

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5028249号
(P5028249)

(45) 発行日 平成24年9月19日(2012.9.19)

(24) 登録日 平成24年6月29日(2012.6.29)

(51) Int.Cl. F 1
G 0 2 B 21/00 (2006.01) G 0 2 B 21/00
G 0 2 B 21/14 (2006.01) G 0 2 B 21/14

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2007-332935 (P2007-332935)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成19年12月25日(2007.12.25)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2009-156977 (P2009-156977A)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(43) 公開日	平成21年7月16日(2009.7.16)	(74) 代理人	100089118
審査請求日	平成22年11月11日(2010.11.11)		弁理士 酒井 宏明
		(72) 発明者	林 一博
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパス株式会社内
		(72) 発明者	祐川 実
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパス株式会社内
		(72) 発明者	河野 高之
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 顕微鏡

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

試料を照明する照明光学系と、
 対物レンズに対して前記照明光学系側に配置された瞳変調素子である照明側瞳変調素子と、

前記照明側瞳変調素子を保持する照明側ターゲットと、
 前記照明側ターゲットを回転させ、光軸に対して垂直な平面内であって所定の軌道円周上で前記照明側瞳変調素子を移動させる照明側ターゲット回転機構と、

前記対物レンズの瞳をリレーするリレー光学系と、
 前記対物レンズに対して前記リレー光学系側に配置された瞳変調素子である結像側瞳変調素子と、

前記結像側瞳変調素子を保持する結像側ターゲットと、
 前記結像側ターゲットを回転させ、光軸に対して垂直な平面内であって所定の軌道円周上で前記結像側瞳変調素子を移動させる結像側ターゲット回転機構と、

を備え、
 前記照明側瞳変調素子の前記軌道円周及び前記結像側瞳変調素子の前記軌道円周を光軸に直交する面に該光軸に沿って投影した場合に、光軸方向から見て、両軌道円周の交点において、前記照明側瞳変調素子の前記軌道円周の接線と前記結像側瞳変調素子の前記軌道円周の接線とが互いに直交することを特徴とする顕微鏡。

【請求項2】

10

20

複数の前記対物レンズを保持し、前記対物レンズの配置を切り換えるレボルバと、
前記レボルバを駆動するレボルバ駆動手段と、

前記レボルバ駆動手段、前記照明側ターレット回転機構および前記結像側ターレット回転機構の駆動を制御し、光軸上に配置された前記対物レンズに適合する前記照明側瞳変調素子と前記結像側瞳変調素子を前記光軸上に配置して前記照明側瞳変調素子の中心と前記結像側瞳変調素子の中心とを前記光軸方向から見て前記対物レンズの瞳内で一致させる制御手段と、

を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の顕微鏡。

【請求項 3】

前記結像側瞳変調素子は、前記対物レンズの瞳位置に配置され、前記照明側瞳変調素子は、前記対物レンズの瞳位置と共役な位置に配置されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の顕微鏡。

10

【請求項 4】

前記結像側ターレットは、位相板を保持可能に構成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、位相差観察、変調コントラスト観察および微分干渉観察など、瞳変調素子を用いて試料の観察を行う顕微鏡に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

従来から、位相差顕微鏡および微分干渉顕微鏡など、瞳変調素子を用い、光の回折および干渉を起こし、試料の観察像に明暗のコントラストを付け、無色透明な試料の観察を行う顕微鏡が知られている。例えば、位相差顕微鏡の場合、瞳変調素子として、対物レンズの瞳に共役な位置にリングスリットを配置し、対物レンズの瞳の位置に位相板を配置して試料の観察を行う。位相板は、リングスリットのスリット部分と共役な形状の位相膜を備え、試料によって回折されなかった直接光の位相を変化させる。位相差顕微鏡では、この直接光と、試料によって回折された回折光とを干渉させて観察像にコントラストを付ける。

30

【0003】

特許文献 1 には、対物レンズの瞳位置の近傍に複数の位相板を保持するスライダを備えた顕微鏡が記載されている。この顕微鏡のスライダには複数の開口部が形成されており、位相板は、開口部内で光軸と垂直な平面上を移動自在に保持されている。観察者は、スライダをスライドさせて対物レンズに適合した位相板を対物レンズの瞳位置の近傍に配置した後、対物レンズの瞳内でスリットの像と位相膜の像を合わせる操作、すなわち、対物レンズの瞳の中心の位置でスリットの中心と位相膜の中心とを一致させる操作である心出し操作を行う。

