

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5342725号
(P5342725)

(45) 発行日 平成25年11月13日(2013.11.13)

(24) 登録日 平成25年8月16日(2013.8.16)

(51) Int.Cl.

F I

G O 2 B 21/00 (2006.01)

G O 2 B 21/00

G O 2 B 5/30 (2006.01)

G O 2 B 5/30

請求項の数 12 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2000-280594 (P2000-280594)
 (22) 出願日 平成12年9月14日(2000.9.14)
 (65) 公開番号 特開2001-124997 (P2001-124997A)
 (43) 公開日 平成13年5月11日(2001.5.11)
 審査請求日 平成19年7月24日(2007.7.24)
 審判番号 不服2012-12821 (P2012-12821/J1)
 審判請求日 平成24年7月5日(2012.7.5)
 (31) 優先権主張番号 19944355:6
 (32) 優先日 平成11年9月16日(1999.9.16)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 500178876
 ライカ マイクロシステムス ツェーエム
 エス ゲーエムペーハー
 ドイツ連邦共和国 デー・35578 ヴ
 ェツラー エルンスト・ライツ・シュトラ
 ーセ 17-37
 (74) 代理人 100091867
 弁理士 藤田 アキラ
 (74) 復代理人 100154612
 弁理士 今井 秀樹
 (72) 発明者 ニコル ハルトマン
 ドイツ連邦共和国 デー・37083 ゲ
 ッティンゲン シュテューゲミューレンヴェ
 ーク 49

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源(1)の励起光の波長に適合させられ得るスペクトル選択的要素(2)を少なくとも一つ備える、レーザー走査顕微鏡の光路における光学装置にして、前記要素が前記光源(1)の励起光(3)を顕微鏡(4)に送り込み、対象物で散乱させられ且つ反射された励起光(3)を検出光路(5)から少なくとも一部遮断し、且つ前記対象物に由来する検出光を前記検出光路(5)に通過させる光学装置において、

前記要素(2)により複屈折されて2つの検出部分光線(6、7)として出された前記検出光を、十分に平行な2つの検出部分光線(9、10)として出すために、前記検出光路(5)に、前記要素(2)に後続して別の光学的な部材(8)が配置されており、

前記十分に平行な2つの検出部分光線(9、10)の少なくとも一方を受けるために、前記検出光路(5)に、前記部材(8)に後続して検出器(17、18)が配置されており、

前記十分に平行な2つの検出部分光線(9、10)の少なくとも一方を前記検出器(17、18)に導くための少なくとも一つの光線偏向装置(19)が配置されていることを特徴とする光学装置。

【請求項 2】

前記十分に平行な2つの検出部分光線(9、10)の少なくとも一方を前記検出器(17、18)に導くために、少なくとも一つの光線偏向装置(19)が、前記検出光路(5)において前記部材(8)に後続配置されていることを特徴とする、請求項1に記載の光

10

20

学装置。

【請求項 3】

少なくとも一つの光線偏向装置（１９）が、前記十分に平行な２つの検出部分光線（９、１０）のうちの選択された一つを導くために、選択的にポジショニングされ得ることを特徴とする、請求項 2 に記載の光学装置。

【請求項 4】

前記十分に平行な２つの検出部分光線（９、１０）のうちの選択された一つを前記検出光路（５）から選択的に遮断するマスク装置（２０）が可動に配設されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の光学装置。

【請求項 5】

光源（１）の励起光の波長に適合させられ得るスペクトル選択的要素（２）を少なくとも一つ備える、レーザー走査顕微鏡の光路における光学装置にして、前記要素が前記光源（１）の励起光（３）を顕微鏡（４）に送り込み、対象物で散乱させられ且つ反射された励起光（３）を検出光路（５）から少なくとも一部遮断し、且つ前記対象物に由来する検出光を前記検出光路（５）に通過させる光学装置において、

前記要素（２）により複屈折されて２つの検出部分光線（６、７）として出された前記検出光を、十分に平行な２つの検出部分光線（９、１０）として出すために、前記検出光路（５）に、前記要素（２）に後続して別の光学的な部材（８）が配置されており、

前記検出光路（５）に、前記部材（８）に後続して光線偏向装置（２１）が配設されており、当該光線偏向装置が、前記十分に平行な２つの検出部分光線（９、１０）を前記要素（２）及び前記部材（８）を通して反射して戻し、その結果、前記十分に平行な２つの検出部分光線（９、１０）が再び一つにまとめられ、

再び一つにまとめられた前記検出光を受けるための光線検出器（１７）が配設されることを特徴とする光学装置。

【請求項 6】

再び一つにまとめられた前記検出光を受けて前記光線検出器（１７）に再び導くためにポジショニングされた光線偏向装置（１９）がさらに配設されることを特徴とする、請求項 5 に記載の光学装置。

【請求項 7】

前記光線偏向装置（２１）が、当該光線偏向装置（２１）から戻る検出光路（５）が当該光線偏向装置（２１）の方へのびる検出光路（５）に比べて少なくともほんの少しだけ傾けられているように配設されており且つポジショニングされていることを特徴とする、請求項 5 に記載の光学装置。

