

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第6062137号
(P6062137)

(45) 発行日 平成29年1月18日(2017. 1. 18)

(24) 登録日 平成28年12月22日(2016. 12. 22)

(51) Int.Cl.

F 1

G O 2 B 13/04 (2006.01)

G O 2 B 13/04 D

G O 2 B 23/26 (2006.01)

G O 2 B 23/26 C

A 6 1 B 1/00 (2006.01)

A 6 1 B 1/00 3 0 0 Y

請求項の数 3 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2016-561874 (P2016-561874)
 (86) (22) 出願日 平成28年4月12日(2016. 4. 12)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2016/061828
 審査請求日 平成28年10月7日(2016. 10. 7)
 (31) 優先権主張番号 特願2015-89661 (P2015-89661)
 (32) 優先日 平成27年4月24日(2015. 4. 24)
 (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 佐藤 伸也
 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 殿岡 雅仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡対物光学系

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、負の第1群と、明るさ絞りと、正の第2群からなり、
 前記第1群は、物体側から順に、負の第1レンズと視野方向変換部材からなり、
 前記第2群は、物体側から順に、両凸形状の第2レンズと、正の第3レンズと負の第4
 レンズとの順に接合した接合レンズからなり、
 以下の条件式(1)、(2)、(3)、(4)を満足することを特徴とする内視鏡対物
 光学系。

$$2.4 \leq d_1 / f \leq 4.6 \quad (1)$$

$$1.85 \leq f_2 / f \leq 2.6 \quad (2)$$

$$-5.0 \leq r_{21} / r_{22} \leq -0.4 \quad (3)$$

$$2.01 \leq f_{03} / f \leq 2.5 \quad (4)$$

ここで、

 d_1 は、前記第1レンズの像側の面から前記明るさ絞りの面までの空気換算長、 f は、前記内視鏡対物光学系の全系の焦点距離、 f_2 は、前記第2群の焦点距離、 r_{21} は、前記第2レンズの物体側の面の曲率半径、 r_{22} は、前記第2レンズの像側の面の曲率半径、 f_{03} は、前記第3レンズの焦点距離、

である。

【請求項 2】

以下の条件式 (5) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡対物光学系。

$$-2.2 \leq f_{01} / f \leq -1.1 \quad (5)$$

ここで、

f_{01} は、前記第 1 レンズの焦点距離、

f は、前記内視鏡対物光学系の全系の焦点距離、

である。

【請求項 3】

以下の条件式 (6) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡対物光学系。

$$0.5 \leq d_1 / d_2 \leq 1.2 \quad (6)$$

ここで、

d_1 は、前記第 1 レンズの像側の面から前記明るさ絞りの面までの空気換算長、

d_2 は、前記明るさ絞りの面から像面までの空気換算長、

である。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡対物光学系、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適用できる内視鏡対物光学系に関するものである。

【背景技術】

【0002】

内視鏡対物光学系において、斜視観察を行うために光学系の中にプリズム等の視野方向変換部材を配置する場合がある。このような、斜視観察用の光学系の例が提案されている（例えば、特許文献 1 ～ 10 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2008 - 83316 号公報

【特許文献 2】特開平 9 - 269450 号公報

【特許文献 3】特許第 3574484 号公報

【特許文献 4】特許第 4439184 号公報

【特許文献 5】特許第 3742484 号公報

【特許文献 6】特許第 5558058 号公報

【特許文献 7】特許第 4274602 号公報

【特許文献 8】特公昭 53 - 36787 号公報

【特許文献 9】特開昭 51 - 62053 号公報

【特許文献 10】特開平 7 - 294806 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

近年、内視鏡の小型化の要請に伴って、撮像素子の小型化が進んでいる。ここで、斜視用内視鏡では、対物光学系の中にプリズム等の視野方向変換部材を配置している。このため、撮像素子を小型化した場合でも、視野方向変換部材を配置するための空間的な間隔を相応に長く確保しなければならない場合がある。空間的な間隔を確保する場合とは、例えば、撮像素子や、撮像素子と対物光学系とを保持する機械部品を対物光学系内に配置する場合である。

【0005】

一般に、光学系の大きさは、係数倍して小型化、即ち縮小することができる。ここで、撮像素子を単純に係数倍して小型化したとき、視野方向変換部材を同じ係数倍で小型化で

10

20

30

40

50

きない場合がある。さらに近年、より一層の小型化を実現するため、対物光学系からの大きな射出角の光線に応じてシェーディング特性を最適化した撮像素子が提供されている。

【 0 0 0 6 】

特許文献 1、2、3 の構成では、単純に撮像素子の大きさに合わせて、光学系を係数倍して小型化した場合、視野方向変換部材を配置する間隔が小さくなってしまう。このため、小型な斜視用内視鏡を得ることが困難である。

【 0 0 0 7 】

特許文献 4、5 の構成では、第 2 群の接合レンズを負、正の順に接合している。この結果、倍率色収差の補正能力が低くなる。従って、画面周辺部で色にじみが発生しやすく、高画質な内視鏡画像を得ることが困難である。

10

【 0 0 0 8 】

特許文献 6 では、物体側から順に、負レンズ、正レンズ、プリズム、接合レンズの構成が開示されている。ここで、負の第 1 レンズの像側の面の曲率半径が小さいため、正の第 2 レンズとの相対的な偏心が性能へ及ぼす影響が大きく、更なる小型化と高画質化が困難である。

【 0 0 0 9 】

特許文献 7 の構成では、接合レンズを備えていない。このため、画面周辺部での色にじみが発生しやすく、更なる高画質化が困難である。

【 0 0 1 0 】

特許文献 8、9 において、特許文献 9 の実施例 3 以外の構成は、画角が 90°以下であり、十分な視野範囲を得ることが困難である。また、特許文献 9 の実施例 3 の構成は、対物光学系の射出角が小さい。このため、シェーディング特性を最適化した撮像素子には好ましくなく、より一層の小型で高画質な内視鏡を得ることが困難である。

