

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5092151号  
(P5092151)

(45) 発行日 平成24年12月5日(2012.12.5)

(24) 登録日 平成24年9月28日(2012.9.28)

(51) Int. Cl. F 1  
**GO 2 B 21/06 (2006.01)** GO 2 B 21/06  
**GO 2 B 26/08 (2006.01)** GO 2 B 26/08 E  
**GO 2 B 26/10 (2006.01)** GO 2 B 26/10 1 O 4 Z

請求項の数 18 (全 12 頁)

|              |                               |           |                     |
|--------------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号    | 特願2001-236488 (P2001-236488)  | (73) 特許権者 | 500473438           |
| (22) 出願日     | 平成13年8月3日(2001.8.3)           |           | ライカ マイクロシステムズ ツェーエム |
| (65) 公開番号    | 特開2002-131649 (P2002-131649A) |           | エス ゲーエムペーハー         |
| (43) 公開日     | 平成14年5月9日(2002.5.9)           |           | ドイツ、ベツラー、デー35578、エル |
| 審査請求日        | 平成20年5月19日(2008.5.19)         |           | ンストライツストラッセ17-37    |
| (31) 優先権主張番号 | DE10038622.9                  | (74) 代理人  | 100071054           |
| (32) 優先日     | 平成12年8月3日(2000.8.3)           |           | 弁理士 木村 高久           |
| (33) 優先権主張国  | ドイツ(DE)                       | (72) 発明者  | ヨハン、エンゲルハルト         |
|              |                               |           | ドイツ、バットションボーン 76669 |
|              |                               | (72) 発明者  | ユーゲン、ホフマン           |
|              |                               |           | ドイツ、ピスバーデン 65191、ビー |
|              |                               |           | ルシュタッター ヘーエ63       |
|              |                               | 審査官       | 堀井 康司               |
|              |                               |           | 最終頁に続く              |

(54) 【発明の名称】 走査型顕微鏡、走査型顕微鏡法における結像のための光学装置および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

試料(11)用の照射光ビーム(14)を発生するための光源(1)と、前記試料に沿って前記照射光ビーム(14)を偏向するための走査装置とを備えた走査型顕微鏡であって、

前記走査装置が、

少なくとも2つの方向に移動することができる少なくとも1つのマイクロミラー(16)と、

マイクロミラー(16)を經由した前記照射光ビーム(14)を受光し、マイクロミラー(16)のミラー表面の変形を補正する適応レンズ(22)と、

適応レンズ(22)を經由した前記照射光ビーム(14)を受光し得るハルトマン・シヤック検出器(19)と、

該ハルトマン・シヤック検出器(19)と前記適応レンズ(22)との間に配置されるミラー(21)であって、一方では前記適応レンズ(22)を経た照射光ビームの一部を試料に反射し、他方では、前記適応レンズ(22)を経た照射光ビームの他部をハルトマン・シヤック検出器(19)へ向けて透過するミラー(21)と

を有し、

前記ハルトマン・シヤック検出器(19)は前記照射光ビームの他部の横領域分布を検出し、

前記適応レンズ(22)は位相面の欠陥を補正するための能動光学素子を有し、

10

20

該適応レンズ(22)は、検出した前記横領域分布により、収差を補正するためゼルニケの多項式を計算するコンピュータ(20)によって制御され、

適応レンズ(22)が前記マイクロミラー(16)のミラー表面の変形を補正し、前記適応レンズ(22)が位相面の欠陥を補正することを特徴とする走査型顕微鏡。

【請求項2】

少なくとも1つのマイクロミラー(16)の背面で反射する参照光ビームを発生する装置と、

マイクロミラーの背面で反射した参照ビームを受光し、マイクロミラーの位置を確認するために用いられるセンサと

を有することを特徴とする請求項1に記載の走査型顕微鏡。

10

【請求項3】

前記適応レンズ(22)が、静電アクチュエータによって変形することができるミラーを有し、前記適応レンズ(22)が、照射光ビームおよび/または検出光ビームの個別の部分に意図的に位相遅れを生じることができる素子を有することを特徴とする請求項1又は2に記載の走査型顕微鏡。

