(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
2020年4月30日(30.04.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/085037 A1

(51) 国際特許分類:
G03F 7/207 (2006.01)　*G03F 7/20* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2019/039234

(22) 国際出願日：　2019年10月4日(04.10.2019)

(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 2018-198429　2018年10月22日(22.10.2018) JP

(71) 出願人：株式会社ＳＣＲＥＥＮホールディングス(**SCREEN HOLDINGS CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒6028585 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る４丁目天神北町１番地の１ Kyoto (JP).

(72) 発明者：岡 本　晃 澄 (**OKAMOTO, Akisumi**); 〒6028585 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る４丁目天神北町１番地の１ 株式会社ＳＣＲＥＥＮホールディングス内 Kyoto (JP).

(74) 代理人：振角 正一，外 (**FURIKADO, Shoichi** et al.); 〒5300047 大阪府大阪市北区西天満５丁目１番１９号 高木ビル４階 Osaka (JP).

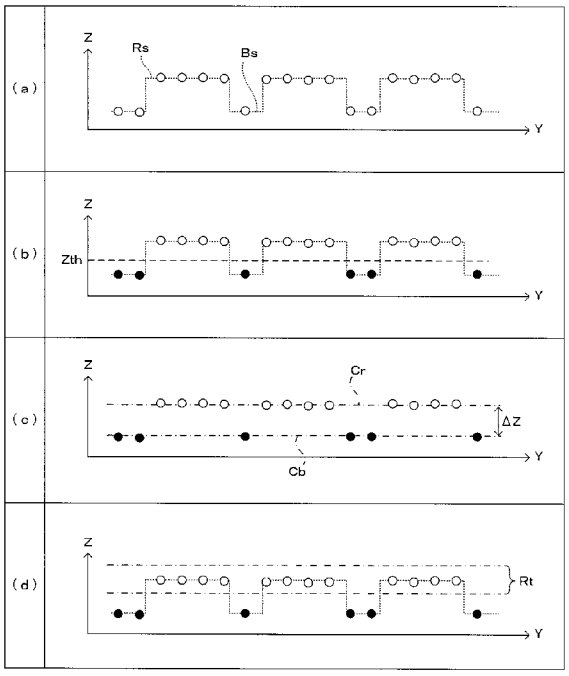
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能)：AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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,

WO 2020/085037 A1

(54) **Title:** DRAWING METHOD AND DRAWING DEVICE

(54) 発明の名称： 描画方法および描画装置

[図9]



(57) **Abstract:** The purpose of the present invention is to provide a technique of irradiating a substrate with a convergent light beam to perform drawing such that the light beam suitably follows a substrate surface with height differences. The present invention provides a drawing method in which a stage whereon a substrate having disposed on a surface thereof a relatively protruding region and a retreating region recessed from the protruding region is horizontally placed and a drawing head that irradiates the substrate surface with a convergent light beam to perform drawing are moved relative to each other and the incident position of the light beam on the substrate surface is scanned to perform drawing on the substrate, said method including: a step in which the position on the substrate surface whereon the light beam is incident is optically detected; and a step in which the convergence position of the light beam is adjusted in the optical axis direction on the basis of the detection results of the surface position, thereby causing the light beam to follow the surface of the substrate. The adjustment of the convergence position is limited to a following range that is defined on the basis of the detection results of the substrate surface position at each of the protruding regions and the retreating regions.

［続葉有］

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, 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:基板に収束光ビームを照射して描画する技術において、表面に高低差のある基板の表面に対し光ビームを適切に追従させる。本発明は、相対的に突出した突出領域と突出領域よりも後退した後退領域とが表面に配置された基板を水平姿勢に載置したステージと、基板の表面に収束光ビームを照射して描画する描画ヘッドとを相対的に移動させて基板表面で光ビームの入射位置を走査して基板に描画する描画方法において、光ビームが入射する基板の表面位置を光学的に検出する工程と、表面位置の検出結果に基づき、光ビームの収束位置を光軸方向に調整して基板の表面に追従させる工程とを備える。収束位置の調整は、突出領域および後退領域それぞれにおける基板の表面位置の検出結果に基づき設定された追従範囲に規制される。

明　細　書

発明の名称 ： 描画方法および描画装置

技術分野

[0001] この発明は、基板に収束光ビームを照射して描画する描画装置の制御に関するものであり、特に光ビームの収束位置の制御に関する。

背景技術

[0002] 例えば半導体ウエハやガラス基板などの基板にパターンを形成する方法として、光照射により描画を行う技術がある。この技術では、感光層を形成した基板を描画対象物として、描画データに基づき変調された光を描画対象物に照射して感光層を露光する。このような光変調を行うための光学変調器として、空間光変調素子を好適に適用することができる。例えば本願出願人が先に開示した特許文献１に記載の描画装置では、空間光変調素子にラインビーム光を入射させる。そして、空間光変調素子の可動リボン部材に描画データに基づく制御電圧を印加することで変調した反射光を光学系で収束させ、収束光ビームとして描画対象物である基板に入射させて描画を行っている。

[0003] この従来技術では、基板表面高さの変化などの変動要因によらず光ビームの収束位置を基板表面に維持するために、光ビームが常に基板の表面位置で収束するようにするオートフォーカス機構が備えられている。オートフォーカス機構は、基板表面に入射させた光の反射光の受光位置から基板表面位置を検出し、その検出結果に応じてフォーカシングレンズを上下動させる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１５－０６６８６９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 処理対象となる基板には表面に高低差を有するものも含まれ得る。例えば、平坦な基材の表面に描画対象である半導体チップが貼り付けられることに

より配列された基板がある。このような基板では、チップ表面と基材表面との間に比較的大きな高低差があり、このうち描画対象ではない基材の表面には光ビームを収束させる必要はない。

[0006] しかしながら、従来のオートフォーカス制御技術においては、位置の検出値が異常動作を防止するために設定された閾値を超えない限り、基板表面への追従が試みられる。このため、描画対象でない部分にまで追従することで可動部に過剰な負荷がかかったり、描画対象の部位への追従に遅れを生じたりするという問題が起こり得る。

[0007] この発明は上記課題に鑑みなされたものであり、基板に収束光ビームを照射して描画する技術において、表面に高低差のある基板の表面に対し光ビームを適切に追従させることのできる技術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

[0008] この発明の一の態様は、表面に高低差を有する基板を水平姿勢に載置したステージと、前記基板の表面に収束光ビームを照射して描画する描画ヘッドとを相対的に移動させて前記基板表面で前記光ビームの入射位置を走査して前記基板に描画する描画方法において、上記目的を達成するため、前記光ビームが入射する前記基板の表面位置を光学的に検出する工程と、前記表面位置の検出結果に基づき、前記光ビームの収束位置を光軸方向に調整して前記基板の表面に追従させる工程とを備え、前記収束位置の調整は、前記基板の表面のうち周囲から相対的に突出した突出領域と、前記突出領域よりも相対的に後退した後退領域とのそれぞれにおける前記基板の表面位置の検出結果に基づき設定された追従範囲内に規制される。

[0009] また、この発明に係る描画装置の一の態様は、上記目的を達成するため、表面に高低差を有する基板を水平姿勢に載置可能なステージと、前記基板の表面に収束光ビームを照射して描画する描画ヘッドと、前記ステージと前記描画ヘッドとを相対的に移動させて前記基板表面で前記光ビームの入射位置を走査する走査移動部と、前記光ビームが入射する前記基板の表面位置を光学的に検出する検出部と、前記検出部の検出結果に基づき、前記光ビームの

収束位置を所定の追従範囲内で光軸方向に調整して前記基板の表面に追従させるフォーカス調整部とを備え、前記追従範囲は、前記基板の表面のうち周囲から相対的に突出した突出領域と、前記突出領域よりも相対的に後退した後退領域とのそれぞれにおける前記基板の表面位置の検出結果に基づき予め設定されている。

[0010] このように構成された発明では、基板表面に対する光ビーム収束位置の光軸方向における追従範囲が規制されている。その追従範囲は、基板表面のうち周囲に対し相対的に突出した突出領域とその周辺の後退領域とのそれぞれにおける表面位置の検出結果に基づいて設定されている。このため、例えば突出領域についてはその全体で光ビームが基板表面に追従するようにする一方、後退領域には追従しないといった制御が可能である。すなわち、不要な領域での基板表面への追従を規制することができる。単に一律の追従範囲を設定するのではなく、実際の検出結果に基づいて追従範囲が設定されることで、このように基板の表面状態に応じた的確な制御が可能となる。

発明の効果

[0011] 上記のように、本発明によれば、基板に収束光ビームを照射して描画する際に、突出領域と後退領域との検出結果に基づき設定された追従範囲内において、光ビームの収束位置が基板表面に追従するように制御される。このため、表面に高低差のある基板の表面に対しても、光ビームを適切に追従させることが可能である。

[0012] この発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、添付図面を参照しながら次の詳細な説明を読めば、より完全に明らかとなるであろう。ただし、図面は専ら解説のためのものであって、この発明の範囲を限定するものではない。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明にかかる描画装置の概略構成を模式的に示す正面図である。

[図2]光学ヘッドが備える詳細構成の一例を模式的に示す図である。

[図3]この描画装置の制御系を示すブロック図である。

[図4]この描画装置による描画動作を示すフローチャートである。

[図5]描画処理を示すフローチャートである。

[図6A]描画処理の対象となる基板の一例を示す図である。

[図6B]描画処理の対象となる基板の一例を示す図である。

[図6C]描画処理の対象となる基板の一例を示す図である。

[図7A]基板の段差とオートフォーカス制御との関係を示す図である。

[図7B]基板の段差とオートフォーカス制御との関係を示す図である。

[図8A]本実施形態におけるフォーカス制御の概念を示す図である。

[図8B]本実施形態におけるフォーカス制御の概念を示す図である。

[図9]追従範囲の設定方法の原理を示す図である。

[図10]基板に小さな反りがある場合の追従範囲の設定方法を示す図である。

[図11]追従範囲を設定するための処理を示すフローチャートである。

[図12]フォーカス制御処理を示すフローチャートである。

[図13A]追従範囲の更新処理の概要を示す図である。

[図13B]追従範囲の更新処理の概要を示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] 図１は、本発明にかかる描画装置の概略構成を模式的に示す正面図である。以下の各図において方向を統一的に示すために、図１に示すようにＸＹＺ直交座標を設定する。ここで、ＸＹ平面が水平面であり、Ｚ方向が鉛直方向を表す。より具体的には、（－Ｚ）方向が鉛直下向き方向を表す。

[0015] 描画装置１００は、レジストなどの感光材料の層が形成された基板Ｗの上面に光を照射して、パターンを描画する装置である。なお、基板Ｗとしては、半導体基板、プリント基板、カラーフィルタ用基板、液晶表示装置やプラズマ表示装置に具備されるフラットパネルディスプレイ用ガラス基板、光ディスク用基板などの各種基板を適用可能である。

[0016] 描画装置１００は、本体フレーム１０１で構成される骨格の天井面および周囲面にカバーパネル（図示省略）が取り付けられることによって形成される本体内部と、本体フレーム１０１の外側である本体外部とに、各種の構成

要素を配置した構成となっている。

[0017] 描画装置１００の本体内部は、処理領域１０２と受け渡し領域１０３とに区分されている。これらの領域のうち処理領域１０２には、主として、ステージ１０、ステージ移動機構２０、光学ユニットU、アライメントユニット６０が配置される。一方、受け渡し領域１０３には、処理領域１０２に対する基板Wの搬出入を行う搬送ロボットなどの搬送装置７０が配置される。

[0018] また、描画装置１００の本体外部には、アライメントユニット６０に照明光を供給する照明ユニット６１が配置される。また、同本体には、描画装置１００が備える装置各部と電気的に接続されて、これら各部の動作を制御する制御部９０が配置される。

[0019] なお、描画装置１００の本体外部で、受け渡し領域１０３に隣接する位置には、カセットCを載置するためのカセット載置部１０４が配置される。カセット載置部１０４に対応し、本体内部の受け渡し領域１０３に配置された搬送装置７０は、カセット載置部１０４に載置されたカセットCに収容された未処理の基板Wを取り出して処理領域１０２に搬入（ローディング）するとともに、処理領域１０２から処理済みの基板Wを搬出（アンローディング）してカセットCに収容する。カセット載置部１０４に対するカセットCの受け渡しは、図示しない外部搬送装置によって行われる。この未処理基板Wのローディング処理および処理済基板Wのアンローディング処理は制御部９０からの指示に応じて搬送装置７０が動作することで行われる。

