

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6590366号
(P6590366)

(45) 発行日 令和1年10月16日(2019.10.16)

(24) 登録日 令和1年9月27日(2019.9.27)

(51) Int.Cl.

F 1

GO2B 21/24	(2006.01)	GO2B 21/24
GO2B 21/06	(2006.01)	GO2B 21/06
GO2B 7/28	(2006.01)	GO2B 7/28
GO2B 7/32	(2006.01)	GO2B 7/32

J

請求項の数 14 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2015-188906 (P2015-188906)
(22) 出願日	平成27年9月25日 (2015.9.25)
(65) 公開番号	特開2017-62438 (P2017-62438A)
(43) 公開日	平成29年3月30日 (2017.3.30)
審査請求日	平成30年9月5日 (2018.9.5)

(73) 特許権者	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
(74) 代理人	100121083 弁理士 青木 宏義
(74) 代理人	100138391 弁理士 天田 昌行
(72) 発明者	小林 大 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
審査官	森内 正明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】顕微鏡装置、オートフォーカス装置、及び、オートフォーカス方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

対物レンズと、

前記対物レンズを介して標本にオートフォーカス光を照射するアクティブ型のオートフォーカス装置であって、前記オートフォーカス光の照明光軸が前記対物レンズの光軸から離れた位置を通るように構成されたオートフォーカス装置と、

前記照明光軸を前記対物レンズの光軸と直交する方向に動かす調整手段と、を備え、

前記調整手段は、前記オートフォーカス装置を前記対物レンズの光軸に対して所定の方向に動かす

ことを特徴とする顕微鏡装置。

10

【請求項2】

対物レンズと、

前記対物レンズを介して標本にオートフォーカス光を照射するアクティブ型のオートフォーカス装置であって、前記オートフォーカス光の照明光軸が前記対物レンズの光軸から離れた位置を通るように構成されたオートフォーカス装置と、

前記照明光軸を前記対物レンズの光軸と直交する方向に動かす調整手段と、を備え、

前記オートフォーカス装置は、前記オートフォーカス光を前記対物レンズに向けて偏向する偏向素子を備え、

前記調整手段は、前記偏向素子を前記対物レンズの光軸に対して所定の方向に動かすことを特徴とする顕微鏡装置。

20

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の顕微鏡装置において、
前記所定の方向は、前記対物レンズの光軸と直交する方向である
ことを特徴とする顕微鏡装置。

【請求項 4】

対物レンズと、

前記対物レンズを介して標本にオートフォーカス光を照射するアクティブ型のオートフォーカス装置であって、前記オートフォーカス光の照明光軸が前記対物レンズの光軸から離れた位置を通るように構成されたオートフォーカス装置と、

前記照明光軸を前記対物レンズの光軸と直交する方向に動かす調整手段と、を備え、
前記オートフォーカス装置は、前記オートフォーカス光を平行移動するシフタを備え、
前記調整手段は、前記シフタへの前記オートフォーカス光の入射角度を変更する
ことを特徴とする顕微鏡装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の顕微鏡装置において、
前記オートフォーカス装置は、前記オートフォーカス光の集光位置を前記対物レンズの
光軸方向に動かすオフセットレンズを備え、
前記調整手段は、前記オフセットレンズの位置に応じて、前記照明光軸を前記対物レンズ
の光軸に対して所定の方向に動かす
ことを特徴とする顕微鏡装置。

【請求項 6】

対物レンズと、

前記対物レンズを介して標本にオートフォーカス光を照射するアクティブ型のオートフォーカス装置であって、前記オートフォーカス光の照明光軸が前記対物レンズの光軸から離れた位置を通るように構成されたオートフォーカス装置と、

前記照明光軸を前記対物レンズの光軸と直交する方向に動かす調整手段と、を備え、
前記オートフォーカス装置は、前記オートフォーカス光の集光位置を前記対物レンズの
光軸方向に動かすオフセットレンズを備え、
前記調整手段は、前記オフセットレンズの位置に応じて、前記照明光軸を前記対物レンズ
の光軸に対して所定の方向に動かす
ことを特徴とする顕微鏡装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載の顕微鏡装置において、
前記オートフォーカス装置は、前記オートフォーカス光のビーム径を可変する可変開口
絞りを備える
ことを特徴とする顕微鏡装置。

【請求項 8】

対物レンズと、

前記対物レンズを介して標本にオートフォーカス光を照射するアクティブ型のオートフォーカス装置であって、前記オートフォーカス光の照明光軸が前記対物レンズの光軸から離れた位置を通るように構成されたオートフォーカス装置と、

前記照明光軸を前記対物レンズの光軸と直交する方向に動かす調整手段と、を備え、
前記オートフォーカス装置は、前記オートフォーカス光のビーム径を可変する可変開口
絞りを備える
ことを特徴とする顕微鏡装置。

