

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-270032

(P2006-270032A)

(43) 公開日 平成18年10月5日(2006.10.5)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/304 (2006.01)	HO 1 L 21/304 6 4 5 B	5 F O 4 6
HO 1 L 21/027 (2006.01)	HO 1 L 21/304 6 4 2 A	
	HO 1 L 21/304 6 4 8 H	
	HO 1 L 21/304 6 5 1 Z	
	HO 1 L 21/30 5 7 2 B	

審査請求 未請求 請求項の数 24 O L (全 38 頁)

(21) 出願番号 特願2005-278844 (P2005-278844)
 (22) 出願日 平成17年9月26日 (2005. 9. 26)
 (31) 優先権主張番号 特願2005-47361 (P2005-47361)
 (32) 優先日 平成17年2月23日 (2005. 2. 23)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000219967
 東京エレクトロン株式会社
 東京都港区赤坂五丁目3番6号
 (74) 代理人 100125254
 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

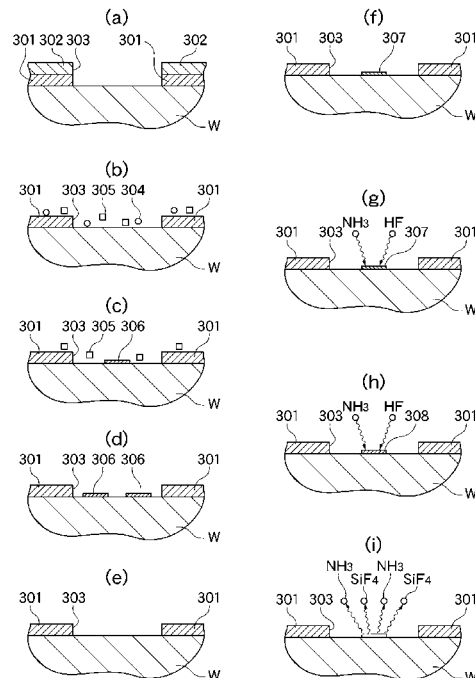
(54) 【発明の名称】 基板の表面処理方法、基板の洗浄方法、及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】 基板の付着物を除去し清浄な基板を得ることができる基板の表面処理方法を提供する。

【解決手段】 ウエハWの表面に形成された絶縁膜301にレジスト膜302を用いてソースドレインコンタクト用のコンタクトホール303が作成されたウエハWに、SPM洗浄を行ってレジスト膜を除去し、SC1洗浄を行ってパーティクル304を除去し、SC2洗浄を行って金属コンタミネーション305を除去し、DHF洗浄を行ってウエハW表面上に発生した自然酸化膜を除去し、スピン乾燥を行う。次いで、ウエハWをアンモニア及び弗化水素ガスの混合気体に所定の圧力下において暴露し、ウオータマーク307を形成するSiO₂から変質した錯体構造を有する生成物を所定の温度に加熱する。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板の付着物を除去する基板の表面処理方法であって、
前記基板を薬液によって洗浄する薬液洗浄ステップと、
前記付着物を所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気
に暴露する付着物暴露ステップと、
前記混合気体の雰囲気に暴露された前記付着物を所定の温度に加熱する付着物加熱
ステップとを有することを特徴とする基板の表面処理方法。

【請求項 2】

前記付着物暴露ステップは、前記基板にプラズマレスエッチング処理を施すことを特徴
とする請求項 1 記載の基板の表面処理方法。 10

【請求項 3】

前記付着物暴露ステップは、前記基板に乾燥洗浄処理を施すことを特徴とする請求項 1
又は 2 記載の基板の表面処理方法。

【請求項 4】

前記付着物暴露ステップにおける前記所定の圧力は $6.7 \times 10^{-2} \sim 4.0 \text{ Pa}$ であ
り、前記付着物加熱ステップにおける前記所定の温度は $100 \sim 200$ であることを特
徴とする請求項 1 乃至 3 記載の基板の表面処理方法。

【請求項 5】

前記付着物は前記基板に形成されたシリコン酸化物であることを特徴する請求項 1 乃至
4 記載の基板の表面処理方法。 20

【請求項 6】

前記付着物の形状を測定し、該測定された形状に応じて前記混合気体における前記アン
モニアに対する前記弗化水素の体積流量比、及び前記所定の圧力の少なくとも 1 つを決定
する生成物生成条件決定ステップを、さらに有することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のい
ずれか 1 項に記載の基板の表面処理方法。

【請求項 7】

前記薬液洗浄ステップの後に前記基板をリンス液で洗浄するリンス液洗浄ステップをさ
らに有することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の基板の表面処理方法
。 30

【請求項 8】

前記リンス液洗浄ステップの後に前記基板を回転乾燥するスピンドライ乾燥ステップを
さらに有することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の基板の表面処理方
法。

【請求項 9】

基板上に形成された第 1 層と、該第 1 層上に形成された所定のパターンのフォトレジス
ト層と、該フォトレジスト層を用いてエッチング処理により前記第 1 層において加工成形
された接続孔とを備える基板の洗浄方法であって、

前記フォトレジスト層を除去するフォトレジスト除去ステップと、
前記基板表面に親水性層を形成する薬液によって前記基板を洗浄する親水処理洗浄ステ
ップと、 40

前記基板を所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気
に暴露する付着物暴露ステップと、

前記混合気体の雰囲気に暴露された前記基板を所定の温度に加熱する付着物加熱ステ
ップとを有することを特徴とする基板の洗浄方法。

【請求項 10】

前記薬液は SC 1 及び SC 2 のいずれか一方であることを特徴とする請求項 9 記載の基
板の洗浄方法。

【請求項 11】

前記親水性層はシリコン自然酸化膜であることを特徴とする請求項 9 又は 10 記載の基 50

板の洗浄方法。

【請求項 1 2】

基板上に形成された第 1 層と、該第 1 層上に形成された所定のパターンのフォトリソト層と、該フォトリソト層を用いてエッチング処理により前記第 1 層において加工成形された接続孔とを備える基板の洗浄方法であって、

前記フォトリソト層を除去するフォトリソト除去ステップと、

前記基板表面に疎水性表面を形成する薬液によって前記基板を洗浄する疎水処理洗浄ステップと、

前記基板を所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気暴露する付着物暴露ステップと、

前記混合気体の雰囲気暴露された前記基板を所定の温度に加熱する付着物加熱ステップとを有することを特徴とする基板の洗浄方法。

10

【請求項 1 3】

前記薬液は H F 水溶液であることを特徴とする請求項 1 2 記載の基板の洗浄方法。

【請求項 1 4】

基板上に形成された第 1 層と、該第 1 層上に形成された所定のパターンのフォトリソト層と、該フォトリソト層を用いてエッチング処理により前記第 1 層において加工成形された接続孔とを備える基板の洗浄方法であって、

前記フォトリソト層を除去するフォトリソト除去ステップと、

S C 1 によって前記基板を洗浄する第 1 のウエット洗浄ステップと、

S C 2 によって前記第 1 のウエット洗浄ステップにおいて洗浄された前記基板を洗浄する第 2 のウエット洗浄ステップと、

弗化水素水溶液によって前記第 2 のウエット洗浄ステップにおいて洗浄された前記基板を洗浄する第 3 のウエット洗浄ステップと、

前記第 3 のウエット洗浄ステップにおいて洗浄された前記基板を乾燥させる乾燥ステップと、

前記乾燥ステップにおいて乾燥された前記基板を所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気暴露する付着物暴露ステップと、

前記混合気体の雰囲気暴露された前記基板を所定の温度に加熱する付着物加熱ステップとを有することを特徴とする基板の洗浄方法。

20

30

【請求項 1 5】

基板上に形成された第 1 層と、該第 1 層上に形成された所定のパターンのフォトリソト層と、該フォトリソト層を用いてエッチング処理により前記第 1 層において加工成形された接続孔とを備える基板の洗浄方法であって、

前記フォトリソト層を除去するフォトリソト除去ステップと、

S C 1 によって前記基板を洗浄する第 1 のウエット洗浄ステップと、

弗化水素水溶液によって前記第 1 のウエット洗浄ステップにおいて洗浄された前記基板を洗浄する第 2 のウエット洗浄ステップと、

前記第 2 のウエット洗浄ステップにおいて洗浄された前記基板を乾燥させる乾燥ステップと、

前記乾燥ステップにおいて乾燥された前記基板を所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気暴露する付着物暴露ステップと、

前記混合気体の雰囲気暴露された前記基板を所定の温度に加熱する付着物加熱ステップとを有することを特徴とする基板の洗浄方法。

40

【請求項 1 6】

基板上に形成された第 1 層と、該第 1 層上に形成された所定のパターンのフォトリソト層と、該フォトリソト層を用いてエッチング処理により前記第 1 層において加工成形された接続孔とを備える基板の洗浄方法であって、

前記フォトリソト層を除去するフォトリソト除去ステップと、

S C 1 によって前記基板を洗浄する第 1 のウエット洗浄ステップと、

50

SC2によって前記第1のウエット洗浄ステップにおいて洗浄された前記基板を洗浄する第2のウエット洗浄ステップと、

前記第2のウエット洗浄ステップにおいて洗浄された前記基板を乾燥させる乾燥ステップと、

前記乾燥ステップにおいて乾燥された前記基板を所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気中に暴露する付着物暴露ステップと、

前記混合気体の雰囲気中に暴露された前記基板を所定の温度に加熱する付着物加熱ステップとを有することを特徴とする基板の洗浄方法。

【請求項17】

基板上に形成された第1層と、該第1層上に形成された所定のパターンのフォトリソ層と、該フォトリソ層を用いてエッチング処理により前記第1層において加工成形された接続孔とを備える基板の洗浄方法であって、

前記フォトリソ層を除去するフォトリソ除去ステップと、

SC1によって前記基板を洗浄する第1のウエット洗浄ステップと、

弗化水素水溶液によって前記第1のウエット洗浄ステップにおいて洗浄された前記基板を洗浄する第2のウエット洗浄ステップと、

SC2によって前記第2のウエット洗浄ステップにおいて洗浄された前記基板を洗浄する第3のウエット洗浄ステップと、

前記第3のウエット洗浄ステップにおいて洗浄された前記基板を乾燥させる乾燥ステップと、

前記乾燥ステップにおいて乾燥された前記基板を所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気中に暴露する付着物暴露ステップと、

前記混合気体の雰囲気中に暴露された前記基板を所定の温度に加熱する付着物加熱ステップとを有することを特徴とする基板の洗浄方法。

【請求項18】

基板の付着物を除去する基板の表面処理方法をコンピュータに実行させるプログラムであって、

前記基板を薬液によって洗浄する薬液洗浄モジュールと、

前記付着物を所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気中に暴露する付着物暴露モジュールと、

前記混合気体の雰囲気中に暴露された前記付着物を所定の温度に加熱する付着物加熱モジュールとを有することを特徴とするプログラム。

【請求項19】

基板上に形成された第1層と、該第1層上に形成された所定のパターンのフォトリソ層と、該フォトリソ層を用いてエッチング処理により前記第1層において加工成形された接続孔とを備える基板の洗浄方法をコンピュータに実行させるプログラムであって、

前記フォトリソ層を除去するフォトリソ除去モジュールと、

前記基板表面に親水性層を形成する薬液によって前記基板を洗浄する親水処理洗浄モジュールと、

前記基板を所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気中に暴露する付着物暴露モジュールと、

前記混合気体の雰囲気中に暴露された前記基板を所定の温度に加熱する付着物加熱モジュールとを有することを特徴とするプログラム。

【請求項20】

基板上に形成された第1層と、該第1層上に形成された所定のパターンのフォトリソ層と、該フォトリソ層を用いてエッチング処理により前記第1層において加工成形された接続孔とを備える基板の洗浄方法をコンピュータに実行させるプログラムであって、

前記フォトリソ層を除去するフォトリソ除去モジュールと、

10

20

30

40

50

前記基板表面に疎水性表面を形成する薬液によって前記基板を洗浄する疎水処理洗浄モジュールと、

前記基板を所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気暴露する付着物暴露モジュールと、

前記混合気体の雰囲気暴露された前記基板を所定の温度に加熱する付着物加熱モジュールとを有することを特徴とするプログラム。

【請求項 2 1】

基板上に形成された第 1 層と、該第 1 層上に形成された所定のパターンのフォトリソト層と、該フォトリソト層を用いてエッチング処理により前記第 1 層において加工成形された接続孔とを備える基板の洗浄方法をコンピュータに実行させるプログラムであって

10

前記フォトリソト層を除去するフォトリソト除去モジュールと、

SC1 によって前記基板を洗浄する第 1 のウエット洗浄モジュールと、

SC2 によって前記第 1 のウエット洗浄モジュールにおいて洗浄された前記基板を洗浄する第 2 のウエット洗浄モジュールと、

弗化水素水溶液によって前記第 2 のウエット洗浄モジュールにおいて洗浄された前記基板を洗浄する第 3 のウエット洗浄モジュールと、

前記第 3 のウエット洗浄モジュールにおいて洗浄された前記基板を乾燥させる乾燥モジュールと、

前記乾燥モジュールにおいて乾燥された前記基板を所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気暴露する付着物暴露モジュールと、

20

前記混合気体の雰囲気暴露された前記基板を所定の温度に加熱する付着物加熱モジュールとを有することを特徴とするプログラム。

【請求項 2 2】

基板上に形成された第 1 層と、該第 1 層上に形成された所定のパターンのフォトリソト層と、該フォトリソト層を用いてエッチング処理により前記第 1 層において加工成形された接続孔とを備える基板の洗浄方法をコンピュータに実行させるプログラムであって

前記フォトリソト層を除去するフォトリソト除去モジュールと、

SC1 によって前記基板を洗浄する第 1 のウエット洗浄モジュールと、

弗化水素水溶液によって前記第 1 のウエット洗浄モジュールにおいて洗浄された前記基板を洗浄する第 2 のウエット洗浄モジュールと、

30

前記第 2 のウエット洗浄モジュールにおいて洗浄された前記基板を乾燥させる乾燥モジュールと、

前記乾燥モジュールにおいて乾燥された前記基板を所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気暴露する付着物暴露モジュールと、

前記混合気体の雰囲気暴露された前記基板を所定の温度に加熱する付着物加熱モジュールとを有することを特徴とするプログラム。

【請求項 2 3】

基板上に形成された第 1 層と、該第 1 層上に形成された所定のパターンのフォトリソト層と、該フォトリソト層を用いてエッチング処理により前記第 1 層において加工成形された接続孔とを備える基板の洗浄方法をコンピュータに実行させるプログラムであって

40

前記フォトリソト層を除去するフォトリソト除去モジュールと、

SC1 によって前記基板を洗浄する第 1 のウエット洗浄モジュールと、

SC2 によって前記第 1 のウエット洗浄モジュールにおいて洗浄された前記基板を洗浄する第 2 のウエット洗浄モジュールと、

前記第 2 のウエット洗浄モジュールにおいて洗浄された前記基板を乾燥させる乾燥モジュールと、

前記乾燥モジュールにおいて乾燥された前記基板を所定の圧力下においてアンモニアと

50

弗化水素を含む混合気体の雰囲気暴露する付着物暴露モジュールと、

前記混合気体の雰囲気暴露された前記基板を所定の温度に加熱する付着物加熱モジュールとを有することを特徴とするプログラム。

【請求項 2 4】

基板上に形成された第 1 層と、該第 1 層上に形成された所定のパターンのフォトレジスト層と、該フォトレジスト層を用いてエッチング処理により前記第 1 層において加工成形された接続孔とを備える基板の洗浄方法をコンピュータに実行させるプログラムであって

、前記フォトレジスト層を除去するフォトレジスト除去モジュールと、

SC1 によって前記基板を洗浄する第 1 のウエット洗浄モジュールと、

弗化水素水溶液によって前記第 1 のウエット洗浄モジュールにおいて洗浄された前記基板を洗浄する第 2 のウエット洗浄モジュールと、

SC2 によって前記第 2 のウエット洗浄モジュールにおいて洗浄された前記基板を洗浄する第 3 のウエット洗浄モジュールと、

前記第 3 のウエット洗浄モジュールにおいて洗浄された前記基板を乾燥させる乾燥モジュールと、

前記乾燥モジュールにおいて乾燥された前記基板を所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気暴露する付着物暴露モジュールと、

