(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3563800号
(P3563800)
(45)発行日　平成16年9月8日(2004.9.8)　(24)登録日　平成16年6月11日(2004.6.11)

(51)Int.Cl.[7]	F I
G02B 21/18	G02B 21/18
// G02B 21/02	G02B 21/02　A

請求項の数 5　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願平7-1371
(22)出願日　平成7年1月9日(1995.1.9)
(65)公開番号　特開平8-190056
(43)公開日　平成8年7月23日(1996.7.23)
審査請求日　平成13年11月6日(2001.11.6)

(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　100065824
弁理士　篠原　泰司
(72)発明者　鈴木　敏信
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号　オリンパス光学工業株式会社内

審査官　山村　浩

(56)参考文献　特開平０３－１３０７１０（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－３３１８９９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G02B 21/00-21/36

(54)【発明の名称】観察光学装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

対物レンズと、該対物レンズの光軸上に配置され、該対物レンズからの光路を２つの光路に分割する第一の光路分岐部材と、分割された２つの光路の一方に配置され、２度以上結像させる第一の光学系と、該第一の光学系の結像位置に配置された第一の観察手段と、分割された２つの光路の他方に配置され、前記第一の光学系よりも高い総合倍率と開口数とを有する第二の光学系と、該第二の光学系の結像位置に配置された第二の観察手段と、前記第一の光学系中の瞳位置に配置され、開口数を小さくするための低倍率用絞りと、を備えることを特徴とする観察光学装置。

【請求項２】

対物レンズと、該対物レンズから射出した光を第一の光路と第二の光路に導く光路分岐部材とを備えた観察光学装置であって、前記第一の光路には低倍率且つ低開口数の広視野観察が行われる第一の光学系が配置され、前記第二の光路には前記第一の光学系に比べて高倍率且つ高開口数の高解像観察が行われる第二の光学系が配置されていることを特徴とする観察光学装置。

【請求項３】

前記第一の光学系は前記対物レンズからの光を集光して中間像を形成するレンズ群と、該中間像をリレーして最終像を形成するレンズ群と、該最終像位置に配置された撮像手段を備えていることを特徴とする請求項２に記載の観察光学装置。

【請求項４】

前記第二の光学系は前記対物レンズからの光を集光するレンズ群と最終像位置に配置された撮像手段を備え、該レンズ群は中間像を形成することなく最終像を形成することを特徴とする請求項２または３に記載の観察光学装置。
【請求項５】
前記最終像を形成するレンズ群は２つの部分群で構成され、該２つの部分群の間に形成された瞳位置に開口絞りが配置されていることを特徴とする請求項３または４に記載の観察光学装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明は倍率可変の光学装置に関し、特には、所定の倍率とは異なる倍率で物体像を形成することによって被検物体の種々の計測を行えるようにした光学装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
これまで種々の変倍光学装置が提案されている。例えば、実公平４－３２９１号公報は、倍率変換による光軸ずれ、すなわちアライメント状態の狂いを生じさせない変倍光学系を提供することを目的として、固定の対物レンズと、倍率の異なる２つのリレーレンズと、１つの結像面と、２つの光路を選択的に遮光するためのシャッターとを備えた変倍光学装置を開示している。
【０００３】
特開平２－２８１２２３号公報は、対物レンズの切り替えを必要とせずに容易に観察倍率の変更を行い得ることを目的として、一定倍率の固定された対物レンズ系と、対物レンズが捕らえた観察像を所定の倍率に変倍させる変倍光学系とを備えた観察光学装置を開示している。
【０００４】
特開昭６４－２８６１１号公報は、倍率変換によっても光学系の光軸変動を生じさせないことを目的として、対物レンズと、異なる倍率の２つのリレーレンズと、これら２つのリレーレンズの光軸と像位置を合成させる部材と、２つの光路の各々を遮断するための挿脱可能な遮断部材とを備える変倍光学装置を開示している。
【０００５】
また、特開平５－１２７０９６号公報は、紫外線顕微鏡に関するものとして、対物レンズによる被検体の光学像を２つに分け、紫外像を観察する第一の観察手段と可視像を観察する第二の観察手段とを備えた技術を開示しており、第一の観察手段の変倍レンズ系と第二の観察手段の変倍レンズ系とは互いに異なる倍率に設定可能であるとしている。
【０００６】
【発明が解決しようとする課題】
一般的には、対物レンズは高倍率になるほどＮＡを大きくして解像力を高めている。上述した従来の変倍の方式においては、観察時の倍率の高低の如何にかかわらず、開口数（以下「ＮＡ」と呼ぶ）については特に言及されていない。このため、従来の変倍光学系においては、高倍率時も低倍率時も同じＮＡ、それも小さなＮＡを用いていたものと考えられる。なぜならば、ＮＡを大きく設定しておくと、低倍率で広い視野を観察したい場合に、視野の中心では大きなＮＡにできても、視野の周辺では大きなＮＡにできず、結果的に周辺光量不足を生じることになるからである。従って、周辺光量不足を回避するためには、必然的にＮＡは小さく設定せざるを得ない。
低倍率で観察する場合には、ＮＡは小さくても問題は生じないが、高倍率で観察する場合には、ＮＡが小さいと解像力不足になるという問題を引き起こす。
【０００７】
本発明はこのような問題を解決するためになされたものであり、対物レンズを交換することなく変倍させる方式の観察光学装置において、低倍率では低ＮＡで広い視野の観察を行うことができ、高倍率では狭い視野ながらも高ＮＡで、すなわち、高解像力で観察を行う

