

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5371178号
(P5371178)

(45) 発行日 平成25年12月18日(2013.12.18)

(24) 登録日 平成25年9月27日(2013.9.27)

(51) Int.Cl. F 1
A 6 1 B 1/00 (2006.01) A 6 1 B 1/00 3 0 0 Y

請求項の数 6 (全 46 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2006-92465 (P2006-92465) (22) 出願日 平成18年3月29日 (2006.3.29) (65) 公開番号 特開2007-260305 (P2007-260305A) (43) 公開日 平成19年10月11日 (2007.10.11) 審査請求日 平成21年1月30日 (2009.1.30)</p>	<p>(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43番2号 (74) 代理人 100118913 弁理士 上田 邦生 (74) 代理人 100112737 弁理士 藤田 考晴 (72) 発明者 高頭 英泰 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43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 伊藤 昭治</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像光学系

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

4つのレンズ群で構成され、該4つのレンズ群のうち物体側から数えて第1群を除く少なくとも1つが光軸上を移動することによって、通常観察状態（広角端）から近接拡大観察状態（望遠端）まで状態を変えることが可能な撮像光学系であって、下記条件式を満足するとともに、

物体側から数えて第3群は負の屈折力、第4群は正の屈折力を有し、変倍および合焦を行うために第2群と第3群が光軸上を移動する撮像光学系。

$$T E L E < - 2 . 0$$

ここで、 $T E L E$ は、望遠端での撮像光学系の倍率である。

10

【請求項2】

前記撮像光学系は明るさ絞りを有し、該明るさ絞りは開口径を変えることが可能に構成されるとともに、下記条件式を満足する請求項1に記載の撮像光学系。

$$D T E L E > D W I D E$$

ここで、 $D T E L E$ は望遠端での明るさ絞りの開口径、 $D W I D E$ は広角端での明るさ絞りの開口径である。

【請求項3】

4つのレンズ群で構成され、少なくとも通常観察倍率 $W I D E$ と、近接拡大観察倍率 $T E L E$ と、通常観察倍率 $W I D E$ から近接拡大観察倍率 $T E L E$ までの間の倍率の3つの倍率で観察が可能な撮像光学系において、

20

前記4つのレンズ群のうち物体側から数えて第1群を除く1つのレンズ群が動くことによって $W I D E$ から までの変倍および合焦を行うとともに、 から $T E L E$ までの変倍および合焦には、少なくとも $W I D E$ から までの変倍および合焦を行うときに動いたレンズ群とは異なるレンズ群のうち前記第1群を除く1つが動き、

物体側から数えて第3群は負の屈折力、第4群は正の屈折力を有し、変倍および合焦を行うために第2群と第3群が光軸上を移動する撮像光学系。

【請求項4】

通常観察倍率 $W I D E$ から近接拡大観察倍率 $T E L E$ までの間の倍率 が下記の条件式の範囲にあるときには、前記4つのレンズ群のうち前記第2群および前記第3群が動くことによって変倍および合焦を行う請求項3に記載の撮像光学系。

$$< - 1 . 0$$

【請求項5】

前記第3レンズ群のみが動くことによって $W I D E$ から までの変倍および合焦を行い、 から $T E L E$ までの変倍および合焦には、前記第3レンズ群の他に第2レンズ群が動く請求項3または請求項4に記載の撮像光学系。

【請求項6】

$W I D E$ から までの変倍および合焦を行う場合には、前記第3レンズ群のみが動き、 から $T E L E$ までの変倍および合焦を行う場合には、第2レンズ群のみが動く請求項3または請求項4に記載の撮像光学系。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、変倍機能を有する撮像光学系に関するもので、特に、拡大観察可能な内視鏡対物レンズ、マクロ撮影可能なデジタルカメラやビデオカメラ、携帯用カメラ等の撮影レンズに使用される撮像光学系に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、医療用内視鏡の分野では、病変の精密診断を行うために拡大観察が可能な撮像光学系の要求が強まっている。従来、このような拡大内視鏡用撮像光学系としては、例えば、特許文献1～4に開示されるものがある。

また、診断の精度を向上させるために、内視鏡画像の高画質化が求められており、従来よりも多画素の撮像素子が採用されはじめている。このため、撮像素子の多画素化に対応した高性能な撮像光学系が必要になっている。

【0003】

一方、内視鏡下で病変部等の生体組織を顕微鏡下と同等程度の観察レベルまで拡大観察（以下では、「顕微観察」と略す）できる、超拡大観察の光学系の要求も高まってきている。

従来、このような顕微観察が可能な内視鏡用撮像光学系としては、例えば、特許文献5、6に開示されるものがある。

【0004】

従来、生体組織を顕微観察するためには、内視鏡観察によって病変部を特定したあと、生検によって細胞の一部を体外に取り出し、顕微鏡によって観察するしかなかった。しかし、上記提案によれば、内視鏡観察の延長で、しかも体内で細胞観察ができるというメリットがある。

また、デジタルカメラや、ビデオカメラ等の民生品分野の光学系でも、マクロ撮影等の高倍率化と小型化が望まれている。

【特許文献1】特公昭61-044283号公報

【特許文献2】特開平06-317744号公報

【特許文献3】特開平11-316339号公報

【特許文献4】特開2000-267002号公報

10

20

30

40

50

【特許文献5】特開2004-313769号公報

【特許文献6】特開2004-313772号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記の特許文献1～4に記載の内視鏡用撮像光学系は、近接拡大時（望遠端）での観察倍率が顕微観察できるほど高くない。

また、上記の特許文献5、6に記載の顕微観察用の内視鏡用撮像光学系は、倍率が固定で、近接拡大観察のみが可能な光学系であるため、通常観察倍率を有する撮像光学系と、顕微観察を行う撮像光学系とをそれぞれ別体に設けなければならない。したがって、顕微観察する際には、顕微観察用撮像光学系を備えたプローブを内視鏡の処置具挿通チャンネルを通して被写体までか導かなければならない。

10

【0006】

そのため、内視鏡の観察視野と顕微観察視野との間にパララックスが生じ、顕微観察している範囲を特定するのが難しい。顕微観察時の視野範囲は、数10 μ mから数100 μ m四方位と非常に狭い範囲でしかなく、また、体内では拍動などの影響により内視鏡の先端を観察したい部位に完全に固定しておくことが難しいため、パララックスがある光学系では観察部位を特定するのが困難となる。

【0007】

さらに、顕微観察用撮像光学系を備えたプローブは体内の観察箇所には押し当てて使用するが、処置具挿通チャンネルを通る程度の細径のため、押し当てる面積が狭く観察箇所に固定しづらい。このように、処置具挿通チャンネルを通しての挿入であることも、観察時にしっかりと固定することを難しくしている要因となっている。

20

【0008】

顕微観察時の内視鏡の安定感を得るため、通常観察倍率を有する撮像光学系と顕微観察用撮像光学系を内視鏡の先端挿入部に配置することも可能となるが、通常観察時の観察視野と顕微観察時の観察視野との間にパララックスが生じる問題は解決しない。さらに大きな面でも2本のスコープを一つにまとめたものと同等なため、大型化を招く。特に外径が大きくなるため、患者の負担は大きなものとなり好ましくない。

本発明は上記問題点を鑑み、通常観察から顕微観察まで一つの撮像光学系で観察が可能な、全長が短くレンズ外径の小さい小型の撮像光学系を提供するものである。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために本発明は、4つのレンズ群で構成され、該4つのレンズ群のうち物体側から数えて第1群を除く少なくとも1つが光軸上を移動することによって、通常観察状態（広角端）から近接拡大観察状態（望遠端）まで状態を変えることが可能な撮像光学系であって、望遠端での撮像光学系の倍率 T_{ELE} が下記条件式（1）を満足するとともに、物体側から数えて第3群は負の屈折力、第4群は正の屈折力を有し、変倍および合焦を行うために第2群と第3群が光軸上を移動することを特徴とするものである。

$$T_{ELE} < -2.0 \quad (1)$$

40

【0010】

通常の内視鏡観察から顕微観察までを1つの光学系で可能とするため、複数のレンズ群で構成するとともに、前記複数のレンズ群の少なくとも1つが光軸上を移動することによって、通常観察状態（広角端）から近接拡大観察状態（望遠端）まで状態を変えるように構成され、近接拡大時（望遠端）の最大倍率 T_{ELE} は、条件式（1）を満足することが必要である。

【0011】

例えば、生体組織に発生した病変を細胞レベルで観察し、細胞配列の乱れ、細胞核の異常な肥厚、細胞核を取り巻く毛細血管の異常な増殖等、正常細胞が癌化するときの特異的に現れる現象の観察を可能とするには、近接拡大時（望遠端）において少なくとも条件式

50

(1)を満たし、数10 μm から数100 μm 四方の視野範囲において顕微観察に必要な分解能を確保することが必須となる。

【0012】

条件式(1)を満足しない場合、光学系で足りない倍率を電子ズーム等の電氣的補正手段を用いて補うことも考えられるが、画質が劣化してしまうため、病変の診断に利用する画像として好ましくない。

【0013】

また、本発明の撮像光学系は、少なくとも通常観察時(広角端)における観察倍率 $W_{I D E}$ と、近接拡大時(望遠端)における観察倍率 $T_{E L E}$ と、 $W_{I D E}$ から $T_{E L E}$ までの間の観察倍率 の3つの倍率で観察が可能に構成され、複数のレンズ群のうち1つのレンズ群が動くことによって $W_{I D E}$ から までの変倍および合焦を行うとともに、 から $T_{E L E}$ までの変倍および合焦には、少なくとも $W_{I D E}$ から までの変倍および合焦を行うときに動いたレンズ群とは異なるレンズ群のうちの1つが動くことを特徴としている。

10

【0014】

近接拡大時(望遠端)に顕微観察が可能なほどの高倍率を得るためには、一つのレンズ群のみを動かして変倍および合焦を行うのは極めて難しい。近接物点にピントを合わせるには、全体繰り出しが、最も物体側のレンズ群を含む複数のレンズ群を動かすのが有利となるが、このような動作をさせる場合、レンズの繰出し量が大きくなり、光学系全体が大型化してしまうので好ましくない。

20

【0015】

そこで、本発明では、物体側から数えて第1レンズ群を固定し、第2レンズ群以降の複数のレンズ群を動かすことによって、変倍と合焦を行うようにした。より具体的には、正負負正、正正負正、または負正負正、等の4群構成で、第2レンズ群と第3レンズ群を光軸に沿って移動可能に構成した。また、第2レンズ群または第3レンズ群近傍に明るさ絞りを配置することにより、これらのレンズ群を構成するレンズの外径が小さくなるようにした。このように構成することにより、可動レンズ群の周辺にスペースを確保し、アクチュエーター等のレンズの駆動手段を配置可能とするとともに、可動レンズ群を動かす際に、前記レンズ駆動手段にかかる負荷を軽減するようにした。

【0016】

また、レンズの駆動手段を複雑化することなくコンパクトに構成するためには、通常観察時(広角端)における観察倍率 $W_{I D E}$ から近接拡大時(望遠端)における観察倍率 $T_{E L E}$ までのレンズの動作を2段階に分けて制御するのが望ましい。具体的には、 $W_{I D E}$ から $T_{E L E}$ までの間に適当な観察倍率 を設定し、 $W_{I D E}$ から までの間は、1つのレンズ群のみを動かして変倍および合焦を行い、 から $T_{E L E}$ までの間はさらにもうひとつのレンズ群を連動させて動かすことによって変倍と合焦を行うようにすればよい。

30

【0017】

通常観察時(広角端)における観察倍率 $W_{I D E}$ から近接拡大時(望遠端)における観察倍率 $T_{E L E}$ までの間で常に2つのレンズ群を動かす場合、レンズ群を動かした際の倍率の変化および画角の変化をある程度一定に保ち、急激に変化をさせないようにするために、カム機構等を用いてレンズ群の移動量を複雑に制御する必要があるが、本発明の撮像光学系のように、レンズ群の動作を2段階に分けて制御することで、レンズ群を光軸に沿って一定方向に、ほぼリニアに可動させてもスムーズな画角変化と倍率変化が得られる。本発明のレンズ駆動手段としては、リニアアクチュエータを用いて電氣的に制御するものや、ワイヤ等により手動で制御するものを採用することができ、通常観察時(広角端)における観察倍率 $W_{I D E}$ から近接拡大時(望遠端)における観察倍率 $T_{E L E}$ までの間で常に2つのレンズ群を動かす場合に比べて、はるかに簡単な構成でレンズ駆動手段を構成できることになる。

40

【0018】

50

さらに、 $W I D E$ から $T E L E$ までの間の観察倍率が少なくとも以下の条件式 (2) を満足する場合には、2つのレンズ群を動かすことにより変倍を行うのが望ましい。

$$< - 1 . 0 \quad (2)$$

$W I D E$ から $T E L E$ までの間の観察倍率が上記条件式 (2) を満足する場合に、1つのレンズ群のみでの変倍および合焦を行うと、収差性能が悪化するため好ましくない。特に、像面の変動と色収差の変動が大きくなり、例えば、生体組織に発生した病変を内視鏡観察下で画像診断するのに適した画質を確保することができない。

【0019】

また、上記のような撮像光学系は、少なくとも4群構成であることが望ましく、このうち、第3レンズ群が動くことによって $W I D E$ から までの変倍および合焦を行い、第2レンズ群と第3レンズ群が動くことによって から $T E L E$ までの変倍および合焦を行うように構成されるのが望ましい。

10

【0020】

このような構成にすることで、各レンズ群を光軸に沿って一定方向に、ほぼリニアに動かしても急激な画角変化および倍率の変化がなく、スムーズな画角変化と倍率変化が得られるので、目標とする被写体を見失うことなく内視鏡の挿入部先端を近接させ、所望の倍率で拡大観察を行うことができる。

