

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5479818号
(P5479818)

(45) 発行日 平成26年4月23日 (2014. 4. 23)

(24) 登録日 平成26年2月21日 (2014. 2. 21)

(51) Int. Cl.

F 1

G O 2 B 15/22 (2006. 01)

G O 2 B 15/22

G O 2 B 17/08 (2006. 01)

G O 2 B 17/08

A

G O 2 B 13/24 (2006. 01)

G O 2 B 13/24

G O 2 B 13/06 (2006. 01)

G O 2 B 13/06

G O 2 B 13/04 (2006. 01)

G O 2 B 13/04

請求項の数 6 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2009-195743 (P2009-195743)
 (22) 出願日 平成21年8月26日 (2009. 8. 26)
 (65) 公開番号 特開2011-48086 (P2011-48086A)
 (43) 公開日 平成23年3月10日 (2011. 3. 10)
 審査請求日 平成24年7月27日 (2012. 7. 27)

前置審査

(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 110001405
 特許業務法人篠原国際特許事務所
 (72) 発明者 水澤 聖幸
 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 原田 英信

(56) 参考文献 特開2008-309859 (JP, A
)
 国際公開第2003/042743 (W
 O, A1)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学系及びそれを備えた内視鏡装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

前方の物体と略側方の物体とを観察するための光学系において、

前方の物体側から順に、反射屈折光学素子を有し負の屈折力を持つ前群、開口絞り、光
 軸に沿う方向に移動する移動レンズ群を有し正の屈折力を持つ後群が配置されており、

前記反射屈折光学素子は、光軸を中心に形成された第一透過面と該第一透過面の周囲に
 環状に形成され像側を向いた第一反射面とを有し前方の物体側に形成された第一面と、光
 軸を中心に形成された第二透過面と該第二透過面の周囲に環状に形成され前方の物体側を
 向いた第二反射面とを有し像側に形成された第二面と、前記第一面と前記第二面との間に
 透過面として形成された第三面と、を有しており、

前記移動レンズ群を移動させることにより、前記前群及び前記後群の屈折力を相対的に
 変化させて、観察領域内で前方の物体の像が形成される領域を、拡大又は縮小し、

次の条件式を満足することを特徴とする光学系。

$$1.05 < f_{rc} / f_{rw} < 1.45$$

ただし、 f_{rw} は前方の物体及び略側方の物体を同時観察する際の前記後群の焦点距離、
 f_{rc} は観察領域内で前方の物体の像が形成される領域を拡大して観察する際の前記後群の
 焦点距離である。

【請求項 2】

前記移動レンズ群が、正の屈折力を持つことを特徴とする請求項1に記載の光学系。

【請求項 3】

前記後群のうち、最も前記開口絞りに近いレンズ群が前記移動レンズであることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光学系。

【請求項 4】

前記前群は、負の屈折力を持つ第一レンズ群と、第二レンズ群とを備え、

前記後群は、正の屈折力を持つ第三レンズ群を備え、

前記第一レンズ群と、前記第二レンズ群と、前記開口絞りと、前記第三レンズ群とにより、前方の物体を観察するための第一光学系が構成され、

前記第二レンズ群と、前記開口絞りと、前記第三レンズ群とにより、略側方の物体を観察するための第二光学系が構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の光学系。

10

【請求項 5】

前方の物体側からの光は、前記第一透過面に入射した後に、前記第二透過面から像側へ出射され、

略側方の物体側からの光は、前記第三面に入射した後に、前記第二反射面と前記第一反射面とで順に反射され、前記第二透過面から像側へ出射されることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の光学系。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の光学系を備える内視鏡装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、前方の物体及び略側方の物体の同時観察と前方の物体に対する近接拡大観察とを行うための光学系及びそれを備えた内視鏡装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、前方の物体の観察と略側方の物体の観察とを同時に行うことのできる光学系が知られている。そのような光学系の中には、略側方の物体側からの光を、内部で 2 回反射した後に、像側へ出射する構成のものが知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。なお、略側方とは、光学系自体の側方だけでなく、光学系の斜め前方や斜め後方も含むものとする。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2008 - 309859 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、特許文献 1 に記載の光学系は、観察領域で前方の物体の像又は略側方の物体の像が形成される領域の拡大をすることができないため、対象物の細部を詳細に観察することができないという問題があった。そのため、例えば、特許文献 1 に記載されている光学系を、内視鏡装置に採用した場合には、病変部を発見することはできても、その病変部の悪性度や浸潤度等の評価をすることはできなかった。

40

【0005】

本発明は、このような従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、前方の物体と略側方の物体の同時観察と、前方の物体の近接拡大観察とを行うことのできる光学系及びそれを備えた内視鏡装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の目的を達成するために、本発明の光学系は、前方の物体と略側方の物体とを観察するための光学系において、前方の物体側から順に、反射屈折光学素子を有し負の屈折力

50

を持つ前群、開口絞り、光軸に沿う方向に移動する移動レンズ群を有し正の屈折力を持つ後群が配置されており、前記反射屈折光学素子は、光軸を中心に形成された第一透過面と該第一透過面の周囲に環状に形成され像側を向いた第一反射面とを有し前方の物体側に形成された第一面と、光軸を中心に形成された第二透過面と該第二透過面の周囲に環状に形成され前方の物体側を向いた第二反射面とを有し像側に形成された第二面と、前記第一面と前記第二面との間に透過面として形成された第三面と、を有しており、前記移動レンズ群を移動させることにより、前記前群及び前記後群の屈折力を相対的に変化させて、観察領域内で前方の物体の像が形成される領域を、拡大又は縮小し、次の条件式を満足することを特徴とする。

$$1.05 < f_{rc} / f_{rw} < 1.45$$

10

ただし、 f_{rw} は前方の物体及び略側方の物体を同時観察する際の前記後群の焦点距離、 f_{rc} は観察領域内で前方の物体の像が形成される領域を拡大して観察する際の前記後群の焦点距離である。

【0007】

また、本発明の光学系は、前記移動レンズ群が、正の屈折力を持つことが好ましい。

【0008】

また、本発明の光学系は、前記後群のうち、最も前記開口絞りに近いレンズ群が前記移動レンズであることが好ましい。

【0009】

また、本発明の光学系は、前記前群は、負の屈折力を持つ第一レンズ群と、第二レンズ群とを備え、前記後群は、正の屈折力を持つ第三レンズ群を備え、前記第一レンズ群と、前記第二レンズ群と、前記開口絞りと、前記第三レンズ群とにより、前方の物体を観察するための第一光学系が構成され、前記第二レンズ群と、前記開口絞りと、前記第三レンズ群とにより、略側方の物体を観察するための第二光学系が構成されていることが好ましい。

