

(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2008-89658
(P2008-89658A)

(43) 公開日 平成20年4月17日(2008.4.17)

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

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2006-267348 (P2006-267348)
(22) 出願日 平成18年9月29日 (2006. 9. 29)

(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 100109656
弁理士 三反崎 泰司
(74) 代理人 100098785
弁理士 藤島 洋一郎
(72) 発明者 官野 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
Fターム(参考) 2H087 KA10 LA01 PA04 PA18 PB05
QA02 QA07 QA17 QA18 QA22
QA25 QA37 QA41 QA45 RA32
RA41 RA44

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡用対物レンズおよびそれを用いた内視鏡用撮像装置

(57) 【要約】

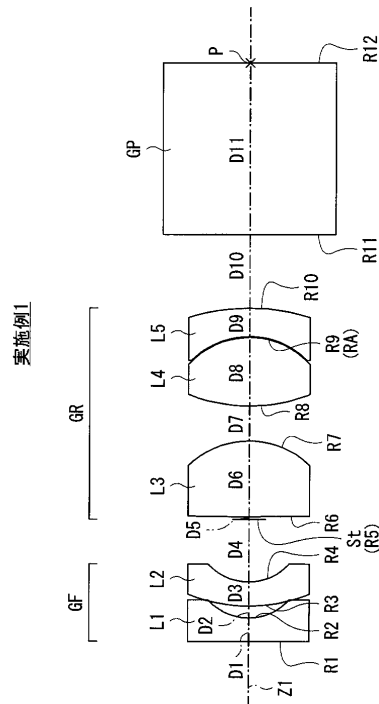
【課題】 光路変換プリズムを挿入可能なバックフォーカスを確保しつつ、軸上色収差および倍率色収差が良好に補正された内視鏡用対物レンズを提供する。

【解決手段】 前群GFは2枚の凹レンズL1, L2、後群GRは、物体側の面が曲率半径の大きい正レンズL3と、物体側の面が曲率半径の大きい正レンズL4および負メニスカスレンズL5よりなり全体として正の接合レンズとからなる。d_xを群間隔、f, f_F, f₃を全系, GF, L3の焦点距離、₃, ₄, ₅をL3, L4, L5のアッベ数、R_AをL4とL5との接合面の曲率半径、Bfをバックフォーカス、d₅, n₅をL5の中心厚、d線に対する屈折率として、下記条件式を満足する。

$$|d_x / f_F| \geq 3.0 \dots \dots \dots (1)$$

$$(f / f_3) \times \subscript{3} < 2.3 \dots \dots \dots (2)$$

$$f^2 \times (\subscript{5} - \subscript{4}) / \{R_A \times (Bf + d_5 / n_5)\} > 7 \dots \dots \dots (3)$$



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、前群発散レンズ系と、明るさ絞りと、後群収束レンズ系とが配置されてなる内視鏡用対物レンズであって、

前記前群発散レンズ系は、2枚の凹レンズである第1レンズおよび第2レンズからなり

、前記後群収束レンズ系は、物体側から順に、物体側の面が像側の面よりも曲率半径の絶対値が大きい正の第3レンズと、物体側の面が像側の面よりも曲率半径の絶対値が大きい正の第4レンズおよび負のメニスカス形状を有する第5レンズよりなると共に、全体として正の屈折力を有する接合レンズとからなり、

10

かつ、下記条件式を満足するように構成されている

ことを特徴とする内視鏡用対物レンズ。

$|d_x / f_F| \leq 3.0 \dots\dots\dots (1)$

$(f / f_3) \times \nu_3 < 2.3 \dots\dots\dots (2)$

$f^2 \times (\nu_5 - \nu_4) / \{R_A \times (Bf + d_5 / n_5)\} > 7 \dots\dots\dots (3)$

ただし、

d_x : 前群発散レンズ系の後側主点と後群収束レンズ系の前側主点との間隔

f_F : 前群発散レンズ系の合成焦点距離

f : 全系の合成焦点距離

f_3 : 第3レンズの焦点距離

ν_3 : 第3レンズのアッベ数

ν_4 : 第4レンズのアッベ数

ν_5 : 第5レンズのアッベ数

R_A : 第4レンズと第5レンズとの接合面の曲率半径

Bf : 全系のバックフォーカス

d_5 : 第5レンズの中心厚

n_5 : 第5レンズのd線に対する屈折率

とする。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の内視鏡用対物レンズと、前記内視鏡用対物レンズによって形成された光学像に応じた撮像信号を出力する撮像素子とを備えた

30

ことを特徴とする内視鏡用撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡の先端部に設けられる対物レンズに関し、特に、その像面側に光路変換プリズムが配置される内視鏡用対物レンズおよびそれを用いた内視鏡用撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、CCD (Charge Coupled Device) などの固体撮像素子を用いた直視型の内視鏡としては、固体撮像素子が先端部において軸方向に平行に配置されたものが知られている。このような内視鏡においては、一般に、固体撮像素子と対物レンズとの間にカバーガラス等を介して、光路変換のためのプリズムが挿入配置されるようになっている。この光路変換プリズムの大きさは、イメージサイズによって決定されるので、光路変換プリズムを挿入するために、対物レンズの最終面から結像位置までの距離、すなわちバックフォーカスを十分に確保しておく必要がある。

40

【0003】

一方、固体撮像素子の小型化に伴い、イメージサイズの縮小化も図られている。しかしながら、プリズム壁面と有効光束との間隔に十分な余裕を持たせなければ、フレアやゴー

50

ストの原因となるため、部品の加工精度や組み立て精度を考慮すると、上記間隔を極端につめることはできず、プリズムサイズをイメージサイズに比例させて縮小することは難しい。このため、全系の焦点距離に対して十分に長いバックフォーカスを有する対物レンズが要求されている。

【0004】

ところが、内視鏡用の対物レンズにおいては、その広角化の要請に伴い、イメージサイズが同一でも焦点距離が短くなる傾向にあり、十分なバックフォーカスを得ることが困難である。そこで、本願出願人は、内視鏡の先端部において、軸方向に平行配置された固体撮像素子と対物レンズとの間に光路変換プリズムを挿入配置することが可能な、焦点距離に対して十分なバックフォーカスを有する内視鏡用対物レンズを提案している（特許文献1）。特許文献1では、明るさ絞りを挟んで、前群発散レンズ系と後群収束レンズ系とを配置してなる構成において、特に前群発散レンズ系の光学要素について、所定の条件式を満足するように設定することで、諸収差を補正しつつ、全系の焦点距離に対して3倍以上ものバックフォーカスを確保することを可能としている。