【請求項 9】

請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか 1 項に記載の顕微鏡装置において、
前記オートフォーカス装置は、
前記標本で反射したオートフォーカス光を検出する光検出器と、
前記標本で反射したオートフォーカス光を前記光検出器に集光させる光学系と、

10

20

30

40

50

前記光学系と前記光検出器の間に配置された、開口が形成された遮光部材と、を備えることを特徴とする顕微鏡装置。

【請求項 10】

対物レンズと、

前記対物レンズを介して標本にオートフォーカス光を照射するアクティブ型のオートフォーカス装置であって、前記オートフォーカス光の照明光軸が前記対物レンズの光軸から離れた位置を通りるように構成されたオートフォーカス装置と、

前記照明光軸を前記対物レンズの光軸と直交する方向に動かす調整手段と、を備え、
前記オートフォーカス装置は、

前記標本で反射したオートフォーカス光を検出する光検出器と、

前記標本で反射したオートフォーカス光を前記光検出器に集光させる光学系と、

前記光学系と前記光検出器の間に配置された、開口が形成された遮光部材と、を備える

ことを特徴とする顕微鏡装置。

【請求項 11】

請求項 9 又は請求項 10 に記載の顕微鏡装置において、

前記遮光部材は、前記開口の径を変更自在な可変開口絞りであることを特徴とする顕微鏡装置。

【請求項 12】

請求項 9 乃至請求項 11 のいずれか 1 項に記載の顕微鏡装置において、

前記遮光部材は、前記光学系の光軸に沿って移動自在に配置されることを特徴とする顕微鏡装置。

【請求項 13】

顕微鏡装置用のアクティブ型のオートフォーカス装置であって、

標本に照射するオートフォーカス光の照明光軸を、前記顕微鏡装置が備える対物レンズの光軸と直交する方向に動かす調整手段を備え、

前記調整手段は、前記オートフォーカス装置を前記対物レンズの光軸に対して所定の方向に動かす

ことを特徴とするオートフォーカス装置。

【請求項 14】

対物レンズと前記対物レンズを介して標本にオートフォーカス光を照射するオートフォーカス装置とを備える顕微鏡装置のオートフォーカス方法であって、

前記オートフォーカス装置を前記対物レンズの光軸に対して所定の方向に動かし、

前記対物レンズを介して、前記対物レンズの光軸から離れた位置を通りする照明光軸を有するオートフォーカス光を前記標本に照射し、

前記対物レンズを介して、前記標本で反射したオートフォーカス光を検出し、

前記標本で反射したオートフォーカス光の検出結果に基づいて、合焦状態を検出することを特徴とするオートフォーカス方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、オートフォーカス装置を備える顕微鏡装置、オートフォーカス装置、及び、オートフォーカス方法の技術に関する。

【背景技術】

【0002】

顕微鏡に利用されるアクティブ方式のオートフォーカス装置は、標本に照射したオートフォーカス光（以降、AF光と記す）の反射により生じる微弱な反射光を検出し、その検出信号に基づいて合焦状態を検出する。このため、通常の顕微鏡観察では問題とならないような微弱な迷光が適切な合焦判定を妨げる一要因となり得る。

10

20

30

40

50

【0003】

顕微鏡の分野では、従来から、迷光に起因する合焦判定への悪影響を抑制するための様々な技術が提案されている。例えば、特許文献1には、焦点位置調整レンズの移動範囲を予め測定によって特定された迷光が発生しない範囲に制限する技術が記載されている。また、特許文献2には、予め測定した迷光の強度に基づいて、検出信号を補正する技術が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2007-148161号公報

10

【特許文献2】特開2012-212018号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、特許文献1に記載の技術は、迷光が生じる条件ではオートフォーカスを行わないという消極的な対応により、迷光に起因する合焦判定への悪影響を回避する技術である。また、特許文献2に記載される技術は、検出された迷光の影響を信号処理によって回避する技術である。いずれも発生した迷光が光検出器へ入射することを回避するものではない。このため、迷光が発生してしまった場合であっても光検出器への入射を抑制することで、特別な信号処理を行うことなく迷光に起因する合焦判定への悪影響を抑制する新たな技術が求められている。

20

【0006】

以上のような実情を踏まえ、本発明は、迷光に起因する合焦判定への悪影響を抑制する技術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】

【0007】

本発明の一態様は、対物レンズと、前記対物レンズを介して標本にオートフォーカス光を照射するアクティブ型のオートフォーカス装置であって、前記オートフォーカス光の照明光軸が前記対物レンズの光軸から離れた位置を通るように構成されたオートフォーカス装置と、前記照明光軸を前記対物レンズの光軸と直交する方向に動かす調整手段と、を備え、前記調整手段は、前記オートフォーカス装置を前記対物レンズの光軸に対して所定の方向に動かす顕微鏡装置を提供する。

