

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6956660号
(P6956660)

(45) 発行日 令和3年11月2日(2021.11.2)

(24) 登録日 令和3年10月7日(2021.10.7)

(51) Int.Cl.		F I			
H O 1 L 21/31	(2006.01)	H O 1 L 21/31			B
C 2 3 C 16/44	(2006.01)	C 2 3 C 16/44			J

請求項の数 14 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2018-51286 (P2018-51286)	(73) 特許権者	000219967
(22) 出願日	平成30年3月19日 (2018. 3. 19)		東京エレクトロン株式会社
(65) 公開番号	特開2019-165080 (P2019-165080A)		東京都港区赤坂五丁目3番1号
(43) 公開日	令和1年9月26日 (2019. 9. 26)	(74) 代理人	100107766
審査請求日	令和2年9月18日 (2020. 9. 18)		弁理士 伊東 忠重
		(74) 代理人	100070150
			弁理士 伊東 忠彦
		(72) 発明者	ソン ソウンドク
			東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内
		(72) 発明者	菱屋 晋吾
			東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 クリーニング方法及び成膜装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

成膜装置の処理容器内に原料ガスと前記原料ガスと反応して反応生成物を生成可能な反応ガスとを供給して基板に反応生成物の膜を形成する成膜処理を行った後に実施する成膜装置のクリーニング方法であって、

前記成膜処理において、前記処理容器内に堆積する第1の膜と前記処理容器内に前記原料ガスを供給する原料ガス供給部内に堆積する第2の膜とが異種の膜となるように制御し、

前記成膜処理の後、前記処理容器内に前記原料ガス供給部から前記第1の膜に対する前記第2の膜のエッチング選択比が1より大きいクリーニングガスを供給し、前記原料ガス供給部内に堆積した前記第2の膜をエッチングして除去するクリーニング処理を実施し、

前記クリーニング処理の後、前記処理容器内に堆積した前記第1の膜の表面状態を、前記クリーニング処理の前の状態に近づける表面制御処理を実施する、

クリーニング方法。

【請求項2】

前記成膜処理において、前記反応ガスを供給する際、前記原料ガス供給部から不活性ガスを供給する、

請求項1に記載のクリーニング方法。

【請求項3】

前記成膜処理において、前記原料ガスの供給を開始するに先立って、前記原料ガス供給

部から不活性ガスの供給を開始する、

請求項 1 又は 2 に記載のクリーニング方法。

【請求項 4】

前記成膜処理において、前記原料ガスを供給する際、前記原料ガス供給部から前記原料ガスと不活性ガスとを同時に供給する、

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載のクリーニング方法。

【請求項 5】

前記不活性ガスの流量は、前記原料ガスの流量よりも大きい、

請求項 4 に記載のクリーニング方法。

【請求項 6】

前記成膜処理において、前記原料ガス供給部から不活性ガスを常時供給する、

請求項 1 に記載のクリーニング方法。

【請求項 7】

前記不活性ガスは、前記原料ガスよりも上流側から供給される、

請求項 2 乃至 6 のいずれか一項に記載のクリーニング方法。

【請求項 8】

前記クリーニング処理は、前記成膜処理が 1 回行われるごとに実施される、

請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載のクリーニング方法。

【請求項 9】

前記クリーニング処理は、前記成膜処理が複数回行われるごとに実施される、

請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載のクリーニング方法。

【請求項 10】

前記原料ガスは、シリコン含有ガスであり、

前記反応ガスは、酸化ガスであり、

前記クリーニングガスは、 F_2 、 Cl_2 、 NF_3 、 ClF_3 のいずれかのガスである、

請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載のクリーニング方法。

【請求項 11】

前記表面制御処理は、前記処理容器内に酸素含有ガスを供給する処理である、

請求項 10 に記載のクリーニング方法。

【請求項 12】

前記原料ガスは、シリコン含有ガスであり、

前記反応ガスは、窒化ガスであり、

前記クリーニングガスは、 F_2 、 Cl_2 、 NF_3 、 ClF_3 のいずれかのガスである、

請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載のクリーニング方法。

【請求項 13】

前記表面制御処理は、前記処理容器内に窒素含有ガスを供給する処理である、

請求項 12 に記載のクリーニング方法。

【請求項 14】

基板を収容する処理容器と、

前記処理容器内に原料ガスを供給する原料ガス供給部と、

前記処理容器内に前記原料ガスと反応して反応生成物の膜を生成可能な反応ガスを供給する反応ガス供給部と、

前記原料ガス供給部及び前記反応ガス供給部を制御する制御部と、

を有し、

前記制御部は、

前記基板に前記反応生成物の膜を形成する成膜処理において、前記処理容器内に堆積する第 1 の膜と前記原料ガス供給部に堆積する第 2 の膜とが異種の膜となるように制御し、

前記成膜処理の後、前記処理容器内に前記原料ガス供給部から前記第 1 の膜に対する前記第 2 の膜のエッチング選択比が 1 より大きいクリーニングガスを供給し、前記原料ガス供給部内に堆積した前記第 2 の膜をエッチングして除去するクリーニング処理を実施する

10

20

30

40

50

ように制御し、

前記クリーニング処理の後、前記処理容器内に堆積した前記第1の膜の表面状態を、前記クリーニング処理の前の状態に近づける表面制御処理を実施するように制御する、成膜装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、クリーニング方法及び成膜装置に関する。

【背景技術】

【0002】

処理容器内に基板を収容した状態で、ガス導入管から処理容器内に成膜ガスを供給して基板に膜を形成する成膜処理を行う成膜装置が知られている。この成膜装置では、処理容器内に成膜ガスが供給されると、成膜ガスが熱反応を起こし、熱反応により生成された反応生成物が基板に堆積し、基板に膜が形成される。

