

明 細 書

発明の名称：

情報処理システム、情報処理方法、プログラム及び基板処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、情報処理システム、情報処理方法、プログラム及び基板処理装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、半導体デバイスの高集積化が進むにつれて回路の配線が微細化し、配線間距離もより狭くなりつつある。半導体デバイスの製造では、基板処理装置が、基板（例えばウエハ）に対して種々の処理を実行する。基板処理装置の一例である、化学機械研磨（CMP）を行う研磨装置（CMP装置ともいう）は、ウエハの表面を平坦化する一手段として用いられる。研磨装置によりウエハの表面を平坦にすることによって、半導体デバイスの製造において、ウエハの上に多くの種類の材料が膜状に繰り返し形成されたときに、均一な積層構造を形成することができる。

[0003] この種の研磨装置は、一般に、研磨パッドが取り付けられたターンテーブル（研磨テーブルともいう）と、ウエハを保持するトップリング（研磨ヘッドともいう）と、研磨液を研磨パッド上に供給するノズルとを備えている。ノズルから研磨液（スラリーともいう）を研磨パッド上に供給しながら、トップリングによりウエハを研磨パッドに押し付け、さらにトップリングとターンテーブルとを相対移動させることにより、ウエハを研磨してその表面を平坦にする。

[0004] このような研磨装置において、研磨中のウエハと研磨パッドとの間の相対的な押圧力がウェアの全面に亘って均一でない場合には、ウエハの各部分に与えられる押圧力に応じて研磨不足や過研磨が生じてしまう。ウエハに対する押圧力を均一化するために、トップリングの下部に弾性膜（メンブレン）から形成される複数の圧力室を設け、この複数の圧力室に加圧空気などの流

体をそれぞれ供給することで弾性膜を介した流体圧によりウエハを研磨パッドに押圧して研磨することが行われている。

- [0005] またトップリングは、ウエハを研磨面に対して押圧するトップリング本体と、ウエハの外周縁を保持してウエハがトップリングから飛び出さないようにするリテーナリングととから基本的に構成されている。また、研磨工程を長時間行っていると、研磨パッドの削屑やスラリーが研磨パッドの微細な穴に入り込んで目詰りを起こし、研磨速度が著しく低下することから、ドレッサと呼ばれる装置を用いて研磨パッドの目立て（ドレッシング）が行われる。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特開2001-160544号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 代表的なCMP装置は、研磨レシピ、すなわち一連の研磨ステップ（各ステップは、研磨圧力、ターンテーブル回転数など、予め設定された1組のパラメータを用いて実行される）に従うソフトウェアによって制御される。この1組のパラメータの設定は、試行錯誤を通して作成されるので、時間がかかる上に困難である。
- [0008] これに対して、特許文献1には、複数の研磨パラメータセットを用いて複数のテスト基板を研磨するステップと、複数のテスト基板の研磨プロファイルをそれぞれ測定するステップと、予測基板プロファイルと所望基板プロファイル間の差を最小とする各研磨パラメータセットについて研磨時間を計算するステップと、を含む、研磨レシピの決定方法が開示されている。
- [0009] しかしながら、依然として、基板処理装置（例えば研磨装置）において、複数のパラメータを基板処理装置の性能値が向上するように調節することは難しいという問題がある。

[0010] 本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、基板処理装置の複数のパラメータを基板処理装置の性能値が向上するように調節することを容易化することを可能とする情報処理システム、情報処理方法、プログラム及び基板処理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

[0011] 本発明の第1の態様に係る情報処理システムは、基板処理装置のパラメータ値の組み合わせを提供する情報処理システムであって、互いにパラメータ種別の組み合わせが異なるパラメータの組を入力値とし対応する前記基板処理装置の性能値を出力値とする複数の第1学習データセットそれぞれについて学習し、学習後に、複数の検証用データセットであって学習時とパラメータ種別の組み合わせが共通する複数の検証用データセットそれぞれを入力として、性能値を予測する第1の人工知能部と、前記予測の性能値の正答の割合を示す値、当該学習にかかる時間、及び前記性能値の予測に要する時間のうち少なくとも一つを用いて、前記複数の検証用データセットに含まれる複数のパラメータ種別の組のうちから一つのパラメータ種別の組を選択する選択部と、前記選択されたパラメータ種別の組で構成される過去のパラメータ値の組を入力値とし対応する過去の性能値を出力値とする複数の第2学習データセットを用いて学習し、学習後に、前記選択されたパラメータ種別の組で構成されるパラメータのうち対象の基板処理装置で必然的に決まってしまう固定パラメータを入力として、前記選択されたパラメータ種別の組で構成されるパラメータのうち可変のパラメータを変化させた場合に前記対象の基板処理装置の性能値を予測し、予測された性能値のうち、当該性能値が抽出基準を満たすパラメータ値の組み合わせを出力する第2の人工知能部と、を備える。

[0012] この構成によれば、一旦、指標を用いて、パラメータ種別を選択してから、選択されたパラメータ種別のパラメータで学習することによって、性能値の予測精度が向上する。そして、予測精度が向上した性能値が抽出基準を満たすパラメータ値の組み合わせを出力するので、基板処理装置の複数のパラ

メータを基板処理装置の性能値が向上するようにすることができる。従って、基板処理装置の複数のパラメータを基板処理装置の性能値が向上するように調節することを容易化することができる。

[0013] 本発明の第2の態様に係る情報処理システムは、第1の態様に係る情報処理システムであって、前記基板処理装置の複数のパラメータ値それぞれと性能値との間の相関を決定し、決定された複数の相関を用いて、前記第1の人工知能部が入力値として用いる複数のパラメータのパラメータ種別を決定する決定部を更に備える。

[0014] この構成によれば、性能値と相関が高い複数のパラメータを選択することができ、第2の人工知能部で性能値と相関が高い複数のパラメータを用いて性能値を予測することができるので、第2の人工知能部が、より高い性能値のパラメータ値の組み合わせを出力することができる。

[0015] 本発明の第3の態様に係る情報処理システムは、第2の態様に係る情報処理システムであって、前記決定部は、前記基板処理装置の複数のパラメータ値それぞれの間の相互相関をそれぞれ決定し、決定された相互相関を用いて、前記第2の人工知能部が入力値として用いる複数のパラメータのパラメータ種別を追加または一部もしくは全部入れ替える。

[0016] この構成によれば、第2の人工知能部で学習及び予測に使用されていたパラメータと相関が高いパラメータが追加または入れ替えられるので、第2の人工知能部で性能値と相関が高い複数のパラメータを用いて性能値を予測することができるので、第2の人工知能部が、より高い性能値のパラメータ値の組み合わせを出力することができる。

[0017] 本発明の第4の態様に係る情報処理システムは、第1から3のいずれかの態様に係る情報処理システムであって、前記基板処理装置の一つのパラメータ値と性能値との間の相関式を決定し、当該相関式を用いて、異常値を排除する基準を決定する排除基準決定部を更に備え、前記選択部は、前記決定された基準を満たすパラメータを除いて、前記パラメータ種別の組を選択する。

