

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4999078号

(P4999078)

(45) 発行日 平成24年8月15日(2012.8.15)

(24) 登録日 平成24年5月25日(2012.5.25)

(51) Int.Cl.

F 1

G 0 2 B 13/00 (2006.01)

G 0 2 B 13/00

A 6 1 B 1/00 (2006.01)

A 6 1 B 1/00 3 0 0 Y

請求項の数 3 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2007-101588 (P2007-101588)	(73) 特許権者	306037311
(22) 出願日	平成19年4月9日(2007.4.9)		富士フイルム株式会社
(65) 公開番号	特開2008-257108 (P2008-257108A)		東京都港区西麻布2丁目26番30号
(43) 公開日	平成20年10月23日(2008.10.23)	(74) 代理人	100073184
審査請求日	平成22年2月24日(2010.2.24)		弁理士 柳田 征史
		(74) 代理人	100090468
			弁理士 佐久間 剛
		(72) 発明者	宮野 俊
			埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324
			番地 フジノン株式会社内
		審査官	井上 信

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡用対物レンズおよび内視鏡

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から順に、像側に凹面を向けた負の第1レンズと、いずれか一方が正で他方が負の第2レンズおよび第3レンズを接合してなる第1の接合レンズと、絞りと、物体側に平面または曲率半径の絶対値の大きい方の面を向けた正の第4レンズと、正の第5レンズおよび負の第6レンズを物体側からこの順に接合してなる全体として正の屈折力を有する第2の接合レンズと、を配列してなり、以下の条件式(1)、(2)、(6)を満足することを特徴とする内視鏡用対物レンズ。

【数1】

$$\frac{f^2 \times |v_5 - v_6|}{|R_A| \times (Bf + d_6 / n_6)} > 10 \quad (1)$$

$$Bf / f > 2.5 \quad (2)$$

$$v_6 < 20 \quad (6)$$

ただし、

f：全系の焦点距離

Bf：全系のバックフォーカス（空気換算長）

v₅：第5レンズのアッベ数v₆：第6レンズのアッベ数

R_A : 第 5 レンズと第 6 レンズの接合面の曲率半径

d_6 : 第 6 レンズの中心厚

n_6 : 第 6 レンズの屈折率

【請求項 2】

以下の条件式 (3) ~ (5) を満足することを特徴とする請求項 1 記載の内視鏡用対物レンズ。

$$1.00 < |d/f_1| < 2.00 \quad (3)$$

$$0.95 < f/h < 1.05 \quad (4)$$

$$15.0 < |v_2 - v_3| \quad (5)$$

ただし、

d : 第 1 レンズの像側凹面頂点から絞りまでの光軸上の距離 (空気換算長)

f_1 : 第 1 レンズの焦点距離

h : 最大像高

v_2 : 第 2 レンズのアッペ数

v_3 : 第 3 レンズのアッペ数

【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載の内視鏡用対物レンズを備えたことを特徴とする内視鏡。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡用対物レンズおよび内視鏡に関し、特に該内視鏡用対物レンズとその結像面との間に光路折り曲げ用のプリズム等を配置して使用するのに好適な内視鏡用対物レンズ、および該内視鏡用対物レンズを備えた内視鏡に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、医療現場等において患者の体内の観察あるいは治療を行う際などに、内視鏡が使用されている。内視鏡としては、体内に挿入される内視鏡の挿入部の先端に観察用の対物レンズを配置し、対物レンズの結像面に固体撮像素子を配置して、挿入部の長軸方向を観察する直視型のものが多用されている。このタイプの内視鏡は、固体撮像素子の受光面が挿入部の長軸方向に平行に配置されたものが多く、このような構成では一般に、対物レンズと固体撮像素子との間に光路を 90 度折り曲げるための光路変換プリズムが挿入配置される。

【0003】

上記構成の内視鏡の光学系では、光路変換プリズムが挿入配置される、対物レンズの最終面から結像位置までの距離、すなわちバックフォーカスを長くとる必要がある。本出願人は、特許文献 1 において、長いバックフォーカスを有する 4 群 6 枚構成の内視鏡用対物レンズを開示している。

【特許文献 1】特開 2004-205779 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、対物レンズの最終面から結像位置までの間には、最低限必要となる光路変換プリズムだけでなく、例えばローパスフィルタや赤外線カットフィルタ等のフィルタ類を挿入することが望ましい。そして、光路変換プリズムやフィルタ等の加工精度や組立精度等を考慮すると、より長いバックフォーカスを確保することが望まれる。

【0005】

一方、内視鏡用対物レンズは、被写界深度を深くするために F 値の大きな光学系、すなわち暗い光学系のものが多いため、球面収差やコマ収差などが画質を決定する重要な要因となることは少なく、画質劣化の大きな要因としては、倍率色収差が挙げられる。特に固体撮像素子の高密度化に伴い、倍率色収差の十分な補正が必要となる。倍率色収差が大き

10

20

30

40

50

くなると、周辺像の色滲みを生じさせるのみならず、周辺部の解像力をも低下させるので、内視鏡を用いて管腔内の観察、診断をする際に影響を及ぼす虞があるからである。

【0006】

以上のことから、長いバックフォーカスとともに良好な倍率色収差の両方が求められることになる。倍率色収差を補正するには、絞りから離れた位置に倍率色収差の補正を担う光学部材が配置されている方が有利であり、絞りより像側では、結像面に近い位置に配置されているほどより顕著にその補正の効果が得られる。しかしながら、バックフォーカスが増大するにつれて、この光学部材における光線高が低下し、倍率色収差の補正効果が弱められてその補正が困難になる。特に、バックフォーカスが焦点距離の2.5倍よりも長い光学系においては、結像面に近い位置にレンズが存在しないため、倍率色収差の補正が容易ではなかった。

