

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6476369号
(P6476369)

(45) 発行日 平成31年3月6日(2019.3.6)

(24) 登録日 平成31年2月15日(2019.2.15)

(51) Int.Cl.		F I			
H O 1 L 21/31	(2006.01)	H O 1 L	21/31		B
H O 1 L 21/316	(2006.01)	H O 1 L	21/316		X
C 2 3 C 16/44	(2006.01)	C 2 3 C	16/44		J

請求項の数 14 (全 42 頁)

(21) 出願番号	特願2014-39468 (P2014-39468)	(73) 特許権者	318009126
(22) 出願日	平成26年2月28日(2014.2.28)		株式会社KOKUSAI ELECTRIC
(65) 公開番号	特開2014-209572 (P2014-209572A)		C
(43) 公開日	平成26年11月6日(2014.11.6)		東京都千代田区神田鍛冶町3丁目4番地
審査請求日	平成29年1月18日(2017.1.18)	(74) 代理人	110000039
(31) 優先権主張番号	特願2013-61907 (P2013-61907)		特許業務法人アイ・ピー・ウィン
(32) 優先日	平成25年3月25日(2013.3.25)	(72) 発明者	寺崎 昌人
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株 株式会社日立国際電気内
		(72) 発明者	赤江 尚徳
			富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株 株式会社日立国際電気内
		(72) 発明者	堀田 英樹
			富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株 株式会社日立国際電気内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 クリーニング方法、半導体装置の製造方法、基板処理装置及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

反応管と、該反応管を支持するマニホールドと、で構成される処理室内の基板に対して、前記マニホールドに設けられ、前記マニホールドから前記反応管内まで立ち上がった第1のノズルを介してシリコンを含む原料ガスを供給する工程と、前記処理室内の前記基板に対して、前記マニホールドに設けられ、前記マニホールドから前記反応管内まで立ち上がった第2のノズルを介して酸化ガスを供給する工程と、を含むサイクルを所定回数行うことで、前記基板上にシリコン酸化膜を形成する工程を行った後の前記処理室内をクリーニングする方法であって、

前記第2のノズルを介して前記反応管内へフッ化水素ガスを供給する第1のクリーニング工程と、

前記マニホールドに設けられた第3のノズルを介して前記マニホールドの内壁面に対してフッ化水素ガスを供給する第2のクリーニング工程と、を有し、

前記第1のクリーニング工程および前記第2のクリーニング工程では、前記第1のノズルを介した前記反応管内への前記フッ化水素ガスの供給を不実施とするクリーニング方法。

【請求項2】

前記第1のクリーニング工程および前記第2のクリーニング工程では、前記第1のノズルを介して前記反応管内へ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】

10

20

前記酸化ガスを供給する工程では、大気圧未満の圧力下にある前記処理室内の前記基板に対して、前記第 1 のノズルを介して還元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 4】

前記第 2 のクリーニング工程において前記第 3 のノズルを介して供給するフッ化水素ガスの供給濃度を、前記第 1 のクリーニング工程において前記第 2 のノズルを介して供給するフッ化水素ガスの供給濃度よりも高くする請求項 1 に記載のクリーニング方法。

【請求項 5】

前記第 1 のクリーニング工程と、前記第 2 のクリーニング工程とを、非同時に行う請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のクリーニング方法。

10

【請求項 6】

前記第 2 のクリーニング工程では、前記第 2 のノズルを介して前記反応管内へ不活性ガスを供給する請求項 5 に記載のクリーニング方法。

【請求項 7】

前記第 3 のノズルは、前記マニホールドの内壁面に対面するように設置されたガイド部と前記マニホールドとの間の隙間にガス供給孔を有し、

前記第 2 のクリーニング工程では、前記第 3 のノズルを介して前記隙間にフッ化水素ガスを流すことで前記マニホールドの内壁面に対して前記フッ化水素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 8】

20

前記第 1 のクリーニング工程および前記第 2 のクリーニング工程は、前記マニホールドの下端開口をシールキャップで閉塞した状態で行われ、前記ガイド部は、前記シールキャップ上に設置されている請求項 7 に記載のクリーニング方法。

【請求項 9】

前記第 3 のノズルのガス供給孔の高さ位置は、前記ガイド部の上端の高さよりも低い位置である請求項 7 に記載のクリーニング方法。

【請求項 10】

前記ガイド部は、前記マニホールドの前記内壁面と同心円状に設置される請求項 7 に記載のクリーニング方法。

【請求項 11】

30

反応管と、該反応管を支持するマニホールドと、で構成される処理室内の基板に対して、前記マニホールドに設けられ、前記マニホールドから前記反応管内まで立ち上がった第 1 のノズルを介してシリコンを含む原料ガスを供給する工程と、前記処理室内の前記基板に対して、前記マニホールドに設けられ、前記マニホールドから前記反応管内まで立ち上がった第 2 のノズルを介して酸化ガスを供給する工程と、を含むサイクルを所定回数行うことで、前記基板上にシリコン酸化膜を形成する工程と、

前記酸化膜を形成する工程を行った後の前記処理室内をクリーニングする工程と、を有し、

前記処理室内をクリーニングする工程は、

前記第 2 のノズルを介して前記反応管内へフッ化水素ガスを供給する第 1 のクリーニング工程と、

40

前記マニホールドに設けられた第 3 のノズルを介して前記マニホールドの内壁面に対してフッ化水素ガスを供給する第 2 のクリーニング工程と、

を有し、

前記第 1 のクリーニング工程および前記第 2 のクリーニング工程では、前記第 1 のノズルを介した前記反応管内への前記フッ化水素ガスの供給を不実施とする半導体装置の製造方法。

【請求項 12】

反応管と、該反応管を支持するマニホールドと、で構成される処理室と、

前記処理室内へシリコンを含む原料ガスを供給する原料ガス供給系と、

50

前記処理室内へ酸化ガスを供給する酸化ガス供給系と、
前記処理室内へフッ化水素ガスを供給するフッ化水素ガス供給系と、
前記マニホールドに設けられ、前記マニホールドから前記反応管内まで立ち上がった第1のノズルと、
前記マニホールドに設けられ、前記マニホールドから前記反応管内まで立ち上がった第2のノズルと、
前記マニホールドに設けられた第3のノズルと、
前記処理室内の基板に対して前記第1のノズルを介して前記原料ガスを供給する処理と、前記処理室内の前記基板に対して前記第2のノズルを介して前記酸化ガスを供給する処理と、を含むサイクルを所定回数行うことで、前記基板上にシリコン酸化膜を形成する処理と、前記シリコン酸化膜を形成する処理を行った後の前記処理室内をクリーニングする処理と、を行い、前記処理室内をクリーニングする処理では、前記第2のノズルを介して前記反応管内へフッ化水素ガスを供給する第1のクリーニング処理と、前記第3のノズルを介して前記マニホールドの内壁面に向けてフッ化水素ガスを供給する第2のクリーニング処理と、を行うように、前記原料ガス供給系、前記酸化ガス供給系および前記フッ化水素ガス供給系を制御するよう構成される制御部と、

を有し、

前記第1のクリーニング処理および前記第2のクリーニング処理では、前記第1のノズルを介した前記反応管内への前記フッ化水素ガスの供給を不実施とする基板処理装置。

【請求項13】

前記第3のノズルは、前記マニホールドの内壁面に対面するように設置されたガイド部と前記マニホールドとの間の隙間にガス供給孔を有し、

前記第2のクリーニング処理では、前記第3のノズルを介して前記隙間に前記フッ化水素ガスを流すことで前記マニホールドの内壁面に対して前記フッ化水素ガスを供給する請求項12に記載の基板処理装置。

【請求項14】

反応管と、該反応管を支持するマニホールドと、で構成される基板処理装置の処理室内の基板に対して、前記マニホールドに設けられ、前記マニホールドから前記反応管内まで立ち上がった第1のノズルを介してシリコンを含む原料ガスを供給する手順と、前記処理室内の前記基板に対して、前記マニホールドに設けられ、前記マニホールドから前記反応管内まで立ち上がった第2のノズルを介して酸化ガスを供給する手順と、を含むサイクルを所定回数行うことで、前記基板上にシリコン酸化膜を形成する手順と、

前記シリコン酸化膜を形成する工程を行った後の前記処理室内をクリーニングする手順と、

をコンピュータにより前記基板処理装置に実行させ、

前記処理室内をクリーニングする手順は、

前記第2のノズルを介して前記反応管内へフッ化水素ガスを供給する第1のクリーニング手順と、

前記マニホールドに設けられた第3のノズルを介して前記マニホールドの内壁面に向けてフッ化水素ガスを供給する第2のクリーニング手順と、

を有し、

前記第1のクリーニング手順および前記第2のクリーニング手順では、前記第1のノズルを介した前記反応管内への前記フッ化水素ガスの供給を不実施とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、クリーニング方法、半導体装置の製造方法、基板処理装置及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

基板処理装置の処理室内をクリーニングする方法として、基板を処理する処理ガスを供給するノズルからクリーニングガスを処理室内に供給することによりクリーニングするものがある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、処理ガスを供給するノズルは、基板に向けてガスを供給するように配置されている場合が多く、その他の箇所、例えば、基板を搬入および搬出する開口部近傍などはクリーニングされにくい。クリーニングされにくい箇所には反応副生成物が残存し易く、これを除去するためには、クリーニングガスをより長い時間供給したり、ガスによるクリーニングが十分でない場合はワイピング等の手作業によりさらにクリーニングしたりする必要が生じる。これにより、クリーニングに要する時間が長くなるという問題があった。

10

【0004】

本発明の目的は、クリーニングに要する時間を短縮することができる技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の一態様によれば、

反応管と、該反応管を支持するマニホールドと、で構成される処理室内の基板に対して、前記マニホールドに設けられ、前記マニホールドから前記反応管内まで立ち上がった第1のノズルを介して原料ガスを供給する工程と、前記処理室内の前記基板に対して、前記マニホールドに設けられ、前記マニホールドから前記反応管内まで立ち上がった第2のノズルを介して酸化ガスを供給する工程と、を含むサイクルを所定回数行うことで、前記基板上に酸化膜を形成する工程を行った後の前記処理室内をクリーニングする方法であって、

20

前記第2のノズルを介して前記反応管内へフッ化水素ガスを供給する第1のクリーニング工程と、

前記マニホールドに設けられた第3のノズルを介して前記マニホールドの内壁面に向けてフッ化水素ガスを供給する第2のクリーニング工程と、

30

を有するクリーニング方法が提供される。

【0006】

本発明の他の態様によれば、

反応管と、該反応管を支持するマニホールドと、で構成される処理室内の基板に対して、前記マニホールドに設けられ、前記マニホールドから前記反応管内まで立ち上がった第1のノズルを介して原料ガスを供給する工程と、前記処理室内の前記基板に対して、前記マニホールドに設けられ、前記マニホールドから前記反応管内まで立ち上がった第2のノズルを介して酸化ガスを供給する工程と、を含むサイクルを所定回数行うことで、前記基板上に酸化膜を形成する工程と、

前記酸化膜を形成する工程を行った後の前記処理室内をクリーニングする工程と、を有し、

40

前記処理室内をクリーニングする工程は、

前記第2のノズルを介して前記反応管内へフッ化水素ガスを供給する第1のクリーニング工程と、

前記マニホールドに設けられた第3のノズルを介して前記マニホールドの内壁面に向けてフッ化水素ガスを供給する第2のクリーニング工程と、

を有する半導体装置の製造方法が提供される。

【0007】

本発明のさらに他の態様によれば、

反応管と、該反応管を支持するマニホールドと、で構成される処理室と、

50

前記処理室内へ原料ガスを供給する原料ガス供給系と、
 前記処理室内へ酸化ガスを供給する酸化ガス供給系と、
 前記処理室内へフッ化水素ガスを供給するフッ化水素ガス供給系と、
 前記マニホールドに設けられ、前記マニホールドから前記反応管内まで立ち上がった第1のノズルと、
 前記マニホールドに設けられ、前記マニホールドから前記反応管内まで立ち上がった第2のノズルと、
 前記マニホールドに設けられた第3のノズルと、
 前記処理室内の基板に対して前記第1のノズルを介して前記原料ガスを供給する処理と、
 前記処理室内の前記基板に対して前記第2のノズルを介して前記酸化ガスを供給する処理と、
 を含むサイクルを所定回数行うことで、前記基板上に酸化膜を形成する処理と、前記酸化膜を形成する処理を行った後の前記処理室内をクリーニングする処理と、を行い、
 前記処理室内をクリーニングする処理では、前記第2のノズルを介して前記反応管内へフッ化水素ガスを供給する第1のクリーニング処理と、前記第3のノズルを介して前記マニホールドの内壁面に向けてフッ化水素ガスを供給する第2のクリーニング処理と、を行うように、前記原料ガス供給系、前記酸化ガス供給系および前記フッ化水素ガス供給系を制御するよう構成される制御部と、
 を有する基板処理装置が提供される。

10

【0008】

本発明のさらに他の態様によれば、
 反応管と、該反応管を支持するマニホールドと、で構成される処理室内の基板に対して、
 前記マニホールドに設けられ、前記マニホールドから前記反応管内まで立ち上がった第1のノズルを介して原料ガスを供給する手順と、前記処理室内の前記基板に対して、前記マニホールドに設けられ、前記マニホールドから前記反応管内まで立ち上がった第2のノズルを介して酸化ガスを供給する手順と、を含むサイクルを所定回数行うことで、前記基板上に酸化膜を形成する手順と、
 前記酸化膜を形成する工程を行った後の前記処理室内をクリーニングする手順と、
 をコンピュータに実行させ、
 前記処理室内をクリーニングする手順は、
 前記第2のノズルを介して前記反応管内へフッ化水素ガスを供給する第1のクリーニング手順と、
 前記マニホールドに設けられた第3のノズルを介して前記マニホールドの内壁面に向けてフッ化水素ガスを供給する第2のクリーニング手順と、
 を有するプログラムが提供される。

20

30

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、クリーニングに要する時間を短縮することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施形態で好適に用いられる基板処理装置の縦型処理炉の概略構成図であり、処理炉部分を縦断面図で示す図である。
 【図2】本発明の実施形態で好適に用いられる基板処理装置の縦型処理炉の第一の実施形態におけるノズル40bの周辺を拡大した部分断面図である。
 【図3】本発明の実施形態で好適に用いられる基板処理装置の縦型処理炉の概略構成図であり、処理炉部分を図1のA-A線断面図で示す図である。
 【図4】本発明の実施形態で好適に用いられる基板処理装置のコントローラの概略構成図であり、コントローラの制御系をブロック図で示す図である。
 【図5】本発明の基板処理工程のフローチャートである。
 【図6】本発明の成膜シーケンスにおけるガス供給のタイミングを示す図である。
 【図7】クリーニングの際のクリーニングガスを供給するタイミングを示す図である。

40

50

【図 8】本発明の実施形態で好適に用いられる基板処理装置の縦型処理炉内の温度領域によるクリーニング方法を示す図である。

【図 9】本発明の実施形態で好適に用いられる基板処理装置の縦型処理炉の第二の実施形態におけるノズル 320b の周辺を拡大した部分断面図である。

【図 10】本発明の実施形態で好適に用いられる基板処理装置の縦型処理炉の第三の実施形態におけるノズル 330b の周辺を拡大した部分断面図である。

【図 11】本発明の実施形態で好適に用いられる基板処理装置の縦型処理炉の第四の実施形態におけるノズル 340b の周辺を拡大した部分断面図である。

【図 12】本発明の実施形態で好適に用いられる基板処理装置の縦型処理炉の第五の実施形態におけるノズル 350b の周辺を拡大した部分断面図である。

10

【図 13】本発明の実施形態で好適に用いられる基板処理装置の縦型処理炉の第六の実施形態におけるノズル 360b の周辺を拡大した部分断面図である。

【図 14】本発明の実施形態で好適に用いられる基板処理装置の縦型処理炉の第七の実施形態におけるノズル 40b の周辺を拡大した部分断面図である。

【図 15】本発明の実施形態で好適に用いられる基板処理装置の縦型処理炉の第八の実施形態におけるノズル 40b の周辺を拡大した部分断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

[第一の実施形態]

本発明の第一の実施形態について説明する。

20

(1) 基板処理装置の構成

処理炉 12 は、加熱手段 (加熱機構) としてのヒータ 14 を有する。ヒータ 14 は円筒形状であり、保持板としてのヒータベース (図示せず) に支持されることにより垂直に据え付けられている。ヒータ 14 は、ガスを熱で活性化 (励起) させる活性化機構 (励起部) としても機能する。

【0012】

ヒータ 14 の内側には、このヒータ 14 と同心円状に反応管 16 が配設されている。反応管 16 は、上端が閉塞し下端が開口した円筒状に形成されている。反応管 16 は、例えば石英 (SiO_2) や炭化シリコン (SiC) 等の耐熱性材料で構成される。

【0013】

反応管 16 の下方には、この反応管 16 と同心円状にマニホールド (インレットフランジ) 18 が配設されている。マニホールド 18 は上端及び下端が開口した円筒状に形成され、例えばステンレス等の金属で構成される。マニホールド 18 の上端部は、反応管 16 の下端部に係合しており、この反応管 16 を支持するように構成されている。

30

【0014】

マニホールド 18 と反応管 16 との間には、シール部材としてのリング 20a が設けられている。マニホールド 18 がヒータベースに支持されることにより、反応管 16 は垂直に据え付けられた状態となる。

【0015】

主に、反応管 16 とマニホールド 18 とにより処理容器 (反応容器) が構成され、この処理容器の筒中空部に処理室 22 が形成される。処理室 22 の下方に、基板としてのウエハ 24 を搬入および搬出する開口が形成される。処理室 22 は、ウエハ 24 を保持する基板保持具としてのポート 28 を用いて、ウエハ 24 を水平姿勢で垂直方向に多段に整列した状態で収容する。

40

【0016】

ポート 28 は、複数枚のウエハ 24 を水平姿勢で、かつ、互いに中心を揃えた状態で整列させて多段に保持する。ポート 28 は、例えば石英や SiC 等の耐熱性材料で構成される。ポート 28 の下部には、例えば石英や SiC 等の耐熱性材料からなる断熱部材 30 が設けられており、ヒータ 14 からの熱が下方に伝わりにくくなるように構成されている。断熱部材 30 は、石英や SiC 等の耐熱性材料からなる複数枚の断熱板と、これら断熱板

