

明 細 書

発明の名称：基板処理装置及び情報処理システム

技術分野

[0001] 本発明は、基板処理装置及び情報処理システムに関する。

背景技術

[0002] 基板処理装置（例えば研磨装置）の洗浄性能は、例えば研磨、洗浄、乾燥の処理を終えて装置から排出された基板（具体的にはウェハ）を専用の欠陥検査装置で測定することで評価されている（例えば、特許文献1参照）。欠陥検査はコスト（主に時間）を要するため、製造現場では、基板処理（例えば、研磨、洗浄、乾燥）後に全数検査を行うことは困難であり、抜き取り検査を実施している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2002-257533号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、検査されなかった基板（具体的にはウェハ）で洗浄不足などにより、不良品が発生する可能性もある。

[0005] 本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、欠陥検査装置で検査することなく基板処理後の基板が不良品であるか否かを推定することを可能とする基板処理装置及び情報処理システム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

[0006] 本発明の一態様に係る基板処理装置は、基板の研磨中及び／または洗浄中及び／または乾燥中において対象の物理量を検出する少なくとも一つのセンサと、学習済みの機械学習モデルに対して、前記センサによって検出された研磨中及び／または洗浄中及び／または乾燥中のセンサ値を処理ステップ毎に特徴量に変換する変換部と、前記特徴量を含む対象データを学習済みの機

械学習モデルに入力することによって、対象の基板中の欠陥の数、欠陥のサイズ、欠陥の位置のうち少なくとも一つの予測値を出力する推論部と、を備え、前記学習済みの機械学習モデルは、対象の生産ラインもしくは当該対象の生産ラインと同種の生産ラインにおいてセンサによって検出された研磨中及び／または洗浄中のセンサ値が処理ステップ毎に変換された特徴量を含む入力データとし且つ基板中の欠陥の数、欠陥のサイズ、欠陥の位置を少なくとも一つを出力データとする学習データセットを用いた学習されたものである。

[0007] この構成によれば、欠陥検査装置で検査することなく基板処理後の基板の欠陥の数、欠陥のサイズ、欠陥の位置のうち少なくとも一つの予測値が得られるので、欠陥検査装置で検査することなく基板処理後の基板が不良品であるか否かを推定することができる。

[0008] また、上記基板処理装置において、前記機械学習モデルの学習時の入力データには、更に基板処理装置に含まれるユニット毎に計数された当該ユニットに滞在する滞在時間が含まれており、当該基板処理装置に含まれるユニット毎に、当該ユニットに滞在する滞在時間を計数するユニット滞在時間計数部を更に備え、前記学習済みの機械学習モデルに入力される前記対象データには、更に前記ユニット滞在時間計数部によってユニット毎に計数された当該ユニットに滞在する滞在時間が含まれてもよい。

[0009] また、上記基板処理装置において、前記機械学習モデルの学習時の入力データには、更に研磨または洗浄に用いられる部材の位置が変換された第2特徴量が含まれており、前記変換部は、研磨または洗浄に用いられる部材の位置を第2特徴量に変換し、前記学習済みの機械学習モデルに入力される前記対象データには、更に前記変換部によって変換された部材毎の第2特徴量が含まれてもよい。

[0010] また、上記基板処理装置において、前記機械学習モデルの学習時の入力データには、基板処理装置に含まれるユニットに対する指令値を含むレシピ情報が更に含まれており、前記学習済みの機械学習モデルに入力される前記対

象データには、更に当該基板処理装置に含まれるユニットに対する指令値を含むレシピ情報が更に含まれてもよい。

[0011] また、上記基板処理装置において、予め決められた回帰分析アルゴリズムに従って、複数のセンサ値それぞれについて、欠陥の数、欠陥のサイズ、基板中の欠陥の位置のいずれか一つとの間で相関を表す相関パラメータを出力する回帰分析部と、機械学習モデルの入力データに含まれる特徴量の基になるセンサ値を出力するセンサを少なくとも一つ受け付ける受付部と、前記受け付けたセンサのセンサ値が変換された特徴量で再度、前記機械学習モデルを学習させる学習部と、を備え、前記推論部は、前記学習部によって再学習後の機械学習モデルを用いて、前記予測値を出力してもよい。

[0012] 本発明の別の態様に係る情報処理システムは、学習済みの機械学習モデルに対して、基板処理装置が備えるセンサによって検出された、基板の研磨中及び／または洗浄中及び／または乾燥中のセンサ値を処理ステップ毎に特徴量に変換する変換部と、前記特徴量を含む対象データを入力することによって、基板中の欠陥の数、欠陥のサイズ、基板中の欠陥の位置のうち少なくとも一つの予測値を出力する推論部と、を備え、前記学習済みの機械学習モデルは、対象の生産ラインもしくは当該対象の生産ラインと同種の生産ラインにおいてセンサによって検出された研磨中及び／または洗浄中のセンサ値が処理ステップ毎に変換された特徴量を含む入力データとし且つ基板中の欠陥の数、欠陥のサイズ、欠陥の位置を少なくとも一つを出力データとする学習データセットを用いた学習されたものである。

発明の効果

[0013] 本発明の一態様によれば、欠陥検査装置で検査することなく基板処理後の基板の欠陥の数、欠陥のサイズ、欠陥の位置のうち少なくとも一つの予測値が得られるので、欠陥検査装置で検査することなく基板処理後の基板が不良品であるか否かを推定することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本実施形態に係る基板処理装置の概略構成の一例を示す図である。

