

明 細 書

発明の名称：

半導体装置の製造方法、基板処理装置、およびプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、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] 半導体装置の製造工程の一工程として、基板を収容した処理容器内へ処理ガスを供給し基板を処理する工程と、基板を収容していない処理容器内へクリーニングガスを供給し処理容器内をクリーニングする工程と、が繰り返し行われることがある（例えば特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2002-222805号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本開示は、基板上に形成される膜の特性を向上させることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一態様によれば、

（a）基板を収容した加熱された状態の処理容器内へ処理ガスを供給し前記基板を処理するプロセスレシピを実行する工程と、

（b）前記基板を収容していない加熱された状態の前記処理容器内へクリーニングガスを供給し前記処理容器内をクリーニングするクリーニングレシピを実行する工程と、

を繰り返す工程を有し、

（b）終了後に（a）を開始するまでの時間を、（a）終了後に（b）を

開始するまでの時間以下とする技術が提供される。

発明の効果

[0006] 本開示によれば、基板上に形成される膜の特性を向上させることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本開示の一態様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]本開示の一態様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3]本開示の一態様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4] (a) は本開示の一態様における基板処理シーケンスを模式的に示す図であり、(b) は参考例における基板処理シーケンスを模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0008] <本開示の一態様>

以下、本開示の一態様について、主に、図1～図4(a)を用いて説明する。

[0009] (1) 基板処理装置の構成

図1に示すように、処理炉202は加熱機構(温度調整部)としてのヒータ207を有する。ヒータ207は円筒形状であり、保持板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207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。

[0010] ヒータ207の内側には、ヒータ207と同心円状に反応管203が配設されている。反応管203は、例えば石英(SiO_2)または炭化シリコン(SiC)等の耐熱性材料により構成され、上端が閉塞し下端が開口した円筒形状に形成されている。反応管203の下方には、反応管203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

ステンレス鋼（ＳＵＳ）等の金属材料により構成され、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の上端部は、反応管２０３の下端部に係合しており、反応管２０３を支持するように構成されている。マニホールド２０９と反応管２０３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。反応管２０３はヒータ２０７と同様に垂直に据え付けられている。主に、反応管２０３とマニホールド２０９とにより処理容器（反応容器）が構成される。処理容器の筒中空部には処理室２０１が形成される。処理室２０１は、基板としてのウエハ２００を収容可能に構成されている。この処理室２０１内でウエハ２００に対する処理が行われる。

[0011] 処理室２０１内には、第１供給部、第２供給部としてのノズル２４９ａ，２４９ｂが、マニホールド２０９の側壁を貫通するようにそれぞれ設けられている。ノズル２４９ａ，２４９ｂを、それぞれ第１ノズル、第２ノズルとも称する。ノズル２４９ａ，２４９ｂは、それぞれ、石英またはＳｉＣ等の耐熱性材料である非金属材料により構成されている。ノズル２４９ａ，２４９ｂは、それぞれ、複数種類のガスの供給に用いられる共用ノズルとして構成されている。

[0012] ノズル２４９ａ，２４９ｂには、第１配管、第２配管としてのガス供給管２３２ａ，２３２ｂがそれぞれ接続されている。ガス供給管２３２ａ，２３２ｂは、それぞれ、複数種類のガスの供給に用いられる共用配管として構成されている。ガス供給管２３２ａ，２３２ｂには、ガス流の上流側から順に、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）２４１ａ，２４１ｂおよび開閉弁であるバルブ２４３ａ，２４３ｂがそれぞれ設けられている。ガス供給管２３２ａのバルブ２４３ａよりも下流側には、ガス供給管２３２ｃ，２３２ｄが接続されている。ガス供給管２３２ｃ，２３２ｄには、ガス流の上流側から順に、ＭＦＣ２４１ｃ，２４１ｄ、バルブ２４３ｃ，２４３ｄがそれぞれ設けられている。ガス供給管２３２ｂのバルブ２４３ｂよりも下流側には、ガス供給管２３２ｅが接続されている。ガス供

給管 2 3 2 e には、ガス流の上流側から順に、M F C 2 4 1 e、バルブ 2 4 3 e が設けられている。ガス供給管 2 3 2 a ~ 2 3 2 e は、例えば S U S 等の金属材料により構成されている。

[0013] 図 2 に示すように、ノズル 2 4 9 a, 2 4 9 b は、反応管 2 0 3 の内壁とウエハ 2 0 0 との間における平面視において円環状の空間に、反応管 2 0 3 の内壁の下部より上部に沿って、ウエハ 2 0 0 の配列方向上方に向かって立ち上がるようにそれぞれ設けられている。すなわち、ノズル 2 4 9 a, 2 4 9 b は、ウエハ 2 0 0 が配列されるウエハ配列領域の側方の、ウエハ配列領域を水平に取り囲む領域に、ウエハ配列領域に沿うようにそれぞれ設けられている。ノズル 2 4 9 a, 2 4 9 b の側面には、ガスを供給するガス供給孔 2 5 0 a, 2 5 0 b がそれぞれ設けられている。ガス供給孔 2 5 0 a, 2 5 0 b は、それぞれが、平面視においてウエハ 2 0 0 の中心に向かって開口しており、ウエハ 2 0 0 に向けてガスを供給することが可能となっている。ガス供給孔 2 5 0 a, 2 5 0 b は、反応管 2 0 3 の下部から上部にわたって複数設けられている。

[0014] ガス供給管 2 3 2 a からは、処理ガス（原料ガス）として、例えば、ウエハ 2 0 0 上に形成される膜を構成する主元素としてのシリコン（S i）を含むシラン系ガスが、M F C 2 4 1 a、バルブ 2 4 3 a、ノズル 2 4 9 a を介して処理室 2 0 1 内へ供給される。原料ガスとは、気体状態の原料、例えば、常温常圧下で液体状態である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原料等のことである。シラン系ガスとしては、例えば、水素化ケイ素ガスであるモノシラン（S i H₄、略称：M S）ガスを用いることができる。

[0015] ガス供給管 2 3 2 b からは、ドーパントガスとして、例えば、不純物（ドーパント）を含むガスが、M F C 2 4 1 b、バルブ 2 4 3 b、ノズル 2 4 9 b を介して処理室 2 0 1 内へ供給される。ドーパントガスとしては、Ⅲ族元素（第 1 3 族元素）およびⅤ族元素（第 1 5 族元素）のうちいずれかの元素を含むガスであって、例えば、Ⅴ族元素としてリン（P）を含むガスで