【請求項 8】

傾き角度が 0 よりも大きく且つ 20 度よりも小さいことを特徴とする、請求項 7 に記載の光学装置。

【請求項 9】

前記光線偏向装置（２１）が、前記十分に平行な２つの検出部分光線（９、１０）の一方だけを前記部材（８）及び前記要素（２）の方へ反射して戻すことを特徴とする、請求項 5 に記載の光学装置。

【請求項 10】

前記光線偏向装置（２１）により反射して戻されない検出部分光線を受けるための別な光線検出器がさらに配設され、反射して戻されない検出部分光線と反射して戻された検出部分光線が同時に検出されることを特徴とする、請求項 9 に記載の光学装置。

【請求項 11】

前記光線偏向装置（２１）が少なくとも一つの通路（２２）を備えていることを特徴とする、請求項 9 に記載の光学装置。

【請求項 12】

前記光線偏向装置（２１）が、前記十分に平行な２つの検出部分光線（９、１０）を前記要素（２）及び前記部材（８）を通して反射して戻すために前記検出光路（５）内に選

10

20

30

40

50

折的に可動であり、また、前記十分に平行な２つの検出部分光線（９、１０）を通すために前記検出光路（５）の外側に選択的に可動であり、前記検出光が前記要素（２）及び前記部材（８）を一度通りぬけた後にあるいは二度通りぬけた後に検出され得ることを特徴とする、請求項５に記載の光学装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光源の励起光の波長に適合させられ得る（調節され得る）スペクトル選択的要素であって、光源の励起光を顕微鏡に送り込み（投じ）、対象物にて散乱し且つ反射した励起光を検出光路から少なくとも一部遮断し（取り除き）、且つ前記対象物に由来する検出光を前記検出光路に通過させるスペクトル選択的要素を少なくとも一つ備えるレーザー走査顕微鏡の光路における光学装置に関する。

10

【背景技術】

【０００２】

類似構成の種類のレーザー走査顕微鏡がドイツ特許出願第１９９０６７５７．０号明細書により知られている。調節され得るスペクトル選択的要素として、例えばＡＯＴＦ（Acousto-Optical-Tunable-Filter、音響光学チューナブルフィルタ）が使用され得る。それらは一般的に複屈折のクリスタルからなる。それらの複屈折性の性質に基づいて、偶然に偏光させられた検出光が二つの偏光させられた部分光線（常光線及び異常光線）に分割される。これらの部分光線は前記クリスタルを通りぬけた後に空間的に互いから分離されている。前記クリスタルは、それらの裁断の仕方に基づいて、一般的に直方体形でない特別な形状を有する。それゆえ、多色の光は分散(Dispersion)に基づいてそのスペクトル成分に分解される。

20

【０００３】

レーザー走査顕微鏡の光路における調節され得るスペクトル選択的要素の使用は、上述の性質に基づいて、重大な問題と結びついている。なぜならば、通常、唯一つの分割されない検出光線だけが検出されるからである。調節され得るスペクトル選択的要素の望ましくない作用を取り消すために、検出のために、複数の部分光線からなる分散性に分割された発散するように進む検出光が付加的な光学装置を通り抜けねばならない。それゆえ、前記調節され得るスペクトル選択的要素に構造同一の第二の要素（この要素が、検出光が通り抜けることによりそれを平行化する）を後続配置するととが必要である。第三の光学的な要素が、前記の両方の要素に後続配置される必要がある。それによって、前記の平行に延びる、複数の検出部分光線からなる検出光路が収斂する検出光路に移行させられる。最終的に、前記第一の要素の分散性の且つ複屈折の作用を取り消すことができる第四の構造同一の要素が前記三つの要素に後続配置される必要がある。この配置は、調整にきわめてまがかり、著しく大きい構造サイズを有し、且つとりわけ四つの同一のクリスタルの使用によって非常に高価である。

30

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

したがって、本発明は、レーザー走査顕微鏡の光路における光学装置を、以下のように、すなわち、これまで知られていた装置の構造上の簡素化が、及びそれによってコスト削減並びにこれまで考慮にいれられていた検出のバリエーション(Detekptionsvarianten)の拡張が可能であるように構成することを課題とする。

40

【課題を解決するための手段】

【０００５】

【課題を解決するための手段】

前述の課題は、請求項１，５の構成によって解決される。請求項１に従って、はじめに述べた種類の光学装置が、前記要素により複屈折されて２つの検出部分光線として出された検出光を、十分に平行な２つの検出部分光線として出すために、検出光路に、前記要素

50

に後続して別の光学的な部材が配置されており、前記十分に平行な２つの検出部分光線の少なくとも一方を受けるために、検出光路に、前記部材に後続して検出器が配置されており、前記十分に平行な２つの検出部分光線の少なくとも一方を前記検出器に導くための少なくとも一つの光線偏向装置が配置されていることによって特徴づけられている。また、請求項５に従って、はじめに述べた種類の光学装置が、前記要素により複屈折されて２つの検出部分光線として出された前記検出光を、十分に平行な２つの検出部分光線として出すために、前記検出光路に、前記要素に後続して別の光学的な部材が配置されており、前記検出光路に、前記部材に後続して光線偏向装置が配設されており、当該光線偏向装置が、前記十分に平行な２つの検出部分光線を前記要素及び前記部材を通して反射して戻し、その結果、前記十分に平行な２つの検出部分光線が再び一つにまとめられ、再び一つにまとめられた前記検出光を受けるための光線検出器が配設されることによって特徴づけられている。

