

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6540129号  
(P6540129)

(45) 発行日 令和1年7月10日 (2019.7.10)

(24) 登録日 令和1年6月21日 (2019.6.21)

(51) Int.Cl.

G 0 2 B 21/00 (2006.01)

F I

G 0 2 B 21/00

請求項の数 21 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2015-55816 (P2015-55816)  
 (22) 出願日 平成27年3月19日 (2015.3.19)  
 (65) 公開番号 特開2016-177037 (P2016-177037A)  
 (43) 公開日 平成28年10月6日 (2016.10.6)  
 審査請求日 平成30年2月8日 (2018.2.8)

(73) 特許権者 000004112  
 株式会社ニコン  
 東京都港区港南二丁目15番3号  
 (74) 代理人 110000877  
 龍華国際特許業務法人  
 (72) 発明者 高階 知己  
 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会  
 社ニコン内  
 (72) 発明者 園米 祐司  
 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会  
 社ニコン内  
 (72) 発明者 河井 斉  
 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会  
 社ニコン内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 観察装置、観察方法、及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ユーザの操作を取得する取得部と、  
 前記ユーザの操作に応じた観察条件において対象の第1画像を撮像する撮像部と、  
 前記第1画像を表示装置に表示させる表示処理部と、  
 を備え、  
 前記撮像部は、前記ユーザの操作に伴う観察条件の遷移の前後で複数の前記第1画像を  
 撮像し、  
 前記表示処理部は、前記複数の第1画像の間で遷移した観察条件の変更内容を示す第2  
 画像を前記表示装置に表示させる  
 観察装置。

【請求項 2】

前記表示処理部は、前記複数の第1画像に対応する前記対象の観察位置の位置関係に基  
 づいて前記第1画像を配置して前記表示装置に表示させる請求項1に記載の観察装置。

【請求項 3】

表示された前記複数の第1画像のうちの第3画像が選択されると、前記第3画像を撮像  
 したときの観察条件である第1観察条件を前記観察装置に設定する設定部を更に備える請  
 求項1または2に記載の観察装置。

【請求項 4】

前記表示処理部は、前記第1観察条件に設定された状態で前記ユーザが以前とは異なる



操作をすると、以前の操作に伴って撮像された画像と、新たな操作に伴って撮像された画像とを前記第 3 画像から分岐させて表示させる請求項 3 に記載の観察装置。

【請求項 5】

前記表示処理部は、前記第 1 画像を拡大または縮小させる操作により、拡大または縮小の前後の前記第 1 画像同士の配置を、前記第 1 画像に対する拡大または縮小の中心位置に基づいて決定する請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の観察装置。

【請求項 6】

前記複数の第 1 画像をクラスタリングするクラスタリング部を更に備え、

前記表示処理部は、クラスタリングされた前記複数の第 1 画像をクラスタとして表示させる

10

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の観察装置。

【請求項 7】

前記クラスタリング部は、前記複数の第 1 画像を観察条件同士の類似度に基づいてクラスタリングする請求項 6 に記載の観察装置。

【請求項 8】

前記クラスタリング部は、前記複数の第 1 画像を第 1 画像同士の類似度に更に基づいてクラスタリングする請求項 7 に記載の観察装置。

【請求項 9】

前記クラスタリング部は、前記表示装置の画面の大きさに基づいてクラスタのサイズを決定する請求項 6 から 8 のいずれか一項に記載の観察装置。

20

【請求項 10】

前記第 1 画像を画像処理して特徴量を生成する生成部を更に備え、

前記表示処理部は、前記第 1 画像に対応付けて前記第 1 画像の特徴量を示す情報を表示させる請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の観察装置。

【請求項 11】

前記撮像部は、前記特徴量を対応付ける前記第 1 画像に対して、少なくとも対象の観察位置および観察倍率を固定した状態で他の観察条件を変化させた第 4 画像を更に撮像し、

前記生成部は、前記第 1 画像に代えて前記第 4 画像を画像処理して前記特徴量を生成する

請求項 10 に記載の観察装置。

30

【請求項 12】

前記表示処理部は、前記ユーザの指定に応じて前記複数の第 1 画像のうち 2 以上の第 1 画像を対比可能に表示させる請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載の観察装置。

【請求項 13】

前記取得部は、前記第 1 画像を画像変換することを指示する前記ユーザの操作を更に取得し、

前記表示処理部は、前記複数の第 1 画像の少なくとも一部として、前記ユーザの操作に伴う画像変換の前後の前記第 1 画像を表示させ、

前記表示処理部は、前記ユーザの操作に伴う画像変換の種類を示す画像を前記第 2 画像として前記表示装置に表示させる

40

請求項 1 から 12 のいずれか一項に記載の観察装置。

【請求項 14】

前記複数の第 1 画像のうちの第 1 画像から他の第 1 画像へと至る観察条件の複数回の遷移を統合してユーザにより一括指定可能とする統合処理部を更に備える請求項 1 から 13 のいずれか一項に記載の観察装置。

【請求項 15】

当該観察装置は、前記複数の第 1 画像を配置した表示領域内の異なる部分を独立に表示可能な複数の前記表示装置に接続され、

前記取得部は、前記複数の表示装置のそれぞれから複数のユーザのそれぞれの操作を取得し、

50



前記設定部は、一の前記表示装置のユーザから観察条件を遷移させる操作により、遷移後の観察条件を前記観察装置に設定し、

前記撮像部は、遷移後の観察条件において前記第 1 画像を撮像し、

前記表示処理部は、遷移の前後に撮像された前記第 1 画像と、遷移の間における観察条件の遷移を示す前記第 2 画像とを表示させる

請求項 3 に記載の観察装置。

【請求項 16】

前記表示装置は傾きを検知可能であり、

前記表示装置の傾きを示す傾き情報を受信する受信部と、

前記傾き情報に基づいて、対象を保持するステージに対する光学系の相対角度を変更する傾き変更部と、

を備える請求項 1 から 15 のいずれか一項に記載の観察装置。

【請求項 17】

前記受信部は、前記ステージに対する光学系の相対角度を変更することを前記表示装置に指示するユーザの変更操作を前記表示装置から更に受信し、

前記傾き変更部は、前記表示装置において前記変更操作がされている間における前記傾き情報の変化に応じて、前記対象に対する光学系の相対角度を変更する

請求項 16 に記載の観察装置。

【請求項 18】

前記受信部は、前記表示装置の画面上においてユーザが指定した回転中心を示す回転中心情報を更に受信し、

前記傾き変更部は、前記回転中心情報により指定された回転中心に対応する前記対象の位置を中心として、前記ステージに対する光学系の相対角度を変更する

請求項 16 または 17 に記載の観察装置。

【請求項 19】

前記表示装置は、当該表示装置の移動を検知可能であり、

前記受信部は、前記表示装置の移動を示す移動情報を受信し、

前記移動情報に基づいて、前記対象に対する光学系の位置を移動させる移動部を更に備える請求項 16 から 18 のいずれか一項に記載の観察装置。

【請求項 20】

ユーザの操作を取得する取得段階と、

前記ユーザの操作に応じた観察条件において対象の第 1 画像を撮像する撮像段階と、

前記第 1 画像を表示装置に表示させる表示処理段階と、

を含み、

前記撮像段階は、前記ユーザの操作に伴う観察条件の遷移の前後で複数の前記第 1 画像を撮像し、

前記表示処理段階は、前記複数の第 1 画像の間で遷移した観察条件の変更内容を示す第 2 画像を前記表示装置に表示させる

観察方法。

【請求項 21】

コンピュータを請求項 1 から 19 の観察装置として機能させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、観察装置、観察方法、及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

微小な物体、微細な組織等の試料を拡大して観察する光学顕微鏡（単に顕微鏡と呼ぶ）等の観察装置が利用されている。顕微鏡により試料を観察する際、試料が載置されるステージを移動して試料上の観察対象を探し、その観察対象を鮮明に捉えるために倍率、フォ

10

20

30

40

50



ーカス、照明方法等の観察条件を切り替え、最適化する試行錯誤を要する。この試行錯誤の過程において、頻繁に、試料内の複数の観察対象を比較すること、さらに、それらの観察対象を観察条件を変えて何度も観察することがある。そのため、観察の履歴を記録して、適当な観察条件を再現するなどの試行錯誤を支援する技術が求められていた。

【 0 0 0 3 】

特許文献 1 には、観察画像とともにそれを取得した際の顕微鏡の設定条件（観察条件）を記録し、記録した複数の観察画像の中から画像を選択することで、その選択された画像とともに、その画像に対応する設定条件が再現されて現時刻における試料の撮影像が表示される顕微鏡用画像の情報処理装置が開示されている。

〔特許文献 1〕 特開 2 0 0 9 - 2 1 0 7 7 3 号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

しかし、特許文献 1 に開示される情報処理装置では、ユーザ自らが画像を保存し、比較する画像を検索する操作を必要とする。従って、この従来技術では、試行錯誤の支援の目的を必ずしも十分に果たしていない。

【 0 0 0 5 】

そこで、本発明は、試料を観察する際の試行錯誤を支援する観察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】

20

【 0 0 0 6 】

本発明の第 1 の態様においては、ユーザの操作を取得する操作取得部と、ユーザの操作に応じた観察条件において対象を撮像する撮像部と、ユーザによる操作に伴って撮像された対象画像を表示装置に表示させる表示処理部と、を備え、表示処理部は、ユーザの操作に伴う観察条件の遷移の前後に撮像された複数の対象画像同士の間における当該観察条件の遷移の種類を示す遷移表示画像を表示装置に表示させる観察装置を提供する。

