

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4727165号
(P4727165)

(45) 発行日 平成23年7月20日 (2011.7.20)

(24) 登録日 平成23年4月22日 (2011.4.22)

(51) Int.Cl.

F I

G O 2 B 7/04 (2006.01)

G O 2 B 7/04 C

H O 4 N 5/225 (2006.01)

H O 4 N 5/225 C

H O 4 N 5/232 (2006.01)

H O 4 N 5/232 A

請求項の数 2 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2004-142634 (P2004-142634)
 (22) 出願日 平成16年5月12日 (2004.5.12)
 (65) 公開番号 特開2005-326494 (P2005-326494A)
 (43) 公開日 平成17年11月24日 (2005.11.24)
 審査請求日 平成19年4月11日 (2007.4.11)

(73) 特許権者 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
 (74) 代理人 100091351
 弁理士 河野 哲
 (74) 代理人 100084618
 弁理士 村松 貞男
 (74) 代理人 100100952
 弁理士 風間 鉄也
 (72) 発明者 ▲高▼橋 俊一郎
 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
 (72) 発明者 廣瀬 憲志
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像顕微鏡

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

観察物に焦点を合わせるための対物レンズと、
 任意の拡大像を得るためのズームレンズを有するズーム光学系と、
 前記ズーム光学系からの観察像を結像するための結像レンズと、
 前記結像レンズを通して結像された観察像を電気信号に変換する撮像素子を有する撮像
 手段と、

前記結像レンズと前記撮像素子の少なくとも一方を前記結像レンズの光軸方向に移動可
 能にする結像位置補正手段と、

少なくとも1つの前記ズームレンズを前記結像レンズの光軸方向と平行な方向に移動さ
 せる移動手段と、
 を具備し、

前記結像位置補正手段は、

前記結像レンズの焦点が常に前記撮像素子に結像可能となるように、前記ズーム光学系
 の変倍操作に伴って前記結像レンズと前記撮像素子の少なくとも一方を連動させる連動手
 段を有し、

前記連動手段は、

前記ズームレンズの位置を検出するズームレンズ位置検出手段と、

前記ズームレンズ位置検出手段によって得られたズームレンズの位置情報が入力され
 るとともに、前記結像レンズと前記撮像素子の少なくとも一方の移動量を出力する制御手

10

20

段と、

を有していることを特徴とする画像顕微鏡。

【請求項 2】

前記制御手段は、使用する光の波長特性の選択に応じて、前記連動手段が結像レンズと前記撮像素子の少なくとも一方を連動又は非連動させる選択を行うこと特徴とする請求項 1 記載の画像顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、観察物を電子的に撮像する撮像素子を備えた画像顕微鏡に関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

観察物を電子的に撮像する撮像素子を有して、この観察物を拡大観察する画像顕微鏡としては、例えば、外科手術に用いられる医用実体顕微鏡（手術用顕微鏡）が知られている。医用実体顕微鏡は、照明光源、照明光学系、2つのメイン光路を有する観察光学系、及び接眼レンズ等を備えている。この種の医用実体顕微鏡は、照明光源からの照明光を照明光学系を介して観察物位に投影するとともに、この観察物位からの反射光による被観察像を観察光学系の2つのメイン光路を介して接眼レンズまで案内するように構成されている。したがって、この医用実体顕微鏡を用いることにより、外科手術の術者は、観察物位（例えば手術部位）を双眼で観察することができる。

20

【0003】

ところで、最近の治療法では、赤外光或いは波長400nm付近や700nm付近の光、すなわち、比較的人間の眼の感度が低かったり、或いは、感度がない波長域の光（以下、これらを総称して不可視光と称す）を利用することが増えている。例えば、脳外科においては、蛍光物質が癌細胞に選択的に残留する性質を利用して、悪性腫瘍の摘出手術を行うことがある。また、眼科においては、網膜剥離の進行を抑えるために、赤外レーザー光を用いて網膜深層の光凝固手術を行うことがある。このような背景から、波長感度を異にする複数の電子撮像手段を設け、可視光及び不可視光のいずれを用いた場合であっても、各波長に合わせて観察物位を電子的に観察できるようにした医用実体顕微鏡が提案されている（例えば、特許文献1参照。）。

30

【0004】

一方、医用実体顕微鏡としては、可視光の光学性能を向上させるため、光の波長特性による光学性能劣化を抑制するように構成されたものが提案されている。このような医用実体顕微鏡としては、物体から遠い側より順に、正の屈折力を有する第1のレンズ群と、少なくとも1つの3枚複合レンズを含む第2のレンズ群と、正の屈折力を有する第3のレンズ群とを有する対物レンズを備えたものが知られている。このようにすることにより、左眼で見えている像の歪み方と右眼で見えている像の歪み方との相違、すなわち、歪曲収差の絶対量を小さくすることが可能であるとされている（例えば、特許文献2参照。）。

【特許文献1】特開平5-344997号公報（段落0002～段落0030、図1）

40

【特許文献2】特開2001-147378号公報（段落0005～段落0031、図1～図3）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に記載の技術では、不可視光を用いた観察状態において、波長特性による結像位置の光軸ずれ（焦点のずれ）が発生し易いという問題がある。特に、特許文献1に記載の技術では、変倍撮像操作に伴うズーム焦点ずれが大きいいため、ズーム操作を行う都度に顕微鏡全体を移動させるようなフォーカス操作を行う必要がある。したがって、手術時間が増大するとともに、実体顕微鏡の操作者でもある術者に与える負担が

50

大きい。

【 0 0 0 6 】

また、一般に、レンズの設計では、所定の波長領域の光における光学性能を向上させると、他の波長領域の光における光学性能が劣化する傾向にある。そのため、特許文献 2 に記載の技術のように、可視光における光学性能を向上させるような構造とした場合、赤外光のような不可視光においては光学性能を確保することが難しい。したがって、特許文献 2 に記載の実体顕微鏡でも特許文献 1 に記載の実体顕微鏡と同様に、不可視光を用いた観察状態においては、ズーム操作を行う都度に顕微鏡全体を移動させるようなフォーカス操作を行う必要がある。

【 0 0 0 7 】

本発明は、このような事情にもとづいてなされたもので、赤外光のような不可視光を用いた観察時であっても焦点のずれを補正することができ、しかも、操作性能が良好な画像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】