あるホスフィン (PH_3 、略称: PH) ガスを用いることができる。

- [0016] ガス供給管 232c からは、クリーニングガスとして、例えば、ハロゲン含有ガスが、MFC 241c、バルブ 243c、ガス供給管 232a、ノズル 249a を介して処理室 201 内へ供給される。ハロゲンには、塩素 (Cl)、フッ素 (F)、臭素 (Br)、ヨウ素 (I) 等が含まれる。ハロゲン含有ガスとしては、例えば、F 含有ガスであるフッ素 (F_2) ガスを用いることができる。
- [0017] ガス供給管 232d、232e からは、不活性ガスとして、例えば、窒素 (N_2) ガスが、それぞれ、MFC 241d、241e、バルブ 243d、243e、ガス供給管 232a、232b、ノズル 249a、249b を介して処理室 201 内へ供給される。 N_2 ガスは、パージガス、キャリアガス、希釈ガス等として作用する。
- [0018] 主に、ガス供給管 232a、MFC 241a、バルブ 243a により、処理ガス供給系 (原料ガス供給系) が構成される。主に、ガス供給管 232b、MFC 241b、バルブ 243b により、ドーパントガス供給系が構成される。ドーパントガス供給系を処理ガス供給系に含めて考えてもよい。ガス供給管 232c、MFC 241c、バルブ 243c により、クリーニングガス供給系が構成される。主に、ガス供給管 232d、232e、MFC 241d、241e、バルブ 243d、243e により、不活性ガス供給系が構成される。
- [0019] 上述の各種供給系のうち、いずれか、或いは、全ての供給系は、バルブ 243a~243e や MFC 241a~241e 等が集積されてなる集積型供給システム 248 として構成されていてもよい。集積型供給システム 248 は、ガス供給管 232a~232e のそれぞれに対して接続され、ガス供給管 232a~232e 内への各種ガスの供給動作、すなわち、バルブ 243a~243e の開閉動作や MFC 241a~241e による流量調整動作等が、後述するコントローラ 121 によって制御されるように構成されている。集積型供給システム 248 は、一体型、或いは、分割型の集積ユニットと

して構成されており、ガス供給管 232a～232e 等に対して集積ユニット単位で着脱を行うことができ、集積型供給システム 248 のメンテナンス、交換、増設等を、集積ユニット単位で行うことが可能なように構成されている。

[0020] 反応管 203 の側壁下方には、処理室 201 内の雰囲気気を排気する排気口 231a が設けられている。排気口 231a は、反応管 203 の側壁の下部より上部に沿って、すなわち、ウエハ配列領域に沿って設けられていてもよい。排気口 231a には排気管 231 が接続されている。排気管 231 は、例えば SUS 等の金属材料により構成されている。排気管 231 には、処理室 201 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 245 および圧力調整器（圧力調整部）としての APC（Auto Pressure Controller）バルブ 244 を介して、真空排気装置としての真空ポンプ 246 が接続されている。APC バルブ 244 は、真空ポンプ 246 を作動させた状態で弁を開閉することで、処理室 201 内の真空排気および真空排気停止を行うことができ、更に、真空ポンプ 246 を作動させた状態で、圧力センサ 245 により検出された圧力情報に基づいて弁開度を調節することで、処理室 201 内の圧力を調整することができるように構成されている。主に、排気管 231、APC バルブ 244、圧力センサ 245 により、排気系が構成される。真空ポンプ 246 を排気系に含めて考えてもよい。

[0021] 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、例えば SUS 等の金属材料により構成され、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 の下方には、後述するポート 217 を回転させる回転機構 267 が設置されている。回転機構 267 の回転軸 255 は、例えば SUS 等の金属材料により構成され、シールキャップ 219 を貫通してポート 2

１７に接続されている。回転機構２６７は、ボート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、反応管２０３の外部に設置された昇降機構としてのボートエレベータ１１５によって垂直方向に昇降されるように構成されている。ボートエレベータ１１５は、シールキャップ２１９を昇降させることで、ウエハ２００を処理室２０１内外に搬入および搬出（搬送）する搬送系（搬送機構）として構成されている。

[0022] マニホールド２０９の下方には、シールキャップ２１９を降下させボート２１７を処理室２０１内から搬出した状態で、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ャッタ２１９ｓが設けられている。シャッタ２１９ｓは、例えばＳＵＳ等の金属材料により構成され、円盤状に形成されている。シャッタ２１９ｓ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２２０ｃが設けられている。シャッタ２１９ｓの開閉動作（昇降動作や回動動作等）は、シャッタ開閉機構１１５ｓにより制御される。

[0023] 基板支持具としてのボート２１７は、複数枚、例えば２５～２００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垂直方向に整列させて多段に支持するように、すなわち、間隔を空けて配列させるように構成されている。ボート２１７は、例えば石英やＳｉＣ等の耐熱性材料により構成される。ボート２１７の下部には、例えば石英やＳｉＣ等の耐熱性材料により構成される断熱板２１８が多段に支持されている。

[0024] 反応管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。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２０７への通電具合を調整することで、処理室２０１内の温度が所望の温度分布となる。温度センサ２６３は、反応管２０３の内壁に沿って設けられている。

[0025] 図３に示すように、制御部（制御手段）であるコントローラ１２１は、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ　Ｕｎｉｔ）１２１ａ、ＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ　Ａｃｃｅｓｓ　Ｍｅｍｏｒｙ）１２１ｂ、記憶装置１２

1 c、I/Oポート1 2 1 dを備えたコンピュータとして構成されている。RAM 1 2 1 b、記憶装置1 2 1 c、I/Oポート1 2 1 dは、内部バス1 2 1 eを介して、CPU 1 2 1 aとデータ交換可能なように構成されている。コントローラ1 2 1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1 2 2が接続されている。

