

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4229573号
(P4229573)

(45) 発行日 平成21年2月25日 (2009. 2. 25)

(24) 登録日 平成20年12月12日 (2008. 12. 12)

(51) Int. Cl.

F 1

G O 2 B 21/00 (2006. 01)

G O 2 B 21/00

G O 1 B 11/00 (2006. 01)

G O 1 B 11/00

B

G O 1 B 11/24 (2006. 01)

G O 1 B 11/24

A

請求項の数 18 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2000-169214 (P2000-169214)
 (22) 出願日 平成12年6月6日 (2000. 6. 6)
 (65) 公開番号 特開2001-56438 (P2001-56438A)
 (43) 公開日 平成13年2月27日 (2001. 2. 27)
 審査請求日 平成17年7月4日 (2005. 7. 4)
 (31) 優先権主張番号 特願平11-162434
 (32) 優先日 平成11年6月9日 (1999. 6. 9)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(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4番2号
 (74) 代理人 100058479
 弁理士 鈴江 武彦
 (74) 代理人 100084618
 弁理士 村松 貞男
 (74) 代理人 100100952
 弁理士 風間 鉄也
 (74) 代理人 100097559
 弁理士 水野 浩司
 (72) 発明者 大場 雅宏
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オ
 リンパス光学工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 共焦点走査型顕微鏡、共焦点走査型顕微鏡における画像表示方法および画像表示処理をするための処理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】

試料面に対物レンズを介してスポット光を走査するとともに、前記試料面からの反射光を受光する共焦点走査型顕微鏡において、

少なくとも試料と対物レンズのいずれか一方を光軸方向に移動させる移動手段と、

前記移動手段の移動により得られる複数のスライス像の同一座標の画素について光量が最大の画素の輝度情報と該輝度情報が得られる前記試料と対物レンズとの間の距離情報を検出する情報検出手段と、

前記情報検出手段により検出される画素ごとの前記距離情報に基づいて前記試料面の高さ情報を設定するとともに、前記情報検出手段により検出される画素ごとの前記輝度情報に基づいて該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられている色情報に前記情報検出手段により検出される前記前記距離情報に基づいて該距離情報に対してあらかじめ割り当てられている色情報を混合した色情報を設定する三次元表示情報設定手段と、

この三次元表示情報設定手段で設定された前記高さ情報および前記混合した色情報に基づいて三次元像を表示する表示手段と

を具備したことを特徴とする共焦点走査型顕微鏡。

【請求項 2】

前記三次元表示情報設定手段は、色情報として、前記輝度情報に基づいて該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられた色情報に、前記距離情報に基づいて該距離情報に対してあらかじめ割り当てられた色情報を混合する割合を調整して混合した色情報を用いることを

特徴とする請求項 1 記載の共焦点走査型顕微鏡。

【請求項 3】

前記三次元表示情報設定手段は、色情報として、前記輝度情報に基づいて該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられた色情報に、前記距離情報に基づいて該距離情報に対してあらかじめ割り当てられた色情報を、前記輝度情報に応じて混合割合を調整して混合した色情報を用いることを特徴とする請求項 2 記載の共焦点走査型顕微鏡。

【請求項 4】

前記三次元表示情報設定手段は、色情報として、前記輝度情報に基づいて該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられた色情報に、前記距離情報に基づいて該距離情報に対してあらかじめ割り当てられた色情報を、前記距離情報に応じて混合割合を調整して混合した色情報を用いることを特徴とする請求項 2 記載の共焦点走査型顕微鏡。

【請求項 5】

試料面に対物レンズを介してスポット光を走査するとともに、前記試料面からの反射光を受光する共焦点走査型顕微鏡において、

少なくとも試料と対物レンズのいずれか一方を光軸方向に移動させる移動手段と、

前記移動手段の移動により得られる複数のスライス像の同一座標の画素について光量が最大の画素の輝度情報と該輝度情報が得られる前記試料と対物レンズとの間の距離情報を検出する情報検出手段と、

前記情報検出手段により検出される画素ごとの前記距離情報に基づいて前記試料面の高さ情報を設定するとともに、前記情報検出手段により検出される画素ごとの前記輝度情報に基づいて該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられている色情報に視野位置と光源位置から演算した陰影情報を混合した色情報を設定する三次元表示情報設定手段と、

この三次元表示情報設定手段で設定された前記高さ情報および前記混合した色情報に基づいて三次元像を表示する表示手段と

を具備したことを特徴とする共焦点走査型顕微鏡。

【請求項 6】

試料面に対物レンズを介してスポット光を走査するとともに、前記試料面からの反射光を受光する共焦点走査型顕微鏡において、

少なくとも試料と対物レンズのいずれか一方を光軸方向に移動させる移動手段と、

前記移動手段の移動により得られる複数のスライス像の同一座標の画素について光量が最大の画素の輝度情報と該輝度情報が得られる前記試料と対物レンズとの間の距離情報を検出する情報検出手段と、

前記情報検出手段により検出される前記輝度情報のコントラストを変更するコントラスト変更手段と、

前記情報検出手段により検出される画素ごとの前記距離情報に基づいて前記試料面の高さ情報を設定するとともに、前記コントラスト変更手段により前記情報検出手段により検出される画素ごとの前記輝度情報のコントラストを変更し、変更された該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられている色情報を設定する三次元表示情報設定手段と、

この三次元表示情報設定手段で設定された前記高さ情報および前記色情報に基づいて三次元像を表示する表示手段と

を具備したことを特徴とする共焦点走査型顕微鏡。

【請求項 7】

少なくとも試料と対物レンズのいずれか一方を光軸方向に移動させるとともに、前記試料面に前記対物レンズを介してスポット光を走査し、前記試料面からの反射光を受光する共焦点走査型顕微鏡における画像表示方法であって、

前記試料と対物レンズとの相対的移動により得られる複数のスライス像の同一座標の画素について光量が最大の画素の輝度情報と該輝度情報が得られる前記試料と対物レンズとの間の距離情報を検出する第 1 の工程と、

前記第 1 の工程により検出される画素ごとの前記距離情報に基づいた前記試料面の高さ情報と、前記情報検出手段により検出される画素ごとの前記輝度情報に基づいて該輝度情

10

20

30

40

50

報に対しあらかじめ割り当てられている色情報に前記距離情報に基づいて該距離情報に対してあらかじめ割り当てられている色情報を混合した色情報を三次元表示情報として設定する第2の工程と、

を具備し、

前記第2の工程の三次元表示情報による前記高さ情報および前記混合した色情報に基づいて三次元像を表示させることを特徴とする共焦点走査型顕微鏡における画像表示方法。

【請求項8】

前記第2の工程は、三次元表示情報のうちの色情報として、前記輝度情報に基づいて該輝度情報に対し予め割り当てられた色情報に、前記距離情報に基づいて該距離情報に対してあらかじめ割り当てられた色情報を混合する割合を調整して混合した色情報を用いることを特徴とする請求項7記載の共焦点走査型顕微鏡における画像表示方法。

10

【請求項9】

前記第2の工程は、三次元表示情報のうちの色情報として、前記輝度情報に基づいて該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられた色情報に、前記距離情報に基づいて該距離情報に対してあらかじめ割り当てられた色情報を、前記輝度情報に応じて混合割合を調整して混合した色情報を用いることを特徴とする請求項8記載の共焦点走査型顕微鏡における画像表示方法。

【請求項10】

前記第2の工程は、三次元表示情報のうちの色情報として、前記輝度情報に基づいて該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられた色情報に、前記距離情報に基づいて該距離情報に対してあらかじめ割り当てられた色情報を、前記距離情報に応じて混合割合を調整して混合した色情報を用いることを特徴とする請求項8記載の共焦点走査型顕微鏡における画像表示方法。

