

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6195808号
(P6195808)

(45) 発行日 平成29年9月13日 (2017.9.13)

(24) 登録日 平成29年8月25日 (2017.8.25)

(51) Int.Cl.		F I	
G O 2 B	13/04	(2006.01)	G O 2 B 13/04
G O 2 B	13/18	(2006.01)	G O 2 B 13/18
G O 2 B	23/26	(2006.01)	G O 2 B 23/26 C
A 6 1 B	1/00	(2006.01)	A 6 1 B 1/00 7 3 1

請求項の数 20 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2014-136509 (P2014-136509)	(73) 特許権者	306037311
(22) 出願日	平成26年7月2日 (2014.7.2)		富士フイルム株式会社
(65) 公開番号	特開2016-14754 (P2016-14754A)		東京都港区西麻布2丁目26番30号
(43) 公開日	平成28年1月28日 (2016.1.28)	(74) 代理人	110001519
審査請求日	平成28年8月25日 (2016.8.25)		特許業務法人太陽国際特許事務所
		(74) 代理人	100073184
			弁理士 柳田 征史
		(74) 代理人	100090468
			弁理士 佐久間 剛
		(72) 発明者	原田 恵介
			埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324
			番地 富士フイルム株式会社内
		審査官	堀井 康司
			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、負の屈折力を有する第1レンズ群と、絞りと、正の屈折力を有する第2レンズ群とから実質的に構成され、

前記第1レンズ群および前記第2レンズ群の少なくとも一方が、正レンズと負レンズが接合された接合レンズを1組のみ有し、

全系が正の屈折力を有する単レンズを含み、

下記条件式(1)、(2)、(3)を満足することを特徴とする内視鏡用対物レンズ。

$$1. \quad 0 < f / (D_p - D_c) < 1.0 \quad (1)$$

$$L_f \times L_r / f^2 < 5.0 \quad (2)$$

【数1】

$$1. \quad 6 < \frac{D_p}{D_{cp}} - \frac{\left(\frac{1}{R_{pf}} - \frac{1}{R_{pr}} \right)}{\left(\frac{1}{R_{cpf}} - \frac{1}{R_{cpr}} \right)} \quad (3)$$

ただし、

f ：全系の焦点距離

D_p ：前記正の屈折力を有する単レンズのうち最も中心厚が小さいレンズの中心厚

D_c ：前記接合レンズのうち最も中心厚が小さい接合レンズの中心厚

L_f ：最も物体側のレンズ面から前記絞りまでの光軸上の距離

L_r ：前記絞りから最も像側のレンズ面までの光軸上の距離

D_{cp} ：前記接合レンズのうち最も中心厚が小さい接合レンズを構成する正レンズの中心厚

R_{pf} ：前記正の屈折力を有する単レンズのうち最も中心厚が小さいレンズの物体側の面の近軸曲率半径

R_{pr} ：前記正の屈折力を有する単レンズのうち最も中心厚が小さいレンズの像側の面の近軸曲率半径

R_{cpf} ：前記接合レンズのうち最も中心厚が小さい接合レンズを構成する正レンズの物体側の面の近軸曲率半径

R_{cpr} ：前記接合レンズのうち最も中心厚が小さい接合レンズを構成する正レンズの像側の面の近軸曲率半径

である。

【請求項 2】

物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群と、絞りと、正の屈折力を有する第 2 レンズ群とから実質的に構成され、

前記第 1 レンズ群および前記第 2 レンズ群の少なくとも一方が、正レンズと負レンズが接合された接合レンズを 1 組のみ有し、

全系が正の屈折力を有する単レンズを含み、

下記条件式 (3)、(5)、(6) を満足することを特徴とする内視鏡用対物レンズ。

【数 2】

$$1.6 < \frac{D_p}{D_{cp}} - \frac{\left(\frac{1}{R_{pf}} - \frac{1}{R_{pr}} \right)}{\left(\frac{1}{R_{cpf}} - \frac{1}{R_{cpr}} \right)} \quad (3)$$

$$\frac{Nd1p}{vd1p} < 1.72 \quad (5)$$

$$\frac{vd1p}{vd1p} < 3.5 \quad (6)$$

ただし、

D_p ：前記正の屈折力を有する単レンズのうち最も中心厚が小さいレンズの中心厚

D_c ：前記接合レンズのうち最も中心厚が小さい接合レンズを構成する正レンズの中心厚

R_{pf} ：前記正の屈折力を有する単レンズのうち最も中心厚が小さいレンズの物体側の面の近軸曲率半径

R_{pr} ：前記正の屈折力を有する単レンズのうち最も中心厚が小さいレンズの像側の面の近軸曲率半径

R_{cpf} ：前記接合レンズのうち最も中心厚が小さい接合レンズを構成する正レンズの物体側の面の近軸曲率半径

R_{cpr} ：前記接合レンズのうち最も中心厚が小さい接合レンズを構成する正レンズの像側の面の近軸曲率半径

$Nd1p$ ：前記第 1 レンズ群の前記接合レンズを構成する正レンズの d 線の屈折率

$vd1p$ ：前記第 1 レンズ群の前記接合レンズを構成する正レンズの d 線基準のアップベ数

である。

【請求項 3】

下記条件式(2)を満足する請求項2記載の内視鏡用対物レンズ。

$$L f \times L r / f^2 < 5.0 \quad (2)$$

ただし、

f ：全系の焦点距離

$L f$ ：最も物体側のレンズ面から前記絞りまでの光軸上の距離

$L r$ ：前記絞りから最も像側のレンズ面までの光軸上の距離

である。

【請求項4】

前記第1レンズ群および前記第2レンズ群の両方が前記接合レンズを有する請求項1から3のいずれか1項記載の内視鏡用対物レンズ。

10

【請求項5】

前記第1レンズ群のみが前記接合レンズを有する請求項1から3のいずれか1項記載の内視鏡用対物レンズ。

【請求項6】

前記第2レンズ群のみが前記接合レンズを有する請求項1から3のいずれか1項記載の内視鏡用対物レンズ。

【請求項7】

前記第1レンズ群が、物体側から順に、負の屈折力を有する単レンズと、いずれか一方が正レンズで他方が負レンズの2枚のレンズが接合された接合レンズとから実質的に構成され、

20

前記第2レンズ群が、物体側から順に、正の屈折力を有する単レンズと、いずれか一方が正レンズで他方が負レンズの2枚のレンズが接合された接合レンズとから実質的に構成される請求項1から4のいずれか1項記載の内視鏡用対物レンズ。

【請求項8】

前記第1レンズ群が、物体側から順に、負の屈折力を有する単レンズと、いずれか一方が正レンズで他方が負レンズの2枚のレンズが接合された接合レンズとから実質的に構成され、

前記第2レンズ群が、物体側から順に、正の屈折力を有する単レンズと、負の屈折力を有する単レンズとから実質的に構成される請求項1から3、5のいずれか1項記載の内視鏡用対物レンズ。

30

【請求項9】

前記第1レンズ群が、負の屈折力を有する単レンズから実質的に構成され、

前記第2レンズ群が、物体側から順に、正の屈折力を有する単レンズと、いずれか一方が正レンズで他方が負レンズの2枚のレンズが接合された接合レンズとから実質的に構成される請求項1から3、6のいずれか1項記載の内視鏡用対物レンズ。

【請求項10】

下記条件式(4)を満足する請求項1から9のいずれか1項記載の内視鏡用対物レンズ。

$$T L / f < 4.0 \quad (4)$$

ただし、

$T L$ ：最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離

f ：全系の焦点距離

である。

40

【請求項11】

下記条件式(5)、(6)を満足する請求項1記載の内視鏡用対物レンズ。

$$N d 1 p < 1.72 \quad (5)$$

$$v d 1 p < 35 \quad (6)$$

ただし、

$N d 1 p$ ：前記第1レンズ群の前記接合レンズを構成する正レンズのd線の屈折率

$v d 1 p$ ：前記第1レンズ群の前記接合レンズを構成する正レンズのd線基準のアッペ数

50

である。

【請求項 1 2】

下記条件式 (7) を満足する請求項 1 から 4、6、7、9、10 のいずれか 1 項記載の内視鏡用対物レンズ。

$$50 < v d 2 p \quad (7)$$

ただし、

$v d 2 p$ ：前記第 2 レンズ群の前記接合レンズを構成する正レンズの d 線基準のアップベ数である。

【請求項 1 3】

下記条件式 (1-1) を満足する請求項 1 記載の内視鏡用対物レンズ。

$$1.4 < f / (D p - D c) < 9.5 \quad (1-1)$$

10

【請求項 1 4】

下記条件式 (2-1) を満足する請求項 1 または 3 記載の内視鏡用対物レンズ。

$$0.5 < L f \times L r / f^2 < 4.0 \quad (2-1)$$

【請求項 1 5】

下記条件式 (3-1) を満足する請求項 1 または 2 記載の内視鏡用対物レンズ。

【数 3】

$$1.8 < \frac{Dp}{Dcp} - \frac{\left(\frac{1}{Rpf} - \frac{1}{Rpr} \right)}{\left(\frac{1}{Rcpf} - \frac{1}{Rcpr} \right)} < 10 \quad (3-1)$$

20

【請求項 1 6】

下記条件式 (4-1) を満足する請求項 10 記載の内視鏡用対物レンズ。

$$0.5 < T L / f < 3.5 \quad (4-1)$$

【請求項 1 7】

下記条件式 (5-1) を満足する請求項 2 記載の内視鏡用対物レンズ。

$$1.50 < N d 1 p < 1.72 \quad (5-1)$$

【請求項 1 8】

下記条件式 (6-1) を満足する請求項 2 記載の内視鏡用対物レンズ。

$$1.5 < v d 1 p < 3.4 \quad (6-1)$$

【請求項 1 9】

下記条件式 (7-1) を満足する請求項 11 記載の内視鏡用対物レンズ。

$$52 < v d 2 p \quad (7-1)$$

【請求項 20】

請求項 1 から 19 のいずれか 1 項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】

40

【0001】

本発明は、内視鏡用対物レンズおよび内視鏡に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、医療分野において患者の体内の観察、治療等を行うために内視鏡が用いられている。内視鏡用の対物レンズとしては例えば下記特許文献 1、2 に記載のものが提案されている。特許文献 1 には、物体側から順に、負の前群、正の中間群、正の後群とからなる内視鏡用対物レンズが記載されている。特許文献 2 には、4 群 5 枚構成または 4 群 6 枚構成の内視鏡用対物レンズが記載されている。

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2008-107391号公報

【特許文献2】特開2010-276923号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、患者の体内に挿入される内視鏡の挿入部の先端部には、対物レンズに加え、照明部、処置具挿入口および対物レンズ表面を洗浄するための送気・送水ノズル等の部材が配置されている。このような複数の部材が配置されている一方で、挿入部が体内に挿入される際の患者の負担を軽減するために挿入部の細径化が望まれている。そして、これに伴い、対物レンズにもさらなる小型化、細径化が望まれることになる。例えば、特許文献1、2記載の対物レンズに対しては、レンズ全長に関してさらなる改善が求められる。