ことができるようにした観察光学装置を提供することを目的とする。
【０００８】
【課題を解決するための手段及び作用】
この目的を達成するため、本発明に係る観察光学装置は以下のように構成される。
第一の態様においては、本発明に係る観察光学装置は、対物レンズと、該対物レンズの光軸上に配置され、該対物レンズからの光路を２つの光路に分割する第一の光路分岐部材と、分割された２つの光路の一方に配置され、２度以上結像させる総合倍率が低倍率である第一の光学系と、該第一の光学系の結像位置に配置された第一の観察手段と、分割された２つの光路の他方に配置され、前記第一の光学系よりも高い総合倍率と開口数とを有する第二の光学系と、該第二の光学系の結像位置に配置された第二の観察手段と、前記第一の光学系中の瞳位置に配置され、開口数を小さくするための低倍率用絞りとを備える。
【０００９】
本態様に係る観察光学装置においては、被検物体からの光は対物レンズを経て第一の光路分岐部材により２つに分割される。分割光の一方は第一の光学系を通過し、第一の光学系に対応する第一の観察手段によって、低倍率かつ低ＮＡの広視野観察が行われる。分割光の他方は第二の光学系を通過し、第二の光学系に対応する第二の観察手段によって、高倍率かつ高ＮＡの高解像観察が行われる。このように、１個の対物レンズで低倍率かつ低ＮＡの広視野観察と高倍率かつ高ＮＡの高解像観察とを同時に行うことができる。
【００１０】
第二の態様においては、本発明に係る観察光学装置は、対物レンズと、該対物レンズから射出した光を第一の光路と第二の光路に導く光路分岐部材とを備えた観察光学装置であって、前記第一の光路には低倍率且つ低開口数の広視野観察が行われる第一の光学系が配置され、前記第二の光路には前記第一の光学系に比べて高倍率且つ高開口数の高解像観察が行われる第二の光学系が配置されていることを特徴としている。
【００１１】
第三の態様においては、本発明に係る観察光学装置は、前記第一の光学系は前記対物レンズからの光を集光して中間像を形成するレンズ群と、該中間像をリレーして最終像を形成するレンズ群と、該最終像位置に配置された撮像手段を備えていることを特徴としている。
【００１２】
第四の態様においては、本発明に係る観察光学装置は、前記第二の光学系は前記対物レンズからの光を集光するレンズ群と最終像位置に配置された撮像手段を備え、該レンズ群は中間像を形成することなく最終像を形成することを特徴としている。
第五の態様においては、本発明に係る観察光学装置は、前記最終像を形成するレンズ群は２つの部分群で構成され、該２つの部分群の間に形成された瞳位置に開口絞りが配置されていることを特徴としている。
【００１３】
【実施例】
図１及び図２に本発明に係る光学観察装置の第一実施例を示す。検出対象の物体１に対向して対物レンズ２が配置されている。対物レンズ２の光軸３上には第一の光路分岐部材としてのハーフミラー４が配置されている。このハーフミラー４によって分割された２つの光路のうちの一方の光路３ａには、第一の光学系５が配置されており、他方の光路３ｂには、第二の光学系６が配置されている。第一の光学系５は２度以上の結像を行う総合倍率が低倍率の光学系である。第二の光学系６は高倍率、高ＮＡである。
【００１４】
第一の光学系５は、図２（Ａ）に示すように、第一レンズ群７，第二レンズ群８及び第三レンズ群９の３個のレンズ群からなるリレー光学系を構成している。第一レンズ群７及び第三レンズ群９は各々正屈折力を有している。第一レンズ群７は一般的にフィールドレンズと呼ばれるもので、光束が拡がるのを収斂させる機能を奏する。第一の光学系５は２度以上結像させる光学系であるので、まず、正屈折力の第一レンズ群７により中間像が形成

