

(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2019-32437

(P2019-32437A)

(43) 公開日 平成31年2月28日(2019.2.28)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
GO 2 B 21/06 (2006.01)	GO 2 B 21/06	2 G O 4 3
GO 1 N 21/64 (2006.01)	GO 1 N 21/64	E 2 H O 5 2

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2017-153350 (P2017-153350)
 (22) 出願日 平成29年8月8日 (2017.8.8)

(71) 出願人 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都八王子市石川町2951番地
 (74) 代理人 100074099
 弁理士 大菅 義之
 (72) 発明者 島田 佳弘
 東京都八王子市石川町2951番地 オリ
 ンパス株式会社内
 (72) 発明者 劉 剛
 東京都八王子市石川町2951番地 オリ
 ンパス株式会社内
 Fターム(参考) 2G043 AA03 CA05 EA01 FA01 FA02
 GA02 GB03 GB17 HA02 HA05
 HA07 HA15 MA06

最終頁に続く

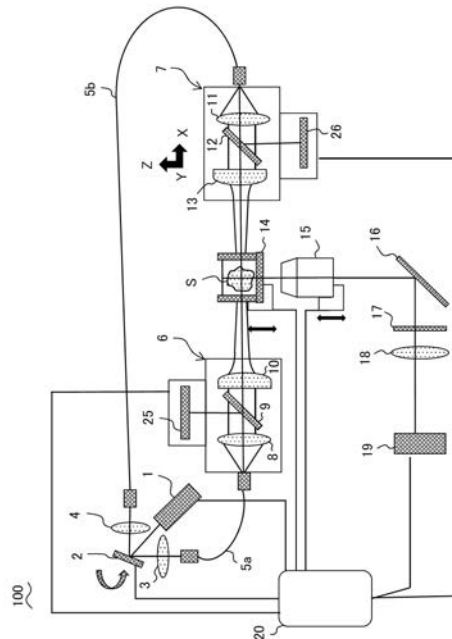
(54) 【発明の名称】 ライトシート顕微鏡

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】複数の照明方向間で出射される励起光の照射平面のズレを防ぐことができるライトシート顕微鏡を提供する。

【解決手段】ライトシート顕微鏡100は、励起光を出力する光源1と、光源1からの励起光を導光する光ファイバ5a、5bと、光ファイバ5a、5bから導光された励起光をそれぞれシート状の光として、同一平面上で互いに異なる複数の方向から標本へ向けて出射する照明光学系6、7と、光源1と光ファイバ5a、5bとの間に配置され、光ファイバ5a、5bの中から光源1から出力された励起光が入射する光ファイバ5a、5bを切り替え、照明光学系6、7の中から励起光を出射する照明光学系を切り替える光切り替え手段と、を備えること特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光を出力する光源と、
前記光源からの光を導光する複数の光ファイバと、
前記複数の光ファイバから導光された光をそれぞれシート状の光として、同一平面上で互いに異なる複数の方向から標本へ向けて出射する複数の照明光学系と、
前記光源と前記複数の光ファイバとの間に配置され、前記複数の光ファイバの中から前記光源から出力された光が入射する光ファイバを切り替える光切り替え手段と、を備えること特徴とするライトシート顕微鏡。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のライトシート顕微鏡において、
前記光切り替え手段は、前記光源から出力された光を偏向させることで、前記複数の光ファイバの中から前記光源から出力された光が入射する光ファイバを切り替える光偏向手段である
こと特徴とするライトシート顕微鏡。

10

【請求項 3】

請求項 2 に記載のライトシート顕微鏡において、
前記光偏向手段は、ガルバノミラーまたは音響光学素子または位相変調素子またはフリップミラーである
ことを特徴とするライトシート顕微鏡。

20

【請求項 4】

光を出力する光源と、
前記光源からの光を導光する複数の光ファイバと、
前記複数の光ファイバから導光された光をそれぞれシート状の光として、同一平面上の複数の方向から標本へ向けて出射する複数の照明光学系と、
前記複数の光ファイバのそれぞれへつながる各光路上を、前記光源から出力された前記光が通るように前記光を分割する光分割手段と、
前記光分割手段により分割された各光路上で光を通過、遮断させる光遮断機構と、を備える
ことを特徴とするライトシート顕微鏡。

