

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5579969号
(P5579969)

(45) 発行日 平成26年8月27日(2014.8.27)

(24) 登録日 平成26年7月18日(2014.7.18)

(51) Int.Cl. F1
G02B 21/06 (2006.01) G02B 21/06

請求項の数 8 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2008-168880 (P2008-168880)	(73) 特許権者	510048233
(22) 出願日	平成20年6月27日 (2008.6.27)		ライカ インストルメンツ (シンガポール)
(65) 公開番号	特開2009-9135 (P2009-9135A)) プライベート リミテッド
(43) 公開日	平成21年1月15日 (2009.1.15)		Leica Instruments (Singapore) Pte. Ltd.
審査請求日	平成23年6月8日 (2011.6.8)		シンガポール共和国 608924 シンガポール、テバン ガーデنز クレセント 12
(31) 優先権主張番号	102007029894.5	(74) 代理人	100080816
(32) 優先日	平成19年6月28日 (2007.6.28)		弁理士 加藤 朝道
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)	(74) 代理人	100098648
			弁理士 内田 深人
		(72) 発明者	ハウ チョン スーン
			スイス CH-9443 ヴィトナウ ウンタードルフシュトラッセ 27
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 センタリングされた照明を持つ顕微鏡

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

可変の焦点距離を持つ主対物レンズ(20)を含み、

光源と、対象物平面(100)に向かいかつ該主対物レンズ(20)の外部に延在する照明光線路を生成するための照明光学システム(41、42、43、44)を含み、該主対物レンズ(20)の焦点距離の変化に応じて照明をセンタリングする手段を備える照明ユニット(40)とを含む顕微鏡(10)であって、

該照明光学システム(41-44)は、照明のセンタリングのために少なくともその一部が横方向に移動可能に構成されたレンズアセンブリ(44)を有すること、

前記照明ユニット(40)は、集光器(41)と、絞り(42)と、照明用偏向要素(43)と、前記照明光線路を前記対象物平面(100)上に焦点合わせするための前記レンズアセンブリ(44)とを、該照明光学システム(41-44)として有し、前記レンズアセンブリ(44)は、前記照明用偏向要素(43)の下流側に配置されていること、

前記レンズアセンブリ(44)は、少なくともその一部が前記対象物平面(100)に平行に移動可能に構成されていること、及び、

前記レンズアセンブリ(44)の対称軸が、前記対象物平面(100)に垂直にアライメントされており、前記照明光線路の軸(R₁)が前記レンズアセンブリ(44)の前記対称軸に対して角度()をなしていること

を特徴とする、顕微鏡。

【請求項 2】

10

20

前記照明用偏向要素(43)は、位置が固定されていることを特徴とする、請求項1に記載の顕微鏡。

【請求項3】

前記主対物レンズ(20)の焦点距離の変化と、前記レンズアセンブリ(44)の少なくとも一部の横方向移動量とを結合するための制御ユニット(90)を備えることを特徴とする、請求項1又は2に記載の顕微鏡。

【請求項4】

前記顕微鏡は、前記対象物平面(100)から見て前記主対物レンズ(20)の下流側にズームシステム(30)を含むことを特徴とする、請求項1～3のいずれか一に記載の顕微鏡。

10

【請求項5】

前記ズームシステム(30)と前記主対物レンズ(20)との間に、前記主対物レンズ(20)から来る観察光線路を偏向して、前記ズームシステム(30)の縦方向軸(長軸)が存在する第1の水平面(I)に偏向導入するための偏向要素(50)が配置されていることを特徴とする、請求項1～4のいずれか一に記載の顕微鏡。

【請求項6】

前記顕微鏡は、前記ズームシステム(30)の下流側に配置された、鏡筒(60)及び1以上の接眼鏡(70)を含むことを特徴とする、請求項1～5のいずれか一に記載の顕微鏡。

【請求項7】

前記鏡筒(60)は、前記第1の水平面(I)と実質的に平行に延在する第2の水平面(II)内にその縦方向軸(長軸)が配置されていることを特徴とする、請求項6に記載の顕微鏡。

20

【請求項8】

前記顕微鏡は、立体顕微鏡として構成されていることを特徴とする、請求項1～7のいずれか一に記載の顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、センタリング可能な照明を持つ顕微鏡等の光学装置に関し、特に、焦点距離が可変な主対物レンズ並びに光源及び対象物(ないし物体)平面上に向かい、主対物レンズの外部に延在する照明光線路を含む照明ユニットを含み、主対物レンズの焦点距離の変化に応じて照明がセンタリングされる手段を備える、顕微鏡に関する。

