(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6月23日(23.06.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/130520 A1

(51) 国際特許分類:
G01B 15/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/046854

(22) 国際出願日： 2020年12月16日(16.12.2020)

(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: 張 龍 (**ZHANG Long**); 〒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). 山本 琢磨 (**YAMAMOTO Takuma**); 〒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).

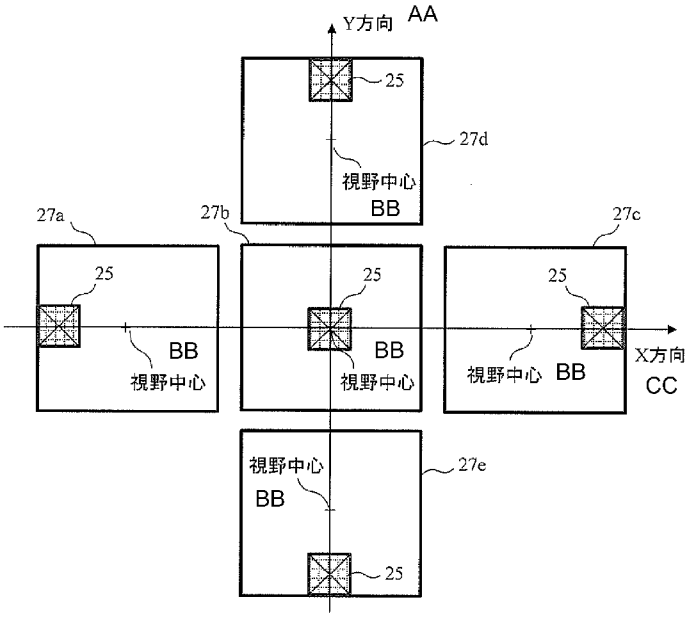
(74) 代理人: 特許業務法人平木国際特許事務所 (**HIRAKI & ASSOCIATES**); 〒1056232 東京都港区愛宕二丁目5－1 愛宕グリーンヒルズMORIタワー32階 Tokyo (JP).

(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,

(54) **Title:** PATTERN MEASUREMENT DEVICE

(54) 発明の名称： パターン計測装置

[図3c]



(57) **Abstract:** The purpose of the present disclosure is to provide a pattern measurement device that can accurately measure positional deviation between a center of gravity of a top surface of a pattern and a center of gravity of a bottom surface of the pattern, even when an incidence angle of a charged particle beam varies for each irradiation position of the charged particle beam. The pattern measurement device according to the present disclosure acquires an angular deviation amount corresponding to coordinates in a visual field of a pattern in accordance with a relationship between the coordinates

WO 2022/130520 A1

[続葉有]

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.

(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)）

in the visual field of the pattern and an angular deviation amount of the charged particle beam, and acquires a positional deviation amount corresponding to the coordinates in the visual field of the pattern in accordance with a relationship between the angular deviation amount and the center of gravity positional deviation amount (see fig. 3c).

(57) 要約：本開示は、荷電粒子ビームの照射位置ごとに荷電粒子ビームの入射角が変化する場合であっても、パターンの上面の重心とパターンの底面の重心との間の位置ずれを正確に測定することができる、パターン計測装置を提供することを目的とする。本開示に係るパターン計測装置は、パターンの視野内座標と荷電粒子ビームの角度ずれ量との間の関係にしたがって、前記パターンの視野内座標に対応する前記角度ずれ量を取得し、前記角度ずれ量と重心位置ずれ量との間の関係にしたがって、前記パターンの視野内座標に対応する前記位置ずれ量を取得する（図３ｃ参照）。

明　細　書

発明の名称 ： パターン計測装置

技術分野

[0001] 本開示は、試料上に形成されたパターンのサイズを計測するパターン計測装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体デバイスの製造過程において、リソグラフィー処理やエッチング処理そのほかの良否、異物発生などは、半導体デバイスの歩留まりに大きく影響を及ぼす。したがって、このような製造過程における異常や不良発生を早期的にまたは事前に検知するために、製造過程において半導体ウェハ上のパターンの計測や検査が実施される。精度の高い計測が求められる場合には、走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ）による計測が広く用いられている。

[0003] 近年、微細化の進行が鈍化する一方で、３Ｄ－ＮＡＮＤに代表されるように３次元化による高集積化の進行が著しい。異なる工程間のパターンの重ね合わせずれ、ならびに深い穴や溝のパターン形状の計測ニーズが高まっている。例えば、電子ビーム装置による深穴や深溝の深さ測定、複数の検出器信号を活用した異なる工程間での重ね合わせずれ計測、などの先行技術が報告されている。

[0004] 深穴や深溝はエッチングプロセスにより加工されるが、加工すべきパターンが深くなるにともない、エッチングパターンのボトムが下層パターン位置に合うように加工することが厳しくなってきている。これにより、加工されるパターンのボトム寸法やトップに対する重心位置ずれ（垂直度）などをウェハ面内で計測し、エッチング装置に対してフィードバックをかけることが重要になってきている。例えば、エッチャーの状態が良くない場合には、ウェハ外周で加工均一性が低下し、パターンが傾斜して加工されるケースがある。パターンが傾斜して加工されると、パターンの上面の重心と底面の重心との間で位置ずれが生じる。エッチング装置に対してこの情報をフィードバ

ックすることにより、加工均一性を改善することができる。

[0005] 上記重心位置ずれ（垂直度）量を計測する場合、試料面に対して照射電子が斜め上方から入射する（電子ビームが試料に対して垂直に入射しない）とき、その傾きに起因して、重心位置ずれ測定値の誤差が生じる問題がある。

[0006] 下記特許文献１は、『荷電粒子線装置により得られた信号に基づいて、試料上に形成されたパターンの寸法を測定する演算装置を備えており、前記演算装置は、任意のビームチルト角で取得した画像から、異なる高さの２つのパターンの間の、ウェハ表面と並行方向の位置ずれ量を算出する位置ずれ量算出部と、予め求めておいた前記位置ずれ量と前記パターンの傾斜量との関係式により前記位置ずれ量から前記パターンの傾斜量を算出するパターン傾斜量算出部と、前記パターンの傾斜量に一致するようにビームチルト角を制御するビームチルト制御量算出部と、を有し、算出したビームチルト角に設定して、再度画像を取得してパターンの計測を行うパターン計測装置。』という技術を記載している（要約参照）。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：ＷＯ２０１９／０７３５９２

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 特許文献１のような従来技術においては、観察視野内において照射電子を走査することにより試料に対する電子入射角が変化する場合、その入射角の変化に起因して、照射位置ごとの重心位置ずれ測定値の誤差が生じる可能性があることについて、十分検討していない。換言すると、照射電子の入射角が試料上の位置ごとに異なり、これにともなって重心位置ずれ測定値が試料上の位置ごとに変動する可能性があることについて、十分検討していない。

[0009] 本開示は、以上の技術的課題に鑑みてなされたものであり、荷電粒子ビームの照射位置ごとに荷電粒子ビームの入射角が変化する場合であっても、パ

ターンの上面の重心とパターンの底面の重心との間の位置ずれを正確に測定することができる、パターン計測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

[0010] 本開示に係るパターン計測装置は、パターンの視野内座標と荷電粒子ビームの角度ずれ量との間の関係にしたがって、前記パターンの視野内座標に対応する前記角度ずれ量を取得し、前記角度ずれ量と重心位置ずれ量との間の関係にしたがって、前記パターンの視野内座標に対応する前記位置ずれ量を取得する。

発明の効果

[0011] 本開示に係るパターン計測装置によれば、荷電粒子ビームの照射位置ごとに荷電粒子ビームの入射角が変化する場合であっても、パターンの上面の重心とパターンの底面の重心との間の位置ずれを正確に測定することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]実施形態１に係るパターン計測装置１００の構成図である。

[図2a]ディフレクタ７が１次電子ビームを偏向させる様子を示す。

[図2b]ホール形状パターンの側断面図である。

[図2c]図２ｂの入射ビーム（２１ａ～２１ｃ）により撮像されるＳＥＭ画像である。

[図3a]標準試料１２の例を示す斜視図である。

[図3b]視野位置とビーム傾斜変化量との間の関係式を算出するプロセスを示すフローチャートである。

[図3c]ビーム傾斜量を求める手順を示す図である。

[図3d]視野中心からのＸ方向位置ずれに対するＸ方向の傾斜変化量を示す図である。

[図3e]視野中心からのＹ方向位置ずれに対するＹ方向の傾斜変化量を示す図である。

[図3f]視野中心からのＹ方向位置ずれに対するＸ方向の傾斜変化量を示す図

である。

[図3g]視野中心からのＸ方向位置ずれに対するＹ方向の傾斜変化量を示す図である。

[図4a]視野内の特定位置のパターンにおける１次電子ビーム傾斜変化量と重心位置ずれ量との間の関係式を算出するプロセスを示すフローチャートである。

[図4b]Ｘ方向ビーム傾斜変化量に対するＸ方向の重心位置ずれ量を示す図である。

[図4c]Ｙ方向ビーム傾斜変化量に対するＹ方向の重心位置ずれ量を示す図である。

[図5a]視野内の特定位置のパターンに対する重心位置ずれ量計測と重心位置ずれ補正処理を示すフローチャートである。

[図5b]図５ａの各ステップにおける計算式を説明するための模式図である。

[図5c]計測結果の例を示す。

[図6]パターン計測装置１００が実施するレシピ処理のフローチャートである。

[図7a]視野内におけるパターン位置を様々に変化させた例を示す。

[図7b]視野内位置とビーム傾斜変化量との間の関係を記述した２次元マップを求めるプロセスを示すフローチャートである。

[図7c]図７ａの各視野位置において、図７ｂの計測処理により求めた２次元マップの模式図である。

[図7d]位置８２のビーム傾斜変化量を算出する手順を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0013] ＜実施の形態１＞

図１は、本開示の実施形態１に係るパターン計測装置１００の構成図である。パターン計測装置１００は、１次電子ビームを試料（ウェハ１１）に対して照射することにより、試料上に形成されているパターンサイズを計測する装置である。パターン計測装置１００は、カラム１（電子光学系）と試料

室２を備える。カラム１は、電子銃３、コンデンサレンズ４、対物レンズ８、ディフレクタ７、アライナ５、２次電子検出器９、ＥＸＢフィルタ６（電磁界直交フィルタ）、後方散乱電子検出器１０を含む。

[0014] 電子銃３によって発生された１次電子ビーム（照射電子）は、コンデンサレンズ４と対物レンズ８によってウェハ１１に対して収束させて照射される。アライナ５は１次電子ビームが対物レンズ８に入射する位置をアライメントする。１次電子ビームは、ディフレクタ７によってウェハ１１に対して走査される。ディフレクタ７は、ビーム走査コントローラ１７からの信号にしたがって１次電子ビームをウェハ１１に対して走査させる。１次電子ビームの照射によってウェハ１１から得られる２次電子はＥＸＢフィルタ６によって２次電子検出器９の方向に向けられ、２次電子検出器９によって検出される。ウェハ１１からの後方散乱電子は後方散乱電子検出器１０によって検出される。２次電子や後方散乱電子を総称して電子ビーム照射により試料から得られる信号を信号電子と呼ぶこととする。荷電粒子光学系には、これ以外に他のレンズや電極、検出器を含んでもよいし、一部が上記と異なっていてもよく、荷電粒子光学系の構成はこれに限られない。

[0015] 試料室２に設置されるＸＹステージ１３は、ステージコントローラ１８からの信号にしたがってカラム１に対してウェハ１１を移動する。ＸＹステージ１３上には、ビーム校正のための標準試料１２が取り付けられている。パターン計測装置１００はウェハアライメントのための光学顕微鏡１４を有している。２次電子検出器９および後方散乱電子検出器１０からの信号はアンプ１５ならびにアンプ１６により信号変換され、画像処理ボード１９に送られ画像化される。

[0016] パターン計測装置１００は制御コンピュータ２０により装置全体の動作が制御される。制御コンピュータ２０は、マウスやキーボードなどユーザが指示入力するための入力部、画面を表示するモニタなどの表示部、ハードディスクやメモリなどの記憶部、などを備える。

