

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4920572号
(P4920572)

(45) 発行日 平成24年4月18日(2012.4.18)

(24) 登録日 平成24年2月10日(2012.2.10)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 13/04 (2006.01)

G02B 13/04

D

G02B 13/18 (2006.01)

G02B 13/18

A61B 1/00 (2006.01)

A61B 1/00 300Y

請求項の数 4 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2007-330440 (P2007-330440)
 (22) 出願日 平成19年12月21日 (2007.12.21)
 (65) 公開番号 特開2009-151191 (P2009-151191A)
 (43) 公開日 平成21年7月9日 (2009.7.9)
 審査請求日 平成22年1月20日 (2010.1.20)

(73) 特許権者 304050923
 オリンパスメディカルシステムズ株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
 (74) 代理人 100065824
 弁理士 篠原 泰司
 (74) 代理人 100104983
 弁理士 藤中 雅之
 (72) 発明者 笹本 勉
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
 リンパスメディカルシステムズ株式会社内
 審査官 殿岡 雅仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡用対物レンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

明るさ絞りを挟んで前群レンズ群と後群レンズ群とを有し、
 前記前群レンズ群が、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負の屈折力を持つメニスカス形状の第1レンズと、正の屈折力を持つ第2レンズとからなり、
 前記後群レンズ群が、曲率半径の小さな面を像側へ向けた正の屈折力を持つ第3レンズと、正の屈折力を持つ第4レンズと、負の屈折力を持つ第5レンズとからなり、
 前記第4レンズと前記第5レンズとが接合され、且つ、
 次の条件式(1)~(3)を満足することを特徴とする内視鏡用対物レンズ。

$$-2 < S_F < -0.9 \quad \dots (1) \quad 10$$

$$0.94 < D / (f \times \sin \theta) < 1.7 \quad \dots (2)$$

$$\underline{0.933724} (D_1 + D_2 - f_1) / (2 \times f_3) < 1.13 \quad \dots (3)$$

但し、S_Fは第1レンズのシェイプファクターであり、物体側の曲率半径をR1、像側の曲率半径をR2としたとき、 $S_F = (R2 + R1) / (R2 - R1)$ で示される値である。Dは第1レンズの像側の面の面頂から明るさ絞りまでの距離(空気換算長)、fは全系の合成焦点距離、θは半画角、D₁は第1レンズの物体側の面の面頂から明るさ絞りまでの実測定距離、D₂は明るさ絞りから第3レンズの像側の面までの距離(空気換算長)、f₁は第1レンズの焦点距離、f₃は第3レンズの焦点距離である。

【請求項 2】

次の条件式(1')を満足することを特徴とする請求項1に記載の内視鏡用対物レンズ。

20

$$-1.5 < S F < -1.0 \dots (1')$$

但し、SFは第1レンズのシェイプファクターであり、物体側の曲率半径をR1、像側の曲率半径をR2としたとき、 $S F = (R_2 + R_1) / (R_2 - R_1)$ で示される値である。

【請求項3】

次の条件式(3')を満足することを特徴とする請求項1又は2に記載の内視鏡用対物レンズ。

$$\frac{0.933724}{(D_1 + D_2 - f_1)} / (2 \times f_3) < 1.06 \dots (3')$$

但し、 D_1 は第1レンズの物体側の面の面頂から明るさ絞りまでの実測定距離、 D_2 は明るさ絞りから第3レンズの像側の面までの距離（空気換算長）、 f_1 は第1レンズの焦点距離、 f_3 は第3レンズの焦点距離である。

【請求項4】

前記第3レンズは、その中心から周辺へ向けて曲率が緩くなる非球面からなる面を像側へ向けた正の屈折力を持つレンズであることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の内視鏡用対物レンズ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡に使用される対物レンズに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、医療の分野における患者の体内の治療・診断等、外部から観察することが難しい部位の観察に内視鏡が用いられている。近年、経鼻内視鏡に代表されるような内視鏡の細径化が求められており、内視鏡に用いる対物レンズにもその外径の小型化が望まれている。

【0003】

従来、内視鏡に用いる対物レンズは非常に画角が大きいため、一般的に、対物レンズの最も物体側に平凹レンズを使ったレトロフォーカスタイルのレンズが多く採用されている。この種のレトロフォーカスタイルのレンズ系において、対物レンズを小さく設計する方法としては、最も物体側の平凹レンズに強い負のパワーを持たせる方法がある。しかし、第1面を平面で構成すると画角のバラツキが大きくなるという問題がある。また、レトロフォーカスタイルにおいて、前群負レンズ群のパワーを大きくし、仕様を保とうとすれば、必然的に後群の凸パワーを大きくしなければならない。

しかるに、従来、第1面を曲面で構成した内視鏡用対物レンズとして、例えば、次の特許文献1，2に開示されたものがある。

【特許文献1】特開平08-334688号公報

【特許文献2】特開平02-188709号公報（第2図）

【0004】

特許文献1に記載の内視鏡用対物レンズは、物体側から順に、負の屈折力を持つメニスカス形状の第1レンズと、平凸形状の第2レンズと、絞りと、平凸形状の第3レンズと、両凸形状の第4レンズを配置し、所定の条件式(51)～(55)を満足するように構成されており、第1面が凸面となっている。

$$B f' > 1.5 f' \dots (51)$$

$$1.80 < D / r_2 < 2.40 \dots (52)$$

$$r_2 < 45.0 \dots (53)$$

$$r_3 > 50.0 \dots (54)$$

$$r_4 > 50.0 \dots (55)$$

但し、 $B f'$ はバックフォーカス、 f' はこの光学系全体の焦点距離、 r_2 は第1レンズの像側の曲率半径、Dは「 $d_2 + (d_3 / n_2) + d_4$ 」の値を示し、 d_2 は第1レンズと第2レンズとの空気間隔、 d_3 は第2レンズの中心厚、 d_4 は第2レンズと絞りとの空気間

10

20

30

40

50

隔、 n_2 は第2レンズの屈折率である。

【0005】

また、特許文献2に記載の内視鏡用対物レンズは、物体側より順に、像側に凹面を向けた負の屈折力を持つメニスカス形状の第1レンズと、曲率半径の大きい面を像側へ向けた正の屈折力を持つメニスカス形状の第2レンズと、明るさ絞りと、曲率半径の大きい面を物体側へ向けた両凸形状の第3レンズと、全体で正の屈折力を有する第4接合レンズを配置し、所定の条件式(61)~(65)を満足するように構成されており、第1面が凸面となっている。

$$0.60 < |f_1/f| < 0.70 \quad \dots(61)$$

$$n_2 > 1.60 \quad n_2 < 45.0 \quad \dots(62)$$

$$n_3 > 1.60 \quad n_3 > 50.0 \quad \dots(63)$$

$$n_4 < 40.0 \quad \dots(64)$$

$$n_5 > 1.60 \quad n_5 > 50.0 \quad \dots(65)$$

但し、 f_1 は第1レンズの焦点距離、 f は全系の合成焦点距離、 n_2 、 n_3 、 n_5 は第2レンズ、第3レンズ、第4接合レンズの凸レンズに使用されている硝材のd線に対する屈折率、 n_2 、 n_3 、 n_4 、 n_5 は第2レンズ、第3レンズ、第4接合レンズの凹レンズ、第4接合レンズの凸レンズに使用されている硝材のアッベ数である。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、特許文献1に記載の内視鏡用対物レンズでは、第一レンズをメニスカス形状とすることにより、凹レンズとしてのパワーは小さくなる。これでは画角が小さくなってしまうため、第一レンズと明るさ絞りの距離を大きくとることにより、画角が小さくなつた分を吸収する構成となっている。つまり、レンズが巨大化してしまい、近年の細径化が求められている内視鏡には適さない。

また、特許文献2に記載の内視鏡用対物レンズでは、像面湾曲やコマ収差の補正ができず画質が悪くなり、微小な細部を観察する内視鏡に実用できない。

【0007】

本発明は、上記従来の課題に鑑みてなされたものであり、画角のバラツキを小さくしながら、収差を充分に補正して良好な画質を得ることができ、且つ、小型化することが可能な内視鏡用対物レンズ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】

【0008】

上記目的を達成するため、本発明による内視鏡用対物レンズは、明るさ絞りを挟んで前群レンズ群と後群レンズ群とを有し、前記前群レンズ群が、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負の屈折力を持つメニスカス形状の第1レンズと、正の屈折力を持つ第2レンズとからなり、前記後群レンズ群が、曲率半径の小さな面を像側へ向けた正の屈折力を持つ第3レンズと、正の屈折力を持つ第4レンズと、負の屈折力を持つ第5レンズとからなり、前記第4レンズと前記第5レンズとが接合され、且つ、次の条件式(1)~(3)を満足することを特徴としている。

$$-2 < SF < -0.9 \quad \dots(1)$$

$$0.94 < D / (f \times \sin \theta) < 1.7 \quad \dots(2)$$

$$0.933724 \leq (D_1 + D_2 - f_1) / (2 \times f_3) \leq 1.13 \quad \dots(3)$$

但し、SFは第1レンズのシェイプファクターであり、物体側の曲率半径をR1、像側の曲率半径をR2としたとき、 $SF = (R2 + R1) / (R2 - R1)$ で示される値である。Dは第1レンズの像側の面の面頂から明るさ絞りまでの距離（空気換算長）、fは全系の合成焦点距離、θは半画角、 D_1 は第1レンズの物体側の面の面頂から明るさ絞りまでの実測定距離、 D_2 は明るさ絞りから第3レンズの像側の面までの距離（空気換算長） f_1 は第1レンズの焦点距離、 f_3 は第3レンズの焦点距離である。

【0009】

10

20

30

40

50

また、本発明の内視鏡用対物レンズにおいては、次の条件式(1')を満足するのが好ましい。

$$-1.5 < S F < -1.0 \quad \dots (1')$$

但し、SFは第1レンズのシェイプファクターであり、物体側の曲率半径をR1、像側の曲率半径をR2としたとき、 $S F = (R_2 + R_1) / (R_2 - R_1)$ で示される値である。

【0010】

また、本発明の内視鏡用対物レンズにおいては、次の条件式(3')を満足するのが好ましい。

$$\frac{0.933724}{(D_1 + D_2 - f_1)} / (2 \times f_3) < 1.06 \quad \dots (3') \quad 10$$

但し、 D_1 は第1レンズの物体側の面の面頂から明るさ絞りまでの実測定距離、 D_2 は明るさ絞りから第3レンズの像側の面までの距離（空気換算長）、 f_1 は第1レンズの焦点距離、 f_3 は第3レンズの焦点距離である。

【0011】

また、本発明の内視鏡用対物レンズにおいては、前記第3レンズは、その中心から周辺へ向けて曲率が緩くなる非球面からなる面を像側へ向けた正の屈折力を持つレンズであるのが好ましい。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、画角のバラツキを小さくしながら、収差を充分に補正して良好な画質を得ることができ、且つ、小型化することが可能な内視鏡用対物レンズが得られる。 20

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

実施例の説明に先立ち、本発明の作用効果について説明する。

本発明の内視鏡用対物レンズは、明るさ絞りを挟んで前群レンズ群と後群レンズ群とを有し、前記前群レンズ群が、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負の屈折力を持つメニスカス形状の第1レンズと、正の屈折力を持つ第2レンズとからなり、前記後群レンズ群が、曲率半径の小さな面を像側へ向けた正の屈折力を持つ第3レンズと、正の屈折力を持つ第4レンズと、負の屈折力を持つ第5レンズとからなり、前記第4レンズと前記第5レンズとが接合されている。 30