【0003】

ところで、成膜処理により生成される反応生成物は、基板だけではなく、処理容器の内壁やガス導入管等の成膜装置の内部にも付着する。反応生成物が成膜装置の内部に付着した状態で成膜処理を繰り返すと、反応生成物が剥離してパーティクルが生じる。パーティクルが基板に付着すると、製造される半導体装置の歩留まりが低下する。

【0004】

このため、成膜処理を行った後、ガス導入管からフッ化水素ガスを含むクリーニングガスを供給することにより、成膜装置の内部に付着した反応生成物を除去して成膜装置の内部を洗浄するクリーニング方法が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2005-333110号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記のクリーニング方法では、ガス導入管の内壁に付着した反応生成物及び処理容器の内壁等の基板処理領域に付着した反応生成物を同時に除去しているため、基板処理領域の表面状態が変化する。そのため、成膜装置に対してクリーニング処理を実施した場合、基板処理領域に所定の膜を形成するコーティング処理を実施して基板処理領域の表面状態を安定化させた後、成膜処理が再開される。コーティング処理に要する時間は比較的長いため、生産性が低下する。

【0007】

そこで、本発明の一態様では、成膜装置に対してクリーニング処理を実施することによる生産性の低下を抑制することができるクリーニング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】

【0008】

上記目的を達成するため、本発明の一態様に係るクリーニング方法は、成膜装置の処理容器内に原料ガスと前記原料ガスと反応して反応生成物を生成可能な反応ガスを供給して基板に反応生成物の膜を形成する成膜処理を行った後に実施する成膜装置のクリーニング方法であって、前記成膜処理において、前記処理容器内に堆積する第1の膜と前記処理容器内に前記原料ガスを供給する原料ガス供給部内に堆積する第2の膜とが異種の膜となるように制御し、前記成膜処理の後、前記処理容器内に前記原料ガス供給部から前記第1の膜に対する前記第2の膜のエッチング選択比が1より大きいクリーニングガスを供給し、前記原料ガス供給部内に堆積した前記第2の膜をエッチングして除去するクリーニング処理を実施し、前記クリーニング処理の後、前記処理容器内に堆積した前記第1の膜の表

10

20

30

40

50

面状態を、前記クリーニング処理の前の状態に近づける表面制御処理を実施する。

【発明の効果】

【0009】

開示のクリーニング方法によれば、成膜装置に対してクリーニング処理を実施することによる生産性の低下を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施形態に係る縦型熱処理装置の一例を示す断面図

【図2】図1の縦型熱処理装置の処理容器を説明するための図

【図3】第1実施形態に係るクリーニング方法の一例を示すフローチャート

10

【図4】成膜処理を説明するためのタイムチャート

【図5】第2実施形態に係るクリーニング方法の一例を示すフローチャート

【図6】第3実施形態に係るクリーニング方法の一例を示すフローチャート

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明を実施するための形態について図面を参照して説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の構成については、同一の符号を付することにより重複した説明を省く。

【0012】

〔成膜装置の全体構成〕

20

本発明の実施形態に係るクリーニング方法が適用可能な成膜装置について、バッチ式の縦型熱処理装置を例に挙げて説明する。図1は、本発明の実施形態に係る縦型熱処理装置の一例を示す断面図である。図2は、図1の縦型熱処理装置の処理容器を説明するための図である。

【0013】

縦型熱処理装置1は、基板である半導体ウエハ（以下「ウエハW」という。）を収容する処理容器34と、処理容器34の下端の開口部を気密に塞ぐ蓋部36と、処理容器34内に収容可能であり、複数のウエハWを所定間隔で保持する基板保持具であるウエハポート38と、処理容器34内へ所定のガスを供給するガス供給部40と、処理容器34内のガスを排気する排気部41と、ウエハWを加熱する加熱部42とを有している。

30

【0014】

処理容器34は、下端部が開放された有天井の円筒形状の内管44と、下端部が開放されて内管44の外側を覆う有天井の円筒形状の外管46とを有する。内管44及び外管46は、石英等の耐熱性材料により形成されており、同軸状に配置されて二重管構造となっている。

【0015】

内管44の天井部44Aは、例えば平坦になっている。内管44の側には、その長手方向（上下方向）に沿ってガスノズルを収容するノズル収容部48が形成されている。本発明の実施形態では、図2に示されるように、内管44の側壁の一部を外側へ向けて突出させて凸部50を形成し、凸部50内をノズル収容部48として形成している。

40

【0016】

また、ノズル収容部48に対向させて内管44の反対側の側壁には、その長手方向（上下方向）に沿って幅L1の矩形状の開口部52が形成されている。

【0017】

開口部52は、内管44内のガスを排気できるように形成されたガス排気口である。開口部52の長さは、ウエハポート38の長さと同じであるか、又は、ウエハポート38の長さよりも長く上下方向へそれぞれ延びるようにして形成されている。即ち、開口部52の上端は、ウエハポート38の上端に対応する位置以上の高さに延びて位置され、開口部52の下端は、ウエハポート38の下端に対応する位置以下の高さに延びて位置されている。具体的には、図1に示されるように、ウエハポート38の上端と開口部52の上端と

50

の間の高さ方向の距離 L 2 は 0 mm ~ 5 mm 程度の範囲内である。また、ウエハポート 3 8 の下端と開口部 5 2 の下端との間の高さ方向の距離 L 3 は 0 mm ~ 3 5 0 mm 程度の範囲内である。

