

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02016/031586

発行日 平成29年4月27日 (2017. 4. 27)

(43) 国際公開日 平成28年3月3日 (2016. 3. 3)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 13/04 (2006.01)	G02B 13/04 D	2H040
G02B 23/26 (2006.01)	G02B 23/26 A	2H087
A61B 1/00 (2006.01)	A61B 1/00 300Y	4C161

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 35 頁)

出願番号	特願2016-506017 (P2016-506017)	(71) 出願人	000000376 オリンパス株式会社 東京都八王子市石川町2951番地
(21) 国際出願番号	PCT/JP2015/072913	(74) 代理人	100118913 弁理士 上田 邦生
(22) 国際出願日	平成27年8月13日 (2015. 8. 13)	(74) 代理人	100142789 弁理士 柳 順一郎
(11) 特許番号	特許第5927368号 (P5927368)	(74) 代理人	100163050 弁理士 小栗 真由美
(45) 特許公報発行日	平成28年6月1日 (2016. 6. 1)	(74) 代理人	100201466 弁理士 竹内 邦彦
(31) 優先権主張番号	特願2014-174132 (P2014-174132)	(72) 発明者	牛尾 恭章 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス株式会社内
(32) 優先日	平成26年8月28日 (2014. 8. 28)	Fターム(参考)	2H040 BA05 CA23 GA02
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡対物光学系

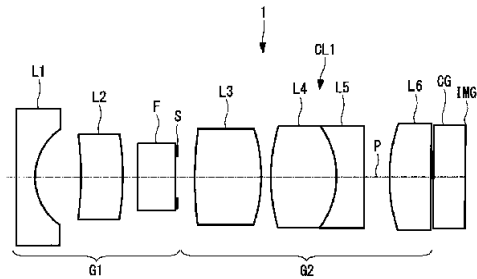
(57) 【要約】

細絛化しつつ、ピント調整を容易とし、明るく広角で高精細な画質を得る。

物体側から順に、負の屈折力の前群 (G1)、明るさ絞リ (S)、及び正の後群 (G2) からなり、前群が、物体側から順に負の屈折力の単レンズである第1レンズ (L1) と、正の屈折力の単レンズである第2レンズ (L2) を備え、後群 (G2) が、正の屈折力の単レンズである第3レンズ (L3) と、正の屈折力の第4レンズ (L4) と負の屈折力の第5レンズ (L5) との接合レンズ (CL1) と、正の屈折力の第6レンズ (L6) とからなり、第1レンズの物体側面が平面であり、第2レンズがメニスカス形状であり、第6レンズが撮像素子と接合されており、以下の条件式を満足する内視鏡対物光学系 (1) を提供する。

$$4 < F_{no} \times F_6 / F_{1_5} < 500 \dots (1)$$

但し、Fnoは内視鏡対物光学系の有効Fナンバー、F6は第6レンズの焦点距離、F1_5は、第1レンズから第5レンズの合成焦点距離である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、全体として負の屈折力をもつ前群と、明るさ絞りと、全体として正の屈折力をもつ後群とからなり、

前記前群が、物体側から順に、負の屈折力の単レンズである第 1 レンズと、正の屈折力の単レンズである第 2 レンズとを備え、

前記後群が、正の屈折力の単レンズである第 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 レンズとの接合レンズと、正の屈折力の第 6 レンズとからなり、

前記第 1 レンズの物体側面が平面であり、前記第 2 レンズがメニスカス形状であり、

前記第 6 レンズが撮像素子と接合されており、以下の条件式を満足する内視鏡対物光学系。 10

$$4 < F_{n0} \times F_6 / F_{1_5} < 500 \quad \dots (1)$$

但し、 F_{n0} は内視鏡対物光学系の有効 F ナンバー、 F_6 は第 6 レンズの焦点距離、 F_{1_5} は、第 1 レンズから第 5 レンズの合成焦点距離である。

【請求項 2】

以下の条件式を満足する請求項 1 記載の内視鏡対物光学系。

$$1.1 < SH_{R1R6} < 10 \quad \dots (2)$$

但し、 $SH_{R1R6} = |(R1R + R6L) / (R1R - R6L)|$ であり、 $R1R$ は第 1 レンズの像側面の曲率半径であり、 $R6L$ は第 6 レンズの物体側面の曲率半径である。 20

【請求項 3】

以下の条件式を満足する請求項 1 記載の内視鏡対物光学系。

$$-1.5 < R4R / R6L < -0.01 \quad \dots (3)$$

但し、 $R4R$ は第 4 レンズの像側面の曲率半径であり、 $R6L$ は第 6 レンズの物体側面の曲率半径である。

【請求項 4】

以下の条件式を満足する請求項 1 に記載の内視鏡対物光学系。

$$2.2 < F_{23} / F_L < 4.0 \quad \dots (4)$$

但し、 F_{23} は第 2 レンズと第 3 レンズの合成焦点距離、 F_L は全系の合成焦点距離である。 30

【請求項 5】

以下の条件式を満足する請求項 1 記載の内視鏡対物光学系。

$$-0.8 < F_1 / F_6 < -0.01 \quad \dots (5)$$

但し、 F_1 は第 1 レンズの焦点距離、 F_6 は第 6 レンズの焦点距離である。

【請求項 6】

以下の条件式を満足する請求項 1 記載の内視鏡対物光学系。

$$0.0003 < P^2 / (L \times F_6) < 0.015 \quad \dots (6)$$

但し、 P は、ピント調整間隔、 L は内視鏡対物光学系の全長である。

【請求項 7】

以下の条件式を満足する請求項 1 記載の内視鏡対物光学系。 40

$$-2.0 < F_{12} / F_{36} < -0.6 \quad \dots (7)$$

但し、 F_{12} は前群（第 1、第 2 レンズ）の合成焦点距離、 F_{36} は後群（第 3 レンズから第 6 レンズ）の合成焦点距離である。

【請求項 8】

以下の条件式を満足する請求項 1 記載の内視鏡対物光学系。

$$0.05 < FL / L < 0.12 \quad \dots (8)$$

【請求項 9】

以下の条件式を満足する請求項 1 記載の内視鏡対物光学系。

$$0.06 < IH / L < 0.12 \quad \dots (9)$$

但し、 IH は最大像高である。 50

【請求項 10】

以下の条件式 (10) を満足する請求項 1 記載の内視鏡対物光学系。

$$> 62^\circ \quad \dots (10)$$

但し、 θ は半画角である。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、対物光学系に関し、特に、医療用内視鏡に適用される内視鏡対物光学系に関する。

【背景技術】

10

【0002】

近年、患者への負担低減や診断精度の向上等の観点から、内視鏡の小型化及び高画質化が進んでいる。このため、内視鏡用の撮像素子として、高画素且つ小型の撮像素子（例えば、CCDやCMOSなど）が開発されており、その画素ピッチは年々小さくなっている。画素ピッチの縮小に伴い、内視鏡用対物光学系についても、広角化や収差補正等の光学性能を満足させつつ、小型化を図ることが求められている。

【0003】

ところで、一般に、撮像素子の画素ピッチが小さくなると、 Fno を小さくして明るい対物光学系としなければ、高精細な画像を得ることができない。その反面、明るい対物光学系とすると、深度が狭く、ピント調整が困難となる。また、対物光学系において、接着剤の硬化ずれやピント位置調整装置の影響等により、位置決め後にピント位置がずれた場合に、高画質、高精細な画像を得ることが困難となる。

20

【0004】

高画質を実現可能でありながら小型の内視鏡用対物光学系として、例えば、特許文献 1 及び特許文献 2 がある。すなわち、特許文献 1 には、細径化を実現しながら、 Fno を小さくすることで明るく、諸収差も良好で、第 1 レンズのパワーを大きくせずに片ボケにも強い内視鏡用対物光学系が開示されている。また、特許文献 2 には、諸収差の性能が良好な内視鏡対物光学系が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0005】

【特許文献 1】特許第 4695662 号公報

【特許文献 2】特許第 4997348 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献 1 の内視鏡対物光学系は、 Fno を小さくした明るい対物光学系としているため、深度が狭い。また、ピント調整が困難である上に、ピント調整位置での感度が強いことから、製造のばらつきが画質に与える影響が大きくなり、安定した生産が困難となる。

40

特許文献 2 の内視鏡対物光学系は、ピント調整位置での感度が弱く、製造ばらつきに強いとはいえない。

【0007】

上述の何れの内視鏡対物光学系も、細径化した場合に生じるピント調整の問題が考慮されていないため、ピント調整を最適化するためには、例えば、部品公差を詰めたり、位置決め後にピント位置がずれないように高精度なピント調整装置を新たに開発したりする必要がある。つまり、従来の内視鏡対物光学系では、内視鏡対物光学系自体に、ピント調整を最適化するための設計的な考慮がなされていない。

【0008】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであって、ピント調整が容易であり、明

50

るく広角で高精細な画質を得ることができる細径の内視鏡対物光学系を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するため、本発明は以下の手段を提供する。

本発明の一態様は、物体側から順に、全体として負の屈折力をもつ前群と、明るさ絞りと、全体として正の屈折力をもつ後群とからなり、前記前群が、物体側から順に、負の屈折力の単レンズである第1レンズと、正の屈折力の単レンズである第2レンズとを備え、前記後群が、物体側から順に、正の屈折力の単レンズである第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レンズとの接合レンズと、正の屈折力の第6レンズとからなり、前記第1レンズの物体側面が平面であり、前記第2レンズがメニスカス形状であり、前記第6レンズが撮像素子と接合されており、以下の条件式を満足する内視鏡対物光学系を提供する。

$$4 < F_{no} \times F_6 / F_{1-5} < 500 \quad \dots (1)$$

但し、 F_{no} は内視鏡対物光学系の有効Fナンバー、 F_6 は第6レンズの焦点距離、 F_{1-5} は、第1レンズから第5レンズまでの合成焦点距離である。

