

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4675348号
(P4675348)

(45) 発行日 平成23年4月20日(2011.4.20)

(24) 登録日 平成23年2月4日(2011.2.4)

(51) Int.Cl.		F I	
G O 2 B	13/00	(2006.01)	G O 2 B 13/00
G O 2 B	23/26	(2006.01)	G O 2 B 23/26 C
A 6 1 B	1/00	(2006.01)	A 6 1 B 1/00 3 O O Y
			A 6 1 B 1/00 3 O O D

請求項の数 8 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2007-60145 (P2007-60145)
 (22) 出願日 平成19年3月9日(2007.3.9)
 (65) 公開番号 特開2008-224842 (P2008-224842A)
 (43) 公開日 平成20年9月25日(2008.9.25)
 審査請求日 平成22年1月13日(2010.1.13)

(73) 特許権者 304050923
 オリンパスメディカルシステムズ株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
 (74) 代理人 100065824
 弁理士 篠原 泰司
 (72) 発明者 高頭 英泰
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパスメディカルシステムズ株式会社内
 審査官 瀬川 勝久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 対物光学系

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から順に、屈折力が負正の並びとなる2つのレンズを有する第一群と、絞りと、正の屈折力を持つ第二群とで構成され、

次の条件式(1)、(2)、(5)を満足することを特徴とする対物光学系。

$$3.0 < f_b / f_L \dots (1)$$

$$1.5 < d_{12} / f_L < 4 \dots (2)$$

$$0.3 < d_f / d_r < 1.4 \dots (5)$$

但し、 f_b は空気中でのバックフォーカス、 f_L は全系の焦点距離、 d_{12} は前記第一群における最も物体側のレンズと二番目に物体側のレンズとの間隔、 d_f は前記第一群における最も像側のレンズの像側面と絞りとの間隔、 d_r は前記絞りと前記第二群における最も物体側のレンズの物体側面との間隔である。

【請求項2】

物体側から順に、屈折力が負正の並びとなる2つのレンズを有する第一群と、絞りと、正レンズと負レンズとの接合レンズと正レンズを有し全体で正の屈折力を持つ第二群とで構成され、

次の条件式(2)、(5)を満足することを特徴とする対物光学系。

$$1.5 < d_{12} / f_L < 4 \dots (2)$$

$$0.3 < d_f / d_r < 1.4 \dots (5)$$

但し、 d_{12} は前記第一群における最も物体側のレンズと二番目に物体側のレンズとの

間隔、 f_L は全系の焦点距離、 d_f は前記第一群における最も像側のレンズの像側面と絞りとの間隔、 d_r は前記絞りと前記第二群における最も物体側のレンズの物体側面との間隔である。

【請求項3】

次の条件式(1)を満足することを特徴とする請求項2に記載の対物光学系。

$$3.0 < f_b / f_L \quad \dots (1)$$

但し、 f_b は空気中でのバックフォーカス、 f_L は全系の焦点距離である。

【請求項4】

次の条件式(3)、(4)、(6)のうちの少なくとも一つを満足することを特徴とする請求項1又は2に記載の対物光学系。

$$1.0 < L_{TL} / f_L \quad \dots (3)$$

$$8 < d / f_L \quad \dots (4)$$

$$1.2 < D_{12} / f_L < 3 \quad \dots (6)$$

但し、 L_{TL} は全長、 f_L は全系の焦点距離、 d は最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの距離、 D_{12} は前記第一群と前記第二群との間隔である。

【請求項5】

次の条件式(7)、(8)を満足することを特徴とする請求項1又は2に記載の対物光学系。

$$-0.12 < f_L / f_1 < 0.06 \quad \dots (7)$$

$$2.5 < f_2 / f_L < 5.5 \quad \dots (8)$$

但し、 f_L は全系の焦点距離、 f_1 は前記第一群の焦点距離、 f_2 は前記第二群の焦点距離である。

【請求項6】

前記第一群が負の屈折力又は弱い正の屈折力を持つことを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の対物光学系。

【請求項7】

物体側から順に、負の屈折力を持ち2つのレンズを有する第一群と、絞りと、正の屈折力を持つ第二群とで構成され、

次の条件式(1')、(2)、(5)を満足することを特徴とする対物光学系。

$$4.0 < f_b / f_L \quad \dots (1')$$

$$1.5 < d_{12} / f_L < 4 \quad \dots (2)$$

$$0.3 < d_f / d_r < 1.4 \quad \dots (5)$$

但し、 f_b は空気中でのバックフォーカス、 f_L は全系の焦点距離、 d_{12} は前記第一群における最も物体側のレンズと二番目に物体側のレンズとの間隔、 d_f は前記第一群における最も像側のレンズの像側面と絞りとの間隔、 d_r は前記絞りと前記第二群における最も物体側のレンズの物体側面との間隔である。

【請求項8】

光路内にエタロンを含む内視鏡対物光学系であることを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載の対物光学系。

【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、エタロンなどの分光素子を備えた分光内視鏡を想定した対物光学系に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の内視鏡対物光学系としては、例えば、次の特許文献1～4に記載のものがある。

【特許文献1】特開平10-260347号公報

【特許文献2】特開平10-260348号公報

【特許文献3】特開2000-89105号公報

10

20

30

40

50

【特許文献4】特開2005-148508号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、現在、本件出願人は、ファブリペロー・エタロンである分光素子を用いた分光内視鏡を想定した対物光学系について検討している。

ファブリペロー・エタロンである分光素子を用いて内視鏡を構成すれば、体内における焦点距離の異なる観察部位から所望の蛍光波長を簡単な操作で観察することができる。

しかるに、分光内視鏡に適用できる対物光学系とするには、分光素子であるファブリペロー・エタロンを光路内に配置するために、バックフォーカスを長く確保する必要がある。また、エタロンの駆動するための駆動系や基板等を入れるスペースを確保するために、対物光学系の全長も長くする必要があり、対物光学系における最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの距離が長くなる。また、対物光学系の光路内に励起光カットフィルター等のフィルター類を数枚配置する必要がある。

【0004】

しかし、特許文献1～4に例示したような従来の内視鏡対物光学系においては、光路内にエタロンを入れるスペースを十分に確保することができない。また、フィルターを入れるスペースも少なく、さらには、駆動系を配置することもできない。

即ち、従来の内視鏡対物光学系には、分光内視鏡に適用できるような対物光学系は存在していなかった。

【0005】

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、光路内にエタロン等の分光素子やフィルター等や駆動系を配置するためのスペースを十分に確保でき、バックフォーカスが長く、全長の長い内視鏡対物レンズに適用可能な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】

【0006】

上記目的を達成するため、本発明による対物光学系は、物体側から順に、屈折力が負正の並びとなる2つのレンズを有する第一群と、絞りと、正の屈折力を持つ第二群とで構成され、次の条件式(1)、(2)、(5)を満足することを特徴としている。

$$3.0 < f_b / f_L \quad \dots (1)$$

$$1.5 < d_{12} / f_L < 4 \quad \dots (2)$$

$$0.3 < d_f / d_r < 1.4 \quad \dots (5)$$

但し、 f_b は空気中でのバックフォーカス、 f_L は全系の焦点距離、 d_{12} は前記第一群における最も物体側のレンズと二番目に物体側のレンズとの間隔、 d_f は前記第一群における最も像側のレンズの像側面と絞りとの間隔、 d_r は前記絞りと前記第二群における最も物体側のレンズの物体側面との間隔である。

