

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-3549

(P2006-3549A)

(43) 公開日 平成18年1月5日(2006.1.5)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 13/04 (2006.01)	G02B 13/04 D	2H044
A61B 1/00 (2006.01)	A61B 1/00 300Y	2H087
G02B 7/02 (2006.01)	G02B 7/02 C	4C061
	G02B 7/02 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2004-178589 (P2004-178589)	(71) 出願人	000000376
(22) 出願日	平成16年6月16日 (2004.6.16)		オリンパス株式会社
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
		(74) 代理人	100097777
			弁理士 荏澤 弘
		(74) 代理人	100088041
			弁理士 阿部 龍吉
		(74) 代理人	100092495
			弁理士 蛭川 昌信
		(74) 代理人	100095120
			弁理士 内田 亘彦
		(74) 代理人	100095980
			弁理士 菅井 英雄
		(74) 代理人	100094787
			弁理士 青木 健二

最終頁に続く

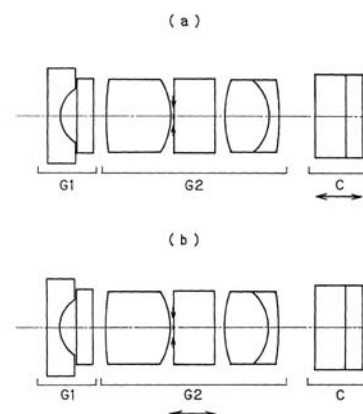
(54) 【発明の名称】 内視鏡用撮像ユニット及びその組立方法

(57) 【要約】

【課題】 設計上の視野角に対して組み立てた後の実際の視野角のばらつき量を小さくして容易に所望の観察性能を得ることができる内視鏡用撮像ユニット及びその組立方法。

【解決手段】 対物光学系と撮像素子とからなる内視鏡用撮像ユニットにおいて、次の手順によって組み立てが行われる。(i) 対物光学系 G1、G2 に対し、撮像素子 C を対物光学系の光軸方向に動かすことで対物光学系に対してピント調整を行い、(ii) 対物光学系中の一部 G2 を対物光学系の光軸方向に動かすことで、 $0.5 < |FOV/f| < 5$ を満足する面間隔の中の少なくとも 1 つを調整して、所望の視野角を得る。ここで、FOV は面間隔を 0.01 mm 変化させたときの視野角の変化量(°)、f は全系の合成焦点距離(mm)である。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

単焦点で視野角が 140° 以上の対物光学系と、その対物光学系からの光学像を電気的な信号に変換して出力する撮像素子とからなる内視鏡用撮像ユニットにおいて、次の手順によって組み立てが行われることを特徴とする内視鏡用撮像ユニットの組立方法。

(i) 対物光学系に対し、撮像素子を対物光学系の光軸方向に動かすことで対物光学系に対してピント調整を行い、

(ii) 対物光学系中の一部を対物光学系の光軸方向に動かすことで、条件式(1)を満足する面間隔の中の少なくとも1つを調整して、所望の視野角を得る。

$$(1) \quad 0.5 < |FOV/f| < 5$$

10

ただし、 FOV は面間隔を 0.01 mm 変化させたときの視野角の変化量($^\circ$)、 f は全系の合成焦点距離(mm)である。

【請求項 2】

単焦点で視野角が 140° 以上の対物光学系を有する対物部組と、その対物光学系からの光学像を電気的な信号に変換して出力する撮像素子を有する撮像部組とで構成された内視鏡用撮像ユニットにおいて、前記対物光学系が互いに一部嵌合する2つの部組に分離した構造であって、撮像ユニット全体として3つの部組からなり、次の条件式(2)を満足することを特徴とする内視鏡用撮像ユニット。

$$(2) \quad 0.003 < CL \cdot IH/f < 0.03$$

20

ただし、 CL は対物部組の部組同士の嵌合クリアランスであり、 $CL = (\text{最も物体側の部組の嵌合部の最大内径} - \text{最も像側の部組の嵌合部の最大外径}) / 2$ であり、 IH は撮像面上での最大像高、 f は対物光学系全系の合成焦点距離である。

【請求項 3】

単焦点で視野角が 140° 以上の対物光学系と、その対物光学系からの光学像を電気的な信号に変換して出力する撮像素子とで構成された内視鏡用撮像ユニットにおいて、前記対物光学系の一部の面間隔をスペーサーの枚数又は厚みを増減して調整することを特徴とする内視鏡用撮像ユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、内視鏡用撮像ユニット及びその組立方法に関し、特に、外径・全長がコンパクトで、視野角が 140° 以上と超広角な単焦点対物光学系を用いた内視鏡用撮像ユニットの組立方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

内視鏡診断時の見落とし防止に対する解決手段の一つとして、対物光学系の視野角の広角化があげられる。従来の対物光学系の視野角はせいぜい 140° 程度であり、これを 140° 以上と超広角にすることで、画面周辺部の視野範囲が広大になり、その結果、管腔内では一度により広い範囲を観察でき、診断に有利なことが知られている。

【0003】

40

従来、コンパクトながら視野角が 140° 以上と超広角な内視鏡用対物光学系として、例えば特許文献1に記載された3群4枚構成の対物光学系が知られている。

【特許文献1】特開平4-275514号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

一般的に、視野角を大きくすると、画面中心部の観察倍率が低下し、それによって従来の内視鏡像と印象が大きく変わってしまうことが考えられる。そこで、対物光学系の歪曲収差を大きくして、画面中央の倍率の低下を最小限に抑えつつ、周辺の視野角を広げる手段が考えられる。ただし、このような対物光学系を用いた撮像ユニットを組み立てる場合

50

、従来の組立方法では、対物光学系を構成する光学部品の製造ばらつきの影響が増大して、必要な観察性能を確保することが困難となってしまう。

【0005】

対物光学系の視野角が広角になればなる程、部品の加工精度や組立誤差等の影響により、設計上の視野角に対して撮像ユニットを組み立てた後の実際の視野角のばらつき量が大きくなる。100°～140°の一般的な視野角の場合、これらのばらつきの影響は比較的小さいが、視野角が140°を超えるような超広角な対物光学系では、撮像ユニットを組み立てた後の実際の視野角が大きくばらつく状況が考えられる。この場合、特に視野角の周辺で画像が暗くケラレる現象が発生し、所望の観察性能が得られない恐れがある。この“画像ケラレ”は内視鏡診断に支障をきたすため、特に医療用内視鏡では許容することはできない。

【0006】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、視野角が140°以上の対物光学系を用いた内視鏡用撮像ユニットにおいて、対物光学系の設計上の視野角に対して撮像ユニットを組み立てた後の実際の視野角のばらつき量を小さくして、容易に所望の観察性能を得ることができる内視鏡用撮像ユニット及びその組立方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の内視鏡用撮像ユニットの組立方法は、単焦点で視野角が140°以上の対物光学系と、その対物光学系からの光学像を電気的な信号に変換して出力する撮像素子とからなる内視鏡用撮像ユニットにおいて、次の手順によって組み立てが行われることを特徴とする方法である。

(i) 対物光学系に対し、撮像素子を対物光学系の光軸方向に動かすことで対物光学系に対してピント調整を行い、

(ii) 対物光学系中の一部を対物光学系の光軸方向に動かすことで、条件式(1)を満足する面間隔の中の少なくとも1つを調整して、所望の視野角を得る。

【0008】

$$(1) \quad 0.5 < |FOV / f| < 5$$

ただし、FOVは面間隔を0.01mm変化させたときの視野角の変化量(°)、fは全系の合成焦点距離(mm)である。

【0009】

また、本発明の内視鏡用撮像ユニットは、単焦点で視野角が140°以上の対物光学系を有する対物部組と、その対物光学系からの光学像を電気的な信号に変換して出力する撮像素子を有する撮像部組とで構成された内視鏡用撮像ユニットにおいて、前記対物光学系が互いに一部嵌合する2つの部組に分離した構造であって、撮像ユニット全体として3つの部組からなり、次の条件式(2)を満足することを特徴とするものである。

【0010】

$$(2) \quad 0.003 < CL \cdot IH / f < 0.03$$

ただし、CLは対物部組の部組同士の嵌合クリアランスであり、 $CL = (\text{最も物体側の部組の嵌合部の最大内径} - \text{最も像側の部組の嵌合部の最大外径}) / 2$ であり、IHは撮像面上での最大像高、fは対物光学系全系の合成焦点距離である。

【0011】

また、本発明のもう1つの内視鏡用撮像ユニットは、単焦点で視野角が140°以上の対物光学系と、その対物光学系からの光学像を電気的な信号に変換して出力する撮像素子とで構成された内視鏡用撮像ユニットにおいて、前記対物光学系の一部の面間隔をスペーサーの枚数又は厚みを増減して調整することを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0012】

以上の本発明によれば、特に、視野角が140°以上と超広角な対物光学系において、

光学部品の加工精度や組立誤差等によって視野角がばらついたとしても、組み立て時の視野角の調整が容易に行える。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明の内視鏡用撮影ユニットの組立方法について、図を参照にしながら説明する。

