

(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2018-25591

(P2018-25591A)

(43) 公開日 平成30年2月15日(2018.2.15)

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

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2016-155329 (P2016-155329)	(71) 出願人	000113263
(22) 出願日	平成28年8月8日 (2016.8.8)		H O Y A 株式会社
			東京都新宿区西新宿六丁目10番1号
		(74) 代理人	100078880
			弁理士 松岡 修平
		(74) 代理人	100183760
			弁理士 山鹿 宗貴
		(72) 発明者	那須 幸子
			東京都新宿区西新宿六丁目10番1号 H
			O Y A 株式会社内
		F ターム (参考)	2H040 CA23
			2H087 KA10 LA03 PA04 PA05 PA18
			PB05 PB06 QA02 QA07 QA17
			QA21 QA25 QA34 QA42 QA45
			RA32 RA42 RA43
			4C161 BB02 CC06 FF40 JJ06

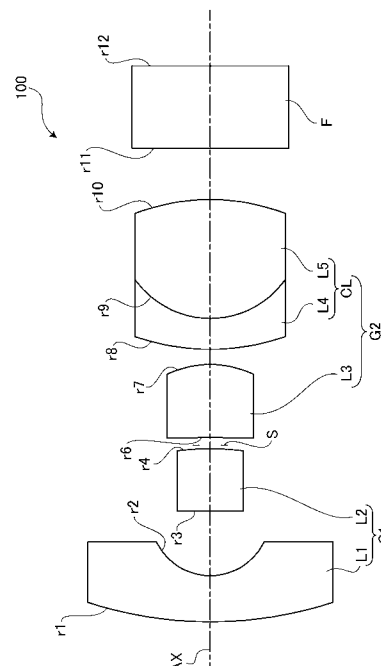
(54) 【発明の名称】 内視鏡用対物光学系及び内視鏡

(57) 【要約】

【課題】光学性能を良好に維持しつつ小型かつ広画角に設計することが難しい。

【解決手段】物体側から順に、負のパワーを持つ第一のレンズ群、正のパワーを持つ第二のレンズ群からなり、第一のレンズ群が、物体側から順に、像側に凹面を向けた負レンズ、像側に凸面を向けた正レンズからなり、第二のレンズ群が、物体側から順に、像側に凸面を向けた正レンズ、負のレンズと正のレンズとを接合した接合レンズを少なくとも有し、所定の条件を満たす、内視鏡用対物光学系を提供する。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、負のパワーを持つ第一のレンズ群、正のパワーを持つ第二のレンズ群からなり、

前記第一のレンズ群は、

物体側から順に、像側に凹面を向けた負レンズ、像側に凸面を向けた正レンズからなり、

前記第二のレンズ群は、

物体側から順に、像側に凸面を向けた正レンズ、負のレンズと正のレンズとを接合した接合レンズを少なくとも有し、

前記第一のレンズ群内で最も物体側に位置する前記負レンズの焦点距離を f_1 (単位: mm) と定義し、該第一のレンズ群の焦点距離を f_F (単位: mm) と定義し、該第一のレンズ群内で最も物体側にある面の最大像高における有効径を ED (単位: mm) と定義し、該第一のレンズ群及び前記第二のレンズ群の合成焦点距離を f (単位: mm) と定義した場合に、次の 2 つの条件

$$0.2 < f_1 / f_F < 0.5$$

$$4.0 < ED / f < 5.0$$

を満たす、

内視鏡用対物光学系。

【請求項 2】

前記第一のレンズ群と前記第二のレンズ群との間に絞りを有し、

前記第一のレンズ群内で最も絞り側に位置する前記正レンズの焦点距離を f_2 (単位: mm) と定義した場合に、次の条件

$$0.5 < |f_2 / f_F| < 2.0$$

を満たす、

請求項 1 に記載の内視鏡用対物光学系。

【請求項 3】

前記第一のレンズ群内の前記正レンズは、

物体側の面が平面である、

を満たす、

請求項 1 又は請求項 2 に記載の内視鏡用対物光学系。

【請求項 4】

結像面における最大像高を y (単位: mm) と定義した場合に、次の条件

$$3.0 < ED / y < 4.0$$

を満たす、

請求項 1 から請求項 3 の何れか一項に記載の内視鏡用対物光学系。

【請求項 5】

画角が 180° を超える、

請求項 1 から請求項 4 の何れか一項に記載の内視鏡用対物光学系。

【請求項 6】

前記第一のレンズ群及び前記第二のレンズ群に含まれる全てのレンズのレンズ面が球面である、

請求項 1 から請求項 5 の何れか一項に記載の内視鏡用対物光学系。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 の何れか一項に記載の内視鏡用対物光学系が先端に組み込まれた内視鏡。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡用対物光学系及び内視鏡用対物光学系が組み込まれた内視鏡に関する。

【背景技術】

【0002】

患者の体腔内を診断するための機器として、内視鏡（ファイバースコープ又は電子スコープ）が一般に知られ、実用に供されている。この種の内視鏡の先端部は、微小な隙間にも円滑に挿入できるように小型（細径かつ短い全長）に設計されることが望まれる。

【0003】

内視鏡先端部の設計上可能な最小外形は、寸法の大きい搭載部品によって実質的に規定される。寸法の大きい搭載部品には、例えば内視鏡用対物光学系がある。搭載部品として小型な内視鏡用対物光学系を選択することは、内視鏡先端部を小型化する有効な手段の一つである。

10

【0004】

また、内視鏡用対物光学系には、術者による病変部等の見落としを減らすため、観察視野を広範にする、すなわち広画角に設計することも望まれる。

【0005】

例えば消化器用の内視鏡用対物光学系において、画角は 140° 程度が一般的である。この程度の画角では、大腸内の管壁やヒダの裏側等を観察するときに内視鏡の湾曲部を湾曲させて、内視鏡先端部の向きを変える必要がある。しかし、例えば管腔径が細い場合等は内視鏡先端部の動きが制限されるため、内視鏡先端部を所望の向きに変えられないことがある。

20

【0006】

例えば特許文献1や特許文献2に、 140° よりも更に広画角に設計された内視鏡用対物光学系が開示されている。内視鏡用対物光学系の画角がより一層広画角化されることにより、内視鏡先端部の向きを変えなくても、大腸内の管壁やヒダの裏側等を観察し易くなる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特許第4819203号公報

30

【特許文献1】特許第5750618号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

特許文献1に記載の内視鏡用対物光学系は、 180° を超える広画角を有している。しかし、特許文献1に記載の内視鏡用対物光学系では、ペッツバル和が大きいことから、例えば消化管等の管腔を観察する場合、その観察方向によって周辺解像が異なる。また、内視鏡用対物光学系内で最も物体側に配置されているレンズ面への入射角度が大きいため、入射光量が低下する。また、特許文献2に記載の内視鏡用対物光学系では、内視鏡用対物光学系内で最も物体側に配置されているレンズの負のパワーを強くして画角を広くする必要上、内視鏡用対物光学系内の各レンズ面の曲率半径が小さくなって、コマ収差及び非点収差の補正が不十分となる。すなわち、特許文献1や特許文献2に記載の内視鏡用対物光学系では、広画角化を実現するため、少なくとも光学性能が犠牲となっている。

