

(19) 日本国特許庁 (JP)

再 公 表 特 許 (A1)

(11) 国際公開番号

W02011/077972

発行日 平成25年5月2日 (2013.5.2)

(43) 国際公開日 平成23年6月30日 (2011.6.30)

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

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 31 頁)

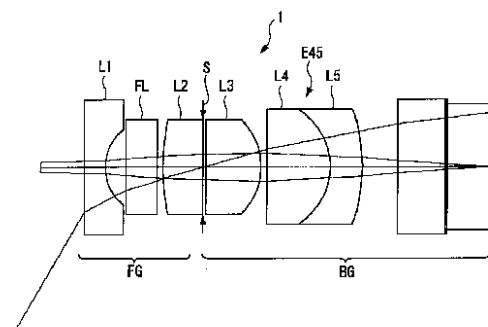
出願番号	特願2011-547470 (P2011-547470)	(71) 出願人	304050923
(21) 国際出願番号	PCT/JP2010/072245		オリンパスメディカルシステムズ株式会社
(22) 国際出願日	平成22年12月10日 (2010.12.10)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(11) 特許番号	特許第5031930号 (P5031930)	(74) 代理人	100118913
(45) 特許公報発行日	平成24年9月26日 (2012.9.26)		弁理士 上田 邦生
(31) 優先権主張番号	特願2009-292371 (P2009-292371)	(74) 代理人	100112737
(32) 優先日	平成21年12月24日 (2009.12.24)		弁理士 藤田 考晴
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	片平 裕子
			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
		Fターム (参考)	2H040 CA23
			2H087 KA10 LA03 PA04 PA18 PB05
			QA01 QA05 QA07 QA18 QA21
			QA25 QA33 QA37 QA41 QA42
			QA45 RA32 RA41 RA43 UA02
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡用対物レンズ及びそれを用いた内視鏡

(57) 【要約】

レーザー治療等に対応した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内視鏡用対物レンズ及びそれを用いた内視鏡を提供する。物体側から順に、前群 (FG)、明るさ絞り (S) および後群 (BG) からなり、前群 (FG) が、物体側から順に、像側に凹面を向けた負の第1レンズ (L1) と、物体側に凸面を向け像側に平面または凹面を有する正の第2レンズ (L2) とを備え、同時に、フィルタ (FL) を有し、後群 (BG) が、物体側から順に、像側に凸面を向けた正の第3レンズ (L3) と、平凸レンズ又は両凸レンズ (L4) と負メニスカスレンズ (L5) とからなる接合レンズ (E45) とを備え、以下の条件式 (1) を満足する内視鏡用対物レンズ1を提供する。n3は第3レンズ (L3) の屈折率、3は第3レンズ (L3) のアッベ数である。(1) $\cdots n_3 > -3/12 + 5.5$

【図1】



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、前群、明るさ絞りおよび後群からなり、

前記前群が、物体側から順に、像側に凹面を向けた負の第 1 レンズと、物体側に凸面を向け像側に平面または凹面を有する正の第 2 レンズとを備えるとともに、フィルタを有し、

前記後群が、物体側から順に、像側に凸面を向けた正の第 3 レンズと、平凸レンズ又は両凸レンズと負メニスカスレンズとからなる接合レンズとを備え、以下の条件式 (1) を満足する内視鏡用対物レンズ。

$$(1) \quad n_3 > -3/12 + 5.5$$

ただし、 n_3 は前記第 3 レンズの屈折率、 3 は前記第 3 レンズのアッペ数である。

10

【請求項 2】

物体側から順に、前群、明るさ絞りおよび後群からなり、

前記前群が、物体側から順に、像側に凹面を向けた負の第 1 レンズと、物体側に凸面を向け像側に平面または凹面を有する正の第 2 レンズとを備えるとともに、前記第 1 レンズと前記第 2 レンズの間にフィルタを有し、

前記後群が、物体側から順に、像側に凸面を向けた正の第 3 レンズと、平凸レンズ又は両凸レンズと負メニスカスレンズとからなる接合レンズとを備える内視鏡用対物レンズ。

【請求項 3】

以下の条件式 (1) を満足する請求項 2 に記載の内視鏡用対物レンズ。

$$(1) \quad n_3 > -3/12 + 5.5$$

ただし、 n_3 は前記第 3 レンズの屈折率、 3 は前記第 3 レンズのアッペ数である。

20

【請求項 4】

以下の条件式 (2) および (3) を満足する請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の内視鏡用対物レンズ。

$$(2) \quad |f_3 / r_3| > 1.3$$

$$(3) \quad 2.0 > df / Ih > 1.5$$

ただし、 f_3 は前記第 3 レンズの焦点距離、 r_3 は前記第 3 レンズの像面側曲率半径、 df は前記第 1 レンズ凹面頂から前記明るさ絞りまでの面間隔距離と光学素子厚さの和、 Ih は最大像高である。

30

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の内視鏡用対物レンズを備える内視鏡。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザー治療等に対応した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内視鏡用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。

【背景技術】

【0002】

医療等に用いる内視鏡は、操作性向上や患者の負担軽減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。したがって、搭載する対物レンズは、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。そのような内視鏡用対物レンズとして小型で簡素な構成のものが知られている（例えば、特許文献 1 および 2 参照。）。