【 0 0 0 7 】

なお、上記の発明の概要は、本発明の特徴の全てを列挙したものではない。また、これらの特徴群のサブコンビネーションもまた、発明となりうる。

【図面の簡単な説明】

30

【 0 0 0 8 】

【図 1】顕微鏡の機能構成を示す。

【図 2】顕微鏡の動作手順を示す。

【図 3 A】履歴マップの作成を示す。

【図 3 B】履歴マップの作成を示す。

【図 4 A】操作履歴の一例を示す。

【図 4 B】木構造による操作履歴の記録の方法を示す。

【図 5 A】履歴マップの作成及び表示の遷移を示す。

【図 5 B】履歴マップの作成及び表示の遷移を示す。

【図 5 C】履歴マップの作成及び表示の遷移を示す。

40

【図 5 D】履歴マップの作成及び表示の遷移を示す。

【図 5 E】履歴マップの作成及び表示の遷移を示す。

【図 5 F】履歴マップの作成及び表示の遷移を示す。

【図 6 A】履歴マップ上で比較画像を選択する状態を示す。

【図 6 B】選択された画像の比較表示を示す。

【図 7 A】履歴マップ上で複数の操作を 1 つの操作にマクロ化する操作を示す。

【図 7 B】複数の操作が 1 つの操作にマクロ化された履歴マップを示す。

【図 8 A】大画面による履歴マップのクラスタ表示を示す。

【図 8 B】小画面による履歴マップのクラスタ表示を示す。

【図 9 A】ステージのチルト操作の方法を示す。

50



【図 9 B】フォーカス操作の方法を示す。

【図 10】本発明の実施形態に係るコンピュータ 1900 のハードウェア構成の一例を示す。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は特許請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

【0010】

図 1 に与えるブロック図は、本実施形態に係る顕微鏡 100 の機能構成を示す。顕微鏡 100 は、試料の表面又は内部を拡大してその像を表示する観察装置の一例であり、ユーザの操作により指定された観察条件で撮像された複数の撮像画像を表示するとともに、観察条件の遷移の前後に撮像された撮像画像の間における当該観察条件の遷移、すなわち操作を表す遷移表示画像を表示することで、ユーザに対して、試料を観察する際の試行錯誤を支援することを目的とする。なお、試料は、観察対象が表面に付着或いは形成されたガラス、金属、絶縁物、半導体等の基板、又は観察対象を表面に固定したプレパラートであってよい。顕微鏡 100 は、本体部 102 及び制御部 104 を備える。

【0011】

本体部 102 は、光学系 110、照明系 115、撮像部 120、及びステージ部 170 を備える。

【0012】

光学系 110 は、試料の拡大像を生成する系であり、接眼レンズ、複数の対物レンズ、レボルバ、及び鏡筒（不図示）を有する。接眼レンズは、対物レンズが結ぶ中間像を拡大して見るための光学素子であり、複数の倍率のレンズから選択して交換することができる。複数の対物レンズは、試料の上に配されてその試料の中間像を結ぶ光学素子であり、それぞれ異なる倍率を有する。レボルバは、複数の対物レンズを支持して回転することで、それらのいずれかを光学系 110 の光軸上に位置決めする回転機構である。

【0013】

レボルバを用いることで、複数の対物レンズを切り替えることができる。レボルバは、例えば回転モータ等の駆動装置を有し、これにより回転する。レボルバの回転位置（又は回転量）はセンサにより測定される。その測定結果は、制御部 104 内の設定部 190 に送信される。駆動装置は、設定部 190 からの指示により、レボルバを目標位置に回転する。なお、駆動装置と併せて、手動で回転できることとしてもよい。

【0014】

上述の構成の光学系 110 において、接眼レンズ及び複数の対物レンズの一方又は両方を切り替えることにより、それらの組み合わせにより、光学系 110 の倍率を切り替えることができる。なお、接眼レンズ及び対物レンズの組み合わせに関する情報は、適宜、設定部 190 に送信される。

【0015】

鏡筒（不図示）は、光学系 110 の構成各部及び後述する撮像部 120 を保持する。鏡筒は、駆動装置を有し、これにより光学系 110 を光軸方向に駆動する。鏡筒の光軸方向の位置（或いは変位）は、センサにより測定される。センサとして、例えば、リニアエンコーダを採用することができる。その測定結果は、制御部 104 内の設定部 190 に送信される。駆動装置は、設定部 190 からの指示により、鏡筒を目標位置に駆動する。駆動装置として、例えばモータ等を採用することができる。なお、駆動装置と併せて、駆動ダイヤルを手動で回転することにより鏡筒を駆動する駆動機構を設けてもよい。これにより、光学系 110 のフォーカスを変更することができる。

【0016】

なお、鏡筒内に、光学系 110（複数の対物レンズ）と撮像部 120 との間にハーフミラーを配し、これを透過する光を撮像部 120 に、反射する光を接眼レンズに送る構成を

10

20

30

40

50



採用してよいし、撮像時にのみ光を撮像部 1 2 0 に送る構成を採用してもよい。また、接眼レンズに代えて又はこれと併せて、モニタ等により試料を観察可能な構成を採用してもよい。

#### 【 0 0 1 7 】

照明系 1 1 5 は、試料を照明する光を生成し、それを用いて下方又は上方（或いは側方）から試料を照明する。試料を下方から照明する場合、試料を透過する光が、光学系 1 1 0 を介して撮像部 1 2 0 又は接眼レンズに向かう。試料を上方から照明する場合、試料から反射する光が、光学系 1 1 0 を介して撮像部 1 2 0 又は接眼レンズに向かう。照明系 1 1 5 は、輝度、波長、偏光、絞り等、幾つかの照明条件を選択することができる。なお、照明条件に関する情報は、適宜、制御部 1 0 4 内の設定部 1 9 0 に送信される。

10

#### 【 0 0 1 8 】

撮像部 1 2 0 は、一例として C C D、C M O S 等の撮像素子を有し、これを用いて光学系 1 1 0 を通して試料を撮像し、その撮像画像を制御部 1 0 4 内の記憶部 1 4 0 に送信する。撮像部 1 2 0 は、ユーザが後述する操作部 1 6 0 を介して顕微鏡 1 0 0 を操作して観察条件を変更した後、その観察条件が変更されずに一定時間継続したことが検出されると、それに応じて試料を撮像してよい。それにより、ユーザの操作に応じた観察条件において試料が撮像される。なお、撮像部 1 2 0 は、これと併せて、ユーザにより操作部 1 6 0 を介して明示的に撮像が指示された場合にも、試料を撮像することとしてもよい。

#### 【 0 0 1 9 】

ステージ部 1 7 0 は、試料が載置されるステージ、センサ、及び駆動装置を有する。ステージは、光学系 1 1 0 の光軸に対して直交する一面を有する平板状の部材であり、その一面上に試料を支持する。ステージは、光学系 1 1 0 の光軸（これに平行に Z 軸を定める）に対して、これに直交する面（X Y 面）に平行な方向（X 軸及び Y 軸方向）、Z 軸方向、X Y 面内での回転方向（ $\omega$  方向）、Z 軸に対するチルト方向（ $\theta_x$  及び  $\theta_y$  方向）の 6 D O F 方向に移動可能に構成される。センサは、ステージの 6 D O F 方向それぞれの位置（或いは変位）を測定する。センサとして、例えば、リニアエンコーダを採用することができる。その測定結果は、制御部 1 0 4 内の設定部 1 9 0 に送信される。駆動装置は、ステージを 6 D O F 方向に駆動する。駆動装置として、例えば複数のモータ、ヘキサポッドステージ等を採用することができる。駆動装置は、設定部 1 9 0 からの指示により、ステージを目標位置に駆動する。なお、駆動装置に代えて又はこれと併せて、駆動ダイヤル（粗動用ダイヤル及び微動用ダイヤル）を手動で回転することによりステージを駆動する駆動機構を設けてもよい。

20

#### 【 0 0 2 0 】

上述の構成のステージ部 1 7 0 により、駆動装置を用いて試料を保持するステージを駆動することで、光学系 1 1 0 の光軸に対して（その視野内で或いは視野範囲を越えて）、試料を移動（試料上の観察位置を移動）することができる。

#### 【 0 0 2 1 】

制御部 1 0 4 は、設定部 1 9 0、操作部 1 6 0、表示処理部 1 3 0、記憶部 1 4 0、及び表示部 1 5 0 を備える。制御部 1 0 4 は、コンピュータ、マイクロコントローラ等を含む情報処理装置に制御用プログラムを実行させることによって実現されてもよい。

40

#### 【 0 0 2 2 】

設定部 1 9 0 は、本体部 1 0 2 の構成各部、すなわち光学系 1 1 0、照明系 1 1 5、撮像部 1 2 0、及びステージ部 1 7 0 を制御する。設定部 1 9 0 は、これら各部からそれぞれの状態に関する情報を収集するとともに、操作部 1 6 0 から送信される指示に応じて各部を制御して、それらの状態、すなわち観察条件を設定又は変更する。例えば、設定部 1 9 0 は、倍率変更の指示に応じて光学系 1 1 0（レボルバ）を制御して、変更倍率に対応する対物レンズに切り替える。また、設定部 1 9 0 は、フォーカスの変更の指示に応じて鏡筒を変更フォーカスに対応する目標位置に駆動して、光学系 1 1 0 のフォーカスを変更する。また、設定部 1 9 0 は、照明条件の変更の指示に応じて照明系 1 1 5 を制御して、変更照明に対応する照明条件を選択する。また、設定部 1 9 0 は、撮像部 1 2 0 を制御し

50



て、試料を撮像する。また、設定部 190 は、観察位置の移動の指示に応じてステージ部 170（駆動装置）を制御して、試料を支持するステージを指示された目標位置に駆動する又は指示された変位量、駆動することで、試料上の観察位置を移動する。また、設定部 190 は、観察条件の再現の指示に応じて、構成各部を制御して観察条件に対応するそれぞれの状態に設定することで、目的の観察条件を再現する。

