

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第6081683号
(P6081683)

(45) 発行日 平成29年2月15日(2017.2.15)

(24) 登録日 平成29年1月27日(2017.1.27)

(51) Int.Cl.

F 1

G O 2 B 13/04 (2006.01)

G O 2 B 13/04 D

A 6 1 B 1/00 (2006.01)

A 6 1 B 1/00

G O 2 B 23/26 (2006.01)

G O 2 B 23/26

請求項の数 8 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2016-567706 (P2016-567706)
 (86) (22) 出願日 平成28年6月3日(2016.6.3)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2016/066668
 審査請求日 平成28年11月11日(2016.11.11)
 (31) 優先権主張番号 特願2015-121162 (P2015-121162)
 (32) 優先日 平成27年6月16日(2015.6.16)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都八王子市石川町2951番地
 (74) 代理人 100123962
 弁理士 斎藤 圭介
 (74) 代理人 100120204
 弁理士 平山 巖
 (72) 発明者 加茂 裕二
 東京都八王子市石川町2951番地 オリ
 ンパス株式会社内

審査官 堀井 康司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡用対物光学系

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、負の第1レンズと、物体側に凸面を向けた正の第2メニスカスレンズと、明るさ絞りと、両凸形状の第3レンズと、両凸形状の第4レンズと負の第5レンズとが接合され全体として正の接合レンズと、が配置され、

以下の条件式(1)、(2)、(9)を満たすことを特徴とする内視鏡用対物光学系。

$$-3 \leq f_1 / I h \leq -1.2 \quad \dots (1)$$

$$0.25 \leq L_{3-5} / L \leq 0.7 \quad \dots (2)$$

$$0.2 \leq r_2 / r_3 \leq 0.8 \quad \dots (9)$$

ここで、

f_1 は、前記第1レンズの焦点距離、

$I h$ は、前記内視鏡用対物光学系の最大像高、

L_{3-5} は、前記第3レンズの物体側の面から前記第5レンズの像側の面までの光軸に沿った距離、

L は、前記第1レンズの物体側の面から像面までの光軸に沿った距離、

r_2 は、前記第1レンズの像側の面の曲率半径、

r_3 は、前記第2メニスカスレンズの物体側の面の曲率半径、

である。

【請求項 2】

以下の条件式(3)、(4)を満たすことを特徴とする請求項1に記載の内視鏡用対物

光学系。

$$0.5 \quad d_{5i} / d_{23} \quad 1 \quad 0 \quad \dots (3)$$

$$3 \quad L / d_{23} \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad \dots (4)$$

ここで、

d_{5i} は、前記第 5 レンズの像側の面から像面までの光軸に沿った距離、

d_{23} は、前記第 2 メニスカスレンズの像側の面から前記第 3 レンズの物体側の面までの光軸に沿った距離、

L は、前記第 1 レンズの物体側の面から像面までの光軸に沿った距離、

である。

【請求項 3】

10

前記第 1 レンズの形状が物体側に平面を向けた平凹形状であることを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡用対物光学系。

【請求項 4】

以下の条件式 (5) を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡用対物光学系。

$$7 \quad f_2 / I_h \quad 2 \quad 0 \quad 0 \quad \dots (5)$$

ここで、

f_2 は、前記第 2 メニスカスレンズの焦点距離、

I_h は、前記内視鏡用対物光学系の最大像高、

である。

【請求項 5】

20

以下の条件式 (6) を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡用対物光学系。

$$-2 \quad f_{12} / f_{345} \quad -0.5 \quad 5 \quad \dots (6)$$

ここで、

f_{12} は、前記第 1 レンズから前記第 2 メニスカスレンズまでの合成焦点距離、

f_{345} は、前記第 3 レンズから前記第 5 レンズまでの合成焦点距離、

である。

【請求項 6】

以下の条件式 (7) を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡用対物光学系。

$$2 \quad f_2 / f_3 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad \dots (7)$$

ここで、

f_2 は、前記第 2 メニスカスレンズの焦点距離、

f_3 は、前記第 3 レンズの焦点距離、

である。

【請求項 7】

以下の条件式 (8) を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡用対物光学系。

$$0.4 \quad f_1 / f_5 \quad 2 \quad \dots (8)$$

ここで、

f_1 は、前記第 1 レンズの焦点距離、

f_5 は、前記第 5 レンズの焦点距離、

である。

【請求項 8】

以下の条件式 (10) を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡用対物光学系

。

$$2 \quad d_3 / d_{34} \quad 1 \quad 5 \quad \dots (10)$$

ここで、

d_3 は、前記第 3 レンズの肉厚、

d_{34} は、前記第 3 レンズの像側の面から前記第 4 レンズの物体側の面までの光軸に沿った距離、

である。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡用対物光学系に関するもので、例えば医療分野や工業分野などで用いられる内視鏡装置に利用できる内視鏡用対物光学系に関する。

【背景技術】

【0002】

内視鏡は、医療分野及び工業分野で広く使用されている装置である。特に医療分野においては、体腔内に挿入された内視鏡により得られる画像により、観察部位の診断や治療に利用されている。

【0003】

10

内視鏡の光学系は、適切なFナンバーを設定することにより、近点物体から遠点物体までピントの合った画像を取得できる。また、レンズ径や光学全長を小さくすることにより、径が細く、挿入時に苦しくなく、さらに体内で小回りの効く内視鏡を構成できる。近年は、さらに高画質で小型な内視鏡が求められるようになってきている。

これまでに小型な内視鏡用対物光学系として、例えば、特許文献1、2、3に提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2004-061763号公報

20

【特許文献2】特開2009-223183号公報

【特許文献3】国際公開第10/119640号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

内視鏡により取得される画像を高画質化するためには、撮像素子の画素数を増やして、光学系の収差をそれに応じて補正しておく必要がある。しかしながら、それだけでは撮像素子の撮像領域のサイズが大きくなり、光学系も大型化してしまう。このため、画素ピッチを小さくして撮像領域のサイズを小さくし、それに対応して対物光学系も係数倍縮小しておく必要もある。

30

【0006】

しかしながら、この方法には2つの考慮すべき問題がある。1つ目の問題は、Fナンバーに起因する問題である。光学系の大きさを、そのまま係数倍して縮小すると、明るさ絞りの大きさも係数倍小さくなる。このため、小さい明るさ絞りの回折による光学性能の劣化が発生してしまう。このため、光学系のFナンバーを明るくした設計をしておかないと、良好な光学性能が達成できなくなる。一般的に、Fナンバーが明るくなると収差補正が難しくなり、レンズ枚数を増やす必要があり、光学系が大型化してしまう傾向にある。

【0007】

2つ目の問題は、製造の際のばらつきの問題である。光学性能を確保するためには、光学系の大きさを単純に係数倍した場合、光学系の製造ばらつきも同じように係数倍縮小しておく必要がある。