【0004】

【特許文献 1】特開平 7 - 3 5 9 8 6 号公報

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、従来の顕微鏡では、観察者は、スリットおよび位相膜の像をモニタしながら、位相板およびリングスリットの両方又は一方を光軸に垂直な平面上で四方八方に移動させて心出し操作を行う。このため、従来の顕微鏡は、心出し操作が難しく、時間がかかるという問題があった。

【0006】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、瞳変調素子の心出し操作を簡単に行うことができる操作性のよい顕微鏡を提供することを目的とする。

50

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明にかかる顕微鏡は、試料を照明する照明光学系と、対物レンズに対して前記照明光学系側に配置された瞳変調素子である照明側瞳変調素子と、前記照明側瞳変調素子を保持する照明側ターレットと、前記照明側ターレットを回転させ、光軸に対して垂直な平面内であって所定の軌道円周上で前記照明側瞳変調素子を移動させる照明側ターレット回転機構と、前記対物レンズの瞳をリレーするリレー光学系と、前記対物レンズに対して前記リレー光学系側に配置された瞳変調素子である結像側瞳変調素子と、前記結像側瞳変調素子を保持する結像側ターレットと、前記結像側ターレットを回転させ、光軸に対して垂直な平面内であって所定の軌道円周上で前記結像側瞳変調素子を移動させる結像側ターレット回転機構と、を備え、前記照明側瞳変調素子の前記軌道円周及び前記結像側瞳変調素子の前記軌道円周を光軸に直交する面に該光軸に沿って投影した場合に、光軸方向から見て、両軌道円周の交点において、前記照明側瞳変調素子の前記軌道円周の接線と前記結像側瞳変調素子の前記軌道円周の接線とが互いに直交することを特徴とする。

10

【0009】

また、本発明にかかる顕微鏡は、上記の発明において、前記結像側瞳変調素子は、前記対物レンズの瞳位置に配置され、前記照明側瞳変調素子は、前記対物レンズの瞳位置と共役な位置に配置されることを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0010】

本発明にかかる顕微鏡は、照明側瞳変調素子の軌道円周と結像側瞳変調素子の軌道円周とが光軸方向から見て対物レンズの瞳内で互いに直交するので、いずれかまたは両方の軌道円周に誤差が生じた場合であっても、照明側瞳変調素子の軌道円周と結像側瞳変調素子の軌道円周との交点のずれは最小に抑えられるため、結像側ターレットおよび照明側ターレットの回転操作のみで心出し操作を行うことができ操作性がよいという効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、この発明を実施するための最良の形態である顕微鏡について説明する。なお、本実施の形態によって本発明が限定されるものではない。また、図面の記載において、同一部分には同一符号を付している。

30

【0012】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1にかかる顕微鏡100の光学構成を示す図である。顕微鏡100は、倒立型の位相差顕微鏡である。図1に示すように、顕微鏡100は、照明光学系として光源1およびコンデンサレンズ4を備え、光源1を出射した照明光の光路上に、ターレット3、コンデンサレンズ4および試料5を載置する図示しないステージが配置されている。

【0013】

ターレット3は、光軸LVと平行な回転軸3aを中心軸とした回転機構を備え、手動で回転自在であり、複数のリングスリット2を保持して光軸LVに垂直な平面内であって所定の軌道円周上でリングスリット2を移動させ、いずれかのリングスリット2を光軸LV上に配置する。なお、光軸LV上に配置されたリングスリット2は、コンデンサレンズ4によって対物レンズ6の瞳位置とほぼ共役な位置に投影される。

40

【0014】

リングスリット2は、照明光学系側に配置される瞳変調素子であり、ドーナツ状のスリット2aが設けられた円形の金属板で、スリット2aの部分のみ照明光を通過させて他の部分に入射した照明光を遮断する。各々のリングスリット2は、対物レンズ6の瞳の大きさ、すなわち倍率に応じた大きさのスリット2aを備える。なお、スリット2aの内側の円板と外側の板とはスリット2a内の図示しない箇所繋がっており、スリット2aの

