

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4994587号
(P4994587)

(45) 発行日 平成24年8月8日(2012.8.8)

(24) 登録日 平成24年5月18日(2012.5.18)

(51) Int.Cl.

G O 2 B 21/00 (2006.01)

F I

G O 2 B 21/00

請求項の数 12 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2004-312991 (P2004-312991)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成16年10月27日 (2004.10.27)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2006-126374 (P2006-126374A)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(43) 公開日	平成18年5月18日 (2006.5.18)	(74) 代理人	100074099
審査請求日	平成19年9月13日 (2007.9.13)		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4番2号 オ
			リンパス株式会社内
		審査官	鉄 豊郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像表示方法、プログラム、及び走査型共焦点顕微鏡

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも試料と対物レンズのうちのいずれか一方を光軸方向に移動させると共に、当該対物レンズを介してスポット光を当該試料へ照射しながら当該スポット光を当該試料の試料面で走査させたときに受光される当該試料面からの反射光に基づいて、当該試料の画像を生成する走査型共焦点顕微鏡における当該画像の表示方法であって、

前記試料と前記対物レンズとの相対移動を繰り返しながら得た複数のスライス像を構成する画素であって当該スライス像における当該画素の位置を示す座標が同一のもののうち、輝度が最大であるものについての当該輝度を示す輝度情報の検出を行い、

前記最大の輝度情報が得られたときの当該試料と当該対物レンズとの間の距離に基づいて前記試料面の高さ情報の検出を行い、

前記試料面の形状の種類毎に異なる当該試料面の形状を指定するための指定部を表示部で表示させ、

表示された前記指定部を指示することにより、前記検出された前記高さ情報に対し、前記指定部毎に異なる予め設定された当該試料面の形状に最適なノイズ除去処理を施し、

前記ノイズ除去処理が施された後の前記高さ情報に基づいて前記試料についての三次元画像を生成して表示部で表示させる、

ことを特徴とする画像表示方法。

【請求項 2】

前記試料面の形状を指定するための指定部には、前記試料面の形状が表示されているこ

とを特徴とする請求項 1 に記載の画像表示方法。

【請求項 3】

前記輝度情報に対応する色情報を予め設定し、前記色情報と前記ノイズ除去処理が施された後の前記高さ情報とに基づいて当該三次元画像の生成を行う、
ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の画像表示方法。

【請求項 4】

前記検出がされた輝度情報に対して輝度強調処理を施し、
前記試料の三次元画像の生成では、前記輝度強調処理の施された輝度情報と前記ノイズ除去処理が施された後の前記高さ情報とに基づいて当該三次元画像の生成を行う、
ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の画像表示方法。

10

【請求項 5】

前記輝度情報に対応する色情報を予め設定し、前記輝度強調処理の施された輝度情報に対応する色情報と前記ノイズ除去処理が施された後の前記高さ情報とに基づいて当該三次元画像の生成を行う、
ことを特徴とする請求項 4 に記載の画像表示方法。

【請求項 6】

少なくとも試料と対物レンズのうちのいずれか一方を光軸方向に移動させると共に、当該対物レンズを介してスポット光を当該試料へ照射しながら当該スポット光を当該試料の試料面で走査させたときに受光される当該試料面からの反射光に基づいて、当該試料の画像を生成する走査型共焦点顕微鏡によって得られた当該画像の表示をコンピュータに行わせるためのプログラムであって、

20

前記試料と前記対物レンズとの相対移動を繰り返しながら得た複数のスライス像を構成する画素であって当該スライス像における当該画素の位置を示す座標が同一のもののうち、輝度が最大であるものについての当該輝度を示す輝度情報を検出する処理と、

前記最大の輝度情報が得られたときの当該試料と当該対物レンズとの間の距離に基づいて前記試料面の高さ情報を検出する処理と、

前記試料面の形状の種類毎に異なる当該試料面の形状を指定するための指定部を表示部で表示させる処理と、

表示された前記指定部を指示することにより、前記検出された前記高さ情報に対し、前記指定部毎に異なる予め設定された当該試料面の形状に最適なノイズ除去処理を施す処理と、

30

前記ノイズ除去処理が施された後の前記高さ情報に基づいて前記試料についての三次元画像を生成して表示部で表示させる処理と、
をコンピュータに行わせるためのプログラム。

【請求項 7】

前記試料面の形状を指定するための指定部の表示として、前記試料面の形状を表示させる処理を更に前記コンピュータに行わせることを特徴とする請求項 6 に記載のプログラム。

【請求項 8】

前記輝度情報に対応する色情報を予め設定し、前記色情報と前記ノイズ除去処理が施された後の前記高さ情報とに基づいて当該三次元画像の生成を行う、
ことを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載のプログラム。

40

【請求項 9】

前記検出がされた輝度情報に対して輝度強調処理を施す処理を更にコンピュータに行わせ、

前記試料の三次元画像の生成では、前記輝度強調処理の施された輝度情報と前記ノイズ除去処理が施された後の前記高さ情報とに基づいて当該三次元画像の生成を行う、
ことを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載のプログラム。