【0014】

図1は、本発明の内視鏡用撮像ユニットに用いられる、単焦点で視野角が140°以上の対物光学系の一例（後記の実施例1）の断面図である。物体側から順に、負のパワーの平凹レンズと平行平板からなる負のパワーの第1群G1と、正のパワーの両凸レンズ、
10 明るさ絞り、両凸レンズと物体側に凹の負メニスカスレンズを貼り合わせた正レンズを備え、全体として正のパワーを持つ第2群G2と、平行平板を含み対物光学系からの光学像を電気的な信号に変換して出力する撮像素子Cとよりなる。

【0015】

図2は、図1に示したような構成の本発明の内視鏡用撮像ユニットの組立方法の説明図であり、組み立て手順に応じた撮像ユニットの構成部品の動きを概念的に示したものである。まず、図2(a)に示すように、第1群G1と第2群G2の位置関係を仮固定した状態で、第1群G1と第2群G2からなる対物光学系の光軸方向に撮像素子Cを移動して、
20 対物光学系の焦点位置にピントを合わせる。次に、図2(b)に示すように、第1群G1と撮像素子Cの位置関係を固定した状態で、第2群G2のみ対物光学系の光軸方向に移動させ、視野角の調整を行う。所望の視野角が得られたら、第1群G1と第2群G2と撮像素子Cの位置関係を仮固定し、再度ピント確認を行う。このとき、ピント位置がずれていなければ、調整は完了である。このとき、ピント位置のずれが発生していた場合、再度図2(a)と(b)のピント出しを行い、続いて視野角調整を行う。このようにして、所望のピント位置と視野角が得られた状態で、第1群G1と第2群G2と撮像素子Cの位置関係を固定する。

【0016】

なお、図2には図示されていないが、撮像ユニットの物体側には、ピント調整用の被写体（例えば、白と黒の帯が交互に並んだ解像チャート）が配置されている。また、撮像素子Cは画像処理装置とTVモニターに接続されており、ピント調整や視野角の調整は、
30 そのTVモニターに映し出される画像を観察しながら行われる。

【0017】

図3は本発明の上記の組立方法の手順を図示したものである。図3において、(A)は撮像ユニットのピントを調整するステップであり、図2(a)に対応する。(B)は撮像ユニットの視野角を調整するステップであり、図2(b)に対応する。

【0018】

図2(b)の工程において、視野角を調整するに当たり、変化させる面間隔は次の条件式(1)を満たすことが望ましい。

【0019】

$$(1) \quad 0.5 < |FOV / f| < 5$$

ただし、FOVは面間隔を0.01mm変化させたときの視野角の変化量(°)、fは全系の合成焦点距離(mm)である。

【0020】

条件式(1)は、視野角調整の際に変化させる面間隔を選ぶための条件式である。条件式(1)の上限値の5を越えた場合、面間隔の変化による視野角の変化の感度が大きくなりすぎ、調整が困難となってしまうので、面間隔調整には適さない。下限値の0.5を越えた場合、面間隔の変化による視野角の変化が少なすぎ、視野角調整の際のストロークが大きくなるため、対物光学系全体の全長が長くなってしまうので、面間隔調整には適さない。なお、図1に示した対物光学系は、第1群G1の最も物体側のレンズの像側の面と、
50 第2群G2の最も物体側のレンズの物体側の面の面間隔が上記条件式(1)を満たしてい

10

20

30

40

50

る。

【0021】

ここで、第2群G2は、物体方向に移動すると視野角が小さくなり、像面方向に移動すると視野角が大きくなる。視野角調整を開始する際の第2群G2の初期位置としては設計位置が考えられるが、部品の製造ばらつきによって視野角が大になり、その結果、画面周辺部が暗くケラレて正確な視野角が測定できないことが考えられる。そのため、視野角調整を開始する際の第2群G2の初期位置は、設計位置よりも物体側の位置から開始するとよい。

【0022】

図4は、本発明の組立方法の手順を図示したものである。図4において、(C)は設計位置よりも物体側の位置に移動させるステップで、(A)は撮像ユニットのピントを調整するステップで、(B)は撮像ユニットの視野角を調整するステップである。

【0023】

図5は、本発明の第2の発明を適用した内視鏡用撮像ユニットの断面図である。部組U1は図1の構成の第1群G1、部組U2は第2群G2、部組UCは撮像素子Cをそれぞれ含み、接着剤等によって枠に固定される。さらに、部組U1の内径と部組U2の外径は嵌合し、部組U2の外径は部組UCの内径に嵌合しており、それぞれ別々に光軸方向へ移動が可能である。

【0024】

なお、本発明における部組とは、金属等の枠に対して、少なくとも1個の光学部品を接着剤やそれに代わる手段により固定又は仮固定したものを呼ぶ。接着剤に代わる手段としては、外部からの押圧により光学部品を枠に固定する治具等を用いるのがよい。

【0025】

さて、本発明の第2の発明を適用した撮像ユニットによれば、次の条件式(2)を満たすことが望ましい。

【0026】

$$(2) \quad 0.003 < CL \cdot IH / f < 0.03$$

ただし、CLは対物部組の部組同士の嵌合クリアランスであり、 $CL = (\text{最も物体側の部組の嵌合部の最大内径} - \text{最も像側の部組の嵌合部の最大外径}) / 2$ であり、IHは撮像面上での最大像高、fは対物光学系全系の合成焦点距離である。

【0027】

条件式(2)は、対物部組の部組同士の嵌合クリアランスの範囲を限定したものである。条件式(2)の上限値の0.03を越えると、部組同士の隙間が大きくなり、一方の部組の光軸に対して、他方の部組の光軸が偏心を起こす。その結果、像面上で片ボケ等の現象が発生し、光学性能が劣化する。条件式(2)の下限値の0.003を越えると、嵌合クリアランスが小さくなりすぎて、部組同士が引っかかってしまい、調整のための移動が困難になってしまう。

【0028】

次に、図5に示した内視鏡用撮像ユニットの組立方法について説明する。まず、部組U2を部組U1に突き当てまで挿入し、部組UCを部組U2に突き当てまで挿入する。次に、部組U1とチャートまでの距離を固定した状態で、部組UCのみ像側光軸方向に移動しながらピント調整を行う。所望のピント位置が得られたら、一度全ての部組の位置関係を仮固定する。次に、部組U2のみ像側の光軸方向に移動させて視野角調整を行う。所望の視野角が得られたら、再度全ての部組の位置関係を仮固定する。次に、再度ピント確認を行い、ピント位置のずれの発生がなければ、全ての部組を接着剤等により固定する。ここで、ピント位置のずれが発生している場合は、再度同様のピント調整を行い、続いて視野角調整を行う必要がある。

【0029】

ここで、所望のピント位置と視野角が得られた状態で、全ての部組を同時に接着固定してもよいし、それぞれの部組を別々に固定しても構わない。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】

また、図 6 に示したように、視野角調整の衝（要）となる部組 U C を 1 台のみ用意し、多数の対物部組 O U 1 ~ O U N に対して上記のような調整を行い、後工程でそれぞれに対応する部組 U C に対してピント調整及び固定を行うようにしてもよい。この場合、対物光学系の組み立てと撮像ユニットの組み立てをそれぞれ別工程にできるため、工程管理を簡単にできて好適である。ここで、視野角調整の衝（要）となる部組 U C のばらつきが大きいと、後工程で組み合わせる別の部組 U C とのズレが大きくなり、ピント調整時に影響を与えることがあるため、衝となる部組 U C のばらつきは極力小さいことが望ましい。

【 0 0 3 1 】

また、本発明による対物光学系は、部組 U 1 及び部組 U 2 と、対物部組が 2 体構成となっているため、内視鏡全体の気密封止に好適である。内視鏡では、最も物体側のレンズのみ外界に触れる構成になっており、高温高圧水蒸気滅菌を行う際、最も物体側のレンズと枠の接着強度に課題がある。一般的に、内視鏡では、接着剤を用いてレンズを接着固定しているため、高温高圧水蒸気滅菌に対する耐性の確保が難しい。それに対し、最も物体側のレンズの外周に金属性のメッキを行い、これを金属等の枠に対してはんだ付けやロウ付け等による気密封止を行い、耐性を確保する方法が知られている。しかし、これらのはんだ付けやロウ付けは、フラックスの残留や、加熱による部品の劣化や、はんだやロウの流れ出しによって、光学部品へ影響を与えることがあるため、はんだ付けの際には、最も物体側のレンズとそれを固定する枠以外の部品は分離しておくことが望ましい。

【 0 0 3 2 】

図 7 は、本発明の第 3 の発明を適用した内視鏡用撮像ユニットの一例の断面図である。部組 U L は、対物光学系の第 1 群 G 1 及び第 2 群 G 2、さらに、第 1 群 G 1 と第 2 群 G 2 の間に視野角調整用のスペーサー S を複数枚備え、視野角に応じてスペーサー S の枚数及び厚みが増減可能となっている。図 7 に示した撮像ユニットにおいて、スペーサー S の厚みは 0.03 mm である。ここで、部組 U L の最も物体側のレンズ L 1 は、枠に接着固定されておらず、外部からの押圧により光学部品を枠に仮固定する治具を用いるか、取り外し可能な接着剤を用いて枠に仮固定されている。そして、部組 U C は撮像素子 C を含み、接着剤等によって枠に固定される。さらに、部組 U L の外径は部組 U C の内径に一部嵌合しており、対物光学系の光軸方向に移動可能である。

