

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4197898号  
(P4197898)

(45) 発行日 平成20年12月17日 (2008.12.17)

(24) 登録日 平成20年10月10日 (2008.10.10)

(51) Int.Cl.

F I

G O 2 B 21/00 (2006.01)

G O 2 B 21/00

G O 1 B 11/02 (2006.01)

G O 1 B 11/02

Z

G O 1 B 11/24 (2006.01)

G O 1 B 11/24

A

G O 2 B 21/26 (2006.01)

G O 2 B 21/26

G O 2 B 21/36 (2006.01)

G O 2 B 21/36

請求項の数 15 (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-187987 (P2002-187987)

(22) 出願日 平成14年6月27日 (2002.6.27)

(65) 公開番号 特開2004-29537 (P2004-29537A)

(43) 公開日 平成16年1月29日 (2004.1.29)

審査請求日 平成17年6月7日 (2005.6.7)

(73) 特許権者 000000376

オリンパス株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(74) 代理人 100074099

弁理士 大菅 義之

(72) 発明者 永田 渉

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

オリンパス光学工業株式会社内

審査官 瀬川 勝久

(56) 参考文献 特開平11-014907 (JP, A)

(58) 調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G02B 21/00

G02B 21/06-21/36

(54) 【発明の名称】顕微鏡、三次元画像生成方法、三次元画像を生成する制御をコンピュータに行わせるプログラム、及びそのプログラムを記録した記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光源から発した光を試料上に集光する対物レンズと、

前記試料からの反射光を共焦点絞りを通過させて検出して共焦点画像を示す信号を出力する検出器と、

前記対物レンズと前記試料を載置するステージとの光軸方向の相対距離を変化させる駆動手段と、

前記検出器の信号に基づいて、前記試料の表面で前記共焦点画像の焦点が合った時の前記相対距離を示す高さ情報を求める高さ情報取得手段と、

前記対物レンズを介して前記試料のカラー画像データを取得するカラー画像撮像手段と

10

異なる複数の前記相対距離において前記検出器により共焦点画像を取得する回数よりも少ない回数で撮影された複数のカラー画像データのうちで焦点が合った部分が合成された色情報を生成する色情報生成手段と、

前記高さ情報に基づいて生成された前記試料の表面の三次元画像を前記色情報と合成することにより着色された三次元画像を生成する着色手段と、

を備えることを特徴とする顕微鏡。

【請求項2】

前記対物レンズの焦点深度を示す焦点深度情報に基づいて、前記カラー画像データを取得する際の前記相対距離を決定する相対距離決定手段を、

20

更に備えることを特徴とする請求項 1 に記載の顕微鏡。

【請求項 3】

前記相対距離決定手段は、前記焦点深度情報に所定の係数を掛けた値に基づいて前記カラー画像データを取得する際の前記相対距離を決定する、  
ことを特徴とする請求項 2 に記載の顕微鏡。

【請求項 4】

前記高さ情報に基づいて、前記カラー画像データを取得する際の前記対物レンズと前記試料との前記相対距離を決定する相対距離決定手段を、  
更に備えることを特徴とする請求項 1 に記載の顕微鏡。

【請求項 5】

前記高さ情報取得手段は、前記共焦点画像中の各画素について前記高さ情報を取得し、  
前記相対距離決定手段は、前記高さ情報が示す前記相対距離が同じである画素の計数結果に基づいて、前記カラー画像データを取得する際の前記対物レンズと前記試料との前記相対距離を決定する、  
ことを特徴とする請求項 4 に記載の顕微鏡。

【請求項 6】

前記共焦点画像を取得するときの前記駆動手段による前記光軸方向に変化させる間隔に基づいて、前記カラー画像データを取得する際の前記相対距離を決定する相対距離決定手段を、  
更に備えることを特徴とする請求項 1 に記載の顕微鏡。

【請求項 7】

前記相対距離決定手段は、前記駆動手段による前記光軸方向に変化させる間隔に所定の係数を掛けた値に基づいて前記カラー画像データを取得する際の前記相対距離を決定する、  
ことを特徴とする請求項 6 に記載の顕微鏡。

【請求項 8】

前記カラー画像撮像手段によるカラー画像の撮像は、前記共焦点画像を取得する前記ステージの指定動作範囲の終了位置から開始位置に前記ステージを移動させながら行う、  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の顕微鏡。

【請求項 9】

対物レンズを介してステージに載置する試料の三次元表示画像を生成する画像生成方法であって、  
前記試料に照射された光の反射光を共焦点絞りを通過させて検出して共焦点画像を示す信号を生成し、

前記信号に基づいて前記試料の表面で前記共焦点画像の焦点が合った時の前記試料と前記対物レンズの相対距離を示す高さ情報を求め、

異なる複数の相対距離において前記共焦点画像を示す信号を生成する回数よりも少ない回数で複数のカラー画像データを取得し、

前記複数のカラー画像データのうちで焦点が合った部分が合成された色情報を生成し、  
前記高さ情報に基づいて生成された前記試料の表面の三次元画像と前記色情報とを合成することにより着色された三次元画像を生成する、

ことを含むことを特徴とする画像生成方法。

【請求項 10】

前記対物レンズの焦点深度を示す焦点深度情報に基づいて、前記カラー画像データを取得する際の前記相対距離を決定する、

ことを更に含むことを特徴とする請求項 9 に記載の画像生成方法。

【請求項 11】

前記高さ情報に基づいて、前記カラー画像を撮像する際の前記対物レンズと前記試料との前記相対距離を決定する、

ことを更に含むことを特徴とする請求項 9 に記載の画像生成方法。

10

20

30

40

50

## 【請求項 1 2】

前記高さ情報を、前記共焦点画像中の各画素について取得し、  
前記高さ情報が示す前記相対距離が同じである画素の計数結果に基づいて、前記カラー画像データを取得する際の前記対物レンズと前記試料との前記相対距離を決定する、  
ことを更に含むことを特徴とする請求項 1 1 に記載の画像生成方法。

## 【請求項 1 3】

前記カラー画像の撮像は、前記共焦点画像を取得する前記ステージの指定動作範囲の終了位置から開始位置に前記ステージを移動させながら行う、  
ことを特徴とする請求項 9 記載の画像生成方法。

## 【請求項 1 4】

光源から発した光を試料上に集光する対物レンズと、  
前記試料からの反射光を共焦点絞りを通過させて検出して共焦点画像を示す信号を出力する検出器と、

前記対物レンズを介して観察された前記試料のカラー画像データを取得するカラー画像撮像手段とを備える装置によって得られた情報に基づいて、前記試料の表面の三次元表示画像を生成する制御をコンピュータに行わせるプログラムを記録したコンピュータで読み取り可能な記録媒体であって、

前記検出器からの共焦点画像を示す信号に基づいて試料の表面で前記共焦点画像の焦点が合った時の前記試料と前記対物レンズの相対距離を示す高さ情報を求め、異なる複数の相対距離において前記検出器により共焦点画像を取得する回数よりも少ない回数で前記カラー画像撮像手段によって取得された複数のカラー画像データのうちで焦点が合った部分が合成された色情報を生成し、

前記高さ情報に基づいて生成された前記試料の表面の三次元画像と前記色情報とを合成することにより着色された三次元画像を生成する

ことを含む制御を前記コンピュータに実行させるプログラムを記録した記録媒体。

## 【請求項 1 5】

コンピュータに、試料の表面の三次元表示画像を生成する制御を行わせるコンピュータ・プログラムであって、

前記試料に照射された光の反射光を共焦点絞りを通過させて検出して共焦点画像を示す信号に基づいて、前記試料の表面で前記共焦点画像の焦点があった時の前記試料と対物レンズとの相対距離を示す高さ情報を求め、

