

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02018/235352

発行日 令和1年6月27日(2019.6.27)

(43) 国際公開日 平成30年12月27日(2018.12.27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
G02B 13/04 (2006.01)	G02B 13/04 D	2H040
G02B 23/26 (2006.01)	G02B 23/26 C	2H087
A61B 1/00 (2006.01)	A61B 1/00 731	4C161

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 31 頁)

出願番号 特願2018-537883 (P2018-537883)	(71) 出願人 000000376 オリンパス株式会社 東京都八王子市石川町2951番地
(21) 国際出願番号 PCT/JP2018/009237	
(22) 国際出願日 平成30年3月9日(2018.3.9)	
(11) 特許番号 特許第6416451号 (P6416451)	(74) 代理人 100123962 弁理士 斎藤 圭介
(45) 特許公報発行日 平成30年10月31日(2018.10.31)	
(31) 優先権主張番号 特願2017-122540 (P2017-122540)	(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
(32) 優先日 平成29年6月22日(2017.6.22)	(72) 発明者 辻 善文 東京都八王子市石川町2951番地 オリ ンパス株式会社内
(33) 優先権主張国 日本国(JP)	Fターム(参考) 2H040 BA02 CA23

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡用対物光学系

(57) 【要約】

Fナンバーが小さく、小型でかつ高い結像性能を有し、製造誤差に強く、フレアの発生の抑制が容易な内視鏡用対物光学系を提供すること。

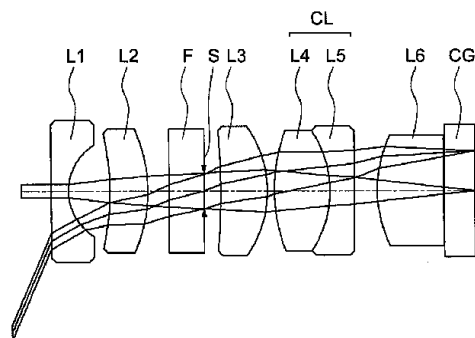
内視鏡用対物光学系は、物体側から順に、負の屈折力の第1レンズL1と、正の屈折力の第2レンズL2と、明るさ絞りSと、正の屈折力の第3レンズL3と、正の屈折力の第4レンズL4と、負の屈折力の第5レンズL5と、正の屈折力の第6レンズL6と、からなり、第2レンズL2は、像側に凸を向けたメニスカスレンズであり、第3レンズL3は、像側に凸を向けたメニスカスレンズであり、第4レンズL4と第5レンズL5とで、正の屈折力の接合レンズが形成され、第6レンズL6は、撮像素子と接合されており、以下の条件式(1)を満たす。

$$0.55 < (r3f + r3r) / (r3f - r3r) < 5 \quad (1)$$

ここで、

r3fは、第3レンズの物体側面の曲率半径、

r3rは、第3レンズの像側面の曲率半径、



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、
 負の屈折力の第 1 レンズと、
 正の屈折力の第 2 レンズと、
 明るさ絞りと、
 正の屈折力の第 3 レンズと、
 正の屈折力の第 4 レンズと、
 負の屈折力の第 5 レンズと、
 正の屈折力の第 6 レンズと、 からなり、
 前記第 2 レンズは、像側に凸を向けたメニスカスレンズであり、
 前記第 3 レンズは、像側に凸を向けたメニスカスレンズであり、
 前記第 4 レンズと前記第 5 レンズとで、正の屈折力の接合レンズが形成され、
 前記第 6 レンズは、撮像素子と接合されており、
 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。

$$0.55 < (r_{3f} + r_{3r}) / (r_{3f} - r_{3r}) < 5 \quad (1)$$

ここで、

r_{3f} は、前記第 3 レンズの物体側面の曲率半径、

r_{3r} は、前記第 3 レンズの像側面の曲率半径、

である。

10

20

【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。

$$-20 < r_{3f} / r_{4f} < -0.5 \quad (2)$$

ここで、

r_{3f} は、前記第 3 レンズの物体側面の曲率半径、

r_{4f} は、前記第 4 レンズの物体側面の曲率半径、

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。

$$-1 < r_{6f} / r_{3f} < -0.02 \quad (3)$$

ここで、

r_{6f} は、前記第 6 レンズの物体側面の曲率半径、

r_{3f} は、前記第 3 レンズの物体側面の曲率半径、

である。

30

【請求項 4】

以下の条件式 (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。

$$-0.7 < f_1 / f_4 < -0.3 \quad (4)$$

ここで、

f_1 は、前記第 1 レンズの焦点距離、

f_4 は、前記第 4 レンズの焦点距離、

である。

40

【請求項 5】

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。

$$0.6 < r_{3r} / r_{4r} < 1.7 \quad (5)$$

ここで、

r_{3r} は、前記第 3 レンズの像側面の曲率半径、

r_{4r} は、前記第 4 レンズの像側面の曲率半径、

である。

【請求項 6】

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。

50

$$- 0.7 \quad (r_{3r} + r_{4f}) / (r_{3r} - r_{4f}) \quad - 0.1 \quad (6)$$

ここで、

r_{3r} は、前記第3レンズの像側面の曲率半径、

r_{4f} は、前記第4レンズの物体側面の曲率半径、

である。

【請求項7】

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。

$$0.05 \quad (r_{4f} + r_{4r}) / (r_{4f} - r_{4r}) \quad 0.33 \quad (7)$$

ここで、

r_{4f} は、前記第4レンズの物体側面の曲率半径、

r_{4r} は、前記第4レンズの像側面の曲率半径、

である。

10

【請求項8】

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。

$$- 1.45 \quad f_3 / f_5 \quad - 1 \quad (8)$$

ここで、

f_3 は、前記第3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9】

20

以下の条件式(9-1)、(9-2)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。

$$- 2.5 \quad r_{6f} / r_{3r} \quad - 0.65 \quad (9-1)$$

$$1.5 \quad f_2 / f_3 \quad 3 \quad (9-2)$$

ここで、

r_{6f} は、前記第6レンズの物体側面の曲率半径、

r_{3r} は、前記第3レンズの像側面の曲率半径、

f_2 は、前記第2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。

30

【請求項10】

以下の条件式(10-1)、(10-2)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。

$$- 0.25 \quad (r_{5f} + r_{6f}) / (r_{5f} - r_{6f}) \quad 0.2 \quad (10-1)$$

$$1 \quad f_2 / f_6 \quad 1.6 \quad (10-2)$$

ここで、

r_{5f} は、前記第5レンズの物体側面の曲率半径、

r_{6f} は、前記第6レンズの物体側面の曲率半径、

f_2 は、前記第2レンズの焦点距離、

f_6 は、前記第6レンズの焦点距離、

である。

40

【請求項11】

以下の条件式(11)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。

$$- 1.5 \quad f_{45} / f_1 \quad - 3 \quad (11)$$

ここで、

f_{45} は、前記接合レンズの焦点距離、

f_1 は、前記第1レンズの焦点距離、

である。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】**【0001】**

本発明は、対物光学系に関するものであり、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。特に医療用分野においては、内視鏡は、観察部位の診断や治療に利用されている。この診断や治療には、体腔内に挿入された内視鏡により得られる画像が用いられる。

【0003】

内視鏡用の対物光学系では、適切なFナンバーとピント位置を設定することにより、近点から遠点までピントの合った像を形成している。また、対物光学系では、レンズ径を小さくすることや、光学系の全長を短くすることが行われている。このようにすることにより、挿入部を細くすることができる。その結果、挿入時の苦痛を低減することや、体内で小回りの効く挿入部を実現することができる。近年は、更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。

【0004】

小型の対物光学系として、特許文献1～7に記載された対物光学系がある。

【0005】

特許文献1には、撮影レンズが開示されている。撮影レンズは、物体側から順に、負レンズと、正レンズと、明るさ絞りと、正レンズと、負レンズと正レンズとが接合された接合レンズと、正レンズと、を有する。

【0006】

特許文献2には、内視鏡対物光学系が開示されている。内視鏡対物光学系は、物体側から順に、負レンズと、正レンズと、挿脱可能なメニスカスレンズと、明るさ絞りと、正レンズと、正レンズと、を有する。最も像側に位置する正レンズは、撮像素子のカバーガラスと接合されている。

【0007】

特許文献3には、内視鏡対物レンズユニットが開示されている。内視鏡対物レンズユニットは、物体側から順に、負レンズと、正レンズと、明るさ絞りと、正レンズと、正レンズと負レンズとが接合された接合レンズと、を有する。

【0008】

特許文献4には、撮像光学系が開示されている。撮像光学系は、物体側から順に、負レンズと、正レンズと、明るさ絞りと、正レンズと、正レンズと負レンズとが接合された接合レンズと、正レンズと、を有する。最も像側に位置する正レンズは、撮像素子のカバーガラスと接合されている。

【0009】

特許文献5には、内視鏡対物レンズが開示されている。内視鏡対物レンズは、物体側から順に、負レンズと、正レンズと、明るさ絞りと、正レンズと、正レンズと負レンズとが接合された接合レンズと、正レンズと、を有する。最も像側に位置する正レンズは、撮像素子のカバーガラスと接合されている。

【0010】

特許文献6には、内視鏡用光学系が開示されている。内視鏡用光学系は、物体側から順に、負レンズと、正レンズと、明るさ絞りと、正レンズと、正レンズと負レンズとが接合された接合レンズと、正レンズと、を有する。最も像側に位置する正レンズは、撮像素子のカバーガラスと接合されている。

