印方向に沿ってアーム基部 2 6 から突出させ、アーム部 2 7 のウエハ対向部位を半導体ウエハ W の外周部に当接させることにより、半導体ウエハ W を保持する。このとき、半導体ウエハ W は外周部のみがアーム部 2 7 と当接するので、半導体ウエハ W の表面及び裏面は露出する。

40

【 0 0 5 0 】

また、超音波振動部 2 8 が超音波振動を発生し、該超音波振動はアーム基部 2 6 及びアーム部 2 7 を介して半導体ウエハ W に伝達され、直流電源 2 9 はアーム基部 2 6 及びアーム部 2 7 を介して半導体ウエハ W に電圧を印加する。

50

【 0 0 5 1 】

各加熱ランプ 2 4 は、グリップアーム 2 2 に保持された半導体ウエハ W の上面に熱線を照射することによって半導体ウエハ W の温度を上昇させる。

【 0 0 5 2 】

図 4 は、図 2 におけるエアロゾル噴射部の概略構成を示す図であり、図 4 (A) はエアロゾル噴射部の側面図であり、図 4 (B) はエアロゾル噴射部におけるラバルノズルの断面図である。

【 0 0 5 3 】

図 4 において、エアロゾル噴射部 2 3 は、グリップアーム 2 2 に保持された半導体ウエハ W と平行に配置されるガイドレール 3 0 と、該ガイドレール 3 0 に沿って移動するノズル基部 3 1 と、該ノズル基部 3 1 の上方に設けられ、所定の仰角でウエハ裏面を指向するラバル（先細末広）ノズル 3 2 とを有する。

10

【 0 0 5 4 】

ラバルノズル 3 2 は、金属、例えば、アルミから成る円管状部材であり、管内の空間がガス流路として機能する。また、ラバルノズル 3 2 では、ガスが流入する上流側端部（図 4 (B) における左側の端部）3 3 a から下流側端部（図 4 (B) における右側の端部）3 3 b に架けて内径が変化する。具体的には、内径が上流側端部 3 3 a から下流側端部 3 3 b に向けてまず縮小し、上流側端部 3 3 a から所定の距離の点より下流側では拡大する。すなわち、ラバルノズル 3 2 のガス流路は途中に咽部 3 4 を有する。なお、本実施の形態では、以下、上流側端部 3 3 a から咽部 3 4 までを縮小部と称し、咽部 3 4 から下流側端部 3 3 b までを拡大部と称する。

20

【 0 0 5 5 】

ラバルノズル 3 2 は、上流側端部 3 3 a、咽部 3 4 及び下流側端部 3 3 b における内径、並びに縮小部や拡大部の長さ等を適切に設定することにより、上流側端部 3 3 a に流入したガス流の流速を音速以上まで高めて下流側端部 3 3 b より噴射することが可能である。本実施の形態では、拡大部においてガスの流速が超音速となるようにラバルノズル 3 2 の諸寸法が設定されている。

【 0 0 5 6 】

また、拡大部において流速の音速突破に伴い発生する衝撃波の波面が停滞し、停止衝撃波が形成される。これにより、ラバルノズル 3 2 の前後、具体的には上流側端部 3 3 a から下流側端部 3 3 b までの圧力勾配が不連続になる。このとき、下流側端部 3 3 b 側における圧力、すなわち、主チャンバ 9 の圧力に対して上流側端部 3 3 a 側における圧力を高めることによって容易にガスの流速をラバルノズル 3 2 内において超音速に到達させることができる。本実施の形態では、主チャンバ 9 内の圧力が数 k P a（数 1 0 T o r r）に設定され、これに対して上流側端部 3 3 a 側における圧力は大気圧（1 0 0 k P a（7 6 0 T o r r））に設定されるのが好ましい。

30

【 0 0 5 7 】

拡大部においてガスの流速が超音速となると、該ガス流は膨張流れとなり、断熱膨張によって流速の増加に応じて該ガスの温度が低下する。そのため、ラバルノズル 3 2 から噴射されたガスの温度は急速に低下し、該ガスの凝固点を下回る。このとき、ガスの流れにおいてガスが凝固した微少な粒子（エアロゾル（Aerosol））が発生する。ラバルノズル 3 2 が噴射するガスは固体粒子（エアロゾル）を含むため、2 つの相状態を呈する。

40

【 0 0 5 8 】

ウエハ裏面を洗浄する際、ラバルノズル 3 2 はエアロゾルを含むガス（以下「エアロゾルガス」という。）を噴射するが、上述したように、ラバルノズル 3 2 はウエハ裏面を指向するので、ガスはウエハ裏面に衝突する。このとき、衝突するガスに含まれたエアロゾルがウエハ裏面の全面に亘って付着したパーティクル P や裏面の周縁部に付着したベベルポリマー B P に衝突すると、パーティクル P やベベルポリマー B P に運動エネルギーを付与し、該運動エネルギーを付与されたパーティクル P 等はウエハ裏面から剥離する。また、運動エネルギーをパーティクル P に付与したエアロゾルは、半導体ウエハ W や該半導体

50

ウエハWの周辺雰囲気から熱エネルギーを付与されて気化する。

【0059】

エアロゾルから気化したガスや、エアロゾルを含んでいたガスはウエハ裏面に衝突して、半導体ウエハWの周縁部へ向かうガス流を生成する。ウエハ裏面から剥離したパーティクルP等は、このガス流によってウエハ裏面からガス排出部11へ向けて運搬され、ガス排出部11によって主チャンバ9から排出される。

【0060】

また、ウエハ裏面を洗浄する際、ノズル基部31はガイドレール30に沿って図4(A)中に示す矢印方向に移動する。ノズル基部31が移動する間、ラバルノズル32はエアロゾルガスをウエハ裏面に向けて噴射するので、エアロゾル噴射部23はエアロゾルガスの流れによってウエハ裏面を全面に亘って走査することができ、これにより、ウエハ裏面の全面からパーティクルP等を除去することができる。

10

【0061】

上述したように、エアロゾル噴射部23は半導体ウエハWの下方に設けられるため、エアロゾルガスは半導体ウエハWの下方からウエハ裏面に衝突する。これにより、ウエハ裏面から剥離したパーティクルP等を重力によって下方、すなわち、ガス排出部11の方へ効率よく運搬することができる。