【0021】

上記の撮像光学系と組み合わせる撮像素子は、下記条件式 (3) を満足するのが望ましい。

20

$$0 . 2 < I H / P \times 1 0 0 0 < 0 . 7 \quad (3)$$

ここで、 $I H$ は撮像素子の撮像面における最大像高 (mm)、 P は撮像素子の画素ピッチ (mm) である。上記条件式 (3) の下限を超えると画素ピッチが大きくなり、高精細な顕微観察画像が得られない。また、上記条件式 (3) の上限を超えると、画素ピッチが細かくなりすぎて、撮像光学系のFナンバーを回折限界まで大きくしなければならず、光の回折の影響を受けやすくなって所望の画質を得ることができない。

【0022】

また、より高精細な顕微観察画像を得るためには、望遠端での撮像光学系の観察倍率 $T E L E$ が下記条件式 (4) を満足するのが望ましい。

$$T E L E < - 2 . 5 \quad (4)$$

30

なお、高精細な顕微観察画像に対応するため、撮像光学系の収差補正をさらに十分に行った方がよい場合には、駆動装置が多少複雑になったとしても通常観察状態 (広角端) から近接拡大観察状態 (望遠端) まで、2つのレンズ群を移動させて変倍と合焦を行うように構成することもできる。

【0023】

このような顕微観察が可能な観察倍率を持つ内視鏡においても、通常観察時には広視野を確保し、病変部を発見するために生体内をスクリーニングしたり、病変部に処置を施す等の作業をする必要がある。そのためには拡大観察時には高倍率を確保しつつ通常観察時には下記条件式 (5) を満足するのが望ましい。

$$> 5 0 ^{\circ} \quad (5)$$

40

ただし、 θ は通常観察状態 (広角端) での撮像光学系の半画角である。

【0024】

また、上記4群構成の撮像光学系において、通常観察時 (広角端) における観察倍率 $W I D E$ から近接拡大時 (望遠端) における観察倍率 $T E L E$ までの可動レンズ群の移動量は、下記条件式 (6) の範囲とすることが望ましい。

$$1 . 5 < D 3 / f w < 3 . 3 \quad (6)$$

ただし、 $D 3$ は第3レンズ群の移動量であり、 $f w$ は広角端における撮像光学系の焦点距離である。

【0025】

上記条件式 (6) の上限を超えると、第3レンズ群の移動量が大きくなるため、撮像光

50

学系の全長が長くなり内視鏡先端部の大型化を招くので好ましくない。

レンズ駆動手段としてアクチュエータを用いる場合には、移動量が大きくなると、アクチュエータ駆動部のストロークが長くなり、内視鏡挿入部先端の硬質長が長くなる要因となり好ましくない。

【0026】

本発明の撮像光学系は、 $W I D E$ から $T E L E$ までの間の観察倍率が上記条件式(2)を満足する場合には、2つのレンズ群を動かすことにより変倍および合焦を行うことにより、上記条件式(6)を満足するようにしている。上記条件式(6)の下限を超えると、第3レンズ群の移動量が少なくなると、顕微観察を行えるほどの観察倍率を得ることができない。

10

【0027】

さらに、第3レンズ群の焦点距離は、下記条件式(7)を満足するのが望ましい。

$$0.1 < |f_w / f_3| < 0.7 \quad (7)$$

ただし、 f_3 は第3レンズ群の焦点距離である。

【0028】

上記4群構成の撮像光学系において、第3レンズ群は像面位置のずれを補正する役割を担っているが、上記条件式(7)の上限を超えて第3レンズ群のパワーが大きくなると、第3レンズ群が移動するときの収差変動が大きくなる。特に球面収差と像面の変動が大きくなり好ましくない。また、上記条件式(7)の下限を超えて第3レンズ群のパワーが弱くなると、通常観察状態(広角端)において倍率の色収差が大きくなり、画像の色にじみの要因となるので好ましくない。

20

【0029】

また、上記4群構成の撮像光学系が下記条件式(7')を満足するとより望ましい。

$$0.2 < |f_w / f_3| < 0.6 \quad (7')$$

さらに、近接拡大観察状態(望遠端)での収差性能を良好に保つために、第4レンズ群の焦点距離は、下記条件式(8)を満足するのが望ましい。

$$0.2 < f_t / f_4 < 0.5 \quad (8)$$

ただし、 f_4 は第4レンズ群の焦点距離であり、 f_t は近接拡大観察状態(望遠端)の撮像光学系の焦点距離である。上記条件式(8)の下限を超えると、第4レンズ群のパワーが小さくなり、色収差を十分に補正することができない。また、上記条件式(8)の上限を超えると、第4レンズ群のパワーが強くなり、バックフォーカスが短くなるため撮像素子の撮像素子の撮像面を保護するためのカバーガラスや観察に不要な光をカットするフィルター等を入れるスペースを確保できなくなるので好ましくない。

30

【0030】

また、本発明の撮像光学系は、開口径を変えることが可能に構成された明るさ絞りを有しており、下記条件式(9)を満足することを特徴としている。

$$D_{T E L E} > D_{W I D E} \quad (9)$$

ただし、 $D_{T E L E}$ は望遠端での明るさ絞りの開口径であり、 $D_{W I D E}$ は広角端での明るさ絞りの開口径である。本発明の撮像光学系のように通常観察状態(広角端)から顕微観察状態(望遠端)まで観察状態を変更可能な光学系において、明るさ絞りの開口径を一定にしたままであると、倍率が変化した際のFナンバーの変動が大きくなり、顕微観察状態では通常観察状態に比べ大きなFナンバーとなる。このような状況で、通常観察状態での観察深度を確保するために明るさ絞りの開口径を小さく設定すると、顕微観察状態に変更したときに光の回折現象による画像劣化が生じてしまう。

40

【0031】

そこで、本発明の撮像光学系では、少なくとも通常観察状態(広角端)と顕微観察状態(望遠端)で、明るさ絞りの開口径が上記条件式(9)を満足するように可変に構成した。これにより、通常観察状態では十分な観察深度を確保し、顕微観察状態では鮮明な画像を取得することができる。

【0032】

50

また、顕微観察状態（望遠端）でのFナンバーが下記条件式（10）を満足するように明るさ絞り径が変化するのが望ましい。

$$0.25 < p / F_{no} \times 1000 < 0.8 \quad (10)$$

ただし、Pは撮像素子の画素ピッチ（mm）であり、Fnoは顕微観察状態（望遠端）でのFナンバーである。上記条件式（10）の下限を超えると光の回折現象による画像劣化が生じるので好ましくない。また、上記条件式（10）の上限を超えると顕微観察に必要な観察深度を確保することができない。

【0033】

また、本発明の撮像光学系は、内視鏡以外でも活用できる。

例えば、デジタルカメラの撮影等においても、等倍を超えるようなマクロ撮影を行う場合には、レンズ繰出し量が大きくなることもあって、マクロコンバータレンズを装着することが多い。しかしながら本発明の撮像光学系を用いることによって、マクロコンバータレンズを装着することなく、いままでにない高倍率のマクロ撮影を行うことができる。

【0034】

また、一般的にマクロレンズは第1群が物体側に繰出し、なおかつ複数群のフローティングによってフォーカシングを行うが、本発明のレンズを用いると、インナーフォーカスでのマクロ撮影が可能となる。そのためワーキングディスタンスを決めてから撮影する場合には有利である。

さらに、携帯電話用のカメラに本発明を適用すれば、手軽にマクロ撮影が楽しめる。

【発明の効果】

【0035】

本発明によれば、内視鏡下での顕微観察が可能な拡大倍率を実現し、高精細な撮像素子に対応した高性能な撮像光学系を提供し得る。また、小型のCCDに対応したデジタルカメラや携帯電話用カメラにおいて高倍率撮影が可能なマクロレンズ等にも適用することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0036】

次に、本発明の一実施形態に係る撮像光学系について、図面を参照して以下に説明する。

本実施形態に係る撮像光学系は、複数のレンズ群で構成され、該複数のレンズ群の少なくとも1つが光軸上を移動することによって、通常観察状態（広角端）から近接拡大観察状態（望遠端）まで状態を変えることが可能な撮像光学系であって、望遠端での撮像光学系の倍率 T_{ELE} が下記条件式を満足するものである。

$$T_{ELE} < -2.0 \quad (1)$$

【0037】

表1に、各実施例の対物レンズ構成における各条件式の数値を示した。

10

20

30

【表 1】

条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9
Bt	-3.00	-2.92	-2.99	-2.90	-3.2	-2.32	-2.59	-2.55	-3.05
β	-0.77	-0.70	-0.60	-0.71	-0.54	-0.70	-0.63	-0.60	-0.79
ω	65.32	65.75	54.50	65.93	28.79	65.52	62.39	63.64	54.51
D3/fw	2.63	2.47	2.12	1.89	2.01	0.49	1.07	-1.49	-3.14
fw/f3	0.25	0.41	0.56	0.35	0.12	0.32	0.40	0.32	0.33
f4/ft	0.30	0.34	0.40	0.44	0.23	0.03	0.34	0.40	0.04
IH/(p*1000)	0.40	0.35	0.35	0.40	0.40	0.39	0.30	0.23	0.22
p/Fno*1000	0.37	0.42	0.41	0.36	0.37	0.47	0.43	1.08	0.44

10

20

30

40

【0038】

(実施例1)

本実施例の拡大内視鏡対物レンズの構成を図1に示した。また、表2には設計データ、表3には通常観察状態(広角端)、中間状態、近接拡大観察状態(望遠端)の3状態における変動パラメータの値を示した。また、図2、図3、図4に、それぞれ、通常観察状態

50

(広角端)、中間状態、近接拡大観察状態 (望遠端) での収差曲線図を示した。図 1 では、上から順に、それぞれ、通常観察状態 (広角端)、中間状態、近接拡大観察状態 (望遠端) の 3 状態における構成が示されている。

【 0 0 3 9 】

【表 2】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率Nd	アッベ数Vd
1	∞	0.280	1.88814	40.78
2	0.8023	0.568		
3	∞	0.482	1.51564	75.00
4	∞	0.097		
5	-4.8631	0.713	1.48915	70.23
6	-1.1167	0.020		
7	-1.4293	0.880	1.48915	70.23
8	-1.1493	0.269	1.85504	23.78
9	-1.6087	0.016		
10	4.1584	0.805	1.48915	70.23
11	-1.2835	0.200	2.01169	28.27
12	-1.8713	0.160		
13	明るさ絞り	D13		
14	-4.2096	0.160	1.60520	65.44
15	1.3676	0.730	1.59667	35.31
16	-8.0776	D16		
17	48.2526	0.200	1.56606	60.67
18	2.7107	D18		
19	4.6936	0.997	1.49846	81.54
20	-5.7816	0.040		
21	2.6061	1.658	1.48915	70.23
22	-6.0493	0.220		
23	-4.2191	0.327	1.93429	18.90
24	7.3794	1.060		
25	∞	0.600	1.51825	64.14
26	∞	0.231		
27	∞	0.800	1.50801	60.00
28	∞	D28		

10

20

30

40

【表 3】

パラメータ	通常観察状態 (広角端)	中間状態	近接拡大観察状態 (望遠端)
D0	15.55	1.50	0.02
D13	0.07	0.07	3.18
D16	0.02	2.10	0.30
D18	3.58	1.51	0.22
焦点距離	1.281	1.576	1.162
Fno	5.40	7.61	7.65
倍率	-0.08	-0.77	-3.00

10

20

【0040】

本実施例の撮像光学系は、物体側より順に、正の屈折力の第1レンズ群G1、負の屈折力の第2レンズ群G2、負の屈折力の第3レンズ群G3、正の屈折力の第4レンズ群G4で構成されている。

【0041】

第1レンズ群は物体側より順に、負レンズと、正レンズと、正レンズと負レンズとの接合レンズと、正レンズと負レンズの接合レンズとで構成されている。第2レンズ群は、負レンズと正レンズとの接合レンズにて構成されている。第3レンズ群は、負レンズにて構成されている。第1レンズ群と第2レンズ群の間に明るさ絞りSが配置されており、第1レンズ群の後方に固定されている。第4レンズ群は、物体側より順に、正レンズと、正レンズと、負レンズとで構成されている。

30

【0042】

通常観察状態(広角端)から中間状態までの観察では、第3群のみを動かして変倍と合焦を行い、中間状態から近接拡大観察状態(望遠端)までの観察では、第2群と第3群を動かして変倍と合焦を行っている。また、明るさ絞りは、開口径を変えることが可能に構成されており、近接拡大観察状態(望遠端)において、他の観察状態よりも開口径が広がるようになっている。

【0043】

第1レンズ群中の平行平板F1、と第4レンズ群と撮像素子との間の平行平板F2は、それぞれ特定の波長、例えば、YAGレーザの1060nm、半導体レーザの810nmあるいは赤外域をカットするためのフィルタである。

40

さらに、撮像素子には、下記条件式(3)を満足する撮像素子を採用し、内視鏡に搭載可能な撮像ユニットを構成して、生体組織を細胞レベルで観察し、診断することを可能にしている。

【0044】

$$0.2 < IH / p \times 1000 < 0.7 \quad (3)$$

ここで、IHは撮像素子の撮像面における最大像高(mm)、pは撮像素子の画素ピッチ(mm)である。

【0045】

(実施例2)

50

本実施例の拡大内視鏡対物レンズの構成を図5に示した。また、表4には設計データ、表5には通常観察状態（広角端）、中間状態、近接拡大観察状態（望遠端）の3状態における変動パラメータの値を示した。図6、図7、図8に、それぞれ、通常観察状態（広角端）、中間状態、近接拡大観察状態（望遠端）での収差曲線図を示した。図5では、上から順に、それぞれ、通常観察状態（広角端）、中間状態、近接拡大観察状態（望遠端）の3状態における構成が示されている。