- [0018] この構成によれば、性能値と相関がないパラメータを学習対象から除外することによって、第2の人工知能部が、より性能値が高いパラメータ値の組み合わせを出力する可能性を向上させることができるので、第2の人工知能部が、より高い性能値のパラメータ値の組み合わせを出力することができる。
- [0019] 本発明の第5の態様に係る情報処理システムは、第1から4のいずれかの態様に係る情報処理システムであって、前記第2の人工知能部は、対象の基板処理装置が使用している複数のパラメータ値とその際の性能値の組を、前記第2学習データセットに追加または既存の前記第2学習データセットに含まれるデータと置換して更に学習し、学習後に、前記選択されたパラメータ種別の組で構成されるパラメータを含む複数の検証用データセットを入力として、前記基板処理装置の性能値を予測し、予測された性能値のうち当該性能値が前記抽出基準を満たすパラメータ値の組み合わせを出力する。
- [0020] この構成によれば、更に性能値が高いパラメータ値の組み合わせを出力することができる可能性がある。
- [0021] 本発明の第6の態様に係る情報処理方法は、基板処理装置のパラメータ値の組み合わせを提供する情報処理方法であって、互いにパラメータ種別の組み合わせが異なるパラメータの組を入力値とし対応する前記基板処理装置の性能値を出力値とする複数の第1学習データセットそれぞれについて学習し、学習後に、複数の検証用データセットであって学習時とパラメータ種別の組み合わせが共通する複数の検証用データセットそれぞれを入力として、性能値を予測するステップと、前記予測の性能値の正答の割合を示す値、当該学習にかかる時間、及び前記性能値の予測に要する時間のうち少なくとも一つを用いて、前記複数の検証用データセットに含まれる複数のパラメータ種別の組のうちから一つのパラメータ種別の組を選択するステップと、前記選択されたパラメータ種別の組で構成される過去のパラメータ値の組を入力値とし対応する過去の性能値を出力値とする複数の第2学習データセットを用いて学習し、学習後に、前記選択されたパラメータ種別の組で構成されるパ

ラメータを含む複数の検証用データセットを入力として、前記基板処理装置の性能値を予測し、予測された性能値のうち、当該性能値が抽出基準を満たすパラメータ値の組み合わせを出力するステップと、を有する。

[0022] この構成によれば、一旦、指標を用いて、パラメータ種別を選択してから、選択されたパラメータ種別のパラメータで学習することによって、性能値の予測精度が向上する。そして、予測精度が向上した性能値が抽出基準を満たすパラメータ値の組み合わせを出力するので、基板処理装置の複数のパラメータを基板処理装置の性能値が向上するようにすることができる。従って、基板処理装置の複数のパラメータを基板処理装置の性能値が向上するように調節することを容易化することができる。

[0023] 本発明の第7の態様に係るプログラムは、第1から5のいずれかの態様に係る情報処理システムで用いられるコンピュータを、互いにパラメータ種別の組み合わせが異なるパラメータの組を入力値とし対応する前記基板処理装置の性能値を出力値とする複数の第1学習データセットそれぞれについて学習し、学習後に、複数の検証用データセットであって学習時とパラメータ種別の組み合わせが共通する複数の検証用データセットそれぞれを入力として、性能値を予測する第1の人工知能部として機能させるためのプログラムである。

[0024] この構成によれば、予測の性能値の正答の割合を示す値、当該学習にかかる時間、及び前記性能値の予測に要する時間のうち少なくとも一つを用いて、パラメータ種別を選択することができる。

[0025] 本発明の第8の態様に係る情報処理システムは、第1から5のいずれかの態様に係る情報処理システムで用いられるコンピュータを、前記選択されたパラメータ種別の組で構成される過去のパラメータ値の組を入力値とし対応する過去の性能値を出力値とする複数の第2学習データセットを用いて学習し、学習後に、前記選択されたパラメータ種別の組で構成されるパラメータのうち対象の基板処理装置で必然的に決まってしまう固定パラメータを入力として、前記選択されたパラメータ種別の組で構成されるパラメータのうち

可変のパラメータを変化させた場合に前記対象の基板処理装置の性能値を予測し、予測された性能値のうち、当該性能値が抽出基準を満たすパラメータ値の組み合わせを出力する第2の人工知能部として機能させるためのプログラムである。

[0026] この構成によれば、選択されたパラメータ種別のパラメータで学習することによって、性能値の予測精度が向上する。そして、予測精度が向上した性能値が抽出基準を満たすパラメータ値の組み合わせを出力するので、基板処理装置の複数のパラメータを基板処理装置の性能値が向上するようにすることができる。従って、基板処理装置の複数のパラメータを基板処理装置の性能値が向上するように調節することを容易化することができる。

[0027] 本発明の第9の態様に係る基板処理装置は、基板処理装置であって、選択済のパラメータ種別の組で構成されるパラメータ値の組と性能値との関係性を機械学習した第2の人工知能部であって、当該選択済のパラメータ種別の組で構成されるパラメータのうち当該基板処理装置で必然的に決まってしまう固定パラメータを入力として、前記選択済のパラメータ種別の組で構成されるパラメータのうち可変のパラメータを変化させた場合に当該基板処理装置の性能値を予測し、予測された性能値のうち、当該性能値が抽出基準を満たすパラメータ値の組み合わせを出力する第2の人工知能部を備え、前記出力されたパラメータ値の組み合わせを用いて基板を処理する。

[0028] この構成によれば、学習済の第2の人工知能部を用いて、抽出基準を満たすパラメータ値の組み合わせを出力し、このパラメータ値の組み合わせで基板を処理するので、基板処理装置の性能を向上させることができる。

発明の効果

[0029] 本発明の一態様によれば、一旦、指標を用いて、パラメータ種別を選択してから、選択されたパラメータ種別のパラメータで学習することによって、性能値の予測精度が向上する。そして、予測精度が向上した性能値が抽出基準を満たすパラメータ値の組み合わせを出力するので、基板処理装置の複数のパラメータを基板処理装置の性能値が向上するようにすることができる。

従って、基板処理装置の複数のパラメータを基板処理装置の性能値が向上するように調節することを容易化することができる。

図面の簡単な説明

- [0030] [図1]第1の実施形態に係るCMPシステムの一例の概略構成図である。
- [図2]第1の実施形態に係る記憶媒体に記憶されているテーブルの一例である。
- [図3]第1の実施形態に係る情報処理システムS1の概略構成図である。
- [図4]第1の実施形態に係る情報処理システムの前処理の流れの一例を示すフローチャートである。
- [図5]第1の実施形態に係る情報処理システムの実行の流れの一例を示すフローチャートである。
- [図6]第2の実施形態に係るCMPシステムの一例の概略構成図である。
- [図7]第3の実施形態に係るCMPシステムの一例の概略構成図である。
- [図8]第4の実施形態に係るCMPシステムの一例の概略構成図である。
- [図9]第5の実施形態に係るCMPシステムの一例の概略構成図である。
- [図10]第6の実施形態に係るCMPシステムの一例の概略構成図である。
- [図11]第7の実施形態に係るCMPシステムの一例の概略構成図である。

発明を実施するための形態

- [0031] 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。各実施形態では、基板処理装置の一例としてCMP装置を例にして説明する。

- [0032] <第1の実施形態>

図1は、第1の実施形態に係るCMPシステムの一例の概略構成図である。図1に示すように、第1の実施形態に係るCMPシステムC1において、半導体製造のための第1工場（以下、単に第1工場という）にCMP装置1