30

【背景技術】

【0002】

この種の顕微鏡は、DE19523712C2(特許文献1)及び特許文献DE19537868B4(特許文献2)により公知である。最初の特許文献には、主対物レンズに隣接して配置された照明ユニットとともに、焦点距離が可変な主対物レンズ、下流側に配置されたズームシステム及び双眼鏡胴体を含む立体顕微鏡が開示されている。主対物レンズは、主対物レンズの焦点距離及び後焦点距離を変えるための固定レンズ及び可動レンズを含む。主対物レンズの固定された凹レンズは、対象物平面向けて配置されており、可動の凸レンズはその後方に(対象物平面とは反対の向きに)配置されている。可動レンズが対象物平面からそれる方向へ移動すると、主対物レンズの焦点距離が小さくなる。

40

この文献から、(移動された)対象物平面の光学的照明のために、照明のセンタリングのために主対物レンズの焦点距離の変化に応じて照明用偏向要素の位置を調節することが示唆される。これは、照明用偏向要素として用いられるプリズムレンズが、照明光線路が対象物の位置変化に従って追従するように、旋回することで行われる。そのため、プリズムレンズは、主対物レンズの垂直光軸と、プリズムレンズに対してほぼ水平に入射する照明光線路とにまたがる平面に垂直な軸周りに軸支されている。その結果、対象物とは反対側の主対物レンズの可動レンズの全ての位置に対して、主対物レンズの対応する焦点位置

50

に照明光を焦点合わせることが保証される。

【0003】

DE19537868B4(特許文献2)には、可変の画像形成後焦点距離の対物レンズを含む立体顕微鏡のための照明装置が開示されている。照明の後焦点距離の変化は、観察用光学システムとは別の光学システムを用いて可能である。上記の後焦点距離(複数)を結合する手段が開示されており、この手段は照明の後焦点距離と結像の後焦点距離とを互いに一致させる。さらに、照明装置の偏向要素の角度的配置が、結像の後焦点距離と照明の後焦点距離のそれぞれに依存して変化し、そのため観察される視野に常にセンタリングされた照明がなされる。

そのため、ここでもまた照明をセンタリングするため偏向要素を回転運動させる必要がある。

10

【0004】

照明が顕微鏡の主対物レンズを通してガイドされた場合、基本的に異なる照明のセンタリング結果が得られる。この解決法は、出願人による外科手術用顕微鏡モデルM520及びM525に用いられている。ここでは、照明用偏向要素は照明光線路を、可変焦点距離を持つ主対物レンズに向かい、通過するようにしており、照明は常に焦点上にセンタリングされている。

【0005】

EP0321585B2(特許文献3)では、照明ズームシステムを持つ照明システムとともに、チャンネルと観察ズームシステムとを共用化した1つの主対物レンズを含む、光学的双眼鏡観察システムが示唆されている。照明光線路は、偏向プリズムを介して主対物レンズを通してガイドされる。照明ズームシステムは、照明領域サイズをズーム倍率の変化に合わせて適合させるために、観察ズームシステムに依存して調節される。

20

【0006】

これまで説明した顕微鏡は、垂直ズームシステム、つまりズームシステムの長軸方向が主対物レンズの光軸に平行に並んでいるものを採用している。もしさらに、照明が主対物レンズの上部から供給されると、垂直方向に大きなスペースが必要となり、顕微鏡は全体として垂直方向に長い(高い)高さが必要となるであろう。これは接眼鏡と主対物レンズとの間の距離が長くなり、人間工学的に不利な結果となる。

【0007】

30

US6473229B2(特許文献4)には、照明ユニットを含み、その照明光線路は主対物レンズの外部にある固定された偏向ミラーを介して対象物平面上に向けられている、立体顕微鏡が開示されて公知である。これに示された立体顕微鏡には、主光線路と副光線路とがあり、2つの光線路にはそれぞれレンズシステム、ズームシステム及び双眼鏡胴体部を含む光学システムが別々に設けられている。このうち一つのズームシステムは水平に配置され、他のズームシステムはその軸が垂直に、即ち対象物平面に垂直に配置されている。ここでは、レンズシステムの1つの焦点距離が可変な場合の照明センタリングに関して、何の示唆もない。

【0008】

EP1424582B1(特許文献5)には垂直方向の構造高さを減らした立体顕微鏡が開示されており、その中で「横置き」ズームシステム、即ち長さ方向軸が水平であるズームシステムが実現されている。このため、主対物レンズとズームシステムとの間に偏向要素が配置され、この偏向要素は観察光線路をほぼ垂直方向からほぼ水平方向へ偏向し、第1の水平面内に配置されたズームシステムへ供給する。さらに別の偏向要素によって、ズームシステムの観察光線路は、第1の水平面と実質的に平行に延在し、追加の光学的部材が配置された第2の水平面内に偏向される。このような「横置き」ズームシステムを備える立体顕微鏡の構造及び機能モードの詳細に関して、上記ヨーロッパ特許文献明細書に参照文献が明記されている。