10

【０００６】

本発明では、まず第一に、使用される調節され得る（適合させられ得る）スペクトル選択的要素の複屈折性の性質に基づいて偶然に偏光させられている検出光線が二つの互いに対して垂直に偏光させられている検出部分光線に分割され、（適当な検出装置を前提として）特にその偏光特性を顧慮して調べられ得るだろうということが認識されている。それによって、偏光レーザー走査顕微鏡が実現され得るだろう。調節され得るスペクトル選択的要素から検出器までの距離が構造の結果として任意に小さいことが可能でなく且つ検出光が当該調節され得るスペクトル選択的要素を通り抜けた後に発散（拡散）するので、それは通常の尺度を越えて大きい検出器でしか検出され得ないだろう。これはさらになお同一の信号対雑音比の場合に十分な敏感さ（感度）も有さねばならないだろう。なぜならば、それ自体すでに弱い検出光の大きな面に分散させられた全強度が面積単位あたりさらに低下させられるからである。それゆえ、有効な検出のために別の光学的な部材の後続配置が必要不可欠である。この部材は、とりわけ、発散性の検出光を発散性でないものに変える。その結果、これが普通の構造サイズ及び感度（敏感さ）の検出器で検出され得る。検出光の分散性の性質についての検出も、本発明に係る方法で前記要素及び前記部材を通り抜けた後に可能である。

20

【０００７】

調節され得るスペクトル選択的要素として、及び別の光学的な部材として、A O T F（Acousto-Optical-Tunable-Filter、音響光学チューナブルフィルタ）、A O M（Acousto-Optical-Modulator、音響光学変調器）、あるいはA O D（Acousto-Optical-Deflector、音響光学偏光器）が使用され得るだろう。別の光学的な部材として、複屈折性のクリスタル、プリズム、あるいはレンズが用いられ得るだろう。さまざまな光学的な部材の組み合わせも考えられる。したがって、例えば、A O T Fが調節され得るスペクトル選択的要素として使用され、それが当該要素に後続配置された光学的な部材としての複屈折性のクリスタルと組み合わせられてもよいだろう。

30

【０００８】

前記要素によって部分光線に分割された検出光路のひき続いての処理のために、前記部材が、検出光の光線がそれを通りぬけた後に広範囲に（十分に）平行に出てくるように前記要素に後続して並べられていると非常に有利である。二つの構造同一の要素が使用されるとき、このことは、例えば両方の部材の互いに対しての点対称な配置によって達成され得る。その結果、これによって、使用される部材の一般に存在する特別な形状が考慮にいれられる。有利には、前記要素及び前記部材を通り抜けた後の検出光が、平行な光線である。その結果、（従来の顕微鏡において普通であるように）無限の検出光路が実現されている。

40

【０００９】

実現されるべきレーザー走査顕微鏡への具体的な適用できる要求に依存して、一つの検出部分光線を検出することが有利である。全く同様に、二つのあるいは複数の検出部分光線が同時に検出されてもよい。

50

【 0 0 1 0 】

複数の検出部分光線は、区別された検出器で検出され得る。その際、これらの検出部分光線は、好ましくは同時に検出される。少なくとも一つの検出器での複数の検出部分光線の検出の実際的な実行のために、有利な方法では、少なくとも一つの光線偏向装置が対応する検出部分光路にポジショニングされて配設され、それによって、対応する検出部分光線がそれに対応配置された検出器へ導かれる。前記要素及び前記部材を通過した十分に平行な検出部分光線が対応する検出器へ変わらない光線形状で導かれ得るように、当該対応する光線偏向装置は、前記要素及び前記部材に後続配置されている。なぜならば、この検出器が例えば構造の結果としてさらに前記要素及び前記光学的な部材から遠ざけられているからである。

10

【 0 0 1 1 】

具体的な構成を顧慮して、前記光線偏向装置が、可動に配設されており且つ複数の検出部分光路のそれぞれのところにポジショニングされ得るとよいだろう。例えば、二つの検出部分光線が存在する場合には、当該可動に配設された光線偏向装置の目下の位置に依存して、一方の検出部分光線が、あるいは他方の検出部分光線が一つの検出器で検出され得る。きわめて一般的に、一つの任意の検出部分光線が一つの検出器によって検出され得るだろう。このことは、とりわけ、レーザー走査顕微鏡について、その検出特性に関して最上等の検出器、例えばとりわけ雑音の少ないあるいは指定された波長領域において非常に高い感度を有する検出器が設けられているときに有利である。

【 0 0 1 2 】

20

検出される検出部分光線は、検出光の偏光させられている常光線であってもよい。そのかわりに、検出光の偏光させられている異常光線が検出されてもよい。有利な構成では、両方の偏光させられている部分光線が二つの区別された検出器で同時に検出される。この措置の仕方によって、検出光をその偏光特性に関して検出するために通常必要不可欠な偏光子及び検光子のような部材を顕微鏡光路に組み込むことなしに、検出光をその偏光特性に関して検出することができるレーザー走査顕微鏡が与えられている。

