

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-109576

(P2009-109576A)

(43) 公開日 平成21年5月21日(2009.5.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G02B 13/00</b> (2006.01)	G02B 13/00	2H087
<b>A61B 1/00</b> (2006.01)	A61B 1/00 300Y	4C061

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2007-279184 (P2007-279184)  
 (22) 出願日 平成19年10月26日 (2007.10.26)

(71) 出願人 000005430  
 フジノン株式会社  
 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地  
 (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 宮野 俊  
 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 フジノン株式会社内

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

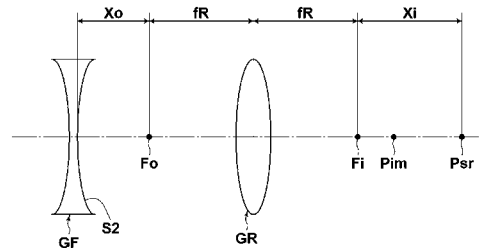
(57) 【要約】

【課題】内視鏡用対物レンズにおいて、物体近傍のレンズの内側（像側）の面に付着したゴミ等による観察画像への影響を低減する。

【解決手段】物体側から順に、全体として負の屈折力を有する前群GFと、全体として正の屈折力を有する後群GRとを備え、全系の焦点距離をfとし、後群GRの焦点距離をfRとし、前群GFの最も像側の面と後群GRの物体側焦点との光軸上の間隔をXoとしたとき、下記条件式(1)を満足する。

$$0 < X_o \times f / f_R^2 < 0.2 \dots (1)$$

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

物体側から順に、全体として負の屈折力を有する前群と、全体として正の屈折力を有する後群とを備え、

全系の焦点距離を  $f$  とし、前記後群の焦点距離を  $f_R$  とし、前記前群の最も像側の面と前記後群の物体側焦点との光軸上の間隔を  $X_0$  としたとき、下記条件式 (1) を満足することを特徴とする内視鏡用対物レンズ。

$$0 < X_0 \times f / f_R^2 < 0.2 \quad \dots \quad (1)$$

## 【請求項 2】

前記前群が、単レンズで構成されてい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。 10

## 【請求項 3】

前記単レンズの  $d$  線に対する屈折率を  $n_1$  としたとき、下記条件式 (2) を満足することを特徴とする請求項 2 記載の内視鏡用対物レンズ。

$$n_1 \geq 2.0 \quad \dots \quad (2)$$

## 【請求項 4】

前記後群が、少なくとも 1 枚の正のレンズおよび少なくとも 1 枚の負のレンズを接合してなる接合レンズを有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。

## 【請求項 5】

前記後群の最も物体側のレンズが、物体側に凹面を向いてい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。 20

## 【請求項 6】

前記後群が、物体側から順に、正の単レンズと、正の単レンズと、接合レンズとから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】

前記後群が、物体側から順に、正の単レンズと、接合レンズと、正の単レンズとから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。 30

## 【請求項 8】

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内視鏡に関し、より詳しくは、内視鏡の先端部に設けられる小型の対物レンズ、および該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、医療現場等において患者の体腔内の観察あるいは治療を行う際などに、内視鏡が用いられている。内視鏡の挿入部の先端部には、観察用の対物レンズが配置されており、本出願人は、このような対物レンズとして、特許文献 1 に記載された 4 群 5 枚構成からなる内視鏡用対物レンズを開示している。 40

## 【0003】

内視鏡用対物レンズは、挿入部を挿入している間は進行方向遠方を観察し、挿入部を挿入した後は先端部のごく近傍を観察することができるように、一般には、比較的 F 値の大きな、被写界深度が深い設計となっている。

【特許文献 1】特開 2004 - 61763 号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかしながら、被写界深度が深いということは、レンズの直前の物体に対して大きくピンぼけになることが少ないという利点を有する一方で、物体近傍のゴミ等を観察可能にしてしまう虞を有している。具体的には例えば、最も物体側のレンズの面に付着したゴミが、観察対象の映像に映り込んでしまい、観察画像へ影響を及ぼす可能性がありうる。

## 【0005】

最も物体側のレンズの物体側の面は、一般に、外部に露出しているため、この部分にゴミ等が付着しても送気・送水ノズルから噴射される気体または液体により除去することが可能である。しかし、像側の面は、挿入部内部に対向する内側の面であるため、一度ゴミ等が付着すると、分解する以外に除去するのは困難である。

10

## 【0006】

本発明は、上記事情に鑑み、物体近傍のレンズの内側（像側）の面に付着したゴミ等による観察画像への影響を低減することが可能な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。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

本発明の内視鏡用対物レンズは、物体側から順に、全体として負の屈折力を有する前群と、全体として正の屈折力を有する後群とを備え、全系の焦点距離を  $f$  とし、前記後群の焦点距離を  $f_R$  とし、前記前群の最も像側の面と前記後群の物体側焦点との光軸上の間隔を  $X_0$  としたとき、下記条件式（1）を満足することを特徴とするものである。

20

$$0 < X_0 \times f / f_R^2 < 0.2 \quad \dots \quad (1)$$

## 【0008】

なお、上記  $X_0$  については、空気換算長を用いることとする。

## 【0009】

上記構成の本発明の内視鏡用対物レンズは、前記前群を単レンズで構成することができる。

## 【0010】

その際に、前記単レンズの  $d$  線に対する屈折率を  $n_1$  としたとき、下記条件式（2）を満足することが好ましい。

30

$$n_1 \geq 2.0 \quad \dots \quad (2)$$

## 【0011】

また、本発明の内視鏡用対物レンズは、前記後群が、少なくとも1枚の正のレンズおよび少なくとも1枚の負のレンズを接合してなる接合レンズを有することが好ましい。なお、この接合レンズを構成する正のレンズと負のレンズの配置の順に限定はなく、いずれが物体側に配置されていてもよい。

## 【0012】

また、本発明の内視鏡用対物レンズは、前記後群の最も物体側のレンズが、物体側に凹面を向けているように構成してもよい。

## 【0013】

また、本発明の内視鏡用対物レンズは、前記後群が、物体側から順に、正の単レンズと、正の単レンズと、接合レンズとから構成されているようにしてもよい。

40

## 【0014】

また、本発明の内視鏡用対物レンズは、前記後群が、物体側から順に、正の単レンズと、接合レンズと、正の単レンズとから構成されているようにしてもよい。

## 【0015】

また、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ことを特徴とするものである。

## 【0016】

なお、上記条件式（1）、（2）の値は、 $d$  線（波長  $587.6 \text{ nm}$ ）を基準波長とし

50

たものであり、本明細書においては、特に断りのない限り、 $d$ 線を基準波長とする。

【0017】

以下、図1を参照しながら、本発明の思想について説明する。本発明の内視鏡用対物レンズは、前群の像側の面を物体としたとき、この物体の後群による像の位置を、全系の結像位置から離れた位置に結像させるようにするものである。これにより、前群の像側の面にゴミ等が付着していたとしても、観察画像において、このゴミ等を目立ちにくくさせることができる。