30

本発明の別の態様は、対物レンズと、前記対物レンズを介して標本にオートフォーカス光を照射するアクティブ型のオートフォーカス装置であって、前記オートフォーカス光の照明光軸が前記対物レンズの光軸から離れた位置を通るように構成されたオートフォーカス装置と、前記照明光軸を前記対物レンズの光軸と直交する方向に動かす調整手段と、を備え、前記オートフォーカス装置は、前記オートフォーカス光を前記対物レンズに向けて偏向する偏向素子を備え、前記調整手段は、前記偏向素子を前記対物レンズの光軸に対して所定の方向に動かす顕微鏡装置を提供する。

本発明の別の態様は、対物レンズと、前記対物レンズを介して標本にオートフォーカス光を照射するアクティブ型のオートフォーカス装置であって、前記オートフォーカス光の照明光軸が前記対物レンズの光軸から離れた位置を通るように構成されたオートフォーカス装置と、前記照明光軸を前記対物レンズの光軸と直交する方向に動かす調整手段と、を備え、前記オートフォーカス装置は、前記オートフォーカス光を平行移動するシフタを備え、前記調整手段は、前記シフタへの前記オートフォーカス光の入射角度を変更する顕微鏡装置を提供する。

40

本発明の別の態様は、対物レンズと、前記対物レンズを介して標本にオートフォーカス光を照射するアクティブ型のオートフォーカス装置であって、前記オートフォーカス光の照明光軸が前記対物レンズの光軸から離れた位置を通るように構成されたオートフォーカス装置と、前記照明光軸を前記対物レンズの光軸と直交する方向に動かす調整手段と、を

50

備え、前記オートフォーカス装置は、前記オートフォーカス光の集光位置を前記対物レンズの光軸方向に動かすオフセットレンズを備え、前記調整手段は、前記オフセットレンズの位置に応じて、前記照明光軸を前記対物レンズの光軸に対して所定の方向に動かす顕微鏡装置を提供する。

本発明の別の態様は、対物レンズと、前記対物レンズを介して標本にオートフォーカス光を照射するアクティブ型のオートフォーカス装置であって、前記オートフォーカス光の照明光軸が前記対物レンズの光軸から離れた位置を通るように構成されたオートフォーカス装置と、前記照明光軸を前記対物レンズの光軸と直交する方向に動かす調整手段と、を備え、前記オートフォーカス装置は、前記オートフォーカス光のビーム径を可変する可変開口絞りを備える顕微鏡装置を提供する。

本発明の別の態様は、対物レンズと、前記対物レンズを介して標本にオートフォーカス光を照射するアクティブ型のオートフォーカス装置であって、前記オートフォーカス光の照明光軸が前記対物レンズの光軸から離れた位置を通るように構成されたオートフォーカス装置と、前記照明光軸を前記対物レンズの光軸と直交する方向に動かす調整手段と、を備え、前記オートフォーカス装置は、前記標本で反射したオートフォーカス光を検出する光検出器と、前記標本で反射したオートフォーカス光を前記光検出器に集光させる光学系と、前記光学系と前記光検出器の間に配置された、開口が形成された遮光部材と、を備える顕微鏡装置を提供する。

【0008】

本発明の別の態様は、顕微鏡装置用のアクティブ型のオートフォーカス装置であって、標本に照射するオートフォーカス光の照明光軸を、前記顕微鏡装置が備える対物レンズの光軸と直交する方向に動かす調整手段を備え、前記調整手段は、前記オートフォーカス装置を前記対物レンズの光軸に対して所定の方向に動かすオートフォーカス装置を提供する。

【0009】

本発明の更に別の態様は、対物レンズと前記対物レンズを介して標本にオートフォーカス光を照射するオートフォーカス装置とを備える顕微鏡装置のオートフォーカス方法であって、前記オートフォーカス装置を前記対物レンズの光軸に対して所定の方向に動かし、前記対物レンズを介して、前記対物レンズの光軸から離れた位置を通る照明光軸を有するオートフォーカス光を前記標本に照射し、前記対物レンズを介して、前記標本で反射したオートフォーカス光を検出し、前記標本で反射したオートフォーカス光の検出結果に基づいて、合焦状態を検出するオートフォーカス方法を提供する。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、迷光に起因する合焦判定への悪影響を抑制する技術を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施例1に係る顕微鏡装置100の構成を例示した図である。

【図2】オフセットレンズ136の変位量と照明光軸LXのシフト量の関係を示す図である。

【図3】顕微鏡装置100で行われる処理の流れを示すフローチャートである。

【図4】実施例2に係る顕微鏡装置200の構成を例示した図である。

【図5】実施例3に係る顕微鏡装置300の構成を例示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

[実施例1]

図1は、本実施例に係る顕微鏡装置100の構成を例示した図である。図1に示す顕微鏡装置100は、ステージ101上のホルダHに保持された標本Sを観察する標本観察装置であり、レボルバ110に装着された対物レンズ(対物レンズ111、対物レンズ11