[0026] 記憶装置1 2 1 c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1 2 1 c内には、基板処理装置の動作を制御する制御プログラムや、後述する成膜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の手順や条件等が記載されたクリーニングレシピ等が、読み出し可能に格納されている。プロセスレシピは、後述する成膜における各手順をコントローラ1 2 1に実行させ、所定の結果を得ることができ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。クリーニングレシピは、後述するクリーニングにおける各手順を、コントローラ1 2 1に実行させ、所定の結果を得ることができ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、プロセスレシピ、クリーニングレシピ、制御プログラム等を総称して、単に、プログラムともいう。また、プロセスレシピやクリーニングレシピを、単に、レシピともいう。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、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、それらの両方を含む場合がある。RAM 1 2 1 bは、CPU 1 2 1 a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。

[0027] I/Oポート1 2 1 dは、上述のMFC 2 4 1 a～2 4 1 e、バルブ2 4 3 a～2 4 3 e、圧力センサ2 4 5、APCバルブ2 4 4、真空ポンプ2 4 6、温度センサ2 6 3、ヒータ2 0 7、回転機構2 6 7、ボートエレベータ1 1 5、シャッタ開閉機構1 1 5 s等に接続されている。

[0028] CPU 1 2 1 aは、記憶装置1 2 1 c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1 2 2からの操作コマンドの入力等に応じて記憶

装置 1 2 1 c からレシピを読み出すように構成されている。CPU 1 2 1 a は、読み出したレシピの内容に沿うように、MFC 2 4 1 a ~ 2 4 1 e による各種ガスの流量調整動作、バルブ 2 4 3 a ~ 2 4 3 e の開閉動作、APC バルブ 2 4 4 の開閉動作および圧力センサ 2 4 5 に基づく APC バルブ 2 4 4 による圧力調整動作、真空ポンプ 2 4 6 の起動および停止、温度センサ 2 6 3 に基づくヒータ 2 0 7 の温度調整動作、回転機構 2 6 7 によるポート 2 1 7 の回転および回転速度調節動作、ポートエレベータ 1 1 5 によるポート 2 1 7 の昇降動作、シャッタ開閉機構 1 1 5 s によるシャッタ 2 1 9 s の開閉動作等を制御するように構成されている。

[0029] コントローラ 1 2 1 は、外部記憶装置 1 2 3 に格納された上述のプログラムを、コンピュータにインストールすることにより構成することができる。外部記憶装置 1 2 3 は、例えば、HDD 等の磁気ディスク、CD 等の光ディスク、MO 等の光磁気ディスク、USB メモリ等の半導体メモリ等を含む。記憶装置 1 2 1 c や外部記憶装置 1 2 3 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ている。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 1 2 1 c 単体のみを含む場合、外部記憶装置 1 2 3 単体のみを含む場合、または、それらの両方を含む場合がある。なお、コンピュータへのプログラムの提供は、外部記憶装置 1 2 3 を用いず、インターネットや専用回線等の通信手段を用いて行ってもよい。

[0030] (2) 基板処理工程

上述の基板処理装置を用い、半導体装置の製造工程の一工程として、基板としてのウエハ 2 0 0 を収容した処理容器内へ処理ガスを供給しウエハ 2 0 0 を処理する工程と、ウエハ 2 0 0 を収容していない処理容器内へクリーニングガスを供給し処理容器内をクリーニングする工程と、を繰り返し行う基板処理シーケンス例について説明する。以下の説明において、基板処理装置を構成する各部の動作はコントローラ 1 2 1 により制御される。

[0031] 図 4 (a) に示すように、本態様における基板処理シーケンスでは、

ウエハ200を収容した加熱された状態の処理容器内へ処理ガスとしてMSガスを供給しウエハ200を処理するプロセスレシピを実行するステップA (Depo) と、

ウエハ200を収容していない加熱された状態の処理容器内へクリーニングガスとしてF₂ガスを供給し処理容器内をクリーニングするクリーニングレシピを実行するステップB (CLN) と、

を繰り返し行う工程を有し、

ステップB終了後にステップAを開始するまでの時間T₂を、ステップA終了後にステップBを開始するまでの時間T₁以下とする。

[0032] なお、ステップBでは、

第1温度とした処理容器内へクリーニングガスとしてF₂ガスを供給するステップと、

処理容器内を第1温度から第2温度まで昇温させるステップと、

処理容器内を第2温度に所定時間保持するステップと、

処理容器内を第2温度からステップAにおける処理温度まで降温させるステップと、を行う。

[0033] 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との積層体を意味する場合がある。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を意味する場合や、ウエハ上に形成された所定の層等の表面を意味する場合がある。本明細書において「ウエハ上に所定の層を形成する」と記載した場合は、ウエハそのものの表面上に所定の層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等の上に所定の層を形成することを意味する場合がある。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義である。

[0034] [ステップA]

まず、ウエハ200を処理するプロセスレシピを実行するステップA (D

e p o) について説明する。

[0035] (ウエハチャージ、ポートロード)

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、シャッタ開閉機構115sによりシャッタ219sが移動させられて、マニホールド209の下端開口が開放される(シャッタオープン)。その後、図1に示すように、複数枚のウエハ200を支持したポート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内へ搬入(ポートロード)される。この状態で、シールキャップ219は、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。

[0036] (圧力調整および温度調整)

処理室201内へのポート217の搬入が終了した後、処理室201内、すなわち、ウエハ200が存在する空間が所望の圧力(真空度)となるように、真空ポンプ246によって真空排気(減圧排気)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情報に基づきAPCバルブ244がフィードバック制御される(圧力調整)。また、処理室201内のウエハ200が所望の温度となるようにヒータ207によって加熱される。この際、処理室201内が所望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207への通電具合がフィードバック制御される(温度調整)。また、回転機構267によるポート217およびウエハ200の回転を開始する。真空ポンプ246の稼働、ウエハ200の加熱および回転は、いずれも、少なくともウエハ200に対する処理が終了するまでの間は継続して行われる。

[0037] (成膜)

処理室201内の圧力調整および温度調整が終了した後、処理室201内のウエハ200に対してMSガスおよびPHガスを供給する。

[0038] 具体的には、バルブ243aを開き、ガス供給管232a内へMSガスを流す。MSガスは、MFC241aにより流量調整され、ノズル249aを介して処理室201内へ供給され、排気口231aより排気される。また、

