

(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2004-354888

(P2004-354888A)

(43) 公開日 平成16年12月16日(2004.12.16)

(51) Int.Cl.⁷

G02B 13/04

A61B 1/00

G02B 23/26

F I

G02B 13/04

A61B 1/00

G02B 23/26

D

300Y

C

テーマコード (参考)

2H040

2H087

4C061

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 30 頁)

(21) 出願番号

特願2003-154925 (P2003-154925)

(22) 出願日

平成15年5月30日 (2003.5.30)

(71) 出願人 000000376

オリンパス株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号

(74) 代理人 100065824

弁理士 篠原 泰司

(74) 代理人 100104983

弁理士 藤中 雅之

(72) 発明者 齋藤 慎一

福島県会津若松市門田町大字飯寺字村西5

〇〇番 会津オリンパス株式会社内

Fターム(参考) 2H040 CA23

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡用対物レンズ

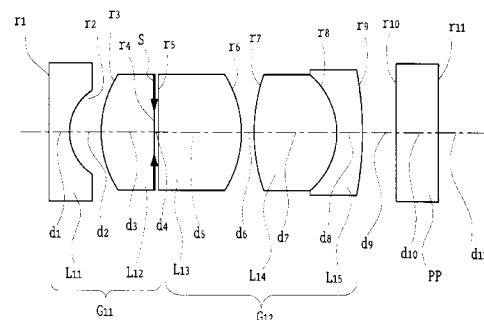
(57) 【要約】

【課題】 広角で、外径が小さく第1レンズの最大光線高が低く、更に小型CCDに適した内視鏡用対物レンズを提供する。

【解決手段】 本発明による内視鏡用対物レンズは、絞りを挟んで前群レンズ群と後群レンズ群とよりなり、前記前群レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力の第1レンズと、曲率半径の小さな面を物体側へ向けた正の屈折力の第2レンズとからなり、前記後群レンズ群は、曲率半径の小さな面を像側へ向けた正の屈折力の第3レンズと、正の屈折力の第4レンズと負の屈折力の第5レンズとからなり、前記第4レンズと前記第5レンズとは接合され、 f を全系の合成焦点距離、 f_3 を第3レンズの焦点距離としたとき、以下の条件(1)を満足することを特徴とする。

$$(1) \quad 2.0 < |f_3 / f| < 3.0$$

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

絞りを挟んで前群レンズ群と後群レンズ群とよりなり、前記前群レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力の第 1 レンズと、曲率半径の小さな面を物体側へ向けた正の屈折力の第 2 レンズとからなり、前記後群レンズ群は、曲率半径の小さな面を像側へ向けた正の屈折力の第 3 レンズと、正の屈折力の第 4 レンズと負の屈折力の第 5 レンズとからなり、前記第 4 レンズと前記第 3 レンズとは接合され、 f を全系の合成焦点距離、 f_3 を第 3 レンズの焦点距離としたとき、以下の条件式 (1) を満足することを特徴とする内視鏡用対物レンズ。

$$(1) \quad 2.0 < |f_3 / f| < 3.0$$

10

【請求項 2】

d_F を第 1 レンズの曲率半径の大きな面の面頂から絞りまでの距離 (空気換算長)、 I_H を撮像面上での最大像高としたとき、以下の条件式 (2)、(3) を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡用対物レンズ。

$$(2) \quad 1.0 < |d_F / f| < 1.8$$

$$(3) \quad 0.8 < I_H / f < 1.2$$

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、広角で、外径が小さく第 1 レンズの最大光線高が低く、更に小型撮像素子に適した内視鏡用対物レンズに関するものである。

20

【0002】

【従来の技術】

内視鏡挿入部外径の細径化に伴い、全長が短く、外径が小さい光学系が種々開発されている。コンパクトな内視鏡用光学系の従来例としては、例えば下記の

【特許文献 1】に記載された 3 群 4 枚構成の対物レンズ、

【特許文献 2】に記載された 3 群 4 枚構成の対物レンズ、

【特許文献 3】に記載された 4 群 5 枚構成の対物レンズが知られている。

【0003】

【特許文献 1】特開昭 63 - 281112 号公報

30

【特許文献 2】特開平 4 - 275514 号公報

【特許文献 3】特開平 2 - 188709 号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、内視鏡先端外径を更に細くするためには、対物レンズ自体のコンパクト化のみでは達成できない。内視鏡先端部には、一般的に対物レンズ、被写体を照明する照明レンズ、種々の処置具を挿入して患部の処置を行なうチャンネル、対物レンズ表面の汚物を取り除く送気・送水用のノズルが設置されている。一般的に内視鏡は、これらの部品、特にノズルが視野範囲に入らないように設計されている。つまり、内視鏡の先端外径は、ノズルと対物レンズの間隔を縮める事で細くできるが、対物レンズの最大光線高で決まる限界以上には細くすることはできない。

40

【0005】

図 1 は内視鏡先端部のレイアウトの概略部分断面図である。図において、1 はノズル、2 は対物光学系の第 1 レンズ、 H_1 は、ある対物光学系の光軸に対する最大光線高を表す線、 H_2 は、異なる対物光学系の光軸に対する最大光線高を示す線、 D は第 1 レンズ 2 とノズル 1 との間隔、 R は内視鏡の先端外径である。図から明らかなように、間隔 D は光線高 H_1 又は H_2 によって制約される。光線高が H_2 で示される光学系、即ち、より低い光線高の光学系の場合は、間隔 D を狭くでき、結果的に内視鏡の先端外径 R を細くすることが可能である。

【0006】

50

図 3 は、前記特許文献 2 に記載された対物レンズ系の断面図である。図から明らかなように、この特許文献に記載された対物レンズ系は、絞り S を正の屈折力の第 2 レンズ L 2 と接合レンズ L 3、L 4 で挟んだ構成となっている。このレンズ系は、収差性能は良好であるが、第 1 レンズ L 1 と絞り S の間隔が広いために、第 1 レンズ L 1 の最大光線高が高く、内視鏡先端外径をある程度まで細くできるが、前記制約により、更に細くできないという課題がある。

【 0 0 0 7 】

図 4 は、前記特許文献 1 に記載された対物レンズ系の断面図である。図より明らかなように、この特許文献に記載の対物レンズ系は、絞り S を第 1 レンズ L 1 と第 2 レンズ L 2 で挟んだ構成になっており、第 1 レンズ L 1 と絞り S の間隔が短いので、第 1 レンズ L 1 の光線高を低くしている。しかし、この構成においては、第 1 レンズ L 1 の球欠直径が小さく、加工性が悪い。また、強いアンダーの非点収差が発生するので、画角を広角にできず、病変を検出するには不利である。

10

【 0 0 0 8 】

また、近年の内視鏡先端外径の細径化に伴い、内視鏡用小型撮像素子（以下 C C D と呼ぶ）が開発されており、その画素ピッチは年々縮小化している。受光素子上にフィルターが配置されるオンチップカラーフィルター方式 C C D においては、入射角に対する許容値の幅（以下、斜入射条件という）が狭くなっている。

【 0 0 0 9 】

図 2 に一般的なオンチップカラーフィルター方式 C C D の断面図を示す。図において、1 A、1 B は光束、2 2 はマイクロレンズ、2 3 はオンチップフィルター、2 4 は受光素子、2 5 は C C D 基板である。C C D に入射した光束はマイクロレンズ 2 2 によって集光され、オンチップフィルター 2 3 によって最適な色に着色され、受光素子 2 4 によって電気信号へと変換される。オンチップフィルター 2 3 と受光素子 2 4 は規則的に配置されており、これによって被写体の色情報のカラー画像への変換を実現している。光束 1 A は対応するカラーフィルターを経て受光素子 2 4 に入射し、正常な色として出力される。この状態は C C D の前記斜入射条件を満足している。一方、光束 1 B は対応していないカラーフィルターを通過して受光素子 2 4 に入射しているため、本来必要とされる色が得られず、色シェーディングが発生する。この場合、光束 1 B はこの C C D の斜入射条件を満足していない。つまり、斜入射条件を満たさない光線が C C D に入射した場合、構造上、色シェーディングによって画面内に色ムラが発生してしまう。この色ムラは患部の診断に支障をきたすため、特に内視鏡においては許容値を満たす設計が必要である。

20

30

【 0 0 1 0 】

図 5 は前記特許文献 3 に記載の対物レンズ系の断面図である。このレンズ系は、全長短縮の目的で個々のレンズ L 1 ~ L 5 のパワーが大きくなっており、その結果、レンズの製造誤差や対物レンズの組立時の誤差によって C C D 受光面への入射角バラツキが大きくなり、斜入射条件を満たすことができない。

【 0 0 1 1 】

本発明は前記の如き従来技術の有する問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、前記のような従来の内視鏡用対物レンズの問題点を解決して、広角で、外径が小さく第 1 レンズの最大光線高が低く、更に小型 C C D に適した内視鏡用対物レンズを提供することにある。

40

【 0 0 1 2 】

【課題を解決するための手段】

本発明は、内視鏡用対物レンズにおいて絞りを挟んで前群レンズ群と後群レンズ群とよりなり、前記前群レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力の第 1 レンズと、曲率半径の小さな面を物体側へ向けた正の屈折力の第 2 レンズとからなり、前記後群レンズ群は、曲率半径の小さな面を像側へ向けた正の屈折力の第 3 レンズと、正の屈折力の第 4 レンズと負の屈折力の第 5 レンズとからなり、前記第 4 レンズと前記代レンズとは接合され、 f を全系の合成焦点距離、 f_3 を第 3 レンズの焦点距離としたとき、以下の条件式（1）を満