異なる複数の相対距離において前記共焦点画像を示す信号を生成する回数よりも少ない回数で複数のカラー画像データを取得し、

前記複数のカラー画像データのうちで焦点が合った部分が合成された色情報を生成し、

前記高さ情報に基づいて生成された前記試料の表面の三次元画像と前記色情報とを合成することにより着色された三次元画像を生成する、

ことを含む制御を前記コンピュータに実行させるコンピュータ・プログラム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、試料表面の高さを観察測定する顕微鏡に関し、特に高さ情報を取得して三次元表示する共焦点走査型顕微鏡に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

共焦点走査型顕微鏡は、光源からの光をスポット状にして試料面を走査するとともに、試料面からの反射光のうち共焦点絞りを通過した光のみを光検出器により電気信号に変換し、試料面の三次元情報を得るようにしたものである。

## 【0003】

すなわち、このような共焦点走査型顕微鏡では、試料に対して光軸上で焦点が合った場合、試料表面からの反射光は共焦点絞りを通過することができるため、光検出器によって検

10

20

30

40

50

出される光量は最大となり、逆に試料に対する焦点が外れたところでは、試料表面からの反射光の大部分が共焦点絞りを通過することができず、光検出器によって検出される光量はほとんどゼロになる。この性質を利用して、Z軸方向、つまり、試料を載置するステージに対して直交する方向に所定のピッチで試料面を移動させながら、試料面でスポット光を二次元走査することにより、Z軸方向に複数のスライス像を得る。光量が最大となる光軸位置が、試料の表面であると考えられるので、複数のスライス像のなかで最も光量が大きくなる光軸位置を試料表面の高さを示す高さ情報として得ることにより、試料の三次元表面形状を得ることができる。

【0004】

このようにして得られた表面形状は、表示画面上では三次元像として表示される。ところで、このような三次元像表示は、そのままでは凹凸の状態認識が困難であるため、従来から、高さ情報に対して擬似的に割り当てたカラーや、高さに応じた輝度パターンなどを貼り付けて表面の情報認識をし易くすることが行われてきた。

【0005】

例えば、特開2001-82935に記載の発明によれば、カラー撮像手段から得られる画素毎のカラー情報を三次元表面像に貼り付けて、試料部位と三次元表示部位の対応関係をわかりやすくする試みがされている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、一平面のカラー画像には、焦点が合っていない部分、いわゆるボケを含んでいる可能性が高い。従って、一平面のカラー画像を三次元表面像に貼り付ける場合に、三次元表面像にピントが合っていない部分ができる可能性が高いという問題があった。

【0007】

また、上述の特開2001-82935に記載の発明では、画素ごとの最大受光量が画素ごとの色情報の輝度成分に反映されているため、光学系の色収差の影響により、単色光による共焦点画像の最大光量位置と白色光による非共焦点画像のカラー撮像とで、ピントが合う位置がずれている可能性がある。このため、作成される三次元像にボケが含まれる可能性が高い。

【0008】

また、共焦点光学系の光源からのスポット上の光、ここではレーザ光のオフセットがカラー画像に乗ってしまうことにより、実際の試料の色情報が忠実に再現されない可能性がある。

このことを防ぐために、カラー撮像を行う際に、レーザ光がカラー撮像手段に入らないようにする必要がある。

【0009】

そのために、高さ情報を求めるためのカラー撮像を、データを取得する全ての高さ位置において行う際に、各高さ位置での撮像の度にレーザ駆動を停止させるか、またはシャッタ等の遮光手段によりレーザ光を遮光する必要があった。それにより、撮像動作が煩雑になるという問題が生じた。

【0010】

本発明は、上記のような問題に鑑み、簡易的、効率的にボケの影響を排除した色情報を得て、観察者に対し認識し易い三次元像を表示できる共焦点走査型顕微鏡を提供することを第1の課題とする。

また、本発明は、カラー画像を撮影する際の撮像動作を簡略にすることを第2の課題とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

請求項1記載の発明は、顕微鏡において、光源から発した光を試料上に集光する対物レンズと、前記試料からの反射光を共焦点絞りを通過させて検出して共焦点画像を示す信号を出力する検出器と、前記対物レンズと前記試料を載置するステージとの光軸方向の相対

10

20

30

40

50

距離を変化させる駆動手段と、前記検出器の信号に基づいて、前記試料の表面で前記共焦点画像の焦点が合った時の前記相対距離を示す高さ情報を求める高さ情報取得手段と、前記対物レンズを介して前記試料のカラー画像データを取得するカラー画像撮像手段と、異なる複数の前記相対距離において前記検出器により共焦点画像を取得する回数よりも少ない回数で撮影された複数のカラー画像データのうちの焦点が合った部分が合成された色情報を生成する色情報生成手段と、前記高さ情報に基づいて生成された前記試料の表面の三次元画像を前記色情報と合成することにより着色された三次元画像を生成する着色手段と、を備えることを特徴とする。

【0012】

複数のカラー画像データのうち、焦点が合っている部分を合成して色情報を生成し、その色情報と三次元画像とを合成することにより、着色された三次元画像を得る。これにより、焦点が合っていない、いわゆるボケを含まない画像を得ることが可能となる。

【0013】

請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明において、対物レンズの焦点深度を示す焦点深度情報に基づいてカラー画像データを取得する際の前記相対距離を決定する相対距離決定手段を、更に備えることを特徴としている。

これにより、ユーザ等が指定しなくとも、カラー画像データを取得するために最適な対物レンズと試料との相対距離を自動的に決定することが可能となる。従って、ユーザが指定する手間を省き、かつ、不必要な相対距離においてカラー画像データを取得することを防ぐことが可能となる。

【0014】

請求項3記載の発明は、請求項2記載の発明において、前記相対距離決定手段は、前記焦点深度情報に所定の係数を掛けた値に基づいて前記カラー画像データを取得する際の前記相対距離を決定する、ことを特徴とする。

請求項4記載の発明は、請求項1記載の発明において、高さ情報に基づいて、前記カラー画像データを取得する際の前記対物レンズと前記試料との前記相対距離を決定する相対距離決定手段を、更に備えることを特徴とする。

これによっても、請求項2記載の発明と同様に、ユーザ等がカラー画像データを取得する際の相対距離を指定しなくとも、カラー画像データを取得するために最適な対物レンズと試料との相対距離を自動的に決定することを可能とし、かつ、不必要な相対距離においてカラー画像データを取得することを防ぐことが可能となる。

【0015】

請求項5記載の発明は、請求項4記載の発明において、高さ情報取得手段は、共焦点画像中の各画素について高さ情報を取得し、相対距離決定手段は、高さ情報が示す前記相対距離が同じである画素の計数結果に基づいて、カラー画像データを取得する際の対物レンズと前記試料との相対距離を決定する、ことを特徴とする。

請求項6記載の発明は、請求項1記載の発明において、前記共焦点画像を取得するときの前記駆動手段による前記光軸方向に変化させる間隔に基づいて、前記カラー画像データを取得する際の前記相対距離を決定する相対距離決定手段を、更に備えることを特徴とする。

請求項7記載の発明は、請求項6記載の発明において、前記相対距離決定手段は、前記駆動手段による前記光軸方向に変化させる間隔に所定の係数を掛けた値に基づいて前記カラー画像データを取得する際の前記相対距離を決定する、ことを特徴とする。