50

内側の円板は落下しない。

【0015】

コンデンサレンズ4は、コンデンサレンズ4の光軸が光軸LVと一致するように配置されており、スリット2aを通過した照明光を試料5上に集光する。

【0016】

顕微鏡100は、観察光の光路上に、レボルバ7、結像レンズ8、ミラー9、リレーレンズ11、ターゲット13、撮像レンズ14および撮像素子16を備える。レボルバ7が保持する対物レンズ6、結像レンズ8、ミラー9、リレーレンズ11、ターゲット13が保持する位相板12、撮像レンズ14および撮像素子16が結像光学系であり、結像レンズ8およびリレーレンズ11がリレー光学系である。

10

【0017】

レボルバ7は、回転軸7aを中心軸として手動で回転自在であり、複数の対物レンズ6を保持し、いずれかの対物レンズ6を光路上に配置する。結像レンズ8は、対物レンズ6を透過した観察光を集光し、試料5の像を1次結像位置10に結像する。なお、対物レンズ6および結像レンズ8は、各々の光軸が光軸LVと一致するように配置される。

【0018】

ミラー9は、結像レンズ8と1次結像位置10との間に配置される。ミラー9は、観察光を反射し、観察光の光路を折り曲げて光軸LVと光軸LHとを接続する。ここで、光軸LV, LHをまとめて光軸Lとする。なお、ミラー9を配置しない場合、光軸LV, LHが一直線の光軸となるように、各光学素子を配置する。

20

【0019】

リレー光学系は、対物レンズ6の瞳をリレーする。ターゲット13は、紙面手前側に位置する回転軸13aを中心軸とした回転機構を備え、手動で回転自在であり、複数の位相板12を保持して光軸LHに垂直な平面内であって所定の軌道円周上で位相板12を移動させ、いずれかの位相板12を光軸LH上に配置する。なお、光軸LH上に配置された位相板12の位置は、リレー光学系によってリレーされた対物レンズ6の瞳位置とほぼ一致する。

【0020】

位相板12は、結像光学系側に配置される瞳変調素子であり、ドーナツ状の位相膜12aが蒸着されている。位相膜12aは、入射した光の波長を1/4波長ずらす1/4波長板と入射した光を吸収する吸収膜とによって形成されており、位相膜12aを透過する観察光の位相を1/4波長ずらすとともに明るさを弱める。各々の位相板12は、対物レンズ6の瞳の大きさ、すなわち倍率に適合した大きさの位相膜12aを備える。観察者は、観察に使用する対物レンズ6を交換した場合、交換した対物レンズ6に適合するリングスリット2および位相板12を光軸L上に配置して心出し操作を行った上で試料5の位相差観察を行う。なお、対物レンズ6の瞳と共役な位置で対物レンズ6に適合したスリット2aの像および位相膜12aの像を見た場合、位相膜12aの像の方がスリット2aの像よりも幅広い。

30

【0021】

撮像レンズ14は、位相板12を透過した観察光を集光し、撮像素子16上に試料5の像を結像する。なお、リレーレンズ11および撮像レンズ14は、各々の光軸が光軸LHと一致するように配置される。

40

【0022】

撮像素子16は、CCDなどによって実現され、入射した光を電気信号に変換することによって、投影された像を撮像する。なお、撮像素子16に替えて接眼レンズを配置してもよい。この場合、観察者は、モニタなどを介さず、接眼レンズを通して像を観察することができる。

【0023】

図1に示すように、観察光は、対物レンズ6および結像レンズ8を透過し、ミラー9によって偏向された後、リレーレンズ11および位相板12を透過して、撮像レンズ14に

50

入射し、撮像素子 16 上で再び試料 5 の像を結像する。

【0024】

なお、撮像レンズ 14 と撮像素子 16 との間には、瞳結像レンズ 15 が挿脱自在に配置される。瞳結像レンズ 15 が光軸 LH 上に配置された場合、対物レンズ 6 の瞳の像、スリット 2a の像および位相膜 12a の像が撮像素子 16 上に結像される。観察者は、瞳結像レンズ 15 を光軸 LH 上に配置し、撮像素子 16 上に結像されたスリット 2a および位相膜 12a の像を図示しないモニタなどによって観察しつつ、心出し操作を行う。具体的な操作としては、観察者は、例えば、まずターゲット 3 を回転させてスリット 2a の像の中心を対物レンズ 6 の瞳の中心に合わせ、その後ターゲット 13 を回転させて位相膜 12a の像をスリット 2a の像に重ねることによって、心出し操作を行う。

