

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号
特許第5930257号
(P5930257)

(45) 発行日 平成28年6月8日(2016.6.8)

(24) 登録日 平成28年5月13日(2016.5.13)

(51) Int.Cl.

F I

GO2B 13/04 (2006.01)

GO2B 23/26 (2006.01)

A61B 1/00 (2006.01)

GO2B 13/04 D

GO2B 23/26 C

A61B 1/00 300Y

請求項の数 10 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2016-506008 (P2016-506008)	(73) 特許権者	000000376
(86) (22) 出願日	平成27年5月21日 (2015. 5. 21)		オリンパス株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/064582		東京都八王子市石川町2951番地
審査請求日	平成28年2月4日 (2016. 2. 4)	(74) 代理人	100123962
(31) 優先権主張番号	特願2014-127318 (P2014-127318)		弁理士 斎藤 圭介
(32) 優先日	平成26年6月20日 (2014. 6. 20)	(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	加茂 裕二
			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	佐藤 伸也
			福島県会津若松市門田町大字飯寺字村西5
			〇〇 会津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、平凹の第1負レンズと、像側に凸面を向けた第2メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた第3正メニスカスレンズと、正レンズ群と、正レンズと負レンズが接合された接合レンズとからなり、

前記第3正メニスカスレンズが光軸に沿って移動してフォーカシングを行い、

前記第2メニスカスレンズは負レンズであり、

以下の条件式(1)を満たし、

以下の条件式(4-1)、(4-2)の少なくともいずれか1つを満たすことを特徴とする内視鏡用対物光学系。

$$2.3 \leq f_p / I_h \leq 5 \quad (1)$$
$$-1.5 \leq r_2 / r_3 \leq -0.28 \quad (4-1)$$
$$-0.2 \leq r_2 / r_4 \leq -0.08 \quad (4-2)$$

ここで、

f_p は前記正レンズ群の焦点距離、

I_h は前記内視鏡用対物光学系の最大像高、

r_2 は前記第1負レンズの像側曲率半径、

r_3 は前記第2メニスカスレンズの物体側曲率半径、

r_4 は前記第2メニスカスレンズの像側曲率半径、

である。

【請求項 2】

以下の条件式 (2) 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。

$$-2 \quad f_1 / I_h \quad -0.9 \quad (2)$$

ここで、

f_1 は前記第 1 負レンズの焦点距離、

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 3】

以下の条件式 (3) 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。

$$-3 \quad (f_{c1} \times f_{c2}) / (f_c \times f) \quad -0.85 \quad (3)$$

ここで、

f_{c1} は前記接合レンズの前記正レンズの焦点距離、

f_{c2} は前記接合レンズの前記負レンズの焦点距離、

f_c は前記接合レンズの合成焦点距離、

f は前記内視鏡用対物光学系の通常観察状態または近接観察状態での全系の焦点距離、

である。

【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。

$$0.45 \quad f_p / f_c \quad 1.3 \quad (5)$$

ここで、

f_p は前記正レンズ群の焦点距離、

f_c は前記接合レンズの合成焦点距離、

である。

【請求項 5】

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。

$$-5 \quad f_{pc} / f_1 \quad -2 \quad (6)$$

ここで、

f_{pc} は前記正レンズ群と前記接合レンズとの合成焦点距離、

f_1 は前記第 1 負レンズの焦点距離、

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。

$$2.2 \quad f_3 / d_f \quad 5.0 \quad (7)$$

ここで、

f_3 は前記第 3 正メニスカスレンズの焦点距離、

d_f は前記第 3 正メニスカスレンズの最大移動量、

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。

$$1.35 \quad \Sigma d(L_1 - L_3) / I_h \quad 3 \quad (8)$$

ここで、

$\Sigma d(L_1 - L_3)$ は前記第 1 負レンズの物体側面から前記第 3 正メニスカスレンズの物体側面の最小の軸上距離、

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 8】

以下の条件式 (9) 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。

$$4 \quad F_{no} \quad 7 \quad (9)$$

ここで、

10

20

30

40

50

F n o は内視鏡用対物光学系の F ナンバー、である。

【請求項 9】

フォーカス時には前記第 3 正メニスカスレンズのみが移動す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 10】

明るさ絞りは前記第 3 正メニスカスレンズの像側に配置されてい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。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、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対物光学系に関する。

【背景技術】

【0002】

内視鏡は、医療用分野及び工業用分野で広く使用されている装置である。医療用分野においては、体腔内に挿入された内視鏡により、体腔内の様々な部位の画像が得られる。この画像を用いて観察部位の診断が行われる。このように、内視鏡は、体腔内の様々な部位の観察と診断に利用されている。

【0003】

20

内視鏡による観察では、観察の際に、近点から遠点までの広い範囲でピントの合った画像を得られることが望ましい。ここで、一般的に観察深度は、F ナンバー（以下、「F n o」という）で決まる。このため、観察深度には、限界がある。

【0004】

そこで、近年では、さらに広い観察深度で観察ができるような結像光学系が提案されている。このような結像光学系では、ズームやフォーカスが用いられている。フォーカス機能を備えた結像光学系（以下、「フォーカス光学系」という）として、特許文献 1 の対物光学系がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0005】

【特許文献 1】特許第 4 9 3 4 2 3 3 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

フォーカス光学系は、合焦のためレンズを移動させる必要がある。このため、一般的にフォーカス光学系の全長は、固定焦点光学系の全長よりも大きくなってしまいう傾向がある。フォーカス光学系を小型化する方法としては、撮像サイズを小さくし、それに対応してフォーカス光学系を係数倍だけ縮小する方法がある。ここで、光学系を係数倍だけ縮小するとは、光学系の諸元値、例えば、レンズ面の曲率半径、厚さ、空気間隔などを係数倍だけ縮小することである。

40

【0007】

ただし、この方法では、撮像素子の画素ピッチを小さくしなくてはならない。ここで、画素ピッチを小さくする方法には、2 つの考慮すべき問題がある。

【0008】

1 つ目の問題は、F n o に起因する問題である。光学系で形成される点像は、回折の影響である広がりを持つ。画素ピッチを小さくすると、点像の大きさが 1 つの画素に対して大きくなりすぎる。そのため、F n o を明るくして、点像を小さくしなくてはならない。

【0009】

このように、画素ピッチを小さくした場合は、F n o を明るくしないと、必要な M T F

50

(Modulation Transfer Function)を確保できない。必要なMTFが確保できないと、光学系をそのまま係数倍だけ縮小したとしても、良好な光学性能を確保できない。即ち、Fnoを明るくしたことによる影響を考慮しなくてはならない。そのため、画素ピッチを小さくすると、新たな光学設計が必要となってしまう。

