

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6542138号  
(P6542138)

(45) 発行日 令和1年7月10日 (2019.7.10)

(24) 登録日 令和1年6月21日 (2019.6.21)

(51) Int.Cl.

F 1

G O 2 B 13/04 (2006.01)

G O 2 B 13/04 D

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

請求項の数 14 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2016-21979 (P2016-21979)  
 (22) 出願日 平成28年2月8日 (2016.2.8)  
 (65) 公開番号 特開2017-142295 (P2017-142295A)  
 (43) 公開日 平成29年8月17日 (2017.8.17)  
 審査請求日 平成30年2月19日 (2018.2.19)

(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 110001519  
 特許業務法人太陽国際特許事務所  
 (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 下村 一石

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、凹面を物体側に向けた負の屈折力を有する単レンズと、開口絞りと、  
 接合レンズとを有し、

該接合レンズは1枚の正レンズおよび1枚の負レンズが接合されてなり、

全系を構成するレンズは3枚のみであり、

下記条件式(1)および(2)を満足することを特徴とする内視鏡用対物レンズ。

$$0.1 < d_{St} / L_t < 0.6 \quad (1)$$

$$0 < v_p - v_n < 55 \quad (2)$$

ただし、

$d_{St}$  : 前記単レンズの物体側の面から前記開口絞りまでの光軸上の距離

$L_t$  : 前記単レンズの物体側の面から前記接合レンズの像側の面までの光軸上の距離

$v_p$  : 前記接合レンズ内の正レンズのd線基準のアッベ数

$v_n$  : 前記接合レンズ内の負レンズのd線基準のアッベ数

【請求項 2】

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。

$$1.0 < f_{ce} / f < 2.0 \quad (3)$$

ただし、

$f_{ce}$  : 前記接合レンズの焦点距離

$f$  : 全系の焦点距離

## 【請求項 3】

下記条件式 (4) を満足する請求項 1 または 2 記載の内視鏡用対物レンズ。

$$1.5 < L_t / f < 5.0 \quad (4)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

## 【請求項 4】

下記条件式 (5) 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。

$$0.8 < B_f / f < 1.8 \quad (5)$$

ただし、

B<sub>f</sub> : 空気換算距離での全系のバックフォーカス

f : 全系の焦点距離

## 【請求項 5】

下記条件式 (6) 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ンズ。

$$90^\circ < 2\omega \quad (6)$$

ただし、

2ω : 最大全画角

## 【請求項 6】

下記条件式 (1-1) 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。 20

$$0.2 < d_{St} / L_t < 0.5 \quad (1-1)$$

## 【請求項 7】

下記条件式 (2-1) 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。

$$10 < v_p - v_n < 45 \quad (2-1)$$

## 【請求項 8】

下記条件式 (3-1) 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。

$$1.1 < f_{ce} / f < 1.7 \quad (3-1)$$

ただし、

f<sub>ce</sub> : 前記接合レンズの焦点距離

f : 全系の焦点距離

## 【請求項 9】

下記条件式 (3-2) を満足する請求項 8 記載の内視鏡用対物レンズ。

$$1.2 < f_{ce} / f < 1.6 \quad (3-2)$$

## 【請求項 10】

下記条件式 (4-1) 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。

$$1.8 < L_t / f < 4.0 \quad (4-1)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離

## 【請求項 11】

下記条件式 (5-1) を満足する請求項 1 から 10 のいずれか 1 項記載の内視鏡用対物レンズ。

$$1.0 < B_f / f < 1.5 \quad (5-1)$$

ただし、

B<sub>f</sub> : 空気換算距離での全系のバックフォーカス

f : 全系の焦点距離

## 【請求項 12】

10

20

30

40

50

下記条件式(6-1)を満足する請求項1から11のいずれか1項記載の内視鏡用対物レンズ。

$$100^\circ < 2\omega \quad (6-1)$$

ただし、

$2\omega$ ：最大全画角

【請求項13】

最も物体側に平行平板が配置されている請求項1から12のいずれか1項記載の内視鏡用対物レンズ。

【請求項14】

請求項1から13のいずれか1項記載の内視鏡用対物レンズを備えた内視鏡。

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。内視鏡用対物レンズとしては例えば下記特許文献1および下記特許文献2に記載のものが提案されている。特許文献1には、物体側から順に、負レンズと、開口絞りと、像側に凸面を向けた平凸レンズと、物体側に凸面を向けた平凸レンズとが配置された3枚構成のレンズ系が記載されている。特許文献2には、物体側から順に、開口絞りと、正レンズと、接合レンズとが配置された3枚構成のレンズ系が記載されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第4846752号公報