【0018】

また、本発明の内視鏡用対物レンズは、レンズ群としては、負の屈折力を有する前群GFと、正の屈折力を有する後群GRとからなるものであり、図1には、これら前群GFと後群GRとを模式的に図示している。図1に示すように、前群GFは、後群GRの物体側焦点 $F_o$ よりも物体側に配置され、前群GFの像側の面 $S_2$ の後群GRによる像の位置 $P_{sr}$ は後群GRの像側焦点 $F_i$ よりも像側に位置している。全系は負の前群GFおよび正の後群GRからなるため、全系の結像位置 $P_{im}$ は後群GRの像側焦点 $F_i$ よりも像側に位置することになる。

10

【0019】

前群GFの像側の面 $S_2$ の後群GRによる像の位置 $P_{sr}$ を、全系の結像位置 $P_{im}$ から遠ざけるためには、面 $S_2$ が後群GRの物体側焦点 $F_o$ に近いことが好ましく、つまりは、面 $S_2$ を物体側焦点 $F_o$ の近傍に配置すればよい。仮に、面 $S_2$ が物体側焦点 $F_o$ に位置する場合には、像の位置 $P_{sr}$ は無遠となる。

20

【0020】

前群GFの像側の面 $S_2$ と後群GRの物体側焦点 $F_o$ との光軸上の間隔を $X_o$ とし、後群GRの焦点距離を $f_R$ とし、像の位置 $P_{sr}$ と後群GRの像側焦点 $F_i$ との光軸上の間隔を $X_i$ としたとき、ニュートンの公式から、 $X_i$ は以下の式で表される。

$$X_i = f_R^2 / X_o$$

【0021】

$X_i$ の値が大きいほど、像の位置 $P_{sr}$ が結像位置 $P_{im}$ から遠く離れていることになる。 $X_i$ の値の範囲としては、後述する理由により全系の焦点距離 $f$ の5倍より大きいことが好ましく、これを式で表すと下式のようになり、

$$X_i = f_R^2 / X_o > 5 \times f$$

30

条件式(1)の上限に対応する下式が得られる。

$$X_o \times f / f_R^2 < 0.2$$

【0022】

以下に、 $X_i$ が全系の焦点距離 $f$ の5倍より大きいことが好ましい理由について説明する。像の位置 $P_{sr}$ と像側焦点 $F_i$ との間隔 $X_i$ は、どれだけフォーカスがずれているかを示す量である。像が鮮鋭と認められる範囲である像側の焦点深度を $\pm d$ としたとき、前群GFの像側の面 $S_2$ に付着したゴミが観察画像において目立ちにくくなるためには、距離 $X_i$ が焦点深度 $d$ に比べて十分に大きいことが好ましい。十分に大きい目安として、2桁の違い( $10^2$ )を想定し、 $X_i$ の範囲を下式のようにする。

$$X_i > 10^2 \times d \quad \dots \quad (A)$$

40

【0023】

焦点深度 $d$ は、像が鮮鋭と認められる限界での光の広がりを許容錯乱円径 $\delta$ と、F値 $F$ を用いて、

$$d = \delta \times F \quad \dots \quad (B)$$

で表される。すなわち、F値が小さな明るい光学系であれば焦点深度が浅くなり、レンズ面に付着したゴミ等は目立ちにくくなる。内視鏡用対物レンズのF値は、通常、下式の範囲内である。

$$2.8 < F < 8 \quad \dots \quad (C)$$

【0024】

許容錯乱円径 $\delta$ は、画像が鮮鋭と認め許されるぼけの限度の大きさを表すものであるが

50

、本発明においては以下の考え方に沿ってその範囲を決めることにする。人間の目の分解能は視角にすると約1°と言われていたことから、ぼけていないと判断する限界の解像力をその4倍の約4°とする。また、近年の内視鏡の像の観察は、直視ではなくテレビモニタ等の表示装置に表示された画像を観察するのが一般的であるから、このような表示装置で観察することを前提にする。

【0025】

使用者が表示装置から1.5m離れて画像を観察とした場合、ぼけていないと判断される表示画面上での限界の許容ぼけ量  $d$  は

$$d = 1500 \text{ mm} \times \tan(4/60) = 1.75 \text{ mm}$$

となる。

10

【0026】

現在、汎用されている表示装置から、その表示領域の垂直方向の寸法を約210mmとすると、上記の表示画面上での許容ぼけ量  $d$  の値は、表示領域の垂直方向の寸法の約0.0083 ( $1.75/210$ )にあたる。

【0027】

次に、この表示画面上での許容ぼけ量  $d$  から、内視鏡用対物レンズ1の結像位置  $P_i$  における像面上での許容ぼけ量、すなわち、許容錯乱円径  $\delta$  を決める。表示装置で垂直方向に表示される像の結像位置  $P_{im}$  における寸法を  $V$  とすると、許容錯乱円径  $\delta$  は、

$$\delta = V \times (1.75/210) = V \times 0.0083$$

となる。また、 $210 \div 1.75 = 120$  であるから、許容錯乱円径  $\delta$  は下式のように表される。

$$\delta = V / 120$$

20

【0028】

つまり、このときの内視鏡用対物レンズの解像力は60本/mmであり、テレビモニタ等の表示装置の解像度で言えば120TV本となる。ここで、映像信号の周波数1MHzが80TV本に相当することから、以下、1MHz単位で考えると、上記の許容錯乱円径  $\delta$  は、

$$\delta = (2 \times V) / 240$$

となり、 $2V$  を3MHz (240TV本) で割った値に相当する。

【0029】

実際の使用では、表示装置からさらに離れた距離から観察することが想定される。この場合には、表示画面上での許容ぼけ量  $d$  の値が上記より大きくなる。よって、さらに離れた距離から観察する場合については、上記の3MHzからさらに低く2MHzとし、 $2V$  を2MHz (160TV本) で割ったものとして、許容錯乱円径  $\delta$  は下記のようになる。

$$\delta = (2 \times V) / 160$$

これらのことから、許容錯乱円径  $\delta$  は下式の範囲にあるとする。

$$2V / 240 < \delta < 2V / 160 \quad \dots \quad (D)$$

30

【0030】

ここで、上記寸法  $V$  は、結像位置  $P_{im}$  での像高の2倍である。内視鏡用対物レンズにおける像高と焦点距離の関係は、本出願人が特許文献1で開示しているように、超広角で、周辺光量を確保するためには、最大像高  $h$  と、全系の焦点距離  $f$  との比を、ほぼ1にするとよい。これにより、寸法  $V$  を下式のように表すことができる。

$$V = 2 \times h = 2 \times f \quad \dots \quad (E)$$

40

【0031】

上述した式 (B) に、式 (C) の下限値、式 (D) の下限値、式 (E) を代入すると、

$$d = (2 \times (2 \times f) / 240) \times 2.8$$

$$= 0.047 f$$

となる。これと式 (A) とから、

$$X_i > 4.7 \times f$$

50

となり、安全度を見込み、

$$X_i > 5 \times f$$

が得られる。以上のようにして、条件式(1)の上限に対応する式が得られる。

【0032】

次に、条件式(1)の下限について説明する。前群GFと後群GRとを、2枚の薄肉レンズに見立てて考える。これら2枚の薄肉レンズの物体側のレンズの焦点距離を $f_a$ とし、像側のレンズの焦点距離を $f_b$ とし、両者の間隔を $d_{ab}$ としたとき、これら2枚の薄肉レンズの合成焦点距離 $f_{ab}$ は、下式で表される。

$$1 / f_{ab} = 1 / f_a + 1 / f_b - d_{ab} / (f_a \times f_b) \quad \dots \quad (F)$$