【0010】

本態様によれば、前群を構成するレンズとして、最も物体側に物体面側が平面で負の屈折力を有する、すなわち、平凹レンズである第1レンズを配置し、第1レンズの像側にメニスカス形状であり正の屈折力の単レンズである第2レンズを配置している。このようにすることで、第1レンズによりレトロフォーカス構成をとりながら観察中の水切れや衝撃による割れを軽減し、第1レンズの収差を補正しつつレンズ径が大きくならないように収斂効果を有する第2レンズを配置することで、内視鏡に好適な小型で高性能な対物光学系を構成している。

【0011】

そして、前群より像側に、主に結像に寄与する正の屈折力を有する後群を配置し、後群を構成するレンズとして、正の第3レンズ、正の第4レンズとを備える構成とすることにより、 F_{no} が小さく、明るくても収差の発生を抑えかつ小型化に必要なパワーを配分している。また、後群において像側に配置した正の第4レンズが負の第5レンズと接合しているため、周辺の光線高が高くなる位置に正と負の接合レンズを配置することとなり、色収差を補正することができる。さらに、後群の像側に撮像素子と接合する正の第6レンズを配置することで、第1レンズから第5レンズの光学倍率を低減すると共に、ピント調整の感度を緩めて組立性がよく光学性能が向上する。

【0012】

このように構成した内視鏡対物光学系がピント調整位置での感度に関する条件式(1)を満たすように構成されている。条件式(1)において、 $F_{no} \times F_6 / F_{1-5}$ が上限より大きい場合には、明るく、高精細な画質を得ようとする、第6レンズの曲率半径が大きくなり、その結果、ピント調整位置での感度が大きくなる為、ピントずれに弱い内視鏡対物光学系となってしまう。一方、条件式(1)において、下限を下回る場合、第6レンズの曲率半径が小さくなり過ぎる事によって、像面湾曲が大きくなり、良好な画質を得ることが困難となる。また、第6レンズの加工も困難となる。

【0013】

上記態様において、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$1.1 < SH_{R1R6} < 10 \quad \dots (2)$$

但し、 $SH_{R1R6} = |(R_{1R} + R_{6L}) / (R_{1R} - R_{6L})|$ であり、 R_{1R} は第1レンズの像側面の曲率半径であり、 R_{6L} は第6レンズの物体側面の曲率半径である。

【0014】

条件式(2)を満たすことで、第1レンズと第6レンズのパワーバランスを適正に保持することができ、像面湾曲を良好に補正して取得する画像の画質を向上させることができ

10

20

30

40

50

る。条件式(2)は、像面湾曲に関する条件式であり、条件式(2)において、 SH_R1R6 が上限より大きい場合には、第1レンズと第6レンズのパワーバランスが崩れるため、像面湾曲を良好に補正できなくなり、良好な画質を得ることが困難となる。また、第6レンズの加工が困難となる。一方、下限より小さい場合には、諸収差を良好に補正できるが、ピントずれに弱い光学系になってしまう。

【0015】

上記態様において、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$-1.5 < R4R / R6L < -0.01 \quad \dots (3)$$

但し、 $R4R$ は第4レンズの像側面の曲率半径であり、 $R6L$ は第6レンズの物体側面の曲率半径である。

10

【0016】

条件式(3)を満たすことで、レンズの加工を容易とすると共に、取得する画像の画質を向上させることができる。条件式(3)は、レンズの加工性に関する式であり、条件式(3)の上限を超える場合には、第4レンズの縁肉が少なくなりすぎて加工が困難となる。一方、下限を下回る場合には、第6レンズの縁肉が少なくなりすぎて加工が困難となり、また像面湾曲が大きくなるため、高精細な画質を得ることが困難となる。

【0017】

上記態様において、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$2.2 < F23 / FL < 4.0 \quad \dots (4)$$

但し、 $F23$ は第2レンズと第3レンズの合成焦点距離、 FL は全系の合成焦点距離である。

20

【0018】

条件式(4)を満たすことで、製造のばらつきを抑制することができる。条件式(4)の下限を下回ると、正のパワーが強いため、第1レンズの負のパワーが強くなり、片ボケが生じやすくなり、製造ばらつきに弱くなる。条件式(4)の上限を超えると、小型化が困難となる。

【0019】

上記態様において、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$-0.8 < F1 / F6 < -0.01 \quad \dots (5)$$

但し、 $F1$ は第1レンズの焦点距離、 $F6$ は第6レンズの焦点距離である。

30

【0020】

条件式(5)を満たすことで、製造バラつきに強く小型化に寄与することができる。条件式(5)において上限を超える場合には、小型化が困難になると共に、諸収差の性能が悪化し、良好な画質を得ることが困難となる。一方、条件式(5)において下限を下回る場合、片ボケ、ピントずれに弱く、製造ばらつきに弱い内視鏡対物光学系となる。

【0021】

上記態様において、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$0.0003 < P^2 / (L \times F6) < 0.015 \quad \dots (6)$$

但し、 P はピント調整間隔、 L は内視鏡対物光学系の全長である。

40

【0022】

条件式(6)を満たすことで、ピント調整を容易とすることができる。条件式(6)において、 P^2 / L の値が小さいと、ピント調整間隔を十分に取ることができないため、ピント感度を強くする必要がある。その為、 $F6$ の値を大きくする必要がある。条件式(6)において下限を下回る場合には、ピントずれに弱い光学系となる。一方、条件式(6)において上限を超える場合、諸収差の補正が困難となる。

【0023】

上記態様において、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$-2.0 < F12 / F36 < -0.6 \quad \dots (7)$$

但し、 $F12$ は前群(第1レンズ及び第2レンズ)の合成焦点距離、 $F36$ は後群(第3から第6レンズまで)の合成焦点距離である。

50

【0024】

条件式(7)を満たすことで、後群の焦点距離を適正に保持することができる。条件式(7)において、上限を超えると、後群の焦点距離が相対的に大きくなり、像面がマイナス側に倒れるため、諸収差を抑えることが困難となり、良好な画質の達成が難しくなる。一方、条件式(7)において、下限を下回る場合、後群の焦点距離が相対的に小さくなり、後群のレンズのRが小さくなり、レンズの縁肉が少なくなりすぎて後群レンズの加工が困難になる。

【0025】

上記態様において、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$0.05 < FL/L < 0.12 \quad \dots (8)$$

10

【0026】

条件式(8)を満たすことで、小型化及び広角化を実現することができる。条件式(8)において、上限を超える場合には広角化が困難となり、下限を下回る場合には小型化が困難となる。

【0027】

上記態様において、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$0.06 < IH/L < 0.12 \quad \dots (9)$$

但し、IHは最大像高である。

【0028】

条件式(9)を満たすことで、小型化及び生産性の向上を図ることができる。条件式(9)が下限を下回る場合には小型化が困難となり、上限を超える場合には製造ばらつきに弱くなるため、安定した生産が困難となる。

20

【0029】

上記態様において、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$> 62^\circ \quad \dots (10)$$

但し、は半画角である。

【0030】

条件式(10)を満たすことで、生体内のスクリーニングの際に病変部を見落とすリスクを軽減させることができる。すなわち、条件式(10)を満たすことで、半画角62°を確保することができ、広角を保つことができる。

30

【発明の効果】

【0031】

本発明によれば、ピント調整が容易であり、明るく広角で高精細な画質を得ることができる細径の内視鏡対物光学系を提供することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】本発明の実施形態に係る内視鏡対物光学系の全体構成を示す断面図である。

【図2】本発明の実施例1に係る内視鏡対物光学系の全体構成を示す断面図である。

【図3A】本発明の実施例1に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。

【図3B】本発明の実施例1に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。

40

【図3C】本発明の実施例1に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。

【図3D】本発明の実施例1に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。

【図4】本発明の実施例2に係る内視鏡対物光学系の全体構成を示す断面図である。

【図5A】本発明の実施例2に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。

【図5B】本発明の実施例2に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。

【図5C】本発明の実施例2に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。

【図5D】本発明の実施例2に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。

【図6】本発明の実施例3に係る内視鏡対物光学系の全体構成を示す断面図である。

【図7A】本発明の実施例3に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。

【図7B】本発明の実施例3に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。

50

- 【図 7 C】本発明の実施例 3 に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。
- 【図 7 D】本発明の実施例 3 に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。
- 【図 8】本発明の実施例 4 に係る内視鏡対物光学系の全体構成を示す断面図である。
- 【図 9 A】本発明の実施例 4 に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。
- 【図 9 B】本発明の実施例 4 に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。
- 【図 9 C】本発明の実施例 4 に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。
- 【図 9 D】本発明の実施例 4 に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。
- 【図 10】本発明の実施例 5 に係る内視鏡対物光学系の全体構成を示す断面図である。
- 【図 11 A】本発明の実施例 5 に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。
- 【図 11 B】本発明の実施例 5 に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。
- 【図 11 C】本発明の実施例 5 に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。
- 【図 11 D】本発明の実施例 5 に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。
- 【図 12】本発明の実施例 6 に係る内視鏡対物光学系の全体構成を示す断面図である。
- 【図 13 A】本発明の実施例 6 に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。
- 【図 13 B】本発明の実施例 6 に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。
- 【図 13 C】本発明の実施例 6 に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。
- 【図 13 D】本発明の実施例 6 に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。
- 【図 14】本発明の実施例 7 に係る内視鏡対物光学系の全体構成を示す断面図である。
- 【図 15 A】本発明の実施例 7 に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。
- 【図 15 B】本発明の実施例 7 に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。
- 【図 15 C】本発明の実施例 7 に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。
- 【図 15 D】本発明の実施例 7 に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。
- 【図 16】本発明の実施例 8 に係る内視鏡対物光学系の全体構成を示す断面図である。
- 【図 17 A】本発明の実施例 8 に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。
- 【図 17 B】本発明の実施例 8 に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。
- 【図 17 C】本発明の実施例 8 に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。
- 【図 17 D】本発明の実施例 8 に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図である。
- 【発明を実施するための形態】

