

(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
2023年9月14日(14.09.2023)



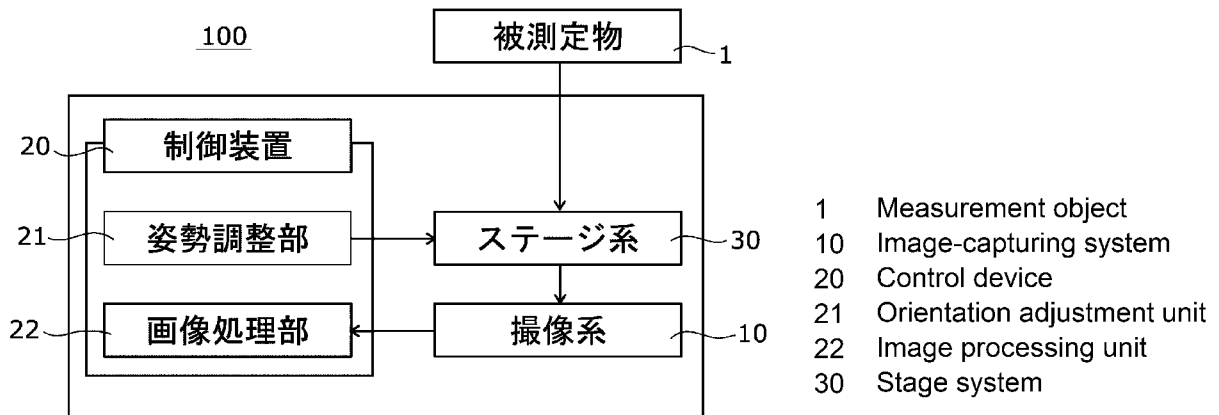
(10) 国際公開番号

WO 2023/171192 A1

- (51) 国際特許分類:
G01B 11/24 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/003617
- (22) 国際出願日: 2023年2月3日(03.02.2023)
- (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 2022-035892 2022年3月9日(09.03.2022) JP
- (71) 出願人: 株式会社東京精密(TOKYO SEIMITSU CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1928515 東京都八王子市石川町2-9-68-2 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 津留 太良(TSURU Taira); 〒3000015 茨城県土浦市北神立町2-1-4 株式会社東精エンジニアリング内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: スプリング弁理士法人(SPRING IP); 〒3001207 茨城県牛久市ひたち野東4丁目7-3 ブリーズノース101 Ibaraki (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) Title: SHAPE MEASUREMENT DEVICE

(54) 発明の名称: 形状測定装置



(57) Abstract: [Solution] According to the present invention, a shape measurement device, for acquiring a plurality of surface images while scanning a surface of a measurement object 1 that is plate-like, and measuring a shape of the measurement object 1, includes an image-capturing system 10 that irradiates the measurement object 1 by parallel light and acquires surface images, a stage system 30 that holds the measurement object 1 and adjusts an orientation of the measurement object 1 as to the image-capturing system 10, and a control device 20. The control device 20 includes an orientation adjusting unit 21 that controls the image-capturing system 10 and the stage system 30 so as to scan the surface while adjusting the orientation, and acquire the plurality of surface images, and an image processing unit 22 that generates a three-dimensional shape restoration model of the measurement object 1 from the plurality of surface images that are acquired. When acquiring the surface images, the orientation adjusting unit 21 adjusts the orientation such that an incident angle of the parallel light to the surface is within a range that is set in advance. According to this shape measurement device, shape measurement of measurement objects that are plate-like, and in particular even notch portions of wafers that

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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

have complicated shapes, can be performed with higher precision.

(57) 要約: 【解決手段】 板状の被測定物1の表面を走査しながら複数の表面画像を取得し、被測定物1の形状を測定するための形状測定装置であって、被測定物1に平行光を照射し、表面画像を取得する撮像系10と、被測定物1を保持し、撮像系10に対する被測定物1の姿勢を調整するステージ系30と、制御装置20と、を有し、制御装置20は、撮像系10、及び、ステージ系30を制御して、姿勢を調整しながら表面を走査させ、複数の表面画像を取得させる、姿勢調整部21と、取得された複数の表面画像から、被測定物1の3次元形状の復元モデルの生成を行う画像処理部22と、を有し、姿勢調整部21は、表面画像の取得に際し、平行光の表面への入射角が予め定めた範囲内となるよう、姿勢を調整する、形状測定装置によれば、板状の被測定物、特に、複雑な形状であるウェハのノッチ部であってもより高い精度で形状測定を行える。

明 細 書

発明の名称：形状測定装置

技術分野

[0001] 本発明は、板状の被測定物、特に半導体ウェハ（以下、単に「ウェハ」ともいう。）の表面、及び、面取り加工された端面等の形状を測定する装置に関する。本発明は、特にノッチ部の３次元形状を測定する形状測定装置に関する。

背景技術

[0002] 研削、エッチング、及び、研磨等の工程を経て製造される半導体ウェハについて、各工程完了後の仕掛品、及び／又は、製品のエッジプロファイルを測定すべき要望がある。このエッジプロファイルを測定する方法としては、光投影測定法が知られている。

光投影測定法は、ウェハの面取り加工された端部に対し、そのウェハの表裏各面に略平行な方向から光を投光すると共に、その投光方向に対向する方向からカメラによってウェハの端面の投影像（厚み方向に切断した断面形状）を撮像するものである。

[0003] 特許文献１は、半導体ウェハなどの端面形状をその投影像に基づいて測定する場合、複数の設定角度の投影像それぞれについて、予め定められた画像処理を実行することが記載されている。これにより、その端面に存在する付着物の影響を受けずに正しい形状測定が行われると説明されている。

[0004] また、特許文献２は、光軸方向に沿う奥行き長さが長い半導体ウェハの外周端縁部分の２次元形状の計測の場合、コリメータレンズを用いて、できるだけ完全に近い平行な光を照射することが記載されている。これにより、投影像における輪郭のボケや回析縞の発生が防止されると説明されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：特開２００９－２５０７９号公報

特許文献2：特開2006-145487号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1、及び、2に記載の上記従来技術においては、ウェハのノッチ部の上面形状（2次元）しか計測できなかった。したがって、より複雑な形状であるノッチ部の3次元形状を精度良く計測できなかった。また、ノッチ部以外の周縁部は、ウェハのアライメント（姿勢）、結晶方位と光の回折等（光の回り込み）に起因して輪郭がぼやけ、形状測定の精度が十分とは言い難かった。

[0007] そこで、本発明は、板状の被測定物、特に、複雑な形状であるウェハのノッチ部であってもより高い精度で形状測定を行える形状測定装置を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明者らは、上記課題を解決すべく鋭意検討した結果、以下の構成により上記課題を解決することができることを見出した。

[0009] [1] 板状の被測定物の表面を走査しながら複数の表面画像を取得し、上記被測定物の形状を測定するための形状測定装置であって、上記被測定物に平行光を照射し、上記表面画像を取得する撮像系と、上記被測定物を保持し、上記撮像系に対する上記被測定物の姿勢を調整するステージ系と、制御装置と、を有し、上記制御装置は、上記撮像系、及び、上記ステージ系を制御して、上記姿勢を調整しながら上記表面を走査させ、複数の上記表面画像を取得させる、姿勢調整部と、取得された複数の上記表面画像から、上記被測定物の3次元形状の復元モデルの生成を行う画像処理部と、を有し、上記姿勢調整部は、上記表面画像の取得に際し、上記平行光の上記表面への入射角が予め定めた範囲内となるよう、上記姿勢を調整する、形状測定装置。

[2] 上記姿勢調整部は、予め記憶された上記被測定物の3次元形状の設計データをもとに、上記調整の量を決定する、[1]に記載の形状測定装置。

〔３〕 上記ステージ系は、Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸の３軸に加えて、回転のヨー軸と傾斜のピッチ軸の２軸を加えた５軸による構造のチャックテーブルを含む、〔１〕又は〔２〕に記載の形状測定装置。

〔４〕 複数の上記撮像系と、上記撮像系を切り替える、撮像系切り替え機構と、を有し、上記制御装置は、上記被測定物との対応関係に基づき予め定められた上記撮像系に、使用する上記撮像系を切り替える、〔１〕又は〔２〕に記載の形状測定装置。

〔５〕 上記被測定物がウェハであり、上記撮像系が、白色干渉顕微画像の取得用、共焦点顕微画像の取得用、及び、偏光板を利用した照度差ステレオ法による画像の取得用からなる群より選択される少なくとも２種以上を含み、上記制御装置は、上記ウェハが研削処理後のウェハである場合、白色干渉顕微画像の取得用の上記撮像系に、上記ウェハがエッチング処理後のウェハである場合、共焦点顕微画像の取得用の上記撮像系に、上記ウェハが研磨処理後のウェハである場合、照度差ステレオ法による画像の取得用の上記撮像系に、それぞれ切り替える、〔４〕に記載の形状測定装置。

〔６〕 上記被測定物がウェハであり、上記姿勢調整部は、上記ウェハのエッジ部の上記表面画像の取得に際し、斜面、又は、端面に対して上記ピッチ軸を回転させて、上記入射角を調整し、かつ、上記撮像系を上記Ｘ軸の方向に走査しながら、上記表面画像を取得させ、次いで、上記ヨー軸を回転させて外周の上記表面画像を取得させる、〔３〕に記載の形状測定装置。

〔７〕 上記ウェハのＲ部の上記表面画像の取得に際し、上記姿勢調整部は、上記ピッチ軸を所定のピッチ角の回転刻みで分割し、上記表面画像を取得させる、〔６〕に記載の形状測定装置。

〔８〕 上記被測定物がウェハであり、上記姿勢調整部は、上記ウェハのノッチ部の片Ｒ部の上記表面画像の取得に際し、上記撮像系の焦点距離を固定し、上記片Ｒ部の中心を通る光軸に上記撮像系を置き、上記ヨー軸を回転させて、上記表面画像を取得させる、〔３〕に記載の形状測定装置。

〔９〕 上記被測定物がウェハであり、上記姿勢調整部は、ノッチ部の直

線部の上記表面画像の取得に際し、上記撮像系の焦点距離、及び、上記ヨー軸を固定し、上記入射角を調整する、〔３〕に記載の形状測定装置。

〔１０〕 上記被測定物がウェハであり、上記姿勢調整部は、上記ウェハのノッチ部のボトムＲ部の上記表面画像の取得に際し、上記撮像系の焦点距離を固定し、上記ボトムＲ部の中心を通る光軸に上記撮像系を置き、上記Ｚ軸の方向、及び、上記Ｙ軸の方向に走査しながら、上記表面画像を取得させる、〔３〕に記載の形状測定装置。

発明の効果

〔００１０〕 本発明によれば、板状の被測定物、特に、複雑な形状であるウェハのノッチ部であってもより高い精度で形状測定を行える形状測定装置が提供できる。

図面の簡単な説明

〔００１１〕 〔図１〕本発明の実施形態に係る形状測定装置の機能ブロック図である。

〔図２〕白色干渉顕微画像の取得用の撮像系の基本構成図である。

〔図３〕共焦点顕微画像の取得用の撮像系の基本構成図である。

〔図４〕照度差ステレオ法による画像の取得用の撮像系の基本構成図である。

〔図５〕ステージ系の構成を示す斜視図である。

〔図６〕撮像系と被測定物との関係を示すＹ軸正面から見た構成図である。

〔図７〕撮像系と被測定物との関係を示すＸ軸正面から見た構成図である。

〔図８〕形状測定装置による被測定物の３次元形状の測定手順を示すフローチャートである。

〔図９〕ウェハである被測定物のノッチ部の３次元形状の測定の手順の説明図である。

〔図１０〕データ抜けする場合の表面画像の取得方法を示す説明図である。

〔図１１〕外周のエッジ部を測定する際の撮像系と被測定物の関係を示すＹ軸正面図である。

〔図１２〕外周のエッジ部の斜面の表面画像を取得する際の撮像系と被測定物との関係を示すＸ軸正面図である。

[図13]外周のエッジ部の断面形状と撮像方向を示す詳細図である。

[図14]外周のエッジ部の表面画像の取得の際の姿勢調整の説明図である。

[図15]ノッチ部におけるX3（端面）の片R部の撮像軌道を示す図である。

[図16]ノッチ部におけるX3（端面）の直線部の撮像軌道を示す図である。

[図17]ノッチ部におけるX3（端面）のボトムR部の撮像軌道を示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明について詳細に説明する。

以下に記載する構成要件の説明は、本発明の代表的な実施形態に基づいてなされることがあるが、本発明はそのような実施形態に制限されるものではない。

なお、本明細書において、「～」を用いて表される数値範囲は、「～」の前後に記載される数値を下限値及び上限値として含む範囲を意味する。

[0013] また、以下に示す実施形態は、本発明の技術的思想を具体化した一例であって、本発明の技術的思想は、構成部品の材質、形状、構造、及び、配置等を下記の実施形態に特定するものではない。また、図面は模式的なものである。そのため、厚みと平面寸法との関係、比率等は現実のものとは異なる場合があり、また、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なることがある。

[0014] [形状測定装置]