【請求項 10】

少なくとも試料と対物レンズのうちのいずれか一方を光軸方向に移動させると共に、当

50

該対物レンズを介してスポット光を当該試料へ照射しながら当該スポット光を当該試料の試料面で走査させたときに受光される当該試料面からの反射光に基づいて、当該試料の画像を生成する走査型共焦点顕微鏡であって、

前記試料と前記対物レンズとの相対移動を繰り返しながら得た複数のスライス像を構成する画素であって当該スライス像における当該画素の位置を示す座標が同一のもののうち、輝度が最大であるものについての当該輝度を示す輝度情報を検出する第一検出手段と、

前記最大の輝度情報が得られたときにおける当該試料と当該対物レンズとの間の距離に基づいて前記試料面の高さ情報を検出する第二検出手段と、

前記試料面の形状の種類毎に異なる当該試料面の形状を指定するための指定部を表示する指定部表示手段と、

10

前記指定部表示手段に表示された前記指定部を指示することにより、前記検出された前記高さ情報に対し、前記指定部毎に異なる予め設定された当該試料面の形状に最適なノイズ除去処理を施す画像処理手段と、

前記画像処理手段により前記ノイズ除去処理が施された後の前記高さ情報に基づいて前記試料についての三次元画像を生成する三次元画像生成手段と、
を有することを特徴とする走査型共焦点顕微鏡。

【請求項 11】

前記指定部表示手段は、前記試料面の形状を指定するための指定部の表示として、前記試料面の形状を表示することを特徴とする請求項 10 に記載の走査型共焦点顕微鏡。

【請求項 12】

20

前記試料についての三次元画像を表示する表示部を有し、

前記表示部は、前記輝度情報に対応する色情報を予め設定し、前記色情報と前記ノイズ除去処理が施された後の前記高さ情報とに基づいて生成される当該三次元画像を表示する、

ことを特徴とする請求項 10 又は 11 に記載の走査型共焦点顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、走査型共焦点顕微鏡の技術に関し、特に、試料の三次元画像を表示可能にした走査型共焦点顕微鏡における当該画像の表示の技術に関する。

30

【背景技術】

【0002】

走査型共焦点顕微鏡は、点光源を用いて試料面を走査したときの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て試料面の情報を得るようにしたものであり、試料と対物レンズとのうちのどちらか一方を光軸方向に移動させつつ試料面の情報を順次取得することにより、試料面の三次元情報を得ることができる。

【0003】

このような三次元情報を観察者に対して認識しやすい三次元画像として表示する方法として、例えば特許文献 1 には、輝度情報に応じて割り当てられた三次元表示時の色情報を高さ情報に対して設定して三次元表示画像として表示する技術が開示されている。

40

【特許文献 1】特開 2001 - 56438 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところが、このようにして表示させた三次元画像には、例えば試料形状の斜面などの部分において検出時の反射光量が少なかった場合にノイズが現れることがあり、そのままでは試料表面の情報が認識し難いという問題がある。

【0005】

50

従来は、このようなノイズを含む画像に対して綺麗にノイズを除去しようとするには、観察者が個別の画像処理を組み合わせる必要があった。更には、この最適な画像処理の種類やその組み合わせは試料形状によって異なるため、所望の結果を得るために、観察者は煩雑な操作を強いられていた。

【 0 0 0 6 】

本発明は上述した問題に鑑みてなされたものであり、その解決しようとする課題は、簡易な操作で認識の容易な三次元画像を提供できるようにすることである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明の態様のひとつである画像表示方法は、少なくとも試料と対物レンズのうちのいずれか一方を光軸方向に移動させると共に、当該対物レンズを介してスポット光を当該試料へ照射しながら当該スポット光を当該試料の試料面で走査させたときに受光される当該試料面からの反射光に基づいて、当該試料の画像を生成する走査型共焦点顕微鏡における当該画像の表示方法であって、前記試料と前記対物レンズとの相対移動を繰り返しながら得た複数のスライス像を構成する画素であって当該スライス像における当該画素の位置を示す座標が同一のもののうち、輝度が最大であるものについての当該輝度を示す輝度情報の検出を行い、前記最大の輝度情報が得られたときの当該試料と当該対物レンズとの間の距離に基づいて前記試料面の高さ情報の検出を行い、前記試料面の形状の種類毎に異なる当該試料面の形状を指定するための指定部を表示部で表示させ、表示された前記指定部を指示することにより、前記検出された前記高さ情報に対し、前記指定部毎に異なる予め設定された当該試料面の形状に最適なノイズ除去処理を施し、前記ノイズ除去処理が施された後の前記高さ情報に基づいて前記試料についての三次元画像を生成して表示部で表示させる、ことを特徴とするものであり、この特徴によって前述した課題を解決する。

