

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4229754号
(P4229754)

(45) 発行日 平成21年2月25日(2009.2.25)

(24) 登録日 平成20年12月12日(2008.12.12)

(51) Int.Cl. F1
G02B 13/04 (2006.01) G02B 13/04 D

請求項の数 4 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2003-137263 (P2003-137263)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成15年5月15日 (2003.5.15)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2004-337346 (P2004-337346A)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(43) 公開日	平成16年12月2日 (2004.12.2)	(74) 代理人	100065824
審査請求日	平成17年7月27日 (2005.7.27)		弁理士 篠原 泰司
		(74) 代理人	100104983
			弁理士 藤中 雅之
		(72) 発明者	鶴澤 勉
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパス光学工業株式会社内
		(72) 発明者	河西 研
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパス光学工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 対物レンズ及びそれを用いた内視鏡

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から順に、負の第1レンズと、正の第2レンズと、明るさ絞りと、正の第3レンズを少なくとも有し、

前記明るさ絞りよりも像側のレンズが、1枚または複数の正の単レンズからなり、かつ、次の条件式を満足することを特徴とする対物レンズ。

$$4.5 < d1 - d2 < 0.6$$

$$f1 / f2 < -0.3$$

但し、d1は第1レンズのアッベ数、d2は第2レンズのアッベ数、f1は第1レンズの焦点距離、f2は第2レンズの焦点距離である。

10

【請求項2】

次の条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載の対物レンズ。

$$0 < \{ 1 / (d1 \times f1) + 1 / (d2 \times f2) \} \times f < 0.02$$

但し、d1は第1レンズのアッベ数、d2は第2レンズのアッベ数、f1は第1レンズの焦点距離、f2は第2レンズの焦点距離、fは対物レンズ全系の焦点距離である。

【請求項3】

物体側から順に、負の第1レンズと、正の第2レンズと、明るさ絞りと、正の第3レンズを少なくとも有し、

前記明るさ絞りよりも像側のレンズが、1枚または複数の正の単レンズからなり、かつ、次の条件式を満足することを特徴とする対物光学系。

20

d 2 < 2 0

但し、d 2 は第 2 レンズのアッペ数である。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の対物レンズを用いた内視鏡。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、レンズ枚数の少ない簡素な構成の内視鏡対物レンズ及びそれを用いた内視鏡に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

医療等に用いる内視鏡は、操作性向上のために内視鏡挿入部の細径化や内視鏡挿入部の先端硬質部の短縮化が望まれている。このため、これら内視鏡に用いる対物レンズは、実用上十分に収差が補正されていることと、レンズ外径が小さく全長が短く構成されていることが必要不可欠である。

従来の内視鏡対物レンズでレンズ枚数が 3 枚の簡素な構成のものとしては、例えば次の特許文献 1, 2 に記載されたものがある。前者は簡素な構成でありながら色収差を良好に補正したものである。後者は小型でテレセントリック性が良好なものである。

【0003】

【特許文献 1】

特開平 5 - 1 0 7 4 7 0 号公報,

【特許文献 2】

特開平 1 0 - 1 7 0 8 2 1 号公報

【0004】

また、像面付近にフィールドレンズを配置した 4 枚構成のものとしては、例えば次の特許文献 3 に記載されたものがある。これは、特許文献 1, 2 に記載のものに比べてテレセントリック性が良好なものであり、例えばファイバースコープに好適なものである。

【0005】

【特許文献 3】

特開平 2 - 1 7 6 6 1 1 号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

近年では撮像素子の小型化高画素化に伴い、より小型で高性能な対物レンズが望まれている。

しかるに、第 1 の課題として、通常サイズの撮像素子を用いる場合と同様に、小型の撮像素子においても各種の光学フィルターを配置する間隔を対物レンズ内に確保する必要がある。そのためには、全系の焦点距離に対する十分なバックフォーカスを持った対物レンズが必要になる。

しかしながら、従来の対物レンズを縮小係数倍すると、撮影光学系内に配置される各種の光学フィルターを配置する間隔が不足する。また、レンズの縁肉の厚さが不足し、レンズの加工が困難となる。

【0007】

また、第 2 の課題として、高画質化に関して倍率の色収差の補正の問題がある。

内視鏡の対物レンズは、明るさ絞りの物体側に負の屈折力、明るさ絞りの像側に正の屈折力を配置し、広角化を実現している。絞りに対して非対称な構成であり、特に倍率の色収差の補正が難しい。接合レンズを用いたレンズタイプでは構成が複雑となり、また小型の撮像素子用のレンズの場合、接合レンズの加工は困難である。

【0008】

しかるに、上記従来の対物レンズでは、上記 1, 2 の課題を同時に解決することができない。

10

20

30

40

50

例えば、特許文献1に記載の第11実施例の対物レンズは、焦点距離の1.945倍のバックフォーカスを持っている。バックフォーカスとは第3レンズの像側面から後ろ側焦点位置までの空気換算長である。しかしながら、倍率の色収差（FラインとCラインの差）は半画角 = 50°で焦点距離の1.2%と大きくなってしまっている。

また、例えば特許文献2に記載の第1実施例の対物レンズは、倍率の色収差は半画角 = 50°で焦点距離の0.8%と小さいが、バックフォーカスは焦点距離の1.35倍の小さくなってしまっている。

さらに、特許文献3に記載のものは、光学フィルターを配置する間隔が明らかに無い。

【0009】

本発明は従来技術のこのような問題点に鑑みてなされたものであり、小型で高画素の撮像素子に好適で、かつ簡素な構成である対物レンズ及びそれを用いた内視鏡を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本第1の発明による対物レンズは、物体側から順に、負の第1レンズと、正の第2レンズと、明るさ絞りと、正の第3レンズを少なくとも有し、前記明るさ絞りよりも像側のレンズが、1枚または複数の正の単レンズからなり、かつ、次の条件式(1)、(2)を満足することを特徴としている。

$$4.5 < d_1 - d_2 \dots (1)$$

$$-0.6 < f_1 / f_2 < -0.3 \dots (2)$$

但し、 d_1 は第1レンズのアッベ数、 d_2 は第2レンズのアッベ数、 f_1 は第1レンズの焦点距離、 f_2 は第2レンズの焦点距離である。

【0011】

また、本第2の発明による対物レンズは、本第1の発明において次の条件式(3)を満足することを特徴としている。

$$0 < \{ 1 / (d_1 \times f_1) + 1 / (d_2 \times f_2) \} \times f < 0.02 \dots (3)$$