2)と、結像レンズ120と、顕微鏡装置用のオートフォーカス装置130を備えている。標本Sは、例えば、培養液に浸された生体標本であり、ホルダHは、例えば、ペトリディッシュやマルチウェルプレートである。

【0013】

レボルバ110は、対物レンズ111、対物レンズ112などの複数の対物レンズが取り付け可能に構成されている。レボルバ110が回転することで、観察に使用する対物レンズが光路上に挿入される。図1では、対物レンズ111が光路上に挿入されている様子が示されている。

【0014】

オートフォーカス装置130は、レボルバ110と結像レンズ120の間からAF光L1を照明光路に導入し、対物レンズ111を介して標本SにAF光L1を照射し、その反射光であるAF光L2を検出するアクティブ方式のオートフォーカス装置である。オートフォーカス装置130は、AF光L1の照明光軸LXが対物レンズ111の光軸AXから離れた位置を通るように構成されている。なお、照明光軸LXとは、照明光(AF光)を代表する中心軸のことである。また、標本Sでの反射前のAF光L1と反射後のAF光L2とをまとめてAF光Lと記す。

【0015】

オートフォーカス装置130は、AF光L1を出射する光源131を備えている。光源131は、例えば、赤外域の光を出射するレーザダイオードである。光源131は、後述するコントローラ141によって発光が制御される。

【0016】

オートフォーカス装置130は、さらに、オートフォーカス光学系、光検出器140、コントローラ141、モータ143を駆動するためのオフセットレンズドライバ142、及び、モータ145を駆動するためのミラードライバ144を備えている。コントローラ141は、例えば、プロセッサとプロセッサで実行する制御プログラムを格納したメモリとを含む回路である。なお、本明細書では、光源131から出射したAF光Lが光検出器140で検出されるまでの間にAF光Lが作用する光学素子をまとめて、オートフォーカス光学系と称する。

【0017】

オートフォーカス光学系には、ビーム径選択用絞り132、照明側ストップ133、偏光ビームスプリッタ(以降、PBSと記す)134、 $1/4$ 板146、レンズ135、オフセットレンズ136、ダイクロイックミラー137、受光側ストップ138、及び、ピンホールが形成されたピンホール板139が含まれる。

【0018】

ビーム径選択用絞り132は、光源131からのAF光L1のビーム径を可変する可変開口絞りである。ビーム径は使用する対物レンズの瞳径等を考慮して選択される。ビーム径選択用絞り132でビーム径が調整されたAF光L1は、照明側ストップ133に入射し、AF光L1の光束の半分が遮蔽される。照明側ストップ133で遮蔽されなかった残りの半分の光束は、PBS134を透過し、 $1/4$ 板146を介してレンズ135及びオフセットレンズ136に入射する。AF光L1は、レンズ135で平行光束に変換され、オフセットレンズ136で光束の平行度合いが調整される。オフセットレンズ136は、AF光L1の集光位置を光軸AX方向に動かす手段であり、モータ143の駆動によりオフセットレンズ136の光軸方向に移動するように、移動自在に配置されている。モータ143は、コントローラ141の制御の下、オフセットレンズドライバ142からの信号により駆動する。

なお、本実施例のオフセットレンズ136は、例えば、AF光L1がホルダHの下の面に集光するときに対物レンズ111の焦点がホルダHの上の面(標本Sとの界面)に位置する、ように移動する。

【0019】

オフセットレンズ136を通過したAF光L1は、ダイクロイックミラー137で対物

10

20

30

40

50

レンズ 111 の光軸 AX と平行な方向に反射し、対物レンズ 111 に導かれる。このとき、AF 光 L 1 の照明光軸 LX は、ダイクロイックミラー 137 の位置に応じて、対物レンズ 111 の光軸 AX から離れた位置を通る。ダイクロイックミラー 137 は、AF 光 L 1 を対物レンズ 111 に向けて偏向する偏向素子であり、例えば、赤外域の光を反射する特性を有する。ダイクロイックミラー 137 は、モータ 145 の駆動により対物レンズ 111 の光軸 AX に対して所定の方向に移動するように、移動自在に配置されている。モータ 145 は、コントローラ 141 の制御の下、ミラードライバ 144 からの信号により駆動する。従って、顕微鏡装置 100 では、ミラードライバ 144 は、ダイクロイックミラー 137 を光軸 AX に対して所定の方向に動かすことで、照明光軸 LX を光軸 AX に対して所定の方向に動かす調整手段である。なお、顕微鏡装置 100 では、所定の方向は、対物レンズ 111 の光軸 AX と直交する方向である。 10