20

【0010】

また、本発明の光学系は、前方の物体側からの光は、前記第一透過面に入射した後に、前記第二透過面から像側へ出射され、略側方の物体側からの光は、前記第三面に入射した後に、前記第二反射面と前記第一反射面とで順に反射され、前記第二透過面から像側へ出射されることが好ましい。

30

【0011】

また、本発明の内視鏡装置は、上記本発明のいずれかの光学系を備えている。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、前方の物体と略側方の物体の同時観察と、前方の物体の近接拡大観察とを行うことのできる光学系及びそれを備えた内視鏡装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の反射屈折光学素子に対し、略側方の物体側から入射する光に関する画角を示す模式図である。

40

【図2】実施例1に係る光学系の構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は前方の物体及び略側方の物体の同時観察を行う場合、(b)は前方の物体の近接拡大観察を行う場合を、それぞれ示している。

【図3】実施例1に係る光学系の構成と光路を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は前方の物体及び略側方の物体の同時観察を行う場合、(b)は前方の物体の近接拡大観察を行う場合を、それぞれ示している。

【図4】実施例1に係る光学系の有する反射屈折光学素子の拡大図である。

【図5】実施例1に係る光学系により、観察領域内における前方の物体に関する観察領域と略側方の物体に関する観察領域を示す模式図であり、(a)は前方の物体及び略側方の物体の同時観察を行う場合、(b)は前方の物体の近接拡大観察を行う場合を、それぞれ

50

示している。

【図6】実施例1に係る光学系の、前方の物体及び略側方の物体の同時観察時における、前方の物体側から撮像面へ向かう光線を追跡した場合の収差曲線図であり、(a)はメリジオナル面に関するコマ収差、(b)はサジタル面に関するコマ収差を示している。また、各図は、上から順に、半画角が 60° 、 45° 、 30° 、 15° 、 0° の場合の収差を示している。

【図7】実施例1に係る光学系の、前方の物体及び略側方の物体の同時観察時における、略側方の物体側から撮像面へ向かう光線を追跡した場合の収差曲線図であり、(a)はメリジオナル面に関するコマ収差、(b)はサジタル面に関するコマ収差を示している。また、各図は、上から順に、半画角が 115° 、 105° 、 95° 、 85° 、 75° の場合の収差を示している。

10

【図8】実施例1に係る光学系の、前方の物体の近接拡大観察時における、前方の物体側から撮像面へ向かう光線を追跡した場合の収差曲線図であり、(a)はメリジオナル面に関するコマ収差、(b)はサジタル面に関するコマ収差を示している。また、各図は、上から順に、半画角が 60° 、 45° 、 30° 、 15° 、 0° の場合の収差を示している。

【図9】実施例2に係る光学系の構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は前方の物体及び略側方の物体の同時観察を行う場合、(b)は前方の物体の近接拡大観察を行う場合を、それぞれ示している。

【図10】実施例2に係る光学系の構成と光路を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は前方の物体及び略側方の物体の同時観察を行う場合、(b)は前方の物体の近接拡大観察を行う場合を、それぞれ示している。

20

【図11】実施例2に係る光学系の、前方の物体及び略側方の物体の同時観察時における、前方の物体側から撮像面へ向かう光線を追跡した場合の収差曲線図であり、(a)はメリジオナル面に関するコマ収差、(b)はサジタル面に関するコマ収差を示している。また、各図は、上から順に、半画角が 60° 、 45° 、 30° 、 15° 、 0° の場合の収差を示している。

【図12】実施例2に係る光学系の、前方の物体及び略側方の物体の同時観察時における、略側方の物体側から撮像面へ向かう光線を追跡した場合の収差曲線図であり、(a)はメリジオナル面に関するコマ収差、(b)はサジタル面に関するコマ収差を示している。また、各図は、上から順に、半画角が 115° 、 105° 、 95° 、 85° 、 75° の場合の収差を示している。

30

【図13】実施例2に係る光学系の、前方の物体の近接拡大観察時における、前方の物体側から撮像面へ向かう光線を追跡した場合の収差曲線図であり、(a)はメリジオナル面に関するコマ収差、(b)はサジタル面に関するコマ収差を示している。また、各図は、上から順に、半画角が 60° 、 45° 、 30° 、 15° 、 0° の場合の収差を示している。

【発明を実施するための形態】

【0014】

本発明の光学系の実施例の説明に先立ち、本実施例の構成による作用効果を説明する。

【0015】

40

本発明の光学系は、光軸を中心に形成された第一透過面と該第一透過面の周囲に環状に形成され像側を向いた第一反射面とを有し前方の物体側に形成された第一面と、光軸を中心に形成された第二透過面と該第二透過面の周囲に環状に形成され前方の物体側を向いた第二反射面とを有し像側に形成された第二面と、第一面と第二面との間に透過面として形成された第三面と、を有した反射屈折光学素子を備えている。

【0016】

このように、本発明の光学系は、反射屈折光学素子を備えているため、前方の物体と略側方の物体の同時観察をすることができる。なお、反射屈折光学素子とは、光の反射作用と屈折作用とを利用する部材を意味する。

【0017】

50

また、本発明の光学系は、前方の物体と略側方の物体とを観察するための光学系において、前方の物体側から順に、反射屈折光学素子を有し負の屈折力を持つ前群、開口絞り、光軸に沿う方向に移動する移動レンズ群を有し正の屈折力を持つ後群が配置されており、移動レンズ群を移動させることにより、前群及び後群の屈折力を相対的に変化させて、観察領域内で前方の物体の像が形成される領域を、拡大又は縮小することを特徴としている。

【 0 0 1 8 】

本発明の光学系は、このように、前方の物体側から入射する光に対してレトロフォーカスタイプの光学系となるように構成されている。

【 0 0 1 9 】

一般に、いわゆるレトロフォーカスタイプの光学系では、前群の負の屈折力と後群の正の屈折力が変化すれば、焦点距離が変化し、同時に、結像面における像が拡大又は縮小する。

【 0 0 2 0 】

そのため、前方の物体側から入射する光に対してレトロフォーカスタイプの光学系として構成されている本発明の光学系も、後群中に設けた移動レンズ群を光軸に沿って移動させると、前群及び後群の屈折力が相対的に変化するため、焦点距離が変化し、同時に、観察領域内で前方の物体の像が形成される領域が拡大又は縮小する。

【 0 0 2 1 】

したがって、本発明の光学系は、移動レンズ群を光軸に沿って移動させるだけで、前方の物体と略側方の物体の同時観察に適した光学系から前方の物体に対する近接拡大観察に適した光学系へと変化することができるようになっている。