50

足することを特徴とする。(1) $2.0 < |f_3 / f| < 3.0$

【0013】

本発明は、内視鏡用対物レンズにおいて絞りを挟んで前群レンズ群と後群レンズ群とよりなり、前記前群レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力の第1レンズと、曲率半径の小さな面を物体側へ向けた正の屈折力の第2レンズとからなり、前記後群レンズ群は、曲率半径の小さな面を像側へ向けた正の屈折力の第3レンズと、正の屈折力の第4レンズと負の屈折力の第5レンズとからなり、前記第4レンズと前記第5レンズとは接合され、 f を全系の合成焦点距離、 f_3 を第3レンズの焦点距離、 d_F を第1レンズの曲率半径の大きな面の面頂から絞りまでの距離(空気換算長)、 I_H を撮像面上での最大像高としたとき、以下の条件式(1)、(2)、(3)を満足することを特徴とする。

10

$$(1) \quad 2.0 < |f_3 / f| < 3.0$$

$$(2) \quad 1.0 < |d_F / f| < 1.8$$

$$(3) \quad 0.8 < I_H / f < 1.2$$

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図示した実施例に基づき説明するが、説明に先立ち、本発明の作用、効果について説明する。

本願発明では、先ず第1レンズの最大光線高を低くするために、絞りの配置位置に着目した。最大光線高を低くするためには、第1レンズと絞りの間隔をできるだけ短くするのが良い。図4に示したレンズ系は、間隔が短く好適であるが、前述したように性能との両立が困難である。また、図3に示したレンズ系は第1レンズと絞りの間隔が長すぎる。そこで、本発明の対物レンズでは第1レンズの光線高と後群光線高のバランスをとるために、絞りを中心とし、前群と後群とに分ける構成とした。

20

さて、CCD入射角のバラツキは、絞りよりも像側のレンズの肉厚や偏心のバラツキによって決まる。CCD入射角のバラツキを極力少なくするためには、絞り以降のレンズのパワーを小さくして、レンズの肉厚や偏心のバラツキの影響を小さくすれば良い。そこで、本発明の対物レンズでは、対物レンズの全長を内視鏡として実用可能な範囲に抑えつつ、個々のレンズのパワーをできるだけ小さくした。

【0015】

次に、各条件式について説明する。先ず、第3レンズは本発明の対物レンズの主結像系をなし、その焦点距離が画角、性能に大きく影響している。前記条件式(1)は、第3レンズの焦点距離の範囲を限定したものであって、画角を広角にし、CCD入射角バラツキの影響を低減させるものである。そして、前記条件式(1)の下限を超えた場合には、CCD入射角バラツキは低減するものの、コマ収差が増大してその補正が困難なうえ、画角を広角にできない。また、逆に、上限を超えた場合には、CCDの入射角バラツキの幅が増大してしまう。

30

【0016】

前記条件式(2)は、第1レンズから絞りまでの距離の範囲を限定したものであって、第1レンズの最大光線高を低く抑え、且つ後群レンズの最大光線高とのバランスを取るための条件式である。そして、前記条件式(2)の下限を超えた場合には、第1レンズの最大光線高は低くなるが、後群レンズの最大光線高が上がるために、外径を大きくする必要がある、コンパクト性が損なわれてしまう。また、上限を超えた場合には、第1レンズの最大光線高が高くなってしまふ。

40

【0017】

前記条件式(3)は、最大像高に対する焦点距離の範囲を限定したものであって、画角を広角にし、対物レンズの全長を小さくするための条件式である。そして、前記条件式(3)の上限を超えた場合には、対物レンズの全長が大きくなってしまふ。下限を超えた場合には、対物レンズの画角が小さくなってしまふ。

【0018】

また、本発明の対物レンズにおいては前記の条件式(1)乃至(3)の他に、正の屈折率

50

の第3レンズの物体側の面を平面で構成し、または次の条件式(4)乃至(6)、及び(6')のいずれか一つ以上を満足するように構成すると、性能上及び組立上一層好ましい構成が得られる。

$$(4) \quad 3.0 < |f_2 / f| < 10.0$$

$$(5) \quad n_2 < 1.6, \quad (2) > 50$$

$$(6) \quad 1.2 < d_{23} / f < 1.7$$

$$(6') \quad 1.3 < d_{23} / f < 1.6$$

ただし、 f_2 は第2レンズの焦点距離、 n_2 は第2レンズのd線の屈折率、 (2) は第2レンズのd線のアッペ数、 d_{23} は第2レンズの曲率半径の小さな面の面頂から第3レンズの曲率半径の小さな面の面頂までの距離(空気換算長)である。

10

【0019】

前記のように絞りより像側のレンズのバラツキがCCD入射角バラツキに影響する。特に、絞り直後の像側の面の面間隔は影響が大きく、CCD入射角バラツキを低減させるためには、この面間隔のバラツキを小さくすることが重要である。面間隔のバラツキを抑えるためには、絞りの像側の面は第3レンズ面に密着していることが望ましい。従って、第3レンズの物体側の面を平面とし、絞りを密着させてバラツキを抑えると良い。また、レンズに絞りを蒸着形成しても良い。

【0020】

前記条件式(4)は、第2レンズの焦点距離の範囲を限定したものであって、収差性能を良くし、かつ、全長が必要以上に大きくなるのを抑えるための条件式である。そして、この条件式(4)の下限を超えた場合には、第2レンズで発生する球面収差が増大してしまう。また、逆に、上限を超えた場合には、対物レンズの全長が大きくなってしまう。

20

【0021】

前記特許文献3に記載の光学系は、第2レンズに高分散の硝材を使用している。第2レンズに高屈折率、高分散の硝材を用いた場合、レンズのパワーが強くなって全長短縮に寄与するほか、倍率の色収差の除去に有効である。この特許文献3に記載の対物レンズは、光学系の全長、外径に対して最大像高が大きく、倍率の色収差を十分に補正する必要があったと考えられる。しかし、前記特許文献3に記載の光学系は、倍率の色収差を重視するあまり、軸上の色収差の補正が不十分である。

本発明の対物レンズにおいては、倍率の色収差と軸上の色収差とをバランス良く補正して画面中心から周辺まで良好な画像が得られるようにした。すなわち、第2レンズに低分散の硝材を用いることで、軸上の色収差を良好に補正している。

30

【0022】

前記条件式(5)は、第2レンズのd線の屈折率とアッペ数の範囲を限定したものであって、屈折率は適切なバックフォーカスを得るためのものである。屈折率がこの条件式(5)の上限を超えた場合には、バックフォーカスが減少してしまうために、組立時に、像面位置調整用に十分な間隔を得られなくなってしまう。また、アッペ数がこの条件式(5)の下限を下回った場合には、軸上の色収差が悪化してしまう。

【0023】

非点収差を効率よく補正するためには、絞りを中心にして前群後群のレンズ配置を左右対称に近い構成にすればよい。前記条件式(6)は、第2レンズと第3レンズの肉厚及び、第2レンズと第3レンズの面間隔の範囲を限定したものであって、絞りを中心に第2レンズと第3レンズの位置を最適化し、非点収差を良好に補正できる範囲を示したものである。この条件式(6)の上限を超えた場合には、非点収差がオーバー側に増大してしまう。また、この条件式(6)を条件式(6')のようにすると、非点収差を一層小さくすることができ好適である。

40

【0024】

以下、本発明に係るレンズ系の実施の形態を図6乃至図16を参照して詳細に説明する。

実施例 1

図6は、本発明による内視鏡用対物レンズの第1実施例に係るレンズ構成を示す光軸に沿

50

った断面図である。

図 6 において、実施例 1 の対物レンズ系は、明るさ絞り S を挟んで前群レンズ群 G 1 1 と後群レンズ群 G 1 2 よりなる。前群レンズ群 G 1 1 は、物体側から順に負の屈折力を有する第 1 レンズ L 1 1 と曲率半径の小さな面を物体側へ向けた正の屈折力の第 2 レンズ L 1 2 とからなり、前記後群レンズ群 G 1 2 は、曲率半径の小さな面を像側へ向けた正の屈折力の第 3 レンズ L 1 3 と、正の屈折力の第 4 レンズ L 1 4 と負の屈折力の第 5 レンズ L 1 5 とからなる。第 4 レンズ L 1 4 と第 5 レンズ L 1 5 は接合されている。第 2 群レンズ群 G 1 2 の後方には平行平板 P P が設けられている。

【 0 0 2 5 】

次に、第 1 実施例の光学系を構成する光学部材の数値データを示す。

10

第 1 実施例の数値データにおいて、 r_1 、 r_2 ... は各レンズ面の曲率半径、 d_1 、 d_2 、... は各レンズの肉厚又は空気間隔、 n_{d1} 、 n_{d2} 、... は各レンズの d 線での屈折率、 ν_{d1} 、 ν_{d2} 、... は各レンズのアッペ数、F n o . は F ナンバー、f は全系焦点距離を表している。r、d、f の単位は mm である。

なお、これらの記号は後述の他の実施例の数値データにおいても共通である。

【 0 0 2 6 】

数値データ 1(実施例 1 : 図 6)