【0011】

特許文献7には、内視鏡対物光学系が開示されている。内視鏡対物光学系は、物体側から順に、負レンズと、正レンズと、明るさ絞りと、正レンズと、正レンズと負レンズとが接合された接合レンズと、正レンズと、を有する。最も像側に位置する正レンズは、撮像

10

20

30

40

50

素子のカバーガラスと接合されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0012】

【特許文献1】特許第3723637号公報

【特許文献2】国際公開第2013/002019号

【特許文献3】国際公開第2011/145505号

【特許文献4】特開2001-083400号公報

【特許文献5】特開平6-222263号公報

【特許文献6】特許第2596810号公報

【特許文献7】特許第5927368号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

一般的に、撮像素子の画素数を増やすことで、高画質化が可能となる。画素数の増加に応じて撮像面を大型化すると、撮像面に形成する像の高さも高くしなくてはならない。しかしながら像高が高くなってしまふと、対物光学系も大きくなる。この場合、光学系を小型化することが難しくなる。そのため、内視鏡に用いる撮像素子では、撮像素子のサイズを同じまま画素ピッチを小さくすることで、小型化を保ちつつ高画質化する方法が行われることが多い。

【0014】

しかしながら、画素ピッチが小さくなると、対物光学系には、許容錯乱円を更に小さくすることが求められる。そのため、高い光学性能を持った対物光学系が必要となる。許容錯乱円は、回折の影響を強く受ける。そのため、対物光学系を、Fナンバーが小さい光学系にする必要がある。

【0015】

一般的には、Fナンバーが小さくなると、収差補正が難しくなる。収差を良好に補正するためには、レンズ枚数を増やすか、又は、光学系の全長を長くしなければならない。そのため、光学系が大型化してしまう傾向にある。このように、撮像素子のサイズを同じままで画素ピッチを小さくすると、単純に光学系の小型化と高性能化を達成することができない。

【0016】

更に、Fナンバーが小さくなると、光学系が製造ばらつきに対して弱くなってしまふ。すなわち、レンズ部品の曲率半径の誤差、肉厚の誤差、及び光学系組立時のメカ枠とレンズとのシフト、チルト誤差等で、光学性能が劣化しやすくなる。このようなことから、光学系には、許容できる誤差量が大きいことが望まれる。

【0017】

また、近年、撮像素子では、多画素化が進んでいる。多画素化が進むと、それに伴い画素ピッチが小さくなる。画素ピッチが小さくなると、光学系における許容錯乱円も小さくなる。

【0018】

光学系の組み立てでは、物体像の位置と撮像面の位置とを一致させる調整（以下、「ピント調整」という）が行われる。ピントの合った物体像を撮像するためには、ピント調整が高精度で行われている必要がある。ピント調整では、レンズの移動、撮像素子の移動、又はレンズと撮像素子の移動が行われる。光学系における許容錯乱円が小さいと、更に高い精度がピント調整に求められる。

【0019】

特に、製造時に行われるピント合わせについては、画素ピッチと、Fナンバーでほぼ決まる許容錯乱円とで、許容される誤差量が決まってしまう。例えば、ピント合わせの許容誤差が $3\ \mu\text{m} \sim 5\ \mu\text{m}$ だと、許容量としてはかなり小さい。

10

20

30

40

50

【0020】

レンズを撮像素子のカバーガラスと接合した場合、レンズが撮像素子の近傍、すなわち、像面の近傍に位置する。この場合、カバーガラスに接合されたレンズは、フィールドレンズとして機能する。この状態で、レンズと撮像素子とを一体で移動させると、光学系の縦倍率が小さくなる。その結果、ピント調整を容易に行うことができる。

【0021】

ピント合わせが終ると、レンズや撮像素子が接着剤で固定される。このとき、接着剤の硬化に伴って、レンズの位置や撮像素子の位置にずれが生じる。上述のように許容量が小さいと、接着剤には、硬化によって生じるずれ量をかなり小さい量にすることが求められる。しかしながら、接着剤では対応が困難な場合もある。このようなことから、製造時のピント誤差に関して、光学系には、許容できる誤差量が大きいことが望まれる。

10

【0022】

特許文献1の撮影レンズは、Fナンバーが2.8の明るい光学系である。しかしながら、小さい画素ピッチに対する製造誤差の問題は考慮されていなかった。また、カメラ用の光学系であるため、内視鏡の光学系のような小型化は達成されていなかった。

【0023】

特許文献2の内視鏡対物光学系は、Fナンバーが8の暗い光学系である。そのため、小さい画素ピッチに対応した光学系にはなっていない。

【0024】

特許文献3の内視鏡対物レンズユニットは、Fナンバーが4~5の比較的明るい光学系である。しかしながら、小さい画素ピッチに対する製造誤差の問題は考慮されていなかった。

20

【0025】

特許文献4の撮像光学系は、Fナンバーが9.6~11の暗い光学系である。そのため、小さい画素ピッチに対応した光学系にはなっておらず、また、小さい画素ピッチに対する製造誤差の問題も考慮されていなかった。

【0026】

特許文献5の内視鏡対物レンズは、比較的明るい光学系である。しかしながら、フィールドレンズの物体側にある接合レンズが負屈折力を有している。この場合、正屈折力を分散させることができないため、収差が十分に補正されているとは言い難い。そのため、光学系を小型化したときの製造誤差による性能劣化や、小さい画素ピッチに対する製造誤差による性能劣化を考慮しているとはいえなかった。

30

【0027】

特許文献6の内視鏡用光学系は、Fナンバーが4.7の比較的明るい光学系である。しかしながら、小さい画素ピッチに対応した光学系にはなっていない。

【0028】

特許文献7の内視鏡対物光学系は、比較的明るい光学系で、しかも、フィールドレンズを備えている。よって、製造誤差によるピントずれに対する考慮もされている。ただし、フィールドレンズにより、撮像面以外で生じた反射光がフレアになってしまう場合があった。

40

【0029】

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、Fナンバーが小さく、小型でかつ高い結像性能を有し、製造誤差に強く、フレアの発生の抑制が容易な内視鏡用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】

【0030】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の少なくとも幾つかの実施形態に係る内視鏡用対物光学系は、
物体側から順に、
負の屈折力の第1レンズと、

50

正の屈折力の第 2 レンズと、
 明るさ絞りと、
 正の屈折力の第 3 レンズと、
 正の屈折力の第 4 レンズと、
 負の屈折力の第 5 レンズと、
 正の屈折力の第 6 レンズと、からなり、
 第 2 レンズは、像側に凸を向けたメニスカスレンズであり、
 第 3 レンズは、像側に凸を向けたメニスカスレンズであり、
 第 4 レンズと第 5 レンズとで、正の屈折力の接合レンズが形成され、
 第 6 レンズは、撮像素子と接合されており、

10

以下の条件式 (1) を満たすことを特徴とする。

$$0.55 < (r_{3f} + r_{3r}) / (r_{3f} - r_{3r}) < 5 \quad (1)$$

ここで、

r_{3f} は、第 3 レンズの物体側面の曲率半径、

r_{3r} は、第 3 レンズの像側面の曲率半径、

である。

【発明の効果】

【0031】

本発明は、F ナンバーが小さく、小型でかつ高い結像性能を有し、製造誤差に強く、フレアの発生の抑制が容易な内視鏡用対物光学系を提供できる。

20

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図 1】本実施形態に係る内視鏡用対物光学系の具体的な構成を示す断面図である。

【図 2】フレアの発生の様子を示す図である。

【図 3】実施例 1 の内視鏡用対物光学系の断面図と収差図である。

【図 4】実施例 2 の内視鏡用対物光学系の断面図と収差図である。

【図 5】実施例 3 の内視鏡用対物光学系の断面図と収差図である。

【発明を実施するための形態】

【0033】

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。

30

【0034】

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、負の屈折力の第 1 レンズと、正の屈折力の第 2 レンズと、明るさ絞りと、正の屈折力の第 3 レンズと、正の屈折力の第 4 レンズと、負の屈折力の第 5 レンズと、正の屈折力の第 6 レンズと、からなり、第 2 レンズは、像側に凸を向けたメニスカスレンズであり、第 3 レンズは、像側に凸を向けたメニスカスレンズであり、第 4 レンズと第 5 レンズとで、正の屈折力の接合レンズが形成され、第 6 レンズは、撮像素子と接合されており、以下の条件式 (1) を満たすことを特徴とする。

40

$$0.55 < (r_{3f} + r_{3r}) / (r_{3f} - r_{3r}) < 5 \quad (1)$$

ここで、

r_{3f} は、第 3 レンズの物体側面の曲率半径、

r_{3r} は、第 3 レンズの像側面の曲率半径、

である。

【0035】

本実施形態に係る内視鏡用対物光学系について説明する。図 1 は、本実施形態に係る内視鏡用対物光学系を示す断面図である。図 1 に示すように、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、負の屈折力の第 1 レンズ L 1 と、正の屈折力の第 2 レンズ L 2 と、明るさ絞り S と、正の屈折力の第 3 レンズ L 3 と、正の屈折力の第 4 レンズ L 4

50

と、負の屈折力の第5レンズL5と、正の屈折力の第6レンズL6と、で構成されている。

【0036】

第2レンズL2は、像側に凸を向けたメニスカスレンズである。第3レンズL3は、像側に凸を向けたメニスカスレンズである。第4レンズL4と第5レンズL5とで、正の屈折力の接合レンズCLが形成されている。第6レンズL6は、カバーガラスCGと接合されている。カバーガラスCGは、撮像素子のカバーガラスである。第6レンズL6は、カバーガラスCGを介さずに、撮像素子の撮像面と直接接合されていても良い。