10

【0007】

本発明は、上記事情に鑑み、焦点距離に比して長いバックフォーカスを有するとともに、倍率色収差が良好に補正された内視鏡用対物レンズを提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の内視鏡用対物レンズは、物体側から順に、像側に凹面を向けた負の第1レンズと、いずれか一方が正で他方が負の第2レンズおよび第3レンズを接合してなる第1の接合レンズと、絞りと、物体側に平面または曲率半径の絶対値の大きい方の面を向けた正の第4レンズと、正の第5レンズおよび負の第6レンズを物体側からこの順に接合してなる全体として正の屈折力を有する第2の接合レンズと、を配列してなり、以下の条件式(1)、(2)、(6)を満足することを特徴とするものである。

20

【数1】

$$\frac{f^2 \times |v_5 - v_6|}{|R_A| \times (Bf + d_6 / n_6)} > 10 \quad (1)$$

$$Bf / f > 2.5 \quad (2)$$

$$v_6 < 20 \quad (6)$$

30

ただし、

f：全系の焦点距離

Bf：全系のバックフォーカス（空気換算長）

v_5 ：第5レンズのアッベ数

v_6 ：第6レンズのアッベ数

R_A ：第5レンズと第6レンズの接合面の曲率半径

d_6 ：第6レンズの中心厚

n_6 ：第6レンズの屈折率

【0009】

なおここで、第1の接合レンズを構成する正レンズと負レンズの配列の順序に限定はなく、正レンズと負レンズのいずれが物体側に位置していてもよい。

40

【0010】

上記の本発明の内視鏡用対物レンズは、各レンズの構成を好適に選択し、特に、第2の接合レンズを条件式(1)、(6)を満たすように構成することにより倍率色収差を良好に補正し、条件式(2)を満たすよう全系を構成することにより長いバックフォーカスの確保を図るものである。

【0011】

本発明の内視鏡用対物レンズにおいては、以下の条件式(3)～(5)を満足することが好ましい。

$$1.00 < |d / f_1| < 2.00 \quad (3)$$

50

$$0.95 < f/h < 1.05 \quad (4)$$

$$15.0 < |v_2 - v_3| \quad (5)$$

ただし、

d：第1レンズの像側凹面頂点から絞りまでの光軸上の距離（空気換算長）

f_1 ：第1レンズの焦点距離

h：最大像高

v_2 ：第2レンズのアッペ数

v_3 ：第3レンズのアッペ数

【0012】

また、本発明の内視鏡は、本発明の内視鏡用対物レンズを備えたことを特徴とするものである。

10

【0013】

なお、上記条件式(1)～(5)の各値は、d線（波長587.6nm）を基準波長としたものであり、本明細書においては特に断りのない限り、d線を基準波長とする。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、各レンズの構成を好適に選択して、条件式(1)、(2)、(6)を満足するように構成することにより、焦点距離に比して長いバックフォーカスを有するとともに、倍率色収差が良好に補正された内視鏡用対物レンズ、および該内視鏡用対物レンズを備えた内視鏡を提供することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、本発明の内視鏡用対物レンズの実施形態について図面を参照して詳細に説明する。図1は、本発明の一実施形態にかかる内視鏡用対物レンズの断面図に透過光線を付加した光路図を示している。この内視鏡用対物レンズは、内視鏡の挿入部の先端に配設されるものであり、図2にはその内視鏡の全体構成図、図3、図4にはそれぞれ挿入部にこの内視鏡用対物レンズを配設したときの概略構成を示す平面図、断面図を示してある。

【0016】

まず、図2を参照して、内視鏡の概略構成について説明する。図2に示すように、内視鏡100は、主として、操作部102と、挿入部104と、ユニバーサルコード106を

30

引き出すコネクタ部（図示せず）を備える。

【0017】

操作部102の先端側には、患者の体内に挿入される挿入部104が連結され、操作部102の基端側からは、光源装置等と接続するためのコネクタ部に接続するためのユニバーサルコード106が引き出されている。

【0018】

挿入部104の大半は挿入経路に沿って任意の方向に曲がる軟性部107であり、この軟性部107の先端には、湾曲部108が連結され、この湾曲部108の先端には、先端硬質部110が順次連結されている。湾曲部108は、先端硬質部110を所望の方向に向けるために設けられるものであり、操作部102に設けられた湾曲走査ノブ109を回

40

動させることにより湾曲操作が可能となっている。

【0019】

コネクタ部は、図示されていない画像を再現するモニターや光源装置等と接続される。光源装置からの照明光は、ユニバーサルコード106が備えるライトガイドを介して伝送され、先端硬質部110の照明窓4から照射される。また、先端硬質部110に配設された内視鏡用対物レンズ2により得られた像は、固体撮像素子8により光電変換された後、ユニバーサルコード106が備える信号ケーブルを介して伝送され、モニターに表示される。

【0020】

次に、図3、図4を参照して、本実施形態の内視鏡用対物レンズ2が配置される先端硬

50

質部 110 の概略構成について説明する。図 3 は、先端硬質部 110 の先端面を示す平面図、図 4 は本内視鏡用対物レンズ 2 の光軸を含む断面である図 3 の A-A 線断面における先端硬質部 110 の要部断面図である。

【0021】

図 3 に示すように、先端硬質部 110 の先端面には、内視鏡用対物レンズ 2 の外面である観察窓 3 と、観察窓 3 の両側に配置された 2 つの照明窓 4 と、処置具導出口 5 と、送気・送水ノズル 6 とが設けられている。

【0022】

また、図 4 に示すように、先端硬質部 110 の内部には挿入部 104 の長軸方向と平行にその光軸が配置された内視鏡用対物レンズ 2 と、内視鏡用対物レンズ 2 の像側の光路を 90 度折り曲げるための光路変換プリズム 7 と、その受光面が挿入部 104 の長軸方向と平行になるように光路変換プリズム 7 に接合された固体撮像素子 8 とが配置されている。このように固体撮像素子 8 を配置することにより、図 4 に示す先端硬質部 110 の下半分において、直視型の観察光学系を構成し、図 4 に示す先端硬質部 110 の上半分において、処置具挿通チャンネル 9 を構成し、細径の挿入部内に多数の要素を配設している。