【 0 0 2 2 】

また、本発明の光学系は、移動レンズ群が、正の屈折力を持つことが好ましい。

【 0 0 2 3 】

このように、後群に含まれる移動レンズが正の屈折力を持つように構成すれば、その移動レンズ群が物体側に移動することにより、前群の負の屈折力と後群の正の屈折力を相対的に弱めることができる。また、後群は全体として正の屈折力を持つものであるため、後群に含まれる移動レンズ群を正の屈折力を持つレンズ群とすれば、レンズ枚数を削減することができる。

【 0 0 2 4 】

また、本発明の光学系は、後群のうち、最も開口絞りに近いレンズ群が移動レンズであることが好ましい。

【 0 0 2 5 】

このように、後群のうち最も開口絞りに近いレンズ群が移動レンズ群であるということは、移動レンズ群が、前群にも近いということである。そして、移動レンズ群がそのような位置に配置されていると、前群は、移動レンズ群の移動の影響を受けやすくなるので、前群の負の屈折力が変化しやすくなる。つまり、移動レンズ群を大きく移動させなくても、前群の負の屈折力を十分に变化させることができる。

【 0 0 2 6 】

また、本発明の光学系は、次の条件式を満足することが好ましい。

$$1.05 < f_{rc} / f_{rw} < 1.45$$

ただし、 f_{rw} は前方の物体及び略側方の物体を同時観察の際の前記後群の焦点距離、 f_{rc} は観察領域内で前方の物体の像が形成される領域を拡大して観察の際の前記後群の焦点距離である。

【 0 0 2 7 】

この条件式「 $1.05 < f_{rc} / f_{rw} < 1.45$ 」の下限を下回ると、前方の物体と略側方の物体の同時観察時における後群の焦点距離と前方の物体の近接拡大観察時における後群の焦点距離との差が小さくなり過ぎてしまい、それらの観察状態を適切に変化させにくくなってしまふ。一方、上限を上回ると、焦点距離の差が大きくなり過ぎてし

10

20

30

40

50

まい、諸収差のバランスをとることが難しくなってしまう。

【 0 0 2 8 】

以下に、実施例 1 及び実施例 2 に係る光学系について図面を参照して説明する。

【 0 0 2 9 】

なお、光学系断面図の r_1, r_2, \dots 及び d_1, d_2, \dots において下付き文字として示した数字は、数値データにおける面番号 1, 2, \dots に対応している。

【 0 0 3 0 】

また、数値データにおいては、 s は面番号、 r は各面の曲率半径、 d は面間隔、 n_d は d 線（波長 587.56nm）における屈折率、 d は d 線におけるアッペ数、 K は円錐係数、 A_4, A_6, A_8, A_{10} は非球面係数をそれぞれ示している。

10

【 0 0 3 1 】

また、数値データの非球面係数においては、 E は 10 のべき乗を表している。例えば、「 $E - 10$ 」は、10 のマイナス 1 乗を表している。また、各非球面形状は、数値データに記載した各非球面係数を用いて以下の式で表される。ただし、光軸に沿う方向の座標を Z 、光軸と垂直な方向の座標を Y とする。

$$Z = (Y^2 / r) / [1 + \{1 - (1 + k) \cdot (Y / r)^2\}^{1/2}] \\ + A_4 Y^4 + A_6 Y^6 + A_8 Y^8 + A_{10} Y^{10} + \dots$$

【 0 0 3 2 】

また、収差図において、メリジオナル面とは、光学系の光軸と主光線とを含む面（紙面に平行な面）、サジタル面とは、光軸を含みメリジオナル面に垂直な面（紙面に垂直な面）を意味する。本発明の光学系は、メリジオナル面に対して対称であるため、サジタル面についての収差量は、横軸について、負の値を省略している。コマ収差を示す図における、縦軸は収差量（単位 mm）、横軸は開口比（-1 ~ 1）をそれぞれ表している。各線に対応する波長は、図中の右端に記載されている。例えば、実線に対応する波長は、656.27nm である。非点収差を示す図における、縦軸は角度（単位 deg）、横軸は焦点位置（単位 mm）をそれぞれ表している。また、実線（図中の y ）はサジタル面に関して、破線（図中の x ）はメリジオナル面に関して、546.07nm の波長での収差量を表している。

20

【 0 0 3 3 】

ここで、図 1 を用いて、本発明の光学系の反射屈折光学素子に対し、略側方の物体側から入射する光の画角の定義について説明をしておく。図 1 は、本発明の反射屈折光学素子に対し、略側方の物体側から入射する光に関する画角を示す模式図である。

30

【 0 0 3 4 】

反射屈折光学素子 RL の第三面 RLc に、略側方の物体側から入射する光の主光線が入射するが、その主光線と光軸 LC とが、前方の物体側でなす角度が、反射屈折光学素子 RL の略側方の物体側に対する半画角となる。

【 0 0 3 5 】

また、このような反射屈折光学素子 RL の場合、第三面 RLc を介して、前方の物体、すなわち、光軸 LC 上に存在する物体を観察することはできない。そのため、画角には、最小画角 Min と最大画角 Max が存在することになる。このとき、最小画角 Min とは、第三面 RLc を介して観察できる範囲のうち、最も前方の物体側の光の主光線と光軸とがなす角度 Min のことである。一方、最大画角 Max とは、第三面 RLc を介して観察できる範囲のうち、最も像側の光の主光線と光軸とがなす角度 Max のことである。

40

【実施例 1】

【 0 0 3 6 】

以下に、図 2 ~ 図 8 を用いて実施例 1 に係る光学系について詳細に説明する。

【 0 0 3 7 】

まず、図 2 及び図 3 を用いて、本実施例の光学系の構成を説明する。

【 0 0 3 8 】

本実施例の光学系は、前方の物体側からの光の光軸 LC 上に、前方の物体側から順に、

50

全体として負の屈折力を持つ前群 G_f と、開口絞り S と、全体として正の屈折力を持つ後群 G_r と、が配置されている。

【 0 0 3 9 】

前群 G_f は、前方の物体側から順に、第一レンズ群 G_1 と第二レンズ群 G_2 とからなる。

【 0 0 4 0 】

後群 G_r は、第三レンズ群 G_3 からなる。

【 0 0 4 1 】

第一レンズ群 G_1 は、像側に凹面を向けた平凹レンズであるレンズ L_1 により構成されている。

【 0 0 4 2 】

第二レンズ群 G_2 は、前方の物体側から順に、前方の物体側の面が非球面の反射屈折光学素子であるレンズ L_{21} と、像側に凸面を向けた負のメニスカスレンズであるレンズ L_{22} と、平板レンズであるレンズ L_{23} とにより構成されている。