【0037】

第2レンズL2と第3レンズL3との間に、平行平板Fが配置されている。平行平板Fは、内視鏡用対物光学系中の任意の位置に配置することができる。第6レンズL6の像側に、カバーガラスCGが配置されている。カバーガラスCGは、撮像素子のカバーガラスである。カバーガラスCGの像側には、撮像素子(不図示)が配置されている。カバーガラスCGの像側面は、像面になっている。撮像素子の撮像面は、カバーガラスCGの像側面と一致している。

10

【0038】

第2レンズL2と第3レンズL3との間に、明るさ絞りSが配置されている。より具体的には、明るさ絞りSは、平行平板Fの像側面に位置している。

【0039】

内視鏡では、一般的に、広範囲の領域が観察できることが必要である。また、体内への挿入が行われるので、挿入部の外径は細いことが必要である。このようなことから、内視鏡用対物光学系では、光学系の外径、特に、最も物体側に位置するレンズの外径を小さくしなくてはならない。

20

【0040】

このような理由から、本実施形態に係る内視鏡用対物光学系では、光学系のタイプとして、レトロフォーカスタイプの光学系を採用している。レトロフォーカスタイプの光学系を実現するために、本実施形態に係る内視鏡用対物光学系では、最も物体側に、負の屈折力の第1レンズL1を配置している。これにより、レトロフォーカスタイプの光学系に必要な負の屈折力を確保している。

【0041】

第1レンズL1の像側には、第2レンズL2が配置されている。第2レンズL2は、像側に凸を向けたメニスカスレンズである。このようにすることで、第1負レンズL1で発生する収差を、第2レンズL2で補正している。

30

【0042】

第2レンズL2の像側には、開口絞りSが位置している。開口絞りSの像側に、第3レンズL3が配置されている。第3レンズL3は、像側に凸を向けたメニスカスレンズである。第3レンズL3は、主に、結像に寄与する。よって、第3レンズL3では、結像に必要な正の屈折力が確保されている。

【0043】

第3レンズL3の像側には、接合レンズCLが配置されている。接合レンズCLは、第4レンズL4と第5レンズL5とからなる。第3レンズL3の像側では、像の周辺部に到達する光線高が高くなる。光線高が高い場所では、色収差の補正が行いやすい。そこで、第3レンズL3の像側に接合レンズCLを配置することで、色収差の補正を行っている。

40

【0044】

また、接合レンズCLの屈折力を、正の屈折力にすることで、結像に必要な正の屈折力を、接合レンズCLでも確保している。この場合、結像に必要な正の屈折力を、第3レンズL3と接合レンズCLとで分担できるので、第3レンズL3における収差の発生や接合レンズCLにおける発生の収差を、共に抑制することができる。

【0045】

接合レンズCLの像側には、第6レンズL6が配置されている。第6レンズL6は、像

50

面の近傍に配置されている。

【0046】

本実施形態に係る内視鏡用対物光学系は、画素ピッチが小さい撮像素子と組み合わせることができる。画素ピッチが小さいと、光学系における許容錯乱円も小さい。上述のように、光学系における許容錯乱円が小さいと、更に高い精度がピント調整に求められる。

【0047】

本実施形態に係る内視鏡用対物光学系では、第6レンズL6は、カバーガラスCGと接合されている。カバーガラスCGは、撮像素子のカバーガラスである。よって、第6レンズL6は、カバーガラスCGを介して、撮像素子と一体になっている。

【0048】

第6レンズL6は撮像素子と一体になっているので、像面の近傍に位置する。また、第6レンズL6は正の屈折力を有する。よって、第6レンズL6は、フィールドレンズとして機能する。この場合、第6レンズL6と撮像素子とを一緒に移動したときに、光学系の縦倍率が小さくなる。そのため、ピント調整時の誤差感度を低減できる。その結果、ピント調整を高精度で、かつ、容易に行うことができる。

【0049】

また、第6レンズL6は、正の屈折力を有する。そのため、第6レンズL6から出射する光線の主光線が、像面の法線に対して平行、又は略平行になってしまう。このように、第6レンズL6が像面の近傍に配置されることで、像面に入射する主光線と像面の法線とのなす角度が小さくなる。

【0050】

像面には、撮像素子の撮像面が位置している。また、像面の周囲には撮像素子を構成する部材が配置されている。そのため、像面に入射した光が、撮像面や部材で反射される。反射された光は、再び光学系に向かう。反射された光が光学系に入射しない場合、問題ない。しかしながら、反射された光が光学系に入射する場合、反射された光によってフレアが発生する可能性がある。

【0051】

図2は、フレアの発生の様子を示す図である。図2(a)はフレアが発生する場合を示し、図2(b)はフレアが発生しない場合を示している。図2では、像面Iに入射した光が実線で示され、像面Iで反射された光が破線で示されている。

【0052】

光線BE1は、レンズLAからレンズLBに向かう光線で、物体の像を形成する光線である。光線BE1は、レンズLBとカバーガラスCGを通過して、像面Iに到達する。光線BE1は、像面Iに配置された部材によって反射される。光線BE2は、像面Iに配置された部材によって反射された光線である。光線BE2は、カバーガラスCGとレンズLBを通過して、レンズLAに到達する。

【0053】

レンズLAでは、物体側面と像側面とによって光線BE2が反射される。光線BE3は、レンズ面によって反射された光線である。光線BE3は、像面Iに向かって進行する。

【0054】

レンズLAが両凸レンズの場合、物体側面は、像側に凹の面になっている。この場合、図2(a)に示すように、光線BE3は像側面に到達し、像側面で屈折される。そのため、光線BE3は、レンズLBとカバーガラスCGを通過して、像面Iに到達する。光線BE3はフレア光になるので、フレアが生じる。

【0055】

一方、像側面は、像側に凸の面になっている。この場合、図2(b)に示すように、光線BE3は、光軸から離れる方向に進行する。そのため、光線BE3は、レンズLBとカバーガラスCGを通過せず、また、像面Iに到達しない。光線BE3はフレア光にはならないので、フレアは生じない。

【0056】

10

20

30

40

50

本実施形態に係る内視鏡用対物光学系は複数のレンズで構成されているので、各レンズで、光線 B E 3 が生じる。特に、第 3 レンズは、光線 B E 3 が像面 I に到達し易い位置に配置されている。そこで、本実施形態に係る内視鏡用対物光学系では、第 3 レンズを、像側に凸を向けたメニスカスレンズにしている。

【 0 0 5 7 】

このようにすると、第 3 レンズでは、物体側面と像側面が、共に像側に凸の面になる。そのため、物体側面と像側面の両方で、第 3 レンズで反射された光を、図 2 (b) と同様に、光軸から離れる方向に進行させることができる。その結果、フレアの発生を抑制することができる。

【 0 0 5 8 】

本実施形態に係る内視鏡用対物光学系は上述の構成を備えると共に、条件式 (1) を満たす。

【 0 0 5 9 】

条件式 (1) の上限値を上回ると、第 3 レンズの物体側面の曲率半径が小さくなりすぎる。そのため、球面収差やコマ収差が悪化してしまう。

【 0 0 6 0 】

条件式 (1) の下限値を下回ると、第 3 レンズの像側面の曲率半径が大きくなりすぎる。この場合、第 6 レンズや像面に配置された部材で反射された光が第 3 レンズで反射されると、反射されたフレア光となって像面に到達する。そのため、フレアが発生しやすくなってしまう。

【 0 0 6 1 】

条件式 (1) に代えて、以下の条件式 (1 ') を満たすのが良い。

$$0.9 < (r3f + r3r) / (r3f - r3r) < 3.5 \quad (1')$$

条件式 (1) に代えて、以下の条件式 (1 ' ') を満たすのがより良い。

$$1.2 < (r3f + r3r) / (r3f - r3r) < 2 \quad (1'')$$

【 0 0 6 2 】

本実施形態に係る内視鏡用対物光学系は、以下の条件式 (2) を満たすことが好ましい。

$$-2.0 < r3f / r4f < -0.5 \quad (2)$$

ここで、

r3f は、第 3 レンズの物体側面の曲率半径、

r4f は、第 4 レンズの物体側面の曲率半径、

である。

【 0 0 6 3 】

上述のように、第 3 レンズは、光線 B E 3 が像面 I に到達し易い位置に配置されている。第 4 レンズでは、物体側面が第 3 レンズの近傍に位置しているので、第 4 レンズの物体側面も、光線 B E 3 が像面 I に到達し易い位置に配置されていることになる。よって、第 4 レンズの物体側面によるフレアの発生を考慮する必要がある。

【 0 0 6 4 】

ただし、第 4 レンズの物体側面では、フレアの発生の抑制だけでなく、諸収差の発生も抑制しなくてはならない。条件式 (2) を満たすことで、フレアの発生を抑えつつ、諸収差を良好に補正することができる。その結果、光学性能の劣化を抑制することができる。

【 0 0 6 5 】

条件式 (2) の上限値を上回ると、第 3 レンズの物体側面の曲率半径が大きくなりすぎるか、又は、第 4 レンズの物体側面の曲率半径が小さくなりすぎる。第 3 レンズの物体側面の曲率半径が大きくなりすぎると、フレアが発生しやすくなってしまう。第 4 レンズの物体側面の曲率半径が小さくなりすぎると、球面収差やコマ収差が悪化してしまう。

