

明 細 書

発明の名称：

情報処理方法、コンピュータプログラム、情報処理装置及び基板処理システム

技術分野

[0001] 本開示は、情報処理方法、コンピュータプログラム、情報処理装置及び基板処理システムに関する。

背景技術

[0002] 特許文献1においては、半導体基板を処理するチャンバ内部で使用されるエッジリングの環状の本体に、本体の表面より下に配したマイクロチャンバ及びこれを覆うキャップ要素を含むトリガ特徴を設け、プラズマへの曝露によって表面が浸食されることで見えてくるマイクロチャンバを基にエッジリングの消耗レベル及び余寿命を判断するシステムが提案されている。このシステムでは、チャンバ内を検査用スコープでトリガ特徴を撮影した画像を基にエッジリングの消耗レベル及び余寿命が判断される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2021-61442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、基板処理装置のチャンバ内部品の状態を予測することが期待できる情報処理方法、コンピュータプログラム、情報処理装置及び基板処理システムを提供する。

課題を解決するための手段

[0005] 一実施形態に係る情報処理方法は、情報処理装置が、第1時点における基板処理装置のチャンバ内部品の表面の凹凸の分布情報を取得し、前記第1時

点から基板処理が行われた後の第2時点における前記チャンバ内部品の凹凸の分布情報を取得し、取得した前記第1時点の分布情報及び前記第2時点の分布情報を基に、前記第2時点から基板処理が行われた後の時点における前記チャンバ内部品の凹凸の分布情報を予測する。

発明の効果

[0006] 本開示によれば、基板処理装置のチャンバ内部品の状態を予測することが期待できる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本実施の形態に係る情報処理システムの概要を説明するための模式図である。

[図2]本実施の形態に係る情報処理装置の一構成例を示すブロック図である。

[図3]本実施の形態に係る情報処理システムにおいて基板処理装置に装着されるフォーカスリングの一構成例を示す模式的平面図である。

[図4]図3のA-A線における模式的断面図である。

[図5]本実施の形態に係る情報処理装置が行う寿命予測処理の手順の一例を示すフローチャートである。

[図6]1回目の測定結果の一表示例を示す模式図である。

[図7]2回目の測定結果の一表示例を示す模式図である。

[図8]情報処理装置による変化量の算出を説明するための模式図である。

[図9]情報処理装置による度数分布の予測の一例を示す模式図である。

[図10]度数分布の予測値及び実測値の一例を示す模式図である。

[図11]情報処理装置による寿命予測の一例を示す模式図である。

[図12]実施の形態2に係る基板処理システム100の一構成例を示す模式図である。

[図13]実施の形態2に係る基板処理システム100の搬送アーム190のピック192Aの一構成例を示す模式図である。

[図14]実施の形態2に係る基板処理システム100の一構成例を示すブロック図である。

[図15]実施の形態2に係る基板処理システム100が行う寿命予測処理の手順の一例を示すフローチャートである。

[図16]実施の形態3に係る基板処理システム100が行う寿命予測処理の手順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] 本開示の実施形態に係る情報処理システムの具体例を、以下に図面を参照しつつ説明する。なお、本開示はこれらの例示に限定されるものではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

[0009] <システム概要>

図1は、本実施の形態に係る情報処理システムの概要を説明するための模式図である。本実施の形態に係る情報処理システムは、情報処理装置1、基板処理装置3及び測定装置5等を備えて構成されている。基板処理装置3は、例えば半導体ウェハ等の基板に対してエッチング処理を施すプロセスチャンバを備えている。エッチング処理は、基板の表面を所望の形状に加工するために、例えばチャンバ内を真空環境とし、ガスをプラズマ化してイオンを基板に衝突させることで、基板の表面を削る加工処理である。

[0010] なお本実施の形態において基板処理装置3は、半導体ウェハに対してエッチング処理を行う装置とするが、これに限るものではなく、例えば金属又はガラス等に対してエッチング処理を行う装置であってよい。また本実施の形態において基板処理装置3は、エッチング処理としていわゆるドライエッチングを行う装置とするが、これに限るものではなく、いわゆるウェットエッチングを行う装置であってもよい。

[0011] エッチング処理は密閉されたチャンバ内で行われるが、チャンバ内には加工対象の基板の他に、チャンバを構成する様々な部品が存在する。プロセスチャンバ内に存在するこれらの部品は、エッチング処理の際に化学薬品等に曝されて表面が削られるため、エッチング処理が繰り返し行われることで劣化していく。例えば、チャンバ内の部品の劣化が所定の基準を超えた場合、

基板処理装置 3 の管理者又は作業者等のユーザは劣化した部品の交換を行う必要がある。本実施の形態においては、チャンバ内部品としてフォーカスリング（エッジリング）を例に説明を行うが、チャンバ内部品はフォーカスリングに限らず、チャンバ内に配されたどのような部品であってもよい。本実施の形態に係る情報処理システムは、基板処理装置 3 のチャンバ内部品を交換する必要が生じる時期、即ち部品の寿命を予測するシステムである。

[0012] 情報処理装置 1 は、例えば基板処理装置 3 の動作の監視及び制御等を行う装置であり、汎用のパーソナルコンピュータもしくはサーバコンピュータ、又は、専用の制御機器等を用いて構成され得る。本実施の形態において情報処理装置 1 は、測定装置 5 と信号線又はネットワーク等を介して接続されており、測定装置 5 が測定した基板処理装置 3 のチャンバ内部品の凹凸分布情報を取得し、取得した情報を基にチャンバ内部品の寿命を予測する処理を行う。

[0013] 測定装置 5 は、対象物の表面の凹凸形状（高さ）を測定する装置である。測定装置 5 は、例えばレーザ光又は超音波等を対象物の表面に出射し、その反射波を検出することによって凹凸形状を測定する。また本実施の形態において測定装置 5 は、対象物の表面における所定サイズの測定領域に対して走査して測定を行うことにより、所定サイズの 2 次元の領域における凹凸形状の分布を示す凹凸分布情報を情報処理装置 1 へ出力する。

[0014] 本実施の形態に係る情報処理システムでは、例えば基板処理装置 3 の装置立ち上げ時（工場等に装置を導入した最初の時点）又は劣化したチャンバ内部品を交換したとき等の所定のタイミングで、測定装置 5 によるチャンバ内部品の 1 回目の測定が行われる。その後、基板処理装置 3 にて数枚から数十枚程度の基板に対するエッチング処理が行われる。このエッチング処理は、例えば通常の製品の製造として行われてもよく、また例えば試験的な運用によるものであってもよい。ある程度のエッチング処理が行われた後、測定装置 5 によるチャンバ内部品の 2 回目の測定が行われる。

[0015] 情報処理装置 1 は、基板処理装置 3 のチャンバ内部品について測定装置 5

が凹凸分布情報を測定した1回目及び2回目の測定結果を取得する。情報処理装置1は、1回目の測定及び2回目の測定で得られた凹凸分布情報を基に、チャンバ内部品がプラズマに曝露されることによって生じる凹凸の高さの変化の確率の分布を変化確率として算する。情報処理装置1は、1回目の測定から2回目の測定までにエッチング処理を実施した時間と、算出した凹凸の変化確率からサンプリングされた仮想の変化量とに基づいて、任意の時間が経過した後のこのチャンバ内部品の凹凸分布を予測する。凹凸分布の予測結果に基づき、情報処理装置1は、チャンバ内部品の凹凸分布が予め定められた条件を満たすようになる時間を算出し、この時間を寿命と予測する。

[0016] これらにより本実施の形態に係る情報処理システムは、基板処理装置3の立ち上げ後又は部品交換後から比較的早い段階でチャンバ内部品の寿命を予測し、予測結果を基板処理装置3の管理者等のユーザに提供することができる。ユーザは、予めチャンバ内部品の寿命を把握することによって、例えば予め交換用の部品を用意するなどの対処を行うことが期待できる。

[0017] <装置構成>

図2は、本実施の形態に係る情報処理装置1の一構成例を示すブロック図である。本実施の形態に係る情報処理装置1は、処理部11、記憶部12、通信部13、表示部14及び操作部15等を備えて構成されている。なお本実施の形態においては、1つの情報処理装置1にて処理が行われるものとして説明を行うが、情報処理装置1の処理を複数の装置が分散して行ってもよい。

[0018] 処理部11は、CPU (Central Processing Unit)、MPU (Micro-Processing Unit)、GPU (Graphics Processing Unit) 又は量子プロセッサ等の演算処理装置、ROM (Read Only Memory) 及びRAM (Random Access Memory) 等を用いて構成されている。処理部11は、記憶部12に記憶されたプログラム12aを読み出して実行することにより、測定装置5からチャンバ内部品の凹凸分布の測定結果を取得する処理、及び、取得した情報を基にチャンバ内部品の寿命を予測する処理等の種々の処理を行う。

