

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6566897号
(P6566897)

(45) 発行日 令和1年8月28日(2019.8.28)

(24) 登録日 令和1年8月9日(2019.8.9)

(51) Int.Cl.		F I			
H O 1 L	21/31	(2006.01)	H O 1 L	21/31	B
C 2 3 C	16/44	(2006.01)	C 2 3 C	16/44	Z
C 2 3 C	16/52	(2006.01)	C 2 3 C	16/52	
H O 1 L	21/205	(2006.01)	H O 1 L	21/205	

請求項の数 6 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2016-53872 (P2016-53872)	(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28年3月17日 (2016.3.17)	(74) 代理人	100107766 弁理士 伊東 忠重
(65) 公開番号	特開2017-168726 (P2017-168726A)	(74) 代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(43) 公開日	平成29年9月21日 (2017.9.21)	(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
審査請求日	平成30年8月8日 (2018.8.8)	(72) 発明者	笠井 隆人 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 制御装置、基板処理システム、基板処理方法及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板に所定の膜を成膜する基板処理装置の動作及び前記所定の膜の特性を測定する複数の測定装置の動作を制御する制御装置であって、

前記複数の測定装置のそれぞれに割り当てられる前記測定装置を特定する情報と前記測定装置の個体差との関係を表す個体差情報を記憶する個体差情報記憶部と、

前記所定の膜の特性の測定を行った前記測定装置を特定する情報と、前記個体差情報記憶部に記憶された前記個体差情報と、に基づいて、前記測定装置により測定された前記所定の膜の特性の測定値を補正する制御部と、

プロセス種別及び個体差補正の実行の有無を含む情報の入力を受け付ける操作部と、
を有し、

前記制御部は、前記操作部により入力された前記プロセス種別及び前記個体差補正の実行の有無に基づいて、前記測定装置により測定される前記所定の膜の特性の測定値を補正するか否かを判定する、

制御装置。

【請求項2】

前記所定の膜を成膜する条件が前記所定の膜の特性に与える影響を表すプロセスモデルを記憶するモデル記憶部を更に有し、

前記制御部は、補正された前記測定値と、前記モデル記憶部に記憶された前記プロセスモデルと、に基づいて、前記所定の膜を成膜する条件を算出する、

請求項 1 に記載の制御装置。

【請求項 3】

前記所定の膜の特性は、膜厚であり、

前記制御部は、前記基板に成膜する前記所定の膜の目標膜厚に基づいて、前記測定装置により測定される前記所定の膜の特性の測定値を補正するか否かを判定する、

請求項 1 又は 2 に記載の制御装置。

【請求項 4】

基板に所定の膜を成膜する基板処理装置と、

前記所定の膜の特性を測定する複数の測定装置と、

前記基板処理装置の動作及び前記複数の測定装置の動作を制御する制御装置と、

を有し、

前記制御装置は、

前記複数の測定装置のそれぞれに割り当てられる前記測定装置を特定する情報と前記測定装置の個体差との関係を表す個体差情報を記憶する個体差情報記憶部と、

前記所定の膜の特性の測定を行った前記測定装置を特定する情報と、前記個体差情報記憶部に記憶された前記個体差情報と、に基づいて、前記測定装置により測定された前記所定の膜の特性の測定値を補正する制御部と、

プロセス種別及び個体差補正の実行の有無を含む情報の入力を受け付ける操作部と、

を有し、

前記制御部は、前記操作部により入力された前記プロセス種別及び前記個体差補正の実行の有無に基づいて、前記測定装置により測定される前記所定の膜の特性の測定値を補正するか否かを判定する、基板処理システム。

【請求項 5】

基板に所定の膜を成膜するステップと、

前記所定の膜の特性を測定するステップと、

前記所定の膜の特性の測定を行った測定装置を特定する情報と、前記測定装置を特定する情報と前記測定装置の個体差との関係を表す個体差情報と、に基づいて、前記測定装置により測定された前記所定の膜の特性の測定値を補正するステップと、

プロセス種別及び個体差補正の実行の有無を含む情報の入力を受け付けるステップと、

前記入力された前記プロセス種別及び前記個体差補正の実行の有無に基づいて、前記測定装置により測定される前記所定の膜の特性の測定値を補正するか否かを判定するステップと、

を有する、基板処理方法。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の基板処理方法をコンピュータに実行させる、プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、制御装置、基板処理システム、基板処理方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