【 0 0 1 1 】

なお、上述した本発明に係る画像表示方法をコンピュータに行わせるためのプログラムも、本発明に係るものである。

また、本発明の別の態様のひとつである走査型共焦点顕微鏡は、少なくとも試料と対物レンズのうちのいずれか一方を光軸方向に移動させると共に、当該対物レンズを介してスポット光を当該試料へ照射しながら当該スポット光を当該試料の試料面で走査させたときに受光される当該試料面からの反射光に基づいて、当該試料の画像を生成する走査型共焦点顕微鏡であって、前記試料と前記対物レンズとの相対移動を繰り返しながら得た複数のスライス像を構成する画素であって当該スライス像における当該画素の位置を示す座標が同一のもののうち、輝度が最大であるものについての当該輝度を示す輝度情報を検出する第一検出手段と、前記最大の輝度情報が得られたときにおける当該試料と当該対物レンズとの間の距離に基づいて前記試料面の高さ情報を検出する第二検出手段と、前記試料面の形状の種類毎に異なる当該試料面の形状を指定するための指定部を表示する表示手段と、前記表示手段に表示された前記指定部を指示することにより、前記検出された前記高さ情報に対し、前記指定部毎に異なる予め設定された当該試料面の形状に最適なノイズ除去処理を施す画像処理手段と、前記画像処理手段により前記ノイズ除去処理が施された後の前記高さ情報に基づいて前記試料についての三次元画像を生成する三次元画像生成手段と、を有することを特徴とするものであり、この特徴によって前述した課題を解決する。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明は、以上のようにすることにより、簡易な操作で認識の容易な三次元画像を提供できるようになるという効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 3 】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

図1は本発明を実施する走査型共焦点顕微鏡の構成を示している。

同図に示す走査型共焦点顕微鏡（以下、「本装置」と称する。）において、光源１は、レーザ光などの点光源である。光源１からのスポット光は二次元スキャナ２に導かれる。二次元スキャナ２は、光源１からのスポット光を試料５上で二次元走査させるためのものであり、Ｘ軸方向走査用のミラーと、当該Ｘ軸に対しての直交方向であるＹ軸方向走査用のミラーとを備えて構成されている。

【００１４】

二次元スキャナ２を経たスポット光は、ダイクロイックミラー３で進行方向を変えられた後に対物レンズ４を通り、ステージ６上の試料５に照射され、試料５上を二次元走査される。ステージ６はＺ軸方向に移動可能のように構成されており、試料５をスポット光の光軸方向に移動させることができる。なお、ステージ６を固定とし、対物レンズ４側をＺ

10

【００１５】

試料５からの反射光は、対物レンズ４を通してダイクロイックミラー３で二次元スキャナ２へ戻され、二次元スキャナ２を通過し、ピンホール７を通り抜けた後に光検出器８へ導かれる。

【００１６】

光検出器８は、この反射光をその光量に応じた電気信号に変換する。光検出器８から出力される電気信号は、Ａ／Ｄ変換器９でデジタルデータへ変換されてＣＰＵ１０に入力される。

【００１７】

処理装置２０内のＣＰＵ１０には、動作制御の対象である、二次元スキャナ２とステージ６とが接続されており、更に、制御処理の作業用記憶領域として使用されるメモリ１１と、生成した画像データを一時的に保持させておくフレームメモリ１２とが接続されている。また、フレームメモリ１２には表示部１３が接続されている。

20

【００１８】

また、ＣＰＵ１０にはカラーカメラ１４も接続されている。カラーカメラ１４は、図示しない白色光源からの光を照射した試料５からの反射光を検出することで、試料の色情報を得る。

【００１９】

ＣＰＵ１０は、予め用意されている制御プログラムを実行することによって、各種の制御処理、例えば、二次元スキャナ２に対してのレーザ光の走査動作やステージ６のＺ軸方向（高さ方向）の走査動作の制御処理、あるいは、光検出器８によって検出される試料４からの反射光量に基づいた、光量最大の画素の輝度情報と当該光量最大時における高さ情報との取得処理、これらの結果に基づいた三次元画像の生成処理など、を行う。

30

【００２０】

メモリ１１は、ＣＰＵ１０によって得られるピーク光量情報や高さ情報などを記憶する一方で、予め光量（輝度）に応じて所定の色を割り当てたカラーテーブルを予め記憶している。

【００２１】

表示部１３は、ＣＰＵ１０で生成されてフレームメモリ１２に保持されている画像データを読み出して、当該画像データで表されている三次元画像を表示する。

40

なお、処理装置２０としては、ごく標準的な構成のコンピュータシステムを利用することができる。なお、対物レンズ４と試料５とのＺ軸方向の走査に関して、ステージ６を移動させる方法としたが、対物レンズ４を移動させてもよい。

【００２２】

次に、ＣＰＵ１０が行う各種の制御処理について説明する。なお、これより説明する各種処理に係る制御は、ＣＰＵ１０で所定の制御プログラムを実行させることによって実現される。

【００２３】

図２は、三次元表示情報設定処理の処理内容を示すフローチャートである。

50

同図で用いられる変数を説明すると、 i 及び j はそれぞれ画素の X 座標及び Y 座標 ($i = 1, 2, 3, \dots, N_i$, $j = 1, 2, 3, \dots, N_j$) を表し、 k はステージ 6 の高さ方向の位置 ($k = 1, 2, 3, \dots, N_k$) を表し、 $a(i, j, k)$ はスライス像の各座標に対応する画素毎の光量データを表し、そして、 $p(i, j)$ は光量最大の画素の輝度情報を表している。また、 $h(i, j)$ は、光量が最大時であるときにおける試料 5 と対物レンズ 4 との間の距離情報であり、ここでは光量が最大時であるときにおけるステージ 6 の高さ方向の位置情報である。

