

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6578101号
(P6578101)

(45) 発行日 令和1年9月18日(2019.9.18)

(24) 登録日 令和1年8月30日(2019.8.30)

(51) Int.Cl.	F I	
HO 1 L 21/31 (2006.01)	HO 1 L 21/31	B
HO 1 L 21/316 (2006.01)	HO 1 L 21/316	X
HO 1 L 21/318 (2006.01)	HO 1 L 21/318	B
HO 1 L 21/324 (2006.01)	HO 1 L 21/324	T
C 2 3 C 16/52 (2006.01)	C 2 3 C 16/52	

請求項の数 6 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2015-19319 (P2015-19319)	(73) 特許権者	000219967 東京エレクトロン株式会社 東京都港区赤坂五丁目3番1号
(22) 出願日	平成27年2月3日(2015.2.3)	(74) 代理人	100095407 弁理士 木村 満
(65) 公開番号	特開2016-143794 (P2016-143794A)	(72) 発明者	竹永 裕一 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内
(43) 公開日	平成28年8月8日(2016.8.8)	審査官	正山 旭
審査請求日	平成29年8月8日(2017.8.8)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 処理システム及び処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

処理室内に収容された被処理体の処理内容に応じた処理条件を記憶する処理条件記憶手段と、

前記処理条件の変化と処理結果の変化との関係を示す処理変化モデルを記憶する処理変化モデル記憶手段と、

それぞれが処理条件を示す学習履歴ファイルを記憶する学習履歴ファイル記憶手段と、
前記被処理体の目標とする処理結果に関する情報を受信する目標処理結果受信手段と、
前記処理条件記憶手段に記憶された処理条件に従って、処理室内に収容された被処理体に処理を施す処理手段と、

前記処理手段による処理終了後、この処理のプロセスログを取得し、プロセスログに少なくとも一部が一致する処理条件が記憶された学習履歴ファイルを、前記学習履歴ファイル記憶手段から読み出す学習履歴ファイル読み出し手段と、

前記処理条件記憶手段に記憶された処理条件と、前記学習履歴ファイル読み出し手段により読み出された学習履歴ファイルと、前記処理変化モデル記憶手段に記憶された処理変化モデルと、に基づいて、前記目標とする処理結果に近づく処理条件を算出する処理条件算出手段と、

前記処理条件記憶手段に記憶された処理条件を前記処理条件算出手段により算出された処理条件に更新する処理条件更新手段と、
を備え、

前記学習履歴ファイル記憶手段は、前記処理条件算出手段により算出された処理条件を示す学習履歴ファイルを記憶し、

前記処理手段は、前記処理条件更新手段により更新された処理条件に従って、前記被処理体に処理を再度施す、ことを特徴とする処理システム。

【請求項 2】

前記処理手段による処理の結果に関する情報を受信する処理結果受信手段と、

前記処理結果受信手段で受信した処理結果が、前記目標処理結果受信手段により受信された目標とする処理結果に関する情報が示す結果の許容範囲内か否かを判別する判別手段と、をさらに備え、

前記処理条件算出手段は、前記判別手段により許容範囲内でないと判別された場合に、前記目標とする処理結果に近い処理結果が得られる処理条件を算出する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の処理システム。

10

【請求項 3】

前記処理内容は成膜処理であり、

前記処理結果は前記被処理体に形成された薄膜の膜厚または膜中不純物濃度である、ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の処理システム。

【請求項 4】

前記学習履歴ファイル読み出し手段は、前記処理手段による処理のプロセスログを取得し、

プロセスログに少なくとも一部が一致する処理条件が記憶された学習履歴ファイルを自動的に読み出す手段、又は、プロセスログに少なくとも一部が一致する処理条件が記憶された学習履歴ファイルを列挙し、使用者の選択に従って、1つの学習履歴ファイルを読み出す手段、を備える、ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の処理システム。

20

【請求項 5】

前記処理室内は、複数のゾーンに区分されており、

前記処理条件記憶手段は、ゾーン別に処理条件を記憶し、

前記処理変化モデル記憶手段は、ゾーン別に処理変化モデルを記憶し、

前記学習履歴ファイル記憶手段は、ゾーン別に学習履歴ファイルを記憶し、

前記目標処理結果受信手段は、ゾーン別に、処理結果に関する情報を受信し、

前記処理手段は、ゾーン別に、処理条件に従って処理を施し、

前記学習履歴ファイル読み出し手段は、ゾーン別に、プロセスログを取得し、プロセスログに少なくとも一部が一致する処理条件が記憶された学習履歴ファイルを読み出し、

前記処理条件算出手段は、ゾーン別に、目標とする処理結果に近づく処理条件を算出し、

30

前記処理条件更新手段は、ゾーン別に、前記処理条件記憶手段に記憶された処理条件を算出された処理条件に更新し、

前記学習履歴ファイル記憶手段は、ゾーン別に、処理条件を示す学習履歴ファイルを記憶し、

前記処理手段は、ゾーン別に、更新された処理条件に従って処理を再度施す、ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の処理システム。