40

【0003】

一方、レーザー治療等に対応した内視鏡の場合、対物レンズにレーザーカットフィルタまたは色補正フィルタなどのフィルタを挿入する必要がある。そのようなフィルタを備えた内視鏡が知られている（例えば、特許文献 1 および 3 から 5 参照。）。特許文献 1, 3 および 4 では、フィルタへの入射角度が大きい明るさ絞り直後を避け、像面の近くにフィルタを配置している。特許文献 5 の実施例 9 では、像面に最も近い位置にフィルタを配置

50

している。特許文献 5 の実施例 11 では、明るさ絞り直前、および、明るさ絞りとその後段に配置された接合レンズとの間にフィルタを配置している。

【0004】

一方で、内視鏡による診断能力の向上のためには、各種光学的収差を補正し画質を向上させることが重要である。内視鏡用対物レンズは、明るさ絞りの物体側に負の屈折力を有するレンズ群を配置し、明るさ絞りの像側に正の屈折力を有するレンズ群を配置したレトロフォーカスタイプの構造を有することにより広角化を実現している。しかし、明るさ絞りに対して非対称な構成のため、特に倍率の色収差の補正が難しい。このような倍率の色収差を良好に補正した対物レンズが知られている(例えば、特許文献 6 参照。)。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特許第 4245985 号公報

【特許文献 2】特開 2007 - 249189 号公報

【特許文献 3】特許第 4229754 号公報

【特許文献 4】特許第 3574484 号公報

【特許文献 5】特開 2004 - 354888 号公報

【特許文献 6】特開 2007 - 249189 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0006】

しかしながら、特許文献 1 および 2 の対物レンズは、構成が簡略であるが故に、例えば色収差を良好に補正しても像面湾曲、球面収差等が悪くなり、収差バランスが悪くなるという問題がある。

また、近年では撮像素子の小型化および高画素化に伴い、より小型で高性能な対物レンズが望まれている。このような小型の撮像素子をレーザー治療等に対応した内視鏡に用いる場合、通常サイズの撮像素子を用いる場合と同様に、色補正フィルタや赤外カットフィルタ等の光学フィルタを配置する間隔を対物レンズ内に確保する必要がある。

【0007】

このときに、第 1 の課題として、特許文献 1, 3, 4 および特許文献 5 の実施例 9 のようにフィルタを像面に最も近い側に配置すると、フィルタが対物レンズ保持枠の最後端または撮像素子保持枠の最前端に配置されることとなる。すなわち、フィルタが外部に直接露出されるため、組立作業においてワレやカケなどフィルタ表面を傷つけるリスクがある。第 2 の課題として、上述した倍率の色収差の補正が挙げられる。しかしながら、特許文献 5 の第 9 実施例および第 11 実施例の倍率色収差 (F ラインと C ラインの差) はそれぞれ、半画角 = 60° で焦点距離の 1.2% または 1.0% と大きい。以上のように、特許文献 1 から 5 の対物レンズでは、上記第 1 および第 2 の課題を同時に解決することができないという問題がある。

30

【0008】

一方、特許文献 6 の第 1 実施例は、小型かつ簡素な光学系でありながら、倍率色収差 (F ラインと C ラインの差) を半画角 = 50° で焦点距離の 0.04% と良好に補正している。しかしながら、光学フィルタを配置する間隔が明らかに無く、光学フィルタが必要な内視鏡には採用できないという問題がある。

40

【0009】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであって、レーザー治療等に対応した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内視鏡用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する。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するため、本発明は以下の手段を提供する。

50

本発明の第１の態様は、物体側から順に、前群、明るさ絞りおよび後群からなり、前記前群が、物体側から順に、像側に凹面を向けた負の第１レンズと、物体側に凸面を向け像側に平面または凹面を有する正の第２レンズとを備えるとともに、フィルタを有し、前記後群が、物体側から順に、像側に凸面を向けた正の第３レンズと、平凸レンズ又は両凸レンズと負メニスカスレンズとからなる接合レンズとを備え、以下の条件式（１）を満足する内視鏡用対物レンズである。

$$(1) \quad n_3 > -3/12 + 5.5$$

ただし、 n_3 は前記第３レンズの屈折率、 3 は前記第３レンズのアッペ数である。

【００１１】

本発明の第１の態様によれば、小型で光学全長の短い内視鏡を得るために、光学素子の構成枚数を最小限とし、前群、明るさ絞り、後群の３群からなる簡素な構成とした。かつ、高画素撮像素子に対応し良好な画質を得るために、前群は物体側から順に、像側に凹面を向けた負の第１レンズと、物体側に凸面を向け像側に平面または凹面を有する正の第２レンズとを有し、後群は物体側から順に、像側に凸面を向けた正の第３レンズと、平凸レンズ又は両凸レンズと負メニスカスレンズとの接合レンズとを含む構成とした。

10

【００１２】

さらに、レーザー治療等に対応した内視鏡を得るため、レーザーカットフィルタや色補正フィルタなどの光学フィルタを前群中に配置する構造とした。従来の内視鏡用対物レンズにおいては、フィルタ等は、明るさ絞りの像側に配置された後群に、フィルタへの光線の入射角度が大きい明るさ絞り直後を避けて像面の近くに配置されることが多い。しかし、このようにすると、フィルタの位置が対物レンズ保持枠の最後端、または撮像素子保持枠の最前端となる。すなわち、フィルタが直接外側に露出されるため、組立作業においてワレやカケなどフィルタ表面を傷つける恐れがある。フィルタを前群中に配置するのは、このリスクを避けるためである。