【0007】

また、上記目的を達成するため、本発明による対物光学系は、物体側から順に、屈折力が負正の並びとなる2つのレンズを有する第一群と、絞りと、正レンズと負レンズとの接合レンズと正レンズを有し全体で正の屈折力を持つ第二群とで構成され、次の条件式(2)、(5)を満足することを特徴としている。

$$1.5 < d_{12} / f_L < 4 \quad \dots (2)$$

$$0.3 < d_f / d_r < 1.4 \quad \dots (5)$$

但し、 d_{12} は前記第一群における最も物体側のレンズと二番目に物体側のレンズとの間隔、 f_L は全系の焦点距離、 d_f は前記第一群における最も像側のレンズの像側面と絞りとの間隔、 d_r は前記絞りと前記第二群における最も物体側のレンズの物体側面との間隔である。

【0008】

また、本発明の対物光学系においては、次の条件式(1)を満足するのが好ましい。

10

20

30

40

50

$$3.0 < f_b / f_L \quad \dots (1)$$

但し、 f_b は空気中でのバックフォーカス、 f_L は全系の焦点距離である。

【0009】

また、本発明の対物光学系においては、次の条件式(3)、(4)、(6)のうち少なくとも一つを満足するのが好ましい。

$$1.0 < L_{TL} / f_L \quad \dots (3)$$

$$8 < d / f_L \quad \dots (4)$$

$$1.2 < D_{12} / f_L < 3 \quad \dots (6)$$

但し、 L_{TL} は全長、 f_L は全系の焦点距離、 d は最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの距離、 D_{12} は前記第一群と前記第二群との間隔である。

10

【0010】

また、本発明の対物光学系においては、次の条件式(7)、(8)を満足するのが好ましい。

$$-0.12 < f_L / f_1 < 0.06 \quad \dots (7)$$

$$2.5 < f_2 / f_L < 5.5 \quad \dots (8)$$

但し、 f_L は全系の焦点距離、 f_1 は前記第一群の焦点距離、 f_2 は前記第二群の焦点距離である。

【0011】

また、本発明の対物光学系においては、前記第一群が負の屈折力又は弱い正の屈折力を持つのが好ましい。

20

【0012】

また、上記目的を達成するため、本発明による対物光学系は、物体側から順に、負の屈折力を持ち2つのレンズを有する第一群と、絞りと、正の屈折力を持つ第二群とで構成され、次の条件式(1')、(2)、(5)を満足することを特徴としている。

$$4.0 < f_b / f_L \quad \dots (1')$$

$$1.5 < d_{12} / f_L < 4 \quad \dots (2)$$

$$0.3 < d_f / d_r < 1.4 \quad \dots (5)$$

但し、 f_b は空気中でのバックフォーカス、 f_L は全系の焦点距離、 d_{12} は前記第一群における最も物体側のレンズと二番目に物体側のレンズとの間隔、 d_f は前記第一群における最も像側のレンズの像側面と絞りとの間隔、 d_r は前記絞りと前記第二群における最も物体側のレンズの物体側面との間隔である。

30

【0013】

また、本発明の対物光学系においては、光路内にエタロンを含む内視鏡対物光学系であるのが好ましい。

【発明の効果】

【0014】

本発明の対物光学系によれば、光路内にエタロン等の分光素子やフィルター等や駆動系を配置するためのスペースを十分に確保でき、バックフォーカスが長く、全長の長い内視鏡対物レンズに適用可能な対物光学系が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0015】

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。

本発明の対物光学系は、物体側から順に、屈折力が負正の並びとなる2つのレンズを有する第一群と、絞りと、正の屈折力を持つ第二群とで構成され、次の条件式(1)を満足する。

$$3.0 < f_b / f_L \quad \dots (1)$$

但し、 f_b は空気中での対物光学系のバックフォーカス、 f_L は対物光学系全系の焦点距離である。

上記条件式(1)は、バックフォーカスを確保するための条件式である。

条件式(1)を満足すれば、光路内にエタロンや励起光カットフィルター等を配置するス

50

ペースを確保することができる。また、入射角度がほぼアフォーカルになるためのレンズ最終面から撮像面までの間隔を確保することができる。

【0016】

また、本発明による対物光学系は、物体側から順に、屈折力が負正の並びとなる2つのレンズを有する第一群と、絞りと、正レンズと負レンズとの接合レンズと正レンズを有し全体で正の屈折力を持つ第二群とで構成され、次の条件式(2)を満足する。

$$1.5 < d_{12} / f_L < 4 \quad \dots (2)$$

但し、 d_{12} は第一群における最も物体側のレンズと二番目に物体側のレンズとの間隔、 f_L は対物光学系全系の焦点距離である。

上記条件式(2)は、第一群における最も物体側のレンズと二番目に物体側のレンズとの間隔を確保するための条件式である。

条件式(2)を満足すれば、励起光カットフィルターやレーザ波長などの特定波長をカットするためのフィルター等を配置するスペースを確保することができる。また、第一群における最も物体側のレンズと二番目に物体側のレンズとの間もアフォーカルにし易くなる。

【0017】

また、本発明の対物光学系においては、次の条件式(3)、(4)、(5)、(6)のうちの少なくとも一つを満足するのが好ましい。

$$1.0 < L_{TL} / f_L \quad \dots (3)$$

$$8 < d / f_L \quad \dots (4)$$

$$0.3 < d_f / d_r < 1.4 \quad \dots (5)$$

$$1.2 < D_{12} / f_L < 3 \quad \dots (6)$$

但し、 L_{TL} は対物光学系の全長、 f_L は対物光学系全系の焦点距離、 d は対物光学系における最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの距離、 d_f は第一群における最も像側のレンズの像側面と絞りとの間隔、 d_r は絞りと第二群における最も物体側のレンズの物体側面との間隔、 D_{12} は第一群と第二群との間隔である。

【0018】

上記条件式(3)、(4)は、対物光学系の全長及び、対物光学系における最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの距離に関する条件式である。

光路内にエタロンを制御するための駆動系を配置するために、対物光学系の全長及び、対物光学系における最も物体側のレンズ面から最も像側のレンズ面までの距離を長く確保する必要がある。

条件式(3)、(4)を満足すれば、光路内にエタロンを制御するための駆動系を配置するためのスペースを確保することができる。

【0019】

上記条件式(5)は、対物光学系における絞りとその前後のレンズとの間隔に関し、レンズ径を適切な大きさに保つための条件式である。

条件式(5)の上限値を上回って、第一群から絞りまでの間隔が大きくなると第一群の径が大きくなり過ぎてしまう。一方、条件式(5)の下限値を下回って、絞りから第二群までの間隔が大きくなると第二群の径が大きくなり過ぎてしまう。

【0020】

上記条件式(6)は、第一群と第二群との間隔を確保するための条件式である。

対物光学系の全長を長くするためには、第一群と第二群との間隔をある程度長くする必要がある。条件式(6)を満足すれば、第一群と第二群との間隔を確保することができ、対物光学系を構成する各レンズの肉厚を厚くしなくて済み、像面湾曲を適正に補正することができる。

