

(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
2018年8月30日(30.08.2018)



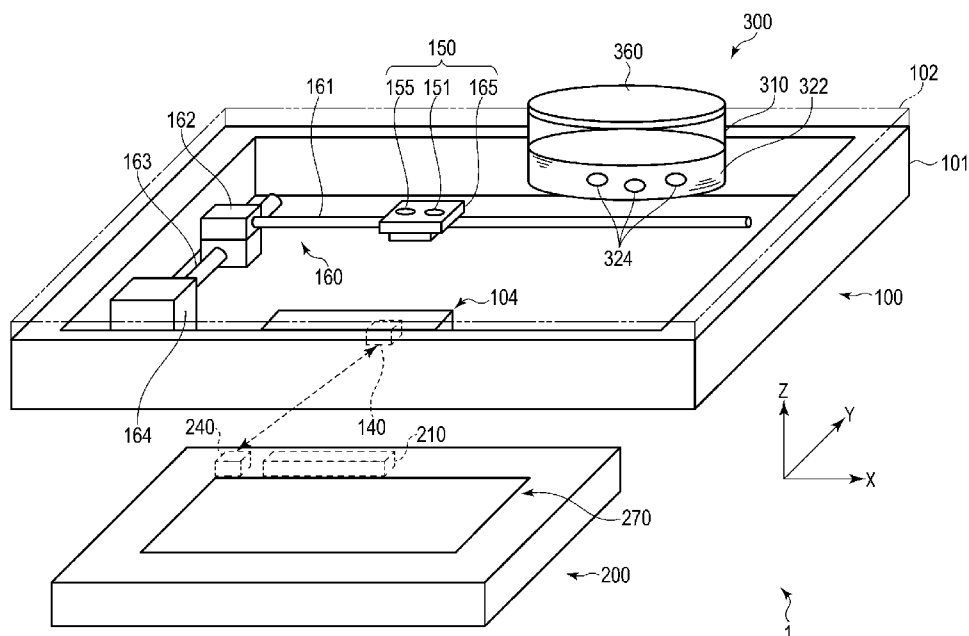
(10) 国際公開番号

WO 2018/154871 A1

- (51) 国際特許分類:
G01B 11/24 (2006.01) *G02B 21/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/040772
- (22) 国際出願日: 2017年11月13日(13.11.2017)
- (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 2017-029999 2017年2月21日(21.02.2017) JP
- (71) 出願人: オリンパス株式会社 (OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 網野 宏樹 (AMINO, Hiroki); 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP). 原 聡司 (HARA, Satoshi); 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP). 原 健人 (HARA, Kento); 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP). 加藤 茂 (KATO, Shigeru); 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP). 松音 英明 (MATSUOTO, Hideaki); 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP). 児玉 裕 (KODAMA, Hiroshi); 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内 Tokyo

(54) Title: OBSERVATION DEVICE, OBSERVATION SYSTEM, AND METHOD FOR CONTROLLING OBSERVATION DEVICE

(54) 発明の名称: 観察装置、観察システム及び観察装置の制御方法



(57) Abstract: Provided is an observation device (100), comprising: an imaging unit (151); a movement mechanism (160); and a stereoscopic information acquisition unit. The imaging unit (151) includes a first imaging optical system, which is a magnifying optical system and is a subject-side non-telecentric optical system in which an angle formed between one of principal rays on the subject side and the optical axis is 6° or more. The imaging unit (151) uses the first imaging optical system to image a sample (300) and acquire a first image. The movement mechanism (160) changes



(JP). 野中 修 (NONAKA, Osamu); 〒1928507
東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番地 オリ
ンパス株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 蔵田 昌俊, 外 (KURATA, Masatoshi et al.); 〒1050014 東京都港区芝三丁目 2 3 番 1 号 セレスティン芝三井ビルディング 1 1 階 鈴榮特許総合事務所内 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, 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, 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))

relative positions of the sample (300) and the imaging unit (151). The stereoscopic information acquisition unit acquires stereoscopic information on the sample (300) on the basis of a plurality of the first images acquired at different positions of the imaging unit (151) and information on respective imaging positions used to acquire the first images.

(57) 要約: 観察装置 (100) は、撮像部 (151) と、移動機構 (160) と、立体情報取得部とを備える。撮像部 (151) は、拡大光学系、かつ、被写体側のいずれかの主光線と光軸とのなす角度が 6° 以上となる被写体側非テレセントリック光学系である第1の撮像光学系を含む。撮像部 (151) は、前記第1の撮像光学系を用いて試料 (300) を撮像して第1の画像を取得する。移動機構 (160) は、試料 (300) と撮像部 (151) との相対位置を変更する。立体情報取得部は、異なる撮像部 (151) の位置で取得された複数の前記第1の画像と、前記第1の画像の取得時の各々の撮像位置に係る情報とに基づいて、試料 (300) について立体情報を取得する。

明 細 書

発明の名称： 観察装置、観察システム及び観察装置の制御方法 技術分野

[0001] 本発明は、観察装置、観察システム及び観察装置の制御方法に関する。

背景技術

[0002] 一般に、インキュベータ内に培養容器を静置し、当該培養容器内の培養細胞等の画像を得る装置が知られている。例えば日本国特開2005-295818号公報には、拡大光学系を有する撮像装置と培養容器との相対位置を変化させながら培養容器表面の撮影を行う細胞培養装置に係る技術が開示されている。

[0003] また、培養細胞に係る奥行き情報を取得することには需要がある。注目被写体の光軸方向の位置を取得する技術として、例えば、日本国特開2014-238558号公報には、2つのカメラの取得する画像間の視差に基づいて、注目被写体の光軸方向の位置を取得する撮像装置に係る技術が開示されている。

[0004] そのような中、撮像装置と培養容器との相対位置を変化させながら培養容器表面の撮影を行う撮像装置と、撮像間の視差に基づいて、注目被写体の光軸方向の位置を取得する撮像装置とでは、光学的制限が異なる。

発明の概要

[0005] 本発明は、注目被写体の奥行き情報を取得できる観察装置、観察システム及び観察装置の制御方法を提供することを目的とする。

[0006] 本発明の一態様によれば、観察装置は、拡大光学系、かつ、被写体側のいずれかの主光線と光軸とのなす角度が 6° 以上となる被写体側非テレセントリック光学系である第1の撮像光学系を含み、前記第1の撮像光学系を用いて試料を撮像して第1の画像を取得する撮像部と、前記試料と前記撮像部との相対位置を変更する移動機構と、異なる前記撮像部の位置で取得された複数の前記第1の画像と、前記第1の画像の取得時の各々の撮像位置に係る情

報とに基づいて、前記試料について立体情報を取得する立体情報取得部とを備える。

[0007] 本発明の一態様によれば、観察システムは、前記観察装置と、ユーザの操作結果を取得して前記観察装置へ出力し、前記観察装置の観察結果を取得するコントローラとを備える。

[0008] 本発明の一態様によれば、観察装置の制御方法は、拡大光学系、かつ、被写体側のいずれかの主光線と光軸とのなす角度が 6° 以上となる被写体側非テレセントリック光学系である第1の撮像光学系を含む撮像部を用いて、前記第1の撮像光学系を用いて試料を撮像して第1の画像の取得を行うことと、前記試料と前記撮像部との相対位置の変更を行うことと、異なる前記撮像部の位置で取得された複数の前記第1の画像と、前記第1の画像の取得時の各々の撮像位置に係る情報とに基づいて、前記試料について立体情報の取得を行うこととを含む。

[0009] 本発明によれば、注目被写体の奥行き情報を取得できる観察装置、観察システム及び観察装置の制御方法を提供できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、第1の実施形態に係る観察システムの外観の概略の一例を示す模式図である。

[図2]図2は、第1の実施形態に係る観察システムの構成例の概略を示すブロック図である。

[図3]図3は、第1の実施形態に係る第2の撮像光学系を含む撮像部と試料との位置関係の一例を示す模式図である。

[図4]図4は、第1の実施形態に係る第2の撮像光学系を含む撮像部と試料との位置関係の別の一例を示す模式図である。

[図5]図5は、第1の実施形態に係る第1の撮像光学系を含む撮像部と試料との位置関係の一例を示す模式図である。

[図6]図6は、第1の実施形態に係る第1の撮像光学系を含む撮像部と試料との位置関係の別の一例を示す模式図である。

[図7]図 7 は、第 1 の実施形態に係る観察装置制御処理の一例を示すフローチャートである。

[図8]図 8 は、第 1 の実施形態に係るカウンスキャン処理の一例をフローチャートである。

[図9]図 9 は、第 1 の実施形態に係るカウンスキャン処理情報の一例を示す模式図である。

[図10]図 10 は、第 1 の実施形態に係るカウンスキャン処理における画像取得ユニットの移動パターンの一例を示す模式図である。

[図11]図 11 は、第 1 の実施形態に係る 3D スキャン処理の一例を示すフローチャートである。

[図12]図 12 は、第 1 の実施形態に係る 3D スキャン処理情報の一例を示す模式図である。

[図13]図 13 は、第 1 の実施形態に係る 3D スキャン処理における画像取得ユニットの移動パターンの一例を示す模式図である。

[図14]図 14 は、第 1 の実施形態に係るコントローラ制御処理の一例を示すフローチャートである。

[図15]図 15 は、第 2 の実施形態に係る第 1 の撮像光学系を含む撮像部と試料との位置関係の一例を示す模式図である。

[図16]図 16 は、第 2 の実施形態に係る側面観察画像の一例を示す模式図である。

[図17]図 17 は、第 2 の実施形態に係る側面観察処理の一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0011] [第 1 の実施形態]

＜観察システムの構成＞

(観察システムの概要)

本発明の第 1 の実施形態について図面を参照して説明する。本実施形態に係る観察システムは、培養中の細胞、細胞群、組織等を撮影し、細胞又は細

胞群の個数、形態等を記録するためのシステムである。観察システム１の外観の概略の一例を模式図として図１に、観察システム１の構成例の概略をブロック図として図２にそれぞれ示し、これらを参照して観察システム１の構成について説明する。

[0012] 図１及び図２に示すように、観察システム１は、観察装置１００とコントローラ２００とを備える。図１に示すように、観察装置１００は、おおよそ平板形状をしている。観察装置１００の上面には観察対象である試料３００が配置され、観察装置１００と試料３００とは、例えばインキュベータ内に設置される。

[0013] 以降の説明のため、観察装置１００の試料３００が配置される面と平行な面内に互いに直交するＸ軸及びＹ軸を定義し、Ｘ軸及びＹ軸と直交するようにＺ軸（観察軸）を定義する。

[0014] 図１及び図２に示すように、観察装置１００は、筐体１０１と、透明板１０２と、画像取得ユニット１５０と、移動機構１６０とを備える。筐体１０１の上面には、透明板１０２が配置されている。画像取得ユニット１５０は、筐体１０１の内部に設けられており、撮像部１５１と照明部１５５とを備える。図２に示すように、撮像部１５１は、撮像光学系１５２と、撮像素子１５３とを備える。撮像部１５１は、撮像光学系１５２を介して撮像素子１５３の撮像面に結像した像（被写体像）に基づいて、画像データを生成する。画像取得ユニット１５０は、移動機構１６０によって移動させられて試料３００との相対位置を変更させられる。画像取得ユニット１５０は、移動させられながら、透明板１０２を介して試料３００を照明し、また、試料３００を撮影して試料３００の画像を取得する。一方、コントローラ２００は、例えばインキュベータの外部に設置される。観察装置１００とコントローラ２００とは、通信する。コントローラ２００は、観察装置１００の動作を制御する。

[0015] なお、Ｚ軸方向の撮影位置は、移動機構１６０によって変更されてもよいし、撮像光学系１５２の合焦位置が変更されることで変更されてもよい。撮

像光学系 152 は、焦点距離を変更できるズーム光学系であることが好ましい。

[0016] 以下、撮像光学系 152 が拡大光学系であり、撮像光学系 152 の光軸が Z 軸（観察軸）と平行である場合を例として説明をする。本実施形態に係る観察装置 100 は、注目被写体の奥行き情報を取得する 3D スキャン処理と、注目被写体の大きさ、数等を取得するカウンスキャン処理とを行う。

[0017] 本実施形態に係る撮像光学系 152 は、少なくとも被写体側に非テレセントリック性を有する光学系である第 1 の撮像光学系を備える。以下、第 1 の撮像光学系を用いて撮像された画像を第 1 の画像と称する。例えば 3D スキャン処理において、観察装置 100 は、第 1 の撮像光学系を含む画像取得ユニット 150 を移動させながら第 1 の画像を取得する。観察装置 100 は、それぞれ異なる位置で行われた撮像間の視差に基づいて、試料 300 に含まれる注目被写体の第 1 の撮像光学系の光軸方向（観察軸方向）の位置を奥行き情報として取得する。当該奥行き情報には、注目被写体に係る第 1 の撮像光学系の光軸方向の位置、立体モデル（3D モデル）等が含まれる。

[0018] また、本実施形態に係る撮像光学系 152 は、少なくとも被写体側にテレセントリック性を有する光学系である第 2 の撮像光学系をさらに備える。以下、第 2 の撮像光学系を用いて撮像された画像を第 2 の画像と称する。例えばカウンスキャン処理において、観察装置 100 は、第 2 の撮像光学系を含む画像取得ユニット 150 を移動させながら第 2 の画像を取得する。観察装置 100 は、それぞれ異なる位置で撮像された第 2 の画像を合成し、広範囲を撮像して取得されたかのような広範囲の高画素画像を取得する。また、観察装置 100 は、第 2 の画像又は当該高画素画像に基づいて、注目被写体の大きさ、数等を取得する。

[0019] （撮像光学系について）

ここでは、画像取得ユニット 150 が移動させられながら行う撮像について、第 1 の撮像光学系を用いる場合と第 2 の撮像光学系を用いる場合との各々について図 3 乃至図 6 を参照して説明する。本実施形態に係る撮像光学系

152は、絞り152aと、少なくとも対物レンズ152b及び結像レンズ152cを含む複数のレンズとを備える。なお、結像レンズ152cの撮像素子153側の焦点距離を焦点距離 F_t とする。

[0020] まず、本実施形態に係る撮像光学系152として第2の撮像光学系が用いられる場合について説明をする。本実施形態に係る第2の撮像光学系を含む撮像部151と試料300との位置関係の一例を模式図として図3に示す。試料300は、容器310と注目被写体である細胞324とを含む。ここでは、第2の撮像光学系が両側テレセントリック光学系である場合を例として説明をする。図3に示すように、本実施形態に係る第2の撮像光学系は、絞り152aと対物レンズ152bの射出側焦点と結像レンズ152cの入射側焦点との位置を一致させることで、被写体側と像側との両側にテレセントリック性を有する光学系である。このような両側テレセントリック光学系では、光学系の光軸に対して平行に入射した主光線（絞り152aの中心を通過する光線）が、光学系の光軸に対して平行に射出される。

[0021] 例えば図3に示す状態では、細胞324上の点P1は、第2の撮像光学系の光軸上に位置する。点P1から放射される光線のうち、絞り152aの中心を通るようにして第2の撮像光学系を通過して撮像素子153へと入射できる光線（主光線）は、第2の撮像光学系の光軸に対して平行に対物レンズ152bへ入射する光線R1である。光線R1は、第2の撮像光学系の光軸に対して平行に対物レンズ152bへ入射し、絞り152aの中心と結像レンズ152cとを通過して、撮像素子153上の第2の撮像光学系の光軸上に位置する点Q1へと入射する。

[0022] また、図3に示す状態から、第2の撮像光学系の光軸がZ軸（観察軸）と平行に維持されたまま、移動機構160によって第1のX移動量 ΔX_1 だけX方向に移動させられた後の状態を模式図として図4に示す。

[0023] 図4に示す状態では、点P1から放射される光線のうち、絞り152aの中心を通るようにして第2の撮像光学系を通過して撮像素子153へと入射できる光線（主光線）は、第2の撮像光学系の光軸に対して平行に対物レン

ズ152bへ入射する光線R1'である。もちろん、機構構成を傾斜可能なものにしたりすれば、光軸に対して傾きを持たせた移動にする応用も可能である。以下、光線R1'が入射する撮像素子153上の点をQ1'とする。ここで、点P1を対応点とした場合には、撮像素子153の撮像面における像位置の変化量（第2の像移動量）は、点Q1と点Q1'との間の距離である。また、図4に示す状態において、第2の撮像光学系の光軸上であって、当該光軸方向の位置が点P1と等しい点を点P11とする。

[0024] 次に、本実施形態に係る撮像光学系152として第1の撮像光学系が用いられる場合について説明をする。本実施形態に係る第1の撮像光学系を含む撮像部151と試料300との位置関係の一例を模式図として図5に示す。図3及び図4に示す場合と同様に、試料300は、容器310と注目被写体である細胞324とを含む。ここでは、第1の撮像光学系が被写体側非テレセントリック光学系（像側テレセントリック光学系）である場合を例として説明をする。図5に示すように、本実施形態に係る第1の撮像光学系は、図3又は図4に示す両側テレセントリック光学系において対物レンズ152bの第1の撮像光学系の光軸方向の位置を絞り152a側に移動させて、被写体側のみテレセントリック性を崩した光学系である。このような被写体側非テレセントリック光学系では、当該光学系に入射して対物レンズ152bで偏向された後に絞り152aの中心を通過する光線（主光線）が、光学系の光軸に対して平行に射出される。絞り152aと対物レンズ152bの射出側焦点とが異なっているため、被写体側非テレセントリック光学系を通過して撮像される光線のうち光軸上以外を通過して入射する主光線（図5中の破線で示す軸外主光線）は、注目被写体と光学系との間において、光学系の光軸と傾きを有することになる。

[0025] 例えば図5に示す状態では、細胞324上の点P1の位置は第1の撮像光学系の光軸上であるため、点P1から放射される光線のうち、第1の撮像光学系の絞り152aの中心を通過して撮像素子153へと入射できる光線（主光線）は、第1の撮像光学系の光軸上を通過して撮像素子153上の点Q

2へと入射する光線R 2である。

[0026] また、図5に示す状態から、第1の撮像光学系の光軸がZ軸（観察軸）と平行に維持されたまま、移動機構160によって第2のX移動量 ΔX_2 だけX方向に移動させられた後の状態を模式図として図6に示す。

[0027] 図6に示す状態では、点P 1の位置は第1の撮像光学系の光軸上ではないため、点P 1から放射される光線のうち主光線は、当該光軸に対して角度 ϕ の傾きを有して対物レンズ152bへ入射する光線R 2'である。その後、光線R 2'は対物レンズ152bで偏向された後に絞り152aの中心を通過して撮像素子153上の点Q 2'へと入射する。ここで、点P 1を対応点とした場合には、撮像素子153の撮像面における像位置の変化量（第1の像移動量 ΔX ）は、点Q 2と点Q 2'との間の距離である。また、図6に示す状態において、第1の撮像光学系の光軸上であって、当該光軸方向の位置が点P 1と等しい点を点P 12とする。