40

【0009】

本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、良好な光学性能を有しつつも小型かつ広画角に設計された内視鏡用対物光学系及び内視鏡を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の一実施形態に係る内視鏡用対物光学系は、物体側から順に、負のパワーを持つ

50

第一のレンズ群、正のパワーを持つ第二のレンズ群からなる。第一のレンズ群は、物体側から順に、像側に凹面を向けた負レンズ、像側に凸面を向けた正レンズからなる。第二のレンズ群は、物体側から順に、像側に凸面を向けた正レンズ、負のレンズと正のレンズとを接合した接合レンズを少なくとも有する。本発明の一実施形態に係る内視鏡用対物光学系は、第一のレンズ群内で最も物体側に位置する負レンズの焦点距離を f_1 (単位: mm) と定義し、該第一のレンズ群の焦点距離を f_F (単位: mm) と定義し、該第一のレンズ群内で最も物体側にある面の最大像高における有効径を ED (単位: mm) と定義し、該第一のレンズ群及び第二のレンズ群の合成焦点距離を f (単位: mm) と定義した場合に、次の2つの条件

$$0.2 < f_1 / f_F < 0.5$$

$$4.0 < ED / f < 5.0$$

を満たす。

【0011】

また、本発明の一実施形態に係る内視鏡用対物光学系は、第一のレンズ群と第二のレンズ群との間に絞りを有しており、第一のレンズ群内で最も絞り側に位置する正レンズの焦点距離を f_2 (単位: mm) と定義した場合に、次の条件

$$0.5 < |f_2 / f_F| < 2.0$$

を満たす構成としてもよい。

【0012】

また、本発明の一実施形態において、第一のレンズ群内の正レンズは、例えば物体側の面が平面である。

【0013】

また、本発明の一実施形態に係る内視鏡用対物光学系は、結像面における最大像高を y (単位: mm) と定義した場合に、次の条件

$$3.0 < ED / y < 4.0$$

を満たす構成としてもよい。

【0014】

また、本発明の一実施形態に係る内視鏡用対物光学系は、画角が 180° を超える構成としてもよい。

【0015】

また、本発明の一実施形態に係る内視鏡用対物光学系は、第一のレンズ群及び第二のレンズ群に含まれる全てのレンズのレンズ面が球面であってもよい。

【0016】

また、本発明の一実施形態に係る内視鏡は、上記の内視鏡用対物光学系が先端に組み込まれた機器である。

【発明の効果】

【0017】

本発明の一実施形態によれば、良好な光学性能を有しつつも小型かつ広画角に設計された内視鏡用対物光学系及び内視鏡が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の一実施形態に係る電子スコープの外観を示す外観図である。

【図2】本発明の一実施形態(実施例1)に係る内視鏡用対物光学系及びその後段に配置された光学部品の配置を示す断面図である。

【図3】本発明の一実施形態(実施例1)に係る内視鏡用対物光学系の各種収差図である。

【図4】本発明の実施例2に係る内視鏡用対物光学系及びその後段に配置された光学部品の配置を示す断面図である。

【図5】本発明の実施例2に係る内視鏡用対物光学系の各種収差図である。

【図6】本発明の実施例3に係る内視鏡用対物光学系及びその後段に配置された光学部品

10

20

30

40

50

の配置を示す断面図である。

【図 7】本発明の実施例 3 に係る内視鏡用対物光学系の各種収差図である。

【図 8】本発明の実施例 4 に係る内視鏡用対物光学系及びその後段に配置された光学部品の配置を示す断面図である。

【図 9】本発明の実施例 4 に係る内視鏡用対物光学系の各種収差図である。

【図 10】本発明の実施例 5 に係る内視鏡用対物光学系及びその後段に配置された光学部品の配置を示す断面図である。

【図 11】本発明の実施例 5 に係る内視鏡用対物光学系の各種収差図である。

【図 12】本発明の実施例 6 に係る内視鏡用対物光学系及びその後段に配置された光学部品の配置を示す断面図である。

10

【図 13】本発明の実施例 6 に係る内視鏡用対物光学系の各種収差図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、図面を参照して、本発明の一実施形態に係る内視鏡用対物光学系、及び内視鏡用対物光学系が組み込まれた電子スコープについて説明する。

【0020】

図 1 は、本発明の一実施形態に係る電子スコープ 1 の外観を示す外観図である。図 1 に示されるように、電子スコープ 1 は、可撓性を有するシース 11 a によって外装された挿入部可撓管 11 を備えている。挿入部可撓管 11 の先端部分（湾曲部 14）は、挿入部可撓管 11 の基端に連結された手元操作部 13 からの遠隔操作（具体的には、湾曲操作ノブ 13 a の回転操作）に応じて湾曲する。湾曲機構は、一般的な内視鏡に組み込まれている周知の機構であり、湾曲操作ノブ 13 a の回転操作に連動した操作ワイヤの牽引によって湾曲部 14 を湾曲させる。湾曲部 14 の先端には、硬質性を有する樹脂製筐体によって外装された先端部 12 の基端が連結している。先端部 12 の方向が湾曲操作ノブ 13 a の回転操作による湾曲動作に応じて変わることにより、電子スコープ 1 による撮影領域が移動する。

20

【0021】

先端部 12 の樹脂製筐体の内部には、内視鏡用対物光学系 100（図 1 において破線で示されたブロック）が組み込まれている。内視鏡用対物光学系 100 は、撮影領域中の被写体の画像データを採取するため、被写体からの光を固体撮像素子（図示省略）の受光面上に結像させる。固体撮像素子としては、例えば、CCD（Charge Coupled Device）イメージセンサや CMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）イメージセンサが挙げられる。

30

【0022】

図 2 は、本発明の実施例 1（詳しくは後述）に係る内視鏡用対物光学系 100 及びその後段に配置された光学部品の配置を示す断面図である。次においては、図 2 を援用して、本発明の一実施形態に係る内視鏡用対物光学系 100 について詳細な説明を行う。

【0023】

内視鏡用対物光学系 100 は、図 2 に示されるように、物体（被写体）側から順に、第一のレンズ群 G1、絞り S、第二のレンズ群 G2 を少なくとも有している。第一のレンズ群 G1、第二のレンズ群 G2 を構成する各光学レンズは、内視鏡用対物光学系 100 の光軸 AX を中心として回転対称な形状を有している。第二のレンズ群 G2 の後段には、固体撮像素子用の色補正フィルタ F が配置されている。色補正フィルタ F は、固体撮像素子を保護するカバーガラス（不図示）に接着されている。