50

を水平姿勢で多段に支持する断熱板ホルダとにより構成するようにしてもよい。

【 0 0 1 7 】

処理炉 1 2 には、ウエハ 2 4 を処理する第一のガス（例えば、原料ガス）を処理室 2 2 内に供給する第一のガス供給系 3 2 と、ウエハ 2 4 を処理する第二のガス（例えば、反応ガス）を処理室 2 2 内に供給する第二のガス供給系 3 4 と、この処理室 2 2 内をクリーニングする第三のガス（クリーニングガス）を供給する第三のガス供給系 3 6 とが設けられている。

【 0 0 1 8 】

処理炉 1 2 は、処理室 2 2 内にガスを導入する三つのノズル 4 0 a , 4 0 b , 4 0 c を備え、これらノズル 4 0 a , 4 0 b , 4 0 c は、それぞれ、マニホールド 1 8 の側壁を貫通するようにして設けられている。ノズル 4 0 a , 4 0 b , 4 0 c は、それぞれ、例えば石英や S i c 等の耐熱性材料で構成される。

ノズル 4 0 a には、ガス供給管 4 2 a 及び不活性ガス供給管 5 2 a が接続されている。

ノズル 4 0 b には、クリーニングガス供給管 6 2 b 及び不活性ガス供給管 5 2 b が接続されている。

ノズル 4 0 c には、ガス供給管 4 2 c 、不活性ガス供給管 5 2 c 、クリーニングガス供給管 6 2 a 、ガス供給管 4 2 d 及び不活性ガス供給管 5 2 d が接続されている。

【 0 0 1 9 】

このように、処理炉 1 2 は、三つのノズル（ノズル 4 0 a , 4 0 b , 4 0 c ）と、三つのガス供給管（ガス供給管 4 2 a , 4 2 c , 4 2 d ）と、四つの不活性ガス供給管（不活性ガス供給管 5 2 a , 5 2 b , 5 2 c , 5 2 d ）と、二つのクリーニングガス供給管（クリーニングガス供給管 6 2 a , 6 2 b ）とを備え、処理室 2 2 内には複数種類のガスが供給されるようになっている。

【 0 0 2 0 】

「原料ガス供給系」（第一のガス供給系）

ガス供給管 4 2 a には、処理室 2 2 側を下流として上流方向から順に、流量制御器（流量制御部）であるマスフローコントローラ（MFC）4 4 a と開閉弁であるバルブ 4 6 a とが設けられ、このバルブ 4 6 a よりも下流側には、不活性ガス供給管 5 2 a が接続されている。ガス供給管 4 2 a の先端部に、ノズル 4 0 a が接続されている。

不活性ガス供給管 5 2 a には上流方向から順に、MFC 5 4 a とバルブ 5 6 a とが設けられている。

【 0 0 2 1 】

ノズル 4 0 a は、反応管 1 6 の内壁と処理室 2 2 内に收容されたウエハ 2 4 との間における円環状の空間に配設され、マニホールド 1 8 からこの反応管 1 6 内までウエハ 2 4 の積載方向に対して立ち上がるように設けられている。ノズル 4 0 a は、ウエハ 2 4 が配列されるウエハ配列領域の側方であって、このウエハ配列領域を水平に取り囲む領域に沿うようにして設けられている。

ノズル 4 0 a は L 字型のロングノズルとして構成されている。ノズル 4 0 a は、その水平部がマニホールド 1 8 の側壁を貫通するように設けられており、その垂直部が少なくともウエハ配列領域の一端側から他端側に向かって立ち上がるように設けられている。

【 0 0 2 2 】

ノズル 4 0 a の側面には、ガスを供給するガス供給孔 4 8 a が設けられている。ガス供給孔 4 8 a は反応管 1 6 の中心側に向いており、処理室 2 2 内に收容されたウエハ 2 4 に向けてガスを供給するようになっている。

ガス供給孔 4 8 a は、反応管 1 6 の下部から上部にわたって同様のピッチで複数設けられ、それぞれが同一の開口面積となっている。

【 0 0 2 3 】

主に、ガス供給管 4 2 a 、MFC 4 4 a 及びバルブ 4 6 a により第一のガス供給系 3 2 が構成される。ノズル 4 0 a は、第一のガス供給系 3 2 の一部としても機能する。

また、主に、不活性ガス供給管 5 2 a 、MFC 5 4 a 及びバルブ 5 6 a により不活性ガ

10

20

30

40

50

ス供給系が構成される。不活性ガス供給系は、パージガス供給系としても機能する。

【 0 0 2 4 】

ガス供給管 4 2 a からは、所定元素とハロゲン元素とを含む原料ガスが供給される。所定元素としてのシリコン (S i) とハロゲン元素としての塩素 (C l) とを含む原料ガス (S i 及び C l 含有ガス) として、例えば、クロロシラン系原料ガスの一種であるヘキサクロロジシラン (S i ₂ C l ₆、略称 : H C D S) ガスが、 M F C 4 4 a、バルブ 4 6 a 及びノズル 4 0 a を介して、ガス供給管 4 2 a から処理室 2 2 内に供給される。

このとき、不活性ガス供給管 5 2 a から、 M F C 5 4 a 及びバルブ 5 6 a を介して、ガス供給管 4 2 a 内に不活性ガスを供給するようにしてもよい。

【 0 0 2 5 】

本実施形態において、第一のガス供給系 3 2 は、原料ガス供給系として機能する。

【 0 0 2 6 】

クロロシラン系原料ガスとは、気体状態のクロロシラン系原料、例えば、常温常圧下で液体状態であるクロロシラン系原料を気化することで得られるガスや、常温常圧下で気体状態であるクロロシラン系原料等のことである。

また、クロロシラン系原料とは、ハロゲン基としてのクロロ基を有するシラン系原料のことであり、少なくとも S i 及び C l を含む原料のことである。ここでいうクロロシラン系原料は、ハロゲン化合物の一種ともいえる。

【 0 0 2 7 】

本明細書において「原料」という文言は、「液体状態である液体原料」を意味する場合、

「気体状態である原料ガス」を意味する場合、又は、その両方を意味する場合がある。本明細書において「クロロシラン系原料」という文言は、「液体状態であるクロロシラン系原料」を意味する場合、「気体状態であるクロロシラン系原料ガス」を意味する場合、又は、その両方を意味する場合がある。

H C D S のように常温常圧下で液体状態である液体原料を用いる場合は、液体原料を気化器やバブラ等の気化システムにより気化して、原料ガス (H C D S ガス) として供給することとなる。

【 0 0 2 8 】

「反応ガス供給系」(第二のガス供給系)

ガス供給管 4 2 c には、上流方向から順に、 M F C 4 4 c とバルブ 4 6 c とが設けられ、このバルブ 4 6 c よりも下流側には、不活性ガス供給管 5 2 c が接続されている。不活性ガス供給管 5 2 c には、上流方向から順に、 M F C 5 4 c とバルブ 5 6 c とが設けられている。

ガス供給管 4 2 c の先端部にノズル 4 0 c が接続されている。

【 0 0 2 9 】

ノズル 4 0 c は、反応管 1 6 の内壁の下部から上部に沿ってウエハ 2 4 の積載方向に対して立ち上がるように設けられている。ノズル 4 0 c は、ウエハ 2 4 が配列されるウエハ配列領域の側方であって、このウエハ配列領域を水平に取り囲む領域に沿うようにして設けられている。

ノズル 4 0 c は L 字型のロングノズルとして構成されている。ノズル 4 0 c は、その水平部がマニホールド 1 8 の側壁を貫通するように設けられ、その垂直部が少なくともウエハ配列領域の一端側から他端側に向かって立ち上がるように設けられている。

【 0 0 3 0 】

ノズル 4 0 c の側面には、ガスを供給するガス供給孔 4 8 c が設けられている。ガス供給孔 4 8 c は反応室 1 6 の中心側に向いており、処理室 2 2 内に収容されたウエハ 2 4 に向けてガスを供給するようになっている。

【 0 0 3 1 】

ガス供給孔 4 8 c は、反応管 1 6 の下部から上部にわたって複数設けられている。

【 0 0 3 2 】

ガス供給管 4 2 c のバルブ 4 6 c 及び不活性ガス供給管 5 2 c のバルブ 5 6 c よりも下

10

20

30

40

50

流側には、ガス供給管 4 2 d が接続されている。

ガス供給管 4 2 d には、上流方向から順に、M F C 4 4 d とバルブ 4 6 d とが設けられ、このバルブ 4 6 d よりも下流側には不活性ガス供給管 5 2 d が接続されている。不活性ガス供給管 5 2 d には、上流方向から順に、M F C 5 4 d とバルブ 5 6 d とが設けられている。

【 0 0 3 3 】

主に、ノズル 4 0 c、ガス供給管 4 2 c、4 2 d、M F C 4 4 c、4 4 d、バルブ 4 6 c、4 6 d により第二のガス供給系 3 4 が構成される。

主に、不活性ガス供給管 5 2 c、5 2 d、M F C 5 4 c、5 4 d、バルブ 5 6 c、5 6 d により不活性ガス供給系が構成される。不活性ガス供給系はパージガス供給系としても機能する。

10

【 0 0 3 4 】

ガス供給管 4 2 c からは、反応ガスとして酸化性ガス（酸化ガス）である酸素を含むガス（酸素含有ガス）が供給される。酸化含有ガスとして、例えば、酸素（ O_2 ）ガスが、M F C 4 4 c、バルブ 4 6 c、ガス供給管 4 2 c 及びノズル 4 0 c を介して処理室 2 2 内に供給される。

このとき、不活性ガス供給管 5 2 c から、M F C 5 4 c 及びバルブ 5 6 c を介して、ガス供給管 4 2 c 内に不活性ガスを供給するようにしてもよい。

【 0 0 3 5 】

ガス供給管 4 2 d からは、反応ガスとして還元性ガス（還元ガス）である水素を含むガス（水素含有ガス）が供給される。水素含有ガスとして、例えば、水素（ H_2 ）ガスが、M F C 4 4 d、バルブ 4 6 d、ガス供給管 4 2 d 及びノズル 4 0 c を介して処理室 2 2 内に供給される。

20

このとき、不活性ガス供給管 5 2 d から、不活性ガスが、M F C 5 4 d、バルブ 5 6 d を介してガス供給管 4 2 d 内に供給されるようにしてもよい。

【 0 0 3 6 】

本実施形態において、第二のガス供給系 3 4 は、反応ガス供給系として機能する。

【 0 0 3 7 】

「クリーニングガス供給系」（第三のガス供給系）

クリーニングガス供給管 6 2 a は、ガス供給管 4 2 c に接続されている。クリーニングガス供給管 6 2 a には、上流方向から順に、M F C 6 4 a とバルブ 6 6 a とが設けられている。クリーニングガス供給管 6 2 a の先端部に、ガス供給管 4 2 c を介してノズル 4 0 c が接続されている。

30

クリーニングガス供給管 6 2 b には、上流方向から順に、M F C 6 4 b とバルブ 6 6 b とが設けられ、このバルブ 6 6 b よりも下流側には、不活性ガス供給管 5 2 b が接続されている。不活性ガス供給管 5 2 b には、上流方向から順に、M F C 5 4 b とバルブ 5 6 b とが設けられている。クリーニングガス供給管 6 2 b の先端部にノズル 4 0 b が接続されている。

ノズル 4 0 b は、平面視において、処理室 2 0 内に収容されたポート 2 8 すなわちウエハ 2 4 を挟むようにして排気管 9 0（後述する）と対向するように配置されている（図 3 参照）。なお、図 1 においては、ノズル 4 0 a、4 0 b、4 0 c、排気管 9 0 等の位置は図示の関係上、便宜的なものとなっている。

40

【 0 0 3 8 】

ノズル 4 0 b は、L字型のショートノズルとして構成されている。ノズル 4 0 b は、その水平部がマニホールド 1 8 の側壁を貫通するように設けられ、その垂直部がマニホールド 1 8 の内壁に沿って立ち上がるようにして設けられている。

【 0 0 3 9 】

ノズル 4 0 b の先端にはガスを供給するガス供給孔 4 8 b が設けられており、このガス供給孔 4 8 b は上方に向かって開口する（マニホールド 1 8 側から反応管 1 6 側に向かう方向に開口する）ように構成されている。ノズル 4 0 b は、ノズル 4 0 a がガスを供給す

50

る位置よりもマニホールド18側にガスを供給するようになっている。また、ノズル40bは、マニホールド18の内壁面に向けてガスを供給することが可能となっている。

【0040】

主に、ノズル40c、クリーニングガス供給管62a、MFC64a、バルブ66aにより第1クリーニングガス供給系が構成される。

また、主に、ノズル40b、クリーニングガス供給管62b、MFC64b及びバルブ66bにより第2クリーニングガス供給系が構成される。

また、不活性ガス供給管52b、MFC54b及びバルブ56bにより不活性ガス供給系が構成される。不活性ガス供給系はパージガス供給系としても機能する。

この第1クリーニングガス供給系及び第2クリーニングガス供給系によりクリーニングガス供給系としての第三のガス供給系36が構成される。

【0041】

本実施形態においては、クリーニングガス供給管62aからはクリーニングガスが供給される。クリーニングガスとして、例えばフッ素を含むガス(フッ素含有ガス)であるフッ化水素(HF)ガスが、MFC64a、バルブ66a、ガス供給管42c及びノズル40cを介して、クリーニングガス供給管62aから処理室22内に(主に、反応管16内壁に対して)供給される。このとき、不活性ガス供給管52c、52dから不活性ガスが、MFC54c、54d、バルブ56c、56d、ガス供給管42c及びノズル40cを介して処理室22内に供給されるようにしてもよい。

【0042】

同様に、クリーニングガス供給管62bからは、クリーニングガスが供給される。クリーニングガスとして、例えばフッ素を含むガス(フッ素含有ガス)であるフッ化水素(HF)ガスが、MFC64b、バルブ66b及びノズル40bを介して、クリーニングガス供給管62bから処理室22内に(主に、マニホールド18内壁に対して)供給される。このとき、不活性ガス供給管52bから、不活性ガスが、MFC54b、バルブ56bを介してクリーニングガス供給管62b内に供給されるようにしてもよい。

【0043】

本実施形態において、第三のガス供給系36は、クリーニングガス供給系として機能する。

【0044】

本実施形態においては、反応管16の内壁と積載された複数枚のウエハ24の端部とで構成される円環状の縦長の空間内、すなわち、円筒状の空間内に配置したノズル40a及びノズル40cを経由してガスを搬送し、これらのガス供給孔48a及びガス供給孔48cを介することで、ウエハ24の近傍で反応管16内にガスを供給するようになっている。反応管16内におけるガスの流れは、主にウエハ24の表面と平行な方向(水平方向)となる。

このため、処理室22内に収容されたウエハ24のそれぞれに対して、ガスが均一に供給され、ウエハ24に均一な膜厚の薄膜が形成される。ウエハ24の表面上を流れたガス(反応後の残ガス)は、排気管90の方向に向かって流れる。残ガスの流れる方向は、垂直方向に限らず、排気口の位置によって適宜設定することができる。

【0045】

「排気系」

反応管16には、処理室22内の雰囲気気を排気する排気管90が設けられている。

排気管90には、処理室22内の圧力を検出する圧力検出器(圧力検出部)としての圧力センサ92及び圧力調整器(圧力調整部)としてのAPC(Auto Pressure Controller)バルブ94を介して、真空排気装置としての真空ポンプ96が接続されている。

APCバルブ94は、真空ポンプ96を作動させた状態で弁を開閉することで、処理室22内の真空排気及び真空排気停止を行う。また、APCバルブは、真空ポンプ96を作動させた状態で弁の開度を調節することで、処理室22内の圧力を調整する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

主に、排気管 9 0、圧力センサ 9 2 及び A P C バルブ 9 4 により排気系が構成される。真空ポンプ 9 6 を排気系に含めて考えてもよい。排気系は、真空ポンプ 9 6 を作動させつつ、圧力センサ 9 2 により検出された圧力情報に基づいて A P C バルブ 9 4 の弁の開度を調節することにより、処理室 2 2 内の圧力が所定の圧力（真空度）となるよう真空排気する。

排気管 9 0 は、反応管 1 6 に設けるようにすることに限らず、ノズル 4 0 a やノズル 4 0 b 等と同様にマニホールド 1 8 に設けるようにしてもよい。

【 0 0 4 7 】

「開閉機構及び昇降機構」

10

マニホールド 1 8 の下方には、このマニホールド 1 8 の下端開口を気密に閉塞する第 1 の炉口蓋体としてのシールキャップ 1 0 0 が設けられている。

シールキャップ 1 0 0 は、マニホールド 1 8 の下端に垂直方向下側から当接するように構成されている。シールキャップ 1 0 0 は、例えばステンレス等の金属で構成され、円盤状に形成されている。シールキャップ 1 0 0 の上面には、マニホールド 1 8 の下端と当接するシール部材としての O リング 2 0 b が設けられている。

【 0 0 4 8 】

シールキャップ 1 0 0 の処理室 2 2 と反対側（図 1 において下側）には、ポート 2 8 を回転させる回転機構 1 0 2 が設置されている。

回転機構 1 0 2 の回転軸 1 0 4 は、例えばステンレス等の金属で構成され、シールキャップ 1 0 0 を貫通してポート 2 8 に接続されている。回転機構 1 0 2 は、ポート 2 8 を回転させることでこのポート 2 8 に保持されたウエハ 2 4 を回転させる。

20

【 0 0 4 9 】

反応管 1 6 の外部には、昇降機構としてのポートエレベータ 1 0 6 が垂直に設置されており、このポートエレベータ 1 0 6 はシールキャップ 1 0 0 を垂直方向に昇降させるように構成されている。ポートエレベータ 1 0 6 はシールキャップ 1 0 0 を昇降させることで、このシールキャップ 1 0 0 に載置されたポート 2 8 を処理室 2 2 内外に搬入及び搬出する。

ポートエレベータ 1 0 6 は、ポート 2 8（及びこれに保持されたウエハ 2 4）を、処理室 2 2 内外に搬送する搬送装置（搬送機構）として機能する。

30

【 0 0 5 0 】

マニホールド 1 8 の下方には、このマニホールド 1 8 の下端開口を気密に閉塞する第 2 の炉口蓋体としてのシャッタ 1 1 0 が設けられている。シャッタ 1 1 0 は円盤状に形成され、ステンレス等の金属で構成される。シャッタ 1 1 0 の上面には、マニホールド 1 8 の下端と当接するシール部材としての O リング 2 0 c が設けられている。

シャッタ 1 1 0 は、シールキャップ 1 0 0 が降下してマニホールド 1 8 の下端開口を開いた状態とする場合にこの下端開口を閉じ、このシールキャップ 1 0 0 が上昇してマニホールド 1 8 の下端開口を閉じた状態とする場合にこの下端開口から退避するようになっている。シャッタ 1 1 0 は、反応管 1 6 の外部に設置されたシャッタ開閉機構 1 1 2 によって、開閉動作（昇降動作や回動動作等）をするよう制御される。