第1レンズを物体側に凸面を向けた負の屈折力を持つメニスカス形状にすれば、第1面が平面ではなく曲面となるので、画角のバラツキを極力小さくすることができ、また、被写界深度を大きくとることができる。

【0018】

ここで、本発明の内視鏡用対物レンズは、次の条件式(1)～(3)を満足する。

$$-2 < S F < -0.9 \quad \dots (1)$$

$$0.94 < D / (f \times \sin \theta) < 1.7 \quad \dots (2)$$

$$\frac{0.933724}{(D_1 + D_2 - f_1)} / (2 \times f_3) < 1.13 \quad \dots (3)$$

但し、SFは第1レンズのシェイプファクターであり、物体側の曲率半径をR1、像側の曲率半径をR2としたとき、 $S F = (R_2 + R_1) / (R_2 - R_1)$ で示される値である。 D は第1レンズの像側の面の面頂から明るさ絞りまでの距離（空気換算長）、 f は全系の合成焦点距離、 θ は半画角、 D_1 は第1レンズの物体側の面の面頂から明るさ絞りまでの実測定距離、 D_2 は明るさ絞りから第3レンズの像側の面までの距離（空気換算長） $、f_1$ は第1レンズの焦点距離、 f_3 は第3レンズの焦点距離である。 40

【0019】

条件式(1)の上限値を上回ると、第1面が平面に近づきすぎて、第1レンズをメニスカス形状にするメリットが得られない。

一方、条件式(1)の下限値を下回ると、第1レンズの負のパワーが小さくなり、画角を広く保つことができなくなる。ここで、特許文献1のように明るさ絞りに対し、第1レンズを離せば画角を広く保つことができるが、それでは上述したようにレンズが巨大化して 50

しまい、近年の細径化が求められている内視鏡には適さない。また、第1レンズの負のパワーが小さくなつた条件で、画角を広く保つためには、後群の、そして全体の焦点距離を決める上で重要な役割をしている第3レンズのパワーを大きくする必要があり、それでは、第3レンズのパワーが大きくなり過ぎて、レンズの加工性が非常に悪くなるとともに収差の補正が難しくなる。

【0020】

なお、好ましくは、次の条件式(1')を満足するのがよい。

$$-1.5 < S F < -1.0 \quad \dots (1')$$

但し、SFは第1レンズのシェイプファクターであり、物体側の曲率半径をR1、像側の曲率半径をR2としたとき、 $S F = (R_2 + R_1) / (R_2 - R_1)$ で示される値である。10

【0021】

条件式(1)や(1')の範囲にある第1凹レンズのパワーが小さくなっている条件のもとで、条件式(2)の下限値を下回り、かつレンズが巨大化することを防ぎ、内視鏡に求められる画角を得ようとした場合、必然的に第3レンズのパワーが大きくなり、像面湾曲やコマ収差を補正できなくなる。

一方、条件式(2)の上限値を上回ると、第1凹レンズのパワーが小さくなっている条件下内視鏡に求められる画角を得ようとすれば、特許文献1のように第1レンズが大きくなり過ぎて、近年の細径化が求められている内視鏡には使えない。

【0022】

条件式(1)や(1')の範囲内にあり、かつ条件式(2)の範囲内にある状態で条件式(3)の下限値を下回ると、第3レンズ面の曲率が強くなり、その上で前群と後群において収差を補正しようとした場合、像面湾曲や球面収差、コマ収差を補正できなくなる。20

一方、条件式(3)の上限値を上回ると、第3レンズの曲率が弱くなり過ぎて、レンズが巨大化してしまうと同時に、像面湾曲が補正過剰となり補正が難しくなる。

【0023】

なお、好ましくは、次の条件式(3')を満足するのがよい。

$$\frac{0.933724}{(D_1 + D_2 - f_1)} \times (2 \times f_3) < 1.06 \quad \dots (3')$$

但し、 D_1 は第1レンズの物体側の面の面頂から明るさ絞りまでの実測定距離、 D_2 は明るさ絞りから第3レンズの像側の面までの距離（空気換算長）、 f_1 は第1レンズの焦点距離、 f_3 は第3レンズの焦点距離である。30

【0024】

また、本発明の内視鏡用対物レンズにおいては、前記第3レンズは、その中心から周辺へ向けて曲率が緩くなる非球面からなる面を像側へ向けた正の屈折力を持つレンズであるのが好ましい。

このようにすると、第4レンズと第5レンズの接合面の曲率を緩くすることができ、加工性が良くなる。

【0031】

以下、本発明の実施例を図面を用いて説明する。

実施例1

図1は本発明の実施例1にかかる内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図、図2は実施例1の光学系における球面収差、コマ収差（メリジオナル光線）、コマ収差（サジタル光線）像面湾曲を示すグラフである。

実施例1の内視鏡用対物レンズは、明るさ絞りSとフィルタFを挟んで、前群レンズ群G1と、後群レンズ群G2を有して構成されている。図1中、CGはカバーガラス、IMは像面である。

ここで、フィルタFは、赤外カットフィルタである。実施例1の内視鏡用対物レンズでは、第3レンズL3における中肉厚が比較的厚くなる一部を赤外フィルタに置き換え、置き換えた赤外フィルタが第3レンズL3と明るさ絞りSの間に位置するようにして、対物光学系に挿入したものである。また、この赤外カットフィルタのレンズ面には、内視鏡処50

置で使用するレーザー処置のため、YAGレーザーカットコートが一方の片面に施されている。また、もう一方の片面にYAGレーザーカットコートを追加しても、あるいはLDレーザーカットコートを施しても、あるいは他の機能性コートを施しても良い。また、両面に機能性コートを施してもよく、また単にマルチコートのような反射防止コートでも良い。このように、図1に示す実施例1の内視鏡用対物レンズにおいては、赤外カットフィルタを挿入したが、他の機能性フィルタを挿入しても良い。例えば、赤外カットフィルタの代わりに色フィルタを挿入し、内視鏡画像の色再現性に変化を与えてよい。また、図1に示す実施例1の内視鏡用対物レンズでは、第3レンズL3における中肉厚が厚くなる一部を赤外カットフィルタ1枚に置き換えて、第3レンズL3と明るさ絞りSの間に挿入しているが、第3レンズL3の加工性が許す限りの範囲で2枚、3枚というように複数枚の赤外カットフィルタを第3レンズL3と明るさ絞りSの間に挿入しても良いし、異なる機能を持たせたフィルタを2枚、3枚というように複数枚挿入してもよい。例えば、赤外カットフィルタとノッチフィルタを同時に挿入してもよいし、また、例えば、赤外カットフィルタ1枚、色フィルタ1枚、ノッチフィルタ1枚などを同時に挿入しても問題ない。もちろん、機能性フィルタであればどのようなフィルタでも置き換えができる。

また、図1に示す実施例1の内視鏡用対物レンズでは、第3レンズL3における中肉厚の一部をフィルタに置き換えたが、第2レンズL2における中肉厚の一部をフィルタに置き換えて第2レンズL2と明るさ絞りSの間に挿入してもよいし、加工性の許す範囲で数枚のフィルタを対物レンズ内部に挿入してもよい。また無理にレンズにおける中肉厚の一部をフィルタに置き換えなくても、フィルタを前群レンズ群G1と後群レンズ群G2の間及びその前後に挿入することができれば、その範囲においてフィルタをどこに挿入してもよい。これらフィルタについての配置、構成は、本発明のすべての実施例において成り立つ。

【0032】

前群レンズ群G1は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負の屈折力を持つメニスカス形状の第1レンズL1と、物体側が凸面で像側が平面の平凸形状の第2レンズL2などで構成されている。

後群レンズ群G2は、曲率半径の小さな面を像側へ向けた、物体側が平面で像側が凸面の平凸形状の第3レンズL3と、両凸形状の第4レンズL4と、物体側に凹面を向けた負の屈折力を持つメニスカス形状の第5レンズL5などで構成されている。第4レンズL4と第5レンズL5は接合されている。

【0033】

次に、実施例1の内視鏡用対物レンズを構成する光学部材の数値データを示す。

なお、図1に示したレンズ断面図における r_1 、 r_2 、……及び d_1 、 d_2 、……の数字は、以下の数値データにおける面番号の数字1、2、……に対応する。また、以下の数値データにおいて、屈折率及びアッベ数は、e線における値である。これらは、他の実施例において共通である。

数値実施例1

単位：mm

面データ

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッベ数
物体面		8.0000		
1	16.1898	0.4642	1.88815	40.76
2	0.8149	0.6108		
3	8.5567	1.1240	1.81078	40.88
4(絞り)		0.0421		
5		0.3665	1.51965	75.00
6		0.0313		
7		1.2339	1.81078	40.88
8	-1.7861	0.1344		

10

20

30

40

50

9	3.3987	1.2217	1.72341	50.23
10	-1.4184	0.3665	1.93429	18.90
11	-9.6782	1.0079		
12		1.6700	1.51825	64.14
13		0		
14 (像面)		0		

各種データ

焦点距離	0.99997	
F ナンバー	6.7904	
画角	80.73700 °	10
像高	1.114	
レンズ全長	8.2733	
バックフォーカス	-0.11402	

【0034】**実施例2**

図3は本発明の実施例2にかかる内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図、図4は実施例2の光学系における球面収差、コマ収差(メリジオナル光線)、コマ収差(サジタル光線)像面湾曲を示すグラフである。

実施例2の内視鏡用対物レンズは、明るさ絞りSを挟んで、前群レンズ群G1と、後群レンズ群G2を有して構成されている。図3中、Fはフィルタ、CGはカバーガラス、IMは像面である。
20

前群レンズ群G1、後群レンズ群G2の基本的なレンズ構成は、実施例1と略同じである。なお、実施例2においては、赤外カットフィルタFを後群レンズ群G2よりも後ろへ配置したものである。実施例1において述べたように、フィルタは前群レンズ群G1と後群レンズ群G2の間及びその前後であればどこに配置してもよい。また、カバーガラスCGへフィルタFを接合してもかまわないし、2枚、3枚と重ねて配置してもよい。

【0035】

次に、実施例2の内視鏡用対物レンズを構成する光学部材の数値データを示す。

数値実施例2

単位：mm
30

面データ

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッベ数
物体面		8.0115		
1	8.2528	0.4798	1.88815	40.76
2	0.8636	0.9430		
3	11.6095	0.9842	1.81078	40.88
4(絞り)		0.0343		
5		1.6667	1.81078	40.88
6	-1.8605	0.1230		
7	4.3282	1.2672	1.73234	54.68
8	-1.4322	0.3814	1.93429	18.90
9	-6.5205	0.1722		
10		0.3814	1.51965	75.00
11		0.5905		
12		1.6874	1.51825	64.14
13		0		
14(像面)		0		

各種データ

焦点距離	1.00000	
F ナンバー	4.8768	50

画角	81.05950 °
像高	1.180
レンズ全長	8.7114
バックフォーカス	-0.11046

【0036】

実施例3

図5は本発明の実施例3にかかる内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図、図6は実施例3の光学系における球面収差、コマ収差(メリジオナル光線)、コマ収差(サジタル光線)像面湾曲を示すグラフである。