40

【0009】

さらに、(対象物の)位置及びサイズに関して照明領域を追従していく方法は、照明領

50

域の直径を最小限に保つことができ、視野に応じて適合させることができるという利点があり、外科用顕微鏡の場合は患者に対して最小限の光線照射で済む。

【特許文献1】DE 1 9 5 2 3 7 1 2 C 2

【特許文献2】DE 1 9 5 3 7 8 6 8 B 4

【特許文献3】EP 0 3 2 1 5 8 5 B 2

【特許文献4】US 6 4 7 3 2 2 9 B 2

【特許文献5】EP 1 4 2 4 5 8 2 B 1

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

特許文献1で示唆されているように、照明用偏向要素の回転運動と、主対物レンズの対象物とは反対側のレンズの直線的（垂直）運動との結合は、レンズの移動に対する照明用偏向要素の非常に精密な回転運動を必要とし、機械的な結合設計への要求が非常に大きく、製造コストが高い。わずかな動揺もユーザに直接感知されるであろう（特に高倍率において）。さらに、照明用偏向要素が傾斜した場合にも偏向要素は全照明光束をカバーできるほど大きくなければならないため、偏向要素の表面のサイズが不利となることが判明した。照明用偏向要素として、ミラー又は上記のプリズムレンズが用いられうる。ミラーを用いた場合、反射表面のサイズが増加すると、偏向表面の厚さをより厚くする必要があり、この問題が発生する。そのため全体として、移動すべき重量の必要なスペースや高さが増加するという欠点がある。

特許文献2では、ここでもまた照明をセンタリングするため偏向要素を回転運動させる必要があり、先に述べた欠点と同様の欠点が発生する。

特許文献3の場合、照明ズームシステムは、照明領域サイズをズーム倍率の変化に合わせて適合させるために、観察ズームシステムに依存して調節される。そのため、構造が複雑化する。

特許文献4では、レンズシステムの1つの焦点距離が可変な場合の照明センタリングに関して、何の示唆もない。

【0011】

特許文献5の立体顕微鏡では、照明ユニットは、主対物レンズにほぼ隣接して水平方向に、そしてズームシステムの下方に垂直方向に、配置されている。そして照明光線路は主対物レンズの外部にガイドされている。照明をセンタリングするかわりに、十分に広い照明領域を確保することにより、主対物レンズの所定の焦点距離変化に対して観察視野を常に照明することが可能となる。このように大きく構成された照明領域には、それに対応して大きな照明ユニットが必要となり、逆に顕微鏡に人間工学的に不利な効果を与える。この方法のさらに不利な点は、照明の均一性（照明領域の分布度）が全ての（可変焦点レンズの）焦点位置において等しくないことである。焦点距離が可変なレンズを用いることにより、ある領域においては、異なる対象物平面に焦点が合わされる。

【0012】

特に「横置き」ズームシステムを利用した顕微鏡構造において、照明のセンタリングに特に適したものとすることが望まれる。

【0013】

本発明の課題は、顕微鏡の主対物レンズの焦点距離変化に対する照明のセンタリングを簡単な技術及び方法で実現することである。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明の課題は、請求項1に記載の顕微鏡により解決される。即ち、可変の焦点距離を持つ主対物レンズを含み、光源と、対象物平面向かいかつ該主対物レンズの外部に延在する照明光線路を生成するための照明光学システムを含み、該主対物レンズの焦点距離の変化に応じて照明をセンタリングする手段を備える照明ユニットとを含む顕微鏡であって、該照明光学システムは、照明のセンタリングのために少なくともその一部が横方向に移

10

20

30

40

50

動可能に構成されたレンズアセンブリを有すること、前記照明ユニットは、集光器と、絞りと、照明用偏向要素と、前記照明光線路を前記対象物平面上に焦点合わせするための前記レンズアセンブリとを、該照明光学システムとして有し、前記レンズアセンブリは、前記照明用偏向要素の下流側に配置されていること、前記レンズアセンブリは、少なくともその一部が前記対象物平面に平行に移動可能に構成されていること、及び、前記レンズアセンブリの対称軸が、前記対象物平面に垂直にアライメントされており、前記照明光線路の軸が前記レンズアセンブリの前記対称軸に対して角度をなしていることを特徴とする、顕微鏡が提供される。

(発明の効果)