このとき、バルブ243bを開き、ガス供給管232b内へPHガスを流す。PHガスは、MFC241bにより流量調整され、ノズル249bを介して処理室201内へ供給され、排気口231aより排気される。このとき、ウエハ200に対してMSガスとPHガスとが一緒かつ同時に供給される（MSガス+PHガス供給）。また、このとき、バルブ243d, 243eを開き、ノズル249a, 249bのそれぞれを介して処理室201内へN₂ガスを供給するようにしてもよい。

[0039] 本ステップにおける処理条件としては、

MSガス供給流量：0.001～10slm

PHガス供給流量：0.0001～2slm

MSガスおよびPHガス供給時間：1～1000分

N₂ガス供給流量（ガス供給管毎）：0～10slm

処理室201内温度（成膜温度）：300～700℃

処理室201内圧力（成膜圧力）：1～10000Pa

が例示される。

[0040] 本明細書における「300～700℃」のような数値範囲の表記は、下限値および上限値がその範囲に含まれることを意味する。よって、例えば、「300～700℃」とは「300℃以上700℃以下」を意味する。他の数値範囲についても同様である。

[0041] 上述の処理条件下でウエハ200に対してMSガスおよびPHガスを供給することにより、ウエハ200の表面上に、Siを堆積させることが可能となる。これにより、ウエハ200上に、膜として、Si含有膜、具体的には、ドーパントとしてのPがドーブされたSi膜（以下、PドーブSi膜、或いは、単にSi膜とも称する）を形成することが可能となる。

[0042] 原料ガスとしては、MSガスの他、ジシラン（Si₂H₆）ガス、トリシラン（Si₃H₈）ガス、テトラシラン（Si₄H₁₀）ガス、ペンタシラン（Si₅H₁₂）ガス、ヘキサシラン（Si₆H₁₄）ガス等の水素化ケイ素ガスを用いることができる。

[0043] ドーパントガスとしては、PHガスその他、アルシン (AsH_3) ガス等のV族元素として砒素 (As) を含むガスを用いることができる。また、ドーパントガスとしては、ジボラン (B_2H_6) ガス、トリクロロボラン (BCl_3) ガス等のIII族元素として硼素 (B) を含むガスを用いることができる。

[0044] 不活性ガスとしては、 N_2 ガスその他、Arガス、Heガス、Neガス、Xeガス等の希ガスを用いることができる。この点は、後述するステップBにおいても同様である。

[0045] (アフターパージおよび大気圧復帰)

ウエハ200上へのSi膜の形成が完了した後、バルブ243a, 243bを閉じ、処理室201内へのMSガスおよびPHガスの供給をそれぞれ停止する。そして、処理室201内を真空排気し、処理室201内に残留するガス等を処理室201内から排除する。このとき、バルブ243d, 243eを開き、ノズル249a, 249bのそれぞれから、パージガスとしての N_2 ガスを処理室201内へ供給し、排気口231aから排気する。これにより、処理室201内がパージされ、処理室201内に残留するガスや反応副生成物等が処理室201内から除去される (アフターパージ)。その後、処理室201内の雰囲気の不活性ガスに置換され (不活性ガス置換)、処理室201内の圧力が常圧に復帰される (大気圧復帰)。

[0046] (ボートアンロード、ウエハディスチャージ)

その後、ボートエレベータ115によりシールキャップ219が下降され、マニホールド209の下端が開口される。そして、処理済のウエハ200が、ボート217に支持された状態でマニホールド209の下端から反応管203の外部に搬出される (ボートアンロード)。ボートアンロードの後、シャッター219sが移動させられ、マニホールド209の下端開口がリング220cを介してシャッター219sによりシールされる (シャッタークローズ)。処理済のウエハ200は、反応管203の外部に搬出された後、ボート217より取り出される (ウエハディスチャージ)。

[0047] [ステップB]

上述のステップAを行うと、処理容器の内部、例えば、反応管203の内壁、ノズル249a、249bの表面、ポート217の表面等に、Si膜等の薄膜を含む堆積物が付着する。すなわち、この薄膜を含む堆積物が、成膜温度に加熱された処理室201内の部材の表面等に付着する。そこで、ステップAが終了した後、処理容器内をクリーニングするクリーニングレシピを実行するステップB（CLN）を実行する。

[0048] （空ポートロード）

シャッタ開閉機構115sによりシャッタ219sが移動させられて、マニホールド209の下端開口が開放される（シャッタオープン）。その後、空のポート217、すなわち、ウエハ200を装填していないポート217が、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。

[0049] （圧力調整および温度調整）

処理室201内へのポート217の搬入が終了した後、処理室201内が所望の圧力となるように、真空ポンプ246によって真空排気される（圧力調整）。また、処理室201内が所望の温度（第1温度）となるように、ヒータ207によって加熱される（温度調整）。このとき、処理室201内の部材、すなわち、反応管203の内壁、ノズル249a、249bの表面、ポート217の表面等も、第1温度に加熱される。また、回転機構267によるポート217の回転を開始する。真空ポンプ246の稼働、処理室201内の加熱、ポート217の回転は、少なくとも後述する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217は回転させなくてもよい。

[0050] （クリーニング）

処理室201内の圧力調整および温度調整が終了した後、ウエハ200を収容していない加熱された状態の処理室201内へF₂ガスを供給する。具体的には、バルブ243cを開き、ガス供給管232c内へF₂ガスを流す。F

F_2 ガスは、MFC 241cにより流量調整されて、ガス供給管232a、ノズル249aを介して処理室201内へ供給され、排気口231aより排気される。このとき同時にバルブ243d、243eを開き、ノズル249a、249bを介して処理室201内へ N_2 ガスを供給するようにしてもよい。

[0051] 本ステップにおける処理条件としては、

F_2 ガス供給流量：0.5～5slm

N_2 ガス供給流量（ガス供給管毎）：0～20slm

各ガス供給時間：1～60分

処理室201内温度（第1温度）：200～400℃

処理室201内圧力：1333～53329Pa

が例示される。なお、第1温度は、ステップAにおける処理温度（成膜温度）よりも低い温度とするのが好ましい。

[0052] 上述の処理条件下で F_2 ガスを処理室201内へ供給することにより、熱化学反応（エッチング反応）を生じさせ、処理室201内の部材の表面、例えば、反応管203の内壁、ノズル249a、249bの表面、ポート217の表面等に付着した堆積物を除去することが可能となる。