本発明の実施形態に係る形状測定装置（以下「本形状測定装置」ともいう。）は、板状の被測定物の表面を走査しながら複数の表面画像を取得し、上記被測定物の形状を測定するための形状測定装置であって、被測定物に平行光を照射し、上記表面画像を取得する撮像系と、上記被測定物を保持し、上記撮像系に対する上記被測定物の姿勢を調整するステージ系と、制御装置と、を有し、上記制御装置は、上記撮像系、及び、上記ステージ系を制御して、上記姿勢を調整しながら上記表面を走査させ、複数の上記表面画像を取得させる、姿勢調整部と、取得された複数の上記表面画像から、上記被測定物

の３次元形状の復元モデルの生成を行う画像処理部と、を有し、上記姿勢調整部は、上記表面画像の取得に際し、上記平行光の上記表面への入射角が予め定めた範囲内となるよう、上記被測定物の姿勢を調整する、形状測定装置である。

[0015] 図１は、本形状測定装置の機能ブロック図である。形状測定装置１００は、板状の被測定物１（典型的には各種処理後の仕掛品、及び／又は、製品のウェハが好ましい）を保持し、その姿勢を制御するステージ系３０と、被測定物１に平行光を照射し、表面画像を取得する撮像系１０と、制御装置２０とを有する。制御装置２０は、撮像系、１０及び、ステージ系３０を制御して、被測定物１の姿勢を調整しながらその表面を走査させ、複数の表面画像を取得させる、姿勢調整部２１と、被測定物１の３次元形状の復元モデルの生成を行う画像処理部２２と、を有する。

[0016] 板状の被測定物１の材質、形状、及び、大きさ等は特に制限されないが、典型的には半導体ウェハ（単に「ウェハ」ともいう。）が好ましい。半導体ウェハとしては、インゴットから切り出して作成されたもの；研削、エッチング、及び、研磨等の各工程を経たもの；各工程を経て完成した製品；のいずれであってもよい。また、その材質も特に制限されず、単結晶シリコン、サファイア、シリコンカーバイド、リン化ガリウム（GaP）、ヒ化ガリウム（GaAs）、リン化インジウム（InP）、及び、窒化ガリウム（GaN）等のいずれであってもよい。

[0017] 撮像系１０は、被測定物１に平行光を照射し、被測定物１の表面画像を取得する機能を有する。撮像系１０は、典型的には、カメラと、平行光源と、ビームスプリッタと、集光光学系とを有することが好ましい。

なお、図１の形状測定装置１００は、撮像系１０を１つ有している。しかし、本発明の形状測定装置１００が有する撮像系１０は、複数であってもよく、その場合、形状測定装置１００は複数の撮像系１０を切り替えて使用するための撮像系切り替え機構を有していてもよい。

[0018] 形状測定装置１００が複数の撮像系１０を有する場合、撮像系１０の各々

は、被測定物 1 の種類に応じて使い分けられることが好ましい。具体的には、制御装置 20 は、被測定物 1 との対応関係に基づき予め定められた撮像系 10 に切り替えることが好ましい。

[0019] 例えば、被測定物 1 が研削処理後のウェハである場合、被測定物 1 の表面には、研削工具による研削痕が多く、被測定物 1 の表面に照射された光は拡散反射されることが多い。言い換えれば、研削処理後のウェハ表面は、拡散反射が支配的な表面状態となっている。このような場合、表面画像をより正確、より効率的に取得するためには、白色干渉顕微画像の取得用の撮像系 10 を用いることが好ましい。

[0020] 図 2 は、白色干渉顕微画像の取得用の撮像系 10 の基本構成図である。ガウシアンのプロファイルを持つ光源 10-1（レーザ又は `light-emitting diode: LED`）からの光は、発散する光を平行にするコリメート光学系 10-2（例えば、ビームエキスパンダ等）、ビームスプリッタ 10-3、対物レンズ 10-4 を通過して被測定物 1 へと照射される。なお、光源 10-1 は平行光源であってもよく、その場合、撮像系 10 は、コリメート光学系 10-2 を有さなくてもよい。

[0021] カメラ 10-7 は、被測定物 1 から反射して対物レンズ 10-4、ビームスプリッタ 10-3、集光光学系 10-6（例えば、集光レンズ等）を通過した光、及び、参照ミラー 10-5 で反射され、同一光路に戻った光を撮像する。被測定物 1 から反射した光と参照ミラー 10-5 で反射された光は、重なり合うと、空間干渉パターン（干渉縞）が得られる。そして、干渉縞は両者の光路差の情報を持っており、垂直方向に対物レンズ 10-4 をスキャンした際に現れる干渉縞のコントラスト変化や位相変化を解析することにより、表面の凹凸形状データを取得できる。

[0022] また、例えば、被測定物 1 がエッチング処理（例えば、アルカリエッチング処理）後のウェハである場合、表面の結晶方位の分布、及び、エッチピットが存在することで、表面の反射特性（照射された光を直接反射する／拡散反射する特性）が局所的に異なっている（併存している）ことがある。

このような場合、表面画像をより正確、より効率的に取得するためには、共焦点顕微画像の取得用の撮像系 10 を用いることが好ましい。

[0023] 図 3 は、共焦点顕微画像の取得用の撮像系 10 の基本構成図である。共焦点顕微画像の取得用の撮像系 10 は、焦点深度を浅くして光学系にピンホール共焦点方式を使用した光学顕微鏡で 3 次元像を取得する。光源 10-1 からの光は、図 2 と同様に発散する光を平行にするコリメート光学系 10-2、ビームスプリッタ 10-3、対物レンズ 10-4 を通過して被測定物 1 へ照射する。ピンホール 10-8 は、光源 10-1 とカメラ 10-7 との前に配置されている。したがって、カメラ 10-7 は、被測定物 1 から反射して対物レンズ 10-4、ビームスプリッタ 10-3、集光光学系 10-6、ピンホール 10-8 を通過した光を撮像する。

[0024] これによりピントの合っていない像は、ピンホール 10-8 により遮られ、強い信号が取得されず、その結果、ピントの合った合焦点像だけが取得される。3 次元測定を行う場合は、面で捉えるために、水平方向のビーム走査を行い、次に垂直方向への走査を行う。合焦点像は、典型的には以下の手順で取得される。垂直方向のステップ間隔を設定し、高さごとの面の撮像画像を取得する。このとき、光検出強度のピーク位置が対象サンプルの表面の高さとなる。後述する画像処理部 22 によって、この撮像画像が 3 次元表面形状データに変換されて保存される。

[0025] また、例えば、被測定物 1 が研磨処理後のウェハである場合、表面は鏡面状態に整えられているため、直接反射が支配的となる。

このような場合、表面画像をより正確、より効率的に取得するためには、偏光板を利用した照度差ステレオ法による画像の取得用の撮像系 10 を用いることが好ましい。

[0026] 図 4 は、照度差ステレオ法による画像の取得用の撮像系 10 の基本構成図である。照度差ステレオ法は、光源 10-1 の位置を変化させ撮影した複数枚の画像から、物体表面の 3 次元形状情報である法線ベクトルを計測する。

被測定物 1 の表面は鏡面であると、直接反射が支配的になる。このとき、

白色干渉顕微画像の取得用の光学系、共焦点顕微画像の取得用の光学系では、正確な画像の取得が困難であり、照度差ステレオ法を用いた上で光沢による輝度の高い部分であるハイライトを除去することが好ましい。

[0027] 光源 10-1 からの光は、偏光板 10-9、コリメート光学系 10-2、ビームスプリッタ 10-3、対物レンズ 10-4 を通過して被測定物 1 へ照射される。カメラ 10-7 は、被測定物 1 から反射して対物レンズ 10-4、ビームスプリッタ 10-3、偏光板 10-10、集光光学系 10-6 を通過した光を撮像する。偏光板 10-9 と偏光板 10-10 とは、偏光軸を 90° に直交させ配置（クロスニコル配置）されている。

[0028] この光学配置により、被測定物 1 での正反射光（直線偏光）による光源 10-1 の映り込みは除かれ、拡散反射光（非偏光）のみカメラ 10-7 に到達する。これにより、光源 10-1 の映り込みによる有害な「光沢（グレア）」、あるいは「てかり」は、除去・軽減される。

[0029] 図 1 に戻り、ステージ系 30 は、被測定物 1 を保持し、撮像系 10 に対する被測定物 1 の姿勢を調整する機能を有し、典型的には、X 軸、Y 軸、Z 軸の 3 軸に加えて、回転のヨー軸と傾斜のピッチ軸の 2 軸を加えた 5 軸による構造のチャックテーブルを含むことが好ましい。

[0030] 図 5 は、ステージ系 30 の構成を示す斜視図である。ウェハである被測定物 1 を保持するチャックテーブル 16 は、X 軸、Y 軸、Z 軸、ヨー軸、ピッチ軸の 2 軸を加えた 5 軸の移動が可能な姿勢変化機構であるので、被測定物 1 の全面を撮像系 10 による測定光を照射して表面画像を取得することができる。

[0031] 図 6 は、撮像系 10 と被測定物 1 との関係を示す Y 軸正面から見た構成図である。

図 2、3、4 で示した撮像系 10 は、ベースボード 15 に固定される。被測定物 1 を保持して姿勢を可変するチャックテーブル 16 は、真空チャック方式が望ましく、X 軸、Y 軸、Z 軸の 3 軸に加えて、回転のヨー軸と傾斜のピッチ軸の 2 軸を加えた 5 軸構造とされている。これにより、被測定物 1 の

表面は、X軸方向にスキャンピッチPをとって漸次走査して表面画像を取得することができる。

[0032] また、被測定物1の外周部のエッジ部5は、斜面、端面に対してピッチ軸を回転させて撮像系10による照射面が垂直になるようにして（言い換えれば、入射角が 0° になるようにして）撮像される。さらに、外周部は、ヨー軸を 360 度回転させて一周撮像することが可能となる。なお、撮像系10は、ベースボード15をX軸、Y軸、Z軸方向に移動できる構成としてもよい。

[0033] 図7は、撮像系10と被測定物1の関係を示すX軸正面から見た構成図である。図7と同様に、被測定物1の表面は、Y軸方向にスキャンピッチPをとって漸次、平行光である測定光を走査して表面画像を取得する。また、外周部のエッジ部5は、ピッチ軸を回転させて照射面が垂直になるようにして（言い換えれば、入射角が 0° になるようにして）撮像される。さらに、外周部は、ヨー軸を 360° 回転させて一周処理できる。

[0034] 図1に戻り、制御装置20は、CPU（Central Processing Unit）、及び、メモリ等を有する典型的にはコンピュータであり、メモリに記憶されたプログラムをCPUが実行することにより、姿勢調整部21、及び、画像処理部22の機能が実現される。

[0035] 姿勢調整部21は、ステージ系30を制御して、被測定物1の姿勢を制御する機能を有し、制御装置20のメモリに記憶されたプログラムをCPUが実行することにより実現される。姿勢調整部21は、表面画像の取得に際し、被測定物1の表面に対して、被測定物1の表面に対する平行光の入射角が予め定めた範囲内となるよう、被測定物1の姿勢を調整する。

[0036] 一般に、撮像系10の光学系（撮像方式）によって、正確な画像が取得できる撮像角度（平行光の入射角度）が異なることが知られている。例えば、白色干渉顕微画像の取得用の撮像系の場合、ミラウ（Mirau）型、及び、マイケルソン（Michelson）型等が知られているが、いずれも正確な画像が取得できる撮像角度の範囲には制限があることが知られている。

本形状測定装置 100 は、姿勢調整部 21 を有し、撮像系 10 に応じて、表面に対する平行光の入射角（撮像角度）が予め定められた範囲内となるよう調整されるため、より正確な画像を取得することができる。

具体的な入射角度は特に制限されないが、一般に、 $0 \sim 30^\circ$ が好ましく、 $0 \sim 15^\circ$ がより好ましく、好ましい一形態としては、入射角は、略 0° である。

[0037] なお、姿勢調整部 21 が上記調整を行う方法としては、特に制限されないが、制御装置 20 のメモリに予め記憶された被測定物 1 の 3 次元形状の設計データをもとに調整の量を決定して行う方法が好ましい。

被測定物の 3 次元形状の設計データとしては、例えば、被測定物 1 がウェハである場合、製品ウェハの設計図（仕様）であってよい。この設計データには、典型的には、ウェハの外形（外周部、及び、ノッチ部）、及び、ノッチの 3 次元形状のデータが含まれていてもよい。具体的には、三次元直交座標系で表現された点群である形態が挙げられる。

[0038] 画像処理部 22 は、被測定物 1 の表面を走査しながら取得された複数の表面画像から、被測定物 1 の 3 次元形状の復元モデルの生成を行う機能を有し、制御装置 20 のメモリに記憶されたプログラムを CPU が実行することにより実現される。

[0039] 3 次元復元のための表面画像は、例えば、観察光（測定光）としてレーザー光を用い、全焦点顕微システム、つまり、撮像素子から得られた複数の画像から焦点の合っている領域を抽出して組み合わせる。また、高解像度の超深度画像は、全ての位置に焦点が合った全焦点画像を生成することより取得できる。あるいは、照度差ステレオ法は、凹凸の比較的小さい部分（傾斜による高低差の小さい、例えば、標高差が 10 ナノメートル）の詳細な形状測定も同時に組み合わせて行うこともできる。