10

【特許文献1】特開平10-260348号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記特許文献1の構成では、軸上色収差の補正に比して、倍率色収差の補正が不十分であり、軸上色収差と倍率色収差との補正のバランスを改善することが求められている。特に、近年では、固体撮像素子の高密度化が進み、画素数が増大するにつれ、倍率色収差の十分な補正が必要とされている。従って、光路変換プリズムを挿入配置することが可能な十分な長さのバックフォーカスを確保しつつ、特に軸上色収差および倍率色収差の両者を良好に補正した内視鏡用対物レンズの実現が望まれている。

20

【0006】

本発明はかかる問題点を鑑みてなされたもので、その目的は、光路変換プリズムを挿入配置することが可能な十分な長さのバックフォーカスを確保しつつ、軸上色収差と倍率色収差とをバランス良く良好に補正することができる内視鏡用対物レンズおよびそれを用いて良好な観察画像を得ることができる内視鏡用撮像装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

30

【0007】

本発明による内視鏡用対物レンズは、物体側から順に、前群発散レンズ系と、明るさ絞りと、後群収束レンズ系とが配置されてなる内視鏡用対物レンズであって、前群発散レンズ系は、2枚の凹レンズである第1レンズおよび第2レンズからなり、後群収束レンズ系は、物体側から順に、物体側の面が像側の面よりも曲率半径の絶対値が大きい正の第3レンズと、物体側の面が像側の面よりも曲率半径の絶対値が大きい正の第4レンズおよび負のメニスカス形状を有する第5レンズよりなると共に、全体として正の屈折力を有する接合レンズとからなり、かつ、下記条件式を満足するように構成されている。ただし、 d_x を前群発散レンズ系の後側主点と後群収束レンズ系の前側主点との間隔、 f_F を前群発散レンズ系の合成焦点距離、 f を全系の合成焦点距離、 f_3 を第3レンズの焦点距離、 ν_3 を第3レンズのアッベ数、 ν_4 を第4レンズのアッベ数、 ν_5 を第5レンズのアッベ数、 R_A を第4レンズと第5レンズとの接合面の曲率半径、 Bf を全系のバックフォーカス、 d_5 を第5レンズの中心厚、 n_5 を第5レンズのd線に対する屈折率とする。

40

$$|d_x / f_F| \geq 3 \cdot 0 \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$(f / f_3) \times \nu_3 < 2 \cdot 3 \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$f^2 \times (\nu_5 - \nu_4) / \{R_A \times (Bf + d_5 / n_5)\} > 7 \quad \dots \dots \dots (3)$$

【0008】

本発明による内視鏡用撮像装置は、上記のような構成の内視鏡用対物レンズと、この内視鏡用対物レンズによって形成された光学像に応じた撮像信号を出力する撮像素子とを備えたものである。

50

【 0 0 0 9 】

本発明による内視鏡用対物レンズでは、明るさ絞りを挟んで、前群発散レンズ系と後群収束レンズ系とを配置してなる光学系において、各群のレンズの屈折力や形状を適切に設定すると共に、条件式(1)を満足することにより、全系の焦点距離の3倍以上の長いバックフォーカスが確保される。また、特に後群収束レンズ系の各光学要素が条件式(2)および条件式(3)を満足することにより、軸上色収差および倍率色収差の両者がバランス良く良好に補正される。

【 0 0 1 0 】

本発明による内視鏡用撮像装置では、本発明の内視鏡用対物レンズによって得られた良好な光学像に基づいて、高解像の撮像信号が得られる。

10

【 発明の効果 】

【 0 0 1 1 】

本発明の内視鏡用対物レンズによれば、明るさ絞りを挟んで、前群発散レンズ系と後群収束レンズ系とを配置してなる光学系において、各群のレンズの屈折力や形状を適切に設定すると共に、特に後群収束レンズ系の各光学要素が所定の条件式を満足するようにしたので、光路変換プリズムを挿入配置することが可能な十分な長さのバックフォーカスを確保しつつ、軸上色収差および倍率色収差を良好に補正することができる。

【 0 0 1 2 】

本発明の内視鏡用撮像装置によれば、本発明の高性能の内視鏡用対物レンズによって形成された光学像に応じた撮像信号を出力するようにしたので、その撮像信号により、良好な観察画像を得ることができる。

20

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 3 】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 1 4 】

図1は、本発明の一実施の形態に係る内視鏡用対物レンズの第1の構成例を示している。この構成例は、後述の第1の数値実施例(図7)のレンズ構成に対応している。図2は、第2の構成例を示しており、後述の第2の数値実施例(図8)のレンズ構成に対応している。図3は、第3の構成例を示しており、後述の第3の数値実施例(図9)のレンズ構成に対応している。図4は、第4の構成例を示しており、後述の第4の数値実施例(図10)のレンズ構成に対応している。図5は、第5の構成例を示しており、後述の第5の数値実施例(図11)のレンズ構成に対応している。図6は、第6の構成例を示しており、後述の第6の数値実施例(図12)のレンズ構成に対応している。図1~図6において、符号 R_i は、最も物体側の構成要素の面を1番目として、像面側(結像側)に向かうに従い順次増加するようにして符号を付した i 番目の面の曲率半径を示す。符号 D_i は、 i 番目の面と $i+1$ 番目の面との光軸 Z_1 上の面間隔を示す。なお、各構成例共に基本的な構成は同じなので、以下では図1に示した第1の構成例を基本にして説明する。

30

【 0 0 1 5 】

この内視鏡用対物レンズは、特に、先端部において固体撮像素子が軸方向(長手方向)に対し平行に配置された内視鏡の対物レンズとして好適に使用されるものである。この内視鏡用対物レンズは、光軸 Z_1 に沿って、物体側から順に、前群発散レンズ系 GF と、明るさ絞り St と、後群収束レンズ系 GR とを備えている。この内視鏡用対物レンズの像面側には、光路変換プリズム GP が配置される。なお、図1~図6において P は結像位置を示しており、光路変換プリズム GP を等価的に入射光軸 Z_1 と同一方向に展開し、結像位置 P が入射光軸 Z_1 と同一方向となるように図示している。