30

【請求項 5】

光を出力する複数の光源と、
前記複数の光源からの光をそれぞれシート状の光として、同一平面上の複数の方向から標本へ向けて出射する複数の照明光学系と、
前記複数の照明光学系の中から光を出射する照明光学系を切り替える光切り替え手段と、を備える
ことを特徴とするライトシート顕微鏡。

【請求項 6】

請求項 5 に記載のライトシート顕微鏡において、
前記光切り替え手段は、前記複数の光源の後段の各光路上で光を通過、遮断させる光遮断機構である
ことを特徴とするライトシート顕微鏡。

40

【請求項 7】

請求項 5 に記載のライトシート顕微鏡において、
前記光切り替え手段は、前記複数の光源の出力と停止を制御する光源制御装置である
ことを特徴とするライトシート顕微鏡。

【請求項 8】

請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか 1 項に記載のライトシート顕微鏡において、
前記複数の照明光学系のそれぞれを通過する励起光の光量を計測する複数の光量計測器を備える

50

ことを特徴とするライトシート顕微鏡。

【請求項 9】

請求項 8 に記載のライトシート顕微鏡において、
前記複数の光量計測器が計測した光量に基づき、前記複数の照明光学系が射出する光の光量を調節する制御装置を備える

ことを特徴とするライトシート顕微鏡。

【請求項 10】

請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか 1 項に記載のライトシート顕微鏡において、
前記複数の照明光学系は、同軸上で光を射出する少なくとも複数の照明光学系を含む

ことを特徴とするライトシート顕微鏡。

【請求項 11】

請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか 1 項に記載のライトシート顕微鏡において、
前記複数の照明光学系は、それぞれ同種の構成要素を有する光学系である

ことを特徴とするライトシート顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

ライトシート顕微鏡に関する。

【背景技術】

【0002】

同一平面上の異なる複数の方向から標本に対して励起光を照射するライトシート顕微鏡が知られている。例えば同一平面上の二方向（複数の方向）から標本を照明することで、一方向から照明する構成において生じ得た、標本上の照明光学系から遠い領域での照明効率の低下を抑制でき、照射平面上で照明効率にばらつきが生じることを抑制することができる。また、異なる方向から標本を照明することで、散乱物質等によって標本上で励起光が照射されない領域が存在してしまう（影が発生する）ことを低減する効果も奏する。

【0003】

特許文献 1、2 では、二方向から標本へ励起光を照射する構成が開示されている。同文献では、二方向間での照明方向の変更を、ガルバノミラーを用いて照明光学系内で光路を分岐させることで実現している。

【0004】

尚、複数の方向から標本を照明する技術では、2つの方向から交互に試料を照明する準同時照明を実現するものもある。上記の特許文献 1 では、露光時間中に照明方向を変更している。特許文献 2 では、二方向それぞれから照明した際の画像を取得し、後に画像処理により一枚の画像を得る。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特表 2013 - 506152 号公報

【特許文献 2】米国特許出願公開第 2011 / 0115895 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

一方、ガルバノミラーは、経年劣化や温度変化等の観察時の環境の変化に伴い、角度の変更量にズレが生じ得る。

【0007】

このような照明方向を変更する機構の精度の劣化は、各方向への励起光の射出に支障を生じさせる。例えば、上記角度の変更量のズレに伴い、ガルバノミラーによる光路分岐後の照明光学系内における励起光が導光される方向が変わることにより、照明方向毎に励起

10

20

30

40

50

光の照射平面にズレが生じてしまう。

【0008】

近年、高分解能での観察を実現するために、より薄いシート光を用いた観察を行うことが望まれている。一方、標本上で薄いシート光を形成するほど、上記に挙げた励起光の照射平面のズレが与える影響は、より顕著なものとなる。

【0009】

以上の実情を鑑みて、本発明では、複数の照明方向間で出射される照明光の照射平面のズレを防ぐことができるライトシート顕微鏡を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の一態様におけるライトシート顕微鏡は、光を出力する光源と、前記光源からの光を導光する複数の光ファイバと、前記複数の光ファイバから導光された光をそれぞれシート状の光として、同一平面上で互いに異なる複数の方向から標本へ向けて出射する複数の照明光学系と、前記光源と前記複数の光ファイバとの間に配置され、前記複数の光ファイバの中から前記光源から出力された光が入射する光ファイバを切り替え、前記複数の照明光学系の中から光を出射する照明光学系を切り替える光切り替え手段と、を備えること特徴とする。