[0020] ステージ１０は、平板状の外形を有し、その上面に基板Wを水平姿勢に載置して保持する保持部である。ステージ１０の上面には、複数の吸引孔（図示省略）が形成されている。この吸引孔に負圧（吸引圧）を付与することによって、ステージ１０上に載置された基板Wをステージ１０の上面に固定保持することができる。ステージ１０はステージ移動機構２０により移動させられる。

[0021] ステージ移動機構２０は、ステージ１０を主走査方向（Y軸方向）、副走査方向（X軸方向）、及び回転方向（Z軸周りの回転方向）に移動させる機

構である。ステージ移動機構２０は、ステージ１０を回転可能に支持する支持プレート２２を支持するベースプレート２４と、支持プレート２２を副走査方向に移動させる副走査機構２３と、ベースプレート２４を主走査方向に移動させる主走査機構２５とを備える。副走査機構２３および主走査機構２５は、制御部９０からの指示に応じてステージ１０を移動させる。

[0022] アライメントユニット６０は、基板Wの上面に形成された図示しないアライメントマークを撮像する。アライメントユニット６０は、鏡筒、対物レンズ、およびＣＣＤイメージセンサを有するアライメントカメラ６０１を備える。アライメントカメラ６０１が備えるＣＣＤイメージセンサは、例えばエリアイメージセンサ（二次元イメージセンサ）により構成される。また、アライメントユニット６０は、図示しない昇降機構によって所定の範囲内で昇降可能に支持されている。

[0023] 照明ユニット６１は、ファイバ６１１を介して鏡筒と接続され、アライメントユニット６０に対して照明用の光を供給する。照明ユニット６１から延びるファイバ６１１によって導かれる光は、アライメントカメラ６０１の鏡筒を介して基板Wの上面に導かれ、その反射光は、対物レンズを介してＣＣＤイメージセンサで受光される。これによって、基板Wの上面が撮像されて撮像データが取得されることになる。アライメントカメラ６０１は制御部９０の画像処理部と電気的に接続されており、制御部９０からの指示に応じて撮像データを取得し、取得した撮像データを制御部９０に送信する。

[0024] アライメントカメラ６０１から与えられる撮像データに基づき、制御部９０は、基板Wの基準位置に設けられた基準マークを検出して光学ユニットＵと基板Wとの相対位置を位置決めする、アライメント処理を行う。そして、光学ユニットＵから描画パターンに応じて変調されたレーザ光を基板Wの所定位置に照射することでパターン描画を行う。

[0025] 光学ユニットＵは、描画パターンに対応するストリップデータに基づいてレーザ光を変調する光学ヘッド４を、Ｘ軸方向に沿って２台並べた概略構成を有する。なお、光学ヘッド４の台数はこれに限られない。また、これら光

学ヘッド４は互いに同様の構成を有するので、以下では１台の光学ヘッド４に関連する構成について説明を行う。

[0026] 光学ユニットＵには、光学ヘッド４に対してレーザ光を照射する光照射部５が設けられている。光照射部５は、レーザ駆動部５１、レーザ発振器５２および照明光学系５３を有する。そして、レーザ駆動部５１の作動によりレーザ発振器５２から射出されたレーザ光が、照明光学系５３を介して光学ヘッド４へと照射される。光学ヘッド４は、光照射部５から照射されたレーザ光を空間光変調器によって変調して、光学ヘッド４の直下で移動する基板Ｗに対して落射する。これによって、未処理の基板Ｗに露光による描画がなされる。

[0027] 図２は光学ヘッドが備える詳細構成の一例を模式的に示す図である。図２に示すように、光学ヘッド４では、回折光学素子４１０を有する空間光変調器４１が設けられている。具体的には、光学ヘッド４に上下方向（Ｚ方向）に延設された支柱４００の上部に取り付けられた空間光変調器４１は、回折光学素子４１０の反射面を下方に向けた状態で、可動ステージ４１４を介して支柱４００に支持されている。

[0028] 光学ヘッド４において、回折光学素子４１０は、その反射面の法線が光軸０Ａに対して傾斜して配置されており、照明光学系５３から射出された光は、支柱４００の開口を通してミラー４２に入射し、ミラー４２によって反射された後に回折光学素子４１０に照射される。そして、回折光学素子４１０の各チャンネルの状態が描画データに応じて制御部９０によって切り換えられて、回折光学素子４１０に入射したレーザ光が変調される。

[0029] そして、回折光学素子４１０から０次回折光として反射されたレーザビーム光が投影光学系４３のレンズへ入射する一方、回折光学素子４１０から１次以上の回折光として反射されたレーザ光は投影光学系４３のレンズへ入射しない。つまり、基本的には回折光学素子４１０で反射された０次回折光のみが投影光学系４３へ入射するように構成されている。

[0030] 投影光学系４３のレンズを通過した光は、フォーカシングレンズ４４１に

より収束され収束光ビームとして所定の倍率にて基板W上へ導かれる。このフォーカシングレンズ４４１はフォーカス駆動機構４４２に取り付けられている。そして、制御部９０からの制御指令に応じてフォーカス駆動機構４４２がフォーカシングレンズ４４１を鉛直方向（Ｚ軸方向）に沿って昇降させることで、フォーカシングレンズ４４１から射出されたビーム光の収束位置が基板Wの上面Ｗｓに調整される。

[0031] 光学ヘッド４の筐体下部には、オートフォーカス機構４５として機能する照射部４５１と受光部４５２とが設けられている。照射部４５１は、レーザダイオード（ＬＤ）で構成された光源から射出した光を、基板Wの上面Ｗｓに対して斜めに入射させる。受光部４５２は、ＣＭＯＳ(Complementary Metal Oxide Semiconductor)センサやＣＣＤ(Charge Coupled Device)センサなどの固体撮像素子で構成され、基板Wの上面Ｗｓからの反射光を検出する。そして、制御部９０は、受光部４５２の検出結果から、Ｚ方向における基板上面Ｗｓの位置、つまり光学ヘッド４と基板上面Ｗｓとの距離を検出する。

[0032] つまり、図において実線矢印で示すように基板上面Ｗｓが光学ヘッド４から遠ざかったとき、あるいは破線矢印で示すように基板上面Ｗｓが光学ヘッド４に接近したとき、基板上面Ｗｓからの反射光の光路がそれぞれ実線矢印および破線矢印で示す方向に変化し、受光部４５２の各受光位置における受光量も変動する。したがって、受光部４５２における受光量のピーク位置が、それぞれ実線矢印および破線矢印で示すように変化する。制御部９０は、これを利用して光学ヘッド４と基板上面Ｗｓとの距離を検出する。そして、制御部９０は、検出距離に応じてフォーカス駆動機構４４２を動作させて、フォーカシングレンズ４４１を上下させる。こうしてフォーカシングレンズ４４１の焦点を基板上面Ｗｓに合わせて、レーザ光の収束位置を基板上面Ｗｓへ的確に調整する（オートフォーカス）。

[0033] 図３はこの描画装置の制御系を示すブロック図である。制御部９０では、図示しないＣＰＵが予め記憶部９９に記憶された制御プログラムを実行することにより、または専用ハードウェアにより、以下の各機能ブロック９１～

９６が実現される。照明制御部９１は、光学ユニットＵの光照射部５を制御してビーム光を出射させる。描画制御部９２は、記憶部９９に記憶された描画レシピに基づきドライバ９２１を制御し、ドライバ９２１から回折光学素子４１０に制御電圧を印加させて、描画すべきパターンに対応させてビーム光を変調する。

[0034] フォーカス制御部９５は、オートフォーカス動作を司る。具体的には、フォーカス制御部９５はオートフォーカス機構４５の受光部４５２からの出力に基づいて基板上面Ｗｓの位置を検出し、その結果から、収束光ビームの焦点ＦＰを基板上面Ｗｓに合わせるために必要なフォーカス調整量を算出しフォーカス駆動機構４４２に送信する。ステージ制御部９４は、ステージ移動機構２０を制御して、ステージ１０を光学ヘッド４に対し相対移動させる。アライメント制御部９３は、アライメントユニット６０のアライメントカメラ６０１から出力される画像データに基づいてアライメント処理を実行する。

[0035] そして、ビーム入射位置制御部９６は、回折光学素子４１０に入射するラインビーム光の位置を最適化する入射位置調整処理を、必要に応じて実行する。入射位置調整処理では、ステージ１０の側方に設けられ光ヘッド４からの光ビームの入射方向を計測する観察光学系８０からの出力信号に基づき空間光変調器４１の可動ステージ４１４を作動させる。なお、入射位置調整処理やオートフォーカス調整、アライメント調整等の具体的な方法については、例えば特許文献１に記載のものを適用可能である。

[0036] 次に、以上のように構成された描画装置１００の動作について説明する。前記したように、この描画装置１００は各種基板に対し露光による描画を行うことが可能である。ここではその一例として、略矩形の基板に複数の半導体デバイス領域が二次元マトリクス配置された半導体基板に描画を行う際の描画動作を採り上げて説明する。この描画動作は、制御部９０が予め用意された制御プログラムを実行し装置各部に所定の動作を実行させることにより実現される。

[0037] 図４はこの描画装置による描画動作を示すフローチャートである。描画動作では、まず描画すべき内容を表す描画レシピの取得（ステップＳ１０１）、および、描画対象物である未処理基板Ｗのカセット Ｃからステージ１０への搬入（ステップＳ１０２）が行われる。描画レシピは記憶部９９に記憶保存される。次に、アライメントユニット６０により、基板Ｗと光学ヘッド４との相対位置を合わせるアライメント処理が行われる（ステップＳ１０３）。これにより、基板Ｗへのパターン描画位置が精密に合わせられる。

[0038] そして、描画制御部９２が描画レシピに基づき描画データを準備し（ステップＳ１０４）、これを光学ヘッド４の空間光変調器４１に与えて光ビームを変調しながら基板Ｗに照射することで、パターンの描画処理を行う（ステップＳ１０５）。描画処理が終了すると、処理済みの基板Ｗがステージ１０から搬出されカセットＣに収容される（ステップＳ１０６）。必要に応じて上記処理を繰り返すことで、複数基板Ｗに対して順次描画を行うことができる。

[0039] 図５は描画処理を示すフローチャートである。最初に「追従範囲設定処理」が実行されるが（ステップＳ２０１）、これについては後で詳しく説明する。続いて、基板Ｗと光学ヘッド４とが所定の描画開始位置に相対的に位置決めされ（ステップＳ２０２）、オートフォーカス機構４５によるフォーカス制御と、ステージ移動機構２０による基板ＷのＹ方向への走査移動が開始される（ステップＳ２０３）。

[0040] 図６Ａないし図６Ｃは描画処理の対象となる基板の一例を示す図である。図６Ａは処理対象物としての基板Ｗの平面図である。また図６Ｂは図６ＡのＡ－Ａ線断面図であるが、これについては後で説明する。また、図６Ｃは基板Ｗに対する光ビームの走査移動の経路の一例を示す図である。なお、ここでは基板の外形を矩形としているが、これに限定されず、例えば円形基板に対してもこの描画処理を実行可能である。

[0041] 基板Ｗは、例えばガラス板、セラミック板、半導体ウエハなどの略矩形の基材Ｂの表面に、描画対象物である複数の半導体チップ等によるデバイス領

域Ｒが二次元マトリクス配置されたものである。この描画装置１００は、各デバイス領域Ｒに半導体デバイスを製造する製造プロセスの一部として、各デバイス領域Ｒに所定の描画パターンで描画を行う。各デバイス領域Ｒに描画されるパターンは同一であり、したがって描画装置１００は、予め与えられた描画データに応じた描画パターンを各デバイス領域Ｒに順番に描画する。このとき、ステージ１０に載置される基板Ｗと光学ヘッド４とを相対的に水平移動させる、つまり走査移動させることで、光学ヘッド４による基板上面Ｗｓの描画位置を順次変更してゆく。