[0040] 次に、本形状測定装置 100 の動作について説明する。

図 8 は、本形状測定装置 100 による被測定物の 3 次元形状の測定手順を示すフローチャートである。

まず、ステップS 1として、被測定物の3次元形状の設計データが取得される。データの取得方法としては特に制限されず、被測定物の種類に対応して、予めメモリに記憶されている設計データをCPUが読み出す形態であってもよいし、測定される被測定物1に応じて、外部から入力されてもよい。

[0041] 次に、ステップS 2として、設計データに基づき、制御装置20によって制御された姿勢調整部21によって、被測定物1の姿勢の調整の量が決定される。言い換えれば、撮像系10に対する被測定物1の移動の軌跡（撮像軌道）が計算される。上記については、後段で、具体例を用いて詳述する。

[0042] 次に、ステップS 3として、ステップS 2で計算された撮像軌道に基づき、姿勢調整部21によって、撮像系10、及び、ステージ系30が制御され、被測定物1の姿勢を調整しながら表面が走査され、被測定物1の表面画像が取得される。このとき、撮像位置は被測定物1の表面を走査するよう調整されるので、被測定物1の表面の広範囲にわたる画像が取得される。なお、この際、ステージ系30に加えて、撮像系10もあわせて移動してもよい。このようにすることで、姿勢の調整がより効率的に行われる。

[0043] 次に、ステップS 4として、ステップS 3で得られた複数の表面画像から、画像処理部22によって、3次元形状の復元モデルが形成される。

[0044] 上記測定手順について、被測定物1がウェハである場合を例として更に説明する。

図9は、ウェハである被測定物1のノッチ部4の3次元形状の測定の手順の説明図である。近年、半導体ウェハ生産現場は、周縁に至る領域まで形状等の品質を向上させることを求められており、特に、ノッチ部4の形状は研削・エッチング・研磨等のプロセスにより形状くずれを起こし易く、後工程での歩留まりに影響している。

[0045] 図9（a）はノッチ部4の平面図、図9（b）はノッチ部4の一点鎖線部の断面図である。ノッチ部4は、複雑な3次元形状であり、図9（a）の左端から（1）片R部、（2）直線部、（3）ボトムR部、そして（2）直線部と傾き方向が異なる（2'）直線部、（1）片R部と対称の（1'）片R部

へと続いている。

[0046] また、断面形状は、まず、ウェハである被測定物 1 の上面 2 又は下面 3 と垂直となる端面 X 3 がある。この端面 X 3 の両端には斜面 X 1、X 2 が形成され、これらに接続する R 部として R 1、R 2 がある（図 9（b）を参照）。X 3 の中間点に対して、X 1、X 2 と R 1、R 2 は対称となる。被測定物 1 の上面 2 又は下面 3、端面 X 3、斜面 X 1、X 2 は、それぞれ結晶方位が異なる。なお、図 9（b）の断面形状は、ノッチ部 4 のみならず、外周部のエッジ部 5 においても同様であり、一周にわたって一定である。

[0047] そこで、撮像系 10 及び被測定物 1 の姿勢は、ノッチ形状に合わせて変化させる。具体的には、ノッチ部 4 の表面形状に対し、撮像系 10（平行光の入射角）が垂直になるようにする。ステップ S 1 で取得された情報に基づいて、姿勢調整部 21 によって、ステージ系 30 による被測定物 1 の姿勢調整量（撮像軌道）が計算される（ステップ S 2）。これにより、撮像系 10 がノッチ部 4 の表面も垂直とされる。

[0048] 姿勢調整量は、一形態として、以下の 2 つの観点から選択される。1 つは、ステップ S 1 で取得された設計データ（直交座標系による点群データ等）の情報に基づいて撮像系 10 の焦点距離が一定となるようにすることである。もう 1 つは、照射される平行光の入射角が予め定めた範囲内となるようにすることである。姿勢調整量は、設計値が与えられたノッチ形状表面の 3 次元座標を基に、被測定物 1 の表面状態に応じて、表面形状の光学的な撮像（画像取得）条件を最適化するように決定される。

[0049] 次に、決定された姿勢調整量に基づいて被測定物 1 の撮像軌道が制御され、被測定物 1 の表面画像が取得される。（ステップ S 3）

被測定物 1 を保持して姿勢を可変するチャックテーブル 16 は、真空チャック方式が好ましい。一形態として、X 軸、Y 軸、Z 軸の 3 軸に加えて、回転のヨー軸と傾斜のピッチ軸の 2 軸を加えた 5 軸構造とすることが好ましい。

[0050] 本形状測定装置 100 は、チャックテーブル 16 の 5 軸の移動、及び、姿

勢調整機構によって、凸凹の鋭い表面に対しても、被測定物 1 の姿勢を調整しながら撮像できる。これにより、表面形状に対して撮像系 10 の角度（照射光の入射角）を予め定めた範囲内にできる。そのため、被測定物 1 の正確な表面形状を撮像（表面画像を取得）することができる。

[0051] また、被測定物 1 の表面の傾斜形状は、平行光である測定光を照射された表面からの反射光の光量を調べることでより正確に測定することもできる。

[0052] ステップ S 3 の処理後は、取得された複数の表面画像から 3 次元の座標である奥行き座標を得て 3 次元復元を行い、復元モデルを作成する。（ステップ S 4）

復元モデルが作成された後は、マスターウェハ（ワーク）に対する良否判定、後工程の形状条件に利用されてもよい。

[0053] 3 次元復元のための表面画像は、例えば、観察光（測定光）としてレーザー光を用い、全焦点顕微システム、つまり、撮像素子から得られた複数の画像から焦点の合っている領域を抽出して組み合わせることにより行うことができる。また、高解像度の超深度画像は、全ての位置に焦点が合った全焦点画像を生成することより取得できる。あるいは、照度差ステレオ法は、凹凸の比較的小さい部分（傾斜による高低差の小さい、例えば、標高差が 10 ナノメートル程度）の詳細な形状測定も同時に組み合わせて行うこともできる。

[0054] 図 10 は、データ抜けする場合の表面画像の取得方法を示す説明図である。表面の凹凸の傾斜が大きい場合、及び、不規則なエッチピットのような欠陥がある場合等は、データ抜けすることがある。例えば、既存の光学式表面性状測定機は、収差のない場合の集光限界を表す開口数 NA が略 0.55 である。そして、7.9° 以上の傾斜は、角度追従性により測定対象表面からの反射光の一部をレンズが取り込めなくなり、データ抜けする可能性がある。

[0055] したがって、この場合は、7° 刻み以下で測定対象表面のピッチ角を回転し、同じ箇所から複数枚の撮像角度の異なる表面画像を得る。図 10（a）のように測定対象表面にうねり（凹凸）があった場合は、図 10（a）での

表面画像、図10(b)のように反時計方向に測定対象表面を回転させた表面画像、図10(c)のように時計方向に測定対象表面を回転させた表面画像を組み合わせ、取得画像を統合する。これにより、注目しているエリアの表面画像は、データ抜けがなく整合性のある形状として取得される。

[0056] 図11は、外周のエッジ部5を測定する際の撮像系10と被測定物1の関係を示すY軸正面図である。エッジ部5の断面は、平置き状態で図11(a)に示すように斜面(角度 θ)を有している。図11(b)は、斜面の測定状態を示す図である。

姿勢調整部21は、チャックテーブル16をピッチ軸回りに回転させて、撮像系10による照射面が垂直になるように(言い換えれば、入射角が略 0° となるように)、かつ、撮像系10をX軸方向に走査しながら、撮像系10に表面画像を取得させる。

[0057] 図11(c)は端面の照射状態を示し、図11(b)と同様に平行光の入射角が略 0° (予め定めた範囲内)となるように、ピッチ軸を回転させて表面画像が取得される。

更に、外周部は、チャックテーブル16をヨー軸回りに 360° 度回転させて、外周の表面画像が取得される。

[0058] 図12は、外周のエッジ部5の斜面の表面画像を取得する際の撮像系10と被測定物1との関係を示すX軸正面図である。被測定物1は、図9と同様のチャックテーブル16に保持されている。エッジ部5の表面画像の取得に際し、姿勢調整部21は、平行光の入射角が予め定めた範囲内(例えば略 0°)となるように、ピッチ軸、チルト(傾斜)軸回りに被測定物1の姿勢を制御し、表面画像を取得させる。なお、照射条件は、結晶方位や形状に対応して決定してもよい。

[0059] 図13は、外周のエッジ部5の断面形状と撮像方向を示す詳細図である。矢印は撮像系10による平行光の入射方向を示している。断面形状は、被測定物1の上面2から、斜面であるX1、R部であるR1と変化して、上面2と垂直となる端面X3に至る、という形状となっている。

[0060] 図14は、外周のエッジ部5の表面画像の取得の際の姿勢調整の説明図である。被測定物1のエッジ部5の表面画像の取得に際しては、エッジ部5の各部（図9（b）で説明した各部）でピッチ軸を回転させて、入射角を調整し、表面をなぞるようにスキャンして行われる。図14（a）は、X1、図14（c）はX3、図14（e）はX2の表面画像の取得の際の姿勢制御方法を示しており、漸次スキャンピッチ刻みで移動して行う。

図14（b）のR1、図14（d）のR2は、R部の撮像を示しており、ピッチ軸を所定のピッチ角の回転刻みで分割し、例えばR1、R2は60〜70°であるので3分割して撮像することが好ましい。

[0061] 図15は、ノッチ部4におけるX3（端面）の（1'）片R部（図9（b）を参照）の撮像軌道を示す図である。ノッチ部4の片R部の表面画像の取得に際し、姿勢調整部21は、図15（a）に示すように、撮像系の焦点距離を固定し、（1'）片R部の中心を通る光軸に撮像系を置き、チャックテーブル16のヨー軸を回転させて、表面画像を取得させる。

（1'）片R部の中心を通る光軸に撮像系を置くことで、片R部の円弧と、平行光の入射方向とが略垂直となる。すなわち、上述のとおり姿勢調整を行うことで、入射角を所定の範囲内に調整しながら、片R部の全体を走査して（Z軸、Y軸方向に走査して）表面画像を取得することができる。

そして、上記によって、片R部の表面画像が取得されると、図15（b）のように（2'）直線部へ至る。なお、対称となっている（1）片R部は、同様である。

[0062] 図16は、ノッチ部4におけるX3（端面）の（2'）直線部（図9（b）を参照）の撮像軌道を示す図である。ノッチ部4の直線部の表面画像は、図16に示すようにY軸方向にスキャンングさせ、焦点距離、及び、ヨー軸を固定して、入射角を調整して取得される。

[0063] 図17は、ノッチ部4におけるX3（端面）の（3）ボトムR部の撮像軌道を示す図である。ノッチ部のボトムR部の表面画像は、図17（a）に示すように、撮像系の焦点距離を固定し、ヨー軸の回転制御により、ボトムR

部の中心を通る光軸に撮像系を置いて、入射角が略 0° となるよう調整され、Z軸方向、Y軸方向に走査しながら、取得される。

[0064] 以上のように、被測定物1の表面画像は、姿勢調整部21によって、被測定物1の形状に合わせて最適な条件となるので、ノッチ部4のように複雑な3次元形状であっても高い精度で形状測定を行うことができる。

符号の説明

[0065] 1 被測定物、2 上面、3 下面、4 ノッチ部、5 エッジ部、10 撮像系、10-1 光源、10-10 偏光板、10-2 コリメート光学系、10-3 ビームスプリッタ、10-4 対物レンズ、10-5 参照ミラー、10-6 集光光学系、10-7 カメラ、10-8 ピンホール、10-9 偏光板、15 ベースボード、16 チャックテーブル、20 制御装置、21 姿勢調整部、22 画像処理部、30 ステージ系、100 形状測定装置

請求の範囲

- [請求項1] 板状の被測定物の表面を走査しながら複数の表面画像を取得し、前記被測定物の形状を測定するための形状測定装置であって、
- 前記被測定物に平行光を照射し、前記表面画像を取得する撮像系と、
- 、
- 前記被測定物を保持し、前記撮像系に対する前記被測定物の姿勢を調整するステージ系と、制御装置と、を有し、
- 前記制御装置は、
- 前記撮像系、及び、前記ステージ系を制御して、前記姿勢を調整しながら前記表面を走査させ、複数の前記表面画像を取得させる、姿勢調整部と、
- 取得された複数の前記表面画像から、前記被測定物の3次元形状の復元モデルの生成を行う画像処理部と、を有し、
- 前記姿勢調整部は、前記表面画像の取得に際し、前記平行光の前記表面への入射角が予め定めた範囲内となるよう、前記姿勢を調整する、形状測定装置。
- [請求項2] 前記姿勢調整部は、予め記憶された前記被測定物の3次元形状の設計データをもとに、前記調整の量を決定する、請求項1に記載の形状測定装置。
- [請求項3] 前記ステージ系は、X軸、Y軸、Z軸の3軸に加えて、回転のヨー軸と傾斜のピッチ軸の2軸を加えた5軸による構造のチャックテーブルを含む、請求項1又は2に記載の形状測定装置。
- [請求項4] 複数の前記撮像系と、
- 前記撮像系を切り替える、撮像系切り替え機構と、を有し、
- 前記制御装置は、前記被測定物との対応関係に基づき予め定められた前記撮像系に、使用する前記撮像系を切り替える、請求項1又は2に記載の形状測定装置。
- [請求項5] 前記被測定物がウェハであり、

