

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6093174号
(P6093174)

(45) 発行日 平成29年3月8日(2017.3.8)

(24) 登録日 平成29年2月17日(2017.2.17)

(51) Int.Cl.

F 1

H01L 21/205 (2006.01)

H01L 21/205

H01L 21/3065 (2006.01)

H01L 21/302

C23C 16/44 (2006.01)

C23C 16/44

1 O 1 H

J

請求項の数 7 (全 32 頁)

(21) 出願番号

特願2012-285311 (P2012-285311)

(22) 出願日

平成24年12月27日(2012.12.27)

(65) 公開番号

特開2013-153159 (P2013-153159A)

(43) 公開日

平成25年8月8日(2013.8.8)

審査請求日

平成27年12月24日(2015.12.24)

(31) 優先権主張番号

特願2011-285391 (P2011-285391)

(32) 優先日

平成23年12月27日(2011.12.27)

(33) 優先権主張国

日本国(JP)

(73) 特許権者 000001122

株式会社日立国際電気

東京都港区西新橋二丁目15番12号

(74) 代理人 100145872

弁理士 福岡 昌浩

(74) 代理人 100091362

弁理士 阿仁屋 節雄

(74) 代理人 100105256

弁理士 清野 仁

(72) 発明者 越 保信

富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株式会社日立国際電気内

(72) 発明者 寿崎 健一

富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株式会社日立国際電気内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】基板処理装置、半導体装置の製造方法およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板が収容される処理室と、

所定元素を含有する第1の処理ガスを前記基板に対して供給する第1のガス供給部と、
前記所定元素及びハロゲン元素を含有する第2の処理ガスを前記基板に対して供給する
第2のガス供給部と、

前記処理室内の圧力を調整する圧力調整装置と、

前記処理室と前記圧力調整装置の上流側との間に接続される第1排気管と、前記圧力調整装置の下流側と前記圧力調整装置を介して前記処理室内を排気する排気装置の上流側との間に接続される第2排気管と、前記排気装置の下流側に接続される第3排気管とを少なくとも有する排気系と、

前記第2排気管に接続される第1ガスバイパス供給管と、前記第3排気管に接続される第2ガスバイパス供給管とを少なくとも有し、前記排気系内に前記処理室を介さずにクリーニングガスを供給するクリーニングガスバイパス供給部と、

前記排気系に設けられ、前記排気系の温度を測定する温度監視部および前記排気系に発生するガスを分析するガス分析部のうち少なくともいずれか一方または両方で構成されたクリーニング監視部と、

前記排気装置により前記圧力調整装置および前記排気系を介して前記処理室内を排気しつつ、前記基板に対して前記第1の処理ガスおよび前記第2の処理ガスのうち少なくともいずれかを供給する処理と、前記クリーニング監視部が検出した前記排気系の状態に応じ

10

20

て、前記第1ガスバイパス供給管および前記第2ガスバイパス供給管のうち少なくともいずれか一方にクリーニングガスを供給する処理と、を行うように、前記第1のガス供給部、前記第2のガス供給部、前記圧力調整装置、前記排気装置および前記クリーニングガスバイパス供給部を制御する制御部と、

を有する基板処理装置。

【請求項2】

前記第1ガスバイパス供給管は、前記第2排気管へのクリーニングガスの供給停止を実施させる第1バルブを有し、

前記第2ガスバイパス供給管は、前記第3排気管へのクリーニングガスの供給停止を実施させる第2バルブを有し、

前記制御部は、前記クリーニングガスを供給する処理では、前記第2バルブを閉じた状態で前記第1バルブを開放することで、前記圧力調整装置よりも下流側をクリーニングするよう、前記第1バルブおよび前記第2バルブを制御する請求項1に記載の基板処理装置。

【請求項3】

前記制御部は、前記クリーニングガスを供給する処理では、前記第1バルブを閉じた状態で前記第2バルブを開放することで、前記排気装置よりも下流側をクリーニングするよう、前記第1バルブおよび前記第2バルブを制御する請求項2に記載の基板処理装置。

【請求項4】

前記処理室内にクリーニングガスを供給するクリーニングガス供給部をさらに有し、
前記制御部は、

前記処理室内にクリーニングガスを供給する処理をさらに行い、

前記処理室内に供給するクリーニングガスの流量が、前記第1ガスバイパス供給管および前記第2ガスバイパス供給管のうち少なくともいずれかに供給するクリーニングガスの流量よりも小さくなるように、前記クリーニングガス供給部および前記クリーニングガスバイパス供給部を制御する請求項1から3のいずれか1つに記載の基板処理装置。

【請求項5】

前記制御部は、前記第1の処理ガスおよび前記第2の処理ガスのうち少なくともいずれかを供給する処理では、前記基板に対して前記第1の処理ガスおよび前記第2の処理ガスを同時に供給することで、前記基板上に薄膜をエッティングしながら形成するように、前記第1のガス供給部、前記第2のガス供給部、前記圧力調整装置および前記排気装置を制御する請求項1から4のいずれか1つに記載の基板処理装置。

【請求項6】

基板が収容される処理室と、

所定元素を含有する第1の処理ガスを前記基板に対して供給する第1のガス供給部と、
前記所定元素及びハロゲン元素を含有する第2の処理ガスを前記基板に対して供給する第2のガス供給部と、

前記処理室内の圧力を調整する圧力調整装置と、

前記処理室と前記圧力調整装置の上流側との間に接続される第1排気管と、前記圧力調整装置の下流側と前記圧力調整装置を介して前記処理室内を排気する排気装置の上流側との間に接続される第2排気管と、前記排気装置の下流側に接続される第3排気管とを少なくとも有する排気系と、

前記第2排気管に接続される第1ガスバイパス供給管と、前記第3排気管に接続される第2ガスバイパス供給管とを少なくとも有し、前記排気系内に前記処理室を介さずにクリーニングガスを供給するクリーニングガスバイパス供給部と、

前記排気系に設けられ、前記排気系の温度を測定する温度監視部および前記排気系に発生するガスを分析するガス分析部のうち少なくともいずれか一方または両方で構成されたクリーニング監視部と、

を有する基板処理装置を用いた半導体装置の製造方法であって、

前記排気装置により前記圧力調整装置および前記排気系を介して前記処理室内を排気し

10

20

30

40

50

つつ、前記基板に対して前記第1の処理ガスおよび前記第2の処理ガスのうち少なくともいづれかを供給する工程と、

前記クリーニング監視部が検出した前記排気系の状態に応じて、前記第1ガスバイパス供給管および前記第2ガスバイパス供給管のうち少なくともいづれか一方にクリーニングガスを供給する工程と、

を有する半導体装置の製造方法。

【請求項7】

基板が収容される処理室と、

所定元素を含有する第1の処理ガスを前記基板に対して供給する第1のガス供給部と、

前記所定元素及びハロゲン元素を含有する第2の処理ガスを前記基板に対して供給する第2のガス供給部と、10

前記処理室内の圧力を調整する圧力調整装置と、

前記処理室と前記圧力調整装置の上流側との間に接続される第1排気管と、前記圧力調整装置の下流側と前記圧力調整装置を介して前記処理室内を排気する排気装置の上流側との間に接続される第2排気管と、前記排気装置の下流側に接続される第3排気管とを少なくとも有する排気系と、

前記第2排気管に接続される第1ガスバイパス供給管と、前記第3排気管に接続される第2ガスバイパス供給管とを少なくとも有し、前記排気系内に前記処理室を介さずにクリーニングガスを供給するクリーニングガスバイパス供給部と、

前記排気系に設けられ、前記排気系の温度を測定する温度監視部および前記排気系に発生するガスを分析するガス分析部のうち少なくともいづれか一方または両方で構成されたクリーニング監視部と、20

を有する基板処理装置に実行させるためのプログラムであって、

前記排気装置により前記圧力調整装置および前記排気系を介して前記処理室内を排気しつつ、前記基板に対して前記第1の処理ガスおよび前記第2の処理ガスのうち少なくともいづれかを供給する手順と、

前記クリーニング監視部が検出した前記排気系の状態に応じて、前記第1ガスバイパス供給管および前記第2ガスバイパス供給管のうち少なくともいづれか一方にクリーニングガスを供給する手順と、

をコンピュータによって前記基板処理装置に実行させるためのプログラム。30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板を処理する工程を有する半導体装置の製造方法、基板処理装置およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

大規模集積回路 (Large Scale Integrated Circuit) などの半導体装置を製造する基板処理装置では、装置の清浄度を維持するために、定期的に装置のメンテナンスが実施されている。従来から、処理室を構成する部材に堆積した膜を除去するために、処理室内へクリーニングガスを導入してガスクリーニングする手法が用いられてきている。40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2010-171389号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、従来のガスクリーニングは、処理室内に付着した膜を除去することを目的とし50

ているため、ガスクリーニングを完了しても排気部の配管内部に吸着した未反応のガス分子や、副生成物が残留することがあった。排気部の排気管内部において未反応ガスの吸着や副生成物が存在することによって、予期しない真空排気装置の停止が発生したり、装置メンテナンス作業が困難になったりする可能性があった。

【0005】

本発明は上述の課題を解決し、排気部内に残留した副生成物等を容易に除去することができる基板処理装置、半導体装置の製造方法およびプログラムの提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様によれば、
10
基板が収容される処理室と、
所定元素を含有する第1の処理ガスを前記基板に対して供給する第1のガス供給部と、
前記所定元素及びハロゲン元素を含有する第2の処理ガスを前記基板に対して供給する
第2のガス供給部と、

前記処理室内を排気する排気部と、
前記排気部内に前記処理室を介さずにクリーニングガスを供給するクリーニングガスバ
イパス供給部と、

前記排気部に設けられ、前記排気部の状態を検出するクリーニング監視部と、
前記クリーニング監視部が検出した前記排気部の状態に応じて、前記クリーニングガス
バイパス供給部による前記クリーニングガスの供給を制御する制御部と、
20
を有する基板処理装置が提供される。

【0007】

本発明の他の態様によれば、
排気部により処理室内を排気しつつ、前記処理室内に収容された基板に対して所定元素
を含有する第1の処理ガスを供給する工程と、

前記処理室内を排気しつつ、前記基板に対して前記所定元素及びハロゲン元素を含有す
る第2の処理ガスを供給する工程と、
を含み、前記基板の上に薄膜を形成する基板処理工程と、

前記排気部の状態に応じて前記クリーニングガスの流量を制御しつつ、前記排気部内に
前記処理室を介さずにクリーニングガスを供給するクリーニング工程と、
30
を有する半導体装置の製造方法が提供される。

【0008】

本発明の更に他の態様によれば、
処理室内に収容された基板に対して、排気部により前記処理室内を排気しつつ、所定元素
を含有する第1の処理ガスを供給する手順と、

前記基板に対して、前記処理室内を排気しつつ、前記所定元素及びハロゲン元素含有す
る第2の処理ガスを供給する手順と、
を含み、前記基板の上に薄膜を形成する手順と、

前記排気部の状態に応じて前記クリーニングガスの流量を制御しつつ、前記排気部内に
前記処理室を介さずにクリーニングガスを供給するクリーニング手順と、
40
をコンピュータに実行させるプログラムが提供される。

【発明の効果】

【0009】

本発明に係る基板処理装置、半導体装置の製造方法およびプログラムによれば、排気部
内に残留した副生成物等を容易に除去することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の第1実施形態に係る基板処理装置の構成である。

【図2】本発明の第1実施形態に係る基板処理装置の処理炉側面断面図及び各部の制御構
成を示す。
50

【図3】本発明の第1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る。

【図4】本発明の第1実施形態における処理フローを示す図である。

【図5】図4における基板処理工程を示す図である。

【図6】(a)は、本発明の第2実施形態のクリーニング工程における排気部の温度の変化を示す図であり、(b)は、本発明の第2実施形態のクリーニング工程におけるクリーニングガス流量の制御の様子を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

<本発明の第1実施形態>

10

以下に、本発明の第1実施形態について説明する。

【0012】

(1) 基板処理装置の構成

本実施形態に係る基板処理装置は、基板が収容される処理室と、所定元素を含有する第1の処理ガスを基板に対して供給する第1のガス供給部と、所定元素及びハロゲン元素を含有する第2の処理ガスを基板に対して供給する第2のガス供給部と、処理室内を排気する排気部と、排気部内に処理室を介さずにクリーニングガスを供給するクリーニングガスバイパス供給部と、を有する。

【0013】

本実施形態において、「所定元素」とは、例えば、シリコン(Si)元素である。また、「ハロゲン元素」とは、例えば、塩素(Cl)元素である。以下に、本実施形態に係る基板処理装置の構成について、図面を参照しながら説明する。なお、以下において、排気管等の「後段」とは、排気管等の内部を流れるガスの下流側のことを意味する。