請求項8記載の発明は、請求項1記載の発明において、前記カラー画像撮像手段によるカラー画像の撮像は、前記共焦点画像を取得する前記ステージの指定動作範囲の終了位置から開始位置に前記ステージを移動させながら行う、ことを特徴とする。

【0016】

請求項9記載の発明は、対物レンズを介してステージに載置する試料の三次元表示画像を生成する画像生成方法において、前記試料に照射された光の反射光を共焦点絞りを通して検出して共焦点画像を示す信号を生成し、前記信号に基づいて前記試料の表面で前

10

20

30

40

50

記共焦点画像の焦点が合った時の前記試料と前記対物レンズの相対距離を示す高さ情報を求め、異なる複数の相対距離において前記共焦点画像を示す信号を生成する回数よりも少ない回数で複数のカラー画像データを取得し、前記複数のカラー画像データのうちで焦点が合った部分が合成された色情報を生成し、前記高さ情報に基づいて生成された前記試料の表面の三次元画像と前記色情報とを合成することにより着色された三次元画像を生成する、ことを含むことを特徴とする。この方法によっても、請求項 1 記載の発明と同様の効果を得ることが可能である。

【 0 0 1 7 】

請求項 1 0 記載の発明は、請求項 9 記載の発明において、前記対物レンズの焦点深度を示す焦点深度情報に基づいて、前記カラー画像データを取得する際の前記相対距離を決定する、ことを更に含むことを特徴とする。

10

請求項 1 1 記載の発明は、請求項 9 記載の発明において、前記高さ情報に基づいて、前記カラー画像を撮像する際の前記対物レンズと前記試料との前記相対距離を決定する、ことを更に含むことを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

請求項 1 0 記載の発明及び請求項 1 1 記載の発明のいずれによっても、ユーザ等がカラー画像データを取得する際の相対距離を指定しなくとも、カラー画像データを取得するために最適な対物レンズと試料との相対距離を自動的に決定することを可能とし、かつ、不必要な相対距離においてカラー画像データを取得することを防ぐことが可能となる。

【 0 0 1 9 】

20

請求項 1 2 記載の発明は、請求項 1 1 記載の発明において、前記高さ情報を、前記共焦点画像中の各画素について取得し、前記高さ情報が示す前記相対距離が同じである画素の計数結果に基づいて、前記カラー画像データを取得する際の前記対物レンズと前記試料との前記相対距離を決定する、ことを更に含むことを特徴とする。

請求項 1 3 記載の発明は、請求項 9 記載の発明において、前記カラー画像の撮像は、前記共焦点画像を取得する前記ステージの指定動作範囲の終了位置から開始位置に前記ステージを移動させながら行う、ことを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

請求項 1 4 記載の発明は、光源から発した光を試料上に集光する対物レンズと、前記試料からの反射光を共焦点絞りを通過させて検出して共焦点画像を示す信号を出力する検出器と、前記対物レンズを介して観察された前記試料のカラー画像データを取得するカラー画像撮像手段とを備える装置によって得られた情報に基づいて、前記試料の表面の三次元表示画像を生成する制御をコンピュータに行わせるプログラムを記録したコンピュータで読み取り可能な記録媒体であって、前記検出器からの共焦点画像を示す信号に基づいて前記試料の表面で前記共焦点画像の焦点が合った時の前記試料と前記対物レンズの相対距離を示す高さ情報を求め、異なる複数の相対距離において前記検出器により共焦点画像を取得する回数よりも少ない回数で前記カラー画像撮像手段によって取得された複数のカラー画像データのうちで焦点が合った部分が合成された色情報を生成し、前記高さ情報に基づいて生成された前記試料の表面の三次元画像と前記色情報とを合成することにより着色された三次元画像を生成することを含む制御を前記コンピュータに実行させることを特徴とする。

30

40

【 0 0 2 1 】

請求項 1 5 記載の発明は、コンピュータに、試料の表面の三次元表示画像を生成する制御を行わせるコンピュータ・プログラムであって、前記試料に照射された光の反射光を共焦点絞りを通過させて検出して共焦点画像を示す信号に基づいて、前記試料の表面で前記共焦点画像の焦点があった時の前記試料と対物レンズの相対距離を示す高さ情報を求め、異なる複数の相対距離において前記共焦点画像を示す信号を生成する回数よりも少ない回数で複数のカラー画像データを取得し、前記複数のカラー画像データのうちで焦点が合った部分が合成された色情報を生成し、前記高さ情報に基づいて生成された前記試料の表面の三次元画像と前記色情報とを合成することにより着色された三次元画像を生成する、こ

50

とを含む制御を前記コンピュータに実行させることを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

請求項 1 4 及び 1 5 記載の発明のいずれによっても、請求項 1 記載の発明と同様の効果を得ることが可能である。

【 0 0 2 3 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。なお、同じ装置等には同じ参照番号をつけ、説明を省略する。

(第 1 の実施の形態)

< 構成 >

図 1 は、本発明が適用される共焦点走査型顕微鏡の概略構成を示している。図 1 に示すように、共焦点走査型顕微鏡は、光源 1、シャッタ 2、二次元走査スキャナ 3、ビームスプリッタ 4、対物レンズ 5、ステージ 7、共焦点絞り 8、光検出器 9、A / D 変換器 10、処理装置 11、フレームメモリ 12、表示部 13、白色光源 14、ビームスプリッタ 15、シャッタ 16、カラーカメラ 17 を備える。

【 0 0 2 4 】

説明において、ステージ 7 に対して平行な方向（水平方向）を X 軸方向及び Y 軸方向といい、ステージ 7 に対して直交する方向（上下方向）を Z 軸方向という。Z 軸方向は、光源 1 及び 14 の光軸方向でもある。図 1 において、向かって紙面の縦が、上下方向を示し、横が水平方向を示す。

【 0 0 2 5 】

光源 1 は、例えばレーザー光などの点光源からなっている。この光源 1 からのスポット光は、シャッタ 2 を介して二次元走査スキャナ 3 に導かれ、ビームスプリッタ 4 および対物レンズ 5 を通して、ステージ 7 上の試料 6 の表面上に二次元走査されて照射される。なお、シャッタ 2 及びシャッタ 16 としては、ここでは開閉動作を行うことで遮光と通過をするタイプを用いているが、これに限られるものではなく、例えばレーザー光の反射する方向を切り替えるようなものであっても同様の効果を得ることができる。

【 0 0 2 6 】

二次元走査スキャナ 3 は、例えば X 軸方向走査用のガルバノミラーまたはレゾナントスキャナ（以下、X スキャナと称する）と Y 軸方向走査用のガルバノミラー（以下、Y スキャナと称する）を有し、これら X スキャナと Y スキャナを X 軸方向および Y 軸方向に振ることによってスポット光を試料 6 上で X Y 方向に振らせるようになっている。

【 0 0 2 7 】

ステージ 7 は、試料 6 を載置する。ステージ 7 は、処理装置 11 により制御され、試料 6 をスポット光の光軸方向、つまり Z 軸方向に連続的に移動できるようになっている。試料 6 からの反射光は、対物レンズ 5 およびビームスプリッタ 4 を通して二次元走査スキャナ 3 に戻り、この二次元走査スキャナ 3 からの反射光が共焦点絞り 8 を介して光検出器 9 に導かれるようになっている。

【 0 0 2 8 】

この光検出器 9 は、共焦点絞り 8 を介して受光される光情報を、その光量に対応した電気信号に変換するようにしている。そして、光検出器 9 は、A / D 変換器 10 を介して処理装置 11 に接続されている。