【 0 0 4 6 】

【表 4】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率Nd	アッベ数Vd
1	∞	0.300	1.88814	40.78
2	0.9665	0.568		
3	∞	0.480	1.51564	75.00
4	∞	0.214		
5	-5.9100	0.808	1.48915	70.23
6	-1.3070	0.020		
7	-1.6595	0.880	1.48915	70.23
8	-1.0864	0.269	1.85504	23.78
9	-1.5285	0.016		
10	4.2597	0.645	1.48915	70.23
11	-1.4280	0.200	2.01169	28.27
12	-2.1072	0.060		
13	絞り	D13		
14	-1.7184	0.160	1.60520	65.44
15	2.1085	0.768	1.59667	35.31
16	-1.7891	D16		
17	-10.6213	0.200	1.56606	60.67
18	2.1389	D18		
19	3.6629	1.003	1.49846	81.54
20	-7.9650	0.047		
21	3.4408	0.507	1.48915	70.23
22	7.1498	0.042		
23	2.9775	1.209	1.48915	70.23
24	-7.0513	0.199		
25	-4.0321	0.327	1.93429	18.90
26	5.1945	0.560		
27	∞	0.310	1.52498	59.89
28	∞	0.781		
29	∞	1.200	1.50801	60.00
30	∞	D30		

10

20

30

40

【表 5】

パラメータ	通常観察状態 (広角端)	中間状態	近接拡大観察状態 (望遠端)
D0	15.00	1.33	0.02
D13	0.23	0.23	3.19
D16	0.05	0.92	0.22
D18	3.35	2.49	0.22
焦点距離	1.270	1.458	1.195
Fno	5.98	7.49	7.55
倍率	-0.08	-0.70	-2.92

10

【0047】

20

本実施例の撮像光学系は、物体側より順に、正の屈折力の第1レンズ群G1、正の屈折力の第2レンズ群G2、負の屈折力の第3レンズ群G3、正の屈折力の第4レンズ群G4で構成されている。

【0048】

第1レンズ群は、物体側より順に、負レンズと、正レンズと、正レンズと負レンズとの接合レンズと、正レンズと負レンズの接合レンズとで構成されている。第2レンズ群は、負レンズと正レンズとの接合レンズにて構成されている。第3レンズ群は、負レンズにて構成されている。第1レンズ群と第2レンズ群の間に明るさ絞りSが配置されており、第1レンズ群の後方に固定されている。第4レンズ群は、物体側より順に、正レンズと、正レンズと、正レンズと、負レンズとで構成されている。

30

【0049】

通常観察状態(広角端)から中間状態までの観察には、第3レンズ群のみを動かして変倍と合焦を行い、中間状態から近接拡大観察状態(望遠端)まで観察には、第2レンズ群と第3レンズ群を動かして変倍と合焦を行っている。また、明るさ絞りは、開口径を変えることが可能に構成されており、近接拡大観察状態(望遠端)において、他の観察状態よりも開口径が広がるようになっている。

【0050】

第1レンズ群中の平行平板F1と、第4レンズ群と撮像素子との間の平行平板F2は、それぞれ特定の波長、例えば、YAGレーザの1060nm、半導体レーザの810nmあるいは赤外域をカットするためのフィルタである。

40

さらに、撮像素子には、条件式(3)を満足する撮像素子を採用し、内視鏡に搭載可能な撮像ユニットを構成して、生体組織を細胞レベルで観察し、診断することを可能にしている。

【0051】

(実施例3)

本実施例の拡大内視鏡対物レンズの構成を図9に示した。また、表6には設計データ、表7には通常観察状態(広角端)、中間状態、近接拡大観察状態(望遠端)の3状態における変動パラメータの値を示した。図10、図11、図12に、それぞれ、通常観察状態(広角端)、中間状態、近接拡大観察状態(望遠端)での収差曲線図を示した。図9では、上から順に、それぞれ、通常観察状態(広角端)、中間状態、近接拡大観察状態(望遠

50

端)の3状態における構成が示されている。

【0052】

【表 6】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率Nd	アッペ数Vd
1	∞	0.280	1.88814	40.78
2	1.1135	0.568		
3	∞	0.482	1.51564	75.00
4	∞	0.164		
5	-11.5354	1.199	1.48915	70.23
6	-1.5937	0.017		
7	-3.2477	0.735	1.48915	70.23
8	-1.1248	0.446	1.85504	23.78
9	-1.7087	0.016		
10	17.6407	0.807	1.48915	70.23
11	-1.2021	0.200	2.01169	28.27
12	-1.7365	0.160		
13	絞り	D13		
14	-1.2990	0.160	1.60520	65.44
15	391.5031	0.589	1.70442	30.13
16	-1.5298	D16		
17	-4.2334	0.200	1.56606	60.67
18	2.0245	D18		
19	13.6209	1.000	1.49846	81.54
20	-3.4492	0.047		
21	3.7872	0.612	1.48915	70.23
22	12.6718	0.096		
23	2.6412	1.325	1.48915	70.23
24	-9.4908	0.144		
25	-6.8639	0.327	1.93429	18.90
26	3.2569	0.886		
27	∞	0.311	1.52498	59.89
28	∞	0.789		
29	∞	1.166	1.51825	64.14
30	∞	D30		

10

20

30

40

【表 7】

パラメータ	通常観察状態 (広角端)	中間状態	近接拡大観察状態 (望遠端)
D0	15.55	1.76	0.02
D13	0.28	0.56	2.62
D16	0.05	0.42	0.56
D18	3.25	2.60	0.40
焦点距離	1.343	1.598	1.313
Fno	6.00	7.54	7.80
倍率	-0.08	-0.60	-2.99

10

【0053】

本実施例の撮像光学系は、物体側より順に、正の屈折力の第1レンズ群G1、正の屈折力の第2レンズ群G2、負の屈折力の第3レンズ群G3、正の屈折力の第4レンズ群G4で構成されている。

20

【0054】

第1レンズ群は物体側より順に、負レンズと、正レンズと、正レンズと負レンズとの接合レンズと、正レンズと負レンズの接合レンズとで構成されている。第2レンズ群は、負レンズと正レンズとの接合レンズにて構成されている。第3レンズ群は、負レンズにて構成されている。第1レンズ群と第2レンズ群の間に明るさ絞りSが配置されており、第1レンズ群の後方に固定されている。第4レンズ群は、物体側より順に、正レンズと、正レンズと、正レンズと、負レンズとで構成されている。

【0055】

通常観察状態(広角端)から中間状態まで、第2レンズ群と第3レンズ群をそれぞれ独立に動かし、さらに中間状態から近接拡大観察状態(望遠端)まで、第2レンズ群と第3レンズ群をそれぞれ独立に動かすことによって変倍と合焦を行っている。このように、第2レンズ群と第3レンズ群を常に移動させて変倍と合焦を行うことにより、どの観察状態においても軸上の色収差や軸外の色収差を良好に補正することができ、高精細な画像を取得することができる。また、明るさ絞りは、開口径を変えることが可能に構成されており、近接拡大観察状態(望遠端)において、他の観察状態よりも開口径が広がるようになっている。

30

【0056】

第1レンズ群中の平行平板F1、と第4レンズ群と撮像素子との間の平行平板F2は、それぞれ特定の波長、例えば、YAGレーザの1060nm、半導体レーザの810nmあるいは赤外域をカットするためのフィルタである。

40

さらに、撮像素子には、条件式(3)を満足する撮像素子を採用し、内視鏡に搭載可能な撮像ユニットを構成して、生体組織を細胞レベルで観察し、診断することを可能にしている。

【0057】

(実施例4)

本実施例の拡大内視鏡対物レンズの構成を図13に示した。また、表8には設計データ、表9には通常観察状態(広角端)、中間状態、近接拡大観察状態(望遠端)の3状態における変動パラメータの値を示した。図14、図15、図16に、それぞれ、通常観察状態(広角端)、中間状態、近接拡大観察状態(望遠端)での収差曲線図を示した。図13

50

では、上から順に、それぞれ、通常観察状態（広角端）、中間状態、近接拡大観察状態（望遠端）の3状態における構成が示されている。

【0058】

【表8】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率Nd	アッペ数Vd
1	∞	0.260	1.88814	40.78
2	1.0783	0.840		
3	∞	0.400	1.51564	75.00
4	∞	0.300		
5	-12.9582	0.378	1.59143	61.14
6	-3.3390	0.244		
7	-2.4574	0.752	1.59911	39.24
8	-1.8586	D8		
9	2.7326	0.160	1.88815	40.76
10	1.4033	0.040		
11	1.3935	0.628	1.48915	70.23
12	-1.1556	0.172	2.01169	28.27
13	-1.5950	0.072		
14	絞り	D14		
15	-17.0817	0.200	1.48915	70.23
16	1.2784	0.372	1.69417	31.07
17	1.7155	D17		
18	6.0465	0.625	1.49846	81.54
19	-6.142 ASP	0.014		
20	4.3161	0.858	1.49846	81.54
21	-5.0355	0.040		
22	12.2602	0.300	1.93429	18.90
23	4.4444	1.932		
24	∞	0.600	1.52498	59.89
25	∞	0.180		
26	∞	1.000	1.51825	64.14
27	∞	D27		

10

20

30

40

50

【表 9】

パラメータ	通常観察状態 (広角端)	中間状態	近接拡大観察状態 (望遠端)
D0	24.00	0.97	0.02
D8	2.04	3.01	0.08
D14	0.10	0.97	4.61
D17	2.88	1.04	0.34
焦点距離	1.347	1.417	1.704
Fno	5.88	7.26	7.87
倍率	-0.05	-0.71	-2.90

10

【0059】

本実施例の撮像光学系は、物体側より順に、負の屈折力の第1レンズ群G1、正の屈折力の第2レンズ群G2、負の屈折力の第3レンズ群G3、正の屈折力の第4レンズ群G4とよくなる。

20

第1レンズ群は物体側より順に、負レンズと、正レンズと、負レンズとで構成されている。第2レンズ群は、負レンズと、負レンズと正レンズの接合レンズにて構成されている。第3レンズ群は、負レンズと正レンズの接合レンズにて構成されている。第2レンズ群と第3レンズ群の間に明るさ絞りSが配置されている。第4レンズ群は、物体側より順に、正レンズと、正レンズと、負レンズとで構成されている。第4レンズ群の最も物体側のレンズは片面が非球面に形成されている。

【0060】

ここで、非球面は、光軸方向をx、光軸に直交する方向をyとした時、次の式で表される。

30

$$x = (y^2 / r) / [1 + \{1 - P(y^2 / R^2)\}^{1/2}] + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10}$$

ただし、rは近軸曲率半径、Pは円錐係数、A4、A6、A8、A10は非球面係数である。

【0061】

通常観察状態(広角端)から中間状態まで、第2レンズ群と第3レンズ群をそれぞれ独立に動かし、さらに中間状態から近接拡大観察状態(望遠端)まで、第2レンズ群と第3レンズ群をそれぞれ独立に動かすことによって変倍と合焦を行っている。また、第2レンズ群の移動に伴って、明るさ絞りが一体的に移動するように構成されている。明るさ絞りは、開口径を変えることが可能に構成されており、近接拡大観察状態(望遠端)において、他の観察状態よりも開口径が広がるようになっている。

40

【0062】

第1レンズ群中の平行平板F1、と第4レンズ群と撮像素子との間の平行平板F2は、それぞれ特定の波長、例えば、YAGレーザの1060nm、半導体レーザの810nmあるいは赤外域をカットするためのフィルタである。

さらに、撮像素子には、条件式(3)を満足する撮像素子を採用し、内視鏡に搭載可能な撮像ユニットを構成して、生体組織を細胞レベルで観察し、診断することを可能にしている。

【0063】

ただし、第19面における非球面形状を表すための非球面係数は表10のとおりである

50

。【表 1 0】

面番号	R	k	A4	A6	A8	A10
19	-6.142	0.000	1.33120×10^{-3}	2.30926×10^{-3}	-1.21392×10^{-3}	2.68075×10^{-4}

10

【0064】

(実施例5)

本実施例の拡大内視鏡対物レンズの構成を図17に示した。また、表11には設計データ、表12には通常観察状態(広角端)、中間状態、近接拡大観察状態(望遠端)の3状態における変動パラメータの値を示した。図18、図19、図20に、それぞれ、通常観察状態(広角端)、中間状態、近接拡大観察状態(望遠端)での収差曲線図を示した。図17では、上から順に、それぞれ、通常観察状態(広角端)、中間状態、近接拡大観察状態(望遠端)の3状態における構成が示されている。

【0065】

20

【表 1 1】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率Nd	アッベ数Vd
1	3.7989	0.330	1.88814	40.78
2	0.726 ASP	0.568		
3	∞	0.500	1.51564	75.00
4	∞	0.337		
5	-36.0718	1.060	1.48915	70.23
6	-1.1626	0.269	1.85504	23.78
7	-1.4134	0.016		
8	4.6694	0.955	1.48915	70.23
9	-1.3002	0.200	2.01169	28.27
10	-2.0147	0.160		
11	絞り	D11		
12	-164.6544	0.160	1.60520	65.44
13	1.2497	0.648	1.59667	35.31
14	4.3451	D14		
15	6.7639	0.200	1.56606	60.67
16	3.8773	D16		
17	6.5091	0.852	1.49846	81.54
18	-5.4683	0.040		
19	2.9449	1.340	1.48915	70.23
20	-4.5431	0.110		
21	-3.8082	0.327	1.93429	18.90
22	9.8379	0.425		
23	∞	0.311	1.52498	59.89
24	∞	0.147		
25	∞	1.000	1.51825	64.14
26	∞	D26		

10

20

30

40

【表 1 2】

パラメータ	通常観察状態 (広角端)	中間状態	近接拡大観察状態 (望遠端)
D0	500.00	3.74	0.01
D11	0.08	0.08	4.92
D14	0.12	4.96	0.12
D16	5.04	0.20	0.20
焦点距離	2.073	2.187	1.246
Fno	6.54	7.64	7.49
倍率	-0.00	-0.51	-3.13

10

【0066】

本実施例の撮像光学系は、物体側より順に、正の屈折力の第1レンズ群G1、負の屈折力の第2レンズ群G2、負の屈折力の第3レンズ群G3、正の屈折力の第4レンズ群G4で構成されている。

