

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02013/069265

発行日 平成27年4月2日 (2015.4.2)

(43) 国際公開日 平成25年5月16日 (2013.5.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 13/04 (2006.01)	G02B 13/04	2H040
G02B 23/26 (2006.01)	G02B 23/26 C	2H087
A61B 1/00 (2006.01)	A61B 1/00 300Y	4C161

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 27 頁)

出願番号 特願2013-542841 (P2013-542841)	(71) 出願人 306037311 富士フイルム株式会社 東京都港区西麻布2丁目26番30号
(21) 国際出願番号 PCT/JP2012/007124	(74) 代理人 100073184 弁理士 柳田 征史
(22) 国際出願日 平成24年11月7日 (2012.11.7)	(74) 代理人 100090468 弁理士 佐久間 剛
(11) 特許番号 特許第5567224号 (P5567224)	(72) 発明者 山本 力 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
(45) 特許公報発行日 平成26年8月6日 (2014.8.6)	Fターム(参考) 2H040 BA05 CA23 CA24
(31) 優先権主張番号 特願2011-245362 (P2011-245362)	
(32) 優先日 平成23年11月9日 (2011.11.9)	
(33) 優先権主張国 日本国(JP)	

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) 【要約】

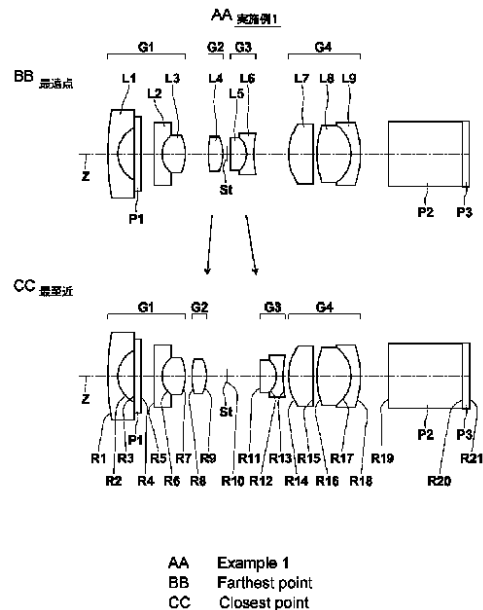
内視鏡用対物レンズにおいて、有意な拡大観察効果を得ながら、収差変動、特に色収差の変動を少なくし、良好に収差補正する。

最も物体側のレンズ群を除く少なくとも1つの負レンズ群を光軸(Z)に沿って移動させることにより最遠点物体から最至近物体へ焦点合わせを行うように構成されている。焦点合わせの際に移動する1つの負レンズ群は、正レンズおよび負レンズが物体側からこの順に接合された接合レンズからなり、この接合レンズの接合面は物体側に凹面を向けている。最至近物体、最遠点物体に合焦時の全系の焦点距離をそれぞれ f_t 、 f_w とし、前記接合レンズの負レンズ、正レンズのアッペ数をそれぞれ n 、 p としたとき、下記条件式(1)、(2)を満足する。

$$1.1 \quad f_t / f_w \quad (1)$$

$$0 < n - p \quad (2)$$

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

最も物体側のレンズ群を除く少なくとも1つのレンズ群を光軸に沿って移動させることにより最遠点物体から最至近物体へ焦点合わせを行うように構成され、

前記焦点合わせの際に移動するレンズ群のうち1つは負レンズ群であり、

該負レンズ群は、正レンズおよび負レンズが物体側からこの順に接合された接合レンズからなり、該接合レンズの接合面は物体側に凹面を向けており、

下記条件式(1)、(2)を満足することを特徴とする内視鏡用対物レンズ。

$$1.1 \quad f_t / f_w \quad \dots \quad (1)$$

$$0 < n - p \quad \dots \quad (2)$$

10

ただし、

f_t : 最至近物体に合焦時の全系の焦点距離

f_w : 最遠点物体に合焦時の全系の焦点距離

n : 前記接合レンズを構成する負レンズの d 線に対するアッベ数

p : 前記接合レンズを構成する正レンズの d 線に対するアッベ数

【請求項 2】

下記条件式(3)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。

$$-2.0 < 1 / (P_c \times f_w) < 0 \quad \dots \quad (3)$$

ただし、

P_c : 前記接合レンズの接合面の屈折力

20

【請求項 3】

最も物体側のレンズ群を除く少なくとも1つのレンズ群を光軸に沿って移動させることにより最遠点物体から最至近物体へ焦点合わせを行うように構成され、

前記焦点合わせの際に移動するレンズ群のうち1つは負レンズ群であり、

該負レンズ群は、正レンズおよび負レンズが物体側からこの順に接合された接合レンズからなり、該接合レンズの接合面は物体側に凹面を向けており、

下記条件式(1)、(3)を満足することを特徴とする内視鏡用対物レンズ。

$$1.1 \quad f_t / f_w \quad \dots \quad (1)$$

$$-2.0 < 1 / (P_c \times f_w) < 0 \quad \dots \quad (3)$$

30

ただし、

f_t : 最至近物体に合焦時の全系の焦点距離

f_w : 最遠点物体に合焦時の全系の焦点距離

P_c : 前記接合レンズの接合面の屈折力

【請求項 4】

下記条件式(4)を満足することを特徴とする請求項1から3のいずれか1項記載の内視鏡用対物レンズ。

$$-5 < f_n / f_w < -1.2 \quad \dots \quad (4)$$

ただし、

f_n : 前記負レンズ群の焦点距離

【請求項 5】

下記条件式(5)を満足することを特徴とする請求項1から4のいずれか1項記載の内視鏡用対物レンズ。

$$1.5 < b_f / f_w < 5.0 \quad \dots \quad (5)$$

ただし、

b_f : 全系のバックフォーカス(空気換算距離)

【請求項 6】

前記焦点合わせの際に、前記負レンズ群のみが光軸に沿って移動するように構成されていることを特徴とする請求項1から5のいずれか1項記載の内視鏡用対物レンズ。

【請求項 7】

前記焦点合わせの際に、前記負レンズ群および少なくとも1つの正レンズ群が光軸に沿

50

って移動するように構成されていることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項記載の内視鏡用対物レンズ。

【請求項 8】

物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群との実質的に 4 つのレンズ群からなることを特徴とする請求項 1 から 5、7 のいずれか 1 項記載の内視鏡用対物レンズ。

【請求項 9】

前記最も物体側のレンズ群が、負の屈折力を有する単レンズと、負レンズおよび正レンズが接合された接合レンズとを有することを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項記載の内視鏡用対物レンズ。

10

【請求項 10】

前記最も物体側のレンズ群が、負レンズおよび正レンズが接合された接合レンズを有し、
下記条件式 (6) を満足することを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項記載の内視鏡用対物レンズ。

$$-2.0 < f_{23} / f_w < 0 \quad \dots \quad (6)$$

ただし、

f_{23} : 前記最も物体側のレンズ群が有する前記接合レンズの焦点距離

【請求項 11】

下記条件式 (1B) を満足することを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれか 1 項記載の内視鏡用対物レンズ。

$$1.4 < f_t / f_w \quad \dots \quad (1B)$$

【請求項 12】

下記条件式 (2B) を満足することを特徴とする請求項 1 から 11 のいずれか 1 項記載の内視鏡用対物レンズ。

$$5 < n - p \quad \dots \quad (2B)$$

ただし、

n : 前記接合レンズを構成する負レンズの d 線に対するアッベ数

p : 前記接合レンズを構成する正レンズの d 線に対するアッベ数

30

【請求項 13】

下記条件式 (3B) を満足することを特徴とする請求項 1 から 12 のいずれか 1 項記載の内視鏡用対物レンズ。

$$-1.0 < 1 / (P_c \times f_w) < -2 \quad \dots \quad (3B)$$

ただし、

P_c : 前記接合レンズの接合面の屈折力

【請求項 14】

下記条件式 (4A) を満足することを特徴とする請求項 1 から 13 のいずれか 1 項記載の内視鏡用対物レンズ。

$$-4 < f_n / f_w < -1.5 \quad \dots \quad (4A)$$

40

ただし、

f_n : 前記負レンズ群の焦点距離

【請求項 15】

下記条件式 (5B) を満足することを特徴とする請求項 1 から 14 のいずれか 1 項記載の内視鏡用対物レンズ。

$$2.0 < b_f / f_w < 3.0 \quad \dots \quad (5B)$$

ただし、

b_f : 全系のバックフォーカス (空気換算距離)

【請求項 16】

前記最も物体側のレンズ群が、負レンズおよび正レンズが接合された接合レンズを有し

50

、
 下記条件式(6A)を満足することを特徴とする請求項1から15のいずれか1項記載の内視鏡用対物レンズ。

$$-1.5 < f_{23} / f_w < -1.5 \dots (6A)$$

ただし、

f_{23} ：前記最も物体側のレンズ群が有する接合レンズの焦点距離

【請求項17】

請求項1から16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】

10

【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、より詳しくは、系内の一部のレンズ群を移動させることにより最遠点物体から最至近物体へ焦点合わせを行う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】

