

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6145873号
(P6145873)

(45) 発行日 平成29年6月14日(2017.6.14)

(24) 登録日 平成29年5月26日(2017.5.26)

(51) Int.Cl. F I
G O 2 B 15/167 (2006.01) G O 2 B 15/167
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 3 O O Y

請求項の数 5 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2013-150499 (P2013-150499)
 (22) 出願日 平成25年7月19日(2013.7.19)
 (65) 公開番号 特開2015-22161 (P2015-22161A)
 (43) 公開日 平成27年2月2日(2015.2.2)
 審査請求日 平成27年10月28日(2015.10.28)

(73) 特許権者 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
 (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 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
 審査官 瀬戸 息吹

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、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レンズ群とからなり

、
前記第1～第4レンズ群のうち、正の屈折力を有する1つのレンズ群と前記第3レンズ群とを相互間隔を変化させて光軸に沿って移動させることにより最遠点物体から最近点物体へ焦点合わせを行うように構成され、

最近点物体に合焦時の全系の焦点距離を f_t 、最遠点物体に合焦時の全系の焦点距離を f_w 、前記最近点物体までの物体距離を d_t 、前記最遠点物体までの物体距離を d_w 、 $d_m = (2 \times d_w \times d_t) / (d_w + d_t)$ で表される d_m を中間点物体までの物体距離、前記中間点物体に合焦時の全系の焦点距離を f_m としたとき、下記条件式(1)、(2')を満足する内視鏡用対物レンズ。

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

$$0.0 < (f_m - f_w) / (f_t - f_w) \quad 0.4 \quad \dots \quad (2')$$

【請求項2】

$d_{mw} = (4 \times d_w \times d_t) / (d_w + 3 \times d_t)$ で表される d_{mw} を中遠点物体までの物体距離、前記中遠点物体に合焦時の全系の焦点距離を f_{mw} としたとき、下記条件式(3)を満足する請求項1記載の内視鏡用対物レンズ。

$$0.0 < (f_{mw} - f_w) / (f_t - f_w) \quad 0.25 \quad \dots \quad (3)$$

【請求項 3】

前記焦点合わせの際に移動するレンズ群の移動軌跡が可変である請求項 1 または 2 記載の内視鏡用対物レンズ。

【請求項 4】

$d_{mw} = (4 \times d_w \times d_t) / (d_w + 3 \times d_t)$ で表される d_{mw} を中遠点物体までの物体距離、前記中遠点物体に合焦時の全系の焦点距離を f_{mw} としたとき、下記条件式 (3') を満足する請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の内視鏡用対物レンズ。

$$0.0 < (f_{mw} - f_w) / (f_t - f_w) \leq 0.20 \dots (3')$$

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に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。

10

【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、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近点物体へ焦点合わせを行う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で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近点側拡大観察状態（テレ）との切換え使用が可能な内視鏡用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 に記載の対物レンズが知られている。

【0004】

特許文献 1 に記載の内視鏡対物レンズは、物体側から順に、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ものである。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特許第 2 8 7 6 2 5 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記のように全体的な観察において発見された患部を部分的に詳細に観察する場合、必ずしも最近点に患部が位置する状態で観察するわけではなく、実際には、有意な拡大観察効果が得られる程度に対物レンズと患部との位置を近づけて観察することが多々ある。このため、有意な拡大観察効果が得られる程度に観察対象が最遠点から最近点の間の領域に位置する状態で、良好な観察を可能とする内視鏡用対物レンズが望まれている。

40

【0007】

しかしながら、特許文献 1 に記載の内視鏡対物レンズは、最遠点から最近点の間のある点を中間点としたとき、この中間点での物体距離の変化に対する焦点距離の変化量が大きい。物体距離に応じて全系の焦点距離が可変とされた内視鏡用対物レンズでは、遠点側観察状態より近点側拡大観察状態のほうが全系の焦点距離が長くなるため観察深度（被写界

50

深度)が浅くなり、ピント調整がより難しくなる。特許文献1に記載の内視鏡対物レンズのように、中間点での焦点距離の変化量が大きいと、中間点から最近点までの領域で観察深度がより浅くなり、ピント調整を行うことが非常に困難となる。また、焦点距離の変化量が大きいと、観察倍率が大きく変化し、観察像のサイズが大きく変化してしまい、非常に観察しにくく、観察対象が視野から外れやすいという問題も生じる。

【0008】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、拡大観察を行う際に、ピント調整が容易で、良好な観察を可能と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】

【0009】

本発明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レンズ群とからなり、第1～第4レンズ群のうち、正の屈折力を有する1つのレンズ群と第3レンズ群とを相互間隔を変化させて光軸に沿って移動させることにより最遠点物体から最近点物体へ焦点合わせを行うように構成され、最近点物体に合焦時の全系の焦点距離を f_t 、最遠点物体に合焦時の全系の焦点距離を f_w 、前記最近点物体までの物体距離を d_t 、前記最遠点物体までの物体距離を d_w 、 $d_m = (2 \times d_w \times d_t) / (d_w + d_t)$ で表される d_m を中間点物体までの物体距離、前記中間点物体に合焦時の全系の焦点距離を f_m としたとき、下記条件式(1)、(2')を満足するものである。

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

$$0.0 < (f_m - f_w) / (f_t - f_w) \quad 0.4 \quad \dots \quad (2')$$

【0012】

本発明の内視鏡用対物レンズは、 $d_{mw} = (4 \times d_w \times d_t) / (d_w + 3 \times d_t)$ で表される d_{mw} を中遠点物体までの物体距離、中遠点物体に合焦時の全系の焦点距離を f_{mw} としたとき、下記条件式(3)を満足することが好ましく、さらに下記条件式(3')を満足することがより好ましい。

$$0.0 < (f_{mw} - f_w) / (f_t - f_w) \quad 0.25 \quad \dots \quad (3)$$

$$0.0 < (f_{mw} - f_w) / (f_t - f_w) \quad 0.20 \quad \dots \quad (3')$$

【0013】

なお、ここでの「～から構成される」は、実質的なことを意味するものであり、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、レンズバレル等を含んでもよい。

【0014】

本発明の内視鏡用対物レンズは、焦点合わせの際に移動するレンズ群の移動軌跡が可変であることが好ましい。

【0015】

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。

【0016】

なお、「最遠点」とは、観察対象とする物体の側の距離範囲のうちベストピントであり内視鏡用対物レンズから最も遠い点を意味し、「最近点」とは、観察対象とする物体の側の距離範囲のうちベストピントであり内視鏡用対物レンズから最も近い点を意味する。また、「物体距離」とは、内視鏡用対物レンズの最も物体側のレンズ面から物体までの光軸上の距離をいうものとする。