【0033】

前群GFの焦点距離を $f_F$ とし、後群の焦点距離を $f_R$ とすると、

$$f_a = f_F \quad \dots \quad (G)$$

$$f_b = f_R \quad \dots \quad (H)$$

となる。

【0034】

前群GFの像側の面 $S_2$ が後群GRの物体側焦点 $F_i$ に位置すると仮定すると、

$$d_{ab} = f_R$$

であり、これと式(G)および式(H)を式(F)へ代入すると、

$$f_{ab} = f_R$$

となってしまうため、前群GFの像側の面 $S_2$ を後群GRの物体側焦点 $F_i$ と同じ位置に配置させることはできず、

$$X_o > 0$$

が得られる。すなわち、条件式(1)の下限に対応する式が得られる。

【0035】

次に、本発明の条件式(2)について説明する。前群GFの像側の面 $S_2$ に付着したゴミ等を目立ちにくくさせるには、前述のように、面 $S_2$ が後群GRの物体側焦点 $F_o$ に近いことが好ましく、つまりは間隔 $X_o$ が小さいことが好ましい。本発明の光学系において全系の焦点距離 $f$ と後群GRの焦点距離 $f_R$ を変えずに間隔 $X_o$ を小さくすることは、本発明の前群GFと後群GRを上述した2枚の薄肉レンズに近似させて考えると、合成焦点距離 $f_{ab}$ と焦点距離 $f_b$ を変えずに間隔 $d_{ab}$ を小さくすることに対応する。このためには、式(F)から、焦点距離 $f_a$ を小さくすればよいことがわかる。本発明の光学系においては、前群GFの焦点距離を小さくすればよく、すなわち、前群GFのパワーを強くすればよい。

【0036】

前群GFが単レンズからなるとき、そのパワーを強くするには、曲率半径を小さくするか、用いる硝材の屈折率を高くすればよい。内視鏡用対物レンズはもともと全体的に曲率半径が小さいため、さらに曲率半径を小さくすると加工性が悪化し、好ましくないため、高屈折率の硝材を用いることが好ましく、これにより条件式(2)が導出される。

【発明の効果】

【0037】

本発明の内視鏡用対物レンズによれば、条件式(1)を満たすように構成することにより、前群の像側の面を後群の物体側焦点位置の近傍に位置させるようにし、これにより、前群の像側の面の後群による像を全系の結像位置から離れた位置に結像させることができる。したがって、物体近傍のレンズの内側(像側)の面にゴミ等が存在していたとしても、そのゴミ等による内視鏡の観察画像への影響を低減することができ、良好な観察画像を得ることができる。

【0038】

また、本発明の内視鏡によれば、本発明の内視鏡用対物レンズを備えているため、該内視鏡用対物レンズの物体近傍のレンズの内側(像側)の面にゴミ等が存在していたとしても、良好な観察画像を得ることができる。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための最良の形態】

【0039】

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。

【0040】

<内視鏡用対物レンズの実施形態>

図2(A)、図2(B)に本発明の一実施形態にかかる内視鏡用対物レンズのレンズ断面図を示す。この図2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。また、図3(A)、図3(B)～図6(A)、図6(B)は、本発明の実施形態にかかる内視鏡用対物レンズの別の構成例のレンズ断面図を示しており、これらは後述の実施例2～5のレンズ構成に対応している。これら実施例1～5の内視鏡用対物レンズの基本的な構成は同じであるため、ここでは主に図2(A)、図2(B)に示す実施例1の構成例を例にとり説明する。

10

【0041】

本実施形態の内視鏡用対物レンズは、4群5枚構成からなり、物体側から順に、全体として負の屈折力を有する前群GFと、開口絞りStと、全体として正の屈折力を有する後群GRとが配列されてなる。前群GFは、第1レンズL1からなり、後群GRは、第2レンズL2と、第3レンズL3と、第4レンズL4と、第5レンズL5とからなる。

【0042】

なお、図2(A)、図2(B)では、内視鏡用対物レンズが内視鏡の挿入部に配設されるときに、レンズ系と結像面との間に配置される光路変換プリズム、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4、5も合わせて図示している。

20

【0043】

本実施形態の内視鏡用対物レンズは、全系の焦点距離をfとし、後群GRの焦点距離をfRとし、前群GFの最も像側の面と後群GRの物体側焦点との光軸上の間隔をXoとしたとき、下記条件式(1)を満足するように構成されている。

$$0 < X_o \times f / f_R^2 < 0.2 \quad \dots \quad (1)$$

【0044】

この条件式(1)の導出および作用、効果については手段の項において詳述したとおりである。条件式(1)を満たすように構成することにより、前群GFの像側の面の後群GRによる像を、全系の結像位置Pimから離れた位置に結像させることができる。

30

【0045】

本実施形態の内視鏡用対物レンズにおいては、前群GFは負の単レンズである第1レンズL1から構成されており、前群GFの最も像側の面は、第1レンズL1の像側の面となる。

【0046】

図2(A)には、レンズ断面図と合わせて、物体位置を無限遠としたときの軸上光束2と軸外光束3を示し、さらに、全系の結像位置Pimも示している。図2(B)には、上記結像位置Pimと、前群GFの最も像側の面(第1レンズL1の像側の面)S2を物体としたときの軸上光束6と、面S2の後群GRによる像の位置Psrとを示している。

【0047】

図3(A)、図3(B)～図6(A)、図6(B)についても同様に、各図(A)には物体位置を無限遠としたときの軸上光束2、軸外光束3、全系の結像位置Pimを示し、各図(B)には上記結像位置Pim、前群GFの最も像側の面(第1レンズL1の像側の面)S2を物体としたときの軸上光線6、面S2の後群GRによる像の位置Psrを示す。

40

【0048】

これらの図からわかるように、本発明の実施形態にかかる内視鏡用対物レンズにおいては、全系の結像位置Pimと像の位置Psrとは遠く離れている。以上のように構成された、本内視鏡用対物レンズによれば、最も物体側のレンズの像側の面にゴミ等が付着していたとしても、内視鏡の観察画像におけるゴミ等による影響を低減することができる。

50

## 【0049】

なお、本実施形態の内視鏡用対物レンズにおいては、前群GFが単レンズで構成される場合、この単レンズのd線に対する屈折率を $n_1$ としたとき、下記条件式(2)を満足することが好ましい。

$$n_1 \quad 2 \cdot 0 \quad \dots \quad (2)$$

## 【0050】

条件式(2)は、上述のゴミ等の影響を低減するために、前群GFを構成する単レンズの材質を好適に選択するための式である。条件式(2)の作用および効果は手段の項において詳述したとおりである。

## 【0051】

また、本実施形態の内視鏡用対物レンズにおいては、後群GRが、少なくとも1枚の正のレンズおよび少なくとも1枚の負のレンズを接合してなる接合レンズを有することが好ましい。この場合、後述の実施例に示すように、正のレンズと負のレンズの配置の順には限定はなく、いずれが物体側に位置していてもよい。このように、接合レンズを含む構成とすれば、良好に色収差を補正することができる。

## 【0052】

また、本実施形態の内視鏡用対物レンズにおいては、後群GRの最も物体側のレンズが、物体側に凹面を向けているように構成してもよい。

## 【0053】

また、本実施形態の内視鏡用対物レンズにおいては、後群GRが、物体側から順に、正の単レンズ、正の単レンズ、接合レンズからなるように構成してもよく、あるいは、後群GRが、物体側から順に、正の単レンズ、接合レンズ、正の単レンズからなるように構成してもよい。