半導体装置の製造においては、半導体ウエハ（ウエハ）等の基板に所望の特性を有する膜を成膜する場合、所望の特性を有する膜が得られる最適な成膜条件を予め算出し、算出した最適な成膜条件を用いて基板に成膜が行われる。最適な成膜条件を算出する場合、半導体製造装置や半導体プロセスに関する知識や経験が必要であり、容易に最適な成膜条件を算出できない場合がある。

【0003】

従来、最適な成膜条件を算出するシステムとして、操作者が目標膜厚を入力するだけで、制御部が目標膜厚に近づく最適温度を算出する熱処理システムが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。このシステムでは、制御部が膜厚測定器で測定した膜厚データを参

10

20

30

40

50

照し、最適な成膜条件を算出している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2013-207256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、半導体装置を製造する工場においては、基板に成膜される膜の膜厚を測定する際、必ずしも同一の膜厚測定器が用いられるとは限らず、工場に設置された複数の膜厚測定器のうち任意の膜厚測定器が用いられる場合がある。このような場合、膜厚測定器の個体差の影響を受けて、測定される膜厚にばらつきが生じる。

10

【0006】

このように測定される膜厚にばらつきが生じると、上記のシステムでは、最適な成膜条件を算出できない場合がある。

【0007】

そこで、一側面では、本発明は、測定装置の個体差の影響を低減することが可能な制御装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

20

上記目的を達成するため、本発明の一態様に係る制御装置は、基板に所定の膜を成膜する基板処理装置の動作及び前記所定の膜の特性を測定する複数の測定装置の動作を制御する制御装置であって、前記複数の測定装置のそれぞれに割り当てられる前記測定装置を特定する情報と前記測定装置の個体差との関係を表す個体差情報を記憶する個体差情報記憶部と、前記所定の膜の特性の測定を行った前記測定装置を特定する情報と、前記個体差情報記憶部に記憶された前記個体差情報と、に基づいて、前記測定装置により測定された前記所定の膜の特性の測定値を補正する制御部と、プロセス種別及び個体差補正の実行の有無を含む情報の入力を受け付ける操作部と、を有し、前記制御部は、前記操作部により入力された前記プロセス種別及び前記個体差補正の実行の有無に基づいて、前記測定装置により測定される前記所定の膜の特性の測定値を補正するか否かを判定する。

30

【発明の効果】

【0009】

開示の制御装置によれば、測定装置の個体差の影響を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本実施形態の基板処理装置の一例を示す概略構成図

【図2】本実施形態の制御装置の一例を示す概略構成図

【図3】測定器IDと個体差との関係の一例を表すテーブル

【図4】本実施形態の制御装置の動作の一例を示すフローチャート

【発明を実施するための形態】

40

【0011】

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

【0012】

(基板処理装置)

本実施形態の基板処理装置について説明する。本実施形態の基板処理装置は、基板の一例としての半導体ウエハ(以下「ウエハ」という。)が垂直方向に所定の間隔において複数枚保持された基板保持具を収容可能であり、複数枚のウエハに対して同時に成膜処理を行うことが可能な装置である。

50

【 0 0 1 3 】

以下、図 1 に基づき説明する。図 1 は、本実施形態の基板処理装置の一例を示す概略構成図である。

【 0 0 1 4 】

図 1 に示されるように、基板処理装置は、長手方向が垂直方向である略円筒形の処理容器 4 を有する。処理容器 4 は、円筒体の内筒 6 と、内筒 6 の外側に同心的に配置された天井を有する外筒 8 とを備える 2 重管構造を有する。内筒 6 及び外筒 8 は、例えば石英等の耐熱性材料により形成されている。

【 0 0 1 5 】

内筒 6 及び外筒 8 は、ステンレス鋼等により形成されるマニホールド 1 0 によって、その下端部が保持されている。マニホールド 1 0 は、例えば図示しないベースプレートに固定されている。なお、マニホールド 1 0 は、内筒 6 及び外筒 8 と共に略円筒形の内部空間を形成しているため、処理容器 4 の一部を形成しているものとする。即ち、処理容器 4 は、例えば石英等の耐熱性材料により形成される内筒 6 及び外筒 8 と、ステンレス鋼等により形成されるマニホールド 1 0 とを備え、マニホールド 1 0 は、内筒 6 及び外筒 8 を下方から保持するように処理容器 4 の側面下部に設けられている。