20

【請求項11】

少なくとも試料と対物レンズのいずれか一方を光軸方向に移動させるとともに、前記試料面に前記対物レンズを介してスポット光を走査し、前記試料面からの反射光を受光する共焦点走査型顕微鏡における画像表示方法であって、

前記試料と対物レンズとの相対的移動により得られる複数のスライス像の同一座標の画素について光量が最大の画素の輝度情報と該輝度情報が得られる前記試料と対物レンズとの間の距離情報を検出する第1の工程と、

30

前記第1の工程により検出される画素ごとの前記距離情報に基づいた前記試料面の高さ情報と、前記情報検出手段により検出される画素ごとの前記輝度情報に基づいて該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられている色情報に視野位置と光源位置から演算した陰影情報を混合した色情報を三次元表示情報として設定する第2の工程と、を具備し、

前記第2の工程の三次元表示情報による前記高さ情報および前記混合した色情報に基づいて三次元像を表示させることを特徴とする共焦点走査型顕微鏡における画像表示方法。

【請求項12】

少なくとも試料と対物レンズのいずれか一方を光軸方向に移動させるとともに、前記試料面に前記対物レンズを介してスポット光を走査し、前記試料面からの反射光を受光する共焦点走査型顕微鏡における画像表示方法であって、

40

前記試料と対物レンズとの相対的移動により得られる複数のスライス像の同一座標の画素について光量が最大の画素の輝度情報と該輝度情報が得られる前記試料と対物レンズとの間の距離情報を検出する第1の工程と、

前記第1の工程により検出される画素ごとの前記距離情報に基づいた前記試料面の高さ情報と、前記情報検出手段により検出される画素ごとの前記輝度情報についてコントラストを変更し、コントラストが変更された該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられた色情報を三次元表示情報として設定する第2の工程と、を具備し、

前記第2の工程の三次元表示情報による前記高さ情報および前記混合した色情報に基づいて三次元像を表示させることを特徴とする共焦点走査型顕微鏡における画像表示方法。

【請求項13】

50

少なくとも試料と対物レンズのいずれか一方を光軸方向に移動させるとともに、前記試料面に前記対物レンズを介してスポット光を走査し、前記試料面からの反射光を受光する共焦点走査型顕微鏡に用いられるコンピュータによって画像表示処理をするための処理プログラムを記録した記録媒体であって、

前記試料と対物レンズとの相対的移動により得られる複数のスライス像の同一座標の画素について光量が最大の画素の輝度情報と該輝度情報が得られる前記試料と対物レンズとの間の距離情報を検出し、この検出される画素ごとの前記距離情報に基づいて前記試料面の高さ情報を設定するとともに、前記検出される画素ごとの前記輝度情報に基づいて該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられている色情報に前記距離情報に基づいて該距離情報に対して予め割り当てられている色情報を混合した色情報を三次元表示情報として設定し、この設定された前記高さ情報および前記混合した色情報に基づいて三次元像を表示させることを特徴とする画像表示処理をするための処理プログラムを記録した記録媒体。

10

【請求項 1 4】

前記三次元表示情報のうちの色情報として、前記輝度情報に基づいて該輝度情報に対し予め割り当てられた色情報に、前記距離情報に基づいて該距離情報に対してあらかじめ割り当てられた色情報を混合する割合を調整して混合した色情報を用いることを特徴とする請求項 1 3 記載の画像表示処理をするための処理プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 1 5】

前記三次元表示情報のうちの色情報として、前記輝度情報に基づいて該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられた色情報に、前記距離情報に基づいて該距離情報に対してあらかじめ割り当てられた色情報を、前記輝度情報に応じて混合割合を調整して混合した色情報を用いることを特徴とする請求項 1 4 記載の画像表示処理をするための処理プログラムを記録した記録媒体。

20

【請求項 1 6】

前記三次元表示情報のうちの色情報として、前記輝度情報に基づいて該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられた色情報に、前記距離情報に基づいて該距離情報に対してあらかじめ割り当てられた色情報を、前記距離情報に応じて混合割合を調整して混合した色情報を用いることを特徴とする請求項 1 4 記載の画像表示処理をするための処理プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 1 7】

少なくとも試料と対物レンズのいずれか一方を光軸方向に移動させるとともに、前記試料面に前記対物レンズを介してスポット光を走査し、前記試料面からの反射光を受光する共焦点走査型顕微鏡に用いられるコンピュータによって画像表示処理をするための処理プログラムを記録した記録媒体であって、

30

前記試料と対物レンズとの相対的移動により得られる複数のスライス像の同一座標の画素について光量が最大の画素の輝度情報と該輝度情報が得られる前記試料と対物レンズとの間の距離情報を検出し、この検出される画素ごとの前記距離情報に基づいて前記試料面の高さ情報を設定するとともに、前記検出される画素ごとの前記輝度情報に基づいて該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられている色情報に視野位置と光源位置から演算した陰影情報を混合した色情報を三次元表示情報として設定し、この設定された前記高さ情報および前記混合した色情報に基づいて三次元像を表示させることを特徴とする画像表示処理をするための処理プログラムを記録した記録媒体。

40

【請求項 1 8】

少なくとも試料と対物レンズのいずれか一方を光軸方向に移動させるとともに、前記試料面に前記対物レンズを介してスポット光を走査し、前記試料面からの反射光を受光する共焦点走査型顕微鏡に用いられるコンピュータによって画像表示処理をするための処理プログラムを記録した記録媒体であって、

前記試料と対物レンズとの相対的移動により得られる複数のスライス像の同一座標の画素について光量が最大の画素の輝度情報と該輝度情報が得られる前記試料と対物レンズとの間の距離情報を検出し、この検出される画素ごとの前記距離情報に基づいて前記試料面

50

の高さ情報を設定するとともに、前記検出される画素ごとの前記輝度情報に基づいてコントラストを変更し、コントラストが変更された該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられた色情報を三次元表示情報として設定し、この設定された前記高さ情報および前記混合した色情報に基づいて三次元像を表示させることを特徴とする画像表示処理をするための処理プログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、試料を三次元像として表示可能にした共焦点走査型顕微鏡、共焦点走査型顕微鏡における画像表示方法および画像表示処理をするための処理プログラムを記録した記録媒体に関するものである。

10

【0002】

【従来の技術】

共焦点走査型顕微鏡は、点光源を用い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ピンホール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】

つまり、このような共焦点走査型顕微鏡は、レーザ光などの点光源とピンホールを組み合わせ、試料面をピンポイントで照明することで、測定点以外からの散乱光を抑制し、また、光検出器の前面に空間フィルタとしてのピンホールを配置し、測定点と同一面内にあるノイズ光をピンホール周辺に結像させ、また、光軸方向にずれた面からの光を対物レンズによってピンホールの前で広げピンホールを通過する光を抑制することにより、測定点以外からの反射光をカットして光電変換器により三次元空間中の一点だけを測定できるようにしている。

20

【0004】

一方、共焦点走査型顕微鏡は、光軸方向に分解能を持つことも知られている。つまり、光軸上で焦点の合ったときに光量が増大し、焦点から外れた点では、光量がほぼゼロになることから、試料面でスポット光を二次元走査し、かつZ軸方向に所定ピッチで焦点位置をずらすことで、三次元空間のスライス像を得られることになる。これにより、半導体基板などの表面を光源からの光が透過しないような試料については、光量が最大の光軸位置が試料表面と考えられるので、複数枚のスライス像の中で光軸方向に最大光量を与える高さを、その試料の表面とした三次元の表面形状画像が得られることになる。また、このような表面形状画像を表示するとき、二次元的に表示するだけでなく、斜めから見た三次元像として表示することもでき、表面形状を、さらに認識し易くできるようにしている。