- [0019] 記憶部 1 2 は、例えばハードディスク等の大容量の記憶装置を用いて構成されている。記憶部 1 2 は、処理部 1 1 が実行する各種のプログラム、及び、処理部 1 1 の処理に必要な各種のデータを記憶する。本実施の形態において記憶部 1 2 は、処理部 1 1 が実行するプログラム 1 2 a を記憶する。また記憶部 1 2 には、測定装置 5 から取得した凹凸分布情報を記憶する凹凸分布情報記憶部 1 2 b、及び、チャンバ内部品の寿命を予測するための判定条件を記憶する判定条件記憶部 1 2 c が設けられている。
- [0020] 本実施の形態においてプログラム（コンピュータプログラム、プログラム製品） 1 2 a は、メモリカード又は光ディスク等の記録媒体 9 9 に記録された態様で提供され、情報処理装置 1 は記録媒体 9 9 からプログラム 1 2 a を読み出して記憶部 1 2 に記憶する。ただし、プログラム 1 2 a は、例えば情報処理装置 1 の製造段階において記憶部 1 2 に書き込まれてもよい。また例えばプログラム 1 2 a は、遠隔のサーバ装置等が配信するものを情報処理装置 1 が通信にて取得してもよい。例えばプログラム 1 2 a は、記録媒体 9 9 に記録されたものを書込装置が読み出して情報処理装置 1 の記憶部 1 2 に書き込んでもよい。プログラム 1 2 a は、ネットワークを介した配信の態様で提供されてもよく、記録媒体 9 9 に記録された態様で提供されてもよい。
- [0021] 記憶部 1 2 の凹凸分布情報記憶部 1 2 b は、測定装置 5 が測定したチャンバ内部品の凹凸分布情報を、例えばこのチャンバ内部品が設けられた基板処理装置 3 の装置 I D 又はチャンバ内部品に付された部品 I D 等の識別情報と、測定装置 5 による測定が行われた年月日又は日時等のタイムスタンプ情報と、このチャンバ内部品を用いてエッチング処理を行った累積時間の情報とに対応付けて記憶する。これらの識別情報及びタイムスタンプ情報等は、例えば測定装置 5 による測定が行われる際にユーザによって入力される。累積時間の情報は、例えばユーザにより入力されてもよく、また例えば上記のタイムスタンプ情報及び基板処理装置 3 の動作ログ等の情報に基づいて情報処理装置 1 により算出されてもよく、また例えば基板処理装置 3 により計時された情報が通信により取得されてもよい。凹凸分布情報は、例えば測定対象

のチャンバ内部品の表面（２次元平面）に対応する２次元配列の態様で与えられる情報であり、２次元配列の各要素として対応する位置の高さ（深さ）の測定値が格納される。即ち凹凸分布情報は、チャンバ内部品の高さ（深さ）の平面分布の情報である。

[0022] 記憶部１２の判定条件記憶部１２ｃは、測定装置５が測定するチャンバ内部品の凹凸分布情報に基づいて、このチャンバ内部品が寿命に達したか否かを判定する判定条件を記憶する。本実施の形態において判定条件は、凹凸分布情報に基づいて算出される分散 σ に対する閾値として、例えば本実施の形態に係る情報処理システムの設計者又は管理者等により予め定められる。ただし判定条件は、ユーザが適宜に変更可能であってよい。本実施の形態に係る情報処理装置１は、チャンバ内部品についての２回の測定結果を基に将来の凹凸分布情報を予測し、予測した凹凸分布情報について判定条件を基に寿命に達したか否かを判定することによって、チャンバ内部品の寿命を予測する。

[0023] 通信部１３は、通信線又は信号線等のケーブルを介して測定装置５に接続され、これらのケーブルを介して測定装置５との間でデータの送受信を行う。本実施の形態において通信部１３は、処理部１１から与えられた制御情報等を測定装置５へ送信すると共に、測定装置５から送信される凹凸分布情報の測定結果を受信して処理部１１へ与える。なお本実施の形態においては、情報処理装置１及び測定装置５がケーブルを介して通信を行うものとするが、これに限るものではなく、例えば無線通信により情報を送受信してもよく、また例えばメモリカード等の記録媒体を介して情報の授受を行ってもよい。

[0024] 表示部１４は、液晶ディスプレイ等を用いて構成されており、処理部１１の処理に基づいて種々の画像及び文字等を表示する。情報処理装置１は、例えば測定装置５から取得したチャンバ内部品の凹凸分布情報、又は、チャンバ内部品について予測した寿命等の種々の情報を表示部１４に表示することができる。

- [0025] 操作部 1 5 は、ユーザの操作を受け付け、受け付けた操作を処理部 1 1 へ通知する。例えば操作部 1 5 は、機械式のボタン又は表示部 1 4 の表面に設けられたタッチパネル等の入力デバイスによりユーザの操作を受け付ける。また例えば操作部 1 5 は、マウス及びキーボード等の入力デバイスであってよく、これらの入力デバイスは情報処理装置 1 に対して取り外すことが可能な構成であってもよい。
- [0026] なお記憶部 1 2 は、情報処理装置 1 に接続された外部記憶装置であってよい。また情報処理装置 1 は、複数のコンピュータを含んで構成されるマルチコンピュータであってよく、ソフトウェアによって仮想的に構築された仮想マシンであってもよい。また情報処理装置 1 は、上記の構成に限定されず、例えば表示部 1 4 及び操作部 1 5 等を備えていなくてもよい。
- [0027] また本実施の形態に係る情報処理装置 1 には、記憶部 1 2 に記憶されたプログラム 1 2 a を処理部 1 1 が読み出して実行することにより、凹凸分布情報取得部 1 1 a、変化確率算出部 1 1 b、凹凸分布予測部 1 1 c、寿命予測部 1 1 d 及び表示処理部 1 1 e 等が、ソフトウェア的な機能部として処理部 1 1 に実現される。
- [0028] 凹凸分布情報取得部 1 1 a は、通信部 1 3 にて測定装置 5 との通信を行うことにより、測定装置 5 による基板処理装置 3 のチャンバ内部品の凹凸分布の測定結果である凹凸分布情報を取得する処理を行う。例えば情報処理装置 1 が測定装置 5 の動作の制御等を行う構成である場合、測定装置 5 はチャンバ内部品の凹凸を測定する都度に測定結果を情報処理装置 1 へ送信し、これを凹凸分布情報取得部 1 1 a が取得する。また例えば情報処理装置 1 が測定装置 5 の動作制御等を行うものではなく、測定装置 5 が測定結果の情報を自身で記憶している場合、凹凸分布情報取得部 1 1 a は、ユーザから装置 ID 及び部品 ID 等の識別情報の入力を受け付けて、入力された識別情報に対応する測定結果を測定装置 5 から取得する。凹凸分布情報取得部 1 1 a は、測定装置 5 から取得した凹凸分布情報を、凹凸分布情報記憶部 1 2 b に記憶する。

- [0029] 変化確率算出部 11b は、測定装置 5 が対象のチャンバ内部品について 1 回目に測定した凹凸分布情報と、1 回目の測定から所定の時間又は回数のエッチング処理が基板処理装置 3 にて行われた後に測定装置 5 が測定した 2 回目の凹凸分布情報と、1 回目の測定から 2 回目の測定までの間にエッチング処理が行われた累積時間とを基に、チャンバ内部品が所定時間のエッチング処理がなされることによって生じる凹凸の高さの変化の確率の分布を変化確率として算出する処理を行う。
- [0030] 上述のように、測定装置 5 から得られる凹凸分布情報は、チャンバ内部品の表面の高さ（深さ）の平面分布の情報であり、例えば 2 次元配列として与えられる情報である。変化確率算出部 11b は、1 回目の凹凸分布情報から二次元配列の 1 ピクセルをランダムに選択し、選択した 1 ピクセルに格納される凹凸量を抽出する。同様に、変化確率算出部 11b は、2 回目の凹凸分布情報から二次元配列の 1 ピクセルをランダムに選択し、選択した 1 ピクセルに格納される凹凸量を抽出する。変化確率算出部 11b は、1 回目の凹凸分布情報から抽出した凹凸量と 2 回目の凹凸分布情報から抽出した凹凸量との差分を算出することで凹凸の変化量を算出する。変化確率算出部 11b は、凹凸量の抽出及び変化量の算出を繰り返し行い、これにより得られる複数の変化量から、凹凸の変化量が出現する確率分布を求める。本実施の形態において変化確率算出部 11b は、このようにして得られる確率分布を、凹凸の変化確率として算出する。この確率分布に従って適宜の変化量をサンプリングすることによって、1 回目の測定から 2 回目の測定までの凹凸の仮想的な変化量を得ることができる。また、この変化量と 1 回目の測定から 2 回目の測定までの時間とに基づいて、例えば 1 時間あたりの仮想的な変化量を得ることができる。
- [0031] 凹凸分布予測部 11c は、変化確率算出部 11b が算出した凹凸の変化確率と、2 回目の測定結果の凹凸分布情報とを用いて、チャンバ内部品の将来の凹凸分布を予測する処理を行う。凹凸分布予測部 11c は、例えば 2 回目の測定から 50 時間後の凹凸分布情報を予測する場合、凹凸の変化確率とし