[0017] パターン計測装置１００は、この他にも各部分の動作を制御する制御部や

、検出器から出力される信号に基づいて画像を生成する画像生成部を備える（図示省略）。制御部や画像生成部は、専用の回路基板によってハードウェアとして構成されていてもよいし、コンピュータが実行するソフトウェアによって構成されてもよい。ハードウェアにより構成する場合には、処理を実行する複数の演算器を配線基板上、または半導体チップまたはパッケージ内に集積することにより実現できる。ソフトウェアにより構成する場合には、コンピュータに汎用ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ　Ｕｎｉｔ）を搭載して所望の演算処理を実行するプログラムを実行することにより実現できる。このプログラムが記録された記録媒体により、既存の装置をアップグレードすることも可能である。これらの装置や回路、コンピュータ間は有線または無線のネットワークで接続され、適宜データが送受信される。

[0018] １次電子ビームの入射角は、ＸＹステージ１３あるいは試料に対して校正することができる。例えば、標準試料１２としてピラミッド形状（４角すい形状）にエッチングされたパターンを備え、画像に現れるピラミッドの４つの面が同じ形状となるように、偏向器が電子ビームを偏向することによって、電子ビーム軌道を理想光軸と一致させることができる。また、ピラミッドの各面の幾何学的演算に基づいて、所望の傾斜角となるように、電子ビームの軌道を調整することもできる。

[0019] 本実施形態においては、理想光軸と１次電子ビームの進行方向との間の相対角度をビーム傾斜角とするが、試料と電子ビームの相対角度をビーム傾斜角と定義するようにしてもよい。通常の電子ビーム計測装置（ＳＥＭ）においては基本的に、電子ビーム軌道は、ＸＹステージの移動軌道（Ｘ方向とＹ方向）に対して垂直（Ｚ方向）に設定されている。Ｚ方向をゼロ度と定義し、Ｘ方向、Ｙ方向ともに傾斜角をプラスマイナスの数字で示す。ＸとＹを組み合わせてあらゆる方向の角度の設定が可能である。

[0020] 以下、図２ａ～図２ｃを用いて、視野内のビーム傾斜ばらつきの発生原因およびビーム傾斜変化による重心位置ずれ計測への影響について説明する。

[0021] 図２ａは、ディフレクタ７が１次電子ビームを偏向させる様子を示す。ディフレクタ７は、上段のディフレクタ７ａによって電子ビームを理想光軸から離軸させ、下段のディフレクタ７ｂによって、理想的には垂直方向となるように電子ビームを偏向する。しかしながら、現実的にはディフレクタ７の応答性などの影響により、視野内での傾斜ばらつきが発生する。

[0022] 図２ｂと図２ｃを用いて、入射ビーム傾斜変化による重心位置ずれ量の計測誤差の発生原理について説明する。

[0023] 図２ｂは、ホール形状パターンの側断面図である。ホール２２は試料面に対して垂直方向（Ｚ軸）にエッチングされており、ホール深さはＬである。入射ビーム２１ｂが試料面に対して垂直である場合は、パターンのトップの中心を通過したビームがボトム部の中心に到達する。入射ビーム２１ａが－Ｘ側に傾斜した場合（入射角$-\alpha_x$°）は、トップの中心を通過したビームがボトムの中心に対して＋Ｘ方向にＬ・ｔａｎα_xずれた位置に到達する。入射ビーム２１ｃが＋Ｘ側に傾斜した場合（入射角$+\alpha_x$°）は、トップの中心を通過したビームがボトムの中心に対してが－Ｘ方向にＬ・ｔａｎα_xずれた位置に到達する。

[0024] 図２ｃは、図２ｂの入射ビーム（２１ａ～２１ｃ）により撮像されるＳＥＭ画像である。ホールパターンのトップの中心が画像の中心となるようにして撮像している。入射ビーム２１ｂの入射角がパターンのエッチング方法と一致している場合（入射角０°）は、ＳＥＭ像２３ｂのようにトップの重心２４ｃとボトムの重心２４ｄが一致している。入射ビーム２１ａが－Ｘ側に傾斜した場合（入射角$-\alpha_x$°）は、ＳＥＭ像２３ａのようにトップの重心２４ａに対してボトムの重心２４ｂが－Ｘ方向にＬ・ｔａｎα_x程度ずれる。入射ビーム２１ｃが＋Ｘ側に傾斜した場合（入射角$+\alpha_x$°）は、ＳＥＭ像２３ｃのようにトップの重心２４ｅに対してボトムの重心２４ｆが＋Ｘ方向にＬ・ｔａｎα_xずれる。このように、入射ビームの傾斜変化により、重心位置ずれ量の計測誤差が発生する。

[0025] 電子ビームを観察視野内で走査する場合、視野内の走査位置により、ビー

ムの入射角が変化するので、計測したパターンの重心位置ずれ量に誤差が入っている。そこで、パターンの重心位置ずれ量を補正する必要がある。

[0026] 視野内の任意位置のパターンの重心位置ずれ量を補正しようとする場合、視野内のビーム傾斜変化量、パターン位置（パターンの上層重心位置）、および重心位置ずれ量の関係をあらかじめ測定して関係式を求めておき、この関係式を用いて、視野内の任意位置のパターンへのビーム傾斜変化量から重心位置ずれ補正量を算出する。

[0027] 図３ａは、標準試料１２の例を示す斜視図である。本実施形態においては、図３ａに示す凹形のピラミッドパターン２５が形成された標準試料１２を用いて、ピラミッドの上面２６ａの重心位置とボトム位置２６ｂから、視野内におけるビーム傾斜量を計測する。

[0028] 図３ｂは、視野位置とビーム傾斜変化量との間の関係式を算出するプロセスを示すフローチャートである。図３ｂにしたがって、視野位置とビーム傾斜変化量との間の関係式を求める手順を説明する。

[0029]（図３ｂ：ステップＳ３０１～Ｓ３０２）

制御コンピュータ２０は、試料上の視野位置をセットし（Ｓ３０１）、ステージコントローラ１８によってＸＹステージ１３をその視野位置へ移動させる（Ｓ３０２）。視野位置の例については後述の図３ｃを用いて説明する。

[0030]（図３ｂ：ステップＳ３０３～Ｓ３０４）

制御コンピュータ２０は、視野範囲に対して１次電子ビームを照射することによって得られる視野画像を取得する（Ｓ３０３）。制御コンピュータ２０は、視野画像を用いて、その視野位置におけるビーム傾斜量を算出する（Ｓ３０４）。ビーム傾斜量を算出する具体的手法については、図３ｃ～図３ｇを用いて説明する。

[0031]（図３ｂ：ステップＳ３０５）

制御コンピュータ２０は、あらかじめ設定した条件がすべて完了するまで（例えば試料上の全範囲について視野画像を取得するまで）、Ｓ３０１～Ｓ

３０４を繰り返す。

[0032]（図３ｂ：ステップＳ３０６）

制御コンピュータ２０は、視野画像とビーム傾斜量との間の関係に基づき、視野位置とビーム傾斜変化量との間の関係式を算出する。関係式の例については、図３ｃ～図３ｇの後に改めて説明する。

[0033] 図３ｃは、ビーム傾斜量を求める手順を示す図である。ステージ移動により、同一のピラミッドパターン２５の視野内における位置（Ｘ方向、Ｙ方向）を変えながら画像を取得し、各視野位置におけるビーム傾斜変化量を測定する。各視野位置におけるビーム傾斜変化量を求めるための具体的手順を以下説明する。

[0034] 図３ｄは、視野中心からのＸ方向位置ずれに対するＸ方向の傾斜変化量（ΔＴｘ）を示す図である。図３ｃと図３ｄにより、Ｘ方向の視野位置に対するＸ方向のビーム傾斜変化の係数を算出する手順を説明する。図３ｃのＳＥＭ画像２７ａは、ピラミッドパターンが画像中心から－Ｘ方向にずれた位置での画像である。図３ｄのグラフ内のポイント２８ａは、ＳＥＭ画像２７ａにおけるピラミッドパターンの視野内の位置ずれ量と、Ｘ方向のビーム傾斜量のプロットである。ＳＥＭ画像２７ｂは、ピラミッドパターンが画像中心となっている。ポイント２８ｂは、ＳＥＭ画像２７ｂにおけるピラミッドパターンの視野内の位置ずれ量と、Ｘ方向のビーム傾斜量のプロットである。ＳＥＭ画像２７ｃは、ピラミッドパターンが画像中心から＋Ｘ方向にずれた位置での画像である。ポイント２８ｃは、ＳＥＭ画像２７ｃにおけるピラミッドパターンの視野内の位置ずれ量と、Ｘ方向ビーム傾斜量のプロットである。制御コンピュータ２０は、プロット２８ａ～２８ｃに対する１次近似により、視野中心からのＸ方向位置ずれによるＸ方向のビーム傾斜変化（ｄｅｇ／ｎｍ）の係数Ａを算出する。

[0035] 図３ｅは、視野中心からのＹ方向位置ずれに対するＹ方向の傾斜変化量（ΔＴｙ）を示す図である。図３ｃと図３ｅにより、Ｙ方向の視野位置に対するＹ方向のビーム傾斜変化の係数を算出する手順を説明する。図３ｃのＳＥ

Ｍ画像２７ｅは、ピラミッドパターンが画像中心から－Ｙ方向にずれた位置での画像である。図３ｅのグラフ内のポイント２９ａは、ＳＥＭ画像２７ｅにおけるピラミッドパターンの視野内の位置ずれ量と、Ｙ方向のビーム傾斜量のプロットである。ＳＥＭ画像２７ｂは、ピラミッドパターンが画像中心となっている。ポイント２９ｂは、ＳＥＭ画像２７ｂにおけるピラミッドパターンの視野内の位置ずれ量と、Ｙ方向のビーム傾斜量のプロットである。ＳＥＭ画像２７ｄは、ピラミッドパターンが画像中心から＋Ｙ方向にずれた位置での画像である。ポイント２９ｃは、ＳＥＭ画像２７ｄにおけるピラミッドパターンの視野内の位置ずれ量と、Ｙ方向ビーム傾斜量のプロットである。制御コンピュータ２０は、プロット２９ａ～２９ｃに対する１次近似により、視野中心からのＹ方向位置ずれによるＹ方向のビーム傾斜変化（ｄｅｇ／ｎｍ）の係数Ｂを算出する。

[0036] 実際の電子ビームは、磁場により回転しながら収束するので、視野中心からの位置ずれ方向に対して直交方向のビーム傾斜角も変化すると想定される。そこで、図３ｆと図３ｇに示すように、位置ずれ方向に対して直交方向のビーム傾斜角変化の関係式を求める必要がある。

[0037] 図３ｆは、視野中心からのＹ方向位置ずれに対するＸ方向の傾斜変化量（ΔＴｘ）を示す図である。図３ｃと図３ｆにより、Ｙ方向の視野位置に対するＸ方向のビーム傾斜変化の係数を算出する手順を説明する。図３ｃのＳＥＭ画像２７ｅは、ピラミッドパターンが画像中心から－Ｙ方向にずれた位置での画像である。図３ｆのグラフ内のポイント３０ａは、ＳＥＭ画像２７ｅにおけるピラミッドパターンの視野内の位置ずれ量と、Ｘ方向のビーム傾斜量のプロットである。ＳＥＭ画像２７ｂは、ピラミッドパターンが画像中心となっている。ポイント３０ｂは、ＳＥＭ画像２７ｂにおけるピラミッドパターンの視野内の位置ずれ量と、Ｘ方向のビーム傾斜量のプロットである。ＳＥＭ画像２７ｄは、ピラミッドパターンが画像中心から＋Ｙ方向にずれた位置での画像である。ポイント３０ｃは、ＳＥＭ画像２７ｄにおけるピラミッドパターンの視野内の位置ずれ量と、Ｘ方向ビーム傾斜量のプロットであ

る。制御コンピュータ２０は、プロット３０ａ～３０ｃに対する１次近似により、視野中心のＹ方向位置ずれによるＸ方向のビーム傾斜変化（ｄｅｇ／ｎｍ）の係数Ｃを算出する。

