(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2006-98794
(P2006-98794A)
(43)公開日　平成18年4月13日(2006.4.13)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
G02B 21/00	(2006.01)	G02B	21/00		2F065
G01B 11/30	(2006.01)	G01B	11/30	Z	2H052
G01N 13/10	(2006.01)	G01N	13/10	E	
G01B 11/24	(2006.01)	G01N	13/10	F	
		G01B	11/24	K	

審査請求 未請求　請求項の数 16　ＯＬ　（全 15 頁）

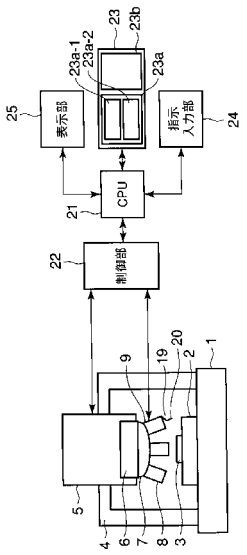
(21)出願番号　特願2004-285340 (P2004-285340)
(22)出願日　平成16年9月29日 (2004.9.29)

(71)出願人　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　100058479
弁理士　鈴江　武彦
(74)代理人　100091351
弁理士　河野　哲
(74)代理人　100088683
弁理士　中村　誠
(74)代理人　100108855
弁理士　蔵田　昌俊
(74)代理人　100075672
弁理士　峰　隆司
(74)代理人　100109830
弁理士　福原　淑弘

最終頁に続く

(54)【発明の名称】複合顕微鏡及び複合顕微鏡の測定方法

(57)【要約】
【課題】測定モードに関係なく光学顕微鏡により取得される形状情報又は走査型プローブ顕微鏡により取得される物性情報を解析すること。
【解決手段】走査型レーザー顕微鏡ユニット１０の測定中に、ＣＰＵ２１によってPMユニット９により測定された試料３のＳＰM像を解析しかつその解析結果を表示部２５に表示し、又ＳＰMユニット９の測定中に、ＣＰＵ２１によって走査型レーザー顕微鏡ユニット１０により測定された試料３の二次元形状情報若しくは三次元形状情報を解析しかつその解析結果を表示部２５に表示する。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
試料の光学像の情報を測定する光学顕微鏡と、前記試料の物性情報を測定する走査型プローブ顕微鏡とを有する複合顕微鏡において、
前記光学顕微鏡により測定された前記光学像情報と前記走査型プローブ顕微鏡により測定された前記物性情報とを記憶する記憶部と、
前記光学顕微鏡の測定中又は前記走査型プローブ顕微鏡の測定中に、前記記憶部に記憶されている前記物性情報又は前記光学像情報の解析を行う解析部と、
前記光学顕微鏡の測定中又は前記走査型プローブ顕微鏡の測定中に、前記解析部による前記物性情報の解析結果又は前記光学像情報の解析結果を表示する表示部と、
を具備したことを特徴とする複合顕微鏡。
【請求項２】
試料の光学像を含む少なくとも二次元の形状情報を測定する光学顕微鏡と、前記試料の形状情報を含む物性情報を測定する走査型プローブ顕微鏡とを有する複合顕微鏡において、
少なくとも前記光学顕微鏡と前記走査型プローブ顕微鏡との各測定条件の情報をそれぞれ設定変更する測定条件設定部と、
前記光学顕微鏡により測定された前記形状情報と前記走査型プローブ顕微鏡により測定された前記物性情報とを記憶する記憶部と、
前記光学顕微鏡による前記形状情報の測定中に前記記憶部に記憶されている前記走査型プローブ顕微鏡により測定された前記物性情報を解析し、又は前記走査型プローブ顕微鏡による前記物性情報の測定中に前記記憶部に記憶されている前記光学顕微鏡により測定された前記形状情報を解析する解析部と、
前記光学顕微鏡による前記形状情報の測定中に前記解析部による前記物性情報の解析結果を表示し、又は前記走査型プローブ顕微鏡による前記物性情報の測定中に前記解析部による前記形状情報の解析結果を表示する表示部と、
を具備したことを特徴とする複合顕微鏡。
【請求項３】
前記解析部は、前記形状情報又は前記物性情報を解析して少なくとも前記試料の断面の情報、粗さの情報、長さ測定結果の情報、フィルタ処理結果の情報、傾き調整処理結果の情報のうち１つの解析結果を取得することを特徴とする請求項１記載の複合顕微鏡。
【請求項４】
前記表示部は、前記光学顕微鏡と前記走査型プローブ顕微鏡との前記各測定条件情報、前記光学顕微鏡により測定される前記形状情報、前記走査型プローブ顕微鏡により測定される前記物性情報、前記解析部による前記解析結果の情報を選択して１つの情報又は複数の前記情報を同一画面上に表示することを特徴とする請求項２記載の複合顕微鏡。
【請求項５】
前記解析部による前記走査型プローブ顕微鏡により測定された前記物性情報の解析中に、前記光学顕微鏡による前記形状情報の測定が終了すると、
前記表示部は、前記光学顕微鏡により前記形状情報を測定したときの前記形状情報を表示する、
ことを特徴とする請求項２記載の複合顕微鏡。
【請求項６】
前記解析部による前記光学顕微鏡により測定された前記形状情報の解析中に、前記走査型プローブ顕微鏡による前記物性情報の測定が終了すると、
前記表示部は、前記走査型プローブ顕微鏡により前記物性情報を測定したときの前記物性情報を表示する、
ことを特徴とする請求項２記載の複合顕微鏡。
【請求項７】
前記表示部は、前記光学顕微鏡又は前記走査型プローブ顕微鏡の前記測定条件情報を設