[図2]本実施形態に係る制御部の概略構成の一例を示すブロック図の一例である。

[図3]本実施形態に係る各ユニットにおける滞在時間の例を示すグラフである。

[図4]機械学習モデルに入力される入力データに含まれる特徴量のデータ構造の一例である。

[図5]機械学習モデルに入力される入力データに含まれるユニット毎の滞在時間のデータ構造の一例である。

[図6A]機械学習モデルの学習工程の一例を説明するための模式図である。

[図6B]機械学習モデルの推論工程の一例を説明するための模式図である。

[図7]欠陥の数の実測値と欠陥の数の予測値とを比較するグラフの一例である。

[図8A]機械学習モデルの学習工程の変形例 1 を説明するための模式図である。

[図8B]機械学習モデルの推論工程の変形例 1 を説明するための模式図である。

[図9A]機械学習モデルの学習工程の変形例 2 を説明するための模式図である。

[図9B]機械学習モデルの推論工程の変形例 2 を説明するための模式図である。

[図10A]機械学習モデルの学習工程の変形例 3 を説明するための模式図である。

[図10B]機械学習モデルの推論工程の変形例 3 を説明するための模式図である。

[図11A]本実施形態の変形例 1 に係る概略構成図である。

[図11B]本実施形態の変形例 2 に係る概略構成図である。

[図12A]本実施形態の変形例 3 に係る概略構成図である。

[図12B]本実施形態の変形例 4 に係る概略構成図である。

発明を実施するための形態

- [0015] 以下、各実施形態について、図面を参照しながら説明する。但し、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既によく知られた事項の詳細説明や実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。これは、以下の説明が不必要に冗長になるのを避け、当業者の理解を容易にするためである。本実施形態では、基板処理装置の一例として、基板Wの表面を平坦に化学機械研磨（CMP：Chemical Mechanical Polishing）する研磨装置について説明する。
- [0016] 図1は、本実施形態に係る基板処理装置の概略構成の一例を示す図である。図1に示すように、基板処理装置1は、シリコンウェハ（以下、単にウェハともいう）等の基板Wの表面を平坦に化学機械研磨（CMP：Chemical Mechanical Polishing）する研磨装置である。
- [0017] 図1に示すように基板処理装置1は例えば、矩形箱状のハウジング2を備える。ハウジング2は、平面視で略長方形に形成されている。ハウジング2は、その中央に長手方向に延在する基板搬送路3を備える。基板搬送路3の長手方向の一端部には、ロード／アンロード部10が配設されている。基板搬送路3の幅方向、すなわち平面視で長手方向と直交する方向の一方側には、研磨部20が配設され、他方側には、洗浄部30が配設されている。基板搬送路3には、基板Wを搬送する基板搬送部40が設けられている。また、基板処理装置1は、ロード／アンロード部10、研磨部20、洗浄部30及び基板搬送部40の動作を統括的に制御する制御部50を備える。
- [0018] ロード／アンロード部10は、基板Wを収容するフロントロード部11を備える。フロントロード部11は、ハウジング2の長手方向の一方側の側面に複数設けられている。複数のフロントロード部11は、ハウジング2の幅方向に配列されている。フロントロード部11は、例えば、オープンカセット、SMIF（Standard Manufacturing Interface）ポッド又はFOUP（Front Opening Unified Pod）が搭載されている。SMIF及びFOUPは、いずれも内部に基板Wのカセットが収納され、隔壁で覆われている密閉容

器であり、外部空間とは独立した環境を保つことができる。

[0019] また、ロード／アンロード部 10 は、フロントロード部 11 から基板 W を出し入れする二台の搬送ロボット 12 と、各搬送ロボット 12 をフロントロード部 11 の並びに沿って走行させる走行機構 13 とを備える。各搬送ロボット 12 は、上下に二つのハンドを備えており、基板 W の処理前と基板 W の処理後とこれら二つのバンドを使い分けている。例えば、各搬送ロボット 12 は、フロントロード部 11 に基板 W を戻す場合には、上側のハンドを使用し、フロントロード部 11 から処理前の基板 W を取り出す場合には、下側のハンドを使用する。

[0020] 研磨部 20 は、基板 W を研磨する複数の研磨装置 21 (21A、21B、21C、21D) を備える。複数の研磨装置 21 は、基板搬送路 3 の長手方向に配列されている。研磨装置 21 は、研磨面を有する研磨パッド 22 を回転させる研磨テーブル 23 と、基板 W を保持し、かつ、基板 W を研磨テーブル 23 上の研磨パッド 22 に押圧しながら研磨するためのトップリング 24 と、研磨パッド 22 に研磨液、ドレッシング液等を供給するための研磨液供給ノズル 25 と、研磨パッド 22 の研磨面のドレッシングを行うためのドレッサ 26 と、純水等の液体と窒素ガス等の気体の混合流体又は純水等の液体を霧状にして研磨面に噴射するアトマイザ 27 とを備える。

[0021] 研磨装置 21 は、研磨液供給ノズル 25 から研磨液を研磨パッド 22 上に供給しながら、トップリング 24 により基板 W を研磨パッド 22 に押し付け、トップリング 24 と研磨テーブル 23 とを相対的に移動させることにより、基板 W を研磨して基板 W の表面を平坦にする。また、トップリング 24 は、同心円状に配置されている複数の加減圧エリア (例えばエアバッグ) を備えている。トップリング 24 は、これら複数の加減圧エリア内の圧力を調整することにより、研磨パッド 22 への基板 W の押し付け具合を調整する。

[0022] ドレッサ 26 は、研磨パッド 22 に接触する先端の回転部にダイヤモンド粒子やセラミック粒子等の硬質な粒子が固定され、当該回転部を回転させつつ揺動させることにより、研磨パッド 22 の研磨面全体を均一にドレッシン

グし、平坦な研磨面を形成する。

[0023] アトマイザ２７は、研磨パッド２２の研磨面に残留する研磨屑、砥粒等を高圧の流体により洗い流すことにより、研磨面の浄化及びドレッサ２６による研磨面の目立て作業、すなわち研磨面の再生を実行する。

[0024] 洗浄部３０は、基板Ｗを洗浄する複数の洗浄装置３１（３１Ａ、３１Ｂ）と、洗浄した基板Ｗを乾燥させる基板乾燥装置３２とを備える。複数の洗浄装置３１及び基板乾燥装置３２は、基板搬送路３の長手方向に配列されている。洗浄装置３１Ａと洗浄装置３１Ｂとの間には、第１搬送室３３が設けられている。第１搬送室３３には、基板搬送部４０、洗浄装置３１Ａ及び洗浄装置３１Ｂの間で基板Ｗを搬送する搬送ロボット３５が設けられている。

[0025] 搬送ロボット３５は、上下に二つのハンドを備えており、基板Ｗの洗浄装置３１Ａにおける洗浄前と基板Ｗの洗浄装置３１Ａにおける洗浄後で、これら二つのバンドを使い分けている。例えば、搬送ロボット３５は、後述する仮置き台（ウェハステーションともいう）４７から洗浄前の基板Ｗを取り出して洗浄装置３１Ａに搬送する場合には、下側のハンドを使用し、洗浄後に洗浄装置３１Ａから基板Ｗを取り出して洗浄装置３１に搬送する場合には、上側のハンドを使用する。

[0026] また、洗浄装置３１Ｂと基板乾燥装置３２との間には、第２搬送室３４が設けられている。第２搬送室３４には、洗浄装置３１Ｂと基板乾燥装置３２との間で基板Ｗを搬送する搬送ロボット３６が設けられている。