[0038] 図３ｇは、視野中心からのＸ方向位置ずれに対するＹ方向の傾斜変化量（ΔＴｙ）を示す図である。図３ｃと図３ｇにより、Ｘ方向の視野位置に対するＹ方向のビーム傾斜変化の係数を算出する手順を説明する。図３ｃのＳＥＭ画像２７ａは、ピラミッドパターンが画像中心から－Ｘ方向にずれた位置での画像である。図３ｇのグラフ内のポイント３１ａは、ＳＥＭ画像２７ａにおけるピラミッドパターンの視野内の位置ずれ量と、Ｙ方向のビーム傾斜量のプロットである。ＳＥＭ画像２７ｂは、ピラミッドパターンが画像中心となっている。ポイント３１ｂは、ＳＥＭ画像２７ｂにおけるピラミッドパターンの視野内の位置ずれ量と、Ｙ方向のビーム傾斜量のプロットである。ＳＥＭ画像２７ｃは、ピラミッドパターンが画像中心から＋Ｘ方向にずれた位置での画像である。ポイント３１ｃは、ＳＥＭ画像２７ｃにおけるピラミッドパターンの視野内の位置ずれ量と、Ｙ方向ビーム傾斜量のプロットである。制御コンピュータ２０は、プロット３１ａ～３１ｃに対する１次近似により、視野中心のＸ方向位置ずれによるＹ方向のビーム傾斜変化（ｄｅｇ／ｎｍ）の係数Ｄを算出する。

[0039] 上記係数について、本実施形態においては、近似式として１次関数を用いたが、近似式のフォーマットはこれに限定されるものではなく、より高次の関数（例えば３次式）としてもよい。

[0040] 視野内のパターン位置と視野中心との間のＸ方向位置ずれをΔＸとし、視野内のパターン位置と視野中心との間のＹ方向位置ずれをΔＹとする。係数Ａ、Ｂ、Ｃ、Ｄにより、ＸＹ方向それぞれにおけるビーム傾斜変化量（ΔT_X，ΔT_Y）は下記１次式を用いて算出できる。制御コンピュータ２０は下記式にしたがってビーム傾斜変化量を算出し、記憶装置に保持しておく。

[0041] $\Delta T_X = A * \Delta X + C * \Delta Y$

$\Delta T_Y = B * \Delta Y + D * \Delta X$

[0042] 図４ａは、計測対象ウェハに対して、視野内の特定位置のパターンにおける１次電子ビーム傾斜変化量と重心位置ずれ量との間の関係式を算出するプロセスを示すフローチャートである。本フローチャートは視野内の位置ごとに（すなわち視野内のパターンごとに）それぞれ実施して結果をレシピに保存する。以下図４ａの各ステップを説明する。

[0043] （図４ａ：ステップＳ４０１～Ｓ４０２）

制御コンピュータ２０は、視野内の特定位置のパターンに対して、１次電子ビームのビーム傾斜量をセットする（Ｓ４０１）。制御コンピュータ２０は、セットしたビーム傾斜量を用いて、重心位置ずれ量を計測する（Ｓ４０２）。重心位置ずれ量は、計測対象ウェハのパターンのトップ重心とボトム重心との間の差分を、計測対象ウェハのパターンの観察画像から計算することによって、計測できる。

[0044] （図４ａ：ステップＳ４０３）

制御コンピュータ２０は、あらかじめ設定した条件がすべて完了するまで（例えばある角度範囲内にわたるビーム傾斜量を全て用いるまで）Ｓ４０１～Ｓ４０２を繰り返す。

[0045] （図４ａ：ステップＳ４０４）

制御コンピュータ２０は、一連の計測結果に基づき、ビーム傾斜変化量と重心位置ずれ量との間の関係式を算出する。関係式の例については図４ｂ～図４ｃの後に改めて説明する。

[0046] 図４ｂは、Ｘ方向ビーム傾斜変化量に対するＸ方向の重心位置ずれ量を示す図である。グラフ内のポイント４５ａは、ビームが垂直入射（入射角０°）から－Ｘ方向に傾斜した場合における、傾斜変化量とＸ方向の重心位置ずれ量のプロットである。ポイント４５ｂは、ビームが垂直入射した場合における、Ｘ方向の重心位置ずれ量のプロットである。ポイント４５ｃは、ビームが垂直入射（入射角０°）から＋Ｘ方向に傾斜した場合における、傾斜変化量とＸ方向の重心位置ずれ量のプロットである。プロット４５ａ～４５ｃに対する１次近似により、Ｘ方向のビーム傾斜変化量によるＸ方向の重心位

置ずれ量（ｎｍ／ｄｅｇ）の係数Ｅを算出する。

[0047] 図４ｃは、Ｙ方向ビーム傾斜変化量に対するＹ方向の重心位置ずれ量を示す図である。グラフ内のポイント４６ａは、ビームが垂直入射（入射角０°）から－Ｙ方向に傾斜した場合における、傾斜変化量とＹ方向の重心位置ずれ量のプロットである。ポイント４６ｂは、ビームが垂直入射した場合における、Ｙ方向の重心位置ずれ量のプロットである。ポイント４６ｃは、ビームが垂直入射（入射角０°）から＋Ｙ方向に傾斜した場合における、傾斜変化量とＹ方向の重心位置ずれ量のプロットである。プロット４６ａ～４６ｃに対する１次近似により、Ｙ方向のビーム傾斜変化量によるＹ方向の重心位置ずれ量（ｎｍ／ｄｅｇ）の係数Ｆを算出する。

[0048] 上記係数について、本実施形態では、近似式として１次関数を用いたが、近似式のフォーマットはこれに限定されるものではなく、より高次の関数（例えば３次式）としてもよい。

[0049] 算出した係数Ｅ、Ｆにより、視野内の任意位置におけるパターンについて、Ｘ方向、Ｙ方向の入射ビーム傾斜変化量がそれぞれΔT_x、ΔT_Yの場合、パターンＸ方向、Ｙ方向の重心位置ずれ変化量ΔOVL_X、ΔOVL_Yは下記式で算出することができる。

[0050] $\Delta OVL_X = E * \Delta T_X$

$\Delta OVL_Y = F * \Delta T_Y$

[0051] 図５ａは、視野内の特定位置のパターンに対する重心位置ずれ量計測と重心位置ずれ補正処理を示すフローチャートである。本フローチャートは視野内の位置ごとに（すなわち視野内のパターンごとに）それぞれ実施して結果を保存する。以下図５ａの各ステップを説明する。

[0052]（図５ａ：ステップＳ５０１～Ｓ５０３）

制御コンピュータ２０は、パターンの観察画像を用いて、パターン上層の重心を計測するとともに（Ｓ５０１）、パターン下層の重心を計測する（Ｓ５０２）。制御コンピュータ２０は、これらの重心座標間の差分を求めることにより、補正前の重心位置ずれ量を算出する（Ｓ５０３）。

[0053]（図５ａ：ステップＳ５０４）

制御コンピュータ２０は、視野内におけるパターンの位置（上層重心位置）を用いて、ビーム傾斜変化量を算出する。計算式は、図３ｃ～図３ｇを用いて説明したものを用いることができる。実際の計算式の具体例は後述する。

[0054]（図５ａ：ステップＳ５０５）

制御コンピュータ２０は、算出したビーム傾斜変化量を用いて、重心位置ずれ変化量を算出する。計算式は、図４ａ～図４ｃを用いて説明したものを用いることができる。実際の計算式の具体例は後述する。

[0055]（図５ａ：ステップＳ５０６）

制御コンピュータ２０は、算出した重心位置ずれ変化量を用いて、Ｓ５０３において計算した重心位置ずれ量を補正する。

[0056]（図５ａ：ステップＳ５０７）

制御コンピュータ２０は、あらかじめ設定した条件がすべて完了するまで（例えば全てのパターンについて重心位置ずれを補正するまで）、Ｓ５０１～Ｓ５０６を繰り返す。

[0057]（図５ａ：ステップＳ５０８）

制御コンピュータ２０は、一連の計測結果からグループ毎の平均値を算出する。ここでいうグループの例については後述する。

[0058] 図５ｂは、図５ａの各ステップにおける計算式を説明するための模式図である。図５ｂにおいて、視野中心座標を（０，０）とした。図５ｂの視野内任意位置のパターン４７に対して、Ｓ５０１～Ｓ５０２で計測したパターンの上下層の重心位置はそれぞれ（P_{tX}、P_{tY}）、（P_{bX}、P_{bY}）であるとする。Ｓ５０３におけるＸ，Ｙ方向の重心位置ずれ量ＯＶＬＸ、ＯＶＬＹは下記式によって算出することができる。

[0059] OVL_X（補正前） ＝ P_{bX} － P_{tX}

OVL_Y（補正前） ＝ P_{bY} － P_{tY}

[0060] Ｓ５０４における視野内パターン４７の位置（上層重心位置）に対するビ

ーム傾斜変化量ΔT_X、ΔT_Yは下記式によって算出できる。係数Ａ、Ｂ、Ｃ、Ｄは図３ｂのプロセスにより算出した結果である。

[0061] $\Delta T_X = A * P_{tX} + C * P_{tY}$

$\Delta T_Y = B * P_{tY} + D * P_{tX}$

[0062] Ｓ５０５におけるパターン４７に対する重心位置ずれ補正量ΔOVL_X、ΔOVL_Yは下記式によって算出できる。係数Ｅ、Ｆは図４ａのプロセスにより算出した結果である。ただし補正により重心位置ずれの計測誤差量をキャンセルすることを想定しているので、マイナスの係数となっている。

[0063] $\Delta OVL_X = E * (A * P_{tX} + C * P_{tY})$

$\Delta OVL_Y = F * (B * P_{tY} + D * P_{tX})$

[0064] Ｓ５０６におけるパターン４７に対する補正後の重心位置ずれ量は下記式によって算出できる。

[0065] OVL_X（補正後）＝ OVL_X（補正前）＋ ΔOVL_X

OVL_Y（補正後）＝ OVL_Y（補正前）＋ ΔOVL_Y

[0066] 図５ｂの視野内のすべてのパターン４７、４８、４９、５０に対して補正後の重心位置ずれ量を計測する。Ｓ５０８において、すべてのパターンの補正後の重心位置ずれ量の平均値を算出する。

[0067] 図５ｃは、計測結果の例を示す。例えば以下の値を計算することができる：（ａ）視野内の各パターンにおけるＸ、Ｙ方向の補正前の重心位置ずれ量と平均値６１；（ｂ）視野内の各パターンの位置（上層重心位置）と平均値６２；（ｃ）視野内の各パターンに対するＸ、Ｙ方向のビーム傾斜変化量と平均値６３；（ｄ）視野内各パターンに対するＸ、Ｙ方向の補正後の重心位置ずれ量と平均値６４。

[0068] 本実施形態における係数Ａ、Ｂ、Ｃ、Ｄの算出結果は設定条件（光学条件やスキャン条件など）により異なるので、あらかじめすべての設定条件に対する係数Ａ、Ｂ、Ｃ、Ｄを算出し、その結果を光学条件毎に制御コンピュータ２０の記憶部に保持しておく。

[0069] 図６は、パターン計測装置１００が実施するレシピ処理のフローチャート

である。以下図６の各ステップを説明する。

[0070]（図６：ステップＳ６０１）

レシピが開始されると、制御コンピュータ２０は、選択されたウェハ１１を試料室２へロードする（Ｓ６０１）。制御コンピュータ２０は、光学顕微鏡とＳＥＭ像によるアライメントを実行する（Ｓ６０２）。

[0071]（図６：ステップＳ６０３～Ｓ６０５）

制御コンピュータ２０は、ＸＹステージ１３を制御し、レシピに登録された測定点にウェハ１１を移動させる（Ｓ６０３）。画像処理ボード１９は、レシピに登録された所定の条件にしたがってＳＥＭ画像を取得する（Ｓ６０４）。制御コンピュータ２０は、図５ｂまでにおいて説明した手順と計算式にしたがって、重心位置ずれ量計測と補正処理を実行する（Ｓ６０５）。