【0021】

また、本発明の対物光学系においては、次の条件式(7)、(8)を満足するのが好ましい。

$$-0.12 < f_L / f_1 < 0.06 \quad \dots (7)$$

$$2.5 < f_2 / f_L < 5.5 \quad \dots (8)$$

但し、 f_L は対物光学系全系の焦点距離、 f_1 は第一群の焦点距離、 f_2 は第二群の焦点距離である。

上記条件式(7)は、第一群の屈折力に関する条件式である。

第一群の屈折力が大きくなると最も物体側のレンズの光線高が大きくなる。このため、第一群の屈折力は極力小さくすることが望まれる。条件式(7)を満足すれば、第一群の屈折力を極力小さくすることができる。

【0022】

また、本発明の対物光学系においては、第一群が負の屈折力又は弱い正の屈折力を持つのが好ましい。

上記条件式(7)を満足するように、第一群が負の屈折力又は弱い正の屈折力を持ち、第二群が正の屈折力を持つことによって、バックフォーカスがとり易くなる。

【0023】

上記条件式(8)は、第二群の屈折力に関する条件式である。

条件式(8)の上限値を上回ると、第二群の屈折力が小さくなり過ぎ、球面収差補正が不足してアンダーになってしまう。一方、条件式(8)の下限値を下回ると、第二群の屈折力が大きくなり過ぎ、像面湾曲が悪化し、コマ収差補正しきれず曲がりが大きくなってしまふ。

【0024】

実施例1

以下、本発明の対物光学系の実施例を図面を用いて説明する。

図1は本発明の実施例1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は図1の対物光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示すグラフである。

実施例1の対物光学系は、物体側から順に、第一群G1と、開口絞りSと、第二群G2とで構成されている。

第一群G1は、物体側が平面で像側が凹面の平凹レンズL11と、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL12を有して構成されており、全体で負の屈折力を持っている。なお、F1は赤外光又は励起光等所定の波長をカットするためのフィルタである。

第二群G2は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL21と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL22との接合レンズと、物体側が凸面で像側が平面の平凸レンズL23を有して構成されており、全体で正の屈折力を持っている。なお、Eはエタロン、F2は赤外光又は励起光等所定の波長をカットするためのフィルタ、CG1、CG2はカバーガラスである。また、エタロンEは、2枚のフィルタで構成したものを便宜上1枚の光学要素として示してある。

【0025】

次に、実施例1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、数値データ中、 S_1, S_2, \dots は対物光学系を構成する光学部材の面番号、 r_1, r_2, \dots は対物光学系を構成する光学部材の曲率半径、 d_1, d_2, \dots は面間隔、 n_{d1}, n_{d2}, \dots は対物光学系を構成する光学部材のd線での屈折率、 d_1, d_2, \dots は対物光学系を構成する光学部材のd線でのアッペ数、FNOはFナンバー、 2 は全画角である。なお、これらの記号は以下の各実施例において共通である。

【0026】

数値データ1(実施例1)

物点距離：15.00mm

焦点距離：1.00mm

FNO：5.03

2 ：123.8°

S_1	$r_1 =$	$d_1 = 0.534$	$n_{d1} = 1.883$	$d_1 = 40.78$
S_2	$r_2 = 1.0771$	$d_2 = 1.603$		
S_3	$r_3 =$	$d_3 = 0.96$	$n_{d3} = 1.52287$	$d_3 = 59.89$
S_4	$r_4 =$	$d_4 = 0.5$		

S ₅	r ₅ = -5.0365	d ₅ = 1.153	n _{d5} = 1.51742	d ₅ = 52.43
S ₆	r ₆ = -1.9783	d ₆ = 0.7		
S ₇ (絞り)	r ₇ =	d ₇ = 1.274		
S ₈	r ₈ = -6.4027	d ₈ = 1.473	n _{d8} = 1.7725	d ₈ = 49.6
S ₉	r ₉ = -1.6377	d ₉ = 0.427	n _{d9} = 1.92286	d ₉ = 18.9
S ₁₀	r ₁₀ = -4.4491	d ₁₀ = 0.128		
S ₁₁	r ₁₁ = 4.1866	d ₁₁ = 0.854	n _{d11} = 1.834	d ₁₁ = 37.16
S ₁₂	r ₁₂ =	d ₁₂ = 0.033		
S ₁₃	r ₁₃ =	d ₁₃ = 1.068	n _{d13} = 1.52287	d ₁₃ = 59.89
S ₁₄	r ₁₄ =	d ₁₄ = 0.534		
S ₁₅	r ₁₅ =	d ₁₅ = 2.135	n _{d15} = 1.54886	d ₁₅ = 67.84
S ₁₆	r ₁₆ =	d ₁₆ = 1.163		
S ₁₇	r ₁₇ =	d ₁₇ = 0.747	n _{d17} = 1.51633	d ₁₇ = 64.14
S ₁₈	r ₁₈ =	d ₁₈ = 0.427	n _{d18} = 1.52287	d ₁₈ = 59.89
S ₁₉	r ₁₉ =			

【 0 0 2 7 】

実施例 2

図 3 は本発明の実施例 2 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 は図 3 の対物光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示すグラフである。

実施例 2 の対物光学系は、物体側から順に、第一群 G 1 と、開口絞り S と、第二群 G 2 とで構成されている。

第一群 G 1 は、物体側が平面で像側が凹面の平凹レンズ L 1 1 と、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ L 1 2 を有して構成されており、全体で負の屈折力を持っている。なお、F 1 は赤外光又は励起光等所定の波長をカットするためのフィルタである。

第二群 G 2 は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 1 ' と物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L 2 2 ' との接合レンズと、物体側が凸面で像側が平面の平凸レンズ L 2 3 を有して構成されており、全体で正の屈折力を持っている。なお、E はエタロン、F 2 はなお、F 1 は赤外光又は励起光等所定の波長をカットするためのフィルタ、C G 1、C G 2 はカバーガラスである。また、エタロン E は、2 枚のフィルタで構成したものを便宜上 1 枚の光学要素として示してある。

【 0 0 2 8 】

次に、実施例 2 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 2 (実施例 2)

物点距離 : 1 5 . 2 0 m m

焦点距離 : 1 . 0 0 m m

F N O . : 5 . 6 5

2 : 1 2 9 . 8 °

S ₁	r ₁ =	d ₁ = 0.542	n _{d1} = 1.88814	d ₁ = 40.78
S ₂	r ₂ = 1.1226	d ₂ = 1.219		
S ₃	r ₃ =	d ₃ = 1.084	n _{d3} = 1.52498	d ₃ = 59.89
S ₄	r ₄ =	d ₄ = 1.023		
S ₅	r ₅ = -5.845	d ₅ = 1.95	n _{d5} = 1.51977	d ₅ = 52.43
S ₆	r ₆ = -2.3042	d ₆ = 0.715		
S ₇ (絞り)	r ₇ =	d ₇ = 1.61		
S ₈	r ₈ = 5.1091	d ₈ = 0.433	n _{d8} = 1.93429	d ₈ = 18.9
S ₉	r ₉ = 1.5361	d ₉ = 1.04	n _{d9} = 1.77621	d ₉ = 49.6
S ₁₀	r ₁₀ = 5.1885	d ₁₀ = 0.13		
S ₁₁	r ₁₁ = 2.9042	d ₁₁ = 0.867	n _{d11} = 1.83932	d ₁₁ = 37.16
S ₁₂	r ₁₂ =	d ₁₂ = 0.636		
S ₁₃	r ₁₃ =	d ₁₃ = 0.299	n _{d13} = 1.52498	d ₁₃ = 59.89