10

【0025】

ここで、ターゲット 3、13 の回転に伴うリングスリット 2 および位相板 12 の移動について説明する。図 2 は、光軸 L 方向から見た場合のスリット 2a の中心の移動軌跡である軌道円周 17 および位相膜 12a の中心の移動軌跡である軌道円周 18 を示す図である。軌道円周 17 は、回転軸 3a を中心とした円であり、軌道円周 18 は、回転軸 13a を中心とした円である。リングスリット 2 は、ターゲット 3 の回転に伴って軌道円周 17 上を移動し、位相板 12 は、ターゲット 13 の回転に伴って軌道円周 18 上を移動する。

【0026】

図 2 に示すように、光軸 L 方向から見た場合、軌道円周 17 の接線 17a と軌道円周 18 の接線 18a は、光軸 L 上でほぼ直交している。すなわち、軌道円周 17、18 は、光軸 L 上でほぼ直交している。対物レンズ 6 は、対物レンズ 6 の瞳の中心 O が光軸 L と一致するように配置されるので、光軸 L 方向から見た場合、対物レンズ 6 の瞳の中心 O と軌道円周 17、18 の交点とは、光軸 L 上でほぼ一致する。このため、スリット 2a および位相膜 12a の中心が一致する位置は、対物レンズ 6 の瞳の中心 O の位置とほぼ一致する。したがって、スリット 2a の像と位相膜 12a の像とを合わせた場合、対物レンズ 6 の瞳の中心 O とスリット 2a の中心と位相膜 12a の中心とが一致し、位相差観察が可能となる。

20

【0027】

ところで、軌道円周 17、18 は、中心軸 3a、13a の位置のずれ、またはターゲット 3、13 上でのリングスリット 2 および位相板 12 の固定位置のずれなどによって、光軸 L に垂直な平面内でずれる場合がある。図 3 は、軌道円周 18 が A だけ平行移動した軌道円周 18b 上を位相板 12 が移動する場合、対物レンズ 6 の瞳 6a 内でスリット 2a の像 2b と位相膜 12a の像 12b を合わせた像を示す図である。この場合、像 2b の中心および像 12b の中心は、瞳 6a の中心 O より A だけ離れた交点 O' で一致する。

30

【0028】

図 4 は、光軸 L 方向から見た中心 O 付近の軌道円周 17、18 の拡大図である。図 4 に示すように、軌道円周 17 の誤差範囲を光軸 L の平面上で距離 B の範囲とし、軌道円周 18 の誤差範囲を光軸 L の平面上で距離 A の範囲とした場合、軌道円周 17、18 の交点は、軌道円周 17、18 の誤差範囲の重複部分である中心 O を中心とした $2A \times 2B$ の正方形（図面内の斜線部分）内に存在することとなる。この場合、光軸 L 方向から見た場合の像 2b の中心と像 12b の中心との一致点と中心 O とは、最大で $(A^2 + B^2)$ 離れる。

40

【0029】

像 2b の中心および像 12b の中心の一致点と中心 O とのずれが、対物レンズ 6 の瞳径の約 0.1% 以下であれば位相差観察に支障はない。このため、顕微鏡 100 では、軌道円周 17、18 の誤差範囲として、 $(A^2 + B^2)$ が対物レンズ 6 の瞳径の 0.1% 以下となる範囲とする。

【0030】

なお、リングスリット 2 と位相板 12 との軌道円周が成す角度が 90 度から離れるにしたがって、軌道円周の誤差が、像 2b の中心および像 12b の中心の一致点と中心 O との

50

位置ずれに与える影響が大きくなる。例えば、位相膜 1 2 a の中心が、軌道円周 1 7 と 1 2 0 度の角度を持って交差する軌道円周 1 9 上を移動すると設定した場合を述べる。図 5 は、軌道円周 1 9 が A だけ平行移動した軌道円周 1 9 b 上を位相板 1 2 が移動する場合、瞳 6 a 内で像 2 b と像 1 2 b を合わせた像を示す図である。図 5 に示す場合、像 2 b の中心および像 1 2 b の中心は、中心 O から 2 A だけ離れた交点 O' で一致する。軌道円周 1 8 , 1 9 が平行移動した距離がともに A である場合でも、中心 O と交点 O' とのずれは、中心 O と交点 O' とのずれ比較して大きい。