【0011】

本発明の他の一態様におけるライトシート顕微鏡は、光を出力する光源と、前記光源からの光を導光する複数の光ファイバと、前記複数の光ファイバから導光された光をそれぞれシート状の光として、同一平面上の複数の方向から標本へ向けて出射する複数の照明光学系と、前記複数の光ファイバのそれぞれへ入射する各光路上を、前記光源から出力された前記光が通るように前記光を分割する光分割手段と、前記光分割手段により分割された各光路上で光を通過、遮断させる光遮断機構と、を備えることを特徴とする。

【0012】

本発明の他の一態様におけるライトシート顕微鏡は、光を出力する複数の光源と、前記複数の光源からの光をそれぞれシート状の光として、同一平面上の複数の方向から標本へ向けて出射する複数の照明光学系と、前記複数の照明光学系の中から光を出射する照明光学系を切り替える光切り替え手段と、を備えることを特徴とするライトシート顕微鏡。

【発明の効果】

【0013】

本発明のライトシート顕微鏡によれば、複数の照明方向間で出射される照明光の照射平面のズレを防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】第1の実施形態におけるライトシート顕微鏡の構成を示す図

【図2】制御装置の機能構成を示す図

【図3】第2の実施形態におけるライトシート顕微鏡の構成を示す図

【図4】第3の実施形態におけるライトシート顕微鏡の構成を示す図

【図5】第4の実施形態におけるライトシート顕微鏡の構成を示す図

【図6】第4の実施形態におけるシャッタの断面図

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の第1の実施形態におけるライトシート顕微鏡100について説明する。図1は、ライトシート顕微鏡100の構成を示す図である。

【0016】

ライトシート顕微鏡100は、光源1と、ガルバノミラー2と、レンズ3、4と、光ファイバ5a、5bと、照明光学系6、7と、光量計測器25、26と、対物レンズ15と、ミラー16と、蛍光フィルタ17と、レンズ18と、光検出器19と、制御装置20と、を備えている。尚、標本Sは培養液等とともに光透過性の容器14へ入れられており、

10

20

30

40

50

不図示のステージ上に固定される。

【0017】

光源1は、標本Sへ照射するための光(励起光)を出力する光源である。

【0018】

ガルバノミラー2は、光源1から出力された励起光を偏向させる。より詳しくは、ガルバノミラー2は、予め規定された角度の間で駆動することで、励起光がレンズ3あるいはレンズ4へ入射するように偏向する。即ち、ガルバノミラー2は、励起光が入射する光ファイバを、複数の光ファイバ(光ファイバ5a、5b)の間で切り替える光偏向手段である。

【0019】

光ファイバ5a、5bは、それぞれレンズ3、4を介した励起光を照明光学系6、7へ導光する。

【0020】

照明光学系6は、レンズ8、ビームスプリッター9、シリンダリカルレンズ10を有している。レンズ8を介した励起光は、ビームスプリッター9により反射し、光量計測器25へ向かうものと、ビームスプリッター9を透過し、シリンダリカルレンズ10へ向かうものとに分割される。

【0021】

シリンダリカルレンズ10は、Z方向にのみパワーを有し、XY平面上に広がりをもったシート状の励起光(シート光)を標本Sへ照射する。尚、照明光軸方向に加え、シート光が広がりを有する方向を幅方向とも表記する。照明光学系6が出射するシート光の幅方向は、図1においてY方向に当たる。

【0022】

照明光学系7は、レンズ11、ビームスプリッター12、シリンダリカルレンズ13を有している。レンズ11、ビームスプリッター12、シリンダリカルレンズ13は、それぞれ照明光学系6のレンズ8、ビームスプリッター9、シリンダリカルレンズ10と同様であり、照明光学系7は、照明光学系6と同種の構成要素を有している。レンズ11を介した励起光は、ビームスプリッター12により反射し、光量計測器26へ向かうものと、ビームスプリッター12を透過し、シリンダリカルレンズ13へ向かうものとに分割される。

【0023】

以上述べたように、ライトシート顕微鏡100は、同一平面上の複数の方向(ここではX軸上の相反する二方向)から標本Sへ向けて、即ち同軸上で励起光(シート光)を出射する複数の照明光学系を備えた構成である。また、ガルバノミラー2は、励起光がレンズ3あるいはレンズ4へ入射するように駆動し通過する光路を切り替えることで、上述の複数の照明光学系(照明光学系6、7)の中から励起光を出射する照明光学系を切り替える光切り替え手段として機能する。