定変更するための測定制御画面を表示することを特徴とする請求項２記載の複合顕微鏡。
【請求項８】
前記測定制御画面は、前記測定条件情報を表示する第１の測定画面領域と、
前記光学顕微鏡により測定される前記形状情報又は前記走査型プローブ顕微鏡により測定される前記物性情報を表示する第２の測定画像領域と、
を有することを特徴とする請求項７記載の複合顕微鏡。
【請求項９】
前記表示部は、前記解析部による前記解析結果情報を含む解析画面を表示することを特徴とする請求項２記載の複合顕微鏡。
【請求項１０】
前記解析画面は、前記解析部による解析条件を設定変更する第１の解析画面領域と、
前記解析部による前記解析結果情報を表示する第２の解析画面領域と、
を有することを特徴とする請求項９記載の複合顕微鏡。
【請求項１１】
前記測定条件設定部は、前記解析部の解析条件を設定することを特徴とする請求項２記載の複合顕微鏡。
【請求項１２】
前記光学顕微鏡は、少なくとも１つの対物レンズを有し、
前記走査型プローブ顕微鏡は、前記試料の形状情報を含む物性情報を取得するための走査型プローブ顕微鏡ユニットを有し、
前記試料と前記対物レンズ及び前記走査型プローブ顕微鏡ユニットとを互いに移動して、前記対物レンズ又は前記走査型プローブ顕微鏡ユニットと前記試料とを対峙させる移動機構、
を有することを特徴とする請求項１又は２記載の複合顕微鏡。
【請求項１３】
前記走査型プローブ顕微鏡ユニットは、前記試料の少なくとも二次元の形状情報を取得するための光学レンズを内蔵することを特徴とする請求項１２記載の複合顕微鏡。
【請求項１４】
前記光学顕微鏡は、前記試料の三次元画像情報を取得可能な走査型レーザ顕微鏡であることを特徴とする請求項１又は２記載の複合顕微鏡。
【請求項１５】
試料の光学像の情報を測定する光学顕微鏡と、前記試料の物性情報を測定する走査型プローブ顕微鏡とを有する複合顕微鏡の測定方法において、
前記光学顕微鏡による前記試料の測定中に前記光学像情報を記憶部に記憶し、
前記走査型プローブ顕微鏡による前記試料の測定中に前記物性情報を前記記憶部に記憶し、
前記光学顕微鏡の測定中の測定中に、前記記憶部に記憶されている前記物性情報の解析を行うと共に、前記物性情報の解析結果を表示部に表示し、
前記走査型プローブ顕微鏡の測定中に、前記記憶部に記憶されている前記光学像情報の解析を行うと共に、前記光学像情報の解析結果を前記表示部に表示する、
ことを特徴とする複合顕微鏡の測定方法。
【請求項１６】
前記走査型プローブ顕微鏡ユニットは、前記試料の少なくとも二次元の形状情報を取得するための光学レンズを内蔵し、
前記光学顕微鏡の測定中から前記走査型プローブ顕微鏡の測定に切り換えると、前記走査型プローブ顕微鏡に内蔵されている前記対物レンズを通して前記光学顕微鏡により前記試料の前記光学像情報を測定する、
ことを特徴とする請求項１５記載の複合顕微鏡の測定方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】

【０００１】
本発明は、例えばサブミクロンオーダで試料の少なくとも二次元の形状情報を取得する走査型レーザ顕微鏡（ＬＳＭ）等の光学顕微鏡と、この光学顕微鏡よりも高分解能で試料の形状情報を含む物性情報を取得する走査型プローブ顕微鏡（ＳＰＭ）とを備えた複合顕微鏡及び複合顕微鏡の測定方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
特許文献１には、例えば走査型プローブ顕微鏡に光学顕微鏡を複合化し、２台の顕微鏡をあたかも１台の顕微鏡として扱えるようにした複合顕微鏡が開示されている。この複合顕微鏡は、走査型プローブ顕微鏡と光学顕微鏡とに共通なモニタと、観察倍率を指示する指示部と、この指示部で指示された観察倍率を判定して走査型プローブ顕微鏡と光学顕微鏡とのいずれかを選択し、選択された顕微鏡を用いて指示された観察倍率によって測定・観察を行い、モニタに観察像を表示するコントローラとを備えている。
【０００３】
このような複合顕微鏡は、観察倍率を指定すると、この観察倍率に応じて走査型プローブ顕微鏡（ＳＰＭ測定モード）又は光学顕微鏡（光学測定モード）が自動的に選択される。例えば、指示された観察倍率が高倍率であると、複合顕微鏡は、ＳＰＭ測定モードを選択し、走査型プローブ顕微鏡により測定を開始し、プローブをＸＹ方向に走査するための各出力信号Ｖｘ、Ｖｙ及びプローブをＺ方向に微動させるＺ微動部の移動量に相当する出力信号Ｖｚを記憶手段に記憶し、これら記憶した各出力信号Ｖｘ、Ｖｙ、Ｖｚを組み合わせて画像信号に変換し、試料の凹凸形状の画像をモニタに表示する。
【０００４】
指示された観察倍率が低倍率であると、複合顕微鏡は、光学測定モードを選択し、光学顕微鏡に取り付けられた観察カメラにより光学顕微鏡像を撮像し、この観察カメラから出力される映像信号を画像切換え部を通してモニタに光学顕微鏡像を表示する。
【特許文献１】特開平１０－１４２２３８号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
特許文献１は、光学顕微鏡で取得した光学顕微鏡像をモニタに表示しているが、この光学顕微鏡像を記憶するための記憶手段を持たないために、光学顕微鏡像を記憶することは行っていない。しかるに、特許文献１は、ＳＰＭ測定モード又は光学測定モードへの切り替えに応じてモニタへの表示を走査型プローブ顕微鏡により取得される試料の凹凸形状の画像又は光学顕微鏡に取得される光学顕微鏡像に切り替える。
【０００６】
このため、ＳＰＭ測定モードが選択された場合、このＳＰＭ測定モードに切り替える前の光学測定モードにおいて取得した光学顕微鏡像をモニタに表示することができない。又、光学測定モードが選択された場合、この光学測定モードに切り替える前のＳＰＭ測定モードにおいて取得した試料の凹凸形状の画像をモニタに表示することができない。
【０００７】
又、特許文献１は、光学顕微鏡像を解析する手段を持たないので、試料における表面凹凸の形状の部分的な高さや幅を計測したり、その粗さを解析することができない。当然ながら、ＳＰＭ測定モードが選択された場合、光学顕微鏡像の解析を行うことは不可能である。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
本発明は、試料の光学像の情報を測定する光学顕微鏡と、試料の物性情報を測定する走査型プローブ顕微鏡とを有する複合顕微鏡において、光学顕微鏡により測定された光学像情報と走査型プローブ顕微鏡により測定された物性情報とを記憶する記憶部と、光学顕微鏡の測定中又は走査型プローブ顕微鏡の測定中に、記憶部に記憶されている物性情報又は