される。第二レンズ群８は、この中間像が形成される中間像位置１０を介して物体１の側に凹面を向けたメニスカス形状のレンズを有している。この第二レンズ群８と第三レンズ群９とによって、中間像がリレーされて２度目の結像が行われ、倍率がさらに縮小される。

【００１５】

第二レンズ群８により、第二レンズ群８と第三レンズ群９との間には瞳位置が形成される。この瞳位置には絞り１２が配置されている。この絞り１２は光を低倍率用の低ＮＡに絞る機能を奏する。

第一の光学系５の像位置には第一の観察手段１３が配置されている。この第一の観察手段１３は公知のものであり、例えば、１／２インチのＣＣＤカメラからなる。

同様に、第二の光学系６の像位置には、第一の観察手段１３と同様の構成を有する第二の観察手段１４が配置されている。

【００１６】

本実施例に係る観察光学装置は以下のように機能する。

適当な光源（図示せず）から発せられ、物体１で反射した光は対物レンズ２を経てハーフミラー４により２つの光路に分割される。光路３ａを通る分割光は第一の光学系５によって倍率が低くされるとともに、絞り１２によって低ＮＡに絞られる。このように光路３ａを通る分割光は第三レンズ群９を経て第一の観察手段１３により低倍率かつ低ＮＡで観察される。一方、光路３ｂを通る分割光は第二の光学系６により高倍率かつ高ＮＡで第二の観察手段１４を介して観察される。このように、１個の固定対物レンズ２で低倍率かつ低ＮＡの広視野観察と高倍率かつ高ＮＡの高解像観察を同時に行うことができる。