【0062】

また、ガス導入部10から N_2 ガスが導入される。これにより、主チャンバ9内において N_2 ガスの下降流が発生し、剥離したパーティクルP等が主チャンバ9内を上昇して半導体ウエハWの表面(以下「ウエハ表面」という。)側に回り込んでウエハ表面に付着するのを防止できる。

20

【0063】

ウエハ裏面を洗浄する際における主チャンバ9内の圧力は133Pa(1Torr)以上であることが好ましい。主チャンバ9内の圧力が133Pa以上であれば、ウエハ裏面近傍に発生するガスの流れ、例えば、上述したエアロゾルから気化したガスのガス流や上述した下降流が確実に粘性流となり、そのガス粘性力が大きくなるため、ウエハ裏面から剥離したパーティクルP等をウエハ裏面近傍から確実に運搬して除去することができる。

【0064】

ラバルノズル32から噴射されるガスは、圧力の急変に応じて爆発することのないガスである必要があり、例えば、He(ヘリウム)、Ne(ネオン)、Ar(アルゴン)、Kr(クリプトン)、Xe(キセノン)、Rn(ラドン)等の希ガスや、 N_2 、 CO_2 、 O_2 、 F_2 、 Cl_2 、 Br_2 等のいずれかを用いることができる。

30

【0065】

以上、エアロゾル噴射部23によるウエハ裏面のパーティクルP等の除去について説明したが、パーティクルP等のウエハ裏面からの剥離を促進するために、クリーニング室5では、他の構成要素が以下に説明するように作動する。

【0066】

まず、超音波振動部28が超音波振動を発振し、該超音波振動をアーム基部26及びアーム部27を介して半導体ウエハWに伝達する。超音波振動を伝達された半導体ウエハWでは、パーティクルP等の半導体ウエハWに対する付着力が低下するため、パーティクルP等の剥離が促進される。

40

【0067】

また、直流電源29はアーム基部26及びアーム部27を介して半導体ウエハWに電圧を印加する。このとき、半導体ウエハWへの電圧の印加に起因して主チャンバ9において電場が発生し、ウエハ裏面に電磁応力(Electromagnetic Stress)が作用する。電磁応力は、互いに隣接する誘電率が異なる物質の周辺で電場が発生したときに、物質同士を離間させるように働く斥力であるため、ウエハ裏面に付着したパーティクルPの付着力が弱まり、パーティクルP等の剥離が促進される。

【0068】

50

ここで、クリーニング室 5 では、直流電源 29 が極性の異なる電圧を交互に半導体ウエハ W へ印加するのが好ましい。上記電磁応力は、半導体ウエハ W への電圧の印加及び停止の切替時において裏面に効果的に作用するため、ウエハ裏面に効果的な電磁応力が繰り返して作用する。したがって、ウエハ裏面に付着したパーティクル P 等の剥離を十分に促進することができる。また、半導体ウエハ W へ極性の異なる電圧が交互に印加されるため、半導体ウエハ W が帯電するのを防止することができる。

【0069】

なお、直流電源 29 が半導体ウエハ W に印加する電圧は、主チャンバ 9 内の圧力に応じて変化するが、半導体ウエハ W にチャージアップダメージが発生しない程度、例えば、数 100 V であるのが好ましい。

【0070】

さらに、各加熱ランプ 24 は、グリップアーム 22 に保持された半導体ウエハ W の上面に熱線を照射することによって半導体ウエハ W の温度を上昇させる。このとき、半導体ウエハ W と主チャンバ 9 の壁面との間に温度勾配が形成され、半導体ウエハ W (高温部) から該壁面 (低温部) に向けて熱泳動力がパーティクル P 等に発生する。これにより、ウエハ裏面に付着したパーティクル P の付着力が弱まり、パーティクル P 等の剥離が促進される。

【0071】

尚、上述したクリーニング室 5 の各構成要素の動作は、基板処理システム 1 が有するパーソナルコンピュータ (図示しない) によって制御される。

【0072】

次に、本実施の形態に係る基板洗浄方法について説明する。

【0073】

図 5 は、本実施の形態に係る基板洗浄方法としてのウエハ裏面洗浄処理のフローチャートである。

【0074】

図 5 において、まず、搬送アーム 7 が真空室 4 においてプラズマ処理が施された半導体ウエハ W をクリーニング室 5 の主チャンバ 9 に搬入し (ステップ S51)、グリップアーム 22 が該搬入された半導体ウエハ W を保持する。

【0075】

次いで、ガス排出部 11 が主チャンバ 9 内の空気を排出して主チャンバ 9 内を数 kPa に調整し (ステップ S52)、ガス導入部 10 が N_2 ガスを主チャンバ 9 内へ供給し、該主チャンバ 9 内において下降流を発生させる (ステップ S53)。

【0076】

次いで、エアロゾル噴射部 23 において、ノズル基部 31 がガイドレール 30 に沿って移動を開始すると共に、ラバルノズル 32 がエアロゾルガスをウエハ裏面に向けて噴射する (2 相状態物質接触ステップ) (ステップ S54)。このとき、エアロゾルがウエハ裏面に付着したパーティクル P 等に衝突して該パーティクル P 等を剥離させる。また、直流電源 29 が半導体ウエハ W に交互に電圧を印加し、超音波振動部 28 が半導体ウエハ W に超音波振動を伝達し、各加熱ランプ 24 が半導体ウエハ W の温度を上昇させてパーティクル P 等の剥離を促進する。

【0077】

次いで、エアロゾルから気化したガスや、エアロゾルを含んでいたガスは、ウエハ裏面と衝突して半導体ウエハ W の外縁へ向かうガス流を発生させるが、このとき、主チャンバ 9 内の圧力が数 kPa に調整されているので、該ガス流はガス粘性流となる (裏面近傍流生成ステップ) (ステップ S55)。該ガス粘性流はウエハ裏面から剥離したパーティクル P 等をウエハ裏面近傍から確実に運搬して除去する。

【0078】

エアロゾル噴射部 23 は、ノズル基部 31 が移動する間、ステップ S54 及び S55 を継続して実行することによってウエハ裏面をエアロゾルガスの流れによって走査する。そ