但し、 d_1 は第1レンズのアッベ数、 d_2 は第2レンズのアッベ数、 f_1 は第1レンズの焦点距離、 f_2 は第2レンズの焦点距離、 f は対物レンズ全系の焦点距離である。

【0012】

また、本第3の発明の対物レンズは、物体側から順に、負の第1レンズと、正の第2レンズと、明るさ絞りと、正の第3レンズを少なくとも有し、前記明るさ絞りよりも像側のレンズが、1枚または複数の正の単レンズからなり、かつ、次の条件式(4)を満足することを特徴としている。

$$d_2 < 2.0 \dots (4)$$

但し、 d_2 は第2レンズのアッベ数である。

【0013】

また、本第4の発明の内視鏡は、本第1～第3のいずれかの対物レンズを用いて構成されている。

【0014】

【発明の実施の形態】

実施例の説明に先立ち、本発明の作用効果について説明する。

明るさ絞りよりも像側のレンズが正の単レンズのみからなる構成の場合、絞りの像側では倍率の色収差が補正不足となる。よって、全系で倍率の色収差を補正するためには、絞りよりも物体側で倍率の色収差を補正不足にしない、または補正過剰にする必要がある。

条件式(1)は絞りより物体側のレンズのアッベ数を規定し倍率の色収差を良好に補正するための条件式である。

条件式(1)を外れると全系で色収差を補正することが困難となる。

【0015】

また、十分なバックフォーカスを確保するためには、条件式(2)を満足する必要がある。

条件式(2)は第1レンズと第2レンズの焦点距離の比を規定した条件式である。

10

20

30

40

50

条件式(2)の下限値を下回ると、十分なバックフォーカスを確保することが困難となる。一方、条件式(2)の上限値を上回ると、バックフォーカスの確保には有利であるが、第2レンズの屈折力が弱くなり、倍率の色収差が補正不足になりやすい。しかるに、本第1の発明のように、条件式(1)、(2)を同時に満足すれば、倍率の色収差とバックフォーカスの確保を実現できる。

【0016】

本発明において倍率の色収差をさらに良好に補正するためには、条件式(3)あるいは条件式(4)を満足すると良い。

条件式(3)は絞りよりも物体側で発生する倍率の色収差量を表した条件式である。

条件式(3)の下限値を下回ると、倍率の色収差が補正不足となりやすい。

10

一方、条件式(3)の上限値を上回ると、倍率の色収差には有利となるが、第2レンズの屈折力が強くなり、バックフォーカスの確保に不利となる。

【0017】

条件式(4)は第2レンズのアッベ数を規定した条件式である。

第1レンズはアッベ数が大きいものを選択し、第2レンズはアッベ数が小さいものを選択することが倍率の色収差の補正には有利である。特に第2レンズのアッベ数を規定することが効果的であり、アッベ数が20未満のレンズを用いると良い。

アッベ数が20未満の硝材としては例えば次のものがある。

硝材名：S-NPH2、アッベ数(d):18.9、ガラスコード：923189、株式会社オハラ製

20

S-NPH2は、色分散が大きく、極めて色収差補正能力が大きい。第2レンズに用いることで倍率の色収差の補正に有利となる。また、屈折率 n_d が1.92286と高いため、ペッツバル和を小さくするのに効果的である。

なお、本発明の第2レンズに用いる硝材は、S-NPH2に限らず、アッベ数(d)が20未満のものであれば色収差の補正に関して同様の効果があるので、適用可能である。

【0018】

また、第1レンズには、サファイヤを用いると良い。

サファイヤは、アッベ数が大きく($d=71.79$)、倍率の色収差の補正には有利である。またサファイヤは、屈折率が高く($n_d=1.7682$)、コマ収差の補正に有利である。さらにサファイヤは、オートクレーブ滅菌と呼ばれる高温高圧水蒸気滅菌に耐性を有するので外部に露出する第1レンズとして好ましい。なお、サファイヤの代わりに、合成石英、透過性YAG、スピネルなどの高温高圧水蒸気に対する耐性が高い光学部材を用いても良い。

30

また、第1レンズ以外のレンズにサファイヤまたは、合成石英、透過性YAG、スピネルなどの高温高圧水蒸気に対する耐性が高い光学部材を用いても良い。

【0019】

以下、本発明の実施例を図面を用いて説明する。

第1実施例

図1は本発明の第1実施例にかかる対物光学系の光学構成を示す光軸に沿う断面図、図2は第1実施例の対物光学系の収差図であり、球面収差、非点収差、倍率色収差、コマ収差を示す図である。

40

第1実施例の対物光学系は、物体側から順に、第1レンズとしての物体側が平面で像側が凹面の負メニスカスレンズL1と、フレア絞りFS1、FS2と、第2レンズとしての物体側が凸面で像側が平面の平凸レンズL2と、明るさ絞りASと、第3レンズとしての物体側が平面で像側が凸面の平凸レンズL3と、フレア絞りFS3と、赤外カットフィルタIFと、フレア絞りFS4と、CCDカバーガラスCG1と、CCDチップ封止ガラスCG2を有している。赤外カットフィルタIFの両面は、YAGレーザ及びLDレーザカットコート面となっている。

なお、本実施例を含めて以下の全ての実施例の光学系は鉛及び砒素を含有しない硝材で構成されている。

50

【 0 0 2 0 】

第 1 実施例の対物光学系では、第 1 レンズ L 1 はサファイヤを、第 2 レンズ L 2 は S - N P H 2 (株式会社オハラ製) を、第 3 レンズ L 3 は S - L A H 5 8 (株式会社オハラ製) を、赤外カットフィルタ I F は C 5 0 0 0 (H O Y A 株式会社) を、C C D カバーガラス C G 1 は S - B S L 7 (株式会社オハラ製) をそれぞれ硝材として用いて構成されている。また、C C D チップ封止ガラス C G 2 もまた鉛及び砒素を含有しない硝材で構成することができる。