内視鏡では、広い範囲を全体的に観察したいという要望と、全体的な観察において発見された患部等を部分的に詳細に観察したいという要望があり、従前の多くは、被写界深度の深い固定焦点レンズを用いることによりこのような要望に対応していた。ところが、内視鏡の流れとして、高画素化・広角化の傾向があることや、内視鏡で撮像した画像を取り込んだ際の解析や観察が行われることから、さらなる画質の向上が望まれるようになった。

20

【0003】

このような状況を鑑み、内視鏡の使用状態として、全体的な観察に適した遠点側観察状態(ワイド)と、部分的な観察に適した至近側拡大観察状態(テレ)との切換え使用が可能な内視鏡対物レンズが用いられるようになった。その従来例として、例えば下記特許文献1~3に記載の対物レンズが知られている。

【0004】

特許文献1には、負・正・負・正の順にパワー配列された4群構成からなり、そのうちの第3群を移動させることで上記切換えを行う対物レンズが記載されている。下記特許文献2には、負・正・負・正の順にパワー配列された4群構成からなり、そのうちの第3レンズ群と、第2レンズ群もしくは第4レンズ群のいずれか一方とを移動させることで上記切換えを行う対物レンズが記載されている。下記特許文献3には、正・負・正の順にパワー配列された3群構成からなり、そのうちの第2群を移動させることで上記切換えを行う対物レンズが記載されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許番号第2876252号公報

【特許文献2】特開2001-91832号公報

40

【特許文献3】特開2009-294496号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記特許文献1、2に記載の従来例は、移動するレンズ群が単レンズからなるものが大半であり、このようなレンズ系では、レンズ移動による収差変動、特に色収差の変動を補正しきれない。上記分野のレンズ系の色収差補正は、移動するレンズ群のうち負レンズ群による影響が大きく、レンズ移動による色収差の変動を抑制するためには、移動するレンズを接合レンズにすることが好ましい。これらの事情から、移動する負レンズ群に接合レンズを持たせた構成が考えられる。

50

【0007】

上記特許文献3の実施例3と上記特許文献1の実施例8では、移動する負レンズ群に正レンズと負レンズを物体側からこの順に接合した接合レンズを使用している。しかしながら、上記特許文献3の実施例3は、最遠点観察状態の焦点距離と最至近観察状態の焦点距離の変化が小さく拡大効果が小さい。また上記特許文献1の実施例8は、最遠点観察状態の焦点距離と最至近観察状態の焦点距離の変化は比較的大きく取られているが、レンズ移動による色収差の変動を十分補正できていない。

【0008】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、有意な拡大観察効果を得ることができ、収差変動、特に色収差の変動が少なく、良好に収差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を目的とするものである。

10

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の第1の内視鏡用対物レンズは、最も物体側のレンズ群を除く少なくとも1つのレンズ群を光軸に沿って移動させることにより最遠点物体から最至近物体へ焦点合わせを行うように構成され、焦点合わせの際に移動するレンズ群のうち1つは負レンズ群であり、該負レンズ群は、正レンズおよび負レンズが物体側からこの順に接合された接合レンズからなり、該接合レンズの接合面は物体側に凹面を向けており、下記条件式(1)、(2)を満足することを特徴とするものである。

$$1.1 \quad f_t / f_w \quad \dots \quad (1)$$

$$0 < n - p \quad \dots \quad (2)$$

20

ただし、

f_t : 最至近物体に合焦時の全系の焦点距離

f_w : 最遠点物体に合焦時の全系の焦点距離

n : 前記接合レンズを構成する負レンズのd線に対するアッペ数

p : 前記接合レンズを構成する正レンズのd線に対するアッペ数

【0010】

本発明の第1の内視鏡用対物レンズにおいては、下記条件式(3)を満足することが好ましい。

$$-20 < 1 / (P_c \times f_w) < 0 \quad \dots \quad (3)$$

30

ただし、

P_c : 前記接合レンズの接合面の屈折力

【0011】

本発明の第2の内視鏡用対物レンズは、最も物体側のレンズ群を除く少なくとも1つのレンズ群を光軸に沿って移動させることにより最遠点物体から最至近物体へ焦点合わせを行うように構成され、焦点合わせの際に移動するレンズ群のうち1つは負レンズ群であり、該負レンズ群は、正レンズおよび負レンズが物体側からこの順に接合された接合レンズからなり、該接合レンズの接合面は物体側に凹面を向けており、下記条件式(1)、(3)を満足することを特徴とするものである。

$$1.1 \quad f_t / f_w \quad \dots \quad (1)$$

$$-20 < 1 / (P_c \times f_w) < 0 \quad \dots \quad (3)$$

40

ただし、

f_t : 最至近物体に合焦時の全系の焦点距離

f_w : 最遠点物体に合焦時の全系の焦点距離

P_c : 前記接合レンズの接合面の屈折力

【0012】

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。

$$0 < n - p \quad \dots \quad (2)$$

ただし、

50

n : 前記負レンズ群の接合レンズを構成する負レンズの d 線に対するアッペ数

p : 前記負レンズ群の接合レンズを構成する正レンズの d 線に対するアッペ数

【0013】

また、本発明の第1、第2の内視鏡用対物レンズにおいては、上記条件式(1)に代えて下記条件式(1A)を満たすことがより好ましく、下記条件式(1B)を満たすことがさらにより好ましい。

$$1.2 \quad f_t / f_w \quad \dots \quad (1A)$$

$$1.4 \quad f_t / f_w \quad \dots \quad (1B)$$

【0014】

また、本発明の第1、第2の内視鏡用対物レンズにおいては、上記条件式(2)に代えて下記条件式(2A)を満たすことがより好ましく、下記条件式(2B)を満たすことがさらにより好ましい。

$$3 < n - p \quad \dots \quad (2A)$$

$$5 < n - p \quad \dots \quad (2B)$$

【0015】

また、本発明の第1、第2の内視鏡用対物レンズにおいては、上記条件式(3)に代えて下記条件式(3A)を満たすことがより好ましく、下記条件式(3B)を満たすことがさらにより好ましい。

$$-1.5 < 1 / (P_c \times f_w) < -1 \quad \dots \quad (3A)$$

$$-10 < 1 / (P_c \times f_w) < -2 \quad \dots \quad (3B)$$

【0016】

また、本発明の第1、第2の内視鏡用対物レンズにおいては、焦点合わせの際に、負レンズ群のみが光軸に沿って移動するように構成されていてもよい。あるいは、本発明の第1、第2の内視鏡用対物レンズにおいては、焦点合わせの際に、負レンズ群および少なくとも1つの正レンズ群が光軸に沿って移動するように構成されていてもよい。

【0017】

例えば、本発明の第1、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、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群との実質的に4つのレンズ群からなるように構成することができる。

【0018】

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く、下記条件式(4A)を満たすことがより好ましい。

$$-5 < f_n / f_w < -1.2 \quad \dots \quad (4)$$

$$-4 < f_n / f_w < -1.5 \quad \dots \quad (4A)$$

ただし、

f_n : 前記負レンズ群の焦点距離

【0019】

また、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(5)を満足することが好ましく、下記条件式(5A)を満たすことがより好ましい。

$$1.5 < b f / f_w < 5.0 \quad \dots \quad (5)$$

$$2.0 < b f / f_w < 4.0 \quad \dots \quad (5A)$$

$$2.0 < b f / f_w < 3.0 \quad \dots \quad (5B)$$

ただし、

$b f$: 全系のバックフォーカス(空気換算距離)

【0020】

また、本発明の第1、第2の内視鏡用対物レンズにおいては、最も物体側のレンズ群が、負の屈折力を有する単レンズと、負レンズおよび正レンズが接合された接合レンズとを有することが好ましい。

【0021】

10

20

30

40

50

本発明の第 1、第 2 の内視鏡用対物レンズにおいては、最も物体側のレンズ群が、負レンズと正レンズが接合された接合レンズを有する場合は、下記条件式 (6) を満足することが好ましく、下記条件式 (6A) を満たすことがより好ましい。

$$-20 < f_{23} / f_w < 0 \quad \dots \quad (6)$$

$$-1.5 < f_{23} / f_w < -1.5 \quad \dots \quad (6A)$$

ただし、

f_{23} : 最も物体側のレンズ群が有する接合レンズの焦点距離

【0022】

なお、「最遠点」とは、観察対象とする物体側の距離範囲のうち最も遠い地点を意味し、「最至近」とは、観察対象とする物体側の距離範囲のうち最も近い地点を意味する。

10

【0023】

なお、上記「レンズ群」とは、必ずしも複数のレンズから構成されるものだけでなく、1枚のレンズのみで構成されるものも含むものとする。

【0024】

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。

【0025】

なお、上述した各レンズや各レンズ群が有する屈折力の符号は、非球面レンズを含むものについては近軸領域で考えるものとする。

【0026】

なお、上記「～実質的に4つのレンズ群からなる」の「実質的に」とは、構成要素として挙げたレンズ群以外に、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、レンズパレル、撮像素子等を含んでもよいことを意図するものである。