【請求項4】

前記能動光学素子が、偏向面と共役で、かつビーム経路に存在するフーリエ面に配置されることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の走査型顕微鏡。

【請求項5】

前記能動光学素子が、前記照射光ビームの均一な横領域分布のために、能動的に制御および/または調整することができることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の走査型顕微鏡。

20

【請求項6】

前記適応レンズ(22)がピエゾミラーの形態で設けられることを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれか1項に記載の走査型顕微鏡。

【請求項7】

前記マイクロミラー(16)は、薄いねじり可能な接合部のみが実際のミラーを保持するようにリソグラフィック法によって製作されることを特徴とする請求項1乃至請求項6のいずれか1項に記載の走査型顕微鏡。

【請求項8】

走査型顕微鏡法において結像するための方法であって、

試料(11)用の照射光ビーム(14)を発生するための光源(1)と、前記試料に沿って前記照射光ビーム(14)を偏向するための走査装置と、を備えた走査型顕微鏡であって、

前記走査装置が、

少なくとも2つの方向に移動することができる少なくとも1つのマイクロミラー(16)と、

マイクロミラー(16)を經由した前記照射光ビーム(14)を受光し、マイクロミラー(16)のミラー表面の変形を補正する適応レンズ(22)と、

適応レンズ(22)を經由した前記照射光ビーム(14)を受光し得るハルトマン・シヤック検出器(19)と、

40

該ハルトマン・シヤック検出器(19)と前記適応レンズ(22)との間に配置されるミラー(21)であって、一方では前記適応レンズ(22)を経た照射光ビームの一部を試料に反射し、他方では、前記適応レンズ(22)を経た照射光ビームの他部をハルトマン・シヤック検出器(19)へ向けて透過するミラー(21)と

を有し、

前記ハルトマン・シヤック検出器(19)は前記照射光ビームの他部の横領域分布を検出し、

前記適応レンズ(22)は位相面の欠陥を補正するための能動光学素子を有し、

該適応レンズ(22)は、検出した前記横領域分布により、収差を補正するためゼルニ

50

ケの多項式を計算するコンピュータ(20)によって制御されることを特徴とする請求項1乃至請求項7のいずれか1項に記載の走査型顕微鏡において使用する方法であり、前記少なくとも2つの方向に移動することができる少なくとも1つのマイクロミラー(16)が前記走査装置の範囲内で用いられ、  
適応レンズ(22)が前記マイクロミラー(16)のミラー表面の変形を補正し、前記適応レンズ(22)が位相面の欠陥を補正することを特徴とする方法。

【請求項9】

前記適応レンズ(22)が、静電アクチュエータによって変形することができるミラーを有し、前記適応レンズ(22)が、照射光ビームおよび/または検出光ビームの個別の部分に意図的に位相遅れを生じることができる素子を有することを特徴とする請求項8に記載の方法。

10

【請求項10】

前記能動光学素子が、偏向面と共役で、かつビーム経路に存在するフーリエ面に配置されることを特徴とする請求項8又は請求項9に記載の方法。

【請求項11】

前記能動光学素子が、前記照射光ビームの均一な横領域分布のために、能動的に制御および/または調整することができることを特徴とする請求項8乃至請求項10のいずれか1項に記載の方法。

【請求項12】

前記適応レンズ(22)がピエゾミラーの形態で設けられることを特徴とする請求項8乃至請求項11のいずれか1項に記載の方法。

20

【請求項13】

走査経路の折返しサブセクションを通過中、前記照射光ビーム(14)を遮断するための手段が用いられることを特徴とする請求項8乃至請求項12のいずれか1項に記載の方法。

【請求項14】

走査体積について単位時間あたりに処理されるエネルギー量が一定であるように、走査率に瞬時の照射光パワーを適合させる装置が用いられ、前記装置が前記照射光ビーム経路に配置される少なくとも1つの制御可能な減衰器および/または調整可能な減衰器を有することを特徴とする請求項8乃至請求項13のいずれか1項に記載の方法。

30

【請求項15】

少なくとも1つの減衰器が音響光学フィルタを有することを特徴とする請求項14に記載の方法。

【請求項16】

走査点が各検出信号に割当てられ、  
走査点が多重に走査され、該走査点における個々の検出信号として検出された走査情報が蓄積されることを特徴とする請求項8乃至請求項15のいずれか1項に記載の方法。