[0042] 図６Ｃは走査移動の経路の一例を示す図である。なお、ここでは基板Ｗと光学ヘッド４との相対移動を、光学ヘッド４からの光が基板Ｗに入射する描画位置が基板Ｗに対し移動するものとして説明するが、前述の通り、実際には基板Ｗを載置したステージ１０がＸＹ方向に移動することで走査移動が実現される。図において点線矢印で示すように、この描画動作では、図において基板Ｗの左下に相当する位置を描画開始位置Ｐｓとして、まず（＋Ｙ）方向に描画位置が移動する。基板Ｗの左上端部まで描画位置が進行すると、描画位置が（＋Ｘ）方向に所定ピッチＰｘだけ移動する。そして、次に移動方向を（－Ｙ）方向へ反転させる。描画位置が基板Ｗの図における下端、つまり（－Ｙ）側端部まで来ると、再び描画位置を（＋Ｘ）方向に所定ピッチＰｘだけ移動させ、再度（＋Ｘ）方向への移動が行われる。

[0043] このように、基板Ｗと光学ヘッド４との相対移動は、（＋Ｙ）方向または（－Ｙ）方向への走査移動と、（＋Ｘ）方向へのピッチ送り移動とを交互に組み合わせたものとなっている。最終的に、基板Ｗの右下に相当する位置まで描画位置が到達すれば走査移動は終了する。以下、描画位置のＹ方向への移動を「主走査移動」と称し、Ｙ方向を「主走査方向」と称する。また、描画位置のＸ方向へのピッチ送りを「副走査移動」と称し、Ｘ方向を「副走査方向」と称する。

[0044] 図５に戻って描画処理の説明を続ける。光学ヘッド４から描画データに応じた変調光ビームが出射されることで描画が開始される（ステップＳ２０４

）。すなわち、フォーカス制御および（＋Ｙ）方向への主走査移動を行いながら、光学ヘッド４から基板Ｗに光照射を行うことで、基板上面Ｗｓに描画される。第１回の主走査移動において描画位置がＹ方向の主走査終了位置に到達すると（ステップＳ２０５）、描画位置がＸ方向に１ステップ、より詳しくは（＋Ｘ）方向に送りピッチＰｘ分だけ移動され（ステップＳ２０７）、主走査移動方向が（－Ｙ）方向に反転される（ステップＳ２０８）。これにより、第２回の主走査移動が開始される。基板Ｗの（＋Ｘ）方向側端部に相当する副走査終了位置に到達するまで上記を繰り返すことで（ステップＳ２０６）、基板Ｗのデバイス領域Ｒの全てについて描画が終了する。

[0045] 描画が終了すると、光学ヘッド４からの光ビームの出射が終了され（ステップＳ２１１）、さらにフォーカス制御および走査移動が終了される（ステップＳ２１２）。そして、装置各部を所定の終了状態に移行させる終了動作が実行されて（ステップＳ２１３）、１つの基板Ｗに対する描画処理が終了する。

[0046] 図６Ａに示すように、複数のデバイス領域Ｒは、基材Ｂの表面Ｂｓに、Ｘ方向およびＹ方向に一定の間隔を空けて二次元マトリクス状に配列されている。このため、図６Ｂに示すように、基材Ｂの表面（上面）Ｂｓと、デバイス領域Ｒの上面Ｒｓとの間に、デバイス領域Ｒを形成する半導体チップの厚みに相当する高低差が存在する。また、隣り合うデバイス領域Ｒの間に隙間があり、この隙間から基材表面Ｂｓが露出している。このため、基材Ｂとデバイス領域Ｒとを一体の基板Ｗとみたとき、基板上面Ｗｓには周期的な段差が存在することになる。

[0047] 図７Ａおよび図７Ｂは基板の段差とオートフォーカス制御との関係を示す図である。この装置のフォーカス制御では光ビームが常に基板上面Ｗｓに収束するように、基板上面Ｗｓの高さに応じてフォーカシングレンズ４４１を上下させる。このため、追従範囲に制限がなければ、図７Ａに示すように、段差のある基板Ｗではその段差に倣って平行移動するようにフォーカシングレンズ４４１が上下動する。

[0048] しかしながら、描画の対象は、基板上面Ｗｓのうち周囲から突出したデバイス領域Ｒの上面Ｒｓであり、これより後退した基材上面Ｂｓに対しフォーカシングすることは必要ではない。むしろ、フォーカシングレンズ４４１が過度に大きく動くことによる機械的トラブルや、追従対象が基材上面Ｂｓからデバイス領域上面Ｒｓに移行するときの応答遅れによるデバイス領域上面Ｒｓでの一時的なデフォーカス状態など、多くの弊害が生じ得る。

[0049] このため、光ビームの収束位置は、図７Ｂに実線および点線でそれぞれ示すように、デバイス領域上面Ｒｓに対しては常に正しく追従する一方、基材上面Ｂｓに対しては追従せず所定の位置に留まるようなフォーカス制御が望ましい。これを可能とするためのフォーカス制御の詳細につき、次に説明する。

[0050] 図８Ａおよび図８Ｂは本実施形態におけるフォーカス制御の概念を示す図である。図８Ａに示すように、デバイス領域Ｒに描画することを目的とするフォーカス制御においては、描画の対象であるデバイス領域上面Ｒｓに存在し得る小さな凹凸に対しては確実に追従する必要がある。一方、描画の対象ではない基材上面Ｂｓに対してフォーカスを追従させる必要はない。

[0051] 以上よりこの実施形態では、図８Ｂに示すように、Ｚ方向においてデバイス領域Ｒの上面Ｒｓを含み、かつその上方側および下方側に一定の広がりを有する追従範囲Ｒｔを設定しておく。この追従範囲Ｒｔ内で検出される基板上面Ｗｓに対しては、光ビームの収束位置を確実に追従させる。一方、追従範囲Ｒｔ内で基板上面Ｗｓの存在が検出されない場合には、ビーム収束位置を追従範囲Ｒｔよりも外まで移動させることをせず、追従範囲Ｒｔ内の適宜の位置（この例では追従範囲Ｒｔの下限）に留めておくようにする。

[0052] このようにすると、フォーカス制御に伴うフォーカシングレンズ４４１の上下動は追従範囲Ｒｔの広がり幅に限定され、描画の必要のない基材上面Ｂｓにまで追従するような大きな動きは抑制される。また、再びデバイス領域上面Ｒｓが追従範囲Ｒｔ内で検出され追従が再開される際にも、フォーカシングレンズ４４１は比較的近い位置にあるため、速やかに追従を再開するこ

とができる。

[0053] これを可能とするために、追従範囲Ｒｔを適切に定める必要がある。追従範囲Ｒｔは、デバイス領域Ｒの上面Ｒｓを確実に含みつつ、デバイス領域Ｒ以外の基材上面Ｂｓを含まないものでなければならない。描画装置１００の各部および基板Ｗの個体ばらつきを考えれば、追従範囲Ｒｔを予め一律に定めておくことは不可能である。描画装置１００と基板Ｗとの組み合わせごとに、追従範囲Ｒｔが動的に設定される必要がある。

[0054] 図９は追従範囲の設定方法の原理を示す図である。基板Ｗに対し光学ヘッド４をＹ方向へ走査移動させながら、オートフォーカス機構４５により基板上面Ｗｓの高さを継続的に検出した場合を考える。このとき、基板上面Ｗｓの高さを検出することができれば足り、フォーカシングレンズ４４１を上下動させる必要はない。オートフォーカス機構４５の出力を一定のサンプリング周期でサンプリング取得する。そうすると、例えば図９（ａ）欄に示すように、デバイス領域上面Ｒｓに対応して比較的高い位置に現れるサンプリングデータと、基材上面Ｂｓに対応してより低い位置に現れるサンプリングデータとが所定の繰り返し周期で検出される。

[0055] このように、サンプリングデータが比較的高い値のグループとこれより低い値のグループで有意な差がある場合には、図９（ｂ）欄に示すように、これらの間に閾値Ｚｔｈを設定し、閾値より大きいサンプリングデータ（白丸印）はデバイス領域上面Ｒｓに、小さいサンプリングデータ（黒丸印）は基材Ｂｓにそれぞれ対応するものとして取り扱うことができる。そして、図９（ｃ）欄に示すように、閾値より大きいサンプリングデータのグループと、閾値より小さいサンプリングデータのグループとのそれぞれで、データの分布を曲線近似すると、それぞれの表面プロファイルを表す曲線Ｃｒ、Ｃｂを得ることができる。ここで両曲線Ｃｒ、ＣｂのＺ方向における距離ΔＺは、デバイス領域上面Ｒｓと基材上面Ｂｓとの高低差を表すことになる。この高低差を利用して追従範囲Ｒｔを定めることができる。例えば、高低差ΔＺの５０％ないし１５０％程度を追従範囲Ｒｔの幅とすることができる。

[0056] デバイス領域上面Ｒｓにおいて追従を確実なものとするために、追従範囲Ｒｔはデバイス領域上面Ｒｓに対応する近似曲線Ｃｒを完全に含むものであることが望ましい。したがって、追従範囲ＲｔはＹ方向において一定ではなく、デバイス領域上面Ｒｓの高さ変動がある場合にはこれに連動して位置依存性を有するものとなる。例えば、近似曲線Ｃｒを上方向および下方向にそれぞれ所定値だけオフセットさせた曲線を、それぞれ追従範囲Ｒｔの上限および下限を表す曲線とすることができる。

[0057] 近似曲線Ｃｒの上方向と下方向とでオフセット量が同じである必要は必ずしもない。例えば上記した高低差ΔＺが小さい場合には、基材上面Ｂｓをデバイス領域上面Ｒｓとする誤判定を避けるため、下方向へのオフセット量をあまり大きくすることはできない。このような場合、追従範囲Ｒｔの幅を維持しながら、上方向へのオフセット量を下方向よりも大きくするようにすればよい。

[0058] 図１０は基板に小さな反りがある場合の追従範囲の設定方法を示す図である。例えば基板WにＹ方向の小さな反りがある場合、図１０（ａ）欄に示すように、サンプリングデータの分布に、反りに起因するうねりが現れる。図１０（ｂ）ないし（ｄ）欄に示すように、このうねりが比較的小さく、デバイス領域上面Ｒｓに対応するデータと基材上面Ｂｓに対応するデータとの分離に影響がなければ、上記と同じ方法で追従範囲Ｒｔを定めることができる。図１０（ｄ）欄に示すように、追従範囲Ｒｔの上限および下限を表す曲線も、基板Wの反りに起因するうねりを有することになる。

[0059] 図１１は追従範囲を設定するための処理を示すフローチャートである。この処理は、上記原理に沿って追従範囲Ｒｔを設定するための処理であり、描画装置１００への基板Wの搬入後、描画処理の実行に先立って実行される（図５におけるステップＳ２０１）。

[0060] 最初に基板Wのプリスキャンが行われる（ステップＳ３０１）。プリスキャンは、描画のための光照射を行わずに光学ヘッド４を基板Wに対し走査移動する動作であり、上記原理に沿ってこのとき基板上面Ｗｓの位置につきサ

ンプリングが行われる。これにより、図９（ａ）欄または図１０（ａ）欄に示すようなサンプリングデータ列が取得される。なお、プリスキャンのための光学ヘッド４の走査は、図６Ｃに示す描画開始位置ＰｓからＹ方向への１列分につき行われればよい。

[0061] そして、図９（ｂ）欄に示すように、得られたサンプリングデータ列に対し適宜の閾値Ｚｔｈを設定し（ステップＳ３０２）、閾値Ｚｔｈより大きいデータおよび小さいデータのそれぞれについて近似曲線Ｃｒ，Ｃｂを特定する（ステップＳ３０３）。

[0062] ここで、例えば基板Ｗの反りが大きく、図１０（ｂ）欄に示したうねりがさらに大きくなると、単純な閾値設定ではサンプリングデータ列をデバイス領域上面Ｒｓに対応するデータと基材上面Ｂｓに対応するデータとに二分することができない場合がある。このような場合、求められた近似曲線Ｃｒ，Ｃｂの分離が不十分となり高低差ΔＺとして有意な値が得られない。このような場合には、高低差の算出が不可能であるとして（ステップＳ３０４においてＮＯ）、追従範囲Ｒｔについてはユーザ設定に委ねる（ステップＳ３０７）。

[0063] 近似曲線Ｃｒ，Ｃｂがよく分離され有意な高低差ΔＺが求められる場合には（ステップＳ３０４においてＹＥＳ）、その値ΔＺを求め（ステップＳ３０５）、さらに追従範囲Ｒｔを設定する（ステップＳ３０６）。これらの処理は先に説明した原理どおりのものである。このようにして追従範囲Ｒｔが設定される。