光学像情報の解析を行う解析部と、光学顕微鏡の測定中又は走査型プローブ顕微鏡の測定中に、解析部による物性情報の解析結果又は光学像情報の解析結果を表示する表示部とを具備した複合顕微鏡である。

【０００９】

本発明は、試料の光学像の情報を測定する光学顕微鏡と、試料の物性情報を測定する走査型プローブ顕微鏡とを有する複合顕微鏡の測定方法において、光学顕微鏡による試料の測定中に光学像情報を記憶部に記憶し、走査型プローブ顕微鏡による試料の測定中に物性情報を記憶部に記憶し、光学顕微鏡の測定中に、記憶部に記憶されている物性情報の解析を行うと共に、物性情報の解析結果を表示部に表示し、走査型プローブ顕微鏡の測定中に、記憶部に記憶されている光学像情報の解析を行うと共に、光学像情報の解析結果を表示部に表示する複合顕微鏡の測定方法である。

【発明の効果】

【００１０】

本発明は、測定モードに関係なく光学顕微鏡により取得される形状情報又は走査型プローブ顕微鏡により取得される物性情報を解析できる複合顕微鏡及び複合顕微鏡の測定方法を提供できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１１】

以下、本発明の第１の実施の形態について図面を参照して説明する。

【００１２】

図１は複合顕微鏡の構成図である。除振台１上にＸＹステージ２が設けられている。このＸＹステージ２上には、試料３が載置される。このＸＹステージ２は、ＸＹ軸方向に移動する。又、除振台１上には、門型フレーム４が設けられている。この門型フレーム４には、光学顕微鏡ユニット５が設けられている。

【００１３】

この光学顕微鏡ユニット５は、試料３の光学像（光学顕微鏡像）を含む少なくとも二次元の形状情報を測定するもので、ＸＹステージ２と対向部分にＺ駆動機構６が設けられると共に、このＺ駆動機構６の下部にレボルバ（移動機構）７が設けられている。Ｚ駆動機構６は、レボルバ７をＺ軸方向に昇降する。レボルバ７は、Ｚ駆動機構６に対して回転可能に設けられ、かつそれぞれ倍率の異なる複数の対物レンズ８及び走査型プローブ顕微鏡（ＳＰＭ）ユニット９が取り付けられている。従って、レボルバ７を回転することにより所望の倍率を有する対物レンズ８又はＳＰＭユニット９が試料３に対峙する位置に設定される。

【００１４】

光学顕微鏡ユニット５は、試料３の少なくとも二次元情報を取得し得る光学系を有しており、より好ましくは、試料３の三次元情報を取得し得る光学系を有している。この光学顕微鏡ユニット５は、例えば試料３の三次元情報（以下、形状情報と称する）を取得し得る走査型レーザー顕微鏡ユニットを用いる。なお、光学顕微鏡ユニット５は、走査型レーザー顕微鏡ユニットに限定されるものではなく、試料３の少なくとも二次元情報を取得し得る任意の光学系であればよい。

【００１５】

図２は光学顕微鏡ユニット５としての走査型レーザー顕微鏡ユニット１０の構成図である。この走査型レーザー顕微鏡ユニット１０は、レーザビームを射出する光源１１と、この光源１１から射出されたレーザビームの径を拡大するビームエキスパンダー１２と、このビームエキスパンダー１２を透過したレーザビームの光路上に配置されたハーフミラー１３と、このハーフミラー１３を透過したレーザビームを例えばＹ軸方向に沿って走査するための第１のガルバノミラー１４と、この第１のガルバノミラー１４により走査されたレーザビームをＸ軸方向に沿って走査するための第２のガルバノミラー１５と、この第２のガルバノミラー１５により走査されたレーザビームを収束させるための対物レンズ８とを有する。