【0010】

2つ目の問題は、製造の際のばらつきの問題である。単純に光学系を係数倍だけ縮小すると、光学系の製造ばらつきに関しても、同じように係数倍だけ縮小されることになる。これは、製造ばらつきの許容値が小さくなることを意味する。よって、製造ばらつきを許容値以下にすることができない場合、単純に光学系だけを係数倍だけ縮小しただけでは、良好な光学性能を確保することができない。

10

【0011】

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。

【0012】

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昇してしまうなどデメリットがある。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。

20

【0013】

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。

【0014】

特許文献1の対物光学系は、Fnoが十分に明るいとはいえない。そのため、この対物光学系を係数倍だけ縮小することによって小型化しても、良好な光学性能を得ることは難しい。

【0015】

また、特許文献1には、光学系を係数倍だけ縮小した際に必要な光学性能の維持については考慮されていない。また、特許文献1では、製造のばらつきへの対応についても示唆されていない。そのため、本特許文献1の対物光学系では、撮像素子の画素ピッチを縮小した場合に、光学系の小型化が達成できるとは必ずしもいえない。

30

【0016】

本発明は、このような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は小型でかつ高性能な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】

【0017】

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、

40

物体側から順に、平凹の第1負レンズと、像側に凸面を向けた第2メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた第3正メニスカスレンズと、正レンズ群と、正レンズと負レンズが接合された接合レンズと、からなり、

第3正メニスカスレンズが光軸に沿って移動してフォーカシングを行い、

第2メニスカスレンズは負レンズであり、

以下の条件式(1)を満たし、

以下の条件式(4-1)、(4-2)の少なくともいずれか1つを満たすことを特徴とする内視鏡用対物光学系。

$$2.3 \leq f_p / |f_h| \leq 5 \quad (1)$$

$$-1.5 \leq r_2 / r_3 \leq -0.28 \quad (4-1)$$

50

$$-0.2 \quad r_2 / r_4 \quad -0.08 \quad (4-2)$$

ここで、

f_p は正レンズ群の焦点距離、

I_h は内視鏡用対物光学系の最大像高、

r_2 は第1負レンズの像側曲率半径、

r_3 は第2メニスカスレンズの物体側曲率半径、

r_4 は第2メニスカスレンズの像側曲率半径、

である。

【0018】

また、本発明の好ましい態様によれば、以下の条件式(2)を満たすことが望ましい。 10

$$-2 \quad f_1 / I_h \quad -0.9 \quad (2)$$

ここで、

f_1 は第1負レンズの焦点距離、

I_h は内視鏡用対物光学系の最大像高、

である。

【0019】

また、本発明の好ましい態様によれば、以下の条件式(3)を満たすことが望ましい。

$$-3 \quad (f_{c1} \times f_{c2}) / (f_c \times f) \quad -0.85 \quad (3)$$

ここで、

f_{c1} は接合レンズの正レンズの焦点距離、 20

f_{c2} は接合レンズの負レンズの焦点距離、

f_c は接合レンズの合成焦点距離、

f は内視鏡用対物光学系の通常観察状態または近接観察状態での全系の焦点距離、

である。

【0021】

また、本発明の好ましい態様によれば、以下の条件式(5)を満たすことが望ましい。

$$0.45 \quad f_p / f_c \quad 1.3 \quad (5)$$

ここで、

f_p は正レンズ群の焦点距離、

f_c は接合レンズの合成焦点距離、 30

である。

【0022】

また、本発明の好ましい態様によれば、以下の条件式(6)を満たすことが望ましい。

$$-5 \quad f_{pc} / f_1 \quad -2 \quad (6)$$

ここで、

f_{pc} は正レンズ群と接合レンズとの合成焦点距離、

f_1 は第1負レンズの焦点距離、

である。

【0023】

また、本発明の好ましい態様によれば、以下の条件式(7)を満たすことが望ましい。 40

$$22 \quad f_3 / d_f \quad 50 \quad (7)$$

ここで、

f_3 は第3正メニスカスレンズの焦点距離、

d_f は第3正メニスカスレンズの最大移動量、

である。

【0024】

また、本発明の好ましい態様によれば、以下の条件式(8)を満たすことが望ましい。

$$1.35 \quad \Sigma d(L_1 - L_3) / I_h \quad 3 \quad (8)$$

ここで、

$\Sigma d(L_1 - L_3)$ は第1負レンズの物体側面から第3正メニスカスレンズの物体側面 50

の最小の軸上距離、

I h は内視鏡用対物光学系の最大像高、
である。

【0025】

また、本発明の好ましい態様によれば、以下の条件式(9)を満たすことが望ましい。

$$4 \quad Fno \quad 7 \quad (9)$$

ここで、

Fno は内視鏡用対物光学系のFナンバー、
である。

【0026】

また、本発明の好ましい態様によれば、フォーカス時には第3正メニスカスレンズのみが移動することが望ましい。

【0027】

また、本発明の好ましい態様によれば、明るさ絞りは第3正メニスカスレンズの像側に配置されていることが望ましい。

【発明の効果】

【0028】

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、かつ良好な光学性能を有するという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【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り、(a)は通常観察状態における断面図、(b)は近接観察状態における断面図である。

【図2】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り、(a)は通常観察状態における断面図、(b)は近接観察状態における断面図である。

【図3】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。

【図4】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、(a)は通常観察状態における断面図、(b)は近接観察状態における断面図である。

【図5】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6】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、(a)は通常観察状態における断面図、(b)は近接観察状態における断面図である。

【図7】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8】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、(a)は通常観察状態における断面図、(b)は近接観察状態における断面図である。

【図9】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。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、本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。

【0031】

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。ここで、図1(a)は、通常観察状態における内視鏡用対物光学系の断面構成を示す図である。図1(b)は、近接観察状態における内視鏡用対物光学系の断面構成を示す図である。

【0032】

本実施形態に係る内視鏡用対物光学系(以下、「対物光学系」という)では、内視鏡に

10

20

30

40

50

使用できるような小型で高性能な対物光学系を実現するために、まず最も物体側に、第1負レンズ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。

【0033】

その上で、第1負レンズL1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第1負レンズL1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。

【0034】

そして、第1負レンズL1の像側に、第2メニスカスレンズL2を配置した。そして、第2メニスカスレンズL2の形状を、像側に凸面を向けたメニスカス形状にしている。このようにすることで、第1負レンズL1の収差を補正しつつ、レンズ径が大きくならないようにしている。

