

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6313241号  
(P6313241)

(45) 発行日 平成30年4月18日 (2018.4.18)

(24) 登録日 平成30年3月30日 (2018.3.30)

(51) Int.Cl.		F 1			
<b>G 0 2 B</b>	<b>13/04</b>	<b>(2006.01)</b>	G 0 2 B	13/04	D
<b>G 0 2 B</b>	<b>23/26</b>	<b>(2006.01)</b>	G 0 2 B	23/26	C
<b>A 6 1 B</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	A 6 1 B	1/00	7 3 1

請求項の数 11 (全 34 頁)

(21) 出願番号	特願2015-28216 (P2015-28216)	(73) 特許権者	306037311
(22) 出願日	平成27年2月17日 (2015.2.17)		富士フイルム株式会社
(65) 公開番号	特開2016-151629 (P2016-151629A)		東京都港区西麻布2丁目26番30号
(43) 公開日	平成28年8月22日 (2016.8.22)	(74) 代理人	110001519
審査請求日	平成29年3月8日 (2017.3.8)		特許業務法人太陽国際特許事務所
		(72) 発明者	馬場 智之
			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前群と、開口絞りと、正の屈折力を有する後群とから実質的になり、

前記前群は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズと、負の屈折力を有する第2レンズおよび正の屈折力を有する第3レンズが物体側から順に接合されてなる第1の接合レンズとから実質的になり、

前記後群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第4レンズと、正の屈折力を有する第5レンズおよび負の屈折力を有する第6レンズが物体側から順に接合されてなる第2の接合レンズとから実質的になり、

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

$$-0.8 < f / f_A < -0.2 \quad (1)$$

$$|d_2 - d_3| < 15.0 \quad (2)$$

$$-2.5 < f / f_2 < -0.8 \quad (3)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

f<sub>A</sub> : 前記前群の焦点距離

d<sub>2</sub> : 前記第2レンズのd線基準のアップ数

d<sub>3</sub> : 前記第3レンズのd線基準のアップ数

f 2 : 前記第 2 レンズの焦点距離

## 【請求項 2】

物体側から順に、負の屈折力を有する前群と、開口絞りと、正の屈折力を有する後群とから実質的になり、

前記前群は、物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズと、負の屈折力を有する第 2 レンズおよび正の屈折力を有する第 3 レンズが物体側から順に接合されてなる第 1 の接合レンズとから実質的になり、

前記後群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 4 レンズと、正の屈折力を有する第 5 レンズおよび負の屈折力を有する第 6 レンズが物体側から順に接合されてなる第 2 の接合レンズとから実質的になり、

下記条件式 ( 1 )、( 2 ) および ( 4 ) を満足することを特徴とする内視鏡用対物レンズ。

$$- 0.8 < f / f_A < - 0.2 \quad ( 1 )$$

$$| d_2 - d_3 | < 15.0 \quad ( 2 )$$

$$0.9 < f / f_3 < 2.0 \quad ( 4 )$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

f<sub>A</sub> : 前記前群の焦点距離

d<sub>2</sub> : 前記第 2 レンズの d 線基準のアップベ数

d<sub>3</sub> : 前記第 3 レンズの d 線基準のアップベ数

f<sub>3</sub> : 前記第 3 レンズの焦点距離

## 【請求項 3】

物体側から順に、負の屈折力を有する前群と、開口絞りと、正の屈折力を有する後群とから実質的になり、

前記前群は、物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズと、負の屈折力を有する第 2 レンズおよび正の屈折力を有する第 3 レンズが物体側から順に接合されてなる第 1 の接合レンズとから実質的になり、

前記後群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 4 レンズと、正の屈折力を有する第 5 レンズおよび負の屈折力を有する第 6 レンズが物体側から順に接合されてなる第 2 の接合レンズとから実質的になり、

下記条件式 ( 1 )、( 2 ) および ( 5 ) を満足することを特徴とする内視鏡用対物レンズ。

$$- 0.8 < f / f_A < - 0.2 \quad ( 1 )$$

$$| d_2 - d_3 | < 15.0 \quad ( 2 )$$

$$42.5 < | d_5 - d_6 | < 100 \quad ( 5 )$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

f<sub>A</sub> : 前記前群の焦点距離

d<sub>2</sub> : 前記第 2 レンズの d 線基準のアップベ数

d<sub>3</sub> : 前記第 3 レンズの d 線基準のアップベ数

d<sub>5</sub> : 前記第 5 レンズの d 線基準のアップベ数

d<sub>6</sub> : 前記第 6 レンズの d 線基準のアップベ数

## 【請求項 4】

下記条件式 ( 6 ) を満足する請求項 1 から 3 のいずれか 1 項記載の内視鏡用対物レンズ。

$$0.1 < d_{AB} / f < 1.0 \quad ( 6 )$$

ただし、

d<sub>AB</sub> : 前記前群と前記後群との光軸上の間隔

## 【請求項 5】

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

10

20

30

40

50

ンズ。

$$-0.7 < f / f_A < -0.3 \quad (1-1)$$

【請求項 6】

下記条件式(2-1)を満足する請求項 1 から 5 のいずれか 1 項記載の内視鏡用対物レンズ。

$$|d_2 - d_3| < 12.5 \quad (2-1)$$

【請求項 7】

下記条件式(3-1)を満足する請求項 1 から 6 のいずれか 1 項記載の内視鏡用対物レンズ。

$$-2.0 < f / f_2 < -0.85 \quad (3-1)$$

10

ただし、

f<sub>2</sub> : 前記第 2 レンズの焦点距離

【請求項 8】

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

$$0.95 < f / f_3 < 1.65 \quad (4-1)$$

ただし、

f<sub>3</sub> : 前記第 3 レンズの焦点距離

【請求項 9】

下記条件式(5-1)を満足する請求項 1 から 8 のいずれか 1 項記載の内視鏡用対物レンズ。

$$43.5 < |d_5 - d_6| < 80 \quad (5-1)$$

ただし、

d<sub>5</sub> : 前記第 5 レンズの d 線基準のアップ数

d<sub>6</sub> : 前記第 6 レンズの d 線基準のアップ数

【請求項 10】

下記条件式(6-1)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。

$$0.15 < d_{AB} / f < 0.85 \quad (6-1)$$

ただし、

d<sub>AB</sub> : 前記前群と前記後群との光軸上の間隔

【請求項 11】

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を備えたことを特徴とする内視鏡。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡用対物レンズおよび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】

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。下記特許文献 1 ~ 7 には、内視鏡用対物レンズとして使用可能なレンズ系が記載されている。これらのレンズ系は、物体側から順に、負の屈折力を有する前群と、絞りと、正の屈折力を有する後群とから構成されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特許第 2 5 9 6 8 2 7 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 9 - 0 8 0 4 1 3 号公報

30

40

50

【特許文献3】特許第4265909号公報  
 【特許文献4】特開2011-227380号公報  
 【特許文献5】特許第4999078号公報  
 【特許文献6】特許第5363354号公報  
 【特許文献7】特許第5324321号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

内視鏡用対物レンズにおいては、病変の発見率を向上させるため、より広範囲を観察可能な広角レンズ系であることが求められている。また、近年では内視鏡で撮像した画像を電気信号に変換して画像処理を行うことにより血管や表面構造等を強調させた画像を生成し、病変部を際立たせて観察することが行われている。このような観察では光源として白色光源に加え、波長が400nm付近の短波長のレーザ光源を用いられることが多い。そのため、波長400nm付近の短波長域から可視域までの全域において色収差が良好に補正された内視鏡用対物レンズが要求されている。

10

【0005】

しかしながら、広角になるほど倍率色収差が大きくなりやすく、広角化と良好な色収差補正を両立させることは容易ではない。特許文献1～6に記載のレンズ系は、近年要望されているほどの広角化が達成されているとは言えない。特許文献7に記載のレンズ系は、波長400nm付近の短波長域も含めて考えると、この短波長域から可視域までの全域において軸上色収差と倍率色収差が良好に補正されているとは言えない。

20

【0006】

本発明は上記事情に鑑みなされたものであり、広角で、かつ波長400nm付近の短波長域から可視域までの全域において色収差が良好に補正され、高い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前群と、開口絞りと、正の屈折力を有する後群とから実質的になり、前群は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズと、負の屈折力を有する第2レンズおよび正の屈折力を有する第3レンズが物体側から順に接合されてなる第1の接合レンズとから実質的になり、後群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第4レンズと、正の屈折力を有する第5レンズおよび負の屈折力を有する第6レンズが物体側から順に接合されてなる第2の接合レンズとから実質的になり、下記条件式(1)、(2)および(3)を満足するものである。