[0064] 図１２はフォーカス制御処理を示すフローチャートである。この処理は、描画装置１００が描画処理を実行する間、所定の調整タイミングが来る度毎に定期的に実行される。調整タイミングが来ると（ステップＳ４０１）、オートフォーカス機構４５の受光部４５２からの受光結果に基づき、現在の基板上面ＷｓのＺ方向位置が取得される（ステップＳ４０２）。ここで、必要に応じて追従範囲Ｒｔの更新が行われるが（ステップＳ４０３）、これについては後で説明する。

[0065] 取得された基板上面位置が予め設定されている追従範囲Ｒｔの範囲内にあれば（ステップＳ４０４においてＹＥＳ）、取得された基板上面位置の検出結果から、当該位置へ光ビームの収束位置を合わせるために必要なフォーカス調整量が求められる（ステップＳ４０５）。

[0066] 一方、取得された基板上面位置が追従範囲Ｒｔ内にないとき（ステップＳ４０４においてＮＯ）、上限側に外れているのか下限側に外れているのかが判断される（ステップＳ４１１）。上限側に外れている場合には（ステップＳ４１１においてＹＥＳ）、追従範囲Ｒｔの上限値がビーム位置制御のターゲットとされ（ステップＳ４１２）、下限側に外れている場合には（ステップＳ４１１においてＮＯ）、追従範囲Ｒｔの下限値がビーム位置制御のターゲットとされる（ステップＳ４１３）。そして、光ビームの収束位置を設定されたターゲット位置に合わせるために必要なフォーカス調整量が求められる（ステップＳ４０５）。

[0067] ビーム位置を所望の位置に調整するための調整量が求められると（ステップＳ４０５）、求められたフォーカス調整量を含む制御指令が制御部９０のフォーカス制御部９５からフォーカス駆動機構４４２に与えられる。これに応じてフォーカシングレンズ４４１のＺ方向位置Ｚｆが調整されることにより、フォーカス調整が行われる（ステップＳ４０６）。

[0068] 予め定められた調整タイミングごとに上記処理を実行することで、一定の制御周期でフォーカス調整が行われる。これにより、光ビームの収束位置が安定的に基板上面Ｗｓに合わせられる。このため、基板上面Ｗｓに対し優れた分解能で描画を行うことができる。検出された基板上面位置が追従範囲Ｒｔから外れているとき、追従範囲Ｒｔを超えてフォーカシングレンズ４４１が駆動されることはない。すなわち、このような場合にはビーム収束位置が追従範囲Ｒｔの上限または下限を目標として制御される。

[0069] このように、プリスキャンで取得された基板上面位置の情報に基づき求めた追従範囲Ｒｔを導入することで、Ｙ方向に沿った基板Ｗの反りにも対応したフォーカス制御が可能となっている。しかしながら、走査移動が進み光ビ

ームの入射位置が次第にＸ方向に移動していったときに、基板Ｗのｘ方向に沿った反りの影響が問題になることがある。というのは、上記原理で求めた追従範囲Ｒｔには、Ｘ方向における基板上面位置の変動に関する情報が反映されていないからである。

[0070] プリスキャンの段階でＸ方向での基板上面位置の変動を検出しようとすると、プリスキャンに要する時間が長くなりすぎてしまう。そこで、この実施形態では、描画処理の進行に伴って基板上面位置のＸ方向における変化に関する情報を得られるようになると、その情報を用いて追従範囲Ｒｔを修正することで、基板Ｗのｘ方向における反りにも対応するようにしている。このための処理が、ステップＳ４０３に記載された追従範囲Ｒｔの更新処理である。

[0071] 図１３Ａおよび図１３Ｂは追従範囲の更新処理の概要を示す図である。描画処理が進行するのに伴って、基板Ｗのｘ方向における上面位置変動を表す情報が増えてくる。図１３Ａに示すように、Ｘ方向において基板Ｗの上面位置に変動がある場合、最初に設定された追従範囲Ｒｔが現在の基板上面Ｗｓの位置からみれば適切なものとならないことがある。この問題を回避するための方法の１つは、追従範囲ＲｔをＸ方向における基板Ｗの上面位置に変動に対応させてＺ方向にシフトさせることである。図１３Ｂは、第１回の主走査移動の際に適用された追従範囲Ｒｔ１が、以後の主走査移動においては基板Ｗの上面位置の変動に応じてＲｔ２、Ｒｔ３、…と次第にシフトされて適用されることを示している。

[0072] 例えばＹ方向において同じ位置で比較したときに、第３回の主走査移動における基板上面Ｗｓの位置がＺ３、第４回の主走査移動における基板上面Ｗｓの位置がＺ４であったとする。第５回の主走査移動でも同様の傾向が現れるとすると、第５回の主走査移動における基板上面Ｗｓのｚ方向位置の推定位置Ｚ５は、

Ｚ５＝Ｚ４＋（Ｚ４－Ｚ３）

と表すことができる。

[0073] このことから、第５回の主走査移動における追従範囲Ｒｔ５については、第４回の主走査移動における追従範囲Ｒｔ４を（Ｚ４－Ｚ３）だけＺ方向にシフトしたものを適用することができる。このように、過去の主走査移動で適用された追従範囲および基板上面位置の変化態様から、後の主走査移動に適用可能な、更新された追従範囲を導出することが可能である。

[0074] このように、この実施形態では、Ｙ方向へのプリスキャンにより求められたデバイス領域上面Ｒｓと基材上面Ｂｓとの位置検出結果に基づき、Ｙ方向の変動を加味した追従範囲Ｒｔが設定される。これがＸ方向の変動の実績に応じて修正、更新されながらフォーカス制御に適用される。そのため、デバイス領域上面Ｒｓと基材上面Ｂｓとの段差がある基板Ｗにおいても、描画対象であるデバイス領域上面Ｒｓには光ビームを収束させつつ、描画対象でない基材上面Ｂｓへの追従を回避することができる。

[0075] 以上説明したように、この実施形態の描画装置１００では、基板Ｗが本発明の「基板」に相当し、基板上面Ｗｓが本発明の「基板表面」に相当している。またステージ１０が本発明の「ステージ」として機能している。また、光学ヘッド４が本発明の「描画ヘッド」として機能する一方、ステージ移動機構２０が本発明の「走査移動部」として機能している。また、オートフォーカス機構４５が本発明の「検出部」として機能する一方、フォーカス駆動機構４４２が本発明の「フォーカス調整部」として機能している。また、上記実施形態では、基板上面Ｗｓのうちデバイス領域の上面Ｒｓが本発明の「突出領域」に相当する一方、基材上面Ｂｓが本発明の「後退領域」に相当している。

[0076] なお、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない限りにおいて上述したもの以外に種々の変更を行うことが可能である。例えば、上記実施形態は、光ビームの変調手段として回折光学素子４１０を利用した描画装置であるが、変調方式はこれに限定されず、任意の変調方式で描画を行う装置に対し本発明を適用することが可能である。

[0077] また、上記実施形態では基板上面位置の検出結果が追従範囲から外れてい

るときには、光ビームの収束位置を追従範囲の上限値または下限値に設定しているが、これに限定されず、追従範囲内のどの位置に設定されてもよい。

[0078] また、上記実施形態では、基板上面Ｗｓのうち周囲よりも突出した「突出領域」であるデバイス領域Ｒｓに描画を行うこととして、デバイス領域Ｒｓの高さを含むように追従範囲が設定されている。一方で、基板上面のうち周囲よりも後退した「後退領域」に描画を行いたいという需要もある。本発明はこのようなケースにも対応可能であり、この場合には、追従範囲の設定が、描画対象である後退領域の高さを含む一方、描画対象でない突出領域の高さを含まないようになされればよい。これにより、光ビームが描画対象である後退領域の表面に追従して確実に収束する一方、突出領域には追従しないので、上記実施形態と同様に、無用な収束のための動作を回避することが可能となる。

[0079] また、上記実施形態では、基板上面Ｗｓに対し斜め方向から光を入射させ、その正反射光の受光結果から基板表面の位置が検出される。しかしながら、本発明の「検出部」はこのような原理のものに限定されず、光学的手法で基板表面の位置を取得する種々の機構を利用可能である。

[0080] また、上記実施形態に用いられる基板Ｗは基材Ｂにデバイス領域Ｒとしての半導体チップを貼り付けたものであるが、例えば薄膜形成やリソグラフィ技術等によって段差が形成された基板に対しても、本発明は有効に機能する。

[0081] さらに、本発明の適用対象はウエハなどの半導体基板Ｗを描画対象物として当該基板に対して光を照射して描画する装置に限定されるものではなく、例えばプリント配線基板やガラス基板等、種々のものを描画対象物として利用することができる。

[0082] 以上、具体的な実施形態を例示して説明してきたように、本発明においては、表面位置の検出結果から求められる収束位置が追従範囲を超えるとき、収束位置は追従範囲内のいずれかの位置に設定することができる。このような構成によれば、再び基板の表面が検出されたときに速やかに光ビームを基

板表面に収束させることができる。

[0083] また、描画の実行に先立って、一の走査方向に沿って表面位置の検出を行い、その結果から突出領域と後退領域とを特定するように構成することができる。このような構成によれば、実測された基板の表面位置に応じて突出領域と後退領域とが特定されるので、例えば基板の厚さや反り等の個体ばらつきにも対応して適切に追従範囲を設定することができる。

[0084] また、一の走査方向に沿った表面位置の検出結果から、突出領域に対応する表面プロファイルと後退領域に対応する表面プロファイルとをそれぞれ特定し、突出領域に対応する表面プロファイルを含み後退領域に対応する表面プロファイルを含まない追従範囲を設定することができる。このような構成によれば、突出領域についてはその表面に確実に光ビームを収束させ、後退領域への無用な追従については確実に回避することができる。

[0085] また、突出領域に対応する表面プロファイルを表す近似曲線を特定し、当該近似曲線を含み光軸方向において一定幅の範囲を追従範囲とすることができる。このような構成によれば、近似曲線で表された突出領域の表面近傍にのみ光ビームの収束位置を追従させることができ、かつその表面の位置変動にも対応することができる。

[0086] また、光ビームの入射位置を所定の主走査方向に沿って基板の一方端から他方端へ移動させる主走査移動と、光ビームの入射位置を主走査方向と直交する副走査方向に所定ピッチだけ移動させる副走査移動とを交互に繰り返して実行し、主走査方向に沿った表面プロファイルを特定するように構成することができる。このような構成によれば、主走査方向に沿った基板表面の凹凸に対応して追従範囲が設定されることとなるので、主走査移動の際に安定的に突出領域へ光ビームを収束させることができる。

[0087] また、副走査方向において検出される表面位置の変化に応じて追従範囲を更新するように構成することができる。このような構成によれば、副走査方向における基板表面の凹凸にも対応することが可能となる。

[0088] 以上、特定の実施例に沿って発明を説明したが、この説明は限定的な意味

で解釈されることを意図したものではない。発明の説明を参照すれば、本発明のその他の実施形態と同様に、開示された実施形態の様々な変形例が、この技術に精通した者に明らかとなるであろう。故に、添付の特許請求の範囲は、発明の真の範囲を逸脱しない範囲内で、当該変形例または実施形態を含むものと考えられる。

産業上の利用可能性

[0089] この発明は、描画対象物に光を照射して描画を行う技術に好適に適用することができ、特に、回折光学素子を用いてラインビーム光を変調して描画を行う技術分野に好適である。

符号の説明

[0090] ４　光学ヘッド（描画ヘッド）

１０　ステージ

２０　ステージ移動機構（走査移動部）

４５　オートフォーカス機構（検出部）

９０　制御部

９５　フォーカス制御部（制御部）

９９　記憶部

１００　描画装置１００

４４１　フォーカシングレンズ

４４２　フォーカス駆動機構（フォーカス調整部）

Ｂ　基材

Ｂｓ　基材上面（後退領域）

Ｒ　デバイス領域

Ｒｓ　デバイス領域上面（突出領域）

Ｗ　基板

Ｗｓ　基板上面（基板表面）

請求の範囲

[請求項1] 表面に高低差を有する基板を水平姿勢に載置したステージと、前記基板の表面に収束光ビームを照射して描画する描画ヘッドとを相対的に移動させて前記基板表面で前記光ビームの入射位置を走査して前記基板に描画する描画方法において、

前記光ビームが入射する前記基板の表面位置を光学的に検出する工程と、

前記表面位置の検出結果に基づき、前記光ビームの収束位置を光軸方向に調整して前記基板の表面に追従させる工程と

を備え、

前記収束位置の調整は、前記基板の表面のうち周囲から相対的に突出した突出領域と、前記突出領域よりも相対的に後退した後退領域とのそれぞれにおける前記基板の表面位置の検出結果に基づき設定された、追従範囲内に規制される描画方法。

