

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 7 月 3 日(03.07.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/103719 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 21/956 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/083192
- (22) 国際出願日: 2013 年 12 月 11 日(11.12.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-282474 2012 年 12 月 26 日(26.12.2012) JP
- (71) 出願人: 株式会社日立ハイテクノロジーズ(HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION) [JP/JP]; 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目 2 4 番 1 4 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 浦野 貴裕(URANO Takahiro); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 本田 敏文(HONDA Toshifumi); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: ポレール特許業務法人(POLAIRE I.P.C.); 〒1040032 東京都中央区八丁堀二丁目 7 番 1 号 Tokyo (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

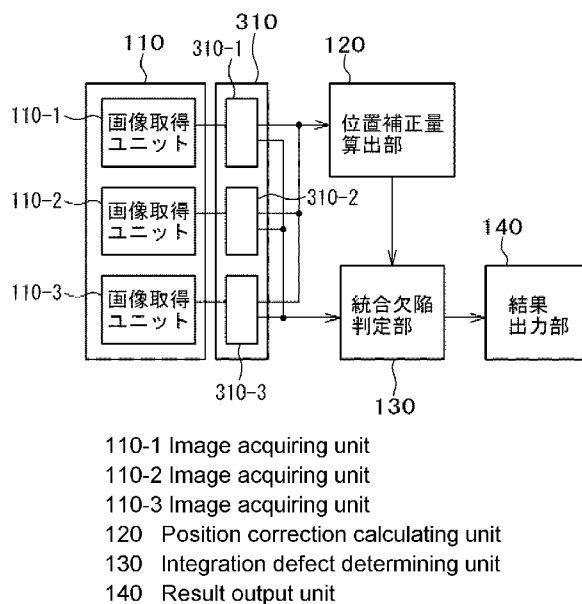
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: DEFECT INSPECTION METHOD AND DEFECT INSPECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 欠陥検査方法および欠陥検査装置

図 1



(57) Abstract: In order to achieve highly precise alignment of inspection images when integrating a plurality of inspection images having different imaging conditions to improve inspection performance, and in order to achieve highly precise alignment of images acquired at different inspection angles and different polarization states, an inspection device is configured to comprise: an image acquiring unit that acquires image data, under a plurality of imaging conditions, for a sample; a feature extracting unit that extracts at least one feature point; a position correction calculating unit that calculates, on the basis of the feature point, the amount of position correction for the plurality of image data sets; a position correcting unit that corrects the position of the plurality of image data sets with the amount of position correction; and an integrating unit that detects defects by integrating a plurality of data sets for which position correction is done.

(57) 要約: 撮像条件の異なる複数の検査画像を統合処理して検査性能を向上させるためには検査画像同士を高精度な位置合わせを実現するために、また、異なる検出角度や異なる偏光状態で取得された画像について高精度な位置合わせを実現するために、検査装置を、試料に対して複数の撮像条件にて画像データを取得する画像取得部と、少なくとも1つの特徴点を抽出する特徴点抽出部と、前記特徴点に基づき、前記複数の画像データの位置補正量を算出する位置補正

正量算出部と、前記位置補正量により、前記複数の画像データの位置補正をする位置補正部と、前記位置補正をした前記複数の画像データを統合処理することで欠陥を検出する統合処理部を備えて構成した。

明 細 書

発明の名称： 欠陥検査方法および欠陥検査装置

技術分野

[0001] 本発明は、試料表面に存在する微小な欠陥を高感度に検査する欠陥検査方法および欠陥検査装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体ウェハ、液晶ディスプレイ、ハードディスク磁気ヘッドなどの薄膜デバイスは多数の加工工程を経て製造される。このような薄膜デバイスの製造においては、歩留まり向上および安定化を目的として、いくつかの1連の工程毎に外観検査が実施される。

[0003] 特許文献1（特許第3566589号公報）には、「外観検査では本来同一形状となるように形成された2つのパターンの対応する領域を、ランプ光、レーザ光または電子線などを用いて得られた3照画像と検査画像を元に、パターン欠陥あるいは異物などの欠陥を検出する」方法が開示されている。

[0004] また、検査感度を向上させる手法として、特許文献2（米国特許7221992号明細書）および特許文献3（米国公開特許2008/285023号明細書）にて、「複数の異なる光学条件による画像を同時検出し、3照画像との明るさの比較を条件ごとに行い、その比較値を統合して欠陥とノイズの判別を行う方法」が開示されている。

[0005] 一方、複数光学条件の画像を統合するためには、各画像の位置合わせがされている必要があり、特許文献4（特開2008-268199号公報）には「標準試料などを用いて各画像の位置ずれ量をあらかじめ算出しておき、位置合わせに利用する方法」が開示されている。また、特許文献5（特開2003-83907号公報）には検査対象画像同士の色ムラや位置ずれ、画像歪みを補正する方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第3566589号公報

特許文献2：米国特許7221992号明細書

特許文献3：米国公開特許2008/285023号明細書

特許文献4：特開2008-268199号公報

特許文献5：特開2003-83907号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 撮像条件の異なる複数の検査画像を統合処理するためには、各検査画像の位置合せが必要であり、検査性能の向上には検査画像同士を高精度に位置合わせする必要がある。特許文献4に開示される位置合わせ方法では、検査対象ではない標準試料を利用して位置合わせするため、検査対象画像における高精度位置合わせを実現することは難しい。また、異なる検出角度や異なる偏光状態で取得された画像は、同一背景パターンであったとしても、異なるプロファイルの画像となる場合もある。そのため、特許文献5に開示されている、画像同士の残差が最小となるような位置決定方法では、高精度な位置合わせを実現することは難しい。

課題を解決するための手段

[0008] 上記した課題を解決するために、本発明では、検査対象物を異なる条件で撮像して検査対象物上の同一箇所について撮像条件の異なる複数の画像を取得し、この取得した撮像条件の異なる複数の画像における特徴点を抽出し、複数の画像において特徴点の位置を合わせるための位置補正量を算出し、この算出した位置補正量に基づいて複数の画像の位置を補正し、この位置を補正した複数の画像について特徴量を算出し、算出した特徴量に基づいて検査対象物の欠陥候補を抽出する欠陥検査方法とした。

[0009] また、上記した課題を解決するために、本発明では、欠陥検査装置を、検査対象物を異なる条件で撮像して前記検査対象物上の同一箇所について撮像条件の異なる複数の画像を取得する画像取得部と、この画像取得部で取得した撮像条件の異なる複数の画像における特徴点を抽出する特徴点抽出部と、

画像取得部で取得した撮像条件の異なる複数の画像において特徴点抽出部で抽出した特徴点の位置を合わせるための位置補正量を算出する位置補正量算出部と、この位置補正量算出部で算出した位置補正量に基づいて複数の画像の位置を補正する画像位置補正部と、この画像位置補正部で位置を補正した複数の画像について特徴量を算出する特徴量算出部と、この特徴量算出部で算出した特徴量に基づいて検査対象物の欠陥候補を抽出する欠陥候補抽出部とを備えて構成した。

発明の効果

[0010] 本願において開示される発明によれば、試料表面に存在する微小な欠陥を高感度に検査する欠陥検査方法および欠陥検査装置を提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の第1の実施例に係る欠陥検査装置の概略の構成を示すブロック図である。

[図2]本発明の第1の実施例に係る欠陥検査装置の画像取得部の概略の構成を示すブロック図である。

[図3]本発明の第1の実施例に係る欠陥検査装置における位置補正量算出部の構成のを示すブロック図である。

[図4A]本発明の第1の実施例に係る欠陥検査装置において撮像して得られる検査対象試料の画像と、この画像の背景パターンのエッジ強度を特徴量として抽出した特徴量画像、及びその画像の特徴量のヒストグラムである。

[図4B]本発明の第1の実施例に係る欠陥検査装置において撮像して得られる検査対象試料の画像から作成した特徴量画像を量子化して得られた画像とその特徴量の分布を示すヒストグラムである。

[図4C]本発明の第1の実施例に係る欠陥検査装置において撮像して得られる検査対象試料の画像から作成した特徴量画像の特徴点に重みを付けた重みつき特徴点を表わす画像とその特徴量の分布を示すヒストグラムである。

[図5A]本発明の第1の実施例に係る欠陥検査装置において位置補正量決定部

で特徴量画像を受け取った場合にずれ量を算出する処理の流れを示すフロー図である。

[図5B]本発明の第1の実施例に係る欠陥検査装置において位置補正量決定部で特徴点の位置情報を受け取った場合にずれ量を算出する処理の流れを示すフロー図である。

[図6A]本発明の第1の実施例に係る欠陥検査装置で位置補正量決定部で設定するダイを単位とするテンプレートの一例を示す図である。

[図6B]本発明の第1の実施例に係る欠陥検査装置で位置補正量決定部で設定するダイ内のパターンを単位とするテンプレートの一例を示す図である。

[図7]本発明の第1の実施例に係る欠陥検査装置における欠陥判定部の構成の示すブロック図である。

[図8A]本発明の第1の実施例に係る欠陥検査方法の処理の流れを示すフロー図である。

[図8B]本発明の第1の実施例に係る欠陥検査方法において、抽出した特徴量を特徴量空間にプロットした状態を示す3次元のグラフである。

[図9]本発明の第1の実施例に係る欠陥検査装置におけるユーザインタフェースの一例を示す画面の正面図である。

[図10]本発明の第2の実施例に係る欠陥検査装置の概略の構成を示すブロック図である。

[図11]本発明の第2の実施例に係る欠陥検査装置における位置補正パラメタ設定部の構成を示すブロック図である。

[図12]本発明の第2の実施例に係る欠陥検査方法における位置補正パラメタ設定の処理の流れを示すフロー図である。

[図13]本発明の第2の実施例に係る欠陥検査装置における位置補正パラメタ設定に関するユーザインタフェースの画面の正面図である。

[図14]本発明の第2の実施例に係る欠陥検査装置におけるテンプレート設定に関するユーザインタフェースの画面の正面図である。

[図15]本発明の第3の実施例に係る欠陥検査装置の概略の構成を示すブロッ

ク図である。

[図16]本発明の第3の実施例に係る欠陥検査装置の欠陥候補画像切り出しの構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0012] 本発明の特徴の一つは、複数の撮像条件で試料の同一箇所を撮像して得た複数の画像から試料上の欠陥を検出する場合に、まず、撮像条件の異なる複数の画像の位置ずれを正確に補正し、この位置ずれを補正したそれぞれの画像の特徴量から欠陥候補を検出するようにしたことにより、各画像から検出した欠陥の情報をより正確に統合できるようにしたものである。

[0013] 以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、各実施例を説明するための全図において、同一の部材には原則として同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

実施例 1

[0014] 以下において、本発明の欠陥検査技術（欠陥検査方法および欠陥検査装置）の第1の実施例を図1から図9を用いて、詳細に説明する。

[0015] 本発明のパターン検査技術の第1の実施例として、半導体ウェハを対象とした暗視野照明による欠陥検査装置および欠陥検査方法を例にとって説明する。

[0016] 図1は本実施例の欠陥検査装置の構成の一例を示したものである。本実施例に係る欠陥検査装置は、画像取得ユニット110-1～3で構成された画像取得部110、前処理ユニット310-1～3で構成された前処理部310、位置補正量算出部120、欠陥判定部130、結果出力部140を有して構成される。

[0017] 画像取得部110では、複数の撮像条件にて試料を撮像し、取得した画像を位置補正量算出部120と欠陥判定部130へ出力する。前処理部310では、画像取得部110で取得した画像のシェーディング補正や暗レベル補正等を行う。位置補正量算出部120では画像取得部110の各画像取得ユニット110-1、110-2、110-3にて取得して、前処理部310

の各前処理ユニット 310-1, 310-2, 310-3 でシェーディング補正や暗レベル補正等の前処理を施した各条件の画像に対し位置の合わせこみを行い、位置補正量を算出し、欠陥判定部 130 へ出力する。欠陥判定部 130 では、算出された位置補正量をもとに各条件画像の位置補正を行う。位置補正された各条件の取得画像を使い欠陥判定を行い、結果を結果出力部 140 に出力する。

[0018] 図 1 では、画像取得部 110 が 3 つの異なる画像取得条件の画像取得ユニット 110-1、110-2、110-3 を持つ構成を示したが、異なる画像取得条件とは、試料に対して異なる照明条件や検出条件、異なる検出感度での検査画像取得などである。また、複数条件の画像は同時に取得するものに限らず、複数回の走査により取得することもでき、走査の方向を変えて画像取得しても良い。