20

【0014】

まず、本実施形態にかかる半導体装置の製造方法を実施する基板処理装置(半導体製造装置)の構成例について、図1を用いて説明する。図1は、本実施形態に係る基板処理装置10の一例であり、斜視図にて示す。なお、図1において、警告部504については、第2実施形態にて説明する。

【0015】

この基板処理装置10は、バッチ式縦型熱処理装置であり、主要部が配置される筐体12を有する。基板処理装置10には、例えば、Si(シリコン、珪素)又はSiC(シリコンカーバイド、炭化珪素)等で構成された基板としてのウエハ200を収納する基板収納器としてフープ(FOUP、Front Opening Unified Pod)(以下ポッドという)16が、ウエハキャリアとして使用される。この筐体12の正面側には、ポッドステージ18が配置されており、このポッドステージ18にポッド16が搬送される。ポッド16には、例えば25枚のウエハ200が収納され、蓋が閉じられた状態でポッドステージ18に載置される。

30

【0016】

筐体12内の正面側であって、ポッドステージ18に対向する位置には、ポッド搬送装置20が配置されている。また、このポッド搬送装置20の近傍には、ポッド棚22、ポッドオープナ24及び基板枚数検知器26が配置されている。ポッド棚22は、ポッドオープナ24の上方に配置されポッド16を複数個載置した状態で保持するように構成されている。基板枚数検知器26はポッドオープナ24に隣接して配置される。ポッド搬送装置20はポッドステージ18とポッド棚22とポッドオープナ24との間でポッド16を搬送する。ポッドオープナ24はポッド16の蓋を開けるものであり、基板枚数検知器26は蓋を開けられたポッド16内のウエハ200の枚数を検知する。

40

【0017】

筐体12内には基板移載機28、基板支持具としてのポート217が配置されている。基板移載機28は、アーム(ツィーザ)32を有し、図示しない駆動手段により、上下回転動作が可能な構造になっている。アーム32は例えば5枚のウエハ200を取り出すこ

50

とができ、このアーム 32 を動かすことにより、ポッドオープナ 24 の位置に置かれたポッド 16 及びポート 217 間にてウエハ 200 を搬送する。

【0018】

また、筐体 12 は、少なくとも後述する処理炉 202 及び排気部の外側を気密に囲うように設けられている。筐体 12 には、扉 14 が設けられている。扉 14 は、例えば基板処理装置 10 内をメンテナンスする際に開閉できるように構成されている。扉 14 は、例えば筐体 12 の正面側に設けられている。筐体 12 内は、例えばダクト(不図示)によって吸気されている。

【0019】

図 2 は、本実施形態で好適に用いられる基板処理装置 10 の処理炉 202 の概略構成図であり、縦断面図として示されている。なお、図 2 において、() で示した符号を付した部材については、第 2 実施形態にて説明する。

10

【0020】

図 2 に示されているように、処理炉 202 は加熱機構としてのヒータ 206 を有する。ヒータ 206 は筒形状であり、例えば円筒形状であり、図示しない保持板としてのヒータベースに支持されることにより垂直に備え付けられている。

【0021】

ヒータ 206 の内側には、ヒータ 206 と同心円状に反応管としてのプロセスチューブ 203 が配設されている。プロセスチューブ 203 は内部反応管としてのインナーチューブ 204 と、その外側に設けられた外部反応管としてのアウターチューブ 205 とから構成されている。インナーチューブ 204 は、例えば石英(SiO₂)又は炭化珪素(SiC)等の耐熱性材料で構成されており、上端及び下端が開口した円筒形状に形成されている。インナーチューブ 204 の筒中空部には処理室 201 が形成されており、基板としてのウエハ 200 を後述するポート 217 によって水平姿勢で垂直方向に多段に整列された状態で収容可能に構成されている。アウターチューブ 205 は、例えば石英又は炭化珪素などの耐熱性材料で構成されている。アウターチューブ 205 の内径は、インナーチューブ 204 の外径よりも大きい。アウターチューブ 205 は、上端が閉塞し下端が開口した円筒形状に形成されており、インナーチューブ 204 と同心円状に設けられている。

20

【0022】

アウターチューブ 205 の下方には、アウターチューブ 205 と同心円状にマニホールド 209 が配設されている。マニホールド 209 は、例えばステンレス等で構成されており、上端および下端が開口した円筒形状に形成されている。マニホールド 209 は、インナーチューブ 204 とアウターチューブ 205 に係合しており、これらを支持するよう設けられている。なお、マニホールド 209 とアウターチューブ 205との間にはシール部材としてのOリング 220a が設けられている。マニホールド 209 が図示しないヒータベースに支持されることにより、プロセスチューブ 203 は垂直に据え付けられた状態となっている。主に、プロセスチューブ 203 とマニホールド 209 により反応容器が構成される。

30

【0023】

マニホールド 209 には、ガス導入部としてのノズル 230a、230b、230c、230d が処理室 201 内に連通するように接続されており、ノズル 230a、230b、230c、230d にはそれぞれガス供給管 232a、232b、232c、232d のノズル 230a、230b、230c、230d との接続側と反対側である上流側には、ガス流量制御器としてのMFC(マスフローコントローラ、Mass Flow Controller) 241a、241b、241c、241d 及び開閉装置としてのバルブ 310a、310b、310c、310d を介して第 1 のガス供給源としてのシリコン含有ガス供給源 300a、第 2 のガス供給源としての塩素含有ガス供給源 300b、不活性ガス供給源 300c、クリーニングガス供給源としてのクリーニングガス供給源 300d が接続されている。なお、ガス供給管 232c のノズル 230c 及び MFC 241c の間には、バルブ

40

50

310gが設けられている。また、ガス供給管232dのノズル230d及びMFC241dの間には、バルブ310hが設けられている。MFC241a、241b、241c、241dには、ガス流量制御部235が電気的に接続されている。ガス流量制御部235は、供給するガスの流量が所定の量となるよう所定のタイミングにて制御するように構成されている。

【0024】

シリコン膜を形成する基板処理装置10のガス供給部について以下に説明する。

【0025】

まず、シリコン元素を含有する第1の処理ガスを処理室201内へ供給する第1のガス供給部の構成について説明する。シリコン元素を含有する第1の処理ガスは、例えばジシラン(Si_2H_6)ガスである。
10

【0026】

ノズル230aは、例えば石英製であり、マニホールド209を貫通するようにマニホールド209に設けられている。ノズル230aは、少なくとも1本設けられており、ヒータ206より下方であってマニホールド209に設けられ、シリコン含有ガスを処理室201内へ供給している。ノズル230aは、ガス供給管232aに接続されている。このガス供給管232bは、流量制御器(流量制御手段)としてのMFC241a及びバルブ310aを介して、第1の処理ガスとして、例えばジシラン(Si_2H_6)ガスを供給するシリコン含有ガス供給源300aに接続されている。この構成により、処理室201内へ供給する第1の処理ガス、例えばジシランガスの供給流量、濃度、分圧を制御することができる。
20

【0027】

第1のガス供給部は、主に、バルブ310a、MFC241a、ガス供給管232aにより構成される。なお、ノズル230a、シリコン含有ガス供給源300aを第1のガス供給部に含めて考えてもよい。

【0028】

次に、シリコン元素と塩素元素を含有する第2の処理ガスを処理室201内へ供給する第2のガス供給部の構成について説明する。第2の処理ガスは、例えばジクロロシラン(SiH_2Cl_2)ガスである。
30

【0029】

ノズル230bは、例えば石英製であり、マニホールド209を貫通するようにマニホールド209に設けられている。ノズル230bは、少なくとも1本設けられており、ヒータ206より下方であってマニホールド209に設けられ、第2の処理ガスを処理室201内へ供給している。ノズル230bは、ガス供給管232bに接続されている。このガス供給管232bは、流量制御器(流量制御手段)としてのMFC241b及びバルブ310bを介して、第2の処理ガスとして、例えばジクロロシランガスを供給する塩素含有ガス供給源300bに接続されている。この構成により、処理室201内へ供給する第2の処理ガス、例えばジクロロシランガスの供給流量、濃度、分圧を制御することができる。

【0030】

第2のガス供給部は、主に、バルブ310b、MFC241b、ガス供給管232b、により構成される。なお、ノズル230b、塩素含有ガス供給源300bを第2のガス供給部に含めて考えてもよい。
40

【0031】

次に、不活性ガスを処理室201内へ供給する第3のガス供給部の構成について説明する。不活性ガスは、例えば、窒素(N_2)ガスである。

【0032】

ノズル230cは、例えば石英製であり、マニホールド209を貫通するようにマニホールド209に設けられている。ノズル230cは、少なくとも1本設けられており、ヒータ206よりも下方であってマニホールド209に設けられ、不活性ガスを処理室20
50

1 内に供給するよう構成されている。ノズル 230c は、ガス供給管 232c に接続されている。このガス供給管 232c は、バルブ 310g、流量制御器（流量制御手段）としての MFC 241c 及びバルブ 310c を介して、不活性ガスとして、例えば、窒素ガスを供給する不活性ガス供給源 300c に接続されている。この構成により、処理室 201 内へ供給する不活性ガス、例えば窒素ガスの供給流量、濃度、分圧を制御することができる。

【0033】

第 3 のガス供給部は、主に、バルブ 310c、MFC 241c、ガス供給管 232c により構成される。なお、ノズル 230c、不活性ガス供給源 300c を第 3 ガス供給部に含めて考えてもよい。

10

【0034】

次に、クリーニングガスを処理室 201 内へ供給するクリーニングガス供給部の構成について説明する。クリーニングガスは、例えば、三フッ化窒素 (NF₃) ガスである。

【0035】

ノズル 230d は、例えば石英製であり、マニホールド 209 を貫通するようにマニホールド 209 に設けられている。ノズル 230d は、少なくとも 1 本設けられており、ヒータ 206 より下方であってマニホールド 209 に設けられ、クリーニングガスを処理室 201 内に供給するよう構成されている。ノズル 230d は、ガス供給管 232d に接続されている。このガス供給管 232d は、バルブ 310h、流量制御器（流量制御手段）としての MFC 241d 及びバルブ 310d を介してクリーニングガス供給源 300d に接続されている。この構成により、処理室 201 内へ供給するクリーニングガス、例えば、三フッ化窒素ガスの供給量、濃度、分圧を制御することができる。

20

【0036】

クリーニングガス供給部は、主に、バルブ 310d、MFC 241d、ガス供給管 232d、により構成される。なお、ノズル 230d、クリーニングガス供給源 300d をクリーニングガス供給部に含めて考えてもよい。

【0037】

また、後述する圧力調整装置 242 の後段の圧力調整装置後段排気管 231b の内部や、排気装置後段排気管 231c の内部にクリーニングガスを供給するクリーニングガスバイパス供給部が設けられている。

30

【0038】

クリーンガスバイパス供給部は、処理室 201 を介さずに、圧力調整装置後段排気管 231b や排気装置後段排気管 231c の内部にクリーニングガスを供給するよう構成されている。例えば、圧力調整装置後段排気管 231b および排気装置後段排気管 231c には、それぞれ第 1 ガスバイパス供給管 305 の下流端および第 2 ガスバイパス供給管 306 の下流端が接続されている。第 1 ガスバイパス供給管 305 の上流端は、バルブ 310e を介して、ガス供給管 232d の MFC 241d 及びバルブ 310h の間に接続されている。第 2 ガスバイパス供給管 306 の上流端は、バルブ 310f を介して、第 1 ガスバイパス供給管 305 のバルブ 310e の上流側に接続されている。ここでは、例えばクリーニングガスバイパス供給部は、クリーニングガス供給部と共にクリーニングガス供給源 300d および MFC 241d を共有している。このように、クリーンガスバイパス供給部は、例えば圧力調整装置後段排気管 231b と排気装置後段排気管 231c とに接続されている。

40

【0039】

クリーニングガスバイパス供給部は、主に、バルブ 310d、MFC 241d、第 1 ガスバイパス供給管 305、第 2 ガスバイパス供給管 306、バルブ 310e とバルブ 310f により構成される。なお、クリーニングガス供給源 300d をクリーニングガスバイパス供給部に含めて考えてもよい。

【0040】

なお、上述した第 3 のガス供給部は、処理室 201 内だけでなく、圧力調整装置後段排

50

気管 231b 内及び排気装置後段排気管 231c 内にも不活性ガスを供給することができるよう構成されている。ここでは、例えば、第3のガス供給部の一部であるガス供給管 232c は、さらに、クリーニングガスバイパス供給部の一部であるガス供給管 232d に接続されている。また、第3のガス供給部は、クリーニングガスバイパス供給部と共に、第1ガスバイパス供給管 305、第2ガスバイパス供給管 306、バルブ 310e、310f を共有している。