【0023】

なお、固体撮像素子 8 は受光面保護用のカバーガラスを有するが、図 3 および図 4 ではカバーガラスも含めて固体撮像素子 8 として図示している。また、図 4 の内視鏡用対物レンズ 2 は、レンズ形状を示すものではなく、概念的に図示されたものである。図 4 では内視鏡用対物レンズ 2 による観察光学系の光軸を一点鎖線で示している。図 4 からわかるように、内視鏡用対物レンズ 2 とその結像面との間に光路変換プリズム 7 を配置するために、内視鏡用対物レンズ 2 は長いバックフォーカスを必要とする。

【0024】

次に、図 1 を参照して、本発明の一実施形態にかかる内視鏡用対物レンズの構成について説明する。なお、図 1 に示す構成例は、後述の実施例 1 のレンズ構成に対応している。

【0025】

本実施形態の内視鏡用対物レンズは、4 群 6 枚構成からなり、物体側から順に、像側に凹面を向けた負の第 1 レンズ L1 と、いずれか一方が正で他方が負の第 2 レンズ L2 および第 3 レンズ L3 を接合してなる第 1 の接合レンズ L23 と、開口絞り St と、物体側に平面または曲率半径の絶対値の大きい方の面を向けた正の第 4 レンズ L4 と、正の第 5 レンズ L5 および負の第 6 レンズ L6 を物体側からこの順に接合してなる全体として正の屈折力を有する第 2 の接合レンズ L56 と、を配列したものである。

【0026】

なお、図 1 の対物レンズと結像面との間に配置された平行平板 17 は、図 4 に示す光路変換プリズム 7 および固体撮像素子 8 用のカバーガラス、および図 4 では図示されていないが挿入配置される可能性のあるローパスフィルタや赤外線カットフィルタ等を想定した光学部材である。ここでは平行平板 17 の像側の面が、本対物レンズの全系の結像位置 P と一致するように構成されている。なお、図 1 における開口絞り St は、形状や大きさを表すものではなく、光軸 Z 上の位置を示すものである。

【0027】

本実施形態の内視鏡用対物レンズは、以下の条件式 (1)、(2) を満足するように構成されている。

【数 2】

$$\frac{f^2 \times |v_5 - v_6|}{|R_A| \times (Bf + d_6 / n_6)} > 10 \quad (1)$$

$$Bf / f > 2.5 \quad (2)$$

ただし、

f：全系の焦点距離

10

20

30

40

50

Bf：全系のバックフォーカス（空気換算長）
 v_5 ：第5レンズのアッベ数
 v_6 ：第6レンズのアッベ数
 R_A ：第5レンズと第6レンズの接合面の曲率半径
 d_6 ：第6レンズの中心厚
 n_6 ：第6レンズの屈折率

【0028】

また、本実施形態の内視鏡用対物レンズは、以下の条件式（3）～（5）を満足することが好ましい。

$$1.00 < |d/f_1| < 2.00 \quad (3)$$

10

$$0.95 < f/h < 1.05 \quad (4)$$

$$15.0 < |v_2 - v_3| \quad (5)$$

ただし、

d：第1レンズの像側凹面頂点から開口絞りまでの光軸上の距離（空気換算長）

f_1 ：第1レンズの焦点距離

h：最大像高

v_2 ：第2レンズのアッベ数

v_3 ：第3レンズのアッベ数

【0029】

以上のように構成された内視鏡用対物レンズの作用および効果について詳しく説明する。条件式（1）は、第5レンズL5と第6レンズL6とからなる接合レンズL56において、主にそれらのアッベ数の差と接合面に注目して、倍率色収差の補正の好適な度合いを示したものである。条件式（1）は以下の式（1-1）のように変形することができる。

20

【数3】

$$\frac{|v_5 - v_6|}{\frac{|R_A|}{f} \times \frac{(Bf + d_6/n_6)}{f}} > 10 \quad (1-1)$$

【0030】

条件式（1-1）からわかるように、条件式（1）の左辺は、第5レンズL5と第6レンズL6のアッベ数の差からなる第1の項と、接合面の曲率半径を焦点距離で規格化した第2の項、全系のバックフォーカスと第6レンズL6の空気換算長との和を焦点距離で規格化した第3の項とからなる。

30

【0031】

これら第1～第3の項は、倍率色収差の補正に有利な3つの条件を示している。すなわち、第1の項は接合レンズを構成する2つの正負のレンズのアッベ数の差が大きいこと、第2の項は接合面の曲率半径が小さいこと、第3の項は接合面が結像位置に近いことを示している。条件式（1）の左辺は、第1の項を分子に有し、第2および第3の項を分母に有するものであり、この値が大きいほど倍率色収差に有利になる。条件式（1）の下限を超えると、本実施形態の構成の対物レンズにおいて、バックフォーカスを焦点距離の2.5倍よりも長くしたまま、倍率色収差を良好に保つことが困難になる。

40

【0032】

通常、色収差の補正が不十分な結像レンズにおいては、短波長における焦点距離が長波長の焦点距離よりも短いので、軸上、倍率色収差とも短波長が基準波長に比べ、マイナス（アンダー）となる。倍率色収差のアンダーを補正するには、開口絞りStより像側では、正レンズのアッベ数は大きく、負レンズのアッベ数は小さくすることが好ましい。

【0033】

特に、第2の接合レンズを構成する負レンズ（第6レンズL6）のアッベ数が小さいほど倍率色収差の補正に有利であり、第6レンズL6のアッベ数 v_6 が以下の条件式（6）を満たすように構成することが好ましい。

50

$$v_6 < 20 \quad (6)$$

【0034】

条件式(2)は、バックフォーカスと焦点距離の比であるバックフォーカス比について好適な範囲を規定したものである。条件式(2)を満足することにより、全系の焦点距離の2.5倍以上の長いバックフォーカスを確保することができ、レンズ系と像面の間に光路変換プリズム7等の光学部材を挿入することが容易になる。