【0024】

まず、S201 では、初期化の処理が行われる。この処理により、スライス像の光量データ $a(0, 0, 0)$ 、光量最大の画素の輝度情報 $p(0, 0)$ 、及び、光量最大時における高さ位置情報 $h(0, 0)$ の各々に初期値として 0 が代入される。

10

【0025】

S202 では、現在のステージ 6 の高さ位置 k が最大位置であるかどうかを判定する処理、具体的には、 $k = N_k$ であるか否かを判定する処理が行われる。ここで、高さ位置 k が最大位置でないと判定されたとき (判定結果が No のとき) には S203 に処理を進め、高さ位置 k が最大位置であると判定されたとき (判定結果が Yes のとき) には S207 に処理を進める。

【0026】

S203 では、当該高さ位置 k における試料 5 のスライス像の全画素について、光検出器 8 より出力される電気信号に対応する光量データ $a(i, j, k)$ を取得する処理が行われる。

20

【0027】

S204 では、当該高さ位置 k における試料 5 のスライス像の全画素の光量データ $a(i, j, k)$ を、同一座標の画素毎に、これまで光量最大であったときの当該画素の輝度情報 $p(i, j)$ と比較し、 $a(i, j, k) > p(i, j)$ の成立するものがあるか否かを判定する処理が行われる。ここで、当該不等式が成立するものがあると判定したときにのみ (判定結果が Yes のときにのみ) S205 に処理を進め、輝度情報 $p(i, j)$ をこの最大である光量データ $a(i, j, k)$ の内容に更新すると共に、このときのステージ 6 の高さ位置 k を、光量最大時における高さ情報 $h(i, j)$ として格納する処理が行われる。

30

【0028】

S206 では、ステージ 6 の高さ位置 k を更新、すなわち、 k の値をインクリメントする (k の値に 1 を加算した結果を改めて変数 k に代入する) 処理が行われ、その後は S202 へ処理を戻し、ステージ 6 の次の高さ位置でのスライス像について、同様な動作を繰り返す。

【0029】

以上の処理は、S202 の判定処理においてステージ 6 の高さ位置 k が最大位置と判定されるまで (判定結果が Yes となるまで) 繰り返され、この繰り返しにより、取得された複数のスライス像の各々を構成する全ての画素について、光量最大であるときの画素の輝度情報 $p(i, j)$ と光量最大時における高さ位置情報 $h(i, j)$ とが取得される。

40

【0030】

その後、S202 で $k = N_k$ となり、判定結果が Yes となると、S207 に処理が進み、これまでの動作により得られた輝度情報 p と高さ位置情報 h とに基づいて三次元表示情報を設定する処理が行われる。

【0031】

具体的には、図 3 に示すように、座標 (x, y) に位置する画素について、この画素位置 (x, y) での高さ位置情報 $h(x, y)$ を取り出し、この高さ位置情報 $h(x, y)$ を三次元表示時における高さ情報 $z(x, y)$ として設定する。続いて、この画素位置 (x, y) での輝度情報 $p(x, y)$ を取り出し、予め設定されている三次元表示時の色情報 $c(x, y, z)$ を、この情報に基づいて設定する。つまり、 $p(x, y)$ に対応する

50

色情報を $c(x, y, z)$ として設定する。ここで、輝度情報 p に対応付けて所定の色情報が割り当てられているカラーテーブルがメモリ 11 に予め用意されており、このテーブルを用いて三次元表示時の色情報 $c(x, y, z)$ の設定が行われる。

【0032】

S208では、S207の処理による三次元表示情報の設定が、画像を構成する全ての画素について行われたか否かを判定する処理が行われ、全ての画素で設定を行ったと判定したとき(判定結果がYesのとき)にはこの図2処理を終了する。一方、未設定の画素が残されていると判定したとき(判定結果がNoのとき)には、S207へと処理を戻して残りの画素に対して三次元表示情報を設定する処理が繰り返される。

【0033】

以上までの処理が三次元表示情報設定処理である。

次に図4について説明する。同図は、これより説明する画像処理の選択指示を本装置の使用者から取得するために利用される処理実行ボタンの例であり、CPU10が表示部13に表示させるGUI(Graphical User Interface)のうちのひとつである。

【0034】

図4を参照すると分かるように、これらの処理実行ボタンは、試料5の試料面の形状を各々表しており、例えば、一番左のボタンには試料5の表面が凹凸形状の場合に効果がある画像処理シーケンスが割り当てられており、左から二番目のボタンには試料5の表面が鋸形状の場合に効果がある画像処理シーケンスが、また、左から三番目のボタンには試料5の表面が平面状の場合に効果がある画像処理シーケンスが、それぞれ組み込まれている。なお、一番右のボタンは、画像処理シーケンスを未選択の状態へ戻すためのボタンである。

【0035】

処理装置20に備えられている不図示のマウス等の入力部を本装置の使用者が操作して、これらの処理実行ボタンのうちの左側の3つのいずれかが操作されると、前述の三次元表示時の高さ情報 $z(x, y)$ に対して、図5にフローチャートで示すような画像処理シーケンスが選択されて実行される。