【0005】

一般に、対物レンズの小型化、細径化のためにはレンズ全長の短縮、外径寸法の短縮が必要であり、そのためにはレンズ枚数の削減やレンズの中心厚の薄肉化が考えられる。しかし、レンズ枚数を削減すると、解像性能を悪化させる像面湾曲や倍率色収差等の諸収差が発生しやすくなるという不都合がある。中心厚を小さくすると、コバ厚と呼ばれているレンズ最周辺の厚みも小さくなってしまい、特に中心厚よりコバ厚の方が小さい正レンズでは注意が必要である。内視鏡用対物レンズに用いられるような小径レンズにおいてコバ厚が非常に小さな形状を研磨加工で作製するのは困難であり、その制御には限界がある。また、コバ厚が小さい単レンズは、組立時にレンズの倒れの原因となり、レンズの倒れが生じると所望の性能を実現できないため、レンズの倒れを防ぐためにも適切な厚さにする必要がある。

【0006】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、小型化、細径化が図られ、良好な光学性能を有する内視鏡用対物レンズ、およびこの内視鏡用対物レンズを備えた内視鏡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】

【0007】

本発明の第1の内視鏡用対物レンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、絞りと、正の屈折力を有する第2レンズ群とから実質的に構成され、第1レンズ群および第2レンズ群の少なくとも一方が、正レンズと負レンズが接合された接合レンズを1組のみ有し、全系が正の屈折力を有する単レンズを含み、下記条件式(1)、(2)、(3)を満足するものである。

$$1. \quad 0 < f / (D_p - D_c) < 10 \quad (1)$$

$$L_f \times L_r / f^2 < 5.0 \quad (2)$$

【数1】

$$1. \quad 6 < \frac{D_p}{D_{cp}} - \frac{\left(\frac{1}{R_{pfp}} - \frac{1}{R_{pfr}} \right)}{\left(\frac{1}{R_{cpfp}} - \frac{1}{R_{cpfr}} \right)} \quad (3)$$

ただし、

f：全系の焦点距離

D_p : 正の屈折力を有する単レンズのうち最も中心厚が小さいレンズの中心厚

D_c : 上記接合レンズのうち最も中心厚が小さい接合レンズの中心厚

L_f : 最も物体側のレンズ面から絞りまでの光軸上の距離

L_r : 絞りから最も像側のレンズ面までの光軸上の距離

D_{cp} : 上記接合レンズのうち最も中心厚が小さい接合レンズを構成する正レンズの中心厚

R_{pf} : 正の屈折力を有する単レンズのうち最も中心厚が小さいレンズの物体側の面の近軸曲率半径

R_{pr} : 正の屈折力を有する単レンズのうち最も中心厚が小さいレンズの像側の面の近軸曲率半径

R_{cpf} : 上記接合レンズのうち最も中心厚が小さい接合レンズを構成する正レンズの物体側の面の近軸曲率半径

R_{cpr} : 上記接合レンズのうち最も中心厚が小さい接合レンズを構成する正レンズの像側の面の近軸曲率半径

である。

【0009】

本発明の第2の内視鏡用対物レンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、絞りと、正の屈折力を有する第2レンズ群とから実質的に構成され、第1レンズ群および第2レンズ群の少なくとも一方が、正レンズと負レンズが接合された接合レンズを1組のみ有し、全系が正の屈折力を有する単レンズを含み、下記条件式(3)、(5)、(6)を満足するものである。

【数2】

$$1.6 < \frac{D_p}{D_{cp}} - \frac{\left(\frac{1}{R_{pf}} - \frac{1}{R_{pr}}\right)}{\left(\frac{1}{R_{cpf}} - \frac{1}{R_{cpr}}\right)} \quad (3)$$

$$Nd1p < 1.72 \quad (5)$$

$$vd1p < 3.5 \quad (6)$$

ただし、

$Nd1p$: 前記第1レンズ群の前記接合レンズを構成する正レンズのd線の屈折率

$vd1p$: 前記第1レンズ群の前記接合レンズを構成する正レンズのd線基準のアップ数である。

なお、本発明の第2の内視鏡用対物の条件式(3)は、上述した本発明の第1の内視鏡用対物レンズが満足することが好ましい条件式(3)と同じであるため、ここでは条件式(3)で用いている記号の意味の重複記載を省略する。

【0010】

本発明の第2の内視鏡用対物レンズにおいては、下記条件式(2)を満足することが好ましい。

$$L_f \times L_r / f^2 < 5.0 \quad (2)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

L_f : 最も物体側のレンズ面から絞りまでの光軸上の距離

L_r : 絞りから最も像側のレンズ面までの光軸上の距離

である。

【0011】

本発明の第1、第2の内視鏡用対物レンズにおいては、第1レンズ群および第2レンズ群の両方が上記接合レンズを有するようにしてもよい。その場合は、第1レンズ群が、物

10

20

30

40

50

体側から順に、負の屈折力を有する単レンズと、いずれか一方が正レンズで他方が負レンズの2枚のレンズが接合された接合レンズとから実質的に構成され、第2レンズ群が、物体側から順に、正の屈折力を有する単レンズと、いずれか一方が正レンズで他方が負レンズの2枚のレンズが接合された接合レンズとから実質的に構成されるようにしてもよい。

【0012】

本発明の第1、第2の内視鏡用対物レンズにおいては、第1レンズ群のみが上記接合レンズを有するようにしてもよい。その場合は、第1レンズ群が、物体側から順に、負の屈折力を有する単レンズと、いずれか一方が正レンズで他方が負レンズの2枚のレンズが接合された接合レンズとから実質的に構成され、第2レンズ群が、物体側から順に、正の屈折力を有する単レンズと、負の屈折力を有する単レンズとから実質的に構成されるように

10

【0013】

本発明の第1、第2の内視鏡用対物レンズにおいては、第2レンズ群のみが上記接合レンズを有するようにしてもよい。その場合は、第1レンズ群が、負の屈折力を有する単レンズから実質的に構成され、第2レンズ群が、物体側から順に、正の屈折力を有する単レンズと、いずれか一方が正レンズで他方が負レンズの2枚のレンズが接合された接合レンズとから実質的に構成されるようにしてもよい。

【0014】

本発明の第1、第2の内視鏡用対物レンズにおいては、下記条件式(4)を満足することが好ましい。

20

$$TL/f < 4.0 \quad (4)$$

ただし、

TL：最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離

f：全系の焦点距離

である。

【0015】

本発明の第1の内視鏡用対物レンズにおいて、第1レンズ群が上記接合レンズを有する場合は、下記条件式(5)、(6)を満足することが好ましい。

$$Nd1p < 1.72 \quad (5)$$

$$vd1p < 3.5 \quad (6)$$

30

ただし、

Nd1p：第1レンズ群の上記接合レンズを構成する正レンズのd線の屈折率

vd1p：第1レンズ群の上記接合レンズを構成する正レンズのd線基準のアッペ数

である。

【0016】

本発明の第1、第2の内視鏡用対物レンズにおいて、第2レンズ群が上記接合レンズを有する場合は、下記条件式(7)を満足することが好ましい。

$$5.0 < vd2p \quad (7)$$

ただし、

vd2p：第2レンズ群の上記接合レンズを構成する正レンズのd線基準のアッペ数

40

である。

【0017】

本発明の第1、第2の内視鏡用対物レンズにおいては、上述した条件式(1)～(7)それぞれに代わり、下記条件式(1-1)～(7-1)を満足することがより好ましい。

$$1.4 < f/(Dp - Dc) < 9.5 \quad (1-1)$$

$$0.5 < Lf \times Lr / f^2 < 4.0 \quad (2-1)$$

【数 3】

$$1.8 < \frac{Dp}{Dcp} - \frac{\left(\frac{1}{R_{pfp}} - \frac{1}{R_{prr}}\right)}{\left(\frac{1}{R_{cpf}} - \frac{1}{R_{cpr}}\right)} < 1.0 \quad (3-1)$$

$$0.5 < TL/f < 3.5 \quad (4-1)$$

$$1.50 < Nd1p < 1.72 \quad (5-1)$$

$$1.5 < vd1p < 3.4 \quad (6-1)$$

$$5.2 < vd2p \quad (7-1)$$

10

【0018】

なお、上記の「～実質的に構成され」の「実質的に」とは、構成要素として挙げたもの以外に、実質的にパワーを有さないレンズ、絞りやカバーガラス等レンズ以外の光学要素、レンズフランジ、レンズバレル等を含んでもよいことを意図するものである。

【0019】

なお、「単レンズ」とは、接合されていない1枚のレンズからなるものを意味する。

【0020】

なお、上記の「いずれか一方が正レンズで他方が負レンズの2枚のレンズが接合された接合レンズ」は、物体側から正レンズ、負レンズの順に接合された接合レンズでもよく、物体側から負レンズ、正レンズの順に接合された接合レンズでもよい。

20

【0021】

なお、上記の屈折力の符号は、非球面が含まれているものについては近軸領域で考えるものとする。また、近軸曲率半径の符号は、物体側に凸面を向けた形状の場合を正とし、像側に凸面を向けた形状の場合を負とすることにする。

【0022】

本発明の内視鏡は、上記記載の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。

【発明の効果】

【0023】

本発明の内視鏡用対物レンズは、2群構成のレトロフォーカスタイプとし、正レンズと負レンズが接合された接合レンズおよび正の屈折力を有する単レンズを含み、所定の条件式を満足するようにしているため、小型化、細径化を図ることができ、良好な光学性能を実現することができる。

30

【0024】

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ものであるため、挿入部の小型化、細径化を図ることができ、良好な画像を取得することができる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明の実施例1の内視鏡用対物レンズの構成と光路を示す断面図

【図2】本発明の実施例2の内視鏡用対物レンズの構成と光路を示す断面図

40

【図3】本発明の実施例3の内視鏡用対物レンズの構成と光路を示す断面図

【図4】本発明の実施例4の内視鏡用対物レンズの構成と光路を示す断面図

【図5】本発明の実施例5の内視鏡用対物レンズの構成と光路を示す断面図

【図6】本発明の実施例6の内視鏡用対物レンズの構成と光路を示す断面図

【図7】本発明の実施例7の内視鏡用対物レンズの構成と光路を示す断面図

【図8】本発明の実施例8の内視鏡用対物レンズの構成と光路を示す断面図

【図9】本発明の実施例9の内視鏡用対物レンズの構成と光路を示す断面図

【図10】本発明の実施例10の内視鏡用対物レンズの構成と光路を示す断面図

【図11】本発明の実施例1の内視鏡用対物レンズの各収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、倍率色収差図