20

【 0 0 1 1 】

特許文献 10 において、実施例 5 以外の構成は、第 2 群の接合レンズを負、正の順に接合している。このため、倍率色収差の補正能力が低い。また、特許文献 10 の実施例 5 の構成は、第 2 群の接合レンズを正、負の順に接合しているが、視野方向変換部材を配置する間隔が小さい。さらに、特許文献 10 の全ての実施例において、第 2 群の屈折力が大きい。このため、像面湾曲が補正不足であり、小型で高画質な斜視用内視鏡を得ることが困難である。

30

【 0 0 1 2 】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、小型、高画質で視野方向変換部材を配置するための十分な間隔を確保した内視鏡対物光学系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 1 3 】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る内視鏡対物光学系は、物体側から順に、負の第 1 群と、明るさ絞りと、正の第 2 群からなり、第 1 群は、物体側から順に、負の第 1 レンズと視野方向変換部材からなり、第 2 群は、物体側から順に、両凸形状の第 2 レンズと、正の第 3 レンズと負の第 4 レンズとの順に接合した接合レンズからなり、以下の条件式 (1)、(2)、(3)、(4) を満足することを特徴とする。

40

$$2.4 \leq d_1 / f \leq 4.6 \quad (1)$$

$$1.85 \leq f_2 / f \leq 2.6 \quad (2)$$

$$-50 \leq r_{21} / r_{22} \leq 0.4 \quad (3)$$

$$2.01 \leq f_{03} / f \leq 2.5 \quad (4)$$

ここで、

d_1 は、第 1 レンズの像側の面から明るさ絞りの面までの空気換算長、

f は、内視鏡対物光学系の全系の焦点距離、

f_2 は、第 2 群の焦点距離、

r_{21} は、第 2 レンズの物体側の面の曲率半径、

r_{22} は、第 2 レンズの像側の面の曲率半径、

50

f_{03} は、第3レンズの焦点距離、
である。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、小型、高画質で、視野方向変換部材を配置するための十分な間隔を備えた内視鏡対物光学系が得られるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の一実施形態に係る内視鏡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に係る内視鏡対物光学系の断面構成を示す図、(b)、(c)、(d)、(e)はそれぞれ実施例1の球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)及び倍率色収差(CC)をそれぞれ示す収差図である。

10

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

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

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

20

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

【図7】(a)は本発明の実施例6に係る内視鏡対物光学系の断面構成を示す図、(b)、(c)、(d)、(e)は実施例6の球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)及び倍率色収差(CC)をそれぞれ示す収差図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本実施形態に係る内視鏡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。

30

【0017】

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。

本実施形態は、物体側から順に、負の第1群G1と、明るさ絞りSと、正の第2群G2からなり、第1群G1は、物体側から順に、負の第1レンズL1と視野方向変換部材Pからなり、第2群G2は、物体側から順に、両凸形状の第2レンズL2と、正の第3レンズL3と負の第4レンズL4との順に接合した接合レンズからなる。

そして、以下の条件式(1)、(2)、(3)を満足することを特徴とする。

$$2.4 < d_1 / f < 4.6 \quad (1)$$

40

$$1.85 < f_2 / f < 2.6 \quad (2)$$

$$-50 < r_{21} / r_{22} < 0.4 \quad (3)$$

ここで、

d_1 は、第1レンズの像側の面から明るさ絞りの面までの空気換算長、

f は、内視鏡対物光学系の全系の焦点距離、

f_2 は、第2群の焦点距離、

r_{21} は、第2レンズの物体側の面の曲率半径、

r_{22} は、第2レンズの像側の面の曲率半径、

である。

【0018】

50

このように、本実施形態は、内視鏡に使用できる小型で広画角な内視鏡対物光学系（結像光学系）とするために、第1群G1の最も物体側に、平凹形状の第1レンズL1を配置して、負の屈折力を確保している。これにより、レトロフォーカスタイプの構成をとることができる。そして、第1レンズL1の像側には、視野方向変換部材Pを配置して、斜視観察を可能にしている。なお、図1においては、プリズム等の視野方向変換部材を展開した図として示している。そのため、プリズムは、平行平板として描かれている。

【0019】

第2群G2の物体側には、主に結像に寄与する正レンズL2を配置している。正レンズL2の像側で周辺光線の光軸からの高さが高くなる位置に、正レンズL3と負レンズL4との順に接合した接合レンズを配置している。この接合レンズにより、倍率色収差を補正する。倍率色収差は、周辺光線の光軸からの高さが高くなる位置の方が収差補正への寄与度が高い。そこで、接合レンズは、より軸外光線が高くなる位置において倍率色収差を補正するように、物体側から、正レンズL3、負レンズL4の順に接合している。

【0020】

ここで、斜視用内視鏡においては、撮像素子を小型化しても、視野方向変換部材を配置する間隔は相応に長く確保しなければならない場合がある。この場合、単純に撮像素子を小型化した係数倍の光学系では、視野方向変換部材Pを配置する間隔も短くなってしまうため、好ましくない。即ち、光学系の焦点距離に対して相対的に長い視野方向変換部材を配置する間隔を確保する必要がある。このため、以下の条件式(1)を満たすことが望ましい。

$$2.4 \leq d_1 / f \leq 4.6 \quad (1)$$

ここで、

d_1 は、第1レンズL1の像側の面から明るさ絞りSの面までの空気換算長、

f は、内視鏡対物光学系の全系の焦点距離、

である。

【0021】

条件式(1)は、視野方向変換部材Pを配置する間隔（空気換算長）と全系の焦点距離を規定している。

条件式(1)の上限値を上回ると、視野方向変換部材Pを配置する間隔が大きくなる。このため、第1レンズの径を維持したまま光学系を構成しようとすると第1レンズL1の屈折力が大きくなり全ての収差が悪化してしまう。条件式(1)の下限値を下回ると、視野方向変換部材Pを配置する間隔が小さくなってしまふ。このため、小型な斜視用の内視鏡を得ることが困難となる。