40

【 0 0 5 1 】

反応管 1 6 内には、温度検出器としての温度センサ 1 1 4 が設置されている（図 3 参照）。温度センサ 1 1 4 により検出された温度情報に基づいてヒータ 1 4 への通電具合を調整することで、処理室 2 2 内の温度が所望の温度分布となる。温度センサ 1 1 4 は、ノズル 4 0 a 及びノズル 4 0 c と同様に L 字型に構成されており、反応管 1 6 の内壁に沿って設けられている。

【 0 0 5 2 】

制御部（制御手段）であるコントローラ 2 0 0 は、CPU（Central Processing Unit）2 0 2 と、RAM（Random Access Memory）2 0 4 と、記憶装置 2 0 6 と、I/Oポート 2 0 8 とを備えたコンピュータとして構

50

成されている。

R A M 2 0 4、記憶装置 2 0 6 及び I / O ポート 2 0 8 は、内部バス 2 1 0 を介して、C P U 2 0 2 とデータ交換するように構成されている。

コントローラ 2 0 0 には、例えばタッチパネル等の入出力装置 2 1 2 が接続されている。

【 0 0 5 3 】

記憶装置 2 0 6 は、例えばフラッシュメモリや、H D D (H a r d D i s k D r i v e) 等により構成されている。記憶装置 2 0 6 内には、基板処理装置 1 0 の動作を制御する制御プログラムや、後述する基板処理 (成膜処理) の手順や条件等が記載されたプロセスレシピや、後述するクリーニング処理の手順や条件等が記載されたクリーニングレシ

10

【 0 0 5 4 】

プロセスレシピは、基板処理工程における各手順をコントローラ 2 0 0 に実行させ、所定の結果を得ることが出来るように組み合わせられたものであり、プログラムとして機能する。また、クリーニングレシピは、後述するクリーニング工程における各手順を、コントローラ 2 0 0 に実行させ、所定の結果を得ることが出来るように組み合わせられたものであり、プログラムとして機能する。以下、このプロセスレシピやクリーニングレシピや制御プログラム等を総称して、単に「プログラム」ともいう。

本明細書において、「プログラム」という文言は、プロセスレシピ単体のみを含む場合、クリーニングレシピ単体のみを含む場合、制御プログラム単体のみを含む場合、又は、プロセスレシピ、クリーニングレシピおよび制御プログラムのうち任意の組み合わせを含む場合がある。

20

【 0 0 5 5 】

R A M 2 0 4 は、C P U 2 0 2 によって読み出されたプログラムやデータ等が一時的に保持されるメモリ領域 (ワークエリア) として構成されている。

【 0 0 5 6 】

I / O ポート 2 0 8 は、M F C 4 4 a , 4 4 c , 4 4 d , 5 4 a , 5 4 b , 5 4 c , 5 4 d , 6 4 a , 6 4 b、バルブ 4 6 a , 4 6 c , 4 6 d , 5 6 a , 5 6 b , 5 6 c , 5 6 d , 6 6 a , 6 6 b、圧力センサ 9 2、A P C バルブ 9 4、真空ポンプ 9 6、ヒータ 1 4、温度センサ 1 1 4、回転機構 1 0 2、ポートエレベータ 1 0 6、シャッタ開閉機構 1 1

30

【 0 0 5 7 】

C P U 2 0 2 は、記憶装置 2 0 6 から制御プログラムを読み出して実行するとともに、入出力装置 2 1 2 からの操作コマンドの入力等に応じて記憶装置 2 0 6 からプロセスレシピやクリーニングレシピを読み出す。

C P U 2 0 2 は、読み出したプロセスレシピやクリーニングレシピの内容に沿うように、M F C 4 4 a , 4 4 c , 4 4 d , 5 4 a , 5 4 b , 5 4 c , 5 4 d , 6 4 a , 6 4 b による各種ガスの流量調整動作や、バルブ 4 6 a , 4 6 c , 4 6 d , 5 6 a , 5 6 b , 5 6 c , 5 6 d , 6 6 a , 6 6 b の開閉動作、A P C バルブ 9 4 の開閉動作及び圧力センサ 9 2 に基づく A P C バルブ 9 4 による圧力調整動作、温度センサ 1 1 4 に基づくヒータ 1 4

40

【 0 0 5 8 】

コントローラ 2 0 0 は、専用のコンピュータとして構成することに限らず、汎用のコンピュータとして構成してもよい。例えば、プログラムを格納した外部記憶装置 2 2 0 を用意し、この外部記憶装置 2 2 0 を用いて汎用のコンピュータにプログラムをインストールすること等により、本実施形態に係るコントローラ 2 0 0 を構成するようにしてもよい。

外部記憶装置 2 2 0 としては、例えば、磁気テープや、フレキシブルディスクやハードディスク等の磁気ディスク、C D や D V D 等の光ディスク、M O 等の光磁気ディスク、U

50

S Bメモリやメモリカード等の半導体メモリ等を用いることができる。

【0059】

コンピュータにプログラムを供給するための手段は、外部記憶装置220を介して供給する場合に限らない。例えば、インターネットや専用回線等の通信手段を用い、外部記憶装置220を介さずにコンピュータにプログラムを供給するようにしてもよい。

【0060】

記憶装置206や外部記憶装置220は、コンピュータ読み取り可能な記録媒体として構成される。以下、これらを総称して、単に、「記録媒体」ともいう。

本明細書において記録媒体という言葉を用いた場合は、記憶装置206単体のみを含む場合、外部記憶装置220単体のみを含む場合、又は、その両方を含む場合がある。

10

【0061】

(2) 基板処理工程

次に、基板処理装置10の処理炉12を用いて、半導体装置(デバイス)の製造工程の一工程として、基板としてのウエハ24上に薄膜を形成する処理を実施した後、処理室22内をクリーニングする方法について説明する。

基板処理装置10を構成する各部の動作は、コントローラ200により制御される。

【0062】

本明細書において「ウエハ」という言葉を用いた場合は、「ウエハそのもの」を意味する場合や、「ウエハとその表面に形成された所定の層や膜等との積層体(集合体)」を意味する場合(すなわち、表面に形成された所定の層や膜等を含めてウエハと称する場合)がある。また、本明細書において「ウエハの表面」という言葉を用いた場合は、「ウエハそのものの表面(露出面)」を意味する場合や、「ウエハ上に形成された所定の層や膜等の表面、すなわち、積層体としてのウエハの最表面」を意味する場合がある。

20

【0063】

従って、本明細書において「ウエハに対して所定のガスを供給する」と記載した場合は、「ウエハそのものの表面(露出面)に対して所定のガスを直接供給する」ことを意味する場合や、「ウエハ上に形成されている層や膜等に対して、すなわち、積層体としてのウエハの最表面に対して所定のガスを供給する」ことを意味する場合がある。また、本明細書において「ウエハ上に所定の層(又は膜)を形成する」と記載した場合は、「ウエハそのものの表面(露出面)上に所定の層(又は膜)を直接形成する」ことを意味する場合や、「ウエハ上に形成されている層や膜等の上、すなわち、積層体としてのウエハの最表面の上に所定の層(又は膜)を形成する」ことを意味する場合がある。

30

【0064】

本明細書において「基板」という言葉を用いた場合も、「ウエハ」という言葉を用いた場合と同様であり、その場合、上記説明において、「ウエハ」を「基板」に置き換えて考えればよい。

【0065】

以下、原料ガスとしてH C D S ガスを用い、反応ガスとしてO₂ガス及びH₂ガスを用い、ウエハ24上にシリコン酸化膜(SiO₂膜、以下「SiO膜」ともいう)を形成した後、クリーニングガスとしてHFガスを用いて処理室22内をクリーニングする例について、図5、図6、図7を参照しつつ説明する。

40

【0066】

<ウエハチャージ及びポートロード>

まず、複数枚のウエハ24をポート28に装填(ウエハチャージ)する。ウエハ24がポート28に装填されると、シャッタ開閉機構112によりシャッタ110が移動させられて、マニホールド18の下端開口が開放される(シャッタオープン)。複数枚のウエハ24を保持したポート28はポートエレベータ106によって持ち上げられて、処理室22内に搬入(ポートロード)される。シールキャップ100は、Oリング20bを介してマニホールド18の下端をシールした状態となる。

【0067】

50

< 圧力調整及び温度調整 >

次いで、処理室 2 2 内が所望の圧力（真空度）となるように真空ポンプ 9 6 によって真空排気される。この際、処理室 2 2 内の圧力が圧力センサ 9 2 で測定され、この測定された圧力情報に基づいて A P C バルブ 9 4 がフィードバック制御される（圧力調整）。真空ポンプ 9 6 は、少なくともウエハ 2 4 に対する処理が完了するまでの間は常時作動した状態を維持する。

【 0 0 6 8 】

処理室 2 2 内が所望の温度となるようにヒータ 1 4 によって加熱される。この際、処理室 2 2 内が所望の温度分布となるように温度センサ 1 1 4 が検出した温度情報に基づいてヒータ 1 4 への通電具合がフィードバック制御される（温度調整）。ヒータ 1 4 による処理室 2 2 内の加熱は、少なくともウエハ 2 4 に対する処理が完了するまでの間は継続して行われる。

【 0 0 6 9 】

続いて、回転機構 1 0 2 によりポート 2 8 及びウエハ 2 4 を回転させる。回転機構 1 0 2 によるポート 2 8 及びウエハ 2 4 の回転は、少なくともウエハ 2 4 に対する処理が完了するまでの間は継続して行われる。

【 0 0 7 0 】

< シリコン酸化膜の形成工程 >

その後、図 5、図 6 に示すように、以下の「ステップ 1」～「ステップ 4」を 1 サイクルとしてこのサイクルを所定回数行うことにより、ウエハ 2 4 上に、所定膜厚の S i O 膜を成膜する。

【 0 0 7 1 】

（ステップ 1）

「ステップ 1」において、処理室 2 0 内に収容されたウエハ 2 4 に対して原料ガス（H C D S ガス）を供給し、このウエハ 2 4 上に層（シリコン含有層）を形成する。

【 0 0 7 2 】

まず、ガス供給管 4 2 a のバルブ 4 6 a を開き、ガス供給管 4 2 a 内に H C D S ガスを流す。H C D S ガスは、ガス供給管 4 2 a から流れ、M F C 4 4 a により流量調整される。流量調整された H C D S ガスは、ノズル 4 0 a のガス供給孔 4 8 a から、加熱された減圧状態の処理室 2 2 内のウエハ 2 4 に向けて供給され、排気管 9 0 から排気される。このようにして、ウエハ 2 4 に対して H C D S ガスが供給される（H C D S ガス供給）。

【 0 0 7 3 】

このとき、不活性ガス供給管 5 2 a のバルブ 5 6 a を開き、不活性ガス供給管 5 2 a から不活性ガスとして N₂ ガスを供給するようにしてもよい。N₂ ガスは、M F C 5 4 a により流量調整されて、ガス供給管 4 2 a 内に供給される。流量調整された N₂ ガスは、流量調整された H C D S ガスとガス供給管 4 2 a 内で混合され、ノズル 4 0 a のガス供給孔 4 8 a から、加熱された減圧状態の処理室 2 2 内に供給され、排気管 9 0 から排気される。

【 0 0 7 4 】

ノズル 4 0 b , 4 0 c 内への H C D S ガスの侵入を防止するため、バルブ 5 6 b , 5 6 c , 5 6 d を開き、不活性ガス供給管 5 2 b , 5 2 c , 5 2 d 内に N₂ ガスを流すようにする。N₂ ガスは、クリーニングガス供給管 6 2 b、ガス供給管 4 2 c、ガス供給管 4 2 d、ノズル 4 0 b 及びノズル 4 0 c を介して処理室 2 2 内に供給され、排気管 9 0 から排気される。

【 0 0 7 5 】

この際、A P C バルブ 9 4 を調整して、処理室 2 2 内の圧力を、例えば 1 ~ 1 3 3 0 0 P a、好ましくは 1 0 ~ 1 3 3 0 P a の範囲内の圧力とする。

M F C 4 4 a で制御する H C D S ガスの供給流量は、例えば 1 ~ 1 0 0 0 s c c m の範囲内の流量とする。

M F C 5 4 a , 5 4 b , 5 4 c , 5 4 d で制御する N₂ ガスの供給流量はそれぞれ、例えば 1 0 0 ~ 2 0 0 0 s c c m の範囲内の流量とする。

10

20

30

40

50

H C D S ガスをウエハ 2 4 に対して供給する時間、すなわち、ガス供給時間（照射時間）は、例えば 1 ~ 1 2 0 秒の範囲内の時間とする。

【 0 0 7 6 】

ヒータ 1 4 の温度は、ウエハ 2 4 の温度が、例えば 3 5 0 ~ 8 0 0 、好ましくは 4 5 0 ~ 8 0 0 、より好ましくは 5 5 0 ~ 7 5 0 の範囲内の温度となるように設定する。

【 0 0 7 7 】

ウエハ 2 4 の温度が 3 5 0 未満となると、ウエハ 2 4 上において H C D S が分解・吸着しにくくなり、実用的な成膜速度が得られなくなることがある。ウエハ 2 4 の温度を 3 5 0 以上とすることで、これが解消され、十分な成膜速度が得られるようになる。

ウエハ 2 4 の温度を 4 5 0 以上とすることで、「ステップ 3」（後述）における酸化力向上の効果が顕著となる。

ウエハ 2 4 の温度を 5 5 0 以上とすることで、H C D S が十分に分解される。

【 0 0 7 8 】

ウエハ 2 4 の温度が 7 5 0 、特に 8 0 0 を超えると C V D 反応が強くなる（気相反応が支配的になる）ことで、膜厚均一性が悪化しやすくなり、その制御が困難となる場合がある。ウエハ 2 4 の温度を 8 0 0 以下とすることで、膜厚均一性の悪化が抑制され、その制御がより容易となる。

特に、ウエハ 2 4 の温度を 7 5 0 以下とすることで、膜厚均一性を確保しやすくなり、その制御が容易となる。

【 0 0 7 9 】

上述の条件下でウエハ 2 4 に対して H C D S ガスを供給することにより、ウエハ 2 4（表面の下地膜）上に、例えば 1 原子層未満から数原子層程度の厚さのシリコン含有層（S i 含有層）が形成される。S i 含有層は H C D S ガスの吸着層であってもよいし、シリコン層（S i 層）であってもよいし、その両方を含んでもよい。

S i 含有層は、シリコン（S i）及び塩素（C l）を含む層であることが好ましい。

【 0 0 8 0 】

S i 層とは、S i により構成される連続的な層の他、不連続な層や、これらが重なって形成される S i 薄膜をも含む総称である。S i により構成される連続的な層を S i 薄膜という場合もある。S i 層を構成する S i は、C l との結合が完全に切れていないものも含む。

【 0 0 8 1 】

H C D S ガスの吸着層は、H C D S ガスのガス分子の連続的な化学吸着層の他、不連続な化学吸着層をも含む。すなわち、H C D S ガスの吸着層は、H C D S 分子で構成される 1 分子層又は 1 分子層未満の厚さの化学吸着層を含む。

H C D S ガスの吸着層を構成する H C D S（S i₂C l₆）分子は、S i と C l との結合が一部切れたものも含む。

【 0 0 8 2 】

「1 原子層未満の厚さの層」とは不連続に形成される原子層のことを意味しており、「1 原子層の厚さの層」とは連続的に形成される原子層のことを意味している。「1 分子層未満の厚さの層」とは不連続に形成される分子層のことを意味しており、「1 分子層の厚さの層」とは連続的に形成される分子層のことを意味している。

【 0 0 8 3 】

H C D S ガスが自己分解（熱分解）する条件下、すなわち、H C D S の熱分解反応が生じる条件下では、ウエハ 2 4 上に S i が堆積することで S i 層が形成される。

H C D S ガスが自己分解（熱分解）しない条件下、すなわち、H C D S の熱分解反応が生じない条件下では、ウエハ 2 4 上に H C D S ガスが吸着することで H C D S ガスの吸着層が形成される。

ウエハ 2 4 上に H C D S ガスの吸着層を形成するよりも、ウエハ 2 4 上に S i 層を形成する方が、成膜レートが高くなるため好ましい。

【 0 0 8 4 】

10

20

30

40

50

ウエハ 2 4 上に形成される Si 含有層の厚さが数原子層を超えると、「ステップ 3」での酸化（改質）の作用が Si 含有層の全体に届かなくなる。また、ウエハ 2 4 上に形成可能な Si 含有層の厚さの最小値は 1 原子層未満である。このため、Si 含有層の厚さは 1 原子層未満から数原子層程度とするのが好ましい。

【 0 0 8 5 】

Si 含有層の厚さを 1 原子層以下、すなわち、1 原子層又は 1 原子層未満とすることで、「ステップ 3」での酸化反応（改質反応）の作用が相対的に高まり、「ステップ 3」での酸化反応に要する時間が短縮される。さらには、「ステップ 1」における Si 含有層形成に要する時間が短縮される。これにより、1 サイクル当たりの処理時間が短縮され、トータルでの処理時間が短縮される。すなわち、成膜レートが高くなる。

10

また、Si 含有層の厚さを 1 原子層以下とすることで、膜厚均一性の制御性が高まる。

【 0 0 8 6 】

処理室 2 2 内に供給された H C D S ガスは、ウエハ 2 4 に対して供給されるだけでなく、処理室 2 2 内の部材の表面（反応管 1 6 の内壁や、マニホールド 1 8 の内壁、処理室 2 2 内に設けられたポート 2 8 等の部材の表面）に対しても供給される。このため、Si 含有層は、ウエハ 2 4 上だけでなく、処理室 2 2 内の部材の表面にも形成されることとなる。

処理室 2 2 内の部材の表面に形成される Si 含有層も、ウエハ 2 4 上に形成される Si 含有層と同様に、H C D S ガスの吸着層を含む場合や、Si 層を含む場合や、その両方を含む場合がある。

20

【 0 0 8 7 】

原料ガス（シリコン及び塩素含有ガス）としては、H C D S ガスの他、テトラクロロシラン（シリコンテトラクロライド、 SiCl_4 、略称：T C C）ガス、トリクロロシラン（ SiHCl_3 、略称：T C S）ガス、ジクロロシラン（ SiH_2Cl_2 、略称：D C S）ガス、モノクロロシラン（ SiH_3Cl 、略称：M C S）ガスを用いてもよい。