本発明により、顕微鏡の主対物レンズの焦点距離変化に対する照明のセンタリングを簡単な技術及び方法で実現することが達成される。

有利な実施形態は、従属項及び以下の説明によって明らかになるであろう。

本発明において、以下の形態が可能である。

可変の焦点距離を持つ主対物レンズを含み、光源と、対象物平面に向かいかつ該主対物レンズの外部に延在する照明光線路を生成するための照明光学システムを含み、該主対物レンズの焦点距離の変化に応じて照明をセンタリングする手段を備える照明ユニットとを含む顕微鏡であって、該照明光学システムは、照明のセンタリングのために少なくともその一部が横方向に移動可能に構成されていること(形態1)。

前記照明ユニットは、集光器、絞り、照明用偏向要素及び前記照明光線路を前記対象物平面上に焦点を合わせるためのレンズアセンブリを前記照明光学システムとして有することが好ましい(形態2)。

前記照明光学システムは、少なくともその一部が横方向に移動可能に構成されたレンズアセンブリを有することが好ましい(形態3)。

前記照明用偏向要素は、位置が固定されていることが好ましい(形態4)。

前記レンズアセンブリは、少なくともその一部が対象物平面に平行に移動可能に構成されていることが好ましい(形態5)。

前記レンズアセンブリの対称軸が、前記照明光線路の軸と平行にアライメントされていることが好ましい(形態6)。

前記レンズアセンブリの対称軸が、前記対象物平面に垂直にアライメントされていることが好ましい(形態7)。

前記主対物レンズの焦点距離の変化と、前記照明光学システムの少なくとも一部分の横方向移動量とを結合するための制御ユニットを備えることが好ましい(形態8)。

前記顕微鏡は、前記対象物平面から見て前記主対物レンズの下流側にズームシステムを含むことが好ましい(形態9)。

前記ズームシステムと前記主対物レンズとの間に、前記主対物レンズから来る観察光線路を偏向して、前記ズームシステムの縦方向軸(長軸)が存在する第1の水平面に偏向導入するための偏向要素が配置されていることが好ましい(形態10)。

前記顕微鏡は、前記ズームシステムの下流側に配置された、鏡筒及び1以上の接眼鏡を含むことが好ましい(形態11)。

少なくとも前記鏡筒は、前記第1の水平面と実質的に平行に延在する第2の水平面内にその縦方向軸(長軸)が配置されていることが好ましい(形態12)。

前記顕微鏡(10)は、立体顕微鏡、特に外科用顕微鏡として構成されていることが好ましい(形態13)。

なお、特許請求の範囲に付記した図面参照符号は、専ら理解を助けるためのものであり、図示の態様に限定することを意図するものではない。

【0015】

本発明に係る顕微鏡は、焦点距離が可変の主対物レンズを含み、例えば主対物レンズの光軸方向へ移動可能なレンズアセンブリを含みうる。本明細書において、複焦点又は焦点距離が可変のレンズを、焦点距離が可変の主対物レンズと称する。一般性を制限すること

10

20

30

40

50

なく、以下において、このような主対物レンズは、対象物とは反対の方向の固定された部分と、対象物の方向の移動可能な部分とをレンズアセンブリとして含むことを前提とする。レンズアセンブリは、単一のレンズ又は複数のレンズの組み合わせでありうる。焦点距離が可変の対物レンズはまた、下部の対象物に向けた部分が固定され、上部の対象物とは反対の方向の部分が可動に構成されることもできる。焦点距離が可変の対物レンズを用いることにより、さまざまな対象物平面の特定の範囲に焦点を合わせることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

本発明に係る顕微鏡は、光源、及び対象物平面に向けられ、主対物レンズの外部に延在する照明光線路を生成する照明光学システムを含む照明ユニットをさらに含む。

10

【0017】

本発明によれば、照明光学システムは、主対物レンズの焦点距離の変化に対応して照明をセンタリングするために、少なくとも部分的に横方向に移動可能なように配設 (gelagert) される。ここで「横方向に移動可能」(lateral verschiebbar) とは、この文脈 (関連) において、軸方向 (即ち照明軸方向) に移動可能であることのみならず、また、照明軸に対して傾斜した又は垂直の方向に移動可能であることも意味し、従って軸方向の追加的な移動成分 (Verschiebekomponente) の存在を除外するものではない。このような照明光学システムの少なくとも一部の横方向の移動により、照明の焦点合わせが技術的に容易となり、主対物レンズの焦点 (変化) に高信頼度で追従できることが判明した。従って、照明領域を横方向へ移動することにより、その照明領域は視野を追従する。さらに、照明光学システムの一部のみを横方向へ移動可能なように構成すれば十分であることが判明した。このことは、照明ユニット全体を移動可能なようにする必要がなく、現行の照明光学システムの一部のみを移動可能なように構成すればよいという点で有利である。さらに、(対象の) 位置及びサイズに関して照明領域を追従していく方法は、照明領域の直径を最小限に保つことができ、視野に応じて適合させることができるといった利点があり、外科用顕微鏡の場合は患者に対して最小限の光線照射で済む。