20

【００１３】

条件式（１）は、後群における正の第３レンズの屈折率およびアッペ数を規定している。色収差を補正する場合、後群の正レンズにはアッペ数の大きい組成材料を配置することが好ましい。分散の小さい組成を有する正レンズを明るさ絞り直後に配置することで倍率の色収差を良好に補正できる。条件式（１）の範囲から外れると、全系で色収差を補正することが困難である。

30

【００１４】

本発明の第２の態様は、物体側から順に、前群、明るさ絞りおよび後群からなり、前記前群が、物体側から順に、像側に凹面を向けた負の第１レンズと、物体側に凸面を向け像側に平面または凹面を有する正の第２レンズとを備えるとともに、前記第１レンズと前記第２レンズの間にフィルタを有し、前記後群が、物体側から順に、像側に凸面を向けた正の第３レンズと、平凸レンズ又は両凸レンズと負メニスカスレンズとからなる接合レンズとを備える内視鏡用対物レンズである。

【００１５】

本発明の第２の態様によれば、レーザー治療等に対応した内視鏡を得るため、レーザーカットフィルタや色補正フィルタなどの光学フィルタを第１レンズと第２レンズの間に配置する構造とした。これは、組立作業においてワレやカケなどフィルタ表面を傷つけるリスクを避けるためである。また、フィルタ等を明るさ絞りより物体側に配置することで、フィルタへの光線の入射角度が小さくなる。これにより効率的に色補正、若しくは赤外領域波長の光線をカットすることが出来るため、最良の形態である。

40

【００１６】

上記第２の態様においては、以下の条件式（１）を満足することが好ましい。

$$(1) \quad n_3 > -3/12 + 5.5$$

ただし、 n_3 は前記第３レンズの屈折率、 3 は前記第３レンズのアッペ数である。

【００１７】

上記第１および第２の態様においては、以下の条件式（２）および（３）を満足するこ

50

とが好ましい。

$$(2) \quad |f_3 / r_3| > 1.3$$

$$(3) \quad 2.0 > df / Ih > 1.5$$

ただし、 f_3 は前記第3レンズの焦点距離、 r_3 は前記第3レンズの像面側曲率半径、 df は前記第1レンズ凹面頂から前記明るさ絞りまでの面間隔距離と光学素子厚さの和、 Ih は最大像高である。

【0018】

条件式(2)は、後群における正の第3レンズの焦点距離と像側面の曲率半径の比を規定したものである。小型の内視鏡用対物レンズにおいて全長を短くし、かつ、像面入射角のばらつきを極力小さくするためには、明るさ絞り以降の少数枚数のレンズによって光線のベンディングを行う必要がある。レンズ加工性能、組立て精度に関してもレンズ曲率半径は一定値以上であることが望ましい。そのため、第3レンズの焦点距離及び像面曲率半径のバランスをとる必要がある。条件式(2)の下限1.3を下回ると、第3レンズの像側面の曲率半径が大きくなるため、像面入射角は光軸と平行となるよう補正できるが、全系での収差補正が困難となり、レンズ加工条件も厳しくなる。

10

【0019】

さらに、フィルタを前群に配置するためには、撮像素子サイズに対して前群に十分なスペースを確保する必要がある。条件式(3)は、最大像高に対する第1レンズ凹面頂から明るさ絞りまでの面間隔距離と光学素子厚さの和の比を規定したものである。条件式(3)の下限1.5を下回ると、フィルタ等を配置するスペースを十分に確保することが難しい。条件式(3)の上限2.0を上回ると、フィルタ等を配置するスペースを確保できるが、明るさ絞りの後ろから像面までの距離を長くする必要があるが生じる。その結果、像面入射角が大きくなり、シェーディング現象が起こる可能性が生じる。

20

本発明の第3の態様は、上記いずれかに記載の内視鏡用対物レンズを備える内視鏡である。

【発明の効果】

【0020】

本発明の第1から第3の態様によれば、レーザー治療等に対応した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内視鏡用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。

30

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の一実施形態に係る内視鏡用対物レンズの構成を示すレンズ断面図である。

【図2】実施例1に係る内視鏡用対物レンズの構成を示すレンズ断面図である。

【図3】図2の内視鏡用対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差、M方向のコマ収差およびS方向のコマ収差を示す収差図である。

【図4】実施例2に係る内視鏡用対物レンズの構成を示すレンズ断面図である。

【図5】図4の内視鏡用対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差、M方向のコマ収差およびS方向のコマ収差を示す収差図である。

40

【図6】実施例3に係る内視鏡用対物レンズの構成を示すレンズ断面図である。

【図7】図6の内視鏡用対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差、M方向のコマ収差およびS方向のコマ収差を示す収差図である。

【図8】実施例4に係る内視鏡用対物レンズの構成を示すレンズ断面図である。

【図9】図8の内視鏡用対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差、M方向のコマ収差およびS方向のコマ収差を示す収差図である。

【図10】実施例5に係る内視鏡用対物レンズの構成を示すレンズ断面図である。

【図11】図10の内視鏡用対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差、M方向のコマ収差およびS方向のコマ収差を示す収差図である。

【図12】実施例6に係る内視鏡用対物レンズの構成を示すレンズ断面図である。

50

【図 1 3】図 1 2 の内視鏡用対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差、M 方向のコマ収差および S 方向のコマ収差を示す収差図である。