[0019] 図 2 は、本実施例 1 における、暗視野照明による欠陥検査装置の構成の一例を示した図である。暗視野照明による欠陥検査装置は、ステージ 220、メカニカルコントローラ 230、2 つの照明光学系（照明部）240-1、240-2、検出光学系（上方検出系）250-1、（斜方検出系）250-2、イメージセンサ 260-1、260-2 と、画像処理・制御部 270、記憶装置 280 を有し、前記検出光学系には、空間周波数フィルタ 251、検光子 252 を有する。試料 210 は例えば半導体ウェハなどの被検査物である。ステージ 220 は試料 210 を搭載して XY 平面内の移動および回転（ θ ）と Z 方向への移動が可能である。メカニカルコントローラ 230 はステージ 220 を駆動するコントローラである。

[0020] 検出光学系（上方検出系）250-1 とイメージセンサ 260-1 の組合せが、例えば図 1 の画像取得部 110-1 に相当し、検出光学系（斜方検出系）250-2 とイメージセンサ 260-2 の組合せが、例えば図 1 の画像取得部 110-2 に相当する。図 2 に示した構成においては、図 1 の画像取得部 110 の画像取得ユニット 110-3 に相当する構成が省略されている。画像処理・制御部 270 は、図 1 に示した構成の、前処理部 310 の前処

理ユニット310-1, 310-2及び位置補正量算出部120、統合欠陥判定部130、欠陥出力部140を含んだ構成に相当する。

[0021] 図2に示した構成において、照明部240-1及び240-2からの光を試料210に照射し、試料210からの散乱光を上方検出系250-1、斜方検出系250-2で結像させ、結像された光学像を各々のイメージセンサ260-1及び260-2で受光して、画像信号に変換する。このとき、試料210をX-Y-Z- θ 駆動のステージ220に搭載し、該ステージ220をX-Y平面内で水平方向に移動させながら異物散乱光を検出することで、検出結果を2次元画像として得る。

[0022] 照明部240-1及び240-2に用いる照明光源は、レーザを用いても、ランプを用いてもよい。また、照明部240-1及び240-2の各照明光源の波長の光は短波長であってもよく、また、広帯域の波長の光（白色光）であってもよい。短波長の光を用いる場合、検出する画像の分解能を上げる（微細な欠陥を検出する）ために、紫外領域の波長の光（Ultra Violet Light: UV光）を用いることもできる。レーザを光源として用いる場合、それが単波長のレーザである場合には、可干渉性を低減する手段を照明部240-1及び240-2の各々に備えることも可能である。

[0023] また、イメージセンサ260-1及び260-2に複数の1次元イメージセンサを2次元に配列して構成した時間遅延積分型のイメージセンサ（Time Delay Integration Image Sensor: TDIイメージセンサ）を採用しステージ220の移動と同期して各1次元イメージセンサが検出した信号を次段の1次元イメージセンサに転送して加算することにより、比較的高速で高感度に2次元画像を得ることが可能になる。このTDIイメージセンサとして複数の出力タップを備えた並列出力タイプのセンサを用いることにより、センサからの出力を並列に処理することができ、より高速な検出が可能になる。また、イメージセンサ260に、裏面照射型のセンサを用いると表面照射型のセンサを用いた場合と比べて検出

効率を高くすることができる。

[0024] イメージセンサ260-1、260-2から出力されるセンサ出力信号は、画像処理・制御部270に入力する。画像処理・制御部270は、図1に示したような前処理部310-1～3、位置補正量算出部120や統合欠陥判定部130、結果出力部140を含み、イメージセンサ260-1、260-2から出力されたセンサ出力信号から画像データを作成し、この画像データを処理して欠陥を検出する処理を実行する。この時、記憶装置280に画像データを格納しておき、格納した画像データを位置補正量算出部120や欠陥判定部130へ出力することも可能である。

[0025] 図3は、本実施例における、前処理部310からの信号を受けて処理をする、画像処理・制御部270の位置補正量算出部120の構成について示す図である。位置補正量算出部120は、特徴算出部320、位置補正決定部330-1、位置補正決定部330-2を有して構成される。位置補正量算出部120に入力する信号は、前処理部310において、複数の画像取得部110にて取得したセンサ出力信号を受け取り、画像を作成してシェーディング補正や暗レベル補正などの処理が施される。

[0026] 前処理部310で前処理された信号を入力した画像処理・制御部270において、まず特徴算出部320の特徴量算出ユニット320-1～3で、それぞれ前処理部310の前処理ユニット310-1～3から受け取った画像を処理して、画像上の特徴分布を算出する。ここで抽出する特徴は、各画素に1つまたは複数の値を持つ特徴量画像や、試料上の座標情報を持つ特徴点や、前記特徴点の各点が実数値の特徴量や離散値の属性を持つ、重み付き特徴点などである。

[0027] 次に前記特徴の一例を示す。特徴量算出部320で抽出する特徴としては、

(1) 画像の各点の信号強度や、信号強度と背景ノイズの比(SNR)や、エッジ強度、パターン密度などの特徴、

(2) 欠陥候補として検出された点や、エッジのコーナー、パターンの重心

、前記特徴量を量子化した点などの特徴点、

(3) 欠陥候補として検出された点やエッジとして抽出された点の位置情報に、信号強度や欠陥のサイズ、信号強度と背景ノイズの比(SNR)や、エッジの方向や強度の値などの特徴量や、信号強度やエッジの方向を量子化した値や、欠陥の種類などの属性などを付加した、重み付き特徴点、などである。

[0028] さらに、本実施例における欠陥検査装置において、光学条件と配線パターンや欠陥から得られる散乱光の特性との関係が分かっている場合、これに対応した特徴量を算出しても良い。また、配線パターンの明るさの任意範囲の重心などの散乱光の特性変化にロバストな特徴量や、検出散乱光の広がりを考慮した特徴量などを用いても良い。特徴算出部320では、複数種類の特徴を同時に出力することもできる。

[0029] また、前処理部310にて、あらかじめ画像取得部110から取得した画像の解像度を変化させた画像を少なくとも一種類算出しておき、それぞれの解像度の画像に対し、特徴算出部320にて特徴の算出を行っても良い。解像度の異なる画像に対し特徴算出を行うことで、異なる周波数特性のパターンの特徴を取得することが可能となる。

[0030] さらに、画像取得部110にて試料上のアライメントマークを含めて画像取得をしても良い。特徴算出部320では、アライメントマークに対しても特徴算出を行い、特徴量画像や特徴点を算出することができる。また、試料上のアライメントマークの位置は既知であるため、アライメントマークの位置から算出された特徴に対し、アライメントマークと認識できる属性を付与することもできる。

[0031] 図4A～図4Cは前記特徴量画像と、特徴点と、重み付き特徴点の一例について示す図である。図4Aの401は画像取得部110にて撮像して前処理部310で形成した画像で、この取得画像401から背景パターンのエッジ強度を特徴量として抽出した特徴量画像を402に、この特徴量画像402の特徴量とその頻度を抽出し、横軸を特徴量、縦軸を頻度とするヒストグ

ラムを403に示す。図4Bの画像404は、図4Aの特徴量画像402を量子化して得られた特徴点を示し、ヒストグラム403に対し、しきい値（TH₋、TH₊）を設定し、量子化した後の分布を405に示す。また、図4Cの画像406は、図4Aの特徴量画像402の各特徴点に特徴量を持たせた重み付き特徴点を示し、各特徴量のヒストグラムを407に示す。

[0032] 位置補正量決定部330は、特徴量算出部320の各特徴算出ユニット320-1、320-2、320-3から受け取った、特徴量画像または、特徴点または、重み付き特徴点または、これらの組み合わせから、画像取得部110にて取得した画像同士の位置補正量を決定する。位置補正量は、事前に決定した基準条件の画像から抽出した特徴に対し、補正対象条件の画像から抽出した特徴の位置補正することで、画像同士の位置補正を行う。基準条件と補正対象条件は任意に決定した組合せであっても良いし、任意の方法、例えば、抽出した特徴点の数が最も多い条件を基準条件とし、それ以外の条件を補正対象条件としても良い。また、試料上の配線パターンの方角や、試料を走査する方向や、照明の偏光状態の関係などから、位置補正量算出に有効な組合せを事前に決定しても良い。

[0033] さらに、本実施例の欠陥検査装置において、同一の走査により取得した複数条件の画像は位置ずれ量が少なくなることが事前に判明している場合、同一の走査により取得した画像同士を優先的に組合せることもできる。例えば、同一走査での位置ずれの要因として、イメージセンサ260-1、260-2やステージ220の振動、各イメージセンサ260-1、260-2の倍率や取り付け位置のずれなどがあるが、これらは、ずれ量が小さいまたは、ずれる方向や量を事前に求めることができるため、位置補正量の算出は行いやすい。しかし、一旦検査した後、試料を90度又は180度回転させてから再度走査を行って得たデータとの位置補正を行う場合、ステージ220と試料210の相対位置、ステージ220の走査速度や走査方向の誤差などが異なるため、これらは、位置ずれ量が大きく、さらに事前にずれ量を求めることができない。そのため、同一の走査により取得した画像同士の位置補

正を優先的に行う事で、精度良く位置補正量の算出が可能となる。

[0034] また、位置補正量決定部 330 は複数持つことができ、複数の位置補正量決定ユニット 330-1, 330-2 それぞれで、異なる特徴により位置補正量を決定することができる。例えば、位置補正量決定ユニット 330-1 では、エッジのコーナーなど、詳細な位置合わせはできないが大きく誤りにくい特徴を使い、位置補正量を算出した後、位置補正量決定ユニット 330-2 にて、信号強度などの特徴量画像により、詳細に位置合わせを行う。このように複数の位置補正量決定部にて位置補正量を算出することで、誤った位置補正量の算出を低減できるだけでなく、位置補正に関わる計算時間を短縮することもできる。また、図 3 では、2 つの位置補正量決定ユニット 330-1、330-2 で構成される例を示したが、これに限定されるものではなく、少なくとも 1 つの位置補正量決定部があれば良い。

[0035] ここで、位置補正量決定部 330 で特徴量画像を受け取った場合のずれ量算出方法の一例として以下の方法を、図 5 A のフロー図に基づいて説明する。

(1) 補正対象の特徴量画像から位置補正量を算出するサンプル点を決定する (S501)。

(2) 補正対象の特徴量画像からサンプル点周辺の一定範囲の部分画像を切り出す (S502)。

(3) 基準画像の特徴量画像から前記部分画像が最も一致する場所を決定する (S503)。

(4) すべてのサンプル点に対し (2) (3) を繰り返す (S504)。

(5) サンプル点以外の場所は近傍のサンプル点のずれ量を元に補間する (S505)。上記 (S501) のサンプル点は補正対象の特徴量画像の全画素に対して設定しても良いし、一定のサンプル間隔で設定しても良いし、補正対象の画像から抽出した特徴点としても良い。

[0036] 一方、位置補正量決定部 330 で特徴量算出部 320 から特徴点の位置情報を受け取った場合のずれ量算出の方法の一例として以下の方法を、図 5 B

のフロー図に基づいて説明する。

(1) 補正対象の各特徴点から基準の特徴点に対して最近傍点を決定し、仮対応付けする (S 5 1 1)。

(2) 仮対応付けされた特徴点の距離の総和が最小となるように、補正対象の特徴点の位置を補正する (S 5 1 2)。

(3) 上記 (1) (2) を位置補正量が収束するまで繰り返す (S 5 1 3)。
。

[0037] ここで、位置補正量決定部 3 3 0 で特徴点の位置情報だけでなく、重み付き特徴点の情報を受け取った場合、上記 (S 5 1 1) において仮対応付けをする特徴点を、特徴点間の距離だけでなく特徴量や属性による重み付きの距離に基づいて決定しても良い。また、(S 5 1 2) の特徴点同士の距離算出において、各特徴点の重みに基づく重み付きの距離を算出しても良い。さらに、位置補正に特定の特徴量や属性を持つ特徴点のみを使っても良く、例えば、一定の欠陥サイズ毎に属性を付加し、属性毎に位置補正量を算出しても良い。

[0038] また、位置補正量決定部 3 3 0 は記憶装置 2 8 0 から、事前に決定した位置補正量を入力することもでき、事前に決定した位置補正量に基づき、あらかじめ位置ずれを補正した後、位置補正量決定部 3 3 0 で位置補正量を決定することも可能である。さらに、特徴算出部 3 2 0 から出力した複数種類の特徴から、位置合わせに有効な特徴の組合せを事前に決定し、記憶装置 2 8 0 に記憶しておき、記憶してある特徴の組合せで位置ずれ量の補正を実施することも可能である。位置補正量の算出は、ウェハの任意の位置に設定したテンプレートに対して行っても良い。テンプレートは記憶装置 2 8 0 に記憶してあるデータに基づき設定することができ、画像データから抽出した特定パターンの位置でも良いし、事前にユーザが指定した位置としても良い。テンプレートに限定して位置補正量を算出することで、位置補正量算出にかかる計算コストを低減できるだけでなく、誤り易いパターンを除外し、ロバストな位置補正量の算出が可能となる。