[0027] 洗浄装置３１は、ロールスポンジ（以下、ロールともいう）型の洗浄モジュールを備え、この洗浄モジュールを使用して基板Ｗを洗浄する。なお、洗浄装置３１Ａ及び洗浄装置３１Ｂは、同一のタイプであってもよいし、異なるタイプの洗浄モジュールであってもよい。また、洗浄装置３１Ａ及び洗浄装置３１Ｂは、ロールスポンジ型の洗浄モジュールの代わりに、例えば、ペンスルスポンジ（以下、ペンともいう）型の洗浄モジュール、二流体ジェット型の洗浄モジュールを備えていてもよい。ここで二流体ジェット型の洗浄モジュールの場合、二流体は例えば窒素（Ｎ２）と純水との混合である。

- [0028] 基板乾燥装置 3 2 は、例えば、窒素ガス（N 2）乾燥や、イソプロピルアルコール（IPA：Iso-Propyl Alcohol）を使用したロタゴニ乾燥を実行する乾燥モジュールを備える。基板 W は、ロタゴニ乾燥が実行された後、基板乾燥装置 3 2 とロード／アンロード部 1 0 との間の隔壁に設けられたシャッタ 1 a が開かれ、搬送ロボット 1 2 によって基板乾燥装置 3 2 から搬出される。
- [0029] 基板搬送部 4 0 は、リフター 4 1 と、第 1 リニアトランスポート 4 2 と、第 2 リニアトランスポート 4 3 と、スイングトランスポート 4 4 とを備える。基板搬送路 3 には、ロード／アンロード部 1 0 側から順番に第 1 搬送位置 TP 1、第 2 搬送位置 TP 2、第 3 搬送位置 TP 3、第 4 搬送位置 TP 4、第 5 搬送位置 TP 5、第 6 搬送位置 TP 6、第 7 搬送位置 TP 7 が設定されている。
- [0030] リフター 4 1 は、第 1 搬送位置 TP 1 において基板 W を上下に搬送する機構である。リフター 4 1 は、第 1 搬送位置 TP 1 においてロード／アンロード部 1 0 の搬送ロボット 1 2 から基板 W を受け取る。そして、リフター 4 1 は、搬送ロボット 1 2 から受け取った基板 W を第 1 リニアトランスポート 4 2 に受け渡す。第 1 搬送位置 TP 1 とロード／アンロード部 1 0 との間の隔壁には、シャッタ 1 b が設けられており、基板 W の搬送時にはシャッタ 1 b が開かれて搬送ロボット 1 2 からリフター 4 1 に基板 W が受け渡される。
- [0031] 第 1 リニアトランスポート 4 2 は、第 1 搬送位置 TP 1、第 2 搬送位置 TP 2、第 3 搬送位置 TP 3 及び第 4 搬送位置 TP 4 のうちの二つの間で基板 W を搬送する機構である。第 1 リニアトランスポート 4 2 は、複数の搬送ハンド 4 5（4 5 A、4 5 B、4 5 C、4 5 D）と、各搬送ハンド 4 5 を複数の高さで水平方向に移動させるリニアガイド機構 4 6 とを備える。
- [0032] 搬送ハンド 4 5 A は、リニアガイド機構 4 6 によって、第 1 搬送位置 TP 1 から第 4 搬送位置 TP 4 の間を移動する。搬送ハンド 4 5 A は、リフター 4 1 から基板 W を受け取り、当該基板 W を第 2 リニアトランスポート 4 3 に受け渡すためのパスハンドである。

- [0033] 搬送ハンド45Bは、リニアガイド機構46によって、第1搬送位置TP1と第2搬送位置TP2との間を移動する。搬送ハンド45Bは、第1搬送位置TP1でリフター41から基板Wを受け取り、第2搬送位置TP2で研磨装置21Aに基板Wを受け渡す。搬送ハンド45Bには、昇降駆動部が設けられており、基板Wを研磨装置21Aのトップリング24に受け渡すときは上昇し、トップリング24に基板Wを受け渡した後は下降する。なお、搬送ハンド45C及び搬送ハンド45Dにも、同様の昇降駆動部が設けられている。
- [0034] 搬送ハンド45Cは、リニアガイド機構46によって、第1搬送位置TP1と第3搬送位置TP3との間を移動する。搬送ハンド45Cは、第1搬送位置TP1でリフター41から基板Wを受け取り、第3搬送位置TP3で研磨装置21Bに基板Wを受け渡す。また、搬送ハンド45Cは、第2搬送位置TP2で研磨装置21Aのトップリング24から基板Wを受け取り、第3搬送位置TP3で研磨装置21Bに基板Wを受け渡すアクセスハンドとしても機能する。
- [0035] 搬送ハンド45Dは、リニアガイド機構46によって、第2搬送位置TP2と第4搬送位置TP4との間を移動する。搬送ハンド45Dは、第2搬送位置TP2又は第3搬送位置TP3で、研磨装置21A又は研磨装置21Bのトップリング24から基板Wを受け取り、第4搬送位置TP4でスイングトランスポータ44に基板Wを受け渡すためのアクセスハンドとして機能する。
- [0036] スイングトランスポータ44は、第4搬送位置TP4と第5搬送位置TP5との間を移動可能なハンドを有しており、第1リニアトランスポータ42から第2リニアトランスポータ43へ基板Wを受け渡す。また、スイングトランスポータ44は、研磨部20で研磨された基板Wを洗浄部30に受け渡す。スイングトランスポータ44の側方には、基板Wの仮置き台47が設けられている。スイングトランスポータ44は、第4搬送位置TP4又は第5搬送位置TP5で受け取った基板Wを上下反転して仮置き台47に載置する。

。仮置き台 4 7 に載置された基板 W は、洗浄部 3 0 の搬送ロボット 3 5 によって第 1 搬送室 3 3 に搬送される。

[0037] 第 2 リニアトランスポータ 4 3 は、第 5 搬送位置 T P 5、第 6 搬送位置 T P 6 及び第 7 搬送位置 T P 7 のうちの二つの間で基板 W を搬送する機構である。第 2 リニアトランスポータ 4 3 は、複数の搬送ハンド 4 8 (4 8 A、4 8 B、4 8 C) と、各搬送ハンド 4 5 を複数の高さで水平方向に移動させるリニアガイド機構 4 9 とを備える。搬送ハンド 4 8 A は、リニアガイド機構 4 9 によって、第 5 搬送位置 T P 5 から第 6 搬送位置 T P 6 の間を移動する。搬送ハンド 4 5 A は、スイングトランスポータ 4 4 から基板 W を受け取り、当該基板 W を研磨装置 2 1 C に受け渡すアクセスハンドとして機能する。