40

【請求項 6】

処理室内に収容された被処理体の処理内容に応じた処理条件を記憶する処理条件記憶工程と、

前記処理条件の変化と処理結果の変化との関係を示す処理変化モデルを記憶する処理変化モデル記憶工程と、

それぞれが処理条件を示す複数の学習履歴ファイルを記憶する学習履歴ファイル記憶工程と、

前記被処理体の目標とする処理結果に関する情報を受信する目標処理結果受信工程と、

前記処理条件記憶工程で記憶された処理条件に従って、処理室内に収容された被処理体

50

に処理を施す処理工程と、

前記処理工程の処理終了後、前記処理工程における処理のプロセスログを取得し、プロセスログに少なくとも一部が一致する処理条件を示す学習履歴ファイルを前記学習履歴ファイル記憶工程で記憶した複数の学習履歴ファイルのうちから読み出す読み出し工程と、

前記処理条件記憶工程で記憶された処理条件と、前記読み出し工程で読み出された学習履歴ファイルと、前記処理変化モデル記憶工程で記憶された処理変化モデルと、に基づいて、前記目標とする処理結果に近づく処理条件を算出する処理条件算出工程と、

前記処理条件算出工程により算出された処理条件に関する学習履歴ファイルを追加して記憶する学習履歴ファイル記憶工程と、

前記処理条件記憶工程により記憶された処理条件を前記処理条件算出工程により算出された処理条件に更新する処理条件更新工程と、

前記処理条件更新工程で更新された処理条件に従って、処理室内に収容された被処理体に処理を再度施す処理工程と、

を備える、ことを特徴とする処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体ウエハ等の被処理体を処理する処理システム及び処理方法に関し、特に、被処理体を多数枚一括して処理するバッチ式の処理システム及び処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体装置の製造工程では、多数枚の被処理体、例えば、半導体ウエハの成膜処理、酸化処理あるいは拡散処理などを一括して行うバッチ式の処理システムが用いられている。バッチ式の処理システムでは、効率的に半導体ウエハを処理することが可能であるが、多数枚の半導体ウエハの処理の均一性を確保することは困難である。

【0003】

このような問題を解決するため、例えば、特許文献1には、ヒータ室内に取り込まれる外気の温度が一定になるように外気の温度を自動的に調整する熱処理装置が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2005-183596号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、このような処理システムでは、精度向上のため、学習機能を搭載したものである。しかし、学習機能を搭載した処理システムを使用する際には、使用者が、過去の処理条件、処理結果に関する情報が蓄積された学習履歴ファイルを選択しなければならず、使用者が学習履歴ファイルを選択する作業が必要になり、使いづらい(手間がかかる)という問題がある。また、使用者が学習履歴ファイルの選択を誤ると、計算結果が誤ったものとなり、処理結果の精度が低下してしまうという問題がある。

【0006】

本発明は、上記実状に鑑みてなされたものであり、精度良く、使いやすい処理システム及び処理方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するため、本発明の第1の観点にかかる処理システムは、

処理室内に収容された被処理体の処理内容に応じた処理条件を記憶する処理条件記憶手段と、

10

20

30

40

50

前記処理条件の変化と処理結果の変化との関係を示す処理変化モデルを記憶する処理変化モデル記憶手段と、

それぞれが処理条件を示す学習履歴ファイルを記憶する学習履歴ファイル記憶手段と、
前記被処理体の目標とする処理結果に関する情報を受信する目標処理結果受信手段と、
前記処理条件記憶手段に記憶された処理条件に従って、処理室内に収容された被処理体に処理を施す処理手段と、

前記処理手段による処理終了後、この処理のプロセスログを取得し、プロセスログに少なくとも一部が一致する処理条件が記憶された学習履歴ファイルを、前記学習履歴ファイル記憶手段から読み出す学習履歴ファイル読み出し手段と、

前記処理条件記憶手段に記憶された処理条件と、前記学習履歴ファイル読み出し手段により読み出された学習履歴ファイルと、前記処理変化モデル記憶手段に記憶された処理変化モデルと、に基づいて、前記目標とする処理結果に近づく処理条件を算出する処理条件算出手段と、

前記処理条件記憶手段に記憶された処理条件を前記処理条件算出手段により算出された処理条件に更新する処理条件更新手段と、
を備え、

前記学習履歴ファイル記憶手段は、前記処理条件算出手段により算出された処理条件を示す学習履歴ファイルを記憶し、

前記処理手段は、前記処理条件更新手段により更新された処理条件に従って、前記被処理体に処理を再度施す、ことを特徴とする。

【0008】

前記処理システムは、前記処理手段による処理の結果に関する情報を受信する処理結果受信手段と、

前記処理結果受信手段で受信した処理結果が、前記目標処理結果受信手段により受信された目標とする処理結果に関する情報が示す結果の許容範囲内か否かを判別する判別手段と、をさらに備え、