50

【図 1 2】本発明の実施例 2 の内視鏡用対物レンズの各収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、倍率色収差図

【図 1 3】本発明の実施例 3 の内視鏡用対物レンズの各収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、倍率色収差図

【図 1 4】本発明の実施例 4 の内視鏡用対物レンズの各収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、倍率色収差図

【図 1 5】本発明の実施例 5 の内視鏡用対物レンズの各収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、倍率色収差図

【図 1 6】本発明の実施例 6 の内視鏡用対物レンズの各収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、倍率色収差図

10

【図 1 7】本発明の実施例 7 の内視鏡用対物レンズの各収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、倍率色収差図

【図 1 8】本発明の実施例 8 の内視鏡用対物レンズの各収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、倍率色収差図

【図 1 9】本発明の実施例 9 の内視鏡用対物レンズの各収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、倍率色収差図

【図 2 0】本発明の実施例 1 0 の内視鏡用対物レンズの各収差図であり、紙面左側から球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、倍率色収差図

【図 2 1】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 2 2】本発明の実施形態にかかる内視鏡の挿入部の先端面の平面図

20

【図 2 3】本発明の実施形態にかかる内視鏡の先端部の要部断面図

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0027】

図 1 ～図 1 0 は、本発明の実施形態にかかる内視鏡用対物レンズの光軸 Z を含む断面における構成と光路を示す図であり、それぞれ後述の実施例 1 ～1 0 のレンズ構成に対応している。なお、実施例 1 ～1 0 のうち、実施例 1 ～6、9、1 0 は本発明の実施例であるが、実施例 7、8 は本発明に含まれない参考例である。図 1 ～図 1 0 では左側が物体側、右側が像側であり、光路は無限遠物体からの軸上光束 B 0 および最大画角の軸外光束 B 1 の光路を示している。図 1 ～図 1 0 に示す例の基本構成は同様であるため、以下では主に図 1 に示す構成例を基本にして説明し、必要に応じて図 2 ～図 1 0 の構成例についても説明する。なお、図 1 では、理解を助けるために後述の条件式に関する記号を記入している。

30

【0028】

本発明の内視鏡用対物レンズは、光軸 Z に沿って物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、開口絞り S t と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 とから実質的に構成される。また、この内視鏡用対物レンズは、第 1 レンズ群 G 1 および第 2 レンズ群 G 2 の少なくとも一方が、正レンズと負レンズが接合された接合レンズを 1 組のみ有し、全系が正の屈折力を有する単レンズを含むように構成される。以上の構成が本発明の内視鏡用対物レンズの基本構成である。

40

【0029】

なお、図 1 ～図 1 0 では第 2 レンズ群 G 2 の像側に入射面と出射面が平行平面の光学部材 P P を配置した例を示しているが、本発明においては光学部材 P P を省略した構成も可能である。光学部材 P P は、光路を折り曲げるための光路変換プリズム、フィルタ、カバーガラス等を想定したものである。光路変換プリズムを用いた場合は屈曲光路となるが、理解を容易にするために図 1 ～図 1 0 では光路を展開した図を示している。また、図 1 ～図 1 0 では光学部材 P P の像側の面が像面 S i m に一致した構成を示しているが、必ずしもこの構成に限定されない。

【0030】

50

本発明の内視鏡用対物レンズは、物体側から順に、負レンズ群、正レンズ群を配置することでレトロフォーカスタイプのレンズ系となり、内視鏡に要求される広角の視野角に好適に対応可能な光学系となる。第1レンズ群G1および第2レンズ群G2の少なくとも一方が、正レンズと負レンズが接合された接合レンズを1組のみ有することで、レンズ枚数を極力抑えて小型化を図りながら、色収差の良好な補正も可能となる。この正レンズと負レンズが接合された接合レンズは、全体として正の屈折力を有することが好ましい。また、接合レンズを構成する正レンズとは別に、全系が正の単レンズを含むように構成されている。レンズ系の小型化において、限られたレンズ枚数で収差補正を行うため、屈折力の配分がうまくいかず像面湾曲の補正が難しくなることがあるが、この正の単レンズにより像面湾曲の補正を行うことができる。

10

【0031】

本発明の内視鏡用対物レンズは、以下に述べる第1～第3の実施形態を採ることができる。第1の実施形態は、第1レンズ群G1および第2レンズ群の両方が上記接合レンズを有するものである。第2の実施形態は、第1レンズ群G1のみが上記接合レンズを有するものである。第3の実施形態は、第2レンズ群G2のみが上記接合レンズを有するものである。

【0032】

第1の実施形態の内視鏡用対物レンズは、例えば図1～図6に示すように、第1レンズ群G1が、物体側から順に、負の屈折力を有する単レンズと、いずれか一方が正レンズで他方が負レンズの2枚のレンズが接合された接合レンズとから実質的に構成され、第2レンズ群G2が、物体側から順に、正の屈折力を有する単レンズと、いずれか一方が正レンズで他方が負レンズの2枚のレンズが接合された接合レンズとから実質的に構成されるようにしてもよい。

20

【0033】

上記のように第1レンズ群G1の最も物体側に負の単レンズを配置することで、内視鏡に要求される広角のレンズ系の実現に有利となる。また、第1レンズ群G1が正レンズと負レンズからなる接合レンズを有することで良好な色収差の補正に有利となる。第2レンズ群G2の最も物体側に配置された正の単レンズにより像面湾曲を良好に補正することが可能となる。また、第2レンズ群G2が正レンズと負レンズからなる接合レンズを有することで良好な色収差の補正に有利となる。この第1の実施形態では、全系が2組の上記接合レンズを有し、これらが絞りの物体側と像側にそれぞれ配置されているため、色収差の補正に有利となる。

30

【0034】

図1～図6に示す例では、第1レンズ群G1が、物体側から順に、負の単レンズであるレンズL11と、接合レンズCE11とからなり、第2レンズ群G2が、物体側から順に、正の単レンズであるレンズL14と、接合レンズCE12とからなる。図1～図3の接合レンズCE11は負のレンズL12と正のレンズL13が物体側からこの順に接合されたものである。図4～図6の接合レンズCE11は正のレンズL12と負のレンズL13が物体側からこの順に接合されたものである。図1、図3、図5、図6の接合レンズCE12は正のレンズL15と負のレンズL16が物体側からこの順に接合されたものである。図2、図4の接合レンズCE12は負のレンズL15と正のレンズL16が物体側からこの順に接合されたものである。

40

【0035】

第2の実施形態の内視鏡用対物レンズは、例えば図7、図8に示すように、第1レンズ群G1が、物体側から順に、負の屈折力を有する単レンズと、いずれか一方が正レンズで他方が負レンズの2枚のレンズが接合された接合レンズとから実質的に構成され、第2レンズ群G2が、物体側から順に、正の屈折力を有する単レンズと、負の屈折力を有する単レンズとから実質的に構成されるようにしてもよい。

【0036】

上記のように第1レンズ群G1の最も物体側に負の単レンズを配置することで、内視鏡

50

に要求される広角のレンズ系の実現に有利となる。また、第1レンズ群G1が正レンズと負レンズからなる接合レンズを有することで良好な色収差の補正に有利となる。第2レンズ群G2の正の単レンズおよび負の単レンズにより像面湾曲を良好に補正することが可能となる。

【0037】

図7、図8に示す例では、第1レンズ群G1が、物体側から順に、負の単レンズであるレンズL21と、接合レンズCE21とからなり、第2レンズ群G2が、物体側から順に、正の単レンズであるレンズL24と、負の単レンズであるレンズL25とからなる。図7の接合レンズCE21は正のレンズL22と負のレンズL23が物体側からこの順に接合されたものである。図8の接合レンズCE21は負のレンズL22と正のレンズL23が物体側からこの順に接合されたものである。

10

【0038】

第3の実施形態の内視鏡用対物レンズは、例えば図9～図10に示すように、第1レンズ群G1が、負の屈折力を有する単レンズから実質的に構成され、第2レンズ群G2が、物体側から順に、正の屈折力を有する単レンズと、いずれか一方が正レンズで他方が負レンズの2枚のレンズが接合された接合レンズとから実質的に構成されるようにしてもよい。

【0039】

上記のように第1レンズ群G1が負の単レンズからなることで、内視鏡に要求される広角のレンズ系の実現に有利となる。第2レンズ群G2の最も物体側に配置された正の単レンズにより像面湾曲を良好に補正することが可能となる。また、第2レンズ群G2が正レンズと負レンズからなる接合レンズを有することで良好な色収差の補正に有利となる。

20

【0040】

図9、図10に示す例では、第1レンズ群G1が、負の単レンズであるレンズL31とからなり、第2レンズ群G2が、物体側から順に、正の単レンズであるレンズL32と、接合レンズCE32とからなる。図9の接合レンズCE32は正のレンズL33と負のレンズL34が物体側からこの順に接合されたものである。図10の接合レンズCE32は負のレンズL33と正のレンズL34が物体側からこの順に接合されたものである。

【0041】

図1～図10に示す内視鏡用対物レンズは、以下に述べる本発明の思想に基づいて小型化、細径化を図ったものである。正の単レンズはコバ厚を確保するためにある程度の中心厚が必要であるのに対し、2枚のレンズからなる接合レンズは、接合レンズに含まれる一方のレンズのコバ厚が確保できれば、他方のレンズの中心厚は極力小さくすることが好ましい。正レンズと負レンズからなる接合レンズであれば、通常、負レンズのコバ厚は十分確保できるため、正レンズの中心厚を極力小さくすればよい。したがって、正の単レンズはコバ厚を確保できる程度の中心厚を有するように構成し、正レンズと負レンズからなる接合レンズではこの接合レンズに含まれる正レンズの中心厚を十分薄くするように構成することで、内視鏡用対物レンズの小型化、細径化を図ることができる。

30

【0042】

なお、接合レンズを構成する正レンズの薄肉化に関しては、例えばエネルギー硬化型樹脂を用いることにより実現可能である。エネルギー硬化型樹脂を用い、成形前に樹脂材料を半硬化した状態にして成形することでレンズ肉厚比の制御が容易となり、コバ厚が極力薄くなるように制御してレンズを作製することが可能となる。なお、ここでいうレンズ肉厚比は、中心厚とコバ厚の比を意味する。

40

【0043】

以下に、レンズの中心厚に関する条件式も含めて、内視鏡用対物レンズが満足することが好ましい条件式について述べる。なお、以下に述べる条件式(1)～(7)に関する接合レンズは、正レンズと負レンズが接合された接合レンズのことである。