30

$$-0.8 < f / f_A < -0.2 \quad (1)$$

$$|d_2 - d_3| < 15.0 \quad (2)$$

$$-2.5 < f / f_2 < -0.8 \quad (3)$$

ただし、

f：全系の焦点距離

40

f<sub>A</sub>：前群の焦点距離

d<sub>2</sub>：第2レンズのd線基準のアッベ数

d<sub>3</sub>：第3レンズのd線基準のアッベ数

f<sub>2</sub>：第2レンズの焦点距離

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前群と、開口絞りと、正の屈折力を有する後群とから実質的になり、前群は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズと、負の屈折力を有する第2レンズおよび正の屈折力を有する第3レンズが物体側から順に接合されてなる第1の接合レンズとから実質的になり、後群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第4レンズと、正の屈折力を有する第5レンズおよび負の屈折力を有する第6レンズが物体側から順に接合されてなる第2の接合レン

50

ズとから実質的になり、下記条件式 ( 1 )、( 2 ) および ( 4 ) を満足するものである。

$$- 0.8 < f / f_A < - 0.2 \quad ( 1 )$$

$$| d_2 - d_3 | < 15.0 \quad ( 2 )$$

$$0.9 < f / f_3 < 2.0 \quad ( 4 )$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

f A : 前群の焦点距離

d 2 : 第 2 レンズの d 線基準のアッベ数

d 3 : 第 3 レンズの d 線基準のアッベ数

f 3 : 第 3 レンズの焦点距離

10

本発明の第 3 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前群と、開口絞りと、正の屈折力を有する後群とから実質的になり、前群は、物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズと、負の屈折力を有する第 2 レンズおよび正の屈折力を有する第 3 レンズが物体側から順に接合されてなる第 1 の接合レンズとから実質的になり、後群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 4 レンズと、正の屈折力を有する第 5 レンズおよび負の屈折力を有する第 6 レンズが物体側から順に接合されてなる第 2 の接合レンズとから実質的になり、下記条件式 ( 1 )、( 2 ) および ( 5 ) を満足するものである。

$$- 0.8 < f / f_A < - 0.2 \quad ( 1 )$$

$$| d_2 - d_3 | < 15.0 \quad ( 2 )$$

$$42.5 < | d_5 - d_6 | < 100 \quad ( 5 )$$

20

ただし、

f : 全系の焦点距離

f A : 前群の焦点距離

d 2 : 第 2 レンズの d 線基準のアッベ数

d 3 : 第 3 レンズの d 線基準のアッベ数

d 5 : 第 5 レンズの d 線基準のアッベ数

d 6 : 第 6 レンズの d 線基準のアッベ数

なお、以下では、本発明の第 1、第 2 および第 3 の内視鏡用対物レンズを総称して本発明の内視鏡用対物レンズという。

**【 0 0 0 8 】**

30

本発明の内視鏡用対物レンズにおいては、下記条件式 ( 3 ) ~ ( 6 )、( 1 - 1 ) ~ ( 6 - 1 ) のいずれか 1 つ、または任意の組み合わせを満足することが好ましい。

$$- 2.5 < f / f_2 < - 0.8 \quad ( 3 )$$

$$0.9 < f / f_3 < 2.0 \quad ( 4 )$$

$$42.5 < | d_5 - d_6 | < 100 \quad ( 5 )$$

$$0.1 < d_{AB} / f < 1.0 \quad ( 6 )$$

$$- 0.7 < f / f_A < - 0.3 \quad ( 1 - 1 )$$

$$| d_2 - d_3 | < 12.5 \quad ( 2 - 1 )$$

$$- 2.0 < f / f_2 < - 0.85 \quad ( 3 - 1 )$$

$$0.95 < f / f_3 < 1.65 \quad ( 4 - 1 )$$

$$43.5 < | d_5 - d_6 | < 80 \quad ( 5 - 1 )$$

$$0.15 < d_{AB} / f < 0.85 \quad ( 6 - 1 )$$

40

ただし、

f : 全系の焦点距離

f 2 : 第 2 レンズの焦点距離

f 3 : 第 3 レンズの焦点距離

f A : 前群の焦点距離

d 2 : 第 2 レンズの d 線基準のアッベ数

d 3 : 第 3 レンズの d 線基準のアッベ数

d 5 : 第 5 レンズの d 線基準のアッベ数

50

d 6 : 第 6 レンズの d 線基準のアップベ数  
d A B : 前群と後群との光軸上の間隔

【 0 0 0 9 】

なお、上記の「～から実質的になり」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、レンズパレル等を含んでもよいことを意図するものである。

【 0 0 1 0 】

なお、上記の本発明の内視鏡用対物レンズにおける屈折力の符号は、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。

【 0 0 1 1 】

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ものである。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明の内視鏡用対物レンズは、負の前群と正の後群を配置したレトロフォーカスタイプにおいて、前群と後群の構成を好適に設定し、特に、開口絞りの両側に接合レンズを配置して、所定の条件式を満足するようにしているため、広角で、かつ波長 400 nm 付近の短波長域から可視域までの全域において色収差が良好に補正され、高い光学性能を有するレンズ系を実現することができる。

【 0 0 1 3 】

本発明の内視鏡は、本発明の内視鏡用対物レンズを備えているため、広い視野で観察が可能であり、波長 400 nm 付近の短波長域から可視域までの全域において良好な画像を取得することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図 1】本発明の一実施形態に係る内視鏡用対物レンズの構成例を示すものであり、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である。

【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である。

【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である。

【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である。

【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である。

【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である。

【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である。

【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である。

【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である。

【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である。

【図 11】本発明の実施例 11 の内視鏡用対物レンズの構成と光路を示す断面図である。

【図 12】本発明の実施例 12 の内視鏡用対物レンズの構成と光路を示す断面図である。

【図 13】本発明の実施例 13 の内視鏡用対物レンズの構成と光路を示す断面図である。

【図 14】本発明の実施例 14 の内視鏡用対物レンズの構成と光路を示す断面図である。

【図 15】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、倍率色収差図を示す。

【図 16】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、倍率色収差図を示す。

【図 17】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、倍率色収差図を示す。

【図 18】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、倍率色収差図を示す。

【図 19】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、倍率色収差図を示す。

【図 20】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

10

20

30

40

50

収差図、非点収差図、歪曲収差図、倍率色収差図を示す。

【図 2 1】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、倍率色収差図を示す。

【図 2 2】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、倍率色収差図を示す。

【図 2 3】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、倍率色収差図を示す。

【図 2 4】本発明の実施例 10 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、倍率色収差図を示す。

【図 2 5】本発明の実施例 11 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、倍率色収差図を示す。

【図 2 6】本発明の実施例 12 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、倍率色収差図を示す。

【図 2 7】本発明の実施例 13 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、倍率色収差図を示す。

【図 2 8】本発明の実施例 14 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、倍率色収差図を示す。

【図 2 9】本発明の実施形態にかかる内視鏡の概略構成を示す図である。

【図 3 0】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である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

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 は、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と光路を示す図であり、後述の実施例 1 のレンズ構成に対応している。図 1 では左側が物体側、右側が像側であり、光路は軸上光束 2 および最大画角の光束 3 の各光路を示し、最大全画角の半値も図示している。

【0016】

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前群 G A と、開口絞り S t と、正の屈折力を有する後群 G B とから実質的になる。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、バックフォーカスを確保できるとともに、内視鏡に要求される広い視野角に好適に対応可能な光学系となる。なお、図 1 に示す開口絞り S t は必ずしも大きさや形状を表すものではなく、光軸 Z 上の位置を示すものである。

【0017】

なお、図 1 では第 2 の接合レンズ C E 2 の像側に入射面と出射面が平行平面の光学部材 P P 1、P P 2 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 1、P P 2 を省略した構成も可能である。光学部材 P P 1、P P 2 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 では光路を展開した図を示している。

【0018】

前群 G A は、物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ L 1 と、第 1 の接合レンズ C E 1 とから実質的になる。第 1 の接合レンズ C E 1 は、負の屈折力を有する第 2 レンズ L 2 および正の屈折力を有する第 3 レンズ L 3 を物体側から順に接合したものである。負の第 1 レンズ L 1 により、歪曲収差と像面湾曲を良好に補正することができる。第 1 の接合レンズ C E 1 により、軸上色収差と倍率色収差を良好に補正することができる。

【0019】

後群 G B は、物体側から順に、正の屈折力を有する第 4 レンズ L 4 と、第 2 の接合レンズ C E 2 とから実質的になる。第 2 の接合レンズ C E 2 は、正の屈折力を有する第 5 レンズ L 5 および負の屈折力を有する第 6 レンズ L 6 を物体側から順に接合したものである。