[0039] 図6A及び図6Bは位置補正量決定部330で設定するテンプレートの一例について示す図である。図6Aに示すように、位置補正量決定部330にてウェハ500上の任意の位置に少なくとも一つのテンプレート501を設定し(図6Aの場合は3つ)、テンプレート501にて位置補正量の算出を行っても良い。また、図6Bに示すように、テンプレート501'はウェハ500上のダイ503それぞれの同じ位置に設定することもできる(図6Bの場合は3つ)。

[0040] 図7は、本実施例に係る欠陥検査装置の統合欠陥判定部130の構成の一例について示す図である。統合欠陥判定部130の欠陥候補検出部330は、位置補正部610、欠陥判定特徴量演算部620、はずれ画素検出部630からなる。

[0041] 位置補正部610では、位置補正量算出部120にて算出した各画像のずれ補正量に基づき、各画像取得ユニット110-1、110-2、110-3にて取得した画像同士の位置を補正する。

[0042] 欠陥判定特徴量算出部620では、位置補正部610で位置が補正された各画像取得ユニット110-1、110-2、110-3で撮像して得た画像の各画素について、少なくとも一種類以上の特徴量を抽出する。ここで算出する特徴量は、ウェハ上に形成された複数のダイのうち検査対象ダイとこの検査対象ダイに隣接するダイの対応する位置の各画素値同士の差分値などである。また、画素値そのものでも良い。

[0043] 外れ値算出部630では、欠陥判定特徴量算出部620で算出した特徴量で形成される特徴空間内で外れた位置にある画素を欠陥候補として出力する。外れ値算出部630では、各欠陥候補のばらつきなどに基づき特徴量の正規化を実施しても良い。ここで、欠陥候補を判定するための基準は、特徴空間内のデータ点のばらつきや、データ点の重心からの距離などを用いることができる。

[0044] 外れ値算出部630から出力された欠陥候補の情報は、結果出力部140の表示画面上にウェハの欠陥候補マップとして表示される。

[0045] 図 8 A に、上記に説明した本実施例における欠陥候補抽出のフローを示す。

先ず、画像取得部 110 で、試料の照明方向、検出方向などが異なる複数の条件で試料上の同一の個所を撮像し (S 801)、この複数の撮像条件で取得された試料上の同一の個所の複数の撮像信号を画像処理制御部 270 に入力する。次に、画像処理制御部 270 の前処理部 310 において画像取得部 110 から入力された撮像条件が異なる複数の撮像信号を処理して複数の画像を作成し、この作成した複数の画像に対してそれぞれシェーディング補正や暗レベル補正等の前処理を施す (S 802)。

[0046] 前処理が施された複数の画像を位置補正量算出部 120 に入力して特徴量算出部 320 で画像上の特徴点の分布を算出し特徴点を抽出する (S 803)。つぎに、この抽出した特徴点の位置情報に基づいて、位置補正量決定部 330 において試料上の同一の個所の画像を重ね合わせるための各画像間の位置ずれ補正量を算出する (S 804)。次に、この算出した位置ずれ補正量の情報を統合欠陥判定部 130 に入力する。

[0047] 統合欠陥判定部 130 の位置補正部 610 は位置補正量決定部 330 から入力された位置ずれ補正量の情報を用いて、前処理部 310 から入力された前処理が施された試料上の同一の個所の複数の画像間の位置補正を行う (S 805)。次に、この位置補正を行った複数の画像について、欠陥判定特徴量算出部 620 で特徴量を算出し (S 806)、この算出した特徴量を外れ値算出部 630 で特徴量空間にプロットしてこの特徴量空間での外れ値を欠陥候補として抽出し (S 807)、この抽出した欠陥候補の情報を結果出力部 140 に送ってウェハ上の欠陥マップとして画面上に出力する (S 808)。

[0048] 図 8 B に、S 806 で算出した特徴量を特徴量空間(図 8 B の場合は、3 次元空間の例を示す)にプロットした状態を示す。プロットされた特徴量の塊に対して右上に 1 点外れてプロットされている点があり(図中に「外れ値」と表示)、このような特徴を持つ点が S 807 のステップにおいて欠陥候補として

抽出される。

[0049] 図9は、本実施例に係る欠陥検査装置のユーザインタフェース700の一例について示す図である。ユーザはウェハマップ701にて、統合欠陥判定部130にて判定された欠陥を確認することができる。また、表示703では、位置合わせで利用した特徴量や、各条件における位置合わせ基準条件の関係も確認することができる。ウェハ全体の位置補正量704や、局所的なずれ量を表示することができる。表示703においては、4つの条件A～Dで検出したデータをどのような手順で合わせ込むかを[1]、[2]、[3]のように指定する。なお、この[1]、[2]、[3]は、全体位置補正量704の欄に表示された[1]、[2]、[3]に対応する。

[0050] さらに、ウェハ上での欠陥候補の位置補正の状態を確認することができる。ウェハマップ705は算出補正量マップで、702に表示された特徴量の中から選択された特徴量を持つ欠陥について、703の位置合わせ基準条件で補正する補正量を算出した結果を、706に示した条件ごとに表示形状を変えて表示する。707は702の特徴量表示欄で指定された特徴量を有する欠陥の特徴量の分布を示すグラフであり、このグラフ上で設定したしきい値（ TH^- 、 TH^+ ）を用いて検出された欠陥について算出した補正量がマップ705に表示される。また、表708は算出補正量マップ705に表示された欠陥（1）～（3）に対応する各欠陥について、条件Bを基準として条件Aで検出したデータを条件Bに合わせ込むための位置補正量を算出した結果を示す。

実施例 2

[0051] 以下において、本発明の欠陥検査方法および欠陥検査装置の第2の実施例を図10から図14を用いて説明する。

[0052] 図10は実施例2の欠陥検査装置の構成の一例を示したものである。実施例2に係る欠陥検査装置は、実施例1において図2を用いて説明した欠陥検査装置の画像処理制御部270と記憶装置280とを図10に示した画像処理制御部271と記憶装置281に置き換えたものである。本実施例におけ

る画像処理制御部 271 は、位置補正量算出部 120、欠陥判定部 130、結果出力部 140、位置補正パラメタ設定部 150、インターフェース 170 を有して構成される。

[0053] 図 10 に示した画像取得部 110 は実施例 1 の場合と同様に、複数の撮像条件にて試料を撮影し、取得した信号を画像処理制御部 271 の前処理部 310 に入力して画像を作成し、この作成した画像に対してシェーディング補正や暗レベル補正を施した後、位置補正量算出部 120 と欠陥判定部 130 へ送られて処理される。

[0054] 位置補正量算出部 120 では、画像取得部 110 の各画像取得ユニット 110-1、110-2、110-3 にて取得した各条件の画像と、位置補正パラメタ設定部 150 にて算出した位置補正パラメタを入力し、位置補正量を算出する。欠陥判定部 130 では算出された位置補正量をもとに位置補正された各条件の取得画像を使い欠陥判定を行い、結果を結果出力部 140 に出力する。

[0055] 位置補正パラメタ設定部 150 は、記憶装置 281 とインターフェース 170 から、事前に取得した画像データや半導体ウェハの設計データ、前記欠陥検査装置と異なる検査装置や、電子線欠陥観察装置などの欠陥観察装置にて取得した欠陥レビューデータ、もしくはユーザが入力したパラメタや欠陥教示データなどを受け取り、位置補正パラメタを算出することができる。位置補正パラメタ設定部 150 では、位置補正に有効な前記特徴の組合せや、位置補正に有効な前記テンプレート位置や、前記基準画像と補正対象画像の組合せなどを位置補正パラメタとして位置補正量算出部 120 に出力する。

[0056] 図 11 は位置補正パラメタ設定部 150 の構成の一例について示した図である。位置補正パラメタ設定部 150 の一例として、事前に取得した複数条件の画像を用いて位置補正パラメタを算出する構成について示す。前処理部 310 の各前処理ユニット 310-1、310-2、310-3 は、画像取得部 110 の各画像取得ユニット 110-1、110-2、110-3 にて資料 210 を撮像して得た信号から画像データを作成し、この画像データに

対して、シェーディング補正や暗レベル補正などを行い、記憶装置 281 へ格納する。前処理部 310 では、画像取得部 110 で試料を撮像して得られた信号から画像を作成し、この作成した画像データに対して、信号強度や、信号強度と背景ノイズの比 (SNR) などの特徴量を抽出し、外れ値算出を行い、欠陥候補の抽出を行うこともできる。

[0057] 位置補正パラメタ設定部 150 は、事前位置補正量算出部 920 と、位置補正パラメタ評価部 930 を有している。事前位置補正量算出部 920 は記憶装置 281 に格納された複数条件の画像データを読み込み、あらかじめ設定した少なくとも 1 つの位置補正パラメタで位置補正量の算出を行う。位置補正パラメタ評価部 930 は、事前位置補正量算出部 920 から、位置補正パラメタと算出した位置補正量のセットと、インターフェース 170 からレビューデータを受け取り、事前位置補正量算出部 920 で算出した位置補正量の評価値を算出する。位置補正パラメタ評価部 930 は評価値に基づき、複数の位置補正パラメタから最も精度良く位置補正が可能な位置補正パラメタを選択する。

[0058] 位置補正量の評価値は、各条件の画像間における同一欠陥同士の位置補正誤差の総和としても良い。また、実施の形態 1 と同様に複数条件の画像から、欠陥判定特徴量を抽出し、外れ値算出を行った結果、ユーザが検出したい欠陥とそれ以外の欠陥との分離度に基づいて位置補正の評価値を算出しても良い。各条件の画像間での同一欠陥判定や、ユーザが検出したい欠陥かどうかの判定は、欠陥観察装置による欠陥レビューデータ、またはユーザ教示を利用しても良い。

[0059] また、事前位置補正量算出部 920 は、位置補正パラメタ評価部 930 で選択された位置補正パラメタに基づき、少なくとも 1 つの位置補正パラメタを再設定し、事前位置補正量を算出することもできる。事前位置補正量算出部 920 と位置補正パラメタ評価部 930 とで位置補正量算出とパラメタ評価を繰り返すことで、より精度良い位置補正量算出ができる位置補正パラメタを選択することが可能となる。位置補正パラメタ評価部 930 から、位置

補正に有効な前記特徴の組合せや、位置補正に有効な前記テンプレート位置や、前記基準画像などを位置補正パラメタとして位置補正量算出部120へ出力する。

[0060] 位置補正パラメタ設定部150では、事前位置補正量算出部920にて算出した事前位置補正量を位置補正量算出部120へ出力することもでき、位置補正量算出部120では、事前位置補正量を基に、位置補正を行うことができる。事前位置補正量の算出は、事前位置補正の算出用のウェハを使っても良いし、検査対象のウェハを使っても良い。ここでは、事前位置補正量のうち、センサの倍率誤差や、センサ取り付け位置のずれなどのスタティックな位置ずれを補正することもできる。

[0061] 図12は本実施例に係る欠陥検査装置の位置補正パラメタ設定の手順の一例について示す図である。先ず、画像取得部110の複数の画像取得ユニット110-1～3を用いて検査対象である試料210を撮像し(S1201)、撮像して得た信号を画像処理・制御部271に入力して前処理部310で画像を作成してこの作成した画像に対しシェーディング補正や暗レベル補正等の前処理を施し(S1202)、記憶装置281へ格納する(S1203)。S1201～S1203を画像取得条件数分繰り返す(S1204)。次に、あらかじめ決めておいた位置補正パラメタを選択し(S1205)、記憶装置281に格納した画像データを位置補正パラメタ設定部150に入力してS1205で選択した位置補正パラメタを用いて事前位置補正量算出部920で事前位置補正量を算出(S1206)し、算出された事前位置補正量を基に位置補正パラメタ評価部930で位置補正の評価値を算出(S1207)する。S1205～S1207を位置補正パラメタ数分繰り返す(S1208)。

[0062] 次に、S1205～S1208で求めた位置補正パラメタをインターフェース170の画面上に表示し(S1209)、インターフェース170の画面上で位置補正パラメタの再調整を行う(S1210)。この再調整は、オペレータが画面に表示された補正パラメタを修正することにより行ってもよ