40

【0024】

上記において「少なくとも有している」としたのは、本発明の技術的思想の範囲において、別の光学素子を追加する構成例もあり得るからである。例えば、本発明に係る内視鏡用対物光学系に対して光学性能に実質的に寄与しない平行平板を追加する構成例や、本発明に係る内視鏡用対物光学系の構成及び効果を維持しつつ別の光学素子を付加する構成例が想定される。第一のレンズ群 G1、第二のレンズ群 G2 の説明においても、同様の理由

50

で「少なくとも有している」と表現している。

【0025】

第一のレンズ群 G 1 は、絞り S よりも物体側に配置されたレンズ群である。第一のレンズ群 G 1 は、物体側から順に、像側に凹面を向けた負レンズ L 1、像側に凸面を向けた正レンズ L 2 を少なくとも有している。第一のレンズ群 G 1 は、内視鏡用対物光学系 100 の広画角化、すなわち広範囲に亘る被写体を取り込むため、全体として負のパワーを有している。

【0026】

広画角化のために負レンズ L 1 のパワーを強くすると、第一のレンズ群 G 1 と第二のレンズ群 G 2 との非対称性が強くなるため、歪曲収差の補正が難しくなると共に、負の屈折面の曲率が大きくなるため、コマ収差や色収差等の諸収差が大きくなる。そこで、本実施形態では、絞り S の手前に正レンズ L 2 を配置して負レンズ L 1 による強い負のパワーを第一のレンズ群 G 1 内で打ち消す構成を採用している。

【0027】

また、正レンズ L 2 は、負レンズ L 1 を広画角化することで生じやすくなる像面倒れによる観察視野周辺の解像度の低下や、歪曲収差の発生による観察視野周辺の解像度の低下を有効におさえるべく、物体側の面が平面であることが望ましい。

【0028】

第二のレンズ群 G 2 は、絞り S よりも像側に配置されたレンズ群である。第二のレンズ群 G 2 は、物体側から順に、正レンズ L 3、負レンズ L 4 と正レンズ L 5 とを接合した接合レンズ C L を少なくとも有している。第二のレンズ群 G 2 は、第一のレンズ群 G 1 によって取り込まれた広範囲に亘る被写体を固体撮像素子の受光面上で結像させるため、全体として正のパワーを有している。

【0029】

正のパワーを持つ第二のレンズ群 G 2 において、正レンズ L 3 として、像側に凹面を向けたレンズを採用した場合、射出角度が大きくなってしまう。そのため、十分な射出瞳距離を確保することが難しい。この問題を避けるべく、本実施形態では、正レンズ L 3 は、像側に凸面を向けて配置されている。

【0030】

また、第一のレンズ群 G 1 の負のパワーを広画角化のために強めるほど第一のレンズ群 G 1 内で発生する倍率色収差が大きくなる。第一のレンズ群 G 1 内で発生した倍率色収差を効率良く補正するため、本実施形態では、軸外光線が最も高い位置を通る第二のレンズ群 G 2 内に接合レンズ C L を配置する構成を採用している。

【0031】

以下において、説明の便宜上、各光学部品の物体側の面、像側の面をそれぞれ、第一面、第二面と記す。また、絞り S は、光軸 A X を中心とした所定の円形開口を有する板状部材、又は第一のレンズ群 G 1 の絞り S に最も近いレンズ面（図 2 の構成例においては、正レンズ L 2 の第二面 r 4）であって光軸 A X を中心とした所定の円形領域以外にコーティングされた遮光膜である。絞り S の厚みは、負レンズ L 1 や正レンズ L 2 等の各光学レンズの厚みと比べて非常に薄く、内視鏡用対物光学系 100 の光学性能を計算する上で無視しても差し支えない。そのため、本明細書においては、絞り S の厚みをゼロとみなして説明を進める。

【0032】

内視鏡用対物光学系 100 は、第一のレンズ群 G 1 内で最も物体側に位置する負レンズ L 1 の焦点距離を f_1 （単位：mm）と定義し、第一のレンズ群 G 1 の焦点距離を f_F （単位：mm）と定義し、第一のレンズ群 G 1 内で最も物体側にある面（負レンズ L 1 の第一面 r 1）の最大像高における有効径を ED（単位：mm）と定義し、全系の（第一のレンズ群 G 1 と第二のレンズ群 G 2 の合成）焦点距離を f （単位：mm）と定義した場合に、次の 2 つの条件（1）及び（2）

$$0.2 < f_1 / f_F < 0.5 \cdots (1)$$

10

20

30

40

50

4. $0 < ED / f < 5.0 \cdots (2)$

を満たす構成となっている。

【0033】

条件(1)は、第一のレンズ群G1内で最も物体側に位置する負レンズL1の焦点距離 f_1 と、第一のレンズ群G1の焦点距離 f_F との比を規定する。条件(1)が満たされることにより、第一のレンズ群G1と第二のレンズ群G2とを組み合わせたときの画角を適正な大きさ(例えば 180° を超える画角)にしつつ、最も物体側に位置する負レンズL1の有効径を抑えることができる。

【0034】

条件(1)において「 f_1 / f_F 」が右辺の値($= 0.5$)以上となる場合、コマ収差等の諸収差を良好に補正することはできるが、負レンズL1の有効径EDが大きくなるため、内視鏡用対物光学系100が細径にならない。内視鏡用対物光学系100を電子スコープ1の先端部12に組み込む必要上、先端部12を細径に設計することができなかつたり、先端部12に対する設計の自由度が大きく制約されてしまつたりする。また、正レンズL2の倍率が大きくなりすぎるため、正レンズL2が偏心して(光軸AXに対して垂直方向にずれて)組み付けられた際の像面倒れを抑えることが難しい。

【0035】

条件(1)において「 f_1 / f_F 」が左辺の値($= 0.2$)以下となる場合、負レンズL1の有効径EDを小さくすることによって内視鏡用対物光学系100の細径化することはできるが、負レンズL1のパワーが強くなりすぎるため、広画角化と収差(主にコマ収差と色収差)補正との両立が難しくなる。また、第二のレンズ群G2の倍率を高く設定せざるを得ないため、組立時の第一のレンズ群G1と第二のレンズ群G2との群間隔の誤差に伴う画角のばらつきを抑えることが難しい。

【0036】

条件(2)は、第一のレンズ群G1内で最も物体側にある面(負レンズL1の第一面 r_1)の最大像高における有効径EDと、全系の焦点距離 f との比を規定する。条件(2)が満たされることにより、内視鏡用対物光学系100を大型化(太径化かつ全長が長くなる)させず(言い換えると、内視鏡用対物光学系100を小型化させることができ)、負レンズL1を取り扱いが容易な形状にすることができる。

【0037】

ここで、負レンズL1の第一面 r_1 は、電子スコープ1の先端部12の先端面上で外観として露出している。条件(2)が満たされる場合、負レンズL1は、第一面 r_1 の径が小さいため、洗浄範囲が小さかつ先端面上での第一面 r_1 の突出量が小さい。そのため、負レンズL1は、先端部12の洗浄性の低下が抑えられており、かつ電子スコープ1の管理時に他の構造物等に第一面 r_1 が衝突して破損するリスクも抑えられている、取り扱いが容易な形状となっている。