[0072]（図６：ステップＳ６０６）

制御コンピュータ２０は、レシピに規定された測定点のすべての測定点について、Ｓ６０３～Ｓ６０５を繰り返す。

[0073]（図６：ステップＳ６０７～Ｓ６０８）

制御コンピュータ２０は、ウェハ１１をアンロードし（Ｓ６０７）、レシピ実行結果を出力する（Ｓ６０８）。

[0074]＜実施の形態２＞

実施形態１では、視野内のビーム傾斜変化量に関して、図３ｃのＳ３０６において１次近似式を用いて算出することを説明した。これに対して、スキャンの応答遅れなどの影響により１次式を用いて近似することが適当ではない場合は、２次元ルックアップテーブルを用いて、視野内位置とビーム傾斜変化量との間の関係を表すことが有効と考えられる。そこで本発明の実施形態２では、視野内位置とビーム傾斜変化量の関係を２次元データテーブルによって記述した構成例を説明する。パターン計測装置１００のその他構成は実施形態１と同様であるので、以下では視野内位置とビーム傾斜変化量の関係を記述した２次元データテーブルについて主に説明する。

[0075] 図７ａは、視野内におけるパターン位置を様々に変化させた例を示す。視

野内位置とビーム傾斜変化量との間の関係を求めるために、ピラミッドパターン２５を用いて、視野内のパターン位置ごとにビーム傾斜量を計測する。ビーム傾斜量計測は、図７ａに示すように、ＸＹステージ１３の移動により、同一のピラミッドパターン２５を視野中心からＸＹ方向に距離ｎずつ位置をずらしながら画像を取得し、各視野位置でのビーム傾斜変化量を測定する。視野中心位置座標を（０，０）とした場合、各視野位置の座標は視野中心からの移動量および移動方向で決まる。例えば、視野中心からＸＹ方向に３ｎずらした後の視野位置７３、７４、７５、７６の座標はそれぞれ（－３ｎ，－３ｎ）、（３ｎ，－３ｎ）、（３ｎ，３ｎ）、（－３ｎ，３ｎ）となる。

[0076] 図７ｂは、視野内位置とビーム傾斜変化量との間の関係を記述した２次元マップを求めるプロセスを示すフローチャートである。Ｓ３０１～Ｓ３０５までは図３ｂと同じであり、Ｓ３０６に代えてＳ７０１を実施する。Ｓ７０１において制御コンピュータ２０は、視野内におけるパターン位置（図７ａにおける（ｎ，ｎ）などの格子点座標）ごとに、ビーム傾斜変化量を記述した２次元データテーブルを、記憶装置に保存する。

[0077] 図７ｃは、図７ａの各視野位置において、図７ｂの計測処理により求めた２次元マップの模式図である。視野内の各位置におけるビーム傾斜変化量を矢印により模式的に示している。例えば視野位置７３、７４、７５、７６に対するビーム傾斜変化量の矢印はそれぞれ７８、７９、８０、８１となる。

[0078] 図７ｃの２次元マップは、視野内の格子点ごとにビーム傾斜角変化量を記述している。格子点間の中間座標のビーム傾斜変化量については、周辺の４つの格子点のビーム傾斜変化量を比例配分することによって、按分計算することができる。図７ｃの位置８２（２ｎ＋ａ、ｎ＋ｂ）に対するビーム傾斜変化量（ΔT_X、ΔT_Y）を計算する例について、計算手順を説明する。

[0079] 図７ｄは、位置８２のビーム傾斜変化量を算出する手順を説明する図である。位置８２の周辺の４つの格子点８３、８４、８５、８６それぞれのビーム傾斜変化量を用いて、下記計算式により位置８２のビーム傾斜変化量を算

出する。（ΔTx_1，ΔT_{Y1}）、（ΔTx_2，ΔT_{Y2}）、（ΔTx_3，ΔT_{Y3}）、（ΔTx_4，ΔT_{Y4}）はそれぞれ格子点８３、８４、８５、８６のビーム傾斜変化量である。

[0080] $\Delta Tx = \{\Delta Tx_1 * (1-a/n) + \Delta Tx_2 * a/n\} * (1-b/n) + \{\Delta Tx_3 * (1-a/n) + \Delta Tx_4 * a/n\} * b/n$

$\Delta T_Y = \{\Delta T_{Y1} * (1-a/n) + \Delta T_{Y2} * a/n\} * (1-b/n) + \{\Delta T_{Y3} * (1-a/n) + \Delta T_{Y4} * a/n\} * b/n$

[0081] ＜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。

[0082] 以上の実施形態において、荷電粒子ビーム装置を用いて試料上のパターンサイズを計測することを説明した。荷電粒子ビーム装置とは荷電粒子ビームを用いて試料の画像を撮影する装置を広く含むものとする。荷電粒子ビーム装置の例として、走査型電子顕微鏡を用いた検査装置、レビュー装置、パターン計測装置などが挙げられる。汎用の走査型電子顕微鏡、走査型電子顕微鏡を備えた試料加工装置、試料解析装置についても本開示を適用可能である。荷電粒子ビーム装置は、複数の荷電粒子ビーム装置がネットワークで接続されたシステムも含むものとする。

[0083] 以上の実施形態において、「試料」はパターンが形成された半導体ウェハである例を説明したが、これに限られるものではない。また、「パターン」はホールパターンに限られるものではなく、上面重心と底面重心との間の位置ずれが生じ得る任意のパターンについて本開示を適用することができる。

[0084] 実施形態１で説明した関係式および実施形態２で説明した２次元マップは

、荷電粒子ビームの光学条件やスキャン条件（例：ビーム照射位置の移動速度）ごとに作成・保持してもよい。これらの条件ごとに、視野内位置におけるビーム傾斜変化量が異なる場合があるからである。この場合はすべての条件に対して関係式または２次元マップをあらかじめ求め、その結果を制御コンピュータ２０の記憶装置に保持しておく。

符号の説明

[0085] １００：パターン計測装置

１：カラム

２：試料室

３：電子銃

４：コンデンサレンズ

５：アライナ

６：ＥＸＢフィルタ

７：ディフレクタ

８：対物レンズ

９：２次電子検出器

１０：後方散乱電子検出器

１１：ウェハ

１２：標準試料

１３：ＸＹステージ

１４：光学顕微鏡

１５、１６：アンプ

１７：ビーム走査コントローラ

１８：ステージコントローラ

１９：画像処理ボード

２０：制御コンピュータ

請求の範囲

[請求項1] 試料上に形成されたパターンのサイズを計測するパターン計測装置であって、

前記試料に対して荷電粒子ビームを照射することにより得られる観察画像を用いて、前記パターンの上面の重心と前記パターンの底面の重心との間の位置ずれ量を算出する、コンピュータシステム、

前記荷電粒子ビームの照射角度の光軸からの角度ずれ量と前記位置ずれ量との間の第１関係を記述した関係データを記憶する記憶部、

を備え、

前記関係データはさらに、前記パターンの視野内座標と前記角度ずれ量との間の第２関係を記述しており、

前記コンピュータシステムは、前記パターンの視野内座標を用いて前記関係データを参照することにより、前記パターンの視野内座標に対応する前記角度ずれ量を取得し、

前記コンピュータシステムは、前記取得した前記角度ずれ量を用いて前記関係データを参照することにより、前記パターンの視野内座標に対応する前記位置ずれ量を取得し、

前記コンピュータシステムは、前記取得した前記位置ずれ量を用いて、前記パターンの上面の重心と前記パターンの底面の重心との間の計測位置ずれを補正する

ことを特徴とするパターン計測装置。

[請求項2] 前記第２関係は、

前記パターンの上面の重心の第１方向における座標、

前記第１方向における前記角度ずれ量、

の間の関係を記述するとともに、

前記パターンの上面の重心の前記第１方向に対して直交する第２方向における座標、

前記第２方向における前記角度ずれ量、

の間の関係を記述しており、

前記コンピュータシステムは、前記パターンの前記第１方向と前記第２方向それぞれにおける視野内座標を用いて前記第２関係を参照することにより、前記第１方向と前記第２方向それぞれにおける前記角度ずれ量を取得する

ことを特徴とする請求項１記載のパターン計測装置。

[請求項3] 前記第２関係はさらに、

前記パターンの上面の重心の前記第２方向における座標、

前記第１方向における前記角度ずれ量、

の間の関係を記述するとともに、

前記パターンの上面の重心の前記第１方向における座標、

前記第２方向における前記角度ずれ量、

の間の関係を記述しており、

前記コンピュータシステムは、前記パターンの前記第１方向と前記第２方向それぞれにおける視野内座標を用いて前記第２関係を参照することにより、前記第１方向と前記第２方向それぞれにおける前記角度ずれ量を取得する

ことを特徴とする請求項２記載のパターン計測装置。

[請求項4] 前記第１関係は、

前記第１方向における前記角度ずれ量と前記第１方向における前記位置ずれ量との間の関係、

前記第２方向における前記角度ずれ量と前記第２方向における前記位置ずれ量との間の関係、

を記述しており、

前記コンピュータシステムは、前記第１方向と前記第２方向それぞれにおける前記角度ずれ量を用いて前記第１関係を参照することにより、前記第１方向と前記第２方向それぞれにおける前記位置ずれ量を取得する

ことを特徴とする請求項２記載のパターン計測装置。

[請求項5] 前記第２関係は、

観察視野の中心座標から前記パターンの上面の重心までの前記第１方向におけるずれ量に起因する、前記第１方向における前記角度ずれ量、

観察視野の中心座標から前記パターンの上面の重心までの前記第２方向におけるずれ量に起因する、前記第１方向における前記角度ずれ量、

の合算を、前記第１方向における前記角度ずれ量として記述しており、

前記第２関係は、

観察視野の中心座標から前記パターンの上面の重心までの前記第２方向におけるずれ量に起因する、前記第２方向における前記角度ずれ量、

観察視野の中心座標から前記パターンの上面の重心までの前記第１方向におけるずれ量に起因する、前記第２方向における前記角度ずれ量、

の合算を、前記第２方向における前記角度ずれ量として記述している

ことを特徴とする請求項３記載のパターン計測装置。

[請求項6] 前記コンピュータシステムは、

観察視野の中心座標を変更しながら、形状とサイズが既知である前記試料の前記観察画像を、前記中心座標ごとに取得するステップ、

前記観察画像を用いて前記上面の重心と前記底面の重心との間のずれ量を算出することにより、前記中心座標ごとに前記角度ずれ量を算出するステップ、

前記中心座標ごとの前記角度ずれ量を用いて前記第２関係を算出するステップ、

を実行する

ことを特徴とする請求項２記載のパターン計測装置。

[請求項7] 前記コンピュータシステムは、

前記試料を載置したステージを移動させることによって観察視野の中心座標を変更するか、

または、

前記荷電粒子ビームの照射位置を変更することによって観察視野の中心座標を変更する

ことを特徴とする請求項６記載のパターン計測装置。

[請求項8] 前記コンピュータシステムは、

前記荷電粒子ビームの傾斜角を変化させながら、計測対象ウェハのパターンの観察画像を、前記傾斜角ごとに取得するステップ、

前記観察画像を用いて前記上面の重心と前記底面の重心との間のずれ量を算出することにより、前記傾斜角ごとに前記位置ずれ量を算出するステップ、

前記傾斜角ごとの前記位置ずれ量を用いて前記第１関係を算出するステップ、

を実行する

ことを特徴とする請求項１記載のパターン計測装置。

[請求項9] 前記コンピュータシステムは、

前記パターンごとの前記位置ずれ量、

前記パターンごとの前記補正における補正量、

前記パターンの種別ごとの前記補正量の平均値、

のうち少なくともいずれかを出力する

ことを特徴とする請求項１記載のパターン計測装置。

[請求項10] 前記関係データは、前記視野内の格子点ごとに前記角度ずれ量を記述しており、

前記コンピュータシステムは、前記関係データを参照することによ

り、前記格子点ごとに前記角度ずれ量を取得する

ことを特徴とする請求項１記載のパターン計測装置。

[請求項11] 前記コンピュータシステムは、４つの前記格子点によって囲まれた中間座標における前記角度ずれ量については、

前記中間座標と前記４つの格子点それぞれとの間の距離にしたがって、前記４つの格子点それぞれにおける前記角度ずれ量を比例配分することにより、前記中間座標における前記角度ずれ量を算出する