【図 1 4】実施例 7 に係る内視鏡用対物レンズの構成を示すレンズ断面図である。

【図 1 5】図 1 4 の内視鏡用対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差、M 方向のコマ収差および S 方向のコマ収差を示す収差図である。

【図 1 6】実施例 8 に係る内視鏡用対物レンズの構成を示すレンズ断面図である。

【図 1 7】図 1 6 の内視鏡用対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差、M 方向のコマ収差および S 方向のコマ収差を示す収差図である。

【図 1 8】実施例 9 に係る内視鏡用対物レンズの構成を示すレンズ断面図である。

【図 1 9】図 1 8 の内視鏡用対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差、M 方向のコマ収差および S 方向のコマ収差を示す収差図である。

10

【図 2 0】実施例 1 0 に係る内視鏡用対物レンズの構成を示すレンズ断面図である。

【図 2 1】図 2 0 の内視鏡用対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差、M 方向のコマ収差および S 方向のコマ収差を示す収差図である。

【図 2 2】実施例 1 1 に係る内視鏡用対物レンズの構成を示すレンズ断面図である。

【図 2 3】図 2 2 の内視鏡用対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差、M 方向のコマ収差および S 方向のコマ収差を示す収差図である。

【図 2 4】実施例 1 2 に係る内視鏡用対物レンズの構成を示すレンズ断面図である。

【図 2 5】図 2 4 の内視鏡用対物レンズの球面収差、非点収差、倍率色収差、M 方向のコマ収差および S 方向のコマ収差を示す収差図である。

20

【図 2 6】実施例 1 3 に係る内視鏡用対物レンズの構成を示すレンズ断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

本発明の一実施形態に係る内視鏡用対物レンズ 1 について図 1 を参照して以下に説明する。

本実施形態に係る内視鏡用対物レンズ 1 は、図 1 に示されるように、物体側から順に、前群 F G と、明るさ絞り S と、後群 B G とより構成されている。

【0023】

前群 F G は、物体側から順に、像側に凹面を向けた負の第 1 レンズ L 1 と、物体側に凸面を向け像側に平面を有する正の第 2 レンズ L 2 とを備え、第 1 レンズ L 1 と第 2 レンズ L 2 の間にフィルタ F L を備えている。フィルタ F L としては、レーザーカットフィルタ、色補正フィルタ、透過フィルタ、吸収フィルタ、反射フィルタ、偏光フィルタ等の各種フィルタを適宜用いることができる。

30

【0024】

第 1 レンズ L 1 の硝材には、サファイヤを用いることが好ましい。サファイヤは、アッベ数が大きい ($d = 71.79$) ため倍率の色収差の補正に有利であるとともに、屈折率が高い ($n_d = 1.7682$) ため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おける滅菌耐性と、内視鏡で通常行われる薬品を使用した洗浄における薬品耐性を有するので、外部に露出する第 1 レンズ L 1 として好ましい。サファイヤの代わりに、ジルコニア、イットリウム安定化ジルコニア、合成石英、透過性 Y A G、スピネルなど、滅菌耐性および薬品耐性の高い硝材を用いても良い。

40

【0025】

後群 B G は、物体側から順に、像側に凸面を向けた正の第 3 レンズ L 3 と、平凸レンズまたは両凸レンズ (図示する例では平凸レンズ) L 4 と負メニスカスレンズ L 5 とからなる接合レンズ E 4 5 とを備えている。後群 B G は、以下の条件式 (1) を満足している。

$$(1) \quad n_3 > -3/12 + 5.5$$

ただし、 n_3 は第 3 レンズ L 3 の屈折率、 3 は第 3 レンズ L 3 のアッベ数である。

【0026】

また、内視鏡用対物レンズ 1 は、以下の条件式 (2) および (3) を満足している。

50

$$(2) \quad |f_3 / r_3| > 1.3$$

$$(3) \quad 2.0 > df / Ih > 1.5$$

ただし、 f_3 は第3レンズ L_3 の焦点距離、 r_3 は第3レンズ L_3 の像面側曲率半径、 df は第1レンズ L_1 の凹面頂から明るさ絞り S までの面間隔距離と光学素子（フィルタ FL と第2レンズ L_2 ）厚さの和、 Ih は最大像高である。

【0027】

このように構成された内視鏡用対物レンズ1によれば、レーザーカットフィルタ等の光学フィルタ FL をレンズ L_1 、 L_2 間に配置することにより、組立作業時などにフィルタ FL を損傷させるリスクを低減することができる。また、条件式(1)から(3)を同時に満足することにより、倍率の色収差を含めた全体の光学収差をバランスよく良好に補正しつつ小型な構成にすることができる。したがって、小型で高画素な撮像素子を搭載したレーザ治療等に用いられる内視鏡にも好適に用いることができる。また、より物体側にフィルタ FL を配置することでフィルタ FL への光線の入射角度が小さくなり、より効率的に色補正や赤外領域波長の光線をカットすることができる。

【0028】

上記実施形態においては、後群 BG が、正の屈折力を有するレンズを複数枚備えていてもよい。例えば、光学部材3として正の屈折率を有する第6レンズを用いてもよい。このようにすることで、像面近傍に正の屈折力のレンズを配置して、像面入射角を光軸と平行に修正することができるので、像面の湾曲を補正するのに有利である。