40

【 0 0 1 6 】

前群発散レンズ系 GF および後群収束レンズ系 GR は、全体として4群5枚構成となっている。前群発散レンズ系 GF は、全体として負の屈折力を有しており、2枚の凹レンズ、第1レンズ L_1 および第2レンズ L_2 から構成されている。第1レンズ L_1 は、像側に凹面を向けた形状を有しており、例えば平凹形状となっている。ただし、図3および図6

50

の構成例のように、メニスカス形状であってもよい。第2レンズL2は、例えば像側に凹面を向けたメニスカス形状となっている。

【0017】

後群収束レンズ系GRは、全体として正の屈折力を有しており、物体側から順に、正の屈折力を有する第3レンズL3と、正の屈折力を有する第4レンズL4および負のメニスカス形状を有する第5レンズL5よりなる接合レンズとから構成されている。第3レンズL3は、物体側の面が像側の面よりも曲率半径の絶対値が大きい形状であり、例えば、両凸形状、物体側に凹面を向けたメニスカス形状であり、平凸形状であってもよい。第4レンズL4は、物体側の面が、像側の面よりも曲率半径の絶対値が大きい形状、例えば両凸形状となっている。第4レンズL4および第5レンズL5よりなる接合レンズは、全体として正の屈折力を有している。

10

【0018】

この内視鏡用対物レンズは、さらに以下の条件式を満足している。ただし、 d_x を前群発散レンズ系GFの後側主点と後群収束レンズ系GRの前側主点との間隔、 f_F を前群発散レンズ系GFの合成焦点距離、 f を全系の合成焦点距離、 f_3 を第3レンズL3の焦点距離、 γ_3 を第3レンズL3のアッペ数、 γ_4 を第4レンズL4のアッペ数、 γ_5 を第5レンズL5のアッペ数、 R_A を第4レンズL4と第5レンズL5との接合面の曲率半径、 Bf を全系のバックフォーカス、 d_5 を第5レンズL5の中心厚、 n_5 を第5レンズL5のd線に対する屈折率とする。

$|d_x / f_F| \geq 3 \cdot 0 \dots\dots\dots (1)$

20

$(f / f_3) \times \gamma_3 < 2 \cdot 3 \dots\dots\dots (2)$

$f^2 \times (\gamma_5 - \gamma_4) / \{R_A \times (Bf + d_5 / n_5)\} > 7 \dots\dots\dots (3)$

【0019】

図7は、本実施の形態に係る内視鏡用撮像装置の構成例を示している。この撮像装置では、内視鏡の先端部において、固体撮像素子200が、軸方向(Z)に対して平行に配置されている。固体撮像素子200は、図示しない信号線で外部のモニタ等に接続される。固体撮像素子200と対物レンズ100の間には、カバーガラス101を介して光路変換プリズム102が挿入配置されている。対物レンズ100としては、本実施の形態に係る内視鏡用対物レンズが好適に用いられる。光路変換プリズム102が挿入配置されていることにより、対物レンズ100の光軸Z1は、固体撮像素子200の方向に略90度折り曲げられる。また、固体撮像素子200により、対物レンズ100によって形成された光学像に応じた撮像信号が出力される。撮像信号は、図示しない信号線を介して外部のモニタ等に出力され、そこで観察画像として観察される。

30

【0020】

次に、以上のように構成された内視鏡用対物レンズの作用および効果を説明する。

【0021】

この内視鏡用対物レンズでは、物体側から順に、前群発散レンズ系GFと、明るさ絞りStと、後群収束レンズ系GRとを配置してなるレンズ系において、それぞれの群における各レンズの屈折力や形状を適切に設定し、かつ条件式(1)~(3)を満足することにより、全系の焦点距離の3倍以上ものバックフォーカスを確保しつつ、諸収差、特に軸上色収差および倍率色収差がバランス良く補正される。以下、各条件式の具体的な作用について説明する。

40

【0022】

条件式(1)は、全系の焦点距離の3倍以上のバックフォーカスを得るための式である。すなわち、2枚の薄肉レンズにおいて、一方の焦点距離を f_a 、他方を f_b とし、この2枚のレンズの間隔を d_x とすると、2枚の合成焦点距離 f およびバックフォーカス Bf は、次のように表わされる。

$1 / f = 1 / f_a + 1 / f_b - d_x / (f_a \cdot f_b) \dots\dots\dots (a)$

$Bf = f (1 - d_x / f_a) \dots\dots\dots (b)$

ここで、バックフォーカス Bf を、焦点距離 f の3倍、

50

$B f = 3 f \dots\dots\dots (c)$

とすると、

$3 f = f (1 - d_x / f_a) \dots\dots\dots (d)$

より、

$d_x = - 2 f_a \dots\dots\dots (e)$

が得られる。

【 0 0 2 3 】

本実施の形態においては、

f_F : 前群発散レンズ系 G F の合成焦点距離、

f_R : 後群収束レンズ系 G R の合成焦点距離

10

とすると、 f_F が f_a 、 f_R が f_b に相当し、また、 $f_F < 0$ 、 $f_R > 0$ であるから、

$d_x \geq | f_F | \dots\dots\dots (f)$

のとき、

$B f \geq 3 f \dots\dots\dots (g)$

が実現される。ただし、実際の光学系では、後群収束レンズ系 G R の合成の後側主点位置は、ほぼ全系の合成焦点距離 f の分ほど、レンズの中に入り込んでいるため、これを考慮したバックフォーカスの値を $(B f)'$ として、

$(B f)' = 4 f \dots\dots\dots (h)$

を上記式 (c) に置き換えることにより、条件式 (1) が得られる。

20

【 0 0 2 4 】

条件式 (1) を満足することにより、全系の合成焦点距離 f の 3 倍以上のバックフォーカス $B f$ を確保することができると共に、内視鏡の先端部において、軸方向に配置された固体撮像素子と対物レンズとの間に、光路変換プリズムを挿入配置させても、被写体像を固体撮像素子上に結像させることができる。