【 0 0 3 1 】

図 6 は、光軸 L 方向から見た中心 O 付近の軌道円周 1 7 , 1 9 の拡大図である。軌道円周 1 9 の誤差範囲を軌道円周 1 8 の誤差範囲と同様に、光軸 L の平面上で距離 A の範囲とした場合、軌道円周 1 7 , 1 9 の交点は、軌道円周 1 7 , 1 9 の誤差範囲の重複部分である中心 O を中心とした平行四辺形（図面内の斜線部分）内に存在することとなる。この場合、像 2 b の中心および像 1 2 b の中心の一致点と中心 O とは、最大で $(4 A^2 + 4 B^2 + 4 \sqrt{3} A B)$ 離れる。すなわち、軌道円周 1 7 , 1 9 の誤差範囲を軌道円周 1 7 , 1 8 の場合と同様に設定すると、リングスリット 2 と位相板 1 2 との中心の一致点が瞳 6 a の中心 O から大きく外れ、位相差観察本来の見え方ができない場合がある。このため、リングスリット 2 の軌道円周と位相板 1 2 の軌道円周とが直交しない場合、直交する場合と比較して誤差範囲と許容される範囲が狭くなる。したがって、顕微鏡 1 0 0 では、リングスリット 2 の軌道円周と位相板 1 2 の軌道円周とを直交させる。なお、直交とは、 $90^\circ \pm 20^\circ$ 程度の範囲を含み、この範囲であれば本発明の効果を奏することができる。

【 0 0 3 2 】

また、瞳 6 a 内でリングスリット 2 と位相板 1 2 の軌道円周がほぼ直線的となる条件は、リングスリット 2 の軌道半径を r_1 、位相板 1 2 の軌道半径を r_2 、瞳 6 a の見かけの直径を D とすると、以下である。

$$r_1 > D$$

$$r_2 > D$$

【 0 0 3 3 】

本実施の形態 1 にかかる顕微鏡 1 0 0 によれば、観察者は、ターレット 3 , 1 3 の回転操作のみで心出し操作を行うことができるので、心出し操作が簡単で操作性がよい。また、顕微鏡 1 0 0 によれば、位相膜を内蔵した位相差観察用の対物レンズでなく、明視野観察用の対物レンズを使用して位相差観察を行うことができる。さらに、瞳位置が揃った異なる倍率の対物レンズ、例えば 4 倍、10 倍および 40 倍の対物レンズを使用すれば、結像レンズ 8 などの移動なしに、倍率を変更して位相差観察を行うことができる。

【 0 0 3 4 】

なお、顕微鏡 1 0 0 は、機械的なクリック係止機構などを設けて心出し操作をおこなった状態でのターレット 3 , 1 3 の回転角を物理的に記憶すれば、心出し操作を行った状態を簡単に再現することができる。

【 0 0 3 5 】

（実施の形態 2）

ところで、実施の形態 1 では、手動でターレット 3 , 1 3 を回転させて対物レンズ 6 に適合したリングスリット 2 および位相板 1 2 を光軸 L 上に配置したが、本実施の形態 2 では、制御手段によって自動的にリングスリット 2 および位相板 1 2 を光軸 L 上に配置する。

【 0 0 3 6 】

図 7 は、実施の形態 2 にかかる顕微鏡 2 0 0 の光学構成を示す図である。顕微鏡 2 0 0 は、顕微鏡 1 0 0 と同様の倒立型の位相差顕微鏡である。図 7 に示すように、顕微鏡 2 0 0 は、顕微鏡 1 0 0 が備えたターレット 3、レボルバ 7 およびターレット 1 3 に替えてターレット 2 3、レボルバ 2 7 およびターレット 3 3 を備える。なお、顕微鏡 2 0 0 のその他の光学構成は、顕微鏡 1 0 0 の光学構成と同様である。

【 0 0 3 7 】

10

20

30

40

50

ターレット 2 3 は、モータ 2 4 およびセンサ 2 5 を備える。ターレット 2 3 は、回転軸 2 3 a を中心軸としてモータ 2 4 の駆動により回転自在であり、ターレット 3 と同様に、複数のリングスリット 2 を保持し、軌道円周 1 7 上でリングスリット 2 を移動させていずれかのリングスリット 2 を光軸 L 上に配置する。モータ 2 4 は、ステッピングモータなどによって実現される。センサ 2 5 は、例えば、透過型フォトインプラントなどによって実現され、予め設定されたターレット 2 3 の原点位置を検出する。