【0044】

第1～第3の実施形態の内視鏡用対物レンズは、下記条件式(1)～(4)のいずれか

50

1 つまたは任意の組合せを満足することが好ましい。

$$1. \quad 0 < f / (D_p - D_c) < 1.0 \quad (1)$$

$$L_f \times L_r / f^2 < 5.0 \quad (2)$$

【数 4】

$$1. \quad 6 < \frac{D_p}{D_{cp}} - \frac{\left(\frac{1}{R_{pf}} - \frac{1}{R_{pr}} \right)}{\left(\frac{1}{R_{cpf}} - \frac{1}{R_{cpr}} \right)} \quad (3)$$

10

$$T_L / f < 4.0 \quad (4)$$

ただし、

f ：全系の焦点距離

D_p ：正の屈折力を有する単レンズのうち最も中心厚が小さいレンズの中心厚

D_c ：接合レンズのうち最も中心厚が小さい接合レンズの中心厚

L_f ：最も物体側のレンズ面から絞りまでの光軸上の距離

L_r ：絞りから最も像側のレンズ面までの光軸上の距離

D_{cp} ：接合レンズのうち最も中心厚が小さい接合レンズを構成する正レンズの中心厚

R_{pf} ：正の屈折力を有する単レンズのうち最も中心厚が小さいレンズの物体側の面の近軸曲率半径

20

R_{pr} ：正の屈折力を有する単レンズのうち最も中心厚が小さいレンズの像側の面の近軸曲率半径

R_{cpf} ：接合レンズのうち最も中心厚が小さい接合レンズを構成する正レンズの物体側の面の近軸曲率半径

R_{cpr} ：接合レンズのうち最も中心厚が小さい接合レンズを構成する正レンズの像側の面の近軸曲率半径

T_L ：最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの光軸上の距離

である。

【0045】

第 1、第 2 の実施形態の内視鏡用対物レンズは、下記条件式 (5)、(6) を満足することが好ましい。

30

$$N_{d1p} < 1.72 \quad (5)$$

$$v_{d1p} < 35 \quad (6)$$

ただし、

N_{d1p} ：第 1 レンズ群の接合レンズを構成する正レンズの d 線の屈折率

v_{d1p} ：第 1 レンズ群の接合レンズを構成する正レンズの d 線基準のアッベ数

である。

【0046】

第 1、第 3 の実施形態の内視鏡用対物レンズは、下記条件式 (7) を満足することが好ましい。

40

$$5.0 < v_{d2p} \quad (7)$$

ただし、

v_{d2p} ：第 2 レンズ群の接合レンズを構成する正レンズの d 線基準のアッベ数

である。

【0047】

以下に各条件式の作用効果について説明する。なお、以下の説明では、正の屈折力を有する単レンズのうち最も中心厚が小さいレンズを最薄正単レンズと称し、接合レンズのうち最も中心厚が小さい接合レンズを最薄接合レンズと称することにする。

【0048】

条件式 (1) の下限以下にならないように構成することで、最薄正単レンズの中心厚が

50

厚くなりすぎるのを防止でき、レンズ系の小型化に寄与することができる。また、レンズ系の光軸方向の長さの小型化を図ることで、レンズ外径が大きくなりやすい最も物体側のレンズや最も像側のレンズでの光線高を抑えることができ、これにより、レンズ系の細径化に寄与することができる。条件式（１）の上限以上にならないように構成することで、最薄正単レンズの中心厚と最薄接合レンズの中心厚が近づくのを抑制することができ、最薄正単レンズについてコバ厚を確保するためのレンズ中心厚を確保してレンズの倒れを防ぐことができ、最薄接合レンズについては最薄接合レンズを構成する正レンズの中心厚を十分薄くして、内視鏡用対物レンズの小型化、細径化を図ることができる。

【００４９】

条件式（１）に関する効果をさらに高めるためには下記条件式（１－１）を満足することがより好ましく、下記条件式（１－２）を満足することがさらに好ましい。

$$1. \quad 4 < f / (D_p - D_c) < 9.5 \quad (1-1)$$

$$1. \quad 7 < f / (D_p - D_c) < 9.0 \quad (1-2)$$

【００５０】

条件式（２）の上限以上にならないように構成することで、レンズ全長を短くすることができ、小型化、細径化を図ることができる。さらに下記条件式（２－１）を満足することがより好ましい。仮に、レンズ枚数の削減等により L_f 、 L_r が小さくなり、条件式（２－１）の下限以下となった場合には個々のレンズの屈折力が強くなってしまい、良好な収差補正が困難になる。あるいは、 L_f および L_r のいずれか一方が極端に小さくなり、条件式（２－１）の下限以下となった場合には、開口絞り S_t を挟んで物体側と像側のレンズ系の対称性が悪くなるため収差補正が十分にできなくなる。条件式（２－１）の下限以下にならないよう構成することで、上記のような不具合を回避できる。また、条件式（２－１）の上限以上にならないように構成することで、条件式（２）に関する効果をさらに高めることができる。条件式（２－１）に関する効果をさらに高めるためには下記条件式（２－２）を満足することがさらに好ましい。

$$0.5 < L_f \times L_r / f^2 < 4.0 \quad (2-1)$$

$$1. \quad 0 < L_f \times L_r / f^2 < 3.0 \quad (2-2)$$

【００５１】

条件式（３）の下限以下にならないように構成することで、最薄正単レンズではコバ厚を確保するためのレンズ中心厚を確保してレンズの倒れを防ぐことができ、最薄接合レンズについては最薄接合レンズを構成する正レンズの中心厚を十分薄くして、内視鏡用対物レンズの小型化、細径化を図ることができる。

【００５２】

さらに下記条件式（３－１）を満足することがより好ましい。条件式（３－１）の上限以上にならないように構成することで、最薄正単レンズの中心厚が厚くなりすぎるのを回避して小型化に寄与することができ、また最薄接合レンズに含まれる正レンズの厚さを確保して色収差補正の効果を得ることができる。条件式（３－１）の下限以下にならないように構成することで、条件式（３）に関する効果をさらに高めることができる。条件式（３－１）に関する効果をさらに高めるためには下記条件式（３－２）を満足することがさらに好ましい。

【数５】

$$1. \quad 8 < \frac{D_p}{D_{cp}} - \frac{\left(\frac{1}{R_{pfp}} - \frac{1}{R_{prr}} \right)}{\left(\frac{1}{R_{cpfp}} - \frac{1}{R_{cprr}} \right)} < 10 \quad (3-1)$$

【数 6】

$$2. \quad 0 < \frac{Dp}{Dcp} - \frac{\left(\frac{1}{R_{pf}} - \frac{1}{R_{pr}}\right)}{\left(\frac{1}{R_{cpf}} - \frac{1}{R_{cpr}}\right)} < 5. \quad 0 \quad (3-2)$$

【0053】

条件式(4)の上限以上にならないように構成することで、レンズ全長を短くすることができ、小型化、細径化を図ることができる。さらに下記条件式(4-1)を満足することがより好ましい。条件式(4-1)の下限以下にならないように構成することで、所望の性能を得るために必要なレンズ枚数を有する構成が可能になり、個々のレンズの屈折力を極端に強くする必要がなくなるため、像面湾曲等の諸収差の良好な補正が可能になる。また、条件式(4-1)の上限以上にならないように構成することで、条件式(4)に関する効果をさらに高めることができる。条件式(4-1)に関する効果をさらに高めるためには下記条件式(4-2)を満足することがさらにより好ましい。

$$0. \quad 5 < TL/f < 3. \quad 5 \quad (4-1)$$

$$1. \quad 0 < TL/f < 3. \quad 0 \quad (4-2)$$

【0054】

条件式(5)の上限以上にならないように構成することで、現存の光学材料から好適な材料を用いて良好な収差補正、特に色収差の補正を行うことが可能となる。さらに下記条件式(5-1)を満足することがより好ましい。条件式(5-1)の下限以下にならないように構成することで、第1レンズ群G1の接合レンズを構成する正レンズのレンズ面の曲率半径の絶対値を小さくしなくても適切なパワーを確保することができ、小型化に寄与できる。仮に、レンズ面の曲率半径の絶対値を小さくした場合には、コバ厚を確保するために中心厚を厚くする必要が生じる虞があり、その場合は小型化に不利となる。条件式(5-1)の下限に関する効果をさらに高めるためには下記条件式(5-2)を満足することがさらにより好ましい。

$$1. \quad 50 < Nd1p < 1. \quad 72 \quad (5-1)$$

$$1. \quad 60 < Nd1p < 1. \quad 72 \quad (5-2)$$

【0055】

条件式(6)の上限以上にならないように構成することで、軸上色収差の補正を良好に行うことが容易になり、また倍率色収差と軸上色収差をバランス良く補正することができる。さらに下記条件式(6-1)を満足することがより好ましい。条件式(6-1)の下限以下にならないように構成することで、光線の分散が大きくなりすぎるのを回避でき、良好な色収差補正が可能となる。また、条件式(6-1)の上限以上にならないように構成することで、条件式(6)に関する効果をさらに高めることができる。条件式(6-1)に関する効果をさらに高めるためには下記条件式(6-2)を満足することがさらにより好ましい。

$$1 \quad 5 < vd1p < 3 \quad 4 \quad (6-1)$$

$$2 \quad 0 < vd1p < 3 \quad 3 \quad (6-2)$$

【0056】

条件式(7)の下限以下にならないように構成することで、色収差を良好に補正することができ、特に倍率色収差を十分に補正することができる。これにより、内視鏡観察時の色ボケ等の発生を抑制できる。条件式(7)に関する効果をさらに高めるためには下記条件式(7-1)を満足することがより好ましく、下記条件式(7-2)を満足することがさらにより好ましい。

$$5 \quad 2 < vd2p \quad (7-1)$$

$$5 \quad 5 < vd2p \quad (7-2)$$

【0057】

なお、第1レンズ群G1の接合レンズは全体として正の屈折力を持つことが好ましく、

このようにすることにより、条件式(5)、(5-1)、(5-2)、(6)、(6-1)、(6-2)を満足する材料の選定が容易になる。すなわち、第1レンズ群G1の接合レンズは全体として正の屈折力を持つものとすれば色収差の補正に有利となる。また、第2レンズ群G2の接合レンズは全体として正の屈折力を持つことが好ましく、このようにすることにより、条件式(7)、(7-1)、(7-2)を満足する材料の選定が容易になる。すなわち、第2レンズ群G2の接合レンズは全体として正の屈折力を持つものとすれば色収差の補正に有利となる。

【0058】

条件式に関する構成も含め上述した好ましい構成や可能な構成は内視鏡用対物レンズに要求される事項に応じて適宜選択することが好ましい。例えば、以下に述べる2つの態様を好ましい例として挙げるができる。

10

【0059】

第1の態様は、上述した基本構成を有し、条件式(1)、(2)を満足するものである。第2の態様は、上述した基本構成を有し、条件式(3)を満足するものである。なお、第1の態様において、条件式(1)、(2)以外の条件式を満足する構成や可能な構成を有するようにしてもよく、また、第2の態様において、条件式(3)以外の条件式を満足する構成や可能な構成を有するようにしてもよい。