【００１６】
しかるに、光源１１から射出されたレーザビームは、ビームエキスパンダー１２によりその径が拡大され、ハーフミラー１３を透過し、第１のガルバノミラー１４により例えばＹ軸方向に沿って走査され、第２のガルバノミラー１５により例えばＸ軸方向に沿って走査され、対物レンズ８により収束されて試料３上にＸＹ軸方向に走査される。このように対物レンズ８から射出されたレーザビームは、その光軸を横切る試料３の表面で反射される。
【００１７】
又、走査型レーザー顕微鏡ユニット１０は、ハーフミラー１３の反射光路上に当該ハーフミラー１３からの反射光ビームを収束する結像レンズ１６と、対物レンズ８によるレーザビームの収束点と共役な位置に配置されたピンホール１７と、このピンホール１７を通過した光の強度を検出するための受光素子１８とを有する。
【００１８】
しかるに、試料３の表面からの反射光ビームは、ハーフミラー１３により分離されて結像レンズ１６に進行し、この結像レンズ１６により収束され、ピンホール１７を通過して受光素子１８により受光される。この受光素子１８は、受光した光の強度を検出し、その光強度検出信号を出力する。
【００１９】
ＳＰＭユニット９は、試料３の形状情報を含む物性情報である走査型プローブ顕微鏡像（以下、ＳＰＭ像と称する）を測定する。このＳＰＭユニット９は、カンチレバー１９を有する。このカンチレバー１９の自由端には、探針２０が設けられている。このＳＰＭユニット９は、カンチレバー１９をＸＹ軸方向に走査すると共にＺ軸サーボ制御をするためのスキャナーと、カンチレバー１９の変位を検出するための変位検出センサーとを内蔵している。
【００２０】
変位検出センサーは、光てこ方式によりカンチレバー１９の変位を検出するもので、例えばカンチレバー１９に光ビームを照射する光源と、カンチレバー１９で反射された光ビームの位置を検出するための受光素子とを有する。
【００２１】
又、ＳＰＭユニット９は、図示しないが探針２０を試料３にアプローチするためのＺ軸方向移動機構を内蔵している。
【００２２】
次に、複合顕微鏡の制御系について説明する。
【００２３】
中央演算処理部（以下、ＣＰＵと称する）２１には、複合顕微鏡を動作制御する制御部２２と、複合顕微鏡の測定により得られる各情報を記憶するＲＡＭ２３ａやプログラム等を記憶するＲＯＭ２３ｂからなる記憶部２３と、マウスやキーボード等を有する指示入力部２４と、液晶ディスプレイ等の表示部２５とが接続されている。これらＣＰＵ２１、記憶部２３、指示入力部２４及び表示部２５は、例えばパーソナルコンピュータを用いる。
【００２４】
制御部２２は、ＳＰＭユニット９によるＳＰＭ測定と、走査型レーザー顕微鏡ユニット１０による光学顕微鏡測定とを行なうための制御を行う。
【００２５】
記憶部２３のＲＡＭ２３ａは、走査型レーザー顕微鏡ユニット１０の測定により取得した形状情報を記憶する光学顕微鏡像メモリ２３ａ－１と、ＳＰＭユニット９の測定により取得したＳＰＭ像を記憶するＳＰＭ像メモリ２３ａ－２とを有する。
【００２６】
又、記憶部２３のＲＯＭ２３ｂは、走査型レーザー顕微鏡ユニット１０の測定動作を制御する光学顕微鏡動作プログラムと、ＳＰＭユニット９の測定動作を制御するＳＰＭ動作プログラムと、走査型レーザー顕微鏡ユニット１０の測定により取得した形状情報を解析

する形状情報解析プログラムと、ＳＰＭユニット９の測定により取得した物性情報を解析する物性情報解析プログラムとを記憶する。

【００２７】

指示入力部２４は、走査型レーザー顕微鏡ユニット１０の測定条件の変更設定の指示と、ＳＰＭユニット９の測定条件の変更設定の指示と、走査型レーザー顕微鏡ユニット１０の測定により取得される試料３の形状情報の解析の変更設定の指示と、ＳＰＭユニット９の測定により取得されるＳＰＭ像の解析の変更設定の指示と、表示部２５に表示される画面の切り替え指示などを行う。

【００２８】

ＣＰＵ２１は、走査型レーザー顕微鏡ユニット１０の測定中にＳＰＭユニット９の測定により取得されたＳＰＭ像の解析を実行する。又、ＣＰＵ２１は、ＳＰＭユニット９の測定中に走査型レーザー顕微鏡ユニット１０の測定により取得された試料３の形状情報の解析を実行するマルチタスクの機能を有する。すなわち、ＣＰＵ２１は、ＲＯＭ２３ｂに記憶されている光学顕微鏡動作プログラムを実行すると同時に物性情報解析プログラムを実行する。又、ＣＰＵ２１は、ＳＰＭ動作プログラムを実行すると同時に形状情報解析プログラムを実行する。

【００２９】

ＣＰＵ２１は、走査型レーザー顕微鏡ユニット１０の測定により取得された試料３の形状情報又はＳＰＭユニット９の測定により取得されたＳＰＭ像を解析して少なくとも試料３の断面の情報、粗さの情報、長さ測定結果の情報、フィルタ処理結果の情報、傾き調整処理結果の情報のうち１つの解析結果を取得する。すなわち、ＣＰＵ２１は、解析部として機能する。

【００３０】

ＣＰＵ２１は、走査型レーザー顕微鏡ユニット１０による試料３の形状情報の測定中にＳＰＭユニット９の測定により取得されたＳＰＭ像の解析結果を表示部２５に表示し、又はＳＰＭユニット９による試料３のＳＰＭ像の測定中に走査型レーザー顕微鏡ユニット１０による試料３の形状情報の解析結果を表示部２５に表示する。

【００３１】

表示部２５は、ＣＰＵ２１によって次の表示を行う。

【００３２】

表示部２５は、走査型レーザー顕微鏡ユニット１０とＳＰＭユニット９との各測定条件情報、走査型レーザー顕微鏡ユニット１０により測定される形状情報、ＳＰＭユニット９により測定される物性情報、ＣＰＵ２１による解析結果の各情報（試料３の形状情報の解析結果、試料３のＳＰＭ像の解析結果）を選択して１つの情報又は複数の情報を任意に組み合わせて同一画面上に表示する。

【００３３】

表示部２５は、ＣＰＵ２１によるＳＰＭユニット９により測定された物性情報の解析中に、走査型レーザー顕微鏡ユニット１０による形状情報の測定が終了すると、走査型レーザー顕微鏡ユニット１０により形状情報を測定したときの形状情報を表示する。

【００３４】

表示部２５は、ＣＰＵ２１による走査型レーザー顕微鏡ユニット１０により測定された形状情報の解析中に、ＳＰＭユニット９による物性情報の測定が終了すると、ＳＰＭユニット９により物性情報を測定したときの物性情報を表示する。