[0028] 図3及び図4を参照して上述したように、第2の撮像光学系を用いる場合に撮像素子153に入射する各主光線は、第2の撮像光学系の光軸に対して平行に第2の撮像光学系へ入射する光線である。そのため、注目被写体と第2の撮像光学系の光軸位置との相対位置が変化する場合には、第2の撮像光学系の入射端から点P 1を見る方向の変化（視差）は生じない。注目被写体と第2の撮像光学系の光軸位置との相対位置が変化する場合、例えば第2の撮像光学系の光軸位置（撮像位置）が位置X 1から位置X 1'へと移動する場合である。また、第2の像移動量は、第2の画像が取得された撮像位置の間隔（第1のX移動量 ΔX_1 ）に第2の撮像光学系の倍率を乗じた距離に等しい。被写体に凹凸がある場合でも撮像面上での見え方は変わらない。これは、第2の像移動量は、視差が存在する場合に発生する視差に起因する像移動量を含まないとも表現できる。

[0029] このように、第2の撮像光学系を用いた撮像では、瞳が被写体側から見て無限遠となるため、遠方から俯瞰したかのごとき画像（第2の画像）が得られることになる。例えば細胞が凹凸を有する場合のように、細胞324と対

物レンズ 152b との相対位置が当該光軸方向に異なる場合でも、第2の撮像光学系の光軸に対して平行に第2の撮像光学系へ入射する光線の光路は変化しない。そのため、撮像位置を変化させながら取得した複数の第2の画像を張り合わせて広範囲の高画素画像を合成する際に、画像間のつなぎ目の処理が容易となる。広範囲の画像に基づけば、その撮像領域内に存在する細胞数のカウントや細胞の大きさの比較が容易であることは言うまでもない。

[0030] 一方で、細胞 324 又は細胞群の形状が撮像光学系 152 の光軸方向に対して凹凸を有している場合等には、注目被写体の奥行き情報を取得したいという需要もある。ところが、上述したように第2の撮像光学系のような被写体側テレセントリック光学系では、注目被写体と当該光学系との相対位置が光軸方向に変化しても、第2の像移動量には視差に起因する像移動量が含まれないため、注目被写体の当該光軸方向の位置の変化量は取得できない。本実施形態に係る観察装置 100 は、奥行き情報を取得したい場合に第1の撮像光学系を用いて撮像を行う。

[0031] 図5及び図6を参照して上述したように、第1の撮像光学系を用いる場合に撮像素子 153 に入射する各主光線のうち、第1の撮像光学系の光軸上に位置しない範囲から放射される主光線は、当該光軸との間に傾きを有している。そのため、例えば第1の撮像光学系の光軸位置（撮像位置）が位置 X_2 から位置 X_2' へと移動するように、注目被写体と光軸位置との相対位置が変化する場合には、第1の撮像光学系が当該光学系の入射端から点 P1 を見る方向の変化（視差）が生じる。また、第1の像移動量 ΔX は、第1の画像が取得された撮像位置の間隔（第2の X 移動量 ΔX_2 ）に第1の撮像光学系の倍率を乗じた距離に等しい。しかしながら、被写体に凹凸がある場合、対物レンズの被写体側の焦平面（P1 を含み光軸に垂直な面）に対して前後する位置にある被写体に対しては撮像面上での倍率が異なる。図6の例では、対物レンズ 152b からの距離が遠いほど撮像面上での倍率は小さくなる。つまり、設定する点 P1 の位置の奥行きの違いにより、第2の X 移動量 ΔX_2 と第1の像移動量 ΔX との比は変化する。これは、第1の像移動量 ΔX は

、視差が存在する場合に発生する視差に起因する像移動量を含んでいるとも表現できる。

[0032] このように、第1の撮像光学系を用いた撮像では、同一の対応点を含み、かつ、例えば同一のXY平面上で撮像位置が異なる複数の第1の画像に基づいて、視差に起因する像移動量を含む第1の像移動量 ΔX が得られることになる。そのため、本実施形態に係る観察装置100は、例えば第1の像移動量 ΔX に基づいて三角測量の原理を利用して、細胞324等の注目被写体について奥行き情報を取得することができる。奥行き情報には、例えば厚み、凹凸等の情報を含む立体情報、立体画像が含まれる。第1の撮像光学系を用いた撮像では、こうした距離分布や各深さ方向の像情報などが得られるので、様々な情報で、対象物の確認が可能となる。つまり観察光学系を用いて試料300の画像を取得する撮像部151と、試料300と撮像部151との相対位置を変更する移動機構160と、異なる撮像部151の位置で取得された複数の画像と、この画像の取得時の各々の撮像位置に係る情報とに基づいてこの試料300について立体情報として取得する立体情報取得部を備える観察装置が提供できる。この観察光学系は、結像作用があればよく、拡大は電子的に拡大するような応用を行ってもよい。

[0033] (奥行き情報の取得について)

ここでは、図5に示す状態で取得された第1の画像と、図6に示す状態で取得された第1の画像とに基づく奥行き情報の取得について説明をする。なお、これら第1の画像の取得間隔は、試料300の内部で生じる現象の経時変化と比較して十分に短いものとする。また、簡単のため、図6に示す第1の光学系を通過する光線R2'において、対物レンズ152bの入射側と射出側の光線が同一線上である場合を例として説明をする。したがって、以下の奥行き情報の取得についての説明において、絞り152aの中心を示す点S0と点P1と点P12とから成る三角形は、点S0と光線R2'が通過する結像レンズ152c上の点K1と結像レンズ152cの中心を示す点K0とから成る直角三角形と相似であるとする。なお、対物レンズ152bの入

射側と射出側の光線が同一線上でない場合であっても、対物レンズ 152b における屈折角を考慮すれば以下の説明と同様の処理が可能であることは言うまでもない。

[0034] 点 S0 と点 K1 と点 K0 とから成る直角三角形において、点 K1 と点 K0 との間の距離は、第 1 の像移動量 ΔX に等しい。第 1 の像移動量 ΔX は、少なくとも 2 枚の第 1 の画像に基づいた画像処理において、対応点が検出されて像面上の対応点の移動量として算出されるため既知である。また、点 S0 と点 K0 との間の距離は、結像レンズ 152c の入射側の焦点距離 F_o であり既知である。一方、点 S0 と点 P1 と点 P12 とから成る直角三角形において、点 P1 と点 P12 との間の距離は、光軸間距離（第 2 の X 移動量 ΔX_2 ）であり、既知である。

[0035] したがって、絞り 152a と入射瞳（被写体側から見た絞り 152a の像）の位置の差が無視できるとした場合、点 S0 と点 P1 との間の第 1 の撮像光学系の光軸方向の距離 Z は、 $Z = F_o \times \Delta X_2 / \Delta X$ として算出され、細胞 324 の奥行き情報が取得される。

[0036] なお、図 3 及び図 4 に示した第 2 の撮像光学系と、図 5 及び図 6 に示した第 1 の撮像光学系とは、それぞれ像側にテレセントリック性を有する光学系として示されているが、これに限定されない。上述したように、本実施形態に係る観察装置 100 は、撮像して取得する画像が、細胞 324 の奥行き情報を含むか否かを切り替えるために撮像光学系 152 を第 1 の撮像光学系としたり、第 2 の撮像光学系としたりする。そのため、第 1 の撮像光学系又は第 2 の撮像光学系が像側に非テレセントリック性を有する光学系であっても、同様の効果が得られ得る。

[0037] また、第 1 の撮像光学系は被写体側に非テレセントリック性を有する光学系であるため、例えばピントを合わせるために、第 1 の撮像光学系を第 1 の撮像光学系の光軸方向に移動させた場合にも、撮像素子 153 上の対応点は移動することになる。例えば図 6 に示す状態から、第 1 の撮像光学系と撮像素子 153 とが一体として細胞 324 から離れる方向（Z 方向）に移動さ

せられた場合を例として説明する。このとき、点P 1と点S 0とを通る直線と、点P 1 2と点S 0とを通る直線とが成す角は小さくなる。したがって、点K 1は、光軸側に移動し、点Q 2´もまた光軸側に移動することになる。このように、移動させられながら撮像を繰り返す途中で、ピント合わせ等のために第1の撮像光学系が第1の撮像光学系の光軸方向に移動させられた場合でも、対応点の移動を取得することによって、奥行き情報の取得が可能であることは明らかである。

[0038] なお、簡単のために、撮像光学系1 5 2がX方向に移動させられた場合であって、あるXY平面（点P 1を撮像した点）にのみ着目した場合における光軸方向の奥行き情報の取得について説明をしたが、これに限定されない。第1の画像に含まれる複数の対応点について第1の像移動量 ΔX が取得され、細胞3 2 4について、面での奥行き情報が取得されることは明らかである。

[0039] なお、簡単のために、奥行き情報の取得に用いられる第1の画像の一方が撮像された状態として、図5に示すような、点P 1が第1の撮像光学系の光軸上に位置する場合を例として説明したが、これに限定されない。例えば奥行き情報の取得に用いられる少なくとも2枚の第1の画像において、各々の撮像時の光軸上に位置しない点に対応点として用いられてもよい。

[0040] 一般に、例えばオートフォーカスの結果に基づいて、注目被写体上の任意の点について奥行き情報を取得することは容易である。一方で、オートフォーカスの結果に基づいて、注目被写体の任意の面について奥行き情報を取得することは、所望の分解能にも依存するが、当該面に含まれる全ての点に対するオートフォーカス動作が要求される等、困難である。このような中、本実施形態に係る観察装置1 0 0において第1の撮像光学系を用いて奥行き情報を取得すれば、当該奥行き情報には注目被写体の面の奥行き情報が含まれており、注目被写体の3 Dモデルの取得等が容易となる。

[0041] なお、被写体側のいずれの主光線も光軸とのなす角度が4°以下の光学系であれば被写体側テレセントリック光学系とみなしてよい。

[0042] 被写体側非テレセントリック光学系としては、被写体側のいずれかの主光線と光軸とのなす角度（図6の角度 ϕ ）が 6° 以上の光学系とみなしてよい。複数の第1の画像間にて十分に視差のある画像を得られる。

[0043] さらに周辺（側面）の画像を撮る場合は、被写体側のいずれかの主光線と光軸とのなす角度（図6の角度 ϕ ）を 20° 以上とすることが好ましい。

[0044] （試料について）

観察システム1の測定対象である試料300は、例えば次のようなものである。試料300は、例えば、容器310と、培地322と、細胞324と、反射板360とを含む。容器310内に培地322が入れられ、培地322内で細胞324が培養されている。容器310は、例えばシャーレ、培養フラスコ、マルチウェルプレート等であり得る。このように、容器310は、例えば、生体試料を培養するための培養容器である。容器310の形状、大きさ等は限定されない。培地322は、液体培地でも固体培地でもよい。測定対象は例えば細胞324であるが、これは、接着性の細胞でもよいし、浮遊性の細胞でもよい。また、細胞324は、スフェロイドや組織であってもよい。さらに、細胞324は、どのような生物に由来してもよく、菌等であってもよい。このように、試料300は、生物又は生物に由来する試料である生体試料を含む。反射板360は、透明板102を介して試料300に入射した照明光を反射させて、細胞324を照明するためのものであり、容器310の上面に配置される。

[0045] （観察装置について）

観察装置100の筐体101の上面に配置されている透明板102は、例えばガラス等で形成されている。観察装置100は、例えば筐体101と透明板102とを含む部材によってその内部が密閉された状態となっている。試料300は、この透明板102上に静置される。図1には、筐体101の上面の全体が透明な板で形成されている例が示されているが、観察装置100は、筐体101の上面の一部に透明な板が設けられ、上面のその他の部分が不透明であるように構成されてもよい。なお、ここでの透明とは、照明光

の波長に対して透明であることを示す。

[0046] 移動機構 160 は、支持部 165 と、支持部 165 を X 軸方向に移動させるための X 送りねじ 161 と、X アクチュエータ 162 とを備える。また、移動機構 160 は、支持部 165 を Y 軸方向に移動させるための Y 送りねじ 163 と Y アクチュエータ 164 とをさらに備える。移動機構 160 は支持部 165 を Z 軸方向に移動させるための Z 送りねじ及び Z アクチュエータ等を備えてもよい。以下の説明のため、支持部 165 が X アクチュエータ 162 から離れる方向に移動する方向を X 方向の正の向き（X+方向）とし、Y アクチュエータ 164 から離れる方向に移動する方向を Y 方向の正の向き（Y+方向）とし、支持部 165 から試料 300 に向かう方向を Z 方向の正の向き（Z+方向）とする。

[0047] 図 1 に示すように、画像取得ユニット 150 の備える照明部 155 は、移動機構 160 の備える支持部 165 に設けられている。また、照明部 155 の近傍には撮像部 151 が設けられている。照明部 155 は、照明光学系 156 と光源 157 とを備える。光源 157 から放射された照明光は、照明光学系 156 を介して試料 300 へと照射される。光源 157 は、例えば LED を含む。

[0048] 図 2 に示すように、撮像部 151 は、レンズ切替部 154 をさらに備える。レンズ切替部 154 は、例えば撮像光学系 152 に含まれるレンズを光軸方向へ駆動させ、撮像光学系 152 を第 1 の撮像光学系としたり、第 2 の撮像光学系としたりする。本実施形態に係るレンズ切替部 154 は、例えば細胞 324 の数をカウントするカウントスキャン処理、複数の位置で取得した複数の画像を合成して広範囲の高画素画像を取得する撮像処理等が行われる際には撮像光学系 152 を第 2 の撮像光学系とする。また、本実施形態に係るレンズ切替部 154 は、例えば細胞 324 の奥行き情報を取得する 3D スキャン処理、細胞 324 の 3 次元画像を取得する撮像処理等が行われる際には撮像光学系 152 を第 1 の撮像光学系とする。

[0049] このように、本実施形態に係る観察装置 100 は、レンズ切替部 154 に

観察の種類に応じて撮像光学系 152 を切り替えさせ、また、移動機構 160 に画像取得ユニット 150 の位置を X 方向及び Y 方向に撮像光学系 152 の光軸を観察軸と平行に維持したまま変更させながら繰り返し試料 300 の撮影を行い、複数の画像を取得する。

[0050] 観察装置 100 は、観察側記録回路 130 をさらに備える。観察側記録回路 130 は、例えば観察装置 100 の備える各部で用いられるプログラムや各種パラメータ、観察装置 100 で得られたデータを記録する。また、観察側記録回路 130 は、例えば画像データ（画素データ）、記録用の画像データ、表示用の画像データ、動作時の処理データといった各種データを一時的に記録する。

[0051] さらに、観察側記録回路 130 は、撮像光学系 152 の光軸方向における合焦位置の範囲を、例えばピント位置範囲として記録している。ピント位置範囲は、例えば試料 300 のサイズ等に応じた値が予め設定されたり、ユーザの入力によって設定されたりする。

[0052] 観察装置 100 は、画像処理回路 120 をさらに備える。画像処理回路 120 は、撮像部 151 で得られた画像データに対して各種画像処理を施す。画像処理回路 120 による画像処理後のデータは、例えば観察側記録回路 130 に記録されたり、コントローラ 200 に送信されたりする。また、画像処理回路 120 は、得られた画像に基づく各種解析を行ってもよい。例えば画像処理回路 120 は、得られた第 1 の画像に基づいて、試料 300 に含まれる細胞 324 又は細胞群の奥行き情報を取得する。また、例えば画像処理回路 120 は、得られた第 2 の画像に基づいて、試料 300 に含まれる細胞 324 又は細胞群の画像を抽出したり、細胞又は細胞群の数を算出したりする。このようにして得られた解析結果も、例えば観察側記録回路 130 に記録されたり、コントローラ 200 に送信されたりする。

[0053] このようなコントローラ 200 との通信を行うために、観察装置 100 は、観察側通信装置 140 をさらに備える。この通信には、例えば W i - F i （登録商標）又は B l u e t o o t h （登録商標）等を利用した無線通信が

利用される。また、観察装置１００とコントローラ２００とは、有線によって接続されて有線によって通信が行われてもよいし、互いにインターネット等の電気通信回線に接続されてインターネット等の電気通信回線を介して通信が行われてもよい。

[0054] 観察装置１００は、観察側制御回路１１０と、時計部１７２とをさらに備える。

[0055] 観察側制御回路１１０は、観察装置１００の備える各部の動作を制御する。また、観察側制御回路１１０は、観察装置１００の動作に係る各種情報を取得し、観察装置１００の動作に係る各種判定を行い、また、当該判定の結果に基づいてユーザに対して通知、警告等を行う。図２に示すように、観察側制御回路１１０は、位置制御部１１１、撮像制御部１１２、照明制御部１１３、通信制御部１１４、記録制御部１１５、測定制御部１１６及び距離換算部１１７としての機能を備える。位置制御部１１１は、移動機構１６０の動作を制御し、画像取得ユニット１５０の位置を制御する。撮像制御部１１２は、画像取得ユニット１５０の備える撮像部１５１の動作を制御し、撮像部１５１に試料３００の画像を取得させる。撮像制御部１１２は、ピント・露出切替部を備える。撮像制御部１１２は、例えば撮像光学系１５２に含まれる合焦用レンズを光軸方向に移動させてピント調節を行う。当該合焦用レンズは、例えば液体レンズのような焦点距離が可変のレンズであってもよい。また、合焦用には焦点の異なるレンズが複数用意されてもよい。用意されたレンズが多眼であればリフォーカス技術などを利用することが可能となる。また、ピント・露出切替部は、例えば絞り１５２ａの動作を制御して露出の調節をしたり、レンズの光軸方向の動作を制御してズームの調整をしたりする。照明制御部１１３は、画像取得ユニット１５０の備える照明部１５５の動作を制御する。通信制御部１１４は、観察側通信装置１４０を介したコントローラ２００との通信を管理する。記録制御部１１５は、観察装置１００で得られたデータの記録について制御する。測定制御部１１６は、測定を行うタイミングや回数など、測定全体を制御する。距離換算部１１７は、注

目被写体である細胞 3 2 4 の光軸方向の位置情報、細胞 3 2 4 の有する凹凸に係る情報等を、例えば画像処理回路 1 2 0 の処理結果に基づいて、奥行き情報として取得する。時計部 1 7 2 は、時刻情報を生成して観察側制御回路 1 1 0 へ出力する。当該時刻情報は、例えば取得データの記録時、観察装置 1 0 0 の動作に係る判定に使用される。

[0056] なお、上述した、観察側制御回路 1 1 0 と、画像処理回路 1 2 0 と、観察側記録回路 1 3 0 と、観察側通信装置 1 4 0 とは、例えば図 1 に示すように、回路群 1 0 4 として筐体 1 0 1 の内部に設けられている。

[0057] また、本実施形態に係る観察装置 1 0 0 は、立体情報取得部と対応点取得部と立体モデル生成部としての機能を備える。立体情報取得部は、異なる撮像部 1 5 1 の位置で取得された複数の第 1 の画像と、これら第 1 の画像の取得時の各々の撮像位置に係る情報とに基づいて試料 3 0 0 について立体情報として取得する。立体情報取得部は、例えば試料 3 0 0 の凹凸等に係る情報を取得する。立体情報取得部は、例えば距離換算部 1 1 7 から第 1 の画像の取得時の各々の撮像位置に係る情報を取得する。なお、当該立体情報は、例えば距離換算部 1 1 7 の取得する奥行き情報を含む。対応点取得部は、例えば撮像部 1 5 1 が移動機構 1 6 0 に移動させられながら取得した複数の第 1 の画像間の相関に基づいて、対応点を取得し、第 1 の像移動量 ΔX を取得する。立体モデル生成部は、例えば距離換算部 1 1 7 の取得する奥行き情報に基づいて、注目被写体の立体モデルを構築する。なお、これら立体情報取得部と対応点取得部と立体モデル生成部としての機能は、それぞれ、例えば観察側制御回路 1 1 0 及び／又は画像処理回路 1 2 0 によって実現され得る。

