

(19) 日本国特許庁 (JP)

再 公 表 特 許 (A1)

(11) 国際公開番号

W02011/070897

発行日 平成25年4月22日 (2013. 4. 22)

(43) 国際公開日 平成23年6月16日 (2011. 6. 16)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 13/04 (2006.01)	G O 2 B 13/04 D	2 H 0 4 0
G02B 23/26 (2006.01)	G O 2 B 23/26 C	2 H 0 8 7
A61B 1/04 (2006.01)	A 6 1 B 1/04 3 7 0	4 C 1 6 1
A61B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 3 0 0 Y	
G02B 13/18 (2006.01)	G O 2 B 13/18	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 36 頁)

出願番号	特願2011-526738 (P2011-526738)	(71) 出願人	304050923
(21) 国際出願番号	PCT/JP2010/070482		オリンパスメディカルシステムズ株式会社
(22) 国際出願日	平成22年11月17日 (2010. 11. 17)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(11) 特許番号	特許第4819203号 (P4819203)	(74) 代理人	100076233
(45) 特許公報発行日	平成23年11月24日 (2011. 11. 24)		弁理士 伊藤 進
(31) 優先権主張番号	特願2009-277845 (P2009-277845)	(72) 発明者	鶴澤 勉
(32) 優先日	平成21年12月7日 (2009. 12. 7)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		リンパスメディカルシステムズ株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2010-205897 (P2010-205897)	F ターム (参考)	2H040 BA02 CA23 GA02 GA11
(32) 優先日	平成22年9月14日 (2010. 9. 14)		2H087 KA10 LA01 PA04 PA18 PB05
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		QA02 QA06 QA07 QA17 QA22
			QA25 QA37 QA38 QA39 QA41
			QA45 RA04 RA05 RA12 RA13
			RA32 RA42 RA43 RA44
			4C161 FF40 NN05 WW13
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 対物レンズおよび内視鏡装置

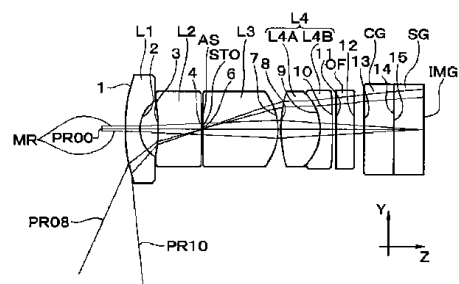
(57) 【要約】

物体側から順に、負の屈折力をもつ前群、明るさ絞り A S、正の屈折力をもつ後群からなり、前群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの第1レンズ L1、物体側に凹面を向けた負レンズの第2レンズ L2 からなり、後群は、物体側から順に、正レンズの第3レンズ L3、正レンズ L4 A と負レンズ L4 B が接合された第4レンズ L4 からなり、以下の条件式 (1) を満足する対物レンズ、

$$-0.8 < f_F / f_R < -0.3 \quad \cdots (1)$$

ただし、 f_F は前群の焦点距離、 f_R は後群の焦点距離。

[図3]



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、負の屈折力をもつ前群、明るさ絞り、正の屈折力をもつ後群からなり、

前記前群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの第 1 レンズ、物体側に凹面を向けた負レンズの第 2 レンズからなり、

前記後群は、物体側から順に、正レンズの第 3 レンズ、正レンズと負レンズが接合された第 4 レンズからなり、以下の条件式 (1) を満足する対物レンズ、

$$-0.8 < f_F / f_R < -0.3 \quad \cdots (1)$$

ただし、

f_F は前群の焦点距離、

f_R は後群の焦点距離。

【請求項 2】

以下の条件式 (2) ~ (3) をさらに満足する請求項 1 に記載の対物レンズ、

$$-1.5 < f_F / FL < -0.5 \quad \cdots (2)$$

$$1.7 < Fb / FL < 3.5 \quad \cdots (3)$$

ただし、

FL は全系の焦点距離、

Fb は後側焦点位置 (前記第 4 レンズの最も像側の面から後側焦点までの距離) 。

【請求項 3】

以下の条件式 (4) ~ (6) をさらに満足する請求項 2 に記載の対物レンズ、

$$-1.0 < r_{2a} / FL < -2.5 \quad \cdots (4)$$

$$-0.5 < L_{\text{enp}} / FL < 0.3 \quad \cdots (5)$$

$$d < 2.0 \quad \cdots (6)$$

ただし、

r_{2a} は第 2 レンズの物体側の面の曲率半径、

L_{enp} は最大画角での入射瞳位置 (第 1 面からの距離であって、符号は像側に向かってが + 方向) 、

d は第 4 レンズ中の負レンズのアップ数。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の対物レンズと、

前記対物レンズにより結像された像を表示する観察画面と、

を備え、

前記観察画面に、画角を識別する指標を表示する内視鏡装置。

【請求項 5】

前記指標を電氣的に生成する指標生成手段をさらに具備し、

前記指標の前記観察面への表示は、表示 / 非表示を切り替え可能である請求項 4 に記載の内視鏡装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、小型で広角の対物レンズ、および該対物レンズを備えた内視鏡装置に関する。

【背景技術】

【0002】

内視鏡は、例えば体腔内を観察するものであるために、内視鏡の対物レンズは小型で広角のものが求められている。そして、従来の内視鏡の対物レンズとして多く提案されているのは、画角 (2) が 90° から 140° 程度のものである。例えば特開平 10 - 20189 号公報に、画角が 112° から 140° のものが提案されている。また、より広角なものとしては、例えば特開 2006 - 251272 号公報に、画角が 150° から 17

10

20

30

40

50

0°のものが提案されている。

【0003】

一方、内視鏡以外の分野に適用される広角な対物レンズとしては、例えば実用新案登録第3140304号公報に示すものがある。この実用新案登録第3140304号公報に記載のものは、車両用情報記録装置用の対物レンズであり、画角が110°から175°である。内視鏡以外の分野に適用される広角な対物レンズのその他の例としては、例えば特開2004-258515号公報、特開2004-29282号公報などに示すものがある。前者の特開2004-258515号公報に記載のものは、デジタル一眼レフカメラ用の魚眼レンズであり、画角が180°である。また、後者の特開2004-29282号公報に記載のものは、監視カメラ用の広角レンズであり、画角が128°から139°である。

10

【0004】

さらに、内視鏡以外の分野に適用される簡易な構成のレンズの例としては、特開平9-297264号公報に示すものがある。この特開平9-297264号公報に記載のものは、デジタルカメラ用のレンズであり、画角は60°程度である。

【0005】

近年、内視鏡用としてさらに広角な対物レンズが望まれている。広角化が要望される理由は、検査時間の短縮化に関連している。例えば大腸のような管腔内にひだ（襞）がある形状の被写体を観察する場合に、ひだの裏側を見るために内視鏡先端を湾曲させる操作が必要となる。このとき、対物レンズの画角が広いと一度に広い範囲を観察することが可能であるために、内視鏡先端を湾曲させなくて済むか、あるいは少ない湾曲量で済むことになり、検査時間の短縮に貢献できるからである。

20

【0006】

上述した実用新案登録第3140304号公報の第3実施例に記載の対物レンズは画角が175°であり、特開平10-20189号公報に記載の対物レンズより広角を実現しているが、内視鏡用としてはさらに広角のものが望まれている。

【0007】

また、上述した特開2004-258515号公報に記載の対物レンズは、画角が180°であって、上記特開2006-251272号公報に記載の対物レンズよりも広角を実現しているが、最も物体側のレンズの外径が大きいために内視鏡の対物レンズとしては不適である。また、特開2004-29282号公報に記載の対物レンズは、上記特開2006-251272号公報に記載の対物レンズよりも画角が狭く、かつ最も物体側のレンズの外径が大きいために、やはり内視鏡の対物レンズとしては不適である。

30

【0008】

そして、上述した特開平9-297264号公報に記載の対物レンズは、画角が狭いために内視鏡用としては不適である。

【0009】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、内視鏡に好適な、小型で画角が180°以上の広角な対物レンズ、および該対物レンズを備えた内視鏡装置を提供することを目的としている。

40

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記の目的を達成するために、本発明のある態様による対物レンズは、物体側から順に、負の屈折力をもつ前群、明るさ絞り、正の屈折力をもつ後群からなり、前記前群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの第1レンズ、物体側に凹面を向けた負レンズの第2レンズからなり、前記後群は、物体側から順に、正レンズの第3レンズ、正レンズと負レンズが接合された第4レンズからなり、以下の条件式(1)を満足する、

$$-0.8 < f_F / f_R < -0.3 \quad \cdots (1)$$

50

ただし、 f_F は前群の焦点距離、 f_R は後群の焦点距離。

【0011】

また、本発明の他の態様による内視鏡装置は、前記対物レンズと、前記対物レンズにより結像された像を表示する観察画面と、を備え、前記観察画面に、画角を識別する指標を表示するものである。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の一実施形態における第1～14実施例の対物レンズの仕様および条件式の要素値を示す図表である。

【図2】上記実施形態における第1～14実施例の対物レンズの条件式の値を、各条件式に課された上限値および/または下限値と並べて示す図表である。

【図3】上記実施形態における第1実施例の対物レンズを含む光学系の光路に沿った構成を示す図である。

【図4】上記実施形態における第1実施例の対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差を示す図である。

【図5】上記実施形態における第2実施例の対物レンズを含む光学系の光路に沿った構成を示す図である。

【図6】上記実施形態における第2実施例の対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差を示す図である。

【図7】上記実施形態における第3実施例の対物レンズを含む光学系の光路に沿った構成を示す図である。

【図8】上記実施形態における第3実施例の対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差を示す図である。

【図9】上記実施形態における第4実施例の対物レンズを含む光学系の光路に沿った構成を示す図である。

【図10】上記実施形態における第4実施例の対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差を示す図である。

【図11】上記実施形態における第5実施例の対物レンズを含む光学系の光路に沿った構成を示す図である。

【図12】上記実施形態における第5実施例の対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差を示す図である。

【図13】上記実施形態における第6実施例の対物レンズを含む光学系の光路に沿った構成を示す図である。

【図14】上記実施形態における第6実施例の対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差を示す図である。

【図15】上記実施形態における第7実施例の対物レンズを含む光学系の光路に沿った構成を示す図である。

【図16】上記実施形態における第7実施例の対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差を示す図である。

【図17】上記実施形態における第8実施例の対物レンズを含む光学系の光路に沿った構成を示す図である。

【図18】上記実施形態における第8実施例の対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差を示す図である。

【図19】上記実施形態における第9実施例の対物レンズを含む光学系の光路に沿った構成を示す図である。

【図20】上記実施形態における第9実施例の対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差を示す図である。

【図21】上記実施形態における第9実施例の対物レンズの、第1レンズの像側面の非球面形状を示す線図である。

【図22】上記実施形態における第10実施例の対物レンズを含む光学系の光路に沿った

10

20

30

40

50

構成を示す図である。

【図 2 3】上記実施形態における第 1 0 実施例の対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差を示す図である。

【図 2 4】上記実施形態における第 1 0 実施例の対物レンズの、第 1 レンズの像側面の非球面形状を示す線図である。

【図 2 5】上記実施形態における第 1 1 実施例の対物レンズを含む光学系の光路に沿った構成を示す図である。

【図 2 6】上記実施形態における第 1 1 実施例の対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差を示す図である。

【図 2 7】上記実施形態における第 1 1 実施例の対物レンズの、第 1 レンズの像側面の非球面形状を示す線図である。

【図 2 8】上記実施形態における第 1 2 実施例の対物レンズを含む光学系の光路に沿った構成を示す図である。

【図 2 9】上記実施形態における第 1 2 実施例の対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差を示す図である。

【図 3 0】上記実施形態における第 1 2 実施例の対物レンズの、第 1 レンズの像側面の非球面形状を示す線図である。

【図 3 1】上記実施形態における第 1 3 実施例の対物レンズを含む光学系の光路に沿った構成を示す図である。

【図 3 2】上記実施形態における第 1 3 実施例の対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差を示す図である。

【図 3 3】上記実施形態における第 1 3 実施例の対物レンズの、第 1 レンズの像側面の非球面形状を示す線図である。

【図 3 4】上記実施形態における第 1 4 実施例の対物レンズを含む光学系の光路に沿った構成を示す図である。

【図 3 5】上記実施形態における第 1 4 実施例の対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差を示す図である。

【図 3 6】上記実施形態において、内視鏡装置の観察画面に画角 1 7 0 ° の範囲を識別する指標を表示した例を示す図である。

【図 3 7】上記実施形態において、内視鏡装置の観察画面に画角 1 8 0 ° の範囲を識別する指標を表示した例を示す図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0 0 1 3】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

【0 0 1 4】

[実施形態]

まず、本実施形態において用いる各記号は、以下のようになっている。

【0 0 1 5】

FL：全系の焦点距離

F no.：F 値

2：画角（deg を単位とする）

I H：像高

f _F：前群の焦点距離

f _R：後群の焦点距離

F b：後側焦点位置（前記第 4 レンズの最も像側の面から後側焦点までの距離）

r 2a：第 2 レンズの物体側の面の曲率半径

L _enp：最大画角での入射瞳位置（第 1 面からの距離であって、符号は像側に向かってが + 方向）

d：第 4 レンズ中の負レンズのアップベ数

次に、本発明の実施形態の対物レンズについて説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 6 】

小型で画角が 1 8 0 ° 以上の広角な対物レンズを達成するためには、光学系のレンズ構成が重要である。単に広角化を図るためだけであるのならば、多数のレンズを配置して、徐々に軸外光を集光する構成を採用することが可能である。しかし、このような構成では光学系の全長および対物レンズの先端の外径が長大化してしまい、小型化を達成することができない。従って、広角化と同時に小型化を図るためには、必要最小限のレンズ構成とすることが望ましい。