[請求項2] 前記表面位置の検出結果から求められる前記収束位置が前記追従範囲を超えるとき、前記収束位置は前記追従範囲内のいずれかの位置に設定される請求項１に記載の描画方法。

[請求項3] 描画の実行に先立って、一の走査方向に沿って前記表面位置の検出を行い、その結果から前記突出領域と前記後退領域とを特定する請求項１または２に記載の描画方法。

[請求項4] 一の走査方向に沿った前記表面位置の検出結果から、前記突出領域に対応する表面プロファイルと前記後退領域に対応する表面プロファイルとをそれぞれ特定し、前記突出領域に対応する前記表面プロファイルを含み前記後退領域に対応する前記表面プロファイルを含まない前記追従範囲を設定する請求項１ないし３のいずれかに記載の描画方法。

[請求項5] 前記突出領域に対応する前記表面プロファイルを表す近似曲線を特定し、当該近似曲線を含み前記光軸方向において一定幅の範囲を前記

追従範囲とする請求項４に記載の描画方法。

[請求項6] 前記光ビームの入射位置を所定の主走査方向に沿って前記基板の一方端から他方端へ移動させる主走査移動と、前記光ビームの入射位置を前記主走査方向と直交する副走査方向に所定ピッチだけ移動させる副走査移動とを交互に繰り返して実行し、

前記主走査方向に沿った前記表面プロファイルを特定する請求項４または５に記載の描画方法。

[請求項7] 前記副走査方向において検出される前記表面位置の変化に応じて前記追従範囲を更新する請求項６に記載の描画方法。

[請求項8] 表面に高低差を有する基板を水平姿勢に載置可能なステージと、

前記基板の表面に収束光ビームを照射して描画する描画ヘッドと、

前記ステージと前記描画ヘッドとを相対的に移動させて前記基板表面で前記光ビームの入射位置を走査する走査移動部と、

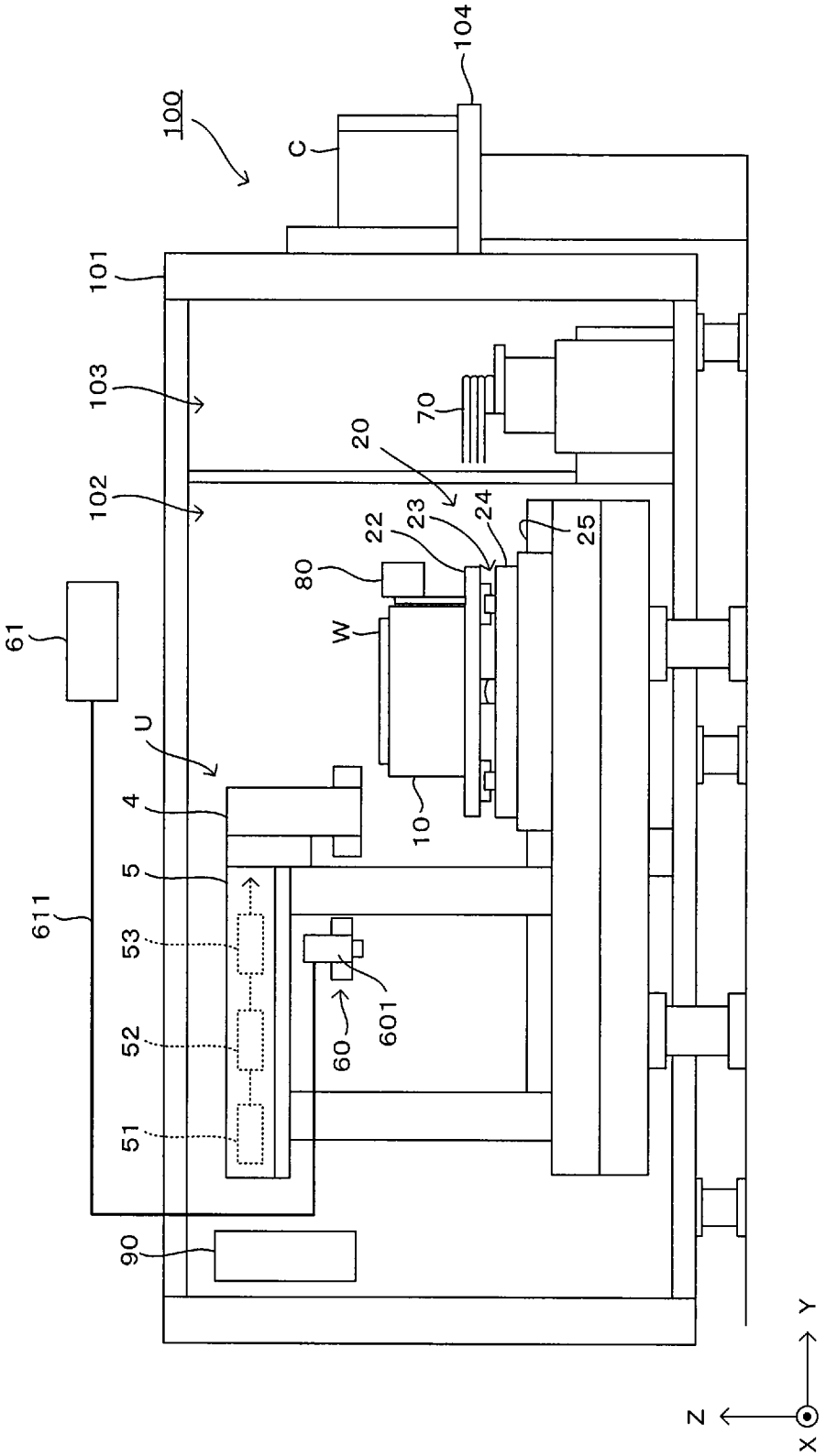
前記光ビームが入射する前記基板の表面位置を光学的に検出する検出部と、

前記検出部の検出結果に基づき、前記光ビームの収束位置を所定の追従範囲内で光軸方向に調整して前記基板の表面に追従させるフォーカス調整部と

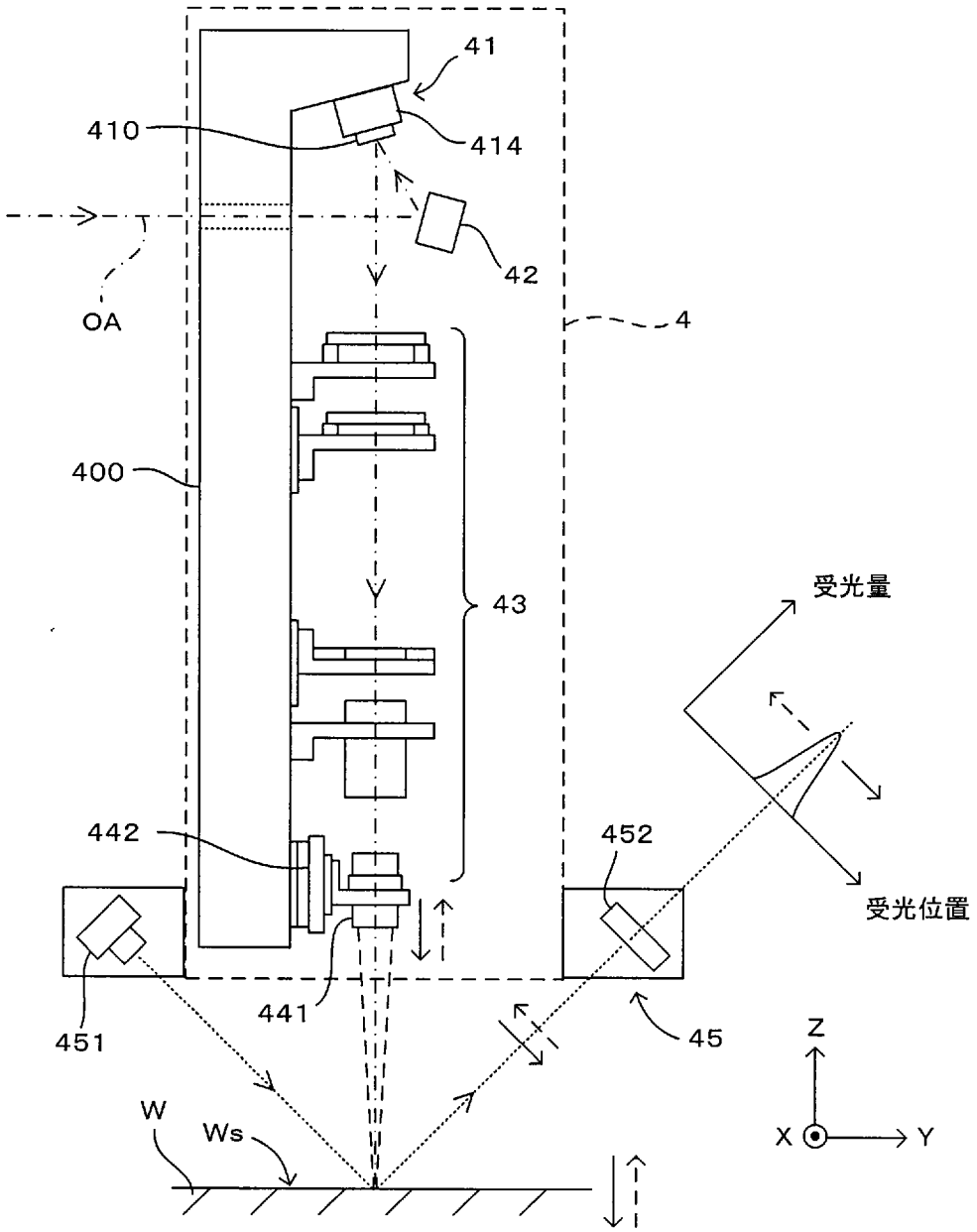
を備え、

前記追従範囲は、前記基板の表面のうち周囲から相対的に突出した突出領域と、前記突出領域よりも相対的に後退した後退領域とのそれぞれにおける前記基板の表面位置の検出結果に基づき予め設定されている描画装置。

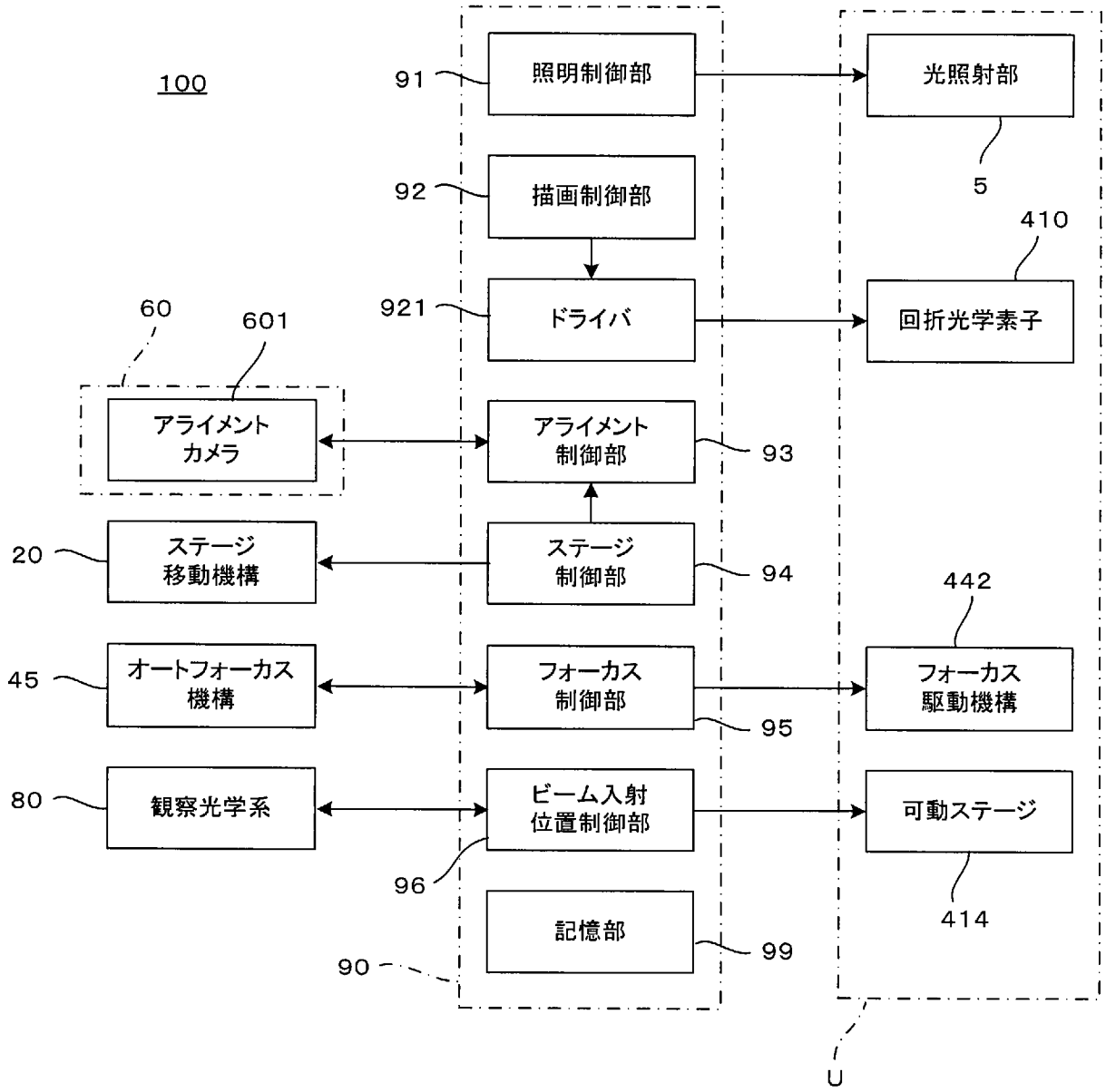
[図1]