[0038] 搬送ハンド 4 8 B は、第 6 搬送位置 T P 6 と第 7 搬送位置 T P 7 との間を移動する。搬送ハンド 4 8 B は、研磨装置 2 1 C から基板 W を受け取り、当該基板 W を研磨装置 2 1 D に受け渡すためのアクセスハンドとして機能する。搬送ハンド 4 8 C は、第 7 搬送位置 T P 7 と第 5 搬送位置 T P 5 との間を移動する。搬送ハンド 4 8 C は、第 6 搬送位置 T P 6 又は第 7 搬送位置 T P 7 において研磨装置 2 1 C 又は研磨装置 2 1 D のトップリング 2 4 から基板 W を受け取り、第 5 搬送位置 T P 5 でスイングトランスポータ 4 4 に基板 W を受け渡すためのアクセスハンドとして機能する。なお、説明は省略するが、搬送ハンド 4 8 の基板 W の受け渡し時の動作は、上述した第 1 リニアトランスポータ 4 2 の動作と同様である。

[0039] 基板処理装置 1 は、基板（例えばウェハ）の研磨中及び／または洗浄中及び／または乾燥中において対象の物理量を検出する少なくとも一つのセンサ（図示せず）を備える。対象の物理量は例えば、研磨中の場合、以下の通りである。

- ・ 研磨テーブル 2 3 の回転数及び／またはトルク
- ・ トップリング 2 4 の回転数及び／またはトルク
- ・ トップリング 2 4 のエアバッグ圧力
- ・ ドレッサ 2 6 の回転数及び／または荷重

- ・スラリ/水の流量
- ・アトマイザ２７の流量
- ・アトマイザ２７における窒素（N₂）の流量

[0040] 対象の物理量は例えば、洗浄中の場合、以下の通りである。

- ・ロール回転数及び／またはトルク及び／または荷重
- ・ペン回転数及び／またはトルク及び／または荷重
- ・薬液/水の流量
- ・ウェハ回転数
- ・窒素（N₂）の流量

[0041] 対象の物理量は例えば、乾燥中の場合、以下の通りである。

- ・窒素（N₂）の流量
- ・イソプロピルアルコール（IPA）の流量

[0042] 基板処理装置１は、上記のセンサの一例として、テーブル回転数及び／またはトルクを検出するセンサ、トップリング回転数及び／またはトルクを検出するセンサ、トップリングエアバッグ圧力を検出するセンサ、ドレッサ回転数及び／または荷重を検出するセンサ、スラリ/水の流量を検出するセンサ、スラリ/水の流量を検出するセンサを備えてもよい。

また基板処理装置１は、洗浄装置３１のロール回転数及び／またはトルク及び／または荷重を検出するセンサ、洗浄装置３１のペン回転数及び／またはトルク及び／または荷重を検出するセンサ、洗浄装置３１の薬液/水の流量を検出するセンサ、洗浄装置３１のウェハ回転数を検出するセンサを備えてもよい。

また基板処理装置１は、窒素（N₂）の流量を検出するセンサ、イソプロピルアルコール（IPA）の流量を検出するセンサを備えてもよい。

[0043] 以下、ロード／アンロード部１０、研磨部２０、洗浄部３０及び基板搬送部４０を構成する部材それぞれをユニットと称する。

[0044] 図２は、本実施形態に係る制御部の概略構成の一例を示すブロック図である。図２に示すように、制御部５０は、ユニット制御部５１と、プロセッサ

6 と、記憶部 7 とを備える。

ユニット制御部 5 1 は、ロード／アンロード部 1 0、研磨部 2 0、洗浄部 3 0 及び基板搬送部 4 0 の各ユニットの動作を統括的に制御する。

[0045] 記憶部 7 には、学習済みの機械学習モデル 7 1 が記憶されている。この学習済みの機械学習モデル 7 1 は、対象の生産ラインもしくは当該対象の生産ラインと同種の生産ラインにおいてセンサによって検出された研磨中及び／または洗浄中のセンサ値が処理ステップ毎に変換された特徴量を含む入力データとし且つ基板中の欠陥の数、欠陥のサイズ、欠陥の位置を少なくとも一つを出力データする学習データセットを用いた学習されたものである。本実施形態では、一例として、学習データセットの出力データは、基板中の欠陥の数であるものとして説明する。ここで、特徴量は、センサの時系列値の平均、最大、最小、合計、中央値、標準偏差、分散、尖度もしくは歪度、またはセンサ値の微分値の時系列データの平均、最大、最小、合計、中央値、標準偏差、分散、尖度もしくは歪度である。

[0046] プロセッサ 6 は、記憶部 7 から所定のプログラムを読み出して実行することによって、ユニット滞在時間計数部 6 1、変換部 6 2、学習部 6 3、推論部 6 4、回帰分析部 6 5、受付部 6 6 として機能する。

[0047] 変換部 6 2 は、学習済みの機械学習モデルに対して、前記センサによって検出された研磨中及び／または洗浄中及び／または乾燥中のセンサ値を処理ステップ毎に特徴量に変換する。

[0048] 学習部 6 3 は、対象の生産ラインもしくは当該対象の生産ラインと同種の生産ラインにおいてセンサによって検出された研磨中及び／または洗浄中のセンサ値が処理ステップ毎に変換された特徴量を含む入力データとし且つ基板中の欠陥の数、欠陥のサイズ、基板中の欠陥の位置を少なくとも一つを出力データする学習データセットを用いて、機械学習モデル 7 1 を学習させる。