【0024】

一般に、駆動により角度を変更するガルバノミラーは、経年劣化や温度変化により、駆動による角度の変更量が変ってしまう場合がある。即ち、ガルバノミラーを用いて、複数の方向間で照明方向を切り替える構成をもつ顕微鏡では、ガルバノミラーの角度の変更量が従来規定の範囲からずれることで、後段の光学系へ入射する光の方向が変わってしまう。

【0025】

従来のライトシート顕微鏡の構成では、経年劣化や温度変化等による角度変化が生じることで、照明方向の変化につながってしまっていた。特にライトシート顕微鏡では、平面上に広がりを有するシート光を標本Sへ照射するものであるから、照明方向の変化は、照明光学系間での照射平面のズレにつながるため、観察に及ぼす影響は大きい。

【0026】

本発明の第1の実施形態におけるライトシート顕微鏡100によれば、ガルバノミラー2の後段に、複数の照明光学系(照明光学系6、7)のそれぞれへ励起光を導光する光フ

10

20

30

40

50

ファイバ 5 a、光ファイバ 5 b が配置されており、光切り替え時に対応する光ファイバを介して後段の照明光学系へ励起光を導光し、標本 S へ出射するものである。そのため、経年劣化等でガルバノミラー 2 における角度の変更具合が変わり、励起光の進行方向が変わってしまっていたとしても、光ファイバから出射される際にはその出射端面において励起光の出射方向は変わらない。即ち、励起光の進行方向にズレを生じさせ得る光切り替え手段の後段に光ファイバを設けることで、標本 S への照明方向にズレが生じてしまうことを防ぐことができる。

【 0 0 2 7 】

ライトシート顕微鏡 1 0 0 の構成の説明に戻る。

【 0 0 2 8 】

光量計測器 2 5 は、ビームスプリッター 9 を介して検出した励起光の光量を計測する。光量計測器 2 5 が計測する光量は、例えば、予め設定された一定時間あたりの光量である。光量計測器 2 6 も光量計測器 2 5 と同様のものであり、ビームスプリッター 1 2 を介して検出した励起光から、同様に光量の計測を行う。即ち、ライトシート顕微鏡 1 0 0 は、複数の照明光学系のそれぞれを通過する励起光の光量を計測する複数の光量計測器（光量計測器 2 5、2 6）を備えている。

10

【 0 0 2 9 】

標本 S から発生した蛍光は、対物レンズ 1 5、ミラー 1 6、蛍光フィルタ 1 7、レンズ 1 8 を介して光検出器 1 9 にて検出される。光検出器 1 9 としては、例えば、CCD イメージセンサ等の撮像素子が用いられる。

20

【 0 0 3 0 】

制御装置 2 0 は、ライトシート顕微鏡 1 0 0 が有する各構成を制御する制御用のコンピュータである。図 2 は、制御装置 2 0 の機能構成を示す図である。

【 0 0 3 1 】

制御装置 2 0 は、偏向手段制御部 2 1、画像処理部 2 2、光源制御部 2 3、光量情報取得部 2 4 を有している。

【 0 0 3 2 】

偏向手段制御部 2 1 は、光切り替え手段であるガルバノミラー 2 を駆動制御し、励起光を出射する照明光学系を照明光学系 6、7 の間で切り替える制御を実行する。偏向手段制御部 2 1 は、不図示の入力装置（キーボード、マウス等）からの制御装置 2 0 への入力に基づいて、制御を行うものであってもよい。

30

【 0 0 3 3 】

画像処理部 2 2 は、光検出器 1 9 が検出した蛍光の信号に基づき、画像の生成等を行う。

【 0 0 3 4 】

光源制御部 2 3 は、光量計測器 2 5 が計測した光量に基づいて光源 1 が出力する励起光の強度を変更することにより、照明光学系 6、7 が出射する励起光の光量を調節する。より具体的には、励起光が照明光学系 6 を介して標本 S へ照射されるようにガルバノミラー 2 が励起光の通過する光路を切り替えた場合に光量計測器 2 5 が計測した光量と、励起光が照明光学系 7 を介して標本 S へ照射されるようにガルバノミラー 2 が励起光の通過する光路を切り替えた場合に光量計測器 2 6 が計測した光量、の間のズレをなくすように、照明光学系 6、7 それぞれが励起光を出射する際の光源 1 が出力する励起光の強度を変更する。