いし、又は、自動で行うようにしてもよい。再調整した位置補正パラメタに基づき事前位置補正量算出部 920 で事前位置補正量を算出 (S1211) し、位置補正パラメタ評価部 930 で位置補正評価値を算出する (S1212)。S1212 で算出した位置補正評価値が終了条件を満たすまで位置補正パラメタの再調整を繰り返す (S1213)。最後に、条件を満たす位置補正パラメタを出力する (S1214)。

[0063] 位置補正量評価値の算出 (S1207) では、ユーザによる教示や欠陥観察装置による欠陥レビューデータを使い、評価値を算出することができる。S1205～S1208 で算出した位置補正パラメタのうち、最も位置補正評価値が良かった位置補正パラメタを最終的な位置補正パラメタとして決定しても良い。

[0064] この決定した位置補正パラメタを用いて複数の画像間の位置の補正を行い、欠陥判定特徴量を算出し、外れ値を抽出してその結果を出力するまでの工程は、実施例 1 において図 8 を用いて説明した S805 乃至 S808 の工程と同じであるので、説明を省略する。

[0065] 図 13 は本実施例に係る欠陥検査装置における位置補正パラメタ設定に関してインターフェース 170 の画面上に表示されるユーザインタフェース 1100 の一例について示す図である。ユーザは条件別パラメタ設定部 1101 にて、位置補正対象の条件毎に (図 13 に示した例では、対象条件 D) 位置補正パラメタを設定するかどうかと、位置補正対象の条件を選択することができる。

[0066] 評価結果表示部 1102 は位置補正パラメタ毎の前記選択欠陥ずれ量に基づく評価値や前記選択欠陥の分離度に基づく評価値が表示されており、そのときの補正パラメタの内容が表示されている。ユーザは複数の位置補正パラメタのセットの中から位置補正に用いるパラメタを選択することができる。また、パラメタセット調整ボタン 1104 を画面上でクリックして位置補正パラメタのセットを手動調整することもでき、パラメタセット調整ボタン 1103 を画面上でクリックして自動で最適なパラメタセットを選択すること

もできる。

[0067] 欠陥レビュー画面表示領域 1105 には、欠陥観察装置から取得したレビュー済の欠陥の SEM 画像 1105-1 や光学顕微鏡画像 1105-2 が表示される。またユーザは、表示領域 1105-3 にて、レビュー済欠陥の、各条件の前記画像データを確認することができ、画像内の欠陥位置を座標指定領域 1105-4 から手動で設定することができる。

[0068] さらに、位置補正対象条件設定領域 1106 において、位置補正対象条件 1106 と位置補正基準条件 1107 の組合せを確認することができる。さらに、位置補正対象条件 1106 から、それぞれの条件の走査方向や、照明条件、検出条件などを確認することができ、ユーザはこれに基づき位置補正基準条件 1107 の組合せを編集することもできる。

[0069] 図 14 は本実施例に係る欠陥検査装置におけるテンプレート設定に関するユーザインタフェース 1200 の一例について示す図である。ユーザインタフェース 1200 には、ウェハテンプレート設定領域 1210、ダイテンプレート設定領域 1220、ウェハテンプレート位置設定領域 1230、ダイ共通テンプレート位置設定領域 1240、レビュー画像表示領域 1250 が表示される。ユーザは、ウェハテンプレート設定領域 1210 又はダイテンプレート設定領域 1220 で位置を直接座標を指定することにより、ウェハテンプレート位置設定領域 1230 又はダイ共通テンプレート位置設定領域 1240 にテンプレート位置の設定を行うこともできるし、ウェハテンプレート設定領域 1210 又はダイテンプレート設定領域 1220 上で指定した領域の画像データをレビュー画像表示領域 1250 に表示して直接確認し、ウェハテンプレート位置設定領域 1230 又はダイ共通テンプレート位置設定領域 1240 でテンプレートを指定することもできる。テンプレートは、ウェハ上の任意の位置に設定することもできるし、ダイ内の任意の位置に設定することもできる。

実施例 3

[0070] 以下において、本発明の欠陥検査技術（欠陥検査方法および欠陥検査装置

）の第3の実施例を図15と図16を用いて説明する。本実施例では、検査対象の試料を撮像して得た画像から、先ず欠陥候補の画像を切り出し、この切り出した欠陥候補の画像を処理して欠陥を抽出することにより画像データの転送量を少なくして、装置構成を実施例1及び2と比べてより簡素化できるようにしたものである。

[0071] 図15は実施例3に係る欠陥検査装置の構成の一例を示したものである。本実施例に係る欠陥検査装置は、画像取得部110'、前処理部310'、欠陥候補画像切り出し部180、位置補正量算出部120'、統合欠陥判定部130'、結果出力部140'、位置補正パラメタ設定部150'を有して構成される。画像取得部110は画像取得ユニット310'-1～6を備え、実施の形態1と同様に、複数の撮像条件にて試料を撮影し、欠陥候補画像切り出し部180へ取得した画像データを出力する。なお、画像取得部110'、前処理部310'、位置補正量算出部120'、統合欠陥判定部130'、結果出力部140'、位置補正パラメタ設定部150'、インターフェース170'について、それぞれ'を付けて表示したが、これらは基本的には実施例1又は2で説明したものと同一構成であって、取り扱うデータが異なるために'を付けて表示した。

[0072] 欠陥候補画像切り出し部180は、欠陥候補画像切り出しユニット180-1と180-2とを備え、画像取得部110にて取得した各条件の画像から、欠陥候補を含む画像切り出しを行い、切り出した画像を位置補正量算出部120と統合欠陥判定部130に転送する。画像切り出しユニット180-1からは、画像取得部110の画像取得ユニット110-1、110-2、110-3で取得した画像データから切り出しを行い、欠陥候補画像切り出しユニット180-2では、画像取得部110の画像取得ユニット110-4、110-5、110-6で取得した画像データから切り出しを行う。ここでは、欠陥候補画像切り出し部180が2つの画像切り出しユニット180-1と180-2とを備えた構成を示したが、少なくとも1つの欠陥候補画像切り出しユニット180-1又は180-2に対し、少なくとも1つの画像取

得ユニット 110-1~6 のうちの何れかが接続されていればよい。

[0073] 位置補正量算出部 120' では欠陥候補切り出し部 180 にて切り出した画像と、位置補正パラメタ設定部 150' にて算出した位置補正パラメタを入力し、位置補正量を算出し、統合欠陥判定部 130' へ出力する。統合欠陥判定部 130' では、算出された位置補正量をもとに各条件画像の位置補正を行う。位置補正された各条件の取得画像を使い欠陥判定を行い、結果を結果出力部 140' に出力する。

[0074] 図 16 は、本実施例における、欠陥候補画像切り出し部 180 の欠陥候補画像切り出しユニット 180-1 の構成の一例について示す。欠陥候補画像切り出しユニット 180-1 は、画像格納バッファ 1400-1~3、欠陥候補抽出部 1410-1~3、欠陥候補選択部 1420、制御部 1430 を有して構成される。欠陥候補画像切り出しユニット 180-2 も同様に構成されている。画像取得部 110 検査対象の試料を撮像して信号を出力し、画像取得部 110' から出力された信号は前処理部に入力された画像が作成され、この作成された画像データは、画像格納バッファ 1400 と欠陥候補抽出部 1410 に転送される。

[0075] 欠陥候補抽出部 1410 は、画像データの各画素毎に検出ダイと隣接ダイの画像明度差や、一定領域内の明度差の総和やばらつきなどの特徴量を抽出し、前記特徴量から特徴空間を形成し、前記特徴空間内での外れ値を欠陥候補として抽出する。外れ値を判定するための基準は、特徴空間内のデータ点のばらつきや、データ点の重心からの距離などを用いることができる。抽出した欠陥候補の信号強度や座標などの情報を欠陥候補選択部 1420 に転送する。欠陥候補選択部 1420 では、前記欠陥候補からノイズなどの誤検出である虚報やユーザが検出を希望しない *Nuisance* を取り除き、残った欠陥候補の情報を制御部 1430 へ送信する。

[0076] 制御部 1430 から画像格納バッファ 1400-1~3 へ前記欠陥候補の座標を送信し、画像格納バッファ 1400-1~3 に格納されている各前処理ユニット 310-1~3 から出力された前記画像データから、画像切り出

し部1440-1〜3で欠陥候補を含む画像を切り出し、位置補正量算出部120'と統合欠陥判定部130'へ転送する。位置補正量算出部120'及び統合欠陥判定部130'における処理は、実施例1又は2で説明した位置補正量算出部120及び統合欠陥判定部130における処理と同様であるので、説明を省略する。

[0077] 本実施例では、統合欠陥判定を実施する前に、欠陥候補画像の切り出しを実施する構成の一例を示したが、この構成は、画像データによる統合欠陥判定を行う実施の形態1または2の構成と比較し、画像データ転送量を抑制でき、さらに、欠陥候補に対してのみ位置ずれ補正を行えば良いため、高速に統合欠陥判定を実現することができる。

[0078] なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の1部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の1部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

[0079] また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの1部又は全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリや、ハードディスク、SSD (Solid State Drive) 等の記録装置、または、ICカード、SDカード、DVD等の記録媒体に置くことができる。

[0080] また、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

符号の説明

[0081] 110・・・画像取得部 120・・・位置補正量算出部 130・・・統合欠陥判定部 140・・・結果出力部 150・・・位置補正パラメタ設定部 160・・・記憶装置 170・・・インターフェース 180・・・欠陥候補画像切り出し部 210・・・ウェハ 220・・・ステージ 230・・・コントローラ 240・・・照明系 250・・・検出系 260・・・イメージセンサ 270・・・制御部 280・・・記憶装置 310・・・前処理部 320・・・特徴算出部 330・・・位置補正量決定部 340・・・記憶装置 610・・・位置補正部 620・・・欠陥判定特徴量算出部 630・・・外れ値算出部 910・・・前処理部 920・・・事前位置補正量算出部 930・・・位置補正パラメタ評価部 1400・・・バッファ 1410・・・欠陥候補抽出部 1420・・・欠陥候補選択部 1430・・・制御部。

請求の範囲

- [請求項1] 検査対象物を異なる条件で撮像して前記検査対象物上の同一箇所について撮像条件の異なる複数の画像を取得し、
- 該取得した撮像条件の異なる複数の画像における特徴点を抽出し、前記複数の画像において前記特徴点の位置を合わせるための位置補正量を算出し、
- 該算出した位置補正量に基づいて前記複数の画像の位置を補正し、該位置を補正した複数の画像について特徴量を算出し、
- 該算出した特徴量に基づいて前記検査対象物の欠陥候補を抽出することを特徴とする欠陥検査方法。
- [請求項2] 請求項1記載の欠陥検査方法であって、前記撮像条件の異なる画像は、前記検査対象物を照明する照明光の前記検査対象物への入射角度、前記照明光が照射された前記検査対象物を撮像する撮像光学系の前記検査対象物に対する撮像角度、または前記照明光が照射された前記検査対象物の光学像の検出感度の何れかを含む条件を変えて取得した画像であることを特徴とする欠陥検査方法。
- [請求項3] 請求項1記載の欠陥検査方法であって、前記欠陥候補を抽出することが、前記算出した複数の画像の特徴量を特徴量空間にプロットし、該特徴量がプロットされた特徴量空間の中で他の特徴量から外れている特徴量を有する特徴点を欠陥候補として抽出することを特徴とする欠陥検査方法。
- [請求項4] 請求項1記載の欠陥検査方法であって、前記位置補正量を算出する工程において、入力画面上で設定した条件に基づいて前記位置補正量を算出することを特徴とする欠陥検査方法。
- [請求項5] 請求項1記載の欠陥検査方法であって、前記特徴点を抽出する工程において、前記取得した撮像条件の異なる複数の画像から欠陥候補を抽出し、該抽出した欠陥候補を含む部分画像を前記撮像条件の異なる複数の画像から切り出すことにより行い、前記位置補正量を算出する

工程において、前記切り出した画像において前記抽出した欠陥候補の位置を合わせるための位置補正量を算出することにより行うことを特徴とする欠陥検査方法。

[請求項6] 検査対象物を異なる条件で撮像して前記検査対象物上の同一箇所について撮像条件の異なる複数の画像を取得する画像取得部と、

該画像取得部で取得した撮像条件の異なる複数の画像における特徴点を抽出する特徴点抽出部と、

前記画像取得部で取得した撮像条件の異なる複数の画像において前記特徴点抽出部で抽出した特徴点の位置を合わせるための位置補正量を算出する位置補正量算出部と、

該位置補正量算出部で算出した位置補正量に基づいて前記複数の画像の位置を補正する画像位置補正部と、

該画像位置補正部で位置を補正した複数の画像について特徴量を算出する特徴量算出部と、該特徴量算出部で算出した特徴量に基づいて前記検査対象物の欠陥候補を抽出する欠陥候補抽出部と