【 0 0 3 3 】

次に、図 7 に示された内視鏡用撮像ユニットの組立方法について説明する。まず、部組 U L と最も物体側のレンズ L 1 の間に適当な厚みのスペーサー S を数枚挿入した状態で、最も物体側のレンズ L 1 を仮固定し、部組 U C に部組 U L を突き当てまで挿入する。次に、部組 U L とチャートまでの距離を固定した状態で、部組 U C のみ対物レンズの像側の光軸方向に移動しながらピント調整を行う。所望のピントが得られたら、一度部組 U L と部組 U C の位置関係を仮固定する。ここで、視野角の測定を行い、所望の視野角が得られれば、部組 U L と部組 U C を接着剤等により固定する。所望の視野角が得られない場合、一度部組 U L からレンズ L 1 を取り外して、スペーサー S の枚数を増減させ、再度上記手順を繰り返す。

【 0 0 3 4 】

図 8 は、第 3 の発明を適用した内視鏡用撮像ユニットの上記組立方法の手順を図示したものである。

【 0 0 3 5 】

ここで、所望のピント位置と視野角が得られた状態で、全ての部組を同時に固定してもよいし、部組 U C を部組 U L から一旦取り外し、部組 U L の像側のレンズを接着固定した後、再度部組 U C と組み合わせて接着固定してもよい。特に、組み立ての衝となる部組 U C を 1 台のみ用意し、多数の部組 U L に対して調整を行ってもよい。この場合、部組 U L のみ接着硬化させればよいので、最も像側のレンズと枠の接着固定を簡単にすることができる。ここで、部組 U C のばらつきが大きいと、部組 U L の視野角調整に影響を与え、後工程で視野角がばらついてしまうことが考えられるため、組み立ての衝となる部組 U C の

10

20

30

40

50

ばらつきは極力小さいことが望ましい。

【0036】

また、視野角調整時に変化させる面間隔は、最も物体側のレンズL1の像側の面から明るさ絞りの間の面間隔がよい。一般的に、内視鏡の対物光学系はレトロフォーカスタイプなので、明るさ絞りよりも物体側に強い負のパワーのレンズが配置される。したがって、明るさ絞りよりも物体側の面間隔の変化に対する視野角の変動が大きく、調整には好適である。なお、最も物体側のレンズL1の像側の面から明るさ絞りとの間の面間隔とは、内挿される光学素子の肉厚と、その前後の空気間隔の総和であり、面間隔の変化には光学素子の前後の空気間隔が変化する場合も含まれる。

【0037】

本実施例では、スペーサーSの枚数を増やすか、若しくは、スペーサーSを厚くすることにより、視野角は大きくなり、逆に枚数を減らすか、若しくは、スペーサーSを薄くすることによって、視野角は小さくすることができる。また、面間隔を変化させることによる視野角の変化量は計算で求められるので、視野角を調整する際、一度目の測定結果を基に、必要な面間隔の差分を計算によって算出し、その結果を基にスペーサーSの枚数若しくは厚みを増減させると、多くても2回の組み立てにて調整が完了できるため、組立効率が良く好適である。

【0038】

さらに、視野角調整用のスペーサーSは、極力薄いことが望ましく、その製造公差も極力小さいことが望ましい。厚みが薄ければ薄い程、視野角調整のピッチが細かくでき、精度の良い調整が可能である。特に、0.1mm未満、望ましくは0.05mm以下のスペーサーを用いるのがよい。調整を簡単にするために、厚みを変えたものを複数枚用意しておいてもよい。また、スペーサーSは燐青銅板等の金属製の絞りでもよく、樹脂製のスペーサーでもよい。むしろそれ以外の素材でも構わない。また、フレアーやゴーストの可能性が低い部分への使用であれば、黒色クロムメッキ等により処理されたものでなくとも構わない。

【0039】

また、本発明の第2の発明の内視鏡用撮像ユニットに適用する対物光学系は、対物光学系の第1群G1と撮像素子Cを固定した状態における、対物光学系の第2群G2の光軸方向の移動に伴う像面位置の変動が極力少ないことが望ましい。第2群G2の移動によって像面位置が大きく変化すると、例え所望の視野角が得られたとしても、像面位置が対物光学系の焦点深度を外れることによってピンとずれが発生し、再度ピンと位置の調整が必要となるため、作業時間が長くなり効率が悪い。

【0040】

そこで、本発明の第2の発明の内視鏡用撮像ユニットに適用する対物光学系においては、対物光学系が下記条件(3)又は(3)'、(4)を満たすことが望ましい。

【0041】

$$(3) \quad 0.8 < |MG2| < 1.2$$

$$(3)' \quad 0.9 < |MG2| < 1.1$$

$$(4) \quad 0.8 < |IH/f| < 1.2$$

ただし、MG2は第2群G2の合成光学倍率、IHは撮像面上での最大像高、fは全系の合成焦点距離である。

【0042】

条件式(3)は、第2群G2の合成光学倍率の範囲を限定するものである。条件式(3)の値を1に近づけることによって、第2群G2の光軸方向の移動に伴うピンと位置の変動を小さくすることができる。前述したように、本発明の視野角調整作業によれば、第2群G2の移動に伴うピンと位置の変動は極力小さいことが望ましい。この条件式の下限の0.8を下回る場合、また、上限の1.2を上回る場合、第2群G2の変動に伴うピンと位置の変動が大きくなってしまふ。また、条件式(3)を(3)'のようにすると、第2群G2の移動に伴う倍率の変動をより抑えることができ、好適である。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 3 】

次に、条件式 (4) は、最大像高に対する焦点距離の範囲を限定したものであって、視野角を広角にし、対物レンズの全長を小さくするための条件である。そして、この条件式 (4) の上限の 1 . 2 を越えた場合には、対物レンズの全長が大きくなってしまう。下限の 0 . 8 を越えた場合には、対物レンズの視野角が小さくなってしまう。

【 0 0 4 4 】

次に、本発明の第 2 の発明及び第 3 の発明の内視鏡用撮像ユニットと組み合わせるのに好ましい対物光学系の実施例 1 ~ 5 を説明する。それらの実施例のレンズ構成の断面図を図 9 ~ 図 1 3 に示す。また、実施例 1 ~ 5 のレンズデータを以下に示すが、各レンズデータに用いられている記号は、上記の外、 r_1 、 r_2 ... は各レンズ面の曲率半径、 d_1 、 d_2 ... は各レンズ面間の間隔、 n_{d1} 、 n_{d2} ... は各レンズの d 線の屈折率、 d_1 、 d_2 ... は各レンズのアッペ数である。

【 0 0 4 5 】

実施例 1

$r_1 =$		$d_1 =$	0.3383	$n_{d1} =$	1.88300	$d_1 =$	40.78	
$r_2 =$	0.8346	$d_2 =$	0.4511					
$r_3 =$		$d_3 =$	0.4511	$n_{d2} =$	1.52287	$d_2 =$	59.89	
$r_4 =$		$d_4 =$	0.3383					
$r_5 =$	7.6963	$d_5 =$	1.7481	$n_{d3} =$	1.75500	$d_3 =$	52.32	20
$r_6 =$	-1.8361	$d_6 =$	0.0564					
$r_7 =$	(明るさ絞り)	$d_7 =$	0.0338					
$r_8 =$		$d_8 =$	1.1278	$n_{d4} =$	1.49400	$d_4 =$	75.00	
$r_9 =$		$d_9 =$	0.2368					
$r_{10} =$	3.0948	$d_{10} =$	1.2293	$n_{d5} =$	1.72916	$d_5 =$	54.68	
$r_{11} =$	-1.2654	$d_{11} =$	0.2594	$n_{d6} =$	1.84666	$d_6 =$	23.78	
$r_{12} =$	-8.1249	$d_{12} =$	0.9733					
$r_{13} =$		$d_{13} =$	0.8459	$n_{d7} =$	1.51633	$d_7 =$	64.14	
$r_{14} =$		$d_{14} =$	0.0113	$n_{d8} =$	1.51000	$d_8 =$	64.10	
$r_{15} =$		$d_{15} =$	0.4511	$n_{d9} =$	1.61090	$d_9 =$	50.20	30
$r_{16} =$	(像面)							
$f = 1\text{mm}$, F ナンバー = 5.6, 視野角 = 161°								
$ FOV / f = 2.32$, $ MG2 = 1.1$, $ IH / f = 1.03$								