【0017】

なお、屈折力の符号は、非球面レンズを含むものについては、特に断りのない限り近軸領域で考えるものとする。

【0018】

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

10

20

30

40

50

ものである。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、遠点側観察状態から近点側拡大観察状態への移行が可能であり、拡大観察を行う際に、ピント調整が容易で、良好な観察を可能と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ができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【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

【図2】本発明の実施例2-1の内視鏡用対物レンズの構成を示す断面図

10

【図3】本発明の実施例3-1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1の内視鏡用対物レンズの最遠点観察状態における収差図であり、(A)は球面収差、(B)は非点収差、(C)はディストーション、(D)は倍率色収差

【図5】本発明の実施例1の内視鏡用対物レンズの中間点観察状態における収差図であり、(A)は球面収差、(B)は非点収差、(C)はディストーション、(D)は倍率色収差

【図6】本発明の実施例1の内視鏡用対物レンズの最近点観察状態における収差図であり、(A)は球面収差、(B)は非点収差、(C)はディストーション、(D)は倍率色収差

20

【図7】本発明の実施例2-1、2-2の内視鏡用対物レンズの最遠点観察状態における収差図であり、(A)は球面収差、(B)は非点収差、(C)はディストーション、(D)は倍率色収差

【図8】本発明の実施例2-1の内視鏡用対物レンズの中間点観察状態における収差図であり、(A)は球面収差、(B)は非点収差、(C)はディストーション、(D)は倍率色収差

【図9】本発明の実施例2-1、2-2の内視鏡用対物レンズの最近点観察状態における収差図であり、(A)は球面収差、(B)は非点収差、(C)はディストーション、(D)は倍率色収差

【図10】本発明の実施例2-2の内視鏡用対物レンズの中間点観察状態における収差図であり、(A)は球面収差、(B)は非点収差、(C)はディストーション、(D)は倍率色収差

30

【図11】本発明の実施例3-1、3-2の内視鏡用対物レンズの最遠点観察状態における収差図であり、(A)は球面収差、(B)は非点収差、(C)はディストーション、(D)は倍率色収差

【図12】本発明の実施例3-1の内視鏡用対物レンズの中間点観察状態における収差図であり、(A)は球面収差、(B)は非点収差、(C)はディストーション、(D)は倍率色収差

【図13】本発明の実施例3-1、3-2の内視鏡用対物レンズの最近点観察状態における収差図であり、(A)は球面収差、(B)は非点収差、(C)はディストーション、(D)は倍率色収差

40

【図14】本発明の実施例3-2の内視鏡用対物レンズの中間点観察状態における収差図であり、(A)は球面収差、(B)は非点収差、(C)はディストーション、(D)は倍率色収差

【図15】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16】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

【図17】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】

【0021】

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

50

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。

【 0 0 2 2 】

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近点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状態（以下、最遠点観察状態ともいう）のレンズ構成を示し、図 1 の中段に中間点物体に合焦している状態（以下、中間点観察状態ともいう）のレンズ構成を示し、図 1 の下段に最近点物体に合焦している状態（以下、最近点観察状態ともいう）のレンズ構成を示す。

10

【 0 0 2 3 】

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る。最遠点観察状態から中間点観察状態への焦点合わせ、中間点観察状態から最近点観察状態への焦点合わせの際には、図 1 の各状態の間の矢印で示すように、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。なお、図 1 の矢印の方向は厳密なものではなく、概略的な方向を示すものである。

【 0 0 2 4 】

図 1 の内視鏡用対物レンズを構成するレンズとしては、第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、負のレンズ L 1 と、負のレンズ L 2 および正のレンズ L 3 が接合された接合レンズとからなり、第 2 レンズ群 G 2 は、単レンズである正のレンズ L 4 のみからなり、第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に、正のレンズ L 5 および負のレンズ L 6 が接合された接合レンズとからなり、第 4 レンズ群 G 4、物体側から順に、正のレンズ L 7 と、正のレンズ L 8 および負のレンズ L 9 が接合された接合レンズとからなる。

20

【 0 0 2 5 】

図 1 に示す例の、レンズ L 1、レンズ L 2 は物体側に平面を向けた平凹レンズであり、レンズ L 3、レンズ L 4 は両凸レンズであり、レンズ L 5 は物体側に平面を向けた平凸レンズであり、レンズ L 6 は両凹レンズであり、レンズ L 7 は像側に平面を向けた平凸レンズであり、レンズ L 8 は両凸レンズであり、レンズ L 9 は物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズである。なお、本発明の内視鏡用対物レンズとしては、レンズ L 1、レンズ L 2 を像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、レンズ L 5 を像側に凸面を向けた正メニスカスレンズとした構成も可能である。

30

【 0 0 2 6 】

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 の像側に光路変換プリズム、フィルタ、カバーガラス等を想定した光学部材 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。

【 0 0 2 7 】

この内視鏡用対物レンズは、焦点合わせの際に最も物体側のレンズ群は移動せず固定されている。これは、内視鏡用対物レンズを保護部材無しで内視鏡に搭載し、内視鏡用対物レンズを構成するレンズのうち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からである。

40

【 0 0 2 8 】

こ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のうち 1 つは負レンズ群であることが好ましい。負レンズ群を焦点合わせの際に移動させることで、より少ない移動量でより大きな焦点距離の変化が得やすくなり、光学系の小型化と拡大観察効果の両立に有利となる。

50

【0029】

焦点合わせは、2つのレンズ群の間隔を変化させて移動させることにより行うことが好ましい。移動するレンズ群の数を2つとすることで、レンズ群の移動機構の簡素化を図りながら、レンズ群の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を向上でき、使用者の使い勝手の良いものとする事ができる。

【0030】

焦点合わせの際に移動するレンズ群を2つとした場合は、負レンズ群と正レンズ群であることが好ましい。このようにした場合は、レンズ群の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。

【0031】

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の移動軌跡が可変であることが好ましい。すなわち、焦点合わせの際に移動するレンズ群の移動軌跡が複数通りあることが好ましい。移動するレンズ群の移動軌跡を可変とすることで、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向上でき、使用者の使い勝手の良いものとする事ができる。

【0032】

なお、図1に示す例では全系は、物体側から順に、負、正、負、正のパワー配列の4つのレンズ群からなり、焦点合わせの際に物体側から第2レンズ群G2、第3レンズ群G3を移動させるようにしている。第3レンズ群G3を移動させるのは上述した理由による。移動させる正レンズ群として第4レンズ群G4ではなく第2レンズ群G2を選択する理由は、移動機構の簡素化のためには第4レンズ群G4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G2が好ましいからである。しかし、本発明の内視鏡用対物レンズは必ずしも図1の例に限定されない。例えば、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することも可能であり、この場合は、駆動機構を簡素化できる。また、全系を構成するレンズ群の数を3や5以上とすることも可能である。