焦点距離 $f = 1 \text{ mm}$ 、 $Fno. = 3.67$ 、 画角 $\omega = 108^\circ$

$$r_1 = \infty$$

$$d_1 = 0.3507 \quad n_{d1} = 1.883 \quad \nu_{d2} = 40.76$$

$$r_2 = 0.8101$$

$$d_2 = 0.5436$$

10

$$r_3 = 1.9831$$

$$d_3 = 0.8767 \quad n_{d3} = 1.514 \quad \nu_{d3} = 75$$

$$r_4 = \infty \text{ (絞り)}$$

$$d_4 = 0.0526$$

$$r_5 = \infty$$

$$d_5 = 1.4027 \quad n_{d5} = 1.883 \quad \nu_{d5} = 40.76$$

$$r_6 = -2.062$$

20

$$d_6 = 0.2104$$

$$r_7 = 3.0106$$

$$d_7 = 1.4027 \quad n_{d7} = 1.755 \quad \nu_{d7} = 52.32$$

$$r_8 = -1.2975$$

$$d_8 = 0.4384 \quad n_{d8} = 1.92286 \quad \nu_{d8} = 18.9$$

$$r_9 = -6.8418$$

$$d_9 = 0.5786$$

30

$$r_{10} = \infty$$

$$d_{10} = 0.7014 \quad n_{d10} = 1.51633 \quad \nu_{d10} = 64.14$$

$$r_{11} = \infty$$

$$d_{11} = 0.447$$

$$|f_2 / f| = 3.86, \quad |f_3 / f| = 2.34, \quad |d_F / f| = 1.31,$$

$$IH / f = 0.84, \quad d_{23} / f = 1.38$$

40

【 0 0 2 7 】

実施例 2

図 7 は、本発明による内視鏡用対物レンズの第 2 実施例に係るレンズ構成を示す光軸に沿った断面図である。

図 7 において、実施例 2 の対物レンズ系は、明るさ絞り S を挟んで前群レンズ群 G 2 1 と後群レンズ群 G 2 2 よりなる。前群レンズ群 G 2 1 は、物体側から順に負の屈折力を有する第 1 レンズ L 2 1 と曲率半径の小さな面を物体側へ向けた正の屈折力の第 2 レンズ L 2 2 とからなり、前記後群レンズ群 G 2 2 は、曲率半径の小さな面を像側へ向けた正の屈折力の第 3 レンズ L 2 3 と、正の屈折力の第 4 レンズ L 2 4 と負の屈折力の第 5 レンズ L 2 5 とからなる。第 4 レンズ L 2 4 と第 5 レンズ L 2 5 は接合されている。第 2 群レンズ群

50

G 2 2 の後方には平行平面板 P P が設けられている。本実施例では、より加工性の良い硝材を用い、生産性の向上を図っている。

【 0 0 2 8 】

数値データ 2

(実施例 2 : 図 7)

焦点距離 $f = 1 \text{ mm}$ 、 $F_{\text{no.}} = 3.68$ 、 画角 $\omega = 115^\circ$

$r_1 = \infty$

$d_1 = 0.3639$ $n_{d1} = 1.883$ $\nu_{d2} = 40.76$

10

$r_2 = 0.8407$

$d_2 = 0.5277$

$r_3 = 2.4321$

$d_3 = 0.9099$ $n_{d3} = 1.514$ $\nu_{d3} = 75$

$r_4 = \infty$ (絞り)

$d_4 = 0.0546$

$r_5 = \infty$

20

$d_5 = 1.4194$ $n_{d5} = 1.7725$ $\nu_{d5} = 49.6$

$r_6 = -1.8361$

$d_6 = 0.2184$

$r_7 = 2.7328$

$d_7 = 1.3648$ $n_{d7} = 1.72916$ $\nu_{d7} = 54.68$

$r_8 = -1.2793$

$d_8 = 0.4549$ $n_{d8} = 1.84666$ $\nu_{d8} = 23.78$

30

$r_9 = -11.569$

$d_9 = 0.5699$

$r_{10} = \infty$

$d_{10} = 0.7279$ $n_{d10} = 1.51633$ $\nu_{d10} = 64.14$

$r_{11} = \infty$

$d_{11} = 0.4639$

$|f_2 / f| = 4.73$ 、 $|f_3 / f| = 2.38$ 、 $|d_F / f| = 1.32$ 、 $I_H / f = 0.87$ 、

40

$d_{23} / f = 1.46$

【 0 0 2 9 】

実施例 3

図 8 は、本発明による内視鏡用対物レンズの第 3 実施例に係るレンズ構成を示す光軸に沿った断面図である。

図 8 において、実施例 3 の対物レンズ系は、明るさ絞り S を挟んで前群レンズ群 G 3 1 と後群レンズ群 G 3 2 よりなる。前群レンズ群 G 3 1 は、物体側から順に負の屈折力を有する第 1 レンズ L 3 1 と曲率半径の小さな面を物体側へ向けた正の屈折力の第 2 レンズ L 3

50

2 とからなり、前記後群レンズ群 G 2 2 は、曲率半径の小さな面を像側へ向けた正の屈折力の第 3 レンズ L 3 3 と、正の屈折力の第 4 レンズ L 3 4 と負の屈折力の第 5 レンズ L 3 5 とからなる。第 4 レンズ L 3 4 と第 5 レンズ L 3 5 は接合されている。第 2 群レンズ群 G 3 2 の後方には平行平板 P P が設けられている。本実施例は、画角を 131° にしたものである。

【 0 0 3 0 】

数値データ 3

(実施例 3 : 図 8)

焦点距離 $f = 1 \text{ mm}$ 、 $F_{\text{no.}} = 3.55$ 、 画角 $\omega = 131^\circ$

10

$r_1 = \infty$

$d_1 = 0.3941$ $n_{d1} = 1.883$ $\nu_{d2} = 40.76$

$r_2 = 0.871$

$d_2 = 0.6897$

$r_3 = 2.0099$

$d_3 = 1.1823$ $n_{d3} = 1.51633$ $\nu_{d3} = 64.14$

$r_4 = \infty$ (絞り)

$d_4 = 0.0591$

20

$r_5 = \infty$

$d_5 = 1.1429$ $n_{d5} = 1.883$ $\nu_{d5} = 40.76$

$r_6 = -2.4681$

$d_6 = 0.2168$

$r_7 = 4.2177$

$d_7 = 1.3794$ $n_{d7} = 1.755$ $\nu_{d7} = 52.32$

30

$r_8 = -1.4582$

$d_8 = 0.4335$ $n_{d8} = 1.92286$ $\nu_{d8} = 18.9$

$r_9 = -3.6015$

$d_9 = 0.8553$

$r_{10} = \infty$

$d_{10} = 0.7882$ $n_{d10} = 1.883$ $\nu_{d10} = 40.76$

40

$r_{11} = \infty$

$d_{11} = 0.5023$

$|f_2 / f| = 3.89$ 、 $|f_3 / f| = 2.8$ 、 $|d_F / f| = 1.68$ 、 $I_H / f = 0.94$ 、

$d_{23} / f = 1.45$

【 0 0 3 1 】

実施例 4

図 9 は、本発明による内視鏡用対物レンズの第 4 実施例に係るレンズ構成を示す光軸に沿った断面図である。

50

図 9 において、実施例 4 の対物レンズ系は、明るさ絞り S を挟んで前群レンズ群 G 4 1 と後群レンズ群 G 4 2 よりなる。前群レンズ群 G 4 1 は、物体側から順に負の屈折力を有する第 1 レンズ L 4 1 と曲率半径の小さな面を物体側へ向けた正の屈折力の第 2 レンズ L 4 2 とからなり、前記後群レンズ群 G 4 2 は、曲率半径の小さな面を像側へ向けた正の屈折力の第 3 レンズ L 4 3 と、正の屈折力の第 4 レンズ L 4 4 と負の屈折力の第 5 レンズ L 4 5 とからなる。第 4 レンズ L 4 4 と第 5 レンズ L 4 5 は接合されている。第 2 群レンズ群 G 4 2 の後方には平行平板 P P が設けられている。本実施例は、画角を 130° にしたものである。

【 0 0 3 2 】

数値データ 4

10

(実施例 4 : 図 9)

焦点距離 $f = 1 \text{ mm}$ 、 $F_{\text{No.}} = 3.54$ 、 画角 $\omega = 130^\circ$

$r_1 = \infty$

$d_1 = 0.3969$ $n_{d1} = 1.883$ $\nu_{d1} = 40.76$

$r_2 = 0.9061$

$d_2 = 0.6945$

$r_3 = 2.512$

20

$d_3 = 0.9922$ $n_{d3} = 1.51633$ $\nu_{d3} = 64.14$

$r_4 = 32.2766$

$d_4 = 0.0595$

$r_5 = \infty$ (絞り)

$d_5 = 1.389$ $n_{d5} = 1.883$ $\nu_{d5} = 40.76$

$r_6 = -1.9069$

$d_6 = 0.2381$

30

$r_7 = 4.9854$

$d_7 = 1.5875$ $n_{d7} = 1.755$ $\nu_{d7} = 52.32$

$r_8 = -1.4684$

$d_8 = 0.4961$ $n_{d8} = 1.92286$ $\nu_{d8} = 18.9$

$r_9 = -5.1195$

$d_9 = 0.4384$

40

$r_{10} = \infty$

$d_{10} = 0.7937$ $n_{d10} = 1.51633$ $\nu_{d10} = 64.14$

$r_{11} = \infty$

$d_{11} = 0.5059$

$|f_2 / f| = 5.22$ 、 $|f_3 / f| = 2.16$ 、 $|d_F / f| = 1.56$ 、 $I_H / f = 0.95$ 、