実施例3の内視鏡用対物レンズは、明るさ絞りSを挟んで、前群レンズ群G1と、後群レンズ群G2を有して構成されている。図5中、CGはカバーガラス、IMは像面である。

前群レンズ群G1、後群レンズ群G2の基本的なレンズ構成は、実施例1と略同じである。

【0037】

次に、実施例3の内視鏡用対物レンズを構成する光学部材の数値データを示す。

数値実施例3

単位：mm

面データ

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数	
物体面		8.0000			20
1	8.2457	0.4794	1.88815	40.76	
2	0.9159	1.1266			
3	10.1774	0.9834	1.81078	40.88	
4(絞り)		0.0344			
5		1.6414	1.77621	49.60	
6	-1.9307	0.1229			
7	4.2535	1.2661	1.73234	54.68	
8	-1.4731	0.3811	1.93429	18.90	
9	-6.2573	1.0100			30
10		1.6900	1.51825	64.14	
11		0			
12(像面)		0			

各種データ

焦点距離	1.00000
Fナンバー	4.7924
画角	80.85183 °
像高	1.179
レンズ全長	8.7353
バックフォーカス	-0.10950

【0038】

実施例4

図7は本発明の参考例としての実施例4にかかる内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図、図8は実施例4の光学系における球面収差、コマ収差(メリジオナル光線)、コマ収差(サジタル光線)像面湾曲を示すグラフである。

実施例4の内視鏡用対物レンズは、明るさ絞りSを挟んで、前群レンズ群G1と、後群レンズ群G2を有して構成されている。図7中、CGはカバーガラス、IMは像面である。

前群レンズ群G1、後群レンズ群G2の基本的なレンズ構成は、実施例1と略同じである。

10

20

30

40

50

【0039】

次に、実施例4の内視鏡用対物レンズを構成する光学部材の数値データを示す。

数値実施例4

単位：mm

面データ

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッベ数	
物体面		7.7000			
1	8.2676	0.4606	1.88815	40.76	
2	0.6968	0.5510			
3	5.3127	0.7344	1.73234	54.68	10
4(絞り)		0.0322			
5		1.5530	1.81078	40.88	
6	-1.5718	0.1181			
7	3.8580	1.2165	1.73234	54.68	
8	-1.2105	0.3662	1.93429	18.90	
9	-6.1306	0.9170			
10		1.6200	1.51825	64.14	
11		0			
12(像面)		0			
各種データ					20
焦点距離		1.00005			
Fナンバー		6.5017			
画角		75.31034°			
像高		1.133			
レンズ全長		7.5691			
バックフォーカス		-0.12059			

【0040】

実施例5

図9は本発明の参考例としての実施例5にかかる内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図、図10は実施例5の光学系における球面収差、コマ収差(メリジオナル光線)、コマ収差(サジタル光線)像面湾曲を示すグラフである。

実施例5の内視鏡用対物レンズは、明るさ絞りSを挟んで、前群レンズ群G1と、後群レンズ群G2を有して構成されている。図9中、CGはカバーガラス、IMは像面である。

前群レンズ群G1、後群レンズ群G2の基本的なレンズ構成は、実施例1と略同じである。

【0041】

次に、実施例5の内視鏡用対物レンズを構成する光学部材の数値データを示す。

数値実施例5

単位：mm

面データ

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッベ数	
物体面		7.4000			
1	8.0022	0.4458	1.88815	40.76	
2	0.6745	0.4762			
3	5.0367	0.7469	1.82017	46.62	
4(絞り)		0.0114			
5		1.5253	1.79012	44.20	
6	-1.4595	0.1143			
7	3.7835	1.1775	1.73234	54.68	50

8	-1.1593	0.3544	1.93429	18.90
9	-5.9687	0.8900		
10		1.5600	1.51825	64.14
11		0		
12(像面)		0		

各種データ

焦点距離	1.00000	
F ナンバー	6.7582	
画角	70.55860 °	
像高	1.096	10
レンズ全長	7.3018	
バックフォーカス	-0.12226	

【0042】**実施例6**

図11は本発明の実施例6にかかる内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図、図12は実施例6の光学系における球面収差、コマ収差(メリジオナル光線)、コマ収差(サジタル光線)像面湾曲を示すグラフである。

実施例6の内視鏡用対物レンズは、明るさ絞りSを挟んで、前群レンズ群G1と、後群レンズ群G2を有して構成されている。図11中、CGはカバーガラス、IMは像面である。

前群レンズ群G1、後群レンズ群G2の基本的なレンズ構成は、実施例1と略同じである。

【0043】

次に、実施例6の内視鏡用対物レンズを構成する光学部材の数値データを示す。

数値実施例6

単位：mm

面データ

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数	
物体面		7.4000			
1	34.3018	0.4459	1.88815	40.76	30
2	0.8496	0.6935			
3	5.3201	0.9291	1.83932	37.16	
4(絞り)		0.0288			
5		1.5768	1.81078	40.88	
6	-1.7172	0.1143			
7	4.1479	1.1777	1.73234	54.68	
8	-1.2969	0.3545	1.93429	18.90	
9	-6.0600	0.9500			
10		1.5600	1.51825	64.14	
11		0			40
12(像面)		0			

各種データ

焦点距離	1.00000
F ナンバー	5.4873
画角	77.31892 °
像高	1.080
レンズ全長	7.8307
バックフォーカス	-0.12327

【0044】**実施例7**

図13は本発明の参考例としての実施例7にかかる内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図、図14は実施例7の光学系における球面収差、コマ収差(メリジオナル光線)、コマ収差(サジタル光線)像面湾曲を示すグラフである。

実施例7の内視鏡用対物レンズは、明るさ絞りSを挟んで、前群レンズ群G1と、後群レンズ群G2を有して構成されている。図13中、CGはカバーガラス、IMは像面である。

前群レンズ群G1は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負の屈折力を持つメニスカス形状の第1レンズL1と、両凸形状の第2レンズL2'ことで構成されている。

後群レンズ群G2の基本的なレンズ構成は、実施例1と略同じである。

【0045】

10

次に、実施例7の内視鏡用対物レンズを構成する光学部材の数値データを示す。

数値実施例7

単位：mm

面データ

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数
物体面		7.8000		
1	13.0938	0.4642	1.88815	40.76
2	0.8419	0.7220		
3	21.1224	0.9523	1.81078	40.88
4	-7.1625	0.1071		
5(絞り)		0.0311		
6		1.7138	1.81078	40.88
7	-1.8911	0.1190		
8	4.4723	1.2261	1.73234	54.68
9	-1.3127	0.3690	1.93429	18.90
10	-6.3088	0.9900		
11		1.6200	1.51825	64.14
12		0		
13(像面)		0		

各種データ

30

焦点距離	1.00001
Fナンバー	6.2735
画角	80.89075°
像高	1.142
レンズ全長	8.3146
バックフォーカス	-0.11599

【0046】

実施例8

図15は本発明の実施例8にかかる内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図、図16は実施例8の光学系における球面収差、コマ収差(メリジオナル光線)、コマ収差(サジタル光線)像面湾曲を示すグラフである。

40

実施例8の内視鏡用対物レンズは、明るさ絞りSを挟んで、前群レンズ群G1と、後群レンズ群G2を有して構成されている。図15中、CGはカバーガラス、IMは像面である。

前群レンズ群G1の基本的なレンズ構成は、実施例1と略同じである。

後群レンズ群G2は、曲率半径の小さな面を像側へ向けた、両凸形状の第3レンズL3'、と、両凸形状の第4レンズL4と、物体側に凹面を向けた負の屈折力を持つメニスカス形状の第5レンズL5とで構成されている。第4レンズL4と第5レンズL5は接合されている。

【0047】

50

次に、実施例 8 の内視鏡用対物レンズを構成する光学部材の数値データを示す。

数値実施例 8

単位 : mm

面データ

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数
物体面		8.0000		
1	8.2281	0.4784	1.88815	40.76
2	0.7437	0.6336		
3	18.3990	0.9813	1.81078	40.88
4 (紋り)		0.0736		10
5	11.4280	1.5260	1.83922	37.16
6	-1.7904	0.1227		
7	4.2883	1.2373	1.69661	53.21
8	-1.2965	0.3803	1.93429	18.90
9	-5.0135	0.9700		
10		1.7053	1.51825	64.14
11		0		
12 (像面)		0		

各種データ

焦点距離	1.00000	20
F ナンバー	6.2386	
画角	73.89616 °	
像高	1.117	
レンズ全長	8.1084	
バックフォーカス	-0.10476	

【 0 0 4 8 】

実施例 9

図 17 は本発明の実施例 9 にかかる内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図、図 18 は実施例 9 の光学系における球面収差、コマ収差(メリジオナル光線)、コマ収差(サジタル光線)像面湾曲を示すグラフである。

実施例 9 の内視鏡用対物レンズは、明るさ絞り S を挟んで、前群レンズ群 G1 と、後群レンズ群 G2 を有して構成されている。図 17 中、CG はカバーガラス、IM は像面である。

前群レンズ群 G1 は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負の屈折力を持つメニスカス形状の第 1 レンズ L1 と、両凸形状の第 2 レンズ L2' とで構成されている。

後群レンズ群 G2 は、曲率半径の小さな面を像側へ向けた、両凸形状の第 3 レンズ L3' と、両凸形状の第 4 レンズ L4 と、物体側に凹面を向けた負の屈折力を持つメニスカス形状の第 5 レンズ L5 とで構成されている。第 4 レンズ L4 と第 5 レンズ L5 は接合されている。ここで例えば、カバーガラス CG は、接合レンズとの空気間隔と合わせた空気換算長分が一定であれば像面の移動はない。このため、いずれの実施例の内視鏡用対物レンズにおいても、カバーガラス CG を厚くして、その分、接合レンズとの空気間隔を短くしてもよいし、または、その逆でもよい。また、カバーガラス CG をプリズムに置き換え、光路を変更し、結像面を光軸に対して曲げてもよい。

【 0 0 4 9 】

次に、実施例 9 の内視鏡用対物レンズを構成する光学部材の数値データを示す。

数値実施例 9

単位 : mm

面データ

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数
物体面		8.0000		

30

40

50

1	8.0788	0.4697	1.88815	40.76	
2	0.7513	0.5966			
3	37.9360	1.0292	1.93429	18.90	
4	-20.8171	0.0843			
5 (紋り)		0.0723			
6	16.5048	1.4805	1.81078	40.88	
7	-1.7275	0.1204			
8	5.0185	1.2405	1.68082	55.34	
9	-1.1734	0.3734	1.85504	23.78	
10	-4.8178	0.9778			10
11		1.7298	1.51825	64.14	
12		0			
13 (像面)		0			

各種データ

焦点距離	1.00000	
F ナンバー	7.0606	
画角	77.22502 °	
像高	1.155	
レンズ全長	8.1744	
バックフォーカス	-0.10896	20

【 0 0 5 0 】

図 19 は本発明の実施例 10 にかかる内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図、図 20 は実施例 10 の光学系における球面収差、コマ収差(メリジオナル光線)、コマ収差(サジタル光線)像面湾曲を示すグラフである。

実施例 10 の内視鏡用対物レンズは、明るさ絞り S を挟んで、前群レンズ群 G1 と、後群レンズ群 G2 を有して構成されている。図 19 中、CG はカバーガラス、IM は像面である。