【0033】

以下に、本発明の実施例に係る内視鏡対物光学系について図面を参照して説明する。

図 1 に示すように、内視鏡対物光学系は、物体側から順に、全体として負の屈折力を有する前群 G 1 と、明るさ絞り S と、全体として正の屈折力を有する後群 G 2 とを備えている。

【0034】

前群 G 1 は、物体側から順に、物体側が平面の単レンズであり負の屈折力を有する第 1 レンズ L 1 と、メニスカス形状の単レンズであり正の屈折力を有する第 2 レンズ L 2 と、赤外カットフィルタとしての平行平板 F とを備えている。

【0035】

後群 G 2 は、正の屈折力を有する単レンズである第 3 レンズと、正の屈折力を有する第 4 レンズ L 4 と負の屈折力の第 5 レンズ L 5 とが接合された接合レンズ C L 1 と、撮像素子のカバーガラス C G と接合され正の屈折力を有する第 6 レンズ L 6 とを備えている。

なお、図 1 において、後群 G 2 に示す「P」はピント調整位置である。

【0036】

そして、内視鏡対物光学系は以下の条件式 (1) ~ (10) を満たすように構成されている。

$$4 < F_{no} \times F_6 / F_{1-5} < 500 \quad \dots (1)$$

但し、 F_{no} は内視鏡対物光学系の有効 F ナンバー、 F_6 は第 6 レンズの焦点距離、 F_{1-5} は、第 1 レンズから第 5 レンズの合成焦点距離である。

【0037】

条件式 (1) は、ピント調整位置での感度に関する条件式である。条件式 (1) におい

10

20

30

40

50

て、 $F_{n0} \times F_6 / F_{1_5}$ が上限より大きい場合には、明るく、高精細な画質を得ようとする、第6レンズの曲率半径が大きくなり、その結果、ピント調整位置での感度が大きくなる為、ピントずれに弱い内視鏡対物光学系となってしまふ。一方、条件式(1)において、下限を下回る場合、第6レンズの曲率半径が小さくなり過ぎる事によって、像面湾曲が大きくなり、良好な画質を得ることが困難となる。また、第6レンズの加工も困難となる。

【0038】

なお、条件式(1)に代えて、条件式(1')を満足することが好ましく、さらに条件式(1)又は(1')に代えて、条件式(1'')を満足することがより好ましい。

$$6 < F_{n0} \times F_6 / F_{1_5} < 120 \quad \dots (1')$$

$$7 < F_{n0} \times F_6 / F_{1_5} < 25 \quad \dots (1'')$$

10

【0039】

$$1.1 < SH_R1R6 < 10 \quad \dots (2)$$

但し、 $SH_R1R6 = |(R1R + R6L) / (R1R - R6L)|$ であり、 $R1R$ は第1レンズの像側面の曲率半径であり、 $R6L$ は第6レンズの物体側面の曲率半径である。

【0040】

条件式(2)は、像面湾曲に関する条件式であり、条件式(2)を満たすことで、第1レンズと第6レンズのパワーバランスを適正に保持することができ、像面湾曲を良好に補正して取得する画像の画質を向上させることができる。条件式(2)において、 SH_R1R6 が上限より大きい場合には、第1レンズと第6レンズのパワーバランスが崩れるため、像面湾曲を良好に補正できなくなり、良好な画質を得ることが困難となる。また、第6レンズの加工が困難となる。一方、下限より小さい場合には、諸収差を良好に補正できるが、ピントずれに弱い光学系になってしまう。

20

【0041】

なお、条件式(2)に代えて、条件式(2')を満足することが好ましく、さらに条件式(2)又は(2')に代えて、条件式(2'')を満足することがより好ましい。

$$1.2 < SH_R1R6 < 7 \quad \dots (2')$$

$$2.0 < SH_R1R6 < 5 \quad \dots (2'')$$

【0042】

$$-1.5 < R4R / R6L < -0.01 \quad \dots (3)$$

但し、 $R4R$ は第4レンズの像側面の曲率半径であり、 $R6L$ は第6レンズの物体側面の曲率半径である。

30

【0043】

条件式(3)は、レンズの加工性に関する式であり、条件式(3)を満たすことで、レンズの加工を容易とすると共に、取得する画像の画質を向上させることができる。条件式(3)の上限を超える場合には、第4レンズの縁肉が少なくなりすぎて加工が困難となる。一方、下限を下回る場合には、第6レンズの縁肉が少なくなりすぎて加工が困難となり、また像面湾曲が大きくなるため、高精細な画質を得ることが困難となる。

【0044】

なお、条件式(3)に代えて、条件式(3')を満足することが好ましく、さらに条件式(3)又は(3')に代えて、条件式(3'')を満足することがより好ましい。

$$-1.2 < R4R / R6L < -0.05 \quad \dots (3')$$

$$-1.0 < R4R / R6L < -0.15 \quad \dots (3'')$$

40

【0045】

$$2.2 < F_{23} / FL < 4.0 \quad \dots (4)$$

但し、 F_{23} は第2レンズと第3レンズの合成焦点距離、 FL は全系の合成焦点距離である。

【0046】

条件式(4)を満たすことで、製造のばらつきを抑制することができる。条件式(4)

50

の下限を下回ると、正のパワーが強いため、第1レンズの負のパワーが強くなり、片ボケが生じやすくなり、製造ばらつきに弱くなる。条件式(4)の上限を超えると、小型化が困難となる。

【0047】

なお、条件式(4)に代えて、条件式(4')を満足することが好ましく、さらに条件式(4)又は(4')に代えて、条件式(4'')を満足することがより好ましい。

$$2.2 < F_{23} / F_L < 3.7 \quad \dots (4')$$

$$2.3 < F_{23} / F_L < 3.4 \quad \dots (4'')$$

【0048】

$$-0.8 < F_1 / F_6 < -0.01 \quad \dots (5)$$

10

但し、 F_1 は第1レンズの焦点距離、 F_6 は第6レンズの焦点距離である。

【0049】

条件式(5)を満たすことで、製造バラつきに強く小型化に寄与することができる。条件式(5)において上限を超える場合には、小型化が困難になると共に、諸収差の性能が悪化し、良好な画質を得ることが困難となる。一方、条件式(5)において下限を下回る場合、片ボケ、ピントずれに弱く、製造ばらつきに弱い内視鏡対物光学系となる。

【0050】

なお、条件式(5)に代えて、条件式(5')を満足することが好ましく、さらに条件式(5)又は(5')に代えて、条件式(5'')を満足することがより好ましい。

$$-0.6 < F_1 / F_6 < -0.02 \quad \dots (5')$$

$$-0.4 < F_1 / F_6 < -0.1 \quad \dots (5'')$$

20

【0051】

$$0.0003 < P^2 / (L \times F_6) < 0.015 \quad \dots (6)$$

但し、 P はピント調整間隔、 L は内視鏡対物光学系の全長である。

【0052】

条件式(6)を満たすことで、ピント調整を容易とすることができる。条件式(6)において、 P^2 / L の値が小さいと、ピント調整間隔を十分に取ることができないため、ピント感度を強くする必要がある。その為、 F_6 の値を大きくする必要がある。条件式(6)において下限を下回る場合には、ピントずれに弱い光学系となる。一方、条件式(6)において上限を超える場合、諸収差の補正が困難となる。

30

【0053】

なお、条件式(6)に代えて、条件式(6')を満足することが好ましく、さらに条件式(6)又は(6')に代えて、条件式(6'')を満足することがより好ましい。

$$0.0005 < P^2 / (L \times F_6) < 0.013 \quad \dots (6')$$

$$0.001 < P^2 / (L \times F_6) < 0.01 \quad \dots (6'')$$

【0054】

$$-2.0 < F_{12} / F_{36} < -0.6 \quad \dots (7)$$

但し、 F_{12} は前群(第1レンズ及び第2レンズ)の合成焦点距離、 F_{36} は後群(第3から第6レンズまで)の合成焦点距離である。

【0055】

条件式(7)を満たすことで、後群の焦点距離を適正に保持することができる。条件式(7)において、上限を超えると、後群の焦点距離が相対的に大きくなり、像面がマイナス側に倒れるため、諸収差を抑えることが困難となり、良好な画質の達成が難しくなる。一方、条件式(7)において、下限を下回る場合、後群の焦点距離が相対的に小さくなり、後群のレンズのRが小さくなり、レンズの縁肉が少なくなりすぎて後群レンズの加工が困難になる。

40

【0056】

なお、条件式(7)に代えて、条件式(7')を満足することが好ましく、さらに条件式(7)又は(7')に代えて、条件式(7'')を満足することがより好ましい。

$$-1.7 < F_{12} / F_{36} < -0.6 \quad \dots (7')$$

50

$$-1.4 < F12 / F36 < -0.6 \quad \dots (7'')$$

【0057】

$$0.05 < FL / L < 0.12 \quad \dots (8)$$

【0058】

条件式(8)を満たすことで、小型化及び広角化を実現することができる。条件式(8)において、上限を超える場合には広角化が困難となり、下限を下回る場合には小型化が困難となる。