【0022】

条件式(1)に代えて、以下の条件式(1')を満足することが好ましい。

$$2.6 \leq d_1 / f \leq 4.4 \quad (1')$$

さらに、条件式(1)に代えて、以下の条件式(1'')を満足することがより好ましい。

$$2.6 \leq d_1 / f \leq 4.1 \quad (1'')$$

【0023】

また、正の第2群G2の屈折力を適切に設定しないと、球面収差と像面湾曲の発生量が大きくなり画質の劣化を招きやすくなる。このため、以下の条件式(2)を満足することが望ましい。

$$1.85 \leq f_2 / f \leq 2.6 \quad (2)$$

ここで、

f_2 は、第2群G2の焦点距離、

f は、内視鏡対物光学系の全系の焦点距離、

である。

【0024】

条件式(2)の上限値を上回ると、第2群G2の屈折力が小さくなり、像面湾曲が補正

過剰となって好ましくない。条件式(2)の下限値を下回ると、第2群G2の屈折力が大きくなり、像面湾曲が補正不足となって好ましくない。

【0025】

条件式(2)に代えて、以下の条件式(2')を満足することが好ましい。

$$1.85 \leq f_2 / f \leq 2.5 \quad (2')$$

さらに、条件式(2)に代えて、以下の条件式(2'')を満足することがより好ましい。

$$1.9 \leq f_2 / f \leq 2.4 \quad (2'')$$

【0026】

また、第2レンズL2は、結像のための正屈折力と大きい射出角を確保するため、適切な正屈折力を保持しながらも、球面収差、コマ収差を補正する必要がある。このため、以下の条件式(3)を満足することが望ましい。

$$-5.0 \leq r_{21} / r_{22} \leq 0.4 \quad (3)$$

ここで、

r_{21} は、第2レンズL2の物体側の面の曲率半径、

r_{22} は、第2レンズL2の像側の面の曲率半径、

である。

【0027】

条件式(3)の上限値を上回る、または条件式(3)の下限値を下回ると、球面収差、コマ収差が大きくなってしまい好ましくない。

【0028】

条件式(3)に代えて、以下の条件式(3')を満足することが好ましい。

$$-4.4 \leq r_{21} / r_{22} \leq 0.4 \quad (3')$$

さらに、条件式(3)に代えて、以下の条件式(3'')を満足することがより好ましい。

$$-3.8 \leq r_{21} / r_{22} \leq 0.5 \quad (3'')$$

【0029】

また、第3レンズL3の屈折力を大きくしすぎると、光学系がテレセントリックに近くなる。このため、大きい射出角を確保するのが困難となる。この結果、像面I近くのレンズの光線高が高くなり、レンズが大径化しやすい。したがって、第3レンズL3を適切な屈折力に設定し、大きい射出角となるように光学系を構成することが好ましい。このため、条件式(4)を満たすことが望ましい。

$$1.6 \leq f_{03} / f \leq 2.5 \quad (4)$$

ここで、

f_{03} は、第3レンズL3の焦点距離、

f は、内視鏡対物光学系の全系の焦点距離、

である。

【0030】

条件式(4)の上限値を上回ると、第3レンズL3の屈折力が小さくなり、光線の射出角が大きくなりすぎてシェーディングによる画質の劣化を招きやすい。条件式(4)の下限値を下回ると、第3レンズL3の屈折力が大きくなり、射出角が小さくなりすぎる。つまり、レンズが大径化しやすくなるので、好ましくない。さらには、シェーディング特性を最適化した撮像素子にも不向きとなり、画質の劣化を招きやすい。

【0031】

条件式(4)に代えて、以下の条件式(4')を満足することが好ましい。

$$1.7 \leq f_{03} / f \leq 2.4 \quad (4')$$

さらに、条件式(4)に代えて、以下の条件式(4'')を満足することがより好ましい。

$$1.8 \leq f_{03} / f \leq 2.3 \quad (4'')$$

【0032】

10

20

30

40

50

また、小型で高画質な斜視用内視鏡を得るためには、第1レンズL1の屈折力を適切に設定し、レンズ径と光学性能とのバランスを保つ必要がある。このため、以下の条件式(5)を満たすことが望ましい。

$$-2.2 \leq f_{01}/f \leq -1.1 \quad (5)$$

ここで、

f_{01} は、第1レンズL1の焦点距離、

f は、内視鏡対物光学系の全系の焦点距離、

である。

【0033】

条件式(5)の上限値を上回ると、第1レンズL1の負屈折力が大きくなり、全ての収差が悪化してしまう。条件式(5)の下限値を下回ると、第1レンズL1の屈折力が小さくなり、第1レンズL1が大径化してしまい好ましくない。

10

【0034】

条件式(5)に代えて、以下の条件式(5')を満足することが好ましい。

$$-2.0 \leq f_{01}/f \leq -1.1 \quad (5')$$

さらに、条件式(5)に代えて、以下の条件式(5'')を満足することがより好ましい。

$$-1.8 \leq f_{01}/f \leq -1.1 \quad (5'')$$

【0035】

また、長い視野方向変換部材Pを配置する間隔を確保しながらも、内視鏡の長手方向にはコンパクトな光学系であることが望ましい。このため、以下の条件式(6)を満足することが望ましい。

20

$$0.5 \leq d_1/d_2 \leq 1.2 \quad (6)$$

ここで、

d_1 は、第1レンズL1の像側の面から明るさ絞りSの面までの空気換算長、

d_2 は、明るさ絞りSの面から像面Iまでの空気換算長、

である。

【0036】

条件式(6)の上限値を上回ると、視野方向変換部材Pを配置する間隔が大きくなりすぎ、第1レンズL1が大径化しやすい。条件式(6)の下限値を下回ると、光学系が内視鏡の長手方向に大きくなりすぎ好ましくない。