【 0 0 0 8 】

本発明の一形態にかかる画像顕微鏡は、観察物に焦点を合わせるための対物レンズと、任意の拡大像を得るためのズームレンズを有するズーム光学系と、前記ズーム光学系からの観察像を結像するための結像レンズと、前記結像レンズを通して結像された観察像を電気信号に変換する撮像素子を有する撮像手段と、前記結像レンズと前記撮像素子の少なくとも一方を前記結像レンズの光軸方向に移動可能にする結像位置補正手段と、少なくとも 1 つの前記ズームレンズを前記結像レンズの光軸方向と平行な方向に移動させる移動手段と、を具備し、前記結像位置補正手段は、前記結像レンズの焦点が常に前記撮像素子に結像可能となるように、前記ズーム光学系の変倍操作に伴って前記結像レンズと前記撮像素子の少なくとも一方を連動させる連動手段を有し、前記連動手段は、前記ズームレンズの位置を検出するズームレンズ位置検出手段と、前記ズームレンズ位置検出手段によって得られたズームレンズの位置情報が入力されるとともに、前記結像レンズと前記撮像素子の少なくとも一方の移動量を出力する制御手段と、を有している。

【 0 0 0 9 】

本発明の一形態にかかる画像顕微鏡によれば、可視光での観察及び不可視光での観察の双方において、観察物の像を任意に拡大してなる拡大像を得るためのズーム操作をした際、結像レンズによる焦点位置が撮像素子に対して光軸方向にずれても、結像位置補正手段によって結像レンズと撮像素子の少なくとも一方を結像レンズの光軸方向に移動させ、焦点位置を合わせることができる。したがって、顕微鏡全体を移動させるようなフォーカス操作を行うことなく、結像レンズによる焦点位置を簡単に撮像素子に合わせることができる。

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

上記本発明の一形態によれば、赤外光のような不可視光を用いた観察時にも焦点のずれを補正することができ、しかも、操作性能の良好な画像顕微鏡が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 1 】

以下、本発明の第 1 の実施形態を、図 1 及び図 2 を参照して説明する。

本実施形態の画像顕微鏡は、図 1 に示すような顕微鏡部 20 を備えている。この顕微鏡部 20 は、対物レンズ 1、ズーム光学系 2、結像レンズ 14、撮像手段としての TV カメラヘッド 15、及び、結像位置補正手段等を備えている。この顕微鏡部 20 では、観察物 O から、結像レンズ 14 の光軸 8 方向（対物光軸方向と同じ）に沿って、対物レンズ 1、ズーム光学系 2、結像レンズ 14、TV カメラヘッド 15 の順序で配置されている。

【 0 0 1 2 】

対物レンズ 1 は、観察物 O に焦点を合わせるためのものである。ズーム光学系 2 は、複数のズームレンズとして、第 1 群固定レンズ 3、第 2 群移動レンズ 4、及び第 3 群移動レ

10

20

30

40

50

レンズ5を有している。第2群及び第3群移動レンズ4, 5は、夫々、移動レンズ枠6, 7に接着等により保持されている。また、これら移動レンズ枠6, 7は、移動手段によって移動可能とされている。移動手段は、例えば、ガイド機構としてのガイド軸9、回転自在のカム10、及び、モータ13を有して構成されている。カム10には、2本のカム溝11, 12が設けられている。カム溝11, 12は、互いに異なる方向に旋回する螺旋状或いは螺旋の一部に形成されている。カム10は、モータ13により回転可能に保持されている。

【0013】

各移動レンズ枠6, 7の一端部には、光軸8と平行に配設されたガイド軸9が貫通している。また、各移動レンズ枠6, 7の周面には、夫々、係合突起6a, 7aが設けられている。

10

【0014】

したがって、モータ13を駆動させ、カム10を回転させると、係合突起6a, 7aは、夫々、カム溝11, 12に沿って移動する。すなわち、移動レンズ枠6, 7は、夫々、ガイド軸9にガイドされながら、第2群及び第3群移動レンズ4, 5とともに、カム10の回転に伴って光軸8方向に移動する。このとき、カム溝11, 12は、互いに異なる方向に旋回する螺旋状或いは螺旋の一部に形成されているため、移動レンズ枠6及び移動レンズ枠7(第2群移動レンズ4及び第3群移動レンズ5)は、互いの間の距離が変化する方向(互いに近づく方向又は互いに離れる方向)に同期して移動する。なお、上記移動手段はこれに限定されるものではない。

20

【0015】

結像レンズ14は、ズーム光学系2からの観察像を結像するためのものである。TVカメラヘッド15は、撮像素子としてのCCD16を有している。このTVカメラヘッド15は、図示しないモニターと接続されている。ズーム光学系2からの観察像は、結像レンズ14を通して、CCD16のCCD面16aで結像される。

【0016】

TVカメラヘッド15は、保持部材17に保持されている。保持部材17には、前記ガイド軸9が貫通している。また、保持部材17は、リードねじ18と係合している。リードねじ18には、手動ツマミ19が設けられている。

【0017】

したがって、手動ツマミ19をつまんでリードねじ18を回転させることで、保持部材17がガイド軸9にガイドされながら、光軸8方向に移動する。すなわち、CCD16は、リードねじ18の回転操作に伴って光軸8方向に移動する。

30

【0018】

つまり、本実施形態の画像顕微鏡においては、結像位置補正手段は、結像レンズ14を光軸8方向に移動させるものであり、ガイド軸9、リードねじ18、及び手動ツマミ19等を備えて構成されている。ガイド軸9は、移動レンズ枠6, 7を移動させる移動手段の一部であるとともに結像位置補正手段の一部でもある。

【0019】

なお、図1では、リードねじ18が左ねじとなっているが、リードねじ18は右ねじであってもよい。リードねじ18としては、左ねじと右ねじのうち的一方、例えば、画像顕微鏡を操作する操作者側から見て、ねじの回転方向と保持部材17の移動方向とが感覚的に矛盾しないねじを用いることができる。

40

【0020】

本実施形態の画像顕微鏡は、以下のようにして使用する。

【0021】

可視光観察を行う場合には以下のようにする。まず、可視光を照射可能な光源(図示せず)を用意する。光源を点灯させ、観察物Oに可視光を照射する。顕微鏡部20を移動させ、対物レンズ1の焦点位置に観察物Oを合わせる(いわゆる、ピント合わせを行う)。観察物Oからの可視光束(観察物からの反射光)は、対物レンズ1を経て、ズーム光学系