【００３５】

表示部２５は、図３に示すように走査型レーザー顕微鏡ユニット１０又はＳＰＭユニット９の各測定条件情報を設定変更するための測定制御画面Ｄを表示する。この測定制御画面Ｄは、測定条件情報を表示する測定条件枠$Ｆ_1$（第１の測定画面領域）と、走査型レーザー顕微鏡ユニット１０により測定される形状情報又はＳＰＭユニット９により測定される物性情報を表示する画像枠$Ｆ_2$（第２の測定画像領域）とを有する。

【００３６】

表示部２５は、図４に示すように走査型レーザー顕微鏡ユニット１０により測定された形状情報又はＳＰＭユニット９により測定されたＳＰＭ像に対するＣＰＵ２１による各解析結果情報を含む解析画面Ａを表示する。この解析画面Ａは、ＣＰＵ２１による解析条件を設定変更する解析条件枠（第１の解析画面領域）G_1と、ＣＰＵ２１による解析結果情報を表示する第２の解析画面領域、例えば試料３のＸ軸方向の断面を解析した結果を表示するＸ断面解析枠H_1、試料３のＹ軸方向の断面を解析した結果を表示するＹ断面解析枠H_2、試料３を真上から観察した像を表示するトップビュー像枠H_3とを有する。

【００３７】

以下、上記複合顕微鏡の測定動作について説明する。

【００３８】

先ず、オペレータが指示入力部２４を操作して測定条件設定の指示を行うと、ＣＰＵ２１は、表示部２５に対して例えば図３に示す走査型レーザー顕微鏡ユニット１０の測定制御画面Ｄを表示する。この測定制御画面Ｄにおいて測定条件枠F_1は、走査型レーザー顕微鏡ユニット１０の対物レンズ８、測定範囲等の測定条件を表示するエリアである。画像枠F_2は、走査型レーザー顕微鏡ユニット１０により取得した光学顕微鏡像を表示するエリアである。

【００３９】

オペレータが指示入力部２４を操作して測定条件を設定し、測定開始の指示を行うと、ＣＰＵ２１は、走査型レーザー顕微鏡ユニット１０に対して測定開始の指示を発する。

【００４０】

この走査型レーザー顕微鏡ユニット１０において光源１１からレーザビームが射出されると、このレーザビームは、ビームエキスパンダー１２、ハーフミラー１３、第１のガルバノミラー１４、第２のガルバノミラー１５を経て対物レンズ８に入射し、この対物レンズ８から試料３に照射される。試料３上のレーザビームは、第１のガルバノミラー１４と第２のガルバノミラー１５とによりＸＹ軸方向にラスター走査される。

【００４１】

試料３上に走査されたレーザビームは、試料３で反射し、ハーフミラー１３により分離されて結像レンズ１６に進行し、この結像レンズ１６により収束され、ピンホール１７に入射する。

【００４２】

試料３からの反射光ビームは、試料３の表面がレーザビームの収束点近くに位置している場合にのみピンホール１７を通過できる。これとは異なって試料３の表面がレーザビームの収束点から離れている場合にはピンホール１７を通過できない。従って、レーザビームの収束点がちょうど試料３の表面に照射されたときに、試料３からの反射光ビームがピンホール１７を通過できる。

【００４３】

このピンホール１７を通過した反射光ビームは、受光素子１８で受光される。この受光素子１８は、受光した光の強度を検出し、その光強度検出信号を出力する。

【００４４】

ＣＰＵ２１は、受光素子１８から出力された光強度検出信号を入力し、この光強度検出信号と、第１のガルバノミラー１４及び第２のガルバノミラー１５によるラスター走査に基づくレーザビームの収束点のＸＹ位置とを合わせて処理することにより、レーザビームの収束点のＺ位置すなわち高さに位置する試料３の表面の一画面分の光学顕微鏡像を取得する。

【００４５】

ＣＰＵ２１は、一画面分のラスター走査終了毎に、Ｚ駆動機構６により対物レンズ８を予め設定された距離ずつＺ軸方向に沿って移動し、前述の動作を繰り返して高さ情報を取得して画像処理することで三次元形状情報を取得する。このように得られた二次元形状情報若しくは三次元形状情報は、ＣＰＵ２１によって光学顕微鏡像メモリー２３ａ－１に保存する。