40

【0008】

例えば、製造ばらつきに強くする方法、即ち、光学設計者側の視点から見て、同じ製造ばらつきに対して、光学性能を劣化しにくくする方法として、各レンズの屈折力を小さくする方法がある。しかしながら、屈折力を小さくすると、光学系は大型化してしまう。そのため、内視鏡用の対物光学系への適用を想定した場合、内視鏡用の対物光学系に必要な小型化という条件を満足できなくなってしまう。

【0009】

また、レンズ調心などの工程を加えて、製造ばらつきを少なくして良好な光学性能を確保することは可能である。しかしながら、あらたな工程が加わると、組み立てコストが上

50

昇してしまうなど問題がある。このように、小型化と低コストの両方を十分考慮した光学系にする必要が生じる。

【 0 0 1 0 】

以上のように、光学系を係数倍だけ縮小する場合は、縮小することによる影響を十分考慮しないと、良好な光学性能を確保することができない。

【 0 0 1 1 】

特許文献 1 に提案されている内視鏡対物レンズは、少ないレンズ枚数で構成しているが、実施例の F ナンバーは 6 程度であり、係数倍によって小型化した際の光学性能や製造ばらつきは考慮されていない。そのため、撮像素子の画素ピッチの縮小による小型化は限界がある。

10

【 0 0 1 2 】

特許文献 2 に提案されている内視鏡用対物レンズは、少ないレンズ枚数で構成し、実施例の F ナンバーは 3 . 5 程度である。しかしながら、例えば、軸上色収差は高画素向けには不十分な光学性能であって、良好な光学性能を満たすには限界がある。

【 0 0 1 3 】

特許文献 3 に提案されている対物光学系は、その実施例 6 ~ 8 は、少ないレンズ枚数で構成している。しかしながら、レンズ群の一部が移動するフォーカス光学系になっているため、全長は比較的大きくなってしまふ。そのため、全長の小型化には不向きな構成である。

【 0 0 1 4 】

20

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、その目的は、小型で、良好な光学性能と明るい F ナンバーを有する内視鏡用対物光学系を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 5 】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、以下の手段を提供する。

本発明の一態様は、物体側から順に、負の第 1 レンズと、物体側に凸面を向けた正の第 2 メニスカスレンズと、明るさ絞りと、両凸形状の第 3 レンズと、両凸形状の第 4 レンズと負の第 5 レンズとが接合され全体として正の接合レンズと、が配置され、

以下の条件式 (1)、(2)、(9) を満たすことを特徴とする内視鏡用対物光学系である。

30

$$- 3 \quad f_1 / I h \quad - 1 . 2 \quad \dots (1)$$

$$0 . 2 5 \quad L_{3_5} / L \quad 0 . 7 \quad \dots (2)$$

$$0 . 2 \quad r_2 / r_3 \quad 0 . 8 \quad \dots (9)$$

ここで、

f_1 は、第 1 レンズの焦点距離、

$I h$ は、内視鏡用対物光学系の最大像高、

L_{3_5} は、第 3 レンズの物体側の面から第 5 レンズの像側の面までの光軸に沿った距離

、

L は、第 1 レンズの物体側の面から像面までの光軸に沿った距離、

r_2 は、前記第 1 レンズの像側の面の曲率半径、

40

r_3 は、前記第 2 メニスカスレンズの物体側の面の曲率半径、

である。

【発明の効果】

【 0 0 1 6 】

本発明の一実施形態に係る内視鏡用対物光学系は、小型で、良好な光学性能と明るい F ナンバー、例えば F ナンバーが 3 程度を有するという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 7 】

【図 1】本発明の一実施形態に係る内視鏡用対物光学系の断面構成を示す図である。

【図 2】(a) は、本発明の実施例 1 に係る内視鏡用対物光学系の断面構成を示す図であ

50

り、(b)、(c)、(d)、(e)は、それぞれ球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)及び倍率色収差(CC)を示す収差図である。

【図3】(a)は、本発明の実施例2に係る内視鏡用対物光学系の断面構成を示す図であり、(b)、(c)、(d)、(e)は、それぞれ球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)及び倍率色収差(CC)を示す収差図である。

【図4】(a)は、本発明の実施例3に係る内視鏡用対物光学系の断面構成を示す図であり、(b)、(c)、(d)、(e)は、それぞれ球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)及び倍率色収差(CC)を示す収差図である。

【図5】(a)は、本発明の実施例4に係る内視鏡用対物光学系の断面構成を示す図であり、(b)、(c)、(d)、(e)は、それぞれ球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)及び倍率色収差(CC)を示す収差図である。

10

【図6】(a)は、本発明の実施例5に係る内視鏡用対物光学系の断面構成を示す図であり、(b)、(c)、(d)、(e)は、それぞれ球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)及び倍率色収差(CC)を示す収差図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、実施形態に係る内視鏡用対物光学系について、図面を用いて、このような構成をとった理由と作用を説明する。なお、以下の実施形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0019】

20

図1は、本実施形態に係る内視鏡用対物光学系の断面構成を示す図である。

【0020】

本実施形態に係る内視鏡用対物光学系は、物体側から順に、負の第1レンズL1と、赤外吸収フィルタF1と、物体側に凸面を向けた正の第2メニスカスレンズL2と、明るさ絞りSと、両凸形状の第3レンズL3と、両凸形状の第4レンズL4と負の第5レンズL5とが接合され全体として正の接合レンズCLと、が配置され、

以下の条件式(1)、(2)を満たすことを特徴とする。

$$-3 \leq f_1 / I_h \leq -1.2 \quad \dots (1)$$

$$0.25 \leq L_{3-5} / L \leq 0.7 \quad \dots (2)$$

ここで、

30

f_1 は、第1レンズL1の焦点距離、

I_h は、内視鏡用対物光学系の最大像高、

L_{3-5} は、第3レンズL3の物体側の面から第5レンズL5の像側の面までの光軸AXに沿った距離、

Lは、第1レンズL1の物体側の面から像面Iまでの光軸AXに沿った距離、である。

【0021】

まず、内視鏡に使用できる小型で良好な光学性能を有する対物光学系を構成するために、最も物体側に負の第1レンズL1を配置している。これにより、対物光学系の構成として、レトロフォーカスタイプの構成を採ることができるようにしている。

40

【0022】

そして、第1レンズL1の像側に、物体側に凸面を向けた正の第2メニスカスレンズL2を配置した。このようにすることで、負の第1レンズL1で発生する収差を補正する。

【0023】

第2メニスカスレンズL2の像側に、明るさ絞りS、両凸形状の正の第3レンズL3を配置している。第3レンズL3は、主に結像に寄与する。そこで、第3レンズL3の正屈折力によって、光束を収束させている。