【0041】

バルブ 310a、310b、310c、310d、310e、310f、310g、310h および MFC 241a、241b、241c、241d には、ガス流量制御部 235 が電気的に接続されている。ガス流量制御部 235 は、所定のタイミングにてガス供給開始、ガス供給停止等を行うよう上記バルブを制御して、また所定のガス供給量となるように上記 MFC を制御するように構成されている。10

【0042】

尚、本実施例では、ノズル 230a、230b、230c、230d をマニホールド 209 に設けたが、これに限らず、例えば、少なくとも一部が処理室 201 内においてヒータ 206 と対向する領域に設けて、シリコン含有ガス、塩素含有ガス、不活性ガス、エッキングガスの少なくともいすれかをウエハ 200 の処理領域の側方から供給できるようにしても良い。例えば、L 字型のノズルを 1 以上用いて、ガスを供給する位置をウエハ 200 の処理領域まで延在させることで、1 以上の位置からガスをウエハ 200 近傍で供給できるようにしても良い。20

【0043】

また本実施形態では第1の処理ガスとしてジシランガスを例示したが、これに限らず、例えば、シラン (SiH_4) ガスやトリシラン (Si_3H_8) ガス等の高次シランガス等を用いても良く、またこれらを組み合わせても良い。

【0044】

また、本実施形態では、第2の処理ガスとして、ジクロロシラン (SiH_2Cl_2) ガスを例示したが、これに限らず、例えば、トリクロロシラン (SiHCl_3) ガスやテトラクロロシラン (SiCl_4) ガス等の塩化シラン類を用いても良く、また、塩素 (Cl_2) ガスや塩化水素 (HCl) ガスなどを組み合わせても良い。ハロゲン元素として、塩素元素を例示したが、これに限らず、例えばフッ素 (F) 元素、臭素 (Br) 等の元素であってもよい。30

【0045】

また、本実施形態では、不活性ガスとして窒素 (N_2) ガスを例示したが、これに限らず、例えば、ヘリウム (He) ガス、ネオン (Ne) ガス、アルゴン (Ar) ガス等の希ガス等を用いても良く、また窒素ガスとこれらの希ガスとを組合せて用いても良い。

【0046】

また、本実施形態では、クリーニングガスとして三フッ化窒素 (NF_3) ガスを例示したが、これに限らず、例えば、三フッ化塩素ガス (ClF_3) ガス、フッ素 (F_2) ガス、等を用いても良く、またこれらを組合せて用いても良い。また、上記のクリーニングガスは、希釈ガスとして不活性ガス (たとえば、窒素ガス) とともに供給しても良い。40

【0047】

マニホールド 209 には、処理室 201 内の雰囲気を排気する排気管 231 が設けられている。排気管 231 は、インナーチューブ 204 とアウターチューブ 205 との隙間にによって形成される筒状空間 250 の下端に配置されており、筒状空間 250 に連通している。排気管 231 のマニホールド 209 との接続側と反対側である下流側には、圧力検出器としての圧力センサ 245 および圧力調整装置 242 を介して、排気装置としての真空ポンプ等の真空排気装置 246 が接続されている。圧力調整装置 242 は、例えば APC (Auto Pressure Controller) バルブとして構成されている。圧力調整装置 242 の弁の開度を調整することにより、処理室 201 内の圧力が調整される。また、真空排気装置 246 は、処理室 201 内を真空排気し得るように構成されてい50

る。圧力調整装置 242 および圧力センサ 245 には、圧力制御部 236 が電気的に接続されている。圧力制御部 236 は圧力センサ 245 により検出された圧力情報に基づいて圧力調整装置 242 により処理室 201 内の圧力が所定の圧力となるよう所定のタイミングにて制御するように構成されている。

【0048】

なお、排気管 231 は、少なくとも処理室 201 に接続される処理室排気管 231a と、圧力調整装置 242 の後段に設けられる圧力調整装置後段排気管 231b と、真空排気装置 246 の後段に設けられる排気装置後段排気管 231c とで構成される。また、排気管 231 のマニホールド 209 よりも下流側には、メインバルブとしてのゲートバルブ(不図示)が設けられていてもよい。メインバルブは、ゲートバルブおよび圧力調整装置 242 の少なくともいずれかにより構成される。装置形態によっては、排気管を増やしても良い。10

【0049】

主に、排気管 231、メインバルブとしての圧力調整装置 242 により排気部が構成される。なお、排気装置としての真空排気装置 246 を排気部に含めて考えてもよい。また、例えば、排気部の下流側には、除害装置 248 が接続されている。除害装置 248 は、排気装置後段排気管 231c を介して、真空排気装置 246 の下流側に接続されている。除害装置 248 は、例えば排ガスに含まれている特定の成分を除害するよう構成されている。20

【0050】

マニホールド 209 の下方には、マニホールド 209 の下端開口を気密に閉塞可能な炉口蓋体としてのシールキャップ 219 が設けられている。シールキャップ 219 はマニホールド 209 の下端に垂直方向下側から当接されるようになっている。シールキャップ 219 は例えばステンレス等の金属で構成されており、円盤状に形成されている。シールキャップ 219 の上面にはマニホールド 209 の下端と当接するシール部材としての O リング 220b が設けられている。シールキャップ 219 の処理室 201 と反対側には、ポート 217 を回転させる回転機構 254 が設置されている。回転機構 254 の回転軸 255 はシールキャップ 219 を貫通して、後述するポート 217 に接続されており、ポート 217 を回転させることでウエハ 200 を回転させるように構成されている。シールキャップ 219 はプロセスチューブ 203 の外部に垂直に配置された昇降機構としてのポートエレベータ 115 によって垂直方向に昇降されるように構成されており、これによりポート 217 を処理室 201 に対し搬入搬出することが可能となっている。回転機構 254 及びポートエレベータ 115 には、駆動制御部 237 が電気的に接続されており、所定の動作をするよう所定のタイミングで制御するように構成されている。30

【0051】

基板保持具としてのポート 217 は、例えば石英や炭化珪素等の耐熱性材料で構成されており、複数枚のウエハ 200 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ように構成されている。なお、ポート 217 の下部には、例えば石英や炭化珪素等の耐熱性材料で構成されており円板形状をした断熱部材としての断熱板 216 が水平姿勢で多段に複数枚配置されており、ヒータ 206 からの熱がマニホールド 209 側に伝わりにくくなるよう構成されている。40

【0052】

プロセスチューブ 203 内には、温度検出器としての温度センサ 263 が設置されている。ヒータ 206 と温度センサ 263 には、電気的に温度制御部 238 が接続されている。温度制御部 238 は、温度センサ 263 により検出された温度情報に基づきヒータ 206 への通電具合を調整することにより処理室 201 内の温度が所定の温度分布となるよう所定のタイミングで制御するように構成されている。

【0053】

図 3 に示されているように、制御部(制御手段)であるコントローラ 500 は、CPU(Central Processing Unit) 239a、RAM(Random Access Memory) 239b、ROM(Read Only Memory) 239c などから構成される。コントローラ 500 は、各部品間のデータ交換や制御機能を実現するため、複数のインターフェースを備えている。また、外部機器との接続用として、RS-232C、USB、Ethernetなどの通信端子が装備されている。

10

20

30

40

50

Access Memory) 239b、記憶装置 239c、I/O ポート 239d を備えた主制御部としてのコンピュータ 239 を有する。RAM 239b、記憶装置 239c、I/O ポート 239d は、内部バス 239e を介して、CPU 239a とデータ交換可能なように構成されている。コンピュータ 239 には、例えばタッチパネル等として構成された入出力装置 501 が接続されている。入出力装置 501 により、操作者が基板処理装置 10 を操作する。

【0054】

記憶装置 239c は、例えばフラッシュメモリ、HDD (Hard Disk Drive) 等で構成されている。記憶装置 239c 内には、基板処理装置 10 の動作を制御する制御プログラムや、後述する基板処理やクリーニング処理の手順や条件などが記載されたプロセスレシピが、読み出し可能に格納されている。なお、プロセスレシピは、後述する基板処理工程やクリーニング工程における各手順をコントローラ 500 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されたものであり、プログラムとして機能する。以下、このプロセスレシピや制御プログラム等を総称して、単にプログラムともいう。なお、本明細書においてプログラムという言葉を用いた場合は、プロセス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、または、その両方を含む場合がある。また、RAM 239b は、CPU 239a 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。

10

【0055】

I/O ポート 239d は、主に、ガス流量制御部 235、圧力制御部 236、駆動制御部 237、温度制御部 238 等に接続されている。なお、符号に () を付した温度監視部 264、ガス分析部 265、警告部 504、扉 14 等については、第 2 実施形態で後述する。

20

【0056】

ガス流量制御部 235 は、上述の MFC 241a, 241b, 241c, 241d、バルブ 310a, 310b, 310c, 310d, 310e, 310f, 310g, 310h に接続されている。圧力制御部 236 は、圧力調整装置 242、真空排気装置 246、圧力センサ 245 に接続されている。駆動制御部 237 は、ポッド搬送装置 20、ポッドオープナ 24、基板枚数検知器 26、基板移載機 28、ポートエレベータ 115、昇降モータ 122、回転機構 254 に接続されている。温度制御部 238 は、ヒータ 206、温度センサ 263 に接続されている。

30

【0057】

CPU 239a は、記憶装置 239c から制御プログラムを読み出して実行すると共に、入出力装置 501 からの操作コマンドの入力等に応じて記憶装置 239c からプロセスレシピを読み出すように構成されている。そして、CPU 239a は、読み出したプロセスレシピの内容に沿うように、ガス流量制御部 235 を介しての MFC 241a, 241b, 241c, 241d による各種ガスの流量調整動作、並びにバルブ 310a, 310b, 310c, 310d, 310e, 310f, 310g, 310h の開閉動作、圧力制御部 236 を介しての圧力調整装置 242 の開閉動作、圧力センサ 245 に基づく圧力調整装置 242 による圧力調整動作、並びに真空排気装置 246 の起動および停止、温度制御部 238 を介しての温度センサ 263 に基づくヒータ 206 の温度調整動作、駆動制御部 237 を介しての回転機構 254 によるポート 217 の回転および回転速度調節動作、並びにポートエレベータ 115 によるポート 217 の昇降動作等を制御するように構成されている。

40

【0058】

主に、主制御部としてのコンピュータ 239、ガス流量制御部 235、圧力制御部 236、駆動制御部 237、温度制御部 238 により、制御部としてのコントローラ 500 が構成される。なお、必ずしも、ガス流量制御部 235、圧力制御部 236、駆動制御部 237、温度制御部 238 は、コンピュータ 239 の外部装置として設けられている必要はなく、これらをコンピュータ 239 に含めて考えてもよい。

50

【 0 0 5 9 】

なお、コントローラ 500 は、専用のコンピュータとして構成されている場合に限らず、汎用のコンピュータとして構成されていてもよい。例えば、上述のプログラムを格納した外部記憶装置（例えば、磁気テープ、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、CD や DVD 等の光ディスク、MO 等の光磁気ディスク、USB メモリやメモリカード等の半導体メモリ）503 を用意し、係る外部記憶装置 503 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 500 を構成することができる。なお、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 503 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行い、外部記憶装置 503 を介さずにプログラムを供給するよう 10 にしてもよい。なお、記憶装置 239c や外部記憶装置 503 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。なお、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 239c 単体のみを含む場合、外部記憶装置 503 単体のみを含む場合、または、その両方を含む場合がある。

【 0 0 6 0 】**(2) 基板処理工程**

続いて、図 4 及び図 5 を用い、本実施形態に係る半導体製造工程の一工程として実施される基板処理工程及びクリーニング工程のうち、まずは基板処理工程について説明する。これらの工程は、上述の基板処理装置 10 により実施される。なお、以下の説明において、基板処理装置 10 を構成する各部の動作は、コントローラ 500 により制御される。 20

【 0 0 6 1 】

図 4 は、本実施形態における処理フローを示す図である。図 5 は、図 4 における基板処理工程の詳細を示す図である。

【 0 0 6 2 】

ここでは、半導体装置を構成するシリコン膜の形成例について説明する。まず、基板処理装置 10 のポッドステージ 18 に、複数枚のウエハ 200 を有する複数のポッド 16 が搬送される。ポッドオープナ 24 によってポッド 16 の蓋が開けられる。ウエハ 200 がポッド 16 からポート 217 に搬送される。そして、一度に複数枚のウエハ 200 に対してバッチ処理である基板処理工程を行う。このバッチ処理は所定回数行われる。 30