[0049] 推論部 6 4 は、前記特徴量を含む対象データを学習済みの機械学習モデルに入力することによって、対象の基板中の欠陥の数、欠陥のサイズ、欠陥の

位置のうち少なくとも一つの予測値を出力する。

- [0050] 回帰分析部65は、予め決められた回帰分析アルゴリズムに従って、複数のセンサ値それぞれについて、欠陥の数、欠陥のサイズ、基板中の欠陥の位置のいずれか一つとの間で相関を表す相関パラメータ（例えば相関係数）を出力する。ここで、この回帰分析アルゴリズムは、ラッソ（least absolute shrinkage and selection operator:LASSO）回帰、リッジ（Ridge）回帰、サポートベクター回帰（Support Vector Regression:SVR）、ランダムフォレスト回帰（random forest Regression:RFR）、またはLight GBMであってもよい。回帰分析部65は、この相関パラメータ（例えば相関係数）を表示装置8に表示してもよい。これにより、基板処理装置1の作業員もしくはユーザは、相関パラメータ（例えば相関係数）を確認することができる。
- [0051] 受付部66は、例えば、前記出力された相関パラメータ（例えば相関係数）を確認した作業員もしくはユーザから、機械学習モデルの入力データに含まれる特徴量の基になるセンサ値を出力するセンサを少なくとも一つ受け付ける。この際、作業員もしくはユーザは例えば、相関が高い特徴量の基になるセンサ値を出力するセンサをユーザが入力もしくは選択する。そして、学習部63は、前記受け付けたセンサのセンサ値が変換された特徴量で再度、前機械学習モデル71を学習させる。推論部64は、学習部63によって再学習後の機械学習モデルを用いて、前記予測値を出力する。この構成によれば、受付部66が、作業員もしくはユーザは例えば、相関が高い特徴量の基になるセンサ値を出力するセンサを受け付けることで、機械学習モデル71の再学習後の予測精度を向上させることができる。
- [0052] 本実施形態では一例として、前記機械学習モデルの学習時の入力データには、更に基板処理装置に含まれるユニット毎に計数された当該ユニットに滞在する滞在時間が含まれている。このことを前提にして、ユニット滞在時間計数部61は、当該基板処理装置1に含まれるユニット毎に、当該ユニットに滞在する滞在時間を計数する。本実施形態では一例として、前記学習済みの機械学習モデルに入力される前記対象データには、更に前記ユニット滞在

時間計数部によってユニット毎に計数された当該ユニットに滞在する滞在時間が含まれる。

[0053] 本実施形態では一例として、前記機械学習モデルの学習時の入力データには、更に研磨または洗浄に用いられる部材の位置が変換された第2特徴量が含まれている。このことを前提にして、変換部62は、研磨または洗浄に用いられる部材の位置を第2特徴量に変換する。この場合、前記学習済みの機械学習モデルに入力される前記対象データには、更に変換部62によって変換された部材毎の第2特徴量が含まれている。

[0054] 本実施形態では一例として、前記機械学習モデルの学習時の入力データには、基板処理装置に含まれるユニットに対する指令値を含むレシピ情報が更に含まれている。この指令値は、上述した対象の物理量（例えば研磨テーブル23の回転数など）の設定値であり、対象の物理量の設定値それぞれは処理ステップ毎に1つの値である。このことを前提として、前記学習済みの機械学習モデルに入力される前記対象データには、更に当該基板処理装置に含まれるユニットに対する指令値を含むレシピ情報が更に含まれる。

[0055] 続いて図3を用いて、各ユニットにおける基板の滞在時間を説明する。図3は、本実施形態に係る各ユニットにおける滞在時間の例を示すグラフである。図3のグラフにおいて、縦軸は処理ステップ番号であり、横軸は時間である。図3は、以下の処理における各ユニットの滞在時間を表している。すなわち、搬送ロボット12が基板をリフター41に渡し、その後第1リニアトランスポータ42の搬送ハンド45Aがリフター41から基板を取り出し、搬送ハンド45Aが第2搬送位置TP2で研磨装置21Aに基板Wを受け渡す。そして研磨装置21Aでの研磨後、第1リニアトランスポータ42の搬送ハンド45Dは研磨装置21Aから基板を受け取り、第4搬送位置TP4でスイングトランスポータ44に基板Wを受け渡し、スイングトランスポータ44は受け取った基板を上下反転して仮置き台47に載置する。その後、搬送ロボット35の下側のハンドが基板Wを受け取り、洗浄装置31Aに搬送する。そして洗浄装置31Aでの洗浄後、搬送ロボット35の上側の

ハンドが洗浄装置 3 1 A から基板 W を取り出し、洗浄装置 3 1 B に搬送する。そして洗浄装置 3 1 B での洗浄後、搬送ロボット 3 6 のハンドが洗浄装置 3 1 B から基板 W を取り出し、基板乾燥装置 3 2 に搬送する。そして基板乾燥装置 3 2 での乾燥後、搬送ロボット 1 2 が基板乾燥装置 3 2 から基板を取り出す。

[0056] 図 3 において、TRBDs は研磨工程前における搬送ロボット 1 2 のハンドにおける基板の滞在時間であり、TLFT はリフター 4 1 における基板の滞在時間であり、TLTP1 は第 1 リニアトランスポータ 4 2 の搬送ハンド 4 5 A における基板の滞在時間であり、TPoLiA は、研磨装置 2 1 A における基板の滞在時間である。この研磨装置 2 1 A における基板の滞在時間 TPoLiA には、研磨工程の時間だけでなく待機時間も含まれている。この待機時間も、更に機械学習モデルの学習及び推論の入力データとして用いてもよい。TLTP3 は、第 1 リニアトランスポータ 4 2 の搬送ハンド 4 5 D における基板の滞在時間であり、TSTP はスイングトランスポータ 4 4 における基板の滞在時間であり、TWS1 は仮置き台における基板の滞在時間であり、TRB1L は搬送ロボット 3 5 の下側のハンドにおける基板の滞在時間であり、TCL1A は洗浄装置 3 1 A における基板の滞在時間であり、TRB1LU は搬送ロボット 3 5 の上側のハンドにおける基板の滞在時間であり、TCL3A は洗浄装置 3 1 B における基板の滞在時間であり、TRB3 は搬送ロボット 3 6 のハンドにおける基板の滞在時間であり、TCL4A は基板乾燥装置 3 2 における基板の滞在時間であり、TRBDe は乾燥後の搬送ロボット 1 2 のハンドにおける基板の滞在時間である。

[0057] 図 3 に示すように、研磨工程には、複数の処理ステップがあり、第 1 洗浄工程にも複数の処理ステップがあり、第 2 洗浄工程にも複数の処理ステップがあり、乾燥工程にも複数の処理ステップある。これらのそれぞれに処理ステップには、処理ステップが識別できるように、処理ステップ番号が割り当てられている。ここで、これらの処理ステップが 1 ～ N 番目（すなわち処理ステップ番号が 1 ～ N、N は自然数）までであるとして以下説明する。

[0058] 続いて図 4 及び図 5 を用いて、機械学習モデルに入力される入力データに

含まれる特徴量のデータ構造の一例について説明する。ここで基板処理装置 1 において、センサ D 1 ～センサ D M までの M 個 (M は自然数) のセンサがあるものとして説明する。図 4 は、機械学習モデルに入力される入力データに含まれる特徴量のデータ構造の一例である。図 4 に示すように、センサ D 1 の値の特徴量は、処理ステップ 1 ～ N までの特徴量をそれぞれ要素としてもつ配列 (またはベクトル) で表される。同様に、センサ D 2 の値の特徴量は、処理ステップ 1 ～ N までの特徴量をそれぞれ要素としてもつ配列 (またはベクトル) で表され、センサ D M の値の特徴量は、処理ステップ 1 ～ N までの特徴量をそれぞれ要素としてもつ配列 (またはベクトル) で表される。このように、機械学習モデルに入力される入力データに含まれるセンサ D i (i は 1 から M までの整数) の値の特徴量は、処理ステップ 1 ～ N までの特徴量をそれぞれ要素としてもつ配列 (またはベクトル) で表される。