10

【 0 0 1 6 】

マニホールド 1 0 は、処理容器 4 内に、成膜処理に用いられる成膜ガス等の処理ガス、パージ処理に用いられるパージガス等の各種ガスを導入するガス導入部 2 0 を有する。図 1 では、ガス導入部 2 0 が 1 つ設けられる形態を示しているが、これに限定されず、使用するガスの種類等に応じて、ガス導入部 2 0 が複数設けられていてもよい。

20

【 0 0 1 7 】

成膜ガスの種類としては、特に限定されず、成膜する膜の種類等に応じて適宜選択することができる。例えば、ウエハ W にポリシリコン膜を成膜する場合、成膜ガスとしては、例えばモノシラン (SiH_4) を含むガスを用いることができる。

【 0 0 1 8 】

パージガスの種類としては特に限定されず、例えば窒素 (N_2) ガス等の不活性ガスをを用いることができる。

【 0 0 1 9 】

ガス導入部 2 0 には、各種ガスを処理容器 4 内に導入するための導入配管 2 2 が接続される。なお、導入配管 2 2 には、ガス流量を調整するためのマスフローコントローラ等の流量調整部 2 4 や図示しないバルブ等が介設されている。

30

【 0 0 2 0 】

また、マニホールド 1 0 は、処理容器 4 内を排気するガス排気部 3 0 を有する。ガス排気部 3 0 には、処理容器 4 内を減圧制御可能な真空ポンプ 3 2、開度可変弁 3 4 等を含む排気配管 3 6 が接続されている。

【 0 0 2 1 】

マニホールド 1 0 の下端部には、炉口 4 0 が形成されており、炉口 4 0 には、例えばステンレス鋼等により形成される円盤状の蓋体 4 2 が設けられている。蓋体 4 2 は、例えばポートエレベータとして機能する昇降機構 4 4 により昇降可能に設けられており、炉口 4 0 を気密に封止可能に構成されている。

40

【 0 0 2 2 】

蓋体 4 2 の上には、例えば石英製の保温筒 4 6 が設置されている。保温筒 4 6 の上には、例えば 5 0 枚から 1 7 5 枚程度のウエハ W を水平状態で所定の間隔で多段に保持する、例えば石英製のウエハポート 4 8 が載置されている。

【 0 0 2 3 】

ウエハポート 4 8 は、昇降機構 4 4 を用いて蓋体 4 2 を上昇させることで処理容器 4 内へとロード（搬入）され、ウエハポート 4 8 内に保持されたウエハ W に対して各種の成膜処理が行われる。各種の成膜処理が行われた後には、昇降機構 4 4 を用いて蓋体 4 2 を下降させることで、ウエハポート 4 8 は処理容器 4 内から下方のローディングエリアへとア

50

ンロード（搬出）される。

【0024】

処理容器4の外周側には、処理容器4を所定の温度に加熱制御可能な、例えば円筒形状のヒータ60が設けられている。

【0025】

ヒータ60は、複数のゾーンに分割されており、鉛直方向上側から下側に向かって、ヒータ60a～60eが設けられている。ヒータ60a～60eは、それぞれ電力制御機62a～62eによって独立して発熱量を制御できるように構成される。また、内筒6の内壁及び/又は外筒8の外壁には、ヒータ60a～60eに対応して、図示しない温度センサが設置されている。以下、ヒータ60a～60eが設けられているゾーンを、それぞれゾーン1～5と称する。なお、図1では、ヒータ60が5つのゾーンに分割されている形態を示しているが、これに限定されず、例えば鉛直方向上側から下側に向かって、4つ以下のゾーンに分割されていてもよく、6つ以上のゾーンに分割されていてもよい。また、ヒータ60は、複数のゾーンに分割されていなくてもよい。

10

【0026】

ウエハポート48に載置された複数枚のウエハWは、1つのバッチを構成し、1つのバッチ単位で各種の成膜処理が行われる。また、ウエハポート48に載置されるウエハWの少なくとも1枚以上は、モニタウエハであることが好ましい。また、モニタウエハは分割されるヒータ60a～60eのそれぞれに対応して配置されることが好ましい。