【 0 0 2 5 】

条件式 (2) および条件式 (3) は、後群収束レンズ系 G R における各光学要素に関する式である。一般に、絞りから後の光学系においては、青 (例えば F 線) から赤 (例えば C 線) を引いた軸上色収差と倍率色収差の値は、例えば、正レンズのアップ数を大きくすると、両者とも正方向へ移動する。本実施の形態においては、軸上色収差は正の値、倍率色収差は負の値となるので、負の倍率色収差の絶対値を減らそうとすると、軸上色収差は大きくなるという逆の動き方をする。そこで、両者を良好に補正するには、条件式 (2) および条件式 (3) を同時に満たす必要がある。なお、F 線は波長 4 8 6 . 1 3 n m、C 線は波長 6 5 6 . 2 7 n m である。

30

【 0 0 2 6 】

条件式 (2) は、後群収束レンズ系 G R の正レンズ L 3 のアップ数に、この正レンズ L 3 のパワーを乗じたものである。条件式 (2) を満足することにより、接合レンズの持つ倍率色収差および軸上色収差をオーバーにする効果によって、過剰に補正された軸上色収差が抑えられる。

【 0 0 2 7 】

条件式 (3) は、後群収束レンズ系 G R の正レンズ L 4 および負レンズ L 5 よりなる接合レンズにおける接合面の倍率色収差に対する補正の度合いを示すものである。具体的には、正レンズ L 4 と負レンズ L 5 のアップ数差を、焦点距離で規格化した接合面の曲率半径 R_A および全系のバックフォーカス $B f$ に負レンズ L 5 の空気換算長 d_5 / n_5 を加えた値で割ったものである。条件式 (3) を満足することにより、すなわち、アップ数差が大きくて、接合面の曲率半径が小さく、接合面が結像位置に近いほど、倍率色収差の補正に有利となる。

40

【 0 0 2 8 】

以上説明したように、本実施の形態に係る内視鏡用対物レンズによれば、物体側から順に、前群発散レンズ系 G F と、明るさ絞り S t と、後群収束レンズ系 G R とを配置してなるレンズ系において、各レンズの屈折力や面形状を適切に設定し、かつ、条件式 (1) ~

50

(3)を満足するようにしたので、像面側に光路変換プリズムGPを挿入配置することが可能な十分な長さのバックフォーカスを確保しつつ、軸上色収差および倍率色収差をバランス良く良好に補正することができる。

【0029】

また、本実施の形態に係る内視鏡用撮像装置によれば、本実施の形態に係る内視鏡用対物レンズを用いるようにしたので、この対物レンズによって形成された光学像に応じた撮像信号により、良好な観察画像を得ることができる。

【0030】

なお、以上の説明では、全系のバックフォーカスBfが全系の合成焦点距離fの3倍よりも長いレンズ系であるとしているが、バックフォーカスBfが長ければ大きな光路変換プリズムGPを挿入でき、この場合、有効光束に対して、プリズムサイズを大きくできるので、ゴーストやフレアの発生を抑えるのに有利である。また、プリズムサイズを大きくしない場合には、最終レンズと光路変換プリズムGPとの間に十分な間隔を確保でき、必要に応じて、フィルタの挿入などが容易に行えるという利点がある。

【実施例】

【0031】

次に、本実施の形態に係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。以下では、第1～第6の数値実施例(実施例1～6)をまとめて説明する。

【0032】

図8は実施例1に係る内視鏡用対物レンズの基本的なレンズデータを示している。図8に示したレンズデータにおける面番号Siの欄には、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ようにして符号を付したi番目(i=1～12)の面の番号を示している。曲率半径Riの欄には、図1において付した符号Riに対応させて、物体側からi番目の面の曲率半径の値(mm)を示す。面間隔Diの欄についても、同様に物体側からi番目の面Siとi+1番目の面Si+1との光軸上の間隔(mm)を示す。ndjは、隣り合うレンズ面間のd線(波長587.6nm)に対する屈折率の値を示す。djの欄には、物体側からj番目(j=1～6)の光学要素のd線に対するアッペ数の値を示す。なお、曲率半径Riおよび面間隔Diの値については、全系の合成焦点距離fが1mmとなるように規格化してある。

【0033】

以上の実施例1に係る内視鏡用対物レンズと同様に、実施例2に係る内視鏡用対物レンズの基本的なレンズデータを図9に示す。同様に、実施例3に係る内視鏡用対物レンズの基本的なレンズデータを図10に示す。同様に、実施例4に係る内視鏡用対物レンズの基本的なレンズデータを図11に示す。同様に、実施例5に係る内視鏡用対物レンズの基本的なレンズデータを図12に示す。同様に、実施例6に係る内視鏡用対物レンズの基本的なレンズデータを図13に示す。なお、実施例2～6についても、実施例1と同様、曲率半径Riおよび面間隔Diの値については、全系の合成焦点距離fが1mmとなるように規格化してある。

【0034】

また、実施例1～6に対する比較例に係る内視鏡用対物レンズとして、図22には、その断面構成を示し、図23には、その基本的なレンズデータを示す。なお、符号は実施例1～6に係る内視鏡用対物レンズに対応する部分に同一の記号を付している。また、曲率半径Riおよび面間隔Diの値については、全系の合成焦点距離fが1mmとなるように規格化してある。この比較例は、上記特許文献1(特開平10-260348号公報)において実施例1として記載されているものである。

【0035】

図14には、条件式等に関する値として、実施例1～6および比較例の内視鏡用対物レンズにおけるイメージサイズ、物体距離、画角(2)、焦点距離f、バックフォーカスBf、前群発散レンズ系GFの合成焦点距離、前群発散レンズ系GFの後側主点位置、後群収束レンズ系GRの前側主点位置、第3レンズL3の焦点距離f3、軸上色収差の値(

10

20

30

40

50

F線 - C線)、最外画角での倍率色収差の値(F線 - C線)および条件式(1)~(3)の値を示す。なお、C線は波長656.27nm、F線は波長486.13nmである。図13に示したように、実施例1~6については、条件式(1)~(3)の数値範囲内となっており、バックフォーカスBfの値が全系の焦点距離の3倍以上確保されている。比較例については、条件式(1)および条件式(3)を満足するものの、条件式(2)の範囲を外れている。