前群レンズ群 G1 の基本的なレンズ構成は、実施例 1 と略同じである。

後群レンズ群 G2 は、曲率半径の小さな面を像側へ向けた、両凸形状の第 3 レンズ L3 と、両凸形状の第 4 レンズ L4 と、物体側に凹面を向けた負の屈折力を持つメニスカス形状の第 5 レンズ L5 とで構成されている。第 4 レンズ L4 と第 5 レンズ L5 は接合されている。

【 0 0 5 1 】

次に、実施例 10 の内視鏡用対物レンズを構成する光学部材の数値データを示す。

数値実施例 10

単位 : mm

面データ

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数	
物体面		7.5000			40
1	7.8275	0.4551	1.88815	40.76	
2	0.7076	0.5327			
3	10.2259	0.9734	1.88815	40.76	
4 (紋り)		0.1050			
5	11.7457	1.3614	1.74706	27.79	
6	-1.5076	0.1167			
7	4.3255	1.2019	1.73234	54.68	
8	-1.1669	0.3618	1.93429	18.90	
9	-5.4787	0.9800			
10		1.5889	1.51825	64.14	50

11	0
12(像面)	0

各種データ

焦点距離	1.00000
Fナンバー	6.4817
画角	71.80277°
像高	1.110
レンズ全長	7.6768
バックフォーカス	-0.11514

【0052】

10

実施例11

図21は本発明の実施例11にかかる内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図、図22は実施例11の光学系における球面収差、コマ収差(メリジオナル光線)、コマ収差(サジタル光線)像面湾曲を示すグラフである。

実施例11の内視鏡用対物レンズは、明るさ絞りSを挟んで、前群レンズ群G1と、後群レンズ群G2を有して構成されている。図21中、CGはカバーガラス、IMは像面である。

前群レンズ群G1の基本的なレンズ構成は、実施例1と略同じである。

後群レンズ群G2は、曲率半径の小さな面を像側へ向けた、物体側が平面で像側が非球面の凸面の平凸形状の第3レンズL3"と、両凸形状の第4レンズL4と、物体側に凹面を向けた負の屈折力を持つメニスカス形状の第5レンズL5とで構成されている。第4レンズL4と第5レンズL5は接合されている。

20

【0053】

実施例11の内視鏡用対物レンズは、後に示す表1を見ると分かるように、条件式パラメータの値が請求項1の範囲内であり、非球面を使わなくてもよい範囲である。また、実施例11の内視鏡用対物レンズは、実施例4の内視鏡用対物レンズと条件式パラメータの値を比較した場合、非常に似かよった値を示し、また、画角もほぼ同じ仕様となっている。つまり、内視鏡用対物レンズの仕様としては、実施例4と実施例11は非常に似たものである。

ここで、実施例4の内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である図7と、実施例11の内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である図21とを比較すると、接合された第4レンズL4の像側の曲率Rに大きな違いがあり、非球面レンズを導入した実施例11の内視鏡用対物レンズのほうが、第4レンズL4の像側の曲率を大きくでき、第4レンズL4の加工性を大きく改善していることが分かる。このように、条件式パラメータの値が請求項1の範囲において非球面レンズは必ずしも必要ではないが、レンズの加工性改善等の生産性を考慮した場合には、請求項1の範囲に条件式パラメータの値があっても非球面を導入することのメリットを見出すことができる。実施例11の内視鏡用対物レンズにおいては、条件式パラメータの値は請求項1の範囲でありながら、非球面レンズを導入することにより第4レンズL4の像側の曲率の加工性を改善することができた。なお、非球面レンズを用いることによる加工性改善等の効果は、接合レンズだけに限られるものではなく、他の球面レンズに対しても有効である。

30

【0054】

次に、実施例11の内視鏡用対物レンズを構成する光学部材の数値データを示す。

なお、以下の数値データの中において示される回転対称な非球面は次式の定義にしたがつて示してある。

$$Z = c h^2 / [1 + \{ 1 - (1 + k) c^2 h^2 \}] + A_2 h^2 + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + A_{10} h^{10} + A_{12} h^{12} + A_{14} h^{14} + A_{16} h^{16} + A_{18} h^{18} + A_{20} h^{20} \dots$$

・

但し、cは頂点の曲率、kは円錐係数、A2は2次非球面係数、A4は4次非球面係数、A6は6次非球面係数、A8は8次非球面係数、A10は10次非球面係数、A12は

40

50

1 2 次非球面係数、A 1 4 は 1 4 次非球面係数、A 1 6 は 1 6 次非球面係数、A 1 8 は 1 8 次非球面係数、A 2 0 は 2 0 次非球面係数である。また、h は光軸からの距離であり、光軸に対し垂直な面における水平方向を x、垂直方向を y としたとき $h^2 = x^2 + y^2$ で示される。

この非球面の定義式は、以下の各実施例においても共通である。

数値実施例 1 1

単位 : mm

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッベ数	
物体面		8.0000			
1	7.8792	0.4581	1.88815	40.76	10
2	0.6923	0.5480			
3	6.0626	0.8222	1.81078	40.88	
4 (紋り)		0.0355			
5		1.5495	1.81078	40.88	
6 (非球面)	-1.5499	0.1175			
7	4.2882	1.2098	1.73234	54.68	
8	-1.4682	0.3641	1.93429	18.90	
9	-7.1899	1.3600			
10		1.0000	1.51825	64.14	
11		0			20
12 (像面)		0			

非球面データ

第 6 面

K = 0

A 2 = 0.0000E+00 , A 4 = 6.1204E-03 , A 6 = 4.1123E-03 , A 8 = 1.3460E-02 , A 1 0 = 0.0000E+00 , A 1 2 = 0.0000E+00 , A 1 4 = 0.0000E+00 , A 1 6 = 0.0000E+00 , A 1 8 = 0.0000E+00 , A 2 0 = 0.0000E+00

各種データ

焦点距離	1.00005	
F ナンバー	6.3276	30
画角	74.48333 °	
像高	1.130	
レンズ全長	7.4647	
バックフォーカス	-0.11359	

【 0 0 5 5 】

ここで、同じ内視鏡用対物レンズの仕様（例えば、画角が同じ）を考えた場合、仮に、第 1 レンズが負のメニスカス形状をしておらず、従来、多くの内視鏡用対物レンズで採用されているような平凹レンズである場合には、曲率半径の小さな面を像側へ向けた正の屈折力を持つ第 3 レンズの像側の曲率半径は小さくする必要がない。

これに対し、本願発明の目的にあるように、内視鏡用対物レンズにおける重要な課題としての画角のバラツキを小さくするため、内視鏡用対物レンズにおける前群レンズ群 G 1 の最も物体側のレンズを、負の屈折力を持つメニスカス形状にしながら（条件式(1)や(1')を満足し）、レンズを大きくすることなく（条件式(2)を満足し）、内視鏡用対物レンズとして使える画角を保つには、曲率半径の小さな面を像側へ向けた正の屈折力を持つ第 3 レンズにはある程度強いパワーが必要となり、第 3 レンズの像側の曲率半径は仕様から小さくなる。

そのような構成は、収差補正の観点でみた場合、第 3 レンズの曲率半径の小さな面における影響が大きく、像面湾曲の補正が特に難しい。このようなことから、第 3 レンズの曲率半径の小さな面に非球面を導入する場合には、中心から周辺へ向けて曲率半径が緩くなるようにすることが必要となる。つまり、この実施例 1 1 の内視鏡用対物レンズのように

40

50

、第3レンズL3の曲率半径の小さな面に非球面を導入したときの各次の非球面係数は必ず0以上となる。

【0056】

実施例12

図23は本発明の実施例12にかかる内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図、図24は実施例12の光学系における球面収差、コマ収差(メリジオナル光線)、コマ収差(サジタル光線)像面湾曲を示すグラフである。

実施例12の内視鏡用対物レンズは、明るさ絞りSを挟んで、前群レンズ群G1と、後群レンズ群G2を有して構成されている。図23中、CGはカバーガラス、IMは像面である。

10

前群レンズ群G1の基本的なレンズ構成は、実施例1と略同じである。

後群レンズ群G2は、曲率半径の小さな面を像側へ向けた、物体側が平面で像側が非球面の凸面の平凸形状の第3レンズL3と、両凸形状の第4レンズL4と、物体側に凹面を向けた負の屈折力を持つメニスカス形状の第5レンズL5とで構成されている。第4レンズL4と第5レンズL5は接合されている。

【0057】

次に、実施例12の内視鏡用対物レンズを構成する光学部材の数値データを示す。

数値実施例12

単位：mm

20

面データ

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッベ数
物体面		8.0000		
1	8.2183	0.4778	1.88815	40.76
2	0.7498	0.6328		
3	9.5986	0.9801	1.81078	40.88
4(絞り)		0.0251		
5		1.5696	1.76651	40.10
6(非球面)	-1.5933	0.1225		
7	4.2057	1.2619	1.73234	54.68
8	-1.5314	0.3798	1.93429	18.90
9	-7.0266	1.0700		
10		1.5786	1.51825	64.14
11		0		
12(像面)		0		

非球面データ

第6面

K = 0

A2 = 0.0000E+00, A4 = 5.7922E-03, A6 = 0.0000E+00, A8 = 9.0000E-03, A10 = 0.0000E+00, A12 = 0.0000E+00, A14 = 0.0000E+00, A16 = 0.0000E+00, A18 = 0.0000E+00, A20 = 0.0000E+00

40

各種データ

焦点距離	0.99998
Fナンバー	5.9335
画角	80.18501 °
像高	1.170
レンズ全長	8.0982
バックフォーカス	-0.10591

【0058】

実施例12の内視鏡用対物レンズにおいては、4次と8次の非球面係数を使っているが、ともに0以上である。この実施例のように、4次と8次のみの非球面係数のみ、あるいは

50

は4次と6次の非球面係数のみ、あるいは4次の非球面係数のみを使う等することで収差が補正でき、且つ、それらの非球面係数は常に0以上となる。

【0059】

実施例13

図25は本発明の実施例13にかかる内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図、図26は実施例13の光学系における球面収差、コマ収差(メリジオナル光線)、コマ収差(サジタル光線)像面湾曲を示すグラフである。

実施例13の内視鏡用対物レンズは、明るさ絞りSを挟んで、前群レンズ群G1と、後群レンズ群G2を有して構成されている。図25中、CGはカバーガラス、IMは像面である。

10

前群レンズ群G1の基本的なレンズ構成は、実施例1と略同じである。

後群レンズ群G2は、曲率半径の小さな面を像側へ向けた、物体側が平面で像側が非球面の凸面の平凸形状の第3レンズL3"と、両凸形状の第4レンズL4と、物体側に凹面を向けた負の屈折力を持つメニスカス形状の第5レンズL5とで構成されている。第4レンズL4と第5レンズL5は接合されている。

【0060】

実施例13の内視鏡用対物レンズにおいては、条件式(4)、(4')のパラメータ値が小さいため、第3レンズL3"には非常に大きなパワーが必要となり、第3レンズL3"に非球面を導入しているが、非球面を導入している目的は実施例11や実施例12の内視鏡用対物レンズと同じである。なお、実施例13の内視鏡用対物レンズは、円錐係数kのみで非球面を構成した例であり、その場合、非球面は必ず $-1 < k < 0$ となる橜円面となる。実施例13の内視鏡用対物レンズでは、円錐係数kのみで構成したが、このレンズの円錐係数kを0とし、非球面係数のみ使っても収差補正可能である。その場合、非球面係数をすべて0以上の所定値とすれば、実施例11や実施例12の内視鏡用対物レンズと同様の収差補正効果が得られる。