## 【実施例】

## 【0054】

次に、本発明にかかる内視鏡用対物レンズの具体的な数値実施例について説明する。

## 【0055】

## &lt;実施例1&gt;

実施例1にかかる内視鏡用対物レンズのレンズデータを表1に、レンズ構成図を図2(A)に示す。図2(A)における符号 $R_i$ 、 $D_i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots$ )は表1の $R_i$ 、 $D_i$ と対応している。表1のレンズデータには、開口絞り $S_t$ と、レンズ系と結像点Pとの間に配置されるフィルタ、プリズム、カバーガラス等を想定した平行平板状の光学部材4、5も含めて示している。なお、図2における開口絞り $S_t$ は形状や大きさを表すものではなく光軸Z上の位置を示すものである。

## 【0056】

表1のレンズデータにおいて、面番号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 ( $i = 1, 2, 3, \dots$ )の面番号を示す。表1の $R_i$ は $i$ 番目 ( $i = 1, 2, 3, \dots$ )の面の曲率半径を示し、 $D_i$ は $i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots$ )番目の面と $i + 1$ 番目の面との光軸Z上の面間隔を示す。また、 $N_{d_j}$ 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 ( $j = 1, 2, 3, \dots$ )の光学要素のd線(波長 $587.6 \text{ nm}$ )に対する屈折率を示し、 $d_j$ は $j$ 番目の光学要素のd線に対するアッペ数を示す。表1において、曲率半径および面間隔の単位はmmであり、曲率半径は物体側に凸の場合を正、像側に凸の場合を負としている。なお、また、上記説明の各種記号の意味や図示方法は、後述の実施例および比較例についても同様である。

## 【0057】

10

20

30

40

## 【表 1】

## &lt;実施例1&gt;

面番号	Ri	Di	Ndj	$\nu$ dj
1	$\infty$	0.300	2.00850	29.4
2	0.500	0.150		.
3(開口絞り)	$\infty$	0.030		.
4	-1.598	1.030	1.80610	40.9
5	-1.024	0.040		.
6	-7.938	0.467	1.62041	60.3
7	-1.203	0.085		.
8	4.254	0.550	1.62041	60.3
9	-0.941	0.284	1.92286	18.9
10	-2.109	0.269		.
11	$\infty$	1.700	1.55920	53.9
12	$\infty$	0.250	1.51633	64.1
13(結像面)	$\infty$			

10

## 【 0 0 5 8 】

## &lt;実施例 2 &gt;

実施例 2 にかかる内視鏡用対物レンズのレンズデータを表 2 に、レンズ構成図を図 3 (A) に示す。図 3 (A) において、符号  $R_i$ 、 $D_i$  は表 2 の  $R_i$ 、 $D_i$  と対応している。

20

## 【 0 0 5 9 】

## 【表 2】

## &lt;実施例2&gt;

面番号	Ri	Di	Ndj	$\nu$ dj
1	$\infty$	0.300	2.00850	29.4
2	0.480	0.140		
3(開口絞り)	$\infty$	0.030		
4	-1.623	1.025	1.80610	40.9
5	-1.007	0.050		
6	-8.157	0.471	1.62041	60.3
7	-1.211	0.087		
8	4.139	0.550	1.62041	60.3
9	-0.946	0.285	1.92286	18.9
10	-2.131	0.273		
11	$\infty$	1.700	1.55920	53.9
12	$\infty$	0.250	1.51633	64.1
13(結像面)	$\infty$			

30

## 【 0 0 6 0 】

## &lt;実施例 3 &gt;

実施例 3 にかかる内視鏡用対物レンズのレンズデータを表 3 に、レンズ構成図を図 4 (A) に示す。図 4 (A) において、符号  $R_i$ 、 $D_i$  は表 3 の  $R_i$ 、 $D_i$  と対応している。

40

## 【 0 0 6 1 】

【表 3】

&lt;実施例3&gt;

面番号	Ri	Di	Ndj	$\nu$ dj
1	$\infty$	0.300	2.00850	29.4
2	0.500	0.150		
3(開口絞り)	$\infty$	0.030		
4	-0.969	0.900	1.80610	40.9
5	-0.904	0.100		
6	-5.794	0.500	1.62041	60.3
7	-1.425	0.100		
8	2.350	0.300	1.92286	18.9
9	1.014	0.700	1.62041	60.3
10	-2.208	0.298		
11	$\infty$	1.700	1.55920	53.9
12	$\infty$	0.250	1.51633	64.1
13(結像面)	$\infty$			

10

【0062】

&lt;実施例4&gt;

実施例4にかかる内視鏡用対物レンズのレンズデータを表4に、レンズ構成図を図5(A)に示す。図5(A)において、符号Ri、Diは表4のRi、Diと対応している。

20

【0063】

【表 4】

&lt;実施例4&gt;

面番号	Ri	Di	Ndj	$\nu$ dj
1	$\infty$	0.300	2.00850	29.4
2	0.480	0.150		
3(開口絞り)	$\infty$	0.030		
4	-0.922	1.147	1.80610	40.9
5	-0.809	0.100		
6	2.212	0.700	1.62041	60.3
7	-0.925	0.300	1.92286	18.9
8	-2.372	0.100		
9	-11.349	0.500	1.62041	60.3
10	-3.219	0.300		
11	$\infty$	1.700	1.55920	53.9
12	$\infty$	0.250	1.51633	64.1
13(結像面)	$\infty$			

30

【0064】

&lt;実施例5&gt;

実施例5にかかる内視鏡用対物レンズのレンズデータを表5に、レンズ構成図を図6(A)に示す。図6(A)において、符号Ri、Diは表5のRi、Diと対応している。

40

【0065】

## 【表 5】

## &lt;実施例5&gt;

面番号	Ri	Di	Ndj	$\nu$ dj
1	$\infty$	0.300	2.00850	29.4
2	0.480	0.150		
3(開口絞り)	$\infty$	0.030		
4	-0.852	0.848	1.80610	40.9
5	-0.772	0.116		
6	4.238	0.304	1.92286	18.9
7	1.188	0.698	1.62041	60.3
8	-1.255	0.102		
9	4.929	0.501	1.62041	60.3
10	-12.345	0.307		
11	$\infty$	1.700	1.55920	53.9
12	$\infty$	0.250	1.51633	64.1
13(結像面)	$\infty$			

10

## 【0066】

上記実施例 1 ~ 5 にかかる内視鏡用対物レンズの球面収差、非点収差、ディストーション（歪曲収差）をそれぞれ図 7 ~ 図 11 に示す。各収差図には、d 線を基準波長とした収差を示すが、球面収差図および倍率色収差図には、C 線（波長 656.3 nm）、F 線（波長 486.1 nm）についての収差も示す。非点収差図において、実線はサジタル方向、破線はタンジェンシャル方向の収差を示す。球面収差図の F no. は F 値であり、その他の収差図の  $\theta$  は半画角を示す。図 7 ~ 図 11 からわかるように、上記実施例 1 ~ 5 は、各収差が良好に補正されている。