S ₁₄	r ₁₄ =	d ₁₄ = 0.266		
S ₁₅	r ₁₅ =	d ₁₅ = 2.167	n _{d15} = 1.55079	d ₁₅ = 67.84
S ₁₆	r ₁₆ =	d ₁₆ = 0.71		
S ₁₇	r ₁₇ =	d ₁₇ = 0.758	n _{d17} = 1.51825	d ₁₇ = 64.14
S ₁₈	r ₁₈ =	d ₁₈ = 0.434	n _{d18} = 1.52498	d ₁₈ = 59.89
S ₁₉	r ₁₉ =			

【 0 0 2 9 】

実施例 3

図 5 は本発明の実施例 3 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 は図 5 の対物光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示すグラフである。

10

実施例 3 の対物光学系は、物体側から順に、第一群 G 1 と、開口絞り S と、第二群 G 2 とで構成されている。

第一群 G 1 は、物体側が平面で像側が凹面の平凹レンズ L 1 1 と、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ L 1 2 を有して構成されており、全体で負の屈折力を持っている。なお、F 1 は赤外光又は励起光等所定の波長をカットするためのフィルタである。

第二群 G 2 は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ L 2 1 と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 2 2 との接合レンズと、物体側が凸面で像側が平面の平凸レンズ L 2 3 を有して構成されており、全体で正の屈折力を持っている。なお、図 E はエタロン、F 2 は赤外光又は励起光等所定の波長をカットするためのフィルタ、C G 1 , C G 2 はカバーガラスである。また、エタロン E は、2 枚のフィルタで構成したものを便宜上 1 枚の光学要素として示してある。

20

【 0 0 3 0 】

次に、実施例 3 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 3 (実施例 3)

物点距離 : 1 5 . 3 m m

焦点距離 : 1 . 0 0 1 m m

F N O . : 3 . 5 6

2 : 1 3 0 . 4 °

S ₁	r ₁ =	d ₁ = 0.547	n _{d1} = 1.883	d ₁ = 40.78
S ₂	r ₂ = 1.1488	d ₂ = 1.967		
S ₃	r ₃ =	d ₃ = 1.094	n _{d3} = 1.52287	d ₃ = 59.89
S ₄	r ₄ =	d ₄ = 0.458		
S ₅	r ₅ = -6.0644	d ₅ = 1.175	n _{d5} = 1.51742	d ₅ = 52.43
S ₆	r ₆ = -2.128	d ₆ = 0.805		
S ₇ (絞り)	r ₇ =	d ₇ = 1.204		
S ₈	r ₈ = -6.6898	d ₈ = 1.313	n _{d8} = 1.7725	d ₈ = 49.6
S ₉	r ₉ = -1.6377	d ₉ = 0.438	n _{d9} = 1.92286	d ₉ = 18.9
S ₁₀	r ₁₀ = -4.686	d ₁₀ = 0.131		
S ₁₁	r ₁₁ = 4.1786	d ₁₁ = 0.875	n _{d11} = 1.834	d ₁₁ = 37.16
S ₁₂	r ₁₂ =	d ₁₂ = 0.609		
S ₁₃	r ₁₃ =	d ₁₃ = 1.1	n _{d13} = 1.52287	d ₁₃ = 59.89
S ₁₄	r ₁₄ =	d ₁₄ = 0.225		
S ₁₅	r ₁₅ =	d ₁₅ = 2.18	n _{d15} = 1.54886	d ₁₅ = 67.84
S ₁₆	r ₁₆ =	d ₁₆ = 0.741		
S ₁₇	r ₁₇ =	d ₁₇ = 0.75	n _{d17} = 1.51633	d ₁₇ = 64.14
S ₁₈	r ₁₈ =	d ₁₈ = 0.438	n _{d18} = 1.52287	d ₁₈ = 59.89
S ₁₉	r ₁₉ =			

30

40

【 0 0 3 1 】

実施例 4

図 7 は本発明の実施例 4 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

50

は図7の対物光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示すグラフである。

実施例4の対物光学系は、物体側から順に、第一群G1と、開口絞りSと、第二群G2とで構成されている。

第一群G1は、物体側が平面で像側が凹面の平凹レンズL11と、物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL12'を有して構成されており、全体で負の屈折力を持っている。

なお、F1は赤外光又は励起光等所定の波長をカットするためのフィルタである。

第二群G2は、両凸レンズL21''と物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズL22との接合レンズと、両凸レンズL23'を有して構成されており、全体で正の屈折力を持っている。なお、Eはエタロン、F2は赤外光又は励起光等所定の波長をカットするためのフィルタ、CG1、CG2はカバーガラスである。また、エタロンEは、2枚のフィルタで構成したものを便宜上1枚の光学要素として示してある。

【0032】

次に、実施例4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(実施例4)

物点距離：15.80mm

焦点距離：1.00mm

FNO：3.53

2：130.2°

S ₁	r ₁ =	d ₁ = 0.339	n _{d1} = 1.883	d ₁ = 40.78	20
S ₂	r ₂ = 1.322	d ₂ = 0.864			
S ₃	r ₃ =	d ₃ = 1.128	n _{d3} = 1.52287	d ₃ = 59.89	
S ₄	r ₄ =	d ₄ = 0.484			
S ₅	r ₅ = -2.6542	d ₅ = 1.01	n _{d5} = 1.51742	d ₅ = 52.43	
S ₆	r ₆ = -3.3443	d ₆ = 1.369			
S ₇ (絞り)	r ₇ =	d ₇ = 1.023			
S ₈	r ₈ = 7.6736	d ₈ = 1.702	n _{d8} = 1.7725	d ₈ = 49.6	
S ₉	r ₉ = -1.702	d ₉ = 0.339	n _{d9} = 1.92286	d ₉ = 18.9	
S ₁₀	r ₁₀ = -5.564	d ₁₀ = 0.023			
S ₁₁	r ₁₁ = 7.5107	d ₁₁ = 0.692	n _{d11} = 1.834	d ₁₁ = 37.16	30
S ₁₂	r ₁₂ = -17.1324	d ₁₂ = 0.677			
S ₁₃	r ₁₃ =	d ₁₃ = 1.128	n _{d13} = 1.52287	d ₁₃ = 59.89	
S ₁₄	r ₁₄ =	d ₁₄ = 0.253			
S ₁₅	r ₁₅ =	d ₁₅ = 2.258	n _{d15} = 1.54886	d ₁₅ = 67.84	
S ₁₆	r ₁₆ =	d ₁₆ = 0.79			
S ₁₇	r ₁₇ =	d ₁₇ = 0.79	n _{d17} = 1.51633	d ₁₇ = 64.14	
S ₁₈	r ₁₈ =	d ₁₈ = 0.452	n _{d18} = 1.52287	d ₁₈ = 59.89	
S ₁₉	r ₁₉ =				

【0033】

実施例5

図9は本発明の実施例5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は図9の対物光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示すグラフである。