【0059】

なお、条件式(8)に代えて、条件式(8')を満足することが好ましく、さらに条件式(8)又は(8')に代えて、条件式(8'')を満足することがより好ましい。

10

$$0.06 < FL / L < 0.12 \quad \dots (8')$$

$$0.07 < FL / L < 0.12 \quad \dots (8'')$$

【0060】

$$0.06 < IH / L < 0.12 \quad \dots (9)$$

但し、IHは最大像高である。

【0061】

条件式(9)を満たすことで、小型化及び生産性の向上を図ることができる。条件式(9)が下限を下回る場合には小型化が困難となり、上限を超える場合には製造ばらつきに弱くなるため、安定した生産が困難となる。

【0062】

20

なお、条件式(9)に代えて、条件式(9')を満足することが好ましく、さらに条件式(9)又は(9')に代えて、条件式(9'')を満足することがより好ましい。

$$0.07 < IH / L < 0.12 \quad \dots (9')$$

$$0.07 < IH / L < 0.11 \quad \dots (9'')$$

【0063】

$$> 62^\circ \quad \dots (10)$$

但し、 θ は半画角である。

【0064】

条件式(10)を満たすことで、生体内のスクリーニングの際に病変部を見落とすリスクを軽減させることができる。すなわち、条件式(10)を満たすことで、半画角 62° を確保することができ、広角を保つことができる。

30

【0065】

なお、条件式(10)に代えて、条件式(10')を満足することが好ましい。

$$> 65^\circ \quad \dots (10')$$

【0066】

このように、本実施形態によれば、前群G1を構成するレンズとして、最も物体側に配置した第1レンズL1が、物体面側が平面で負の屈折力を有する、すなわち、平凹レンズであり、第1レンズの像側に配置した第2レンズL2が、メニスカス形状であり正の屈折力の単レンズとなっている。このように構成することで、第1レンズL1によりレトロフォーカス構成をとりながら観察中の水切れや衝撃による割れを軽減し、第2レンズにより第1レンズL1の収差を補正しつつレンズ径を大型化させずに収斂させるので、内視鏡に好適な、レンズ枚数が少なく小型で、明るく広角且つ高精細な画質を取得可能な高性能の対物光学系とすることができる。

40

【0067】

そして、後群G2に、主に結像に寄与するように正の屈折力を持たせ、後群を構成する各レンズとして、共に正の屈折力を有する第3レンズL3及び第4レンズL4とを備えることにより、Fnoが小さく、明るくても収差の発生を抑えかつ小型化に必要なパワーを配分している。

【0068】

また、後群G2において、像側に配置した第4レンズL4を負の第5レンズL5と接合

50

させた接合レンズCL1とすることで、周辺の光線高が高くなる位置に正と負の接合レンズを配置することとなり、色収差を補正することができる。

さらに、後群G2の像側に撮像素子(カバーガラスCG)と接合し、正の屈折力を有する第6レンズL6を配置することで、第1レンズL1から第5レンズL5の光学倍率を低減すると共に、ピント調整位置の感度を弱めることができる。

これにより、ピント調整が容易、すなわち、組立性がよく製造バラつきを抑制することができる。

【実施例】

【0069】

続いて、上述した実施形態に係る広角対物光学系の実施例1~実施例8について、図2~図17を参照して説明する。各実施例に記載のレンズデータにおいて、rは曲率半径(単位mm)、dは面間隔(mm)、Neはe線に対する屈折率、dはアッペ数を示している。

【0070】

(実施例1)

本発明の実施例1に係る内視鏡対物光学系の全体構成を図2に、レンズデータを以下に示す。また、本実施例に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図を図3A~図3Dに示す。

【0071】

レンズデータ

面番号	r	d	Ne	d	
物体面		26.7261			
1		0.4454	1.88815	40.76	
2	1.3675	1.0690			
3	-10.2962	1.0022	1.93429	18.90	
4	-5.6258	0.3341			
5		0.8909	1.49557	75.00	
6(絞り)		0.0668			
7		0.4009			
8	9.4766	1.5590	1.88815	40.76	
9	-3.5835	0.2227			30
10	3.9243	1.5590	1.69979	55.53	
11	-1.9065	0.6682	1.93429	18.90	
12		0.5791			
13	3.5835	1.0022	1.51825	64.14	
14		0.0223	1.51500	64.00	
15		0.7795	1.50700	63.26	
16	撮像面				

【0072】

各種データ

焦点距離	1.047	
Fno	2.979	
半画角	66.7°	
像高	1.000	
全長	10.60	

【0073】

(実施例2)

本発明の実施例2に係る内視鏡対物光学系の全体構成を図4に、レンズデータを以下に示す。また、本実施例に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図を図5A~図5Dに示す。

【0074】

レンズデータ

					50
--	--	--	--	--	----

面番号	r	d	N e	d
物体面		24.9443		
1		0.4887	1.88815	40.76
2	1.2969	1.0452		
3	3.2461	0.7126	1.93429	18.90
4	3.9951	0.3873		
5		0.8909	1.51500	75.00
6 (絞り)		0.0668		
7		0.2221		
8	6.3541	1.4474	1.83945	42.71
9	-3.5783	0.2223		
10	3.2639	1.7463	1.69979	55.53
11	-1.8928	0.5568	1.93429	18.90
12		0.5738		
13	3.1989	1.0022	1.51825	64.14
14		0.0223	1.51500	64.00
15		0.7795	1.50700	63.26

16 撮像面

【0075】

各種データ

焦点距離 1.092

Fno 3.019

半画角 65.4°

像高 1.000

全長 10.12

【0076】

(実施例3)

本発明の実施例3に係る内視鏡対物光学系の全体構成を図6に、レンズデータを以下に示す。また、本実施例に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図を図7A~図7Dに示す。

【0077】

レンズデータ

面番号	r	d	N e	d
物体面		26.7261		
1		0.4476	1.88815	40.76
2	1.3211	0.8682		
3	-4.7713	0.8238	1.93429	18.90
4	-3.3911	0.5791		
5		0.8909		
6 (絞り)		0.0668		
7		0.3720		
8	9.3689	1.6091	1.88815	40.76
9	-3.5637	0.2222		
10	4.0031	1.5583	1.69979	55.53
11	-1.8967	0.5587	1.93429	18.90
12		0.5663		
13	3.3105	1.0022	1.51825	64.14
14		0.0223	1.51500	64.00
15		0.7795	1.50700	63.26

16 撮像面

【0078】

10

20

30

40

50

各種データ

焦点距離 1.038
 Fno 3.975
 半画角 66.5°
 像高 1.000
 全長 10.37

【0079】

(実施例4)

本発明の実施例4に係る内視鏡対物光学系の全体構成を図8に、レンズデータを以下に示す。また、本実施例に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図を図9A~図9Dに示す。

10

【0080】

レンズデータ

面番号	r	d	N e	d
物体面		26.0579		
1		0.4485	1.88815	40.76
2	1.2941	1.0110		
3		0.8909	1.51500	75.00
4		0.2636		
5	1.9246	0.6927	1.93429	18.90
6	1.7733	0.3211		
7 (絞り)		0.0668		
8		0.2930		
9	4.9425	1.1191	1.82017	46.62
10	-3.2375	0.2221		
11	2.8952	1.5588	1.64129	55.38
12	-1.7817	0.5566	1.93429	18.90
13	171.5852	0.5563		
14	3.1170	1.0022	1.51825	64.14
15		0.0223	1.51500	64.00
16		0.7795	1.50700	63.26
17	撮像面			

20

30

【0081】

各種データ

焦点距離 1.091
 Fno 3.054
 半画角 66.0°
 像高 1.000
 全長 9.80

【0082】

(実施例5)

本発明の実施例5に係る内視鏡対物光学系の全体構成を図10に、レンズデータを以下に示す。また、本実施例に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図を図11A~図11Dに示す。

40

【0083】

レンズデータ

面番号	r	d	N e	d
物体面		21.6783		
1		0.5828	1.88815	40.76
2	1.3800	1.2587		
3	-3.9557	1.8182	1.85504	23.78

50

4	- 3 . 6 8 5 3	0 . 4 4 2 9		
5		0 . 9 3 2 4	1 . 4 9 5 5 7	7 5 . 0 0
6		0 . 4 1 9 6		
7 (絞リ)		0 . 0 6 9 9		
8		0 . 2 3 3 1		
9	8 . 3 9 6 3	1 . 7 7 1 6	1 . 8 3 9 3 2	3 7 . 1 6
10	- 5 . 4 5 2 2	0 . 2 5 6 4		
11	5 . 2 3 0 8	1 . 8 1 8 2	1 . 7 3 2 3 4	5 4 . 6 8
12	- 1 . 9 5 8 0	0 . 7 4 5 9	1 . 9 3 4 2 9	1 8 . 9 0
13	- 2 2 . 1 4 9 2	0 . 8 8 5 8		
14	3 . 4 6 1 5	1 . 1 6 5 5	1 . 5 1 8 2 5	6 4 . 1 4
15		0 . 0 2 3 3	1 . 5 1 5 0 0	6 4 . 0 0
16		0 . 8 1 5 9	1 . 5 0 7 0 0	6 3 . 2 6

10

17 撮像面

【0084】

各種データ

焦点距離	0 . 9 6 7
Fno	2 . 9 8 7
半画角	8 1 . 4 °
像高	1 . 0 0 0
全長	1 3 . 2 4

20

【0085】

(実施例6)

本発明の実施例6に係る内視鏡対物光学系の全体構成を図12に、レンズデータを以下に示す。また、本実施例に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図を図13A~図13Dに示す。

