

(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
2022年1月13日(13.01.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/009392 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 21/956 (2006.01) *H01L 21/66* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/026882

(22) 国際出願日: 2020年7月9日(09.07.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 株式会社日立ハイテク
(**HITACHI HIGH-TECH CORPORATION**) [JP/
JP]; 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目
17番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 入友貴(**IRI Tomoki**); 〒1056409 東京都
港区虎ノ門一丁目17番1号 株式会社
日立ハイテク内 Tokyo (JP).

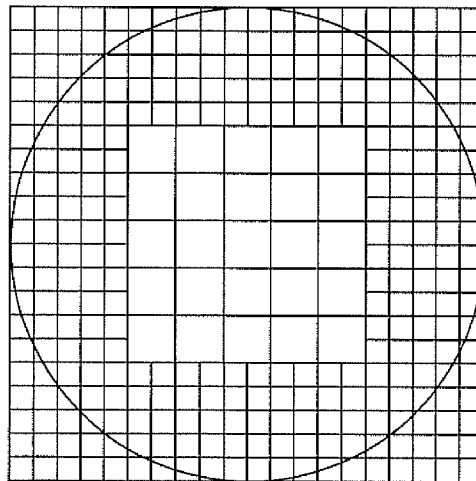
(74) 代理人: 特許業務法人平木国際特許事務所
(**HIRAKI & ASSOCIATES**); 〒1056232 東京都
港区愛宕二丁目5-1 愛宕グリーンヒルズ
MORIタワー32階 Tokyo (JP).

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

(54) 発明の名称: 欠陥検査装置、欠陥検査方法

図5



(57) **Abstract:** An object of the present disclosure is to provide a defect inspection device that can improve defect coordinate accuracy by correcting defect coordinates according to change over time during a wafer operation. The defect inspection device according to the present disclosure acquires, for a detection signal obtained from a first region on a calibration sample, the position of the object at each first distance in the first region, and acquires, for the detection signal obtained from a second region different from the first region on the calibration sample, the position of the object at each second distance in the second region, the second distance being different from the first distance (See FIG. 5).



(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, ST, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 本開示は、ウェーハ操作中において生じる経時変化に応じて欠陥座標を補正することにより、欠陥座標精度を向上させることができる欠陥検査装置を提供することを目的とする。本開示に係る欠陥検査装置は、校正サンプル上の第1領域から得られる検出信号については、前記第1領域内における第1距離ごとに前記オブジェクトの位置を取得し、前記校正サンプル上の前記第1領域とは異なる第2領域から得られる前記検出信号については、前記第2領域内における前記第1距離とは異なる第2距離ごとに前記オブジェクトの位置を取得する(図5参照)。

明 細 書

発明の名称：欠陥検査装置、欠陥検査方法

技術分野

[0001] 本開示は、試料に対して光を照射することにより試料が有する欠陥を検査する欠陥検査装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体製造工程においては、試料の欠陥（傷や異物など）が歩留まりに対して与える影響が大きく、欠陥検査装置による欠陥検査情報を半導体製造工程および製造装置に対してフィードバックすることが、歩留まり管理において重要である。光学式欠陥検査装置が検出した欠陥の座標精度は、例えば半導体製造工程において、欠陥箇所の特定をする際に重要である。また、欠陥をレビュー装置によって観察し、欠陥を分類し合否判定する際においても、欠陥座標精度は重要である。近年、半導体の微細化にともない、欠陥座標精度の要求は年々高まってきている。

[0003] 特許文献1は、検出欠陥座標の誤差低減を目的とする技術を記載している。同文献においては、あらかじめ座標が既知の欠陥が形成された座標校正用のサンプルウェーハに対して照明光を照射し、サンプルウェーハからの散乱光を検出して表面の欠陥の画像座標を補正し、補正した画像座標に基づいて、被検査体の表面の欠陥を補正する。座標校正用サンプルウェーハには、格子状に等間隔で既知の位置に作り込んだ欠陥を配置している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2011-075431号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 光学式欠陥検査装置において、欠陥座標精度向上が要求されている。しかし従来の座標補正においては、（a）ステージの回転によって生じるウェー

ハ自体のたわみ、（b）ステージへのウェーハの置き方といった保持方法の違い、（c）検査時のステージの回転速度差やレーザの強さといった動作状態の違い、について十分な配慮がなされていなかった。これらの経時変化を配慮した上で欠陥座標を検出しないと、実際の欠陥位置と検査装置が認識した欠陥位置との間に乖離が生じる恐れがあり、レビュー装置においては観察時間の増大につながる。

[0006] 本開示は、上記のような課題に鑑みてなされたものであり、ウェーハ保持方法や動作中において生じる経時変化に応じて欠陥座標を補正することにより、欠陥座標精度を向上させることができる欠陥検査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

[0007] 本開示に係る欠陥検査装置は、校正サンプル上の第1領域から得られる検出信号については、前記第1領域内における第1距離ごとに前記オブジェクトの位置を取得し、前記校正サンプル上の前記第1領域とは異なる第2領域から得られる前記検出信号については、前記第2領域内における前記第1距離とは異なる第2距離ごとに前記オブジェクトの位置を取得する。

発明の効果

[0008] 本開示に係る欠陥検査装置によれば、欠陥座標精度を向上させることができる。また、欠陥座標精度が向上することにより、欠陥検査装置と欠陥レビュー装置との間の座標マッチング精度が向上し、欠陥レビュー装置による観察工程の時間を短縮することが期待できる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施形態1に係る欠陥検査装置100の全体概略図である。

[図2]本開示における欠陥検査の流れを示す図である。

[図3]実施形態1における校正サンプルの表面を領域分割した例を示す図である。

[図4]校正サンプル上に欠陥を形成した例を示す図である。

[図5]実施形態1における校正サンプルの領域分割において、試料ステージ2

1 がウェーハの中心部分に対して、裏面吸着などによって固定されている場合の例を示す図である。

[図6]実施形態1における校正サンプルの領域分割において、ステージ装置20の動作状態に合わせて格子サイズをセットした場合の例を示す図である。

[図7]実施形態1における校正サンプルの領域分割において、試料ステージ21がウェーハの略全面を固定している場合の例を示す図である。

[図8]実施形態1における校正サンプルの領域分割において、試料ステージ21がウェーハの端部のみを固定している場合の例を示す図である。

[図9]実施形態1における欠陥検査装置100が、装置間の座標ずれを補正する手順を説明するフローチャートである。

[図10]S106において欠陥座標を補正する手順の具体例を説明する図である。

[図11]実施形態2に係る欠陥検査装置100が、装置の異常の予兆を診断する手順を説明するフローチャートである。

[図12]各マップの例を示す。

発明を実施するための形態

[0010] <実施の形態1>

図1は、本開示の実施形態1に係る欠陥検査装置100の全体概略図である。欠陥検査装置100は、回転しながら移動する試料1に対して照明光L1(L1aとL1b)を照射し、らせん状または同心円状に試料1を走査して試料1の欠陥を検査する、Rθ方式の欠陥検査システムである。試料1としては、例えばウェーハ(ベアウェーハ、膜付きウェーハ、バンプ付きウェーハ、パターン付きウェーハなどの半導体製造プロセスの各段階のウェーハを含む)のような円盤状のものが想定される。欠陥検査装置100が検出する欠陥は、試料1の傷やうねり、試料1に付着した異物、などである。

[0011] 欠陥検査装置100は、ステージ装置20、照明検出ユニット24、信号処理部16、記憶領域部17、予兆診断部18、コントローラ19、ステージ制御部23、を備える。