[0058] このように、筐体 1 0 1 の内部に、透明板 1 0 2 を介した撮像によって画像データを生成する画像取得ユニット 1 5 0 と、画像取得ユニット 1 5 0 を移動させる移動機構 1 6 0 とを設けることによって、信頼性が高く、取り扱いや洗浄が容易であり、コンタミネーション等を防止できる構造にすることができる。

[0059] (コントローラについて)

コントローラ２００は、例えばパーソナルコンピュータ（ＰＣ）、タブレット型の情報端末等である。図１には、タブレット型の情報端末を図示している。

[0060] コントローラ２００には、例えば液晶ディスプレイといった表示装置２７２とタッチパネルといった入力装置２７４とを備える入出力装置２７０が設けられている。入力装置２７４は、タッチパネルの他に、スイッチ、ダイヤル、キーボード、マウス等を含んでいてもよい。

[0061] また、コントローラ２００には、コントローラ側通信装置２４０が設けられている。コントローラ側通信装置２４０は、観察側通信装置１４０と通信を行うための装置である。観察側通信装置１４０及びコントローラ側通信装置２４０を介して、観察装置１００とコントローラ２００とは通信を行う。

[0062] また、コントローラ２００は、コントローラ側制御回路２１０と、コントローラ側記録回路２３０とを備える。コントローラ側制御回路２１０は、コントローラ２００の各部の動作を制御する。コントローラ側記録回路２３０は、例えばコントローラ側制御回路２１０で用いられるプログラムや各種パラメータ、観察装置１００から受信したデータを記録する。

[0063] コントローラ側制御回路２１０は、システム制御部２１１、表示制御部２１２、記録制御部２１３、通信制御部２１４及びネット連携部２１５としての機能を有する。なお、コントローラ側制御回路２１０は、対応点取得部と立体モデル生成部としての機能をさらに有していてもよい。システム制御部２１１は、試料３００の測定のための制御に係る各種演算を行う。表示制御部２１２は、表示装置２７２の動作を制御する。表示制御部２１２は、表示装置２７２に必要な情報等を表示させる。記録制御部２１３は、コントローラ側記録回路２３０への情報の記録を制御する。通信制御部２１４は、コントローラ側通信装置２４０を介した観察装置１００との通信を制御する。ネット連携部２１５は、インターネット等の電気通信回線上に設けられたクラウド等の観察システム１の外部にあるネットワークサーバ等と観察システム１との連携を制御する。当該連携において、ネット連携部２１５は、例えば

、観察装置１００が取得した画像等の観察結果又はコントローラ２００が取得した観察結果を、観察側通信装置１４０又はコントローラ側通信装置２４０に、ネットワーク上に設けられたサーバ等に送信させる。ネット連携部２１５は、例えば、当該ネットワークサーバの有する画像処理回路等に当該観察結果に基づいた細胞カウント、奥行き情報の算出等の処理を行わせ、当該処理の結果を取得する。また、例えばネット連携部２１５は、インターネットに接続されたインキュベータ、空調設備、照明設備等のＩｏＴ機器から情報を取得したり、当該ＩｏＴ機器を制御したりする。

[0064] なお、観察側制御回路１１０、画像処理回路１２０及びコントローラ側制御回路２１０は、Central Processing Unit（ＣＰＵ）、Application Specific Integrated Circuit（ＡＳＩＣ）、又はField Programmable Gate Array（ＦＰＧＡ）等の集積回路等を含む。観察側制御回路１１０、画像処理回路１２０及びコントローラ側制御回路２１０は、それぞれ１つの集積回路等で構成されてもよいし、複数の集積回路等が組み合わされて構成されてもよい。また、観察側制御回路１１０及び画像処理回路１２０は、１つの集積回路等で構成されてもよい。また、観察側制御回路１１０の位置制御部１１１、撮像制御部１１２、照明制御部１１３、通信制御部１１４、記録制御部１１５、測定制御部１１６、及び距離換算部１１７は、それぞれ１つの集積回路等で構成されてもよいし、複数の集積回路等が組み合わされて構成されてもよい。また、位置制御部１１１、撮像制御部１１２、照明制御部１１３、通信制御部１１４、記録制御部１１５、測定制御部１１６、及び距離換算部１１７のうち２つ以上が１つの集積回路等で構成されてもよい。同様に、コントローラ側制御回路２１０のシステム制御部２１１、表示制御部２１２、記録制御部２１３、通信制御部２１４及びネット連携部２１５は、それぞれ１つの集積回路等で構成されてもよいし、複数の集積回路等が組み合わされて構成されてもよい。また、システム制御部２１１、表示制御部２１２、記録制御部２１３、通信制御部２１４及びネット連携部２１５のうち２つ以上が１つの集積回路等で構成されてもよい。これら集積回路の動作は、例えば観

観察側記録回路１３０又はコントローラ側記録回路２３０や集積回路内の記録領域に記録されたプログラムに従って行われる。

[0065] なお、観察側記録回路１３０、コントローラ側記録回路２３０又はこれらの備える各要素は、例えばフラッシュメモリのような不揮発性メモリであるが、Static Random Access Memory（ＳＲＡＭ）やDynamic Random Access Memory（ＤＲＡＭ）のような揮発性メモリをさらに有していてもよい。また、観察側記録回路１３０又はこれらの備える各要素と、コントローラ側記録回路２３０又はこれらの備える各要素とは、それぞれ１つのメモリ等で構成されてもよいし、複数のメモリ等が組み合わされて構成されてもよい。また、観察システム１の外部にあるデータベース等を、そのメモリの一部として利用してもよい。

[0066] ＜観察システムの動作＞

コントローラ２００との間で通信して観察装置１００によって行われる観察装置制御処理の一例をフローチャートとして図７に示し、これを参照して観察システム１の動作について説明をする。

[0067] ステップＳ１０１において、観察側制御回路１１０は、例えばコントローラ２００がユーザの操作に応じて出力する信号を受信するまで待機する。

[0068] ステップＳ１０２において、観察側制御回路１１０は、例えばコントローラ２００から観察装置１００の電源をオンとする電源ＯＮ信号又は観察装置１００の電源をオフとする電源ＯＦＦ信号を受信したか否かを判定する。処理は、電源ＯＮ／ＯＦＦ信号を受信したと判定された場合はステップＳ１０３へ進み、受信したと判定されなかった場合はステップＳ１０４へ進む。

[0069] ステップＳ１０３において、観察側制御回路１１０は、ステップＳ１０２において電源ＯＮ信号を受信したと判定された場合は観察装置１００の各部への電源の供給を開始し、ステップＳ１０２において電源ＯＦＦ信号を受信したと判定された場合は観察装置１００の各部への電源の供給を終了する。なお、観察側通信装置１４０へは、通信を待機するために、何れの場合も電源が供給され続ける。その後、処理はステップＳ１０１へ戻る。

[0070] 細胞培養について観察する場合等、観察物の経時変化が緩やかな場合には、必要に応じた時間間隔で撮像等の観察が行われればよい。そのため、このような電源制御は省エネに貢献するものである。

[0071] なお、観察装置１００は、制御信号等の送受信にBluetooth Low Energy（BLE）等の省待機電力の通信装置と、画像を含む観察結果等のデータの送受信にWi-Fi等の高速の通信装置とを備えていてもよい。この場合には、観察装置１００の電源がオフの場合にはBLE等で通信待ちを行い、ステップＳ１０３で電源がオンとされるときにWi-Fi等の通信がコントローラ２００と確立するようにすればよい。また、コントローラ２００の出力する電源ON/OFF信号に基づいて観察装置１００の電源がオンとされたり、オフとされたりすると説明したが、これに限定されない。例えば細胞の培養中等は、１分毎など、予め設定された時間間隔で観察装置１００の電源がオンとされたり、オフとされたりして撮像等の観察が行われてもよい。

[0072] ステップＳ１０４において、観察側制御回路１１０は、例えばコントローラ２００から各種設定に係る制御信号を受信したか否かを判定する。処理は、各種設定に係る制御信号を受信したと判定された場合はステップＳ１０５へ進み、受信したと判定されなかった場合はステップＳ１０１へ戻る。

[0073] ステップＳ１０５において、観察側制御回路１１０は、ステップＳ１０４において観察側通信装置１４０が受信した各種設定に係る制御信号に応じて、観察装置１００の各部の設定を行う。ここで設定される情報は、例えば、観察装置１００が取得した画像等の観察結果又は測定結果の送信先に係る情報、撮影条件、測定条件、各種パラメータを含む。なお、観察装置１００が取得した観察結果又は測定結果の送信先は、例えば観察装置１００の観察側記録回路１３０、コントローラ２００のコントローラ側記録回路２３０、ネットワーク上のデータサーバ等である。例えばこのようにネットワーク上に構築されたクラウド等に観察結果又は測定結果を送信すれば、異なるユーザ間での情報共有が容易になるだけでなく、観察システム１の外部で取得画像

の解析、画像処理等を行うことができるようになる。

- [0074] ステップS 1 0 6において、観察側制御回路1 1 0は、例えばコントローラ2 0 0からカウンスキャン処理の実行を指示する制御信号を受信したか否かを判定する。処理は、カウンスキャン処理の実行を指示する制御信号を受信したと判定された場合はステップS 1 0 7へ進み、受信したと判定されなかった場合はステップS 1 0 8へ進む。なお、カウンスキャン処理は、例えば測定開始時刻等が予め決められており、当該決められた測定開始時刻で測定が開始されてもよい。
- [0075] ステップS 1 0 7において、観察側制御回路1 1 0は、カウンスキャン処理を実行し、細胞3 2 4の数をカウントする。カウンスキャン処理の詳細は後述する。その後、処理はステップS 1 0 8へ進む。
- [0076] ステップS 1 0 8において、観察側制御回路1 1 0は、例えばコントローラ2 0 0から3 Dスキャン処理の実行を指示する制御信号を受信したか否かを判定する。処理は、カウント処理の実行を指示する制御信号を受信したと判定された場合はステップS 1 0 9へ進み、受信したと判定されなかった場合はステップS 1 1 0へ進む。
- [0077] ステップS 1 0 9において、観察側制御回路1 1 0は、3 Dスキャン処理を実行し、細胞3 2 4の立体情報等の奥行き情報を取得する。3 Dスキャン処理の詳細は後述する。その後、処理はステップS 1 1 0へ進む。
- [0078] ステップS 1 1 0において、観察側制御回路1 1 0は、例えばコントローラ2 0 0がユーザの操作に応じて出力する制御信号に基づいて、観察又は測定に係る処理を終了するか否かを判定する。処理は、終了すると判定された場合はステップS 1 1 1へ進み、終了しないと判定された場合はステップS 1 0 4へ戻る。
- [0079] ステップS 1 1 1において、観察側制御回路1 1 0は、例えばコントローラ2 0 0から観察結果又は測定結果を要求する制御信号を受信したか否かを判定する。観察結果又は測定結果は、例えば測定の計測値、取得画像、撮影位置、解析結果等の観察装置1 0 0で得られた各種データを含む。撮影位置

は、撮影位置のX座標、Y座標及びZ座標を含む。X座標及びY座標は、移動機構160の制御で用いられる値であり、例えば位置制御部111から取得され得る。Z座標は、撮像光学系152の制御に用いられる値であり、例えば撮像制御部112、距離換算部117等から取得され得る。処理は、観察結果又は測定結果を要求する制御信号を受信したと判定された場合はステップS112へ進み、受信したと判定されなかった場合はステップS101へ戻る。

[0080] ステップS112において、観察側制御回路110は、例えばステップS105で設定された送信先に、取得画像等の各種観察や測定で取得された結果、当該結果を解析して取得された解析結果等を送信する。その後、処理はステップS101へ戻る。

[0081] ここで、観察装置制御処理のステップS107におけるカウンスキャン処理の一例をフローチャートとして図8に示し、これを参照して観察システム1のカウンスキャン処理時の動作について説明をする。

[0082] ステップS201において、観察側制御回路110は、レンズ切替部154に撮像光学系152を第2の撮像光学系とさせる。なお、第2の撮像光学系は、上述したように、被写体側にテレセントリック性を有する光学系である。その後、処理はステップS202へ進む。

[0083] ステップS202において、観察側制御回路110は、例えば観察側記録回路130に記録されているカウンスキャン処理情報に基づいて、カウンスキャンを開始するための事前処理を実行する。当該事前処理において、観察側制御回路110は、画像取得ユニット150を移動機構160に移動させてカウンスキャンのXY開始位置に戻す。また、観察側制御回路110は、撮像光学系152及び撮像素子153、又は移動機構160の動作を制御して、Z方向の初期位置からカウンスキャンを開始できるようにする。その後、観察側制御回路110は、カウンスキャンを開始する。

[0084] ここで、本実施形態に係るカウンスキャン処理情報の一例を図9に示し、これを参照してカウンスキャン処理情報として記録される情報について

説明をする。当該情報は、例えば予め設定されていたり、観察装置制御処理のステップS105で設定されたりする。

[0085] 図9に示すように、カウンスキャン処理情報は、カウンスキャンパターンに係る情報CSPと、カウンスキャン処理の実行に係る情報CSJと、カウンスキャン処理によって得られた情報CSRとを含む。カウンスキャンパターンに係る情報CSPは、例えばカウンスキャンの開始条件CSP1、開始位置CSP2、終了条件CSP3、第1のX移動ピッチCSP5、第1のY移動ピッチCSP6、X方向の移動からY方向の移動へと切り替える条件である第1のX→Y条件CSP10、Y方向の移動からX方向の移動へと切り替える条件である第1のY→X条件CSP11を含む。ここで、例えば第1のX移動ピッチCSP5はX方向への移動（撮像）間隔であり、第1のY移動ピッチCSP6はY方向への移動（撮像）間隔である。本実施形態に係る画像取得ユニット150は、これら移動ピッチ毎に撮像して第2の画像を取得することになる。カウンスキャン処理の実行に係る情報CSJは、例えば観察不良等を判定する判定条件である第1のNG判定条件CSJ1、例えば第1のNG判定条件CSJ1によって観察不良であると判定された場合等にカウンスキャンを再実施するか否かを判定する判定条件である第1の再トライ判定条件CSJ2を含む。カウンスキャン処理によって得られた情報CSRは、例えばカウンスキャン処理で第2の撮像光学系を用いて取得された各々の画像（第2の画像）に紐付けられて記録される。例えば、第1の結果CSR1は、第1のコマCSR11と、第1のコマCSR11が取得された際の第1の時刻CSR12、第1のAF情報CSR13及び第1の撮影条件CSR14とを含む。なお、撮影条件は、シャッタースピードや絞り等の露出条件その他の撮影条件を含む。ここでいう撮影条件は、撮影毎に異なってもよいし、測定毎に異なってもよいし、全ての撮影で共通であってもよい。また、当該情報は、第2の画像が取得された位置の情報、細胞324の数をカウントした結果等を含んでいてもよい。

[0086] ここで、本実施形態に係るカウンスキャン処理における画像取得ユニッ

ト 150 の移動パターンの一例について模式図として図 10 に示し、これを参照してカウンスキャンにおける画像取得ユニット 150 の移動について説明をする。ここでは、画像取得ユニット 150 が、図 10 中に示す線 CL 1 上を移動させられながらカウンスキャン処理が実行される場合を例として説明をする。

[0087] 図 10 に示すように、観察側制御回路 110 は、画像取得ユニット 150 を開始位置 CP 1 に移動させ、第 2 の画像を取得させる。観察側制御回路 110 は、画像取得ユニット 150 を Y 方向へ第 1 の Y 移動ピッチだけ移動させ、移動後の位置において第 2 の画像を取得させる。その後、観察側制御回路 110 は、例えば画像取得ユニット 150 が点 CP 2 の示す位置に存在するなど、第 1 の Y→X 条件 C S P 1 1 に該当する状態であると判定されるまで、第 2 の画像の取得と画像取得ユニット 150 の移動とを繰り返す。観察側制御回路 110 は、第 1 の Y→X 条件 C S P 1 1 に該当する状態であると判定された場合には、画像取得ユニット 150 を移動させる方向を Y 方向から X 方向へ切り替える。移動方向が Y 方向へと切り替えられた後には、観察側制御回路 110 は、例えば画像取得ユニット 150 が点 CP 3 の示す位置に存在するなど、第 1 の X→Y 条件 C S P 1 0 に該当する状態であると判定されるまで、画像取得ユニット 150 を第 1 の X 移動ピッチだけ移動させて第 2 の画像を取得させる処理を繰り返す。このようにして、観察側制御回路 110 は、画像取得ユニット 150 が点 CP 10 に到達した場合等、終了条件 C S P 3 が満たされたと判定されるまでカウンスキャン処理を続ける。

[0088] ここで、再び図 8 を参照して観察システム 1 のカウンスキャン処理時の動作について説明を続ける。

[0089] ステップ S 203 において、観察側制御回路 110 は、カウンスキャンの状態を判定する。当該判定では、例えば、画像処理回路 120 が撮像した画像を解析して観察不良を検出した場合、移動機構 160 が動作不良を検出した場合等に、カウンスキャンの再実施が必要であると判定される。当該判定の条件は、図 9 に示すように、カウンスキャン処理情報として例えば

観察側記録回路 130 に記録されている。なお、カウンスキャン時に取得される画像をコントローラ 200 へ送信して、コントローラ 200 で行われるライブビュー（LV）表示に基づいてユーザが判断する仕様も考えられる。処理は、カウンスキャンの再実施が必要であると判定された場合はステップ S204 へ進み、判定されなかった場合はステップ S205 へ進む。

[0090] ステップ S204 において、観察側制御回路 110 は、ステップ S203 での判定結果に応じて、カウンスキャンにおいて観察不良等が発生している旨、カウンスキャンの再実施が必要である旨等をユーザへ警告させるための制御信号を生成し、コントローラ 200 へ送信する。その後、処理はステップ S202 へ戻る。

[0091] なお、ステップ S202 へ戻った後に行われるカウンスキャン処理は、例えばステップ S203 における判定の結果に応じて、画像取得ユニット 150 が開始位置まで戻されて再実施されたり、現在の位置から再実施されたりする。

[0092] ステップ S205 において、観察側制御回路 110 は、例えば、カウンスキャン処理情報として例えば観察側記録回路 130 に記録されている終了条件 C S P 3 に基づいて、所定の全域におけるカウンスキャンが終了したか否かを判定する。処理は、全域終了したと判定された場合はステップ S211 へ進み、判定されなかった場合はステップ S206 へ進む。