【0035】

条件式(3)は、第1レンズL1の像側凹面頂点から開口絞りStまでの空気換算長と、第1レンズL1のパワー(焦点距離 f_1 の逆数)をかけたものの絶対値について好適な範囲を規定したものである。本対物レンズのような光学系では、第1レンズL1から開口絞りStまでの距離により、ほぼ画角が規定されるといえる。一方、最も物体側のレンズである第1レンズL1の物体側の面は、外部に露出される観察窓となることから、ゴミが滞留しにくい形状にすることが好ましく、平面または平面に近い曲率半径の大きな形状に構成されることが多いことから、第1レンズL1のパワーはほぼ像側の凹面により規定されるといえる。負レンズの第1レンズL1のパワーは、長いバックフォーカスに大きく寄与するものであるから、条件式(3)を満たすことにより、広角化を図りつつ、バックフォーカス量を確保することができる。

【0036】

具体的には、条件式(3)の d/f_1 の値が大きいほど、バックフォーカスを長くすることが容易となる。条件式(3)の下限を越えると、バックフォーカス量が小さくなり、光路変換プリズム7を挿入することが困難になる。条件式(3)の上限を超えると、バックフォーカス量を長くできるが、必要以上のバックフォーカス量は光学系の全長の増大を招き、内視鏡用対物レンズとしては好ましくない。また、条件式(3)の上限を超えるほど第1レンズL1のパワーが大きい場合には、像面湾曲の補正が困難になる。

【0037】

条件式(4)は、超広角の内視鏡用対物レンズにおいて周辺光量を確保するために設定された条件式であり、全系の焦点距離 f と最大像高 h の比について好適な範囲を規定したものである。この比の値を条件式(4)のように、ほぼ1に設定するのは次の理由による。

【0038】

広角レンズにおいては、負の歪曲収差を取り除くと、コサイン4乗則による周辺光量の低下が著しいことはよく知られている。例えば画角が140度の場合の周辺光量は、中心での光量の1.37%まで落ち込み、使用に耐えないものとなる。周辺光量を重視した場合に必要な光学系の歪曲収差量は、半画角を ω とすると、

$$(\tan \omega^{-1} - 1) \times 100 (\%)$$

程度である。これにより求めた値は、実際の画角が140度前後の光学系の歪曲収差量によく合致している。

【0039】

ここで、歪曲収差量を $D(\%)$ は、実際の像高を Y_{real} 、理想像高を Y_{ideal} とすると、

$$D = 100 \times (Y_{\text{real}} - Y_{\text{ideal}}) / Y_{\text{ideal}}$$

で定義される。この歪曲収差量 D に前述の $(\tan \omega^{-1} - 1) \times 100$ を用い、 Y_{real} を最大像高 h とし、 Y_{ideal} は $f \times \tan \omega$ であることから、最大像高 h と焦点距離 f との比を求めると、1となる。条件式(4)では、この値に上下5%の幅をもたせ、超広角なレンズにおいて周辺光量を確保するための条件としている。

【0040】

条件式(5)は、第1の接合レンズL23を構成する正レンズと負レンズのアッベ数の差について好適な範囲を規定したものである。条件式(5)を満足することにより、倍率色収差および軸上色収差を良好に補正することができる。さらに、本対物レンズにおいては、第1の接合レンズL23を構成する負レンズのアッベ数が、第1の接合レンズL23

を構成する正レンズのアップベ数より大きいことが好ましい。

【実施例】

【0041】

次に、本実施形態にかかる内視鏡用対物レンズの具体的な数値実施例について説明する。
 <実施例1>

実施例1にかかる内視鏡用対物レンズの諸元値を表1に、レンズ構成図を図5に示す。図5の左側が物体側であり、右側が像側である。表1において、面番号は最も物体側の構成要素の面を1番目として像側に向かうに従い順次増加する*i*番目($i = 1, 2, 3, \dots$)の面番号を示す。 R_i は*i*番目の面の曲率半径を示し、 D_i は*i*番目の面と*i*+1番目の面との光軸Z上の面間隔を示す。また、 nd_j は最も物体側のレンズを1番目として像側に向かうに従い順次増加する*j*番目($j = 1, 2, 3, \dots$)のレンズまたは平行平面番17のd線(波長587.6nm)に対する屈折率を示し、 ν_{dj} は*j*番目のレンズまたは平行平面番17のd線に対するアップベ数を示す。表1において、曲率半径および面間隔の単位はmmであり、曲率半径は物体側に凸の場合を正、像側に凸の場合を負としている。

【0042】

なお、表1および図5の符号は、開口絞りStおよび平行平板17も含めて表している。図5における符号 R_i 、 D_i は表1の R_i 、 D_i と対応している。表1に示すように、第3レンズL3と第4レンズの間には、開口絞りStが配置されており、図5のD5は第3レンズL3と開口絞りStとの面間隔、D6は開口絞りStと第4レンズL4との面間隔を示すものである。なお、図中の開口絞りStは形状や大きさを表すものではなく、光軸Z上の位置を示すものである。図5や表1における記号の意味は、他の実施例についても同様である。

【0043】

【表1】

実施例 1

面番号	R_i	D_i	nd_j	ν_{dj}
1	∞	0.38362	1.88300	40.8
2	0.7166	0.31574		
3	10.6926	0.38362	1.83481	42.7
4	1.2458	0.91682	1.84666	23.8
5	∞	0.01918		
6(開口絞り)	∞	0.01918		
7	∞	0.81467	1.62041	60.3
8	-1.2569	0.10960		
9	8.2976	0.98621	1.62041	60.3
10	-0.9816	0.38362	1.92286	18.9
11	-1.7995	0.63669		
12	∞	3.00000	1.51633	64.1
像面	∞			

【0044】

<実施例2>

実施例2にかかる内視鏡用対物レンズの諸元値を表2に、レンズ構成図を図6に示す。図6において、符号 R_i 、 D_i は表2の R_i 、 D_i と対応している。