【請求項17】

(補正前請求項18)

少なくとも1つのマイクロミラー(16)の背面で反射する参照光ビームを発生し、  
マイクロミラーの背面で反射した参照ビームを受光したセンサを介し、マイクロミラーの位置を確認する

40

ことを特徴とする請求項9乃至請求項16のいずれか1項に記載の方法。

【請求項18】

前記マイクロミラー(16)は、薄いねじり可能な接合部のみが実際のミラーを保持するようにリソグラフィック法によって製作されることを特徴とする請求項8乃至請求項17のいずれか1項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

50

本発明は、走査型顕微鏡に関し、特に、試料用の照射光ビームを発生するための好ましくはレーザーである光源と、照射光ビームを偏向するための走査装置と、を備えた共焦点走査型顕微鏡に関する。

【0002】

さらに、本発明は、光ビームを発生するための好ましくはレーザーである光源と、光ビームを偏向するための少なくとも1つのマイクロミラーとを備えた光学装置に関する。

【0003】

最後に、本発明は、試料用の照射光ビームを発生するための好ましくはレーザーである光源と、光ビームを偏向するための走査装置とを備えた走査型顕微鏡法、特に共焦点走査型顕微鏡法における結像のための方法に関する。

10

【0004】

【従来の技術】

走査型顕微鏡法において、試料は、試料からの反射光または試料の発する蛍光を観測するために、光ビームによって照射される。光ビームの焦点は一般に、2つのミラーを傾斜することによって試料面で移動する。偏向軸は一般に互いに垂直で、一方のミラーがx方向に偏向し、他方のミラーがy方向に偏向する。ミラーの傾斜は、たとえば、検流計制御素子によって実現される。その場合高速の共振検流計のほか、低速かつ高精度の非共振検流計が用いられる。試料から達する光のパワーは、走査ビームの位置の関数として測定される。

【0005】

20

たとえば、米国特許第4,893,008号「Scanning optical microscope (走査型光学顕微鏡)」に開示されているように、走査装置の範囲内で、検流計の代わりに、音響光学偏向器も用いられる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

特に共焦点走査型顕微鏡法において、試料は、光ビームの焦点によって3次的に走査されることがよくある。共焦点走査型顕微鏡は一般に、光源と、光源からの光がピンホール、すなわち「励起用口径」に集光される集光レンズと、ビームスプリッタと、ビーム制御用の走査装置と、顕微鏡レンズと、検出用口径と、検出光または蛍光を記録するための検出器を具備する。照射光または照射光ビームは一般に、主ビームスプリッタによって導入される。試料からやって来る蛍光または反射光は、同一の走査装置または同一の走査ミラーを経て、主ビームスプリッタに戻り、通常は光電子増倍管である検出器が背後に位置する検出用アパーチャの上に連続的に結像されるようにするために、メインビームスプリッタを通過して進む。焦点領域から直接発生しない検出光は異なる光経路を取り、検出用アパーチャを通過しないため、点情報が得られるが試料の連続走査によって3次元画像を生じる。3次元画像は一般に、層ごとの結像によって実現される。

30

【0007】

さらに、検流計は一般に長さ数センチメートルであり、通常の丸いミラーの直径は約1センチメートルである。2つの軸に関するビーム偏向の場合には、連続状態またはカルダン継手を交互に挟み込んだ少なくとも2つの検流計ミラーが必要である。このような検流計の構造は、顕微鏡においてきわめて大きな空間を占める。

40

【0008】

音響光学偏向器は検流計より高速であるが、これらの素子を通過する際にビーム品質が著しく劣化する欠点がある。この原因である環境については、たとえば、Huangら著「laser beam profile deformation effect during Bragg acousto-optic interaction: a non paraxial approximation (ブラッグ音響光学相互作用中のレーザービーム外形の変形の影響：非近軸近似)」Optical Engineering, July 1999, Vol. 38, No. 7, ISSN 0091-3286に述べられている。