【 0 0 3 8 】

レボルバ 2 7 は、モータ 2 8 およびセンサ 2 9 を備える。レボルバ 2 7 は、回転軸 2 7 a を中心軸としてモータ 2 8 の駆動により回転自在であり、レボルバ 7 と同様に、複数の対物レンズ 6 を保持していずれかの対物レンズ 6 を光軸 L 上に配置する。モータ 2 8 は、ステッピングモータなどによって実現される。センサ 2 9 は、例えば透過型フォトインプラントなどによって実現され、予め設定されたレボルバ 2 7 の原点位置を検出する。

【 0 0 3 9 】

ターレット 3 3 は、モータ 3 4 およびセンサ 3 5 を備える。ターレット 3 3 は、紙面手前側に位置する回転軸 3 3 a を中心軸としてモータ 3 4 の駆動によって回転自在であり、ターレット 1 3 と同様に、複数の位相板 1 2 を保持し、軌道円周 1 8 上で位相板 1 2 を移動させていずれかの位相板 1 2 を光軸 L 上に配置する。モータ 3 4 は、ステッピングモータなどによって実現される。センサ 3 5 は、例えば透過型フォトインプラントなどによって実現され、予め設定されたターレット 3 3 の原点位置を検出する。

【 0 0 4 0 】

図 8 は、顕微鏡 2 0 0 の制御機構の概略構成を示す図である。顕微鏡 2 0 0 は、制御部 2 1 を備える。制御部 2 1 は、モータ 2 4 , 2 8 , 3 4 の駆動を制御するとともに、センサ 2 5 , 2 9 , 3 5 より原点位置の検知信号の入力を受ける。また、制御部 2 1 は、記憶部 2 2 を備え、各種情報、例えば原点位置と各対物レンズ 6 との位置関係などを記憶部 2 2 に記憶する。制御部 2 1 は、センサ 2 5 , 2 9 , 3 5 より入力される原点位置の検知信号およびモータ 2 4 , 2 8 , 3 4 に入力したパルス数をもとに、光軸 L と各リングスリット 2、光軸 L と各対物レンズ 6、光軸 L と各位相板 1 2 の位置関係を把握する。なお、制御部 2 1 は、撮像素子 1 6 と電氣的に接続しており、撮像素子 1 6 上に結像された像の電気信号の入力を受ける。

【 0 0 4 1 】

さらに、制御部 2 1 は、制御装置 4 0 と電氣的に接続している。制御装置 4 0 は、パーソナルコンピュータなどによって実現され、制御部 4 1、入力部 4 2 および表示部 4 3 を備える。制御部 4 1 は、制御部 2 1 および入力部 4 1 より入力される各種情報をもとに、制御部 2 1 および表示部 4 3 の動作を制御する。入力部 4 2 は、キーボード、マウスなどによって実現され、観察者から入力された各種情報を制御部 4 1 に入力する。表示部 4 3 は、液晶ディスプレイなどによって実現され、制御部 4 1 の制御のもと、各種情報、例えば撮像素子 1 6 上に結像した像などを表示する。

【 0 0 4 2 】

ここで、制御部 2 1 および制御部 4 1 が行う処理について説明する。制御部 4 1 は、観察者から所望の対物レンズ 6 を指定する情報、例えば倍率などの情報の入力を受けた場合、入力を受けた情報を制御部 2 1 に入力する。制御部 2 1 は、入力を受けた情報をもとに、モータ 2 4 , 2 8 , 3 4 を制御して観察者が所望する対物レンズ 6 と、この対物レンズ 6 に適合するリングスリット 2 および位相 1 2 を光軸 L 上に配置する。

【 0 0 4 3 】

なお、観察者は、位相差観察を行う前に予め、瞳結像レンズ 1 5 を光軸 L 上に配置し、表示部 4 3 に対物レンズの瞳 6 a、リングスリットの像 2 b および位相板の像 1 2 b を重ねて表示させ、各対物レンズ 6 を用いて心出し操作を行う。心出し操作が行われた場合、制御部 2 1 は、原点位置から像 2 b および像 2 b の中心が一致する位置にターレット 2 3 , 3 3 を回転させるためにモータ 2 4 , 3 4 に入力したパルス数を記憶部 2 2 に記憶しておく。制御部 2 1 は、リングスリット 2 および位相板 1 2 を光軸 L 上に配置する際、記憶