【0033】

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

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

$$0.0 < (f_m - f_w) / (f_t - f_w) \quad 0.5 \quad \dots \quad (2)$$

ただし、

f_t : 最近点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

f_m : 中間点物体に合焦時の全系の焦点距離

であり、中間点物体までの物体距離 d_m は下式で表される。

$$d_m = (2 \times d_w \times d_t) / (d_w + d_t)$$

ここで、

d_t : 最近点物体までの物体距離

d_w : 最遠点物体までの物体距離

である。

【0034】

条件式(1)の f_t / f_w は、全系の焦点距離の変化による倍率を示すものであり、例えば一般的なズームレンズのズーム比に相当するものである。条件式(1)の f_t / f_w が1より大きいということは、最遠点物体から最近点物体へ焦点合わせを行った際に全系の焦点距離が長くなり、物体に近づくことによる拡大観察効果だけではなく、全系の焦点距離の変化による拡大観察効果が得られるということである。条件式(1)の下限未満とならないように構成することで、全系の焦点距離の変化による有意な拡大率を得ることができる。条件式(1)の下限未満となった場合に、条件式(1)を満足する場合と同等の観察倍率を得ようとする、物体距離を短くせざるをえず、そうすると内視鏡挿入部先端に配置されている照明窓からの照明光がうまくあたらない部分を観察することになってし

10

20

30

40

50

まう。条件式(1)を満足することで、全系の焦点距離の変化による有意な拡大率を得ることができ、良好な観察が可能となる。

【0035】

条件式(2)に関する d_m は、 d_t と d_w との調和平均に相当する。内視鏡用対物レンズから物体の側で上記 d_m の距離にある点を中間点と称する。条件式(2)は、最近点と最遠点だけでなく、中間点も考慮することにより創出されたものである。条件式(2)の上限を上回らないように構成することで、一般に長焦点側に寄る傾向のある中間点観察状態での焦点距離をより短焦点側に寄せることができる。これにより、中間点およびその近傍で拡大観察を行う際の観察深度を深くすることができ、ピント調整が容易となる。また、中間点およびその近傍での観察像のサイズ変化が大きくなりすぎるのを抑制することができる。条件式(2)の下限以下とならないように構成することで、物体が最遠点から中間点の範囲において、物体に近づくことによる拡大観察効果だけではなく、全系の焦点距離の変化による拡大観察効果を得ることができ、微細な対象物の観察が可能となる。

10

【0036】

条件式(2)の下限に関する上記効果を得ながら、条件式(2)の上限に関する上記効果をより高めるためには、下記条件式(2')を満足することが好ましい。

$$0.0 < (f_m - f_w) / (f_t - f_w) \leq 0.4 \quad \dots \quad (2')$$

【0037】

また、本実施形態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。

$$0.0 < (f_{mw} - f_w) / (f_t - f_w) \leq 0.25 \quad \dots \quad (3)$$

20

ただし、

f_t ：最近点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

f_{mw} ：中遠点物体に合焦時の全系の焦点距離

であり、中遠点物体までの物体距離 d_{mw} は下式で表される。

$$d_{mw} = (4 \times d_w \times d_t) / (d_w + 3 \times d_t)$$

ここで、

d_t ：最近点物体までの物体距離

d_w ：最遠点物体までの物体距離

30

である。

【0038】

条件式(3)に関する d_{mw} は、 d_w と d_m との調和平均に相当する。内視鏡用対物レンズから物体の側で上記 d_{mw} の距離にある点を中遠点と称する。条件式(3)は、最近点と最遠点だけでなく、中遠点も考慮することにより創出されたものである。条件式(3)の上限を上回らないように構成することで、中遠点観察状態での焦点距離をより短焦点側に寄せることができる。これにより、中遠点およびその近傍で拡大観察を行う際の観察深度を深くすることができ、ピント調整が容易となる。また、中遠点およびその近傍での観察像のサイズ変化が大きくなりすぎるのを抑制することができる。条件式(3)の下限以下とならないように構成することで、物体が最遠点から中遠点の範囲において、物体に近づくことによる拡大観察効果だけではなく、全系の焦点距離の変化による拡大観察効果を得ることができ、微細な対象物の観察が可能となる。

40

【0039】

条件式(3)の下限に関する上記効果を得ながら、条件式(3)の上限に関する上記効果をより高めるためには、下記条件式(3')を満足することが好ましい。

$$0.0 < (f_{mw} - f_w) / (f_t - f_w) \leq 0.20 \quad \dots \quad (3')$$

【0040】

なお、上述した好ましい構成は、任意の組合せが可能であり、要望される事項に応じて適宜選択的に採用されることが好ましい。

【0041】

50

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。

【0042】

[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、その図示方法および構成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。

【0043】

表1に、実施例1の内視鏡用対物レンズの基本レンズデータを示す。表1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ように構成要素の面に面番号を付したときの i 番目($i = 1, 2, 3, \dots$)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_{d_j} 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ように構成要素に番号を付したときの j 番目($j = 1, 2, 3, \dots$)の光学要素の d 線(波長 587.6 nm)に対する屈折率を示し、 d_j 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。

10

【0044】

基本レンズデータには開口絞り S_t および光学部材 P_1 、 P_2 、 P_3 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。表1では、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おり、 D_i の最下欄には光学部材 P_3 の像側の面と像面との間隔を記入している。また、表1では、焦点合わせの際に間隔が変化する可変面間隔である、第1レンズ群 G_1 と第2レンズ群 G_2 の間隔、第2レンズ群 G_2 と開口絞り S_t の間隔、開口絞り S_t と第3レンズ群 G_3 の間隔、第3レンズ群 G_3 と第4レンズ群 G_4 の間隔にはそれぞれ(可変1)、(可変2)、(可変3)、(可変4)と記入している。

20

【0045】

表2に、最遠点観察状態、中遠点観察状態、中間点観察状態、最近点観察状態それぞれにおける物体距離と上記(可変1)、(可変2)、(可変3)、(可変4)の値を示す。各状態における全系の焦点距離、条件式(1)~(3)の対応値は他の実施例のものと同様とめて後掲の表8、表9に示す。なお、以下に示す表の値は、所定の桁でまるめたものである。各表の長さの単位には mm を用いている。

【0046】

30

【表 1】

実施例 1

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	∞	0.450	1.8830	40.8
2	1.304	0.559		
3	∞	0.300	1.7174	29.5
4	∞	0.524		
5	∞	0.350	1.8830	40.8
6	1.175	1.040	1.4388	94.9
7	-1.742	(可変 1)		
8	3.448	0.690	1.4970	81.5
9	-1.901	(可変 2)		
10(St)	∞	(可変 3)		
11	∞	0.790	1.7552	27.5
12	-0.832	0.300	1.8830	40.8
13	3.342	(可変 4)		
14	2.128	1.050	1.5182	58.9
15	∞	0.271		
16	3.647	1.370	1.4388	94.9
17	-1.471	0.400	1.9229	18.9
18	-3.395	1.272		
19	∞	3.200	1.5592	53.9
20	∞	0.300	1.5163	64.1
21	∞	0.050		