[0053] 所定の時間が経過し、堆積物の除去が完了した後、バルブ243cを閉じ、処理室201内への F_2 ガスの供給を停止する。そして、上述のステップAにおけるアフターパージと同様の処理手順により、処理室201内をパージし、処理室201内に残留するガス等を処理室201内から排除する。

[0054] そして、その際、処理室201内を第1温度から第2温度まで昇温させる。すなわち、処理室201内のパージと並行して、処理室201内の温度を、第1温度から第2温度まで上昇させる。このとき、処理室201内の部材、すなわち、反応管203の内壁、ノズル249a、249bの表面、ポート217の表面等も第2温度まで上昇することとなる。これにより、処理室201内を、第1温度から第2温度へ昇温させた状態でパージすることができ、処理室201内に残留したガスを処理室201内から除去できる他、処理室201内に付着し残留したクリーニング残渣や残留フッ素等を脱離させ

、処理室201内から除去することが可能となる。以下、このパージを昇温パージとも称する。なお、第2温度は、ステップAにおける処理温度（成膜温度）よりも高い温度とするのが好ましい。

[0055] 本ステップ（昇温パージ）における処理条件としては、

N₂ガス供給流量（ガス供給管毎）：20～50slm、好ましくは30～50slm

N₂ガス供給時間：1～40分

昇温開始時の処理室201内温度（第1温度）：200～400℃

昇温終了時の処理室201内温度（第2温度）：600～800℃

処理室201内圧力：1～101325Pa

が例示される。

[0056] 処理室201内の温度が第2温度に到達した後、処理室201内の温度を、所定時間、第2温度に保持する。すなわち、処理室201内のパージと並行して、処理室201内の温度を、所定時間、第2温度に保持する。このとき、処理室201内の部材、すなわち、反応管203の内壁、ノズル249a、249bの表面、ポート217の表面等も第2温度に保持されることとなる。これにより、処理室201内を、第2温度に加熱した状態でパージすることができ、昇温パージにより除去しきれなかった残留ガスを処理室201内から除去できる他、昇温パージにより除去しきれなかった処理室201内に付着し残留したクリーニング残渣や残留フッ素等を脱離させ、処理室201内から除去することが可能となる。以下、このパージを高温パージとも称する。

[0057] 本ステップ（高温パージ）における処理条件としては、

N₂ガス供給流量（ガス供給管毎）：20～50slm、好ましくは30～50slm

N₂ガス供給時間：1～40分

処理室201内温度（第2温度）：600～800℃

処理室201内圧力：1～101325Pa

が例示される。

[0058] その後、処理室 201 内を第 2 温度からステップ A における処理温度（成膜温度）まで降温させる。降温時においても処理室 201 内をパージした状態に維持するのが好ましい。これにより、高温パージにより除去しきれなかった残留ガスを処理室 201 内から除去できる他、高温パージにより除去しきれなかった処理室 201 内に付着し残留したクリーニング残渣や残留フッ素等を脱離させ、処理室 201 内から除去することが可能となる。以下、このパージを降温パージとも称する。この時の温度条件以外の処理条件は、例えば、昇温パージや高温パージにおける処理条件と同様とすることができる。なお、高温パージにより、残留ガスやクリーニング残渣や残留フッ素等の除去が完了している場合は、降温パージにおける N_2 ガス供給流量を昇温パージや高温パージにおける N_2 ガス供給流量よりも小さくするのが好ましい。これによりガスコストを低減することが可能となる。

[0059] なお、少なくとも昇温パージおよび高温パージにおける N_2 ガス供給流量は、ステップ A のアフターパージにおける N_2 ガス供給流量よりも大きくするのが好ましい。例えば、ステップ A のアフターパージにおける N_2 ガス供給流量を 0.5～10 s l m とした場合、昇温パージおよび高温パージにおける N_2 ガス供給流量を 20～50 s l m とすることができる。なお、昇温パージ、高温パージおよび降温パージにおける N_2 ガス供給流量を、ステップ A のアフターパージにおける N_2 ガス供給流量よりも大きくするようにしてもよい。昇温パージ、高温パージ、降温パージにおける N_2 ガス供給流量を、アフターパージにおける N_2 ガス供給流量よりも大きくすることにより、特に、クリーニング残渣や残留フッ素等の除去効率を向上させることが可能となる。

[0060] なお、上述のステップ A における処理容器内の最大温度と、ステップ B における処理容器内の最大温度と、は異なる温度とするのが好ましい。具体的には、ステップ B における処理容器内の最大温度は、ステップ A における処理容器内の最大温度よりも高くするのが好ましい。このようにすることで、処理容器内のクリーニングを効率的に進行させることが可能となる。

[0061] クリーニングガスとしては、 F_2 ガスその他、フッ化水素 (HF) ガス、フッ化窒素 (NF_3) ガス、フッ化塩素 (ClF_3) ガス、或いは、これらの混合ガスを用いることができる。また、クリーニングガスとしては、これらのF含有ガスに、一酸化窒素 (NO) ガス、亜酸化窒素 (N_2O) ガス等の酸化窒素系ガスを添加した混合ガスを用いることができる。また、クリーニングガスとしては、F含有ガスその他、塩素 (Cl_2) ガス、塩化水素 (HCl) ガス等のF含有ガス以外のハロゲン含有ガスを用いることができる。

[0062] 〔繰り返し工程〕

その後、ステップA、Bを繰り返し行う。なお、本態様では、ステップAとステップBとを繰り返し行う際、ステップAを1回行う工程と、ステップBを1回行う工程と、を交互に繰り返し行う。すなわち、ステップAを1回行う毎に、ステップBを行う。

[0063] この際、上述のように、ステップB終了後にステップAを開始するまでの時間 T_2 を、ステップA終了後にステップBを開始するまでの時間 T_1 以下とする ($T_2 \leq T_1$)。好ましくは、時間 T_2 を時間 T_1 未満とする ($T_2 < T_1$)。 T_1 、 T_2 については、それぞれ、 $T_2 \leq T_1$ とする限りにおいて種々設定可能であるが、 T_2 は、1時間未満の時間、好ましくは0.5時間以下の時間、より好ましくは0.5時間未満の時間に設定するのが、後述する効果を得るうえで望ましい。 T_1 、 T_2 については、例えば、以下のような時間を好適に選択することが可能である。