10

20

30

40

50

部 2 2 に記憶したパルス数をモータ 2 4 , 3 4 に入力し、心出し操作が行われた状態を再現する。

【 0 0 4 4 】

本実施の形態 2 にかかる顕微鏡 2 0 0 では、観察者の指示をもとに、制御部 2 1 がモータ 2 4 , 2 8 , 3 4 の駆動を制御し、観察者が所望する対物レンズ 6 を光軸上に配置するとともに、光軸 L 上に配置した対物レンズ 6 に適合するリングスリット 2 および位相板 1 2 を光軸上に配置し、リングスリットの像 2 b および位相板の像 1 2 b の中心を中心 O 付近で自動的に一致させるので、観察者は、簡単に手早く位相差観察を行うことができる。

【 0 0 4 5 】

なお、モータ 2 4 , 2 8 , 3 4 としてステッピングモータを用いる場合、制御部 2 1 は、モータ 2 4 , 2 8 , 3 4 に入力するパルス数をもとに、心出しが行われた状態を再現できるので、機械的な停止装置、例えばクリックなどを必要とせず、停止装置の磨耗、顕微鏡 2 0 0 への停止時の負荷が軽減され、モータ 2 4 , 2 8 , 3 4 などの電動機構の耐久性が向上する。

【 0 0 4 6 】

ところで、実施の形態 1 , 2 では、本発明にかかる顕微鏡として位相差顕微鏡を例に説明したが、本発明にかかる顕微鏡は位相差顕微鏡に限られず、変調コントラスト観察、微分干渉観察を行う顕微鏡に応用可能である。したがって、瞳変調素子は、リングスリットおよび位相板に限られず、偏光子やポラライザなどであってもよい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 7 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態 1 にかかる顕微鏡の光学構成を示す図である。

【 図 2 】 光軸方向から見たスリットの中心の軌道円周および位相膜の中心の軌道円周を示す図である。

【 図 3 】 対物レンズの瞳内でのスリットおよび位相膜の像を示す図である。

【 図 4 】 対物レンズの瞳の中心付近でのスリットの中心および位相膜の中心の軌道円周を示す図である。

【 図 5 】 スリットの中心の軌道円周と位相膜の中心の軌道円周とが直交しない顕微鏡における、対物レンズの瞳内でのスリットおよび位相膜の像を示す図である。

【 図 6 】 図 5 に示す顕微鏡の対物レンズの瞳の中心付近でのスリットの中心の軌道円周および位相膜の中心の軌道円周を示す図である。

【 図 7 】 本発明の実施の形態 2 にかかる顕微鏡の光学構成を示す図である。

【 図 8 】 図 7 に示す顕微鏡の制御機構の概略構成を示す図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 8 】

- 1 光源
- 2 リングスリット
- 2 a スリット
- 2 b , 1 2 b 像
- 3 , 1 3 , 2 3 , 3 3 ターレット
- 3 a , 7 a , 1 3 a , 2 3 a , 2 7 a , 3 3 a 回転軸
- 4 コンデンサレンズ
- 5 試料
- 6 対物レンズ
- 6 a 瞳
- 7 , 2 7 レボルバ
- 8 結像レンズ
- 9 ミラー
- 1 0 1 次結像位置
- 1 1 リレーレンズ