前記混合気体の雰囲気暴露された前記基板を所定の温度に加熱する付着物加熱モジュールとを有することを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板の表面処理方法、基板の洗浄方法、及びプログラムに関し、特に、表面に形成されたシリコン酸化膜 (SiO_2) を除去する基板の表面処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、シリコンウエハ（以下、単にウエハと称する）上のパーティクル、金属、有機物、吸着分子等の表面被膜などのコンタミネーションや自然酸化膜 (Silicon Native Oxide) を除去するため、又はウエハ上に形成されるウオータマーク等を除去するためにウエット洗浄方法が広く用いられている。従来のウエット洗浄方法の基本となる技術は 1960 年代に開発された RCA 洗浄方法であり、この技術を応用した洗浄方法が現在数多く提案されている。

【0003】

ウエハ表面の洗浄方法、例えば、ウエハ上にゲート絶縁膜を形成する前に実行される洗浄方法やコンタクトホール形成により露出したウエハ表面の洗浄方法のうち、最も一般的な洗浄方法について以下に説明する。

【0004】

まず、ウエハ上のパーティクルを除去するために APM (Ammonium Hydroxide, Hydrogen Peroxide Mix)、所謂 SC1 を用いた洗浄（以下、SC1 洗浄と称する）を行う。SC1 洗浄は、一般的に、 NH_4OH (29 重量% 水溶液) 及び H_2O_2 (30 重量% 水溶液) から、 $\text{NH}_4\text{OH} : \text{H}_2\text{O}_2 : \text{H}_2\text{O} = 1 : 1 : 5 \sim 1 : 2 : 7$ の比率となるように生成された溶液を洗浄液として用いて行われ、溶液温度 $65 \sim 85^\circ$ においてウエハを $5 \sim 20 \text{ min}$ 浸漬することにより洗浄を行う。SC1 洗浄で洗浄されたウエハ表面には自然酸化膜や擬似 SiO_2 層が形成されるので、SC1 洗浄後においてウエハ表面は親水性になる。

【0005】

次いで、純水洗浄を行った後に、SC1 洗浄後にウエハに形成された自然酸化膜や擬似 SiO_2 層を除去するために、DHF (Dilute Hydrofluoric Acid) 洗浄を行う。DHF 洗浄は、一般的に、弗化水素 (HF) (49 重量% 水溶液) から、 $\text{HF} : \text{H}_2\text{O} = 1 : 3$

10

20

30

40

50

0の比率になるように生成された溶液を洗浄液として用いて行われ、ウエハを40～60 sec浸漬することにより洗浄を行う。DHF洗浄はコンタミネーションを除去することもできる。次いで、純水洗浄を行った後に、最後にリンサードライヤによるスピン乾燥を行う。

【0006】

また、SC1洗浄、純水洗浄後にHPM (Hydrochloric Acid/Hydrogen Peroxide/Water Mixture)、所謂SC2を用いた洗浄(以下、SC2洗浄と称する)を行い、純水洗浄を行った後にDHF洗浄を行う洗浄方法も行われている。SC2洗浄は、金属コンタミネーションを除去するために行われるものであり、HCl及びH₂O₂から生成される溶液を洗浄液として用いて行われる。SC2洗浄においても、SC1洗浄と同様に、ウエハ表面に自然酸化膜や擬似SiO₂層が形成されることによって、ウエハ表面は親水性になる。

10

【0007】

しかしながら、上述の従来の洗浄方法においては、ウエハ表面がDHF洗浄液に接触することにより自然酸化膜や擬似SiO₂層が除去されて下地シリコンが露出する。これにより、DHF洗浄後にウエハ表面は疎水性となるため、ウエハをDHF洗浄液から引き上げた場合に表面に水滴が残留する。このような水滴は、スピン乾燥後にウオータマーク(watermark)となる。ウオータマークは、ウエハの搬送又は乾燥中に水滴を介して局所的に形成されたシリコン酸化膜(SiO₂)であったり、或いは、この形成されたシリコン酸化膜が水滴中に溶出し乾燥後残ったシミ(H₂SiF₆)と考えられている。

20

【0008】

このようなウオータマークは、洗浄処理に次いで実行されるエッチング処理においてマスキングとなったり、成膜処理において障害要素となるため、電子デバイスの特性を劣化させる場合がある。従って、洗浄処理においてウオータマークの発生を抑制することが洗浄乾燥技術の課題となっている。

【0009】

一方、上述のスピン乾燥工程において、ウエハは高速回転されることにより帯電し、パーティクルの静電吸着や、回転装置からの塵埃や汚染ミストの付着が起こる。このため、ウエハ表面が汚れ易いという問題がある。また、大気に露出したウエハ表面上には、膜厚0.5nm以上の自然酸化膜が形成され、この自然酸化膜は膜厚65nm以下のゲート絶縁膜を形成するために大きな問題となることが知られている。

30

【0010】

そこで、ウオータマークや自然酸化膜の発生を抑えるために、イソプロピルアルコール(IPA)を乾燥工程に用いる方法が知られている。IPAを用いる乾燥(以下、IPA乾燥と称する)方法は、純水洗浄後のウエハ表面をIPAの蒸気に暴露して、ウエハ表面の水をIPA凝縮液に置換した後、クリーンエアの雰囲気中で凝縮付着したIPAを蒸発させることによってウエハ表面を迅速に乾燥させるものである。

【0011】

IPA乾燥を用いる洗浄方法においては、具体的には、薬液(APM, DHF)処理、純水洗浄、及びIPA乾燥をそれぞれ行う複数の処理層を開閉可能に構成された仕切りカーテンを介して連設し、ウエハをこの処理層内において順次移動させることにより洗浄処理を行う。このように、IPA乾燥方法においては、水に対するIPAの溶解性が大きく、且つ疎水性のシリコン表面に対するIPAの濡れ性が大きい(表面張力が小さい)ため、ウエハ表面に水滴を形成することなく乾燥処理を行うことができるので、ウオータマークが発生しない。また、処理室内をN₂置換することが容易であり、ウエハの自然酸化膜発生を防止することができる(例えば、特許文献1参照)。

40

【特許文献1】特開2002-166237号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

50

しかしながら、I P A 乾燥後のウエハ表面にはI P A 分子(炭素等の有機物)が残留する可能性がある。このI P A 分子がゲート酸化膜特性に悪影響を与えることが懸念されている(K. MOTA I, T. Itoga, and T. Irie, Extended Abstract of 1997, International Conference on SolidState Devices and Materials, Hamamatsu, pp. 24-25(1997)参照)。従って、I P A 乾燥を用いてウオータマークの発生を抑制しても、乾燥後に清浄なウエハ表面を得ることは困難であった。

【0013】

本発明の目的は、基板の付着物を除去し、清浄な基板を得ることができる基板の表面処理方法、基板の洗浄方法、及びプログラムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

10

【0014】

上記目的を達成するために、請求項1記載の基板の表面処理方法は、基板の付着物を除去する基板の表面処理方法であって、前記基板を薬液によって洗浄する薬液洗浄ステップと、前記付着物を所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気暴露する付着物暴露ステップと、前記混合気体の雰囲気暴露された前記付着物を所定の温度に加熱する付着物加熱ステップとを有することを特徴とする。

【0015】

請求項2記載の基板の表面処理方法は、請求項1記載の基板の表面処理方法において、前記付着物暴露ステップは、前記基板にプラズマレスエッチング処理を施すことを特徴とする。

20

【0016】

請求項3記載の基板の表面処理方法は、請求項1又は2記載の基板の表面処理方法において、前記付着物暴露ステップは、前記基板に乾燥洗浄処理を施すことを特徴とする。

【0017】

請求項4記載の基板の表面処理方法は、請求項1乃至3記載の基板の表面処理方法において、前記付着物暴露ステップにおける前記所定の圧力は $6.7 \times 10^{-2} \sim 4.0 \text{ Pa}$ であり、前記付着物加熱ステップにおける前記所定の温度は $100 \sim 200$ であることを特徴とする。

【0018】

請求項5記載の基板の表面処理方法は、請求項1乃至4記載の基板の表面処理方法において、前記付着物は前記基板に形成されたシリコン酸化物であることを特徴する。

30

【0019】

請求項6記載の基板の表面処理方法は、請求項1乃至5のいずれか1項に記載の基板の表面処理方法において、前記付着物の形状を測定し、該測定された形状に応じて前記混合気体における前記アンモニアに対する前記弗化水素の体積流量比、及び前記所定の圧力の少なくとも1つを決定する生成物生成条件決定ステップを、さらに有することを特徴とする。

【0020】

請求項7記載の基板の表面処理方法は、請求項1乃至6のいずれか1項に記載の基板の表面処理方法において、前記薬液洗浄ステップの後に前記基板をリンス液で洗浄するリンス液洗浄ステップをさらに有することを特徴とする。

40

【0021】

請求項8記載の基板の表面処理方法は、請求項1乃至7のいずれか1項に記載の基板の表面処理方法において、前記リンス液洗浄ステップの後に前記基板を回転乾燥するスピンドライ乾燥ステップをさらに有することを特徴とする。

【0022】

請求項9記載の基板の洗浄方法は、基板上に形成された第1層と、該第1層上に形成された所定のパターンのフォトレジスト層と、該フォトレジスト層を用いてエッチング処理により前記第1層において加工成形された接続孔とを備える基板の洗浄方法であって、前記基板表面に親水性層を形成する薬液によって前記基板を洗浄する親水処理洗浄ステップ

50

と、前記基板を所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気に暴露する付着物暴露ステップと、前記混合気体の雰囲気に暴露された前記基板を所定の温度に加熱する付着物加熱ステップとを有することを特徴とする。

【0023】

請求項10記載の基板の洗浄方法は、請求項9記載の基板の洗浄方法において、前記薬液はSC1及びSC2のいずれか一方であることを特徴とする。

【0024】

請求項11記載の基板の洗浄方法は、請求項9又は10記載の基板の洗浄方法において、前記親水性層はシリコン自然酸化膜であることを特徴とする。

【0025】

請求項12記載の基板の洗浄方法は、基板上に形成された第1層と、該第1層上に形成された所定のパターンのフォトリソ層と、該フォトリソ層を用いてエッチング処理により前記第1層において加工成形された接続孔とを備える基板の洗浄方法であって、前記フォトリソ層を除去するフォトリソ除去ステップと、前記基板表面に疎水性表面を形成する薬液によって前記基板を洗浄する疎水処理洗浄ステップと、前記基板を所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気に暴露する付着物暴露ステップと、前記混合気体の雰囲気に暴露された前記基板を所定の温度に加熱する付着物加熱ステップとを有することを特徴とする。

【0026】

請求項13記載の基板の洗浄方法は、請求項12記載の基板の洗浄方法において、前記薬液はHF水溶液であることを特徴とする。

【0027】

請求項14記載の基板の洗浄方法は、基板上に形成された第1層と、該第1層上に形成された所定のパターンのフォトリソ層と、該フォトリソ層を用いてエッチング処理により前記第1層において加工成形された接続孔とを備える基板の洗浄方法であって、前記フォトリソ層を除去するフォトリソ除去ステップと、SC1によって前記基板を洗浄する第1のウェット洗浄ステップと、SC2によって前記第1のウェット洗浄ステップにおいて洗浄された前記基板を洗浄する第2のウェット洗浄ステップと、弗化水素水溶液によって前記第2のウェット洗浄ステップにおいて洗浄された前記基板を洗浄する第3のウェット洗浄ステップと、前記第3のウェット洗浄ステップにおいて洗浄された前記基板を乾燥させる乾燥ステップと、前記乾燥ステップにおいて乾燥された前記基板を所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気に暴露する付着物暴露ステップと、前記混合気体の雰囲気に暴露された前記基板を所定の温度に加熱する付着物加熱ステップとを有することを特徴とする。

【0028】

請求項15記載の基板の洗浄方法は、基板上に形成された第1層と、該第1層上に形成された所定のパターンのフォトリソ層と、該フォトリソ層を用いてエッチング処理により前記第1層において加工成形された接続孔とを備える基板の洗浄方法であって、前記フォトリソ層を除去するフォトリソ除去ステップと、SC1によって前記基板を洗浄する第1のウェット洗浄ステップと、弗化水素水溶液によって前記第1のウェット洗浄ステップにおいて洗浄された前記基板を洗浄する第2のウェット洗浄ステップと、前記第2のウェット洗浄ステップにおいて洗浄された前記基板を乾燥させる乾燥ステップと、前記乾燥ステップにおいて乾燥された前記基板を所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気に暴露する付着物暴露ステップと、前記混合気体の雰囲気に暴露された前記基板を所定の温度に加熱する付着物加熱ステップとを有することを特徴とする。

【0029】

請求項16記載の基板の洗浄方法は、基板上に形成された第1層と、該第1層上に形成された所定のパターンのフォトリソ層と、該フォトリソ層を用いてエッチング処理により前記第1層において加工成形された接続孔とを備える基板の洗浄方法であって、

10

20

30

40

50

前記フォトリソ層を除去するフォトリソ除去ステップと、S C 1によって前記基板を洗浄する第1のウエット洗浄ステップと、S C 2によって前記第1のウエット洗浄ステップにおいて洗浄された前記基板を洗浄する第2のウエット洗浄ステップと、前記第2のウエット洗浄ステップにおいて洗浄された前記基板を乾燥させる乾燥ステップと、前記乾燥ステップにおいて乾燥された前記基板を所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気中に暴露する付着物暴露ステップと、前記混合気体の雰囲気中に暴露された前記基板を所定の温度に加熱する付着物加熱ステップとを有することを特徴とする。

【0030】

請求項17記載の基板の洗浄方法は、基板上に形成された第1層と、該第1層上に形成された所定のパターンのフォトリソ層と、該フォトリソ層を用いてエッチング処理により前記第1層において加工成形された接続孔とを備える基板の洗浄方法であって、前記フォトリソ層を除去するフォトリソ除去ステップと、S C 1によって前記基板を洗浄する第1のウエット洗浄ステップと、弗化水素水溶液によって前記第1のウエット洗浄ステップにおいて洗浄された前記基板を洗浄する第2のウエット洗浄ステップと、S C 2によって前記第2のウエット洗浄ステップにおいて洗浄された前記基板を洗浄する第3のウエット洗浄ステップと、前記第3のウエット洗浄ステップにおいて洗浄された前記基板を乾燥させる乾燥ステップと、前記乾燥ステップにおいて乾燥された前記基板を所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気中に暴露する付着物暴露ステップと、前記混合気体の雰囲気中に暴露された前記基板を所定の温度に加熱する付着物加熱ステップとを有することを特徴とする。

10

20

【0031】

請求項18記載のプログラムは、基板の付着物を除去する基板の表面処理方法をコンピュータに実行させるプログラムであって、前記基板を薬液によって洗浄する薬液洗浄モジュールと、前記付着物を所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気中に暴露する付着物暴露モジュールと、前記混合気体の雰囲気中に暴露された前記付着物を所定の温度に加熱する付着物加熱モジュールとを有することを特徴とする。

【0032】

請求項19記載のプログラムは、基板上に形成された第1層と、該第1層上に形成された所定のパターンのフォトリソ層と、該フォトリソ層を用いてエッチング処理により前記第1層において加工成形された接続孔とを備える基板の洗浄方法をコンピュータに実行させるプログラムであって、前記フォトリソ層を除去するフォトリソ除去モジュールと、前記基板表面に親水性層を形成する薬液によって前記基板を洗浄する親水処理洗浄モジュールと、前記基板を所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気中に暴露する付着物暴露モジュールと、前記混合気体の雰囲気中に暴露された前記基板を所定の温度に加熱する付着物加熱モジュールとを有することを特徴とする。