【特許文献2】特許第5485482号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

30

内視鏡では、患者の負担を軽減するために挿入部の細径化が望まれており、そのため、極力レンズ枚数を少なくし、小型に構成された内視鏡用対物レンズが要望されている。その一方で、病変部の発見および/または正確な診断のため、内視鏡用対物レンズには色収差が良好に補正されていることも求められる。

【0005】

特許文献1に記載の3枚構成の内視鏡用対物レンズは、具体的な数値データも収差特性も明示されていないものであるが、接合レンズを用いていない構成のため良好な色収差補正を期待することは難しいと考えられる。特許文献2に記載のレンズ系はいずれも最も物体側のレンズより物体側に開口絞りが配置されており、開口絞りの物体側と像側で色収差のバランスをとることができないため、色収差補正を十分行うことは難しい。

40

【0006】

本発明は上記事情に鑑みなされたものであり、少ないレンズ枚数で小型に構成されながらも、色収差が補正されて、良好な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撮像装置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、凹面を物体側に向けた負の屈折力を有する単レンズと、開口絞りと、接合レンズとを有し、この接合レンズは1枚の正レンズおよび1枚の負レンズが接合されてなり、全系を構成するレンズは3枚のみであり、下記条件式(1)および(2)を満足することを特徴とする。

50

$$0.1 < d_{St} / L_t < 0.6 \quad (1)$$

$$0 < v_p - v_n < 55 \quad (2)$$

ただし、

$d_{St}$ ：単レンズの物体側の面から開口絞りまでの光軸上の距離

$L_t$ ：単レンズの物体側の面から接合レンズの像側の面までの光軸上の距離

$v_p$ ：接合レンズ内の正レンズのd線基準のアッベ数

$v_n$ ：接合レンズ内の負レンズのd線基準のアッベ数

【0008】

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)、(3-2)のうちの少なくとも1つを満足することが好ましい。

$$1.0 < f_{ce} / f < 2.0 \quad (3)$$

$$1.5 < L_t / f < 5.0 \quad (4)$$

$$0.8 < B_f / f < 1.8 \quad (5)$$

$$90^\circ < 2\omega \quad (6)$$

$$0.2 < d_{St} / L_t < 0.5 \quad (1-1)$$

$$10 < v_p - v_n < 45 \quad (2-1)$$

$$1.1 < f_{ce} / f < 1.7 \quad (3-1)$$

$$1.8 < L_t / f < 4.0 \quad (4-1)$$

$$1.0 < B_f / f < 1.5 \quad (5-1)$$

$$100^\circ < 2\omega \quad (6-1)$$

$$1.2 < f_{ce} / f < 1.6 \quad (3-2)$$

ただし、

$f_{ce}$ ：接合レンズの焦点距離

$f$ ：全系の焦点距離

$L_t$ ：単レンズの物体側の面から接合レンズの像側の面までの光軸上の距離

$B_f$ ：空気換算距離での全系のバックフォーカス

$2\omega$ ：最大全画角

$v_p$ ：接合レンズ内の正レンズのd線基準のアッベ数

$v_n$ ：接合レンズ内の負レンズのd線基準のアッベ数

【0009】

本発明の内視鏡用対物レンズにおいては、最も物体側に平行平板が配置されているように構成してもよい。

【0010】

本発明の内視鏡は、本発明の内視鏡用対物レンズを備えたものである。

【0011】

なお、「単レンズ」とは、接合されていない1枚のレンズからなるものを意味する。また、上記の「全系を構成するレンズは3枚のみであり」は実質的なことを意味し、本発明の内視鏡用対物レンズは上記3枚のレンズ以外に実質的にパワーを有さないレンズを含んでいてもよい。なお、複合非球面レンズ(球面レンズと、その球面レンズ上に施された非球面形状の膜とが一体的に構成されて、全体として1つの非球面レンズとして機能するレンズ)は、接合レンズとは見なさず、1枚のレンズとして扱うものとする。

【0012】

なお、上記のレンズの屈折力の符号、およびレンズの面形状は、非球面が含まれているものは近軸領域で考えることとする。上記の条件式は全てd線(波長587.6nm)を基準とするものである。上記の $d_{St}$ の符号は、開口絞りより単レンズの物体側の面が物体側にある場合を正、像側にある場合を負とする。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、全系を構成するレンズの枚数を3枚とし、各レンズの構成、および開口絞りの位置を好適に設定し、所定の条件式を満足するようにしているため、小型であり