【 0 0 4 3 】

開口絞り S は、レンズ L_{23} の像側の面に、レンズ L_{23} と一体的に配置されている。

【 0 0 4 4 】

第三レンズ群 G_3 は、前方の物体側から順に、光軸上を移動する両凸レンズであるレンズ L_{31} と、両凸レンズであるレンズ L_{32} と、両凹レンズであるレンズ L_{33} と、像側の面が非球面の両凸レンズであるレンズ L_{34} と、平板レンズであるレンズ L_{35} とにより構成されている。なお、レンズ L_{32} の像側の面とレンズ L_{33} の物体側の面とは接合されている。

【 0 0 4 5 】

なお、これらのレンズの形状は、前方の物体側からの光の光軸近傍における形状である。

【 0 0 4 6 】

ここで、図 4 を用いて前方の物体と略側方の物体の観察を同時に行うための反射屈折光学素子であるレンズ L_{21} について詳細に説明する。

【 0 0 4 7 】

反射屈折光学素子であるレンズ L_{21} は、前方の物体側に形成された第一面 $L_{21}a$ と、像側に形成された第二面 $L_{21}b$ と、第一面 $L_{21}a$ と第二面 $L_{21}b$ との間で全周面に形成された第三面 $L_{21}c$ とを有する。

【 0 0 4 8 】

第一面 $L_{21}a$ は、光軸を中心に形成されている第一透過面 $L_{21}a_1$ と、像側を向いて第一透過面 $L_{21}a_1$ の周囲に環状に形成されている第一反射面 $L_{21}a_2$ とを有している。第二面 $L_{21}b$ は、光軸を中心に形成されている第二透過面 $L_{21}b_1$ と、前方の物体側を向いて第二透過面 $L_{21}b_1$ の周囲に環状に形成されている第二反射面 $L_{21}b_2$ とを有している。第三面 $L_{21}c$ は全面が透過面として形成されている。

【 0 0 4 9 】

なお、第一反射面 $L_{21}a_2$ や第二反射面 $L_{21}b_2$ は、蒸着法により形成されている。具体的には、例えば、第一透過面 $L_{21}a_1$ に、第一透過面 $L_{21}a_1$ と同形状のマスクをした上で、第一面 $L_{21}a$ 全体に対してミラーコーティングを施し、その後該マスクを剥がす。このような方法を用いれば、マスクされた部分はミラーコーティングされないため、第一反射面 $L_{21}b_2$ を形成した後でも、第一透過面 $L_{21}a_1$ を透過面として用いることができる。

【 0 0 5 0 】

次に、図 3 及び図 4 を用いて、本実施例の光学系に入射した光の辿る経路を説明する。

【 0 0 5 1 】

本実施例の光学系に前方の物体側から入射する光 L_F は、まず、レンズ L_1 を通過する。そして、レンズ L_1 を通過した光 L_F は、レンズ L_{21} の第一透過面 $L_{21}a_1$ に入射する。その後、第一透過面 $L_{21}a_1$ に入射した光 L_F は、レンズ L_{21} の第二透過面 $L_{21}b_1$ から出射する。第二透過面 $L_{21}b_1$ から出射した光 L_F は、レンズ L_{22} 、レンズ L_{23} 、開口絞り S 、レンズ L_{31} ~ レンズ L_{35} を順に通過し、結像面において、観察領域の中央部に前方の物体

10

20

30

40

50

の像を形成する。

【 0 0 5 2 】

他方、本実施例の光学系に略側方の物体側から入射する光 L_s は、まず、レンズ L_{21} の第三面 $L_{21}c$ に入射する。そして、第三面 $L_{21}c$ に入射した光 L_s は、レンズ L_{21} の第二反射面 $L_{21}b_2$ で反射される。次に、第二反射面 $L_{21}b_2$ で反射された光 L_s は、レンズ L_{21} の第一反射面 $L_{21}a_2$ で反射される。その後、第一反射面 $L_{21}a_2$ で反射された光 L_s は、レンズ L_{21} の第二透過面 $L_{21}b_1$ から出射される。第二透過面 $L_{21}b_1$ から出射した光 L_s は、レンズ L_{22} 、レンズ L_{23} 、開口絞り S 、レンズ $L_{31} \sim$ レンズ L_{35} を順に通過し、結像面において、観察領域の中央部に形成された前方の物体の像の周囲に、環状に、略側方の物体の像を形成する。

10

【 0 0 5 3 】

次に、図 3 及び図 5 を用いて、本実施例の光学系が、前方の物体及び略側方の物体を同時観察に適した状態から前方の物体の近接拡大観察に適した状態への変化と、その際に観察領域に形成される像について説明する。

【 0 0 5 4 】

本実施例の光学系は、前方の物体及び略側方の物体を同時観察する場合（図 3（a）参照）、観察領域（図 5（a）参照）には、その中央領域に前方の物体の像が形成され、その周囲の環状の領域（図 5（a）の斜線で示した領域）に略側方の物体の像が形成されることになる。

【 0 0 5 5 】

20

ところで、本実施例の光学系は、前方の物体側から入射する光に対して、いわゆるレトロフォーカスタイプの光学系となっている。そのため、前群 G_f の負の屈折力と後群 G_r の正の屈折力が、前方の物体及び略側方の物体を同時観察している状態よりも相対的に弱くなれば、観察領域内において前方の物体の像が形成される領域が拡大され、前方の物体の近接拡大観察に適した状態（図 5（b）参照）となる。

【 0 0 5 6 】

具体的には、本発明の光学系は、後群 G_r 、すなわち、第三レンズ群 G_3 に含まれる正の屈折力を持つレンズ L_{31} を有しているため、そのレンズ L_{31} を像側に移動する（図 3（b）参照）。レンズ L_{31} をそのように移動させるだけで、前群 G_f の負の屈折力と後群 G_r の正の屈折力が、前方の物体及び略側方の物体を同時観察している状態よりも相対的に弱くなり、前方の物体を近接して観察するのに適した状態となる。

30

【 0 0 5 7 】

次に、本実施例に係る光学系を構成するレンズの構成及び数値データを示す。

【 0 0 5 8 】

数値データ 1

単位 mm

面データ

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数
s	r	d	n d	d
0 (物体面)		D 0		
1		0.7	1.8830	40.8
2	1.98645	0.7		
3 (非球面)	-17.75837	0.85	1.5163	64.1
4	2.26757	1.787		
5	2.7	2.7		
6	-1.56527	0.6	1.8830	40.8
7	-1.9108	0.1		
8		0.4	1.5163	64.1
9		0		
10 (開口絞り)		D 1 0		