【0045】

【表 2】

実施例 2

面番号	Ri	Di	ndj	ν dj	
1	∞	0.38128	1.88300	40.8	
2	0.7256	0.30504			
3	8.2441	0.78564	1.92286	18.9	
4	-3.0060	0.38128	1.83481	42.7	
5	10.8937	0.02179			
6(開口絞り)	∞	0.03813			
7	∞	1.00479	1.62041	60.3	10
8	-1.2345	0.10894			
9	5.3069	0.98045	1.62041	60.3	
10	-1.1058	0.38128	2.14352	17.8	
11	-1.8364	0.65520			
12	∞	3.00000	1.51633	64.1	
像面	∞				

【0046】

<実施例 3>

実施例 3 にかかる内視鏡用対物レンズの諸元値を表 3 に、レンズ構成図を図 7 に示す。 20
 図 7 において、符号 R i、D i は表 3 の R i、D i と対応している。

【0047】

【表 3】

実施例 3

面番号	Ri	Di	ndj	ν dj	
1	9.0671	0.39669	2.00950	29.4	
2	0.7131	0.31774			
3	15.0254	0.39669	1.83481	42.7	
4	1.1745	0.91980	1.92286	18.9	
5	∞	0.03967			30
6(開口絞り)	∞	0.02042			
7	-11.3339	0.91635	1.62041	60.3	
8	-1.2695	0.11334			
9	4.9733	1.02432	1.62041	60.3	
10	-1.1039	0.39669	2.14352	17.8	
11	-1.8602	0.73389			
12	∞	3.00000	1.51633	64.1	
像面	∞				

【0048】

<実施例 4>

実施例 4 にかかる内視鏡用対物レンズの諸元値を表 4 に、レンズ構成図を図 8 に示す。 40
 図 8 において、符号 R i、D i は表 4 の R i、D i と対応している。

【0049】

【表 4】

実施例 4

面番号	Ri	Di	ndj	ν dj	
1	∞	0.45634	1.88300	40.8	
2	0.8459	0.75503			
3	35.8721	0.45634	1.83481	42.7	
4	1.1120	0.82983	1.84666	23.8	
5	∞	0.02282			
6(開口絞り)	∞	0.02282			10
7	∞	1.04293	1.62041	60.3	
8	-1.7282	0.13038			
9	10.4434	1.17347	1.62041	60.3	
10	-1.0432	0.45634	1.92286	18.9	
11	-1.8508	1.12318			
12	∞	3.00000	1.51633	64.1	
像面	∞				

【0050】

<実施例 5>

実施例 5 にかかる内視鏡用対物レンズの諸元値を表 5 に、レンズ構成図を図 9 に示す。 20
 図 9 において、符号 R i、D i は表 5 の R i、D i と対応している。

【0051】

【表 5】

実施例 5

面番号	Ri	Di	ndj	ν dj	
1	∞	0.45595	1.88300	40.8	
2	0.8896	0.66220			
3	∞	0.45595	1.83481	42.7	
4	1.1285	0.80093	1.84666	23.9	30
5	13.0273	0.04560			
6(開口絞り)	∞	0.02347			
7	-13.0273	0.98678	1.62041	60.3	
8	-1.4646	0.13027			
9	7.6447	1.17245	1.62041	60.3	
10	-1.0422	0.45595	1.92286	18.9	
11	-1.8677	1.11783			
12	∞	3.00000	1.51633	64.1	
像面	∞				

【0052】

40

<実施例 6>

実施例 6 にかかる内視鏡用対物レンズの諸元値を表 6 に、レンズ構成図を図 10 に示す。
 図 10 において、符号 R i、D i は表 6 の R i、D i と対応している。

【0053】

【表 6】

実施例 6

面番号	Ri	Di	ndj	ν dj
1	∞	0.4562	1.88300	40.8
2	0.8714	0.5226		
3	∞	0.4562	1.83481	42.7
4	1.0445	0.9423	1.84666	23.8
5	∞	0.0228		
6(開口絞り)	∞	0.0228		
7	∞	1.0396	1.62041	60.3
8	-1.5585	0.1303		
9	14.8794	1.1740	1.71300	53.9
10	-1.0356	0.4562	2.14352	17.8
11	-1.8359	1.0048		
12	∞	3.0000	1.51633	64.1
像面	∞			

10

【0054】

上記実施例 1～6 にかかる内視鏡用対物レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差（ディストーション）、倍率色収差の収差図をそれぞれ図 11～図 16 に示す。各収差図には、
d 線を基準波長とした収差を示すが、球面収差図および倍率色収差図には、F 線（波長 4
86.1 nm）、C 線（波長 656.3 nm）についての収差も示す。非点収差図において、
実線はサジタル方向、破線はタンジェンシャル方向の収差を示す。球面収差図の縦軸
の F no. は F 値であり、その他の収差図の縦軸の ω は半画角を示す。図 11～図 16 か
らわかるように、上記実施例 1～実施例 6 は各収差が良好に補正されている。

20

【0055】

表 7 に、上記実施例 1～実施例 6 における物体距離、全系の焦点距離 f 、全系のバック
フォーカス（空気換算長） Bf 、バックフォーカス比 Bf/f 、像高、画角、歪曲収差
量、倍率色収差量を示す。表 7 に示す歪曲収差量および倍率色収差量は共に最大像高に
おける値であり、倍率色収差量は F 線と C 線に関する差である。表 7 において、特に単位
の記載のないものの単位は全て mm である。

30

【0056】

【表 7】

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6	比較例
物体距離	10	10	10	10	10	10	10
焦点距離 f	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
バック フォーカス Bf	2.520	2.539	2.617	3.008	3.003	2.890	2.418
バックフォー カス比 Bf/f	2.520	2.539	2.617	3.008	3.003	2.890	2.418
像高	1.008	1.002	1.050	0.992	0.990	0.998	0.988
画角(度)	139.7	139.9	140.4	139.7	139.5	139.5	133.0
歪曲収差量(%)	-62.2	-62.5	-60.2	-62.3	-62.2	-61.9	56.4
倍率色収差量 (μ m)	-1.41	-1.80	-2.31	-2.19	-1.98	1.54	-2.41