50

2により変倍され、結像レンズ14によりCCD16のCCD面16aに光学像を結ぶ。以上の操作により、観察者（画像顕微鏡の使用者）は、TVカメラヘッド15と接続しているモニターを介して、観察物Oの可視光による観察像を観察することができる。

【0022】

また、CCD面16aに結ばれる光学像の拡大倍率を変更したい場合には、モータ13を駆動させてカム10を所定量だけ回転させ、互いの間の距離が変化するように移動レンズ枠6,7をガイド軸9に沿って光軸8と平行に移動させればよい。

【0023】

本実施形態の画像顕微鏡では、対物レンズ1を経て、ズーム光学系2により変倍された可視光は、結像レンズ14によって常にCCD面16aに光学像を結ぶように構成されている。そのため、第2群及び第3群移動レンズ4,5を保持する移動レンズ枠6,7を互いの間の距離が変化するように光軸8に沿って移動させても、ピントは実質的にずれない。したがって、カム10を回転させるだけで、結像レンズ14によってCCD面16aに結ばれる光学像の倍率を任意の倍率に変化させることができる。

【0024】

一方、観察物が体表直下の血管等であるような場合には、観察物に赤外光を照射し、この観察物からの反射光を観察する。赤外光のような不可視光を用いて不可視光観察を行う場合には、以下のようにする。所望の波長の不可視光を照射可能な光源を用意する。本実施形態では、赤外光を照射可能な光源を用いるものとする。この場合も可視光を使用する観察と同様、光源から発せられた赤外光を観察物Oに照射するとともに、顕微鏡部20を移動させ、対物レンズ1の焦点位置に観察物Oを合わせる。観察物Oからの赤外光束（観察物からの赤外反射光）は、対物レンズ1、ズーム光学系2、結像レンズ14を経て、CCD16に入射される。

【0025】

ところで、赤外光は、波長が可視光とは異なるため、レンズの屈折率もまた可視光とは異なる。したがって、赤外光を用いると、結像レンズ14による結像点がCCD16のCCD面16aに対して光軸8方向にずれる。本実施形態の画像顕微鏡において、前記光軸ずれを補正するためには、手動ツマミ19を所定量だけ回転させればよい。これにより、リードねじ18が回転し、リードねじ18に係合している保持部材17がガイド軸9に沿って光軸8方向に移動する。観察者は、TVカメラヘッド15と接続しているモニターを観察しながら、リードねじ18を回転させることで、結像レンズ14による結像点をCCD16のCCD面16aに合わせればよい。以上の操作により、TVカメラヘッド15と接続しているモニターを介して、観察物Oの赤外光による観察像を観察することができる。

【0026】

また、本実施例の画像顕微鏡は観察像を拡大、縮小するためのズーム光学系2を含んだ構成となっているが、ズーム光学系2を含まない構成であっても同様の現象が生じる。すなわち、赤外光が対物レンズ1、結像レンズ14を経て、CCD16に入射されると、可視光と屈折率が異なるため結像レンズ14による結像点が可視光が入射した時の結像点に対して、CCD16のCCD面16aに対して光軸8方向にずれる。この時ズーム光学系2を含まない構成であっても、前記光軸ずれを補正するためには、手動ツマミ19を所定量だけ回転させればよい。これにより、リードねじ18が回転し、リードねじ18に係合している保持部材17がガイド軸9に沿って光軸8方向に移動する。観察者は、TVカメラヘッド15と接続しているモニターを観察しながら、リードねじ18を回転させることで、結像レンズ14による結像点をCCD16のCCD面16aに合わせればよい。以上の操作により、TVカメラヘッド15と接続しているモニターを介して、観察物Oの赤外光による観察像を観察することができる。

【0027】

図2を参照し、変倍操作に伴って要求されるズーム光学系2、結像レンズ14、及びTVカメラヘッド15のCCD16の移動量を説明する。

【0028】

可視光観察時の結像位置は、上述のように、常に点P（光軸8とCCD面16aとの交点）となる。これは、変倍操作（カム10の回転に伴う第2群及び第3群移動レンズ4, 5の移動）を行っても変わらない。つまり、変倍操作に伴ってズーム光学系2、結像レンズ14、或いはTVカメラヘッド15のCCD16を移動させる必要はない。

【0029】

一方、ズーム光学系2の第2群及び第3群移動レンズ4, 5が実線で示される位置に設けられているときに赤外光観察のような不可視光観察を行うと、結像レンズ14を通った不可視光は点P₁に結像してしまう。この場合、距離bだけCCD16をTVカメラヘッド15とともに観察物Oから離れる方向に移動させる必要がある。このようにすることにより、結像レンズ14を通った不可視光をCCD面16a上に結像させることができる。次に、変倍操作を行い、各移動レンズ4, 5を距離dだけ移動させる（二点鎖線で示される位置まで移動させる）と、結像レンズ14を通った不可視光は、点P₂に結像してしまう。この場合、さらに距離cだけCCD16をTVカメラヘッド15とともに観察物Oから離れる方向に移動させる必要がある。このようにすることにより、結像レンズ14を通った不可視光をCCD面16a上に結像させることができる。

10

【0030】

ここで、本実施例に用いているズーム光学系2は連続的に変倍が可能なものであるが、段階的に変倍の可能な例えばターレット変倍のようなものであっても、変倍することによりズーム光学系2を含んだ構造のものと同様に結像位置はずれる。この場合も同様に、CCD16をTVカメラヘッド15とともに観察物Oから離れる方向に移動させることにより、結像レンズ14を通った不可視光をCCD面16aに結像させることができる。

20

【0031】

以上のように、本実施形態の画像顕微鏡は、結像レンズ14とCCD16の少なくとも一方、例えば、CCD16を光軸8方向に移動可能にする結像位置補正手段を備えている。そのため、可視光観察から赤外光観察のような不可視光観察に切換えても、結像レンズ14を通った不可視光をCCD面16a上に結像させることができる。しかも、この際、結像レンズ14とCCD16の少なくとも一方、例えば、CCD16をTVカメラヘッド15とともに移動させればよく、フォーカス操作に顕微鏡部20自体を移動させなくてもよい。

30

【0032】

したがって、本実施形態の画像顕微鏡によれば、赤外光のような不可視光を用いた観察時にも焦点のずれを補正することができ、しかも、操作性能の良好な画像顕微鏡を得ることができる。