[0064] $T_1 = 1$ 時間、 $T_2 = 0.1$ 時間

$T_1 = 2$ 時間、 $T_2 = 0.2$ 時間

$T_1 = 3$ 時間、 $T_2 = 0.3$ 時間

$T_1 = 4$ 時間、 $T_2 = 0.4$ 時間

[0065] (3) 本態様による効果

本態様によれば、以下に示す一つ又は複数の効果が得られる。

[0066] (a) ステップA、Bを交互に繰り返す際、図4(a)に示すように、ステップB終了後にステップAを開始するまでの時間 T_2 を、ステップA終了後

にステップBを開始するまでの時間 T_1 以下($T_2 \leq T_1$)とすることにより、図4(b)に示す参考例のように $T_2 > T_1$ とする場合よりも、ウエハ200上に形成されるSi膜の特性を向上させることが可能となる。具体的には、ウエハ200上に形成されるSi膜の膜質を向上させ、また、膜厚の制御性を高めることが可能となる。

[0067] (b) ステップA、Bを交互に繰り返す際、図4(a)に示すように、ステップB終了後にステップAを開始するまでの時間 T_2 を、ステップA終了後にステップBを開始するまでの時間 T_1 以下($T_2 \leq T_1$)とすることにより、図4(b)に示す参考例のように $T_2 > T_1$ とする場合よりも、ウエハ200上に形成されるSi膜の特性の再現性を高めることが可能となる。具体的には、ウエハ200上に形成されるSi膜の膜質の再現性、および、膜厚の再現性を高めることが可能となる。

[0068] (c) ステップA、Bを交互に繰り返す際、ステップB終了後にステップAを開始するまでの時間 T_2 を、ステップA終了後にステップBを開始するまでの時間 T_1 未満($T_2 < T_1$)とすることにより、上述の各種効果がより確実に得られるようになる。

[0069] (d) ステップBにおいて、第1温度をステップAにおける処理温度(成膜温度)よりも低い温度とすることにより、 F_2 ガスによる処理容器内の金属部材の腐食によるダメージや石英部材のエッチングによるダメージを抑制することが可能となる。また、ステップBにおいて、第2温度をステップAにおける処理温度(成膜温度)よりも高い温度とすることにより、処理容器内に付着し残留したクリーニング残渣や残留フッ素等を効果的に脱離させることが可能となる。

[0070] (e) ステップBにおいて処理容器内を第1温度から第2温度まで昇温させる際に、 N_2 ガスを処理容器内へ供給し処理容器内から排気することにより、処理容器内を昇温させることで脱離させたクリーニング残渣や残留フッ素等を処理室201内から効率的に除去することが可能となる。また、ステップBにおいて、処理容器内を第2温度に所定時間保持する際に、 N_2 ガスを処理容

器内へ供給し処理容器内から排気することにより、処理容器内を第2温度に保持することで脱離させたクリーニング残渣や残留フッ素等を処理室201内から効率的に除去することが可能となる。なお、処理容器内を第1温度から第2温度まで昇温させる際に、すなわち、昇温完了時において、すべてのクリーニング残渣や残留フッ素等を処理容器内から除去できる場合は、処理容器内を第2温度に保持することは、必ずしも必要ではなく、省略するようにしてもよい。

[0071] (f) 本態様による効果は、MSガス以外の原料ガスを用いる場合や、PHガス以外のドーパントガスを用いる場合や、F₂ガス以外のクリーニングガスを用いる場合や、N₂ガス以外の不活性ガスを用いる場合にも、同様に得ることができる。

[0072] (4) 変形例

本態様における基板処理シーケンスは、以下に示す変形例のように変更することができる。これらの変形例は、任意に組み合わせることができる。特に説明がない限り、各変形例の各ステップにおける処理手順、処理条件は、上述の基板処理シーケンスの各ステップにおける処理手順、処理条件と同様とすることができる。

[0073] (変形例1)

ステップA、Bの他、ウェハ200を収容していない加熱された状態の処理容器内へMSガス、PHガスおよびF₂ガスのいずれも供給することなく、処理容器内が加熱された状態を維持する処理を行うステップCを更に有していてもよい。また、そのような処理を行わせるように規定されたレシピ（アイドリングレシピ）を実行するステップCを更に有していてもよい。そして、ステップA終了後、ステップBを開始する前までの間に、ステップCを実施するようにしてもよい。すなわち、ステップA、C、Bをこの順に行うサイクルを繰り返すようにしてもよい。この場合、ステップA終了後、所定時間経過後に、ステップBが開始されることで（T₁を所定の長さの時間とすることで）、T₂ ≤ T₁とすることが容易となり、上述の態様と同様の効果

がより得られやすくなる。なお、ステップCを行う際は、バルブ243d, 243eを開き、ノズル249a, 249bのそれぞれからN₂ガスを処理室201内へ供給しつつ、排気口231aより排気し、処理室201内をガスパージした状態に維持するのが好ましい。これにより、処理室201内の雰囲気は清浄な状態に保つことが可能となる。このときのN₂ガス供給流量は、昇温パージや高温パージにおけるN₂ガス供給流量よりも小さくするのが好ましく、例えば、0.1～2slmが例示される。

[0074] (変形例2)

ステップB終了後、ステップAを開始するまでの間に、上述の変形例1におけるステップCを不実施とするようにしてもよい。例えば、ステップB終了直後にステップAを開始するようにしてもよい。すなわち、ステップB終了後、ステップAを開始するまでの時間T2を実質的に0時間とするようにしてもよい。T1, T2については、 $T2 \leq T1$ とする限りにおいて種々設定可能であるが、例えば、以下のような時間を好適に選択することが可能である。

[0075] T1 = 1時間、T2 = 0時間

T1 = 2時間、T2 = 0時間

T1 = 3時間、T2 = 0時間

T1 = 4時間、T2 = 0時間

[0076] 本変形例においても、上述の態様と同様の効果が得られる。また、T2を実質的に0時間とすることで、上述の態様により得られる各種効果をより高めることが可能となる。また、ステップA, C, Bをこの順に行うサイクルのサイクルタイムを短縮させ、基板処理の生産性を向上させることが可能となる。

[0077] (変形例3)

ステップA終了後、ステップBを開始するまでの間に、上述の変形例1におけるステップCを不実施とするようにしてもよい。例えば、ステップB終了直後にステップAを開始する場合には、ステップA終了直後にステップB