20

【0027】

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】

【0028】

本発明の第1の内視鏡用対物レンズは、系内の一部のレンズ群を移動させることにより遠点側観察状態から至近側拡大観察状態への移行が可能であり、条件式(1)を満足するように構成されているため、有意な拡大観察効果を得ることができる。また、本発明の第1の内視鏡用対物レンズは、移動させる負レンズ群を正・負レンズの接合レンズにより構成し、この接合レンズの構成を好適に設定し、特に材質を条件式(2)を満足するように好適に設定しているため、レンズ移動による収差変動、特に色収差の変動を少なくすることができ、良好に収差補正されたものとするることができる。

30

【0029】

本発明の第2の内視鏡用対物レンズは、系内の一部のレンズ群を移動させることにより遠点側観察状態から至近側拡大観察状態への移行が可能であり、条件式(1)を満足するように構成されているため、有意な拡大観察効果を得ることができる。また、本発明の第2の内視鏡用対物レンズは、移動させる負レンズ群を正・負レンズの接合レンズにより構成し、この接合レンズの構成を好適に設定し、特に接合面の屈折力を条件式(3)を満足するように好適に設定しているため、レンズ移動による収差変動、特に色収差の変動を少なくすることができ、良好に収差補正されたものとするることができる。

40

【0030】

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、有意な拡大観察効果を得ることができ、遠点側観察状態から至近側拡大観察状態への移行においても収差変動、特に色収差の変動が少なく、良好な観察像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】本発明の実施例1の内視鏡用対物レンズの構成を示す断面図

50

- 【図 2】本発明の実施例 2 の内視鏡用対物レンズの構成を示す断面図
 【図 3】本発明の実施例 3 の内視鏡用対物レンズの構成を示す断面図
 【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を示す断面図
 【図 6】図 6 (A) ~ 図 6 (H) は本発明の実施例 1 の内視鏡用対物レンズの各収差図
 【図 7】図 7 (A) ~ 図 7 (H) は本発明の実施例 2 の内視鏡用対物レンズの各収差図
 【図 8】図 8 (A) ~ 図 8 (H) は本発明の実施例 3 の内視鏡用対物レンズの各収差図
 【図 9】図 9 (A) ~ 図 9 (H) は本発明の実施例 4 の内視鏡用対物レンズの各収差図
 【図 10】図 10 (A) ~ 図 10 (H) は本発明の実施例 5 の内視鏡用対物レンズの各収差図

10

- 【図 11】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 12】内視鏡の先端硬質部の要部断面図
 【発明を実施するための形態】

【0032】

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。図 1 に、本発明の一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を示す。この図 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。図 1 においては左側が物体側、右側が像側である。

【0033】

本実施形態の内視鏡用対物レンズは、最も物体側のレンズ群を除く少なくとも 1 つのレンズ群を光軸 Z に沿って移動させることにより最遠点物体から最至近物体へ焦点合わせを行うように構成されている。図 1 の上段に最遠点物体に合焦しているとき（以下、最遠点観察状態ともいう）のレンズ構成を示し、図 1 の下段に最至近物体に合焦しているとき（以下、最至近観察状態ともいう）のレンズ構成を示す。

20

【0034】

図 1 に示す例の内視鏡用対物レンズは、物体側から順に配列された、負の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G 4 の 4 つのレンズ群からなり、最遠点観察状態から最至近観察状態への焦点合わせの際には、図 1 の矢印で概略的に表すように、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 の 2 つのレンズ群が移動するように構成されている。

30

【0035】

図 1 に示す例では、第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、負のレンズ L 1、負のレンズ L 2 と正のレンズ L 3 が接合された接合レンズからなる。第 2 レンズ群 G 2 は、1 枚の正のレンズ L 4 からなる。第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に、正のレンズ L 5 と負のレンズ L 6 が接合された接合レンズからなる。第 4 レンズ群 G 4 は、物体側から順に、正のレンズ L 7、正のレンズ L 8 と負のレンズ L 9 が接合された接合レンズからなる。

【0036】

図 1 では、開口絞り S t が第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 の間に配置され、レンズ L 1 とレンズ L 2 の間にフィルタ等を想定した平行平板状の光学部材 P 1 が配置され、第 4 レンズ群 G 4 の像側には光路変換プリズム、フィルタ、カバーガラス等を想定した平行平板状の光学部材 P 2、P 3 が配置された例を示している。しかし、開口絞り S t、光学部材 P 1、P 2、P 3 はいずれも本発明の内視鏡用対物レンズに必須の構成ではない。またこの例では、光学部材 P 3 の像側の面の位置が内視鏡用対物レンズの像面の位置と一致しているが、像面の位置は必ずしもこの例に限定されない。

40

【0037】

本実施形態の内視鏡用対物レンズは、上記焦点合わせの際に最も物体側のレンズ群は固定されている。これは内視鏡では、対物レンズを保護部材無しで内視鏡に搭載し、最も物体側のレンズに光学窓の機能を兼備させることが多く、その場合は気密性を保持するために最も物体側のレンズは可動となるように構成できないことによる。

50

【 0 0 3 8 】

また、本実施形態の内視鏡用対物レンズでは、上記焦点合わせの際に移動するレンズ群のうち1つは負レンズ群となるように構成される。そして、この負レンズ群は、正レンズおよび負レンズが物体側からこの順に接合された接合レンズからなり、該接合レンズの接合面は物体側に凹面を向けているように構成される。

【 0 0 3 9 】

レンズ移動による収差変動、特に色収差の変動は、移動するレンズ群のうち負レンズ群による影響が大きい。この移動する負レンズ群を接合レンズからなるように構成することで、レンズ移動による色収差の変動の抑制を行うことができる。

【 0 0 4 0 】

なお、内視鏡では、全系の最も物体側のレンズは広角化のためにパワーの強い負レンズになるため、移動するレンズ群に含まれる負レンズを用いて接合レンズを形成する場合、物体側から正レンズ、負レンズの順となるように接合することでレンズ系全体の収差補正に有利となる。

【 0 0 4 1 】

さらに、この移動する負レンズ群の接合レンズの接合面を物体側に凹面を向けた形状とすることで、内視鏡用対物レンズに望まれる小型化を図りながら負のパワーを有する接合面での収差補正を効果的に行い、レンズ系全体の収差補正に有利となる。

【 0 0 4 2 】

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

$$1.1 \quad f_t / f_w \quad \dots \quad (1)$$

ただし、

f_t : 最至近物体に合焦時の全系の焦点距離

f_w : 最遠点物体に合焦時の全系の焦点距離

【 0 0 4 3 】

条件式(1)の f_t / f_w は、拡大率を示すものであり、条件式(1)の下限を下回ると、拡大率の低下を招き、有意な拡大観察効果が得られなくなる。条件式(1)を満たすことで、有意な拡大観察効果を得ることが可能となる。

【 0 0 4 4 】

なお、より有意な拡大観察効果を得るためには、下記条件式(1A)を満たすことがより好ましく、下記条件式(1B)を満たすことがさらに好ましい。下記条件式(1A)、(1B)を満たす場合は高い拡大観察効果を得ることができる。

$$1.2 \quad f_t / f_w \quad \dots \quad (1A)$$

$$1.4 \quad f_t / f_w \quad \dots \quad (1B)$$

【 0 0 4 5 】

また、本実施形態の内視鏡用対物レンズは、下記条件式(2)~(5)のいずれか、または任意の組合せを満足することが好ましい。

$$0 < n - p \quad \dots \quad (2)$$

$$-20 < 1 / (P_c \times f_w) < 0 \quad \dots \quad (3)$$

$$-5 < f_n / f_w < -1.2 \quad \dots \quad (4)$$

$$1.5 < b_f / f_w < 5.0 \quad \dots \quad (5)$$

ただし、

n : 焦点合わせの際に移動する負レンズ群の接合レンズを構成する負レンズの d 線に対するアッペ数

p : 焦点合わせの際に移動する負レンズ群の接合レンズを構成する正レンズの d 線に対するアッペ数

P_c : 焦点合わせの際に移動する負レンズ群の接合レンズの接合面の屈折力

f_w : 最遠点物体に合焦時の全系の焦点距離

f_n : 焦点合わせの際に移動する負レンズ群の焦点距離

10

20

30

40

50

b f : 全系のバックフォーカス (空気換算距離)

【 0 0 4 6 】

条件式 (2) は、移動する負レンズ群の接合レンズを構成する材質の分散特性に関するものである。条件式 (2) の下限を下回ると、レンズ移動による色収差の変動が大きくなる。条件式 (2) を満たすことで、レンズ移動による色収差の変動を良好に抑制することができる。

【 0 0 4 7 】

レンズ移動による色収差の変動をより良好に抑制するためには、下記条件式 (2 A) を満たすことがより好ましく、下記条件式 (2 B) を満たすことがさらにより好ましい。

$$3 < n - p \dots (2A)$$

$$5 < n - p \dots (2B)$$

10

【 0 0 4 8 】

条件式 (3) は、全系に対する移動する負レンズ群の接合面のパワー比に関するものである。条件式 (3) の下限を下回っても上限を上回っても、レンズ移動による色収差の変動が大きくなる。条件式 (3) を満たすことで、レンズ移動による色収差の変動を良好に抑制することができる。