て算出される確率分布に従ってエッチング処理の1時間あたりの仮想的な凹凸の変化量を算出し、これを繰り返すことで50時間分の仮想的な凹凸の変化量を算出する。凹凸分布予測部11cは、2回目の凹凸分布情報に対して50時間での変化量を適用することで、50時間後の凹凸分布情報を予測することができる。同様に凹凸分布予測部11cは、任意の時間後の凹凸分布情報を予測することができる。

[0032] 寿命予測部11dは、凹凸分布予測部11cが予測した将来の凹凸分布情報と、判定条件記憶部12cに予め記憶された判定条件とを基に、基板処理装置3のチャンバ内部品の寿命を予測する処理を行う。本実施の形態において判定条件は、凹凸分布情報の分散 σ に対する閾値として設定される。寿命予測部11dは、例えば凹凸分布予測部11cに1年毎の凹凸分布情報を予測させ、1年毎の凹凸分布情報の分散 σ をそれぞれ算出し、算出した分散 σ が設定した閾値を超えるのが何年後であるかを探索することにより、チャンバ内部品の寿命を予測する。なお本例では1年単位で寿命を予測する例を示したが、例えば1ヶ月単位、1週間単位又は1日単位で寿命を予測してもよい。

[0033] 表示処理部11eは、種々の文字及び画像を表示部14に表示する処理を行う。本実施の形態において表示処理部11eは、例えば凹凸分布情報取得部11aが測定装置5から取得した凹凸分布情報の平面分布を画像として表示する。また表示処理部11eは、平面分布を基に作成した度数分布をグラフとして表示する。また表示処理部11eは、凹凸分布予測部11cが予測した将来の度数分布をグラフとして表示する。また表示処理部11eは、寿命予測部11dが予測したチャンバ内部品の寿命に関する情報を表示する。

[0034] <フォーカスリングの構成>

図3は、本実施の形態に係る情報処理システムにおいて基板処理装置3に装着されるフォーカスリングの一構成例を示す模式的平面図である。また図4は、図3のA-A線における模式的断面図である。基板処理装置3のチャンバ内に装着されるフォーカスリング31は、平面視で略円環形を成す板状

の部材であり、例えばシリコン、石英ガラス、SiC（炭化ケイ素）又はセラミック等の素材で形成されている。本実施の形態に係る情報処理システムにおいて用いられるフォーカスリング31の一面（上面）には、周方向に略等間隔で8ヶ所に略正方形の凹所が標本保持部32として形成されている。

[0035] フォーカスリング31に形成された8つの標本保持部32には、略正方形の板状の部材が標本35として收容され保持される。標本35は、フォーカスリング31と同じ素材で形成されることが好ましいが、別の素材で形成されてもよい。また8つの標本保持部32に保持される8つの標本35は、全て同じ素材で形成されたものであってよく、異なる素材で形成されたものが混在してもよい。標本35の厚みは、標本保持部32の深さと同じか、又は、標本保持部32の深さよりも薄いことが好ましいが、標本保持部32の深さより厚くてもよい。

[0036] また本実施の形態においては、フォーカスリング31に8つの標本保持部32を設けているが、これに限るものではなく、標本保持部32の数は7つ以下又は9つ以上であってよい。またフォーカスリング31に設けられた8つの標本保持部32の全てが標本35を保持する必要はなく、少なくとも1つの標本保持部32に1つの標本35が保持されればよい。また標本保持部32及び標本35を略正方形としたが、これに限るものではなく、例えば略長方形、略円形、適宜の多角形等の種々の形状が採用され得る。

[0037] また標本35には、例えば表裏（上下）を区別するための刻印などが形成されていてもよい。刻印などが形成される場合には、標本35の裏面（下面）に、即ち標本保持部32に保持された状態で外部に露出しない面に刻印が形成されることが好ましい。また例えば、標本35を一意に識別するためのIDなどの識別情報が刻印として形成されてもよい。

[0038] 本実施の形態に係る情報処理システムでは、標本保持部32に標本35が保持された状態でフォーカスリング31は基板処理装置3のチャンバ内に装着され、この状態でエッチング等の処理が基板処理装置3にて行われる。測定装置5による1回目及び2回目の測定を行う際、ユーザはフォーカスリン

グ 3 1 の標本保持部 3 2 に収容された標本 3 5 を取り外し、標本 3 5 の表面の凹凸を測定装置 5 にて測定する。この際にユーザは、基板処理装置 3 からフォーカスリング 3 1 の本体を取り外す必要はない。このように本実施の形態に係る情報処理システムでは、フォーカスリング 3 1 の本体に代えて、フォーカスリング 3 1 の標本保持部 3 2 に保持された標本 3 5 を測定装置 5 の測定対象とすることによって、ユーザが測定のためにフォーカスリング 3 1 を基板処理装置 3 から取り外す手間を省くことができ、測定を容易化することが期待できる。

[0039] <寿命予測処理>

図 5 は、本実施の形態に係る情報処理装置 1 が行う寿命予測処理の手順の一例を示すフローチャートである。本実施の形態に係る情報処理システムでは、例えば新規（新品）のフォーカスリング 3 1 を基板処理装置 3 にて使用開始する前のイニシャル測定として、測定装置 5 による 1 回目の測定が行われる。このときにユーザは、フォーカスリング 3 1（又は、フォーカスリング 3 1 の標本保持部 3 2 に収容された標本 3 5）を測定装置 5 にセットして、フォーカスリング 3 1 の表面の凹凸の分布を測定装置 5 にて測定する。

[0040] 本実施の形態に係る情報処理装置 1 の処理部 1 1 の凹凸分布情報取得部 1 1 a は、通信部 1 3 にて測定装置 5 との間で通信を行うことにより、測定装置 5 が測定した予測対象となる基板処理装置 3 のフォーカスリング 3 1 の表面の凹凸に関する平面分布の測定結果を取得する（ステップ S 1）。またこのときに凹凸分布情報取得部 1 1 a は、例えばフォーカスリング 3 1 の I D 及び測定を行った日時等の情報を測定装置 5 から取得して、取得したこれらの情報と測定結果とを対応付けて凹凸分布情報記憶部 1 2 b に記憶する。フォーカスリング 3 1 の I D 及び測定日時等の情報は、測定装置 5 から取得されるのではなく、ユーザからの情報入力を受け付けることにより取得されてもよい。処理部 1 1 の表示処理部 1 1 e は、例えばステップ S 1 にて取得した測定結果の平面分布、及び、この平面分布を基に作成した度数分布のグラフを並べて表示することによって、1 回目の測定結果を表示部 1 4 に表示す

る（ステップS2）。

[0041] 図6は、1回目の測定結果の一表示例を示す模式図である。図6上段に示すグラフは、測定装置5が測定したフォーカスリング31の表面の凹凸に関する平面分布の測定結果を2次元画像として表示したものである。このグラフの縦軸及び横軸はフォーカスリング31の表面の縦横の方向に相当し、表示された2次元画像の画素値が凹凸の高さ（又は深さ）を示している。また図6下段に示すグラフは、上段の2次元画像の画素値に関する度数分布（ヒストグラム）を作成したものであり、横軸が高さ、縦軸が度数（画素数）である。情報処理装置1は、ステップS2において例えばこの2つのグラフを表示部14に並べて表示することで、測定結果を表示する。

[0042] 1回目の測定が完了した後、ユーザはフォーカスリング31が装着された基板処理装置3を稼働させ、エッチング等の処理を行う。このときに基板処理装置3は、実際の半導体ウェハ等の基板を対象とする正規の製造工程におけるエッチング処理を行ってもよく、試験用の基板等を用いた測定のためのエッチング処理を行ってもよい。基板処理装置3の所定時間の稼働後に、ユーザは基板処理装置3に取り付けられたフォーカスリング31（又は、フォーカスリング31の標本保持部32に収容された標本35）を取り外して測定装置5にセットし、2回目の凹凸分布の測定を測定装置5にて行う。

[0043] ステップS2の処理から適宜の時間が経過した後、情報処理装置1の凹凸分布情報取得部11aは、通信部13にて測定装置5との間で通信を行うことにより、測定装置5が測定したフォーカスリング31の表面の凹凸に関する平面分布の測定結果を取得する（ステップS3）。このときに凹凸分布情報取得部11aは、例えばフォーカスリング31のID、測定を行った日時及びエッチング処理を行った累積時間等の情報を取得して、取得したこれらの情報と測定結果とを対応付けて凹凸分布情報記憶部12bに記憶する。表示処理部11eは、例えばステップS3にて取得した測定結果の平面分布、及び、この平面分布を基に作成した度数分布のグラフを並べて表示することによって、2回目の測定結果を表示部14に表示する（ステップS4）。