【 0 0 6 6 】

条件式 (2) の下限値を下回ると、第 3 レンズの物体側面の曲率半径が小さくなりすぎるか、又は、第 4 レンズの物体側面の曲率半径が大きくなりすぎる。第 3 レンズの物体側

10

20

30

40

50

面の曲率半径が小さくなりすぎると、球面収差やコマ収差が悪化してしまう。第4レンズの物体側面の曲率半径が大きくなりすぎると、像の周辺部におけるコマ収差や非点収差を、良好に補正することが困難になる。

【0067】

条件式(2)に代えて、以下の条件式(2')を満たすのが良い。

$$-1.0 \quad r_{3f} / r_{4f} \quad -0.7 \quad (2')$$

条件式(2)に代えて、以下の条件式(2'')を満たすのがより良い。

$$-0.7 \quad r_{3f} / r_{4f} \quad -1 \quad (2'')$$

【0068】

諸収差を良好に補正するためには、第4レンズを両凸レンズにすることが好ましい。ただし、第4レンズを両凸レンズにすると、第4レンズの物体側面は、像側に凹の面になる。この場合、第4レンズの物体側面で反射された光によって、フレアが生じやすくなる。

10

【0069】

第4レンズの物体側面によるフレアの発生を抑制するためには、第4レンズの物体側面を、像側に凸の面にすれば良い。しかしながら、このようにしてしまうと、球面収差やコマ収差が補正できなくなってしまう。

【0070】

条件式(2)を満たすことで、第4レンズの物体側面が像側に凹の面であっても、フレアの発生を抑制しつつ、球面収差やコマ収差を良好に補正することができる。

【0071】

本実施形態に係る内視鏡用対物光学系は、以下の条件式(3)を満たすことが好ましい。

20

$$-1 \quad r_{6f} / r_{3f} \quad -0.02 \quad (3)$$

ここで、

r_{6f} は、第6レンズの物体側面の曲率半径、

r_{3f} は、第3レンズの物体側面の曲率半径、

である。

【0072】

本実施形態に係る内視鏡用対物光学系では、第3レンズの物体側面と第6レンズの物体側面とが、フレア光の結像位置に関与している。また、第6レンズは、ピント調整時の誤差感度に関与している。条件式(3)を満たすことで、第3レンズの物体側面の曲率半径と第6レンズの物体側面の曲率半径を、共に適切に設定することができる。その結果、フレアの発生を抑えつつ、ピント調整時の誤差感度を低くすることができる。

30

【0073】

条件式(3)の上限値を上回ると、第6レンズの物体側面の曲率半径が小さくなりすぎるか、又は、第3レンズの物体側面の曲率半径が大きくなりすぎる。第6レンズの物体側面の曲率半径が小さくなりすぎると、像面湾曲が補正過剰になってしまう。第3レンズの物体側面の曲率半径が大きくなりすぎると、フレアが発生しやすくなってしまふ。

【0074】

条件式(3)の下限値を下回ると、第6レンズの物体側面の曲率半径が大きくなりすぎるか、又は、第3レンズの物体側面の曲率半径が小さくなりすぎる。第6レンズの物体側面の曲率半径が大きくなりすぎると、製造誤差によりピントずれが大きくなってしまふ。また、第6レンズで反射された光が第3レンズに到達しやすくなるので、フレアが発生しやすくなる。第3レンズの物体側面の曲率半径が小さくなりすぎると、球面収差やコマ収差が悪化してしまう。

40

【0075】

条件式(3)に代えて、以下の条件式(3')を満たすのが良い。

$$-0.7 \quad r_{6f} / r_{3f} \quad -0.05 \quad (3')$$

条件式(3)に代えて、以下の条件式(3'')を満たすのがより良い。

$$-0.5 \quad r_{6f} / r_{3f} \quad -0.1 \quad (3'')$$

50

【0076】

本実施形態に係る内視鏡用対物光学系は、以下の条件式(4)を満たすことが好ましい。

$$-0.7 < f1/f4 < -0.3 \quad (4)$$

ここで、

f1は、第1レンズの焦点距離、

f4は、第4レンズの焦点距離、

である。

【0077】

レトロフォーカスタイプの光学系では、光学系の全長が大きくなる傾向がある。光学系の全長の増大と収差の悪化を抑制するためには、負レンズの屈折力と正レンズの屈折力を、共に適切に設定する必要がある。本実施形態に係る内視鏡用対物光学系では、負屈折力の第1レンズと正屈折力の第4レンズとで、レトロフォーカスタイプの光学系を構成している。条件式(4)を満たすことで、光学系の全長の増大と収差の悪化を抑制することができる。

10

【0078】

条件式(4)の上限値を上回ると、第1レンズの焦点距離が大きくなりすぎるか、又は、第4レンズの焦点距離が小さくなりすぎる。第1レンズの焦点距離が大きくなりすぎると、光学系の全長が大きくなってしまふ。第4レンズの焦点距離が小さくなりすぎると、球面収差やコマ収差等が悪化してしまふ。

20

【0079】

条件式(4)の下限値を下回ると、第1レンズの焦点距離が小さくなりすぎるか、又は、第4レンズの焦点距離が大きくなりすぎる。第1レンズの焦点距離が小さくなりすぎると、コマ収差や非点収差が悪化してしまふ。第4レンズの焦点距離が大きくなりすぎると、光学系の全長が大きくなってしまふ。

【0080】

条件式(4)に代えて、以下の条件式(4')を満たすのが良い。

$$-0.68 < f1/f4 < -0.35 \quad (4')$$

条件式(4)に代えて、以下の条件式(4'')を満たすのがより良い。

$$-0.65 < f1/f4 < -0.4 \quad (4'')$$

30

【0081】

上述のように、諸収差を良好に補正するためには、第4レンズを両凸レンズにすることが好ましい。一方、第4レンズの物体側面によるフレアの発生を抑制するためには、第4レンズの物体側面を、像側に凸の面にすれば良い。

【0082】

しかしながら、第4レンズの物体側面を像側に凸の面にすると、第4レンズの形状がメニスカス形状になる。この場合、第4レンズの正屈折力を大きくしたときに結像性能が悪化してしまふ。

【0083】

条件式(4)を満たすことで、第4レンズの物体側面が像側に凹の面であっても、フレアの発生を抑制しつつ、結像性能の劣化を防止することができる。

40

【0084】

本実施形態に係る内視鏡用対物光学系は、以下の条件式(5)を満たすことが好ましい。

$$0.6 < r3r/r4r < 1.7 \quad (5)$$

ここで、

r3rは、第3レンズの像側面の曲率半径、

r4rは、第4レンズの像側面の曲率半径、

である。

【0085】

50

上述のように、第3レンズの物体側面と第4レンズの物体側面では、フレアの発生を抑制しなくてはならない。そのため、第3レンズの物体側面の曲率半径の設定と、第4レンズの物体側面の曲率半径の設定では、ある程度制約を受ける。これは、第3レンズの物体側面と第4レンズの物体側面を、収差補正だけのために利用することができないことを意味する。

【0086】

そのため、第3レンズにおける収差補正と第4レンズにおける収差補正は、第3レンズの像側面と第4レンズの像側面とが担うことになる。条件式(5)を満たすことで、諸収差を良好に補正することができる。その結果、光学性能の劣化を抑制することができる。

【0087】

条件式(5)の上限値を上回ると、第3レンズの像側面の曲率半径が大きくなりすぎるか、又は、第4レンズの像側面の曲率半径が小さくなりすぎる。第3レンズの像側面の曲率半径が大きくなりすぎると、球面収差やコマ収差が補正不足になるか、又は、光学系の全長が大きくなる。第4レンズの像側面の曲率半径が小さくなりすぎると、コマ収差、非点収差及び色収差が補正過剰になってしまう。

【0088】

条件式(5)の下限値を下回ると、第3レンズの像側面の曲率半径が小さくなりすぎるか、又は、第4レンズの像側面の曲率半径が大きくなりすぎる。第3レンズの像側面の曲率半径が小さくなりすぎると、球面収差やコマ収差が補正過剰になる。第4レンズの像側面の曲率半径が大きくなりすぎると、コマ収差、非点収差及び色収差が補正不足になってしまう。

【0089】

条件式(5)に代えて、以下の条件式(5')を満たすのが良い。

$$0.7 < r_{3r} / r_{4r} < 1.5 \quad (5')$$

条件式(5)に代えて、以下の条件式(5'')を満たすのがより良い。

$$0.8 < r_{3r} / r_{4r} < 1.3 \quad (5'')$$

【0090】

本実施形態に係る内視鏡用対物光学系は、以下の条件式(6)を満たすことが好ましい。

$$-0.7 < (r_{3r} + r_{4f}) / (r_{3r} - r_{4f}) < -0.1 \quad (6)$$

ここで、

r_{3r} は、第3レンズの像側面の曲率半径、

r_{4f} は、第4レンズの物体側面の曲率半径、

である。

【0091】

本実施形態に係る内視鏡用対物光学系では、第3レンズの像側面が光学系全体の正屈折力に参与し、第4レンズの物体側面がフレアの発生に参与している。条件式(6)を満たすことで、第3レンズの像側面の曲率半径と第4レンズの物体側面の曲率半径を、共に適切に設定することができる。その結果、光学系全体の正屈折力を適切に維持しつつ、フレアの発生を抑えることができる。

【0092】

条件式(6)の上限値を上回ると、第4レンズの物体側面の曲率半径が小さくなりすぎる。そのため、フレアが発生しやすってしまう。条件式(6)の下限値を下回ると、第3レンズの像側面の曲率半径が小さくなりすぎる。そのため、球面収差やコマ収差が悪化してしまう。