【0033】

また、本実施形態の画像顕微鏡によれば、第2群及び第3群移動レンズ4, 5を移動させる移動手段が、結像レンズ14の光軸8方向と平行に設けられ、第2群及び第3群移動レンズ4, 5を光軸8方向に沿って誘導するガイド軸9を有している。そのため、第2群及び第3群移動レンズ4, 5を光軸8方向に沿って安定な状態で移動させることができる。

40

【0034】

なお、本実施形態の画像顕微鏡では、結像位置補正手段は、結像レンズ14を光軸8方向に移動させるものとしているが、結像位置補正手段は、撮像素子としてのCCD16を光軸8方向に移動させるものとしてもよい。また、結像位置補正手段は、結像レンズ14とCCD16との間の距離が変化するように、結像レンズ14とCCD16との双方を光軸8方向に移動させるものとしてもよい。

【0035】

以下、本発明の第2の実施形態を、図3及び図4を参照して説明する。

本実施形態の画像顕微鏡は、例えば外科手術に好適に用いることができる実体顕微鏡（医用実体顕微鏡）であって、左右眼に対応する2本の光路を有している。

50

【0036】

本実施形態の画像顕微鏡は、図3に示すような顕微鏡部20を備えている。顕微鏡部20は、対物レンズ1、一对のズーム光学系2L、2R、二対(4つ)の結像レンズ14L₁、14R₁、14L₂、14R₂、撮像手段としての二対(4つ)のTVカメラヘッド15L₁、15R₁、15L₂、15R₂、連動手段を有する結像位置補正手段、及び、一对のダイクロイックプリズム22L、22R等を備えている。

【0037】

この画像顕微鏡は、可視光観察時には、結像レンズ14L₂、14R₂によってTVカメラヘッド15L₂、15R₂のCCD16L₂、16R₂に観察像を結像させ、赤外光観察時には、結像レンズ14L₁、14R₁によってTVカメラヘッド15L₁、15R₁のCCD16L₁、16R₁に観察像を結像させるように構成されている。

10

【0038】

対物レンズ1は、観察物に焦点を合わせるためのものである。左右一对のズーム光学系2L、2Rは、夫々、第1の実施形態の画像顕微鏡が備えるズーム光学系2と同様に構成されている。すなわち、ズーム光学系2L、2Rは、夫々、複数のズームレンズとして、第1群固定レンズ3L、3R、第2群移動レンズ4L、4R、及び第3群移動レンズ5L、5Rを有している。ズーム光学系2Lの第2群移動レンズ4L及びズーム光学系2Rの第2群移動レンズ4Rは、夫々、移動レンズ枠6に接着等により保持されている。ズーム光学系2Lの第3群移動レンズ5L及びズーム光学系2Rの第3群移動レンズ5Rは、夫々、移動レンズ枠7に接着等により保持されている。これら移動レンズ枠6、7は、移動手段によって移動可能とされている。

20

【0039】

移動手段は、例えば、ガイド機構としてのガイド軸9、回転自在のカム10、及び、モータ13を有して構成されている。カム10には、3本のカム溝11、12、21が設けられている。カム溝11、12は、互いに異なる方向に旋回する螺旋状或いは螺旋の一部に形成されている。カム10は、モータ13により回転可能に保持されている。各移動レンズ枠6、7には、対物光軸28に平行に配設されたガイド軸9が貫通している。なお、対物光軸28、結像レンズ14L₁の光軸、及び結像レンズ14R₁の光軸は、互いに平行である。また、各移動レンズ枠6、7の周面には、夫々、係合突起6a、7aが設けられている。係合突起6a、7aは、夫々、カム10に設けられたカム溝11、12に係合している。

30

【0040】

したがって、モータ13を駆動させ、カム10を回転させると、係合突起6a、7aは、夫々、カム溝11、12に沿って移動する。すなわち、移動レンズ枠6、7は、夫々、ガイド軸9にガイドされながら、カム10の回転に伴って光軸8'方向に移動する。移動レンズ枠6及び移動レンズ枠7は、互いの間の距離が変化する方向に同期して移動する。

【0041】

各TVカメラヘッド15L₁、15R₁、15L₂、15R₂は、第1の実施形態の画像顕微鏡が備えるTVカメラヘッド15と同様に構成されている。結像レンズ14L₁は、ズーム光学系2Lからの赤外光による観察像をTVカメラヘッド15L₁のCCD16L₁に結像する。結像レンズ14R₁は、ズーム光学系2Rからの赤外光による観察像をTVカメラヘッド15R₁のCCD16R₁に結像する。結像レンズ14L₂は、ズーム光学系2Lからの可視光の観察像をTVカメラヘッド15L₂のCCD16L₂に結像する。結像レンズ14R₂は、ズーム光学系2Rからの可視光の観察像をTVカメラヘッド15R₂のCCD16R₂に結像する。

40

【0042】

結像位置補正手段は、各結像レンズ14L₁、14R₁の焦点が常に各TVカメラヘッド15L₁、15R₁のCCD16L₁、16R₁に結像可能となるように、ズーム光学系2L、2Rの変倍操作に伴って、結像レンズ14L₁、14R₁とTVカメラヘッド15L₁、15R₁のCCD16L₁、16R₁の少なくとも一方、例えば、結像レンズ1

50

4 L₁ , 1 4 R₁ を連動させる連動手段を有している。

【 0 0 4 3 】

詳しくは、結像レンズ 1 4 L₁ , 1 4 R₁ は、保持部材 2 7 に保持されている。保持部材 2 7 には、対物光軸 2 8 に平行に配設された前記ガイド軸 9 が貫通している。また、保持部材 2 7 の周面には、係合突起 2 7 a が設けられている。係合突起 2 7 a は、カム 1 0 に設けられたカム溝 2 1 に係合している。

【 0 0 4 4 】

すなわち、モータ 1 3 を駆動させ、カム 1 0 を回転させると、係合突起 2 7 a は、カム溝 2 1 に沿って移動する。すなわち、保持部材 2 7 は、夫々、ガイド軸 9 にガイドされながら、結像レンズ 1 4 L₁ , 1 4 R₁ とともに、カム 1 0 の回転に伴って対物光軸 2 8 方向に移動する。なお、カム溝 2 1 は、カム 1 0 が移動レンズ枠 6 と移動レンズ枠 7 との間の距離を狭める方向に回転したときに、保持部材 2 7 が移動レンズ枠 7 から近づく方向方向に移動するように形成されている。