10

20

30

40

50

ながら、色収差が補正されて、良好な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ができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【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を示す断面図である。

【図4】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、左から順に、球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、倍率色収差図である。

【図5】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、左から順に、球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、倍率色収差図である。

【図6】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、左から順に、球面収差図、非点収差図、歪曲収差図、倍率色収差図である。

【図7】本発明の実施形態に係る内視鏡の概略的な構成図である。

【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～図3は、本発明の実施形態に係る内視鏡用対物レンズの構成と光路を示す断面図であり、それぞれ後述の実施例1～3に対応している。図1～図3に示す例の基本構成および図示方法は同様であるため、以下では主に図1に示す例を参照しながら説明する。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および最大画角の軸外光束3について示している。

【0016】

こ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、単レンズである第1レンズL1と、開口絞りStと、接合レンズCEとを有する。なお、図1に示す開口絞りStは必ずしも大きさおよび/または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。この内視鏡用対物レンズは、全系を構成するレンズは3枚のみとなるように構成されており、これによりコンパクトなレンズ系とすることができる。

【0017】

なお、図1では、第1レンズL1の物体側に平行平板P1を配置し、接合レンズCEの像側に入射面と出射面が平行平面の光学部材PSを配置した例を示しているが、平行平板P1と光学部材PSはいずれも本発明に必須の構成ではなく、いずれも省略することが可能である。平行平板P1については後で詳述する。光学部材PSは、カバーガラス、各種フィルタ、および/または光路折曲用の光路変換プリズム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】

この内視鏡用対物レンズの第1レンズL1は、凹面を物体側に向けた負の屈折力を有するレンズとなるように構成される。このような形状とすることで第1レンズL1の外径を小さくすることができる。また、最も物体側に負レンズを配置することで広角化に有利となる。

【0019】

接合レンズCEは1枚の正レンズおよび1枚の負レンズが接合されて構成される。このような構成とすることで色収差を低減することができる。なお、図1には、物体側から順に、正レンズである第2レンズL2と負レンズである第3レンズL3とを接合した接合レンズCEの例を示しているが、図3に示すように、物体側から順に、負レンズと正レンズとを接合して接合レンズCEを構成してもよい。

【0020】

この内視鏡用対物レンズでは、第1レンズL1と接合レンズCEの間に開口絞りStを配置することで、開口絞りStの物体側と像側で色収差のバランスをとることができ、広

10

20

30

40

50

角のレンズ系でありながら色収差を低減することに有利となる。

【0021】

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

$$0.1 < d_{St} / L_t < 0.6 \quad (1)$$

$$0 < v_p - v_n < 55 \quad (2)$$

ただし、

$d_{St}$ ：単レンズの物体側の面から開口絞りまでの光軸上の距離

$L_t$ ：単レンズの物体側の面から接合レンズの像側の面までの光軸上の距離

$v_p$ ：接合レンズ内の正レンズのd線基準のアップベ数

$v_n$ ：接合レンズ内の負レンズのd線基準のアップベ数

10

【0022】

条件式(1)の下限以下とならないようにすることで、第1レンズL1の厚みを確保でき、第1レンズL1が強度不足となるのを防ぐことができる。条件式(1)の上限以上とならないようにすることで、第1レンズL1の外径が大型化するのを抑えることができる。上記 $d_{St}$ は最も物体側のレンズ面から開口絞り $S_t$ までの距離である。一般に、内視鏡用対物レンズは広角のレンズ系であり、広角のレンズ系では上記 $d_{St}$ が長くなるほど最も物体側のレンズの大径化が顕著になりやすい。そこで、条件式(1)の上限以上とならないようにすることで、この大径化を抑制しコンパクトなレンズ系の実現に有利となる。条件式(1)に関する効果をより高めるために、下記条件式(1-1)を満足することが好ましい。