- [0012] ステージ装置 20 は、試料ステージ 21 と XZ θ ステージを備える。XZ θ ステージは、回転ステージ、直進 X ステージ、高さ方向 Z ステージを有する。試料ステージ 21 は、試料 1 を水平に保持する検査台である。試料ステージ 21 は、試料 1 の裏面に吸着して試料 1 を保持するタイプでもよいし、試料 1 の端のみを何点か固定して試料 1 を保持するタイプでもよい。それぞれのステージには位置座標が分かるスケールやエンコーダが配置されている。検出した位置座標 (R, θ) は、コントローラ 19 へ出力される。センサ 25 は、試料 1 の高さを検出してコントローラ 19 へ出力する。センサ 25 としては、光学式や渦電流式などの非接触の変位センサなどを用いることができる。センサ 25 により試料 1 の反りの大きさも測定することができる。
- [0013] 照明検出ユニット 24 は、照射光学系と検出光学系を備える。照射光学系は、照明光 L1 を試料 1 に対して照射する。照射光学系は、光源 10、ミラー 11a ~ 11c、照射レンズ 12 および 26、光学素子補正機構 27 を備える。検出光学系は、試料 1 において散乱または反射した検査光 L2 を検出する。検出光学系は、集光レンズ 13、検出器 14、検出回路 15 を備える。ミラー 11c は、照明光を垂直方向 (L1b) から照射するか、斜め上 (L1a) から照射するかを切り替える。ミラー 11a と 11b は、斜め上から照射光を照射するように、照射光 L1 の進路を調整する。光学素子補正機構 27 は、照射光学系の光軸をモニタし、補正する。
- [0014] 図 1 において、光源 10 から照射された光 L1a および L1b は、ミラー 11a ~ 11c、照射レンズ 12 および 26 を介して、試料 1 に対して照射される。ステージ装置 20 によって試料 1 が回転しながら移動することにより、試料 1 の中心から外縁までらせん状の軌跡を描いて照射光 L1 が照射され、これにより試料 1 の全表面が検査される。試料 1 からの検査光 L2 は、集光レンズ 13、検出器 14、検出回路 15 を介して信号処理部 16 へ検出結果が出力される。尚、照射光は試料 1 の外縁から中心へ向かう軌跡でもよい。
- [0015] 信号処理部 16 は、照明検出ユニット 24 による検出結果とコントローラ

19から入力されたR θ 座標から検査結果を生成する。検査結果には、欠陥（異物や傷など）の位置、大きさ、形状などが含まれる。信号処理部16は、記憶領域部17に保存されたウェーハの操作や動作状態毎の検査結果から補正値を算出する。信号処理部16は、その補正値を用いて、検査結果の検出座標を補正し、これにより欠陥検出座標精度を向上させる。

[0016] 記憶領域部17は、信号処理部16が生成した検査結果と補正値を記憶するとともに、欠陥座標のずれ量を保存する。ウェーハの保持方法や動作状態毎にこれらを保存することにより、同条件で検査を実施した場合に、同じ補正値を使用できるようにする。

[0017] 予兆診断部18は、記憶領域部17が格納している検査結果とずれ量、各センサによる検出結果、などを用いて、ずれ量の変化を監視することにより、異常発生の予兆を検出する。予兆診断部18の詳細については実施形態2で説明する。

[0018] ステージ制御部23は、ステージ装置20の動作を制御する。例えば、直進Xステージの駆動装置を駆動させるモータドライバや回転ステージの駆動装置を駆動させるモータドライバなどを制御することにより、ステージ装置20を制御できる。コントローラ19からステージ装置20の動作について指令値が入力されると、ステージ制御部23はその指令に応じて駆動装置を駆動し、これによりステージ装置20が動作する。

[0019] 図2は、本開示における欠陥検査の流れを示す図である。例えばFIB装置42によって試料1上に作り込み欠陥が形成される。尚、作り込み欠陥の形成方法はFIB装置42による方法に限定されない。レビュー装置41はその作り込み欠陥をレビューし、欠陥検査装置100はその作り込み欠陥を検査する。レビュー装置41における欠陥座標と欠陥検査装置100における欠陥座標を突き合わせることで、欠陥座標の補正値を算出することができる。欠陥検査装置100が検出した欠陥座標を、レビュー装置41によってレビューすることもできる。

[0020] このように欠陥検査を実施するためには、各装置を跨いで検査を実施し、

欠陥位置を確認する必要がある。したがって、作り込み欠陥の数が多いと、欠陥検査装置 100 における検査、およびレビュー装置 41 におけるレビュー時間が過大となる。欠陥検査全体の時間を短縮するためには、作り込み欠陥を効率的に形成し、サンプリング間隔を変更し、必要十分なデータを取得する必要がある。

[0021] 図 3 は、本実施形態 1 における校正サンプルの表面を領域分割した例を示す図である。図 3 の例においては、格子領域の大きさは全て等しく、格子は正方形である。格子領域の大きさや形状は、任意で指定することができる。データ処理時間は格子数に依存するので、格子数は必要最小限に設定することが望ましい。

[0022] 図 4 は、校正サンプル上に欠陥を形成した例を示す図である。格子点の座標は既知である。格子点上に作りこみ欠陥 30 を配置している。作り込み欠陥 30 は、散乱光によって検出可能な形状、サイズ、位置を有する。作りこみ欠陥 30 の大きさや形状は、使用目的によって任意に設定することが望ましい。作りこみ欠陥 30 は、例えば集束イオンビーム (FIB) 装置やフォトリソグラフィーを用いて作製できる。欠陥検査装置 100 は、校正サンプルを用いて、欠陥座標を補正する。

[0023] 装置間における欠陥座標のずれが生じやすい領域とそれ以外の領域との間で、校正サンプル上に形成する格子点の格子サイズや配置を変更してもよい。欠陥座標ずれが生じる要因としては、(a) ステージの回転によって生じるウェーハ自体のたわみ、(b) ステージへのウェーハの置き方といったウェーハ保持方法の違い、(c) 検査時のステージの回転速度差、レーザの強さといった動作状態の違い、などがある。校正サンプルの領域分割を変えるにあたり、作りこみ欠陥 30 の形状、サイズ、位置を任意に配置してもよい。

[0024] 作りこみ欠陥 30 の配置間隔は、領域ごとに変えてもよい。あるいは図 4 のようにあらかじめ作り込み欠陥 30 を全領域において均等に配置しておき、欠陥検査装置 100 が作り込み欠陥 30 を検出する際の格子点間の距離間

隔を領域毎に変えることにより、格子サイズや配置などを領域ごとに仮想的に変えるようにしてもよい。作り込み欠陥30を検出する処理間隔を変える方法として、ユーザがGUI（Graphical User Interface）を介して各領域の座標を指定してもよい。例えば以下の3つのパターンが考えられる。

[0025] 1つ目：ユーザが校正サンプル上の第1領域を指定し、校正サンプル上のその他領域を第2領域とする。2つ目：ユーザが校正サンプル上の第1領域と第2領域（または各領域の格子サイズ）を個別に指定する。3つ目：作り込み欠陥30を全点検査後、ユーザが校正サンプル上の第1領域と第2領域を指定する。1つ目と2つ目の方法は、あらかじめ検査する作り込み欠陥30を絞ることができるので、検査時間を短縮することができる。3つ目の方法は、全点検査するものの、補正値を算出する点を絞ることができ、演算処理時間を短縮することができるので、結果として、検査時間を短縮することができる。

[0026] 図5は、本実施形態1における校正サンプルの領域分割において、試料ステージ21がウェーハの中心部分に対して、裏面吸着などによって固定されている場合の例を示す図である。試料1の検査はステージ装置20が回転しながら実施されるので、試料1の外縁部分は、固定されている中心部分に比べて座標ずれが生じやすい。固定されていない部分は、ウェーハ自体に起因する反りも発生する。したがって、固定されている部分を第1領域、固定されていない部分を第2領域とし、第1領域の格子サイズは第2領域の格子サイズよりも大きくする。第1領域は、試料ステージ21の中心部分の大きさに合わせて任意に設定することができる。