ことを特徴とする請求項１０記載のパターン計測装置。

[請求項12] 前記関係データは、前記荷電粒子ビームを照射する荷電粒子ビーム装置の光学条件ごとに前記第１関係と前記第２関係を記述しており、

前記コンピュータシステムは、前記光学条件に対応する前記第１関係と前記第２関係を用いて、前記補正を実施する

ことを特徴とする請求項１記載のパターン計測装置。

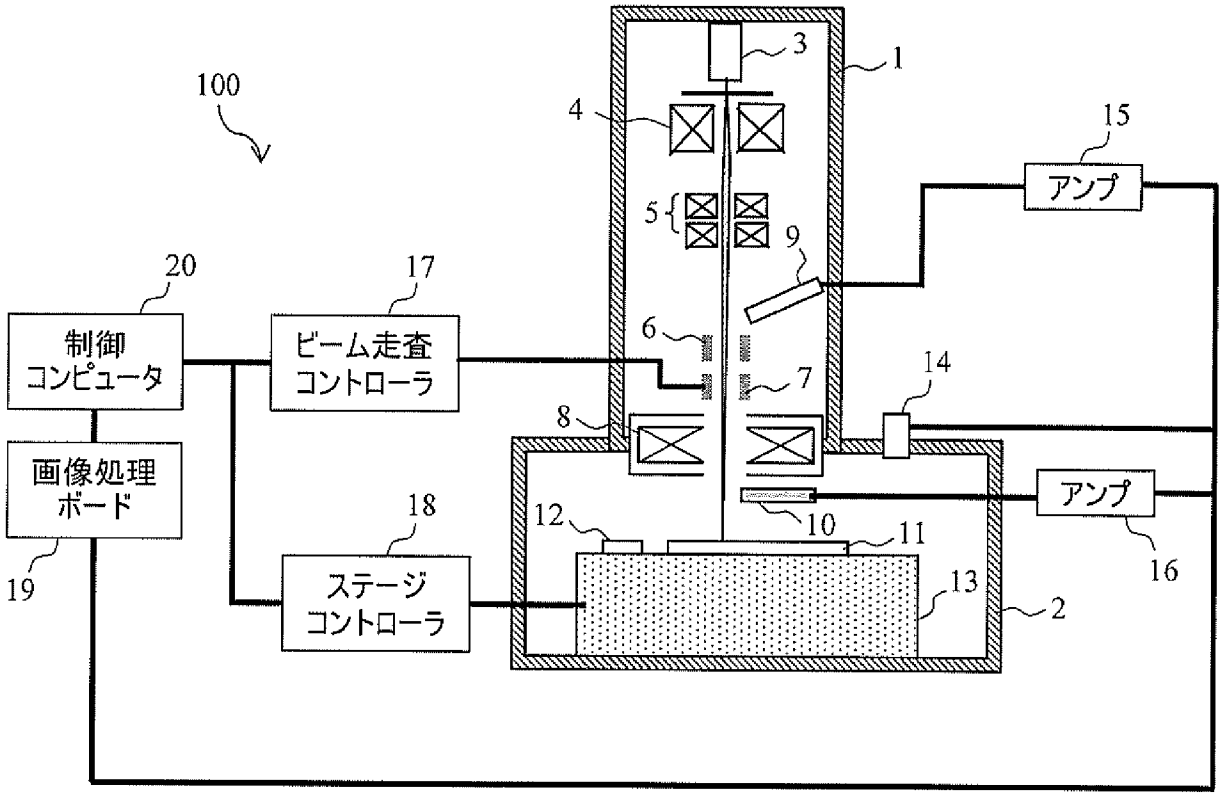
[請求項13] 前記関係データは、前記荷電粒子ビームの照射条件ごとに前記第１関係と前記第２関係を記述しており、

前記コンピュータシステムは、前記照射条件に対応する前記第１関係と前記第２関係を用いて、前記補正を実施する

ことを特徴とする請求項１記載のパターン計測装置。

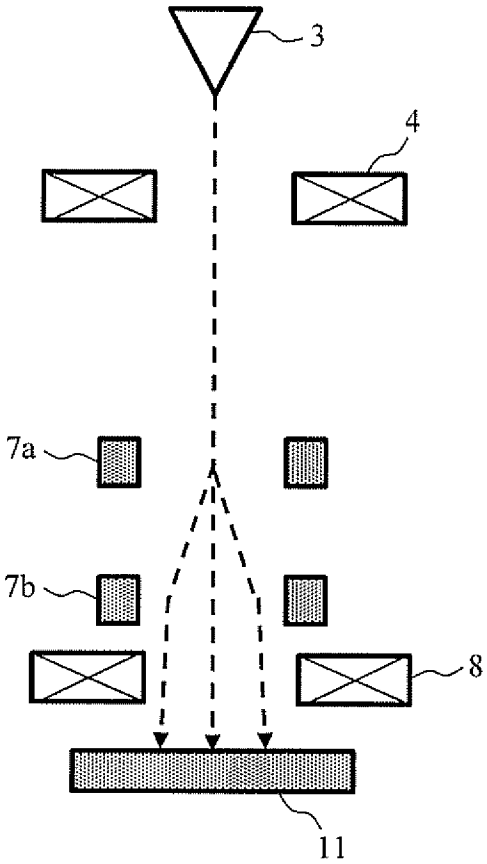
[図1]

図 1


100
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
制御
コンピュータ
ビーム走査
コントローラ
画像処理
ボード
ステージ
コントローラ
アンプ
アンプ

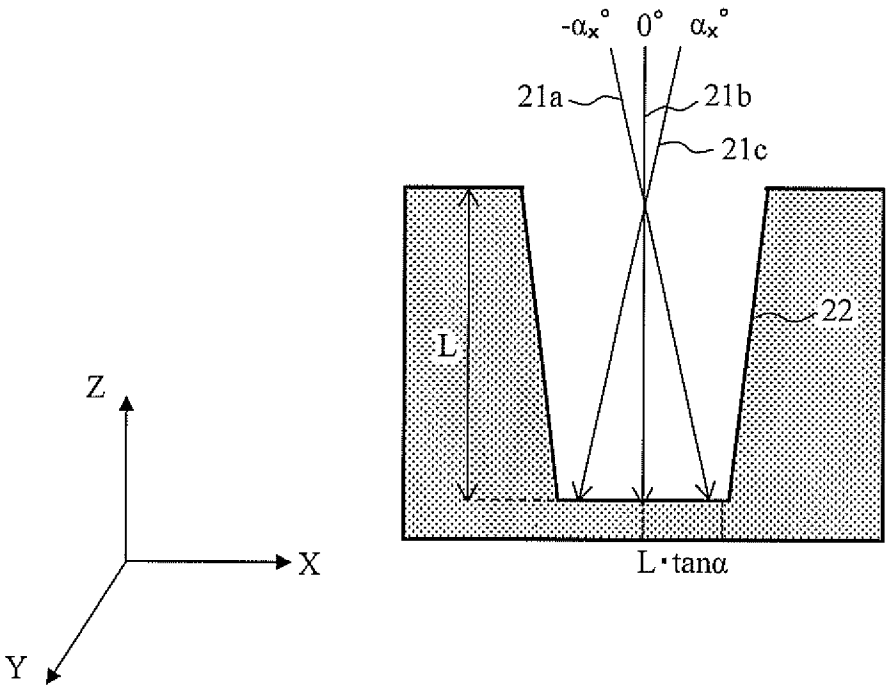
[図2a]

図２ａ



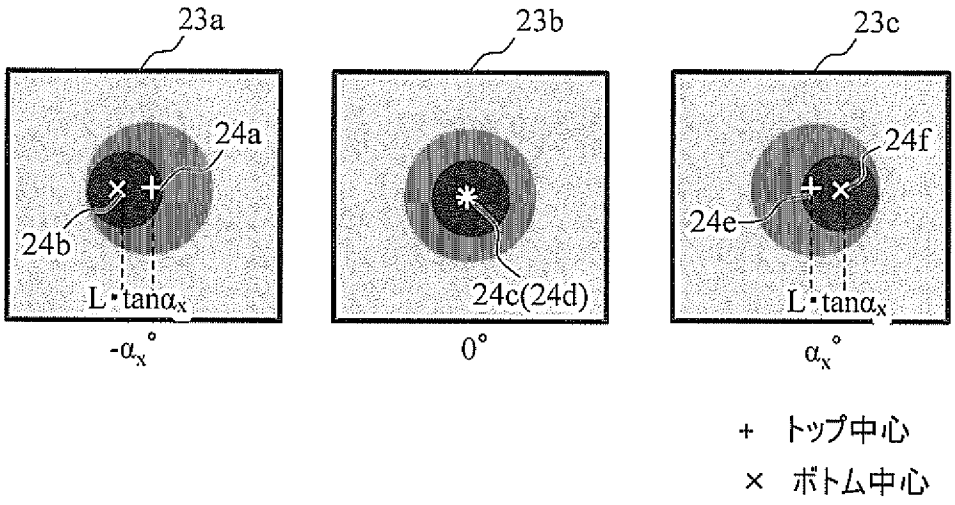
[図2b]

図２ｂ



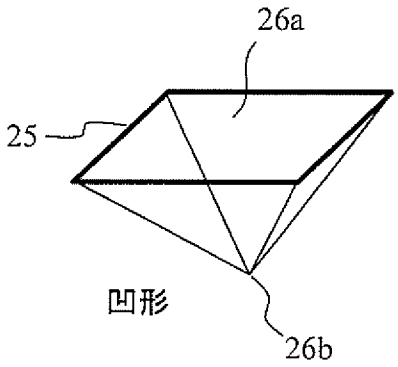
[図2c]

図２ｃ



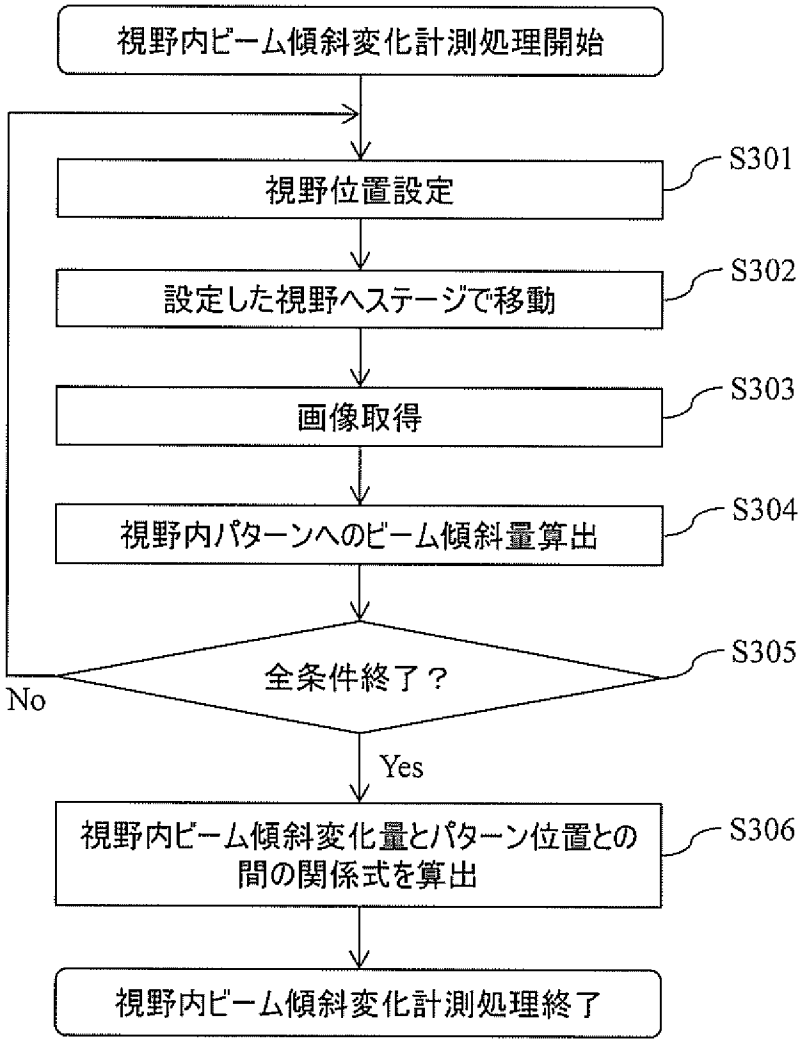
[図3a]