不活性ガスとしては、 N_2 ガスの他、アルゴン（A r）、ヘリウム（H e）、ネオン（N e）、キセノン（X e）等の希ガスを用いてもよい。

【 0 0 8 8 】

（ステップ 2）

ウエハ 2 4 上に Si 含有層が形成された後、ガス供給管 4 2 a のバルブ 4 6 a を閉じ、H C D S ガスの供給を停止する。排気管 9 0 の A P C バルブ 9 4 は開いたままとして、真空ポンプ 9 6 により処理室 2 2 内を真空排気し、処理室 2 2 内に残留するガス（未反応の H C D S ガス及び / 又は Si 含有層形成に寄与した後の H C D S ガス）を処理室 2 2 内から排除する（残留ガス除去）。

30

【 0 0 8 9 】

バルブ 5 6 a , 5 6 b , 5 6 c , 5 6 d は開いたままにして、 N_2 ガスの処理室 2 2 内への供給を維持する。 N_2 ガスはパージガスとして作用し、処理室 2 2 内の残留ガスを処理室 2 2 内から排除する効果が高まる。

「ステップ 1」において処理室 2 2 内の部材に吸着した H C D S ガスは、処理室 2 2 内を真空排気することでは完全に除去されず、少なくとも一部が、処理室 2 2 内の部材の表面に吸着したまま残留する。

40

【 0 0 9 0 】

このとき、処理室 2 2 内に残留するガスは完全に排除しなくてもよく、処理室 2 2 内を完全にパージしなくてもよい。処理室 2 2 内に残留するガスが微量であれば、その後に行われる「ステップ 3」において実質的な影響は生じない。

処理室 2 2 内に供給する N_2 ガスの流量も大流量とする必要はなく、例えば、処理容器（処理室 2 2）の容積と同程度の量を供給することで、「ステップ 3」において実質的に影響が生じない程度のパージを行うことができる。

このように、処理室 2 2 内を完全にパージしない（ある程度パージした段階で次の工程に進むようにする）ことで、パージ時間を短縮し、スループットを向上させることができ

50

る。また、 N_2 ガスの消費も必要最小限に抑えることが可能となる。

【0091】

ヒータ14の温度は、ウエハ24の温度が、HCD Sガスの供給時と同じく、例えば350～800、好ましくは450～800、より好ましくは550～750の範囲内の温度となるように設定する。

各不活性ガス供給系から供給するパージガスとしての N_2 ガスの供給流量は、それぞれ例えば100～2000 sccmの範囲内の流量とする。

パージガスとしては、 N_2 ガスの他、Ar, He, Ne, Xe等の希ガスを用いてもよい。

【0092】

(ステップ3)

「ステップ3」において、大気圧未満の圧力下にある処理室20内の加熱されたウエハ24に対して反応ガスとして O_2 ガスと H_2 ガスを供給し、「ステップ1」において形成された層(Si含有層)を酸化して酸化層に改質する。

【0093】

処理室22内の残留ガスを除去した後、ガス供給管42cのバルブ46cを開き、ガス供給管42c内に O_2 ガスを流す。 O_2 ガスはガス供給管42cから流れ、MFC44cにより流量調整される。流量調整された O_2 ガスは、ノズル40cのガス供給孔48cから加熱された減圧状態の処理室22内に供給される。

【0094】

ガス供給管42dのバルブ46dを開き、ガス供給管42d内に H_2 ガスを流す。 H_2 ガスはガス供給管42dから流れ、MFC44dにより流量調整される。流量調整された H_2 ガスは、ガス供給管42cを經由して、ノズル40cのガス供給孔48cから加熱された減圧状態の処理室22内に供給される。

【0095】

H_2 ガスは、ガス供給管42cを經由する際に、このガス供給管42c内で O_2 ガスと混合される。ノズル40cのガス供給孔48cからは、 O_2 ガスと H_2 ガスとの混合ガスが加熱された減圧状態の処理室22内のウエハ24に向けて供給され、その後、排気管90から排気される。

このようにして、ウエハ24に対して O_2 ガスと H_2 ガスとが供給される(O_2 ガス+ H_2 ガス供給)。

【0096】

このとき、不活性ガス供給管52cのバルブ56cを開き、不活性ガス供給管52cから N_2 ガスを供給するようにしてもよい。 N_2 ガスはMFC54cにより流量調整されて、ガス供給管42c内に供給される。

また、不活性ガス供給管52dのバルブ56dを開き、不活性ガス供給管52dから不活性ガスとして N_2 ガスを供給するようにしてもよい。 N_2 ガスはMFC54dにより流量調整されて、ガス供給管42c内に供給される。

この場合、ノズル40cからは、 O_2 ガス、 H_2 ガス及び N_2 ガスの混合ガスが供給されることとなる。

不活性ガスとしては、 N_2 ガスの他、Ar, He, Ne, Xe等の希ガスを用いてもよい。

【0097】

ノズル40a, 40b内への O_2 ガスと H_2 ガスとの侵入を防止するため、バルブ56a, 56bを開き、不活性ガス供給管52a, 52b内に N_2 ガスを流すようにする。 N_2 ガスは、ガス供給管42a及びノズル40a、クリーニングガス供給管62b及びノズル40bを介して処理室22内に供給され、排気管90から排気される。

【0098】

APCバルブ94を調整して、処理室22内の圧力を、大気圧未満、例えば1～1000 Paの範囲内の圧力に維持する。

10

20

30

40

50

MFC44cで制御するO₂ガスの供給流量は、例えば1000~10000sccmの範囲内の流量とする。MFC44dで制御するH₂ガスの供給流量は、例えば1000~10000sccmの範囲内の流量とする。MFC54a, 54b, 54c, 54dで制御するN₂ガスの供給流量はそれぞれ、例えば100~2000sccmの範囲内の流量とする。

O₂ガス及びH₂ガスをウエハ24に対して供給する時間、すなわち、ガス供給時間(照射時間)は、例えば1~120秒の範囲内の時間とする。

【0099】

ヒータ14の温度は、ウエハ24の温度が、「ステップ1」のHCDSガスの供給時と同様な温度帯であって、後述する酸化力向上の効果が顕著となる温度帯、例えば450~800、好ましくは550~750の範囲内の温度となるように設定する。

10

この範囲内の温度であれば減圧雰囲気下でのO₂ガスへのH₂ガス添加による酸化力向上の効果が顕著となる。また、ウエハ24の温度が低すぎると酸化力向上効果が得られにくい。

【0100】

スループットを考慮すると、「ステップ1」~「ステップ3」で処理室22内の温度を同様な温度帯に保持するようにヒータ14の温度を設定するのが好ましい。

「ステップ1」~「ステップ4」にかけて処理室22内の温度を同様な温度帯に保持するようにヒータ14の温度を設定するのがより好ましい。この場合、「ステップ1」~「ステップ4」にかけて処理室22内の温度が例えば450~800、好ましくは550~750の範囲内で一定となるようにヒータ14の温度を設定する。

20

【0101】

上述の条件下でO₂ガス及びH₂ガスを処理室22内に供給することで、O₂ガス及びH₂ガスは、加熱された減圧雰囲気下においてノンプラズマで熱的に活性化(励起)されて反応し、これにより原子状酸素(O)等の酸素を含む水分(H₂O)非含有の酸化種が生成される。そして、主にこの酸化種により、「ステップ1」でウエハ24上に形成されたSi含有層に対して酸化処理が行われる。

この酸化種の持つエネルギーは、Si含有層中に含まれるSi-N、Si-Cl、Si-H、Si-Cの結合エネルギーよりも高いため、この酸化種のエネルギーをSi含有層に与えることで、Si含有層中に含まれるSi-N、Si-Cl、Si-H、Si-C結合は切り離される。Siとの結合を切り離されたN、H、Cl、Cは膜中から除去され、N₂、H₂、Cl₂、HCl、CO₂等として排出される。また、N、H、Cl、Cとの結合が切られることで余ったSiの結合手は、酸化種に含まれるOと結びつきSi-O結合が形成される。

30

このようにして、Si含有層は、Cl等の不純物の含有量が少ないシリコン酸化層(SiO₂層、以下、単にSiO層ともいう。)へと変化させられる(改質される)。

【0102】

この酸化処理によれば、O₂ガスを単独で供給する場合や水蒸気(H₂O)を供給する場合に比べ、酸化力を大幅に向上させることができる。減圧雰囲気下においてO₂ガスにH₂ガスを添加することで、O₂ガス単独供給の場合やH₂Oガスを供給する場合に比べ大幅な酸化力向上効果が得られる。

40

【0103】

処理室22内で生成される酸化種は、ウエハ24に対して供給されるだけでなく、処理室22内の部材の表面にも供給されることとなる。その結果、処理室22内の部材の表面に形成されたSi含有層の一部は、ウエハ24上に形成されたSi含有層と同様に、SiO層へと変化させられる(改質される)。

【0104】

「ステップ3」では、O₂ガスとH₂ガスのうち少なくともいずれか一方又は両方をプラズマで活性化させて流すこともできる。O₂ガス及び/又はH₂ガスをプラズマで活性化させて流すことで、よりエネルギーの高い活性種を含む酸化種を生成することができ、この

50

酸化種により酸化処理を行うことで、デバイス特性が向上する等の効果も考えられる。

【 0 1 0 5 】

上述の温度帯では、 O_2 ガスと H_2 ガスとは熱で活性化されて十分に反応し、十分な量の原子状酸素（ O ）等の H_2O 非含有の酸化種が生成される。このため、 O_2 ガスと H_2 ガスとをノンプラズマで熱的に活性化させても十分な酸化力が得られる。

O_2 ガスと H_2 ガスは熱で活性化させて供給した方が、プラズマダメージを与えることなく比較的ソフトな反応を生じさせることができ、上述の酸化処理を比較的ソフトに行うことができる。

【 0 1 0 6 】

酸素含有ガス、すなわち、酸化性ガスとしては、 O_2 ガスの他、オゾン（ O_3 ）ガス等を用いてもよい。

10

上述の温度帯において、一酸化窒素（ NO ）ガスや亜酸化窒素（ N_2O ）ガスへの水素含有ガス添加効果を試したところ、 NO ガス単独供給や N_2O ガス単独供給に比べて酸化力向上の効果が得られないことが確認された。酸素含有ガスとしては N 非含有の酸素含有ガス（ N を含まず O を含むガス）を用いるのが好ましい。

【 0 1 0 7 】

水素含有ガス、すなわち、還元性ガスとしては、 H_2 ガスの他、重水素（ D_2 ）ガス等を用いてもよい。

アンモニア（ NH_3 ）ガスやメタン（ CH_4 ）ガス等を用いると、窒素（ N ）不純物や炭素（ C ）不純物の膜中への混入が考えられる。水素含有ガスとしては、他元素非含有の水素含有ガス（他元素を含まず水素または重水素を含むガス）を用いるのが好ましい。

20

【 0 1 0 8 】

酸素含有ガスとしては、 O_2 ガス及び O_3 ガスよりなる群から選択される少なくとも一つのガスを用いることができ、水素含有ガスとしては、 H_2 ガス及び D_2 ガスよりなる群から選択される少なくとも一つのガスを用いることができる。

【 0 1 0 9 】

（ステップ4）

Si 含有層を SiO 酸化層へと変化させた後、ガス供給管42cのバルブ46cを閉じ、 O_2 ガスの供給を停止する。また、ガス供給管42dのバルブ46dを閉じ、 H_2 ガスの供給を停止する。

30

排気管90のAPCバルブ94は開いたままとし、真空ポンプ96により処理室22内を真空排気し、残留した O_2 ガス、 H_2 ガス、反応副生成物等を処理室22内から排除する（残留ガス除去）。バルブ56a, 56b, 56c, 56dは開いたままとして、不活性ガスとしての N_2 ガスの処理室22内への供給を維持する。

N_2 ガスはパージガスとして作用し、処理室22内に残留する未反応又は SiO 層形成に寄与した後の O_2 ガス、 H_2 ガス、反応副生成物等を処理室22内から排除する効果をさらに高める。

【 0 1 1 0 】

このとき、処理室22内に残留するガスを完全に排除しなくてもよく、処理室22内を完全にパージしなくてもよい。処理室22内に残留するガスが微量であれば、その後に行われる「ステップ1」において実質的な影響は生じない。

40

処理室22内に供給する N_2 ガスの流量も大流量とする必要はなく、例えば、反応管16（処理室22）の容積と同程度の量を供給することで、「ステップ1」において実質的に影響が生じない程度のパージを行うことができる。

このように、処理室22内を完全にパージしない（ある程度パージした段階で次の工程に進むようにする）ことで、パージ時間を短縮し、スループットを向上させることができる。また、 N_2 ガスの消費も必要最小限に抑えることが可能となる。

【 0 1 1 1 】

ヒータ14の温度は、ウエハ24の温度が、 O_2 ガス及び H_2 ガスの供給時と同じく、例えば450～800、好ましくは550～750の範囲内の温度となるように設定す

50

る。

各不活性ガス供給系から供給するパージガスとしてのN₂ガスの供給流量はそれぞれ、例えば100～2000 s c c mの範囲内の流量とする。

パージガスとしては、N₂ガスの他、Ar, He, Ne, Xe等の希ガスを用いてもよい。

【0112】

< 所定回数実施 >

「ステップ1」～「ステップ4」を1サイクルとして、このサイクルを所定回数（n回）行うことにより、ウエハ24上に所定膜厚のSiO膜が成膜される。

【0113】

< パージ及び大気圧復帰 >

所定膜厚のSiO膜を成膜した後、バルブ56a, 56b, 56c, 56dを開き、不活性ガス供給管52a, 52b, 52c, 52dのそれぞれから不活性ガスとしてのN₂ガスを処理室22内へ供給し、排気管90から排気する。N₂ガスはパージガスとして作用し、処理室22内が不活性ガスでパージされ、処理室22内に残留するガスが処理室22内から除去される（パージ）。

その後、処理室22内の雰囲気の不活性ガスに置換され、処理室22内の圧力が常圧に復帰される（大気圧復帰）。

【0114】

< ボートアンロード及びウエハディスチャージ >

ボートエレベータ106によりシールキャップ100が下降されて、マニホールド18の下端が開口されるとともに、処理済のウエハ24がボート28に保持された状態でマニホールド18の下端から反応管16の外部に搬出（ボートアンロード）される。

ボートアンロードの後、シャッタ開閉機構112によりシャッタ110が移動させられて、マニホールド18の下端開口がリング20cを介してシャッタ110によりシールされる（シャッタクローズ）。

そして、処理済みのウエハ24、すなわちバッチ処理後のウエハ24をボート28から取り出す（ウエハディスチャージ）。

【0115】

< クリーニング工程 >

続いて、処理室22内のクリーニングを行う。SiO膜の形成工程に際して、反応管16及びマニホールド18の内壁やボート28の表面等にも膜が堆積する。この堆積した膜（堆積膜）は、上述のバッチ処理を繰り返し行うことで累積し、徐々に厚くなる。この累積した堆積膜は、その後の処理において剥離してウエハ24に付着する等により、異物の要因となる。このため、以降の処理に備え、堆積膜の厚さが所定の厚さに達した時点で処理室22内から堆積膜を除去する。

【0116】

（ボートロード）

ウエハ24が装填されていない状態のボート28（空のボート28）を、上述のボートロードと同様の手順により処理室22内に搬入する。

【0117】

（圧力調整及び温度調整）

処理室22内が所望の圧力（真空度）となるように真空ポンプ96によって真空排気される。この際、処理室22内の圧力が圧力センサ92で測定され、この測定された圧力情報に基づいてAPCバルブ94がフィードバック制御される（圧力調整）。真空ポンプ96は、少なくとも処理室22内のクリーニングが完了するまでの間は常時作動した状態を維持する。

【0118】

処理室22内が所望の温度となるようにヒータ14によって加熱される。この際、処理室22内が所望の温度分布となるように温度センサ114が検出した温度情報に基づいて

10

20

30

40

50

ヒータ14への通電具合がフィードバック制御される(温度調整)。ヒータ14による処理室22内の加熱は、少なくとも処理室22内のクリーニングが完了するまでの間は継続して行われる。

【0119】

続いて、回転機構102によりポート28を回転させる。回転機構102によるポート28の回転は、少なくとも処理室22内のクリーニングが完了するまでの間は継続して行われる。なお、ポート28は、回転させなくてもよい。

【0120】

(クリーニングガス供給)「実施例1」

次いで、クリーニングガスを処理室22内に供給する。クリーニングガス供給パターンの実施例1においては、図7に示すように、まずノズル40cからクリーニングガスを供給した後、ノズル40bからクリーニングガスを供給する。

【0121】

ノズル40cは、ウエハ24上に形成されたSi含有層を改質する反応ガスを供給することに用いられることから、処理室22内に収容されたウエハ24の近傍に向けてガスを供給するようになっている。このため、ノズル40cは、マニホールド18側と比較して、処理室22内のウエハ24を収容する部分(図1において上方)である反応管16側にガスを供給し易い。したがって、ノズル40cからのガス供給によれば、マニホールド18側と比較して、反応管16側がクリーニングされ易い。

これに対して、ノズル40bは、ノズル40cと比較してマニホールド18側にガスを供給するようになっている。このため、ノズル40bは、反応管16側と比較して、マニホールド18側に、例えばマニホールド18の内壁面に対してガスを供給し易い。したがって、ノズル40bからのガス供給によれば、反応管16側と比較して、マニホールド18側がクリーニングされ易い。

【0122】

ところで、「ステップ1」において処理室22内に供給されるHCDSガスは、ウエハ24に対して供給されるだけでなく、処理室22内の部材の表面にも供給されることとなる。また、「ステップ3」において処理室22内で生成される酸化種は、ウエハ24に対して供給されるだけでなく、処理室22内の部材の表面にも供給されることとなる。その結果、「ステップ1」において処理室22内の部材の表面に形成されたSi含有層の一部は、「ステップ3」において、ウエハ24上に形成されたSi含有層と同様に、SiO層へと変化させられる(改質される)。

ただし、「ステップ3」においては、処理室22内における低温領域(ヒータ14により取り囲まれていない領域であって、ウエハ配列領域を水平に取り囲む領域以外の領域)では、高温領域(ヒータ14により取り囲まれる領域であって、ウエハ配列領域を水平に取り囲む領域)に比べて、原子状酸素(O)等の酸素を含むH₂O非含有の酸化種の供給量が少なくなる。また、「ステップ1」においては、処理室22内における低温領域では、高温領域に比べてHCDSガスの吸着層が厚く形成されやすくなる。その結果、低温領域に形成されたSi含有層は、未反応、又は一部が反応するだけで、酸化不十分のまま残留し易くなる。

