

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B1)

(11) 特許番号

特許第5270054号
(P5270054)

(45) 発行日 平成25年8月21日(2013.8.21)

(24) 登録日 平成25年5月17日(2013.5.17)

(51) Int.Cl. F I
G O 2 B 13/04 (2006.01) G O 2 B 13/04
A 6 1 B 1/00 (2006.01) A 6 1 B 1/00

請求項の数 8 (全 19 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2013-510439 (P2013-510439)</p> <p>(86) (22) 出願日 平成24年9月7日(2012.9.7)</p> <p>(86) 国際出願番号 PCT/JP2012/072926</p> <p>審査請求日 平成25年3月5日(2013.3.5)</p> <p>(31) 優先権主張番号 特願2011-221667 (P2011-221667)</p> <p>(32) 優先日 平成23年10月6日(2011.10.6)</p> <p>(33) 優先権主張国 日本国(JP)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 304050923 オリンパスメディカルシステムズ株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号</p> <p>(74) 代理人 100076233 弁理士 伊藤 進</p> <p>(74) 代理人 100101661 弁理士 長谷川 靖</p> <p>(74) 代理人 100135932 弁理士 篠浦 治</p> <p>(72) 発明者 片倉 正弘 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパスメディカルシステムズ株式会社内</p> <p>審査官 堀井 康司</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	---

(54) 【発明の名称】 内視鏡用光学系

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から順に、負のレンズ群、明るさ絞り、正のレンズ群から構成され、
 前記負のレンズ群は、物体側から順に、負の第1レンズ、負の第2レンズから構成され

、以下の条件式(1)および(2)を満足することを特徴とする内視鏡用光学系、

$$0.05 < H(100) \times (nd01 - 1) / Rf01 < 0.38 \quad \dots (1)$$

$$0.5 < enp / FL < 2.5 \quad \dots (2)$$

ただし、

H(100)は、入射画角100度の主光線が前記第1レンズの物体側の面に入射する高さ、

Rf01は前記第1レンズの物体側の面の曲率半径、

nd01は前記第1レンズの屈折率、

FLは全系の焦点距離、

enpは入射瞳と前記第1レンズの物体側の面との距離である。

【請求項2】

以下の条件式(3)および(4)をさらに満足することを特徴とする請求項1に記載の内視鏡用光学系、

$$0.5 < H(100) / FL < 3.5 \quad \dots (3)$$

$$1.1 < (r_1 + r_2) / (r_1 - r_2) < 1.9 \quad \dots (4)$$

ただし、

r_1 は前記第1レンズの物体側の面の曲率半径、

r_2 は前記第1レンズの像側の面の曲率半径

である。

【請求項3】

レンズ系の入射角度 $\theta = 100$ である場合に、以下の条件式(5)をさらに満足することを特徴とする請求項1に記載の内視鏡用光学系、

$$0.00 < |EX(\theta)| / \theta < 0.03 \quad \dots (5)$$

ただし、 $EX(\theta)$ は、入射角度 θ で入射した主光線が光学系から射出する角度である。 10

【請求項4】

以下の条件式(6)をさらに満足することを特徴とする請求項1に記載の内視鏡用光学系、

$$-8.0 < F_{\text{front}} / F_{\text{rear}} < -0.1 \quad \dots (6)$$

ただし、 F_{front} は負のレンズ群の焦点距離、 F_{rear} は正のレンズ群の焦点距離である。

【請求項5】

以下の条件式(7)および(8)をさらに満足することを特徴とする請求項1に記載の内視鏡用光学系、 20

$$1.77 < n_{d1} < 2.42 \quad \dots (7)$$

$$1.9 < n_{d2} < 2.42 \quad \dots (8)$$

ただし、 n_{d1} は負の第1レンズの屈折率、 n_{d2} は負の第2レンズの屈折率である。

【請求項6】

前記正のレンズ群は、物体側から順に、少なくとも1枚の正レンズと、正レンズと負レンズとの接合レンズと、を含んで構成されることを特徴とする請求項1に記載の内視鏡用光学系。

【請求項7】

以下の条件式(9)をさらに満足することを特徴とする請求項1に記載の内視鏡用光学系、 30

$$0.1 < PW_1 / PW_2 < 0.26 \quad \dots (9)$$

ただし、 PW_1 は前記負の第1レンズのパワー、 PW_2 は前記負の第2レンズのパワーである。

【請求項8】

当該内視鏡用光学系におけるパワーを有する光学要素は、全て球面レンズであることを特徴とする請求項1に記載の内視鏡用光学系。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、200度以上の画角を有する内視鏡用光学系に関する。 40

【背景技術】

【0002】

内視鏡は、例えば体腔内を観察するものであるために、内視鏡用光学系は小型で広角のものが求められており、特に泌尿器内視鏡においては径方向に小型であることが必要である。

【0003】

内視鏡に適用可能な画角200度以上の光学系としては、例えば、特開2007-279632号公報(特許文献1)、特開2008-058387号公報(特許文献2)、特開2005-227426号公報(特許文献3)、特開2009-276371号公報(特許文献4)に記載のものが知られている。 50

【 0 0 0 4 】

これらの内の、特許文献 1 ~ 3 に開示されている光学系は、物体側から順に負の第 1 レンズ、負の第 2 レンズ、正の第 3 レンズ、明るさ絞り、正のレンズ群を有し、画角 2 0 0 度を有する点で優れている。

【 0 0 0 5 】

また、特許文献 4 に開示されている光学系は、物体側から順に負の第 1 レンズ、負の第 2 レンズ、フィルタ、明るさ絞り、正のレンズ群を有し、画角 2 0 0 度を有する点で優れている。

【 0 0 0 6 】

しかしながら、特許文献 1 ~ 3 に開示されている光学系は、負の第 2 レンズと明るさ絞りの間に正の第 3 レンズが配置されていて、第 1 レンズから明るさ絞りまでの距離が長いために、入射瞳の位置が像側に移動してしまっている。このために、負の第 1 レンズが径方向に肥大化して内視鏡には好ましくなく、特に泌尿器内視鏡には適用できないほどである。

10

【 0 0 0 7 】

また、特許文献 4 に開示されている光学系は、負の第 2 レンズと明るさ絞りの間にフィルタが配置されていること、およびフィルタと明るさ絞りの空気間隔が長いことから、入射瞳の位置が像側に移動してしまっている。このために、負の第 1 レンズが径方向に肥大化して内視鏡には好ましくなく、特に泌尿器内視鏡には適用できないほどである。

【 0 0 0 8 】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、2 0 0 度以上の画角を有する小径な内視鏡用光学系を提供することを目的としている。