【0038】

条件(2)において「 ED / f 」が右辺の値($= 5.0$)以上となる場合、先端面上での第一面 r_1 の突出量が大きくなる。そのため、先端部12の洗浄性が低下する(例えば、先端面を洗浄する際に汚れが取り難くなる)と共に、電子スコープ1の管理時に他の構造物等に第一面 r_1 が衝突して破損するリスクが高くなる。なお、第一面 r_1 の突出量は、第一面 r_1 の光軸AX上での接平面と第一面 r_1 の有効径の最周縁との、光軸AX方向の距離と定義される。

【0039】

条件(2)において「 ED / f 」が左辺の値($= 4.0$)以下となる場合、負レンズL1の有効径EDが小さくなることに伴い、先端面上での第一面 r_1 の突出量も小さくなる。しかし、第一面 r_1 において表面反射する光の量が増えて、光量損失が大きくなってしまふ。また、内視鏡用対物光学系100の全長が長くなる。全長の長い内視鏡用対物光学系100を電子スコープ1の先端部12に組み込む必要上、先端部12の全長を短く抑えることが難しい。硬質性を有する先端部12の全長が長くなることにより、例えば体腔内

10

20

30

40

50

に対する電子スコープ 1 の挿入性（挿入のし易さ）が低下したり、電子スコープ 1 の挿入時における患者の負担が大きくなったりしてしまう。

【0040】

このように、内視鏡用対物光学系 100 は、上記のレンズ配置（第一のレンズ群 G 1 と第二のレンズ群 G 2）において条件（1）、（2）を同時に満たすことにより、良好な光学性能を有しつつも小型化かつ広画角化（例えば、管腔観察に適した、 180° を超える広い画角）が達成されており、例えば、高精細な固体撮像素子との組み合わせに適したものとなっている。

【0041】

また、内視鏡用対物光学系 100 は、諸収差の補正に非球面レンズが必須ではないため、設計開発の負担が軽減すると共に加工が容易である。本発明の各実施例では、第一のレンズ群 G 1 及び第二のレンズ群 G 2 に含まれる全てのレンズのレンズ面が球面となっている。

【0042】

また、内視鏡用対物光学系 100 は、第一のレンズ群 G 1 内で最も絞り側に位置する正レンズ L 2 の焦点距離を f_2 （単位：mm）と定義した場合に、次の条件（3）

$$0.5 < |f_2 / f_F| < 2.0 \quad (3)$$

を満たす構成となっている。

【0043】

条件（3）は、第一のレンズ群 G 1 内で最も絞り側に位置する正レンズ L 2 の焦点距離 f_2 と、第一のレンズ群 G 1 の焦点距離 f_F との比を規定する。条件（3）が満たされることにより、広画角化した場合に懸念される観察視野周辺の光学性能の劣化がより一層好適に抑えられる。

【0044】

条件（3）において「 $|f_2 / f_F|$ 」が右辺の値（ $= 2.0$ ）以上となる場合、例えば管腔観察時に観察視野中心から観察視野周辺にかけて歪みの少ない画像が得られる。しかし、観察視野中心付近の倍率が低くなるため、例えば病変部を発見して観察視野中心に寄せた場合、当該病変部を高解像度で撮像することができない。

【0045】

条件（3）において「 $|f_2 / f_F|$ 」が左辺の値（ $= 0.5$ ）以下となる場合、例えば管腔観察時に観察視野周辺に近づくほど画像の歪みが大きくなり、観察視野周辺での物体側解像度が低くなってしまふ。

【0046】

また、内視鏡用対物光学系 100 は、結像面における最大像高を y （単位：mm）と定義した場合に、次の条件（4）

$$3.0 < ED / y < 4.0 \quad (4)$$

を満たす構成となっている。

【0047】

条件（4）は、第一のレンズ群 G 1 内で最も物体側にある面（負レンズ L 1 の第一面 r_1 ）の最大像高における有効径 ED と、結像面における最大像高 y との比を規定する。条件（4）が満たされることにより、内視鏡用対物光学系 100 を大型化させず（言い換えると、内視鏡用対物光学系 100 を小型化させることができ）、負レンズ L 1 を取り扱いが容易な形状にすることができる。

【0048】

条件（4）において「 ED / y 」が右辺の値（ $= 4.0$ ）以上となる場合、電子スコープ 1 の先端部 12 の先端面上での第一面 r_1 の突出量が小さくなる。しかし、第一面 r_1 において表面反射する光の量が増えて、光量損失が大きくなってしまふ。また、内視鏡用対物光学系 100 の全長が長くなる。全長の長い内視鏡用対物光学系 100 を電子スコープ 1 の先端部 12 に組み込む必要上、先端部 12 の全長を短く抑えることが難しい。硬質性を有する先端部 12 の全長が長くなることにより、例えば体腔内に対する電子スコープ

10

20

30

40

50

1の挿入性が低下したり、電子スコープ1の挿入時における患者の負担が大きくなったりしてしまう。

【0049】

条件(4)において「 ED/y 」が左辺の値(=3.0)以下となる場合、先端面上での第一面r1の突出量が大きくなる。そのため、先端部12の洗浄性が低下すると共に、電子スコープ1の管理時に他の構造物等に第一面r1が衝突して破損するリスクが高くなる。

【0050】

次に、これまで説明した内視鏡用対物光学系100の具体的数値実施例を6例説明する。各数値実施例1~6に係る内視鏡用対物光学系100は、図1に示される電子スコープ1の先端部12に組み込まれている。

【実施例1】

【0051】

上述したように、本発明の実施例1に係る内視鏡用対物光学系100の構成は、図2に示される通りである。

【0052】

本実施例1に係る内視鏡用対物光学系100(及びその後段に配置された光学部品)の具体的数値構成(設計値)は、表1に示される。表1の上欄(面データ)に示される面番号NOは、絞りSに対応する面番号5を除き、図2中の面符号 r_n (n は自然数)に対応する。表1の上欄において、 R (単位: mm)は光学部材の各面の曲率半径を、 D (単位: mm)は光軸AX上の光学部材厚又は光学部材間隔を、 $N(d)$ は d 線(波長588nm)の屈折率を、 ν_d は d 線のアッペ数を、それぞれ示す。表1の下欄(各種データ)には、本実施例1に係る内視鏡用対物光学系100の仕様(実効Fナンバ、全系の焦点距離(単位: mm)、光学倍率、半画角(単位: degree)、像高(単位: mm))を示す。