30

【0005】

ところで、このよう共焦点走査により得られる三次元の表面形状画像は、白黒の無彩色の画像として表示される。しかし、このような白黒画像は、情報量が少なく、試料表面の傷などの情報認識が困難になることがある。

【0006】

そこで、従来では、表面形状画像を三次元像として表示する場合、あらかじめ高さ情報に対して擬似的に所定の色を割り当てたカラーテーブルを用意しておき、このカラーテーブルを用いて三次元像の高さ情報に対応させて色情報を決定することにより色付けすることが行なわれている。

40

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、このようにした三次元像は、高さ情報に対しカラーテーブルを割り当てて色付けしただけのものであり、試料面の高さが同じである限り同じ色付けがなされるため、例えば試料面の高さが同じでも部分ごとに色調が異なるような場合も、同一色が付されることがとなり、実際に観察者が見ている試料表面の画像からかけ離れた不自然な色使いのものとなり、試料表面の情報が認識しづらいという問題があった。

50

【 0 0 0 8 】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、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、共焦点走査型顕微鏡における画像表示方法および画像表示処理をするための処理プログラムを記録した記録媒体を提供することを目的とする。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 記載の発明は、試料面に対物レンズを介してスポット光を走査するとともに、前記試料面からの反射光を受光する共焦点走査型顕微鏡において、少なくとも試料と対物レンズのいずれか一方を光軸方向に移動させる移動手段と、前記移動手段の移動により得られる複数のスライス像の同一座標の画素について光量が最大の画素の輝度情報と該輝度

10

情報が得られる前記試料と対物レンズとの間の距離情報を検出する情報検出手段と、
前記情報検出手段により検出される画素ごとの前記距離情報に基づいて前記試料面の高さ情報を設定するとともに、前記情報検出手段により検出される画素ごとの前記輝度情報に基づいて該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられている色情報に前記情報検出手段により検出される前記前記距離情報に基づいて該距離情報に対してあらかじめ割り当てられている色情報を混合した色情報を設定する三次元表示情報設定手段と、この三次元表示情報設定手段で設定された前記高さ情報および前記混合した色情報に基づいて三次元像を表示する表示手段とを具備したことを特徴としている。

【 0 0 1 0 】

請求項 2 記載の発明は、請求項 1 記載の発明において、前記三次元表示情報設定手段は、色情報として、前記輝度情報に基づいて該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられた色情報に、前記距離情報に基づいて該距離情報に対してあらかじめ割り当てられた色情報を混合する割合を調整して混合した色情報を用いることを特徴としている。

20

【 0 0 1 2 】

請求項 3 記載の発明は、請求項 2 記載の発明において、前記三次元表示情報設定手段は、色情報として、前記輝度情報に基づいて該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられた色情報に、前記距離情報に基づいて該距離情報に対してあらかじめ割り当てられた色情報を、前記輝度情報に応じて混合割合を調整して混合した色情報を用いることを特徴としている。

【 0 0 1 3 】

請求項 4 記載の発明は、請求項 2 記載の発明において、前記三次元表示情報設定手段は、色情報として、前記輝度情報に基づいて該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられた色情報に、前記距離情報に基づいて該距離情報に対してあらかじめ割り当てられた色情報を、前記距離情報に応じて混合割合を調整して混合した色情報を用いることを特徴と

30

【 0 0 1 5 】

請求項 5 記載の発明は、試料面に対物レンズを介してスポット光を走査するとともに、前記試料面からの反射光を受光する共焦点走査型顕微鏡において、少なくとも試料と対物レンズのいずれか一方を光軸方向に移動させる移動手段と、前記移動手段の移動により得られる複数のスライス像の同一座標の画素について光量が最大の画素の輝度情報と該輝度情報が得られる前記試料と対物レンズとの間の距離情報を検出する情報検出手段と、前記情報検出手段により検出される画素ごとの前記距離情報に基づいて前記試料面の高さ情報を設定するとともに、前記情報検出手段により検出される画素ごとの前記輝度情報に基づいて該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられている色情報に視野位置と光源位置から演算した陰影情報を混合した色情報を設定する三次元表示情報設定手段と、この三次元表示情報設定手段で設定された前記高さ情報および前記混合した色情報に基づいて三次元像を表示する表示手段とを具備したことを特徴としている。

40

請求項 6 記載の発明は、試料面に対物レンズを介してスポット光を走査するとともに、前記試料面からの反射光を受光する共焦点走査型顕微鏡において、少なくとも試料と対物レンズのいずれか一方を光軸方向に移動させる移動手段と、前記移動手段の移動により得られる複数のスライス像の同一座標の画素について光量が最大の画素の輝度情報と該輝度

50

情報が得られる前記試料と対物レンズとの間の距離情報を検出する情報検出手段と、前記情報検出手段により検出される前記輝度情報のコントラストを変更するコントラスト変更手段と、前記情報検出手段により検出される画素ごとの前記距離情報に基づいて前記試料面の高さ情報を設定するとともに、前記コントラスト変更手段により前記情報検出手段により検出される画素ごとの前記輝度情報のコントラストを変更し、変更された該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられている色情報を設定する三次元表示情報設定手段と、この三次元表示情報設定手段で設定された前記高さ情報および前記色情報に基づいて三次元像を表示する表示手段とを具備したことを特徴としている。

請求項7記載の発明は、少なくとも試料と対物レンズのいずれか一方を光軸方向に移動させるとともに、前記試料面に前記対物レンズを介してスポット光を走査し、前記試料面からの反射光を受光する共焦点走査型顕微鏡における画像表示方法であって、

前記試料と対物レンズとの相対的移動により得られる複数のスライス像の同一座標の画素について光量が最大の画素の輝度情報と該輝度情報が得られる前記試料と対物レンズとの間の距離情報を検出する第1の工程と、前記第1の工程により検出される画素ごとの前記距離情報に基づいた前記試料面の高さ情報と、前記情報検出手段により検出される画素ごとの前記輝度情報に基づいて該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられている色情報に前記距離情報に基づいて該距離情報に対してあらかじめ割り当てられている色情報を混合した色情報を三次元表示情報として設定する第2の工程と、を具備し、前記第2の工程の三次元表示情報による前記高さ情報および前記混合した色情報に基づいて三次元像を表示させることを特徴としている。

【0016】

請求項8記載の発明は、請求項7記載の発明において、前記第2の工程は、三次元表示情報のうちの色情報として、前記輝度情報に基づいて該輝度情報に対し予め割り当てられた色情報に、前記距離情報に基づいて該距離情報に対してあらかじめ割り当てられた色情報を混合する割合を調整して混合した色情報を用いることを特徴としている。

【0018】

請求項9記載の発明は、請求項8記載の発明において、前記第2の工程は、三次元表示情報のうちの色情報として、前記輝度情報に基づいて該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられた色情報に、前記距離情報に基づいて該距離情報に対してあらかじめ割り当てられた色情報を、前記輝度情報に応じて混合割合を調整して混合した色情報を用いることを特徴としている。

【0019】

請求項10記載の発明は、請求項8記載の発明において、前記第2の工程は、三次元表示情報のうちの色情報として、前記輝度情報に基づいて該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられた色情報に、前記距離情報に基づいて該距離情報に対してあらかじめ割り当てられた色情報を、前記距離情報に応じて混合割合を調整して混合した色情報を用いることを特徴としている。

