

明 細 書

発明の名称：基板処理システム及び基板異常検出方法

技術分野

[0001] 本開示は、基板処理システム及び基板異常検出方法に関する。

背景技術

[0002] 下記の特許文献1には、「被処理基板に対して所定の処理パラメータに基づいて処理を実行する処理室と、前記被処理基板の処理前後の表面プロファイルを測定する測定室とを備える基板処理装置の基板処理方法であって、前記測定室において前記被処理基板の処理前の表面プロファイルを測定する処理前測定工程と、前記処理室に向けて前記被処理基板の搬送を開始する前に、前記処理前の表面プロファイルの測定値から目標の表面プロファイルを達成する処理パラメータの値を算出する第1計算工程と、算出された処理パラメータの値が予め設定された許容範囲内か否かを判定する判定工程と、前記判定工程で前記許容範囲内であると判定した場合に、前記処理室に向けて前記被処理基板の搬送を開始してから前記処理室へ前記被処理基板を搬入するまでの間に、前記処理室で直前に処理された被処理基板から得られた処理後の表面プロファイルの測定値に基づく調整値と前記処理前の表面プロファイルの測定値とから目標の表面プロファイルを達成する処理パラメータの値を算出し直す第2計算工程と、前記処理室に前記被処理基板を搬入して前記第2計算工程で算出した処理パラメータの値に基づいて処理を実行する処理工程と、を有することを特徴とする基板処理方法。」が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2008-091816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、基板の表面プロファイルの測定値が得られない場合でも、基板

の異常を検出する技術を提供する。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一態様による基板処理システムは、ロードポートと、処理室と、測定部と、制御部とを有する。ロードポートは、基板を収容する収納容器が接続可能に構成される。処理室は、基板に対して基板処理を実施するように構成される。測定部は、収納容器と処理室間で基板を搬送する経路に設けられ、基板の面内のスペクトル分布を測定するように構成される。制御部は、測定部により測定された基板の面内のスペクトル分布に基づいて、外れ値検出モデルを作成し、作成した外れ値検出モデルを用いて、測定された基板の面内のスペクトル分布から基板の面内のスコアを算出し、算出したスコアに基づいて基板の異常を検出するように構成される。

発明の効果

[0006] 本開示によれば、基板の表面プロファイルの測定値が得られない場合でも、基板の異常を検出できる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]図1は、実施形態にかかる基板処理システムの構成の一例を示すシステム構成図である。

[図2]図2は、実施形態にかかる基板の面内のスペクトル分布を測定する構成を説明する図である。

[図3]図3は、実施形態にかかる基板処理システムによる基板処理時の動作の一例を説明する図である。

[図4A]図4Aは、実施形態にかかる試験体とした基板の構成の一例を示す図である。

[図4B]図4Bは、実施形態にかかる試験体とした基板の構成の一例を示す図である。

[図5]図5は、実施形態にかかる基板上での測定点の配置の一例を示す図である。

[図6]図6は、実施形態にかかる基板の各測定点のスペクトルの一例を示す図

である。

[図7]図7は、実施形態にかかる基板の中心部の測定点と周辺部の測定点の一例を示す図である。

[図8A]図8Aは、実施形態にかかる基板の中心部の測定点のスペクトルの一例を示す図である。

[図8B]図8Bは、実施形態にかかる基板の中心部の測定点と周辺部の測定点のスペクトルの一例を示す図である。

[図9]図9は、実施形態にかかる基板の面内でのスコアの分布の一例を示す図である。

[図10]図10は、実施形態にかかる基板のプロファイルの一例を示す図である。

[図11]図11は、実施形態にかかる基板ごとの異常スコアの一例を示す図である。

[図12]図12は、実施形態にかかる基板異常検出方法の処理を含む基板処理の流れの一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0008] 以下に、基板処理システム及び基板異常検出方法の実施形態について、図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下の実施形態により、開示される基板処理システム及び基板異常検出方法が限定されるものではない。

[0009] 従来から、基板の表面プロファイルを測定し、表面プロファイルから基板の良否の判定が行われている。このような表面プロファイルによる判定では、例えば、基板に形成されるパターンのCD (Critical Dimension)、Thickness等の特徴値がエリプソメトリ、走査型電子顕微鏡 (SEM) や透過電子顕微鏡 (TEM) により表面プロファイルとして測定される。これらの表面プロファイルが判定基準の範囲内か否かにより良否の判定が行われる。しかし、これらの表面プロファイルの測定には時間がかかるため全ての基板に対して行うことはスループットの観点から難しい。そのため基板の表面プロファイルなど、基板の良否を判定するための測定値が得られない場合、基板の

異常を検出できない。

[0010] そこで、基板の表面プロファイルの測定値が得られない場合でも、基板の異常を検出することが期待されている。

[0011] (実施形態)

[基板処理システム 1 の構成]

図 1 は、実施形態にかかる基板処理システム 1 の構成の一例を示すシステム構成図である。図 1 では、便宜的に一部の装置の内部の構成要素が透過するように図示されている。基板処理システム 1 は、装置本体 10 と、装置本体 10 を制御する制御装置 20 とを備える。

[0012] 装置本体 10 は、真空搬送モジュール 11、アライメントモジュール 12、複数のロードロックモジュール 13、大気搬送モジュール 14、及び複数の処理モジュール 30 を備える。

[0013] 真空搬送モジュール 11 は、上面視で矩形状に形成されている。真空搬送モジュール 11 は、長辺側の 2 つの側壁に、それぞれゲートバルブ G2 を介して複数の処理モジュール 30 が接続されている。

[0014] それぞれの処理モジュール 30 は、基板 W に対して基板処理を実施可能に構成される。本実施形態では、それぞれの処理モジュール 30 は、基板 W に対して、プラズマを用いてエッチングを実施可能に構成されている。なお、図 1 の例では、真空搬送モジュール 11 に 6 個の処理モジュール 30 が接続されているが、真空搬送モジュール 11 に接続される処理モジュール 30 の数は、6 個より多くてもよく、6 個より少なくてもよい。本実施形態では、それぞれの処理モジュール 30 が本開示の処理室に対応する。

[0015] 真空搬送モジュール 11 は、短辺側の 1 つの側壁に、それぞれゲートバルブ G3 を介して複数のロードロックモジュール 13 が接続されている。図 1 の例では、真空搬送モジュール 11 に 2 個のロードロックモジュール 13 が接続されている。真空搬送モジュール 11 に接続されるロードロックモジュール 13 の数は、2 個より多くてもよく、2 個より少なくてもよい。

[0016] 真空搬送モジュール 11 内には、搬送ロボット 110 が配置されている。

搬送ロボット 110 は、ロードロックモジュール 13、及び処理モジュール 30 の間で基板 W を搬送する。真空搬送モジュール 11 内は、大気圧よりも低い圧力雰囲気に保たれる。

[0017] それぞれのロードロックモジュール 13 は、ゲートバルブ G3 を介して真空搬送モジュール 11 が接続されている。また、それぞれのロードロックモジュール 13 は、真空搬送モジュール 11 と接続された側壁の反対側の側壁に、ゲートバルブ G4 を介して大気搬送モジュール 14 が接続されている。基板 W がゲートバルブ G4 を介して大気搬送モジュール 14 からロードロックモジュール 13 内に搬入された場合、ゲートバルブ G4 が閉じられ、ロードロックモジュール 13 内の圧力が大気圧から予め定められた圧力まで下げられる。そして、ゲートバルブ G3 が開かれ、ロードロックモジュール 13 内の基板 W が搬送ロボット 110 によって真空搬送モジュール 11 内へ搬出される。