10

20

30

40

50

して、ノズル基部 3 1 の移動が終了すると、本処理を終了する。

【 0 0 7 9 】

上述した本実施の形態に係る基板洗浄装置、基板処理システム及び基板洗浄方法によれば、ウエハ裏面にエアロゾルガスが接触し、数 k P a の主チャンバ 9 内の圧力下においてウエハ裏面の近傍にエアロゾルから気化したガスやエアロゾルを含んでいたガスのガス流が生成される。エアロゾルガスは、各相（気相、固相）状態が有する特性を備えるので、各特性の相乗効果によってウエハ裏面に付着したパーティクル P 等を効率よく除去することができる。具体的には、エアロゾルがウエハ裏面のパーティクル P 等に衝突して運動エネルギーを該パーティクル P に付与し、該パーティクル P を剥離させる。さらに、エアロゾルから気化したガスやエアロゾルを含んでいたガスのガス流は剥離したパーティクル P 等を運搬する。また、数 k P a の圧力下においてガス流は粘性流を形成するので、ウエハ裏面から剥離パーティクル P 等をウエハ裏面近傍から効率よく排除する。これにより、ウエハ裏面に付着したパーティクル P 等を完全に除去できると共に、半導体ウエハ W から製造される半導体デバイスの品質の低下を防止することができる。

10

【 0 0 8 0 】

上述した本実施の形態におけるラバルノズル 3 2 では、拡大部において停止衝撃波を発生させたが、上流側端部 3 3 a 側における圧力及び下流側端部 3 3 b 側における圧力を調整することによって、停止衝撃波をラバルノズル 3 2 の外部において発生させてもよい。

【 0 0 8 1 】

具体的には、上流側端部 3 3 a 側における圧力を大気圧より高く設定し、且つ下流側端部 3 3 b 側における圧力を主チャンバ 9 内の圧力より低く設定する。このとき、ラバルノズル 3 2 から噴射されたエアロゾルガスは過膨張となり、停止衝撃波がラバルノズル 3 2 の外部において発生する。また、停止衝撃波をウエハ裏面において発生させるのが好ましい。これにより、停止衝撃波の振動が半導体ウエハ W に伝達され、該振動によってパーティクル P 等の付着力が低下し、該パーティクル P 等の剥離が促進される。

20

【 0 0 8 2 】

尚、上述した本実施の形態では、半導体ウエハ W がグリップアーム 2 2 によって保持され、エアロゾル噴射部 2 3 におけるノズル基部 3 1 が移動することによってウエハ裏面をエアロゾルガスで走査したが、ノズル基部 3 1 が固定され且つグリップアーム 2 2 が半導体ウエハ W を移動させることによってウエハ裏面をエアロゾルガスで走査してもよい。

30

【 0 0 8 3 】

次に、本発明の第 2 の実施の形態に係る基板洗浄装置について説明する。

【 0 0 8 4 】

本実施の形態は、その構成、作用が上述した第 1 の実施の形態と基本的に同じであり、ウエハ裏面を洗浄する際に上述したエアロゾルガスではなく、超臨界状態の物質を用いる点で異なるのみである。したがって、重複した構成、作用については説明を省略し、以下に異なる構成、作用についての説明を行う。

【 0 0 8 5 】

図 6 は、本実施の形態に係る基板処理装置としてのクリーニング室の概略構成を示す断面図である。

40

【 0 0 8 6 】

図 6 において、クリーニング室 6 0 は、主チャンバ 9 と、ガス導入部 1 0 と、ガス排出部 1 1 とを備え、該主チャンバ 9 は、グリップアーム 2 2 と、該グリップアーム 2 2 に保持された半導体ウエハ W の表面及び裏面に後述する超臨界状態の C O ₂ を供給する超臨界流体供給部 6 1 と、2 つの加熱ランプ 2 4 と、主チャンバ 9 内の雰囲気を加熱するヒータ（図示しない）とを有する。

【 0 0 8 7 】

超臨界流体供給部 6 1 は、グリップアーム 2 2 に保持されたウエハ表面上方に向けて超臨界状態の C O ₂ を図中矢印方向に沿って供給する上部処理流体供給源 6 2 と、ウエハ裏面下方に向けて超臨界状態の C O ₂ を図中矢印方向に沿って供給する下部処理流体供給源

50

63とを有する。

【0088】

超臨界状態とは、或る物質の気体若しくは液体が、気体と液体が共存できる限界の温度・圧力（臨界点）を超えて所定の高温・高圧状態に達したときに、気体と液体の密度が同じになって2相（気相・液相）が区別できなくなり、気液の境界面が消失した状態である。該超臨界状態の物質は2相の特性を併せ持つため、超臨界状態の物質からなる流体（以下「超臨界流体」という。）は、気相の特性によってウエハ表面に形成された半導体デバイスの微細な窪みに侵入し、液相の特性によって微細な窪みに存在するパーティクル等を巻き込んで運搬する。超臨界流体を形成する物質としては、 H_2O （水）、 CO_2 、 NH_3 （アンモニア）、 CH_4 （メタン）、 C_3H_8 （プロパン）、 CH_3OH （メタノール）、又は C_2H_5OH （エタノール）等があり、例えば、 CO_2 は31.1、7.37 MPaの条件下で超臨界状態に達する。

10

【0089】

クリーニング室60では、超臨界流体供給部61から供給された超臨界流体が超臨界状態を維持できるように、ガス排出部11によって主チャンバ9の内圧が高圧に維持され、ヒータによって主チャンバ9内の雰囲気温度が高温に維持される。具体的には、超臨界流体が CO_2 からなる場合、主チャンバ9内の雰囲気温度は35～50に維持され、主チャンバ9内の圧力は約10 MPaに維持される。

【0090】

上部処理流体供給源62及び下部処理流体供給源63は同種の超臨界流体を供給するが、下部処理流体供給源63から供給される超臨界流体（以下「下部超臨界流体」という。）は、相溶剤としての各種有機溶剤、及び添加剤としてのHF等のフッ化物又は水溶性金属イオン封鎖剤等のキレート剤を含有する。下部超臨界流体に含有された相溶剤や添加剤は、ウエハ裏面のパーティクルP等を溶解して除去するが、このとき、相溶剤や添加剤は超臨界流体の気相の特性によってウエハ裏面のパーティクルP等の周囲を隙間無く包囲して満遍なく溶解する。これにより、パーティクルP等を効率よく溶解することができる。また、下部超臨界流体はその液相の特性によって溶解されたパーティクルP等を巻き込んで運搬する。クリーニング室60では、上述した主チャンバ9内の圧力が高圧に維持されるため、下部超臨界流体の流れは粘性流を形成して該溶解されたパーティクルP等をウエハ裏面近傍から確実に運搬して除去することができる。