前記処理条件算出手段は、前記判別手段により許容範囲内でないと判別された場合に、前記目標とする処理結果に近い処理結果が得られる処理条件を算出してもよい。

【0009】

例えば、前記処理内容は成膜処理であり、前記処理結果は前記被処理体に形成された薄膜の膜厚または膜中不純物濃度である。

例えば、前記学習履歴ファイル読み出し手段は、前記処理手段による処理のプロセスログを取得し、

プロセスログに少なくとも一部が一致する処理条件が記憶された学習履歴ファイルを自動的に読み出す手段、又は、プロセスログに少なくとも一部が一致する処理条件が記憶された学習履歴ファイルを列挙し、使用者の選択に従って、1つの学習履歴ファイルを読み出す手段、を備える。

【0010】

例えば、
前記処理容器内は、複数のゾーンに区分されており、

前記処理条件記憶手段は、ゾーン別に処理条件を記憶し、

前記処理変化モデル記憶手段は、ゾーン別に処理変化モデルを記憶し、

前記学習履歴ファイル記憶手段は、ゾーン別に学習履歴ファイルを記憶し、

前記目標処理結果受信手段は、ゾーン別に、処理結果に関する情報を受信し、

前記処理手段は、ゾーン別に、処理条件に従って処理を施し、

前記学習履歴ファイル読み出し手段は、ゾーン別に、プロセスログを取得し、プロセスログに少なくとも一部が一致する処理条件が記憶された学習履歴ファイルを読み出し、

前記処理条件算出手段は、ゾーン別に、目標とする処理結果に近づく処理条件を算出し、

前記処理条件更新手段は、ゾーン別に、前記処理条件記憶手段に記憶された処理条件を

算出された処理条件に更新し、

前記学習履歴ファイル記憶手段は、ゾーン別に、処理条件を示す学習履歴ファイルを記憶し、

前記処理手段は、ゾーン別に、更新された処理条件に従って処理を再度施す。

【0011】

本発明の第2の観点にかかる処理方法は、

処理室内に収容された被処理体の処理内容に応じた処理条件を記憶する処理条件記憶工程と、

前記処理条件の変化と処理結果の変化との関係を示す処理変化モデルを記憶する処理変化モデル記憶工程と、

それぞれが処理条件を示す複数の学習履歴ファイルを記憶する学習履歴ファイル記憶工程と、

前記被処理体の目標とする処理結果に関する情報を受信する目標処理結果受信工程と、

前記処理条件記憶工程で記憶された処理条件に従って、処理室内に収容された被処理体に処理を施す処理工程と、

前記処理工程の処理終了後、前記処理工程における処理のプロセスログを取得し、プロセスログに少なくとも一部が一致する処理条件を示す学習履歴ファイルを前記学習履歴ファイル記憶工程で記憶した複数の学習履歴ファイルのうちから読み出す読み出し工程と、

前記処理条件記憶工程で記憶された処理条件と、前記読み出し工程で読み出された学習履歴ファイルと、前記処理変化モデル記憶工程で記憶された処理変化モデルと、に基づいて、前記目標とする処理結果に近づく処理条件を算出する処理条件算出工程と、

前記処理条件算出工程により算出された処理条件に関する学習履歴ファイルを追加して記憶する学習履歴ファイル記憶工程と、

前記処理条件記憶工程により記憶された処理条件を前記処理条件算出工程により算出された処理条件に更新する処理条件更新工程と、

前記処理条件更新工程で更新された処理条件に従って、処理室内に収容された被処理体に処理を再度施す処理工程と、

を備える、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、精度良く、使いやすい処理システム及び処理方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の実施の形態に係る熱処理装置の構造を示す図である。

【図2】反応管内のゾーンを示す図である。

【図3】図1の制御部の構成例を示す図である。

【図4】ヒータの温度の変化と形成されるSiO₂膜の膜厚変化との関係を示す膜厚変化モデルの一例である。

【図5】熱処理を説明するためのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の処理システム、処理方法、及び、プログラムを、図1に示すバッチ式の縦型の熱処理装置に適用した場合を例に本実施の形態を説明する。また、本実施の形態では、成膜用ガスとして、ジクロロシラン(SiH₂Cl₂)と一酸化二窒素(N₂O)とを用いて、半導体ウエハにSiO₂膜を形成する場合を例に本発明を説明する。

【0016】

図1に示すように、本実施の形態の熱処理装置1は、略円筒状で有天井の反応管2を備えている。反応管2は、その長手方向が垂直方向に向くように配置されている。反応管2は、耐熱及び耐腐食性に優れた材料、例えば、石英により形成されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