10

20

30

40

50

正の第4レンズL4により、球面収差を良好に補正することができる。第2の接合レンズCE2により、倍率色収差を良好に補正することができる。

【0020】

また、この内視鏡用対物レンズは、下記条件式(1)および(2)を満足するものである。

$$-0.8 < f / f_A < -0.2 \quad (1)$$

$$|d_2 - d_3| < 15.0 \quad (2)$$

ただし、

f：全系の焦点距離

f<sub>A</sub>：前群の焦点距離

d<sub>2</sub>：第2レンズのd線基準のアッペ数

d<sub>3</sub>：第3レンズのd線基準のアッペ数

【0021】

条件式(1)の下限以下にならないようにすることで、歪曲収差と像面湾曲を好適に抑えることができる。条件式(1)の上限以上にならないようにすることで、視野角を大きくすることができ、すなわち、広角化に有利となる。条件式(1)に関する上記効果をより高めるためには、下記条件式(1-1)を満足することがより好ましい。

$$-0.7 < f / f_A < -0.3 \quad (1-1)$$

【0022】

条件式(2)は第1の接合レンズCE1に関するものである。負の第2レンズL2および正の第3レンズL3を接合し、これらの材質を条件式(2)を満足するように選択することで、波長400nm付近の短波長域から可視域までの全域において軸上色収差と倍率色収差の両方を良好に補正することが可能となる。条件式(2)に関する上記効果をより高めるためには、下記条件式(2-1)を満足することがより好ましい。

$$|d_2 - d_3| < 12.5 \quad (2-1)$$

【0023】

さらに、この内視鏡用対物レンズは、下記条件式(3)~(6)のいずれか1つまたは任意の組合せを満足することが好ましい。

$$-2.5 < f / f_2 < -0.8 \quad (3)$$

$$0.9 < f / f_3 < 2.0 \quad (4)$$

$$42.5 < |d_5 - d_6| < 100 \quad (5)$$

$$0.1 < d_{AB} / f < 1.0 \quad (6)$$

ただし、

f：全系の焦点距離

f<sub>2</sub>：第2レンズの焦点距離

f<sub>3</sub>：第3レンズの焦点距離

d<sub>5</sub>：第5レンズのd線基準のアッペ数

d<sub>6</sub>：第6レンズのd線基準のアッペ数

d<sub>AB</sub>：前群と後群との光軸上の間隔

【0024】

条件式(3)の範囲内となるようにf/f<sub>2</sub>の値を設定することで、第1レンズL1と第2レンズL2に負の屈折力をバランス良く配分することができ、歪曲収差と像面湾曲を良好に補正することができる。条件式(3)に関する上記効果をより高めるためには、下記条件式(3-1)を満足することがより好ましい。

$$-2.0 < f / f_2 < -0.85 \quad (3-1)$$

【0025】

条件式(4)の下限以下にならないようにすることで、第1レンズL1の大径化を抑制することができ、小径であることが望まれる内視鏡用対物レンズとして好適なものとなる。条件式(4)の上限以上にならないようにすることで、球面収差と歪曲収差を良好に補正することができる。条件式(4)に関する上記効果をより高めるためには、下記条件式

10

20

30

40

50

(4-1)を満足することがより好ましい。

$$0.95 < f / f_3 < 1.65 \quad (4-1)$$

【0026】

条件式(3)、(4)はそれぞれ第1の接合レンズCE1を構成する負レンズ、正レンズの屈折力に関するものである。条件式(3)および(4)は同時に満足することがより好ましく、条件式(3)および(4)を同時に満足する場合には、レンズ系の大型化を抑制しながら良好な性能を得ることに有利となる。

【0027】

条件式(5)の下限以下にならないようにすることで、倍率色収差を良好に補正することができる。条件式(5)の上限以上にならないようにすることで、倍率色収差の過剰補正を抑制することができる。条件式(5)に関する上記効果をより高めるためには、下記条件式(5-1)を満足することがより好ましい。

$$43.5 < |d_5 - d_6| < 80 \quad (5-1)$$

【0028】

条件式(6)の下限以下にならないようにすることで、球面収差を良好に補正することができる。条件式(6)の上限以上にならないようにすることで、レンズ系の大型化を抑制することができ、特にレンズ系の光軸方向の長さを抑制することができる。条件式(6)に関する上記効果をより高めるためには、下記条件式(6-1)を満足することがより好ましい。

$$0.15 < d_{AB} / f < 0.85 \quad (6-1)$$

【0029】

上述した好ましい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。好ましい構成を適宜採用することで、より良好な光学性能やより高い仕様に対応可能な光学系を実現することができる。

【0030】

本発明の実施形態にかかる内視鏡用対物レンズは、広角で、かつ波長400nm付近の短波長域から可視域までの全域において色収差が良好に補正されて高い光学性能が要求されるレンズ系に適用可能である。なお、ここでいう広角のレンズ系とは、最大全画角が160°以上のレンズ系のことである。

【0031】

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。以下に示す実施例1~14のデータは、全系の焦点距離が1.000となるように規格化されたものである。また、内視鏡の使用状況を考慮して、以下で説明する実施例1~14の基本レンズデータと収差図は有限距離にある曲率を有する物体(不図示)を観察する場合のものを示している。

【0032】

[実施例1]

実施例1の内視鏡用対物レンズのレンズ構成と光路は図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。実施例1の内視鏡用対物レンズの基本レンズデータを表1に、諸元を表2に示す。表1のSi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、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上の面間隔を示す。なお、曲率半径の符号は、物体側に凸面を向けた面形状のものを正とし、像側に凸面を向けた面形状のものを負としている。

【0033】

表1の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)に関する屈折率を示し、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。なお、表1には、物体、開口絞りSt、光学部材PP1、PP2、像面Simも合わせて示している。

10

20

30

40

50

表1では、物体、開口絞りSt、像面Simに相当する面の面番号の欄にはそれぞれOBJ、面番号と(S t)、I M Gという語句を記載している。

【0034】

表2に、全系の焦点距離f、全系のバックフォーカスBf、FナンバーFNo.、全画角 $2\omega$ の値をd線基準で示す。 $2\omega$ の欄の[°]は単位が度であることを意味する。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。

【0035】

【表1】

実施例1

Si	Ri	Di	Ndj	$\nu$ dj
OBJ	14.03051	14.0305		
1	5.90217	0.4677	1.88299	40.78
2	1.23352	0.7666		
3	-4.26411	0.4209	2.00100	29.13
4	0.90965	1.2954	1.80809	22.76
5	-3.34394	0.6461		
6(St)	$\infty$	0.0000		
7	$\infty$	0.8817	1.48749	70.24
8	-1.52465	0.1169		
9	$\infty$	1.0267	1.59522	67.73
10	-0.97278	0.4092	1.84666	23.78
11	-1.86372	0.4553		
12	$\infty$	3.5076	1.55919	53.90
13	$\infty$	0.3508	1.51633	64.06
14	$\infty$	0.0584		
IMG	$\infty$			

10

20

【0036】

【表2】

実施例1

f	1.000
Bf	2.928
FNo.	7.18
$2\omega$ [°]	164.8

30

【0037】

図15に左から順に、実施例1の内視鏡用対物レンズの球面収差、非点収差、歪曲収差(ディストーション)、倍率色収差(倍率の色収差)の各収差図を示す。球面収差図では、d線(波長587.6nm)、C線(波長656.3nm)、F線(波長486.1nm)、h線(波長404.7nm)に関する収差をそれぞれ黒の実線、長破線、短破線、灰色の実線で示す。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、短破線で示し、線種の説明にそれぞれ(S)、(T)という記号を記入している。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、h線に関する収差をそれぞれ長破線、短破線、灰色の実線で示す。球面収差図のFNo.はFナンバーを意味し、その他の収差図の $\omega$ は最大全画角の半値(最大半画角)を意味する。図15に示す収差は、基本レンズデータに示す物体を観察した場合のものである。

40

【0038】

上記の実施例1のものに関する図示方法、各データの記号、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

50

る。

【 0 0 3 9 】

[ 実施例 2 ]

実施例 2 の内視鏡用対物レンズについて、レンズ構成と光路を図 2 に示し、基本レンズデータを表 3 に示し、諸元を表 4 に示し、各収差図を図 1 6 に示す。

【 0 0 4 0 】

【 表 3 】

実施例2

Si	Ri	Di	Ndj	$\nu$ dj
OBJ	12.95954	12.9595		
1	4.93318	0.4320	1.88299	40.78
2	1.25628	0.7587		
3	-4.84600	0.3888	2.00100	29.13
4	0.80718	1.2860	1.80809	22.76
5	-2.41645	0.1501		
6(St)	$\infty$	0.0482		
7	-1.44651	0.8485	1.49700	81.54
8	-0.97616	0.1080		
9	7.84607	0.9380	1.49700	81.54
10	-1.05252	0.3780	1.92286	18.90
11	-1.67437	0.4553		
12	$\infty$	3.2399	1.55920	53.92
13	$\infty$	0.3240	1.51633	64.05
14	$\infty$	0.0540		
IMG	$\infty$			

10

20

【 0 0 4 1 】

【 表 4 】

実施例2

f	1.000
Bf	2.729
FNo.	7.20
$2\omega$ [°]	168.2

30

【 0 0 4 2 】

[ 実施例 3 ]

実施例 3 の内視鏡用対物レンズについて、レンズ構成と光路を図 3 に示し、基本レンズデータを表 5 に示し、諸元を表 6 に示し、各収差図を図 1 7 に示す。