20

30

【0091】

下部超臨界流体に含有される相溶剤や添加剤は、溶解するパーティクルやベベルポリマーの構成材料に応じて選択される。例えば、パーティクルが主に重金属、例えば、Alからなる場合、 CO_2 からなる下部超臨界流体に相溶剤として C_2H_5OH を CO_2 に対して10～20重量%だけ加え、さらに添加剤として $C_6H_8O_7$ （クエン酸）を CO_2 に対して0.05～1.0 mol%だけ加える。この下部超臨界流体では、添加剤や有機溶剤に含まれる分子がAlの原子を中心に金属錯体を形成し、該形成した金属錯体が下部超臨界流体に溶け込む。これにより、重金属からなるパーティクルがウエハ裏面から除去される。

【0092】

また、例えば、ベベルポリマーが主にエッチング残渣物、具体的にはエッチングガスから生成された反応化合物からなる場合、 CO_2 からなる下部超臨界流体に相溶剤として C_2H_5OH を CO_2 に対して10～20重量%だけ加え、さらに添加剤として第三級アミン化合物、例えば、トリメチルメタン等を CO_2 に対して0.1 mol%以上加える。この下部超臨界流体では、主に第三級アミン化合物がベベルポリマーを溶解してウエハ裏面から除去する。

40

【0093】

このとき、相溶剤や添加剤を含む下部超臨界流体は、ウエハ裏面を化学的又は物理的にエッチングすることがないため、半導体ウエハWが損傷するのを防止することができる。

【0094】

50

一方、上部処理流体供給源 6 2 から供給される超臨界流体（以下「上部超臨界流体」という。）は、下部超臨界流体の様に添加剤や相溶剤を含まない。また、上部超臨界流体の供給圧力は、下部超臨界流体の供給圧力より高く設定される。これにより、溶解されたパーティクル P 等を含む下部超臨界流体がウエハ表面に回り込むことが無く、除去されたパーティクル P 等がウエハ表面に付着して半導体デバイスの品質の低下を防止することができる。

【 0 0 9 5 】

クリーニング室 6 0 では、ウエハ裏面を洗浄する際、超臨界流体供給部 6 1 から超臨界流体を主チャンバ 9 内に供給してウエハ裏面のパーティクル P 等を除去するだけでなく、上述した本発明の第 1 の実施の形態に係る基板洗浄装置と同様に、超音波振動部 2 8 が超音波振動を発生し、直流電源 2 9 が半導体ウエハ W に電圧を交互に印加し、各加熱ランプ 2 4 が半導体ウエハ W の温度を上昇させる。これにより、ウエハ裏面からのパーティクル P 等の剥離を促進する。また、ガス排出部 1 1 は主チャンバ 9 内に下降流を発生させて下部超臨界流体に溶解したパーティクル P 等がウエハ表面側に回り込んでウエハ表面に付着するのを防止する。

10

【 0 0 9 6 】

次に、本実施の形態に係る基板洗浄方法について説明する。

【 0 0 9 7 】

図 7 は、本実施の形態に係る基板洗浄方法としてのウエハ裏面洗浄処理のフローチャートである。尚、図 7 の処理におけるステップ S 5 1 乃至 S 5 3 は、図 5 の処理におけるステップ S 5 1 乃至 S 5 3 と同じである。

20

【 0 0 9 8 】

図 7 において、ステップ S 5 3 にて主チャンバ 9 内の下降流が発生した後、上部処理流体供給源 6 2 が CO_2 からなる超臨界流体をウエハ表面上方に向けて供給し、且つ下部処理流体供給源 6 3 が所定の相溶剤及び添加剤を含む CO_2 からなる超臨界流体をウエハ裏面下方に向けて供給する（2 相状態物質接触ステップ）（ステップ S 7 1）。このとき、下部超臨界流体の相溶剤や添加剤が、ウエハ裏面のパーティクル P 等の周囲を隙間無く包囲して満遍なく溶解する。下部超臨界流体は溶解されたパーティクル P 等を巻き込んで運搬する。また、直流電源 2 9 が半導体ウエハ W に交互に電圧を印加し、超音波振動部 2 8 が半導体ウエハ W に超音波振動を伝達し、各加熱ランプ 2 4 が半導体ウエハ W の温度を上

30

【 0 0 9 9 】

下部超臨界流体はウエハ裏面に沿って流れるが、このとき、主チャンバ 9 内の圧力が高圧に維持されるため、下部超臨界流体の流れはウエハ裏面近傍において粘性流を形成する（裏面近傍流生成ステップ）（ステップ S 7 2）。該粘性流は溶解したパーティクル P 等をウエハ裏面近傍から確実に運搬して除去する。

【 0 1 0 0 】

そして、超臨界流体の供給開始から所定の時間、例えば、10 分間が経過すると、超臨界流体供給部 6 1 は超臨界流体の供給を停止し、ガス排出部 1 1 が主チャンバ 9 内の超臨界流体を排出する。その後、超臨界流体供給部 6 1 は、上部処理流体供給源 6 2 及び下部処理流体供給源 6 3 の両方から一切の相溶剤及び添加剤を含まない CO_2 からなる超臨界流体を 5 分間供給して、半導体ウエハ W の表面及び裏面を濯ぎ、その後、ガス排出部 1 1 が濯ぎに使用された該超臨界流体を主チャンバ 9 内から排出して本処理を終了する。

40

【 0 1 0 1 】

上述した本実施の形態に係る基板洗浄装置及び基板洗浄方法によれば、ウエハ裏面に相溶剤や添加剤を含む下部超臨界流体が接触し、該下部超臨界流体は所定の高圧力下においてウエハ裏面の近傍に粘性流を形成する。超臨界流体は、各相（気相、固相）状態が有する特性を備えるので、各特性の相乗効果によってウエハ裏面に付着したパーティクル P 等を効率よく除去することができる。具体的には、下部超臨界流体の相溶剤や添加剤が、ウエハ裏面のパーティクル P 等の周囲を隙間無く包囲して満遍なく溶解する。さらに、下部

50

超臨界流体は溶解されたパーティクルP等を巻き込んで運搬する。また、下部超臨界流体が形成する粘性流は、溶解したパーティクルP等をウエハ裏面近傍から効率よく排除する。これにより、ウエハ裏面に付着したパーティクルP等を完全に除去することができると共に、半導体ウエハWから製造される半導体デバイスの品質の低下を防止することができる。