20

$$0.2 < d_{St} / L_t < 0.5 \quad (1-1)$$

【0023】

条件式(2)を満足するように材料を選択することで色収差を低減することができる。条件式(2)に関する効果をより高めるために、下記条件式(2-1)を満足することが好ましい。

$$10 < v_p - v_n < 45 \quad (2-1)$$

【0024】

また、この内視鏡用対物レンズは、下記条件式(3)を満足することが好ましい。

$$1.0 < f_{ce} / f < 2.0 \quad (3)$$

30

ただし、

$f_{ce}$ ：接合レンズの焦点距離

$f$ ：全系の焦点距離

【0025】

条件式(3)の下限以下とならないようにすることで、良好な収差補正が容易となる。条件式(3)の上限以上とならないようにすることで、レンズ系全長を抑えることができる。条件式(3)に関する効果をより高めるために、下記条件式(3-1)を満足することがより好ましい。

$$1.1 < f_{ce} / f < 1.7 \quad (3-1)$$

【0026】

40

また、条件式(3-1)の下限に関する効果を高めるために、条件式(3-1)の下限を1.2に変更してもよい。同様に、条件式(3-1)の上限に関する効果を高めるために、条件式(3-1)の上限を1.6に変更してもよい。さらにより好ましくは、条件式(3-1)の下限および上限をこれらの値に変更した下記条件式(3-2)を満足することである。

$$1.2 < f_{ce} / f < 1.6 \quad (3-2)$$

【0027】

また、この内視鏡用対物レンズは、下記条件式(4)を満足することが好ましい。

$$1.5 < L_t / f < 5.0 \quad (4)$$

ただし、

50

$L_t$  : 単レンズの物体側の面から接合レンズの像側の面までの光軸上の距離

$f$  : 全系の焦点距離

【0028】

条件式(4)の下限以下とならないようにすることで、良好な収差補正が容易となる。条件式(4)の上限以上とならないようにすることで、レンズ系の大型化を抑えることができる。条件式(4)に関する効果をより高めるために、下記条件式(4-1)を満足することがより好ましい。

$$1.8 < L_t / f < 4.0 \quad (4-1)$$

【0029】

また、この内視鏡用対物レンズは、下記条件式(5)を満足することが好ましい。

$$0.8 < Bf / f < 1.8 \quad (5)$$

ただし、

$Bf$  : 空気換算距離での全系のバックフォーカス

$f$  : 全系の焦点距離

【0030】

条件式(5)の下限以下とならないようにすることで、光学部材PSを配置するスペースを確保でき、また、内視鏡用対物レンズの最も像側のレンズ面から結像位置までの距離の調整量を確保できる。条件式(5)の上限以上とならないようにすることで、レンズ系の大型化を抑えることができる。条件式(5)に関する効果をより高めるために、下記条件式(5-1)を満足することがより好ましい。

$$1.0 < Bf / f < 1.5 \quad (5-1)$$

【0031】

また、この内視鏡用対物レンズは、下記条件式(6)を満足することが好ましい。

$$90^\circ < 2\omega \quad (6)$$

ただし、

$2\omega$  : 最大全画角

【0032】

図1では、最大全画角の半値 $\omega$ を軸外光束3の主光線3cと光軸Zとのなす角として示している。条件式(6)の下限以下とならないようにすることで、内視鏡用対物レンズに求められる広視野での観察が可能となる。広視野観察を可能とすることで、観察に要する時間を短縮でき、患者の体内に内視鏡を挿入している時間を短縮できるため、患者の苦痛を軽減することができる。条件式(6)に関する効果をより高めるために、下記条件式(6-1)を満足することがより好ましい。

$$100^\circ < 2\omega \quad (6-1)$$

【0033】

また、この内視鏡用対物レンズは、図1に示すように、最も物体側に、光学材料からなる平行平板P1を配置するように構成してもよい。一般に、内視鏡用対物レンズは、体内に挿入されて使用されるため、使用時に体液等の液体が最も物体側の面に付着することがある。本実施形態の内視鏡用対物レンズの第1レンズL1の物体側の面は凹面であるため、この凹面が液体に晒されるとこの凹面に液体が滞留する虞がある。そこで、第1レン

ズL1より物体側に平行平板P1を配置することにより、レンズ面への液体の滞留を防止することができる。ただし、人体の中でも体液がほとんどない器官、例えば肺等を観察する場合は、平行平板P1を備えない構成としてもよい。

【0034】

上述した好ましい構成および/または可能な構成は、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。本実施形態によれば、少ないレンズ枚数で小型に構成されながらも、色収差が良好に補正されて、良好な光学性能を有する内視鏡用対物レンズを実現することが可能である。

【0035】

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。なお、以下に述べ

る実施例は全て、全系の焦点距離が 1.00 となるように規格化されたものである。

【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は、物体側から順に、物体側に凹面を向けた負メニスカス形状の第 1 レンズ L 1 と、開口絞り S t と、両凸形状の第 2 レンズ L 2 および負メニスカス形状の第 3 レンズ L 3 が接合された接合レンズ C E を有する。全系に含まれるレンズは 3 枚のみである。第 1 レンズ L 1 の物体側に平行平板 P 1 が配置され、接合レンズ C E の像側に光学部材 P S が配置されている。