【0020】

オートフォーカス装置 130 から対物レンズ 111 へ向かって出力された AF 光 L 1 は、対物レンズ 111 により標本 S に照射される。より詳細には、AF 光 L 1 は、光軸 AX に沿って 2 分割された対物レンズ 111 の瞳面の 2 領域の一方に導かれ、その一方の領域を介して標本 S に導かれる。標本 S に照射された AF 光 L 1 は、標本 S で反射し、再び対物レンズ 111 に入射する。

【0021】

標本 S で反射した AF 光 L 2 は、対物レンズ 111 の瞳面のうちの上述した 2 領域の他方を通過する。つまり、AF 光 L 2 は、標本 S に向かうときと標本 S から戻るときでは、瞳面において異なる領域を通過する。その後、AF 光 L 2 は、オートフォーカス装置 130 に入射し、ダイクロイックミラー 137 で反射する。ダイクロイックミラー 137 で反射した AF 光 L 2 は、オフセットレンズ 136、レンズ 135、1/4 板 146 を介して、PBS 134 へ入射する。AF 光 L 2 は、光源 131 側から PBS 134 へ入射したときの AF 光 L 1 の偏光面と直交する偏光面を有しているため、PBS 134 で反射し、受光側ストップ 138 を介してピンホール板 139 に入射する。 20

【0022】

受光側ストップ 138 は、照明側ストップ 133 により AF 光 L 1 の光束の半分が遮蔽されたために正規光（標本 S で反射した AF 光 L 2 ）が入射しないはずの位置に配置されている。つまり、受光側ストップ 138 に入射する光は迷光であり、受光側ストップ 138 は光検出器 140 へ入射する迷光の光量を抑制するための遮光部材である。ピンホール開口が形成されたピンホール板 139 も、受光側ストップ 138 と同様に、光検出器 140 へ入射する迷光の光量を抑制するための遮光部材である。ピンホール板 139 は、ピンホール径（開口径）が変更自在な可変開口絞りである。ピンホール板 139 は、AF 光 L 2 を光検出器 140 に集光させる光学系として機能するレンズ 135 と AF 光 L 2 を検出する光検出器 140 との間に、レンズ 135 の光軸（PBS 134 で折り曲げられた後の光軸）に沿って移動自在に配置されている。ピンホール板 139 の位置や開口径を調整することで迷光を効果的に遮断することができる。受光側ストップ 138 及びピンホール板 139 を通過した AF 光 L 2 は、光検出器 140 に入射する。 30

【0023】

光検出器 140 は、AF 光 L 2 を検出する光検出器であり、オートフォーカス光学系の光軸を中心に対称な位置に配置された複数の受光素子を備えている。光検出器 140 は、複数の受光素子の受光面がオートフォーカス光学系（レンズ 135）の焦点面に位置するように配置されている。光検出器 140 から出力された信号は所定の増幅率で増幅され、その後、図示しない A/D 変換器でデジタル信号に変換された後に、コントローラ 141 に入力される。 40

【0024】

コントローラ 141 は、光検出器 140 による AF 光 L 2 の検出結果に基づいて合焦状態を検出する。例えば、光検出器 140 が 2 つのフォトダイオード（PD）を備えた、いわゆる 2 分割 PD であれば、コントローラ 141 は、2 つの PD の各々で受光した AF 光 50

L 2 の光量に対応する信号（信号A、信号B）に基づいて合焦状態を検出する。具体的には、信号Aと信号Bの差を信号Aと信号Bの和で除した値を評価値E Fとして算出し、評価値E Fが0のときに顕微鏡装置100が合焦状態にあると判定し、合焦状態を検出する。

【0025】

以上のように構成されたオートフォーカス装置130及び顕微鏡装置100によれば、迷光が発生してしまった場合であっても光検出器140への迷光の入射を抑制することができる。従って、光検出器140から出力される信号に対して特別な信号処理を行うことなく、迷光に起因する合焦判定への悪影響を抑制することができる。以下のこの点について詳細に説明する。

10

【0026】

合焦判定へ悪影響を及ぼす迷光には、標本Sで反射したAF光L2（以降、正規光とも記す）とほとんど同じ経路を通って光検出器140へ向かう迷光（以降、疑似正規光と記す）と、異なる経路を通って光検出器140へ向かう迷光がある。異なる経路を通って光検出器140へ向かう迷光については、受光側ストップ138及びピンホール板139で遮蔽することができる。このため、顕微鏡装置100によれば、光検出器140への迷光の入射を抑制することができる。

【0027】

一方で、擬似正規光については、受光側ストップ138及びピンホール板139では遮蔽することができない。即ち、擬似正規光は、受光側ストップ138及びピンホール板139を通過する迷光である。