【 0 0 1 7 】

そこで本実施形態の対物レンズでは、明るさ絞りを挟んで物体側の前群に負の屈折力、像側の後群に正の屈折力をもたせた基本構成を採用している。前群は、主に、広い画角の光線を明るさ絞りに導く作用と、レンズ全系のバックフォーカスを確保する作用とを行う。後群は、主に、結像作用を行う。

【 0 0 1 8 】

前群の構成に関しては、第 1 レンズは物体側に凸面を向けた負メニスカス形状とし、1 8 0 ° 以上の画角の軸外主光線を集光し、第 2 レンズに導いている。第 1 レンズが物体側に凸面を向けているのは、もし向けていないと 1 8 0 ° 以上の画角の軸外主光線を集光することができないためである。

【 0 0 1 9 】

第 2 レンズは物体側に凹面を向けた負レンズとする。物体側に凹面を向けた形状は広い画角の軸外主光線を集光することには不向きであるが、軸外光線高を低く抑えることには適している。すなわち、第 1 レンズに 1 8 0 ° 以上の画角の軸外主光線を十分に集光する作用をもたせているために、第 2 レンズに主に軸外光線高を低く抑える作用をもたせることが可能となっている。そして、明るさ絞りの像を第 2 レンズによって第 2 レンズ付近に投影して、軸外主光線高を低く抑えている。

【 0 0 2 0 】

後群は、主に結像作用をもつ正の第 3 レンズと、主に色収差補正作用をもつ第 4 レンズとで構成している。明るさ絞りから離れた位置にある第 4 レンズを正レンズと負レンズが接合された接合レンズとすることにより、軸上色収差を補正することができるとともに、倍率の色収差も同時に補正することができる。

【 0 0 2 1 】

以上のような構成とした上で、本実施形態の対物レンズは、以下の条件式 (1) を満足することが必要である。

【 0 0 2 2 】

$$- 0 . 8 < f_F / f_R < - 0 . 3 \quad \cdots (1)$$

この条件式 (1) は、画角の確保およびバックフォーカスの確保に関するものであり、前群と後群の屈折力配分を規定した式である。すなわち、後群の焦点距離 f_R に対する前群の焦点距離 f_F の割合 f_F / f_R が下限値 $- 0 . 8$ 以下になると、画角の確保およびバックフォーカスの確保が困難となる。例えばバックフォーカスが不足すると、フィルタあるいはカバーガラス等の光学部材を第 4 レンズと像面との間に配置することができなくなる。一方、 f_F / f_R が上限値 $- 0 . 3$ 以上になると、画角の確保およびバックフォーカスの確保には有利であるが、後群を通る光線高が高くなって後群のレンズ径が増大してしまうことになり、小型化を図るためには好ましくない。従って、この条件式 (1) は、画角およびバックフォーカスを確保しながら、かつ後群の小型化を図るための条件式となっている。

【 0 0 2 3 】

また、本実施形態の対物レンズは、条件式 (1) に加えて、さらに好ましくは以下の条件式 (2) および (3) を満足すると良い。

【 0 0 2 4 】

$$- 1 . 5 < f_F / FL < - 0 . 5 \quad \cdots (2)$$

$$1 . 7 < Fb / FL < 3 . 5 \quad \cdots (3)$$

条件式(2)は、前群のレンズ外径に関連するものであり、前群の屈折力を規定している。全系の焦点距離FLに対する前群の焦点距離 f_F の割合 f_F/FL が下限値-1.5以下になると、前群を通る軸外光線高を低く抑えることが困難となり、小型化を実現することができない。一方、 f_F/FL が上限値-0.5以上になると、前群を通る軸外光線高を低く抑えることには有利であるが、収差を補正することが困難となる。すなわち、 f_F/FL が上限値-0.5以上になると、ペッツパール和が負の値となって像面がプラス側に倒れるために、好ましくない。

【0025】

条件式(3)は、条件式(1)で述べたバックフォーカスに関連するものであり、バックフォーカスに適切な範囲を直接規定したものである。全系の焦点距離FLに対する後側焦点位置Fbの割合 Fb/FL が下限値1.7以下になるとバックフォーカスが不足して、フィルタあるいはカバーガラス等の光学部材を配置するのに不利となる。一方、 Fb/FL が上限値3.5以上になるとバックフォーカスが過剰になり、全長が不要に長大化して好ましくない。

【0026】

そして、本実施形態の対物レンズは、条件式(1)～(3)に加えて、さらに好ましくは以下の条件式(4)～(6)を満足すると良い。

【0027】

$$-1.0 < r_{2a}/FL < -2.5 \quad \dots (4)$$

$$-0.5 < L_{\text{enp}}/FL < 0.3 \quad \dots (5)$$

$$d < 2.0 \quad \dots (6)$$

これらの内の条件式(4)、(5)は前群の小型化に関するものである。まず、条件式(4)は、第2レンズの物体側の面形状を規定している。全系の焦点距離FLに対する第2レンズの物体側の面の曲率半径 r_{2a} の割合 r_{2a}/FL が下限値-1.0以下になると、前群を通る軸外光線高を低く抑えることが困難となる。一方、 r_{2a}/FL が上限値-2.5以上になると、第2レンズの物体側の面の曲率半径が小さくなり、軸外光線が全反射し易くなり好ましくない。

【0028】

次に、条件式(5)は、最大画角での入射瞳位置を規定したものである。最大画角での入射瞳位置は第1レンズ近傍となることが望ましい。全系の焦点距離FLに対する最大画角での入射瞳位置 L_{enp} の割合 L_{enp}/FL が上限値0.3以上になると、前群を通る軸外光線が高くなり易い。一方、 L_{enp}/FL が下限値-0.5以下になると、第1レンズの物体側の凸形状が強くなるために、内視鏡の先端部分に配置するときに対物レンズの最も物体側の面の突出量が大きくなり、レンズ先端部が傷つき易くなってしまっ好ましくない。

【0029】

また、条件式(6)は、色収差の補正に関し、第4レンズ中の負レンズのアップベ数 d を規定したものである。本実施形態の対物レンズのように、明るさ絞りを挟んで負の屈折力をもつ前群と正の屈折力をもつ後群とを配置したレンズ構成であってかつ画角が大きい場合、倍率色収差の補正が特に重要である。そこで、明るさ絞りから離れた位置にある第4レンズを接合レンズとした上で、この第4レンズ中の負レンズをアップベ数が2.0未満のレンズとすると良い。

【0030】

なお、アップベ数が2.0未満の硝材としては、例えば以下のものが幾つかの例として挙げられる。

【0031】

(硝材例1)

硝材名：S-NPH2

アップベ数(d)：18.90

ガラスコード：923189

10

20

30

40

50

株式会社オハラ

(硝材例 2)

硝材名 : K - P S F n 2 1 4

アッペ数 (d) : 1 7 . 7 7

ガラスコード : 1 4 4 1 7 8

株式会社住田光学ガラス

硝材例 1 , 2 の両方とも、色分散が大きく、極めて色収差補正能力が大きい。このような硝材を第 4 レンズ中の負レンズに用いることにより、倍率の色収差を有効に補正することが可能となる。なお、上述した硝材例 1 , 2 に限らず、アッペ数 (d) が 2 0 未満の硝材を用いれば、色収差の補正に関して同様の効果を奏することができる。

10

【 0 0 3 2 】

さらに、本実施形態の対物レンズは、上述したような対物レンズが内視鏡に適用される内視鏡用対物レンズであって、画角 (2θ) が 180° 以上であることが好ましい。 180° を越える画角の内視鏡用対物レンズを使用することにより、従来に比べて広角な範囲を観察することができる。

【 0 0 3 3 】

また、本実施形態の対物レンズの結像面付近にフィールドレンズを配置しても良い。ここにフィールドレンズは、対物レンズの射出瞳位置を変換するものである。このフィールドレンズを設けることによって、撮像素子に入射する光線の角度を制御することができ、特に画面周辺において良好な角度制御を行うことができる。このフィールドレンズを正の屈折力をもったもの、あるいは負の屈折力をもったものの何れにするかは、必要に応じて適切に決定すれば良い。

20

【 0 0 3 4 】

なお、本実施形態の対物レンズにおける第 4 レンズは、物体側から順に正レンズ、負レンズの順に配置され接合されたものであると、倍率色収差を良好に補正することができることから好ましい。しかし、第 4 レンズは、物体側から順に負レンズ、正レンズの順に配置され接合されたものであっても構わない。

【 0 0 3 5 】

次に、図 1 から図 3 7 を参照して、本実施形態の対物レンズの第 1 ~ 1 4 実施例を説明する。

30

【 0 0 3 6 】

図 1 は、第 1 ~ 1 4 実施例の対物レンズの仕様および上述した条件式の要素値を示す図表である。

【 0 0 3 7 】

また、図 2 は、第 1 ~ 1 4 実施例の対物レンズの条件式の値を、各条件式に課された上限値および / または下限値と並べて示す図表である。この図表を見れば分かるように、第 1 ~ 1 1 , 1 4 実施例の対物レンズが、上述した条件式 (1) ~ (6) を満たしている。また、第 1 2 , 1 3 実施例の対物レンズも、条件式 (4) を除いた条件式 (1) ~ (3) , (5) , (6) を満たしている。

【 0 0 3 8 】

そして、第 1 ~ 1 4 実施例の対物レンズを含む光学系の光路に沿った構成を図 3 、図 5 、図 7 、図 9 、図 1 1 、図 1 3 、図 1 5 、図 1 7 、図 1 9 、図 2 2 、図 2 5 、図 2 8 、図 3 1 、図 3 4 にそれぞれ示す。ここに、これらの各図においては、光学系の光軸方向を z 方向、像高方向を y 方向としている。また、第 1 ~ 1 4 実施例の対物レンズの収差図を図 4 、図 6 、図 8 、図 1 0 、図 1 2 、図 1 4 、図 1 6 、図 1 8 、図 2 0 、図 2 3 、図 2 6 、図 2 9 、図 3 2 、図 3 5 にそれぞれ示す。さらに、第 9 ~ 1 3 実施例における対物レンズの第 1 レンズの像側面 (下記のように面番号 2) の非球面形状を図 2 1 、図 2 4 、図 2 7 、図 3 0 、図 3 3 に $S 2$ としてそれぞれ示す。

40

【 0 0 3 9 】

ここに、光路に沿った対物レンズを含む光学系の構成図中、符号 $L 1$ は第 1 レンズ、符

50

号 L 2 は第 2 レンズ、符号 A S は明るさ絞り、符号 L 3 は第 3 レンズ、符号 L 4 は第 4 レンズ（第 4 レンズ L 4 の物体側の正レンズが符号 L 4 A、第 4 レンズ L 4 の像側の負レンズが符号 L 4 B）、符号 O F はレーザーカットフィルタ、赤外カットフィルタ、光学的ローパスフィルタ等の光学フィルタを想定した光学部材、符号 C G は C C D カバーガラス、符号 S G は C C D チップ封止ガラスをそれぞれ示し、光軸方向を Z 軸、光軸からの高さ方向を Y 軸としている。さらに、符号 P R 0 0 は光軸を、符号 M R は軸上マージナル光線を、符号 P R 0 8 は像高比 0.8 の主光線を、符号 P R 1 0 は像高比 1 の主光線を、それぞれ示している。

【0040】

また、第 1 ~ 5, 8 ~ 14 実施例における光学面の面番号は、第 1 レンズ L 1 の物体側が 1、第 1 レンズ L 1 の像側が 2、第 2 レンズ L 2 の物体側が 3、第 2 レンズ L 2 の像側が 4、明るさ絞り A S が ST0（ここでは、面番号として「5」を記載する代わりに「ST0」を記載している）、第 3 レンズ L 3 の物体側が 6、第 3 レンズ L 3 の像側が 7、第 4 レンズ L 4 の物体側の正レンズ L 4 A の物体側が 8、第 4 レンズ L 4 の物体側の正レンズ L 4 A と像側の負レンズ L 4 B との接合面が 9、第 4 レンズ L 4 の像側の負レンズ L 4 B の像側が 10、光学部材 O F の物体側が 11、光学部材 O F の像側が 12、C C D カバーガラス C G の物体側が 13、C C D カバーガラス C G の像側が 14、C C D チップ封止ガラス S G の物体側が 15 となっている。そして、像面 I M G は、C C D チップ封止ガラス S G の物体側に位置している。