【0029】

また、上記実施形態においては、光路の途中位置にプリズム等の光路変換素子を配置してもよい。

例えば、プリズムを撮像素子の物体側に配置し、光路を光軸と垂直な方向に変換する。これにより、大型の撮像素子を用いた場合でも、該撮像素子の撮像面を光軸に平行に配置することが可能となり、内視鏡の先端径を小さくすることができる。ただし、光路の変換方向は、光軸に対して垂直に限定されるものではない。

【0030】

また、上記実施形態においては、フィルタ FL を、前群 FG の第2レンズ L_2 の後段に配置してもよい。このようにしても、上記実施形態と同様に、フィルタ FL の破損を防ぐことができるとともに、各種の収差を良好に補正しながら小型化を達成することができる。

【実施例】

【0031】

次に、上述した実施形態の実施例について、図2から図26を参照して以下に説明する。参照するレンズ断面図において、 r は曲率半径、 d は面間隔を示し、 r および d の後ろに添えられた数字は面番号を示す。各収差図内において、(a)は球面収差、(b)は非点収差、(c)は倍率色収差、(d)はM方向のコマ収差、(d)はS方向のコマ収差を示している。また、収差図には、 d 線(587.56nm)を基準波長とした収差を示し、球面収差、倍率色収差、コマ収差についてはC線(656.27nm)、F線(486.13nm)、g線(435.83nm)の収差も示す。また、コマ収差は、放射線方向(M方向)と同心円方向(S方向)について示す。レンズデータに記載の屈折率は d 線に対する屈折率である。

【0032】

〔実施例1〕

実施例1に係る内視鏡用対物レンズの構成を図2に示し、そのレンズデータを下に示す。本実施例に係る内視鏡用対物レンズの収差図を図3に示す。

本実施例の内視鏡用対物レンズは、物体側から順に、前群、明るさ絞りおよび後群からなる。前群は、物体側から順に、像側に凹面を向けた負の第1レンズと、フィルタと、物体側に凸面を向け像側に平面を有する正の第2レンズとから構成されている。後群は、物体側から順に、像側に凸面を向けた正の第3レンズと、平凸レンズと負メニスカスレンズ

10

20

30

40

50

とからなる接合レンズとから構成されている。

【 0 0 3 3 】

レンズデータ

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数	
物体面		1 0 . 3 4 2 7	1 . 0 0 0		
1		0 . 3 6 2 9	1 . 7 6 8	7 1 . 7 9	
2	0 . 8 5 3 5	0 . 3 3 8 6	1 . 0 0 0		
3		0 . 5 4 4 4	1 . 5 1 8	7 5 . 0 0	
4		0 . 1 0 8 9	1 . 0 0 0		
5	3 . 8 7 3 8	0 . 6 8 5 8	1 . 7 5 0	3 5 . 3 3	10
絞		0 . 0 5 4 4	1 . 0 0 0		
7		0 . 9 3 8 9	1 . 7 0 0	6 5 . 0 0	
8	- 1 . 1 5 0 1	0 . 0 9 0 7	1 . 0 0 0		
9		1 . 0 9 0 1	1 . 7 2 9	5 4 . 6 8	
1 0	- 1 . 2 0 7 6	0 . 5 4 4 4	1 . 9 2 3	1 8 . 9 0	
1 1	- 3 . 1 9 7 2	0 . 6 1 6 9	1 . 0 0 0		
1 2		0 . 8 1 6 5	1 . 5 1 6	6 4 . 1 4	
1 3		0 . 0 3 6 3	1 . 5 1 0	6 4 . 0 5	
1 4		0 . 7 2 5 8	1 . 6 1 1	5 0 . 4 9	
1 5		0 . 0 0 0 0	1 . 0 0 0		20
像面		0 . 0 0 0 0			

【 0 0 3 4 】

〔 実施例 2 〕

実施例 2 に係る内視鏡用対物レンズの構成を図 4 に示し、そのレンズデータを下に示す。
本実施例に係る内視鏡用対物レンズの収差図を図 5 に示す。

本実施例の内視鏡用対物レンズは、実施例 1 の内視鏡用対物レンズと同様の構成を有している。

【 0 0 3 5 】

レンズデータ

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数	
物体面		1 0 . 3 4 3 7	1 . 0 0 0		30
1		0 . 3 6 2 9	1 . 7 7 1	7 1 . 7 9	
2	0 . 8 6 8 8	0 . 3 4 6 2	1 . 0 0 0		
3		0 . 5 4 4 4	1 . 5 2 0	7 5 . 0 0	
4		0 . 1 0 8 9	1 . 0 0 0		
5	4 . 0 3 2 8	0 . 6 8 2 4	1 . 7 5 5	3 5 . 3 3	
絞		0 . 0 5 4 4	1 . 0 0 0		
7		0 . 9 5 2 9	1 . 6 8 3	6 2 . 0 0	
8	- 1 . 1 1 8 7	0 . 0 9 0 7	1 . 0 0 0		
9		1 . 0 8 9 3	1 . 7 3 2	5 4 . 6 8	40
1 0	- 1 . 2 0 8 9	0 . 5 4 4 4	1 . 9 3 4	1 8 . 9 0	
1 1	- 3 . 1 9 7 5	0 . 6 1 7 0	1 . 0 0 0		
1 2		0 . 8 1 6 6	1 . 5 1 8	6 4 . 1 4	
1 3		0 . 0 3 6 3	1 . 5 1 2	6 4 . 0 5	
1 4		0 . 7 2 5 9	1 . 6 1 4	5 0 . 4 9	
1 5		0 . 0 0 0 0	1 . 0 0 0		
像面		0 . 0 0 0 0			