【0086】

レンズデータ

面番号	r	d	N e	d
物体面		2 6 . 7 2 6 1		
1		0 . 4 4 5 4	1 . 8 8 8 1 5	4 0 . 7 6
2	1 . 3 6 7 1	0 . 9 9 1 4		
3	- 8 . 8 4 8 7	1 . 0 1 1 5	1 . 9 3 4 2 9	1 8 . 9 0
4	- 3 . 9 0 9 3	0 . 3 8 0 3		
5				
6 (絞リ)		0 . 0 6 6 8		
7		0 . 0 6 6 8		
8	9 . 4 0 8 3	1 . 3 7 6 3	1 . 8 8 8 1 5	4 0 . 7 6
9	- 3 . 5 5 1 2	0 . 0 6 6 8		
10	4 . 8 6 0 4	1 . 5 5 0 6	1 . 6 9 9 7 9	5 5 . 5 3
11	- 1 . 8 4 3 8	0 . 6 5 6 1	1 . 9 3 4 2 9	1 8 . 9 0
12		0 . 5 0 2 5		
13	2 . 1 1 5 8	1 . 0 0 2 2	1 . 5 1 8 2 5	6 4 . 1 4
14		0 . 0 2 2 3	1 . 5 1 5 0 0	6 4 . 0 0
15		0 . 7 7 9 5	1 . 5 0 7 0 0	6 3 . 2 6

30

40

16 撮像面

【0087】

各種データ

焦点距離	1 . 0 6 1
Fno	3 . 0 2 0

50

半画角 65.1°
 像高 1.000
 全長 9.81

各種データ

【0088】

(実施例7)

本発明の実施例7に係る内視鏡対物光学系の全体構成を図14に、レンズデータを以下に示す。また、本実施例に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図を図15A～図15Dに示す。

【0089】

レンズデータ

面番号	r	d	N e	d
物体面		26.7261		
1		0.4454	1.88815	40.76
2	1.3403	1.0420		
3	-11.3355	0.9880	1.93429	18.90
4	-5.3538	0.3946		
5		0.8909	1.51500	75.00
6 (絞り)		0.0668		
7		0.6312		
8	9.7005	1.5363	1.88815	40.76
9	-3.5452	0.1173		
10	3.5940	1.5409	1.69979	55.53
11	-1.8859	0.6621	1.93429	18.90
12		0.5209		
13	11.1359	1.0022	1.51825	64.14
14		0.0223	1.51500	64.00
15		0.7795	1.50700	63.26
16	撮像面			

10

20

30

【0090】

各種データ

焦点距離 1.049
 Fno 3.001
 半画角 66.4°
 像高 1.000
 全長 10.64

【0091】

(実施例8)

本発明の実施例8に係る内視鏡対物光学系の全体構成を図16に、レンズデータを以下に示す。また、本実施例に係る内視鏡対物光学系の収差曲線図を図17に示す。

40

【0092】

レンズデータ

面番号	r	d	N e	d
物体面		26.7261		
1		0.4454	1.88815	40.76
2	1.3437	1.0364		
3	-11.4435	0.9802	1.93429	18.90
4	-5.2698	0.4539		
5		0.8909	1.51500	75.00
6 (絞り)		0.0668		

50

7		0 . 6 3 4 3		
8	9 . 7 2 5 2	1 . 5 3 1 5	1 . 8 8 8 1 5	4 0 . 7 6
9	- 3 . 5 4 3 8	0 . 0 9 7 8		
1 0	3 . 5 3 4 2	1 . 5 3 4 3	1 . 6 9 9 7 9	5 5 . 5 3
1 1	- 1 . 8 8 5 0	0 . 6 5 9 5	1 . 9 3 4 2 9	1 8 . 9 0
1 2		0 . 5 1 5 5		
1 3	2 2 . 2 7 1 7	1 . 0 0 2 2	1 . 5 1 8 2 5	6 4 . 1 4
1 4		0 . 0 2 2 3	1 . 5 1 5 0 0	6 4 . 0 0
1 5		0 . 7 7 9 5	1 . 5 0 7 0 0	6 3 . 2 6
1 6	撮像面			

10

【0093】

各種データ

焦点距離 1 . 0 5 8

Fno 3 . 0 0 3

半画角 6 5 . 4 °

像高 1 . 0 0 0

全長 1 0 . 6 5

【0094】

上述した各実施例においては、第6レンズと撮像素子にあるカバーガラスとを接合した構成として説明したが、これらを分離した構成としても何ら問題ない。

20

【0095】

なお、上記した実施例1～実施例8の内視鏡対物光学系における上記条件式(1)～(10)に係る値を表1に示す。

【0096】

【表 1】

条件式	实施例1	实施例2	实施例3	实施例4	实施例5	实施例6	实施例7	实施例8
(1)	16.35	13.84	19.98	13.35	16.65	8.30	58.16	118.76
(2)	2.23	2.36	2.33	2.42	2.33	4.65	1.27	1.13
(3)	-0.532	-0.592	-0.573	-0.572	-0.566	-0.871	-0.169	-0.085
(4)	2.609	2.723	2.546	2.589	3.258	2.285	2.632	2.621
(5)	-0.223	-0.237	-0.233	-0.242	-0.233	-0.377	-0.070	-0.035
(6)	0.00457	0.00527	0.00484	0.00525	0.00887	0.00631	0.00119	0.00058
(7)	-0.94	-0.75	-1.00	-0.71	-0.88	-1.33	-1.02	-1.04
(8)	0.099	0.108	0.100	0.111	0.073	0.108	0.099	0.099
(9)	0.0943	0.0988	0.0965	0.1020	0.0755	0.1019	0.0940	0.0939
(10)	66.7	65.4	66.5	66.0	81.4	65.1	66.4	65.4

10

20

30

40

50

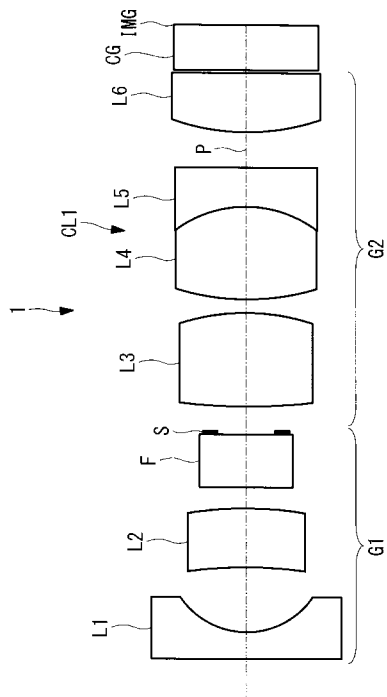
【符号の説明】

【0097】

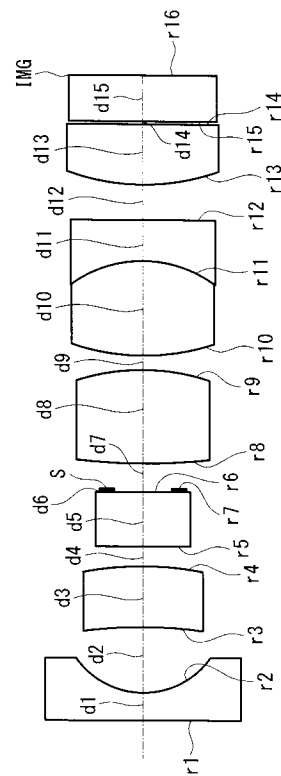
1 内視鏡対物光学系

- G 1 前群
- G 2 後群
- L 1 第 1 レンズ
- L 2 第 2 レンズ
- L 3 第 3 レンズ
- L 4 第 4 レンズ
- L 5 第 5 レンズ
- L 6 第 6 レンズ
- C L 1 接合レンズ
- S 明るさ絞り
- P ピント調整位置
- C G カバーガラス
- I M G 像面