反応管 2 の下側には、略円筒状のマニホールド 3 が設けられている。マニホールド 3 は、その上端が反応管 2 の下端と気密に接合されている。マニホールド 3 には、反応管 2 内のガスを排気するための排気管 4 が気密に接続されている。排気管 4 には、バルブ、真空ポンプなどからなる圧力調整部 5 が設けられており、反応管 2 内を所望の圧力（真空度）に調整する。

【 0 0 1 8 】

マニホールド 3（反応管 2）の下方には、蓋体 6 が配置されている。蓋体 6 は、ポートエレベータ 7 により上下動可能に構成され、ポートエレベータ 7 により蓋体 6 が上昇するとマニホールド 3（反応管 2）の下方側（炉口部分）が閉鎖され、ポートエレベータ 7 により蓋体 6 が下降すると反応管 2 の下方側（炉口部分）が開口されるように配置されている。

10

【 0 0 1 9 】

蓋体 6 の上部には、保温筒（断熱体）8 を介して、ウエハポート 9 が設けられている。ウエハポート 9 は、被処理体、例えば、半導体ウエハ W を収容（保持）するウエハ保持具であり、本実施の形態では、半導体ウエハ W が垂直方向に所定の間隔をおいて複数枚、例えば、150 枚収容可能に構成されている。そして、ウエハポート 9 に半導体ウエハ W を収容し、ポートエレベータ 7 により蓋体 6 を上昇させることにより、半導体ウエハ W が反応管 2 内にロードされる。

【 0 0 2 0 】

反応管 2 の周囲には、反応管 2 を取り囲むように、例えば、抵抗発熱体からなるヒータ部 10 が設けられている。このヒータ部 10 により反応管 2 の内部が所定の温度に加熱され、この結果、半導体ウエハ W が所定の温度に加熱される。ヒータ部 10 は、例えば、5 段に配置されたヒータ 11 ~ 15 から構成され、ヒータ 11 ~ 15 には、それぞれ電力コントローラ 16 ~ 20 が接続されている。このため、この電力コントローラ 16 ~ 20 にそれぞれ独立して電力を供給することにより、ヒータ 11 ~ 15 をそれぞれ独立に所望の温度に加熱することができる。このように、反応管 2 内は、このヒータ 11 ~ 15 により、図 2 に示すような 5 つのゾーンに区分されている。例えば、反応管 2 内の T O P（Z O N E 1）を加熱する場合には、電力コントローラ 16 を制御してヒータ 11 を所望の温度に加熱する。反応管 2 内の C E N T E R（C T R（Z O N E 3））を加熱する場合には、電力コントローラ 18 を制御してヒータ 13 を所望の温度に加熱する。反応管 2 内の B O T T O M（B T M（Z O N E 5））を加熱する場合には、電力コントローラ 20 を制御してヒータ 15 を所望の温度に加熱する。

20

30

【 0 0 2 1 】

また、マニホールド 3 には、反応管 2 内に処理ガスを供給する複数の処理ガス供給管が設けられている。なお、図 1 では、マニホールド 3 に処理ガスを供給する 3 つの処理ガス供給管 21 ~ 23 を図示している。処理ガス供給管 21 は、マニホールド 3 の側方からウエハポート 9 の上部付近（Z O N E 1）まで延びるように形成されている。処理ガス供給管 22 は、マニホールド 3 の側方からウエハポート 9 の中央付近（Z O N E 3）まで延びるように形成されている。処理ガス供給管 23 は、マニホールド 3 の側方からウエハポート 9 の下部付近（Z O N E 5）まで延びるように形成されている。

40

【 0 0 2 2 】

各処理ガス供給管 21 ~ 23 には、それぞれ、流量調整部 24 ~ 26 が設けられている。流量調整部 24 ~ 26 は、処理ガス供給管 21 ~ 23 内を流れる処理ガスの流量を調整するためのマスフローコントローラ（M F C）などから構成されている。このため、処理ガス供給管 21 ~ 23 から供給される処理ガスは、流量調整部 24 ~ 26 により所望の流量に調整されて、それぞれ反応管 2 内に供給される。

【 0 0 2 3 】

また、熱処理装置 1 は、反応管 2 内のガス流量、圧力、処理雰囲気温度といった処理パラメータを制御するための制御部（コントローラ）50 を備えている。制御部 50 は、

50

流量調整部 24 ~ 26、圧力調整部 5、ヒータ 11 ~ 15 の電力コントローラ 16 ~ 20 等に制御信号を出力する。図 3 に制御部 50 の構成を示す。

【0024】

図 3 に示すように、制御部 50 は、モデル記憶部 51 と、レシピ記憶部 52 と、学習履歴ファイル記憶部 53 と、ROM (Read Only Memory) 54 と、RAM (Random Access Memory) 55 と、I/O (Input/Output Port) ポート 56 と、CPU 57 (Central Processing Unit) と、これらを相互に接続するバス 58 と、から構成されている。