【0027】

また、本実施形態の基板処理装置は、装置全体の動作を制御するためのコンピュータ等の制御装置100を有する。制御装置100は、有線、無線等の通信手段によって、ホストコンピュータ500に接続されており、基板処理装置は基板処理システムを構成している。基板処理システムは、基板処理装置を用いて成膜される膜の膜厚を測定する複数の膜厚測定器200を含んでいてもよい。膜厚測定器200は、有線、無線等の通信手段によって、ホストコンピュータ500に接続されている。なお、膜厚測定器200は測定装置の一例であり、図1においては、一例として3つの膜厚測定器200a、200b、200cを示している。

20

【0028】

（制御装置）

本実施形態の制御装置100について、図2に基づき説明する。図2は、本実施形態の制御装置の一例を示す概略構成図である。

30

【0029】

図2に示されるように、制御装置100は、モデル記憶部102と、レシピ記憶部104と、個体差情報記憶部105と、ROM（Read Only Memory）106と、RAM（Random Access Memory）108と、I/Oポート110と、CPU（Central Processing Unit）112と、これらを相互に接続するバス114とを有する。

【0030】

モデル記憶部102には、例えばプロセスモデル、熱モデルが記憶されている。

【0031】

プロセスモデルは、成膜条件が成膜結果に与える影響を表すモデルであり、例えば温度-膜厚モデル、時間-膜厚モデル、圧力-膜厚モデル、ガス流量-膜厚モデルが挙げられる。温度-膜厚モデルは、ウエハWの温度が成膜された膜の膜厚に与える影響を表すモデルである。時間-膜厚モデルは、成膜時間が成膜された膜の膜厚に与える影響を表すモデルである。圧力-膜厚モデルは、処理容器4内の圧力が成膜された膜の膜厚に与える影響を表すモデルである。ガス流量-膜厚モデルは、成膜ガスの流量が成膜された膜の膜厚に与える影響を表すモデルである。

40

【0032】

また、他のプロセスモデルとしては、例えばウエハWの温度、成膜時間、処理容器4内の圧力、成膜ガスの流量等の成膜条件が、成膜された膜の膜厚とは異なる他の特性、例え

50

ば不純物濃度、シート抵抗、反射率等に与える影響を表すモデルが挙げられる。

【0033】

なお、モデル記憶部102には、前述したプロセスモデルのうちの一部が記憶されていてもよく、すべてが記憶されていてもよい。

【0034】

前述のプロセスモデルのほか、モデル記憶部102は熱モデルを記憶する。

【0035】

熱モデルは、例えば処理容器4内の温度が、温度-膜厚モデル等のウエハWの温度が成膜結果に与える影響を表すモデルにより算出される温度となるように、ヒータ60の設定温度を決定する際に参照されるモデルである。

10

【0036】

また、これらのモデルは、成膜条件や基板処理装置の状態によってデフォルト(既定)値が最適でない場合も考えられるため、ソフトウェアに拡張カルマンフィルタ等を付加して学習機能を搭載することにより、モデルの学習を行うものであってもよい。

【0037】

レシピ記憶部104には、基板処理装置で行わ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、オペレータ(操作者)が実際に行う成膜処理ごとに用意されるレシピである。プロセス用レシピは、例えば基板処理装置へのウエハWの搬入から、処理済みのウエハWの搬出までの、温度変化、圧力変化、各種ガスの供給の開始及び停止のタイミング、各種ガスの供給量等の成膜条件を規定

20

【0038】

個体差情報記憶部105には、複数の膜厚測定器200のそれぞれに割り当てられる膜厚測定器200を特定する情報(以下「測定器ID」という。)と膜厚測定器200の個体差との関係を表す個体差情報が記憶されている。

【0039】

図3を参照して、個体差情報について説明する。図3は測定器IDと個体差との関係の一例を表すテーブルであり、膜厚測定器200の測定器IDごとに膜厚の個体差(nm)が対応付けされている。図3では、測定器IDが「A」の膜厚測定器200aを基準とした場合の測定器IDと個体差との関係を示している。

30

【0040】

図3に示されるように、基準とする測定器IDが「A」の膜厚測定器200aの個体差は0nmであり、測定器IDが「B」の膜厚測定器200bの個体差は+0.01nmであり、測定器IDが「C」の膜厚測定器200cの個体差は-0.02nmである。即ち、図3に示すテーブルでは、同一の所定の膜を測定する場合、測定器IDが「B」の膜厚測定器200bでは、測定器IDが「A」の膜厚測定器200aよりも0.01nmだけを厚めに測定される。また、同一の所定の膜を測定する場合、測定器IDが「C」の膜厚測定器200cでは、測定器IDが「A」の膜厚測定器200aよりも0.02nmだけ薄めに測定される。