【 0 0 1 8 】

処理容器 3 4 の下端は、例えばステンレス鋼により形成される円筒形状のマニホールド 5 4 によって支持されている。マニホールド 5 4 の上端にはフランジ部 5 6 が形成されており、フランジ部 5 6 上に外管 4 6 の下端部を設置して支持するようになっている。フランジ部 5 6 と外管 4 6 との下端部との間にはリング等のシール部材 5 8 を介在させて外管 4 6 内を気密状態にしている。

【 0 0 1 9 】

マニホールド 5 4 の上部の内壁には、円環状の支持部 6 0 が設けられており、支持部 6 0 上に内管 4 4 の下端部を設置してこれを支持するようになっている。マニホールド 5 4 の下端の開口部には、蓋部 3 6 がリング等のシール部材 6 2 を介して気密に取り付けられており、処理容器 3 4 の下端の開口部、即ち、マニホールド 5 4 の開口部を気密に塞ぐようになっている。蓋部 3 6 は、例えばステンレス鋼により形成される。

【 0 0 2 0 】

蓋部 3 6 の中央部には、磁性流体シール部 6 4 を介して回転軸 6 6 が貫通させて設けられている。回転軸 6 6 の下部は、ポートエレベータよりなる昇降部 6 8 のアーム 6 8 A に回転自在に支持されている。

【 0 0 2 1 】

回転軸 6 6 の上端には回転プレート 7 0 が設けられており、回転プレート 7 0 上に石英製の保温台 7 2 を介してウエハ W を保持するウエハポート 3 8 が載置されるようになっている。従って、昇降部 6 8 を昇降させることによって蓋部 3 6 とウエハポート 3 8 とは一体として上下動し、ウエハポート 3 8 を処理容器 3 4 内に対して挿脱できるようになっている。

【 0 0 2 2 】

ガス供給部 4 0 は、マニホールド 5 4 に設けられており、内管 4 4 内へガスを供給する。ガス供給部 4 0 は、複数（例えば 3 本）の石英製のガスノズル 7 6、7 8、8 0 を有している。各ガスノズル 7 6、7 8、8 0 は、内管 4 4 内にその長手方向に沿って設けられると共に、その基端が L 字状に屈曲されてマニホールド 5 4 を貫通するようにして支持されている。

【 0 0 2 3 】

ガスノズル 7 6、7 8、8 0 は、図 2 に示されるように、内管 4 4 のノズル収容部 4 8 内に周方向に沿って一列になるように設置されている。各ガスノズル 7 6、7 8、8 0 には、その長手方向に沿って所定の間隔で複数のガス孔 7 6 A、7 8 A、8 0 A が形成されており、各ガス孔 7 6 A、7 8 A、8 0 A より水平方向に向けて各ガスを放出できるようになっている。所定の間隔は、例えばウエハポート 3 8 に支持されるウエハ W の間隔と同じになるように設定される。また、高さ方向の位置は、各ガス孔 7 6 A、7 8 A、8 0 A が上下方向に隣り合うウエハ W 間の中間に位置するように設定されており、各ガスをウエハ W 間の空間部に効率的に供給できるようになっている。

【 0 0 2 4 】

ガスの種類としては、原料ガス、反応ガス、第 1 クリーニングガス、第 2 クリーニングガス及び不活性ガスが用いられ、各ガスを流量制御しながら必要に応じて各ガスノズル 7 6、7 8、8 0 を介して供給できるようになっている。本実施形態では、ガスノズル 7 6 は、原料ガス、第 1 クリーニングガス及び不活性ガスを供給する。ガスノズル 7 6 から供給される不活性ガスは、例えば原料ガスよりも上流側から供給され、キャリアガスとして機能する。ガスノズル 7 8 は、反応ガス、第 2 クリーニングガス及び不活性ガスを供給する。ガスノズル 8 0 は、不活性ガスを供給する。

【 0 0 2 5 】

原料ガスは、例えばシリコン含有ガスであってよい。シリコン含有ガスは、例えばジク

10

20

30

40

50

ロロシラン ($\text{DCS} : \text{SiH}_2\text{Cl}_2$)、ヘキサクロロジシラン ($\text{HCD} : \text{Si}_2\text{Cl}_6$)、テトラクロロシラン (SiCl_4)、トリクロロシラン (SiHCl_3)、オクタクロロトリシラン (Si_3Cl_8)、アミノシラン系化合物、シロキサン化合物であってよい。アミノシラン系化合物は、例えばブチルアミノシラン (BAS)、ビスターシャルブチルアミノシラン (BTBAS)、ジメチルアミノシラン (DMAS)、ビスジメチルアミノシラン (BDMAS)、ジプロピルアミノシラン DPAS 、ジイソプロピルアミノシラン (DIPAS) であってよい。

【0026】

また、原料ガスは、例えば金属含有ガスであってよい。金属含有ガスは、例えば四塩化チタン (TiCl_4)、トリメチルアルミニウム (TMA)、塩化アルミニウム (AlCl_3)、テトラキス(ジメチルアミノ)ハフニウム ($\text{TDMAH} : \text{Hf}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$)、テトラキス(N-エチルメチルアミノ)ジルコニウム (TEMAZ)、トリ(ジメチルアミノ)シクロペンタジエニルジルコニウム ($(\text{C}_5\text{H}_5)_3\text{Zr}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_3$) であってよい。

10

【0027】

反応ガスは、原料ガスと反応して反応生成物を生成可能なガスである。反応ガスは、例えば酸化ガスであってよい。酸化ガスは、例えば水素 (H_2) と酸素 (O_2) の混合ガス、 O_2 、水蒸気 (H_2O)、オゾン (O_3)、 H_2 と O_3 の混合ガス、一酸化窒素 (NO)、亜酸化窒素 (N_2O)、二酸化窒素 (NO_2)、一酸化炭素 (CO)、二酸化炭素 (CO_2) であってよい。また、反応ガスは、例えば窒化ガスであってよい。窒化ガスは、例えばアンモニア (NH_3)、有機アミンガス、ジアゼン (N_2H_2)、ヒドラジン (N_2H_4)、ヒドラジン化合物であってよい。ヒドラジン化合物は、例えばモノメチルヒドラジン (MMH) であってよい。