【００１７】

以下に、対物レンズ２、第一の光学系５及び第二の光学系６のレンズデータの一例を示す。

〔対物レンズ〕

r_1 ＝－３０９１．４２６５

d_1 ＝７．０００００　n_1 ＝１．８８３００　ν_1 ＝４０．７８

r_2 ＝－３６．２７０６

d_2 ＝１．１５９１

r_3 ＝１７５．００００

d_3 ＝３．８７５０　n_3 ＝１．７４０００　ν_3 ＝３１．７１

r_4 ＝２９．４１４９

d_4 ＝９．５０００　n_4 ＝１．４５６００　ν_4 ＝９０．３１

r_5 ＝－６９．２０６０

d_5 ＝０．７５００

r_6 ＝１３０．００００

d_6 ＝９．７０００　n_6 ＝１．４５６００　ν_6 ＝９０．３１

r_7 ＝－３７．６００７

d_7 ＝３．８７５０　n_7 ＝１．７４０００　ν_7 ＝３１．７１

r_8 ＝－１５０．００００

d_8 ＝０．７６５０

r_9 ＝２１．９６９９

d_9 ＝２１．８６０９　n_9 ＝１．４９７００　ν_9 ＝８１．６１

r_{10}＝－３４．３１７２

d_{10}＝４．２５００　n_{10}＝１．６４４５０　ν_{10}＝４０．８２

r_{11}＝１４．１３１６

d_{11}＝５．８７１３

r_{12}＝２０．７０８１

d_{12}＝８．８５００　n_{12}＝１．８０５１８　ν_{12}＝２５．４３

r_{13}＝－９９．８３３１

d_{13}＝２．５０００　n_{13}＝１．６６９９８　ν_{13}＝３９．２７

r_{14}＝２２．０１８４

【００１８】

〔第一の光学系〕

$r_{15}=\infty$

$d_{15}=10.0000$ $n_{15}=1.57133$ $\nu_{15}=52.92$

$r_{16}=-134.3710$

$d_{16}=2.0000$

$r_{17}=75.3320$

$d_{17}=14.0000$ $n_{17}=1.69350$ $\nu_{17}=53.23$

$r_{18}=-96.6849$

$d_{18}=8.5000$ $n_{18}=1.80518$ $\nu_{18}=25.43$

$r_{19}=532.9434$

$d_{19}=74.0150$

$r_{20}=\infty$

$d_{20}=30.7839$

$r_{21}=-44.5487$

$d_{21}=6.5000$ $n_{21}=1.78650$ $\nu_{21}=50.00$

$r_{22}=\infty$

$d_{22}=10.2000$ $n_{22}=1.80518$ $\nu_{22}=25.43$

$r_{23}=-54.1067$

$d_{23}=173.6988$

$r_{24}=\infty$

$d_{24}=20.0000$

$r_{25}=-18.8543$

$d_{25}=3.0000$ $n_{25}=1.75520$ $\nu_{25}=27.51$

$r_{26}=1806.6668$

$d_{26}=11.0000$ $n_{26}=1.45600$ $\nu_{26}=90.31$

$r_{27}=-26.7759$

$d_{27}=1.0000$

$r_{28}=-202.5286$

$d_{28}=7.0000$ $n_{28}=1.69350$ $\nu_{28}=53.23$

γ_{29}＝－３９．６０７４
d_{29}＝１．０００
γ_{30}＝１２６．４０４６
d_{30}＝９．０００　n_{30}＝１．８３４００　ν_{30}＝３７．１７
γ_{31}＝－２３６．７３５８

【００１９】
〔第二の光学系〕
γ_{15}＝３９．８０２０
d_{15}＝６．３０００　n_{15}＝１．４８７４９　ν_{15}＝７０．２１
γ_{16}＝１４１２２．７４３１
d_{16}＝０．５０００
γ_{17}＝３８．１６７１
d_{17}＝８．０００　n_{17}＝１．４９７００　ν_{17}＝８１．６１
γ_{18}＝－２５３３．７４５６
d_{18}＝４．０００
γ_{19}＝－１６５．５９３６
d_{19}＝２．７０００　n_{19}＝１．６７００３　ν_{19}＝４７．２５
γ_{20}＝２６．２２７１

【００２０】
なお、上記数値データにおいて、γ_n　（ｎ＝１～３１）は各レンズの曲率半径を表し、d_n　（ｎ＝１～３０）は各レンズの肉厚又は各レンズ間の空気間隔を表し、n_n　（ｎ＝１～３０）は各レンズの屈折率を表し、ν_n　（ｎ＝１～３０）は各レンズのアツベ数を表している。
対物レンズ２と第一の光学系５との間の距離は１１０、対物レンズ２と第二の光学系６との間の距離は１８６、対物レンズ２の作動距離は３２．５３である。対物レンズ２と第一の光学系５との組み合わせでは、ＮＡ＝０．１２、倍率１．１倍、絞り径は１２ｍｍ、視野数９である。対物レンズ２と第二の光学系６との組み合わせではＮＡ＝０．４、倍率１０倍、視野数９である。
【００２１】
図３は参考例としての観察光学装置の第二実施例を示す。本実施例においては、検査対象の物体１に対向して配置されている対物レンズ２の像側において対物レンズ２の光軸３上に変倍光学系１５が設けられている。変倍光学系１５は物体１の像を所定の倍率に変倍する。変倍光学系１５における変倍の方式はズーム変倍又はターレット変倍の何れであってもよい。また、１回結像と２回以上の結像の何れでもよい。
対物レンズ２の瞳位置には可変絞り１６が配置されている。可変絞り１６の絞り径は可変であり、総合倍率が高倍率のときには高ＮＡ、低倍率のときには低ＮＡになるように絞り径が変えられるようになっている。
【００２２】
変倍光学系１５の像位置には、第一実施例と同様の観察手段１３が配置されている。
本実施例においては、変倍光学系１５における総合倍率の高低に応じて可変絞り１６の絞り径が変えられる。これにより、１個の対物レンズ２のみを用いて、低倍率かつ低ＮＡの

広視野観察と高倍率かつ高ＮＡの高解像観察とを行うことができる。

【００２３】

図４は参考例としての観察光学装置の第三実施例を示す。本実施例においては、検査対象の物体１に対向して配置されている対物レンズ２の像側において対物レンズ２の光軸３上に変倍リレー光学系１７が設けられている。