[0059] ここで、上述した基板処理装置 1 が備える部材それぞれを、部材 U 1 ～ U L (L は自然数) と称するものとして説明する。プロセッサ 6 は例えば、基板処理装置 1 が備える部材 1 ～ L の位置を、時系列で記憶部 7 に記憶する。この部材 U 1 ～ U L の位置は、ユニット制御部 5 1 が部材 U 1 ～ U L に対する動作を指令する指令信号から予め決められた換算式で算出されてもよいし、指令信号と位置の既知の対応関係から決定されてもよいし、センサで検知された位置であってもよい。図 4 に示すように、部材 U 1 の位置の特徴量は、処理ステップ 1 ～ N までの特徴量をそれぞれ要素としてもつ配列 (またはベクトル) で表される。同様に、部材 U 2 の位置の特徴量は、処理ステップ 1 ～ N までの特徴量をそれぞれ要素としてもつ配列 (またはベクトル) で表される。同様に、部材 U L の位置の特徴量は、処理ステップ 1 ～ N までの特徴量をそれぞれ要素としてもつ配列 (またはベクトル) で表される。このように、機械学習モデルに入力される入力データに含まれる部材 U j (j は 1 から L までの整数) の位置の特徴量は、処理ステップ 1 ～ N までの特徴量をそれぞれ要素としてもつ配列 (またはベクトル) で表される。

[0060] 図 5 は、機械学習モデルに入力される入力データに含まれるユニット毎の

滞在時間のデータ構造の一例である。図5に示すように、機械学習モデルに
入力される入力データに含まれるユニット毎の滞在時間は、上記のユニット
毎の基板の滞在時間それぞれを要素としてもつ配列（またはベクトル）で表
される。

[0061] 続いて図6 A及び図6 Bを用いて機械学習モデル7 1の学習工程と推論工
程の一例を説明する。図6 Aは、機械学習モデルの学習工程の一例を説明す
るための模式図である。図6 Bは、機械学習モデルの推論工程の一例を説明
するための模式図である。図6 Aに示すように、学習工程では、図4で上述
した、処理ステップ毎の特徴量の配列1つ以上、レシピ情報、及びユニット
毎の滞在時間の配列が入力データとし基板の欠陥の数を出力データとする学
習データセットを用いて機械学習モデル7 1が学習する。図6 Bに示すよう
に、推論工程では、対象の基板について処理ステップ毎の特徴量の配列1つ
以上、レシピ情報、及びユニット毎の滞在時間の配列が機械学習モデル7 1
に入力されると、対象の基板の欠陥の数が出力される。ここでこの推論工程
での特徴量は、学習工程での特徴量と同種のものである。

[0062] なお、処理ステップ毎の特徴量の配列1つ以上、レシピ情報、及びユニッ
ト毎の滞在時間の配列を、機械学習の入力データとしたが、いずれか一つで
あってもよいし、いずれか二つの組み合わせであってもよい。

[0063] 図7は、欠陥の数の実測値と欠陥の数の予測値とを比較するグラフの一例
である。図7において、縦軸が欠陥の数の予測値で、横軸が欠陥の数の実測
値であり、研磨装置2 1 A、2 1 B、2 1 C、2 1 D毎に、プロットの濃淡
を変えてプロットされている。プロット群が破線L 1に近づいて分布すれば
するほど、欠陥の数の予測精度が高い。図7に示すように、いずれの研磨装
置でもプロット群が破線L 1に近づいて分布しており、いずれの研磨装置で
も欠陥の数の予測精度が高いことが示されている。

[0064] 以上、本実施形態に係る基板処理装置1は、基板の研磨中及び／または洗
浄中及び／または乾燥中において対象の物理量を検出する少なくとも一つの
センサと、学習済みの機械学習モデルに対して、前記センサによって検出さ

れた研磨中及び／または洗浄中及び／または乾燥中のセンサ値を処理ステップ毎に特徴量に変換する変換部62と、前記特徴量を含む対象データを学習済みの機械学習モデル71に入力することによって、基板中の欠陥の数の予測値を出力する推論部64と、を備える。この学習済みの機械学習モデル71は、対象の生産ラインもしくは当該対象の生産ラインと同種の生産ラインにおいてセンサによって検出された研磨中及び／または洗浄中のセンサ値が処理ステップ毎に変換された特徴量を含む入力データとし且つ基板中の欠陥の数を出力データとする学習データセットを用いた学習されたものである。

[0065] この構成によれば、欠陥検査装置で検査することなく基板処理後の基板の欠陥の数、欠陥のサイズ、欠陥の位置のうち少なくとも一つの予測値が得られるので、欠陥検査装置で検査することなく基板処理後の基板が不良品であるか否かを推定することができる。

[0066] <機械学習モデルの変形例1>

続いて図8A及び図8Bを用いて機械学習モデル71の学習工程と推論工程の変形例1を説明する。図8Aは、機械学習モデルの学習工程の変形例1を説明するための模式図である。図8Bは、機械学習モデルの推論工程の変形例1を説明するための模式図である。図8Aに示すように、学習工程では、図4で上述した、処理ステップ毎の特徴量の配列1つ以上、レシピ情報、及びユニット毎の滞在時間の配列が入力データとし基板の欠陥の数及び基板の欠陥のサイズを出力データとする学習データセットを用いて機械学習モデル71が学習する。図8Bに示すように、推論工程では、対象の基板について処理ステップ毎の特徴量の配列1つ以上、レシピ情報、及びユニット毎の滞在時間の配列が機械学習モデル71に入力されると、対象の基板の欠陥の数及び対象の基板の欠陥のサイズが出力される。この推論工程での特徴量は、学習工程での特徴量と同種のものである。