また、各光学部材は、上記硝材と同等の光学特性を持つ他の硝材を用いて構成しても良い。

【 0 0 2 1 】

次に、第 1 実施例の対物光学系を構成する光学部材の数値データを示す。

なお、屈折率、アッペ数は d 線におけるもので示してある。これらは、以下の各実施例においても共通である。

数値データ 1

面番号	曲率半径	面 (又は空気) 間隔	屈折率	アッペ数
0 (物体面)	∞	10.6744		
1	∞	0.3389	1.76820	71.79
2	0.8641	0.3389		
3	∞	0.0508		
4	∞	0.4744		
5	2.7262	1.1013	1.92286	18.90
6	∞	0		
7 (絞り)	∞	0.0508		
8	∞	0.8472	1.88300	40.76
9	-1.4233	0		
10	∞	0.0508		
11	∞	1.0505	1.51400	75.00
12	∞	0.3897		
13	∞	0.0508		
14	∞	0.6777	1.51633	64.14
15	∞	0.0169	1.51000	64.10
16	∞	0.6777	1.52000	64.10
17	∞	0		
18 (撮像面)	∞	0		

【 0 0 2 2 】

第 2 実施例

図 3 は本発明の第 2 実施例にかかる対物光学系の光学構成を示す光軸に沿う断面図、図 4 は第 2 実施例の対物光学系の収差図であり、球面収差、非点収差、倍率色収差、コマ収差を示す図である。

第 2 実施例の対物光学系は、物体側から順に、第 1 レンズとしての物体側が平面で像側が

10

20

30

40

50

凹面の負メニスカスレンズL1と、フレア絞りFS1と、赤外カットフィルタIF1と、第2レンズとしての物体側が凸面で像側が平面の平凸レンズL2と、明るさ絞りASと、第3レンズとしての物体側が平面で像側が凸面の平凸レンズL3と、フレア絞りFS2と、赤外カットフィルタIF2と、フレア絞りFS3と、第4レンズとしての物体側が凸面で像側が平面の平凸レンズL4と、CCDチップ封止ガラスCG2を有している。赤外カットフィルタIF2の両面は、YAGレーザ及びLDレーザカットコート面となっている。

第4レンズL4は、撮像素子の斜入射感度特性に合わせて、像面付近に配置されており、光学系の射出瞳位置を制御するフィールドレンズとしての役割を果たすように構成されている。

10

【0023】

第2実施例の対物光学系では、第1レンズL1はサファイヤを、第2レンズL2はS-NPH2（株式会社オハラ製）を、第3レンズL3はS-YGH51（株式会社オハラ製）を、第4レンズL4はS-BSL7（株式会社オハラ製）を、赤外カットフィルタIF1、IF2はCM5000（HOYA株式会社）をそれぞれ硝材として用いて構成されている。また、CCDチップ封止ガラスCG2もまた鉛及び砒素を含有しない硝材で構成することができる。

また、各光学部材は、上記硝材と同等の光学特性を持つ他の硝材を用いて構成しても良い。

【0024】

次に、第2実施例の対物光学系を構成する光学部材の数値データを示す。

20

数値データ 2

面番号	曲率半径	面 (又は空気) 間隔	屈折率	アッベ数	
0 (物体面)	∞	10.1769			
1	∞	0.3769	1.76820	71.79	
2	0.8481	0.2827			
3	∞	0.0565			
4	∞	0.7538	1.49400	75.00	10
5	∞	0.1508			
6	2.8684	0.7350	1.92286	18.90	
7	∞	0			
8 (絞り)	∞	0.0565			
9	∞	0.8292	1.75500	52.32	
10	-1.5152	0.0565			
11	∞	0			20
12	∞	1.1308	1.49400	75.00	
13	∞	0.5654			
14	∞	0			
15	2.6234	0.9423	1.51633	64.14	
16	∞	0.0188	1.51000	64.14	
17	∞	0.7538	1.61350	50.20	
18	∞	0.0188	1.51000	64.14	30
19	∞	0			
20 (撮像面)	∞	0			

【 0 0 2 5 】

第 3 実施例

図 5 は本発明の第 3 実施例にかかる対物光学系の光学構成を示す光軸に沿う断面図、図 6 は第 3 実施例の対物光学系の収差図であり、球面収差、非点収差、倍率色収差、コマ収差を示す図である。

第 3 実施例の対物光学系は、物体側から順に、第 1 レンズとしての物体側が平面で像側が凹面の負メニスカスレンズ L 1 と、フレア絞り F S 1 , F S 2 と、第 2 レンズとしての物体側が凸面で像側が平面の平凸レンズ L 2 と、明るさ絞り A S と、第 3 レンズとしての物体側が平面で像側が凸面の平凸レンズ L 3 と、フレア絞り F S 3 と、赤外カットフィルタ I F と、フレア絞り F S 3 , F S 4 と、第 4 レンズとしての物体側が凸面で像側が平面の平凸レンズ L 4 と、CCD チップ封止ガラス C G 2 を有している。赤外カットフィルタ I F の両面は、Y A G レーザ及び L D レーザカットコート面となっている。

第 4 レンズ L 4 は、撮像素子の斜入射感度特性に合わせて、像面付近に配置されており、光学系の射出瞳位置を制御するフィールドレンズとしての役割を果たすように構成されている。

【 0 0 2 6 】

第3実施例の対物光学系では、第1レンズL1はサファイヤを、第2レンズL2はS-NPH2（株式会社オハラ製）を、第3レンズL3はS-LAH66（株式会社オハラ製）を、第4レンズL4はS-LAH58（株式会社オハラ製）を、赤外カットフィルタIFはCM5000（HOYA株式会社）をそれぞれ硝材として用いて構成されている。また、CCDチップ封止ガラスCG2もまた鉛及び砒素を含有しない硝材で構成することができる。