[0093] ステップ S206 において、観察側制御回路 110 は、撮像部 151 に注目被写体である細胞 324 に対して焦点調節（Auto Focus：AF）を行わせ、また、撮像動作を行わせて第 2 の画像を取得させる。ここで、図 3 及び図 4 を参照して上述したように、カウンスキャン処理では被写体側にテレセントリック性を有する光学系である第 2 の撮像光学系が用いられるため、AF の際に撮像光学系 152、撮像素子 153 等の光軸方向の位置が変化しても、細胞 324 の大きさや位置は変化しない。また、観察側制御回路 110 は、図 9 を参照して上述したように取得した第 2 の画像等を観察側通信装置 140 に予め設定された送信先へ送信させる。

- [0094] ステップS 2 0 7において、観察側制御回路1 1 0は、画像処理回路1 2 0に取得された第2の画像を解析させ、細胞3 2 4又は細胞群の数をカウントさせ、また、細胞カウントの結果を観察側記録回路1 3 0へ記録させたり、コントローラ2 0 0へ送信させたりする。その後、処理はステップS 2 0 8へ進む。
- [0095] なお、例えばコントローラ2 0 0が第2の画像の送信先であって、コントローラ2 0 0が画像処理回路を備える場合には、当該細胞カウントはコントローラ2 0 0で行われてもよい。また、例えばクラウド等のネットワーク上のサーバが第2の画像の送信先であって、クラウドが画像処理回路に相当する機能を備える場合には、当該細胞カウントは観察システム1の外部で行われてもよい。また、細胞カウントは、全域のカウントスキャン処理が終了した後に、取得された第2の画像に基づいて合成された広範囲の高画素画像に基づいて行われてもよい。
- [0096] ステップS 2 0 8において、観察側制御回路1 1 0は、現在の状態がカウントスキャン処理情報として記録されている第1のX→Y条件C S P 1 0又は第1のY→X条件C S P 1 1を満たす状態であるか否かを判定する。処理は、第1のX→Y条件C S P 1 0又は第1のY→X条件C S P 1 1を満たす状態であると判定された場合はステップS 2 0 9へ進み、判定されなかった場合はステップS 2 1 0へ進む。
- [0097] ステップS 2 0 9において、観察側制御回路1 1 0は、ステップS 2 0 8での判定の結果に応じて、画像取得ユニット1 5 0を移動させる方向を切り替える。その後、処理はステップS 2 1 0へ進む。
- [0098] ステップS 2 1 0において、観察側制御回路1 1 0は、その時点での移動方向に応じて、第1のX移動ピッチ又は第1のY移動ピッチだけ画像取得ユニット1 5 0を移動させる。その後、処理はステップS 2 0 3へ戻る。
- [0099] ステップS 2 1 1において、観察側制御回路1 1 0は、ステップS 2 0 5において全域でカウントスキャンが終了したと判定されたことに応じて、観察側通信装置1 4 0にコントローラ2 0 0へ終了信号を送信させる。また、

観察側制御回路 110 は、画像処理回路 120 に、取得された第 2 の画像に基づいて広範囲の高画素画像を合成させる。その後、処理は終了し、観察装置制御処理のステップ S108 へ進む。

[0100] ここで、観察装置制御処理のステップ S109 における 3D スキャン処理の一例をフローチャートとして図 11 に示し、これを参照して観察システム 1 の 3D スキャン処理時の動作について説明をする。

[0101] ステップ S301 において、観察側制御回路 110 は、レンズ切替部 154 に撮像光学系 152 を被写体側に非テレセントリック性を有する光学系である第 1 の撮像光学系とさせる。その後、処理はステップ S302 へ進む。

[0102] ステップ S302 において、観察側制御回路 110 は、例えば観察側記録回路 130 に記録されている 3D スキャン処理情報に基づいて、3D スキャンを開始するための事前処理を実行する。当該事前処理において、観察側制御回路 110 は、画像取得ユニット 150 を移動機構 160 に移動させて 3D スキャンの XY 指定位置に戻す。また、観察側制御回路 110 は、撮像光学系 152 及び撮像素子 153、又は移動機構 160 の動作を制御して、Z 方向の所定位置から 3D スキャンを開始できるようにする。その後、観察側制御回路 110 は、3D スキャンを開始する。

[0103] ここで、本実施形態に係る 3D スキャン処理情報の一例を図 12 に示し、これを参照して 3D スキャン処理情報として記録される情報について説明をする。当該情報は、例えば予め設定されていたり、観察装置制御処理のステップ S105 で設定されたりする。なお、上述したように、本実施形態に係る 3D スキャン処理は、被写体側非テレセントリック光学系である第 1 の撮像光学系を用いて実行される。また、本実施形態に係る 3D スキャン処理は、ユーザが指定した特定の位置を含む領域（特定域）に対して実行される処理である。

[0104] 図 12 に示すように、3D スキャン処理情報は、3D スキャンパターンに係る情報 TSP と、3D スキャン処理の実行に係る情報 TSJ と、3D スキャン処理によって得られた情報 TSR とを含む。3D スキャンパターンに係

る情報 T S P は、指定位置 T S P 1、範囲設定 T S P 2、第 2 の X 移動ピッチ T S P 5、第 2 の Y 移動ピッチ T S P 6、X 方向の移動から Y 方向の移動へと切り替える条件である第 2 の X → Y 条件 T S P 10、Y 方向の移動から X 方向の移動へと切り替える条件である第 2 の Y → X 条件 T S P 11 を含む。ここで、例えば第 2 の X 移動ピッチ T S P 5 は X 方向への移動（撮像）間隔であり、第 2 の Y 移動ピッチ T S P 6 は Y 方向への移動（撮像）間隔である。例えば観察側制御回路 110 は、指定位置 T S P 1 と範囲設定 T S P 2 とに基づいて特定域を決定し、また、3D スキャンの開始位置と終了位置とを決定する。3D スキャン処理の実行に係る情報 T S J は、例えば観察不良等を判定する判定条件である第 2 の NG 判定条件 T S J 1、例えば第 2 の NG 判定条件 T S J 1 によって観察不良であると判定された場合等に 3D スキャンを再実施するか否かを判定する判定条件である第 2 の再トライ判定条件 T S J 2 を含む。3D スキャン処理によって得られた情報 T S R は、3D スキャン処理で第 1 の撮像光学系を用いて取得された各々の画像（第 1 の画像）に紐付けられて記録される。例えば、第 1 の結果 T S R 1 は、第 1 のコマ T S R 11 と、第 1 のコマ T S R 11 が取得された際の第 1 の時刻 T S R 12、第 1 の奥行き情報 T S R 13 及び第 1 の 3D 撮影条件 T S R 14 とを含む。なお、当該奥行き情報には、細胞 324 の第 1 の撮像光学系の光軸方向の位置、当該位置の情報に基づいて構築され得る 3D モデルに係る情報等が含まれ得る。

[0105] ここで、本実施形態に係る 3D スキャン処理における画像取得ユニット 150 の移動パターンの一例について模式図として図 13 に示し、これを参照して 3D スキャンにおける画像取得ユニット 150 の移動について説明をする。ここでは、画像取得ユニット 150 が、図 13 中に示す線 T L 1 上を移動させられながら 3D スキャン処理が実行される場合を例として説明をする。

[0106] 図 13 に示すように、観察側制御回路 110 は、範囲設定 T S P 2 に応じて、点 T P 0 で示されている指定位置 T S P 1 を概ね中心とした領域（特定

域)において、画像取得ユニット150を線TL1上で移動させながら撮像させて、各々の位置で第1の画像を取得させる。3Dスキャン時の画像取得ユニット150の移動は、図10を参照して説明したカウンスキャン時の画像取得ユニット150の移動と概ね同様である。画像取得ユニット150は、開始位置TP1から移動を開始し、点TP2で第2のY→X条件TSP11を満たすまでY方向へ移動する。その後、点TP3で第2のX→Y条件TSP10を満たすまでX方向へ移動する。このようにして、観察側制御回路110は、画像取得ユニット150が点TP10に到達するまで3Dスキャン処理を続ける。

[0107] ここで、再び図11を参照して観察システム1の3Dスキャン処理時の動作について説明を続ける。

[0108] ステップS303において、観察側制御回路110は、カウンスキャン処理のステップS203と同様にして、3Dスキャンの状態を判定する。ここで用いられる判定条件は、第2のNG判定条件TSJ1と第2の再トライ判定条件TSJ2である。処理は、3Dスキャンの再実施が必要であると判定された場合はステップS304へ進み、判定されなかった場合はステップS305へ進む。

[0109] ステップS304において、観察側制御回路110は、ステップS303での判定結果に応じて、3Dスキャンにおいて観察不良等が発生している旨、3Dスキャンの再実施が必要である旨等をユーザへ警告させるための制御信号を生成し、コントローラ200へ送信する。その後、処理はステップS302へ戻る。

[0110] ステップS305において、観察側制御回路110は、特定域における3Dスキャンが終了したか否かを判定する。処理は、特定域での3Dスキャンが終了したと判定された場合はステップS310へ進み、判定されなかった場合はステップS306へ進む。

[0111] ステップS306において、観察側制御回路110は、撮像部151に撮像動作を行わせて第1の画像を取得させる。ここで、図5及び図6を参照し

て上述したように、３Ｄスキャン処理では被写体側に非テレセントリック性を有する光学系である第１の撮像光学系が用いられる。また、観察側制御回路１１０は、取得した第１の画像を観察側通信装置１４０に予め設定された送信先へ送信させる。

[0112] ステップＳ３０７乃至ステップＳ３０９において、観察側制御回路１１０は、カウンスキャン処理におけるステップＳ２０８乃至ステップＳ２１０と同様の処理を行う。観察側制御回路１１０は、ステップＳ３０７において第２の $X \rightarrow Y$ 条件ＴＳＰ１０又は第２の $Y \rightarrow X$ 条件ＴＳＰ１１を満たす状態であるか否かを判定し、これらの条件を満たすと判定された場合はステップＳ３０８で移動方向を切り替える。その後、観察側制御回路１１０は、ステップＳ３０９において、移動方向と第２の X 移動ピッチＴＳＰ５又は第２の Y 移動ピッチＴＳＰ６の値とに応じて画像取得ユニット１５０を移動させる。その後、処理はステップＳ３０３へ戻る。

[0113] ステップＳ３１０において、観察側制御回路１１０は、図５及び図６を参照して上述したように、画像処理回路１２０に第１の画像について画像処理を行わせた結果に基づき、細胞３２４に係る奥行き情報を取得する。

[0114] なお、当該奥行き情報は、第１の撮像光学系の光軸方向における細胞３２４又は細胞群の有する凹凸等に係る情報を含む。したがって、ここで取得される奥行き情報には、例えば立体モデル生成部が生成する、細胞３２４又は細胞群の３次元形状を示す３Ｄモデルを含む。

[0115] なお、例えばコントローラ２００が第１の画像の送信先であって、コントローラ２００が画像処理回路を備える場合には、当該奥行き情報の取得はコントローラ２００で行われてもよい。また、例えばクラウド等のネットワーク上のサーバが第１の画像の送信先であって、クラウドが画像処理回路に相当する機能を備える場合には、当該奥行き情報の取得は観察システム１の外部で行われてもよい。

[0116] ステップＳ３１１において、観察側制御回路１１０は、観察側通信装置１４０にコントローラ２００へ終了信号を送信させる。その後、処理は終了し

、観察装置制御処理のステップS 1 1 0へ進む。

[0117] コントローラ200で行われるコントローラ制御処理の一例をフローチャートとして図14に示し、これを参照して観察システム1の動作について説明をする。図14のフローチャートに示す処理は、例えば観察装置100が通信待機している状態で開始する。

[0118] ステップS 4 0 1において、コントローラ側制御回路210は、例えば、コントローラ200が備える各種機能をテキスト、アイコン等でユーザに提示する表示情報を生成し、表示装置272に表示させる。

[0119] ステップS 4 0 2において、コントローラ側制御回路210は、例えばユーザの操作結果に応じて入力装置274が出力する制御信号に基づいて、検査アプリの起動が指示されたか否かを判定する。ここで、当該検査アプリは、観察装置100と互いに通信して観察装置100の制御を行うためのプログラムを有するアプリケーションソフトウェアである。コントローラ制御処理は、検査アプリの起動が指示されたと判定された場合はステップS 4 0 3へ進み、判定されなかった場合はステップS 4 0 1に戻る。なお、コントローラ200は例えばタブレットPCやスマートフォンであり、本ステップでは、検査アプリの他に、電話アプリやメールアプリが選択され得る。以下の説明では、検査アプリが選択された場合のみを例として説明を行う。

[0120] ステップS 4 0 3において、コントローラ側制御回路210は、指定カメラにアクセスする。当該指定カメラは、例えばステップS 4 0 2で選択された検査アプリで制御する対象の撮像装置である。以下、本実施形態では、当該指定カメラは観察装置100であるとして説明を続ける。

[0121] ステップS 4 0 4において、コントローラ側制御回路210は、例えばユーザの操作結果に応じて入力装置274が出力する制御信号に基づいて、ユーザが観察装置100の電源をオンとする操作又は観察装置100の電源をオフとする操作（撮像ON／OFF操作）を行ったか否かを判定する。処理は、撮像ON／OFF操作が行われたと判定された場合はステップS 4 0 5へ進み、判定されなかった場合はステップS 4 0 6へ進む。

- [0122] ステップS405において、コントローラ側制御回路210は、ステップS404で検出したユーザの撮像ON/OFF操作の結果に基づき、観察装置100の電源をオンとする電源ON信号又は観察装置100の電源をオフとする電源OFF信号を、コントローラ側通信装置240に観察装置100へ送信させる。その後、処理はステップS403へ戻る。なお、本ステップの処理は観察装置制御処理のステップS102乃至ステップS103に対応する。
- [0123] ステップS406において、コントローラ側制御回路210は、例えばユーザの操作結果に応じて入力装置274が出力する制御信号に基づいて、ユーザによって観察装置100が取得した画像等の観察結果又は測定結果の送信先に係る情報、撮影条件、測定条件、各種パラメータを含む各種設定が行われたか否かを判定する。処理は、各種設定が行われたと判定された場合はステップS407へ進み、判定されなかった場合はステップS408へ進む。
- [0124] ステップS407において、コントローラ側制御回路210は、ステップS406で検出した各種設定に係る制御信号を、コントローラ側通信装置240に観察装置100へ送信させる。その後、処理はステップS408へ進む。なお、本ステップの処理は観察装置制御処理のステップS104乃至ステップS105に対応する。
- [0125] ステップS408において、コントローラ側制御回路210は、例えばユーザ操作の結果に応じて入力装置274が出力する制御信号に基づいて、ユーザがカウンスキャン処理の実行を指示したか否かを判定する。処理は、カウンスキャン処理の実行が指示されたと判定された場合はステップS409へ進み、判定されなかった場合はステップS410へ進む。
- [0126] ステップS409において、コントローラ側制御回路210は、カウンスキャン処理の実行を指示する制御信号を、コントローラ側通信装置240に観察装置100へ送信させる。その後、処理はステップS410へ進む。なお、本ステップの処理は観察装置制御処理のステップS106乃至ステッ

プS 1 0 7に対応する。

- [0127] ステップS 4 1 0において、コントローラ側制御回路2 1 0は、例えばユーザ操作の結果に応じて入力装置2 7 4が出力する制御信号に基づいて、ユーザが3 Dスキャン処理の実行を指示したか否かを判定する。また、コントローラ側制御回路2 1 0は、ユーザによって3 Dスキャンを実行する特定域に係る指定位置T S P 1、範囲設定T S P 2等の設定が行われたか否かの判定も行う。処理は、3 Dスキャン処理の実行が指示された又は特定域に係る設定が行われたと判定された場合はステップS 4 1 1へ進み、判定されなかった場合はステップS 4 1 2へ進む。
- [0128] ステップS 4 1 1において、コントローラ側制御回路2 1 0は、ステップS 4 1 0で3 Dスキャン処理の実行が指示された場合には、3 Dスキャン処理の実行を指示する制御信号をコントローラ側通信装置2 4 0に観察装置1 0 0へ送信させる。コントローラ側制御回路2 1 0は、ステップS 4 1 0で特定域に係る設定が行われたと判定された場合には、当該設定に係る制御信号をコントローラ側通信装置2 4 0に観察装置1 0 0へ送信させる。その後、処理はステップS 4 1 2へ進む。なお、本ステップの処理は観察装置制御処理のステップS 1 0 8乃至ステップS 1 0 9に対応する。
- [0129] ステップS 4 1 2において、コントローラ側制御回路2 1 0は、例えばユーザ操作の結果に応じて、測定結果等をコントローラ2 0 0の外部から受信するか否かを判定する。処理は、測定結果を受信すると判定された場合はステップS 4 1 3へ進み、判定されなかった場合はステップS 4 1 4へ進む。
- [0130] ステップS 4 1 3において、コントローラ側制御回路2 1 0は、観察装置1 0 0で取得された測定結果等を取得し、測定結果等を表示装置2 7 2へ表示する。なお、当該測定結果等は、観察装置1 0 0から取得されてもよいし、ステップS 4 0 6で設定された観察装置1 0 0の測定結果の送信先から取得されてもよい。その後、処理はステップS 4 1 4へ進む。なお、本ステップの処理は観察装置制御処理のステップS 1 1 1乃至ステップS 1 1 2に対応する。

[0131] ステップS 4 1 4において、コントローラ側制御回路2 1 0は、例えばユーザの操作結果に応じて、検査アプリを終了するか否かを判定する。処理は、終了すると判定された場合は当該検査アプリを終了してステップS 4 0 1へ戻り、終了しないと判定された場合はステップS 4 0 3へ戻る。

[0132] なお、本実施形態に係るレンズ切替部1 5 4は、撮像光学系1 5 2に含まれるレンズの撮像光学系1 5 2の光軸方向に駆動させて、第1の撮像光学系と第2の撮像光学系とを切り替えるとして説明をしたが、これに限定されない。例えば、観察装置1 0 0は、第1の撮像光学系と第2の撮像光学系とを、それぞれ別個に備えていてもよい。この場合、レンズ切替部1 5 4は、例えば、第1の撮像光学系と第2の撮像光学系とのうち、撮像に使用する撮像光学系の光軸が観察軸と平行となるように移動させたりして撮像光学系を切り替えることになる。

[0133] なお、本実施形態に係る照明部1 5 5は支持部1 6 5に配置されていると述べたが、照明光学系1 5 6の光放射部が支持部1 6 5に配置されていればよく、例えば光源1 5 7は、観察装置1 0 0の何れの場所に配置されていてもよい。なお、細胞3 2 4等の観察対象へのダメージを軽減するために、例えば照明の強度が観察の種類によって変更されてもよい。また、照明光の制御としては、撮影を行う瞬間のみ試料3 0 0を照明するような間欠的な照明とする制御、点灯照明数を増減させる制御方法もあり得る。

[0134] なお、カウンスキャン処理及び3 Dスキャン処理において、画像取得ユニット1 5 0が開始位置からY方向へ移動を開始する場合を例として説明したが、これに限定されず、例えば開始位置からX方向へスキャンが開始されてもよい。

[0135] <観察システムの利点>

このように、本実施形態に係る観察装置1 0 0は、移動機構1 6 0に画像取得ユニット1 5 0の位置をX方向及びY方向に撮像光学系1 5 2の光軸を観察軸と平行に維持したまま変更させながら繰り返し試料3 0 0の撮影を行い、複数の画像を取得する。