【0053】

【表1】

数値実施例1

面データ

NO	R	D	N(d)	ν_d
1	3.856	0.450	1.88300	40.8
2	0.586	0.629		
3	INFINITY	0.607	1.92286	18.9
4	-2.452	0.033		
5絞り	INFINITY	0.080		
6	-1.259	0.707	1.72916	54.7
7	-0.987	0.149		
8	2.252	0.300	1.95906	17.5
9	0.900	1.158	1.77250	49.6
10	-2.049	0.500		
11	INFINITY	0.800	1.51633	64.1
12	INFINITY	-		

各種データ

Fナンバ	5.5	焦点距離	0.57
倍率	-0.075	像高	0.77
半画角	91.4		

【0054】

本実施例1に係る内視鏡用対物光学系100に対して条件(1)~(4)を適用したときに算出される値の一覧を示す。

【0055】

条件(1): $f_1/f_F = 0.35$

条件(2): $ED/f = 4.17$

条件(3): $|f_2/f_F| = 1.10$

条件(4): $ED/y = 3.11$

【0056】

図3のグラフA~Dは、本実施例1に係る内視鏡用対物光学系100の各種収差図であ

る。グラフ A は、d 線、g 線（波長 436 nm）、C 線（波長 656 nm）での球面収差及び軸上色収差を示す。グラフ B は、d 線、g 線、C 線での倍率色収差を示す。グラフ A、B 中、実線は d 線での収差を、点線は g 線での収差を、一点鎖線は C 線での収差を、それぞれ示す。グラフ C は、非点収差を示す。グラフ C 中、実線はサジタル成分を、点線はメリディオナル成分を、それぞれ示す。グラフ D は、歪曲収差を示す。グラフ A～C の縦軸は像高を、横軸は収差量を、それぞれ示す。グラフ D の縦軸は像高を、横軸は歪曲率を、それぞれ示す。なお、本実施例 1 の図表についての説明は、以降の各実施例で提示される図表においても適用する。

【実施例 2】

【0057】

図 4 は、本発明の実施例 2 に係る内視鏡用対物光学系 100 を含む各光学部品の配置を示す断面図である。図 5 のグラフ A～D は、本実施例 2 に係る内視鏡用対物光学系 100 の各種収差（球面収差、軸上色収差、倍率色収差、非点収差、歪曲収差）図である。表 2 は、本実施例 2 に係る内視鏡用対物光学系 100 の具体的数値構成及び仕様を示す。

【0058】

【表 2】

数値実施例 2

面データ

NO	R	D	N(d)	νD
1	3.893	0.450	1.88300	40.8
2	0.554	0.697		
3	INFINITY	0.604	1.92286	18.9
4	-2.577	0.036		
5 絞	INFINITY	0.080		
6	-2.288	0.661	1.72916	54.7
7	-1.222	0.117		
8	2.156	0.300	1.95906	17.5
9	0.830	1.049	1.80400	46.6
10	-2.645	0.500		
11	INFINITY	0.800	1.51633	64.1
12	INFINITY	-		

各種データ

F ナンバ	5.9	焦点距離	0.58
倍率	-0.076		
半画角	90.9	像高	0.77

【0059】

本実施例 2 に係る内視鏡用対物光学系 100 に対して条件（1）～（4）を適用したときに算出される値の一覧を示す。

【0060】

条件（1）： $f_1 / f_F = 0.37$

条件（2）： $ED / f = 4.07$

条件（3）： $|f_2 / f_F| = 1.34$

条件（4）： $ED / y = 3.07$

【実施例 3】

【0061】

図 6 は、本発明の実施例 3 に係る内視鏡用対物光学系 100 を含む各光学部品の配置を示す断面図である。図 7 のグラフ A～D は、本実施例 3 に係る内視鏡用対物光学系 100 の各種収差（球面収差、軸上色収差、倍率色収差、非点収差、歪曲収差）図である。表 3 は、本実施例 3 に係る内視鏡用対物光学系 100 の具体的数値構成及び仕様を示す。

【0062】

【表 3】

数値実施例 3

面データ

NO	R	D	N(d)	νD
1	3.831	0.450	1.88300	40.8
2	0.553	0.680		
3	INFINITY	0.605	1.84666	23.8
4	-1.923	0.035		
5絞	INFINITY	0.080		
6	-2.066	0.658	1.72916	54.7
7	-1.241	0.147		
8	2.128	0.300	1.95906	17.5
9	0.847	0.881	1.77250	49.6
10	-2.290	0.500		
11	INFINITY	0.800	1.51633	64.1
12	INFINITY	-		

10

各種データ

Fナンバ	5.7	焦点距離	0.57
倍率	-0.075		
半画角	91.8	像高	0.78

【0063】

本実施例 3 に係る内視鏡用対物光学系 100 に対して条件 (1) ~ (4) を適用したときに算出される値の一覧を示す。

【0064】

条件 (1) : $f_1 / f_F = 0.23$

条件 (2) : $ED / f = 4.14$

条件 (3) : $|f_2 / f_F| = 0.67$

条件 (4) : $ED / y = 3.07$

20

【実施例 4】

【0065】

図 8 は、本発明の実施例 4 に係る内視鏡用対物光学系 100 を含む各光学部品の配置を示す断面図である。図 9 のグラフ A ~ D は、本実施例 4 に係る内視鏡用対物光学系 100 の各種収差 (球面収差、軸上色収差、倍率色収差、非点収差、歪曲収差) 図である。表 4 は、本実施例 4 に係る内視鏡用対物光学系 100 の具体的数値構成及び仕様を示す。

【0066】

【表 4】

30

数値実施例 4

面データ

NO	R	D	N(d)	νD
1	3.900	0.450	1.88300	40.8
2	0.647	0.583		
3	INFINITY	0.904	1.92286	18.9
4	-2.852	0.000		
5絞	INFINITY	0.090		
6	-1.042	0.681	1.72916	54.7
7	-1.269	0.073		
8	4.924	0.421	1.51633	64.1
9	-2.273	0.050		
10	2.278	0.300	1.92286	18.9
11	0.970	1.064	1.72916	54.7
12	-3.475	0.500		
13	INFINITY	0.800	1.51633	64.1
14	INFINITY	-		

40

各種データ

Fナンバ	5.6	焦点距離	0.59
倍率	-0.076		
半画角	91.6	像高	0.79

【0067】

本実施例 4 に係る内視鏡用対物光学系 100 に対して条件 (1) ~ (4) を適用したときに算出される値の一覧を示す。

【0068】

条件 (1) : $f_1 / f_F = 0.37$

50

条件 (2) : $ED / f = 4.46$

条件 (3) : $|f_2 / f_F| = 1.22$

条件 (4) : $ED / y = 3.33$

【実施例 5】

【0069】

図 10 は、本発明の実施例 5 に係る内視鏡用対物光学系 100 を含む各光学部品の配置を示す断面図である。図 11 のグラフ A ~ D は、本実施例 5 に係る内視鏡用対物光学系 100 の各種収差 (球面収差、軸上色収差、倍率色収差、非点収差、歪曲収差) 図である。表 5 は、本実施例 5 に係る内視鏡用対物光学系 100 の具体的数値構成及び仕様を示す。