【００４６】
又、ＣＰＵ２１は、光学顕微鏡像メモリー２３ａ－１に保存されている試料３の二次元形状情報若しくは三次元形状情報に基づいて、例えば図５に示すような三次元画像又は図６に示すようなエクステンドフォーカス像等を作成し、これら像を表示部２５に表示する。図６に示すエクステンドフォーカス像は、試料３の全ての高さにおいて焦点が合っている像であり、これは前述の複数の試料３の表面の光学顕微鏡像の合焦部分を組み合わせることによって作成される。
【００４７】
次に、走査型レーザー顕微鏡ユニット１０により測定した試料８上の特定部位とほぼ同じ位置をＳＰＭ測定する。
【００４８】
走査型レーザー顕微鏡ユニット１０の測定制御画面Ｄにおいて、オペレータが指示入力手段２４を操作して測定条件枠$Ｆ_1$内にあるＳＰＭ測定の切換えを指示すると、ＣＰＵ２１は、ＳＰＭユニット９を試料８と対向する位置に移動させる指示をレボルバ７に発する。これによりレボルバ７は回転し、ＳＰＭユニット９を試料８に対向する位置に配置させる。
【００４９】
これと共にＣＰＵ２１は、表示部２５に対して図３に示すようなＳＰＭの測定制御画面$Ｆ_1$を表示させる指示を発する。これにより表示部２５は、ＳＰＭの測定制御画面Ｄを表示する。この測定制御画面Ｄは、ＳＰＭの測定条件情報を表示する測定条件枠$Ｆ_1$と、ＳＰＭユニット９により測定されたＳＰＭ像を表示する画像枠$Ｆ_2$とを有する。
【００５０】
オペレータが指示入力部２４を操作して測定条件を設定し、測定開始の指示を行うと、ＣＰＵ２１は、測定制御画面Ｄ上に測定条件パラメータを設定した後、ＳＰＭユニット９に対して測定開示の指示を発する。
【００５１】
このＳＰＭユニット９は、スキャナーによって探針２０を設けたカンチレバー１９をＸＹ軸方向に走査すると共にＺ軸方向にサーボ制御し、かつ変位検出センサーによってカンチレバー１９の変位を検出する。この変位検出センサーは、例えば光源から発せられた光ビームをカンチレバー１９に照射し、このカンチレバー１９で反射された光ビームの位置を受光素子により検出し、その受光位置信号を出力する。
【００５２】
ＣＰＵ２１は、変位検出センサーから出力された受光位置信号を入力し、試料３のＳＰＭ像を取得する。この試料３のＳＰＭ像は、ＣＰＵ２１によってＳＰＭ像メモリ２３ａ－２に記憶される。
【００５３】
このようなＳＰＭ測定中、オペレータが指示入力部２４を操作して走査型レーザー顕微鏡ユニット１０により測定された試料３の二次元形状情報若しくは三次元形状情報の解析指示を行うと、ＣＰＵ２１は、図４に示すような光学顕微鏡像の像解析画面Ａを表示部２５に表示する。
【００５４】
この像解析画面Ａにおいてオペレータによって解析条件枠$Ｇ_1$で前もって走査型レーザー顕微鏡ユニット１０により測定された試料３の二次元形状情報若しくは三次元形状情報顕微鏡像の選択、各種解析条件が設定されている。
【００５５】
ＣＰＵ２１は、解析条件枠$Ｇ_1$に設定された試料３の二次元形状情報若しくは三次元形状情報顕微鏡像の選択、各種解析条件に従い、記憶部２３の光学顕微鏡像メモリ２３ａ－１に記憶されている任意の像を試料３の二次元形状情報若しくは三次元形状情報を読み出して各種の解析を実行する。ＣＰＵ２１は、例えば試料３の二次元形状情報若しくは三次元形状情報に対して粗さ解析、二次元画像内長さ計測等の他の解析は勿論のこと、画像の

ノイズを低減するためのフィルタ処理、傾きを調整するための傾き調整処理などの各種画像処理を実行する。

【００５６】

図４は試料３の二次元形状情報若しくは三次元形状情報の解析結果を示し、例えばＸ断面解析枠$Ｈ_1$に試料３のＸ断面像を表示し、Ｙ断面解析枠$Ｈ_2$に試料３のＹ断面像を表示し、画像枠$Ｈ_3$に試料３のトップビュー（ＴｏｐＶｉｅｗ）像を表示している。

【００５７】

なお、図６は試料３の各断面解析の解析結果の表示例を示すが、その他に粗さ解析、二次元画像内長さ計測等のほかの解析は勿論のこと、画像のノイズを低減するためのフィルタ処理や、傾きを調整するための傾き調整処理などの各種画像処理の結果も可能である。又、図６は画面内の構成の一例を示したものであり、各解析に応じて枠の配置などが変形可能であることは言うまでもない。

【００５８】

次に、再度、走査型レーザー顕微鏡ユニット１０により試料８を測定する場合について説明する。

【００５９】

上記同様に、走査型レーザー顕微鏡ユニット１０は、試料３上にレーザビームをラスター走査し、試料３からの反射光ビームをピンホール１７を通して受光素子１８で受光する。ＣＰＵ２１は、受光素子１８から出力された光強度検出信号を入力し、レーザビームの収束点のＺ位置における試料３の表面の一画面分の光学顕微鏡像を取得する。又、ＣＰＵ２１は、一画面分のラスター走査終了毎に対物レンズ８を予め設定された距離ずつＺ軸方向に沿って移動することにより三次元形状情報を取得する。

【００６０】

このような走査型レーザー顕微鏡ユニット１０による試料３の二次元形状情報若しくは三次元形状情報の測定中、オペレータが指示入力部２４を操作してＳＰＭユニット９により測定された試料３のＳＰＭ像の解析指示を行うと、ＣＰＵ２１は、図４に示すようなＳＰＭ像の像解析画面Ａを表示部２５に表示する。

【００６１】

この像解析画面Ａにおいてオペレータによって解析条件枠$Ｇ_1$で前もってＳＰＭユニット９により測定された試料３のＳＰＭ像の選択、各種解析条件が設定されている。

【００６２】

ＣＰＵ２１は、解析条件枠$Ｇ_1$に設定された試料３のＳＰＭ像の選択、各種解析条件に従い、記憶部２３のＳＰＭ像メモリ２３ａ－２に記憶されている任意のＳＰＭ像を読み出して各種の解析を実行する。ＣＰＵ２１は、例えば試料３のＳＰＭ像に対して粗さ解析、二次元画像内長さ計測等の他の解析は勿論のこと、画像のノイズを低減するためのフィルタ処理、傾きを調整するための傾き調整処理などの各種画像処理を実行する。

【００６３】

このように上記第１の実施の形態によれば、ＳＰＭユニット９の測定中に、ＣＰＵ２１によって走査型レーザー顕微鏡ユニット１０により測定された試料３の二次元形状情報若しくは三次元形状情報を解析しかつその解析結果を表示部２５に表示し、走査型レーザー顕微鏡ユニット１０の測定中に、ＣＰＵ２１によってＳＰＭユニット９により測定された試料３のＳＰＭ像を解析しかつその解析結果を表示部２５に表示する。