50

## 【0009】

したがって、本発明の目的は、高速かつ信頼性の高い画像データ取得およびコンパクトな構造物が簡素な設計手段によって実現される走査型顕微鏡を提供することにある。

## 【0010】

## 【課題を解決するための手段】

上記の目的を実現するため、本願の請求項1の走査型顕微鏡は、試料用の照射光ビームを発生するための光源と、前記試料に沿って前記照射光ビームを偏向するための走査装置とを備えた走査型顕微鏡であって、前記走査装置が少なくとも2つの方向に移動することができる少なくとも1つのマイクロミラーを有し、適応レンズ(22)が前記マイクロミラー(16)のミラー表面の変形を補正するために用いられ、前記適応レンズ(22)が位相面の欠陥を補正するための能動光学素子を有することを特徴とする。

10

## 【0011】

## 【発明の実施の形態】

図1は、概略図として、試料11用の照射光ビーム14を発生するためのレーザの形態の光源1を備えた従来の共焦点走査型顕微鏡を示している。光源1からの光を照射用口径3に集光するレンズ2は、光源1の後のビーム経路に配置される。照射用口径3の後、照射光ビーム14は、ビームスプリッタ4へ進む。ビームスプリッタ4は、照射光ビーム14をレンズ5を通して走査ミラー6へ反射する。

## 【0012】

レンズ7, 8の後に、対物レンズ10のひとみ9が形成される。レンズ7, 8は、走査ミラー6の後に配置される。次に、照射光ビーム14は対物レンズ10を通過して試料11に進む。

20

## 【0013】

検出光または蛍光を記録するために、検出用アパーチャ12の後に配置された検出器13が用いられる。中間像平面15は、レンズ7, 8の間に形成される。

## 【0014】

高速かつ信頼性の高い画像データ獲得およびコンパクトな構造を得るために、図2に示される本発明による走査型顕微鏡の第1の具体的な実施形態の走査装置は、マイクロミラー16の形態で提供される。図2に示される構成要素は、図1に示される従来の走査型顕微鏡の個々の構成要素に対応し、同一の参照番号によって示される。説明に関しては、図1の記述を参照されたい。

30

## 【0015】

マイクロミラー16の前後に、個々のレンズ17, 18がそれぞれの場合に配置される。図2に示される本発明による走査型顕微鏡は、きわめてコンパクトに構成される。

## 【0016】

図3は、概略図的に、本発明による走査型顕微鏡の第2の典型的具体例を示している。ここで、再び、前述の図1および図2にすでに述べられ、そこで記載された構成要素に対応する構成要素は、同一の参照番号によって示される。図3に示される典型的具体例では、適応レンズ22が、 piezoミラーの形態で設けられる。piezoミラーは、PCまたはコンピュータ20によって制御される。これに必要な制御信号は、現在の横領域分布を検出するための装置19を形成するハルトマン・シャック(Hartmann-Shack)センサを補助として確認される。収差を補正するために、PC20がそれぞれのゼルニケ(Zernike)の多項式を計算する。

40

## 【0017】

適応レンズ22とハルトマン・シャック検出器19との間に、ミラー21が配置される。ミラー21は一方では照射光ビームを試料11に反射し、他方では光をハルトマン・シャック検出器19に向けて透過する。

## 【0018】

本発明による教示の他の好都合な改良および発展に関して、一方では記述の一般的な部分を、他方では特許請求の範囲を参照されたい。

50

## 【0019】

さらに、本発明の教示を好都合に構成し、展開するさまざまな方法が可能である。さらに、教示の一般に好ましい構成および発展は、図面の助けによって本発明の好ましい典型的な具体例の説明に関して説明される。

## 【0020】

## 【発明の効果】

本発明によれば、走査装置において少なくとも1つのマイクロミラーを使用することによって、驚くほど簡素な方法で上記の目的が実現されることが認識されている。マイクロミラーの使用によって、走査速度を著しく増大することが可能になる。たとえば、PCT/US99/00564号またはJournal OLE, November 1999に開示されるように、移動部分の質量が小さいことから、マイクロミラーまたはマイクロエレクトリック走査器はきわめて高速の偏向速度を実現する。マイクロミラーは一般に、共振周波数で電氣的に作動する。これは一般に、20kHzの領域にある。