20

【0028】

例えば、原料ガスがシリコン含有ガスであり、反応ガスが酸化ガスである場合、ウエハWにシリコン酸化膜を形成できる。また、例えば原料ガスがシリコン含有ガスであり、反応ガスが窒化ガスである場合、ウエハWにシリコン窒化膜を形成できる。また、例えば原料ガスが金属含有ガスであり、反応ガスが酸化ガスである場合、ウエハWに金属酸化膜を形成できる。金属酸化膜としては、例えば酸化アルミニウム (AlO) 等の高誘電率膜 (high-k 膜) が挙げられる。また、例えば原料ガスが金属含有ガスであり、反応ガスが窒化ガスである場合、ウエハWに金属窒化膜を形成できる。

30

【0029】

第1クリーニングガスは、処理容器34に原料ガス及び反応ガスを供給してウエハWに反応生成物の膜を形成する成膜処理を実施する際に処理容器34内に堆積する膜に対するガスノズル76内に堆積する膜のエッチング選択比が1より大きいガスである。以下、処理容器34内に堆積する膜を第1の膜と称し、ガスノズル76内に堆積する膜を第2の膜と称する。第1クリーニングガスは、成膜処理においてウエハWに形成される膜の種類に応じて選択することができる。例えば、成膜処理においてウエハWにシリコン酸化膜又はシリコン窒化膜を形成する場合、第1クリーニングガスは、例えばフッ素 (F_2)、塩素 (Cl_2)、 F_2 と Cl_2 の混合ガス、 F_2 とフッ化水素 (HF) の混合ガス、 F_2 と H_2 の混合ガス、 F_2 と HF と NH_3 の混合ガス、三フッ化窒素 (NF_3)、三塩化窒素 (NCl_3) であってよい。但し、第1クリーニングガスは、シリコン酸化膜又はシリコン窒化膜に対するシリコン膜のエッチング選択比が大きいガスであることが好ましく、例えば Cl_2 であることが好ましい。これにより、処理容器34内に堆積するシリコン酸化膜又はシリコン窒化膜をほとんどエッチングすることなく、ガスノズル76内に堆積するシリコン膜を選択的に除去できる。また、例えば成膜処理においてウエハWに金属酸化膜又は金属窒化膜を形成する場合、第1クリーニングガスは、例えば Cl_2 であってよい。

40

【0030】

第2クリーニングガスは、処理容器34内に堆積する第1の膜をエッチング可能なガスである。第2クリーニングガスは、シリコン酸化膜やシリコン窒化膜の場合は、例えばH

50

F、F₂とHFの混合ガス、F₂とH₂の混合ガス、NF₃であってよい。

また、金属酸化膜や金属窒化膜の場合は、例えば塩化水素(HCl)であってよい。

【0031】

不活性ガスは、例えばヘリウム(He)、ネオン(Ne)、アルゴン(Ar)等の希ガス、窒素(N₂)であってよい。

【0032】

また、マニホールド54の上部の側壁であって、支持部60の上方には、ガス出口82が形成されており、内管44と外管46との間の空間部84を介して開口部52より排出される内管44内のガスを排気できるようになっている。ガス出口82には、排気部41が設けられる。排気部41は、ガス出口82に接続された排気通路86を有しており、排気通路86には、圧力調整弁88及び真空ポンプ90が順次介設されて、処理容器34内を真空引きできるようになっている。

10

【0033】

外管46の外周側には、外管46を覆うように円筒形状の加熱部42が設けられている。加熱部42は、処理容器34内に収容されるウエハWを加熱する。

【0034】

このように形成された縦型熱処理装置1の全体の動作は、例えばコンピュータ等の制御部110により制御される。また、縦型熱処理装置1の全体の動作を行うコンピュータのプログラムは、記憶媒体112に記憶されている。記憶媒体112は、例えばフレキシブルディスク、コンパクトディスク、ハードディスク、フラッシュメモリ、DVD等であ

20

【0035】

〔クリーニング方法〕

(第1実施形態)

第1実施形態に係るクリーニング方法の一例について説明する。第1実施形態に係るクリーニング方法は、例えば制御部110が縦型熱処理装置1の各部の動作を制御することによって実施される。図3は、第1実施形態に係るクリーニング方法の一例を示すフローチャートである。図4は、成膜処理を説明するためのタイムチャートである。

【0036】

最初に、処理容器34内に原料ガスと、原料ガスと反応して反応生成物を生成可能な反応ガスとを供給してウエハWに反応生成物の膜を形成する成膜処理S102を実施する。成膜処理S102では、処理容器34内に堆積する第1の膜と、処理容器34内に原料ガスを供給するガスノズル76内に堆積する第2の膜とが異種の膜となるように制御する。成膜処理S102は、例えば図4に示されるように、吸着ステップと、第1パージステップと、反応ステップと、第2パージステップと、を繰り返すことによって、ウエハWに所定の膜厚を有する膜を形成する原子層堆積法による処理であってよい。

30

【0037】

吸着ステップは、ガスノズル76から処理容器34内に原料ガス及び不活性ガスを供給してウエハWに原料ガスを吸着させるステップである。吸着ステップでは、例えばガスノズル76から供給される不活性ガスの流量が、ガスノズル76から供給される原料ガスの流量よりも大きくなるように制御される。但し、不活性ガスとしてのキャリア効果が十分であれば特に限定されるものではない。また、吸着ステップに先立って、ガスノズル76から処理容器34内への不活性ガスの供給を開始することが好ましい。さらにガスノズル78及びガスノズル80から不活性ガスを供給しても構わない。吸着ガスは、例えばシリコン含有ガス、金属含有ガスであってよい。