10

【0035】

さらに、第2メニスカスレンズL2の像側に、レンズが移動するフォーカス群を配置している。具体的には、フォーカス群として、第3正メニスカスレンズL3を配置している。そして、フォーカス時に、第3正メニスカスレンズL3を光軸に沿って移動させている。また、フォーカス時のレンズの移動による収差変動が抑えられるように、第3正メニスカスレンズL3の形状を、物体側に凸面を向けたメニスカス形状にしている。

【0036】

また、第3正メニスカスレンズL3の像側には、第4正レンズ群L4を配置している。第4正レンズ群L4は、主に結像に寄与する。そこで、第4正レンズ群L4の正屈折力によって、光束を収束させている。

20

【0037】

また、第4正レンズ群L4の像側では、軸上光束と軸外光束が分かれる。そこで、第4正レンズ群L4の像側に接合レンズを配置している。そして、接合レンズを第5正レンズL5と第6負レンズL6で構成する。このようにすると、軸外光束の光線高が高くなる位置に、第5正レンズL5と第6負レンズL6で構成された接合レンズが配置されることになる。これにより、色収差を良好に補正することができる。なお、第6負レンズL6は、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズとすることができる。

【0038】

なお、一般的に、光学系のFnoが明るくなると、球面収差やコマ収差の発生量が大きくなる。よって、光学系のFnoを明るくすると、球面収差の補正やコマ収差の補正が不利になってくる。

30

【0039】

ここで、本実施形態の対物光学系では、主な正屈折力を、第3正メニスカスレンズL3の像側に配置されているレンズ群の屈折力、すなわち、第4正レンズ群L4の正屈折力と接合レンズにおける第5正レンズL5の正屈折力とで確保している。よって、光学系のFnoを明るくすると、第4正レンズ群L4や第5正レンズL5で収差が発生しやすい。

【0040】

また、レトロフォーカスタイプの構成を実現するために必要な正屈折力も、第4正レンズ群L4や第5正レンズL5で得ている。そのため、第4正レンズ群L4の正屈折力や第5正レンズL5の正屈折力は、対物光学系の大きさに関係する。

40

【0041】

特に、第4正レンズ群L4は、第5正レンズL5よりも物体側に配置されている。ここで、軸上光線の光線高は、第5正レンズL5よりも第4正レンズ群L4で高くなる。そのため、収差への影響は、軸上光線が高くなる第4正レンズ群L4の方が高い。

【0042】

一方で、接合されていない正レンズの方が、必要な屈折力を確保しやすく、光学系の大きさへの寄与度も高い。このため、この第4正レンズ群L4の焦点距離を適切に設定することが好ましい。

50

【 0 0 4 3 】

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

$$2.3 \quad f_p / I_h \leq 5 \quad (1)$$

ここで、

f_p は第 4 正レンズ群 L 4 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 4 】

条件式 (1) の上限値を上回ると、第 4 正レンズ群 L 4 の正屈折力が弱くなりすぎる。この場合、光学系の全長が大きくなってしまふ。このため、光学系の小型化を満たせなくなる。

10

条件式 (1) の下限値を下回ると、 $F_n o$ に対して第 4 正レンズ群 L 4 の正屈折力が強くなりすぎる。この場合、球面収差やコマ収差が悪化してしまふ。そのため、高い光学性能を確保できなくなる。

【 0 0 4 5 】

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。

$$2.4 \quad f_p / I_h \leq 4 \quad (1')$$

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

$$2.5 \quad f_p / I_h \leq 3.5 \quad (1'')$$

20

【 0 0 4 6 】

また、第 1 負レンズ L 1 の屈折力には、レトロフォーカスタイプの構成を実現するために、比較的強い負屈折力が必要である。ここで、負の屈折力をあまり強くしすぎるとコマ収差などが悪化してしまふことがある。そこで、第 1 負レンズ L 1 の屈折力を適切に設定することが好ましい。このようにすることにより、本実施形態に係る対物光学系のような $F_n o$ が比較的明るい対物光学系においても、光学系全体での収差バランスを良好に取ることが可能になる。

【 0 0 4 7 】

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

30

$$-2 \quad f_1 / I_h \geq -0.9 \quad (2)$$

ここで、

f_1 は第 1 負レンズ 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。

【 0 0 4 8 】

条件式 (2) の上限値を上回ると、第 1 負レンズ L 1 の負屈折力が強くなりすぎる。この場合、コマ収差や非点収差を十分に補正しきれない。そのため、光学性能が悪化してしまふ。

条件式 (2) の下限値を下回ると、第 1 負レンズ L 1 の負屈折力が弱くなりすぎる。この場合、光学系の全長が大きくなりすぎてしまふ。そのため、内視鏡対物光学系として必要な小型化の条件を満たすことができない。

40

【 0 0 4 9 】

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。

$$-1.6 \quad f_1 / I_h \geq -0.9 \quad (2')$$

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

$$-1.2 \quad f_1 / I_h \geq -0.9 \quad (2'')$$

【 0 0 5 0 】

また、接合レンズの第 5 正レンズ L 5 は、全体の正屈折力の確保に寄与しつつ、第 6 負レンズ L 6 との接合により色収差補正にも寄与している。

50

【0051】

このようなことから、本実施形態に係る対物光学系では、通常観察状態と近接観察状態との少なくとも何れか一方の状態において、以下の条件式(3)を満たすことが望ましい。

$$-3 < (f_{c1} \times f_{c2}) / (f_c \times f) < -0.85 \quad (3)$$

ここで、

f_{c1} は接合レンズの第5正レンズL5の焦点距離、

f_{c2} は接合レンズの第6負レンズL6の焦点距離、

f_c は接合レンズの合成焦点距離、

f は内視鏡用対物光学系全系の焦点距離、

10

である。

【0052】

条件式(3)の上限値を上回ると、球面収差やコマ収差が悪化するか、または倍率色収差が補正不足になってしまう。

条件式(3)の下限値を下回ると、光学系の全長が大きくなりすぎるか、または倍率色収差の補正が過剰になってしまう。

【0053】

なお、条件式(3)に代えて、以下の条件式(3')を満たすことが望ましい。

$$-2.3 < (f_{c1} \times f_{c2}) / (f_c \times f) < -0.88 \quad (3')$$

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

$$-1.7 < (f_{c1} \times f_{c2}) / (f_c \times f) < -0.9 \quad (3'')$$

20

【0054】

また、レトロフォーカスタイプの構成を実現するために必要な負屈折力を、第1負レンズL1だけで確保しようとすると、第1負レンズL1は、強い負屈折力を有するため、大きな収差が発生してしまう。そのため、その像側に配置する第2メニスカスレンズL2の屈折力を負とすることが好ましい。このようにして、負屈折力を、第1負レンズL1と第2メニスカスレンズL2に分割すると共に、画面周辺の非点収差やコマ収差を良好に補正する必要がある。