$d_{23} / f = 1.45$

【 0 0 3 3 】

50

実施例 5

図 10 は、本発明による内視鏡用対物レンズの第 5 実施例に係るレンズ構成を示す光軸に沿った断面図である。

図 10 において、実施例 5 の対物レンズ系は、明るさ絞り S を挟んで前群レンズ群 G 5 1 と後群レンズ群 G 5 2 よりなる。前群レンズ群 G 5 1 は、物体側から順に負の屈折力を有する第 1 レンズ L 5 1 と曲率半径の小さな面を物体側へ向けた正の屈折力の第 2 レンズ L 5 2 とからなり、前記後群レンズ群 G 5 2 は、曲率半径の小さな面を像側へ向けた正の屈折力の第 3 レンズ L 5 3 と、正の屈折力の第 4 レンズ L 5 4 と負の屈折力の第 5 レンズ L 5 5 とからなる。第 4 レンズ L 5 4 と第 5 レンズ L 5 5 は接合されている。第 2 群レンズ群 G 5 2 の後方には平行平板 P P が設けられている。

10

【 0 0 3 4 】

数値データ 5

(実施例 5 : 図 10)

焦点距離 $f = 1 \text{ mm}$ 、 $F\# = 3.66$ 、 画角 $\omega = 115^\circ$ $r_1 = \infty$ $d_1 = 0.3592$ $n_{d1} = 1.883$ $\nu_{d2} = 40.76$ $r_2 = 0.8188$ $d_2 = 0.5567$ $r_3 = 1.5696$ $d_3 = 1.1562$ $n_{d3} = 1.514$ $\nu_{d3} = 75$ $r_4 = \infty$ (絞り) $d_4 = 0.0539$ $r_5 = \infty$ $d_5 = 1.2571$ $n_{d5} = 1.883$ $\nu_{d5} = 40.76$ $r_6 = -2.6256$ $d_6 = 0.2155$ $r_7 = 2.6054$ $d_7 = 1.4367$ $n_{d7} = 1.755$ $\nu_{d7} = 52.32$ $r_8 = -1.329$ $d_8 = 0.449$ $n_{d8} = 1.92286$ $\nu_{d8} = 18.9$ $r_9 = -5.1462$ $d_9 = 0.5397$ $r_{10} = \infty$ $d_{10} = 0.7184$ $n_{d10} = 1.51633$ $\nu_{d10} = 64.14$ $r_{11} = \infty$ $d_{11} = 0.4578$ $|f_2 / f| = 3.05$ 、 $|f_3 / f| = 2.97$ 、 $|d_F / f| = 1.51$ 、 $I_H / f = 0.86$ 、 $d_{23} / f = 1.49$

【 0 0 3 5 】

図 11 は、本発明による内視鏡用対物レンズの第 6 実施例に係るレンズ構成を示す光軸に沿った断面図である。

図 11 において、実施例 6 の対物レンズ系は、明るさ絞り S を挟んで前群レンズ群 G 6 1 と後群レンズ群 G 6 2 よりなる。前群レンズ群 G 6 1 は、物体側から順に負の屈折力を有する第 1 レンズ L 6 1 と曲率半径の小さな面を物体側へ向けた正の屈折力の第 2 レンズ L 6 2 とからなり、前記後群レンズ群 G 6 2 は、曲率半径の小さな面を像側へ向けた正の屈折力の第 3 レンズ L 6 3 と、正の屈折力の第 4 レンズ L 6 4 と負の屈折力の第 5 レンズ L 6 5 とからなる。前記の絞り S は第 2 レンズ L 6 2 側に配置されている。第 4 レンズ L 6 4 と第 5 レンズ L 6 5 は接合されている。第 2 群レンズ群 G 6 2 の後方には平行平板 P

10

20

30

40

50

P が設けられている。

本実施例では第 2 レンズ L 6 2 と第 3 レンズ L 6 3 の間に空気層を設け、金属等の枠でレンズを保持しやすい構成となっている。なお、第 2 レンズ L 6 2 と絞り S 及び絞り S と第 3 レンズ L 6 3 とのそれぞれの面間隔が CCD の入射角バラツキに影響するので、前記枠の寸法公差の設定には細心の注意が必要である。

【 0 0 3 6 】

数値データ 6

(実施例 6 : 図 1 1)

焦点距離 $f = 1 \text{ mm}$ 、 $F_{\text{No.}} = 3.67$ 、 画角 $\omega = 115^\circ$

10

$r_1 = \infty$

$d_1 = 0.364$ $n_{d1} = 1.883$ $\nu_{d2} = 40.76$

$r_2 = 0.8044$

$d_2 = 0.5096$

$r_3 = 2.0164$

$d_3 = 0.9099$ $n_{d3} = 1.514$ $\nu_{d3} = 75$

$r_4 = \infty$ (絞り)

20

$d_4 = 0.0546$

$r_5 = \infty$

$d_5 = 0.2184$

$r_6 = \infty$

$d_6 = 1.0919$ $n_{d6} = 1.883$ $\nu_{d6} = 40.76$

$r_7 = -2.0164$

$d_7 = 0.2184$

30

$r_8 = 2.9864$

$d_8 = 1.3649$ $n_{d8} = 1.755$ $\nu_{d8} = 52.32$

$r_9 = -1.3467$

$d_9 = 0.4004$ $n_{d9} = 1.92286$ $\nu_{d9} = 18.9$

$r_{10} = -9.0901$

$d_{10} = 0.6733$

40

$r_{11} = \infty$

$d_{11} = 0.7279$ $n_{d11} = 1.883$ $\nu_{d11} = 40.76$

$r_{12} = \infty$

$d_{12} = 0.4639$

$|f_2 / f| = 3.92$ 、 $|f_3 / f| = 2.28$ 、 $|d_F / f| = 1.3$ 、

$I_H / f = 0.87$ 、 $d_{23} / f = 1.45$

【 0 0 3 7 】

50

図 12 は、本発明による内視鏡用対物レンズの第 7 実施例に係るレンズ構成を示す光軸に沿った断面図である。

図において、実施例 7 の対物レンズ系は、明るさ絞り S を挟んで前群レンズ群 G 7 1 と後群レンズ群 G 7 2 よりなる。前群レンズ群 G 7 1 は、物体側から順に負の屈折力を有する第 1 レンズ L 7 1 と曲率半径の小さな面を物体側へ向けた正の屈折力の第 2 レンズ L 7 2 とからなり、前記後群レンズ群 G 7 2 は、曲率半径の小さな面を像側へ向けた正の屈折力の第 3 レンズ L 7 3 と、正の屈折力の第 4 レンズ L 7 4 と負の屈折力の第 5 レンズ L 7 5 とからなる。前記の絞り S は第 2 レンズ L 7 2 側に配置されている。第 4 レンズ L 7 4 と第 5 レンズ L 7 5 は接合されている。第 2 群レンズ群 G 7 2 の後方には平行平板 P P が設けられている。

10

本実施例では第 2 レンズ L 7 2 と第 3 レンズ L 7 3 の間に空気層を設け、金属等の枠でレンズを保持しやすい構成となっている。なお、第 2 レンズ L 7 2 と絞り S 及び絞り S と第 3 レンズ L 7 3 とのそれぞれの面間隔が CCD の入射角バラツキに影響するので、前記枠の寸法公差の設定には細心の注意が必要である。

また、本実施例は、実施例 6 と同様な構成であるが、全長が短縮されている。

【 0 0 3 8 】

数値データ 7

(実施例7：図12)

焦点距離 $f = 1 \text{ mm}$ 、 $F_{\text{No.}} = 3.71$ 、 画角 $\omega = 117^\circ$

$$r_1 = \infty$$

$$d_1 = 0.3641 \quad n_{d1} = 1.883 \quad \nu_{d1} = 40.76$$

$$r_2 = 0.841$$

$$d_2 = 0.273$$

$$r_3 = 2.048$$

$$d_3 = 0.9101 \quad n_{d3} = 1.48749 \quad \nu_{d3} = 70.23$$

$$r_4 = \infty \text{ (絞り)}$$

$$d_4 = 0.0546$$

$$r_5 = \infty$$

$$d_5 = 0.2184$$

$$r_6 = \infty$$

$$d_6 = 1.0558 \quad n_{d6} = 1.7725 \quad \nu_{d6} = 49.6$$

$$r_7 = -1.5665$$

$$d_7 = 0.1092$$

$$r_8 = 2.5939$$

$$d_8 = 1.0922 \quad n_{d8} = 1.72916 \quad \nu_{d8} = 54.68$$

$$r_9 = -1.2742$$

$$d_9 = 0.3641 \quad n_{d9} = 1.84666 \quad \nu_{d9} = 23.78$$

$$r_{10} = -20.5007$$

$$d_{10} = 0.6553$$

$$r_{11} = \infty$$

$$d_{11} = 0.7281 \quad n_{d11} = 1.883 \quad \nu_{d11} = 40.76$$

$$r_{12} = \infty$$

$$d_{12} = 0.464$$

$$|f_2 / f| = 4.2, \quad |f_3 / f| = 2.03, \quad |d_F / f| = 1.08, \quad IH / f = 0.87,$$

$$d_{23} / f = 1.48$$

10

20

30

40

50

【 0 0 3 9 】

図13は、本発明による内視鏡用対物レンズの第8実施例に係るレンズ構成を示す光軸に沿った断面図である。

図において、実施例8の対物レンズ系は、明るさ絞りSを挟んで前群レンズ群G81と後群レンズ群G82よりなる。前群レンズ群G81は、物体側から順に負の屈折力を有する第1レンズL81と曲率半径の小さな面を物体側へ向けた正の屈折力の第2レンズL82とからなり、前記後群レンズ群G82は、曲率半径の小さな面を像側へ向けた正の屈折力

の第3レンズL83と、正の屈折力の第4レンズL84と負の屈折力の第5レンズL85とからなる。前記の絞りSは第3レンズL83側に配置されている。第4レンズL84と第5レンズL85は接合されている。第2群レンズ群G82の後方には平行平板PPが設けられている。