【0036】

図5は、試料5の表面が凹凸形状の場合の画像処理シーケンスの第一の例であり、図4に示した処理実行ボタンのうち一番左端のボタンが操作された場合にCPU10によって行われる処理である。

【0037】

まず、S301において、高さ情報 $z(x, y)$ に対して低輝度部補正処理を施す処理が行われる。低輝度部補正処理は高さノイズを除去するための処理である。この処理の内容を図6(a)を用いて説明する。

【0038】

図6において、(a)は、試料5より得られた光量最大の画素の輝度情報 $p(x, y)$ の例を示しており、 $y = C$ (定数)のときの x と $p(x, y)$ との関係を示したものである。このとき、何ら補正処理を施さないと、ノイズ領域の画素(輝度がノイズレベル以下となる画素)の輝度情報には測定値に含まれるノイズ成分が無視できないほどの大きさとなっているため、誤差が大きくなってしまう。すると、前述した図2の処理によって得られる高さ情報 $z(x, y)$ は、(b)に示すように、ノイズ領域の部分で不連続なものとなり、生成される試料5の三次元画像は不自然なものになってしまう。

【0039】

そこで、輝度がノイズレベル以下となる位置の高さ情報 $z(x, y)$ については、その周囲の位置(例えば隣接する8点の座標位置)の画素のうち、輝度情報がノイズレベルを超えているものの高さ情報を流用する。これが低輝度部補正処理である。

【0040】

図6(a)に示した測定データに対し、この処理を施して得られた高さ情報 $z(x, y)$ の例を(c)に示す。このように、低輝度部補正処理を適用することにより、凹凸形状

10

20

30

40

50

である試料 5 の斜面部のような、輝度がノイズレベル以下となり得る、光学的に低反射である領域についての三次元画像の形状を適切なものとしてすることができる。

【 0 0 4 1 】

S 3 0 2 では、低輝度部補正処理を施した後の高さ情報 $z(x, y)$ に対し、第一平滑化フィルタを更に適用する処理が行われる。第一平滑化フィルタは、形状の輪郭を保持する平滑化フィルタ、例えばメディアン（中央値）フィルタであり、ここでは、そのフィルタサイズ（フィルタに入力するデータの位置する範囲）を、大きめのサイズ（例えば、座標 (x, y) を中心とする 5×5 の範囲）とする。この処理により、凹凸形状である試料 5 の三次元画像の平坦部に生じることがある、髭状のノイズを除去することができる。

【 0 0 4 2 】

S 3 0 3 では、第一平滑化フィルタが適用された後の高さ情報 $z(x, y)$ に対し、第二平滑化フィルタを更に適用する処理が行われる。第二平滑化フィルタは平均フィルタであり、ここでは、そのフィルタサイズを、小さめのサイズ（例えば、座標 (x, y) を中心とする 3×3 の範囲）とする。この処理により、凹凸形状である試料 5 の三次元画像の斜面部の状態をより滑らかにすることができる。

【 0 0 4 3 】

以上の図 5 の処理を実行して得られた高さ情報 $z(x, y)$ と、先に設定した色情報 $c(x, y, z)$ とを用いて CPU 1 0 が三次元画像の描画処理を実行して表示部 1 3 に表示させることにより、ノイズ成分が良好に抑制された試料 5 の三次元画像を得ることができる。

【 0 0 4 4 】

ところで、図 5 に示した各ステップでの処理の内容は、前述した処理実行ボタンの選択、すなわち試料 5 の形状によって変更する。例えば、鋸形状である試料 5 に対しては、S 3 0 1 の処理で孤立点除去に重点をおくフィルタ、例えば、対象画素の高さ情報が隣接画素についての高さ情報の平均から突出している場合に、その対象画素の高さ情報をその平均値へ置き換える処理を行うフィルタ、を適用する。また、表面が平面状である試料 5 に対しては、例えば、S 3 0 2 の処理をスキップし、S 3 0 3 の平均フィルタの処理を実行する。

【 0 0 4 5 】

このようにして表示部 1 3 に三次元表示させた画像表示例を、図 5 の処理を実行しなかった場合の画像表示例である図 7 A と比較させて、図 7 B に示す。

なお、上述した実施形態においては、S 3 0 1 から S 3 0 3 までの 3 つの処理を実行するようにしていたが、処理の数は 3 つに限定されるものではなく、増減させてもよい。また、図 4 に示した処理実行ボタンの数を増やし、試料 5 の試料面の他の形状に応じた画像処理を行えるようにしてもよい。