【0055】

このようなことから、本実施形態に係る対物光学系では、以下の条件式(4-1)、(4-2)のいずれかを満たすことが望ましい。

$$-1.5 < r_2 / r_3 < -0.28 \quad (4-1)$$

$$-0.2 < r_2 / r_4 < -0.08 \quad (4-2)$$

ここで、

r_2 は第1負レンズL1の像側曲率半径、

r_3 は第2メニスカスレンズL2の物体側曲率半径、

r_4 は第2メニスカスレンズL2の像側曲率半径、

である。

【0056】

条件式(4-1)、(4-2)の上限値を上回ると、非点収差やコマ収差の補正効果が低下するか、または第1負レンズL1での収差発生量が大きすぎて、全ての収差が悪化してしまう。

40

条件式(4-1)、(4-2)の下限値を下回ると、非点収差やコマ収差が補正過剰になるか、または光学系の全長が大きくなりすぎてしまう。

【0057】

なお、条件式(4-1)、(4-2)に代えて、以下の条件式(4-1')、(4-2')を満たすことが望ましい。

$$-1 < r_2 / r_3 < -0.3 \quad (4-1')$$

$$-0.15 < r_2 / r_4 < -0.09 \quad (4-2')$$

さらに、条件式(4-1)、(4-2)に代えて、以下の条件式(4-1'')、(4-2'')を満たすことが望ましい。

50

- 2'') を満たすことが望ましい。

$$- 0.75 \quad r_2 / r_3 \quad - 0.32 \quad (4-1'')$$

$$- 0.13 \quad r_2 / r_4 \quad - 0.1 \quad (4-2'')$$

【0058】

また、第3正メニスカスレンズL3、あるいは開口絞りSよりも像側に配置されている光学系では、主に結像に関わる正屈折力を確保する必要がある。そのため、第4正レンズ群L4と接合レンズについては、全長短縮やバックフォーカス確保を考慮しつつ、球面収差やコマ収差を良好に補正できるような焦点距離比に設定することが望ましい。

【0059】

このようなことから、本実施形態に係る対物光学系では、以下の条件式(5)を満たすことが望ましい。

$$0.45 \leq f_p / f_c \leq 1.3 \quad (5)$$

ここで、

f_p は正レンズ群L4の焦点距離、

f_c は接合レンズの合成焦点距離、

である。

【0060】

条件式(5)の上限値を上回ると、光学系の全長が大きくなりすぎるか、または接合レンズによるコマ収差の発生が補正しきれなくなってしまう。

条件式(5)の下限値を下回ると、バックフォーカスが短すぎて、組立が出来なくなってしまうか、または第4正レンズ群L4によって発生する球面収差が補正しきれなくなってしまう。

【0061】

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。

$$0.47 \leq f_p / f_c \leq 1.1 \quad (5')$$

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

$$0.45 \leq f_p / f_c \leq 0.9 \quad (5'')$$

【0062】

上述のように、本実施形態に係る対物光学系では、物体側に配置されている負屈折力のレンズと、像側に配置されている正屈折力のレンズとにより、レトロフォーカスタイプの構成を実現している。これにより、非点収差やコマ収差を補正しつつ、光学系の小型化を図っている。

【0063】

ここで、特に第1負レンズL1と所定の光学系との構成が、対物光学系全体の収差バランスの維持と小型化に重要である。なお、所定の光学系とは、第4正レンズ群L4と接合レンズ(第5正レンズL5と第6負レンズL6)とを合わせた光学系のことである。

【0064】

このようなことから、本実施形態に係る対物光学系では、以下の条件式(6)を満たすことが望ましい。

$$-5 \leq f_{pc} / f_1 \leq -2 \quad (6)$$

ここで、

f_{pc} は正レンズ群L4と接合レンズとの合成焦点距離、

f_1 は第1負レンズL1の焦点距離、

である。

【0065】

条件式(6)の上限値を上回ると、第1負レンズL1の屈折力が弱くなりすぎる。これにより、光学系の径が大きくなるか、または所定の光学系における屈折力が強くなりすぎて、球面収差やコマ収差が悪化してしまう。

条件式(6)の下限値を下回ると、第1負レンズL1の屈折力が強くなりすぎる。これにより、全体的に収差が悪化するか、または所定の光学系における屈折力が弱くなりすぎ

10

20

30

40

50

て、光学系の全長が大きくなってしまう。

【0066】

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。

$$-4 \quad f_{pc} / f_1 - 2.1 \quad (6')$$

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

$$-3.2 \quad f_{pc} / f_1 - 2.2 \quad (6'')$$

【0067】

また、第3正メニスカスレンズL3は、合焦時にフォーカスレンズとして移動する。このため、第3正メニスカスレンズL3では、フォーカスによる収差変動が発生しやすい。また、レンズの移動時に、レンズが傾いたり(チルト)、偏ったり(シフト)して、実際の光学系が、本来の理想的な設計状態から、逸脱することは避けられない。そのため、フォーカスによるレンズ移動量に対するフォーカスレンズの焦点距離を適切に設定することが必要となる。

10

【0068】

このようなことから、本実施形態に係る対物光学系では、以下の条件式(7)を満たすことが望ましい。

$$2.2 \quad f_3 / d_f \leq 5.0 \quad (7)$$

ここで、

f3は第3正メニスカスレンズL3の焦点距離、

d_fは第3正メニスカスレンズL3の最大移動量、

20

である。

【0069】

条件式(7)の上限値を上回ると、フォーカスレンズの移動量が大きくなりすぎる。そのため、対物光学系が大型化してしまう。

条件式(7)の下限値を下回ると、フォーカスや、ばらつき即ち製造誤差の発生、による収差発生量が大きくなる。そのため、光学系の光学性能が劣化してしまう。

【0070】

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。

$$2.2 \quad f_3 / d_f \leq 4.0 \quad (7')$$

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

$$2.2 \quad f_3 / d_f \leq 3.5 \quad (7'')$$

30

【0071】

上述のように、レトロフォーカスタイプの構成を実現するために必要な負屈折力を、第1負レンズL1だけで確保しようとする、第1負レンズL1は、強い負屈折力を有することになる。そこで、本実施形態に係る対物光学系では、上述のように、負屈折力を、第1負レンズL1と第2メニスカスレンズL2に分割している。