【0024】

第3レンズL3の像側の周辺の光線高が高くなる位置に、両凸形状の正の第4レンズL4と負の第5レンズL5が接合された接合レンズCLを配置している。接合レンズCLに

50

より色収差を補正する。接合レンズC Lは、正の第3レンズL 3と共に結像に寄与するように、全体として正の屈折力で構成している。

【0025】

このような構成において、レトロフォーカスタイプを構成しつつ全長を短縮化するためには、負の第1レンズL 1は比較的大きな負屈折力が必要となる。第1レンズL 1の負屈折力をあまり大きくしすぎると、球面収差、コマ収差などの発生量が大きくなる。このため、良好な光学性能を得られなくなり、製造ばらつきによる光学性能の劣化が大きくなってしまう。第1レンズL 1の負の屈折力を適切に設定することにより、Fナンバーが明るい対物光学系で、良好な光学性能と小型化の両方が達成可能になる。

【0026】

このようなことから、本実施形態に係る内視鏡用対物光学系では、以下の条件式(1)を満たすことが望ましい。

$$-3 \leq f_1 / I_h \leq -1.2 \quad \dots (1)$$

ここで、

f_1 は、第1レンズL 1の焦点距離、

I_h は、内視鏡用対物光学系の最大像高、である。

【0027】

条件式(1)の上限値を上回ると、負屈折力が大きくなりすぎる。これにより、球面収差、コマ収差の補正が不十分となり、光学性能が悪化してしまう。

条件式(1)の下限値を下回ると、負屈折力が小さくなりすぎる。これにより、内視鏡用対物光学系の全長が大きくなってしまい、小型化することができない。

【0028】

なお、条件式(1)に代えて、以下の条件式(1')を満たすことが望ましい。

$$-2.5 \leq f_1 / I_h \leq -1.25 \quad \dots (1')$$

なお、好ましくは以下の条件式を満たすのが良い。

さらに、条件式(1)に代えて、以下の条件式(1'')を満たすことがより望ましい。

$$-1.8 \leq f_1 / I_h \leq -1.3 \quad \dots (1'')$$

【0029】

また、内視鏡用対物光学系の小型化のためには、一般的に各レンズの肉厚と間隔を小さくすることが望ましい。ここで、正レンズは、レンズの縁肉を確保しなければならないため、ある程度の肉厚が必要となる。

【0030】

本実施形態の内視鏡用対物光学系は、Fナンバーが明るいので、光線高が大きくなる。この結果、正レンズの縁肉の確保も難しくなる。そこで、光学全長に対して、レンズの間隔、肉厚を適切に設定することが望ましい。このようにすることにより、Fナンバーが明るい小型な内視鏡用対物光学系を得ることができる。

【0031】

このようなことから、本実施形態に係る内視鏡用対物光学系では、以下の条件式(2)を満たすことが望ましい。

$$0.25 \leq L_{3-5} / L \leq 0.7 \quad \dots (2)$$

ここで、

L_{3-5} は、第3レンズL 3の物体側の面から第5レンズL 5の像側の面までの光軸AXに沿った距離、

Lは、第1レンズL 1の物体側の面から像面までの光軸AXに沿った距離、である。

【0032】

条件式(2)の上限値を上回ると、光学全長が小さくなりすぎ、個々のレンズの屈折力が大きくなる。これにより、良好な光学性能を得ることができない。

条件式(2)の下限値を下回ると、光学全長が大きくなりすぎてしまう。このため、内

10

20

30

40

50

視鏡用対物光学系の小型化が困難になるか、または正レンズの縁肉が小さくなりすぎ、レンズの生産性が悪化してしまう。

【 0 0 3 3 】

なお、条件式 (2) に代えて、以下の条件式 (2 ') を満たすことが望ましい。

$$0.3 \leq L_{3-5} / L \leq 0.6 \quad \dots (2')$$

さらに、条件式 (2) に代えて、以下の条件式 (2 ") を満たすことがより望ましい。

$$0.3 \leq L_{3-5} / L \leq 0.5 \quad \dots (2'')$$

【 0 0 3 4 】

また、内視鏡用対物光学系の小型化のためには、バックフォーカスも短くすることが好ましい。ここで、製造ばらつきによって、ピント位置が設計値に対してずれる場合がある。このため、ピント位置を調整するためにレンズ間隔をあけておく必要がある。また、明るさ絞り S をはさんだ第 2 メニスカスレンズ L 2、第 3 レンズ L 3 の間隔を空けると、周辺光線の光線高が高くなり収差補正に効果的である。ここで、第 2 メニスカスレンズ L 2、第 3 レンズ L 3 の間隔を空けると、前玉径が大きくなること、光学系の全長が長くなること等により小型化が困難になる。

10

【 0 0 3 5 】

このようなことから、本実施形態に係る内視鏡用対物光学系では、以下の条件式 (3)、(4) を満たすことが望ましい。

$$0.5 \leq d_{5i} / d_{23} \leq 1.0 \quad \dots (3)$$

$$3 \leq L / d_{23} \leq 10 \quad \dots (4)$$

20

ここで、

d_{5i} は、第 5 レンズ L 5 の像側の面から像面までの光軸 A X に沿った距離、

d_{23} は、第 2 メニスカスレンズ L 2 の像側の面から第 3 レンズ L 3 の物体側の面までの光軸 A X に沿った距離、

L は、第 1 レンズ L 1 の物体側の面から像面までの光軸 A X に沿った距離、である。

【 0 0 3 6 】

条件式 (3)、(4) の上限値を上回ると、バックフォーカスが大きくなり、光学系の全長が大きくなってしまふこと、または、第 2 メニスカスレンズ L 2 と第 3 レンズ L 3 の間隔が小さくなり、画面周辺の収差を低減しにくくなることが生ずる。

30

条件式 (3)、(4) の下限値を下回ると、バックフォーカスが小さくなり、ピント調整が出来なくなってしまうか、または第 2 メニスカスレンズ L 2 と第 3 レンズ L 3 の間隔が大きくなりすぎ、光学系の全長や前玉径が大きくなってしまふ。

【 0 0 3 7 】

なお、条件式 (3)、(4) に代えて、以下の条件式 (3 ')、(4 ') を満たすことが望ましい。

$$0.7 \leq d_{5i} / d_{23} \leq 0.8 \quad \dots (3')$$

$$4 \leq L / d_{23} \leq 6 \quad \dots (4')$$

【 0 0 3 8 】

さらに、条件式 (3)、(4) に代えて、以下の条件式 (3 ")、(4 ") を満たすことがより望ましい。

40

$$1 \leq d_{5i} / d_{23} \leq 0.7 \quad \dots (3'')$$

$$5 \leq L / d_{23} \leq 3 \quad \dots (4'')$$

【 0 0 3 9 】

また、第 1 レンズ L 1 については、以下の構成にすることが好ましい。内視鏡による観察では、第 1 レンズ L 1 の物体側のレンズ面に汚れや血液などが付着したとき、内視鏡先端に設けられたノズルから水を射出することでレンズ面の洗浄を行う。洗浄の際、第 1 レンズ L 1 の物体側のレンズ面の形状が凸形状の場合、汚れが落ちにくくなってしまふ。また、第 1 レンズ L 1 の物体側のレンズ面が凹形状の場合、水が溜まるなどの水切れが良好でなくなってしまう。さらに、第 1 レンズ L 1 の物体側のレンズ面が凸形状の場合、衝撃