【0041】

また、第 6, 7 実施例においては、光学部材の配置が異なって第 2 レンズ L 2 と明るさ絞り A S との間となり、しかも第 1 の光学部材 O F 1 と第 2 の光学部材 O F 2 との 2 枚により構成されている。従って、第 2 レンズ L 2 までの光学面の面番号は第 1 ~ 5, 8 ~ 14 実施例と同様であるが、それよりも像側の面番号は、第 1 の光学部材 O F 1 の物体側が 5、第 1 の光学部材 O F 1 の像側が 6、第 2 の光学部材 O F 2 の物体側が 7、第 2 の光学部材 O F 2 の像側が 8、明るさ絞り A S が ST0、第 3 レンズ L 3 の物体側が 10、第 3 レンズ L 3 の像側が 11、第 4 レンズ L 4 の物体側の正レンズ L 4 A の物体側が 12、第 4 レンズ L 4 の物体側の正レンズ L 4 A と像側の負レンズ L 4 B との接合面が 13、第 4 レンズ L 4 の像側の負レンズ L 4 B の像側が 14、C C D カバーガラス C G の物体側が 15、C C D カバーガラス C G の像側が 16、C C D チップ封止ガラス S G の物体側が 17 となっている。そして、像面 I M G が C C D チップ封止ガラス S G の物体側に位置しているのは上述と同様である。

【0042】

さらに、各収差図には、g 線（波長 435.83 nm）、F 線（波長 486.13 nm）、C 線（波長 656.27 nm）、d 線（波長 587.56 nm）、メリジオナル線 M、サジタル線 S を示している。

【0043】

加えて、以下の各実施例に示す数値データ中、「INF」は無限大を表し、非球面（ASP）の面番号には記号 \$ を付している。なお、屈折率は、d 線（波長 587.56 nm）に対する値である。そして、OBJ は物体面を表し、IMG は上述したように像面である。そして、非球面の数値データ中、記号「RDY」は近軸曲率半径、記号「K」は円錐係数、記号「AC2」~「AC10」は次に示す非球面式における 2 次 ~ 10 次までの偶数次の非球面係数、記号「E」とそれに続く数字は 10 のべき乗をそれぞれ表している。

【0044】

（非球面式）

10

20

30

40

$$Z = \frac{\left(\frac{1}{RDY}\right) \times Y^2}{1 + \sqrt{1 - (K+1) \times \left(\frac{1}{RDY}\right)^2 \times Y^2}} + AC2 \times Y^2 + AC4 \times Y^4 + AC6 \times Y^6 + AC8 \times Y^8 + AC10 \times Y^{10}$$

ここに、この非球面式においても Y は光軸からの高さ、Z は非球面の光軸方向の座標を示している。ただし、この非球面式においてのみ、Z 軸の原点を Y = 0 となる位置に設定している。

【第 1 実施例】

10

【0045】

図 3 は第 1 実施例の対物レンズを含む光学系の光路に沿った構成を示す図、図 4 は第 1 実施例の対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差を示す図である。

【0046】

第 1 実施例の対物レンズは、図 3 に示すように、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの第 1 レンズ L 1、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズの第 2 レンズ L 2、明るさ絞り A S、像側に凸面を向けた平凸レンズ（正レンズ）の第 3 レンズ L 3、正レンズである両凸レンズ L 4 A と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 4 B とを接合した第 4 レンズ L 4 から構成されている。第 4 レンズ L 4 中の負レンズ L 4 B は硝材 S - N P H 2 により形成され、アッペ数（d）は 18.90 である。そして、

20

【0047】

第 4 レンズ L 4 の像側には、物体側から順に、上述した光学部材 O F、C C D カバーガラス C G、C C D チップ封止ガラス S G が配置されている。

【0048】

図 3 には光線として、光軸 P R 0 0、軸上マージナル光線 M R、最大画角 192.2° で像高比 1（像高で 1.296）に結像する主光線 P R 1 0、像高比 0.8（像高で 1.296 × 0.8）に結像する主光線 P R 0 8 を示している。

【0049】

30

また、球面収差、非点収差、倍率色収差は、図 4 に示すようになっている。

【0050】

この第 1 実施例の光学系の数値データは、以下に示す通りである。

【0051】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数 d
OBJ	INF	INF	1.	
1	5.1465	0.4812	1.88300	40.76
2	1.0567	0.5919	1.	
3	-4.0762	1.3950	1.88300	40.76
4	-29.7830	0.0192	1.	
STO	INF	0.0290	1.	
6	INF	2.4069	1.88300	40.76
7	-1.9029	0.0962	1.	
8	4.0188	1.2696	1.72916	54.68
9	-1.6134	0.3850	1.92286	18.90
10	-17.7120	0.1251	1.	
11	INF	0.5775	1.51800	75.00
12	INF	0.3068	1.	
13	INF	0.9625	1.51633	64.14
14	INF	0.0096	1.51000	64.10

40

50

15 INF 0.9625 1.61061 50.20
 IMG INF 0.

【第2実施例】

【0052】

図5は第2実施例の対物レンズを含む光学系の光路に沿った構成を示す図、図6は第2実施例の対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差を示す図である。

【0053】

第2実施例の対物レンズは、図5に示すように、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの第1レンズL1、物体側に凹面を向けた平凹レンズ（負レンズ）の第2レンズL2、明るさ絞りAS、像側に凸面を向けた平凸レンズ（正レンズ）の第3レンズL3、正レンズである両凸レンズL4Aと物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL4Bとを接合した第4レンズL4から構成されている。第4レンズL4中の負レンズL4Bは硝材S-NPH2により形成され、アッペ数（ d ）は18.90である。そして、レンズL1、L2が負の屈折力をもつ前群を構成し、レンズL3、L4が正の屈折力をもつ後群を構成している。

10

【0054】

第4レンズL4の像側には、物体側から順に、上述した光学部材OF、CCDカバーガラスCG、CCDチップ封止ガラスSGが配置されている。

【0055】

図5には光線として、光軸PRO0、軸上マージナル光線MR、最大画角195.7°で像高比1（像高で1.321）に結像する主光線PR10、像高比0.8（像高で1.321×0.8）に結像する主光線PRO8を示している。

20

【0056】

また、球面収差、非点収差、倍率色収差は、図6に示すようになっている。

【0057】

この第2実施例の光学系の数値データは、以下に示す通りである。

【0058】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数 d
OBJ	INF	INF	1.	
1	4.4620	0.4909	2.17840	33.00
2	1.1005	0.4557	1.	
3	-4.8533	1.4304	1.88300	40.76
4	INF	0.0196	1.	
STO	INF	0.0295	1.	
6	INF	2.5538	1.88300	40.76
7	-1.9332	0.0982	1.	
8	3.9915	1.3346	1.72916	54.68
9	-1.6141	0.3927	1.92286	18.90
10	-19.1193	0.1276	1.	
11	INF	0.5891	1.51800	75.00
12	INF	0.4610	1.	
13	INF	0.9818	1.51633	64.14
14	INF	0.0098	1.51000	64.10
15	INF	0.9818	1.61061	50.20
IMG	INF	0.		

30

40

【第3実施例】

【0059】

図7は第3実施例の対物レンズを含む光学系の光路に沿った構成を示す図、図8は第3実施例の対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差を示す図である。

【0060】

50

第3実施例の対物レンズは、図7に示すように、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの第1レンズL1、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズの第2レンズL2、明るさ絞りAS、像側に凸面を向けた平凸レンズ（正レンズ）の第3レンズL3、正レンズである両凸レンズL4Aと物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL4Bとを接合した第4レンズL4から構成されている。これらの内の第1レンズL1は、像側面が非球面となっていて、その非球面形状は光軸から離れるにつれて負の屈折力が弱くなる形状である。また、第4レンズL4中の負レンズL4Bは硝材S-NPH2により形成され、アッベ数（ d ）は18.90である。そして、レンズL1、L2が負の屈折力をもつ前群を構成し、レンズL3、L4が正の屈折力をもつ後群を構成している。

【0061】

第4レンズL4の像側には、物体側から順に、上述した光学部材OF、CCDカバーガラスCG、CCDチップ封止ガラスSGが配置されている。

【0062】

図7には光線として、光軸PROO、軸上マージナル光線MR、最大画角191.8°で像高比1（像高で1.317）に結像する主光線PR10、像高比0.8（像高で1.317×0.8）に結像する主光線PRO8を示している。

【0063】

また、球面収差、非点収差、倍率色収差は、図8に示すようになっている。

【0064】

この第3実施例の光学系の数値データは、以下に示す通りである。

【0065】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッベ数	d
OBJ	INF	INF	1.		
1	4.3298	0.4891	1.88300	40.76	
2\$	0.8108	0.5625	1.		
3	-3.6006	1.1202	1.88300	40.76	
4	-4.2697	0.0196	1.		
STO	INF	0.0276	1.		
6	INF	2.5704	1.88300	40.76	
7	-2.1856	0.0978	1.		
8	3.9565	1.3123	1.72916	54.68	
9	-1.6309	0.3913	1.92286	18.90	
10	-11.9682	0.1272	1.		
11	INF	0.5869	1.51800	75.00	
12	INF	0.3157	1.		
13	INF	0.9782	1.51633	64.14	
14	INF	0.0098	1.51000	64.10	
15	INF	0.9782	1.61061	50.20	
IMG	INF	0.			

S2	ASP	RDY	K			
		0.8108	0.1546			
		AC2	AC4	AC6	AC8	AC10
		0.0000E+00	-4.2044E-02	-3.0553E-02	0.0000E+00	0.0000E+00

【第4実施例】

【0066】

図9は第4実施例の対物レンズを含む光学系の光路に沿った構成を示す図、図10は第4実施例の対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差を示す図である。

【0067】

第4実施例の対物レンズは、図9に示すように、物体側から順に、物体側に凸面を向け

た負メニスカスレンズの第 1 レンズ L 1、物体側に凹面を向けた平凹レンズ（負レンズ）の第 2 レンズ L 2、明るさ絞り A S、像側に凸面を向けた平凸レンズ（正レンズ）の第 3 レンズ L 3、正レンズである両凸レンズ L 4 A と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 4 B とを接合した第 4 レンズ L 4 から構成されている。これらの内の第 1 レンズ L 1 は、像側面が非球面となっていて、その非球面形状は光軸から離れるにつれて負の屈折力が弱くなる形状である。また、第 4 レンズ L 4 中の負レンズ L 4 B は硝材 K - P S F n 2 1 4 により形成され、アッベ数（ d ）は 17.77 である。そして、レンズ L 1、L 2 が負の屈折力をもつ前群を構成し、レンズ L 3、L 4 が正の屈折力をもつ後群を構成している。

【0068】

第 4 レンズ L 4 の像側には、物体側から順に、上述した光学部材 O F、C C D カバーガラス C G、C C D チップ封止ガラス S G が配置されている。

【0069】

図 9 には光線として、光軸 P R 0 0、軸上マージナル光線 M R、最大画角 194.4° で像高比 1（像高で 1.305）に結像する主光線 P R 1 0、像高比 0.8（像高で 1.305 × 0.8）に結像する主光線 P R 0 8 を示している。

【0070】

また、球面収差、非点収差、倍率色収差は、図 10 に示すようになっている。

【0071】

この第 4 実施例の光学系の数値データは、以下に示す通りである。

【0072】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッベ数 d
OBJ	INF	INF	1.	
1	3.7076	0.4849	2.17840	33.00
2\$	0.8833	0.4369	1.	
3	-6.4963	0.9812	1.88300	40.76
4	INF	0.0194	1.	
STO	INF	0.0291	1.	
6	INF	2.2415	1.88300	40.76
7	-1.7530	0.0970	1.	
8	2.8729	1.2611	1.72916	54.68
9	-1.8226	0.3879	2.14352	17.77
10	-16.5518	0.1261	1.	
11	INF	0.5819	1.51800	75.00
12	INF	0.3133	1.	
13	INF	0.9698	1.51633	64.14
14	INF	0.0097	1.51000	64.10
15	INF	0.9698	1.61061	50.20
IMG	INF	0.		

S2	ASP	RDY	K		
		0.8833	0.2076		
		AC2	AC4	AC6	AC8
		0.0000E+00	-2.6023E-02	-1.6619E-02	0.0000E+00
					AC10
					0.0000E+00

【第 5 実施例】

【0073】

図 11 は第 5 実施例の対物レンズを含む光学系の光路に沿った構成を示す図、図 12 は第 5 実施例の対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差を示す図である。

【0074】

第 5 実施例の対物レンズは、図 11 に示すように、物体側から順に、物体側に凸面を向

けた負メニスカスレンズの第1レンズL1、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズの第2レンズL2、明るさ絞りAS、両凸レンズ（正レンズ）の第3レンズL3、正レンズである両凸レンズL4Aと物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL4Bとを接合した第4レンズL4から構成されている。第4レンズL4中の負レンズL4Bは硝材K-PSFn214により形成され、アッペ数（d）は17.77である。そして、レンズL1、L2が負の屈折力をもつ前群を構成し、レンズL3、L4が正の屈折力をもつ後群を構成している。

【0075】

第4レンズL4の像側には、物体側から順に、上述した光学部材OF、CCDカバーガラスCG、CCDチップ封止ガラスSGが配置されている。

10

【0076】

図11には光線として、光軸PRO0、軸上マージナル光線MR、最大画角195.7°で像高比1（像高で1.339）に結像する主光線PR10、像高比0.8（像高で1.339×0.8）に結像する主光線PRO8を示している。

【0077】

また、球面収差、非点収差、倍率色収差は、図12に示すようになっている。

【0078】

この第5実施例の光学系の数値データは、以下に示す通りである。

【0079】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数 d
OBJ	INF	INF	1.	
1	4.2090	0.4976	2.17840	33.00
2	0.9136	0.4904	1.	
3	-3.1778	1.2243	1.88300	40.76
4	-17.2835	0.0199	1.	
STO	INF	0.0299	1.	
6	3.8124	2.7742	1.88300	40.76
7	-2.3793	0.0995	1.	
8	3.3845	1.3553	1.72916	54.68
9	-1.6841	0.3981	2.14352	17.77
10	-7.9766	0.1294	1.	
11	INF	0.5971	1.51800	75.00
12	INF	0.3177	1.	
13	INF	0.9951	1.51633	64.14
14	INF	0.0100	1.51000	64.10
15	INF	0.9951	1.61061	50.20
IMG	INF	0.		