【0102】

上述したクリーニング室60では、超臨界流体供給部61から超臨界流体を供給したが、超臨界流体供給部61の代わりにクリーニング室5におけるエアロゾル噴射部23と同様の構成を設け、該エアロゾル噴射部から相溶剤や添加剤を含む超臨界流体をウエハ裏面に向けて噴射してもよい。これにより、ウエハ裏面の近傍に発生する粘性流の速度を高めることができ、より効率よく溶解したパーティクルP等をウエハ裏面近傍から排除することができる。

10

【0103】

また、クリーニング室60では下部処理流体供給源63から相溶剤や添加剤を含む超臨界流体を供給したが、ウエハ裏面の下方へ向けて相溶剤や添加剤を供給する個別の供給源を設けてもよい。この場合、ウエハ裏面を洗浄する際、下部処理流体供給源63が相溶剤や添加剤を一切含まない超臨界流体を主チャンバ9内へ供給し、その後、相溶剤や添加剤の供給源がウエハ裏面の下方へ向けて相溶剤や添加剤を供給する。これにより、ウエハ裏面の下方において相溶剤や添加剤がリッチな超臨界流体を生成することができ、もってウエハ裏面のパーティクルP等を効率的に溶解することができる。

20

【0104】

上述したクリーニング室60では、主チャンバ9の側壁と、グリップアーム22に保持された半導体ウエハWの外周部との距離を小さくするのがよい。これにより、半導体ウエハWの下方から上方への流れにおけるコンダクタンスを小さくすることができ、溶解したパーティクルP等を含む下部超臨界流体がウエハ表面へ回り込むのを確実に防止することができる。

【0105】

また、半導体ウエハWはグリップアーム22によって外周部を保持されたが、半導体ウエハWは裏面をプッシャーピン等によって支持されてもよい。

【0106】

次に、本発明の第3の実施の形態に係る基板洗浄装置について説明する。

30

【0107】

本実施の形態は、その構成、作用が上述した第2の実施の形態と基本的に同じであり、ウエハ裏面を洗浄する際に上述した超臨界流体だけではなく、さらにエキシマレーザを用いる点で異なるのみである。したがって、重複した構成、作用については説明を省略し、以下に異なる構成、作用についての説明を行う。

【0108】

図8は、本実施の形態に係る基板処理装置としてのクリーニング室の概略構成を示す断面図である。

【0109】

図8において、クリーニング室80は、主チャンバ9と、ガス導入部10と、ガス排出部11とを備え、該主チャンバ9は、グリップアーム22と、該グリップアーム22に保持された半導体ウエハWの裏面に後述するエキシマレーザを照射するエキシマレーザ（Excimer Laser）照射部81と、2つの加熱ランプ24と、主チャンバ9内の雰囲気加熱するヒータ（図示しない）とを有する。

40

【0110】

超臨界流体供給部61は、グリップアーム22に保持された半導体ウエハWと平行に配置されるガイドレール82と、該ガイドレール82に沿って移動するレーザ基部83と、該レーザ基部83の上方に設けられ、ウエハ裏面を指向するエキシマレーザ発振器84とを有する。

50

【 0 1 1 1 】

エキシマレーザ発振器 8 4 から発振されてウエハ裏面に照射されるエキシマレーザは、希ガス等の閉核原子（分子）のエキシマ状態と基底状態の間の遷移をレーザ発振に応用した気体レーザであって、短波長で高出力のレーザであり、該エキシマレーザとしては、例えば、KrFエキシマレーザ等の希ガスハライドエキシマレーザが知られている。エキシマレーザはその光子エネルギーが高いため、該レーザの照射対象を容易に加熱することができる。

【 0 1 1 2 】

クリーニング室 8 0 では、ウエハ裏面を洗浄する際、該エキシマレーザを照射されたウエハ裏面は熱エネルギーによって膨張し、ウエハ裏面及びパーティクル P の間に膨張量差を発生させてウエハ裏面に付着したパーティクル P 等を剥離させて除去する。

10

【 0 1 1 3 】

また、ウエハ裏面を洗浄する際、レーザ基部 8 3 はガイドレール 8 2 に沿って移動する。レーザ基部 8 3 が移動する間、エキシマレーザ発振器 8 4 はエキシマレーザをウエハ裏面に向けて照射するので、エキシマレーザ照射部 8 1 はエキシマレーザによってウエハ裏面を全面に亘って走査することができ、これにより、ウエハ裏面の全面からパーティクル P 等を除去することができる。

【 0 1 1 4 】

クリーニング室 8 0 では、ウエハ裏面を洗浄する際、エキシマレーザ照射部 8 1 からエキシマレーザを照射してウエハ裏面のパーティクル P 等を除去するだけでなく、上述した本発明の第 2 の実施の形態に係る基板洗浄装置と同様に、超臨界流体供給部 6 1 が主チャンバ 9 内に上部処理流体供給源 6 2 からウエハ表面上方に向けて超臨界状態の CO_2 を図中矢印方向に沿って供給し、下部処理流体供給源 6 3 はウエハ裏面下方に向けて相溶剤や添加剤を含む超臨界状態の CO_2 を図中矢印方向に沿って供給する。また、超音波振動部 2 8 は超音波振動を発振し、直流電源 2 9 は半導体ウエハ W に電圧を交互に印加し、各加熱ランプ 2 4 は半導体ウエハ W の温度を上昇させる。これにより、ウエハ裏面からのパーティクル P 等の溶解及び剥離を促進する。さらに、ガス排出部 1 1 は主チャンバ 9 内に下降流を発生させて剥離し且つ下部超臨界流体に溶解したパーティクル P 等がウエハ表面側に回り込んでウエハ表面に付着するのを防止する。

20

【 0 1 1 5 】

次に、本実施の形態に係る基板洗浄方法について説明する。

30

【 0 1 1 6 】

図 9 は、本実施の形態に係る基板洗浄方法としてのウエハ裏面洗浄処理のフローチャートである。尚、図 9 の処理におけるステップ S 5 1 乃至 S 5 3、並びにステップ S 7 1 及び S 7 2 は、図 7 の処理におけるステップ S 5 1 乃至 S 5 3、並びにステップ S 7 1 及び S 7 2 と同じである。