【 0 0 4 3 】

【表 5】

## 実施例3

Si	Ri	Di	Ndj	$\nu$ dj
OBJ	10.30701	10.3070		
1	10.16336	0.3006	2.00100	29.13
2	0.78286	0.2280		
3	5.86882	0.3092	2.00100	29.13
4	0.62309	0.7791	1.80809	22.76
5	-1.78019	0.2121		
6(St)	$\infty$	0.0419		
7	-1.66756	0.5442	1.49700	81.54
8	-0.84767	0.1445		
9	3.18874	0.8619	1.43875	94.94
10	-0.80330	0.3006	1.92286	18.90
11	-1.28981	0.3428		
12	$\infty$	2.5768	1.55920	53.92
13	$\infty$	0.2577	1.51633	64.05
14	$\infty$	0.0428		
IMG	$\infty$			

10

20

【 0 0 4 4 】

【表 6】

## 実施例3

f	1.000
Bf	2.115
FNo.	7.20
$2\omega$ [°]	169.4

【 0 0 4 5 】

[ 実施例 4 ]

実施例 4 の内視鏡用対物レンズについて、レンズ構成と光路を図 4 に示し、基本レンズデータを表 7 に示し、諸元を表 8 に示し、各収差図を図 1 8 に示す。

30

【 0 0 4 6 】

【表 7】

## 実施例4

Si	Ri	Di	Ndj	$\nu$ dj
OBJ	10.37765	10.3776		
1	12.40958	0.3027	1.88300	40.81
2	0.72176	0.2736		
3	5.40546	0.3113	1.88300	40.81
4	0.62582	0.7883	1.72825	28.46
5	-1.67824	0.1977		
6(St)	$\infty$	0.0333		
7	-2.10250	0.4561	1.59522	67.73
8	-0.92985	0.1169		
9	-61.01583	0.7478	1.49700	81.54
10	-0.71700	0.3027	1.84666	23.78
11	-1.23436	0.3863		
12	$\infty$	2.5944	1.55920	53.92
13	$\infty$	0.2594	1.51633	64.05
14	$\infty$	0.0435		
IMG	$\infty$			

10

20

【 0 0 4 7 】

【表 8】

## 実施例4

f	1.000
Bf	2.172
FNo.	7.21
$2\omega$ [°]	168.6

【 0 0 4 8 】

[ 実施例 5 ]

実施例 5 の内視鏡用対物レンズについて、レンズ構成と光路を図 5 に示し、基本レンズデータを表 9 に示し、諸元を表 10 に示し、各収差図を図 19 に示す。

【 0 0 4 9 】

30

【表 9】

## 実施例5

Si	Ri	Di	Ndj	$\nu$ dj
OBJ	10.76065	10.7607		
1	8.67126	0.3139	1.88300	40.81
2	0.82872	0.3841		
3	11.74547	0.3229	1.88300	40.81
4	0.74236	0.9297	1.72825	28.46
5	-1.97436	0.3299		
6(St)	$\infty$	0.0355		
7	-2.23866	0.4605	1.59522	67.73
8	-1.07802	0.1836		
9	11.84161	0.8172	1.49700	81.54
10	-0.78152	0.3139	1.84666	23.78
11	-1.31797	0.3803		
12	$\infty$	2.6902	1.55920	53.92
13	$\infty$	0.2690	1.51633	64.05
14	$\infty$	0.0448		
IMG	$\infty$			

10

20

【 0 0 5 0 】

【表 1 0】

## 実施例5

f	1.000
Bf	2.240
FNo.	7.21
$2\omega$ [°]	169.0

【 0 0 5 1 】

[ 実施例 6 ]

実施例 6 の内視鏡用対物レンズについて、レンズ構成と光路を図 6 に示し、基本レンズデータを表 1 1 に示し、諸元を表 1 2 に示し、各収差図を図 2 0 に示す。

30

【 0 0 5 2 】

【表 1 1】

## 実施例6

Si	Ri	Di	Ndj	$\nu$ dj
OBJ	11.20323	11.2032		
1	7.49812	0.3268	1.88300	40.81
2	1.04335	0.5129		
3	94.28372	0.3361	1.88300	40.81
4	0.91060	1.1852	1.72825	28.46
5	-2.42372	0.4433		
6(St)	$\infty$	0.1642		
7	-2.18569	0.4890	1.59522	67.73
8	-1.20523	0.0467		
9	6.23200	0.8936	1.49700	81.54
10	-0.85474	0.3268	1.84666	23.78
11	-1.43175	0.3749		
12	$\infty$	2.8008	1.55920	53.92
13	$\infty$	0.2801	1.51633	64.05
14	$\infty$	0.0467		
IMG	$\infty$			

10

20

【 0 0 5 3 】

【表 1 2】

## 実施例6

f	1.000
Bf	2.319
FNo.	7.21
$2\omega$ [°]	169.4

【 0 0 5 4 】

[ 実施例 7 ]

実施例 7 の内視鏡用対物レンズについて、レンズ構成と光路を図 7 に示し、基本レンズデータを表 1 3 に示し、諸元を表 1 4 に示し、各収差図を図 2 1 に示す。

30

【 0 0 5 5 】

【表 1 3】

## 実施例7

Si	Ri	Di	Ndj	$\nu$ dj
OBJ	9.14713	9.1471		
1	9.38633	0.2668	1.88300	40.81
2	0.67648	0.1827		
3	3.40082	0.2744	1.88300	40.81
4	0.49923	0.6343	1.72825	28.46
5	-2.05112	0.0310		
6(St)	$\infty$	0.1651		
7	-2.40400	0.4861	1.59522	67.73
8	-0.82194	0.0381		
9	4.83668	0.7617	1.49700	81.54
10	-0.81560	0.2668	1.84666	23.78
11	-1.52334	0.3342		
12	$\infty$	2.2868	1.55920	53.92
13	$\infty$	0.2287	1.51633	64.05
14	$\infty$	0.0381		
IMG	$\infty$			

10

20

【 0 0 5 6 】

【表 1 4】

## 実施例7

f	1.000
Bf	1.884
FNo.	7.21
$2\omega$ [°]	169.0

【 0 0 5 7 】

[ 実施例 8 ]

実施例 8 の内視鏡用対物レンズについて、レンズ構成と光路を図 8 に示し、基本レンズデータを表 1 5 に示し、諸元を表 1 6 に示し、各収差図を図 2 2 に示す。

【 0 0 5 8 】

30

【表 1 5】

## 実施例8

Si	Ri	Di	Ndj	$\nu$ dj
OBJ	9.46913	9.4691		
1	7.00214	0.2762	1.88300	40.81
2	0.79821	0.2941		
3	6.42842	0.2841	1.88300	40.81
4	0.63982	0.7340	1.72825	28.46
5	-2.46212	0.1885		
6(St)	$\infty$	0.2315		
7	-2.95463	0.4944	1.59522	67.73
8	-1.00282	0.0395		
9	3.17218	0.8148	1.49700	81.54
10	-0.94863	0.2762	1.84666	23.78
11	-1.80747	0.3204		
12	$\infty$	2.3673	1.55920	53.92
13	$\infty$	0.2367	1.51633	64.05
14	$\infty$	0.0394		
IMG	$\infty$			

10

20

【 0 0 5 9 】

【表 1 6】

## 実施例8

f	1.000
Bf	1.933
FNo.	7.21
$2\omega$ [°]	169.4

【 0 0 6 0 】

[ 実施例 9 ]

実施例 9 の内視鏡用対物レンズについて、レンズ構成と光路を図 9 に示し、基本レンズデータを表 1 7 に示し、諸元を表 1 8 に示し、各収差図を図 2 3 に示す。

30

【 0 0 6 1 】

【表 17】

## 実施例9

Si	Ri	Di	Ndj	$\nu$ dj
OBJ	9.82503	9.8250		
1	5.84081	0.2866	1.88300	40.81
2	0.92686	0.4477		
3	23.21772	0.2948	1.88300	40.81
4	0.78810	0.8424	1.72825	28.46
5	-2.81603	0.3648		
6(St)	$\infty$	0.3124		
7	-4.19182	0.5179	1.59522	67.73
8	-1.21056	0.0409		
9	2.89578	0.8617	1.49700	81.54
10	-1.09039	0.2866	1.84666	23.78
11	-2.13160	0.3281		
12	$\infty$	2.4563	1.55920	53.92
13	$\infty$	0.2456	1.51633	64.05
14	$\infty$	0.0410		
IMG	$\infty$			

10

20

【0062】

【表 18】

## 実施例9

f	1.000
Bf	2.011
FNo.	7.21
$2\omega$ [°]	169.4

【0063】

[実施例10]

実施例10の内視鏡用対物レンズについて、レンズ構成と光路を図10に示し、基本レンズデータを表19に示し、諸元を表20に示し、各収差図を図24に示す。

30

【0064】

【表 19】

## 実施例10

Si	Ri	Di	Ndj	$\nu$ dj
OBJ	8.26430	8.2643		
1	7.57688	0.2410	1.88300	40.81
2	0.57441	0.1841		
3	1.88369	0.2479	1.88300	40.81
4	0.53965	0.5353	1.72825	28.46
5	-2.45729	0.0484		
6(St)	$\infty$	0.1045		
7	-2.07942	0.4263	1.59522	67.73
8	-0.75795	0.0344		
9	2.57593	0.6869	1.49700	81.54
10	-0.80693	0.2410	1.84666	23.78
11	-1.68950	0.3329		
12	$\infty$	2.0661	1.55920	53.92
13	$\infty$	0.2066	1.51633	64.05
14	$\infty$	0.0343		
IMG	$\infty$			