【0093】

条件式(6)に代えて、以下の条件式(6')を満たすのが良い。

$$-0.5 < (r_{3r} + r_{4f}) / (r_{3r} - r_{4f}) < -0.18 \quad (6')$$

条件式(6)に代えて、以下の条件式(6'')を満たすのがより良い。

$$-0.35 < (r_{3r} + r_{4f}) / (r_{3r} - r_{4f}) < -0.18 \quad (6'')$$

10

20

30

40

50

【0094】

本実施形態に係る内視鏡用対物光学系は、以下の条件式(7)を満たすことが好ましい。

$$0.05 < (r4f + r4r) / (r4f - r4r) < 0.33 \quad (7)$$

ここで、

r4fは、第4レンズの物体側面の曲率半径、

r4rは、第4レンズの像側面の曲率半径、

である。

【0095】

本実施形態に係る内視鏡用対物光学系では、第4レンズの物体側面がフレアの発生に
 10
 関与し、像側面が像の周辺部で目立つ収差、例えば、色収差やコマ収差に関与している。条件式(7)を満たすことで、物体側面の曲率半径と像側面の曲率半径を、共に適切に設定することができる。その結果、フレアの発生を抑えつつ、像側面が像の周辺部で目立つ収差、例えば、色収差やコマ収差を良好に補正することができる。

【0096】

条件式(7)の上限値を上回ると、像側面の曲率半径が小さくなりすぎる。そのため、色収差やコマ収差が補正過剰になってしまう。条件式(7)の下限値を下回ると、物体側面の曲率半径が小さくなりすぎる。そのため、フレアが発生しやすくなってしまふ。

【0097】

条件式(7)に代えて、以下の条件式(7')を満たすのが良い。

$$0.1 < (r4f + r4r) / (r4f - r4r) < 0.29 \quad (7')$$

【0098】

本実施形態に係る内視鏡用対物光学系は、以下の条件式(8)を満たすことが好ましい。

$$-1.45 < f3 / f5 < -1 \quad (8)$$

ここで、

f3は、第3レンズの焦点距離、

f5は、第5レンズの焦点距離、

である。

【0099】

本実施形態に係る内視鏡用対物光学系では、第3レンズの正屈折力と第5レンズの負屈
 30
 折力が、像の周辺部で目立つ収差、例えば、コマ収差や非点収差に関与している。条件式(8)を満たすことで、第3レンズの正屈折力と第5レンズの負屈折力とのバランスを取る事ができる。その結果、像の周辺部で目立つ収差、例えば、コマ収差や非点収差を良好に補正することができる。

【0100】

条件式(8)の上限値を上回ると、第3レンズの焦点距離が小さくなりすぎるか、又は、第5レンズの焦点距離が大きくなりすぎる。第3レンズの焦点距離が小さくなりすぎると、コマ収差や非点収差が補正過剰になる。第5レンズの焦点距離が大きくなりすぎると、コマ収差や非点収差が補正不足になってしまう。

【0101】

条件式(8)の下限値を下回ると、第3レンズの焦点距離が大きくなりすぎるか、又は、第5レンズの焦点距離が小さくなりすぎる。第3レンズの焦点距離が大きくなりすぎると、光学系の全長が大きくなるか、又は、コマ収差や非点収差が補正不足になる。第5レンズの焦点距離が小さくなりすぎると、コマ収差や非点収差が補正過剰になってしまう。

【0102】

条件式(8)に代えて、以下の条件式(8')を満たすのが良い。

$$-1.4 < f3 / f5 < -1.1 \quad (8')$$

【0103】

本実施形態に係る内視鏡用対物光学系は、以下の条件式(9-1)を満たすことが好ま

10

20

30

40

50

しい。

$$- 2.5 \quad r_{6f} / r_{3r} - 0.65 \quad (9-1)$$

ここで、

r_{6f} は、第6レンズの物体側面の曲率半径、

r_{3r} は、第3レンズの像側面の曲率半径、

である。

【0104】

条件式(9-1)の上限値を上回ると、第6レンズの物体側面の曲率半径が小さくなりすぎるか、又は、第3レンズの像側面の曲率半径が大きくなりすぎる。第6レンズの物体側面の曲率半径が小さくなりすぎると、非点収差、像面湾曲が悪化してしまう。第3レンズの像側面の曲率半径が大きくなりすぎると、光学系の全長が大きくなるか、又は、コマ収差が補正不足になってしまう。

10

【0105】

条件式(9-1)の下限値を下回ると、第6レンズの物体側面の曲率半径が大きくなりすぎるか、又は、第3レンズの像側面の曲率半径が小さくなりすぎる。第6レンズの物体側面の曲率半径が大きくなりすぎると、製造誤差によるピントずれの影響が大きくなってしまふ。第3レンズの像側面の曲率半径が小さくなりすぎると、コマ収差が補正過剰になってしまう。

【0106】

条件式(9-1)に代えて、以下の条件式(9-1')を満たすのが良い。

20

$$- 2 \quad r_{6f} / r_{3r} - 0.8 \quad (9-1')$$

【0107】

本実施形態に係る内視鏡用対物光学系は、以下の条件式(9-2)を満たすことが好ましい。

$$1.5 \quad f_2 / f_3 \quad 3 \quad (9-2)$$

ここで、

f_2 は、第2レンズの焦点距離、

f_3 は、第3レンズの焦点距離、

である。

【0108】

30

明るさ絞りの両側にレンズが配置されている光学系では、一方のレンズの屈折力と他方のレンズの屈折力とのバランスは、像の周辺部で目立つ収差に關与する。本実施形態に係る内視鏡用対物光学系では、第2レンズの屈折力と第3レンズの屈折力とのバランスが、像の周辺部で目立つ収差に關与している。条件式(9-2)を満たすことで、第2レンズの屈折力と第3レンズの屈折力とのバランスを取る事ができる。その結果、像の周辺部で目立つ収差を良好に補正することができる。

【0109】

条件式(9-2)の上限値を上回ると、第2レンズの焦点距離が大きくなりすぎるか、又は、第3レンズの焦点距離が小さくなりすぎる。第2レンズの焦点距離が大きくなりすぎると、コマ収差、非点収差及び倍率色収差が補正不足になる。第3レンズの焦点距離が小さくなりすぎると、コマ収差が補正過剰になってしまう。

40

【0110】

条件式(9-2)の下限値を下回ると、第2レンズの焦点距離が小さくなりすぎるか、又は、第3レンズの焦点距離が大きくなりすぎる。第2レンズの焦点距離が小さくなりすぎると、コマ収差、非点収差及び倍率色収差が補正過剰になる。第3レンズの焦点距離が大きくなりすぎると、光学系の全長が大きくなるか、又は、コマ収差が補正不足になってしまう。

【0111】

条件式(9-2)に代えて、以下の条件式(9-2')を満たすのが良い。

$$1.6 \quad f_2 / f_3 \quad 2.9 \quad (9-2')$$

50

【0112】

本実施形態に係る内視鏡用対物光学系は、以下の条件式(10-1)、(10-2)を満たすことが好ましい。

$$-0.25 < (r5f + r6f) / (r5f - r6f) < 0.2 \quad (10-1)$$

$$1 < f2 / f6 < 1.6 \quad (10-2)$$

ここで、

r5fは、第5レンズの物体側面の曲率半径、

r6fは、第6レンズの物体側面の曲率半径、

f2は、第2レンズの焦点距離、

f6は、第6レンズの焦点距離、

である。

10

【0113】

上述のように、第6レンズは、カバーガラスを介して撮像素子と一体になっている。ピント調整時、第6レンズと撮像素子とが一体で移動することで、ピント調整時の誤差感度を緩和することができる。この緩和の効果を大きくすると、像の周辺部における結像性能への影響も大きくなる。

【0114】

第6レンズはこの緩和の効果を及ぼす。そのため、第6レンズと他のレンズとで、レンズ面の形状や屈折力についてバランスを取ることが好ましい。条件式(10-1)や(10-2)を満たすことで、上述の緩和の効果を得ながら、像の周辺部における結像性能の低下を抑制することができる。

20

【0115】

条件式(10-1)の上限値を上回ると、第5レンズの物体側面の曲率半径が大きくなりすぎるか、又は、第6レンズの物体側面の曲率半径が小さくなりすぎる。第5レンズの物体側面の曲率半径が大きくなりすぎると、色収差が補正不足になってしまう。第6レンズの物体側面の曲率半径が小さくなりすぎると、像面湾曲が補正過剰になってしまう。

【0116】

条件式(10-1)の下限値を下回ると、第5レンズの物体側面の曲率半径が小さくなりすぎるか、又は、第6レンズの物体側面の曲率半径が大きくなりすぎる。第5レンズの物体側面の曲率半径が小さくなりすぎると、色収差が補正過剰になってしまう。第6レンズの物体側面の曲率半径が大きくなりすぎると、製造誤差によるピントずれの影響が大きくなってしまふ。

30

【0117】

条件式(10-2)の上限値を上回ると、第2レンズの焦点距離が大きくなりすぎるか、又は、第6レンズの焦点距離が小さくなりすぎる。第2レンズの焦点距離が大きくなりすぎると、非点収差、コマ収差及び色収差が補正不足になってしまう。第6レンズの焦点距離が小さくなりすぎると、像面湾曲やコマ収差が悪化してしまふ。