また、各光学部材は、上記硝材と同等の光学特性を持つ他の硝材を用いて構成しても良い。

【0027】

次に、第3実施例の対物光学系を構成する光学部材の数値データを示す。

10

数値データ3

面番号	曲率半径	面（又は空気）間隔	屈折率	アッペ数
0（物体面）	∞	10.0657		
1	∞	0.2013	1.76820	71.79
2	0.7449	0.3020		
3	∞	0.0302		
4	∞	0.0805		
5	2.5678	0.4228	1.92286	18.90
6	∞	0.4026		
7（絞り）	∞	0.0302		
8	∞	0.6140	1.77250	49.60
9	-1.0478	0.0201		
10	∞	0.0302		
11	∞	1.0066	1.49400	75.00
12	∞	0.6241		
13	∞	0.0302		
14	∞	0.1007		
15	6.0978	0.6845	1.88300	40.76
16	∞	0.0101	1.51000	63.80
17	∞	0.4026	1.61090	50.20
18	∞	0		
19（像面）	∞	0		

20

30

40

【0028】

第4実施例

図7は本発明の第4実施例にかかる対物光学系の光学構成を示す光軸に沿う断面図、図8は第4実施例の対物光学系の収差図であり、球面収差、非点収差、倍率色収差、コマ収差を示す図である。

第4実施例の対物光学系は、物体側から順に、第1レンズとしての物体側が平面で像側が凹面の負メニスカスレンズL1と、フレア絞りFS1と、フィルタFと、第2レンズとしての物体側が凸面で像側が平面の平凸レンズL2と、明るさ絞りASと、第3レンズとし

50

ての物体側が平面で像側が凸面の平凸レンズL3と、フレア絞りFS2と、赤外カットフィルタIFと、フレア絞りFS3と、第4レンズとしての物体側が凸面で像側が平面の平凸レンズL4と、CCDチップ封止ガラスCG2を有している。フィルタFの両面は、YAGレーザ及びLDレーザカットコート面となっている。

第4レンズL4は、撮像素子の斜入射感度特性に合わせて、像面付近に配置されており、光学系の射出瞳位置を制御するフィールドレンズとしての役割を果たすように構成されている。

【0029】

第4実施例の対物光学系では、第1レンズL1はサファイヤを、第2レンズL2はS-TIH53（株式会社オハラ製）を、第3レンズL3はS-LAL18（株式会社オハラ製）を、第4レンズL4はS-LAH58（株式会社オハラ製）を、フィルタFはB270-SUPERWHITE（SCHOTT DESAG社）、赤外カットフィルタIFはCM5000（HOYA株式会社）をそれぞれ硝材として用いて構成されている。また、CCDチップ封止ガラスCG2もまた鉛及び砒素を含有しない硝材で構成することができる。また、各光学部材は、上記硝材と同等の光学特性を持つ他の硝材を用いて構成しても良い。

【0030】

次に、第4実施例の対物光学系を構成する光学部材の数値データを示す。

数値データ 4

面番号	曲率半径	面 (又は空気) 間隔	屈折率	アッベ数	
0 (物体面)	∞	9.3606			
1	∞	0.2080	1.76820	71.79	
2	0.7696	0.3432			
3	∞	0.1352			
4	∞	0.4160	1.52287	59.89	10
5	∞	0.0416			
6	1.7650	0.7072	1.84666	23.78	
7	∞	0.1040			
8 (絞り)	∞	0.0312			
9	∞	0.5512	1.72916	54.68	
10	-1.3240	0.0208			
11	∞	0.0312			20
12	∞	1.0401	1.49400	75.00	
13	∞	0.6240			
14	∞	0.0312			
15	6.3007	0.7072	1.88300	40.76	
16	∞	0.0104	1.56384	60.70	
17	∞	0.4160	1.51100	64.14	
18	∞	0.0088	1.56384	60.70	30
19	∞	0			
20 (撮像面)	∞	0			

【0031】

第5実施例

図9は本発明の第5実施例にかかる対物光学系の光学構成を示す光軸に沿う断面図、図10は第5実施例の対物光学系の収差図であり、球面収差、非点収差、倍率色収差、コマ収差を示す図である。

第5実施例の対物光学系は、物体側から順に、第1レンズとしての物体側が平面で像側が凹面の負メニスカスレンズL1と、フレア絞りFS1、FS2と、第2レンズとしての両凸レンズL2'と、明るさ絞りASと、第3レンズとしての物体側が平面で像側が凸面の平凸レンズL3と、フレア絞りFS3と、赤外カットフィルタIFと、フレア絞りFS4と、CCDカバーガラスCG1と、CCDチップ封止ガラスCG2を有している。赤外カットフィルタIFの両面は、YAGレーザ及びLDレーザカットコート面となっている。

【0032】

第5実施例の対物光学系では、第1レンズL1はGFK68(株式会社住田光学製)を、第2レンズL2'はS-NPH2(株式会社オハラ製)を、第3レンズL3はS-LAH58(株式会社オハラ製)を、赤外カットフィルタIFはC5000(HOYA株式会社)を、CCDカバーガラスCG1はS-BSL7(株式会社オハラ製)をそれぞれ硝材と

10

20

30

40

50

して用いて構成されている。また、CCDチップ封止ガラスCG2もまた鉛及び砒素を含有しない硝材で構成することができる。

また、各光学部材は、上記硝材と同等の光学特性を持つ他の硝材を用いて構成しても良い。

【0033】

次に、第5実施例の対物光学系を構成する光学部材の数値データを示す。

数値データ5

面番号	曲率半径	面 (又は空気) 間隔	屈折率	アッペ数	
0 (物体面)	∞	10.7814			10
1	∞	0.3082	1.59240	68.33	
2	0.7482	0.3423			
3	∞	0.0513			
4	∞	0.4055			
5	4.6335	1.1124	1.92286	18.90	
6	-18.7952	0			
7 (絞り)	∞	0.0513			20
8	42.1769	0.8557	1.88300	40.76	
9	-1.3733	0			
10	∞	0.0513			
11	∞	1.0610	1.51400	75.00	
12	∞	0.3765			
13	∞	0.0513			
14	∞	0.6845	1.51633	64.14	30
15	∞	0.0171	1.51000	64.10	
16	∞	0.6845	1.52000	64.10	
17	∞	0			
18 (撮像面)	∞	0			