20

30

【第6実施例】

【0080】

図13は第6実施例の対物レンズを含む光学系の光路に沿った構成を示す図、図14は第6実施例の対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差を示す図である。

40

【0081】

第6実施例の対物レンズは、図13に示すように、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの第1レンズL1、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズの第2レンズL2、明るさ絞りAS、両凸レンズ（正レンズ）の第3レンズL3、正レンズである両凸レンズL4Aと物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL4Bとを接合した第4レンズL4から構成されている。第4レンズL4中の負レンズL4Bは硝材K-PSFn214により形成され、アッペ数（d）は17.77である。そして、レンズL1、L2が負の屈折力をもつ前群を構成し、レンズL3、L4が正の屈折力をもつ後群を構成している。

50

【 0 0 8 2 】

また、この第 6 実施例における光学部材（レーザーカットフィルタ、赤外カットフィルタ、光学的ローパスフィルタ等）は、第 2 レンズ L 2 と明るさ絞り A S との間に配置されていて、物体側から順に、第 1 の光学部材 O F 1、第 2 の光学部材 O F 2 となっている。そして、第 4 レンズ L 4 の像側には、物体側から順に、C C D カバーガラス C G、C C D チップ封止ガラス S G が配置されている。

【 0 0 8 3 】

図 1 3 には光線として、光軸 P R 0 0、軸上マージナル光線 M R、最大画角 1 9 3 . 8 ° で像高比 1（像高で 1 . 3 3 0）に結像する主光線 P R 1 0、像高比 0 . 8（像高で 1 . 3 3 0 × 0 . 8）に結像する主光線 P R 0 8 を示している。

10

【 0 0 8 4 】

また、球面収差、非点収差、倍率色収差は、図 1 4 に示すようになっている。

【 0 0 8 5 】

この第 6 実施例の光学系の数値データは、以下に示す通りである。

【 0 0 8 6 】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッベ数 d
OBJ	INF	INF	1.	
1	4.4383	0.4939	2.17840	33.00
2	0.9162	0.4882	1.	
3	-3.3981	0.3952	1.88300	40.76
4	-7.4622	0.0296	1.	
5	INF	0.3062	1.51400	75.00
6	INF	0.0296	1.	
7	INF	0.3062	1.52287	59.89
8	INF	0.	1.	
STO	INF	0.0296	1.	
10	5.5964	2.6884	1.88300	40.76
11	-2.1240	0.0988	1.	
12	3.0670	1.3467	1.72916	54.68
13	-1.7176	0.3952	2.14352	17.77
14	-16.8211	0.7330	1.	
15	INF	0.9879	1.51633	64.14
16	INF	0.0099	1.51000	64.10
17	INF	0.9879	1.61061	50.20
IMG	INF	0.		

20

30

【 第 7 実施例 】

【 0 0 8 7 】

図 1 5 は第 7 実施例の対物レンズを含む光学系の光路に沿った構成を示す図、図 1 6 は第 7 実施例の対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差を示す図である。

【 0 0 8 8 】

第 7 実施例の対物レンズは、図 1 5 に示すように、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの第 1 レンズ L 1、両凹レンズ（負レンズ）の第 2 レンズ L 2、明るさ絞り A S、両凸レンズ（正レンズ）の第 3 レンズ L 3、正レンズである両凸レンズ L 4 A と負レンズである両凹レンズ L 4 B とを接合した第 4 レンズ L 4 から構成されている。第 4 レンズ L 4 中の負レンズ L 4 B は硝材 K - P S F n 2 1 4 により形成され、アッベ数（ d）は 1 7 . 7 7 である。そして、レンズ L 1、L 2 が負の屈折力をもつ前群を構成し、レンズ L 3、L 4 が正の屈折力をもつ後群を構成している。

40

【 0 0 8 9 】

また、この第 7 実施例における光学部材（レーザーカットフィルタ、赤外カットフィルタ、光学的ローパスフィルタ等）は、第 2 レンズ L 2 と明るさ絞り A S との間に配置され

50

ていて、物体側から順に、第 1 の光学部材 O F 1、第 2 の光学部材 O F 2 となっている。そして、第 4 レンズ L 4 の像側には、物体側から順に、C C D カバーガラス C G、C C D チップ封止ガラス S G が配置されている。

【 0 0 9 0 】

図 1 5 には光線として、光軸 P R 0 0、軸上マージナル光線 M R、最大画角 2 1 1 . 2 ° で像高比 1 (像高で 1 . 4 6 9) に結像する主光線 P R 1 0、像高比 0 . 8 (像高で 1 . 4 6 9 × 0 . 8) に結像する主光線 P R 0 8 を示している。

【 0 0 9 1 】

また、球面収差、非点収差、倍率色収差は、図 1 6 に示すようになっている。

【 0 0 9 2 】

この第 7 実施例の光学系の数値データは、以下に示す通りである。

【 0 0 9 3 】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数 d
OBJ	INF	INF	1.	
1	4.1535	0.5458	2.17840	33.00
2	1.0714	0.8439	1.	
3	-4.5738	0.4367	1.88300	40.76
4	69.2005	0.0328	1.	
5	INF	0.3384	1.51400	75.00
6	INF	0.0328	1.	
7	INF	0.3384	1.52287	59.89
8	INF	0.	1.	
STO	INF	0.0328	1.	
10	11.7978	2.8645	1.88300	40.76
11	-2.1107	0.1092	1.	
12	2.8808	1.5236	1.72916	54.68
13	-1.9423	0.4367	2.14352	17.77
14	20.1858	0.6054	1.	
15	INF	1.0917	1.51633	64.14
16	INF	0.0109	1.51000	64.10
17	INF	1.0917	1.61061	50.20
IMG	INF	0.		

【 第 8 実施例 】

【 0 0 9 4 】

図 1 7 は第 8 実施例の対物レンズを含む光学系の光路に沿った構成を示す図、図 1 8 は第 8 実施例の対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差を示す図である。

【 0 0 9 5 】

第 8 実施例の対物レンズは、図 1 7 に示すように、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの第 1 レンズ L 1、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズの第 2 レンズ L 2、明るさ絞り A S、両凸レンズ (正レンズ) の第 3 レンズ L 3、正レンズである両凸レンズ L 4 A と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 4 B とを接合した第 4 レンズ L 4 から構成されている。これらの内の第 1 レンズ L 1 は、像側面が非球面となっていて、その非球面形状は光軸から離れるにつれて負の屈折力が弱くなる形状である。また、第 4 レンズ L 4 中の負レンズ L 4 B は硝材 K - P S F n 2 1 4 により形成され、アッペ数 (d) は 1 7 . 7 7 である。そして、レンズ L 1、L 2 が負の屈折力をもつ前群を構成し、レンズ L 3、L 4 が正の屈折力をもつ後群を構成している。

【 0 0 9 6 】

第 4 レンズ L 4 の像側には、物体側から順に、上述した光学部材 O F、C C D カバーガラス C G、C C D チップ封止ガラス S G が配置されている。

【 0 0 9 7 】

10

20

30

40

50

図 17 には光線として、光軸 P R 0 0、軸上マージナル光線 M R、最大画角 2 0 9 . 6 ° で像高比 1 (像高で 1 . 4 8 2) に結像する主光線 P R 1 0、像高比 0 . 8 (像高で 1 . 4 8 2 × 0 . 8) に結像する主光線 P R 0 8 を示している。

【 0 0 9 8 】

また、球面収差、非点収差、倍率色収差は、図 18 に示すようになっている。

【 0 0 9 9 】

この第 8 実施例の光学系の数値データは、以下に示す通りである。

【 0 1 0 0 】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数 d	
OBJ	INF	INF	1.		10
1	4.6641	0.5506	1.88300	40.76	
2\$	0.8911	0.9648	1.		
3	-2.6962	1.0823	1.88300	40.76	
4	-39.3243	0.0220	1.		
STO	INF	0.1071	1.		
6	4.0415	2.7762	1.88300	40.76	
7	-2.7045	0.1101	1.		
8	3.5956	1.5016	1.72916	54.68	
9	-1.8683	0.4405	2.14352	17.77	
10	-7.6667	0.1432	1.		20
11	INF	0.6608	1.51800	75.00	
12	INF	0.3409	1.		
13	INF	1.1013	1.51633	64.14	
14	INF	0.0110	1.51000	64.10	
15	INF	1.1013	1.61061	50.20	
IMG	INF	0.			
S2	ASP	RDY	K		
		0.8911	-0.1465		
		AC2	AC4	AC6	AC8
		0.0000E+00	-9.6839E-03	2.3249E-02	0.0000E+00
					AC10
					0.0000E+00

【 第 9 実施例 】

【 0 1 0 1 】

図 19 は第 9 実施例の対物レンズを含む光学系の光路に沿った構成を示す図、図 20 は第 9 実施例の対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差を示す図、図 21 は第 1 レンズの像側面の非球面形状を示す線図である。

【 0 1 0 2 】

第 9 実施例の対物レンズは、図 19 に示すように、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの第 1 レンズ L 1、物体側に凹面を向けた平凹レンズ (負レンズ) の第 2 レンズ L 2、明るさ絞り A S、像側に凸面を向けた平凸レンズ (正レンズ) の第 3 レンズ L 3、正レンズである両凸レンズ L 4 A と物体側に凹面を向けた負レンズである平凹レンズ L 4 B とを接合した第 4 レンズ L 4 から構成されている。第 4 レンズ L 4 中の負レンズ L 4 B は、アッペ数 (d) が 1 8 . 9 0 である。そして、レンズ L 1、L 2 が負の屈折力をもつ前群を構成し、レンズ L 3、L 4 が正の屈折力をもつ後群を構成している。

【 0 1 0 3 】

この第 9 実施例の対物レンズにおける非球面は、第 1 レンズ L 1 の像側の面 2 の 1 面のみである。より詳しくは、第 1 レンズ L 1 の像側の面 2 (図 21 中で符号 S 2 により示す) は、基準球面 S P との対比図である図 21 に示すように、光軸から離れるにつれて負の屈折力が弱くなる形状の非球面である。

【 0 1 0 4 】

第 4 レンズ L 4 の像側には、物体側から順に、上述した光学部材 O F、C C D カバーガラス C G、C C D チップ封止ガラス S G が配置されている。

【 0 1 0 5 】

図 1 9 には光線として、光軸 P R 0 0、軸上マージナル光線 M R、最大画角 2 2 3 . 3 ° で像高比 1 (像高で 1 . 6 5 5) に結像する主光線 P R 1 0、像高比 0 . 8 (像高で 1 . 6 5 5 × 0 . 8) に結像する主光線 P R 0 8 を示している。

【 0 1 0 6 】

また、球面収差、非点収差、倍率色収差は、図 2 0 に示すようになっている。

【 0 1 0 7 】

この第 9 実施例の光学系の数値データは、以下に示す通りである。

【 0 1 0 8 】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数 d
OBJ	INF	INF	1.	
1	5.0824	0.6147	1.88300	40.76
2\$	1.1040	1.2751	1.	
3	-3.4470	1.4429	1.88300	40.76
4	INF	0.0246	1.	
STO	INF	0.0431	1.	
6	INF	3.0753	1.88300	40.76
7	-2.2633	0.1229	1.	
8	4.5840	1.6474	1.72916	54.68
9	-2.0610	0.4918	1.92286	18.90
10	INF	0.1598	1.	
11	INF	0.7377	1.51800	75.00
12	INF	0.4091	1.	
13	INF	1.2294	1.51633	64.14
14	INF	0.0123	1.51000	64.10
15	INF	1.2294	1.61061	50.20
IMG	INF	0.		