20

【0018】

本発明に用いられる照明ユニットは、光源から見て順に、照明光学システムとして、集光器 (コレクタ) と、絞りと、照明光線路を対象物平面内に焦点合わせするための照明レンズアセンブリとを有する。絞りの開口は、しばしば可変直径を持つ虹彩絞りであるが、レンズアセンブリを介してケーラー (Koehler) 照明により対象物平面上に結像される。異なった種類の照明ユニットのほか、異なる構造の種類の照明も使用できる。照明の偏向要素は、照明レンズアセンブリの上流又は好ましくは下流側に配置できる。その結果、少なくとも一部が水平に配置された照明ユニット (例えば光源、集光器及び絞り) を用い、生成された照明光線路を照明用偏向要素により垂直方向に対象物平面に向けて偏向することが特に可能である。

30

【0019】

特に照明ユニットのこの種の構造の場合、本発明においてはレンズアセンブリのみ、又はその一部が横方向へ移動可能なように搭載すれば十分であることが判明した。照明レンズアセンブリ自体は原則として、単一のレンズ又は複数のレンズの組み合わせでありうる。後者の場合、レンズアセンブリ全体を横方向へ移動可能とする代わりに、レンズアセンブリのうちの1枚、又は特定のレンズ (複数) を横方向へ移動すれば、所望の照明のセンタリングを得るのに十分でありうる。

40

【0020】

既に述べたように、照明ユニットはしばしば少なくとも部分的に、生成された照明光線路が照明用偏向要素上に主対物レンズの光軸に対して直角の (又は斜めの) 方向に、即ち一般性を制限することなく実質的に (ほぼ) 直角方向に、入射するように配置される (「水平照明ユニット」)。次に照明用偏向要素はこの照明光線路を、主対物レンズの焦点位置にある対象物平面に向けて偏向する。偏向された照明光線路のこの区間は、垂直ないし鉛直 (対象物平面の垂線) に対して特定の角度を形成する。主対物レンズの焦点距離が変

50

化すると、結像平面がこの構成では垂直方向に移動するため、照明を中心に保持するためにはこの角度を同様に变化させなければならない。驚くべきことに、この角度の変化は、照明光学システムの照明レンズグループ（照明レンズグループの中でも特に偏向要素の下流側の）を横方向に移動させることで簡単に達成されることが判明した。特に、照明レンズアセンブリの直線的移動のみで十分であり、この移動は、レンズアセンブリが偏向要素の下流側に配置されている場合、対象物平面に平行に行うことが好ましい。

【0021】

レンズアセンブリの配向について、2つの有利な実施例について述べる。1つは、レンズアセンブリの対称軸を照明光線路の軸に平行にアライメント（軸合わせ）できることである。横方向への移動は、上記の顕微鏡照明配置の場合、例えば同様に対象物平面に平行に行うことができる。そのため、レンズアセンブリは、横移動方向に対して傾斜可能に配置することができる。レンズ及び絞りが円形の場合、水平の対象物平面上に生成される照明領域は、照明光線路が対象物平面に垂直でないため楕円形になる。従って、レンズアセンブリの配向は、照明流域の形状に効果があるように系統的に用いられる。例えば、ある場合はレンズアセンブリの対称軸は、対象物平面に垂直にアライメントされ、そして横方向移動の間はそうようにアライメントされたままである。原則として、例えば、照明領域の形状を修正するために、横方向移動の間にレンズアセンブリの配向を変えることも考えられる。

10

【0022】

原則として、他の横方向移動も考えられる。そのような移動は例えば、照明用偏向要素から来る照明軸に直角方向の移動であり、また湾曲路、即ち例えば照明用偏向要素の中にその中心がある円の円形経路に沿った移動である。しかし、ここに記載した照明ユニットの構造の場合は、上記の対象物平面に平行な横方向移動が、特に簡単で技術的に信頼性の高い方法で実現できることが判明した。