[0018] また、ロードロックモジュール 13 内が大気圧よりも低い圧力となっている状態で、搬送ロボット 110 によってゲートバルブ G3 を介して真空搬送モジュール 11 からロードロックモジュール 13 内に基板 W が搬入され、ゲートバルブ G3 が閉じられる。そして、ロードロックモジュール 13 内の圧力が大気圧まで上げられる。そして、ゲートバルブ G4 が開かれ、ロードロックモジュール 13 内の基板 W が大気搬送モジュール 14 内へ搬出される。

[0019] 大気搬送モジュール 14 は、ロードロックモジュール 13 と接続された側壁の反対側の側壁に、複数のロードポート 15 が設けられている。また、大気搬送モジュール 14 は、ロードロックモジュール 13 と接続された側壁及びロードポート 15 が設けられた側壁とは異なる側壁に、アライメントモジュール 12 が設けられている。

[0020] アライメントモジュール 12 は、基板 W のアライメントを実施可能に構成される。例えば、アライメントモジュール 12 は、モータによって回転可能とされ、基板 W が載置されるステージと、ステージに載置された基板 W の外周縁を検知するためのセンサとを有する。アライメントモジュール 12 は、

センサにより、基板Wに外周縁に形成されたノッチを検出し、ノッチの方向が所定方向となるようにステージを回転させることで、基板Wの回転方向をアライメントする。

[0021] また、アライメントモジュール12は、基板Wの面内のスペクトル分布を測定可能に構成される。ここで、アライメントモジュール12において基板Wの面内のスペクトル分布を測定する構成について説明する。図2は、実施形態にかかる基板Wの面内のスペクトル分布を測定する構成を説明する図である。アライメントモジュール12は、ステージ50を有する。ステージ50には、基板Wが載置される。ステージ50は、モータによって回転可能とされている。また、ステージ50は、不図示のスライド機構によって横方向にスライド移動可能に構成されている。

[0022] ステージ50の上方には、LED (Light Emitting Diode) 等の光を出力する光源51が設けられている。光源51は、出力した光がステージ50に所定の入射角で入射するように配置されている。光源51から出力された光は、ステージ50上の基板Wで反射する。基板Wで反射した光は、検出部53に入射する。検出部53は、例えば、ハイパースペクトルカメラ等により構成され、光を波長ごとに分光したハイパースペクトルによるスペクトル分布が測定可能とされている。

[0023] 基板処理システム1は、アライメントモジュール12において、基板Wを載置した状態でステージ50を移動させつつ、光源51から光を出力し、基板Wで反射した光のスペクトル分布を検出部53で測定することで、基板Wの面内のスペクトル分布を測定する。このようにアライメントモジュール12は短い時間で基板Wの面内のスペクトル分布を測定することができる。検出部53は、測定した基板Wの面内のスペクトル分布のデータを制御装置20に出力する。本実施形態では、アライメントモジュール12が本開示の測定部に対応する。基板処理システム1内の基板Wが搬送される経路に短い時間で測定できる測定部を設けることで基板Wの全数検査が可能となる。

[0024] 図1に戻る。それぞれのロードポート15には、複数の基板Wを収容可能

なFOUP (Front Opening Unified Pod) 等の収納容器16が接続される。大気搬送モジュール14内の圧力は、大気圧である。収納容器16には、例えば、1ロット分の複数の基板Wが収納される。

[0025] 大気搬送モジュール14内には、搬送ロボット140が設けられている。搬送ロボット140は、アライメントモジュール12と、ロードロックモジュール13と、ロードポート15に接続された収納容器16との間で基板Wを搬送する。大気搬送モジュール14の上部には、FFU (Fan Filter Unit) 等が設けられており、パーティクル等が除去された空気が上部から大気搬送モジュール14内に供給され、大気搬送モジュール14内にダウンフローが形成される。なお、本実施形態において、大気搬送モジュール14内は大気圧雰囲気であるが、他の形態として、大気搬送モジュール14内の圧力は、陽圧となるように制御されてもよい。これにより、外部から大気搬送モジュール14内へのパーティクル等の侵入を抑制することができる。

[0026] 制御装置20は、本開示において述べられる種々の工程を装置本体10に実行させるコンピュータ実行可能な命令を処理する。制御装置20は、ここで述べられる種々の工程を実行するように装置本体10の各要素を制御するように構成され得る。一実施形態において、制御装置20の一部又は全てが装置本体10に含まれてもよい。制御装置20は、処理部20a1、記憶部20a2、及び通信インターフェース20a3を含んでもよい。制御装置20は、例えばコンピュータ20aにより実現される。処理部20a1は、記憶部20a2からプログラムを読み出し、読み出されたプログラムを実行することにより種々の制御動作を行うように構成され得る。このプログラムは、予め記憶部20a2に格納されていてもよく、必要なときに、媒体を介して取得されてもよい。取得されたプログラムは、記憶部20a2に格納され、処理部20a1によって記憶部20a2から読み出されて実行される。媒体は、コンピュータ20aに読み取り可能な種々の記憶媒体であってもよく、通信インターフェース20a3に接続されている通信回線であってもよい。記憶部20a2には、プログラムの他に、レシピ及びレシピの実行時に参

照されるデータ等も格納されている。処理部20a1は、CPU (Central Processing Unit) であってもよい。記憶部20a2は、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、HDD (Hard Disk Drive)、SSD (Solid State Drive)、又はこれらの組み合わせを含んでもよい。通信インターフェース20a3は、LAN (Local Area Network) 等の通信回線を介して装置本体10との間で通信してもよい。本実施形態では、制御装置20が本開示の制御部に対応する。

[0027] [基板処理システム1の動作]

次に、実施形態にかかる基板処理システム1が、収納容器16と処理モジュール30間で基板Wを搬送し、基板Wに対してエッチングを実施する動作の一例について説明する。図3は、実施形態にかかる基板処理システム1による基板処理時の動作の一例を説明する図である。図3には、基板処理システム1が示されている。ここでは、基板処理システム1が、一番右側のロードポート15aに取り付けられた収納容器16に収容された基板Wを、右下の処理モジュール30aに搬送してエッチングを実施する場合の動作を説明する。図3には、基板Wを搬送する搬送経路が矢印により示されている。実線の矢印は、正常な基板Wの搬送経路を示している。破線の矢印は、異常が検出されてエッチングの対象から除外された基板Wの搬送経路を示している。

[0028] 制御装置20は、搬送ロボット140を制御して、ロードポート15aの収納容器16から基板処理前の基板Wを取り出し、取り出した基板Wをアライメントモジュール12へと搬送し、ステージ50に載置する。

[0029] 制御装置20は、アライメントモジュール12を制御して、基板Wの位置をアライメントする。アライメントモジュール12は、不図示のセンサにより、基板Wに外周縁に形成されたノッチを検出し、ノッチの方向が所定方向となるようにステージ50を回転させて基板Wの回転方向をアライメントする。