【 0 1 1 7 】

図 9 において、ステップ S 5 3 にて主チャンバ 9 内の下降流が発生した後、エキシマレーザ発振器 8 4 がウエハ裏面に向けてエキシマレーザを照射する（高エネルギー光照射ステップ）（ステップ S 9 1）。該エキシマレーザを照射されたウエハ裏面は熱エネルギーによって膨張し、ウエハ裏面に付着したパーティクル P 等を剥離させる。

40

【 0 1 1 8 】

次いで、上部処理流体供給源 6 2 が CO_2 からなる超臨界流体をウエハ表面上方に向けて供給し、且つ下部処理流体供給源 6 3 が所定の相溶剤及び添加剤を含む CO_2 からなる超臨界流体をウエハ裏面下方に向けて供給する（ステップ S 7 1）。また、直流電源 2 9 が半導体ウエハ W に交互に電圧を印加し、超音波振動部 2 8 が半導体ウエハ W に超音波振動を伝達し、各加熱ランプ 2 4 が半導体ウエハ W の温度を上昇させてパーティクル P 等の剥離を促進する。

【 0 1 1 9 】

下部超臨界流体はウエハ裏面に沿って流れるが、このとき、主チャンバ 9 内の圧力が高

50

圧に維持されるため、下部超臨界流体の流れはウエハ裏面近傍において粘性流を形成する（裏面近傍流生成ステップ）（ステップS72）。該粘性流は溶解したパーティクルP等をウエハ裏面近傍から確実に運搬して除去する。そして、超臨界流体の供給開始から所定の時間経過後、本処理を終了する。

【0120】

上述した本実施の形態に係る基板洗浄装置及び基板洗浄方法によれば、ウエハ裏面にエキシマレーザが照射され、下部超臨界流体は所定の高圧力下においてウエハ裏面の近傍に粘性流を形成する。エキシマレーザを照射されたウエハ裏面は熱エネルギーによって膨張し、ウエハ裏面及びパーティクルPの間に膨張量差を発生させてウエハ裏面に付着したパーティクルP等を剥離させる。下部超臨界流体が形成する粘性流は、剥離したパーティクルP等をウエハ裏面近傍から効率よく排除する。これにより、ウエハ裏面に付着したパーティクルP等を完全に除去することができると共に、半導体ウエハWから製造される半導体デバイスの品質の低下を防止することができる。

10

【0121】

上述したクリーニング室80では、エキシマレーザ照射部81によってエキシマレーザをウエハ裏面に照射するが、エキシマレーザ照射部81の代わりにエキシマ光を広範囲に照射するエキシマランプを設け、該エキシマランプからエキシマ光をウエハ裏面に照射してもよい。これにより、ウエハ裏面へ向けて一度にエキシマランプを照射することができ、さらに効率よくパーティクルPをウエハ裏面から除去することができる。

20

【0122】

また、クリーニング室80では、超臨界流体供給部61の代わりにエアロゾル噴射部23を備えていてもよい。

【0123】

本発明の目的は、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記憶媒体を、基板処理システム1のパーソナルコンピュータ（以下「PC」という。）や外部のサーバ、例えば、APC（Advance Process Control）サーバに供給し、そのPC又はAPCサーバのCPUが記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出して実行することによっても達成される。

【0124】

この場合、記憶媒体から読み出されたプログラムコード自体が上述した各実施の形態の機能を実現することになり、そのプログラムコードを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。

30

【0125】

また、プログラムコードを供給するための記憶媒体としては、例えば、フロッピー（登録商標）ディスク、ハードディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、CD-R、CD-RW、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-RW、DVD+RW、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROM等を用いることができる。この他、プログラムコードをネットワークを介してダウンロードしてもよい。この場合、上記プログラムコードは、はインターネット、商用ネットワーク、若しくはローカルエリアネットワーク等に接続された不図示の他のコンピュータやデータベース等からダウンロードすることにより供給される。

40

【0126】

また、CPUが読み出したプログラムコードを実行することにより、上記実施の形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムコードの指示に基づき、CPU上で稼動しているOS（オペレーティングシステム）等が実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって上述した実施形態の機能が実現される場合も含まれる。

【0127】

更に、記憶媒体から読み出されたプログラムコードが、PC又はAPCサーバに挿入された機能拡張ボードやPC又はAPCサーバに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書き込まれた後、そのプログラムコードの指示に基づき、その機能拡張ボードや機能

50

拡張ユニットに備わるCPU等が実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって上述した実施形態の機能が実現される場合も含まれる。

【0128】

上記プログラムコードの形態は、オブジェクトコード、インタプリタにより実行されるプログラムコード、OSに供給されるスクリプトデータ等の形態から成ってもよい。

【0129】

上述した各実施の形態に係る基板洗浄装置としてのクリーニング室は、エッチング処理が施されたウエハ裏面を洗浄したが、エッチング処理を施す前に、前処理としてウエハ裏面を洗浄してもよい。また、複数のプラズマ処理の間における中間処理としてウエハ裏面を洗浄してもよい。

10

【0130】

また、これらのクリーニング室は、クラスタ型の基板処理システム1の構成要素として設けられたが、パラレル型の基板処理システムの構成要素として設けられてもよく、さらに、基板処理システム1の構成要素ではなく、個別の独立した装置として構成されてもよい。

【0131】

また、ウエハ裏面の洗浄の際、上述したクリーニング室では、加熱ランプ24が半導体ウエハWを加熱するが、主チャンバ9内に配置される加熱ランプ24の代わりにヒータを設け、該ヒータによって熱線を半導体ウエハWに照射し、これにより、半導体ウエハWを加熱してもよい。

20

【0132】

また、上述した各実施の形態として、真空室4が半導体ウエハWにエッチング処理を施す場合について説明したが、真空室4が半導体ウエハWに施すことが可能なプラズマ処理はこれに限られず、例えば、塗布現像処理、基板洗浄処理、熱処理処理、蝕刻処理等であってもよい。

【0133】

さらに、上述した実施の形態では、処理される基板が半導体ウエハであったが、処理される基板はこれに限られず、例えば、LCD(Liquid Crystal Display)やFPD(Flat Panel Display)等のガラス基板であってもよい。

【図面の簡単な説明】

30

【0134】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る基板処理システムの概略構成を示す平面図である。