[0136] このとき、本実施形態に係る観察装置 100 は、被写体側テレセントリック光学系である第 2 の撮像光学系を用いることで、広範囲の高画素画像の合成に適した第 2 の画像を取得する。なお、当該第 2 の画像又は高画素画像は、細胞等の注目被写体の形状や数の取得に適する。一方で、本実施形態に係る観察装置 100 は、被写体側非テレセントリック光学系である第 1 の撮像光学系を用いることで、異なる撮像位置で取得された複数の第 1 の画像から視差に起因する像移動量を含む第 1 の像移動量 ΔX を取得し、第 1 の像移動量 ΔX に基づいて細胞等の注目被写体の奥行き情報を取得する。

[0137] また、本実施形態に係るレンズ切替部 154 は、観察の種類に応じて撮像光学系 152 を切り替えさせる。このように、本実施形態に係る観察装置 100 は、第 1 の撮像光学系と第 2 の撮像光学系とを切り替えるレンズ切替部 154 を備えることによって、例えば奥行き情報の取得と細胞カウントに適した画像の取得とのように、要求される光学的特徴が異なる観察を実現できる。

[0138] したがって、本実施形態に係る観察システム 1 を使用すれば、ユーザは、所望の観察方法を指定するだけで、細胞の光軸方向の位置、細胞の立体モデル、細胞の形状等が正確に投影された画像、細胞数のカウント結果等を取得できる。

[0139] [第 2 の実施形態]

本発明における第 2 の実施形態について説明する。ここでは、第 1 の実施形態との相違点について説明し、同一の部分については同一の符号を付してその説明を省略する。

[0140] 第 1 の実施形態では、目的に応じて第 1 の撮像光学系と第 2 の撮像光学系とを切り替えて観察等を行う観察装置において、第 1 の撮像光学系を用いた場合に、細胞 324 等の注目被写体の奥行き情報を取得する場合を例として説明をした。第 1 の撮像光学系を用いる場合に細胞 324 と対物レンズ 152b との間では、撮像素子 153 に到達し得る光線は第 1 の撮像光学系の光軸との間に傾きを有する。そのため、第 1 の画像は、当該光軸上を除く位置

に存在する被写体の側面に係る情報を含む。そこで、本実施形態では、第1の撮像光学系が用いられて取得される第1の画像に基づいて、細胞324の側面を撮像したかのような側面観察画像を生成する観察システム1について説明をする。

[0141] <観察システムの構成>

本実施形態に係る観察装置100は、立体画像生成部と、側面情報処理部としての機能をさらに有する。立体画像生成部は、例えば複数の第1の画像と奥行き情報とに基づいて、注目被写体の立体画像を生成する。側面情報処理部は、側面観察処理によって得られた画像データ、位置情報等の各種側面観察に係る情報を取得し、また、第1の画像と奥行き情報とに基づいて、側面観察画像を生成する。なお、これら立体画像生成部と側面情報処理部としての機能は、それぞれ、例えば観察側制御回路110及び／又は画像処理回路120によって実現され得る。なお、立体画像生成部と側面情報処理部としての機能は、それぞれ、コントローラ側制御回路210によって実現されてもよい。

[0142] (第1の撮像光学系を用いた細胞の側面観察について)

ここでは、第1の撮像光学系を用いる場合において細胞324上の領域のうち第1の撮像光学系の光軸から所定の閾値以上離れた領域から放射される主光線と当該光軸との間に傾き（視差）が存在することを利用した、細胞324の側面観察について説明をする。

[0143] 本実施形態に係る第1の撮像光学系を含む撮像部151と試料300との位置関係の一例を模式図として図15に示す。図15に示す状態は、細胞324上の点P1が第1の撮像光学系の光軸上に位置する状態からX+方向へ第3のX移動量 ΔX_3 だけ移動した状態である。すなわち、点P1の像位置を対応点とした場合、当該対応点の位置は点U1から点U1'まで移動した状態である。このようにして複数の第1の画像から取得した第1の像移動量 ΔX （点U1と点U1'との間の距離）に基づき、第1の実施形態と同様に、細胞324上の各々の位置について奥行き情報を取得する。なお、第

1の画像に基づいた奥行き情報の取得については第1の実施形態において説明したため、以下の説明では、奥行き情報は既知の情報として扱う。

[0144] 図15に示す状態では、細胞324上の点P1から放射された光線R10は撮像素子153上の点U1'へ入射し、点P3から放射された光線R30は撮像素子153上の点U3へ入射する。このように、細胞上の領域A1は、撮像素子153上の領域A1'として撮像されることになる。

[0145] なお、図15に示す状態では、例えば第1の撮像光学系の光軸方向において、点P1の位置と点P3の位置との間が合焦範囲（焦点深度内）に相当するものとする。すなわち、領域A1に対して合焦している状態であるとする。本実施形態に係る側面観察では、注目被写体のうち合焦している領域A1を特定範囲と称し、また、第1の画像のうち注目被写体の特定範囲を撮像した領域A1'を特定範囲画像と称することとする。

[0146] 本実施形態に係る観察装置100は、画像処理回路120に、各々の第1の画像から当該特定範囲画像を切り出させる。また、画像処理回路120は、例えば各々の特定範囲画像に含まれる被写体に係る奥行き情報に基づいて、当該特定範囲画像を合成して側面観察画像を取得する。本実施形態に係る観察装置100の備える側面情報処理部は、このようにして取得した複数の特定範囲画像を合成することによって、細胞324を下方から撮像する観察装置でありながら、細胞324を側面から撮像して得られる深度合成画像のような、側面観察画像を取得できる。

[0147] ここで、本実施形態に係る側面観察画像の一例を模式図として図16に示す。これは、光軸付近の画像以外、画面周辺部の画像を有効利用したもので、図16に示すように、本実施形態に係る観察装置100は、各々の第1の画像からそれぞれ取得した、第1の特定範囲画像110と第2の特定範囲画像111と第3の特定範囲画像112とを含む複数の特定範囲画像を合成する。ここで、合成される各々の特定範囲画像の側面観察画像における（画像処理後の）Z軸方向の幅Wは、例えば領域A1'が特定範囲画像の場合、点P1と点P3との光軸方向の位置（奥行き情報）に基づいて決定される。こ

の場合、幅 W は奥行き Z_3 と奥行き Z_1 との差分である。このように、各々の特定範囲画像の側面観察画像における幅 W は異なり得る。このように拡大光学系で、側面の画像を積極的に活用して側面観察を行うことによって、簡単な構成で、対象物の状況を検査、観察する上で、これまで以上に重要で豊富な画像情報（濃淡や色や構造など立体状況）を得ることが可能となる。拡大光学系を用いて試料（対象物）を撮像して第1の画像を取得する撮像部151を移動させる移動機構160を設けることによって、異なる撮像部151の位置で取得された複数の前記第1の画像のつなぎ合わせや、立体情報取得が出来る、前記第1の画像の取得が可能となる。移動時の各々の撮像位置に係る情報に基づいて、立体情報取得部が試料300の立体情報を取得するが、上記複数の第1の画像のうち少なくとも一つは、上記第1の撮像光学系で得られた画像の上記光学系の光軸上以外の画像であることを特徴としている。

[0148] なお、各々の画像の Z 軸方向の幅 W は、例えば第1の像移動量 ΔX 又は画角 θ に基づいて決定されてもよいし、焦点距離と合焦範囲の幅とに基づいて決定されてもよい。

[0149] なお、光軸近傍の領域が特定範囲画像として切り出される場合を例として説明したが、これに限定されない。特定範囲画像として切り出される第1の画像上の領域は、第1の撮像光学系の光軸から所定の閾値以上離れた領域であればよい。一方で、撮像素子153の周縁部に存在し得る画像の歪みの影響が少ない範囲であることが好ましい。

[0150] なお、例えば細胞324の凹凸の程度によって変化し得る合焦範囲内に含まれる細胞324の X 方向の幅に応じて、各々の第1の画像における画角 θ や第1の像移動量 ΔX 又は領域 A_1 の幅も変化し得ることは言うまでもない。また、画角 θ や第1の像移動量 ΔX 又は領域 A_1 の幅は図16に示すような側面観察画像の分解能に相当する。また、各々の第1の画像を取得する位置の間の光軸間距離（画像取得ユニット150の移動量）である第3の X 移動量 ΔX_3 もまた、要求される側面観察画像の分解能に応じて変化し得

る。このため、本実施形態に係る側面観察の第3のX移動量 ΔX_3 は、例えば第1の実施形態で上述した3Dスキャン処理における第2のX移動量 ΔX_2 と比較して小さいことが好ましい。

[0151] なお、第3のX移動量 ΔX_3 が十分に小さく設定されている場合等、複数の第1の画像間に含まれる各々の特定範囲に重複が存在する場合には、取得された各々の第1の画像のうち、細胞324に合焦しており、かつ、光軸から所定の閾値以上離れた領域を特定範囲画像として切り出して画像合成が行われればよい。この場合には、例えば画像と同時に取得された撮像位置の情報を用いて当該画像合成が行われる。また、重複した特定範囲を含む複数の特定範囲画像の各々について、例えば白飛びや黒潰れの有無、細胞324への合焦の程度等に基づいて点数化し、当該点数に応じて画像合成に用いられる特定範囲画像が選択されてもよい。

[0152] 上述したように、本実施形態に係る側面観察では、第1の画像のうち注目被写体に対して合焦している範囲が特定範囲画像として切り出される。このような側面観察において、観察装置100は、例えば注目被写体のうち撮像する領域を決定して複数の領域に分割し、当該分割された領域に合焦させた撮像を繰り返して第1の画像を取得し、第1の画像のうち当該領域を含む範囲を特定範囲画像として用いる。また、例えば、観察装置100は、撮像素子153上の光軸から所定の閾値以上離れた特定の領域に対応する領域をAFエリアとして使用して、当該AFエリアで合焦するように第1の撮像光学系のZ位置を調整させる。観察装置100は、このようにして第1の画像のうち特定範囲画像が占める領域を固定として、側面観察画像の取得を行ってもよい。また、例えば、観察装置100は、3Dスキャンのように、画像取得ユニット150を予め設定された移動パターンに従ってX方向、Y方向、Z方向の各々の方向へ移動させながら、第1の画像を取得させ、取得された第1の画像から合焦している範囲を特定範囲画像として用いて側面観察画像の取得を行ってもよい。

[0153] なお、画像取得ユニット150が移動機構160によってX方向へ移動さ

せられる場合を例として説明したが、これに限定されない。側面観察画像の取得は、設定又は選択された移動パターンに応じて、例えばX方向及びY方向へ移動させられながら行われてもよい。

[0154] このようにして、本実施形態に係る観察装置100の備える側面情報処理部は、図15に示す状態におけるX+方向から試料300を観察したような、被写体側テレセントリック光学系を用いた場合では観察できない、細胞324の側面を捉えた側面観察画像を取得できる。

[0155] <観察システムの動作>

本実施形態に係る側面観察処理の一例をフローチャートとして図17に示し、これを参照して観察システム1の動作について説明をする。側面観察処理は、例えば、図7を参照して上述した観察装置制御処理におけるステップS205の後からステップS210の前の間に行われる。側面観察処理は、当該観察装置制御処理において、カウントスキャン処理又は3Dスキャン処理と同様にして、例えばユーザの操作結果に応じてコントローラ200が出力する側面観察処理の実行を指示する制御信号を受信したと判定された場合に開始される。なお、側面観察処理において要求されるスキャンパターン、判定条件等の各種情報は、例えば側面観察処理情報として観察側記録回路130に記録されている。また、側面観察処理情報は、側面観察処理において取得される結果を含む。

[0156] ステップS501において、観察側制御回路110は、3Dスキャン処理のステップS301と同様にして、レンズ切替部154に撮像光学系152を第1の撮像光学系とさせる。その後、処理はステップS502へ進む。

[0157] ステップS502において、観察側制御回路110は、3Dスキャン処理のステップS302と同様にして、事前処理を行う。また、観察側制御回路110は、側面観察画像取得のためにスキャンを開始する。その後、処理はステップS503へ進む。

[0158] ステップS503及びステップS504において、観察側制御回路110は、3Dスキャン処理のステップS303及びステップS304と同様にし

て、事前処理、NG判定条件及び再トライ判定条件に係る判定、必要に応じた警告処理等を行う。処理は、ステップS503でNG判定条件及び再トライ判定条件を満たさないと判定された場合はステップS505へ進み、ステップS503でNG判定条件又は再トライ判定条件を満たすと判定された場合はステップS504で必要に応じて警告を行った後にステップS502へ戻る。

[0159] ステップS505において、観察側制御回路110は、特定域での側面観察画像取得が終了したか否かの判定等を行う。処理は、終了したと判定された場合はステップS508へ進み、判定されなかった場合はステップS506へ進む。

[0160] ステップS506において、観察側制御回路110は、図15を参照して上述したようにして、第1の撮像光学系の光軸からの距離が所定の閾値以上である領域（特定範囲）にAFさせて、特定範囲に合焦した第1の画像を取得する。

[0161] ステップS507において、観察側制御回路110は、側面観察処理情報として記録されているスキャンパターンに従って画像取得ユニット150を移動機構160に移動させる。観察側制御回路110は、例えば、特定範囲から放射された主光線の傾きに応じた方向に移動することになる。その後、処理はステップS503へ戻る。

[0162] ステップS508において、観察側制御回路110は、図16を参照して上述したようにして、画像処理回路120に、特定域における側面観察スキャンにおいて取得された各々の第1の画像から、特定範囲を撮像した領域を特定範囲画像として切り出させる。観察側制御回路110は、画像処理回路120に当該複数の特定範囲画像を、それぞれ奥行き情報に基づいて適切な幅Wへと画像処理によって変換し、変換した画像を合成させる。

[0163] ステップS509において、観察側制御回路110は、当該側面観察画像を例えば予め設定された送信先へ送信する。なお、送信先は、本ステップにおいてユーザの操作結果に応じてコントローラ200が出力する制御信号に

基づいて決定されてもよい。その後、処理は終了する。

[0164] <第2の実施形態に係る利点>

本実施形態に係る観察システム1は、第1の実施形態で得られる利点に加えて、以下のような利点を有する。

[0165] 本実施形態に係る観察装置100の備える側面情報処理部は、目的に応じて第1の撮像光学系と第2の撮像光学系とを切り替えて観察等を行う観察装置において、細胞324上の領域のうち、第1の撮像光学系の光軸から所定の閾値以上離れた領域から放射される主光線と当該光軸との間に傾きが存在することを利用して、細胞324の側面を撮像した側面観察画像を取得する。

[0166] したがって、ユーザは、本実施形態に係る観察装置100を使用すれば、被写体側にテレセントリック性を有している観察装置では取得できない、細胞324の側面を含む第1の画像と、当該画像に基づいた側面観察画像とを取得できる。

[0167] さらに、本実施形態に係る観察装置100と第1の実施形態に係る観察装置100とは組み合わせ可能である。例えば、立体画像生成部は、本実施形態で説明したようにして取得される特定範囲画像を、当該特定範囲画像に含まれる各々の対応点に係る奥行き情報に基づいて立体化する処理を行う。観察装置100は、このようにして取得される立体化された特定範囲画像を、第1の実施形態で上述した細胞324の立体モデルの対応する位置に合成して、細胞324の立体画像を取得できる。

[0168] <変形例>

なお、第1の実施形態及び第2の実施形態において、簡単のために対物レンズ152bと結像レンズ152cとを正レンズを模して示しているが、これに限定されない。例えば、取得される第1の画像間の第1の像移動量 ΔX をより小さく、視差を大きくさせるために、対物レンズを負の屈折力を有するレンズ群としてもよい。また、レンズ枚数は、要求される性能に応じて複数枚用いられる得ることは言うまでもない。

- [0169] なお、第１の実施形態及び第２の実施形態に係る観察装置１００は、第１の撮像光学系を用いる場合に視差画像から取得した奥行き情報に基づいてＡＦ動作を行ってもよい。
- [0170] なお、第１の実施形態及び第２の実施形態では、インキュベータ内で観察装置１００が利用される場合を想定し、細胞の観察に注力した用途を強調しているが、観察物の形状、数、大きさ等の取得と、観察物に係る奥行き情報の取得とを実現できる、細部を拡大して確認するための観察装置として一般化できることは言うまでもない。
- [0171] 試料３００は、観察装置１００の上面に配置されたまま、例えばインキュベータ、クリーンベンチ等への出し入れが行われ得る。このような場合、細胞３２４は、温度変化の影響を受けることになり、ヒートショックを受ける可能性がある。さらに、出し入れ等に伴ってコンタミネーションの発生も起こり得る。本技術は、例えば細胞又は細胞群等の観察物の形状や大きさと、細胞又は細胞群等の観察物の有する凹凸等の奥行き情報とを、それぞれ適切に取得できる。また、第１の実施形態及び第２の実施形態では観察装置１００の取得した画像について、ＮＧ判定条件と再トライ判定条件とを用いた判定の結果に応じてユーザに観察不良の発生等を警告する場合を例として説明をしたが、本技術の適用はこれに限定されない。観察物の異常、コンタミネーション等を検出した場合にもユーザへ警告できる。また、本技術は、画像解析の結果に基づいた培地の状態の評価を行う。
- [0172] 第１の実施形態及び第２の実施形態では、観察側制御回路１１０と、画像処理回路１２０と、観察側記録回路１３０と、観察側通信装置１４０とが回路群１０４として筐体１０１の内部に備えられている場合を例として説明したが、これに限定されない。例えば、これらのうち１つ又は複数の機能が画像取得ユニット１５０に備えられていてもよい。また、例えば観察側通信装置１４０としての機能は、画像取得ユニット１５０と、回路群１０４との両方に備えられていてもよい。また、観察側制御回路１１０と、画像処理回路１２０と、観察側記録回路１３０とのうち１つ又は複数の機能が、コントロ

ーラ 200 に備えられていてもよい。すなわち、例えば上述した各種判定、画像処理等の一部又は全てがコントローラ 200 で行われてもよい。

[0173] また、コントローラ 200 の備える各部のうち、例えば入出力装置 270 等、一部の要素が観察装置 100 に含まれていてもよい。さらに、観察装置 100 とコントローラ 200 とが 1 つの筐体に組み込まれた構成も考えられる。観察装置 100 とコントローラ 200 とが一体となった観察システム 1 は、例えば恒温室等の、ユーザ自身が使用環境に立ち入る場合に使用され得る。

[0174] また、観察システム 1 には、画像解析等の観察結果、ユーザの使用頻度等を含む観察システム 1 の使い方、インキュベータの設定等を記録して学習して、ユーザに、ユーザが設定する各種条件、パラメータ等を提示するような人工知能 (AI) が含まれていてもよい。また、AI は、例えば DSP 等に構築されて観察システム 1 の内部にあってもよいし、インターネット上に構築されて観察システム 1 の外部にあってもよい。このような AI を含む観察システム 1 は、例えば、取得した画像について、サーバ上に用意されたデータベースを参照して細胞の様子、種類、培地の状態、異物混入の有無等を判定できる。

[0175] 本技術は、例えば監視カメラや内視鏡のように、撮像光学系とユーザとが離れた位置で使用される撮像装置に対して適用しても有効である。ユーザは、撮像の目的に応じて当該撮像装置を交換する手間なく、使用する目的に適した画像等の観察結果を取得できる。