【0041】

40

なお、個体差情報の一例として、測定器IDが「A」の膜厚測定器200aを基準とした場合の測定器IDと個体差との関係を示すテーブルについて説明したが、これに限定されない。例えば、測定器IDが「B」の膜厚測定器200bを基準としてもよく、測定器IDが「C」の膜厚測定器200cを基準としてもよい。また、例えば測定器IDが「A」、「B」及び「C」の膜厚測定器200a、200b、200cとは別に用意された膜厚測定器200を基準としてもよい。

【0042】

また、個体差情報記憶部105は、例えばプロセス種別、目標膜厚ごとに予め複数のテーブルを記憶していてもよい。

【0043】

50

ROM 106は、EEPROM (Electrically Erasable Programmable ROM)、フラッシュメモリ、ハードディスク等により構成され、CPU 112の動作プログラム等を記憶する記憶媒体である。

【0044】

RAM 108は、CPU 112のワークエリア等として機能する。

【0045】

I/Oポート110は、温度、圧力、ガス流量等の成膜条件に関する測定信号をCPU 112に供給する。また、I/Oポート110は、CPU 112が出力する制御信号を各部(電力制御機62、開度可変弁34の図示しないコントローラ、流量調整部24等)へ出力する。また、I/Oポート110には、操作者が基板処理装置を操作する操作パネル116が接続されている。

10

【0046】

CPU 112は、ROM 106に記憶された動作プログラムを実行し、操作パネル116からの指示に従って、レシピ記憶部104に記憶されているプロセス用レシピに沿って、基板処理装置の動作を制御する。

【0047】

また、CPU 112は、モデル記憶部102に記憶されているプロセスモデルに基づいて、最適な成膜条件を算出する。この際、線形計画法や2次計画法等の最適化アルゴリズムを利用して、読み出したプロセス用レシピに記憶された所望の膜の特性等に基づき、ウエハWの面内均一性、ウエハW間の面間均一性を満たすような成膜条件を算出する。

20

【0048】

また、CPU 112は、モデル記憶部102に記憶されている熱モデルに基づいて、プロセスモデルにより算出されるウエハWの温度となるように、ヒータ60の設定温度を決定する。

【0049】

また、CPU 112は、個体差情報記憶部105に記憶されている個体差情報に基づいて、膜厚測定器200により測定された所定の膜の特性を補正する。

【0050】

バス114は、各部の間で情報を伝達する。

【0051】

ところで、半導体装置を製造する工場においては、ウエハWに成膜される膜の膜厚を測定する際、必ずしも同一の膜厚測定器200が用いられるとは限らず、工場に設置された複数の膜厚測定器200のうち任意の膜厚測定器200が用いられる場合がある。このような場合、膜厚測定器200の個体差の影響を受けて、測定される膜厚にばらつきが生じ、最適な成膜条件を算出できない場合がある。特に、例えば膜厚を0.01nm単位で調整することが求められるプロセスでは、膜厚測定器200の個体差の影響により、最適な成膜条件を算出することが困難である。

30

【0052】

そこで、本実施形態では、制御装置100が、所定の膜の特性の測定を行った膜厚測定器200の測定器IDと個体差情報記憶部105に記憶された個体差情報とに基づいて、膜厚測定器200により測定された所定の膜の特性の測定値を補正する。これにより、膜厚測定器200の個体差の影響を低減することができる。その結果、膜厚測定器200の個体差の影響がある場合であっても、安定的にプロセス制御を行うことができる。

40

【0053】

次に、膜厚測定器200の個体差の影響を低減することが可能な制御装置100の動作(調整処理)について、ウエハW上にポリシリコン膜を成膜する場合を例に挙げて説明する。