【0060】

なお、内視鏡用対物レンズが保護部材なしで内視鏡に搭載される場合、最も物体側のレンズは、体液、洗浄液、油脂等にさらされることになる。したがって、最も物体側のレンズの材料には、耐水性、耐酸性、耐薬品性等が高いものを用いることが好ましい。

20

【0061】

次に、本発明の内視鏡用対物レンズの実施例1~10について説明する。以下に述べる実施例1~6が第1の実施形態に対応し、実施例7、8が第2の実施形態に対応し、実施例9、10が第3の実施形態に対応する。また、以下で説明する実施例のデータや収差図は、実施例1~10全てについて全系の焦点距離が1になるように規格化されたときのものである。

【0062】

[実施例1]

実施例1の内視鏡用対物レンズのレンズ構成図と光路は図1に示したものであり、その図示方法については上述したとおりであるので、ここでは重複説明を省略する。表1、表2にそれぞれ、実施例1の内視鏡用対物レンズの基本レンズデータ、諸元を示す。基本レンズデータの表のS_iの欄は最も物体側の構成要素の物体側の面を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、…)の面番号を示し、R_iの欄はi番目の面の曲率半径を示し、D_iの欄はi番目の面とi+1番目の面との光軸Z上の面間隔を示し、N_{dj}の欄は最も物体側の光学要素を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、…)の光学要素のd線(波長587.56nm)に関する屈折率を示し、ν_{dj}の欄はj番目の光学要素のd線基準のアッペ数を示す。

30

【0063】

曲率半径の符号は、面形状が物体側に凸の場合を正、像側に凸の場合を負としている。面間隔の最下欄の値は、表に示す最も像側の面と像面との間の光軸Z上の面間隔である。基本レンズデータには、開口絞りS_tおよび光学部材P_Pも含めて示しており、開口絞りS_tに対応する面の面番号の欄には面番号とともに(S_t)を記入している。なお、表1に示す基本レンズデータは物体距離(最も物体側のレンズの物体側の面から物体までの光軸上の距離)が9.62のときのものである。

40

【0064】

諸元の表には焦点距離f、バックフォーカスB_f、F値F_{No.}、全画角2ω(単位は度)を示す。諸元の表に示す値は、d線に関するものである。なお、以下に示す各表では所定の桁でまるめた数値を記載している。

【0065】

50

【表 1】

実施例1 レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν_{dj}
1	4.5029	0.2807	1.88300	40.81
2	0.5016	0.2862		
3	3.3591	0.2807	1.77849	50.15
4	0.8021	0.2567	1.68893	30.79
5	-2.4179	0.0000		
6(St)	∞	0.0281		
7	∞	0.8590	1.60875	45.54
8	-0.8970	0.0802		
9	6.6283	0.5615	1.58458	66.99
10	-0.7392	0.2807	1.91735	21.08
11	-1.8005	0.3063		
12	∞	2.6469	1.55920	53.92
13	∞	0.0000		

10

【0066】

【表 2】

実施例1 諸元

f	1.00
Bf	1.90
FNo.	6.89
$2\omega [^\circ]$	135.4

20

【0067】

図11に実施例1の内視鏡用対物レンズの各収差図を示す。図11では、紙面左から順に、球面収差図、非点収差図、歪曲収差（ディストーション）図、倍率色収差（倍率の色収差）図をそれぞれ示している。球面収差図では、d線、C線（波長656.3nm）、F線（波長486.1nm）に関する収差をそれぞれ黒の実線、長破線、短破線で示す。非点収差図では、サジタル方向、タンジェンシャル方向のd線に関する収差をそれぞれ実線、短破線で示す。歪曲収差図では、d線に関する収差を実線で示す。倍率色収差図では、C線、F線に関する収差をそれぞれ長破線、短破線で示す。球面収差図のFno.はF値を意味し、その他の収差図の ω は最大全画角の半値（半画角）を意味する。図11に示す各収差図は物体距離が9.62のときのものである。

30

【0068】

上記の実施例1のものに関する図示方法、各種データの記号、意味、記載方法は、特に断りがない限り以下の実施例のものについても同様であるため、以下では重複説明を省略する。

【0069】

[実施例2]

実施例2の内視鏡用対物レンズのレンズ構成図は図2に示したものである。表3、表4にそれぞれ、実施例2の内視鏡用対物レンズの基本レンズデータ、諸元を示す。図12に実施例2の内視鏡用対物レンズの各収差図を示す。実施例2の基本レンズデータおよび各収差図は物体距離が9.86のときのものである。

40

【0070】

【表 3】

実施例2 レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	4.6114	0.2875	1.88300	40.80
2	0.5109	0.2931		
3	2.2988	0.2875	1.92001	36.00
4	0.5476	0.2629	1.68822	30.84
5	-1.5234	0.0000		
6(St)	∞	0.0369		
7	-3.8029	0.6982	1.86375	24.96
8	-0.9771	0.1163		
9	-158.0477	0.2875	1.92001	19.00
10	0.9838	0.6161	1.68494	57.25
11	-1.9331	0.2909		
12	∞	2.7107	1.55920	53.90
13	∞	0.0000		

10

【0 0 7 1】

【表 4】

実施例2 諸元

f	1.00
Bf	1.93
FNo.	6.70
$2\omega [^\circ]$	134.6

20

【0 0 7 2】

[実施例 3]

実施例 3 の内視鏡用対物レンズのレンズ構成図は図 3 に示したものである。表 5、表 6 にそれぞれ、実施例 3 の内視鏡用対物レンズの基本レンズデータ、諸元を示す。図 1 3 に実施例 3 の内視鏡用対物レンズの各収差図を示す。実施例 3 の基本レンズデータおよび各収差図は物体距離が 9. 6 0 のときのものである。なお、表 5 の基本レンズデータの面番号に*印が付いた面は非球面であり、曲率半径の欄には近軸曲率半径の数値を示している。表 7 にこれら非球面の非球面係数を示す。表 7 の非球面係数の数値の「E - n」（n：整数）は「 $\times 10^{-n}$ 」を意味する。非球面係数は、下式で表される非球面式における各係数 K A、A m（m = 3、4、5、…）の値である。上記の非球面に関する記載法は以下の実施例についても同様である。

30

【0 0 7 3】

【数 7】

$$Zd = \frac{C \times h^2}{1 + \sqrt{1 - KA \times C^2 \times h^2}} + \sum_m A_m \times h^m$$

40

ただし、

Z d：非球面深さ（高さ h の非球面上の点から、非球面頂点が接する光軸に垂直な平面に下ろした垂線の長さ）

h：高さ（光軸からのレンズ面までの距離）

C：近軸曲率

K A、A m：非球面係数（m = 4、6、8、1 0）

【0 0 7 4】

【表 5】

実施例3 レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	4.4998	0.2805	1.88300	40.81
2	0.4957	0.2860		
3	2.8240	0.2805	1.84909	43.09
4	0.8015	0.2565	1.68416	31.13
*5	-2.3234	0.0000		
6(St)	∞	0.0281		
7	∞	0.8323	1.61238	37.63
8	-0.8854	0.1093		
9	6.6238	0.5611	1.58939	66.25
10	-0.7403	0.2805	1.91379	19.74
11	-1.8078	0.3049		
12	∞	2.6451	1.55920	53.92
13	∞	0.0000		

10

【0075】

【表 6】

実施例3 諸元

f	1.00
Bf	1.90
FNo.	6.90
$2\omega [^\circ]$	135.4

20

【0076】

【表 7】

実施例3 非球面係数

面番号	5
KA	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00
A4	6.5965567E-02
A5	-5.4798577E-01
A6	6.1846279E-01

30

【0077】

[実施例 4]

実施例 4 の内視鏡用対物レンズのレンズ構成図は図 4 に示したものである。表 8、表 9 にそれぞれ、実施例 4 の内視鏡用対物レンズの基本レンズデータ、諸元を示す。図 14 に実施例 4 の内視鏡用対物レンズの各収差図を示す。実施例 4 の基本レンズデータおよび各収差図は、物体距離が 9.84 のときのものである。

40

【0078】

【表 8】

実施例4 レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	4.6027	0.2869	1.88300	40.81
2	0.4892	0.2926		
3	3.2540	0.2870	1.69701	30.21
4	-0.8198	0.2624	1.82138	45.86
5	-1.3305	0.0000		
6(St)	∞	0.0369		
7	-3.7790	0.6969	1.79463	25.27
8	-1.3014	0.0820		
9	5.6792	0.2869	1.92001	19.00
10	0.9710	0.4919	1.62136	61.33
11	-1.6808	0.2502		
12	∞	2.7055	1.55920	53.92
13	∞	0.0000		

10

【0079】

【表 9】

実施例4 諸元

f	1.00
Bf	1.89
FNo.	6.92
$2\omega [^\circ]$	134.2

20

【0080】

[実施例 5]

実施例 5 の内視鏡用対物レンズのレンズ構成図は図 5 に示したものである。表 10、表 11 にそれぞれ、実施例 5 の内視鏡用対物レンズの基本レンズデータ、諸元を示す。図 15 に実施例 5 の内視鏡用対物レンズの各収差図を示す。実施例 5 の基本レンズデータおよび各収差図は、物体距離が 9.59 のときのものである。

30

【0081】

【表 10】

実施例5 レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	4.4883	0.2798	1.88300	40.81
2	0.4899	0.2878		
3	-15.9925	0.1615	1.67199	32.00
4	-1.3325	0.2798	1.73001	55.00
5	-7.9174	0.0000		
6(St)	∞	0.0360		
7	1.5274	0.9594	1.62406	35.59
8	-1.0265	0.0799		
9	3.8428	0.5996	1.54117	73.67
10	-0.6883	0.2798	1.92001	20.71
11	-1.6840	0.3027		
12	∞	2.6383	1.55920	53.92
13	∞	0.0000		

40

【0082】

50

【表 1 1】

実施例5 諸元

f	1.00
Bf	1.89
FNo.	7.12
$2\omega[^\circ]$	136.0

【0083】

[実施例6]

実施例6の内視鏡用対物レンズのレンズ構成図は図6に示したものである。表12、表13、表14にそれぞれ、実施例6の内視鏡用対物レンズの基本レンズデータ、諸元、非球面係数を示す。図16に実施例6の内視鏡用対物レンズの各収差図を示す。実施例6の基本レンズデータおよび各収差図は、物体距離が9.41のときのものである。

【0084】

【表 1 2】

実施例6 レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν_{dj}
1	4.4066	0.2747	1.88300	40.80
2	0.4868	0.2801		
*3	2.4816	0.2258	1.67199	32.00
4	-1.3082	0.2747	1.92001	36.00
5	-29.4530	0.0000		
6(St)	∞	0.0353		
7	2.9022	0.7849	1.70743	29.63
8	-0.9992	0.0785		
9	3.9004	0.5887	1.58694	66.62
10	-0.6984	0.2747	1.91864	19.07
11	-1.8625	0.2967		
12	∞	2.5903	1.55920	53.90
13	∞	0.0000		