【 0 0 4 6 】

実施例 2

$r_1 =$		$d_1 =$	0.3462	$n_{d1} =$	1.76820	$d_1 =$	71.79	
$r_2 =$	0.7698	$d_2 =$	0.7109					
$r_3 =$	14.2136	$d_3 =$	1.7888	$n_{d2} =$	1.72916	$d_2 =$	54.68	
$r_4 =$	-1.5257	$d_4 =$	0.0219					40
$r_5 =$	(明るさ絞り)	$d_5 =$	0.0346					
$r_6 =$		$d_6 =$	1.1541	$n_{d3} =$	1.49400	$d_3 =$	75.00	
$r_7 =$		$d_7 =$	0.1893					
$r_8 =$	5.3803	$d_8 =$	1.0040	$n_{d4} =$	1.78800	$d_4 =$	47.37	
$r_9 =$	-1.2014	$d_9 =$	0.2885	$n_{d5} =$	1.92286	$d_5 =$	18.90	
$r_{10} =$	-3.2349	$d_{10} =$	0.0577					
$r_{11} =$		$d_{11} =$	0.4616	$n_{d6} =$	1.51633	$d_6 =$	64.14	
$r_{12} =$		$d_{12} =$	0.6728					
$r_{13} =$		$d_{13} =$	0.8656	$n_{d7} =$	1.51633	$d_7 =$	64.14	
$r_{14} =$		$d_{14} =$	0.0115	$n_{d8} =$	1.51000	$d_8 =$	63.00	50

$r_{15} =$ $d_{15} = 0.4616$ $n_{d9} = 1.61090$ $d_9 = 50.20$
 $r_{16} =$ (像面)
 $f = 1\text{mm}$, Fナンバー=5.69, 視野角=161°
 $|FOV/f| = 2.62$, $|MG2| = 1.05$, $|IH/f| = 1.05$ 。
 【0047】

実施例 3

$r_1 =$	$d_1 = 0.4239$	$n_{d1} = 1.88300$	$d_1 = 40.76$	
$r_2 = 0.9998$	$d_2 = 1.1965$			
$r_3 =$	$d_3 = 0.6079$	$n_{d2} = 1.51800$	$d_2 = 75.00$	10
$r_4 =$	$d_4 = 0.0304$			
$r_5 =$ (明るさ絞り)	$d_5 = 0.0709$			
$r_6 = -10.1318$	$d_6 = 1.8237$	$n_{d3} = 1.88300$	$d_3 = 40.76$	
$r_7 = -2.1894$	$d_7 = 0.2120$			
$r_8 = 4.3077$	$d_8 = 1.7443$	$n_{d4} = 1.75500$	$d_4 = 52.32$	
$r_9 = -1.5685$	$d_9 = 0.5299$	$n_{d5} = 1.92286$	$d_5 = 18.90$	
$r_{10} = -6.7513$	$d_{10} = 1.3565$			
$r_{11} =$	$d_{11} = 0.8479$	$n_{d6} = 1.51633$	$d_6 = 64.14$	
$r_{12} =$	$d_{12} = 0.0212$	$n_{d7} = 1.51000$	$d_7 = 64.10$	
$r_{13} =$	$d_{13} = 0.8479$	$n_{d8} = 1.61090$	$d_8 = 50.20$	20
$r_{14} =$ (像面)				
$f = 1\text{mm}$, Fナンバー=6.19, 視野角=152°				
$ FOV/f = 1.58$, $ MG2 = 0.93$, $ IH/f = 1.01$ 。				
【0048】				

実施例 4

$r_1 = 14.6967$	$d_1 = 0.3685$	$n_{d1} = 1.88300$	$d_1 = 40.78$	
$r_2 = 0.8955$	$d_2 = 0.5896$			
$r_3 =$	$d_3 = 0.3685$	$n_{d2} = 1.51400$	$d_2 = 75.00$	30
$r_4 =$	$d_4 = 0.1228$			
$r_5 = 2.6343$	$d_5 = 0.9519$	$n_{d3} = 1.51633$	$d_3 = 64.14$	
$r_6 = 12.4153$	$d_6 = 0.2457$			
$r_7 =$ (明るさ絞り)	$d_7 = 0.0369$			
$r_8 = 7.0497$	$d_8 = 0.9263$	$n_{d4} = 1.88300$	$d_4 = 40.76$	
$r_9 = -2.2997$	$d_9 = 0.4918$			
$r_{10} = 3.9292$	$d_{10} = 0.8599$	$n_{d5} = 1.75500$	$d_5 = 52.32$	
$r_{11} = -1.4741$	$d_{11} = 0.3685$	$n_{d6} = 1.84666$	$d_6 = 23.78$	
$r_{12} = -35.4582$	$d_{12} = 0.6549$			
$r_{13} =$	$d_{13} = 0.9213$	$n_{d7} = 1.51633$	$d_7 = 64.14$	
$r_{14} =$	$d_{14} = 0.0123$	$n_{d8} = 1.51000$	$d_8 = 64.10$	40
$r_{15} =$	$d_{15} = 0.4914$	$n_{d9} = 1.61090$	$d_9 = 50.20$	
$r_{16} =$ (像面)				
$f = 1\text{mm}$, Fナンバー=4.51, 視野角=173°				
$ FOV/f = 2.74$, $ MG2 = 0.96$, $ IH/f = 1.12$ 。				
【0049】				

実施例 5

$r_1 = 135.4211$	$d_1 = 0.2238$	$n_{d1} = 1.88300$	$d_1 = 40.78$	
$r_2 = 0.7814$	$d_2 = 0.4644$			
$r_3 =$	$d_3 = 0.2238$	$n_{d2} = 1.52287$	$d_2 = 59.89$	50

$r_4 =$		$d_4 =$	0.2030		
$r_5 =$	2.3005	$d_5 =$	1.6882	$n_{d3} = 1.72916$	$d_3 = 54.68$
$r_6 =$	-1.5776	$d_6 =$	0.0559		
$r_7 =$	(明るさ絞り)	$d_7 =$	0.0168		
$r_8 =$		$d_8 =$	0.5595	$n_{d4} = 1.51800$	$d_4 = 75.00$
$r_9 =$		$d_9 =$	0.1749		
$r_{10} =$	2.9110	$d_{10} =$	0.7833	$n_{d5} = 1.72916$	$d_5 = 54.68$
$r_{11} =$	-1.1189	$d_{11} =$	0.2238	$n_{d6} = 1.84666$	$d_6 = 23.78$
$r_{12} =$	-25.0853	$d_{12} =$	0.9702		
$r_{13} =$		$d_{13} =$	0.5141	$n_{d7} = 1.51633$	$d_7 = 64.14$
$r_{14} =$		$d_{14} =$	0.0056	$n_{d8} = 1.51000$	$d_8 = 63.00$
$r_{15} =$		$d_{15} =$	0.3126	$n_{d9} = 1.50600$	$d_9 = 63.00$
$r_{16} =$	(像面)				

$f = 1\text{mm}$, F ナンバー = 7.28, 視野角 = 145°

$|F O V / f| = 1.26$, $|M G 2| = 1.19$, $|I H / f| = 1.03$

【 0 0 5 0 】

実施例 1 の対物光学系は本発明の一般的な構成であり、図 9 に示すように、物体側から順に、平凹レンズと平行平板からなる負のパワーの第 1 群 G 1 と、両凸レンズと、明るさ絞りと、平行平板と、両凸レンズと物体側に凹の負メニスカスレンズを貼り合わせた接合レンズとからなる正のパワーび第 2 群 G 2 と、平行平板を 2 枚貼り合わせた平行平板群とその像側面に撮像面が位置する撮像素子 C とよりなる。このように、第 1 レンズと第 2 レンズの間と、第 2 レンズと第 3 レンズの間に平行平板が配置されている。これらは、赤外カットフィルター等の色補正フィルターや Y A G レーザー等の光をカットするレーザーカットフィルター等に用いるのがよい。また、それらの場合、フィルター単独で配置してもよいし、接合したフィルター群として配置しても構わない。このようなフィルターの配置の必要がない場合には、平行平板と等価な空気換算長に置き換えてもよい。なお、撮像素子 C の平行平板を 2 枚貼り合わせた平行平板群中、最も像側に配置されているのが C C D カバーガラスであり、それに接着されているのがカバーガラスである。

【 0 0 5 1 】

実施例 2 の対物光学系は、図 10 に示すように、物体側から順に、平凹レンズからなる負のパワーの第 1 群 G 1 と、両凸レンズと、明るさ絞りと、平行平板と、両凸レンズと物体側に凹の負メニスカスレンズを貼り合わせた接合レンズと、平行平板とからなる正のパワーび第 2 群 G 2 と、平行平板を 2 枚貼り合わせた平行平板群とその像側面に撮像面が位置する撮像素子 C とよりなる。この例は、第 1 群 G 1 の最も物体側の平凹レンズにサファイアを用いたものである。また、撮像素子 C の平行平板を 2 枚貼り合わせた平行平板群中、最も像側に配置されているのが C C D カバーガラスであり、それに接着されているのがカバーガラスである。この実施例では、C C D カバーガラス、カバーガラス共に通常ガラスであるが、同様にサファイアを用いても構わない。また、第 2 レンズと第 3 レンズの間と、第 3 レンズと撮像素子 C の間に平行平板を配置したものである。