～3 が設けられ、外部機器 2 1 が設けられている。更に、第 1 の実施形態に係る CMP システム C 1 において、半導体製造のための第 2 工場（以下、単に第 2 工場という）に CMP 装置 4 ～ 6 が設けられ、外部機器 2 2 が設けられている。第 1 工場及び第 2 工場内の外部機器 2 1 及び 2 2 は、例えば、ウエハ検査・測定機（膜厚測定機、パーティクル測定機など）である。

[0033] なお、本実施形態では、説明が簡単になるように、一例として工場が二つあり、各工場には CMP 装置が 3 台あるものとして説明するが、これに限ったものではなく、工場は一つであっても三つ以上あってもよく、また各工場における CMP 装置の台数は同数である必要はなく、各工場における CMP 装置の数は二つ以下であってもよいし、四つ以上であってもよい。

[0034] 第 1 の実施形態に係る CMP システム C 1 において、第 1 工場及び第 2 工場の外には、外部機器 2 3 が設けられている。この外部機器 2 3 は例えば、消耗部材メーカーの検査・測定機、及び、それらを格納された記憶媒体などである。

[0035] 分析センターには、情報処理システム S 1 が設けられている。情報処理システム S 1 は、第 1 の人工知能部 1 1、選択部 1 2、第 2 の人工知能部 1 3、及び記憶媒体 1 4 を備える。

[0036] 図 2 は、第 1 の実施形態に係る記憶媒体に記憶されているテーブルの一例である。図 2 において、レコードを識別するレコード ID と、パラメータ（例えば研磨圧力、ターンテーブル回転数など）と、当該パラメータの組で CMP 装置を動作させたときの性能値（例えば、研磨レート）と、性能値が基準をみたせない要因の組のレコードが蓄積されている。このように、記憶媒体 1 4 には、図 2 に示すように、各 CMP 装置の過去のパラメータの組と、当該パラメータの組で CMP 装置を動作させたときの性能値が関連付けられて記憶されている。記憶媒体 1 4 には例えば、これらのデータが大量に記憶されており、いわゆるビッグデータとして記憶されている。記憶媒体 1 4 は例えばハードディスクである。

[0037] <パラメータ>

本実施形態に係るパラメータについて説明する。パラメータは、以下のうちの少なくとも一つである。

研磨パラメータ（例えば、研磨圧力、ターンテーブル回転数、ヘッド回転数、研磨時間、研磨温度など）、純水研磨パラメータ（例えば、研磨圧力、ターンテーブル回転数、ヘッド回転数、研磨時間、純水流量、純水温度など）

パッドドレスパラメータ（例えば、ドレッサ押し付け圧、ドレッサ回転数、ドレッサ揺動速度、ドレス時間、ターンテーブル回転数、ドレス液流量、ドレッサ消耗度など）

洗浄パラメータ（例えば、洗浄部材押し付け圧、洗浄部材回転数、ウエハ回転数、洗浄時間、洗浄液種類、洗浄液流量など）

ウエハ乾燥パラメータ（例えば、ウエハ回転数、ウエハ回転加速度、乾燥時間など）

ウエハパラメータ（例えば、外径寸法、反り、平面度、厚さ、ベベル形状、研磨面粗さなど）

膜条件（例えば、膜種、イニシャル膜厚分布、表面自然酸化膜層厚さなど）

スラリーパラメータ（例えば、流量、プリロード量、パッド上の液膜分布、砥粒材質、粒径、粒径分布、砥粒濃度、pH、温度、添加薬液種類、添加薬液濃度、添加薬液pH、添加薬液混合比など）

パッドパラメータ（例えば、材質、厚さ、パッド孔隙率、圧縮弾性率、圧縮回復率、硬度、曲げ強度、表面溝形状、厚さプロファイル、表面粗さ、表面付着物有無、スラリー残渣堆積有無、内部への水のしみ込み面積、ウエハ処理枚数など）

メンブレンパラメータ（例えば、ゴム種類、ゴム硬度、外径寸法、ゴム物性検査データ、材料ロット、製造ロット、ウエハ処理枚数など）

リテーナリングパラメータ（例えば、材料種類、材料物性検査データ、材料ロット、製造ロット、厚み、溝の形状・寸法、ウエハ処理枚数など）

ハードウェアパラメータ（例えば、ターンテーブルトルク、ヘッド回転トルク、ヘッド揺動トルク、ドレッサ回転トルク、ドレッサ揺動トルク、メンブレン圧力立ち上がり・立ち下がり、メンブレン圧力ライン流量振れ、リテーナリングエアバック圧力立ち上がり・立ち下がり、リテーナリングエアバック圧力ライン流量振れなど）

[0038] <CMP装置の性能値>

次にCMP装置の性能値は、研磨レート、ウエハ内面内均一性（研磨レート、残膜量）、ウエハ間均一性（研磨レート、残膜量）、パターン段差解消性、または欠陥（スクラッチ、ゴミ、腐食、ウォーターマークなど）などである。ウォーターマークは、乾燥プロセス特有の汚染物で、シミ、水垢のようなものである。

[0039] <データ収集方法>

図1に示すように、CMP装置1～6と記憶媒体14をネットワークNWで繋がれており、CMP装置1～6内部に設置されている計測器や機器で取得した次の情報及びデータが、記憶媒体14に蓄積される。

研磨パラメータ（研磨圧力、ターンテーブル回転数、ヘッド回転数、研磨時間、研磨温度）

純水研磨パラメータ（研磨圧力、ターンテーブル回転数、ヘッド回転数、研磨時間、純水流量、純水温度）

パッドドレスパラメータ（ドレッサ押し付け圧、ドレッサ回転数、ドレッサ揺動速度、ドレス時間、ターンテーブル回転数、ドレス液流量、ドレッサ消耗度）

洗浄パラメータ（洗浄部材押し付け圧、洗浄部材回転数、ウエハ回転数、洗浄時間、洗浄液種類、洗浄液流量）

ウエハ乾燥パラメータ（ウエハ回転数、ウエハ回転加速度、乾燥時間）、スラリーパラメータ（流量、プリロード量、パッド上の液膜分布）

パッドパラメータ（厚さプロファイル、表面粗さ、表面付着物有無、スラリー残渣堆積有無、内部への水のしみ込み面積、ウエハ処理枚数）

メンブレンパラメータ（ウエハ処理枚数）、リテーナリングパラメータ（厚み、ウエハ処理枚数）

ハードウェアパラメータ（ターンテーブルトルク、ヘッド回転トルク、ヘッド揺動トルク、ドレッサ回転トルク、ドレッサ揺動トルク、メンブレン圧力立ち上がり・立ち下がり、メンブレン圧力ライン流量振れ、リテーナリングエアバック圧力立ち上がり・立ち下がり、リテーナリングエアバック圧力ライン流量振れ）

[0040] 図1に示すように、第1工場及び第2工場内のCMP装置1～6の外部にある外部機器21、22（例えば、計測器及び／または機器）と記憶媒体14がネットワークNWで接続されている。これにより、外部機器21、22で取得した次の情報及びデータが、記憶媒体14に蓄積される。