【 0 0 4 6 】

ところで、上述した実施形態では、図 4 に示すような、GUI 上に配置された試料 5 の形状毎の処理実行ボタンによって選択された画像処理シーケンスを CPU 1 0 で実行するようにしていたが、その代わりに、試料 5 の形状の選択を図 1 の処理装置 2 0 に予め登録しておくようにし、輝度情報 p と高さ情報 z との取得後にはその登録内容に基づいて自動的に画像処理シーケンスの選択がなされて実行されるようにしてもよい。つまり、例えば、図 4 に示したボタンを切り替えボタンとして作用させ、本装置の使用者は、図 2 の処理を開始させて画像取り込みを行わせる前に、予め試料形状の 1 つを選択しておくようにする。そして、使用者が画像取り込みの実行指示を行うと、その指示を取得した CPU 1 0 が、図 2 に示した処理をまず実行し、その後続けて図 5 の処理の実行を直ちに開始するようにする。こうすることにより、同一種類の形状である試料 5 を複数連続して観察する場合の操作者の負担を減らすことができる。

【 0 0 4 7 】

また、前述した実施形態については、高さ情報 z に対してのみ、図 5 に示した画像処理シーケンスを施していたが、輝度情報 p についても処理を施して試料 5 の三次元画像の品

10

20

30

40

50

位を向上させるようにすることもできる。

【 0 0 4 8 】

図 8 は、試料 5 の表面が凹凸形状の場合の画像処理シーケンスの第二の例であり、輝度情報 p についても試料 5 の三次元画像の品位向上のための処理を施すものである。

なお、この図 8 のシーケンスも、図 4 に示した処理実行ボタンのうち一番左端のボタンが操作された場合に CPU 10 によって行われる。

【 0 0 4 9 】

図 8 において、S 4 0 1 から S 4 0 3 にかけての処理は、図 5 に示した S 3 0 1 から S 3 0 3 にかけてのものと同一の処理であるので、説明を省略する。

S 4 0 4 では、輝度情報 $p(x, y)$ に対して画像強調フィルタを適用する処理が行われ、適用後の $p(x, y)$ に対応する色情報を $c(x, y, z)$ として設定する。

【 0 0 5 0 】

なお、S 4 0 4 の処理によって適用される画像強調フィルタの種類としては、例えばシャープフィルタ、エッジ強調フィルタ、コントラスト強調フィルタ等がある。また、これらのフィルタを任意に組み合わせてもよい。

【 0 0 5 1 】

以上の図 8 の処理を実行して得られた高さ情報 $z(x, y)$ と、先に設定した色情報 $c(x, y, z)$ とを用いて CPU 10 が三次元画像の描画処理を実行して表示部 1 3 に表示させることにより、ノイズ成分が良好に抑制された試料 5 の三次元画像を得ることができる。加えて、このときに表示部 1 3 に表示される三次元画像は、輝度情報が強調されているので、同等の反射率を有するような試料 5 に対しても、ノイズを除去した効果と合わせて、表面形状の視覚的な認識が容易になる。

【 0 0 5 2 】

このようにして表示部 1 3 に三次元表示させた画像表示例を、図 8 の処理を実行しなかった場合の画像表示例である図 9 A と比較させて、図 9 B に示す。

以上のように、本実施形態によれば、ノイズが除去された試料 5 の三次元画像を簡単な操作で表示させることができるようになり、認識し易い最適な状態での試料面の観察が可能となる。

【 0 0 5 3 】

ところで、前述したように、図 2、図 5、及び図 8 に示した制御処理を CPU 10 に行わせるためには所定の制御プログラムを CPU 10 で実行させる必要がある。そのためには、例えば、当該制御プログラムを処理装置 20 の有するメモリ 11 に予め記憶させておき、この記憶部から当該制御プログラムを読み出させて実行させるようにすればよい。また、その代わりに、処理装置 20 であるコンピュータシステムで読み取り可能な記録媒体にこの制御プログラムを記録しておくようにし、この記録媒体から制御プログラムを処理装置 20 のデータ読み取り装置（不図示）に読み出させて実行させるようにしてもよい。ここで、記録させた制御プログラムを処理装置 20 で読み取ることの可能な記録媒体としては、例えば、FD（フレキシブルディスク）、MO（光磁気ディスク）、CD-ROM、DVD-ROM などといった可搬型の記録媒体が利用できる。

【 0 0 5 4 】

また、この記録媒体は、データ伝送媒体である通信ネットワークを介して処理装置 20 であるコンピュータシステムと接続される、プログラムサーバとして機能するコンピュータが備えている記憶装置であってもよい。この場合には、当該制御プログラムを表現するデータ信号で搬送波を変調して得られる伝送信号を、当該プログラムサーバから通信ネットワークを通じて伝送するようにし、処理装置 20 では、受信した伝送信号を復調して元の制御プログラムを再生することで当該制御プログラムを実行できるようになる。

【 0 0 5 5 】

その他、本発明は、上述した実施形態に限定されることなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の改良・変更が可能である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 6 】