40

【0038】

第1パージステップは、ガスノズル76から処理容器34内に不活性ガスを供給した状態で、ガスノズル80から処理容器34内に不活性ガスを供給して処理容器34内に残存する原料ガスをパージするステップである。さらにガスノズル78から不活性ガスを供給しても構わない。不活性ガスは、例えばHe、Ne、Ar等の希ガス、N₂であってよい

50

【0039】

反応ステップは、ガスノズル76から処理容器34内に不活性ガスを供給した状態で、ガスノズル78から処理容器34内に反応ガスを供給してウエハWに吸着した原料ガスと吸着ガスを反応させて反応生成物の膜を形成するステップである。反応ステップでは、ガスノズル76から処理容器34内に供給される不活性ガスによって、反応ガスがガスノズル76内に侵入することが防止される。言い換えると、ガスノズル76から処理容器34内に供給される不活性ガスが、反応ガスに対するカウンターフローとして機能する。これにより、処理容器34内には原料ガスと反応ガスとが反応することで反応生成物の膜が堆積するのに対し、ガスノズル76内には原料ガスの熱分解によって生成される膜が堆積する。即ち、反応ステップでは、処理容器34内とガスノズル76内とに異種の膜が堆積する。反応ガスは、例えば酸化ガス、窒化ガスであってよい。反応ステップでは、さらにガスノズル80から不活性ガスを供給しても構わない。

10

【0040】

第2パージステップは、ガスノズル76から処理容器34内に不活性ガスを供給した状態で、ガスノズル80から処理容器34内に不活性ガスを供給して処理容器34内に残存する反応ガスをパージするステップである。さらにガスノズル78から不活性ガスを供給しても構わない。不活性ガスは、例えばHe、Ne、Ar等の希ガス、N₂であってよい。

【0041】

このように成膜処理S102では、吸着ステップと、第1パージステップと、反応ステップと、第2パージステップと、を実施することによって、処理容器34内に堆積する第1の膜とガスノズル76内に堆積する第2の膜とが異種の膜となるように制御する。例えば、原料ガスとしてシリコン含有ガス又は金属含有ガスを使用し、反応ガスとして酸化ガスを使用した場合、第1の膜としてシリコン酸化膜又は金属酸化膜が形成され、第2の膜としてシリコン膜又は金属膜が形成される。また、例えば原料ガスとしてシリコン含有ガス又は金属含有ガスを使用し、反応ガスとして窒化ガスを使用した場合、第1の膜としてシリコン窒化膜又は金属窒化膜が形成され、第2の膜としてシリコン膜又は金属膜が形成される。なお、本実施形態では、成膜処理S102において、処理容器34内にガスノズル76から不活性ガスを常時供給する場合を例に挙げて説明したが、これに限定されない。ガスノズル76から供給される不活性ガスは、少なくともガスノズル78から処理容器34内に反応ガスを供給しているときに供給されていけばよい。また本実施形態では、ガスノズル78から吸着ステップ、第1パージステップ及び第2パージステップで不活性ガスを供給する場合を示し、ガスノズル80から吸着ステップ及び反応ステップで不活性ガスを供給する場合を示したが、これに限定されない。

20

30

【0042】

続いて、処理容器34内にガスノズル76から第1の膜に対する第2の膜のエッチング選択比が1より大きい第1クリーニングガスを供給し、ガスノズル76内に堆積した第2の膜をエッチングして除去する第1クリーニング処理S104を実施する。第1クリーニング処理S104は、処理容器34内の温度を例えば200～500に昇温して実施される。第1クリーニングガスは、成膜処理S102においてウエハWに形成される膜の種類に応じて選択することができる。例えば、成膜処理S102において、ウエハWにシリコン酸化膜又はシリコン窒化膜を形成する場合、第1クリーニングガスは例えばF₂、Cl₂、F₂とCl₂の混合ガス、F₂とHFの混合ガス、F₂とHFとNH₃の混合ガス、NF₃、NCl₃であってよい。これにより、処理容器34内に堆積するシリコン酸化膜又はシリコン窒化膜のエッチングを抑制しつつ、ガスノズル76内に堆積するシリコン膜を除去できる。また、第1クリーニングガスは、シリコン酸化膜又はシリコン窒化膜に対するシリコン膜のエッチング選択比が大きいガスであることが好ましく、例えばCl₂であることが好ましい。これにより、処理容器34内に堆積するシリコン酸化膜又はシリコン窒化膜をほとんどエッチングすることなく、ガスノズル76内に堆積するシリコン

40

50

膜を選択的に除去できる。

【0043】

続いて、処理容器34内に堆積した第1の膜の表面状態を、第1クリーニング処理S104を実施する前の状態に近づける表面制御処理S106を実施する。表面制御処理S106は、処理容器34内の温度を例えば600～800に昇温して実施される。表面制御処理S106では、成膜処理S102においてウエハWに形成される膜の種類に応じて選択されたガスを処理容器34内に供給する。例えば、成膜処理S102においてシリコン酸化膜を形成する場合、ガスノズル78から処理容器34内に酸素含有ガスを供給する。酸素含有ガスは、例えば O_2 と H_2 の混合ガス、 O_2 、 O_3 であってよい。また、これらの酸素含有ガスをプラズマ化させて処理容器34内に供給してもよい。また、酸素含有ガスを供給した状態で、処理容器34内に紫外線(UV:ultraviolet)を照射してもよい。また、2種類以上の酸素含有ガスを使用する場合は2つ以上のガスノズル78を使用し、処理容器34内で混合するように供給しても構わない。さらに例えば O_2 と H_2 を処理容器34内で混合するように供給しても構わない。また、例えば成膜処理S102においてシリコン窒化膜を形成する場合、ガスノズル78から処理容器34内に窒素含有ガスを供給する。窒素含有ガスは、例えば NH_3 、高温化して反応性を高めた N_2 、 N_2 と H_2 の混合ガスであってよい。また、これらの窒素含有ガスをプラズマ化して処理容器34内に供給してもよい。また、2種類以上の窒素含有ガスを使用する場合は2つ以上のガスノズル78を使用し、処理容器34内で混合するように供給しても構わない。