【0118】

条件式(10-2)の下限値を下回ると、第2レンズの焦点距離が小さくなりすぎるか、又は、第6レンズの焦点距離が大きくなりすぎる。第2レンズの焦点距離が小さくなりすぎると、非点収差、コマ収差及び色収差が補正過剰になってしまう。第6レンズの焦点距離が大きくなりすぎると、製造誤差によるピントずれの影響が大きくなってしまふ。

40

【0119】

条件式(10-1)に代えて、以下の条件式(10-1')を満たすのが良い。

$$-0.18 < (r5f + r6f) / (r5f - r6f) < 0.15 \quad (10-1')$$

条件式(10-2)に代えて、以下の条件式(10-2')を満たすのが良い。

$$1.1 < f2 / f6 < 1.5 \quad (10-2')$$

【0120】

本実施形態に係る内視鏡用対物光学系は、以下の条件式(11)を満たすことが好ましい。

50

$$-1.5 \quad f_{45}/f_1 \quad -3 \quad (11)$$

ここで、

f_{45} は、接合レンズの焦点距離、

f_1 は、第1レンズの焦点距離、

である。

【0121】

接合レンズは正屈折力を有しているため、第1レンズの負屈折力との組み合わせによって、レトロフォーカスタイプの光学系を実現することができる。接合レンズの正屈折力を適切に維持することで、第1レンズの負屈折力とともにレトロフォーカスタイプの光学系を構成することができる。

10

【0122】

レトロフォーカスタイプの光学系に必要な負屈折力は、大部分を第1レンズで担っている。第1レンズ群の負屈折力は大きいので、第1レンズでは、比較的大きな収差が発生する。そのため、明るさ絞りを挟んで像側に位置する接合レンズで、第1レンズで発生した収差を適切に補正する必要がある。条件式(11)を満たすことで、第1レンズで発生した収差を良好に補正することができる。

【0123】

条件式(11)の上限値を上回ると、接合レンズの焦点距離が小さくなりすぎるか、又は、第1レンズの焦点距離が大きくなりすぎる。接合レンズの焦点距離が小さくなりすぎると、色収差が補正過剰になってしまう。第1レンズの焦点距離が大きくなりすぎると、光学系の全長が大きくなってしまふ。

20

【0124】

条件式(11)の下限値を下回ると、接合レンズの焦点距離が大きくなりすぎるか、又は、第1レンズの焦点距離が小さくなりすぎる。接合レンズの焦点距離が大きくなりすぎると、色収差が補正不足になってしまう。第1レンズの焦点距離が小さくなりすぎると、コマ収差や非点収差が悪化してしまふ。

【0125】

条件式(11)に代えて、以下の条件式(11')を満たすのが良い。

$$-1.3 \quad f_{45}/f_1 \quad -4 \quad (11')$$

条件式(11)に代えて、以下の条件式(11'')を満たすのがより良い。

$$-1.2 \quad f_{45}/f_1 \quad -5 \quad (11'')$$

30

【0126】

また、本実施形態に係る内視鏡用対物光学系では、第1レンズについては、次のような構成にすることが好ましい。第1レンズの物体側面には、観察中に、汚れや血液などが付着する。この状態では、鮮明な観察が行えない。そこで、挿入部の先端にあるノズルから出る水によって、第1レンズの物体側面の洗浄が行われる。

【0127】

第1レンズの物体側面が凸形状だと、洗浄の際に汚れが落ちにくくなる。また、第1レンズの物体側面が凹形状だと、水が溜まってしまふ。特に、第1レンズの物体側面が凸形状だと、衝撃によるキズや割れが発生しやすくなる。よって、第1レンズの形状は平凹で、平面が物体側に向いていることが好ましい。

40

【0128】

以下に、内視鏡用対物光学系の実施例を、図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施例によりこの発明が限定されるものではない。

【0129】

各実施例のレンズ断面図について説明する。図3～図5において、(a)はレンズ断面図を示している。

【0130】

各実施例の収差図について説明する。図3～図5において、(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)

50

を示している。

【0131】

各収差図において、横軸は収差量を表している。球面収差、非点収差及び倍率収差については、収差量の単位はmmである。また、歪曲収差については、収差量の単位は%である。また、F I Yは像高で単位はmm、F N OはFナンバーである。また、収差曲線の波長の単位はnmである。

【0132】

(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。実施例1の内視鏡用対物光学系は、物体側から順に、平凹負レンズL1と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL2と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL3と、両凸正レンズL4と、凹平負レンズL5と、凸平正レンズL6と、から構成される。ここで、両凸正レンズL4と凹平負レンズL5とが接合されている。

10

【0133】

明るさ絞りSは、正メニスカスレンズL2と正メニスカスレンズL3との間に位置している。正メニスカスレンズL2と正メニスカスレンズL3との間には、平行平板Fが配置されている。明るさ絞りSは、平行平板Fの像側面に位置している。平行平板Fは、赤外線吸収フィルタである。

【0134】

凸平正レンズL6の像側には、カバーガラスCGが配置されている。凸平正レンズL6とカバーガラスCGが接合されている。カバーガラスCGは、撮像素子のカバーガラスである。

20

【0135】

(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。実施例2の内視鏡用対物光学系は、物体側から順に、平凹負レンズL1と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL2と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL3と、両凸正レンズL4と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL5と、凸平正レンズL6と、から構成される。ここで、両凸正レンズL4と負メニスカスレンズL5とが接合されている。

【0136】

明るさ絞りSは、正メニスカスレンズL2と正メニスカスレンズL3との間に位置している。正メニスカスレンズL2と正メニスカスレンズL3との間には、平行平板Fが配置されている。明るさ絞りSは、平行平板Fの像側面に位置している。平行平板Fは、赤外線吸収フィルタである。

30

【0137】

凸平正レンズL6の像側には、カバーガラスCGが配置されている。凸平正レンズL6とカバーガラスCGが接合されている。カバーガラスCGは、撮像素子のカバーガラスである。

【0138】

(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。実施例3の内視鏡用対物光学系は、物体側から順に、平凹負レンズL1と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL2と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL3と、両凸正レンズL4と、像側に凸面を向けた負メニスカスレンズL5と、凸平正レンズL6と、から構成される。ここで、両凸正レンズL4と負メニスカスレンズL5とが接合されている。

40

【0139】

明るさ絞りSは、正メニスカスレンズL2と正メニスカスレンズL3との間に位置している。正メニスカスレンズL2と正メニスカスレンズL3との間には、平行平板Fが配置されている。明るさ絞りSは、平行平板Fの像側面に位置している。平行平板Fは、赤外線吸収フィルタである。

50

【 0 1 4 0 】

凸平正レンズ L 6 の像側には、カバーガラス C G が配置されている。凸平正レンズ L 6 とカバーガラス C G が接合されている。カバーガラス C G は、撮像素子のカバーガラスである。

【 0 1 4 1 】

以下に、上記各実施例の数値データを示す。面データにおいて、 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 線に対する屈折率、 d は各レンズの d 線に対するアッベ数、である。

【 0 1 4 2 】

各種データにおいて、 f は e 線における焦点距離、 $F n o$ は F ナンバー、 θ は半画角、 $I H$ は像高である。

10

【 0 1 4 3 】

数値実施例 1

単位 m m

面データ

面番号	r	d	n_e	d
1		0.2227	1.88815	40.76
2	0.6837	0.5233		
3	-3.1793	0.4788	1.97189	17.47
4	-1.8898	0.2673		
5		0.4454	1.49557	75.00
6		0.0000		
7(絞り)		0.2116		
8	-7.9376	0.5902	1.88815	40.76
9	-1.4053	0.0891		
10	2.1058	0.7016	1.69979	55.53
11	-1.3563	0.3007	1.97189	17.47
12		0.2906		
13	1.6281	0.8352	1.51825	64.14
14		0.0100	1.51500	64.00
15		0.3898	1.50700	63.26
16		0.0000		

20

30

像面

各種データ

$F n o$ 2.97
66.3°
 $I H$ 0.5mm

【 0 1 4 4 】

40

数値実施例 2

単位 m m

面データ

面番号	r	d	n_e	d
1		0.2372	1.88815	40.76
2	0.6418	0.5346		
3	-3.1017	0.4000	1.97189	17.47
4	-1.8160	0.2059		
5		0.4400	1.49557	75.00

50

6		0.0000		
7(絞リ)		0.2007		
8	-11.3385	0.6000	1.88815	40.76
9	-1.5047	0.1042		
10	2.2678	0.7012	1.69979	55.53
11	-1.2720	0.3018	1.97189	17.47
12	-10.0055	0.3348		
13	1.6494	0.8911	1.51825	64.14
14		0.0100	1.51500	64.00
15		0.3898	1.50700	63.26
16		0.0000		
像面				

10

各種データ

F n o 2.96
66.0°
I H 0.5mm
【 0 1 4 5 】
数值実施例 3
単位 mm

20

面データ

面番号	r	d	ne	d
1		0.2326	1.88815	40.76
2	0.6675	0.4938		
3	-12.6752	0.4994	1.97189	17.47
4	-2.6882	0.1172		
5		0.4454	1.49557	75.00
6		0.0000		
7(絞リ)		0.1980		
8	-4.2927	0.5991	1.88815	40.76
9	-1.3857	0.0921		
10	2.1456	0.6994	1.69979	55.53
11	-1.4128	0.3001	1.97189	17.47
12	-19.0871	0.2027		
13	1.3844	1.0779	1.51825	64.14
14		0.0100	1.51500	64.00
15		0.3898	1.50700	63.26
16		0.0000		
像面				