10

## 【0021】

マイクロミラーは、薄いねじり可能な接合部のみが実際のミラーを保持するように、半導体技術においても利用されるようなリソグラフィック法によって「バルク」からよく製作される。

## 【0022】

さらに、マイクロミラーが必要とするのは、きわめて小さな組立空間である。このことは、コンパクトな走査型顕微鏡構造に大いに寄与している。

20

## 【0023】

したがって、本発明による走査型顕微鏡は、高速かつ信頼性の高い画像データ獲得およびコンパクトな構造が簡素な設計手段によって実現される走査型顕微鏡を提供する。

## 【0024】

特定の試料領域に対して信頼性の高い走査を行うために、少なくとも1つのマイクロミラーは、少なくとも2つの方向に移動可能であってよい。また、少なくとも1つのマイクロミラーは、カルダン懸架または継手を備えていてよい。マイクロミラーがこのような構成で、少なくとも2つの方向に移動可能な場合には、使用を走査するための他のミラーは必要ではない。このことは、装置全体の小型化に寄与し、マイクロミラーの広がり是一般に、数ミリメートルだけである。ミラーの領域は代表的には3mm×3mmである。

30

## 【0025】

高画質を確保するために、走査点が各検出信号に割当て可能であってよい。この場合には、特に、好ましくは少なくとも1つのマイクロミラーの設定または位置を同時に検出のための手段が設けられてよい。このことは、走査点への検出信号の割当てを簡単にする。

## 【0026】

特に、容量性検出および/または電気誘導検出のための手段が設計されてもよい。これは、非接触検出を可能にする。

## 【0027】

別法としてまたはこれに加えて、手段は参照光ビームを発生するための装置を有してもよい。この参照光ビームは、ミラーの背面で反射する。

40

## 【0028】

ミラーの背面で反射した参照光ビームのために、センサが設けられる。このセンサは、例えば、CCDアレイである。参照光ビームの反射を受光したセンサにより、ミラーの位置が確認される。

## 【0029】

しかし、共振によって作動するマイクロミラーは、特定の走査点へ照射光ビームを着実に移動することはできない。試料のある走査点にサンプリング光ビームまたは照射光ビームを保持または「集結」することは断じて可能ではない。この問題を解決するために、少なくとも1つのマイクロミラーが規定された方式で調整することができる偏向素子上に配置される「ビギーバック方式」を用いてもよい。このような偏向素子は、マイクロミラーよ

50

りきわめて遅い速度で移動できよう。具体的に言えば、特に単に偏向素子は非共振検流計でもよい。これは、一方では、規定される走査点に慎重にゆっくりと接近することを可能にし、他方では試料の走査点にサンプリング光ビームを保持することを可能にする。

【0030】

理想的な走査型顕微鏡において、走査する照射光ビームの経路は、試料面または共焦点装置の場合には試料の層を成す面に曲折模様を描く必要がある。このような曲折模様は、第一に一定のY位置に対してX方向にラインを走査することによって、形成されよう。次に、X方向の走査を停止し、Y方向を調整して振って走査対象である次のラインに向ける必要がある。その結果、このラインは、一定のY位置に関して負のX方向に読み進むことが必要になる。続いて、X方向の走査が再び停止され、次のラインに向けてY方向の移動が必要になる。実際には、移動検流計構成要素およびミラーの慣性のために、このような曲折模様は、低速の走査速度に関して概ね実現できるだけである。実際には、100Hzを超える走査速度では、光ビームの走査経路は、準正弦曲線を描く。照射光ビームの目標走査経路から実際の走査経路の偏差を補正または補償するために、走査点の位置に検出信号を割当てるときに、電子機器またはPCが設けられてよい。そうすれば、同様によく生じる正弦曲線の形状からの偏差も補償することも可能であろう。

10

【0031】

正のX方向における偏向のさいの曲線形状が、反対の負のX方向における曲線形状からずれている場合も生じよう。電子機器またはPCが同様に用いられる場合には、このような欠点にも補正が行えよう。

20

【0032】

さらに、強度信号および位置信号が異なる電子伝搬時間および処理時間を有するという事実を考慮できよう。ここで、再び、異なる電子伝搬時間および/または処理時間の補正および補償を行うために、電子機器またはPCが設けられているとよい。