【 0 0 4 5 】

ダイクロイックプリズム 2 2 L , 2 2 R は、赤外光は透過させ、可視光は反射する特性を有している。ダイクロイックプリズム 2 2 L , 2 2 R は、夫々、ズーム光学系 2 L , 2 R の第 3 群移動レンズ 5 L , 5 R と、結像レンズ 1 4 L₁ , 1 4 R₁ との間に設けられている。ダイクロイックプリズム 2 2 L , 2 2 R は、夫々、ズーム光学系 2 L , 2 R の第 3 群移動レンズ 5 L , 5 R から出射した赤外光を透過させて、結像レンズ 1 4 L₁ , 1 4 R₁ に入射させる。また、ダイクロイックプリズム 2 2 L , 2 2 R は、ズーム光学系 2 L , 2 R の第 3 群移動レンズ 5 L , 5 R から出射した可視光を反射させて、結像レンズ 1 4 L₂ , 1 4 R₂ に入射させる。

【 0 0 4 6 】

本実施系形態の画像顕微鏡は、以下のようにして使用する。

【 0 0 4 7 】

可視光を照射可能な第 1 の光源（図示せず）及び赤外光を照射可能な第 2 の光源（図示せず）を用意する。第 1 及び第 2 の光源を点灯させ、観察物 O に可視光と赤外光とを同時に照射する。可視光観察と赤外光観察とは、モニターの画像入力を切換えることによって行う。

【 0 0 4 8 】

画像入力を可視光観察とした場合は以下のようになる。観察物 O からの反射光（可視光束）は、対物レンズ 1 を経て、ズーム光学系 2 L , 2 R により変倍され、ダイクロイックプリズム 2 2 L , 2 2 R により反射されて、結像レンズ 1 4 L₂ , 1 4 R₂ により TV カメラヘッド 1 5 L₂ , 1 5 R₂ の CCD 1 6 L₂ , 1 6 R₂ の CCD 面 1 6 a_{L2} , 1 6 a_{R2} に夫々光学像を結ぶ。

【 0 0 4 9 】

得られる光学像の拡大倍率を変更したい場合には、モータ 1 3 を駆動させてカム 1 0 を所定量だけ回転させ、移動レンズ枠 6 , 7 を互いの間の距離が変化するようにガイド軸 9 に沿って対物光軸 2 8 と平行に移動させればよい。本実施形態の画像顕微鏡では、第 1 の実施形態の画像顕微鏡と同様に、対物レンズ 1 を経て、ズーム光学系 2 L , 2 R により変倍された可視光が結像レンズ 1 4 L₂ , 1 4 R₂ によって常に TV カメラヘッド 1 5 L₂ , 1 5 R₂ の CCD 面 1 6 a_{L2} , 1 6 a_{R2} に光学像を結ぶように構成されている。そのため、移動レンズ枠 6 , 7 を光軸 8' に沿って移動させても、ピントは実質的にずれない。したがって、カム 1 0 を回転させるだけで、1 4 L₂ , 1 4 R₂ によって TV カメラヘッド 1 5 L₂ , 1 5 R₂ の CCD 面 1 6 a_{L2} , 1 6 a_{R2} に結ばれる光学像の倍率を任意の倍率に変化させることができる。

【 0 0 5 0 】

一方、画像入力を赤外光観察とした場合は以下のようになる。観察物 O からの赤外光束は、対物レンズ 1 を経て、ズーム光学系 2 L , 2 R により変倍され、ダイクロイックプリズム 2 2 L , 2 2 R を透過し、さらに、結像レンズ 1 4 L₁ , 1 4 R₁ を経て、TV カメ

10

20

30

40

50

ラヘッド15L₁, 15R₁のCCD16L₁, 16R₁に入射する。ところが、赤外光を用いると、結像レンズ14L₁, 14R₁による結像点がTVカメラヘッド15L₁, 15R₁のCCD16L₁, 16R₁のCCD面16a_{L1}, 16a_{R1}に対して対物光軸28方向にずれる。

【0051】

ここで、図4を参照し、赤外光観察の際の変倍操作に伴うズーム光学系2L, 2R、結像レンズ14L₁, 14R₁、TVカメラヘッド15L₁, 15R₁のCCD16L₁, 16R₁の位置関係について説明する。

【0052】

結像レンズ14L₁, 14R₁の結像点の対物光軸28方向のずれは、各ズーム光学系2L, 2Rの第2群及び第3群移動レンズ4L, 4R, 5L, 5Rの位置に対して一義的に決定される。したがって、各ズーム光学系2L, 2Rの第2群及び第3群移動レンズ4L, 4R, 5L, 5Rの移動距離と結像レンズ14L₁, 14R₁の移動距離との間に所定の関係が成立するように、結像レンズ14L₁, 14R₁を移動レンズ4L, 4R, 5L, 5Rの移動に連動させることで、結像レンズ14L₁, 14R₁の結像点を常に結像レンズ14L₁, 14R₁の光軸とTVカメラヘッド15L₁, 15R₁のCCD16L₁, 16R₁のCCD面16a_{L1}, 16a_{R1}との交点に重ねることが可能である。

【0053】

この画像顕微鏡では、図4に示すように、赤外光観察時の結像位置が常に点Q1, Q2(結像レンズ14L₁, 14R₁の光軸とTVカメラヘッド15L₁, 15R₁のCCD16L₁, 16R₁のCCD面16a_{L1}, 16a_{R1}との交点)となるように、カム10のカム溝21を形成している。

【0054】

そのため、ズーム光学系2L, 2Rの変倍操作(カム10の回転に伴う移動レンズ4L, 4R, 5L, 5Rの移動)を行い、各移動レンズ4L, 4R, 5L, 5Rが実線の位置から一点鎖線の位置まで距離eだけ移動する(各移動レンズ4L, 4Rと各移動レンズ5L, 5Rとが夫々距離eの2倍近づく)と、結像レンズ14L₁, 14R₁もまた実線から一点鎖線の位置まで距離fだけ(TVカメラヘッド15L₁, 15R₁又はダイクロイックプリズム22L, 22R側に)移動し、結像位置が点Q1, Q2と一致する。このようにすることにより、ズーム光学系2L, 2Rにより変倍された赤外光を、結像レンズ14L₁, 14R₁によってTVカメラヘッド15L₁, 15R₁のCCD16L₁, 16R₁のCCD面16a_{L1}, 16a_{R1}に常に結像させることができる。