20

## 【0067】

## &lt;比較例&gt;

次に、既存の内視鏡用対物レンズの一例をとり、これを比較例として説明する。この比較例のレンズデータを表 6 に、レンズ構成図を図 12 (A) に、各収差図を図 13 に示す。表 6 および図 13 の記号の意味は、上述の実施例と同様である。

30

## 【0068】

## 【表 6】

## &lt;比較例&gt;

面番号	Ri	Di	Ndj	$\nu$ dj
1	$\infty$	0.250	1.88300	40.8
2	0.500	0.435		
3	-23.353	0.925	1.92286	18.9
4	$\infty$	0.000		
5(開口絞り)	$\infty$	0.035		
6	$\infty$	0.994	1.71300	53.9
7	-1.235	0.094		
8	3.000	0.714	1.62041	60.3
9	-0.778	0.350	1.92286	18.9
10	-1.444	0.450		
11	$\infty$	1.700	1.55920	53.9
12	$\infty$	0.250	1.51633	64.1
13(結像面)	$\infty$			

40

## 【0069】

この比較例は、物体側から順に、全体として負の屈折力を有する前群 GF と、全体とし

50

て正の屈折力を有する後群GRからなるものである。上述の実施例と同様に、図12(A)にはこの比較例において物体位置を無限遠としたときの軸上光束2、軸外光束3、全系の結像位置 $P_{im}$ を合わせて示し、図12(B)にはこの比較例における上記結像位置 $P_{im}$ 、前群GFの最も像側の面S2を物体としたときの軸上光線6、この面の後群GRによる像の位置 $P_{sr}$ を示す。

【0070】

<実施例と比較例の対比>

上記実施例1～5および上記比較例にかかる内視鏡用対物レンズの各種データおよび条件式(1)に対応する値を表7に示す。表7の各種データにおいて、 $f$ は全系の焦点距離であり、 $f_R$ は後群GRの焦点距離であり、 $S3-Fo$ は後群GRの最も物体側の面から後群GRの物体側焦点 $Fo$ までの光軸上の距離(すなわち、フロントフォーカス)の空気換算長であり、 $D23$ は前群GFの最も像側の面から後群GRの最も物体側の面までの光軸上の距離であり、 $Xo$ は前群GFの最も像側の面と後群GRの物体側焦点 $Fo$ との光軸上の間隔である。

10

【0071】

【表7】

	$f$	$f_R$	$S3-Fo$	$D23$	$Xo$	条件式(1)
実施例1	0.604	0.851	0.023	0.180	0.203	0.169
実施例2	0.599	0.848	0.028	0.170	0.198	0.165
実施例3	0.606	0.853	0.022	0.180	0.201	0.168
実施例4	0.616	0.866	0.014	0.180	0.194	0.159
実施例5	0.603	0.844	0.010	0.180	0.190	0.161
比較例	0.512	1.148	0.268	0.435	0.703	0.273

20

【0072】

なお、実施例1～5および上記比較例にかかる内視鏡用対物レンズにおいては、後群GRの物体側焦点 $Fo$ は、後群GRの最も物体側の面より像側に位置しているため、間隔 $Xo$ は $S3-Fo$ と $D23$ の和となる。

【0073】

表7からわかるように、実施例1～5の内視鏡用対物レンズは、条件式(1)を満足しているが、比較例の内視鏡用対物レンズは満足していない。

30

【0074】

また、図2(A)、図2(B)～図6(A)、図6(B)、図12(A)、図12(B)からわかるように、比較例では、全系の結像位置 $P_{im}$ と像の位置 $P_{sr}$ とが近いものとなっているのに対し、実施例1～5では、全系の結像位置 $P_{im}$ と像の位置 $P_{sr}$ とが遠いものとなっている。すなわち、比較例よりも、実施例1～5の内視鏡用対物レンズの方が、第1レンズの像側の面に付着したゴミ等による影響を軽減できることがわかる。

【0075】

<内視鏡の実施形態>

次に、図14および図15を参照しながら、本発明の実施形態にかかる内視鏡について説明する。図14は、本発明の実施形態にかかる内視鏡を有する内視鏡システムの一例を示す概略的な全体構成図である。図15は、この内視鏡の先端部の要部断面図である。

40

【0076】

図14に示す内視鏡システムは大別して、内視鏡100と、内視鏡100に接続されて光源の制御や画像処理等の各種処理を行うプロセッサ120と、内視鏡100の内視鏡用対物レンズ1により撮像された像を表示する表示装置122とからなる。

【0077】

図14には、手段の項において述べた寸法Vに関する「垂直方向」を矢印で示している。一般に、表示装置122は横長の表示領域を有するものが多いため、例えば、撮像領域の形状が矩形であり、水平方向と垂直方向で寸法が異なる場合は、短い方向に対応する寸法

50

をVとする。撮像領域の形状が円径の場合は、その直径をVとする。

【0078】

内視鏡100は、主として、操作部102と、操作部102の先端側に連結された挿入部104と、操作部102の基端側から引き出されてプロセッサ120と接続されたユニバーサルコード106とを備える。

【0079】

挿入部104は、患者の体内に挿入されるものであり、そ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。先端部110の内部には、本発明の実施形態にかかる内視鏡用対物レンズ1が配設されている。

10

【0080】

図15は、先端部110において、内視鏡用対物レンズ1が配置される様子を概略的に示す図である。内視鏡用対物レンズ1としては、上述の実施例1～5の内視鏡用対物レンズを使用することができる。

【0081】

図15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1と、内視鏡用対物レンズ1の像側の光路を90度折り曲げるための光路変換プリズム7と、光路変換プリズム7に接合されて、内視鏡用対物レンズ1の結像位置にその受光面が位置する撮像素子8とが配置されている。

20

【0082】

撮像素子8は、内視鏡用対物レンズ1により得られた光学像を表示装置122で表示するための電気信号に変換するものである。撮像素子8としては、例えばCCD (Charge Coupled Device) やCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等の固体撮像素子を用いることができる。

【0083】

なお、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15ではカバーガラスも含めて撮像素子8として図示している。また、図15の内視鏡用対物レンズ1は、レンズ形状を示すものではなく、概念的に図示されたものである。図15では内視鏡用対物レンズ1から撮像素子8にまでの光路の光軸を一点鎖線で示している。

30

【0084】

光路変換プリズム7は必須の構成要素ではないが、光路変換プリズム7を用いて光路を折り曲げることにより、撮像素子8をその受光面が挿入部104の長軸方向と平行になるように配置することができる。この配置により、図15に示す先端部110の下半分において、直視型の観察光学系を構成し、図15に示す先端部110の上半分において、処置具挿通チャンネル9を構成し、細径の挿入部内に多数の要素を配設可能としている。

【0085】

内視鏡用対物レンズ1と結像面との間に光路変換プリズム7を配置可能とするために、実施例1～5の内視鏡用対物レンズに示すように、長いバックフォーカスを有する構成となっている。バックフォーカスが長い内視鏡用対物レンズは、バックフォーカスが短いものよりも、全系の結像位置 $P_{im}$ と前群の像側の面の後群による像の位置 $P_{sr}$ とが近くなる傾向にある。そのため、従来のバックフォーカスが長い内視鏡用対物レンズは物体側近傍のレンズの像側の面に付着したゴミ等が目立ちやすいという不具合があった。