【0036】

図15には、実施例1~6および比較例についての、軸上色収差の値(縦軸)および倍率色収差の値(横軸)をプロットしたものを示す。図15に示したように、軸上色収差と倍率色収差とは概ね相反するが、実施例1~6では、軸上色収差を大幅に増大させることなく倍率色収差が良好に補正され、比較例に比べて収差量が大幅に改善されている。これは、条件式(2)および条件式(3)を同時に満足することにより得られる効果である。

10

【0037】

図16(A)~図16(D)はそれぞれ、実施例1に係る内視鏡用対物レンズにおける球面収差、非点収差、ディストーション(歪曲収差)、および倍率色収差を示している。各収差図には、d線を基準波長とした収差を示す。球面収差は、C線およびF線についての収差も示す。倍率色収差はC線およびF線について示す。FNO.はF値、 ω は半画角を示す。

【0038】

同様にして、実施例2に係る内視鏡用対物レンズについての諸収差を図17(A)~図17(D)に、実施例3に係る内視鏡用対物レンズについての諸収差を図18(A)~図18(D)に、実施例4に係る内視鏡用対物レンズについての諸収差を図19(A)~図19(D)に、実施例5に係る内視鏡用対物レンズについての諸収差を図20(A)~図20(D)に、実施例6に係る内視鏡用対物レンズについての諸収差を図21(A)~図21(D)に示す。また同様にして、比較例に係る内視鏡用対物レンズについての諸収差を図24(A)~図24(D)に示す。

20

【0039】

以上の各数値データおよび各収差図から分かるように、各実施例について、全系の焦点距離の3倍以上のバックフォーカスを確保しつつ、軸上色収差および倍率色収差の両者が良好に補正された内視鏡用対物レンズが実現できている。

30

【0040】

なお、本発明は、上記実施の形態および各実施例に限定されず種々の変形実施が可能である。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などは、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。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】本発明の一実施の形態に係る内視鏡用対物レンズの第1の構成例を示すものであり、実施例1に対応するレンズ断面図である。

【図2】本発明の一実施の形態に係る内視鏡用対物レンズの第2の構成例を示すものであり、実施例2に対応するレンズ断面図である。

40

【図3】本発明の一実施の形態に係る内視鏡用対物レンズの第3の構成例を示すものであり、実施例3に対応するレンズ断面図である。

【図4】本発明の一実施の形態に係る内視鏡用対物レンズの第4の構成例を示すものであり、実施例4に対応するレンズ断面図である。

【図5】本発明の一実施の形態に係る内視鏡用対物レンズの第5の構成例を示すものであり、実施例5に対応するレンズ断面図である。

【図6】本発明の一実施の形態に係る内視鏡用対物レンズの第6の構成例を示すものであり、実施例6に対応するレンズ断面図である。

【図7】本発明の一実施の形態に係る内視鏡用撮像装置の構成例を示すものである。

【図8】本発明の実施例1に係る内視鏡用対物レンズのレンズデータを示す図である。

50

【図 9】本発明の実施例 2 に係る内視鏡用対物レンズのレンズデータを示す図である。

【図 10】本発明の実施例 3 に係る内視鏡用対物レンズのレンズデータを示す図である。

【図 11】本発明の実施例 4 に係る内視鏡用対物レンズのレンズデータを示す図である。

【図 12】本発明の実施例 5 に係る内視鏡用対物レンズのレンズデータを示す図である。

【図 13】本発明の実施例 6 に係る内視鏡用対物レンズのレンズデータを示す図である。

【図 14】条件式等に関する値を、各実施例についてまとめて示した図である。

【図 15】本発明の実施例 1 ~ 6 および比較例における軸上色収差および倍率色収差の値を示す図である。

【図 16】本発明の実施例 1 の内視鏡用対物レンズの諸収差を示す収差図であり、(A) は球面収差、(B) は非点収差、(C) はディストーション、(D) は倍率色収差を示す。

10

【図 17】本発明の実施例 2 の内視鏡用対物レンズの諸収差を示す収差図であり、(A) は球面収差、(B) は非点収差、(C) はディストーション、(D) は倍率色収差を示す。

【図 18】本発明の実施例 3 の内視鏡用対物レンズの諸収差を示す収差図であり、(A) は球面収差、(B) は非点収差、(C) はディストーション、(D) は倍率色収差を示す。

【図 19】本発明の実施例 4 の内視鏡用対物レンズの諸収差を示す収差図であり、(A) は球面収差、(B) は非点収差、(C) はディストーション、(D) は倍率色収差を示す。

20

【図 20】本発明の実施例 5 の内視鏡用対物レンズの諸収差を示す収差図であり、(A) は球面収差、(B) は非点収差、(C) はディストーション、(D) は倍率色収差を示す。

【図 21】本発明の実施例 6 の内視鏡用対物レンズの諸収差を示す収差図であり、(A) は球面収差、(B) は非点収差、(C) はディストーション、(D) は倍率色収差を示す。

【図 22】比較例に係る内視鏡用対物レンズの構成を示す断面図である。

【図 23】比較例に係る内視鏡用対物レンズのレンズデータを示す図である。

【図 24】比較例に係る内視鏡用対物レンズの諸収差を示す収差図であり、(A) は球面収差、(B) は非点収差、(C) はディストーション、(D) は倍率色収差を示す。

30

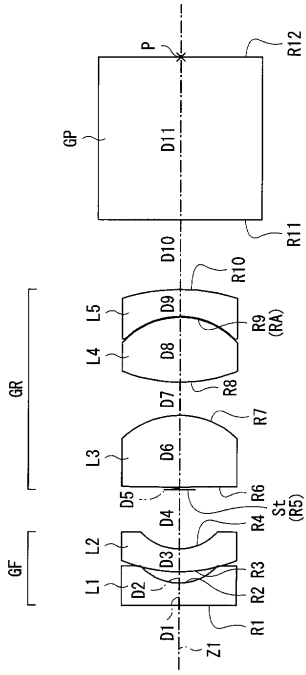
【符号の説明】

【0042】

G F ... 前群発散レンズ系、G R ... 後群収束レンズ系、G P ... 光路変換プリズム、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、S t ... 明るさ絞り、Z 1 ... 光軸、1 0 0 ... 対物レンズ、1 0 1 ... カバーガラス、1 0 2 ... 光路変換プリズム、2 0 0 ... 固体撮像素子。