40

【 0 0 3 5 】

また、光量情報取得部 2 4 は、光量計測器 2 5、2 6 が計測した光量の情報を受信し、光源制御部 2 3 へ伝達する。

【 0 0 3 6 】

上述したように、経年劣化等に起因するガルバノミラーの角度変更が生じることで、後段の光学系へ入射する光の光量自体が変わってしまい得る。即ち、各照明光学系から出射される照明強度にばらつきが生じてしまう場合がある。

50

【0037】

一方、本実施形態のように、光量計測器25、26により各照明光学系内での光量を計測し、計測した光量の差が無くなるように、光源1が出力する励起光の強度を調整する構成によれば、ガルバノミラーの角度変更起因して照明光学系間で出射光量に違いが生じてしまうような状況でも出射光量の調整を行うことができる。従って、標本Sへ複数の方向から照明を行う際に、照明方向間で光量にばらつきが生じてしまうことを防ぐことができる。

【0038】

以上のライトシート顕微鏡100によれば、光切り替え手段であるガルバノミラー2で角度変更が生じた場合であっても、複数の照明光学系の間で、照明方向のズレ（即ち標本S上での照射平面のズレ）や出射光量のばらつきが生じてしまうことを防ぐことができる。

10

【0039】

また、本構成のように、複数の照明光学系がそれぞれ同種の構成要素を有するものとなれば、製造等が容易である。また、複数の照明光学系が同軸上の、相反する方向から励起光（シート光）を出射することで、散乱物質等によって標本上で励起光が照射されない領域が存在してしまう（影が発生する）ことをより大きく低減し得る。

【0040】

以下、第2の実施形態におけるライトシート顕微鏡100について説明する。図3は、ライトシート顕微鏡200の構成を示す図である。

20

【0041】

ライトシート顕微鏡200は、光源31と、フリップミラー32a、32b、32cと、レンズ33、34、35、36、と、光ファイバ37a、37b、37c、37dと、光ファイバ37aの後段に配置された照明光学系38と、光ファイバ37bの後段に配置された照明光学系39と、光ファイバ37cの後段に配置された不図示の照明光学系と、光ファイバ37dの後段に配置された不図示の照明光学系と、対物レンズ15と、ミラー16と、蛍光フィルタ17と、レンズ18と、光検出器19と、制御装置20と、を備えている。照明光学系38は、レンズ40とシリンドリカルレンズ41を有しており、その他の照明光学系も互いに同様の構成を有している。また、照明光学系38、39は、X軸上の異なる方向から標本Sへ励起光を照射し、光ファイバ37cの後段に配置された不図示の照明光学系と、光ファイバ37dの後段に配置された不図示の照明光学系は、それぞれY軸上の異なる方向から標本Sへ励起光を照射するものである。

30

【0042】

ライトシート顕微鏡200では、ガルバノミラーの代わりにフリップミラーの駆動によって励起光が入射する照明光学系の切り替えを行っている点と、同一平面上（XY平面上）の異なる方向から標本Sを照明する照明光学系を4つ備えている点がライトシート顕微鏡100と異なっている。

【0043】

光切り替え手段としてフリップミラーを使用する場合であっても、ガルバノミラーと同様、経年劣化や温度変化等で駆動する角度の変更量が変わってしまい、後段の光路での励起光の進行方向、ひいては標本Sへの照明方向がずれてしまう場合がある。一方で、フリップミラーによる光路切り替え後において、光ファイバを設け、後段の照明光学系へ導光するようにすれば、出射方向がずれることを防ぐことができる。また、照明光学系の数は、ライトシート顕微鏡100では2つとしたが、特に限定されないため、本構成のように2つ以上であってもよい。

40

【0044】

また、本構成では、図3において光量計測器を表記していないが、第1の実施形態のように、レンズとシリンドリカルレンズの間にビームスプリッタを設けて、そのビームスプリッタの反射方向に光量計測器を設ける構成としてもよい。光量計測器を設けることで、光切り替え手段であるフリップミラーの角度の変更量にズレが生じ、後段の光学系へ入射

50

する光の光量自体が変わってしまう場合であっても、設置された光量計測器により各照明光学系を通過する光量を計測し、照明光学系間で出射する励起光の光量に差が出ないように光源の出力を調節することが可能となる。

【0045】

また、光切り替え手段は、ガルバノミラーやフリップミラーの他に、光路上に挿脱されるように駆動制御されるミラーであってもよく、偏光ビームスプリッタと波長板が光路上へ挿脱される構成であってもよい。