[0067] <機械学習モデルの変形例2>

続いて図9A及び図9Bを用いて機械学習モデル71の学習工程と推論工程の変形例2を説明する。図9Aは、機械学習モデルの学習工程の変形例2

を説明するための模式図である。図 8 B は、機械学習モデルの推論工程の変形例 2 を説明するための模式図である。図 9 A に示すように、学習工程では、図 4 で上述した、処理ステップ毎の特徴量の配列 1 つ以上、レシピ情報、及びユニット毎の滞在時間の配列が入力データとし基板の欠陥の数及び基板の欠陥の位置を出力データとする学習データセットを用いて機械学習モデル 7 1 が学習する。図 9 B に示すように、推論工程では、対象の基板について処理ステップ毎の特徴量の配列 1 つ以上、レシピ情報、及びユニット毎の滞在時間の配列が機械学習モデル 7 1 に入力されると、対象の基板の欠陥の数及び対象の基板の欠陥の位置が出力される。ここでこの推論工程での特徴量は、学習工程での特徴量と同種のものである。

[0068] <機械学習モデルの変形例 3>

続いて図 10 A 及び図 10 B を用いて機械学習モデル 7 1 の学習工程と推論工程の変形例 3 を説明する。図 10 A は、機械学習モデルの学習工程の変形例 3 を説明するための模式図である。図 10 B は、機械学習モデルの推論工程の変形例 3 を説明するための模式図である。図 10 A に示すように、学習工程では、図 4 で上述した、処理ステップ毎の特徴量の配列 1 つ以上、レシピ情報、及びユニット毎の滞在時間の配列が入力データとし基板の欠陥の数、基板の欠陥のサイズ及び基板の欠陥の位置を出力データとする学習データセットを用いて機械学習モデル 7 1 が学習する。図 9 B に示すように、推論工程では、対象の基板について処理ステップ毎の特徴量の配列 1 つ以上、レシピ情報、及びユニット毎の滞在時間の配列が機械学習モデル 7 1 に入力されると、対象の基板中の欠陥の数、対象の基板中の欠陥のサイズ及び対象の基板中の欠陥の位置が出力される。ここでこの推論工程での特徴量は、学習工程での特徴量と同種のものである。

[0069] なお、変形例 1 ～ 3 の出力データの組み合わせだけに限らず、推論部 6 4 は、対象の基板中の欠陥の数、欠陥のサイズ、欠陥の位置のうちの一つ、もしくはいずれか 2 つを出力してもよい。このように、推論部 6 4 は、前記特徴量を含む対象データを学習済みの機械学習モデルに入力することによって

、対象の基板中の欠陥の数、欠陥のサイズ、欠陥の位置のうち少なくとも一つの予測値を出力してもよい。

[0070] 本実施形態では、基板処理装置 1 がプロセッサ 6 と記憶部 7 を備えたが、これに限ったものではない。

＜本実施形態の変形例 1＞

図 1 1 A は、本実施形態の変形例 1 に係る概略構成図である。図 1 1 A に示すように、基板処理装置 1 と情報交換可能に接続している情報処理システム S 1 を備え、情報処理システム S 1 はプロセッサ 6 と機械学習モデル 7 1 が記憶された記憶部 7 を有し、このプロセッサ 6 は、記憶部 7 からプログラムを読み出して実行することによって、ユニット滞在時間計数部 6 1、変換部 6 2、学習部 6 3、推論部 6 4、回帰分析部 6 5、受付部 6 6 として機能してもよい。

[0071] ＜本実施形態の変形例 2＞

図 1 1 B は、本実施形態の変形例 2 に係る概略構成図である。図 1 1 B に示すように、基板処理装置 1 と通信回路網 C N を介して情報交換可能に接続している情報処理システム S 1 を備え、情報処理システム S 1 はプロセッサ 6 と機械学習モデル 7 1 が記憶された記憶部 7 を有し、このプロセッサ 6 は、記憶部 7 から所定のプログラムを読み出して実行することによって、ユニット滞在時間計数部 6 1、変換部 6 2、学習部 6 3、推論部 6 4、回帰分析部 6 5、受付部 6 6 として機能してもよい。

[0072] ＜本実施形態の変形例 3＞

図 1 2 A は、本実施形態の変形例 3 に係る概略構成図である。図 1 2 A に示すように、基板処理装置 1 と通信回路網 C N を介して情報交換可能に接続しているサーバ 7 0 を備え、基板処理装置 1 はプロセッサ 6 と所定のプログラムが記憶された記憶部 7 a を有し、サーバ 7 0 は機械学習モデル 7 1 が記憶された記憶部 7 b を有してもよい。この場合、基板処理装置 1 のプロセッサ 6 は、記憶部 7 a から所定のプログラムを読み出して実行することによって、ユニット滞在時間計数部 6 1、変換部 6 2、学習部 6 3、推論部 6 4、

回帰分析部 6 5、受付部 6 6 として機能し、推論部 6 4 は、サーバ 7 0 の学習済みの機械学習モデル 7 1 に前記特徴量を含む対象データに入力することによって、対象の基板中の欠陥の数、欠陥のサイズ、欠陥の位置のうち少なくとも一つの予測値を出力してもよい。

[0073] <本実施形態の変形例 4>

図 1 2 A は、本実施形態の変形例 3 に係る概略構成図である。図 1 2 A に示すように、基板処理装置 1 と情報処理システム S 3 を備える構成であってもよく、情報処理システム S 3 は、基板処理装置 1 と情報交換可能に接続している情報処理装置 6 0 と、情報処理装置 6 0 と通信回路網 C N を介して情報交換可能に接続しているサーバ 7 0 を有してもよい。この場合、情報処理装置 6 0 はプロセッサ 6 と所定のプログラムが記憶された記憶部 7 a を有し、サーバ 7 0 は機械学習モデル 7 1 が記憶された記憶部 7 b を有してもよい。ここで情報処理装置 6 0 のプロセッサ 6 は、記憶部 7 a から所定のプログラムを読み出して実行することによって、ユニット滞在時間計数部 6 1、変換部 6 2、学習部 6 3、推論部 6 4、回帰分析部 6 5、受付部 6 6 として機能し、推論部 6 4 は、サーバ 7 0 の学習済みの機械学習モデル 7 1 に前記特徴量を含む対象データを入力することによって、対象の基板中の欠陥の数、欠陥のサイズ、欠陥の位置のうち少なくとも一つの予測値を出力してもよい。

[0074] このように情報処理システム S 1、S 2、S 3 は、学習済みの機械学習モデルに対して、学習済みの機械学習モデルに対して、基板処理装置 1 が備えるセンサによって検出された、基板の研磨中及び／または洗浄中及び／または乾燥中のセンサ値を処理ステップ毎に特徴量に変換する変換部 6 2 と、前記特徴量を含む対象データを入力することによって、基板中の欠陥の数、欠陥のサイズ、基板中の欠陥の位置のうち少なくとも一つの予測値を出力する推論部 6 4 と、を備えてもよい。ここでこの学習済みの機械学習モデルは、対象の生産ラインもしくは当該対象の生産ラインと同種の生産ラインにおいてセンサによって検出された研磨中及び／または洗浄中のセンサ値が処理ス