[0176] なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々に変形することが可能である。また、各実施形態は適宜組み合わせて実施してもよく、その場合組み合わせた効果が得られる。更に、上記実施形態には種々の発明が含まれており、開示される複数の構成要件から選択された組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。例えば、実施形態に示される全構成要件からいくつかの構成要件が削除されても、課題が解決でき、効果が得られる場合には、この構成要件が削除され

た構成が発明として抽出され得る。

請求の範囲

- [請求項1] 拡大光学系、かつ、被写体側のいずれかの主光線と光軸とのなす角度が 6° 以上となる被写体側非テレセントリック光学系である第1の撮像光学系を含み、前記第1の撮像光学系を用いて試料を撮像して第1の画像を取得する撮像部と、
前記試料と前記撮像部との相対位置を変更する移動機構と、
異なる前記撮像部の位置で取得された複数の前記第1の画像と、前記第1の画像の取得時の各々の撮像位置に係る情報とに基づいて、前記試料について立体情報を取得する立体情報取得部と
を備える、観察装置。
- [請求項2] 複数の前記第1の画像のうち少なくとも一つは、前記第1の撮像光学系で得られた画像の前記第1の撮像光学系の光軸上以外の画像である、請求項1に記載の観察装置。
- [請求項3] 異なる前記撮像位置で取得された複数の前記第1の画像の各々に含まれる被写体像に基づいて対応点を取得する対応点取得部をさらに備え、
前記立体情報取得部は、前記対応点の位置の撮像面上での変化量と、各々の前記撮像位置の間隔とに基づいて、前記立体情報を取得する、請求項1又は2に記載の観察装置。
- [請求項4] 前記立体情報に基づいて、前記試料に含まれる被写体の立体モデルを生成する立体モデル生成部をさらに備える、請求項1乃至3のうち何れか1項に記載の観察装置。
- [請求項5] 前記立体情報と前記立体情報に対応する前記第1の画像とに基づいて、前記試料に含まれる被写体の立体画像を生成する立体画像生成部をさらに備える、請求項1乃至3のうち何れか1項に記載の観察装置。
- [請求項6] 複数の前記第1の画像の各々について、被写体に合焦している領域を特定範囲画像として切り出し、複数の前記特定範囲画像を前記立体

情報に基づいて合成して前記被写体の側面観察画像を生成する側面情報処理部をさらに備える、請求項 1 乃至 3 のうち何れか 1 項に記載の観察装置。

[請求項7] 前記撮像部は、被写体側のいずれの主光線も光軸とのなす角度が 4° 以下となる被写体側テレセントリック光学系である第 2 の撮像光学系をさらに含み、

前記第 1 の撮像光学系と前記第 2 の撮像光学系とを切り替えるレンズ切替部をさらに備え、

前記撮像部は、前記第 2 の撮像光学系を用いて前記試料を撮像して第 2 の画像をさらに取得する、

請求項 1 乃至 6 のうち何れか 1 項に記載の観察装置。

[請求項8] 前記レンズ切替部は、撮像光学系に含まれるレンズの光軸方向の位置を制御して、前記撮像光学系を前記第 1 の撮像光学系又は前記第 2 の撮像光学系とする、請求項 7 に記載の観察装置。

[請求項9] 前記第 1 の撮像光学系の光軸は、観察軸と平行であり、

前記移動機構は、前記第 1 の撮像光学系の光軸を前記観察軸と平行に維持したまま前記撮像部を移動させ、

前記立体情報は、前記試料に含まれる被写体の前記観察軸の方向における位置に係る情報である、

請求項 1 乃至 8 のうち何れか 1 項に記載の観察装置。

[請求項10] 請求項 1 乃至 9 のうち何れか 1 項に記載の観察装置と、

ユーザの操作結果を取得して前記観察装置へ出力し、前記観察装置の観察結果を取得するコントローラと

を備える観察システム。

[請求項11] 拡大光学系、かつ、被写体側のいずれかの主光線と光軸とのなす角度が 6° 以上となる被写体側非テレセントリック光学系である第 1 の撮像光学系を含む撮像部を用いて、前記第 1 の撮像光学系を用いて試料を撮像して第 1 の画像の取得を行うことと、

前記試料と前記撮像部との相対位置の変更を行うことと、

異なる前記撮像部の位置で取得された複数の前記第 1 の画像と、前記第 1 の画像の取得時の各々の撮像位置に係る情報とに基づいて、前記試料について立体情報の取得を行うことと

を含む、観察装置の制御方法。

[請求項12]

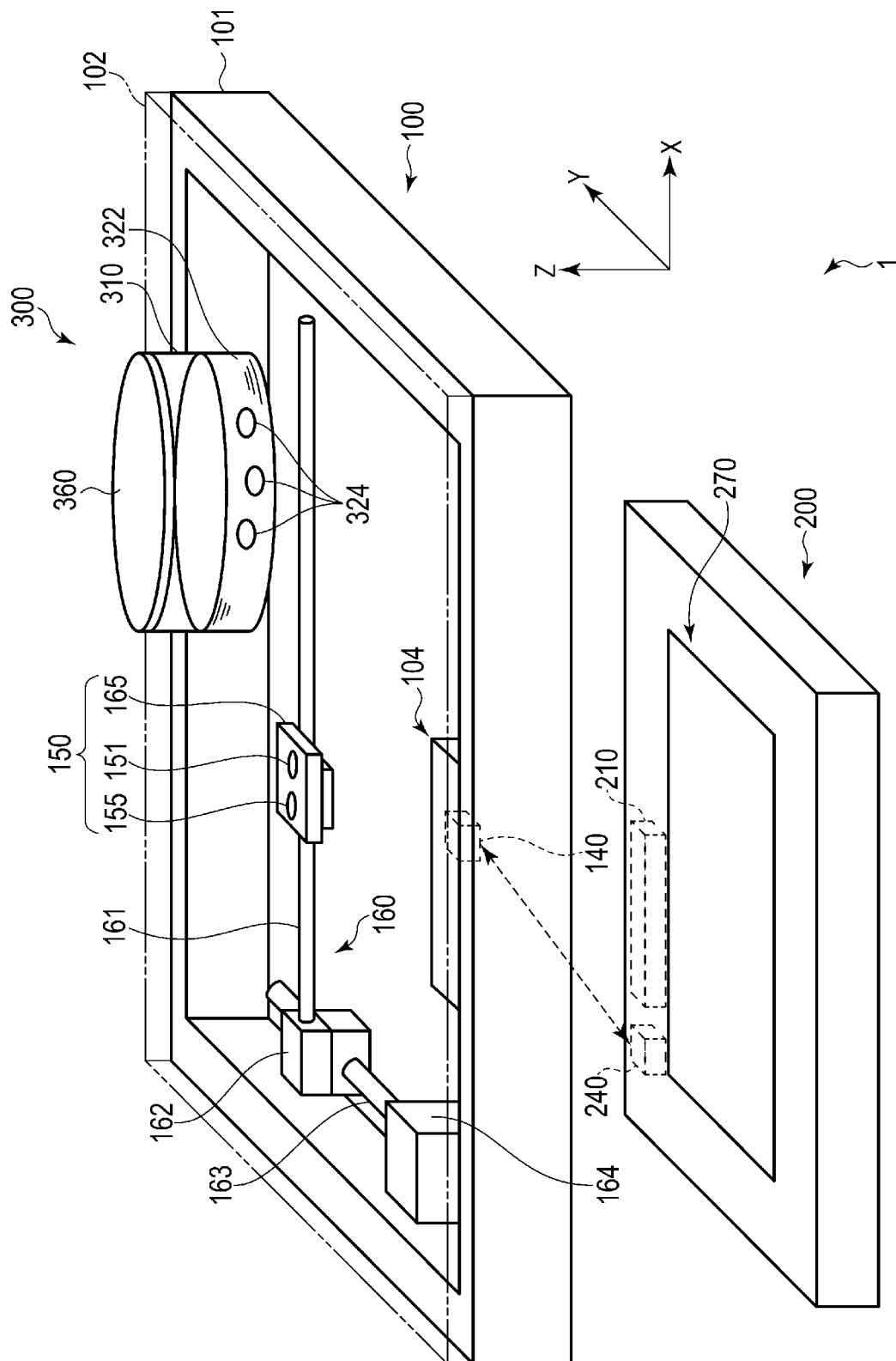
前記第 1 の撮像光学系の光軸は、観察軸と平行であり、

前記相対位置の変更は、前記第 1 の撮像光学系の光軸を前記観察軸と平行に維持したまま前記撮像部を移動させることを含み、

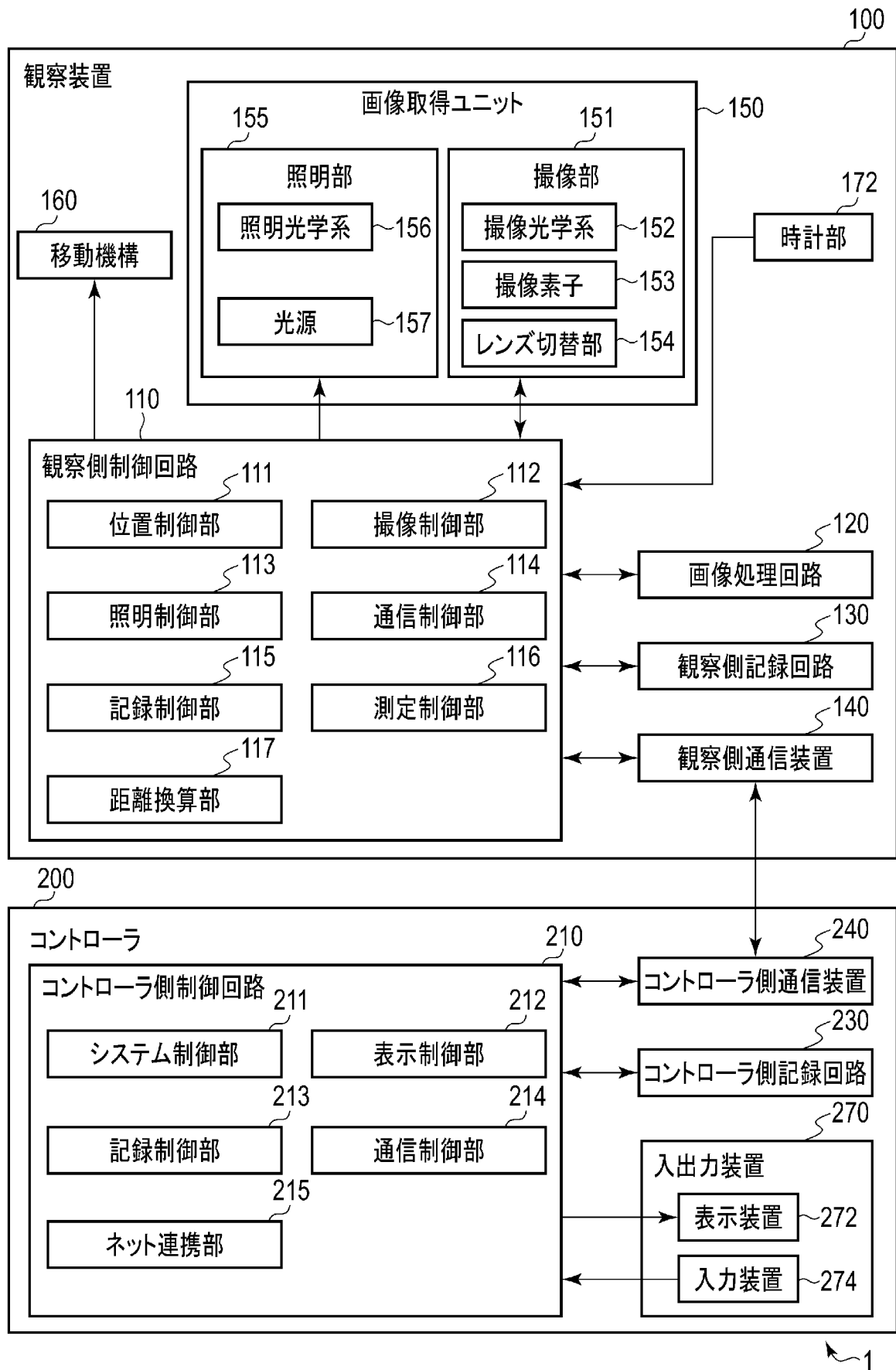
前記立体情報の取得は、前記試料に含まれる被写体について前記観察軸の方向における位置に係る情報を取得することを含む

請求項 1 1 に記載の観察装置の制御方法。

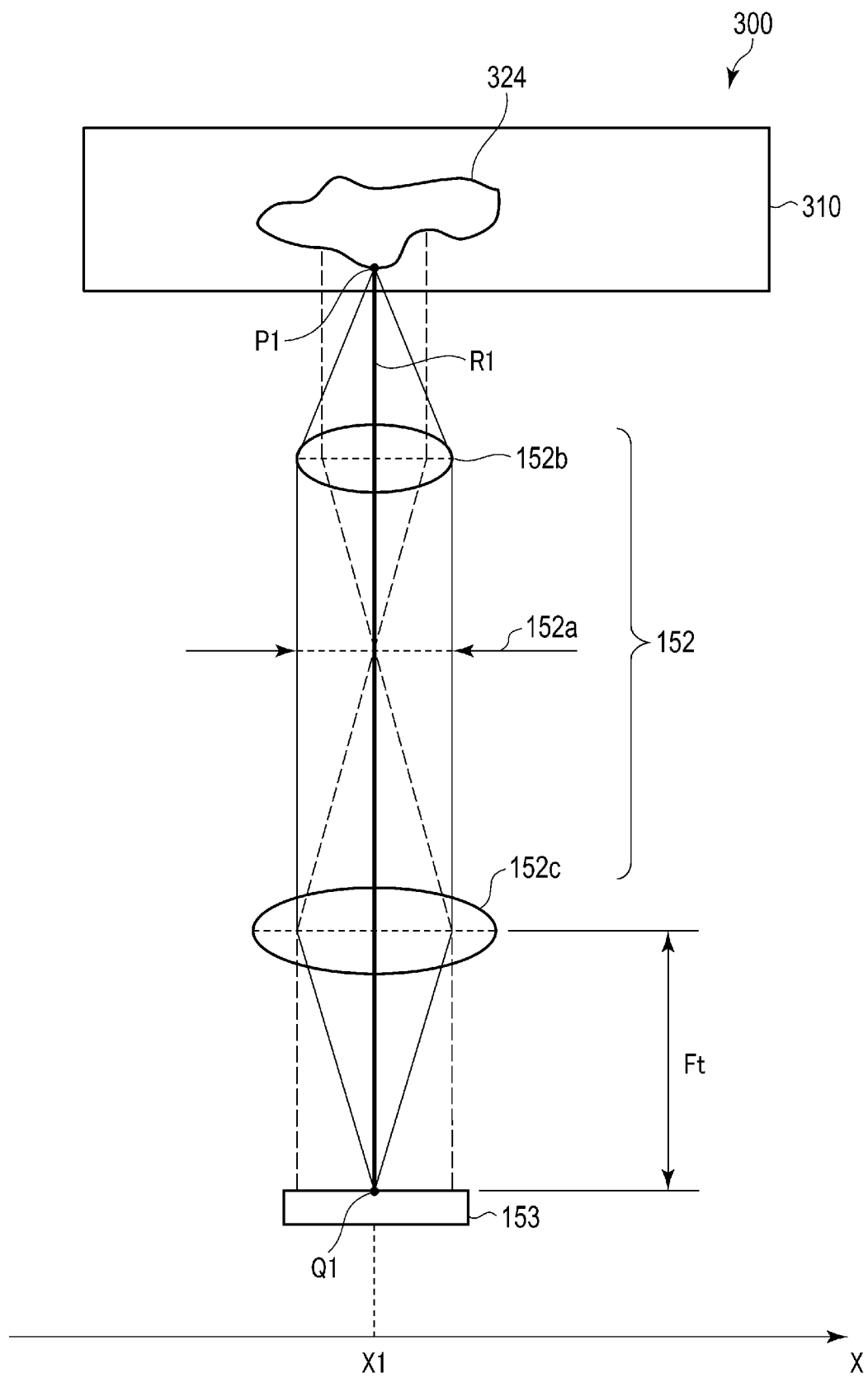
[図1]



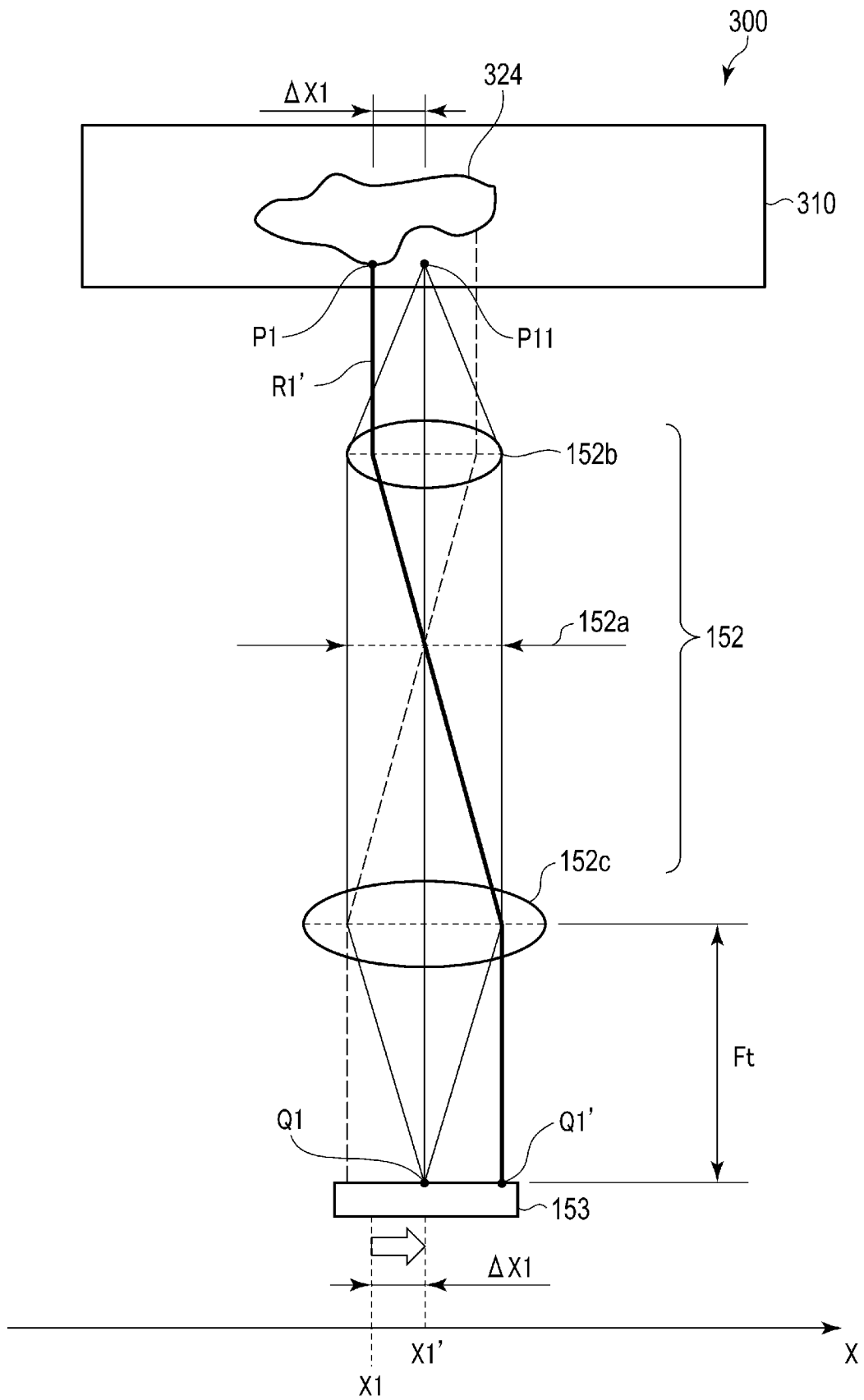
[図2]