40

【0086】

これに対して、本実施形態の内視鏡用対物レンズによれば、長いバックフォーカスを有しつつ、全系の結像位置 $P_{im}$ と像の位置 $P_{sr}$ とが遠くなるように構成されているため、対物レンズの物体側近傍のレンズの像側の面にゴミ等が付着していたとしても、そのゴ

50

ミ等による内視鏡の観察画像への影響を低減することができ、良好な観察画像を得ることができる。

【0087】

そして、本実施形態の内視鏡は、この内視鏡用対物レンズを備えているため、物体側近傍のレンズの像側の面にゴミ等が付着しても良好な観察画像を得ることができるとともに、細径の挿入部に多数の要素を配設することができる。

【0088】

以上、実施の形態および実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施の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、面間隔および屈折率の値は、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。

10

【図面の簡単な説明】

【0089】

【図1】本発明の概念を説明するための図

【図2】図2(A)は本発明の実施例1の内視鏡用対物レンズのレンズ構成を示す図、図2(B)は本発明の実施例1の内視鏡用対物レンズにおける前群の像側の面の後群による像の位置と全系の結像位置を示す図

【図3】図3(A)は本発明の実施例2の内視鏡用対物レンズのレンズ構成を示す図、図3(B)は本発明の実施例2の内視鏡用対物レンズにおける前群の像側の面の後群による像の位置と全系の結像位置を示す図

20

【図4】図4(A)は本発明の実施例3の内視鏡用対物レンズのレンズ構成を示す図、図4(B)は本発明の実施例3の内視鏡用対物レンズにおける前群の像側の面の後群による像の位置と全系の結像位置を示す図

【図5】図5(A)は本発明の実施例4の内視鏡用対物レンズのレンズ構成を示す図、図5(B)は本発明の実施例4の内視鏡用対物レンズにおける前群の像側の面の後群による像の位置と全系の結像位置を示す図

【図6】図6(A)は本発明の実施例5の内視鏡用対物レンズのレンズ構成を示す図、図6(B)は本発明の実施例5の内視鏡用対物レンズにおける前群の像側の面の後群による像の位置と全系の結像位置を示す図

【図7】本発明の実施例1の内視鏡用対物レンズの各収差図

30

【図8】本発明の実施例2の内視鏡用対物レンズの各収差図

【図9】本発明の実施例3の内視鏡用対物レンズの各収差図

【図10】本発明の実施例4の内視鏡用対物レンズの各収差図

【図11】本発明の実施例5の内視鏡用対物レンズの各収差図

【図12】図12(A)は比較例の内視鏡用対物レンズのレンズ構成を示す図、図12(B)は比較例の内視鏡用対物レンズにおける前群の像側の面の後群による像の位置と全系の結像位置を示す図

【図13】比較例の内視鏡用対物レンズの各収差図

【図14】本発明の一実施形態にかかる内視鏡システムの概略的な全体構成図

【図15】本発明の一実施形態にかかる内視鏡の挿入部の先端部の概略断面図

40

【符号の説明】

【0090】

- 1 内視鏡用対物レンズ
- 2 軸上光線
- 3 軸外光線
- 4、5 光学部材
- 6 軸上光束
- 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

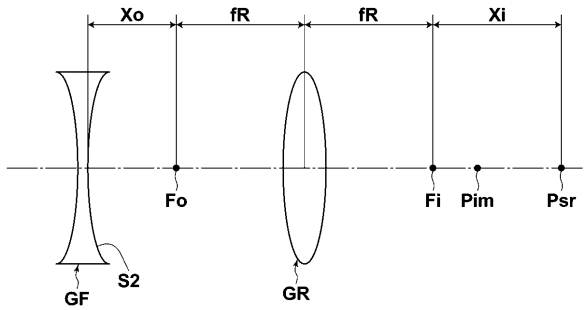
50

- 1 0 0 内視鏡
- 1 0 2 操作部
- 1 0 4 挿入部
- 1 1 0 先端部
- 1 2 0 プロセッサ
- 1 2 2 表示装置
- $D_i$   $i$  番目の面と  $i + 1$  番目の面との光軸上の面間隔
- $F_i$  像側焦点位置
- $F_o$  物体側焦点位置
- $G F$  前群
- $G R$  後群
- $L_1$  第 1 レンズ
- $L_2$  第 2 レンズ
- $L_3$  第 3 レンズ
- $L_4$  第 4 レンズ
- $L_5$  第 5 レンズ
- $P_{i m}$  結像位置
- $P_{s r}$  像の位置
- $S_2$  前群の像側の面
- $S t$  開口絞り
- $Z$  光軸