【 0 0 6 3 】**(基板の搬入工程)**

複数枚のウエハ 200 がポート 217 に装填（ウエハチャージ）されると、図 2 に示されているように、複数枚のウエハ 200 を保持したポート 217 はポートエレベータ 115 によって持ち上げられて処理室 201 内に搬入（ポートローディング）される。この状態で、シールキャップ 219 は O リング 220b を介してマニホールド 209 の下端をシールした状態となる（S111）。

【 0 0 6 4 】**(温度調整及び圧力調整)**

処理室 201 内が所定の圧力（真空度）となるように真空排気装置 246 によって真空排気される。この際、処理室 201 内の圧力は圧力センサ 245 で測定され、この測定された圧力に基づき圧力調整装置 242 がフィードバック制御される（圧力調整）。また、処理室 201 内が所定の温度となるようにヒータ 206 によって加熱される。この際、処理室 201 内が所定の温度分布となるように、温度センサ 263 が検出した温度情報に基づきヒータ 206 への通電具合がフィードバック制御される（温度調整）。続いて、回転機構 254 により、ポート 217 が回転されることで、ウエハ 200 が回転される（S112）。なお、真空排気装置 246 は、少なくとも基板処理工程の間ににおいて常時作動させた状態を維持する。また、処理室 201 内の圧力の制御は、基板処理工程の間、継続して行われる。

【 0 0 6 5 】

10

20

30

40

50

(成膜工程)

次いで、図2に示すように、バルブ310aを開けて、例えばシリコン含有ガス供給源300aから第1の処理ガスが供給される。第1の処理ガスは、MFC241aで所定の流量となるように制御され、ガス供給管232aを流通してノズル230aから処理室201内に導入される。導入された第1の処理ガスは処理室201内を上昇し、インナーチューブ204の上端開口から筒状空間250に流出して排気管231から排気される。また、バルブ310bを開けて、塩素含有ガス供給源300bから、シリコン元素と塩素元素を含有する第2の処理ガスが供給される。第2の処理ガスは、MFC241bで所定の流量となるように制御され、ガス供給管232bを流通してノズル230bから処理室201内に導入される。導入された第2の処理ガスは、処理室201内を上昇し、インナーチューブ204の上端開口から筒状空間250に流出して排気管231から排気される。10

【0066】

このように、排気部により処理室201内を排気しつつ、処理室201内に収容されたウエハ200に対して第1の処理ガスおよび第2の処理ガスを供給する。第1の処理ガスと第2の処理ガスは処理室201内を通過する際に、ウエハ200の表面と接触し、この際に、第1の処理ガスの熱CVD(Chemical Vapor Deposition)反応によって、ウエハ200に薄膜、すなわちシリコン膜が堆積(デポジション)される。また、上記の第2の処理ガスを用いることにより、堆積されるシリコン膜は部分的にエッチング(除去)される。つまり、第1の処理ガスによる熱CVD反応と、第2の処理ガスによるエッチング反応と、が同時に進行する。熱CVD反応の方がエッチング反応よりも大きくなるような条件(ガス流量、温度、圧力)に設定することにより、ウエハ200上にシリコン膜の形成が進行する。このように、ウエハ200上には、エッチングされながら、シリコン膜が堆積されるので、表面平坦性の優れたシリコン膜を形成することができる。20

【0067】

ウエハ200の上に所定の膜厚を有する薄膜が形成された後、バルブ310a、310bを閉めて、第1の処理ガスおよび第2の処理ガスの供給を停止する(S113)。

【0068】

なお、一例として、本実施形態における処理条件は、処理温度が300～550以下、処理圧力は10Pa～1330Pa、第1の処理ガスの流量は10sccm～2000sccm、第2の処理ガスの流量は10sccm～500sccmとしている。30

【0069】

(ページ及び大気復帰)

予め設定された処理時間が経過して、ウエハ200上に所定厚のシリコン膜が形成されたら、不活性ガス供給源300cから不活性ガスがMFC241cで所定の流量となるように制御されて供給され、処理室201内が不活性ガスに置換される。その後、圧力調整装置242の開度が調整され、処理室201内の圧力が常圧に復帰される(S114)。

【0070】

(基板の搬出工程)

その後、ポートエレベータ115によりシールキャップ219が下降されて、マニホールド209の下端が開口されるとともに、処理済ウエハ200がポート217に保持された状態でマニホールド209の下端からプロセスチューブ203の外部に搬出(ポートアンローディング)される。また必要に応じて、アンローディング後にポート217が冷めるまで、ポート217を所定位置で待機させても良い。その後、処理済のウエハ200はポート217より取り出される(ウエハディスクチャージ)。このようにして基板処理装置10の一連の基板処理工程が完了する(S115)。以上のS111からS115の工程による薄膜を形成する工程を「基板処理工程S110」とする。この基板処理工程S110は、所定回数繰り返し実施される。40

【0071】

(3)クリーニング工程

続いて、本実施形態に係る半導体製造工程の一工程として実施される基板処理工程及びクリーニング工程のうち、上述の基板処理工程を所定回数実施した後に実施されるクリーニング工程について説明する。係る工程は、上述の基板処理装置10により実施される。なお、以下の説明において、基板処理装置10を構成する各部の動作は、コントローラ500により制御される。

【0072】

(発明者等の得た知見)

発明者等は、以下の課題を見出した。上述の成膜工程のように、例えばシリコン元素を含有する第1の処理ガスとシリコン元素と塩素元素を含有する第2の処理ガスを用いた成膜の場合には、ウエハ200上に堆積している膜がエッティングされながら成膜されるため、膜表面の平坦性が優れる膜を形成できる。

10

【0073】

一方で、エッティングされながらの成膜となることから、一度の成膜に用いるガス量が多くなってしまう。これらにより、第1の処理ガスと第2の処理ガスにより、 Si_xH_y や $\text{Si}_x\text{H}_y\text{Cl}_z$ のような副生成物や未反応成分が多量に発生し、排気管231に堆積してしまうことがあるという課題を見出した。また、この多量の堆積物がガス化することや、堆積物表面に処理ガスや不活性ガスが吸着脱離することにより、排気速度を一定に保つことが困難になることがあるという課題を見出した。また、堆積物が真空排気装置内に堆積することにより、真空排気装置の寿命を縮めてしまい、予期せぬ真空排気装置の停止が発生することがあるという課題を見出した。この予期せぬ真空排気装置の停止があった場合、排気管231内から処理室201内へ副生成物が逆流することによって、処理室201内が汚染されたり、圧力センサ245が破損したりする可能性があった。また、予期せぬ真空排気装置の停止があった場合、処理室201内や排気管231内に処理ガスが供給され処理室201内や排気管231内の真空度や雰囲気が維持された状態では、復旧する際の真空排気装置246、排気管231、圧力調整装置242等の真空バルブ、または圧力センサ245等の交換作業が困難となる可能性があった。

20

【0074】

そこで、発明者は、これらの課題を解決する方法として、以下に記載するクリーニングが有効であることを見出した。

【0075】

30

(クリーニング工程の詳細)

本実施形態では、基板処理工程S110の後に、クリーニングガスバイパス供給部により、排気部内に処理室201を介さずにクリーニングガスを供給するクリーニング工程を行う。以下では、クリーニング工程が、例えば基板処理工程の回数に応じてそれぞれ異なる部分をクリーニングする3種類のクリーニング工程を有する場合について説明する。

【0076】

(第1クリーニング工程)

基板処理工程S110を行った後に、例えば基板処理工程S110を所定回数(a回、aは1以上の整数)行ったか否かを判定する(S120)。基板処理工程S110を所定回数行った場合に(S120の「Yes」の場合)、圧力調整装置242を閉じて、クリーニングガスバイパス供給部により圧力調整装置後段排気管231bにクリーニングガスを供給する第1クリーニング工程を行う(S130)。基板処理工程S110を所定回数(a回)行っていない場合(S120の「No」の場合)、第1クリーニング工程は行わない。例えば、圧力調整装置後段排気管231bにおける副生成物の堆積量が多い場合、第1クリーニング工程を行うか否かを判定する際の基板処理工程の所定回数を少なく設定する。ここでは、例えば、基板処理工程S110を行った後に、毎回、第1クリーニング工程を行う。すなわちa=1である。この場合、S120は無くてもよい。

40

【0077】

第1クリーニング工程S130では、主に、圧力調整装置後段排気管231b内や、真空排気装置246がクリーニングされる。上述のページおよび大気復帰(S114)の終

50

了後、圧力調整装置 242 を閉じる。真空排気装置 246 により、少なくとも圧力調整装置後段排気管 231b を排気する。なお、処理室 201 内を排気した後に、圧力調整装置 242 を閉じてもよい。次に、クリーニングガスバイパス供給部の一部であるバルブ 310d、310e を開く。これにより、クリーニングガスバイパス供給部の一部であるクリーニングガス供給源 300d から圧力調整装置後段排気管 231b に、第 1 ガスバイパス供給管 305 を通してクリーニングガスが供給される。なお、例えば真空排気装置 246 により圧力調整装置後段排気管 231b を排気した状態でクリーニングガスバイパス供給部からクリーニングガスが供給される。また、クリーニングガスバイパス供給部からのクリーニングガスは、MFC 241d により流量調整される。クリーニングガスが供給されることにより、圧力調整装置 242 後段の圧力調整装置後段排気管 231b 内に付着している副生成物及び原料ガスの未反応成分がエッティング等され、クリーニング処理が進行する。所定時間のクリーニングが終了したら、バルブ 310d、310e を閉じ、クリーニングガスの供給を停止する。その後、第 3 のガス供給部の一部であるバルブ 310c、バルブ 310e を開き、不活性ガス供給源 300c から圧力調整装置後段排気管 231b 内に不活性ガスが供給される。これにより、圧力調整装置後段排気管 231b 以降の排気部がバージされる。このようにして圧力調整装置後段排気管 231b 内や真空排気装置 246 がクリーニングされる。

【 0 0 7 8 】

このように、上述の基板処理工程 S 1 1 0 の終了後に第 1 クリーニング工程 S 1 3 0 を行うことにより、上述のようなガスを多量に使う基板処理工程 S 1 1 0 であっても、圧力調整装置後段排気管 2 3 1 b や、真空排気装置 2 4 6 に副生成物や未反応成分が溜まることを防止することができる。よって、排気速度を一定に保つことができる。また、真空排気装置 2 4 6 の寿命を向上させることができ、予期しない真空排気装置 2 4 6 の停止を回避することができる。

【 0 0 7 9 】

(第 2 クリーニング工程)

次に、例えば基板処理工程 S 1 1 0 を所定回数 (b 回、 b は 1 以上の整数) 行ったか否かを判定する (S 1 4 0)。基板処理工程 S 1 1 0 を所定回数行った場合に (S 1 4 0 の 「 Y e s 」の場合) 、第 1 クリーニング工程とは異なるタイミングでクリーニングガス供給部により処理室 2 0 1 内にクリーニングガスを供給する第 2 クリーニング工程を行う (S 1 5 0)。基板処理工程 S 1 1 0 を所定回数 (b 回) 行っていない場合 (S 1 4 0 の 「 N o 」の場合) 、第 2 クリーニング工程は行わない。ここでは、例えば、第 1 クリーニング工程を行うか否かを判定する際の基板処理工程の所定回数は、第 2 クリーニング工程を行うか否かを判定する際の基板処理工程の所定回数以上である。すなわち、例えば $a \geq b$ である。

【 0 0 8 0 】

第2クリーニング工程S150では、主に、処理室201を構成するプロセスチューブ203（インナーチューブ204、アウターチューブ205）に付着した、副生成物や未反応成分がクリーニングされる。上述の基板の搬出工程S115または第1クリーニング工程S130後、排気管231に設けられた圧力調整装置242の弁の開度が調整され、40
処理室201内が排気される。その後、クリーニングガス供給部の一部であるバルブ310d、310hを開き、クリーニングガス供給源300dから処理室201内へクリーニングガスが供給される。クリーニングガス供給部からのクリーニングガスは、MFC241dにより流量調整される。なお、例えば排気部により処理室201を排気した状態でクリーニングガス供給部から処理室201内にクリーニングガスを供給してもよい。クリーニングガスが供給されることにより、少なくともプロセスチューブ203（インナーチューブ204、アウターチューブ205）に付着した副生成物や未反応成分がエッティング等され、クリーニング処理が進行する。所定時間のクリーニングが終了したら、バルブ310d、310hを閉じ、クリーニングガスの供給を停止する。その後、第3のガス供給部の一部であるバルブ310c、バルブ310gを開き、不活性ガス供給源300cから処50