【 0 0 1 3 】

有利な方法では、同様に、検出光の特性をマルチバンド検出器であるいは分光計で検出することが可能である。マルチバンド検出器は、ドイツ特許第 4 3 3 0 3 4 7 号明細書(D E 43 30 347 C2)により知られている。その内容は周知なものとして前提され、明文をもってここに一緒に取り入れられる。調節され得るスペクトル選択的要素によって生じさせられる検出光の分散性の分割は、前記要素及び前記光学的な部材に後続配置されたマルチバンド検出器ないし分光計がすでに部分的に行われた分散性の分割を考慮にいて且つさらに強めるように利用され得る。分光計として格子分光計あるいはプリズム分光計が用いられてもよいだろう。

30

【 0 0 1 4 】

具体的な構成を顧慮して、少なくとも一つの検出部分光線がマスク装置(遮断装置)を用いて検出光路から遮断される(除外される、取り除かれる)と有利である。マスク装置として、通常の場合に光学装置に組み込まれるような光線トラップ(Strahl Falle)が用いられてもよいだろう。マスク装置は、可動に配設されているとよいだろう。その結果、それは目的に合致して一つの検出部分光線にあるいは複数の検出部分光線に作用し得る。可動に配設されたマスク装置の運動方向は、好ましくは一つの平面において検出光路に対して垂直である。

40

【 0 0 1 5 】

本発明では、前記要素及び前記部材の後ろに光線偏向装置が配設されており、当該光線偏向装置が対象物に由来する検出光を当該要素及び当該部材を通り抜けた後に反射して戻すことが可能である。その結果、検出光が前記部材及び前記要素を二度目に通り返けた後に少なくとも一つの検出器によって検出され得る。調節され得るスペクトル選択的要素、別の光学的な部材、及び光線偏向装置からなるこの光学装置は、その作用に関して、四つの同一の相前後して配置されたクリスタルからなる従来技術により知られている装置と

50

同一である。両方の装置は、調節され得るスペクトル選択的要素によって発散する、複数の部分光線に分割された、且つ分散性に扇状に広げられた検出光を再び唯一つの同軸にのびる検出光線に一つにまとめることができる。したがって、ここで提案された構成は著しく有利である。なぜならば、ここでは四つのクリスタルのかわりに二つのクリスタルだけが必要とされ、装置の構造サイズが全体で低下させられ、調整の手間が減少させられ得る、ならびにコストが削減され得るからである。

【 0 0 1 6 】

光線偏向装置は、前記光学的な部材の少なくとも部分的にミラーコート（金属被覆）された背面によって形成されていてもよい。これによって、当該光学装置に設けられる部品

10

【 0 0 1 7 】

一つの具体的な構成を顧慮して、前記光線偏向装置が、当該光線偏向装置に向かって延びる検出光路が当該光線偏向装置から戻る検出光路に比べて少なくともほんの少しだけ傾けられているように配設され且つポジショニングされている。有利には、傾き角度が0よりも大きく20度よりも小さいように選択される。それによって、検出光が、前記要素及び前記部材を二回通りぬけた後に、顕微鏡からくる検出光に対しての空間的な光線ずれ(S trahlversatz)をもつ。それによって、前記光線偏向装置によって反射された検出光が少なくとも一つの別の光線偏向装置によって少なくとも一つの検出装置へ案内され得る。

【 0 0 1 8 】

有利には、前記要素及び前記部材に後続配設された光線偏向装置が、対象物に由来する設定され得る数の検出部分光線だけが前記部材及び前記要素の方へ反射して戻されるように構成されている。この措置により、当該光線偏向装置はすべての検出部分光線には作用しない。その結果、有利には検出光の設定され得る部分（割り当て分）だけが前記要素及び前記部材を二回通り抜け、それにより使用に特有の特徴に関してフィルターにかけられた同軸に再び一つにまとめられた光線として相応の検出装置によって検出され得る。

20

【 0 0 1 9 】

一つの有利な構成では、前記要素から及び前記部材から出てくる検出光線も前記部材の方へ及び前記要素の方へ反射して戻される検出部分光線もそれぞれ一つの検出器で同時に検出される。特に前記部材の方へ及び前記要素の方へ反射して戻される検出部分光線が、前記部材及び前記要素を通りぬけた後に再び一つにまとめられた検出光線として一つの検出器で検知され得る。前記要素及び前記部材から出てくる検出部分光線が、同時に相応の数の検出器で同様に検出されてもよい。この場合、前記要素及び前記部材の後方に配設された光線偏向装置が少なくとも一つの通路（貫通部）を備えており、そこを詳しく言うとまっすぐに前記要素及び前記部材から出てくる一つないし複数の検出部分光線が通り抜けて進み得ると著しく有利である。他方、他のすべての検出部分光線は再び前記部材及び前記要素の方へ反射して戻される。少なくとも一つの通路を備えるこの光線偏向装置は、可動に配設されているとよい。それによって、例えばこの光線偏向装置の相応のポジショニングの際に、偏光させられている検出部分常光線だけが当該光線偏向装置を通り抜けることができる。可動に配設された光線偏向装置の運動方向は、好ましくは、一つの平面において検出光路に対して垂直である。