【0055】

以上のように、本実施形態の画像顕微鏡によれば、第1の実施形態と同様に、赤外光のような不可視光を用いた観察時にも焦点のずれを補正することができ、しかも、操作性の良好な画像顕微鏡を得ることができる。

【0056】

しかも、結像位置補正手段が、結像レンズ14L₁, 14R₁の焦点が常にTVカメラヘッド15L₁, 15R₁のCCD16L₁, 16R₁のCCD面16a_{L1}, 16a_{R1}に結像されるように、ズーム光学系2L, 2Rの変倍操作に伴って、結像レンズ14L₁, 14R₁とTVカメラヘッド15L₁, 15R₁のCCD16L₁, 16R₁うちの少なくとも一方、例えば、結像レンズ14L₁, 14R₁を連動させる連動手段を有している。したがって、可視光観察から赤外光観察に切換えた際であっても、その都度面倒な焦点合わせを行う必要がない。したがって、画像入力の切換えのみで、良好な可視光観察像及び赤外光観察像のような非可視光観察像を得ることができる。

【0057】

さらに、本実施形態の画像顕微鏡によれば、各ズーム光学系2L, 2Rの第2群及び第3群移動レンズ4L, 4R, 5L, 5Rを移動させる移動手段として回転自在なカム10を用いているとともに、連動手段としてこのカム10に設けられたカム溝21を用いている。そのため、新たな部品を加えることなく、簡単な構成で、結像レンズ14L₁, 14

10

20

30

40

50

R_1 を変倍操作と連動させることができる。

【0058】

なお、本実施形態の画像顕微鏡では、結像位置補正手段は、結像レンズ $14L_1$, $14R_1$ を対物光軸 28 方向に移動させるものとしているが、結像位置補正手段は、撮像素子としての CCD $16L_1$, $16R_1$ を対物光軸 28 方向に移動させるものとしてもよい。また、結像位置補正手段は、結像レンズ $14L_1$ と TV カメラヘッド $15L_1$ の CCD $16L_1$ との間の距離及び結像レンズ $14R_1$ と TV カメラヘッド $15R_1$ の CCD $16R_1$ との間の距離が同期して変化するように、結像レンズ $14L_1$, R_1 と CCD $16L_1$, $16R_1$ との双方を対物光軸 28 方向に移動させるものとしてもよい。

【0059】

以下、本発明の第 3 の実施形態を、図 5 を参照して説明する。

本実施形態の画像顕微鏡が備える連動手段は、ズーム光学系 $2L$, $2R$ の第 2 群及び第 3 群移動レンズ $4L$, $4R$, $5L$, $5R$ の位置を検出するズームレンズ位置検出手段と、このズームレンズ位置検出手段からの位置情報が入力されるとともに、結像レンズ $14L_1$, $14R_1$ と TV カメラヘッド $15L_1$, $15R_1$ の CCD $16L_1$, $16R_1$ の少なくとも一方、例えば、結像レンズ $14L_1$, $14R_1$ の移動量を出力する制御手段としての制御ボックス 38 とを備えている。また、この制御ボックス 38 は、使用する光の波長特性の選択に応じて、連動手段が結像レンズ $14L_1$, $14R_1$ と TV カメラヘッド $15L_1$, $15R_1$ の CCD $16L_1$, $16R_1$ の少なくとも一方、例えば結像レンズ $14L_1$, $14R_1$ をズーム光学系 $2L$, $2R$ の第 2 群及び第 3 群移動レンズ $4L$, $4R$, $5L$, $5R$ の移動と連動させるか否かの選択を行うようになっている。

【0060】

詳しくは、ズームレンズ位置検出手段は、エンコーダ 33 を有している。エンコーダ 33 は、カム 10 を回転可能に保持するモータ 13 に設けられている。このエンコーダ 33 は、制御ボックス 38 と電氣的に接続されている。エンコーダ 33 で検出したモータ 13 の回転量、すなわち、各ズーム光学系 $2L$, $2R$ の第 2 群及び第 3 群移動レンズ $4L$, $4R$, $5L$, $5R$ の位置情報は、制御ボックス 38 に入力される。

【0061】

また、結像レンズ $14L_1$, $14R_1$ を保持する保持部材 27 は、カム 10 と独立していると同時に、ステッピングモータ 32 に接続されたリードねじ 31 と係合している。ステッピングモータ 32 は、制御ボックス 38 と電氣的に接続されている。ステッピングモータ 32 の動作量は、エンコーダ 33 によって得られたズーム光学系 $2L$, $2R$ の第 2 群及び第 3 群移動レンズ $4L$, $4R$, $5L$, $5R$ の位置情報によって決定される。

【0062】

また、観察物 O は、照明レンズ光学系 34 , 35 と、ライトガイド 36 と、光源 37 とを有して照明されるようになっている。光源 37 は、可視光と不可視光としての赤外光とを選択的に照射できる切換え機構を有している。光源 37 の切換え機構は、制御ボックス 38 と電氣的に接続されている。切換え機構から入力された情報によって、制御ボックス 38 は、結像レンズを各ズーム光学系 $2L$, $2R$ の第 2 群及び第 3 群移動レンズ $4L$, $4R$, $5L$, $5R$ に連動させるか非連動させるかを選択する。なお、他の構成は、上述した第 2 の実施形態と同様であるから、重複する説明は図面に同符号を付して省略する。

【0063】

本実施形態の画像顕微鏡は、以下のようにして使用する。

【0064】

観察者は、可視光観察又は赤外光観察の選択を行い、光源 37 の切換え機構を所望に切換える。まず、可視光観察を選択した場合について説明する。可視光観察の場合、第 2 の実施形態の画像顕微鏡と同様、変倍操作を行っても、ズーム光学系 $2L$, $2R$ からの観察像は、結像レンズ $14L_2$, $14R_2$ によって常に TV カメラヘッド $15L_2$, $15R_2$ の CCD $16L_2$, $16R_2$ の CCD 面 $16a_{L2}$, $16a_{R2}$ に結像される。したがって、可視光観察を選択すると、制御ボックス 38 は、連動手段が結像レンズ $14L_2$, 1