【0036】

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 S i の欄に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場合の i 番目 ( i = 1、2、3、... ) の面番号を示し、R i の欄には i 番目の面の曲率半径を示し、D i の欄には 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。表 1 の N d j の欄には最も物体側の構成要素を 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、... ) の構成要素の d 線 ( 波長 587.6 nm ) に関する屈折率を示し、ν d j の欄には j 番目の構成要素の d 線基準のアッペ数を示す。

【0037】

ここで、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。表 1 には平行平板 P 1、開口絞り S t、および光学部材 P S も含めて示している。表 1 では、開口絞り S t に相当する面の面番号の欄には面番号と ( S t ) という語句を記載している。

【0038】

表 2 に、全系の焦点距離 f、空気換算距離での全系のバックフォーカス B f、F ナンバー F N o.、および最大全画角 2 ω を d 線基準で示す。2 ω 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丸められた数値を記載している。

【0039】

【表 1】

実施例 1

| S i   | R i    | D i   | N d j   | ν d j |
|-------|--------|-------|---------|-------|
| 1     | ∞      | 0.343 | 1.88300 | 40.8  |
| 2     | ∞      | 0.143 |         |       |
| 3     | -0.960 | 0.844 | 1.89286 | 20.4  |
| 4     | -1.688 | 0.000 |         |       |
| 5(St) | ∞      | 0.343 |         |       |
| 6     | 1.962  | 0.631 | 1.88300 | 40.8  |
| 7     | -0.960 | 0.400 | 1.89286 | 20.4  |
| 8     | -2.046 | 0.571 |         |       |
| 9     | ∞      | 1.143 | 1.51633 | 64.1  |
| 10    | ∞      |       |         |       |

【0040】

【表 2】

実施例 1

|           |       |
|-----------|-------|
| f         | 1.00  |
| Bf        | 1.22  |
| FNo.      | 5.00  |
| 2 ω [ ° ] | 110.6 |

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 1 】

図 4 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）、および倍率色収差（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 587.6 nm）、C 線（波長 656.3 nm）、および F 線（波長 486.1 nm）に関する収差をそれぞれ実線、長破線、および短破線で示す。非点収差図では、サジタル方向の d 線に関する収差を実線で示し、タンジェンシャル方向の d 線に関する収差を点線で示す。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、および F 線に関する収差をそれぞれ長破線、および短破線で示す。球面収差図の F No. は F ナンバーを意味し、その他の収差図の  $\omega$  は半画角を意味する。図 4 に示す収差は、基本レンズデータに示す第 1 面から距離 9.14 にある物体を観察した場合のものである。

10

## 【 0 0 4 2 】

上記の実施例 1 の説明で述べた各データの記号、意味、および記載方法は、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 4 3 】

## [ 実施例 2 ]

実施例 2 の内視鏡用対物レンズのレンズ構成と光路は図 2 に示したものである。実施例 2 の内視鏡用対物レンズは、物体側から順に、物体側に凹面を向けた負メニスカス形状の第 1 レンズ L1 と、開口絞り St と、両凸形状の第 2 レンズ L2 および負メニスカス形状の第 3 レンズ L3 が接合された接合レンズ CE を有する。全系に含まれるレンズは 3 枚のみである。第 1 レンズ L1 の物体側に平行平板 P1 が配置され、接合レンズ CE の像側に平行平板 P2 と光学部材 PS が配置されている。平行平板 P2 はフィルタ等を想定したものである。

20

## 【 0 0 4 4 】

実施例 2 の内視鏡用対物レンズの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 5 に示す。図 5 に示す収差は、基本レンズデータに示す第 1 面から距離 8.47 にある物体を観察した場合のものである。

## 【 0 0 4 5 】

## 【 表 3 】

## 実施例 2

30

| Si    | Ri       | Di    | Ndj     | $\nu$ dj |
|-------|----------|-------|---------|----------|
| 1     | $\infty$ | 0.318 | 1.88300 | 40.8     |
| 2     | $\infty$ | 0.133 |         |          |
| 3     | -0.847   | 1.152 | 1.90043 | 37.4     |
| 4     | -1.647   | 0.000 |         |          |
| 5(St) | $\infty$ | 0.318 |         |          |
| 6     | 1.364    | 1.069 | 1.77250 | 49.6     |
| 7     | -1.228   | 0.318 | 1.95906 | 17.5     |
| 8     | -2.761   | 0.212 |         |          |
| 9     | $\infty$ | 0.212 | 1.51633 | 64.1     |
| 10    | $\infty$ | 0.302 |         |          |
| 11    | $\infty$ | 0.847 | 1.51633 | 64.1     |
| 12    | $\infty$ |       |         |          |