20

【0028】

ところで、対物レンズ111の光軸AXに対してAF光L1の照明光軸LXの位置が変化すると、迷光の発生状態が変化する。これは、照明光軸LXの位置が異なると、対物レンズ111や他のレンズのレンズ面へのAF光L1の入射角度が異なり、その結果、発生した迷光が進行する方向も異なることになるからである。従って、照明光軸LXの位置を光軸AXから離すことで、照明光軸LXが光軸AXに一致している場合に生じる疑似正規光をピンホール開口から逸れた位置に導いてピンホール板139で遮断することができる。このため、光検出器140への迷光の入射をさらに抑制することができる。照明光軸LXの位置を光軸AXからどの程度離れた位置とするかについては、予め照明光軸LXの位置毎に生じる擬似正規光の発生量を実験等により確認した上で決定することが望ましい。

30

【0029】

なお、顕微鏡装置100では、調整手段であるミラードライバ144は、観察に使用する対物レンズに応じて照明光軸LXの位置を変化させてもよい。照明光軸LXの位置と擬似正規光の発生量の関係は対物レンズによっても変化するが、対物レンズに応じて照明光軸LXの位置を変化させることで、対物レンズによらず擬似正規光の発生量を抑えることができる。これにより、対物レンズによらず光検出器140への迷光の入射を抑制することができる。

【0030】

40

また、顕微鏡装置100では、ミラードライバ144は、オフセットレンズ136の位置に応じて照明光軸LXを光軸AXに対して動かして、照明光軸LXの位置を変化させてよい。オフセットレンズ136の基準位置（AF光L1の集光位置が対物レンズ111の焦点位置と一致する位置）からの変位量により、対物レンズ111の瞳面Pにおけるビーム径は変化する。本実施例の場合、AF光L1の集光位置は、対物レンズ111の焦点位置より対物レンズ111に近い位置にある。そのため、オフセットレンズ136から射出したAF光L1は、オフセットレンズ136が基準位置にあるときの平行光束とは異なり集束光束として対物レンズに入射する。対物レンズ111の光軸AXとAF光L1の光軸LXが一致した状態でオフセットレンズ136を移動させたとき、対物レンズ111の瞳面PにおけるAF光L1のビーム径は小さくなる。このため、照明光軸LXを光軸AX

50

に対して一定の位置に固定している場合、オフセットレンズ136の変位量が大きいほど、標本SへのAF光L1の入射角度、つまり、標本面における開口数が小さくなる。開口数が小さくなりすぎると、合焦判定に支障をきたすことあり望ましくない。そこで、図2に示すように、顕微鏡装置100では、オフセットレンズ136の位置、すなわちオフセット量に応じて照明光軸LXを光軸AXに対して動かすことで、標本面における開口数を合焦判定に適した範囲内の開口数に維持することができる。これにより、オフセットレンズ136の位置によらず、安定した合焦判定を行うことができる。

【0031】

また、標本面における開口数は照明光軸LXの位置に加えてビーム径にも依存する。このため、顕微鏡装置100は、オフセットレンズ136の位置に応じてビーム径選択用絞り132でビーム径を変更してもよく、ビーム径の変更と照明光軸LXの移動を組み合わせてもよい。これらの方法によっても、標本面における開口数を合焦判定に適した範囲内の開口数に維持することができる。

【0032】

図3は、顕微鏡装置100で行われる処理の流れを示すフローチャートである。図3に示すように、顕微鏡装置100では、まず、光軸AXから離れた位置を通る照明光軸LXを有するAF光L1を標本Sに照射する(ステップS1)。その後、標本Sで反射したAF光L2を光検出器140で検出する(ステップS2)。最後に、光検出器140による検出結果に基づいて、コントローラ141が合焦状態を検出する(ステップS3)。

【0033】

以上のオートフォーカス方法によれば、迷光が発生してしまった場合であっても光検出器140への迷光の入射を抑制することができる。従って、光検出器140から出力される信号に対して特別な信号処理を行うことなく、迷光に起因する合焦判定への悪影響を抑制することができる。

【0034】

[実施例2]

図4は、本実施例に係る顕微鏡装置200の構成を例示した図である。図4に示す顕微鏡装置200は、オートフォーカス装置130の代わりにオートフォーカス装置230を備える点が、顕微鏡装置100とは異なっている。その他の点は、顕微鏡装置100と同様である。

【0035】

オートフォーカス装置230は、ミラードライバ144及びモータ145の代わりに、AF光L1を平行移動するシフタ231、モータ233を駆動するためのシフタドライバ232、及び、モータ233を備える点が、オートフォーカス装置130とは異なっている。

【0036】

シフタ231は、例えば、AF光L1を透過する平行平板であり、モータ233の駆動によりシフタ231へのAF光L1の入射角度が変化するように、回転自在に配置されている。AF光L1は、シフタ231への入射角度に応じた距離だけ進行方向と直交する方向にシフトする。このため、ダイクロイックミラー137が光軸AXに対して45度の角度で配置されている場合、照明光軸LXはシフタ231でシフトした距離だけ光軸AXから離れた位置を通る。