【0072】

ここで、負屈折力を分割したとはいえ、第1負レンズL1は、依然として強い負屈折力を有し、レトロフォーカスタイプの光学系を構成している。しかしながら、第1負レンズL1が強い負屈折力を有しているため、第1負レンズL1において、大きな収差が発生している。

40

【0073】

このような場合は、コマ収差等を、正屈折力を有する第3正メニスカスレンズL3で補正することが効果的となる。特に第1負レンズL1と第3正メニスカスレンズL3の光線高の差が、この収差補正に影響する。そこで第1負レンズL1と第3正メニスカスレンズL3との距離を適切な関係に保つことが好ましい。

【0074】

このようなことから、本実施形態に係る対物光学系では、条件式(8)を満たすことが望ましい。

$$1.35 \leq d(L1 - L3) / I_h \leq 3 \quad (8)$$

50

ここで、

$\Sigma d(L1 - L3)$ は第 1 負レンズ L1 の物体側面から第 3 正メニスカスレンズ L3 の物体側面までの最小の軸上距離、

Ih は内視鏡用対物光学系の最大像高、
である。

【0075】

条件式(8)の上限値を上回ると、第 1 負レンズ L1 の径が大きくなりすぎるか、または第 3 正メニスカスレンズ L3 の移動量が大きくなる。このため、第 1 負レンズ L1 と第 3 正メニスカスレンズ L3 との小型化が達成できなくなる。

条件式(8)の下限値を下回ると、第 1 負レンズ L1、第 3 正メニスカスレンズ L3 の屈折力が強くなりすぎてしまう。そのため、コマ収差が悪化してしまう。

【0076】

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。

$$1.4 \leq \Sigma d(L1 - L3) / Ih \leq 2.5 \quad (8')$$

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

$$1.5 \leq \Sigma d(L1 - L3) / Ih \leq 2 \quad (8'')$$

【0077】

また、本実施形態に係る対物光学系では、以下の条件式(9)を満たすことが望ましい。

$$4 \leq Fno \leq 7 \quad (9)$$

ただし、

Fno は内視鏡用対物光学系の F ナンバー、
である。

【0078】

条件式(9)の上限値を上回ると、CCD の画素ピッチに対して回折の影響が出てしまう。

条件式(9)の下限値を下回ると、残存する収差が大きくなりすぎて、共に光学的な高性能を満たせなくなってしまう。

【0079】

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。

$$4.5 \leq Fno \leq 6.6 \quad (9')$$

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

$$5 \leq Fno \leq 6.3 \quad (9'')$$

【0080】

また、本実施形態に係る対物光学系では、フォーカス時には、第 3 正メニスカスレンズ L3 のみが移動することが望ましい。このようにすることは、機械的構成が簡易になるので好ましい。

【0081】

また、本実施形態に係る対物光学系では、明るさ絞り S は、第 3 正メニスカスレンズ L3 の像側に配置されていることが望ましい。このようにすることは、コマ収差と倍率色収差との収差バランスが取れるため好ましい。

また、本実施形態に係る対物光学系では、第 4 正レンズ群 L4 は、複数のレンズで構成してもよい。

【0082】

(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。

図 2(a) は、本実施例に係る内視鏡用対物光学系の、通常観察状態(遠距離物点)における断面図、(b) は近接観察状態(近距離物点)における断面図である。

本実施例 1 では、物体側から順に、平凹の第 1 負レンズ L1 と、像側に凸面を向けた第 2 負メニスカスレンズ L2 と、物体側に凸を向けた第 3 正メニスカスレンズ L3 と、明る

10

20

30

40

50

さ絞りSと、両凸の第4正レンズL4と、両凸の第5正レンズL5と、像側に凸の第6負メニスカスレンズL6と、赤外吸収フィルタ、カバーガラスFとCCDカバーガラスCGと、から構成される。

なお、第5正レンズL5と第6負メニスカスレンズL6とは接合されている。また、カバーガラスFとCCDカバーガラスCGとは接合されている。d15は接着層である。また、赤外吸収フィルタの物体側に、YAGレーザーカットのコーティング、像側にLDレーザーカットのコーティングを施している。さらに、第3正メニスカスレンズL3は、通常観察状態(図2(a))から近接観察状態(図2(b))へフォーカシングするに際して、像(像面I)側に移動する。

【0083】

10

図3(a)、(b)、(c)、(d)は、本実施例の通常観察状態における球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示す。

図3(e)、(f)、(g)、(h)は、本実施例の近接観察状態における球面収差(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、656.27nm(C線)、587.56nm(d線)、486.13nm(F線)及び435.84nm(g線)の各波長について示されている。また、各図中、“FIY”は最大像高を示す。以下、収差図に関しては、同様である。

【0084】

(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。

20

図4(a)は、本実施例に係る内視鏡用対物光学系の、通常観察状態(遠距離物点)における断面図、(b)は近接観察状態(近距離物点)における断面図である。

実施例2は、上述した実施例1と同様な構成で広角化している。

物体側から順に、平凹の第1負レンズL1、像側に凸面を向けた第2負メニスカスレンズL2、物体側に凸面を向けた第3正メニスカスレンズL3、明るさ絞りS、両凸の第4正レンズL4、両凸の第5正レンズL5、像側に凸の第6負メニスカスレンズL6、赤外吸収フィルタF、カバーガラスF、CCDカバーガラスCGから構成される。

なお第5正レンズL5と第6負メニスカスレンズL6とは接合されている。また、カバーガラスFとCCDカバーガラスCGは接合されている。また赤外吸収フィルタの物体側に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。さらに、第3正メニスカスレンズL3は通常観察状態(図4(a))から近接観察状態(図4(b))へフォーカシングに際して像(像面I)側に移動する。

30

【0085】

図5(a)、(b)、(c)、(d)は、本実施例の通常観察状態における球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示す。

図5(e)、(f)、(g)、(h)は、本実施例の近接観察状態における球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示す。

【0086】

(実施例3)

実施例3に係る内視鏡用対物光学系について説明する。

40

図6(a)は、本実施例に係る内視鏡用対物光学系の、通常観察状態(遠距離物点)における断面図、(b)は近接観察状態(近距離物点)における断面図である。

実施例3も上述の実施例1と同様に、物体側から順に、平凹の第1負レンズL1と、像側に凸面を向けた第2負メニスカスレンズL2と、物体側に凸面を向けた第3正メニスカスレンズL3と、明るさ絞りSと、両凸の第4正レンズL4と、両凸の第5正レンズL5と、像側に凸面を向けた第6負メニスカスレンズL6と、赤外吸収フィルタ、カバーガラスF、CCDカバーガラスCGから構成される。