具体的には、処理室22内の部材のうち、反応管16内壁の下方部分、マニホールド18の内壁、ノズル40a, 40cの下部、シールキャップ100の上面、回転軸104の側面、断熱部材30の側面や底面、排気管90の内壁等に形成されたHCDSガスの吸着層は、未反応、又は一部が反応するだけで、酸化不十分のまま残留し易くなる。

【0123】

また、ポートアンロードを実施すると、処理室22内には、H₂Oを含む外気(大気)がマニホールド18の下方開口部から侵入する。これにより、マニホールド18の内壁、シールキャップ100の上面、回転軸104の側面、断熱部材30の側面や底面等は、H₂Oを含む大気に晒される。

上述したように、処理室22内の部材のうち、反応管16内壁の下方部分、マニホールド

10

20

30

40

50

ド18の内壁、ノズル40a, 40cの下部、シールキャップ100の上面、回転軸104の側面、断熱部材30の側面や底面、排気管90の内壁等には、HCD Sガスの吸着層が厚く形成され、酸化不十分のまま残留していることがある。

この状態でポートアンロードを実施すると、HCD Sガスの吸着層が、大気中のH₂Oによって酸化され、Clを含む反応副生成物に変化することがある。そしてこの反応副生成物が堆積してなる膜(堆積膜)は、比較的脆く、剥離し易いため、異物(パーティクル)を発生させ易い。

【0124】

このため、マニホールド18により近い側から低温領域に向けてクリーニングガスを供給するようにすることで、比較的脆く、剥離し易い堆積膜が低温領域に形成されていてもこのような堆積膜がクリーニングされ易くなり、処理室20内から堆積膜が効果的に除去される。

【0125】

このように、ノズル40cとノズル40bとからクリーニングガスを供給することによって、ノズル40cのみを用いてクリーニングガスを供給する場合と比較して(図7中、比較例1)、処理室22内のクリーニングに要する時間が短縮される。

【0126】

クリーニングガスを供給する工程においては、具体的には、クリーニングガス供給管62aのバルブ66aを開き、クリーニングガス供給管62a内にHFガスを流す。HFガスはクリーニングガス供給管62aから流れ、MFC64aにより流量調整される。流量調整されたHFガスは、ノズル40cのガス供給孔48cから処理室22内に供給され、反応管16及びマニホールド18の内壁やポート28の表面等に接触し、排気管90から排気される。

このとき、不活性ガス供給管52bのバルブ56bを開き、ノズル40bから不活性ガスとしてのN₂ガスを供給する。

ノズル40cから供給されるHFガス及びノズル40bから供給されるN₂ガスにより、図8(a)に示されているように、主に反応管16の内壁やポート28の表面等の比較的温度の高い領域に対してクリーニングが行われる(高温部クリーニング)。

【0127】

なおこのとき、ノズル40a内へのHFガスの侵入を防止するため、バルブ56aを開き、不活性ガス供給管52a内にN₂ガスを流すようにするのが好ましい。この場合、N₂ガスは、ガス供給管42a、ノズル40aを介して処理室22内に供給され、排気管90から排気されることとなる。

【0128】

予め定められた時間、ノズル40cからHFガスを供給した後、クリーニングガス供給管62aのバルブ66a及び不活性ガス供給管52bのバルブ56bを閉じて、クリーニングガス供給管62aからのHFガスの供給及び不活性ガス供給管52bからのN₂ガスの供給を停止する。次いで、クリーニングガス供給管62bのバルブ66bを開き、クリーニングガス供給管62b内にHFガスを流す。HFガスはクリーニングガス供給管62bから流れ、MFC64bにより流量調整される。流量調整されたHFガスは、ノズル40bのガス供給孔48bから処理室22内に供給され、マニホールド18の内壁やシールキャップ100の上面や回転軸104の側面等に接触し、排気管90から排気される。

このとき、不活性ガス供給管52c, 52dのバルブ56c, 56dを開き、ノズル40cから不活性ガスとしてのN₂ガスを供給する。

ノズル40bから供給されるHFガス及びノズル40cから供給されるN₂ガスにより、図8(b)に示されているように、主にマニホールド18の内壁やシールキャップ100の上面や回転軸104の側面等の比較的温度の低い領域に対してクリーニングが行われる(低温部クリーニング)。

予め定められた時間、ノズル40bからHFガスを供給した後、クリーニングガス供給管62bのバルブ66b及び不活性ガス供給管52c, 52dのバルブ56c, 56dを

10

20

30

40

50

閉じて、クリーニングガス供給管 6 2 b からの H F ガスの供給及び不活性ガス供給管 5 2 c , 5 2 d からの N₂ ガスの供給を停止する。

【 0 1 2 9 】

なおこのとき、ノズル 4 0 a 内への H F ガスの侵入を防止するため、バルブ 5 6 a を開き、不活性ガス供給管 5 2 a 内に N₂ ガスを流すようにするのが好ましい。この場合、N₂ ガスは、ガス供給管 4 2 a、ノズル 4 0 a を介して処理室 2 2 内に供給され、排気管 9 0 から排気されることとなる。

【 0 1 3 0 】

クリーニングの際、A P C バルブ 9 4 を調整して、処理室 2 2 内の圧力を、例えば 1 3 3 ~ 5 0 0 0 0 P a の範囲内の圧力とする。

M F C 6 4 a , 6 4 b で制御する H F ガスの供給流量はそれぞれ、例えば 1 ~ 1 0 0 0 s c c m の範囲内の流量とする。

ヒータ 1 4 の温度は、処理室 2 2 内の温度が、例えば 7 5 以上 1 0 0 未満の範囲内の温度となるように設定するのが好ましい。クリーニングガスとして H F ガスを用いた場合、7 5 未満であると、反応管 1 6 及びマニホールド 1 8 等の表面にこの H F ガスが多層吸着することがある。この多層吸着は、腐食反応を引き起こし得る。また、1 0 0 以上であると、金属部材が腐食することがある。

【 0 1 3 1 】

クリーニングガスとしては、H F ガスを単独で用いる他、H F ガスを、N₂ ガス、A r ガス、H e ガス等の不活性ガスで希釈したガスや、H F ガスとフッ素 (F₂) ガスとの混合ガスや、H F ガスとフッ化塩素 (C l F₃) ガスとの混合ガスや、あるいは、C l F₃ ガス等を用いるようにしもよい。

【 0 1 3 2 】

< パージ及び大気圧復帰 >

予め定められた時間、H F ガスを供給して堆積膜を除去した後、バルブ 5 6 a , 5 6 b , 5 6 c , 5 6 d を開き、不活性ガス供給管 5 2 a , 5 2 b , 5 2 c , 5 2 d のそれぞれから不活性ガスとしての N₂ ガスを処理室 2 2 内へ供給し、排気管 9 0 から排気する。N₂ ガスはパージガスとして作用し、処理室 2 2 内が不活性ガスでパージされ、処理室 2 2 内に残留するガスが処理室 2 2 内から除去される (パージ) 。

その後、処理室 2 2 内の雰囲気の不活性ガスに置換され、処理室 2 2 内の圧力が常圧に復帰される (大気圧復帰) 。

【 0 1 3 3 】

< ポートアンロード >

上述したポートアンロードと同様の手順により、ポート 2 8 を反応管 1 6 の外部に搬出する。そして、シャッタ 1 1 0 によりマニホールド 1 8 の下端開口をシールする。

【 0 1 3 4 】

上述した実施例 1 のように、高温部クリーニングと、低温部クリーニングとを、非同時に、すなわち、同期させることなく行う場合において、低温部クリーニングの際に、ノズル 4 0 a を介して反応管 1 6 内へ N₂ ガス等の不活性ガスを供給しつつ、ノズル 4 0 b を介してマニホールド 1 8 の内壁面に向けて H F ガスを供給するのが好ましい。このとき、さらに、ノズル 4 0 c を介して反応管 1 6 内へ N₂ ガス等の不活性ガスを供給するのが好ましい。

【 0 1 3 5 】

このようにすることで、反応管 1 6 内へ供給された N₂ ガスにより、ノズル 4 0 b を介してマニホールド 1 8 の内壁面に向けて供給された H F ガスを上から押さえつけることができる。すなわち、反応管 1 6 内へ供給された N₂ ガスにより、ノズル 4 0 b を介してマニホールド 1 8 の内壁面に向けて供給された H F ガスの反応管 1 6 内上方への流れ込みおよび拡散を抑制 (ブロック) することができる。これにより、ノズル 4 0 b を介して供給された H F ガスをマニホールド 1 8 の内壁面等の低温部に積極的に (集中的に) 接触させることができ、マニホールド 1 8 の内壁面等の低温部に付着した比較的除去しにくい堆積

10

20

30

40

50

物を効率的に除去することが可能となる。マニホールド18の内壁面等の低温部に付着した堆積物は、反応管16の内壁面等の高温部に付着した堆積物よりも除去しづらいことが確認されており、このN₂ガスによるHFガスの流れおよび拡散の規制により、低温部に付着した比較的除去しにくい堆積物を効率的に除去することが可能となる。

【0136】

なお、高温部クリーニングの際は、低温部クリーニングと逆に、ノズル40bを介してマニホールド18の内へN₂ガス等の不活性ガスを供給しつつ、ノズル40cを介して反応管16内へHFガスを供給するのが好ましい。これにより、反応管16内へ供給されたHFガスを下から押し上げ、HFガスのマニホールド18内への流れ込みおよび拡散を抑制（ブロック）することができ、反応管16の内壁に付着した堆積物を効率的に除去することが可能となる。

10

【0137】

また、低温部クリーニングの際に、ノズル40bを介して供給するHFガスの供給濃度（ノズル40b内におけるHFガスの濃度）を、高温部クリーニングの際に、ノズル40cを介して供給するHFガスの供給濃度（ノズル40c内におけるHFガスの濃度）よりも高くするのが好ましい。例えば、ノズル40bを介して供給するHFガスの供給濃度を80～100%、例えば100%とし、ノズル40cを介して供給するHFガスの供給濃度を10～30%、例えば10～20%とする。これにより、ノズル40bを介して供給された高濃度のHFガスにより、マニホールド18の内壁面等の低温部に付着した比較的除去しにくい堆積物を効率的に除去することが可能となる。上述のように、マニホールド18の内壁面等の低温部に付着した堆積物は、反応管16の内壁面等の高温部に付着した堆積物よりも除去しづらいことが確認されており、このHFガスの濃度調整により、低温部に付着した比較的除去しにくい堆積物を効率的に除去することが可能となる。なお、HFガスの供給濃度は、例えば「HFガスの供給流量 / (HFガスの供給流量 + N₂ガスの供給流量)」という式で表すことができ、それぞれのHFガスの供給濃度は、例えば、それぞれのノズル内へ供給するHFガスの供給流量とN₂ガスの供給流量とを調整することで制御することができる。例えば、ノズル40bを介して供給するHFガスの供給濃度は、クリーニングガス供給管62b内へ供給するHFガスの供給流量と、不活性ガス供給管52b内へ供給するN₂ガスの供給流量とを、MFC64b, 54bにより、それぞれ調整することで制御することができる。また例えば、ノズル40cを介して供給するHFガスの供給濃度は、クリーニングガス供給管62a内へ供給するHFガスの供給流量と、不活性ガス供給管52c, 52d内へ供給するN₂ガスの供給流量とをMFC64a, 54c, 54dにより、それぞれ調整することで制御することができる。

20

30

【0138】

クリーニングガス供給におけるガス供給のパターンについて、上述した実施例1に替えて、以下の実施例2～5のようにしてもよい。

【0139】

（クリーニングガス供給）「実施例2」

クリーニングガス供給パターンの実施例2においては、ノズル40cからクリーニングガスを供給するとともに、ノズル40bからクリーニングガスを供給する。

40

【0140】

具体的には、クリーニングガス供給管62aのバルブ66aを開き、クリーニングガス供給管62a内にHFガスを流す。HFガスはクリーニングガス供給管62aから流れ、MFC64aにより流量調整される。流量調整されたHFガスは、ノズル40cのガス供給孔48cから処理室22内に供給され、反応管16及びマニホールド18の内壁やポート28の表面等に接触し、排気管90から排気される。

ノズル40cから供給されるHFガスにより、主に反応管16の内壁やポート28の表面等の比較的温度の高い領域に対してクリーニングが行われる。

【0141】

このとき同時に、クリーニングガス供給管62bのバルブ66bを開き、クリーニング

50

ガス供給管 6 2 b 内に H F ガスを流す。H F ガスはクリーニングガス供給管 6 2 b から流れ、M F C 6 4 b により流量調整される。流量調整された H F ガスは、ノズル 4 0 b のガス供給孔 4 8 b から処理室 2 2 内に供給され、マニホールド 1 8 の内壁やシールキャップ 1 0 0 の上面や回転軸 1 0 4 の側面等に接触し、排気管 9 0 から排気される。

ノズル 4 0 b から供給される H F ガスにより、主にマニホールド 1 8 の内壁やシールキャップ 1 0 0 の上面や回転軸 1 0 4 の側面等の比較的温度の低い領域に対してクリーニングが行われる。

予め定められた時間、ノズル 4 0 c 及びノズル 4 0 b から H F ガスを供給した後、クリーニングガス供給管 6 2 a のバルブ 6 6 a 及びクリーニングガス供給管 6 2 b のバルブ 6 6 b を閉じて、クリーニングガス供給管 6 2 a 及びクリーニングガス供給管 6 2 b からの H F ガスの供給を停止する。

10

【 0 1 4 2 】

なおこのとき、ノズル 4 0 a 内への H F ガスの侵入を防止するため、バルブ 5 6 a を開き、不活性ガス供給管 5 2 a 内に N₂ ガスを流すようにするのが好ましい。この場合、N₂ ガスは、ガス供給管 4 2 a、ノズル 4 0 a を介して処理室 2 2 内に供給され、排気管 9 0 から排気されることとなる。

【 0 1 4 3 】

実施例 2 によれば、クリーニングに要する時間が比較例 1 よりも短縮され、実施例 1 よりもさらに短縮される。

【 0 1 4 4 】

(クリーニングガス供給) 「実施例 3」

クリーニングガス供給パターンの実施例 3 においては、ノズル 4 0 c からのクリーニングガスの供給と、ノズル 4 0 b からのクリーニングガスの供給とを交互に複数回行う。

20

【 0 1 4 5 】

具体的には、クリーニングガス供給管 6 2 a のバルブ 6 6 a を開き、クリーニングガス供給管 6 2 a 内に H F ガスを流す。H F ガスはクリーニングガス供給管 6 2 a から流れ、M F C 6 4 a により流量調整される。流量調整された H F ガスは、ノズル 4 0 c のガス供給孔 4 8 c から処理室 2 2 内に供給され、反応管 1 6 及びマニホールド 1 8 の内壁やポート 2 8 の表面等に接触し、排気管 9 0 から排気される。

このとき、不活性ガス供給管 5 2 b のバルブ 5 6 b を開き、ノズル 4 0 b から不活性ガスとしての N₂ ガスを供給する。

30

ノズル 4 0 c から供給される H F ガス及びノズル 4 0 b から供給される N₂ ガスにより、図 8 (a) に示されているように、主に反応管 1 6 の内壁やポート 2 8 の表面等の比較的温度の高い領域に対してクリーニングが行われる (高温部クリーニング) 。

【 0 1 4 6 】

なおこのとき、ノズル 4 0 a 内への H F ガスの侵入を防止するため、バルブ 5 6 a を開き、不活性ガス供給管 5 2 a 内に N₂ ガスを流すようにするのが好ましい。この場合、N₂ ガスは、ガス供給管 4 2 a、ノズル 4 0 a を介して処理室 2 2 内に供給され、排気管 9 0 から排気されることとなる。

【 0 1 4 7 】

予め定められた時間 (実施例 1 と比較して短い時間)、ノズル 4 0 c から H F ガスを供給した後、クリーニングガス供給管 6 2 a のバルブ 6 6 a 及び不活性ガス供給管 5 2 b のバルブ 5 6 b を閉じて、クリーニングガス供給管 6 2 a からの H F ガスの供給及び不活性ガス供給管 5 2 b からの N₂ ガスの供給を停止する。次いで、クリーニングガス供給管 6 2 b のバルブ 6 6 b を開き、クリーニングガス供給管 6 2 b 内に H F ガスを流す。H F ガスはクリーニングガス供給管 6 2 b から流れ、M F C 6 4 b により流量調整される。流量調整された H F ガスは、ノズル 4 0 b のガス供給孔 4 8 b から処理室 2 2 内に供給され、マニホールド 1 8 の内壁やシールキャップ 1 0 0 の上面や回転軸 1 0 4 の側面等に接触し、排気管 9 0 から排気される。

40

このとき、不活性ガス供給管 5 2 c , 5 2 d のバルブ 5 6 c , 5 6 d を開き、ノズル 4

50

0 c から不活性ガスとしての N₂ ガスを供給する。

ノズル 4 0 b から供給される H F ガス及びノズル 4 0 c から供給される N₂ ガスにより、図 8 (b) に示されているように、主にマニホールド 1 8 の内壁やシールキャップ 1 0 0 の上面や回転軸 1 0 4 の側面等の比較的温度の低い領域に対してクリーニングが行われる (低温部クリーニング) 。

予め定められた時間 (実施例 1 と比較して短い時間) 、ノズル 4 0 b から H F ガスを供給した後、クリーニングガス供給管 6 2 b のバルブ 6 6 b 及び不活性ガス供給管 5 2 c , 5 2 d のバルブ 5 6 c , 5 6 d を閉じて、クリーニングガス供給管 6 2 b からの H F ガスの供給及び不活性ガス供給管 5 2 c , 5 2 d からの N₂ ガスの供給を停止する。

【 0 1 4 8 】

なおこのとき、ノズル 4 0 a 内への H F ガスの侵入を防止するため、バルブ 5 6 a を開き、不活性ガス供給管 5 2 a 内に N₂ ガスを流すようにするのが好ましい。この場合、N₂ ガスは、ガス供給管 4 2 a、ノズル 4 0 a を介して処理室 2 2 内に供給され、排気管 9 0 から排気されることとなる。

【 0 1 4 9 】

ノズル 4 0 c からの H F ガスの供給及びノズル 4 0 b からの N₂ ガスの供給と、ノズル 4 0 b からの H F ガスの供給及びノズル 4 0 c からの N₂ ガスの供給とを交互に複数回繰り返す。すなわち、高温部クリーニングと低温部クリーニングとを交互に繰り返す。

【 0 1 5 0 】

実施例 3 によれば、クリーニングに要する時間が比較例 1 よりも短縮され、実施例 1 と同等に短縮される。また、高温部クリーニングと低温部クリーニングとを 1 サイクルとした場合、このサイクルの実施回数により、高温部および低温部のそれぞれに付着した堆積物の除去量 (エッチング量) を制御することが可能となる。