30

【0033】

請求項20記載のプログラムは、基板上に形成された第1層と、該第1層上に形成された所定のパターンのフォトリソ層と、該フォトリソ層を用いてエッチング処理により前記第1層において加工成形された接続孔とを備える基板の洗浄方法をコンピュータに実行させるプログラムであって、前記フォトリソ層を除去するフォトリソ除去モジュールと、前記基板表面に疎水性表面を形成する薬液によって前記基板を洗浄する疎水処理洗浄モジュールと、前記基板を所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気中に暴露する付着物暴露モジュールと、前記混合気体の雰囲気中に暴露された前記基板を所定の温度に加熱する付着物加熱モジュールとを有することを特徴とする。

40

【0034】

請求項21記載のプログラムは、基板上に形成された第1層と、該第1層上に形成された所定のパターンのフォトリソ層と、該フォトリソ層を用いてエッチング処理により前記第1層において加工成形された接続孔とを備える基板の洗浄方法をコンピュータに実行させるプログラムであって、前記フォトリソ層を除去するフォトリソ除去

50

モジュールと、S C 1によって前記基板を洗浄する第1のウエット洗浄モジュールと、S C 2によって前記第1のウエット洗浄モジュールにおいて洗浄された前記基板を洗浄する第2のウエット洗浄モジュールと、弗化水素水溶液によって前記第2のウエット洗浄モジュールにおいて洗浄された前記基板を洗浄する第3のウエット洗浄モジュールと、前記第3のウエット洗浄モジュールにおいて洗浄された前記基板を乾燥させる乾燥モジュールと、前記乾燥モジュールにおいて乾燥された前記基板を所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気暴露する付着物暴露モジュールと、前記混合気体の雰囲気暴露された前記基板を所定の温度に加熱する付着物加熱モジュールとを有することを特徴とする。

【0035】

請求項22記載のプログラムは、基板上に形成された第1層と、該第1層上に形成された所定のパターンのフォトリソ層と、該フォトリソ層を用いてエッチング処理により前記第1層において加工成形された接続孔とを備える基板の洗浄方法をコンピュータに実行させるプログラムであって、前記フォトリソ層を除去するフォトリソ除去モジュールと、S C 1によって前記基板を洗浄する第1のウエット洗浄モジュールと、弗化水素水溶液によって前記第1のウエット洗浄モジュールにおいて洗浄された前記基板を洗浄する第2のウエット洗浄モジュールと、前記第2のウエット洗浄モジュールにおいて洗浄された前記基板を乾燥させる乾燥モジュールと、前記乾燥モジュールにおいて乾燥された前記基板を所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気暴露する付着物暴露モジュールと、前記混合気体の雰囲気暴露された前記基板を所定の温度に加熱する付着物加熱モジュールとを有することを特徴とする。

【0036】

請求項23記載のプログラムは、基板上に形成された第1層と、該第1層上に形成された所定のパターンのフォトリソ層と、該フォトリソ層を用いてエッチング処理により前記第1層において加工成形された接続孔とを備える基板の洗浄方法をコンピュータに実行させるプログラムであって、前記フォトリソ層を除去するフォトリソ除去モジュールと、S C 1によって前記基板を洗浄する第1のウエット洗浄モジュールと、S C 2によって前記第1のウエット洗浄モジュールにおいて洗浄された前記基板を洗浄する第2のウエット洗浄モジュールと、前記第2のウエット洗浄モジュールにおいて洗浄された前記基板を乾燥させる乾燥モジュールと、前記乾燥モジュールにおいて乾燥された前記基板を所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気暴露する付着物暴露モジュールと、前記混合気体の雰囲気暴露された前記基板を所定の温度に加熱する付着物加熱モジュールとを有することを特徴とする。

【0037】

請求項24記載のプログラムは、基板上に形成された第1層と、該第1層上に形成された所定のパターンのフォトリソ層と、該フォトリソ層を用いてエッチング処理により前記第1層において加工成形された接続孔とを備える基板の洗浄方法をコンピュータに実行させるプログラムであって、前記フォトリソ層を除去するフォトリソ除去モジュールと、S C 1によって前記基板を洗浄する第1のウエット洗浄モジュールと、弗化水素水溶液によって前記第1のウエット洗浄モジュールにおいて洗浄された前記基板を洗浄する第2のウエット洗浄モジュールと、S C 2によって前記第2のウエット洗浄モジュールにおいて洗浄された前記基板を洗浄する第3のウエット洗浄モジュールと、前記第3のウエット洗浄モジュールにおいて洗浄された前記基板を乾燥させる乾燥モジュールと、前記乾燥モジュールにおいて乾燥された前記基板を所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気暴露する付着物暴露モジュールと、前記混合気体の雰囲気暴露された前記基板を所定の温度に加熱する付着物加熱モジュールとを有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0038】

請求項1記載の基板の表面処理方法及び請求項18記載のプログラムによれば、薬液に

10

20

30

40

50

よって洗浄された基板の付着物が所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気暴露され、該混合気体の雰囲気暴露された付着物が所定の温度に加熱される。付着物が所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気暴露されると、付着物及び混合気体に基ついた錯体である生成物が生成される。この生成された生成物が所定の温度に加熱されると、生成物が気化する。この生成物の気化により、酸化膜等の基板の付着物が除去される。したがって、酸化膜等の基板の付着物を除去することができ、清浄な基板を得ることができる。

【 0 0 3 9 】

請求項 2 記載の基板の表面処理方法によれば、基板にプラズマレスエッチング処理が施されるので、基板から製造される電子デバイスにおいて、ゲート電極に電荷が蓄積されないため、ゲート酸化膜の劣化や破壊を防止することができ、エネルギー粒子が電子デバイス（素子）に照射されることがないため、半導体において打ち込みダメージ（結晶欠陥）の発生を防止することができ、さらに、プラズマに起因する予期せぬ化学反応が起こらないため、不純物の発生を防止することができ、これにより、基板に処理を施す処理室が汚染されるのを防止することができる。

10

【 0 0 4 0 】

請求項 3 記載の基板の表面処理方法によれば、基板に乾燥洗浄処理を施すので、水分子が液体状態で基板に付着することがなく、基板の表面にシリコン酸化膜が付着物として形成されることがない。したがって、より清浄な基板を得ることができる。加えて、基板表面の物性の変化を抑制することができ、もって配線信頼性の低下を確実に防止することができる。

20

【 0 0 4 1 】

請求項 4 記載の基板の表面処理方法によれば、基板の付着物が $6.7 \times 10^{-2} \sim 4.0 \text{ Pa}$ の範囲の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気暴露されるので、水分子が液体状態で基板に付着することがなく、基板の表面にシリコン酸化膜が付着物として形成されることがない。加えて、混合気体の雰囲気暴露され、錯体に変化した付着物が $100 \sim 200$ で加熱されるので、水分子が液体状態で基板に付着することがなく、基板の表面にシリコン酸化膜が形成されることがない。したがって、さらに清浄な基板を得ることができる。

【 0 0 4 2 】

請求項 5 記載の基板の表面処理方法によれば、所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気暴露され、所定の温度に加熱される基板の付着物は、シリコン酸化物であるので、基板に形成されるウオータマーク等の酸化物を除去することができる。

30

【 0 0 4 3 】

請求項 6 記載の基板の表面処理方法によれば、基板の付着物の形状が測定され、該測定された形状に応じて混合気体におけるアンモニアに対する弗化水素の体積流量比、及び上記所定の圧力の少なくとも 1 つが決定されるので、付着物の除去量の制御を正確に行うことができ、もって基板の表面処理の効率を向上させることができる。

【 0 0 4 4 】

請求項 7 記載の基板の表面処理方法によれば、基板を薬液によって洗浄した後にリンス液で洗浄するので、薬液によって除去されたコンタミネーションや自然酸化膜を薬液と共に除去することができる。

40

【 0 0 4 5 】

請求項 8 記載の基板の表面処理方法によれば、基板をリンス液で洗浄した後に回転乾燥するので、基板に炭素等の有機物が残留することを防止することができる。

【 0 0 4 6 】

請求項 9 記載の基板の洗浄方法及び請求項 19 記載のプログラムによれば、基板上に形成された第 1 層上に形成された所定のパターンのフォトレジスト層を用いてエッチング処理により第 1 層において加工成形された接続孔を備える基板に対して、フォトレジスト層

50

の除去を行い、基板表面に親水性層を形成する薬液による洗浄を行い、所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気への暴露を行い、次いで所定の温度における加熱を行うので、薬液によって所定のコンタミネーションを除去することができる。また、薬液による洗浄によって、基板表面に親水性層（自然酸化膜や擬似SiO₂層）が発生するが、請求項1記載の基板の表面処理方法及び請求項18記載のプログラムと同様の効果を奏することができ、親水性層である自然酸化膜等の基板の付着物を除去することができる。従って、清浄な基板を得ることができる。また、その方法が不明である洗浄方法によって既に洗浄されている基板に対しても、本洗浄方法は適用することができる。

【0047】

請求項10記載の基板の洗浄方法によれば、薬液がSC1及びSC2のいずれか一方であるので、基板からコンタミネーション及び金属コンタミネーションを夫々除去することができる。

10

【0048】

請求項11記載の基板の洗浄方法によれば、親水性層はシリコン自然酸化膜であるので、請求項9記載の効果を確実に奏することができる。

【0049】

請求項12記載の基板の洗浄方法及び請求項20記載のプログラムによれば、基板上に形成された第1層上に形成された所定のパターンのフォトレジスト層を用いてエッチング処理により第1層において加工成形された接続孔を備える基板に対して、フォトレジスト層の除去を行い、基板表面に疎水性表面を形成する薬液による洗浄を行い、所定の圧力下においてアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気への暴露を行い、次いで所定の温度における加熱を行うので、薬液によって所定のコンタミネーションを除去することができる。また、薬液による洗浄によって、基板表面に疎水性表面が発生するために付着物としてウオータマークが発生するが、請求項1記載の基板の表面処理方法及び請求項18記載のプログラムと同様の効果を奏することができ、基板の疎水性表面の付着物を除去することができる。従って、清浄な基板を得ることができる。また、その方法が不明である洗浄方法によって既に洗浄されている基板に対しても、本洗浄方法は適用することができる。

20

【0050】

請求項13記載の基板の洗浄方法によれば、薬液はHF水溶液であるので、基板から自然酸化膜を除去することができる。

30

【0051】

請求項14記載の基板の洗浄方法及び請求項21記載のプログラムによれば、基板上に形成された第1層上に形成された所定のパターンのフォトレジスト層を用いてエッチング処理により第1層において加工成形された接続孔を備える基板に対して、フォトレジスト層の除去を行い、SC1による洗浄を行い、SC2による洗浄を行い、弗化水素水溶液による洗浄を行い、乾燥を行い、所定の圧力下におけるアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気への暴露を行い、次いで所定の温度における加熱を行うので、コンタミネーション、及び自然酸化膜等を除去することができる。また、乾燥によってウオータマークが付着物としてが発生するが、請求項1記載の基板の表面処理方法及び請求項18記載のプログラムと同様の効果を奏することができ、基板の付着物を除去することができる。したがって、清浄な基板を得ることができる。特に、金属コンタミネーションを除去することができるSC2洗浄を行うので、付着物として金属コンタミネーションが付着した基板の洗浄に対して効果的である。

40

【0052】

請求項15記載の基板の洗浄方法及び請求項22記載のプログラムによれば、基板上に形成された第1層上に形成された所定のパターンのフォトレジスト層を用いてエッチング処理により第1層において加工成形された接続孔を備える基板に対して、フォトレジスト層の除去を行い、SC1による洗浄を行い、弗化水素水溶液による洗浄を行い、乾燥を行

50

い、所定の圧力下におけるアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気への暴露を行い、次いで所定の温度における加熱を行うので、コンタミネーション、及び自然酸化膜等を除去することができる。また、乾燥によってウオータマークが付着物として発生するが、請求項 1 記載の基板の表面処理方法及び請求項 1 8 記載のプログラムと同様の効果を奏することができる。したがって、清浄な基板を得ることができる。

【 0 0 5 3 】

請求項 1 6 記載の基板の洗浄方法及び請求項 2 3 記載のプログラムによれば、基板上に形成された第 1 層上に形成された所定のパターンのフォトレジスト層を用いてエッチング処理により第 1 層において加工成形された接続孔を備える基板に対して、フォトレジスト層の除去を行い、S C 1 による洗浄を行い、S C 2 による洗浄を行い、乾燥を行い、所定の圧力下におけるアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気への暴露を行い、次いで所定の温度における加熱を行うので、コンタミネーション、及び自然酸化膜等を除去することができる。また、乾燥によってウオータマークが付着物として発生するが、請求項 1 記載の基板の表面処理方法及び請求項 1 8 記載のプログラムと同様の効果を奏することができる。したがって、清浄な基板を得ることができる。

10

【 0 0 5 4 】

請求項 1 7 記載の基板の洗浄方法及び請求項 2 4 記載のプログラムによれば、基板上に形成された第 1 層上に形成された所定のパターンのフォトレジスト層を用いてエッチング処理により第 1 層において加工成形された接続孔を備える基板に対して、フォトレジスト層の除去を行い、S C 1 による洗浄を行い、弗化水素水溶液による洗浄を行い、S C 2 による洗浄を行い、乾燥を行い、所定の圧力下におけるアンモニアと弗化水素を含む混合気体の雰囲気への暴露を行い、次いで所定の温度における加熱を行うので、コンタミネーション、及び自然酸化膜等を除去することができる。また、乾燥によってウオータマークが付着物として発生するが、請求項 1 記載の基板の表面処理方法及び請求項 1 8 記載のプログラムと同様の効果を奏することができる。したがって、清浄な基板を得ることができる。特に、金属コンタミネーションを除去することができる S C 2 洗浄を行うので、付着物として金属コンタミネーションが付着した基板の洗浄に対して効果的である。

20

30

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 5 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 5 6 】

まず、本発明の実施の形態に係る基板の表面処理方法について説明する。

【 0 0 5 7 】

図 1 は、本実施の形態に係る基板の表面処理方法が適用される基板処理装置の概略構成を示す平面図である。

【 0 0 5 8 】

基板処理装置は、後述するように、コンタクトホール等が形成された電子デバイス用のウエハの表面に付着したコンタミネーションや表面に形成された自然酸化膜を除去するための洗浄処理において、後処理工程としての C O R 洗浄処理を実行する。

40

【 0 0 5 9 】

図 1 において、基板処理装置 1 0 は、電子デバイス用のウエハ（以下、単に「ウエハ」という。）（基板）W に反応性イオンエッチング（以下、「R I E」という。）処理を施す第 1 のプロセスシップ 1 1 と、該第 1 のプロセスシップ 1 1 と平行に配置され、ウエハ W に後述する C O R（Chemical Oxide Removal）処理及び P H T（Post Heat Treatment）処理を施す第 2 のプロセスシップ 1 2 と、第 1 のプロセスシップ 1 1 及び第 2 のプロセスシップ 1 2 がそれぞれ接続された矩形状の共通搬送室としてのローダーユニット 1 3 とを備える。

50

【0060】

ローダーユニット13には、上述した第1のプロセスシップ11及び第2のプロセスシップ12の他、25枚のウエハWを収容する容器としてのフープ(Front Opening Unified Pod)14がそれぞれ載置される3つのフープ載置台15と、フープ14から搬出されたウエハWの位置をプリアライメントするオリエンタ16と、ウエハWの表面状態を計測する第1及び第2のIMS(Integrated Metrology System、Therma-Wave, Inc.)17, 18とが接続されている。

【0061】

第1のプロセスシップ11及び第2のプロセスシップ12は、ローダーユニット13の長手方向における側壁に接続されると共にローダーユニット13を挟んで3つのフープ載置台15と対向するように配置され、オリエンタ16はローダーユニット13の長手方向に関する一端に配置され、第1のIMS17はローダーユニット13の長手方向に関する他端に配置され、第2のIMS18は3つのフープ載置台15と並列に配置される。

10

【0062】

ローダーユニット13は、内部に配置された、ウエハWを搬送するスカラ型デュアルアームタイプの搬送アーム機構19と、各フープ載置台15に対応するように側壁に配置されたウエハWの投入口としての3つのロードポート20とを有する。搬送アーム機構19は、フープ載置台15に載置されたフープ14からウエハWをロードポート20経由で取り出し、該取り出したウエハWを第1のプロセスシップ11、第2のプロセスシップ12、オリエンタ16、第1のIMS17や第2のIMS18へ搬出入する。