初期ウエハ膜厚分布、研磨レート、ウエハ内面内均一性（Removal、Remaining）、ウエハ間均一性（Removal、Remaining）、パターン段差解消性、欠陥、ウエハロット情報、膜種、スラリーパラメータ（pH、温度、添加薬液種類、添加薬液濃度、添加薬液pH、添加薬液混合比など）

ここで、Removalは研磨された膜厚、Remainingは研磨後に残った膜厚を意味する。

[0041] 工場外部で計測された次の情報及びデータは、サプライヤーから情報及びデータを集め、例えば当該情報処理システムの管理者が、これらの集めた情報及びデータをまとめて記憶媒体14へ蓄積してもよい。あるいは、サプライヤーの端末装置（図示せず）と記憶媒体14がネットワークNWを介して接続されており、当該情報及びデータの取得後、当該サプライヤーの端末装置から記憶媒体14へこれらのデータが送信されて記憶媒体14で蓄積されてもよい。

ウエハパラメータ（Lot ID、S/N、外径寸法、反り、平面度、厚さ、ベベル形状、研磨面粗さ）、スラリーパラメータ（Lot ID、S/N、砥粒材質、粒径、粒径分布、砥粒濃度）

、パッドパラメータ（Lot ID、S/N、材質、厚さ、パッド孔隙率、圧縮弾性率、圧縮回復

率、硬度、曲げ強度、表面溝形状、厚さプロファイル、表面粗さ）、メンブレンパラメータ（Lot ID、S/N、ゴム種類、ゴム硬度、外径寸法、ゴム物性検査データ、材料Lot、製造Lot）、リテーナリングパラメータ（Lot ID、S/N、材料種類、材料物性検査データ、材料Lot、製造ロット、厚み、溝の形状・寸法）

[0042] 図3は、第1の実施形態に係る情報処理システムS1の概略構成図である。図3に示すように、第1の実施形態に係る情報処理システムS1は、第1の人工知能部11と、選択部12と、第2の人工知能部13と、記憶媒体14と、を備える。第1の人工知能部11は一例として、AI実行部110と、決定部15と、排除基準決定部16とを備える。ここで、AI実行部110は例えば、AI（人工知能）111、112、113とを有し、それぞれのAI111～113が並列処理する。なお、AI実行部110は、一つのAIだけを内蔵して、シリアルに処理を実行してもよいし、二つのAIを有しても、四つ以上のAIを有してもよい。なお、決定部15と、排除基準決定部16とは、第1の人工知能部11の外部に設けられていてもよい。

[0043] 決定部15は、より効率的にCMP性能予測を行うため、記憶媒体14に記憶された情報について、CMPの性能値とパラメータとの間の相関分析、またはパラメータと他のパラメータとの相関分析などを行う。決定部15は、例えばCMPの性能値とパラメータとの間の相関分析を実行し（例えば相関係数を算出し）、CMPの性能値との間で相関（例えば、相関係数）が基準より高いパラメータの種別を複数選択し、選択したパラメータの種別の組を第1の人工知能部11に出力する。このように、決定部15は、基板処理装置（ここでは一例としてCMP装置）の複数のパラメータ値それぞれと性能値との間の相関を決定し、決定された複数の相関を用いて、第1の人工知能部11が入力値として用いる複数のパラメータのパラメータ種別を決定する。これにより、性能値と相関が高い複数のパラメータを選択することがで

き、第2の人工知能部13で性能値と相関が高い複数のパラメータを用いて性能値を予測することができるので、第2の人工知能部13が、より高い性能値のパラメータ値の組み合わせを出力することができる。

[0044] なお、更に記憶媒体14へ情報が蓄積されるにつれ、特異点の要因が解明され、新たなパラメータとの相関が明らかになった場合、決定部15は、第2の人工知能部13に学習させる際のパラメータを追加、又は入れ替えを行い、フィルタリングルールの更新を定期的に行ってもよい。このように、決定部15は、基板処理装置（ここでは一例としてCMP装置）の複数のパラメータ値それぞれの間の相互相関をそれぞれ決定し、決定された相互相関を用いて、第2の人工知能部13が入力値として用いる複数のパラメータのパラメータ種別を追加または一部もしくは全部入れ替えてもよい。

[0045] これにより、第2の人工知能部13で学習及び予測に使用されていたパラメータと相関が高いパラメータが追加または入れ替えられるので、第2の人工知能部13で性能値と相関が高い複数のパラメータを用いて性能値を予測することができるので、第2の人工知能部13が、より高い性能値のパラメータ値の組み合わせを出力することができる。

[0046] 第1の人工知能部11のAI実行部110は、決定部15によって決定された複数のパラメータ種別のうち、互いにパラメータ種別の組み合わせが異なるパラメータの組を入力値とし対応する基板処理装置（ここでは一例としてCMP装置）の性能値を出力値とする複数の第1学習データセットそれぞれについて学習する。この学習は例えば、機械学習であり、具体的には例えば教師あり学習である。この機械学習としては、ニューラルネットワークの教師あり学習（例えば、ディープラーニングの教師あり学習）であっても、パターン認識モデルを用いた教師あり学習（例えば、サポートベクターマシンの教師あり学習）であってもよいし、確率モデルを用いた教師あり学習（例えば、単純ベイズ分類器の教師あり学習）であってもよい。

[0047] 例えば、決定部15によって決定された複数のパラメータ種別がA、B、Cの三種類の場合を想定する。パラメータの組P1は、パラメータ種別Aの

パラメータとパラメータ種別Bのパラメータの組み合わせである。パラメータの組P2は、パラメータ種別Aのパラメータとパラメータ種別Cのパラメータの組み合わせである。パラメータの組P3は、パラメータ種別Bのパラメータとパラメータ種別Cのパラメータの組み合わせである。

[0048] A1111は、パラメータの組P1を入力値とし、そのパラメータの組P1のときのCMP装置の性能値E1を出力値とする学習データセットを複数用いて、学習する。

A1112は、パラメータの組P2を入力値とし、そのパラメータの組P1のときのCMP装置の性能値E2を出力値とする学習データセットを複数用いて、学習する。

A1113は、パラメータの組P3を入力値とし、そのパラメータの組P1のときのCMP装置の性能値E3を出力値とする学習データセットを複数用いて、学習する。

[0049] 第1の人工知能部11は、学習後に、複数の検証用データセットであって学習時とパラメータ種別の組み合わせが共通する複数の検証用データセットそれぞれを入力として、性能値を予測する。

[0050] 具体的には、検証用のパラメータの組Q1は、パラメータ種別Aのパラメータとパラメータ種別Bのパラメータの組み合わせである。学習後のA1111は、検証用のパラメータの組Q1を入力したとき、予測の性能値を出力する。つまり、学習時と同じパラメータ種別の組み合わせの検証用のパラメータが入力される。

[0051] 同様に、検証用のパラメータの組Q2は、パラメータ種別Aのパラメータとパラメータ種別Cのパラメータの組み合わせである。学習後のA1112は、検証用のパラメータの組Q2を入力したとき、予測の性能値を出力する。つまり、学習時と同じパラメータ種別の組み合わせの検証用のパラメータが入力される。