【0033】

さらに、慣性のために、制御素子が駆動信号に遅れて反応するという事実を考慮できよう。ここで、再び、制御素子の駆動慣性の補正および補償を行うために、電子機器またはPCが設けられてよい。

【0034】

さらに、折返し点付近の経路速度は、線形正弦領域より遅く、特にこれらの領域における漂白を増大する結果となる。このような影響を排除するために、特に走査経路の折返しサブセクションの通過中、照射光ビームを遮断するための手段を設けることもできる。

30

【0035】

上述の電子機器またはPCのほか、照射光ビームを遮断するための手段はまた、従来のミラーを備えた従来の走査装置またはマイクロミラー以外の素子を用いて高速の偏向を実現する別の高速偏向走査装置を有する走査型顕微鏡に設けることもできる。

【0036】

検査対象である試料を均一に照射するために、走査体積について単位時間あたりに付加されるエネルギー量が一定であるように、走査率に瞬時の照射光パワーを適合させる装置を設けることができよう。それによって、試料の走査中、照射ビームの偏向率における変動を補正することが可能になる。

40

【0037】

具体的に言えば、装置は、照射ビーム経路に配置される少なくとも1つの制御可能な減衰器および/または調整可能な減衰器を備えられよう。特に簡素である場合には、少なくとも1つの減衰器は音響光学フィルタを備えることができよう。

【0038】

原則として、高速偏向器または高速走査装置によって試料が走査される場合には、各走査点における照射光ビームの静止時間は、低速偏向器または低速走査装置によって走査される場合より短い。したがって、同程度の照射光パワーの場合には、個別の走査点に降り注ぐ光が少ない。マイクロミラーの共振周波数から逸脱することは可能でないため、走査点

50

当たりの光の量を十分に提供するために、高速の走査速度における照射光パワーは、それに対応して試料を走査するときを増大してもよい。この別法として、走査点を多重に走査可能であるようにし、対応する検出信号を蓄積可能であるようにできよう。そうして少なくとも1つの画像ラインが多重に連続的、好ましくは2方向に走査可能であるようにし、個別の検出信号を蓄積可能であるようにできよう。

【0039】

後者の特徴、たとえば、走査体積につき単位時間当たりには付加されるエネルギー量が一定であるように、走査率に瞬時の照射光パワーを適合させる装置であっても、たとえば、音響光学フィルタの形態の減衰器を備え、さらに走査点を多重に走査する可能性または個々の画像ラインを多重に走査する可能性は、原理的に、すべての走査装置、特に高速走査装置において実施できよう。

10

【0040】

高速マイクロミラーおよび他の高速偏向のいずれの場合も、ビーム品質が低下するようになるという欠点がある。マイクロミラーの場合には、このことは、薄い材料が機械的な剛性に欠けることに本質的に起因する。特に高い偏向周波数および大きな偏向角度に関して、ミラーの前面が平坦のままではなく、偏向される光ビームの位相面の変形を生じる。

【0041】

ミラーのエッジにおける光パワーの損失および干渉回折現象が生じるため、原則として、走査光ビームまたは照射光ビームの半径は、偏向ミラーの寸法より小さくしなければならない。走査型顕微鏡のコンパクトな構成に関連して、マイクロミラーの全体の形状が小さいため、光ビームの半径はそれに対応して同様に小さくしなければならない。このことにもかわらず、走査領域の寸法制限を緩和する必要がない状態で、対物レンズひとみを十分に照射することができるようにするために、ビームの断面積の削減に応じて、最大偏向角を増大する必要がある。このことは、ミラー面の変形を激化するため、横方向のビーム品質の劣化の一因となる。

20

【0042】

ミラーの欠陥またはミラー表面の変形を補正するための適応レンズが、設けることもできよう。そのためには、適応レンズは、特に位相面の欠陥を補正するために、走査型顕微鏡のビーム経路に配置されることができよう。

【0043】

具体的に言えば、適応レンズは、好ましくは静電アクチュエータによって変形することができるミラーを備えているとよい。このタイプのミラーは、周知であり、市場で入手可能である。