理室 201 内に不活性ガスが供給され、処理室 201 内がバージされる。

【 0081 】

このように、上述の基板処理工程 S110 が所定回数行われた後に、第 2 クリーニング工程 S150 が行われることにより、処理室 201 内に付着した副生成物や未反応成分の堆積量が多くなったとしても、処理室 201 内の副生成物や未反応成分が除去される。これにより、パーティクルが発生することを低減することができ、基板に、膜表面の平坦性が優れたシリコン膜を形成することができる。

【 0082 】

(第 3 クリーニング工程)

次に、例えば基板処理工程 S110 を所定回数 (c 回、 c は 1 以上の整数) 行ったか否かを判定する (S160) 。基板処理工程 S110 を所定回数行った場合に (S160 の 「 Y e s 」 の場合) 、第 1 クリーニング工程とは異なるタイミングでクリーニングガス供給部により排気装置後段排気管 231c にクリーニングガスを供給する第 3 クリーニング工程を行う (S170) 。基板処理工程 S110 を所定回数 (c 回) 行っていない場合 (S160 の 「 N o 」 の場合) 、第 3 クリーニング工程は行わない。ここでは、例えば、第 3 クリーニング工程を行うか否かを判定する際の基板処理工程の所定回数は、第 1 クリーニング工程または第 2 クリーニング工程を行うか否かを判定する際の基板処理工程の所定回数以上である。すなわち、例えば $c \geq a, b$ である。

10

【 0083 】

第 3 クリーニング工程 S170 では、主に真空排気装置 246 の後段の排気装置後段排気管 231c の内壁や、その後段に接続される除害装置 248 がクリーニングされる。排気装置後段排気管 231c の内部は、圧力調整装置後段排気管 231b よりも圧力が高い状態となっている。即ち、成膜に使われたガスが多量に存在している状態が続き、副生成物や未反応成分が大量に堆積した状態となっている。上述のバージ及び大気復帰 (S115) の後、クリーニングガスバイパス供給部の一部であるバルブ 310d, 310f を開き、クリーニングガス供給源 300d から排気装置後段排気管 231c へクリーニングガスが供給される。クリーニングガスバイパス供給部からのクリーニングガスは、 M F C 241d により流量調整される。クリーニングガスが供給されることにより、排気装置後段排気管 231c の内部の堆積物が除去される。所定時間のクリーニングが終了したら、バルブ 310d, 310f を閉じ、クリーニングガスの供給を停止する。第 3 のガス供給部の一部であるバルブ 310c, バルブ 310f を開き、不活性ガス供給源 300c から不活性ガスを供給し、クリーニングガスがバージされる。このように、基板処理工程が所定回数実施された後にクリーニングすることにより、半導体装置の製造スループットを向上させることができる。

20

【 0084 】

なお、各々のクリーニング工程を行うか否かを判定する際の基板処理工程 S110 の所定回数 (a, b, c) は、副生成物の堆積量または堆積速度、すなわち、基板処理条件、処理内容に応じて適宜設定される。例えば、副生成物の堆積量または堆積速度が、圧力調整装置後段排気管 231b 内、処理室 201 内、排気装置後段排気管 231c の順で高くなる場合、 $c > b > a$ とする。すなわち、第 3 クリーニング工程、第 2 クリーニング工程、第 1 クリーニング工程の順で、クリーニングを行う頻度を高く設定する。

30

【 0085 】

また、処理室 201 内へクリーニングガスを供給するクリーニング工程 (第 2 クリーニング工程) と処理室 201 内を経由しないクリーニング工程 (第 1 クリーニング工程または第 2 クリーニング工程) は、必要に応じて順番に行ったり同時に行ったりしても良い。

40

【 0086 】

このように、処理室 201 内のガスクリーニングを行い、排気部 (圧力調整装置後段排気管 231b 、排気装置後段排気管 231c 等) 内のガスクリーニングを行う。第 1 クリーニング工程、第 2 クリーニング工程、第 3 クリーニング工程をそれぞれ所定のタイミングで実施する。これにより、各部位に対し適切なクリーニングを行うことができる。言い

50

換えれば、クリーニングの頻度が少なすぎたり、多すぎたりすることがない。また、処理室201内だけでなく、排気部内に対しても残留膜や残留した未反応物を効果的にクリーニングできるため、真空排気装置246の予期しない停止を防ぐことができる。また、上記第1クリーニング工程S130と、第2クリーニング工程S150と、第3クリーニング工程S170とを組合せてクリーニングすることにより、基板処理装置10の各部の性能を一定に保つことができ、半導体装置の製造スループットの向上や装置のメンテナンスを容易にすることができます。

【0087】

なお、一例として、本実施形態におけるクリーニング時のクリーニングガス流量は、10
0 sccm～5000 sccmとしている。

【0088】

また、好ましくは、処理室201内をクリーニングする条件と、排気部（圧力調整装置後段排気管231b、排気装置後段排気管231c等）内をクリーニングする条件を異ならせて行ってもよい。言い換えると、クリーニングを行う場所に応じて、最適なクリーニング条件を独立して設定してもよい。例えば、第2クリーニング工程S150のクリーニング条件は、第1クリーニング工程S130または第3クリーニング工程S170のクリーニング条件と異なる。具体的には、第2クリーニング工程S150は、ヒータ206を昇温した状態で行われる。第2クリーニング工程S150におけるクリーニングガスの流量を、第1クリーニング工程S130または第3クリーニング工程S170におけるクリーニングガスの流量よりも小さくする。これにより、例えば、処理室201を構成する石英部材が受けるクリーニングガスによるダメージを最小限にすることことができ、石英部材の使用期間を延長することができる。

【0089】

また、好ましくは、処理室201内をクリーニングする工程と、排気部内をクリーニングする工程とにおいて、クリーニングガスの供給される量が徐々に大きくなるようにクリーニングガスを供給することが良い。クリーニングガスと副生成物との反応は徐々に進行する。これにより、過剰にクリーニングガスと副生成物とが反応することのリスクを低減することができる。且つ構成する部材へのクリーニングによるダメージを最小限にすることができる。

【0090】

（終了判定）

次に、基板処理工程S110と各々のクリーニング工程（S130、S150、S170）とを有する一連の工程を終了するか否かを判定する。例えば、基板処理工程S110を所定回数（d回、dは1以上の整数）行ったか否かを判定する（S180）。基板処理工程S110を所定回数行った場合に（S180の「Yes」の場合）、基板処理工程S110を終了する。基板処理工程S110を所定回数（d回）行っていない場合（S180の「No」の場合）、再度、基板処理工程S110を行う。ここでは、例えば、S180における基板処理工程の所定回数は、第3クリーニング工程を行うか否かを判定する際の基板処理工程の所定回数と等しい。すなわち、例えばc=dである。この場合、第3クリーニング工程S170と共に、一連の工程を終了する。

【0091】

（4）本実施形態に係る効果

本実施形態によれば、以下に示す1つまたは複数の効果を奏する。

【0092】

（a）本実施形態によれば、基板処理装置10は、所定元素を含有する第1の処理ガスをウエハ200に対して供給する第1のガス供給部と、所定元素及びハロゲン元素を含有する第2の処理ガスをウエハ200に対して供給する第2のガス供給部と、を有している。基板処理工程では、処理室201内に収容されたウエハ200に対して、排気部により処理室201内を排気しつつ、第1の処理ガスおよび第2の処理ガスを供給する。ウエハ200の上に薄膜がエッティングされながら形成されることにより、膜表面の平坦性が優れる

10

20

30

40

50

膜を形成できる。

【0093】

その一方で、エッティングされながらの成膜となることから、一度の成膜に用いるガス量が多くなってしまう。これらにより、第1の処理ガスと第2の処理ガスにより、排気部内に副生成物や未反応成分が多量に発生する可能性がある。そこで、本実施形態の基板処理装置10は、排気部内に処理室201を介さずにクリーニングガスを供給するクリーニングガスバイパス供給部を有する。基板処理工程の後に、排気部内に処理室201を介さずにクリーニングガスを供給するクリーニング工程を行う。排気部内に発生した副生成物等が除去される。排気部に対し、適切なクリーニングをすることができる。

【0094】

これにより、排気部内の副生成物がガス化することが抑制され、また副生成物表面に処理ガスや不活性ガスが吸着脱離することが抑制されることにより、排気部による排気速度を一定に保つことができる。また、副生成物が真空排気装置246内に堆積し難く、真空排気装置246の寿命を長くすることができます。また、予期せぬ真空排気装置246の停止しにくくすることができます。このようにして安定的に基板処理工程を行うことができることにより、結果としてウェハ200に対する処理の品質や半導体装置の性能の劣化を抑制することができる。また、良好な性能を有する半導体装置を安定して製造することができ、スループットの向上ができる。

【0095】

(b) 本実施形態によれば、少なくとも排気管231のメインバルブとしての圧力調整装置242よりも下流側(圧力調整装置後段排気管231b)に、クリーニングガスバイパス供給部が接続されている。圧力調整装置後段排気管231bはヒータ206によって加熱されていないため、第1の処理ガスおよび第2の処理ガスによって副生成物が堆積され易い。そこで、排気部をクリーニングする際、処理室201を介さずに、直接に圧力調整装置後段排気管231bにクリーニングガスを供給する。副生成物が堆積し易い圧力調整装置後段排気管231bを集中的にクリーニングすることができる。また処理室201内がクリーニングガスによって劣化することが抑制される。

【0096】

(c) 本実施形態によれば、基板処理工程を所定回数行った場合に、圧力調整装置後段排気管231bを閉じて、クリーニングガスバイパス供給部により圧力調整装置後段排気管231bにクリーニングガスを供給する第1クリーニング工程を行う。圧力調整装置後段排気管231bを閉じることにより、圧力調整装置後段排気管231b内の副生成物が処理室201内に混入することが抑制される。また、基板処理工程の回数が増加するにつれて、排気管231における副生成物の堆積量も増加する。第1クリーニング工程を行うか否かを判定する際の基板処理工程の所定回数は、排気管231における副生成物の堆積量に応じて設定される。排気管231における副生成物の堆積量が多い場合、第1クリーニング工程を行うか否かを判定する際の基板処理工程の所定回数(a回)を少なくする。すなわち、基板処理工程S110に対して、第1クリーニング工程S130の頻度を高くする。排気部に悪影響が生じる前に、排気部内の副生成物は除去される。これにより、排気部による排気速度を一定に保つことができる。

【0097】

(d) 本実施形態によれば、基板処理工程を所定回数行った場合に、クリーニングガス供給部により処理室201内にクリーニングガスを供給する第2クリーニング工程を行う。第2クリーニング工程を行うことにより、処理室201内における副生成物の堆積量を最小限にすることが可能になり、副生成物に伴う異物(パーティクル)の発生確率を低減することができる。

【0098】

(e) 本実施形態によれば、基板処理工程を所定回数行った場合に、クリーニングガスバイパス供給部により排気装置後段排気管231c内にクリーニングガスを供給する第3クリーニング工程を行う。これにより、排気部の排気能力を維持することができる。このよ

10

20

30

40

50

うに、第1クリーニング工程、第2クリーニング工程、および第3クリーニング工程を組合せてクリーニングすることにより、基板処理装置10の各部の性能を一定に保つことができ、半導体装置の製造スループットの向上や装置のメンテナンスを容易にすることができます。

【0099】

(f) 本実施形態によれば、処理室201内にクリーニングガスを供給するクリーニング処理の条件は、排気部内にクリーニングガスを供給するクリーニング処理の条件と異なる。言い換えると、クリーニングを行う場所に応じて、最適なクリーニング条件を独立して設定する。

【0100】

例えば、第2クリーニング工程S150は、ヒータ206を昇温した状態で行われる。第2クリーニング工程S150におけるクリーニングガスの流量を、第1クリーニング工程S130または第3クリーニング工程S170におけるクリーニングガスの流量よりも小さくする。また、例えば、クリーニングガスを流す部分の構成部材に応じて、クリーニング処理の条件を変更する。具体的には、クリーニングガスを流す部分が石英により形成されている場合、クリーニングガスの流量を小さくする。一方で、クリーニングガスを流す部分がステンレスにより形成されている場合、クリーニングガスの流量を大きくする。

【0101】

これにより、構成部材へのクリーニングガスによるダメージを低減することができる。例えば、処理室201を構成する部材が受けるクリーニングガスによるダメージを最小限にすることができる。また、構成部材の寿命を延長することができる。例えば処理室201を構成する部材の寿命を延長することができる。