を備えることを特徴とする欠陥検査装置。

[請求項7] 請求項6記載の欠陥検査装置であって、前記画像取得部で取得する撮像条件の異なる画像は、前記検査対象物を照明する照明光の前記検査対象物への入射角度、前記照明光が照射された前記検査対象物を撮像する撮像光学系の前記検査対象物に対する撮像角度、または前記照明光が照射された前記検査対象物の光学像の検出感度の何れかを含む条件を変えて取得した画像であることを特徴とする欠陥検査装置。

[請求項8] 請求項6記載の欠陥検査装置であって、前記欠陥候補抽出部において欠陥候補を抽出することが、前記算出した複数の画像の特徴量を特徴量空間にプロットし、該特徴量がプロットされた特徴量空間の中で他の特徴量から外れている特徴量を有する特徴点を欠陥候補として抽出することを特徴とする欠陥検査装置。

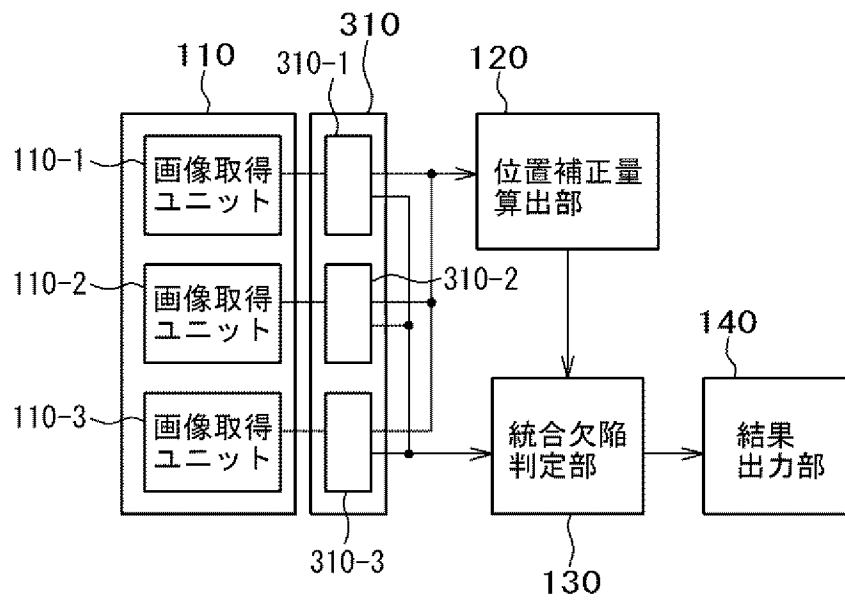
[請求項9] 請求項6記載の欠陥検査装置であって、入力画面を更に備え、前記

位置補正量算出部において前記位置補正量を算出することを、前記入力画面から入力した条件に基づいて前記位置補正量を算出することを特徴とする欠陥検査装置。

[請求項10] 請求項6記載の欠陥検査装置であって、前記特徴点抽出部において特徴点を抽出することを、前記画像取得部で取得した撮像条件の異なる複数の画像から欠陥候補を抽出し、該抽出した欠陥候補を含む部分画像を前記撮像条件の異なる複数の画像から切り出すことにより行い、前記位置補正量算出部において、前記特徴点抽出部で切り出した画像において前記抽出した欠陥候補の位置を合わせるための位置補正量を算出することを特徴とする欠陥検査装置。

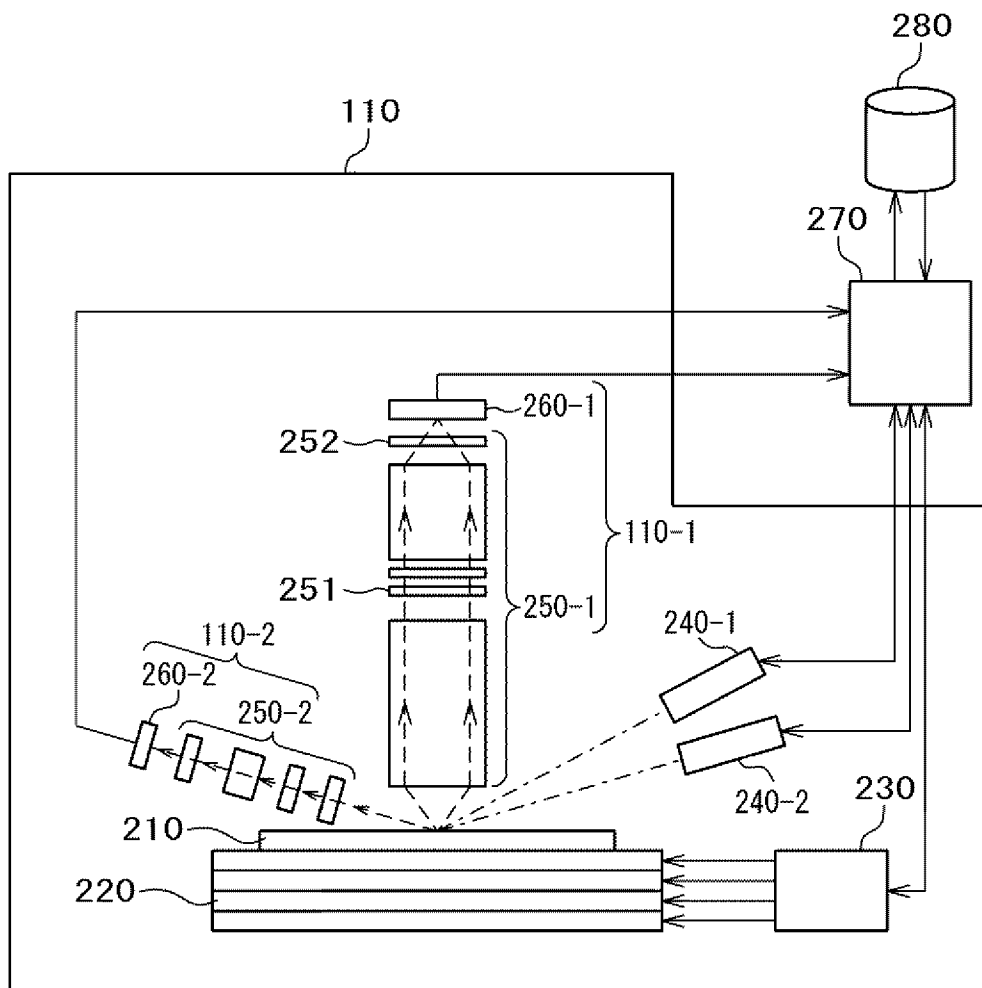
[図1]

図 1



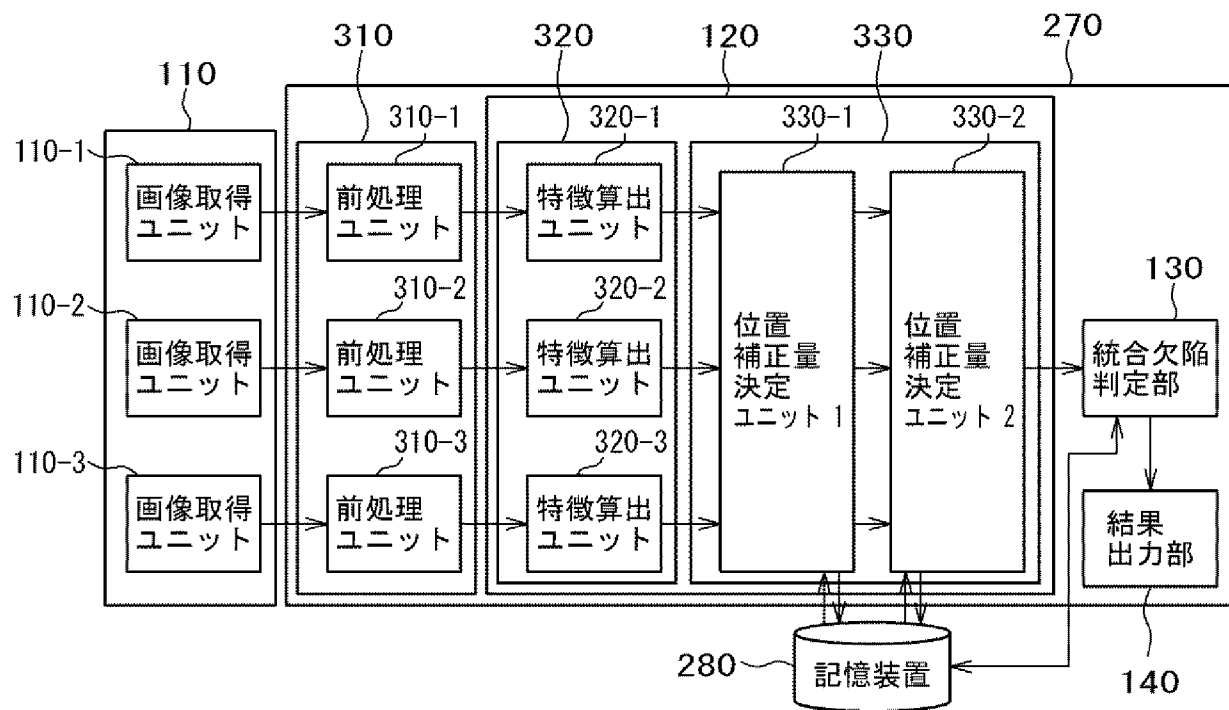
[図2]

図 2



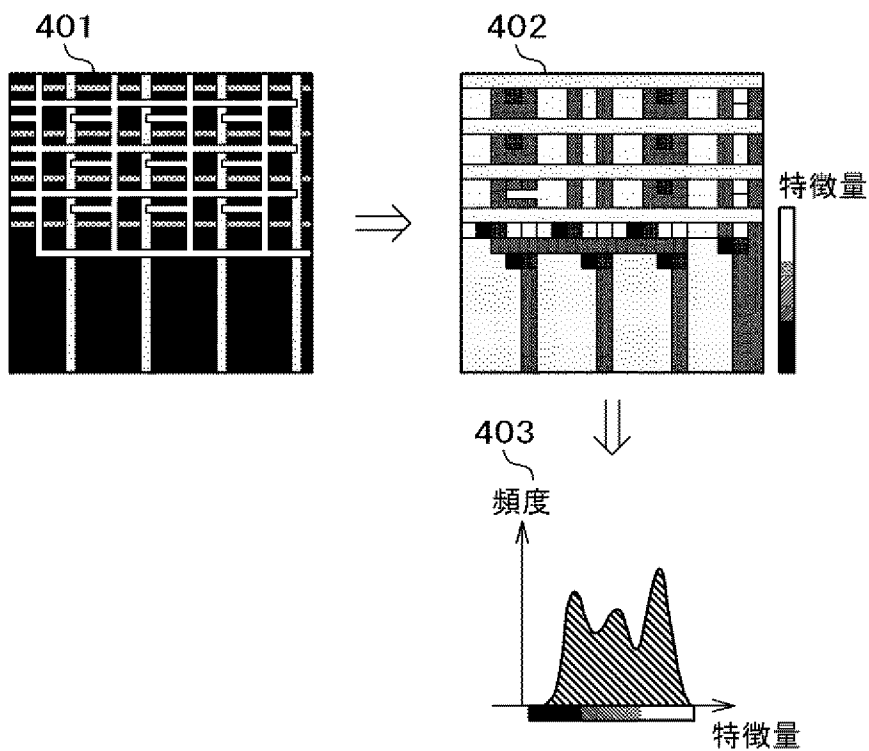
[図3]

図 3



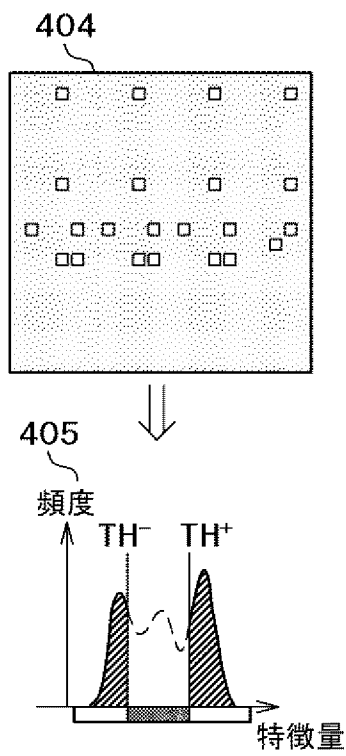
[図4A]