本実施例は、第3レンズL83側に絞りSを設けた点以外は前記実施例6、7と同様な構成である。本実施例では絞りSを前記のように配置しているので、実施例6、7よりもCCDの入射角バラツキの幅は狭く、好適である。

【0040】

数値データ 8

(実施例 8 : 図 1 3)

焦点距離 $f = 1$ 、 $Fno. = 3.67$ 、 画角 $\omega = 116^\circ$

$$r_1 = \infty$$

$$d_1 = 0.3631 \quad n_{d1} = 1.883 \quad \nu_{d2} = 40.76$$

$$r_2 = 0.8024$$

$$d_2 = 0.3631$$

10

$$r_3 = 2.1189$$

$$d_3 = 0.7262 \quad n_{d3} = 1.51633 \quad \nu_{d3} = 64.14$$

$$r_4 = \infty$$

$$d_4 = 0.2723$$

$$r_5 = \infty \text{ (絞り)}$$

$$d_5 = 0.0545$$

$$r_6 = \infty$$

20

$$d_6 = 1.4523 \quad n_{d6} = 1.883 \quad \nu_{d6} = 40.76$$

$$r_7 = -1.9299$$

$$d_7 = 0.2178$$

$$r_8 = 2.9537$$

$$d_8 = 1.1269 \quad n_{d8} = 1.72916 \quad \nu_{d8} = 54.68$$

$$r_9 = -1.3051$$

$$d_9 = 0.7 \quad n_{d9} = 1.84666 \quad \nu_{d9} = 23.78$$

30

$$r_{10} = -10.753$$

$$d_{10} = 0.6789$$

$$r_{11} = \infty$$

$$d_{11} = 0.7262 \quad n_{d11} = 1.883 \quad \nu_{d11} = 40.76$$

$$r_{12} = \infty$$

$$d_{12} = 0.4628 \quad n_{d12} = 1$$

$$|f_2 / f| = 4.1, \quad |f_3 / f| = 2.19, \quad |d_F / f| = 1.31, \quad IH / f = 0.87,$$

40

$$d_{23} / f = 1.58$$

【 0 0 4 1 】

図 1 4 は、本発明による内視鏡用対物レンズの第 9 実施例に係るレンズ構成を示す光軸に沿った断面図である。

図において、実施例 9 の対物レンズ系は、明るさ絞り S を挟んで前群レンズ群 G 9 1 と後群レンズ群 G 9 2 よりなる。前群レンズ群 G 9 1 は、物体側から順に負の屈折力を有する第 1 レンズ L 9 1 と曲率半径の小さな面を物体側へ向けた正の屈折力の第 2 レンズ L 9 2 とからなり、前記後群レンズ群 G 9 2 は、曲率半径の小さな面を像側へ向けた正の屈折力

50

の第3レンズL93と、正の屈折力の第4レンズL94と負の屈折力の第5レンズL95とからなる。前記の絞りSは第2レンズL92側に配置されている。第4レンズL94と第5レンズL95は接合されている。第2群レンズ群G92の後方、即ち第5レンズL95の後方にはフィルタFLが設けられ、その後方に平行平板PPが設けられている。前記フィルタFLは、例えば、赤外カットフィルタである。

【0042】

数値データ9

(実施例9：図14)

焦点距離 $f = 1\text{ mm}$ 、 $F\# = 3.68$ 、 画角 $\omega = 117^\circ$

10

$r_1 = \infty$

$d_1 = 0.3693$ $n_{d1} = 1.883$ $\nu_{d2} = 40.76$

$r_2 = 0.8161$

$d_2 = 0.6093$

$r_3 = 3.763$

$d_3 = 1.2002$ $n_{d3} = 1.51633$ $\nu_{d3} = 64.14$

$r_4 = \infty$ (絞り)

20

$d_4 = 0.0554$

$r_5 = \infty$

$d_5 = 1.3848$ $n_{d5} = 1.883$ $\nu_{d5} = 40.76$

$r_6 = -2.2449$

$d_6 = 0.1662$

$r_7 = 4.1581$

$d_7 = 1.1078$ $n_{d7} = 1.755$ $\nu_{d7} = 52.32$

30

$r_8 = -1.3663$

$d_8 = 0.4062$ $n_{d8} = 1.84666$ $\nu_{d8} = 23.78$

$r_9 = -6.4729$

$d_9 = 0.1477$

$r_{10} = \infty$

$d_{10} = 1.1078$ $n_{d10} = 1.494$ $\nu_{d10} = 75$

40

$r_{11} = \infty$

$d_{11} = 0.541$

$r_{12} = \infty$

$d_{12} = 0.7386$ $n_{d12} = 1.883$ $\nu_{d12} = 40.76$

$r_{13} = \infty$

$d_{13} = 0.4707$

$$|f_2 / f| = 7.29, |f_3 / f| = 2.54, |d_F / f| = 1.6, IH / f = 0.88, \\ d_{23} / f = 1.58$$

【 0 0 4 3 】

図 1 5 は、本発明による内視鏡用対物レンズの第 1 0 実施例に係るレンズ構成を示す光軸に沿った断面図である。

図において、実施例 1 0 の対物レンズ系は、明るさ絞り S を挟んで前群レンズ群 G 1 0 1 と後群レンズ群 G 1 0 2 よりなる。前群レンズ群 G 1 0 1 は、物体側から順に負の屈折力を有する第 1 レンズ L 1 0 1 と曲率半径の小さな面を物体側へ向けた正の屈折力の第 2 レンズ L 1 0 2 とからなり、前記後群レンズ群 G 1 0 2 は、曲率半径の小さな面を像側へ向けた正の屈折力の第 3 レンズ L 1 0 3 と、正の屈折力の第 4 レンズ L 1 0 4 とと負の屈折力の第 5 レンズ L 1 0 5 とからなる。第 4 レンズ L 1 0 4 と第 5 レンズ L 1 0 5 は接合されている。前記の絞り S は第 2 レンズ L 1 0 2 側に配置されている。第 3 レンズ L 1 0 3 と第 4 レンズ L 1 0 4 の間にはフィルタ F L が設けられている。そして第 5 レンズ 1 0 5 の後方に平行平板 P P が設けられている。前記フィルタ F L は赤外カットフィルターである。

10

【 0 0 4 4 】

数値データ 10

(実施例 10 : 図 15)

焦点距離 $f = 1 \text{ mm}$ 、 $F_{\text{No.}} = 3.61$ 、 画角 $\omega = 118^\circ$ $r_1 = \infty$ $d_1 = 0.3631$ $n_{d1} = 1.883$ $\nu_{d2} = 40.76$ $r_2 = 0.7413$ $d_2 = 0.3268$

10

 $r_3 = 2.1268$ $d_3 = 1.18$ $n_{d3} = 1.51633$ $\nu_{d3} = 64.14$ $r_4 = \infty$ (絞り) $d_4 = 0.0545$ $r_5 = \infty$ $d_5 = 0.9077$ $n_{d5} = 1.883$ $\nu_{d5} = 40.76$ $r_6 = -1.779$

20

 $d_6 = 0.0545$ $r_7 = \infty$ $d_7 = 1.0892$ $n_{d7} = 1.518$ $\nu_{d7} = 75$ $r_8 = \infty$ $d_8 = 0.0545$ $r_9 = 2.4284$ $d_9 = 1.0892$ $n_{d9} = 1.72916$ $\nu_{d9} = 54.68$

30

 $r_{10} = -1.3261$ $d_{10} = 0.3631$ $n_{d10} = 1.84666$ $\nu_{d10} = 23.78$ $r_{11} = -13.3039$ $d_{11} = 0.5319$ $r_{12} = \infty$ $d_{12} = 0.7261$ $n_{d12} = 1.883$ $\nu_{d12} = 40.76$ $r_{13} = \infty$

40

 $d_{13} = 0.4628$ $|f_2 / f| = 4.12$ 、 $|f_3 / f| = 2.01$ 、 $|d_F / f| = 1.3$ 、 $IH / f = 0.87$ 、 $d_{23} / f = 1.31$

【 0 0 4 5 】

図 16 は、本発明による内視鏡用対物レンズの第 11 実施例に係るレンズ構成を示す光軸に沿った断面図である。

図において、実施例 11 の対物レンズ系は、明るさ絞り S を挟んで前群レンズ群 G 1 1 1 50

と後群レンズ群 G 1 1 2 よりなる。前群レンズ群 G 1 1 1 は、物体側から順に負の屈折力を有する第 1 レンズ L 1 1 1 と曲率半径の小さな面を物体側へ向けた正の屈折力の第 2 レンズ L 1 1 2 とからなり、前記後群レンズ群 G 1 1 2 は、曲率半径の小さな面を像側へ向けた正の屈折力の第 3 レンズ L 1 1 3 と、正の屈折力の第 4 レンズ L 1 1 4 と負の屈折力の第 5 レンズ L 1 1 5 とからなる。第 4 レンズ L 1 1 4 と第 5 レンズ L 1 1 5 は接合されている。本実施例では、前記第 2 レンズ L 1 1 2 と第 3 レンズ L 1 1 3 の間には、第 1 のフィルター F L 1 が設けられ、また、第 3 レンズ L 1 1 3 と第 4 レンズ L 1 1 4 の間には第 2 のフィルター F L 2 が設けられている。前記フィルター F L 1 はレーザカットフィルター、前記フィルター F L 2 は赤外カットフィルターである。そして、第 5 レンズ L 1 1 5 の後方に平行平板 P P が設けられている。本実施例では前記絞り S は、第 2 レンズ L 1 1 2 に接するフィルター F L 1 の像側の面 (r_5) に配置されている。

10

【 0 0 4 6 】

数値データ 1 1

(実施例 1 1 : 図 1 6)