を開始するようにしてもよい。すなわち、以下に示すように、ステップB終了後、ステップAを開始するまでの時間T2を実質的に0時間とし、さらには、ステップA終了後、ステップBを開始するまでの時間T1を実質的に0時間とするようにしてもよい。

[0078] T1 = 0時間、T2 = 0時間

[0079] 本変形例においても、上述の態様と同様の効果が得られる。また、T1、T2をとともに実質的に0時間とすることで、ステップA、Bをこの順に行うサイクルのサイクルタイムをより短縮させ、基板処理の生産性をより向上させることが可能となる。

[0080] (変形例4)

ステップAとステップBとを繰り返し行う際、ステップAを複数回行う工程と、ステップBを1回行う工程と、を交互に繰り返し行うようにしてもよい。すなわち、ステップAを複数回行う毎にステップBを行うようにしてもよい。このようにしても、上述の態様と同様の効果が得られる。また、ステップBの実施頻度を適正に低減させることで、ガスコストの増加を抑え、また、基板処理の生産性を向上させることが可能となる。

[0081] <本開示の他の態様>

以上、本開示の態様を具体的に説明した。しかしながら、本開示は上述の態様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。

[0082] 上述の態様において、各処理に用いられるレシピは、処理内容に応じて個別に用意し、電気通信回線や外部記憶装置123を介して記憶装置121c内に格納しておくことが好ましい。そして、各処理を開始する際、CPU121aが、記憶装置121c内に格納された複数のレシピの中から、処理内容に応じて適正なレシピを適宜選択することが好ましい。これにより、1台の基板処理装置で様々な膜種、組成比、膜質、膜厚の膜を、再現性よく形成することができるようになる。また、オペレータの負担を低減でき、操作ミスを回避しつつ、各処理を迅速に開始できるようになる。

[0083] 上述のレシピは、新たに作成する場合に限らず、例えば、基板処理装置に既にインストールされていた既存のレシピを変更することで用意してもよい。レシピを変更する場合は、変更後のレシピを、電気通信回線や当該レシピを記録した記録媒体を介して、基板処理装置にインストールしてもよい。また、既存の基板処理装置が備える入出力装置 122 を操作し、基板処理装置に既にインストールされていた既存のレシピを直接変更してもよい。

[0084] 上述の態様では、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膜を形成する例について説明した。本開示は上述の態様に限定されず、例えば、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膜を形成する場合にも、好適に適用できる。また、上述の態様では、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膜を形成する例について説明した。本開示は上述の態様に限定されず、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膜を形成する場合にも、好適に適用できる。

[0085] これらの基板処理装置を用いる場合においても、上述の態様と同様な処理手順、処理条件にて各処理を行うことができ、上述の態様と同様の効果が得られる。

[0086] また、上述の態様は、適宜組み合わせて用いることができる。このときの処理手順、処理条件は、例えば、上述の態様の処理手順、処理条件と同様とすることができる。

[0087] <本開示の好ましい態様>

以下、好ましい態様について付記する。

[0088] (付記 1)

本開示の一態様によれば、

(a) 基板を収容した加熱された状態の処理容器内へ処理ガスを供給し前記基板を処理するプロセスレシピを実行する工程と、

(b) 前記基板を収容していない加熱された状態の前記処理容器内へクリーニングガスを供給し前記処理容器内をクリーニングするクリーニングレシ

ピを実行する工程と、

を繰り返し行う工程を有し、

(b) 終了後に (a) を開始するまでの時間を、(a) 終了後に (b) を開始するまでの時間以下とする半導体装置の製造方法、または、基板処理方法が提供される。

[0089] (付記 2)

付記 1 に記載の方法であって、

(c) 前記基板を収容していない加熱された状態の前記処理容器内へ前記処理ガスおよび前記クリーニングガスのいずれも供給することなく、前記処理容器内が加熱された状態を維持する (レシピを実行する) 工程を更に有し、

(b) 終了後、(a) を開始するまでの間に、(c) を不実施とする。

[0090] (付記 3)

付記 2 に記載の方法であって、

(a) 終了後、(b) を開始するまでの間に、(c) を実施する。

[0091] (付記 4)

付記 2 に記載の方法であって、

(a) 終了後、(b) を開始するまでの間に、(c) を不実施とする。

[0092] (付記 5)

付記 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の方法であって、

(b) 終了直後に (a) を開始する。

[0093] (付記 6)

付記 5 に記載の方法であって、

(a) 終了後、所定時間経過後に、(b) を開始する。

[0094] (付記 7)

付記 5 に記載の方法であって、

(a) 終了直後に (b) を開始する。

[0095] (付記 8)

付記 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の方法であって、

(b) 終了後、(a) を開始するまでの時間を 0 時間とする。

[0096] (付記 9)

付記 8 に記載の方法であって、

(a) 終了後、(b) を開始するまでの時間を 0 時間とする。

[0097] (付記 10)

付記 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の方法であって、

(a) における前記処理容器内の最大温度と、(b) における前記処理容器内の最大温度と、は異なる。

[0098] (付記 11)

付記 10 に記載の方法であって、

(b) における前記処理容器内の最大温度は、(a) における前記処理容器内の最大温度よりも高い。

[0099] (付記 12)

付記 10 または 11 に記載の方法であって、

(b) は、

(b1) 第 1 温度とした前記処理容器内へ前記クリーニングガスを供給する工程と、

(b2) 前記処理容器内を前記第 1 温度から第 2 温度まで昇温させる工程と、

(b3) 前記処理容器内を前記第 2 温度から (a) における処理温度まで降温させる工程と、

を有する。好ましくは、(b2) では、前記処理容器内を第 2 温度まで昇温させた後、前記処理容器内を第 2 温度に所定時間保持する。

[0100] (付記 13)

付記 12 に記載の方法であって、

前記第 1 温度は (a) における前記処理温度よりも低く、前記第 2 温度は (a) における前記処理温度よりも高い。

[0101] (付記 1 4)

付記 1 2 または 1 3 に記載の方法であって、

(b 2) では、不活性ガスを前記処理容器内へ供給し前記処理容器内から排気する。さらに、(b 3) では、不活性ガスを前記処理容器内へ供給し前記処理容器内から排気する。

[0102] (付記 1 5)