20

【0023】

主対物レンズの焦点距離の変化と、照明光学システムの少なくとも一部の横方向移動量とを結合する制御ユニットを備えることが好ましい。ここで、特定の照明ユニットを含む特定の顕微鏡構造において、少なくともいくつかの数の作動距離（ないしは主対物レンズのそれぞれの焦点距離）に対して、対応する必要な横方向移動量を割り当て（zuordnen）、続いて対応する制御に用いる対応関係（数値的な又は関数形式で）を導入することが有用である。この対応関係は、異なる作動距離をレイトラッキング（Strahlrueckrechnung "ray tracing"、光線追跡法）する適切なソフトウェアと最適あてはめ法（best fit method）を用いて作成することもできる。照明のセンタリングの閉ループ制御も考えられる。

30

【0024】

これまで述べた、そしてこれから述べる本発明の特徴は、ここに記載したような組み合わせでのみ用いられるのではなく、技術的に有利である限り、本発明の範囲を逸脱しない範囲で、単独で又は異なる組み合わせで用いることができる。

【0025】

添付図に模式的に記載された本発明の実施例とその利点を、以下に詳細に説明する。

【実施例】

40

【0026】

図1は、外科用立体顕微鏡として構成された顕微鏡10の基本的構造の概略図であり、分かりやすくするために観察軸 R_0 のみが図示されている。このような外科用顕微鏡においては、1対の主観察光線路に加えて、しばしば補助者用の1対の副観察光路を備えている。そのような顕微鏡自体は公知であるので、ここでは詳細は説明しない。この関連については、既に説明したEP1424582B1（特許文献5）に記載された、「横置き」ズームシステムを用いた立体顕微鏡を参照されたい。

【0027】

外科用顕微鏡10は、複焦点（Multifokus 又は可変焦点レンズ）即ち可変の焦点距離を持つレンズとして構成された主対物レンズ20を含む。主対物レンズ20は、対象物平

50

面 100 に垂直な光軸 23 を規定する。主対物レンズ 20 の焦点距離を変えることにより、それぞれの対象物平面 100 に焦点を合わせることができる。観察光線路は、図示の光軸 23 に平行に走り、例えば図平面又は光軸 23 を含む図平面に垂直な平面のいずれかに存在する。観察光線路を偏向させるため、第 1 の偏向要素 50 が光線路内に配置され、観察光線路をほぼ垂直方向からほぼ水平方向へと偏向し、「横置き」ズームシステム 30 へ送り込む。ズームシステム 30 は、第 1 の水平面 I 内にその縦方向軸（長軸）があるように配置される。連続的に対象像を拡大できるズームシステム 30 の代わりに、不連続に倍率を変えるズームも同様に配置可能である。更なる偏向要素 51、52 により、観察光線路は第 2 の水平面 II に偏向される。ここで、照明光線路を 1 以上の接眼鏡 70 に偏向するために鏡筒 (Tubus) 60 が配置されている。観察者 (オブザーバ) 110 は、接眼鏡 70 を通して顕微鏡画像を見ることができる。主対物レンズ、ズームシステム、鏡筒及び接眼鏡といった図示の顕微鏡の部材の基本的構造は、当業者になじみが深いものである。図 1 に図示した光線路内には、フィルタ、画像逆転 (変換) 器、光路長延伸コンポーネント、補助者のための光線分割器及び差込入射 (Einspiegelungen) 及び分離出射 (Ausspiegelungen) 装置 (例えばデータ差込入射装置) 等の光学的追加コンポーネントを配置することができる。最後に、ズームシステム 30 と鏡筒 60 との間に、記録 (カメラ、ビデオ等) のための出力 (光学的 / 機械的) を配置しうる。

【0028】

対象の照明のための照明ユニット 40 は、その長軸をほぼ水平にしてズームシステム 30 の下方に配置することが人間工学的に好ましい。ここに図示したものは、光ガイド 80 を介したファイバ照明である。しかしハロゲン、キセノン又は LED による直接照明も同様に使用可能である。照明ユニット 40 により生成され、照明軸 R_i として図示した照明光線路は、照明偏向ミラー 43 により対象物平面 100 に向けて偏向されている。図 1 から分かるように、照明光線路は顕微鏡 10 の主対物レンズ 20 の外部でガイドされている。そのため、主対物レンズ 20 の焦点距離が変化すると、対象物平面 100 が垂直方向に移動し (作動距離が変化)、照明光線路は光学的照明のために追従する必要がある。本発明に係るこの照明の追従方法を、図 3 を参照して詳細に説明する。