[0052] 同様に、検証用のパラメータの組Q3は、パラメータ種別Bのパラメータとパラメータ種別Cのパラメータの組み合わせである。学習後のA1112

は、検証用のパラメータの組Q3を入力したとき、予測の性能値を出力する。つまり、学習時と同じパラメータ種別の組み合わせの検証用のパラメータが入力される。

[0053] A1111、112、113それぞれは、予測の性能値の正答の割合を示す値（例えば正答率）、当該学習にかかる時間（以下、学習時間ともいう）、及び第1の人工知能部11が性能値の予測に要する時間（以下、予測時間ともいう）を選択部12へ出力する。

[0054] 選択部12は、予測の性能値の正答の割合を示す値（例えば正答率）、当該学習にかかる時間、及び前記第1の人工知能部が性能値の予測に要する時間のうち少なくとも一つを用いて、複数の検証用データセットに含まれる複数のパラメータ種別の組のうちから一つのパラメータ種別の組を選択する。選択部12は例えば、学習時間、予測時間及び正答率のバランスを基に、パラメータ種別の組を選択してもよい。具体的には例えば選択部12は、学習時間が第1の基準時間より短く、且つ予測時間が第2の基準時間より短い中で、最も正答率が高いものをパラメータ種別の組を選択してもよい。これにより、学習時間、及び予測時間が許容範囲に収まるなかで、最も正答率が高いパラメータ種別の組を選択することができる。

[0055] なお、A1111、112、113から出力される正答率のうち、A1111から出力される正答率が一番高い場合、選択部12は、パラメータ種別Aとパラメータ種別Bの組を選択してもよい。

[0056] 排除基準決定部16は、パラメータ値のうち異常値を排除するための異常値排除条件を決定する。具体的には例えば、排除基準決定部16は、基板処理装置（ここでは例えばCMP装置）の一つのパラメータ値と性能値との間の相関式を決定し、当該相関式を用いて、異常値を排除する基準（例えば、相関式から閾値を超えて離れた点を排除するなど）を決定する。そして選択部12は例えば、排除基準決定部16によって決定された基準を満たすパラメータを除いて、パラメータ種別の組を選択する。この構成によれば、性能値と相関がないパラメータを学習対象から除外することによって、第2の人

工知能部 13 が、より性能値が高いパラメータ値の組み合わせを出力する可能性を向上させることができるので、第 2 の人工知能部 13 が、より高い性能値のパラメータ値の組み合わせを出力することができる。

[0057] 更に第 1 の人工知能部 11 は、CMP 装置のレシピ以外のパラメータ、例えば、使用する消耗部材の種類及び組合せ、材料、物性の傾向などの最適条件の提案も行い、ここで得られた情報はプロセス開発や消耗部材の開発、改善にも使用することができる。第 1 の人工知能部 11 におけるアルゴリズムにはニューラルネットワークなどを用いてもよい。

[0058] <第 2 の人工知能部 13 の学習時>

第 2 の人工知能部 13 は、選択部 12 によって選択されたパラメータ種別の組で構成される過去のパラメータの組及び対応する過去の性能値を、記憶媒体 14 から読み出す。そして、第 2 の人工知能部 13 は、読み出した過去のパラメータの組を入力値とし対応する過去の性能値を出力値とする複数の第 2 学習データセットを用いて学習する。

[0059] このように、第 2 の人工知能部 13 は、選択部 12 によって選択されたパラメータ種別の組で構成される過去のパラメータ値の組を入力値とし対応する過去の性能値を出力値とする学習データを用いて学習する。この学習は例えば、機械学習であり、具体的には例えば教師あり学習である。この機械学習としては、ニューラルネットワークの教師あり学習（例えば、ディープラーニングの教師あり学習）であっても、パターン認識モデルを用いた教師あり学習（例えば、サポートベクターマシンの教師あり学習）であってもよいし、確率モデルを用いた教師あり学習（例えば、単純ベイズ分類器の教師あり学習）であってもよい。

[0060] <第 2 の人工知能部 13 の検証時>

第 2 の人工知能部 13 は、学習後に、選択部 12 によって選択されたパラメータ種別の組で構成されるパラメータのうち、CMP 装置 1～6 毎に必然的に決まってしまう固定パラメータを対象の CMP 装置 1～6 へ要求する。

第 2 の人工知能部 13 は、この要求に応じて、CMP 装置 i (i は 1～6

までの整数)から送信された固定パラメータの組 U_i (i は1～6までの整数)を受信する。

[0061] 第2の人工知能部13は、対象のCMP装置 i について、受信した固定パラメータの組 U_i (i は1～6までの整数)を入力として、選択部12によって選択されたパラメータ種別のうち可変のパラメータについてパラメータの値を振った(変化させた)場合に、それぞれのCMP装置 i の性能値を予測する。そして、第2の人工知能部13は、CMP装置 i に対して予測された性能値のうち、当該性能値が抽出基準を満たすパラメータ値の組み合わせを出力する。具体的には例えば、第2の人工知能部13は、CMP装置 i に対して予測された性能値のうち、当該性能値が最も良いパラメータ値の組み合わせを出力する。第2の人工知能部13は、これらの一連の処理を、CMP装置1～6それぞれ毎に行う。

[0062] このように、第2の人工知能部13は、学習後に、選択部12によって選択されたパラメータ種別の組で構成されるパラメータのうち対象の基板処理装置(ここでは一例としてCMP装置)で必然的に決まってしまう固定パラメータを入力として、前記選択されたパラメータ種別の組で構成されるパラメータのうち可変のパラメータを変化させた場合に当該対象の基板処理装置(ここでは一例としてCMP装置)の性能値を予測する。そして、第2の人工知能部13は、予測された性能値のうち、当該性能値が抽出基準を満たすパラメータ値の組み合わせを出力する。

[0063] 第2の人工知能部13は、抽出基準を満たすパラメータ値の組み合わせを、パラメータの組 X_i (i は1～6までの整数)として、対応するCMP装置 i (i は1～6までの整数)へ出力する。第2の人工知能部13は、この処理を、CMP装置1～6それぞれ毎に行う。すなわち、パラメータの組 X_1 は、CMP装置1へ出力され、パラメータの組 X_2 は、CMP装置2へ出力され、パラメータの組 X_3 は、CMP装置3へ出力され、パラメータの組 X_4 は、CMP装置4へ出力され、パラメータの組 X_5 は、CMP装置5へ出力され、パラメータの組 X_6 は、CMP装置6へ出力される。これにより

、CMP装置*i*は、パラメータの組 X_i （*i*は1～6までの整数）を使用して動作するので、いずれのCMP装置1～6も性能値が性能基準を満たすことができる。

[0064] その後、第2の人工知能部13は、対象の基板処理装置が使用している複数のパラメータ値とその際の性能値の組を、第2学習データセットに追加または既存の第2学習データセットに含まれるデータと置換して更に学習してもよい。これにより、更に性能値が高いパラメータ値の組み合わせを出力することができる可能性がある。

[0065] 続いて、図4を用いて第1の人工知能部11の学習、検証、第2の人工知能部13の学習の処理について説明する。図4は、第1の実施形態に係る情報処理システムの前処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[0066] （ステップS11）まず、決定部15は例えば、CMP装置の複数のパラメータ値それぞれと性能値との間の相関を決定し、決定された複数の相関を用いて、第1の人工知能部11が入力値として用いる複数のパラメータのパラメータ種別を決定する。具体的には例えば、決定部15は、CMPの性能値とパラメータとの間の相関分析を実行し（例えば相関係数を算出し）、CMPの性能値との間で相関（例えば、相関係数）が基準より高いパラメータの種別を決定する。