10

20

30

S2	ASP	RDY	K			
		1.1040	-0.2300			
		AC2	AC4	AC6	AC8	AC10
		0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

【 第 1 0 実施例 】

【 0 1 0 9 】

図 2 2 は第 1 0 実施例の対物レンズを含む光学系の光路に沿った構成を示す図、図 2 3 は第 1 0 実施例の対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差を示す図、図 2 4 は第 1 レンズの像側面の非球面形状を示す線図である。

40

【 0 1 1 0 】

第 1 0 実施例の対物レンズは、図 2 2 に示すように、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの第 1 レンズ L 1、物体側に凹面を向けた平凹レンズ (負レンズ) の第 2 レンズ L 2、明るさ絞り A S、像側に凸面を向けた平凸レンズ (正レンズ) の第 3 レンズ L 3、正レンズである両凸レンズ L 4 A と物体側に凹面を向けた負レンズである平凹レンズ L 4 B とを接合した第 4 レンズ L 4 から構成されている。第 4 レンズ L 4 中の負レンズ L 4 B は、アッペ数 (d) が 1 8 . 9 0 である。そして、レンズ L 1、L 2 が負の屈折力をもつ前群を構成し、レンズ L 3、L 4 が正の屈折力をもつ後群を構成している。

【 0 1 1 1 】

50

この第10実施例の対物レンズにおける非球面は、第1レンズL1の物体側の面1、第1レンズL1の像側の面2の2面である。第1レンズL1の像側の面2（図24中で符号S2により示す）は、基準球面SPとの対比図である図24に示すように、光軸から離れるにつれて負の屈折力が弱くなる形状の非球面である。

【0112】

第4レンズL4の像側には、物体側から順に、上述した光学部材OF、CCDカバーガラスCG、CCDチップ封止ガラスSGが配置されている。

【0113】

図22には光線として、光軸PR00、軸上マージナル光線MR、最大画角で像高比1（像高で1.624）に結像する主光線PR10、像高比0.8（像高で1.624×0.8）に結像する主光線PR08を示している。

10

【0114】

また、球面収差、非点収差、倍率色収差は、図23に示すようになっている。

【0115】

この第10実施例の光学系の数値データは、以下に示す通りである。

【0116】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数	d
OBJ	INF	INF	1.		
1\$	4.7434	0.6033	1.88300	40.76	
2\$	1.0609	1.1593	1.		
3	-2.9850	1.3002	1.88300	40.76	
4	INF	0.0241	1.		
STO	INF	0.0562	1.		
6	INF	2.8387	1.88300	40.76	
7	-2.1613	0.1207	1.		
8	4.3297	1.6284	1.72916	54.68	
9	-2.0344	0.4827	1.92286	18.90	
10	INF	0.0535	1.		
11	INF	0.5349	1.51800	75.01	
12	INF	0.8311	1.		
13	INF	1.3372	1.51633	64.14	
14	INF	0.0178	1.51000	63.01	
15	INF	0.7132	1.61061	50.20	
IMG	INF	0.			

20

30

S1	ASP	RDY	K			
		4.7434	-6.0989			
		AC2	AC4	AC6	AC8	AC10
		0.0000E+00	1.1705E-02	-1.4349E-03	8.7443E-05	0.0000E+00
S2	ASP	RDY	K			
		1.0609	-0.9713			
		AC2	AC4	AC6	AC8	AC10
		0.0000E+00	9.3600E-02	1.8642E-02	6.8257E-02	0.0000E+00

40

【第11実施例】

【0117】

図25は第11実施例の対物レンズを含む光学系の光路に沿った構成を示す図、図26は第11実施例の対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差を示す図、図27は第1レンズの像側面の非球面形状を示す線図である。

【0118】

50

第 1 1 実施例の対物レンズは、図 2 5 に示すように、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの第 1 レンズ L 1、両凹レンズ（すなわち、物体側に凹面を向けた負レンズでもある）の第 2 レンズ L 2、明るさ絞り A S、両凸レンズ（正レンズ）の第 3 レンズ L 3、正レンズである両凸レンズ L 4 A と像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 4 B とを接合した第 4 レンズ L 4 から構成されている。第 4 レンズ L 4 中の負レンズ L 4 B は、アッペ数（ d ）が 1 8 . 9 0 である。そして、レンズ L 1 , L 2 が負の屈折力をもつ前群を構成し、レンズ L 3 , L 4 が正の屈折力をもつ後群を構成している。

【 0 1 1 9 】

この第 1 1 実施例の対物レンズにおける非球面は、第 1 レンズ L 1 の像側の面 2 の 1 面のみである。第 1 レンズ L 1 の像側の面 2（図 2 7 中で符号 S 2 により示す）は、基準球面 S P との対比図である図 2 7 に示すように、光軸から離れるにつれて負の屈折力が弱くなる形状の非球面である。

【 0 1 2 0 】

第 4 レンズ L 4 の像側には、物体側から順に、上述した光学部材 O F、C C D カバーガラス C G、C C D チップ封止ガラス S G が配置されている。

【 0 1 2 1 】

図 2 5 には光線として、光軸 P R 0 0、軸上マージナル光線 M R、最大画角で像高比 1（像高で 1 . 6 9 6）に結像する主光線 P R 1 0、像高比 0 . 8（像高で 1 . 6 9 6 × 0 . 8）に結像する主光線 P R 0 8 を示している。

【 0 1 2 2 】

また、球面収差、非点収差、倍率色収差は、図 2 6 に示すようになっている。

【 0 1 2 3 】

この第 1 1 実施例の光学系の数値データは、以下に示す通りである。

【 0 1 2 4 】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数 d
OBJ	INF	INF	1.	
1	4.4007	0.6300	1.88300	40.76
2\$	1.1182	1.0858	1.	
3	-5.3310	2.2932	1.88300	40.76
4	4.3741	0.2532	1.	
STO	INF	0.0738	1.	
6	4.8829	3.3994	1.88300	40.76
7	-2.8751	0.1260	1.	
8	4.8246	1.8648	1.72916	54.68
9	-1.9824	0.5040	1.92286	18.90
10	-24.3537	0.1638	1.	
11	INF	0.7560	1.51800	75.00
12	INF	0.4063	1.	
13	INF	1.2600	1.51633	64.14
14	INF	0.0126	1.51000	64.10
15	INF	1.2600	1.61061	50.20
IMG	INF	0.		

S2	ASP	RDY	K			
		1.1182	-0.1045			
		AC2	AC4	AC6	AC8	AC10
		0.0000E+00	-6.8198E-03	-8.1051E-03	0.0000E+00	0.0000E+00

【 第 1 2 実施例 】

【 0 1 2 5 】

図 2 8 は第 1 2 実施例の対物レンズを含む光学系の光路に沿った構成を示す図、図 2 9

は第 1 2 実施例の対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差を示す図、図 3 0 は第 1 レンズの像側面の非球面形状を示す線図である。

【 0 1 2 6 】

第 1 2 実施例の対物レンズは、図 2 8 に示すように、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの第 1 レンズ L 1、物体側に凹面を向け像側に凸面を向けた負メニスカスレンズの第 2 レンズ L 2、明るさ絞り A S、像側に凸面を向けた平凸レンズ（正レンズ）の第 3 レンズ L 3、正レンズである両凸レンズ L 4 A と像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 4 B とを接合した第 4 レンズ L 4 から構成されている。第 4 レンズ L 4 中の負レンズ L 4 B は、アッペ数（ d ）が 1 7 . 7 7 である。そして、レンズ L 1 , L 2 が負の屈折力をもつ前群を構成し、レンズ L 3 , L 4 が正の屈折力をもつ後群を構成している。

10

【 0 1 2 7 】

この第 1 2 実施例の対物レンズにおける非球面は、第 1 レンズ L 1 の像側の面 2、第 2 レンズ L 2 の物体側の面 3 の 2 面である。第 1 レンズ L 1 の像側の面 2（図 3 0 中で符号 S 2 により示す）は、基準球面 S P との対比図である図 3 0 に示すように、光軸から離れるにつれて負の屈折力が弱くなる形状の非球面である。

【 0 1 2 8 】

第 4 レンズ L 4 の像側には、物体側から順に、上述した光学部材 O F、C C D カバーガラス C G、C C D チップ封止ガラス S G が配置されている。

【 0 1 2 9 】

20

図 2 8 には光線として、光軸 P R 0 0、軸上マージナル光線 M R、最大画角で像高比 1（像高で 1 . 5 8 8）に結像する主光線 P R 1 0、像高比 0 . 8（像高で 1 . 5 8 8 × 0 . 8）に結像する主光線 P R 0 8 を示している。

【 0 1 3 0 】

また、球面収差、非点収差、倍率色収差は、図 2 9 に示すようになっている。

【 0 1 3 1 】

この第 1 2 実施例の光学系の数値データは、以下に示す通りである。

【 0 1 3 2 】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数 d
OBJ	INF	INF	1.	
1	4.6117	0.5899	1.88300	40.76
2\$	1.1255	1.2292	1.	
3\$	-2.0754	1.0722	1.88300	40.76
4	-8.1940	0.0214	1.	
STO	INF	0.0249	1.	
6	INF	2.9599	1.88300	40.76
7	-2.0723	0.1180	1.	
8	4.3612	1.4876	1.72916	54.68
9	-2.1221	0.4719	2.14352	17.77
10	-13.9888	0.1534	1.	
11	INF	0.7079	1.51800	75.00
12	INF	0.3736	1.	
13	INF	1.1799	1.51633	64.14
14	INF	0.0118	1.51000	64.10
15	INF	1.1799	1.61061	50.20
IMG	INF	0.		

30

40

S2	ASP	RDY	K
		1.1255	-2.3547
		AC2	AC4

AC6

AC8

AC10

50

		0.0000E+00	1.8660E-01	-5.9059E-02	8.0699E-02	0.0000E+00
S3	ASP	RDY	K			
		-2.0754	0.			
		AC2	AC4	AC6	AC8	AC10
		0.0000E+00	5.5727E-02	8.2060E-03	0.0000E+00	0.0000E+00

【第 1 3 実施例】

【0 1 3 3】

図 3 1 は第 1 3 実施例の対物レンズを含む光学系の光路に沿った構成を示す図、図 3 2 は第 1 3 実施例の対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差を示す図、図 3 3 は第 1 レンズの像側面の非球面形状を示す線図である。

【0 1 3 4】

第 1 3 実施例の対物レンズは、図 3 1 に示すように、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの第 1 レンズ L 1、物体側に凹面を向け像側に凸面を向けた負メニスカスレンズの第 2 レンズ L 2、明るさ絞り A S、両凸レンズ（正レンズ）の第 3 レンズ L 3、正レンズである両凸レンズ L 4 A と像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 4 B とを接合した第 4 レンズ L 4 から構成されている。第 4 レンズ L 4 中の負レンズ L 4 B は、アッペ数（ d ）が 17.77 である。そして、レンズ L 1、L 2 が負の屈折力をもつ前群を構成し、レンズ L 3、L 4 が正の屈折力をもつ後群を構成している。

【0 1 3 5】

この第 1 3 実施例の対物レンズにおける非球面は、第 1 レンズ L 1 の像側の面 2、負メニスカスレンズ L 4 B の像側の面 10 の 2 面である。第 1 レンズ L 1 の像側の面 2（図 3 3 中で符号 S 2 により示す）は、基準球面 S P との対比図である図 3 3 に示すように、光軸から離れるにつれて負の屈折力が弱くなる形状の非球面である。

【0 1 3 6】

第 4 レンズ L 4 の像側には、物体側から順に、上述した光学部材 O F、C C D カバーガラス C G、C C D チップ封止ガラス S G が配置されている。

【0 1 3 7】

図 3 1 には光線として、光軸 P R 0 0、軸上マージナル光線 M R、最大画角で像高比 1（像高で 1.569）に結像する主光線 P R 1 0、像高比 0.8（像高で 1.569×0.8 ）に結像する主光線 P R 0 8 を示している。

【0 1 3 8】

また、球面収差、非点収差、倍率色収差は、図 3 2 に示すようになっている。

【0 1 3 9】

この第 1 3 実施例の光学系の数値データは、以下に示す通りである。

【0 1 4 0】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数 d
OBJ	INF	INF	1.	
1	4.6507	0.5827	1.88300	40.76
2\$	0.9898	1.2497	1.	
3	-2.0555	0.8646	1.88300	40.76
4	-36.6954	0.0236	1.	
STO	INF	0.0238	1.	
6	5.4583	2.7623	1.88300	40.76
7	-2.3557	0.1165	1.	
8	3.7377	1.6249	1.72916	54.68
9	-1.9660	0.4661	2.14352	17.77
10\$	-8.9159	0.1515	1.	
11	INF	0.6992	1.51800	75.00
12	INF	0.3711	1.	