【0034】

次に、各実施例における条件式値、条件式パラメータ、その他のデータを次の表1～表3に示す。

【表1】

条件式	第1 実施例	第2 実施例	第3 実施例	第4 実施例	第5 実施例
$45 < \nu d1 - \nu d2$	52.89	52.89	52.89	48.01	49.43
$-0.6 < f1/f2 < -0.3$	-0.381	-0.355	-0.348	-0.481	-0.306
$0 < \{1/(\nu d1 \times f1) + 1/(\nu d2 \times f2)\} \times f < 0.02$	0.006	0.004	0.005	0.006	0.001
$\nu d2 < 20$	18.90	18.90	18.90	23.78	18.90

10

【表2】

条件式パラメータ	第1 実施例	第2 実施例	第3 実施例	第4 実施例	第5 実施例
f	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
f1	-1.125	-1.104	-0.970	-1.002	-1.263
f2	2.956	3.105	2.783	2.085	4.122
$\nu d1$	71.79	71.79	71.79	71.79	68.33

20

【表3】

その他の仕様	第1 実施例	第2 実施例	第3 実施例	第4 実施例	第5 実施例
Fナンバー	4.604	4.153	4.623	5.023	4.484
像高	0.898	0.901	0.917	0.927	0.907
全画角 2ω	115.4	116.3	117.5	116.7	115.7
物体距離	10.6744	10.1769	10.0657	9.3606	10.7814
最大画角での倍率色収差	0.006	0.009	0.006	0.005	0.009
バックフォーカス	2.080	2.758	2.126	2.092	2.073
第1レンズ媒質	サファイヤ	サファイヤ	サファイヤ	サファイヤ	GFK68
第2レンズ媒質	S-NPH2	S-NPH2	S-NPH2	S-TIH53	S-NPH2

30

【0035】

表3および各収差図から明らかなように、各実施例の対物レンズは、半画角が、57.7°（第1実施例）、58.2°（第2実施例）、58.8°（第3実施例）、58.4°（第4実施例）、57.9°（第5実施例）（ $2\omega = 115.4^\circ, 116.3^\circ, 117.5^\circ, 116.7^\circ, 115.7^\circ$ ）であり、いずれも50°よりも広角でありながら、倍率の色収差が、焦点距離の0.6%（第1実施例）、0.9%（第2実施例）、0.6%（第3実施例）、0.5%（第4実施例）、0.9%（第5実施例）であり、良好に補正されている。

40

【0036】

なお、第1、第5実施例におけるバックフォーカスは、既に定義した通り、第3レンズの像側面から後ろ側焦点位置までの空気換算長である。

第2実施例～第4実施例におけるバックフォーカスは、フィールドレンズとしての第4レンズがあるために以下のように定義する。

第4レンズを除いた第1レンズから第3レンズまでの光学系において、第3レンズの像側面から後ろ側焦点位置までの空気換算長である。

50

表3から明らかなように、各実施例の対物レンズは、焦点距離の2.08倍(第1実施例)、2.758倍(第2実施例)、2.126倍(第3実施例)、2.092倍(第4実施例)、2.073倍のバックフォーカスを確保している。

【0037】

以上本発明の対物レンズの実施例を示したが、このような本発明の対物レンズを用いて内視鏡を構成することができる。

図11は本発明の対物レンズを用いた内視鏡の一実施例を示す図で、(a)は全体図、(b)は要部拡大断面図である。

本実施例の内視鏡は、本発明の対物光学系を備えた挿入部11と、挿入部を操作するための操作部12と、図示省略した画像表示装置及び光源等とを接続するための接続部13と、操作部12と接続部13とを接続する可撓性のユニバーサルコード部14を有している。

10

挿入部11の先端部は、硬性の硬質部11aとして構成されている。硬質部11aの内部には、図11(b)に示すように、図1～図10に示した実施例のいずれかの構成の対物レンズがレンズ枠15に設けられている。また、硬質部11aの内部には、照明レンズ16とライトガイド17が設けられている。

本実施例の内視鏡によれば、小型で高画素の撮像素子に好適で、かつ簡素な構成である本発明の対物レンズを用いたので、内視鏡挿入部11をより細径化でき、また、先端硬質部11aを短縮化することができる。

その他の従来の内視鏡に共通の構成及び作用効果は、本実施例の内視鏡においても同じである。

20

【0038】

以上説明したように、本発明の対物レンズ及びそれを用いた内視鏡は、特許請求の範囲に記載の発明の他に次のような特徴を備えている。

【0039】

(1)物体側から順に、負の第1レンズと、正の第2レンズと、明るさ絞りと、正の第3レンズの3枚レンズで構成され、かつ、次の条件式を満足することを特徴とする対物レンズ。

$$4.5 < d_1 - d_2$$

$$-0.6 < f_1 / f_2 < -0.3$$

$$0 < \{ 1 / (d_1 \times f_1) + 1 / (d_2 \times f_2) \} \times f < 0.02 \text{ 但し、 } d_1 \text{ は第1レンズのアッベ数、 } d_2 \text{ は第2レンズのアッベ数、 } f_1 \text{ は第1レンズの焦点距離、 } f_2 \text{ は第2レンズの焦点距離、 } f \text{ は対物レンズ全系の焦点距離である。}$$

30

【0040】

(2)物体側から順に、負の第1レンズと、正の第2レンズと、明るさ絞りと、正の第3レンズと、像面付近に配置された正の第4レンズの4枚レンズで構成され、かつ、次の条件式を満足することを特徴とする対物レンズ。

$$4.5 < d_1 - d_2$$

$$-0.6 < f_1 / f_2 < -0.3$$

$$0 < \{ 1 / (d_1 \times f_1) + 1 / (d_2 \times f_2) \} \times f < 0.02 \text{ 但し、 } d_1 \text{ は第1レンズのアッベ数、 } d_2 \text{ は第2レンズのアッベ数、 } f_1 \text{ は第1レンズの焦点距離、 } f_2 \text{ は第2レンズの焦点距離、 } f \text{ は対物レンズ全系の焦点距離である。}$$