40

50

11	3.49907	1.4	1.7725	49.6
12	-5.5374	D 1 2		
13	24.49464	1.5	1.7292	54.7
14	-2.00692	0.4	1.8467	23.8
15	5.58093	0.1		
16	3.18186	1	1.5163	64.1
17 (非球面)	-5.08989	0.75		
18		2	1.5163	64.1
19		0		
20 (結像面)				10

なお、面番号 5 に係る曲率半径は、反射屈折光学素子であるレンズ L_{21} の第三面 L_{21c} 、すなわち、光軸を中心とした筒状の面の曲率半径であり、また、面番号 5 に係る面間隔は、光軸から面番号 5 の面までの距離である。

【 0 0 5 9 】

非球面データ

面番号	曲率半径	円錐係数	非球面係数			
s	r	k	A_4	A_6	A_8	A_{10}
3	-17.75837	0	3.21E-02	-4.74E-03	-5.46E-05	8.59E-05
17	-5.06969	0	2.15E-02	3.34E-02	6.86E-03	-1.45E-03

【 0 0 6 0 】

各種データ

F ナンバー : 6 . 9

レンズ全長 : 1 4 . 2 m m

バックフォーカス : 0 m m

像高 : 1 . 3 m m

【 0 0 6 1 】

面間隔

	同時観察	近接拡大観察
D 0	9.440	1.505
D 1 0	1.814	0.1
D 1 2	0.1	1.814

移動レンズ群 L_{31} の移動距離 : 1 . 7 4 1 m m

【 0 0 6 2 】

半画角

前方の物体側に対する半画角

同時観察時、近接拡大観察時共通 : 6 9 °

略側方の物体側に対する半画角 (最小画角 ~ 最大画角)

同時観察時 : 7 4 ° ~ 1 1 6 °

近接拡大観察時 : 測定不能

【 0 0 6 3 】

焦点距離

前方の物体側に対する全系焦点距離

同時観察時 : 0 . 6 9 5 m m

近接拡大観察時 : 1 . 1 5 7 4 6 m m

第一レンズ群 G_1 の焦点距離

同時観察時、近接拡大観察時共通 : - 2 . 2 3 7 m m

第二レンズ群 G_2 の前方の物体側に対する焦点距離

同時観察時、近接拡大観察時共通 : - 3 . 9 8 8 m m

第一レンズ群 G_1 と第二レンズ群 G_2 の合成焦点距離

同時観察時、近接拡大観察時共通 : - 1 . 2 8 1 m m

10

20

30

40

50

第三レンズ群 G_3 の焦点距離

同時観察時 (f_{rw}) : 2 . 8 7 4 mm

近接拡大観察時 (f_{rc}) : 3 . 3 5 1 mm

移動レンズ群 L_{31} の焦点距離 (f_m)

同時観察時、近接拡大観察時共通 : 2 . 9 6 3 mm

【 0 0 6 4 】

条件式に係るデータ

$f_{rc} / f_{rw} = 1 . 1 6 6$

【実施例 2】

【 0 0 6 5 】

10

次に、図 9 ~ 図 1 3 を用いて実施例 2 に係る光学系について詳細に説明する。なお、本実施例の光学系における反射屈折光学素子の形状、光学系に入射した光の辿る光路、観察状態の変化方法は、実施例 1 の光学系とほぼ同じであるため、ほぼ同じ構成を有する部材には、同一の符号を付すとともに、それらについての詳細な説明は省略する。

【 0 0 6 6 】

まず、図 9 及び図 1 0 を用いて、本実施例の光学系の構成を説明する。

【 0 0 6 7 】

本実施例の光学系は、前方の物体側からの光の光軸 LC 上に、前方の物体側から順に、全体として負の屈折力を持つ前群 G_f と、開口絞り S と、全体として正の屈折力を持つ後群 G_r と、が配置されている。

20

【 0 0 6 8 】

前群 G_f は、前方の物体側から順に、第一レンズ群 G_1 と第二レンズ群 G_2 とからなる。

【 0 0 6 9 】

後群 G_r は、第三レンズ群 G_3 からなる。

【 0 0 7 0 】

本実施例の光学系は、前方の物体側からの光の光軸 LC 上に、前方の物体側から順に、第一レンズ群 G_1 と第二レンズ群 G_2 とからなり全体として負の屈折力を持つ前群 G_f と、開口絞り S と、第三レンズ群 G_3 からなり全体として正の屈折力を持つ後群 G_r と、が配置されている。

【 0 0 7 1 】

30

第一レンズ群 G_1 は、像側に凹面を向けた平凹レンズであるレンズ L_1 により構成されている。

【 0 0 7 2 】

第二レンズ群 G_2 は、前方の物体側から順に、前方の物体側の面が非球面の反射屈折光学素子であるレンズ L_{21} と、平板レンズであるレンズ L_{22} とにより構成されている。

【 0 0 7 3 】

開口絞り S は、レンズ L_{22} の像側の面に配置されている。

【 0 0 7 4 】

第三レンズ群 G_3 は、前方の物体側から順に、光軸上を移動する両凸レンズであるレンズ L_{31} と、像側に凸面を向けた正のメニスカスレンズであるレンズ L_{32} と、両凹レンズであるレンズ L_{33} と、像側の面が非球面の両凸レンズであるレンズ L_{34} と、平板レンズであるレンズ L_{35} とにより構成されている。なお、レンズ L_{32} の像側の面とレンズ L_{33} の物体側の面とは接合されている。

40

【 0 0 7 5 】

なお、これらのレンズの形状は、前方の物体側からの光の光軸近傍における形状である。

【 0 0 7 6 】

次に、本実施例に係る光学系を構成するレンズの構成及び数値データを示す。

【 0 0 7 7 】

数値データ 2

50

単位 mm

面データ

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数
s	r	d	n d	d
0 (物体面)		D 0		
1		0.7	1.5163	64.1
2	1.58699	0.9		
3 (非球面)	114.08067	0.85	1.5163	64.1
4	2.2	2.6138		
5	3	3		10
6		0.6	1.8830	40.8
7		0.287		
8 (開口絞り)		D 8		
9	5.00915	1.4	1.7725	49.6
10	-3.89454	D 1 0		
11	-23.93361	1.7	1.7292	54.7
12	-2.15	0.4	1.8467	23.8
13	10781.23595	0.1		
14	7.53056	1.25	1.5163	64.1
15 (非球面)	-3.46941	0.85		20
16		2	1.5163	64.1
17		0		
18 (結像面)				

なお、面番号 5 に係る曲率半径は、反射屈折光学素子であるレンズ L_{21} の第三面 L_{21c} 、すなわち、光軸を中心とした筒状の面の曲率半径であり、また、面番号 5 に係る面間隔は、光軸から面番号 5 の面までの距離である。