20

本実施例は、ディストーションの少ないレンズタイプとなっているため、デジタルカメラや携帯電話用の小型カメラなどの撮像光学系として用いる場合に最適である。

【0067】

第1レンズ群は物体側より順に、負レンズと、正レンズと負レンズとの接合レンズと、正レンズと負レンズの接合レンズとで構成されている。また、第1レンズ群の最も物体側のレンズは片面に非球面が形成されている。第2レンズ群は、負レンズと正レンズとの接合レンズにて構成されている。第3レンズ群は、負レンズにて構成されている。第1レンズ群と第2レンズ群の間に明るさ絞りSが配置されており、第1レンズ群の後方に固定されている。第4レンズ群は、物体側より順に、正レンズと、正レンズと、負レンズとで構成されている。ここで、非球面は、光軸方向をx、光軸に直交する方向をyとした時、次の式で表される。

30

【0068】

$$x = (y^2 / r) / [1 + \{1 - P(y^2 / R^2)\}^{1/2}] + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10}$$

ここで、rは近軸曲率半径、Pは円錐係数、A4、A6、A8、A10は非球面係数である。

【0069】

通常観察状態(広角端)から中間状態までの観察には、第3レンズ群を動かして変倍と合焦を行い、さらに中間状態から近接拡大観察状態(望遠端)までの観察には、第2レンズ群を動かすことによって変倍と合焦を行っている。このように倍率を変化させる作用を第2レンズ群と第3レンズ群に分担させ、中間状態を挟んでそれぞれ1つのレンズ群を移動させることによって、レンズを動かす機構を簡単化することができる。第2レンズ群と第3レンズ群に倍率を変化させる作用をうまく分担するために、下記条件式(11)を満足するときには第2レンズ群を移動するように構成されている。

40

$$\beta' < -1.0 \quad (11)$$

ただし、 β' は中間状態における観察倍率である。

【0070】

また、明るさ絞りは、開口径を変えることが可能に構成されており、近接拡大観察状態

50

(望遠端)において、他の観察状態よりも開口径が広がるようになっている。

第1レンズ群中の平行平板F1、と第4レンズ群と撮像素子との間の平行平板F2は、それぞれ特定の波長、例えば、YAGレーザの1060nm、半導体レーザの810nmあるいは赤外域をカットするためのフィルタまたはローパスフィルタである。

【0071】

ただし、第2面における非球面形状を表すための非球面係数は表13のとおりである。
【表13】

面番号	R	k	A4	A6	A8	A10
2	0.726	0.000	-1.76972×10^{-1}	1.75754×10^{-1}	-1.55218	8.27607×10^{-1}

10

(実施例6)

本発明の参考例としての実施例の拡大内視鏡対物レンズの構成を図21に示した。また、表14には設計データ、表15には通常観察状態(広角端)、中間状態、近接拡大観察状態(望遠端)の3状態における変動パラメータの値を示した。図22、図23、図24に、それぞれ、通常観察状態(広角端)、中間状態、近接拡大観察状態(望遠端)での収差曲線図を示した。図21では、上から順に、それぞれ、通常観察状態(広角端)、中間状態、近接拡大観察状態(望遠端)の3状態における構成が示されている。

20

【0072】

【表 1 4】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率Nd	アッベ数Vd
1	∞	0.360	1.88814	40.78
2	1.1268	0.730		
3	∞	0.620	1.51564	75.00
4	∞	1.379		
5	7.6809	0.991	1.48915	70.23
6	-2.1650	0.020		
7	6.4186	0.834	1.64254	60.08
8	-1.8148	0.200	2.01169	28.27
9	-4.2665	D9		
10	絞り	0.030		
11	-24.8289	0.200	1.60520	65.44
12	1.3187	0.237	1.69417	31.07
13	2.3305	D13		
14	13.1694	0.996	1.48915	70.23
15	-3.5702	D15		
16	3.4634	1.058	1.49846	81.54
17	-20.8439	0.420	1.93429	18.90
18	7.6387	2.220		
19	∞	0.400	1.52498	59.89
20	∞	1.000		
21	∞	0.600	1.50801	60.00
22	∞			

10

20

30

40

【表 15】

パラメータ	通常観察状態 (広角端)	中間状態	近接拡大観察状態 (望遠端)
D0	20.000	2.000	0.250
D9	0.500	1.091	3.044
D13	3.602	2.384	0.184
D15	0.100	0.727	0.998
焦点距離	1.847	2.030	1.820
Fno	6.95	7.52	8.46
倍率	-0.09	-0.70	-2.32

10

20

【0073】

本実施例の撮像光学系は、物体側より順に、正の屈折力の第1レンズ群G1、負の屈折力の第2レンズ群G2、正の屈折力の第3レンズ群G3、正の屈折力の第4レンズ群G4とよくなる。

【0074】

第1レンズ群は、物体側より順に、負レンズと、正レンズと、正レンズと負レンズとの接合レンズと、正レンズと負レンズの接合レンズとで構成されている。第2レンズ群は、負レンズと正レンズとの接合レンズにて構成されている。第3レンズ群は、正レンズにて構成されている。第4レンズ群は、正レンズと負レンズの接合レンズで構成されている。第1レンズ群と第2レンズ群の間に明るさ絞りSが配置されており、第2レンズ群と一体となって移動する。

30

【0075】

通常観察状態(広角端)から中間状態まで、第2レンズ群と第3レンズ群をそれぞれ独立に動かし、さらに中間状態から近接拡大観察状態(望遠端)まで、第2レンズ群と第3レンズ群をそれぞれ独立に動かすことによって変倍と合焦を行っている。また、明るさ絞りは、開口径を変えることが可能に構成されており、中間状態において開口径の大きさを切り替わり、通常観察状態(広角端)から中間状態までの開口径と、中間状態から近接拡大観察状態(望遠端)までの開口径はそれぞれ一定となっている。

40

【0076】

第1レンズ群中の平行平板F1、と第4レンズ群と撮像素子との間の平行平板F2は、それぞれ特定の波長、例えば、YAGレーザの1060nm、半導体レーザの810nmあるいは赤外域をカットするためのフィルタである。

さらに、撮像素子には、条件式(3)を満足する撮像素子を採用し、内視鏡に搭載可能な撮像ユニットを構成して、生体組織を細胞レベルで観察し、診断することを可能にしている。

50

【 0 0 7 7 】

(実施例 7)

本発明の参考例としての実施例の拡大内視鏡対物レンズの構成を図 2 5 に示した。また、表 1 6 には設計データ、表 1 7 には通常観察状態（広角端）、中間状態、近接拡大観察状態（望遠端）の 3 状態における変動パラメータの値を示した。図 2 6、図 2 7、図 2 8 に、それぞれ、通常観察状態（広角端）、中間状態、近接拡大観察状態（望遠端）での収差曲線図を示した。図 2 5 では、上から順に、それぞれ、通常観察状態（広角端）、中間状態、近接拡大観察状態（望遠端）の 3 状態における構成が示されている。

【 0 0 7 8 】

【表 16】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率Nd	アッベ数Vd
1	∞	0.360	1.88814	40.78
2	1.1827	2.328		
3	8.5962	1.380	1.48915	70.23
4	-2.8362	0.120		
5	4.1544	0.200	2.01169	28.27
6	1.8190	0.680	1.64254	60.08
7	-4.9515	D7		
8	絞り	0.140		
9	-20.3306	0.155	1.60520	65.44
10	1.2270	0.258	1.69417	31.07
11	2.5050	D11		
12	16.1532	0.771	1.48915	70.23
13	-4.5944	0.020		
14	3.8109	0.240	1.85504	23.78
15	2.6212	1.240	1.49846	81.54
16	-15.5195	D16		
17	7.5027	0.420	1.93429	18.90
18	4.3063	1.570		
19	∞	0.600	1.52498	59.89
20	∞	0.400		
21	∞	1.000	1.51825	64.14
22	∞			

10

20

30

40

【表 17】

パラメータ	通常観察状態 (広角端)	中間状態	近接拡大観察状態 (望遠端)
D0	20.000	2.080	0.077
D7	0.140	1.360	2.786
D11	4.546	3.326	0.184
D16	1.011	1.011	2.727
焦点距離	1.603	2.003	1.638
Fno	6.55	6.99	10.35
倍率	-0.08	-0.63	-2.59

10

20

【0079】

本実施例の撮像光学系は、物体側より順に、正の屈折力の第1レンズ群G1、負の屈折力の第2レンズ群G2、正の屈折力の第3レンズ群G3、負の屈折力の第4レンズ群G4で構成される。

【0080】

第1レンズ群は物体側より順に、負レンズと、正レンズと、負レンズと正レンズとの接合レンズとで構成されている。第2レンズ群は、負レンズと正レンズとの接合レンズにて構成されている。第3レンズ群は、正レンズと、負レンズと正レンズとの接合レンズにて構成されている。第4レンズ群は、負レンズで構成されている。第1レンズ群と第2レンズ群の間に明るさ絞りSが配置されており、第2レンズ群と一体となって移動する。

30

【0081】

通常観察状態(広角端)から中間状態までの観察には、第2レンズ群のみを動かして変倍と合焦を行い、中間状態から近接拡大観察状態(望遠端)まで観察には、第2レンズ群と第3レンズ群を動かして変倍と合焦を行っている。また、明るさ絞りは、開口径を変えることが可能に構成されており、中間状態において開口径の大きさを切り替わり、通常観察状態(広角端)から中間状態までの開口径と、中間状態から近接拡大観察状態(望遠端)までの開口径はそれぞれ一定となっている。

40

【0082】

第4レンズ群と撮像素子との間の平行平板F1は、それぞれ特定の波長、例えば、YAGレーザの1060nm、半導体レーザの810nmあるいは赤外域をカットするためのフィルタである。

さらに、撮像素子には、条件式(3)を満足する撮像素子を採用し、内視鏡に搭載可能な撮像ユニットを構成して、生体組織を細胞レベルで観察し、診断することを可能にしている。

【0083】

(実施例8)

本発明の参考例としての実施例の拡大内視鏡対物レンズの構成を図29に示した。また

50

、表 18 には設計データ、表 19 には通常観察状態（広角端）、中間状態、近接拡大観察状態（望遠端）の 3 状態における変動パラメータの値を示した。図 30、図 31、図 32 に、それぞれ、通常観察状態（広角端）、中間状態、近接拡大観察状態（望遠端）での収差曲線図を示した。図 29 では、上から順に、それぞれ、通常観察状態（広角端）、中間状態、近接拡大観察状態（望遠端）の 3 状態における構成が示されている。

【 0 0 8 4 】

【表 18】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率Nd	アッベ数Vd
1	∞	0.300	1.88300	40.78
2	1.0723	1.276		
3	∞	0.380	1.52287	59.89
4	∞	0.591		
5	3.6296	0.550	1.72916	54.68
6	-2.1059	0.058		
7	-2.2092	0.200	1.69895	30.13
8	1.8163	D8		
9	3.0143	0.449	1.77250	49.60
10	-3.2808	D10		
11	2.1665	0.350	1.88300	40.76
12	8.4246	0.060		
13	絞り	D13		
14	-1.3735	0.180	1.84666	23.78
15	4.4844	0.495		
16	1.7886	0.193	1.92286	18.90
17	1.1613	0.328		
18	1.8490	0.880	1.88300	40.76
19	∞	0.683		
20	∞	0.400	1.51400	75.00
21	∞	0.200		
22	∞	0.600	1.51633	64.14
23	∞	D23		

10

20

30

40

50

【表 19】

パラメータ	通常観察状態 (広角端)	中間状態	近接拡大観察状態 (望遠端)
D0	15.200	2.400	0.030
D8	1.519	0.325	0.163
D10	0.387	0.869	0.191
D13	0.514	1.226	2.066
焦点距離	1.039	1.699	1.228
Fno	6.56	9.53	9.45
倍率	-0.06	-0.60	-2.55

10

20

【0085】

本実施例の撮像光学系は、物体側より順に、負の屈折力の第1レンズ群G1、正の屈折力の第2レンズ群G2、正の屈折力の第3レンズ群G3、負の屈折力の第4レンズ群G4とよくなる。

第1レンズ群は物体側より順に、負レンズと、正レンズと、正レンズと、負レンズとで構成されている。第2レンズ群は、正レンズにて構成されている。第3レンズ群は、正レンズにて構成されている。第4レンズ群は、物体側より順に、負レンズと、負レンズと、正レンズとで構成されている。第3レンズ群と第4レンズ群の間に明るさ絞りSが配置されており、第3レンズ群と一体となって移動する。

【0086】

通常観察状態(広角端)から中間状態まで、第2レンズ群と第3レンズ群をそれぞれ独立に動かし、さらに中間状態から近接拡大観察状態(望遠端)まで、第2レンズ群と第3レンズ群をそれぞれ独立に動かすことによって変倍と合焦を行っている。また、明るさ絞りは、開口径を変えることが可能に構成されており、中間状態において開口径の大きさを切り替わり、通常観察状態(広角端)から中間状態までの開口径と、中間状態から近接拡大観察状態(望遠端)までの開口径はそれぞれ一定となっている。

30

【0087】

第1レンズ群中の平行平板F1、と第4レンズ群と撮像素子との間の平行平板F2は、それぞれ特定の波長、例えば、YAGレーザの1060nm、半導体レーザの810nmあるいは赤外域をカットするためのフィルタである。

40

さらに、撮像素子には、条件式(3)を満足する撮像素子を採用し、内視鏡に搭載可能な撮像ユニットを構成して、生体組織を細胞レベルで観察し、診断することを可能にしている。

【0088】

(実施例9)

本発明の参考例としての実施例の拡大内視鏡対物レンズの構成を図33に示した。また、表20には設計データ、表21には通常観察状態(広角端)、中間状態、近接拡大観察状態(望遠端)の3状態における変動パラメータの値を示した。図34、図35、図36に、それぞれ、通常観察状態(広角端)、中間状態、近接拡大観察状態(望遠端)での収差曲線図を示した。図33では、上から順に、それぞれ、通常観察状態(広角端)、中間