[0044] 図7は、2回目の測定結果の一表示例を示す模式図であり、図6に示した1回目の測定から約10時間のエッチング処理が行われた後のアフター測定の結果である。図6と同様に、図7上段には2回目の測定に関するフォーカスリング31の表面の凹凸に関する平面分布のグラフを示し、図7下段には度数分布のグラフを示している。情報処理装置1は、ステップS4において例えばこの2つのグラフを表示部14に並べて表示することで、2回目の測定結果を表示する。また更に情報処理装置1は、1回目の測定結果と2回目の測定結果とを共に並べて表示してもよい。図6上段に示した1回目の測定結果の平面分布と図7上段に示した2回目の測定結果の平面分布とを比較すると、2回目の測定結果では表面の凹凸が増加していることが分かる。また図6下段に示した1回目の測定結果の度数分布と図7下段に示した2回目の測定結果の度数分布とを比較すると、2回目の測定結果では凹凸の高さの分布のばらつきが広がっていることが分かる。

[0045] ステップS4にて測定結果を表示した後、情報処理装置1の処理部11の変化確率算出部11bは、ステップS1にて取得した1回目の測定結果の凹凸分布情報と、ステップS3にて取得した2回目の測定結果の凹凸分布情報とを基に、フォーカスリング31の表面の凹凸の分布に関する変化確率を算出する（ステップS5）。本実施の形態において変化確率算出部11bは、例えば1回目の測定結果の凹凸分布情報と2回目の測定結果の凹凸分布情報とからランダムにそれぞれ凹凸量を抽出し、抽出した2つの凹凸量の差分を算出する。変化確率算出部11bは、この凹凸量の差分の算出を繰り返し行い、これにより得られる複数の変化量から、凹凸の変化量が出現する確率分布を算出する。図8は、情報処理装置1による変化量の算出を説明するための模式図である。図8左側には、1回目測定結果の平面分布の画像と2回目の測定結果の平面分布の画像とが上下に並べて示されている。図8右側には、1回目の測定結果及び2回目の測定結果に基づいて算出された凹凸の変化量が出現する確率分布のグラフが示されている。本例の場合、基板処理装置3にて10時間のエッチング処理が行われることで、測定対象の標本35の

表面の各点において図示の確率分布で示される凹凸の変化が生じると予測することができる。変化確率算出部 11b は、この 10 時間当たりの変化量の確率分布をステップ S5 の算出結果としてもよく、また例えばこの 10 時間当たりの変化量の $1/10$ の変化量を更に算出して 1 時間当たりの変化量の確率分布をステップ S5 の変化確率の算出結果としてもよい。

[0046] ステップ S5 にて変化確率を算出した後、情報処理装置 1 の凹凸分布予測部 11c は、ステップ S5 で算出した変化確率と、ステップ S3 にて取得した 2 回目の測定結果とを基に、基板処理装置 3 にてエッチング処理が行われた場合の将来の凹凸分布情報を予測する（ステップ S6）。凹凸分布予測部 11c は、例えばステップ S5 において変化確率として算出した確率分布に示される確率に従って適宜の変化量をサンプリングすることにより、10 時間当たりの仮想的な変化量を得ることができ、これを $1/10$ 倍することで 1 時間当たりの仮想的な変化量を得ることができる。凹凸分布予測部 11c は、例えば 2 回目の凹凸分布情報（即ち、10 時間後の凹凸の分布情報）に対して 10 時間当たりの仮想的な変化量に相当する変化を生じさせることにより、20 時間後の凹凸分布情報を予測することができる。凹凸分布予測部 11c は、20 時間後の凹凸分布情報と 10 時間当たりの仮想的な変化量とを基に 30 時間後の凹凸分布情報を予測することができ、30 時間後の凹凸分布情報と 10 時間当たりの仮想的な変化量とを基に 40 時間後の凹凸分布情報を予測することができる。同様にして凹凸分布予測部 11c は、例えば 10 時間毎の凹凸分布情報を所定時間に達するまで予測する。

[0047] 図 9 は、情報処理装置 1 による凹凸分布情報の予測の一例を示す模式図であり、各時間における凹凸分布情報を基に凹凸の高さとその出現頻度（度数）とを度数分布としてグラフ化したものである。なお図 9 に示すグラフの横軸は凹凸の高さ $[\mu m]$ であり、縦軸は度数であるが、縦軸の度数は標準化した値である。図 9 に示した予測結果から、エッチングを行う累計時間が増すほど、凹凸の分布の広がり（ばらつき）が増していくことが分かる。また図 10 は、度数分布の予測値及び実測値の一例を示す模式図であり、初期分

布に対する100時間後の度数分布の予測値及び実測値を重ねて示したグラフである。図10に示す実測値は、実際に基板処理装置3がエッチング処理を行い、その累積時間が100時間に達した後のフォーカスリング31の凹凸を測定装置5にて測定し、則手結果として得られる平面分布を基に度数分布を作成したものである。図10に示すように、本実施の形態に係る情報処理装置1が予測する100時間後の凹凸の度数分布は、測定装置5による実測で得られる度数分布を精度よく予測したものであることが分かる。

[0048] ステップS6にて将来の複数の時点における凹凸分布情報を予測した後、情報処理装置1の寿命予測部11dは、フォーカスリング31の寿命を予測するための判定条件を記憶部12の判定条件記憶部12cから読み出す（ステップS7）。本実施の形態において判定条件は、凹凸分布情報に含まれる複数の高さの情報についての分散 σ に対する閾値として、例えば本システムの設計者又は管理者等により予め定められて判定条件記憶部12cに記憶されている。寿命予測部11dは、判定条件記憶部12cに記憶された閾値を読み出す。

[0049] 次いで寿命予測部11dは、ステップS7にて読み出した判定条件に基づいて、フォーカスリング31の寿命を予測する（ステップS8）。このときに寿命予測部11dは、ステップS6にて予測した複数の時点における凹凸分布情報についてそれぞれ分散 σ の値を算出する。寿命予測部11dは、算出した複数の分散 σ と、読み出した判定条件の閾値とを比較し、分散 σ が閾値を超える最短時間（又は、分散 σ が閾値を超えない最長時間）をフォーカスリング31の寿命とする。図11は、情報処理装置1による寿命予測の一例を示す模式図である。図11には、横軸をエッチング時間とし、縦軸を分散 σ としたグラフが示されており、10時間毎に予測された凹凸の度数分布の分散 σ の時系列的な変化が折れ線として示されている。

[0050] 本図に示される通り、エッチング時間の増加に伴って、フォーカスリング31の凹凸の分布に関する分散 σ は増加していく。本例では分散 σ に対する寿命の判定基準となる閾値が $\sigma = 6$ と設定されており、寿命予測部11dは

、分散 σ がこの閾値を超えるエッチング時間（本例では130時間）をフォーカスリング31の寿命と予測する。なお本例では10時間毎の分散 σ を算出しており、寿命予測部11dは、10時間単位で寿命の予測を行う。例えば分散 σ が閾値を超える時間が120時間から130時間の間の時間である場合、寿命予測部11dは、例えば10時間未満の時間を切り捨てて120時間を寿命とする。ただし寿命予測部11dは、例えば10時間未満の時間を四捨五入又は切り上げ等して130時間を寿命としてもよく、また例えば線形補間等の演算により1時間単位での寿命を算出してもよい。

[0051] ステップS8にてフォーカスリング31の寿命を予測した後、情報処理装置1の表示処理部11eは、寿命の予測結果を表示部14に表示して（ステップS9）、処理を終了する。このときに表示処理部11eは、予測したフォーカスリング31の寿命を通知するメッセージと共に、例えば図9に示した度数分布の予測結果のグラフと、図11に示した分散 σ の変化を示すグラフとを並べて表示することができる。なお表示処理部11eは、寿命の予測結果をどのような態様で表示してもよい。

[0052] <まとめ>

以上の構成の本実施の形態に係る情報処理システムでは、情報処理装置1が、例えばフォーカスリング31（チャンバ内部品）の使用開始時点などの第1時点におけるチャンバ内部品の表面の凹凸を測定装置5にて測定した分布情報を取得する。その後情報処理装置1は、第1時点からエッチング処理などの基板処理が行われた後の第2時点におけるチャンバ内部品の表面の凹凸を測定装置5にて測定した分布情報を取得する。情報処理装置1は、取得した第1時点の分布情報及び第2時点の分布情報を基に、第2時点から基板処理が行われた後の時点におけるチャンバ内部品の凹凸の分布情報を予測する。これにより本実施の形態に係る情報処理システムは、第1時点及び第2時点の2時点における凹凸の測定結果から、基板処理装置3のチャンバ内部品の状態を予測することが期待できる。