20

【0063】

第1のIMS17は光学系のモニタであり、搬入されたウエハWを載置する載置台21と、該載置台21に載置されたウエハWを指向する光学センサ22とを有し、ウエハWの表面形状、例えば、表面層の膜厚、及び配線溝やゲート電極等のCD(Critical Dimension)値を測定する。第2のIMS18も光学系のモニタであり、第1のIMS17と同様に、載置台23と光学センサ24とを有し、ウエハWの表面におけるパーティクル数を計測する。

【0064】

第1のプロセスシップ11は、ウエハWにRIE処理を施す第1の真空処理室としての第1のプロセスユニット25と、該第1のプロセスユニット25にウエハWを受け渡すリンク型シングルピックタイプの第1の搬送アーム26を内蔵する第1のロード・ロックユニット27とを有する。

30

【0065】

第1のプロセスユニット25は、円筒状の処理室容器(チャンバ)と、該チャンバ内に配置された上部電極及び下部電極を有し、該上部電極及び下部電極の間の距離はウエハWにRIE処理を施すための適切な間隔に設定されている。また、下部電極はウエハWをクーロン力等によってチャックするESC28をその頂部に有する。

【0066】

第1のプロセスユニット25では、チャンバ内部に処理ガスを導入し、上部電極及び下部電極間に電界を発生させることによって導入された処理ガスをプラズマ化してイオン及びラジカルを発生させ、該イオン及びラジカルによってウエハWにRIE処理を施す。

40

【0067】

第1のプロセスシップ11では、ローダーユニット13の内部圧力は大気圧に維持される一方、第1のプロセスユニット25の内部圧力は真空に維持される。そのため、第1のロード・ロックユニット27は、第1のプロセスユニット25との連結部に真空ゲートバルブ29を備えると共に、ローダーユニット13との連結部に大気ゲートバルブ30を備えることによって、その内部圧力を調整可能な真空予備搬送室として構成される。

【0068】

第1のロード・ロックユニット27の内部には、略中央部に第1の搬送アーム26が設置され、該第1の搬送アーム26より第1のプロセスユニット25側に第1のバッファ3

50

1が設置され、第1の搬送アーム26よりローダーユニット13側には第2のバッファ32が設置される。第1のバッファ31及び第2のバッファ32は、第1の搬送アーム26の先端部に配置されたウエハWを支持する支持部(ピック)33が移動する軌道上に配置され、R I E処理が施されたウエハWを一時的に支持部33の軌道の上方に待避させることにより、R I E未処理のウエハWとR I E処理済みのウエハWとの第1のプロセスユニット25における円滑な入れ換えを可能とする。

【0069】

第2のプロセスシップ12は、ウエハWにC O R処理を施す第2の真空処理室としての第2のプロセスユニット34と、該第2のプロセスユニット34に真空ゲートバルブ35を介して接続された、ウエハWにP H T処理を施す第3の真空処理室としての第3のプロセスユニット36と、第2のプロセスユニット34及び第3のプロセスユニット36にウエハWを受け渡すリンク型シングルピックタイプの第2の搬送アーム37を内蔵する第2のロード・ロックユニット49とを有する。

10

【0070】

図2は、図1における第2のプロセスユニットの断面図であり、図2(A)は図1における線II-IIに沿う断面図であり、図2(B)は図2(A)におけるA部の拡大図である。

【0071】

図2(A)において、第2のプロセスユニット34は、円筒状の処理室容器(チャンバ)38と、該チャンバ38内に配置されたウエハWの載置台としてのE S C 39と、チャンバ38の上方に配置されたシャワーヘッド40と、チャンバ38内のガス等を排気するT M P (Turbo Molecular Pump) 41と、チャンバ38及びT M P 41の間に配置され、チャンバ38内の圧力を制御する可変式バタフライバルブとしてのA P C (Automatic Pressure Control) バルブ42とを有する。

20

【0072】

E S C 39は、内部に直流電圧が印加される電極板(図示しない)を有し、直流電圧により発生するクーロン力又はジョンソン・ラーベック(Johnsen-Rahbek)力によってウエハWを吸着して保持する。また、E S C 39は調温機構として冷媒室(図示しない)を有する。この冷媒室には所定温度の冷媒、例えば、冷却水やガルデン液が循環供給され、当該冷媒の温度によってE S C 39の上面に吸着保持されたウエハWの処理温度が制御される。さらに、E S C 39は、E S C 39の上面とウエハWの裏面との間に伝熱ガス(ヘリウムガス)を満遍なく供給する伝熱ガス供給系統(図示しない)を有する。伝熱ガスは、C O R処理の間、冷媒によって所望の指定温度に維持されたE S C 39とウエハWとの熱交換を行い、ウエハWを効率よく且つ均一に冷却する。

30

【0073】

また、E S C 39は、その上面から突出自在なリフトピンとしての複数のプッシャーピン56を有し、これらのプッシャーピン56は、ウエハWがE S C 39に吸着保持されるときにはE S C 39に収容され、C O R処理が施されたウエハWをチャンバ38から搬出するときには、E S C 39の上面から突出してウエハWを上方へ持ち上げる。

【0074】

シャワーヘッド40は2層構造を有し、下層部43及び上層部44のそれぞれに第1のバッファ室45及び第2のバッファ室46を有する。第1のバッファ室45及び第2のバッファ室46はそれぞれガス通気孔47, 48を介してチャンバ38内に連通する。すなわち、シャワーヘッド40は、第1のバッファ室45及び第2のバッファ室46にそれぞれ供給されるガスのチャンバ38内への内部通路を有する、階層状に積み重ねられた2つの板状体(下層部43、上層部44)からなる。

40

【0075】

ウエハWにC O R処理を施す際、第1のバッファ室45にはN H₃(アンモニア)ガスが後述するアンモニアガス供給管57から供給され、該供給されたアンモニアガスはガス通気孔47を介してチャンバ38内へ供給されると共に、第2のバッファ室46にはH F

50

(弗化水素)ガスが後述する弗化水素ガス供給管58から供給され、該供給された弗化水素ガスはガス通気孔48を介してチャンバ38内へ供給される。

【0076】

また、シャワーヘッド40はヒータ(図示しない)、例えば、加熱素子を内蔵する。この加熱素子は、好ましくは、上層部44上に配置されて第2のバッファ室46内の弗化水素ガスの温度を制御する。

【0077】

また、図2(B)に示すように、ガス通気孔47,48におけるチャンバ38内への開口部は末広がり状に形成される。これにより、アンモニアガスや弗化水素ガスをチャンバ38内へ効率よく拡散することができる。さらに、ガス通気孔47,48は断面がくびれ形状を呈するので、チャンバ38で発生した堆積物がガス通気孔47,48、引いては、第1のバッファ室45や第2のバッファ室46へ逆流するのを防止することができる。なお、ガス通気孔47,48は螺旋状の通気孔であってもよい。

10

【0078】

この第2のプロセスユニット34は、チャンバ38内の圧力と、アンモニアガス及び弗化水素ガスの体積流量比を調整することによってウエハWにCOR処理を施す。また、この第2のプロセスユニット34は、チャンバ38内において初めてアンモニアガス及び弗化水素ガスが混合するように設計されている(ポストミックス設計)ため、チャンバ38内に上記2種類のガスが導入されるまで、該2種類のガスが混合するのを防止して、弗化水素ガスとアンモニアガスとがチャンバ38内への導入前に反応するのを防止する。

20

【0079】

また、第2のプロセスユニット34では、チャンバ38の側壁がヒータ(図示しない)、例えば、加熱素子を内蔵し、チャンバ38内の雰囲気温度が低下するのを防止する。これにより、COR処理の再現性を向上することができる。また、側壁内の加熱素子は、側壁の温度を制御することによってチャンバ38内に発生した副生成物が側壁の内側に付着するのを防止する。

【0080】

図1に戻り、第3のプロセスユニット36は、筐体状の処理室容器(チャンバ)50と、該チャンバ50内に配置されたウエハWの載置台としてのステージヒータ51と、該ステージヒータ51の周りに配置され、ステージヒータ51に載置されたウエハWを上方に持ち上げるバッファアーム52と、チャンバ内及び外部雰囲気を遮断する開閉自在な蓋としてのPHTチャンバリッド(図示しない)とを有する。

30

【0081】

ステージヒータ51は、表面に酸化皮膜が形成されたアルミからなり、内蔵された電熱線等によって載置されたウエハWを所定の温度まで加熱する。具体的には、ステージヒータ51は載置したウエハWを少なくとも1分間に亘って100~200℃、好ましくは約135℃まで直接加熱する。

【0082】

PHTチャンバリッドにはシリコンゴム製のシートヒータが配される。また、チャンバ50の側壁にはカートリッジヒータ(図示しない)が内蔵され、該カートリッジヒータはチャンバ50の側壁の壁面温度を25~80℃に制御する。これにより、チャンバ50の側壁に副生成物が付着するのを防止し、付着した副生成物に起因するパーティクルの発生を防止してチャンバ50のクリーニング周期を延伸する。なお、チャンバ50の外周は熱シールドによって覆われている。

40

【0083】

ウエハWを上方から加熱するヒータとして、上述したシートヒータの代わりに、紫外線放射(UV radiation)ヒータを配してもよい。紫外線放射ヒータとしては、波長190~400nmの紫外線を放射する紫外線ランプ等が該当する。

【0084】

バッファアーム52は、COR処理が施されたウエハWを一時的に第2の搬送アーム3

50

7における支持部53の軌道の上方に待避させることにより、第2のプロセスユニット34や第3のプロセスユニット36におけるウエハWの円滑な入れ換えを可能とする。

【0085】

この第3のプロセスユニット36は、ウエハWの温度を調整することによってウエハWにPHT処理を施す。

【0086】

第2のロード・ロックユニット49は、第2の搬送アーム37を内蔵する筐体状の搬送室(チャンバ)70を有する。また、ローダーユニット13の内部圧力は大気圧に維持される一方、第2のプロセスユニット34及び第3のプロセスユニット36の内部圧力は真空に維持される。そのため、第2のロード・ロックユニット49は、第3のプロセスユニット36との連結部に真空ゲートバルブ54を備えると共に、ローダーユニット13との連結部に大気ドアバルブ55を備えることによって、その内部圧力を調整可能な真空予備搬送室として構成される。

10

【0087】

図3は、図1における第2のプロセスシップの概略構成を示す斜視図である。

【0088】

図3において、第2のプロセスユニット34は、第1のバッファ室45へアンモニアガスを供給するアンモニアガス供給管57と、第2のバッファ室46へ弗化水素ガスを供給する弗化水素ガス供給管58と、チャンバ38内の圧力を測定する圧力ゲージ59と、ESC39内に配設された冷却系統に冷媒を供給するチラーユニット60とを備える。

20

【0089】

アンモニアガス供給管57にはMFC(Mass Flow Controller)(図示しない)が設けられ、該MFCは第1のバッファ室45へ供給するアンモニアガスの流量を調整すると共に、弗化水素ガス供給管58にもMFC(図示しない)が設けられ、該MFCは第2のバッファ室46へ供給する弗化水素ガスの流量を調整する。アンモニアガス供給管57のMFCと弗化水素ガス供給管58のMFCは協働して、チャンバ38へ供給されるアンモニアガスと弗化水素ガスの体積流量比を調整する。

【0090】

また、第2のプロセスユニット34の下方には、DP(Dry Pump)(図示しない)に接続された第2のプロセスユニット排気系61が配置される。第2のプロセスユニット排気系61は、チャンバ38とAPCバルブ42の間に配設された排気ダクト62と連通する排気管63と、TMP41の下方(排気側)に接続された排気管64とを有し、チャンバ38内のガス等を排気する。なお、排気管64はDPの手前において排気管63に接続される。

30

【0091】

第3のプロセスユニット36は、チャンバ50へ窒素(N_2)ガスを供給する窒素ガス供給管65と、チャンバ50内の圧力を測定する圧力ゲージ66と、チャンバ50内の窒素ガス等を排気する第3のプロセスユニット排気系67とを備える。

【0092】

窒素ガス供給管65にはMFC(図示しない)が設けられ、該MFCはチャンバ50へ供給される窒素ガスの流量を調整する。第3のプロセスユニット排気系67は、チャンバ50に連通すると共にDPに接続された本排気管68と、該本排気管68の途中で配されたAPCバルブ69と、本排気管68からAPCバルブ69を回避するように分岐し、且つDPの手前において本排気管68に接続される副排気管68aとを有する。APCバルブ69は、チャンバ50内の圧力を制御する。

40

【0093】

第2のロード・ロックユニット49は、チャンバ70へ窒素ガスを供給する窒素ガス供給管71と、チャンバ70内の圧力を測定する圧力ゲージ72と、チャンバ70内の窒素ガス等を排気する第2のロード・ロックユニット排気系73と、チャンバ70内を大気開放する大気連通管74とを備える。

50

【 0 0 9 4 】

窒素ガス供給管 7 1 には M F C (図示しない) が設けられ、該 M F C はチャンバ 7 0 へ供給される窒素ガスの流量を調整する。第 2 のロード・ロックユニット排気系 7 3 は 1 本の排気管からなり、該排気管はチャンバ 7 0 に連通すると共に、D P の手前において第 3 のプロセスユニット排気系 6 7 における本排気管 6 8 に接続される。また、第 2 のロード・ロックユニット排気系 7 3 及び大気連通管 7 4 はそれぞれ開閉自在な排気バルブ 7 5 及びリリーフバルブ 7 6 を有し、該排気バルブ 7 5 及びリリーフバルブ 7 6 は協働してチャンバ 7 0 内の圧力を大気圧から所望の真空度までのいずれかに調整する。

【 0 0 9 5 】

図 4 は、図 3 における第 2 のロード・ロックユニットのユニット駆動用ドライエア供給系の概略構成を示す図である。 10

【 0 0 9 6 】

図 4 において、第 2 のロード・ロックユニット 4 9 のユニット駆動用ドライエア供給系 7 7 のドライエア供給先としては、大気ドアバルブ 5 5 が有するスライドドア駆動用のドアバルブシリンダ、N₂ パージユニットとしての窒素ガス供給管 7 1 が有する M F C、大気開放用のリリーフユニットとしての大気連通管 7 4 が有するリリーフバルブ 7 6、真空引きユニットとしての第 2 のロード・ロックユニット排気系 7 3 が有する排気バルブ 7 5、及び真空ゲートバルブ 5 4 が有するスライドゲート駆動用のゲートバルブシリンダが該当する。

【 0 0 9 7 】

ユニット駆動用ドライエア供給系 7 7 は、第 2 のプロセスシップ 1 2 が備える本ドライエア供給管 7 8 から分岐された副ドライエア供給管 7 9 と、該副ドライエア供給管 7 9 に接続された第 1 のソレノイドバルブ 8 0 及び第 2 のソレノイドバルブ 8 1 とを備える。 20

【 0 0 9 8 】

第 1 のソレノイドバルブ 8 0 は、ドライエア供給管 8 2 , 8 3 , 8 4 , 8 5 の各々を介してドアバルブシリンダ、M F C、リリーフバルブ 7 6 及びゲートバルブシリンダに接続され、これらへのドライエアの供給量を制御することによって各部の動作を制御する。また、第 2 のソレノイドバルブ 8 1 は、ドライエア供給管 8 6 を介して排気バルブ 7 5 に接続され、排気バルブ 7 5 へのドライエアの供給量を制御することによって排気バルブ 7 5 の動作を制御する。 30

【 0 0 9 9 】

なお、窒素ガス供給管 7 1 における M F C は窒素 (N₂) ガス供給系 8 7 にも接続されている。

【 0 1 0 0 】

また、第 2 のプロセスユニット 3 4 や第 3 のプロセスユニット 3 6 も、上述した第 2 のロード・ロックユニット 4 9 のユニット駆動用ドライエア供給系 7 7 と同様の構成を有するユニット駆動用ドライエア供給系を備える。