10

20

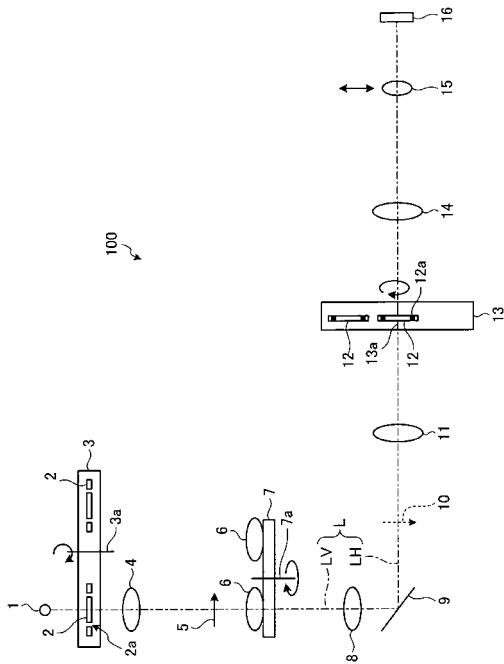
30

40

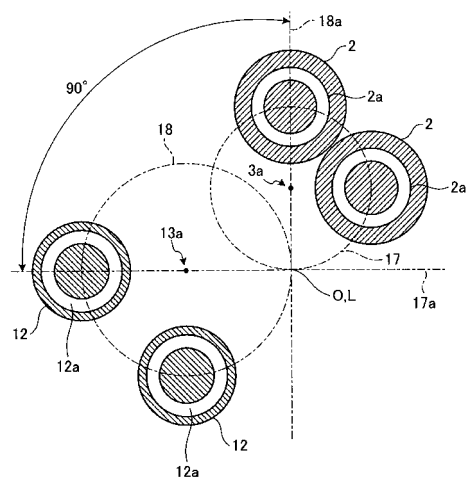
50

- 1 2 位相板
- 1 2 a 位相膜
- 1 4 撮像レンズ
- 1 5 瞳結像レンズ
- 1 6 撮像素子
- 1 7 , 1 8 , 1 9 , 1 8 b , 1 9 b 軌道円周
- 1 7 a , 1 8 a 接線
- 2 1 , 4 1 制御部
- 2 2 記憶部
- 2 4 , 2 8 , 3 4 モータ
- 2 5 , 2 9 , 3 5 センサ
- 4 0 制御装置
- 4 2 入力部
- 4 3 表示部
- A , B 誤差範囲
- O 中心
- O ' , O 交点

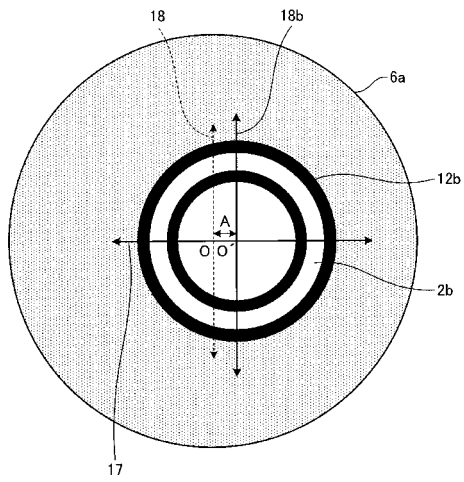
【図1】



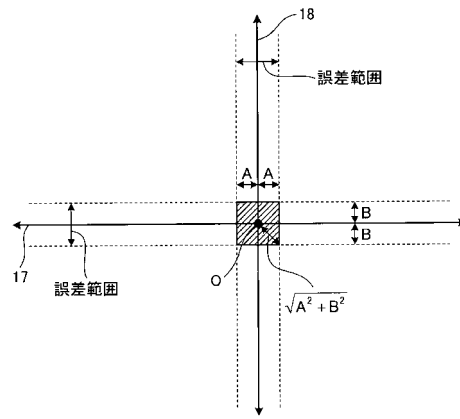
【図2】



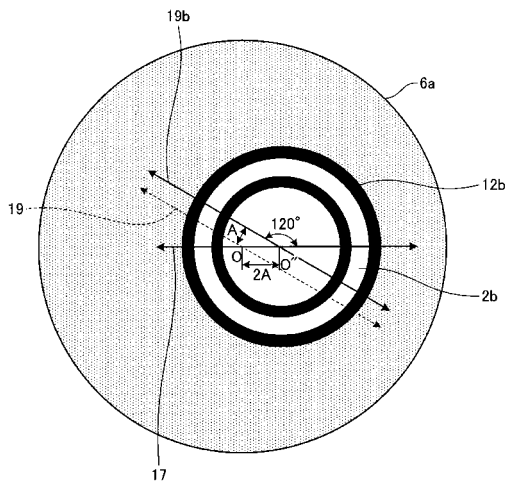
【 図 3 】



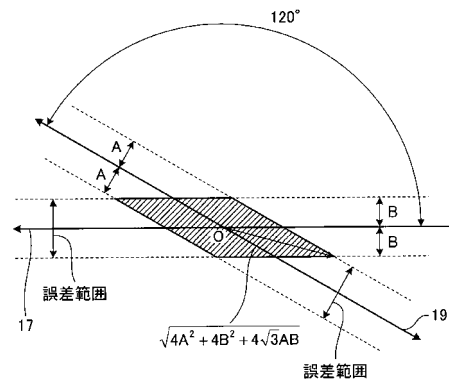
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

審査官 森内 正明

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 2 B 2 1 / 0 0 - 2 1 / 3 6