【0021】

請求項11記載の発明は、少なくとも試料と対物レンズのいずれか一方を光軸方向に移動させるとともに、前記試料面に前記対物レンズを介してスポット光を走査し、前記試料面からの反射光を受光する共焦点走査型顕微鏡における画像表示方法であって、前記試料と対物レンズとの相対的移動により得られる複数のスライス像の同一座標の画素について光量が最大の画素の輝度情報と該輝度情報が得られる前記試料と対物レンズとの間の距離情報を検出する第1の工程と、前記第1の工程により検出される画素ごとの前記距離情報に基づいた前記試料面の高さ情報と、前記情報検出手段により検出される画素ごとの前記輝度情報に基づいて該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられている色情報に視野位置と光源位置から演算した陰影情報を混合した色情報を三次元表示情報として設定する第2の工程と、を具備し、前記第2の工程の三次元表示情報による前記高さ情報および前記混合した色情報に基づいて三次元像を表示させることを特徴としている。

請求項12記載の発明は、少なくとも試料と対物レンズのいずれか一方を光軸方向に移

動させるとともに、前記試料面に前記対物レンズを介してスポット光を走査し、前記試料面からの反射光を受光する共焦点走査型顕微鏡における画像表示方法であって、前記試料と対物レンズとの相対的移動により得られる複数のスライス像の同一座標の画素について光量が最大の画素の輝度情報と該輝度情報が得られる前記試料と対物レンズとの間の距離情報を検出する第1の工程と、前記第1の工程により検出される画素ごとの前記距離情報に基づいた前記試料面の高さ情報と、前記情報検出手段により検出される画素ごとの前記輝度情報についてコントラストを変更し、コントラストが変更された該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられた色情報を三次元表示情報として設定する第2の工程と、を具備し、

前記第2の工程の三次元表示情報による前記高さ情報および前記混合した色情報に基づいて三次元像を表示させることを特徴としている。

10

請求項13記載の発明は、少なくとも試料と対物レンズのいずれか一方を光軸方向に移動させるとともに、前記試料面に前記対物レンズを介してスポット光を走査し、前記試料面からの反射光を受光する共焦点走査型顕微鏡に用いられるコンピュータによって画像表示処理をするための処理プログラムを記録した記録媒体であって、前記試料と対物レンズとの相対的移動により得られる複数のスライス像の同一座標の画素について光量が最大の画素の輝度情報と該輝度情報が得られる前記試料と対物レンズとの間の距離情報を検出し、この検出される画素ごとの前記距離情報に基づいて前記試料面の高さ情報を設定するとともに、前記検出される画素ごとの前記輝度情報に基づいて該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられている色情報に前記距離情報に基づいて該距離情報に対して予め割り当てられている色情報を混合した色情報を三次元表示情報として設定し、この設定された前記高さ情報および前記混合した色情報に基づいて三次元像を表示させることを特徴としている。

20

【0022】

請求項14記載の発明は、請求項13記載の発明において、前記三次元表示情報のうちの色情報として、前記輝度情報に基づいて該輝度情報に対し予め割り当てられた色情報に、前記距離情報に基づいて該距離情報に対してあらかじめ割り当てられた色情報を混合する割合を調整して混合した色情報を用いることを特徴としている。

【0024】

請求項15記載の発明は、請求項14記載の発明において、前記三次元表示情報のうちの色情報として、前記輝度情報に基づいて該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられた色情報に、前記距離情報に基づいて該距離情報に対してあらかじめ割り当てられた色情報を、前記輝度情報に応じて混合割合を調整して混合した色情報を用いることを特徴としている。

30

【0025】

請求項16記載の発明は、請求項14記載の発明において、前記三次元表示情報のうちの色情報として、前記輝度情報に基づいて該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられた色情報に、前記距離情報に基づいて該距離情報に対してあらかじめ割り当てられた色情報を、前記距離情報に応じて混合割合を調整して混合した色情報を用いることを特徴としている。

40

【0026】

請求項17記載の発明は、少なくとも試料と対物レンズのいずれか一方を光軸方向に移動させるとともに、前記試料面に前記対物レンズを介してスポット光を走査し、前記試料面からの反射光を受光する共焦点走査型顕微鏡に用いられるコンピュータによって画像表示処理をするための処理プログラムを記録した記録媒体であって、前記試料と対物レンズとの相対的移動により得られる複数のスライス像の同一座標の画素について光量が最大の画素の輝度情報と該輝度情報が得られる前記試料と対物レンズとの間の距離情報を検出し、この検出される画素ごとの前記距離情報に基づいて前記試料面の高さ情報を設定するとともに、前記検出される画素ごとの前記輝度情報に基づいて該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられている色情報に視野位置と光源位置から演算した陰影情報を混合した色情報

50

を三次元表示情報として設定し、この設定された前記高さ情報および前記混合した色情報に基づいて三次元像を表示させることを特徴としている。

請求項 18 記載の発明は、少なくとも試料と対物レンズのいずれか一方を光軸方向に移動させるとともに、前記試料面に前記対物レンズを介してスポット光を走査し、前記試料面からの反射光を受光する共焦点走査型顕微鏡に用いられるコンピュータによって画像表示処理をするための処理プログラムを記録した記録媒体であって、前記試料と対物レンズとの相対的移動により得られる複数のスライス像の同一座標の画素について光量が最大の画素の輝度情報と該輝度情報が得られる前記試料と対物レンズとの間の距離情報を検出し、この検出される画素ごとの前記距離情報に基づいて前記試料面の高さ情報を設定するとともに、前記検出される画素ごとの前記輝度情報に基づいてコントラストを変更し、コントラストが変更された該輝度情報に対しあらかじめ割り当てられた色情報を三次元表示情報として設定し、この設定された前記高さ情報および前記混合した色情報に基づいて三次元像を表示させることを特徴としている。

10

【0027】

この結果、本発明によれば、試料面の高さが同じでも部分ごとに色調が異なる場合も、試料面は、実際の輝度に応じた色付けがされることで、観察者が実際に試料面を見ている状態のままの三次元像として表示できる。

【0028】

本発明によれば、視野位置と光源位置を考慮した陰影が付けられた三次元像を表示することができる。

20

【0029】

本発明によれば、試料面の高さが異なるが色調が同じような場合でも、試料面は、高さも考慮した色付けがなされることで、視覚的に表面形状を認識しやすくなる。

【0030】

本発明によれば、高さが異なるが高反射率の表面を多く有するような試料に対しても、視覚的に表面形状を認識しやすくなる。

【0031】

本発明によれば、高さが異なるが同じような反射率の表面を有する試料に対しても、視覚的に表面形状を認識しやすくなる。

【0032】

本発明によれば、同じような反射率を有するような試料に対しても、視覚的に表面形状を認識しやすくなる。

30

【0033】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に従い説明する。

【0034】

（第1の実施の形態）

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。図において、1は光源で、レーザー光などの点光源からなっている。この光源1からのスポット光を二次元走査スキャナ2に導くようにしている。二次元走査スキャナ2は、光源1からのスポット光を試料4上に二次元走査するためのもので、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とY軸方向走査用のガルバノミラーを有し、これらXスキャナとYスキャナをX軸方向およびY軸方向に振ることでスポット光を試料4上でXY方向に振らせるようになっている。

40

【0035】

対物レンズ3を通り二次元走査されたスポット光をステージ5上の試料4に照射する。この場合、ステージ5は、Z軸方向に移動可能となっていて、試料4をスポット光の光軸方向に移動できるようになっている。

【0036】

試料4からの反射光は、対物レンズ3を通して二次元走査スキャナ2に戻し、この二次元

50

走査スキャナ 2 からの反射光を光検出器 1 1 に導かれるようになっている。この光検出器 1 1 は、受光面の前面に図示しないピンホールを有するもので、ピンホール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。