10

20

【 0 0 4 7 】

【表 2】

実施例 1

観察状態	最遠点	中遠点	中間点	最近点
物体距離	13.50	5.12	3.16	1.79
(可変 1)	1.197	1.172	1.108	0.515
(可変 2)	0.185	0.210	0.274	0.867
(可変 3)	0.150	0.300	0.412	0.763
(可変 4)	1.073	0.924	0.811	0.460

30

【 0 0 4 8 】

図 4 (A)、図 4 (B)、図 4 (C)、図 4 (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、ディストーション (歪曲収差)、倍率色収差 (倍率の色収差) の各収差図を示す。同様に、図 5 (A)、図 5 (B)、図 5 (C)、図 5 (D) にそれぞれ、実施例 1 の内視鏡用対物レンズの中間点観察状態における球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差の各収差図を示し、図 6 (A)、図 6 (B)、図 6 (C)、図 6 (D) にそれぞれ、実施例 1 の内視鏡用対物レンズの最近点観察状態における球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差の各収差図を示す。

40

【 0 0 4 9 】

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 656.27 nm)、F 線 (波長 486.13 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

50

ている。球面収差図の $FNo.$ は F 値を意味し、その他の収差図の は半画角を意味する。

【 0 0 5 0 】

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。

【 0 0 5 1 】

[実施例 2 - 1]

図 2 に、実施例 2 - 1 の内視鏡用対物レンズの最遠点観察状態、中間点観察状態、最近点観察状態のレンズ構成図を示す。実施例 2 - 1 の内視鏡用対物レンズの基本レンズデータは実施例 1 のものと同様であるため、ここでは基本レンズデータの記載を省略する。実施例 2 - 1 の内視鏡用対物レンズは最遠点観察状態の物体距離が実施例 1 のものと同様であるが、その他の観察状態の物体距離は実施例 1 のものと異なる。表 3 に、実施例 2 - 1 の内視鏡用対物レンズの最遠点観察状態、中遠点観察状態、中間点観察状態、最近点観察状態それぞれにおける物体距離と (可変 1)、(可変 2)、(可変 3)、(可変 4) の値を示す。

【 0 0 5 2 】

【 表 3 】

実施例 2 - 1

観察状態	最遠点	中遠点	中間点	最近点
物体距離	13.50	5.24	3.25	1.85
(可変 1)	1.197	0.987	0.868	0.286
(可変 2)	0.185	0.395	0.514	1.095
(可変 3)	0.150	0.232	0.365	0.942
(可変 4)	1.073	0.991	0.859	0.281

【 0 0 5 3 】

図 7 (A)、図 7 (B)、図 7 (C)、図 7 (D) にそれぞれ、実施例 2 - 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、ディストーション、倍率色収差の各収差図を示し、図 8 (A)、図 8 (B)、図 8 (C)、図 8 (D) にそれぞれ、実施例 2 - 1 の内視鏡用対物レンズの中間点観察状態における球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差の各収差図を示し、図 9 (A)、図 9 (B)、図 9 (C)、図 9 (D) にそれぞれ、実施例 2 - 1 の内視鏡用対物レンズの最近点観察状態における球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差の各収差図を示す。

【 0 0 5 4 】

[実施例 2 - 2]

実施例 2 - 2 の内視鏡用対物レンズは、基本レンズデータが実施例 1、実施例 2 - 1 のものと同様であり、最遠点観察状態の物体距離および最近点観察状態の物体距離が実施例 2 - 1 のものと同様である。実施例 2 - 1 と実施例 2 - 2 は、基本レンズデータ、最遠点物体距離、最近点物体距離を同一としながら、移動軌跡を可変にした例である。表 4 に、実施例 2 - 2 の内視鏡用対物レンズの最遠点観察状態、中遠点観察状態、中間点観察状態、最近点観察状態それぞれにおける物体距離と (可変 1)、(可変 2)、(可変 3)、(可変 4) の値を示す。

【 0 0 5 5 】

【表 4】

実施例2-2

観察状態	最遠点	中遠点	中間点	最近点
物体距離	13.50	5.24	3.25	1.85
(可変1)	1.197	1.107	0.804	0.286
(可変2)	0.185	0.275	0.578	1.095
(可変3)	0.150	0.270	0.362	0.942
(可変4)	1.073	0.953	0.861	0.281

【0056】

10

実施例2-2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、ディストーション、倍率色収差の各収差図はそれぞれ、図7(A)、図7(B)、図7(C)、図7(D)に示したものであり、実施例2-2の内視鏡用対物レンズの最近点観察状態における球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差の各収差図はそれぞれ、図9(A)、図9(B)、図9(C)、図9(D)に示したものである。図10(A)、図10(B)、図10(C)、図10(D)にそれぞれ、実施例2-2の内視鏡用対物レンズの中間点観察状態における球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差の各収差図を示す。

【0057】

[実施例3-1]

20

図3に、実施例3-1の内視鏡用対物レンズの最遠点観察状態、中間点観察状態、最近点観察状態のレンズ構成図を示す。表5に、実施例3-1の内視鏡用対物レンズの基本レンズデータを示す。表6に、実施例3-1の内視鏡用対物レンズの最遠点観察状態、中遠点観察状態、中間点観察状態、最近点観察状態それぞれにおける物体距離と(可変1)、(可変2)、(可変3)、(可変4)の値を示す。

【0058】

【表 5】
実施例3-1

Si	Ri	Di	Ndj	ν dj
1	12.000	0.450	2.0010	29.1
2	1.071	0.619		
3	∞	0.300	1.7847	25.7
4	∞	0.151		
5	22.996	0.350	1.9538	32.3
6	1.289	1.271	1.4388	94.9
7	-1.673	(可変1)		
8	3.512	0.734	1.4875	70.2
9	-2.037	(可変2)		
10(St)	∞	(可変3)		
11	-5.774	0.821	1.9229	20.9
12	-0.751	0.300	2.0010	29.1
13	15.912	(可変4)		
14	1.860	1.021	1.4388	94.9
15	∞	0.150		
16	4.995	1.575	1.4388	94.9
17	-1.309	0.400	1.9229	18.9
18	-3.223	1.220		
19	∞	3.200	1.5592	53.9
20	∞	0.300	1.5163	64.1
21	∞	0.050		