【 0 0 5 2 】

また、上記のサファイアの他にも、合成石英、スピネル、Y A G (yttrium aluminium garnet)、A L O N (aluminium oxynitride) 等は、硼珪酸ガラスや硼珪クラウンガラス等の光学材料に比べて、化学的安定性が高く、これらを第 1 群 G 1 の最も物体側のレンズや C C D カバーガラス、カバーガラスに使用すると、消毒や高温高圧水蒸気滅菌等の滅菌処理等に対する十分な耐久性が確保できて好適である。

【 0 0 5 3 】

実施例 3 の対物光学系は、図 11 に示すように、物体側から順に、平凹レンズからなる負のパワーの第 1 群 G 1 と、平行平板と、明るさ絞りと、物体側に凹の正メニスカスレンズと、両凸レンズと物体側に凹の負メニスカスレンズを貼り合わせた接合レンズとからなる正のパワーび第 2 群 G 2 と、平行平板を 2 枚貼り合わせた平行平板群とその像側

10

20

30

40

50

面に撮像面が位置する撮像素子Cとよくなる。この例は、明るさ絞りを第2群G2の前方に配置して、第1群G1中の最も物体側のレンズの物体側の面の光線高を下げたものである。一般的に、視野角を広角にすればする程、第1群G1の最も物体側のレンズの物体側の面の光線高が上がり、レンズ外径が大きくなってしまいが、このように明るさ絞りを前方に配置することで、レンズ外径を小さく抑えることができ、特に内視鏡に用いる場合は、先端挿入部の外径を小さく抑えることができ、好適である。また、第2群G2の物体側のレンズ外径を小さく抑えることで、第1群G1と第2群G2の枠が嵌合する部分の径を小さく抑えることができ、撮像ユニット全体の外径を小さく抑えることができる。

【0054】

実施例4及び5の対物光学系は、図12、図13に示すように、物体側から順に、物体側に凸の負メニスカスレンズと平行平板からなる負のパワーの第1群G1と、物体側に凸の正メニスカスレンズ（実施例4）又は両凸レンズ（実施例5）と、明るさ絞りと、両凸レンズと物体側に凹の負メニスカスレンズを貼り合わせた接合レンズとからなる正のパワーび第2群G2と、平行平板を2枚貼り合わせた平行平板群とその像側面に撮像面が位置する撮像素子Cとよくなる。これらの実施例では、第1群G1中の最も物体側のレンズに物体側に凸の負メニスカスレンズを用い、実施例4については視野角を 173° にしたものである。実施例5は、全長を短く抑え、第2群G2のレンズ外径を一定に揃えたため、枠構造を簡単にできて好適である。

【0055】

図14に上記実施例2の対物光学系の球面収差、像面湾曲、歪曲収差、コマ収差を示す収差図を示す。ここで、“FIY”は像高を示す。

【0056】

以上説明したように、本発明の内視鏡用撮像ユニット及びその組立方法は、例えば次のように構成することができる。

【0057】

〔1〕 単焦点で視野角が 140° 以上の対物光学系と、その対物光学系からの光学像を電気的な信号に変換して出力する撮像素子とからなる内視鏡用撮像ユニットにおいて、次の手順によって組み立てが行われることを特徴とする内視鏡用撮像ユニットの組立方法。

(i) 対物光学系に対し、撮像素子を対物光学系の光軸方向に動かすことで対物光学系に対してピント調整を行い、

(ii) 対物光学系中の一部を対物光学系の光軸方向に動かすことで、条件式(1)を満足する面間隔の中の少なくとも1つを調整して、所望の視野角を得る。

【0058】

$$(1) \quad 0.5 < |FOV/f| < 5$$

ただし、FOVは面間隔を 0.01mm 変化させたときの視野角の変化量($^\circ$)、fは全系の合成焦点距離(mm)である。

【0059】

〔2〕 手順(ii)を 0.1mm 未満の厚みのスペーサーを用いて行うことを特徴とする上記1記載の内視鏡用撮像ユニットの組立方法。

【0060】

〔3〕 最も物体側のレンズの像側の面と明るさ絞りの間の面間隔を調整することで視野角調整を行うことを特徴とする上記2記載の内視鏡用撮像ユニットの組立方法。

【0061】

〔4〕 単焦点で視野角が 140° 以上の対物光学系を有する対物部組と、その対物光学系からの光学像を電気的な信号に変換して出力する撮像素子を有する撮像部組とで構成される内視鏡用撮像ユニットにおいて、その対物部組が互いに一部嵌合する2つの部組に分離した構造であって、撮像ユニット全体として3つの部組からなり、次の手順によって組み立てが行われることを特徴とする内視鏡用撮像ユニットの組立方法。

(i) 対物部組に対し、撮像部組を対物光学系の光軸方向に動かすことで撮像ユニットの

ピント調整を行い、

(ii) 最も物体側に位置する対物部組中の部組と撮像部組を固定し、最も像側に位置する対物部組中の部組を対物光学系の光軸方向に動かすことで撮像ユニットの視野角調整を行い、

(iii) 対物部組中の2つの部組を固定し、撮像部組を対物光学系の光軸方向に動かして撮像ユニットのピントの微調整を行う。

【0062】

〔5〕 以下の条件式(2)を満足する対物部組を使用した上記4記載の内視鏡用撮像ユニットの組立方法。

【0063】

$$(2) \quad 0.003 < CL \cdot IH / f < 0.03$$

ただし、CLは対物部組の部組同士の嵌合クリアランスであり、 $CL = (\text{最も物体側の部組の嵌合部の最大内径} - \text{最も像側の部組の嵌合部の最大外径}) / 2$ であり、IHは撮像面上での最大像高、fは対物光学系全系の合成焦点距離である。

【0064】

〔6〕 最も物体側のレンズの像側の面から明るさ絞りの間の面間隔を調整することで視野角調整を行うことを特徴とする上記4記載の内視鏡用撮像ユニットの組立方法。

【0065】

〔7〕 手順(i)の前に次の手順(iv)を含むことを特徴とする上記4記載の内視鏡用撮像ユニットの組立方法。

(iv) 設計値よりも視野角が小さい位置で、対物部組の最も像側の部組を対物部組の最も物体側の部組に対して仮固定する。

【0066】

〔8〕 単焦点で視野角が 140° 以上の対物光学系を有する対物部組と、その対物光学系からの光学像を電気的な信号に変換して出力する撮像素子を有する撮像部組とで構成された内視鏡用撮像ユニットにおいて、前記対物光学系が互いに一部嵌合する2つの部組に分離した構造であって、撮像ユニット全体として3つの部組からなり、次の条件式(2)を満足することを特徴とする内視鏡用撮像ユニット。

【0067】

$$(2) \quad 0.003 < CL \cdot IH / f < 0.03$$

ただし、CLは対物部組の部組同士の嵌合クリアランスであり、 $CL = (\text{最も物体側の部組の嵌合部の最大内径} - \text{最も像側の部組の嵌合部の最大外径}) / 2$ であり、IHは撮像面上での最大像高、fは対物光学系全系の合成焦点距離である。

【0068】

〔9〕 前記対物部組中の最も物体側の部組中の最も物体側のレンズが、枠に気密封止に固定されていることを特徴とする上記8記載の内視鏡用撮像ユニット。

【0069】

〔10〕 単焦点で視野角が 140° 以上の対物光学系と、その対物光学系からの光学像を電気的な信号に変換して出力する撮像素子とで構成された内視鏡用撮像ユニットにおいて、前記対物光学系の一部の面間隔をスペーサーの枚数又は厚みを増減して調整することを特徴とする内視鏡用撮像ユニット。

【0070】

〔11〕 前記対物光学系の調整が0.1mm未満の厚みのスペーサーを用いて行うことを特徴とする上記10記載の内視鏡用撮像ユニット。

【0071】

〔12〕 最も物体側のレンズの像側の面と明るさ絞りの面間隔を調整することでピント調整又は視野角調整、あるいは、両方を行うことを特徴とする上記10又は11記載の内視鏡用撮像ユニット。