【0025】

モデル記憶部 51 には、ヒータの温度の変化と形成される SiO_2 膜の膜厚変化との関係を示す膜厚変化モデルが記憶されている。図 4 に膜厚変化モデルの一例を示す。図 4 に示すように、膜厚変化モデルは、所定 ZONE の温度を 1 上げたとき、各 ZONE に形成される SiO_2 膜の膜厚がどれだけ変化するかを示している。例えば、図 4 に示すように、電力コントローラ 16 を制御してヒータ 11 を加熱することにより ZONE 1 の温度設定値を 1 上げると、ZONE 1 に形成される SiO_2 膜の膜厚が 2 nm 増加し、ZONE 2 に形成される SiO_2 膜の膜厚が 0.7 nm 減少し、ZONE 3 に形成される SiO_2 膜の膜厚が 0.8 nm 増加し、ZONE 4 に形成される SiO_2 膜の膜厚が 0.05 nm 減少する。

【0026】

レシピ記憶部 52 には、この熱処理装置 1 で実行される成膜処理の種類に応じて、制御手順を定めるプロセス用レシピが記憶されている。プロセス用レシピは、ユーザが実際に行う処理 (プロセス) 毎に用意されるレシピであり、反応管 2 への半導体ウエハ W のロードから、処理済みの半導体ウエハ W をアンロードするまでの温度、時間、ガス流量等を規定する。具体的には、各部の温度の変化、反応管 2 内の圧力変化、ガスの供給の開始及び停止のタイミング、供給量などを規定する。

【0027】

学習履歴ファイル記憶部 53 には、作成された学習履歴ファイルが記憶されている。学習履歴ファイルには、例えば、調整処理により算出された日時、プロセス条件 (温度、時間、ガス流量等) などが記憶されている。調整処理において学習履歴ファイルを使用することにより、処理の精度が向上する。

【0028】

ROM 54 は、EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)、フラッシュメモリ、ハードディスクなどから構成され、CPU 57 の動作プログラムなどを記憶する記録媒体である。

RAM 55 は、CPU 57 のワークエリアなどとして機能する。

【0029】

I/O ポート 56 は、温度、圧力、ガスの流量に関する測定信号を CPU 57 に供給すると共に、CPU 57 が出力する制御信号を各部 (圧力調整部 5、ヒータ 11 ~ 15 の電力コントローラ 16 ~ 20、流量調整部 24 ~ 26 等) へ出力する。また、I/O ポート 56 には、操作者が熱処理装置 1 を操作する操作パネル 59 が接続されている。

【0030】

CPU 57 は、制御部 50 の中枢を構成し、ROM 54 に記憶された動作プログラムを実行し、操作パネル 59 からの指示に従って、レシピ記憶部 52 に記憶されているプロセス用レシピに沿って、熱処理装置 1 の動作を制御する。

【0031】

CPU 57 は、モデル記憶部 51 に記憶されている膜厚変化モデルと、形成された SiO_2 膜の膜厚とに基づいて、目標膜厚が形成される反応管 2 内の各 ZONE (ZONE 1 ~ 5) に配置されたヒータ 11 ~ 15 の設定温度を算出する。

【0032】

また、CPU 57 は、学習履歴ファイル記憶部 53 に記憶された学習履歴ファイルの中から、処理に使用する学習履歴ファイルを特定する。本例では、プロセス条件 (温度、時

10

20

30

40

50

間、ガス流量等)が記憶されたプロセスログと一致するプロセス条件が記憶された学習履歴ファイルで学習履歴ファイル記憶部53から特定する。なお、処理に使用する学習履歴ファイルの特定は、例えば、レシピ記憶部52に記憶されたプロセス用レシピの中から操作者がプロセス用レシピを指定することにより、CPU57が、指定されたプロセス用レシピのプロセス条件と一致するプロセス条件が記憶された学習履歴ファイルを学習履歴ファイル記憶部53から特定してもよい。

バス58は、各部の間で情報を伝達する。

【0033】

次に、以上のように構成された熱処理装置1を用いて反応管2内(ZONE1~5)のプロセス条件を調整する調整方法を含む熱処理方法(熱処理)について説明する。なお、調整処理は、膜厚が最も目標膜厚に近づくプロセス条件(本例では温度)を算出するものである。図5は、本例の熱処理を説明するためのフローチャートである。

10

【0034】

まず、操作者は、操作パネル59を操作して、調整処理で実行するプロセス種別等の必要な情報を入力する。具体的には、操作者は、調整処理で実施する処理装置と、プロセス種類、本例では、ジクロロシランと一酸化二窒素(N_2O)との SiO_2 膜の成膜(DCS-HTO)とを選択するとともに、ターゲットとなる SiO_2 膜の膜厚(目標膜厚)を、例えば、ゾーンごとに入力する。