【 0 0 7 8 】

非球面データ

面番号	曲率半径	円錐係数	非球面係数				
s	r	k	A_4	A_6	A_8	A_{10}	
3	114.08067	0	2.08E-02	-4.13E-03	-5.76E-04	-3.53E-05	30
15	-3.46941	0	2.45E-02	-5.44E-03	9.28E-03	-1.55E-03	

【 0 0 7 9 】

各種データ

F ナンバー : 5 . 3

レンズ全長 : 1 5 . 5 mm

バックフォーカス : 0 mm

像高 : 1 . 3 mm

【 0 0 8 0 】

面間隔

	同時観察	近接拡大観察
D 0	10.828	1.206
D 8	1.749	0.339
D 1 0	0.1	1.510

移動レンズ群 L_{31} の移動距離 : 1 . 4 1 0 mm

【 0 0 8 1 】

半画角

前方の物体側に対する半画角

同時観察時、近接拡大観察時共通 : 6 0 °

略側方の物体側に対する半画角 (最小画角 ~ 最大画角)

同時観察時 : $72^{\circ} \sim 118^{\circ}$

近接拡大観察時 : 測定不能

【0082】

焦点距離

前方の物体側に対する全系焦点距離

同時観察時 : 0.754 mm

近接拡大観察時 : 1.154 mm

第一レンズ群 G_1 の焦点距離

同時観察時、近接拡大観察時共通 : -3.062 mm

第二レンズ群 G_2 の前方の物体側に対する焦点距離

同時観察時、近接拡大観察時共通 : -4.340 mm

第一レンズ群 G_1 と第二レンズ群 G_2 の合成焦点距離

同時観察時、近接拡大観察時共通 : -1.497 mm

第三レンズ群 G_3 の焦点距離

同時観察時 (f_{rw}) : 2.978 mm

近接拡大観察時 (f_{rc}) : 3.740 mm

移動レンズ群 L_{31} の焦点距離 (f_m)

同時観察時、近接拡大観察時共通 : 3.031 mm

【0083】

条件式に係るデータ

$$f_{rc} / f_{rw} = 1.256$$

【0084】

なお、上記各実施例においては、前方の物体を近接拡大観察することについてのみ記載しているが、略側方の物体を近接拡大観察できるようにしても良い。

【0085】

また、上記各実施例における移動レンズ群以外の移動レンズを備え、それを移動させることにより、観察領域に形成される前方の物体の像を変倍するようにしても良い。

【0086】

また、上記各実施例においては、近接拡大観察時においても略側方の物体の像が殆ど形成されない位置まで移動レンズ群を移動させているが、近接拡大観察時にも略側方の物体の像がある程度観察領域に形成されるような位置に、移動レンズ群を移動させても良い。すなわち、上記各実施例においては、前方の物体及び略側方の物体の同時観察と前方の物体の近接拡大観察のいずれか一方の状態のみを示しているが、当然のことながら、その中間の状態となるように移動レンズ群を移動させて使用してもかまわない。

【0087】

また、上記各実施例においては、前方の物体及び略側方の物体の同時観察時と前方の物体の近接拡大観察時における焦点合わせについては言及していない。ここで、例えば、前群や後群の屈折力が大きく変化しない程度に、移動レンズ群を移動させて焦点合わせを行うようにしても良い。

【0088】

また、本発明の光学系のレンズ群を構成するレンズは、上記各実施例により示された形状や枚数に限定されるものではなく、反射屈折光学素子を含む種々の光学系も含まれる。

【0089】

また、上記各実施例においては配置されていないが、光学系の像側に撮像素子を配置したり、光学系とその撮像素子との間にIRカットコートを施したローパスフィルターやCDカバーガラス等を配置したりしても良い。

【0090】

また、上記各実施例においては、光学系は、3つのレンズ群により構成されているが、本発明の光学系は、これらの例に限定されるものではなく、2つのレンズ群又は4つ以上のレンズ群により構成しても良い。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 1 】

また、上記各実施例においては、反射屈折光学素子の第三面は、前方の物体側の径と像側の径とが、略一致するような形状となっているが、前方の物体側の径よりも像側の径が大きい形状のものや、前方の物体側の径よりも像側の径が小さい形状のものをを用いても良い。なお、前方の物体側の径とは、第三面における最も前方の物体側の位置での、光軸に垂直な面内における径をいい、像側の径とは、第三面における最も像側の位置での、光軸に垂直な面内における径をいう。さらに、上記各実施例において、反射屈折光学素子の第三面は、第一面と第二面との間において全周面にわたって形成されているが、必ずしも、全周面にわたって形成されている必要はなく、周面の一部のみを透過面として形成しても良い。

10

【 0 0 9 2 】

また、上記各実施例においては、反射屈折光学素子を1つのレンズで構成しているが、本発明の光学系の反射屈折光学素子は、接合レンズで構成しても良い。

【 0 0 9 3 】

さらに、上記各実施例においては、第一反射面や第二反射面を、蒸着法により形成しているが、その形成方法は、上記の方法に限定されるものではない。

【符号の説明】

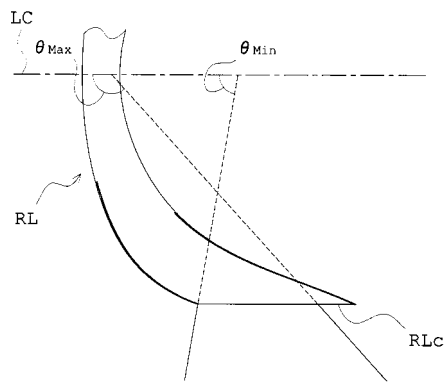
【 0 0 9 4 】

G_f	前群	
G_r	後群	
G_1	第一レンズ群	
G_2	第二レンズ群	
G_3	第三レンズ群	
L_C	光軸	
L_F	反射屈折光学素子に前方の物体側から入射する光	
L_S	反射屈折光学素子に略側方の物体側から入射する光	
$L_1, L_{21}, L_{22}, L_{23}, L_{31}, L_{32}, L_{33}, L_{34}, L_{35}$	レンズ	
$L_{21}a$	第一面	
$L_{21}a_1$	第一透過面	
$L_{21}a_2$	第一反射面	
$L_{21}b$	第二面	
$L_{21}b_1$	第二透過面	
$L_{21}b_2$	第二反射面	
$L_{21}c, RLc$	第三面	
RL	反射屈折光学素子	
S	開口絞り	