10

20

【 0 0 5 9 】

【表 6】

実施例3-1

観察状態	最遠点	中遠点	中間点	最近点
物体距離	12.00	4.36	2.67	1.50
(可変1)	1.269	1.082	0.823	0.147
(可変2)	0.185	0.372	0.631	1.307
(可変3)	0.150	0.268	0.420	1.308
(可変4)	1.812	1.694	1.542	0.654

30

【 0 0 6 0 】

図11(A)、図11(B)、図11(C)、図11(D)にそれぞれ、実施例3-1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、ディストーション、倍率色収差の各収差図を示し、図12(A)、図12(B)、図12(C)、図12(D)にそれぞれ、実施例3-1の内視鏡用対物レンズの中間点観察状態における球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差の各収差図を示し、図13(A)、図13(B)、図13(C)、図13(D)にそれぞれ、実施例3-1の内視鏡用対物レンズの最近点観察状態における球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差の各収差図を示す。

40

【 0 0 6 1 】

[実施例 3 - 2]

実施例3-2の内視鏡用対物レンズは、基本レンズデータ、最遠点観察状態の物体距離、最近点観察状態の物体距離が実施例3-1のものと同ーである。実施例3-1と実施例3-2は、基本レンズデータ、最遠点物体距離、最近点物体距離を同一としながら、移動軌跡を可変にした例である。表7に、実施例3-2の内視鏡用対物レンズの最遠点観察状

50

態、中遠点観察状態、中間点観察状態、最近点観察状態それぞれにおける物体距離と（可変1）、（可変2）、（可変3）、（可変4）の値を示す。

【0062】

【表7】

実施例3-2

観察状態	最遠点	中遠点	中間点	最近点
物体距離	12.00	4.36	2.67	1.50
（可変1）	1.269	0.964	0.962	0.147
（可変2）	0.185	0.491	0.492	1.307
（可変3）	0.150	0.245	0.419	1.308
（可変4）	1.812	1.717	1.544	0.654

10

【0063】

実施例3-2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、ディストーション、倍率色収差の各収差図はそれぞれ、図11(A)、図11(B)、図11(C)、図11(D)に示したものであり、実施例3-2の内視鏡用対物レンズの最近点観察状態における球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差の各収差図はそれぞれ、図13(A)、図13(B)、図13(C)、図13(D)に示したものである。図14(A)、図14(B)、図14(C)、図14(D)にそれぞれ、実施例3-2の内視鏡用対物レンズの中間点観察状態における球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差の各収差図を示す。

20

【0064】

表8に、上記実施例1、2-1、2-2、3-1、3-2の内視鏡用対物レンズの最遠点観察状態、中遠点観察状態、中間点観察状態、中近点観察状態、最近点観察状態における物体距離、焦点距離、焦点距離比率をまとめる。なお、中近点観察状態とは、中近点物体に合焦している状態を意味し、中近点物体までの物体距離 d_{mt} は下式で表される。

$$d_{mt} = (4 \times d_w \times d_t) / (3 \times d_w + d_t)$$

ここで、

d_t : 最近点物体までの物体距離

d_w : 最遠点物体までの物体距離

である。

30

【0065】

また、表8の焦点距離比率とは、ある状態における全系の焦点距離を f_x としたとき、 $(f_x - f_w) / (f_t - f_w)$ で表される値のことである。中遠点観察状態での焦点距離比率は、 $(f_{mw} - f_w) / (f_t - f_w)$ で表され、中間点観察状態での焦点距離比率は、 $(f_m - f_w) / (f_t - f_w)$ で表される。

【0066】

【表 8】

	観察状態	物体距離	焦点距離	焦点距離比率
実施例 1	最遠点	13.50	1.46	0.00
	中遠点	5.12	1.52	0.11
	中間点	3.16	1.59	0.24
	中近点	2.29	1.77	0.57
	最近点	1.79	2.00	1.00
実施例 2-1	最遠点	13.50	1.46	0.00
	中遠点	5.24	1.59	0.18
	中間点	3.25	1.70	0.33
	中近点	2.36	1.90	0.61
	最近点	1.85	2.18	1.00
実施例 2-2	最遠点	13.50	1.46	0.00
	中遠点	5.24	1.54	0.11
	中間点	3.25	1.74	0.39
	中近点	2.36	1.90	0.61
	最近点	1.85	2.18	1.00
実施例 3-1	最遠点	12.00	1.26	0.00
	中遠点	4.36	1.38	0.14
	中間点	2.67	1.55	0.33
	中近点	1.92	1.95	0.79
	最近点	1.50	2.13	1.00
実施例 3-2	最遠点	12.00	1.26	0.00
	中遠点	4.36	1.43	0.20
	中間点	2.67	1.48	0.25
	中近点	1.92	1.95	0.79
	最近点	1.50	2.13	1.00

10

20

30

【0067】

表 9 に、上記実施例 1、2-1、2-2、3-1、3-2 の内視鏡用対物レンズの条件式(1)～(3)の対応値を示す。表 9 からわかるように全実施例が条件式(1)～(3)を満足している。表 9 のデータは基準波長を d 線としたものである。

【0068】

【表 9】

	条件式(1)	条件式(2)	条件式(3)
	ft / fw	$(fm-fw)/(ft-fw)$	$(fmw-fw)/(ft-fw)$
実施例 1	1.37	0.24	0.11
実施例 2-1	1.49	0.33	0.18
実施例 2-2	1.49	0.39	0.11
実施例 3-1	1.69	0.33	0.14
実施例 3-2	1.69	0.25	0.20

40

【0069】

次に、表 10 を参照しながら、比較例について説明する。表 10 の比較例 1～6 はそれぞれ、上述した特許文献 1 (特許第 2876252 号公報) に記載の実施例 1～6 の内視鏡対物レンズに対応する。この比較例 1～6 の最遠点観察状態、中間点観察状態、最近点

50

観察状態における物体距離、焦点距離、条件式(2)の対応値を表10に示す。なお、表10に示す比較例2の最近点観察状態における物体距離は、特許文献1に記載された物体距離を転記したのではなく、特許文献1に記載されたレンズデータを用い、ワイド状態とテレ状態のバックフォーカスが同一になるとして算出した物体距離である。表10から比較例1～6はいずれも条件式(2)を満足しないことがわかる。

【0070】

【表10】

	観察状態	物体距離	焦点距離	条件式(2)
				$(f_m - f_w) / (f_t - f_w)$
比較例1	最遠点	9.4162	1.188	0.650
	中間点	6.277	1.535	
	最近点	4.7081	1.722	
比較例2	最遠点	9.0909	1.234	0.634
	中間点	5.884	1.554	
	最近点	4.35	1.739	
比較例3	最遠点	8.4416	1.259	0.548
	中間点	5.628	1.44	
	最近点	4.2208	1.589	
比較例4	最遠点	8.4416	1.249	0.636
	中間点	5.628	1.462	
	最近点	4.2208	1.584	
比較例5	最遠点	8.4416	1.16	0.658
	中間点	5.628	1.502	
	最近点	4.2208	1.68	
比較例6	最遠点	8.4415	1.277	0.621
	中間点	5.628	1.485	
	最近点	4.2208	1.612	