【0070】

10

【表 5】

数値実施例 5

面データ

NO	R	D	N(d)	νD
1	3.800	0.454	1.88300	40.8
2	0.593	0.524		
3	INFINITY	0.843	1.84666	23.8
4	-2.557	0.001		
5 絞	INFINITY	0.090		
6	-1.139	0.849	1.77250	49.6
7	-1.327	0.050		
8	3.841	0.535	1.62041	60.3
9	-4.000	0.050		
10	2.303	0.300	1.92286	18.9
11	0.975	1.075	1.72916	54.7
12	-4.570	0.500		
13	INFINITY	0.800	1.51633	64.1
14	INFINITY	-		

20

各種データ

F ナンバ	5.8	焦点距離	0.58
倍率	-0.075		
半画角	90.4	像高	0.76

【0071】

本実施例 5 に係る内視鏡用対物光学系 100 に対して条件 (1) ~ (4) を適用したときに算出される値の一覧を示す。

【0072】

条件 (1) : $f_1 / f_F = 0.41$

30

条件 (2) : $ED / f = 4.29$

条件 (3) : $|f_2 / f_F| = 1.45$

条件 (4) : $ED / y = 3.25$

【実施例 6】

【0073】

図 12 は、本発明の実施例 6 に係る内視鏡用対物光学系 100 を含む各光学部品の配置を示す断面図である。図 13 のグラフ A ~ D は、本実施例 6 に係る内視鏡用対物光学系 100 の各種収差 (球面収差、軸上色収差、倍率色収差、非点収差、歪曲収差) 図である。表 6 は、本実施例 6 に係る内視鏡用対物光学系 100 の具体的数値構成及び仕様を示す。

【0074】

40

【表 6】

数値実施例 6

面データ

NO	R	D	N(d)	νD
1	3.927	0.450	1.88300	40.8
2	0.669	0.516		
3	INFINITY	1.139	1.92286	18.9
4	-3.529	0.010		
5 絞	INFINITY	0.080		
6	-1.709	0.928	1.72916	54.7
7	-1.144	0.085		
8	2.194	0.300	1.92286	18.9
9	0.933	1.079	1.77250	49.6
10	-2.585	0.500		
11	INFINITY	0.800	1.51633	64.1
12	INFINITY	-		

各種データ

Fナンバ	5.7	焦点距離	0.57
倍率	-0.073		
半画角	92.5	像高	0.78

10

【0075】

本実施例 6 に係る内視鏡用対物光学系 100 に対して条件 (1) ~ (4) を適用したときに算出される値の一覧を示す。

【0076】

条件 (1) : $f_1 / f_F = 0.47$

条件 (2) : $ED / f = 4.75$

条件 (3) : $|f_2 / f_F| = 1.83$

条件 (4) : $ED / y = 3.45$

20

【0077】

(比較検証)

本実施例 1 ~ 6 に対する比較例として特許文献 1 の第 1 実施例を挙げる。比較例に係る内視鏡用対物光学系は、負のパワーを持つ前群 (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、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズからなる群) 及び正のパワーを持つ後群 (物体側から順に、像側に凸面を向けた平凸レンズ (正レンズ)、正レンズである両凸レンズと物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズとの接合レンズからなる群) を有しており、条件 (1) ~ (4) の何れも満たさない構成となっている。そのため、比較例に係る内視鏡用対物光学系は、広画角化が達成されているものの、十分な小型化が達成されていない。また、広画角化を達成するため、周辺解像、入射光量等に関する一部の光学特性が犠牲となっている。

30

【0078】

なお、参考として、比較例に係る内視鏡用対物光学系に対して条件 (1) ~ (4) を適用したときに算出される値の一覧を示す。

【0079】

条件 (1) : $f_1 / f_F = 1.38$

条件 (2) : $ED / f = 2.98$

条件 (3) : $|f_2 / f_F| = 4.75$

条件 (4) : $ED / y = 2.31$

40

【0080】

これに対し、本実施例 1 ~ 6 の各実施例に係る内視鏡用対物光学系 100 は、負のパワーを持つ第一のレンズ群 G1 (物体側から順に、像側に凹面を向けた負レンズ、像側に凸面を向けた正レンズ、を少なくとも有するレンズ群) 及び正のパワーを持つ第二のレンズ群 G2 (物体側から順に、像側に凸面を向けた正レンズ、負のレンズと正のレンズとを接合した接合レンズを少なくとも有するレンズ群) を有しており、条件 (1) 及び条件 (2) を満たす構成となっている。そのため、各実施例に係る内視鏡用対物光学系 100 は、各表及び各種収差図に示されるように、良好な光学性能を有しつつも小型化かつ広画角化

50

が達成された構成となっている。

【 0 0 8 1 】

また、本実施例 1 ～ 6 の各実施例に係る内視鏡用対物光学系 1 0 0 は、条件 (3) 及び条件 (4) を更に満たす構成となっている。本実施例 1 ～ 6 の各実施例では、条件 (3) 及び条件 (4) を満たすことによる更なる効果が奏される。

【 0 0 8 2 】

以上が本発明の例示的な実施形態の説明である。本発明の実施形態は、上記に説明した内容に限定されず、本発明の技術的思想の範囲において様々な変形が可能である。例えば明細書中に例示的に明示される実施形態等又は自明な実施形態等を適宜組み合わせた内容も本願の実施形態に含まれる。