焦点距離 $f = 1 \text{ mm}$ 、 $F\# = 3.65$ 、 画角 $\omega = 131^\circ$ $r_1 = \infty$ $d_1 = 0.3917$ $n_{d1} = 1.883$ $\nu_{d2} = 40.76$ $r_2 = 0.8657$ $d_2 = 0.4896$

10

 $r_3 = 4.5973$ $d_3 = 0.8813$ $n_{d3} = 1.51633$ $\nu_{d3} = 64.14$ $r_4 = \infty$ $d_4 = 0.5876$ $n_{d4} = 1.52287$ $\nu_{d4} = 59.89$ $r_5 = \infty$ (絞り) $d_5 = 0.0588$ $r_6 = \infty$

20

 $d_6 = 0.9947$ $n_{d6} = 1.883$ $\nu_{d5} = 40.76$ $r_7 = -1.9516$ $d_7 = 0.0588$ $r_8 = \infty$ $d_8 = 1.1751$ $n_{d8} = 1.518$ $\nu_{d8} = 75$ $r_9 = \infty$ $d_9 = 0.0588$

30

 $r_{10} = 3.029$ $d_{10} = 1.1751$ $n_{d10} = 1.72916$ $\nu_{d10} = 54.68$ $r_{11} = -1.4244$ $d_{11} = 0.3917$ $n_{d11} = 1.84666$ $\nu_{d11} = 23.78$ $r_{12} = -10.1498$ $d_{12} = 0.6724$ $r_{13} = \infty$

40

 $d_{13} = 0.7834$ $n_{d13} = 1.883$ $\nu_{d13} = 40.76$ $r_{14} = \infty$ $d_{14} = 0.4993$ $|f_2 / f| = 8.9$ 、 $|f_3 / f| = 2.21$ 、 $|d_F / f| = 1.66$ 、 $I_H / f = 0.94$ 、 $d_{23} / f = 1.55$

【 0 0 4 7 】

50

前記実施例 1 乃至 11 の対物レンズの諸収差をそれぞれ図 17 ~ 図 27 に示す。又、前記実施例 9 乃至 11 における、赤外カットフィルタ等の色補正フィルターや、YAG レーザなどの光をカットするレーザーカットフィルタは、単独で配置してもよい。また、接合したフィルタ群として配置してもよい。このようなフィルタの配置の必要が無い場合には、平行平板と等価な空気換算長に置き換えることができる。

【0048】

また、本発明では前記各実施例における第 2 レンズに低屈折率、低分散の硝材が使用可能である。したがって、これらの第 2 レンズを赤外カットフィルタ等の色補正フィルターレンズとして構成することができる。前記実施例 1、2、5 及び 6 は、第 2 レンズ L12、L22、L52 及び L62 をフィルターレンズで構成した例を示している。

10

【0049】

以上説明したように、本発明の内視鏡用対物レンズは、特許請求の範囲に記載された発明の他に、次の (A) 乃至 (J) に示すような特徴を有している。

(A) 次の条件式 (4) を満足していることを特徴とする、請求項 2 に記載の対物レンズ。

$$(4) \quad 3.0 < |f_2 / f| < 10.0$$

ただし、 f_2 は第 2 レンズの焦点距離である。

【0050】

(B) 次の条件式 (5) を満足していることを特徴とする、請求項 2 に記載の対物レンズ。

20

$$(5) \quad n_2 < 1.6, \quad (\nu_2 > 50$$

ただし、 n_2 は第 2 レンズの d 線の屈折率、 ν_2 は第 2 レンズの d 線のアッペ数である。

【0051】

(C) 次の条件式 (6) を満足していることを特徴とする、請求項 2 に記載の対物レンズ。

$$(6) \quad 1.2 < d_{23} / f < 1.7$$

ただし、 d_{23} は第 2 レンズの曲率半径の小さな面の面頂から第 3 レンズの曲率半径の小さな面の面頂までの距離 (空気換算長) である。

【0052】

30

(D) 次の条件式 (4) を満足していることを特徴とする、請求項 1 に記載の対物レンズ。

$$(4) \quad 3.0 < |f_2 / f| < 10.0$$

ただし、 f_2 は第 2 レンズの焦点距離である。

【0053】

(E) 次の条件式 (5) を満足していることを特徴とする、請求項 1 に記載の対物レンズ。

$$(5) \quad n_2 < 1.6, \quad (\nu_2 > 50$$

ただし、 n_2 は第 2 レンズの d 線の屈折率、 ν_2 は第 2 レンズの d 線のアッペ数である。

40

【0054】

(F) 次の条件式 (6) を満足していることを特徴とする、請求項 1 に記載の対物レンズ。

$$(6) \quad 1.2 < d_{23} / f < 1.7$$

ただし、 d_{23} は第 2 レンズの曲率半径の小さな面の面頂から第 3 レンズの曲率半径の小さな面の面頂までの距離 (空気換算長) である。

【0055】

(G) 次の条件式 (6') を満足していることを特徴とする、(C) に記載の対物レンズ。

$$(6') \quad 1.3 < d_{23} / f < 1.6$$

50

ただし、 d_{23} は第 2 レンズの曲率半径の小さな面の面頂から第 3 レンズの曲率半径の小さな面の面頂までの距離（空気換算長）である。

【0056】

(H) 次の条件式 (6') を満足していることを特徴とする、(F) に記載の対物レンズ。

$$(6') \quad 1.3 < d_{23} / f < 1.6$$

ただし、 d_{23} は第 2 レンズの曲率半径の小さな面の面頂から第 3 レンズの曲率半径の小さな面の面頂までの距離（空気換算長）である。

【0057】

(I) 前記正の屈折力の第 3 レンズの物体側の面が平面であることを特徴とする、請求項 2 に記載の対物レンズ。 10

【0058】

(J) 前記絞りを正の屈折力の第 3 レンズに密着させたことを特徴とする、(I) に記載の対物レンズ。

【0059】

【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、前記諸条件式を満足するように構成することにより、広角で、外径が小さく第 1 レンズの最大光線高が低く、更に小型撮像素子に適した内視鏡用対物レンズを得ることができる。