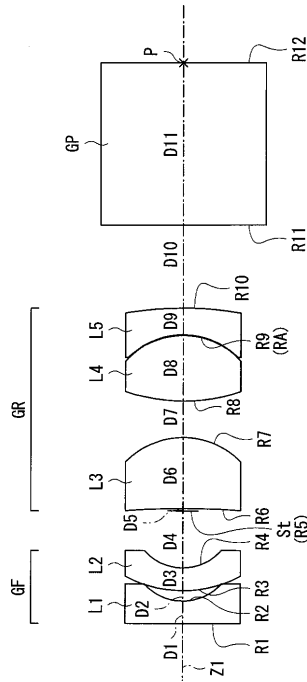
【 図 1 】

実施例1



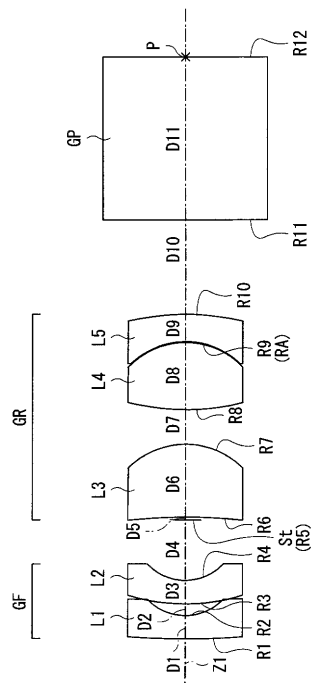
【 図 2 】

実施例2



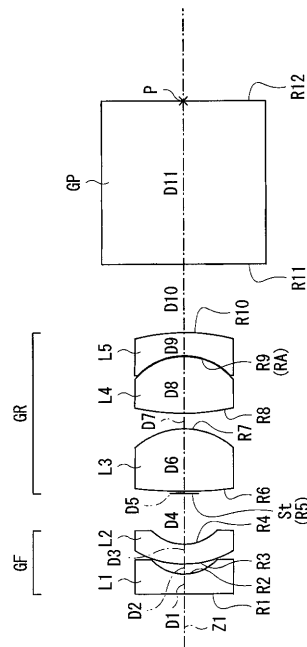
【 図 3 】

実施例3

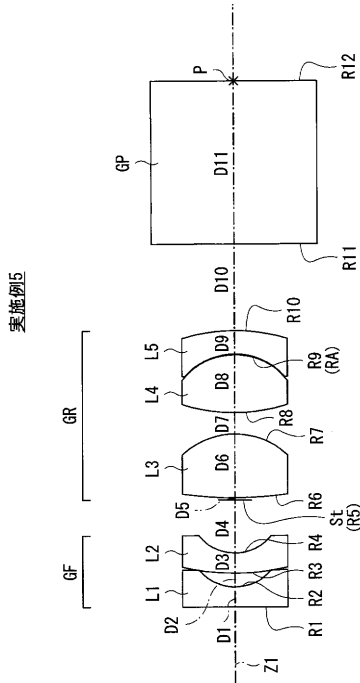


【 図 4 】

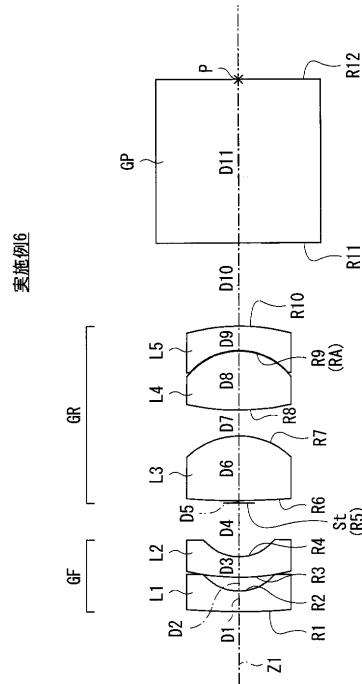
実施例4



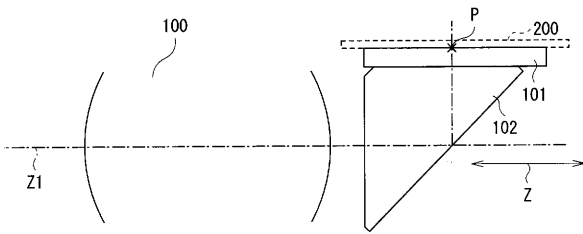
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

実施例 1・基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	ndj (屈折率)	νdj (7ッヘ数)
1	∞	0.42019	1.88300	40.8
2	0.9337	0.20901		
3	2.8071	0.42019	1.62041	60.3
4	0.9339	1.08887		
5	絞り	0.04902		
6	62.1952	1.31661	1.68500	49.2
7	-1.4993	0.61342		
8	2.7861	1.21857	1.48749	70.4
9	-1.4006	0.49023	1.92285	18.9
10	-3.5618	1.28409		
11	∞	3.00000	1.55920	53.9
12	∞			

【 図 9 】

実施例 2・基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	ndj (屈折率)	νdj (7ッヘ数)
1	∞	0.42050	1.88300	40.9
2	0.9294	0.19346		
3	2.1969	0.42050	1.88300	40.9
4	0.9296	1.04149		
5	絞り	0.04906		
6	-14.1755	1.31757	1.68250	44.5
7	-1.4393	0.67407		
8	3.2719	1.21946	1.64250	58.1
9	-1.4017	0.49059	1.92285	18.9
10	-6.0581	1.53713		
11	∞	3.00000	1.55920	53.9
12	∞			

【 図 10 】

実施例 3・基本レンズデータ

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	ndj (屈折率)	νdj (7ッヘ数)
1	14.8035	0.43065	1.88300	40.9
2	0.9578	0.21527		
3	3.5425	0.43065	1.69680	55.6
4	0.9578	1.11713		
5	絞り	0.05024		
6	-9.0087	1.34937	1.68250	44.5
7	-1.4778	0.63380		
8	4.2661	1.24888	1.63854	55.5
9	-1.4355	0.50242	1.92285	18.9
10	-4.4675	1.73954		
11	∞	3.00000	1.51633	64.1
12	∞			