100
104
C
101
103
70
20
102
22
23
24
25
80
W
61
U
4
10
5
611
53
52
51
60
601
90
Y
Z
X

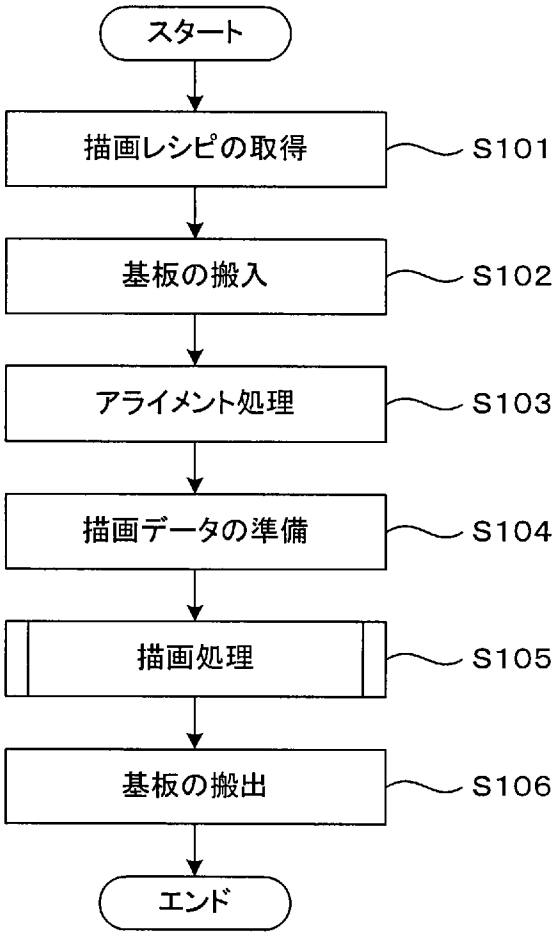
[図2]



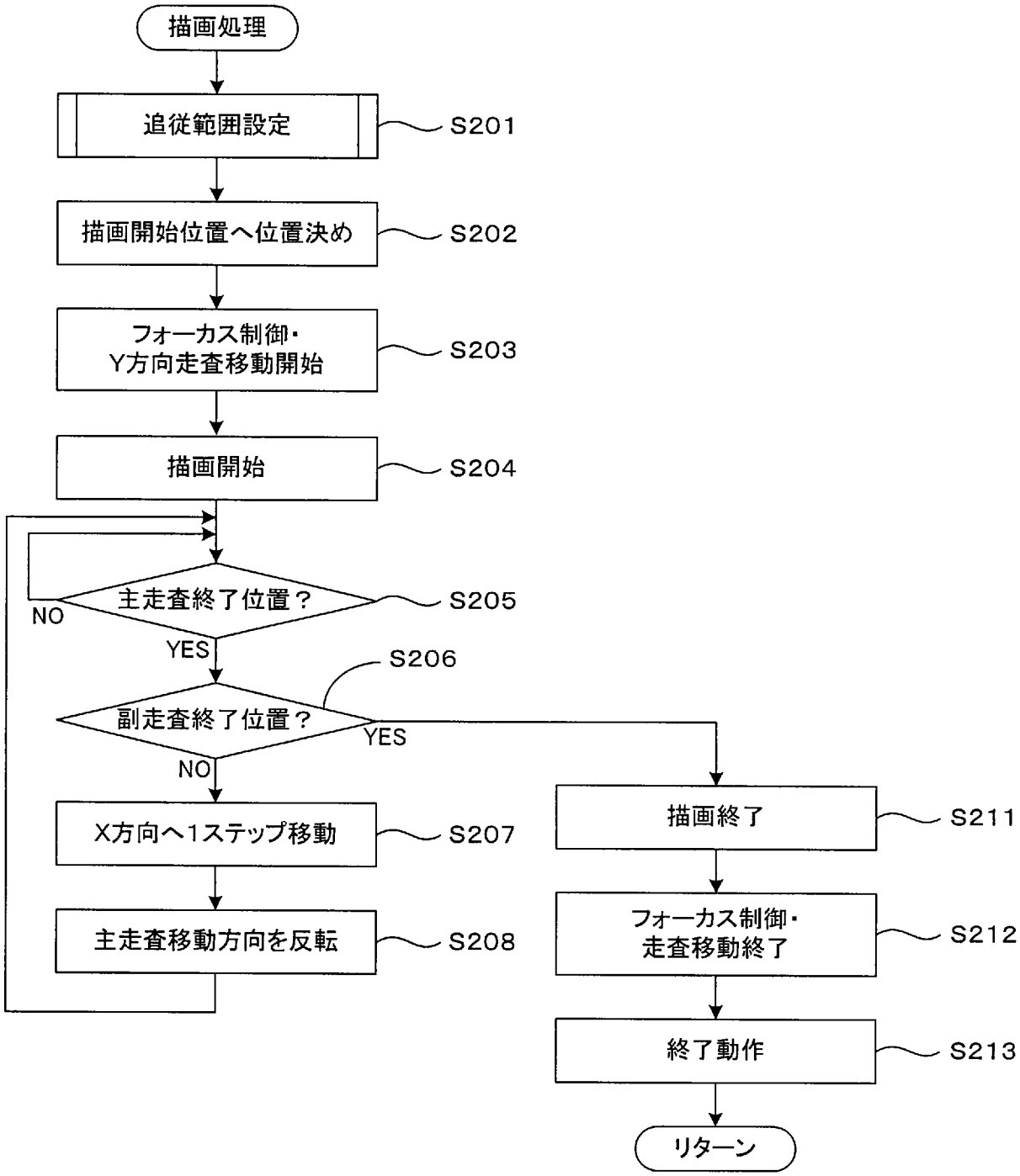
[図3]


100
91
照明制御部
光照射部
5
92
描画制御部
410
921
ドライバ
回折光学素子
60
601
アライメント
カメラ
アライメント
制御部
93
20
ステージ
移動機構
ステージ
制御部
94
442
45
オートフォーカス
機構
フォーカス
制御部
95
フォーカス
駆動機構
80
観察光学系
ビーム入射
位置制御部
96
可動ステージ
414
記憶部
99
90
U

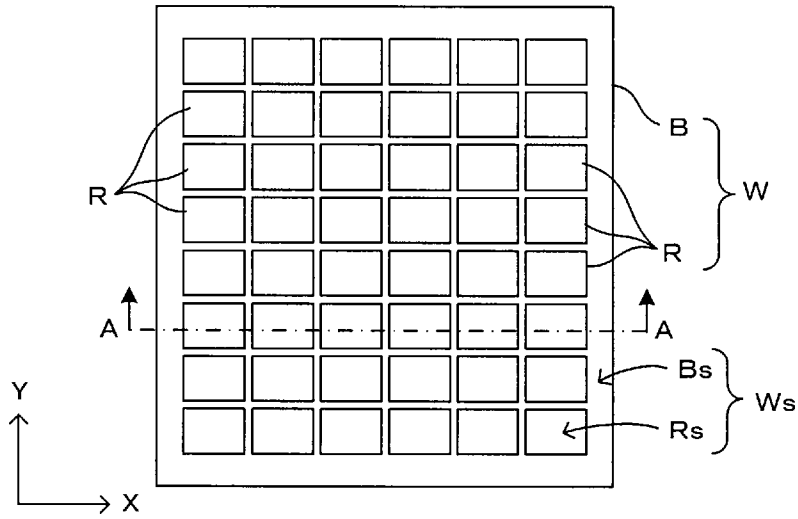
[図4]


スタート
描画レシピの取得
S101
基板の搬入
S102
アライメント処理
S103
描画データの準備
S104
描画処理
S105
基板の搬出
S106
エンド

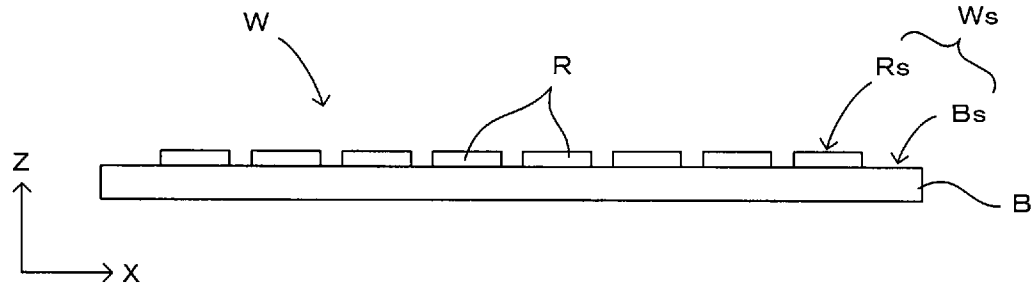
[図5]


描画処理
追従範囲設定
S201
描画開始位置へ位置決め
S202
フォーカス制御・
Y方向走査移動開始
S203
描画開始
S204
主走査終了位置？
S205
NO
YES
S206
副走査終了位置？
YES
NO
X方向へ1ステップ移動
S207
主走査移動方向を反転
S208
描画終了
S211
フォーカス制御・
走査移動終了
S212
終了動作
S213
リターン

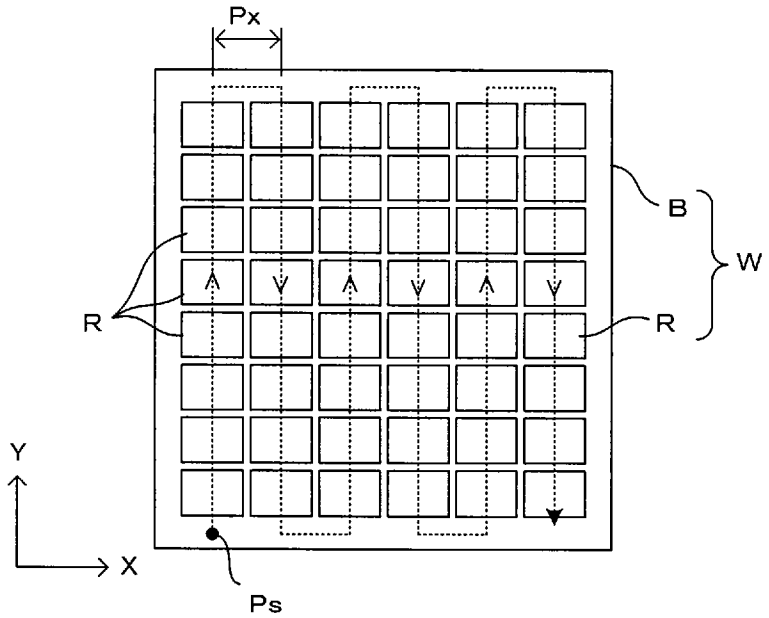
[図6A]