30

40

【 0 0 2 0 】

前記光線偏向装置を通過する相応の検出部分光線が一つの検出器によって検出されるとよいだろう。このために、対応する検出器が直接に通路を有する光線偏向装置と結合させられていてもよいだろう。それによって、別の光学的な構成要素が必要とされない。全く同様に、前記部材の方へ及び前記要素の方へ反射してもどされる検出部分光線が一つの検出器によって測定されることが考えられる。

【 0 0 2 1 】

有利には、前記要素及び前記部材の後方に配されていて可動に配設されていてすべての検出部分光線に作用する光線偏向装置が検出光路から取りのけられることによって、あるいは検出光路に挿入されることによって、検出光が前記要素及び前記部材を一度通り抜け

50

た後に、あるいは二度通りぬけた後に検出され得る。これによって、非常に簡単な手段で本発明に係る二つの検出の仕方（検出バリエーション）の間で切り替えがなされ得る。

【 0 0 2 2 】

光線偏向装置として、検出部分光線をないしは検出光路を所望の方向へ反射する従来どおりの反射鏡が用いられてもよい。光線偏向装置として、同様に、検出光の反射と並んでそのほかに検出光の波面の変形を補償するないしは取り消すことができる位相共役化された反射鏡も考えられるだろう。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 3 】

本発明の教えるところのものを有利に形にすること及び構成することのさまざまな可能性がある。それについては、一方では請求項 1 の後に置かれた請求項を、他方では図面をもとにしての本発明の実施例の以下の説明を参照のこと。図面をもとにしての本発明の有利な実施例の説明と関連して、本発明の教えるところのものの一般的に有利な形態及び構成も説明される。図面の図式的な図示において、

図 1 は、レーザー走査顕微鏡の光路における従来技術により知られている装置を示し、

図 2 は、レーザー走査顕微鏡の光路における本発明に係る光学装置を示し、

図 3 は、別の検出の仕方（検出手段）が考慮にいれられている、図 2 に由来する光学装置を示し、

図 4 は、検出光が前記要素及び前記部材を通り抜けた後に元の方へ反射される、レーザー走査顕微鏡の光路における光学装置を示し、

図 5 は、図 4 に由来する光線偏向装置の傾けられた配置を示し、

図 6 は、マスク装置を備える光学装置を示し、

図 7 は、前記要素及び前記部材の後方に配設されていて通路を備えている光線偏向装置を示し、

図 8 は、可動に配設された光線偏向装置が検出光路にポジショニングされ得るような、レーザー走査顕微鏡の光路における光学装置を示す。

【 0 0 2 4 】

図 1 の図式的な図示では、レーザー走査顕微鏡(Laser-Scanning-Mikroskop)の光路におけるはじめに述べた種類の光学装置が描かれている。当該光学装置は、光源 1 の励起光(Anregungslicht)の波長に調節され得る（適合させられ得る）スペクトル選択的要素(spektral selektives Element) 2 を有する。当該スペクトル選択的要素は、光源 1 の励起光 3 を顕微鏡 4 に投じ（送り込み、供給し）、対象物にて散乱させられ且つ反射された励起光を検出光路 5 から少なくとも部分的に遮断し（消し、マスクし）、対象物に由来する検出光は検出光路 5 から遮断しない（消さない）。要素 2 の形状及び性能に基づいて、要素 2 から出てくる検出光は発散性である。それは少なくとも二つの検出部分光線 6 及び 7 に分割されている。それらの検出部分光線はそれぞれなおも分散性（拡散性）に広げられている（扇状に広げられている）。要素 2 に後続して並べられている構造同一の点対称に配置されている要素 8 によって、発散（拡散）するように進む検出部分光線 6、7 を少なくとも十分に（広範囲に）平行に進む検出部分光線 9、10 に変えることが可能である。暗示された対称軸 11 に関して、第一の二つの要素 2、8 に別の二つの要素 12、13 が後続配置されており、その結果、平行に進む検出部分光線 9、10 がまず第一に要素 12 を通り抜けることにより収斂（収束）する検出部分光線 14、15 に変えられる。最終的に、これらが要素 13 を通り抜けた後に唯一つの同軸に進む検出光線 16 に変えられる。それから、当該検出光線が検出器 17 で検出され得る。

【 0 0 2 5 】

従って、前記調節され得るスペクトル選択的要素 2 に後続配置された要素 8、12、及び 13 は、ただ要素 2 の影響を消すためにだけ用いられる。図 1 に示された光学装置は、検出光路における四つの高価なクリスタルの使用を問題にしなくても、手間をかけて調整する必要があり、さらにきわめて著しい構造サイズを要求する。

【 0 0 2 6 】

10

20

30

40

50

本発明では、レーザー走査顕微鏡の光路における光学装置が前記要素 2 に後続配置された別の光学的な部材 8 を有する。この部材を通り抜けることにより、検出光の分散性（拡散性）の、あるいは複屈折性の、あるいは分散性且つ複屈折性の性質が検出され得る。ここでは、要素 2 及び部材 8 はそれぞれ A O T F（Acousto-Optical-Tunable-Filter、音響光学チューナブルフィルタ）である。その際、要素 2 だけがアクティブな光学エレメントとして構成されている。部材 8 は、要素 2 に後続して配置されており、それによって、検出光の光線が要素 2 及び部材 8 を通り抜けた後に十分に（広範囲に）平行に出てくる。このために、要素 2 に対して相対的な部材 8 の点対称な配置が実現されている。このことは、例えば図 2 から読み取られ得る。この場合には、部材 8 は、相応の距離のところに、且つ、検出光が部材 8 を十分に損失なしに且つ内部の反射なしに通り抜けることができるようにずらされて、配置されている。