13	INF	1.1653	1.51633	64.14
14	INF	0.0117	1.51000	64.10
15	INF	1.1653	1.61061	50.20
IMG	INF	0.		

S2	ASP	RDY	K					
		0.9898	-0.9203					
		AC2	AC4	AC6	AC8	AC10		
		0.0000E+00	7.5227E-02	7.5287E-03	9.7190E-02	0.0000E+00		

10

S10	ASP	RDY	K					
		-8.9159	0.					
		AC2	AC4	AC6	AC8	AC10		
		0.0000E+00	-9.3580E-04	-9.3712E-04	0.0000E+00	0.0000E+00		

【第 1 4 実施例】

【0 1 4 1】

図 3 4 は第 1 4 実施例の対物レンズを含む光学系の光路に沿った構成を示す図、図 3 5 は第 1 4 実施例の対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差を示す図である。

【0 1 4 2】

第 1 4 実施例の対物レンズは、図 3 4 に示すように、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの第 1 レンズ L 1、両凹レンズ（すなわち、物体側に凹面を向けた負レンズでもある）の第 2 レンズ L 2、明るさ絞り A S、両凸レンズ（正レンズ）の第 3 レンズ L 3、正レンズである両凸レンズ L 4 A と像側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 4 B とを接合した第 4 レンズ L 4 から構成されている。第 4 レンズ L 4 中の負レンズ L 4 B は、アッペ数（ d ）が 1 8 . 9 0 である。そして、レンズ L 1 , L 2 が負の屈折力をもつ前群を構成し、レンズ L 3 , L 4 が正の屈折力をもつ後群を構成している。

20

【0 1 4 3】

この第 1 4 実施例の対物レンズは、非球面を用いていない。第 1 レンズ L 1 の像側の面 2 は球面であり、面 2 の最周辺部では面 2 の法線と光軸とのなす角が 9 0 ° に近い大きな角度となる。

30

【0 1 4 4】

第 4 レンズ L 4 の像側には、物体側から順に、上述した光学部材 O F、C C D カバーガラス C G、C C D チップ封止ガラス S G が配置されている。

【0 1 4 5】

図 3 4 には光線として、光軸 P R 0 0、軸上マージナル光線 M R、最大画角で像高比 1（像高で 1 . 5 4 9）に結像する主光線 P R 1 0、像高比 0 . 8（像高で 1 . 5 4 9 × 0 . 8）に結像する主光線 P R 0 8 を示している。

【0 1 4 6】

また、球面収差、非点収差、倍率色収差は、図 3 5 に示すようになっている。

【0 1 4 7】

40

この第 1 4 実施例の光学系の数値データは、以下に示す通りである。

【0 1 4 8】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数 d
OBJ	INF	INF	1.	
1	4.1149	0.5755	1.88300	40.76
2	1.0202	1.3160	1.	
3	-4.1343	1.3153	1.88300	40.76
4	6.1538	0.1637	1.	
STO	INF	0.0674	1.	
6	3.7741	2.9862	1.88300	40.76

50

7	-3.1660	0.1151	1.	
8	3.5610	1.6321	1.72916	54.68
9	-1.9023	0.4604	1.92286	18.90
10	-16.6915	0.1496	1.	
11	INF	0.6906	1.51800	75.00
12	INF	0.3510	1.	
13	INF	1.1510	1.51633	64.14
14	INF	0.0115	1.51000	64.10
15	INF	1.1510	1.61061	50.20
IMG	INF	0.		

10

さらに、本実施形態の対物レンズを用いる内視鏡装置において、例えば図36や図37に示すような構成を適用すると良い。ここに、図36は内視鏡装置の観察画面に画角170°の範囲を識別する指標を表示した例を示す図、図37は内視鏡装置の観察画面に画角180°の範囲を識別する指標を表示した例を示す図である。

【0149】

すなわち、本実施形態の対物レンズは、画角が180°以上となっており、これは従来の対物レンズ（画角140°あるいは175°等）に比べて広角であるために、この対物レンズを内視鏡装置に適用する場合には、内視鏡装置の観察画面に、画角を識別する指標を、観察を補助するために表示するようにしても良い。ここに、観察画面は、例えば、対物レンズにより結像された像を撮像素子等により撮像し、撮像して得られた画像を観察するために、内視鏡装置のモニタ画面（例えばTV画面）などとして設けられた画面（図36および図37に例示する観察画面MS）である。ただし、観察画面は、これに限るものではなく、対物レンズにより結像された像を、必要に応じて光学的に伝送した後に、光学的に表示する画面であっても構わない。

20

【0150】

そして、観察を補助する指標の例としては、図36に示すように、従来の内視鏡の画角である例えば画角170°の範囲を示す指標MK170を観察範囲FOV内に表示することが挙げられる。これにより、従来観察していた画角170°の範囲と、新たに観察可能となった画角170°を超える範囲と、の両方を明確に認識することが可能となる。

【0151】

また、図37に示すように、例えば画角180°の範囲を示す指標MK180を観察範囲FOV内に表示するようにしても良い。これにより、内視鏡の前方範囲と後方範囲とを明確に認識することが可能となる。

30

【0152】

こうした指標の描画法の一例としては、指標生成手段（指標生成部）により指標を電氣的に生成し、取得された内視鏡像に重畳する画面表示が考えられる。ここに、指標の重畳は、内視鏡像が撮像して得られた電子画像である場合には電氣的に重畳すれば良いし、内視鏡像が光学像である場合には電氣的に生成された指標を光学的に表示した後に、内視鏡像に光学的に重畳すれば良い。このような技術を用いれば、指標の表示／非表示を切り替えたり、複数種類の指標を切り替えたり、あるいは複数種類の指標を同時に表示したりすることが容易に可能になるなどの利点がある。

40

【0153】

ただし、指標の表示は電氣的な技術に限定されるものでは勿論なく、対物レンズを含む光学系自体に指標を付ける技術を採用しても構わない。具体例としては、第1レンズL1に指標を付す例、あるいは像面IMGの付近に配設されている光学部材OF、CCDカバーガラスCG、CCDチップ封止ガラスSG等に指標を付す例、などが考えられる。さらに、これに限らず、その他の技術を用いて指標を表示するようにしても良い。

【0154】

このような実施形態によれば、内視鏡に好適な、小型で画角が180度以上の広角な対物レンズ、および該対物レンズを備えた内視鏡装置を得ることができる。

50

【 0 1 5 5 】

なお、本発明は上述した実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化することができる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成することができる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除しても良い。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせても良い。このように、発明の主旨を逸脱しない範囲内において種々の変形や応用が可能であることは勿論である。

【 0 1 5 6 】

本出願は、2009年12月7日に日本国に出願された特願2009-277845号、2010年9月14日に日本国に出願された特願2010-205897号を優先権主張の基礎として出願するものであり、上記の開示内容は、本願明細書、請求の範囲、図面に引用されたものとする。

10

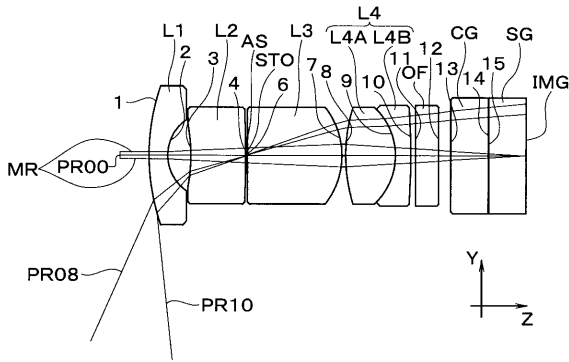
【 図 1 】

実施例の番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
全系の焦点距離	FL	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
F値	Fno.	5.539	5.476	5.738	5.252	5.559	5.644	5.548	5.300	5.250	5.860	5.210	3.880	5.960
画角 (deg)	2ω	19.21	19.57	19.18	19.44	19.57	19.38	21.12	20.96	22.33	22.64	21.49	22.69	21.40
像高	h	1.296	1.321	1.317	1.305	1.339	1.330	1.469	1.482	1.655	1.624	1.696	1.588	1.549
群の焦点距離	f _F	-1.169	-1.025	-1.356	-0.907	-0.634	-0.902	-0.943	-0.808	-0.988	-0.927	-0.777	-1.018	-0.743
後群の焦点距離	f _R	1.672	1.689	1.814	1.487	1.728	1.647	1.681	1.848	1.998	1.890	2.122	1.904	1.793
後群焦点位置	F _b	2.051	2.240	2.088	2.071	2.121	2.004	2.010	2.337	2.637	2.573	2.690	2.512	2.463
第2レンズ群の中心位置	2a	-4.076	-4.853	-3.601	-6.496	-3.178	-3.398	-4.574	-2.696	-3.447	-2.985	-5.310	-2.0754	-2.0655
最大入射角での入射位置	L _{emp}	0.051	0.004	0.066	0.030	0.002	0.011	-0.117	-0.108	-0.322	0.063	-0.350	-0.287	0.108
第1レンズ群の中心位置	1d	18.90	18.90	18.90	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77	18.90	18.90	17.77	17.77	18.90

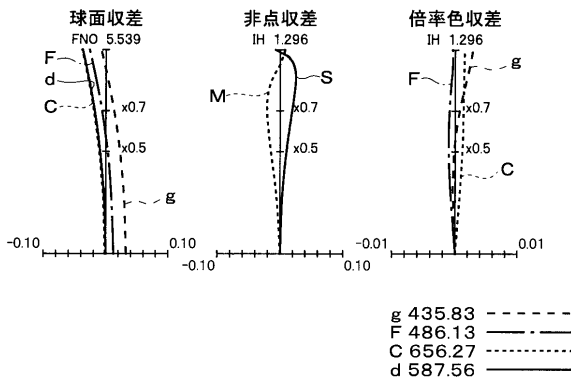
【 図 2 】

実施例の番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	下壁	上壁
1 f _F /f _R	-0.699	-0.607	-0.748	-0.610	-0.483	-0.548	-0.561	-0.437	-0.494	-0.490	-0.366	-0.535	-0.414	-0.397	-0.800	-0.300
2 f _F /FL	-1.169	-1.025	-1.356	-0.907	-0.834	-0.902	-0.943	-0.808	-0.988	-0.927	-0.777	-1.018	-0.743	-0.767	-1.500	-0.500
3 F _b /FL	2.051	2.240	2.088	2.071	2.121	2.004	2.010	2.337	2.637	2.573	2.690	2.512	2.483	2.437	1.700	3.500
4 2a/FL	-4.076	-4.853	-3.601	-6.496	-3.178	-3.398	-4.574	-2.696	-3.447	-2.985	-5.331	-2.075	-2.056	-4.134	-1.00	-2.500
5 L _{emp} /FL	0.051	0.004	0.066	0.030	0.002	0.011	-0.117	-0.108	-0.322	-0.321	0.063	-0.350	-0.287	0.108	-0.500	0.300
6 1/d	18.90	18.90	18.90	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77	18.90	18.90	17.77	17.77	17.77	18.90	-	20.00