50

によるキズや割れが発生しやすくなる。

【 0 0 4 0 】

そこで、負の第 1 レンズ L 1 を平凹レンズとすると共に、物体側に平面を向けるように負の第 1 レンズ L 1 を配置している。このようにすることで、観察中の水きれを良好にすると共に、衝撃によるレンズ割れを軽減している。

【 0 0 4 1 】

また、正の第 2 メニスカスレンズ L 2 は、主に第 1 レンズ L 1 で発生した収差を補正するため、以下の条件式 (5) を満足することが好ましい。

$$7 \quad f_2 / I h \quad 200 \quad \dots (5)$$

ここで、

f_2 は、第 2 メニスカスレンズ L 2 の焦点距離、

$I h$ は、内視鏡用対物光学系の最大像高、

である。

【 0 0 4 2 】

条件式 (5) の上限値を上回ると、正の第 2 メニスカスレンズ L 2 の屈折力が小さくなりすぎる。これにより、第 1 レンズ L 1 で発生するコマ収差や倍率色収差が十分に補正されずに残存してしまう。

条件式 (5) の下限値を下回ると、正の第 2 メニスカスレンズ L 2 の屈折力が大きくなりすぎる。これにより、コマ収差や倍率色収差が補正過剰になること、または第 1 レンズ L 1 の凹面が深くなりすぎてレンズ加工が困難になることを生じてしまう。

【 0 0 4 3 】

なお、条件式 (5) に代えて、以下の条件式 (5') を満たすことが望ましい。

$$9 \quad f_2 / I h \quad 180 \quad \dots (5')$$

さらに、条件式 (5) に代えて、以下の条件式 (5'') を満たすことがより望ましい。

$$11 \quad f_2 / I h \quad 160 \quad \dots (5'')$$

【 0 0 4 4 】

また、明るさ絞り S の前後のレンズ構成により、画面周辺の収差と全長のバランスを取るために、以下の条件式 (6) を満たすことが好ましい。

$$-2 \quad f_{12} / f_{345} \quad -0.55 \quad \dots (6)$$

ここで、

f_{12} は、第 1 レンズ L 1 から第 2 メニスカスレンズ L 2 までの合成焦点距離、

f_{345} は、第 3 レンズ L 3 から第 5 レンズ L 5 までの合成焦点距離、

である。

【 0 0 4 5 】

条件式 (6) の上限値を上回ると、画面周辺のコマ収差、非点収差が悪化してしまう。

条件式 (6) の下限値を下回ると、光学系の全長が長くなってしまうため、小型化が困難となる。

【 0 0 4 6 】

なお、条件式 (6) に代えて、以下の条件式 (6') を満たすことが望ましい。

$$-1.6 \quad f_{12} / f_{345} \quad -0.6 \quad \dots (6')$$

さらに、条件式 (6) に代えて、以下の条件式 (6'') を満たすことがより望ましい。

$$-1.2 \quad f_{12} / f_{345} \quad -0.6 \quad \dots (6'')$$

【 0 0 4 7 】

また、正の第 2 メニスカスレンズ L 2 と正の第 3 レンズ L 3 は、正の第 3 レンズ L 3 に主な結像作用を持たせるため、以下の条件式 (7) を満たすことが好ましい。

$$2 \quad f_2 / f_3 \quad 100 \quad \dots (7)$$

ここで、

f_2 は、第 2 メニスカスレンズ L 2 の焦点距離、

f_3 は、第 3 レンズ L 3 の焦点距離、

である。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 8 】

条件式 (7) の上限値を上回ると、正の第 2 メニスカスレンズ L 2 の屈折力が小さくなりすぎるか、正の第 3 レンズ L 3 の屈折力が大きくなりすぎる。このため、球面収差、コマ収差が悪化してしまう。

条件式 (7) の下限値を下回ると、正の第 2 メニスカスレンズ L 2 の屈折力が大きくなりすぎて、球面収差、コマ収差が補正過剰になるか、または正の第 3 レンズ L 3 の屈折力が小さくなりすぎて、全長が大きくなってしまう。

【 0 0 4 9 】

なお、条件式 (7) に代えて、以下の条件式 (7') を満たすことが望ましい。

$$2.5 \leq f_2 / f_3 \leq 8.5 \quad \dots (7')$$

10

さらに、条件式 (7) に代えて、以下の条件式 (7'') を満たすことがより望ましい。

$$2.5 \leq f_2 / f_3 \leq 7.0 \quad \dots (7'')$$

【 0 0 5 0 】

また、負の第 1 レンズ L 1 と負の第 5 レンズ L 5 は、小型化と色収差のバランスを取るために、以下の条件式 (8) を満たすことが好ましい。

$$0.4 \leq f_1 / f_5 \leq 2 \quad \dots (8)$$

ここで、

f_1 は、第 1 レンズ L 1 の焦点距離、

f_5 は、第 5 レンズ L 5 の焦点距離、

である。

20

【 0 0 5 1 】

条件式 (8) の上限値を上回ると、負の第 1 レンズ L 1 の屈折力が小さくなりすぎて全長が大きくなってしまいか、負の第 5 レンズ L 5 の屈折力が大きくなりすぎて倍率色収差やコマ収差が補正過剰になってしまう。

条件式 (8) の下限値を下回ると、負の第 1 レンズの屈折力が大きくなりすぎて球面収差、コマ収差が悪化してしまうか、負の第 5 レンズ L 5 の屈折力が小さくなりすぎて倍率色収差、コマ収差が補正不足になってしまう。

【 0 0 5 2 】

なお、条件式 (8) に代えて、以下の条件式 (8') を満たすことが望ましい。

$$0.42 \leq f_1 / f_5 \leq 1.7 \quad \dots (8')$$

30

さらに、条件式 (8) に代えて、以下の条件式 (8'') を満たすことがより望ましい。

$$0.45 \leq f_1 / f_5 \leq 1.5 \quad \dots (8'')$$

【 0 0 5 3 】

また、負の第 1 レンズ L 1 の像側の面で大きな収差を発生する。このため、第 1 レンズ L 1 の像側の面の曲率半径と、その像側の面である正の第 2 メニスカスレンズ L 2 の物体側の面の曲率半径は収差補正上、以下の条件式 (9) を満たすことが好ましい。

$$0.2 \leq r_2 / r_3 \leq 0.8 \quad \dots (9)$$

ただし、

r_2 は、第 1 レンズ L 1 の像側の面の曲率半径、

r_3 は、第 2 メニスカスレンズ L 2 の物体側の面の曲率半径、

である。

40

【 0 0 5 4 】

条件式 (9) の上限値を上回ると、負の第 1 レンズ L 1 の曲率半径が大きくなりすぎてレンズ径、全長が大きくなってしまいか、または正の第 2 メニスカスレンズ L 2 の曲率半径が小さくなりすぎて、コマ収差、非点収差が補正過剰になってしまう。