【0054】

以下、図4に基づき説明する。図4は、本実施形態の制御装置の動作の一例を示すフローチャートである。

50

【 0 0 5 5 】

本実施形態の調整処理は、成膜処理を行う前のセットアップの段階で行ってもよく、成膜処理と同時にしてもよい。また、調整処理においては、操作者は、操作パネル 1 1 6 を操作して、プロセス種別（例えば、 SiH_4 ガスを用いたポリシリコン膜の成膜）を選択すると共に、成膜するポリシリコン膜の膜厚（目標膜厚）をゾーンごとに入力する。また、操作者は、操作パネル 1 1 6 を操作して、膜厚測定器 2 0 0 の個体差補正を実行するか否かの情報を入力することもできる。

【 0 0 5 6 】

プロセス種別等の必要な情報が入力され、開始指令を受信すると、CPU 1 1 2 は、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 1 0 4 から読み出す（ステップ S 1）。

【 0 0 5 7 】

次に、ウエハ W 上にポリシリコン膜を成膜する（ステップ S 2）。具体的には、CPU 1 1 2 は、蓋体 4 2 を下降させ、少なくとも各ゾーンにウエハ W を搭載したウエハポート 4 8 を蓋体 4 2 上に配置する。続いて、CPU 1 1 2 は、蓋体 4 2 を上昇させ、ウエハポート 4 8 を処理容器 4 内に搬入する。続いて、CPU 1 1 2 は、レシピ記憶部 1 0 4 から読み出したプロセス用レシピに従って、流量調整部 2 4、開度可変弁 3 4、電力制御機 6 2 a ~ 6 2 e 等を制御して、ウエハ W 上にポリシリコン膜を成膜する。

【 0 0 5 8 】

ポリシリコン膜の成膜が終了すると、CPU 1 1 2 は、蓋体 4 2 を下降させ、ポリシリコン膜が成膜されたウエハ W を搬出させる。ホストコンピュータ 5 0 0 は、搬出されたウエハ W を膜厚測定器 2 0 0 に搬送させ、ポリシリコン膜の膜厚を測定させる（ステップ S 3）。膜厚測定器 2 0 0 は、ポリシリコン膜の膜厚を測定すると、測定器 ID と膜厚の測定値（膜厚測定結果）を、ホストコンピュータ 5 0 0 を介して CPU 1 1 2 に送信する。なお、操作者が操作パネル 1 1 6 を操作して、測定器 ID と膜厚の測定値とを入力してもよい。

【 0 0 5 9 】

測定器 ID と膜厚の測定値とを CPU 1 1 2 が受信すると（ステップ S 4）、CPU 1 1 2 は、膜厚測定器 2 0 0 の個体差補正が必要であるか否かを判定する（ステップ S 5）。膜厚測定器 2 0 0 の個体差補正が必要であるか否かの判定は、例えばプロセス種別、目標膜厚、個体差補正の実行の有無によって行われる。

【 0 0 6 0 】

具体的には、例えばプロセス種別が「熱酸化」、「CVD - Poly」、「CVD - SiN」、「ALD - SiN」であり、かつ、個体差補正の実行の有無が「有」である場合、CPU 1 1 2 は、膜厚測定器 2 0 0 の個体差補正が必要であると判定する。なお、「熱酸化」とは、熱酸化によりシリコン酸化膜を成膜するプロセスを表す。「CVD - Poly」は CVD (Chemical Vapor Deposition) によりポリシリコン膜を成膜するプロセスを表し、「CVD - SiN」は CVD によりシリコン窒化膜を成膜するプロセスを表す。また、「ALD - SiN」は ALD (Atomic Layer Deposition) によりシリコン窒化膜を成膜するプロセスを表す。

【 0 0 6 1 】

また、例えば目標膜厚が所定の膜厚以下である薄膜プロセスである場合、CPU 1 1 2 は、膜厚測定器 2 0 0 の個体差補正が必要であると判定する。所定の膜厚は、膜厚測定器 2 0 0 の個体差の影響が問題となる膜厚とすることができ、例えば膜厚測定器 2 0 0 の種類、分解能に応じて定めることができる。

【 0 0 6 2 】

CPU 1 1 2 は、ステップ S 5 において膜厚測定器 2 0 0 の個体差補正が必要であると判定した場合、膜厚の測定値を補正する（ステップ S 6）。具体的には、CPU 1 1 2 は、ステップ S 4 において受信した測定器 ID と、個体差情報記憶部 1 0 5 に記憶された測定器 ID と個体差との関係を表すテーブル（図 3 参照）とに基づいて、膜厚の測定値を補