【 0 0 3 7 】

そして、光検出器 1 1 は、A / D 変換器 6 を介して C P U 7 を接続されている。C P U 7 には、二次元走査スキャナ 2、ステージ 5 の他に、メモリ 8、フレームメモリ 9 を介した表示部 1 0 が接続されている。

【 0 0 3 8 】

C P U 7 は、各所の制御指令を出力するもので、例えば、二次元走査スキャナ 2 に対しレーザ走査の開始やステージ 5 の Z 軸（高さ）方向の走査を指示するとともに、光検出器 1 1 によって検出される試料 4 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

10

【 0 0 3 9 】

メモリ 8 は、C P U 7 で決定されるピーク光量情報や C P U 7 で演算される高さ情報などを記憶するとともに、あらかじめ光量（輝度）に対し所定の色を割り当てたカラーテーブルを記憶している。そして、表示部 1 0 は、C P U 7 で生成された三次元像を、フレームメモリ 9 を介して表示するようにしている。

【 0 0 4 0 】

次に、このように構成した実施の形態の動作を説明する。

【 0 0 4 1 】

20

この場合、図 2 に示すフローチャートが実行される。

【 0 0 4 2 】

なお、同図において用いられる記号において、 i 、 j は画素の x 、 y 座標（ $i = 1, 2, 3 \dots, N_i$ 、 $j = 1, 2, 3 \dots, N_j$ ）、 k はステージ 5 の高さ位置（ $k = 1, 2, 3 \dots, N_k$ ）、 $a(i, j, k)$ はスライス像の各座標に対応する画素ごとの光量データ、 $p(i, j)$ は光量最大の画素の輝度情報、 $h(i, j)$ は、光量が最大時の試料 4 と対物レンズ 3 との間の距離情報、ここでは、ステージ 5 の高さ情報である。

【 0 0 4 3 】

まず、ステップ 2 0 1 で、初期化を行なう。この場合、スライス像のデータ $a(0, 0, 0)$ 、光量最大の画素の輝度情報 $p(0, 0)$ 、光量が最大の時のステージ 5 の高さ位置

30

情報 $h(0, 0)$ に初期値として 0 を入力する。

【 0 0 4 4 】

次に、ステップ 2 0 2 で、ステージ 5 の高さ位置 k が最大位置かどうか、つまり $k = N_k$ であるか否かを判断する。ここで、ステージ 5 の高さ位置 k が最大位置でないと判断されると、ステップ 2 0 3 で、ステージ 5 の高さ位置 k における試料 4 の最初のスライス像の全画素について光検出器 1 1 より検出される試料 4 の光情報から光量データ $a(i, j, k)$ を検出する。そして、ステップ 2 0 4 で、全画素の光量データ $a(i, j, k)$ について、同一座標の画素ごとに、これまで光量最大の画素の輝度情報 $p(i, j)$ と比較し、 $a(i, j, k) > p(i, j)$ が成立するか否かを判断する。ここで、 $a(i, j, k) > p(i, j)$ が成立するものがあると判断されると、ステップ 2 0 5 に進み、輝度

40

情報 $p(i, j)$ を光量データ $a(i, j, k)$ の内容に更新すると同時に、光量が最大時のステージ 5 の高さ位置 $h(i, j)$ にステージ 5 の高さ位置 k を格納する。そして、ステップ 2 0 6 で、ステージ 5 の高さ位置 k を更新、すなわち $k + 1$ にしてステップ 2 0 2 に戻り、次のスライス像について同様な動作を繰り返す。

【 0 0 4 5 】

一方、ステップ 2 0 4 で、 $a(i, j, k) > p(i, j)$ の成立するものがないと判断された場合は、直ちにステップ 2 0 6 に進み、ステージ 5 の高さ位置 k を更新してステップ 2 0 2 に戻り、次のスライス像について同様な動作を繰り返す。

【 0 0 4 6 】

これらの動作は、ステップ 2 0 2 で、ステージ 5 の高さ位置 k が最大位置と判断されるま

50

で、すなわち $k = N_k$ が判断されるまで繰り返し、全スライス像の同一座標の画素について光量が最大の画素の輝度情報 $p(i, j)$ とステージ 5 の高さ情報 $h(i, j)$ を検出する。

【0047】

そして、ステップ 202 で、 $k = N_k$ が判断されると、ステップ 207 に進み、これまでの動作により得られた輝度情報 p と高さ情報 h を用いて三次元表示情報を設定する。この場合、図 3 に示すように、ある画素位置 (x, y) を考えると、この画素位置 (x, y) での高さ情報 h を取り出し、この高さ情報 h 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。

【0048】

同時に、画素位置 (x, y) での輝度情報 p を取り出し、三次元表示時の色情報 $c(x, y, z)$ を設定する。つまり、 $c(x, y, z) = p(x, y)$ を設定する。この場合、メモリ 8 には、予め輝度情報 p に対応して所定の色情報を割り当てたカラーテーブルが用意されており、このテーブルを用いて三次元表示時の色情報 $c(x, y, z)$ を設定する。

【0049】

このような三次元表示情報の設定は、画像の全画素について行なわれ、その後、ステップ 208 で、画像の全領域について三次元表示情報の設定が行なわれたことを判断すると、ステップ 209 で、フレームメモリ 9 を通して表示部 10 に三次元像を表示する。

【0050】

従って、このようにすれば試料 4 に対する複数のスライス画像の同一座標の画素について光量最大の画素の輝度情報 $p(i, j)$ とステージ 5 の高さ情報 $h(i, j)$ を検出し、各画素位置 (x, y) ごとの高さ情報 h により、三次元表示時の高さ情報 $z(x, y)$ を設定すると同時に、輝度情報 p により、輝度情報 p に割り当てられた三次元表示時の色情報 $c(x, y, z)$ を設定し、三次元像として表示部 10 に表示するようにしたので、例えば試料 4 面の高さが同じで部分ごとに色調が異なるような場合でも、試料 4 面は、実際の輝度に応じた色付けがされることから、観察者が実際に試料面を見ている状態のままの三次元像を表示できる。これにより、観察者に対し認識し易い三次元像を表示でき、常に最適な状態で試料面の観察を行なうことができる。この場合の第 1 の実施の形態による三次元像の具体的表示例を図 9 に示している。

【0051】

(第 2 の実施の形態)

第 1 の実施の形態では、輝度情報 p より得られた色情報 c を三次元表示するようにしたが、この第 2 の実施の形態では、色情報 c にさらに陰影情報を付加するようにしている。

【0052】

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 と同様なので、同図を援用するものとする。また、図 2 に示すフローチャートのステップ 201 からステップ 206 までは、第 1 の実施の形態で述べたと同様な処理を行ない、輝度情報 p と高さ情報 h を求めた後、ステップ 207 で、三次元表示情報として設定する色情報 c を以下のように算出する。

【0053】

この場合、ある画素位置 (x, y) で、斜め上方から見る時の視野位置と光源位置から演算した陰影情報を $s(x, y)$ 、陰影情報 s を混合する割合を r とすると、この時の三次元表示の色情報 $c(x, y, z)$ は、 $c(x, y, z) = p(x, y) \times (1 - r) + s(x, y) \times r$ により設定される。

【0054】

そして、ステップ 208、209 において、画像の全画素について同様な設定を実行した後、表示部 10 に三次元像として表示する。

【0055】

従って、このようにすれば、表示部 10 に表示される三次元像には、視野位置と光源位置

10

20

30

40

50

を考慮した陰影が付けられるので、さらに観察者が表面形状を認識し易くなり、最適な状態での観察を行なうことができる。この場合の第2の実施の形態による三次元像の具体的表示例を図10に示している。

【0056】

(第3の実施の形態)