[0027] 図6は、本実施形態1における校正サンプルの領域分割において、ステージ装置20の動作状態に合わせて格子サイズをセットした場合の例を示す図である。ステージ装置20は θ 方向に回転しながら、直進移動もする。第2領域は、ステージ装置20が加減速することによって $R\theta$ 速度が変則的になる領域とする。 $R\theta$ 速度がより変速的であるほど、ステージにかかる機械的

振動等も変速的になりえ、不規則な座標ずれが発生しうる。第1領域は、加減速が第2領域よりも小さい（理想的には加減速がない）領域とする。加減速が小さい領域においては、装置間の座標ずれは小さいと考えられるので、格子サイズを大きくすることができる。

[0028] 校正サンプルの表面領域上における回転速度の違いは、校正サンプルに対して照射されるレーザ強度の違いも生じさせる。したがって図6の校正サンプルは、回転速度差に加えてこれに起因するレーザ強度差も考慮したものであるといえる。

[0029] 図7は、本実施形態1における校正サンプルの領域分割において、試料ステージ21がウェーハの略全面を固定している場合の例を示す図である。図5に比べて、固定されている領域が多いので、第1領域を図5よりも広くとり、第2領域を図5よりも狭くとする。

[0030] 図8は、本実施形態1における校正サンプルの領域分割において、試料ステージ21がウェーハの端部（エッジ）のみを固定している場合の例を示す図である。端部のみを固定した場合、固定している部分において、ウェーハがたわみ、座標ずれが生じやすい。固定部材とウェーハとの間で力が作用するからである。したがって、ウェーハの中心部分を含む大部分を第1領域として格子サイズを大きくとり、ウェーハと試料ステージ21を固定している端部を第2領域として、格子サイズを小さくとする。

[0031] 図9は、本実施形態1における欠陥検査装置100が、装置間の座標ずれを補正する手順を説明するフローチャートである。以下図9の各ステップを説明する。

[0032] （図9：ステップS100～S101）

校正サンプル上の第1領域と第2領域を既にセットしている場合はS102へ進み（S100：Yes）、未セットである場合は例えばユーザがGUI上で各領域をセットする（S100：No、S101）。

[0033] （図9：ステップS102～S104）

欠陥検査装置100は校正サンプル上の格子点（作り込み欠陥30）の座

標を検査（実測）する（S 1 0 2）。これにより校正サンプル上の格子点の実測座標が得られる（S 1 0 3）。信号処理部 1 6 は、作り込み欠陥 3 0 の実測座標と既知座標を比較し、両者間のずれ量を算出する（S 1 0 4）。このずれ量は、校正サンプル上の格子点の既知値と実測値との間のずれ量を表しているが、欠陥を実測したときの欠陥ずれ量でもある。

[0034]（図 9：ステップ S 1 0 5）

信号処理部 1 6 は、欠陥ずれ量と各パラメータとの間の相関関係にしたがって、座標ずれを補正するための補正值を算出する。ここでいう各パラメータとは、例えば校正サンプルの偏芯量、校正サンプルの回転ずれ量、光軸ずれ量、などのような、欠陥検査装置 1 0 0 が備える各センサから得られる値である。校正サンプルの偏芯量や回転ずれ量は、ステージの移動量を検出するセンサから取得できる。光軸ずれ量は、光学素子補正機構 2 7 から取得できる。

[0035]（図 9：ステップ S 1 0 5：補足）

欠陥ずれ量を生じさせる要因は、各センサが検出する値において、少なくとも間接的に表れていると考えられる。したがって、欠陥ずれ量／各パラメータ／補正值の間には、相関関係が存在している。この相関関係をあらかじめ取得しておき、実測によって得られた欠陥ずれ量と各パラメータをその相関関係に対して当てはめることにより、これらに対応する補正值を得ることができる。本ステップはこれを実施するためのものである。

[0036]（図 9：ステップ S 1 0 6）

信号処理部 1 6 は、S 1 0 5 において取得した補正值を用いて、欠陥座標を補正する。具体的には、実測した欠陥周辺の 4 つの既知格子点から欠陥までの距離を用いて、後述する図 1 0 のように加重平均によって補正量を決定することができる。加重平均に代えて、スプライン関数などの適当な関数によって補正量を決定してもよい。

[0037] 図 1 0 は、S 1 0 6 において欠陥座標を補正する手順の具体例を説明する図である。欠陥 5 4 は、検査過程において検出した欠陥である。格子点 5 0

～53は実測した格子点である。S105において、既知格子点と格子点50～53との間の補正值があらかじめ算出されている。図10において、格子点ごとにその補正值を併記した。例えば格子点50とこれに対応する既知格子点との間の補正值は (x, y) である。

[0038] S106において、欠陥54と格子点50～53それぞれとの間の距離を求め、補正值重みづけを決定する。重みづけの範囲は $0 \leq dx \leq 1$ 、 $0 \leq dy \leq 1$ とする。格子点50～53の補正值の加重平均を欠陥54の補正值とする。加重平均を用いた補正值は、 $(x, y) * (1 - dx) * (1 - dy) + (x, y + 1) * (1 - dx) * dy + (x + 1, y) * dx * (1 - dy) + (x + 1, y + 1) * dx * dy$ で求めることができる。

[0039] <実施の形態1：まとめ>

本実施形態1に係る欠陥検査装置100は、校正サンプルの表面領域を、欠陥ずれ量を厳密に検出したい第2領域と、厳密に検出する必要はない第1領域とに区分し、第2領域においては第1領域よりも短い距離間隔ごとに作り込み欠陥30を検出する。これにより特にウェーハ状態などの経時変化によって生じる座標ずれを第2領域において正確に検出することができる。

[0040] 本実施形態1において、校正サンプル上の作り込み欠陥30は、第1領域と第2領域において互いに異なる格子サイズ上に配置してもよいし、格子サイズは第1領域と第2領域において同じにセットしつつ信号処理部16が作り込み欠陥30を検出する距離間隔を演算処理上で変化させてもよい。前者の場合は信号処理部16の処理を簡易化できる。後者の場合は校正サンプルを前者よりも容易に製造できる。

[0041] 本実施形態1に係る欠陥検査装置100は、欠陥検査装置100が備える各センサが検出するパラメータと、欠陥ずれ量との間の相関関係にしたがって、座標ずれを補正するための補正值を決定する。これは、座標ずれの原因は検出パラメータにおいて現れていると考えられることに基づく。この手法により、欠陥検査装置100（ウェーハを含む）のその時点における動作状態に応じて、補正值を適切に定めることができる。すなわち欠陥検査装置100

0の動作状態の経時変化に対して適切な補正值を定めることができる。

[0042] <実施の形態2>

図11は、本開示の実施形態2に係る欠陥検査装置100が、装置の異常の予兆を診断する手順を説明するフローチャートである。本フローチャートは、予兆診断部18が実施する。欠陥検査装置100の構成は実施形態1と同じである。以下図11の各ステップを説明する。

[0043] (図11：ステップS200)

予兆診断部18は、記憶領域部17からウェーハの保持方法や動作状態毎の欠陥ずれ量を取得する。ずれ量は、欠陥検査装置100が校正サンプルを測定することによってあらかじめ取得しておく。

[0044] (図11：ステップS201)

予兆診断部18は、記憶領域部17から各パラメータのずれ量を取得する。ここでいうパラメータは、S105におけるパラメータと同じものである。すなわち欠陥検査装置100が備える各センサが検出した、欠陥検査装置100の各部の状態を表すパラメータである。

[0045] (図11：ステップS202)

予兆診断部18は、ずれ量の経時変化を表すずれ量マップを作成する。例えば1枚目のマップは時刻1におけるずれ量を表し、2枚目のマップは時刻2におけるずれ量を表す。格子点ごとにずれ量マップを作成してもよいし、全格子点のずれ量を表す1つのマップを作成してもよい。後述する図12においては後者を想定する。予兆診断部18は、パラメータの経時変化を表すパラメータマップも同様に、パラメータごとに作成する。

[0046] (図11：ステップS203)