前記撮像系が、白色干渉顕微画像の取得用、共焦点顕微画像の取得用、及び、偏光板を利用した照度差ステレオ法による画像の取得用からなる群より選択される少なくとも２種以上を含み、

前記制御装置は、

前記ウェハが研削処理後のウェハである場合、白色干渉顕微画像の取得用の前記撮像系に、

前記ウェハがエッチング処理後のウェハである場合、共焦点顕微画像の取得用の前記撮像系に、

前記ウェハが研磨処理後のウェハである場合、照度差ステレオ法による画像の取得用の前記撮像系に、それぞれ切り替える、請求項４に記載の形状測定装置。

[請求項6]

前記被測定物がウェハであり、

前記姿勢調整部は、前記ウェハのエッジ部の前記表面画像の取得に際し、

斜面、又は、端面に対して前記ピッチ軸を回転させて、前記入射角を調整し、かつ、前記撮像系を前記X軸の方向に走査しながら、前記表面画像を取得させ、

次いで、前記ヨ一軸を回転させて外周の前記表面画像を取得させる、請求項３に記載の形状測定装置。

[請求項7]

前記ウェハのR部の前記表面画像の取得に際し、

前記姿勢調整部は、前記ピッチ軸を所定のピッチ角の回転刻みで分割し、前記表面画像を取得させる、請求項６に記載の形状測定装置。

[請求項8]

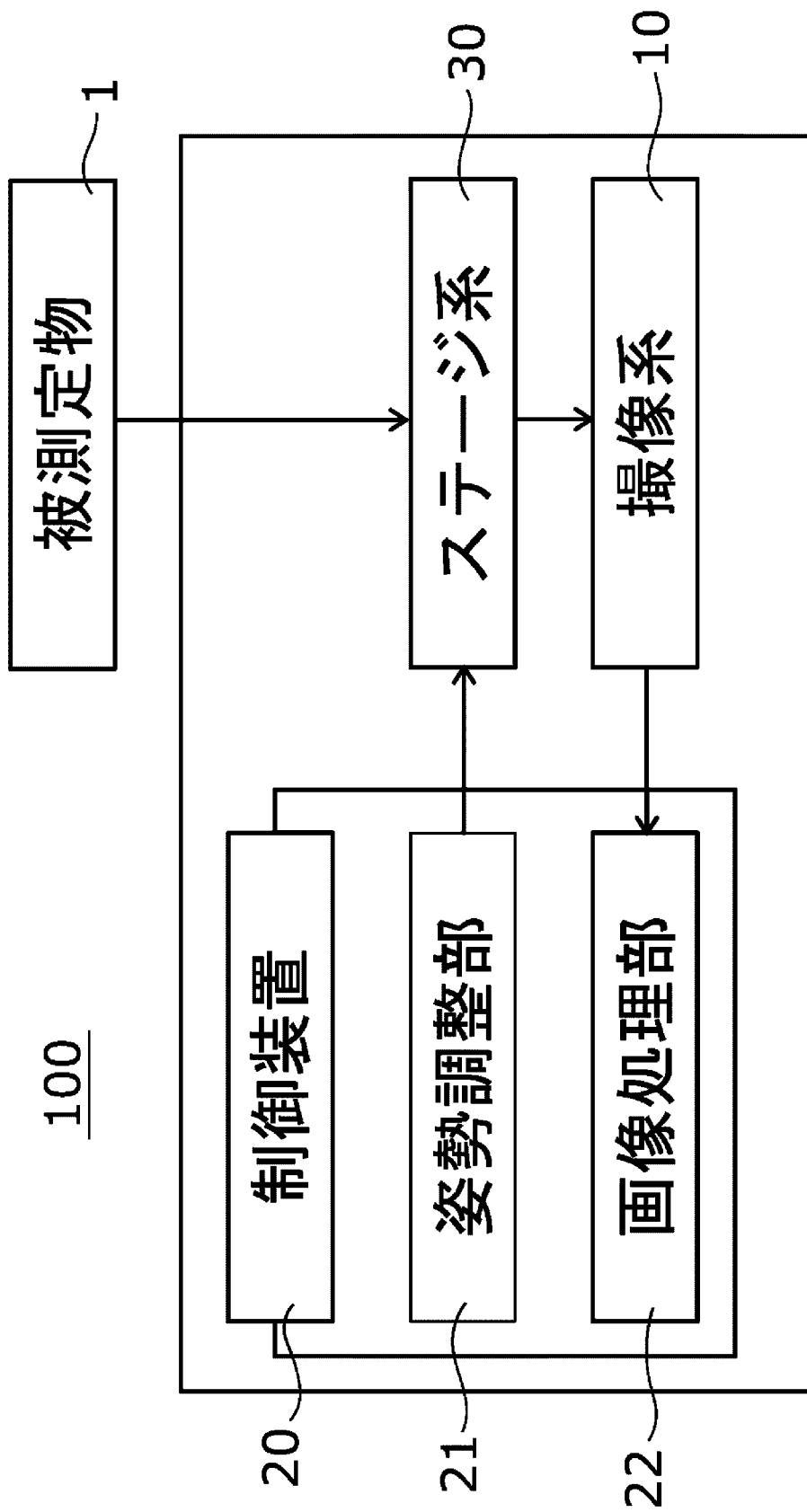
前記被測定物がウェハであり、

前記姿勢調整部は、前記ウェハのノッチ部の片R部の前記表面画像の取得に際し、

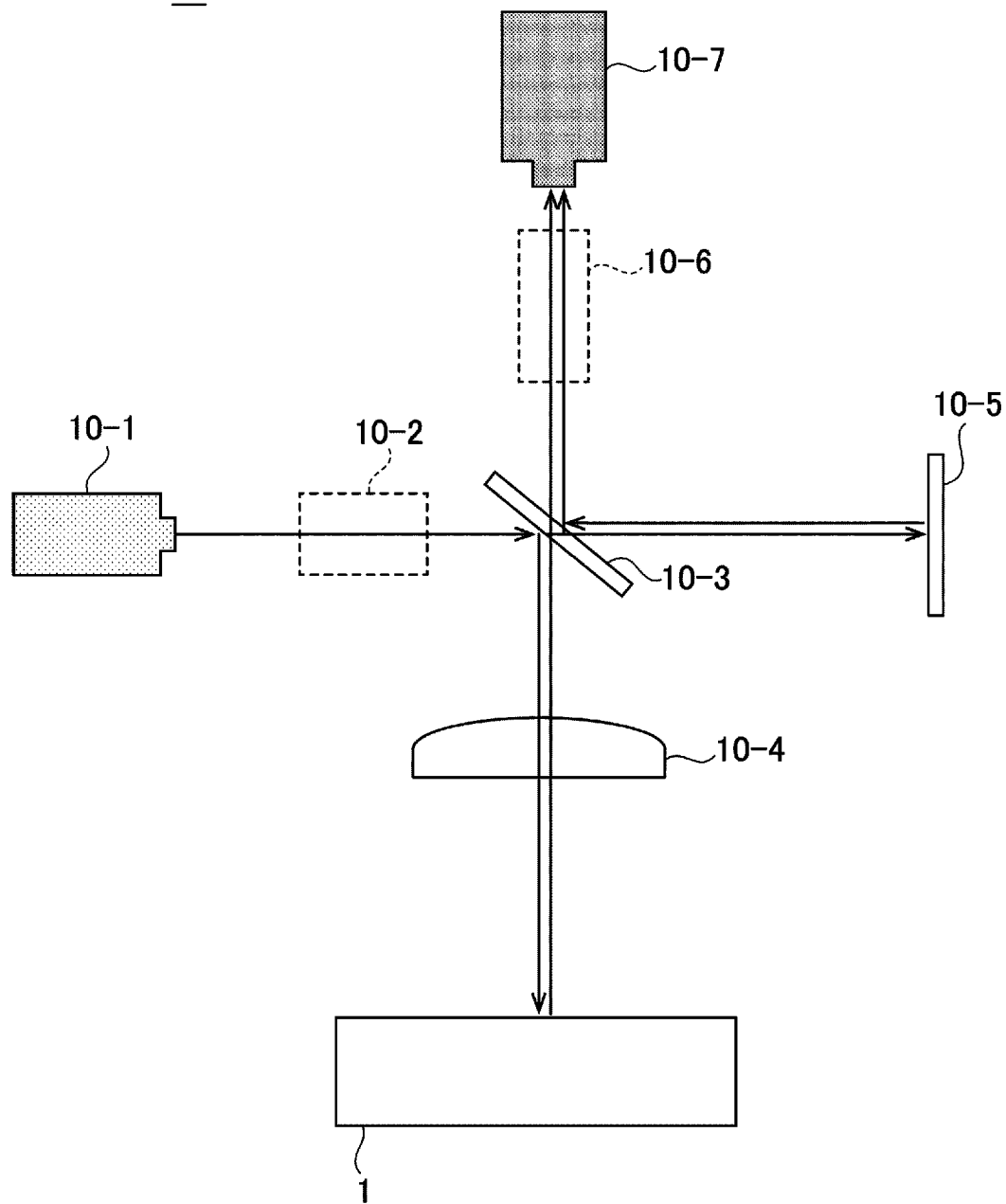
前記撮像系の焦点距離を固定し、前記片R部の中心を通る光軸に前記撮像系を置き、前記ヨ一軸を回転させて、前記表面画像を取得させる、請求項３に記載の形状測定装置。

- [請求項9] 前記被測定物がウェハであり、
 前記姿勢調整部は、ノッチ部の直線部の前記表面画像の取得に際し
 、
 前記撮像系の焦点距離、及び、前記ヨ一軸を固定し、前記入射角を
 調整する、請求項3に記載の形状測定装置。
- [請求項10] 前記被測定物がウェハであり、
 前記姿勢調整部は、前記ウェハのノッチ部のボトムR部の前記表面
 画像の取得に際し、前記撮像系の焦点距離を固定し、前記ボトムR部
 の中心を通る光軸に前記撮像系を置き、前記Z軸の方向、及び、前記
 Y軸の方向に走査しながら、前記表面画像を取得させる、請求項3に
 記載の形状測定装置。

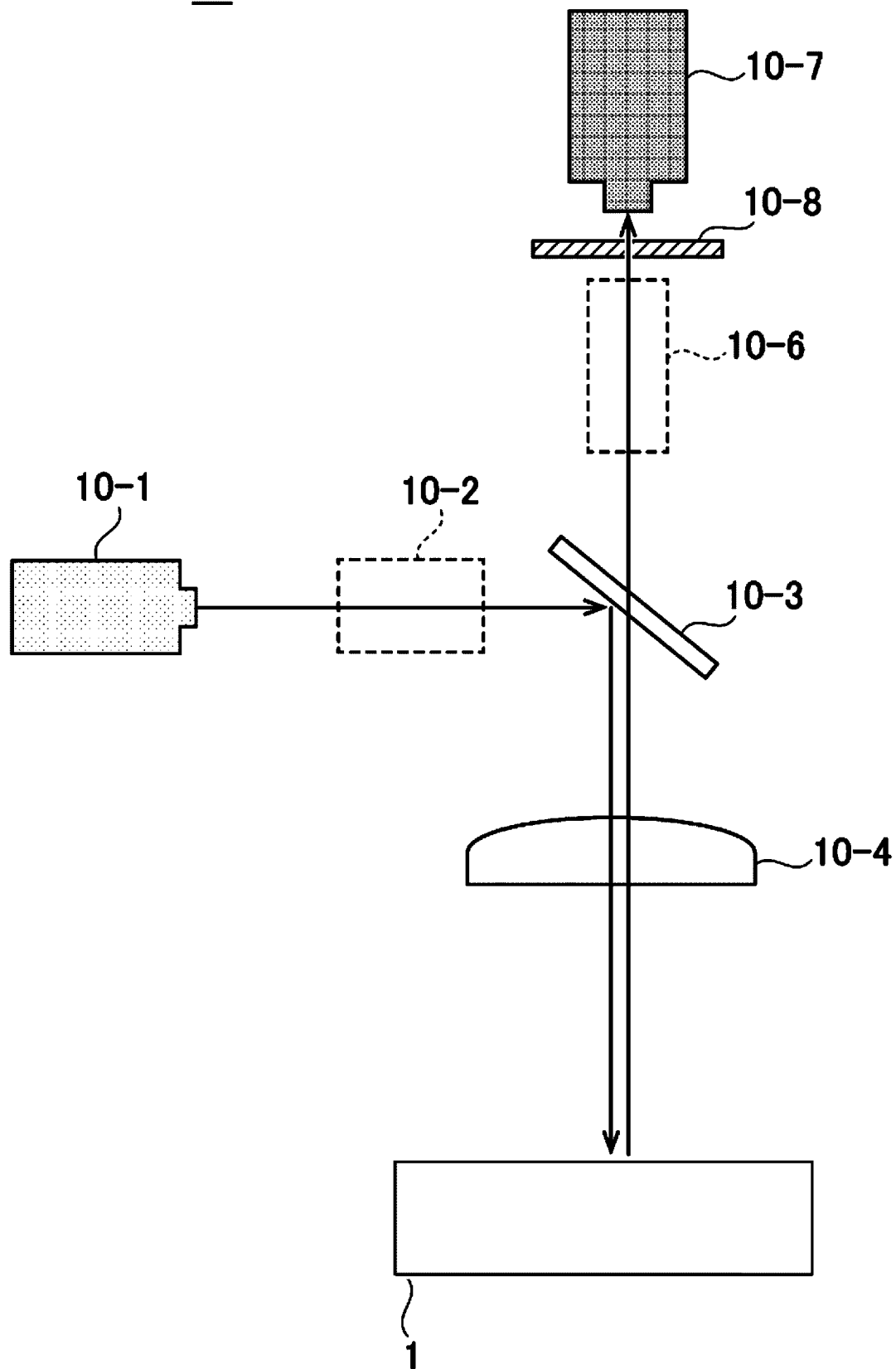
[図1]