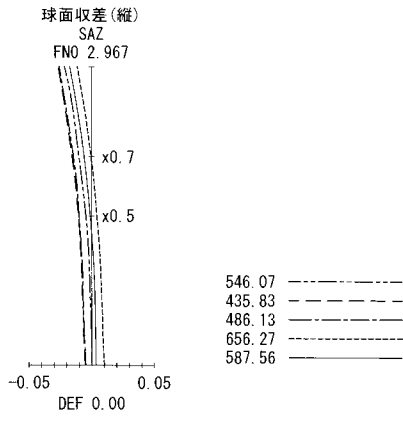
【 図 1 】



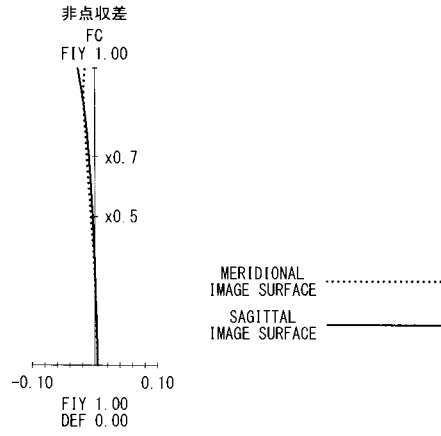
【 図 2 】



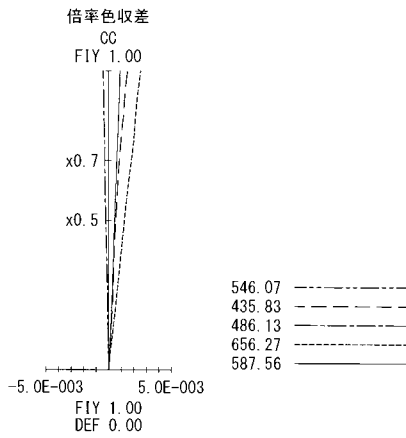
【 図 3 A 】



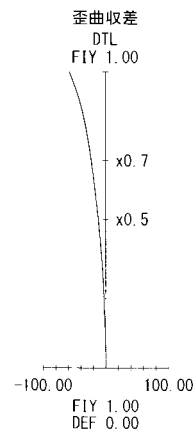
【 図 3 B 】



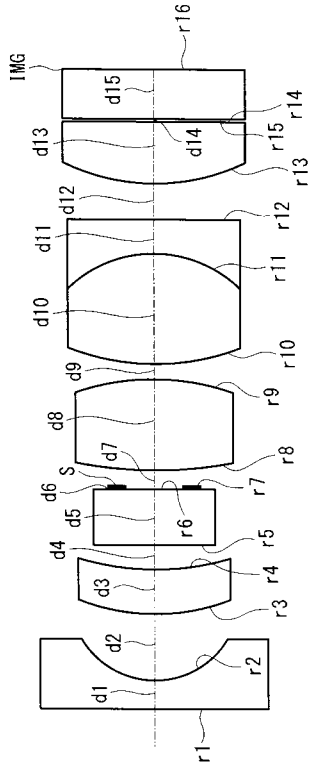
【 図 3 C 】



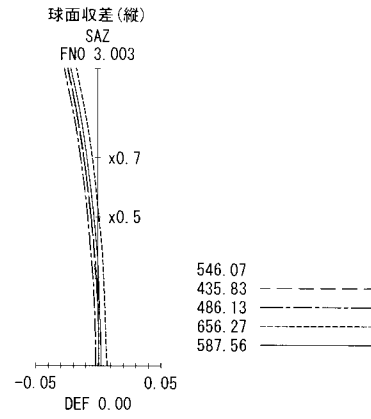
【 図 3 D 】



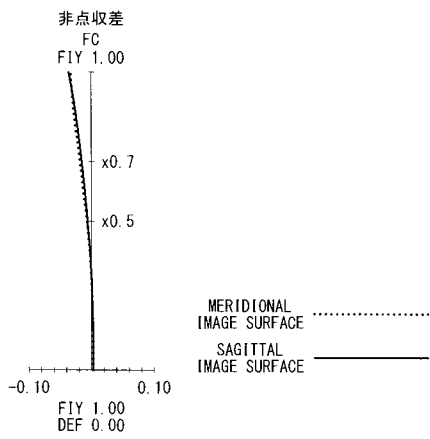
【 図 4 】



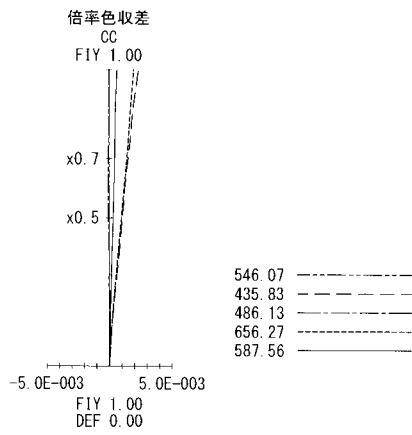
【 図 5 A 】



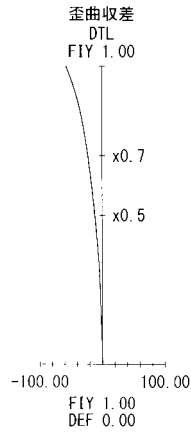
【 図 5 B 】



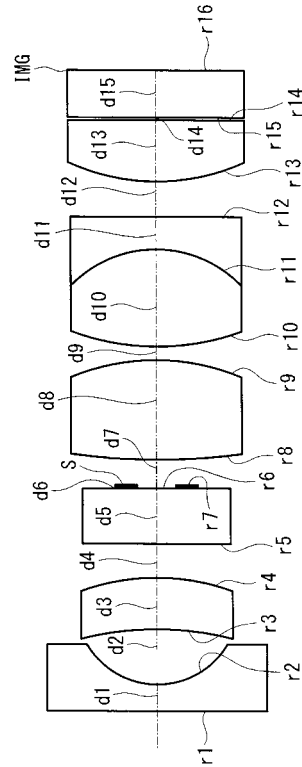
【 図 5 C 】



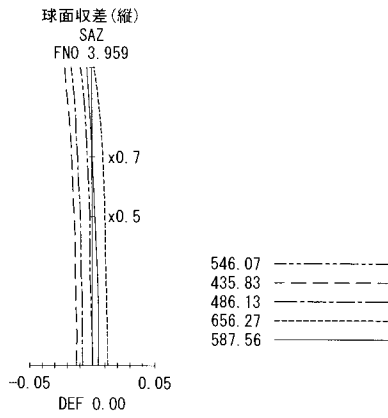
【 図 5 D 】



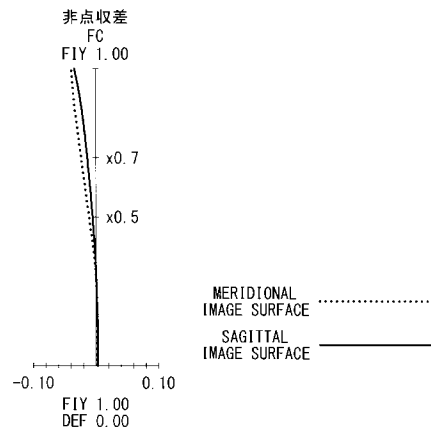
【 図 6 】



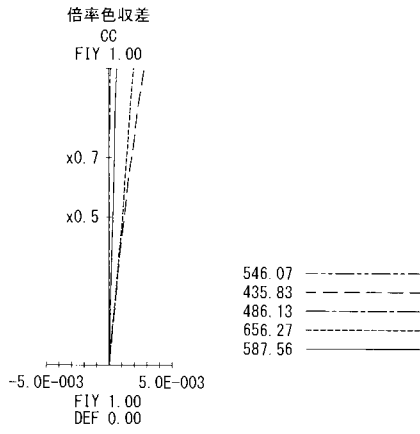
【 図 7 A 】



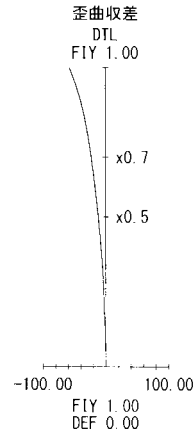
【 図 7 B 】



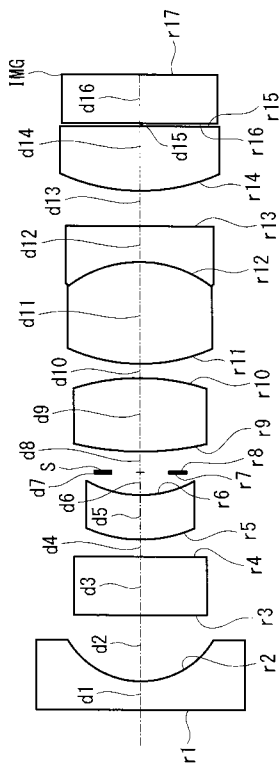
【 図 7 C 】



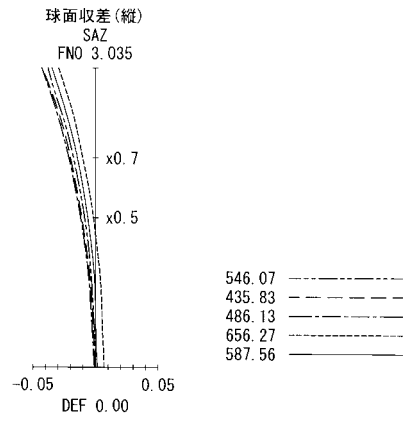
【 図 7 D 】



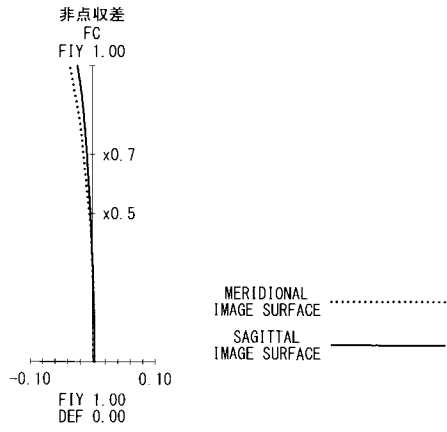
【 図 8 】



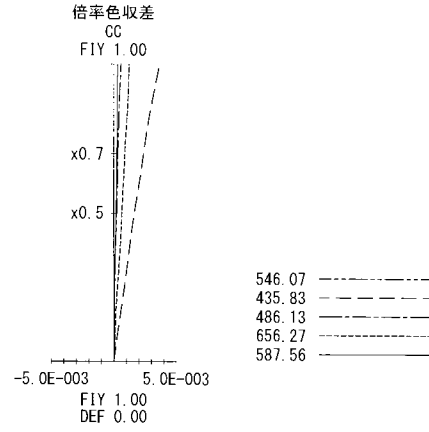
【 図 9 A 】



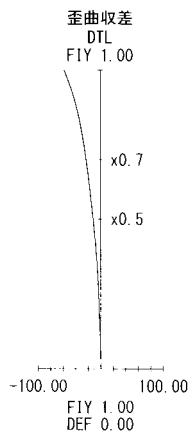
【 图 9 B 】



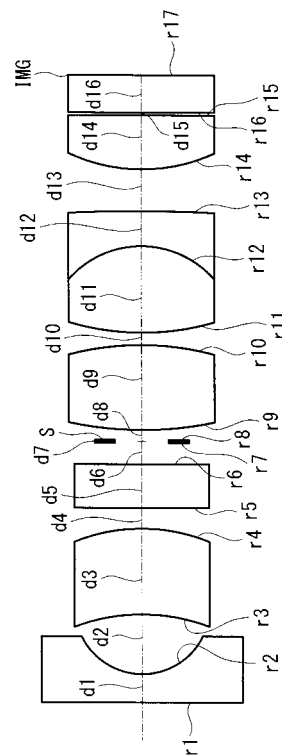
【 图 9 C 】



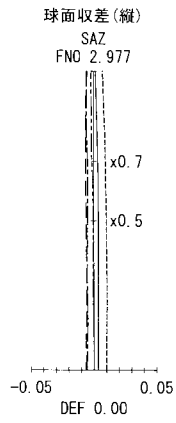
【 图 9 D 】



【 图 10 】

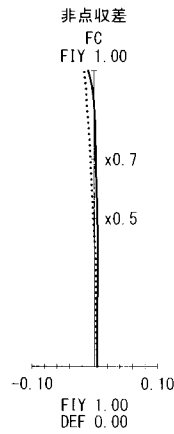