【0035】

制御部50(CPU57)は、プロセス種別等の必要な情報が入力されたか否かを判別する(ステップS1)。CPU57は、必要な情報が入力されていると判別すると(ステップS1; Yes)、入力されたプロセス種別に対応するプロセス用レシピをレシピ記憶部52から読み出す(ステップS2)。プロセス用レシピには、反応管2内の圧力、温度などのプロセス条件が記憶されている。例えば、プロセス用レシピには、反応管2内のZONE1~5の温度が記憶されている。

20

【0036】

次に、CPU57は、読み出したプロセス用レシピのプロセス条件で成膜処理を実行する(ステップS3)。具体的には、CPU57は、ポートエレベータ7(蓋体6)を降下させ、少なくとも各ZONEに半導体ウエハW(モニターウエハ)を搭載したウエハポート9を蓋体6上に配置する。次に、CPU57は、ポートエレベータ7(蓋体6)を上昇して、ウエハポート9(半導体ウエハW)を反応管2内にロードする。そして、CPU57は、更新したプロセス条件が記載されたレシピに従って、圧力調整部5、ヒータ11~15の電力コントローラ16~20、流量調整部24~26等を制御して、半導体ウエハWに SiO_2 膜を成膜する。

30

【0037】

CPU57は、成膜処理が終了すると、成膜された SiO_2 膜の膜厚を測定する(ステップS4)。例えば、CPU57は、ポートエレベータ7(蓋体6)を降下させ、 SiO_2 膜が成膜された半導体ウエハWをアンロードし、半導体ウエハWを、例えば、図示しない測定装置に搬送し、半導体ウエハWに成膜された SiO_2 膜の膜厚を測定させる。測定装置では、半導体ウエハWに成膜された SiO_2 膜の膜厚を測定すると、例えば、測定した SiO_2 膜の膜厚データを熱処理装置1(CPU57)に送信する。CPU57は、測定された SiO_2 膜の膜厚データを受信することにより、成膜された SiO_2 膜の膜厚を特定する。なお、操作者が操作パネル59を操作して、測定結果を入力してもよい。

40

【0038】

CPU57は、成膜された SiO_2 膜の膜厚が測定されると、測定された膜厚が許容範囲内か否かを判別する(ステップS5)。許容範囲内とは、入力された目標膜厚から許容可能な所定の範囲内に含まれていることをいい、例えば、入力された目標膜厚から $\pm 1\%$ 以内の場合をいう。

【0039】

CPU57は、測定した膜厚が許容範囲内でないと判別すると(ステップS5; No)

50

、膜厚測定結果に該当するプロセスログを読み出し（ステップS6）、プロセスログに記憶されたプロセス条件（温度）と一致するプロセス条件が記憶された学習履歴ファイルを学習履歴ファイル記憶部53から特定する（ステップS7）。

【0040】

ここで、操作者が学習履歴ファイルを特定する作業が不要になり、手間がかかるという問題がなくなる。また、操作者が学習履歴ファイルの選択を誤るといった人為的ミスをなくすことができ、処理結果の精度が低下してしまうという問題がなくなる。このため、精度良く、使いやすい処理を行うことができる。

【0041】

続いて、CPU57は、読み出したプロセス用レシピと、特定した学習履歴ファイルと、モデル記憶部51に記憶された膜厚変化モデルとに基づいて、入力した目標膜厚に最も近づく温度等のプロセス条件を算出する（ステップS8）。なお、このプロセス条件の算出方法としては、種々の方法を用いることができ、例えば、米国特許第5,991,525号公報などに開示されているカルマンフィルターによる学習機能による手法を利用することができる。

10

【0042】

次に、CPU57は、算出した新しいプロセス条件を記憶する新たな学習履歴ファイルを作成し、学習履歴ファイル記憶部53に登録する（ステップS9）。また、CPU57は、算出したプロセス条件（温度）でプロセス用レシピを更新する（ステップS10）。そして、CPU57は、登録したプロセス条件（温度）で成膜処理を実行する（ステップS3）。

20

【0043】

CPU57は、測定した膜厚が許容範囲内であると判別すると（ステップS5；Yes）、所定の処理（成膜）が終了したか否かを判別する（ステップS11）。CPU57は、成膜が終了していないと判別すると（ステップS11；No）、引き続き、成膜処理を実行する（ステップS3）。CPU57は、成膜が終了したと判別すると（ステップS11；Yes）、この処理を終了する。

【0044】

以上説明したように、本実施の形態によれば、読み出したプロセス用レシピとプロセス条件が同一の学習履歴ファイルを学習履歴ファイル記憶部53から読み出し、調整処理で使用する学習履歴ファイルを特定しているため、操作者が学習履歴ファイルを特定する作業が不要になり、手間がかかるという問題がなくなる。さらに、操作者が学習履歴ファイルの選択を誤るといった人為的ミスをなくすことができ、処理結果の精度が低下してしまうという問題がなくなる。このため、精度良く、使いやすい処理を行うことができる。