【図面の簡単な説明】

【0072】

10

20

30

40

50

【図 1】本発明の内視鏡用撮像ユニットに用いられる対物光学系の一例の断面図である。

【図 2】本発明の内視鏡用撮像ユニットの組立方法の説明図である。

【図 3】図 2 の組立方法の手順を示した図である。

【図 4】本発明の内視鏡用撮像ユニットの別の組立方法の手順を示した図である。

【図 5】本発明の第 2 の発明を適用した内視鏡用撮像ユニットの断面図である。

【図 6】本発明の第 2 の発明を適用した内視鏡用撮像ユニットの組立方法の別の例を示した図である。

【図 7】本発明の第 3 の発明を適用した内視鏡用撮像ユニットの一例の断面図である。

【図 8】第 3 の発明を適用した内視鏡用撮像ユニットの組立方法の手順を示した図である。

【図 9】本発明の内視鏡用撮像ユニットと組み合わせるのに好ましい対物光学系の実施例 1 の断面図である。

【図 10】本発明の内視鏡用撮像ユニットと組み合わせるのに好ましい対物光学系の実施例 2 の断面図である。

【図 11】本発明の内視鏡用撮像ユニットと組み合わせるのに好ましい対物光学系の実施例 3 の断面図である。

【図 12】本発明の内視鏡用撮像ユニットと組み合わせるのに好ましい対物光学系の実施例 4 の断面図である。

【図 13】本発明の内視鏡用撮像ユニットと組み合わせるのに好ましい対物光学系の実施例 5 の断面図である。

【図 14】実施例 2 の収差図である。

【符号の説明】

【 0 0 7 3 】

G 1 ... 第 1 群

G 2 ... 第 2 群

C ... 撮像素子

U 1 ... 第 1 群を含む部組

U 2 ... 第 2 群を含む部組

U C ... 撮像素子を含む部組

O U 1 ~ O U N ... 対物部組

U L ... 第 1 群、第 2 群、スペーサーを備えた部組

S ... スペーサー

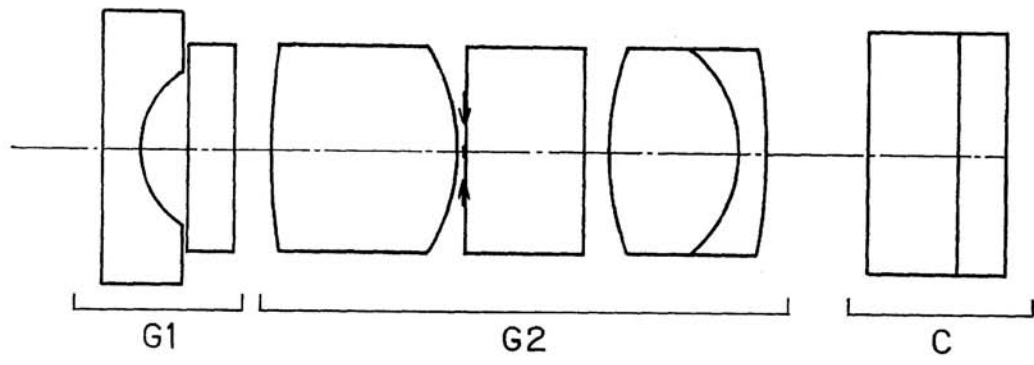
L 1 ... 最も物体側のレンズ

10

20

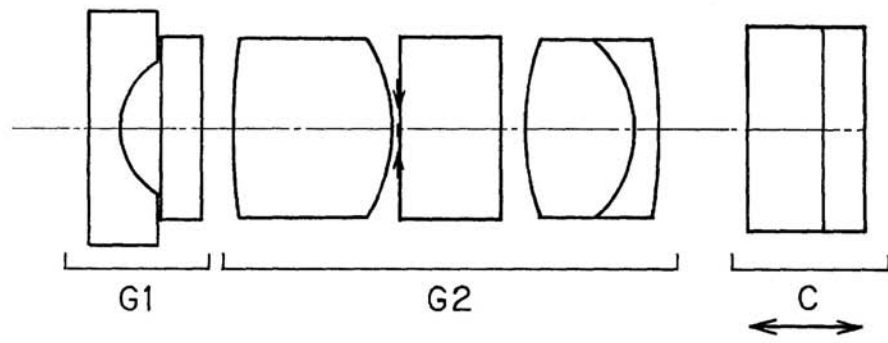
30

【 図 1 】

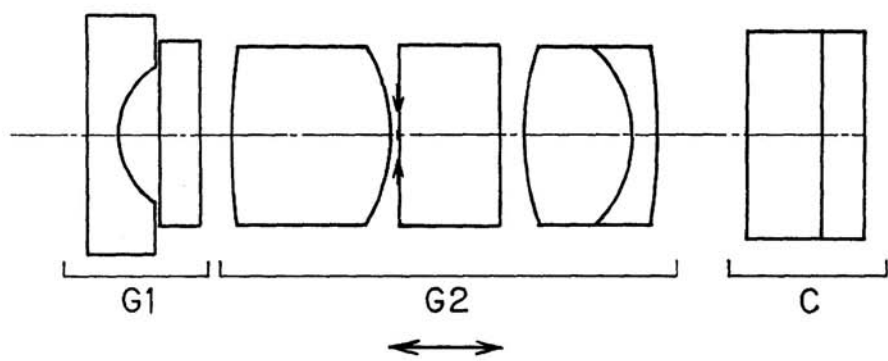


【 図 2 】

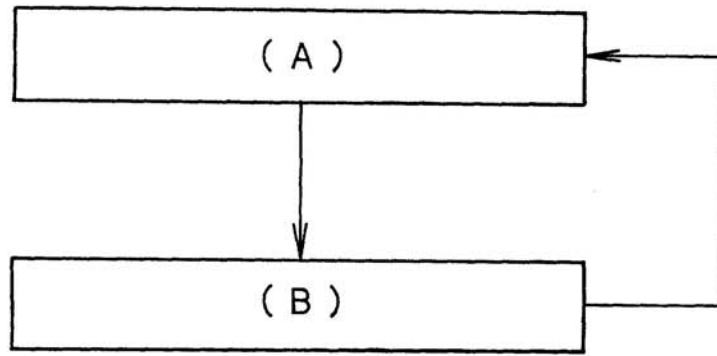
(a)



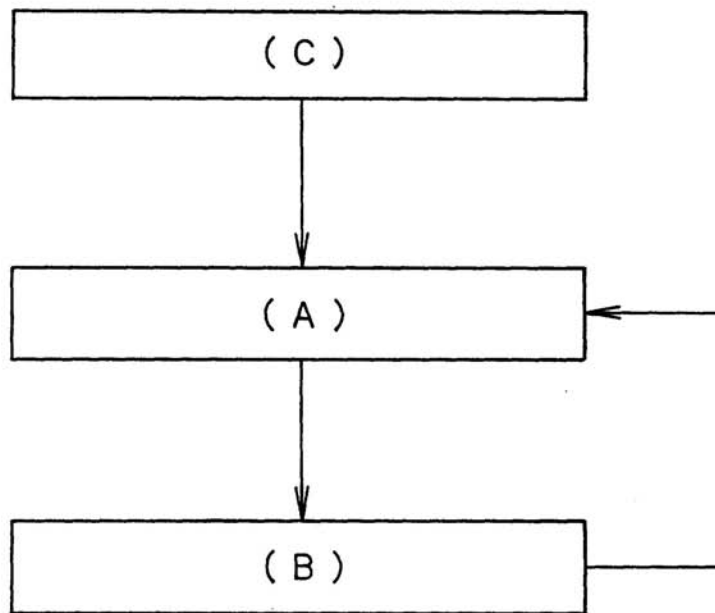
(b)