図 4 A



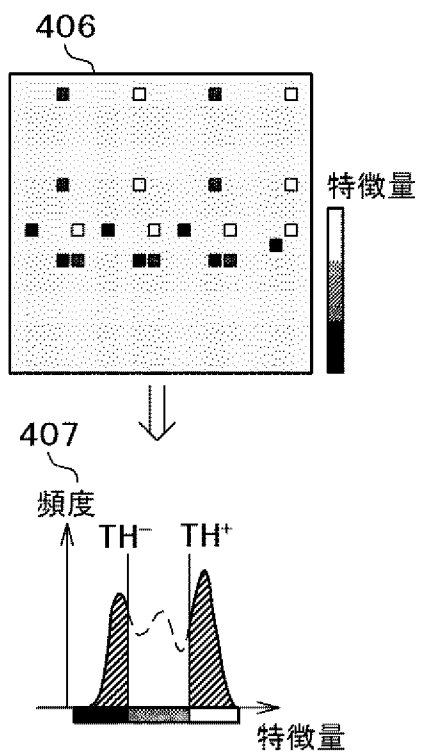
[図4B]

図 4 B



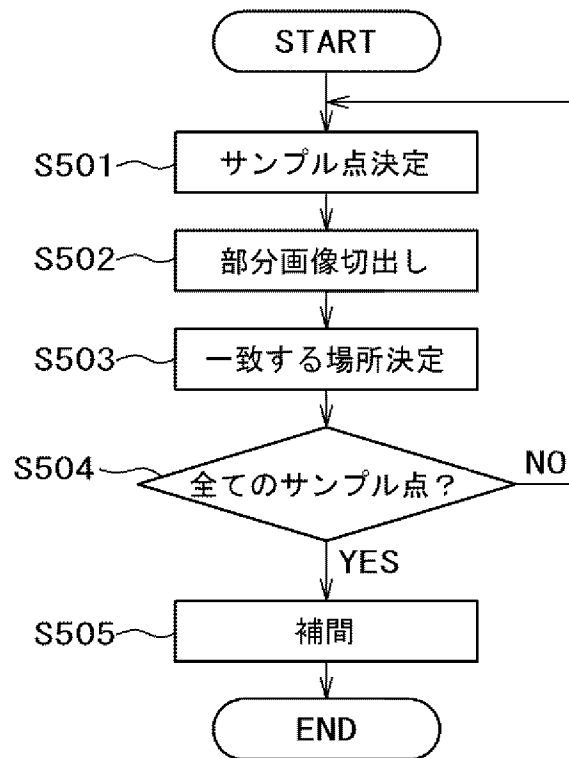
[図4C]

図 4 C



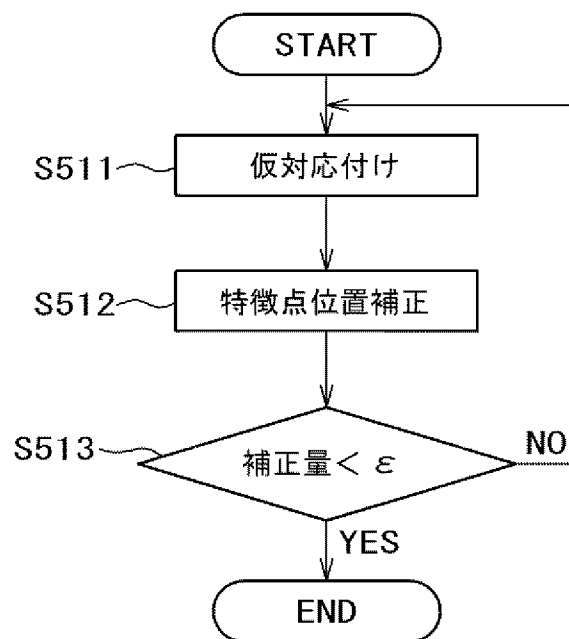
[図5A]

図 5 A



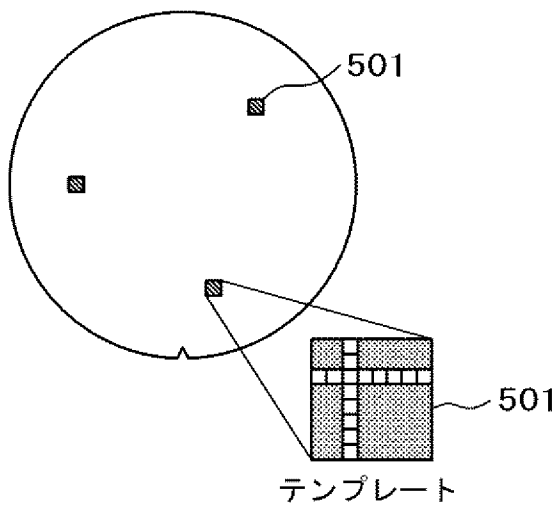
[図5B]

図 5 B



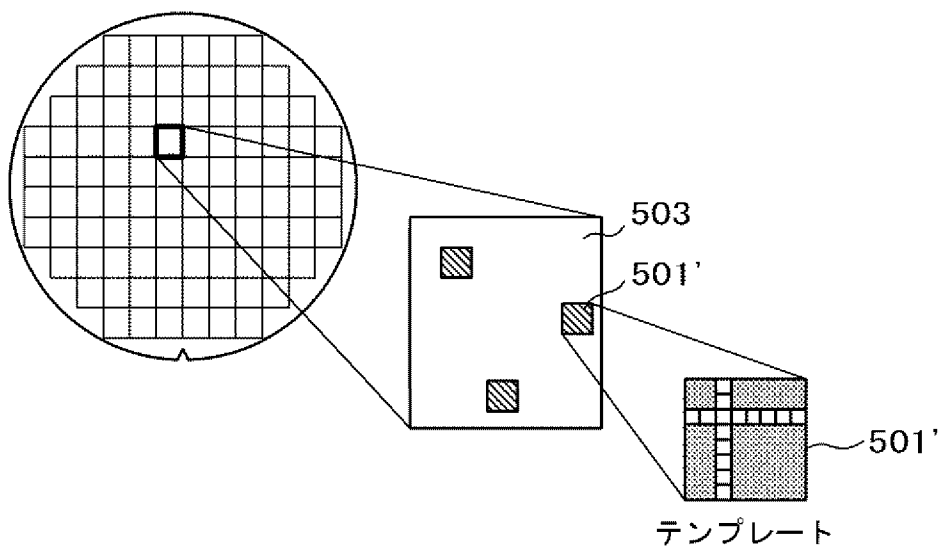
[図6A]

図 6 A



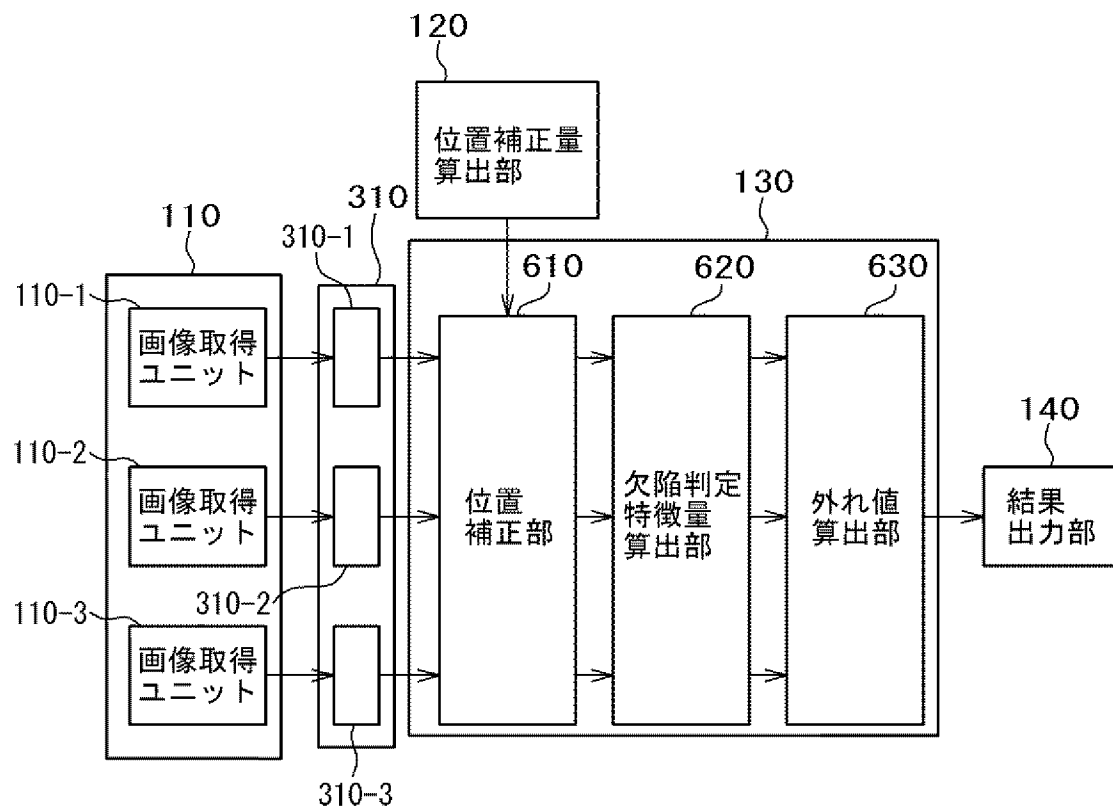
[図6B]

図 6 B



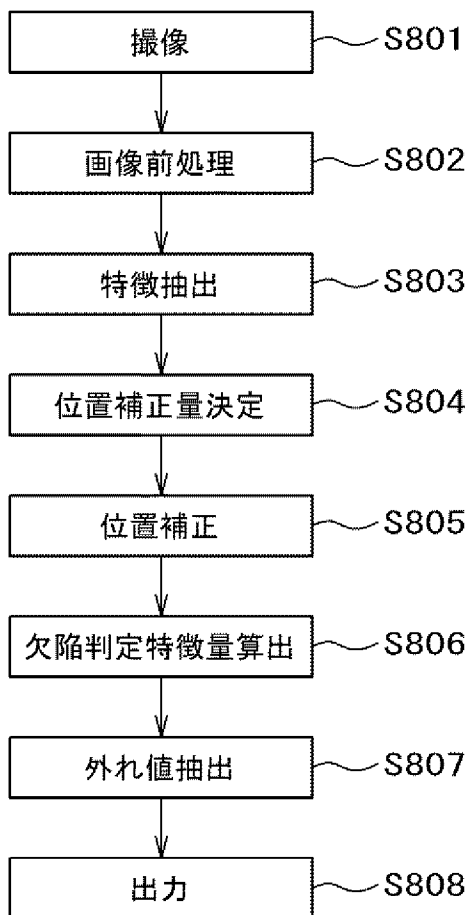
[図7]

図 7



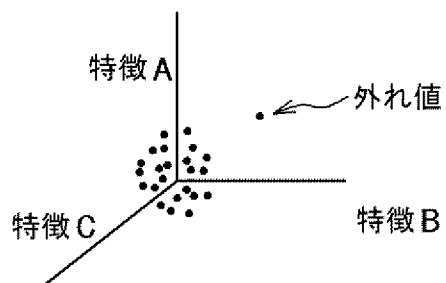
[図8A]