40

## 【 0 0 4 6 】

【表 4】

## 実施例2

|                   |       |
|-------------------|-------|
| f                 | 1.00  |
| Bf                | 1.12  |
| FNo.              | 5.60  |
| $2\omega[^\circ]$ | 101.0 |

【0047】

[ 実施例 3 ]

実施例 3 の内視鏡用対物レンズは図 3 に示したものである。実施例 3 の内視鏡用対物レンズは、物体側から順に、物体側に凹面を向けた負メニスカス形状の第 1 レンズ L 1 と、開口絞り S t と、負メニスカス形状の第 2 レンズ L 2 および両凸形状の第 3 レンズ L 3 が接合された接合レンズ C E を有する。全系に含まれるレンズは 3 枚のみである。接合レンズ C E の像側に光学部材 P S が配置されている。

10

【0048】

実施例 3 の内視鏡用対物レンズの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 6 に示す。図 6 に示す収差は、基本レンズデータに示す第 1 面から距離 9 . 2 0 にある物体を観察した場合のものである。

【0049】

【表 5】

20

## 実施例3

| Si    | Ri       | Di    | Ndj     | $\nu_{dj}$ |
|-------|----------|-------|---------|------------|
| 1     | -0.994   | 1.057 | 2.00330 | 28.3       |
| 2     | -2.079   | 0.000 |         |            |
| 3(St) | $\infty$ | 0.345 |         |            |
| 4     | 1.963    | 0.345 | 1.95906 | 17.5       |
| 5     | 0.852    | 1.355 | 1.90043 | 37.4       |
| 6     | -1.914   | 0.575 |         |            |
| 7     | $\infty$ | 1.150 | 1.51633 | 64.1       |
| 8     | $\infty$ |       |         |            |

30

【0050】

【表 6】

## 実施例3

|                   |       |
|-------------------|-------|
| f                 | 1.00  |
| Bf                | 1.24  |
| FNo.              | 4.00  |
| $2\omega[^\circ]$ | 120.0 |

【0051】

40

表 7 に実施例 1 ~ 3 の内視鏡用対物レンズの条件式 ( 1 ) ~ ( 6 ) の対応値を示す。表 7 に示す値は d 線を基準とするものである。

【0052】

【表 7】

| 式の番号 |                 | 実施例1  | 実施例2  | 実施例3  |
|------|-----------------|-------|-------|-------|
| (1)  | $dSt/Lt$        | 0.38  | 0.40  | 0.34  |
| (2)  | $\nu p - \nu n$ | 20.4  | 32.1  | 19.9  |
| (3)  | $fce/f$         | 1.30  | 1.50  | 1.40  |
| (4)  | $Lt/f$          | 2.22  | 2.86  | 3.10  |
| (5)  | $Bf/f$          | 1.22  | 1.12  | 1.24  |
| (6)  | $2\omega$       | 110.6 | 101.0 | 120.0 |

## 【0053】

10

以上のデータからわかるように、実施例1～3の内視鏡用対物レンズは、3枚構成のレンズ系であり、小型に構成され、全画角が100°以上あり広角に構成され、色収差を含む諸収差が良好に補正されて高い光学性能を実現している。

## 【0054】

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7を参照しながら説明する。図7にその内視鏡の概略的な全体構成図を示す。図7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の内部先端に本発明の実施形態に係る内視鏡用対物レンズ1が配設される。図7では内視鏡用対物レンズ1を概略的に図示している。本実施形態の内視鏡は内視鏡用対物レンズ1を備えているため、先端部110の小型化を図ることが可能であり、色再現性の良い良好な画像を取得することができる。

20

## 【0055】

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、およびアッペ数は、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。