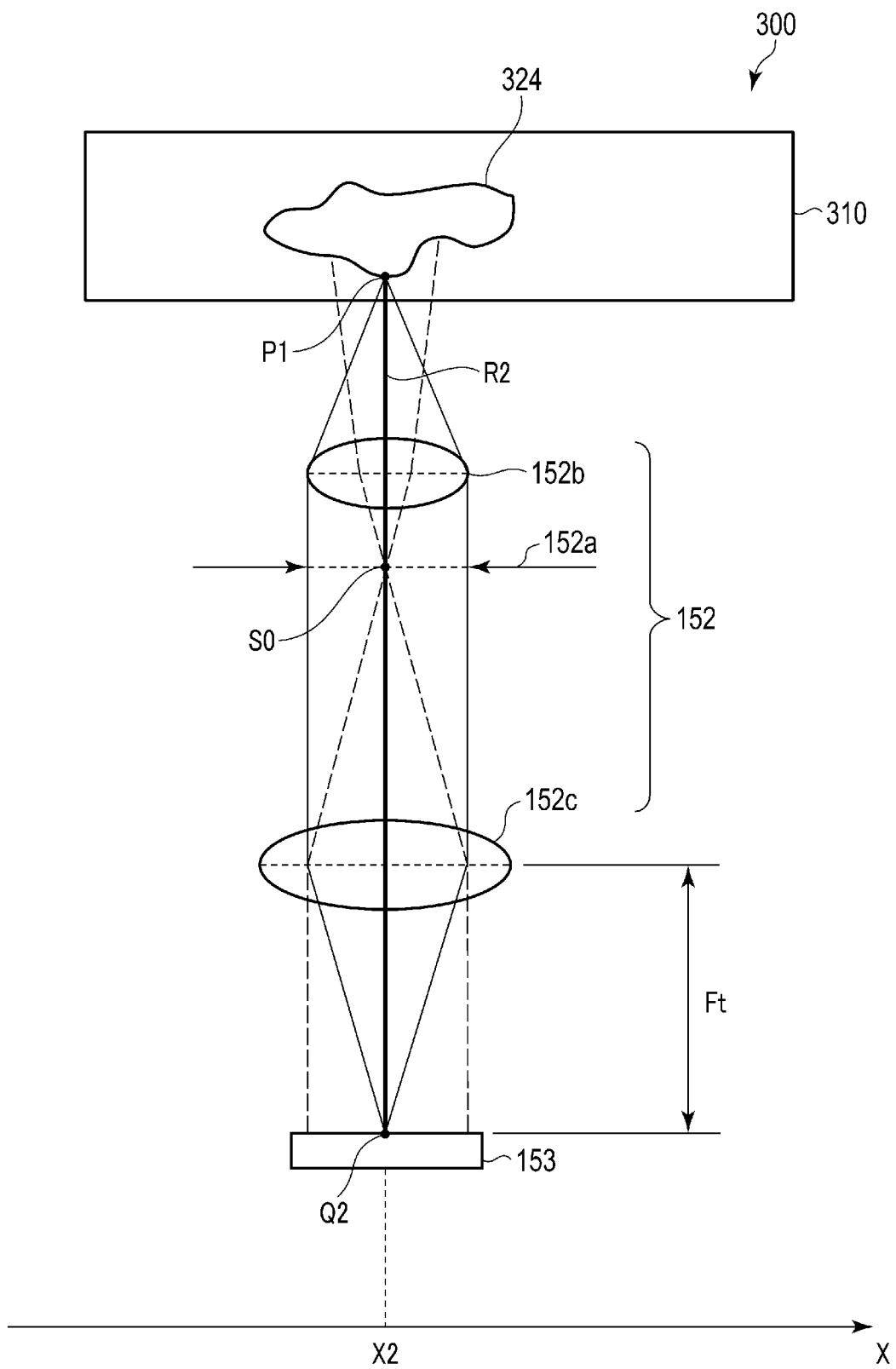
[図3]



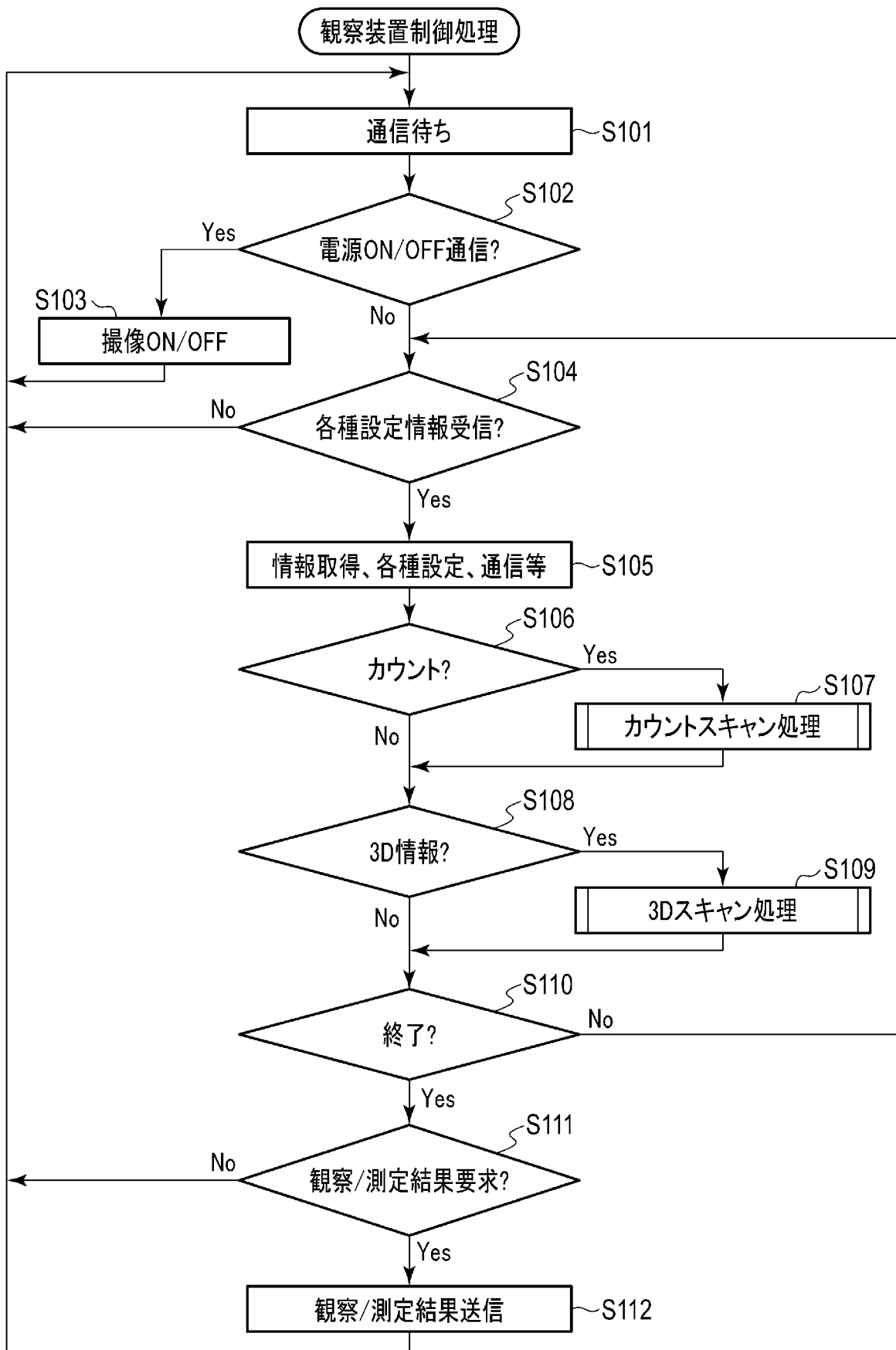
[図4]



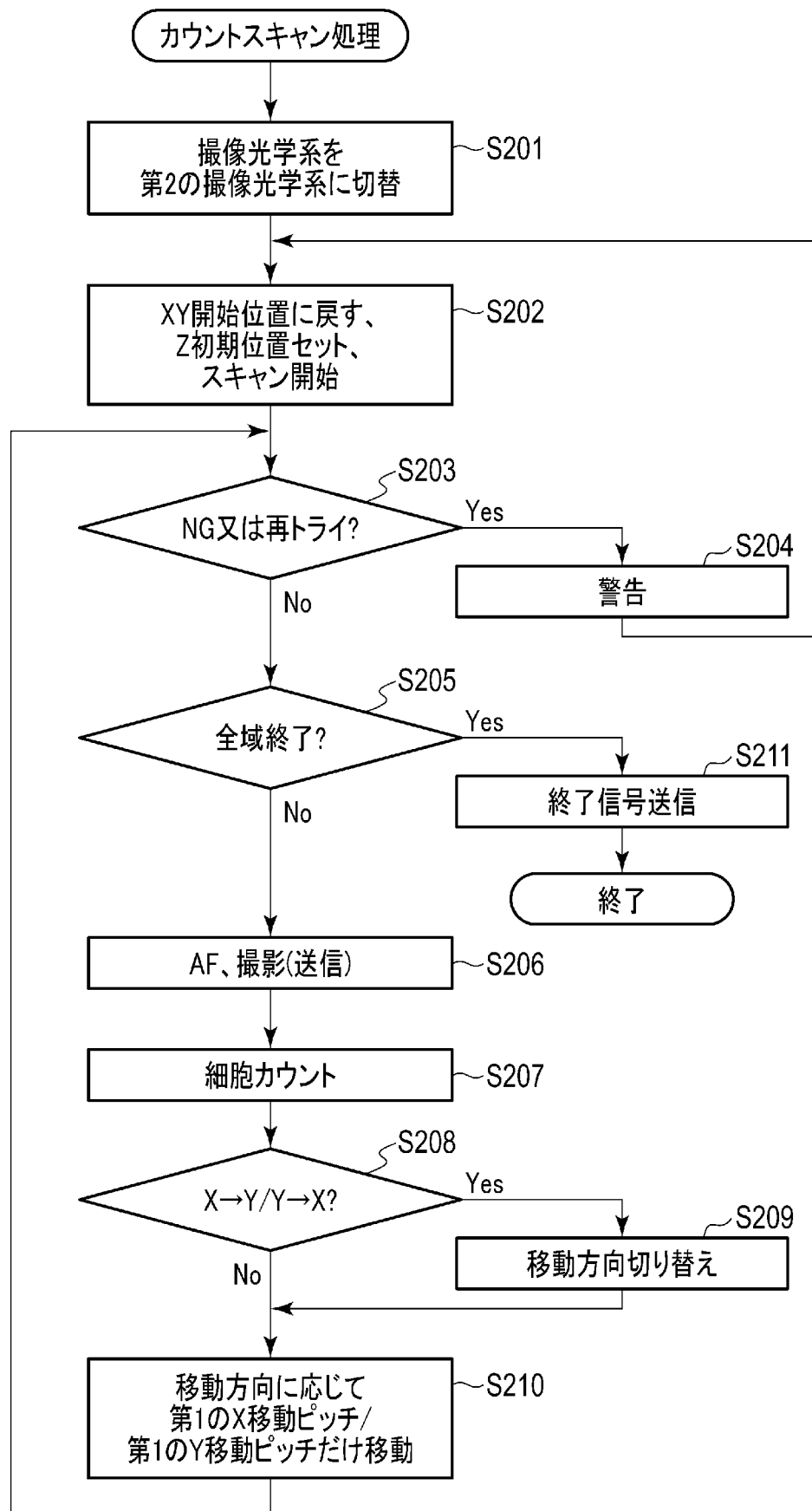
[図5]



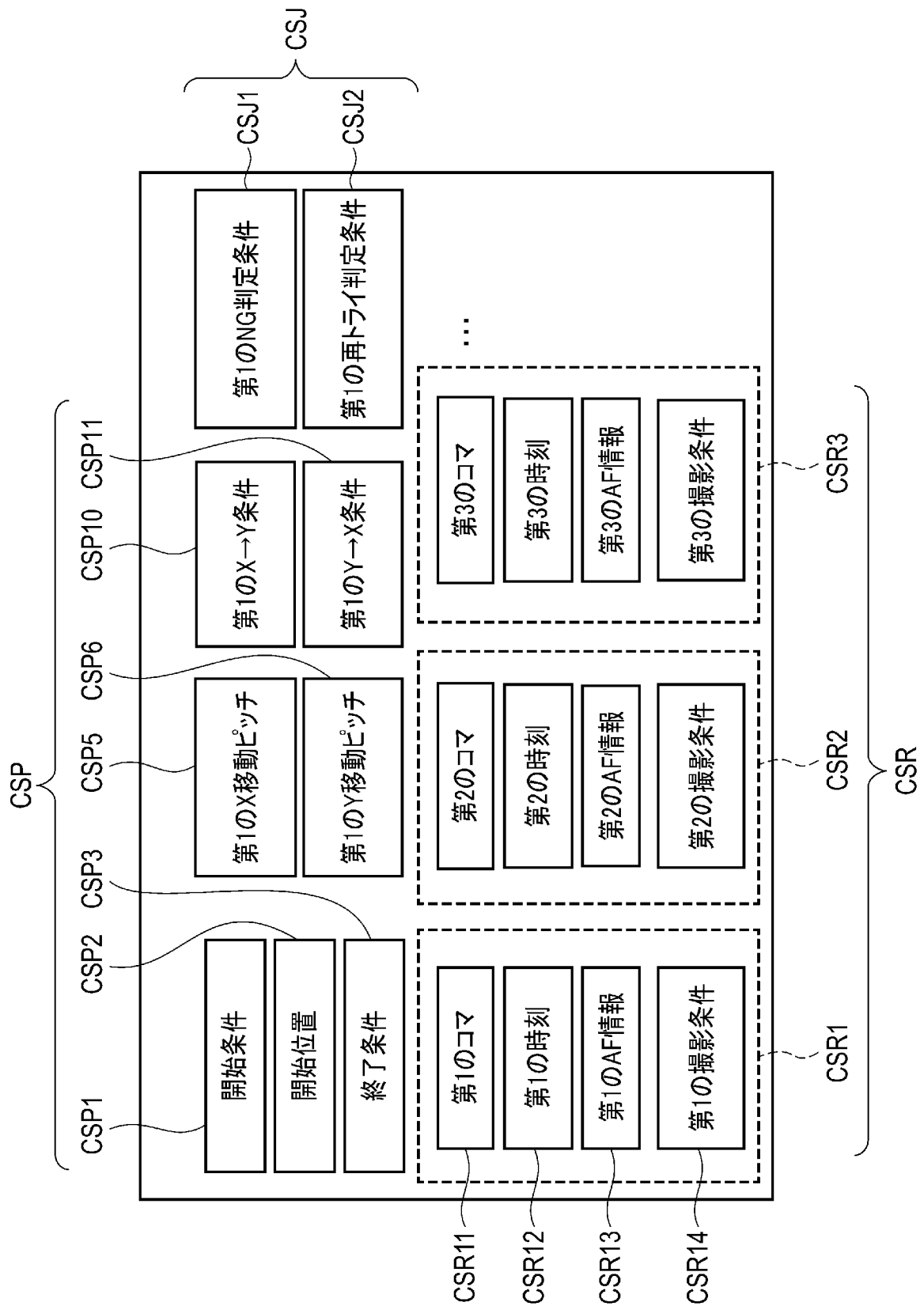
[図7]



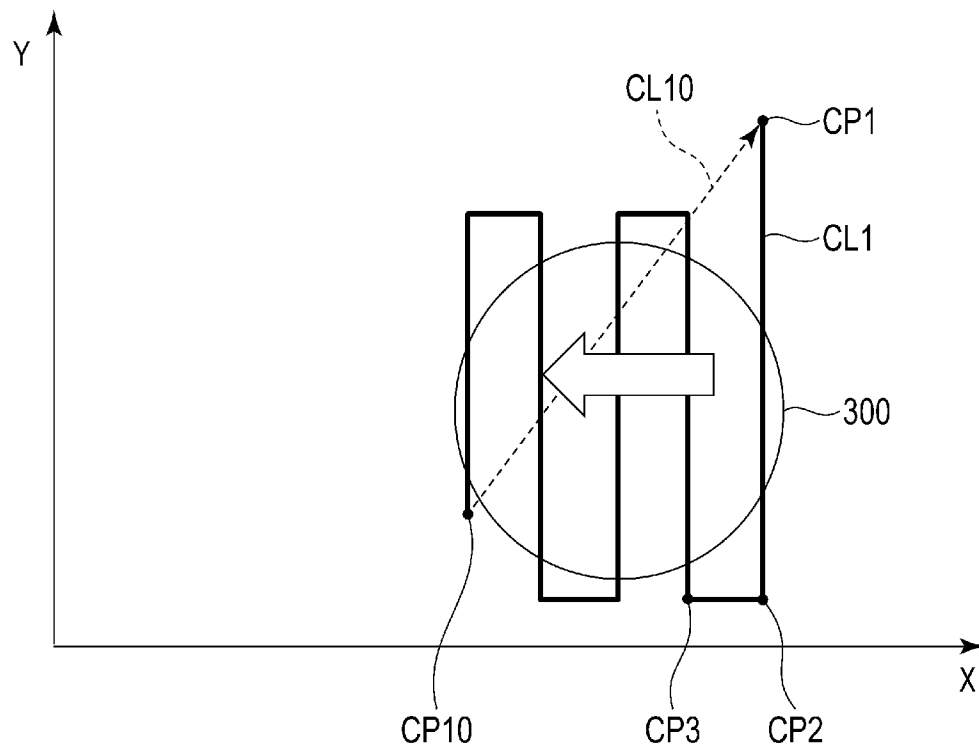
[図8]