【 0 0 4 9 】

レンズ移動による色収差の変動をより良好に抑制するためには、下記条件式 (3 A) を満たすことがより好ましく、下記条件式 (3 B) を満たすことがさらにより好ましい。

$$-15 < 1 / (Pc \times fw) < -1 \dots (3A)$$

$$-10 < 1 / (Pc \times fw) < -2 \dots (3B)$$

20

【 0 0 5 0 】

条件式 (4) は、全系に対する移動する負レンズ群のパワー比に関するものである。条件式 (4) の下限を下回ると、移動するレンズ群の移動量が増大してレンズ系の大型化につながる。条件式 (4) の上限を上回ると、良好な収差補正が困難になる。条件式 (4) を満たすことで、内視鏡用対物レンズに望まれるコンパクト性を維持しつつ、良好に収差補正することが可能になる。

【 0 0 5 1 】

より小型化とより良好な収差補正のためには、下記条件式 (4 A) を満たすことがより好ましい。

$$-4 < fn / fw < -1.5 \dots (4A)$$

30

【 0 0 5 2 】

条件式 (5) は、バックフォーカスと全系の焦点距離の比に関するものである。近年主流となっている電子内視鏡では、内視鏡用対物レンズと撮像素子の間に光学ローパスフィルタや赤外線カットフィルタ等の各種フィルタが配置されることがある。また、後述するように撮像素子の撮像面が内視鏡の挿入部の長軸方向と平行に配置されるタイプの内視鏡では一般に、内視鏡用対物レンズと撮像素子との間に光路の方向を変換するためのプリズム等の光路変換部材が挿入配置されるため、十分な長さのバックフォーカスが必要となる。条件式 (5) の下限を下回ると、各種フィルタや光路変換部材等を配置するための十分な長さのバックフォーカスを確保することが困難になる。条件式 (5) の上限を上回ると、光学系全長が長くなり、光学系の大型化につながる。条件式 (5) を満たすことで、十分長いバックフォーカスを確保しつつ、光学系の大型化を防止することができる。

40

【 0 0 5 3 】

なお、より長いバックフォーカスと光学系のより小型化のためには、下記条件式 (5 A) を満たすことがより好ましく、下記条件式 (5 B) を満たすことがさらにより好ましい。

$$2.0 < bf / fw < 4.0 \dots (5A)$$

$$2.0 < bf / fw < 3.0 \dots (5B)$$

【 0 0 5 4 】

なお、図 1 に示す例では全系を 4 つのレンズ群から構成し、焦点合わせの際に物体側か

50

ら 2、3 番目の 2 つのレンズ群を移動させるようにしているが、本発明の内視鏡用対物レンズは必ずしもこれに限定されない。全系を構成するレンズ群の数は必ずしも 4 つに限定されない。例えば後述の実施例に示すように、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群、負の屈折力を有する第 2 レンズ群、正の屈折力を有する第 3 レンズ群の 3 つのレンズ群からなる 3 群構成としてもよい。

【0055】

また、本発明の内視鏡用対物レンズでは、焦点合わせの際に移動するレンズ群は、1 つの負レンズ群のみとしてもよく、この場合は、駆動機構を簡素化できる。あるいは、本発明の内視鏡用対物レンズでは、焦点合わせの際に移動するレンズ群は、負レンズ群と少なくとも 1 つの正レンズ群であるようにしてもよく、この場合は、レンズ移動による収差変動、特に色収差の変動を良好に抑制することができる。また、このように焦点合わせの際に移動するレンズ群を 2 つ以上とした場合は、各レンズ群の移動距離に対する合焦速度の設定の自由度を高くすることができ、使用者の使い勝手の良いものとする事ができる。

10

【0056】

ただし、コンパクト性が強く望まれる内視鏡用対物レンズにおいては、レンズ群の移動機構の簡素化も重要であり、例えば、物体側から順に、負、正、負、正のパワー配列からなる 4 群構成では、焦点合わせの際に移動するレンズ群は、正、負レンズ群各々 1 つの計 2 つのレンズ群とすることで、レンズ群の移動機構の簡素化を図りながら、上記のレンズ移動による収差変動の抑制、各レンズ群の移動距離に対する合焦速度の設定の自由度の向上を得ることができる。その場合、移動する正レンズ群としては、移動機構の簡素化のためには第 4 レンズ群 G 4 よりも比較的少ないレンズ枚数で構成しやすい第 2 レンズ群 G 2 を選択することが好ましい。

20

【0057】

一方、物体側から順に、正、負、正のパワー配列からなる 3 群構成とし、焦点合わせの際に負レンズ群のみを移動させるようにした場合は、レンズ移動による収差変動、特に色収差変動を抑制しながら、極力簡素化を図ることができる。

【0058】

また、本実施形態の内視鏡用対物レンズは、負の屈折力を有する単レンズと、負レンズおよび正レンズが接合された接合レンズとを有することが好ましい。これは以下の事情による。内視鏡用対物レンズの最も物体側のレンズは広角化のために強い負のパワーを持つことが多いため単レンズにするのが好ましい。また、焦点合わせの際に移動するレンズ群があることから個々のレンズ群で色収差補正がなされていることが好ましく、特に光線高が高い第 1 レンズ群 G 1 では色収差補正のために接合レンズを有することが好ましい。

30

【0059】

なお、最も物体側のレンズ群が負の屈折力を有する単レンズと、負レンズおよび正レンズが接合された接合レンズとを有する場合、図 1 に示す例のように物体側から順に、負の単レンズ、負レンズおよび正レンズが物体側からこの順に接合された接合レンズとした場合、広角化に有利となる。

【0060】

最も物体側のレンズ群が、負レンズと正レンズが接合された接合レンズを有する場合、下記条件式 (6) を満足することが好ましい。

40

$$-20 < f_{23} / f_w < 0 \quad \dots \quad (6)$$

ただし、

f_{23} : 最も物体側のレンズ群が有する接合レンズの焦点距離

f_w : 最遠点物体に合焦時の全系の焦点距離

【0061】

条件式 (6) は、全系に対する最も物体側のレンズ群が有する接合レンズのパワー比に関するものである。条件式 (6) の下限を下回ると、良好な収差補正が困難になる。条件式 (6) の上限を上回ると、十分な長さのバックフォーカスの確保が困難になる。条件式 (6) を満たすことで、十分な長さのバックフォーカスを確保しつつ、良好に収差補正す

50

ることが可能になる。

【0062】

なお、より長いバックフォーカスとより良好な収差補正のためには、下記条件式(6A)を満たすことがより好ましい。

$$-1.5 < f_{23} / f_w < -1.5 \quad \dots \quad (6A)$$

【0063】

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、直射日光、油脂等にさらされることになる。したがって、このレンズの材質には、耐水性、耐候性、耐酸性、耐薬品性等が高いものを用いることが好ましく、例えば、日本光学硝子工業会が定める粉末耐水性、粉末耐酸性規格の減量率ランク、表面法耐候性ランクが1のものを用いることが好ましい。

10

【0064】

次に、本発明の内視鏡用対物レンズの数値実施例について説明する。

【0065】

[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。

【0066】

実施例1の内視鏡用対物レンズの概略構成は以下のようになっている。すなわち、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群G1、正の屈折力を有する第2レンズ群G2、負の屈折力を有する第3レンズ群G3、正の屈折力を有する第4レンズ群G4の4つのレンズ群が配列されてなり、最遠点物体から最至近物体への焦点合わせの際に、第2レンズ群G2が物体側へ、第3レンズ群G3が像側へそれぞれ光軸Zに沿って移動するように構成されている。開口絞りStが第2レンズ群G2と第3レンズ群G3の間に配置されている。

20

【0067】

第1レンズ群G1は、物体側から順に、負のレンズL1、負のレンズL2、正のレンズL3が配置されて構成されており、レンズL1とレンズL2の間には、フィルタ等を想定した平行平板状の光学部材P1が配置されている。レンズL2とレンズL3は接合されている。第2レンズ群G2は、1枚の正のレンズL4からなる。第3レンズ群G3は、物体側から順に、正のレンズL5、負のレンズL6が配置されて構成されている。レンズL5とレンズL6は接合されている。第4レンズ群G4は、物体側から順に、正のレンズL7、正のレンズL8、負のレンズL9が配置されて構成されている。レンズL8とレンズL9は接合されている。

30

【0068】

表1に、実施例1の内視鏡用対物レンズの詳細な構成を示す。表1の上段の基本レンズデータの表のSiの欄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、...)の面番号を示し、Riの欄はi番目の面の曲率半径を示し、Di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、Ndj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587.6nm)に対する屈折率を示し、djの欄はj番目の光学要素のd線に対するアッペ数を示す。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。

40

【0069】

なお、基本レンズデータには、開口絞りStおよび光学部材P1、P2、P3も含めて示しており、開口絞りStに対応する面の面番号の欄には面番号とともに(St)を記入している。また、焦点合わせの際に間隔が変化する、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔、第2レンズ群G2と開口絞りStの間隔、開口絞りStと第3レンズ群G3の間隔、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4の間隔にはそれぞれ(可変1)、(可変2)、(可変3)、(可変4)と記載している。