10

20

【0065】

【表 20】

## 実施例10

f	1.000
Bf	1.710
FNo.	7.21
$2\omega$ [°]	169.2

【0066】

[ 実施例 11 ]

実施例 11 の内視鏡用対物レンズについて、レンズ構成と光路を図 11 に示し、基本レンズデータを表 21 に示し、諸元を表 22 に示し、各収差図を図 25 に示す。

【0067】

30

【表 2 1】

## 実施例11

Si	Ri	Di	Ndj	$\nu_{dj}$
OBJ	8.54431	8.5443		
1	5.99158	0.2492	1.88300	40.81
2	0.70807	0.2797		
3	2.61659	0.2563	1.88300	40.81
4	0.71145	0.6168	1.72825	28.46
5	-2.56520	0.1631		
6(St)	$\infty$	0.0580		
7	-1.57106	0.5547	1.59522	67.73
8	-0.88712	0.0356		
9	2.11345	0.7874	1.49700	81.54
10	-0.86792	0.2492	1.84666	23.78
11	-1.72057	0.2879		
12	$\infty$	2.1361	1.55920	53.92
13	$\infty$	0.2136	1.51633	64.05
14	$\infty$	0.0356		
IMG	$\infty$			

10

20

【 0 0 6 8 】

【表 2 2】

## 実施例11

f	1.000
Bf	1.722
FNo.	7.21
$2\omega [^\circ]$	169.4

【 0 0 6 9 】

[ 実施例 1 2 ]

実施例 1 2 の内視鏡用対物レンズについて、レンズ構成と光路を図 1 2 に示し、基本レンズデータを表 2 3 に示し、諸元を表 2 4 に示し、各収差図を図 2 6 に示す。

【 0 0 7 0 】

30

【表 2 3】

## 実施例12

Si	Ri	Di	Ndj	$\nu$ dj
OBJ	8.85697	8.8570		
1	5.45093	0.2583	1.88300	40.81
2	0.91687	0.3848		
3	4.40589	0.2657	1.88300	40.81
4	0.76522	0.7827	1.72825	28.46
5	-3.06617	0.2471		
6(St)	$\infty$	0.0334		
7	-1.70387	0.7764	1.59522	67.73
8	-1.01233	0.0369		
9	2.31090	0.8634	1.49700	81.54
10	-1.02106	0.2583	1.84666	23.78
11	-1.93043	0.3015		
12	$\infty$	2.2142	1.55920	53.92
13	$\infty$	0.2214	1.51633	64.05
14	$\infty$	0.0370		
IMG	$\infty$			

10

20

【0071】

【表 2 4】

## 実施例12

f	1.000
Bf	1.798
FNo.	7.21
$2\omega$ [°]	169.4

【0072】

[ 実施例 1 3 ]

実施例 1 3 の内視鏡用対物レンズについて、レンズ構成と光路を図 1 3 に示し、基本レンズデータを表 2 5 に示し、諸元を表 2 6 に示し、各収差図を図 2 7 に示す。なお、実施例 1 3 では第 1 レンズ L 1 の像側直後に平行平面状の光学部材 P P 3 が配置されているが、光学部材 P P 3 は本発明に必須の構成要素ではない。

【0073】

30

【表 2 5】

## 実施例13

Si	Ri	Di	Ndj	$\nu$ dj
OBJ	12.39642	12.3964		
1	$\infty$	0.3616	1.88299	40.78
2	1.34708	0.4702		
3	$\infty$	0.3099	1.88299	40.78
4	$\infty$	0.3461		
5	-10.82105	0.3719	2.00100	29.13
6	0.98448	0.8349	1.84666	23.78
7	-2.67143	0.8284		
8(St)	$\infty$	0.0000		
9	$\infty$	0.6608	1.49700	81.54
10	-1.51959	0.1033		
11	-12.30965	0.6708	1.59522	67.73
12	-0.85949	0.3616	1.84666	23.78
13	-1.64666	0.4133		
14	$\infty$	3.0991	1.55920	53.92
15	$\infty$	0.3099	1.51633	64.05
16	$\infty$	0.0517		
IMG	$\infty$			

10

20

【0074】

【表 2 6】

## 実施例13

f	1.000
Bf	2.582
FNo.	7.21
$2\omega$ [°]	164.4

30

【0075】

[ 実施例 1 4 ]

実施例 1 4 の内視鏡用対物レンズについて、レンズ構成と光路を図 1 4 に示し、基本レンズデータを表 2 7 に示し、諸元を表 2 8 に示し、各収差図を図 2 8 に示す。なお、実施例 1 4 では第 1 レンズ L 1 の像側直後に平行平面状の光学部材 P P 3 が配置されているが、光学部材 P P 3 は本発明に必須の構成要素ではない。

【0076】

【表 27】

## 実施例14

Si	Ri	Di	Ndj	$\nu$ dj
OBJ	12.88961	12.8896		
1	11.64254	0.3759	1.88299	40.78
2	1.53172	0.6427		
3	$\infty$	0.3222	1.88299	40.78
4	$\infty$	0.1904		
5	-3.15581	0.3866	2.00100	29.13
6	0.75512	1.0170	1.84666	23.78
7	-2.33947	0.5493		
8(St)	$\infty$	0.0000		
9	$\infty$	0.8993	1.49700	81.54
10	-1.48445	0.1165		
11	-13.47609	0.7851	1.59522	67.73
12	-0.89368	0.3759	1.84666	23.78
13	-1.71217	0.4239		
14	$\infty$	3.2224	1.55919	53.90
15	$\infty$	0.3222	1.51633	64.06
16	$\infty$	0.0539		
IMG	$\infty$			

10

20

【0077】

【表 28】

## 実施例14

f	1.000
Bf	2.685
FNo.	7.19
$2\omega$ [°]	164.6

30

【0078】

表 29 に上記実施例 1 ~ 14 の内視鏡用対物レンズの条件式 (1) ~ (6) の対応値を示す。表 29 に示す値は d 線を基準とするものである。

【0079】

【表 29】

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
(1)	f/fA	-0.356	-0.469	-0.395	-0.372	-0.309	-0.647
(2)	$\nu$ d2- $\nu$ d3	6.37	6.37	12.35	12.35	12.35	12.35
(3)	f/f2	-1.495	-1.395	-1.211	-1.099	-0.959	-1.444
(4)	f/f3	1.097	1.497	1.367	1.155	0.935	1.624
(5)	$\nu$ d5- $\nu$ d6	62.64	76.04	57.76	57.76	57.76	57.76
(6)	dAB/f	0.198	0.254	0.231	0.365	0.608	0.196

式番号	実施例8	実施例9	実施例10	実施例11	実施例12	実施例13	実施例14
(1)	f/fA	-0.509	-0.688	-0.454	-0.388	-0.359	-0.432
(2)	$\nu$ d2- $\nu$ d3	12.35	12.35	12.35	12.35	5.35	5.35
(3)	f/f2	-1.076	-1.069	-0.848	-0.922	-1.126	-1.722
(4)	f/f3	1.066	1.522	1.204	1.087	1.054	1.260
(5)	$\nu$ d5- $\nu$ d6	57.76	57.76	57.76	57.76	43.95	43.95
(6)	dAB/f	0.420	0.677	0.153	0.280	0.828	0.549

10

20

30

【0080】

次に、本発明の実施形態にかかる内視鏡について図29、図30を参照しながら説明する。図29に、本発明の実施形態の内視鏡の一例として、本発明の実施形態にかかる内視鏡用対物レンズを用いた内視鏡の概略的な全体構成図を示す。図29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を回転させることにより湾曲操作が可能となっている。

40

【0081】

図30に、先端部110の要部断面図を示す。先端部110の内部上側には処置具挿通

50

チャンネル 9 が形成されている。先端部 110 の内部下側には挿入部 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 30 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。

#### 【0082】

本実施形態の内視鏡は、本発明の実施形態にかかる内視鏡用対物レンズを備えているため、広い視野で観察が可能であり、波長 400 nm 付近の短波長域から可視域までの全域において良好な画像を取得することができるので、白色光と波長 400 nm 付近のレーザー光の使用と画像処理を組み合わせ得られる血管や表面構造等を強調させた画像の観察に好適に適用可能である。

#### 【0083】

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】

#### 【0084】

- 1 内視鏡用対物レンズ
- 2 軸上光束
- 3 最大画角の光束
- 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
- L1 第1レンズ
- L2 第2レンズ
- L3 第3レンズ
- L4 第4レンズ
- L5 第5レンズ
- L6 第6レンズ
- CE1 第1の接合レンズ
- CE2 第2の接合レンズ
- GA 前群
- GB 後群
- PP1、PP2、PP3 光学部材
- Sim 像面
- St 開口絞り
- Z 光軸