白色光源 14 は、例えばハロゲン、あるいは水銀等の光源である。白色光源 14 からの光は、ビームスプリッタ 15、シャッタ 16 を通り、さらに前述のビームスプリッタ 4 および対物レンズ 5 を通して、ステージ 7 上の試料 6 に照明される。

【 0 0 2 9 】

ここで、シャッタ 16 は、前述のシャッタ 2 とは排他的な関係があり、シャッタ 16 が開いている時にはシャッタ 2 は閉じており、逆にシャッタ 2 が開いている時にはシャッタ 16 は閉じているように処理装置 11 によって制御される。

試料 6 により反射された白色光は、対物レンズ 5、ビームスプリッタ 4、シャッタ 16、

10

20

30

40

50

ビームスプリッタ 15、および図示しない結像レンズを通して、カラーカメラ 17 に結像される。

【0030】

カラーカメラ 17 は、処理装置 11 に接続されて、撮像制御がなされる。

処理装置 11 には、他にフレームメモリ 12 を介して表示部 13 が接続されている。処理装置 11 は、各所の制御命令を出力する。例えば、処理装置 11 は、二次元走査スキャナ 3 に対しスポット光走査の開始やステージ 7 の Z 軸（高さ）方向の走査を指示するとともに、光検出器 9 によって検出される試料 6 の光情報に基づいて、光量最大の画素の輝度情報と、高さ情報を求め、これらの結果から三次元像を生成する。さらに、処理装置 11 は、カラーカメラ 17 に対する撮像動作制御を行うと共に、シャッタ 16 をその撮像動作に同期して開閉制御する。

10

【0031】

これらの処理装置 11 による処理は、処理装置 11 に備えられたプロセッサ（不図示）によって、処理装置に備えられた RAM や ROM 等の不図示のメモリ（記録媒体）に格納（記録）されたコンピュータ・プログラムに基づいて実行される。

【0032】

また、上記コンピュータ・プログラムを不図示の可搬記録媒体に格納し、不図示の媒体駆動装置を用いてその可搬記録媒体からそのコンピュータ・プログラムを読み出してメモリへコンピュータ・プログラムをロードすることとしてもよい。

【0033】

また、処理装置 11 に備えられた不図示のメモリは、処理装置 11 で決定されるピーク光量情報や処理装置 11 で演算される高さ情報などを記憶する。そして、表示部 13 は、処理装置 11 で生成された三次元像を、フレームメモリ 12 を介して表示する。

20

【0034】

<作用>

次に、このような構成を有する共焦点走査型顕微鏡による動作について、図 2 に示すフローチャートを用いて説明する。なお、同図において用いられる記号において、 $i$ 、 $j$  は、それぞれ画素の  $x$ 、 $y$  座標（ $i = 1, 2, 3 \dots, N_i$ 、 $j = 1, 2, 3 \dots, N_j$ ）を示す。 $x$  座標及び  $y$  座標を用いて、撮像画像上の画素を特定する。 $k$  はステージ 7 の高さ位置（ $k = 1, 2, 3 \dots, N_k$ ）を示し、 $a(i, j, k)$  は共焦点光学系の光検出器により得られたスライス像の各座標に対応する画素ごとの光量データを示し、 $p(i, j)$  は光量が最大となる画素の輝度情報を示し、 $h(i, j)$  は、光量が最大となる時の試料 6 と対物レンズ 5 との相対距離を示す情報、ここでは、ステージ 7 の高さ情報を示す。

30

【0035】

また、 $b(i, j, m)$  はカラーカメラ 17 によりステージ 7 の高さ位置  $m$  において撮像されたカラー画像データを示し、 $q(i, j)$  はカラーデータが最大である画素のカラー情報を示す。

動作が開始されると、まず、ステップ 201 で初期化を行なう。この初期化では、処理装置 11 によってメモリから動作のための諸条件が読み込まれる。その諸条件に基づいて、ステージ 7 は指定動作範囲における動作開始位置に移動される。光量データ  $a(i, j, k)$ 、光量最大の画素の輝度情報  $p(i, j)$ 、高さ情報  $h(i, j)$  は初期値として 0 に設定される。また、カラー画像データ  $b(i, j, m)$ 、及び、カラーデータが最大の画素のカラー情報  $q(i, j)$  は初期値として、カラーの三原色である RGB（Red Green Blue）の各成分値が 0 に設定される。

40

【0036】

次に、ステップ 202 で、シャッタ 2 を開けてシャッタ 16 を閉じることにより、動作モードを共焦点光学系に切り替える。ステップ 203 では、光源 1 からのスポット光を二次元走査スキャナ 3 により XY 方向に走査し、ステージ 7 の高さ位置  $k$  において、試料 6 から反射されて光検出器 9 により検出される全画素の光量データ  $a(i, j, k)$  を取得する。

50



## 【 0 0 3 7 】

ステップ 2 0 4 において、そのステージ位置で撮像された画像中の全画素について同一座標の画素ごとに、ステップ 2 0 3 で得られた光量データ  $a(i, j, k)$  と、これまでで光量最大として記憶されている当該画素の輝度情報  $p(i, j)$  との大小関係と比較して、新たに取得された光量データ  $a(i, j, k)$  のほうが輝度情報  $p(i, j)$  より大きいかどうか、すなわち  $a(i, j, k) > p(i, j)$  が成立するかどうかについて判断される。

## 【 0 0 3 8 】

ここで、 $a(i, j, k) > p(i, j)$  が真である場合には、ステップ 2 0 5 に進み、輝度情報  $p(i, j)$  をステップ 2 0 3 で得られた光量データ  $a(i, j, k)$  に置き換える。そして、高さ情報  $h(i, j)$  にこの時の高さ位置  $k$  を記憶させる。

10

## 【 0 0 3 9 】

次に、ステップ 2 0 6 で、ステージ 7 の高さ位置  $k$  を、次の高さ位置  $k + 1$  に更新する。ステップ 2 0 4 において、 $a(i, j, k) > p(i, j)$  が偽であった場合には、ステップ 2 0 5 を経由せずにステップ 2 0 6 に進む。

ステップ 2 0 7 において、次にデータを取得する高さ位置  $k + 1$  が、予め指定された動作範囲内であるかどうかを判定して、範囲内であればステップ 2 0 3 に戻り、同様の動作を繰り返す。

## 【 0 0 4 0 】

これらの動作は、ステップ 2 0 7 で、ステージ 7 の高さ位置  $k$  が指定動作範囲の終了位置を超えるまで繰り返され、全スライス像の同一座標の各画素について光量が最大である画素の輝度情報  $p(i, j)$  とステージ 7 の高さ情報  $h(i, j)$  が検出される。

20

## 【 0 0 4 1 】

ステップ 2 0 7 で、高さ位置  $k$  が指定動作範囲の終了位置を超えた場合には、ステップ 2 0 8 に進み、これまでの動作により得られた高さ情報  $h$  を用いて三次元表示時の高さ情報を設定する。より具体的には、ある画素位置  $(x, y)$  についての三次元表示時の高さ情報を設定する場合、まず、この画素位置  $(x, y)$  での高さ情報  $h(x, y)$  を取り出し、この高さ情報  $h(x, y)$  を三次元表示時の高さ情報  $z(x, y)$  として設定する。つまり、 $z(x, y) = h(x, y)$  を設定する。

## 【 0 0 4 2 】

全てのスライス画像の全画素について、このような三次元表示時の高さ情報の設定が行われ、それにより三次元表示時の画像の全画素に対する高さマップが作成される。

30

次に、ステップ 2 0 9 で、シャッタ 2 を閉じてシャッタ 1 6 を開けることにより、動作光学系をカラーカメラ 1 7 側に切り替える。これにより、カラーカメラ 1 7 による撮像が可能になるとともに、例えば、共焦点光学系においてレーザ光源を用いている場合でも、カラー画像にレーザ光のオフセットが乗ることがない。