40

【0041】

(3)物体側から順に、負の第1レンズと、正の第2レンズと、明るさ絞りと、正の第3レンズの3枚レンズで構成され、かつ、次の条件式を満足することを特徴とする対物レンズ。

$$4.5 < d_1 - d_2$$

$$-0.6 < f_1 / f_2 < -0.3$$

$$0 < \{ 1 / (d_1 \times f_1) + 1 / (d_2 \times f_2) \} \times f < 0.02$$

$$d_2 < 2.0$$

50

但し、 d_1 は第 1 レンズのアッベ数、 d_2 は第 2 レンズのアッベ数、 f_1 は第 1 レンズの焦点距離、 f_2 は第 2 レンズの焦点距離、 f は対物レンズ全系の焦点距離である。

【0042】

(4) 物体側から順に、負の第 1 レンズと、正の第 2 レンズと、明るさ絞りと、正の第 3 レンズと、像面付近に配置された正の第 4 レンズの 4 枚レンズで構成され、かつ、次の条件式を満足することを特徴とする対物光学系。

$$4.5 < d_1 - d_2$$

$$-0.6 < f_1 / f_2 < -0.3$$

$$0 < \{ 1 / (d_1 \times f_1) + 1 / (d_2 \times f_2) \} \times f < 0.02$$

$$d_2 < 2.0$$

10

但し、 d_1 は第 1 レンズのアッベ数、 d_2 は第 2 レンズのアッベ数、 f_1 は第 1 レンズの焦点距離、 f_2 は第 2 レンズの焦点距離、 f は対物レンズ全系の焦点距離である。

【0043】

(5) 前記第 1 レンズがサファイヤからなることを特徴とする請求項 1 ~ 3、上記 (1) ~ (4) のいずれかに記載の対物レンズ。

【0044】

(6) 砒素、鉛など有害な物質を含まない材質からなることを特徴とする請求項 1 ~ 3、上記 (1) ~ (5) のいずれかに記載の対物レンズ。

【0045】

(7) 上記 (1) ~ (5) のいずれかに記載の対物レンズを用いた内視鏡。

20

【0046】

【発明の効果】

上述のように本発明によれば、小型で高画素の撮像素子に好適で、かつ簡素な構成である対物レンズ及びそれを用いた内視鏡を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 実施例にかかる対物光学系の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 2】第 1 実施例の対物光学系の収差図であり、球面収差、非点収差、倍率色収差、コマ収差を示す図である。

【図 3】本発明の第 2 実施例にかかる対物光学系の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

30

【図 4】第 2 実施例の対物光学系の収差図であり、球面収差、非点収差、倍率色収差、コマ収差を示す図である。

【図 5】本発明の第 3 実施例にかかる対物光学系の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 6】第 3 実施例の対物光学系の収差図であり、球面収差、非点収差、倍率色収差、コマ収差を示す図である。

【図 7】本発明の第 4 実施例にかかる対物光学系の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 8】第 4 実施例の対物光学系の収差図であり、球面収差、非点収差、倍率色収差、コマ収差を示す図である。

40

【図 9】本発明の第 5 実施例にかかる対物光学系の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図 10】第 5 実施例の対物光学系の収差図であり、球面収差、非点収差、倍率色収差、コマ収差を示す図である。

【図 11】本発明の対物レンズを用いた内視鏡の一実施例を示す図で、(a)は全体図、(b)は要部拡大断面図である。

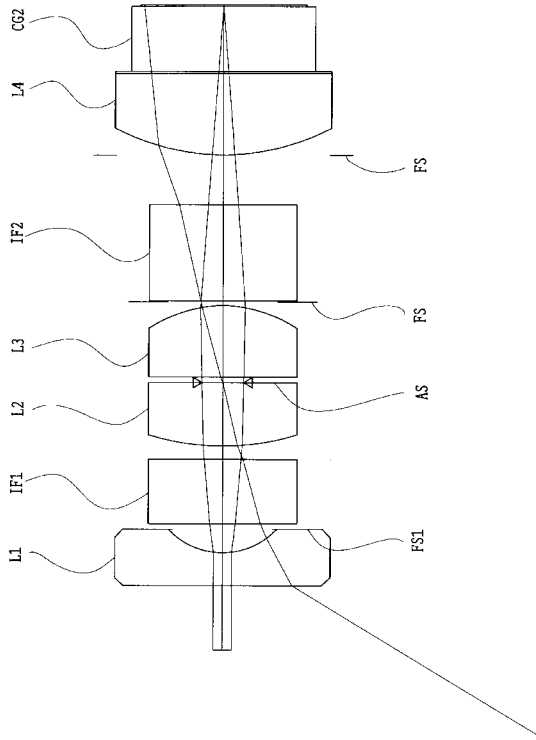
【符号の説明】

L 1 第 1 レンズ (物体側が平面で像側が凹面の負メニスカスレンズ)

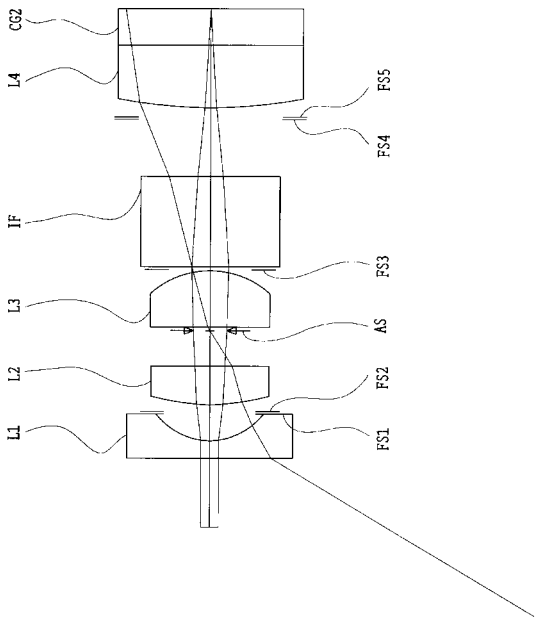
L 2 第 2 レンズ (物体側が凸面で像側が平面の平凸レンズ)