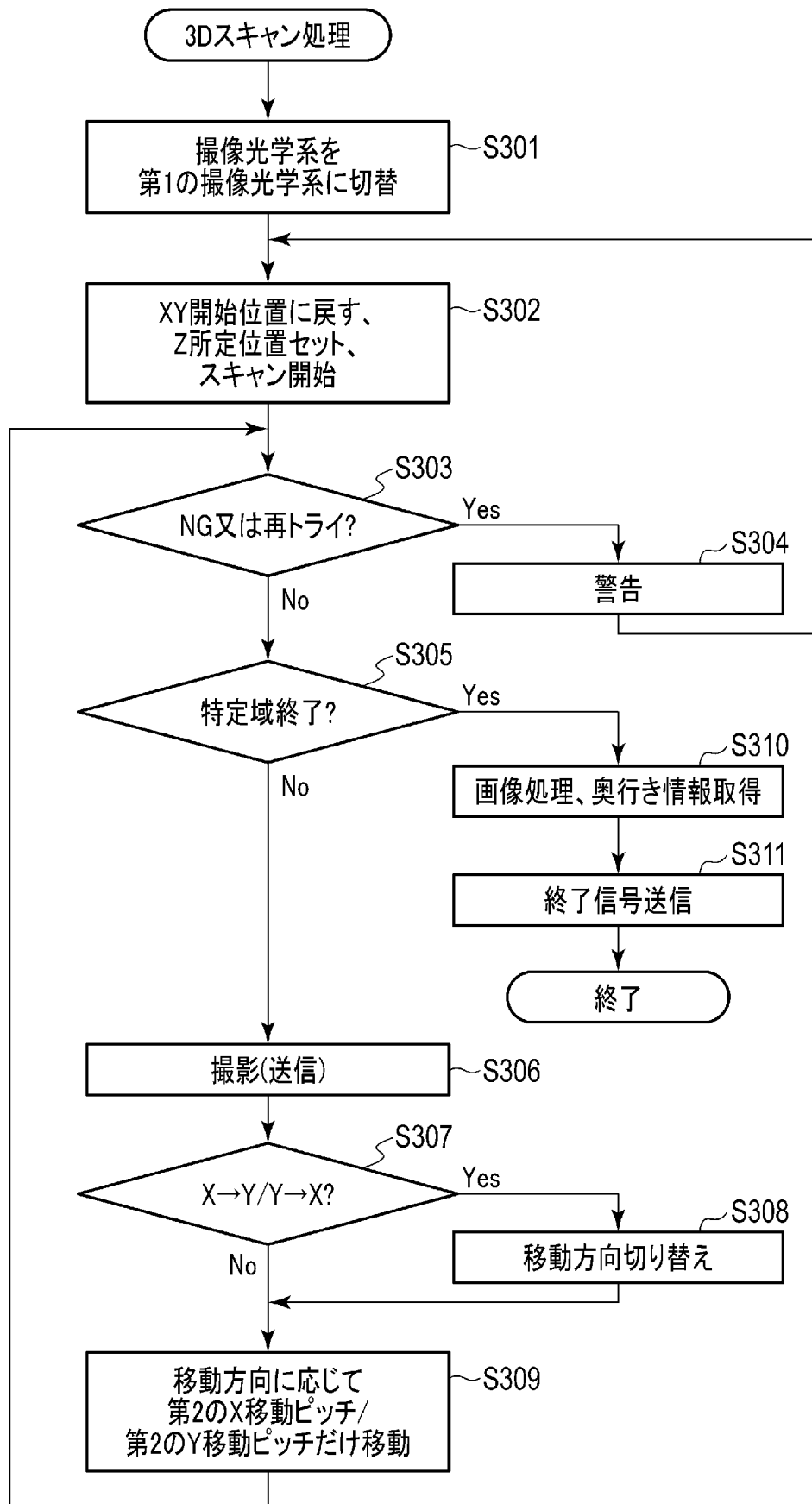
[図9]



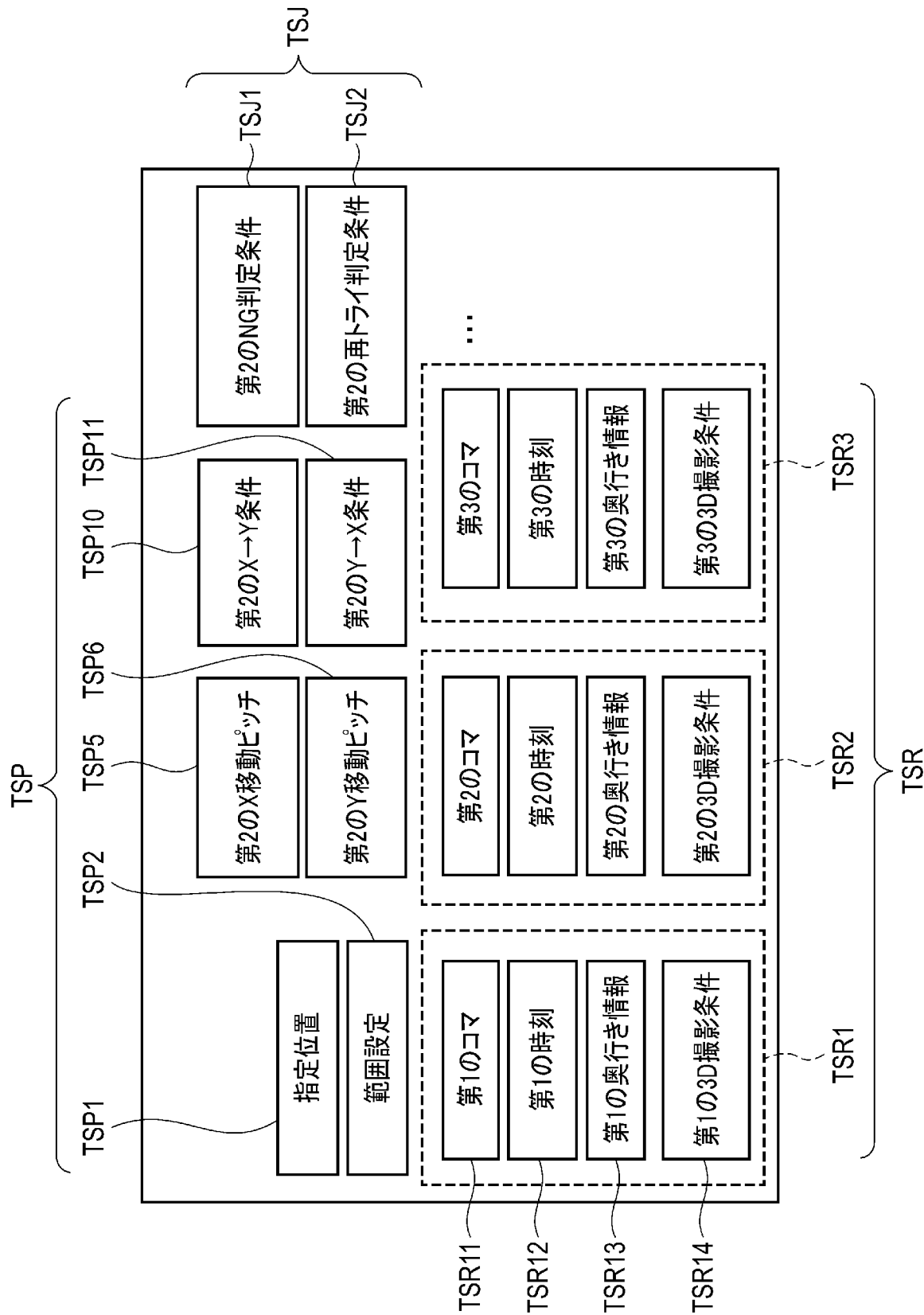
[図10]



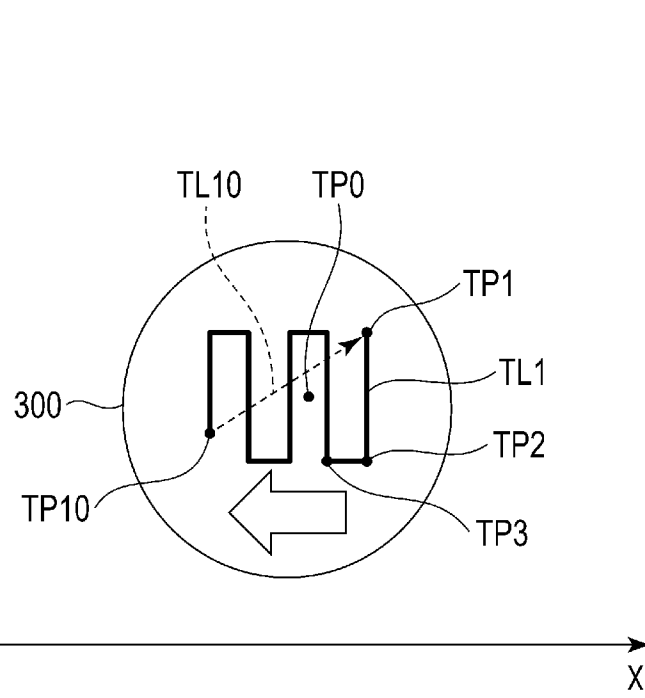
[図11]



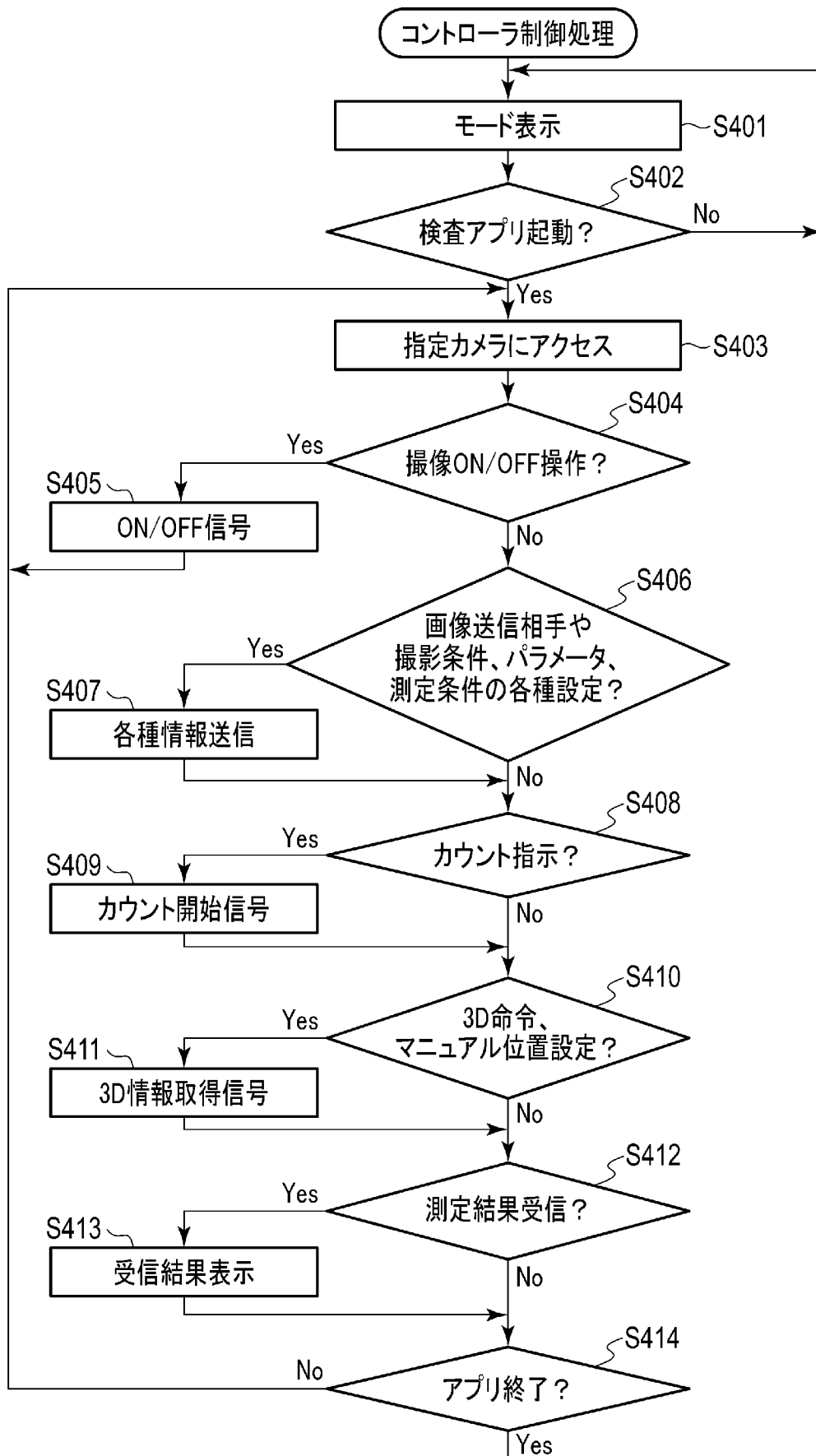
[図12]



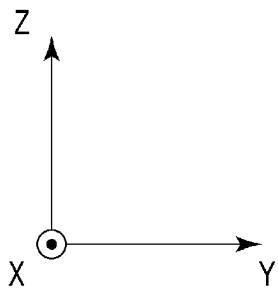
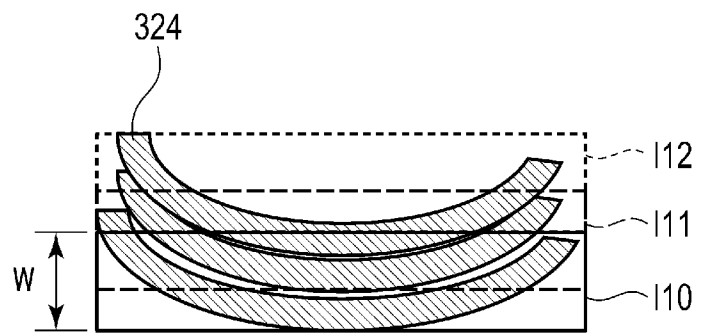
[図13]



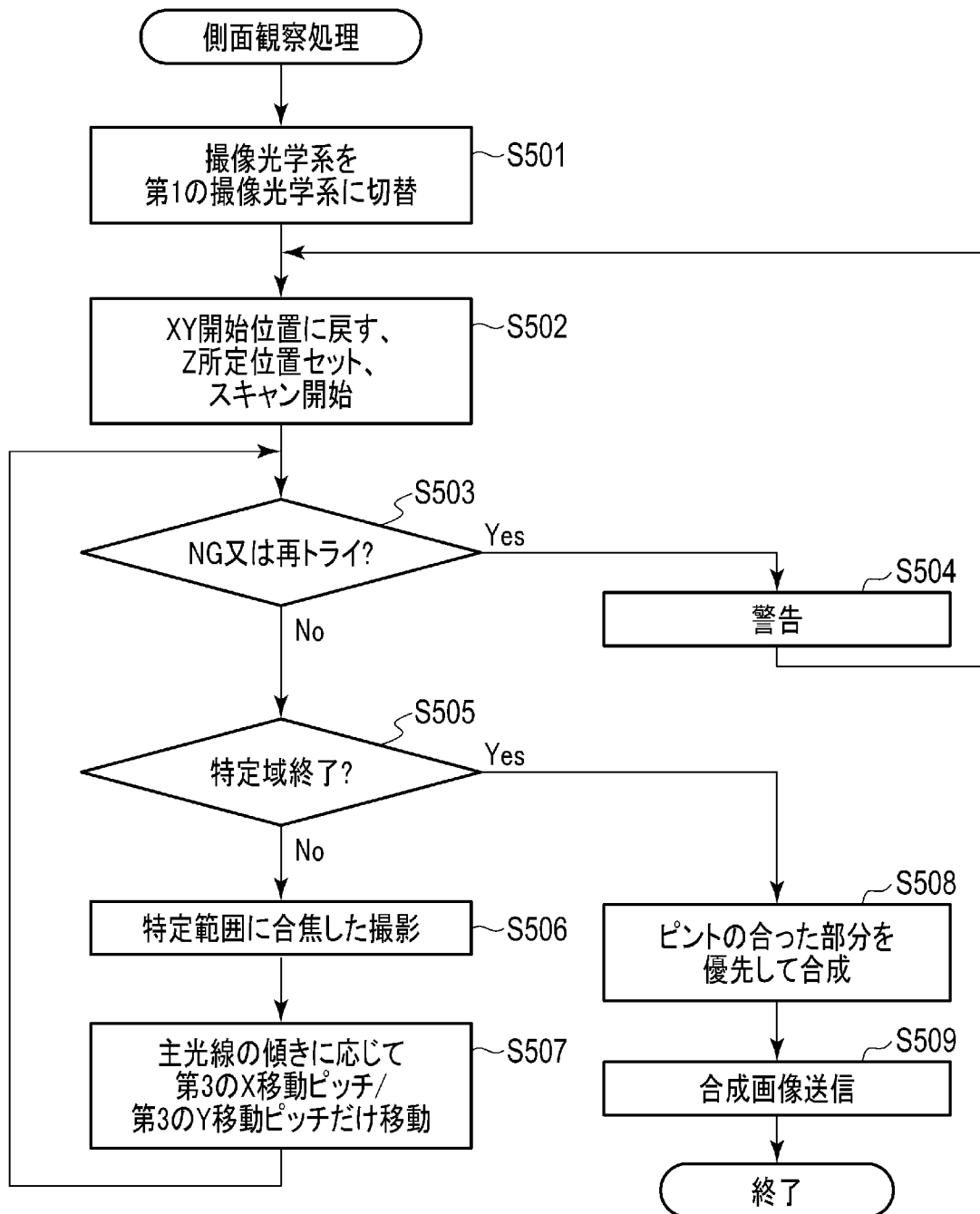
[図14]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/040772

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01B11/24 (2006.01) i, G02B21/00 (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. G01B11/00-11/30, G01C3/00-3/32, G02B19/00-21/00, G02B21/06-21/36

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	1971-2017
Registered utility model specifications of Japan	1996-2017
Published registered utility model applications of Japan	1994-2017

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.
Y A	JP 2006-11145 A (OLYMPUS CORP.) 12 January 2006, paragraphs [0012]-[0015], fig. 1 (a) (Family: none)	1-5, 9-12 6-8
Y A	JP 2016-157197 A (RICOH CO., LTD.) 01 September 2016, paragraph [0017] (Family: none)	1-5, 9-12 6-8
Y A	JP 2013-88490 A (NIKON CORP.) 13 May 2013, paragraph [0042], fig. 3 (Family: none)	1-5, 9-12 6-8
Y A	JP 2016-70720 A (MITSUTOYO CORP.) 09 May 2016, paragraphs [0034], [0035] & US 2016/0093068 A1, paragraphs [0054], [0055]	10 1-9, 11, 12

☐ 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

"I" 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
28 December 2017 (28.12.2017)

Date of mailing of the international search report
16 January 2018 (16.01.2018)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01B11/24(2006.01)i, G02B21/00(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. G01B11/00-11/30, G01C3/00-3/32, G02B19/00-21/00, G02B21/06-21/36

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
Y A	JP 2006-11145 A (オリンパス株式会社) 2006.01.12, [0012] - [0015], [図1] (a) (ファミリーなし)	1-5, 9-12 6-8
Y A	JP 2016-157197 A (株式会社リコー) 2016.09.01, [0017] (ファミリーなし)	1-5, 9-12 6-8

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

28.12.2017

国際調査報告の発送日

16.01.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

八木 智規

2 S

4847

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2013-88490 A (株式会社ニコン) 2013.05.13, [0042], [図3] (ファミリーなし)	1-5, 9-12 6-8
Y A	JP 2016-70720 A (株式会社ミットヨ) 2016.05.09, [0034], [0035] & US 2016/0093068 A1, [0054], [0055]	10 1-9, 11, 12