【0085】

【表 1 3】

実施例6 諸元

f	1.00
Bf	1.85
FNo.	7.06
$2\omega[^\circ]$	135.4

【0086】

10

20

30

40

【表 1 4】

実施例6 非球面係数

面番号	3
KA	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00
A4	-2.5648987E-02
A5	0.0000000E+00
A6	-9.8764748E-01
A7	0.0000000E+00
A8	2.5406868E+00
A9	0.0000000E+00
A10	-2.7398181E+00

10

【0087】

[実施例7]

実施例7の内視鏡用対物レンズのレンズ構成図は図7に示したものである。表15、表16にそれぞれ、実施例7の内視鏡用対物レンズの基本レンズデータ、諸元を示す。図17に実施例7の内視鏡用対物レンズの各収差図を示す。実施例7の基本レンズデータおよび各収差図は、物体距離が9.39のときのものである。

【0088】

20

【表 1 5】

実施例7 レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	4.3917	0.2738	1.89024	38.98
2	0.4331	0.2347		
3	1.1578	0.2738	1.68000	31.43
4	-0.4346	0.4694	1.89647	38.35
5	-0.7689	0.0000		
6(St)	∞	0.0275		
7	19.9091	0.8665	1.59244	65.78
8	-0.5587	0.0235		
9	-0.5493	0.2738	2.00001	16.37
10	-1.0852	0.3048		
11	∞	2.5815	1.78800	47.37
12	∞	0.0000		

30

【0089】

【表 1 6】

実施例7 諸元

f	1.00
Bf	1.64
FNo.	6.56
$2\omega[^\circ]$	133.6

40

【0090】

[実施例8]

実施例8の内視鏡用対物レンズのレンズ構成図は図8に示したものである。表17、表18にそれぞれ、実施例8の内視鏡用対物レンズの基本レンズデータ、諸元を示す。図18に実施例8の内視鏡用対物レンズの各収差図を示す。実施例8の基本レンズデータおよび各収差図は、物体距離が9.64のときのものである。

50

【0091】

【表17】

実施例8 レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	4.5090	0.2811	1.99001	29.00
2	0.4100	0.2410		
3	1.4826	0.4819	2.05994	12.00
4	1.7421	0.2651	1.70999	29.50
5	-0.6882	0.0000		
6(St)	∞	0.0281		
7	-11.8877	0.8835	1.63959	59.52
8	-0.5199	0.0241		
9	-0.5013	0.2811	1.99001	20.70
10	-1.0313	0.3102		
11	∞	2.6505	1.78800	47.37
12	∞	0.0000		

10

【0092】

【表18】

実施例8 諸元

f	1.00
Bf	1.69
FN _o .	6.25
2ω [°]	134.0

20

【0093】

[実施例9]

実施例9の内視鏡用対物レンズのレンズ構成図は図9に示したものである。表19、表20、表21にそれぞれ、実施例9の内視鏡用対物レンズの基本レンズデータ、諸元、非球面係数を示す。図19に実施例6の内視鏡用対物レンズの各収差図を示す。実施例9の

30

【0094】

【表19】

実施例9 レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	4.4748	0.2790	1.88300	40.81
2	0.6202	0.8967		
3(St)	∞	0.0279		
4	1.9159	1.1159	1.75879	27.06
5	-1.2652	0.0957		
*6	6.5869	0.2790	1.72298	55.35
7	-0.7814	0.2790	1.92001	19.00
8	-6.9510	0.3042		
9	∞	2.6303	1.55920	53.92
10	∞	0.0000		

40

【0095】

【表 2 0】

実施例9 諸元

f	1.00
Bf	1.89
FNo.	7.06
$2\omega[^\circ]$	133.6

【0 0 9 6】

【表 2 1】

実施例9 非球面係数

面番号	6
KA	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00
A4	-4.3405277E-02
A5	0.0000000E+00
A6	-1.4204588E-01
A7	0.0000000E+00
A8	6.3324140E-02

10

【0 0 9 7】

【実施例 1 0】

実施例 1 0 の内視鏡用対物レンズのレンズ構成図は図 1 0 に示したものである。表 2 2、表 2 3 にそれぞれ、実施例 1 0 の内視鏡用対物レンズの基本レンズデータ、諸元を示す。図 2 0 に実施例 1 0 の内視鏡用対物レンズの各収差図を示す。実施例 1 0 の基本レンズデータおよび各収差図は、物体距離が 9.78 のときのものである。

20

【0 0 9 8】

【表 2 2】

実施例10 レンズデータ

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	4.5768	0.2853	1.88300	40.81
2	0.6864	0.9035		
3(St)	∞	0.0285		
4	3.9089	0.9197	1.79070	25.46
5	-1.2941	0.0978		
6	8.3308	0.3424	1.92001	19.00
7	0.9090	0.2853	1.71451	55.77
8	-2.9408	0.3318		
9	∞	2.6903	1.55920	53.92
10	∞	0.0000		

30

【0 0 9 9】

【表 2 3】

実施例10 諸元

f	1.00
Bf	1.96
FNo.	6.45
$2\omega[^\circ]$	135.0

40

【0 1 0 0】

表 2 4 に、上記実施例 1 ～ 1 0 の上述した条件式 (1) ～ (7) の対応値と条件式に関

50

連する値を示す。表 2 4 のデータは d 線に関するものである。

【0101】

【表 2 4】

式番号		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10
(1)	$1.0 < f/(Dp-Dc) < 10$	3.1092	6.7666	3.3863	6.7787	1.9300	3.5162	8.1092	7.3263	1.7925	3.4249
(2)	$Lf \times Lr/f^2 < 5.0$	1.9985	1.9845	1.9989	1.8007	1.9724	1.8595	1.4916	1.5441	2.1132	1.9894
(3)	$1.6 < Dp/Dcp - (1/Rpf - 1/Rpr) / (1/Rcpf - 1/Rcpr)$	2.6749	2.3494	2.5718	2.0983	3.5728	2.3236	2.5833	2.4253	3.0829	2.5094
(4)	$TL/f < 4.0$	2.9140	2.8857	2.9149	2.7239	2.9639	2.8174	2.4434	2.4858	2.9731	2.8623
(5)	$Nd1p < 1.72$	1.68893	1.68822	1.68416	1.69701	1.67199	1.67199	1.68000	1.70999	-	-
(6)	$\nu d1p < 35$	30.79	30.84	31.13	30.21	32.00	32.00	31.43	29.50	-	-
(7)	$50 < \nu d2p$	66.99	57.25	66.25	61.33	73.67	66.62	-	-	55.35	55.77
	f	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	Dp	0.8590	0.6982	0.8323	0.6969	0.9594	0.7849	0.8665	0.8835	1.1159	0.9197
	Dc	0.5374	0.5504	0.5370	0.5494	0.4413	0.5005	0.7432	0.7470	0.5580	0.6277
	Lf	1.1043	1.1310	1.1035	1.1289	1.0089	1.0553	1.2517	1.2691	1.1757	1.1888
	Lr	1.8095	1.7550	1.8113	1.5946	1.9547	1.7621	1.1913	1.2168	1.7975	1.6737
	Rpf	∞	-3.8029	∞	-3.7790	1.5274	2.9022	19.9091	-11.8877	1.9159	3.9089
	Rpr	-0.8970	-0.9771	-0.8854	-1.3014	-1.0265	-0.9992	-0.5587	-0.5199	-1.2652	-1.2941
	Rcpf	0.8021	0.5476	0.8015	3.2540	-15.9925	2.4816	1.1578	1.7421	6.5869	0.9090
	Rcpr	-2.4179	-1.5234	-2.3234	-0.8198	-1.3325	-1.3082	-0.4346	-0.6882	-0.7814	-2.9408
	Dcp	0.2567	0.2629	0.2565	0.2870	0.1615	0.2258	0.2738	0.2651	0.2790	0.2853
	TL	2.9138	2.8860	2.9148	2.7235	2.9636	2.8174	2.4430	2.4859	2.9732	2.8625

【0102】

次に、本発明の内視鏡用対物レンズが適用される内視鏡の実施形態について図 2 1 ～ 図

10

20

30

40

50

23を参照しながら説明する。図21にはその内視鏡の概略的な全体構成図を示す。図21に示す内視鏡100は、主として、操作部102と、挿入部104と、コネクタ部（不図示）と接続されるユニバーサルコード106とを備える。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の先端には先端部110が連結されている。湾曲部108は、先端部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に設けられた湾曲操作ノブ109を回動させることにより湾曲操作が可能となっている。

【0103】

図22に、挿入部104の長軸方向に垂直な面での先端部110の先端の平面図を示す。先端部110の先端面には、内視鏡用対物レンズ1の外面である観察窓3と、観察窓3の両側に配置されて照明光を照射するための2つの照明窓4と、処置具挿入口5と、送気・送水ノズル6とが設けられている。

【0104】

図23に、図22のA-A線断面での先端部110の要部断面図を示す。先端部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1と、内視鏡用対物レンズ1の像側の光路を略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。なお、図23では内視鏡用対物レンズ1は概念的に図示されており、内視鏡用対物レンズ1による観察光学系の光軸を一点鎖線で示している。固体撮像素子8は、その撮像面が内視鏡用対物レンズ1の像面に一致するように配置されている。内視鏡用対物レンズ1により形成された光学像は、固体撮像素子8により撮像されて、電気信号に変換される。

【0105】

以上、実施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、各レンズの曲率半径、面間隔、屈折率、アッペ数、非球面係数は、上記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。

【符号の説明】

【0106】

- 1 内視鏡用対物レンズ
- 3 観察窓
- 4 照明窓
- 5 処置具挿入口
- 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
- 100 内視鏡
- 102 操作部
- 104 挿入部
- 106 ユニバーサルコード
- 107 軟性部
- 108 湾曲部
- 109 湾曲操作ノブ
- 110 先端部
- B0 軸上光束B0
- B1 最大画角の軸外光束
- G1 第1レンズ群
- G2 第2レンズ群