30

【0045】

なお、本発明は、上記の実施の形態に限られず、種々の変形、応用が可能である。以下、本発明に適用可能な他の実施の形態について説明する。

【0046】

上記実施の形態では、プロセス用レシピとプロセス条件が同一の学習履歴ファイルを特定した場合を例に本発明を説明したが、例えば、プロセス条件のうち、温度等の少なくとも一部が同一の学習履歴ファイルを列挙し、操作者が列挙された学習履歴ファイルの中から選択するようにしてもよい。この場合にも、操作者の学習履歴ファイルの特定に手間がかかるという問題がなくなる。

40

【0047】

また、上記実施の形態では、学習履歴ファイル記憶部53に記憶された学習履歴ファイルの中から特定する場合を例に本発明を説明したが、例えば、ネットワークで接続された別のサーバやコンピュータの中から学習履歴ファイルを特定できるようにしてもよい。

【0048】

上記実施の形態では、ジクロロシランと一酸化二窒素とを用いてSiO₂膜を形成する場合を例に本発明を説明したが、例えば、ジクロロシランとアンモニア(NH₃)とを用

50

いたSiN膜の成膜にも本発明を適用可能である。

【0049】

上記実施の形態では、SiO₂膜を形成する場合を例に本発明を説明したが、処理の種類は任意であり、他種類の膜を形成するCVD (Chemical Vapor Deposition) 装置、酸化装置などの様々な熱処理装置に適用可能である。

【0050】

上記実施の形態では、目標とする処理結果について、SiO₂膜の膜厚を例に本発明を説明したが、例えば、SiO₂膜膜中に含まれる不純物濃度 (膜中不純物濃度) であってもよい。この場合、モデル記憶部51には、ヒータの温度の変化と形成されるSiO₂膜の膜中不純物濃度の変化との関係を示す変化モデルが記憶されている。

10

【0051】

上記実施の形態では、ヒータの段数 (ゾーンの数) が5段の場合を例に本発明を説明したが、4段以下であっても、6段以上であってもよい。また、各ゾーンから抽出する半導体ウエハWの数などは任意に設定可能である。

【0052】

上記実施の形態では、単管構造のバッチ式熱処理装置の場合を例に本発明を説明したが、例えば、反応管2が内管と外管とから構成された二重管構造のバッチ式縦型熱処理装置に本発明を適用することも可能である。また、枚葉式の処理装置に本発明を適用することも可能である。本発明は、半導体ウエハの処理に限定されるものではなく、例えば、FPD (Flat Panel Display) 基板、ガラス基板、PDP (Plasma Display Panel) 基板など

20

【0053】

本発明の実施の形態にかかる制御部50は、専用のシステムによらず、通常のコンピュータシステムを用いて実現可能である。例えば、汎用コンピュータに、上述の処理を実行するためのプログラムを格納した記録媒体 (フレキシブルディスク、CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory) など) から当該プログラムをインストールすることにより、上述の処理を実行する制御部50を構成することができる。

【0054】

そして、これらのプログラムを供給するための手段は任意である。上述のように所定の記録媒体を介して供給できる他、例えば、通信回線、通信ネットワーク、通信システムなどを介して供給してもよい。この場合、例えば、通信ネットワークの掲示板 (BBS: Bulletin Board System) に当該プログラムを掲示し、これをネットワークを介して搬送波に重畳して提供してもよい。そして、このように提供されたプログラムを起動し、OS (Operating System) の制御下で、他のアプリケーションプログラムと同様に実行することにより、上述の処理を実行することができる。

30

【産業上の利用可能性】

【0055】

本発明は半導体ウエハ等の被処理体を処理する処理システムに有用である。

【符号の説明】

【0056】

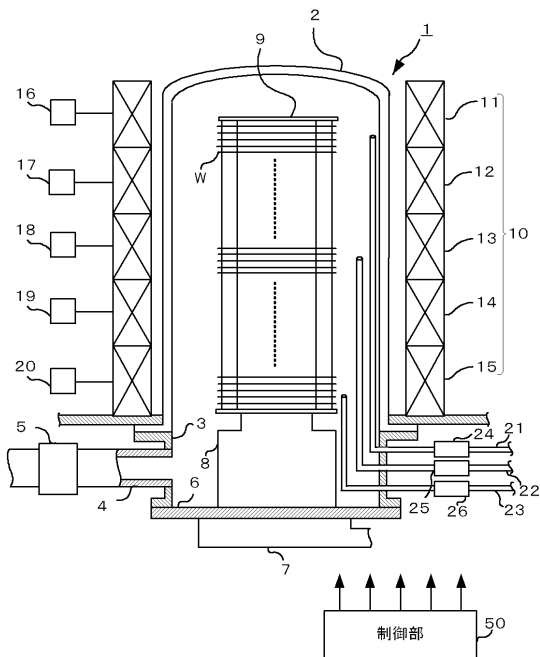
1	熱処理装置
2	反応管
3	マニホールド
6	蓋体
9	ウエハポート
10	ヒータ部
11 ~ 15	ヒータ
16 ~ 20	電力コントローラ
21 ~ 23	処理ガス供給管
24 ~ 26	流量調整部