50

状態、近接拡大観察状態（望遠端）の3状態における構成が示されている。

【0089】

【表20】

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率Nd	アッペ数Vd
1	∞	0.480	1.88814	40.78
2	1.2121	1.042		
3	∞	0.430	1.52498	59.89
4	∞	0.282		
5	2.6508	0.995	1.73234	54.68
6	-2.1247	0.226	1.70442	30.13
7	1.8097	D7		
8	6.0358	0.746	1.77621	49.60
9	-2.6191	0.226	1.85504	23.78
10	-3.8066	D10		
11	3.1410	0.791	1.88815	40.76
12	18.8883	0.068		
13	絞り	D13		
14	-6.2159	0.204	1.93430	18.90
15	1.3555	0.696	1.48915	70.23
16	1.7117	0.313		
17	2.4076	0.562	1.88815	40.76
18	461.5298	0.145		
19	-7.4063	0.678	1.85504	23.78
20	-3.1809	0.271		
21	∞	0.600	1.51564	75.00
22	∞	0.200		
23	∞	0.400	1.51825	64.14
24	∞	D24		

10

20

30

40

【表 2 1】

パラメータ	通常観察状態 (広角端)	中間状態	近接拡大観察状態 (望遠端)
D0	17.522	0.650	0.020
D7	2.245	1.781	0.419
D10	2.936	2.730	0.418
D13	0.689	1.359	5.033
焦点距離	1.384	1.546	2.718
Fno	6.30	8.50	10.23
倍率	-0.07	-0.79	-3.05

10

20

【0090】

本実施例の撮像光学系は、物体側より順に、負の屈折力の第1レンズ群G1、正の屈折力の第2レンズ群G2、正の屈折力の第3レンズ群G3、正の屈折力の第4レンズ群G4とよくなる。

第1レンズ群は物体側より順に、負レンズと、正レンズと負レンズの接合レンズとで構成されている。第2レンズ群は、正レンズと負レンズの接合レンズにて構成されている。第3レンズ群は、正レンズにて構成されている。第4レンズ群は、物体側より順に、負レンズと正レンズの接合レンズと、正レンズと、正レンズとで構成されている。第3レンズ群と第4レンズ群の間に明るさ絞りSが配置されて、第3レンズ群と一体となって移動する。

30

【0091】

通常観察状態(広角端)から中間状態まで、第2レンズ群と第3レンズ群をそれぞれ独立に動かし、さらに中間状態から近接拡大観察状態(望遠端)まで、第2レンズ群と第3レンズ群をそれぞれ独立に動かすことによって変倍と合焦を行っている。また、明るさ絞りは、開口径を変えることが可能に構成されており、中間状態において開口径の大きさを切り替わり、通常観察状態(広角端)から中間状態までの開口径と、中間状態から近接拡大観察状態(望遠端)までの開口径はそれぞれ一定となっている。

40

【0092】

第1レンズ群中の平行平板F1と、第4レンズ群と撮像素子との間の平行平板F2は、それぞれ特定の波長、例えば、YAGレーザの1060nm、半導体レーザの810nmあるいは赤外域をカットするためのフィルタである。

さらに、撮像素子には、条件式(3)を満足する撮像素子を採用し、内視鏡に搭載可能な撮像ユニットを構成して、生体組織を細胞レベルで観察し、診断することを可能にしている。

【0093】

【付記】

なお、上記実施形態から以下の構成の発明が導かれる。

50

1. 複数のレンズ群で構成され、該複数のレンズ群の少なくとも1つが光軸上を移動することによって、通常観察状態（広角端）から近接拡大観察状態（望遠端）まで状態を変えることが可能な撮像光学系であって、下記条件式（1）を満足する撮像光学系。

$$T E L E < - 2 . 0 \quad (1)$$

ここで、 $T E L E$ は、望遠端での撮像光学系の倍率である。

【0094】

2. 4群構成の撮像光学系であって、物体側から数えて第3群は負の屈折力、第4群は正の屈折力を有し、変倍および合焦を行うために第2群と第3群が光軸上を移動する付記項1に記載の撮像光学系。

【0095】

3. 前記撮像光学系は明るさ絞りを有し、該明るさ絞りは開口径を変えることが可能に構成されるとともに、下記条件式を満足する付記項1または付記項2に記載の撮像光学系。

$$D T E L E > D W I D E$$

ここで、 $D T E L E$ は望遠端での明るさ絞りの開口径、 $D W I D E$ は広角端での明るさ絞りの開口径である。

【0096】

4. 複数のレンズ群で構成され、少なくとも通常観察倍率 $W I D E$ と、近接拡大観察倍率 $T E L E$ と、通常観察倍率 $W I D E$ から近接拡大観察倍率 $T E L E$ までの間の倍率の3つの倍率で観察が可能な撮像光学系において、前記複数のレンズ群のうちの1つのレンズ群が動くことによって $W I D E$ から までの変倍および合焦を行うとともに、 から $T E L E$ までの変倍および合焦には、少なくとも $W I D E$ から までの変倍および合焦を行うときに動いたレンズ群とは異なるレンズ群のうちの1つが動く撮像光学系。

【0097】

5. 通常観察倍率 $W I D E$ から近接拡大観察倍率 $T E L E$ までの間の倍率 が下記の条件式（2）の範囲にあるときには、前記複数のレンズ群のうち2つのレンズ群が動くことによって変倍および合焦を行う付記項4に記載の撮像光学系。

$$< - 1 . 0 \quad (2)$$

【0098】

6. 4群構成の撮像光学系であって、物体側から数えて第3レンズ群は負の屈折力、第4レンズ群は正の屈折力を有するとともに、前記第3レンズ群のみが動くことによって $W I D E$ から までの変倍および合焦を行い、 から $T E L E$ までの変倍および合焦には、前記第3レンズ群の他に第2レンズ群が動く付記項4または付記項5に記載の撮像光学系。

【0099】

7. 4群構成の撮像光学系であって、物体側から数えて第3レンズ群は負の屈折力、第4レンズ群は正の屈折力をそれぞれ有するとともに、 $W I D E$ から までの変倍および合焦を行う場合には、前記第3レンズ群のみが動き、 から $T E L E$ までの変倍および合焦を行う場合には、第2レンズ群のみが動く付記項4または付記項5に記載の撮像光学系。

【0100】

8. 近接拡大観察倍率 $T E L E$ が、下記の条件式（1）を満足する付記項4から付記項7のいずれかに記載の撮像光学系。

$$T E L E < - 2 . 0 \quad (1)$$

【0101】

9. 第1レンズ群は正の屈折力、第2レンズ群は正の屈折力を有する付記項2、付記項6または付記項7のいずれかに記載の撮像光学系。

10. 第1レンズ群は負の屈折力、第2レンズ群は正の屈折力を有する付記項2に記載の撮像光学系。

11. 第1レンズ群は正の屈折力、第2レンズ群は負の屈折力を有する付記項6または

10

20

30

40

50

付記項 7 に記載の撮像光学系。

【 0 1 0 2 】

1 2 . 少なくとも物体側から順に正の第 1 レンズ群、負の第 2 レンズ群、正の第 3 レンズ群で構成され、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群を動かすことによって変倍および合焦を行う付記項 1 に記載の撮像光学系。

1 3 . 少なくとも物体側から順に負の第 1 レンズ群、正の第 2 レンズ群、正の第 3 レンズ群で構成され、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群を動かすことによって変倍および合焦を行う付記項 1 に記載の撮像光学系。

【 0 1 0 3 】

1 4 . 望遠端での撮像光学系の倍率 $T E L E$ が、さらに下記の条件式 (4) を満足する付記項 1 ~ 付記項 3、付記項 1 2 または付記項 1 3 のいずれかに記載の撮像光学系。

$$T E L E < - 2 . 5 \quad (4)$$

【 0 1 0 4 】

1 5 . 少なくとも物体側から順に正の第 1 レンズ群、負の第 2 レンズ群、正の第 3 レンズ群で構成されるとともに、 $W I D E$ から までの変倍および合焦を行う場合には、前記第 2 レンズ群のみが動き、 から $T E L E$ までの変倍および合焦を行う場合には、前記第 2 レンズ群と第 3 レンズ群が動く付記項 4 または付記項 5 に記載の撮像光学系。

【 0 1 0 5 】

1 6 . 複数のレンズ群で構成され、該複数のレンズ群の少なくとも 1 つが光軸上を移動することによって、通常観察状態 (広角端) から近接拡大観察状態 (望遠端) まで状態を変えることが可能な撮像光学系と、該撮像光学系の結像面近傍に配置された撮像素子とを備えた拡大内視鏡用撮像ユニットであって、上記条件式 (1)、(3) を満足する拡大内視鏡用撮像ユニット。

$$T E L E < - 2 . 0 \quad (1)$$

$$0 . 2 < I H / P * 1 0 0 0 < 0 . 7 \quad (3)$$

ここで、 $T E L E$ は望遠端での撮像光学系の倍率、 $I H$ は撮像素子の撮像面における最大像高 (m m)、 P は、撮像素子の画素ピッチ (m m) である。

【 0 1 0 6 】

1 7 . 前記撮像光学系が 4 つのレンズ群で構成され、物体側から数えて第 3 群は負の屈折力、第 4 群は正の屈折力を有し、変倍および合焦を行うために第 2 群と第 3 群が光軸上を移動する付記項 1 6 に記載の拡大内視鏡用撮像ユニット。

【 0 1 0 7 】

1 8 . 前記撮像光学系は明るさ絞りを有し、該明るさ絞りは開口径を変えることが可能に構成されるとともに、下記条件式 (9) を満足する付記項 1 6 または付記項 1 7 に記載の拡大内視鏡用撮像ユニット。

$$D T E L E > D W I D E \quad (9)$$

ここで、 $D T E L E$ は望遠端での明るさ絞りの開口径、 $D W I D E$ は、広角端での明るさ絞りの開口径であり。

【 0 1 0 8 】

1 9 . 複数のレンズ群で構成され、少なくとも通常観察倍率 $W I D E$ と、近接拡大観察倍率 $T E L E$ と、通常観察倍率 $W I D E$ から近接拡大観察倍率 $T E L E$ までの間の観察倍率 の 3 つの倍率で観察が可能な撮像光学系と、該撮像光学系の結像面近傍に配置された撮像素子とを備えた拡大内視鏡用撮像ユニットであって、前記複数のレンズ群のうちの 1 つのレンズ群が動くことによって $W I D E$ から までの変倍および合焦を行うとともに、 から $T E L E$ までの変倍および合焦には、少なくとも $W I D E$ から までの変倍および合焦を行うときに動いたレンズ群とは異なるレンズ群のうちの 1 つが動くとともに、下記の条件式 (3) を満足する拡大内視鏡用撮像ユニット。

$$0 . 2 < I H / P * 1 0 0 0 < 0 . 7 \quad (3)$$

ここで、 $I H$ は撮像素子の撮像面における最大像高 (m m)、 P は撮像素子の画素ピッチ (m m) である。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 9 】

20. 通常観察倍率 $W I D E$ から近接拡大観察倍率 $T E L E$ までの間の観察倍率が下記の条件式 (2) の範囲にあるときには、前記複数のレンズ群のうち2つのレンズ群が動くことによって変倍および合焦を行う付記項 19 に記載の拡大内視鏡用撮像ユニット。

$$< - 1 . 0 \quad (2)$$

【 0 1 1 0 】

21. 前記撮像光学系は4つのレンズ群で構成され、物体側から数えて第3レンズ群は負の屈折力、第4レンズ群は正の屈折力を有するとともに、前記第3レンズ群のみが動くことによって $W I D E$ から $T E L E$ までの変倍および合焦を行い、 $W I D E$ から $T E L E$ までの変倍および合焦には、前記第3レンズ群の他に第2レンズ群が動く付記項 19 または付記項 20 に記載の拡大内視鏡用撮像ユニット。

10

【 0 1 1 1 】

22. 前記撮像光学系は4つのレンズ群で構成され、物体側から数えて第3レンズ群は負の屈折力、第4レンズ群は正の屈折力をそれぞれ有するとともに、 $W I D E$ から $T E L E$ までの変倍および合焦を行う場合には、前記第3レンズ群のみが動き、 $W I D E$ から $T E L E$ までの変倍および合焦を行う場合には、第2レンズ群のみが動く付記項 19 または付記項 20 に記載の拡大内視鏡用撮像ユニット。

【 0 1 1 2 】

23. 近接拡大観察倍率 $T E L E$ が、下記の条件式 (1) を満足する付記項 19 から付記項 22 のいずれかに記載の拡大内視鏡用撮像ユニット。

20

$$T E L E < - 2 . 0 \quad (1)$$

【 0 1 1 3 】

24. 近接拡大観察倍率 $T E L E$ が、さらに下記の条件式 (4) を満足する付記項 23 に記載の拡大内視鏡用撮像ユニット。

$$T E L E < - 2 . 5 \quad (4)$$

25. 第1レンズ群は正の屈折力、第2レンズ群は正の屈折力を有する付記項 17、付記項 21 または付記項 22 に記載の拡大内視鏡用撮像ユニット。

【 0 1 1 4 】

26. 第1レンズ群が負の屈折力、第2レンズ群が正の屈折力を有する付記項 17 に記載の拡大内視鏡用撮像ユニット。

30

27. 第1レンズ群が正の屈折力、第2レンズ群が負の屈折力を有する付記項 21 または付記項 22 に記載の拡大内視鏡用撮像ユニット。

【 0 1 1 5 】

28. 少なくとも物体側から順に正の第1レンズ群、負の第2レンズ群、正の第3レンズ群で構成され、第2レンズ群と第3レンズ群を動かすことによって変倍および合焦を行う付記項 16 に記載の拡大内視鏡用撮像ユニット。

【 0 1 1 6 】

29. 少なくとも物体側から順に負の第1レンズ群、正の第2レンズ群、正の第3レンズ群で構成され、第2レンズ群と第3レンズ群を動かすことによって変倍および合焦を行う付記項 16 に記載の拡大内視鏡用撮像ユニット。