## 【 0 0 4 3 】

ステップ 2 1 0 において、予め指定されたステージ 7 の高さ位置がメモリから読み込まれ、ステップ 2 1 1 でステージ 7 が指定位置へ移動される。この高さ位置は、例えば、前述の三次元表示時の高さ情報を求める工程において用いられたスライス像を取得する高さ間隔に、一定係数（ $\alpha$  は 1 以上の正の数）を掛けた間隔により決定される。この場合、三次元表示時の高さ情報を求める工程において  $Nk$  枚のスライス像が取得されたとなると、カラー画像を取得する回数は  $Nk / \alpha$  回となる。或いは、三次元表示時の高さ情報を求める工程における指定動作範囲の中心を基準として一定間隔毎に指定するような方法であってもよい。

40

## 【 0 0 4 4 】

カラー撮像は非共焦点撮像であり、三次元表示のための高さ情報を得る工程よりも、広い範囲でピントが合った画像となるため、このように三次元表示のための高さ情報を得る工程よりも  $\alpha$  倍の広い間隔で撮像しても、最終的に合成されて全面に焦点が合った画像を得ることが期待できる。

50

## 【0045】

次に、ステップ212で、カラーカメラ17により該ステージ位置での全画素のカラー画像データ $b(i, j, m)$ を取得する。

ステップ213において、そのステージ位置で撮像されたカラー画像中の全画素について、同一座標の画素ごとに、ステップ212で得られたカラー画像データ $b(i, j, m)$ と、これまででカラー画像データが最大として記憶されている当該画素のカラー情報 $q(i, j)$ との大小関係を比較して、新たに取得されたカラー画像データ $b(i, j, m)$ のほうがカラー情報 $q(i, j)$ より大きいかどうか、すなわち $b(i, j, m) > q(i, j)$ が成立するかどうかについて判断される。

## 【0046】

ここで、 $b(i, j, m) > q(i, j)$ が真である場合には、ステップ214に進み、輝度情報 $q(i, j)$ をステップ212で得られたカラー画像データ $b(i, j, m)$ に置き換える。

ステップ213において、 $b(i, j, m) > q(i, j)$ が偽であった場合、もしくはステップ214が実行された場合には、ステップ215に進み、予め指定されたステージ高さ位置でのカラーカメラ17による撮像が全て終了したかを判断し、終了していなければ、ステップ210に戻って同様の動作を繰り返す。

## 【0047】

ステップ215で、カラー画像の撮像がステージ7の全ての指定位置において終了したと判断された場合は、ステップ216に進み、これまでの動作により得られたカラー情報 $q(i, j)$ を用いて三次元表示時のカラー情報が設定される。より具体的には、ある画素位置 $(x, y)$ についての三次元表示時のカラー情報を設定する場合、この画素位置 $(x, y)$ でのカラー情報 $q(x, y)$ を取り出し、このカラー情報 $q(x, y)$ が三次元表示時のカラー情報 $c(x, y, z)$ として設定される。なお、 $c(x, y, z)$ のZ座標の値 $z$ は、カラー画像が撮像された際のステージ7の高さ(位置)を示す。

## 【0048】

ステップ217では、画像の全領域について、各画素の三次元表示時の高さ情報 $z(x, y)$ および三次元表示時のカラー情報 $c(x, y, z)$ に基づいて、フレームメモリ12を通して表示部13に三次元像が表示される。

<効果>

従って、このようにすれば、試料6に対する各ステージ高さでの輝度情報を元に三次元表示のための高さ情報 $z(x, y)$ が構築される。さらに、複数のカラーสライス像中の画素のカラー情報が各画素において最大となるようにして、複数のカラーสライス像のうちで焦点があった部分が合成されたカラー情報を作成し、そのカラー情報を三次元像の表面に貼り付ける。これにより、ボケが無いカラー画像を三次元像の表面に貼り付けて表示することができる。

## 【0049】

また、カラー撮像時は共焦点撮像用の光源1からの光は完全に遮断されるので、光源1のオフセット光がカラー画像にのらず、実際の試料の色情報を三次元像に反映できる。

これにより、ユーザに対し、実際の試料の表面形状をより反映した、認識しやすい三次元像を提供することができる。さらに、図5(後述)に示すように、カラー撮像は、高さ情報を得る際のステージ位置の全数に対して行う必要が無いため、効率的に短時間で三次元表示時のカラー情報を得ることができる。

## 【0050】

(第2の実施の形態)

<構成>

第1の実施の形態では、予めユーザ等により指定された条件に従ってカラー撮像する際ステージ位置を決定するようにしたが、第2の実施の形態では、対物レンズ5の焦点深度情報を用いて、カラー撮像する際のステージ位置を決定するようにしている。この場合、第2の実施の形態が適用される共焦点走査型顕微鏡の概略構成は、図1と同様であるため、

10

20

30

40

50

同図を第２の実施の形態においても適用することとする。

#### 【００５１】

<作用>

以下、第２の実施の形態に係わる共焦点走査型顕微鏡による動作について、図３に示すフローチャートを用いて説明する。まず、第２の実施の形態においても図２に示すフローチャートの三次元表示時の高さ情報を求める工程の部分、すなわちステップ２０１からステップ２０８までを、第１の実施の形態で述べたと同様にして行う。

#### 【００５２】

続いて、ステップ３０１では、シャッタ２を閉じてシャッタ１６を開けることにより、動作モードをカラーカメラ１７側に切り替える。これにより、カラーカメラ１７による撮像が可能になるとともに、例えば、共焦点光学系の光源１としてレーザ光源を用いている場合でも、カラー画像にレーザ光のオフセットがのることが無い。

#### 【００５３】

ステップ３０２において、対物レンズ５の焦点深度データに係数を掛けた値を基準にして、カラー撮像を行うステージ位置が算出される。なお、対物レンズ５の焦点深度データは、処理装置１１に備えられた不図示のメモリに格納されることとしても良い。

#### 【００５４】

より具体的には、焦点深度を、初期オフセット位置を $t$ とすると、カラー撮像を行うステージ位置 $m$ は、 $m = (x) \times n + t$ によって与えられる。ここで、 $n$ は０以上の整数（ $n = 0, 1, 2, \dots$ ）である。

非共焦点光学系においては、対物レンズ５の焦点深度の範囲内では、ピントがシャープに合っているため、この間隔 $x$ に基づいて撮像を行い、最終的に焦点合成を行えば、ピントの漏れのない三次元表示のためのカラー情報を構築することができる。

#### 【００５５】

次にステップ３０３で、ステップ３０２において求められたステージ位置が、三次元表示時の高さ情報を求める工程における動作範囲内であるかどうかを判断し、動作範囲内であれば、ステップ３０４に進み、ステージ７をステップ３０２で算出された位置に移動させる。

#### 【００５６】

ステップ３０５では、カラーカメラ１７により該ステージ位置での全画素のカラー画像データ $b(i, j, m)$ を取得する。

ステップ３０６において、そのステージ位置で撮影されたカラー画像中の全ての全画素について、同一座標の画素ごとに、ステップ３０５で得られたカラー画像データ $b(i, j, m)$ と、これまででカラーデータ最大として記憶されている当該画素のカラー情報 $q(i, j)$ との大小関係を比較して、新たに取得されたカラー画像データ $b(i, j, m)$ のほうがカラー情報 $q(i, j)$ より大きいかどうか、すなわち $b(i, j, m) > q(i, j)$ が成立するかどうかについての判断を行う。ここで、 $b(i, j, m) > q(i, j)$ が真である場合には、ステップ３０７に進み、輝度情報 $q(i, j)$ をステップ３０５で得られたカラー画像データ $b(i, j, m)$ に置き換える。