実施例5の対物光学系は、物体側から順に、第一群G1と、開口絞りSと、第二群G2とで構成されている。

第一群G1は、物体側が平面で像側が凹面の平凹レンズL11と、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL12を有して構成されており、全体で弱い正の屈折力を持っている。なお、F1、F2は赤外光又は励起光等所定の波長をカットするためのフィルタである。

第二群G2は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズL21と物体側に凹面を向け

10

20

30

40

50

た負メニスカスレンズL22との接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL23”を有して構成されており、全体で正の屈折力を持っている。なお、Eはエタロン、F3，F4は赤外光又は励起光等所定の波長をカットするためのフィルタ、CG1，CG2はカバーガラスである。また、エタロンEは、2枚のフィルタで構成したものを便宜上1枚の光学要素として示してある。

【0034】

次に、実施例5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（実施例5）

物点距離：15.40mm

焦点距離：1.00mm

FNO.:5.07

2 : 131.0°

S ₁	r ₁ =	d ₁ = 0.33	n _{d1} = 1.88814	d ₁ = 40.78
S ₂	r ₂ = 1.0491	d ₂ = 1.188		
S ₃	r ₃ =	d ₃ = 0.55	n _{d3} = 1.52498	d ₃ = 59.89
S ₄	r ₄ =	d ₄ = 0.033		
S ₅	r ₅ =	d ₅ = 0.55	n _{d5} = 1.52498	d ₅ = 59.89
S ₆	r ₆ =	d ₆ = 0.186		
S ₇	r ₇ = -32.7113	d ₇ = 0.93	n _{d7} = 1.51977	d ₇ = 52.43
S ₈	r ₈ = -1.9245	d ₈ = 1.28		
S ₉ (絞リ)	r ₉ = 0.055			
S ₁₀	r ₁₀ =	d ₁₀ = 0.55	n _{d10} = 1.52498	d ₁₀ = 59.89
S ₁₁	r ₁₁ =	d ₁₁ = 0.033		
S ₁₂	r ₁₂ =	d ₁₂ = 0.55	n _{d12} = 1.52498	d ₁₂ = 59.89
S ₁₃	r ₁₃ =	d ₁₃ = 0.411		
S ₁₄	r ₁₄ = -5.4467	d ₁₄ = 1.494	n _{d14} = 1.77621	d ₁₄ = 49.6
S ₁₅	r ₁₅ = -1.6589	d ₁₅ = 0.33	n _{d15} = 1.93429	d ₁₅ = 18.9
S ₁₆	r ₁₆ = -3.6629	d ₁₆ = 0.11		
S ₁₇	r ₁₇ = 3.5282	d ₁₇ = 0.687	n _{d17} = 1.83932	d ₁₇ = 37.16
S ₁₈	r ₁₈ = 37.6018	d ₁₈ = 0.65		
S ₁₉	r ₁₉ =	d ₁₉ = 0.033		
S ₂₀	r ₂₀ =	d ₂₀ = 2.2	n _{d20} = 1.55079	d ₂₀ = 67.84
S ₂₁	r ₂₁ =	d ₂₁ = 0.55		
S ₂₂	r ₂₂ =	d ₂₂ = 0.033		
S ₂₃	r ₂₃ =	d ₂₃ = 0.77	n _{d23} = 1.51825	d ₂₃ = 64.14
S ₂₄	r ₂₄ =	d ₂₄ = 0.44	n _{d24} = 1.52498	d ₂₄ = 59.89
S ₂₅	r ₂₅ =			

【0035】

次に、上記各実施例における条件式パラメータ対応値を表1に示す。

表1

条件式パラメータ	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
(1) f b / f L	4.52	3.907	4.422	4.677	3.41
(2) d 1 2 / f L	2.732	2.956	3.14	2.088	2.123
(3) d f / d r	0.549	0.444	0.669	1.338	1.049
(4) f L / f l	-0.076	-0.023	-0.03	-0.647	0.011
(5) f 2 / f L	4.075	4.673	4.215	3.244	3.329
(6) L T L / f L	15.708	15.869	16.034	15.319	13.902
(7) D 1 2 / f L	1.973	2.327	2.007	2.392	2.5
(8) Σ d / f L	9.603	10.622	9.997	8.972	9.242

10

20

30

40

50

【産業上の利用可能性】

【0036】

本発明の対物光学系は、エタロン等の分光素子を用いた内視鏡の対物光学系を用いて観察することが望まれる分野、特に手術用顕微鏡などの医療分野に有用である。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】本発明の実施例1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】図1の対物光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示すグラフである。

10

【図3】本発明の実施例2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4】図3の対物光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示すグラフである。

【図5】本発明の実施例3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】図5の対物光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示すグラフである。

【図7】本発明の実施例4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。

20

【図8】図7の対物光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示すグラフである。

【図9】本発明の実施例5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】図9の対物光学系の球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示すグラフである。