10

【 0 0 2 7 】

一つの具体的な構成では、一つの検出部分光線だけが検出される。それについては図 3 を参照のこと。別の構成では、部材 8 の後方で二つの検出部分光線が同時に検出される。このことは図 2 に示されている。この場合には、検出部分光線 9 及び 1 0 が要素 2 及び部材 8 に後続配置された検出器 1 7 及び 1 8 で検出される。この場合には、両方の検出部分光線 9、1 0 の同時の検出が行われる。同様に、部材 8 に光線偏向装置（光線の変更装置）1 9 が後続配置されており、当該光線偏向装置が検出部分光線 1 0 を検出器 1 7 へ導くことが図 2 において概略を示されている。

【 0 0 2 8 】

20

別の構成では、レーザー走査顕微鏡が一つの検出器 1 7 だけを有する。このことは、図 3 に示されている。この場合には、有利には、光線偏向装置 1 9 が可動に配設されており、そこで示された両方の検出部分光路 9 及び 1 0 にポジショニングされ得る（置かれ得る）。したがって、可動に配設された光線偏向装置 1 9 の位置に依存して、検出部分光線 1 0 かあるいは検出部分光線 9 が検出器 1 7 で検出され得る。検出器 1 7 は、この実施例では、検出されるべき波長領域全体で、最高に敏感な検出特性をもつ。それは、さらに、ほとんど無視できるノイズ成分（ノイズ割合）を保証する特別な冷却によって際立たされている。

【 0 0 2 9 】

図 2 及び図 3 に示された検出部分光線 9 及び 1 0 については、部分光線 9 は、偏光させられている常光線(ordentlicher, polarisierter Strahl)であり、部分光線 1 0 は、偏光させられている異常光線(ausserordentlicher, polarisierter Strahl)である。

30

【 0 0 3 0 】

図 2 及び図 3 の実施例において、検出器 1 7 及び 1 8 は、各検出部分光線 9 及び 1 0 のスペクトル分解(spektrale Zerlegung)を考慮にいれ且つ有利には強める（増幅する）マルチバンド検出器として構成されている。検出部分光線 9 及び 1 0 のそこで存在する平行性に基づいて、検出器 1 7、1 8 の配置は、部材 8 からのそれらの距離を顧慮してクリティカル（決定的）でない(unkritisch)。このことは、機器デザインの際の付加的な自由度を結果として伴う。

【 0 0 3 1 】

40

図 6 に示す具体的な構成では、検出光路に光線トラップ(Strahl Falle)の形でのマスク装置（遮断装置、Ausblendeinrichtung）2 0 が備えられている。それによって、検出部分光線 1 0 が検出のために考慮にいれられない。

【 0 0 3 2 】

図 4 に示す構成から読み取れるように、本発明では、要素 2 及び部材 8 に光線偏向装置 2 1 が後続配置されており、当該光線偏向装置が、対象物ないしは顕微鏡からくる検出光を要素 2 及び部材 8 を通り抜けた後に反射してもどす。その結果、検出光は、部材 8 及び要素 2 を再度通り抜けた後に、図 4 には描かれていない検出器によって検出され得る。光線偏向装置 2 1 によって、図 1 に描かれた要素 1 2 及び 1 3 を有利には設けなくてよい。その際、それにもかかわらず、（詳しく言うと検出光が要素 2 及び 8 を再度通り抜けた後

50

に) 再び一つにまとめられた検出光線が検出され得る。特に要素 2 に後続配置されたいまや二つの光学的な部材 8 及び 21 の調整に関して、本発明に係る装置は、(要素 2 に三つの構造同一の要素 8、12、及び 13 が後続配置されている図 1 に示す構成に比較して) 著しい利点を提供する。

【0033】

光線偏向装置 21 は、(図 5 に示されているように) 光線偏向装置 21 の方へ向かう検出光路が光線偏向装置 21 から反射して戻された検出光路に比べて傾けられて配置されているように、配置され且つポジショニングされている。光線偏向装置の方へ向かう検出光路は図 5 において実線で描かれており、光線偏向装置 21 から反射して戻された検出光路は一点鎖線で示されている。両方の検出光線の間の傾斜角度は 10 度である。しかしながら、図 5 では、よりよい図示のために、光線偏向装置 21 がより大きい角度で傾けられている。

10

【0034】

光線偏向装置 21 の傾けられた配置に基づいて、部材 8 及び要素 2 へ反射して戻される検出光(一点鎖線で示されている)は顕微鏡 4 からくる検出光路に対してわきにずらされている。それによって、検出光は、要素 2 及び部材 8 を再度通り抜けた後に別の光線偏向装置 19 によって検出器 17 へ導かれ得る。