【0102】

<第2実施形態>

(1) 発明者等が得た知見

まず、発明者等が得た知見について説明する。本実施形態のように、基板処理工程の後に、排気部内に処理室201を介さずにクリーニングガスを供給するクリーニング工程が行われる。クリーニング工程において、クリーニングガスと副生成物や未反応物との反応で発生する反応熱により、排気部の一部が異常に加熱される可能性があることを見出した。このような排気部が異常に加熱された場合、例えば少なくとも排気部のメインバルブが有するシール部材が劣化しうる。このため、排気部の排気能力が低下したり、排気部からの処理ガス等がリークしたりする可能性がある。そこで、本発明者等は、上記課題を解決する手段について鋭意研究を行った結果、以下のような知見を得た。

【0103】

本実施形態では、排気部にクリーニング監視部を設ける。クリーニング監視部を、排気部の状態を検出するよう構成する。クリーニング監視部により、排気部の一部が加熱される等の異常が発生したことを検出することができる。また、制御部を、クリーニング監視部が検出した排気部の状態に応じて、クリーニングガスバイパス供給部によるクリーニングガスの供給を制御するよう構成する。これにより、排気部が異常に加熱されることを抑制することができる。以下の本実施形態は、上記知見に基づくものである。

【0104】

(2) 基板処理装置の構成

次に、図1、図2、図3を用い、第2実施形態について説明する。第2実施形態は、第1実施形態の変形例である。

【0105】

本実施形態では、基板処理装置10が図1および図2において符号がカッコ書きの構成部材を有する点で第1実施形態と異なる。具体的には、排気部には、クリーニング監視部が設けられている。クリーニング監視部は、排気部の状態を検出するように構成されている。クリーニング状況として排気部の状態を監視しながらクリーニングを行う。

【0106】

10

20

30

40

50

図2および図3に示されているように、例えば、排気部には、クリーニング監視部としての温度監視部264が設けられている。クリーニング監視部は、排気部の温度を直接検出するよう構成されている。温度監視部264は、例えば排気管231の温度を検出するよう構成されている。

【0107】

また、例えば、排気部には、クリーニング監視部としてのガス分析部265が更に設けられている。クリーニング監視部は、排気部内のガス中の成分や濃度を分析するよう構成されている。クリーニング監視部は、排気部内のガス分析結果からクリーニングの進行度合いを検知することにより間接的に排気部の温度を検出することができるよう構成されている。例えば、クリーニング工程において、Fを含むクリーニングガスと排気管231内に堆積したSiを含む副生成物とが反応することにより、Fを含むSi化合物ガス（例えばSiFxガス）が生じる。ガス分析部265は、例えばFを含むSi化合物ガスの濃度を検出する。例えば、ガス分析部265が検出した排気部内のFを含むSi化合物ガスの濃度は、排気部の温度と相関がある。ガス分析部265が検出した排気部内のFを含むSi化合物ガスの濃度から排気部の温度が間接的に見積もられる。ガス分析部265は、例えばFTIR(Fourier Transform Infrared)分光法やNDIR(Non Dispersive Infrared)分光法などの赤外分光法を用いた分析装置である。なお、クリーニング監視部としてのガス分析部265は、クリーニング工程においてFを含むSi化合物ガスの減少を検出することによってクリーニングの終点を判定するよう構成されていてもよい。

10

20

【0108】

主に、温度監視部264やガス分析部265の少なくともいずれかにより、クリーニング監視部が構成される。

【0109】

図1に示されているように、例えば筐体12の正面側には、警告部504が設けられている。警告部504は、クリーニング工程中に基板処理装置10において異常が発生したことを示す警告を発報するよう構成されている。

【0110】

図3に示されているように、制御部としてのコントローラ500におけるI/Oポート239dは、主に、ガス流量制御部235、圧力制御部236、駆動制御部237、温度制御部238だけでなく、クリーニング監視部としての温度監視部264やガス分析部265、警告部504、扉14等にも接続されている。

30

【0111】

(3) クリーニング工程

続いて、図6を用い、本実施形態に係る半導体製造工程の一工程として実施されるクリーニング工程について説明する。本実施形態では、排気部の状態に応じて排気部内へのクリーニングガスの流量を制御する点で、第1実施形態と異なる。なお、以下の説明において、係る工程は、上述の基板処理装置10により実施される。基板処理装置10を構成する各部の動作は、コントローラ500により制御される。以下では、例えば第1クリーニング工程において、本実施形態の排気部内へのクリーニングガスの流量の制御を適用した場合について説明する。

40

【0112】

図6(a)は、本実施形態のクリーニング工程における排気部の温度の変化を示す図であり、図6(b)は、本実施形態のクリーニング工程におけるクリーニングガス流量の制御の様子を示す図である。図6(a)において、横軸は第1クリーニング工程における経過時間(a.u.)であり、縦軸は排気部の測定温度()である。また、図6(b)において、横軸は第1クリーニング工程における経過時間(a.u.)であり、縦軸はクリーニングガスバイパス供給部から圧力調整装置後段排気管231bへ供給されるクリーニングガス流量(a.u.)である。

【0113】

50

上述の実施形態と同様にして、クリーニングガスバイパス供給部により、排気部内に処理室201を介さずにクリーニングガスを供給するクリーニング工程を開始する。本実施形態では、少なくとも第1クリーニング工程において、排気部の状態に応じて排気部内へのクリーニングガスの流量を制御する。

【0114】

具体的には、図6(b)に示されているように、クリーニングガスバイパス供給部の一部であるバルブ310d、310eを開き、圧力調整装置後段排気管231bにクリーニングガスを供給し始める。このとき、図6(a)に示されているように、排気部内の副生成物とクリーニングガスとの反応熱により、排気部の温度は上昇し始める。

【0115】

その後、図6(b)に示されているように、例えばMFC241dを調整して、クリーニングガスの流量を徐々に大きくしていく。また、クリーニングガスの流量を所定流量(F1)まで増加させ、所定流量(F1)になったときに一定に保つ。さらに、排気部の温度は徐々に上昇していく。

【0116】

クリーニングガスバイパス供給部によるクリーニングガスの供給の際に、温度監視部264やガス分析部265からの温度情報に基づいて、排気部の温度が第1温度(T1)まで上昇したか否かを判定する。排気部の温度が第1温度(T1)まで上昇したとき、クリーニングガスの供給を停止する。

【0117】

具体的には、例えば、排気管231の一部の温度を測定するステップを実行し、温度監視部264やガス分析部265が測定した排気部状態データを主制御部としてのコンピュータ239へ伝達する。コンピュータ239は、第1温度(T1)まで温度が上昇しているか判別する判別ステップを行い、第1温度(T1)以上になっている場合、コンピュータ239がガス流量制御部235を介してクリーニングガスバイパス供給部にクリーニングガスの供給を一度止めるよう信号を伝達する。クリーニングガスバイパス供給部の一部であるバルブ310d、310eを閉じて、クリーニングガスの供給を停止する。

【0118】

第1温度(T1)は、例えば、排気部内においてクリーニングガスによるクリーニングが進行する温度であって、圧力調整装置242が有するシール部材の劣化温度未満である。「圧力調整装置242が有するシール部材」とは、例えば、圧力調整装置242と排気管231との間、または圧力調整装置242の内部等に設けられたOリング等である。「シール部材の劣化温度」とは、例えばシール部材が高分子材料を含むOリング等である場合、シール部材の材料のガラス転移温度等である。排気部の温度がシール部材の劣化温度よりも低い第1温度(T1)まで上昇したときに、クリーニングガスの供給を停止する。これにより、排気部の温度がシール部材の劣化温度まで上昇しにくくなる。すなわち、シール部材の劣化が抑制される。

【0119】

その後、クリーニングガスの供給が停止されたことにより、排気管231の温度は、第1温度(T1)から降下し始める。クリーニングガスの供給を停止した後に排気部の温度が第1温度(T1)よりも低い第2温度(T2)に降下したとき、バルブ310d、310eを開き、クリーニングバイパス供給部にクリーニングガスの供給を再開させる。例えば、排気部の温度が第2温度(T2)以下の状態では、クリーニングが不十分となる。排気部の温度が第2温度(T2)に降下したときにクリーニングガスの供給を再開せることにより、クリーニングの進行を継続することができる。

【0120】

その後、排気部の温度は再度上昇し始める。MFC241dを調整して、クリーニングガスの流量を徐々に大きくしていく。クリーニング工程において、これらの一連のサイクルを交互に複数回繰返してクリーニングを行う。

【0121】

10

20

30

40

50

また、ガス分析部 265 からの排気部内のガス分析情報に応じて排気部内へのクリーニングガスの流量を制御してもよい。具体的には、ガス分析部 265 は、クリーニング時に発生する F を含む Si 化合物ガス（例えば SiFx）の濃度を測定する。SiFx の濃度が所定の量まで達したとき、クリーニングガスの供給を一度止める。SiFx の濃度の「所定の量」とは、例えば予め設定された SiFx の濃度であって、排気部の温度が第 1 温度（T1）となる状態のときの SiFx の濃度である。その後、SiFx の濃度が低下して安定化するまで待機する（SiFx 量安定ステップ）。SiFx 量安定ステップでクリーニングをスタートできる量まで低下させて（好ましくは安定していることをチェックして）、クリーニングガスの供給を再開する。このサイクルを交互に複数回繰返してクリーニングを行ってもよい。

10

【0122】

以上のクリーニング工程が所定の時間経過した後、バルブ 310d、310e を閉じ、クリーニングバイパス供給部によるクリーニングガスの供給を停止する。第 3 のガス供給部の一部であるバルブ 310c、バルブ 310e を開き、不活性ガス供給源 300c から圧力調整装置後段排気管 231b 内に不活性ガスが供給される。これにより、第 1 クリーニング工程 S130 を終了する。その後、第 1 実施形態と同様にして、例えば基板処理工程 S110 を再開する。

【0123】

以上のように、本実施形態では、クリーニングガスと副生成物や未反応物との反応で発生する反応熱により、排気部の一部が異常に加熱されることを抑制することができる。また、反応に伴う異常加熱を抑制することにより、排気部を構成する O リング等のシール部材や排気管 231 の内壁面やの劣化を低減することができるとともに、劣化に伴う排気系の破損を抑制することができる。

20

【0124】

なお、排気部の温度が第 1 温度（T1）まで上昇したとき、コントローラ 500 は操作を制限してもよい。言い換れば、装置をロックしてもよい。操作を制限するインターロックが作動し、入出力装置 501 による各種バルブの操作がロックされる。少なくともクリーニングガスを供給することに関する操作ができなくなる。具体的には、少なくともバルブ 310d、310e、310f が閉じた状態で維持される。これにより、人為的ミスにより排気部の温度が過剰に上昇すること等が抑制される。

30

【0125】

また、排気部の温度が第 1 温度（T1）まで上昇したとき、コントローラ 500 は少なくとも処理室 201 及び排気部の周囲を気密に封止してもよい。コントローラ 500 は、筐体 12 の扉 14 が閉まった状態に固定する。これにより、操作者が加熱された排気部に接触することが防止される。また、排気部からガスが漏れても、筐体 12 内から外にガスが漏れることが抑制される。

【0126】

また、排気部の温度が第 1 温度（T1）まで上昇したとき、コントローラ 500 は、警告部 504 に警告を発報させてもよい。これにより、排気部の温度が高くなっていることを操作者に注意喚起する。警告部 504 は、例えばアラーム音を鳴らすブザーである。または、警告部 504 は、例えば警告を示す情報を表示する。警告部 504 は、例えば警告灯である。排気部の温度が第 1 温度（T1）まで上昇したとき、コントローラ 500 は、警告部 504 を発光させる。

40

【0127】

また、例えば、排気部の温度が第 2 温度（T2）に降下したときに、コントローラ 500 は、上記した装置のロック、または扉 14 の固定を解除する。言い換れば、クリーニング監視部が任意の第一の値（温度の場合、第 1 温度 T1）を検出してから任意の第二の値（第 2 温度 T2）を検出するまで、コントローラ 500 は、装置で他の作業ができない様、装置のロック、または扉 14 の固定を継続する。このように、過剰に操作を制限することなく、クリーニング工程を進行させることができる。