変倍リレー光学系１７は、対物レンズ２の像側に物体１の像を２度以上結像させ、物体１の像を所定の倍率に変倍する。変倍リレー光学系１７内に形成される中間像位置１８よりも像側の瞳位置には可変絞り１９が配置されている。この可変絞り１９の絞り径は任意の径に変えることができる。また、この可変絞り１９は光軸３上を移動可能であるように構成されている。

変倍リレー光学系１７の像位置には、第一実施例と同様の観察手段１３が配置されている。

【００２４】

本実施例においては、変倍リレー光学系１７における総合倍率の高低に応じて可変絞り１９の絞り径が変えられる。すなわち、総合倍率が高倍率のときには高ＮＡ、低倍率のときには低ＮＡになるように可変絞り１９の絞り径が変えられる。これにより、１個の対物レンズ２のみを用いて、低倍率かつ低ＮＡの広視野観察と高倍率かつ高ＮＡの高解像観察とを行うことができる。

また、変倍による瞳位置の変動に連動して可変絞り１９を光軸３上において移動させることができる。絞りが固定位置のままである場合には、軸外光束がけられやすくなるが、絞りを光軸上で移動させることにより、けられを防止することができる。

【００２５】

図５は参考例としての観察光学装置の概念に含まれる第一の応用例である。本応用例においては、検査対象の物体１に対向してズーム対物レンズ２０が配置されている。物体１の像はズーム対物レンズ２０で変倍され、ズーム対物レンズ２０内で少なくとも１回像が形成される。このズーム対物レンズ２０の瞳位置には可変絞り２１が配置されている。この可変絞り２１の絞り径は任意の径に変えることができる。また、この可変絞り２１は光軸３上を移動可能であるように構成されている。

なお、可変絞り２１はズーム対物レンズ２０内の中間像位置２２よりも像側の瞳位置に配置してもよい。

ズーム対物レンズ２０の像位置には、第一実施例と同様の観察手段１３が配置されている。

【００２６】

本応用例においては、ズーム対物レンズ２０における総合倍率の高低に応じて可変絞り２１の絞り径が変えられる。すなわち、総合倍率が高倍率のときには高ＮＡ、低倍率のときには低ＮＡになるように可変絞り２１の絞り径が変えられる。これにより、低倍率かつ低ＮＡの広視野観察と高倍率かつ高ＮＡの高解像観察とを行うことができる。

【００２７】

また、変倍による瞳位置の変動に連動して可変絞り２１を光軸３上において移動させることができる。絞りが固定位置のままである場合には、軸外光束がけられやすくなるが、絞りを光軸上で移動させることにより、けられを防止することができる。

【００２８】

図６は上記の第一実施例の変形例を示す。なお、図６において図１又は図２と同一の符号は同一の構成要素を表しており、詳細な説明は省略する。

本変形例における対物レンズ２は無限遠設計の対物レンズであり、光軸３上を移動可能であるように構成されている。第二の光学系６がその結像レンズをなしている。

【００２９】

また、光路３ｂ上には、第一の光路分岐部材としてのハーフミラー４と第二の光学系６との間において、第二の光路分岐部材としてのハーフミラー２３が配置されており、このハーフミラー２３により光路３ｂは二つに分割される。二つに分割された光路３ｂのうちの

一方の光路３ｃには自動焦点検出用の第三の光学系２４が配置されている。さらに、光路３ｃ上には第三の光学系２４を介して物体１に赤外線を照射する赤外光源２５が配置されている。
また、本変形例においては、光路３ａに配置されている絞り１２は光路３ａ上を移動可能であるように構成されている。

【００３０】
第三の光学系２４は、第一の光路分岐部材としてのハーフミラー４と第二の光学系６との間に第二の光路分岐部材としてのハーフミラー２３を設けることにより形成される。これは、第一の光路分岐部材としてのハーフミラー４と第一の光学系６との間に第二の光路分岐部材としてのハーフミラー２３を配置すると、光束の拡がりが大きくなりすぎてしまい、第一の光学系６のフィールドレンズの外径が大きくなったり、収差補正が困難になったりするためである。これに対して、第二の光学系６は無限遠設計の結像レンズなので、対物レンズ２と結像レンズ間の距離が多少大きくなっても悪影響は少ない。