10

20

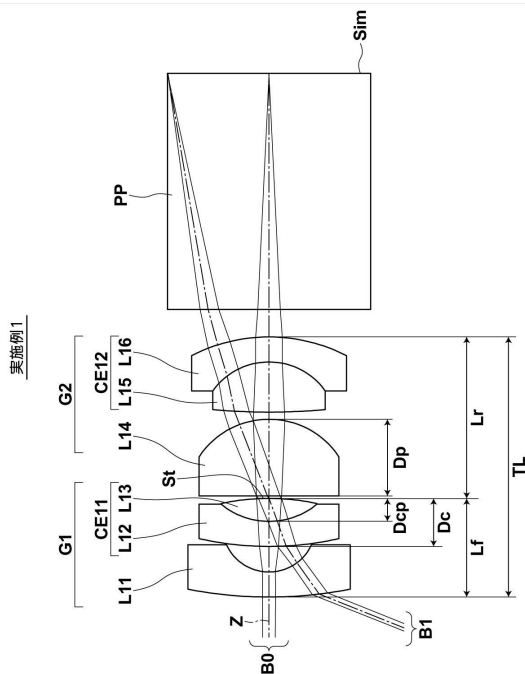
30

40

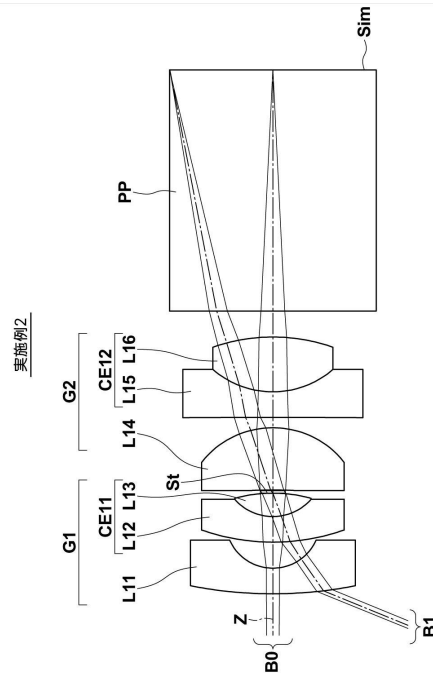
50

L 1 1 ~ L 1 6、L 2 1 ~ L 2 5、L 3 1 ~ L 3 4 レンズ
 C E 1 1、C E 1 2、C E 2 1、C E 3 2 接合レンズ
 P P 光学部材
 S i m 像面
 S t 開口絞り
 Z 光軸