【0035】

図 6 に示す構成では、検出部分光線 9 だけが部材 8 及び要素 2 の方へ反射して戻され、検出部分光線 10 は、マスク装置 20 を使って検出光路から除去される。

20

図 7 には、有利な構成が描かれている。この構成では、要素 2 及び部材 8 から出てくる検出部分光線 9 も部材 8 及び要素 2 の方へ反射して戻される検出部分光線 10 もそれぞれ(不図示の)検出器で検出される。この場合、要素 2 及び部材 8 に後続配置された光線偏向装置 21 が通路(貫通部) 22 を備えており、当該通路が、検出部分光線 9 が不図示の検出器へ通過させられることを可能にする。この構成では、(図 5 に示す構成においてもそうであるように) 光線偏向装置が有利には傾けられて配置されている(図 7 には示されていない)。その結果、部材 8 及び要素 2 の方へ反射して戻される検出部分光線 10 が、通過の後に、同様に、顕微鏡 4 からくる検出光線 5 に対してのわきへのずれを有する。その結果、反射して戻された検出部分光線 10 が(図 7 には示されていない)光線偏向装置によって(同様に図 7 には示されていない)検出器へ送られる。有利には、光線偏向装置 21 は、可動に配設されており、且つ検出部分光線 9 かあるいは検出部分光線 10 が当該光線偏向装置 21 を通過できるようにポジショニングされ得る。有利には、通路 22 を備える光線偏向装置 21 に、図 7 には示されていないマルチバンド検出器が後続配置されており、当該マルチバンド検出器が光線偏向装置 21 を通過する検出部分光線をさらにスペクトル分解し且つ検出する。光線偏向装置 21 によって部材 8 及び要素 2 の方へ反射して戻された検出部分光線は、有利には、光電子増倍管(Photomultiplier)として構成されている図 7 には示されていない従来どおりの検出器によって検出される。

30

【0036】

図 8 に示す構成では、可動に配設されていて且つ検出部分光線 9 及び 10 に作用する光線偏向装置 21 を有する、レーザー走査顕微鏡の光路における光学装置が示されている。この場合には、光線偏向装置 21 のポジションに依存して検出部分光線 9 及び 10 が要素 2 及び部材 8 を一回通り抜けた後に検出器 17、18 で検出される。可動に配設された光線偏向装置 21 が検出光路にあるならば、両方の検出部分光線 9、10 が反射されて部材 8 及び要素 2 を通って戻される。そのときそれらは図 5 に示す構成に従い対応する(図 8 には示されていない)検出器で検知され得る。図 2 ~ 8 の構成では、光線偏向装置 19 及び 21 として従来どおりの反射鏡が利用されている。

40

【0037】

スペクトル選択的要素 2 の構成についての別の実施例では、要素 2、あるいは光学的な部材 8、あるいは要素 2 及び光学的な部材 8 が AOM (Acousto-Optical-Modulator、音響光学変調器)である。スペクトル選択的要素 2 の別の実施形態では、光学的な部材 8 が A

50

OD (Acusto-Optical-Deflektor、音響光学偏向器)として構成されている。さらに、光学的な部材 8 は、複屈折のクリスタル、プリズム、及び円柱レンズとして構成されていてもよい。

【0038】

前記部材の後ろでの一つあるいは複数の検出光線 9 の検出のために、検出光線が対応する検出器 17 及び 18 に送られる。

当該装置に設けられた光線偏向装置 19 及び 21 は、反射鏡としてあるいは位相共役化された反射鏡(phasenkonjugierte Spiegel)として構成されている。

【0039】

引き続いて、特に以下のことを指摘しておく。すなわち、上記の検討された実施例は、単に、請求される発明の説明に用いられるにすぎない。これらは、前記の純粹に任意に選択された実施例に限定しない。

【図面の簡単な説明】

【図1】 レーザ走査顕微鏡の光路における従来技術により知られている装置の図である。

【図2】 レーザ走査顕微鏡の光路における本発明に係る光学装置の図である。

【図3】 別の検出の仕方が考慮にいれられている、図2に由来する光学装置の図である。

【図4】 検出光が前記要素及び前記部材を通り抜けた後に元の方へ反射される、レーザ走査顕微鏡の光路における光学装置の図である。

【図5】 図4に由来する光線偏向装置の傾けられた配置を示す図である。

【図6】 マスク装置を備える光学装置を示す図である。

【図7】 前記要素及び前記部材の後方に配設されていて通路を備えている光線偏向装置を示す図である。

【図8】 可動に配設された光線偏向装置が検出光路にポジショニングされ得るような、レーザ走査顕微鏡の光路における光学装置の図である。

【符号の説明】

- | | | |
|-------|-------------------|--|
| 1 | 光源 | |
| 2 | 調節され得るスペクトル選択的要素 | |
| 3 | 励起光 | |
| 4 | 顕微鏡 | |
| 5 | 検出光路 | |
| 6、7 | 検出部分光線 | |
| 8 | 要素、別の光学的な部材 | |
| 9、10 | さしあたり平行にのびる検出部分光線 | |
| 11 | 対称軸 | |
| 12、13 | 光学的な要素 | |
| 14、15 | 収斂するようにのびる検出部分光線 | |
| 16 | 再び一つにまとめられた検出光線 | |
| 17、18 | 検出器 | |
| 19 | 光線偏向装置 | |
| 20 | マスク装置 | |
| 21 | 光線偏向装置 | |
| 22 | 光線偏向装置 21 の通路 | |