【００６４】

これにより、ＳＰＭユニット９の測定中に、これまで不可能であった走査型レーザー顕微鏡ユニット１０により測定された試料３の二次元形状情報若しくは三次元形状情報の解析及びその解析結果の表示ができる。この試料３の二次元形状情報若しくは三次元形状情報の解析は、例えば試料３のＸ断面解析像、Ｙ断面解析像、試料３のトップビュー（ＴｏｐＶｉｅｗ）像を取得したり、さらには試料３の粗さ解析、二次元画像内長さ計測、画像のノイズを低減のフィルタ処理、傾きを調整するための傾き調整処理などの各種画像処理ができる。

【００６５】
この結果、ＳＰＭユニット９の測定中の待ち時間を有効利用することが可能である。
【００６６】
次に、本発明の第２の実施の形態について図面を参照して説明する。なお、図１と同一部分には同一符号を付してその詳しい説明は省略する。
【００６７】
図７は複合顕微鏡の主要部を示す構成図である。ＳＰＭユニット９は、円筒状のユニット本体３０を有する。このユニット本体３０には、スキャナー３１と変位検出センサー３２とが設けられている。この変位検出センサー３２の下部に探針２０を自由端に設けたカンチレバー１９が設けられている。スキャナー３１は、カンチレバー１９をＸＹ軸方向に走査すると共にＺ軸方向にサーボ制御をする。変位検出センサー３２は、光てこ方式によりカンチレバー１９の変位を検出するもので、例えばカンチレバー１９に光ビームを照射する光源と、カンチレバー１９で反射された光ビームの位置を検出するための受光素子とを有する。又、ユニット本体３０には、Ｚ軸方向移動機構３３が内蔵されている。このＺ軸方向移動機構３３は、探針２０を試料３にアプローチするためにＺ軸方向に移動させる。
【００６８】
さらに、ユニット本体３０には、対物レンズ３４が内蔵されている。この対物レンズ３４は、レボルバ７によってＳＰＭユニット９が試料３の対向位置に配置された場合、図２に示す走査型レーザー顕微鏡ユニット１０の対物レンズ８の代わりとなる。
【００６９】
従って、ＳＰＭユニット９を選択したときに、対物レンズ８を利用した走査型レーザー顕微鏡ユニット１０により試料３の二次元形状情報若しくは三次元形状情報を取得可能である。
【００７０】
又、ＣＰＵ２１は、オペレータが指示入力部２４に対してＳＰＭ測定から光学顕微鏡測定への切り換え、又は光学顕微鏡測定からＳＰＭ測定への切り換えの操作を行うと、ＣＰＵ２１は、表示部２５の画面を、ＳＰＭの測定制御画面Ｄから走査型レーザー顕微鏡ユニット１０の測定制御画面Ｄに切り換えると共に、走査型レーザー顕微鏡ユニット１０に対して動作切換え指令を発し、又は走査型レーザー顕微鏡ユニット１０の測定制御画面ＤからＳＰＭの測定制御画面Ｄに切り換えると共に、ＳＰＭユニット９に対して動作指令を発する。
【００７１】
以下、上記複合顕微鏡の測定動作について説明する。
【００７２】
ＳＰＭユニット９を選択して試料８の対向位置に配置している状態では、通常、表示部２５は、図３に示すようなＳＰＭの測定制御画面Ｄを表示する。
【００７３】
この状態で、ＳＰＭの測定前又は後に、探針２０と測定する所望位置との関係を確認したい場合がある。このような場合、オペレータが指示入力部２４に対してＳＰＭ測定から光学顕微鏡測定に切り換える操作を行うと、ＣＰＵ２１は、表示部２５の画面を、ＳＰＭの測定制御画面Ｄから走査型レーザー顕微鏡ユニット１０の測定制御画面Ｄに切り換えると共に、走査型レーザー顕微鏡ユニット１０に対して動作指令を発する。
【００７４】
これにより、ＳＰＭユニット９が試料３と対向する位置にある状態であっても、走査型レーザー顕微鏡ユニット１０は、ＳＰＭユニット９に内蔵された対物レンズ３４を利用して試料３の二次元形状情報若しくは三次元形状情報を取得可能である。
【００７５】
このとき、ＣＰＵ２１は、ＳＰＭユニット９に内蔵された対物レンズ３４を利用して走査型レーザー顕微鏡ユニット１０により測定した試料３の二次元形状情報若しくは三次元

形状情報に対して解析を実行し、探針２０と試料３との位置関係を確認することが可能である。

【００７６】

一方、対物レンズ８を選択して試料８の対向位置に配置している状態からＳＰＭユニット９を試料３と対向する位置に切り換えれると、ＣＰＵ２１は、表示部２５の画面を、走査型レーザー顕微鏡ユニット１０の測定制御画面ＤからＳＰＭの測定制御画面Ｄに切り換えると共に、ＳＰＭユニット９に対して動作指令を発する。

【００７７】

このとき、ＣＰＵ２１は、即座にＳＰＭ測定に移行せずに、ＳＰＭユニット９に内蔵する対物レンズ３４を利用して光学顕微鏡測定を行なった後、走査型レーザー顕微鏡ユニット１０の測定制御画面ＤからＳＰＭの測定制御画面Ｄに切り換え、この後に、ＳＰＭ測定に移行する。

【００７８】

このように上記第２の実施の形態によれば、ＳＰＭユニット９に対物レンズ３４を内蔵したので、ＳＰＭユニット９が試料３と対向する位置にある状態であっても、走査型レーザー顕微鏡ユニット１０により試料３の二次元形状情報若しくは三次元形状情報を取得可能である。

【００７９】

なお、本発明は、上記第１及び第２の実施の形態に限定されるものではなく、次のように変形してもよい。

【００８０】

なお、光学顕微鏡としては、走査型レーザー顕微鏡ユニット１０を示したが、これは単なる明視野顕微鏡、暗視野顕微鏡、落射顕微鏡、透過顕微鏡、偏向顕微鏡、干渉顕微鏡、共焦点レーザ顕微鏡などの光学顕微鏡ユニットであってもよい。この場合、光学顕微鏡ユニットを通してＣＣＤセンサなどの受光素子で受光した二次元像の情報を記憶部２３に記憶すれば、上記第１及び第２の実施の形態と同様の効果を得ることは言うまでもない。