#### 【0023】

操作部 160 は、マウス、キーボード、ペンタブレット等の入力装置 162 を介してユーザからの操作の指示を取得し、処理する。操作は、一例として、倍率の変更、フォーカスの変更、照明条件の変更、ステージの位置（観察位置）の変更、観察条件の再現、画像処理等を含む。なお、倍率の変更は、接眼レンズの交換及び対物レンズの切り替えを含む。フォーカスの変更は、光軸方向への鏡筒及びステージの駆動を含む。照明条件の変更は、照明の輝度、波長、偏光、絞り等の変更を含む。ステージの位置の変更は、ステージの Z 方向への移動を含む。観察条件の再現は、過去に設定された観察条件の中から選択されるいずれかの観察条件を再現することを含む。画像処理は、記録された撮像画像を画像処理すること、それにより撮像画像の特徴、観察された試料の特徴等の特徴量を生成することを含む。

10

#### 【0024】

操作部 160 は、入力された操作の指示を処理して、対物レンズの選択、鏡筒の目標位置（又は目標変位）、照明条件の選択、ステージの目標位置（又は目標変位）等、顕微鏡 100 の各部の状態設定の指示及び画像処理の指示を設定部 190 に送信する。また、操作部 160 は、撮像部 120 による試料の撮像に併せて、試料が撮像された時刻（撮像時刻）、入力された操作の内容と操作量（操作情報）、及び顕微鏡 100（各部）の設定状態の情報（設定情報）を設定部 190 を介して記憶部 140 に送信する。

20

#### 【0025】

なお、入力装置 162 として、ユーザの手指等によるタッチ入力を検知するタッチパネルを採用することもできる。この場合、入力装置 162 は、フリック、ピンチ等のジェスチャ操作（マルチタッチによるジェスチャ操作を含む）による操作を処理することとしてもよい。

#### 【0026】

記憶部 140 は、撮像部 120 から送信される撮像画像を、操作部 160 による観察条件の設定に応じて設定部 190 から送信される撮像時刻、操作情報、及び設定情報（これらをまとめて履歴情報とも呼ぶ）とともに記憶する。また、表示処理部 130 からの指示に応じて、記録した撮像画像（撮像時刻を含む）、操作情報、及び設定情報を表示処理部 130 に送信する。なお、記憶部 140 は、画像処理プログラム等、顕微鏡 100 の機能を拡張するためのプログラムをプラグイン可能に格納する記憶装置を有してもよい。

30

#### 【0027】

表示処理部 130 は、記憶部 140 により記録された撮像画像、操作情報、及び設定情報を用いて顕微鏡 100 の操作の履歴マップを作成し、表示部 150 に送信する。表示処理部 130 は、レイアウト部 132、クラスタリング部 134、統合処理部 136、及び生成部 138 を含む。レイアウト部 132 は、履歴マップのレイアウトを作成する、すなわち履歴マップ上の撮像画像の配置を決定する。クラスタリング部 134 は、複数の撮像画像をクラスタリングして、それらを代表する一部の撮像画像を代表画像として履歴マップ上に配置する。統合処理部 136 は、複数の撮像画像のうちの 1 つの撮像画像から別の 1 つの撮像画像に至る複数の操作による複数回の観察条件の変更を 1 回の操作による観察条件の変更として統合（マクロ化）する。生成部 138 は、例えばユーザの指示又は自動的に選択されてプラグインされた画像処理プログラムを起動して、画像処理機能を得る。生成部 138 は、複数の撮像画像のうちの対象画像を画像処理して変換後の画像又は特徴量を生成する。履歴マップの作成及び各部の機能の詳細は、後述する。

40

#### 【0028】

表示部 150 は、1 又は複数の表示装置 152 に接続可能であり、その画面上に表示処

50



理部 130 により作成される履歴マップを表示する。表示装置として、例えば、CRT、液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ、有機ELディスプレイ、及びプロジェクタ等の表示装置を採用することができる。

【0029】

なお、操作部 160 及び表示部 150 は、1 又は複数のユーザ端末 154 に接続することができる。ユーザ端末 154 は、履歴マップを表示する表示装置として機能するだけでなく、タッチパネル等のポインティングデバイスを有し、それぞれ独立の入力装置としても機能する。

【0030】

図 2 のフロー図は、顕微鏡 100 の動作手順 300 の一例を示す。なお、顕微鏡 100 の電源が投入されることで、制御部 104 は、一連の手順を開始する。

10

【0031】

ステップ 302 では、設定部 190 は、顕微鏡 100 の構成各部、特に光学系 110、照明系 115、及びステージ部 170 の状態を初期設定する。初期設定において、例えば、設定部 190 は、光学系 110、照明系 115、及びステージ部 170 からそれらの設定情報を収集し、操作部 160 に送信する。これに先立って、設定部 190 は、鏡筒（不図示）の光軸方向に関する位置、ステージの 6DOF 方向それぞれの位置等を校正してもよい。操作部 160 は、それらの情報を表示部 150 に送信して、表示装置 152 の画面上に表示する。また、設定部 190 は、タイマの設定時間をセットする。

【0032】

20

ステップ 304 では、設定部 190 は、観察条件が変更されたことを示すフラグ F をクリアし、ゼロとする。

【0033】

ステップ 306 では、設定部 190 は、ユーザからの操作の指示の有無を判断する。操作部 160 はユーザからの操作の指示を取得し、処理して、顕微鏡 100 の各部の状態設定の指示を設定部 190 に送信する。設定部 190 は、状態設定の指示を受信しない限り、操作の指示はないと判断する。判断が肯定されるとステップ 310 に移行し、否定されるとステップ 308 に移行する。

【0034】

ステップ 308 では、設定部 190 は、フラグ F が立てられているか否か（F は 1 であるか否か）判断する。判断が肯定されるとステップ 314 に移行し、否定されるとステップ 306 に戻る。ここでは、フラグ F はクリアされているので、ステップ 306 に戻る。それにより、ユーザからの操作の指示があるまで、ステップ 306、308 を繰り返す。

30

【0035】

ステップ 310 では、設定部 190 は、ステップ 306 において受信した状態設定の指示に従って、光学系 110、照明系 115、及びステージ部 170 を制御することにより、顕微鏡 100 の観察条件を変更する。設定部 190 による制御の詳細は、先述の通りである。

【0036】

ステップ 312 では、設定部 190 は、フラグ F を立てる（F に 1 を代入する）とともにタイマをセットし、観察条件の変更からの経過時間を計る。

40

【0037】

ステップ 314 では、設定部 190 は、設定時間が経過したか否かを判断する。設定部 190 は、ステップ 312 にてセットされたタイマを用いて、ステップ 310 において観察条件が変更された後、その条件（顕微鏡 100 の設定状態）を維持したまま設定時間が経過したか否かを判断する。判断が肯定されるとステップ 316 に進み、否定されるとステップ 306 に戻る。

【0038】

ステップ 314 の判断が否定された場合のフローをより詳細に説明する。

【0039】

50



ステップ306に戻った後、ユーザからの次の操作の指示があると、ステップ306の判断が肯定され、設定部190はステップ310, 312, 314を繰り返す。ステップ310では、設定部190は、先のステップ310において指示された操作による観察条件の変更に重ねてさらに新たに指示された操作による観察条件に変更する。ステップ312では、設定部190は、フラグFを継続して立て、且つタイマをリセット(リスタート)する。そして、ステップ314において、設定部190は、リスタートしたタイマにより、観察条件が変更されてからその条件を維持したまま設定時間が経過したか否かを判断する。

#### 【0040】

ステップ306に戻った後、ユーザからの次の操作の指示がないと、ステップ306の判断が否定され、設定部190はステップ308, 314を繰り返す。ステップ314では、観察条件が最後に変更されてから、その条件を維持したまま設定時間が経過したか否かが判断されることとなる。観察条件が最後に変更されてから設定時間が経過してステップ314の判断が肯定されると、ユーザによる一連の操作が完了したものとして、設定部190はステップ316に移行する。経過していない場合、ユーザによる操作はまだ継続しているものとして、設定部190はステップ306に戻り、ステップ306, 308, 310, 312, 314を繰り返す。

#### 【0041】

ステップ316では、設定部190は、試料を撮像する。設定部190は、撮像部120により、一連のステップ306, 308, 310, 312, 314により設定された観察条件において、試料を撮像する。その結果(撮像画像)は記憶部140に送信され、記録される。

#### 【0042】

なお、本実施形態では、一連のステップ306, 308, 310, 312, 314により観察条件が最後に変更されてからその条件を維持したまま設定時間が経過した場合に、ユーザによる一連の操作が完了したものとして、ステップ316に移行して試料を撮像することとしたが、これに限らず、ユーザにより撮像が指示された場合に、設定時間の経過を待つことなく試料を撮像することとしてもよい。係る場合、設定部190は、ステップ312, 314を省略し、ステップ310からステップ316に移行することとしてよい。

#### 【0043】

ステップ318では、設定部190は、操作履歴を記録する。設定部190は、ステップ316にて撮像画像が得られた時刻、一連の操作の内容と操作量、及び一連の操作により最終的に設定された顕微鏡100の状態の情報を記憶部140に送信する。なお、一連の操作は、1つの操作としてその内容と操作量が記録される。送信された各情報は、撮像画像に対応付けて記憶部140により記憶される。

#### 【0044】

ステップ320では、表示処理部130により履歴マップが作成され、表示装置152の画面上に表示される。表示処理部130は、ステップ318において操作履歴が記録される度に履歴マップを作成する。それにより、ユーザによる複数の操作に伴って撮像された複数の対象画像とともに、操作に伴う観察条件の遷移の前後に撮像された対象画像同士の間における当該観察条件の遷移の種類を示す遷移表示画像が表示される。

#### 【0045】

図3A及び図3Bは、履歴マップの作成の一例を示す。図3Aは、顕微鏡100の電源が投入された直後の初期状態Sにおける履歴マップを示す。履歴マップの右下に、初期状態Sにおいて撮像された撮像画像200が表示されている。ユーザにより操作の指示が入力され(ステップ306)、顕微鏡100の観察条件が変更され(ステップ310)、その操作の履歴が記録されると(ステップ318)、表示処理部130は、図3Bに示すように、撮像画像200を履歴マップ上で(縮小して)同じ位置又は近傍に残し、この位置から右上に操作後の観察条件における試料のライブビューを表示する。なお、表示処理部