30

40

各種データ

F n o 2.81
66.2°
I H 0.5mm
【 0 1 4 6 】

以下、実施例 1 ~ 実施例 3 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
(1)(r3f+r3r)/(r3f-r3r)	1.43	1.31	1.95

50

(2) r_{3f}/r_{4f}	-3.77	-5.00	-2.00
(3) r_{6f}/r_{3f}	-0.21	-0.15	-0.32
(4) f_1/f_4	-0.60	-0.57	-0.57
(5) r_{3r}/r_{4r}	1.04	1.18	0.98
(6) $(r_{3r}+r_{4f})/(r_{3r}-r_{4f})$	-0.20	-0.20	-0.22
(7) $(r_{4f}+r_{4r})/(r_{4f}-r_{4r})$	0.22	0.28	0.21
(8) f_3/f_5	-1.32	-1.24	-1.33
(9-1) r_{6f}/r_{3r}	-1.16	-1.10	-1.00
(9-2) f_2/f_3	2.20	2.06	1.63
(10-1) $(r_{5f}+r_{6f})/(r_{5f}-r_{6f})$	-0.09	-0.13	0.01
(10-2) f_2/f_6	1.29	1.23	1.28
(11) f_{45}/f_1	-8.16	-6.76	-6.58

10

【 0 1 4 7 】

各実施例によれば、Fナンバーが小さく、小型でかつ高い結像性能を有し、製造誤差に強く、フレアの発生の抑制が容易な内視鏡用対物光学系を提供できる。

【 0 1 4 8 】

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。

20

【 産業上の利用可能性 】

【 0 1 4 9 】

以上のように、本発明は、Fナンバーが小さく、小型でかつ高い結像性能を有し、製造誤差に強く、フレアの発生の抑制が容易な内視鏡用対物光学系に適している。

【 符号の説明 】

【 0 1 5 0 】

L 1 ~ L 6、L A、L B レンズ

C L 接合レンズ

S 明るさ絞り

F 平行平板

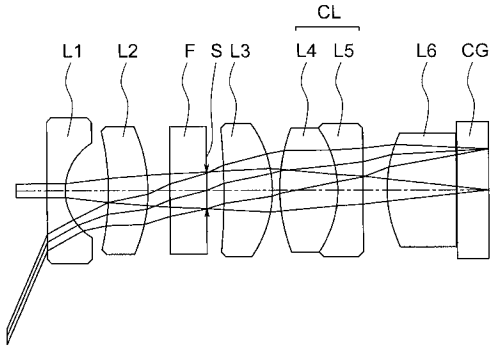
C G カバーガラス

I 像面

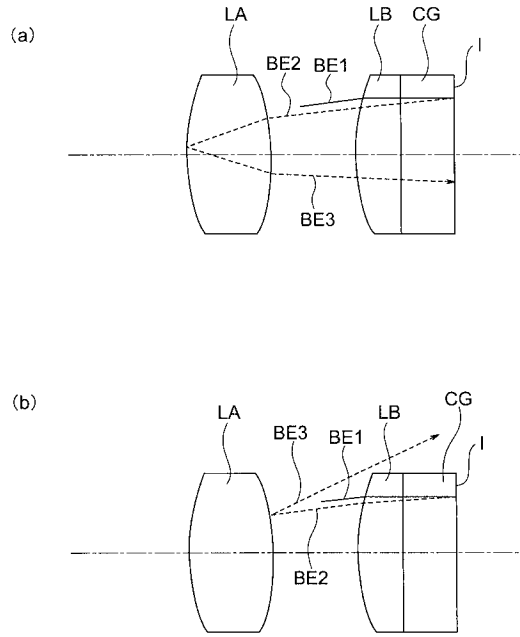
B E 1、B E 2、B E 3 光線

30

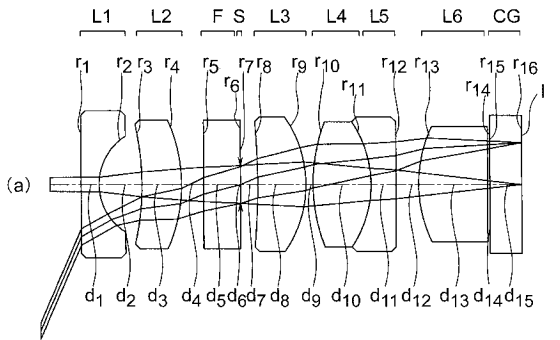
【 図 1 】



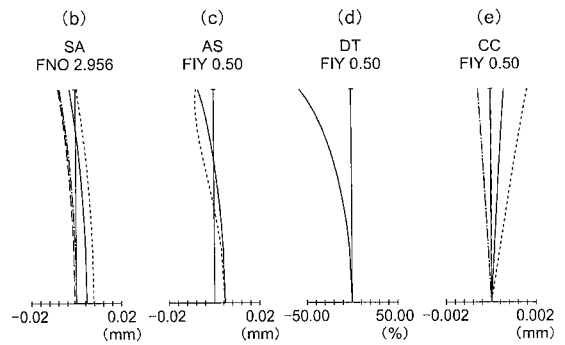
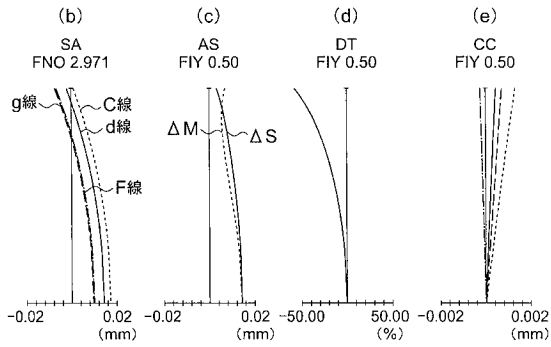
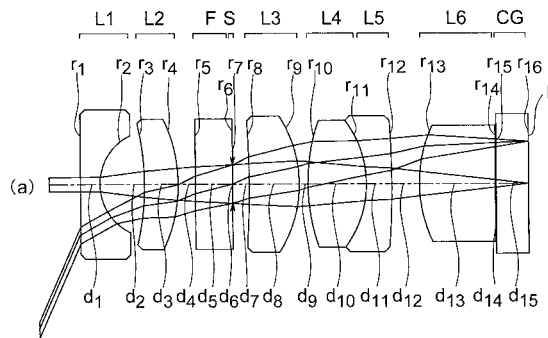
【 図 2 】



【 図 3 】

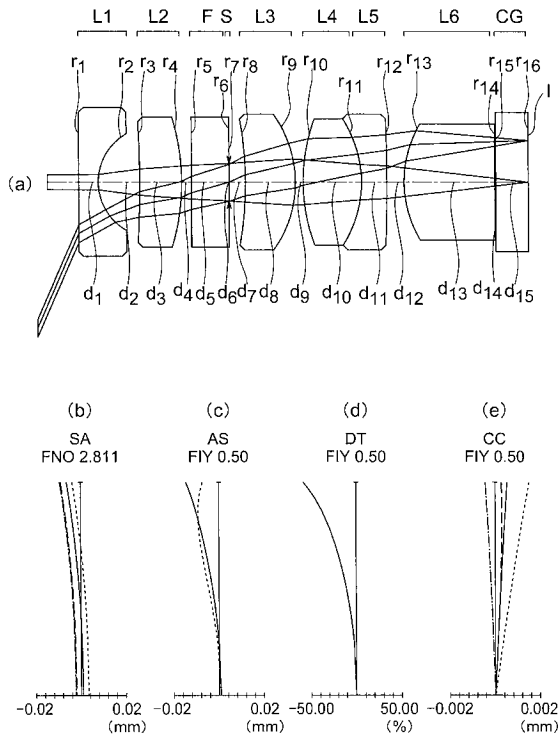


【 図 4 】



435.83 -----
 486.13 -----
 656.27
 587.56 -.-.-.-

【図5】



【手続補正書】

【提出日】平成30年9月5日(2018.9.5)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から順に、

負の屈折力の第1レンズと、

正の屈折力の第2レンズと、

明るさ絞りと、

正の屈折力の第3レンズと、

正の屈折力の第4レンズと、

負の屈折力の第5レンズと、

正の屈折力の第6レンズと、からなり、

前記第2レンズは、像側に凸を向けたメニスカスレンズであり、

前記第3レンズは、像側に凸を向けたメニスカスレンズであり、

前記第4レンズと前記第5レンズとで、正の屈折力の接合レンズが形成され、

前記第6レンズは、撮像素子と接合されており、

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。

$$1 < (r_{3f} + r_{3r}) / (r_{3f} - r_{3r}) \quad (1'')$$

ここで、

r_{3f}は、前記第3レンズの物体側面の曲率半径、

r_{3r} は、前記第3レンズの像側面の曲率半径、
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。