【図面の簡単な説明】 20

【図 1】内視鏡の先端部レイアウトの概略部分断面図。

【図 2】一般的なオンチップカラーフィルター方式 CCD の断面図。

【図 3】従来例における内視鏡用光学系の概略構成図。

【図 4】従来例における内視鏡用光学系の概略構成図。

【図 5】従来例における内視鏡用光学系の概略構成図。

【図 6】本発明による内視鏡用対物レンズの第 1 実施例に係る光学構成を示す光軸に沿った断面図である。

【図 7】本発明による内視鏡用対物レンズの第 2 実施例に係る光学構成を示す光軸に沿った断面図である。

【図 8】本発明による内視鏡用対物レンズの第 3 実施例に係る光学構成を示す光軸に沿った断面図である。 30

【図 9】本発明による内視鏡用対物レンズの第 4 実施例に係る光学構成を示す光軸に沿った断面図である。

【図 10】本発明による内視鏡用対物レンズの第 5 実施例に係る光学構成を示す光軸に沿った断面図である。

【図 11】本発明による内視鏡用対物レンズの第 6 実施例に係る光学構成を示す光軸に沿った断面図である。

【図 12】本発明による内視鏡用対物レンズの第 7 実施例に係る光学構成を示す光軸に沿った断面図である。

【図 13】本発明による内視鏡用対物レンズの第 8 実施例に係る光学構成を示す光軸に沿った断面図である。 40

【図 14】本発明による内視鏡用対物レンズの第 9 実施例に係る光学構成を示す光軸に沿った断面図である。

【図 15】本発明による内視鏡用対物レンズの第 10 実施例に係る光学構成を示す光軸に沿った断面図である。

【図 16】本発明による内視鏡用対物レンズの第 11 実施例に係る光学構成を示す光軸に沿った断面図である。

【図 17】本発明による内視鏡用対物レンズの第 1 実施例に係る球面収差、非点収差、歪曲収差等を示す図である。

【図 18】本発明による内視鏡用対物レンズの第 2 実施例に係る球面収差、非点収差、歪 50

曲収差等を示す図である。

【図 19】本発明による内視鏡用対物レンズの第 3 実施例に係る球面収差、非点収差、歪曲収差等を示す図である。

【図 20】本発明による内視鏡用対物レンズの第 4 実施例に係る球面収差、非点収差、歪曲収差等を示す図である。

【図 21】本発明による内視鏡用対物レンズの第 5 実施例に係る球面収差、非点収差、歪曲収差等を示す図である。

【図 22】本発明による内視鏡用対物レンズの第 6 実施例に係る球面収差、非点収差、歪曲収差等を示す図である。

【図 23】本発明による内視鏡用対物レンズの第 7 実施例に係る球面収差、非点収差、歪曲収差等を示す図である。 10

【図 24】本発明による内視鏡用対物レンズの第 8 実施例に係る球面収差、非点収差、歪曲収差等を示す図である。

【図 25】本発明による内視鏡用対物レンズの第 9 実施例に係る球面収差、非点収差、歪曲収差等を示す図である。

【図 26】本発明による内視鏡用対物レンズの第 10 実施例に係る球面収差、非点収差、歪曲収差等を示す図である。

【図 27】本発明による内視鏡用対物レンズの第 11 実施例に係る球面収差、非点収差、歪曲収差等を示す図である。

【符号の説明】

G 1 1、G 2 1、G 3 1 ... G 1 1 1

前群レンズ

G 1 2、G 2 2、G 3 2 ... G 1 1 2

後群レンズ

S

絞り

L 1 1、L 1 2、L 1 3、L 1 4、L 1 5 ... L 1 1 5

レンズ

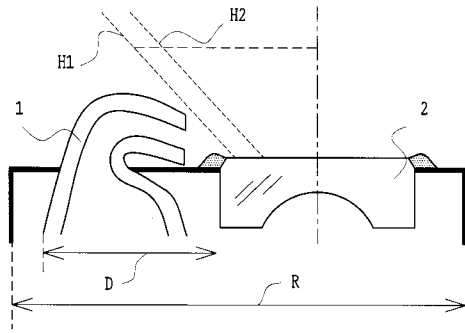
P P

平行平面板

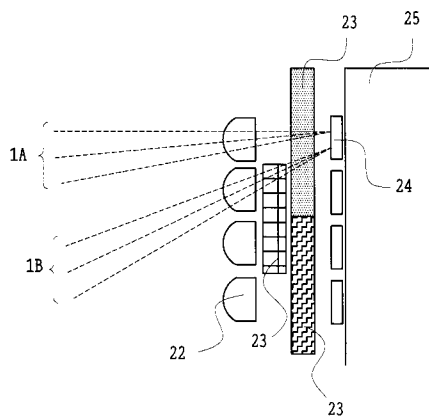
F L

フィルター

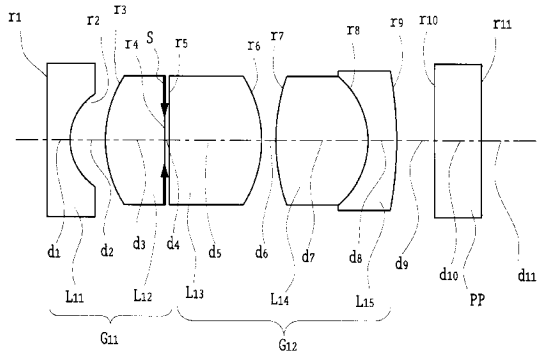
【図 1】



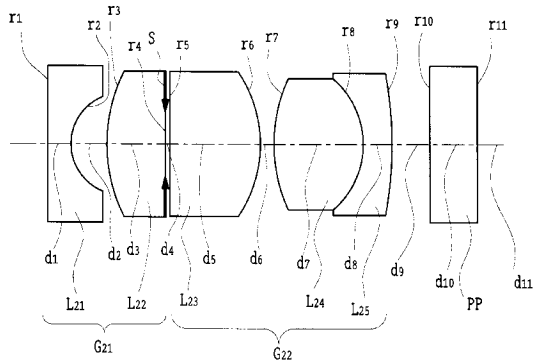
【図 2】



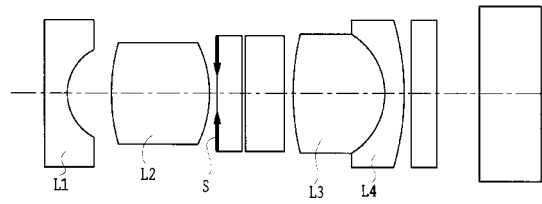
【図 6】



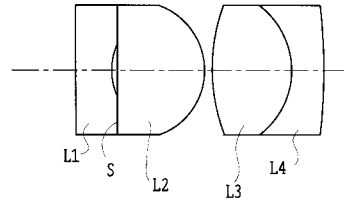
【図 7】



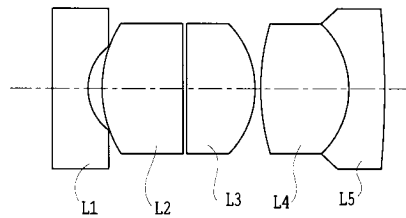
【図 3】



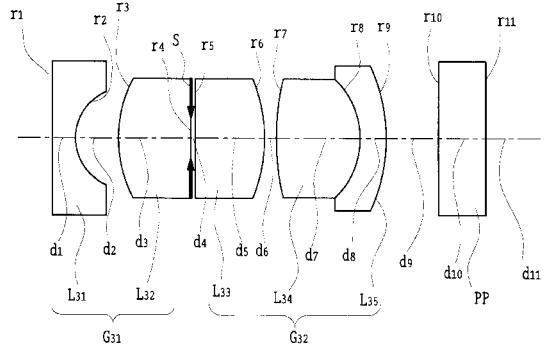
【図 4】



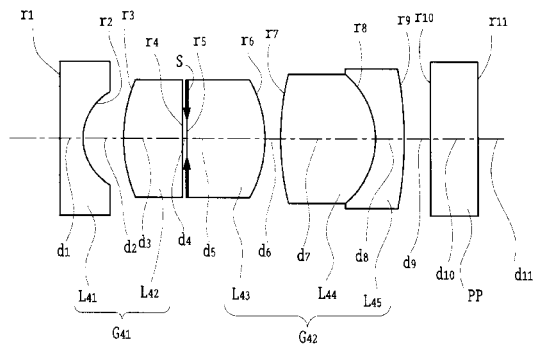
【図 5】



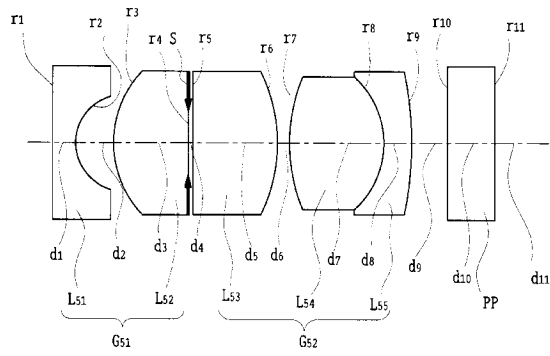
【図 8】



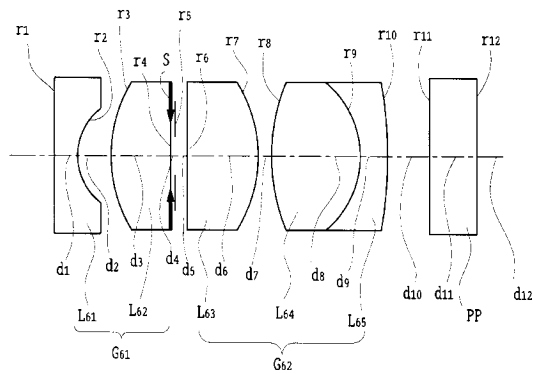