40

【 0 1 1 7 】

30. 望遠端での撮像光学系の倍率 $T E L E$ が、さらに下記の条件式 (4) を満足する付記項 16 ~ 付記項 18、付記項 28 または付記項 29 のいずれかに記載の拡大内視鏡用撮像ユニット。

$$T E L E < - 2 . 5 \quad (4)$$

【 0 1 1 8 】

31. 少なくとも物体側から順に正の第1レンズ群、負の第2レンズ群、正の第3レンズ群で構成されるとともに、 $W I D E$ から $T E L E$ までの変倍および合焦を行う場合には、前記第2レンズ群のみが動き、 $W I D E$ から $T E L E$ までの変倍および合焦を行う場合には、前

50

記第 2 レンズ群と第 3 レンズ群が動く付記項 19 または付記項 20 に記載の拡大内視鏡用撮像ユニット。

【図面の簡単な説明】

【0119】

【図 1】本発明の一実施形態に係る撮像光学系の実施例 1 を示す断面図である。

【図 2】図 1 の撮像光学系の収差図である。

【図 3】図 1 の撮像光学系の収差図である。

【図 4】図 1 の撮像光学系の収差図である。

【図 5】本発明の一実施形態に係る撮像光学系の実施例 2 を示す断面図である。

【図 6】図 5 の撮像光学系の収差図である。

10

【図 7】図 5 の撮像光学系の収差図である。

【図 8】図 5 の撮像光学系の収差図である。

【図 9】本発明の一実施形態に係る撮像光学系の実施例 3 を示す断面図である。

【図 10】図 9 の撮像光学系の収差図である。

【図 11】図 9 の撮像光学系の収差図である。

【図 12】図 9 の撮像光学系の収差図である。

【図 13】本発明の一実施形態に係る撮像光学系の実施例 4 を示す断面図である。

【図 14】図 13 の撮像光学系の収差図である。

【図 15】図 13 の撮像光学系の収差図である。

【図 16】図 13 の撮像光学系の収差図である。

20

【図 17】本発明の一実施形態に係る撮像光学系の実施例 5 を示す断面図である。

【図 18】図 17 の撮像光学系の収差図である。

【図 19】図 17 の撮像光学系の収差図である。

【図 20】図 17 の撮像光学系の収差図である。

【図 21】本発明の参考例としての一実施形態に係る撮像光学系の実施例 6 を示す断面図である。

【図 22】図 21 の撮像光学系の収差図である。

【図 23】図 21 の撮像光学系の収差図である。

【図 24】図 21 の撮像光学系の収差図である。

【図 25】本発明の参考例としての一実施形態に係る撮像光学系の実施例 7 を示す断面図である。

30