[0030] また、制御装置20は、アライメントモジュール12を制御して、基板W

の面内のスペクトル分布を測定する。アライメントモジュール12は、基板Wを載置した状態でステージ50を移動させつつ、光源51から光を出力し、基板Wで反射した光のスペクトル分布を検出部53で測定することで、基板Wの面内のスペクトル分布を測定する。検出部53は、測定した基板Wの面内のスペクトル分布のデータを制御装置20に出力する。

[0031] 制御装置20は、アライメント及びスペクトル分布の測定が完了すると、搬送ロボット140を制御して、アライメントモジュール12から基板Wを取り出す。

[0032] 制御装置20には、検出部53から、基板Wの面内のスペクトル分布のデータが入力される。制御装置20は、検出部53から入力するデータに基づき、検出部53により測定された基板Wの面内のスペクトル分布から基板Wの異常を検出する。例えば、制御装置20は、測定された基板Wの面内のスペクトル分布のうち、基板Wの面内の一部のスペクトル分布に基づいて外れ値検出モデルを作成する。または、制御装置20は、測定された基板Wの面内のスペクトル分布のうち、基板Wの面内で計測した全てのスペクトル分布に基づいて外れ値検出モデルを作成してもよい。制御装置20は、作成した外れ値検出モデルを用いて、測定された基板Wの面内のスペクトル分布から基板Wの面内のスコアを算出する。制御装置20は、算出したスコアに基づいて基板Wの異常を検出する。基板Wの異常を検出する異常検出の詳細は、後述する。異常検出では、基板Wに異常があるかが検出され、基板Wに異常がある場合、異常が補正可能であるか否かが判定される。

[0033] 基板Wに異常があり、異常が補正不可である場合、制御装置20は、基板Wをエッチングの対象から除外し、収納容器16に格納する。例えば、制御装置20は、搬送ロボット140を制御し、搬送ロボット140に保持されている基板Wを、破線の矢印で示すように、一番左側のロードポート15dの収納容器16に基板Wを格納する。

[0034] 一方、基板Wに異常がない場合、及び、基板Wに異常があるものの、異常が補正可能である場合、制御装置20は、処理モジュール30aに搬送して

エッチングを実施する。

[0035] 例えば、制御装置20は、何れか一方のロードロックモジュール13のゲートバルブG4を開ける。制御装置20は、搬送ロボット140を制御して、搬送ロボット140に保持されている基板Wを一方のロードロックモジュール13内に搬送し、載置する。搬送ロボット140がロードロックモジュール13から退避すると、制御装置20は、一方のロードロックモジュール13のゲートバルブG4を閉じる。

[0036] 制御装置20は、基板Wを載置した一方のロードロックモジュール13の排気装置（図示せず）を制御して室内の空気を排気し、一方のロードロックモジュール13を大気雰囲気から真空雰囲気へと切り替える。

[0037] 制御装置20は、一方のロードロックモジュール13のゲートバルブG3を開ける。制御装置20は、搬送ロボット110を制御し、一方のロードロックモジュール13に載置された基板Wを保持して、真空搬送モジュール11へと搬送する。搬送ロボット110が一方のロードロックモジュール13から退避すると、制御装置20は、一方のロードロックモジュール13のゲートバルブG3を閉じる。制御装置20は、処理モジュール30aのゲートバルブG2を開ける。制御装置20は、搬送ロボット110を制御して、搬送ロボット110に保持されている基板Wを処理モジュール30aに搬送し、載置する。搬送ロボット110が処理モジュール30aから退避すると、制御装置20は、処理モジュール30aのゲートバルブG2を閉じる。

[0038] 制御装置20は、処理モジュール30aを制御して、基板Wに対してエッチング（基板処理）を実施する。

[0039] 基板Wのエッチングが終了すると、制御装置20は、処理モジュール30aのゲートバルブG2を開ける。制御装置20は、搬送ロボット110を制御して、処理モジュール30aから基板Wを取り出す。搬送ロボット110が処理モジュール30aから退避すると、制御装置20は、処理モジュール30aのゲートバルブG2を閉じる。

[0040] 制御装置20は、何れか一方のロードロックモジュール13のゲートバル

ブG 3を開ける。制御装置2 0は、搬送ロボット1 1 0を制御して、搬送ロボット1 1 0に保持されている基板処理後の基板Wを一方のロードロックモジュール1 3に搬送し、載置する。搬送ロボット1 1 0が一方のロードロックモジュール1 3から退避すると、制御装置2 0は、一方のロードロックモジュール1 3のゲートバルブG 3を閉じる。

[0041] 制御装置2 0は、基板Wを載置した一方のロードロックモジュール1 3の吸気装置（図示せず）を制御して室内に例えば清浄空気を供給し、一方のロードロックモジュール1 3を真空雰囲気から大気雰囲気へと切り替える。

[0042] 制御装置2 0は、一方のロードロックモジュール1 3のゲートバルブG 4を開ける。制御装置2 0は、搬送ロボット1 4 0を制御して、一方のロードロックモジュール1 3から基板Wを取り出し、取り出した基板Wを、右側から2 番目のロードポート1 5 bの収納容器1 6に格納する。

[0043] なお、基板処理システム1 が基板Wを処理モジュール3 0 aに搬送してエッチングを実施する例を説明したが、基板Wを他の処理モジュール3 0に搬送してエッチングを実施してもよい。また、エッチングが施された基板Wを、例えば他の処理モジュール3 0に搬送して、他の処理モジュール3 0で基板Wに更に他の基板処理を施してもよい。

[0044] [基板Wの異常検出]

ここで、基板Wの異常を検出する具体的な一例を説明する。以下では、図4 A及び図4 Bに示すような構成の基板Wを試験体として用いて異常の検出を行った。図4 A及び図4 Bは、実施形態にかかる試験体とした基板Wの構成の一例を示す図である。図4 Aは、基板Wの断面を示している。図4 Bは、基板Wの拡大した上面を示している。基板Wは、ベアシリコンなどのシリコン基板6 0上に下層から順に、酸化物層6 1、窒化物層6 2、ポリシリコン層6 3及びマスク層6 4が形成されている。酸化物層6 1は、例えばシリコン酸化膜である。窒化物層6 2は、例えばSi Nである。マスク層6 4は、例えばTEOS（Tetraethoxysilane、テトラエトキシシラン）である。ポリシリコン層6 3及びマスク層6 4には、ホール6 5が形成されている。ホ

ール 6 5 は、基板 W の上面全体に配置されている。

[0045] 制御装置 2 0 は、測定された基板 W の面内のスペクトル分布に基づいて外れ値検出モデルを作成する。例えば、制御装置 2 0 は、測定された基板 W の面内のスペクトル分布のうち、基板 W の面内の一部のスペクトル分布に基づいて外れ値検出モデルを作成する。例えば、制御装置 2 0 は、基板 W の面内の中心部のスペクトル分布に基づいて外れ値検出モデルを作成する。例えば、基板 W の上面に、複数の測定点を定める。測定点は、基板 W の中心部と周辺部に少なくとも配置すればよく、基板 W の上面全体に配置することが好ましい。図 5 は、実施形態にかかる基板 W 上での測定点 6 6 の配置の一例を示す図である。図 5 では、基板 W の上面に 7 0 個の測定点 6 6 が配置されている。なお、基板 W の上面に半導体チップとなる領域が区分けして形成されている場合、測定点 6 6 は、それぞれの半導体チップとなる領域内の同様の位置に配置することが好ましい。