30

【0037】

条件式(6)に代えて、以下の条件式(6')を満足することが好ましい。

$$0.55 \leq d_1/d_2 \leq 1.15 \quad (6')$$

さらに、条件式(6)に代えて、以下の条件式(6'')を満足することがより好ましい。

$$0.6 \leq d_1/d_2 \leq 1.1 \quad (6'')$$

【0038】

また、本実施形態は、以下の条件式(7)を満たすことが望ましい。

$$1.8 \leq f_{02}/f \leq 3.2 \quad (7)$$

40

ここで、

f_{02} は、第2レンズL2の焦点距離、

f は、内視鏡対物光学系の全系の焦点距離、

である。

【0039】

条件式(7)の上限値を上回ると、第2レンズL2の屈折力が小さくなる。このため、像面湾曲が補正過剰となって好ましくない。条件式(7)の下限値を下回ると、第2レンズL2の屈折力が大きくなる。このため、球面収差が補正不足となり好ましくない。

【0040】

条件式(7)に代えて、以下の条件式(7')を満足することが好ましい。

50

$$1.9 \quad f_{02} / f_3 \quad 1 \quad (7')$$

さらに、条件式(7)に代えて、以下の条件式(7'')を満足することがより好ましい。

$$2 \quad f_{02} / f_3 \quad (7'')$$

【0041】

また、高画質な内視鏡画像を得るためには、正の第2レンズL2及び正の第3レンズL3で発生する補正不足の球面収差と像面湾曲を、適切な負の屈折力を有する第4レンズL4により補正することが望ましい。このため、以下の条件式(8)を満たすことが望ましい。

$$-2.8 \quad f_{04} / f \quad -1.2 \quad (8)$$

10

ここで、

f_{04} は、第4レンズL4の焦点距離、

f は、内視鏡対物光学系の全系の焦点距離、

である。

【0042】

条件式(8)の上限値を上回ると、第4レンズL4の屈折力が大きくなる。このため、像面湾曲が補正過剰となって好ましくない。条件式(8)の下限値を下回ると、第4レンズL4の屈折力が小さくなる。このため、球面収差が補正不足となって好ましくない。

【0043】

条件式(8)に代えて、以下の条件式(8')を満足することが好ましい。

20

$$-2.7 \quad f_{04} / f \quad -1.5 \quad (8')$$

さらに、条件式(8)に代えて、以下の条件式(8'')を満足することがより好ましい。

$$-2.6 \quad f_{04} / f \quad -1.8 \quad (8'')$$

【0044】

また、小型化のためには第1群G1の径を小さくすることが望ましい。このため、以下の条件式(9)を満たすことが望ましい。

$$0.6 \quad e_n / f \quad 1.15 \quad (9)$$

ここで、

e_n は、最大像高光線の入射瞳における位置、

30

f は、内視鏡対物光学系の全系の焦点距離、

である。

【0045】

条件式(9)の上限値を上回ると、負の第1レンズL1の径が大型化するため好ましくない。条件式(9)の下限値を下回ると、負の第1レンズL1の屈折力が大きくなり好ましくない。

【0046】

条件式(9)に代えて、以下の条件式(9')を満足することが好ましい。

$$0.64 \quad e_n / f \quad 1.1 \quad (9')$$

さらに、条件式(9)に代えて、以下の条件式(9'')を満足することがより好ましい。

40

$$0.68 \quad e_n / f \quad 1.05 \quad (9'')$$

【0047】

また、本実施形態は、以下の条件式(10)を満たすことが望ましい。

$$-6.5 \quad e_x / f \quad -2.8 \quad (10)$$

ここで、

e_x は、最大像高光線の射出瞳における位置、

f は、内視鏡対物光学系の全系の焦点距離、

である。

【0048】

50

条件式(10)の上限値を上回ると、光線の射出角が大きくなる。即ち、第2レンズL2の屈折力が大きくなり、球面収差が悪化する。条件式(10)の下限値を下回ると、光線の射出角が小さくなる。このため、シェーディング特性を最適化した撮像素子に不向きとなる。

【0049】

条件式(10)に代えて、以下の条件式(10')を満足することが好ましい。

$$-5.8 \leq e \times f - 3.3 \quad (10')$$

さらに、条件式(10)に代えて、以下の条件式(10'')を満足することがより好ましい。

$$-5.1 \leq e \times f - 3.8 \quad (10'')$$

10

【0050】

(実施例1)

実施例1に係る内視鏡対物光学系について説明する。図2(a)は、本実施例に係る内視鏡対物光学系の断面図である。以下、すべての実施例において、視野方向変換部材P、例えばプリズムは、展開した状態で示している。このため、視野方向変換部材Pは、プリズムと等価な光路長を有する平行平板として図示されている。

【0051】

本実施例は、物体側から順に、負の屈折力の第1群G1と、明るさ絞りSと、正の屈折力の第2群G2とにより構成されている。

【0052】

20

第1群G1は、物体側から順に、平凹の負レンズL1と、視野方向変換部材Pとからなる。第2群G2は、両凸正レンズL2と、両凸正レンズL3と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL4と、平行平板F1からなる。ここで、正レンズL3と負メニスカスレンズL4は接合されている。第2群G2の像側には、平行平板F2と、カバーガラスCGが配置されている。

【0053】

平行平板F1は、特定の波長、例えばYAGレーザーの1060nm、半導体レーザーの810nm、あるいは赤外域をカットするためのコーティングが施されたフィルターである。

【0054】

30

図2(b)、(c)、(d)、(e)は、本実施例の球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示す。これら諸収差図は、546.07nm(e線)、435.84nm(g線)、486.13nm(F線)及び656.27nm(C線)の各波長について示されている。また、各図中、FnoはFナンバー、ωは半画角を示す。以下、収差図に関しては、同様である。また、像高は0.5mm、Fnoは6.375、半画角は50.0°である。