[0053] また本実施の形態に係る情報処理システムでは、情報処理装置1が、予測

したチャンバ内部品の凹凸の分布情報に基づいて、このチャンバ内部品の寿命を予測する。これにより本実施の形態に係る情報処理システムは、予測した寿命を基にユーザが基板処理装置3のチャンバ内部品の交換スケジュールを検討するなど、ユーザによる基板処理装置3の運用を支援することが期待できる。

[0054] また本実施の形態に係る情報処理システムでは、情報処理装置1が、第1時点の分布情報及び第2時点の分布情報を基に、基板処理によるチャンバ内部品の凹凸の変化確率を算出する。情報処理装置1は、算出した変化確率を基に、例えば第2時点の分布情報を算出した変化確率に応じて変化させることで、第2時点より後の時点におけるチャンバ内部品の凹凸の分布情報を予測する。これにより本実施の形態に係る情報処理システムは、第1時点及び第2時点の2時点における凹凸の測定結果から、変化確率に基づいて基板処理装置3のチャンバ内部品の状態を精度よく予測することが期待できる。

[0055] また本実施の形態に係る情報処理システムでは、情報処理装置1が、第1時点の凹凸分布情報から適宜に抽出した凹凸の高さと第2時点の凹凸分布情報から適宜に抽出した凹凸の高さとの差分を算出し、この差分の算出を繰り返して凹凸の変化確率を算出し、第2時点の凹凸分布情報を変化確率に従って変化させることで将来の凹凸分布情報を予測する。これにより本実施の形態に係る情報処理システムは、チャンバ内部品の凹凸のバラツキを予測し、寿命を予測することが期待できる。

[0056] また本実施の形態に係る情報処理システムでは、基板処理装置3のフォーカスリング31（チャンバ内部品）に分布情報を取得するための標本35を保持する標本保持部32を設ける。情報処理装置1は、測定装置5にて標本35の凹凸の分布を測定したものを、フォーカスリング31の凹凸の分布情報として取得する。これにより本実施の形態に係る情報処理システムは、測定装置5にて凹凸の測定を行うためにチャンバ内部品を基板処理装置3から取り外すことなく、チャンバ内部品に代えて標本で凹凸の測定を行うことができるため、測定を容易化することが期待できる。

[0057] <実施の形態 2>

実施の形態 2 に係る情報処理システムでは、フォーカスリング 31 の凹凸分布情報を測定するセンサが、複数の基板処理装置 3 を有する基板処理システムに設けられる。即ち、実施の形態 2 に係る情報処理システムでは、基板処理装置 3 と測定装置 5 とが一体的に設けられる。また更に、実施の形態 2 に係る情報処理システムでは、上記の情報処理装置 1 が行う予測処理を基板処理システムが行う。即ち、実施の形態 2 に係る情報処理システムでは、基板処理装置 3 を有する基板処理システムと情報処理装置 1 とが一体的に設けられる。

[0058] 図 12 は、実施の形態 2 に係る基板処理システムの一構成例を示す模式図である。図示の基板処理システム 100 は、減圧可能な共通搬送室にプラズマ処理装置（基板処理装置 3）を複数接続した所謂クラスタツール型の基板処理装置である。

[0059] 実施の形態 2 に係る基板処理システム 100 は、複数（ここでは 6 つ）のプラズマ処理装置 101A～101F を共通搬送室 510 の周りにゲートバルブ 108A～108F を介して接続してなる真空処理ユニット 502 と、この真空処理ユニット 502 に対してウエハ W を搬出入させる搬送ユニット 504 とを備える。共通搬送室 510 はその内部を所定の真空圧力に制御できるように構成されており、共通搬送室 510 内には搬送アーム 190 が設けられている。これにより、減圧雰囲気のままウエハ W とフォーカスリング 31 を各プラズマ処理装置 101A～101F との間で搬出入することができる。

[0060] 搬送アーム 190 は、2 つのピック 192A, 192B を有しており、一度に 2 枚のウエハ W 又はフォーカスリング 31 を取り扱うことができるようになっている。搬送アーム 190 は基台 194 に回転自在に支持されている。基台 194 は、共通搬送室 510 内の基端側から先端側にわたって配設された案内レール 196 上を例えば図示しないスライド駆動用モータによりスライド移動自在に構成されている。なお、基台 194 には例えばアーム旋回

用のモータなどの配線を通すためのフレキシブルアーム 198 が接続されている。

[0061] なお、図 12 に示す基板処理システム 100 は、プラズマ処理装置 101 を 6 つ設けた場合を例に挙げているが、これに限定されるものではなく、5 つ以下のプラズマ処理装置 101 を備えたものであってもよい。また、図 12 に示す基板処理システム 100 には、フォーカスリング 31 の交換が必要な少なくとも 1 つのプラズマ処理装置 101 を設けていればよく、その他は別の処理装置（例えば熱処理装置、成膜装置など）を設けてもよい。

[0062] 共通搬送室 510 の周囲には、第 1、第 2 ロードロック室 520M、520N の一端がそれぞれゲートバルブ（真空圧側ゲートバルブ）522 を介して接続されており、第 1、第 2 ロードロック室 520M、520N の他端は、それぞれゲートバルブ（大気圧側ゲートバルブ）524 を介して搬送ユニット 504 を構成する搬送室 530 に接続されている。

[0063] 第 1、第 2 ロードロック室 520M、520N は、ウエハ W 又はフォーカスリング 31 を一時的に保持し、減圧雰囲気調整後に共通搬送室 510 へパスし、大気圧雰囲気に調整した後に搬送ユニット 504 の搬送室 530 へパスする機能を有している。第 1、第 2 ロードロック室 520M、520N の内部にはそれぞれ、ウエハ W とフォーカスリング 31 を載置可能な受渡台 526 が設けられている。

[0064] このような真空処理ユニット 502 によれば、搬送アーム 190 を案内レール 196 に沿ってスライド移動させることにより、第 1、第 2 ロードロック室 520M、520N 及びプラズマ処理装置 101A～101F の各処理室 102 にアクセス可能となる。例えば搬送アーム 190 を第 1、第 2 ロードロック室 520M、520N 及び対向配置されたプラズマ処理装置 101A、101F の各処理室 102 にアクセスさせる際には、搬送アーム 190 を案内レール 196 に沿って共通搬送室 510 の基端側寄りに位置させる。

[0065] また、搬送アーム 190 を他の 4 つのプラズマ処理装置 101B～101E の各処理室 102 にアクセスさせる際には、搬送アーム 190 を案内レー

ル 1 9 6 に沿って共通搬送室 5 1 0 の先端側寄りに位置させる。これにより、1 つの搬送アーム 1 9 0 により、共通搬送室 5 1 0 に接続されているすべての処理室 1 0 2 と第 1, 第 2 ロードロック室 5 2 0 M, 5 2 0 N にアクセス可能となる。

[0066] なお本例では、1 つの搬送アーム 1 9 0 をスライド自在に設けた場合を例に挙げたが、これに限定されるものではなく、例えば共通搬送室 5 1 0 の基端側寄りと先端側寄りにそれぞれ 1 つずつ搬送アーム 1 9 0 を回転自在に固定するようにしてもよい。また、搬送アーム 1 9 0 のピックの数は、2 つに限られることはなく、例えば 1 つのみとしてもよい。

[0067] 次に、搬送ユニット 5 0 4 の構成例について説明する。搬送ユニット 5 0 4 は、箱状の搬送室 5 3 0 により構成される。搬送室 5 3 0 その内部は大気圧雰囲気であり、N₂ ガス等の不活性ガスや清浄空気が循環されるようになっている。搬送室 5 3 0 には、複数のカセット台 5 3 2 A ~ 5 3 2 D が並設されている。これらカセット台 5 3 2 A ~ 5 3 2 C には、ウエハ W を収納するカセット容器 5 3 4 A ~ 5 3 4 C がセットされる。搬送室 5 3 0 の側壁には、ウエハ W の投入口としての 3 つのロードポート 5 3 6 A ~ 5 3 6 C が各カセット台 5 3 2 A ~ 5 3 2 C に対応するように設けられている。

[0068] 本図では、例えば各カセット台 5 3 2 A ~ 5 3 2 C に 3 台のカセット容器 5 3 4 A ~ 5 3 4 C をそれぞれ 1 つずつ載置することができる例を挙げているが、カセット台とカセット容器の数はこれに限られず、例えば 1 台又は 2 台であってもよく、また 4 台以上設けてもよい。

[0069] 各カセット容器 5 3 4 A ~ 5 3 4 C には、少なくとも 1 ロット分（例えば 2 5 枚）以上のウエハ W を等ピッチで多段に載置して収容できるようになっており、内部は例えば N₂ ガス雰囲気で満たされた密閉構造となっている。