【0046】

尚、第1、2の実施形態では、光切り替え手段としてガルバノミラー、フリップミラーを用いたが、構成はこれに限定されない。例えば、位相変調素子（LCOS等）や音響光学素子を代わりに用いる構成としてもよい。位相変調素子や音響光学素子も温度変化により光の入出射面で結露が起きた場合等に、光学特性が劣化し得るが、後段に光ファイバを設け、シート光を出射する各照明光学系へ導光する構成とすることで、照明光学系間の出射方向、及び、強度のズレが生じることを防止することができる。

10

【0047】

以下、第3の実施形態におけるライトシート顕微鏡300について説明する。図4は、ライトシート顕微鏡300の構成を示す図である。

【0048】

ライトシート顕微鏡300は、照明光学系51、52と、光量計測器49、50と、対物レンズ15と、ミラー16と、蛍光フィルタ17と、レンズ18と、光検出器19と、制御装置20と、を備えている。

20

【0049】

照明光学系51は、光源53、光束径変更光学系54、ビームスプリッタ55、シリンダリカルレンズ56、を有している。光源53から出力された励起光は、光束径変更光学系54により励起光の光束径の大きさが変更且つコリメートされビームスプリッタ55へ入射し、ビームスプリッタ55を透過したものはシリンダリカルレンズ56を介して標本Sへ照射される。また、ビームスプリッタ55で反射した励起光は、光量計測器49へ導光される。

【0050】

照明光学系52は、照明光学系51と同種の構成要素を有しており、光源57、光束径変更光学系58、ビームスプリッタ59、シリンダリカルレンズ60、を有しており、ビームスプリッタ59を反射した励起光が光量計測器50へ入射するように光量計測器50が設置されている。つまりライトシート顕微鏡300は、複数の光源（光源53、57）からの励起光をそれぞれシート状の光として、同一平面上の複数の方向から標本へ向けて出射する複数の照明光学系を備えている。

30

【0051】

本構成では、光源制御部23が各照明光学系が有するそれぞれの光源（光源53、57）の出力と停止を制御するものであり、該制御によって、励起光を出射する照明光学系を照明光学系51、52の間で変更している。即ち、光源制御装置である光源制御部23が複数の照明光学系の中から励起光を出射する照明光学系を切り替える光切り替え手段として機能する。

40

【0052】

即ちライトシート顕微鏡300の構成では、複数の照明光学系（照明光学系51、52）毎に配置された光源の出力を制御することによって励起光を出射する照明光学系を切り替えることから、ガルバノミラー等の駆動する機構を有さない。そのため、本構成の制御装置20は、偏向手段制御部21の機能構成を有さない。

【0053】

ライトシート顕微鏡300の構成によれば、励起光の入射方向にズレを発生させる機構（ガルバノミラー等）が無く、一定の位置にある光源から出射される励起光を導光し、シリンダリカルレンズを介して標本Sへ照射する。従って、複数の照明光学系間で照射平面

50

にズレが発生することがない。

【0054】

また、変形例として、光源の出力と停止を制御する代わりに、各光源の後段の各光路上にAOM（音響光学変調器）を設け、AOMへ入射する励起光の強度を変調、非変調との間で切り替えるようにAOMを制御してもよい。この場合、複数の照明光学系の中でいずれかの照明光学系が励起光を出射するように該照明光学系へ入射され得る励起光を非変調で透過させ、他の照明光学系へ入射され得る励起光が遮断されるようにAOMで変調を行う。即ち、AOMは、複数の光源の後段の各光路上で励起光を通過、遮断させる光遮断機構として機能する。また、光源の出力を制御する代わりに、AOMの変調強度を制御することにより、照明光学系間で射出する励起光の光量に差が出ないように調節することも可能である。

10

【0055】

以下、第4の実施形態におけるライトシート顕微鏡400について説明する。図5は、ライトシート顕微鏡400の構成を示す図である。

【0056】

ライトシート顕微鏡400は、光源61と、ビームスプリッタ62と、ミラー63と、シャッタ64と、レンズ65、66と、光ファイバ67a、67bと、照明光学系76、77と、対物レンズ15と、ミラー16と、蛍光フィルタ17と、レンズ18と、光検出器19と、制御装置20と、を備えている。

【0057】

ビームスプリッタ62は、例えばハーフミラーであり、後段の複数の光ファイバ（光ファイバ67a、67b）のそれぞれへ入射する各光路上を光源51から出力された励起光が通るように、励起光を分割する光分割手段である。