条件式 (9) の下限値を下回ると、負の第 1 レンズ L 1 の曲率半径が小さくなりすぎて球面収差、コマ収差が悪化してしまうか、正の第 2 メニスカスレンズ L 2 の曲率半径が大きくなりすぎて、コマ収差、非点収差が補正不足になってしまう。

【 0 0 5 5 】

なお、条件式 (9) に代えて、以下の条件式 (9') を満たすことが望ましい。

50

$$0.3 \leq r_2 / r_3 \leq 0.75 \quad \dots (9')$$

さらに、条件式(9)に代えて、以下の条件式(9'')を満たすことがより望ましい。

$$0.4 \leq r_2 / r_3 \leq 0.75 \quad \dots (9'')$$

【0056】

また、明るさ絞りSの像側に配置されている正の第3レンズL3の肉厚と、第3レンズL3と正の第4レンズL4の距離を大きくすると、周辺光線高が大きくなる。このため、画面周辺の収差補正に効果的である。しかしながら、光学全長が大きくなってしまう。

【0057】

そのため、画面周辺の収差を良好に補正することと光学系の全長とバランスをとるために、以下の条件式(10)を満たすことが好ましい。

$$2 \leq d_3 / d_{34} \leq 1.5 \quad \dots (10)$$

ここで、

d_3 は、第3レンズL3の肉厚、

d_{34} は、第3レンズL3の像側の面から第4レンズL4の物体側の面までの光軸AXに沿った距離、である。

【0058】

条件式(10)の上限値を上回ると、正の第3レンズL3の肉厚が大きくなりすぎて全長が長くなるか、正の第4レンズL4の距離が小さくなりすぎてコマ収差、非点収差が悪化してしまう。

下限式(10)の下限値を下回ると、正の第3レンズL3の肉厚が薄くなりすぎてレンズ加工性が悪化しコストが上がってしまうか、または正の第4レンズL4の距離が大きくなりすぎて、レンズ径や全長が大きくなってしまう。

【0059】

なお、条件式(10)に代えて、以下の条件式(10')を満たすことが望ましい。

$$3.5 \leq d_3 / d_{34} \leq 1.2 \quad \dots (10')$$

さらに、条件式(10)に代えて、以下の条件式(10'')を満たすことがより望ましい。

$$5 \leq d_3 / d_{34} \leq 1.0 \quad \dots (10'')$$

【0060】

また、本実施形態の内視鏡用対物光学系は、以下の条件式(11)を満たすことが望ましい。

$$2 \leq Fno \leq 4.5 \quad \dots (11)$$

ここで、

Fnoは、内視鏡用対物光学系のFナンバー、である。

【0061】

条件式(11)の上限値を上回ると、撮像素子の画素ピッチに対して回折の影響が出てしまい、良好な光学性能を得られない。

条件式(11)の下限値を下回ると、残存する収差が大きくなりすぎて、良好な光学性能を得られない。

【0062】

なお、条件式(11)に代えて、以下の条件式(11')を満たすことが望ましい。

$$2.5 \leq Fno \leq 4.2 \quad \dots (11')$$

さらに、条件式(11)に代えて、以下の条件式(11'')を満たすことがより望ましい。

$$2.8 \leq Fno \leq 3.8 \quad \dots (11'')$$

【0063】

(実施例1)

実施例1に係る内視鏡用対物光学系について説明する。

10

20

30

40

50

図2(a)は、本実施例に係る内視鏡用対物光学系の断面図である。(b)は球面収差(SA)、(c)は非点収差(AS)、(d)は歪曲収差(DT)、(e)は倍率色収差(CC)を示す。

【0064】

本実施例は、物体側から順に、物体側に平面を向けた平凹形状の負の第1レンズL1、赤外吸収フィルタF1、物体側に凸面を向けた正の第2メニスカスレンズL2、明るさ絞りS、両凸形状の正の第3レンズL3、両凸形状の正の第4レンズL4、像側に凸面を向けた負の第5メニスカスレンズL5、カバーガラスCG1、CCDカバーガラスCG2から構成される。ここで、正の第4レンズL4と負の第5メニスカスレンズL5は接合されている。カバーガラスCG1とCCDカバーガラスCG2は、接合層F2を介して接合されている。また、赤外吸収フィルタF1の物体側にYAGレーザーカット、像側にLDレーザーカットのコーティングを施している。また、以下すべての実施例において、Iは撮像面である。

10

【0065】

(実施例2)

実施例2に係る内視鏡用対物光学系について説明する。

図3(a)は、本実施例に係る内視鏡用対物光学系の断面図である。(b)は球面収差(SA)、(c)は非点収差(AS)、(d)は歪曲収差(DT)、(e)は倍率色収差(CC)を示す。

【0066】

20

本実施例は、物体側から順に、物体側に平面を向けた平凹形状の負の第1レンズL1、赤外吸収フィルタF1、物体側に凸面を向けた正の第2メニスカスレンズL2、明るさ絞りS、両凸形状の正の第3レンズL3、両凸形状の正の第4レンズL4、像側に凸面を向けた負の第5メニスカスレンズL5、カバーガラスCG1、CCDカバーガラスCG2から構成される。ここで、正の第4レンズL4と負の第5メニスカスレンズL5は接合されている。カバーガラスCG1とCCDカバーガラスCG2は接合層F2を介して接合されている。また、赤外吸収フィルタF1の物体側にYAGレーザーカット、像側にLDレーザーカットのコーティングを施している。

【0067】

(実施例3)

30

実施例3に係る内視鏡用対物光学系について説明する。

図4(a)は、本実施例に係る内視鏡用対物光学系の断面図である。(b)は球面収差(SA)、(c)は非点収差(AS)、(d)は歪曲収差(DT)、(e)は倍率色収差(CC)を示す。

【0068】

本実施例は、物体側から順に、物体側に平面を向けた平凹形状の負の第1レンズL1、物体側に凸面を向けた正の第2メニスカスレンズL2、赤外吸収フィルタF1、明るさ絞りS、両凸形状の正の第3レンズL3、両凸形状の正の第4レンズL4、像側に凸面を向けた負の第5メニスカスレンズL5、カバーガラスCG1、CCDカバーガラスCG2から構成される。ここで、正の第4レンズL4と負の第5メニスカスレンズL5は接合されている。カバーガラスCG1とCCDカバーガラスCG2は接合層F2を介して接合されている。また、赤外吸収フィルタF1の物体側にYAGレーザーカット、像側にLDレーザーカットのコーティングを施している。