【符号の説明】

【0038】

C G 1、C G 2 カバーガラス

E エタロン

30

F 1、F 2、F 3、F 4 (赤外光又は励起光をカットする) フィルタ

G 1 第一群

G 2 第二群

L 1 1 物体側が平面で像側が凹面の平凹レンズ

L 1 2 物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ

L 1 2 ' 物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ

L 2 1 物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズ

L 2 1 ' 物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ

L 2 1 '' 両凸レンズ

L 2 2 物体側に凹面を向けた負メニスカスレンズ

40

L 2 2 ' 物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ

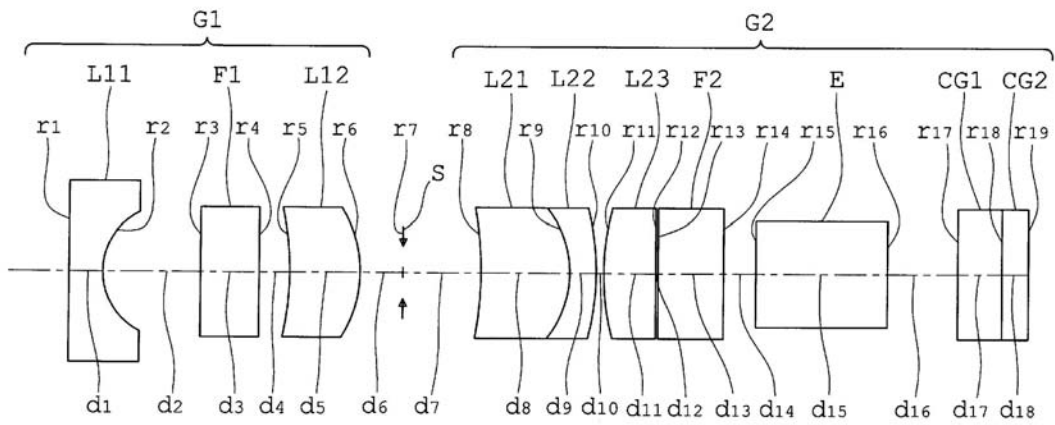
L 2 3 物体側が凸面で像側が平面の平凸レンズ

L 2 3 ' 両凸レンズ

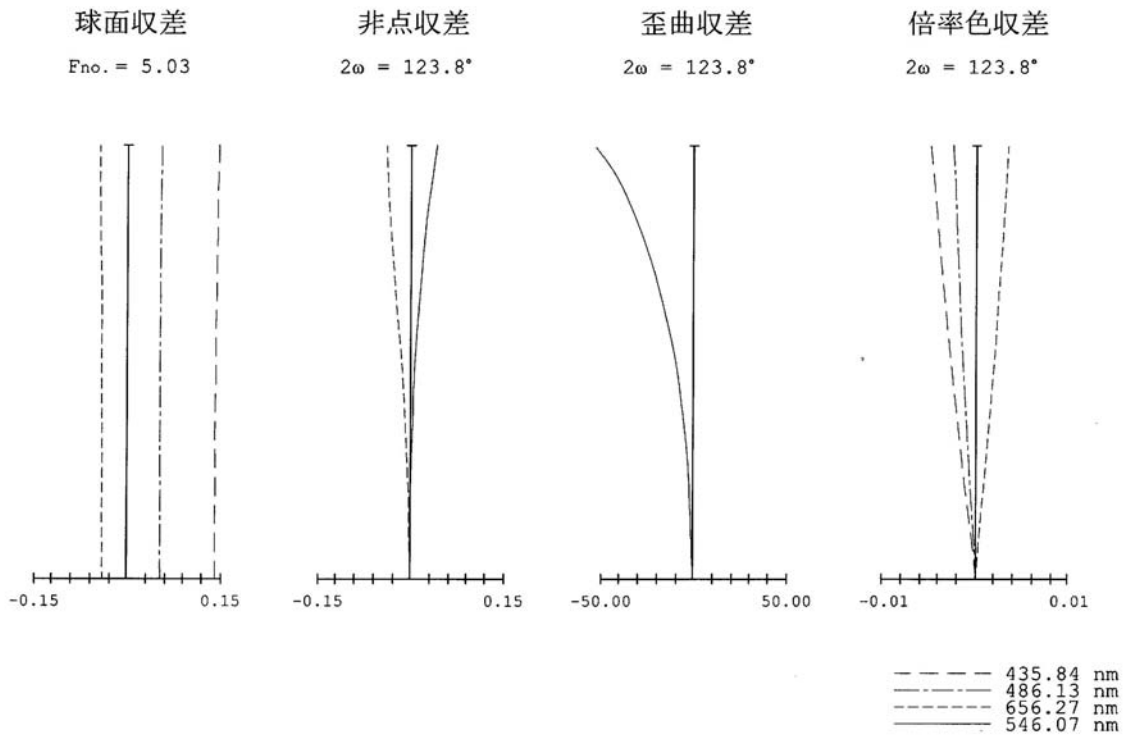
L 2 3 '' 物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ

S 開口絞り

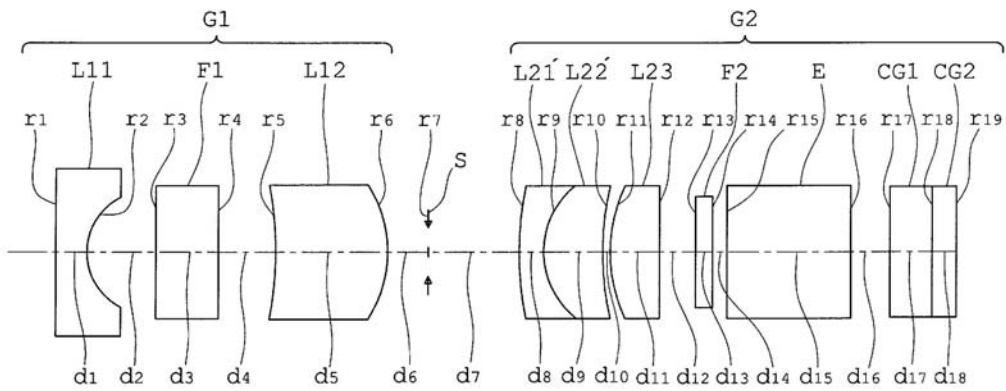
【 図 1 】



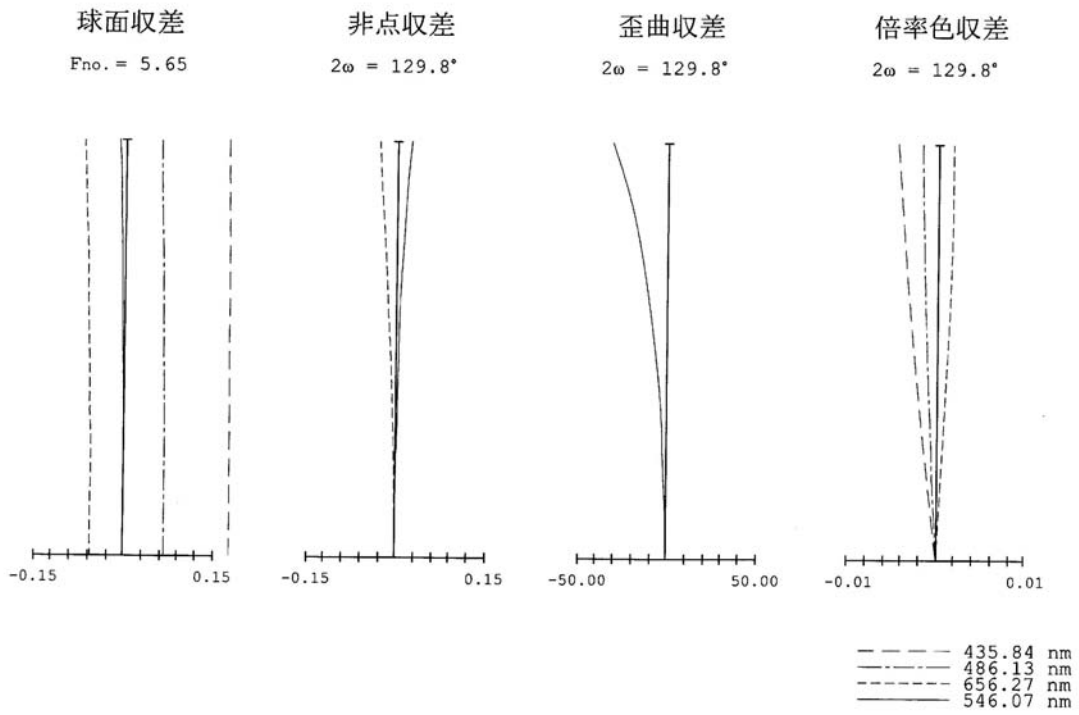
【 図 2 】



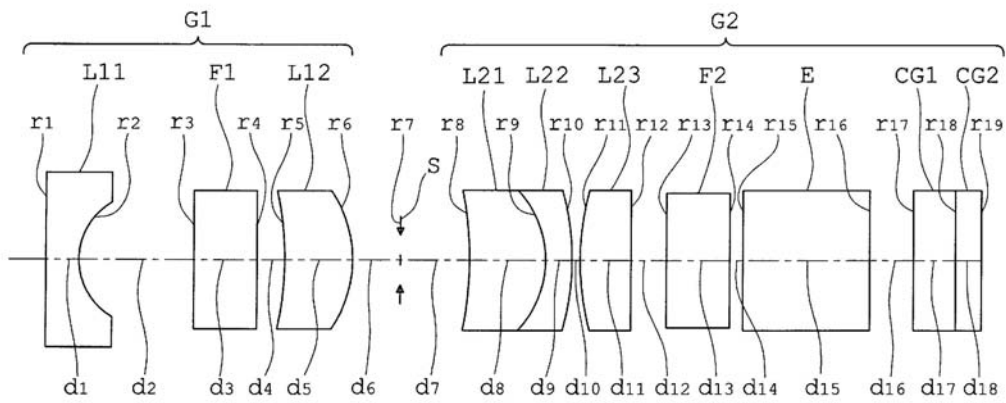
【 図 3 】



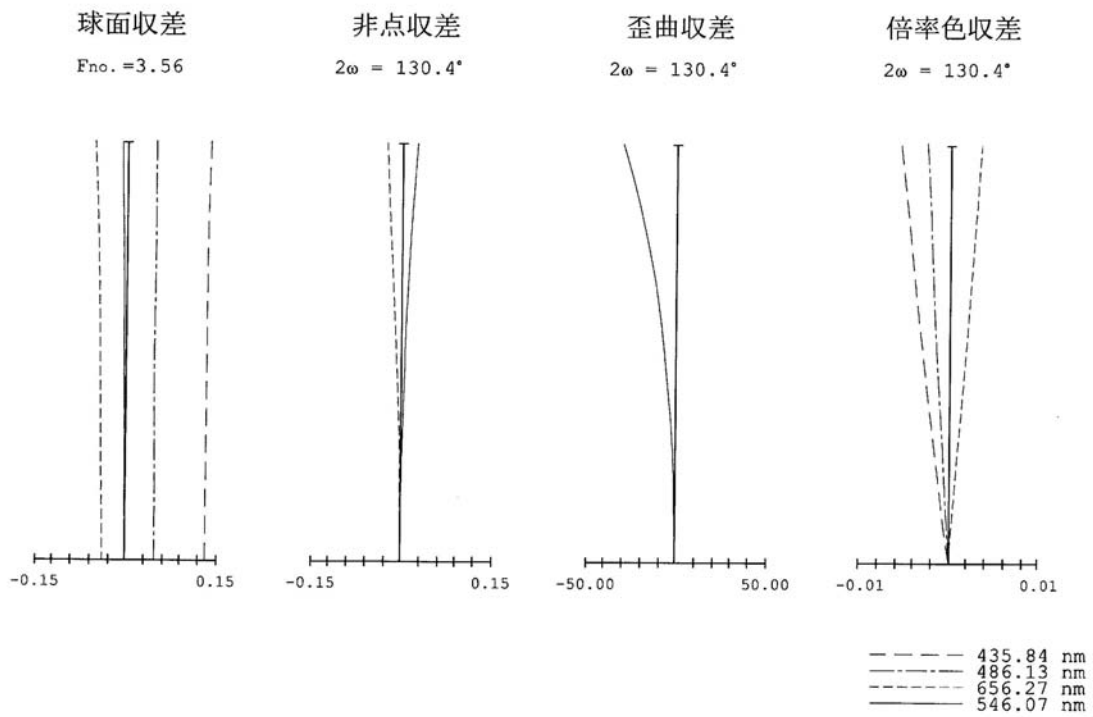
【 図 4 】



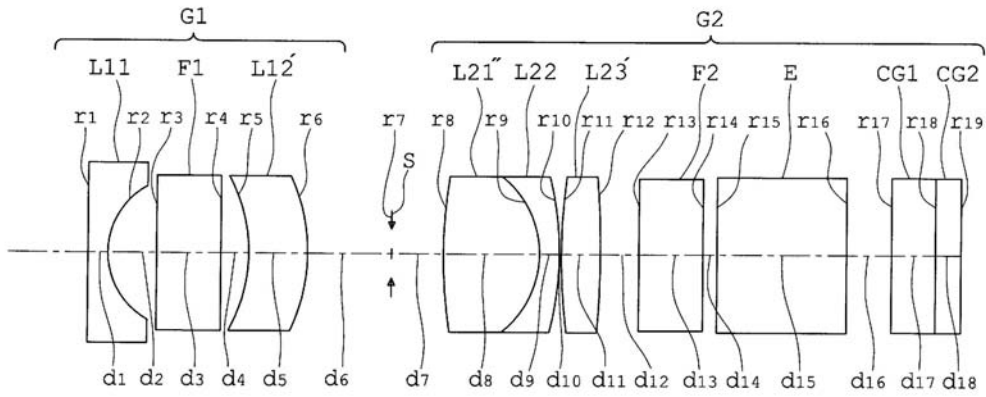
【 図 5 】



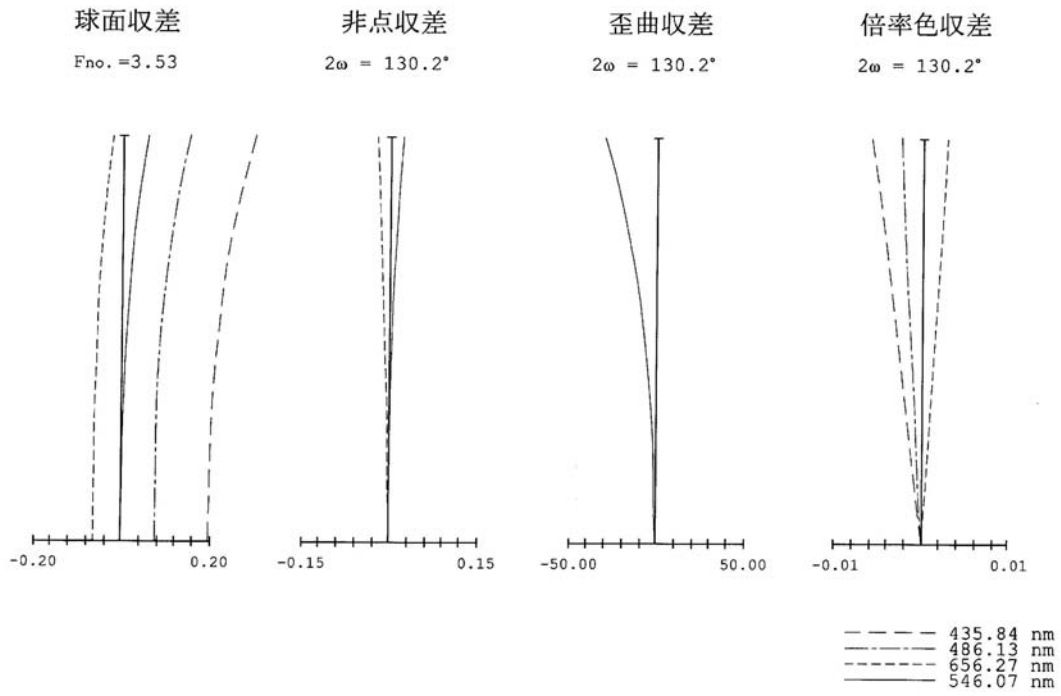
【 図 6 】



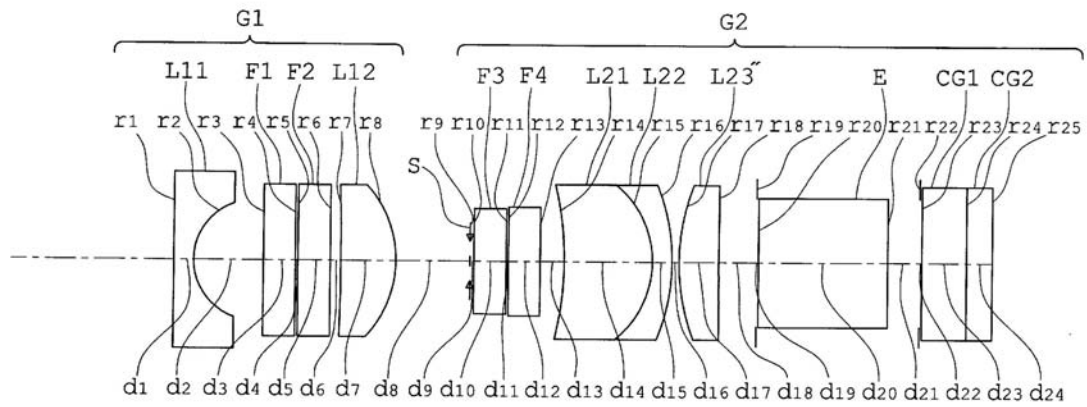
【 図 7 】



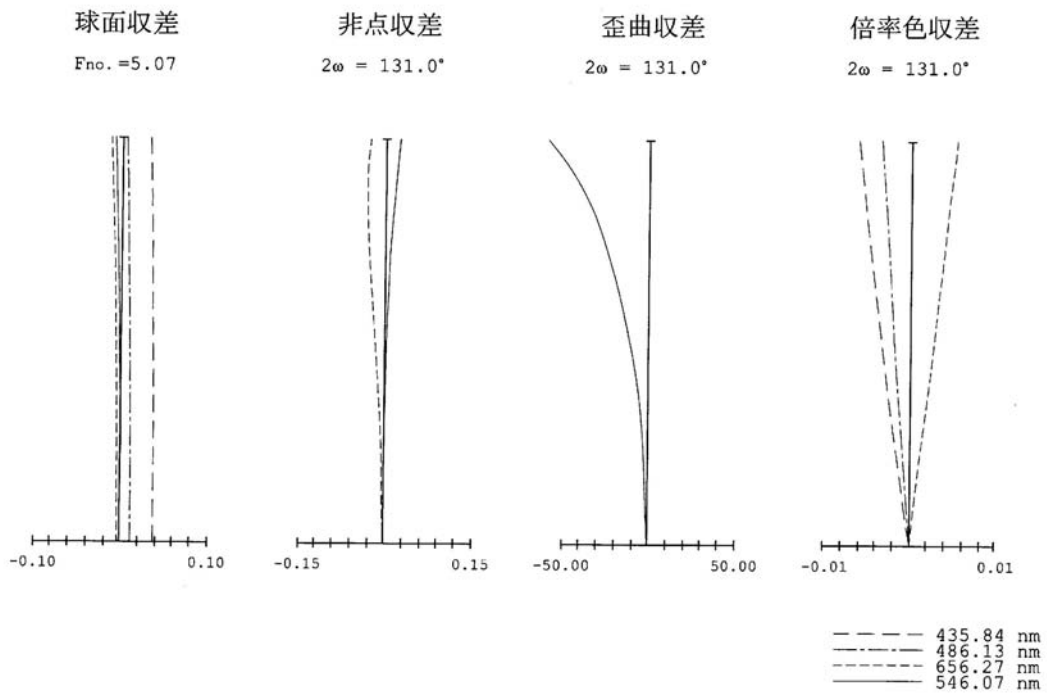
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-039553(JP,A)
特開2003-222793(JP,A)
特表2006-521584(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 9/00-17/08

专利名称(译)	对物光学系		
公开(公告)号	JP4675348B2	公开(公告)日	2011-04-20
申请号	JP2007060145	申请日	2007-03-09
[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)	オリンパスメディカルシステムズ株式会社		
[标]发明人	高頭英泰		
发明人	高頭 英泰		
IPC分类号	G02B13/00 G02B23/26 A61B1/00		
CPC分类号	A61B1/00188 G02B23/243		
FI分类号	G02B13/00 G02B23/26.C A61B1/00.300.Y A61B1/00.300.D A61B1/00.511 A61B1/00.550 A61B1/00.731		
F-TERM分类号	2H040/CA22 2H040/CA23 2H087/KA10 2H087/LA01 2H087/PA04 2H087/PA18 2H087/PB05 2H087/QA01 2H087/QA06 2H087/QA07 2H087/QA18 2H087/QA21 2H087/QA22 2H087/QA25 2H087/QA26 2H087/QA32 2H087/QA33 2H087/QA41 2H087/QA42 2H087/QA45 2H087/QA46 2H087/RA32 2H087/RA42 2H087/RA43 2H087/RA46 4C061/FF40 4C061/FF47 4C061/NN01 4C061/PP12 4C061/QQ03 4C061/QQ04 4C161/FF40 4C161/FF47 4C161/NN01 4C161/PP12 4C161/QQ03 4C161/QQ04		