10

20

30

40

50



130は、ライブビューに代えてステップ316において得られた撮像画像202を表示してもよいし、任意のタイミングでライブビューを撮像画像202に置き換えてもよい。試料のライブビュー（又は撮像画像202）を表示する際、表示処理部130は、操作の内容（さらに操作量等）に応じて異なる種類（例えば、異なる色、形状、線種等）の遷移表示画像201を併せて表示する。遷移表示画像201は、2つの撮像画像200、202を結ぶように表示される。それにより、操作に伴う観察条件の遷移の前後に撮像された対象画像の対応とそれらの関係が表される。

#### 【0046】

ステップ320が完了すると、設定部190は、ステップ304に戻る。設定部190は、顕微鏡100の電源がオフされるまで一連のステップ304～320を繰り返す。従って、ステップ306においてユーザからの操作の指示が確認される都度、ステップ310にて観察条件が変更され、ステップ316にてその観察条件で試料が撮像され、ステップ320にて履歴マップが作成され、表示画面上に表示される。

#### 【0047】

操作履歴の記録、すなわち、ステップ318における操作情報（すなわち、操作の内容と操作量）及び設定情報（すなわち、顕微鏡100の設定状態の情報）の記録について説明する。

#### 【0048】

図4Aは、ユーザにより入力される操作履歴の一例を示す。顕微鏡100は、時刻 $t=0$ にて、始状態である状態 $S_0$ にあるものとする。この時、撮像部120により、撮像画像202が得られている。時刻 $t=1$ にて、ユーザが操作部160を介して操作 $O_1$ 、すなわち観察位置の移動を指示し、それにより顕微鏡100は状態 $S_0$ から状態 $S_1$ に遷移する。この時、撮像部120により、撮像画像204が得られる。時刻 $t=2$ にて、ユーザがフォーカス変更（操作 $O_2$ ）を指示し、それにより顕微鏡100は状態 $S_1$ から状態 $S_2$ に遷移する。この時、撮像部120により、撮像画像206が得られる。時刻 $t=3$ にて、ユーザは状態 $S_1$ における観察条件を再現する観察条件の再現（操作 $O_3$ ）を指示し、それにより顕微鏡100は状態 $S_2$ から状態 $S_1$ に遷移する。時刻 $t=4$ にて、ユーザがフォーカス変更（操作 $O_4$ ）を指示し、それにより顕微鏡100は状態 $S_1$ から状態 $S_4$ に遷移する。この時、撮像部120により、撮像画像208が得られる。時刻 $t=5$ にて、ユーザが倍率変更（操作 $O_5$ ）を指示し、それにより顕微鏡100は状態 $S_4$ から状態 $S_5$ に遷移する。この時、撮像部120により、撮像画像210が得られる。なお、簡単のため、観察位置の移動量、フォーカスの変更量、倍率の変更量等の操作量の詳細は省略する。

#### 【0049】

図4Bは、上記の操作履歴を木構造により記録する方法を示す。記憶部140は、撮像部120から試料の撮像画像が送信されると、これと併せて設定部190から送信される撮像時刻、操作情報（すなわち、操作の内容と操作量）、及び設定情報（すなわち、顕微鏡100の設定状態）を木構造により記録する。木構造は、ノードとリンクを有し、ノードは観察条件、すなわち顕微鏡100の設定状態 $S_0$ 、 $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_4$ 、 $S_5$ 、それぞれの観察条件において撮像された撮像画像202、204、206、208、210、及びそれらの撮像時刻を表し、リンクは遷移前後の観察条件間の関係、すなわち操作 $O_1$ 、 $O_2$ 、 $O_3$ 、 $O_4$ 、 $O_5$ を表す。

#### 【0050】

上の操作履歴の一例に対し、図4Bの木構造は、操作 $O_1$ により顕微鏡100が設定状態 $S_0$ から $S_1$ に遷移して、時刻 $t=1$ に画像204が得られ、操作 $O_2$ により設定状態 $S_1$ から $S_2$ に遷移して、時刻 $t=2$ に画像206が得られ、操作 $O_3$ により設定状態 $S_2$ から $S_1$ に戻り（時刻 $t=3$ ）、操作 $O_4$ により設定状態 $S_1$ から $S_4$ に遷移して、時刻 $t=4$ に画像208が得られ、操作 $O_5$ により設定状態 $S_4$ から $S_5$ に遷移して、時刻 $t=5$ に画像210が得られたことが記録される。それにより、観察条件の再現の操作により顕微鏡100が過去の設定状態に戻り、その状態から別の操作により異なる状態に遷

10

20

30

40

50



移する履歴を含む場合においても、すべての操作情報と設定情報が記録される。

【 0 0 5 1 】

ステップ 3 2 0 における履歴マップの作成及び表示について、より詳細に説明する。

【 0 0 5 2 】

図 5 A から図 5 F は、上の操作履歴の一例に対して、表示処理部 1 3 0 により作成及び表示される履歴マップの遷移の一例を示す。

【 0 0 5 3 】

図 5 A は、時刻  $t = 0$  にて、始状態である設定状態  $S_0$  において作成された履歴マップを示す。この履歴マップでは、初期状態  $S$  及び設定状態  $S_0$  において得られた撮像画像 2 0 0 , 2 0 2 及びそれらの対応及び操作を表す遷移表示画像 2 0 1 が表示されている。この状態において、ユーザにより観察位置の移動（操作  $O_1$ ）が指示されると、試料を保持するステージが移動し、それにより顕微鏡 1 0 0 は状態  $S_0$  から状態  $S_1$  に遷移し、時刻  $t = 1$  にて状態  $S_1$  における撮像画像 2 0 4 が得られる。

【 0 0 5 4 】

図 5 B は、時刻  $t = 1$  にて、設定状態  $S_1$  に遷移した状態において作成された履歴マップを示す。表示処理部 1 3 0 は、撮像画像 2 0 0 , 2 0 2 及び遷移表示画像 2 0 1 を同じ位置に残しつつ、撮像画像 2 0 0 , 2 0 2 と異なる位置、すなわち画像 2 0 2 の左上近傍に設定状態  $S_1$  における試料のライブビュー（又は撮像画像 2 0 4）を表示するとともに、観察位置の移動（操作  $O_1$ ）を示す遷移表示画像 2 0 3 を 2 つの画像 2 0 2 , 2 0 4 を結ぶように表示する。

【 0 0 5 5 】

なお、表示処理部 1 3 0 内のレイアウト部 1 3 2 は、観察位置を移動する操作  $O_1$  が指示されたことに応じて、2 つの撮像画像 2 0 2 , 2 0 4 の間の配置を、観察位置の移動方向に基づいて決定してもよい。例えば、観察位置を、撮像画像 2 0 2 における観察位置から左上に移動する場合、その操作により得られる撮像画像 2 0 4 を操作前の撮像画像 2 0 2 の左上に配置する。さらに、撮像画像 2 0 2 , 2 0 4 の離間距離を、観察位置の移動距離に応じて定めてもよい。

【 0 0 5 6 】

次に、設定状態  $S_1$  において、ユーザによりフォーカス変更（操作  $O_2$ ）が指示されると、鏡筒又はステージが光学系 1 1 0 の光軸方向に駆動され、それにより顕微鏡 1 0 0 は状態  $S_1$  から状態  $S_2$  に遷移し、時刻  $t = 2$  にて状態  $S_2$  における撮像画像 2 0 6 が得られる。

【 0 0 5 7 】

図 5 C は、時刻  $t = 2$  にて、設定状態  $S_2$  に遷移した状態において作成された履歴マップを示す。表示処理部 1 3 0 は、撮像画像 2 0 0 , 2 0 2 , 2 0 4 及び遷移表示画像 2 0 1 , 2 0 3 を同じ位置に残しつつ、撮像画像 2 0 0 , 2 0 2 , 2 0 4 と異なる位置、すなわち画像 2 0 4 の右上近傍に設定状態  $S_2$  における試料のライブビュー（撮像画像 2 0 6）を表示するとともに、フォーカス変更（操作  $O_2$ ）を表す遷移表示画像 2 0 5 を 2 つの画像 2 0 4 , 2 0 6 を結ぶように表示する。なお、操作の内容を区別できるよう、遷移表示画像 2 0 5 として遷移表示画像 2 0 3 と異なる色の画像が選択されている。

【 0 0 5 8 】

次に、設定状態  $S_2$  において、ユーザにより  $t = 1$  での観察条件の再現（操作  $O_3$ ）が指示されると、その観察条件に対応する設定状態  $S_1$  が再現される。この時、ユーザは、履歴マップに表示されている複数の撮像画像の中から再現を希望する観察条件に対応する撮像画像（この場合、画像 2 0 4）を選択する。操作部 1 6 0 は、設定部 1 9 0 に観察条件の再現を指示する。設定部 1 9 0 は、その指示に従って選択された撮像画像を撮像した時の観察条件（操作情報及び設定情報）を記憶部 1 4 0 から読み出し、本体部 1 0 2 の各部を制御して、観察条件に対応する顕微鏡状態を再現する。この場合、鏡筒又はステージが光学系 1 1 0 の光軸方向に先と逆方向に同じ駆動量、駆動される。それにより、顕微鏡 1 0 0 は状態  $S_1$  に戻る。



## 【 0 0 5 9 】

図 5 D は、設定状態 S 1 が再現された後の時刻  $t = 3$  にて作成された履歴マップを示す。表示処理部 1 3 0 は、ユーザにより選択された状態 S 1 に対応する撮像画像 2 0 4 を強調表示する。なお、撮像画像の強調表示として、図 5 D では一例として撮像画像 2 0 4 の枠を太く表示することとしたが、これに限らず、撮像画像の枠の色を変更する、撮像画像を拡大する等してもよい。このとき、表示処理部 1 3 0 は、引き続き撮像画像 2 0 4 を表示してもよいし、現時刻での状態 S 1 における試料のライブビューを表示してもよい。