【図 1】本発明を実施する走査型共焦点顕微鏡の構成を示す図である。

【図 2】三次元表示情報設定処理の処理内容を示すフローチャートである。

【図 3】図 2 の処理で使用される記号を説明する図である。

【図 4】処理実行ボタンの例を示す図である。

【図 5】画像処理シーケンスの第一の例を示すフローチャートである。

【図 6】低輝度部補正処理の処理内容を説明する図である。

【図 7 A】図 5 の画像処理シーケンスを実行しない場合の試料の三次元画像の例を示す図である。

【図 7 B】図 5 の画像処理シーケンスを実行した場合の試料の三次元画像の例を示す図である。 10

【図 8】画像処理シーケンスの第二の例を示すフローチャートである。

【図 9 A】図 8 の画像処理シーケンスを実行しない場合の試料の三次元画像の例を示す図である。

【図 9 B】図 8 の画像処理シーケンスを実行した場合の試料の三次元画像の例を示す図である。

【符号の説明】

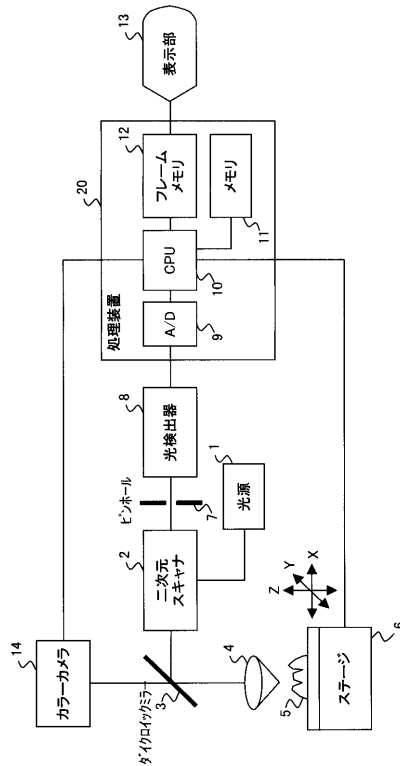
【 0 0 5 7 】

- 1 光源
- 2 二次元スキャナ
- 3 ダイクロイックミラー
- 4 対物レンズ
- 5 試料
- 6 ステージ
- 7 ピンホール
- 8 光検出器
- 9 A / D 変換器
- 10 C P U
- 11 メモリ
- 12 フレームメモリ
- 13 表示部
- 14 カラーカメラ
- 20 処理装置