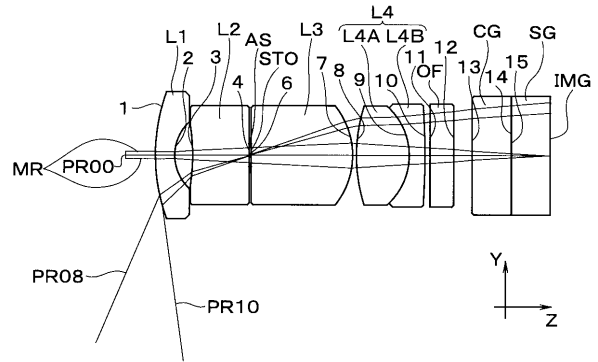
【 図 3 】



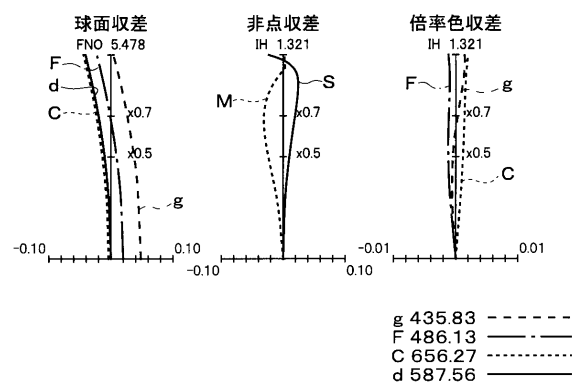
【 図 4 】



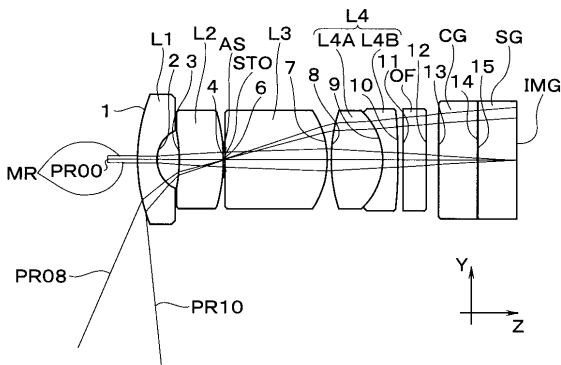
【 図 5 】



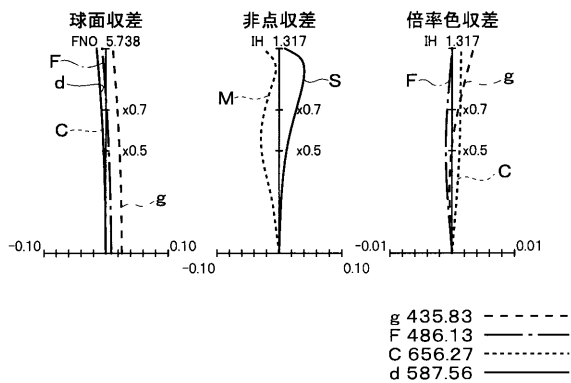
【 図 6 】



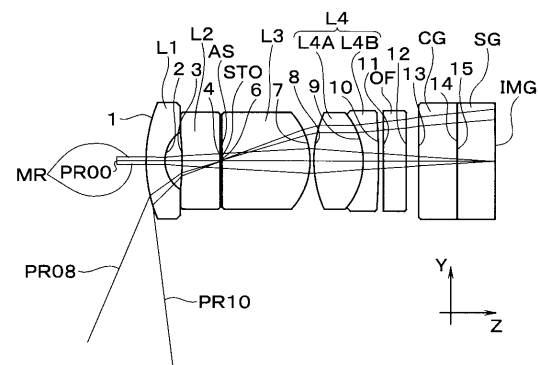
【 図 7 】



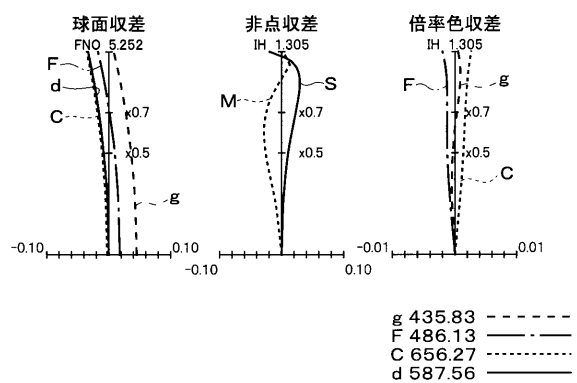
【 図 8 】



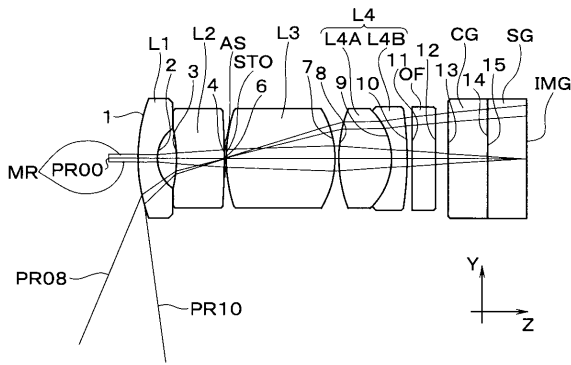
【 図 9 】



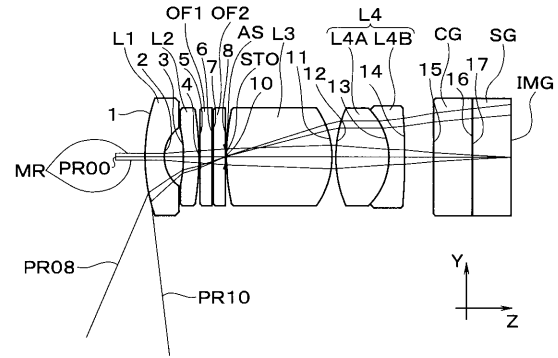
【 図 10 】



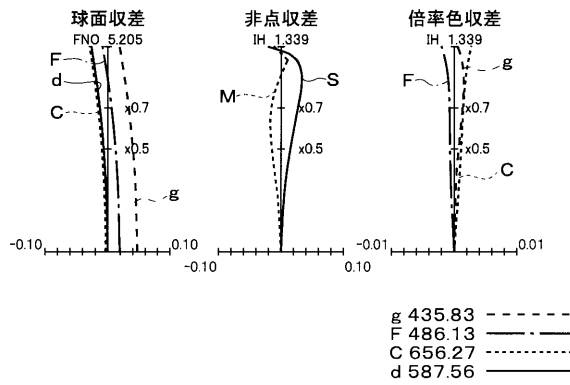
【図 1 1】



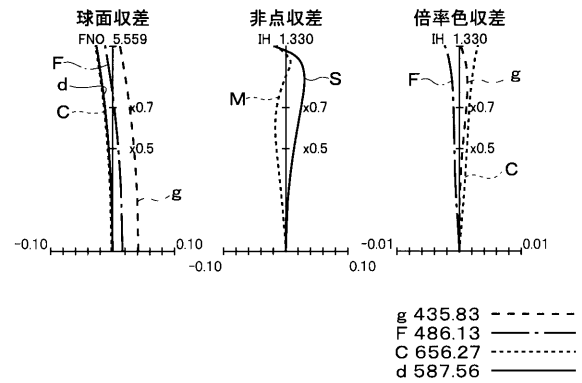
【図 1 3】



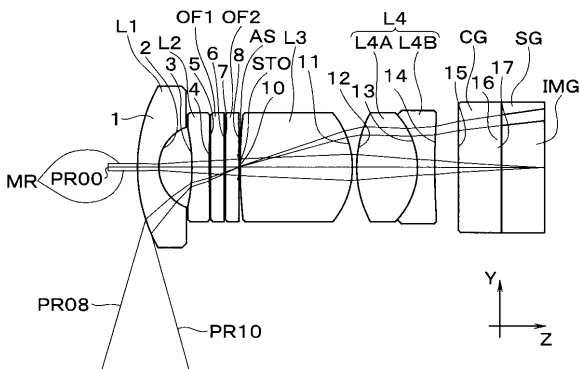
【図 1 2】



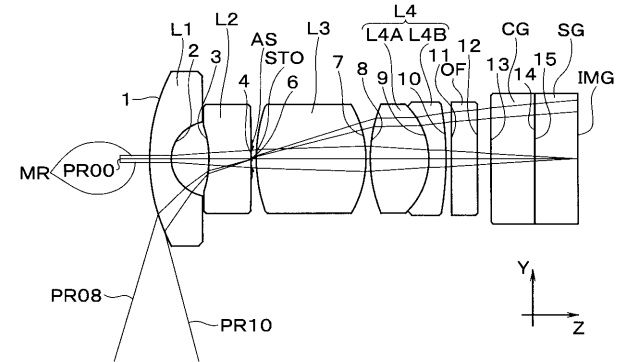
【図 1 4】



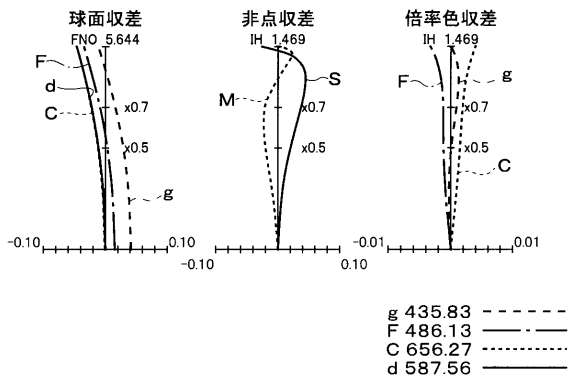
【図 1 5】



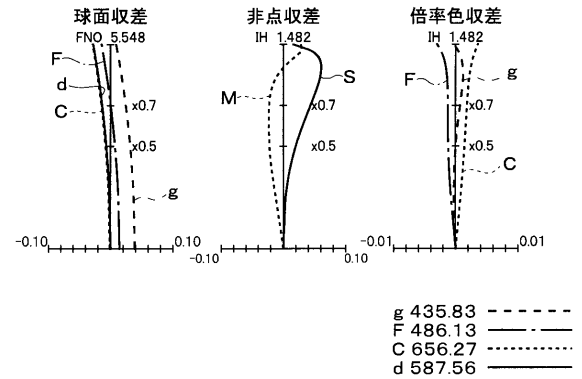
【図 1 7】



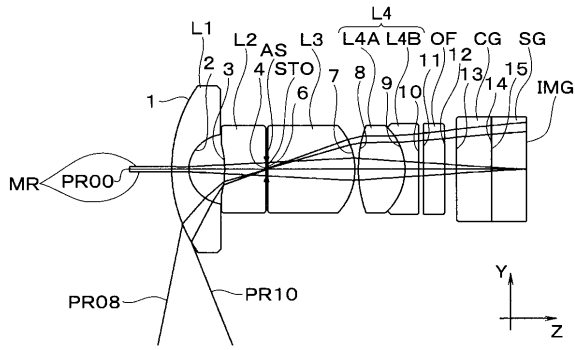
【図 1 6】



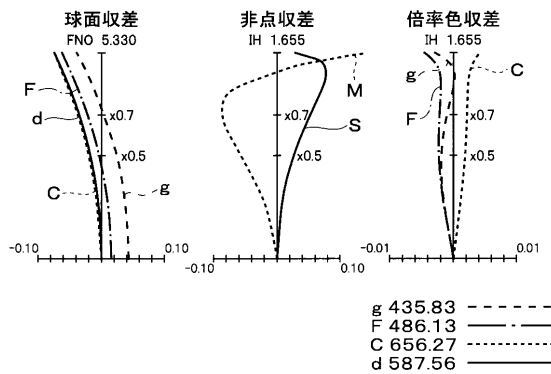
【図 1 8】



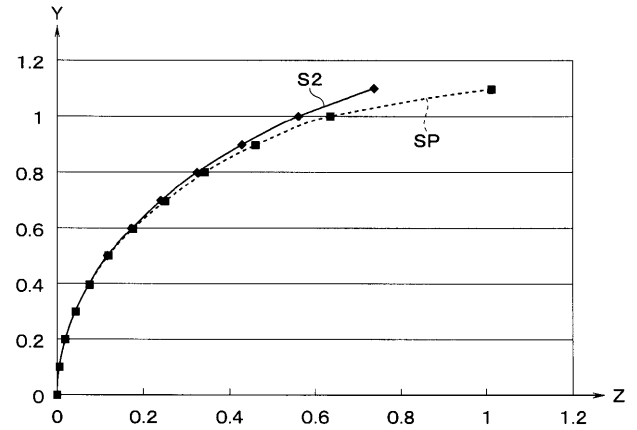
【図 19】



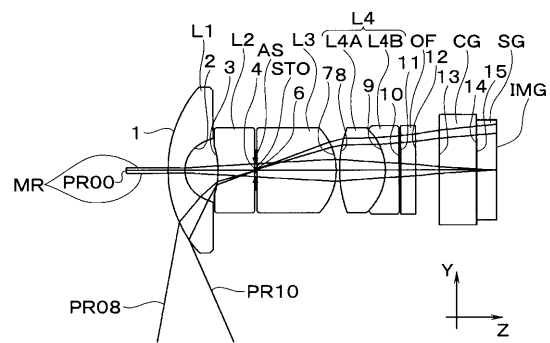
【図 20】



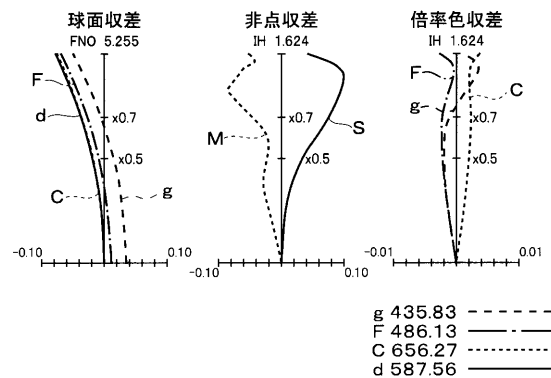
【図 21】



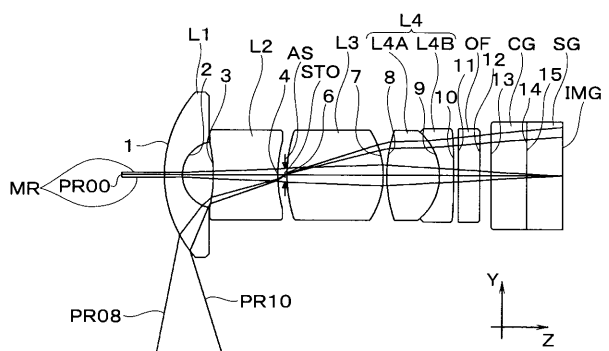
【図 22】



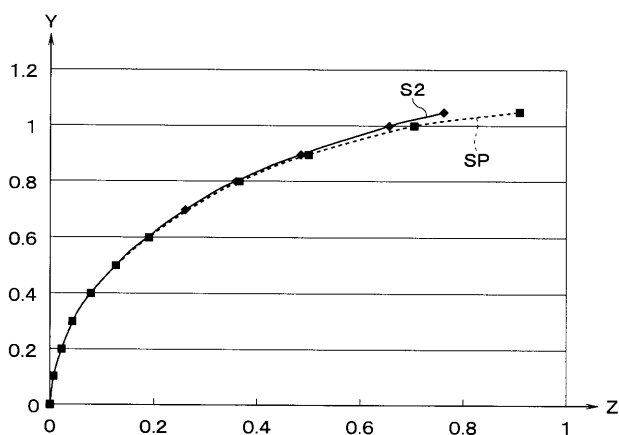
【図 23】



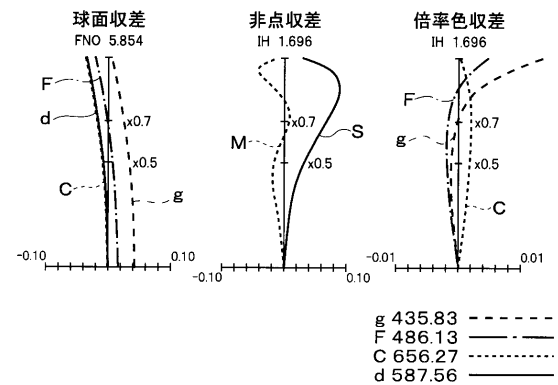
【図 25】



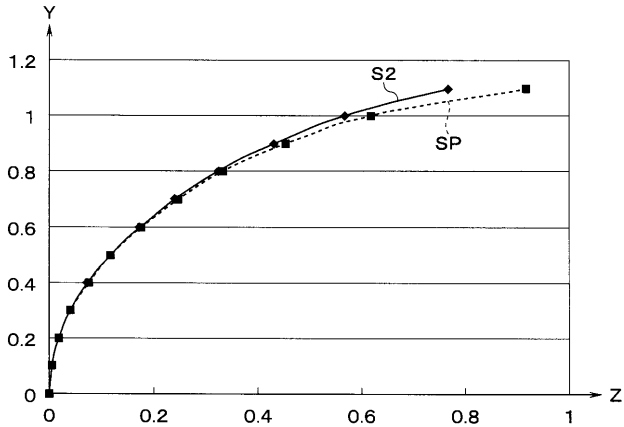
【図 24】



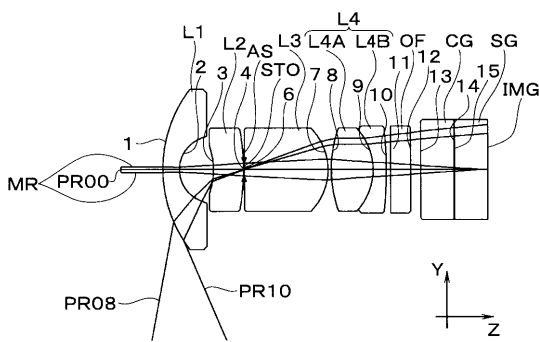
【図 26】



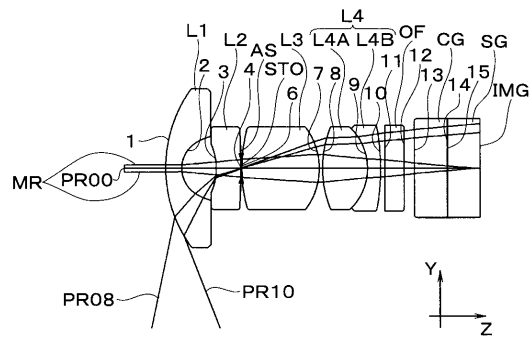
【図 27】



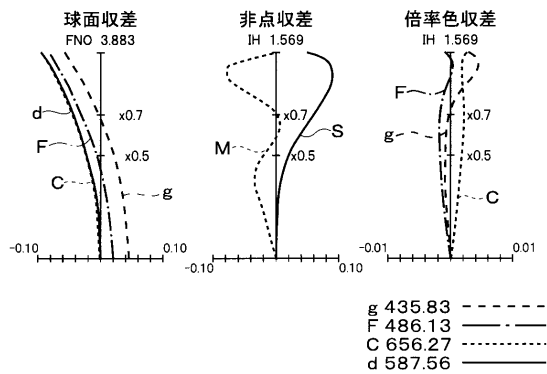
【図 28】



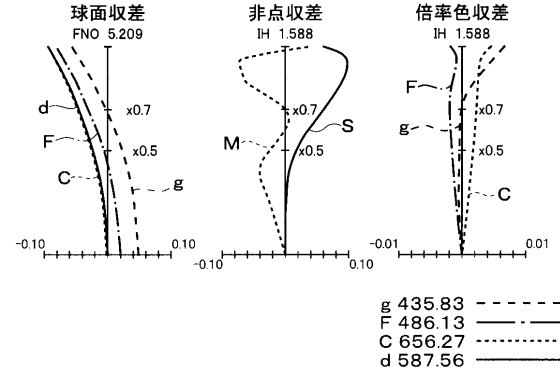
【図 31】



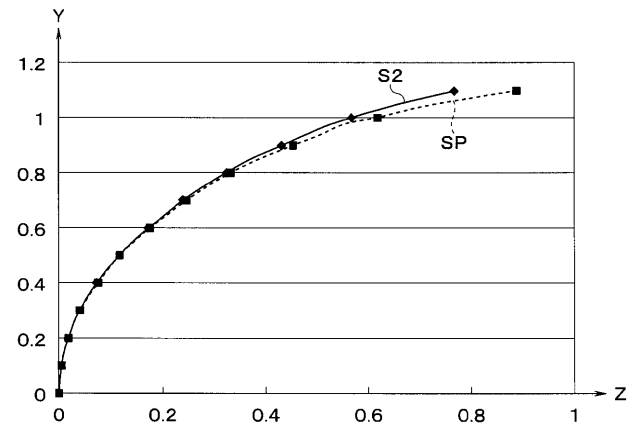
【図 32】



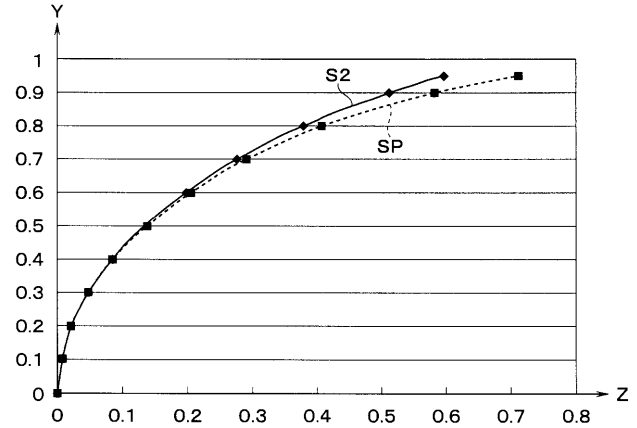
【図 29】



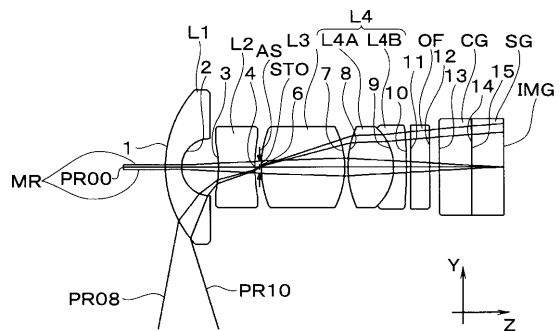
【図 30】



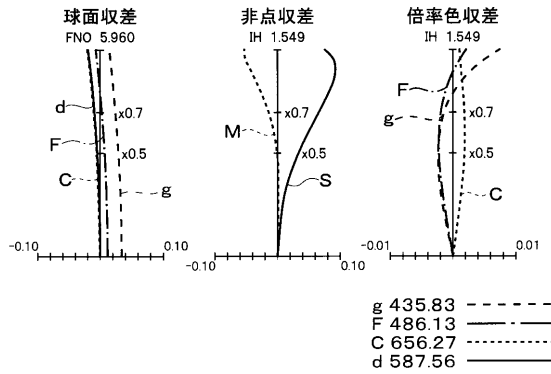
【図 33】



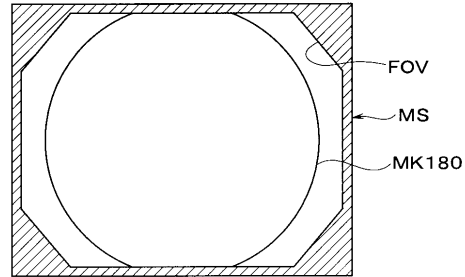
【図 34】



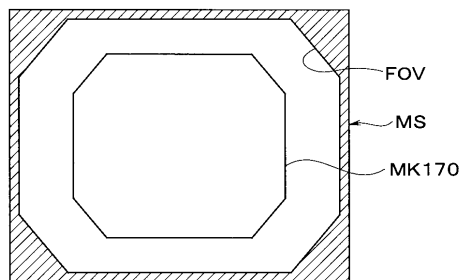
【図 3 5】



【図 3 7】



【図 3 6】



【手続補正書】

【提出日】平成23年6月22日(2011.6.22)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、負の屈折力をもつ前群、明るさ絞り、正の屈折力をもつ後群からなり、

前記前群は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの第 1 レンズ、物体側に凹面を向けた負レンズの第 2 レンズからなり、

前記後群は、物体側から順に、正レンズの第 3 レンズ、正レンズと負レンズが接合された第 4 レンズからなり、以下の条件式 (1) を満足する対物レンズ、

$$-0.8 < f_F / f_R < -0.3 \quad \dots (1)$$

ただし、

f_F は前群の焦点距離、

f_R は後群の焦点距離。

【請求項 2】

以下の条件式 (2) ~ (3) をさらに満足する請求項 1 に記載の対物レンズ、

$$-1.5 < f_F / FL < -0.5 \quad \dots (2)$$

$$1.7 < Fb / FL < 3.5 \quad \dots (3)$$

ただし、

FL は全系の焦点距離、

Fbは後側焦点位置（前記第4レンズの最も像側の面から後側焦点までの距離）。

【請求項3】

以下の条件式（4）～（6）をさらに満足する請求項2に記載の対物レンズ、

$$-1.0 < r_{2a} / FL < -2.5 \quad \dots (4)$$

$$-0.5 < L_{enp} / FL < 0.3 \quad \dots (5)$$

$$d < 2.0 \quad \dots (6)$$

ただし、

r_{2a}は第2レンズの物体側の面の曲率半径、

L_{enp}は最大画角での入射瞳位置（第1面からの距離であって、符号は像側に向かってが+方向）、

dは第4レンズ中の負レンズのアップ数。

【請求項4】

請求項1に記載の対物レンズと、

前記対物レンズにより結像された像を表示する観察画面と、

を備え、

前記観察画面に、画角を識別する指標を表示する内視鏡装置。

【請求項5】

前記指標を電氣的に生成する指標生成手段をさらに具備し、

前記指標の前記観察面への表示は、表示／非表示を切り替え可能である請求項4に記載の内視鏡装置。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/070482

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B13/04(2006.01)i, A61B1/00(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B13/04, A61B1/00, G02B13/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-20189 A (Asahi Optical Co., Ltd.), 23 January 1998 (23.01.1998), entire text (particularly, example 7) (Family: none)	1-5