10

【0044】

続いて、成膜処理S102、第1クリーニング処理S104及び表面制御処理S106を含むサイクルの繰り返し回数が所定回数以上であるか否かを判定する判定処理S108を実施する。判定処理S108において、上記サイクルの繰り返し回数が所定回数以上である場合、第2クリーニング処理S110へ進む。一方、上記サイクルの繰り返し回数が所定回数未満である場合、成膜処理S102へ戻る。所定回数は特に限定されるものではないが、例えば100回～250回であってよい。

20

【0045】

続いて、処理容器34内にガスノズル78から第2クリーニングガスを供給し、処理容器34内に堆積した第1の膜をエッチングして除去する第2クリーニング処理S110を実施する。第2クリーニング処理S110では、処理容器34内に堆積した第1の膜及びガスノズル76内に堆積した第2の膜を同時にエッチングしてもよい。また、第2クリーニング処理S110では、処理容器34内にガスノズル76、80から第2クリーニングガスを供給してもよい。第2クリーニングガスは、処理容器34内に堆積した第1の膜をエッチングして除去可能なガスであり、第1の膜の種類に応じて選択できる。第1の膜がシリコン酸化膜やシリコン窒化膜である場合、例えばHF、 F_2 とHFの混合ガス、 F_2 と H_2 の混合ガス、 NF_3 などを用いることができる。さらに第1の膜が金属酸化膜や金属窒化膜の場合は、HClを用いることができる。なお、処理容器34内に堆積した第1の膜が除去されると、処理を終了する。

30

【0046】

以上に説明した第1実施形態に係るクリーニング方法によれば、第1クリーニング処理S104の際、処理容器34内と比較して膜剥がれが発生しやすいガスノズル76内に堆積する第2の膜が選択的に除去される。このため、成膜処理S102を再開するにあたって、処理容器34の内壁等のウエハ処理領域に所定の膜を形成するコーティング処理が不要となり、コーティング処理に要する時間を省くことができ、生産性が向上する。

40

【0047】

(第2実施形態)

第2実施形態に係るクリーニング方法の一例について説明する。第2実施形態に係るクリーニング方法は、例えば制御部110が縦型熱処理装置1の各部の動作を制御することによって実施される。図5は、第2実施形態に係るクリーニング方法の一例を示すフローチャートである。

50

【 0 0 4 8 】

第2実施形態に係るクリーニング方法は、成膜処理S202を繰り返し実施し、成膜処理S202の繰り返し回数が所定回数以上になった場合に第1クリーニング処理S206及び表面制御処理S208を実施する。なお、その他の点については第1実施形態と同様であってよい。以下、第1実施形態と異なる点を説明する。

【 0 0 4 9 】

図5に示されるように、成膜処理S202を実施した後、成膜処理S202の繰り返し回数が所定回数以上であるか否かを判定する判定処理S204を実施する。判定処理S204において、成膜処理S202の繰り返し回数が所定回数以上である場合、第1クリーニング処理S206へ進む。一方、成膜処理S202の繰り返し回数が所定回数未満である場合、成膜処理S202へ戻る。所定回数は特に限定されるものではないが、例えば5回～25回であってよい。

10

【 0 0 5 0 】

続いて、処理容器34内にガスノズル76から第1の膜に対する第2の膜のエッチング選択比が1より大きい第1クリーニングガスを供給し、ガスノズル76内に堆積した第2の膜をエッチングして除去する第1クリーニング処理S206を実施する。

【 0 0 5 1 】

続いて、処理容器34内に堆積した第1の膜の表面状態を、第1クリーニング処理S206を実施する前の状態に近づける表面制御処理S208を実施する。

【 0 0 5 2 】

続いて、成膜処理S202、判定処理S204、第1クリーニング処理S206及び表面制御処理S208を含むサイクルの繰り返し回数が所定回数以上であるか否かを判定する判定処理S210を実施する。判定処理S210において、上記サイクルの繰り返し回数が所定回数以上である場合、第2クリーニング処理S212へ進む。一方、上記サイクルの繰り返し回数が所定回数未満である場合、成膜処理S202へ戻る。所定回数は特に限定されるものではないが、例えば10回～50回であってよい。

20

【 0 0 5 3 】

続いて、処理容器34内にガスノズル78から第2クリーニングガスを供給する第2クリーニング処理S212を実施する。第2クリーニング処理S212では、処理容器34内に堆積した第1の膜及びガスノズル76内に堆積した第2の膜を同時にエッチングして除去してもよい。なお、処理容器34内に堆積した第1の膜及びガスノズル76内に堆積した第2の膜が除去されると、処理を終了する。

30

【 0 0 5 4 】

以上に説明した第2実施形態に係るクリーニング方法によれば、第1クリーニング処理S206の際、処理容器34内と比較して膜剥がれが発生しやすいガスノズル76内に堆積する第2の膜が選択的に除去される。このため、成膜処理S102を再開するにあたって、処理容器34の内壁等のウエハ処理領域に所定の膜を形成するコーティング処理が不要となり、コーティング処理に要する時間を省くことができ、生産性が向上する。