図 8 A



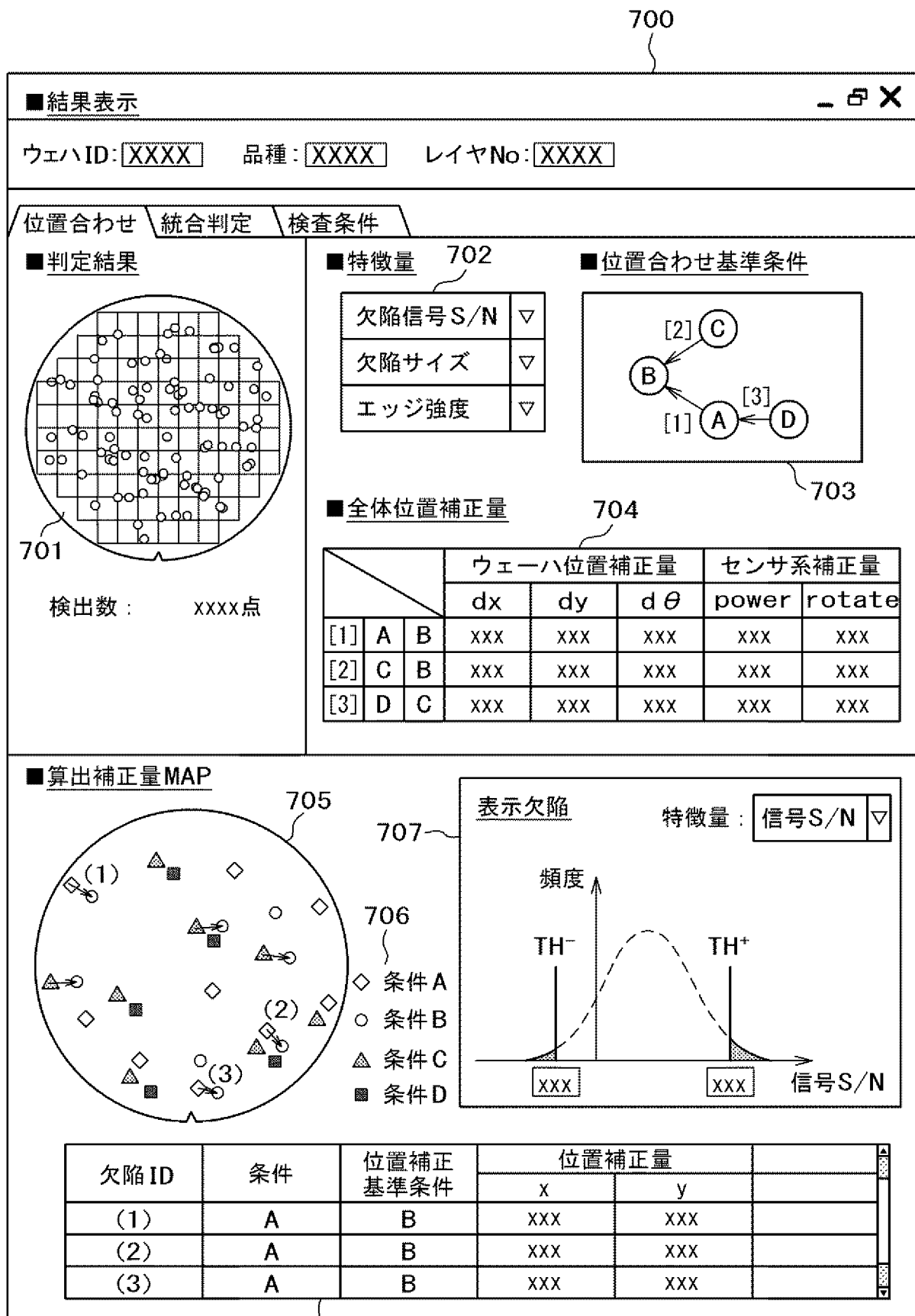
[図8B]

図 8 B



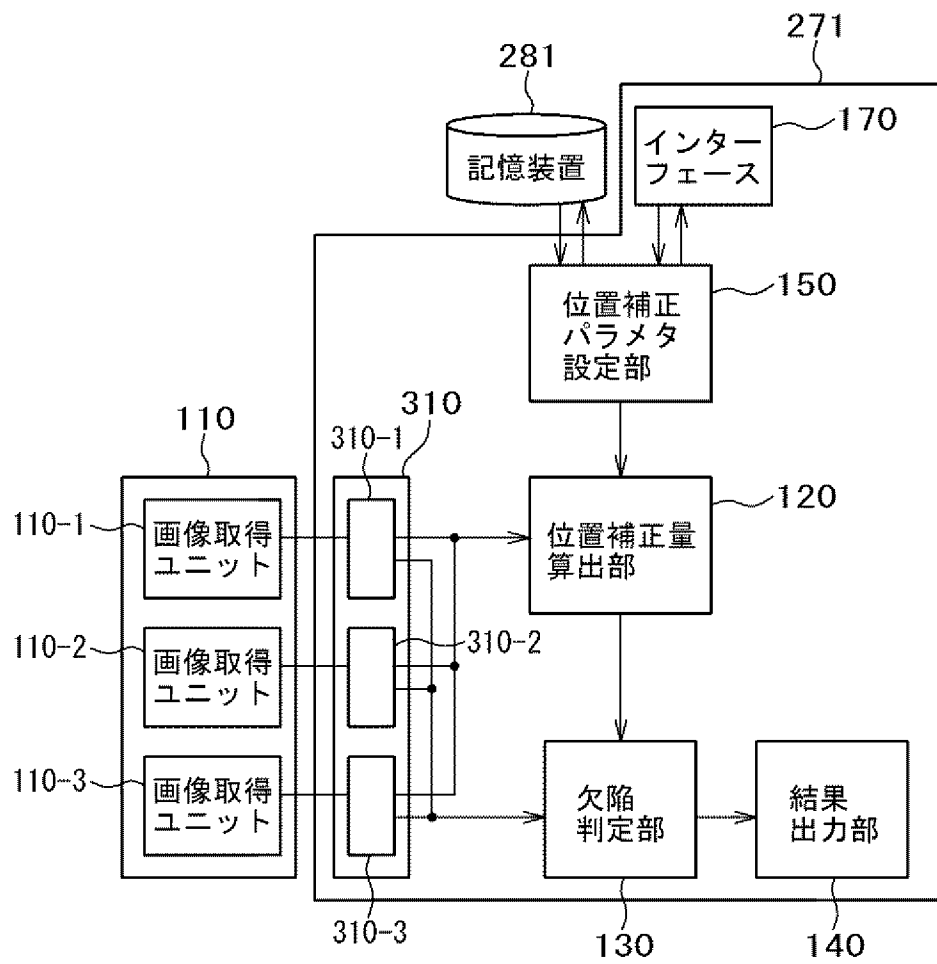
[図9]

図 9



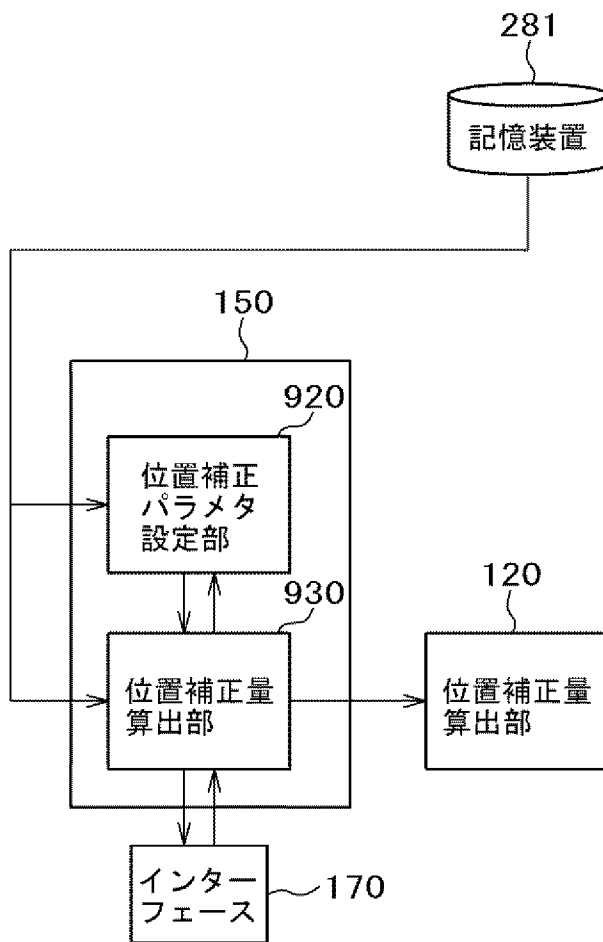
[図10]

図 10



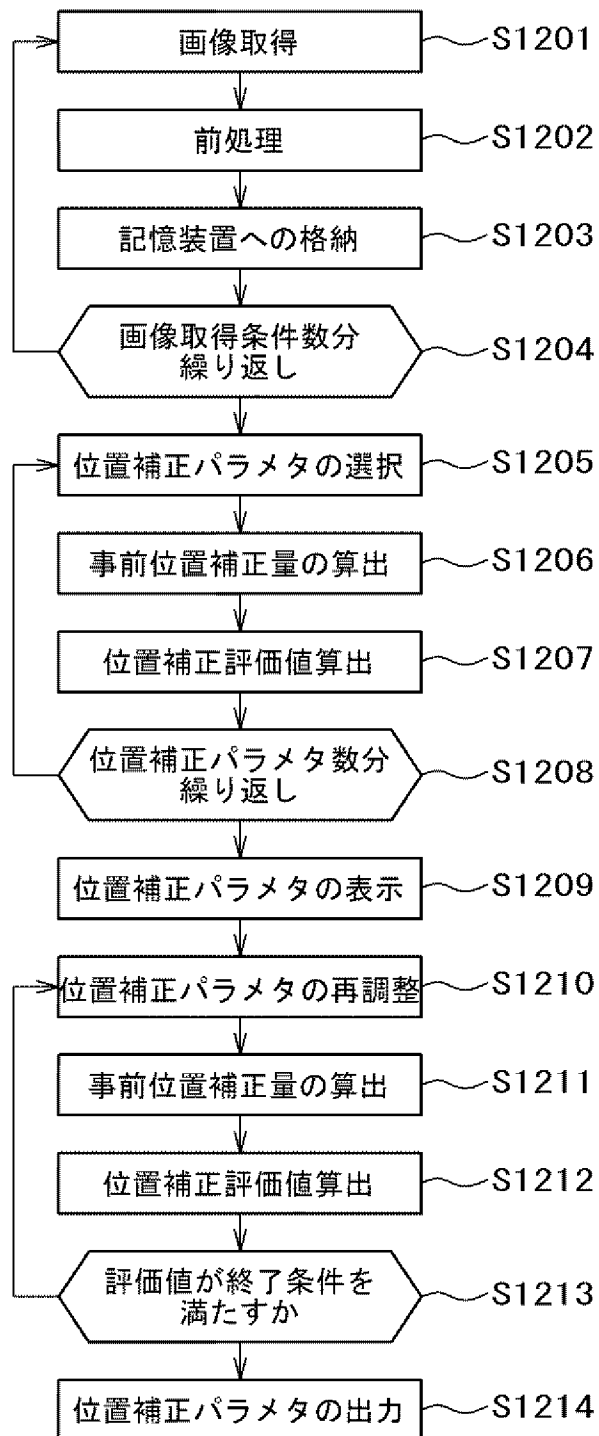
[図11]

図 1 1



[図12]

図 1 2



[図13]

図 1 3

1100

■ 設定
— □ ×

ウェハID: XXXX
 品種: XXXX
 レイヤNo: XXXX

パラメタ選択
位置合わせ
統合判定
検査条件
1103
1104

■ 条件別パラメタ設定

☒ 位置補正対象の
条件毎にパラメタ設定

対象条件 D
▽

1101

■ 評価結果

パラメタセット調整
自動設定

	選択欠陥ずれ量	分離度	特徴
パラメタ1			
パラメタ2			
パラメタ3			

1102

■ 欠陥レビュー画面
1105-4
1105

選択欠陥ID

☒	XXXXXXXX
☐	XXXXXXXX
☐	XXXXXXXX
☒	XXXXXXXX
☐	XXXXXXXX
☒	XXXXXXXX
☐	XXXXXXXX

ダイ位置 ダイ内座標

X: xxx
Y: xxx

X: xxx
Y: xxx

SEM画像
顕微鏡画像

1105-1 1105-2

	条件A	条件B	条件C
X	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX
Y	XXXXXXXX	XXXXXXXX	XXXXXXXX