50

【0128】**(4) 本実施形態に係る効果**

本実施形態によれば、第1実施形態で述べた効果以外に、以下に示す効果のうち少なくとも1つ以上の効果を奏する。

【0129】

(a) 本実施形態によれば、排気部にクリーニング監視部を設ける。クリーニング監視部を、排気部の状態を検出するよう構成する。具体的には、クリーニング監視部を、排気部の温度を検出したり、排気部内のガスを分析したりするよう構成する。このように、クリーニング監視部により、排気部の一部が加熱される等の異常が発生したことを検出する。また、制御部を、クリーニング監視部が検出した排気部の状態に応じて、クリーニングガスバイパス供給部によるクリーニングガスの供給を制御するよう構成する。これにより、クリーニングガスの供給を制御して、クリーニング中の排気部の異常加熱を抑制することができる。10

【0130】

(b) 本実施形態によれば、クリーニングガスバイパス供給部によるクリーニングガスの供給の際に、排気部の温度が第1温度(T_1)まで上昇したか否かを判定する。排気部の温度が第1温度(T_1)まで上昇したとき、クリーニングガスの供給を停止する。これにより、クリーニング工程中に、排気部の温度が第1温度(T_1)よりも大きく上昇することを抑制することができる。すなわち、クリーニング工程において、反応熱によって基板処理装置10の構成部材が劣化することが抑制される。20

【0131】

(c) 本実施形態によれば、第1温度(T_1)は、例えば、少なくともメインバルブとしての圧力調整装置242が有するシール部材の劣化温度未満である。メインバルブのシール部材が劣化した場合、排気部からガスがリークする可能性がある。この場合、メインバルブの交換が必要となる。本実施形態では、排気部の温度がシール部材の劣化温度よりも低い第1温度(T_1)まで上昇したときに、クリーニングガスの供給を停止する。これにより、排気部の温度がシール部材の劣化温度まで上昇しにくくなる。すなわち、シール部材の劣化が抑制される。したがって、基板処理装置10を安全に長く使用することができる。

【0132】

(d) 本実施形態によれば、排気部の温度が第1温度(T_1)よりも低い第2温度(T_2)に降下したとき、クリーニングバイパス供給部にクリーニングガスの供給を再開させる。クリーニング工程において、排気部の温度は、およそ第2温度(T_2)以上第1温度(T_1)以下の範囲に保持される。このサイクルを複数回繰返してクリーニングを行う。これにより、排気部等を劣化させない範囲で、クリーニング工程を効率的に継続することができる。30

【0133】

(e) 本実施形態によれば、クリーニング工程において、クリーニングガスの流量を徐々に大きくしていく。これにより、クリーニングガスと副生成物とが過剰に反応することのリスクを低減し、排気部の温度が急激に上昇することを防ぐことができる。また、基板処理装置10を構成する部材へのクリーニングによるダメージを最小限にすることができます。また、排気部の温度が第2温度以上第1温度未満である期間が長くなる。クリーニング工程における実効的なクリーニング時間が長くなる。これにより、半導体装置の製造工程のスループットが向上する。40

【0134】

なお、比較例として、排気部内に副生成物が多く残存している状態で一度に大量のクリーニングガスを供給した場合、副生成物とクリーニングガスとが異常反応を起こす可能性がある。比較例では、排気部の温度が急上昇しうる。このため、排気部の劣化の可能性が高まる。また、比較例では、クリーニング工程における実効的なクリーニング時間が短くなる。これに対して、本実施形態によれば、クリーニングガスの流量を徐々に大きくして50

いく。これにより、排気部の温度が第2温度以上第1温度未満である期間が長くなる。クリーニング工程における実効的なクリーニング時間が長くなる。

【0135】

(f) 本実施形態によれば、排気部の温度が第1温度(T_1)まで上昇したとき、操作を制限する。操作を制限するインターロックが作動し、少なくともクリーニングガスを供給することに関する操作ができなくなる。具体的には、少なくともバルブ310d、310e、310fが閉じた状態に維持される。これにより、人為的ミスにより排気部の温度が過剰に上昇すること等が抑制される。

【0136】

(g) 本実施形態によれば、排気部の温度が第1温度まで上昇したとき、筐体12の扉14が閉まった状態に固定される。これにより、操作者が加熱された排気部に接触することが防止される。また、排気部からガスが漏れても、筐体12内から外にガスが漏れることが抑制される。したがって、基板処理装置10の安全性が保たれる。

10

【0137】

(h) 本実施形態によれば、排気部の温度が第1温度まで上昇したとき、警告部504は、警告を発報する。これにより、排気部の温度が高くなっていることを操作者に注意喚起することができる。

【0138】

<本発明の他の実施形態>

以上、本発明の実施の形態を具体的に説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能である。

20

【0139】

上述の実施形態では、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成膜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成膜する場合にも、好適に適用できる。また、上述の実施形態では、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成膜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成膜する場合にも、好適に適用できる。

【0140】

30

上述の実施形態ではポリシリコン膜の形成に関して説明したが、その他、エピタキシャル膜、CVD膜、プラズマCVD膜、ALE(Atomic Layer Epitaxy)膜、ALD(Atomic Layer Deposition)膜、MOVPE(Metal-Organic Vapor Phase Epitaxy)膜についても適用することができる。シリコン膜のような所定元素単体からなる膜だけでなく、例えば窒化シリコン(SiN)膜、酸化シリコン(SiO)膜、炭化シリコン(SiC)膜等に關しても適用することができる。

【0141】

また、上述の実施形態では、所定元素として半導体元素であるシリコンを含むシリコン膜を形成する例について説明したが、本発明は係る態様に限定されず、所定元素として半導体元素であるゲルマニウム(Ge)を含む膜や、金属元素であるチタン(Ti)、ジルコニウム(Zr)、ハフニウム(Hf)、タンタル(Ta)、アルミニウム(Al)、モリブデン(Mo)等の金属系薄膜を形成する場合にも適用することができる。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適用することができる。

40

【0142】

上述の実施形態では、第1の処理ガス及び第2の処理ガスを用いてウェハ200上に薄膜を形成する場合を説明した。第1の処理ガス及び第2の処理ガスの少なくともいずれか一方を用いてウェハ200上に薄膜を形成する場合であっても、上記の実施形態と同様のクリーニング工程を適用することができる。

50

【 0 1 4 3 】

第2実施形態では、第1クリーニング工程において、クリーニング監視部が検出した排気部の状態に応じて、クリーニングガスバイパス供給部によるクリーニングガスの供給を制御する場合を説明した。しかし、第2クリーニング工程または第3クリーニング工程においても、クリーニング監視部が検出した排気部の状態に応じて、クリーニングガスバイパス供給部によるクリーニングガスの供給を制御してもよい。

【 0 1 4 4 】

第2実施形態では、クリーニング工程において、クリーニングガスの流量を徐々に大きくしていく場合を説明した。しかし、クリーニング工程において、クリーニングガスの流量を一定にしたり、徐々に降下させたりしてもよい。

10

【 0 1 4 5 】

第2実施形態では、クリーニングガスの供給を停止した後に排気部の温度が第1温度(T_1)よりも低い第2温度(T_2)に降下したとき、クリーニングバイパス供給部にクリーニングガスの供給を再開させる場合について説明した。しかし、クリーニングガスの供給を停止した後であって所定時間経過した後に、クリーニングバイパス供給部にクリーニングガスを再開させてもよい。また、クリーニングガスの供給を停止した後で、排気部の温度が第2温度(T_2)に降下してから所定の安定化時間経過した後に、クリーニングバイパス供給部にクリーニングガスを再開させてもよい。

【 0 1 4 6 】

第2実施形態では、クリーニング工程が所定の時間経過した後、クリーニング工程を終了する場合について説明した。しかし、クリーニング工程において、排気部の温度が上昇しなくなったらクリーニング工程を終了してもよい。または、クリーニング工程において、ガス分析部265によって、Fを含むSi化合物ガスの濃度が下限値以下になったらクリーニング工程を終了してもよい。

20

【 0 1 4 7 】

<本発明の好ましい態様>

以下に、本発明の好ましい態様について付記する。

【 0 1 4 8 】

(付記1)

本発明の一態様によれば、

30

基板が収容される処理室と、

所定元素を含有する第1の処理ガスを前記基板に対して供給する第1のガス供給部と、前記所定元素及びハロゲン元素を含有する第2の処理ガスを前記基板に対して供給する第2のガス供給部と、

前記処理室内を排気する排気部と、

前記排気部内に前記処理室を介さずにクリーニングガスを供給するクリーニングガスバイパス供給部と、

前記排気部に設けられ、前記排気部の状態を検出するクリーニング監視部と、

前記クリーニング監視部が検出した前記排気部の状態に応じて、前記クリーニングガスバイパス供給部による前記クリーニングガスの供給を制御する制御部と、

40

を有する基板処理装置が提供される。

【 0 1 4 9 】

(付記2)

付記1に記載の基板処理装置であって、好ましくは、

前記排気部は、

前記処理室に接続された排気管と、

前記排気管に設けられたメインバルブと、

を有し、

前記制御部は、前記メインバルブを閉じて、前記クリーニングガスバイパス供給部により前記排気管の前記メインバルブよりも下流側に前記クリーニングガスを供給するよう制

50

御する第1クリーニング処理を行う。

【0150】

(付記3)

付記1又は2に記載の基板処理装置であって、好ましくは、
前記クリーニング監視部は、前記排気部の温度を検出する。

【0151】

(付記4)

付記3に記載の基板処理装置であって、好ましくは、
前記排気部は、前記処理室に接続された排気管を有し、
前記クリーニング監視部は、前記排気管の温度を検出する。

【0152】

(付記5)

付記1から4のいずれかに記載の基板処理装置であって、好ましくは、
前記クリーニング監視部は、前記排気部内のガスを分析する。

【0153】

(付記6)

付記1から5のいずれかに記載の基板処理装置であって、好ましくは、
前記制御部は、前記クリーニングガスバイパス供給部による前記クリーニングガスの供
給の際に、前記排気部の温度が第1温度まで上昇したか否かを判定し、
前記排気部の温度が前記第1温度まで上昇したとき、前記クリーニングガスの供給を停
止するよう前記クリーニングガスバイパス供給部を制御する。

【0154】

(付記7)

付記6に記載の基板処理装置であって、好ましくは、
前記制御部は、前記排気部の温度が第1温度まで上昇したとき、操作を制限する。

【0155】

(付記8)

付記6又は7に記載の基板処理装置であって、好ましくは、
少なくとも前記処理室及び前記排気部の外側に設けられた筐体と、
前記筐体に設けられた扉と、
を有し、

前記制御部は、前記排気部の温度が前記第1温度まで上昇したとき、前記扉が閉まった
状態に固定する。

【0156】

(付記9)

付記6から8のいずれかに記載の基板処理装置であって、好ましくは、
異常が発生したことを示す警告を発報する警告部を有し、
前記制御部は、前記排気部の温度が前記第1温度まで上昇したとき、前記警告部に前記
警告を発報させる。

【0157】

(付記10)

付記6から9のいずれかに記載の基板処理装置であって、好ましくは、
前記制御部は、前記クリーニングガスの供給を停止した後に前記排気部の温度が前記第
1温度よりも低い第2温度に降下したとき、前記クリーニングバイパス供給部に前記クリ
ーニングガスの供給を再開させる。

【0158】

(付記11)

付記6から10のいずれかに記載の基板処理装置であって、好ましくは、
前記排気部は、
前記処理室に接続された排気管と、

10

20

30

40

50

前記排気管に設けられたメインバルブと、
を有し、

前記第1温度は、少なくとも前記メインバルブが有するシール部材の劣化温度未満である。

【0159】

(付記12)

付記1から11のいずれかに記載の基板処理装置であって、好ましくは、

前記制御部は、前記クリーニングガスの流量を徐々に大きくしていくよう前記クリーニングガスバイパス供給部を制御する。

【0160】

10

(付記13)

付記1から12のいずれかに記載の基板処理装置であって、好ましくは、

前記排気部は、

前記処理室に接続された排気管と、

前記排気管に設けられたemainバルブと、
を有し、

前記クリーニングガスバイパス供給部は、少なくとも前記排気管の前記emainバルブよりも下流側に接続されている。

【0161】

20

(付記14)

付記13に記載の基板処理装置であって、好ましくは、

前記制御部は、

前記基板に対して前記第1の処理ガス及び前記第2の処理ガスを供給して、前記基板の上に薄膜を形成する処理と、

前記薄膜を形成する処理を所定回数行った後に、前記emainバルブを閉じて、前記クリーニングガスバイパス供給部により前記排気管の前記emainバルブよりも下流側に前記クリーニングガスを供給するよう制御する第1クリーニング処理と、
を行う。

【0162】

30

(付記15)

付記13又は14に記載の基板処理装置であって、好ましくは、

前記処理室内に前記クリーニングガスを供給するクリーニングガス供給部を有し、

前記制御部は、

前記薄膜を形成する処理を所定回数行った後に、前記クリーニングガス供給部により前記処理室内に前記クリーニングガスを供給するよう制御する第2クリーニング処理を行う。

【0163】

(付記16)