【 0 0 5 5 】

(第3実施形態)

第3実施形態に係るクリーニング方法の一例について説明する。第3実施形態に係るクリーニング方法は、例えば制御部110が縦型熱処理装置1の各部の動作を制御することによって実施される。図6は、第3実施形態に係るクリーニング方法の一例を示すフローチャートである。

40

【 0 0 5 6 】

第3実施形態に係るクリーニング方法は、成膜処理S302の後にサイクルパーズ処理S304を実施する。なお、その他の点については第2実施形態と同様であってよい。以下、第2実施形態と異なる点を説明する。

【 0 0 5 7 】

図6に示されるように、成膜処理S302を実施した後、サイクルパーズ処理S304

50

を実施する。サイクルパージ処理 S 3 0 4 は、処理容器 3 4 内にガスノズル 8 0 から不活性ガスを供給して昇圧し、反応生成物と混合させた後、処理容器 3 4 内を真空引きし、再び不活性ガスを供給するというサイクルを複数回行う処理である。また、サイクルパージ処理 S 3 0 4 では、処理容器 3 4 内にガスノズル 7 6、7 8 から不活性ガスを供給してもよい。

【 0 0 5 8 】

続いて、成膜処理 S 3 0 2 の繰り返し回数が所定回数以上であるか否かを判定する判定処理 S 3 0 6 を実施する。判定処理 S 3 0 6 において、成膜処理 S 3 0 2 の繰り返し回数が所定回数以上である場合、第 1 クリーニング処理 S 3 0 8 へ進む。一方、成膜処理 S 3 0 2 の繰り返し回数が所定回数未満である場合、成膜処理 S 3 0 2 へ戻る。所定回数は特に限定されるものではないが、例えば 5 回 ~ 2 5 回であってよい。

10

【 0 0 5 9 】

続いて、処理容器 3 4 内にガスノズル 7 6 から第 1 の膜に対する第 2 の膜のエッチング選択比が 1 より大きい第 1 クリーニングガスを供給し、ガスノズル 7 6 内に堆積した第 2 の膜をエッチングして除去する第 1 クリーニング処理 S 3 0 8 を実施する。

【 0 0 6 0 】

続いて、処理容器 3 4 内に堆積した第 1 の膜の表面状態を、第 1 クリーニング処理 S 3 0 8 を実施する前の状態に近づける表面制御処理 S 3 1 0 を実施する。

【 0 0 6 1 】

続いて、成膜処理 S 3 0 2、サイクルパージ処理 S 3 0 4、判定処理 S 3 0 6、第 1 クリーニング処理 S 3 0 8 及び表面制御処理 S 3 1 0 を含むサイクルの繰り返し回数が所定回数以上であるか否かを判定する判定処理 S 3 1 2 を実施する。判定処理 S 3 1 2 において、上記サイクルの繰り返し回数が所定回数以上である場合、第 2 クリーニング処理 S 3 1 4 へ進む。一方、上記サイクルの繰り返し回数が所定回数未満である場合、成膜処理 S 3 0 2 へ戻る。所定回数は特に限定されるものではないが、例えば 1 0 回 ~ 5 0 回であってよい。

20

【 0 0 6 2 】

続いて、処理容器 3 4 内にガスノズル 7 8 から第 2 クリーニングガスを供給する第 2 クリーニング処理 S 3 1 4 を実施する。第 2 クリーニング処理 S 3 1 4 では、処理容器 3 4 内に堆積した第 1 の膜及びガスノズル 7 6 内に堆積した第 2 の膜を同時にエッチングして除去してもよい。なお、処理容器 3 4 内に堆積した第 1 の膜及びガスノズル 7 6 内に堆積した第 2 の膜が除去されると、処理を終了する。

30

【 0 0 6 3 】

以上に説明した第 3 実施形態に係るクリーニング方法によれば、第 1 クリーニング処理 S 3 0 8 の際、処理容器 3 4 内と比較して膜剥がれが発生しやすいガスノズル 7 6 内に堆積する第 2 の膜が選択的に除去される。このため、成膜処理 S 3 0 2 を再開するにあたって、処理容器 3 4 の内壁等のウエハ処理領域に所定の膜を形成するコーティング処理が不要となり、コーティング処理に要する時間を省くことができ、生産性が向上する。

【 0 0 6 4 】

上記の各実施形態において、ガスノズル 7 6 は原料ガス供給部の一例であり、ガスノズル 7 8 は反応ガス供給部の一例である。

40

【 0 0 6 5 】

以上、本発明を実施するための形態について説明したが、上記内容は、発明の内容を限定するものではなく、本発明の範囲内で種々の変形及び改良が可能である。

【 0 0 6 6 】

上記の実施形態では、成膜装置として、一度に複数のウエハに対して処理を行うバッチ式の縦型熱処理装置を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、ウエハを 1 枚ずつ処理する枚葉式の装置であってもよい。また、例えば処理容器内の回転テーブルの上に配置した複数のウエハを回転テーブルにより公転させ、原料ガスが供給される領域と、原料ガスと反応する反応ガスが供給される領域とを順番に通過させてウエハの