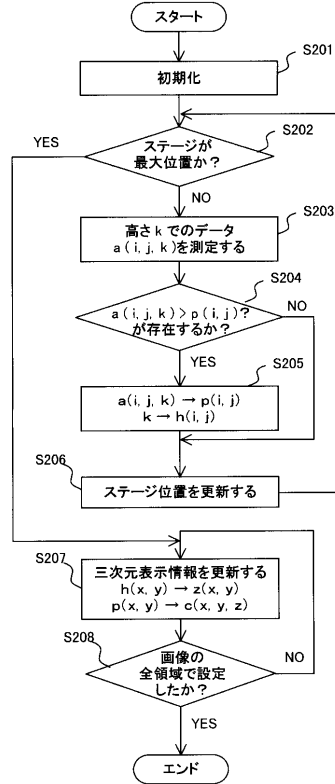
20

30

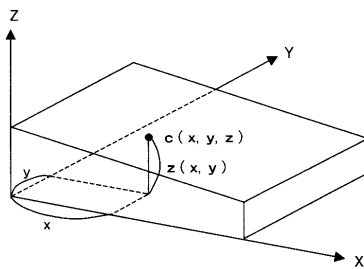
【図 1】



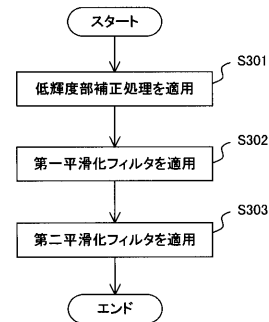
【図 2】



【図 3】



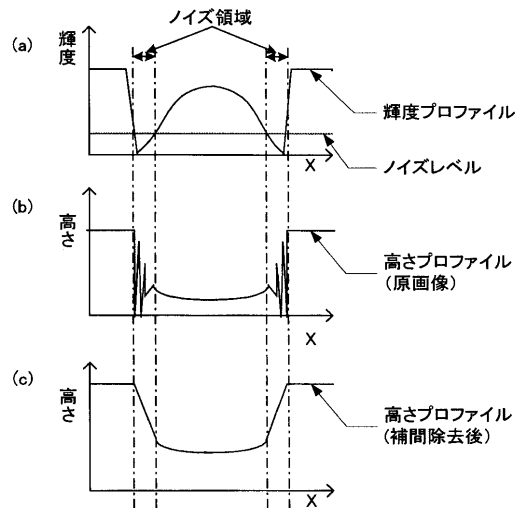
【図 5】



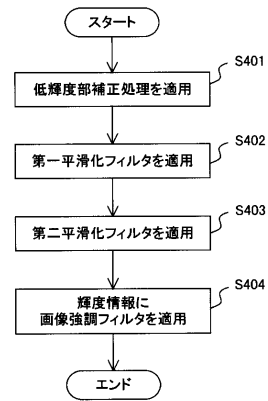
【図 4】



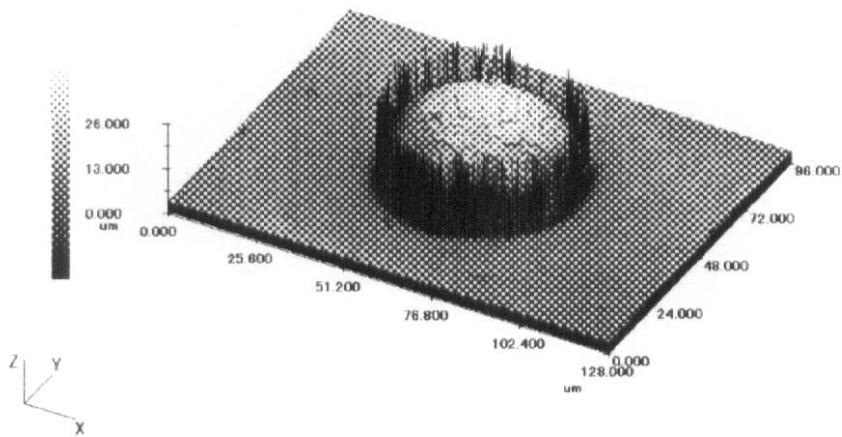
【図 6】



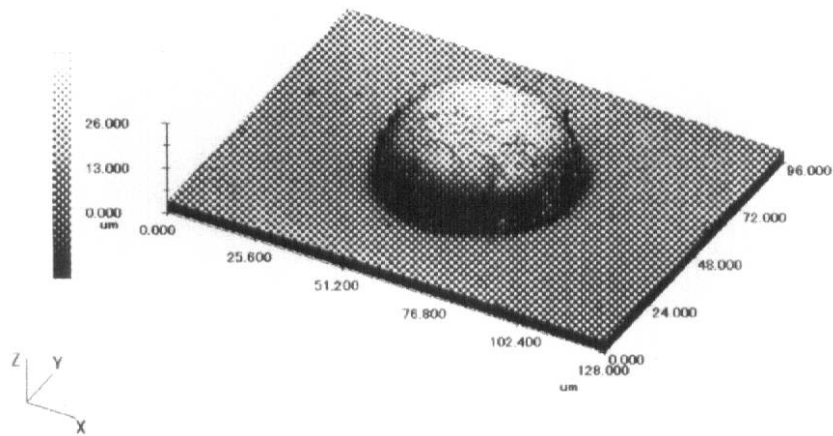
【図 8】



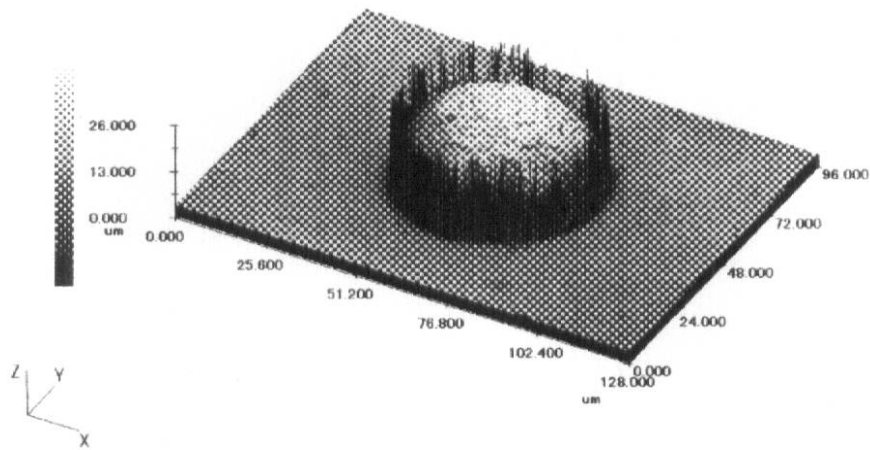
【図 7 A】



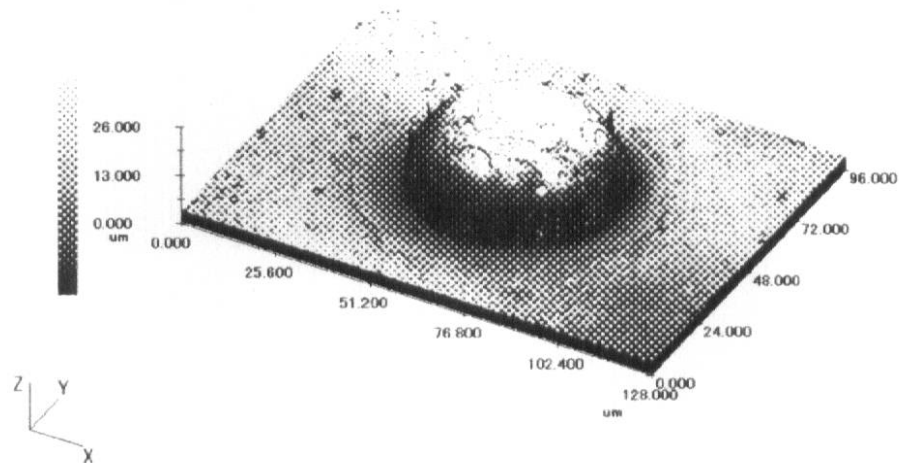
【図 7 B】



【図 9 A】



【図 9 B】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-056438(JP,A)
特開2000-039566(JP,A)
特開平08-210819(JP,A)
特開2004-163499(JP,A)
特開平08-161530(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 21/00

G02B 21/06 - 21/36