【００３１】
赤外光源２５からの赤外光は第三の光学系２４、ハーフミラー２３、ハーフミラー４、対物レンズ２を通って、物体１の検査面で反射され、同一の光路を逆進して赤外光源２５に戻る。赤外光源２５に接続されている焦点検出装置（図示せず）が、この反射光から像を結像させ、焦点の整合状態を検出し、物体１と対物レンズ２との間の距離を検出する。
このようにして検出された距離に基づいて、対物レンズ２の位置を自動的に調整することができる。

【００３２】
また、自動焦点合わせのために対物レンズ２が移動すると、第一の光学系５の瞳位置が変動する。この瞳位置の変動に対応して、絞り１２も光軸３ａ上を移動させることができる。具体的には、対物レンズ２と第一の光学系５との間の距離が短くなった場合には絞り１２は像面側に、長くなった場合には絞り１２は物体１側に移動させればよい。

【００３３】
このように、自動焦点検出用の第三の光路３ｃは、物体１の被検面に赤外光を投射する機能と、被検面からの反射光量を検出する機能とを有する。また、対物レンズ２を光軸３方向に移動させて自動焦点合わせをするのは、対物レンズ２が無限遠設計だからである。対物レンズ２からの射出光が平行光であるので、焦点合わせで対物レンズ２と結像レンズとしての第二の光学系６との間の距離が変わっても像位置は変わらず、結像性能にも悪影響はない。

【００３４】
また、本変形例においても、第一実施例と同様に、第一の光学系５は、正屈折力の第一レンズ群７、中間像位置１０を介して物体１側に凹面を向けたメニスカス形状のレンズを有し、瞳位置を形成する第二レンズ群８、瞳位置に配置された絞り１２、正屈折力の第三レンズ群９を備えている。
自動焦点合わせのために対物レンズ２が光軸３の方向に移動すると、対物レンズ２と第一の光学系５との間の距離が変わる。これに伴い、第一の光学系５にある瞳位置が変わるので、絞り１２が配置された位置が固定であれば、瞳位置と絞り位置が異なることになる。そのずれ量が大きくなるほど、軸外光束がけられるようになってしまう。これを防止するため、第二レンズ群８に物体側に凹面を向けたメニスカス形状のレンズを配置し、絞り位置近傍で軸外光束と光軸のなす角度をできるだけ小さくしている。

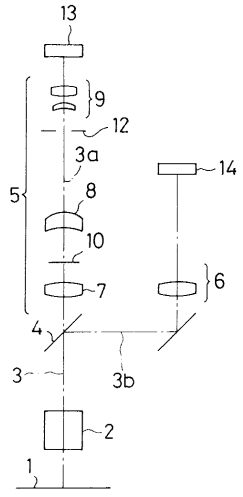
【００３５】
図７は第一実施例の第二の変形例を示す。図７において図１又は図２と同一の参照符号は同一の構成要素を表している。このため、それらの詳細な説明は省略する。
本変形例においては、対物レンズ２とハーフミラー４との間において、光軸３上に第三の光路分岐部材としてのハーフミラー２６が配置されており、このハーフミラー２６により光路３から光路３ｄが分岐している。この光路３ｄには、同軸落射照明用の第四の光学系２７が配置されている。