20

【 発明の開示 】

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 9 】

上記の目的を達成するために、本発明の一態様による内視鏡用光学系は、物体側から順に、負のレンズ群、明るさ絞り、正のレンズ群から構成され、前記負のレンズ群は、物体側から順に、負の第 1 レンズ、負の第 2 レンズから構成され、以下の条件式 (1) および (2) を満足することを特徴とする、

$$0.05 < H(100) \times (nd01 - 1) / Rf01 < 0.38 \quad \dots (1)$$

$$0.5 < enp / FL < 2.5 \quad \dots (2)$$

30

ただし、 $H(100)$ は、入射画角 1 0 0 度の主光線が前記第 1 レンズの物体側の面に入射する高さ、 $Rf01$ は 前記第 1 レンズの物体側の面の曲率半径、 $nd01$ は 前記第 1 レンズの屈折率、 FL は 全系の焦点距離、 enp は 入射瞳と前記第 1 レンズの物体側の面との距離 である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 0 】

【 図 1 A 】 本発明の実施形態における第 1 実施例の内視鏡用光学系の光路に沿った構成を示す図である。

【 図 1 B 】 上記実施形態における第 1 実施例の内視鏡用光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図である。

40

【 図 2 A 】 上記実施形態における第 2 実施例の内視鏡用光学系の光路に沿った構成を示す図である。

【 図 2 B 】 上記実施形態における第 2 実施例の内視鏡用光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図である。

【 図 3 A 】 上記実施形態における第 3 実施例の内視鏡用光学系の光路に沿った構成を示す図である。

【 図 3 B 】 上記実施形態における第 3 実施例の内視鏡用光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図である。

【 図 4 A 】 上記実施形態における第 4 実施例の内視鏡用光学系の光路に沿った構成を示す

50

図である。

【図4B】上記実施形態における第4実施例の内視鏡用光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図である。

【図5A】上記実施形態における第5実施例の内視鏡用光学系の光路に沿った構成を示す図である。

【図5B】上記実施形態における第5実施例の内視鏡用光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図である。

【図6A】上記実施形態における第6実施例の内視鏡用光学系の光路に沿った構成を示す図である。

【図6B】上記実施形態における第6実施例の内視鏡用光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

【0012】

[実施形態]

本実施形態の内視鏡用光学系は、物体側から順に、負のレンズ群、明るさ絞り、正のレンズ群から構成されている。さらに、負のレンズ群は、物体側から順に、負の第1レンズ、負の第2レンズから構成されている。これにより、入射瞳の位置を物体側に移動して、負の第1レンズの小径化を図ることが可能となる。そして、内視鏡用光学系を構成する各群のレンズ枚数を削減することが可能であり、全長の短縮やコストの削減を図ることができる。

【0013】

ここに、内視鏡用光学系は、以下の条件式(1)および(2)を満足する。

【0014】

$$0.05 < H(100) \times (nd01 - 1) / Rf01 < 0.38 \quad \dots (1)$$

$$0.5 < enp / FL < 2.5 \quad \dots (2)$$

ただし、 $H(100)$ は、入射画角100度の主光線が第1レンズの物体側の面に入射する高さ、 $Rf01$ は第1レンズの物体側の面の曲率半径、 $nd01$ は第1レンズの屈折率、 FL は全系の焦点距離、 enp は入射瞳と第1レンズの物体側の面との距離である。

【0015】

まず、条件式(1)は、入射画角100度の主光線が第1レンズの物体側の面に入射する高さ、および第1レンズの屈折率、曲率に関する条件式である。この条件式(1)はアッペ(Abbe)の不変量の1部であり、第1面での屈折前後の光線の角度変化分、すなわち屈折量を規定する数式である。 $H(100) \times (nd01 - 1) / Rf01$ が条件式(1)の上限を超えてしまうと、屈折量が大き過ぎて軸外の収差が発生し易くなるために好ましくない。また、 $H(100) \times (nd01 - 1) / Rf01$ が条件式(1)の下限を超えてしまうと、屈折量が小さ過ぎてレンズの径が肥大化してしまうために好ましくない。

【0016】

次に、条件式(2)は、入射瞳に関する条件式である。 enp / FL が条件式(2)の範囲を満足していれば適切な入射瞳位置であるために、諸収差を大きく発生させることなく小型化を成し遂げることができる。これに対して、 enp / FL が条件式(2)の上限を超えると、レンズが径方向に肥大化してしまうために好ましくない。また、 enp / FL が条件式(2)の下限を超えると、負の第1レンズおよび負の第2レンズのパワーを著しく強くする必要があり、諸収差を大きく発生させ易くなるために好ましくない。

【0017】

なお、上述した条件式(1)、(2)は、

$$0.1 < H(100) \times (nd01 - 1) / Rf01 < 0.37 \quad \dots (1)'$$

$$1.0 < enp / FL < 2.0 \quad \dots (2)'$$

であることが好ましく、さらには、

10

20

30

40

50

$$0.15 < H(100) \times (nd_{01} - 1) / R_{f01} < 0.36 \quad \dots (1)''$$

$$1.4 < en_p / FL < 1.6 \quad \dots (2)''$$

となることがより一層好ましい。

【0018】

内視鏡用光学系は、以下の条件式(3)および(4)をさらに満足すると良い。

【0019】

$$0.5 < H(100) / FL < 3.5 \quad \dots (3)$$

$$1.1 < (r_1 + r_2) / (r_1 - r_2) < 1.9 \quad \dots (4)$$

ただし、 r_1 は第1レンズの物体側の面の曲率半径、 r_2 は第1レンズの像側の面の曲率半径である。

10

【0020】

条件式(3)は、入射画角100度の主光線が第1レンズの物体側の面に入射する高さに関する条件式である。 $H(100) / FL$ が条件式(3)の下限を超えてしまうと、レンズが径方向に極端に小さくなり過ぎて、負の第1レンズのパワーを強くする必要が生じ、軸上および軸外の収差を発生させてしまうために好ましくない。また、 $H(100) / FL$ が条件式(3)の上限を超えてしまうと、レンズが径方向に肥大化してしまうために好ましくない。

【0021】

条件式(4)は、前記負のレンズ群の第1レンズのシェープファクター(shape factor)に関する条件式である。 $(r_1 + r_2) / (r_1 - r_2)$ が条件式(4)の範囲内であれば、広画角を有しながらも必要な負のパワーを得ることができる。 $(r_1 + r_2) / (r_1 - r_2)$ が条件式(4)の下限を超えてしまうと、負の第1レンズの屈折力が低下してしまうために好ましくない。また、 $(r_1 + r_2) / (r_1 - r_2)$ が条件式(4)の上限を超えてしまうと、レンズの生産性が著しく低下するために好ましくない。