[0046] 制御装置 2 0 は、検出部 5 3 から入力したデータから、基板 W の上面の各測定点 6 6 それぞれでのスペクトルを抽出する。図 6 は、実施形態にかかる基板 W の各測定点 6 6 のスペクトルの一例を示す図である。図 6 は、図 5 に示した 7 0 個の測定点 6 6 のスペクトルを重ねて示している。図 6 に示すように、7 0 個の測定点 6 6 のスペクトルは、波形に差が見られる。7 0 個の測定点 6 6 のスペクトルの波形の幅は、基板 W の面内のプロファイル（表面形状）の差を表している。

[0047] ここで、基板 W の面内の中心部の測定点 6 6 と基板 W の周辺部の測定点 6 6 のスペクトルを比較する。図 7 は、実施形態にかかる基板 W の中心部の測定点 6 6 と周辺部の測定点 6 6 の一例を示す図である。図 7 では、基板 W の中心部の 4 つの測定点 6 6 a を線 6 7 で囲んで示しており、周辺部の測定点 6 6 b を線 6 8 で囲んで示している。

[0048] 図 8 A は、実施形態にかかる基板 W の中心部の測定点 6 6 のスペクトルの一例を示す図である。図 8 A には、図 7 の線 6 7 で囲んだ 4 つの測定点 6 6 a のスペクトルがそれぞれ示されている。中心部の 4 つの測定点 6 6 a のス

ペクトルは、波形にほとんど差がない。このことから、中心部の4つの測定点66aは、プロファイルにほとんど差がないことが推測できる。

[0049] 図8Bは、実施形態にかかる基板Wの中心部の測定点66と周辺部の測定点66のスペクトルの一例を示す図である。図8Bには、図7に示した中心部の4つの測定点66aのうち、線69で囲んだ測定点66a1のスペクトルが線L11により示されている。また、図8Bには、図7に示した、基板Wの周辺部の線68で囲んだ測定点66bのスペクトルが線L12により示されている。基板Wの中心部の測定点66a1のスペクトル（線L11）と、周辺部の測定点66bのスペクトル（線L12）には、波形に差が見られる。このことから、基板Wの中心部と周辺部には、プロファイルに差があることが推測できる。

[0050] 制御装置20は、基板Wの面内の中心部のスペクトル分布に基づいて外れ値検出モデルを作成する。例えば、制御装置20は、図7の線67で囲んだ、基板Wの中心部の4つの測定点66aのスペクトルから外れ値検出モデルを作成する。外れ値検出モデルとしては、例えば、LOF (Local Outlier Factor)、k近傍法、One class SVM (Support Vector Machine) などが挙げられる。LOFは、あるデータの集まりの中から外れ値を見つけ出すアルゴリズムである。外れ値検出モデルは、中心部の4つの測定点66aのスペクトルを基準データとして、基準データからの外れ度合いを示す差分をスコアとして算出する。

[0051] 制御装置20は、作成した外れ値検出モデルを用いて、測定された基板Wの面内のスペクトル分布から基板Wの面内のスコアを算出する。例えば、制御装置20は、全ての測定点66のスペクトルをそれぞれ外れ値検出モデルに入力し、基準データとの差分をスコアとして算出する。

[0052] 図9は、実施形態にかかる基板Wの面内でのスコアの分布の一例を示す図である。図9は、外れ値検出モデルを用いて、基板Wの面内の各測定点のスコアを算出し、算出したスコアを用いて、補間により基板Wの面内でのスコアの分布を求めた結果である。図9に示す基板Wは、中心部のスコアが小さ

く、外側ほどスコアが大きくなっている。このことから、基板Wの中心部と周辺部には、プロファイルに差があることが推測できる。

[0053] ここで、試験体とした基板Wの断面を走査型電子顕微鏡（SEM）により撮影したSEM画像を測定した、基板Wの断面のプロファイルを説明する。図10は、実施形態にかかる基板Wのプロファイルの一例を示す図である。図10には、図7に示した中心部の測定点66a1でのプロファイルが線L21により示している。線L21は、測定点66a1に含まれる複数のホール65の深さごとのCDの平均値により、ホール65の平均的な表面形状を示している。また、図10には、図7に示した基板Wの周辺部の測定点66bでのプロファイルが線L22により示している。線L22は、測定点66abに含まれる複数のホール65の深さごとのCDの平均値により、ホール65の平均的な表面プロファイルを示している。また、図10には、窒化物層62、ポリシリコン層63及びマスク層64の範囲が示されている。基板Wの中心部の測定点66a1のプロファイル（線L21）と、周辺部の測定点66bのプロファイル（線L22）は、上部で差が見られ、特にマスク層64で形状が異なっている。

[0054] このことから、外れ値検出モデルにより算出されるスコアは、基準とされた基板Wの中心部のプロファイルに対する各測定点でのプロファイルの変化を表す値となっていることが確認できる。

[0055] 制御装置20は、算出したスコアに基づいて基板Wの異常を検出する。例えば、制御装置20は、基板Wごとに、異常の度合いを表す異常スコアとして、基板Wの中心部のスコアと周辺部のスコアの差を求める。例えば、制御装置20は、基板Wごとに、異常スコアとして、（基板Wの中心部のスコアの平均値）－（基板Wの最外周部のスコア平均値）を計算する。

[0056] 制御装置20は、異常スコアが閾値以上の基板Wを異常と検出し、異常スコアが閾値未満の基板Wを正常と検出する。閾値は、事前に定めていてもよい。また、閾値は、動的に設定してもよい。例えば、閾値は、処理後の基板Wの断面解析や電気特性と、基板Wの実測された異常スコアとを突き合わせ

て動的に設定してもよい。

[0057] 図 1 1 は、実施形態にかかる基板Wごとの異常スコアの一例を示す図である。図 1 1 では、基板Wに順に番号 (Wafer Count) を割り当て、各番号の基板Wの異常スコア (Anomaly Score) を示している。また、図 1 1 では、閾値を線 L 3 1 で示している。図 1 1 では、異常スコアが線 L 3 1 以上となる番号の基板Wが異常と判定される。

[0058] 制御装置 2 0 は、異常が検出されなかった正常な基板Wを処理モジュール 3 0 に搬送し、基板Wにエッチングを実施するよう制御する。

[0059] 一方、制御装置 2 0 は、異常が検出された基板Wについては、補正可能かを判定する。例えば、制御装置 2 0 は、異常が検出された基板Wの異常スコアを制御モデルに入力し、制御モデルにより補正可能か否かを判定する。制御モデルは、異常スコアごとに、補正可能か否か、及び、補正可能な場合、基板Wの面内のプロファイルの均一性を改善するための処理モジュール 3 0 の処理条件の補正量を学習したモデルである。

[0060] 制御装置 2 0 は、異常が検出された基板Wの異常スコアを制御モデルに入力する。制御装置 2 0 は、制御モデルから補正不可との結果が得られた場合、補正不可と判定された基板Wをエッチングの対象から除外し、収納容器 1 6 に格納する。例えば、制御装置 2 0 は、図 3 に示したように、補正不可と判定された基板Wを一番左側のロードポート 1 5 d の収納容器 1 6 に格納する。