【００３６】
第四の光学系２７の最もハーフミラー２６に近接した位置には、第一の偏光板２８が配置されており、ハーフミラー２６とハーフミラー４との間には第二の偏光板２９が配置されている。
対物レンズ２と物体１との間において、対物レンズ２の先端には偏光解消板３０が取り付けられている。なお、偏光解消板３０に代えて、波長板又は１／４波長板の何れかを取り付けることも可能である。
【００３７】
本変形例においては、第一及び第二の偏光板２８，２９と偏光解消板３０とによって、対物レンズ２の面反射によるフレアを除去することができる。
本変形例によっても、第一実施例と同様に、１個の対物レンズで高倍率かつ高ＮＡの光学系と低倍率かつ低ＮＡの光学系とで観察を行うことが可能である。このため、対物レンズ２は高ＮＡに設計する必要がある。一般的に、落射照明光が対物レンズの各レンズ面で反射してその反射光が像面に達する場合、被検物からの像のコントラストは低下する。対物レンズが高倍用と低倍用の２個ある場合には、各々の場合にコントラストの低下を防止するため、対物レンズの各レンズ面からのフレア光が発生しないように設計することが可能である。
【００３８】
しかしながら、本変形例のように、対物レンズが１個である場合には、高倍率と低倍率の何れで観察してもフレア光が発生しないように対物レンズを設計することは極めて困難である。このため、フレア光の発生を防止し、コントラストを向上させるためには、本変形例のような構成が有効である。
【００３９】
以上説明したように、本発明に係る観察光学装置は、前述の特許請求の範囲に記載した特徴の他に、以下のような特徴をも有している。
（１）請求項１に記載の観察光学装置であって、前記第一の光学系が、正の屈折力を有する第一レンズ群と、中間像位置を介して瞳位置を形成する第二レンズ群と、瞳位置に配置された絞りと、正の屈折力を有する第三レンズ群とを有するものであることを特徴とする観察光学装置。
【００４０】
（２）請求項１に記載の観察光学装置であって、前記第一の光路分岐部材と前記第二の光学系との間に配置された第二の光路分岐部材と、自動焦点検出用の第三の光学系とを備え、前記対物レンズが光軸方向に移動可能な無限遠設計の対物レンズであり、前記第二の光学系が結像レンズであり、前記第三の光学系から前記対物レンズを介して物体面に赤外光を投射し、反射光量を第三の光路を介して検出することにより、前記対物レンズを光軸方向に移動させ、自動焦点合わせが行われるようにしたことを特徴とする観察光学装置。
本観察光学装置によれば、対物レンズのみが動くことにより、自動焦点合わせが可能となる。装置全体又はステージが移動して焦点合わせを行うよりも、機械的安定性及び電気的安定性が高い。
【００４１】
（３）前記（２）に記載の観察光学装置であって、瞳位置を形成するための第二レンズ群と、瞳位置に配置された絞りと、正の屈折力を有する第三のレンズ群とを有し、前記第一の光学系が、正の屈折力を有する第一レンズ群と、中間像位置を介して物体側に凹面を向けたメニスカス形状のレンズとを有するものであることを特徴とする観察光学装置。
本観察光学装置によれば、対物レンズが移動して自動焦点合わせを行う際、瞳位置が変動して、絞り位置とのずれが生じても、軸外光束と光軸とのなす角度が小さいので軸外光束のけられをなくすことができる。
【００４２】
（４）請求項１に記載の観察光学装置であって、前記対物レンズと前記第一の光路分岐部材との間に配置された第三の光路分岐部材と、同軸落射照明用の第四の光学系と、該第四

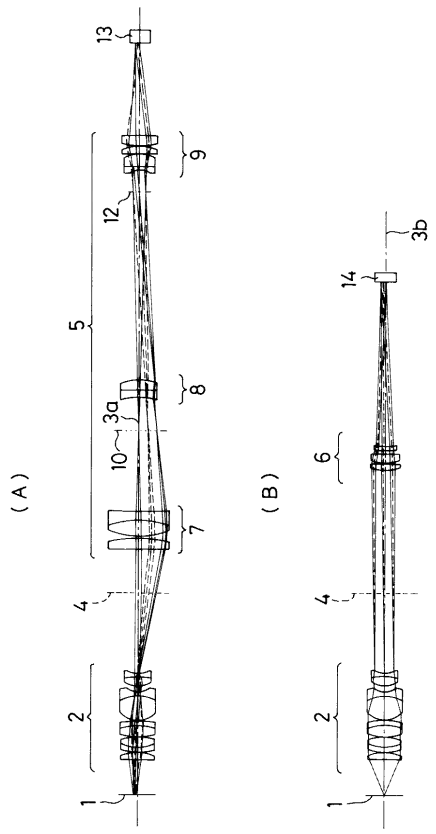
の光学系中に配置された第一の偏光板と、前記第三の光路分岐部材よりも像側に配置された第二の偏光板と、前記対物レンズの先端に取り付けられた偏光解消板、波長板又は１／４波長板の何れかを備え、前記第一及び第二の偏光板と前記偏光解消板、波長板又は１／４波長板の何れかとにより前記対物レンズの面反射によるフレアを除去するようにしたことを特徴とする観察光学装置。
本観察光学装置によれば、同軸落射照明で観察する場合、高倍率でも低倍率でもコントラストの良い像を観察することが可能になる。
【００４３】
（５）前記（３）に記載の観察光学装置であって、前記可変絞りは変倍による瞳位置の変動に連動して光軸上を移動し得るように構成されているものであることを特徴とする観察光学装置。
本観察光学装置によれば、変倍による瞳位置の変動があっても可変絞りが連動するので、軸外光束のけられを防止することができる。
【００４４】
（６）前記（２）又は（３）に記載の観察光学装置であって、前記絞りは、前記対物レンズの移動による前記第一の光学系の瞳位置の変動に連動して、光軸上を移動し得るように構成されているものであることを特徴とする観察光学装置。
本観察光学装置においても、前記の観察光学装置と同様に、変倍による瞳位置の変動の際、絞りが固定位置にとどまっていると、軸外光束がけられやすくなる。このため、可変絞りを光軸上で移動可能に構成することにより、けられをなくすことができる。
【００４５】
【発明の効果】
以上のように、本発明に係る観察光学装置は、対物レンズの交換を行わないので倍率を変更しても光軸ずれを生じることがないという効果の他に、低倍率では低ＮＡで広い視野を観察でき、高倍率では狭い視野ではあるが高ＮＡかつ高解像で観察を行うことができるという効果を奏する。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明に係る観察光学装置の第一実施例の概略図である。
【図２】図１の第一実施例を二つに分けて示したより詳細な概略図である。
【図３】参考例としての観察光学装置の第二実施例の概略図である。
【図４】参考例としての観察光学装置の第三実施例の概略図である。
【図５】参考例としての観察光学装置の応用例を示した概略図である。
【図６】図１に示した第一実施例の変形例の概略図である。
【図７】図１に示した第一実施例の第二の変形例の概略図である。
【符号の説明】
１　物体
２　対物レンズ
３　光軸
４　ハーフミラー（第一の光路分岐部材）
５　第一の光学系
６　第二の光学系
７　第一レンズ群
８　第二レンズ群
９　第三レンズ群
１０　中間像位置
１２　絞り
１３　第一の観察手段
１４　第二の観察手段
１５　変倍光学系
１６　可変絞り