【 0 1 0 1 】

図 1 に戻り、基板処理装置 1 0 は、第 1 のプロセスシップ 1 1、第 2 のプロセスシップ 1 2 及びローダーユニット 1 3 の動作を制御するシステムコントローラと、ローダーユニット 1 3 の長手方向に関する一端に配置されたオペレーションコントローラ 8 8 とを備える。 40

【 0 1 0 2 】

オペレーションコントローラ 8 8 は、例えば L C D (Liquid Crystal Display) からなる表示部を有し、該表示部は基板処理装置 1 0 の各構成要素の動作状況を表示する。

【 0 1 0 3 】

また、図 5 に示すように、システムコントローラは、E C (Equipment Controller) 8 9 と、3 つの M C (Module Controller) 9 0 , 9 1 , 9 2 と、E C 8 9 及び各 M C を接続するスイッチングハブ 9 3 とを備える。該システムコントローラは E C 8 9 から L A N (Local Area Network) 1 7 0 を介して、基板処理装置 1 0 が設置されている工場全体の 50

製造工程を管理するMES (Manufacturing Execution System) としてのPC171に接続されている。MESは、システムコントローラと連携して工場における工程に関するリアルタイム情報を基幹業務システム(図示しない)にフィードバックすると共に、工場全体の負荷等を考慮して工程に関する判断を行う。

【0104】

EC89は、各MCを統括して基板処理装置10全体の動作を制御する主制御部(マスタ制御部)である。また、EC89は、CPU、RAM、HDD等を有し、オペレーションコントローラ88においてユーザ等によって指定されたウエハWの処理方法、すなわち、レシピに対応するプログラムに応じてCPUが、各MCに制御信号を送信することにより、第1のプロセスシップ11、第2のプロセスシップ12及びローダーユニット13の動作を制御する。

10

【0105】

スイッチングハブ93は、EC89からの制御信号に応じてEC89の接続先としてのMCを切り替える。

【0106】

MC90, 91, 92は、それぞれ第1のプロセスシップ11、第2のプロセスシップ12及びローダーユニット13の動作を制御する副制御部(スレーブ制御部)である。各MCは、DIST (Distribution) ボード96によってGHOSTネットワーク95を介して各I/O(入出力)モジュール97, 98, 99にそれぞれ接続される。GHOSTネットワーク95は、MCが有するMCボードに搭載されたGHOST (General High-Speed Optimum Scalable Transceiver) と称されるLSIによって実現されるネットワークである。GHOSTネットワーク95には、最大で31個のI/Oモジュールを接続可能であり、GHOSTネットワーク95では、MCがマスタに該当し、I/Oモジュールがスレーブに該当する。

20

【0107】

I/Oモジュール98は、第2のプロセスシップ12における各構成要素(以下、「エンドデバイス」という。)に接続された複数のI/O部100からなり、各エンドデバイスへの制御信号及び各エンドデバイスからの出力信号の伝達を行う。I/Oモジュール98においてI/O部100に接続されるエンドデバイスには、例えば、第2のプロセスユニット34におけるアンモニアガス供給管57のMFC、弗化水素ガス供給管58のMFC、圧力ゲージ59及びAPCバルブ42、第3のプロセスユニット36における窒素ガス供給管65のMFC、圧力ゲージ66、APCバルブ69、バッファアーム52及びステージヒータ51、第2のロード・ロックユニット49における窒素ガス供給管71のMFC、圧力ゲージ72及び第2の搬送アーム37、並びにユニット駆動用ドライエア供給系77における第1のソレノイドバルブ80及び第2のソレノイドバルブ81等が該当する。

30

【0108】

なお、I/Oモジュール97, 99は、I/Oモジュール98と同様の構成を有し、第1のプロセスシップ11に対応するMC90及びI/Oモジュール97の接続関係、並びにローダーユニット13に対応するMC92及びI/Oモジュール99の接続関係も、上述したMC91及びI/Oモジュール98の接続関係と同様の構成であるため、これらの説明を省略する。

40

【0109】

また、各GHOSTネットワーク95には、I/O部100におけるデジタル信号、アナログ信号及びシリアル信号の入出力を制御するI/Oボード(図示しない)も接続される。

【0110】

基板処理装置10において、ウエハWにCOR処理を施す際には、COR処理のレシピに対応するプログラムに応じてEC89のCPUが、スイッチングハブ93、MC91、GHOSTネットワーク95及びI/Oモジュール98におけるI/O部100を介して

50

、所望のエンドデバイスに制御信号を送信することによって第2のプロセスユニット34においてCOR処理を実行する。

【0111】

具体的には、CPUが、アンモニアガス供給管57のMFC及び弗化水素ガス供給管58のMFCに制御信号を送信することによってチャンバ38におけるアンモニアガス及び弗化水素ガスの体積流量比を所望の値に調整し、TMP41及びAPCバルブ42に制御信号を送信することによってチャンバ38内の圧力を所望の値に調整する。また、このとき、圧力ゲージ59がチャンバ38内の圧力値を出力信号としてEC89のCPUに送信し、該CPUは送信されたチャンバ38内の圧力値に基づいて、アンモニアガス供給管57のMFC、弗化水素ガス供給管58のMFC、APCバルブ42やTMP41の制御パラメータを決定する。

10

【0112】

また、ウエハWにPHT処理を施す際には、PHT処理のレシピに対応するプログラムに応じてEC89のCPUが、所望のエンドデバイスに制御信号を送信することによって第3のプロセスユニット36においてPHT処理を実行する。

【0113】

具体的には、CPUが、窒素ガス供給管65のMFC及びAPCバルブ69に制御信号を送信することによってチャンバ50内の圧力を所望の値に調整し、ステージヒータ51に制御信号を送信することによってウエハWの温度を所望の温度に調整する。また、このとき、圧力ゲージ66がチャンバ50内の圧力値を出力信号としてEC89のCPUに送信し、該CPUは送信されたチャンバ50内の圧力値に基づいて、APCバルブ69や窒素ガス供給管65のMFCの制御パラメータを決定する。

20

【0114】

図5のシステムコントローラでは、複数のエンドデバイスがEC89に直接接続されることなく、該複数のエンドデバイスに接続されたI/O部100がモジュール化されてI/Oモジュールを構成し、該I/OモジュールがMC及びスイッチングハブ93を介してEC89に接続されるため、通信システムを簡素化することができる。

【0115】

また、EC89のCPUが送信する制御信号には、所望のエンドデバイスに接続されたI/O部100のアドレス、及び当該I/O部100を含むI/Oモジュールのアドレスが含まれているため、スイッチングハブ93は制御信号におけるI/Oモジュールのアドレスを参照し、MCのGHOSTが制御信号におけるI/O部100のアドレスを参照することによって、スイッチングハブ93やMCがCPUに制御信号の送信先の問い合わせを行う必要を無くすことができ、これにより、制御信号の円滑な伝達を実現することができる。

30

【0116】

ところで、ウエハWの表面に形成した絶縁膜に、ソースドレインコンタクト用のコンタクトホール等を作成した後、このウエハWに対して後工程の処理を行うためには、ウエハWを洗浄する必要がある。先に述べたように、従来の洗浄方法においては、スピン乾燥によってウエハWの表面にウオータマークが発生し、IPA乾燥によってウエハWの表面に炭素の有機物が残留する。このようなウエハW表面のウオータマークは、ウエハWから製造される電子デバイスにおいて種々の不具合を引き起こす要因となるため、除去する必要がある。

40

【0117】

本実施の形態に係る基板の表面処理方法は、これに対応して、洗浄工程において後処理工程として、ウエハWにCOR処理とPHT処理を施す。

【0118】

COR処理は、被処理体の酸化膜とガス分子を化学反応させて生成物を生成する処理であり、PHT処理は、COR処理が施された被処理体を加熱して、COR処理の化学反応によって被処理体に生成した生成物を気化・熱酸化(Thermal Oxidation)させて被処理

50

体から除去する処理である。以上のように、C O R 処理及び P H T 処理、特に、C O R 処理は、プラズマを用いず且つ水成分を用いずに被処理体の酸化膜を除去する処理であるため、プラズマレスエッチング処理及びドライクリーニング処理（乾燥洗浄処理）に該当する。

【 0 1 1 9 】

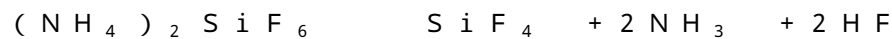
本実施の形態に係る基板の表面処理方法では、ガスとしてアンモニアガス及び弗化水素ガスを用いる。ここで、弗化水素ガスは S i O₂ 層の腐食を促進し、アンモニアガスは、酸化膜と弗化水素ガスとの反応を必要に応じて制限し、最終的には停止させるための反応副生成物（By-product）を合成する。具体的には、C O R 処理及び P H T 処理において以下の化学反応を利用することにより、ウエハ W の疎水性表面に形成されるシリコン酸化膜（S i O₂）からなるウオータマークを除去してウエハ W の洗浄を行う。

10

（ C O R 処理 ）



（ P H T 処理 ）



上述した化学反応を利用した C O R 処理及び P H T 処理は、以下の特性を有することが本発明者によって確認されている。尚、P H T 処理においては、N₂ 及び H₂ も若干量発生する。

1) 熱酸化膜の選択比（除去速度）が高い。

20

【 0 1 2 0 】

具体的には、C O R 処理及び P H T 処理は、熱酸化膜の選択比が高い一方、ポリシリコンの選択比が低い。したがって、熱酸化膜である S i O₂ 膜からなる絶縁膜の表層や S i O₂ 膜と同様の特性を有する疑似 S i O₂ 層またはシリコン表層の自然酸化膜及びウオータマークを効率よく除去することができる。尚、この疑似 S i O₂ 層は「変質層」や「犠牲層」とも称される。

2) 表層や疑似 S i O₂ 層が除去された絶縁膜の表面における自然酸化膜の成長速度が遅い。

【 0 1 2 1 】

具体的には、ウェットエッチングによって表面が露出したウエハ W の表面においては、厚さ 3 の自然酸化膜の成長時間が 10 分であるのに対し、C O R 処理及び P H T 処理によって表面が露出したウエハ W の表面においては、厚さ 3 の自然酸化膜の成長時間は 2 時間以上である。したがって、電子デバイスの洗浄工程においてウオータマークが発生することがなく、さらに洗浄工程後の時間経過による自然酸化膜の成長が抑制されるので、電子デバイスの信頼性を向上させることができる。

30

3) ドライ環境において反応が進行する。

【 0 1 2 2 】

具体的には、C O R 処理において水を反応に用いることはなく、また、C O R 処理によって上述のように水分子が発生するが、後述するように C O R 処理は略真空状態において行われるため、水分子は気体状態で発生する。したがって、水分子が液体状態でウエハ W に付着することがなく、ウエハ W の表面にウオータマーク等が発生することはない。また、P H T 処理は後述するように高温下で行われるため、ウエハ W の表面にウオータマーク等が発生することはない。加えて、表面が露出したウエハ W の表面に O H 基が配されることがない。したがって、ウエハ W の表面が親水性になることがなく、もって該表面は吸湿することがないため、電子デバイスの配線信頼性の低下を防止することができる。

40

4) 生成物（錯体）の生成量は所定時間が経過すると飽和する。

【 0 1 2 3 】

具体的には、所定時間が経過すると、それ以後、ウオータマークをアンモニアガス及び弗化水素ガスの混合気体に暴露し続けても、生成物の生成量は増加しない。また、生成物の生成量は、混合気体の圧力、体積流量比等の混合気体のパラメータによって決定される

50

。したがって、ウオータマークの除去量の制御を容易に行うことができる。COR処理において、弗化水素ガスは反応ガスであり、アンモニアガスは腐食ガスである。このため、COR処理において、アンモニア(NH₃)は、弗化水素(HF)を中和して弗化水素ガスとシリコン酸化膜(SiO₂)との反応進行を抑制する。従って、例えば、アンモニアガスと弗化水素ガスとの体積流量比を調整することによってウオータマークの除去量を容易に制御することができる。

5) パーティクルの発生が非常に少ない。

【0124】

具体的には、第2のプロセスユニット34及び第3のプロセスユニット36において、2000枚のウエハWにおけるウオータマークの除去を実行しても、チャンバ38やチャンバ50の内壁等にパーティクルの付着がほとんど観測されない。したがって、電子デバイスにおいてパーティクルを介した配線の短絡等が発生することがなく、電子デバイスの信頼性を向上させることができる。

10

【0125】

図6は、本実施の形態に係る基板の表面処理方法を示す工程図である。

【0126】

本実施の形態においては、ウエハWの表面に形成した絶縁膜301に、レジスト膜302を用いてソースドレインコンタクト用のコンタクトホール303等を作成した後に(図6(A)参照)、ウエハWを洗浄するものとする。

【0127】

図6において、本実施の形態に係る基板の表面処理方法の洗浄工程における前処理工程を行う図示しない前洗浄装置によって、まず、ウエット洗浄、例えば、H₂SO₄(硫酸)及びH₂O₂(過酸化水素)水からなる混液を用いる洗浄(SPM洗浄)を行ってウエハW上に形成されたレジスト膜を除去する(図6(B))。このウエット洗浄により、ウエハWにはパーティクル304、及び金属コンタミネーション305等のコンタミネーションが付着する。尚、レジスト膜の除去は、上述のウエット洗浄に変えてプラズマアッシングによって行ってもよい。この場合、ウエハWには、アッシング残渣がコンタミネーションとして付着することになる。

20

【0128】

次いで、SC1洗浄を行って、パーティクル304を除去する(図6(C)参照)。SC1洗浄は、例えば、5分以下の間行う。上述のように、SC1は、NH₄OH(アンモニア)水溶液とH₂O₂(過酸化水素)水の混液であるので、SC1洗浄後にウエハWのコンタクトホール303内のシリコン表面には親水性層である自然酸化膜306が形成される。従って、SC1洗浄後にウエハWの表面には自然酸化膜306が形成されることによって、ウエハWの表面は親水性になる。自然酸化膜306は、シリコン自然酸化膜(silicon native oxide)であり、シリコン酸化膜とは薬液中で成長するシリコン終端最表面(Oxygen termination on silicon surface)の酸化状態のことである。

30

【0129】

次いで、純水洗浄(リンス洗浄)により除去したパーティクル304を含むSC1を洗い流した後に、SC2洗浄を行って、金属コンタミネーション305を除去する(図6(D)参照)。SC2洗浄は、例えば、5分以下の間行う。上述のように、SC2は、HCl(塩酸)とH₂O₂(過酸化水素)水の混液であるので、SC2洗浄後にウエハWのコンタクトホール303内のシリコン表面には親水性層である自然酸化膜306が形成される。従って、SC1洗浄後と同様に、SC2洗浄後にウエハWの表面には自然酸化膜306が形成されることによって、ウエハWの表面は親水性になる。

40

【0130】

次いで、純水洗浄により除去した金属コンタミネーション305を含むSC2を洗い流した後に、DHF洗浄を行って、ウエハW表面上に発生した自然酸化膜306を除去する(図6(E)参照)。DHF洗浄後、ウエハWに純水洗浄を行って除去した自然酸化膜306を含むDHFを洗い流し、スピンドライ乾燥を行う。上述のように、DHF洗浄によ

50

ってウエハWの表面は疎水性になっているため、ウエハWを洗浄層から引き上げたときに、水滴がウエハWの表面に残留する。さらに、ウエハWを洗浄層から引き上げたときに、Siウエハ表面に残留している水滴中の溶存酸素とウエハ表面とが反応してSiO₂が形成されて、さらに残留HFとSiO₂とが反応してH₂SiF₆が形成されてしまう。この状態でスピンドライ乾燥を行うと、H₂SiF₆が、乾燥後に、疎水性表面において図7に示すようなシリコン酸化物(SiO₂)であるウオータマーク307として、即ち付着物として残留してしまう。また、スピンドライ乾燥を行うので、IPA乾燥を行う場合のようにウエハWの表面にIPA分子(炭素等の有機物)が残留することがない。

【0131】

次いで、基板処理装置10による後処理工程に移る。上述のようにウオータマーク307が形成されたウエハWを、コンタクトホール303が形成されている面を上面として基板処理装置10の任意のフープ載置台15の任意のフープ14に格納する。このようにフープ14にウエハWを格納した状態において、基板処理装置10を起動させることにより、COR洗浄処理が実行される。