20

【0022】

なお、上述した条件式(3)、(4)は、

$$1.0 < H(100) / FL < 2.0 \quad \dots (3)'$$

$$1.2 < (r_1 + r_2) / (r_1 - r_2) < 1.8 \quad \dots (4)'$$

であることが好ましく、さらには、

$$1.8 < H(100) / FL < 2.1 \quad \dots (3)''$$

$$1.3 < (r_1 + r_2) / (r_1 - r_2) < 1.7 \quad \dots (4)''$$

30

となることがより一層好ましい。

【0023】

内視鏡用光学系は、レンズ系の入射角度 $= 100$ である場合に、以下の条件式(5)をさらに満足すると良い。

【0024】

$$0.00 < |EX(\)| / \quad < 0.03 \quad \dots (5)$$

ただし、 $EX(\)$ は、入射角度 θ で入射した主光線が光学系から射出する角度である。

。

【0025】

条件式(5)は、入射角に対する射出角光学系の関係式であり、入射角100度での光学系のテレセン性(像側テレセントリック性)を表している。テレセン性が崩れてしまうと、CCDやC-MOS等の撮像素子における斜入射特性により、周辺の明るさが低下したり、混色が発生したりするなどの影響が発生する。条件式(5)は、このような画質低下を発生させないための条件式である。

40

【0026】

内視鏡用光学系は、以下の条件式(6)をさらに満足すると良い。

【0027】

$$-8.0 < F_{\text{front}} / F_{\text{rear}} < -0.1 \quad \dots (6)$$

ただし、 F_{front} は負のレンズ群の焦点距離、 F_{rear} は正のレンズ群の焦点距離であ

50

る。

【0028】

条件式(6)は、負のレンズ群と正のレンズ群のパワー配置に関する条件式である。F_{front}/F_{rear}が条件式(6)の範囲内であれば、正のパワーを良好に分担できるために、色収差や球面収差、コマ収差を良好に補正できる。一方、F_{front}/F_{rear}が条件式(6)の上限または下限を超えてしまうと、どちらかのレンズ群にパワーが強くなり過ぎてしまうために、諸収差が発生し易くなってしまい、好ましくない。

【0029】

なお、上述した条件式は(6)は、

$$-6.0 < F_{\text{front}} / F_{\text{rear}} < -1.0 \quad \dots (6)'$$

であることが好ましく、さらには、

$$-4.0 < F_{\text{front}} / F_{\text{rear}} < -3.0 \quad \dots (6)''$$

となることがより一層好ましい。

【0030】

内視鏡用光学系は、以下の条件式(7)および(8)をさらに満足すると良い。

【0031】

$$1.77 < n_{d1} < 2.42 \quad \dots (7)$$

$$1.9 < n_{d2} < 2.42 \quad \dots (8)$$

ただし、n_{d1}は負の第1レンズの屈折率、n_{d2}は負の第2レンズの屈折率である。

【0032】

条件式(7)は負の第1レンズの屈折率に関する条件式、条件式(8)は負の第2レンズの屈折率に関する条件式である。n_{d1}が条件式(7)の範囲内にあり、かつn_{d2}が条件式(8)の範囲内であれば、何れも適度な屈折率であるために、負の第1レンズ、負の第2レンズの物体側の曲率を極端に強くしなくても、適切な負のパワーを得ることができる。一方、n_{d1}が条件式(7)の下限を超えるか、またはn_{d2}が条件式(8)の下限を超えてしまうと、負の第1レンズ、負の第2レンズに極端に強い曲率をつけなければならず、軸外の収差が発生させ易くなるために好ましくない。また、n_{d1}が条件式(7)の上限を超えるか、またはn_{d2}が条件式(8)の上限を超えてしまうと、レンズ自体の入手(あるいは、硝材の入手)が著しく困難になり、また高いコストを要するために好ましくない。

【0033】

また、内視鏡用光学系の正のレンズ群は、物体側から順に、少なくとも1枚の正レンズと、正レンズと負レンズとの接合レンズと、を含んで構成されていると良い。

【0034】

内視鏡用光学系は、以下の条件式(9)をさらに満足すると良い。

【0035】

$$0.1 < PW_1 / PW_2 < 0.26 \quad \dots (9)$$

ただし、PW₁は前記負の第1レンズのパワー、PW₂は前記負の第2レンズのパワーである。

【0036】

条件式(9)は前記負のレンズ群のパワー配置に関する条件式である。PW₁/PW₂が条件式(9)の範囲内であれば、適切なパワー配置であるために、広い画角を保ちながらもレンズ径を小さく保つことが可能となる。一方、PW₁/PW₂が条件式(9)の上限を超えてしまうと第1レンズのパワーが強くなり過ぎ、広画角を保てなくなるだけでなく、特に軸外の収差が発生させ易くなるために好ましくない。また、PW₁/PW₂が条件式(9)の下限を超えてしまうと、第2レンズのパワーが強くなり過ぎて、軸外の収差が発生させ易くなるために好ましくない。さらに第1レンズの肥大化にもつながるために好ましくない。

【0037】

なお、上述した条件式は(9)は、

10

20

30

40

50

$$0.12 < PW_1 / PW_2 < 0.255 \quad \dots (9)'$$

であることが好ましく、さらには、

$$0.15 < PW_1 / PW_2 < 0.25 \quad \dots (9)''$$

となることがより一層好ましい。

【0038】

内視鏡用光学系におけるパワーを有する光学要素は、全て球面レンズであると良い。

【0039】

パワーを有する光学要素として非球面レンズや回折光学素子を使用すると、コストが高くなってしまふ。従って、内視鏡用光学系におけるパワーを有する光学要素（明るさ絞りや光学フィルタ等を除いた光学要素）を全て球面レンズで構成することにより、コストを安価に抑制することができる。

10

【0040】

次に、表1および図1Aから図6Bを参照して、本実施形態の内視鏡用光学系の第1～6実施例を説明する。

【0041】

表1は、第1～6実施例の内視鏡用光学系の上述した条件式の値を示す表である。この表を見れば分かるように、第1～6実施例の内視鏡用光学系の全てが、上述した条件式(1)～(9)（さらには、各条件式(1)'、(1)''、(2)'、(2)''、(3)'、(3)''、(4)'、(4)''、(6)'、(6)''、(9)'、(9)''）を満たしている。

20

【表 1】

	ex1	ex2	ex3	ex4	ex5	ex6
$H(100) \times (nd01 - 1) / Rf01$	0.150	0.195	0.308	0.247	0.356	0.343
enp / FL	1.453	1.469	1.503	1.492	1.476	1.515
$H(100) / FL$	1.951	1.994	2.097	2.046	1.874	1.911
$(r1 + r2) / (r1 - r2)$	1.355	1.423	1.552	1.495	1.621	1.663
$ EX(\omega) / \omega$	0.0018	0.0020	0.0022	0.0026	0.0004	0.0003
F_{front} / F_{rear}	-3.116	-3.224	-3.509	-3.298	-3.686	-3.894
nd1	1.770	1.883	2.170	2.002	2.420	2.420
nd2	2.003	2.003	2.003	2.003	2.003	2.420
PW_1 / PW_2	0.151	0.175	0.216	0.198	0.237	0.249

【0042】

そして、第1～6実施例の内視鏡用光学系の光路に沿った構成を図1A、図2A、図3A、図4A、図5A、図6Aにそれぞれ示す。また、第1～6実施例の内視鏡用光学系の収差図を図1B、図2B、図3B、図4B、図5B、図6Bにそれぞれ示す。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 3 】