40

【0069】

実施例4に係る内視鏡用対物光学系について説明する。

図5(a)は、本実施例に係る内視鏡用対物光学系の断面図である。(b)は球面収差(SA)、(c)は非点収差(AS)、(d)は歪曲収差(DT)、(e)は倍率色収差(CC)を示す。

【0070】

本実施例は、物体側から順に、物体側に平面を向けた平凹形状の負の第1レンズL1、

50

赤外吸収フィルタ F 1、物体側に凸面を向けた正の第 2 メニスカスレンズ L 2、明るさ絞り S、両凸形状の正の第 3 レンズ L 3、両凸形状の正の第 4 レンズ L 4、像側に凸面を向けた負の第 5 メニスカスレンズ L 5、カバーガラス C G 1、C C D カバーガラス C G 2 から構成される。ここで、正の第 4 レンズ L 4 と負の第 5 メニスカスレンズ L 5 は接合されている。カバーガラス C G 1 と C C D カバーガラス C G 2 は接合層 F 2 を介して接合されている。また、赤外吸収フィルタ F 1 の物体側に Y A G レーザークット、像側に L D レーザークットのコーティングを施している。

【 0 0 7 1 】

実施例 5 に係る内視鏡用対物光学系について説明する。

図 6 (a) は、本実施例に係る内視鏡用対物光学系の断面図である。(b) は球面収差 (S A)、(c) は非点収差 (A S)、(d) は歪曲収差 (D T)、(e) は倍率色収差 (C C) を示す。

【 0 0 7 2 】

本実施例は、物体側から順に、物体側に平面を向けた平凹形状の負の第 1 レンズ L 1、赤外吸収フィルタ F 1、物体側に凸面を向けた正の第 2 メニスカスレンズ L 2、明るさ絞り S、両凸形状の正の第 3 レンズ L 3、両凸形状の正の第 4 レンズ L 4、像側に凸面を向けた負の第 5 メニスカスレンズ L 5、カバーガラス C G 1、C C D カバーガラス C G 2 から構成される。ここで、正の第 4 レンズ L 4 と負の第 5 メニスカスレンズ L 5 は接合されている。カバーガラス C G 1 と C C D カバーガラス C G 2 は接合層 F 2 を介して接合されている。また、赤外吸収フィルタ F 1 の物体側に Y A G レーザークット、像側に L D レーザークットのコーティングを施している。

【 0 0 7 3 】

以下に、上記各実施例の数値データを示す。記号は、r は各レンズ面の曲率半径、d は各レンズ面間の間隔、n e は各レンズの e 線の屈折率、v d は各レンズのアッベ数、F n o は F ナンバー、ω は半画角、I H は像高、である。

【 0 0 7 4 】

数値実施例 1

単位 mm

面データ

面番号	r	d	ne	v d
1	∞	0.167	1.88815	40.76
2	0.6099	0.3197		
3	∞	0.4454	1.515	75.00
4	∞	0.0538		
5	0.918	0.465	1.97189	17.47
6	0.7442	0.2227		
7(明るさ絞り)	∞	0.0334		
8	3.1089	0.7745	1.77621	49.60
9	-1.2282	0.1044		
10	1.9026	0.8651	1.73234	54.68
11	-0.9327	0.2487	1.97189	17.47
12	-2.4013	0.3813		
13	∞	0.3341	1.51825	64.14
14	∞	0.01	1.515	64.00
15	∞	0.5568	1.507	63.26
16(撮像面)	∞			

F n o 3.015

ω 67.5 °

I H 0.5 m m

【 0 0 7 5 】

数値実施例 2

単位 m m

面データ

面番号	r	d	ne	v d
1	∞	0.167	1.88815	40.76
2	0.5845	0.3708		
3	∞	0.3341	1.515	75.00
4	∞	0.0775		
5	1.061	0.465	1.97189	17.47
6	0.9481	0.2227		
7(明るさ絞り)	∞	0.0334		
8	4.0859	0.66	1.82017	46.62
9	-1.2835	0.084		
10	1.6799	0.8172	1.73234	54.68
11	-0.9589	0.2225	1.97189	17.47
12	-3.2598	0.3712		
13	∞	0.3341	1.51825	64.14
14	∞	0.01	1.515	64.00
15	∞	0.5568	1.507	63.26
16(撮像面)	∞			

10

20

F n o 3.032

 ω 66.1 °

I H 0.5 m m

【 0 0 7 6 】

数値実施例 3

単位 m m

面データ

面番号	r	d	ne	v d
1	∞	0.167	1.88815	40.76
2	0.7213	0.4616		
3	3.4184	0.4541	1.97189	17.47
4	8.6746	0.2307		
5	∞	0.4454	1.515	75.00
6	∞	0.314		
7(明るさ絞り)	∞	0.0334		
8	9.8099	0.6679	1.73234	54.68
9	-1.6116	0.1114		
10	1.5616	0.7869	1.69979	55.53
11	-0.9511	0.2298	1.97189	17.47
12	-2.8924	0.4302		
13	∞	0.3341	1.51825	64.14
14	∞	0.01	1.515	64.00
15	∞	0.5568	1.507	63.26

30

40

50

16 (撮 像 面) ∞

F n o 3.054

 ω 68.1 °

I H 0.5 m m

【 0 0 7 7 】

数 値 実 施 例 4

単 位 m m

10

面 デ ー タ

面 番 号	r	d	ne	v d
1	∞	0.167	1.88815	40.76
2	0.6351	0.4002		
3	∞	0.4454	1.515	75.00
4	∞	0.1518		
5	1.0084	0.4561	1.93429	18.90
6	0.8149	0.3361		
7(明 る さ 絞 り)	∞	0.0334		
8	2.5467	0.7796	1.82017	46.62
9	-1.5164	0.1172		
10	1.4843	0.8253	1.65425	58.55
11	-0.8704	0.2371	1.93429	18.90
12	-3.2278	0.3005		
13	∞	0.3341	1.51825	64.14
14	∞	0.01	1.515	64.00
15	∞	0.5568	1.507	63.26
16 (撮 像 面)	∞			

20

F n o 3.051

 ω 81.4 °

I H 0.5 m m

30

【 0 0 7 8 】

数 値 実 施 例 5

単 位 m m

面 デ ー タ

面 番 号	r	d	ne	v d
1	∞	0.167	1.88815	40.76
2	0.6531	0.3373		
3	∞	0.4454	1.515	75.00
4	∞	0.1247		
5	0.906	0.465	1.97189	17.47
6	0.6853	0.1703		
7(明 る さ 絞 り)	∞	0.0334		
8	2.1631	0.7787	1.77621	49.60
9	-1.1703	0.1299		
10	1.9727	0.8736	1.73234	54.68
11	-0.923	0.2548	1.97189	17.47