20

【0061】

次に、実施例13の内視鏡用対物レンズを構成する光学部材の数値データを示す。

数値実施例13

単位：mm

面データ

30

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数
物体面		8.7000		
1	3.7278	0.4970	1.88815	40.76
2	0.7042	0.6337		
3	14.9842	0.6213	1.81078	40.88
4(絞り)		0.0124		
5		1.6521	1.81078	40.88
6(非球面)	-1.4337	0.0621		
7	4.6868	1.1432	1.73234	54.68
8	-1.4911	0.3728	1.93429	18.90
9	-7.1683	0.7400		
10		1.7000	1.51825	64.14
11		0		
12(像面)		0		

非球面データ

第6面

$$K = -0.3600$$

$$A_2 = 0.0000E+00, A_4 = 0.000E+00, A_6 = 0.000E+00, A_8 = 0.000E+00, A_{10} = 0.0000E+00, A_{12} = 0.0000E+00, A_{14} = 0.000E+00, A_{16} = 0.000E+00, A_{18} = 0.000E+00, A_{20} = 0.0000E+00$$

40

50

各種データ

焦点距離	1.00000
F ナンバー	6.1311
画角	68.20224 °
像高	1.153
レンズ全長	7.4347
バックフォーカス	-0.09923

【 0 0 7 0 】

実施例 1 4

図 27 は本発明の実施例 1 4 にかかる内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図、図 28 は実施例 1 4 の光学系における球面収差、コマ収差（メリジオナル光線）、コマ収差（サジタル光線）像面湾曲を示すグラフである。

10

実施例 1 4 の内視鏡用対物レンズは、明るさ絞り S を挟んで、前群レンズ群 G 1 と、後群レンズ群 G 2 を有して構成されている。図 27 中、F 1 , F 2 はフィルタ、C G 1 , C G 2 はカバーガラス、I M は像面である。

前群レンズ群 G 1 は、物体側より順に、物体側に凸面を向けた負の屈折力を持つメニスカス形状の第 1 レンズ L 1 と、物体側が凸面で像側が平面の平凸形状の第 2 レンズ L 2 を有して構成されている。

後群レンズ群 G 2 は、曲率半径の小さな面を像側へ向けた、物体側が平面で像側が凸面の平凸形状の第 3 レンズ L 3 と、両凸形状の第 4 レンズ L 4 と、物体側に凹面を向けた負の屈折力を持つメニスカス形状の第 5 レンズ L 5 とで構成されている。第 4 レンズ L 4 と第 5 レンズ L 5 は接合されている。

20

【 0 0 7 1 】

次に、実施例 1 4 の内視鏡用対物レンズを構成する光学部材の数値データを示す。

数値実施例 1 4

単位 : mm

面データ

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッベ数	
物体面		10.0763			
1	6.2316	0.2383	1.88815	40.76	30
2	0.7298	0.4493			
3	5.8354	1.0961	1.93429	18.90	
4 (絞り)		0.0204			
5		1.7021	1.83945	42.71	
6	-1.5523	0.0681			
7	2.3645	1.2936	1.48915	70.23	
8	-1.4515	0.2451	1.93429	18.90	
9	-4.6058	0.0681			
10		0.2111	1.51563	75.00	
11		0.4582			40
12		0.2723	1.52498	59.89	
13		0.0204			
14		0.6808	1.51825	64.14	
15		0.4425	1.50792	63.00	
16		0			
17 (像面)		0			

各種データ

焦点距離	1.00000
F ナンバー	7.8981
画角	81.68203 °

50

像高 1.198
 レンズ全長 7.2665
 バックフォーカス -0.07295

なお、第1_4実施例では、フィルタF1は、通常の白板ガラス、F2は赤外カットフィルタである。フィルタF1の物体側面にはYAGレーザーカットコートが施され、像側面にはマルチコートが施されている。また、フィルタF2の両面にはマルチコートが施されている。

また、本発明の内視鏡用対物レンズでは、例えば、第1実施例のように1枚のフィルタFを前群レンズ群G1と後群レンズ群G2との間に配置したり、第2実施例のように1枚のフィルタFを後群レンズ群G2とカバーガラスCGとの間に配置したり、第1_4_8実施例のように2枚のフィルタF1, F2を後群レンズ群G2とカバーガラスCGとの間に配置するなど、フィルタは、前群レンズ群G1と後群レンズ群G2との間、後群レンズ群の像側であれば、その配置位置及び枚数には自由度がある。
10

【0072】

次に、各実施例における条件式パラメータの値を表1に示す。

表1

条件式	(1) S F	(2) $D/(f \times \sin \theta)$	(3) $(D_1+D_2-f_1)/(2 \times f_3)$
実施例1	-1.105999	1.2478	0.947602
実施例2	-1.233743	1.5048	0.976628
実施例3	-1.249915	1.6912	0.953799
実施例4	-1.184087	1.0078	0.907319
実施例5	-1.184087	0.9402	0.916556
実施例6	-1.050795	1.2286	0.933724
実施例7	-1.137434	1.3723	0.912047
実施例8	-1.198746	1.2235	1.013374
実施例9	-1.205065	1.2438	1.007008
実施例10	-1.198778	1.1034	1.001904
実施例11	-1.192672	1.0399	0.941757
実施例12	-1.20079	1.1915	0.953036
実施例13	-1.465787	1.0520	0.991025
実施例14	-1.265314	1.0268	0.994947

【産業上の利用可能性】

【0073】

本発明の内視鏡用対物レンズは、患者の体内の狭い管腔等、細い径の孔を内視鏡を用いて観察することが求められる医療や工業の分野に有用である。
20

【図面の簡単な説明】

【0074】

【図1】本発明の実施例1にかかる内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。
40

【図2】実施例1の光学系における球面収差、コマ収差(メリジオナル光線)、コマ収差(サジタル光線)像面湾曲を示すグラフである。

【図3】本発明の実施例2にかかる内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図4】実施例2の光学系における球面収差、コマ収差(メリジオナル光線)、コマ収差(サジタル光線)像面湾曲を示すグラフである。

【図5】本発明の実施例3にかかる内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図6】実施例3の光学系における球面収差、コマ収差(メリジオナル光線)、コマ収差
50

(サジタル光線) 像面湾曲を示すグラフである。

【図 7】本発明の参考例としての実施例 4 にかかる内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 8】実施例 4 の光学系における球面収差、コマ収差（メリジオナル光線）、コマ収差（サジタル光線）像面湾曲を示すグラフである。

【図 9】本発明の参考例としての実施例 5 にかかる内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 10】実施例 5 の光学系における球面収差、コマ収差（メリジオナル光線）、コマ収差（サジタル光線）像面湾曲を示すグラフである。

【図 11】本発明の実施例 6 にかかる内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。 10

【図 12】実施例 6 の光学系における球面収差、コマ収差（メリジオナル光線）、コマ収差（サジタル光線）像面湾曲を示すグラフである。

【図 13】本発明の参考例としての実施例 7 にかかる内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 14】実施例 7 の光学系における球面収差、コマ収差（メリジオナル光線）、コマ収差（サジタル光線）像面湾曲を示すグラフである。

【図 15】本発明の実施例 8 にかかる内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 16】実施例 8 の光学系における球面収差、コマ収差（メリジオナル光線）、コマ収差（サジタル光線）像面湾曲を示すグラフである。 20

【図 17】本発明の実施例 9 にかかる内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 18】実施例 9 の光学系における球面収差、コマ収差（メリジオナル光線）、コマ収差（サジタル光線）像面湾曲を示すグラフである。

【図 19】本発明の実施例 10 にかかる内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 20】実施例 10 の光学系における球面収差、コマ収差（メリジオナル光線）、コマ収差（サジタル光線）像面湾曲を示すグラフである。

【図 21】本発明の実施例 11 にかかる内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。 30

【図 22】実施例 11 の光学系における球面収差、コマ収差（メリジオナル光線）、コマ収差（サジタル光線）像面湾曲を示すグラフである。

【図 23】本発明の実施例 12 にかかる内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 24】実施例 12 の光学系における球面収差、コマ収差（メリジオナル光線）、コマ収差（サジタル光線）像面湾曲を示すグラフである。

【図 25】本発明の実施例 13 にかかる内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 26】実施例 13 の光学系における球面収差、コマ収差（メリジオナル光線）、コマ収差（サジタル光線）像面湾曲を示すグラフである。 40

【図 27】本発明の実施例 14 にかかる内視鏡用対物レンズの構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 28】実施例 14 の光学系における球面収差、コマ収差（メリジオナル光線）、コマ収差（サジタル光線）像面湾曲を示すグラフである。

【符号の説明】

【 0 0 7 5 】

G 1 前群レンズ群

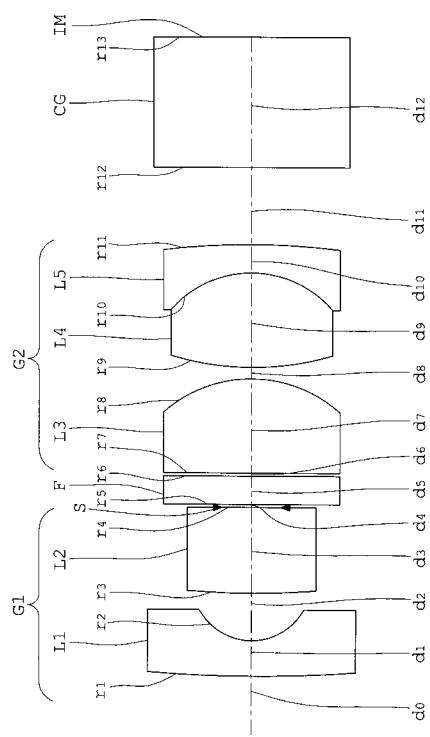
G 2 後群レンズ群

L 1 物体側に凸面を向けた負の屈折力を持つメニスカス形状の第 1 レンズ

50

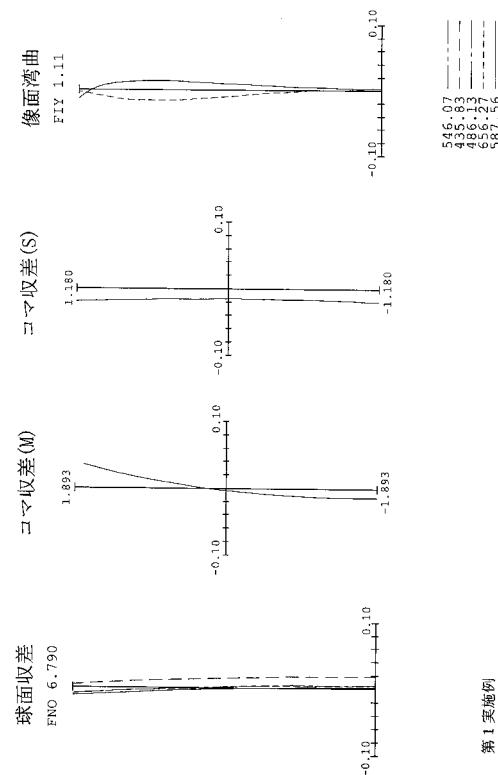
L 2	物体側が凸面で像側が平面の平凸形状の第2レンズ
L 2	両凸形状の第2レンズ
L 3	曲率半径の小さな面を像側へ向けた、物体側が平面で像側が凸面の平凸形状の第3レンズ
L 3'	両凸形状の第3レンズ
L 3''	物体側が平面で像側が非球面の凸面の平凸形状の第3レンズ
L 3'''	曲率半径の小さな面を像側へ向けた、像側が非球面である両凸形状の第3レンズ
L 4	両凸形状の第4レンズ
L 5	物体側に凹面を向けた負の屈折力を有するメニスカス形状の第5レンズ
C G	カバーガラス
F	フィルタ
I M	像面
S	明るさ絞り