ここに、光路に沿った内視鏡用光学系の構成図中、符号 L 1 は第 1 レンズ、符号 L 2 は第 2 レンズ、符号 S は明るさ絞り、符号 L 3 は第 3 レンズ、符号 L 4 は第 4 レンズ、符号 OF はレーザーカットフィルタ、赤外カットフィルタ、光学的ローパスフィルタ等の光学フィルタを想定した光学部材、符号 L 5 は第 5 レンズ、符号 L 6 は第 6 レンズ、符号 L 7 は第 7 レンズ、符号 CG は撮像素子カバーガラス、符号 AL は接着層、符号 SG は撮像素子チップ封止ガラスをそれぞれ示している。

【 0 0 4 4 】

また、第 1 ~ 6 実施例における光学面は、第 1 レンズ L 1 の物体側が r 1、第 1 レンズ L 1 の像側が r 2、第 2 レンズ L 2 の物体側が r 3、第 2 レンズ L 2 の像側が r 4、明るさ絞り S が r 5、第 3 レンズ L 3 の物体側が r 6、第 3 レンズ L 3 の像側が r 7、第 4 レンズ L 4 の物体側が r 8、第 4 レンズ L 4 の像側が r 9、光学部材 OF の物体側が r 10、光学部材 OF の像側が r 11、第 5 レンズ L 5 の物体側が r 12、第 5 レンズ L 5 と第 6 レンズ L 6 との接合面が r 13、第 6 レンズ L 6 と第 7 レンズ L 7 との接合面が r 14、第 7 レンズ L 7 の像側が r 15、撮像素子カバーガラス CG の物体側が r 16、撮像素子カバーガラス CG の像側（接着層 AL の物体側）が r 17、撮像素子チップ封止ガラス SG の物体側（接着層 AL の像側）が r 18、撮像素子チップ封止ガラス SG の像側である像面 IM が r 19 となっていて、各光学面に付した数字が面番号を示している。同様に、図 1 A ~ 図 6 A における面間隔 d に付した数字が、面間隔 d の物体側の面の面番号を示している。

【 0 0 4 5 】

本実施形態の第 1 ~ 6 実施例の内視鏡用光学系は、物体側から順に、負のレンズ群である第 1 レンズ群 G 1、明るさ絞り S、正のレンズ群である第 2 レンズ群 G 2 から構成されている。さらに、負のレンズ群である第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの第 1 レンズ L 1、負レンズの第 2 レンズ L 2 から構成されている。ここに、第 2 レンズ L 2 は、第 1 ~ 第 4 実施例においては両凹レンズ、第 5、第 6 実施例においては物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとなっている。

【 0 0 4 6 】

また、正のレンズ群である第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズの第 3 レンズ L 3、像側に凸面を向けた平凸レンズ（正レンズ）の第 4 レンズ L 4、両凸レンズ（正レンズ）の第 5 レンズ L 5、両凹レンズ（負レンズ）の第 6 レンズ L 6、両凸レンズ（正レンズ）の第 7 レンズ L 7 を含んでおり、第 4 レンズ L 4 と第 5 レンズ L 5 との間には光学部材 OF が配設されている。

【 0 0 4 7 】

ここに、第 5 レンズ L 5 と第 6 レンズ L 6 は光学面 r 13 により、また、第 6 レンズ L 6 と第 7 レンズ L 7 は光学面 r 14 により、互いに接合されていて、その結果、3 枚の第 5 ~ 第 7 レンズ L 5 ~ L 7 は接合レンズとなっている。これにより、正のレンズ群である第 2 レンズ群 G 2 は、少なくとも 1 枚の正レンズと、正レンズと負レンズとの接合レンズと、を含んで構成されているといえることができる。

【 0 0 4 8 】

そして、第 1 ~ 第 7 レンズ L 1 ~ L 7 は、何れも球面レンズである。

【 第 1 実施例 】

【 0 0 4 9 】

図 1 A は第 1 実施例の内視鏡用光学系の光路に沿った構成を示す図、図 1 B は第 1 実施例の内視鏡用光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図である。

【 0 0 5 0 】

ここに、収差図中の球面収差図および倍率色収差図には、1 点鎖線で g 線（波長 435.84 nm）を、実線で d 線（波長 587.56 nm）、点線で C 線（波長 656.27 nm）を、それぞれ示している。また、収差図中の非点収差図には、点線でメリジオナル線 M を、実線でサジタル線 S を、それぞれ示している。なお、収差図中の F I Y は半画角

10

20

30

40

50

を表し、収差図および下記数値データのFNO. はFナンバーを表す。

【0051】

この第1実施例の光学系の数値データは、以下に示す通りである。

【0052】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数	d
1	4.142	0.30	1.77000	73.00	
2	0.625	0.29			
3	-2.011	0.25	2.00330	28.27	
4	1.378	0.50			
5	(絞り)	0.40			10
6	-2.094	0.50	1.88300	40.76	
7	-1.186	0.05			
8		0.65	1.64769	33.79	
9	-1.721	0.05			
10		0.60	1.51965	75.01	
11		0.05			
12	2.478	0.88	1.72916	54.68	
13	-1.148	0.30	1.92286	18.90	
14	1.812	0.60	1.88300	40.76	
15	-7.685	0.25			20
16		0.50	1.51633	64.14	
17		0.01	1.51000	63.01	
18		0.50	1.51633	64.14	
19		像面			

焦点距離 0.41
FNO. 5.49
画角 2 200.00

フランジバック (空気中) 0.90 30
全長 (空気中) 6.32

【第2実施例】

【0053】

図2Aは第2実施例の内視鏡用光学系の光路に沿った構成を示す図、図2Bは第2実施例の内視鏡用光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図である。

【0054】

ここに、収差図中の球面収差図および倍率色収差図には、1点鎖線でg線(波長435.84nm)を、実線でd線(波長587.56nm)、点線でC線(波長656.27nm)を、それぞれ示している。また、収差図中の非点収差図には、点線でメリジオナル線Mを、実線でサジタル線Sを、それぞれ示している。なお、収差図中のFIYは半画角を表し、収差図および下記数値データのFNO. はFナンバーを表す。 40

【0055】

この第2実施例の光学系の数値データは、以下に示す通りである。

【0056】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数	d
1	3.579	0.30	1.88300	40.76	
2	0.625	0.29			
3	-2.546	0.25	2.00330	28.27	
4	1.228	0.50			
5	(絞り)	0.40			50

6	-1.960	0.50	1.88300	40.76
7	-1.165	0.05		
8		0.65	1.64769	33.79
9	-1.706	0.05		
10		0.60	1.51965	75.01
11		0.05		
12	2.391	0.88	1.72916	54.68
13	-1.130	0.30	1.92286	18.90
14	1.525	0.60	1.88300	40.76
15	-8.156	0.25		
16		0.50	1.51633	64.14
17		0.01	1.51000	63.01
18		0.50	1.51633	64.14
19		像面		