図３ａ



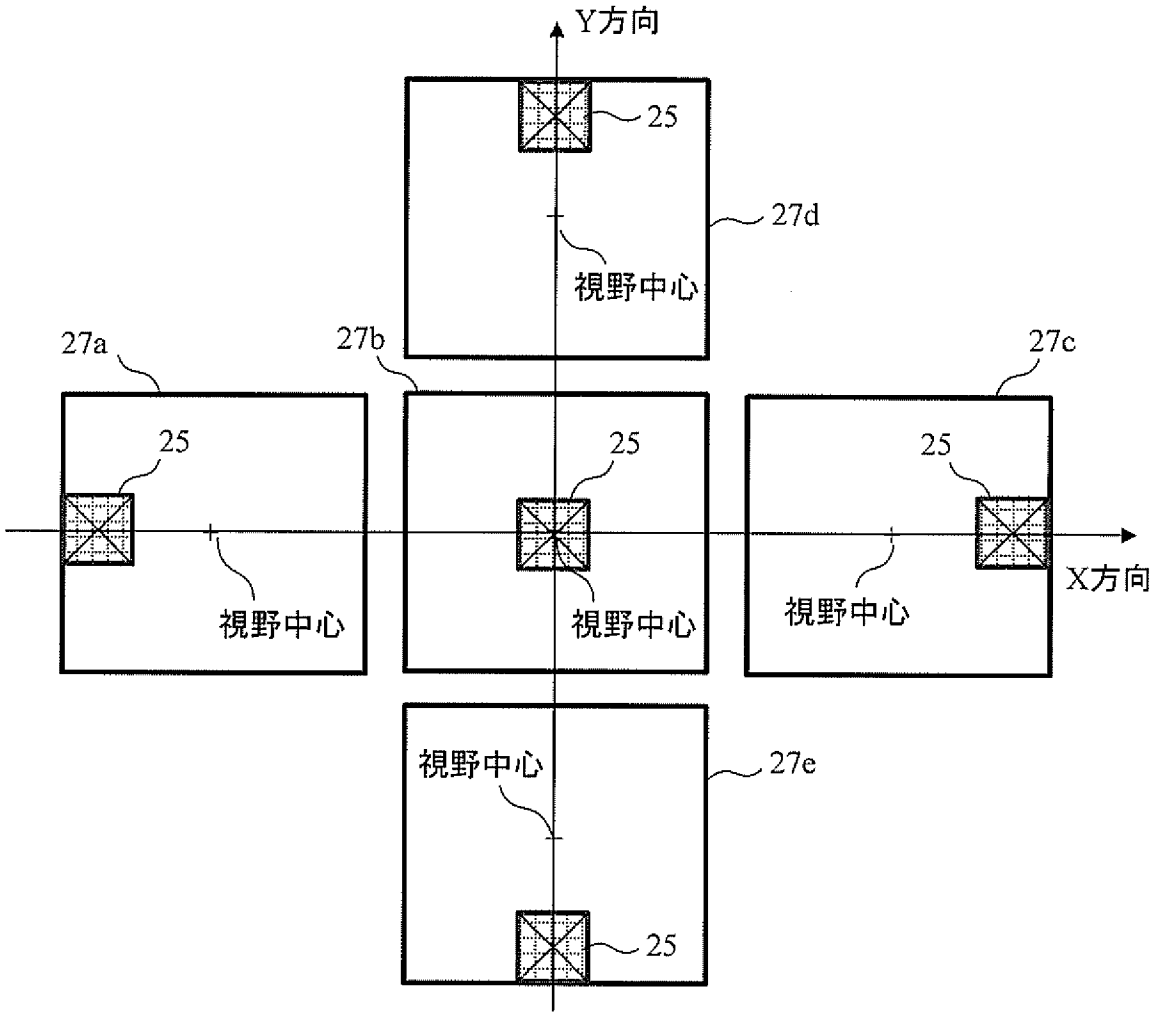
[図3b]

図３ｂ



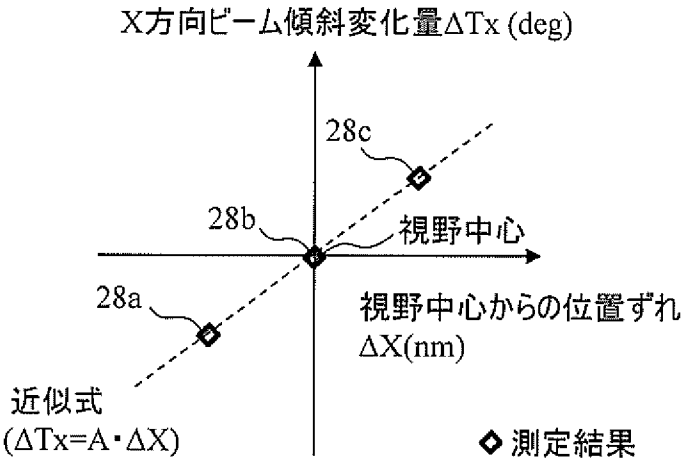
[図3c]

図３ｃ


Y方向
25
27d
視野中心
27a
27b
27c
25
25
25
視野中心
視野中心
視野中心
X方向
視野中心
27e
25

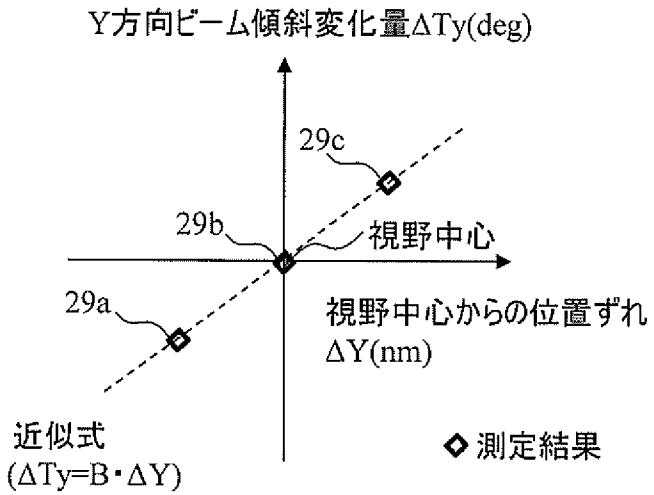
[図3d]

図３ｄ



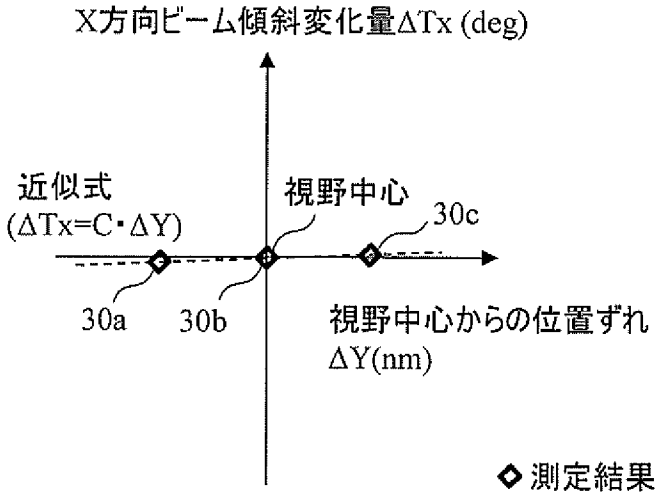
[図3e]

図３ｅ



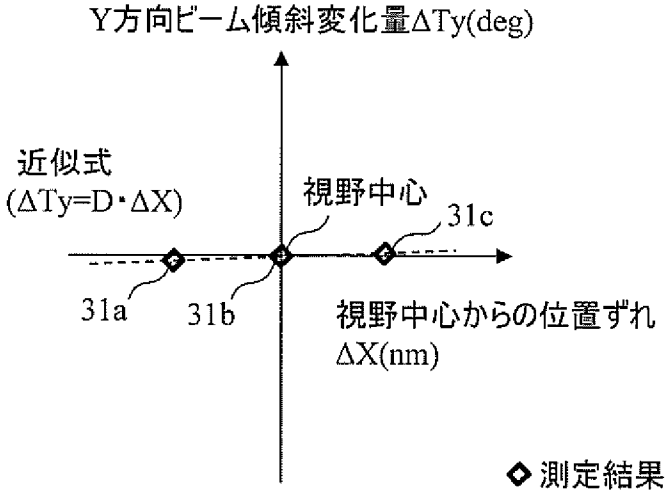
[図3f]

図３ｆ



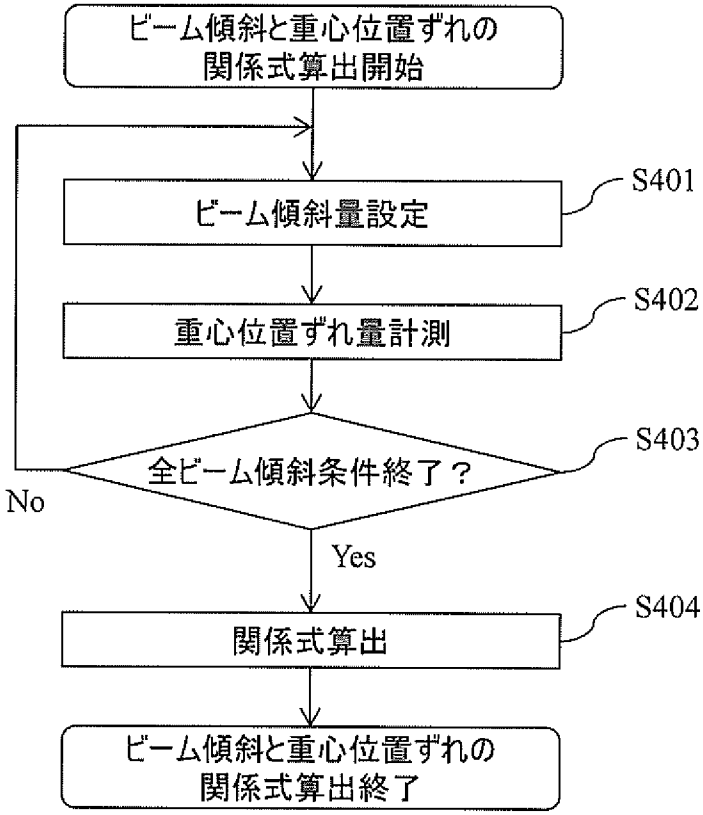
[図3g]

図３ｇ



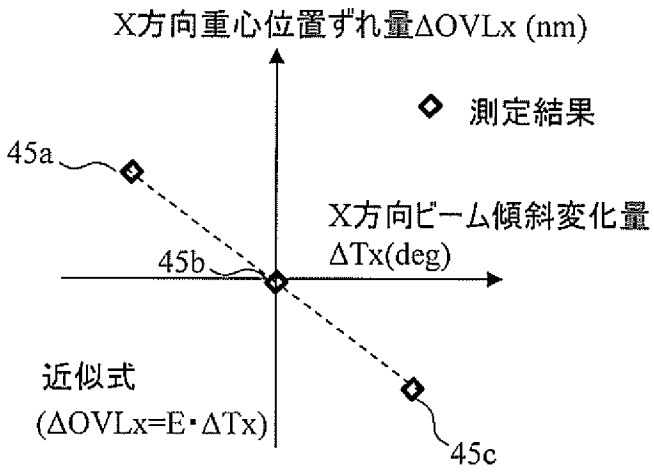
[図4a]

図４ａ


ビーム傾斜と重心位置ずれの
関係式算出開始
ビーム傾斜量設定
S401
重心位置ずれ量計測
S402
全ビーム傾斜条件終了？
S403
No
Yes
関係式算出
S404
ビーム傾斜と重心位置ずれの
関係式算出終了