40

【0057】

また、上記実施例 1～実施例 6 における条件式（1）～（5）に対応する値を表 8 に示
す。表 8 から明らかなように、実施例 1～実施例 6 は、条件式（1）～（5）を満足して
いる。

50

【0058】

【表8】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	比較例
条件式(1)	15.5	14.1	13.7	12.2	12.3	11.2	17.1
条件式(2)	2.520	2.539	2.617	3.008	3.003	2.890	2.418
条件式(3)	1.28	1.15	1.34	1.52	1.38	1.30	1.29
条件式(4)	0.99	1.00	0.95	1.01	1.01	1.00	1.01
条件式(5)	18.9	23.8	23.8	18.9	18.9	18.9	17.1

10

【0059】

次に、比較例として、上記実施例と同じ焦点距離を有する従来の内視鏡用の対物レンズL100について説明する。この対物レンズL100の諸元値を表9に、レンズ構成図を図17に、各収差図を図18に示す。図17および図18に示す符号の意味は前述の実施例のものと同様である。また、表7および表8には、上記実施例と合わせてこの比較例にかかる各値も示している。

【0060】

【表9】

比較例

面番号	Ri	Di	ndj	ν_{dj}
1	∞	0.32905	1.88300	40.8
2	0.6996	0.28827		
3	8.2262	1.01476	1.84666	23.8
4	-0.8813	0.32905	1.80610	40.9
5	∞	0.00000		
6(開口絞り)	∞	0.02879		
7	8.2262	0.79760	1.62041	60.3
8	-1.4803	0.08226		
9	7.7805	0.82262	1.62041	60.3
10	-0.8226	0.32905	1.84666	23.8
11	-1.6885	0.53487		
12	∞	3.00000	1.51633	64.1
像面	∞			

20

30

【0061】

図17に示すように、この比較例の対物レンズL100は、4群6枚構成からなり、物体側から順に、負レンズ、正レンズと負レンズの接合レンズ、正レンズ、正レンズと負レンズの接合レンズとを配列したものである。

【0062】

前述の本発明の実施例とこの比較例を比較すると、4群6枚構成という点で類似しているが、表8の条件式(2)の値からわかるように、比較例はバックフォーカス比が2.5より小さいのに対し、本発明の実施例はバックフォーカス比が2.5より大きく、十分に長いバックフォーカスを有する。また、本発明の実施例は、倍率色収差も含めた各収差が、比較例のものと同等もしくはそれ以上に良好に補正されている。

40

【0063】

以上、実施の形態および実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施の形態および実施例に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、各レンズ成分の曲率半径、面間隔および屈折率の値は、上記各数値実施例で示した値に限定されず、他の値をとり得るものである。