【0071】

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15～図17を参照しながら説明する。図15にはその内視鏡の概略的な全体構成図を示す。図15に示す内視鏡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を引き出すコネクタ部(図示せず)を備える。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。

【0072】

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が順次連結されている。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。

【0073】

図16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。図17に、図16のA-A線断面での先端部110の要部断面図を示す。図16に示すように、先端部110の先端面には、内視鏡用対物レンズ2の外表面である観察窓3と、観察窓3の両側に配置されてライトガイドからの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。

【0074】

また、図 17 に示すように、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 2 と、内視鏡用対物レンズ 2 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。

【0075】

なお、図 17 では内視鏡用対物レンズ 2 は概念的に図示されている。固体撮像素子 8 は、その撮像面が内視鏡用対物レンズ 2 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 2 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。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 16 および図 17 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。図 17 では内視鏡用対物レンズ 2 による観察光学系の光軸 Z を一点鎖線で示している。図 17 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、図 16 に示すように、先端部 110 の下半分に直視型の観察光学系を構成し、先端部 110 の上半分に処置具挿通チャンネル 9 を構成し、細径の挿入部に多数の要素を配設することができる。

【0076】

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。

【0077】

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。

【符号の説明】

【0078】

- 2 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 湾曲走査ノブ
- 110 先端部
- G1 第 1 レンズ群
- G2 第 2 レンズ群
- G3 第 3 レンズ群
- G4 第 4 レンズ群
- L1 ~ L9 レンズ
- P1 ~ P3 光学部材
- S t 開口絞り