【0029】

図 1 から分かるように、照明光線路の軸 R_i は、観察光線路の軸 R_0 に対して角度 α をなしている。

【0030】

図 2 は、主対物レンズ 20 の焦点距離変化又は主対物レンズ 20 と対象物平面 100 との距離である作動距離の変化によって、上記の角度 α に要求される変化を図示したものである。主対物レンズ 20 の焦点距離が短くなる、即ち作動距離が小さくなるにつれ、角度 α は大きくなる。図 2 は、例えば最大及び最小作動距離という両極端の位置を示しており、照明光線路の軸 R_{i2} は、より大きな作動距離の主対物レンズ 20 の焦点位置に向けられている。この角度は α_2 である。作動距離が小さくなると、角度 α は、照明軸 R_{i1} に対応する角度 α_1 に達するまで増加する。主対物レンズ 20 の作動距離が最大から最小までの間、照明をセンタリングするため、作動距離変化に追従する角度 α の範囲が与えられる。

【0031】

図 3 は、本発明に係る本実施例に必要な測定法 (測定装置) を示した図である。図 3 には、本発明に好ましく用いられる照明ユニット 40 の構造を示した。集光器 (ここでは光源を含む) は符号 41 で示されている。集光器は、光源からの光を集光し、それを絞り 42 及び照明用レンズアセンブリ 44 を介して対象物平面 100 上に結像させる。ここで絞り 42 は、直径が可変の虹彩絞りをを用いることが好ましい。照明用偏向要素 43 として、平面ミラー又は球面ミラーを用いることができる。照明用レンズアセンブリ 44 は、(光源側から見て) 照明用偏向要素 43 の下流側に配置することが好ましい。これは図 1 で示した照明ユニットに比べて異なっている点である。照明用レンズアセンブリ 44 は単一のレンズ又は (通常どおり) 複数のレンズの組み合わせでありうる。この実施例においては

10

20

30

40

50

、レンズアセンブリ44の対称軸は、例えば対象物平面100に垂直に向けられている。図3においては、単純化のために、レンズアセンブリ44全体が横方向に移動可能なように図示されている。しかし、レンズアセンブリが多くの部材で構成される構造の場合、レンズアセンブリの一部の部材のみが横方向に移動可能なように構成されれば十分であることを強調しておく。特に、レンズアセンブリの一部の部材を照明用偏向要素43の上流側に配置し、その他を照明用偏向要素43の下流側に配置することが可能である。

【0032】

レンズアセンブリ44を横方向に移動することにより、照明光線路、即ちその軸 R_i は主対物レンズ20の焦点距離の変化に追従することができる。例えば、図3に示すように作動距離が変化した場合、図3に示すようにレンズアセンブリ44が左の方向に、即ち主対物レンズの方向に横方向移動することにより、角度 θ_2 から θ_1 まで変化する。本実施例の横方向移動は、2つの平面の交線に沿って移動する。一つの平面は対象物平面100に平行な平面であり、もう一つは軸 R_0 及び軸 R_i によって規定される平面である。

10

【0033】

図3に示す構成とは異なる、多少の変形例が可能である。例えば、レンズアセンブリ44の横方向の位置が、その光軸が照明光線路の軸 R_i と一致するように配置する。さらに、対象物平面100に平行に移動するのみでなく、照明光線路の軸 R_i に直角に移動させることも可能である。既に述べたように、例えば偏向要素43上の軸 R_i との交点を中心とする円弧に沿った、円弧状の移動も考えられる。しかし、主対物レンズの焦点距離の変化と、レンズアセンブリ44の直線的移動との結合のほうが、円弧状移動と結合させるより技術的に容易に達成可能であるという点を考慮すべきである。これに関連してもう一度、偏向要素43は軸周りに傾斜可能に配設する必要はなく、レンズアセンブリを単に直線的に移動するだけで、主対物レンズ20の可能な作動距離内に照明をセンタリングすることが可能であることを指摘しておく。

20

【0034】

主対物レンズ20の焦点距離の変化と、照明ユニット40のレンズアセンブリ44の横方向移動量とを結合する制御ユニット90を備えることが有利である。この制御ユニット90は、図3においては模式的に表されているが、主対物レンズ20の焦点距離の変化を表す信号が入力部から制御ユニット90に供給され、制御ユニット90の出力部を介してレンズアセンブリ44の必要な移動量が出力される。移動量と焦点距離の変化量との関係は、実際に公知の「レイトレーシング(ray tracing)」と呼ばれるソフトウェアと、最適あてはめ法を用いて簡単な方法で導くことができる。対象物平面100上の照明軸 R_i の横方向移動量は、レンズアセンブリ44の像拡大率と、レンズアセンブリ44の横方向移動量によって決まる。

30

【0035】

主対物レンズ20の焦点距離の変化の可能性はすでに本明細書の導入部で記載した。主対物レンズの焦点距離及び後焦点距離を変えるための固定レンズと可動レンズの組み合わせは一般的である。可動レンズの移動は直接測定可能であり、主対物レンズの後焦点距離又はその作動距離の変化に割り当てることができる。要するに、本発明に係る照明のセンタリングは、公知の制御方法で実施できるということである。