其他公开文献	JP2008224842A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)	S_5	$r_5 = -5.0365$	$d_5 = 1.153$	$n_{d5} = 1.51742$	$v_{d5} = 52.43$
要解决的问题：提供一种物镜光学系统，用于充分确保用于在光路中布置诸如标准具，滤光器等光谱元件的空间和具有长后焦距的驱动系统，并且可应用于物镜内窥镜在整个长度上的长度。ŽSOLUTION：物镜光学系统包括第一组G1，其包括具有负屈光力和正屈光力的两个透镜L11和L12，从物体侧依次具有正屈光力的光阑S和第二组G2，并且满足以下条件表达。 $3.0 \leq fb / fl$ ，其中fb是物镜光学系统在空中的后焦距，fl是整个物镜光学系统的焦距。Ž	S_6	$r_6 = -1.9783$	$d_6 = 0.7$		
	S_7 (絞り)	$r_7 = \infty$	$d_7 = 1.274$		
	S_8	$r_8 = -6.4027$	$d_8 = 1.473$	$n_{d8} = 1.7725$	$v_{d8} = 49.6$
	S_9	$r_9 = -1.6377$	$d_9 = 0.427$	$n_{d9} = 1.92286$	$v_{d9} = 18.9$
	S_{10}	$r_{10} = -4.4491$	$d_{10} = 0.128$		
	S_{11}	$r_{11} = 4.1866$	$d_{11} = 0.854$	$n_{d11} = 1.834$	$v_{d11} = 37.16$
	S_{12}	$r_{12} = \infty$	$d_{12} = 0.033$		
	S_{13}	$r_{13} = \infty$	$d_{13} = 1.068$	$n_{d13} = 1.52287$	$v_{d13} = 59.89$
	S_{14}	$r_{14} = \infty$	$d_{14} = 0.534$		
	S_{15}	$r_{15} = \infty$	$d_{15} = 2.135$	$n_{d15} = 1.54886$	$v_{d15} = 67.84$
	S_{16}	$r_{16} = \infty$	$d_{16} = 1.163$		
	S_{17}	$r_{17} = \infty$	$d_{17} = 0.747$	$n_{d17} = 1.51633$	$v_{d17} = 64.14$
	S_{18}	$r_{18} = \infty$	$d_{18} = 0.427$	$n_{d18} = 1.52287$	$v_{d18} = 59.89$
	c				