[0061] 一方、制御装置 2 0 は、制御モデルから補正可能との結果が得られた場合、補正可能された基板Wを処理モジュール 3 0 に搬送する。そして、制御装置 2 0 は、制御モデルから得られた補正量で処理条件を補正し、補正した処理条件で基板Wにエッチングを実施するよう制御する。

[0062] このように、実施形態にかかる基板処理システム 1 は、アライメントモジュール 1 2 が基板Wの面内のスペクトル分布を測定するように構成される。制御装置 2 0 は、測定された基板Wの面内のスペクトル分布に基づいて外れ値検出モデルを作成する。例えば、基板処理システム 1 は、測定された基板

Wの面内のスペクトル分布のうち、基板Wの面内の一部のスペクトル分布に基づいて、外れ値検出モデルを作成する。基板処理システム1は、作成した外れ値検出モデルを用いて、測定された基板Wの面内のスペクトル分布から基板Wの面内のスコアを算出し、算出したスコアに基づいて基板Wの異常を検出する。これにより、基板処理システム1は、基板のパターンの情報など、基板Wの表面プロファイルの測定値が得られない場合でも、基板Wの異常を検出できる。ここで、基板Wに形成されるパターンの表面プロファイルを測定する場合、測定時間が長くなりスループットの観点から全数検査ができない。基板処理システム1は、このように基板Wの表面プロファイルの測定値が得られない場合でも、基板Wの異常を全数検査できる。また、基板処理システム1は、エッチング前の基板Wの面内のばらつきをモニターできる。また、基板処理システム1は、算出した各基板Wのスコアを比較することで、エッチング前の基板Wのロット内のばらつきをモニターできる。

[0063] [基板異常検出方法]

図12は、実施形態にかかる基板異常検出方法の処理を含む基板処理の流れの一例を示すフローチャートである。図12に例示された処理は、制御装置20の制御装置20が記憶部20a2からプログラムを読み出し、読み出されたプログラムを実行し、通信インターフェース20a3を介して装置本体10の各部を制御することにより実現される。図12に例示された処理は、例えば、ロードポート15aに取り付けられた収納容器16に収容された基板Wごとに実行される。

[0064] 制御装置20は、搬送ロボット140を制御して、基板Wをアライメントモジュール12へ搬送する(S10)。制御装置20は、アライメントモジュール12を制御して、基板Wの回転位置をアライメントする(S11)。また、制御装置20は、アライメントモジュール12を制御して、基板Wの面内のスペクトル分布を測定する(S12)。例えば、アライメントモジュール12は、基板Wを載置した状態でステージ50を移動させつつ、光源51から光を出力し、基板Wで反射した光のスペクトル分布を検出部53で測

定することで、基板Wの面内のスペクトル分布を測定する。検出部53は、測定した基板Wの面内のスペクトル分布のデータを制御装置20に出力する。

- [0065] 制御装置20は、検出部53から入力するデータに基づき、基板Wの面内のスペクトル分布に基づいて外れ値検出モデルを作成する(S13)。例えば、制御装置20は、検出部53から入力するデータに基づき、基板Wの面内のスペクトル分布のうち、基板Wの面内の一部のスペクトル分布に基づいて外れ値検出モデルを作成する。例えば、制御装置20は、基板Wの面内の中心部のスペクトル分布に基づいて外れ値検出モデルを作成する。
- [0066] 制御装置20は、作成した外れ値検出モデルを用いて、測定された基板Wの面内のスペクトル分布から基板Wの面内のスコアを算出する(S14)。
- [0067] 制御装置20は、算出したスコアに基づいて基板Wの異常を検出する(S15)。例えば、制御装置20は、異常スコアとして、基板Wの中心部のスコアと周辺部のスコアの差を求める。制御装置20は、異常スコアが閾値以上である場合、基板Wが異常と検出する。
- [0068] 制御装置20は、基板Wの異常が検出されたか否かを判定する(S16)。異常が検出された場合(S16: Yes)、制御装置20は、異常が検出された基板Wの異常スコアを制御モデルに入力し、制御モデルにより補正可能か否かを判定する(S17)。
- [0069] 制御装置20は、判定結果が補正可能であるか否かを判定する(S18)。判定結果が補正不可である場合(S18: No)、制御装置20は、補正不可と判定された基板Wをエッチングの対象から除外し、収納容器16に格納する(S19)。例えば、制御装置20は、図3に示したように、基板Wをロードポート15dの収納容器16に基板Wを格納する。
- [0070] 一方、異常が検出されない場合(S16: No)、及び判定結果が補正可能である場合(S18: Yes)、制御装置20は、搬送ロボット110、140、ゲートバルブG2～G4等を制御して、基板Wを処理モジュール30に搬送する(S20)。制御装置20は、処理モジュール30aを制御し

て、基板Wに対してエッチングを実施する（S 2 1）。なお、基板Wに異常が検出され、補正可能と判定された場合、制御装置20は、制御モデルから得られた補正量で処理条件を補正し、補正した処理条件で基板Wにエッチングを実施するよう制御する。

[0071] 制御装置20は、基板Wのエッチングが終了すると、搬送ロボット110、140、ゲートバルブG2～G4等を制御して、基板Wを収納容器16に格納し（S 2 2）、本フローチャートに示された処理を終了する。例えば、制御装置20は、図3に示したように、基板Wをロードポート15bの収納容器16に基板Wを格納する。

[0072] なお、上記の実施形態では、エッチング前の基板Wのスペクトル分布から基板Wの異常を検出する場合を例に説明した。しかし、これに限定されるものではない。基板処理システム1は、エッチング後の基板Wのスペクトル分布を測定し、エッチング後の基板Wのスペクトル分布から基板Wの異常を検出してもよい。例えば、制御装置20は、処理モジュール30においてエッチングが終了した基板Wをアライメントモジュール12に搬送し、アライメントモジュール12において基板Wのスペクトル分布を測定した後、基板Wを収納容器16へ搬送するように制御する。制御装置20は、検出部53から入力するデータに基づき、エッチング後の基板Wのスペクトル分布から基板Wの異常を検出してもよい。例えば、制御装置20は、エッチング後の基板Wの面内のスペクトル分布に基づいて外れ値検出モデルを作成する。例えば、制御装置20は、エッチング後の基板Wの面内のスペクトル分布のうち、基板Wの面内の一部のスペクトル分布に基づいて、外れ値検出モデルを作成する。例えば、制御装置20は、基板Wの面内の中心部のスペクトル分布に基づいて外れ値検出モデルを作成する。そして、制御装置20は、作成した外れ値検出モデルを用いて、測定されたエッチング後の基板Wの面内のスペクトル分布から基板Wの面内のスコアを算出し、算出したスコアに基づいて、エッチング後の基板Wの異常を検出してもよい。例えば、制御装置20は、基板Wの中心部のスコアと基板Wの周辺部のスコアの差分に基づいて基

板Wの異常を検出する。これにより、基板処理システム1は、エッチング後の基板Wについての表面プロファイルの測定値が得られない場合でも、エッチング後の基板Wの異常を検出できる。また、基板処理システム1は、エッチング後の基板Wの面内のばらつきをモニターできる。また、基板処理システム1は、算出した各基板Wのスコアを比較することで、エッチング後の基板Wのロット内のばらつきをモニターできる。また、基板処理システム1は、基板Wの中心部のスコアと基板Wの周辺部のスコアの差分から、中心部と周辺部のエッチングレートの差をモニターできる。基板Wは、エッチングレートに差が大きい部分でホール65にチルティングやCD (Critical Dimension) 値の不均一が発生する。このため、基板処理システム1は、基板Wの中心部と周辺部のエッチングレートの差をモニターすることで、チルティングやCD (Critical Dimension) 値の不均一の発生を予測できる。