焦点距離 0.40
 F N O . 5.49
 画角 2 202.00

フランジバック (空气中) 0.89
 全長 (空气中) 6.31

【第3実施例】
 【0057】

図3Aは第3実施例の内視鏡用光学系の光路に沿った構成を示す図、図3Bは第3実施例の内視鏡用光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図である。

【0058】

ここに、収差図中の球面収差図および倍率色収差図には、1点鎖線でg線(波長435.84nm)を、実線でd線(波長587.56nm)、点線でC線(波長656.27nm)を、それぞれ示している。また、収差図中の非点収差図には、点線でメリジオナル線Mを、実線でサジタル線Sを、それぞれ示している。なお、収差図中のF I Yは半画角を表し、収差図および下記数値データのF N O .はFナンバーを表す。

【0059】

この第3実施例の光学系の数値データは、以下に示す通りである。

【0060】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数 d
1	2.891	0.30	2.17000	33.00
2	0.625	0.29		
3	-84.848	0.25	2.00330	28.27
4	0.860	0.50		
5	(絞り)	0.40		
6	-2.264	0.50	1.88300	40.76
7	-1.347	0.05		
8		0.65	1.64769	33.79
9	-1.484	0.05		
10		0.60	1.51965	75.01
11		0.05		
12	2.157	0.88	1.72916	54.68
13	-0.948	0.30	1.92286	18.90
14	1.702	0.60	1.88300	40.76
15	-9.072	0.25		

10

20

30

40

50

16	0.50	1.51633	64.14
17	0.01	1.51000	63.01
18	0.50	1.51633	64.14
19		像面	

焦点距離 0.36
 F N O . 5.49
 画角 2 206.00

フランジバック (空気中) 0.89

10

全長 (空気中) 6.31

【第4実施例】

【0061】

図4Aは第4実施例の内視鏡用光学系の光路に沿った構成を示す図、図4Bは第4実施例の内視鏡用光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図である。

【0062】

ここに、収差図中の球面収差図および倍率色収差図には、1点鎖線でg線(波長435.84nm)を、実線でd線(波長587.56nm)、点線でC線(波長656.27nm)を、それぞれ示している。また、収差図中の非点収差図には、点線でメリジオナル線Mを、実線でサジタル線Sを、それぞれ示している。なお、収差図中のFIYは半画角を表し、収差図および下記数値データのFNO.はFナンバーを表す。

20

【0063】

この第4実施例の光学系の数値データは、以下に示す通りである。

【0064】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数	d
1	3.149	0.30	2.00178	19.32	
2	0.625	0.29			
3	-3.207	0.25	2.00330	28.27	
4	1.159	0.50			
5	(絞り)	0.40			
6	-2.190	0.50	1.88300	40.76	
7	-1.346	0.05			
8		0.65	1.64769	33.79	
9	-1.484	0.05			
10		0.60	1.51965	75.01	
11		0.05			
12	2.179	0.88	1.72916	54.68	
13	-0.966	0.30	1.92286	18.90	
14	1.182	0.60	1.88300	40.76	
15	-7.929	0.25			
16		0.50	1.51633	64.14	
17		0.01	1.51000	63.01	
18		0.50	1.51633	64.14	
19		像面			

30

40

焦点距離 0.38
 F N O . 5.47
 画角 2 200.00

フランジバック (空気中) 0.89

50

全長 (空気中) 6.31

【第5実施例】

【0065】

図5Aは第5実施例の内視鏡用光学系の光路に沿った構成を示す図、図5Bは第5実施例の内視鏡用光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図である。

【0066】

ここに、収差図中の球面収差図および倍率色収差図には、1点鎖線でF線(波長486.13nm)を、点線でd線(波長587.56nm)、実線でC線(波長656.27nm)を、それぞれ示している。また、収差図中の非点収差図には、点線でメリジオナル線Mを、実線でサジタル線Sを、それぞれ示している。なお、収差図中のFIYは半画角を表し、収差図および下記数値データのFNO.はFナンバーを表す。

【0067】

この第5実施例の光学系の数値データは、以下に示す通りである。

【0068】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数 d
1	2.637	0.30	2.42000	58.00
2	0.625	0.29		
3	2.034	0.25	2.00330	28.27
4	0.613	0.50		
5	(絞り)	0.40		
6	-2.877	0.50	1.88300	40.76
7	-1.438	0.05		
8		0.65	1.64769	33.79
9	-1.547	0.05		
10		0.60	1.51965	75.01
11		0.05		
12	1.994	0.88	1.72916	54.68
13	-0.973	0.30	1.92286	18.90
14	2.346	0.60	1.88300	40.76
15	-14.176	0.25		
16		0.50	1.51633	64.14
17		0.01	1.51000	63.01
18		0.50	1.51633	64.14
19		像面		

焦点距離 0.35

FNO. 5.50

画角 2 202.00

フランジバック (空気中) 0.89

全長 (空気中) 6.31

【第6実施例】

【0069】

図6Aは第6実施例の内視鏡用光学系の光路に沿った構成を示す図、図6Bは第6実施例の内視鏡用光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図である。

【0070】

ここに、収差図中の球面収差図および倍率色収差図には、1点鎖線でF線(波長486.13nm)を、点線でd線(波長587.56nm)、実線でC線(波長656.27nm)を、それぞれ示している。また、収差図中の非点収差図には、点線でメリジオナル線Mを、実線でサジタル線Sを、それぞれ示している。なお、収差図中のFIYは半画角

を表し、収差図および下記数値データの F N O . は F ナンバーを表す。

【 0 0 7 1 】

この第 6 実施例の光学系の数値データは、以下に示す通りである。

【 0 0 7 2 】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数	d
1	2.811	0.30	2.42000	58.00	
2	0.700	0.29			
3	1.415	0.25	2.42000	58.00	
4	0.544	0.50			
5	(絞り)	0.40			10
6	-3.332	0.50	1.88300	40.76	
7	-1.329	0.05			
8		0.65	1.64769	33.79	
9	-1.698	0.05			
10		0.60	1.51965	75.01	
11		0.05			
12	2.059	0.88	1.72916	54.68	
13	-0.948	0.30	1.92286	18.90	
14	3.307	0.60	1.88300	40.76	
15	-10.876	0.25			20
16		0.50	1.51633	64.14	
17		0.01	1.51000	63.01	
18		0.50	1.51633	64.14	
19		像面			

焦点距離 0.36
F N O . 5.50
画角 2 206.00

フランジバック (空気中) 0.89 30

全長 (空気中) 6.31

このような実施形態によれば、200度以上の画角を有する内視鏡用光学系において、負の第1レンズから明るさ絞りまでの距離を短くして入射瞳位置を物体側へ移動することにより、負の第1レンズの小径化を図ることができる。さらに、負の第1レンズの物体側の面の屈折量を半画角100度の入射角において適切に定めることによって、諸収差の発生を良好に抑制することが可能となる。