1105-3

■ 位置補正対象条件設定
1107
1106

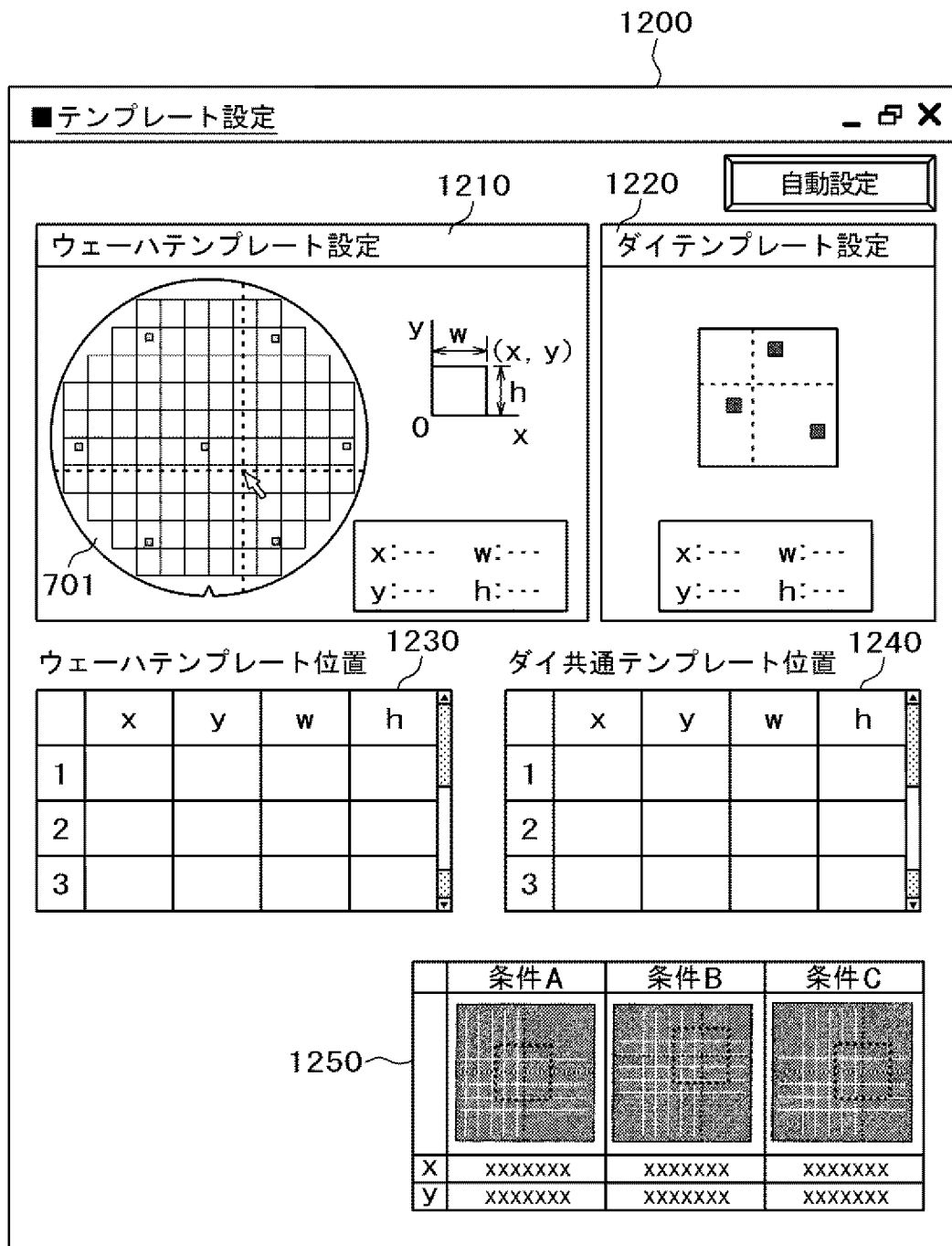
1107

	走査方向	照明条件	検出条件
条件A	xx	xx	xx
条件B	xx	xx	xx
条件C	xx	xx	xx

1106

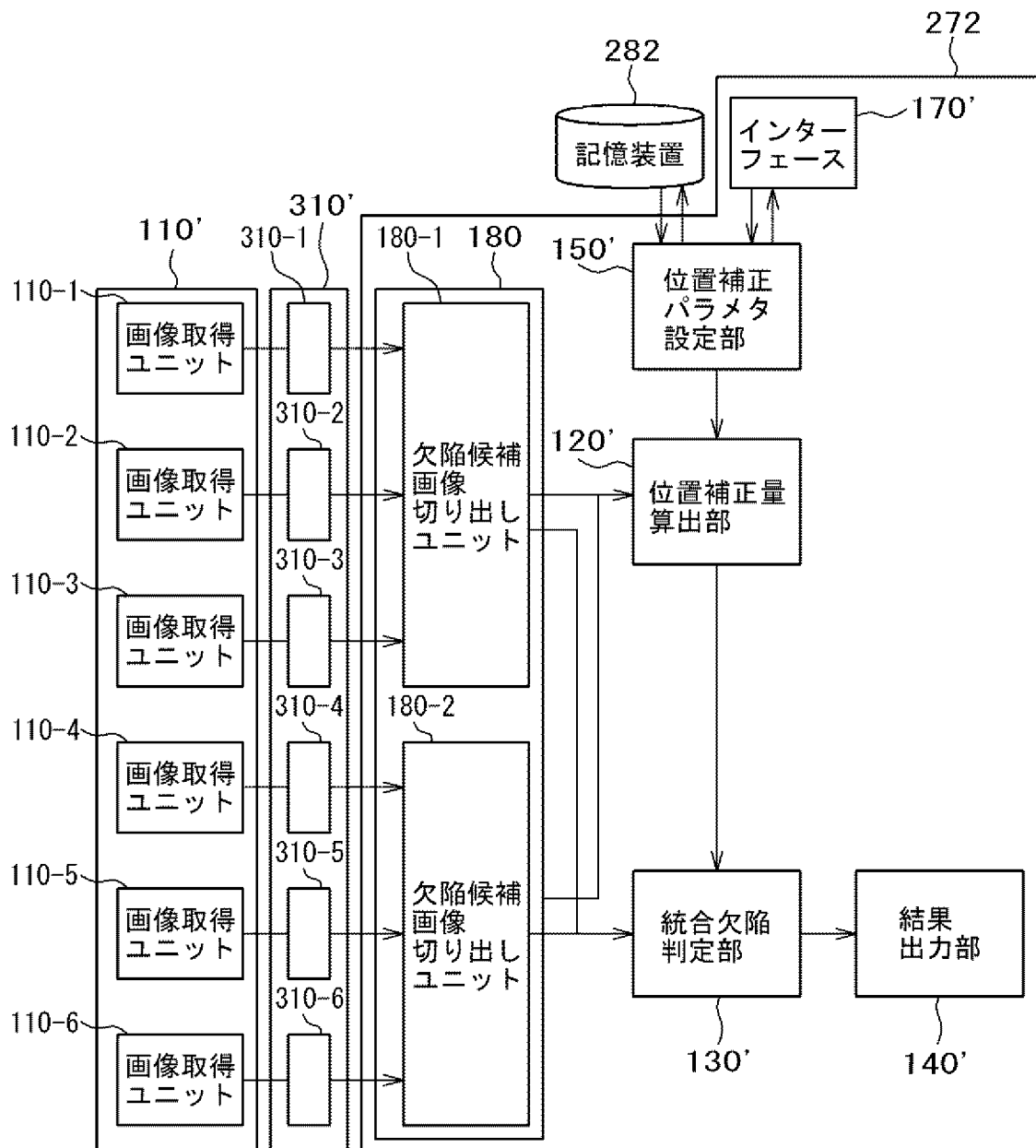
[図14]

図 1 4



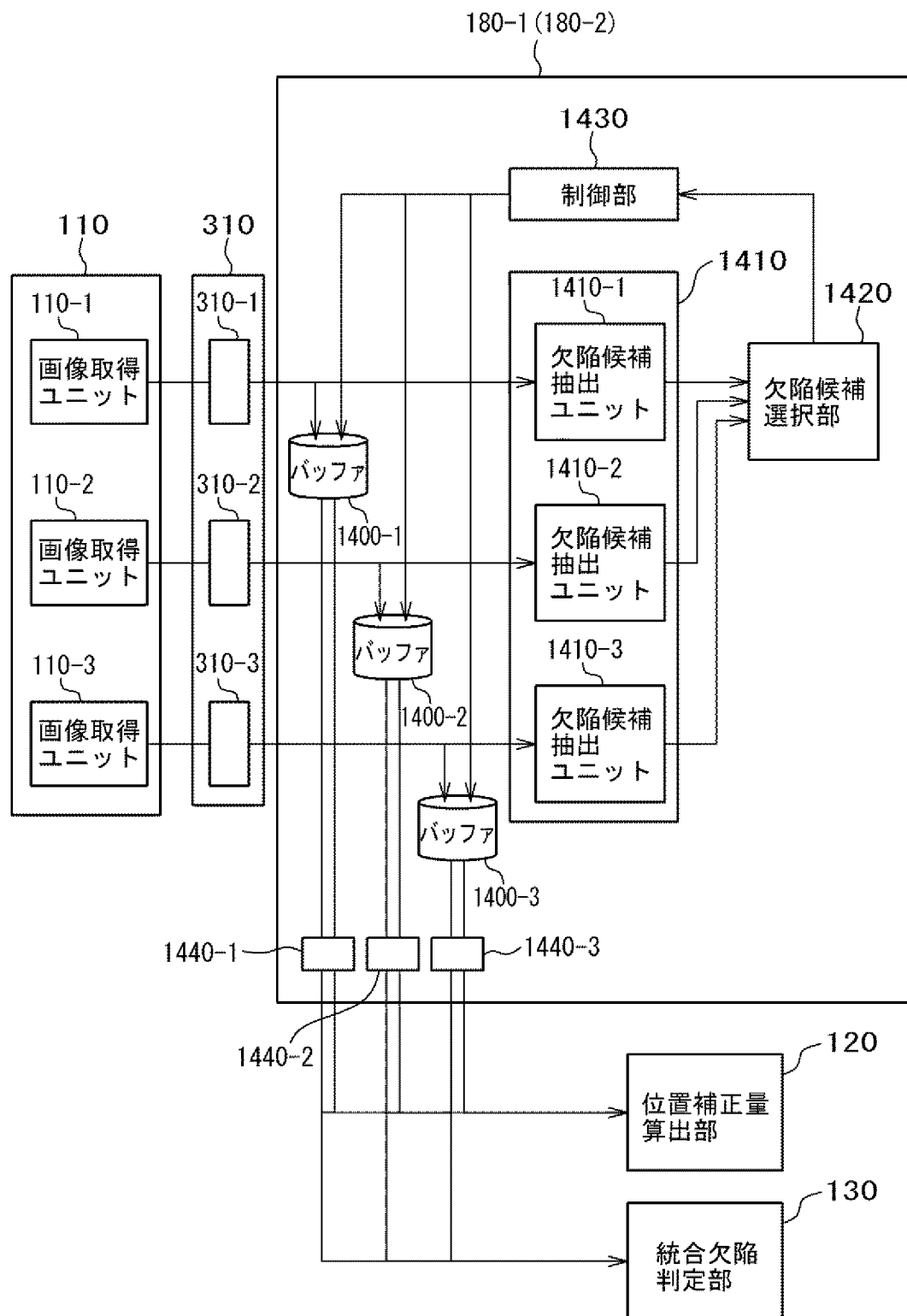
[図15]

図15



[図16]

図 1 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/083192

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N21/956(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N21/84-21/958

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

Thomson Innovation

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2010-175270 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 12 August 2010 (12.08.2010), paragraphs [0017], [0019], [0031], [0045]; fig. 2, 4, 10 & US 2011/0311126 A1 & WO 2010/086940 A1	1-4, 6-9 5, 10
X Y	JP 2008-268141 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 06 November 2008 (06.11.2008), paragraphs [0019], [0037], [0038], [0041], [0043]; fig. 1, 13, 15 & JP 2012-068261 A & US 2008/0297783 A1	1-3, 6-8 5, 10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
20 February, 2014 (20.02.14)

Date of mailing of the international search report
04 March, 2014 (04.03.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/083192

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012-112915 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 14 June 2012 (14.06.2012), paragraph [0006] & WO 2012/073425 A1	5, 10
A	JP 2009-281898 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 03 December 2009 (03.12.2009), entire text & US 2009/0290783 A1	1-10
A	JP 2008-286586 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 27 November 2008 (27.11.2008), entire text & US 2008/0292176 A1	1-10
A	JP 2010-48730 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 04 March 2010 (04.03.2010), entire text & US 2011/0182496 A1 & WO 2010/024064 A1	1-10
A	JP 2012-127682 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 05 July 2012 (05.07.2012), entire text & WO 2012/081338 A1	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01N21/956(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01N21/84-21/958

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Thomson Innovation

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2010-175270 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）2010.08.12, 【0017】、【0019】、【0031】、【0045】、図2、図4、図10 & US 2011/0311126 A1 & WO 2010/086940 A1	1-4, 6-9 5, 10
X Y	JP 2008-268141 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）2008.11.06, 【0019】、【0037】、【0038】、【0041】、【0043】、図1、図13、図15 & JP 2012-068261 A & US 2008/0297783 A1	1-3, 6-8 5, 10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 0 . 0 2 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 4 . 0 3 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

越柴 洋哉

2 W

4 4 6 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 2

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2012-112915 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2012.06.14, 【0006】 & WO 2012/073425 A1	5, 10
A	JP 2009-281898 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2009.12.03, 全文 & US 2009/0290783 A1	1-10
A	JP 2008-286586 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2008.11.27, 全文 & US 2008/0292176 A1	1-10
A	JP 2010-48730 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2010.03.04, 全文 & US 2011/0182496 A1 & WO 2010/024064 A1	1-10
A	JP 2012-127682 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2012.07.05, 全文 & WO 2012/081338 A1	1-10