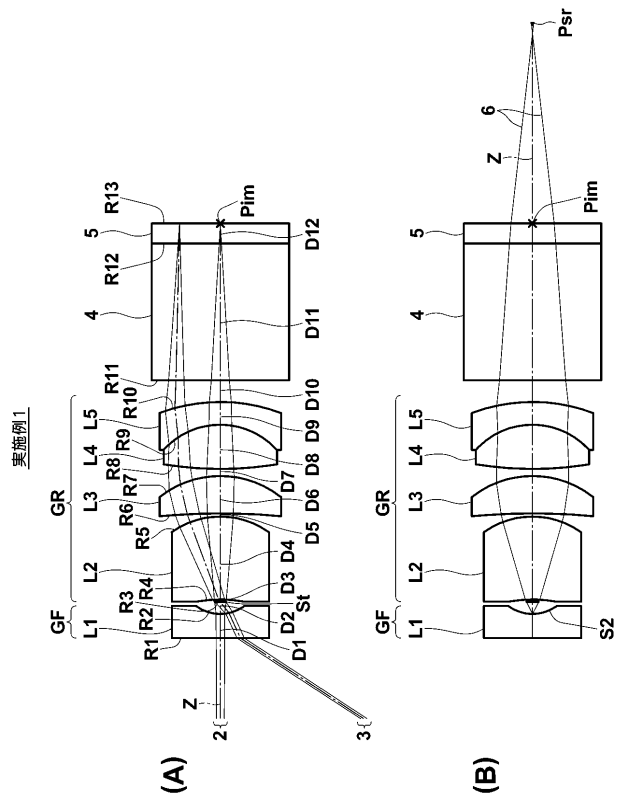
10

20

【 図 1 】

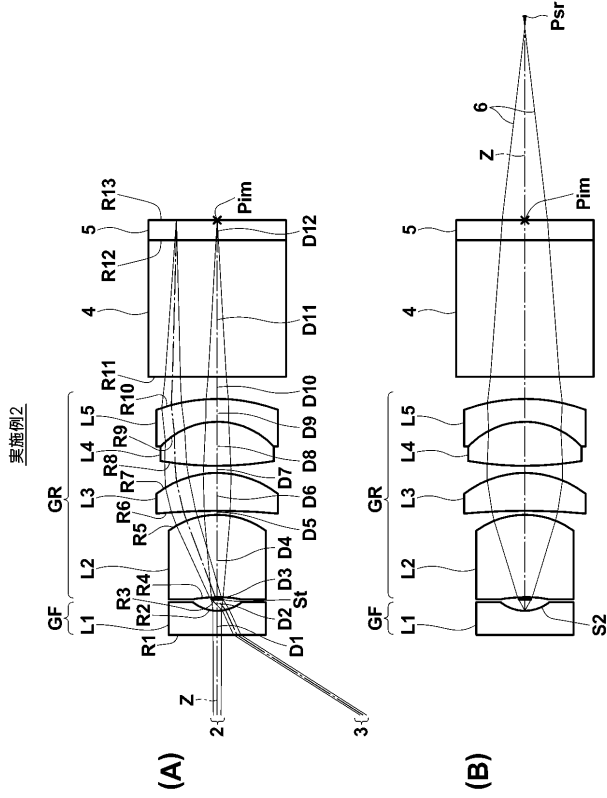


【 図 2 】

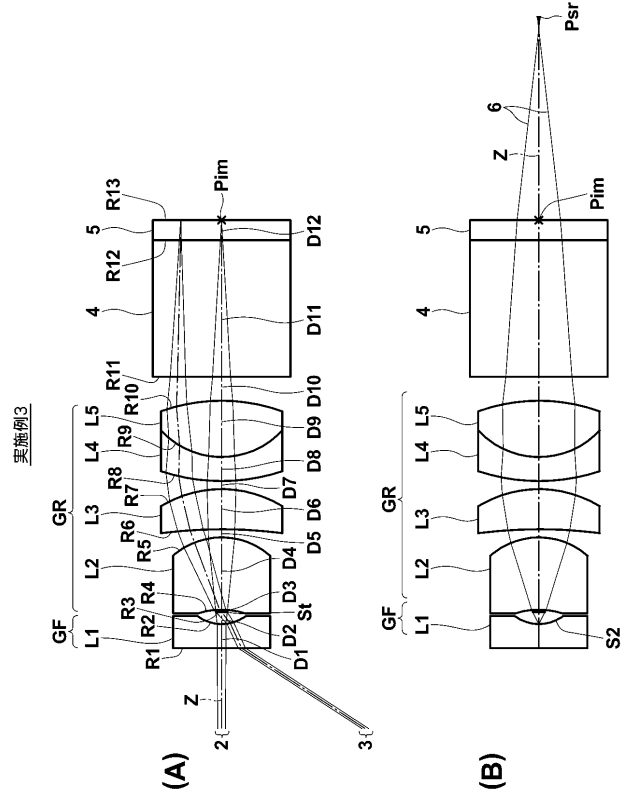


実施例 1

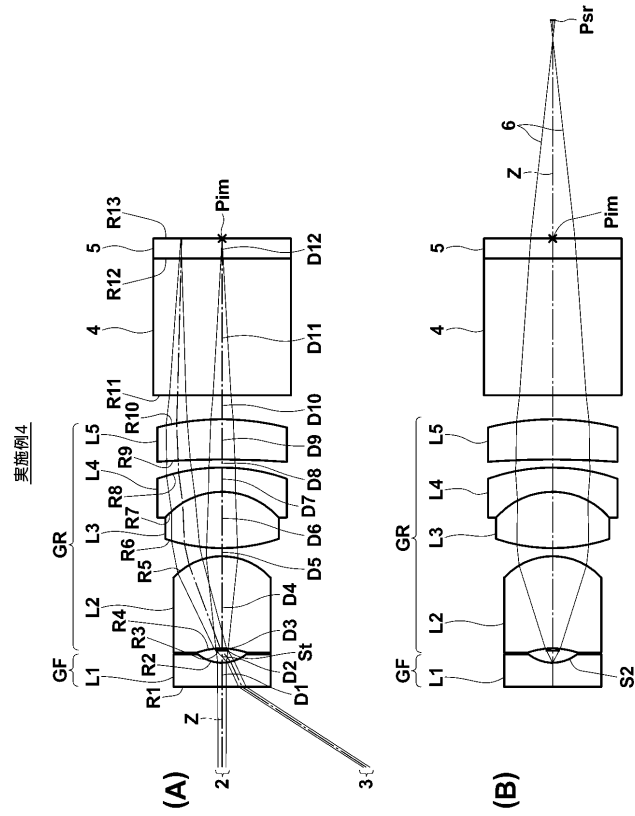
【 図 3 】



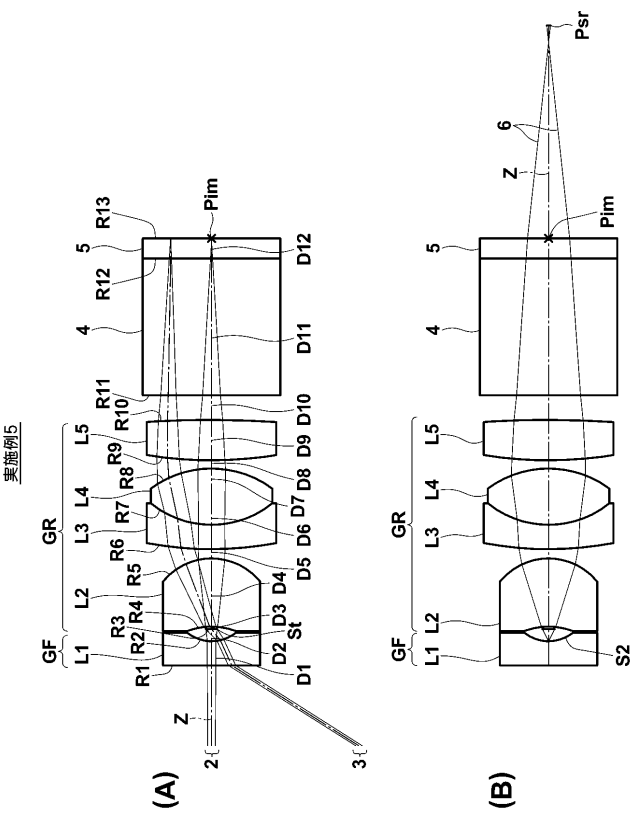
【 図 4 】



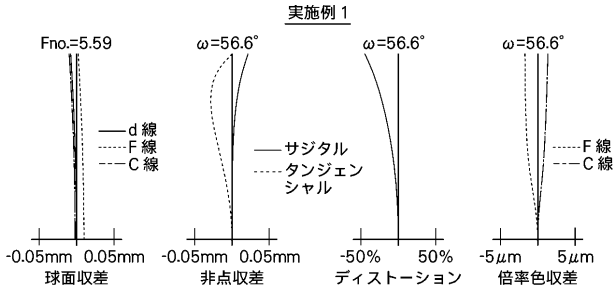
【 図 5 】



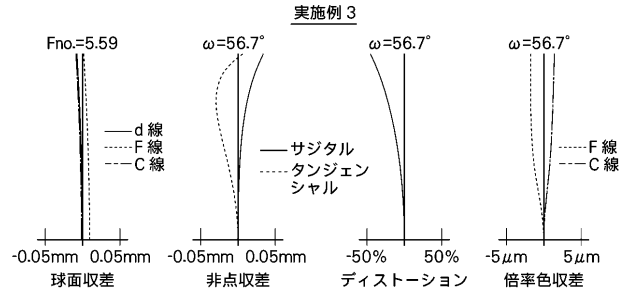
【 図 6 】



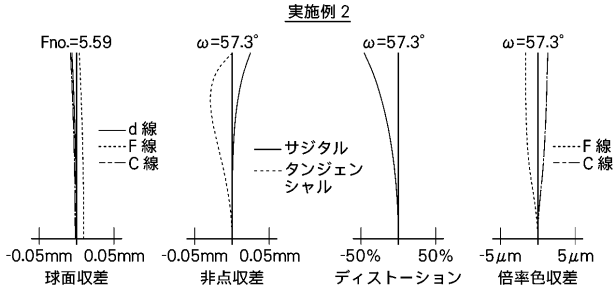
【 図 7 】



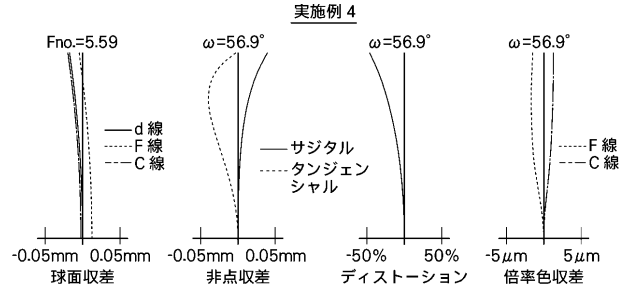
【 図 9 】



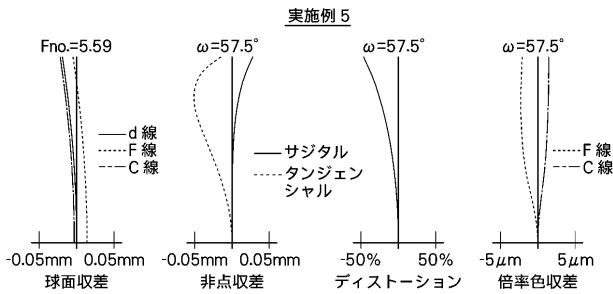
【 図 8 】



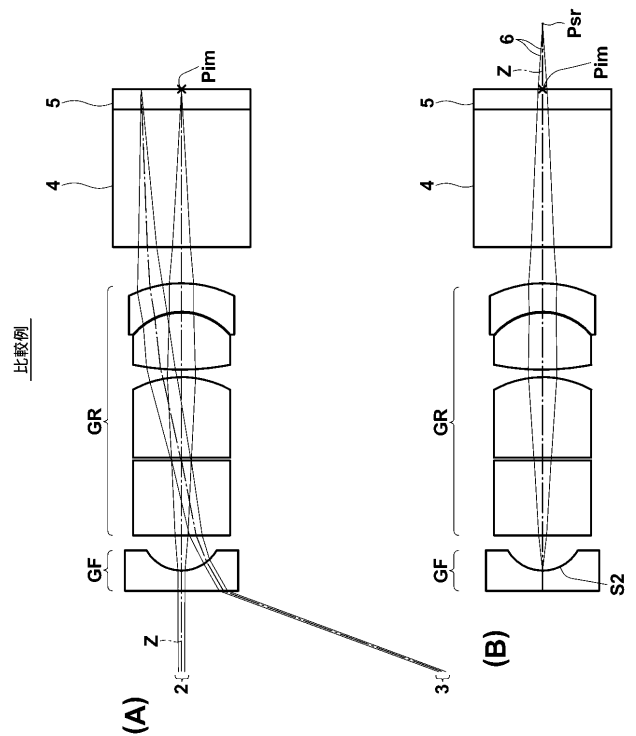
【 図 10 】



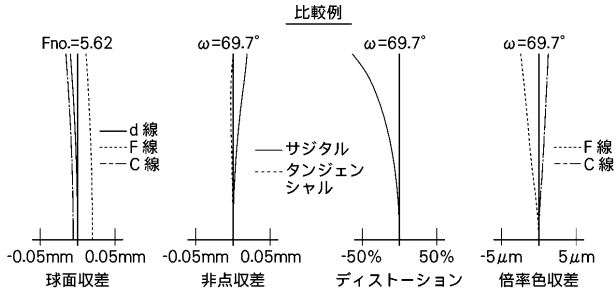
【 図 11 】



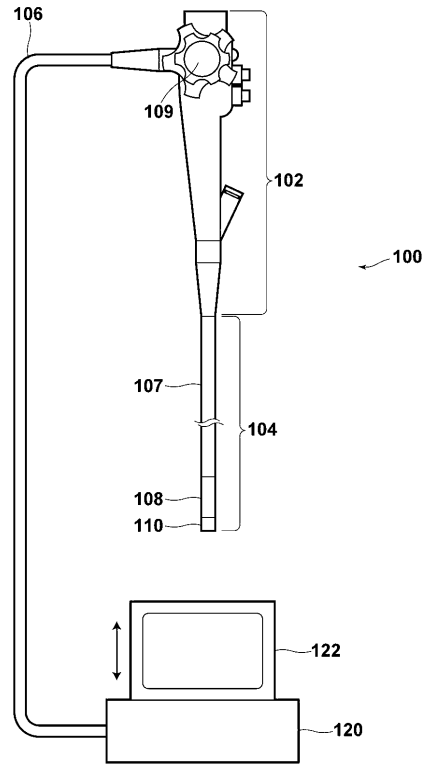
【 図 12 】



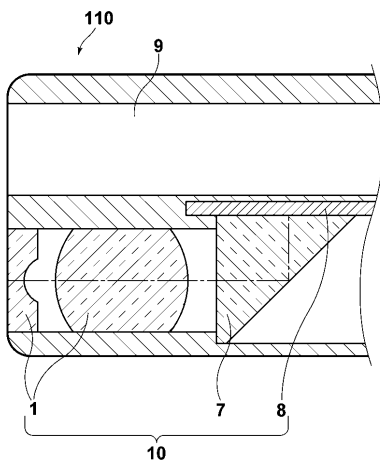
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



---

フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA10 LA03 PA04 PA18 PB05 QA01 QA07 QA18 QA21 QA25  
QA26 QA32 QA34 QA37 QA41 QA42 QA45 QA46 RA32 RA41  