【図 26】図 25 の撮像光学系の収差図である。

【図 27】図 25 の撮像光学系の収差図である。

【図 28】図 25 の撮像光学系の収差図である。

【図 29】本発明の参考例としての一実施形態に係る撮像光学系の実施例 8 を示す断面図である。

【図 30】図 29 の撮像光学系の収差図である。

【図 31】図 29 の撮像光学系の収差図である。

【図 32】図 29 の撮像光学系の収差図である。

【図 33】本発明の参考例としての一実施形態に係る撮像光学系の実施例 9 を示す断面図である。

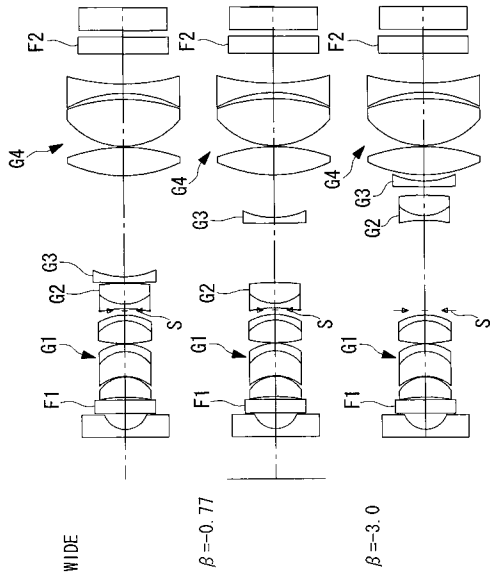
40

【図 34】図 33 の撮像光学系の収差図である。

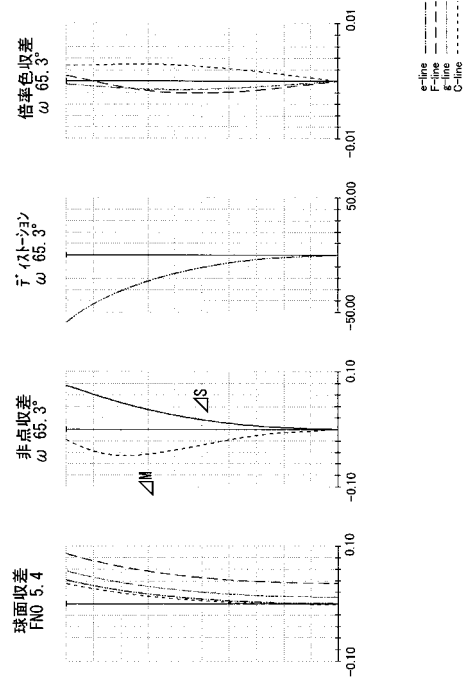
【図 35】図 33 の撮像光学系の収差図である。

【図 36】図 33 の撮像光学系の収差図である。

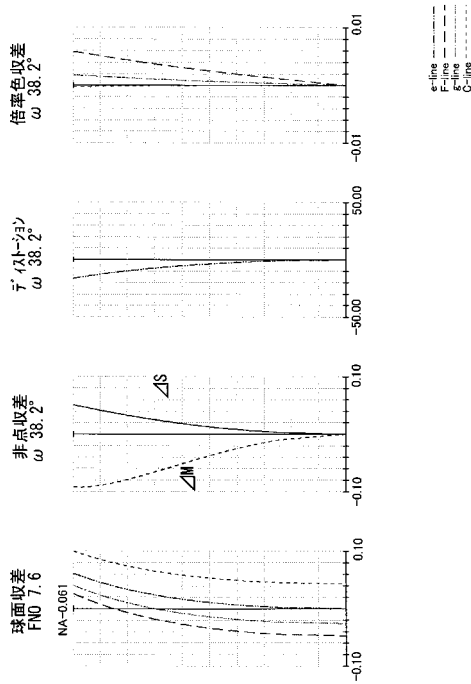
【 図 1 】



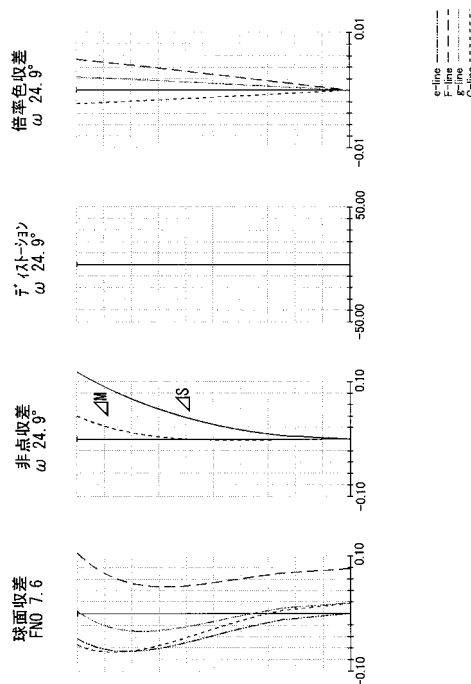
【 図 2 】



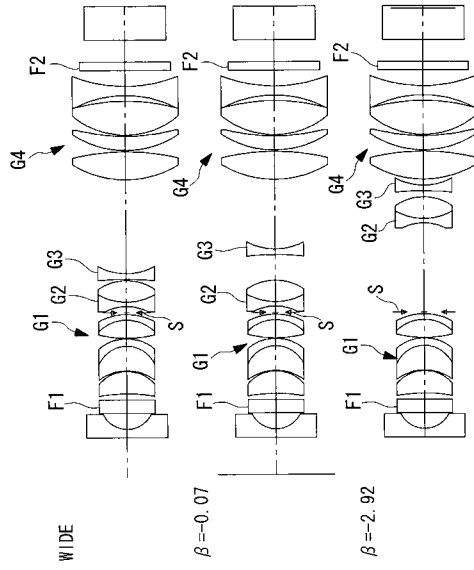
【 図 3 】



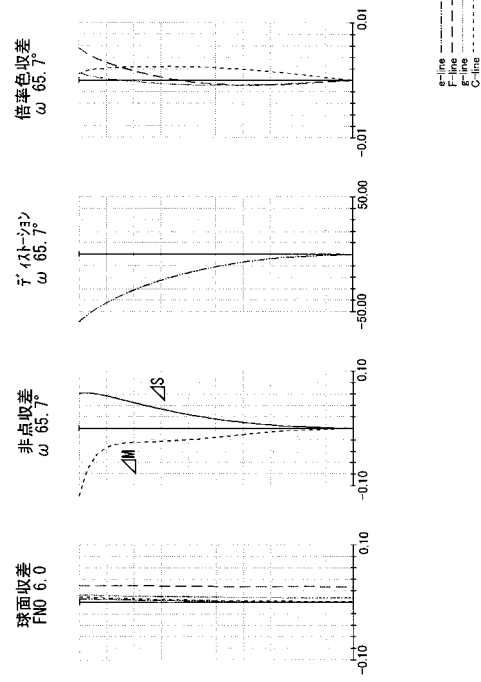
【 図 4 】



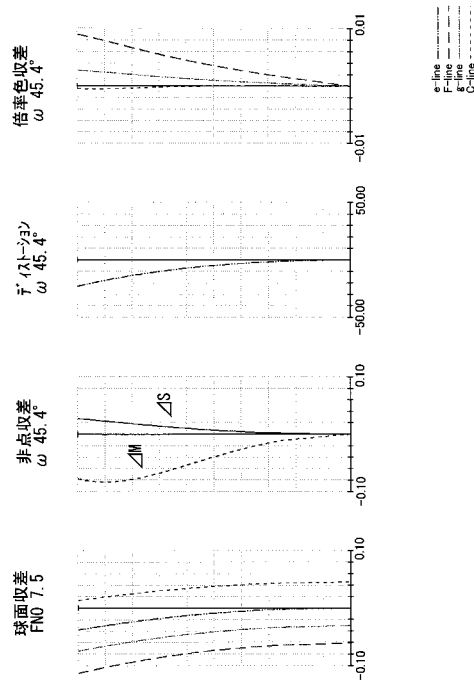
【 図 5 】



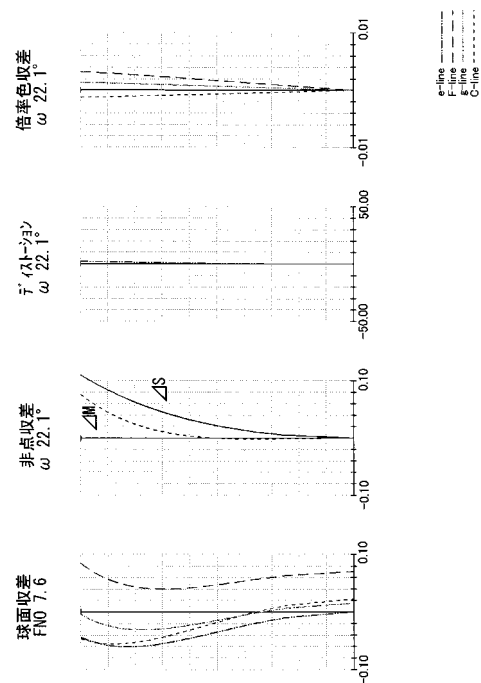
【 図 6 】



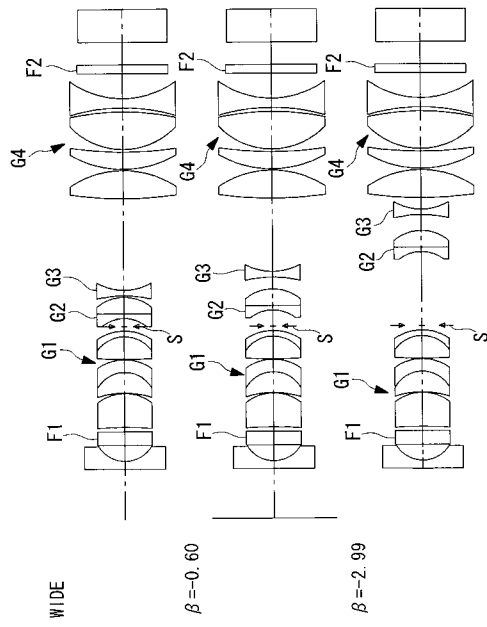
【 図 7 】



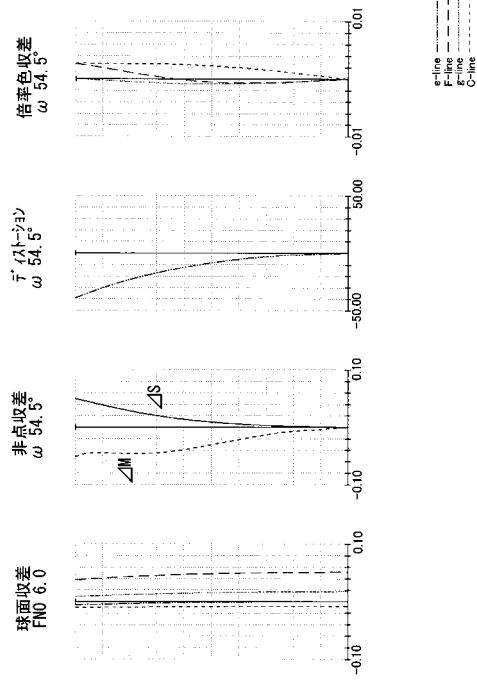
【 図 8 】



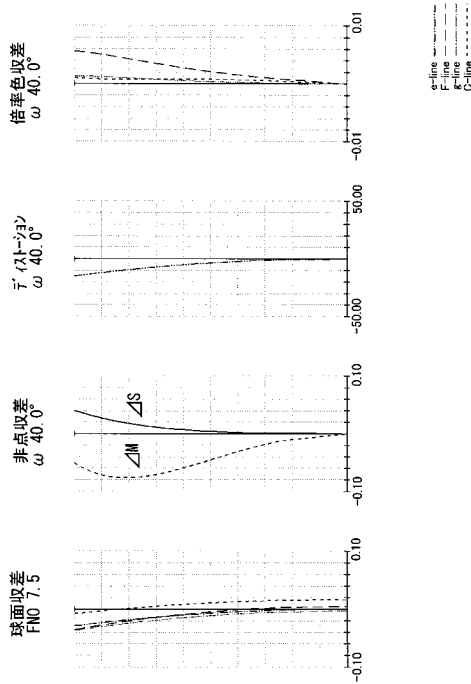
【 図 9 】



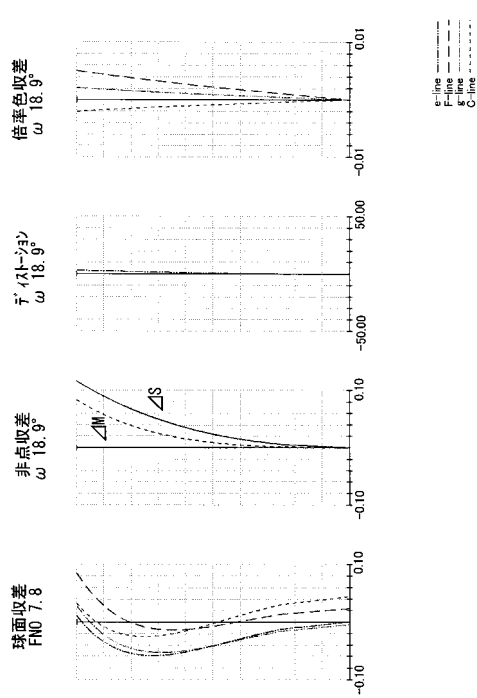
【 図 10 】



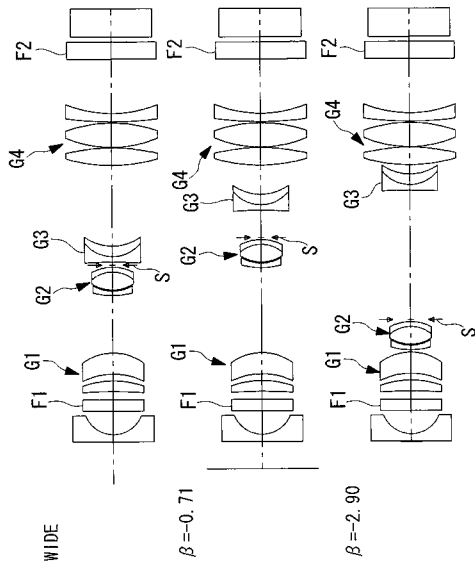
【 図 11 】



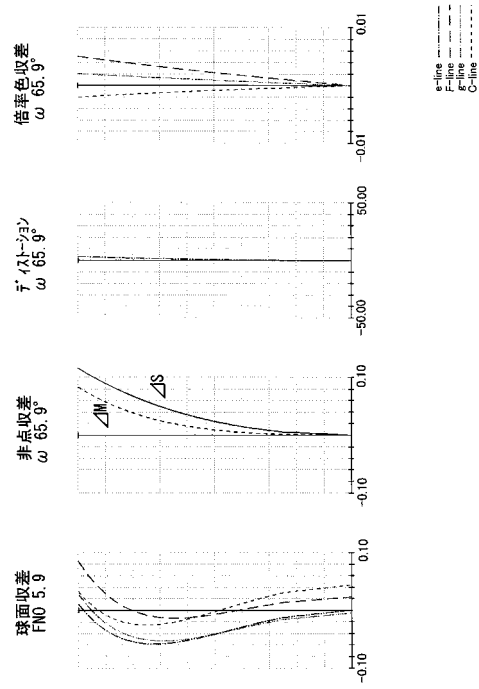
【 図 12 】



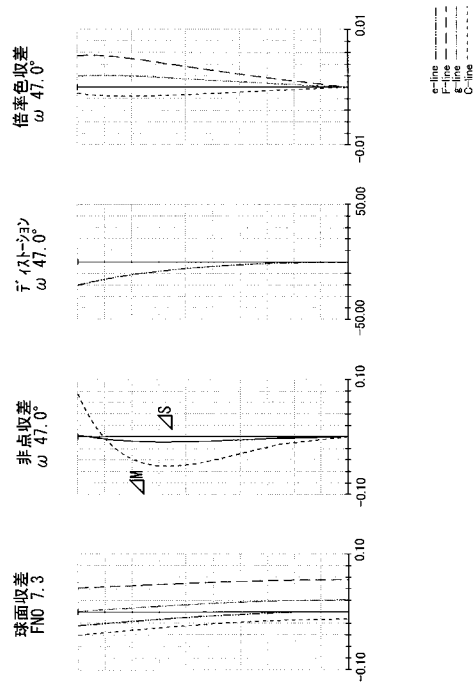
【図 13】



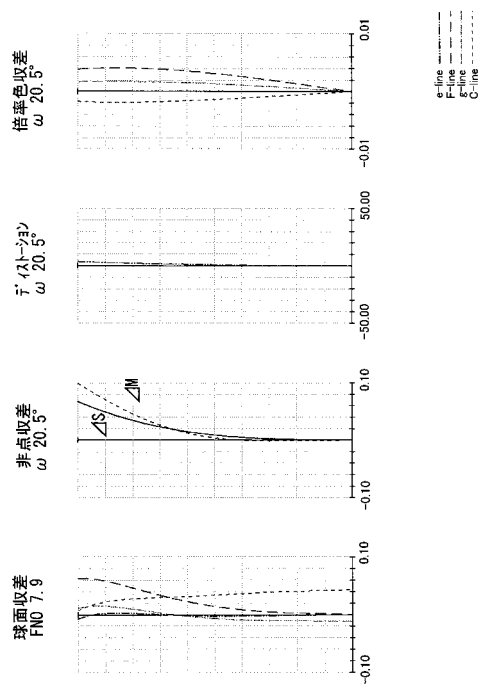
【図 14】



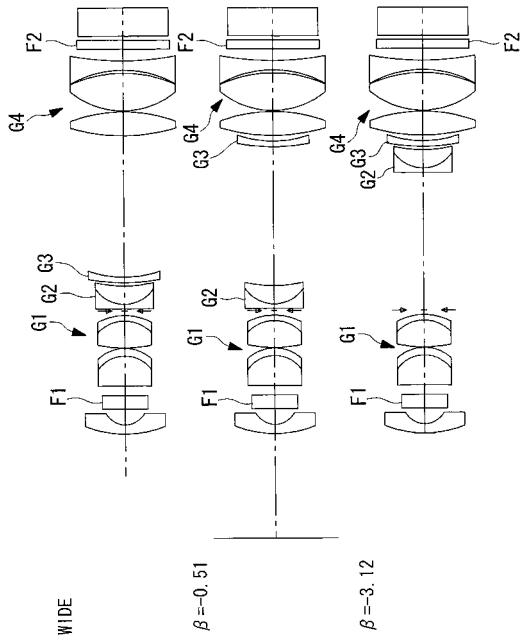
【図 15】