【0055】

(実施例2)

図3(a)は、本実施例に係る内視鏡対物光学系の断面図である。本実施例は、物体側から順に、負の屈折力の第1群G1と、明るさ絞りSと、正の屈折力の第2群G2とにより構成されている。

40

【0056】

第1群G1は、物体側から順に、平凹の負レンズL1と、視野方向変換部材Pとからなる。第2群G2は、両凸正レンズL2と、平行平板F1と、両凸正レンズL3と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL4からなる。ここで、正レンズL3と負メニスカスレンズL4は接合されている。第2群G2の像側には、平行平板F2と、カバーガラスCGが配置されている。

【0057】

平行平板F1は、特定の波長、例えばYAGレーザーの1060nm、半導体レーザーの810nm、あるいは赤外域をカットするためのコーティングが施されたフィルター

50

である。

【0058】

図3(b)、(c)、(d)、(e)は、本実施例の球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示す。像高は0.5mm、Fnoは6.104、半画角は50.4°である。

【0059】

(実施例3)

図4(a)は、本実施例に係る内視鏡対物光学系の断面図である。本実施例は、物体側から順に、負の屈折力の第1群G1と、明るさ絞りSと、正の屈折力の第2群G2とにより構成されている。

10

【0060】

第1群G1は、物体側から順に、平凹の負レンズL1と、視野方向変換部材Pとからなる。第2群G2は、物体側から順に、両凸正レンズL2と、両凸正レンズL3と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL4と、平行平板F1とからなる。ここで、正レンズL3と負メニスカスレンズL4は接合されている。第2群G2の像側には、平行平板F2と、カバーガラスCGが配置されている。

【0061】

平行平板F1は、特定の波長、例えばYAGレーザーの1060nm、半導体レーザーの810nm、あるいは赤外域をカットするためのコーティングが施されたフィルターである。

20

【0062】

図4(b)、(c)、(d)、(e)は、本実施例の球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示す。像高は0.5mm、Fnoは5.802、半画角は50.1°である。

【0063】

(実施例4)

図5(a)は、本実施例に係る内視鏡対物光学系の断面図である。本実施例は、物体側から順に、負の屈折力の第1群G1と、明るさ絞りSと、正の屈折力の第2群G2とにより構成されている。

【0064】

第1群G1は、物体側から順に、平凹の負レンズL1と、視野方向変換部材Pとからなる。第2群G2は、物体側から順に、両凸正レンズL2と、両凸正レンズL3と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL4と、平行平板F1とからなる。ここで、両凸正レンズL3と負メニスカスレンズL4とは接合されている。第2群G2の像側には、平行平板F2と、カバーガラスCGが配置されている。

30

【0065】

平行平板F1は、特定の波長、例えばYAGレーザーの1060nm、半導体レーザーの810nm、あるいは赤外域をカットするためのコーティングが施されたフィルターである。

【0066】

図5(b)、(c)、(d)、(e)は、本実施例の球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示す。像高は0.5mm、Fnoは5.483、半画角は50.8°である。

40

【0067】

(実施例5)

実施例5は参考例である。図6(a)は、本実施例に係る内視鏡対物光学系の断面図である。本実施例は、物体側から順に、負の屈折力の第1群G1と、明るさ絞りSと、正の屈折力の第2群G2とにより構成されている。

【0068】

第1群G1は、物体側から順に、平凹の負レンズL1と、視野方向変換部材Pとからな

50

る。第2群G2は、両凸正レンズL2と、平行平板F1と、両凸正レンズL3と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL4とからなる。第2群G2の像側には、平行平板F2と、カバーガラスCGが配置されている。

【0069】

平行平板F1は、特定の波長、例えばYAGレーザーの1060nm、半導体レーザーの810nm、あるいは赤外域をカットするためのコーティングが施されたフィルターである。

【0070】

図6(b)、(c)、(d)、(e)は、本実施例の球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示す。像高は0.5mm、Fnoは5.588、半画角は50.2°である。

【0071】

(実施例6)

図7(a)は、本実施例に係る内視鏡対物光学系の断面図である。本実施例は、物体側から順に、負の屈折力の第1群G1と、明るさ絞りSと、正の屈折力の第2群G2とにより構成されている。

【0072】

第1群G1は、物体側から順に、平凹の負レンズL1と、視野方向変換部材Pとからなる。第2群G2は、物体側から順に、両凸正レンズL2と、平行平板F1と、両凸正レンズL3と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL4とからなる。ここで、正レンズL3と負メニスカスレンズL4とは接合されている。第2群G2の像側には、平行平板F2と、カバーガラスCGが配置されている。

【0073】

平行平板F1は、特定の波長、例えばYAGレーザーの1060nm、半導体レーザーの810nm、あるいは赤外域をカットするためのコーティングが施されたフィルターである。

【0074】

図7(b)、(c)、(d)、(e)は、本実施例の球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示す。像高は0.5mm、Fnoは5.539、半画角は49.8°である。

【0075】

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、ndは各レンズのe線の屈折率、vdは各レンズのアッペ数、FnoはFナンバーである。

【0076】

数値実施例1

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	
物面	∞	4.3605			
1	∞	0.2907	1.88815	40.76	
2	0.6463	0.3101			
3	∞	2.2674	1.88815	40.76	
4	∞	0.1453			
5(絞り)	∞	0.126			
6	1.9264	0.5136	1.81078	40.92	
7	-1.9264	0.1744			
8	2.2926	0.6395	1.51977	52.43	
9	-0.814	0.2907	1.93429	18.90	

10	-3.7607	0.2326		
11	∞	0.3876	1.523	65.13
12	∞	0.3886		
13	∞	0.3198	1.51825	64.14
14	∞	0.0097	1.515	64.00
15	∞	0.3876	1.507	63.26
像面	∞			