予兆診断部18は、ずれ量マップの1枚目からn枚目にわたる経時変化に基づき、n+1枚目のずれ量マップを予測する。例えば移動平均法などを用いて、n+1枚目を予測することができる。予兆診断部18は、各パラメータマップについても同様にn+1枚目を予測する。

[0047] (図11：ステップS204～S207)

予兆診断部 18 は、 $n + 1$ 枚目のずれ量マップが閾値を超えており（S 204 : Yes）、かつ $n + 1$ 枚目のいずれかのパラメータマップが閾値を超えている（S 205 : Yes）場合は、 $n + 1$ 枚目に対応する時刻において欠陥検査装置 100 の異常が生じる可能性があるとして判定する（S 206）。予兆診断部 18 は、その判定結果を、予兆診断結果として出力する（S 207）。出力形式は、例えば画面表示、データ出力、など任意の形式でよい。

[0048]（図 11 : ステップ S 204 ~ S 205 : 補足）

閾値は、あらかじめ任意に上限または下限を決めることができる。上限または下限の閾値を逸脱した場合、すなわちあらかじめ定められた正常範囲から外れた場合は異常予兆があり、上限および下限の閾値以内である場合に異常予兆なし、と診断する。

[0049] 図 12 は、各マップの例を示す。図 12 において、ずれ量マップ 500 の $n + 1$ 枚目が閾値を超えた。偏芯量マップ 502 の $n + 1$ 枚目は閾値を超えていないが、光軸ずれ量マップ 501 の $n + 1$ 枚目も閾値を超えているので、異常と判定する。パラメータマップは記憶領域部 17 に保存するパラメータの数に応じて増やすことができる。パラメータは対応するセンサを欠陥検査装置 100 に設置すれば増やすことができる。例えば、レーザのぶれ量を見たい場合は光軸センサやビームスタビライザを設け、ステージの振動を計測したい場合は加速度センサを設け、ステージの位置を計測したい場合はリニアスケールなどを設ければよい。

[0050] 予兆診断部 18 は、予兆診断結果を欠陥検査装置 100 へフィードバックする。これによりずれ量の低減を図る。例えば、光軸ずれを光学素子補正機構 27 でモニタすることにより、光軸ずれを補正することができる。ステージ装置 20 は、ウェーハの外周を検出するためのセンサや θ 方向のエンコーダを備え、これによりウェーハの偏芯量を検出および補正することができる。

[0051] これらモニタやセンサは、検査時の補正に用いるが、モニタやセンサ自体が温度ドリフト等により、出力結果に誤差が生じる恐れがある。そこで、予

兆診断において異常予兆ありと判定した場合、センサ自体の誤差からオフセット量を求め、検査時にはオフセットを含めて欠陥検査を実施してもよい。それにより、欠陥検出時の欠陥位置座標精度を向上することができる。すなわち図12の予兆診断結果は、欠陥検査装置100の異常を予兆することに加えて、 $n+1$ 枚目においてその異常をもたらす原因パラメータを予測する意義もある。

[0052] 同様に予兆診断部18は、 n 枚目以前においてずれ量とパラメータが閾値を超えている場合は、その時点において欠陥検査装置100が異常であること、およびその異常をもたらしている原因パラメータを推定することができる。

[0053] <本開示の変形例について>

本開示は、前述した実施形態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、上記した実施形態は本開示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、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。また、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

[0054] 以上の実施形態において、格子点は正四角形状に形成されている例を示したが、格子形状はこれに限るものではない。校正サンプル上の既知の格子点における作り込み欠陥30の座標と、校正サンプルを実測することによって得られる作り込み欠陥30の座標との間の差分を補正する限りにおいて、格子形状は任意である。

[0055] 以上の実施形態において、校正サンプル上に第1領域と第2領域をセットすることを説明したが、第3領域以降についてもセットしてもよい。第3領域以降をセットする場合においても、各領域の格子サイズは互いに異なる。

[0056] 以上の実施形態において、試料（または校正サンプル、以下同じ）は、試料に対して光を照射することにより試料から反射または散乱した光を検出す

ることにより、検査することができる。いずれの場合においても本開示を適用することができる。

[0057] 以上の実施形態において、信号処理部 16、予兆診断部 18、コントローラ 19、およびステージ制御部 23 は、これらの機能を実装した回路デバイスなどのハードウェアによって構成することもできるし、これらの機能を実装したソフトウェアを演算装置が実行することによって構成することもできる。

符号の説明

[0058] 10 : 光源
14 : 検出器
16 : 信号処理部
20 : ステージ装置
21 : 試料ステージ
25 : センサ
100 : 欠陥検査装置

請求の範囲

- [請求項1] 試料に対して光を照射することにより前記試料が有する欠陥を検査する欠陥検査装置であって、
- 前記試料を保持するステージ、
- 前記試料に対して光を照射する光源、
- 前記試料から散乱又は反射された前記光を検出する検出器、
- 前記検出器が前記光を検出した結果を表す検出信号を用いて前記欠陥を検査する信号処理部、
- を備え、
- 前記信号処理部は、格子点上にオブジェクトが形成された校正サンプルから得た前記光を前記検出器が検出した結果を表す前記検出信号を用いて、前記欠陥の座標を補正するように構成されており、
- 前記信号処理部は、前記校正サンプル上の第1領域から得られる前記検出信号については、前記第1領域内における第1距離ごとに前記オブジェクトの位置を取得し、
- 前記信号処理部は、前記校正サンプル上の前記第1領域とは異なる第2領域から得られる前記検出信号については、前記第2領域内における前記第1距離とは異なる第2距離ごとに前記オブジェクトの位置を取得する
- ことを特徴とする欠陥検査装置。
- [請求項2] 前記第1領域は、前記オブジェクトの座標を検出した結果が実際の前記オブジェクトの座標からずれているずれ量が、前記第2領域よりも小さい位置に配置されている
- ことを特徴とする請求項1記載の欠陥検査装置。
- [請求項3] 前記第1領域は、
- 前記ステージが回転することによって生じる前記校正サンプルのたわみ、
- 前記ステージに対して前記校正サンプルを固定する固定箇所を位

置、

前記ステージが回転したときの前記校正サンプル上における回転速度差、

のうち少なくともいずれかに起因する前記ずれ量が、前記第2領域よりも小さい位置に配置されている

ことを特徴とする請求項2記載の欠陥検査装置。

[請求項4] 前記第1領域は、前記校正サンプルの表面の中心とその周辺領域に配置されており、

前記第2領域は、前記校正サンプルの表面のうち前記第1領域を除いた領域である

ことを特徴とする請求項2記載の欠陥検査装置。

[請求項5] 前記第1領域は、前記校正サンプルの表面の中心を囲むように配置されており、

前記第2領域は、前記校正サンプルの表面のうち前記第1領域によって囲まれる領域、および、前記第1領域の外側の領域である

ことを特徴とする請求項2記載の欠陥検査装置。

[請求項6] 前記第2領域は、前記ステージに対して前記校正サンプルが固定される箇所周辺の領域であり、

前記第1領域は、前記校正サンプルの表面のうち前記第2領域を除いた領域である

ことを特徴とする請求項2記載の欠陥検査装置。

[請求項7] 前記第1距離は前記第2距離よりも大きい

ことを特徴とする請求項2記載の欠陥検査装置。

[請求項8] 前記信号処理部は、前記第1領域においては、前記校正サンプル上の格子点の間隔を前記第1距離にセットすることにより、前記第1距離ごとに前記オブジェクトの位置を取得し、