10

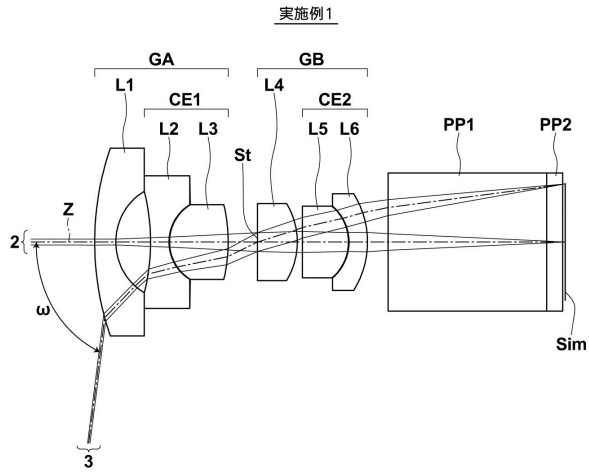
20

30

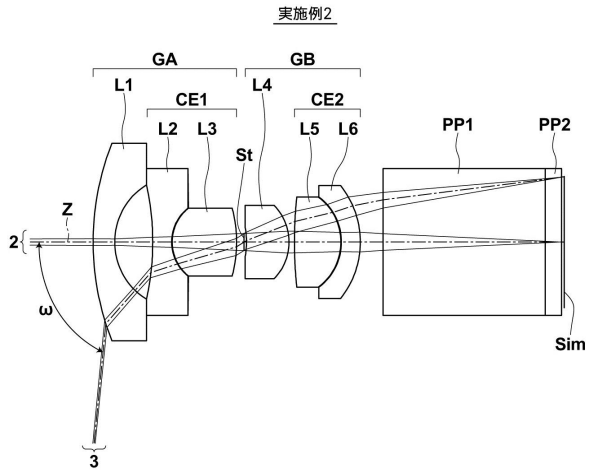
40

50

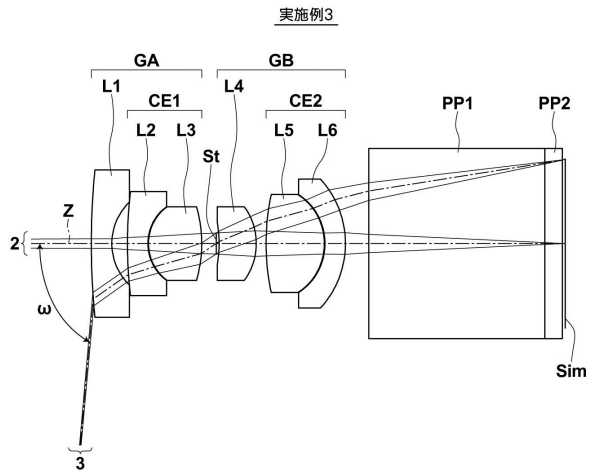
【 図 1 】



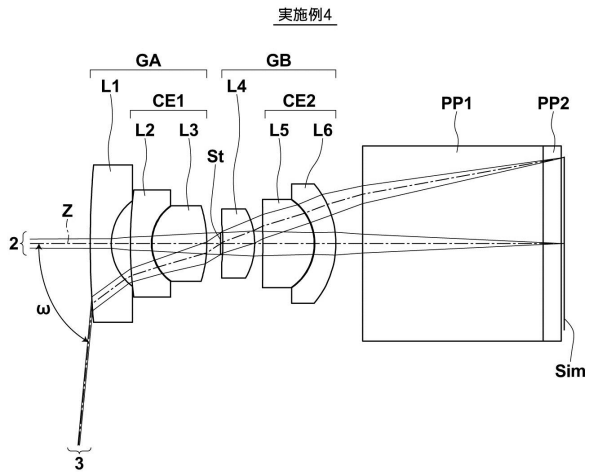
【 図 2 】



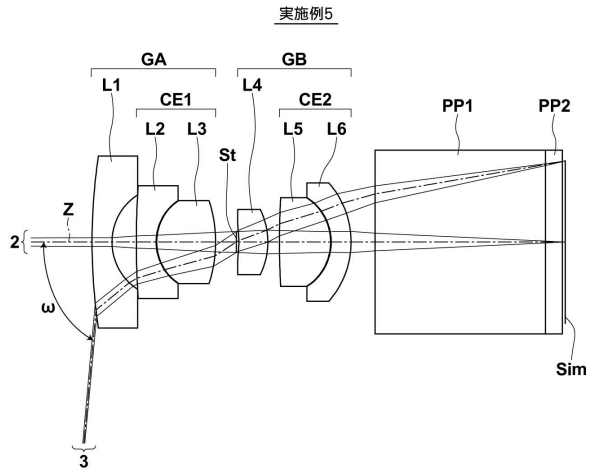
【 図 3 】



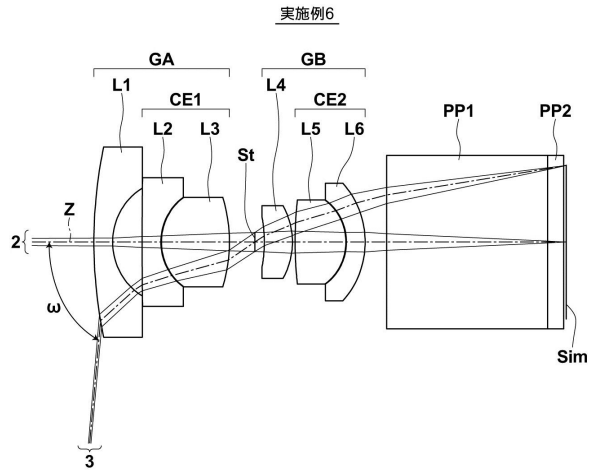
【 図 4 】



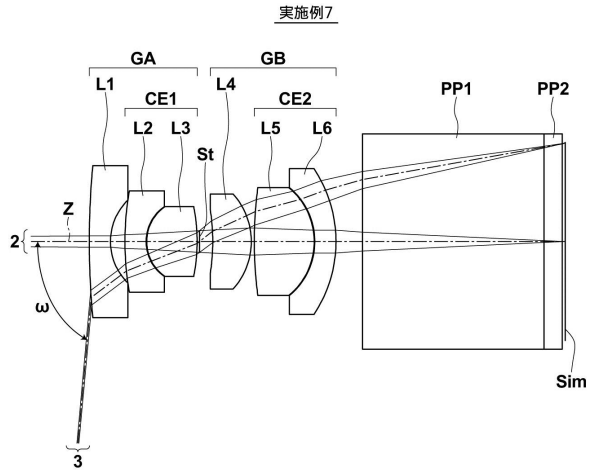
【 図 5 】



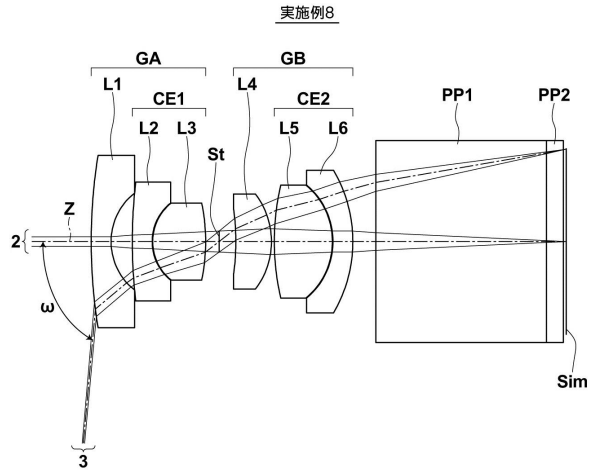
【 図 6 】



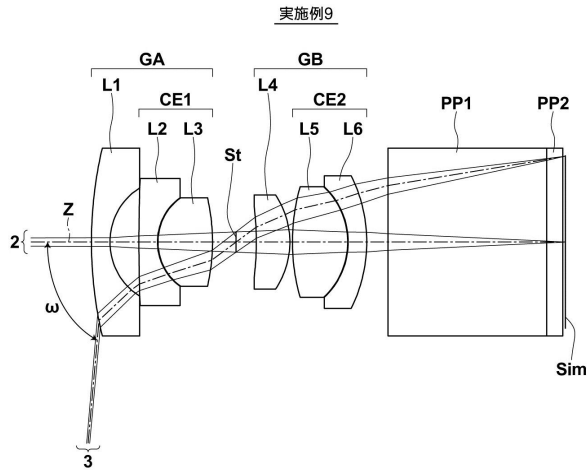