#### 【００５７】

ステップ３０６において、 $b(i, j, m) > q(i, j)$ が偽であった場合、もしくはステップ３０７が実行された場合には、ステップ３０２に戻って同様の動作を繰り返す。ステップ３０３で、ステップ３０２において算出されたステージ位置が、動作範囲外と判断された場合には、ステップ３０８に進み、これまでの動作により得られたカラー情報 $q(i, j)$ を用いて三次元表示時のカラー情報を設定する。より具体的には、ある画素位置 $(x, y)$ についての三次元表示時のカラー情報を設定する場合、この画素位置 $(x, y)$ でのカラー情報 $q(x, y)$ を取り出し、このカラー情報 $q(x, y)$ を三次元表示時のカラー情報 $c(x, y, z)$ として設定する。

#### 【００５８】

ステップ３０９では、画像の全領域について、各画素の三次元表示時の高さ情報 $z(x,$

10

20

30

40

50

y) および三次元表示時のカラー情報  $c(x, y, z)$  に基づいて、フレームメモリ 12 を通して表示部 13 に三次元像を表示する。

< 効果 >

従って、このようにすれば、試料 6 に対する各ステージ高さでの輝度情報を元に三次元表示のための高さ情報  $z(x, y)$  が構築される。さらに、対物レンズ 5 の焦点深度データに基づいた間隔だけ離れた複数のステージ位置においてカラースライス像を撮影し、その複数のカラースライス像中の画素のカラー情報が各画素において最大となるようにして、複数のカラースライス像のうちで焦点があった部分が合成されたカラー情報を作成し、そのカラー情報を三次元像の表面に貼り付ける。これにより、ボケが無いカラー画像を三次元像の表面に貼り付けて表示することができる。

10

【0059】

また、カラー撮像時は共焦点撮像用の光源 1 からの光は完全に遮断されるので、カラー画像に光源 1 からのオフセット光がのらずに、実際の試料の色情報を三次元像に反映できる。

これにより、ユーザに対し、実際の試料の表面形状をより反映した、認識しやすい三次元像を提供することができる。

【0060】

さらに、カラー撮像は、対物レンズ 5 の焦点深度データに基づいた間隔ずつステージ位置を変えて行われるため、同じピントで得られる画像を重複して撮像する無駄を省いて、短時間で三次元表示時のカラー情報を得ることができる。

20

( 第 3 の実施の形態 )

< 構成 >

第 1 の実施の形態では、予めユーザにより指定された条件に従ってカラー撮像するステージ位置を決定するようにしたが、第 3 の実施の形態では、三次元表示時の高さ情報を求める工程において得られる高さ頻度を用いて、カラー撮像するステージ位置を決定するようにしている。

【0061】

第 3 の実施の形態が適用される共焦点走査型顕微鏡の概略構成は、図 1 と同様であるため、同図を第 3 の実施の形態においても適用することとする。

< 作用 >

30

以下、第 3 の実施の形態に係わる共焦点走査型顕微鏡による動作について、図 4 に示すフローチャートを用いて説明する。まず、第 3 の実施の形態においても、図 2 に示すフローチャートの三次元表示時の高さ情報を求める工程の部分、すなわちステップ 201 からステップ 208 までを、第 1 の実施の形態で述べたのと同様にして行う。

【0062】

続いて、ステップ 401 では、ステップ 208 において得られた全画素の高さ情報  $z(i, j)$  のヒストグラムを作成する。このヒストグラムは、高さ情報  $z$  に対する、その高さ情報を持つ画素の数の関係を示す。そして、ステップ 402 において、ヒストグラムに基づいて、カラー画像の撮像を行うべき複数のステージ位置のリストを作成する。

【0063】

40

以下、具体的にカラー画像の撮像を行うべきステージ位置の決定方法についてより詳しく説明する。

図 6 に、ヒストグラムの一例を示す。図 6 において、横軸が高さ情報、つまりステージ位置を示す。縦軸は、そのステージ位置において輝度情報が最大となる画素の数、つまり頻度を示す。例えば、ステージ位置 A において、輝度情報が最大となる画素が 2 つあれば、頻度は 2 となる。

【0064】

ステージ 7 の Z 軸方向の動作範囲は、複数のブロックに分割される。好ましくは、対物レンズ 5 の焦点深度データに基づいてブロック分けを行うとよい。図 6 において、点線は、これらのブロックの区切りを示す。処理装置 11 は、一定の閾値以上の頻度面積 ( ブロッ

50

クにおける頻度の積分値)を持つブロックの中心においてカラー撮像を行うように決定する。図6において、頻度面積が閾値以上であるブロックは、 $m_0$ 、 $m_1$ 、 $m_2$ 及び $m_3$ の4ブロックであるとする、ブロック $m_0$ 、 $m_1$ 、 $m_2$ 及び $m_3$ のそれぞれのブロックの中心となるステージ位置が撮像位置として決定され、それぞれのステージ位置においてカラー画像の撮像が行われる。これにより、光軸に直交する観察試料面が含まれる高さ位置において、カラー画像を密に取得することができる。

#### 【0065】

ステップ403では、シャッタ2を閉じてシャッタ16を開けることにより、動作モードをカラーカメラ17側に切り替える。これにより、カラーカメラ17による撮像が可能になるとともに、例えば、共焦点光学系にレーザ光源を用いている場合でも、カラー画像にレーザ光のオフセットがのることが無い。

#### 【0066】

ステップ404において、ステージ7をステップ402で算出されたステージ位置に移動させ、ステップ405で、カラーカメラ17により該ステージ位置での全画素のカラー画像データ $b(i, j, m)$ を取得する。

ステップ406において、そのステージ位置で撮影されたカラー画像中の全画素について、同一座標の画素ごとに、ステップ405で得られたカラー画像データ $b(i, j, m)$ と、これまででカラー画像データが最大として記憶されている当該画素のカラー情報 $q(i, j)$ との大小関係を比較して、新たに取得されたカラー画像データ $b(i, j, m)$ のほうがカラー情報 $q(i, j)$ よりも大きいかどうか、すなわち $b(i, j, m) > q(i, j)$ が成立するかどうかについての判断を行う。

#### 【0067】

ここで、 $b(i, j, m) > q(i, j)$ が真である場合には、ステップ407に進み、カラー情報 $q(i, j)$ をステップ405で得られたカラー画像データ $b(i, j, m)$ に置き換える。ステップ406において、 $b(i, j, m) > q(i, j)$ が偽であった場合、もしくはステップ407が実行された場合には、ステップ408に進み、全ての撮像位置においてカラー撮像がされたかどうかを判断する。まだカラー撮像していない撮像位置がある場合には、ステップ404に戻り、カラー撮像が全ての撮像位置において終了するまで、同様の処理を繰り返す。

#### 【0068】

ステップ408で、全ての撮像位置においてカラー撮像がされたと判断された場合には、ステップ409に進み、これまでの動作により得られたカラー情報 $q$ を用いて三次元表示時のカラー情報を設定する。

より具体的には、ある画素位置 $(x, y)$ について三次元表示時のカラー情報を設定する場合、この画素位置 $(x, y)$ でのカラー情報 $q$ を処理装置11に備えられた不図示のメモリから取り出し、このカラー情報 $q$ を三次元表示時のカラー情報 $c(x, y, z)$ として設定する。