30

【0044】

特に、適応レンズは、照射光ビームおよび/または検出光ビームの個別の部分に意図的に位相遅れを生じることができる素子を備えているとよい。このような素子は、単純にLCD(液体結晶表示)走査素子であってもよい。

【0045】

素子は、特に効果的に、偏向面と共役で、かつビーム経路に存在するフーリエ面に配置してよい。

40

【0046】

素子は、光ビームの均一または最適横領域分布に関して、能動的に制御可能および/または調整可能であってよい。そのため、現在の横領域分布を検出するための装置が設けられるとよい。適切な制御信号を発生することができる処理回路は、装置と相互に作用できよう。

【0047】

本発明は、さらに光ビームを発生するための好ましくはレーザーである光源と、光ビームを検出するための少なくとも1つのマイクロミラーを備えた光学装置に関する。ミラーの欠陥またはミラー面の変形を補正するために、本発明によれば、光学装置は適応レンズを有する。

50

## 【 0 0 4 8 】

適応レンズの詳細な説明に関して繰返しを避けるために、現在の横領域分布を検出するための装置およびその装置と相互に作用する処理論理回路と共に、適応レンズの利点および構成について述べた先の節を参照されたい。

## 【 0 0 4 9 】

走査型顕微鏡法において結像するための本発明による方法の範囲内で、少なくとも1つのミラーが、高速かつ信頼性の高い画像データ獲得および簡素な設計手段によるコンパクトな構造を得るために走査装置の範囲内で用いられる。

## 【 0 0 5 0 】

走査点の位置に検出信号を割当てるとき、照射光ビームの目標走査経路から実際の操作経路がずれるのを補正または補償するために、電子機器またはPCが用いられよう。検出信号と位置信号で電子伝搬時間および/または処理時間が異なるのを補正および補償するために、電子機器またはPCが同様に用いられよう。最後に、制御素子の駆動慣性の補正または補償を行うために、電子機器またはPCを用いることができよう。

10

## 【 0 0 5 1 】

さらに、特に走査経路の折返しサブセクションを通過中、照射光ビームを遮断するための手段を用いることもできよう。

## 【 0 0 5 2 】

さらに、走査体積について単位時間あたりに付加されるエネルギー量が一定であるように、走査率に瞬時の照射光パワーを適合させる装置を用いることもできよう。装置は、照射ビーム経路に配置される少なくとも1つの制御可能な減衰器および/または調整可能な減衰器を備えたものでよい。少なくとも1つの減衰器は音響光学フィルタを備えたものでよい。

20

## 【 0 0 5 3 】

さらに、走査点が多重に走査されるようにし、それぞれの検出信号を蓄積可能であるようにもできよう。この別法としてまたはこれに加える方法として、少なくとも1つの画像ラインを連続的、多重に走査し、好ましくは2方向に走査するようにし、それぞれの検出信号を蓄積可能であるようにしてもよい。

## 【 0 0 5 4 】

ミラーの欠陥またはミラー表面の変形を補正するために、特に位相面の欠陥を補正するために、能動光学素子を備えることができる適応レンズを用いることもできよう。具体的に言えば、適応レンズは、好ましくは静電作動器によって変形されることができミラーを備えているとよい。適応レンズは、照射光ビームおよび/または検出光ビームの個別の部分に意図的に位相遅れを生じさせることができる素子を備えているとよい。この素子は、LCD走査素子でもよい。さらに、素子は、偏向面と共役で、かつビーム経路に存在するフーリエ面に配置されるとよい。

30

## 【 0 0 5 5 】

好ましい実施形態においては、素子は、光ビームの均一横領域分布のために、能動的に制御可能および/または調整可能であってもよい。そのため、現在の横領域分布を検出するための装置を用いてもよく、装置と相互に作用し、かつ適切な制御信号を発生することができる処理論理回路が用いられよう。

40

## 【 0 0 5 6 】

繰返しを避けるため、走査型顕微鏡法におけるこの結像方法の特徴の利点の詳細な説明に関して、請求項目に述べる走査型顕微鏡の説明の範囲における特徴の対応する説明を参照されたい。