前記信号処理部は、前記第2領域においては、前記校正サンプル上の格子点の間隔を前記第2距離にセットすることにより、前記第2距

離ごとに前記オブジェクトの位置を取得する

ことを特徴とする請求項2記載の欠陥検査装置。

[請求項9] 前記第1領域においては、前記第1距離ごとに前記オブジェクトが形成されており、

前記第2領域においては、前記第2距離ごとに前記オブジェクトが形成されている

ことを特徴とする請求項1記載の欠陥検査装置。

[請求項10] 前記信号処理部は、前記オブジェクトの座標を検出した結果が実際の前記オブジェクトの座標からずれているずれ量を取得し、

前記欠陥検査装置はさらに、前記ずれ量の原因となるパラメータを検出するセンサを備え、

前記信号処理部は、前記ずれ量と前記パラメータとの間の相関関係にしたがって、前記欠陥の座標を補正する

ことを特徴とする請求項1記載の欠陥検査装置。

[請求項11] 前記信号処理部は、前記欠陥の座標と、前記欠陥を囲む4つの格子点それぞれの座標との間の差分にしたがって、各前記格子点に対応する補正値を重み付け加算することにより、前記欠陥の座標を補正するための補正値を算出する

ことを特徴とする請求項1記載の欠陥検査装置。

[請求項12] 前記欠陥検査装置はさらに、前記オブジェクトの座標を検出した結果が実際の前記オブジェクトの座標からずれているずれ量の経時変化にしたがって、前記ずれ量が閾値を超える可能性があるか否かを判定する、予兆診断部を備える

ことを特徴とする請求項1記載の欠陥検査装置。

[請求項13] 前記欠陥検査装置はさらに、前記ずれ量の原因となるパラメータを検出するセンサを備え、

前記予兆診断部は、前記ずれ量の経時変化を記述したずれ量マップと、前記パラメータの経時変化を記述したパラメータマップとを作成

し、

前記予兆診断部は、前記ずれ量マップにしたがって前記ずれ量が閾値を超える可能性があるか否かを判定し、

前記予兆診断部は、前記パラメータマップにしたがって前記パラメータが閾値を超える可能性があるか否かを判定し、

前記予兆診断部は、前記ずれ量が閾値を超える可能性がありかつ前記パラメータが閾値を超える可能性がある場合は、前記欠陥検査装置が異常である旨を報知する

ことを特徴とする請求項 1 2 記載の欠陥検査装置。

[請求項14]

前記予兆診断部は、前記ずれ量マップが記述している前記ずれ量が前記閾値を超えており、かつ前記パラメータマップが記述している前記パラメータが前記閾値を超えている場合は、前記ずれ量の原因が前記パラメータである旨の推定結果を出力する

ことを特徴とする請求項 1 3 記載の欠陥検査装置。

[請求項15]

試料に対して光を照射することにより前記試料が有する欠陥を検査する欠陥検査方法であって、

前記試料に対して光を照射するステップ、

前記試料から散乱又は反射された前記光を検出するステップ、

前記検出するステップにおいて前記光を検出した結果を表す検出信号を用いて前記欠陥を検査するステップ、

を有し、

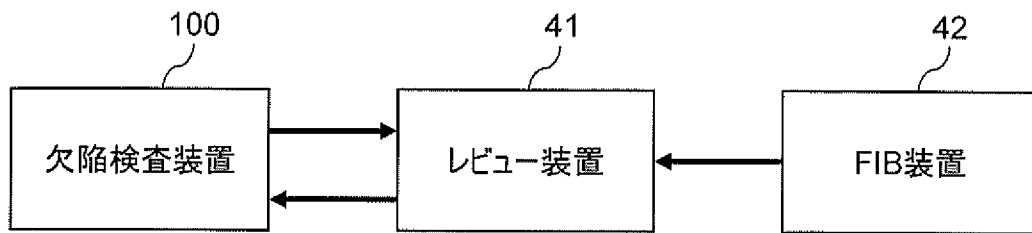
前記欠陥を検査するステップにおいて、格子点上にオブジェクトが形成された校正サンプルから反射された前記光を前記検出するステップにおいて検出した結果を表す前記検出信号を用いて、前記欠陥の座標を補正し、

前記欠陥を検査するステップにおいて、前記校正サンプル上の第 1 領域から得られる前記検出信号については、前記第 1 領域内における第 1 距離ごとに前記オブジェクトの位置を取得し、

前記欠陥を検査するステップにおいて、前記校正サンプル上の前記第 1 領域とは異なる第 2 領域から得られる前記検出信号については、前記第 2 領域内における前記第 1 距離とは異なる第 2 距離ごとに前記オブジェクトの位置を取得することを特徴とする欠陥検査方法。

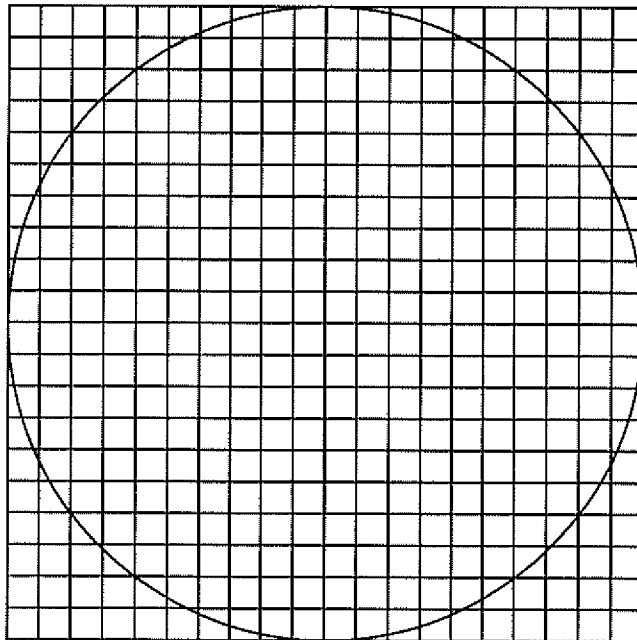
[図2]

図 2



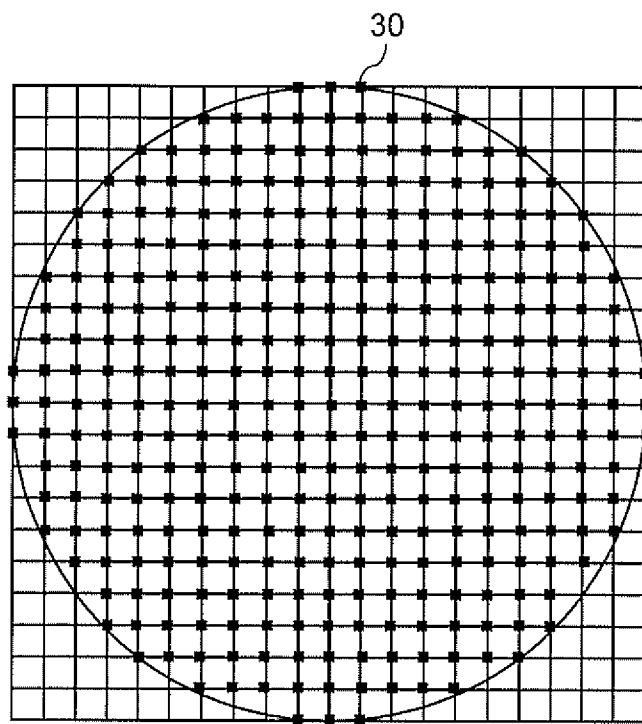
[図3]

図 3



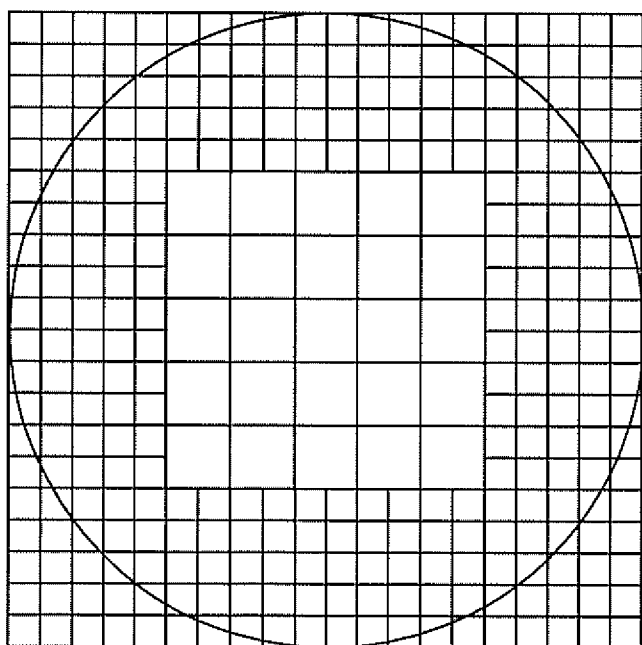
[図4]