[0067] （ステップS12）次に、第1の人工知能部11は例えば、ステップS11で決定されたパラメータ種別のパラメータと、当該パラメータのときのCMP装置の性能値を記憶媒体14から読み出す。

[0068] （ステップS13）次に、第1の人工知能部11は例えば、パラメータの組を入力値とし対応するCMP装置の性能値を出力値とする複数の第1学習データセットそれぞれについて学習する。

[0069] （ステップS14）次に、第1の人工知能部11は例えば、複数の検証用データセットであって学習時とパラメータ種別の組み合わせが共通する複数の検証用データセットそれぞれを入力として、性能値を予測する。

[0070] （ステップS15）次に、選択部12は例えば、正答率、学習時間及び予

測時間のうち少なくとも一つを用いて、複数の検証用データセットに含まれる複数のパラメータ種別の組のうちから一つのパラメータ種別の組を選択する。

[0071] (ステップS 1 6) 次に、第2の人工知能部1 3は、選択部1 2によって選択されたパラメータ種別の組で構成される過去のパラメータの組及び対応する過去の性能値を、記憶媒体から読み出す。

[0072] (ステップS 1 7) 次に、第2の人工知能部1 3は、読み出した過去のパラメータの組を入力値とし対応する過去の性能値を出力値とする複数の第2学習データセットを用いて学習する。以上で、本フローチャートの処理が終了する。

[0073] 続いて、図5を用いて第2の人工知能部1 3の実行の処理について説明する。図5は、第1の実施形態に係る情報処理システムの実行の流れの一例を示すフローチャートである。

[0074] (ステップS 2 1) まず、第2の人工知能部1 3は、選択部1 2で選択されたパラメータ種別の組で構成されるパラメータのうち、CMP装置毎に必然的に決まってしまう固定パラメータ、例えば、対象となるCMP装置で使用している消耗部材種類（スラリー、バッド種類など）、消耗部材の状態を表すもの（物性、性状、寸法、使用時間、消耗度など）、研磨対象膜種、稼働中のCMP装置の状態を表すもの（研磨温度、回転部トルクなど）を対象のCMP装置へ要求し、対象のCMP装置はこれらのデータや情報を第2の人工知能部1 3へ送る。

[0075] (ステップS 2 2) 次に、第2の人工知能部1 3は、対象のCMP装置から送られた固定パラメータを入力として、CMP装置の設定変更などで可変のパラメータ（レシピなど）についてパラメータ振りを行い、パラメータ振り後のそれぞれのデータセットで予測されたCMP装置の性能値のうち、性能値が最も良いパラメータ値の組み合わせを出力し、対象のCMP装置へ送る。

[0076] (ステップS 2 3) 次に、対象のCMP装置は、第2の人工知能部1 3か

ら受けたパラメータ値の組み合わせでウエハを処理する。

[0077] (ステップS 2 4) 外部機器 2 1 または 2 2 でウエハを測定し、得られた性能値をウエハ I D と当該パラメータの組と関連付けて、記憶媒体 1 4 へ送る。記憶媒体 1 4 は、この性能値をウエハ I D と当該パラメータの組と関連付けて記憶する。

[0078] 以上で、本フローチャートの処理が終了する。このように、第 2 の人工知能部 1 3 が学習を完了した後、選択されたパラメータ種別の組の中で、まず対象の CMP 装置における固有値を CMP 装置から現在の情報を引き出し、固定パラメータ（例えば、その CMP 装置で使用している消耗部材種類、研磨対象膜種、稼働中の CMP 装置の状態量、消耗部材の状態量）として第 2 の人工知能部 1 3 へ入力後、レシピなど CMP 装置の設定で変えられる可変パラメータに対して、所定の範囲でパラメータを振り（複数のパラメータを同時に振り総当たり戦を行う）、性能値が最も良い場合の可変パラメータのそれぞれの値を出力する。これは消耗品など工場や CMP 毎に異なる環境パラメータ（固定パラメータ）の下で、レシピなどの可変パラメータを最適化するのが目的である。或いは、CMP 装置から現在の情報を引き出した後、最適化するパラメータを指定して（通常は CMP 装置のレシピを構成しているパラメータ）、条件振りを行ってもよい。

[0079] <不良時の対処方法>

第 2 の人工知能部 1 3 の予測性能と実際の性能に予め決められた基準以上の乖離が見られた場合には、第 2 の人工知能部 1 3 は、CMP 装置に対してウエハの処理を停止するよう要求してもよい。この場合、第 2 の人工知能部 1 3 は、CMP 装置から警告を発報するように CMP 装置に対して要求してもよいし、CMP 装置がウエハの処理を停止するよう要求された場合に CMP 装置のコントローラが警告を発報するように制御してもよい。

[0080] 性能予測に使用しているパラメータについて、予測性能と実際の性能に一定の乖離が見られたときの実際のパラメータ値（実値ともいう）に異常がないかどうかを確認してもよい。例えば、スラリー流量がパラメータとして使

用されている場合、突然のCMP装置の不具合などの原因で、性能予測の際に第2の人工知能部13がCMPから受け取ったスラリー流量と、CMP装置が実際にウエハを処理したときのスラリー流量が乖離があった場合などがある。このため、CMP装置から警告を受けた場合、予測性能と実際の性能に一定の乖離が見られたときの実際のスラリー流量などのパラメータ値に異常がないかどうかを確認してもよい。

[0081] もしウエハが異常処理されてしまったときの実際のパラメータ値（実値）に異常があれば、直前に異常値を学習してしまい、第2の人工知能部13の予測精度が悪化した可能性があるので、第1の人工知能部11にて、異常値を排除する基準（例えば、異常値検出の閾値）を変更して（フィルタリング条件を変えて）学習させたときの予測性能と実際の性能との乖離を検証して、新たな異常値を排除する基準を決定して、排除基準決定部16における異常値排除条件を更新してもよい。

[0082] 以上、本実施形態に係る情報処理システムS1は、基板処理装置のパラメータ値の組み合わせを提供する情報処理システムである。情報処理システムS1は、互いにパラメータ種別の組み合わせが異なるパラメータの組を入力値とし対応する前記基板処理装置の性能値を出力値とする複数の第1学習データセットそれぞれについて学習する第1の人工知能部11を備える。第1の人工知能部11は、学習後に、複数の検証用データセットであって学習時とパラメータ種別の組み合わせが共通する複数の検証用データセットそれぞれを入力として、性能値を予測する。更に情報処理システムS1は、前記予測の性能値の正答の割合を示す値、当該学習にかかる時間、及び前記第1の人工知能部が性能値の予測に要する時間のうち少なくとも一つを用いて、前記複数の検証用データセットに含まれる複数のパラメータ種別の組のうちから一つのパラメータ種別の組を選択する選択部12を備える。更に情報処理システムS1は、前記選択されたパラメータ種別の組で構成される過去のパラメータ値の組を入力値とし対応する過去の性能値を出力値とする複数の第2学習データセットを用いて学習する第2の人工知能部13を備える。第2