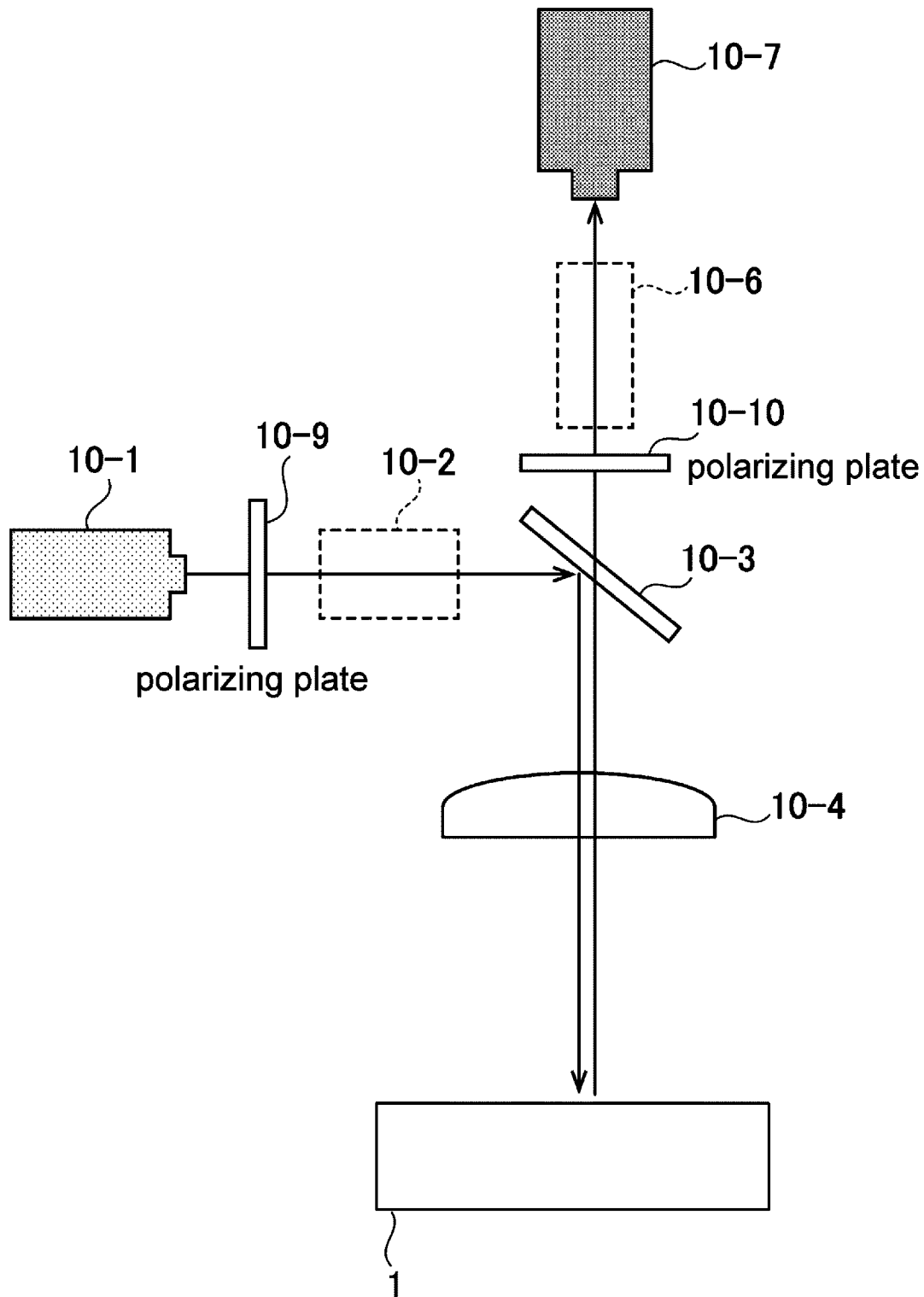
[図2]

10

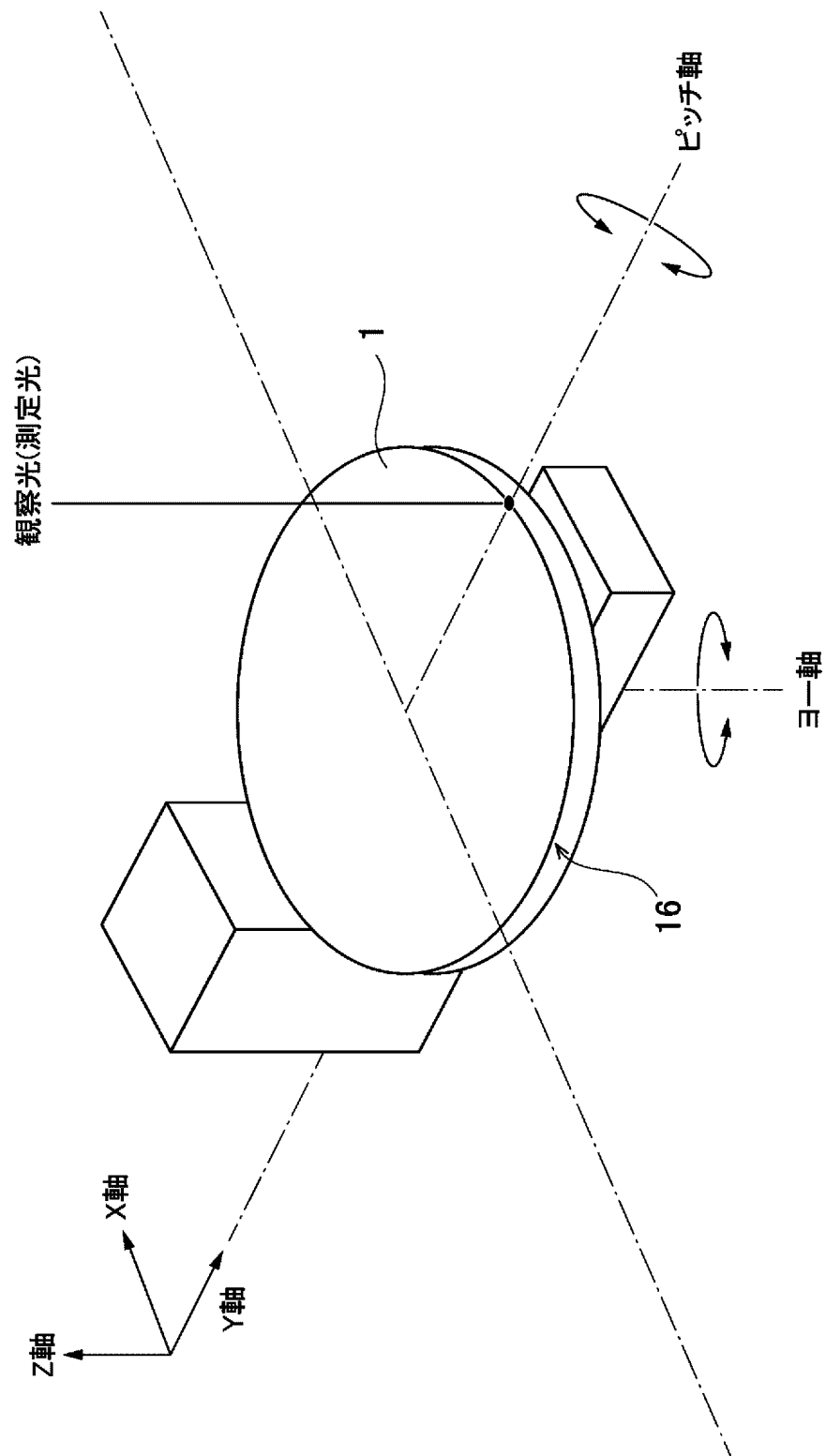
[図3]

10

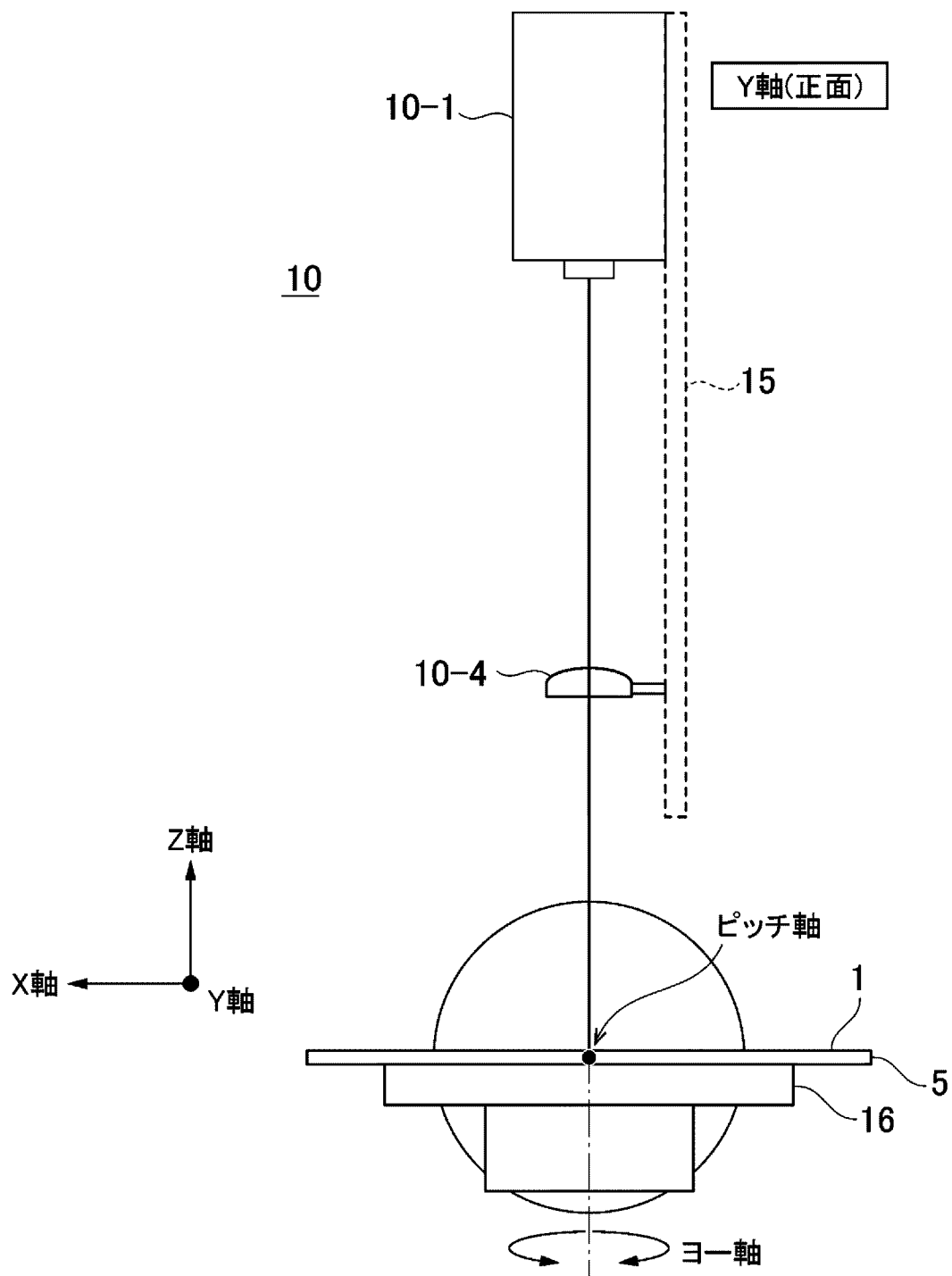
[図4]