各種データ

焦点距離 0.6187

10

Fno 6.375

【 0 0 7 7 】

数値実施例 2

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	v d	
物面	∞	5.4264			
1	∞	0.2955	1.88815	40.76	20
2	0.7592	0.2907			
3	∞	2.2481	1.88815	40.76	
4	∞	0.2229			
5(絞り)	∞	0.0969			
6	39.5292	0.4464	1.77621	49.60	
7	-1.0693	0.2958			
8	∞	0.2907	1.523	65.13	
9	∞	0.3147			
10	2.7791	0.6343	1.73234	54.68	
11	-1.4607	0.3018	1.97189	17.47	30
12	18.6587	0.4059			
13	∞	0.3198	1.51825	64.14	
14	∞	0.0097	1.515	64.00	
15	∞	0.3876	1.507	63.26	
像面	∞				

各種データ

焦点距離 0.6148

Fno 6.104

40

【 0 0 7 8 】

数値実施例 3

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	v d	
物面	∞	5.1357			
1	∞	0.2907	1.88815	40.76	
2	0.6741	0.2904			
3	∞	2.2774	1.88815	40.76	50

4	∞	0.1453		
5(絞り)	∞	0.1316		
6	2.3270	0.5463	1.79012	44.20
7	-2.0048	0.1708		
8	2.3145	0.7102	1.51825	64.14
9	-0.8563	0.2907	1.93429	18.90
10	-2.3840	0.1870		
11	∞	0.5814	1.523	65.13
12	∞	0.4016		
13	∞	0.3198	1.51825	64.14
14	∞	0.0097	1.515	64.00
15	∞	0.3876	1.507	63.26
像面	∞			

各種データ

焦点距離 0.6225

Fno 5.802

【 0 0 7 9 】

数値実施例 4

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	v d
物面	∞	6.1047		
1	∞	0.2955	1.88815	40.76
2	0.9467	0.3246		
3	∞	3.3794	1.88815	40.76
4	∞	0.2229		
5(絞り)	∞	0.0775		
6	2.1943	1.2617	1.88815	40.76
7	-3.316	0.1163		
8	2.2462	0.6810	1.59143	61.14
9	-1.0563	0.2821	1.93429	18.90
10	-5.2068	0.0484		
11	∞	0.3876	1.523	65.13
12	∞	0.4244		
13	∞	0.3198	1.51825	64.14
14	∞	0.0097	1.515	64.00
15	∞	0.3876	1.507	63.26
像面	∞			

各種データ

焦点距離 0.6189

Fno 5.483

【 0 0 8 0 】

数値実施例 5

単位 mm

10

20

30

40

50

面データ

面番号	r	d	nd	v d
物面	∞	5.4264		
1	∞	0.2955	1.88815	40.76
2	0.9620	0.3246		
3	∞	3.3794	1.88815	40.76
4	∞	0.2229		
5(絞り)	∞	0.0775		
6	1.7223	0.4823	1.73234	54.68
7	-3.3188	0.1367		
8	∞	0.2907	1.523	65.13
9	∞	0.2422		
10	1.4769	0.7630	1.5343	48.84
11	-0.8247	0.2907	1.93429	18.90
12	-3.8931	0.3604		
13	∞	0.3198	1.51825	64.14
14	∞	0.0097	1.515	64.00
15	∞	0.3876	1.507	63.26
像面	∞			

10

20

各種データ

焦点距離	0.6170
Fno	5.588

【 0 0 8 1 】

数値実施例 6

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	v d
物面	∞	5.4264		
1	∞	0.2955	1.88815	40.76
2	0.9467	0.3246		
3	∞	3.3794	1.88815	40.76
4	∞	0.3682		
5(絞り)	∞	0.0969		
6	2.5285	0.8326	1.79196	47.37
7	-2.8131	0.1268		
8	∞	0.3876	1.523	65.13
9	∞	0.1223		
10	2.0400	0.7674	1.59143	61.14
11	-1.1548	0.2907	1.93429	18.90
12	-6.1764	0.6617		
13	∞	0.3198	1.51825	64.14
14	∞	0.0097	1.515	64.00
15	∞	0.3876	1.507	63.26
像面	∞			

30

40

各種データ

焦点距離	0.6300
------	--------

50

Fno

5.539

【 0 0 8 2 】

各実施例の条件式対応値を以下に示す。

条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6
(1) d_1/f	2.68	2.77	2.64	3.78	3.79	3.94
(2) f_2/f	1.92	1.95	2.03	2.28	2.15	2.36
(3) r_{21}/r_{22}	-1.00	-36.97	-1.16	-0.66	-0.52	-0.90
(4) f_{03}/f	2.01	2.27	2.10	2.13	1.81	2.17
(5) f_{01}/f	-1.18	-1.39	-1.22	-1.72	-1.76	-1.69
(6) d_1/d_2	0.66	0.67	0.61	0.89	0.97	0.88
(7) f_{02}/f	2.04	2.19	2.32	2.69	2.62	2.87
(8) f_{04}/f	-1.89	-2.25	-2.53	-2.37	-1.90	-2.48
(9) en/f	0.75	0.82	0.76	0.99	1.02	1.01
(10) ex/f	-4.06	-4.13	-4.78	-4.76	-4.00	-4.95