40

50

12	-2.4452	0.2455		
13	∞	0.3341	1.51825	64.14
14	∞	0.01	1.515	64.00
15	∞	0.5568	1.507	63.26
16 (撮像面)	∞			

F n o 3.043
 ω 67.0 °
I H 0.5mm

10

【 0 0 7 9 】

以下、実施例 1 ~ 実施例 5 に係る内視鏡用対物光学系における条件式 (1) ~ (1 1) の数値を示す。

条件式	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5
(1) f_1 / l_h	-1.37	-1.32	-1.62	-1.43	-1.47
(2) L_{3_5} / L	0.40	0.38	0.34	0.38	0.41
(3) d_{51} / d_{23}	5.0	5.0	1.3	3.3	5.6
(4) L / d_{23}	19.5	18.5	5.1	13.9	24.2
(5) f_2 / l_h	25.4	17.8	11.1	65.8	150.4
(6) f_{12} / f_{345}	-0.63	-0.69	-0.94	-0.63	-0.64
(7) f_2 / f_3	10.3	7.1	2.9	25.9	69.0
(8) f_1 / f_5	0.40	0.45	0.53	0.53	0.44
(9) r_2 / r_3	0.66	0.55	0.21	0.63	0.72
(10) d_3 / d_{34}	7.4	7.9	6.0	6.7	6.0
(11) Fno	3.02	3.03	3.05	3.05	3.04

20

【 0 0 8 0 】

以上、本発明の種々の実施形態について説明したが、本発明は、これらの実施形態のみに限られるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲で、これら実施形態の構成を適宜組合せて構成した実施形態も本発明の範疇となるものである。

30

【産業上の利用可能性】

【 0 0 8 1 】

以上のように、本発明は、小型で、良好な光学性能と明るい F ナンバーを有する内視鏡用対物光学系に有用である。

【符号の説明】

【 0 0 8 2 】

L 1 第 1 レンズ
L 2 第 2 メニスカスレンズ
L 3 第 3 レンズ
L 4 第 4 レンズ
L 5 第 5 レンズ (第 5 メニスカスレンズ)
C L 接合レンズ
S 明るさ絞り
F 1 赤外線吸収フィルタ
F 2 接合層
C G 1 カバーガラス
C G 2 C C D カバーガラス

40

【要約】

小型で、良好な光学性能と明るい F ナンバーを有する内視鏡用対物光学系を提供する

50

。

物体側から順に、負の第 1 レンズ L 1 と、物体側に凸面を向けた正の第 2 メニスカスレンズ L 2 と、明るさ絞り S と、両凸形状の第 3 レンズ L 3 と、両凸形状の第 4 レンズ L 4 と負の第 5 レンズ L 5 とが接合され全体として正の接合レンズ CL と、が配置され、

以下の条件式 (1)、(2) を満たすことを特徴とする。

$$-3 \leq f_1 / I h \leq -1.2 \quad \dots (1)$$

$$0.25 \leq L_{3-5} / L \leq 0.7 \quad \dots (2)$$

ここで、

f_1 は、第 1 レンズ L 1 の焦点距離、

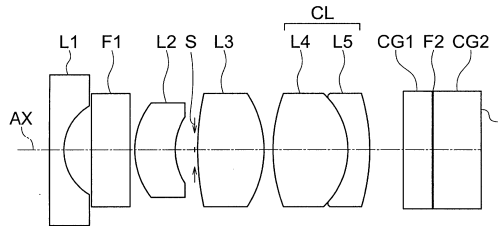
$I h$ は、内視鏡用対物光学系の最大像高、

L_{3-5} は、第 3 レンズ L 3 の物体側の面から第 5 レンズの像側の面までの光軸 A X に沿った距離、

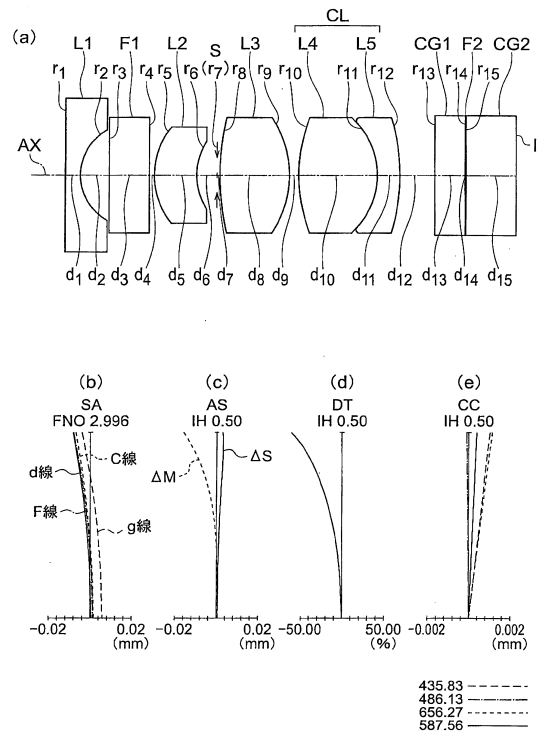
L は、第 1 レンズ L 1 の物体側の面から像面までの光軸 A X に沿った距離、である。