10

20

30

40

50

4 R₂ をズーム光学系 2 L, 2 R の第 2 群及び第 3 群移動レンズ 4 L, 4 R, 5 L, 5 R の移動に連動させない選択を行う。このとき、制御ボックス 3 8 は、ステッピングモータ 3 2 に回転信号を送らない。

【 0 0 6 5 】

次に、赤外光観察を選択した場合について説明する。赤外光を用いると、ズーム光学系 2 L, 2 R からの観察像が、TV カメラヘッド 1 5 L₁, 1 5 R₁ の CCD 1 6 L₁, 1 6 R₁ の CCD 面 1 6 a_{L1}, 1 6 a_{R1} から光軸 8' 方向にずれた位置に結像される。したがって、赤外光観察を選択すると、制御ボックス 3 8 は、連動手段が結像レンズ 1 4 L₁, 1 4 R₁ をズーム光学系 2 L, 2 R の第 2 群及び第 3 群移動レンズ 4 L, 4 R, 5 L, 5 R の移動に連動させる選択を行う。

10

【 0 0 6 6 】

エンコーダ 3 3 によってカム 1 0 の回転量を検出し、ズーム光学系 2 L, 2 R の第 2 群及び第 3 群移動レンズ 4 L, 4 R, 5 L, 5 R の位置情報を得る。エンコーダ 3 3 によって得られた第 2 群及び第 3 群移動レンズ 4 L, 4 R, 5 L, 5 R の位置情報は、制御ボックス 3 8 に送信される。結像レンズ 1 4 L₁, 1 4 R₁ の結像点の光軸 8 方向のずれは、各ズーム光学系 2 L, 2 R の第 2 群及び第 3 群移動レンズ 4 L, 4 R, 5 L, 5 R の位置に対して一義的に決定されるものであるため、制御ボックス 3 8 は、エンコーダ 3 3 から入力された情報に基づき、ステッピングモータ 3 2 を動作させ、リードねじ 3 2 を所定の回転数だけ回転させる。これにより、結像レンズ 1 4 L₁, 1 4 R₁ の結像点を TV カメラヘッド 1 5 L₁, 1 5 R₁ の CCD 1 6 L₁, 1 6 R₁ の CCD 面 1 6 a_{L1}, 1 6 a_{R1} 上とすることができる。

20

【 0 0 6 7 】

また、この連動手段によれば、変倍操作を行っても常にズーム光学系 2 L, 2 R の観察像を TV カメラヘッド 1 5 L₁, 1 5 R₁ の CCD 1 6 L₁, 1 6 R₁ の CCD 面 1 6 a_{L1}, 1 6 a_{R2} に結像させることができる。さらに、エンコーダ 3 3 と制御ボックス 3 8 とステッピングモータ 3 2 との間の通信をリアルタイムで行うことで、結像レンズ 1 4 L₁, 1 4 R₁ の焦点位置がずれることにより生じるピントぼけを抑制することができる。

【 0 0 6 8 】

以上のように、本実施形態の画像顕微鏡によれば、第 2 の実施形態と同様に、赤外光のような不可視光を用いた観察時にも焦点のずれを補正することができ、しかも、操作性能の良好な画像顕微鏡を得ることができる。しかも、本実施形態の画像顕微鏡によれば、結像レンズ 1 4 L₂, 1 4 R₂、TV カメラヘッド 1 5 L₂, 1 5 R₂、及びダイクロイックプリズム 2 2 L, 2 2 R を省略することが可能である。したがって、画像顕微鏡を小型化させることができるとともに操作性を向上させることができる。

30

【 0 0 6 9 】

また、連動手段は、各ズーム光学系 2 L, 2 R の第 2 群及び第 3 群移動レンズ 4 L, 4 R, 5 L, 5 R の位置を検出するエンコーダ 3 3 と、エンコーダによって得られた移動レンズ 4 L, 4 R の位置情報が入力されるとともに、結像レンズ 1 4 L₁, 1 4 R₁ の移動量を入力する制御ボックス 3 8 を備えている。そのため、ズーム光学系 2 L, 2 R の第 2 群及び第 3 群移動レンズ 4 L, 4 R, 5 L, 5 R の位置に対して一義的に決定される結像レンズ 1 4 L₁, 1 4 R₁ の結像点の光軸 8 方向のずれを自動で補正することができる。

40

【 0 0 7 0 】

しかも、制御ボックス 3 8 は、使用する光の波長特性の選択に応じて、連動手段が結像レンズ 1 4 L₁, 1 4 R₁ を各ズーム光学系 2 L, 2 R の第 2 群及び第 3 群移動レンズ 4 L, 4 R, 5 L, 5 R の移動と連動させるか否かを選択する。したがって、観察者は、光源 3 7 の切換え機構を切換えるだけで、良好な可視光観察像及び赤外光観察像のような非可視光観察像を容易に得ることができる。

【 0 0 7 1 】

なお、外科手術を行う場合には、通常、術者と手術助手が共同して手術を行うことから

50

、手術助手もまた、術者と同様に観察物としての観察物位を観察できる必要がある。そのため、第1乃至第3の画像顕微鏡を医用実体顕微鏡として使用するような場合、光路の途中から分岐するサブ観察光学系を設け、このサブ観察光学系を介して、観察者（例えば外科手術の術者）以外の第3者（例えば手術助手）にも、観察物が前記操作者と同様に観察し得るようにしてもよい。

【0072】

前記各実施の形態によれば、次のような構成が得られる。

【0073】

（付記1）

観察物の像を任意に拡大してなる拡大像を得るための複数のズームレンズを有するズーム光学系と、

前記ズーム光学系からの観察像を結像するための結像レンズと、

前記結像レンズを通して結像された観察像を電気信号に変換する撮像素子を有する撮像手段と、

前記結像レンズと前記撮像素子の少なくとも一方を前記結像レンズの光軸方向に移動可能にする結像位置補正手段と、

を具備することを特徴とする画像顕微鏡。

【0074】

（付記2）

前記結像位置補正手段は、

前記結像レンズの焦点が常に前記撮像素子に結像可能となるように、前記ズーム光学系の変倍操作に伴って前記結像レンズと前記撮像素子の少なくとも一方を連動させる連動手段を有することを特徴とする付記1記載の画像顕微鏡。

【0075】

（付記3）

回転自在なカムを有し、少なくとも1つのズームレンズを前記結像レンズの光軸方向と平行な方向に移動させる移動手段をさらに具備しているとともに、

前記連動手段は、前記カムに設けられたカム溝を有していることを特徴とする付記2記載の画像顕微鏡。

【0076】

（付記4）

前記移動手段は、前記結像レンズの光軸方向と平行に設けられ、前記ズームレンズを前記光軸方向に沿って誘導するガイド機構を有していることを特徴とする付記3に記載の画像顕微鏡。