10

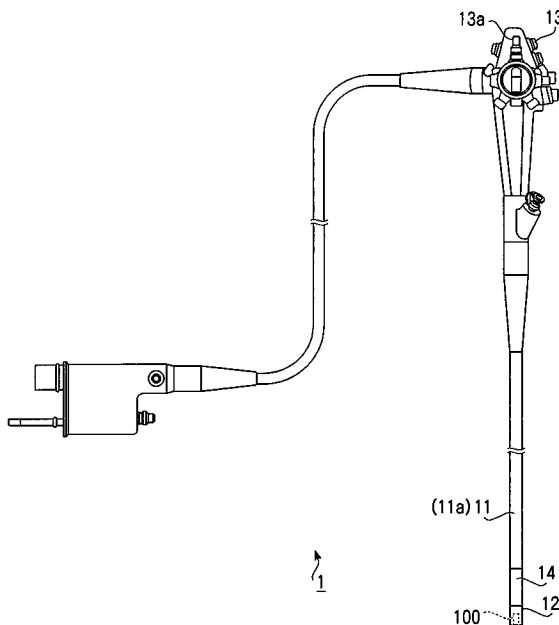
【 符号の説明 】

【 0 0 8 3 】

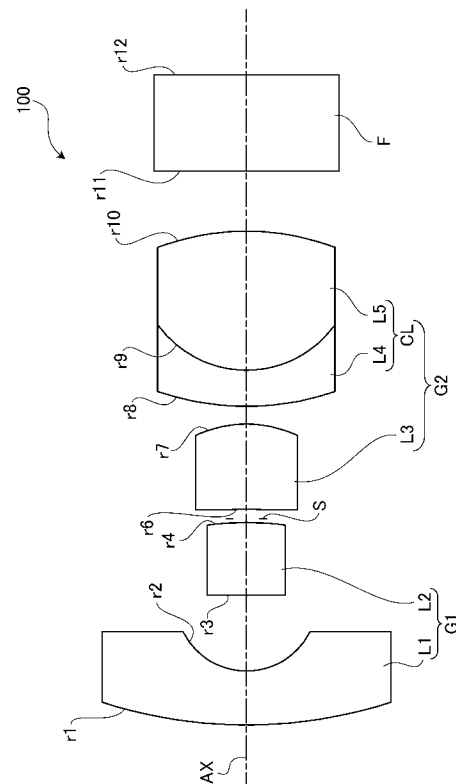
1 電子スコープ

1 0 0 内視鏡用対物光学系

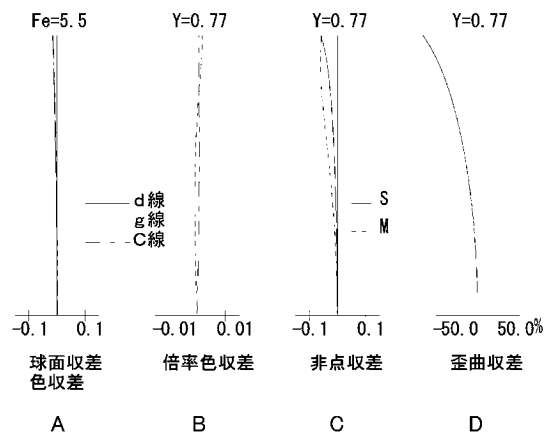
【 図 1 】



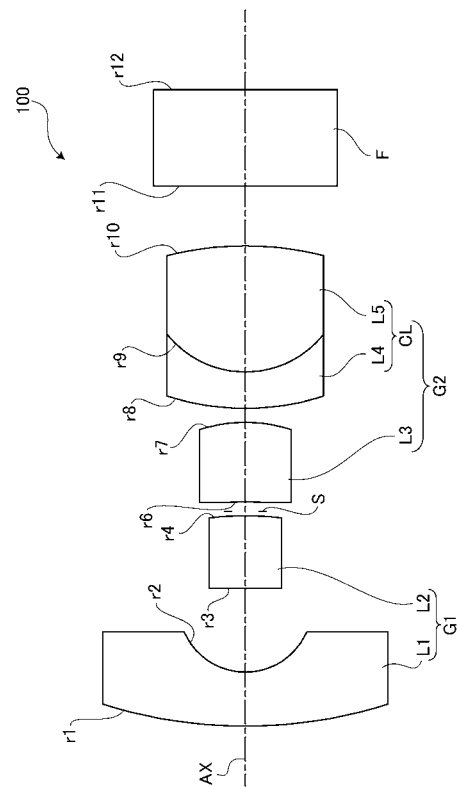
【 図 2 】



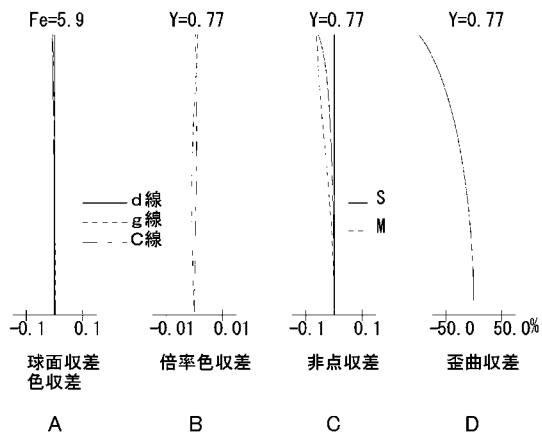
【図 3】



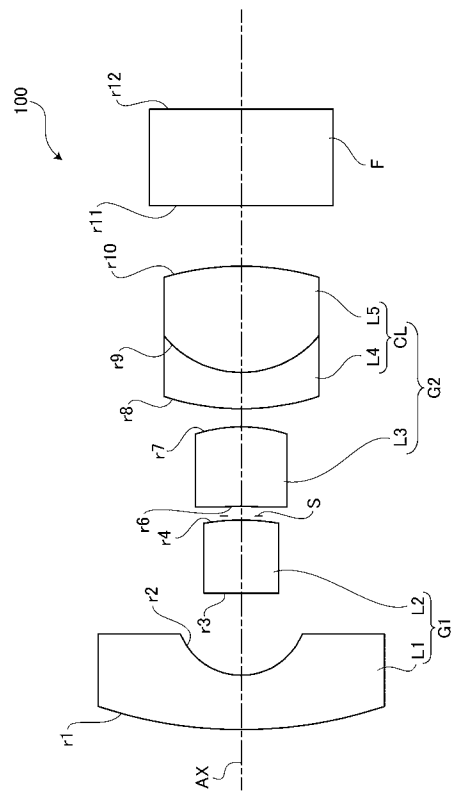
【図 4】



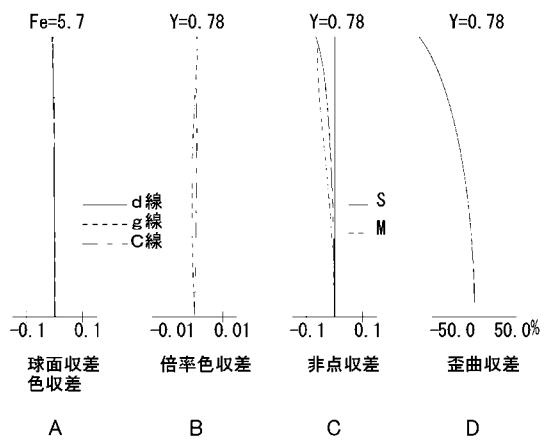
【図 5】



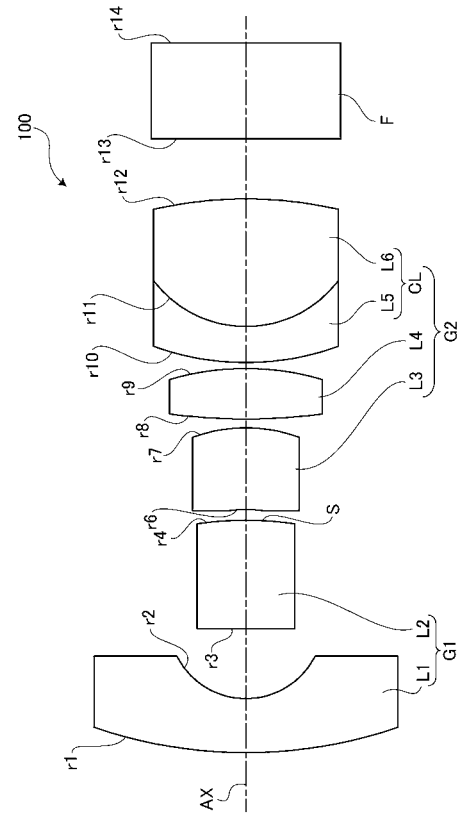
【図 6】



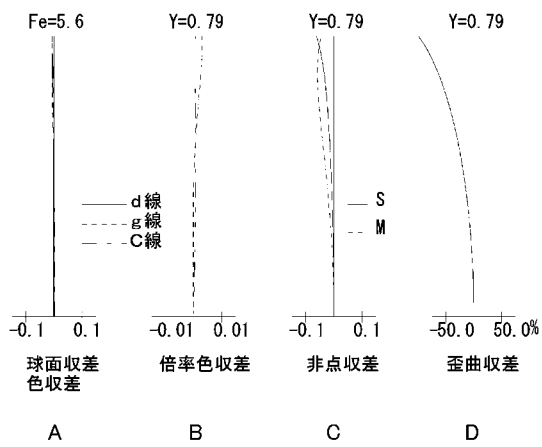
【図 7】



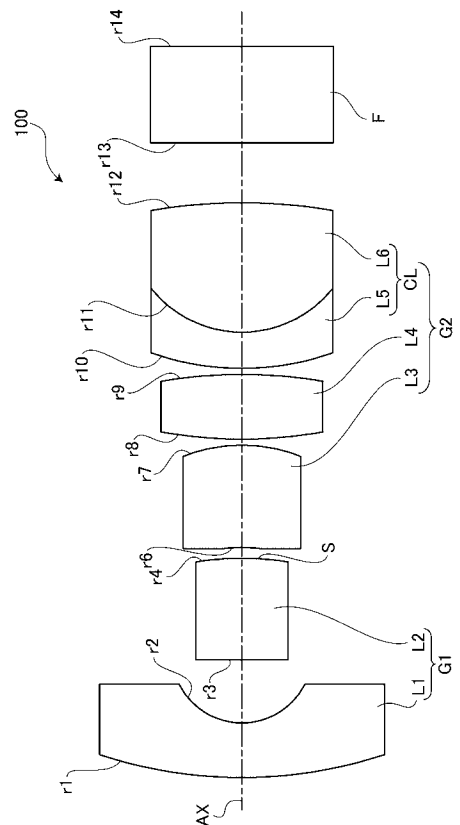
【図 8】



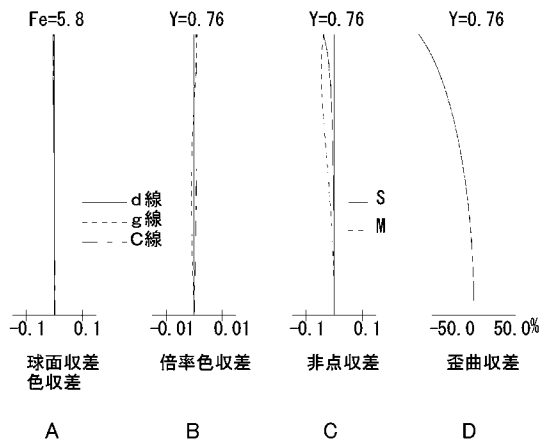
【図 9】



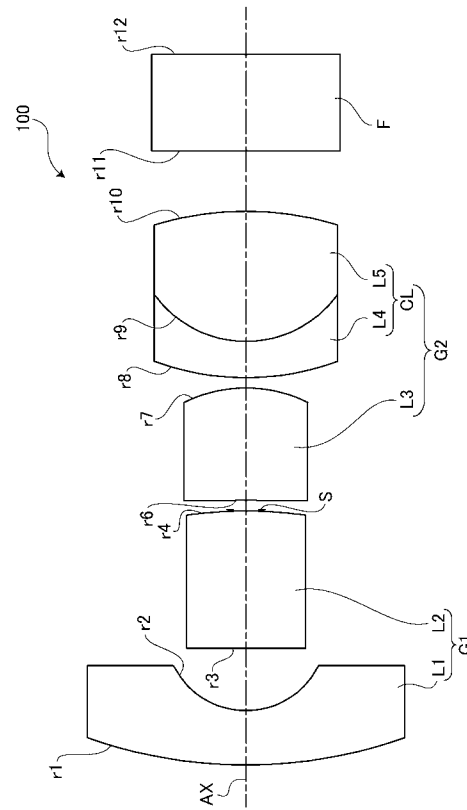
【図 10】



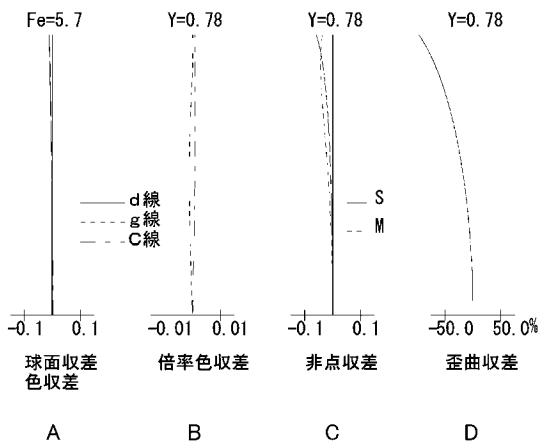
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



专利名称(译)	内窥镜和内窥镜的物镜光学系统		
公开(公告)号	JP2018025591A	公开(公告)日	2018-02-15