10

20

30

40

50

正する。CPU112は、例えばステップS4で受信した測定器IDが「B」である場合、個体差情報記憶部105に記憶された測定器IDと個体差との関係を表すテーブルに基づいて、ステップS4で受信した膜厚から0.01を減算した値を補正後の膜厚として算出する。なお、CPU112は、ステップS5において膜厚測定器200の個体差補正が必要ではないと判定した場合、膜厚の測定値を補正することなくステップS7へ進む。

【0063】

続いて、CPU112は、ポリシリコン膜の膜厚の測定値が目標膜厚の許容範囲内の膜厚であるか否かを判定する(ステップS7)。なお、ポリシリコン膜の膜厚の測定値とは、個体差補正が行われた場合には、補正後のポリシリコン膜の膜厚の測定値を意味し、個体差補正が行われていない場合には、ステップS4で受信したポリシリコン膜の膜厚の測定値を意味する。また、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意味し、例えば入力された目標膜厚から $\pm 1\%$ 以内の場合をいう。

10

【0064】

CPU112は、ステップS7においてポリシリコン膜の膜厚が目標膜厚の許容範囲内の膜厚であると判定した場合、調整処理を終了する。CPU112は、ステップS7においてポリシリコン膜の膜厚が目標膜厚の許容範囲内の膜厚ではないと判定した場合、レシピ最適化計算を実行する(ステップS8)。レシピ最適化計算では、例えばモデル記憶部102に記憶されているプロセスモデルから、最適化アルゴリズムを利用して目標膜厚となるような各ゾーンにおけるウエハWの温度及び成膜時間を算出する。また、モデル記憶部102に記憶されている熱モデルに基づいて、プロセスモデルにより算出されるウエハWの温度となるように、ヒータ60a~60eの設定温度を算出する。

20

【0065】

続いて、CPU112は、読み出したプロセス用レシピのヒータ60a~60eの設定温度及び成膜時間を、ステップS8で算出したヒータ60a~60eの設定温度及び成膜時間に更新し(ステップS9)、ステップS2へ戻る。プロセス用レシピの更新は、既存のプロセス用レシピを上書きするものであってもよく、既存のプロセス用レシピとは別に新たなプロセス用レシピを作成するものであってもよい。

【0066】

なお、このような調整処理が終了すると、CPU112は、ウエハW上にポリシリコン膜を成膜する成膜処理を実行する。具体的には、CPU112は、昇降機構44により蓋体42を下降させ、ウエハWを搭載したウエハポート48を蓋体42上に配置する。続いて、CPU112は、昇降機構44により蓋体42を上昇させ、ウエハポート48を処理容器4内に搬入する。続いて、CPU112は、レシピ記憶部104から読み出したプロセス用レシピに従って、流量調整部24、開度可変弁34、電力制御機62a~62e等を制御して、ウエハW上にポリシリコン膜を成膜する。

30

【0067】

以上に説明したように、本実施形態では、制御装置100が、所定の膜の特性の測定を行った膜厚測定器200の測定器IDと個体差情報記憶部105に記憶された個体差情報とに基づいて、膜厚測定器200により測定された所定の膜の特性の測定値を補正する。これにより、膜厚測定器200の個体差の影響を低減することができる。その結果、膜厚測定器200の個体差の影響がある場合であっても、安定的にプロセス制御を行うことができる。

40

【0068】

以上、制御装置、基板処理システム、基板処理方法及びプログラムを上記実施形態により説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内で種々の変形及び改良が可能である。

【0069】

本実施形態では、ウエハポート48に載置された多数枚のウエハWにより1つのバッチを構成し、1つのバッチ単位で成膜処理を行うバッチ式の装置を例に挙げて説明したが、

50

これに限定されない。例えばホルダ上に載置した複数のウエハWに対して一括して成膜処理を行うセミバッチ式の装置であってもよく、一枚ずつ成膜処理を行う枚葉式の装置であってもよい。

【0070】

また、本実施形態では、測定装置の一例として膜厚測定器200を例に挙げて説明したが、これに限定されず、成膜された膜の膜厚とは異なる他の特性、例えば不純物濃度、シート抵抗、反射率等を測定する測定器であってもよい。

【0071】

また、本実施形態では、基板処理装置の動作を制御する制御装置100が調整処理を行う場合を例に挙げて説明したが、これに限定されず、例えば複数の装置を一元管理する制御装置（群コントローラ）やホストコンピュータ500で行ってもよい。