50

【 0 0 7 0 】

表 1 の下段の表には、最遠点物体に合焦したとき、最至近物体に合焦したときそれぞれの物体距離と上記（可変 1）、（可変 2）、（可変 3）、（可変 4）の値を示している。

【 0 0 7 1 】

なお、表 1 に示す数値は、最遠点物体に合焦時の全系の焦点距離が 1 となるように規格化されたものである。また、表 1 には、所定の桁でまるめた値を示している。

【 0 0 7 2 】

【表 1】

実施例 1

Si	Ri	Di	Ndj	ν_{dj}
1	6.954	0.314	1.8830	40.8
2	0.873	0.483		
3	∞	0.210	1.6990	30.1
4	∞	0.402		
5	∞	0.244	1.8830	40.8
6	0.714	0.705	1.4388	94.9
7	-1.328	0.698	(可変 1)	
8	2.835	0.440	1.4875	70.2
9	-1.160	0.129	(可変 2)	
10(St)	∞	0.105	(可変 3)	
11	∞	0.489	1.7283	28.5
12	-0.666	0.210	1.8830	40.8
13	3.004	1.057	(可変 4)	
14	1.557	0.747	1.5317	48.8
15	∞	0.119		
16	2.582	1.034	1.4388	94.9
17	-1.074	0.279	1.9229	18.9
18	-2.909	0.861		
19	∞	2.235	1.5592	53.9
20	∞	0.210	1.5163	64.1
21	∞			

10

20

30

	最遠点	最至近
物体距離	9.43	1.29
(可変 1)	0.698	0.208
(可変 2)	0.129	0.619
(可変 3)	0.105	1.002
(可変 4)	1.057	0.160

【 0 0 7 3 】

図 6 (A) ~ 図 6 (D) にそれぞれ、実施例 1 の内視鏡用対物レンズの最遠点観察状態における球面収差、非点収差、歪曲収差（ディストーション）、倍率色収差（倍率の色収差）の各収差図を示す。また、図 6 (E) ~ 図 6 (H) にそれぞれ、実施例 1 の内視鏡用対物レンズの最至近観察状態における球面収差、非点収差、歪曲収差（ディストーション）、倍率色収差（倍率の色収差）の各収差図を示す。

40

【 0 0 7 4 】

球面収差、非点収差、歪曲収差の各収差図には、d 線を基準波長とした収差を示すが、球面収差図には C 線（波長 6 5 6 . 3 nm）、F 線（波長 4 8 6 . 1 nm）についての収差も示している。非点収差図ではサジタル方向、タンジェンシャル方向に関する収差をそれぞれ実線、破線で示している。倍率色収差図では C 線と F 線についての収差を示している。球面収差図の F n o . は F 値を意味し、その他の収差図の は半画角を意味する。歪

50

曲収差は、全系の焦点距離 f 、半画角（変数扱い、 0 ）を用いて、理想像高の大きさを $f \times \tan$ としたとき、この理想像高からのずれ量を示したものである。

【0075】

なお、実施例1の内視鏡用対物レンズの条件式(1)~(6)の対応値は後掲の表6に他の実施例2~5のものと合わせて示す。

【0076】

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2~5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。

【0077】

10

[実施例2]

図2に、実施例2の内視鏡用対物レンズの最遠点観察状態と最至近観察状態のレンズ構成図を示す。実施例2の内視鏡用対物レンズの概略構成は実施例1のものと同様である。表2に、実施例2の内視鏡用対物レンズの詳細な構成を示す。図7(A)~図7(H)に、実施例2の内視鏡用対物レンズの各収差図を示す。

【0078】

【表2】

実施例2

Si	Ri	Di	Ndj	νdj
1	6.341	0.314	1.8830	40.8
2	0.864	0.505		
3	∞	0.209	1.6990	30.1
4	∞	0.578		
5	∞	0.244	1.9037	31.3
6	0.739	0.567	1.4388	94.9
7	-1.547	0.659	(可変1)	
8	3.341	0.478	1.5481	45.8
9	-1.127	0.129	(可変2)	
10(St)	∞	0.105	(可変3)	
11	∞	0.530	1.6990	30.1
12	-0.623	0.209	1.8830	40.8
13	4.895	1.199	(可変4)	
14	1.699	0.735	1.4875	70.2
15	∞	0.149		
16	2.578	0.924	1.4875	70.2
17	-1.280	0.279	1.9229	18.9
18	-4.759	0.876		
19	∞	2.232	1.5592	53.9
20	∞	0.209	1.5163	64.1
21	∞			

20

30

40

	最遠点	最至近
物体距離	9.42	1.29
(可変1)	0.659	0.170
(可変2)	0.129	0.618
(可変3)	0.105	1.136
(可変4)	1.199	0.167

【0079】

[実施例3]

図3に、実施例3の内視鏡用対物レンズの最遠点観察状態と最至近観察状態のレンズ構成

50

成図を示す。実施例 3 の内視鏡用対物レンズの概略構成は以下のようにになっている。すなわち、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 の 3 つのレンズ群が配列されてなり、最遠点物体から最至近物体への焦点合わせの際に、第 2 レンズ群 G 2 のみが像側へ光軸 Z に沿って移動するように構成されている。

【 0 0 8 0 】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、負のレンズ L 1、負のレンズ L 2、正のレンズ L 3、正のレンズ L 4 が配置されて構成されており、レンズ L 1 とレンズ L 2 の間には、フィルタ等を想定した平行平板状の光学部材 P 1 が配置されている。レンズ L 2 とレンズ L 3 は接合されている。第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に、正のレンズ L 5、負のレンズ L 6 が配置されて構成されている。レンズ L 5 とレンズ L 6 は接合されている。第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に、正のレンズ L 7、正のレンズ L 8、負のレンズ L 9 が配置されて構成されている。レンズ L 8 とレンズ L 9 は接合されている。

10

【 0 0 8 1 】

表 3 に、実施例 3 の内視鏡用対物レンズの詳細な構成を示す。図 8 (A) ~ 図 8 (H) に、実施例 3 の内視鏡用対物レンズの各収差図を示す。

【 0 0 8 2 】

【表 3】

実施例 3

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	6.880	0.341	1.8830	40.8
2	1.121	0.431		
3	∞	0.227	1.6990	30.1
4	∞	0.158		
5	-3.914	0.265	1.8830	40.8
6	1.189	0.732	1.5174	52.4
7	-2.517	1.228		
8	2.972	0.460	1.4970	81.5
9	-1.658	0.163	(可変 1)	
10	7.114	0.598	1.6727	32.1
11	-0.841	0.227	1.8830	40.8
12	5.944	1.274	(可変 2)	
13	2.381	0.782	1.5174	52.4
14	-2.607	0.076		
15	12.178	0.853	1.4388	94.9
16	-1.303	0.303	1.9229	18.9
17	-3.350	0.648		
18	∞	2.422	1.5592	53.9
19	∞	0.227	1.5163	64.1
20	∞			

20

30

40

	最遠点	最至近
物体距離	10.22	1.14
(可変 1)	0.163	1.299
(可変 2)	1.274	0.139

【 0 0 8 3 】

[実施例 4]

図 4 に、実施例 4 の内視鏡用対物レンズの最遠点観察状態と最至近観察状態のレンズ構成図を示す。実施例 4 の内視鏡用対物レンズの概略構成は実施例 1 のものと同様である。

表 4 に、実施例 4 の内視鏡用対物レンズの詳細な構成を示す。図 9 (A) ~ 図 9 (H) に

50

、実施例 4 の内視鏡用対物レンズの各収差図を示す。

【 0 0 8 4 】

【 表 4 】

実施例 4

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	7.285	0.328	1.8830	40.8
2	0.821	0.469		
3	∞	0.219	1.6889	31.1
4	∞	0.157		
5	-8.811	0.255	1.9108	35.3
6	0.855	0.885	1.4388	94.9
7	-1.102	0.957	(可変1)	
8	3.929	0.483	1.4875	70.2
9	-1.343	0.135	(可変2)	
10(St)	∞	0.109	(可変3)	
11	∞	0.548	1.8052	25.4
12	-0.602	0.219	1.9108	35.3
13	3.112	1.195	(可変4)	
14	1.563	0.985	1.5182	58.9
15	-8.442	0.145		
16	4.482	0.910	1.4388	94.9
17	-1.060	0.291	1.9229	18.9
18	-2.966	0.892		
19	∞	2.331	1.5592	53.9
20	∞	0.219	1.5163	64.1
21	∞			

10

20

	最遠点	最至近
物体距離	9.83	1.35
(可変1)	0.957	0.211
(可変2)	0.135	0.880
(可変3)	0.109	0.948
(可変4)	1.195	0.356

30

【 0 0 8 5 】

[実施例 5]