【図 9】



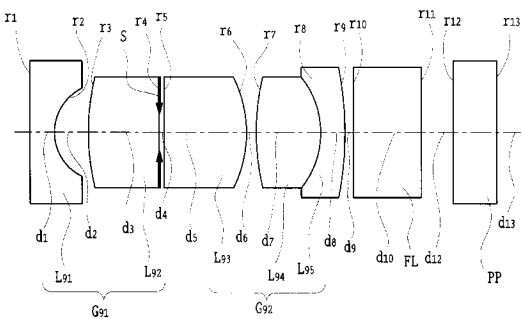
【図 10】



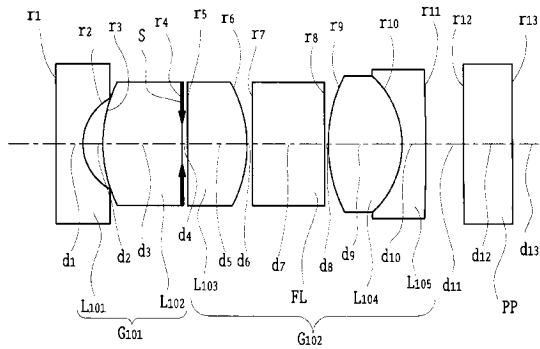
【図 11】



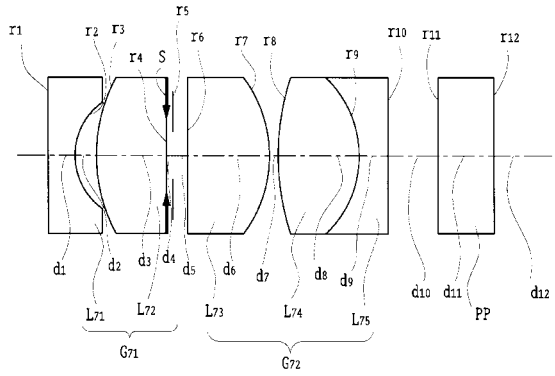
【図 14】



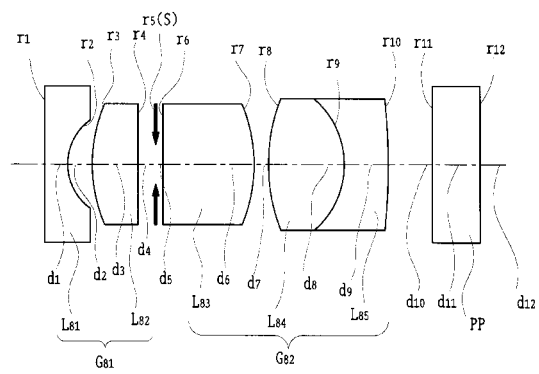
【図 15】



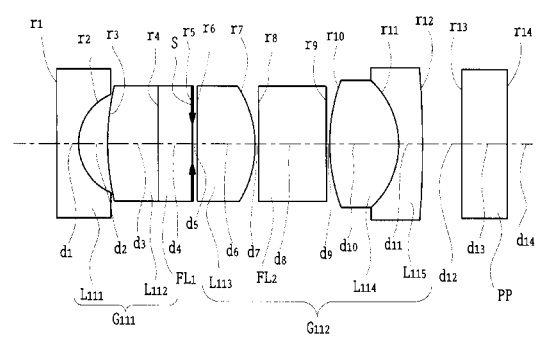
【図 12】



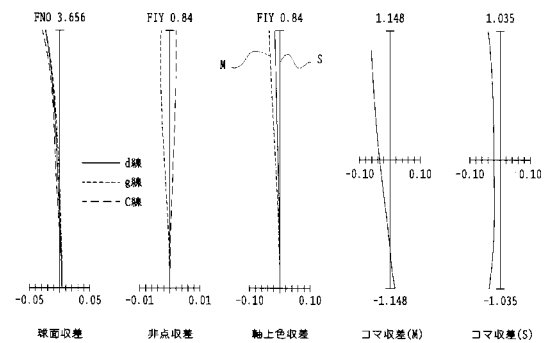
【図 13】



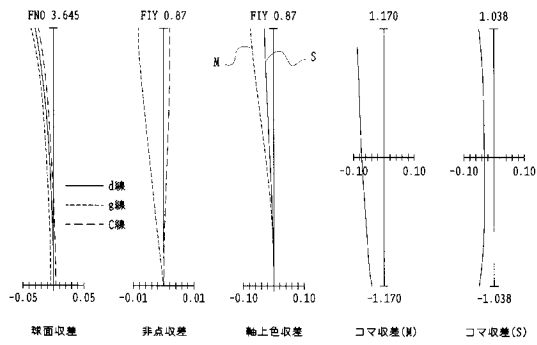
【図 16】



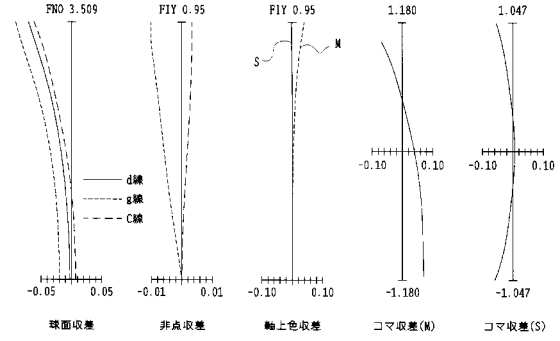
【図 17】



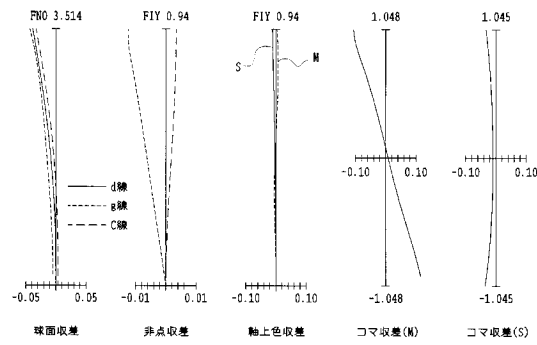
【図 18】



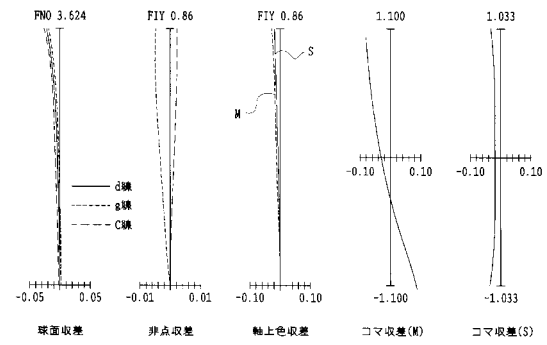
【図 20】



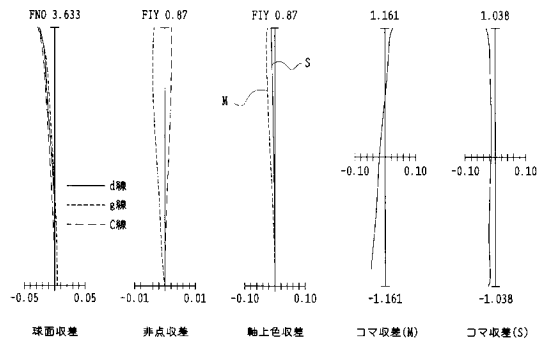
【図 19】



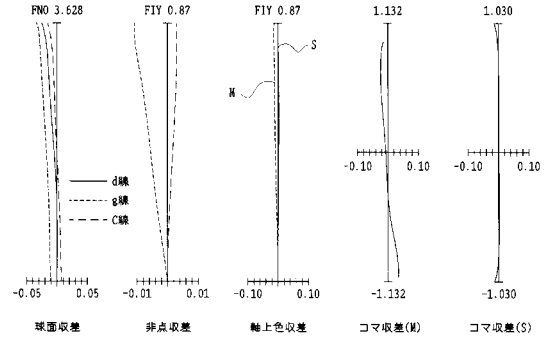
【図 21】



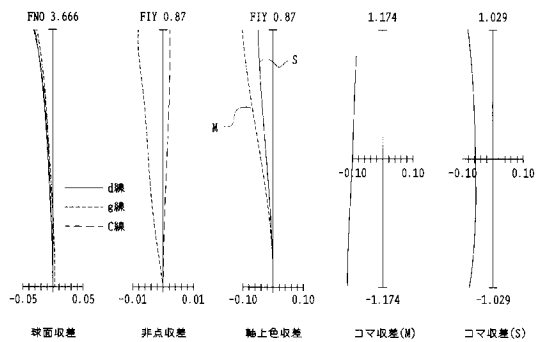
【図 22】



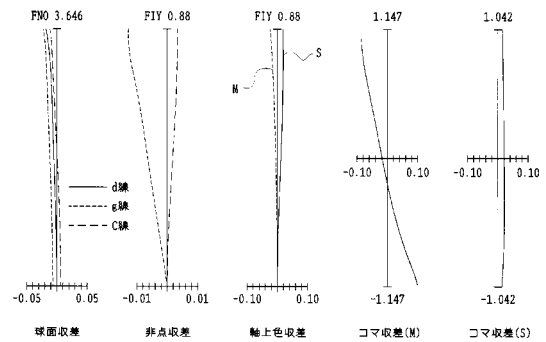
【図 24】



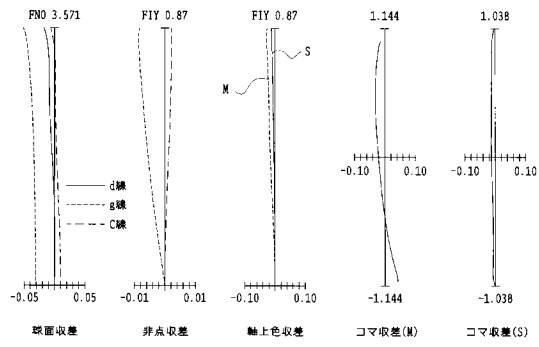
【図 23】



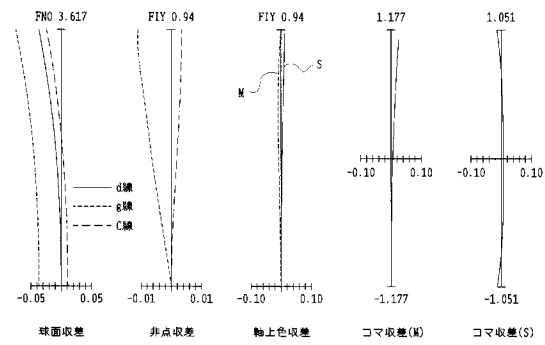
【図 25】



【図 26】



【図 27】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA10 LA01 PA04 PA18 PB05 QA01 QA07 QA17 QA21 QA25
QA37 QA41 QA45 RA32 RA42 RA43 SA07 SA09 SA72 SA73
SB03 SB14
4C061 AA00 BB00 CC00 DD03 FF40 JJ11

专利名称(译)	<无法获取翻译>		
公开(公告)号	JP2004354888A5	公开(公告)日	2005-10-27
申请号	JP2003154925	申请日	2003-05-30
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	齋藤慎一		
发明人	齋藤 慎一		
IPC分类号	G02B23/26 A61B1/00 G02B13/04 G02B23/24		
CPC分类号	G02B9/34 G02B23/243		
FI分类号	G02B13/04.D A61B1/00.300.Y G02B23/26.C		
F-TERM分类号	2H040/CA23 2H087/KA10 2H087/LA01 2H087/PA04 2H087/PA18 2H087/PB05 2H087/QA01 2H087/QA07 2H087/QA17 2H087/QA21 2H087/QA25 2H087/QA37 2H087/QA41 2H087/QA45 2H087/RA32 2H087/RA42 2H087/RA43 2H087/SA07 2H087/SA09 2H087/SA72 2H087/SA73 2H087/SB03 2H087/SB14 4C061/AA00 4C061/BB00 4C061/CC00 4C061/DD03 4C061/FF40 4C061/JJ11 4C161/AA00 4C161/BB00 4C161/CC00 4C161/DD03 4C161/FF40 4C161/JJ11		
其他公开文献	JP4245985B2 JP2004354888A		

摘要(译)

解决的问题：提供一种内窥镜物镜，该内窥镜物镜具有广角，小外径，第一透镜的最大射线高度低，并且还适用于小型CCD。根据本发明的内窥镜用物镜包括前透镜组和后透镜组，在它们之间具有光阑，该前透镜组从物体侧开始具有负屈光力。第一透镜和第二透镜具有正屈光力，其曲率半径小的表面面向物体侧。后透镜组具有正屈光力，其曲率半径小的表面面向像侧。第三透镜由正屈光力的第四透镜和负屈光力的第五透镜组成，第四透镜和第五透镜粘合在一起， f 是整个系统的总焦距， f 当3是第三透镜的焦距时，满足以下条件(1)。(1) $2.0 \leq f/f_3 < 3.0$ [选择图]图6