## 【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 概略図において、従来の走査型顕微鏡を示す。

【 図 2 】 概略図的に、本発明による走査型顕微鏡の第1の具体的実施形態を示す。

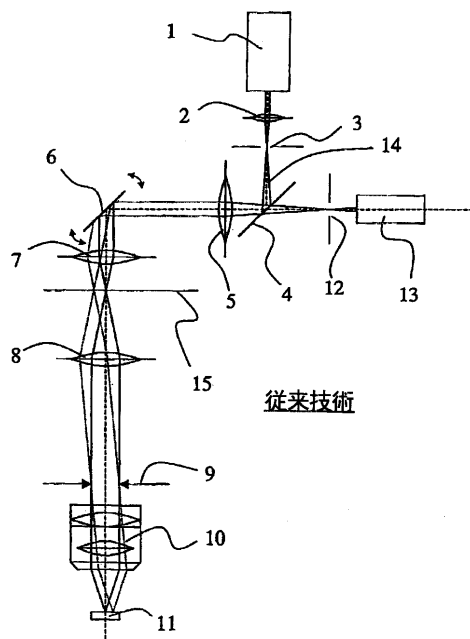
【 図 3 】 概略図的に、本発明による走査型顕微鏡の第2の具体的実施形態を示す。

【 符号の説明 】

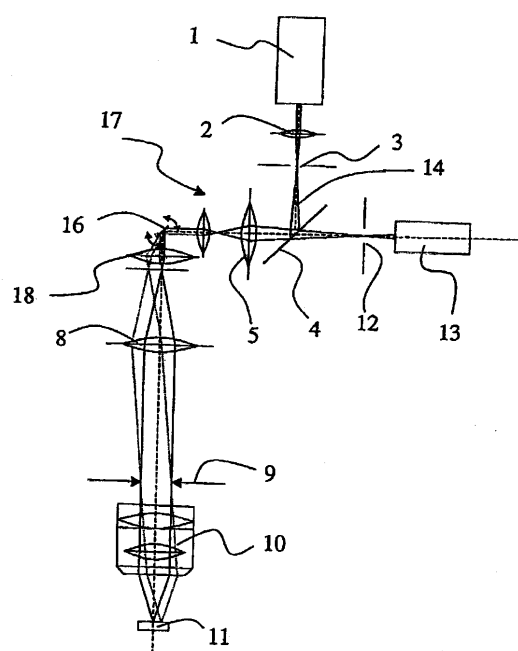
50

- 1 光源、 2 レンズ、 3 照射用アパーチャ、 4 ビームスプリッタ、 5 レンズ、 6 走査ミラー、 7 レンズ、 8 レンズ、 9 ひとみ、 10 対物レンズ、 11 試料、 12 検出用口径、 13 検出器、 14 照射光ビーム、 15 中間像平面、 16 マイクロミラー、 17 レンズ、 18 レンズ、 19 ハルトマン・シャック検出器、 20 PC、 21 ミラー、 22 適応レンズ

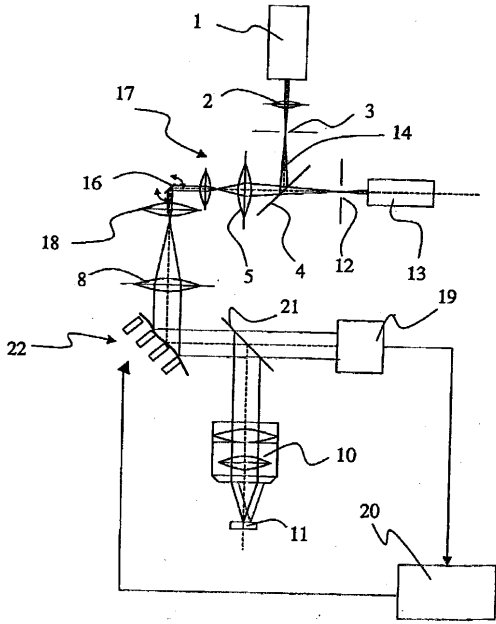
【図1】



【図2】



【図3】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-035543(JP,A)  
特開平11-101942(JP,A)  
国際公開第2000/017612(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 21/06  
G02B 26/08  
G02B 26/10