申请号	JP2016155329	申请日	2016-08-08
[标]申请(专利权)人(译)	保谷股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	HOYA株式会社		
[标]发明人	那須幸子		
发明人	那須 幸子		
IPC分类号	G02B13/04 G02B23/26 A61B1/00		
CPC分类号	A61B1/00064 A61B1/00163 G02B13/004 G02B13/06 G02B13/18		
FI分类号	G02B13/04 G02B23/26.C A61B1/00.300.Y A61B1/00.731		
F-TERM分类号	2H040/CA23 2H087/KA10 2H087/LA03 2H087/PA04 2H087/PA05 2H087/PA18 2H087/PB05 2H087/PB06 2H087/QA02 2H087/QA07 2H087/QA17 2H087/QA21 2H087/QA25 2H087/QA34 2H087/QA42 2H087/QA45 2H087/RA32 2H087/RA42 2H087/RA43 4C161/BB02 4C161/CC06 4C161/FF40 4C161/JJ06		
代理人(译)	山鹿SoTakashi		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

需要解决的问题：使其紧凑并设计出宽视角，同时保持良好的光学性能。从以该顺序物体侧，具有负的放大率具有正屈光力的第一透镜组中，从第二透镜组由，第一透镜组包括，为了从物体侧，凹表面上的图像侧所述第二透镜组从物侧起依次包括朝向像侧的负透镜和朝向像侧的具有凸面的正透镜，提供具有朝向像侧的凸面的正透镜以及通过粘接负透镜和正透镜而获得并且满足预定条件的接合透镜。