10

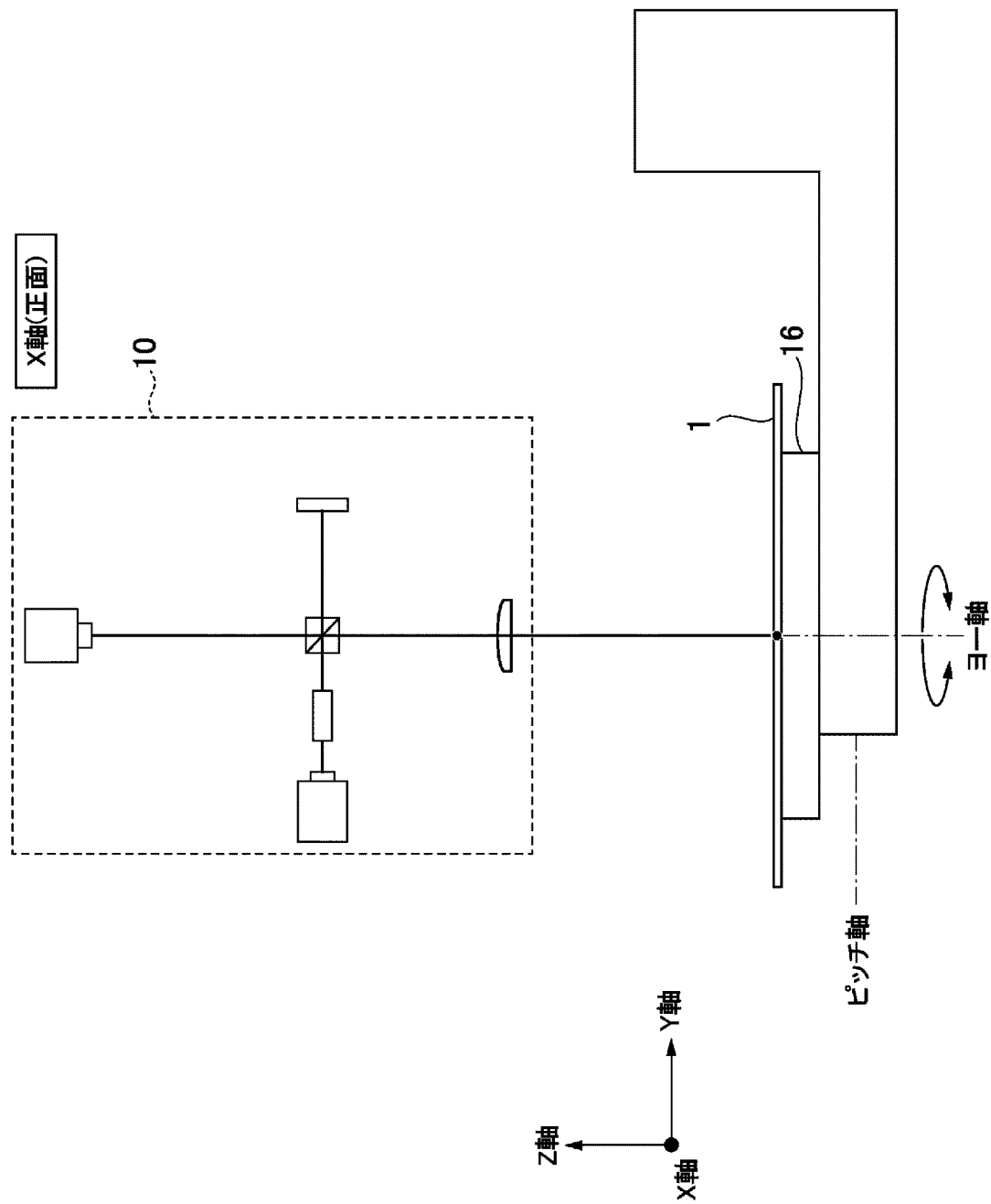
[図5]



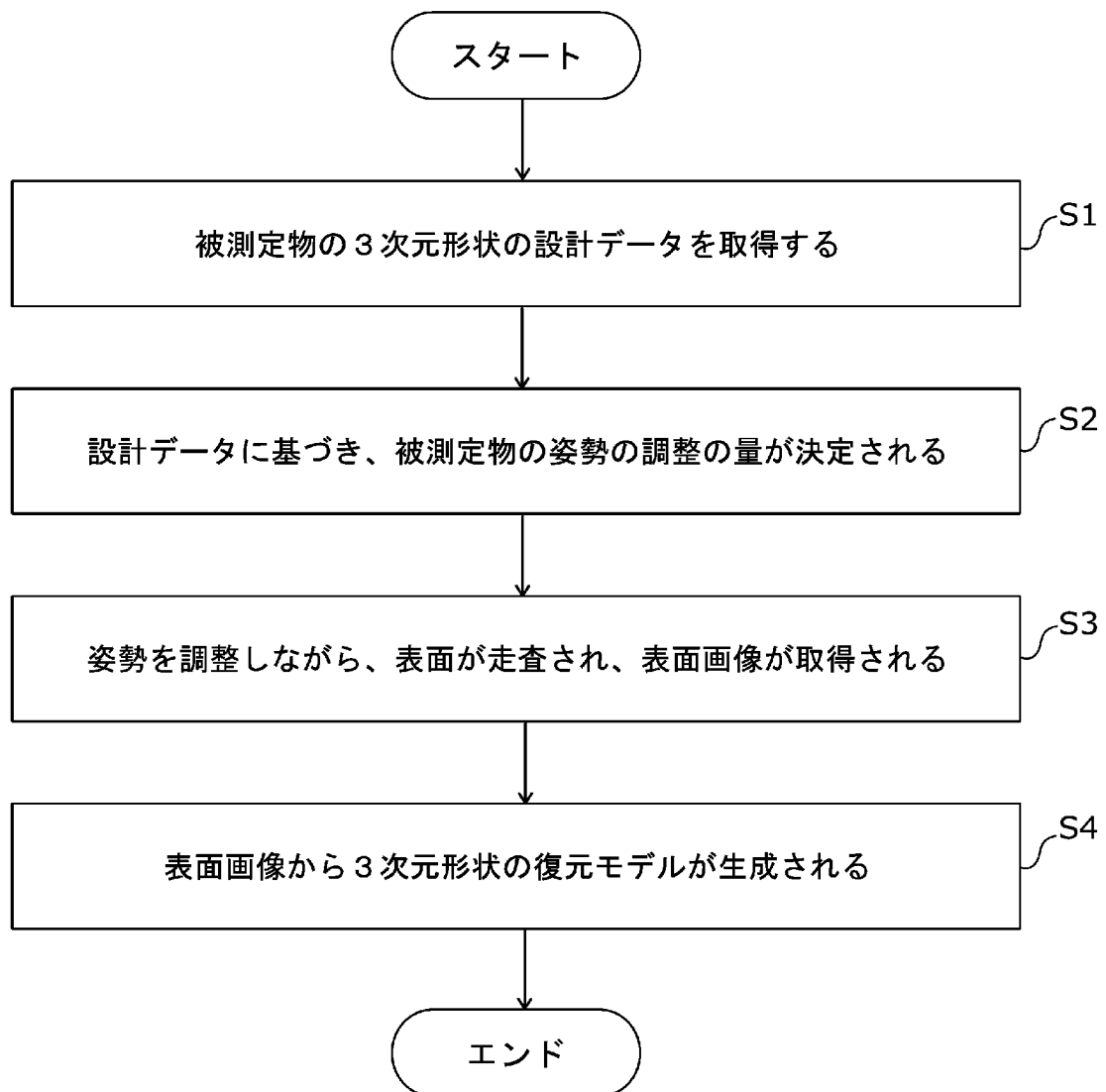
[図6]



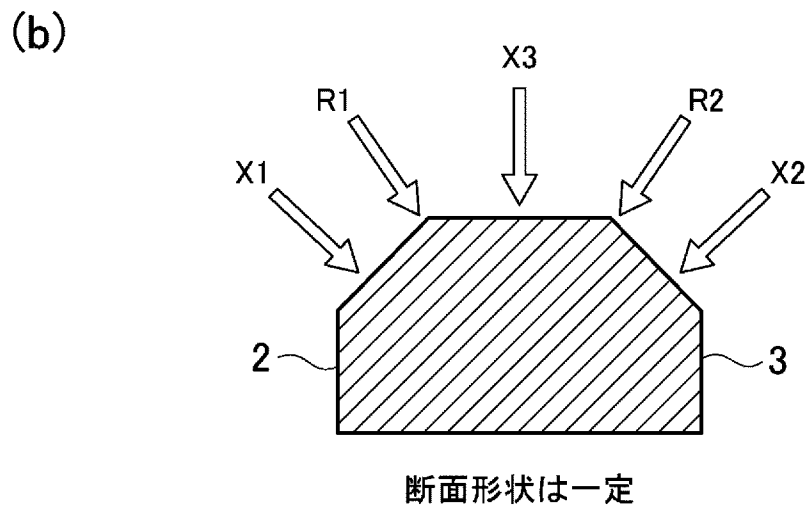
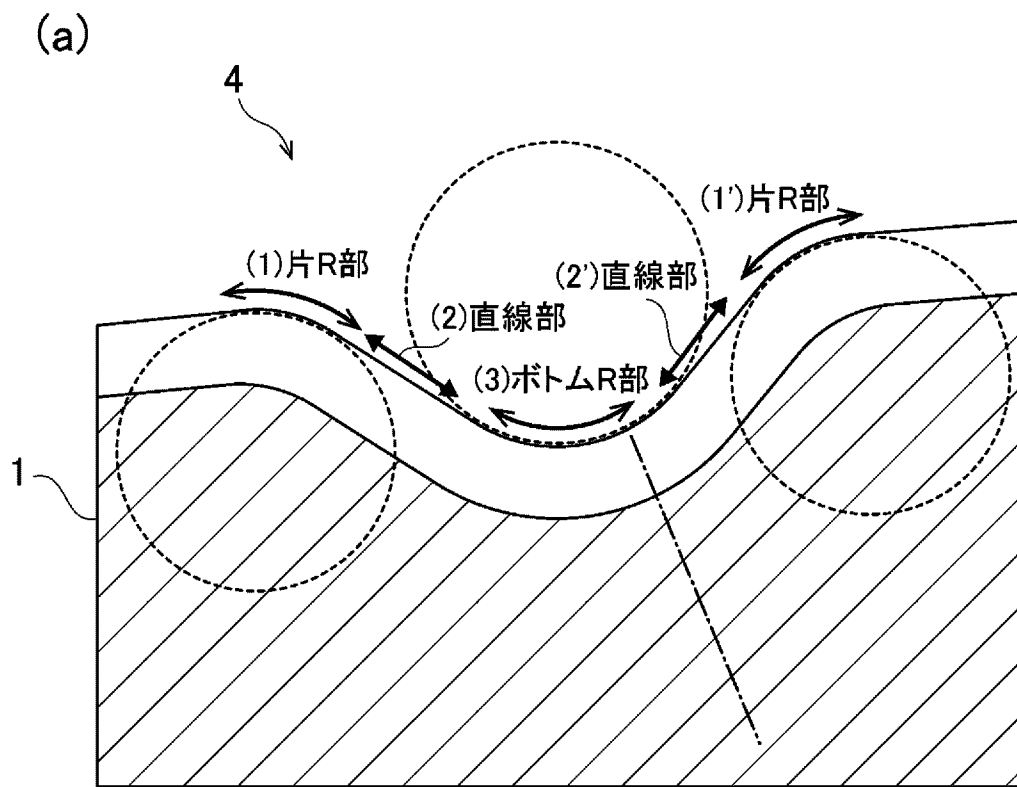
[図7]



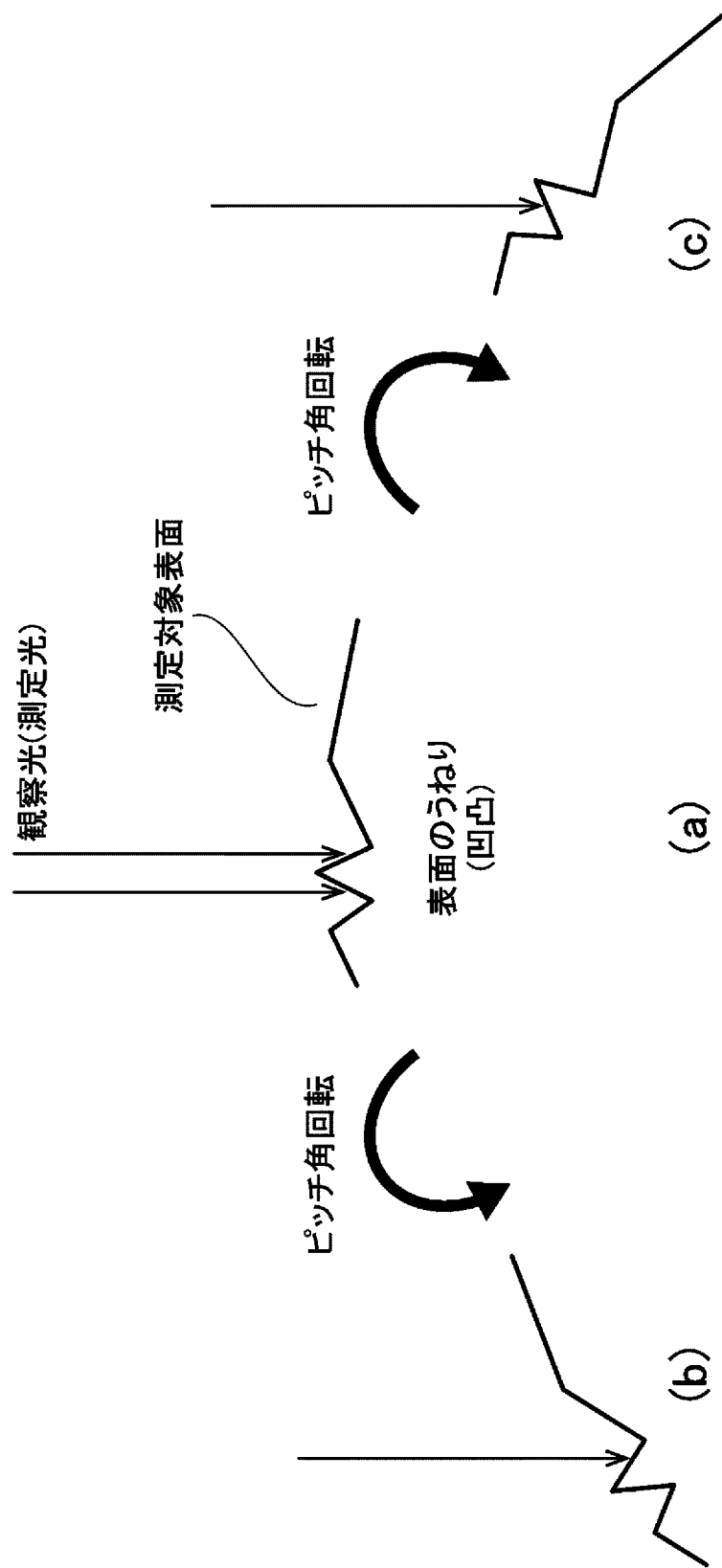
[図8]