## 【 0 0 6 0 】

次に、設定状態 S 1 において、ユーザによりフォーカス変更（操作 O 4）が指示されると、鏡筒又はステージが光学系 1 1 0 の光軸方向に駆動され、それにより顕微鏡 1 0 0 は状態 S 1 から状態 S 4 に遷移し、時刻  $t = 4$  にて状態 S 4 における撮像画像 2 0 8 が得られる。

10

## 【 0 0 6 1 】

図 5 E は、時刻  $t = 4$  にて、設定状態 S 4 に遷移した状態において作成された履歴マップを示す。表示処理部 1 3 0 は、撮像画像 2 0 0, 2 0 2, 2 0 4, 2 0 6 及び遷移表示画像 2 0 1, 2 0 3, 2 0 5 を同じ位置に残しつつ、撮像画像 2 0 0, 2 0 2, 2 0 4, 2 0 6 と異なる位置、すなわち画像 2 0 4 の左下近傍に設定状態 S 4 における試料のライブビュー（又は撮像画像 2 0 8）を表示するとともに、フォーカス変更（操作 O 4）を示す遷移表示画像 2 0 7 を 2 つの画像 2 0 4, 2 0 8 を結ぶように表示する。

## 【 0 0 6 2 】

20

このように、表示処理部 1 3 0 は、再現した観察条件に対応する状態 S 1 で、ユーザが先と異なる操作をしたことに応じて、先の操作（この場合、操作 O 2）に伴って撮像された撮像画像 2 0 6 と、新たな操作（操作 O 4）に伴って撮像された撮像画像 2 0 8 と、を撮像画像 2 0 4 から分岐して表示する。

## 【 0 0 6 3 】

次に、設定状態 S 4 において、ユーザにより倍率変更（操作 O 5）が指示されると、対物レンズが交換され、それにより顕微鏡 1 0 0 は状態 S 4 から状態 S 5 に遷移し、時刻  $t = 5$  にて状態 S 5 における撮像画像 2 1 0、すなわち状態 S 4 における撮像画像 2 0 8 の一部を拡大する画像が得られる。

## 【 0 0 6 4 】

30

図 5 F は、時刻  $t = 5$  にて、設定状態 S 5 に遷移した状態において作成された履歴マップを示す。表示処理部 1 3 0 は、撮像画像 2 0 0, 2 0 2, 2 0 4, 2 0 6, 2 0 8 及び遷移表示画像 2 0 1, 2 0 3, 2 0 5, 2 0 7 を残しつつ、撮像画像 2 0 0, 2 0 2, 2 0 4, 2 0 6, 2 0 8 と異なる位置、すなわち画像 2 0 8 の左上近傍に設定状態 S 5 における試料のライブビュー（又は撮像画像 2 1 0）を表示するとともに、倍率変更（操作 O 5）を表す遷移表示画像 2 0 9 を 2 つの画像 2 0 8, 2 1 0 を結ぶように表示する。なお、操作の内容を区別できるよう、遷移表示画像 2 0 9 は遷移表示画像 2 0 3, 2 0 5, 2 0 7 と異なる遷移の方向に拡がる画像が選択されている。

## 【 0 0 6 5 】

なお、表示処理部 1 3 0 は、倍率変更の操作 O 5 が指示されたことに応じて、2 つの撮像画像 2 0 8, 2 1 0 の間の配置を、画像の拡大又は縮小の中心位置に基づいて決定してもよい。例えば、撮像画像 2 0 8 内の基準位置から左上に位置する中心位置について画像を拡大又は縮小する場合に、新たな画像 2 1 0 を元の画像 2 0 8 の左上に配置する。また、画像の倍率に応じて、画像 2 0 8 に対して画像 2 1 0 を拡大又は縮小して表示してもよい。

40

## 【 0 0 6 6 】

本実施形態の顕微鏡 1 0 0 は、上述の履歴マップの作成、表示により、撮像された複数の撮像画像を表示するとともに、それらの撮像画像間の関係、すなわち操作（その内容及び操作量）をユーザが把握できるように表示することで、ユーザに対して、試料を観察する際の試行錯誤を支援することができる。ユーザは、撮像画像間の関係を把握できること

50



で、過去に記録した画像をただ選択するだけでなく、再現したい観察条件を選択し、そしてより最適な観察条件及びより最適な操作を探すことができる。

【0067】

図6A及び図6Bは、履歴マップを利用して2つの撮像画像を選択して、それらと比較表示する一例を示す。ユーザは、図6Aに示す履歴マップ上に表示されている複数の撮像画像から2つ又はそれ以上の画像を選択する。ここでは、ユーザは、操作部160を介して、撮像画像200、206を選択したとする。これに応じて表示処理部130は、履歴マップ上で撮像画像200、206を強調表示する。撮像画像200、206が選択されると、表示処理部130は、図6Bに示すように、履歴マップを表示画面上でその下端を軸に上端を後方斜め右に倒すように射影変換をして表示画面の下側に縮退し、表示画面の上側に選択された2つの画像200、206を拡大して対比可能に表示する。ここで、表示処理部130は、拡大して比較表示した撮像画像200、206が履歴マップ上に配置された撮像画像に対応することを表す画像を合わせて表示する。図6Bの例では、履歴マップ上の対応する撮像画像から拡大表示された画像まで延びる矢印210、216が表示されている。

10

【0068】

図7A及び図7Bは、履歴マップを利用して複数の操作を1つの操作としてマクロ化する一例を示す。ここで、操作のマクロ化とは、履歴マップ上に表示される複数の撮像画像のうちの1つの撮像画像から別の1つの撮像画像に至る複数の操作による複数回の観察条件の変更(設定状態の遷移)を1回の操作による観察条件の変更(設定状態の遷移)として統合することをいう。図7Aに示すように、ユーザは履歴マップ上に表示されている複数の撮像画像から2つの画像202、208を選択する。図7Aでは、選択された2つの画像202、208が強調表示されている。なお、2つの撮像画像を選択するに代えて、2つの撮像画像を結ぶ2以上の遷移表示画像(この場合、画像203、207)を選択してもよい。

20

【0069】

表示処理部130に含まれる統合処理部136は、2つの撮像画像202、208が選択されると、2つの単位操作01、04を単一の操作06として統合し、その操作06の内容及び操作量を設定情報(顕微鏡100の設定状態)とともに記憶部140により記録される。操作06が記録されると、表示処理部130は、図7Bに示すように、選択された2つの撮像画像202、208の間に配置される撮像画像204、206及びそれらの画像を結ぶ遷移表示画像203、205、207を消去し、2つの撮像画像202、208を直接結ぶ遷移表示画像211を表示する。遷移表示画像211は、2つの単位操作01、04を統合した操作06を表す。それにより、ユーザは、新たに表示された図7Bの履歴マップを利用して、2つの単位操作01、04を単一の操作06として一括指定することができる。

30

【0070】

表示処理部130に含まれるレイアウト部132は、グラフ可視化アルゴリズムにより履歴マップのレイアウトを作成する、すなわち履歴マップ上の複数の撮像画像の配置を決定する。グラフ可視化アルゴリズムとして、Kamada-Kawaiアルゴリズム、Fruchterman-Reingoldアルゴリズム等を採用することができる。

40

【0071】

グラフ可視化アルゴリズムでは、一例として力学モデルを採用することができる。力学モデルでは、複数の撮像画像それぞれを有限の質量を有する質点とみなし、撮像画像を結ぶ複数の遷移表示画像それぞれを有限のばね定数を有するばねとみなし、履歴マップに対応する2次元面上で複数のばねにより連結された複数の質点系の力学的エネルギーが安定化する配置を演算により決定する。演算では、複数の質点の運動エネルギー及び複数のばねの弾性エネルギーの和によりコスト関数を定義し、そのコスト関数が極小値を持つ力学系の平衡状態を得る。その平衡状態における複数の質点の配置が、複数の撮像画像の配置として決定される。

50



## 【0072】

コスト関数に制約項を追加することで、複数の撮像画像及び複数の遷移表示画像をより好適なレイアウトで履歴マップ上に配置することができる。例えば、複数の質点は撮像画像の表示サイズに相当する面積を有するとし、それらが2次元面上で重ならないように、また複数のばねが交差しないように、相当する制約項をコスト関数に追加してもよい。また、先述の通り、観察位置の移動方向、画像の拡大又は縮小の中心位置等に基づいて撮像画像の配置を決定する場合、相当する制約項をコスト関数に追加してよい。ばねにより結ばれる2つの質点の離間距離は一定としてもよいし、観察位置の移動距離、マクロ化された1つの操作における単位操作の回数（設定状態の遷移回数）、後述するようにクラスタ化された撮像画像の数（設定状態の遷移回数）等に応じて可変としてもよい。ここで、遷移回数が少ない場合に離間距離への影響を大きく、多い場合に影響を小さくしてよい。

10

## 【0073】

表示処理部130に含まれるクラスタリング部134は、履歴マップ上に配置する撮像画像の数が増えた場合、記憶部140に記録されている撮像画像の数と表示部150の表示画面の大きさに応じて、互いに類似する複数の撮像画像をクラスタリングして、それらを代表する一部（1以上又は2以上）の撮像画像を代表画像として表示する。ここで、階層的クラスタ分析を利用して撮像画像をクラスタリングすることができる。

## 【0074】

撮像画像の階層的クラスタ分析では、撮像画像に対して類似度を定義し、その類似度に基づいて複数の撮像画像を1以上のクラスタに分類する。ここで、類似度は、撮像画像 $i$ を得た際の観察条件 $X_i$ に基づいて定義することができる。観察条件 $X_i = (X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{in}, \dots, X_{iN})$ は、接眼レンズ及び対物レンズの組み合わせにより定まる倍率、鏡筒の光軸方向の位置により定まるフォーカス、照明光の輝度、波長、偏光、絞り等を含む照明条件、試料を支持するステージの位置により定まる観察位置等の各属性を要素とする多次元ベクトルである。また、観察条件の類似度に基づくクラスタリングと併せて、画像のサイズ、コントラスト、色調等の撮像画像の画像特性を用いて類似度を定義し、これに基づいて複数の撮像画像をクラスタリングしてもよい。2つの撮像画像 $i, j$ の類似度 $i_j$ は、それぞれの観察条件 $X_i, X_j$ 及び重み $c = (c_1, c_2, \dots, c_n, \dots, c_N)$ を用いて、例えば $i_j = \sum_{n=1 \sim N} c_n |X_{in} - X_{jn}|^2$ と定義される。