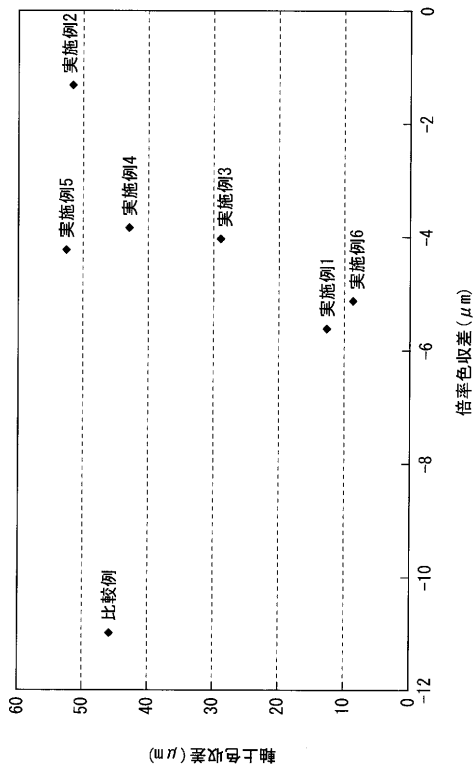
【 図 1 1 】

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	ndj (屈折率)	νdj (アッベ数)
1	∞	0.36652	1.88300	40.9
2	0.8136	0.18186		
3	1.7633	0.36652	1.51633	64.1
4	0.8346	0.93918		
5	絞り	0.04276		
6	7.4139	1.14844	1.60323	42.5
7	-1.3430	0.28200		
8	4.0173	1.06292	1.62041	60.3
9	-1.1607	0.42761	1.92285	18.9
10	-3.4460	1.26736		
11	∞	3.00000	1.55920	53.9
12	∞			

【 図 1 2 】

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	ndj (屈折率)	νdj (アッベ数)
1	∞	0.37274	1.88532	40.9
2	0.8279	0.25586		
3	4.1158	0.37274	1.48824	70.4
4	0.8217	0.97183		
5	絞り	0.04349		
6	6.5128	1.16793	1.60475	42.5
7	-1.3672	0.39154		
8	3.0557	1.08095	1.51721	64.1
9	-1.1804	0.43487	1.92800	18.9
10	-3.1474	1.58723		
11	∞	3.00000	1.56032	53.9
12	∞			

【 図 1 5 】



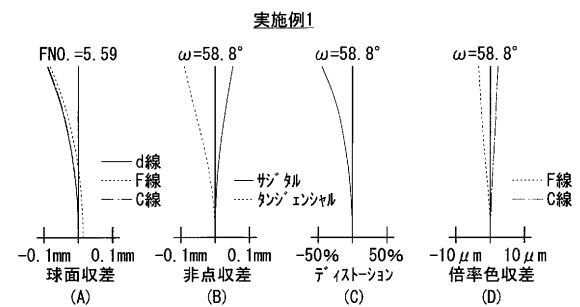
【 図 1 3 】

Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	ndj (屈折率)	νdj (アッベ数)
1	12.7327	0.37800	1.88300	40.8
2	0.8390	0.25602		
3	4.1994	0.37800	1.48749	70.4
4	0.8318	0.98357		
5	絞り	0.04410		
6	13.0425	1.18441	1.60323	42.5
7	-1.3576	0.47602		
8	4.2929	1.09621	1.62041	60.3
9	-1.1970	0.44100	1.90679	21.2
10	-3.6363	1.52944		
11	∞	3.00000	1.51633	64.1
12	∞			

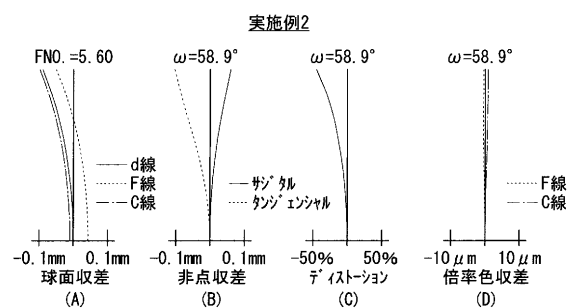
【 図 1 4 】

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6	比較例
イメージサイズ(φ)(mm)	1.80	1.80	1.80	1.60	1.60	1.60	1.80
物体距離(mm)	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10
画角(2ω)(°)	117.6	117.9	112.9	100.2	99.6	97.2	117.0
焦点距離(mm)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
バックフォーカス(mm)	3.115	3.368	3.625	3.097	3.415	3.414	3.566
GFの合成焦点距離(mm)	-0.627	-0.588	-0.631	-0.631	-0.552	-0.598	-0.695
GFの後側主点位置(mm)	-0.235	-0.170	-0.206	-0.237	-0.278	-0.266	-0.261
GFの前側主点位置(mm)	1.004	1.018	1.179	0.872	0.834	0.978	1.208
L3の焦点距離(mm)	2.155	2.253	2.415	1.983	1.984	2.103	2.180
軸上色収差 (F線-C線)(μm)	12.8	52.6	29.3	43.7	53.3	8.8	46.3
最外面角の倍率色収差 (F線-C線)(μm)	-5.6	-1.3	-4.0	-3.8	-4.2	-5.1	-11.0
条件式(1)	3.79	3.87	4.05	3.31	3.85	3.80	3.58
条件式(2)	22.83	19.75	18.43	21.43	21.44	20.20	27.66
条件式(3)	11.82	8.30	7.03	11.52	11.23	9.57	9.27