50

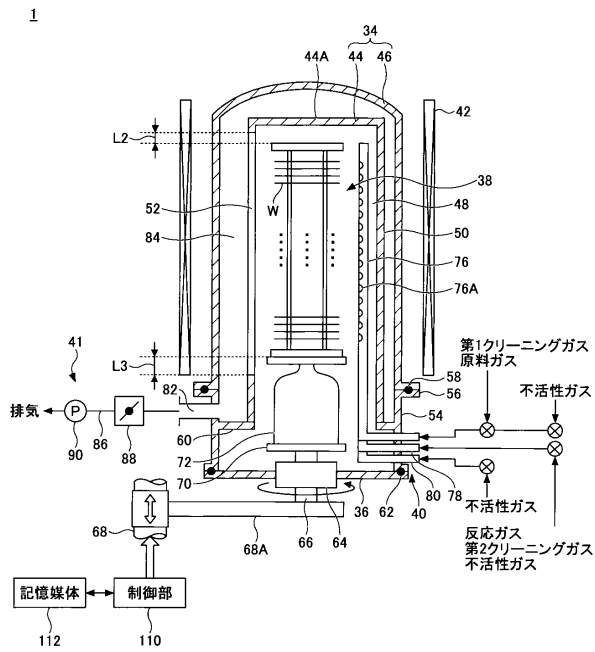
表面に成膜するセミバッチ式の装置であってもよい。

【符号の説明】

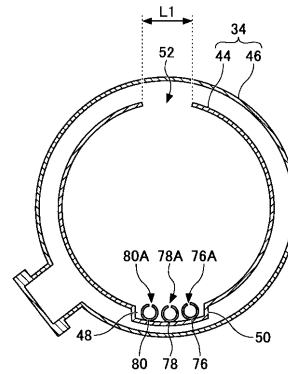
【0067】

- 1 縦型熱処理装置
- 3 4 処理容器
- 4 4 内管
- 4 6 外管
- 7 6 ガスノズル
- 7 8 ガスノズル
- 1 1 0 制御部

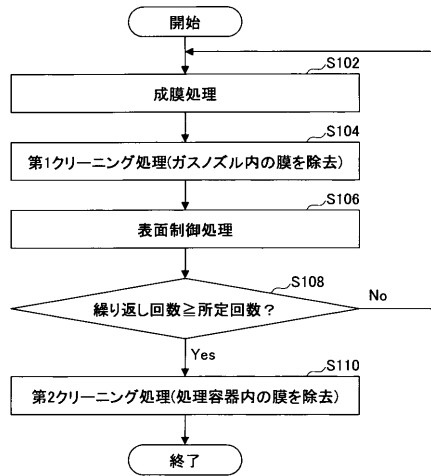
【図1】



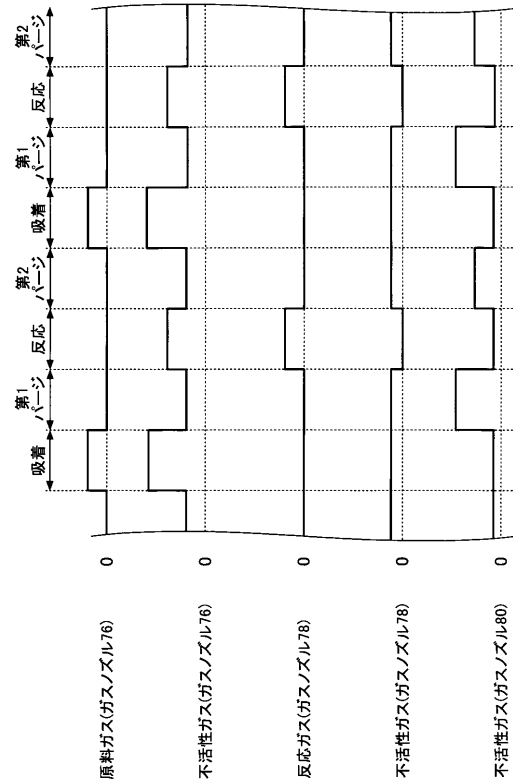
【図2】



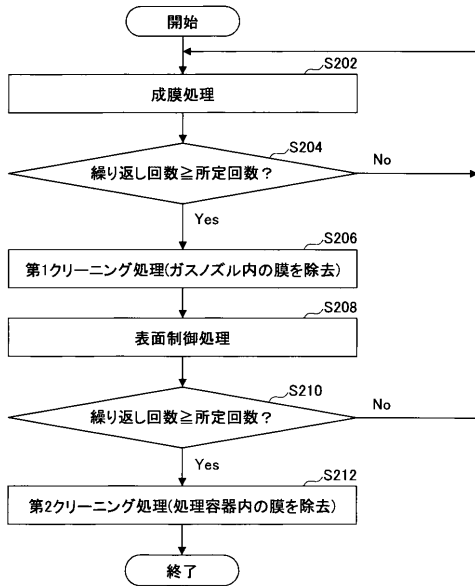
【図3】



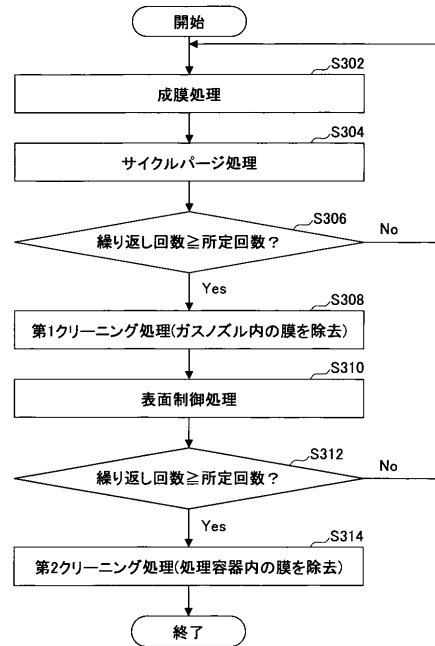
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 柿本 明修

東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂Bizタワー 東京エレクトロン株式会社内

審査官 加藤 芳健

(56)参考文献 特開2010-171389(JP,A)

国際公開第2008/007675(WO,A1)

特開2008-124474(JP,A)

特開2014-229834(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/31

C23C 16/44

H01L 21/316