20

30

## 【0075】

階層的クラスタ分析は、全ての撮像画像間の類似度を求め、その類似度が最も高い、すなわち $i_j$ の値が最小の2つの撮像画像をクラスタ化する。そのクラスタ化された撮像画像を含め、再度、撮像画像の間の類似度を求め、その類似度が最も高い2つの撮像画像をクラスタ化する。この操作を、すべての撮像画像が1つのクラスタにクラスタ化されるまで繰り返す。それにより、互いに類似する撮像画像が1又は複数のクラスタに分類されるとともに、1つのクラスタに属する複数の撮像画像が類似度に対応する階層に応じてさらに複数のクラスタに分類される。

## 【0076】

図8A及び図8Bは、撮像画像がクラスタリングされた履歴マップのクラスタ表示の一例を示す。これらの例では、複数の撮像画像が4つのクラスタC0～C4にクラスタ化されている。それぞれのクラスタC0～C4は互いに類似する撮像画像を含み、それぞれを代表する1以上の代表画像が履歴マップ上に配置されている。

40

## 【0077】

表示装置152の表示画面の大きさに基づいて、履歴マップ上に表示するクラスタのサイズ（粒度と呼ぶ）が決定される。表示処理部130は、大きいサイズの表示画面に対して、表示するクラスタの階層を下げる。それにより、類似度の大きい画像まで表示されて、表示されるクラスタの粒度が細くなる。例えば図8Aに示すように、それぞれのクラスタC0～C4内に含まれる低い階層のクラスタに属する撮像画像まで表示される。表示処理部130は、小さいサイズの表示画面に対して、表示するクラスタの階層を上げる。

50



それにより、類似度の大きい画像が非表示となり、類似度の小さい画像のみが表示されて、表示されるクラスタの粒度が粗くなる。例えば図 8 B に示すように、それぞれのクラスタ C 0 ~ C 4 内に含まれる高い階層のクラスタに属する 1 つの撮像画像のみが表示される。

#### 【 0 0 7 8 】

なお、図 8 A 又は図 8 B のクラスタ表示された履歴マップ上で、いずれかのクラスタ、例えばクラスタ C 0 が選択されると、表示処理部 1 3 0 は、そのクラスタのみを図 5 F 等に示すように詳細表示することとしてもよい。それにより、ユーザは、履歴マップをクラスタ表示から詳細表示に切り替えて、顕微鏡 1 0 0 の操作を続けることができる。

#### 【 0 0 7 9 】

なお、本実施形態の顕微鏡 1 0 0 では、撮像された複数の撮像画像とともにそれら撮像画像間の関係、すなわち操作をユーザが把握できるように履歴マップ上に表示することとしたが、これに併せて、顕微鏡 1 0 0 において撮像画像の画像処理を行い、これによる画像処理の遷移を履歴マップ上に表示することとしてもよい。画像処理の一例として、顕微鏡 1 0 0 を用いて組織を観察する場合にその組織内の特定の細胞の数を数える処理が挙げられる。

#### 【 0 0 8 0 】

表示処理部 1 3 0 に含まれる生成部 1 3 8 は、操作部 1 6 0 がユーザから画像処理の操作の指示を取得すると、これに応じて、指定された対象画像を画像処理して特徴量を生成する。表示処理部 1 3 0 は、画像処理された対象画像を複数の撮像画像の一部として履歴マップ上に表示するとともに、その対象画像に対応付けて特徴量を示す情報を履歴マップ上に表示する。ここで、表示処理部 1 3 0 は、履歴マップ上に、画像処理された画像を処理される前の画像の近傍に配置し、それら 2 つの画像を結ぶように、ユーザの操作に伴う画像処理の種類を示す遷移表示画像を表示する。

#### 【 0 0 8 1 】

なお、画像処理により特徴量を生成するのに適する画像と、ユーザに視認可能に提示するのに適する画像と、は異なることがある。その場合、設定部 1 9 0 は、例えば、特徴量を対応付ける対象画像に対して、観察位置及び倍率を固定し、フォーカス等、その他の観察条件の少なくとも一部を変更して処理用画像を撮像する。生成部 1 3 8 は、対象画像に代えて処理用画像を画像処理して特徴量を生成する。表示処理部 1 3 0 は、履歴マップ上に、対象画像と、これに対応付けて生成された特徴量を示す情報を表示する。

#### 【 0 0 8 2 】

なお、複数のユーザ端末 1 5 4 を複数のユーザがそれぞれ使用して、1 つの共通の顕微鏡 1 0 0 を操作することとしてもよい。複数のユーザは、それぞれのユーザ端末 1 5 4 の画面上に複数の撮像画像が配置された履歴マップ内の異なる部分を独立に表示させ、顕微鏡 1 0 0 を独立に操作する。操作部 1 6 0 は、複数のユーザ端末 1 5 4 のそれぞれから複数のユーザの操作の指示を取得する。操作部 1 6 0 は、複数のユーザ端末 1 5 4 のいずれかから操作の指示を取得すると、これに応じて指示を処理して顕微鏡 1 0 0 の各部の状態設定の指示を設定部 1 9 0 に送信する。

#### 【 0 0 8 3 】

なお、ユーザ端末 1 5 4 の画面上に試料のライブビューを表示して試料を観察しつつ、そのユーザ端末 1 5 4 を用いてその試料を支持するステージを駆動制御することとしてもよい。ここで、試料上の観察対象を的確な角度及びフォーカスで観察するために、試料を観察しながら、試料を支持するステージをチルト方向（ x 方向及び y 方向）に駆動すること及びステージ又は鏡筒を光軸方向に駆動することがある。そこで、ユーザ端末 1 5 4 を用いてのステージのチルト制御及びフォーカス制御について説明する。

#### 【 0 0 8 4 】

ユーザ端末 1 5 4 は、表示画面の傾きを測定するチルトセンサ、少なくとも表示画面の法線方向に対するその変位を測定する変位センサを有する。チルトセンサ及び変位センサとして、例えば、それぞれジャイロセンサ及び加速度センサを採用することができる。チ

10

20

30

40

50



ルトセンサ及び変位センサの測定結果は、操作部 160 に送信される。また、ユーザ端末 154 を用いて傾きの中心を指定し、その情報を操作部 160 に送信することとしてもよい。操作部 160 は、チルトセンサ及び変位センサの測定結果からステージのチルト量及びフォーカス変更量を算出し、その結果を設定部 190 に送信して、ステージのチルト及びステージ又は鏡筒の光軸方向への駆動を指示する。設定部 190 は、その指示に応じてステージ又は鏡筒を制御して、ステージのチルト及びフォーカスを変更する。

#### 【0085】

なお、ユーザが表示画面上に表示される試料を観察しつつ、直感的にステージ及び鏡筒を駆動制御できるよう、ステージの X 軸及び Y 軸方向をそれぞれ表示画面の横及び縦方向に一致するように（これに限らず既定の方向に一致するように）、光学系 110 を介して観察される試料のライブビューを表示することとする。

#### 【0086】

図 9 A は、ユーザ端末 154 を用いてのステージのチルト操作の方法を示す。ユーザ端末 154 の画面上には、顕微鏡 100 により観察されている試料のライブビューが表示されている。ユーザは、一方の手指でユーザ端末 154 を支持しつつ、他方の手指で画面上の一点、すなわちチルト中心 154 a をタッチする。それにより、ステージのチルト操作が指示されるとともに、傾きの中心が指定される。ユーザは、画面にタッチした状態（傾きの中心を指定した状態）で、ユーザ端末 154 を支持する一方の手指でそのユーザ端末 154 を例えば矢印方向に傾ける。それにより、試料を支持するステージは、指定された傾きの中心を中心に、チルト操作を指示（画面にタッチ）している間におけるユーザ端末 154 のチルトの方向及びその量に応じて、チルト駆動される。ユーザは、チルト操作を指示する手指を画面から離すことで、ステージのチルト操作を終了する。なお、ステージがチルト駆動された後（又はチルト駆動の間においても）、その状態における試料のライブビューが画面上に表示される。

#### 【0087】

図 9 B は、ユーザ端末 154 を用いてのフォーカス操作の方法を示す。ユーザ端末 154 の画面上には、顕微鏡 100 により観察されている試料のライブビューが表示されている。ユーザは、一方の手指でユーザ端末 154 を支持しつつ、画面左上の領域 154 b をタッチする。それにより、フォーカス変更の操作が指示される。ユーザは、画面にタッチした状態（フォーカス変更を指示した状態）で、ユーザ端末 154 を支持する一方の手指でそのユーザ端末 154 を矢印方向（画面の法線方向）に動かす。それにより、試料を支持するステージ又は鏡筒は、フォーカス変更を指示（画面の領域 154 b にタッチ）している間におけるユーザ端末 154 の変位量に応じて、光軸方向に駆動される。ユーザは、フォーカス変更を指示する手指を領域 154 b から離すことで、フォーカス変更の操作を終了する。なお、フォーカス変更の操作の後（又はその操作の間においても）、試料のライブビューが画面上に表示される。

#### 【0088】

なお、本実施形態では、観察装置の一例として顕微鏡（光学顕微鏡）を挙げたが、これに限らず、レーザ顕微鏡、電子顕微鏡、X 線顕微鏡、超音波顕微鏡等の顕微鏡システムとしてもよい。また、マイクロ스코プ、望遠鏡、双眼鏡等、対象物の観察に用いられる各種の観察装置としてもよい。