第1の実施の形態では、輝度情報pより得られた色情報cを三次元表示するようにしたが、この第3の実施の形態では、輝度情報に対応する色情報に、高さ情報に対応する色情報を混合する割合を調整して色情報を設定し、三次元表示するようにしている。

【0057】

この場合、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と同様なので、同図を援用するものとする。また、図2に示すフローチャートについても、ステップ201からステップ206までは、第1の実施の形態で述べたものと同様なので同図を援用するものとし、ステップ202で、 $k = Nk$ が判定されると、図4に示すフローチャートに示すステップ401以降に進み、これまでの動作により得られた輝度情報pと高さ情報hを用いて三次元表示情報を設定する。

【0058】

この場合、ステップ401で、ある画素位置(x, y)での高さ情報hを取り出し、この高さ情報h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。次に、ステップ402で、画素位置(x, y)での輝度情報pを取り出し、三次元表示情報として設定する色情報cを以下のように算出する。

【0059】

この場合、図1に示すメモリ8には、予め輝度情報pおよび高さ情報hに対応させて、それぞれ所定の色情報を割り当てたカラーテーブルが用意されている。そして、輝度情報pに対して予め割り当てられている色情報をc1(p)、高さ情報hに対して予め割り当てられている色情報をc2(h)、高さ情報に対して色情報を混合する割合をrとすると、この時の三次元表示の色情報c(x, y, z)は、

$$c(x, y, z) = c1(p(x, y)) \times (1 - r) + c2(h(x, y)) \times r$$
により設定される。

【0060】

このような三次元表示情報の設定は、画像の全領域について行なわれ、その後、ステップ403で、画像の全画素について三次元表示情報の設定が行なわれたことを判断すると、ステップ404で、フレームメモリ9を通して表示部10に三次元像を表示する。

【0061】

従って、このようにすれば、表示部10に表示される三次元像は、輝度情報pだけでなく高さ情報hも含まれ色情報cが設定されるので、例えば、試料4の面の高さが異なるが色調が同じような場合でも、試料4面は、高さも考慮した色分けがなされることにより観察者が視覚的に表面形状を認識しやすくなる。この場合の第3の実施の形態による三次元像の具体的表示例を図11に示している。

【0062】

(第4の実施の形態)

第3の実施の形態では、輝度情報に対応する色情報に、高さ情報に対応する色情報を混合する割合を調整して色情報を設定し、三次元表示するようにしたが、この第4の実施の形態では、高さ情報に対応する色情報の混合割合を、その画素位置の輝度情報に応じて調整するようにしている。

【0063】

この場合、第4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と同様なので、同図を援用するものとする。また、図2に示すフローチャートについても、ステップ201からステップ206までは、第1の実施の形態で述べたものと同様なので同図を援用するものとし、ステップ202で、 $k = Nk$ が判定されると、図5に示すフローチャートに示すステップ501以降に進み、これまでの動作により得られた輝度情報pと高

10

20

30

40

50

さ情報 h を用いて三次元表示情報を設定する。

【0064】

この場合、ステップ501で、ある画素位置 (x, y) での高さ情報 h を取り出し、この高さ情報 h 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。次に、ステップ502で、輝度情報に対応する色情報に高さ情報に対応する色情報を混合するにあたって輝度情報 p により調整される高さ情報 h に対応する色情報の混合割合 $R(p(x, y))$ を求め、ステップ503で、三次元表示情報として設定する色情報 c を以下のように算出する。

【0065】

この場合もメモリ8には、予め輝度情報 p および高さ情報 h に対応して、それぞれ所定の色情報を割り当てたカラーテーブルが用意されている。そして、輝度情報 p に対して予め割り当てられている色情報を $c_1(p)$ 、高さ情報 h に対して予め割り当てられている色情報を $c_2(h)$ とする。また、ある画素位置 (x, y) の高さ情報 $h(x, y)$ に対応する色情報 $c_2(h(x, y))$ を輝度情報 $p(x, y)$ に対応する色情報 $c_1(p(x, y))$ に混合する割合は、その画素位置 (x, y) の輝度情報 $p(x, y)$ に応じて調整されるが、この時の混合する割合は、 $R(p(x, y))$ で与えられるので、三次元表示の色情報 $c(x, y, z)$ は、

$$c(x, y, z) = c_1(p(x, y)) \times (1 - R(p(x, y))) + c_2(h(x, y)) \times R(p(x, y))$$

により設定される。

【0066】

このような三次元表示情報の設定は、画像の全領域について行なわれ、その後、ステップ504で、画像の全画素について三次元表示情報の設定が行なわれたことを判断すると、フレームメモリ9を通して表示部10に三次元像を表示する。

【0067】

従って、このようにすれば、表示部10に表示される三次元像には、輝度情報に応じて高さ情報に対応する色情報が混合されるので、例えば高さが異なるが高反射率の表面を多く有するような試料4に対して、観察者は、視覚的に表面形状を認識しやすくなる。この場合の第4の実施の形態による三次元像の具体的表示例を図12に示している。

【0068】

(第5の実施の形態)

第3の実施の形態では、輝度情報に対応する色情報に、高さ情報に対応する色情報を混合する割合を調整して色情報を設定し、三次元表示するようにしたが、この第5の実施の形態では、高さ情報に対応する色情報の混合割合を、その画素位置の高さ情報に応じて調整するようにしている。

【0069】

この場合、第5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と同様なので、同図を援用するものとする。また、図2に示すフローチャートについても、ステップ201からステップ206までは、第1の実施の形態で述べたものと同様なので同図を援用するものとし、ステップ202で、 $k = N_k$ が判定されると、図6に示すフローチャートのステップ601以降に進み、これまでの動作により得られた輝度情報 p と高さ情報 h を用いて三次元表示情報を設定する。

【0070】

この場合、ステップ601で、ある画素位置 (x, y) での高さ情報 h を取り出し、この高さ情報 h 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。次に、ステップ602で、輝度情報に対応する色情報に高さ情報に対応する色情報を混合するにあたって高さ情報 h により調整される高さ情報 h に対応する色情報の混合割合 $R(p(x, y))$ を求め、ステップ603で、三次元表示情報として設定する色情報 c を以下のように算出する。

【0071】

この場合もメモリ 8 には、予め輝度情報 p および高さ情報 h に対応して、それぞれ所定の色情報を割り当てたカラーテーブルが用意されている。そして、輝度情報 p に対して予め割り当てられている色情報を $c_1(p)$ 、高さ情報 h に対して予め割り当てられている色情報を $c_2(h)$ とする。また、ある画素位置 (x, y) の高さ情報 $h(x, y)$ に対応する色情報 $c_2(h(x, y))$ を輝度情報 $p(x, y)$ に対応する色情報 $c_1(p(x, y))$ に混合する割合は、その画素位置 (x, y) の高さ情報 $h(x, y)$ に応じて調整されるが、この時の混合する割合は、 $R(p(x, y))$ で与えられるので、三次元表示の色情報 $c(x, y, z)$ は、

$$c(x, y, z) = c_1(p(x, y)) \times (1 - R(h(x, y))) + c_2(h(x, y)) \times R(h(x, y))$$

10

により設定される。

【0072】

このような三次元表示情報の設定は、画像の全領域について行なわれ、その後、ステップ 604 で、画像の全画素について三次元表示情報の設定が行なわれたことを判断すると、フレームメモリ 9 を通して表示部 10 に三次元像を表示する。

【0073】

従って、このようにすれば、表示部 10 に表示される三次元像には、高さ情報に応じて高さ情報から算出される色情報が混合されるので、例えば高さが異なるが同じような反射率の表面を有するような試料 4 に対して、観察者は、視覚的に表面形状を認識しやすくて