付記15に記載の基板処理装置であって、好ましくは、

前記処理室内に前記クリーニングガスを供給するクリーニング処理の条件は、前記排気部内に前記クリーニングガスを供給するクリーニング処理の条件と異なる。

40

【0164】

(付記17)

付記13から16のいずれかに記載の基板処理装置であって、好ましくは、

前記排気部は、前記排気管の前記emainバルブよりも下流側に接続された排気装置を有し、

前記クリーニングガスバイパス供給部は、前記emainバルブ及び前記排気装置の間の前記排気管と、前記排気装置よりも下流側の前記排気管と、に接続され、

前記制御部は、

前記薄膜を形成する処理を所定回数行った後に、前記クリーニングガスバイパス供給部

50

により前記排気装置よりも下流側の前記排気管内に前記クリーニングガスを供給するよう制御する第3クリーニング処理を行う。

【0165】

(付記18)

本発明の他の態様によれば、

排気部により処理室内を排気しつつ、前記処理室内に収容された基板に対して所定元素を含有する第1の処理ガスを供給する工程と、

前記処理室内を排気しつつ、前記基板に対して前記所定元素及びハロゲン元素を含有する第2の処理ガスを供給する工程と、

を含み、前記基板の上に薄膜を形成する基板処理工程と、

10

前記排気部の状態に応じて前記クリーニングガスの流量を制御しつつ、前記排気部内に前記処理室を介さずにクリーニングガスを供給する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。

【0166】

(付記19)

本発明の更に他の態様によれば、

排気部により処理室内を排気しつつ、前記処理室内に収容された基板に対して所定元素を含有する第1の処理ガスを供給する手順と、

前記処理室内を排気しつつ、前記基板に対して前記所定元素及びハロゲン元素含有する第2の処理ガスを供給する手順と、

20

を含み、前記基板の上に薄膜を形成する手順と、

前記排気部の状態に応じて前記クリーニングガスの流量を制御しつつ、前記排気部内に前記処理室を介さずにクリーニングガスを供給するクリーニング手順と、
をコンピュータに実行させるプログラムが提供される。

【0167】

(付記20)

本発明の更に他の態様によれば、

排気部により処理室内を排気しつつ、前記処理室内に収容された基板に対して所定元素を含有する第1の処理ガスを供給する手順と、

前記処理室内を排気しつつ、前記基板に対して前記所定元素及びハロゲン元素含有する第2の処理ガスを供給する手順と、

30

を含み、前記基板の上に薄膜を形成する手順と、

前記排気部の状態に応じて前記クリーニングガスの流量を制御しつつ、前記排気部内に前記処理室を介さずにクリーニングガスを供給するクリーニング手順と、

をコンピュータに実行させる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。

【0168】

また、本発明の好ましい態様について、以下のように言い換えることもできる。

【0169】

<付記21>

40

本発明の更に他の態様によれば、シリコン元素を含有する第1の処理ガスを処理室に供給する第1のガス供給部と、シリコン元素と塩素元素を含有する第二の処理ガスを処理室に供給する第2のガス供給部と、排気部にクリーニングガスを供給するクリーニングガスバイパス供給部と、排気管に設けられたクリーニング監視部と、クリーニングガスの供給量を調整するガス流量制御部と、クリーニング監視部と前記ガス流量制御部とを制御する主制御部と、を有する基板処理装置であって、主制御部は、前記クリーニング監視部からの信号により、前記ガス流量制御部を制御することを特徴とする基板処理装置が提供される。

【0170】

<付記22>

50

また好ましくは、

付記 2 1 に記載のクリーニング監視部は、温度を測定する温度制御部である。

【 0 1 7 1 】

<付記 2 3 >

また好ましくは、

付記 2 1 に記載のクリーニング監視部は、排気管内の副生成物量を測定する副生成物監視部である。

【 0 1 7 2 】

<付記 2 4 >

また好ましくは、

付記 2 1 に記載の主制御部は、基板処理装置での成膜終了毎に排気部のメインバルブを閉じて、第 3 のガス管にクリーニングガスを供給するようガス流量制御部とバルブ制御装置とを制御する。

【 0 1 7 3 】

<付記 2 5 >

また好ましくは、

付記 2 4 に記載の主制御部は、付記 2 4 のクリーニングの他に、所定の回数の成膜工程を実施した後に、処理室と排気管にクリーニングガスを供給するように各部を制御する。

【 0 1 7 4 】

<付記 2 6 >

本発明の更に他の態様によれば、

シリコン元素を含有する第 1 の処理ガスを処理室に供給するステップと、シリコン元素と塩素元素を含有する第 2 の処理ガスを処理室に供給するステップと、を有する成膜工程と、クリーニングガス供給ラインを介して、排気管にクリーニングガスを供給するステップと、排気管に設けられたクリーニング監視部が排気管を監視するステップと、主制御部がクリーニング監視部からの信号に基づいてクリーニングガス供給ラインに設けられたクリーニングガスのガス流量制御部を制御するステップと、を有する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。

【 0 1 7 5 】

<付記 2 7 >

また好ましくは、

付記 2 6 に記載された、クリーニング工程は、毎バッチ毎に、メインバルブの後段をクリーニングする第 1 クリーニング工程と、所定のバッチ回数毎に処理室と、排気管をクリーニングする第 2 クリーニング工程とを有する。

【 0 1 7 6 】

<付記 2 8 >

また好ましくは、付記 2 2 に記載された、温度監視部は、排気管の温度をモニタする。

【 0 1 7 7 】

<付記 2 9 >

また好ましくは、付記 2 1 に記載された主制御部は、クリーニング監視部で任意の値が検出された場合に、ガス流量制御部にガスの停止信号を送出する。

【 0 1 7 8 】

<付記 3 0 >

また好ましくは、付記 2 1 に記載された主制御部は、クリーニング監視部で任意の値が検出された場合に、インターロックを発生させる。

【 0 1 7 9 】

<付記 3 1 >

また好ましくは、付記 2 9 , 3 0 に記載された任意の値は、排気部に設けられたシール部材の劣化温度である。

【 0 1 8 0 】

10

20

30

40

50

<付記32>

また好ましくは、付記30に記載されたインターロックは、装置操作をロックする。

【0181】

<付記33>

また好ましくは、付記31に記載された主制御部は、クリーニング監視部で任意の値が検出された場合に、基板処理装置を操作する操作部に警告を表示させるよう操作部に信号を送出する。

【符号の説明】

【0182】

10 基板処理装置

200 ウエハ(基板)

201 処理室

231 排気管

232a、232b、232c、232d ガス供給管

241a、241b、241c、241d MFC(マスフローコントローラ)

242 圧力調整装置(メインバルブ)

246 真空排気装置

300d クリーニングガス供給源

305 第1ガスバイパス供給管

306 第2ガスバイパス供給管

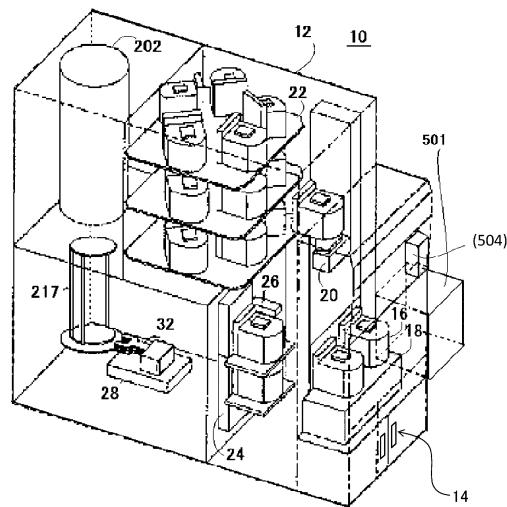
310a, 310b, 310c, 310d, 310e, 310f, 310g, 310h
バルブ(開閉装置)

500 コントローラ(制御部)

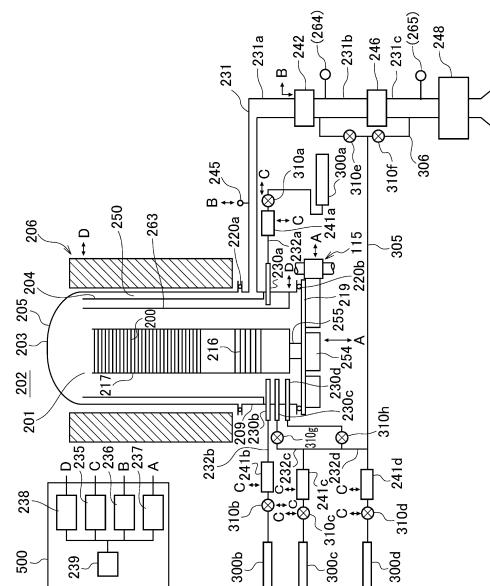
10

20

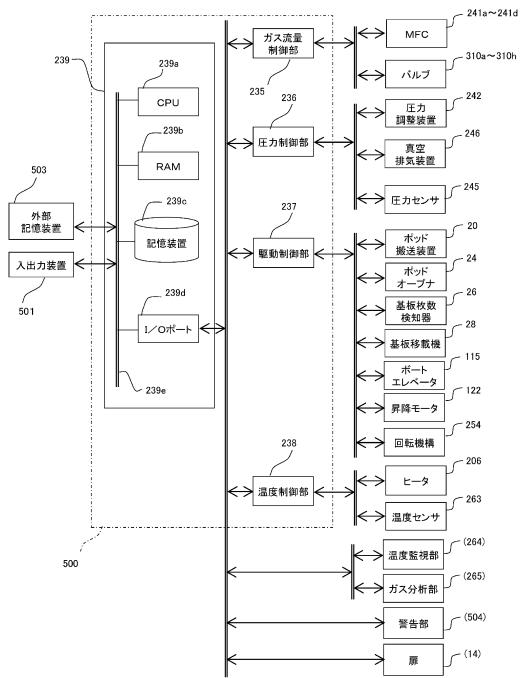
【図1】



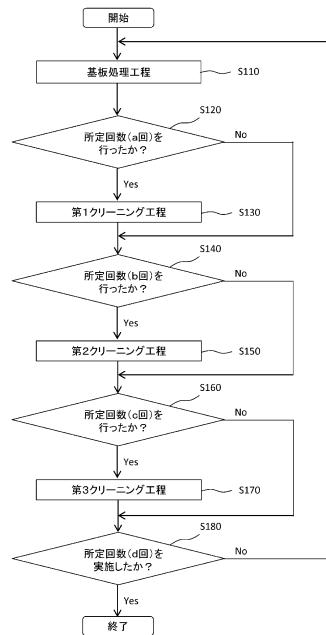
【図2】



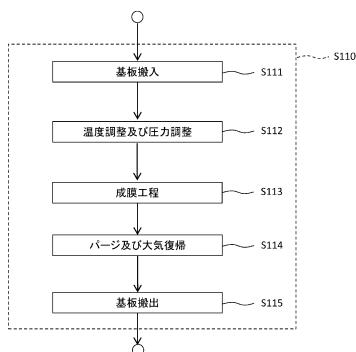
【図3】



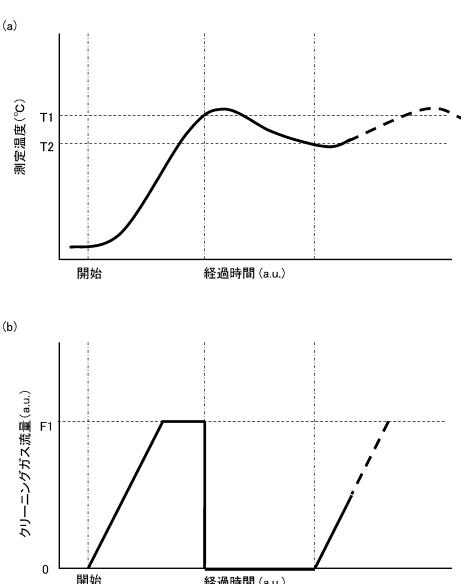
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 吉野 昭仁
富山県富山市八尾町保内二丁目1番地 株式会社日立国際電気内

審査官 長谷川 直也

(56)参考文献 特開2004-289098(JP,A)
国際公開第2006/049225(WO,A1)
特開2001-284264(JP,A)
特開平07-297127(JP,A)
特開2010-109245(JP,A)
特開2006-004962(JP,A)
特開2000-223430(JP,A)
特開平11-222680(JP,A)
特開平11-087248(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/205、21/302、21/3065-21/31、
21/365、21/461、21/469、21/86、
C23C 16/00-16/56