【 0 0 3 6 】

〔 実施例 3 〕

実施例 3 に係る内視鏡用対物レンズの構成を図 6 に示し、そのレンズデータを以下に示

す。本実施例に係る内視鏡用対物レンズの収差図を図 7 に示す。

本実施例の内視鏡用対物レンズは、実施例 1 の内視鏡用対物レンズと同様の構成を有している。

【 0 0 3 7 】

レンズデータ

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッベ数
物体面		1 0 . 3 3 6 2	1 . 0 0 0	
1		0 . 3 6 2 7	1 . 7 7 1	7 1 . 7 9
2	0 . 8 4 3 6	0 . 3 4 4 5	1 . 0 0 0	
3		0 . 5 4 4 0	1 . 5 2 0	7 5 . 0 0
4		0 . 1 0 8 8	1 . 0 0 0	
5	4 . 2 1 7 6	0 . 6 7 8 1	1 . 7 5 5	3 5 . 3 3
絞		0 . 0 5 4 4	1 . 0 0 0	
7		0 . 9 2 1 3	1 . 7 4 4	4 8 . 0 0
8	- 1 . 1 9 2 6	0 . 0 9 0 7	1 . 0 0 0	
9		1 . 1 3 8 8	1 . 7 3 2	5 4 . 6 8
1 0	- 1 . 1 5 0 8	0 . 5 4 4 0	1 . 9 3 4	1 8 . 9 0
1 1	- 3 . 1 9 5 2	0 . 6 1 6 5	1 . 0 0 0	
1 2		0 . 8 1 6 0	1 . 5 1 8	6 4 . 1 4
1 3		0 . 0 3 6 3	1 . 5 1 2	6 4 . 0 5
1 4		0 . 7 2 5 3	1 . 6 1 4	5 0 . 4 9
1 5		0 . 0 0 0 0	1 . 0 0 0	
像面		0 . 0 0 0 0		

10

20

【 0 0 3 8 】

〔 実施例 4 〕

実施例 4 に係る内視鏡用対物レンズの構成を図 8 に示し、そのレンズデータを以下に示す。本実施例に係る内視鏡用対物レンズの収差図を図 9 に示す。

本実施例の内視鏡用対物レンズは、実施例 1 の内視鏡用対物レンズと同様の構成を有している。

【 0 0 3 9 】

レンズデータ

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッベ数
物体面		1 0 . 2 0 4 3	1 . 0 0 0	
1		0 . 3 5 8 0	1 . 7 6 8	7 1 . 7 9
2	0 . 8 5 0 4	0 . 4 4 7 6	1 . 0 0 0	
3		0 . 5 3 7 1	1 . 5 1 8	7 5 . 0 0
4		0 . 1 0 7 4	1 . 0 0 0	
5	3 . 0 1 8 3	0 . 6 9 8 2	1 . 7 5 0	3 5 . 3 3
絞		0 . 0 5 3 7	1 . 0 0 0	
7		0 . 8 7 7 2	1 . 7 2 9	5 4 . 6 8
8	- 1 . 3 0 5 1	0 . 0 8 9 5	1 . 0 0 0	
9		1 . 0 2 0 4	1 . 7 2 9	5 4 . 6 8
1 0	- 1 . 2 5 8 5	0 . 5 3 7 1	1 . 9 2 3	1 8 . 9 0
1 1	- 3 . 1 5 4 4	0 . 6 0 8 7	1 . 0 0 0	
1 2		0 . 8 0 5 6	1 . 5 1 6	6 4 . 1 4
1 3		0 . 0 3 5 8	1 . 5 1 0	6 4 . 0 5
1 4		0 . 7 1 6 1	1 . 6 1 1	5 0 . 4 9
1 5		0 . 0 0 0 0	1 . 0 0 0	
像面		0 . 0 0 0 0		

30

40

【 0 0 4 0 】

50

〔実施例 5〕

実施例 5 に係る内視鏡用対物レンズの構成を図 10 に示し、そのレンズデータを以下に示す。本実施例に係る内視鏡用対物レンズの収差図を図 11 に示す。

本実施例の内視鏡用対物レンズは、実施例 1 の内視鏡用対物レンズと同様の構成を有している。

【0041】

レンズデータ

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数	
物体面		10.3379	1.000		
1		0.3627	1.768	71.79	10
2	0.7993	0.3627	1.000		
3		0.5441	1.518	75.00	
4		0.1088	1.000		
5	3.5505	0.6936	1.923	18.90	
絞		0.0907	1.000		
7		0.9136	1.700	65.00	
8	-1.2145	0.0907	1.000		
9		1.0772	1.729	54.68	
10	-1.2237	0.5441	1.923	18.90	
11	-3.1957	0.6166	1.000		20
12		0.8162	1.516	64.14	
13		0.0363	1.510	64.05	
14		0.7255	1.611	50.49	
15		0.0000	1.000		
像面		0.0000			