10

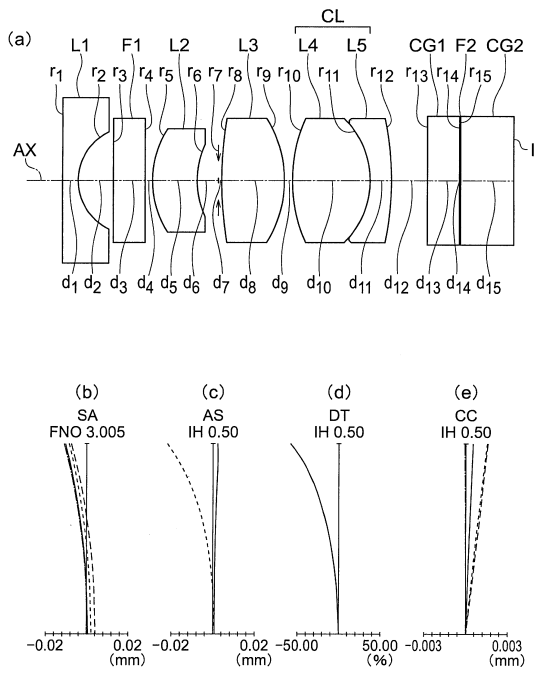
【図 1】



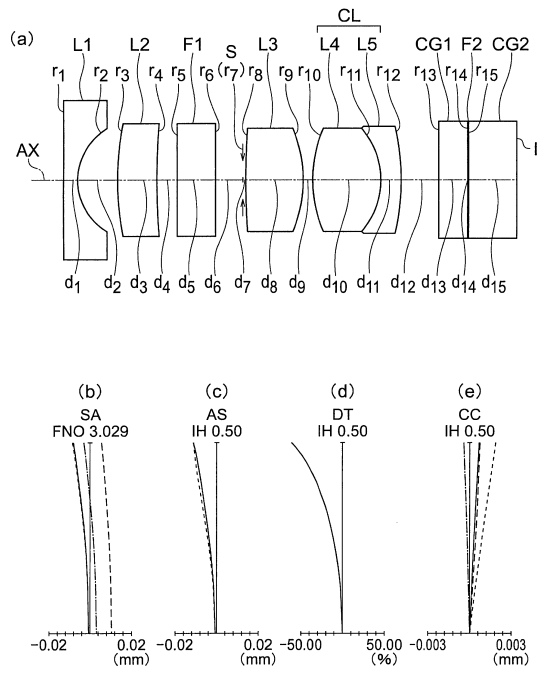
【図 2】



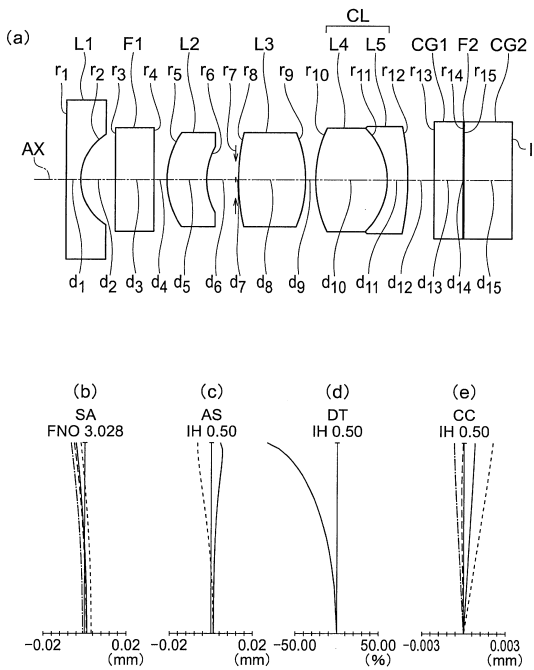
【図 3】



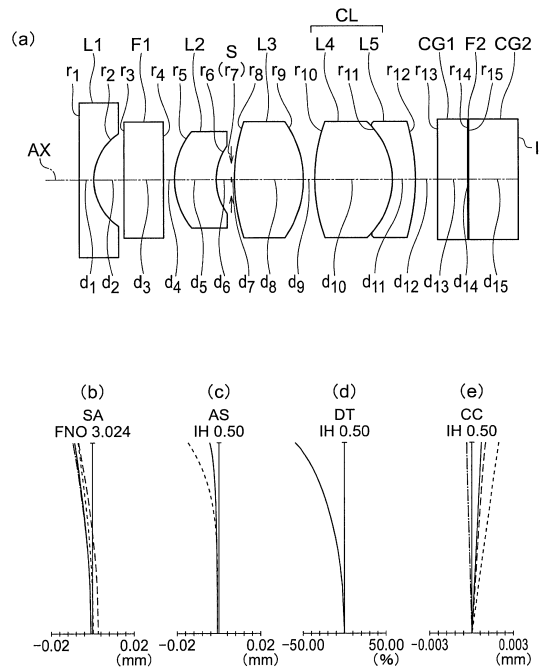
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(56)参考文献 韓国登録特許第10-0457967(KR, B1)
国際公開第2010/119640(WO, A1)
特開2009-223183(JP, A)
米国特許出願公開第2014/0268369(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 9/00 - 17/08
G02B 21/02 - 21/04
G02B 25/00 - 25/04

专利名称(译)	内窥镜物镜光学系统		
公开(公告)号	JP6081683B1	公开(公告)日	2017-02-15
申请号	JP2016567706	申请日	2016-06-03
[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	加茂裕二		
发明人	加茂 裕二		
IPC分类号	G02B13/04 A61B1/00 G02B23/26		
CPC分类号	G02B23/243 A61B1/00163 G02B9/34 G02B9/60 G02B13/04		
FI分类号	G02B13/04.D A61B1/00 G02B23/26		
代理人(译)	斋藤圭介 平山岩		
审查员(译)	堀井浩二		
优先权	2015121162 2015-06-16 JP		
其他公开文献	JPWO2016204000A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供一种用于内窥镜的物镜光学系统，该系统尺寸小，具有良好的光学性能并且具有明亮的F值。从物侧起依次为负第一透镜L1，具有面向物侧的凸面的正第二弯月形透镜L2，孔径光阑S，双凸第三透镜L3和双凸第一透镜。将第4透镜L4和第5负透镜L5接合，将正接合透镜CL整体配置。其特征在于满足以下条件表达式(1)和(2)。 $-3 \leq f_1 / l_h \leq -1.2 \dots$
(1) $0.25 \leq L_{3_5} / L \leq 0.7 \dots$ (2) 哪里 f_1 是第一透镜L1的焦距， l_h 是内窥镜物镜光学系统的最大像高， L_{3_5} 是沿光轴AX从第三透镜L3的物体侧面到第五透镜的像侧面的距离， L 是从第一透镜L1的物体侧面到像平面沿光轴AX的距离，是的。

(19) 日本国特許庁(JP)	(12) 特 許 公 報(B1)	(11) 特許番号 特許第6081683号 (P6081683)
(45) 発行日 平成29年2月15日(2017.2.15)	(24) 登録日 平成29年1月27日(2017.1.27)	
(51) Int. Cl. G02B 13/04 (2006.01) A61B 1/00 (2006.01) G02B 23/26 (2006.01)	FI G02B 13/04 A61B 1/00 G02B 23/26	D
請求項の数 8 (全 18 頁)		
(21) 出願番号 特願2016-567706 (P2016-567706) (86) (22) 出願日 平成28年6月3日(2016.6.3) (86) 国際出願番号 PCT/JP2016/066668 審査請求日 平成28年11月11日(2016.11.11) (31) 優先権主張番号 特願2015-121162 (P2015-121162) (32) 優先日 平成27年6月16日(2015.6.16) (33) 優先権主張国 日本国(JP)	(73) 特許権者 000000376 オリンパス株式会社 東京都八王子市石川町2951番地 (74) 代理人 100123962 弁理士 斎藤 圭介 (74) 代理人 100120204 弁理士 平山 巖 (72) 発明者 加茂 裕二 東京都八王子市石川町2951番地 オリンパス株式会社内 審査官 堀井 康司	
早期審査対象出願		
最終頁に続く		
(54) 【発明の名称】 内視鏡用対物光学系		