図 5 に、実施例 5 の内視鏡用対物レンズの最遠点観察状態と最至近観察状態のレンズ構成図を示す。実施例 5 の内視鏡用対物レンズの概略構成は実施例 1 のものと同様である。表 5 に、実施例 5 の内視鏡用対物レンズの詳細な構成を示す。図 10 (A) ~ 図 10 (H) に、実施例 5 の内視鏡用対物レンズの各収差図を示す。

【 0 0 8 6 】

40

【表 5】
実施例5

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	∞	0.305	1.8830	40.8
2	0.915	0.378		
3	∞	0.203	1.7174	29.5
4	∞	0.383		
5	∞	0.237	1.8830	40.8
6	0.776	0.733	1.4388	94.9
7	-1.203	0.748	(可変1)	
8	2.788	0.446	1.4970	81.5
9	-1.256	0.125	(可変2)	
10(St)	∞	0.102	(可変3)	
11	∞	0.523	1.7552	27.5
12	-0.600	0.203	1.8830	40.8
13	2.604	0.857	(可変4)	
14	1.413	0.722	1.5182	58.9
15	∞	0.257		
16	2.778	0.881	1.4388	94.9
17	-0.968	0.271	1.9229	18.9
18	-2.404	0.837		
19	∞	2.169	1.5592	53.9
20	∞	0.203	1.5163	64.1
21	∞			

10

20

	最遠点	最至近
物体距離	10.51	1.25
(可変1)	0.748	0.199
(可変2)	0.125	0.675
(可変3)	0.102	0.777
(可変4)	0.857	0.181

30

【0087】

表 6 に、上記実施例 1 ~ 5 の上述した条件式 (1) ~ (6) の対応値を示す。実施例 1 ~ 5 は全て条件式 (1) ~ (6) を満たしている。表 6 のデータは基準波長を d 線としたものである。

【0088】

【表 6】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
条件式(1) f_t / f_w	1.52	1.52	1.20	1.58	1.47
条件式(2) $\nu_n - \nu_p$	12.3	10.6	8.7	9.8	13.3
条件式(3) $1 / (P_c \times f_w)$	-4.30	-3.39	-4.00	-5.70	-4.69
条件式(4) f_n / f_w	-1.87	-2.08	-3.41	-2.11	-1.79
条件式(5) bf / f_w	2.33	2.35	2.26	2.26	2.44
条件式(6) f_{23} / f_w	-5.23	-3.64	-3.00	-10.29	-9.89

40

【0089】

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 1 1、図 1 2 を参照しながら説明する。図 1 1 に示す内視鏡 1 0 0 は、主として、操作部 1 0 2 と、挿入部 1 0 4 と、ユニバーサルコード 1 0 6 を引き出すコネクタ部 (図示せず) を備え

50

る。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。

【0090】

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 を回動させることにより湾曲操作が可能となっている。

【0091】

図 12 に先端硬質部 110 の要部断面図を示す。図 12 に示すように、先端硬質部 110 の内部には本実施形態にかかる内視鏡用対物レンズ 1 が配設される。なお、図 12 は、内視鏡用対物レンズ 1 の光軸 Z を含む断面におけるものであり、図 12 では内視鏡用対物レンズ 1 は概念的に図示されている。内視鏡用対物レンズ 1 の像側には光路を 90 度折り曲げるための光路変換プリズム 5 が配置され、光路変換プリズム 5 の像側の面には撮像素子 10 が接合されている。撮像素子 10 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おり、内視鏡用対物レンズ 1 により形成された光学像を撮像して電気信号を出力するものである。図 12 に示すような光路を折り曲げた構成を採用することにより、先端硬質部 110 の下半分に直視型の観察光学系を構成し、先端硬質部 110 の上半分に処置具挿通チャンネル 11 を構成し、細径の挿入部内に多数の要素を配設することができる。

【0092】

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、各レンズ成分の曲率半径、面間隔、屈折率、アッペ数等の値は、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。

【0093】

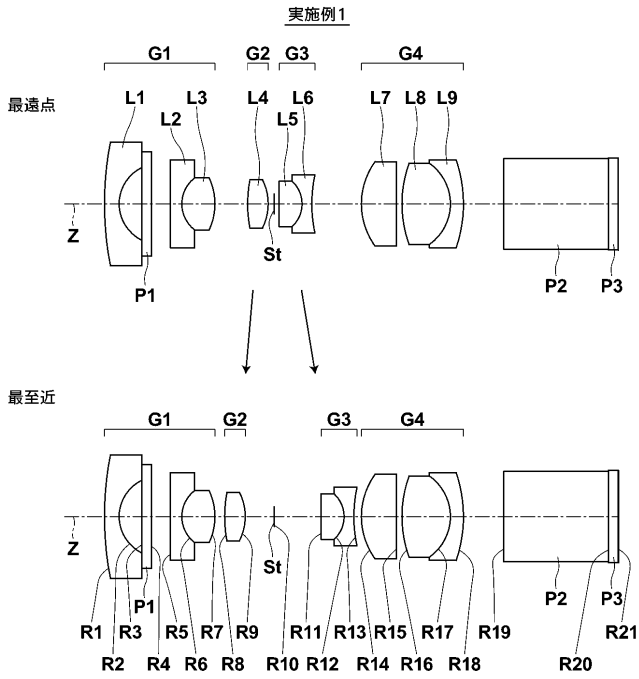
例えば、上述の実施例の内視鏡用対物レンズは全て非球面を用いない屈折レンズにより構成されているが、本発明の内視鏡用対物レンズはこれに限定されない。本発明の内視鏡用対物レンズは、球面の屈折レンズだけでなく、非球面、GRIN レンズ（屈折率分布レンズ）、回折光学素子のいずれか、あるいはこれらの任意の組合せを用いて、色収差や諸収差の補正を行った構成も可能である。