図 4



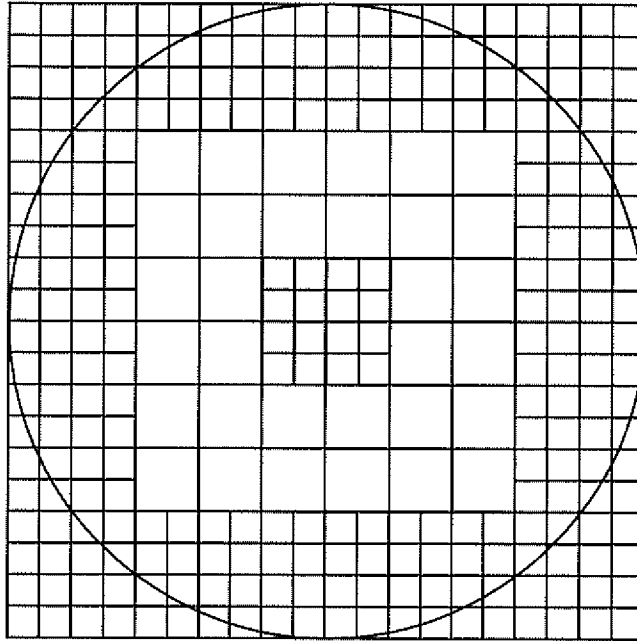
[図5]

図 5



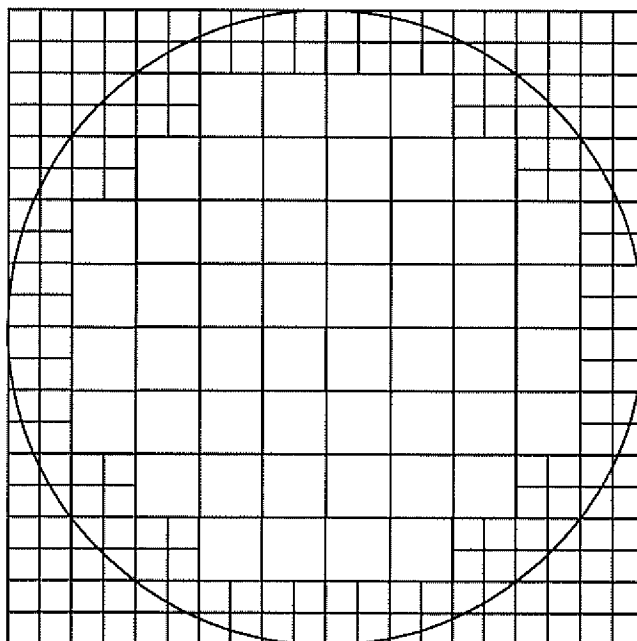
[図6]

図 6



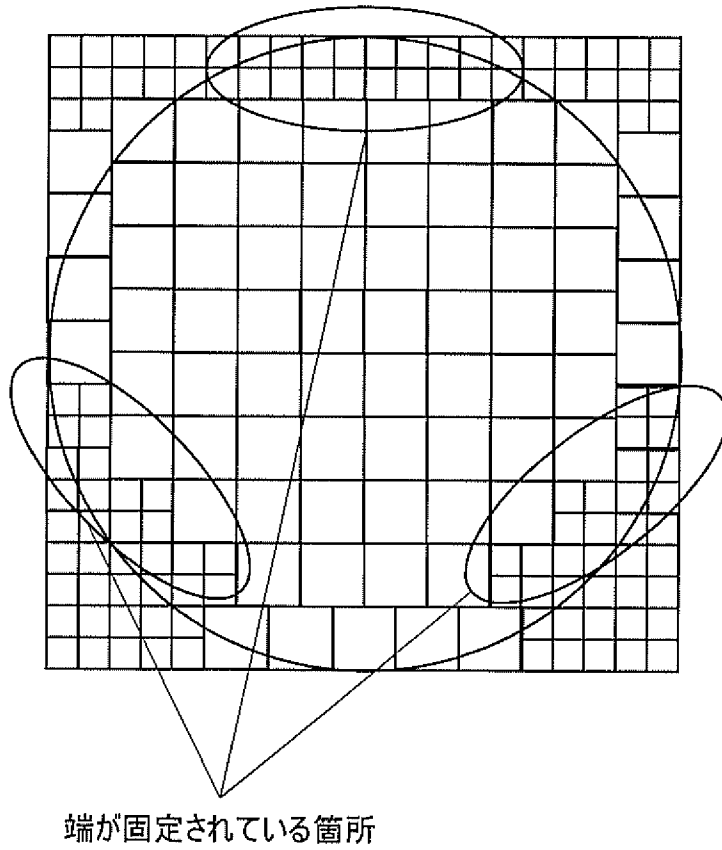
[図7]

図 7



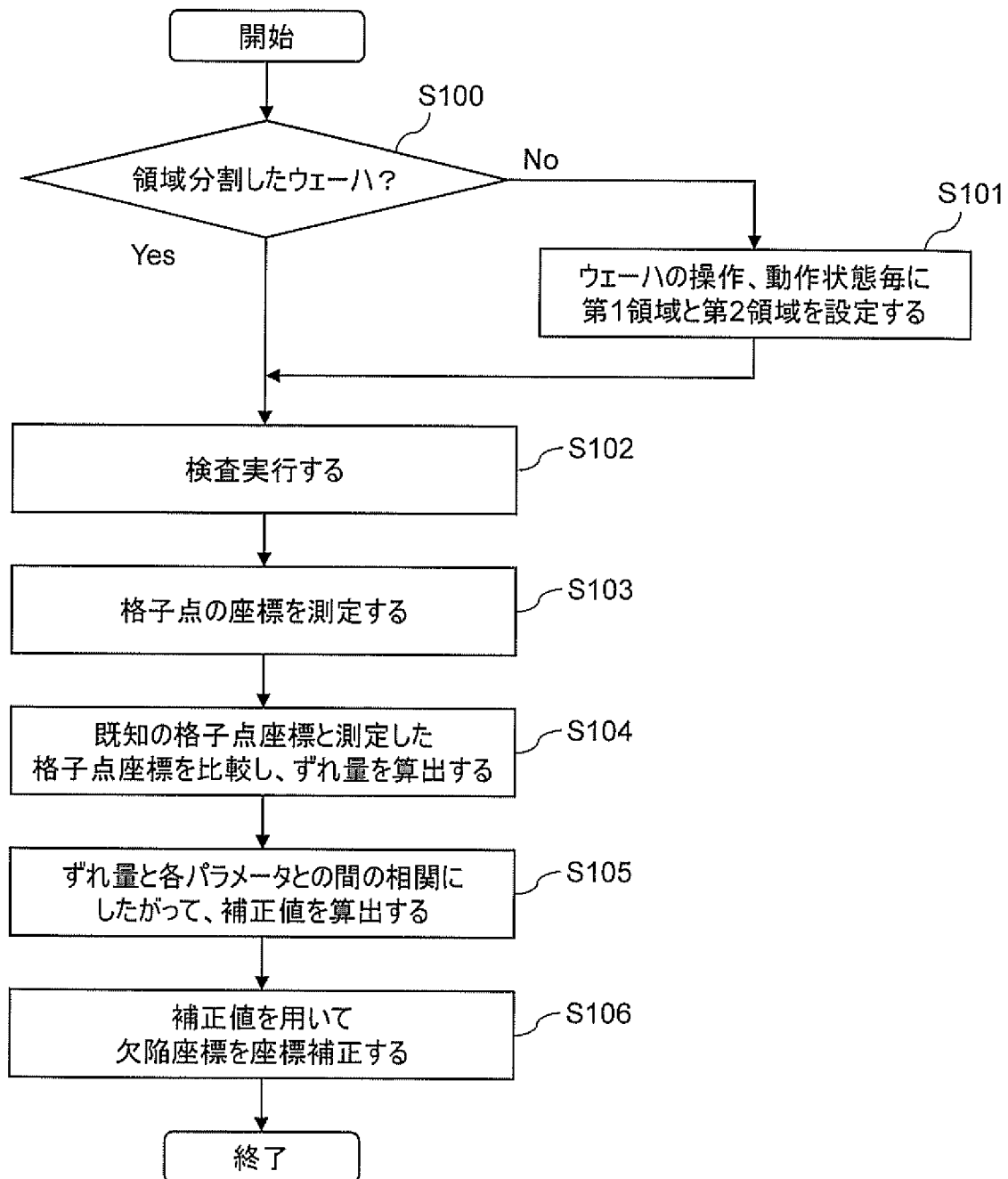
[図8]