【0132】

COR洗浄処理において、基板処理装置10は、まず、搬送アーム機構19、第2のロード・ロックユニット49、及び第3のプロセスユニット36を介してウエハWを第2のプロセスユニット34のチャンバ38に収容する。次いで、該チャンバ38内の圧力を所定の圧力に調整し、チャンバ38内にアンモニアガス、弗化水素ガス及び希釈ガスとしてのアルゴン(Ar)ガスを導入して、チャンバ38内をこれらから成る混合気体の雰囲気とし、ウオータマーク307を所定の圧力下において混合気体の雰囲気に暴露する(付着物暴露ステップ)(図6(G)参照)。これにより、ウオータマーク307を形成するSiO₂、アンモニアガス及び弗化水素ガスから錯体構造を有する生成物を生成してウオータマーク307を生成物からなる錯体構造を有する生成物層308に変質させる。

【0133】

次いで、生成物層308が形成されたウエハWを第3のプロセスユニット36のチャンバ50内のステージヒータ51上に載置し、該チャンバ50内の圧力を所定の圧力に調整し、チャンバ50内に窒素ガスを導入して粘性流を生じさせ、ステージヒータ51によってウエハWを所定の温度に加熱する(付着物加熱ステップ)。このとき、熱によって生成物層308の生成物の錯体構造が分解し、生成物は四弗化珪素(SiF₄)、アンモニア、弗化水素に分離して気化する。気化したこれらの分子は粘性流に巻き込まれて第3のプロセスユニット排気系67によってチャンバ50から排出される。これにより、スピンドライ乾燥によってウエハW表面に形成されたウオータマークが除去され(図6(I)参照)、COR洗浄が終了する。COR洗浄が実行されたウエハWは、第2のロード・ロックユニット49、搬送アーム機構19を介して、所定のフープ14に格納される。

【0134】

第2のプロセスユニット34において、弗化水素ガスは水分と反応しやすいため、チャンバ38におけるアンモニアガスの体積を弗化水素ガスの体積より多く設定するのが好ましく、また、チャンバ38における水分子はできるだけ除去するのが好ましい。具体的には、チャンバ38内の混合気体におけるアンモニアガスに対する弗化水素ガスの体積流量(SCCM)比は1~1/2であるのが好ましく、また、チャンバ38内の所定の圧力は $6.7 \times 10^{-2} \sim 4.0 \text{ Pa}$ ($0.5 \sim 30 \text{ Torr}$)であるのが好ましい。これにより、チャンバ38内の混合気体の流量比等が安定するため、生成物の生成を助長することができる。

【0135】

また、チャンバ38内の所定の圧力が $6.7 \times 10^{-2} \sim 4.0 \text{ Pa}$ ($0.5 \sim 30 \text{ Torr}$)であると、生成物の生成量を所定時間経過後に確実に飽和させることができ、これにより、エッチング深さを確実に制御することができる(セルフリミテッド)。例えば、チャンバ38内の所定の圧力が 1.3 Pa (10 Torr)である場合、エッチングの進行はCOR処理開始から約3分経過後に停止する。このときのエッチング深さは略

15 nmである。また、チャンバ38内の所定の圧力が2.7 Pa (20 mTorr)である場合、エッチングの進行はCOR処理開始から約3分経過後に停止する。このときのエッチング深さは略24 nmである。

【0136】

また、反応物は常温近傍で反応が促進されるため、ウエハWを載置するESC39は、内蔵する調温機構(図示しない)によってその温度が25℃に設定されるのが好ましい。さらに、温度が高いほどチャンバ38内に発生した副生成物が付着しにくいことから、チャンバ38内の内壁温度は、側壁に埋設されたヒータ(図示しない)によって50℃に設定されるのが好ましい。

【0137】

第3のプロセスユニット36において、反応物は配位結合を含む錯化合物(Complex compound)であり、錯化合物は結合力が弱く、比較的低温においても熱分解が促進されるので、ウエハWの所定の温度は80~200℃であるのが好ましく、100~200℃であるのがより好ましい。これは、ウエハWの温度は、所定の圧力まで減圧された状態において、 $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ の昇華温度範囲である80~200℃が好ましく、125~150℃がより好ましいからである。さらに、ウエハWにPHT処理を施す時間は、60~180秒であるのが好ましい。また、チャンバ50に粘性流を生じさせるためには、チャンバ50内の真空度を高めるのは好ましくなく、また、一定の流量のガス流が必要である。したがって、該チャンバ50における所定の圧力は、 $6.7 \times 10^{-1} \sim 1.3 \times 10^{-2}$ Pa (500 mTorr ~ 1 Torr)であるのが好ましく、窒素ガスの流量は500~3000 SCCMであるのが好ましい。これにより、チャンバ50内において粘性流を確実に生じさせることができるため、生成物の熱分解によって生じた気体分子を確実に除去することができる。

【0138】

また、ウエハWにCOR処理を施す前に、ウオータマーク307の形状、例えば、膜厚を測定し、測定された形状に応じて、EC89のCPUが、ウオータマーク307の膜厚と除去量に関連する処理条件パラメータとの所定の関係に基づいて、COR処理又はPHT処理における処理条件パラメータの値を決定するのが好ましい。これにより、ウオータマーク307の除去量の制御を正確に行うことができ、もって確実にウエハW表面に形成されたウオータマーク307を除去することができると共に、COR洗浄処理の効率を向上させることができる。

【0139】

上記所定の関係は、複数のウエハWを処理するロットの初期において、第1のIMS17によって測定されたCOR処理及びPHT処理を施す前及び施した後におけるウオータマーク307の膜厚の差、すなわち、COR処理及びPHT処理によるウオータマーク307の除去量と、このときのCOR処理及びPHT処理における処理条件パラメータとに基づいて設定される。処理条件パラメータとしては、例えば、アンモニアガスに対する弗化水素ガスの体積流量比やチャンバ38内の所定の圧力、ステージヒータ51に載置されたウエハWの加熱温度等が該当する。このようにして設定された所定の関係はEC89のHDD等に格納され、ロットの初期以降におけるウエハWの処理において上述のようにして参照される。

【0140】

また、任意のウエハWのCOR処理及びPHT処理を施す前及び施した後におけるウオータマーク307の膜厚の差に基づいて、当該ウエハWに再度COR処理及びPHT処理を施すか否かを決定してもよく、さらに、再度COR処理及びPHT処理を施す場合には、EC89のCPUが、当該ウエハWのCOR処理及びPHT処理を施した後におけるウオータマーク307の膜厚に応じて、上記所定の関係に基づいてCOR処理及びPHT処理の条件パラメータを決定してもよい。

【0141】

上述のように、本実施の形態に係る基板の表面処理方法によれば、ウエハWの洗浄処理

10

20

30

40

50

において、スピン乾燥によって表面にウオータマーク307が形成されたウエハWを、所定の圧力下においてアンモニアガス、弗化水素ガス及びアルゴンガスからなる混合気体の雰囲気中に暴露するCOR処理、及び該混合気体の雰囲気中に暴露されたウエハWを所定の温度に加熱するPHT処理を含むCOR洗浄処理を行う。これにより、ウオータマーク307を形成するSiO₂、アンモニアガス及び弗化水素ガスから錯体構造を有する生成物（生成物層308）が生成され、該生成された生成物において生成物の錯体構造が熱によって分解し、生成物は四弗化珪素、アンモニア、弗化水素に分離して気化する。この生成物の気化により、ウエハWの表面からウオータマーク307を除去することができる。また、COR洗浄処理は、ドライ環境において行われるので、COR処理において水を反応に用いることはなく、また、COR処理によって水分子が発生するが、水分子は気体状態で発生するので、水分子が液体状態でウエハWに付着することがなく、ウオータマークが除去されたウエハWの表面に再度ウオータマークが形成されることはない。さらに、PHT処理は高温下で行われるため、ウオータマークが除去されたウエハWの表面に再度ウオータマークが形成されることはない。したがって、ウオータマーク等を除去することができ、清浄なウエハWを得ることができる。

10

【0142】

また、本実施の形態に係る基板の表面処理方法によれば、SPM洗浄又はプラズマアッシング、SC1洗浄、純水洗浄、SC2洗浄、純水洗浄、DHF洗浄、純水洗浄、スピンドライ乾燥、及びCOR洗浄の順番で洗浄を行うので、SC1洗浄によってSPM洗浄又はプラズマアッシングにより発生するパーティクルやアッシング残渣を除去することができ、SC2洗浄によって、SPM洗浄又はプラズマアッシング、及びSC1洗浄により発生する金属コンタミネーションを除去することができ、DHF洗浄、SPM洗浄又はプラズマアッシングによって、SC1洗浄及びSC2洗浄により発生する自然酸化膜を除去することができる。ここで、スピンドライ乾燥によってウオータマークが発生するが、COR洗浄によってこのウオータマークを除去することができるので、ウオータマーク、コンタミネーション、及び自然酸化膜等を確実に除去することができ、清浄なウエハWを得ることができる。

20

【0143】

また、本実施の形態に係る基板の表面処理方法によれば、ウエハWにプラズマレスエッチング処理が施されてウオータマーク307が除去されるので、ウエハWから製造される電子デバイスにおいて、ゲート電極に電荷が蓄積されないため、ゲート酸化膜の劣化や破壊を防止することができ、エネルギー粒子が電子デバイスに照射されることがないため、半導体における結晶欠陥の発生を防止することができ、さらに、プラズマに起因する予期せぬ化学反応が起こらないため、不純物の発生を防止することができ、これにより、チャンパ38やチャンパ50内が汚染されるのを防止することができる。

30

【0144】

さらに、本実施の形態に係る基板の処理方法によれば、ウエハWにドライクリーニング処理が施されてウオータマークが除去されるので、ウエハWの表面の物性の変化を抑制することができ、もって、ウエハWから製造される電子デバイスにおける配線信頼性の低下を確実に防止することができる。

40

【0145】

また、本実施の形態に係る基板の表面処理方法によれば、IPA乾燥を行わないので、有機物（炭素）の発生を防止することができる。

【0146】

また、本実施の形態に係る基板の表面処理方法によれば、ウオータマーク、コンタミネーション、及び自然酸化膜等を確実に除去することができるので、電子デバイスの信頼性の低下を抑制することができる。

【0147】

また、COR洗浄処理において、COR処理によるウオータマーク307からの錯体構造を有する生成物の生成量は、アンモニアガス、弗化水素ガス及びアルゴンガスからなる

50

混合気体のパラメータによって制御することができるので、混合気体のパラメータ制御によってウオータマークの除去量の制御を容易に行うことができる。したがって、ウエハWの表面に形成されたウオータマークを確実に除去できると共に、C O R 洗浄処理の効率を向上させることができる。

【 0 1 4 8 】

また、生成物の生成量は所定時間が経過すると飽和し、生成物の生成量は混合気体のパラメータによって決定される。したがって、ウオータマーク 3 0 7 の除去量の制御を容易に行うことができると共に、洗浄されたウエハWから製造される電子デバイスの信頼性の低下を防止することができる。

【 0 1 4 9 】

本実施の形態に係る基板の表面処理方法において、各工程は、S P M 洗浄又はプラズマアッシング、S C 1 洗浄、純水洗浄、S C 2 洗浄、純水洗浄、D H F 洗浄、純水洗浄、スピンドライ乾燥、及びC O R 洗浄の順番で行われているが、基板の洗浄方法における各工程は、これに限るものではない。

【 0 1 5 0 】

例えば、本実施の形態に係る基板の表面処理方法の変形例として、S C 2 洗浄工程を省略して、S P M 洗浄又はプラズマアッシング、S C 1 洗浄、純水洗浄、D H F 洗浄、純水洗浄、スピンドライ乾燥、及びC O R 洗浄の順番で各工程を行ってもよい。

【 0 1 5 1 】

また、本実施の形態に係る基板の表面処理方法の変形例として、D H F 洗浄工程を省略して、S P M 洗浄又はプラズマアッシング、S C 1 洗浄、純水洗浄、S C 2 洗浄、純水洗浄、スピンドライ乾燥、及びC O R 洗浄の順番で各工程を行ってもよい。

【 0 1 5 2 】

また、本実施の形態に係る基板の表面処理方法の変形例として、S C 2 洗浄工程とD H F 洗浄工程の順番を変更して、S P M 洗浄又はプラズマアッシング、S C 1 洗浄、純水洗浄、D H F 洗浄、純水洗浄、S C 2 洗浄、純水洗浄、スピンドライ乾燥、及びC O R 洗浄の順番で各工程を行ってもよい。

【 0 1 5 3 】

さらに、本実施の形態に係る基板の表面処理方法の変形例として、D H F 洗浄に代えて、 NH_4F （弗化アンモニウム）及びHF（弗化水素）とを水に溶解して調整した混液を洗浄液として使用するB H F（Buffered Hydrofluoric Acid）洗浄を行ってもよい。

【 0 1 5 4 】

また、本実施の形態に係る基板の表面処理方法の変形例として、S C 1 洗浄、純水洗浄、スピンドライ乾燥、及びC O R 洗浄の順番で各工程を行ってもよく、S C 2 洗浄、純水洗浄、スピンドライ乾燥、及びC O R 洗浄の順番で各工程を行ってもよく、また、D H F 洗浄、純水洗浄、スピンドライ乾燥、及びC O R 洗浄の順番で各工程を行ってもよい。これにより、ユーザは、どのような洗浄液を使用して洗浄処理がなされたウエハWであるか不明である場合であっても、当該ウエハWに対して本表面処理方法を適用することができる。例えば、パーティクルが付着したウエハWに対してはS C 1 洗浄を、金属コンタミネーションが付着したウエハWに対してはS C 2 洗浄を、自然酸化膜が形成されたウエハWに対してはD H F 洗浄を行うことにより、コンタミネーション、自然酸化膜をそれぞれ除去することができ、加えて、発生するウオータマークを除去することができる。

【 0 1 5 5 】

これらの変形例により、洗浄するウエハWに応じて最適な洗浄工程を行うことができ、処理時間の短縮等を可能にすることができる。

【 0 1 5 6 】

また、本実施の形態に係る基板の表面処理方法による洗浄対象は、上述のように、表面に形成され絶縁膜 3 0 1 にソースドレインコンタクト用のコンタクトホール 3 0 3 等が作成され、コンタクトホール内においてウエハWの表面が露出しているものに限らず、表面が

10

20

30

40

50

露出しているウエハWであればよい。また、本実施の形態に係る基板の洗浄方法による洗浄対象は、表面が露出しているウエハWに限るものではなく、ウエハW上に形成された金属膜の表面が露出しているウエハWであってもよい。この場合、露出する金属表面に形成されたウオタマークを除去することができる。

【0157】

また、本実施の形態に係る基板の表面処理方法のCOR洗浄の対象は、上述のように、ウオタマークに限るものではなく、COR処理及びPHI処理により除去可能なシリコン酸化物(SiO_2)であればよい。例えば、メタル-シリコンコンタクト形成前洗浄、エピ前洗浄、及びシリサイド前洗浄に適用することができる。

【0158】

メタル-シリコンコンタクト形成前洗浄においては、配線金属をウエハ上に成膜する前に、ウエハに対してCOR洗浄を行う。これにより、シリコン上に発生しているシリコン酸化膜(SiO_2)を除去することができ、電子デバイスにおけるコンタクト抵抗を低減することができる。

【0159】

エピ前洗浄においては、シリコンエピタキシャルプロセス前にウエハに対してCOR洗浄を行う。これにより、ウエハ上のシリコン酸化膜(SiO_2)を除去することができ、シリコンエピタキシャルプロセス前にウエハの表面を清浄表面にすることができる。

【0160】

シリサイド前洗浄においては、シリサイドメタルをCVD成膜する前にポリシリコンウエハに対してCOR洗浄を行う。これにより、ポリシリコンウエア上のシリコン酸化膜(SiO_2)を除去することができ、シリサイドメタルのポリシリコンウエア上でのSi拡散を容易にすることができる。