10

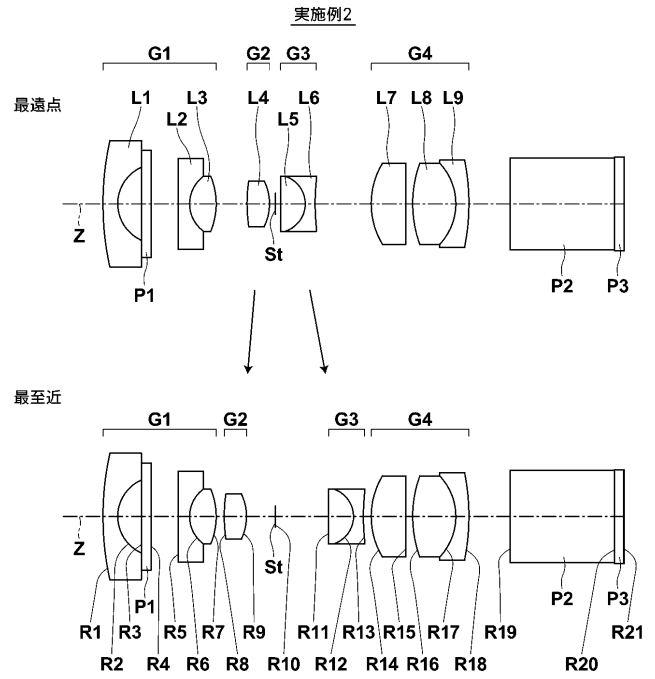
20

30

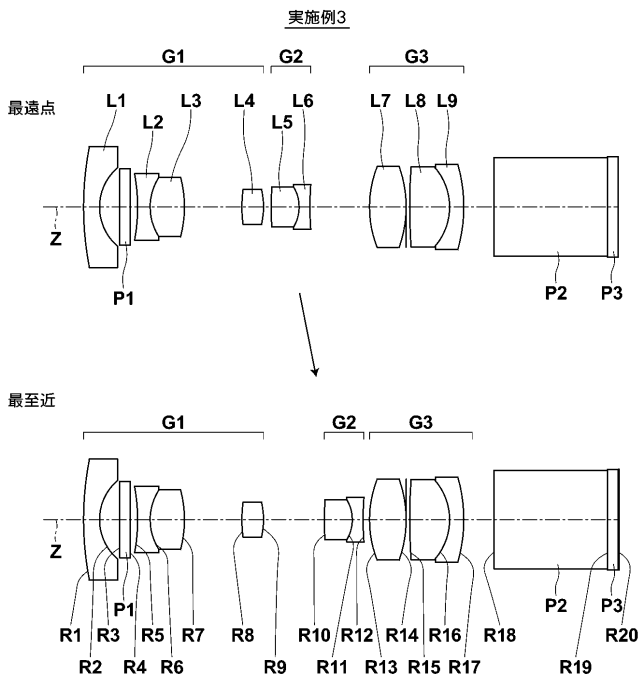
【 图 1 】



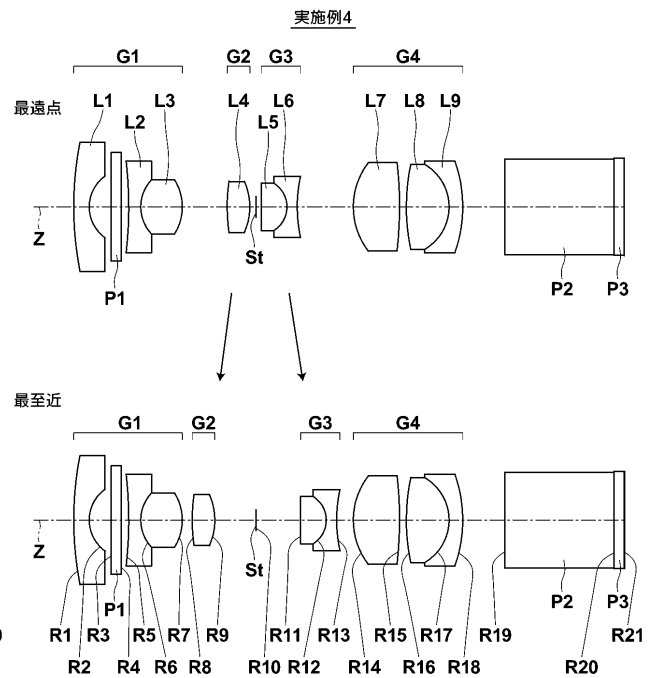
【 图 2 】



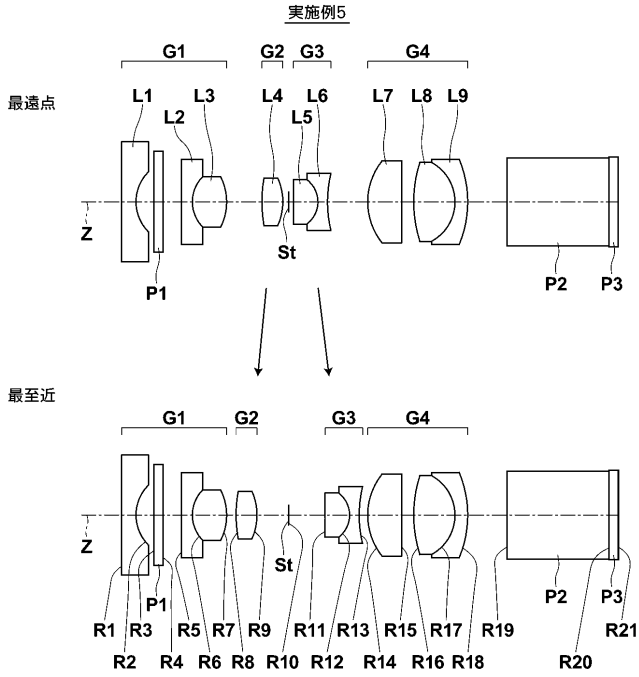
【 图 3 】



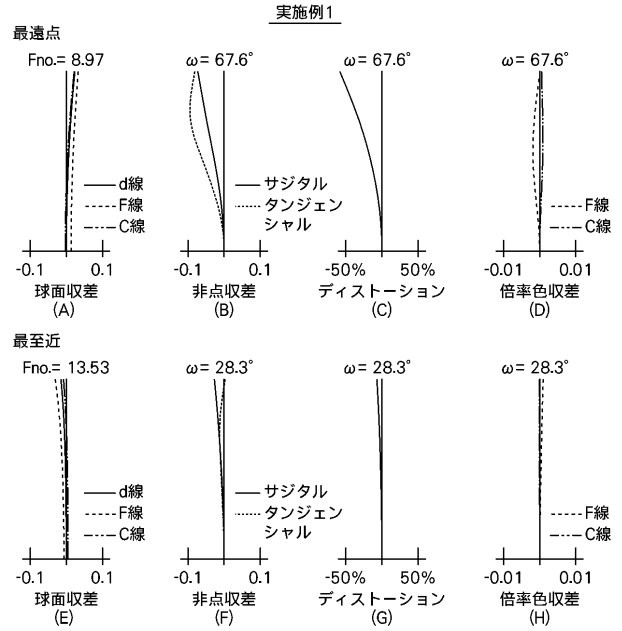
【 图 4 】



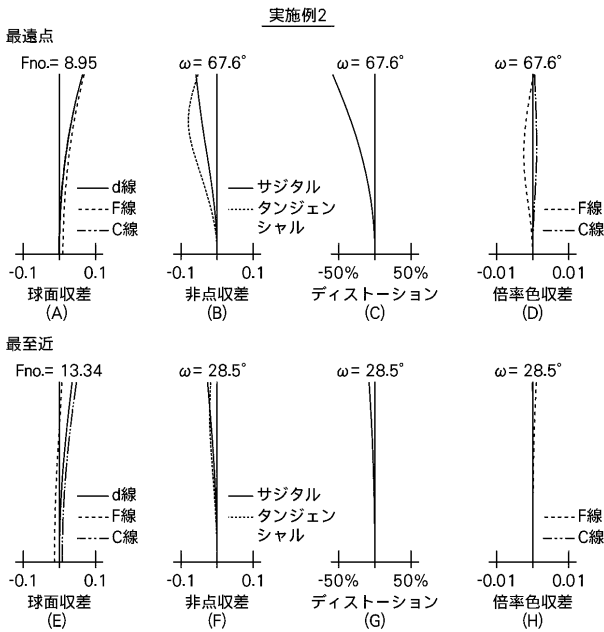
【 図 5 】



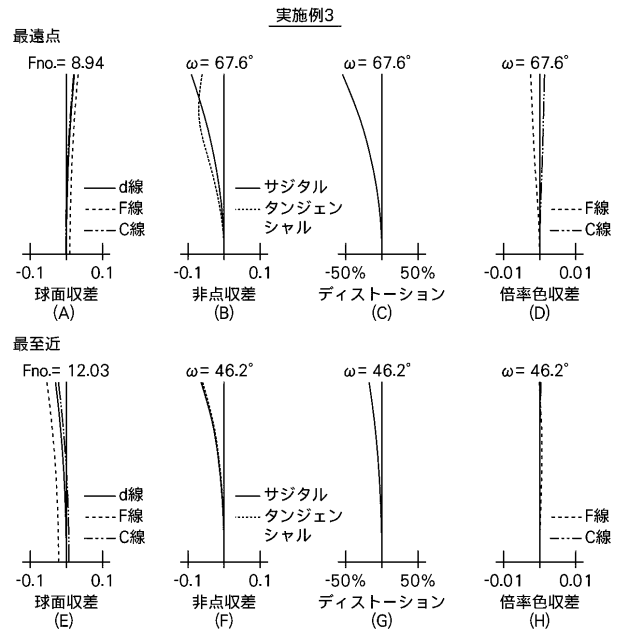
【 図 6 】



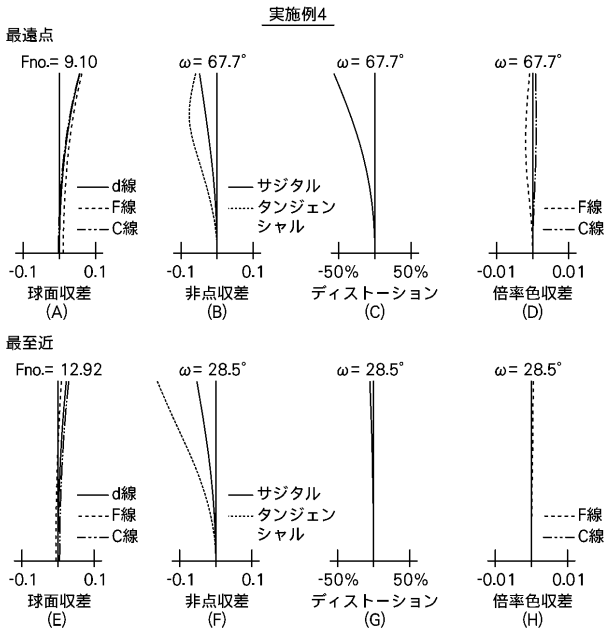
【 図 7 】



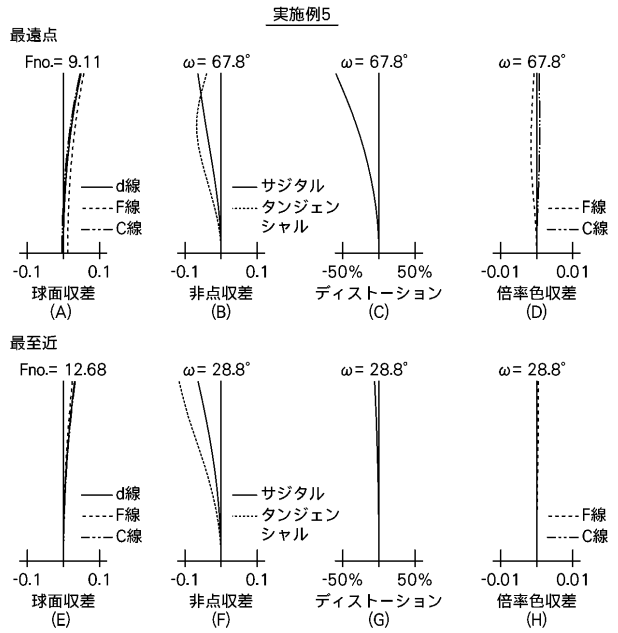
【 図 8 】



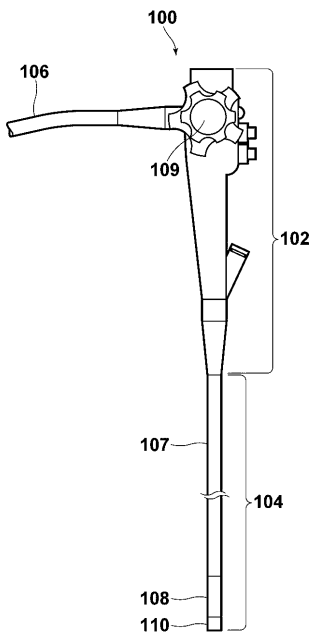
【 図 9 】



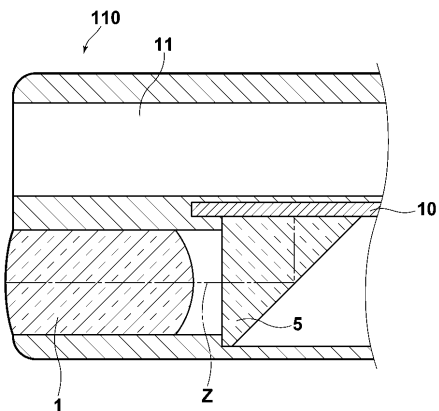
【 図 10 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【手続補正書】