１７　変倍リレー光学系
１８　中間像位置
１９　可変絞り
２０　ズーム対物レンズ
２１　可変絞り
２３　ハーフミラー（第二の光路分岐部材）
２４　第三の光学系
２６　ハーフミラー（第三の光路分岐部材）
２７　第四の光学系
２８　第一の偏光板
２９　第二の偏光板
３０　偏光解消板

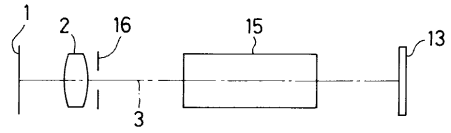
【図１】



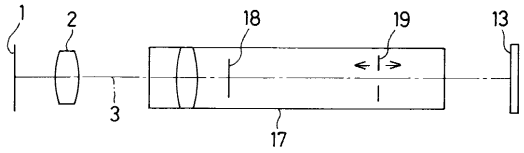
【図２】



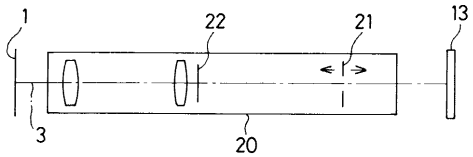
【図３】


1
2
16
15
13
3

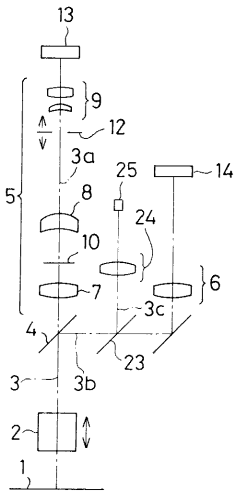
【図４】


1
2
18
19
13
3
17

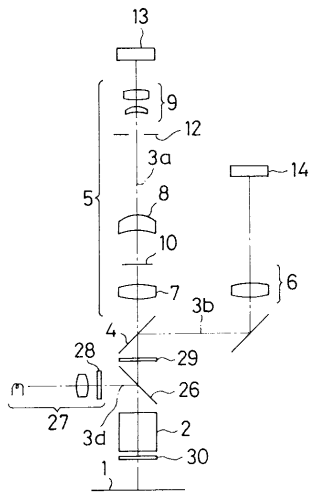
【図５】


1
22
21
13
3
20

【図６】


13
9
12
3a
25
14
5
8
24
10
7
6
3c
4
23
3
3b
2
1

【図７】


13
9
12
3a
14
5
8
10
7
6
3b
4
28
29
26
27
3d
2
30
1