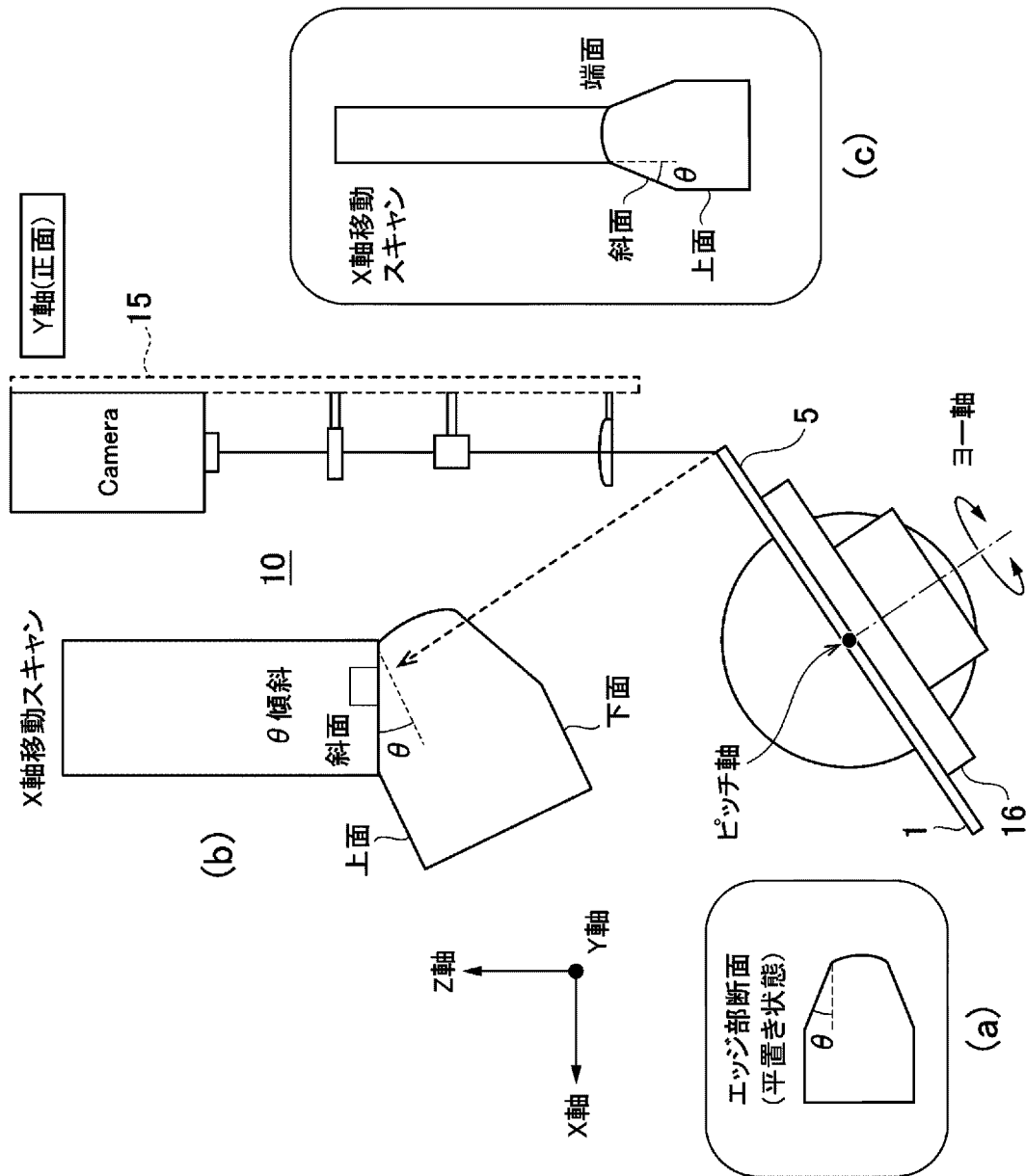
[図9]



[図10]



[図11]



[図12]

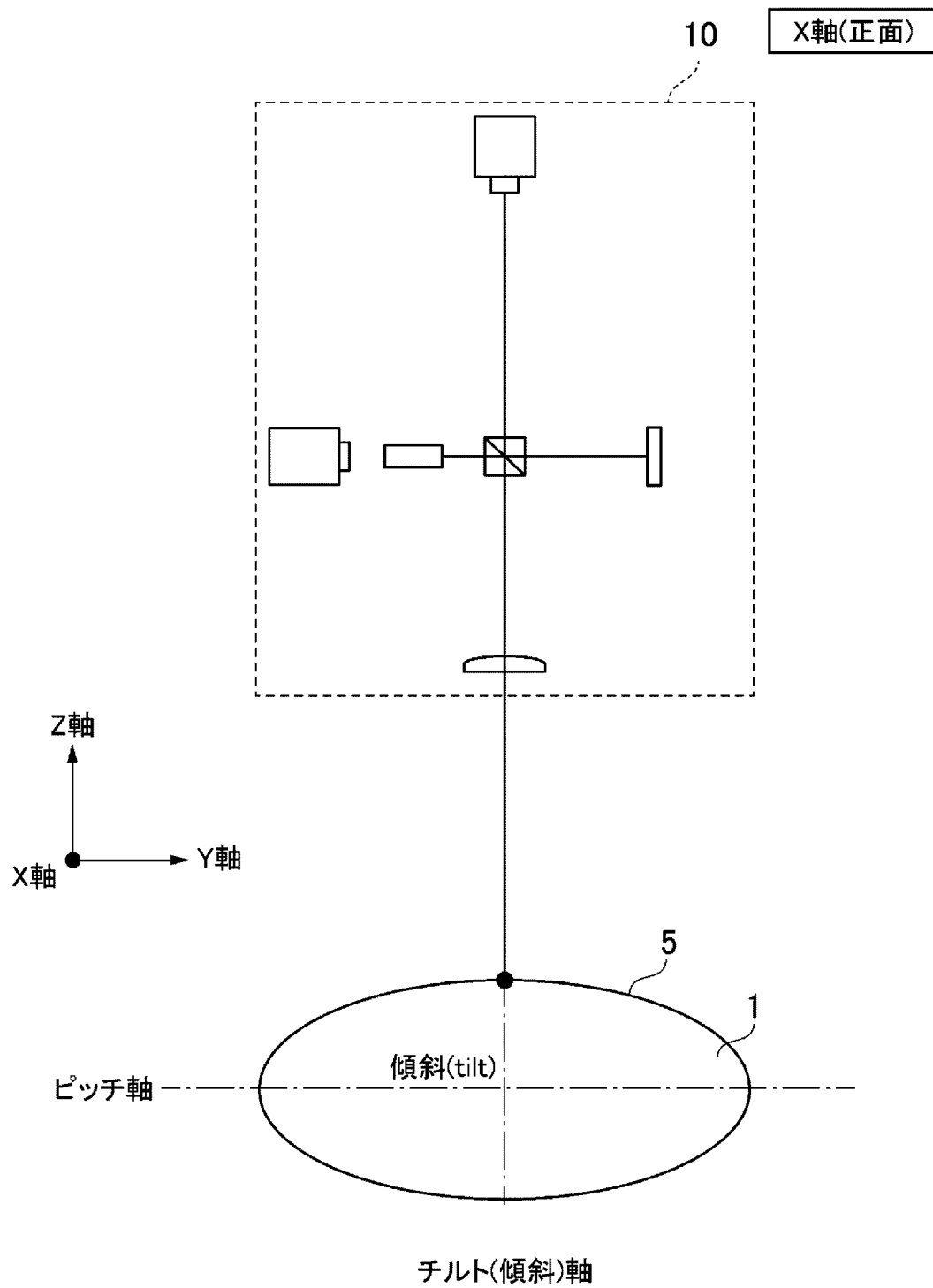
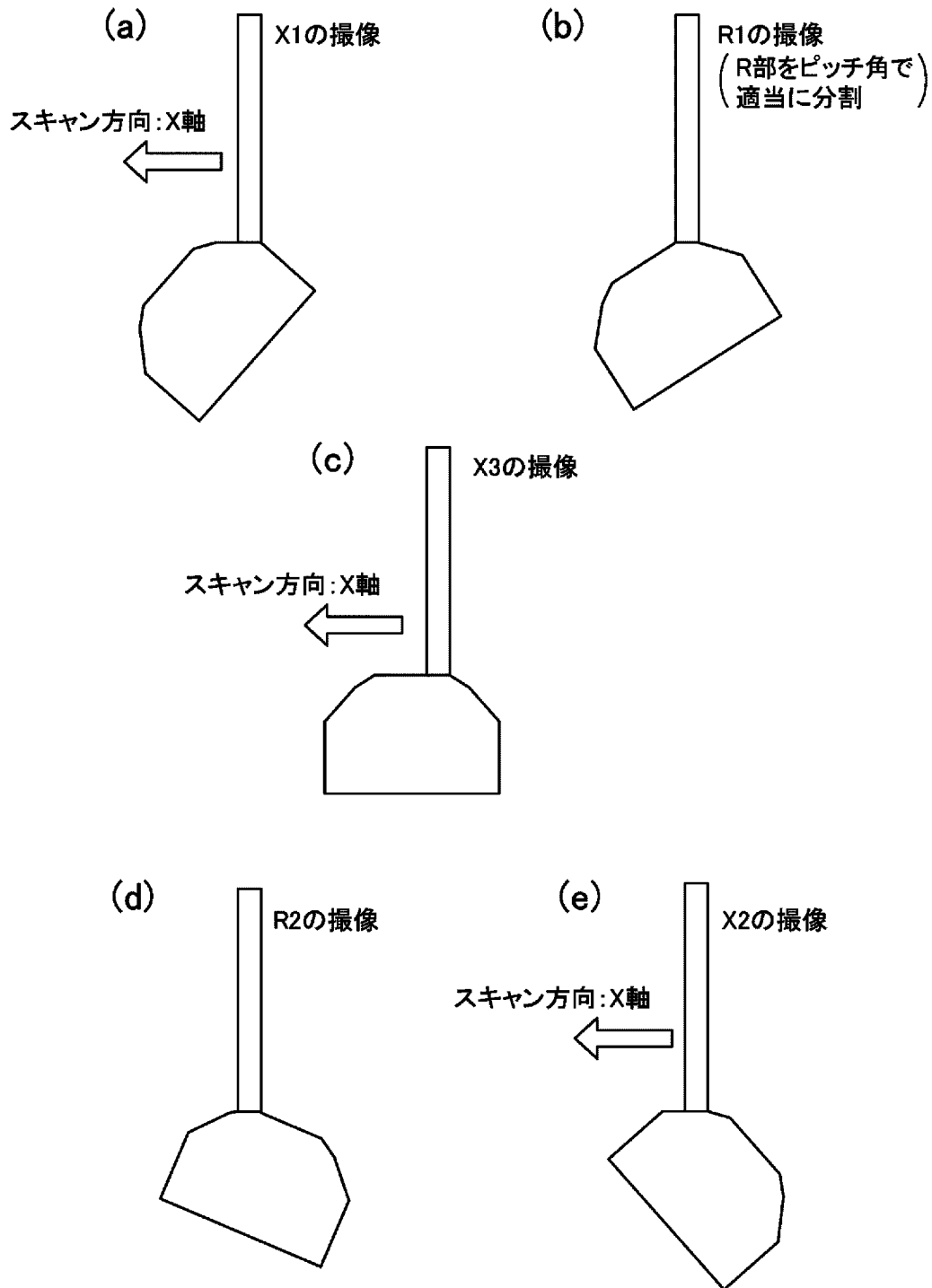


Figure 1 is a schematic diagram of a curved surface 2. A series of arrows, labeled X1, X2, X3, and R1, point towards the surface. The arrows are divided into three groups by dashed lines, labeled "R部角度" and "3分割". A dashed line also indicates the "上面" (top) direction.