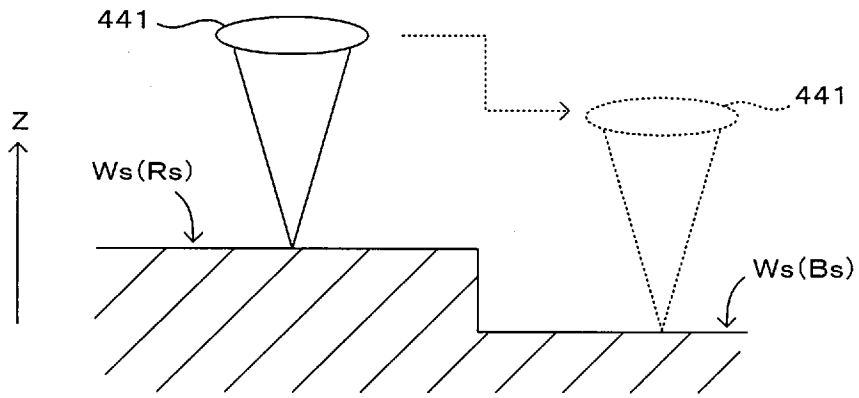
[図6B]



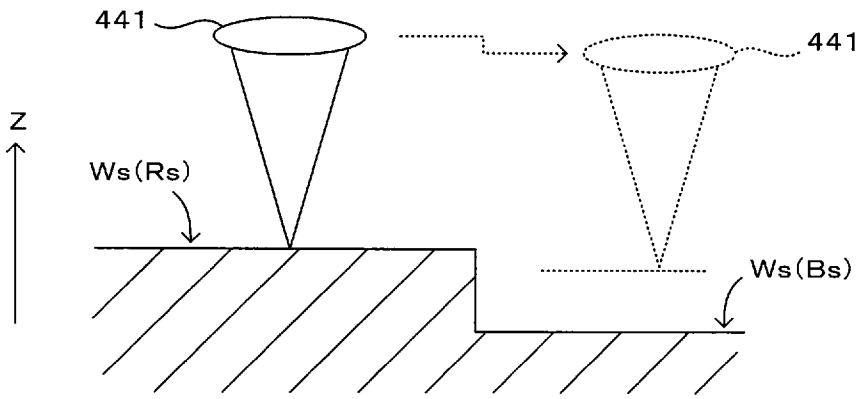
[図6C]



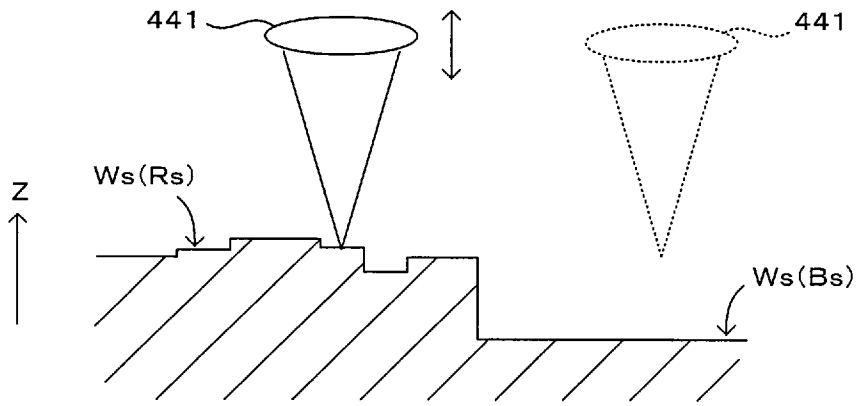
[図7A]



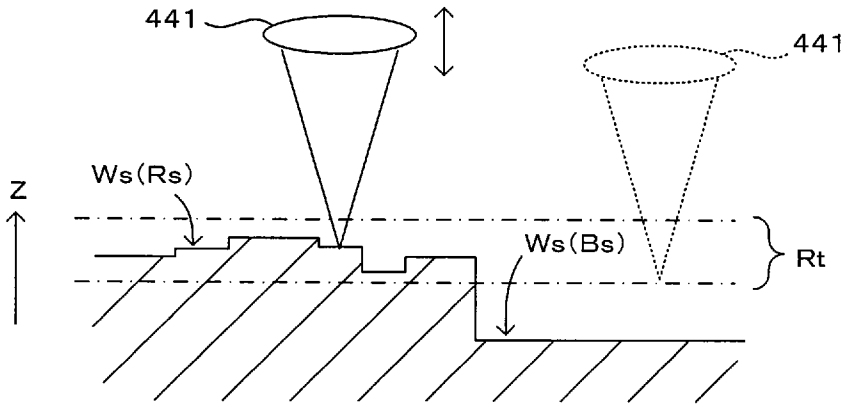
[図7B]



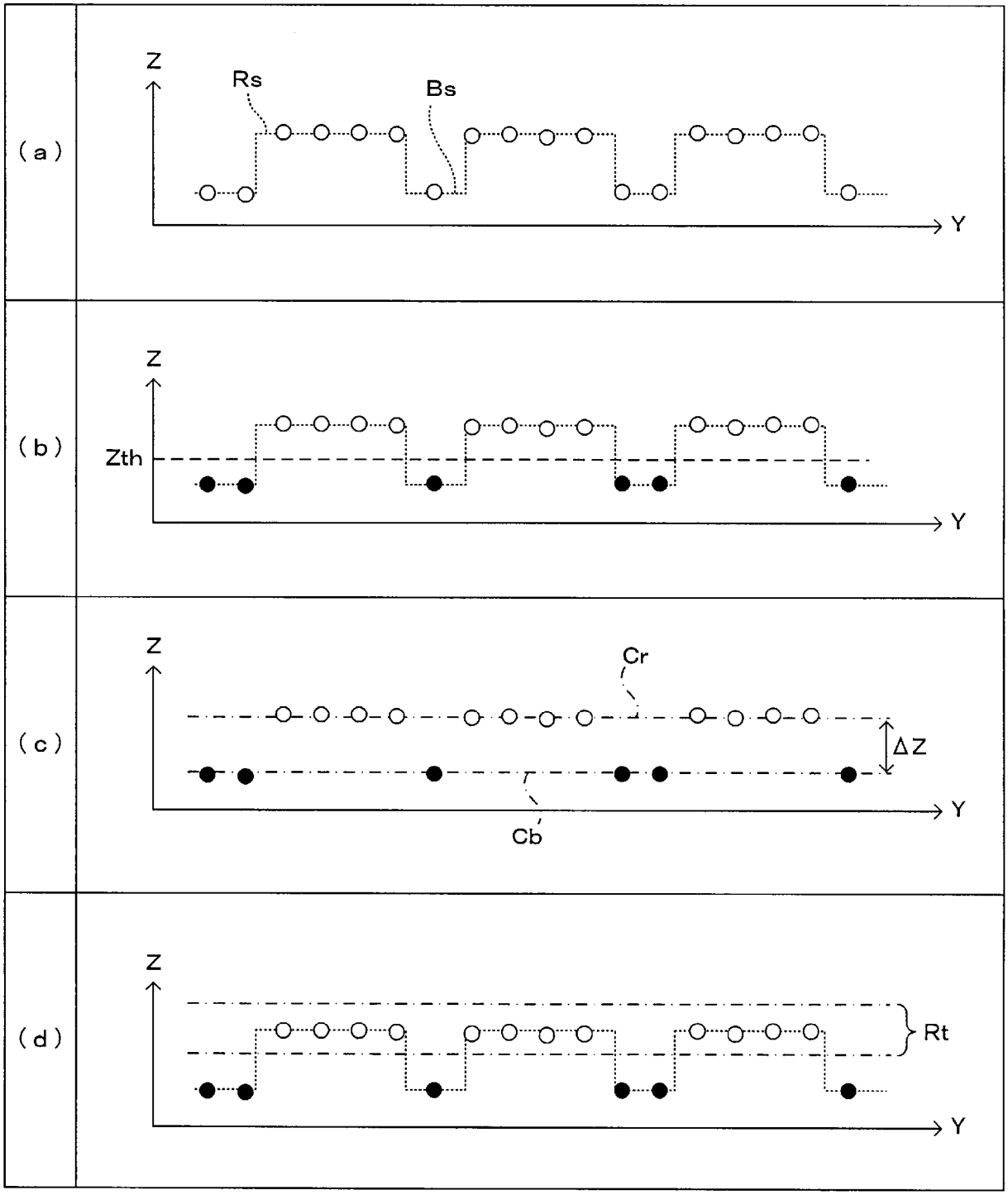
[図8A]



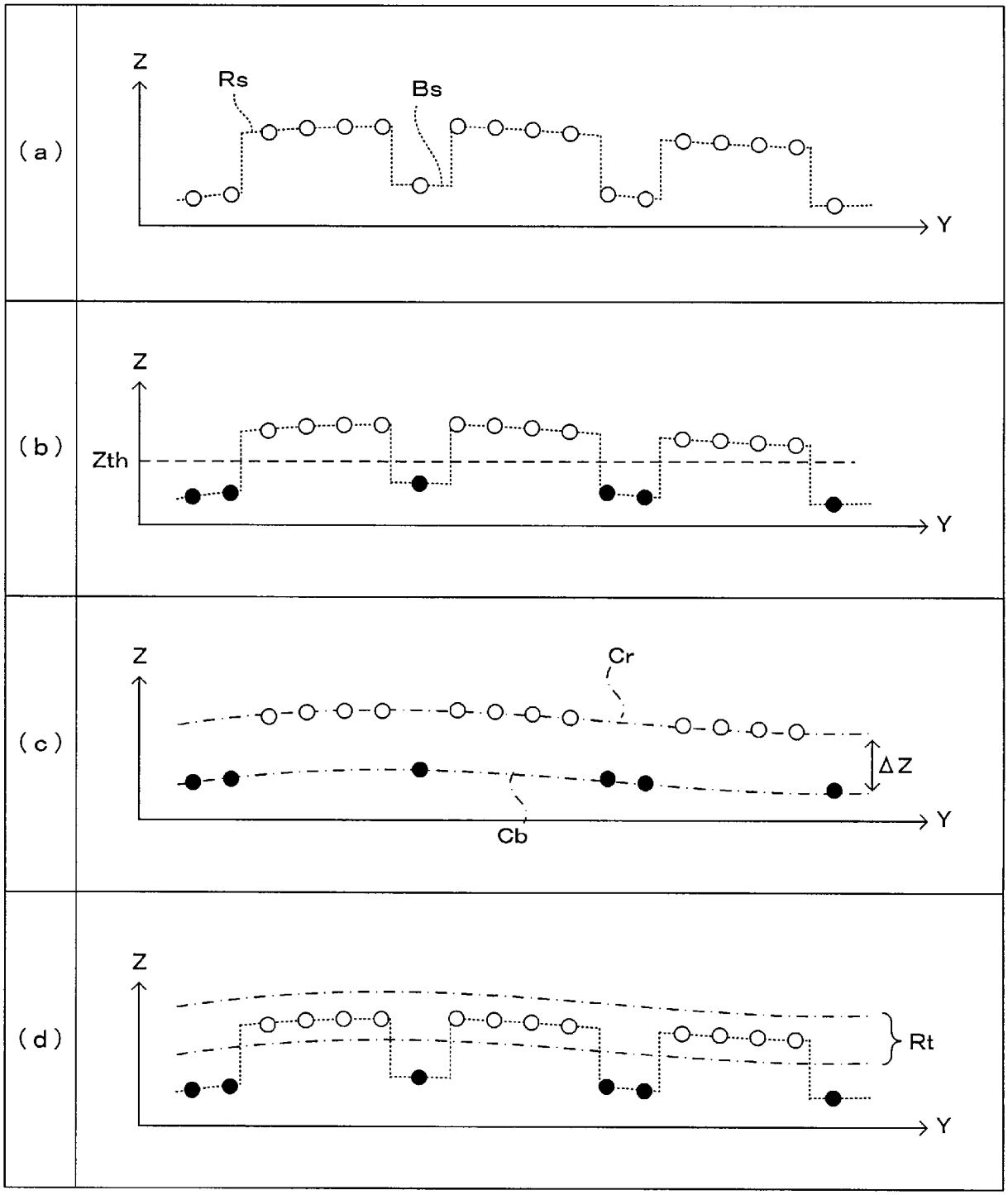
[図8B]