#### 【0069】

ステップ410では、画像の全領域について、各画素の三次元表示時の高さ情報 $z(x, y)$ および三次元表示時のカラー情報 $c(x, y, z)$ に基づいて、フレームメモリ12を通して表示部13に三次元像を表示させる。

#### <効果>

従って、このようにすれば、試料6に対する各ステージ高さでの輝度情報を元に三次元表示のための高さ情報 $z(x, y)$ が構築される。さらに、高さ情報の頻度データに基づいてカラー撮像をすべき複数のステージ位置を決定し、各ステージ位置で得られた複数のカラースライス像中の画素のカラー情報が各画素において最大となるようにして、複数のカラースライス像のうちで焦点があった部分が合成されたカラー情報を作成し、そのカラー情報を三次元像の表面に貼り付ける。これにより、焦点が合成されてボケが無いカラー画像を三次元像の表面に貼り付けて表示することができる。

#### 【0070】

また、カラー撮像時は共焦点撮像用の光源 1 からの光は完全に遮断されるので、オフセット光がカラー画像にのらずに、実際の試料の色情報を反映できる。これにより、観察者に対し、実際の試料の表面形状をより反映した、認識しやすい三次元像を表示できる。

#### 【0071】

さらに、カラー撮像は、共焦点画像中の画素の輝度情報が最大となるステージ位置を示す高さ情報に基づいた高さ位置で行われるため、高さ情報がほとんど無いステージ位置でカラー画像を撮影する無駄を省きつつ、短時間で三次元表示時のカラー情報を得ることができる。

#### 【0072】

以下、図 5 を用いて、本発明の各実施の形態において、画像を撮影する際のステージ位置について説明する。

10

図 5 に、共焦点撮像する際のステージ位置と、カラー撮像する際のステージ位置の関係を示す。図 5 において、縦方向は、Z 座標を示す。撮像開始時、ステージ 7 の指定動作範囲の開始位置にステージ 7 はある。なお、図 5 において、開始位置はステージ 7 の指定動作範囲の上限であるが、開始位置を限定する趣旨ではない。共焦点画像の撮像を開始すると、ステージ位置を移動させながら、一定間隔ずつ間隔があいたステージ位置において共焦点撮像を行う。ステージ 7 の指定動作範囲の終了位置に至ると、共焦点撮像を終了する。

#### 【0073】

続いて、カラー画像の撮像を開始する。カラー画像の撮像を行う際、カラー画像の撮像を行いながら、ステージ 7 の指定動作範囲の終了位置から開始位置にステージ位置が戻るようにステージ 7 を移動させることとしても良い。これにより、ステージ 7 を駆動するために要する時間を短くすることが可能となる。

20

#### 【0074】

本発明によれば、第 1 の実施の形態から第 3 の実施の形態のいずれの実施の形態であっても、カラー撮像を行う回数は、共焦点撮像を行う回数よりも少ない。以下、各実施の形態においてカラー撮像を行うステージ位置について説明する。

第 1 の実施の形態によれば、カラー撮像は、予め指定された複数のステージ位置において行われる。カラー撮像は、図 5 ( 1 ) に示すように一定間隔ずつ隔たったステージ位置において行われ、その間隔は、共焦点撮像を行う際のステージ位置の間隔を  $h$  とすると、その  $\alpha$  倍であり  $\alpha \times h$  となる。なお、 $\alpha$  は 1 以上の正の数である。

30

#### 【0075】

第 2 の実施の形態によれば、カラー撮像を行う際のステージ位置は、処理装置 11 によって対物レンズ 5 の焦点深度データに基づいて決定される。より具体的には、図 5 ( 2 ) に示すように、カラー撮像は、一定間隔ずつ隔たったステージ位置において行われ、その間隔は、焦点深度を  $d$  とすると、 $\beta \times d$  である。 $\beta$  は、微調整のための正の値を持つ任意の係数である。

#### 【0076】

第 3 の実施の形態によれば、カラー撮像を行う際のステージ位置は、処理装置 11 によって、三次元表示時の高さ情報に基づいて決定される。より具体的には、ステージ 7 の指定動作範囲を複数のブロックに分け、各ブロックに該当するステージ位置を示す三次元表示時の高さ情報を持つ画素数をカウントする。このカウント値がある定数以上になるブロックを複数抽出し、抽出された複数のブロックの中心に相当する複数のステージ位置においてカラー撮像を行う。なお、第 3 の実施の形態によれば、カラー撮像は、必ずしも一定間隔ずつ隔たったステージ位置において行われるのではない。例えば、光軸に直交する試料表面が含まれる高さ位置において、重点的にカラー撮像を行い、光軸に直交する資料表面がほとんど含まれない高さ位置では、カラー撮像を行わないようにすれば、効率的にデータ取得できる。

40

#### 【0077】

( 変形例 )

上述した 3 つの実施の形態では、対物レンズ 5 と試料 6 の相対距離はステージ 7 を移動さ

50

せて変化させるようにしているが、対物レンズ５が上下する機構により対物レンズと試料６の相対距離を変化させる方法であってもかまわない。

【００７８】

また、上述した各実施の形態では、シャッタ２およびシャッタ１６により共焦点光学系とカラー撮像系の切り替えを行っているが、光源１の駆動を停止させることにより光源１の光がカラー撮像系に入らないようにする方法であってもよい。

【００７９】

カラー撮像時には、自動的に共焦点光学系の光源からの光をシャッタで遮蔽する、あるいは光源の駆動を停止することにより、カラー撮像時の撮像動作を簡略化することができる。

10

（付記）

光源から発した光を試料上に集光する対物レンズと、  
前記試料からの反射光を共焦点絞りを通過させて検出して共焦点画像を示す信号を出力する検出器と、  
前記対物レンズと前記試料を載置するステージとの前記光源の光軸方向の相対距離を変化させる駆動手段と、  
前記検出器の信号に基づいて、前記試料の表面で前記共焦点画像の焦点が合った時の前記相対距離を示す高さ情報を求める高さ情報取得手段と、  
前記対物レンズを介して前記試料のカラー画像データを取得するカラー画像撮像手段と、  
異なる複数の前記相対距離において撮影された複数のカラー画像データに基づいて焦点合成された色情報を生成する色情報生成手段と、  
前記高さ情報に基づいて生成された前記試料の表面の三次元画像を前記色情報と合成することにより着色された三次元画像を生成する着色手段と、  
を備える顕微鏡において、  
前記光源の光学系路上に配置された第１の遮光手段と、  
前記カラー画像撮像手段の光学系路上に配置された第２の遮光手段と、  
を更に備え、  
前記第１及び第２の遮光手段は、互いに排他的に制御される、  
ことを特徴とする顕微鏡。

20

【００８０】

これにより、カラー画像データを示す情報を取得する際には、共焦点画像を示す信号を得る時に使用される光源は自動的に第１の遮光手段によって遮蔽されるとともに、第２の遮光手段は開放される。従って、カラー画像データを取得するための撮像動作を従来より簡略にすることが可能となる。

30

【００８１】

対物レンズを介して試料の表面の三次元表示画像を生成する画像生成方法であって、  
前記試料に照射された光の反射光を共焦点絞りを通過させて検出して共焦点画像を示す信号を生成し、  
前記信号に基づいて前記試料の表面で前記共焦点画像の焦点が合った時の前記試料と前記対物レンズの相対距離を示す高さ情報を求め、  
異なる複数の相対距離において複数のカラー画像データを取得し、  
前記複数のカラー画像データに基づいて焦点合成された色情報を生成し、  
前記高さ情報に基づいて生成された前記試料の表面の三次元画像と前記色情報とを合成することにより着色された三次元画像を生成する、  
ことを含み、  
前記カラー画像データを取得する際に、前記光源からの光を遮光する遮光手段を動作させる、  
ことを更に含むことを特徴とする画像生成方法。