【0161】

また、基板処理装置10は、オリエンタ16、第1のIMS17、及び第2のIMS18を備えるものとしたが、基板処理装置10は、オリエンタ16、第1のIMS17、及び第2のIMS18を備えないものであってもよく、また、これらの少なくとも1つを備えるものであってもよい。

【0162】

更に、本発明は、上述の実施の形態に限るものではなく、例えば、上述の基板の表面処理方法を備える電子デバイスの製造方法や電子デバイスの洗浄方法も含まれる。

【0163】

基板処理装置10は、第2のプロセスシップ12を1つ備えるものとしたが、互いに並列に配設された複数の第2のプロセスシップ12を備えるものであってもよい。

【0164】

以下に、本実施の形態に係る基板の表面処理方法が適用される基板処理装置の変形例について説明する。以下の説明においては、上述の基板処理装置10と同じ構成部材には同一の符号を付して重複した説明を省略し、異なる部分のみを説明する。

【0165】

図8は、本実施の形態に係る基板の洗浄方法が適用される基板処理装置の第1の変形例としての基板洗浄システムの概略構成を示す図である。

【0166】

図8に示すように、第1の変形例としての基板洗浄システム400は、上述の本実施の形態に係る基板の洗浄方法の洗浄工程における前処理工程を行う図示しない前洗浄装置と同様に機能する前洗浄装置410と、図1の基板処理装置10と、前洗浄装置410と基板処理装置10とを接続するパuffa装置420とを備える。

【0167】

前洗浄装置410は、PM洗浄又はプラズマアッシング、SC1洗浄、純水洗浄、SC2洗浄、純水洗浄、DHF洗浄、純水洗浄、及びスピンドライ乾燥の順番で各行程を実行可能に構成されている。また、前洗浄装置410は、各工程において複数のウエハWに対

10

20

30

40

50

するバッチ処理が可能に構成されている。

【0168】

バッファ装置420は、図示しない搬送アーム、及びスピン乾燥が実行されたウエハWを所定の枚数保管することができる図示しないバッファ室を備える。搬送アームは、前洗浄装置410においてスピン乾燥が実行されたウエハWをバッファ室に搬送して格納可能に構成されていると共に、バッファ室に格納されたウエハWを基板処理装置10に搬送して所定のフープ14に格納可能に構成されている。

【0169】

また、基板処理装置10のシステムコントローラ(図5参照)は、前洗浄装置410及びバッファ装置420の各々に対応するMC、GHOSTネットワーク、DISTボード、及びI/Oモジュールを備え、前洗浄装置410及びバッファ装置420を制御する。

10

【0170】

システムコントローラは、バッファ室420を介して前洗浄装置410から基板処理装置10に搬送されるウエハWの処理レシビ等のログを管理すると共に、搬送アームを制御して前洗浄装置410から基板処理装置10へのウエハWの搬送タイミングを管理する。

【0171】

上述の構成により、基板洗浄システム400においては、前洗浄装置410においてバッチ処理がなされたウエハWをバッファ装置420を介して枚葉処理を行う基板処理装置10に円滑に搬送することができる。

【0172】

上述のように、本変形例としての基板洗浄システムによれば、前洗浄装置410においてバッチ処理がなされたウエハWをバッファ装置420を介して枚葉処理を行う基板処理装置10に円滑に搬送することができるので、基板の洗浄を効率的に行うことができる。

20

【0173】

上述した本実施の形態に係る基板の表面処理方法が適用される基板処理装置は、図1に示すような互いに平行に配されたプロセスシップを2つ備えるパラレルタイプの基板処理装置に限られず、図9や図10に示すように、ウエハWに所定の処理を施す真空処理室としての複数のプロセスユニットが放射状に配置された基板処理装置も該当する。

【0174】

図9は、本実施の形態に係る基板の表面処理方法が適用される基板処理装置の第2の変形例の概略構成を示す平面図である。なお、図9においては、図1の基板処理装置10における構成要素と同様の構成要素には同じ符号を付し、その説明を省略する。

30

【0175】

図9において、基板処理装置137は、平面視六角形のトランスファユニット138と、該トランスファユニット138の周囲において放射状に配置された4つのプロセスユニット139~142と、ローダーユニット13と、トランスファユニット138及びローダーユニット13の間に配置され、トランスファユニット138及びローダーユニット13を連結する2つのロード・ロックユニット143, 144とを備える。

【0176】

トランスファユニット138及び各プロセスユニット139~142は内部の圧力が真空に維持され、トランスファユニット138と各プロセスユニット139~142とは、それぞれ真空ゲートバルブ145~148を介して接続される。

40

【0177】

基板処理装置137では、ローダーユニット13の内部圧力が大気圧に維持される一方、トランスファユニット138の内部圧力は真空に維持される。そのため、各ロード・ロックユニット143, 144は、それぞれトランスファユニット138との連結部に真空ゲートバルブ149, 150を備えると共に、ローダーユニット13との連結部に大気ドアバルブ151, 152を備えることによって、その内部圧力を調整可能な真空予備搬送室として構成される。また、各ロード・ロックユニット143, 144はローダーユニット13及びトランスファユニット138の間において受渡されるウエハWを一時的に載置

50

するためのウエハ載置台 153, 154 を有する。

【0178】

トランスファユニット 138 はその内部に配置された屈伸及び旋回自在になされたフロッグレッグタイプの搬送アーム 155 を有し、該搬送アーム 155 は、各プロセスユニット 139 ~ 142 や各ロード・ロックユニット 143, 144 の間においてウエハ W を搬送する。

【0179】

各プロセスユニット 139 ~ 142 は、それぞれ処理が施されるウエハ W を載置する載置台 156 ~ 159 を有する。ここで、プロセスユニット 140 は基板処理装置 10 における第 1 のプロセスユニット 25 と同様の構成を有し、プロセスユニット 141 は第 2 のプロセスユニット 34 と同様の構成を有し、プロセスユニット 142 は第 3 のプロセスユニット 36 と同様の構成を有する。したがって、プロセスユニット 140 はウエハ W に RIE 処理を施し、プロセスユニット 141 はウエハ W に COR 処理を施し、プロセスユニット 142 はウエハ W に PHT 処理を施すことができる。

10

【0180】

基板処理装置 137 では、ウオータマークが形成されたウエハ W をプロセスユニット 141 に搬入して COR 処理を施し、さらにプロセスユニット 142 に搬入して PHT 処理を施すことにより、上述した本実施の形態に係る基板の表面処理方法を実行する。

【0181】

なお、基板処理装置 137 における各構成要素の動作は、基板処理装置 10 におけるシステムコントローラと同様の構成を有するシステムコントローラによって制御される。

20

【0182】

図 10 は、本実施の形態に係る基板の処理方法が適用される基板処理装置の第 2 の変形例の概略構成を示す平面図である。なお、図 10 においては、図 1 の基板処理装置 10 及び図 9 の基板処理装置 137 における構成要素と同様の構成要素には同じ符号を付し、その説明を省略する。

【0183】

図 10 において、基板処理装置 160 は、図 9 の基板処理装置 137 に対して、2 つのプロセスユニット 161, 162 が追加され、これに対応して、トランスファユニット 163 の形状も基板処理装置 137 におけるトランスファユニット 138 の形状と異なる。追加された 2 つのプロセスユニット 161, 162 は、それぞれ真空ゲートバルブ 164, 165 を介してトランスファユニット 163 と接続されると共に、ウエハ W の載置台 166, 167 を有する。

30

【0184】

また、トランスファユニット 163 は、2 つのスカラアームタイプの搬送アームからなる搬送アームユニット 168 を備える。該搬送アームユニット 168 は、トランスファユニット 163 内に配設されたガイドレール 169 に沿って移動し、各プロセスユニット 139 ~ 142, 161, 162 や各ロード・ロックユニット 143, 144 の間においてウエハ W を搬送する。

【0185】

基板処理装置 160 では、基板処理装置 137 と同様に、ウオータマークが形成されたウエハ W プロセスユニット 141 に搬入して COR 処理を施し、さらにプロセスユニット 142 に搬入して PHT 処理を施すことにより、上述した本実施の形態に係る基板の表面処理方法を実行する。

40

【0186】

なお、基板処理装置 160 における各構成要素の動作も、基板処理装置 10 におけるシステムコントローラと同様の構成を有するシステムコントローラによって制御される。

【0187】

なお、上述した電子デバイスには、いわゆる半導体デバイスの他に、強誘電体、高誘電体等の絶縁性金属酸化物、特にペロブスカイト型結晶構造を有する物質よりなる薄膜を有

50

する不揮発性又は大容量のメモリ素子も含む。ペロブスカイト型結晶構造を有する物質としては、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）、チタン酸バリウムストロンチウム（PST）、及びタンタル酸ニオブストロンチウムビスマス（SBT）等が該当する。

【0188】

また、本発明の目的は、上述した本実施の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、EC89に供給し、EC89のコンピュータ（またはCPUやMPU等）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。

【0189】

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本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及び該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。

10

【0190】

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等の光ディスク、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。または、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。

【0191】

また、コンピュータが読み出したプログラムコードを実行することにより、上記本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、コンピュータ上で稼動しているOS（オペレーティングシステム）等が実際の処理の一部又は全部を行い、その処理によって上述した本実施の形態の機能が実現される場合も含まれる。

20

【0192】

更に、記憶媒体から読み出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張ボードやコンピュータ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、その拡張機能を拡張ボードや拡張ユニットに備わるCPU等が実際の処理の一部又は全部を行い、その処理によって上述した本実施の形態の機能が実現される場合も含まれる。

【0193】

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。

30

【図面の簡単な説明】

【0194】

【図1】本発明の実施の形態に係る基板の洗浄方法が適用される基板処理装置の概略構成を示す平面図である。

【図2】図1における第2のプロセスユニットの断面図であり、図2(A)は図1における線II-IIに沿う断面図であり、図2(B)は図2(A)におけるA部の拡大図である。

【図3】図1におけるプロセスシップの概略構成を示す斜視図である。

【図4】図3におけるロード・ロックユニットのユニット駆動用ドライエア供給系の概略構成を示す図である。

40

【図5】図1の基板処理装置におけるシステムコントローラの概略構成を示す図である。

【図6】本実施の形態に係る基板の洗浄方法を示す工程図である。

【図7】ウエハの疎水性表面に形成されたウオータマークを示す拡大図である。

【図8】本発明の実施の形態に係る基板の洗浄方法が適用される基板処理装置の変形例としての基板洗浄システムである。

【図9】本実施の形態に係る基板の表面処理方法が適用される基板処理装置の第2の変形例の概略構成を示す平面図である。

【図10】本実施の形態に係る基板の表面処理方法が適用される基板処理装置の第3の変形例の概略構成を示す平面図である。

50

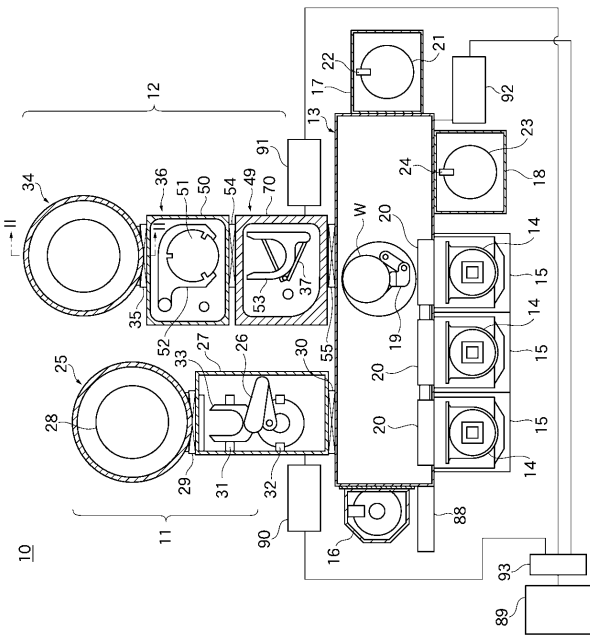
【符号の説明】

【0195】

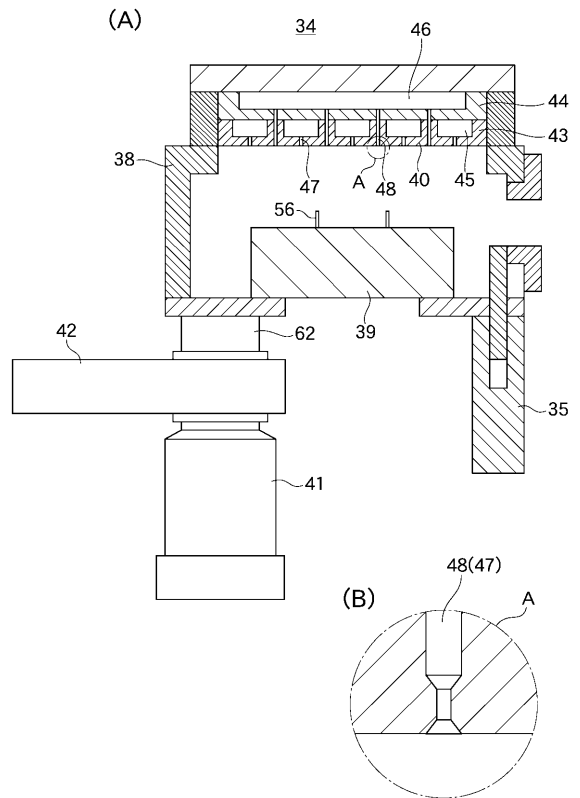
W	ウエハ		
10	, 137, 160	基板処理装置	
11		第1のプロセスシップ	
12		第2のプロセスシップ	
13		ローダーユニット	
17		第1のIMS	
18		第2のIMS	
25		第1のプロセスユニット	10
34		第2のプロセスユニット	
36		第3のプロセスユニット	
37		第2の搬送アーム	
38	, 50, 70	チャンバ	
39		ESC	
40		シャワーヘッド	
41		TMP	
42	, 69	APCバルブ	
45		第1のバッファ室	
46		第2のバッファ室	20
47	, 48	ガス通気孔	
49		第2のロード・ロックユニット	
51		ステージヒータ	
57		アンモニアガス供給管	
58		弗化水素ガス供給管	
59	, 66, 72	圧力ゲージ	
61		第2のプロセスユニット排気系	
65	, 71	窒素ガス供給管	
67		第3のプロセスユニット排気系	
73		第2のロード・ロックユニット排気系	30
74		大気連通管	
89		EC	
90	, 91, 92	MC	
93		スイッチングハブ	
95		GHOSTネットワーク	
97	, 98, 99	I/Oモジュール	
100		I/O部	
170		LAN	
171		PC	
301		絶縁膜	40
302		レジスタ層	
303		コンタクトホール	
304		パーティクル	
305		金属コンタミネーション	
306		自然酸化膜	
307		ウオータマーク	
400		基板洗浄システム	
410		前洗浄装置	
420		バッファ装置	
138	, 163	トランスファユニット	50