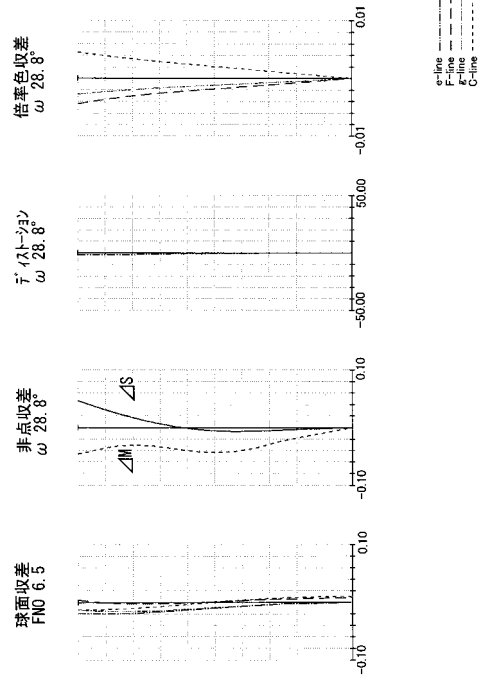
【図 16】



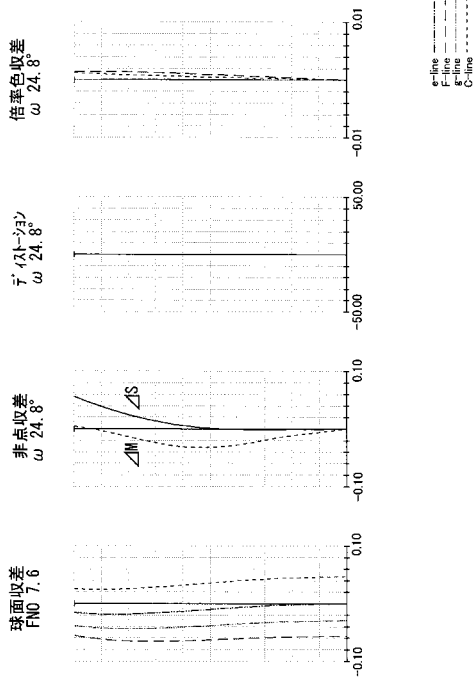
【 図 17 】



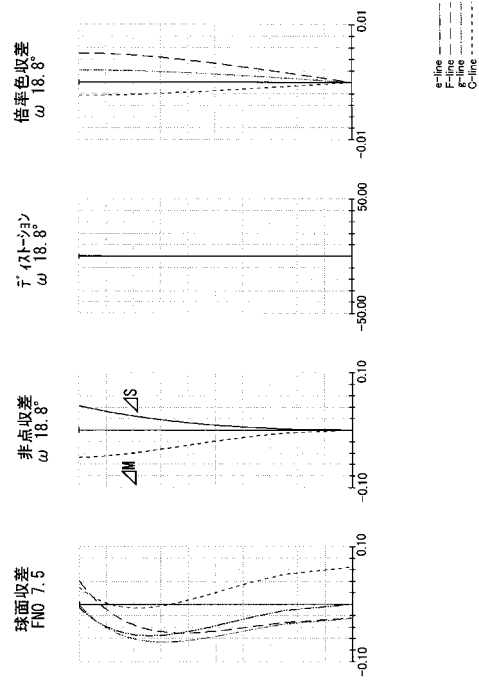
【 図 18 】



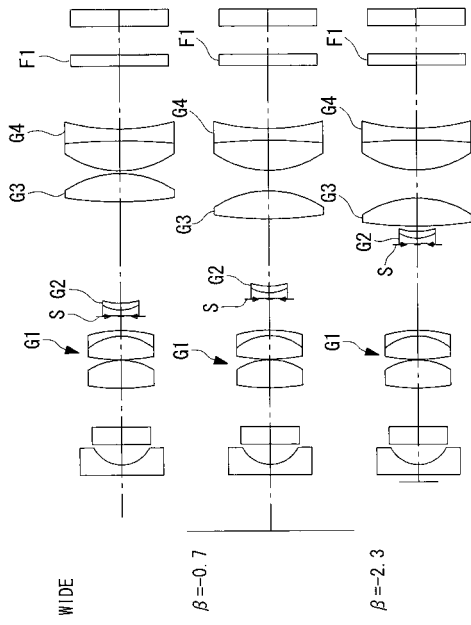
【 図 19 】



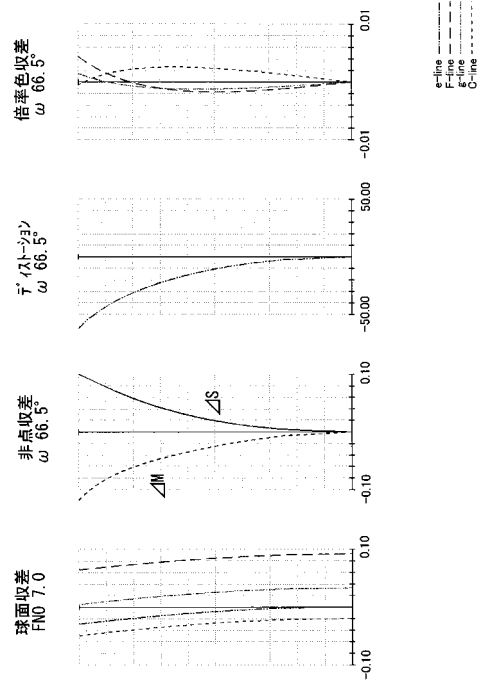
【 図 20 】



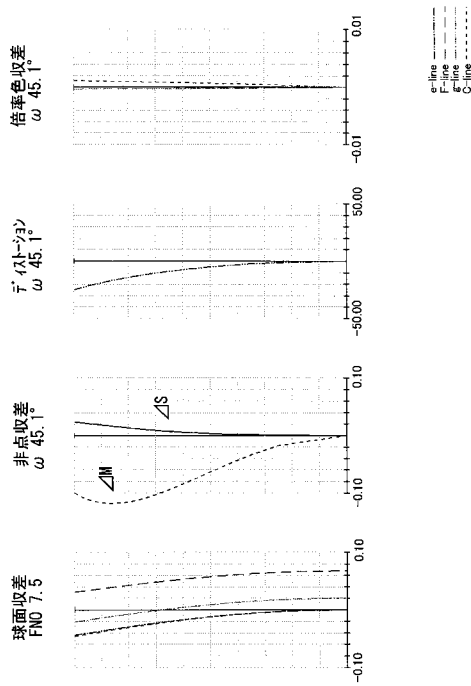
【 図 2 1 】



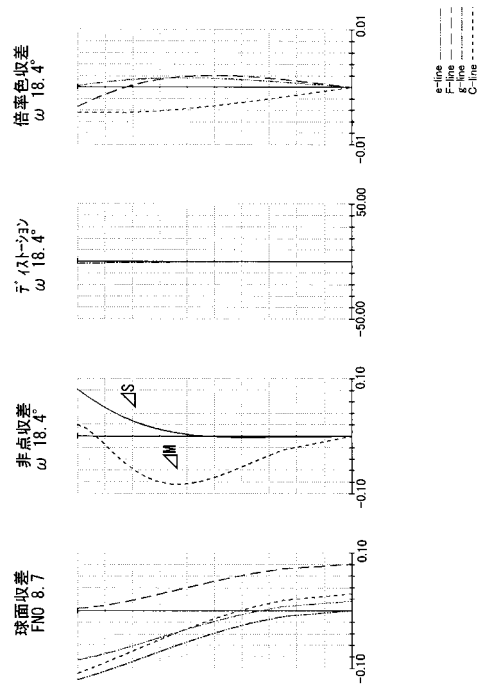
【 図 2 2 】



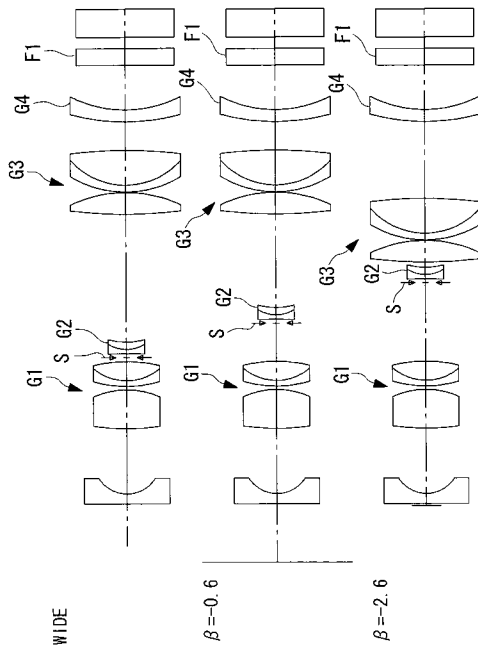
【 図 2 3 】



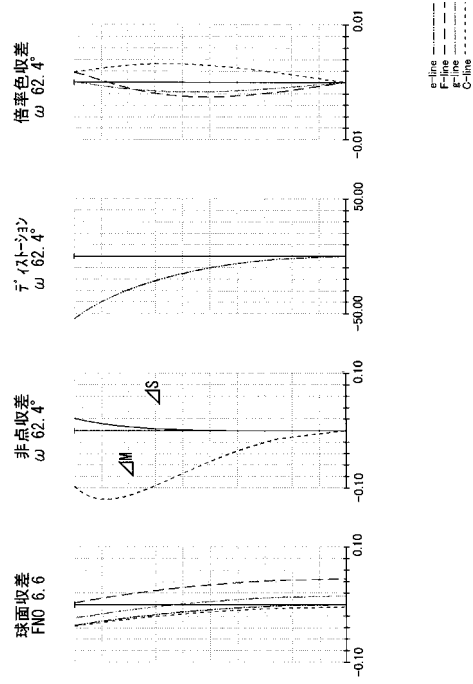
【 図 2 4 】



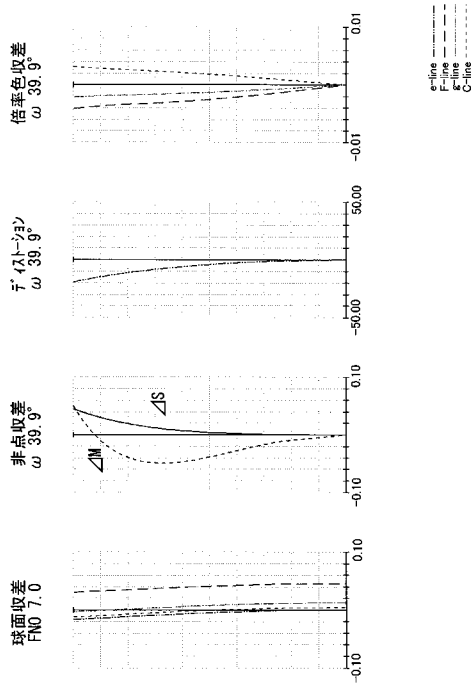
【図 25】



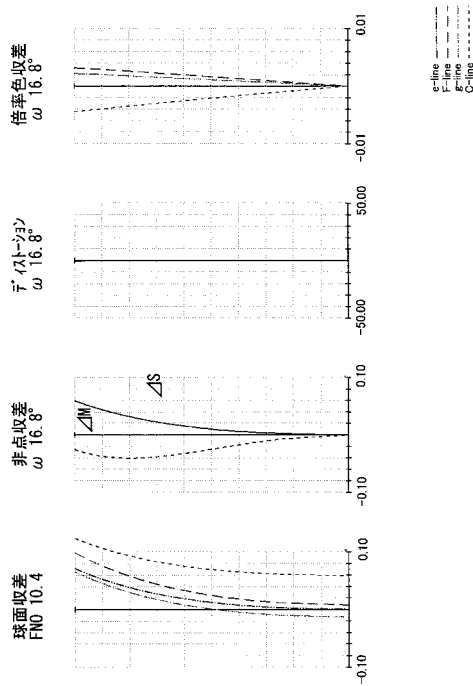
【図 26】



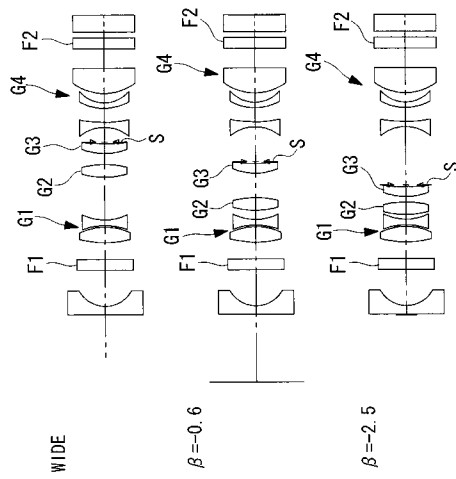
【図 27】



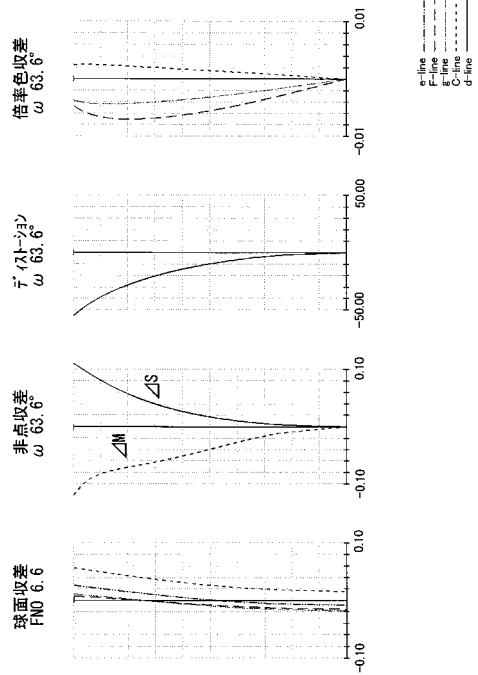
【図 28】



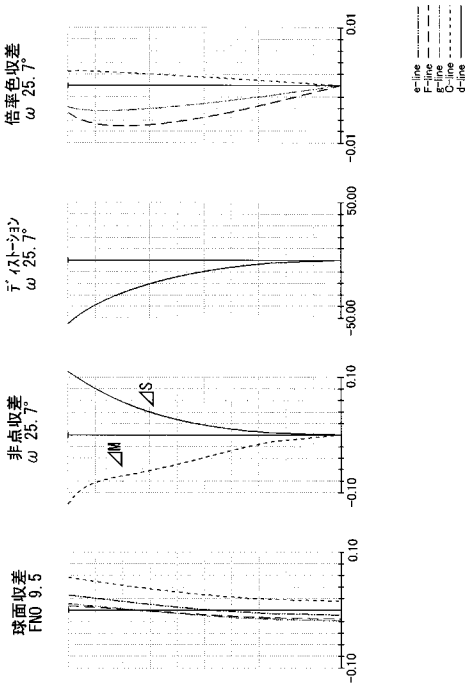
【図 29】



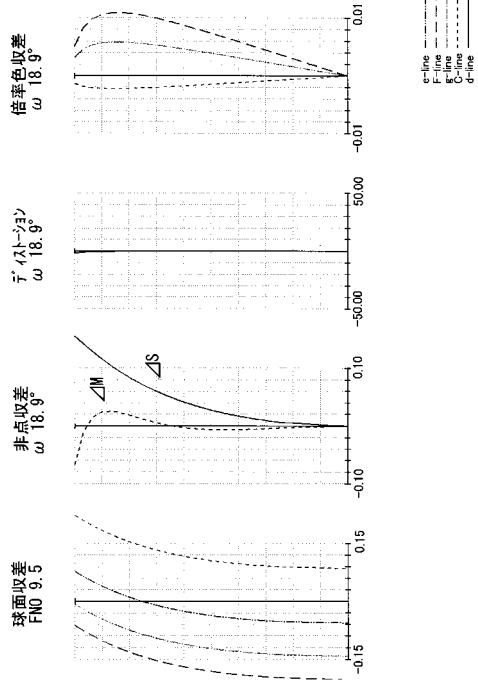
【図 30】



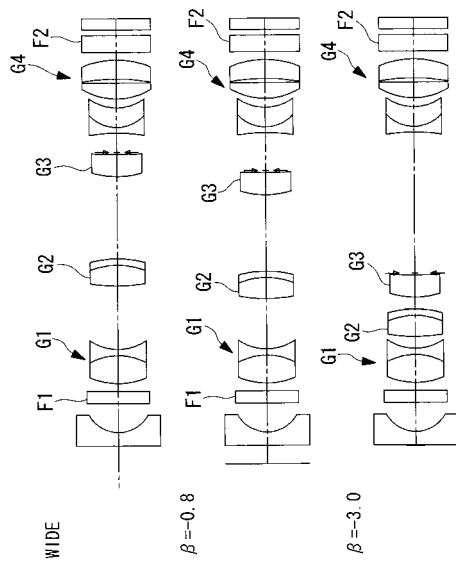
【図 31】



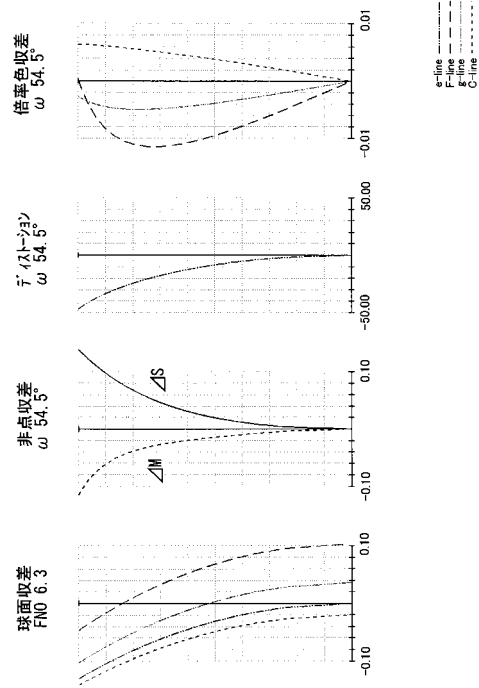
【図 32】



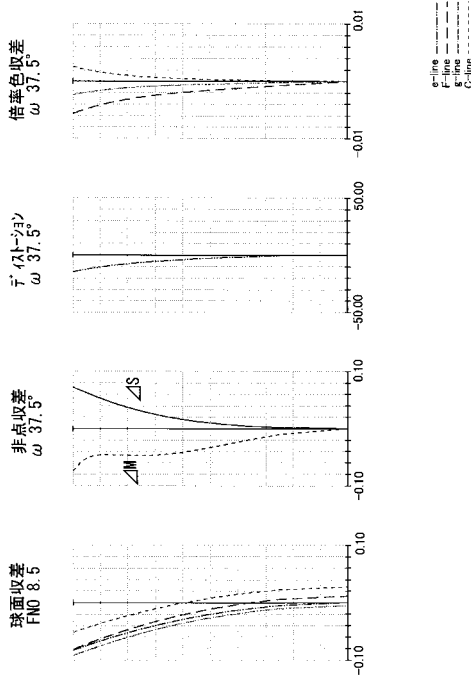
【 図 3 3 】



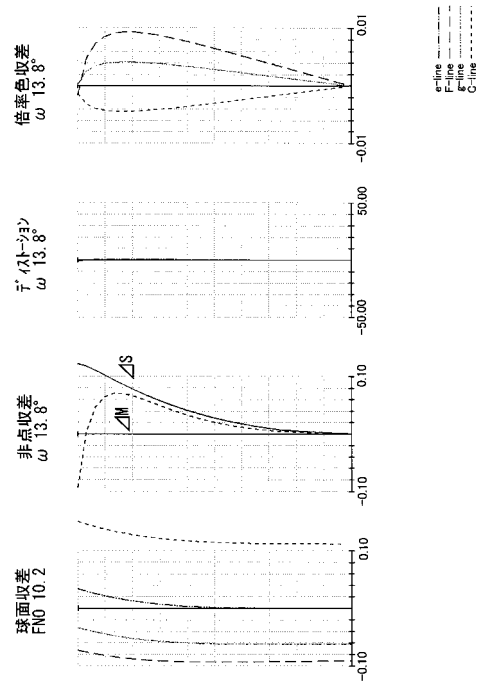
【 図 3 4 】



【 図 3 5 】



【 図 3 6 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2003-084214(JP,A)
特開2001-091832(JP,A)
特開昭63-078119(JP,A)
特開2001-275955(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 1/00 - 1/32