20

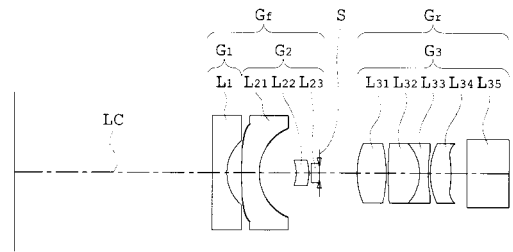
30

【図 1】

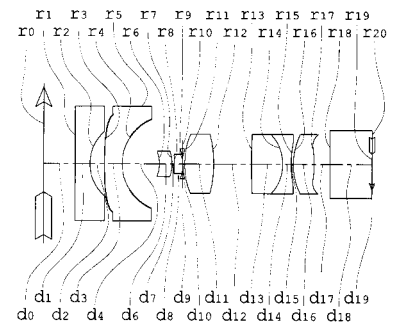


【図 2】

(a)

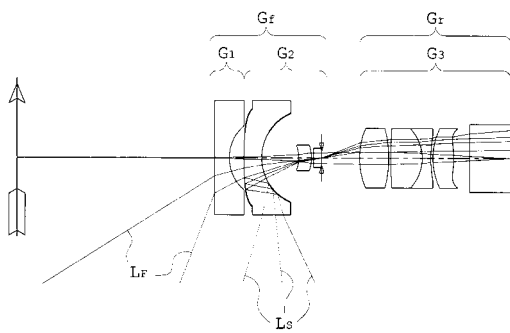


(b)

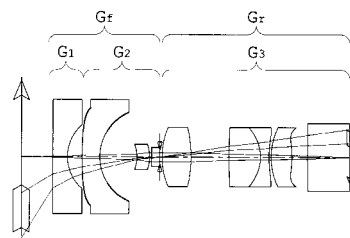


【図 3】

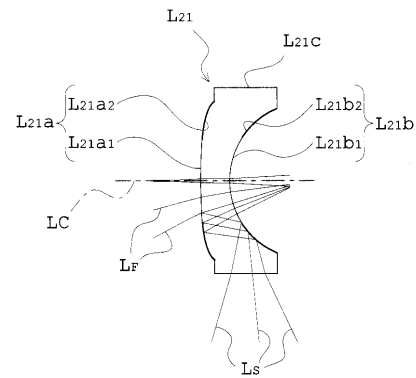
(a)



(b)

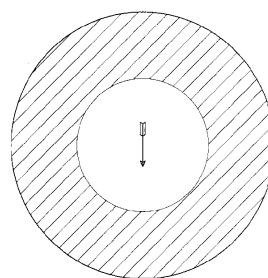


【図 4】

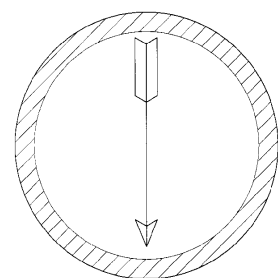


【図 5】

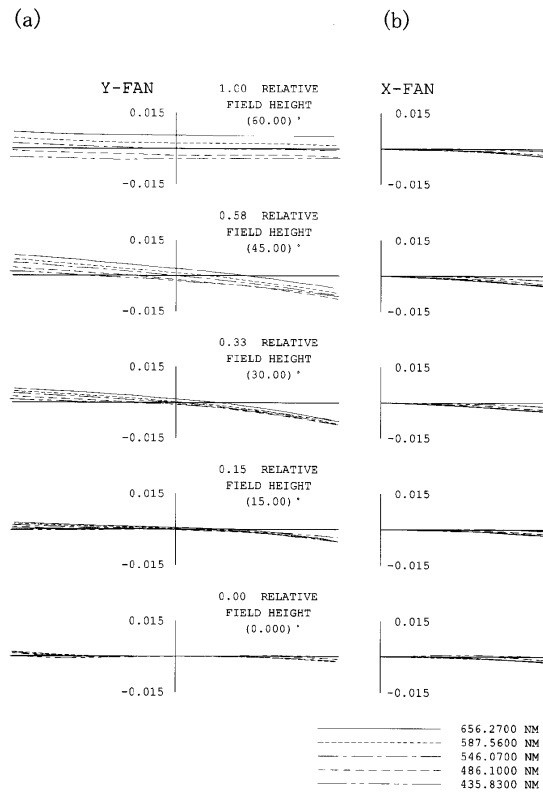
(a)



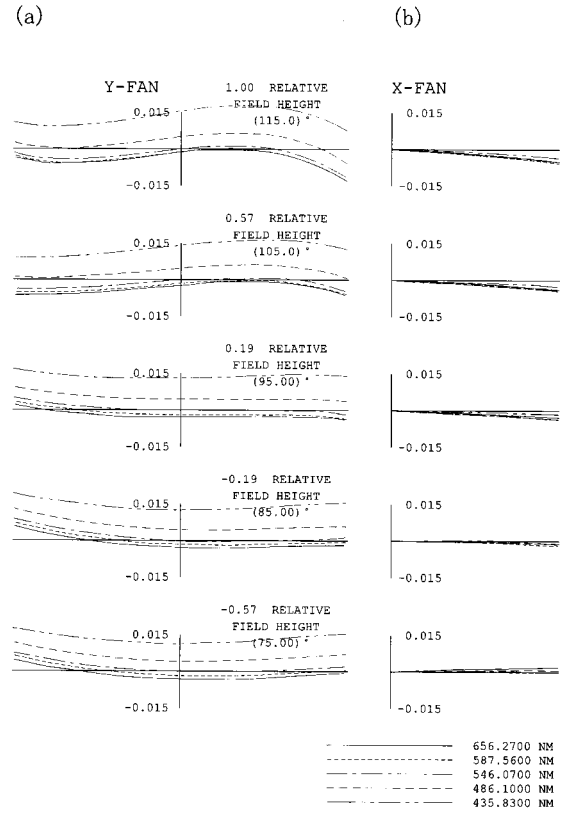
(b)