[0070] また、カセット台 5 3 2 D には、フォーカスリング 3 1 を収納するカセット容器 5 3 4 D がセットされる。また、フォーカスリング 3 1 の投入口としてロードポート 5 3 6 D が各カセット台 5 3 2 D に対応するように設けられている。カセット容器 5 3 4 D には、フォーカスリング 3 1 が収納されてい

る。

[0071] 搬送室530には、ウエハWの位置決め装置としてのオリエンタ（プリアライメントステージ）537が設けられている。オリエンタ537は、例えば内部に回転載置台538とウエハWの周縁部を光学的に検出する光学センサ539とを備え、ウエハWのオリエンテーションフラットやノッチ等を検出して位置合せを行う。

[0072] 搬送室530内には、上記各カセット容器534A～534D、オリエンタ537、第1、第2ロードロック室520M、520Nに、ウエハW又はフォーカスリング31を搬出入する搬送アーム560が設けられている。搬送アーム560は、基台562上に固定され、この基台562は搬送室530内を長手方向に沿って設けられた案内レール564上を例えばリニアモータ駆動機構によりスライド移動可能に構成されている。搬送アーム560は例えば図示のような2つのピック566A、566Bを備えるダブルアーム機構であってもよく、また1つのピックを備えるシングルアーム機構であってもよい。

[0073] このような構成の基板処理システム100によれば、例えば所定のカセット容器534A～534CからウエハWを取り出して所望のプラズマ処理装置101A～101Fに搬送してエッチングなどのプラズマ処理を行うことができる。例えばカセット容器534AのウエハWをプラズマ処理装置101Aにてプラズマ処理を行う場合には、先ず搬送アーム560によってカセット容器534AからウエハWを搬送室530内に取り込むと、オリエンタ537に搬送して位置合わせを行う。次に搬送アーム560によってオリエンタ537からウエハWを搬出して大気圧雰囲気調整されたロードロック室520Nに搬入する。

[0074] 続いて、ロードロック室520Nが減圧雰囲気に調整されると、もう一方の搬送アーム190によってウエハWを搬出して共通搬送室510内に取り込み、プラズマ処理装置101Aの処理室102に搬入する。こうしてプラズマ処理装置101AにてウエハWのプラズマ処理を実行する。

- [0075] プラズマ処理装置 101A でのプラズマ処理が終了すると、搬送アーム 190 によって処理済みのウエハ W を処理室 102 から搬出して、減圧雰囲気 に調整されたロードロック室 520M に搬入する。そして、ロードロック室 520N が大気圧雰囲気に調整されると、搬送アーム 560 によってウエハ W を搬出して元のカセット容器 534A に戻す。
- [0076] また、フォーカスリング 31 を交換する際にも、ウエハ W とほぼ同様にフォーカスリング 31 を搬送する。例えばプラズマ処理装置 101C のフォーカスリング 31 を交換する際には、搬送アーム 560 によって新たなフォーカスリング 31 をカセット容器 534D から取り出して、ロードロック室 520M に搬入する。続いて搬送アーム 190 の一方のピック 192A によって圧力調整後のロードロック室 520M から新たなフォーカスリング 31 を取り出して、プラズマ処理装置 101C の直前までスライド移動する。
- [0077] 次に、搬送アーム 190 の他方のピック 192B によって使用済みのフォーカスリング 31 をサセプタ 114 のリフタピンから受け取り、プラズマ処理装置 101C から取り出す。この動作後に連続して、一方のピック 192A によって新たなフォーカスリング 31 をサセプタ 114 のリフタピンに受け渡す。なお、使用済みのフォーカスリング 31 はロードロック室 520M を経由して元のカセット容器 534 に戻される。
- [0078] プラズマ処理装置 101C 内では、新たなフォーカスリング 31 が搬入されると、サセプタ 114 のリフタピンで新たなフォーカスリングを下降することによって、新たなフォーカスリング 31 がフォーカスリング載置面に載置される。
- [0079] なお上記では、フォーカスリング 31 をカセット容器 534D に収容する場合について説明したが、必ずしもこれに限定されるものではない。フォーカスリングの交換はウエハ W の場合ほど頻繁に搬送するわけではないので、例えばカセット容器 534D に収容する代わりにオリエンタ 537 内に 1 枚又は複数枚のフォーカスリング 31 の載置部（図示省略）を設けるようにしてもよい。この場合には、フォーカスリング 31 をオリエンタ 537 の載置

部にセットし、それを搬送アーム 560 で搬出して所望のプラズマ処理装置 101A～101F に搬送するようにしてもよい。また、フォーカスリング 31 の交換が必要になったときに、操作者が搬送アーム 560 のピック 566A, 566B のいずれか一方に直接載置するようにしてもよい。

[0080] 実施の形態 2 に係る情報処理システムにおいては、図 12 に示した搬送機構を備える基板処理システム 100 において、フォーカスリング 31 の凹凸分布情報を測定するセンサが、例えば搬送アーム 190 のピック 192A, 192B 及び／又は搬送アーム 560 のピック 566A, 566B に設けられている。図 12 に示した基板処理システム 100 は搬送アームのピックを 4 つ備えており、センサはこれらのうちの少なくとも 1 つに搭載される。以下では、搬送アーム 190 のピック 192A にセンサが設けられるものとして説明を行う。

[0081] 図 13 は、実施の形態 2 に係る基板処理システム 100 の搬送アーム 190 のピック 192A の一構成例を示す模式図である。なお図には、説明の便宜のため X Y Z 直交座標系が設定される場合がある。図面の紙面に対して垂直な座標軸については、座標軸の丸の中にバツ印は紙面に対して奥の方向が正、丸の中に黒丸印は紙面に対して手前側が正であることを表している。ただし、当該座標系は、説明のために定めるものであって、ピック 192A 等の姿勢について限定するものではない。

[0082] なお、本開示では、特に説明しない限り、X 軸及び Y 軸はピック 192A の載置面に平行な方向の軸とする。Y 軸は、ピック 192A の先端部が延びる方向の軸とする。X 軸は、Y 軸に垂直な軸とする。Z 軸は、当該 X 軸、Y 軸に垂直な方向の軸とする。なお、Z 軸方向を上下方向という場合がある。

[0083] 搬送アーム 190 のピック 192A は、平面視で略 U 字形状をなす。ピック 192A は、X 軸方向の中心を通る中心軸 AX に対して、平面視で対称な形状である。ピック 192A は、基部 201 と、先端部 202 及び先端部 203 とを有する。先端部 202 及び先端部 203 のそれぞれは、基部 201 から +Y 軸方向に延びて設けられる。先端部 202 及び先端部 203 のそれ

それは、X軸方向に短く、Y軸方向に長い平面視で略長方形形状である。先端部202は、先端部203に対して+X軸方向に離隔して設けられる。ピック192Aは、例えば、セラミックスで形成される。

[0084] ピック192Aは、基板及び消耗部品のいずれかを載置する載置面200Sに、基板が載置面200Sに接触しないように保護する複数のパッド140が設けられている。またピック192Aは、載置面200Sの裏側の面に、凹凸分布情報を測定するためのセンサ222、223を備える。センサ222は、先端部202のY軸方向の+Y側の先端に設けられる。センサ223は、先端部203のY軸方向の+Y側の先端に設けられる。

[0085] センサ222、223は、光学センサ、カメラ（画像センサ）、距離センサ又は反射型光強度センサ等の種々のセンサが採用され得る。センサ222、223は、例えばピック192Aの下方に存在するフォーカスリング31の表面の凹凸の分布情報を測定する。

[0086] 図14は、実施の形態2に係る基板処理システム100の一構成例を示すブロック図である。実施の形態2に係る基板処理システム100は、処理部41、記憶部42、入出力部43、表示部44及び操作部45等を備えて構成されている。なおこれら処理部41、記憶部42、入出力部43、表示部44及び操作部45等の機能ブロックは、図12に示した各種のハードウェアユニットの動作を制御する制御装置又は情報処理装置等（図12においては図示を省略する）に設けられる。また図14においては、基板処理システム100が行うフォーカスリング31の凹凸分布の予測に関連する機能ブロックを示し、それ以外の機能ブロックについては図示を省略している。また図14に示す基板処理システム100の構成は、図2に示した情報処理装置1と同様の構成であるため、基板処理システム100が備える各部については簡単に説明し、詳細な説明は省略する。

[0087] 処理部41は、例えばCPU又はMPU等の演算処理装置、ROM及びRAM等を用いて構成されている。記憶部42は、例えばハードディスク等の大容量の記憶装置を用いて構成され、処理部41が実行するプログラム42

aを記憶すると共に、実施の形態1に係る情報処理装置1と同様に凹凸分布情報記憶部42b及び判定条件記憶部42cが設けられている。表示部44は、液晶ディスプレイ等を用いて構成されている。操作部45は、機械式のボタン又は表示部44の表面に設けられたタッチパネル等の入力デバイスによりユーザの操作を受け付ける。