【提出日】平成26年4月25日(2014.4.25)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0019】

また、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(5)を満足することが好ましく、下記条件式(5A)を満たすことがより好ましく、下記条件式(5B)を満たすことがさらにより好ましい。

$$1.5 < bf / fw < 5.0 \quad \dots \quad (5)$$

$$2.0 < bf / fw < 4.0 \quad \dots \quad (5A)$$

$$2.0 < bf / fw < 3.0 \quad \dots \quad (5B)$$

ただし、

bf：全系のバックフォーカス(空気換算距離)

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0069

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0069】

なお、基本レンズデータには、開口絞りStおよび光学部材P1、P2、P3も含めて示しており、開口絞りStに対応する面の面番号の欄には面番号とともに(St)を記入している。また、焦点合わせの際に間隔が変化する、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2の間隔、第2レンズ群G2と開口絞りStの間隔、開口絞りStと第3レンズ群G3の間隔、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4の間隔の欄の右の欄にはそれぞれ(可変1)、(可変2)、(可変3)、(可変4)と記載している。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0070

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0070】

表1の下段の表には、最遠点物体に合焦したとき、最至近物体に合焦したときそれぞれの物体距離と上記の焦点合わせの際に変化する間隔の値を(可変1)、(可変2)、(可変3)、(可変4)として示している。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0090

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0090】

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。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2012/007124
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G02B13/04(2006.01)i, A61B1/00(2006.01)i, G02B23/24(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G02B13/04, A61B1/00, G02B23/24 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2013 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A Y Y	JP 5-150159 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 18 June 1993 (18.06.1993), examples 3 to 5 & US 5390048 A & US 5539579 A JP 2006-343554 A (Konica Minolta Photo Imaging, Inc.), 21 December 2006 (21.12.2006), paragraph [0023] & US 2006/0280498 A1 JP 2005-164839 A (Canon Inc.), 23 June 2005 (23.06.2005), paragraphs [0073], [0074] (Family: none)	1-4, 6, 11-14, 17 5, 7-10, 15, 16 1-4, 6, 11-14, 17 1-4, 6, 11-14, 17
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 07 February, 2013 (07.02.13)		Date of mailing of the international search report 19 February, 2013 (19.02.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/007124

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-198855 A (Nikon Corp.), 03 September 2009 (03.09.2009), examples 1 to 4 (Family: none)	1-17
A	JP 2004-21158 A (Pentax Corp.), 22 January 2004 (22.01.2004), examples 1 to 7 (Family: none)	1-17
A	JP 2000-330015 A (Fuji Photo Optical Co., Ltd.), 30 November 2000 (30.11.2000), examples 1, 2 & US 6327101 B1	1-17
P,A	JP 2012-8352 A (Canon Inc.), 12 January 2012 (12.01.2012), examples 1, 2 (Family: none)	1-17

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 2 / 0 0 7 1 2 4									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B13/04(2006.01)i, A61B1/00(2006.01)i, G02B23/24(2006.01)i											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B13/04, A61B1/00, G02B23/24											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2013年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2013年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2013年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2013年	日本国実用新案登録公報	1996-2013年	日本国登録実用新案公報	1994-2013年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2013年										
日本国実用新案登録公報	1996-2013年										
日本国登録実用新案公報	1994-2013年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号									
X A	JP 5-150159 A (松下電器産業株式会社) 1993.06.18, 実施例3~5 & US 5390048 A & US 5539579 A	1-4, 6, 11-14, 17 5, 7-10, 15, 16									
Y	JP 2006-343554 A (コニカミノルタフォトイメージング株式会社) 2006.12.21, 【0023】 & US 2006/0280498 A1	1-4, 6, 11-14, 17									
Y	JP 2005-164839 A (キヤノン株式会社) 2005.06.23, 【0073】, 【0074】 (ファミリーなし)	1-4, 6, 11-14, 17									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。									
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 07.02.2013		国際調査報告の発送日 19.02.2013									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 堀井 康司	2 V 3 7 1 3								
		電話番号 03-3581-1101 内線 3271									

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 2 / 0 0 7 1 2 4
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-198855 A (株式会社ニコン) 2009.09.03, 実施例1~4 (ファミリーなし)	1-17
A	JP 2004-21158 A (ペンタックス株式会社) 2004.01.22, 実施例1~7 (ファミリーなし)	1-17
A	JP 2000-330015 A (富士写真光機株式会社) 2000.11.30, 実施例1, 2 & US 6327101 B1	1-17
P, A	JP 2012-8352 A (キヤノン株式会社) 2012.01.12, 実施例1, 2 (ファミリーなし)	1-17

フロントページの続き

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

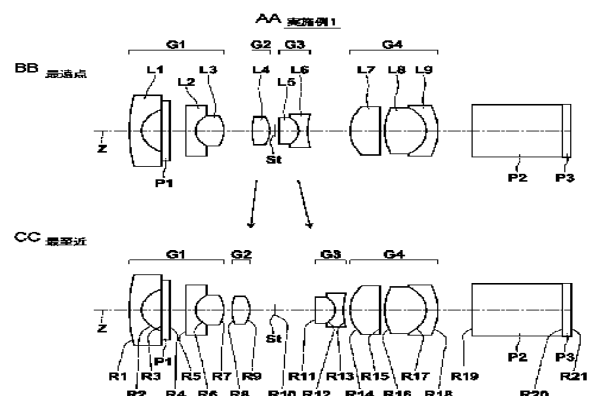
Fターム(参考) 2H087 KA10 LA03 MA07 MA09 PA06 PA20 PB09 QA01 QA02 QA07
QA17 QA18 QA22 QA25 QA37 QA41 QA45 RA32 RA41 RA42
RA43
4C161 FF40 PP11 WW03

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

专利名称(译)	内窥镜和内窥镜的物镜		
公开(公告)号	JPWO2013069265A1	公开(公告)日	2015-04-02
申请号	JP2013542841	申请日	2012-11-07
[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		
[标]发明人	山本力		
发明人	山本力		
IPC分类号	G02B13/04 G02B23/26 A61B1/00		
CPC分类号	G02B23/243 A61B1/00188 A61B1/05 G02B13/06		
FI分类号	G02B13/04 G02B23/26.C A61B1/00.300.Y		
F-TERM分类号	2H040/BA05 2H040/CA23 2H040/CA24 2H087/KA10 2H087/LA03 2H087/MA07 2H087/MA09 2H087/PA06 2H087/PA20 2H087/PB09 2H087/QA01 2H087/QA02 2H087/QA07 2H087/QA17 2H087/QA18 2H087/QA22 2H087/QA25 2H087/QA37 2H087/QA41 2H087/QA45 2H087/RA32 2H087/RA41 2H087/RA42 2H087/RA43 4C161/FF40 4C161/PP11 4C161/WW03		
代理人(译)	佐久间刚		
优先权	2011245362 2011-11-09 JP		
其他公开文献	JP5567224B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

在内窥镜物镜中，在获得显著的放大观察效果的同时，减小了像差变化，特别是色像差变化，并且有利地校正了像差。其被配置为通过沿着光轴（Z）移动最靠近物体侧的透镜组之外的至少一个负透镜组来执行从最远点物体到最近物体的聚焦。在聚焦期间移动的一个负透镜组由粘合透镜构成，其中，正透镜和负透镜从物体侧依次粘合，并且该粘合透镜的粘合表面在物体侧凹入。当将整个系统聚焦在最近的物体和最远的物体上时的焦距分别为 f_t 和 f_w ，并且胶合透镜的负透镜和正透镜的阿贝数分别为 v_n 和 v_p 时，以下条件表达式（满足1）和（2）。 $1.1 \leq f_t / f_w$ (1)
 $0 < v_n - v_p$ (2) [选型图]图1



AA Example 1
 BB Farthest point
 CC Closest point