なお、第5正レンズL5と第6負メニスカスレンズL6とは接合されている。また、カバーガラスFとCCDカバーガラスCGは接合されている。また赤外吸収フィルタの物体側にLDレーザーカットのコーティング、像側にYAGレーザーカットのコーティングを

50

施している。さらに、第3正メニスカスレンズL3は、通常観察状態(図6(a))から近接観察状態(図6(b))へのフォーカシングに際して像(像面I)側に移動する。

【0087】

図7(a)、(b)、(c)、(d)は、本実施例の通常観察状態における球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示す。

図7(e)、(f)、(g)、(h)は、本実施例の近接観察状態における球面収差(SA)、非点収差(AS)、歪曲収差(DT)、倍率色収差(CC)を示す。

【0088】

(実施例4)

実施例4に係る内視鏡用対物光学系について説明する。

10

図8(a)は、本実施例に係る内視鏡用対物光学系の、通常観察状態(遠距離物点)における断面図、(b)は近接観察状態(近距離物点)における断面図である。

実施例4も上述した実施例2と同様に、物体側から順に、平凹の第1負レンズL1と、像側に凸面を向けた第2負メニスカスレンズL2と、物体側に凸面を向けた第3正メニスカスレンズL3と、明るさ絞りSと、両凸の第4正レンズL4と、両凸の第5正レンズL5と、像側に凸面を向けた第6負メニスカスレンズL6と、赤外吸収フィルタ、カバーガラスF、CCDカバーガラスCGから構成される。

なお、第5正レンズL5と第6負メニスカスレンズL6とは接合されている。また、カバーガラスFとCCDカバーガラスCGは接合されている。また、赤外吸収フィルタの物体側にLDレーザーカットのコーティング、像側にYAGレーザーカットのコーティングを施している。さらに、第3正メニスカスレンズL3は通常観察状態(図8(a))から近接観察状態(図8(b))へのフォーカシングに際して像(像面I)側に移動する。

20

【0089】

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 d 線の屈折率、 v_d は各レンズのアッベ数、 F_n はFナンバー、 ω は半画角、 I_H は像高、である。

【0090】

数値実施例1

単位 mm

30

面データ

面番号	r	d	nd	v_d
1	∞	0.320	1.88300	40.76
2	0.9087	0.7537		
3	-1.2930	0.4800	1.88300	40.76
4	-1.5764	d_4		
5	1.4374	0.5400	1.88300	40.76
6	1.5329	d_6		
7(絞り)	∞	0.1910		
8	2.6879	1.0600	1.51633	64.14
9	-2.6879	0.7537		
10	2.8896	1.2000	1.48749	70.23
11	-1.4034	0.4200	1.92286	18.90
12	-2.6879	0.9999		
13	∞	0.6000	1.52100	65.13
14	∞	0.5000	1.51633	64.14
15	∞	0.0100	1.51300	64.00
16	∞	0.5000	1.61062	50.49
像面	∞			

50

各種データ

	通常観察状態	近接観察状態
焦点距離	1.072	1.056
物点距離	12.5	4.5
F n o	5.94	5.95
ω	67.2	66.0
I H	1	1
d4	0.1730	0.4809
d6	0.7325	0.4246

10

【 0 0 9 1 】

数値実施例 2

単位 m m

面データ

面番号	r	d	nd	v d
1	∞	0.3200	1.88300	40.76
2	0.8291	0.6274		
3	-2.4204	0.4000	1.88300	40.76
4	-4.3174	d4		
5	1.5329	0.4800	1.64769	33.79
6	1.7898	d6		
7 (絞 り)	∞	0.0860		
8	3.0870	1.1600	1.62004	36.26
9	-3.0870	0.7750		
10	3.0998	1.0600	1.58913	61.14
11	-1.4374	0.3200	1.92286	18.90
12	-3.7166	1.0000		
13	∞	0.7431	1.52100	65.13
14	∞	0.5854		
15	∞	0.7000	1.51633	64.14
16	∞	0.0100	1.51300	64.00
17	∞	0.5000	1.61062	50.49
像面	∞	0.0000		

20

30

各種データ

	通常観察状態	近接観察状態
焦点距離	0.998	0.990
物点距離	11.5	4.0
F n o	6.00	6.02
ω	80.5	76.5
I H	1	1
d4	0.3216	0.6444
d6	0.7229	0.4002

40

【 0 0 9 2 】

数値実施例 3

単位 m m

面データ

50

面番号	r	d	nd	v d
1	∞	0.3185	1.88300	40.76
2	0.8075	0.7856		
3	-1.4551	0.4706	1.88300	40.76
4	-1.7058	d4		
5	1.2793	0.5400	1.88300	40.76
6	1.2840	d6		
7 (絞リ)	∞	0.1911		
8	2.8681	0.6950	1.48749	70.23
9	-3.3606	0.7488		
10	2.0631	1.2700	1.48749	70.23
11	-1.3083	0.4250	1.92286	18.90
12	-2.7838	0.1900		
13	∞	0.6000	1.52100	65.13
14	∞	1.2918		
15	∞	0.5000	1.51633	64.14
16	∞	0.0100	1.51300	64.00
17	∞	0.5000	1.61062	50.49
像面	∞			

10

20

各種データ

	通常観察状態	近接観察状態
焦点距離	1.087	1.075
物点距離	12.7	4.1
F n o	6.09	6.11
ω	68.6	66.0
I H	1	1
d4	0.2014	0.5257
d6	0.7521	0.4280

30

【 0 0 9 3 】

数値実施例 4

単位 m m

面番号	r	d	nd	v d
1	∞	0.3200	1.88300	40.76
2	0.8134	0.6081		
3	-3.3652	0.4000	1.88300	40.76
4	-7.0620	d4		
5	1.3621	0.4800	1.64769	33.79
6	1.6153	d6		
7 (絞リ)	∞	0.0850		
8	2.7557	1.0360	1.58144	40.75
9	-2.7539	0.7967		
10	2.9158	1.0700	1.58913	61.14
11	-1.4447	0.4250	1.92286	18.90
12	-3.8660	1.5479		
13	∞	0.6000	1.52100	65.13
14	∞	0.5000	1.51633	64.14

40

50

15	∞	0.0100	1.51300	64.00
16	∞	0.5000	1.61062	50.49
像面	∞			

各種データ

	通常観察状態	近接観察状態
焦点距離	1.005	0.995
物点距離	11.4	4.0
F n o	5.90	5.92
ω	79.5	76.1
I H	1	1
d4	0.3185	0.5666
d6	0.6770	0.4289