20

【0074】

(第 6 の実施の形態)

この第 6 の実施の形態では、輝度情報のコントラストを変更するコントラスト変更手段を設け、この手段により輝度情報 p に対してコントラストの変更を行った輝度情報を用いるようにしている。

【0075】

この場合、第 6 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 に示すように CPU 7 に図示破線で示すコントラスト変更処理部 7a が設けられている。その他は同様なので、同図を援用するものとする。この場合、コントラスト変更部 7a は、CPU 7 によりコントラスト強調処理が行われる。このコントラスト強調処理には、輝度濃度域の最小から最大を軸としてサンプリングされた画素の数を棒グラフ上に示した濃度ヒストグラム

30

の形を、例えば平坦になるように変換するヒストグラム変換による処理が用いられる。

【0076】

また、図 2 に示すフローチャートについても、ステップ 201 からステップ 206 までは、第 1 の実施の形態で述べたものと同様なので同図を援用するものとし、ステップ 202 で、 $k = N_k$ が判定されると、図 7 に示すフローチャートのステップ 701 以降に進み、これまでの動作により得られた輝度情報 p と高さ情報 h を用いて三次元表示情報を設定する。

40

【0077】

この場合、ステップ 701 で、ある画素位置 (x, y) での高さ情報 h を取り出し、この高さ情報 h 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。次に、ステップ 702 で、コントラスト変更処理部 7a での輝度情報 p に対するコントラスト強調処理を $f(p)$ を求め、ステップ 703 で、三次元表示情報として設定する色情報 c を以下のように設定する。

【0078】

この場合、コントラスト変更処理部 7a での輝度情報 p に対するコントラスト強調処理として、 $f(p)$ で与えられるので、この時の三次元表示の色情報 $c(x, y, z)$ は、 $c(x, y, z) = f(p(x, y))$ により設定される。つまり、この場合、メモリ 8 に

50

は、予め輝度情報 p に対応して所定の色情報を割り当てたカラーテーブルが用意されており、コントラスト強調処理後の輝度情報 $f(p)$ に対して、このテーブルを用いて三次元表示時の色情報 $c(x, y, z)$ が設定される。

【0079】

このような三次元表示情報の設定は、画像の全領域について行なわれ、その後、ステップ704で、画像の全画素について三次元表示情報の設定が行なわれたことを判断すると、フレームメモリ9を通して表示部10に三次元像を表示する。

【0080】

従って、このようにすれば、表示部10に表示される三次元像は、輝度情報のコントラストが強調されているので、例えば、同じような反射率を有するような試料4に対しても、観察者は、視覚的に表面形状を認識しやすくなる。この場合の第6の実施の形態による三次元像の具体的表示例を図14に示している。

10

【0081】

なお、第6の実施の形態では、コントラスト変更手段には、CPU7におけるコントラスト強調処理としてヒストグラム変換による方法を用いて説明したが、線形変換関数、区分線形変換関数などのコントラスト変換関数によるコントラスト強調処理、ガンマ補正処理、LOG補正処理などを用いることも可能である。

【0082】

また、第6の実施の形態では、コントラスト変更処理部7aでのコントラスト変更処理 $f(p)$ を三次元表示の色情報を設定するときに求めるようにしたが、三次元情報の設定の前に予め求めてもよい。図8は、このような場合のフローチャートを示すもので、ステップ801で、コントラスト変更処理部7aでの輝度情報 p に対するコントラスト強調処理を $f(p)$ を求め、ステップ802で、画像の全画素についてコントラスト強調処理 $f(p)$ が求められたことを判断すると、ステップ803からステップ805の動作が実行される。これらステップ803からステップ805までの動作は、上述した図7に示すフローチャートのステップ701、702、704と同様なので、ここでの説明は省略する。このようにしても、上述したものと同様な効果を得られる。

20

【0083】

また、上述した第1乃至第6の実施の形態では、試料4と対物レンズ3の間の相対的移動はステージ5が対物レンズ3に対して移動するようにしているが、対物レンズ3が上下動してもかまわない。さらに上述した各実施の形態では、色情報を輝度情報から求めるようにしているが、カラーの走査型顕微鏡ならば、顕微鏡から得られる色情報をそのまま用いることができる。

30

【0084】

【発明の効果】

以上述べたように本発明によれば、観察者に対し認識し易い三次元像を表示でき、最適な状態で試料面の観察を行なうことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の概略構成を示す図。

【図2】第1の実施の形態の動作を説明するためのフローチャート。

40

【図3】第1の実施の形態の動作を説明するための図。

【図4】本発明の第3の実施の形態の動作を説明するためのフローチャート。

【図5】本発明の第4の実施の形態の動作を説明するためのフローチャート。

【図6】本発明の第5の実施の形態の動作を説明するためのフローチャート。

【図7】本発明の第6の実施の形態の動作を説明するためのフローチャート。

【図8】第6の実施の形態の変形例の動作を説明するためのフローチャート。

【図9】本発明の第1の実施の形態による三次元像の具体的表示例を示す画像。

【図10】本発明の第2の実施の形態による三次元像の具体的表示例を示す画像。

【図11】本発明の第3の実施の形態による三次元像の具体的表示例を示す画像。

【図12】本発明の第4の実施の形態による三次元像の具体的表示例を示す画像。

50

【図 1 3】本発明の第 5 の実施の形態による三次元像の具体的表示例を示す画像。

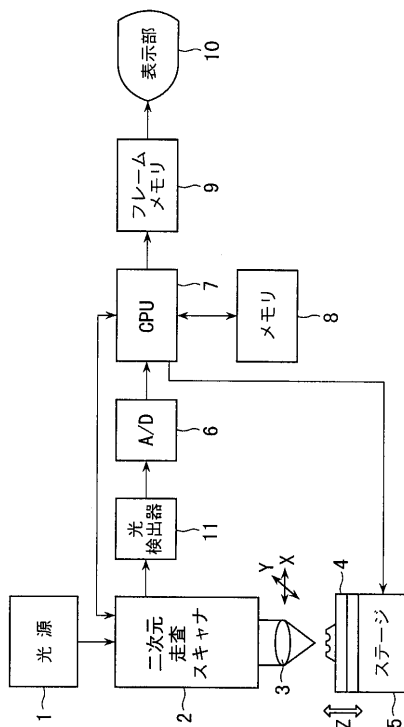
【図 1 4】本発明の第 6 の実施の形態による三次元像の具体的表示例を示す画像。

【符号の説明】

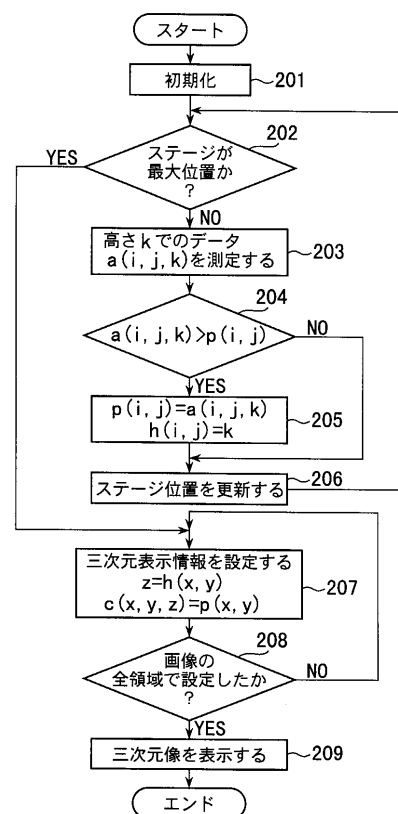
- 1 ... 光源
- 2 ... 二次元走査スキャナ
- 3 ... 対物レンズ
- 4 ... 試料
- 5 ... ステージ
- 6 ... A / D 変換器
- 7 ... C P U
- 7 a ... コントラスト変更処理部
- 8 ... メモリ
- 9 ... フレームメモリ
- 1 0 ... 表示部
- 1 1 ... 光検出器