の人工知能部 13 は、学習後に、前記選択されたパラメータ種別の組で構成されるパラメータを含む複数の検証用データセットを入力として、前記基板処理装置の性能値を予測し、予測された性能値のうち、当該性能値が抽出基準を満たすパラメータ値の組み合わせを出力する。

[0083] この構成によれば、一旦、指標を用いて、パラメータ種別を選択してから、選択されたパラメータ種別のパラメータで学習することによって、性能値の予測精度が向上する。そして、予測精度が向上した性能値が抽出基準を満たすパラメータ値の組み合わせを出力するので、基板処理装置の複数のパラメータを基板処理装置の性能値が向上するようにすることができる。従って、基板処理装置の複数のパラメータを基板処理装置の性能値が向上するように調節することを容易化することができる。

[0084] <第2の実施形態>

続いて第2の実施形態について説明する。図6は、第2の実施形態に係るCMPシステムの一例の概略構成図である。第1の実施形態のCMPシステムC1では、図1に示すように、第1の人工知能部11、選択部12、第2の人工知能部13、記憶媒体14が全て分析センターに設けられていた。一方、第2の実施形態のCMPシステムC2では、図6に示すように、第1の人工知能部11、選択部12、記憶媒体14は分析センターに設けられているが、第2の人工知能部13は、第1工場、第2工場にそれぞれ設けられている。図6に示すように、第2の実施形態に係る情報処理システムは、第1の人工知能部11、選択部12、記憶媒体14及び二つの第2の人工知能部13を備える。

[0085] <第3の実施形態>

続いて第3の実施形態について説明する。図7は、第3の実施形態に係るCMPシステムの一例の概略構成図である。第1の実施形態のCMPシステムC1では、図1に示すように、第1の人工知能部11、選択部12、第2の人工知能部13、記憶媒体14が全て分析センターに設けられていた。一方、第3の実施形態のCMPシステムC3では、図7に示すように、第1の

人工知能部 1 1、選択部 1 2、記憶媒体 1 4 は分析センターに設けられているが、第 2 の人工知能部 1 3 は、CMP 装置 1 ～ 6 毎に設けられている。図 7 に示すように、第 3 の実施形態に係る情報処理システム S 3 は、第 1 の人工知能部 1 1、選択部 1 2、記憶媒体 1 4 及び六つの第 2 の人工知能部 1 3 を備える。

[0086] <第 4 の実施形態>

続いて第 4 の実施形態について説明する。図 8 は、第 4 の実施形態に係る CMP システムの一例の概略構成図である。第 1 の実施形態の CMP システム C 1 では、図 1 に示すように、第 1 の人工知能部 1 1、選択部 1 2、第 2 の人工知能部 1 3、記憶媒体 1 4 が全て分析センターに設けられていた。一方、第 4 の実施形態の CMP システム C 4 では、図 8 に示すように、各工場に、第 1 の人工知能部 1 1、選択部 1 2、第 2 の人工知能部 1 3、及び記憶媒体 1 4 を備える分析センターが設けられている。図 8 に示すように、第 4 の実施形態に係る情報処理システム S 4 - 1、S 4 - 2 はそれぞれ、第 1 の人工知能部 1 1、選択部 1 2、第 2 の人工知能部 1 3、及び記憶媒体 1 4 を備える。

[0087] <第 5 の実施形態>

続いて第 5 の実施形態について説明する。図 9 は、第 5 の実施形態に係る CMP システムの一例の概略構成図である。第 1 の実施形態の CMP システム C 1 では、図 1 に示すように、第 1 の人工知能部 1 1、選択部 1 2、第 2 の人工知能部 1 3、記憶媒体 1 4 が全て分析センターに設けられていた。一方、第 5 の実施形態の CMP システム C 5 では、図 9 に示すように、各工場に、第 1 の人工知能部 1 1、選択部 1 2、及び記憶媒体 1 4 を備える分析センターが設けられており、且つ第 2 の人工知能部 1 3 は、CMP 装置 1 ～ 6 毎に設けられている。図 9 に示すように、第 5 の実施形態に係る情報処理システム S 5 - 1、S 5 - 2 はそれぞれ、第 1 の人工知能部 1 1、選択部 1 2、三つの第 2 の人工知能部 1 3、及び記憶媒体 1 4 を備える。

[0088] <第 6 の実施形態>

続いて第6の実施形態について説明する。図10は、第6の実施形態に係るCMPシステムの一例の概略構成図である。第1の実施形態のCMPシステムC1では、図1に示すように、第1の人工知能部11、選択部12、第2の人工知能部13、記憶媒体14が全て分析センターに設けられていた。一方、第6の実施形態のCMPシステムC6では、図10に示すように、第1の人工知能部11、選択部12、第2の人工知能部13及び記憶媒体14が、CMP装置1～6毎に設けられている。図10に示すように、第6の実施形態に係る情報処理システムS6-1～S6-6はそれぞれ、第1の人工知能部11、選択部12、第2の人工知能部13、及び記憶媒体14を備える。

[0089] <第7の実施形態>

続いて第7の実施形態について説明する。図11は、第7の実施形態に係るCMPシステムの一例の概略構成図である。第1の実施形態のCMPシステムC1では、図1に示すように、第1の人工知能部11、選択部12、第2の人工知能部13、記憶媒体14が全て分析センターに設けられていた。一方、第7の実施形態のCMPシステムC7では、図11に示すように、第1の人工知能部11、選択部12、第2の人工知能部13及び第2記憶媒体14bが、CMP装置1～6毎に設けられており、第1記憶媒体14aが工場毎に設けられている。ここで、第1記憶媒体14aは、CMP装置1～6の外部の情報を格納しており、第2記憶媒体14bは、対応するCMP装置の内部の情報、及びCMP外部の情報を格納している。図11に示すように、第7の実施形態に係る情報処理システムS7-1～S7-6はそれぞれ、第1の人工知能部11、選択部12、第2の人工知能部13、第1記憶媒体14a、及び第2記憶媒体14bを備える。

[0090] なお、各実施形態において、基板処理装置は、選択済のパラメータ種別の組で構成されるパラメータ値の組と性能値との関係性を学習した第2の人工知能部13を備えてもよい。ここで学習は例えば機械学習である。その場合、第2の人工知能部13は、当該選択済のパラメータ種別の組で構成される

パラメータのうち当該基板処理装置で必然的に決まってしまう固定パラメータを入力として、前記選択済のパラメータ種別の組で構成されるパラメータのうち可変のパラメータを変化させた場合に当該基板処理装置の性能値を予測し、予測された性能値のうち、当該性能値が抽出基準を満たすパラメータ値の組み合わせを出力する。その場合、当該基板処理装置は、当該出力されたパラメータ値の組み合わせで基板を処理する。この構成によれば、学習済の第2の人工知能部13を用いて、抽出基準を満たすパラメータ値の組み合わせを出力し、このパラメータ値の組み合わせを用いて基板を処理するので、基板処理装置の性能を向上させることができる。

[0091] なお、上述した実施形態で説明した情報処理システムS1～S7の少なくとも一部は、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。ハードウェアで構成する場合には、情報処理システムS1～S7の少なくとも一部の機能を実現するプログラムをフレキシブルディスクやCD-ROM等の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。