【図2】図1における線II-IIに沿う断面図である。

【図3】図2におけるグリップアームの概略構成を示す図であり、図3(A)はグリップアームの平面図であり、図3(B)はグリップアームの側面図である。

【図4】図2におけるエアロゾル噴射部の概略構成を示す図であり、図4(A)はエアロゾル噴射部の側面図であり、図4(B)はエアロゾル噴射部におけるラバルノズルの断面図である。

【図5】本実施の形態に係る基板洗浄方法としてのウエハ裏面洗浄処理のフローチャートである。

40

【図6】本発明の第2の実施の形態に係る基板処理装置としてのクリーニング室の概略構成を示す断面図である。

【図7】本実施の形態に係る基板洗浄方法としてのウエハ裏面洗浄処理のフローチャートである。

【図8】本発明の第3の実施の形態に係る基板処理装置としてのクリーニング室の概略構成を示す断面図である。

【図9】本実施の形態に係る基板洗浄方法としてのウエハ裏面洗浄処理のフローチャートである。

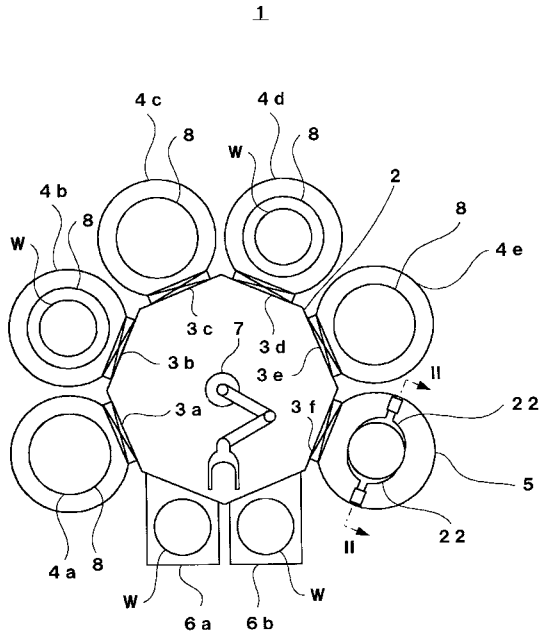
【符号の説明】

50

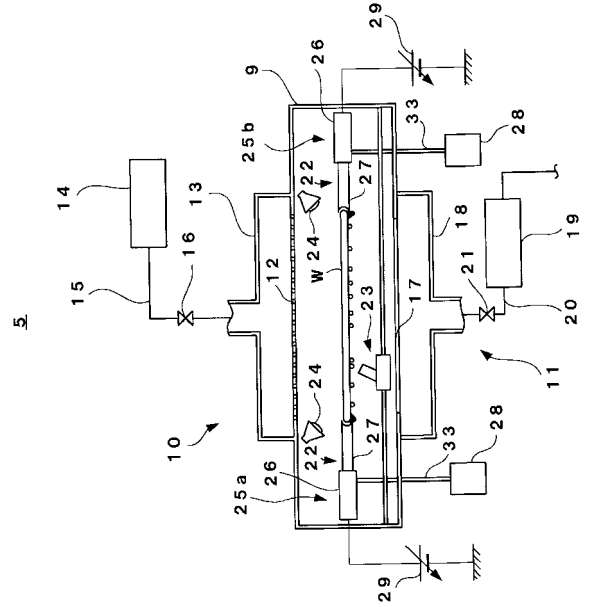
【 0 1 3 5 】

W	半導体ウエハ	
P	パーティクル	
B P	ベベルポリマー	
1	基板処理システム	
2	搬送室	
3 a ~ 3 f	ゲートバルブ	
4 a ~ 4 e	真空室	
5 , 6 0 , 8 0	クリーニング室	
6 a , 6 b	カセット室	10
7	搬送アーム	
8	載置台	
9	主チャンバ	
1 0	ガス導入部	
1 1	ガス排出部	
2 2	グリップアーム	
2 3	エアロゾル噴射部	
2 4	加熱ランプ	
2 5 a , 2 5 b	ウエハ側面保持部	
2 6	アーム基部	20
2 7	アーム部	
2 8	超音波振動部	
2 9	直流電源	
3 0 , 8 2	ガイドレール	
3 1	ノズル基部	
3 2	ラバルノズル	
3 3 a	上流側端部	
3 3 b	下流側端部	
3 4	咽部	
6 1	超臨界流体供給部	30
6 2	上部処理流体供給源	
6 3	下部処理流体供給源	
8 1	エキシマレーザ照射部	
8 3	レーザ基部	
8 4	エキシマレーザ発振器	