A	JP 2006-251272 A (Olympus Medical Systems Corp.), 21 September 2006 (21.09.2006), entire text (particularly, examples) & US 2006/0203361 A1	1-5
A	JP 3140304 U (Soken Kodan Kofun Yugen Koshi), 21 March 2008 (21.03.2008), entire text (particularly, examples) (Family: none)	1-5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
02 February, 2011 (02.02.11)Date of mailing of the international search report
15 February, 2011 (15.02.11)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/070482

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-29282 A (Kyocera Corp.), 29 January 2004 (29.01.2004), entire text (particularly, examples) (Family: none)	1-5
A	JP 2004-258515 A (Nikon Corp.), 16 September 2004 (16.09.2004), entire text (particularly, examples) & US 6844991 B2 & US 2005/0094286 A1 & US 2004/0021958 A1	1-5

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 0 / 0 7 0 4 8 2	
A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. G02B13/04(2006.01)i, A61B1/00(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. G02B13/04, A61B1/00, G02B13/18			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2011年 日本国実用新案登録公報 1996-2011年 日本国登録実用新案公報 1994-2011年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
A	JP 10-20189 A（旭光学工業株式会社）1998.01.23, 全文（特に実施例7参照）（ファミリーなし）	1-5	
A	JP 2006-251272 A（オリンパスメディカルシステムズ株式会社）2006.09.21, 全文（特に実施例参照） & US 2006/0203361 A1	1-5	
A	JP 3140304 U（創研光電股▲ふん▼有限公司）2008.03.21, 全文（特に実施例参照）（ファミリーなし）	1-5	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 02.02.2011		国際調査報告の発送日 15.02.2011	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 原田 英信 電話番号 03-3581-1101 内線 3271	2V 3702

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 0 / 0 7 0 4 8 2
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2004-29282 A (京セラ株式会社) 2004.01.29, 全文 (特に実施例参照) (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2004-258515 A (株式会社ニコン) 2004.09.16, 全文 (特に実施例参照) & US 6844991 B2 & US 2005/0094286 A1 & US 2004/0021958 A1	1-5

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	物镜和内窥镜设备		
公开(公告)号	JPWO2011070897A1	公开(公告)日	2013-04-22
申请号	JP2011526738	申请日	2010-11-17
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	オリンパスメディカルシステムズ株式会社		
[标]发明人	鵜澤 勉		
发明人	鵜澤 勉		
IPC分类号	G02B13/04 G02B23/26 A61B1/04 A61B1/00 G02B13/18		
CPC分类号	A61B1/00188 A61B1/00096 G02B13/06 G02B23/243		
FI分类号	G02B13/04.D G02B23/26.C A61B1/04.370 A61B1/00.300.Y G02B13/18		
F-TERM分类号	2H040/BA02 2H040/CA23 2H040/GA02 2H040/GA11 2H087/KA10 2H087/LA01 2H087/PA04 2H087/PA18 2H087/PB05 2H087/QA02 2H087/QA06 2H087/QA07 2H087/QA17 2H087/QA22 2H087/QA25 2H087/QA37 2H087/QA38 2H087/QA39 2H087/QA41 2H087/QA45 2H087/RA04 2H087/RA05 2H087/RA12 2H087/RA13 2H087/RA32 2H087/RA42 2H087/RA43 2H087/RA44 4C161/FF40 4C161/NN05 4C161/WW13		
代理人(译)	伊藤 进		
优先权	2009277845 2009-12-07 JP 2010205897 2010-09-14 JP		
其他公开文献	JP4819203B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

从物侧起依次由具有负折射力的前组，孔径光阑AS和具有正折射力的后组构成。前组由负弯月形透镜构成，该负弯月形透镜的凸面从物侧开始依次朝向物侧。它由第一透镜L1和第二透镜L2组成，第二透镜L2是具有面向物体侧的凹面的负透镜。后透镜组从物体侧开始依次为正透镜第三透镜L3，正透镜L4A和负透镜L4B。由满足以下条件表达式(1)的第四透镜L4组成的物镜， -0.8

【図3】