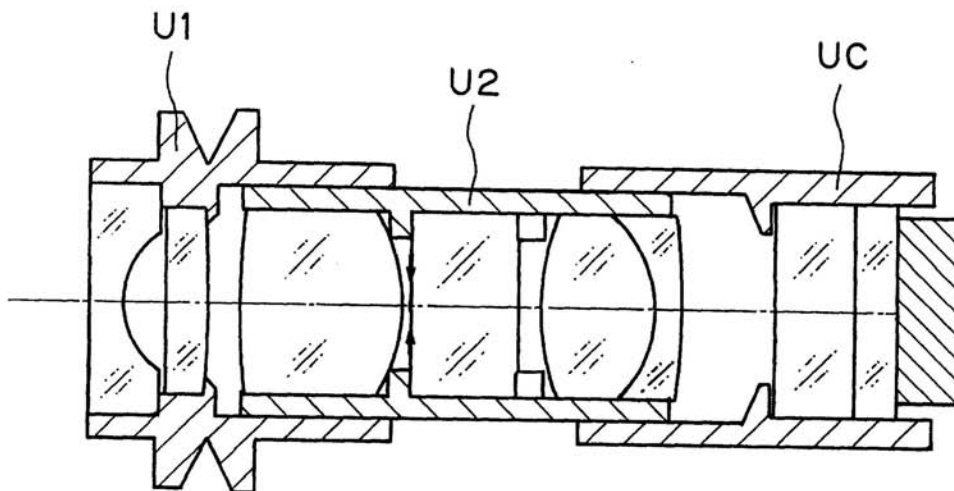
【 図 3 】



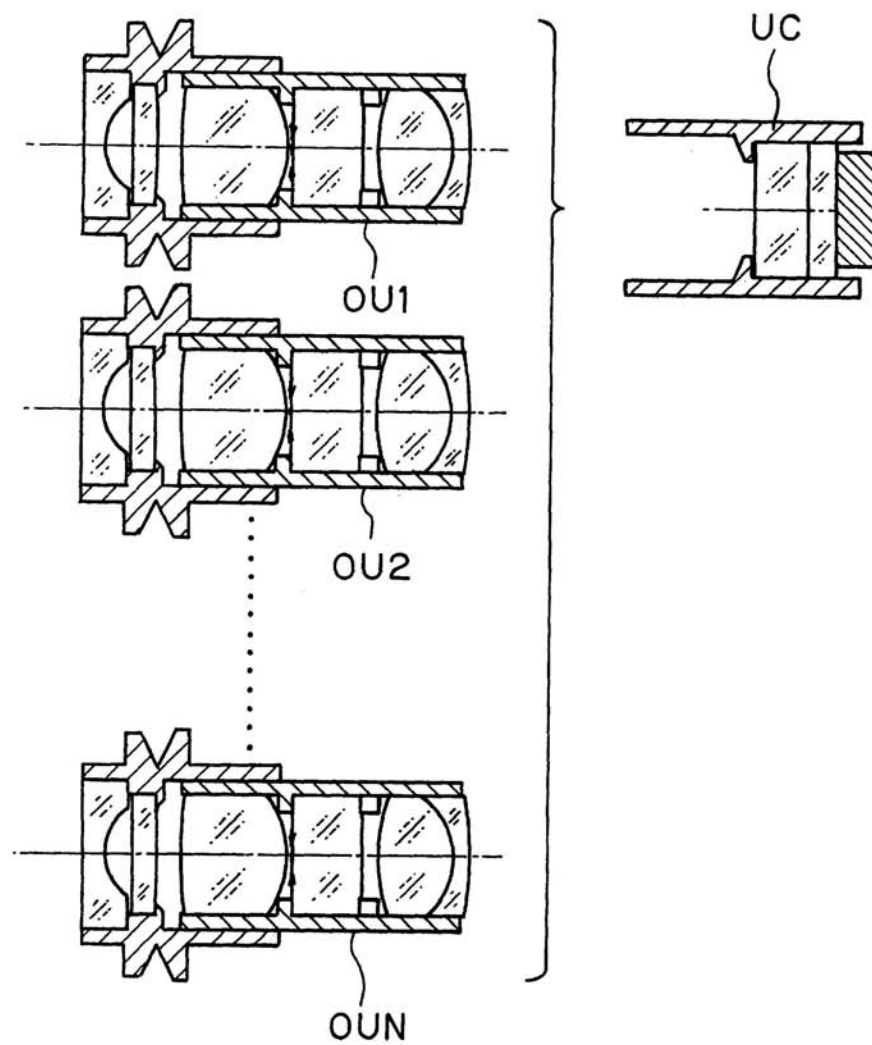
【 図 4 】



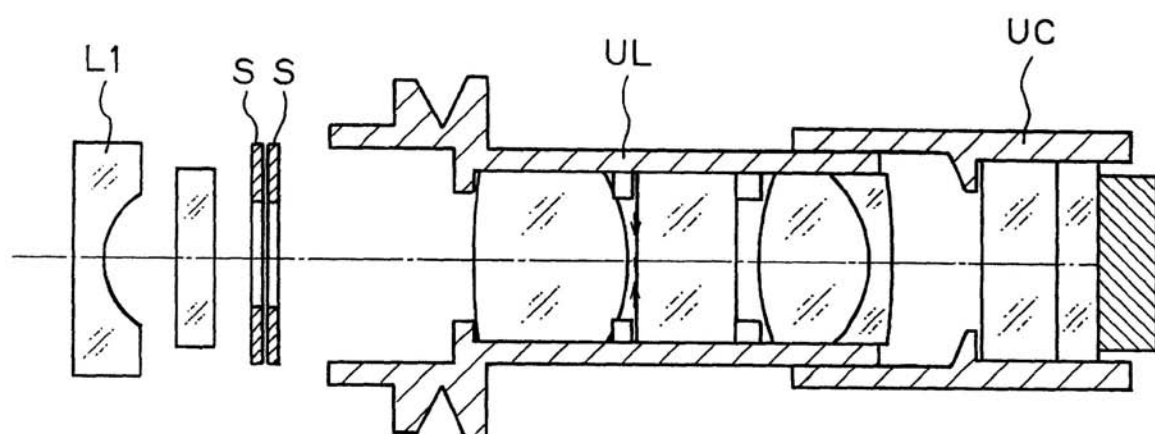
【 図 5 】



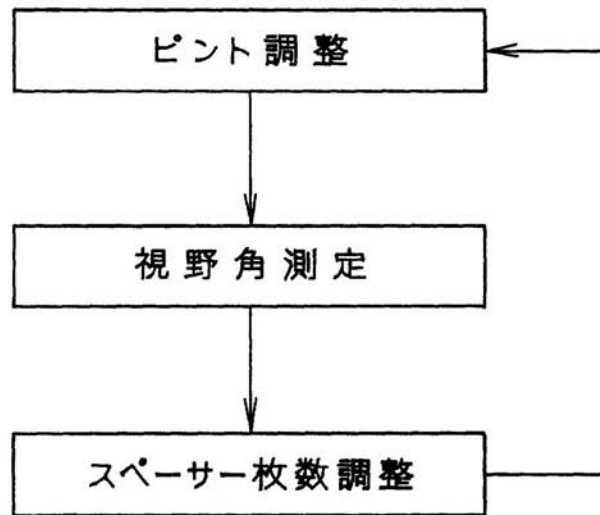
【図 6】



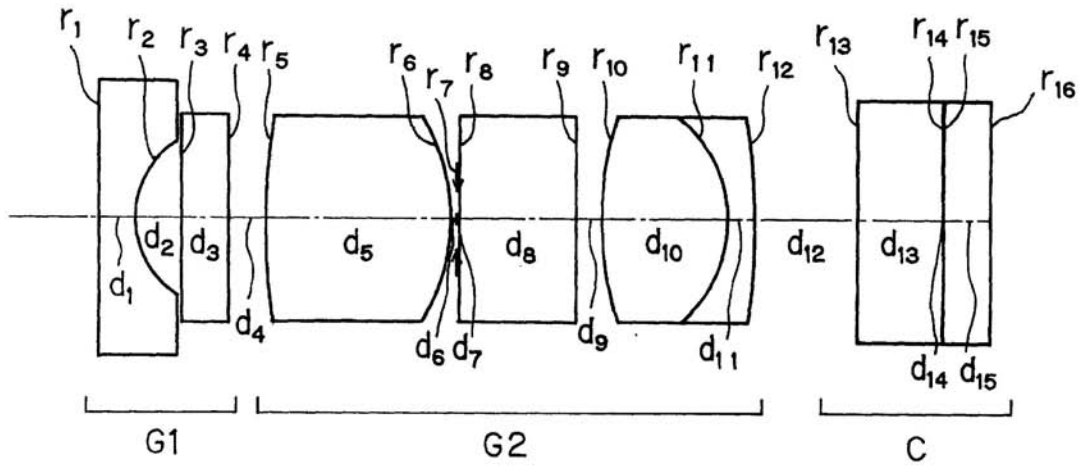
【図 7】



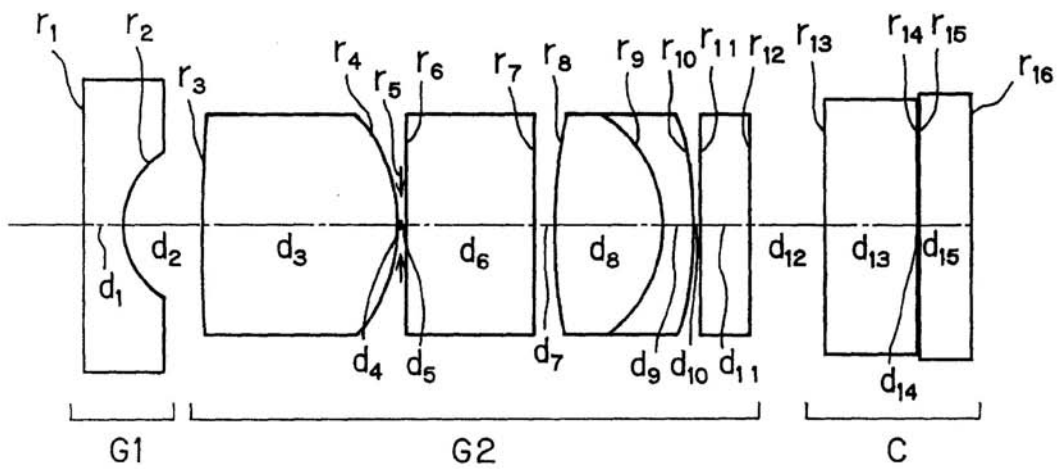
【図 8】



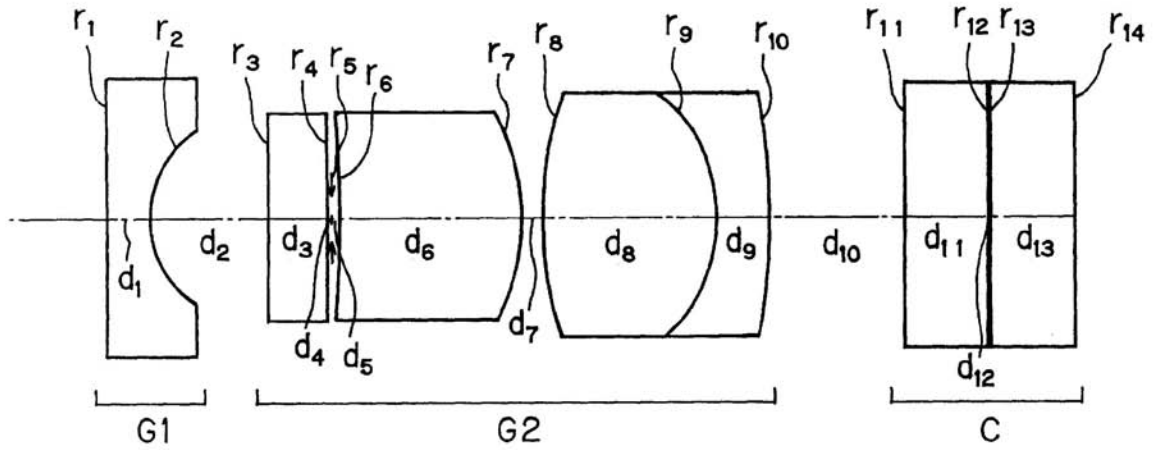
【図 9】



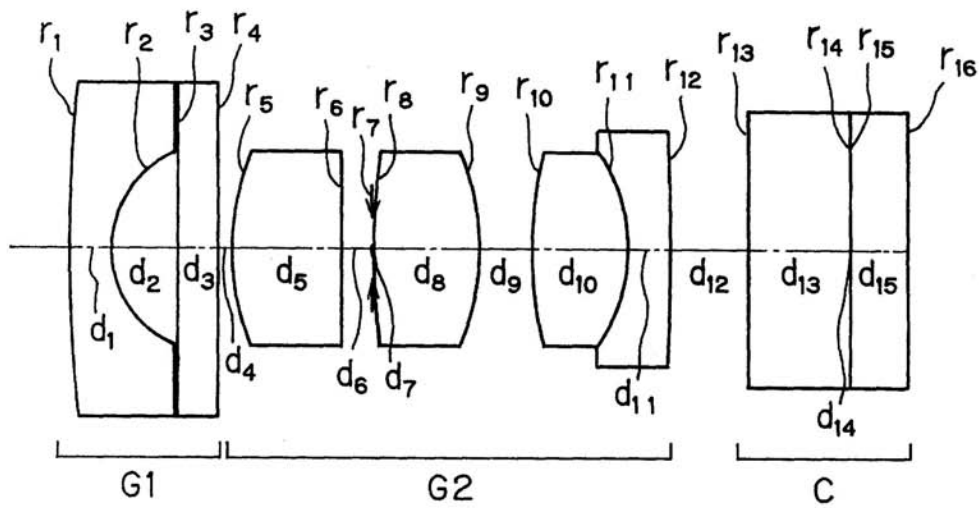
【図 10】



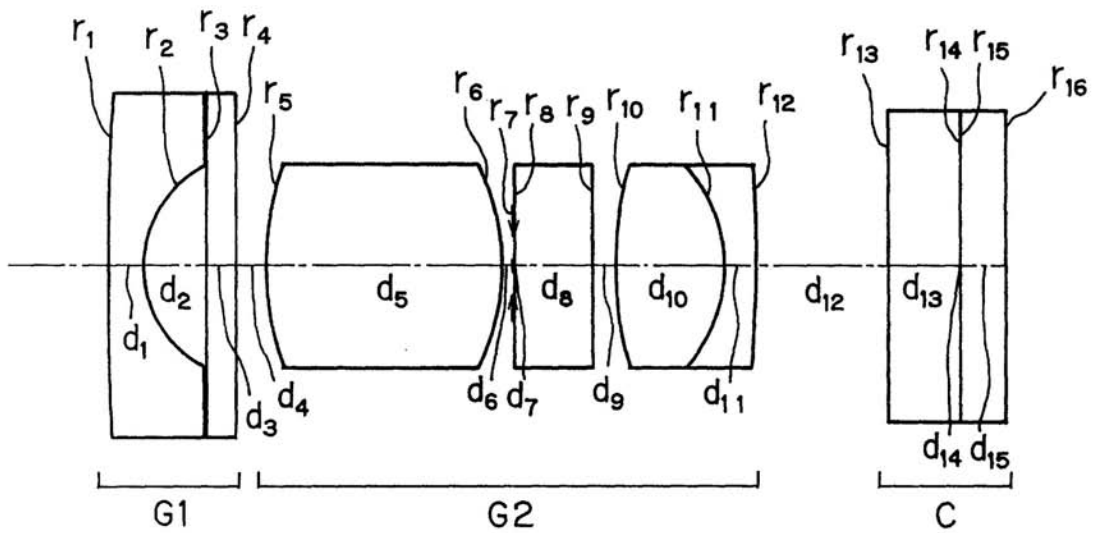
【図 1 1】



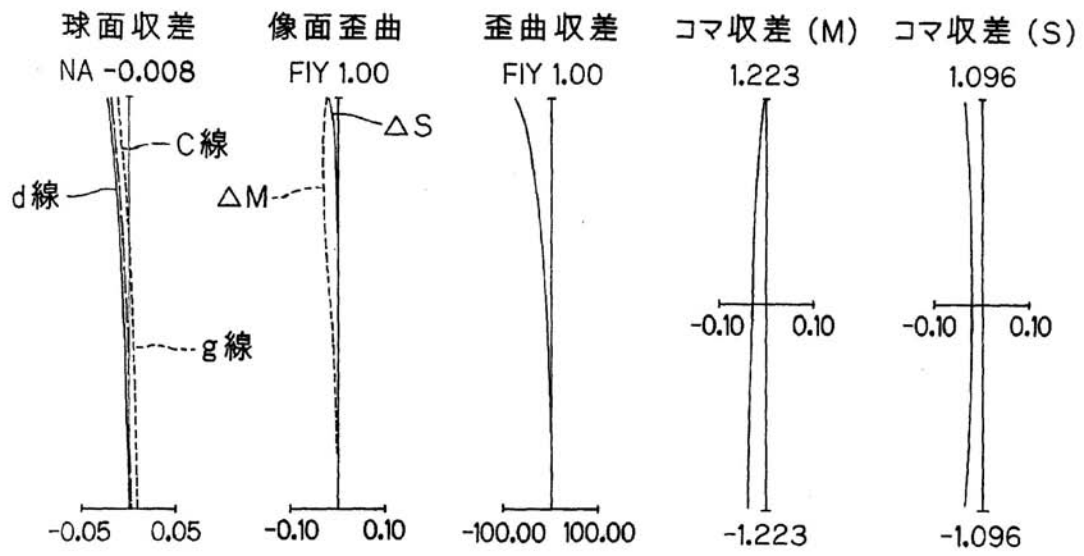
【図 1 2】



【図 1 3】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

(74)代理人 100091971

弁理士 米澤 明

(72)発明者 齋藤 慎一

福島県会津若松市門田町大字飯寺字村西 5 0 0 会津オリンパス株式会社内

F ターム(参考) 2H044 AC01 AJ04 AJ07

2H087 KA10 LA03 MA06 NA09 PA03 PA04 PA18 PB04 PB05 QA01

QA02 QA07 QA17 QA18 QA21 QA25 QA37 QA41 QA45 RA32

RA42 RA43

4C061 FF40 JJ06

专利名称(译)	<无法获取翻译>		
公开(公告)号	JP2006003549A5	公开(公告)日	2007-06-21
申请号	JP2004178589	申请日	2004-06-16