図 8



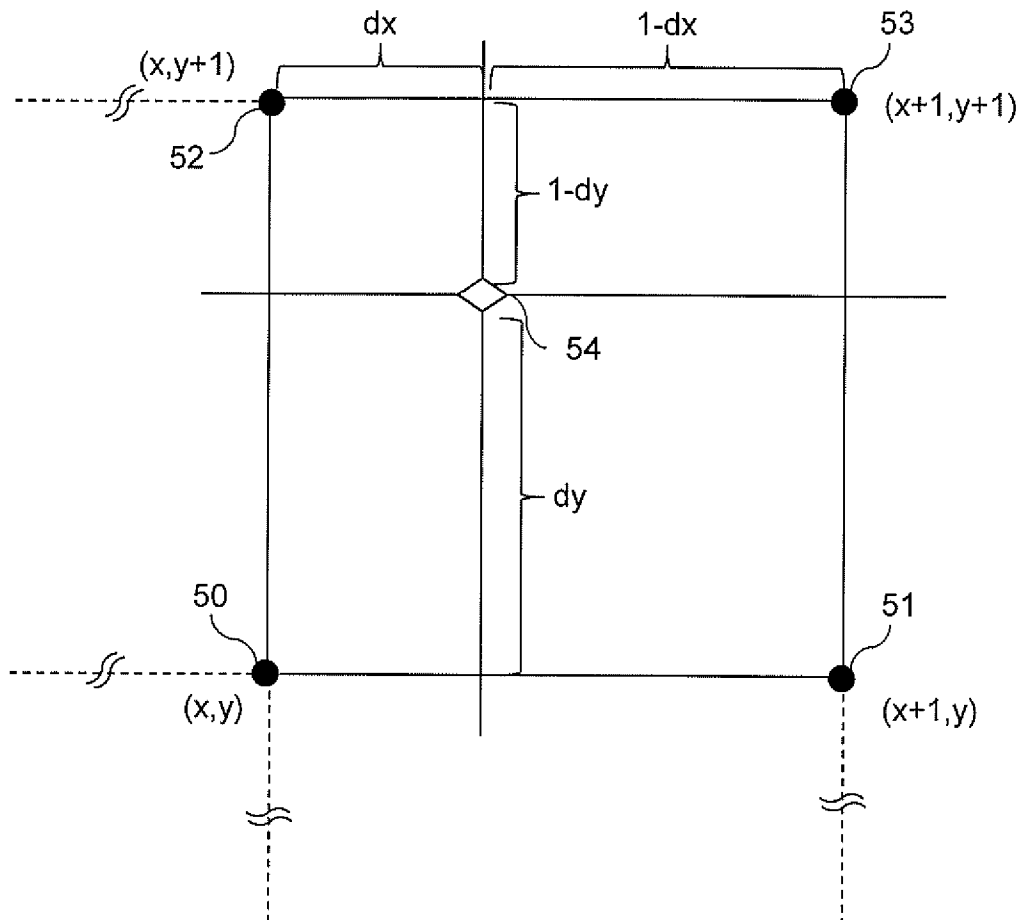
[図9]

図 9



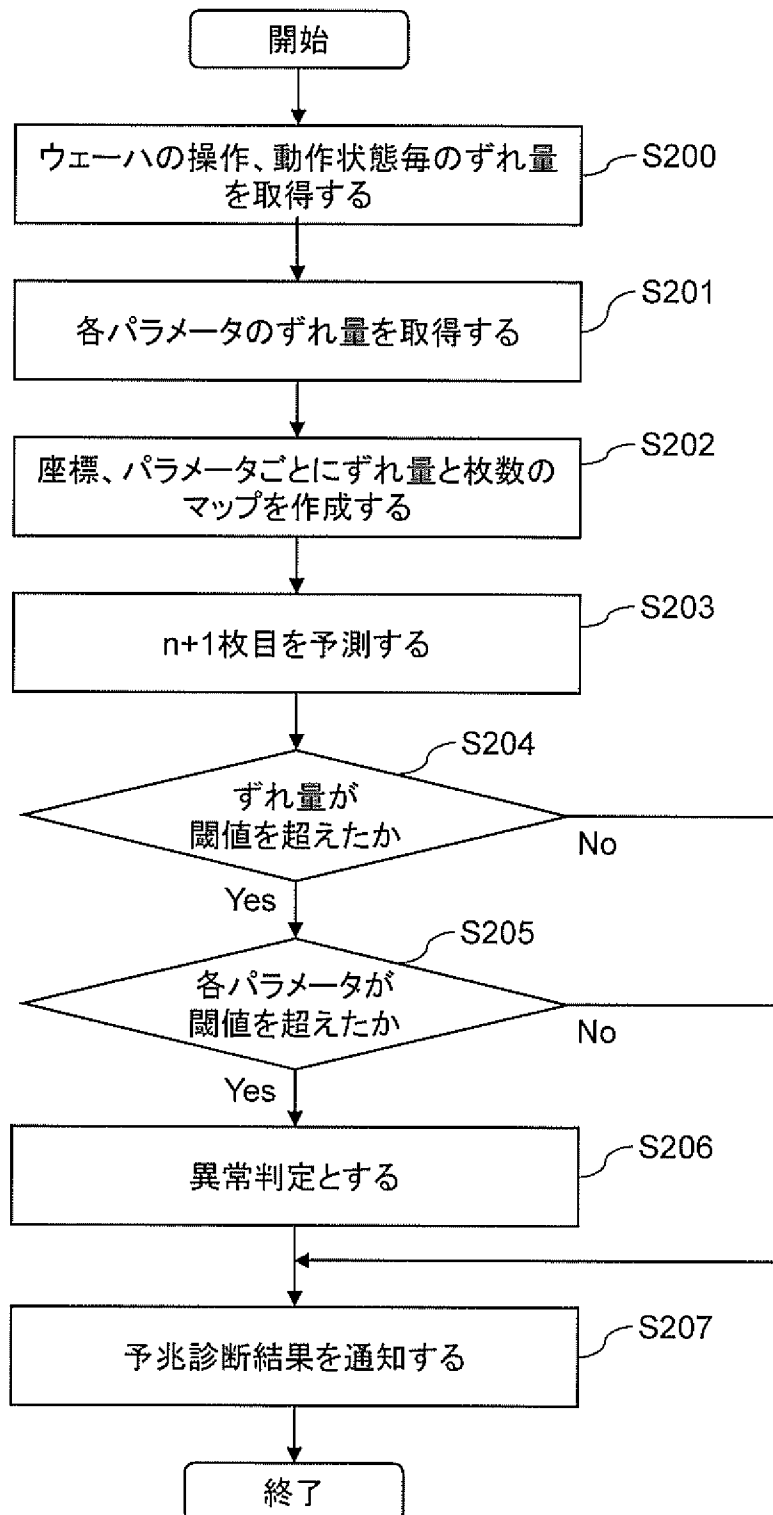
[図10]