【 図 7 】



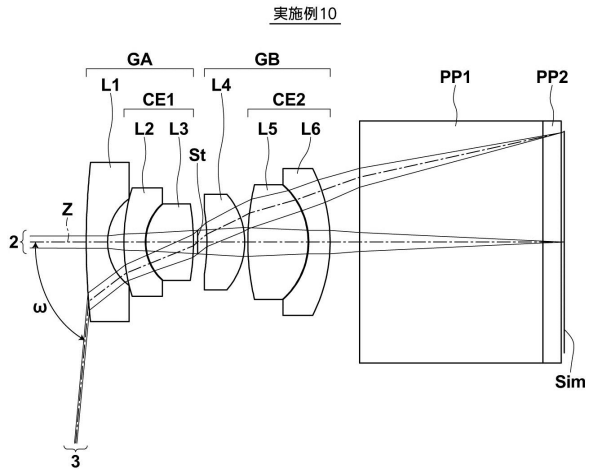
【 図 8 】



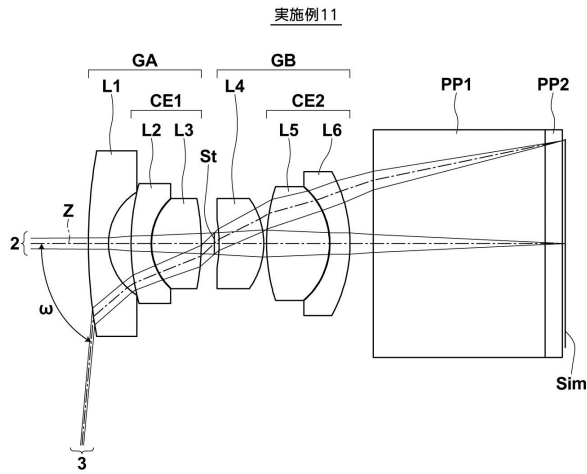
【 図 9 】



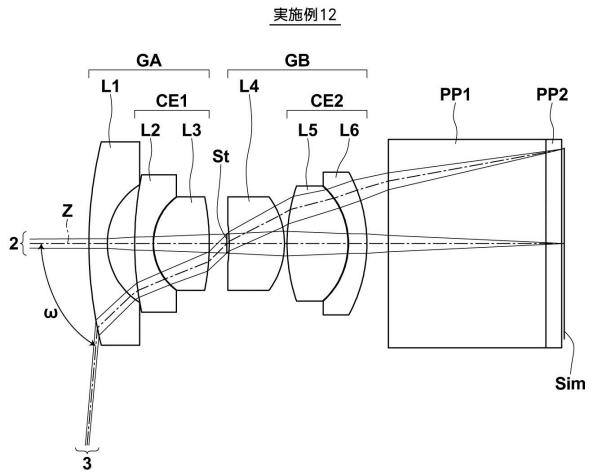
【 図 10 】



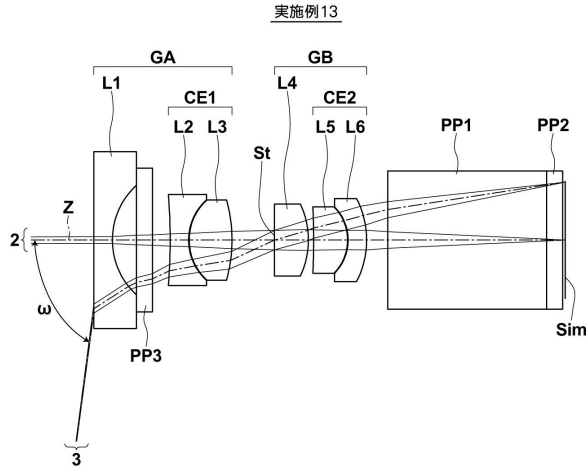
【 図 11 】



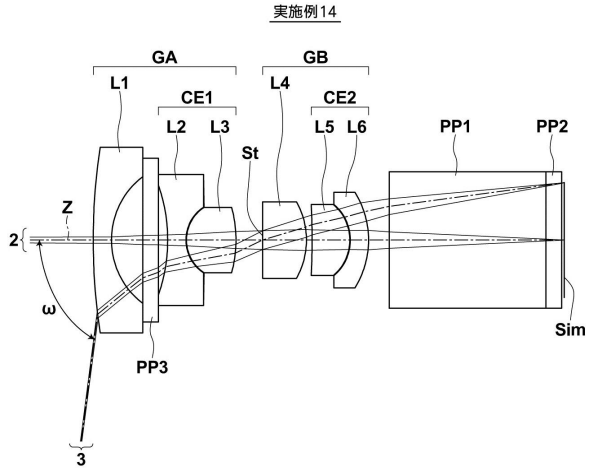
【 図 12 】



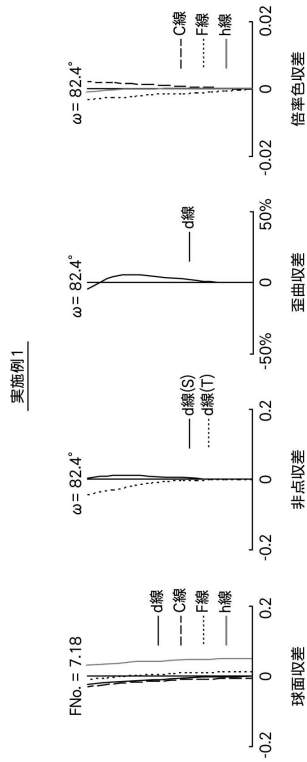
【 図 1 3 】



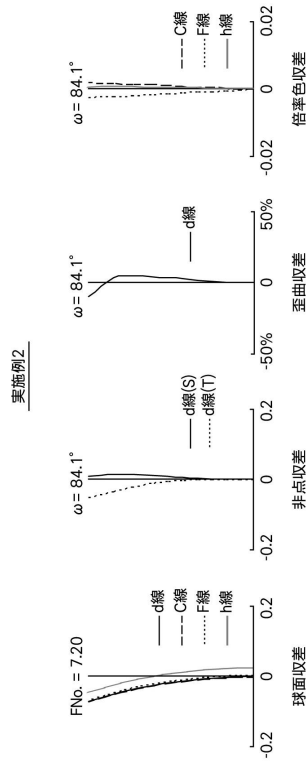
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】