【0077】

（付記5）

前記連動手段は、

前記ズームレンズの位置を検出するズームレンズ位置検出手段と、

前記ズームレンズ位置検出手段によって得られたズームレンズの位置情報が入力されるとともに、前記結像レンズと前記撮像素子の少なくとも一方の移動量を出力する制御手段と

、
を有していることを特徴とする付記2記載の画像顕微鏡。

【0078】

（付記6）

前記制御手段は、使用する光の波長特性の選択に応じて、前記連動手段が結像レンズと前記撮像素子の少なくとも一方を連動又は非連動させる選択を行うこと特徴とする付記5記載の画像顕微鏡。

【図面の簡単な説明】

【0079】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る画像顕微鏡を一部断面して示す側面図。

10

20

30

40

50

【図 2】図 1 の画像顕微鏡の変倍操作に伴うズーム光学系、結像レンズ、及び TV カメラヘッドの CCD の移動を説明する図。

【図 3】本発明の第 2 の実施形態に係る画像顕微鏡を一部断面して示す側面図。

【図 4】図 3 の画像顕微鏡の変倍操作に伴うズームレンズ系、結像レンズ、及び TV カメラヘッドの CCD の移動を説明する図。

【図 5】本発明の第 3 の実施形態に係る画像顕微鏡を一部断面して示す側面図。

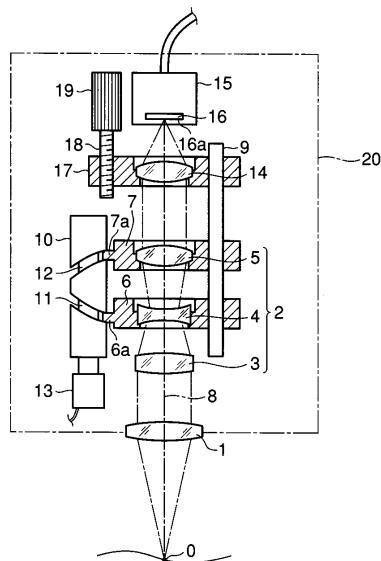
【符号の説明】

【 0 0 8 0 】

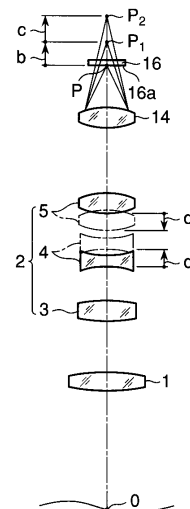
1 ... 対物レンズ、 2, 2 L, 2 R ... ズーム光学系、 3, 3 L, 3 R ... 第 1 群固定レンズ (ズームレンズ)、 4, 4 L, 4 R ... 第 2 群移動レンズ (ズームレンズ)、 5, 5 L, 5 R ... 第 3 群移動レンズ (ズームレンズ)、 8, 8' ... 光軸、 9 ... ガイド軸 (ガイド機構)、 10 ... カム、 11, 12, 21 ... カム溝、 14, 14 L₁, 14 R₁, 14 L₂, 14 R₂ ... 結像レンズ、 15, 15 L₁, 15 R₁, 15 L₂, 15 R₂ ... TV カメラヘッド (撮像手段)、 16, 16 L₁, 16 R₁, 16 L₂, 16 R₂, ... CCD (撮像素子)

10

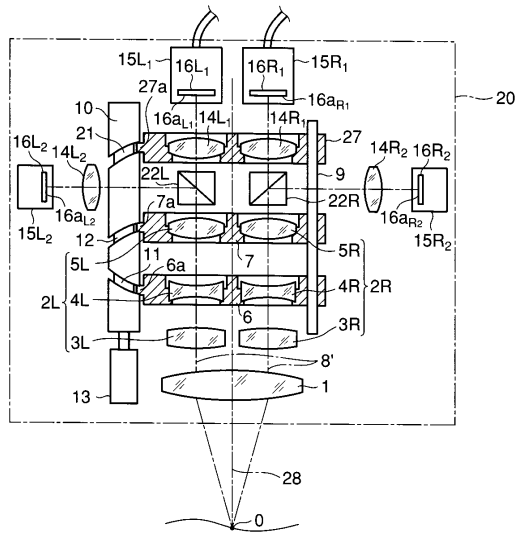
【図 1】



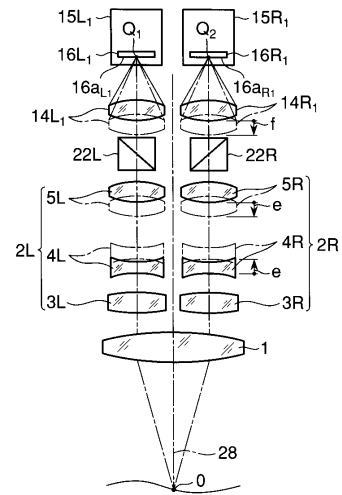
【図 2】



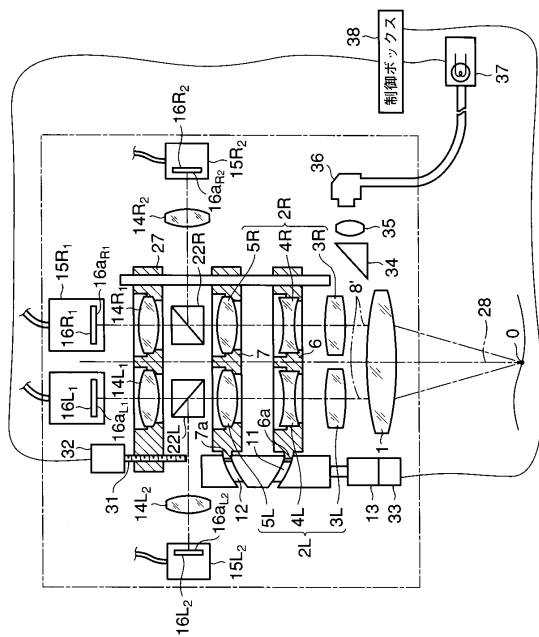
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 磯部 尚夫
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 森口 良子

(56)参考文献 特開平07-333511(JP,A)
特開平05-080241(JP,A)
特開2004-170481(JP,A)
特開2004-029373(JP,A)
特開2003-035872(JP,A)
特開2004-226985(JP,A)
特開2001-021815(JP,A)
特開平11-183780(JP,A)
特許第2509120(JP,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 7/04
H04N 5/225
H04N 5/232