40

【0036】

本発明を特定の実施例に基づいて説明したが、特許請求の範囲に記載した範囲を逸脱しない範囲でさまざまな修正や変形が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】本発明の一実施例を用いた顕微鏡の概略構造図である。

【図2】照明のセンタリングに与える作動距離の変化の影響を示す概略図である。

【図3】図1に示す顕微鏡のうち、本発明の重要な部材のみを示す概略図である。

【符号の説明】

【0038】

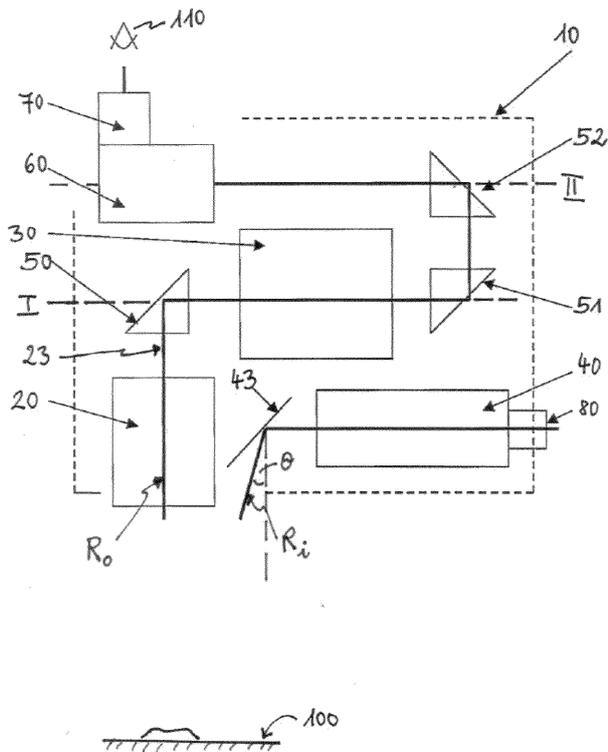
50

- 1 0 顕微鏡
- 2 0 主対物レンズ
- 2 3 光軸
- 3 0 ズームシステム
- 4 0 照明ユニット
- 4 1 集光器
- 4 2 絞り (虹彩絞り)
- 4 3 照明用偏向要素
- 4 4 (照明用) レンズアセンブリ
- 5 0 第 1 の偏向要素
- 5 1、5 2 偏向要素
- 6 0 鏡筒
- 7 0 接眼鏡
- 8 0 光ガイド
- 9 0 制御ユニット
- 1 0 0 対象物平面
- 1 0 0 ' 対象物平面
- 1 1 0 観察者
- I 第 1 の水平面
- II 第 2 の水平面
- R_0 観察軸
- R_i 照明軸
- R_0 と R_i の成す角

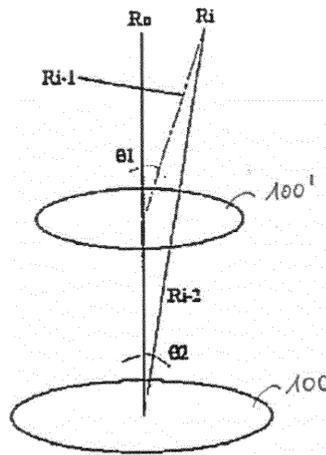
10

20

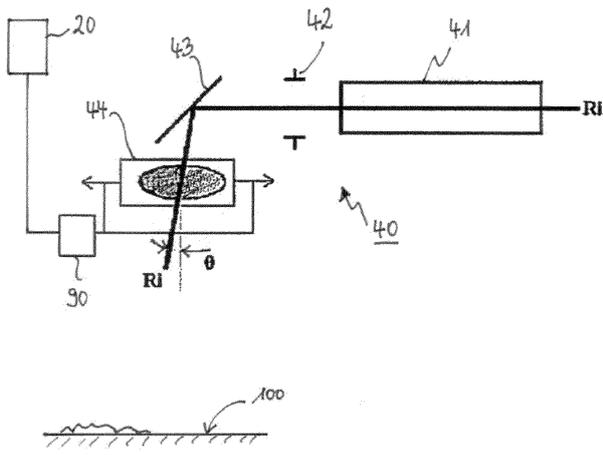
【図 1】



【図 2】



【 図 3 】



フロントページの続き

審査官 原田 英信

- (56)参考文献 特開平07 - 155336 (JP, A)
特開2004 - 287443 (JP, A)
特表2002 - 516409 (JP, A)
特開平08 - 211298 (JP, A)
特開平07 - 325262 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 19/00 - 21/00
G02B 21/06 - 21/36