10

20

30

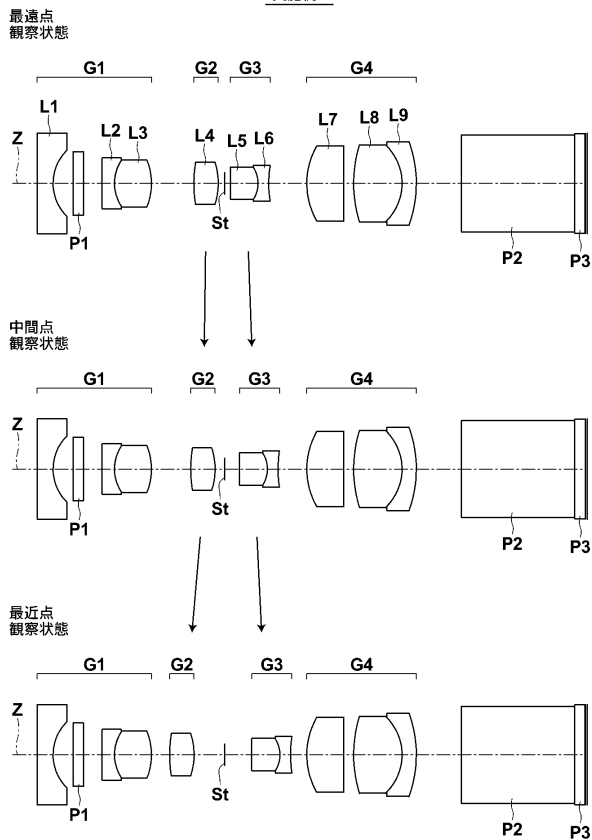
40

50

Z 光軸

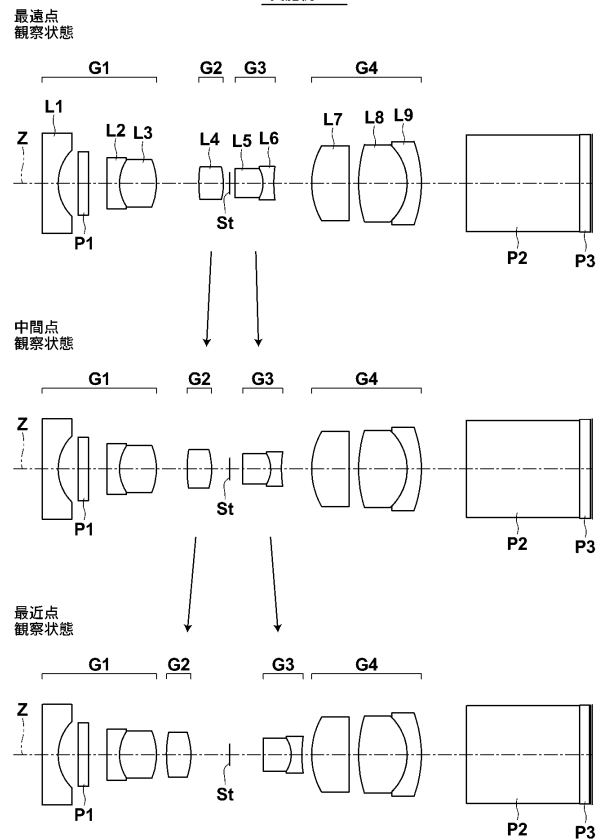
【 図 1 】

実施例 1

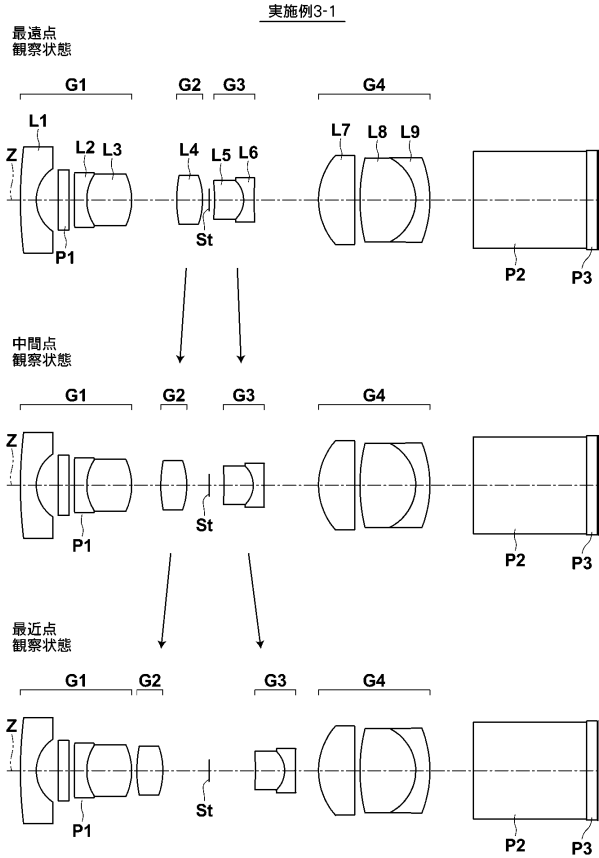


【 図 2 】

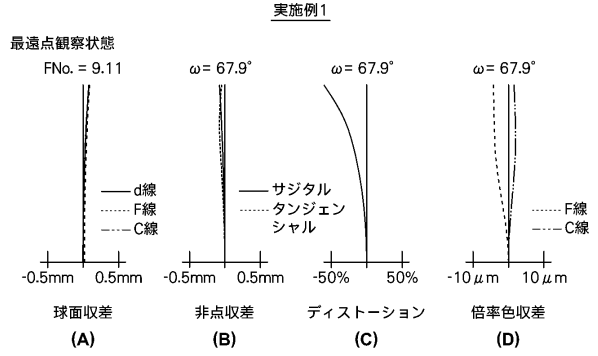
実施例2-1



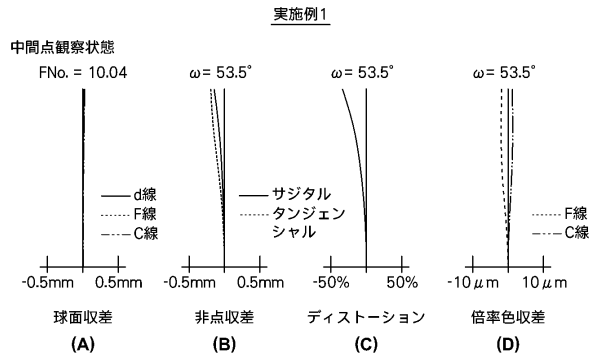
【図3】



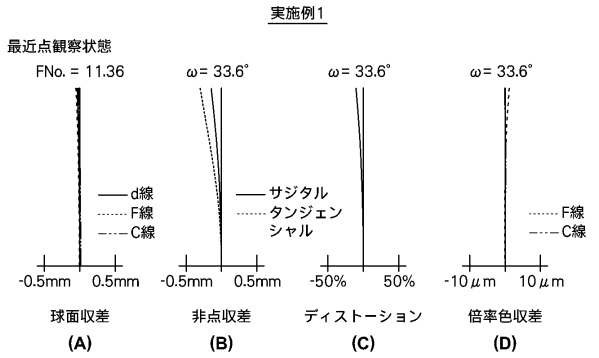
【図4】



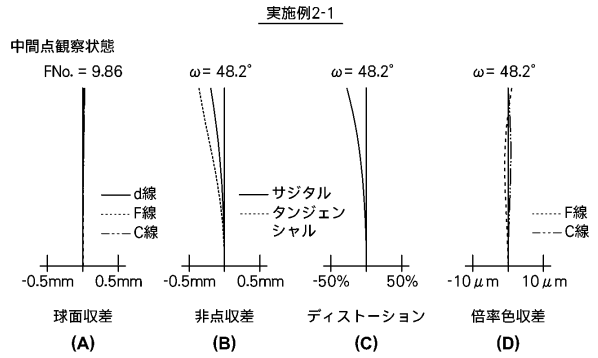
【図5】



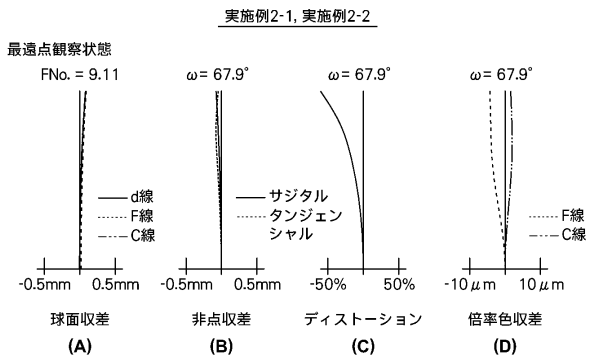
【図6】



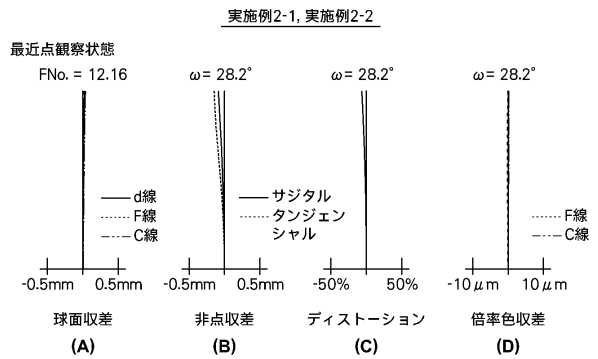
【図8】



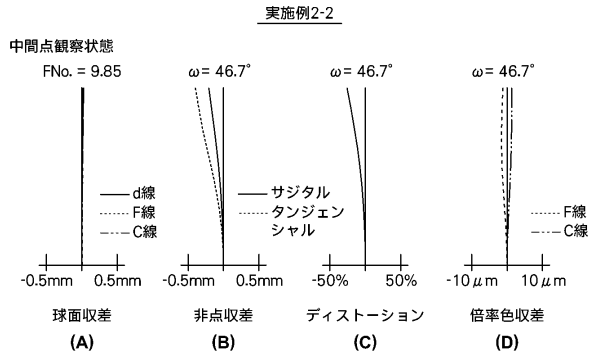
【図7】



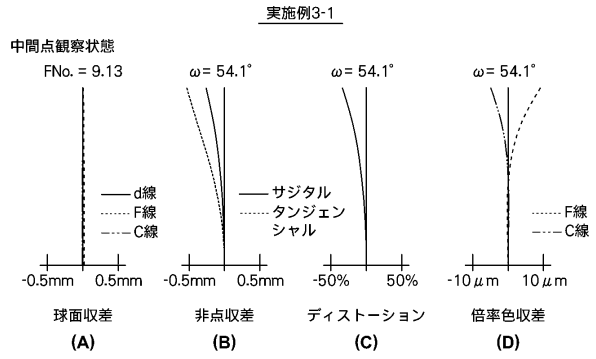
【図9】



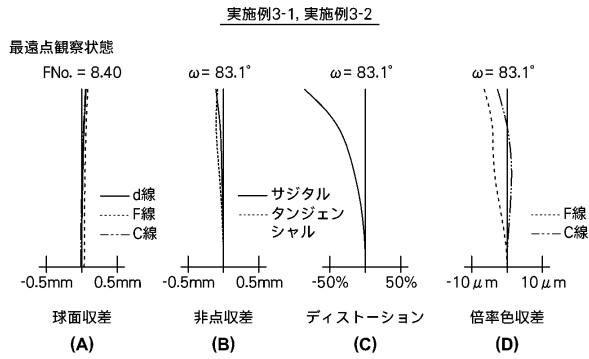
【図10】



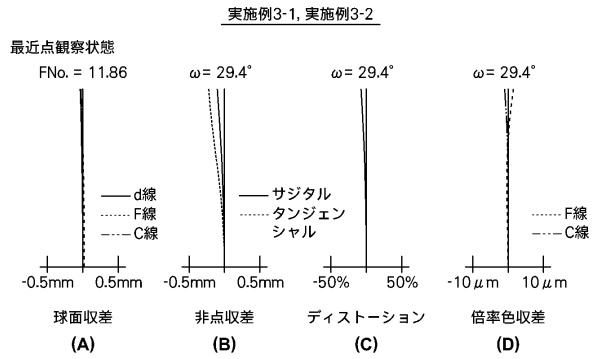
【図12】



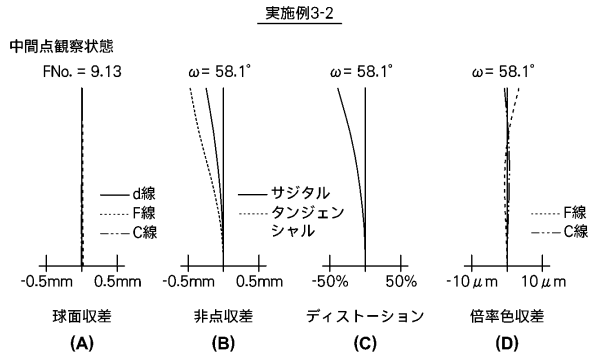
【図11】



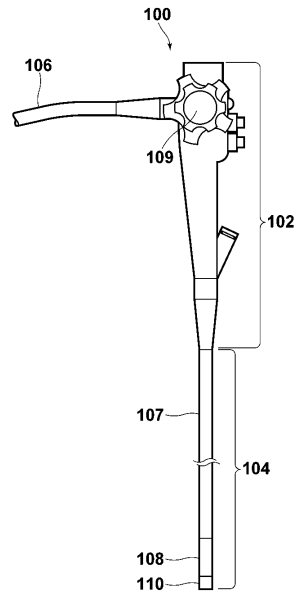
【図13】



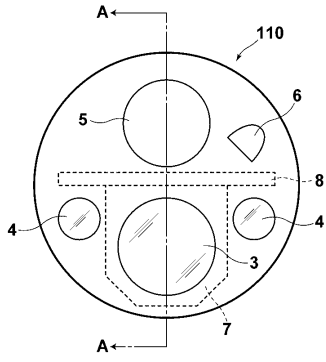
【図14】



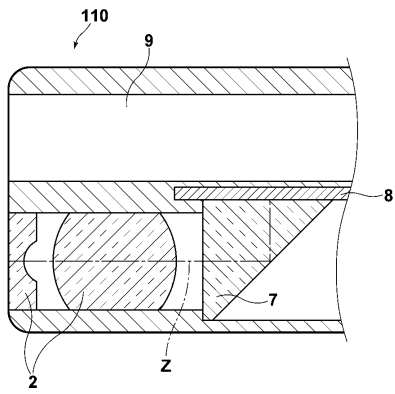
【図15】



【 図 16 】



【 図 17 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-021158(JP,A)
特開2007-260305(JP,A)
特開2001-166203(JP,A)
特開2013-104956(JP,A)
特開2009-300489(JP,A)
特開2009-251432(JP,A)
米国特許出願公開第2013/0155527(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00 - 17/08
G02B 21/02 - 21/04
G02B 23/24 - 23/26
G02B 25/00 - 25/04
A61B 1/00 - 1/32

专利名称(译)	内窥镜和内窥镜的物镜		
公开(公告)号	JP6145873B2	公开(公告)日	2017-06-14
申请号	JP2013150499	申请日	2013-07-19
[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	山本力		
发明人	山本力		
IPC分类号	G02B15/167 G02B23/26 A61B1/00		
CPC分类号	G02B23/243 G02B23/2438		
FI分类号	G02B15/167 G02B23/26.C A61B1/00.300.Y A61B1/00.731 A61B1/00.735		