10

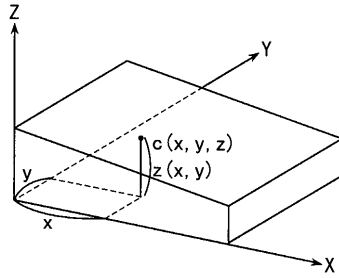
【図 1】



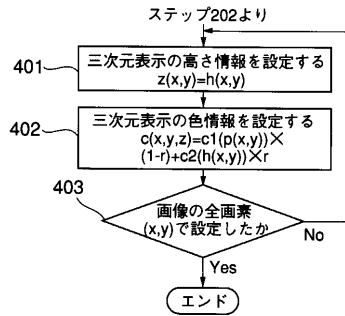
【図 2】



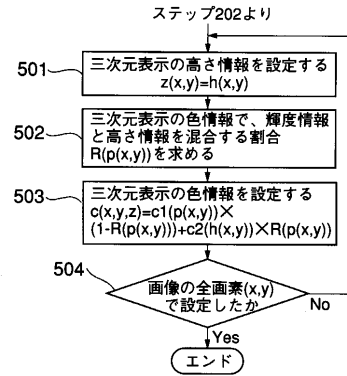
【図 3】



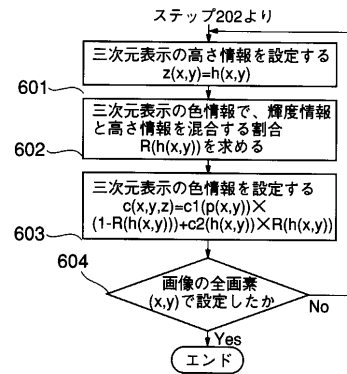
【図 4】



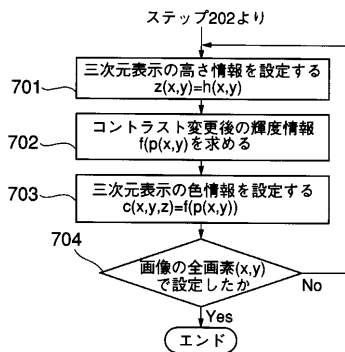
【図 5】



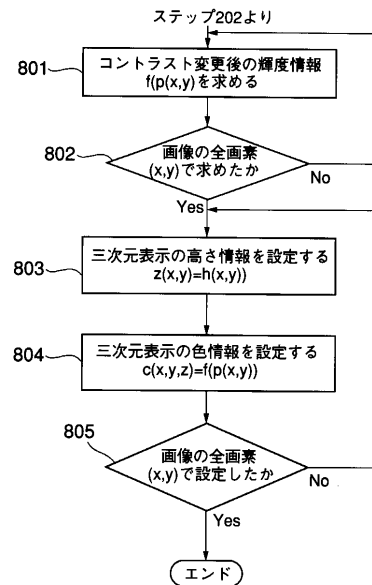
【図 6】



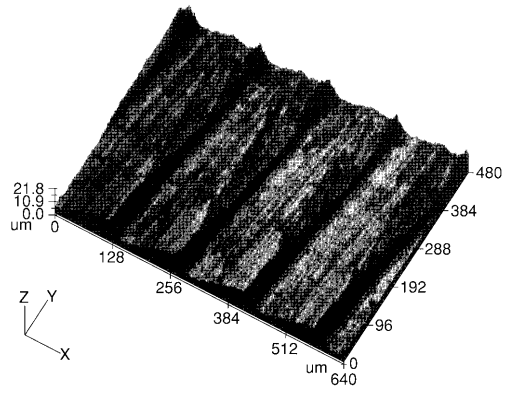
【図 7】



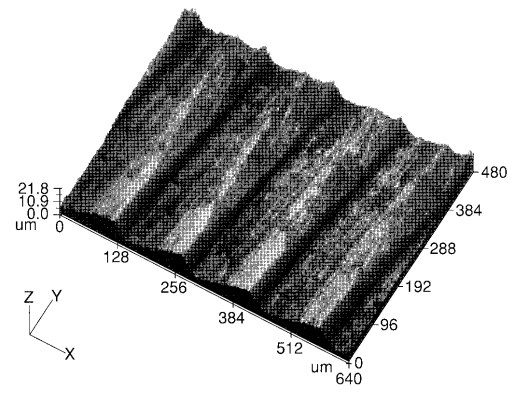
【図 8】



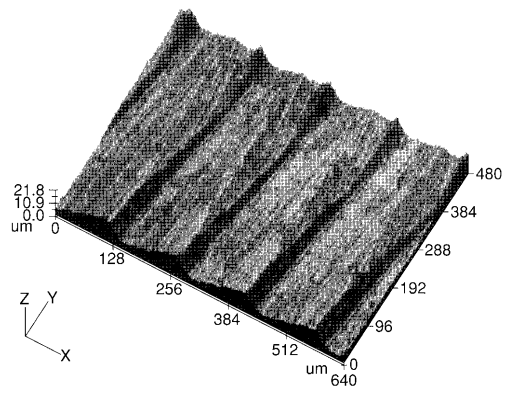
【図 9】



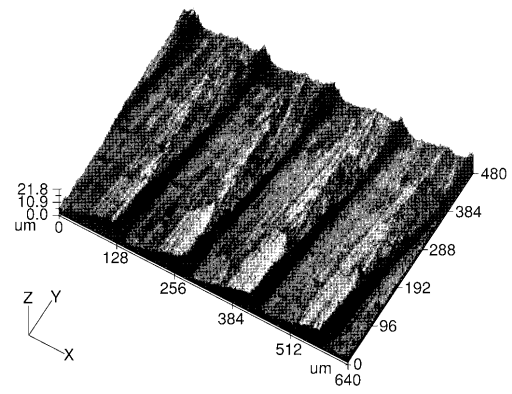
【図 11】



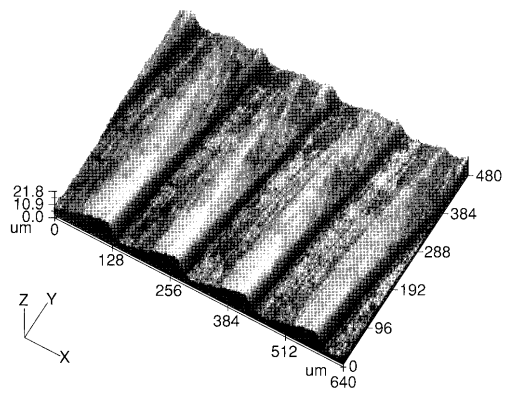
【図 10】



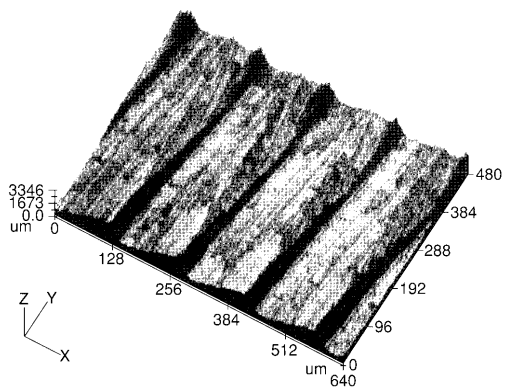
【図 12】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

審査官 瀬川 勝久

(56)参考文献 特開平 0 9 - 1 1 3 2 3 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G02B 21/00

G02B 21/06-21/36