【図1】



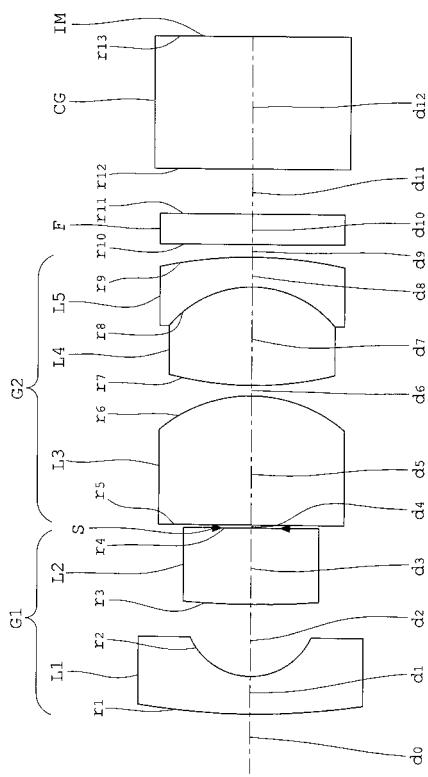
第1実施例

【図2】

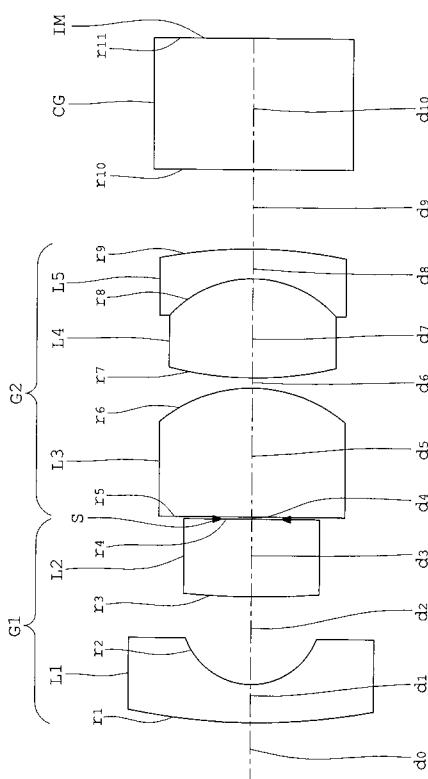


第1実施例

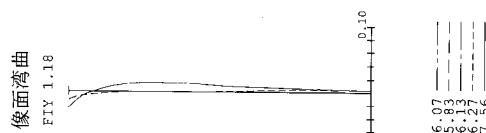
【図3】



【図5】

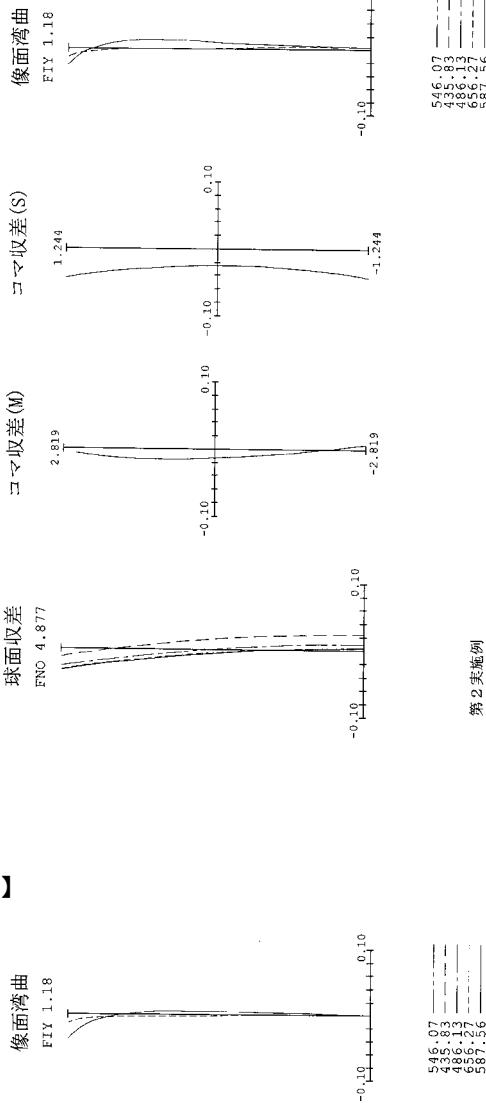


【図4】

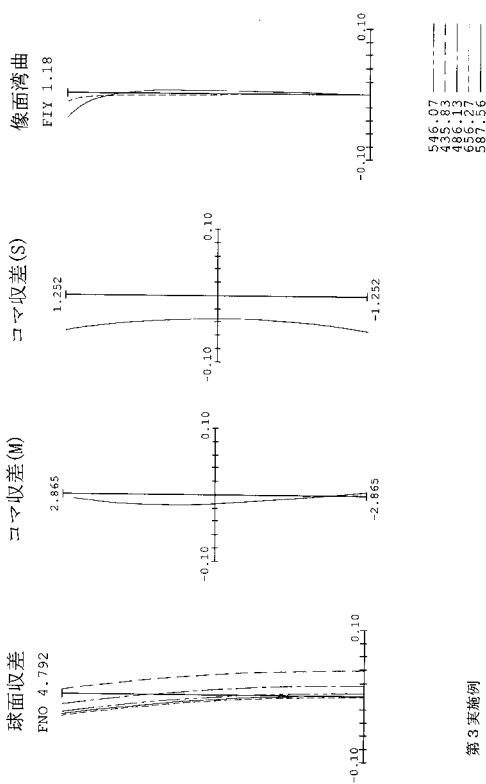


第2実施例

【図6】



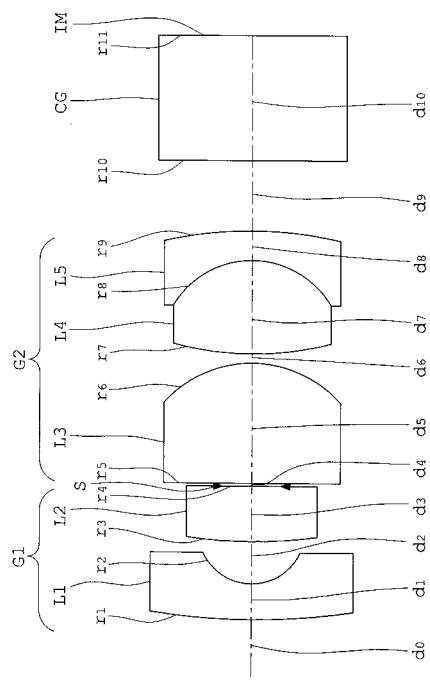
第3実施例



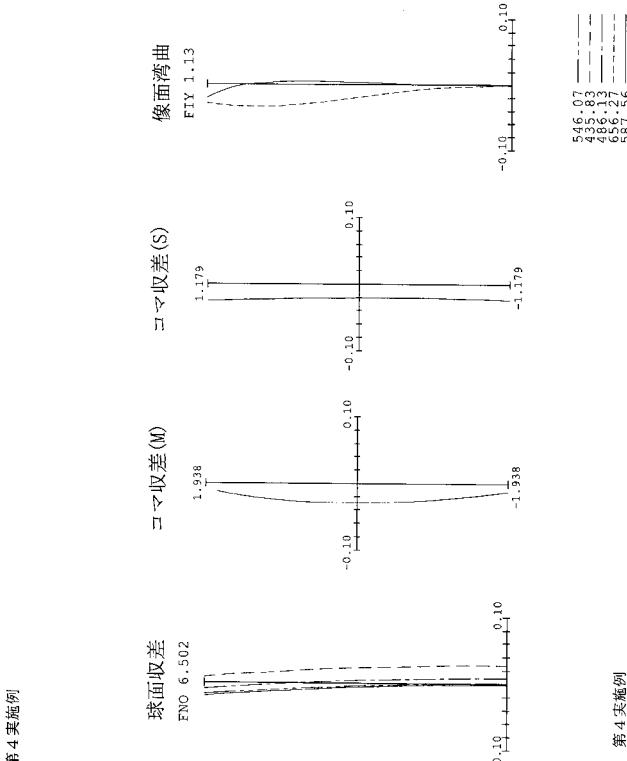
第3実施例

第2実施例

【図7】

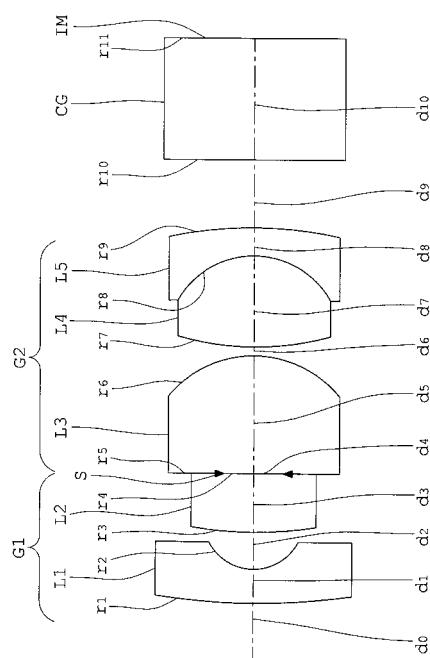


【図8】

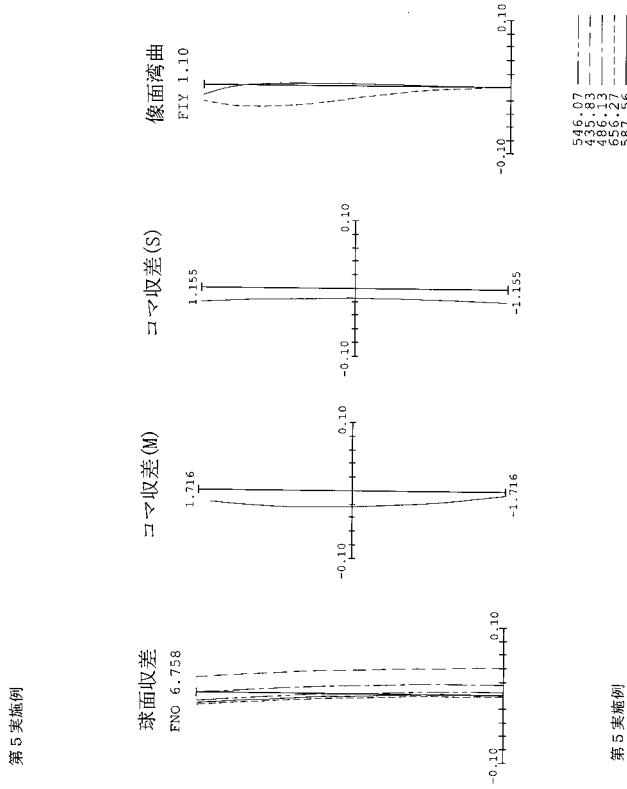


第4実施例

【図9】



【図10】

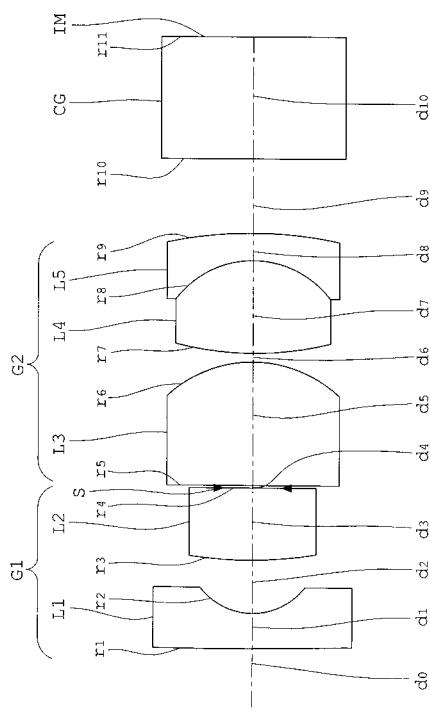


第5実施例

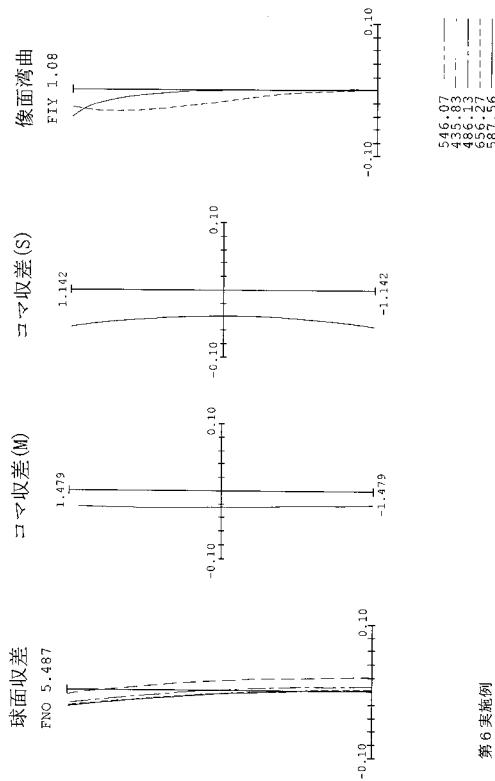