[0073] また、基板処理システム1は、エッチング前とエッチング後の基板Wのスペクトル分布をそれぞれ測定し、エッチング前とエッチング後の基板Wのスペクトル分布から基板Wの異常を検出してもよい。例えば、基板処理システム1は、上記の実施形態のように、エッチング前の基板Wのスペクトル分布を測定する。また、制御装置20は、処理モジュール30においてエッチングが終了した基板Wをアライメントモジュール12に搬送し、アライメントモジュール12において基板Wのスペクトル分布を測定した後、基板Wを収納容器16へ搬送するように制御する。制御装置20は、検出部53から入力するデータに基づき、エッチング前の基板Wのスペクトル分布、及びエッチング後の基板Wのスペクトル分布から基板Wの異常を検出してもよい。例えば、制御装置20は、エッチング前の基板Wの面内のスペクトル分布、及び、エッチング後の基板Wの面内のスペクトル分布それぞれに基づいて外れ値検出モデルを作成する。例えば、制御装置20は、エッチング前の基板Wの面内のスペクトル分布、及び、エッチング後の基板Wの面内のスペクトル分布それぞれの基板Wの面内の一部のスペクトル分布に基づいて外れ値検出モデルを作成する。例えば、制御装置20は、エッチング前の基板Wの面内

のスペクトル分布とエッチング後の基板Wの面内のスペクトル分布の差分を示す差分スペクトル分布を算出する。例えば、制御装置20は、波長ごとに、エッチング前の基板Wの面内のスペクトルとエッチング後の基板Wの面内のスペクトルの差分を求めることで差分スペクトル分布を算出する。そして、制御装置20は、算出された差分スペクトル分布に基づいて外れ値検出モデルを作成する。例えば、制御装置20は、算出された差分スペクトル分布のうち、基板Wの面内の一部のスペクトル分布に基づいて外れ値検出モデルを作成する。例えば、制御装置20は、基板Wの面内の中心部のスペクトル分布に基づいて外れ値検出モデルを作成する。そして、制御装置20は、作成した外れ値検出モデルを用いて、エッチング前の基板Wの面内のスペクトル分布、及び、エッチング後の基板Wの面内のスペクトル分布からスコアを算出する。例えば、制御装置20は、作成した外れ値検出モデルを用いて、差分スペクトル分布から基板Wの面内のスコアを算出する。制御装置20は、算出したスコアに基づいて基板Wの異常を検出する。これにより、基板処理システム1は、エッチングによる基板Wの膜の変化に関する表面プロファイルの測定値が得られない場合でも、基板Wに対するエッチングの異常を検出できる。また、基板処理システム1は、エッチング前後の基板Wの面内のばらつきをモニターできる。また、基板処理システム1は、算出した各基板Wのスコアを比較することで、エッチング前後の基板Wのロット内のばらつきをモニターできる。また、エッチング前の基板Wの面内のスペクトルは、エッチング前の基板Wの面内のプロファイルに相関する。エッチング後の基板Wの面内のスペクトルは、エッチング後の基板Wの面内のプロファイルに相関する。このため、エッチング前の基板Wの面内のスペクトルとエッチング後の基板Wの面内のスペクトルの差分は、エッチレートに相関する。このため、基板処理システム1は、差分スペクトル分布を算出することで、基板Wの中心部と周辺部のエッチレートの差をより正確にモニターでき、チルティングやCD (Critical Dimension) 値の不均一を精度良く予測できる。

[0074] また、上記の実施形態では、アライメントモジュール12において、基板

Wのアライメントとスペクトル分布の測定を行う場合を例に説明した。しかし、これに限定されるものではない。基板処理システム1は、基板Wのスペクトル分布の測定をアライメントモジュール12以外の部分で行ってもよい。例えば、基板処理システム1に、図2に示したような、基板Wのスペクトル分布の測定可能な構成を有する測定モジュールをさらに設け、測定モジュールに基板Wを搬送して測定モジュールにおいて基板Wのスペクトル分布を測定してもよい。また、基板処理システム1は、真空搬送モジュール11、ロードロックモジュール13、大気搬送モジュール14などに、図2に示したような、基板Wのスペクトル分布の測定可能な構成を設けて基板Wのスペクトル分布を測定してもよい。

[0075] また、上記の実施形態では、基板Wごとに、基板Wの面内のスペクトル分布を測定し、基板Wごとに、測定された基板Wの面内のスペクトル分布から外れ値検出モデルを作成する場合を例に説明した。しかし、これに限定されるものではない。外れ値検出モデルは、特定の基板Wの面内のスペクトル分布を測定し、特定の基板Wの面内のスペクトル分布から作成するようにしてよい。特定の基板W以外の基板Wは、特定の基板Wで作成された外れ値検出モデルを用いて、スコアを算出してもよい。特定の基板Wは、例えば、収納容器16から取り出された最初の基板Wとしてもよく、所定のロット単位の基板Wとしてもよく、起動後又はメンテナンス後などで基板処理システム1が基板処理を実施する最初の基板Wとしてよい。

[0076] また、上記の実施形態では、それぞれの処理モジュール30が、基板Wに対して基板処理として、エッチングを行う場合を例に説明した。しかし、これに限定されるものではない。それぞれの処理モジュール30が実施する基板処理は、成膜処理、アッシング処理など基板Wに対する何れの処理であってもよい。

[0077] 以上、実施形態について説明した。上記したように、実施形態にかかる基板処理システム1は、ロードポート15と、処理モジュール30（処理室）と、アライメントモジュール12（測定部）と、制御装置20（制御部）と

を有する。ロードポート 15 は、基板 W を収容する収納容器 16 が接続可能に構成される。処理モジュール 30 は、基板 W に対して基板処理を実施するように構成される。アライメントモジュール 12 は、収納容器 16 と処理モジュール 30 間で基板 W を搬送する経路に設けられ、基板 W の面内のスペクトル分布を測定するように構成される。制御装置 20 は、アライメントモジュール 12 により測定された基板 W の面内のスペクトル分布に基づいて、外れ値検出モデルを作成し、作成した外れ値検出モデルを用いて、測定された基板 W の面内のスペクトル分布から基板 W の面内のスコアを算出し、算出したスコアに基づいて基板 W の異常を検出するように構成される。これにより、基板処理システム 1 は、基板 W の表面プロファイルの測定値が得られない場合でも、基板 W の異常を検出できる。

[0078] 一般的に、処理モジュール 30（処理室）の内部状態が変動するとエッチングした基板 W の品質も変動する。また、基板処理前の基板 W の品質が変動している場合、基板処理後の基板 W の品質に影響を与える。

[0079] また、アライメントモジュール 12 は、収納容器 16 から処理モジュール 30 へ搬送する基板処理前の基板 W の面内のスペクトル分布を測定するように構成される。制御装置 20 は、測定された基板処理前の基板 W の面内のスペクトル分布に基づいて、外れ値検出モデルを作成し、作成した外れ値検出モデルを用いて、測定された基板処理前の基板 W の面内のスペクトル分布から基板 W の面内のスコアを算出し、算出したスコアに基づいて、基板処理前の基板 W の異常を検出するように構成される。これにより、基板処理システム 1 は、基板処理前の基板 W についての表面プロファイルの測定値が得られない場合でも、基板処理前の基板 W の異常を検出できる。