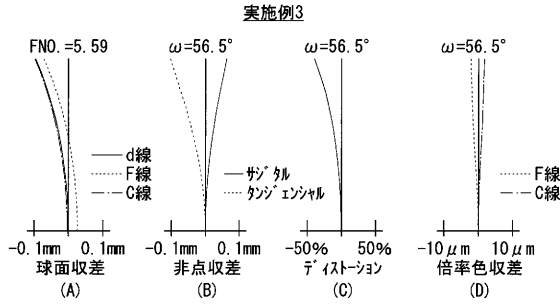
【 図 1 6 】



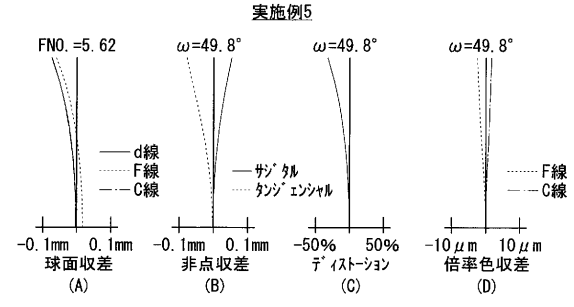
【 図 1 7 】



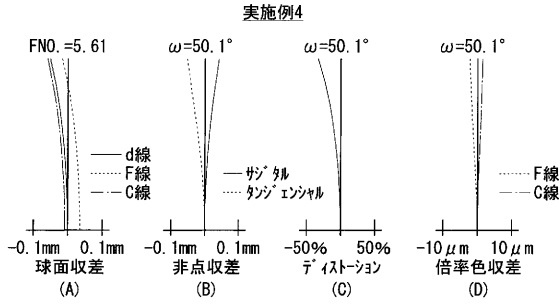
【 図 1 8 】



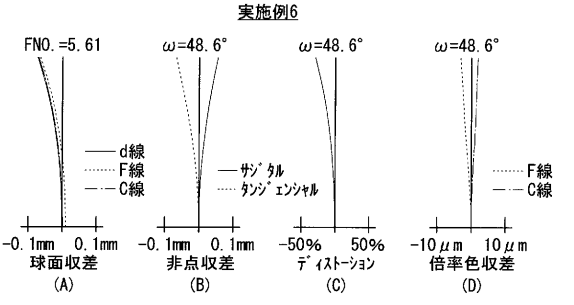
【 図 2 0 】



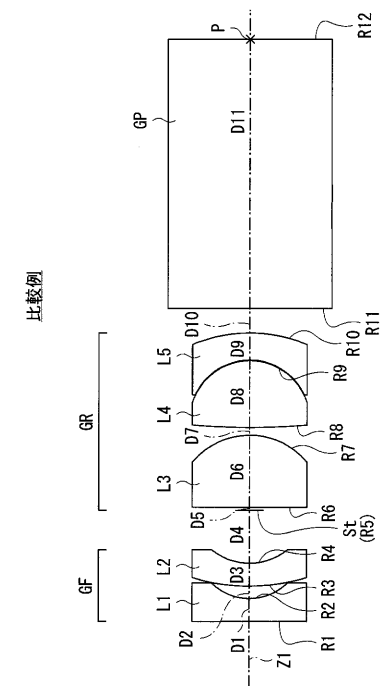
【 図 1 9 】



【 図 2 1 】



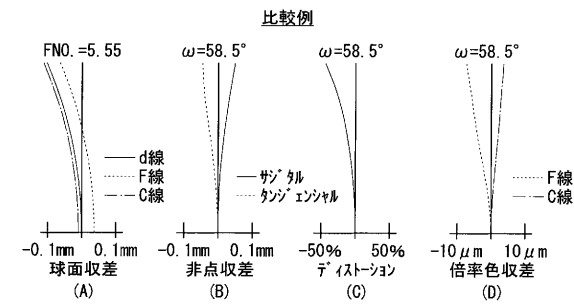
【 図 2 2 】



【 図 2 3 】

比較例・基本パラメータ					
Si (面番号)	Ri (曲率半径)	Di (面間隔)	ndj (屈折率)	νdj (アッベ'数)	
GF	1	∞	0.42570	1.88300	41.0
	2	0.9977	0.22710		
	3	3.5535	0.42570	1.62041	60.3
	4	1.1041	0.96500		
GR	5	絞り	0.05680		
	6	∞	1.33400	1.62041	60.3
	7	-1.3524	0.14190		
	8	12.6871	1.23470	1.62041	60.3
GP	9	-1.1041	0.49670	1.84666	23.8
	10	-2.6978	0.45000		
	11	∞	4.96650	1.53996	59.7
	12	∞			

【 図 2 4 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4C061 AA00 BB01 CC06 DD00 FF40 FF47 JJ06 LL02

【要約の続き】

【選択図】図1

专利名称(译)	用于内窥镜的物镜和使用该物镜的内窥镜的成像装置		
公开(公告)号	JP2008089658A	公开(公告)日	2008-04-17
申请号	JP2006267348	申请日	2006-09-29
[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		
CPC分类号	G02B23/243		
FI分类号	G02B13/00 A61B1/00.300.Y A61B1/00.731 G02B13/04.D		
F-TERM分类号	2H087/KA10 2H087/LA01 2H087/PA04 2H087/PA18 2H087/PB05 2H087/QA02 2H087/QA07 2H087/QA17 2H087/QA18 2H087/QA22 2H087/QA25 2H087/QA37 2H087/QA41 2H087/QA45 2H087/RA32 2H087/RA41 2H087/RA44 4C061/AA00 4C061/BB01 4C061/CC06 4C061/DD00 4C061/FF40 4C061/FF47 4C061/JJ06 4C061/LL02 4C161/AA00 4C161/BB01 4C161/CC06 4C161/DD00 4C161/FF40 4C161/FF47 4C161/JJ06 4C161/LL02		
其他公开文献	JP4964551B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：为内窥镜提供物镜，其具有良好校正的轴上色差和功率色差，同时确保后焦点，从而可以插入光路转换棱镜。 ŽSOLUTION：前组GF包括两个凹透镜L1和L2，后组GR包括其物侧表面具有大曲率半径的正透镜L3，以及包括物侧的正透镜L4的胶合透镜表面具有较大的曲率半径和负的弯月形透镜L5，并且整体上是正的。目标满足条件表达式 (1) $\frac{3}{4}d_x / fF \geq 3.0$, (2) $(f/f_3) \times v_3 \times 2 \times (v_5 - v_4) / \Delta R_A \times (Bf + d_5 / n_5) > 7$, 其中 d_x 是组间隔 f , fF , f_3 是L3, L4和L5的阿贝数, R_A 是水泥表面之间的曲率半径L4和L5, Bf 是后焦点, 并且 d_5 和 n_5 是L5的中心厚度和 (d) 线的折射率。 Ž