#### 【0089】

図 10 は、本実施形態に係るコンピュータ 1900 のハードウェア構成の一例を示す。本実施形態に係るコンピュータ 1900 は、ホスト・コントローラ 2082 により相互に接続される CPU 2000、RAM 2020、グラフィック・コントローラ 2075、及び表示装置 2080 を有する CPU 周辺部と、入出力コントローラ 2084 によりホスト・コントローラ 2082 に接続される通信インターフェイス 2030、ハードディスクドライブ 2040、及び CD-ROM ドライブ 2060 を有する入出力部と、入出力コントローラ 2084 に接続される ROM 2010、フレキシブルディスク・ドライブ 2050、及び入出力チップ 2070 を有するレガシー入出力部とを備える。



## 【 0 0 9 0 】

ホスト・コントローラ 2 0 8 2 は、R A M 2 0 2 0 と、高い転送レートで R A M 2 0 2 0 をアクセスする C P U 2 0 0 0 及びグラフィック・コントローラ 2 0 7 5 とを接続する。C P U 2 0 0 0 は、R O M 2 0 1 0 及び R A M 2 0 2 0 に格納されたプログラムに基づいて動作し、各部の制御を行う。グラフィック・コントローラ 2 0 7 5 は、C P U 2 0 0 0 等が R A M 2 0 2 0 内に設けたフレーム・バッファ上に生成する画像データを取得し、表示装置 2 0 8 0 上に表示させる。これに代えて、グラフィック・コントローラ 2 0 7 5 は、C P U 2 0 0 0 等が生成する画像データを格納するフレーム・バッファを、内部に含んでもよい。

## 【 0 0 9 1 】

入出力コントローラ 2 0 8 4 は、ホスト・コントローラ 2 0 8 2 と、比較的高速な入出力装置である通信インターフェイス 2 0 3 0、ハードディスクドライブ 2 0 4 0、C D - R O M ドライブ 2 0 6 0 を接続する。通信インターフェイス 2 0 3 0 は、ネットワークを介して他の装置と通信する。ハードディスクドライブ 2 0 4 0 は、コンピュータ 1 9 0 0 内の C P U 2 0 0 0 が使用するプログラム及びデータを格納する。C D - R O M ドライブ 2 0 6 0 は、C D - R O M 2 0 9 5 からプログラム又はデータを読み取り、R A M 2 0 2 0 を介してハードディスクドライブ 2 0 4 0 に提供する。

## 【 0 0 9 2 】

また、入出力コントローラ 2 0 8 4 には、R O M 2 0 1 0 と、フレキシブルディスク・ドライブ 2 0 5 0、及び入出力チップ 2 0 7 0 の比較的低速な入出力装置とが接続される。R O M 2 0 1 0 は、コンピュータ 1 9 0 0 が起動時に実行するブート・プログラム、及び/又は、コンピュータ 1 9 0 0 のハードウェアに依存するプログラム等を格納する。フレキシブルディスク・ドライブ 2 0 5 0 は、フレキシブルディスク 2 0 9 0 からプログラム又はデータを読み取り、R A M 2 0 2 0 を介してハードディスクドライブ 2 0 4 0 に提供する。入出力チップ 2 0 7 0 は、フレキシブルディスク・ドライブ 2 0 5 0 を入出力コントローラ 2 0 8 4 へと接続すると共に、例えばパラレル・ポート、シリアル・ポート、キーボード・ポート、マウス・ポート等を介して各種の入出力装置を入出力コントローラ 2 0 8 4 へと接続する。

## 【 0 0 9 3 】

R A M 2 0 2 0 を介してハードディスクドライブ 2 0 4 0 に提供されるプログラムは、フレキシブルディスク 2 0 9 0、C D - R O M 2 0 9 5、又は I C カード等の記録媒体に格納されて利用者によって提供される。プログラムは、記録媒体から読み出され、R A M 2 0 2 0 を介してコンピュータ 1 9 0 0 内のハードディスクドライブ 2 0 4 0 にインストールされ、C P U 2 0 0 0 において実行される。

## 【 0 0 9 4 】

コンピュータ 1 9 0 0 にインストールされ、コンピュータ 1 9 0 0 を顕微鏡 1 0 0 の制御部 1 0 4 として機能させるプログラムは、設定モジュールと、操作モジュールと、表示処理モジュールと、記憶モジュールと、表示モジュールとを備える。これらのプログラム又はモジュールは、C P U 2 0 0 0 等に働きかけて、コンピュータ 1 9 0 0 を、設定部 1 9 0、操作部 1 6 0、表示処理部 1 3 0、記憶部 1 4 0、及び表示部 1 5 0 としてそれぞれ機能させる。

## 【 0 0 9 5 】

これらのプログラムに記述された情報処理は、コンピュータ 1 9 0 0 に読込まれることにより、ソフトウェアと上述した各種のハードウェア資源とが協働した具体的手段である設定部 1 9 0、操作部 1 6 0、表示処理部 1 3 0、記憶部 1 4 0、及び表示部 1 5 0 として機能する。そして、これらの具体的手段によって、本実施形態におけるコンピュータ 1 9 0 0 の使用目的に応じた情報の演算又は加工を実現することにより、使用目的に応じた特有の顕微鏡 1 0 0 の制御部 1 0 4 が構築される。

## 【 0 0 9 6 】

一例として、コンピュータ 1 9 0 0 と外部の装置等との間で通信を行う場合には、C P

10

20

30

40

50



U 2 0 0 0 は、R A M 2 0 2 0 上にロードされた通信プログラムを実行し、通信プログラムに記述された処理内容に基づいて、通信インターフェイス 2 0 3 0 に対して通信処理を指示する。通信インターフェイス 2 0 3 0 は、C P U 2 0 0 0 の制御を受けて、R A M 2 0 2 0、ハードディスクドライブ 2 0 4 0、フレキシブルディスク 2 0 9 0、又は C D - R O M 2 0 9 5 等の記憶装置上に設けた送信バッファ領域等に記憶された送信データを読み出してネットワークへと送信し、もしくは、ネットワークから受信した受信データを記憶装置上に設けた受信バッファ領域等へと書き込む。このように、通信インターフェイス 2 0 3 0 は、D M A (ダイレクト・メモリ・アクセス) 方式により記憶装置との間で送受信データを転送してもよく、これに代えて、C P U 2 0 0 0 が転送元の記憶装置又は通信インターフェイス 2 0 3 0 からデータを読み出し、転送先の通信インターフェイス 2 0 3 0 又は記憶装置へとデータを書き込むことにより送受信データを転送してもよい。

10

【 0 0 9 7 】

また、C P U 2 0 0 0 は、ハードディスクドライブ 2 0 4 0、C D - R O M ドライブ 2 0 6 0 (C D - R O M 2 0 9 5)、フレキシブルディスク・ドライブ 2 0 5 0 (フレキシブルディスク 2 0 9 0) 等の外部記憶装置に格納されたファイルまたはデータベース等の中から、全部または必要な部分を D M A 転送等により R A M 2 0 2 0 へと読み込ませ、R A M 2 0 2 0 上のデータに対して各種の処理を行う。そして、C P U 2 0 0 0 は、処理を終えたデータを、D M A 転送等により外部記憶装置へと書き戻す。このような処理において、R A M 2 0 2 0 は、外部記憶装置の内容を一時的に保持するものとみなせるから、本実施形態においては R A M 2 0 2 0 および外部記憶装置等をメモリ、記憶部、または記憶装置等と総称する。本実施形態における各種のプログラム、データ、テーブル、データベース等の各種の情報は、このような記憶装置上に格納されて、情報処理の対象となる。なお、C P U 2 0 0 0 は、R A M 2 0 2 0 の一部をキャッシュメモリに保持し、キャッシュメモリ上で読み書きを行うこともできる。このような形態においても、キャッシュメモリは R A M 2 0 2 0 の機能の一部を担うから、本実施形態においては、区別して示す場合を除き、キャッシュメモリも R A M 2 0 2 0、メモリ、及び / 又は記憶装置に含まれるものとする。

20

【 0 0 9 8 】

また、C P U 2 0 0 0 は、R A M 2 0 2 0 から読み出したデータに対して、プログラムの命令列により指定された、本実施形態中に記載した各種の演算、情報の加工、条件判断、情報の検索・置換等を含む各種の処理を行い、R A M 2 0 2 0 へと書き戻す。例えば、C P U 2 0 0 0 は、条件判断を行う場合においては、本実施形態において示した各種の変数が、他の変数または定数と比較して、大きい、小さい、以上、以下、等しい等の条件を満たすかどうかを判断し、条件が成立した場合 (又は不成立であった場合) に、異なる命令列へと分岐し、またはサブルーチンを呼び出す。

30

【 0 0 9 9 】

また、C P U 2 0 0 0 は、記憶装置内のファイルまたはデータベース等に格納された情報を検索することができる。例えば、第 1 属性の属性値に対し第 2 属性の属性値がそれぞれ対応付けられた複数のエントリが記憶装置に格納されている場合において、C P U 2 0 0 0 は、記憶装置に格納されている複数のエントリの中から第 1 属性の属性値が指定された条件と一致するエントリを検索し、そのエントリに格納されている第 2 属性の属性値を読み出すことにより、所定の条件を満たす第 1 属性に対応付けられた第 2 属性の属性値を得ることができる。

40

【 0 1 0 0 】

以上を示したプログラム又はモジュールは、外部の記録媒体に格納されてもよい。記録媒体としては、フレキシブルディスク 2 0 9 0、C D - R O M 2 0 9 5 の他に、D V D 又は C D 等の光学記録媒体、M O 等の光磁気記録媒体、テープ媒体、I C カード等の半導体メモリ等を用いることができる。また、専用通信ネットワーク又はインターネットに接続されたサーバシステムに設けたハードディスク又は R A M 等の記憶装置を記録媒体として使用し、ネットワークを介してプログラムをコンピュータ 1 9 0 0 に提供してもよい。

50



## 【 0 1 0 1 】

以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。その様な変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