付記 1 ～ 1 4 のいずれか 1 項に記載の方法であって、

前記クリーニングガスはハロゲン含有ガスである。前記ハロゲン含有ガスはフッ素含有ガスである。

[0103] (付記 1 6)

付記 1 ～ 1 5 のいずれか 1 項に記載の方法であって、

(a) では、前記基板上に膜を形成する処理を行う。前記膜はシリコン含有膜である。前記シリコン含有膜はシリコン膜である。前記シリコン膜はドーパントがドーピングされたシリコン膜である。

[0104] (付記 1 7)

付記 1 ～ 1 6 のいずれか 1 項に記載の方法であって、

(a) と (b) とを繰り返し行う工程では、(a) を 1 回行う工程と、(b) を 1 回行う工程と、を交互に繰り返し行う。すなわち、(a) を 1 回行う毎に (b) を行う。

[0105] (付記 1 8)

付記 1 ～ 1 6 のいずれか 1 項に記載の方法であって、

(a) と (b) とを繰り返し行う工程では、(a) を複数回行う工程と、(b) を 1 回行う工程と、を交互に繰り返し行う。すなわち、(a) を複数回行う毎に (b) を行う。

[0106] (付記 1 9)

本開示の他の態様によれば、

基板が処理される処理容器と、

前記処理容器内を加熱するヒータと、

前記処理容器内へ処理ガスを供給する処理ガス供給系と、
前記処理容器内へクリーニングガスを供給するクリーニングガス供給系と
、
付記 1 の各処理（各工程）を行わせるように、前記ヒータ、前記処理ガス
供給系、および前記クリーニングガス供給系を制御することが可能なよう構
成される制御部と、
を有する基板処理装置が提供される。

[0107]（付記 20）

本開示のさらに他の態様によれば、
付記 1 の各手順（各工程）をコンピュータによって基板処理装置に実行さ
せるプログラム、または、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

[0108] 200 ウエハ（基板）
201 処理室

請求の範囲

- [請求項1] （a）基板を収容した加熱された状態の処理容器内へ処理ガスを供給し前記基板を処理するプロセスレシピを実行する工程と、
- （b）前記基板を収容していない加熱された状態の前記処理容器内へクリーニングガスを供給し前記処理容器内をクリーニングするクリーニングレシピを実行する工程と、
- を繰り返し行う工程を有し、
- （b）終了後に（a）を開始するまでの時間を、（a）終了後に（b）を開始するまでの時間以下とする半導体装置の製造方法。
- [請求項2] （c）前記基板を収容していない加熱された状態の前記処理容器内へ前記処理ガスおよび前記クリーニングガスのいずれも供給することなく、前記処理容器内が加熱された状態を維持する工程を更に有し、
- （b）終了後、（a）を開始するまでの間に、（c）を不実施とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項3] （a）終了後、（b）を開始するまでの間に、（c）を実施する請求項2に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項4] （a）終了後、（b）を開始するまでの間に、（c）を不実施とする請求項2に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項5] （b）終了直後に（a）を開始する請求項1～4のいずれか1項に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項6] （a）終了後、所定時間経過後に、（b）を開始する請求項5に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項7] （a）終了直後に（b）を開始する請求項5に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項8] （b）終了後、（a）を開始するまでの時間を0時間とする請求項1～7のいずれか1項に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項9] （a）終了後、（b）を開始するまでの時間を0時間とする請求項8に記載の半導体装置の製造方法。

- [請求項10] (a)における前記処理容器内の最大温度と、(b)における前記処理容器内の最大温度と、は異なる請求項1～9のいずれか1項に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項11] (b)における前記処理容器内の最大温度は、(a)における前記処理容器内の最大温度よりも高い請求項10に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項12] (b)は、
(b1)第1温度とした前記処理容器内へ前記クリーニングガスを供給する工程と、
(b2)前記処理容器内を前記第1温度から第2温度まで昇温させる工程と、
(b3)前記処理容器内を前記第2温度から(a)における処理温度まで降温させる工程と、
を有する請求項10または11に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項13] 前記第1温度は(a)における前記処理温度よりも低く、前記第2温度は(a)における前記処理温度よりも高い請求項12に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項14] (b2)では、不活性ガスを前記処理容器内へ供給し前記処理容器内から排気する請求項12または13に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項15] 前記クリーニングガスはハロゲン含有ガスである請求項1～14のいずれか1項に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項16] (a)では、前記基板上に膜を形成する処理を行う請求項1～15のいずれか1項に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項17] (a)と(b)とを繰り返し行う工程では、(a)を1回行う工程と、(b)を1回行う工程と、を交互に繰り返し行う請求項1～16のいずれか1項に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項18] (a)と(b)とを繰り返し行う工程では、(a)を複数回行う工

程と、(b)を1回行う工程と、を交互に繰り返し行う請求項1～16のいずれか1項に記載の半導体装置の製造方法。

[請求項19]

基板が処理される処理容器と、
前記処理容器内を加熱するヒータと、
前記処理容器内へ処理ガスを供給する処理ガス供給系と、
前記処理容器内へクリーニングガスを供給するクリーニングガス供給系と、

(a) 基板を収容した加熱された状態の前記処理容器内へ前記処理ガスを供給し前記基板を処理するプロセスレシピを実行する処理と、

(b) 前記基板を収容していない加熱された状態の前記処理容器内へ前記クリーニングガスを供給し前記処理容器内をクリーニングするクリーニングレシピを実行する処理と、を繰り返し行わせ、(b)終了後に(a)を開始するまでの時間を、(a)終了後に(b)を開始するまでの時間以下とするように、前記ヒータ、前記処理ガス供給系、および前記クリーニングガス供給系を制御することが可能なよう構成される制御部と、

を有する基板処理装置。

[請求項20]

(a) 基板を収容した加熱された状態の処理容器内へ処理ガスを供給し前記基板を処理するプロセスレシピを実行する手順と、

(b) 前記基板を収容していない加熱された状態の前記処理容器内へクリーニングガスを供給し前記処理容器内をクリーニングするクリーニングレシピを実行する手順と、

を繰り返し行う手順と、

(b) 終了後に(a)を開始するまでの時間を、(a)終了後に(b)を開始するまでの時間以下とする手順と、

をコンピュータによって基板処理装置に実行させるプログラム。