30

## 【符号の説明】

## 【0056】

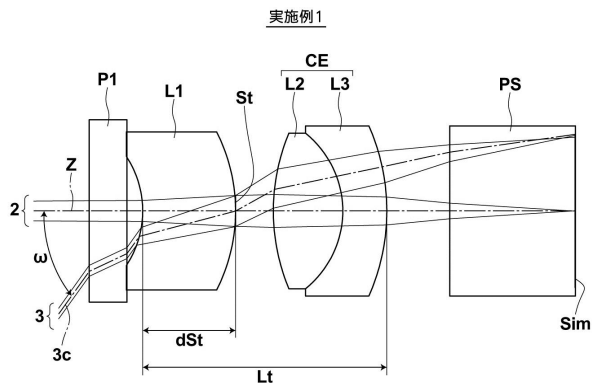
- 1 内視鏡用対物レンズ
- 2 軸上光束
- 3 軸外光束
- 3c 主光線
- 100 内視鏡
- 102 操作部
- 104 挿入部
- 106 ユニバーサルコード
- 107 軟性部
- 108 湾曲部
- 109 湾曲走査ノブ
- 110 先端部
- L1 第1レンズ
- L2 第2レンズ
- L3 第3レンズ
- P1、P2 平行平面板
- PS 光学部材