【００８１】

光学顕微鏡の対物レンズ８とＳＰＭユニット９の切換え機構としてレボルバ７を用いているが、例えばＳＰＭユニット９を光学顕微鏡ユニットから離して門型フレーム４に設置した構成でも実現可能である。この場合、ＸＹステージ２は、ＸＹ座標検出可能な電動ステージを用い、試料３を対物レンズ８の下方又はＳＰＭユニット９の下方に移動して切り替えることで実現可能である。

【図面の簡単な説明】

【００８２】

【図１】本発明に係る複合顕微鏡の第１の実施の形態を示す構成図。

【図２】同複合顕微鏡における光学顕微鏡ユニットの光学系の構成図。

【図３】同複合顕微鏡の表示部に表示される測定制御画面の表示例を示す図。

【図４】同複合顕微鏡の表示部に表示される像解析御画面の表示例を示す図。

【図５】同複合顕微鏡の走査型レーザー顕微鏡ユニットにより取得される三次元画像の表示例を示す図。

【図６】同複合顕微鏡の走査型レーザー顕微鏡ユニットにより取得されるエクステンドフォーカス像の表示例を示す図。

【図７】本発明に係る複合顕微鏡の第２の実施の形態の主要部を示す構成図。

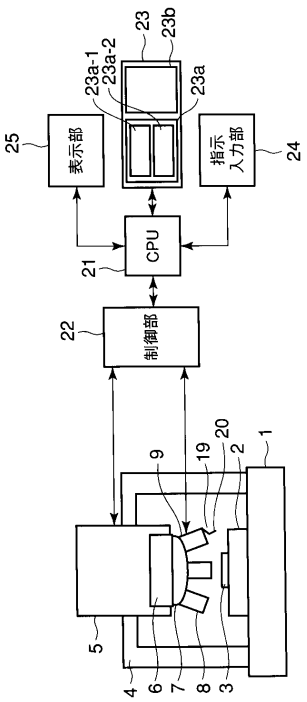
【符号の説明】

【００８３】

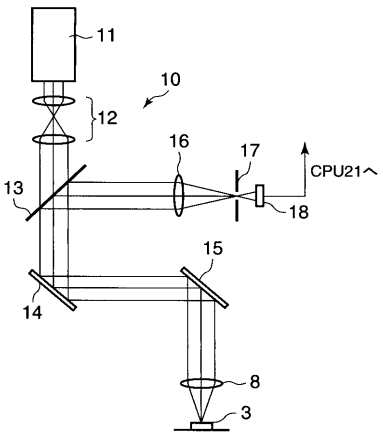
１：除振台、２：ＸＹステージ、３：試料、４：門型フレーム、５：光学顕微鏡ユニット、６：Ｚ駆動機構、７：レボルバ、８：対物レンズ、９：走査型プローブ顕微鏡（ＳＰＭ）ユニット、１０：走査型レーザー顕微鏡ユニット、１１：光源、１２：ビームエキスパンダー、１３：ハーフミラー、１４：第１のガルバノミラー、１５：第２のガルバノミラー、１６：結像レンズ、１７：ピンホール、１８：受光素子、１９：カンチレバー、２

０：探針、２１：中央演算処理部（ＣＰＵ）、２２：制御部、２３：記憶部、２３ａ：ＲＡＭ、２３ｂ：ＲＯＭ、２３ａ－１：光学顕微鏡像メモリ、２３ａ－２：ＳＰＭ像メモリ、２４：指示入力部、２５：表示部、３０：ユニット本体、３１：スキャナー、３２：変位検出センサー、３３：Ｚ軸方向移動機構、３４：対物レンズ。

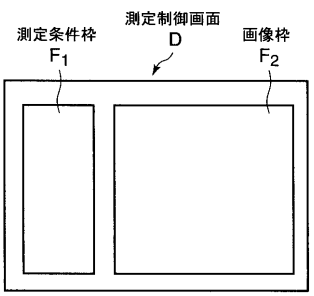
【図１】



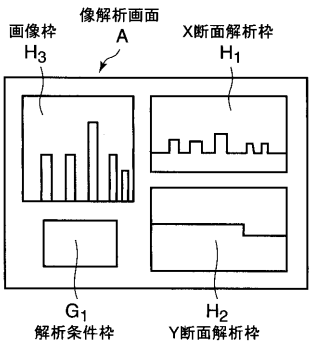
【図２】



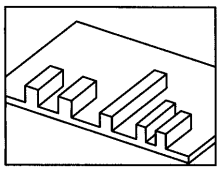
【図３】



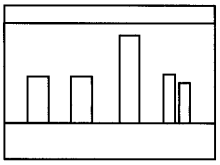
【図４】


像解析画面
A
画像枠
H3
X断面解析枠
H1
G1
解析条件枠
H2
Y断面解析枠

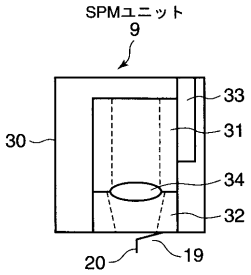
【図５】



【図６】



【図７】


SPMユニット
9
33
31
30
34
32
20
19

フロントページの続き

(74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
(74)代理人 100092196
弁理士 橋本 良郎
(72)発明者 宮本 裕史
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号 オリンパス株式会社内

Ｆターム(参考) 2F065 AA03 AA04 AA21 AA50 AA53 JJ03 JJ26 PP24 QQ31 QQ33
SS13
2H052 AA07 AC04 AC15 AC27 AF02 AF14 AF19 AF21 AF25