[0092] また、情報処理システムS1～S7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。

[0093] さらに、一つまたは複数の情報処理装置によって情報処理システムS1～S7を機能させてもよい。複数の情報処理装置を用いる場合、情報処理装置のうちの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～S7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。

[0094] また、方法の発明においては、全ての工程（ステップ）をコンピュータに

よって自動制御で実現するようにしてもよい。また、各工程をコンピュータに実施させながら、工程間の進行制御を人の手によって実施するようにしてもよい。また、さらには、全工程のうちの少なくとも一部を人の手によって実施するようにしてもよい。

[0095] 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

[0096] 1～6 CMP装置
11 第1の人工知能部
110 AI実行部
111 AI
112 AI
113 AI
12 選択部
13 第2の人工知能部
14 記憶媒体
15 決定部
16 排除基準決定部
21～23 外部機器
C1～C7 CMPシステム
S1～S3、S4-1、S4-2、S5-1、S5-2、S6-1～S6-6、S7-1～S7-6 情報処理システム

請求の範囲

[請求項1] 基板処理装置のパラメータ値の組み合わせを提供する情報処理システムであって、

互いにパラメータ種別の組み合わせが異なるパラメータの組を入力値とし対応する前記基板処理装置の性能値を出力値とする複数の第1学習データセットそれぞれについて学習し、学習後に、複数の検証用データセットであって学習時とパラメータ種別の組み合わせが共通する複数の検証用データセットそれぞれを入力として、性能値を予測する第1の人工知能部と、

前記予測の性能値の正答の割合を示す値、当該学習にかかる時間、及び前記性能値の予測に要する時間のうち少なくとも一つを用いて、前記複数の検証用データセットに含まれる複数のパラメータ種別の組のうちから一つのパラメータ種別の組を選択する選択部と、

前記選択されたパラメータ種別の組で構成される過去のパラメータ値の組を入力値とし対応する過去の性能値を出力値とする複数の第2学習データセットを用いて学習し、学習後に、前記選択されたパラメータ種別の組で構成されるパラメータのうち対象の基板処理装置で必然的に決まってしまう固定パラメータを入力として、前記選択されたパラメータ種別の組で構成されるパラメータのうち可変のパラメータを変化させた場合に前記対象の基板処理装置の性能値を予測し、予測された性能値のうち、当該性能値が抽出基準を満たすパラメータ値の組み合わせを出力する第2の人工知能部と、

を備える情報処理システム。

[請求項2] 前記基板処理装置の複数のパラメータ値それぞれと性能値との間の相関を決定し、決定された複数の相関を用いて、前記第1の人工知能部が入力値として用いる複数のパラメータのパラメータ種別を決定する決定部を更に備える

請求項1に記載の情報処理システム。

- [請求項3] 前記決定部は、前記基板処理装置の複数のパラメータ値それぞれの間の相互相関をそれぞれ決定し、決定された相互相関を用いて、前記第2の人工知能部が入力値として用いる複数のパラメータのパラメータ種別を追加または一部もしくは全部入れ替える
- 請求項2に記載の情報処理システム。
- [請求項4] 前記基板処理装置の一つのパラメータ値と性能値との間の相関式を決定し、当該相関式を用いて、異常値を排除する基準を決定する排除基準決定部を更に備え、
- 前記選択部は、前記決定された基準を満たすパラメータを除いて、前記パラメータ種別の組を選択する
- 請求項1から3のいずれか一項に記載の情報処理システム。
- [請求項5] 前記第2の人工知能部は、対象の基板処理装置が使用している複数のパラメータ値とその際の性能値の組を、前記第2学習データセットに追加または既存の前記第2学習データセットに含まれるデータと置換して更に学習し、学習後に、前記選択されたパラメータ種別の組で構成されるパラメータを含む複数の検証用データセットを入力として、前記基板処理装置の性能値を予測し、予測された性能値のうち当該性能値が前記抽出基準を満たすパラメータ値の組み合わせを出力する
- 請求項1から4のいずれか一項に記載の情報処理システム。
- [請求項6] 基板処理装置のパラメータ値の組み合わせを提供する情報処理方法であって、
- 互いにパラメータ種別の組み合わせが異なるパラメータの組を入力値とし対応する前記基板処理装置の性能値を出力値とする複数の第1学習データセットそれぞれについて学習し、学習後に、複数の検証用データセットであって学習時とパラメータ種別の組み合わせが共通する複数の検証用データセットそれぞれを入力として、性能値を予測するステップと、
- 前記予測の性能値の正答の割合を示す値、当該学習にかかる時間、

及び前記性能値の予測に要する時間のうち少なくとも一つを用いて、前記複数の検証用データセットに含まれる複数のパラメータ種別の組のうちから一つのパラメータ種別の組を選択するステップと、

前記選択されたパラメータ種別の組で構成される過去のパラメータ値の組を入力値とし対応する過去の性能値を出力値とする複数の第2学習データセットを用いて学習し、学習後に、前記選択されたパラメータ種別の組で構成されるパラメータを含む複数の検証用データセットを入力として、前記基板処理装置の性能値を予測し、予測された性能値のうち、当該性能値が抽出基準を満たすパラメータ値の組み合わせを出力するステップと、

を有する情報処理方法。

[請求項7]

請求項1から5のいずれか一項に情報処理システムで用いられるコンピュータを、

互いにパラメータ種別の組み合わせが異なるパラメータの組を入力値とし対応する前記基板処理装置の性能値を出力値とする複数の第1学習データセットそれぞれについて学習し、学習後に、複数の検証用データセットであって学習時とパラメータ種別の組み合わせが共通する複数の検証用データセットそれぞれを入力として、性能値を予測する第1の人工知能部

として機能させるためのプログラム。

[請求項8]

請求項1から5のいずれか一項に情報処理システムで用いられるコンピュータを、

前記選択されたパラメータ種別の組で構成される過去のパラメータ値の組を入力値とし対応する過去の性能値を出力値とする複数の第2学習データセットを用いて学習し、学習後に、前記選択されたパラメータ種別の組で構成されるパラメータのうち対象の基板処理装置で必然的に決まってしまう固定パラメータを入力として、前記選択されたパラメータ種別の組で構成されるパラメータのうち可変のパラメータ

を変化させた場合に前記対象の基板処理装置の性能値を予測し、予測された性能値のうち、当該性能値が抽出基準を満たすパラメータ値の組み合わせを出力する第2の人工知能部

として機能させるためのプログラム。

[請求項9]

基板処理装置であって、

選択済のパラメータ種別の組で構成されるパラメータ値の組と性能値との関係性を学習した第2の人工知能部であって、当該選択済のパラメータ種別の組で構成されるパラメータのうち当該基板処理装置で必然的に決まってしまう固定パラメータを入力として、前記選択されたパラメータ種別の組で構成されるパラメータのうち可変のパラメータを変化させた場合に当該基板処理装置の性能値を予測し、予測された性能値のうち、当該性能値が抽出基準を満たすパラメータ値の組み合わせを出力する第2の人工知能部を備え、

前記出力されたパラメータ値の組み合わせを用いて基板を処理する基板処理装置。