10

【産業上の利用可能性】

【 0 0 8 3 】

以上のように、本発明は、内視鏡対物光学系に有用であり、特に、斜視用の内視鏡対物光学系に適している。

20

【符号の説明】

【 0 0 8 4 】

G 1 第 1 群

G 2 第 2 群

S 明るさ絞り

L 1、L 2、L 3、L 4 レンズ

F 1、F 2 平行平板

C G カバーガラス

【要約】

30

小型、高画質で視野方向変換部材を配置するための十分な間隔を確保した内視鏡対物光学系を提供する。物体側から順に、負の第 1 群 G 1 と、明るさ絞り S と、正の第 2 群 G 2 からなり、第 1 群 G 1 は、物体側から順に、負の第 1 レンズ L 1 と視野方向変換部材 P からなり、第 2 群 G 2 は、物体側から順に、両凸形状の第 2 レンズ L 2 と、正の第 3 レンズ L 3 と負の第 4 レンズ L 4 との順に接合した接合レンズからなり、以下の条件式 (1)、(2)、(3) を満足することを特徴とする。

$$2.4 \leq d_1/f \leq 4.6 \quad (1)$$

$$1.85 \leq f_2/f \leq 2.6 \quad (2)$$

$$-5.0 \leq r_{21}/r_{22} \leq -0.4 \quad (3)$$

ここで、

40

d_1 は、第 1 レンズ L 1 の像側の面から明るさ絞り S の面までの空気換算長、

f は、内視鏡対物光学系の全系の焦点距離、

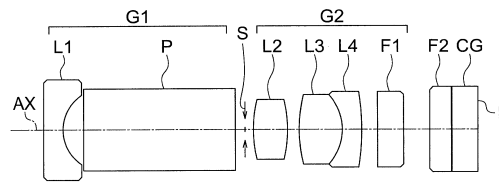
f_2 は、第 2 群 G 2 の焦点距離、

r_{21} は、第 2 レンズ L 2 の物体側の面の曲率半径、

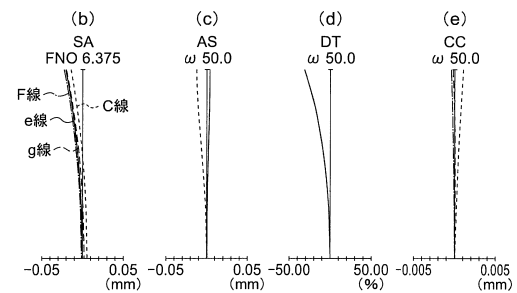
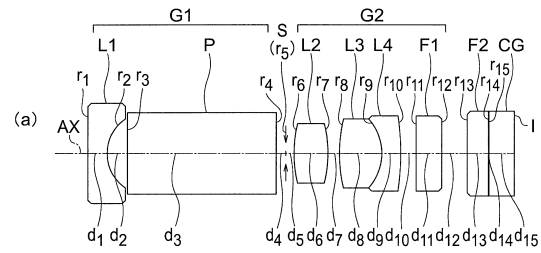
r_{22} は、第 2 レンズ L 2 の像側の面の曲率半径、

である。

【図 1】

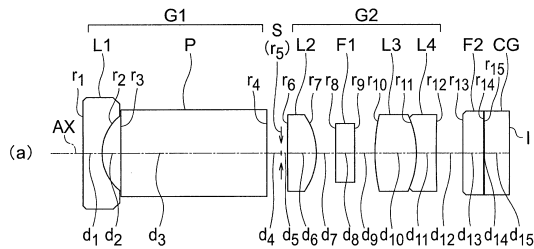


【図 2】

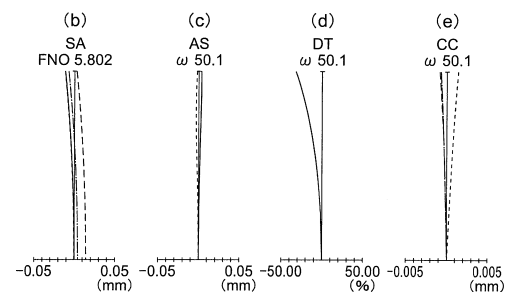
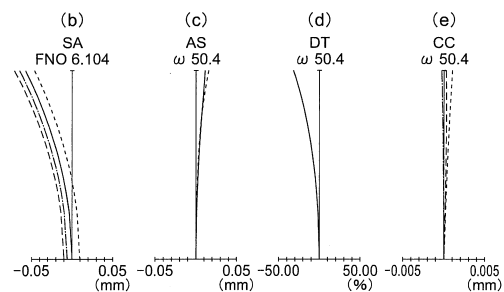
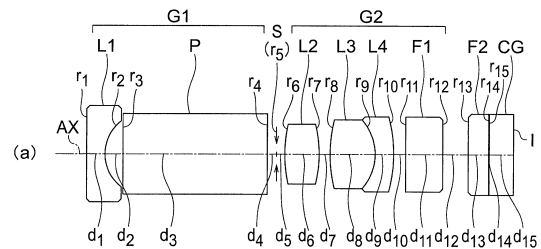