【0037】

モータ233は、コントローラ141の制御の下で、シフタドライバ232からの信号により駆動する。従って、顕微鏡装置200では、シフタドライバ232は、シフタ231へのAF光L1の入射角度を変更することで、照明光軸LXを光軸AXに対して所定の方向に動かす調整手段である。

【0038】

オートフォーカス装置130及び顕微鏡装置100とは異なる調整手段を有するオートフォーカス装置230及び顕微鏡装置200によっても、光検出器140から出力される

10

20

30

40

50

信号に対して特別な信号処理を行うことなく、迷光に起因する合焦判定への悪影響を抑制することができる。

【0039】

[実施例3]

図5は、本実施例に係る顕微鏡装置300の構成を例示した図である。図5に示す顕微鏡装置300は、オートフォーカス装置130の代わりにオートフォーカス装置330を備える点が、顕微鏡装置100とは異なっている。その他の点は、顕微鏡装置100と同様である。

【0040】

オートフォーカス装置330は、ミラードライバ144及びモータ145の代わりに、モータ332を駆動するためのAF装置ドライバ331、及び、モータ332を備える点が、オートフォーカス装置130とは異なっている。

【0041】

モータ332は、コントローラ141の制御の下で、AF装置ドライバ331からの信号により駆動する。モータ332の駆動により、オートフォーカス装置330が光軸AXと直交する方向に移動し、その結果、照明光軸LXも光軸AXに対して移動する。従って、顕微鏡装置300では、AF装置ドライバ331は、オートフォーカス装置330を光軸AXに対して所定の方向に動かすことで、照明光軸LXを光軸AXに対して所定の方向に動かす調整手段である。

【0042】

オートフォーカス装置130及び顕微鏡装置100とは異なる調整手段を有するオートフォーカス装置330及び顕微鏡装置300によっても、光検出器140から出力される信号に対して特別な信号処理を行うことなく、迷光に起因する合焦判定への悪影響を抑制することができる。

【0043】

上述した実施例は、発明の理解を容易にするために本発明の具体例を示したものであり、本発明はこの実施例に限定されるものではない。顕微鏡装置、オートフォーカス装置、及び、オートフォーカス方法は、特許請求の範囲に規定された本発明の思想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。

【0044】

例えば、顕微鏡装置は倒立型の顕微鏡装置に限られず、正立型の顕微鏡装置であってよい。また、迷光を除去する目的で照明光軸LXを光軸AXから離す例を示したが、照明光軸LXを光軸AXから離した構成は、迷光に起因する問題が生じてないオートフォーカス装置において開口数のコントロールを目的として採用されてもよい。また、コントローラがオートフォーカス装置の内部にあるものとして記載したが、コントローラはオートフォーカス装置に接続されればよい。コントローラは、オートフォーカス装置が接続された顕微鏡装置をコントロールするためのコンピュータにあってもよい。

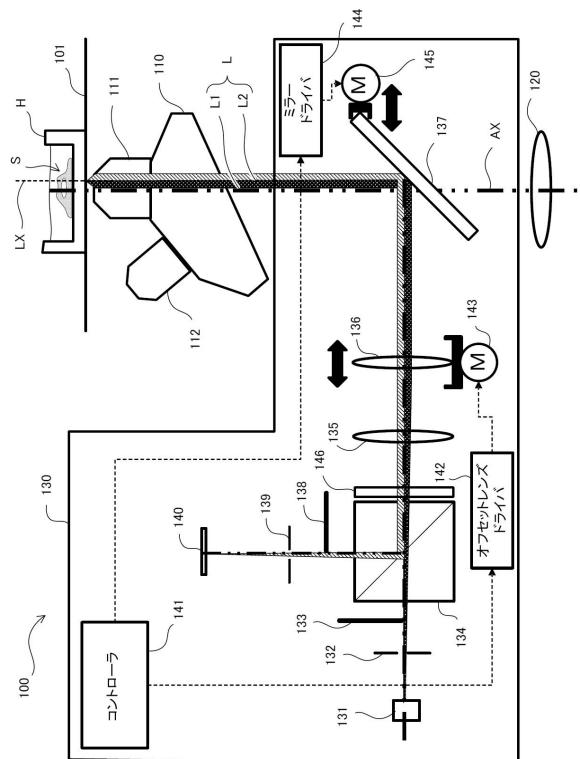
【符号の説明】

【0045】

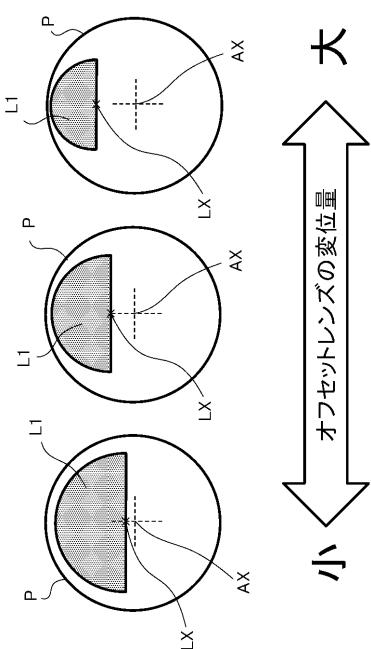
100、200、300	・・・顕微鏡装置	40
101	・・・ステージ	
110	・・・レボルバ	
111、112	・・・対物レンズ	
120	・・・結像レンズ	
130、230、330	・・・オートフォーカス装置	
131	・・・光源	
132	・・・ビーム径選択用絞り	
133	・・・照明側ストップ	
134	・・・PBS	
135	・・・レンズ	50