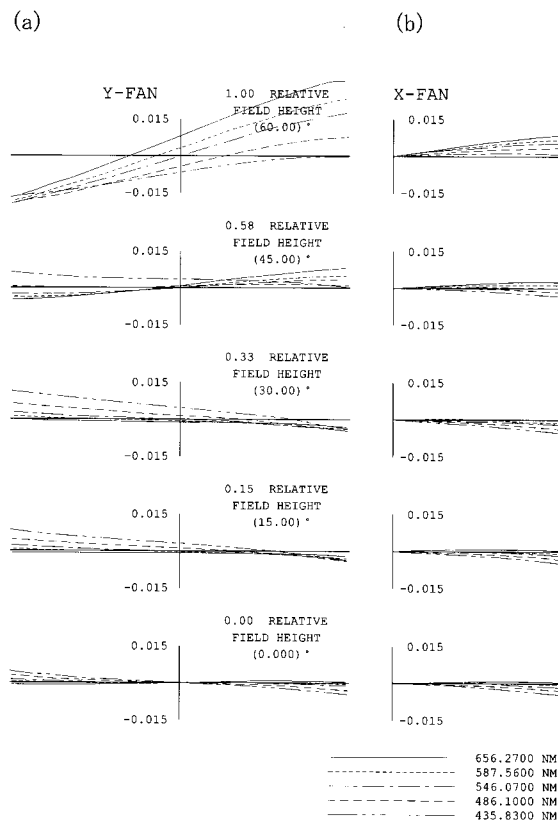
【図 6】



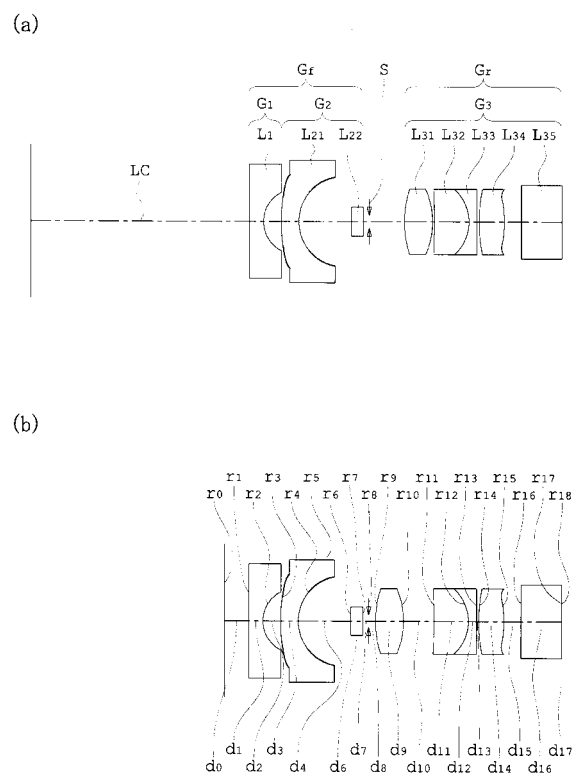
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【 図 1 1 】

(a)



Y-FAN

1.00 RELATIVE
FIELD HEIGHT
(60.00) °

0.015

-0.015

X-FAN

0.015

-0.015

0.58 RELATIVE
FIELD HEIGHT
(45.00) °

0.015

-0.015

0.33 RELATIVE
FIELD HEIGHT
(30.00) °

0.015

-0.015

0.15 RELATIVE
FIELD HEIGHT
(15.00) °

0.015

-0.015

0.00 RELATIVE
FIELD HEIGHT
(0.000) °

0.015

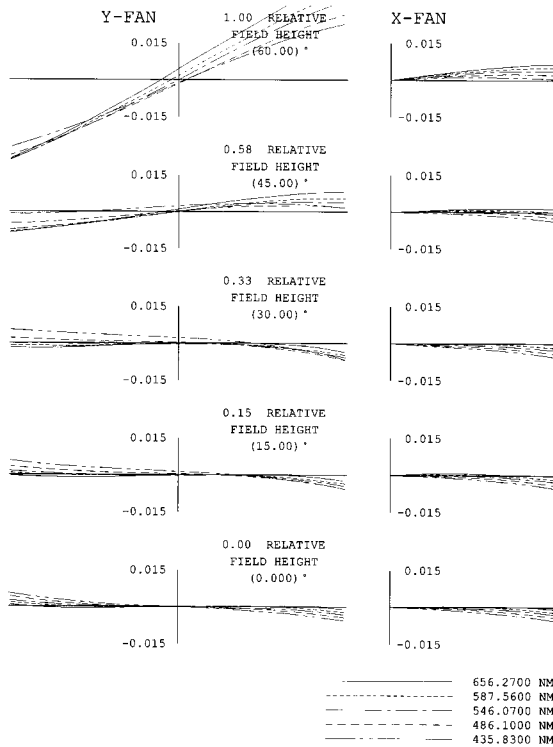
-0.015

— 656.2700 NM
- - 587.5600 NM
— 546.0700 NM
- - 486.1000 NM
— 435.8300 NM

【圖 13】

(b)

(b)



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
G 0 2 B 23/26 (2006.01) G 0 2 B 23/26 C
A 6 1 B 1/00 (2006.01) A 6 1 B 1/00 3 0 0 Y

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 2 B 9 / 0 0 - 1 7 / 0 8
G 0 2 B 2 1 / 0 2 - 2 1 / 0 4
G 0 2 B 2 5 / 0 0 - 2 5 / 0 4

专利名称(译)	光学系统和具有该光学系统的内窥镜设备		
公开(公告)号	JP5479818B2	公开(公告)日	2014-04-23
申请号	JP2009195743	申请日	2009-08-26
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	水澤聖幸		
发明人	水澤 聖幸		
IPC分类号	G02B15/22 G02B17/08 G02B13/24 G02B13/06 G02B13/04 G02B23/26 A61B1/00		
FI分类号	G02B15/22 G02B17/08.A G02B13/24 G02B13/06 G02B13/04 G02B23/26.C A61B1/00.300.Y A61B1/00.731 A61B1/00.735		
F-TERM分类号	2H040/BA02 2H040/CA23 2H087/KA10 2H087/LA03 2H087/LA07 2H087/MA01 2H087/MA07 2H087/PA06 2H087/PA18 2H087/PB07 2H087/QA01 2H087/QA07 2H087/QA18 2H087/QA22 2H087/QA25 2H087/QA34 2H087/QA42 2H087/QA45 2H087/RA04 2H087/RA05 2H087/RA13 2H087/RA32 2H087/RA42 2H087/RA43 2H087/RA44 2H087/TA01 2H087/TA04 2H087/TA06 4C061/BB05 4C061/FF40 4C061/PP12 4C161/BB05 4C161/FF40 4C161/PP12		
审查员(译)	荣信原田		
其他公开文献	JP2011048086A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种光学系统，能够同时观察前方物体和近侧物体，并近距离放大观察前方物体。ŽSOLUTION：光学系统通过布置包括折反射元件并具有负屈光力的前组，孔径光阑和后组，后组包括沿光轴方向移动并具有正屈光力的移动透镜组从前面的物体一侧。反射折射元件具有第一表面和第一反射表面，第一表面具有以光轴为中心形成的第一透射表面，第一反射表面环绕第一透射表面形成并面向像侧，并形成在前面的物体侧，第二表面上表面具有以光轴为中心形成的第二透射表面和第二反射表面，第二反射表面环绕第二透射表面形成并面向物体的前侧，并形成在像侧，第三表面形成透射第一表面和第二表面之间的表面。通过移动移动透镜组，前组的屈光力和后组的屈光力相对改变，以放大或缩小在观察区域中形成前方物体的图像的区域。Ž