【 図 1 1 A 】

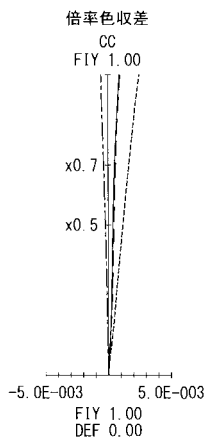


546.07 -----
435.83 -----
486.13 -----
656.27 -----
587.56 -----

【 図 1 1 B 】

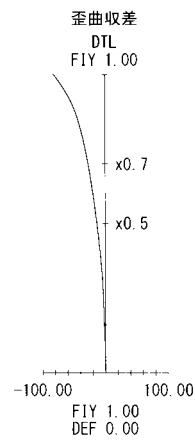


【 図 1 1 C 】

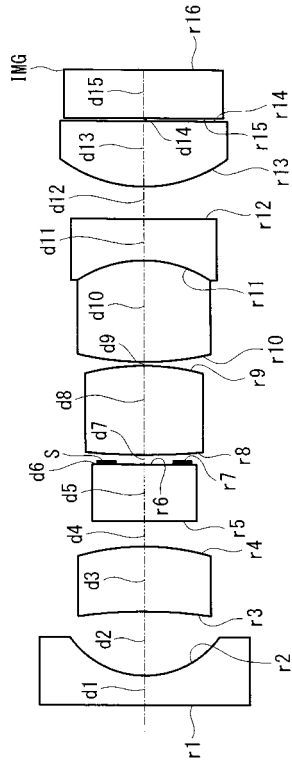


546.07 -----
435.83 -----
486.13 -----
656.27 -----
587.56 -----

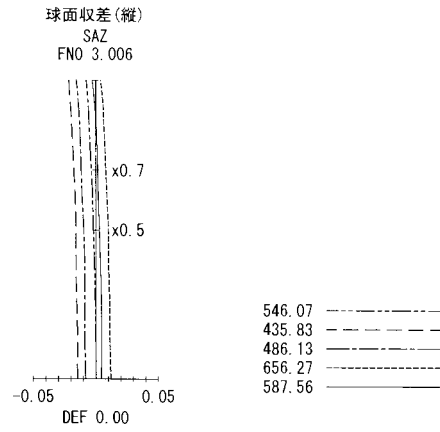
【 図 1 1 D 】



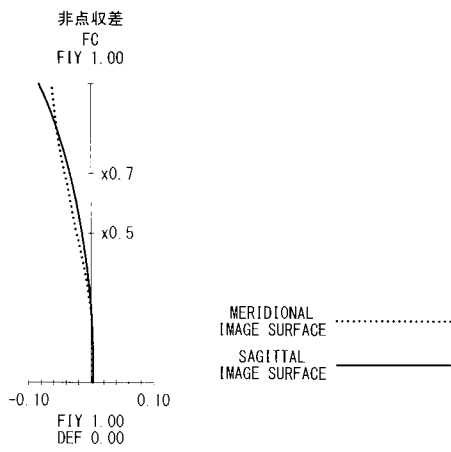
【 図 1 2 】



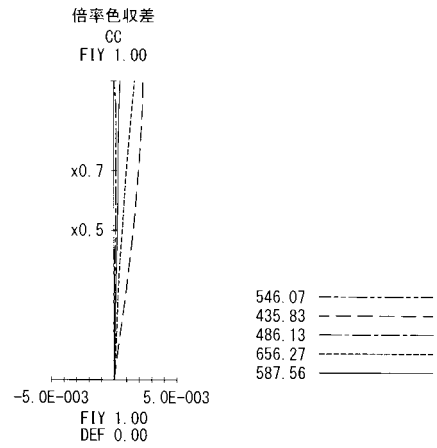
【 図 1 3 A 】



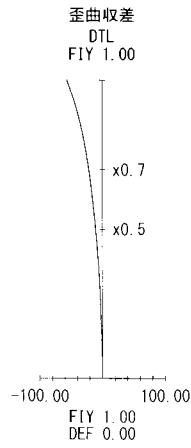
【 図 1 3 B 】



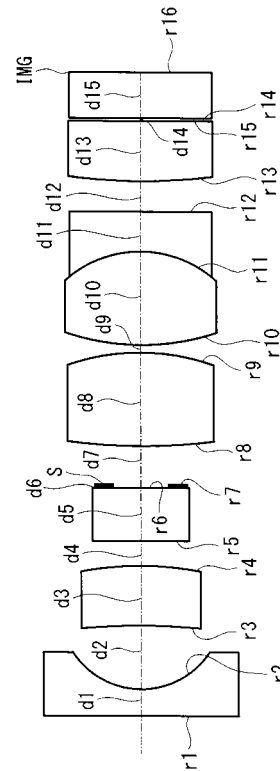
【 図 1 3 C 】



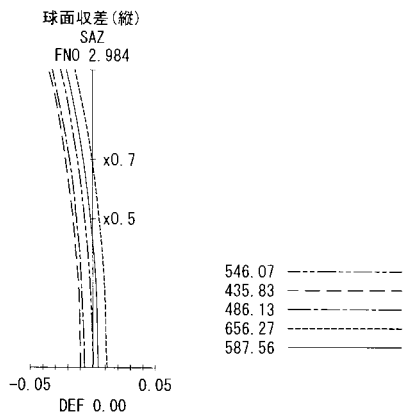
【 図 1 3 D 】



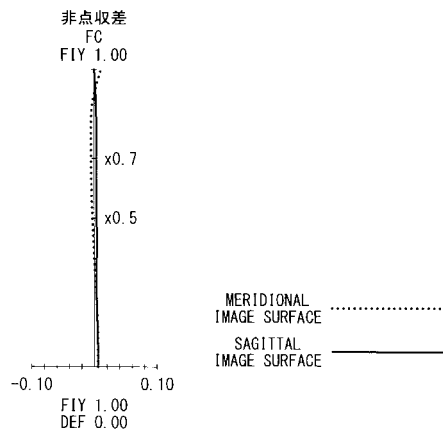
【 図 1 4 】



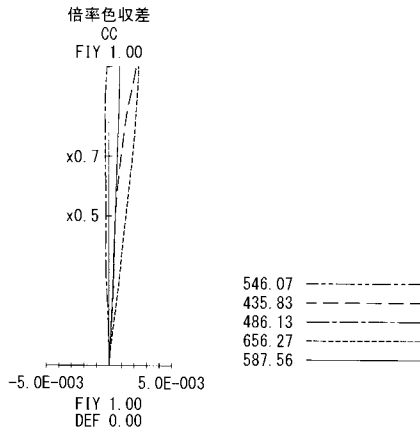
【 図 1 5 A 】



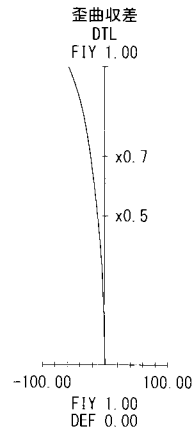
【 図 1 5 B 】



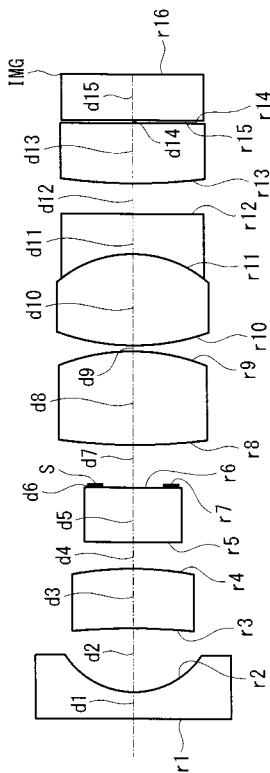
【 図 1 5 C 】



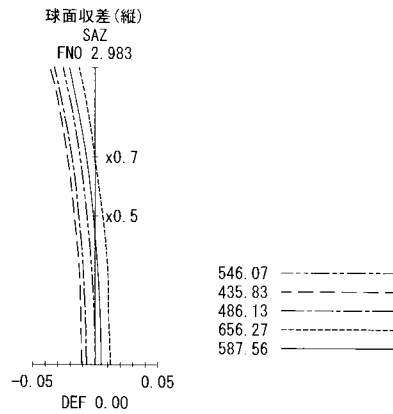
【 図 1 5 D 】



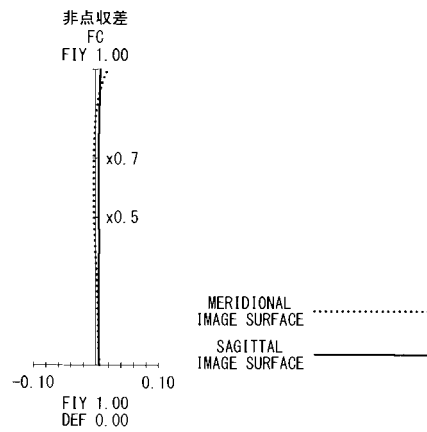
【 図 1 6 】



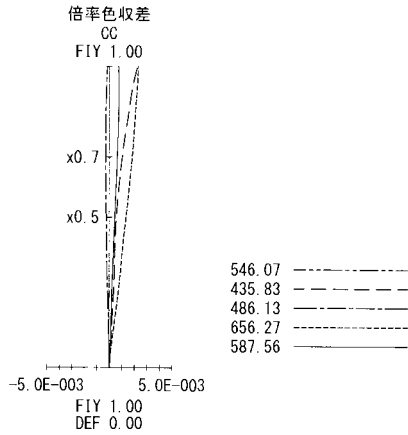
【 図 1 7 A 】



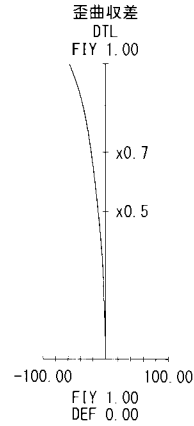
【 図 1 7 B 】



【図 17C】



【図 17D】



【手続補正書】

【提出日】平成28年2月4日(2016.2.4)