20

【0058】

シャッタ64は、ビームスプリッタ62により分割された各光路上で励起光を通過、遮断させる役割を有する光遮断機構である。

【0059】

シャッタ64は、例えば、図6に示す形状を有する。図6は、シャッタ64の断面図であり、スポットA、Bがそれぞれビームスプリッタ62、レンズ65間、ビームスプリッタ62、レンズ66間を通過する励起光の断面を示す。シャッタ64は、駆動モータ等の駆動により矢印の方向に回転し、回転に応じた位置が変わることにより励起光を通過または遮断する。尚、図6は、ビームスプリッタ62を透過した励起光を通過させている状態を示している。尚、シャッタ64は、制御装置20の偏向手段制御部21により、回転が制御される。

30

【0060】

照明光学系76は、レンズ68、ビームスプリッタ69、シリンダリカルレンズ70、を有しており、ライトシート顕微鏡100における照明光学系6と同様の構成要素を有する。照明光学系77についても、照明光学系76と同様の構成要素である、レンズ71、ビームスプリッタ72、シリンダリカルレンズ73、を有する。つまり、ライトシート顕微鏡400は、複数の光ファイバ（光ファイバ67a、67b）から導光された励起光をそれぞれシート状の光として、同一平面上の複数の方向から標本Sへ向けて出射する複数の照明光学系を備えている。

40

【0061】

光検出器19は、制御装置20の光源制御部23により、シャッタ64の回転と同期して露光が制御される。具体的には、光源制御部23は、図6で示されるスポットA、Bのいずれかを通過させ他方を遮断している状態となった時点で露光を開始し、シャッタ64が回転している途中（即ち、スポットA、Bのいずれも通過させている状態）の時には露光を停止する。このような制御を行うことで、シャッタ64が回転中の、光量や照明方向が変動しており観察に適さない状態において、撮像されることを防止できる。

【0062】

50

以上の構成のように照明光学系の数に対応して励起光を分割する構成と、分割後励起光を選択的にいずれかの光ファイバ及び照明光学系へ導光する構成を有していてもよい。本構成のようにシャッタを回転させる構成によれば、ガルバノミラー等を含む構成と比較して安価な構成で、第1の実施形態と同様の効果を奏することができる。

【0063】

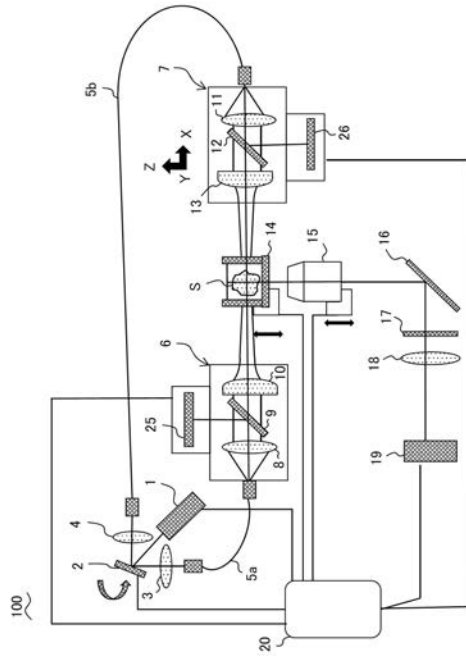
上述した実施形態は、発明の理解を容易にするために具体例を示したものであり、本発明はこれらの実施形態に限定されるものではない。上述したライトシート顕微鏡は、特許請求の範囲に記載した本発明を逸脱しない範囲において、さまざまな変形、変更が可能である。