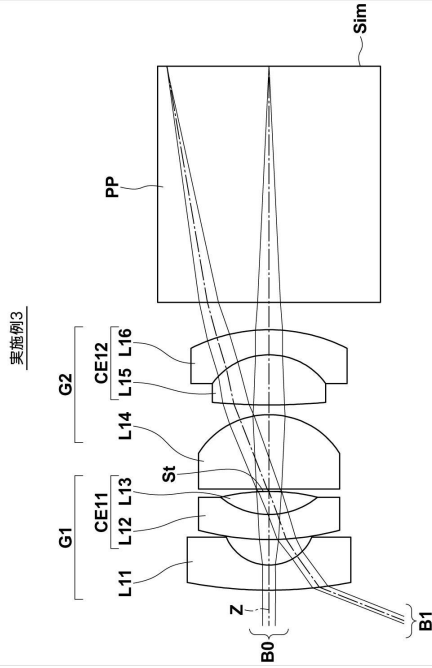
【図 1】



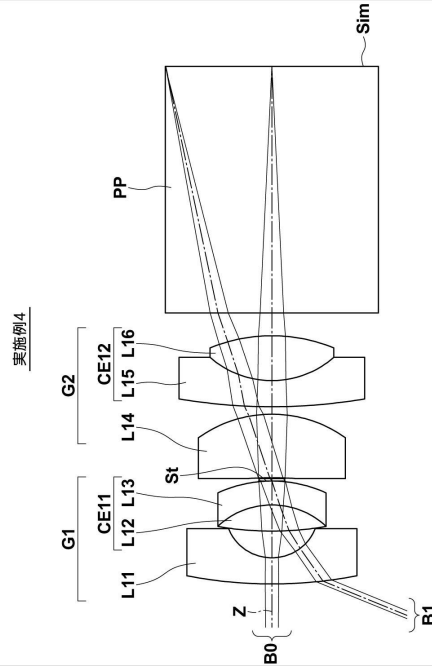
【図 2】



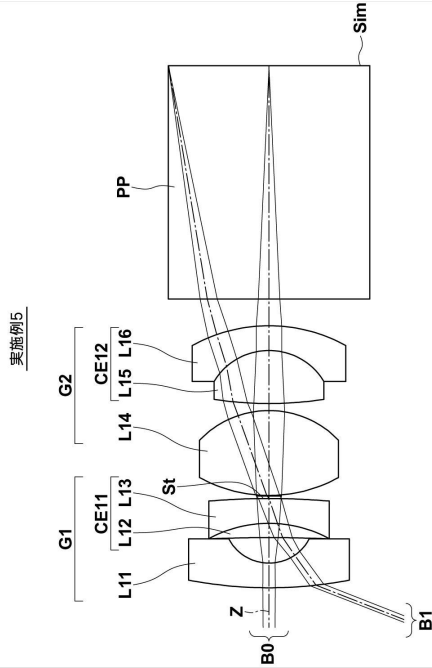
【図 3】



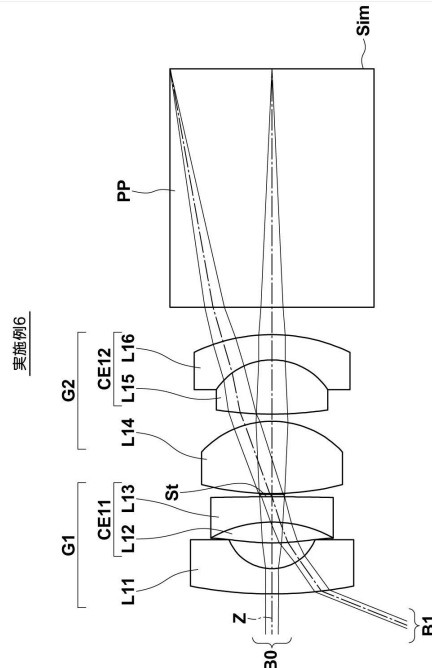
【図 4】



【図 5】

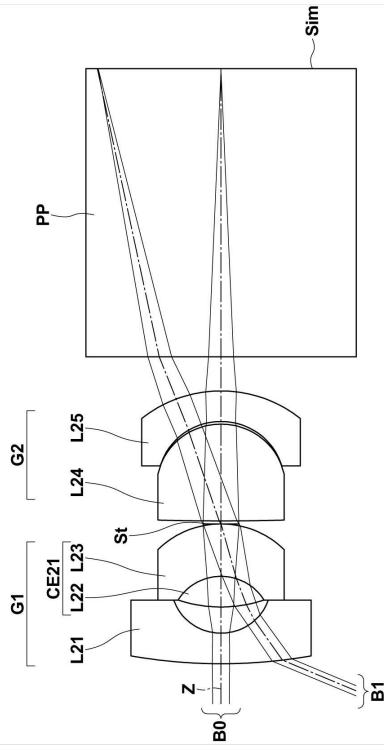


【図 6】



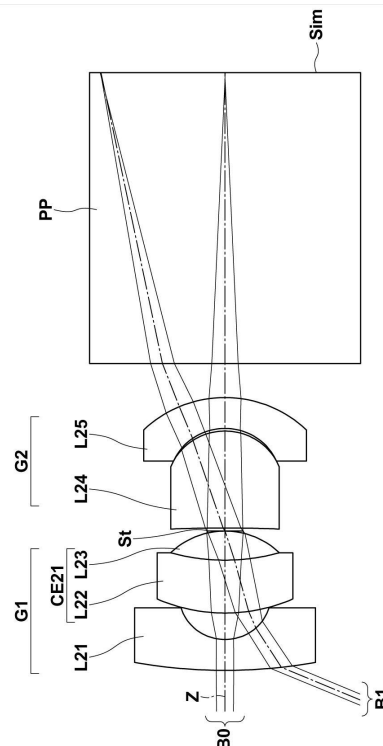
【図 7】

実施例 7



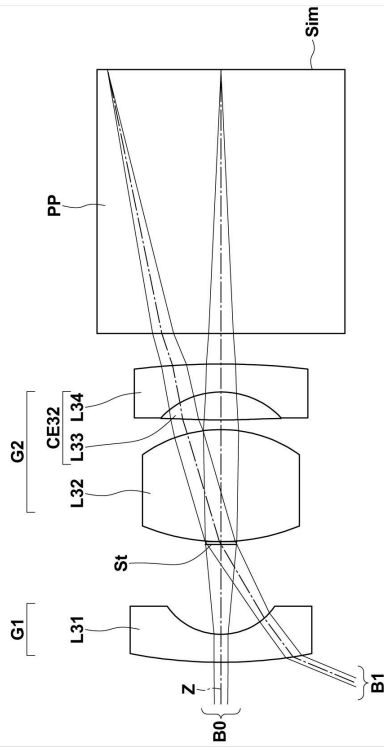
【図 8】

実施例 8



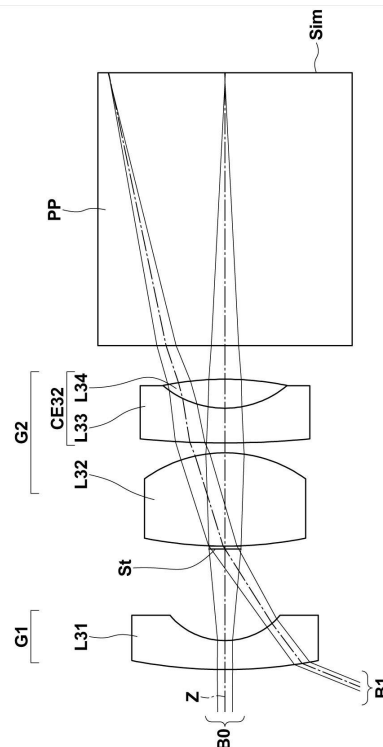
【図 9】

実施例 9



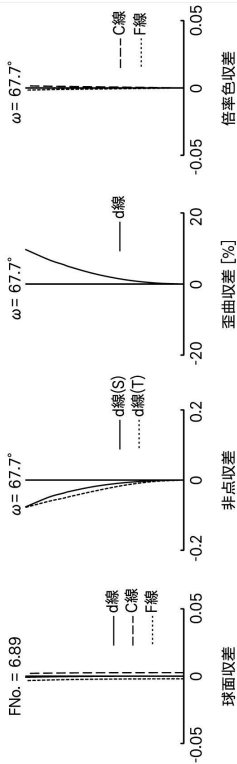
【図 10】

実施例 10



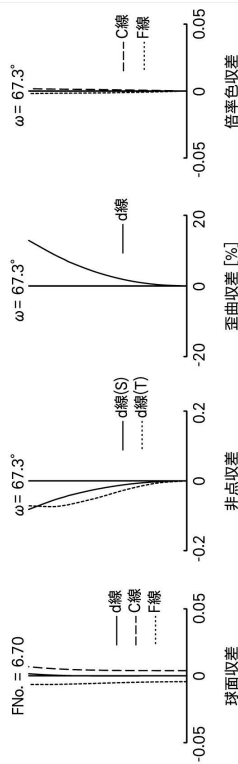
【図 1 1】

実施例1



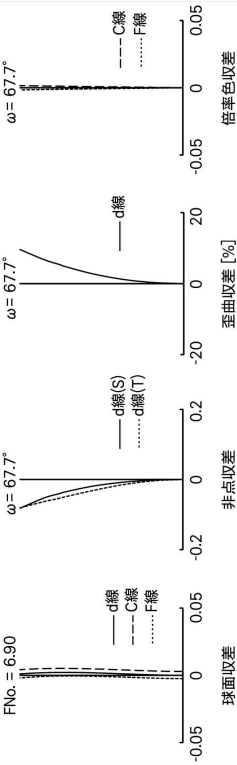
【図 1 2】

実施例2



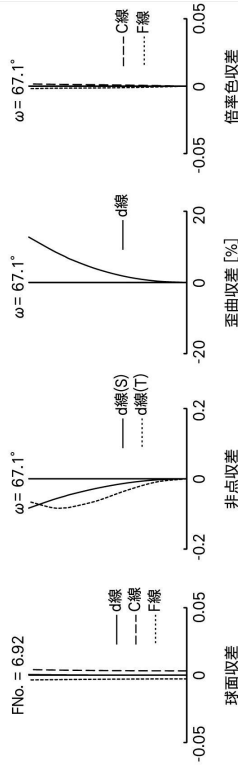
【図 1 3】

実施例3



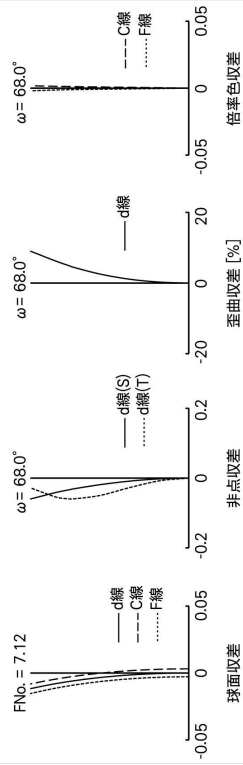
【図 1 4】

実施例4



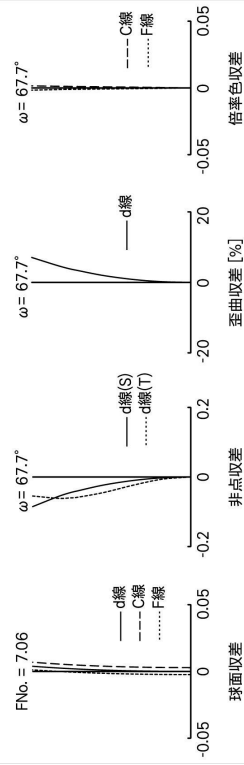
【図 15】

実施例5



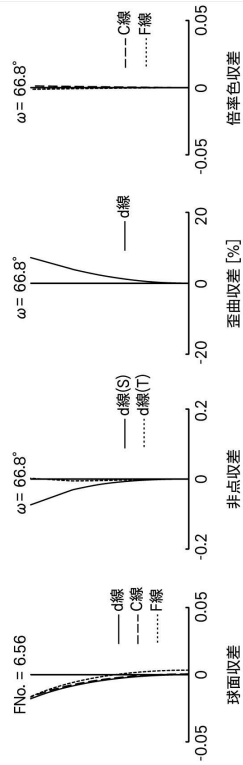
【図 16】

実施例6



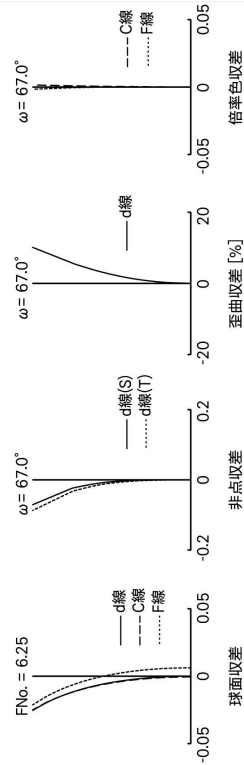
【図 17】

実施例7

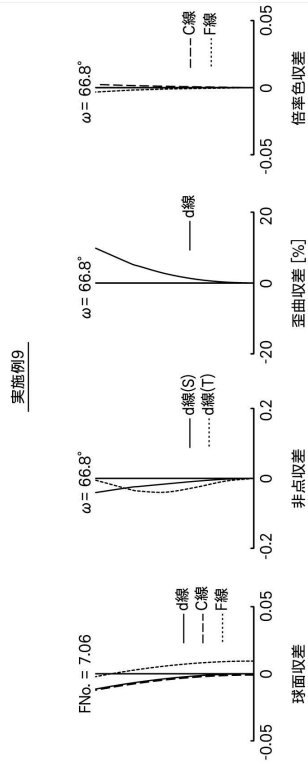


【図 18】

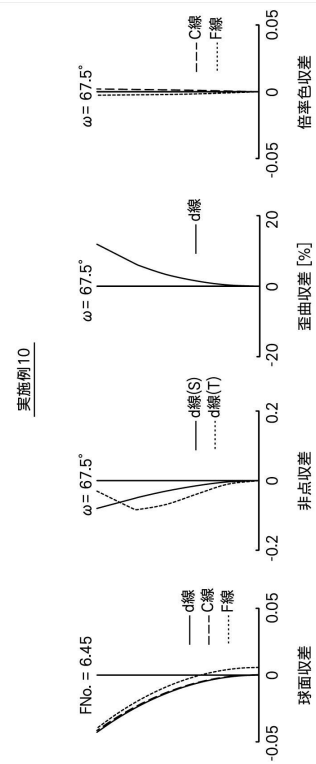
実施例8



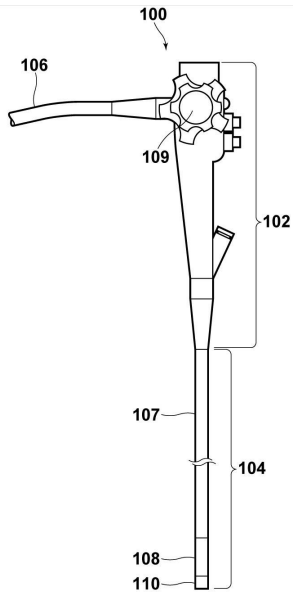
【図 19】



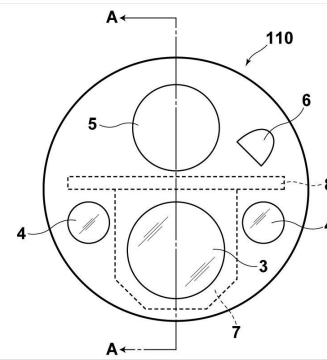
【図 20】



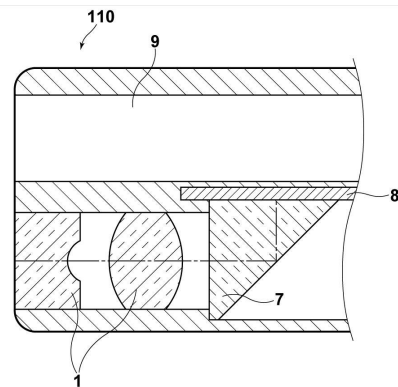
【図 21】



【図 22】



【図 23】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-330019 (JP, A)
特開2000-330024 (JP, A)
特開2003-295058 (JP, A)
特開2004-021158 (JP, A)
特表平10-513270 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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

专利名称(译)	内窥镜和内窥镜的物镜		
公开(公告)号	JP6195808B2	公开(公告)日	2017-09-13
申请号	JP2014136509	申请日	2014-07-02
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	原田惠介		
发明人	原田 惠介		
IPC分类号	G02B13/04 G02B13/18 G02B23/26 A61B1/00		
CPC分类号	G02B23/243		
FI分类号	G02B13/04 G02B13/18 G02B23/26.C A61B1/00.731 A61B1/00.300.Y		
F-TERM分类号	2H040/CA23 2H040/CA24 2H040/DA12 2H040/GA02 2H087/KA10 2H087/LA03 2H087/PA03 2H087/PA04 2H087/PA18 2H087/PA19 2H087/PB04 2H087/PB05 2H087/PB06 2H087/QA02 2H087/QA07 2H087/QA17 2H087/QA21 2H087/QA22 2H087/QA25 2H087/QA26 2H087/QA34 2H087/QA37 2H087/QA41 2H087/QA42 2H087/QA45 2H087/QA46 2H087/RA05 2H087/RA12 2H087/RA13 2H087/RA32 2H087/RA41 2H087/UA01 4C161/AA00 4C161/BB00 4C161/CC06 4C161/DD03 4C161/FF40		
代理人(译)	佐久间刚		
审查员(译)	堀井浩二		
其他公开文献	JP2016014754A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：为内窥镜提供物镜，其中实现了小型化，薄化，良好的光学性能，并且内窥镜配备有用于内窥镜的物镜。 解决方案：用于内窥镜的物镜基本上由物体侧依次包括负的第一透镜组G1，光圈和正的第二透镜组G2。第一透镜组G1和第二透镜G2中的至少一个仅具有一对胶合透镜，其中正透镜和负透镜被粘合。整个系统包括一个正单镜头。整个系统的焦距，正单透镜的中心厚度，胶合透镜的中心厚度，从最靠近物体侧的透镜表面到光阑的距离，从光阑到最靠近像侧的透镜表面的距离到。

(19) 日本国特許庁(JP)	(12) 特 許 公 報(B2)	(11) 特許番号 特許第6195808号 (P6195808)
(45) 発行日 平成29年9月13日 (2017. 9. 13)	(24) 登録日 平成29年8月25日 (2017. 8. 25)	
(51) Int. Cl.	F 1	
G 0 2 B 13/04 (2006. 01)	G 0 2 B 13/04	
G 0 2 B 13/18 (2006. 01)	G 0 2 B 13/18	
G 0 2 B 23/26 (2006. 01)	G 0 2 B 23/26	C
A 6 1 B 1/00 (2006. 01)	A 6 1 B 1/00	7 3 1
請求項の数 20 (全 32 頁)		
(21) 出願番号 特許2014-136509 (P2014-136509)	(73) 特許権者 306037311	
(22) 出願日 平成26年7月2日 (2014. 7. 2)	富士フイルム株式会社	
(65) 公開番号 特許2016-14754 (P2016-14754A)	東京都港区西麻布2丁目2番30号	
(43) 公開日 平成28年1月28日 (2016. 1. 28)	110001519	
審査請求日 平成28年8月25日 (2016. 8. 25)	特許業務法人太陽国際特許事務所	
	100073184	
	弁理士 柳田 征史	
	100090468	
	弁理士 佐久間 剛	
	(72) 発明者 原田 恵介	
	埼玉県さいたま市北区榎竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内	
	審査官 堀井 康司	
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