【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、全体として負の屈折力をもつ前群と、明るさ絞りと、全体として正の屈折力をもつ後群とからなり、

前記前群が、物体側から順に、負の屈折力の単レンズである第 1 レンズと、正の屈折力の単レンズである第 2 レンズとを備え、

前記後群が、正の屈折力の単レンズである第 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 レンズとの接合レンズと、正の屈折力の第 6 レンズとからなり、

前記第 1 レンズの物体側面が平面であり、前記第 2 レンズがメニスカス形状であり、

前記第 6 レンズが撮像素子と接合されており、以下の条件式を満足する内視鏡対物光学系。

$$4 < F_{no} \times F_6 / F_{1_5} < 500 \quad \dots (1)$$

但し、 F_{no} は内視鏡対物光学系の有効 F ナンバー、 F_6 は第 6 レンズの焦点距離、 F_{1_5} は、第 1 レンズから第 5 レンズの合成焦点距離である。

【請求項 2】

以下の条件式を満足する請求項 1 記載の内視鏡対物光学系。

$$1.1 < SH_R1R6 < 10 \quad \dots (2)$$

但し、 $SH_R1R6 = |(R1R + R6L) / (R1R - R6L)|$ であり、 $R1R$

は第1レンズの像側面の曲率半径であり、 R_{6L} は第6レンズの物体側面の曲率半径である。

【請求項3】

以下の条件式を満足する請求項1記載の内視鏡対物光学系。

$$-1.5 < R_{4R} / R_{6L} < -0.01 \quad \dots (3)$$

但し、 R_{4R} は第4レンズの像側面の曲率半径であり、 R_{6L} は第6レンズの物体側面の曲率半径である。

【請求項4】

以下の条件式を満足する請求項1に記載の内視鏡対物光学系。

$$2.2 < F_{23} / F_L < 4.0 \quad \dots (4)$$

但し、 F_{23} は第2レンズと第3レンズの合成焦点距離、 F_L は全系の合成焦点距離である。

【請求項5】

以下の条件式を満足する請求項1記載の内視鏡対物光学系。

$$-0.8 < F_1 / F_6 < -0.01 \quad \dots (5)$$

但し、 F_1 は第1レンズの焦点距離、 F_6 は第6レンズの焦点距離である。

【請求項6】

以下の条件式を満足する請求項1記載の内視鏡対物光学系。

$$0.0003 < P^2 / (L \times F_6) < 0.015 \quad \dots (6)$$

但し、 P は、第5レンズと第6レンズとの間隔、 L は内視鏡対物光学系の全長である。

【請求項7】

以下の条件式を満足する請求項1記載の内視鏡対物光学系。

$$-2.0 < F_{12} / F_{36} < -0.6 \quad \dots (7)$$

但し、 F_{12} は前群(第1、第2レンズ)の合成焦点距離、 F_{36} は後群(第3レンズから第6レンズ)の合成焦点距離である。

【請求項8】

以下の条件式を満足する請求項1記載の内視鏡対物光学系。

$$0.05 < F_L / L < 0.12 \quad \dots (8)$$

【請求項9】

以下の条件式を満足する請求項1記載の内視鏡対物光学系。

$$0.06 < IH / L < 0.12 \quad \dots (9)$$

但し、 IH は最大像高である。

【請求項10】

以下の条件式(10)を満足する請求項1記載の内視鏡対物光学系。

$$> 62^\circ \quad \dots (10)$$

但し、 θ は半画角である。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0021】

上記態様において、以下の条件式を満足することが好ましい。

$$0.0003 < P^2 / (L \times F_6) < 0.015 \quad \dots (6)$$

但し、 P は第5レンズと第6レンズとの間隔、 L は内視鏡対物光学系の全長である。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0051

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 0 5 1 】

$$0.0003 < P^2 / (L \times F6) < 0.015 \quad \dots (6)$$

但し、Pは第5レンズと第6レンズとの間隔、Lは内視鏡対物光学系の全長である。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2015/072913
A CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G02B13/04(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		
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 1996-2015 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015		
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 2010-61007 A (Sony Corp.), 18 March 2010 (18.03.2010), entire text; all drawings & US 2010/0060993 A1 & CN 101666906 A	1-10
A	US 2015/0177491 A1 (KOLEN CO., LTD.), 25 June 2015 (25.06.2015), entire text; all drawings & KR 10-2015-0072511 A & CN 104730687 A	1-10
A	JP 5-107471 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 30 April 1993 (30.04.1993), entire text; fig. 29 & US 5359456 A	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 09 September 2015 (09.09.15)		Date of mailing of the international search report 29 September 2015 (29.09.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/072913

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 4-315118 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 06 November 1992 (06.11.1992), entire text; fig. 1 to 5, 12 (Family: none)	1-10

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2015/072913									
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											
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											
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2015年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2015年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2015年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2015年	日本国実用新案登録公報	1996-2015年	日本国登録実用新案公報	1994-2015年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2015年										
日本国実用新案登録公報	1996-2015年										
日本国登録実用新案公報	1994-2015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 2010-61007 A (ソニー株式会社) 2010.03.18, 全文、全図 & US 2010/0060993 A1 & CN 101666906 A	1-10									
A	US 2015/0177491 A1 (KOLEN CO., LTD.) 2015.06.25, 全文、全図 & KR 10-2015-0072511 A & CN 104730687 A	1-10									
A	JP 5-107471 A (オリンパス光学工業株式会社) 1993.04.30, 全文、 図 29 & US 5359456 A	1-10									
<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		の日の後に公表された文献									
「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		「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									
「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		「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									
「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)		「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									
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献									
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願											
国際調査を完了した日 09.09.2015		国際調査報告の発送日 29.09.2015									
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) 井亀 諭	2V 5362								
		電話番号 03-3581-1101 内線 3271									

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 5 / 0 7 2 9 1 3
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 4-315118 A (オリンパス光学工業株式会社) 1992.11.06, 全文、 図 1-5、図 12 (ファミリーなし)	1-10

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

Fターム(参考) 2H087 KA10 LA01 MA05 NA09 PA05 PA18 PB06 QA01 QA05 QA18
QA21 QA25 QA33 QA42 QA45 RA32 RA42 RA43 RA44
4C161 FF40 PP11 PP13

(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)	内窥镜物镜光学系统		
公开(公告)号	JPWO2016031586A1	公开(公告)日	2017-04-27
申请号	JP2016506017	申请日	2015-08-13
[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	牛尾恭章		
发明人	牛尾 恭章		
IPC分类号	G02B13/04 G02B23/26 A61B1/00		
CPC分类号	G02B23/243 A61B1/00188 A61B1/04 G02B5/005 G02B9/62 G02B13/04 G02B21/02 G02B23/2407 G02B23/2423 G02B23/2484 G02B27/0025 G02B27/0081		
FI分类号	G02B13/04.D G02B23/26.A A61B1/00.300.Y		
F-TERM分类号	2H040/BA05 2H040/CA23 2H040/GA02 2H087/KA10 2H087/LA01 2H087/MA05 2H087/NA09 2H087/PA05 2H087/PA18 2H087/PB06 2H087/QA01 2H087/QA05 2H087/QA18 2H087/QA21 2H087/QA25 2H087/QA33 2H087/QA42 2H087/QA45 2H087/RA32 2H087/RA42 2H087/RA43 2H087/RA44 4C161/FF40 4C161/PP11 4C161/PP13		
代理人(译)	上田邦夫 柳纯一郎 竹内邦彦		
优先权	2014174132 2014-08-28 JP		
其他公开文献	JP5927368B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

经过微调的同时，它有助于进行焦点调节并提供明亮，广角，高清的图像质量。从物侧起依次由负屈光力前组（G1），孔径光阑（S）和正后侧组（G2）构成，前组从物侧起依次为负屈光力单透镜。某个第一透镜（L1）和第二透镜（L2）是具有正屈光力的单透镜，后组（G2）是第三透镜（L3），它是具有正屈光力的单透镜，胶合透镜（CL1），其具有具有正屈光力的第四透镜（L4）和具有负屈光力的第五透镜（L5），以及具有正屈光力的第六透镜（L6），透镜的物体侧表面是平坦的表面，第二透镜具有弯月形的形状，并且第六透镜胶合到图像拾取元件，并且提供满足以下条件表达式的内窥镜物镜光学系统（1）。4