10

【0094】

以下、実施例1、実施例2、実施例3、実施例4に係る内視鏡用対物光学系における条件式(1)～(9)の数値を示す。なお、条件式(3)の上段は通常観察状態、下段は近接観察状態の数値である。

条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
(1)	2.78	2.67	3.28	2.53
(2)	-1.02	-0.93	-0.91	-0.92
(3)	-1.51	-0.99	-1.24	-1.00
	-1.53	-1.00	-1.26	-1.01
(4-1)	-0.70	-0.34	-0.55	-0.24
(4-2)	-0.58	-0.19	-0.47	-0.12
(5)	0.57	0.54	0.77	0.52
(6)	-2.23	-2.29	-2.50	-2.26
(7)	23.1	29.2	22.1	30.7
(8)	1.73	1.67	1.78	1.65
(9)	5.94	6.00	6.09	5.90

20

30

【0095】

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。

【産業上の利用可能性】

【0096】

以上のように、本発明は、小型で、かつ良好な光学性能を有する内視鏡用対物光学系に有用である。

【符号の説明】

【0097】

40

- L1 第1負レンズ
- L2 第2負メニスカスレンズ
- L3 第3正メニスカスレンズ
- L4 第4正レンズ
- L5 第5正レンズ
- L6 第6負メニスカスレンズ
- S 明るさ絞り

【要約】

小型で、かつ良好な光学性能を有する内視鏡用対物光学系を提供する。

物体側から順に、平凹の第1負レンズL1と、像側に凸面を向けた第2メニスカスレン

50

ズ L 2 と、物体側に凸面を向けた第 3 正メニスカスレンズ L 3 と、正レンズ群 L 4 と、正レンズ L 5 と負レンズが接合された接合レンズとからなり、第 3 正メニスカスレンズ L 3 が光軸 A X に沿って移動してフォーカシングを行い、以下の条件式 (1) を満たすことを特徴とする内視鏡用対物光学系である。

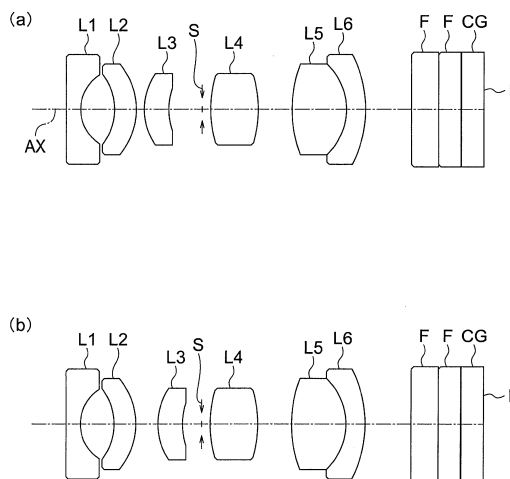
$$2.3 \quad f_p / I_h \leq 5 \quad (1)$$