【0042】

〔実施例 6〕

実施例 6 に係る内視鏡用対物レンズの構成を図 12 に示し、そのレンズデータを以下に示す。また、本実施例に係る内視鏡用対物レンズの収差図を図 13 に示す。

本実施例の内視鏡用対物レンズは、実施例 1 の内視鏡用対物レンズと同様の構成を有している。

【0043】

レンズデータ

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数	
物体面		9.8584	1.000		
1		0.3585	1.768	71.79	
2	0.8514	0.4481	1.000		
3		0.5377	1.518	74.70	
4		0.1075	1.000		
5	3.0220	0.6990	1.750	35.33	40
絞		0.0538	1.000		
7		0.8783	1.729	54.68	
8	-1.3067	0.0896	1.000		
9		1.0217	1.729	54.68	
10	-1.2601	0.5377	1.923	18.90	
11	-3.1583	0.6005	1.000		
12		0.8066	1.516	64.14	
13		0.0358	1.510	64.10	
14		0.7170	1.506	50.20	
15		0.0000	1.000		50

像面 0 . 0 0 0 0

【 0 0 4 4 】

〔 実施例 7 〕

実施例 7 に係る内視鏡用対物レンズの構成を図 1 4 に示し、そのレンズデータを以下に示す。また、本実施例に係る内視鏡用対物レンズの収差図を図 1 5 に示す。

本実施例の内視鏡用対物レンズは、実施例 1 の内視鏡用対物レンズと同様の構成を有している。

【 0 0 4 5 】

レンズデータ

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数	
物体面		9 . 8 4 0 1	1 . 0 0 0		10
1		0 . 3 4 5 3	1 . 7 6 8	7 1 . 7 9	
2	0 . 8 2 6 4	0 . 3 4 5 3	1 . 0 0 0		
3		0 . 5 1 7 9	1 . 5 1 8	7 5 . 0 0	
4		0 . 1 0 3 6	1 . 0 0 0		
5	3 . 4 1 5 4	0 . 5 8 8 5	1 . 7 5 0	3 5 . 3 3	
絞		0 . 0 5 1 8	1 . 0 0 0		
7		0 . 8 2 9 4	1 . 7 0 0	6 5 . 0 0	
8	- 1 . 1 2 0 5	0 . 0 8 6 3	1 . 0 0 0		
9		1 . 1 0 1 1	1 . 7 2 9	5 4 . 6 8	20
1 0	- 1 . 1 2 1 3	0 . 5 1 7 9	1 . 9 2 3	1 8 . 9 0	
1 1	- 3 . 0 4 1 8	0 . 5 5 2 4	1 . 0 0 0		
1 2		0 . 7 7 6 9	1 . 5 1 6	6 4 . 1 4	
1 3		0 . 0 3 4 5	1 . 5 1 0	6 4 . 0 5	
1 4		0 . 6 9 0 5	1 . 6 1 1	5 0 . 4 9	
1 5		0 . 0 0 0 0	1 . 0 0 0		
像面		0 . 0 0 0 0			

【 0 0 4 6 】

〔 実施例 8 〕

実施例 8 に係る内視鏡用対物レンズの構成を図 1 6 に示し、そのレンズデータを以下に示す。また、本実施例に係る内視鏡用対物レンズの収差図を図 1 7 に示す。

本実施例の内視鏡用対物レンズは、後群の接合レンズの後段に、第 6 レンズとして凸面を物体側に向けた正の平凸レンズを備えている点において、実施例 1 と構成が異なる。

【 0 0 4 7 】

レンズデータ

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数	
物体面		9 . 1 9 4 6	1 . 0 0 0		30
1		0 . 3 2 2 6	1 . 7 7 1	7 1 . 7 0	
2	0 . 7 6 6 2	0 . 3 5 4 9	1 . 0 0 0		
3		0 . 4 8 3 9	1 . 5 2 0	7 4 . 4 4	40
4		0 . 0 8 0 7	1 . 0 0 0		
5	1 . 8 2 4 4	0 . 6 2 9 1	1 . 8 8 3	4 0 . 7 6	
絞		0 . 0 4 8 4	1 . 0 0 0		
7		0 . 6 1 3 0	1 . 7 2 9	5 4 . 6 8	
8	- 1 . 4 6 3 1	0 . 0 8 8 7	1 . 0 0 0		
9		0 . 7 2 5 9	1 . 7 2 9	5 4 . 6 8	
1 0	- 1 . 0 8 7 2	0 . 4 0 3 3	1 . 9 2 3	1 8 . 9 0	
1 1	- 3 . 4 2 6 2	0 . 6 5 9 3	1 . 0 0 0		
1 2	3 . 4 9 5 6	0 . 7 0 9 8	1 . 5 1 6	6 4 . 1 4	
1 3		0 . 0 3 2 3	1 . 5 1 2	6 3 . 8 0	50

1 4	0 . 6 4 5 2	1 . 6 1 4	5 0 . 2 0
1 5	0 . 0 0 0 0	1 . 0 0 0	
像面	0 . 0 0 0 0		

【 0 0 4 8 】

〔 実施例 9 〕

実施例 9 に係る内視鏡用対物レンズの構成を図 1 8 に示し、そのレンズデータを以下に示す。また、本実施例に係る内視鏡用対物レンズの収差図を図 1 9 に示す。