[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	齋藤慎一		
发明人	齋藤 慎一		
IPC分类号	G02B13/04 A61B1/00 G02B7/02		
FI分类号	G02B13/04.D A61B1/00.300.Y G02B7/02.C G02B7/02.Z		
F-TERM分类号	2H044/AC01 2H044/AJ04 2H044/AJ07 2H087/KA10 2H087/LA03 2H087/MA06 2H087/NA09 2H087/PA03 2H087/PA04 2H087/PA18 2H087/PB04 2H087/PB05 2H087/QA01 2H087/QA02 2H087/QA07 2H087/QA17 2H087/QA18 2H087/QA21 2H087/QA25 2H087/QA37 2H087/QA41 2H087/QA45 2H087/RA32 2H087/RA42 2H087/RA43 4C061/FF40 4C061/JJ06 2H040/BA02 2H040/BA05 2H040/CA22 2H040/GA03 4C161/FF40 4C161/JJ06		
代理人(译)	青木健二 米泽 明		
其他公开文献	JP2006003549A JP4717383B2		

摘要(译)

用于内窥镜的图像拾取单元及其组装方法，通过减小相对于设计视角的组装后的实际视角的变化量，可以容易地获得期望的观察性能。通过以下步骤组装包括物镜光学系统和成像装置的内窥镜成像单元。（i）对于物镜光学系统G1和G2，图像传感器C在物镜光学系统的光轴方向上移动以调节焦点，并且（ii）对物镜光学系统的一部分G2进行调节。通过在物镜光学系统的光轴方向上移动，调整满足 $0.5 < |\Delta\text{FOV}/f| < 5$ 的表面间隔中的至少一个，以获得期望的视角。在此， ΔFOV 是当表面间距改变0.01mm时视角（°）的变化量，并且f是整个系统的组合焦距（mm）。

[选择图]图2