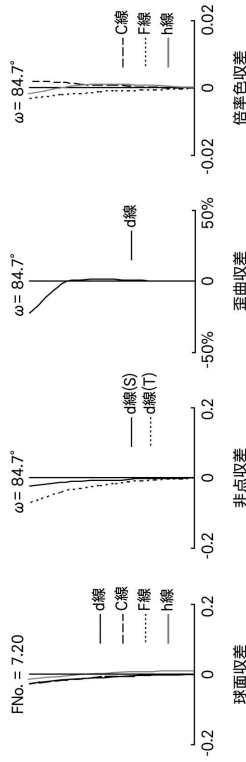


【 図 1 6 】



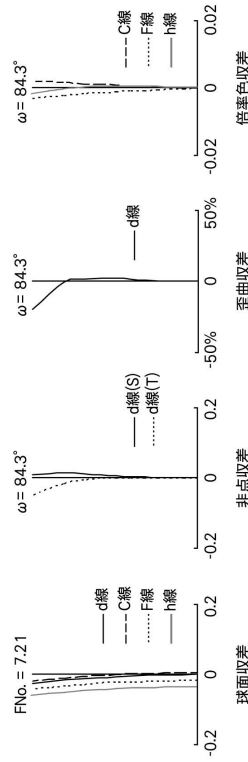
【 図 1 7 】

実施例3



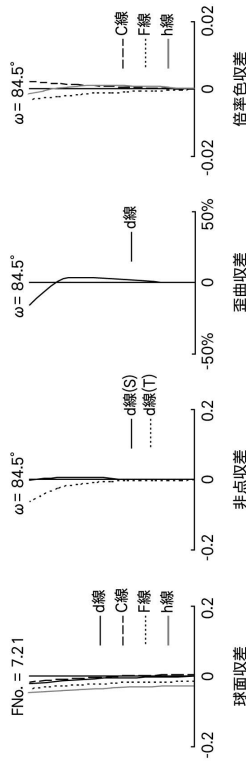
【 図 1 8 】

実施例4



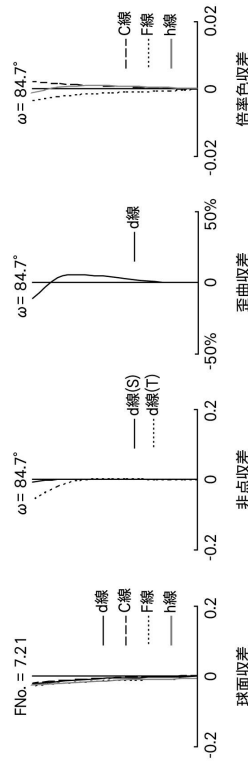
【 図 1 9 】

実施例5



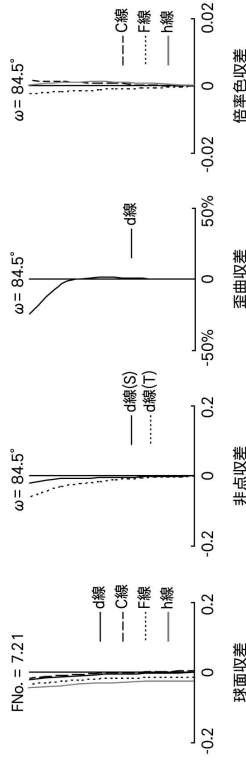
【 図 2 0 】

実施例6



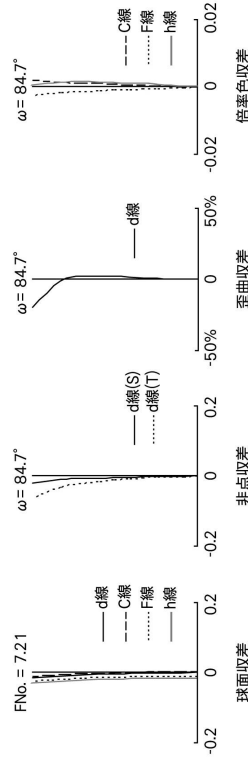
【 図 2 1 】

実施例7



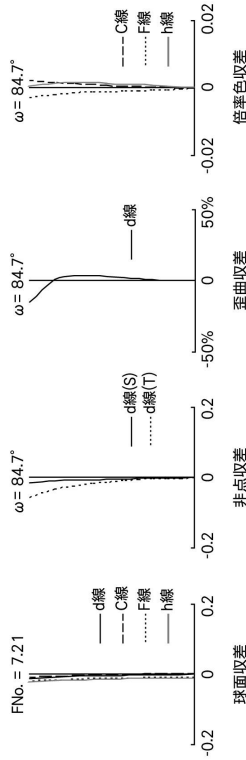
【 図 2 2 】

実施例8



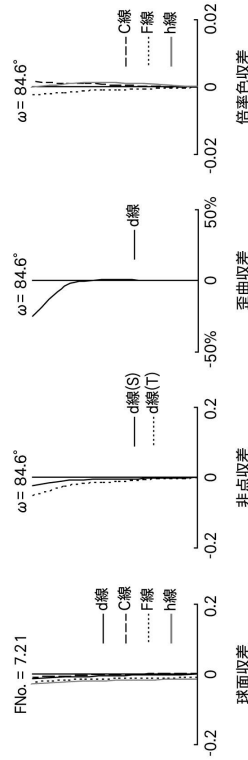
【 図 2 3 】

実施例9



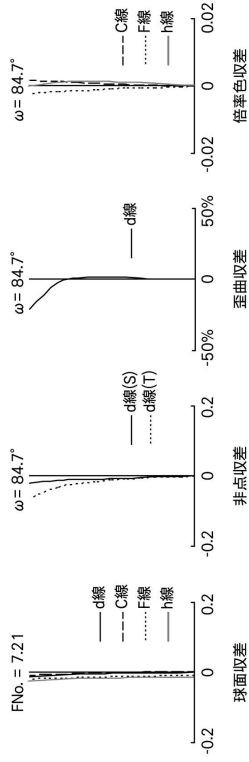
【 図 2 4 】

実施例10



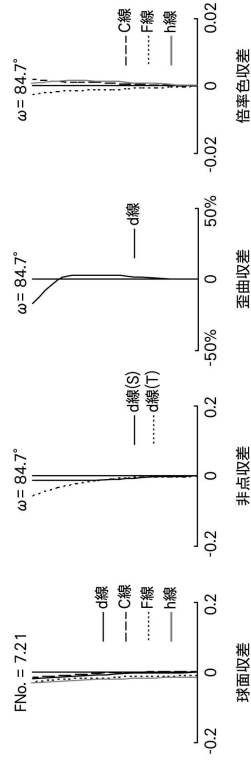
【 図 2 5 】

実施例11



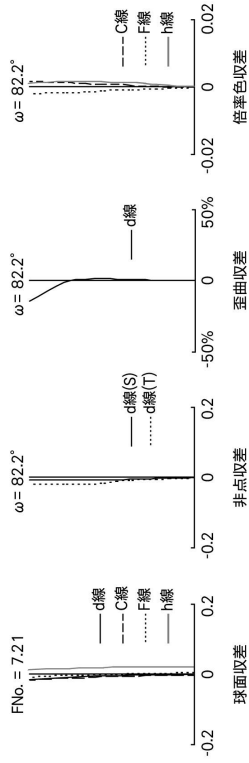
【 図 2 6 】

実施例12



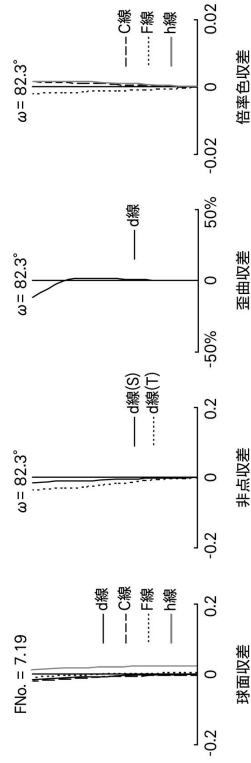
【 図 2 7 】

実施例13

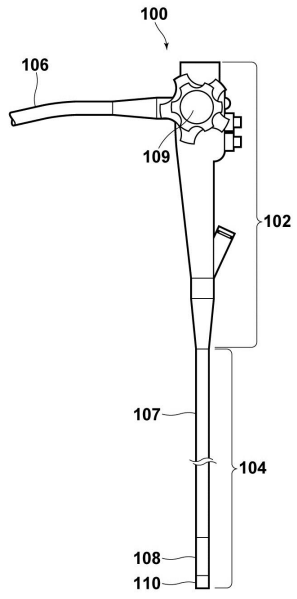


【 図 2 8 】

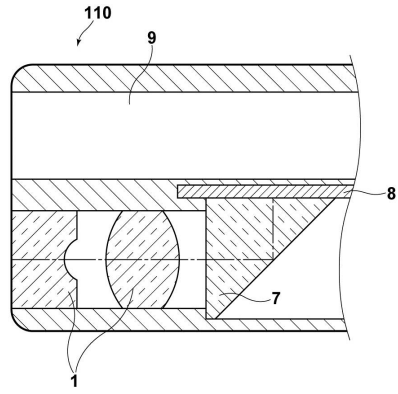
実施例14



【 図 29 】



【 図 30 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2014-021293(JP,A)  
特開平04-001713(JP,A)  
特開平07-181377(JP,A)  
特開平02-293709(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

专利名称(译)	内窥镜和内窥镜的物镜		
公开(公告)号	<a href="#">JP6313241B2</a>	公开(公告)日	2018-04-18
申请号	JP2015028216	申请日	2015-02-17
[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	馬場智之		
发明人	馬場 智之		
IPC分类号	G02B13/04 G02B23/26 A61B1/00		
CPC分类号	G02B23/243 G02B13/06		
FI分类号	G02B13/04.D G02B23/26.C A61B1/00.731 A61B1/00.300.Y G02B13/04		
F-TERM分类号	2H040/CA23 2H040/CA24 2H087/KA10 2H087/LA03 2H087/PA04 2H087/PA19 2H087/PB06 2H087/QA02 2H087/QA07 2H087/QA17 2H087/QA22 2H087/QA25 2H087/QA37 2H087/QA41 2H087/QA45 2H087/RA41 2H087/RA43 4C161/FF40		
审查员(译)	堀井浩二		
其他公开文献	JP2016151629A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

用于内窥镜广角物镜，其在从短波长区域到可见光区域的整个区域的色差具有良好的高的光学性能在400nm的波长附近校正，并且其中与所述内窥镜物镜提供观察玻璃。的内窥镜物镜1包括从物体侧依次由负的前组GA，光阑St，正选自GB后作出的。前组GA由其中负第一透镜L1，负第二透镜L2和正第三透镜L3从物体侧按顺序胶合而成的胶合透镜组成。后组GB由从物体侧按顺序胶合正透镜，正透镜和负透镜的胶合透镜构成。内窥镜物镜1满足以下关于整个系统的焦距f，前组GA的焦距fA，第二透镜L2的阿贝数vd2和第三透镜L3的阿贝数vd3的条件表达式(1)： $-0.8 < f/fA < -0.2$ ，条件式(2)： $|vd2 - vd3| < 15.0$ 。

(19) 日本国特許庁(JP)	(12) 特許公報(B2)	(11) 特許番号 特許第6313241号 (P6313241)
(45) 発行日 平成30年4月18日(2018.4.18)	(24) 登録日 平成30年3月30日(2018.3.30)	
(51) Int. Cl.	F 1	
G 0 2 B 13/04 (2006.01)	G 0 2 B 13/04 D	
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 11 (全 34 頁)		
(21) 出願番号 特願2015-28216(P2015-28216)	(73) 特許権者 306037311 富士フィルム株式会社	
(22) 出願日 平成27年2月17日(2015.2.17)	東京都港区西麻布2丁目2番30号	
(65) 公開番号 特開2016-151629(P2016-151629A)	(74) 代理人 110001519 特許業務法人太陽国際特許事務所	
(43) 公開日 平成28年8月22日(2016.8.22)	(72) 発明者 馬場 智之 埼玉県さいたま市北区榎竹町1丁目324番地 富士フィルム株式会社内	
審査請求日 平成29年3月8日(2017.3.8)	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		