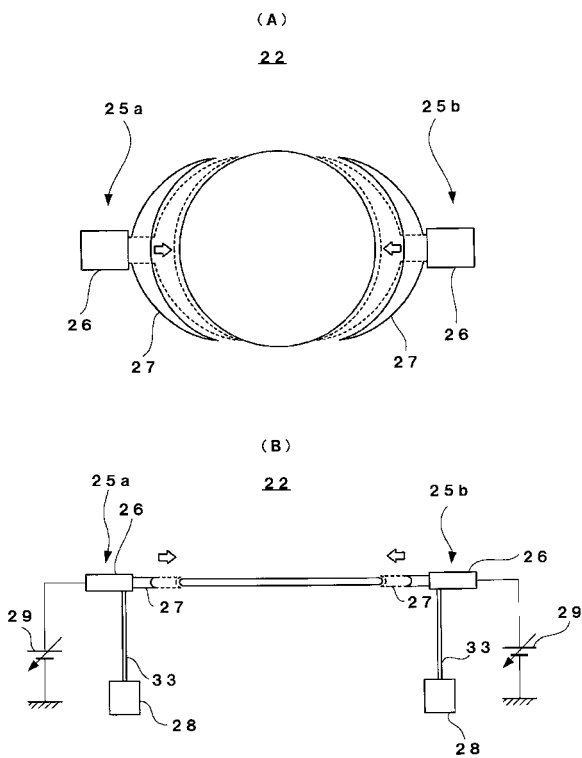
【図1】



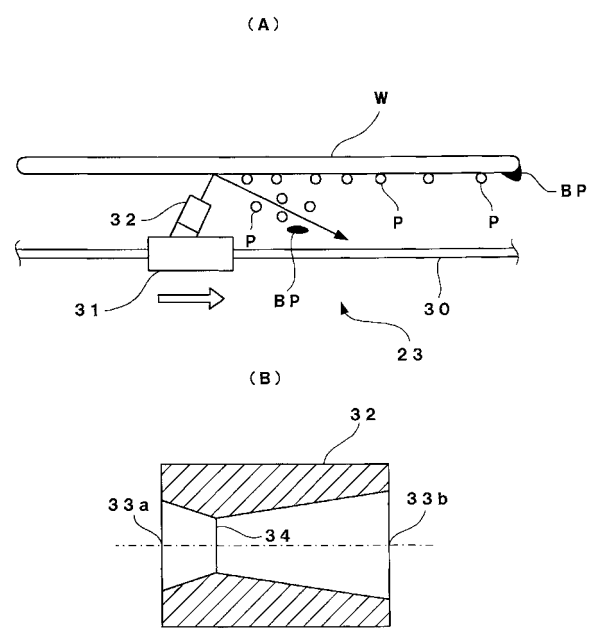
【図2】



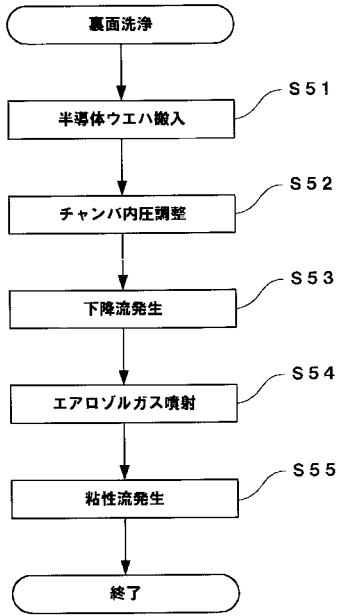
【図3】



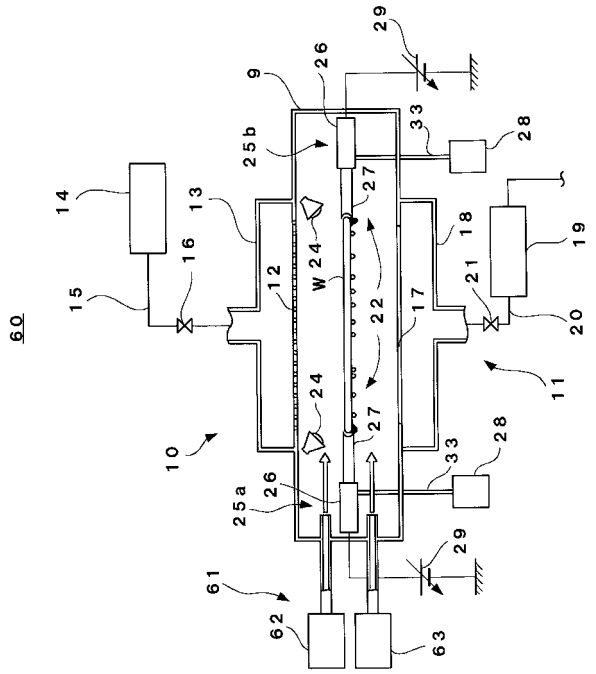
【図4】



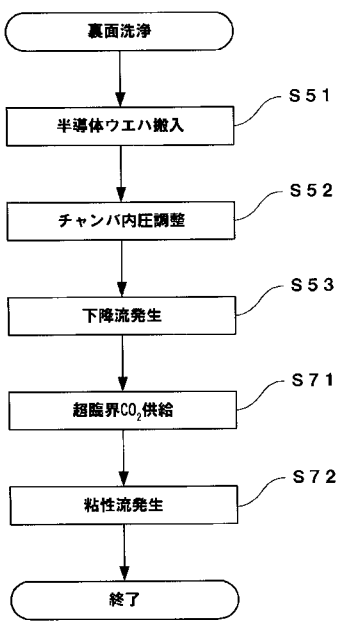
【図5】



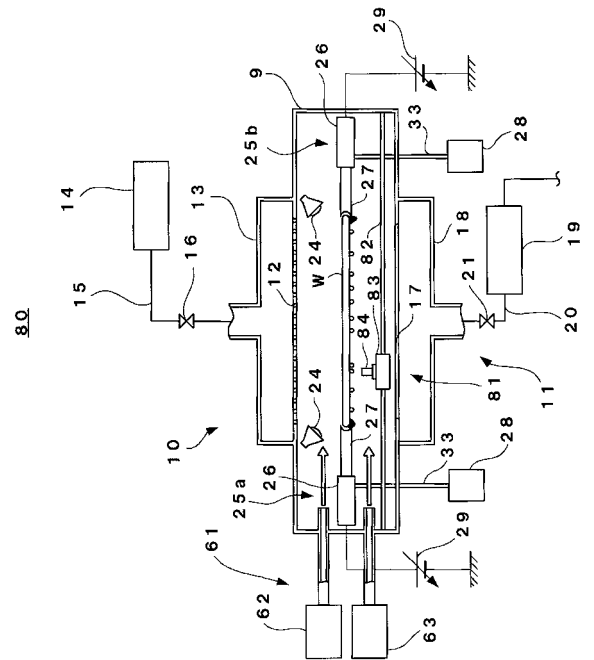
【図6】



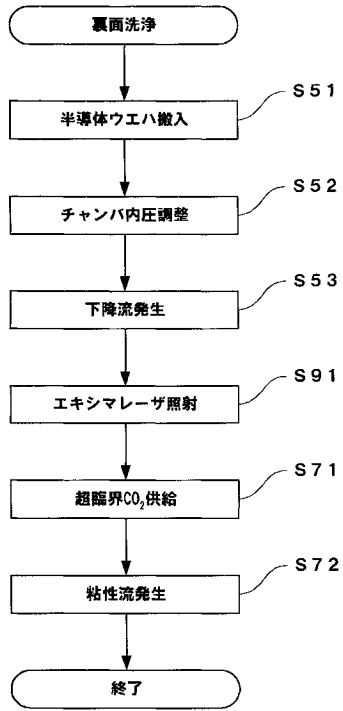
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 守屋 剛

東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内

審査官 長谷井 雅昭

(56)参考文献 特開平10-326763(JP,A)
国際公開第01/000336(WO,A1)
特開2003-318152(JP,A)
特開2004-186530(JP,A)
特開平08-321480(JP,A)
特表平08-509652(JP,A)
特開2003-059883(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/304