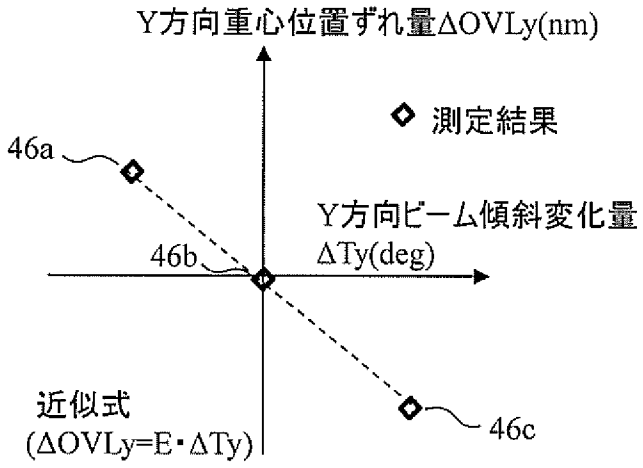
[図4b]

図４ｂ



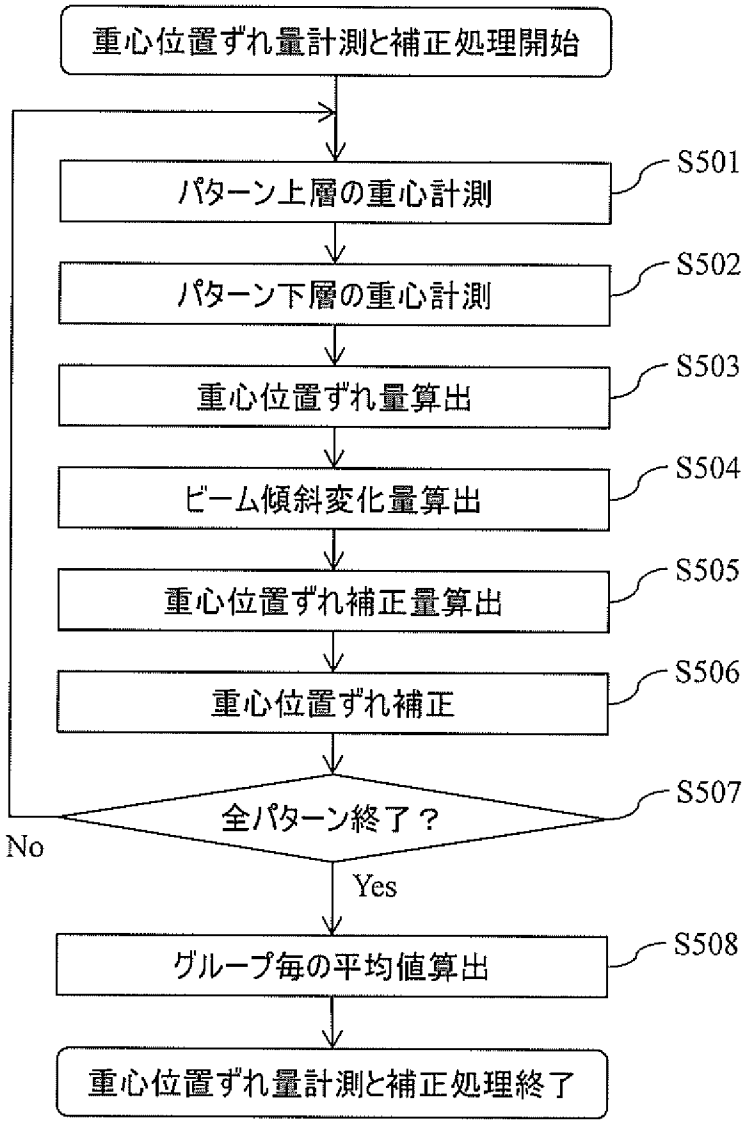
[図4c]

図４ｃ



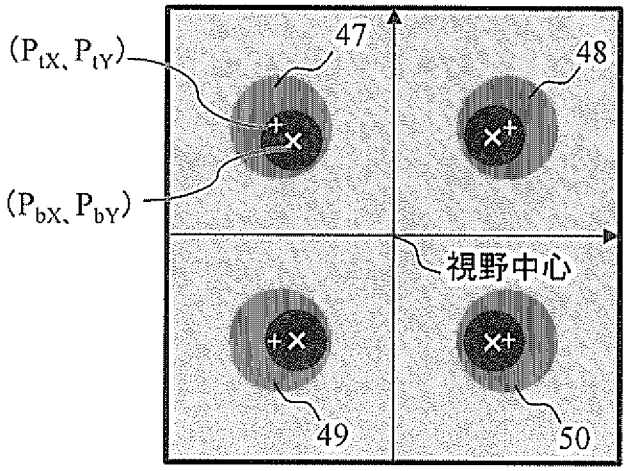
[図5a]

図５ａ


重心位置ずれ量計測と補正処理開始
パターン上層の重心計測
S501
パターン下層の重心計測
S502
重心位置ずれ量算出
S503
ビーム傾斜変化量算出
S504
重心位置ずれ補正量算出
S505
重心位置ずれ補正
S506
全パターン終了？
S507
No
Yes
グループ毎の平均値算出
S508
重心位置ずれ量計測と補正処理終了

[図5b]

図５ｂ



[図5c]

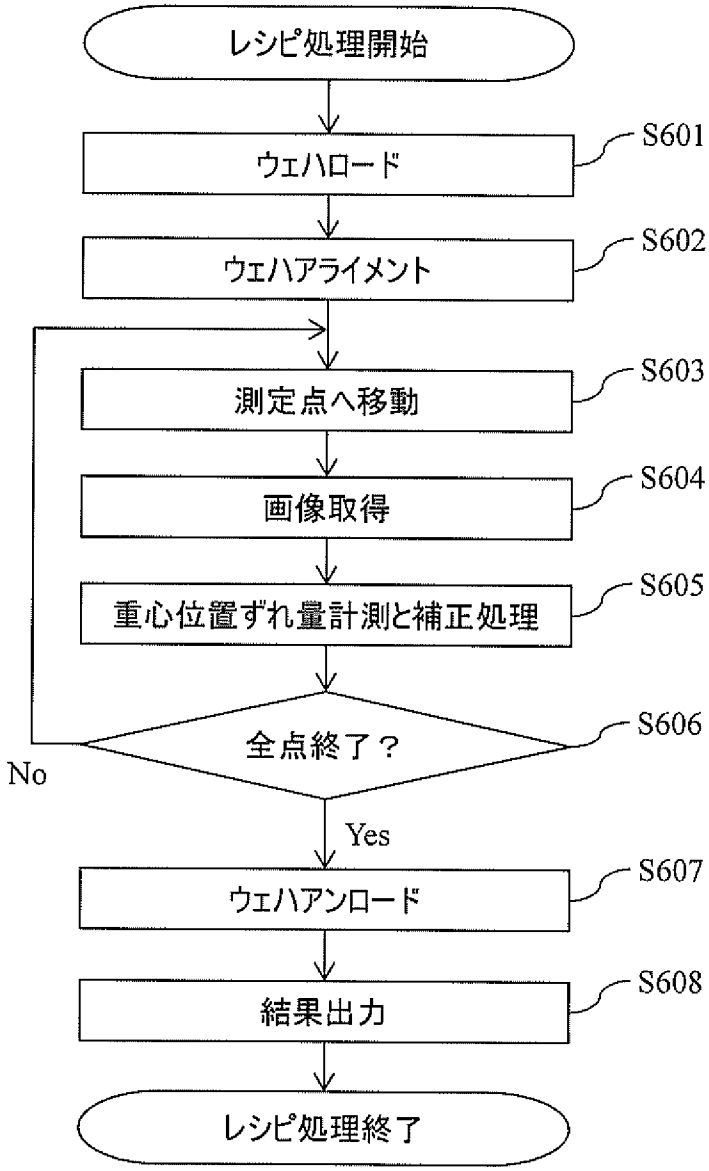
図５ｃ

P.No	重心位置ずれ_補正前（nm）		視野内パータン位置_上層重心位置（nm）		ビーム傾斜変化量（deg）		重心位置ずれ_補正後（nm）	
	$OVL_{X_前}$	$OVL_{Y_前}$	P_{tX}	P_{tY}	ΔT_X	ΔT_Y	$OVL_{X_後}$	$OVL_{Y_後}$
1	$OVL_{X1_前}$	$OVL_{Y1_前}$	P_{tX1}	P_{tY1}	ΔT_{X1}	ΔT_{Y1}	$OVL_{X1_後}$	$OVL_{Y1_後}$
2	$OVL_{X2_前}$	$OVL_{Y2_前}$	P_{tX2}	P_{tY2}	ΔT_{X2}	ΔT_{Y2}	$OVL_{X2_後}$	$OVL_{Y2_後}$
3	$OVL_{X3_前}$	$OVL_{Y3_前}$	P_{tX3}	P_{tY3}	ΔT_{X3}	ΔT_{Y3}	$OVL_{X3_後}$	$OVL_{Y3_後}$
4	$OVL_{X4_前}$	$OVL_{Y4_前}$	P_{tX4}	P_{tY4}	ΔT_{X4}	ΔT_{Y4}	$OVL_{X4_後}$	$OVL_{Y4_後}$
平均値	$Ave_OVL_{X_前}$	$Ave_OVL_{Y_前}$	Ave_P_{tX}	Ave_P_{tY}	$Ave_\Delta T_X$	$Ave_\Delta T_Y$	$Ave_OVL_{X_後}$	$Ave_OVL_{Y_後}$

61 62 63 64

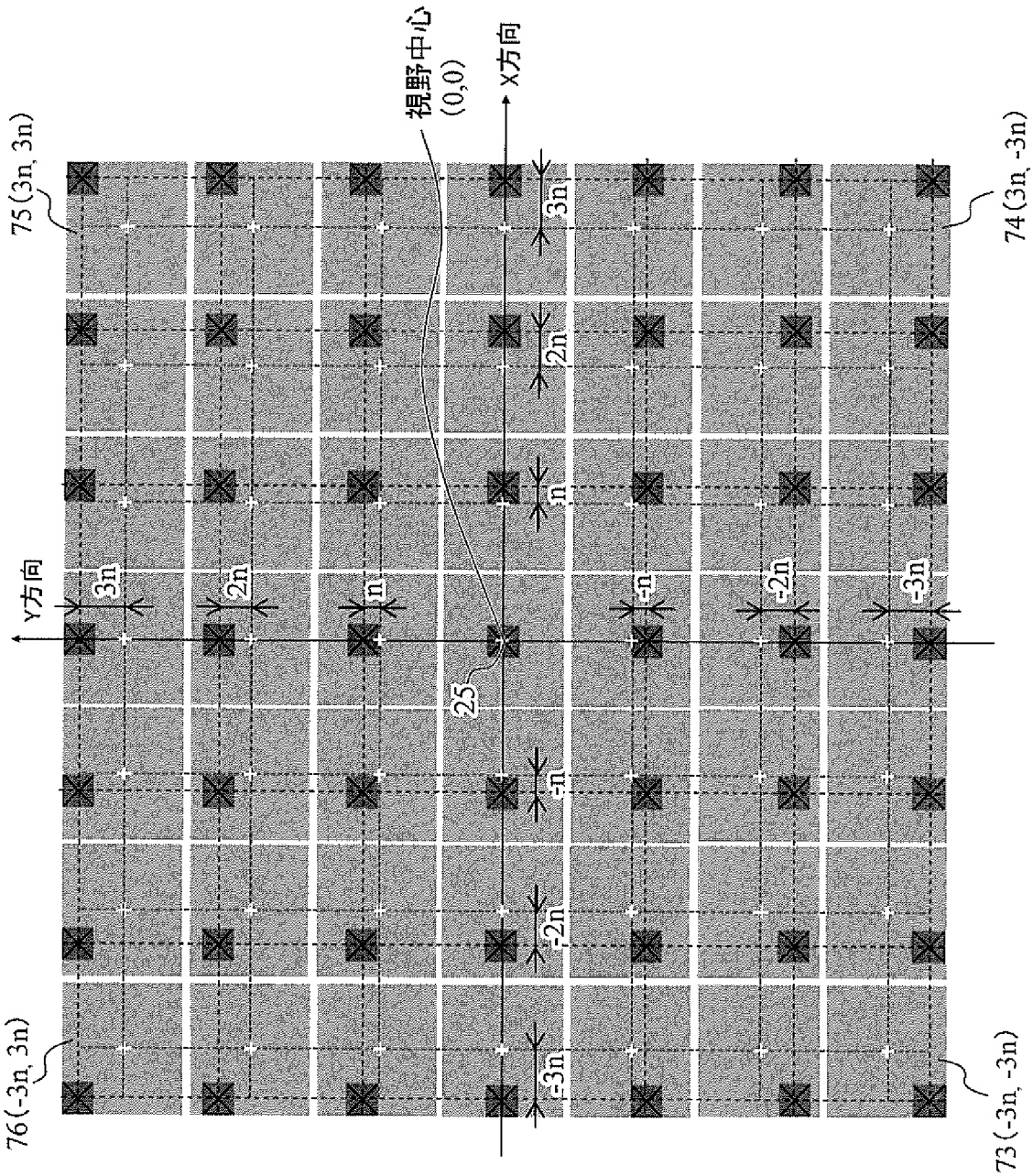
[図6]