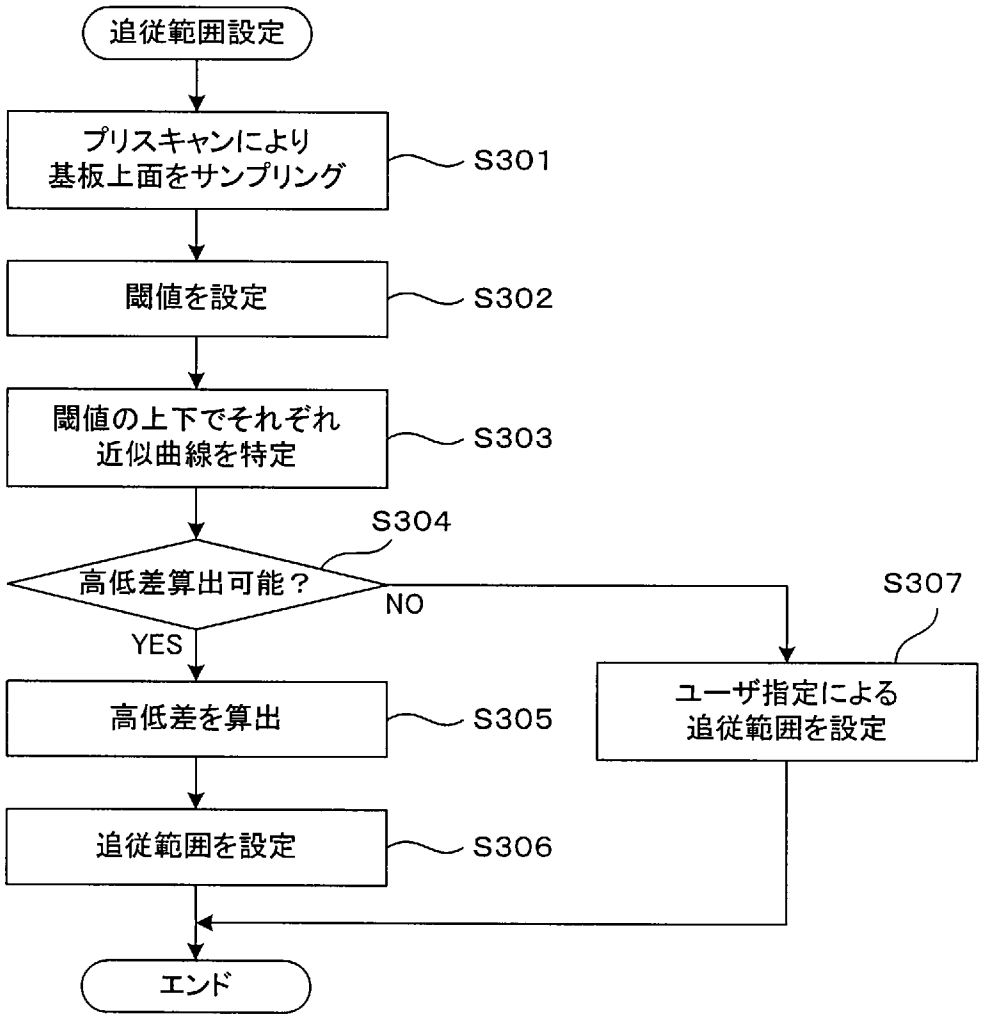
[図9]



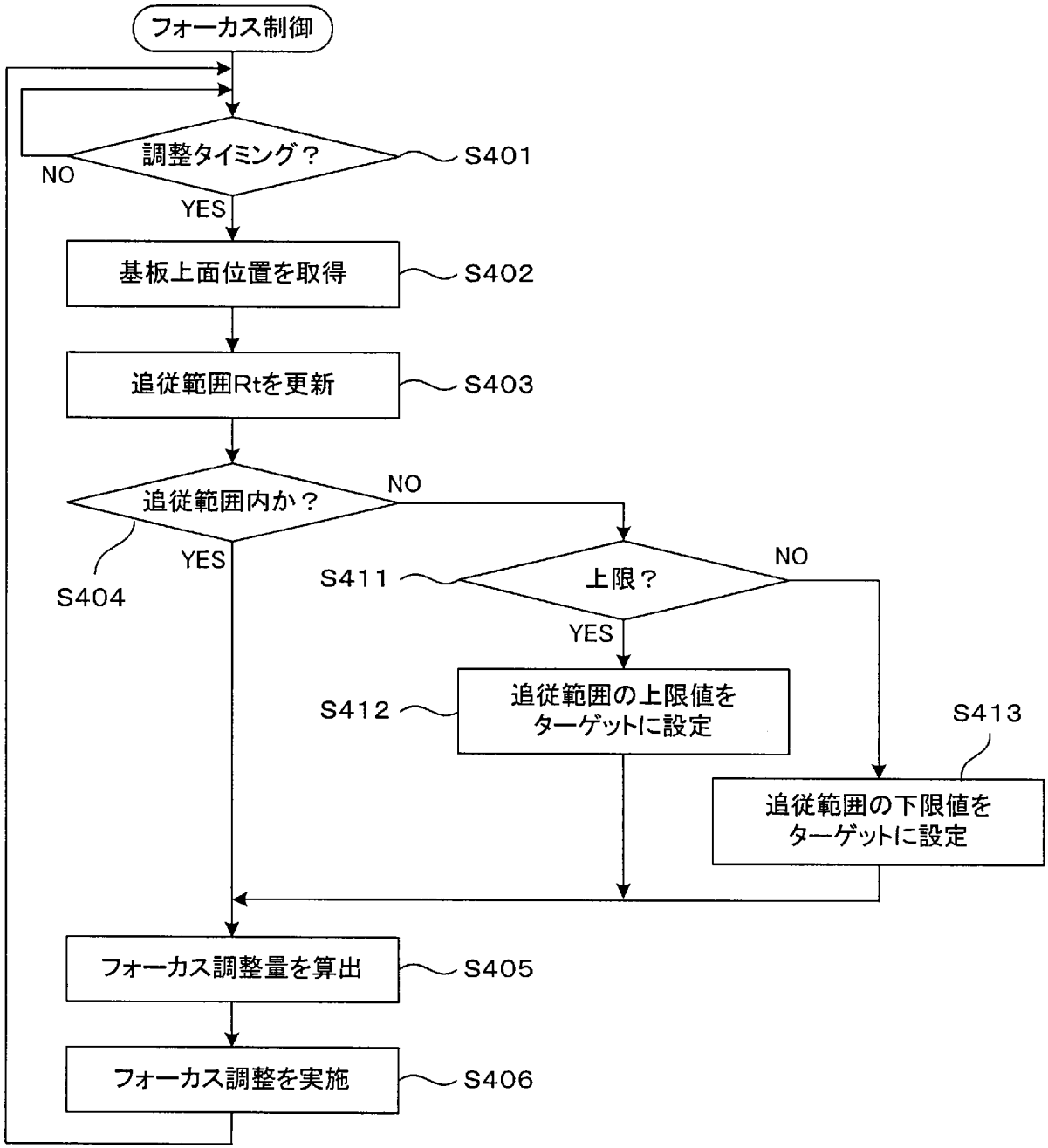
[図10]



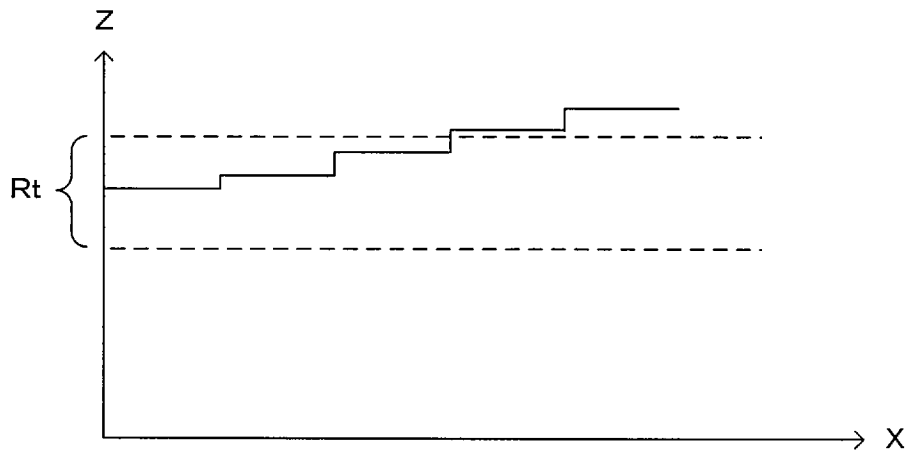
[図11]


追従範囲設定
プリスキャンにより
基板上面をサンプリング
S301
閾値を設定
S302
閾値の上下でそれぞれ
近似曲線を特定
S303
S304
高低差算出可能？
NO
YES
S307
ユーザ指定による
追従範囲を設定
高低差を算出
S305
追従範囲を設定
S306
エンド

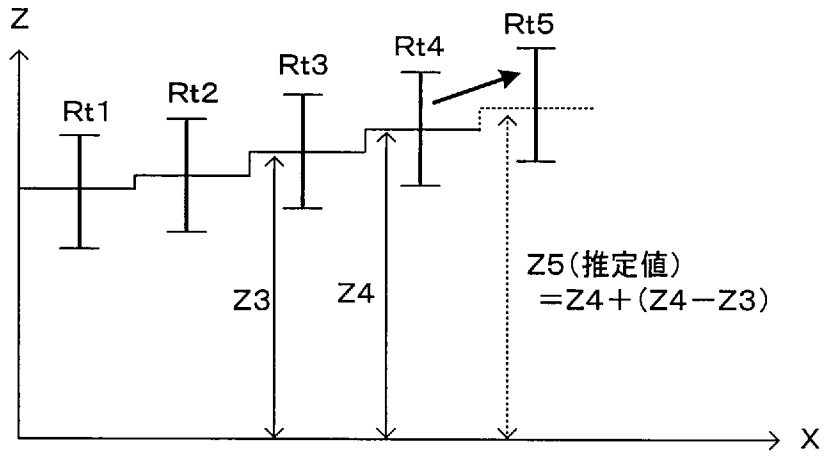
[図12]


フォーカス制御
調整タイミング？
S401
NO
YES
基板上面位置を取得
S402
追従範囲Rtを更新
S403
追従範囲内か？
NO
YES
S404
S411
上限？
NO
YES
S412
追従範囲の上限値を
ターゲットに設定
S413
追従範囲の下限値を
ターゲットに設定
フォーカス調整量を算出
S405
フォーカス調整を実施
S406

[図13A]


Z
Rt
X

[図13B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/039234

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G03F7/207(2006.01)i, G03F7/20(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)
Int.Cl. G03F7/207, G03F7/20

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 1971-2019
Registered utility model specifications of Japan 1996-2019
Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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 2006-234960 A (FUJI PHOTO FILM CO., LTD.) 07 September 2006, claim 5, paragraphs [0054]-[0068], fig. 1-9 & WO 2006/090575 A1, claim 5, paragraphs [0058]-[0073], fig. 1-9	1-3, 8
A	WO 2015/136782 A1 (SCREEN HOLDINGS CO., LTD.) 17 September 2015, paragraphs [0013]-[0134], all drawings & JP 2015-170830 A & TW 201535064 A	1-8

☒ 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
29.10.2019	12.11.2019
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/JP2019/039234

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-244407 A (FUJIFILM CORPORATION) 22 October 2009, paragraphs [0016]-[0089], all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2002-100552 A (NIKON CORPORATION) 05 April 2002, paragraphs [0043]-[0058], fig. 7-11 (Family: none)	1-8
A	JP 10-294257 A (NIKON CORPORATION) 04 November 1998, paragraphs [0037]-[0056], fig. 7-14 (Family: none)	1-8

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０３９２３４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G03F7/207(2006.01)i, G03F7/20(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G03F7/207, G03F7/20

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	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９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 2006-234960 A（富士写真フイルム株式会社）2006.09.07, [請求項５], 段落[００５４]－[００６８]，図１－９ & WO 2006/090575 A1, [請求項５], 段落[００５８]－[００７３]，図１－９	1-3,8
A	WO 2015/136782 A1(株式会社ＳＣＲＥＥＮホールディングス) 2015.09.17, 段落[００１３]－[０１３４]，全図　& JP 2015-170830 A & TW 201535064 A	1-8

☑　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	国際調査報告の発送日
２９．１０．２０１９	１２．１１．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｇ　３７０６
植木　隆和
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２２６

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
A	JP 2009-244407 A (富士フイルム株式会社) 2009.10.22, 段落[００１６]－[００８９]，全図（ファミリーなし）	1-8
A	JP 2002-100552 A (株式会社ニコン) 2002.04.05, 段落[００４３]－[００５８]，図７－１１（ファミリーなし）	1-8
A	JP 10-294257 A (株式会社ニコン) 1998.11.04, 段落[００３７]－[００５６]，図７－１４（ファミリーなし）	1-8