図 10



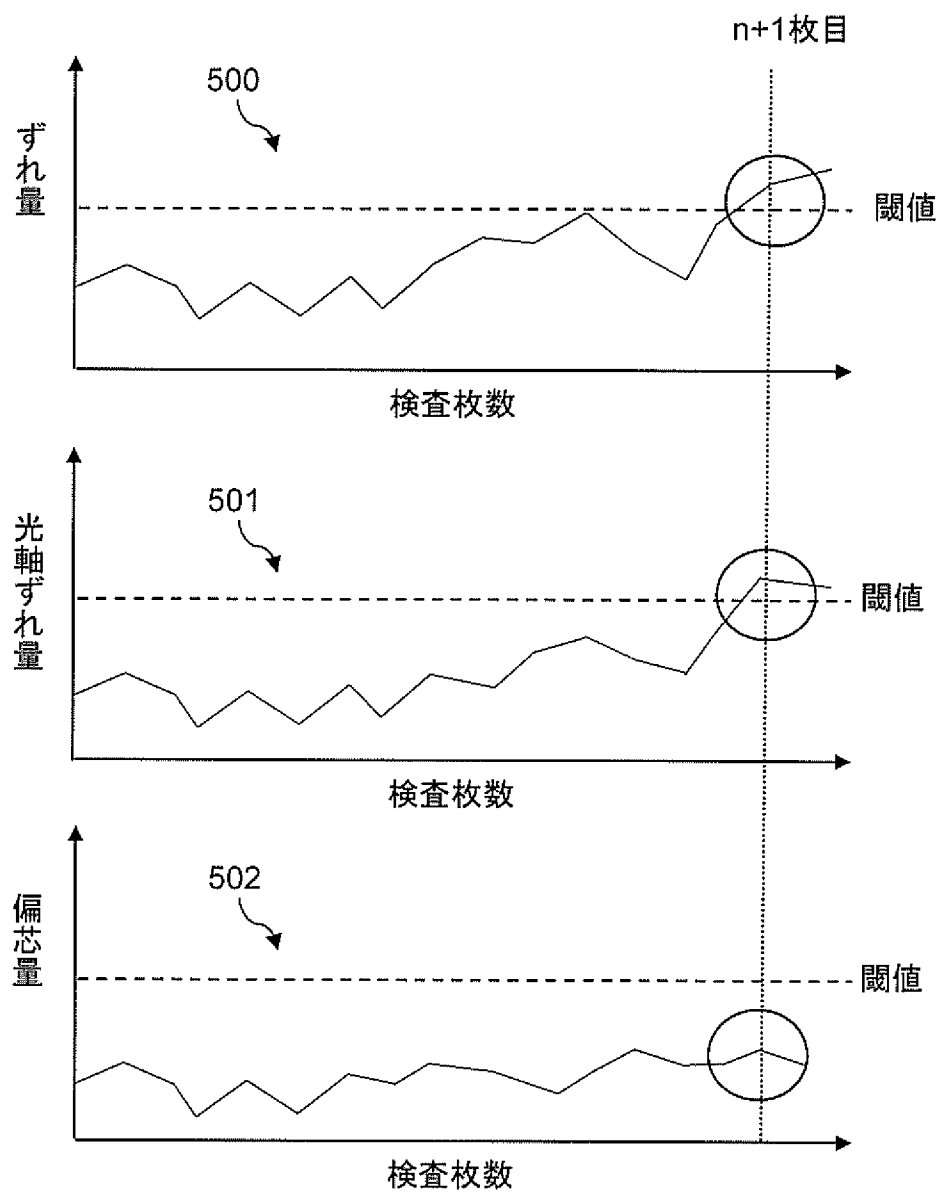
[図11]

図 1 1



[図12]

図 1 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/026882

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G01N21/956 (2006.01) i, H01L21/66 (2006.01) i
FI: G01N21/956 A, H01L21/66 J

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)

Int. Cl. G01N21/84-21/958, G01B11/00-11/30, H01L21/64-21/66

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020
Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2009-281836 A (OLYMPUS CORP.) 03 December 2009,	1-9, 15
Y	paragraphs [0027]-[0059], [0151]-[0163],	10-12
A	paragraphs [0180]-[0185], fig. 1, 9, 11 (e)	13-14
Y	JP 11-153549 A (TOPCON CORP.) 08 June 1999,	10
	paragraphs [0011]-[0029], fig. 1-4	
Y	JP 2019-042969 A (KONICA MINOLTA, INC.) 22 March	11
	2019, paragraph [0077]	
Y	JP 2015-203659 A (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORP.)	12
	16 November 2015, paragraphs [0023]-[0032], fig. 3	
A	JP 2013-064632 A (NUFLARE TECHNOLOGY INC.) 11	1-15
	April 2013, entire text, fig. 1-19	



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
22.09.2020

Date of mailing of the international search report
06.10.2020

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/026882

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2015/153872 A1 (KLA-TENCOR CORPORATION) 08 October 2015, entire text, fig. 1-10	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/026882

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2009-281836 A	03.12.2009	CN 101587080 A KR 10-2009-0121227 A TW 201005282 A	
JP 11-153549 A	08.06.1999	US 6115117 A column 2, line 58 to column 5, line 5, fig. 1-4	
JP 2019-042969 A	22.03.2019	(Family: none)	
JP 2015-203659 A	16.11.2015	(Family: none)	
JP 2013-064632 A	11.04.2013	(Family: none)	
WO 2015/153872 A1	08.10.2015	JP 2017-516130 A US 2015/0310160 A1 CN 10616505 A KR 10-2016-0142354 A TW 201543184 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01N 21/956(2006.01)i; H01L 21/66(2006.01)i FI: G01N21/956 A; H01L21/66 J		
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（IPC）） G01N 21/84-21/958; G01B 11/00-11/30; H01L 21/64-21/66		
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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）		
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	JP 2009-281836 A（オリンパス株式会社）03.12.2009（2009-12-03） 段落番号【0027】－【0059】，【0151】－【0163】，【0180】－【0185】，第1図，第9図，第11（e）図	1-9，15
Y		10-12
A		13-14
Y	JP 11-153549 A（株式会社トプコン）08.06.1999（1999-06-08） 段落番号【0011】－【0029】，第1-4図	10
Y	JP 2019-042969 A（コニカミノルタ株式会社）22.03.2019（2019-03-22） 段落番号【0077】	11
Y	JP 2015-203659 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）16.11.2015（2015-11-16） 段落番号【0023】－【0032】，第3図	12
A	JP 2013-064632 A（株式会社ニューフレアテクノロジー）11.04.2013（2013-04-11） 全文，第1-19図	1-15
☒ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 22.09.2020		国際調査報告の発送日 06.10.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 平田 佳規 2W 9807 電話番号 03-3581-1101 内線 3258

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
A	WO 2015/153872 A1 (KLA-TENCOR CORPORATION) 08.10.2015 (2015 - 10 - 08) 全文, 第 1 - 1 0 図	1 - 1 5

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/026882

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2009-281836	A	03.12.2009	CN	101587080	A	
				KR	10-2009-0121227	A	
				TW	201005282	A	
JP	11-153549	A	08.06.1999	US	6115117	A	
				第2欄第58行－第5欄第5行，第1－4図			
JP	2019-042969	A	22.03.2019	(ファミリーなし)			
JP	2015-203659	A	16.11.2015	(ファミリーなし)			
JP	2013-064632	A	11.04.2013	(ファミリーなし)			
WO	2015/153872	A1	08.10.2015	JP	2017-516130	A	
				US	2015/0310160	A1	
				CN	106165065	A	
				KR	10-2016-0142354	A	
				TW	201543184	A	