## 【 0 1 0 2 】

特許請求の範囲、明細書、および図面中において示した装置、システム、プログラム、および方法における動作、手順、ステップ、および段階等の各処理の実行順序は、特段「より前に」、「先立って」等と明示しておらず、また、前の処理の出力を後の処理で用いるのでない限り、任意の順序で実現しうることに留意すべきである。特許請求の範囲、明細書、および図面中の動作フローに関して、便宜上「まず、」、「次に、」等を用いて説明したとしても、この順で実施することが必須であることを意味するものではない。

10

## 【 符号の説明 】

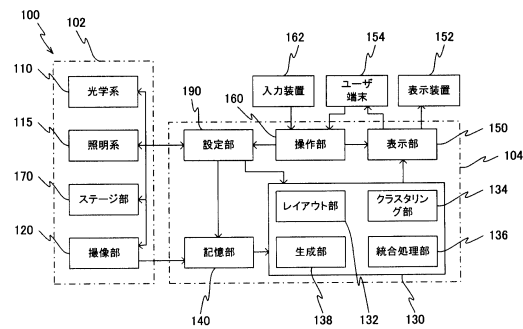
## 【 0 1 0 3 】

1 0 0 ... 顕微鏡、1 0 2 ... 本体部、1 0 4 ... 制御部、1 1 0 ... 光学系、1 1 5 ... 照明系、1 2 0 ... 撮像部、1 3 0 ... 表示処理部、1 3 2 ... レイアウト部、1 3 4 ... クラスタリング部、1 3 6 ... 統合処理部、1 3 8 ... 生成部、1 4 0 ... 記憶部、1 5 0 ... 表示部、1 5 2 ... 表示装置、1 5 4 ... ユーザ端末、1 5 4 a ... チルト中心、1 5 4 b ... 領域、1 6 0 ... 操作部、1 6 2 ... 入力装置、1 7 0 ... ステージ部、1 9 0 ... 設定部、2 0 0 ... 撮像画像、2 0 2 ... 撮像画像、2 0 4 ... 撮像画像、2 0 6 ... 撮像画像、2 0 8 ... 撮像画像、2 1 0 ... 撮像画像、2 0 1 ... 遷移表示画像、2 0 3 ... 遷移表示画像、2 0 5 ... 遷移表示画像、2 0 7 ... 遷移表示画像、2 0 9 ... 遷移表示画像、2 1 1 ... 遷移表示画像、3 0 0 ... 動作手順、1 9 0 0 ... コンピュータ、2 0 0 0 ... CPU、2 0 1 0 ... ROM、2 0 2 0 ... RAM、2 0 3 0 ... 通信インターフェイス、2 0 4 0 ... ハードディスクドライブ、2 0 5 0 ... フレキシブルディスク・ドライブ、2 0 6 0 ... CD-ROMドライブ、2 0 7 0 ... 入出力チップ、2 0 7 5 ... グラフィック・コントローラ、2 0 8 0 ... 表示装置、2 0 8 2 ... ホスト・コントローラ、2 0 8 4 ... 入出力コントローラ、2 0 9 0 ... フレキシブルディスク、2 0 9 5 ... CD-ROM。

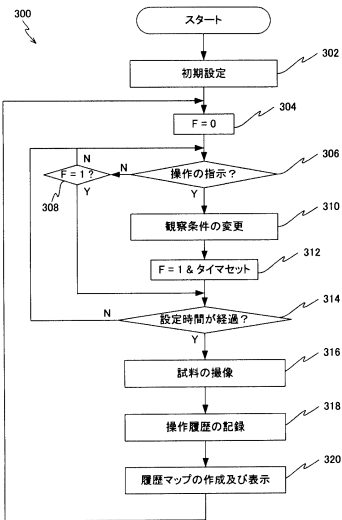
20



【図 1】



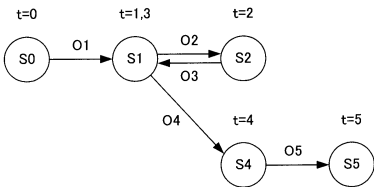
【図 2】



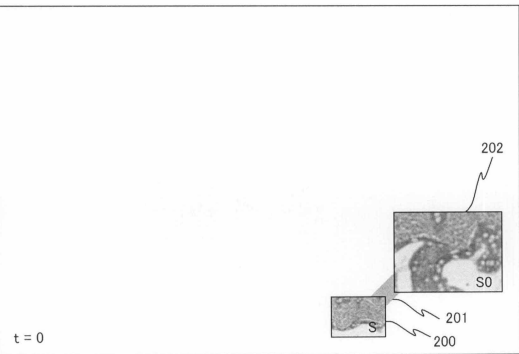
【図 4 A】

t	操作	操作内容	設定状態	画像
0			S0	202
1	O1	観察位置の移動	S1	204
2	O2	フォーカス変更	S2	206
3	O3	観察条件の再現	S1	—
4	O4	フォーカス変更	S4	208
5	O5	倍率変更	S5	210

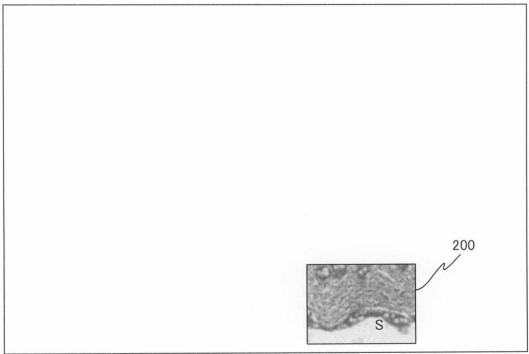
【図 4 B】



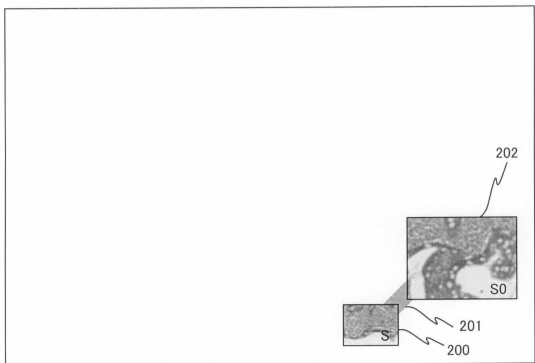
【図 5 A】



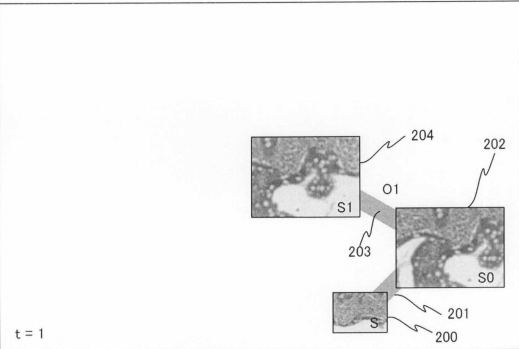
【図 3 A】



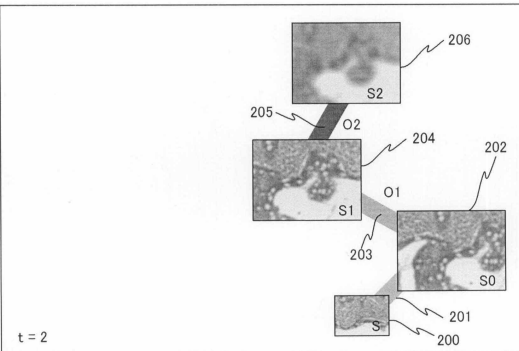
【図 3 B】



【図 5 B】

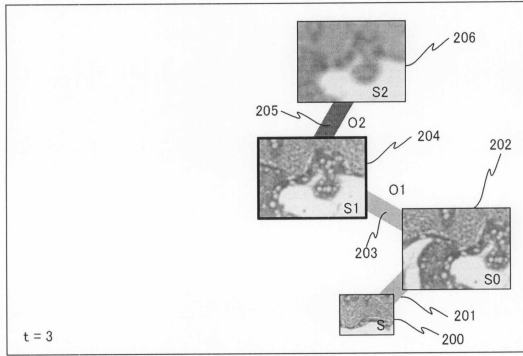


【図 5 C】



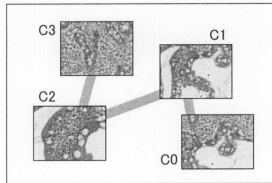


【図 5 D】

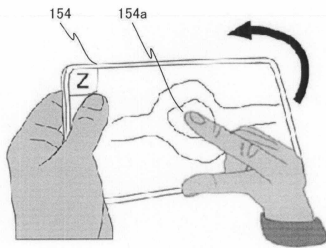




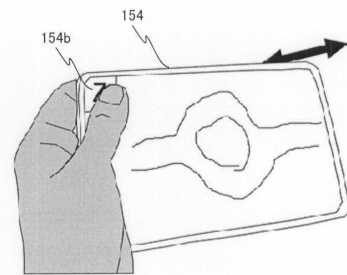
【図 8 B】



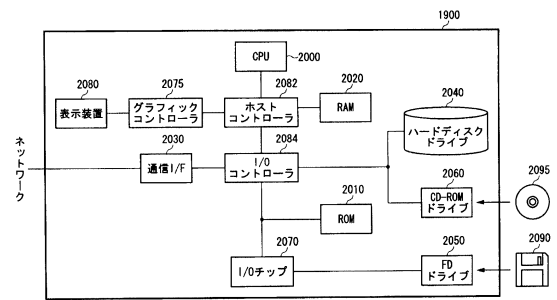
【図 9 A】



【図 9 B】



【図 10】





---

フロントページの続き

審査官 岡田 弘

- (56)参考文献 国際公開第2013/105373(WO, A1)  
特開2009-210773(JP, A)  
国際公開第2010/041377(WO, A1)  
特開2014-085377(JP, A)  
特開2014-063043(JP, A)  
特開平06-269462(JP, A)  
特開2011-059179(JP, A)  
特開2007-158609(JP, A)  
特開2012-108511(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 21/00

G02B 21/06 - 21/36