【 0 0 7 3 】

こうして、内視鏡 (例えば泌尿器内視鏡やその他の内視鏡) に好適な、小径の内視鏡用光学系を構成することができる。

【 0 0 7 4 】

なお、本発明は上述した実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化することができる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明の態様を形成することができる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除しても良い。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせても良い。このように、発明の主旨を逸脱しない範囲内において種々の変形や応用が可能であることは勿論である。

【 0 0 7 5 】

本出願は、2011年10月6日に日本国に出願された特願2011-221667号を優先権主張の基礎として出願するものであり、上記の開示内容は、本願明細書、請求の

範囲、図面に引用されたものとする。

【要約】

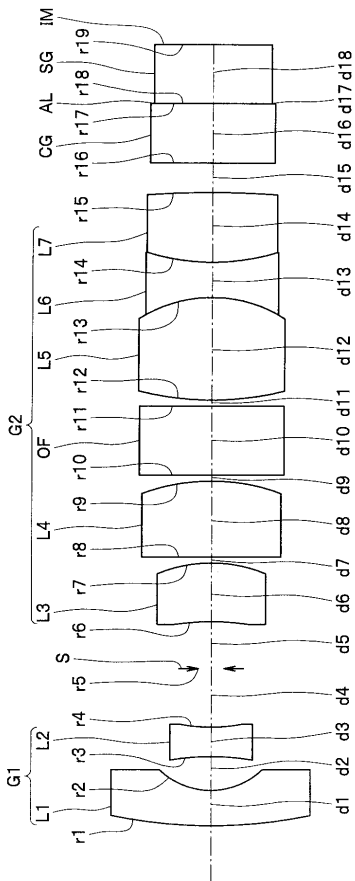
物体側から順に、負のレンズ群G1、明るさ絞りS、正のレンズ群G2から構成され、負のレンズ群G1は、物体側から順に、負の第1レンズL1、負の第2レンズL2から構成され、以下の条件式(1)および(2)を満足することを特徴とする内視鏡用光学系、

$$0.05 < H(100) \times (nd01 - 1) / Rf01 < 0.38 \quad \dots (1)$$

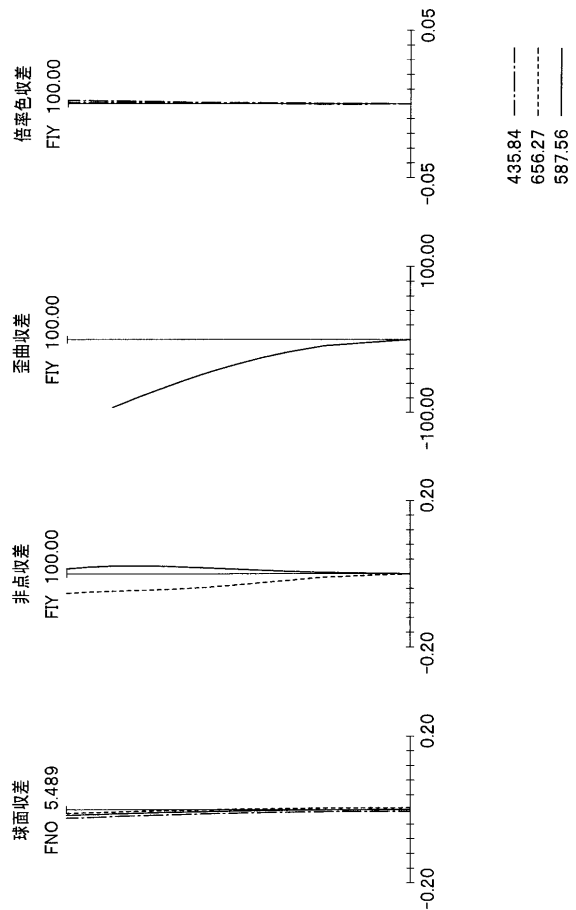
$$0.5 < enp / FL < 2.5 \quad \dots (2)$$

ただし、H(100)は第1レンズ面に入射する入射角100度となる主光線が第1レンズ面に入射する高さ、Rf01は第1レンズL1のL面の曲率半径、nd01は第1レンズL1の屈折率、FLは全系の焦点距離、enpは入射瞳位置である。