[0080] また、アライメントモジュール 12 は、処理モジュール 30 から収納容器 16 へ搬送する基板処理後の基板 W の面内のスペクトル分布を測定するように構成される。制御装置 20 は、測定された基板処理後の基板 W の面内のスペクトル分布に基づいて、外れ値検出モデルを作成し、作成した外れ値検出モデルを用いて、測定された基板処理後の基板 W の面内のスペクトル分布が

ら基板Wの面内のスコアを算出し、算出したスコアに基づいて、基板処理後の基板Wの異常を検出するように構成される。これにより、基板処理システム1は、基板処理後の基板Wについての表面プロファイルの測定値が得られない場合でも、基板処理後の基板Wの異常を検出できる。

[0081] また、アライメントモジュール12は、収納容器16から処理モジュール30へ搬送する基板処理前の基板Wの面内のスペクトル分布、及び、処理モジュール30から収納容器16へ搬送する基板処理後の基板Wの面内のスペクトル分布を測定するように構成される。制御装置20は、アライメントモジュール12により測定された基板処理前の基板Wの面内のスペクトル分布、及び基板処理後の基板Wの面内のスペクトル分布それぞれに基づいて外れ値検出モデルを作成し、作成した外れ値検出モデルを用いて、基板処理前の基板Wの面内のスペクトル分布、及び基板処理後の基板Wの面内のスペクトル分布から基板Wの面内のスコアを算出し、算出したスコアに基づいて基板Wの異常を検出するように構成される。これにより、基板処理システム1は、基板処理前後の基板Wの表面プロファイルの測定値が得られない場合でも、基板Wの異常を検出できる。

[0082] また、制御装置20は、アライメントモジュール12により測定された基板処理前の基板Wの面内のスペクトル分布と基板処理後の基板Wの面内のスペクトル分布の差分を示す差分スペクトル分布を算出し、算出された差分スペクトル分布に基づいて外れ値検出モデルを作成し、作成した外れ値検出モデルを用いて、差分のスペクトル分布から基板Wの面内のスコアを算出し、算出したスコアに基づいて基板Wの異常を検出するように構成される。これにより、基板処理システム1は、基板処理による基板Wの変化に関する表面プロファイルの測定値が得られない場合でも、基板Wに対する基板処理の異常を検出できる。

[0083] また、制御装置20は、基板Wの面内の一部のスペクトル分布に基づいて外れ値検出モデルを作成するように構成される。これにより、基板処理システム1は、作成した外れ値検出モデルにより、基板Wの面内の一部のスペク

トル分布を基準としたスペクトル分布の外れ度合いをスコアとして算出できる。

[0084] また、制御装置 20 は、基板 W の面内の中心部のスペクトル分布に基づいて外れ値検出モデルを作成するように構成される。これにより、基板処理システム 1 は、作成した外れ値検出モデルにより、基板 W の面内の中心部のスペクトル分布を基準としたスペクトル分布の外れ度合いをスコアとして算出できる。

[0085] また、制御装置 20 は、基板 W の中心部のスコアと基板 W の周辺部のスコアの差分に基づいて基板 W の異常を検出するように構成される。これにより、基板処理システム 1 は、基板 W の面内の中心部と周辺部のプロファイルの差異に基づいて基板 W の異常を検出できる。

[0086] また、制御装置 20 は、異常が検出された基板 W のスコアから当該基板 W に対する処理モジュール 30 での処理条件を調整するように構成される。このように、基板処理システム 1 は、異常が検出された基板 W に調整された処理条件で基板処理を実施することで、異常が検出された基板 W の面内のプロファイルの均一性を改善できる。

[0087] なお、今回開示された実施形態は全ての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。実に、上記した実施形態は多様な形態で具現され得る。また、上記の実施形態は、添付の特許請求の範囲及びその趣旨を逸脱することなく、様々な形態で省略、置換、変更されてもよい。

[0088] また、上記の実施形態に関し、さらに以下の付記を開示する。

[0089] (付記 1)

基板を収容する収納容器が接続可能に構成されるロードポートと、
前記基板に対して基板処理を実施するように構成される処理室と、
前記収納容器と前記処理室間で前記基板を搬送する経路に設けられ、前記基板の面内のスペクトル分布を測定するように構成される測定部と、
前記測定部により測定された前記基板の面内のスペクトル分布に基づいて、外れ値検出モデルを作成し、作成した前記外れ値検出モデルを用いて、測

定された前記基板の面内のスペクトル分布から前記基板の面内のスコアを算出し、算出したスコアに基づいて前記基板の異常を検出するように構成される制御部と、

を有する基板処理システム。

[0090] (付記2)

前記測定部は、前記収納容器から前記処理室へ搬送する基板処理前の前記基板の面内のスペクトル分布を測定するように構成され、

前記制御部は、測定された基板処理前の前記基板の面内のスペクトル分布に基づいて、外れ値検出モデルを作成し、作成した前記外れ値検出モデルを用いて、測定された基板処理前の前記基板の面内のスペクトル分布から前記基板の面内のスコアを算出し、算出したスコアに基づいて、基板処理前の前記基板の異常を検出するように構成される

付記1に記載の基板処理システム。

[0091] (付記3)

前記測定部は、前記処理室から前記収納容器へ搬送する基板処理後の前記基板の面内のスペクトル分布を測定するように構成され、

前記制御部は、測定された基板処理後の前記基板の面内のスペクトル分布に基づいて、外れ値検出モデルを作成し、作成した前記外れ値検出モデルを用いて、測定された基板処理後の前記基板の面内のスペクトル分布から前記基板の面内のスコアを算出し、算出したスコアに基づいて、基板処理後の前記基板の異常を検出するように構成される

付記1に記載の基板処理システム。

[0092] (付記4)

前記測定部は、前記収納容器から前記処理室へ搬送する基板処理前の前記基板の面内のスペクトル分布、及び、前記処理室から前記収納容器へ搬送する基板処理後の前記基板の面内のスペクトル分布を測定するように構成され、

前記制御部は、前記測定部により測定された基板処理前の前記基板の面内

のスペクトル分布、及び基板処理後の前記基板の面内のスペクトル分布それぞれに基づいて外れ値検出モデルを作成し、作成した前記外れ値検出モデルを用いて、基板処理前の前記基板の面内のスペクトル分布、及び基板処理後の前記基板の面内のスペクトル分布から前記基板の面内のスコアを算出し、算出したスコアに基づいて前記基板の異常を検出するように構成される

付記 1 に記載の基板処理システム。

[0093] (付記 5)

前記制御部は、前記測定部により測定された基板処理前の前記基板の面内のスペクトル分布と基板処理後の前記基板の面内のスペクトル分布の差分を示す差分スペクトル分布を算出し、算出された差分スペクトル分布に基づいて外れ値検出モデルを作成し、作成した前記外れ値検出モデルを用いて、差分のスペクトル分布から前記基板の面内のスコアを算出し、算出したスコアに基づいて前記基板の異常を検出するように構成される

付記 4 に記載の基板処理システム。

[0094] (付記 6)