第5実施例

第4実施例

【図 1 1】

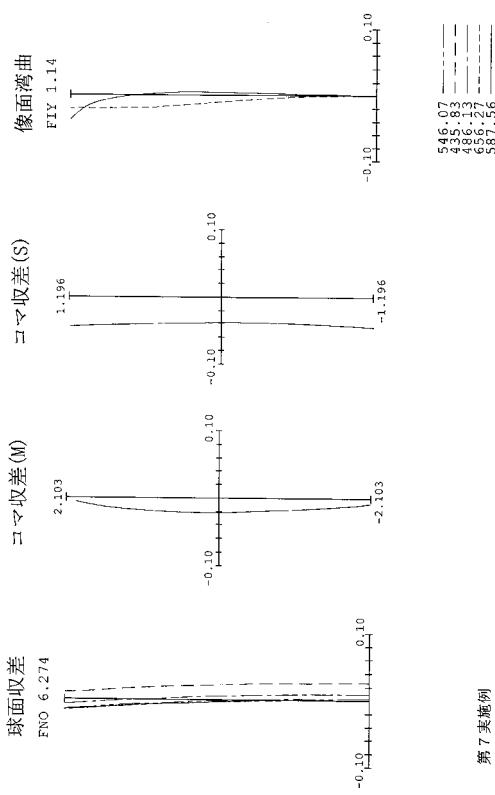
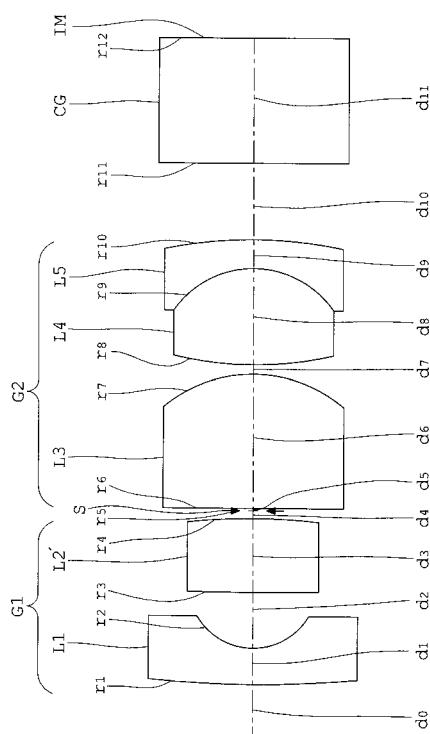


【図 1 2】



第6実施例

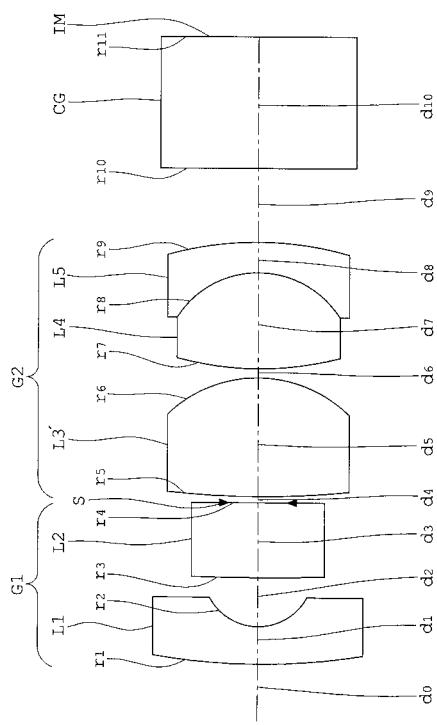
【図 1 3】



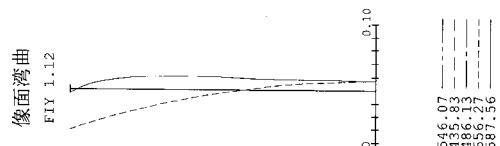
第7実施例

第7実施例

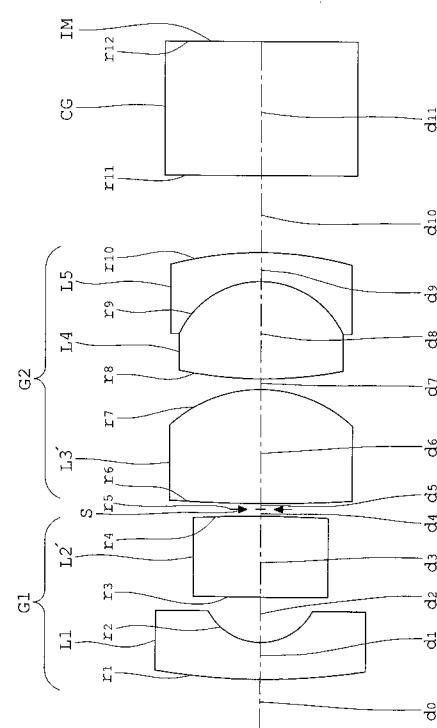
【図15】



【図16】

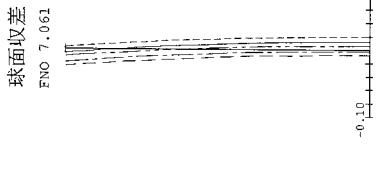
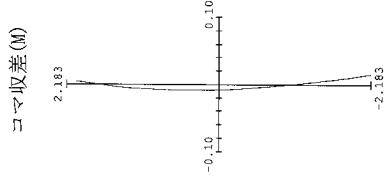
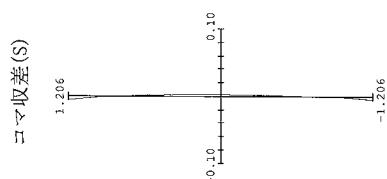
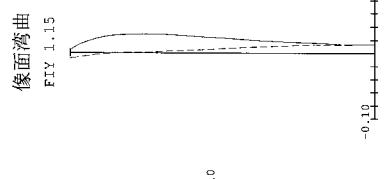
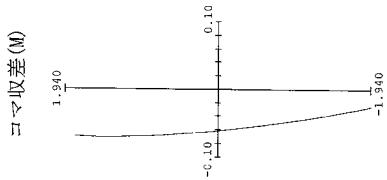
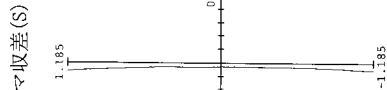
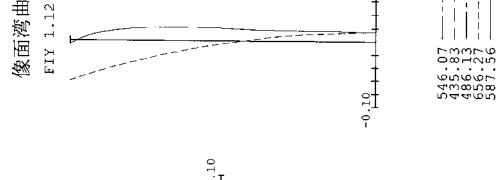