RA42 RA43  
4C061 FF40 JJ06 PP11

专利名称(译)	内窥镜和内窥镜的物镜		
公开(公告)号	<a href="#">JP2009109576A</a>	公开(公告)日	2009-05-21
申请号	JP2007279184	申请日	2007-10-26
[标]申请(专利权)人(译)	富士写真光机株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士公司		
[标]发明人	宫野俊		
发明人	宫野 俊		
IPC分类号	G02B13/00 A61B1/00		
FI分类号	G02B13/00 A61B1/00.300.Y A61B1/00.731		
F-TERM分类号	2H087/KA10 2H087/LA03 2H087/PA04 2H087/PA18 2H087/PB05 2H087/QA01 2H087/QA07 2H087/QA18 2H087/QA21 2H087/QA25 2H087/QA26 2H087/QA32 2H087/QA34 2H087/QA37 2H087/QA41 2H087/QA42 2H087/QA45 2H087/QA46 2H087/RA32 2H087/RA41 2H087/RA42 2H087/RA43 4C061/FF40 4C061/JJ06 4C061/PP11 4C161/FF40 4C161/JJ06 4C161/PP11		
代理人(译)	佐久间刚		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题：为了减少附着在内窥镜物镜中的观察图像上的物体附近的透镜的内（像侧）表面上的灰尘等的影响。变焦镜头包括作为整体具有负屈光力的前透镜组GF和作为整体具有正屈光力的后透镜组GR，整个变焦镜头系统的焦距是f，后透镜组GR的焦距当焦距是fR并且前透镜组GF的最像侧表面和后透镜组GR的物侧焦点之间的光轴上的间隔是Xo时，满足以下条件表达式（1）。 $0.2 < 0.2(1)$  点域1