前記制御部は、前記基板の面内の一部のスペクトル分布に基づいて外れ値検出モデルを作成するように構成される

付記 1 ～ 5 の何れか 1 つに記載の基板処理システム。

[0095] (付記 7)

前記制御部は、前記基板の面内の中心部のスペクトル分布に基づいて外れ値検出モデルを作成するように構成される

付記 1 ～ 5 の何れか 1 つに記載の基板処理システム。

[0096] (付記 8)

前記制御部は、前記基板の中心部のスコアと前記基板の周辺部のスコアの差分に基づいて前記基板の異常を検出するように構成される

付記 1 ～ 7 の何れか 1 つに記載の基板処理システム。

[0097] (付記 9)

前記制御部は、異常が検出された前記基板のスコアから当該基板に対する

前記処理室での処理条件を調整するように構成される

付記 1 ～ 8 の何れか 1 つに記載の基板処理システム。

[0098] (付記 1 0)

前記外れ値検出モデルは、L O F (Local Outlier Factor) モデル、k 近傍法、One class S V M (Support Vector Machine) のいずれかである

付記 1 ～ 9 の何れか 1 つに記載の基板処理システム。

[0099] (付記 1 1)

ロードポートに配置され、基板を収容する収納容器と前記基板に対して基板処理を実施するように構成される処理室間で前記基板を搬送する経路に設けられた測定部により前記基板の面内のスペクトル分布を測定する工程と、

測定された前記基板の面内のスペクトル分布に基づいて外れ値検出モデルを作成する工程と、

作成した前記外れ値検出モデルを用いて、測定された前記基板の面内のスペクトル分布から前記基板の面内のスコアを算出する工程と、

算出したスコアに基づいて前記基板の異常を検出する工程と、

を含む基板異常検出方法。

符号の説明

[0100] G 2 ～ G 4 ゲートバルブ

W 基板

1 基板処理システム

1 0 装置本体

1 1 真空搬送モジュール

1 1 0 搬送ロボット

1 2 アライメントモジュール

1 3 ロードロックモジュール

1 4 大気搬送モジュール

1 4 0 搬送ロボット

1 5、1 5 a、1 5 b、1 5 d ロードポート

- 2 0 制御装置
- 2 0 a コンピュータ
- 2 0 a 1 処理部
- 2 0 a 2 記憶部
- 2 0 a 3 通信インターフェース
- 3 0、3 0 a 処理モジュール
- 5 0 ステージ
- 5 1 光源
- 5 3 検出部
- 6 0 シリコン基板
- 6 1 酸化物層
- 6 2 窒化物層
- 6 3 ポリシリコン層
- 6 4 マスク層
- 6 5 ホール
- 6 6、6 6 a、6 6 a 1、6 6 b 測定点

請求の範囲

- [請求項1] 基板を収容する収納容器が接続可能に構成されるロードポートと、
前記基板に対して基板処理を実施するように構成される処理室と、
前記収納容器と前記処理室間で前記基板を搬送する経路に設けられ、
前記基板の面内のスペクトル分布を測定するように構成される測定部と、

前記測定部により測定された前記基板の面内のスペクトル分布に基づいて、外れ値検出モデルを作成し、作成した前記外れ値検出モデルを用いて、測定された前記基板の面内のスペクトル分布から前記基板の面内のスコアを算出し、算出したスコアに基づいて前記基板の異常を検出するように構成される制御部と、

を有する基板処理システム。
- [請求項2] 前記測定部は、前記収納容器から前記処理室へ搬送する基板処理前の前記基板の面内のスペクトル分布を測定するように構成され、

前記制御部は、測定された基板処理前の前記基板の面内のスペクトル分布に基づいて、外れ値検出モデルを作成し、作成した前記外れ値検出モデルを用いて、測定された基板処理前の前記基板の面内のスペクトル分布から前記基板の面内のスコアを算出し、算出したスコアに基づいて、基板処理前の前記基板の異常を検出するように構成される

請求項1に記載の基板処理システム。
- [請求項3] 前記測定部は、前記処理室から前記収納容器へ搬送する基板処理後の前記基板の面内のスペクトル分布を測定するように構成され、

前記制御部は、測定された基板処理後の前記基板の面内のスペクトル分布に基づいて、外れ値検出モデルを作成し、作成した前記外れ値検出モデルを用いて、測定された基板処理後の前記基板の面内のスペクトル分布から前記基板の面内のスコアを算出し、算出したスコアに基づいて、基板処理後の前記基板の異常を検出するように構成される

請求項1に記載の基板処理システム。

- [請求項4] 前記測定部は、前記収納容器から前記処理室へ搬送する基板処理前の前記基板の面内のスペクトル分布、及び、前記処理室から前記収納容器へ搬送する基板処理後の前記基板の面内のスペクトル分布を測定するように構成され、
- 前記制御部は、前記測定部により測定された基板処理前の前記基板の面内のスペクトル分布、及び基板処理後の前記基板の面内のスペクトル分布それぞれに基づいて外れ値検出モデルを作成し、作成した前記外れ値検出モデルを用いて、基板処理前の前記基板の面内のスペクトル分布、及び基板処理後の前記基板の面内のスペクトル分布から前記基板の面内のスコアを算出し、算出したスコアに基づいて前記基板の異常を検出するように構成される
- 請求項1に記載の基板処理システム。
- [請求項5] 前記制御部は、前記測定部により測定された基板処理前の前記基板の面内のスペクトル分布と基板処理後の前記基板の面内のスペクトル分布の差分を示す差分スペクトル分布を算出し、算出された差分スペクトル分布に基づいて外れ値検出モデルを作成し、作成した前記外れ値検出モデルを用いて、差分のスペクトル分布から前記基板の面内のスコアを算出し、算出したスコアに基づいて前記基板の異常を検出するように構成される
- 請求項4に記載の基板処理システム。
- [請求項6] 前記制御部は、前記基板の面内の一部のスペクトル分布に基づいて外れ値検出モデルを作成するように構成される
- 請求項1に記載の基板処理システム。
- [請求項7] 前記制御部は、前記基板の面内の中心部のスペクトル分布に基づいて外れ値検出モデルを作成するように構成される
- 請求項1に記載の基板処理システム。
- [請求項8] 前記制御部は、前記基板の中心部のスコアと前記基板の周辺部のスコアの差分に基づいて前記基板の異常を検出するように構成される

請求項 1 に記載の基板処理システム。

[請求項9] 前記制御部は、異常が検出された前記基板のスコアから当該基板に対する前記処理室での処理条件を調整するように構成される

請求項 1 に記載の基板処理システム。

[請求項10] 前記外れ値検出モデルは、L O F (Local Outlier Factor) モデル、k 近傍法、One class S V M (Support Vector Machine) のいずれかである

請求項 1 に記載の基板処理システム。

[請求項11] ロードポートに配置され、基板を収容する収納容器と前記基板に対して基板処理を実施するように構成される処理室間で前記基板を搬送する経路に設けられた測定部により前記基板の面内のスペクトル分布を測定する工程と、

測定された前記基板の面内のスペクトル分布に基づいて外れ値検出モデルを作成する工程と、

作成した前記外れ値検出モデルを用いて、測定された前記基板の面内のスペクトル分布から前記基板の面内のスコアを算出する工程と、

算出したスコアに基づいて前記基板の異常を検出する工程と、

を含む基板異常検出方法。