$$-2.0 \quad r_{3f} / r_{4f} \quad -0.5 \quad (2)$$

ここで、

r_{3f} は、前記第3レンズの物体側面の曲率半径、

r_{4f} は、前記第4レンズの物体側面の曲率半径、

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。

$$-1 \quad r_{6f} / r_{3f} \quad -0.02 \quad (3)$$

ここで、

r_{6f} は、前記第6レンズの物体側面の曲率半径、

r_{3f} は、前記第3レンズの物体側面の曲率半径、

である。

【請求項4】

以下の条件式(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。

$$-0.7 \quad f_1 / f_4 \quad -0.3 \quad (4)$$

ここで、

f_1 は、前記第1レンズの焦点距離、

f_4 は、前記第4レンズの焦点距離、

である。

【請求項5】

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。

$$0.6 \quad r_{3r} / r_{4r} \quad 1.7 \quad (5)$$

ここで、

r_{3r} は、前記第3レンズの像側面の曲率半径、

r_{4r} は、前記第4レンズの像側面の曲率半径、

である。

【請求項6】

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。

$$-0.7 \quad (r_{3r} + r_{4f}) / (r_{3r} - r_{4f}) \quad -0.1 \quad (6)$$

ここで、

r_{3r} は、前記第3レンズの像側面の曲率半径、

r_{4f} は、前記第4レンズの物体側面の曲率半径、

である。

【請求項7】

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。

$$0.05 \quad (r_{4f} + r_{4r}) / (r_{4f} - r_{4r}) \quad 0.33 \quad (7)$$

ここで、

r_{4f} は、前記第4レンズの物体側面の曲率半径、

r_{4r} は、前記第4レンズの像側面の曲率半径、

である。

【請求項8】

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。

$$-1.45 \quad f_3 / f_5 \quad -1 \quad (8)$$

ここで、

f_3 は、前記第3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 9】

以下の条件式 (9 - 1)、(9 - 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。

$$- 2 . 5 \quad r_{6f} / r_{3r} \quad - 0 . 6 5 \quad (9 - 1)$$

$$1 . 5 \quad f_2 / f_3 \quad 3 \quad (9 - 2)$$

ここで、

r_{6f} は、前記第 6 レンズの物体側面の曲率半径、

r_{3r} は、前記第 3 レンズの像側面の曲率半径、

f_2 は、前記第 2 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 10】

以下の条件式 (10 - 1)、(10 - 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。

$$- 0 . 2 5 \quad (r_{5f} + r_{6f}) / (r_{5f} - r_{6f}) \quad 0 . 2 \quad (10 - 1)$$

$$1 \quad f_2 / f_6 \quad 1 . 6 \quad (10 - 2)$$

ここで、

r_{5f} は、前記第 5 レンズの物体側面の曲率半径、

r_{6f} は、前記第 6 レンズの物体側面の曲率半径、

f_2 は、前記第 2 レンズの焦点距離、

f_6 は、前記第 6 レンズの焦点距離、

である。

【請求項 11】

以下の条件式 (11) 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。

$$- 1 . 5 \quad f_{45} / f_1 \quad - 3 \quad (11)$$

ここで、

f_{45} は、前記接合レンズの焦点距離、

f_1 は、前記第 1 レンズの焦点距離、

である。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0030

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0030】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の少なくとも幾つかの実施形態に係る内視鏡用対物光学系は、

物体側から順に、

負の屈折力の第 1 レンズと、

正の屈折力の第 2 レンズと、

明るさ絞りと、

正の屈折力の第 3 レンズと、

正の屈折力の第 4 レンズと、

負の屈折力の第 5 レンズと、

正の屈折力の第 6 レンズと、からなり、

第 2 レンズは、像側に凸を向けたメニスカスレンズであり、

第 3 レンズは、像側に凸を向けたメニスカスレンズであり、

第 4 レンズと第 5 レンズとで、正の屈折力の接合レンズが形成され、

第6レンズは、撮像素子と接合されており、
以下の条件式(1''')を満たすことを特徴とする。

$$\frac{1 < (r_{3f} + r_{3r}) / (r_{3f} - r_{3r})}{5} \quad (1''')$$

ここで、

r_{3f} は、第3レンズの物体側面の曲率半径、

r_{3r} は、第3レンズの像側面の曲率半径、

である。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2018/009237
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. G02B13/04 (2006.01) i, A61B1/00 (2006.01) i, A61B1/05 (2006.01) i, G02B23/26 (2006.01) i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. G02B13/04, A61B1/00, A61B1/05, G02B23/26 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018 Registered utility model specifications of Japan 1996-2018 Published registered utility model applications of Japan 1994-2018 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2-074912 A (OLYMPUS OPTICAL CO., LTD.) 14 March 1990, example 7, etc. & US 5050974 A, example 7, etc.	1-11
A	JP 6-222263 A (OLYMPUS OPTICAL CO., LTD.) 12 August 1994, examples 1-3, etc. & US 5547457 A, examples 1-3, etc.	1-11
A	WO 2016/204001 A1 (OLYMPUS CORPORATION) 22 December 2016, examples 3, 4, etc. & US 2017/0343790 A1, examples 3, 4, etc. & CN 107003503 A	1-11
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 07.05.2018		Date of mailing of the international search report 22.05.2018
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/009237

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2016/031586 A1 (OLYMPUS CORPORATION) 03 March 2016, examples 1-8, etc. & US 2016/0306162 A1, examples 1-8, etc. & EP 3187916 A1 & CN 105899993 A	1-11
A	WO 2011/145505 A1 (OLYMPUS MEDICAL SYSTEMS CORPORATION) 24 November 2011, examples 8, 24, etc. & US 2012/0147164 A1, examples 8, 24, etc. & EP 2551710 A1 & CN 102713717 A	1-11
P, X	WO 2018/042797 A1 (OLYMPUS CORPORATION) 08 March 2018, examples 5, 6, 10-12, etc. (Family: none)	1-11

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 8 / 0 0 9 2 3 7									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B13/04(2006.01)i, A61B1/00(2006.01)i, A61B1/05(2006.01)i, G02B23/26(2006.01)i											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B13/04, A61B1/00, A61B1/05, G02B23/26											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2018年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2018年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2018年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2018年	日本国実用新案登録公報	1996-2018年	日本国登録実用新案公報	1994-2018年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2018年										
日本国実用新案登録公報	1996-2018年										
日本国登録実用新案公報	1994-2018年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号									
A	JP 2-074912 A (オリンパス光学工業株式会社) 1990.03.14, 実施例7等 & US 5050974 A, 実施例7等	1-11									
A	JP 6-222263 A (オリンパス光学工業株式会社) 1994.08.12, 実施例1-3等 & US 5547457 A, 実施例1-3等	1-11									
A	WO 2016/204001 A1 (オリンパス株式会社) 2016.12.22, 実施例3-4等 & US 2017/0343790 A1, 実施例3-4等 & CN 107003503 A	1-11									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。											
* 引用文献のカテゴリー		の日の後に公表された文献									
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの		「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの									
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの									
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)		「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの									
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献									
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願											
国際調査を完了した日 07.05.2018		国際調査報告の発送日 22.05.2018									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 殿岡 雅仁	2 V 4748								
		電話番号 03-3581-1101 内線 3271									

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 8 / 0 0 9 2 3 7
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2016/031586 A1 (オリンパス株式会社) 2016.03.03, 実施例 1 - 8 等 & US 2016/0306162 A1, 実施例 1 - 8 等 & EP 3187916 A1 & CN 105899993 A	1-11
A	WO 2011/145505 A1 (オリンパスメディカルシステムズ株式会社) 2011.11.24, 実施例 8, 24 等 & US 2012/0147164 A1, 実施例 8, 24 等 & EP 2551710 A1 & CN 102713717 A	1-11
P, X	WO 2018/042797 A1 (オリンパス株式会社) 2018.03.08, 実施例 5 - 6, 10 - 12 等 (ファミリーなし)	1-11

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT

Fターム(参考) 2H087 KA10 LA03 NA18 PA05 PA18 PB06 QA01 QA05 QA18 QA21
QA25 QA33 QA42 QA45 RA32 RA42 RA43 RA44
4C161 CC06 FF40 LL02 NN01 PP11

【要約の続き】

である。

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	内窥镜物镜光学系统		
公开(公告)号	JPWO2018235352A1	公开(公告)日	2019-06-27
申请号	JP2018537883	申请日	2018-03-09
[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		
[标]发明人	加茂裕二 辻善文		
发明人	加茂 裕二 辻 善文		
IPC分类号	G02B13/04 G02B23/26 A61B1/00		
FI分类号	G02B13/04.D G02B23/26.C A61B1/00.731		
F-TERM分类号	2H040/BA02 2H040/CA23 2H087/KA10 2H087/LA03 2H087/NA18 2H087/PA05 2H087/PA18 2H087/PB06 2H087/QA01 2H087/QA05 2H087/QA18 2H087/QA21 2H087/QA25 2H087/QA33 2H087/QA42 2H087/QA45 2H087/RA32 2H087/RA42 2H087/RA43 2H087/RA44 4C161/CC06 4C161/FF40 4C161/LL02 4C161/NN01 4C161/PP11		
代理人(译)	斋藤圭介		
优先权	2017122540 2017-06-22 JP		
其他公开文献	JP6416451B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

为了提供一种F数小，尺寸小，成像性能高，耐制造误差并且容易抑制光斑的发生的内窥镜用物镜光学系统。内窥镜物镜光学系统从物体侧开始依次包括具有负折光力的第一透镜L1，具有正折光力的第二透镜L2，孔径光阑S和具有正折光力的第三透镜。如图3所示，第四透镜L4具有正屈光力，第五透镜L5具有负屈光力，第六透镜L6具有正屈光力，第二透镜L2在像侧具有凸面。第三透镜L3是具有面向像侧的凸面的弯月形透镜，并且第四透镜L4和第五透镜L5形成具有正屈光力的胶合透镜。透镜L6粘合到图像传感器，并且满足以下条件表达式(1)。 $0.55 \leq (r3f + r3r) / (r3f - r3r) \leq 5$ (1) 哪里 r3f是第三透镜的物体侧面的曲率半径，r3r是第三透镜像侧表面的曲率半径，是的。