【 0 1 5 1 】

(クリーニングガス供給) 「実施例 4 」

クリーニングガス供給パターンの実施例 4 においては、ノズル 4 0 b からクリーニングガスを連続的に供給しつつ、ノズル 4 0 c からクリーニングガスを間欠的に供給する。

【 0 1 5 2 】

具体的には、クリーニングガス供給管 6 2 b のバルブ 6 6 b を開き、クリーニングガス供給管 6 2 b 内に H F ガスを流す。H F ガスはクリーニングガス供給管 6 2 b から流れ、M F C 6 4 b により流量調整される。流量調整された H F ガスは、ノズル 4 0 b のガス供給孔 4 8 b から処理室 2 2 内に供給され、マニホールド 1 8 の内壁やシールキャップ 1 0 0 の上面や回転軸 1 0 4 の側面等に接触し、排気管 9 0 から排気される。

ノズル 4 0 b から供給される H F ガスにより、主にマニホールド 1 8 の内壁やシールキャップ 1 0 0 の上面や回転軸 1 0 4 の側面等の比較的温度の低い領域に対してクリーニングが行われる。

【 0 1 5 3 】

これに合わせて、クリーニングガス供給管 6 2 a のバルブ 6 6 a を開き、クリーニングガス供給管 6 2 a 内に H F ガスを流す。H F ガスはクリーニングガス供給管 6 2 a から流れ、M F C 6 4 a により流量調整される。流量調整された H F ガスは、ノズル 4 0 c のガス供給孔 4 8 c から処理室 2 2 内に供給され、反応管 1 6 及びマニホールド 1 8 の内壁やポート 2 8 の表面等に接触し、排気管 9 0 から排気される。

ノズル 4 0 c から供給される H F ガスにより、主に反応管 1 6 の内壁やポート 2 8 の表面等の比較的温度の高い領域に対してクリーニングが行われる。

予め定められた時間 (実施例 1 と比較して短い時間) 、ノズル 4 0 c から H F ガスを供給した後、クリーニングガス供給管 6 2 a のバルブ 6 6 a を閉じて、クリーニングガス供給管 6 2 a からの H F ガスの供給を停止する。

続いて、予め定められた時間 (例えば、バルブ 6 6 a を開いていた時間と同等の時間) が経過した後、再び、クリーニングガス供給管 6 2 a のバルブ 6 6 a を開き、このクリーニングガス供給管 6 2 a 内に H F ガスを流す。

10

20

30

40

50

この操作を繰り返して、ノズル 4 0 c から間欠的に H F ガスを供給する。

【 0 1 5 4 】

実施例 4 によれば、クリーニングに要する時間が比較例 1 よりも短縮され、実施例 1 よりもさらに短縮される。また、比較的温度の低い領域への H F ガスの接触時間を比較的湿度の高い領域への H F ガスの接触時間よりも長くすることができ、比較的湿度の低い領域に対するクリーニングを集中的に行うことが可能となる。

【 0 1 5 5 】

(クリーニングガス供給)「実施例 5」

クリーニングガス供給パターンの実施例 5 においては、ノズル 4 0 c からクリーニングガスを連続的に供給しつつ、ノズル 4 0 b からクリーニングガスを間欠的に供給する。

10

【 0 1 5 6 】

具体的には、クリーニングガス供給管 6 2 a のバルブ 6 6 a を開き、クリーニングガス供給管 6 2 a 内に H F ガスを流す。H F ガスはクリーニングガス供給管 6 2 a から流れ、M F C 6 4 a により流量調整される。流量調整された H F ガスは、ノズル 4 0 c のガス供給孔 4 8 c から処理室 2 2 内に供給され、反応管 1 6 及びマニホールド 1 8 の内壁やポート 2 8 の表面等に接触し、排気管 9 0 から排気される。

ノズル 4 0 c から供給される H F ガスにより、主に反応管 1 6 の内壁やポート 2 8 の表面等の比較的湿度の高い領域に対してクリーニングが行われる。

【 0 1 5 7 】

これに合わせて、クリーニングガス供給管 6 2 b のバルブ 6 6 b を開き、クリーニングガス供給管 6 2 b 内に H F ガスを流す。H F ガスはクリーニングガス供給管 6 2 b から流れ、M F C 6 4 b により流量調整される。流量調整された H F ガスは、ノズル 4 0 b のガス供給孔 4 8 b から処理室 2 2 内に供給され、マニホールド 1 8 の内壁やシールキャップ 1 0 0 の上面や回転軸 1 0 4 の側面等に接触し、排気管 9 0 から排気される。

20

ノズル 4 0 b から供給される H F ガスにより、主にマニホールド 1 8 の内壁やシールキャップ 1 0 0 の上面や回転軸 1 0 4 の側面等の比較的湿度の低い領域に対してクリーニングが行われる。

予め定められた時間(実施例 1 と比較して短い時間)、ノズル 4 0 b から H F ガスを供給した後、クリーニングガス供給管 6 2 b のバルブ 6 6 b を閉じて、クリーニングガス供給管 6 2 b からの H F ガスの供給を停止する。

30

続いて、予め定められた時間(例えば、バルブ 6 6 b を開いていた時間と同等の時間)が経過した後、再び、クリーニングガス供給管 6 2 b のバルブ 6 6 b を開き、このクリーニングガス供給管 6 2 b 内に H F ガスを流す。

この操作を繰り返して、ノズル 4 0 b から間欠的に H F ガスを供給する。

【 0 1 5 8 】

実施例 5 によれば、クリーニングに要する時間が比較例 1 よりも短縮され、実施例 1 よりもさらに短縮され、実施例 4 と同等に短縮される。

【 0 1 5 9 】

[第二の実施形態]

次に、第二の実施形態について説明する。第一の実施形態では、上方に向かって開口したガス供給孔 4 8 b を備える L 字型のノズル 4 0 b がクリーニングガス供給管 6 2 b に接続されていたのに対し、第二の実施形態では、ノズル 3 2 0 b がクリーニングガス供給管 6 2 b に接続されており、この点で両者は異なる。本実施形態において、第一の実施形態で説明した要素と実質的に同一の要素には同一の符号を付しその説明を省略する。

40

【 0 1 6 0 】

図 9 に示すように、ノズル 3 2 0 b は、I 字型(短管型)であり、先端がマニホールド 1 8 の内壁と略面一となるように、本体部がマニホールド 1 8 の側壁を貫通して設けられている。なお、ノズル 3 2 0 b の先端を、マニホールド 1 8 の内壁から突出させるようにしてもよい。

【 0 1 6 1 】

50

ノズル 3 2 0 b の先端にはガスを供給するガス供給孔 3 2 2 b が設けられており、このガス供給孔 3 2 2 b は側方（水平方向）に向かって開口する（マニホールド 1 8 内壁側から内側に向かう方向に開口する）ように構成されている。ノズル 3 2 0 b は、ノズル 4 0 a がガスを供給する位置よりもマニホールド 1 8 側において、処理室 2 0 内の内側に向けてガスを供給するようになっている。また、ノズル 3 2 0 b は、マニホールド 1 8 の内壁面に向けてガスを供給することが可能となっている。

【 0 1 6 2 】

[第三の実施形態]

次に、第三の実施形態について説明する。第一の実施形態では、上方に向かって開口したガス供給孔 4 8 b を備えるノズル 4 0 b がクリーニングガス供給管 6 2 b に接続されていたのに対し、第三の実施形態では、ノズル 3 3 0 b がクリーニングガス供給管 6 2 b に接続されており、この点で両者は異なる。本実施形態において、第一の実施形態で説明した要素と実質的に同一の要素には同一の符号を付しその説明を省略する。

10

【 0 1 6 3 】

図 1 0 に示すように、ノズル 3 3 0 b は、L 字型のショートノズルであり、その水平部がマニホールド 1 8 の側壁を貫通するように設けられ、その垂直部がマニホールド 1 8 の内壁に沿って立ち上がるようにして設けられている。

【 0 1 6 4 】

ノズル 3 3 0 b の垂直部のマニホールド 1 8 側の側壁にはガス供給孔 3 3 2 b が設けられており、このガス供給孔 3 3 2 b はマニホールド 1 8 の内壁面に向かって開口するように構成されている。すなわち、ガス供給孔 3 3 2 b は、マニホールド 1 8 の内壁面と対向（対面）するように設けられている。

20

ノズル 3 3 0 b は、ノズル 4 0 a がガスを供給する位置よりもマニホールド 1 8 側において、ガスを直接マニホールド 1 8 の内壁側に向けて供給するようになっている。

【 0 1 6 5 】

[第四の実施形態]

次に、第四の実施形態について説明する。第一の実施形態では、上方に向かって開口したガス供給孔 4 8 b を備えるノズル 4 0 b がクリーニングガス供給管 6 2 b に接続されていたのに対し、第四の実施形態では、ノズル 3 4 0 b がクリーニングガス供給管 6 2 b に接続されており、この点で両者は異なる。本実施形態において、第一の実施形態で説明した要素と実質的に同一の要素には同一の符号を付しその説明を省略する。

30

【 0 1 6 6 】

図 1 1 に示すように、ノズル 3 4 0 b は、L 字型のショートノズルであり、その水平部がマニホールド 1 8 の側壁を貫通するように設けられ、その垂直部がマニホールド 1 8 の内壁に沿って立ち上がるようにして設けられている。

【 0 1 6 7 】

ノズル 3 4 0 b の先端にはガスを供給するガス供給孔 3 4 2 b が設けられており、このガス供給孔 3 4 2 b は上方に向かって開口する（マニホールド 1 8 側から反応管 1 6 側に向かう方向に開口する）ように構成されている。

また、ノズル 3 4 0 b の垂直部のマニホールド 1 8 側の側壁にはガス供給孔 3 4 4 b が設けられており、このガス供給孔 3 4 4 b はマニホールド 1 8 の内壁面に向かって開口するように構成されている。

40

ノズル 3 4 0 b は、ノズル 4 0 a がガスを供給する位置よりもマニホールド側 1 8 において、処理室 2 0 内の上方及びマニホールド 1 8 の内壁側に向けてガスを供給するようになっている。ノズル 3 4 0 b は、ガスを直接マニホールド 1 8 の内壁面に向けて供給することが可能となっている。

【 0 1 6 8 】

[第五の実施形態]

次に、第五の実施形態について説明する。第一の実施形態では、上方に向かって開口したガス供給孔 4 8 b を備えるノズル 4 0 b がクリーニングガス供給管 6 2 b に接続されて

50

いたのに対し、第五の実施形態では、ノズル 3 5 0 b がクリーニングガス供給管 6 2 b に接続されており、この点で両者は異なる。本実施形態において、第一の実施形態で説明した要素と実質的に同一の要素には同一の符号を付しその説明を省略する。

【 0 1 6 9 】

図 1 2 に示すように、ノズル 3 5 0 b は、L 字型のショートノズルであり、その水平部がマニホールド 1 8 の側壁を貫通するように設けられ、その垂直部がマニホールド 1 8 の内壁に沿って下向きに設けられている。

【 0 1 7 0 】

ノズル 3 5 0 b の先端にはガスを供給するガス供給孔 3 5 2 b が設けられており、このガス供給孔 3 5 2 b は下方に向かって開口する（マニホールド 1 8 側からシールキャップ 1 0 0 側に向かう方向に開口する）ように構成されている。すなわち、ガス供給孔 3 5 2 b は、シールキャップ 1 0 0 と対向（対面）するように設けられている。

ノズル 3 5 0 b は、ノズル 4 0 a がガスを供給する位置よりもマニホールド側 1 8 において、処理室 2 0 内の下方に向けてガスを供給するようになっている。ノズル 3 5 0 b は、ガスを直接シールキャップ 1 0 0 の上面に向けて供給することが可能となっている。

【 0 1 7 1 】

[第六の実施形態]

次に、第六の実施形態について説明する。第一の実施形態では、上方に向かって開口したガス供給孔 4 8 b を備えるノズル 4 0 b がクリーニングガス供給管 6 2 b に接続されていたのに対し、第六の実施形態では、ノズル 3 6 0 b がクリーニングガス供給管 6 2 b に接続されており、この点で両者は異なる。本実施形態において、第一の実施形態で説明した要素と実質的に同一の要素については同一の符号を付しその説明を省略する。

【 0 1 7 2 】

図 1 3 に示すように、ノズル 3 6 0 b は、L 字型のショートノズルであり、その水平部がマニホールド 1 8 の側壁を貫通するように設けられ、その垂直部がマニホールド 1 8 の内壁に沿って下向きに設けられている。

【 0 1 7 3 】

ノズル 3 6 0 b の先端にはガスを供給するガス供給孔 3 6 2 b が設けられており、このガス供給孔 3 6 2 b は下方に向かって開口する（マニホールド 1 8 側からシールキャップ 1 0 0 側に向かう方向に開口する）ように構成されている。すなわち、ガス供給孔 3 6 2 b は、シールキャップ 1 0 0 と対向（対面）するように設けられている。

また、ノズル 3 6 0 b の垂直部のマニホールド 1 8 側の側壁にはガス供給孔 3 6 4 b が設けられており、このガス供給孔 3 6 4 b はマニホールド 1 8 の内壁面に向かって開口するように構成されている。すなわち、ガス供給孔 3 6 4 b は、マニホールド 1 8 と対向（対面）するように設けられている。

ノズル 3 6 0 b は、ノズル 4 0 a がガスを供給する位置よりもマニホールド側 1 8 において、処理室 2 0 内の下方及びマニホールド 1 8 の内壁側に向けてガスを供給するようになっている。ノズル 3 6 0 b は、ガスを直接シールキャップ 1 0 0 の上面に向けて、また、ガスを直接マニホールドの内壁面に向けて供給することが可能となっている。

【 0 1 7 4 】

[第七の実施形態]

次に、第七の実施形態について説明する。第七の実施形態では、第一の実施形態のマニホールド 1 8 の内壁面側に該内壁面を覆うカバー 4 0 0 を設ける。図 1 4 に示すように、カバー 4 0 0 は、シールキャップ 1 0 0 の上面に設けられ、例えば石英や SiC 等の耐熱性材料（非金属材料）で構成される。このカバー 4 0 0 とマニホールド 1 8 との間の隙間にノズル 4 0 b のガス供給孔 4 8 b を配置し、このカバー 4 0 0 とマニホールド 1 8 との間に HF ガスを流す。

【 0 1 7 5 】

カバー 4 0 0 は、マニホールド 1 8 の内側に、マニホールド 1 8 と同心円状に設けるのが好ましい。すなわち、カバー 4 0 0 は、マニホールド 1 8 の内壁面に対向（対面）する

10

20

30

40

50

ように、マニホールド 18 の内壁面を全体的に覆うように設置するのが好ましい。この構成により、HF ガスをマニホールド 18 の内壁面に、さらに積極的に（集中的に）接触させることができ、マニホールド 18 の内壁面に付着した比較的除去しにくい堆積物を効率的に除去することが可能となる。カバー 400 は、マニホールド 18 の内壁面に HF ガスを積極的に流すガイド部、すなわち、ガス流規制部（ガス流規制手段）として作用することとなる。

【0176】

[第八の実施形態]

次に、第八の実施形態について説明する。第八の実施形態では、第七の実施形態と同様、第一の実施形態のマニホールド 18 の内壁側に該内壁面を覆うカバー 410 を設ける。図 15 に示すように、カバー 410 は、上面部 410 a と側面部 410 b とで構成されている。上面部 410 a は、側面部 410 b の上端部から外側（マニホールド 18 側）に水平に延出するように構成されている。上面部 410 a を延出部と呼ぶこともできる。側面部 410 b は、上面部 410 a の端部から垂直に下方へ向かって延びている（垂下している）ことから、垂下部と呼ぶこともできる。マニホールド 18 の内壁の上端部には、マニホールド 18 の内側に向かって水平に突出する突起部 18 a が設けられている。この突起部 18 a により、カバー 410 の上面部 410 a が支持される。突起部 18 a は、カバー 410 を支持する支持部として機能する。カバー 410 は、下方が開放するように設けられ、例えば石英や SiC 等の耐熱性材料（非金属材料）で構成される。このカバー 410 とマニホールド 18 との間の隙間にノズル 40 b のガス供給孔 48 b を配置し、このカバー 410 とマニホールド 18 との間に HF ガスを流す。

【0177】

カバー 410 は、マニホールド 18 の内側に、マニホールド 18 と同心円状に設けるのが好ましい。すなわちカバー 410 は、マニホールド 18 の内壁面に対面（対向）するように、マニホールド 18 の内壁面を略全体的に覆うように設置するのが好ましい。この構成により、HF ガスをマニホールド 18 の内壁面に、さらに積極的に（集中的に）接触させることができ、マニホールド 18 の内壁面に付着した比較的除去しにくい堆積物を効率的に除去することが可能となる。カバー 410 は、マニホールド 18 の内壁面に HF ガスを積極的に流すガイド部、すなわち、ガス流規制部（ガス流規制手段）として作用することとなる。

【0178】

この構成によっても、HF ガスをマニホールド 18 の内壁面に、さらに積極的に（集中的に）接触させることができ、マニホールド 18 の内壁面に付着した比較的除去しにくい堆積物を効率的に除去することが可能となる。

【0179】

なお、カバー 410 の上面部 410 a を反応管 16 とマニホールド 18 との間に挟むようにしてもよい。その場合、マニホールド 18 に突起部 18 a を設ける必要がなく、マニホールド 18 の形状を簡素化でき、マニホールド 18 の加工費用、つまり、基板処理装置の製造コストを低減することができる。また、カバー 410 の上面部 410 a にスリット、孔等の開口部を設け、カバー 410 の上面を開放させてもよい。また、カバー 410 を上下逆として上方を開放させた構成としてもよい。

【0180】

また、カバー 400, 410 と、第一～第六の実施形態の各ノズルとを、適宜組み合わせるようにしてもよい。

【0181】

上述した第一～第八の実施形態では、プラズマ源を備えていない基板処理装置 10 を用いる場合について説明したが、これに限らず、プラズマ源を備えた構成としてもよい。ただし、プラズマ源を備えていない場合の方が、備えている場合と比較して、基板処理装置の構造を簡素化でき、基板処理装置の製造コストを低減することができる。

【0182】

上記実施形態では、ノズル40aからHFガスを供給しないこととしている。SiO膜の形成工程では、処理室20内の部材にSiOを主成分とする堆積物が付着するのに対し、ノズル40a内にはHCDガスだけが流れるので、ノズル40a内、すなわち、ノズル40aの内壁にはSiを主成分とする堆積物が付着する。しかしながら、HFガスではSiを主成分とする堆積物は除去しづらい。よって、クリーニング工程において、ノズル40a内にHFガスを流しても、ノズル40aの内壁に付着したSiを主成分とする堆積物を除去するのは難しい。