546.07 ———
 435.84 - - - - -
 486.13 - - - - -
 656.27 - - - - -

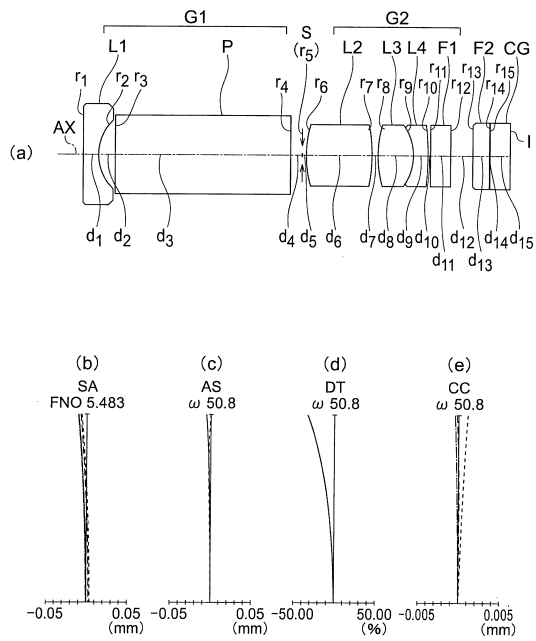
【図 3】



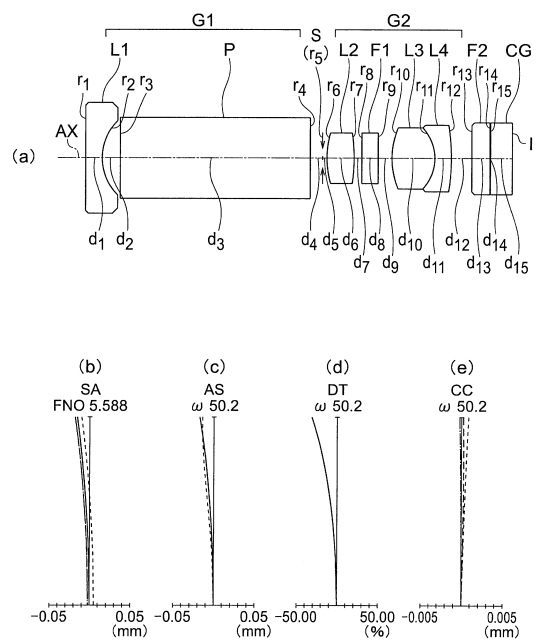
【図 4】



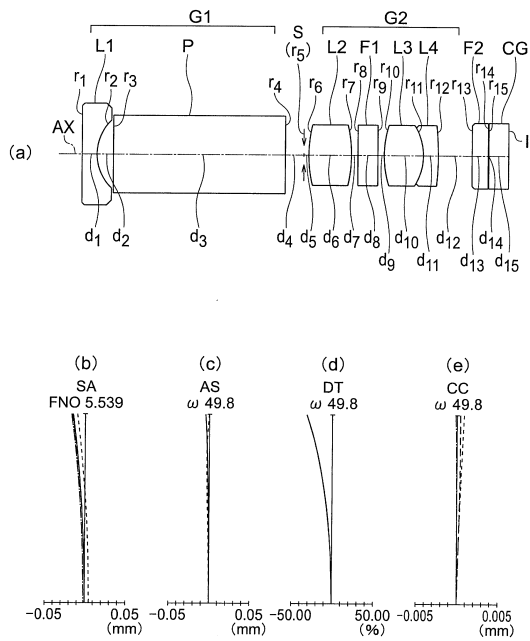
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平01-191820(JP,A)
特開昭63-292106(JP,A)
特開平09-113799(JP,A)
特開昭64-044908(JP,A)
特開平11-237549(JP,A)
特開平08-179226(JP,A)
特開平09-269450(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB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)	内窥镜物镜光学系统		
公开(公告)号	JP6062137B1	公开(公告)日	2017-01-18
申请号	JP2016561874	申请日	2016-04-12
[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	佐藤伸也		
发明人	佐藤 伸也		
IPC分类号	G02B13/04 G02B23/26 A61B1/00		
CPC分类号	G02B23/243 A61B1/00096 A61B1/00163 G02B9/12 G02B13/04 G02B23/26		
FI分类号	G02B13/04.D G02B23/26.C A61B1/00.300.Y		
代理人(译)	斋藤圭介 平山岩		
审查员(译)	正人Tonooka		
优先权	2015089661 2015-04-24 JP		
其他公开文献	JPWO2016171043A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

(EN) 提供一种内窥镜物镜光学系统，该内窥镜物镜光学系统尺寸小，图像质量高并且具有足够的空间来布置视野方向改变部件。从物体侧开始，从物体侧开始，负的第一组G1，光圈S和正的第二组G2从物体侧开始，第一组G1从物体侧开始，是负的第一透镜L1和视野方向转换构件。第二组G2由P构成，由胶合透镜构成，在胶合透镜中，从被摄体侧开始依次按顺序将双凸第二透镜L2与正第三透镜L3和负第四透镜L4接合。其特征在于满足条件表达式 (1) ， (2) 和 (3) 。 $2.4 \leq d1 / f \leq 4.6$ (1) $1.85 \leq f2 / f \leq 2.6$ (2) $-50 \leq r21 / r22 \leq -0.4$ (3) 哪里 d1是从第一透镜L1的像侧面到孔径光阑S的表面的空气当量长度， f是整个内窥镜物镜光学系统的焦距， f2是第二透镜单元G2的焦距， r21是第二透镜L2的物体侧表面的曲率半径， r22是第二透镜L2的像侧表面的曲率半径，是的。

(19) 日本国特許庁 (JP)	(12) 特 許 公 報 (B1)	(11) 特許番号 特許第6062137号 (P6062137)
(45) 発行日 平成29年1月18日 (2017. 1. 18)	(24) 登録日 平成28年12月22日 (2016. 12. 22)	
(51) Int. Cl. F I		
G O 2 B 13/04 (2006. 01)	G O 2 B 13/04 D	
G O 2 B 23/26 (2006. 01)	G O 2 B 23/26 C	
A 6 1 B 1/00 (2006. 01)	A 6 1 B 1/00 3 0 0 Y	
請求項の数 3 (全 18 頁)		
(21) 出願番号 特願2016-561874 (P2016-561874)	(73) 特許権者 000000376	
(86) (22) 出願日 平成28年4月12日 (2016. 4. 12)	オリンパス株式会社	
(86) 国際出願番号 PCT/JP2016/061828	東京都八王子市石川町2 9 5 1 番地	
審査請求日 平成28年10月7日 (2016. 10. 7)	(74) 代理人 100123962	
(31) 優先権主張番号 特願2015-89661 (P2015-89661)	弁理士 斎藤 圭介	
(32) 優先日 平成27年4月24日 (2015. 4. 24)	(74) 代理人 100120204	
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	弁理士 平山 巖	
早期審査対象出願	(72) 発明者 佐藤 伸也	
	東京都八王子市石川町2 9 5 1 番地 オリ	
	ンパス株式会社内	
	審査官 殿岡 雅仁	
		最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡対物光学系