1 3 6	・・・オフセットレンズ
1 3 7	・・・ダイクロイックミラー
1 3 8	・・・受光側ストッパー
1 3 9	・・・ピンホール板
1 4 0	・・・光検出器
1 4 1	・・・コントローラ
1 4 2	・・・オフセットレンズドライバ
1 4 3、1 4 5、2 3 3、3 3 2	・・・モータ
1 4 4	・・・ミラードライバ
1 4 6	・・・ / 4 板
2 3 1	・・・シフタ
2 3 2	・・・シフタドライバ
3 3 1	・・・A F 装置ドライバ
S	・・・標本
H	・・・ホルダ
A X	・・・光軸
L X	・・・照明光軸
L、L 1、L 2	・・・A F 光
P	・・・瞳面

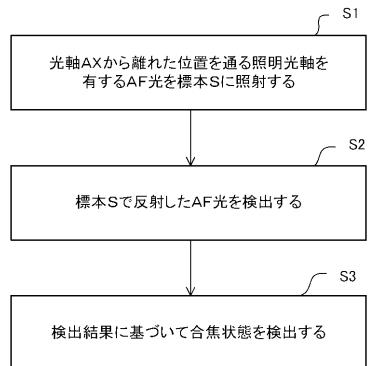
【図1】



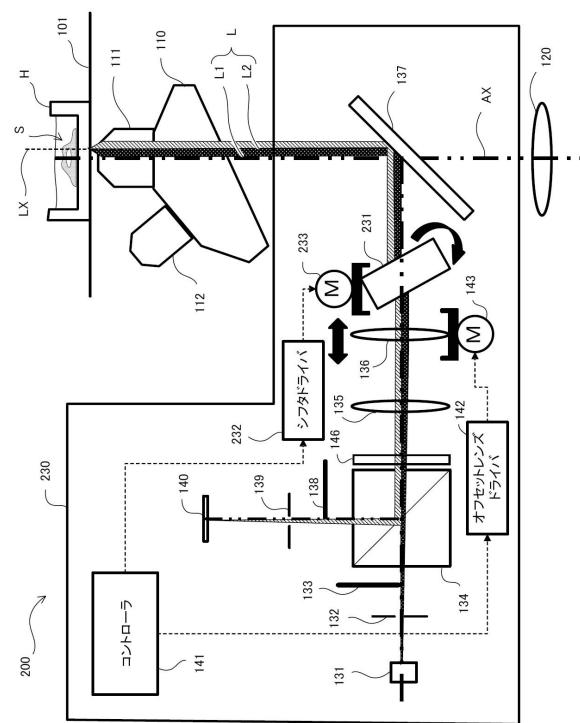
【図2】



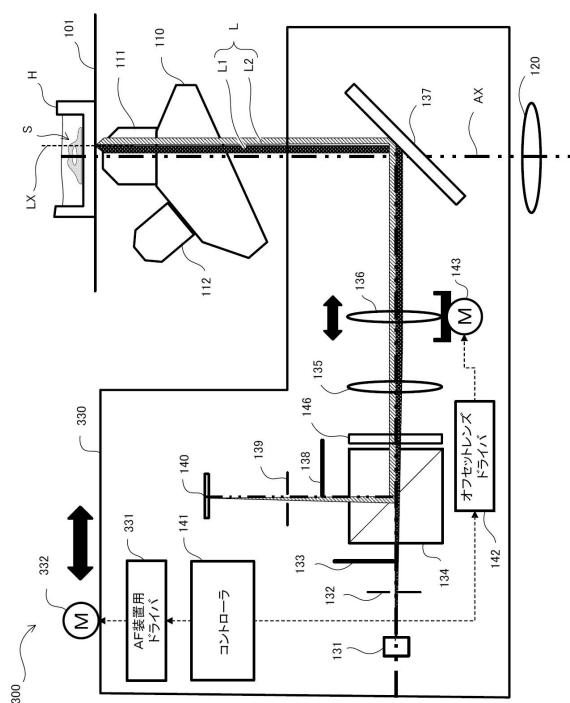
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平7-134242 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 2 B	7 / 2 8	-	7 / 4 0
G 0 2 B	2 1 / 2 0	-	2 1 / 3 6