チップ毎に変換された特徴量を含む入力データとし且つ基板中の欠陥の数、欠陥のサイズ、欠陥の位置を少なくとも一つを出力データする学習データセットを用いた学習されたものである。

[0075] この構成によれば、欠陥検査装置で検査することなく基板処理後の基板の欠陥の数、欠陥のサイズ、欠陥の位置のうち少なくとも一つの予測値が得られるので、欠陥検査装置で検査することなく基板処理後の基板が不良品であるか否かを推定することができる。

[0076] なお、上述した実施形態で説明した情報処理システムS1、S2、S3またはプロセッサ6の少なくとも一部の機能は、ハードウェアで構成してもよいし、ソフトウェアで構成してもよい。ソフトウェアで構成する場合には、情報処理システムS1、S2、S3またはプロセッサ6の少なくとも一部の機能を実現するプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に収納し、コンピュータに読み込ませて実行させてもよい。記録媒体は、磁気ディスクや光ディスク等の着脱可能なものに限定されず、ハードディスク装置やメモリなどの固定型の記録媒体でもよい。

[0077] また、情報処理システムS1、S2、S3またはプロセッサ6の少なくとも一部の機能を実現するプログラムを、インターネット等の通信回線（無線通信も含む）を介して頒布してもよい。さらに、同プログラムを暗号化したり、変調をかけたり、圧縮した状態で、インターネット等の有線回線や無線回線を介して、あるいは記録媒体に収納して頒布してもよい。

[0078] さらに、一つまたは複数の情報機器によって情報処理システムS1、S2、S3を機能させてもよい。複数の情報機器を用いる場合、そのうちの1つをコンピュータとし、当該コンピュータが所定のプログラムを実行することにより情報処理システムS1、S2、S3の少なくとも1つの手段として機能が実現されてもよい。

[0079] 以上、本発明は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより

、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。更に、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

符号の説明

- [0080] 1 基板処理装置
 - 50 制御部
 - 51 ユニット制御部
 - 6 プロセッサ
 - 61 ユニット滞在時間計数部
 - 62 変換部
 - 63 学習部
 - 64 推論部
 - 65 回帰分析部
 - 66 受付部
 - 7 記憶部
 - 71 機械学習モデル
 - 8 表示装置
- S1、S2、S3 情報処理システム

請求の範囲

- [請求項1] 基板の研磨中及び／または洗浄中及び／または乾燥中において対象の物理量を検出する少なくとも一つのセンサと、
- 学習済みの機械学習モデルに対して、前記センサによって検出された研磨中及び／または洗浄中及び／または乾燥中のセンサ値を処理ステップ毎に特徴量に変換する変換部と、
- 前記特徴量を含む対象データを学習済みの機械学習モデルに入力することによって、対象の基板中の欠陥の数、欠陥のサイズ、欠陥の位置のうち少なくとも一つの予測値を出力する推論部と、
- を備え、
- 前記学習済みの機械学習モデルは、対象の生産ラインもしくは当該対象の生産ラインと同種の生産ラインにおいてセンサによって検出された研磨中及び／または洗浄中のセンサ値が処理ステップ毎に変換された特徴量を含む入力データとし且つ基板中の欠陥の数、欠陥のサイズ、欠陥の位置を少なくとも一つを出力データとする学習データセットを用いた学習されたものである
- 基板処理装置。
- [請求項2] 前記機械学習モデルの学習時の入力データには、更に基板処理装置に含まれるユニット毎に計数された当該ユニットに滞在する滞在時間が含まれており、
- 当該基板処理装置に含まれるユニット毎に、当該ユニットに滞在する滞在時間を計数するユニット滞在時間計数部を更に備え、
- 前記学習済みの機械学習モデルに入力される前記対象データには、更に前記ユニット滞在時間計数部によってユニット毎に計数された当該ユニットに滞在する滞在時間が含まれる
- 請求項1に記載の基板処理装置。
- [請求項3] 前記機械学習モデルの学習時の入力データには、更に研磨または洗浄に用いられる部材の位置が変換された第2特徴量が含まれており、

前記変換部は、研磨または洗浄に用いられる部材の位置を第2特徴量に変換し、

前記学習済みの機械学習モデルに入力される前記対象データには、更に前記変換部によって変換された部材毎の第2特徴量が含まれている

請求項1または2に記載の基板処理装置。

[請求項4]

前記機械学習モデルの学習時の入力データには、基板処理装置に含まれるユニットに対する指令値を含むレシピ情報が更に含まれており、

前記学習済みの機械学習モデルに入力される前記対象データには、更に当該基板処理装置に含まれるユニットに対する指令値を含むレシピ情報が更に含まれる

請求項1から3のいずれか一項に記載の基板処理装置。

[請求項5]

予め決められた回帰分析アルゴリズムに従って、複数のセンサ値それぞれについて、欠陥の数、欠陥のサイズ、基板中の欠陥の位置のいずれか一つとの間で相関を表す相関パラメータを出力する回帰分析部と、

機械学習モデルの入力データに含まれる特徴量の基になるセンサ値を出力するセンサを少なくとも一つ受け付ける受付部と、

前記受け付けたセンサのセンサ値が変換された特徴量で再度、前記機械学習モデルを学習させる学習部と、

を備え、

前記推論部は、前記学習部によって再学習後の機械学習モデルを用いて、前記予測値を出力する

請求項1から4のいずれか一項に記載の基板処理装置。

[請求項6]

学習済みの機械学習モデルに対して、基板処理装置が備えるセンサによって検出された、基板の研磨中及び／または洗浄中及び／または乾燥中のセンサ値を処理ステップ毎に特徴量に変換する変換部と、

前記特徴量を含む対象データを入力することによって、基板中の欠陥の数、欠陥のサイズ、基板中の欠陥の位置のうち少なくとも一つの予測値を出力する推論部と、

を備え、

前記学習済みの機械学習モデルは、対象の生産ラインもしくは当該対象の生産ラインと同種の生産ラインにおいてセンサによって検出された研磨中及び／または洗浄中のセンサ値が処理ステップ毎に変換された特徴量を含む入力データとし且つ基板中の欠陥の数、欠陥のサイズ、欠陥の位置を少なくとも一つを出力データする学習データセットを用いた学習されたものである

情報処理システム。