[図14]

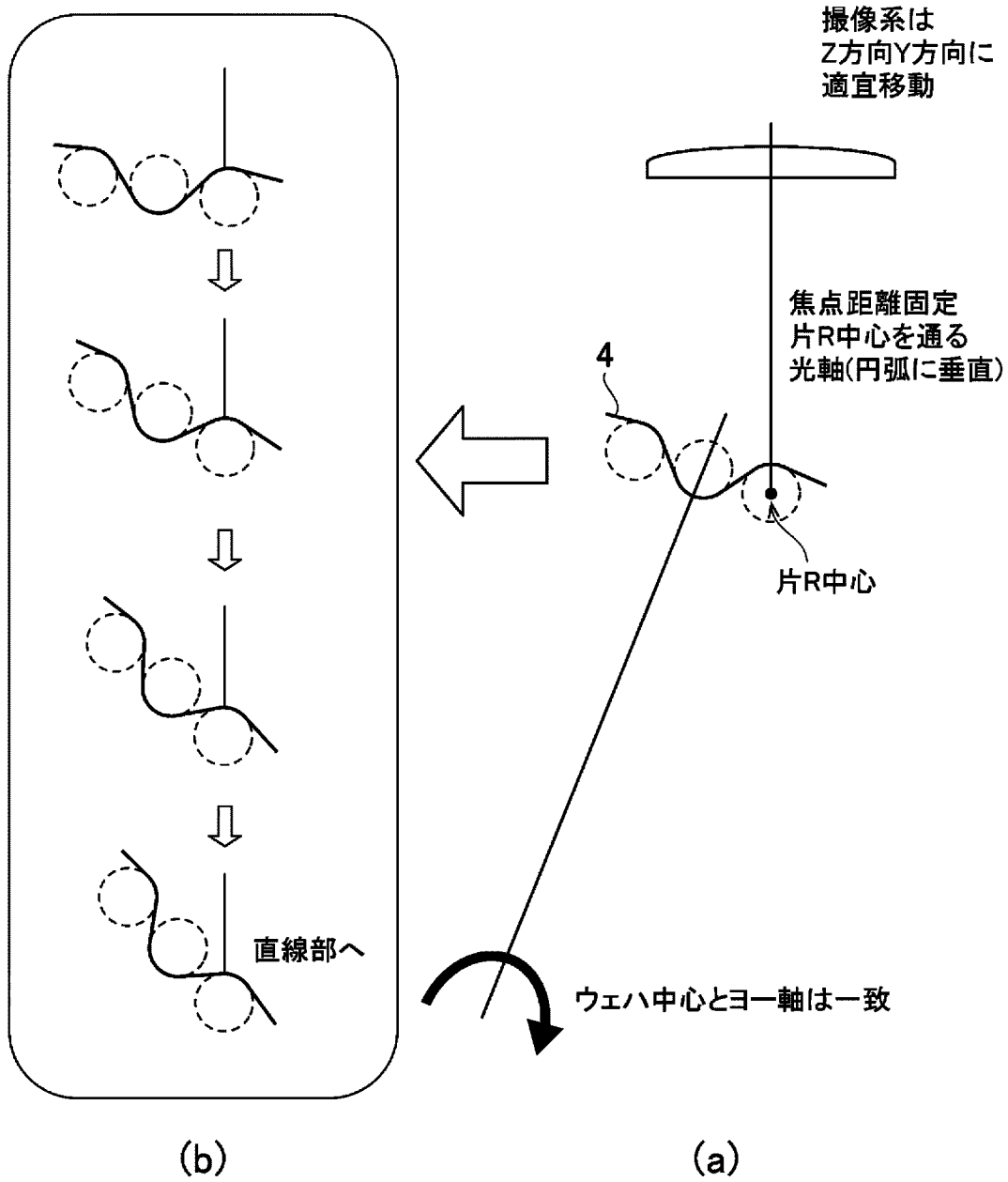
姿勢を調整して撮像



R部以外はX軸を漸次スキャンピッチ刻みで移動して撮像。
R部はピッチ角の回転刻みで適当に分割し、撮像。

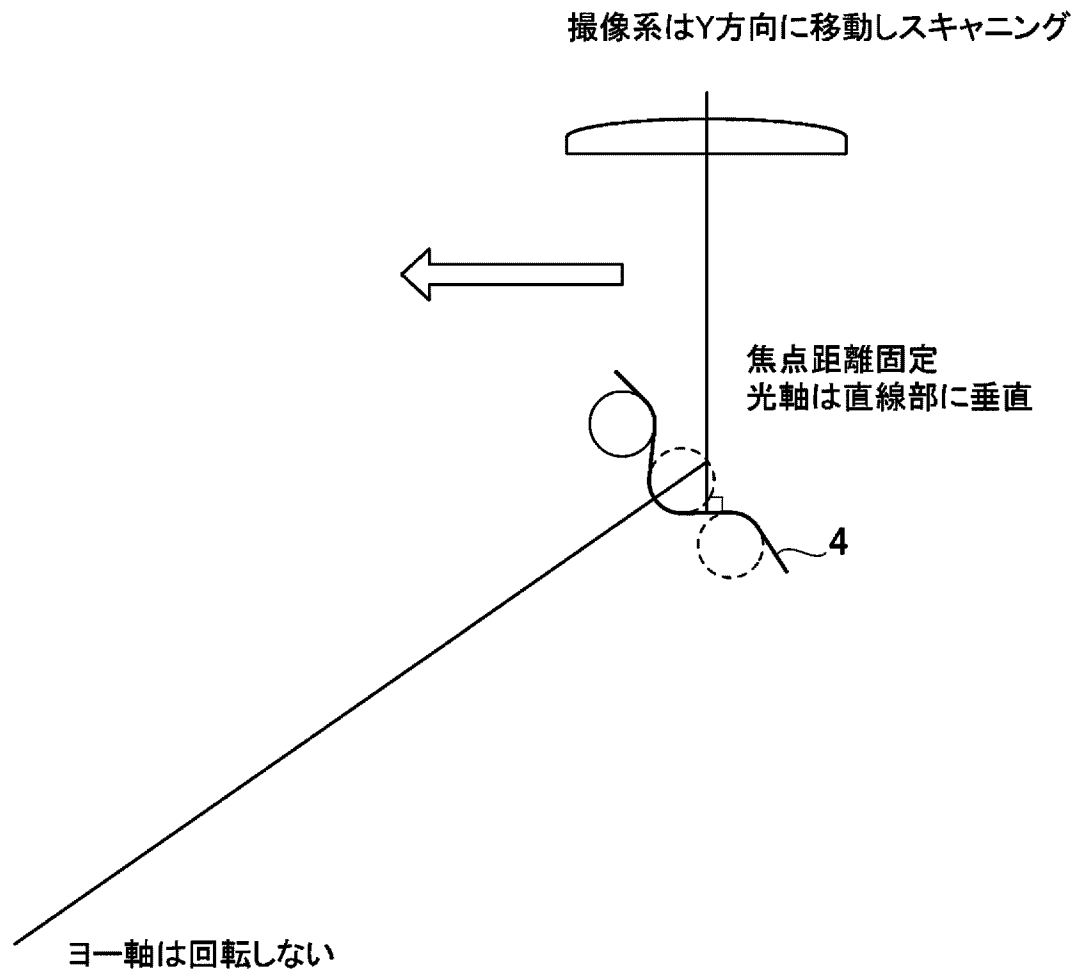
[図15]

X3部(端面) 片R部の撮像軌道 ※反対側(左側)の片R部も同様



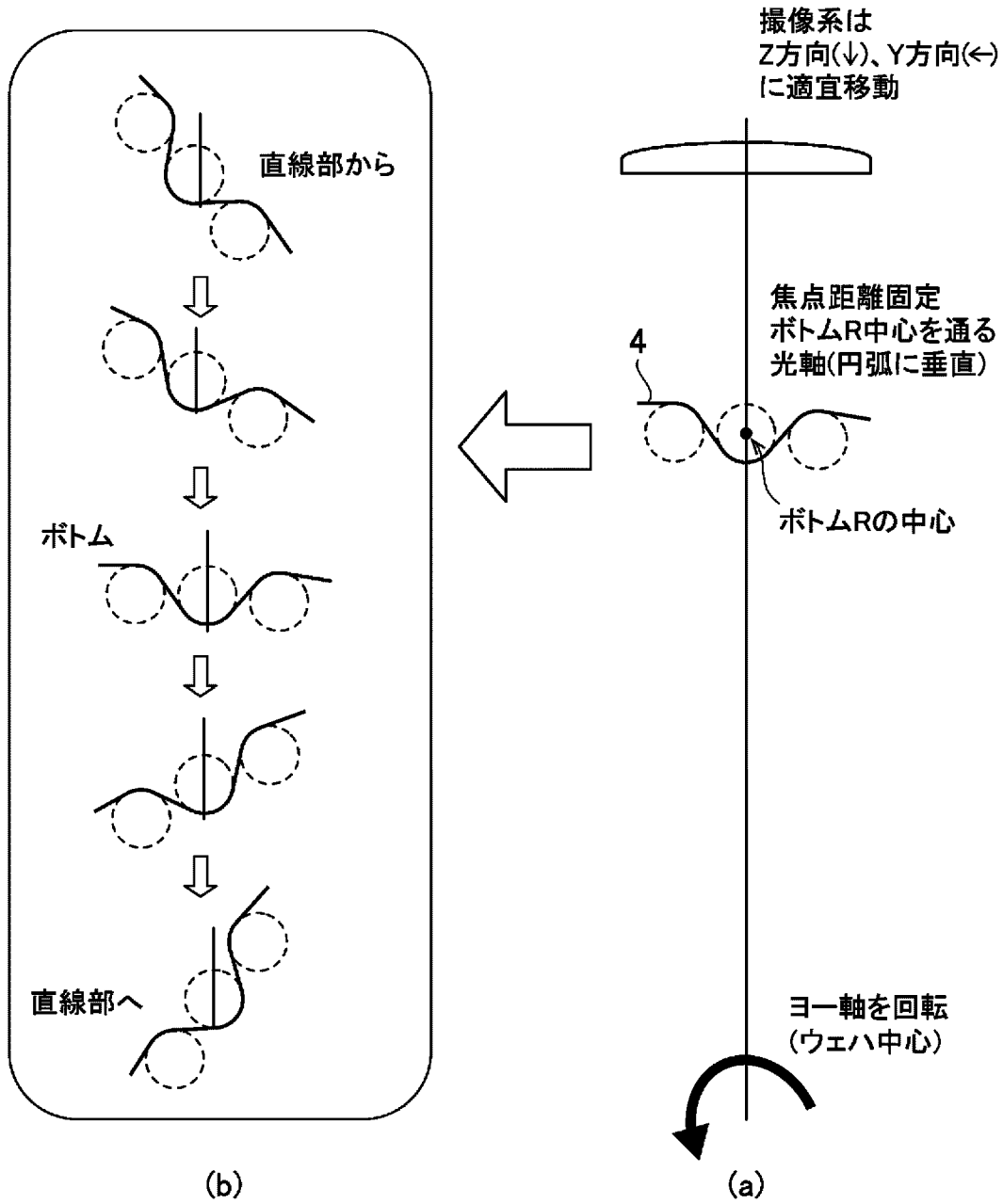
[図16]

X3部(端面) 直線部の撮像軌道 ※反対側(左側)の直線部も同様



[図17]

X3部(端面) ボトムR部の撮像軌道



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/003617

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01B 11/24**(2006.01)i

FI: G01B11/24 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)

G01B11/00-11/30

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 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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 2003-057016 A (CANON INC) 26 February 2003 (2003-02-26) paragraphs [0001], [0011], [0014], [0022]-[0029], fig. 1-3	1-3
Y	paragraphs [0001], [0011], [0014], [0022]-[0029], fig. 1-3	6-10
A	paragraphs [0001], [0011], [0014], [0022]-[0029], fig. 1-3	4, 5
X	WO 2016/098469 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 23 June 2016 (2016-06-23) paragraphs [0023]-[0106], fig. 1-15	1-3
Y	paragraphs [0023]-[0106], fig. 1-15	6-10
A	paragraphs [0023]-[0106], fig. 1-15	4, 5
Y	JP 6590429 B1 (LASERTEC CORP) 16 October 2019 (2019-10-16) claims, fig. 1-8	6-10
A	entire text, all drawings	1-5



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

06 April 2023

Date of mailing of the international search report

18 April 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/003617

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2003-057016	A	26 February 2003	(Family: none)	
WO	2016/098469	A1	23 June 2016	CN 107003113 A	paragraphs [0048]-[0145], fig. 1-15
JP	6590429	B1	16 October 2019	US 2020/0201011 A1	claims 1-16, fig. 1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01B 11/24(2006.01)i FI: G01B11/24 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）） G01B11/00-11/30 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年									
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 2003-057016 A（キヤノン株式会社）26.02.2003（2003 - 02 - 26） 段落1, 11, 14, 22-29, 図1-3	1-3								
Y	段落1, 11, 14, 22-29, 図1-3	6-10								
A	段落1, 11, 14, 22-29, 図1-3	4, 5								
X	WO 2016/098469 A1（富士フイルム株式会社）23.06.2016（2016 - 06 - 23） 段落23-106, 図1-15	1-3								
Y	段落23-106, 図1-15	6-10								
A	段落23-106, 図1-15	4, 5								
Y	JP 6590429 B1（レーザーテック株式会社）16.10.2019（2019 - 10 - 16） 特許請求の範囲, 図1-8	6-10								
A	全文全図	1-5								
☐ 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 06.04.2023		国際調査報告の発送日 18.04.2023								
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） 櫻井 仁 2S 9008 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/JP2023/003617

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2003-057016	A	26.02.2003	(ファミリーなし)	
WO	2016/098469	A1	23.06.2016	CN 107003113 A	
				[0048]-[0145], FIGS.1-15	
JP	6590429	B1	16.10.2019	US 2020/0201011 A1	
				CLAIMS 1-16, FIGS.1-8	