50

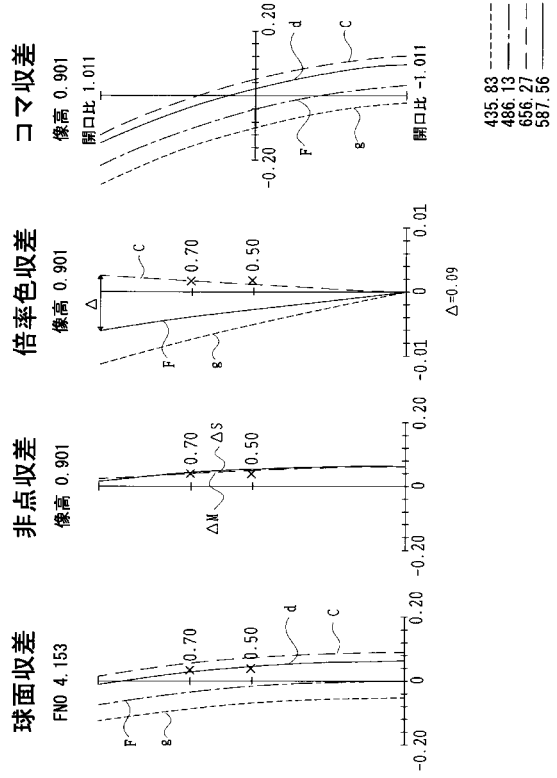
【 図 3 】



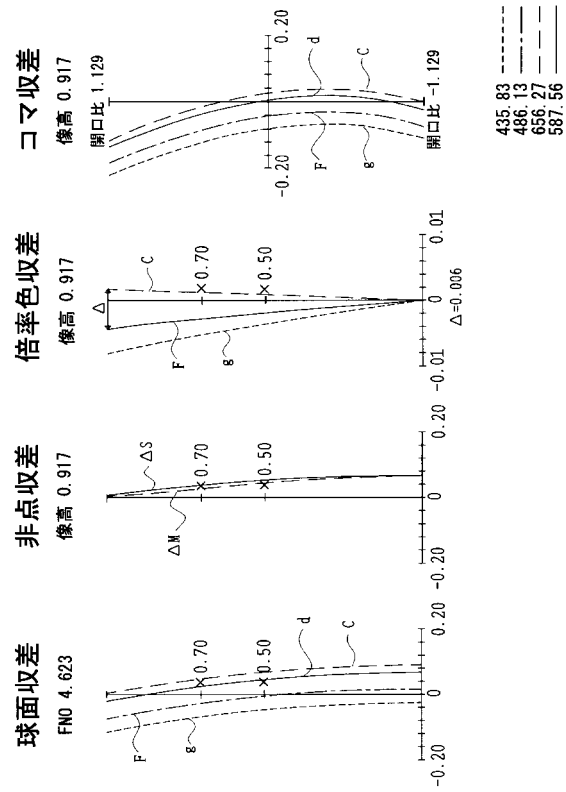
【 図 5 】



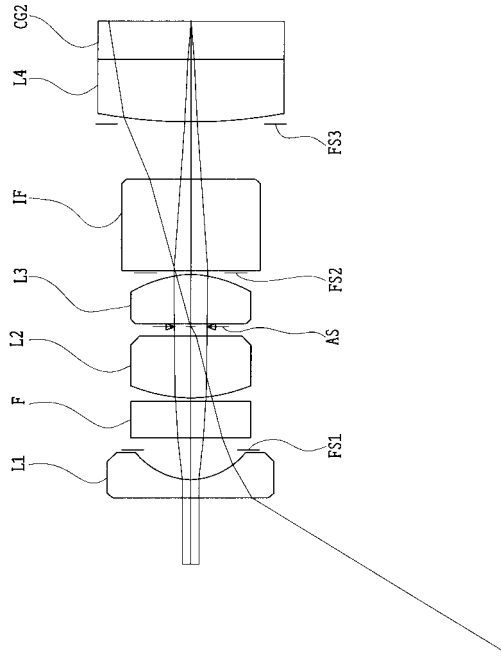
【 図 4 】



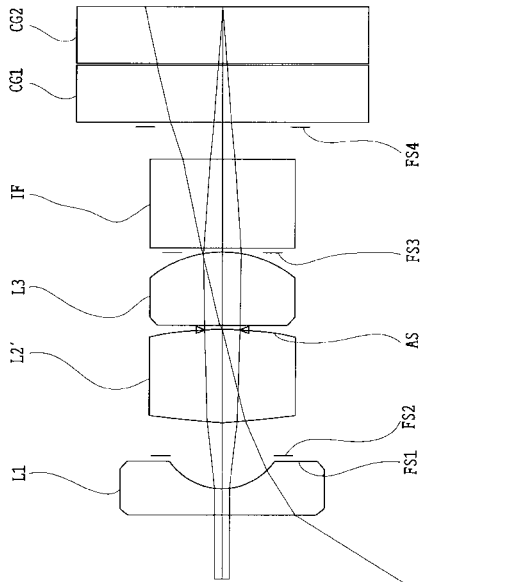
【 図 6 】



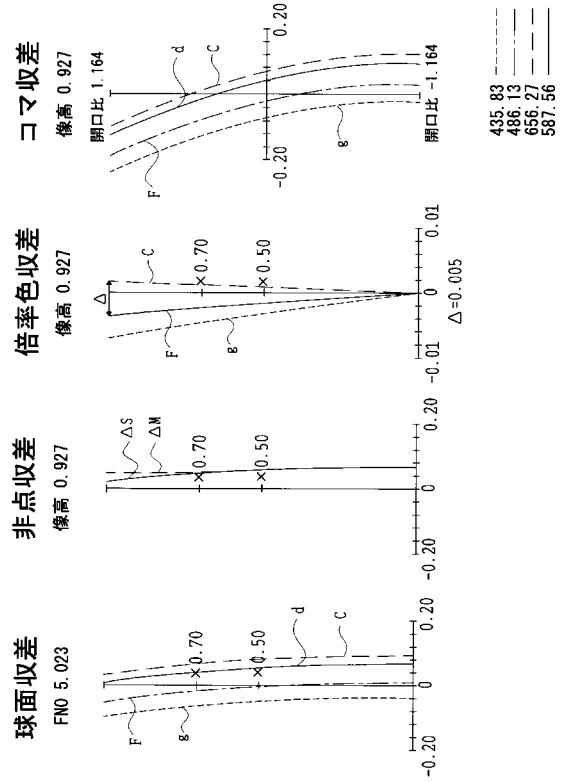
【 図 7 】



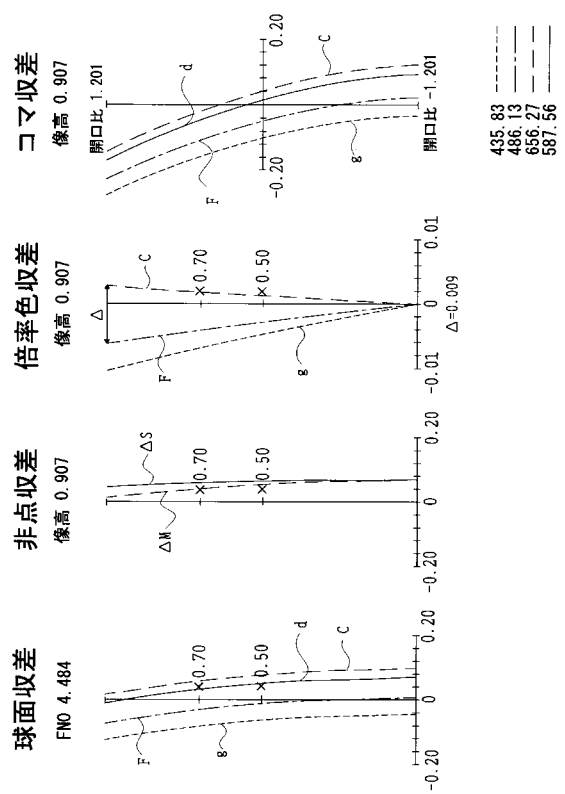
【 図 9 】



【 図 8 】

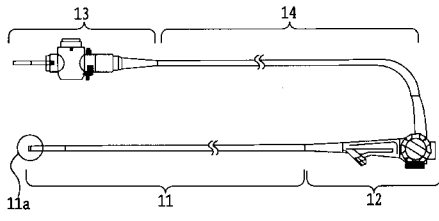


【 図 10 】

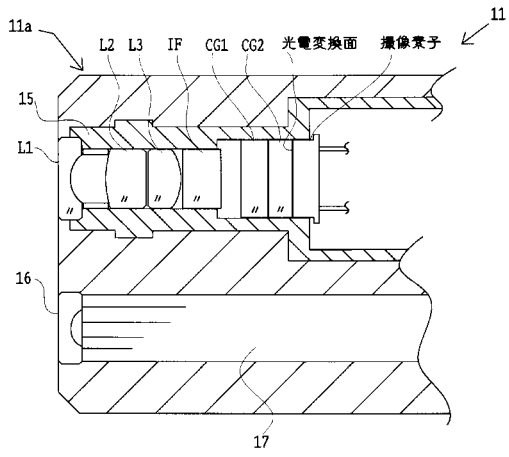


【図 11】

(a)



(b)



フロントページの続き

(72)発明者 加藤 貴之

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリパス光学工業株式会社内

審査官 森内 正明

(56)参考文献 特開平9 - 61710 (JP, A)

特開平5 - 107470 (JP, A)

特開平2 - 176611 (JP, A)

特開平5 - 297272 (JP, A)

特開2004 - 145256 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00 - 17/08

G02B 21/02 - 21/04

G02B 25/00 - 25/04

专利名称(译)	物镜和内窥镜使用相同		
公开(公告)号	JP4229754B2	公开(公告)日	2009-02-25
申请号	JP2003137263	申请日	2003-05-15
[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		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	鵜澤 勉 河西 研 加藤 貴之		
发明人	鵜澤 勉 河西 研 加藤 貴之		