図６


レシピ処理開始
ウェハロード
S601
ウェハアライメント
S602
測定点へ移動
S603
画像取得
S604
重心位置ずれ量計測と補正処理
S605
全点終了？
S606
No
Yes
ウェハアンロード
S607
結果出力
S608
レシピ処理終了

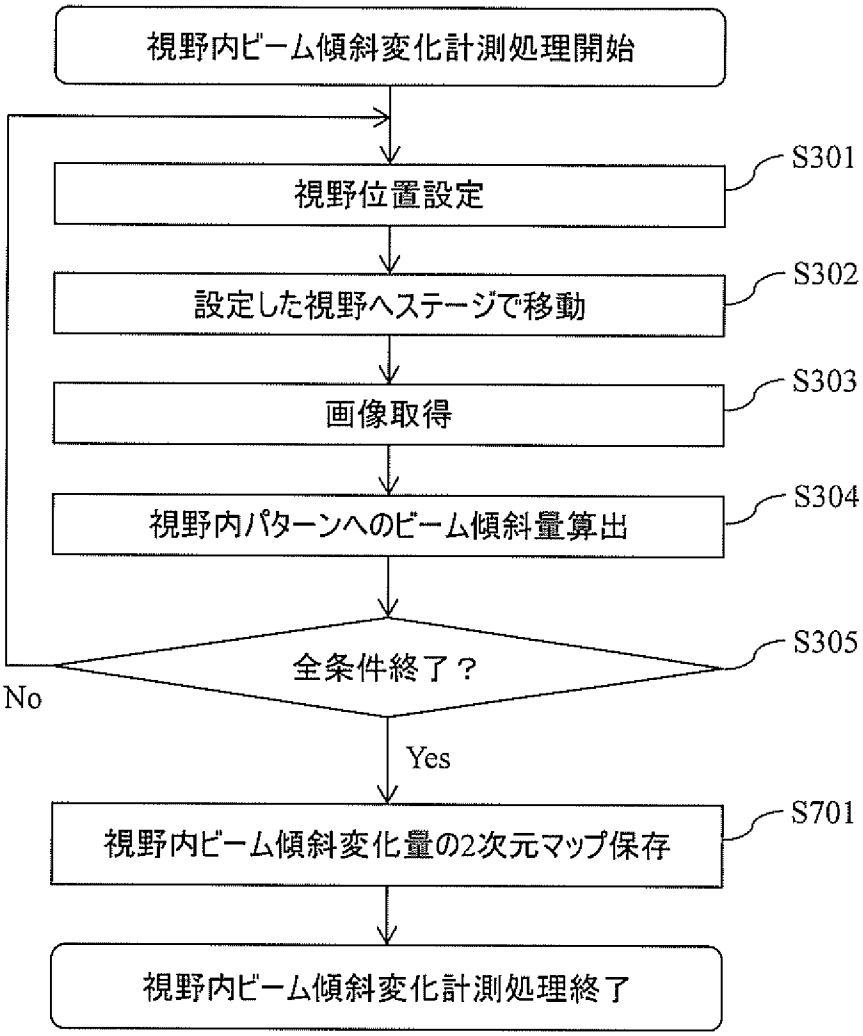
[図7a]

図７ａ



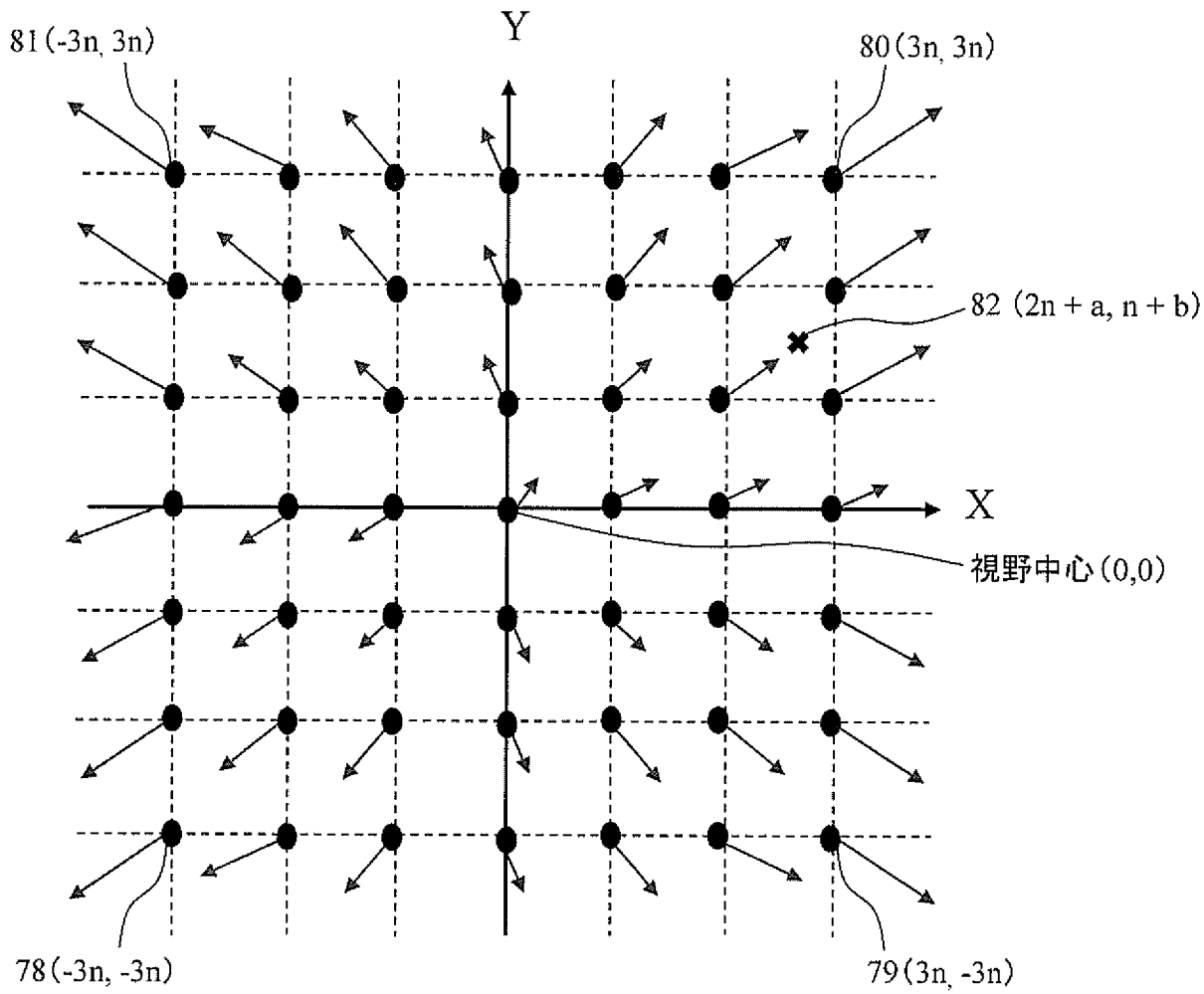
[図7b]

図７ｂ


視野内ビーム傾斜変化計測処理開始
視野位置設定
S301
設定した視野へステージで移動
S302
画像取得
S303
視野内パターンへのビーム傾斜量算出
S304
全条件終了？
S305
No
Yes
視野内ビーム傾斜変化量の2次元マップ保存
S701
視野内ビーム傾斜変化計測処理終了

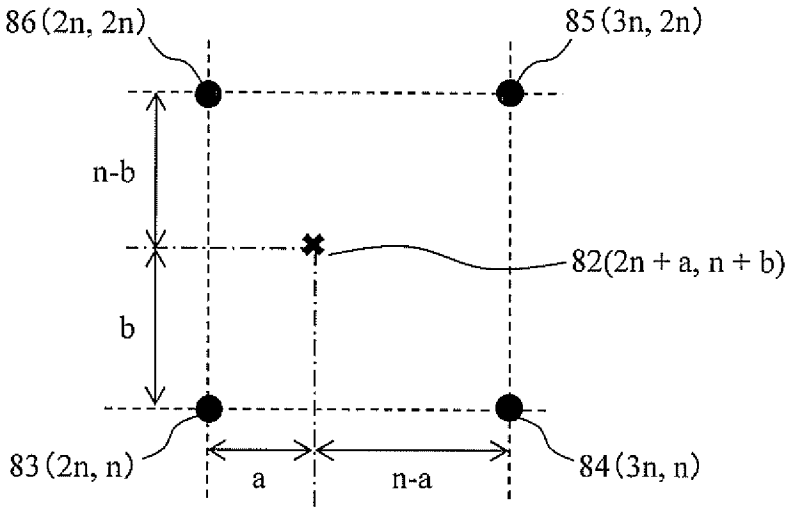
[図7c]

図７ｃ



[図7d]

図７ｄ



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/046854

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01B 15/04(2006.01)i
FI: G01B15/04 K

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)
G01B15/04

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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.
A	JP 2019-011972 A (NGR INC.) 24 January 2019 (2019-01-24)	1-13
A	JP 2019-046567 A (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORP.) 22 March 2019 (2019-03-22)	1-13
A	JP 2018-045871 A (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORP.) 22 March 2018 (2018-03-22)	1-13
A	JP 2014-016174 A (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORP.) 30 January 2014 (2014-01-30)	1-13

☐ 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	Date of mailing of the international search report
21 January 2021 (21.01.2021)	09 February 2021 (09.02.2021)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/046854

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2019-011972 A	24 Jan. 2019	US 2019/0005650 A1	
JP 2019-046567 A	22 Mar. 2019	US 2019/0066969 A1	
JP 2018-045871 A	22 Mar. 2018	US 2019/0362933 A1	
JP 2014-016174 A	30 Jan. 2014	US 2015/0285627 A1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/046854

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01B 15/04(2006.01)i
FI: G01B15/04 K

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））

G01B15/04

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	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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
A	JP 2019-011972 A (株式会社 ＮＧＲ) 24.01.2019 (2019-01-24)	1-13
A	JP 2019-046567 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 22.03.2019 (2019-03-22)	1-13
A	JP 2018-045871 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 22.03.2018 (2018-03-22)	1-13
A	JP 2014-016174 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 30.01.2014 (2014-01-30)	1-13

☐ 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	国際調査報告の発送日
21.01.2021	09.02.2021

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）
九鬼　一慶 2S 4404
電話番号 03-3581-1101 内線 3216

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/JP2020/046854

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2019-011972 A	24.01.2019	US 2019/0005650 A1	
JP 2019-046567 A	22.03.2019	US 2019/0066969 A1	
JP 2018-045871 A	22.03.2018	US 2019/0362933 A1	
JP 2014-016174 A	30.01.2014	US 2015/0285627 A1	