【図17】



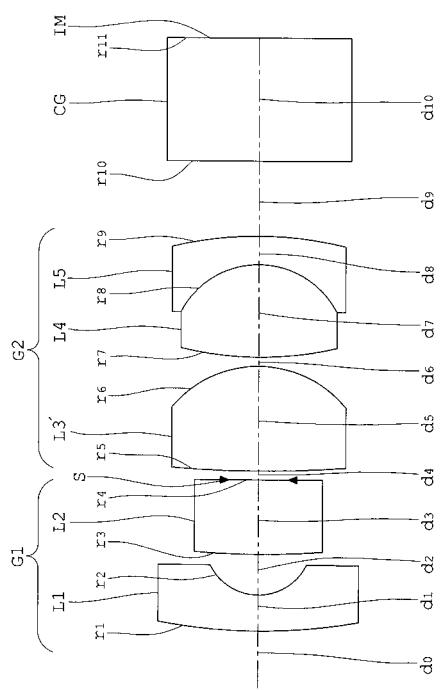
第9実施例

【図18】

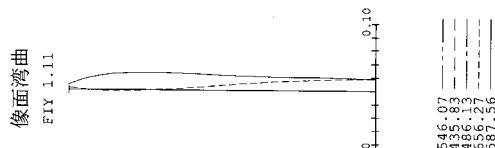


第9実施例

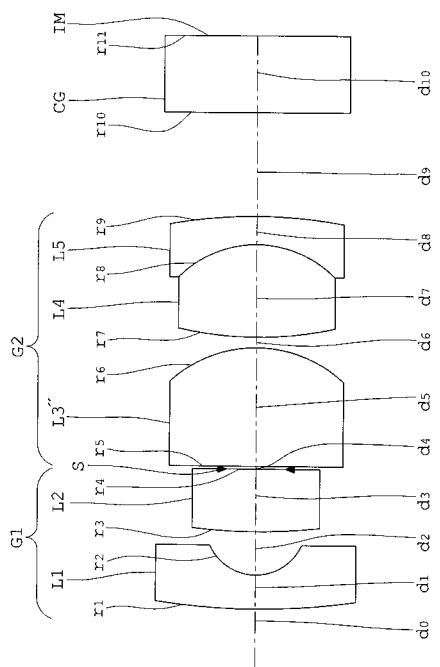
【図19】



【図20】

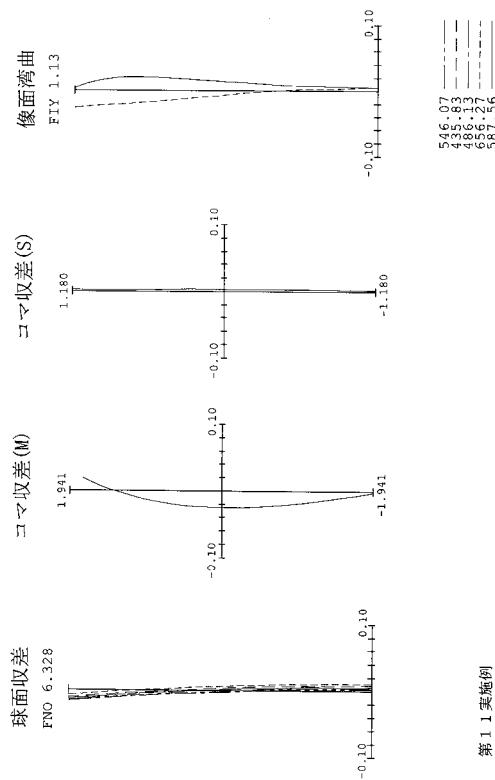


【図21】



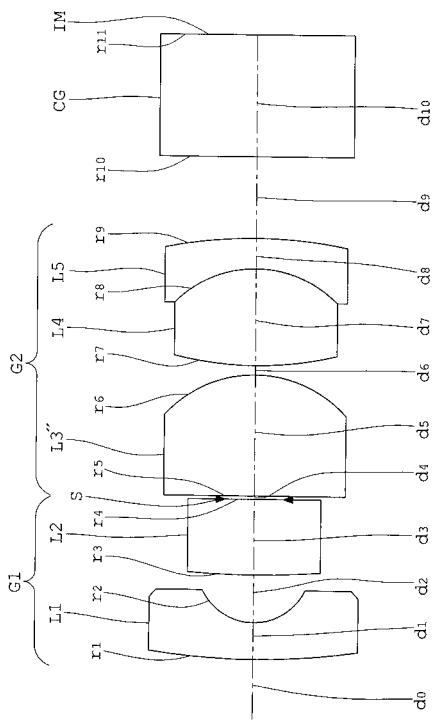
第1.1実施例

【図22】

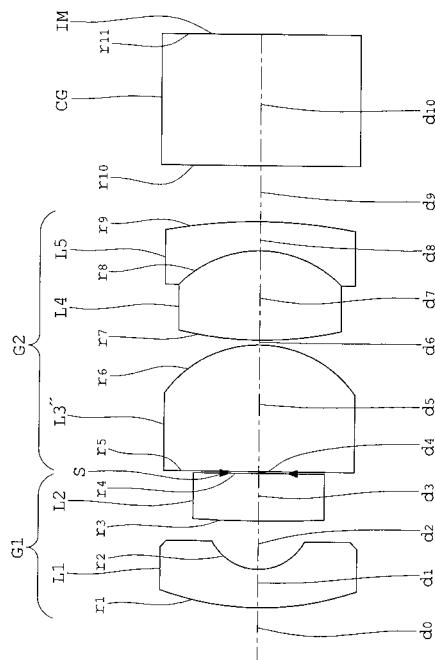


第1.1実施例

【図23】

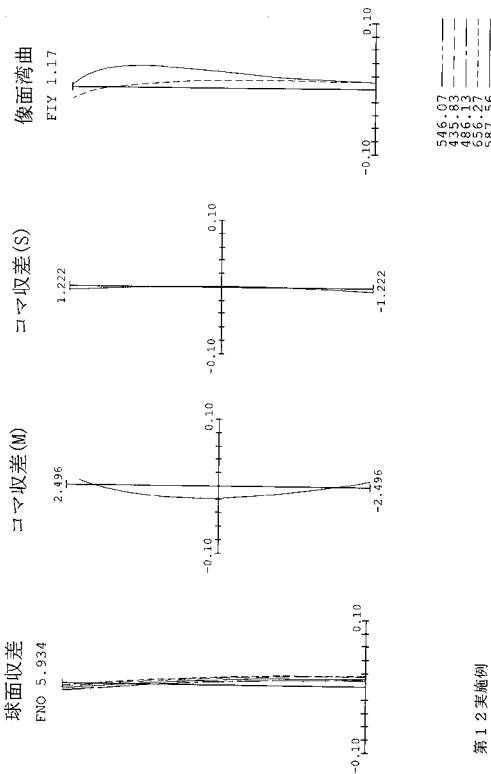


【図25】



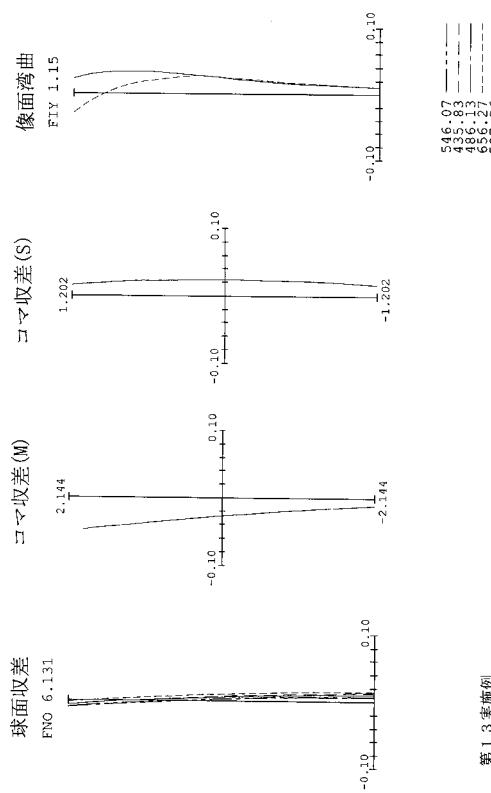
第1.3実施例

【図24】



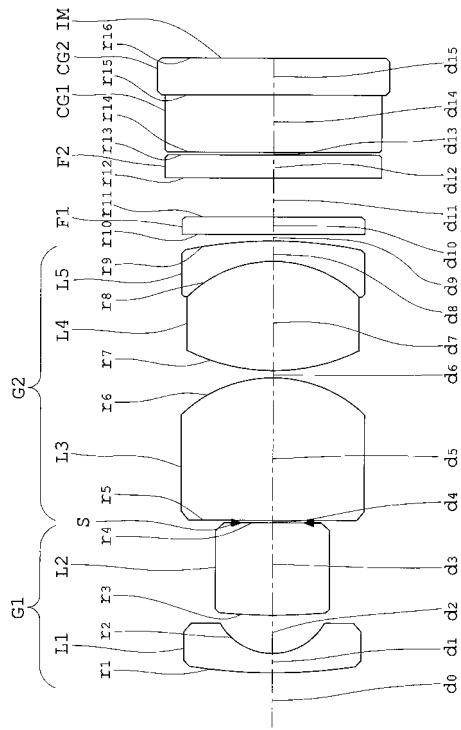
第1.2実施例

【図26】



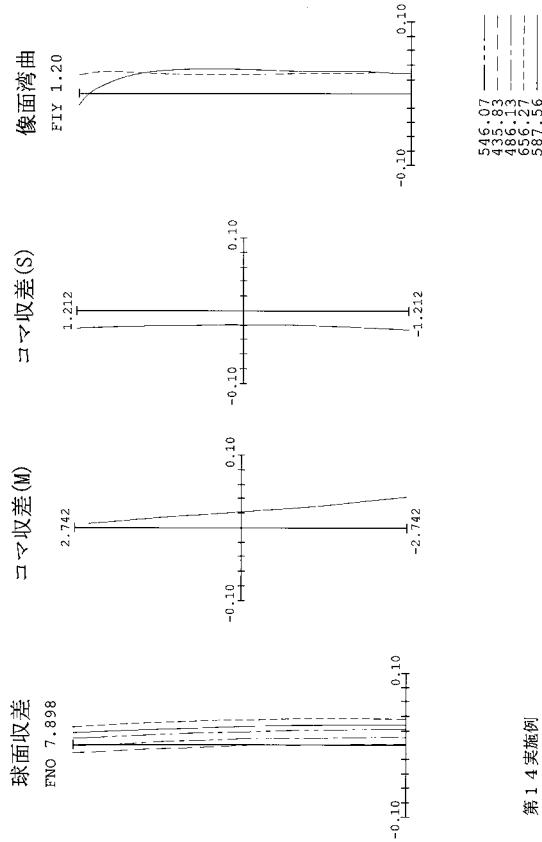
第1.3実施例

【図27】



第14実施例

【図28】



第14実施例

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-251272(JP,A)
特開平07-181377(JP,A)
特開2006-003549(JP,A)
特開平02-188709(JP,A)
特開平02-293709(JP,A)
特開平10-020188(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)	内窥镜用物镜		
公开(公告)号	JP4920572B2	公开(公告)日	2012-04-18
申请号	JP2007330440	申请日	2007-12-21
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	オリンパスメディカルシステムズ株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	オリンパスメディカルシステムズ株式会社		
[标]发明人	笠本勉		
发明人	笠本 勉		
IPC分类号	G02B13/04 G02B13/18 A61B1/00		
CPC分类号	G02B13/04 G02B23/2407		
FI分类号	G02B13/04.D G02B13/18 A61B1/00.300.Y A61B1/00.731		
F-TERM分类号	2H087/KA10 2H087/LA03 2H087/PA04 2H087/PA18 2H087/PB05 2H087/QA02 2H087/QA07 2H087 /QA12 2H087/QA17 2H087/QA21 2H087/QA25 2H087/QA37 2H087/QA41 2H087/QA45 2H087/RA05 2H087/RA13 2H087/RA32 2H087/RA42 2H087/RA43 4C061/FF40 4C061/JJ06 4C161/FF40 4C161 /JJ06		
审查员(译)	正人Tonooka		
其他公开文献	JP2009151191A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：为内窥镜提供物镜，能够减少视角变化，充分校正像差和小型化。夹在光阑S的透镜G1的一组，具有透镜组G2，组G1是物体侧的负弯月透镜的第一凸部和正的第二透镜，所述组G2是一个小的表面曲率半径指向像侧的正第三透镜和正第四透镜和负第五透镜的胶合透镜满足以下表达式。 $-2 \frac{3}{3} 1$ SF是第一个透镜形状因子， $(R_2 + R_1) / (R_2 - R_1)$ 具有物体和像侧曲率半径R1，R2。d。第一透镜的图像侧表面上止空气换算距离，f是整个系统组合焦距，θ在半视角，d1是第一透镜物体侧表面上止实际测量距离，F1是第一个镜头焦距，f3是第三个镜头焦距。点域1

条件式	(1) S F	(2) $D / (f \times \sin \theta)$	(3) $(D_1 + D_2 - f_1) / (2 \times f_3)$
实施例 1	-1.105999	1.2478	0.947602
实施例 2	-1.233743	1.5048	0.976628
实施例 3	-1.249915	1.6912	0.953799
实施例 4	-1.184087	1.0078	0.907319
实施例 5	-1.184087	0.9402	0.916556
实施例 6	-1.050795	1.2286	0.933724
实施例 7	-1.137434	1.3723	0.912047
实施例 8	-1.198746	1.2235	1.013374
实施例 9	-1.205065	1.2438	1.007008
实施例 10	-1.198778	1.1034	1.001904
实施例 11	-1.192672	1.0399	0.941757
实施例 12	-1.20079	1.1915	0.953036
实施例 13	-1.465787	1.0520	0.991025
实施例 14	-1.265314	1.0268	0.994947