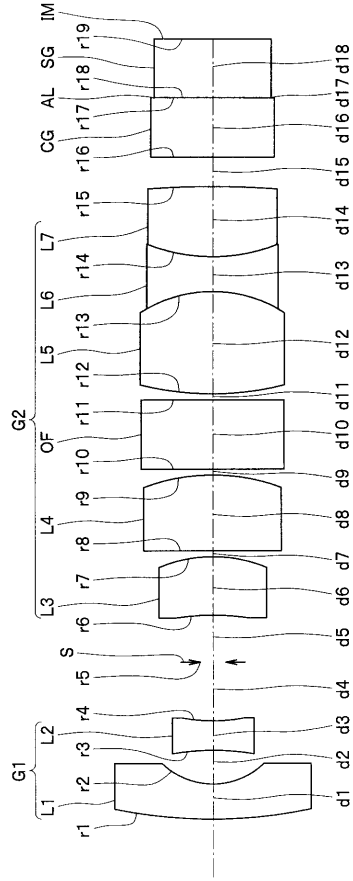
【図1A】



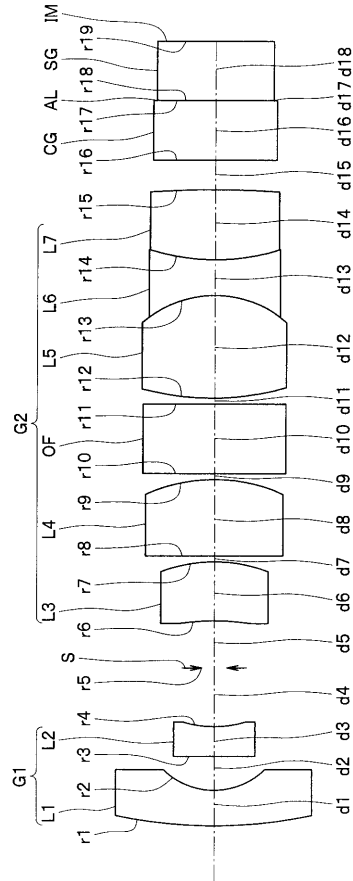
【図1B】



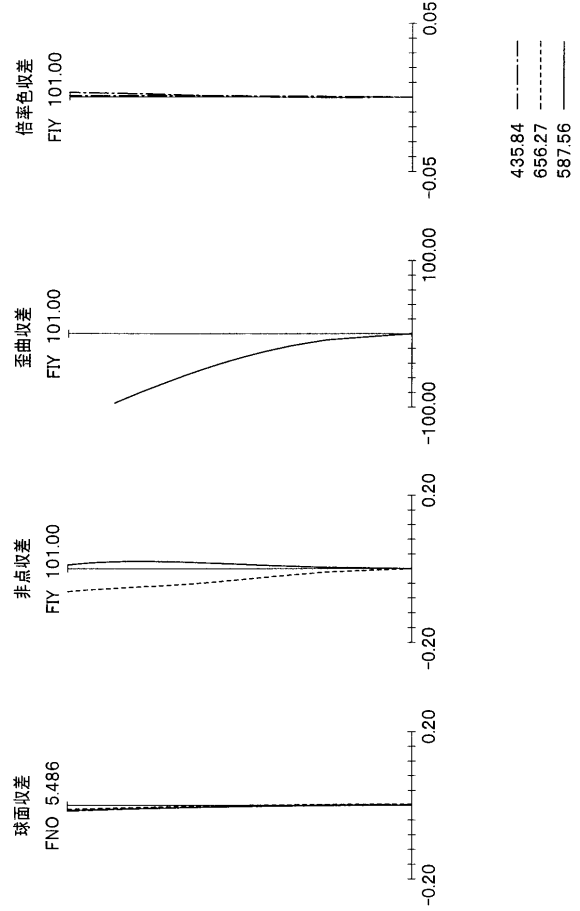
【 図 2 A 】



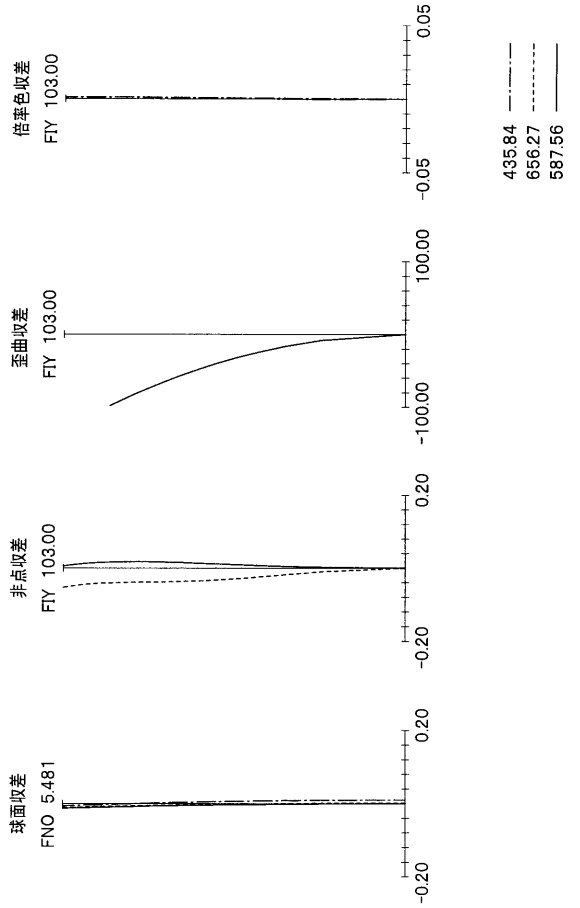
【 図 3 A 】



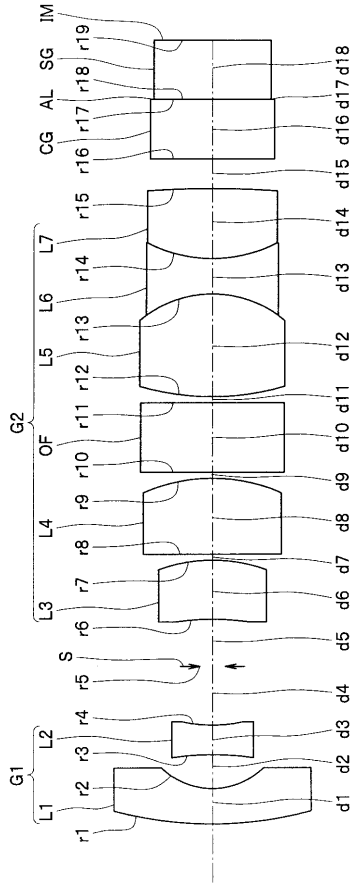
【 図 2 B 】



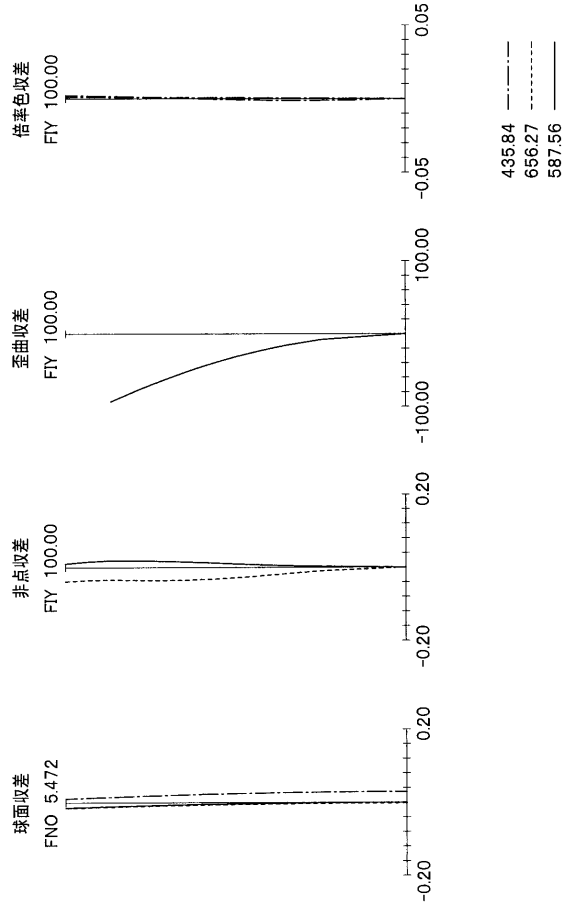
【 図 3 B 】



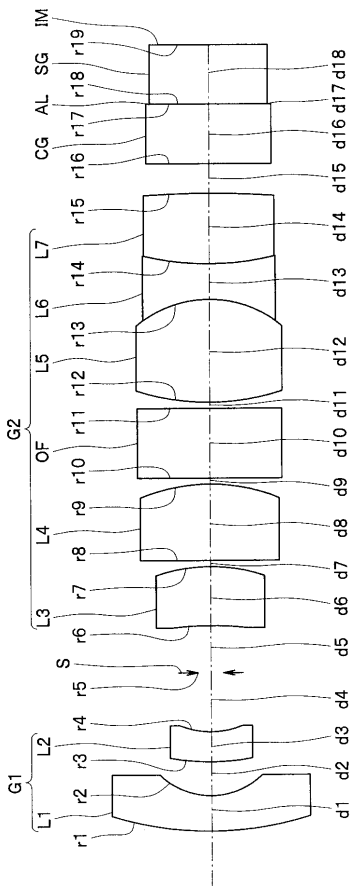
【 4 A 】



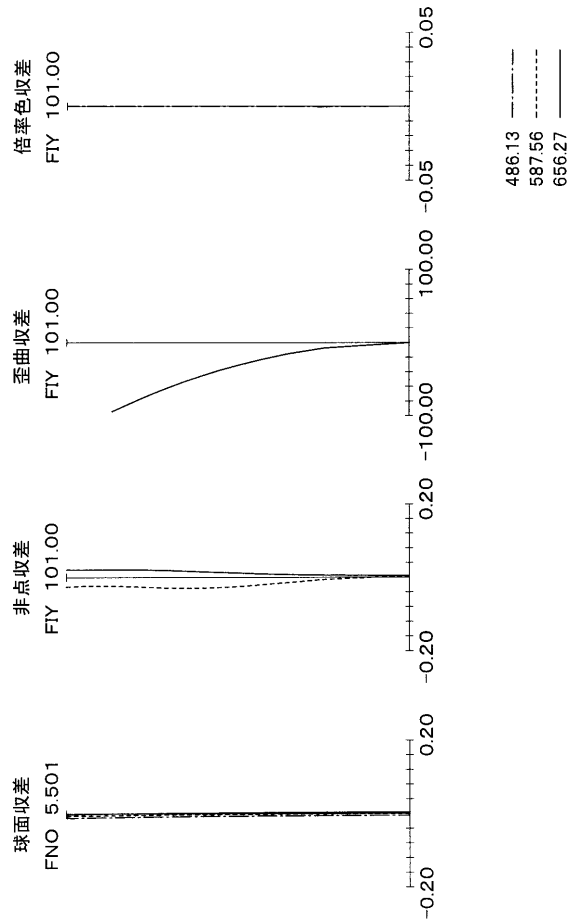
【 4 B 】



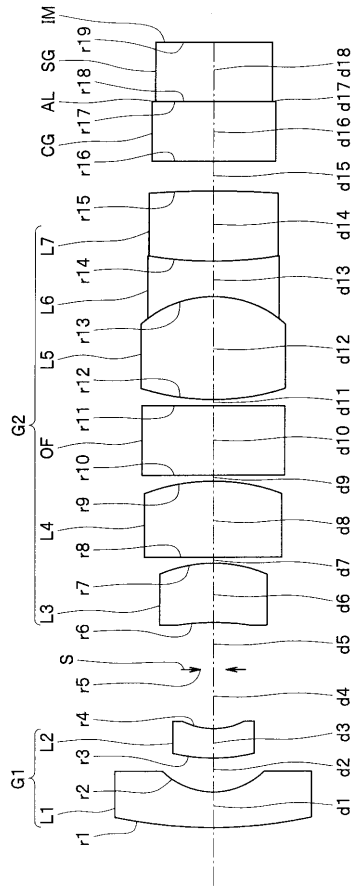
【 5 A 】



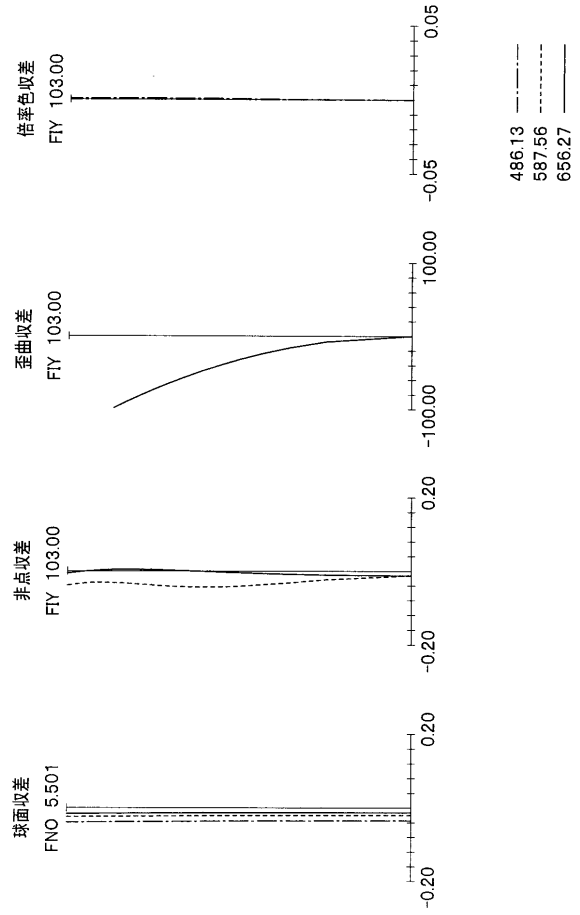
【 5 B 】



【 6 A 】



【 6 B 】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2011/070897(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 13/04

A61B 1/00

专利名称(译)	内视镜用光学系		
公开(公告)号	JP5270054B1	公开(公告)日	2013-08-21
申请号	JP2013510439	申请日	2012-09-07
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	オリンパスメディカルシステムズ株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	オリンパスメディカルシステムズ株式会社		
[标]发明人	片倉正弘		
发明人	片倉 正弘		
IPC分类号	G02B13/04 A61B1/00		