40

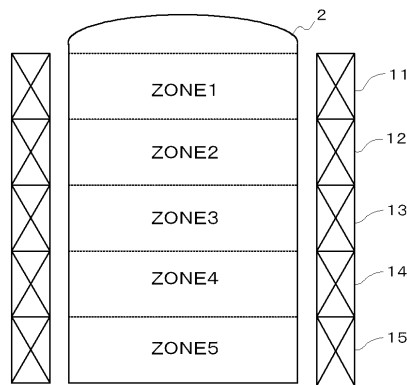
50

- 5 0 制御部
- 5 1 モデル記憶部
- 5 2 レシピ記憶部
- 5 3 学習履歴ファイル記憶部
- 5 4 ROM
- 5 5 RAM
- 5 7 CPU
- W 半導体ウエハ

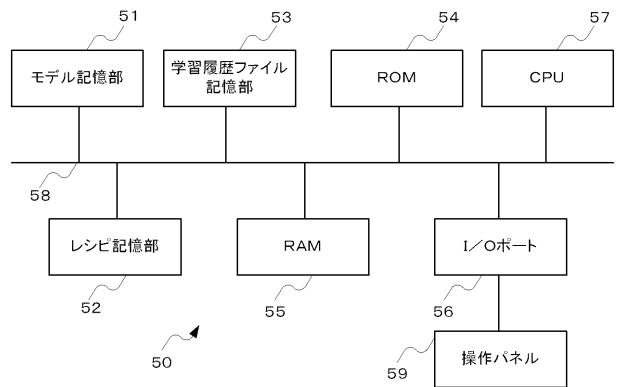
【図1】



【図2】



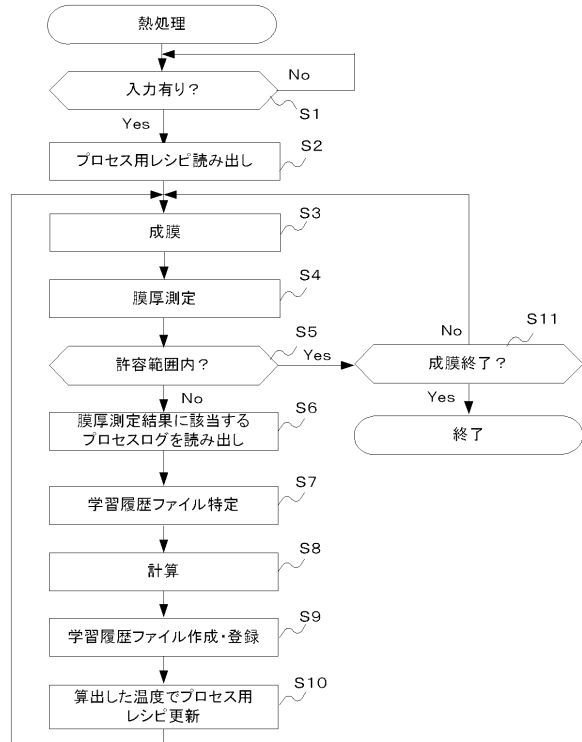
【図3】



【図4】

		温度(1℃上昇)				
		ZONE1	ZONE2	ZONE3	ZONE4	ZONE5
膜厚 (nm)	ZONE1	2.00	-0.70	0.80	-0.04	0.00
	ZONE2	-0.70	2.00	-0.70	0.70	0.02
	ZONE3	0.80	-0.70	2.00	-0.70	0.70
	ZONE4	-0.05	0.80	-0.70	2.00	-0.70
	ZONE5	0.00	-0.05	0.80	-0.70	2.00

【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 L 21/02 (2006.01) H 0 1 L 21/02 Z

(56)参考文献 特開2013-207256(JP,A)
特開2003-077782(JP,A)
特開2002-184705(JP,A)
特開2004-259757(JP,A)
特開2013-207109(JP,A)
米国特許出願公開第2003/0045961(US,A1)
米国特許出願公開第2004/0225453(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 1 L 2 1 / 3 1
C 2 3 C 1 6 / 5 2
H 0 1 L 2 1 / 0 2
H 0 1 L 2 1 / 3 1 6
H 0 1 L 2 1 / 3 1 8
H 0 1 L 2 1 / 3 2 4