【図面の簡単な説明】

50

【0064】

【図1】本発明の実施形態にかかる内視鏡用対物レンズの構成を示す図

【図2】本発明の実施形態にかかる内視鏡の概略構成を示す図

【図3】本発明の実施形態にかかる内視鏡用対物レンズが配置される挿入部の先端面の平面図

【図4】図3のA-A線断面における先端部の要部断面図

【図5】本発明の実施例1にかかる内視鏡用対物レンズのレンズ構成を示す図

【図6】本発明の実施例2にかかる内視鏡用対物レンズのレンズ構成を示す図

【図7】本発明の実施例3にかかる内視鏡用対物レンズのレンズ構成を示す図

【図8】本発明の実施例4にかかる内視鏡用対物レンズのレンズ構成を示す図

10

【図9】本発明の実施例5にかかる内視鏡用対物レンズのレンズ構成を示す図

【図10】本発明の実施例6にかかる内視鏡用対物レンズのレンズ構成を示す図

【図11】本発明の実施例1にかかる内視鏡用対物レンズの各収差図

【図12】本発明の実施例2にかかる内視鏡用対物レンズの各収差図

【図13】本発明の実施例3にかかる内視鏡用対物レンズの各収差図

【図14】本発明の実施例4にかかる内視鏡用対物レンズの各収差図

【図15】本発明の実施例5にかかる内視鏡用対物レンズの各収差図

【図16】本発明の実施例6にかかる内視鏡用対物レンズの各収差図

【図17】比較例にかかる内視鏡用対物レンズのレンズ構成を示す図

【図18】比較例にかかる内視鏡用対物レンズの各収差図

20

【符号の説明】

【0065】

2 内視鏡用対物レンズ

3 観察窓

4 照明窓

5 処置具導出口

6 送気・送水ノズル

7 光路変換プリズム

8 固体撮像素子

9 処置具挿通チャンネル

30

17 平行平板

100 内視鏡

102 操作部

104 挿入部

110 先端硬質部

D_i ($i = 1, 2, 3, \dots$) 面間隔

G1 前群

G2 後群

L1 第1レンズ

L2 第2レンズ

L3 第3レンズ

L34、L56 接合レンズ

L4 第4レンズ

L5 第5レンズ

L6 第6レンズ

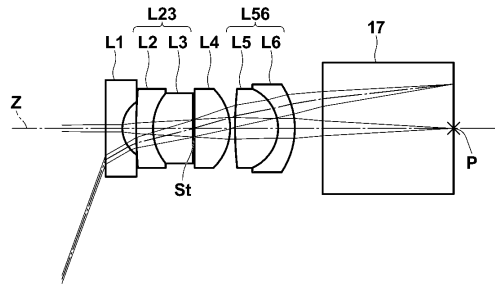
R_i ($i = 1, 2, 3, \dots$) 曲率半径

St 開口絞り

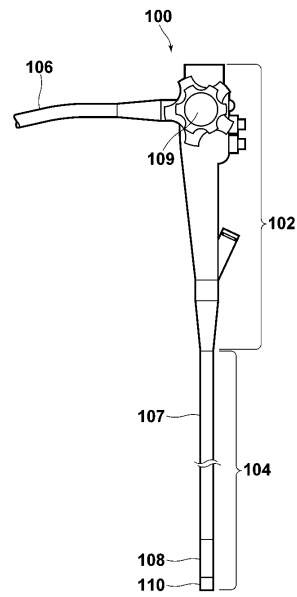
Z 光軸

40

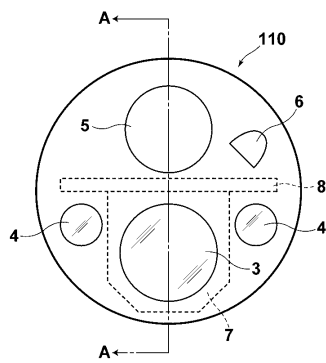
【図 1】



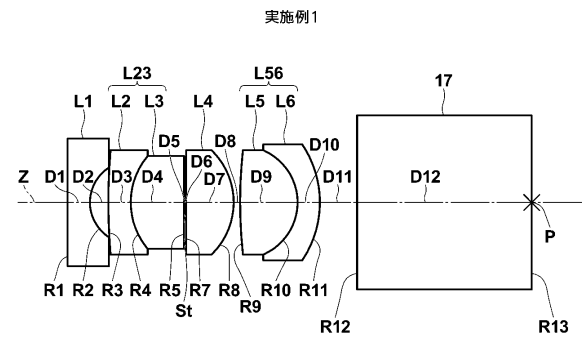
【図 2】



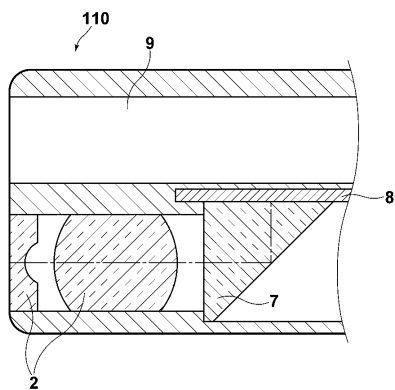
【図 3】



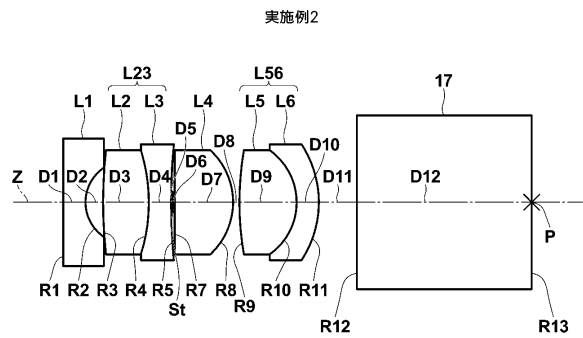
【図 5】



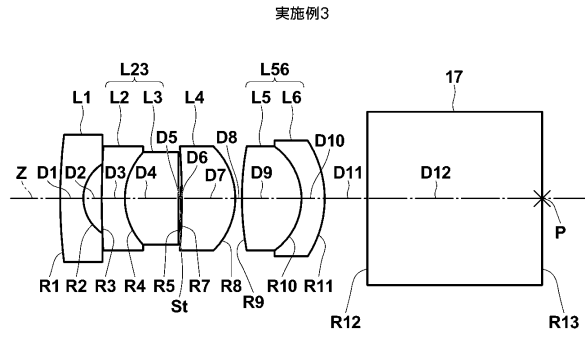
【図 4】



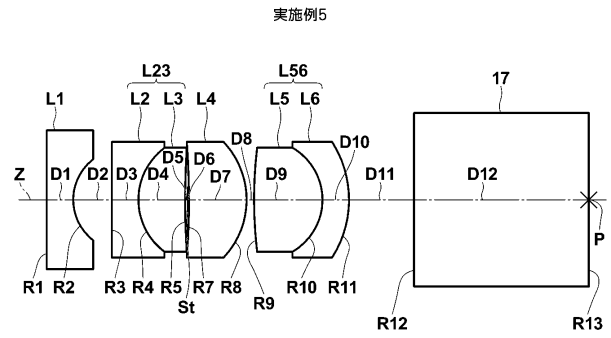
【図 6】



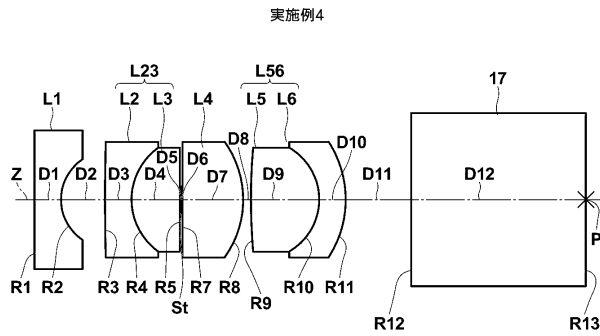
【図 7】



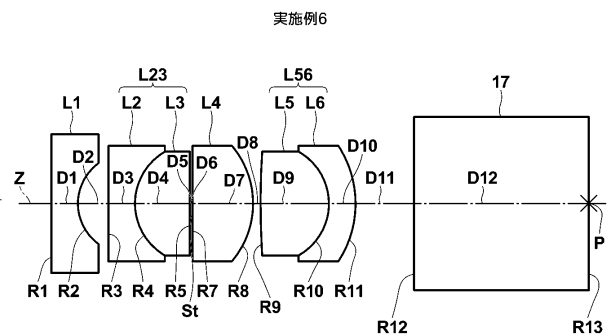
【図 9】



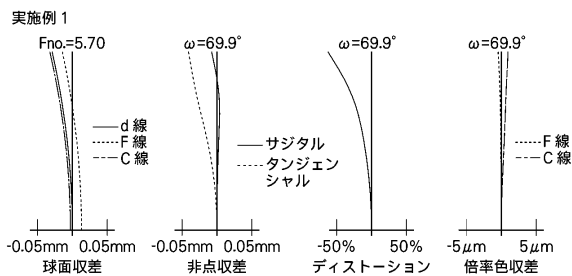
【図 8】