40

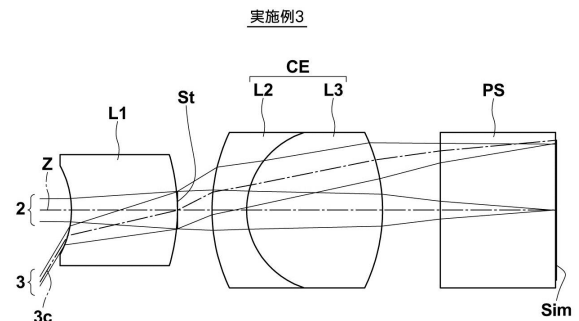
50

S i m 像面  
 S t 開口絞り  
 Z 光軸

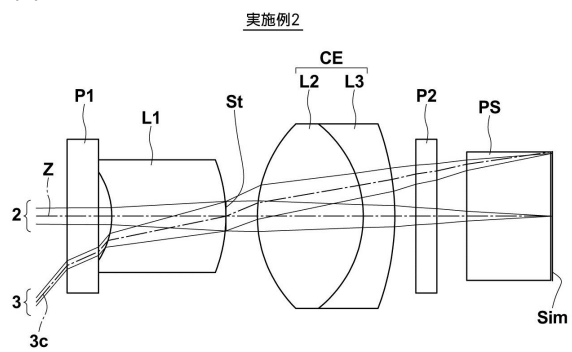
【図1】



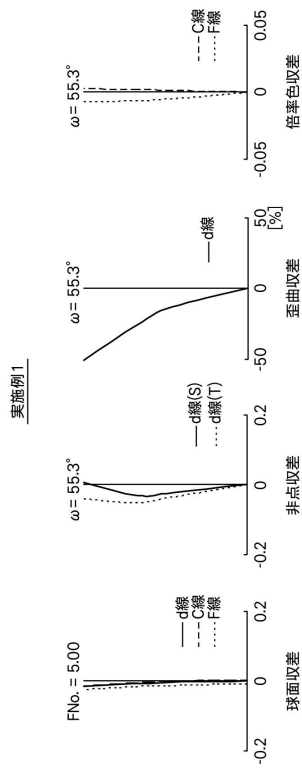
【図3】



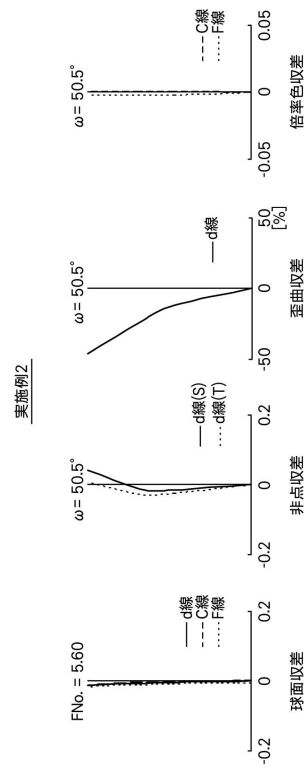
【図2】



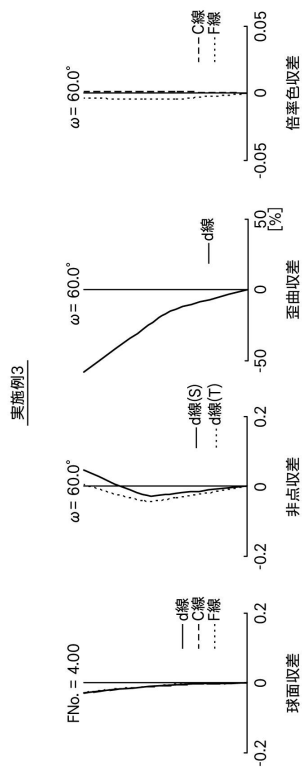
【図 4】



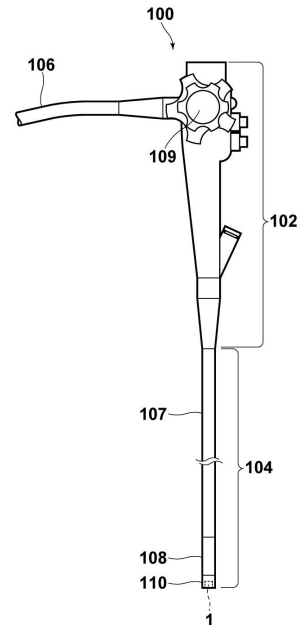
【図 5】



【図 6】



【図 7】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 0 8 2 2 8 4 ( J P , A )  
特開平 0 7 - 1 6 8 0 9 3 ( J P , A )  
特開 2 0 0 3 - 1 4 9 5 4 5 ( J P , A )  
米国特許第 0 6 9 0 5 4 6 2 ( U S , B 1 )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
G 0 2 B 9 / 0 0 - 1 7 / 0 8  
G 0 2 B 2 1 / 0 2 - 2 1 / 0 4  
G 0 2 B 2 5 / 0 0 - 2 5 / 0 4

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |            |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 内窥镜物镜和内窥镜                                                                                                                                                                                                                                                                          |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">JP6542138B2</a>                                                                                                                                                                                                                                                        | 公开(公告)日 | 2019-07-10 |
| 申请号            | JP2016021979                                                                                                                                                                                                                                                                       | 申请日     | 2016-02-08 |
| [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         | G02B13/04 G02B23/26 A61B1/00                                                                                                                                                                                                                                                       |         |            |
| FI分类号          | G02B13/04.D G02B23/26.C A61B1/00 A61B1/00.300.Y A61B1/00.731                                                                                                                                                                                                                       |         |            |
| F-TERM分类号      | 2H040/CA23 2H087/KA10 2H087/LA03 2H087/NA14 2H087/PA02 2H087/PA18 2H087/PB03 2H087/QA03 2H087/QA07 2H087/QA17 2H087/QA21 2H087/QA22 2H087/QA25 2H087/QA26 2H087/QA34 2H087/QA37 2H087/QA41 2H087/QA42 2H087/QA46 2H087/RA32 2H087/RA42 2H087/RA43 4C161/DD03 4C161/FF40 4C161/PP11 |         |            |
| 其他公开文献         | JP2017142295A                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a>                                                                                                                                                                                                                                                          |         |            |

## 摘要(译)

用于内窥镜的物镜内的透镜数量仅为三个。用于内窥镜的物镜按照从物体侧起的顺序包括：第一透镜，其是具有负屈光力的单透镜和朝向物侧的凹面，孔径光阑和胶合透镜。通过将正透镜和一个负透镜粘合在一起形成粘合透镜。满足与从第一透镜的表面朝向物体侧到孔径光阑的距离以及构成胶合透镜的正透镜和负透镜的阿贝数相关的条件公式。

|                                        |                                    |                                        |
|----------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------|
| (19) 日本国特許庁(JP)                        | (12) 特 許 公 報(B2)                   | (11) 特許番号<br>特許第6542138号<br>(P6542138) |
| (45) 発行日 令和1年7月10日(2019.7.10)          | (24) 登録日 令和1年6月21日(2019.6.21)      |                                        |
| (51) Int. Cl.                          |                                    |                                        |
| G 0 2 B 13/04 (2006.01)                | F I                                | 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                           |
| 請求項の数 14 (全 14 頁)                      |                                    |                                        |
| (21) 出願番号 特願2016-21979(P2016-21979)    | (73) 特許権者 306037311                |                                        |
| (22) 出願日 平成28年2月8日(2016.2.8)           | 富士フイルム株式会社                         |                                        |
| (65) 公開番号 特願2017-142295(P2017-142295A) | 東京都港区西麻布2丁目2番30号                   |                                        |
| (43) 公開日 平成29年8月17日(2017.8.17)         | 110001519                          |                                        |
| 審査請求日 平成30年2月19日(2018.2.19)            | (74) 代理人 特許業務法人太陽国際特許事務所           |                                        |
|                                        | (72) 発明者 山本 力                      |                                        |
|                                        | 埼玉県さいたま市北区糠沢町1丁目3番24番地 富士フイルム株式会社内 |                                        |
|                                        | 審査官 下村 一石                          |                                        |
| 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           |                                    |                                        |