【0183】

また、ノズル40a内にHFガスを流すと、ノズル40aの内壁に付着したSiを主成分とする堆積物とノズル40aの内壁との間にHFガスが入り込むことがあり、ノズル40aの内壁とSiを主成分とする堆積物との界面が不安定になってしまうことがある。この状態で、SiO膜の形成工程を行うと、成膜中に、ノズル40aの内壁に付着したSiを主成分とする堆積物が部分的に剥がれるなどして、異物が発生し、ウエハ24に付着してしまうことがある。

10

【0184】

これらのことから、本実施形態では、クリーニング工程において、ノズル40aを介して反応管16内へHFガスを供給することなく、ノズル40cを介して反応管16内へHFガスを供給するようにしている。すなわち、ノズル40aを介した反応管16内へのHFガスの供給を不実施としている。

【0185】

ノズル40cを介して反応管16内へHFガスを供給する際は、ノズル40a内へのHFガスの侵入を防止するために、ノズル40a内へN₂ガス等の不活性ガスを供給するのが好ましい。すなわち、不活性ガス供給管52aのバルブ56aを開き、不活性ガス供給管52aから不活性ガスとしてN₂ガスを供給するのが好ましい。これにより、ノズル40aの内壁とSiを主成分とする堆積物との界面が不安定になり、異物が発生してしまうのを防止することができる。

20

【0186】

なお、ノズル40a内のクリーニング、すなわち、ノズル40aの内壁に付着したSiを主成分とする堆積物の除去を行う必要はなく、累積膜厚が、堆積物に剥離が生じ異物が発生し始める前の所定の厚さ、例えば、4～5μmに達した時点で、ノズル40aを交換すればよい。

30

【0187】

また、本実施形態では、ノズル40bを介してマニホールド18の内壁面に向けてHFガスを供給する場合も、ノズル40aを介した反応管16内へのHFガスの供給を不実施としている。

【0188】

ノズル40bを介してマニホールド18の内壁面に向けてHFガスを供給する際も、ノズル40a内へのHFガスの侵入を防止するために、ノズル40a内へN₂ガス等の不活性ガスを供給するのが好ましい。これにより、ノズル40aの内壁とSiを主成分とする堆積物との界面が不安定になり、異物が発生してしまうのを防止することができる。またこのとき、ノズル40c内へもN₂ガス等の不活性ガスを供給し、ノズル40c内へのHFガスの侵入を防止するのが好ましい。

40

【0189】

なお、SiO膜の形成工程では、ノズル40c内にはO₂ガスやH₂ガスが流れるだけなので、ノズル40c内、すなわち、ノズル40cの内壁には堆積物が付着しないか、付着したとしてもノズル40c内に僅かに侵入したHCDガスによるもので、僅かに付着するのみとなる。よってノズル40c内のクリーニングも行う必要はない。

【0190】

また、上記実施形態では、O₂ガスとH₂ガスとを同じノズル(ノズル40c)から処理室22内に供給する構成について説明したが、これに限らず、それぞれを別々のノズルか

50

ら処理室 2 2 内に供給するようにしてもよい。ただし、複数種類のガスでノズルを共用とした場合の方が、これらを別々に配設した場合と比較して、ノズルの本数が減り、装置コストが低減し、また、メンテナンスも容易になる等のメリットがある。

H C D S ガスを供給するノズルと、 H_2 ガスを供給するノズルとを共用にして、これらと同じノズルから供給するようにしてもよい。上述の処理条件下では、ノズル内に付着した H C D S ガスと H_2 ガスとが接触しても成膜反応が生じないからである。

なお、H C D S ガスを供給するノズルと、 O_2 ガスを供給するノズルとは別々に設けるのが好ましい。温度条件によっては、ノズル内に付着した H C D S ガスと O_2 ガスとが接触することで成膜反応が生じ、堆積物が厚く形成される場合があるからである。

【 0 1 9 1 】

上記実施形態では、「ステップ 1」において S i 含有層を形成する際に、原料ガスとして、クロロシラン系原料ガスを用いる例について説明したが、クロロシラン系原料ガスの代わりに、クロロ基以外のハロゲン系のリガンドを持つシラン系原料ガスやフルオロシラン系原料ガス等を用いてもよい。

【 0 1 9 2 】

フルオロシラン系原料ガスとは、気体状態のフルオロシラン系原料、例えば、常温常圧下で液体状態であるフルオロシラン系原料を気化することで得られるガスや、常温常圧下で気体状態であるフルオロシラン系原料等のことである。

また、フルオロシラン系原料とは、ハロゲン基としてのフルオロ基を有するシラン系原料のことであり、少なくともシリコン (S i) 及びフッ素 (F) を含む原料のことである。

すなわち、フルオロシラン系原料は、ハロゲン化合物の一種ともいえる。

【 0 1 9 3 】

フルオロシラン系原料ガスとしては、例えば、テトラフルオロシラン (シリコンテトラフルオライド ($S i F_4$)) ガスや、ヘキサフルオロジシラン ($S i_2 F_6$) ガス等のフッ化シリコンガスを用いることができる。

この場合、S i 含有層を形成する際に、処理室 2 2 内のウエハ 2 4 に対して、フルオロシラン系原料ガスを供給することとなる。このようにして形成される S i 含有層は、フルオロシラン系原料ガスの吸着層を含んだり、S i 層を含んだり、その両方を含んだりする。

【 0 1 9 4 】

上記実施形態では、S i O 膜形成工程における「ステップ 3」において、加熱された大気圧未満の圧力下にある処理室 2 2 内に O_2 ガスと H_2 ガスとを供給し、S i 含有層を S i O 層に変化させる例について説明したが、本発明は係る形態に限定されない。「ステップ 3」において、 H_2 ガスを供給することなく、 O_2 ガスや O_3 ガス、 H_2O ガス等の酸素含有ガスを単独で供給するようにしてもよい。

また、これらの酸素含有ガスをプラズマで活性化して供給するようにしてもよい。

【 0 1 9 5 】

上記実施形態では、処理室 2 2 内に、H C D S ガスと、 O_2 ガス及び H_2 ガスと、を交互に供給し、ウエハ 2 4 上に S i O 膜を形成する例について説明したが、本発明は係る形態に限定されない。処理室 2 2 内に、H C D S ガスと、 O_2 ガスや O_3 ガス、 H_2O ガス等の酸素含有ガスと、を同時に供給し、ウエハ 2 4 上に S i O 膜を形成するようにしてもよい。

【 0 1 9 6 】

上記実施形態では、薄膜として、半導体元素であるシリコンを含むシリコン系薄膜を形成する例について説明したが、本発明は係る場合に限定されない。本発明は、薄膜として、例えばチタン (T i)、ジルコニウム (Z r)、ハフニウム (H f)、タンタル (T a)、アルミニウム (A l)、モリブデン (M o) 等の金属元素を含む金属系薄膜を形成する場合にも、好適に適用することができる。

【 0 1 9 7 】

10

20

30

40

50

Tiを含む金属系薄膜としてチタン酸化膜(TiO膜)を形成する場合は、原料ガスとして、例えば、チタニウムテトラクロライド(TiCl₄)等のTi及びクロロ基を含むガスや、チタニウムテトラフルオライド(TiF₄)等のTi及びフルオロ基を含むガス等を用いることができる。

酸素含有ガス及び水素含有ガスとしては、上述の実施形態と同様なガスを用いることができる。

処理条件は、例えば上述の実施形態と同様とすることができる。

【0198】

Zrを含む金属系薄膜としてジルコニウム酸化膜(ZrO膜)を形成する場合は、原料ガスとして、例えば、ジルコニウムテトラクロライド(ZrCl₄)等のZr及びクロロ基を含むガスや、ジルコニウムテトラフルオライド(ZrF₄)等のZr及びフルオロ基を含むガス等を用いることができる。

10

酸素含有ガス及び水素含有ガスとしては、上述の実施形態と同様なガスを用いることができる。

処理条件は、例えば上述の実施形態と同様とすることができる。

【0199】

Hfを含む金属系薄膜としてハフニウム酸化膜(HfO膜)を形成する場合は、原料ガスとして、例えば、ハフニウムテトラクロライド(HfCl₄)等のHf及びクロロ基を含むガスや、ハフニウムテトラフルオライド(HfF₄)等のHf及びフルオロ基を含むガス等を用いることができる。

20

酸素含有ガス及び水素含有ガスとしては、上述の実施形態と同様なガスを用いることができる。

処理条件は、例えば上述の実施形態と同様とすることができる。

【0200】

Taを含む金属系薄膜としてタンタル酸化膜(TaO膜)を形成する場合は、原料ガスとして、例えば、タンタルペンタクロライド(TaCl₅)等のTa及びクロロ基を含むガスや、タンタルペンタフルオライド(TaF₅)等のTa及びフルオロ基を含むガスを用いることができる。

酸素含有ガス及び水素含有ガスとしては、上述の実施形態と同様なガスを用いることができる。

30

処理条件は、例えば上述の実施形態と同様とすることができる。

【0201】

Alを含む金属系薄膜としてアルミニウム酸化膜(AlO膜)を形成する場合は、原料ガスとして、例えば、アルミニウムトリクロライド(AlCl₃)等のAl及びクロロ基を含むガスや、アルミニウムトリフルオライド(AlF₃)等のAl及びフルオロ基を含むガス等を用いることができる。

酸素含有ガス及び水素含有ガスとしては、上述の実施形態と同様なガスを用いることができる。

処理条件は、例えば上述の実施形態と同様とすることができる。

【0202】

40

Moを含む金属系薄膜としてモリブデン酸化膜(MoO膜)を形成する場合は、原料ガスとして、例えば、モリブデンペンタクロライド(MoCl₅)等のMo及びクロロ基を含むガスや、モリブデンペンタフルオライド(MoF₅)等のMo及びフルオロ基を含むガス等を用いることができる。

酸素含有ガス及び水素含有ガスとしては、上述の実施形態と同様なガスを用いることができる。

処理条件は、例えば上述の実施形態と同様とすることができる。

【0203】

このように、本発明は、シリコン系薄膜を形成する場合だけでなく、金属系薄膜を形成する場合にも適用することができる、この場合であっても、上述の実施形態と同様な作用効

50

果が得られる。

すなわち、本発明は、半導体元素や金属元素等の所定元素を含む薄膜を形成する場合に、好適に適用することができる。

【0204】

上記実施形態では、クリーニング工程において、ポートロードした後に処理室20内へクリーニングガスを供給する場合（処理室20内にポート28が収容されている状態で処理室20内をクリーニングする場合）について説明したが、これに限らず、ポート28のクリーニングが不要な場合は、ポートロードを省略して（処理室20内にポート28が収容されていない状態で）処理室20内へクリーニングガスを供給するようにしてもよい。

【0205】

上記実施形態では、一度に複数枚の基板を処理するバッチ式の基板処理装置を用いて薄膜を形成する例について説明したが、本発明はこれに限定されず、一度に1枚または数枚の基板を処理する枚葉式の基板処理装置を用いて薄膜を形成する場合にも、好適に適用できる。

【0206】

上記実施形態では、ホットウォール型の処理炉を有する基板処理装置を用いて薄膜を形成する例について説明したが、本発明はこれに限定されず、コールドウォール型の処理炉を有する基板処理装置を用いて薄膜を形成する場合にも、好適に適用できる。

【0207】

第一～第八の各実施形態や各実施例等は、適宜組み合わせ用いることができる。

【0208】

第一～第八の実施形態のいずれかにおいて、クリーニングガス供給パターンの実施例2を適用した場合は、いずれの実施形態においても、反応管16内にクリーニングガスを供給する工程とマニホールド18の内壁面に向けてクリーニングガスを供給する工程とが同時に行われることとなる。

特に、第三、第四、第六～八の実施形態において、クリーニングガス供給パターンの実施例2を適用した場合は、反応管16内にクリーニングガスを供給する工程とマニホールド18の内壁面やシールキャップ100の上面に向けて直接クリーニングガスを供給する工程とが同時に行われることとなる。

【0209】

第三、第四、第六～八の実施形態いずれかにおいて、クリーニングガス供給パターンの実施例3を適用した場合は、反応管16内にクリーニングガスを供給する工程とマニホールド18の内壁面やシールキャップ100の上面に向けて直接クリーニングガスを供給する工程とが交互に繰り返し行われることとなる。

【0210】

第三、第四、第六～八の実施形態いずれかにおいて、クリーニングガス供給パターンの実施例3～5いずれかを適用した場合は、反応管16内にクリーニングガスを供給する工程とマニホールド18の内壁面やシールキャップ100の上面に向けて直接クリーニングガスを供給する工程とのうち少なくとも何れかの工程が間欠的に行われる。

【0211】

第三、第四、第六～八の実施形態いずれかにおいて、クリーニングガス供給パターンの実施例4又は実施例5を適用した場合は、反応管16内にクリーニングガスを供給する工程とマニホールド18の内壁面やシールキャップ100の上面に向けて直接クリーニングガスを供給する工程とのうち一方の工程が間欠的に行われ、この一方の工程とは異なる他方の工程が連続的に行われることとなる。

【0212】

本発明は、例えば、所定の基板処理装置のプロセスレシピやクリーニングレシピを変更することでも実現できる。プロセスレシピやクリーニングレシピを変更する場合は、本発明に係るプロセスレシピやクリーニングレシピを電気通信回線や当該プロセスレシピやクリーニングレシピを記録した記録媒体を介して所定の基板処理装置にインストールしたり

10

20

30

40

50

、所定の基板処理装置の入出力装置を操作してそのプロセスレシピやクリーニングレシピ自体を本発明に係るプロセスレシピやクリーニングレシピに変更したりする。

【0213】

<本発明の好ましい態様>

以下、本発明の好ましい態様について付記する。

【0214】

(付記1)

本発明の一態様によれば、

反応管と、該反応管を支持するマニホールドと、で構成される処理室内の基板に対して、前記マニホールドに設けられ、前記マニホールドから前記反応管内まで立ち上がった第1のノズルを介して原料ガスを供給する工程と、前記処理室内の前記基板に対して、前記マニホールドに設けられ、前記マニホールドから前記反応管内まで立ち上がった第2のノズルを介して酸化ガスを供給する工程と、を含むサイクルを所定回数行うことで、前記基板上に酸化膜を形成する工程を行った後の前記処理室内をクリーニングする方法であって、

10

前記第2のノズルを介して前記反応管内へフッ化水素ガスを供給する第1のクリーニング工程と、

前記マニホールドに設けられた第3のノズルを介して前記マニホールドの内壁面に向けてフッ化水素ガスを供給する第2のクリーニング工程と、

を有するクリーニング方法が提供される。

20

【0215】

(付記2)

付記1に記載のクリーニング方法であって、好ましくは、

前記第1のクリーニング工程および前記第2のクリーニング工程では、前記第1のノズルを介した前記反応管内へのフッ化水素ガスの供給を不実施とする。すなわち、前記第1のクリーニング工程では、前記第1のノズルを介して前記反応管内へフッ化水素ガスを供給することなく、前記第2のノズルを介して前記反応管内へフッ化水素ガスを供給し、前記第2のクリーニング工程では、前記第1のノズルを介して前記反応管内へフッ化水素ガスを供給することなく、前記第3のノズルを介して前記マニホールドの内壁面に向けてフッ化水素ガスを供給する。

30

【0216】

(付記3)

付記1または2に記載のクリーニング方法であって、好ましくは、

前記第1のクリーニング工程および前記第2のクリーニング工程では、前記第1のノズルを介して前記反応管内へ不活性ガスを供給する。

【0217】

(付記4)

付記1乃至3のいずれかに記載のクリーニング方法であって、好ましくは、

前記第2のクリーニング工程において前記第3のノズルを介して供給するフッ化水素ガスの供給濃度(前記第3のノズル内におけるフッ化水素ガスの濃度)を、前記第1のクリーニング工程において前記第2のノズルを介して供給するフッ化水素ガスの供給濃度(前記第2のノズル内におけるフッ化水素ガスの濃度)よりも高くする。

40

【0218】

(付記5)

付記1乃至4のいずれかに記載のクリーニング方法であって、好ましくは、

前記第1のクリーニング工程と、前記第2のクリーニング工程とを、非同時に行う(同期させることなく行う)。

【0219】

(付記6)

付記1乃至5のいずれかに記載のクリーニング方法であって、好ましくは、

50

前記第 1 のクリーニング工程と、前記第 2 のクリーニング工程とを、を交互に行う。

【 0 2 2 0 】

(付記 7)

付記 1 乃至 8 のいずれかに記載のクリーニング方法であって、好ましくは、
前記第 1 のクリーニング工程と、前記第 2 のクリーニング工程とを、を交互に繰り返し
行う。

【 0 2 2 1 】

(付記 8)

付記 5 乃至 7 のいずれかに記載のクリーニング方法であって、好ましくは、
前記第 2 のクリーニング工程では、前記第 2 のノズルを介して前記反応管内へ不活性ガ
スを供給しつつ、前記第 3 のノズルを介して前記マニホールドの内壁面に向けてフッ化水
素ガスを供給する。

10

【 0 2 2 2 】

(付記 9)

付記 5 乃至 8 のいずれかに記載のクリーニング方法であって、好ましくは、
前記第 2 のクリーニング工程では、前記第 1 のノズルおよび前記第 2 のノズルを介して
前記反応管内へ不活性ガスを供給しつつ、前記第 3 のノズルを介して前記マニホールドの
内壁面に向けてフッ化水素ガスを供給する。

【 0 2 2 3 】

(付記 10)

付記 8 または 9 に記載のクリーニング方法であって、好ましくは、
前記第 2 のクリーニング工程では、前記反応管内へ供給された不活性ガスにより、前記
第 3 のノズルを介して前記マニホールドの内壁面に向けて供給されたフッ化水素ガスを上
から押さえつける。

20

【 0 2 2 4 】

(付記 11)

付記 8 乃至 9 のいずれかに記載のクリーニング方法であって、好ましくは、
前記第 2 のクリーニング工程では、前記反応管内へ供給された不活性ガスにより、前記
第 3 のノズルを介して前記マニホールドの内壁面に向けて供給されたフッ化水素ガスの上
方（前記反応管内上方）への流れ込みおよび拡散を抑制（ブロック）する。

30

【 0 2 2 5 】

(付記 12)

付記 1 乃至 4 のいずれかに記載のクリーニング方法であって、好ましくは、
前記第 1 のクリーニング工程と、前記第 2 のクリーニング工程とを、同時に行う。

【 0 2 2 6 】

(付記 13)