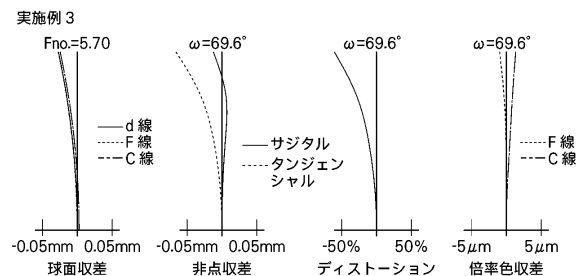
【図 10】



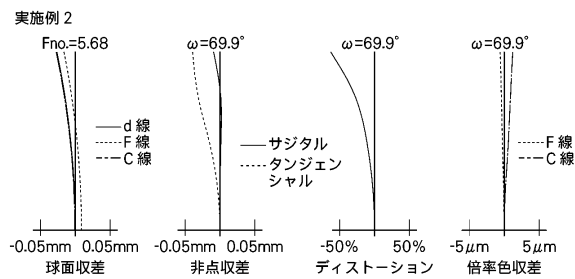
【図 11】



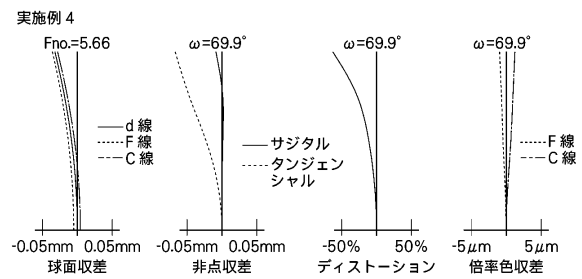
【図 13】



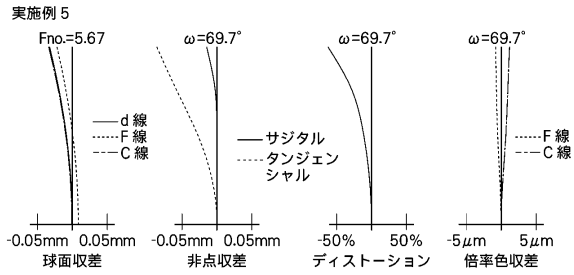
【図 12】



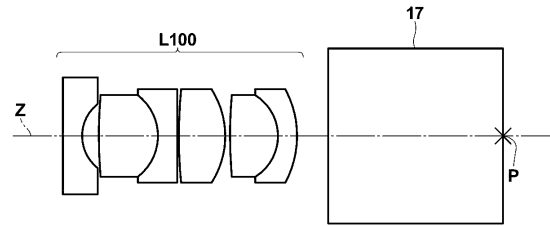
【図 14】



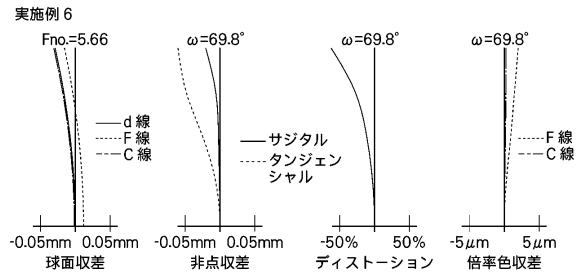
【図 15】



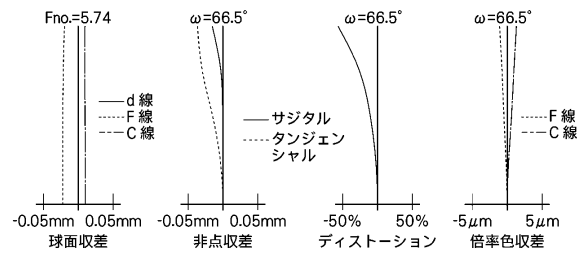
【図 17】



【図 16】



【図 18】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-205779 (JP, A)
特開平7-181377 (JP, A)
特開平2-293709 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 13/00 - 13/26

专利名称(译)	内窥镜和内窥镜的物镜		
公开(公告)号	JP4999078B2	公开(公告)日	2012-08-15
申请号	JP2007101588	申请日	2007-04-09
[标]申请(专利权)人(译)	富士写真光机株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士公司		
当前申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	宫野俊		
发明人	宫野 俊		
IPC分类号	G02B13/00 A61B1/00		
FI分类号	G02B13/00 A61B1/00.300.Y A61B1/00.731		
F-TERM分类号	2H087/KA10 2H087/LA01 2H087/PA04 2H087/PA19 2H087/PB06 2H087/QA01 2H087/QA07 2H087/QA17 2H087/QA18 2H087/QA21 2H087/QA22 2H087/QA25 2H087/QA26 2H087/QA37 2H087/QA41 2H087/QA45 2H087/RA32 4C061/FF40 4C061/FF47 4C061/JJ06 4C161/FF40 4C161/FF47 4C161/JJ06		
代理人(译)	佐久间刚		
审查员(译)	井上 信		
其他公开文献	JP2008257108A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

(经修改) 要解决的问题 : 适当地校正倍率色差 , 同时确保内窥镜物镜的长后焦距。 第一负透镜L 1 , 第一粘合透镜L 23 , 光圈和第二粘合透镜L 56从物侧依次排列 , 以满足表达式 (1) 和 (2) 。 (2) $Bf / f > 2.5$
(f : 焦距 , Bf : 后焦距 , v_5 : 第五个透镜的阿贝数 , v_6 : D_6 : 第六透镜的中心厚度 , n_6 : 第二透镜的胶合表面的曲率半径 , $>$: 第六个镜头的折射率) 【选择图】无

$$\frac{f^2 \times |v_5 - v_6|}{|R_A| \times (Bf + d_6 / n_6)} > 10$$