CPC分类号	G02B23/2407 A61B1/00183 A61B1/0019 A61B1/002 A61B1/307 G02B13/06 G02B23/243		
FI分类号	G02B13/04 A61B1/00		
代理人(译)	伊藤 进 长谷川 靖 ShinoUra修		
审查员(译)	堀井浩二		
优先权	2011221667 2011-10-06 JP		
其他公开文献	JPWO2013051366A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

从物侧起依次由负透镜组G1，孔径光阑S和正透镜组G2构成。负透镜组G1从物侧起依次包括负第一透镜L1和负第二透镜L2。以及一种用于内窥镜的光学系统，其特征在于，满足以下条件表达式(1)和(2)：
 $0.05 < H(100) \times (nd01 - 1) / Rf01 < 0.38 \dots (1)$
 $0.5 < enp / FL < 2.5 (2)$
 其中H(100)是入射到第一透镜表面上的入射角为100度的主光线入射到第一透镜表面上的高度，Rf01是第一透镜L1的L面的曲率半径，nd01是第一透镜透镜L1，FL的折射率是整个系统的焦距，而enp是入射光瞳位置。

	en6	en5	en4	en3	en2	en1
$H(100) \times (nd01 - 1) / Rf01$	0.343	0.356	0.247	0.008	0.195	0.150
enp/FL	1.515	1.476	1.492	1.503	1.469	1.463
H(100)/FL	1.911	1.874	2.046	2.087	1.994	1.951
$(r1+2)/(r1-2)$	1.663	1.621	1.495	1.562	1.423	1.355
$ EX(0) / u $	0.003	0.004	0.0026	0.0022	0.0020	0.0018
F-front/F-rear	-3.894	-3.686	-3.298	-3.509	-3.224	-3.116
nd1	2.420	2.420	2.002	2.170	1.883	1.770
nd2	2.420	2.003	2.003	2.003	2.003	2.003
PH1/PH2	0.249	0.237	0.198	0.216	0.175	0.151