10

【0072】

また、本実施形態では、個体差補正の結果をレシピ最適化計算に利用する形態について説明したが、これに限定されない。例えば個体差補正の結果を装置異常検出及び分類（FDC：Fault Detection & Classification）、統計的プロセス管理（SPC：Statistical Process Control）等の装置の健康状態の診断に利用してもよい。

【符号の説明】

【0073】

100 制御装置

102 モデル記憶部

104 レシピ記憶部

105 個体差情報記憶部

106 ROM

108 RAM

110 I/Oポート

112 CPU

114 バス

116 操作パネル

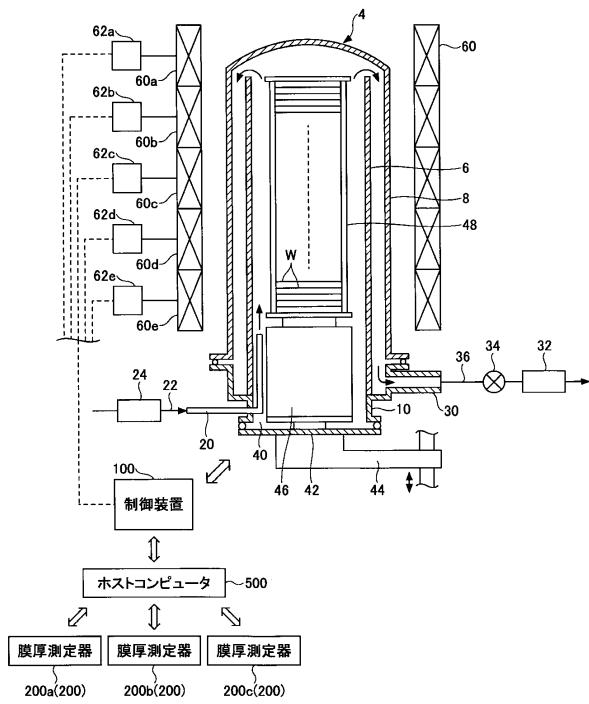
200 膜厚測定器

W ウエハ

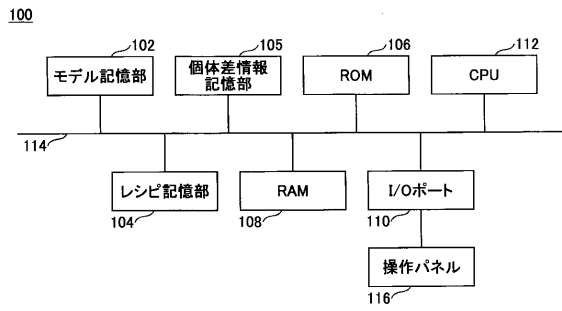
20

30

【図1】



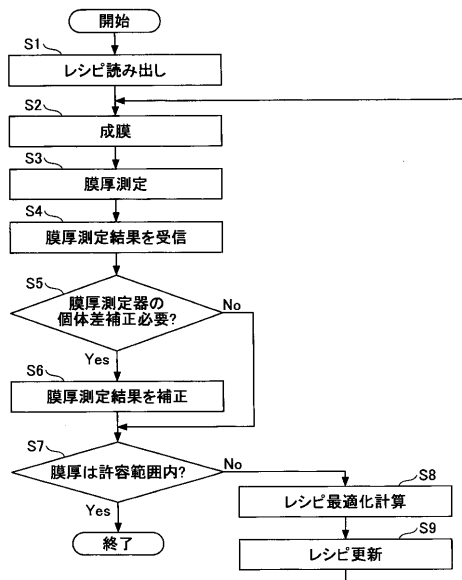
【図2】



【図3】

測定器ID	個体差[nm]
A	0
B	+0.01
C	-0.02

【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 永田 洋三

東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂Bizタワー 東京エレクトロン株式会社内

審査官 長谷川 直也

(56)参考文献 米国特許第06978189(US, B1)

特開2008-218709(JP, A)

特開2003-090710(JP, A)

特開2003-067005(JP, A)

特開2008-091826(JP, A)

特開2005-116769(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/203 - 21/208、21/302、
21/306 - 21/32、21/363 - 21/368、
21/461、21/465 - 21/475、
21/64 - 21/66、21/86、
C23C 14/00 - 16/56