[0088] 入出力部43は、例えば基板処理システム100が備えるセンサ222, 223及び搬送アーム190等のハードウェアユニットに信号線等を介して接続され、これらハードウェアユニットとの間で信号の授受を行う。実施の形態2に係る基板処理システム100において、入出力部43は、センサ222, 223が測定する凹凸分布情報（又はこの情報の元となる情報）の入力を受け付けて処理部41へ与える。また入出力部43は、処理部33からの命令に応じて搬送アーム190へ制御信号を出力し、搬送アーム190によるウェハ又はフォーカスリング31の搬送を制御する。

[0089] また実施の形態2に係る基板処理システム100には、記憶部42に記憶されたプログラム42aを処理部41が読み出して実行することにより、凹凸分布情報取得部41a、変化確率算出部31b、凹凸分布予測部41c、寿命予測部41d、表示処理部41e及び搬送アーム制御処理部41f等が、ソフトウェア的な機能部として処理部41に実現される。

[0090] 凹凸分布情報取得部41aは、入出力部43にてセンサ222, 223から出力される信号を取得することにより、チャンバ内部品の凹凸分布の測定結果である凹凸分布情報を取得する処理を行う。実施の形態2においてセンサ222, 223は搬送アーム190のピック192A, 192Bに設けられているため、測定のために搬送アーム190を移動させる必要があり、この移動制御は搬送アーム制御処理部32fにより行われる。本実施の形態において凹凸分布情報取得部41aは、1回目の測定結果と、所定時間経過後の2回目の測定結果とを取得して、取得した凹凸分布情報を凹凸分布情報記憶部42bに記憶する。なお、凹凸分布の1回目の測定は、基板処理システム100とは異なる測定装置にて行われてもよく、この場合に凹凸分布情報

取得部41aは、通信又は記録媒体等を介して測定装置による測定結果を取得してよい。

[0091] 基板処理システム100の変化確率算出部41b、凹凸分布予測部41c、寿命予測部41d及び表示処理部41eが行う処理は、図2に示した情報処理装置1の変化確率算出部11b、凹凸分布予測部11c、寿命予測部11d及び表示処理部11eと略同じである。

[0092] 搬送アーム制御処理部41fは、基板処理システム100が備える搬送アーム190、560の動作を制御する。本実施の形態において搬送アーム制御処理部41fは、フォーカスリング31の表面の凹凸分布をセンサ222、223にて測定する場合に、搬送アーム190のピック192Aを測定対象のフォーカスリング31の上方まで移動させ、ピック192Aの下面に設けられたセンサ222、223をフォーカスリング31の所定の測定箇所に対向させる。また搬送アーム制御処理部41fは、寿命予測部41dの予測結果に基づいてフォーカスリング31の交換が必要と判断された場合、搬送アーム190を制御して交換対象のフォーカスリング31を処理室102から取り出し、新しいフォーカスリング31をこの処理室102内に載置する。

[0093] 図15は、実施の形態2に係る基板処理システム100が行う寿命予測処理の手順の一例を示すフローチャートである。実施の形態2に係る基板処理システム100の処理部41は、搬送アーム制御処理部41fが測定対象のフォーカスリング31が載置された処理室102等へ搬送アーム190を移動させてセンサ222、223による測定を行い、測定結果を凹凸分布情報取得部41aが取得することで、凹凸分布情報の1回目の測定を行う（ステップS21）。処理部41の表示処理部41eは、ステップS21にて得られた1回目の測定結果を表示部44に表示する（ステップS22）。

[0094] 1回目の測定が完了した後、基板処理システム100はエッチング等の基板処理を所定時間に亘って行う。その後、処理部41は、1回目と同様に、搬送アーム190のセンサ222、223を用いた凹凸分布情報の2回目の

測定を行う（ステップS 2 3）。表示処理部 2 1 e は、2 回目の測定結果を表示部 2 4 に表示する（ステップS 2 4）。

[0095] ステップS 2 4 にて測定結果を表示した後、処理部 4 1 の変化確率算出部 3 1 b は、ステップS 2 1 にて取得した 1 回目の測定結果の凹凸分布情報と、ステップS 2 3 にて取得した 2 回目の測定結果の凹凸分布情報とを基に、フォーカスリング 3 1 の表面の凹凸の分布に関する変化確率を算出する（ステップS 2 5）。処理部 4 1 の凹凸分布予測部 4 1 c は、ステップS 2 5 で算出した変化確率と、ステップS 2 3 にて取得した 2 回目の測定結果とを基に、将来の凹凸分布情報を予測する（ステップS 2 6）。

[0096] 次に処理部 4 1 の寿命予測部 4 1 d は、フォーカスリング 3 1 の寿命を予測するための判定条件を記憶部 4 2 の判定条件記憶部 4 2 c から読み出す（ステップS 2 7）。寿命予測部 4 1 d は、ステップS 2 7 にて読み出した判定条件に基づいて、フォーカスリング 3 1 の寿命を予測する（ステップS 2 8）。処理部 4 1 の表示処理部 4 1 e は、ステップS 2 8 での寿命の予測結果を表示部 4 4 に表示する（ステップS 2 9）。

[0097] 寿命予測部 4 1 d は、寿命の予測結果に基づいて、フォーカスリング 3 1 の交換が必要であるか否かを判定する（ステップS 3 0）。寿命予測部 4 1 d は、例えばステップS 2 8 にて予測したフォーカスリング 3 1 の残り寿命が予め定められた閾値未満である場合に、このフォーカスリング 3 1 の交換が必要であると判定することができる。

[0098] フォーカスリング 3 1 の交換が必要である場合（S 3 0 : Y E S）、処理部 4 1 の搬送アーム制御処理部 4 1 f は、このフォーカスリング 3 1 を交換する制御処理を行い（ステップS 3 1）、処理を終了する。フォーカスリング 3 1 の交換が必要ではない場合（S 3 0 : N O）、処理部 4 1 は、処理を終了する。

[0099] なお、実施の形態 2 に係る情報処理システムのその他の構成は、実施の形態 1 に係る情報処理システムと同様であるため、同様の箇所には同じ符号を付し、詳細な説明を省略する。

[0100] <実施の形態3>

実施の形態3に係る情報処理システムは、フォーカスリング31の凹凸分布情報を測定するセンサが、基板処理システム100に設けられた所定の測定場所に設けられる。例えば図12に示した構成の基板処理システム100が備える6つの処理室102のうち、いずれか1つの処理室102が凹凸分布情報の測定室として用いられる。例えば測定室の天井に測定用のセンサが設けられ、搬送アーム190により測定室内へ搬送されたフォーカスリング31の表面の凹凸分布をセンサが測定する。なお測定室は、エッチング等の基板処理が行われない測定専用の場所であってもよく、基板処理が行われる兼用の場所であってもよい。

[0101] 図16は、実施の形態3に係る基板処理システム100が行う寿命予測処理の手順の一例を示すフローチャートである。実施の形態3に係る基板処理システム100の処理部41の搬送アーム制御処理部41fは、搬送アーム190の動作を制御して、測定対象のフォーカスリング31をセンサが設けられた測定室へ搬送する（ステップS41）。処理部41の凹凸分布情報取得部41aは、測定室内のセンサにて凹凸分布の測定を行って測定結果を取得することで、凹凸分布情報の1回目の測定を行う（ステップS42）。搬送アーム制御処理部41fは、搬送アーム190の動作を制御して、測定を終えたフォーカスリング31を処理室102へ搬送する（ステップS43）。処理部41の表示処理部41eは、ステップS42にて得られた1回目の測定結果を表示部44に表示する（ステップS44）。

[0102] 1回目の測定が完了した後、基板処理システム100はエッチング等の基板処理を所定時間に亘って行う。その後、搬送アーム制御処理部41fは、1回目と同様に、搬送アーム190の動作を制御して、測定対象のフォーカスリング31をセンサが設けられた測定室へ搬送する（ステップS45）。凹凸分布情報取得部41aは、測定室内のセンサにて凹凸分布の測定を行って測定結果を取得することで、凹凸分布情報の2回目の測定を行う（ステップS46）。搬送アーム制御処理部41fは、搬送アーム190の動作を制

御して、測定を終えたフォーカスリング31を処理室102へ搬送する（ステップS47）。表示処理部41eは、ステップS46にて得られた2回目の測定結果を表示部44に表示する（ステップS46）。

[0103] その後、変化確率算出部31bは、フォーカスリング31の表面の凹凸の分布に関する変化確率を算出する（ステップS49）。凹凸分布予測部41cは、将来の凹凸分布情報を予測する（ステップS50）。寿命予測部41dは、フォーカスリング31の寿命を予測するための判定条件を記憶部42の判定条件記憶部42cから読み出す（ステップS51）。寿命予測部41dは、読み出した判定条件に基づいて、フォーカスリング31の寿命を予測する（ステップS52）。表示処理部41eは、寿命の予測結果を表示部44に表示する（ステップS53）。