40

【００８２】

【発明の効果】

50

以上述べたように本発明によれば、簡易的、効率的に三次元表面像に貼り付けるための、ボケに影響されないカラー画像を構築することができ、観察者に対し認識し易い三次元像を表示することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態に係る共焦点型顕微鏡の概略構成を示す図である。

【図 2】第 1 の実施の形態に係わる顕微鏡の動作を示すためのフローチャートである。

【図 3】第 2 の実施の形態に係わる顕微鏡の動作を示すためのフローチャートである。

【図 4】第 3 の実施の形態に係わる顕微鏡の動作を示すためのフローチャートである。

【図 5】共焦点撮像する際のステージ位置と、カラー撮像する際のステージ位置の関係を示す。

10

【図 6】ヒストグラムの一例を示す図である。

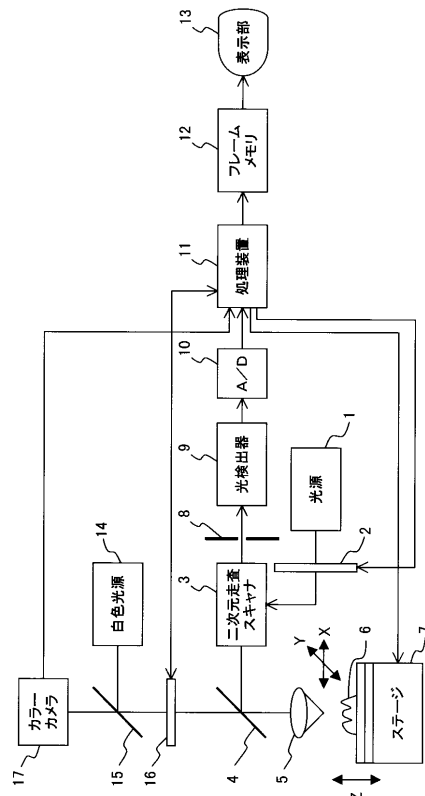
【符号の説明】

- 1 光源
- 2 シャッタ
- 3 二次元走査スキャナ
- 4 ビームスプリッタ
- 5 対物レンズ
- 6 試料
- 7 ステージ
- 8 共焦点絞り
- 9 光検出器
- 10 A / D 変換器
- 11 処理装置
- 12 フレームメモリ
- 13 表示部 13
- 14 白色光源
- 15 ビームスプリッタ
- 16 シャッタ
- 17 カラーカメラ

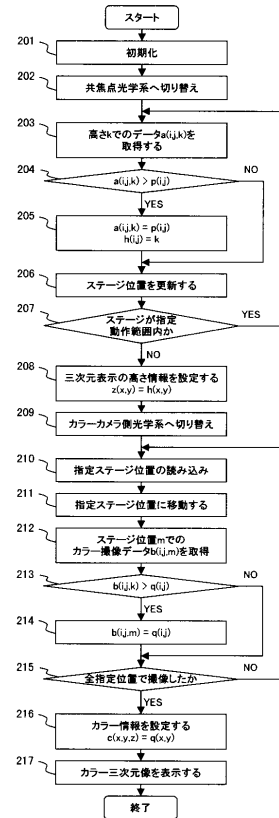
20



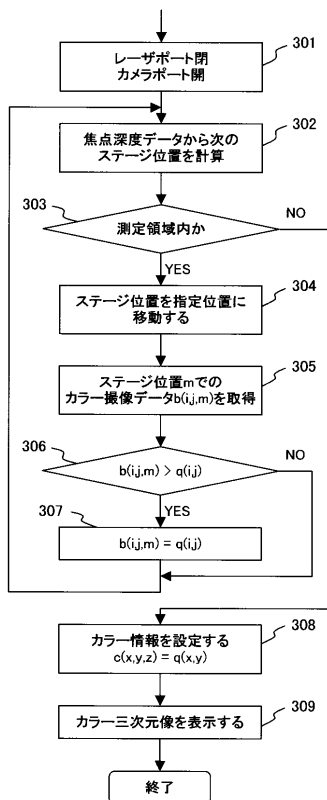
【図 1】



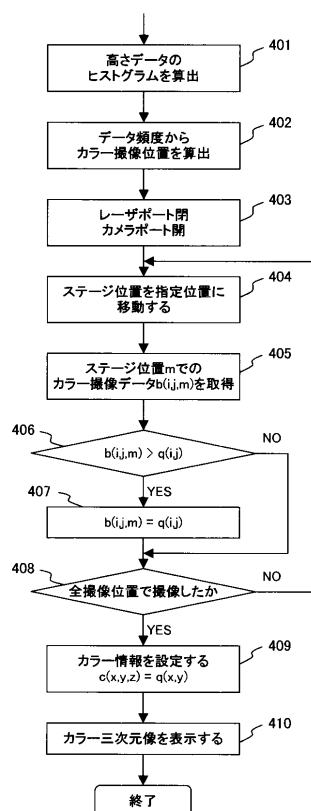
【図 2】



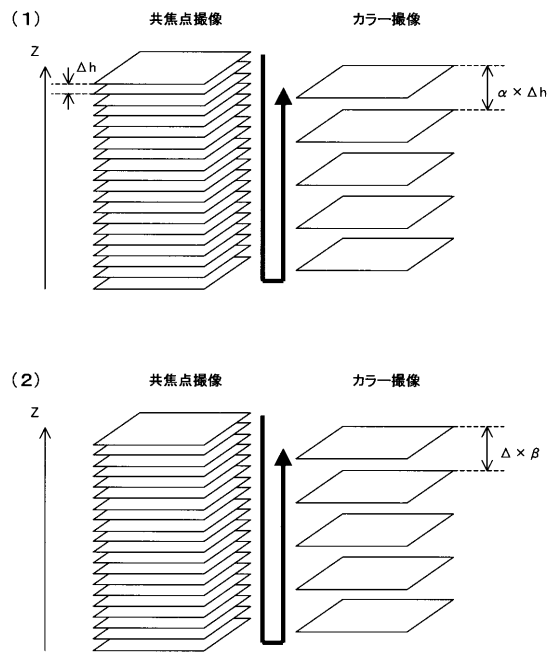
【図 3】



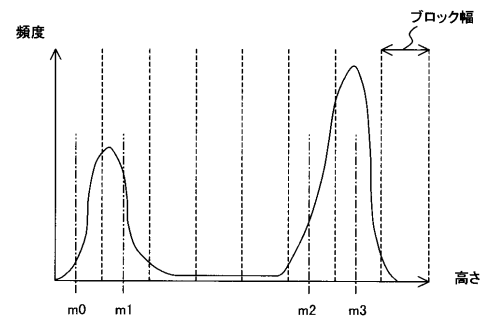
【図 4】



【図 5】



【図 6】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

**G 0 2 B 26/10 (2006.01)**  
**G 0 6 T 1/00 (2006.01)**  
**G 0 6 T 3/00 (2006.01)**  
**G 0 6 T 17/40 (2006.01)**

G 0 2 B 26/10 C  
G 0 2 B 26/10 1 0 4  
G 0 6 T 1/00 3 0 0  
G 0 6 T 1/00 3 1 5  
G 0 6 T 1/00 5 1 0  
G 0 6 T 3/00 3 0 0  
G 0 6 T 17/40 A