139, 140, 141, 142, 161, 162 プロセスユニット
170 LAN
171 PC

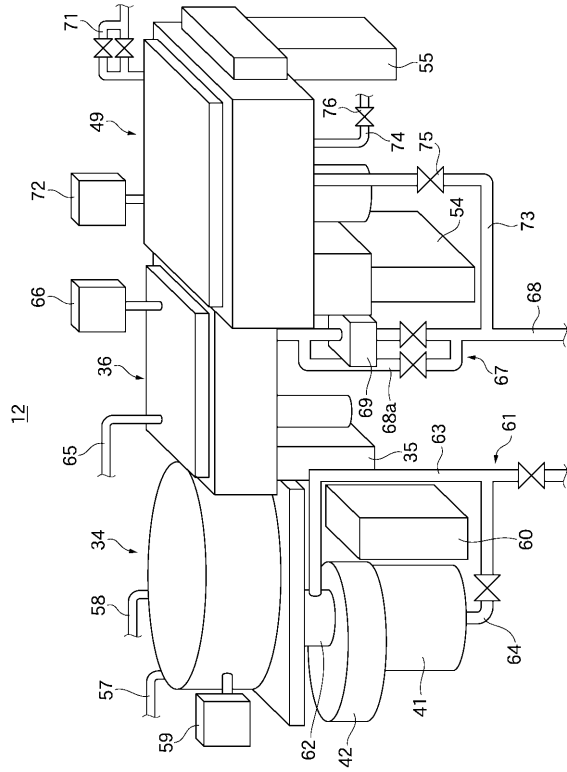
【図1】



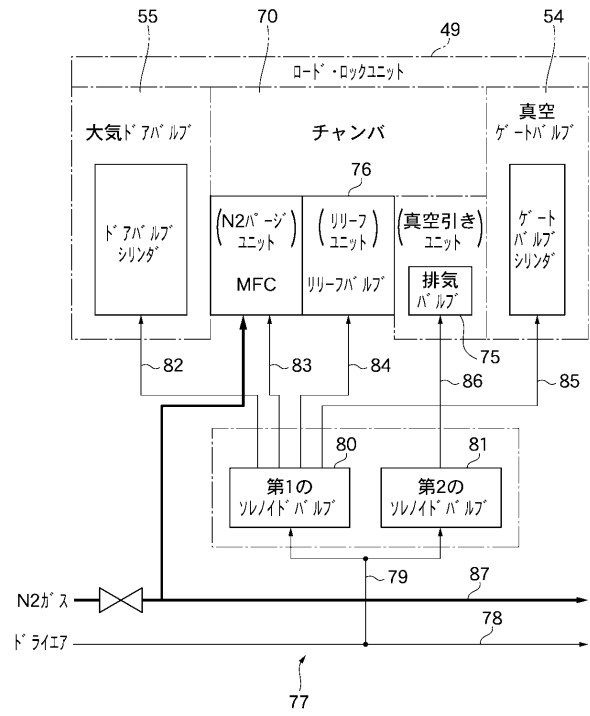
【図2】



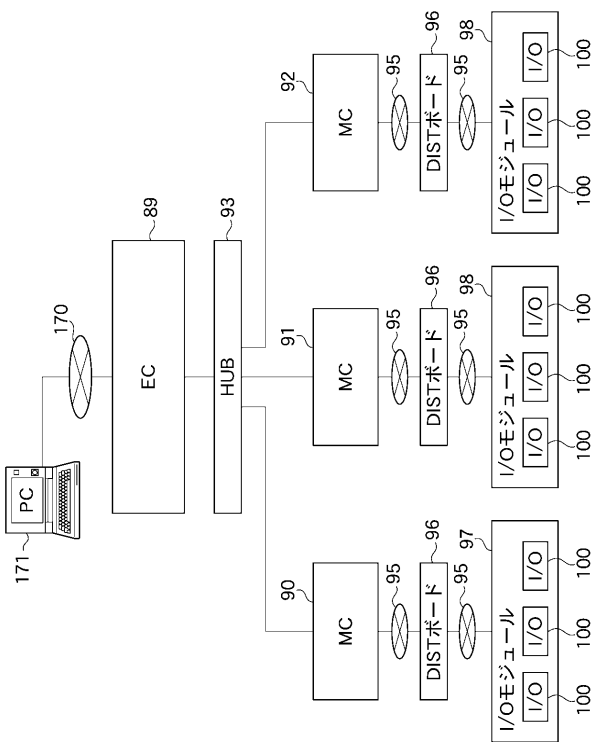
【 図 3 】



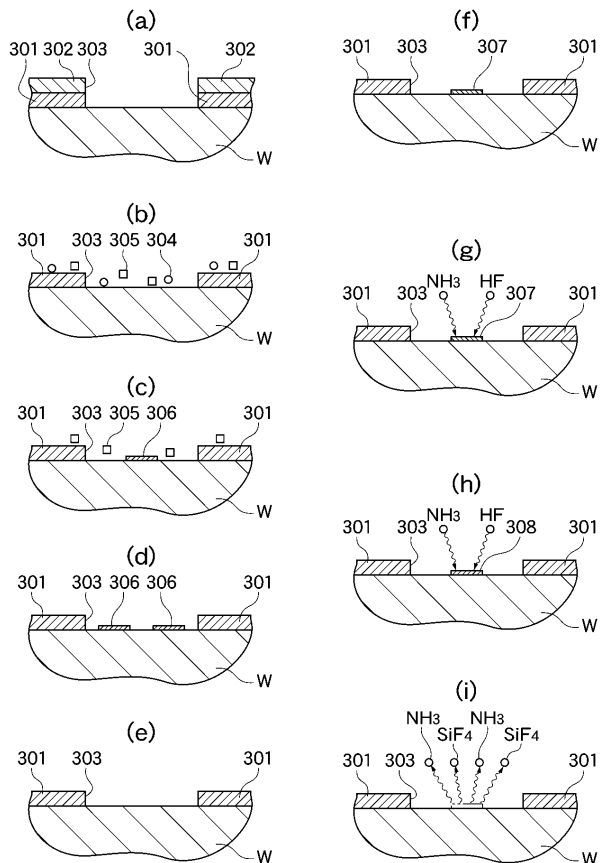
【 図 4 】



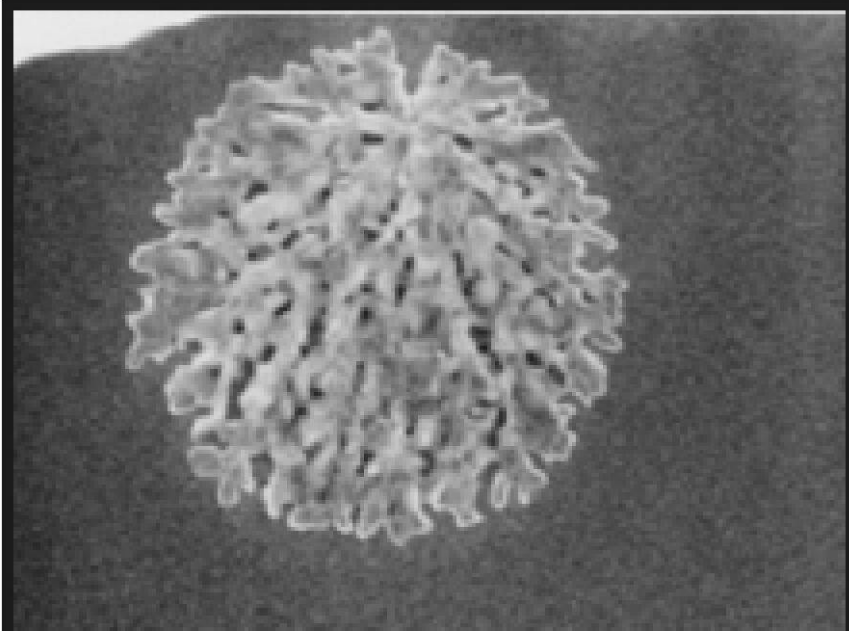
【 図 5 】



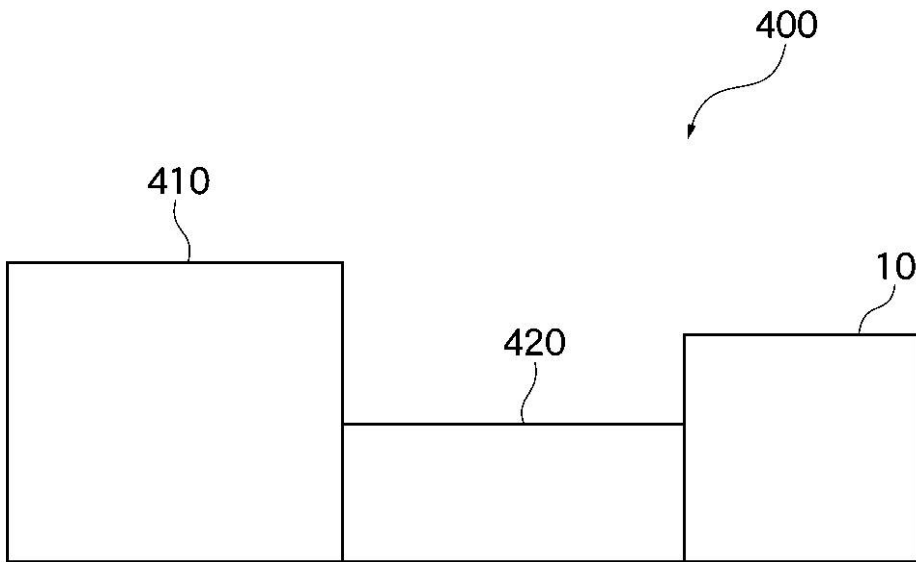
【 図 6 】



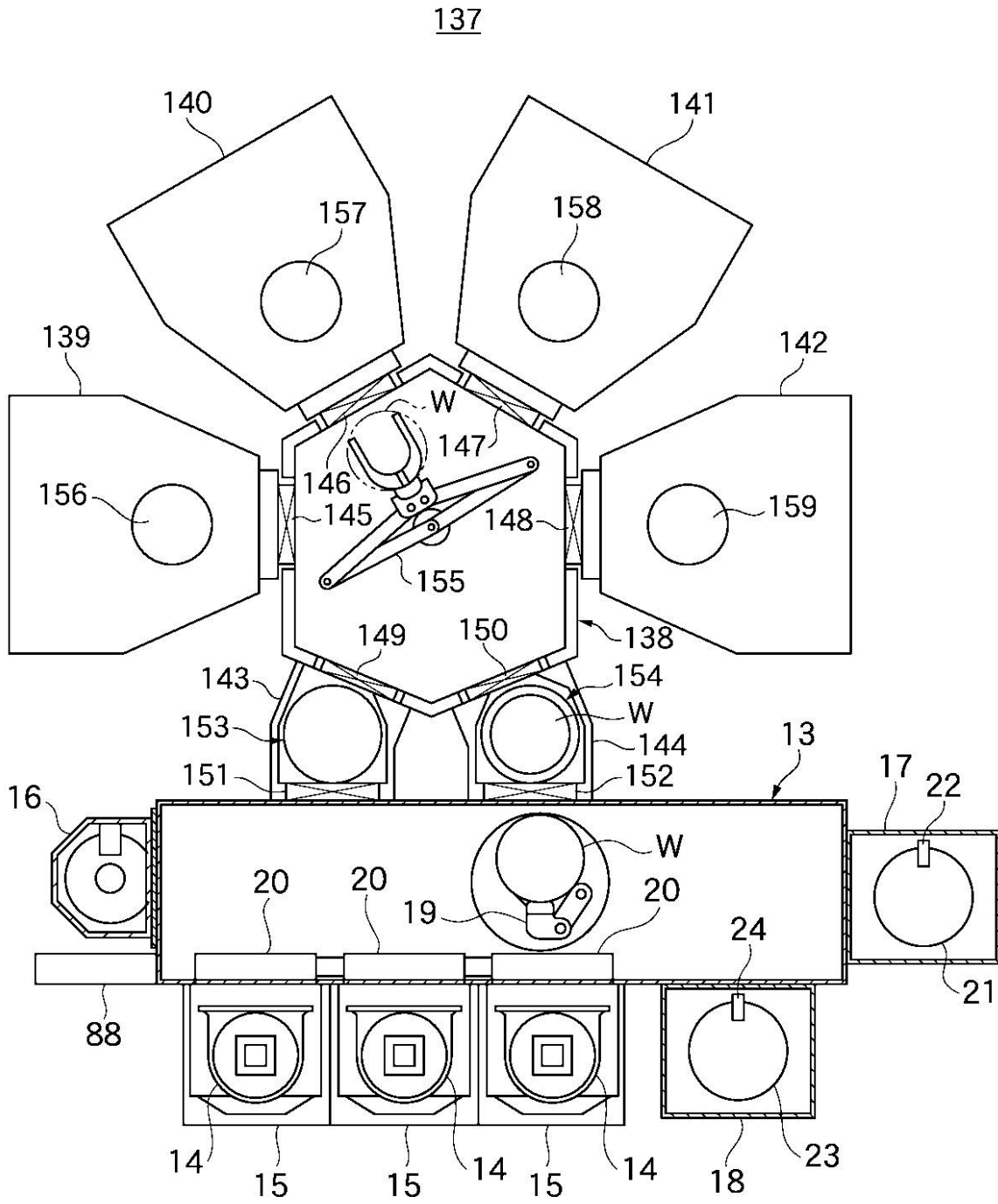
【 図 7 】



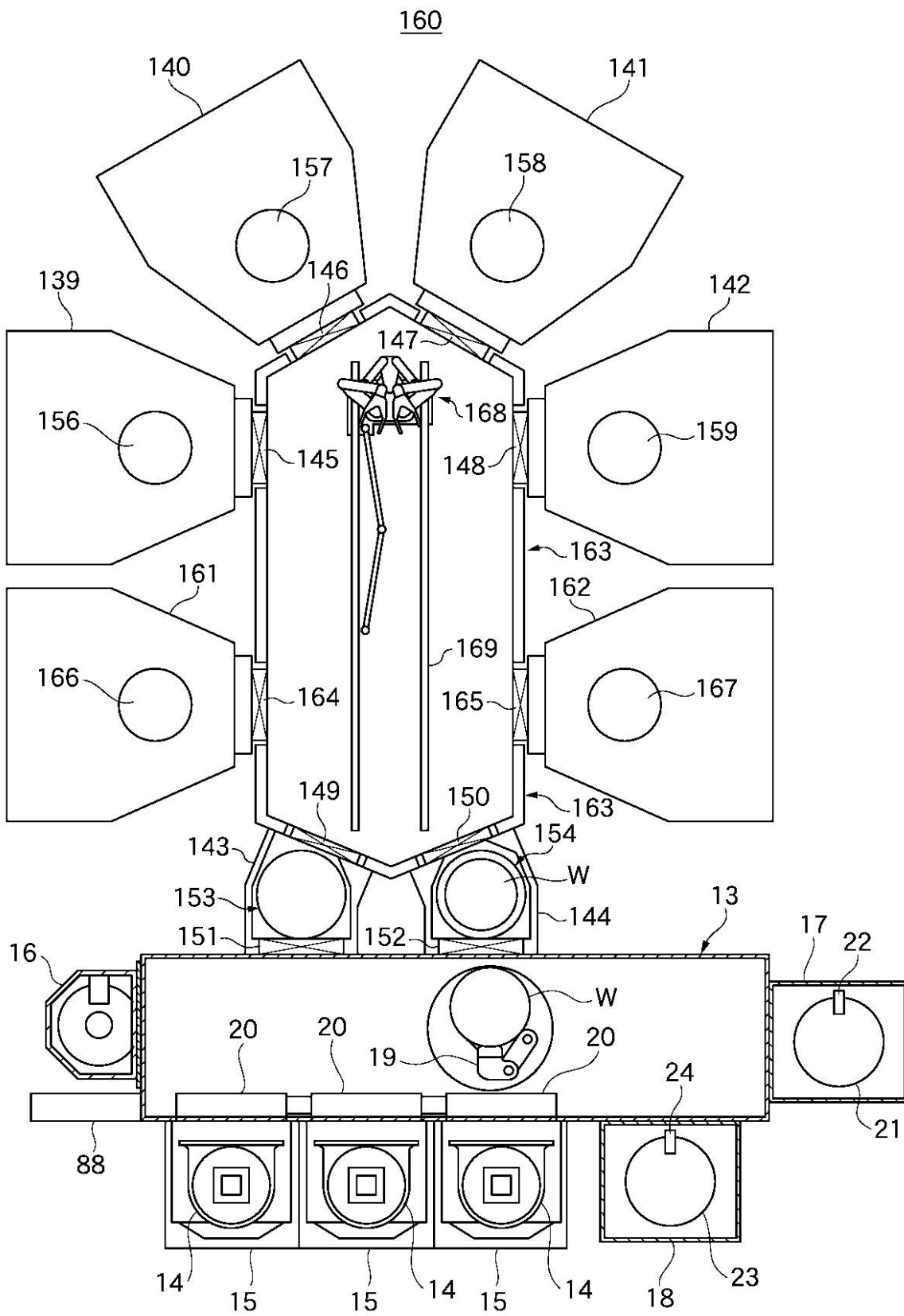
【 図 8 】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 西村 栄一

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

(72)発明者 折居 武彦

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

Fターム(参考) 5F046 MA02 MA03 MA05 MA06