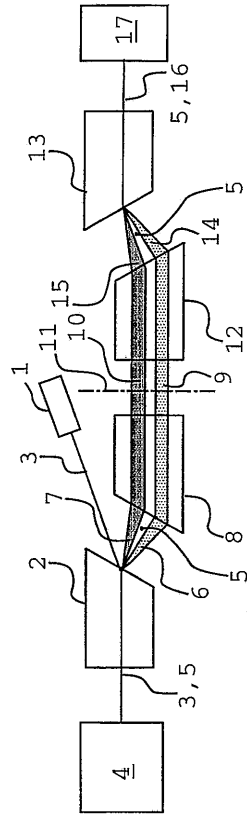
10

20

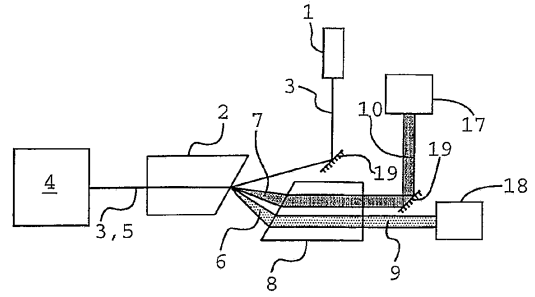
30

40

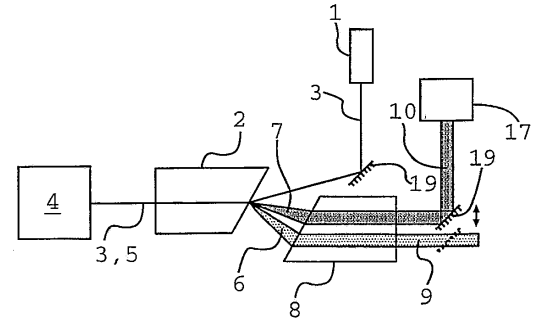
【図 1】



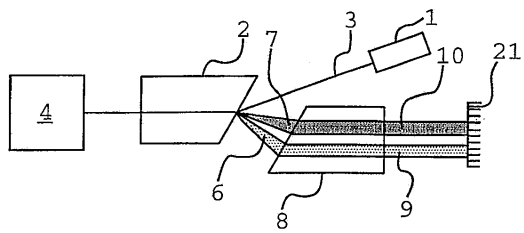
【図 2】



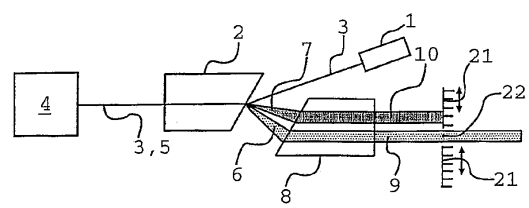
【図 3】



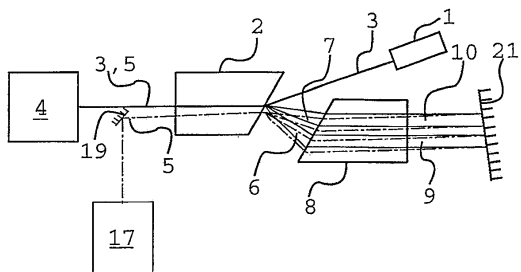
【図 4】



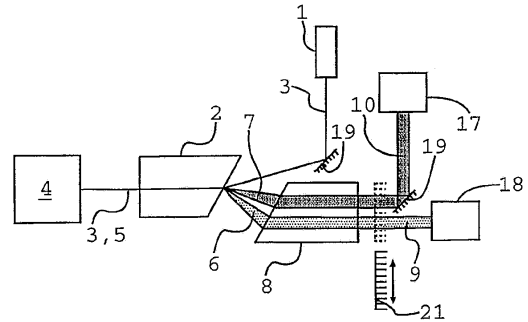
【図 7】



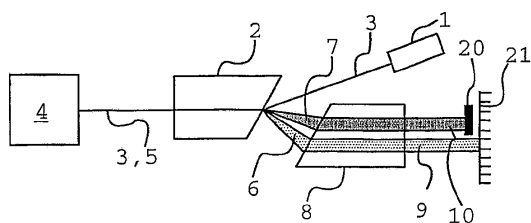
【図 5】



【図 8】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 ラファエル シュトルツ
ドイツ連邦共和国 デー・6 9 2 4 5 バンメンタール ライルスハイマー シュトラーセ 3 2
- 1

合議体

審判長 伊藤 昌哉

審判官 神 悦彦

審判官 北川 清伸

(56)参考文献 国際公開第9 9 / 4 2 8 8 4 (W O , A 1)
特表平9 - 5 0 2 2 6 9 (J P , A)
特表平3 - 5 0 4 6 4 3 (J P , A)
米国特許第5 7 7 4 2 1 5 (U S , A)
米国特許第5 4 1 0 3 7 1 (U S , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G02B21/00-21/36
G02B5/30