[0104] 寿命予測部41dは、寿命の予測結果に基づいて、フォーカスリング31の交換が必要であるか否かを判定する（ステップS54）。フォーカスリング31の交換が必要である場合（S54：YES）、処理部41の搬送アーム制御処理部41fは、このフォーカスリング31を交換する制御処理を行い（ステップS55）、処理を終了する。フォーカスリング31の交換が必要ではない場合（S54：NO）、処理部41は、処理を終了する。

[0105] なお、実施の形態3に係る情報処理システムのその他の構成は、実施の形態1、2に係る情報処理システムと同様であるため、同様の箇所には同じ符号を付し、詳細な説明を省略する。

[0106] 今回開示された実施形態はすべ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。本開示の範囲は、上記した意味ではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

[0107] 各実施形態に記載した事項は相互に組み合わせることが可能である。また、請求の範囲に記載した独立請求項及び従属請求項は、引用形式に関わらず全てのあらゆる組み合わせにおいて、相互に組み合わせることが可能である。さらに、請求の範囲には他の2以上のクレームを引用するクレームを記載

する形式（マルチクレーム形式）を用いているが、これに限るものではない。マルチクレームを少なくとも1つ引用するマルチクレーム（マルチマルチクレーム）を記載する形式を用いて記載してもよい。

符号の説明

- [0108]
- 1 情報処理装置（コンピュータ）
 - 3 基板処理装置（コンピュータ）
 - 5 測定装置
 - 1 1 処理部
 - 1 1 a 凹凸分布情報取得部
 - 1 1 b 変化確率算出部
 - 1 1 c 凹凸分布予測部
 - 1 1 d 寿命予測部
 - 1 1 e 表示処理部
 - 1 2 記憶部
 - 1 2 a プログラム（コンピュータプログラム）
 - 1 2 b 凹凸分布情報記憶部
 - 1 2 c 判定条件記憶部
 - 1 3 通信部
 - 1 4 表示部
 - 1 5 操作部
 - 3 1 フォーカスリング（チャンバ内部品）
 - 3 2 標本保持部
 - 3 5 標本
 - 4 1 処理部
 - 4 1 a 凹凸分布情報取得部
 - 4 1 b 変化確率算出部
 - 4 1 c 凹凸分布予測部
 - 4 1 d 寿命予測部

- 4 1 e 表示処理部
- 4 1 f 搬送アーム制御処理部
- 4 2 記憶部
- 4 2 a プログラム（コンピュータプログラム）
- 4 2 b 凹凸分布情報記憶部
- 4 2 c 判定条件記憶部
- 4 3 入出力部
- 4 4 表示部
- 4 5 操作部
- 9 9 記録媒体
- 1 0 0 基板処理システム
- 1 0 1, 1 0 1 A ~ 1 0 1 F プラズマ処理装置
- 1 0 2 処理室
- 1 0 8 A ~ 1 0 8 F ゲートバルブ
- 1 1 4 サセプタ
- 1 4 0 パッド
- 1 9 0 搬送アーム
- 1 9 2 A, 1 9 2 B ピック
- 1 9 4 基台
- 1 9 6 案内レール
- 1 9 8 フレキシブルアーム
- 2 0 0 S 載置面
- 2 0 1 基部
- 2 0 2, 2 0 3 先端部
- 2 2 2, 2 2 3 センサ
- 5 0 2 真空処理ユニット
- 5 0 4 搬送ユニット
- 5 1 0 共通搬送室

5 2 0 M 第1ロードロック室
5 2 0 N 第2ロードロック室
5 2 6 受渡台
5 3 0 搬送室
5 3 2 A～5 3 2 D カセット台
5 3 4, 5 3 4 A～5 3 4 D カセット容器
5 3 6 A～5 3 6 D ロードポート
5 3 7 オリエンタ
5 3 8 回転載置台
5 3 9 光学センサ
5 6 0 搬送アーム
5 6 2 基台
5 6 4 案内レール
5 6 6 A, 5 6 6 B ピック
W ウエハ

請求の範囲

- [請求項1] 情報処理装置が、
第1時点における基板処理装置のチャンバ内部品の表面の凹凸の分布情報を取得し、
前記第1時点から基板処理が行われた後の第2時点における前記チャンバ内部品の凹凸の分布情報を取得し、
取得した前記第1時点の分布情報及び前記第2時点の分布情報を基に、前記第2時点から基板処理が行われた後の時点における前記チャンバ内部品の凹凸の分布情報を予測する、
情報処理方法。
- [請求項2] 予測した分布情報を基に、前記チャンバ内部品の寿命を予測する、
請求項1に記載の情報処理方法。
- [請求項3] 前記第1時点の分布情報及び前記第2時点の分布情報を基に、基板処理により生じる前記チャンバ内部品の凹凸の高さの変化の確率の分布を変化確率として算出し、
算出した変化確率を基に、前記第2時点より後の時点における前記チャンバ内部品の分布情報を予測する、
請求項1に記載の情報処理方法。
- [請求項4] 前記第1時点の分布情報から抽出した凹凸の高さと前記第2時点の分布情報から抽出した凹凸の高さとの差分を算出し、
前記差分の算出を複数回行って凹凸の前記変化確率を算出し、
算出した前記変化確率に従って前記第2時点の分布情報を変化させることで、前記第2時点より後の時点における前記チャンバ内部品の凹凸の分布情報を予測する、
請求項3に記載の情報処理方法。
- [請求項5] 前記チャンバ内部品は、前記分布情報を取得するための標本を保持する保持部を有し、
前記標本の表面の凹凸の分布情報を、前記チャンバ内部品の分布情

報として取得する、

請求項 1 に記載の情報処理方法。

[請求項6] 基板を搬送する搬送アームに設けられたセンサを介して前記チャンバ内部品の表面の凹凸の分布情報を取得する、

請求項 1 に記載の情報処理方法。

[請求項7] 基板を搬送する搬送アームにて前記チャンバ内部品を所定の測定場所へ搬送し、前記測定場所に設けられたセンサを介して前記チャンバ内部品の表面の凹凸の分布情報を取得する、

請求項 1 に記載の情報処理方法。

[請求項8] 分布情報の予測結果に応じて、前記チャンバ内部品を交換する、
請求項 1 に記載の情報処理方法。

[請求項9] コンピュータに、
第 1 時点における基板処理装置のチャンバ内部品の表面の凹凸の分布情報を取得し、

前記第 1 時点から基板処理が行われた後の第 2 時点における前記チャンバ内部品の凹凸の分布情報を取得し、

取得した前記第 1 時点の分布情報及び前記第 2 時点の分布情報を基に、前記第 2 時点から基板処理が行われた後の時点における前記チャンバ内部品の凹凸の分布情報を予測する

処理を実行させる、コンピュータプログラム。

[請求項10] 処理部を備え、
前記処理部は、
第 1 時点における基板処理装置のチャンバ内部品の表面の凹凸の分布情報を取得し、

前記第 1 時点から基板処理が行われた後の第 2 時点における前記チャンバ内部品の凹凸の分布情報を取得し、

取得した前記第 1 時点の分布情報及び前記第 2 時点の分布情報を基に、前記第 2 時点から基板処理が行われた後の時点における前記チャ

ンバ内部品の凹凸の分布情報を予測する、
情報処理装置。

- [請求項11] 基板処理を行う基板を収容するチャンバ内に設けられるチャンバ内部品の表面の凹凸の分布情報を取得するセンサと、
前記チャンバ内部品の凹凸の分布情報を予測する処理部と
を備え、
前記処理部は、
第1時点における前記チャンバ内部品の表面の凹凸の分布情報を取得し、
前記第1時点から基板処理が行われた後の第2時点における前記チャンバ内部品の凹凸の分布情報を取得し、
取得した前記第1時点の分布情報及び前記第2時点の分布情報を基に、前記第2時点から基板処理が行われた後の時点における前記チャンバ内部品の凹凸の分布情報を予測する、
基板処理システム。
- [請求項12] 前記基板及び前記チャンバ内に設けられるチャンバ内部品を搬送する搬送アームを備え、
前記センサは、前記搬送アームに設けられている、
請求項11に記載の基板処理システム。
- [請求項13] 前記センサによる測定を行う測定場所と、
前記チャンバ及び前記測定場所の間で前記チャンバ内部品を搬送する搬送アームと
を備え、
前記搬送アームにより前記チャンバ内部品を前記チャンバ内から前記測定場所へ搬送して、前記センサによる分布情報の取得を行う、
請求項11に記載の基板処理システム。
- [請求項14] 分布情報の予測結果に応じて、前記搬送アームにて前記チャンバ内部品を交換する、

請求項 1 2 又は請求項 1 3 に記載の基板処理システム。