【符号の説明】

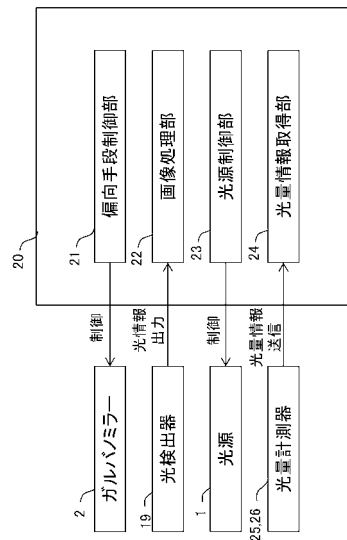
【0064】

100、200、300、400	ライトシート顕微鏡	
20	制御装置	10
1、31、53、57、61	光源	
2	ガルバノミラー	
3、4、10、11、18、33、34、35、 36、40、65、66、68、71	レンズ	
5a、5b、37a、37b、37c、 37d、67a、67b	光ファイバ	
6、7、38、39、51、52、76、77	照明光学系	20
9、12、55、59、62、69、72	ビームスプリッタ	
10、13、41、43、56、60、 70、73	シリンドリカルレンズ	
14	容器	
15	対物レンズ	
16	ミラー	
17	蛍光フィルタ	
18	レンズ	
19	光検出器	
20	制御装置	30
25、26、49、50、74、75	光量計測器	
32a、32b、32c、32d	フリップミラー	
54、58	光束径変更光学系	
64	シャッタ	

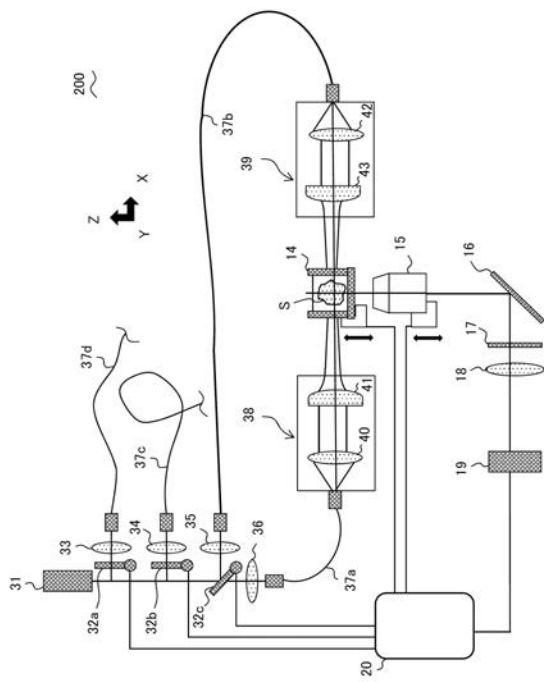
【図 1】



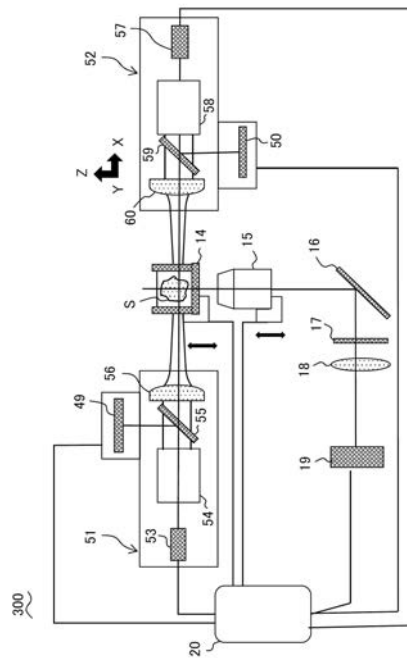
【図 2】



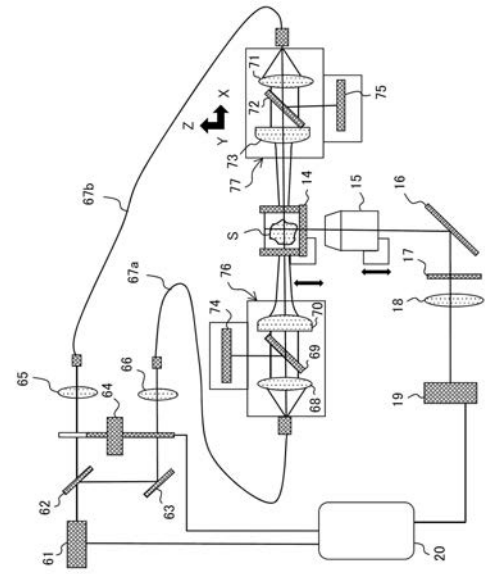
【図 3】



【図 4】

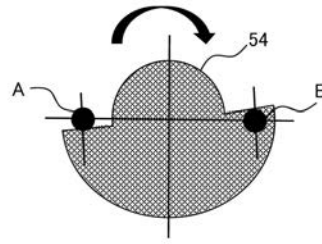


【 図 5 】



400

【 図 6 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H052 AA09 AB01 AC04 AC05 AC09 AC14 AC26 AC27 AD07 AD34
AF14