付記 1 乃至 12 のいずれかに記載のクリーニング方法であって、好ましくは、
前記第 1 のクリーニング工程と、前記第 2 のクリーニング工程とのうち少なくとも何れ
かの工程を間欠的に行う。

【 0 2 2 7 】

(付記 14)

付記 1 乃至 13 のいずれかに記載のクリーニング方法であって、好ましくは、
前記酸化ガスを供給する工程では、さらに、大気圧未満の圧力下にある前記処理室内の
前記基板に対して、前記第 1 ノズルを介して還元ガスを供給する。

40

【 0 2 2 8 】

(付記 15)

付記 1 乃至 14 のいずれかに記載のクリーニング方法であって、好ましくは、
前記原料ガスを供給する工程では、前記処理室内の前記基板に対して前記第 1 のノズル
を介して前記原料ガスを供給することで、前記基板上に層を形成し、
前記酸化ガスを供給する工程では、大気圧未満の圧力下にある前記処理室内の前記基板

50

に対して、前記第2のノズルを介して前記酸化ガスを供給し、前記第1のノズルを介して還元ガスを供給することで、前記層を酸化して酸化層に改質する。

【0229】

(付記16)

本発明の他の態様によれば、

反応管と、該反応管を支持するマニホールドと、で構成される処理室内の基板に対して、前記マニホールドに設けられ、前記マニホールドから前記反応管内まで立ち上がった第1のノズルを介して原料ガスを供給する工程と、前記処理室内の前記基板に対して、前記マニホールドに設けられ、前記マニホールドから前記反応管内まで立ち上がった第2のノズルを介して酸化ガスを供給する工程と、を含むサイクルを所定回数行うことで、前記基板上に酸化膜を形成する工程と、

10

前記酸化膜を形成する工程を行った後の前記処理室内をクリーニングする工程と、を有し、

前記処理室内をクリーニングする工程は、

前記第2のノズルを介して前記反応管内へフッ化水素ガスを供給する第1のクリーニング工程と、

前記マニホールドに設けられた第3のノズルを介して前記マニホールドの内壁面に向けてフッ化水素ガスを供給する第2のクリーニング工程と、

を有する半導体装置の製造方法、および、基板処理方法が提供される。

【0230】

20

(付記17)

本発明のさらに他の態様によれば、

反応管と、該反応管を支持するマニホールドと、で構成される処理室と、

前記処理室内へ原料ガスを供給する原料ガス供給系と、

前記処理室内へ酸化ガスを供給する酸化ガス供給系と、

前記処理室内へフッ化水素ガスを供給するフッ化水素ガス供給系と、

前記マニホールドに設けられ、前記マニホールドから前記反応管内まで立ち上がった第1のノズルと、

前記マニホールドに設けられ、前記マニホールドから前記反応管内まで立ち上がった第2のノズルと、

30

前記マニホールドに設けられた第3のノズルと、

前記処理室内の基板に対して前記第1のノズルを介して前記原料ガスを供給する処理と、前記処理室内の前記基板に対して前記第2のノズルを介して前記酸化ガスを供給する処理と、を含むサイクルを所定回数行うことで、前記基板上に酸化膜を形成する処理と、前記酸化膜を形成する処理を行った後の前記処理室内をクリーニングする処理と、を行い、前記処理室内をクリーニングする処理では、前記第2のノズルを介して前記反応管内へフッ化水素ガスを供給する第1のクリーニング処理と、前記第3のノズルを介して前記マニホールドの内壁面に向けてフッ化水素ガスを供給する第2のクリーニング処理と、を行うように、前記原料ガス供給系、前記酸化ガス供給系および前記フッ化水素ガス供給系を制御するよう構成される制御部と、

40

を有する基板処理装置が提供される。

【0231】

(付記18)

本発明のさらに他の態様によれば、

反応管と、該反応管を支持するマニホールドと、で構成される処理室内の基板に対して、前記マニホールドに設けられ、前記マニホールドから前記反応管内まで立ち上がった第1のノズルを介して原料ガスを供給する手順と、前記処理室内の前記基板に対して、前記マニホールドに設けられ、前記マニホールドから前記反応管内まで立ち上がった第2のノズルを介して酸化ガスを供給する手順と、を含むサイクルを所定回数行うことで、前記基板上に酸化膜を形成する手順と、

50

前記酸化膜を形成する工程を行った後の前記処理室内をクリーニングする手順と、
 をコンピュータに実行させ、
 前記処理室内をクリーニングする手順は、
 前記第2のノズルを介して前記反応管内へフッ化水素ガスを供給する第1のクリーニング
 手順と、
 前記マニホールドに設けられた第3のノズルを介して前記マニホールドの内壁面に向け
 てフッ化水素ガスを供給する第2のクリーニング手順と、
 を有するプログラム、および、該プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記
 録媒体が提供される。

【符号の説明】

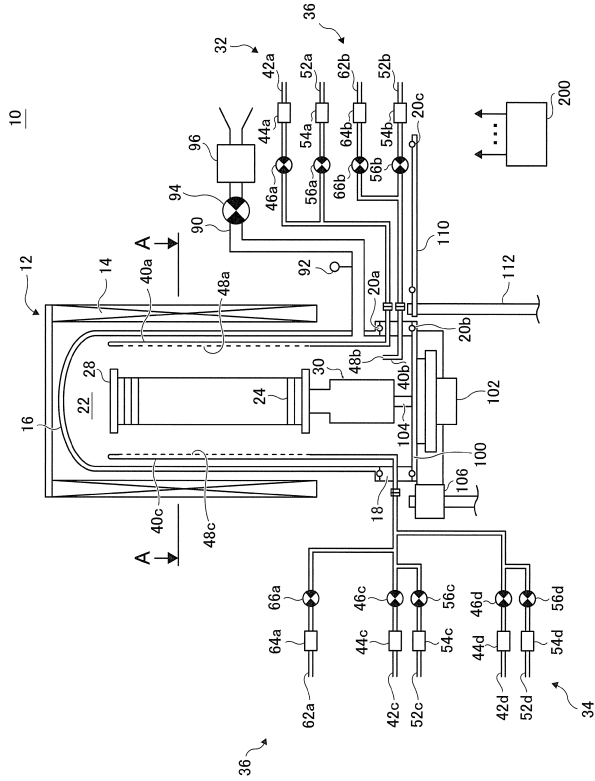
10

【0232】

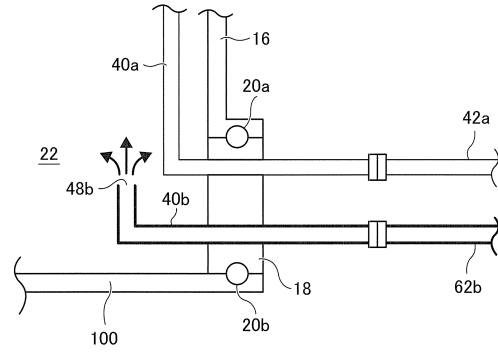
- 10 基板処理装置
- 12 処理炉
- 14 ヒータ
- 16 反応管
- 18 マニホールド
- 22 処理室
- 24 ウエハ
- 28 ポート
- 30 断熱部材
- 32 原料ガス供給系
- 34 反応ガス供給系
- 36 クリーニングガス供給系（フッ化水素ガス供給系）
- 40 a, 40 b, 40 c ノズル
- 42 a, 42 c, 42 d ガス供給管
- 52 a, 52 b, 52 c, 52 d 不活性ガス供給管
- 62 a, 62 b クリーニングガス供給管
- 90 排気管
- 200 コントローラ

20

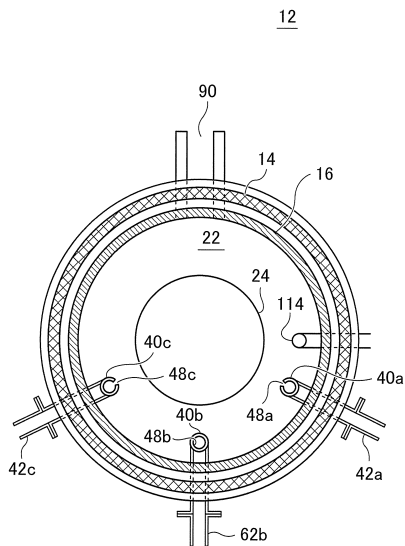
【図1】



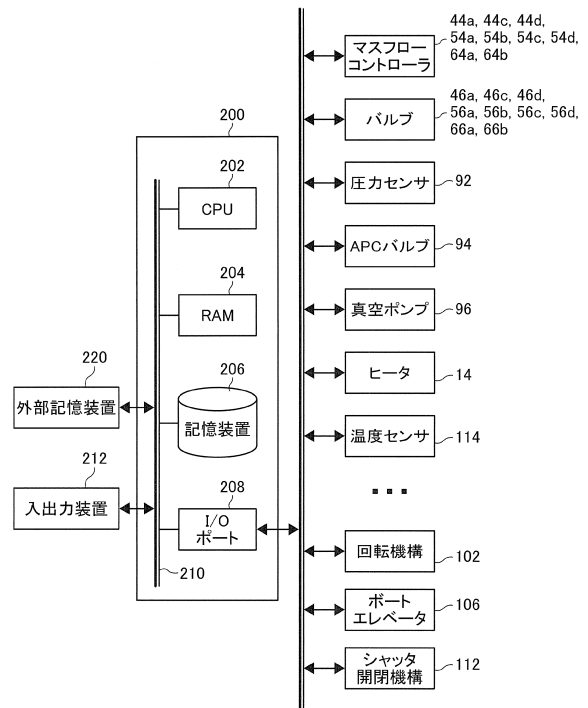
【図2】



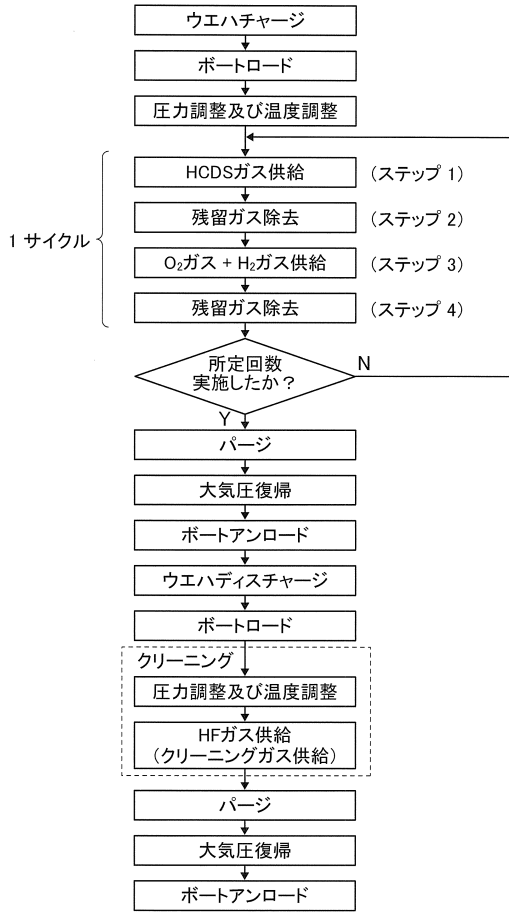
【図3】



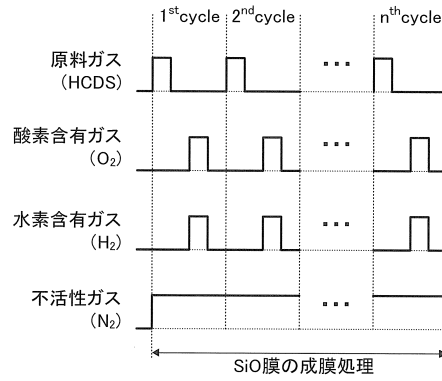
【図4】



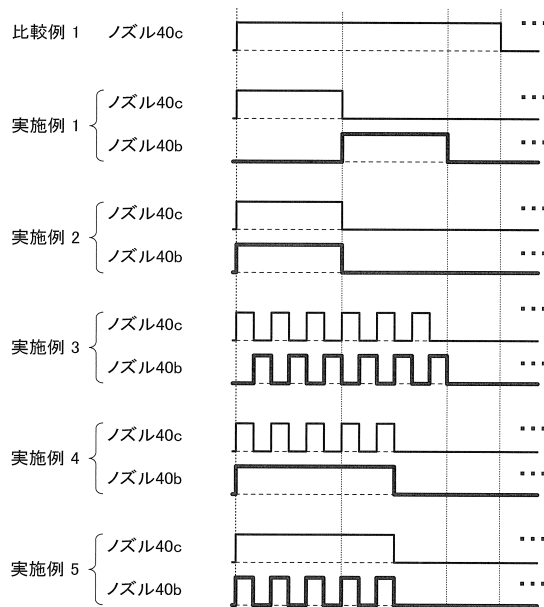
【 図 5 】



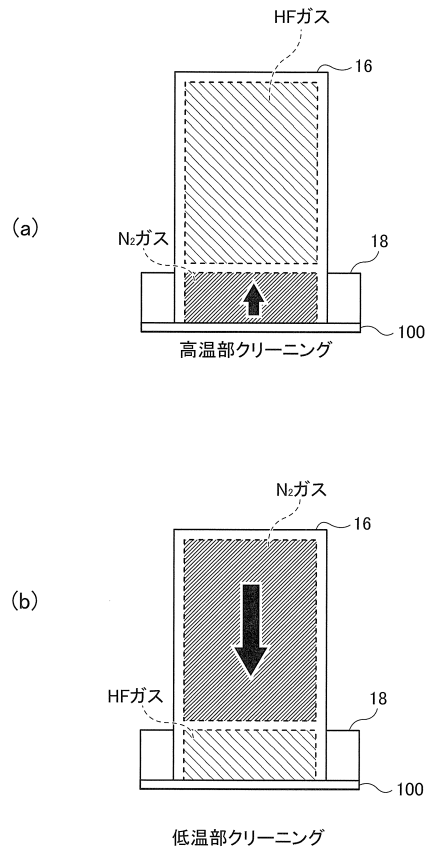
【 図 6 】



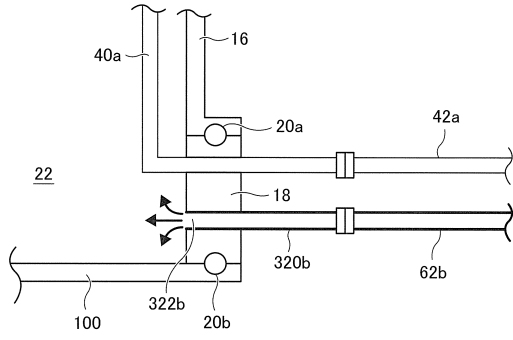
【 図 7 】



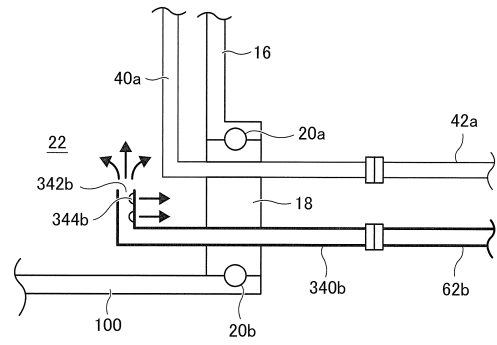
【 図 8 】



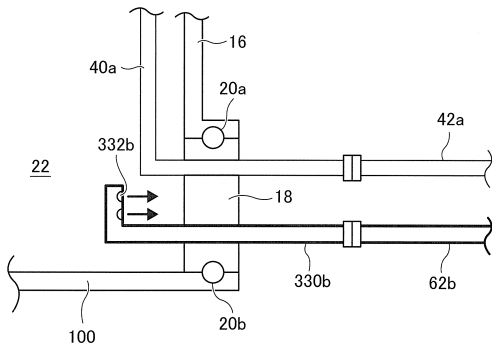
【 図 9 】



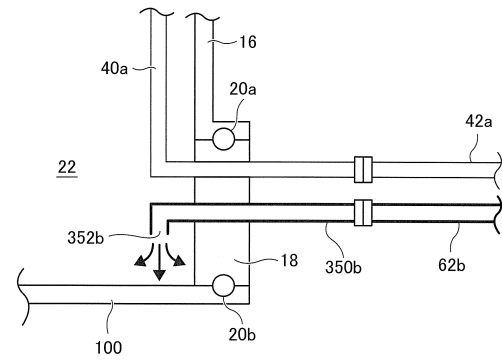
【 図 1 1 】



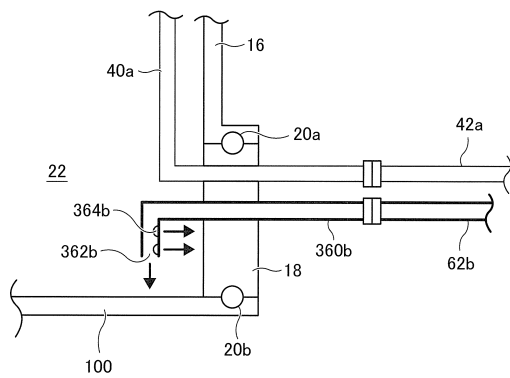
【 図 1 0 】



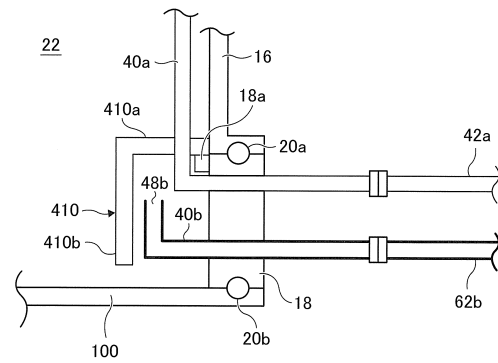
【 図 1 2 】



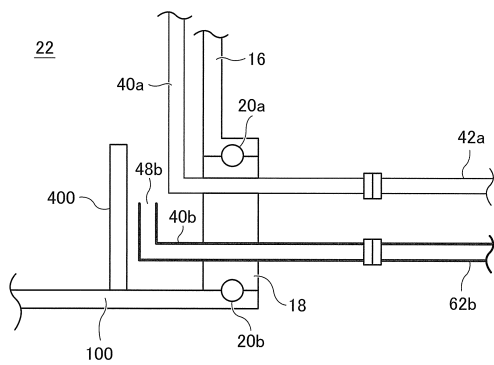
【 図 1 3 】



【 図 1 5 】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

審査官 桑原 清

- (56)参考文献 特開2011-187934(JP,A)
特開2010-171389(JP,A)
国際公開第2007/116768(WO,A1)
特開2009-033121(JP,A)
特開2009-081324(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/31
H01L 21/316
C23C 16/44