F-TERM分类号	2H040/BA03 2H040/BA05 2H040/CA11 2H040/CA23 2H040/CA24 2H040/DA03 2H040/DA12 2H040/DA13 2H040/DA14 2H040/DA15 2H040/DA21 2H040/GA03 2H087/KA10 2H087/MA13 2H087/MA14 2H087/MA19 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 2H087/SA23 2H087/SA27 2H087/SA29 2H087/SA33 2H087/SA63 2H087/SA64 2H087/SA72 2H087/SA75 2H087/SB04 2H087/SB12 2H087/SB23 2H087/SB34 4C161/CC06 4C161/FF40 4C161/LL02 4C161/NN01 4C161/PP07		
代理人(译)	佐久间刚		
其他公开文献	JP2015022161A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

用于内窥镜的物镜通过沿着光轴Z移动除最靠近物体侧的透镜组以外的至少一个透镜组来执行从最远点对象到最近点对象的聚焦。满足以下条件公式(1)和(2): $1.2 \leq ft / fw$ (1); 和 $0.0 < (fm - fw) / (ft - fw) \leq 0.5$ (2), 其中ft: 当物镜聚焦在最近点物体时整个系统的焦距, fw: 当物镜已经聚焦到最远点物体时的整个系统, dt: 到最近点物体的物距, dw: 到最远点物体的物距dm, 其由 $dm = (2 \times dw \times dt) / (dw + dt)$: 到中点对象的物距, 以及fm: 当物镜已经聚焦在中点对象上时整个系统的焦距。

(19) 日本国特許庁(JP)	(12) 特許公報(B2)	(11) 特許番号 特許第6145873号 (P6145873)
(45) 発行日 平成29年6月14日(2017.6.14)	(24) 登録日 平成29年5月26日(2017.5.26)	
(51) Int. Cl.	F 1	
G 0 2 B 15/167 (2006.01)	G 0 2 B 15/167	
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	3 0 0 Y
請求項の数 5 (全 21 頁)		
(21) 出願番号 特願2013-150499(P2013-150499)	(73) 特許権者 306037311 富士フイルム株式会社	
(22) 出願日 平成25年7月19日(2013.7.19)	東京都港区西麻布2丁目2番30号	
(65) 公開番号 特開2015-22161(P2015-22161A)	(74) 代理人 100073184 弁理士 柳田 征史	
(43) 公開日 平成27年2月2日(2015.2.2)	(74) 代理人 100090468 弁理士 佐久間 剛	
審査請求日 平成27年10月28日(2015.10.28)	(72) 発明者 山本 力 埼玉県さいたま市北区檀竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内	
	審査官 瀬戸 息吹	
	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