ここで、

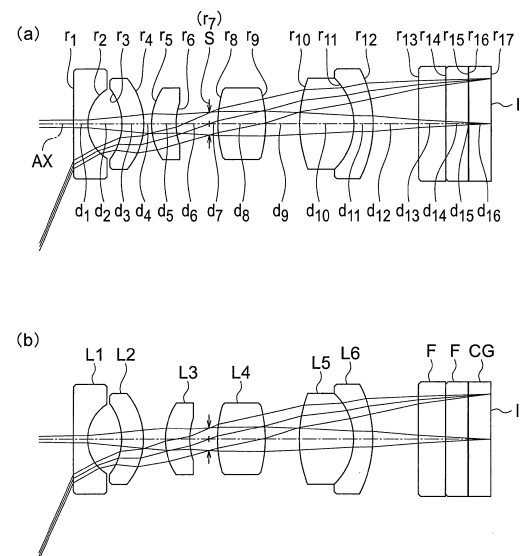
f_p は正レンズ群 L 4 の焦点距離、

I_h は内視鏡用対物光学系の最大像高、
である。

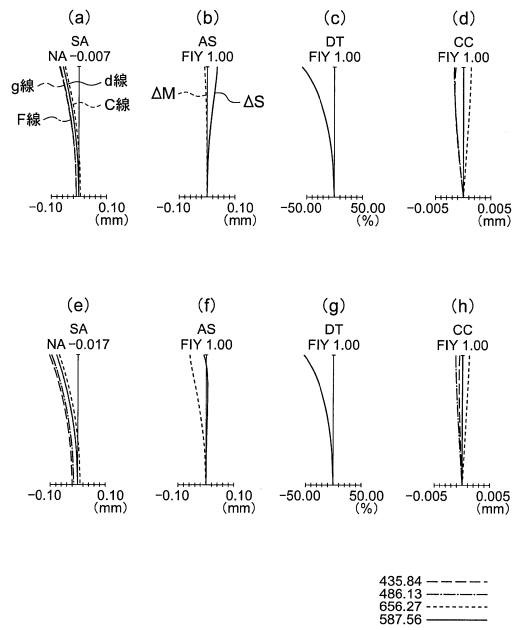
【 図 1 】



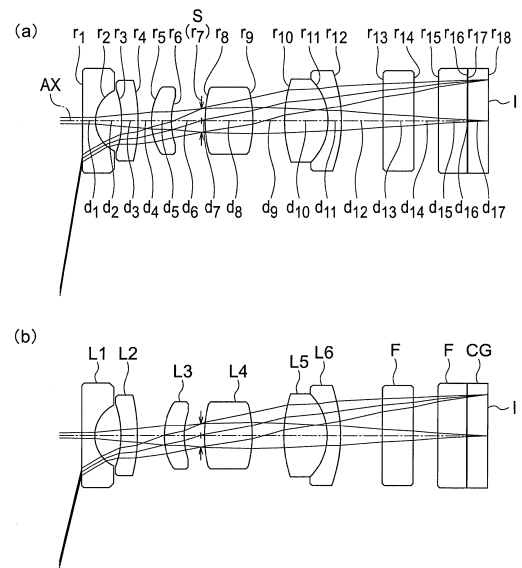
【 図 2 】



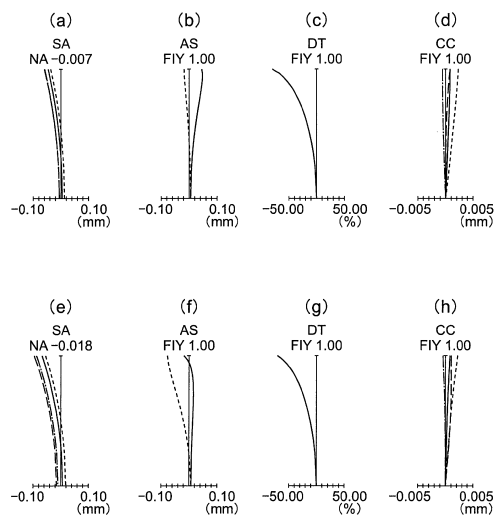
【図 3】



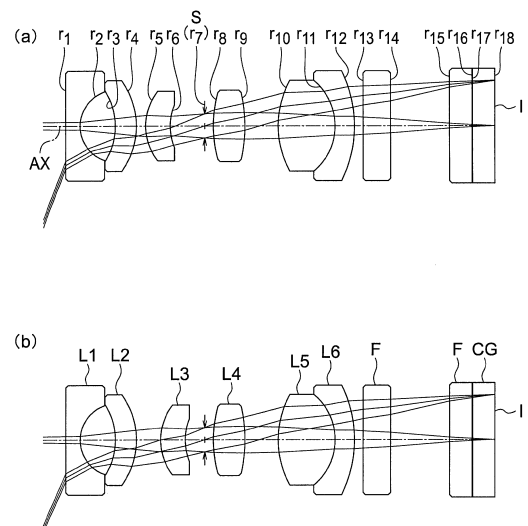
【図 4】



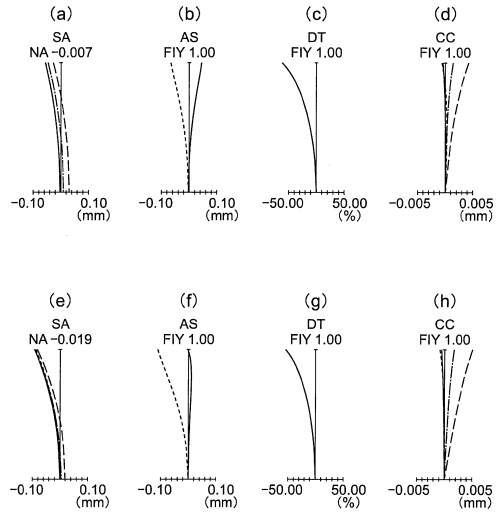
【図 5】



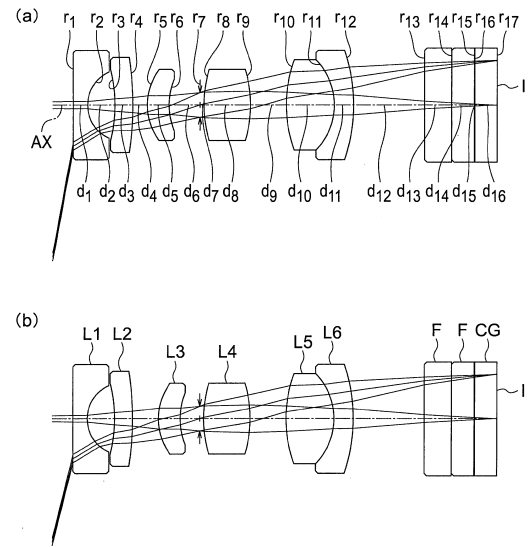
【図 6】



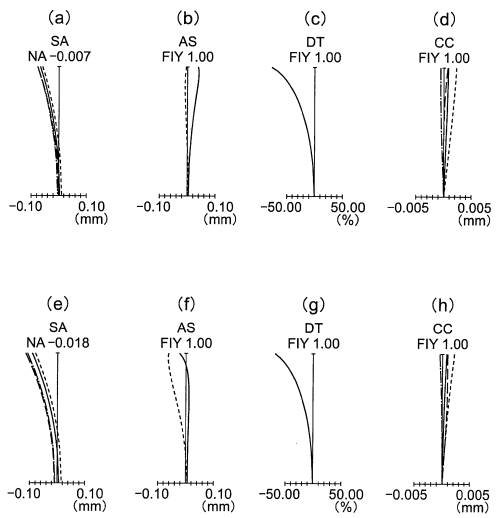
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2013/021744(WO,A1)
国際公開第2011/070930(WO,A1)
国際公開第2012/169369(WO,A1)
国際公開第2014/088104(WO,A1)
特開2007-233036(JP,A)
国際公開第2015/064614(WO,A1)
国際公開第2015/025843(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B	9/00	-	17/08
G02B	21/02	-	21/04
G02B	23/24	-	23/26
G02B	25/00	-	25/04
A61B	1/00	-	1/32

专利名称(译)	内窥镜物镜光学系统		
公开(公告)号	JP5930257B1	公开(公告)日	2016-06-08
申请号	JP2016506008	申请日	2015-05-21
[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 佐藤伸也		
发明人	加茂 裕二 佐藤 伸也		
IPC分类号	G02B13/04 G02B23/26 A61B1/00		
CPC分类号	A61B1/00096 A61B1/00188 G02B9/60 G02B13/04 G02B13/06 G02B23/243		
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	2014127318 2014-06-20 JP		
其他公开文献	JPWO2015194311A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

(EN) 提供一种用于内窥镜的物镜光学系统，该系统尺寸小且具有良好的光学性能。从物侧起依次为：平凹的第一负透镜L1，具有面向像侧的凸面的第二弯月形透镜L2，具有面向物侧的凸面的第三正弯月形透镜L3和正透镜组L4，正透镜L5和负透镜彼此接合，并且第三正弯月形透镜L3沿着光轴AX移动以进行聚焦，并且满足以下条件表达式（1）。它是用于内窥镜的物镜光学系统。 $2.3 \leq f_p / l_h \leq 5$ （1）哪里 f_p 是正透镜单元L4的焦距， l_h 是内窥镜物镜光学系统的最大像高，是的。

(21) 出願番号	特願2016-506008 (P2016-506008)	(73) 特許権者	000000376
(86) (22) 出願日	平成27年5月21日 (2015. 5. 21)		オリンパス株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/064582		東京都八王子市石川町2951番地
審査請求日	平成28年2月4日 (2016. 2. 4)	(74) 代理人	100123962
(31) 優先権主張番号	特願2014-127318 (P2014-127318)		弁理士 斎藤 圭介
(32) 優先日	平成26年6月20日 (2014. 6. 20)	(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	加茂 裕二 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	佐藤 伸也 福島県会津若松市門田町大字飯寺字村西5 00 会津オリンパス株式会社内
		審査官	殿岡 雅仁

最終頁に続く