IPC分类号	G02B13/04 A61B1/00 G02B23/24		
CPC分类号	G02B9/12 G02B9/34 G02B13/04 G02B23/243		
FI分类号	G02B13/04.D A61B1/00.300.Y A61B1/00.731		
F-TERM分类号	2H087/KA10 2H087/LA03 2H087/PA03 2H087/PA04 2H087/PA17 2H087/PB03 2H087/PB04 2H087/QA01 2H087/QA05 2H087/QA18 2H087/QA21 2H087/QA25 2H087/QA33 2H087/QA41 2H087/QA45 2H087/QA46 2H087/RA32 2H087/RA42 2H087/RA43 4C061/CC06 4C061/FF40 4C161/CC06 4C161/FF40		
其他公开文献	JP2004337346A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种适用于紧凑型高像素成像装置的物镜，并且具有简单的配置和使用物镜的内窥镜。变焦镜头从物体侧起依次包括至少负的第一透镜L1，正的第二透镜L2，亮度光阑AS和正的第三透镜L3，透镜由一个或多个正单透镜组成，并满足以下条件表达式。 $45 < vd1 - vd2$
 $-0.6 < f1 / f2 < -0.3$ 这里，vd1是第一透镜的阿贝数，vd2是第二透镜的阿贝数，f1是第一透镜的焦距，f2是第二透镜的焦距。点域1

その他の仕様	第1 実施例	第2 実施例	第3 実施例	第4 実施例	第5 実施例
Fナンバー	4.604	4.153	4.623	5.023	4.484
像高	0.898	0.901	0.917	0.927	0.907
全画角 2ω	115.4	116.3	117.5	116.7	115.7
物体距離	10.6744	10.1769	10.0657	9.3606	10.7814
最大画角での倍率色収差	0.006	0.009	0.006	0.005	0.009
バックフォーカス	2.080	2.758	2.126	2.092	2.073
第1レンズ媒質	サファイヤ	サファイヤ	サファイヤ	サファイヤ	GFK68
第2レンズ媒質	S-NPH2	S-NPH2	S-NPH2	S-TIH53	S-NPH2