本実施例の内視鏡用対物レンズは、実施例 8 と同様の構成を有している。

【 0 0 4 9 】

レンズデータ

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数
物体面		1 0 . 0 3 5 1	1 . 0 0 0	
1		0 . 3 1 6 9	1 . 7 6 8	7 1 . 7 9
2	1 . 0 0 3 5	0 . 2 8 8 7	1 . 0 0 0	
3		0 . 6 1 6 2	1 . 5 1 8	7 5 . 0 0
4		0 . 0 8 8 0	1 . 0 0 0	
5	3 . 5 9 1 1	0 . 5 2 8 2	1 . 7 5 0	3 5 . 3 3
絞		0 . 0 5 2 8	1 . 0 0 0	
7		0 . 8 7 2 6	1 . 6 7 0	4 7 . 2 3
8	- 1 . 1 3 1 5	0 . 0 8 8 0	1 . 0 0 0	
9		0 . 6 1 6 2	1 . 7 2 9	5 4 . 6 8
1 0	- 1 . 1 1 4 4	0 . 5 2 8 2	1 . 9 2 3	1 8 . 9 0
1 1	- 3 . 1 0 2 1	0 . 7 0 0 7	1 . 0 0 0	
1 2	4 . 9 1 0 1	0 . 7 9 2 2	1 . 5 1 6	6 4 . 1 4
1 3		0 . 0 3 5 2	1 . 5 1 0	6 4 . 0 5
1 4		0 . 7 0 4 2	1 . 6 1 1	5 0 . 4 9
1 5		0 . 0 0 0 0	1 . 0 0 0	
像面		0 . 0 0 0 0		

10

20

【 0 0 5 0 】

〔 実施例 1 0 〕

実施例 1 0 に係る内視鏡用対物レンズの構成を図 2 0 に示し、そのレンズデータを以下に示す。また、本実施例に係る内視鏡用対物レンズの収差図を図 2 1 に示す。

本実施例の内視鏡用対物レンズは、実施例 8 と同様の構成を有している。

【 0 0 5 1 】

レンズデータ

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数
物体面		8 . 1 0 7 7	1 . 0 0 0	
1		0 . 3 0 2 5	1 . 8 8 3	4 0 . 7 6
2	0 . 7 7 4 1	0 . 3 5 8 1	1 . 0 0 0	
3		0 . 4 2 6 7	1 . 5 2 0	7 4 . 4 4
4		0 . 0 7 1 1	1 . 0 0 0	
5	1 . 7 9 4 3	0 . 5 5 4 7	1 . 8 8 3	4 0 . 7 6
絞		0 . 0 4 2 7	1 . 0 0 0	
7		0 . 7 3 9 0	1 . 5 8 9	6 1 . 1 4
8	- 1 . 1 3 2 1	0 . 0 7 8 2	1 . 0 0 0	
9		0 . 6 8 6 9	1 . 7 2 9	5 4 . 6 8
1 0	- 0 . 9 5 8 7	0 . 4 0 0 4	1 . 9 2 3	1 8 . 9 0
1 1	- 3 . 0 2 1 2	0 . 9 5 5 0	1 . 0 0 0	
1 2	5 . 1 2 2 3	0 . 6 2 5 9	1 . 5 1 6	6 4 . 1 4
1 3		0 . 0 2 8 4	1 . 5 1 2	6 3 . 8 0

30

40

50

1 4	0 . 5 6 9 0	1 . 6 1 4	5 0 . 2 0
1 5	0 . 0 0 0 0	1 . 0 0 0	
像面	0 . 0 0 0 0		

【 0 0 5 2 】

〔 実施例 1 1 〕

実施例 1 1 に係る内視鏡用対物レンズの構成を図 2 2 に示し、そのレンズデータを以下に示す。また、本実施例に係る内視鏡用対物レンズの収差図を図 2 3 に示す。

本実施例の内視鏡用対物レンズは、フィルタが第 2 レンズの後段に配置されている点、および、第 4 レンズに両凸レンズを用いている点において、実施例 1 と構成が異なる。

【 0 0 5 3 】

レンズデータ

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数
物体面		8 . 9 4 1 9	1 . 0 0 0	
1		0 . 3 9 2 2	2 . 1 8 2	3 3 . 0 1
2	1 . 1 8 0 8	0 . 1 7 7 1	1 . 0 0 0	
3	2 . 1 9 5 4	0 . 6 2 5 8	1 . 8 8 8	4 0 . 7 6
4		0 . 0 4 7 1	1 . 0 0 0	
5		0 . 4 9 6 0	1 . 5 2 0	7 5 . 0 0
絞		0 . 0 4 7 1	1 . 0 0 0	
7		1 . 0 0 4 0	1 . 7 4 7	4 9 . 3 4
8	- 1 . 3 6 7 4	0 . 0 7 8 4	1 . 0 0 0	
9	6 . 2 1 3 0	0 . 7 8 4 4	1 . 8 8 8	4 0 . 7 6
1 0	- 0 . 7 7 0 3	0 . 6 0 4 0	1 . 9 3 4	1 8 . 9 0
1 1	- 3 . 7 0 4 6	0 . 5 3 7 0	1 . 0 0 0	
1 2		0 . 7 0 5 9	1 . 5 1 8	6 4 . 1 4
1 3		0 . 0 3 1 4	1 . 5 1 2	6 4 . 0 5
1 4		0 . 6 2 7 5	1 . 6 1 4	5 0 . 4 9
1 5		0 . 0 0 0 0	1 . 0 0 0	
像面		0 . 0 0 0 0		

10

20

30

【 0 0 5 4 】

〔 実施例 1 2 〕

実施例 1 2 に係る内視鏡用対物レンズの構成を図 2 4 に、そのレンズデータを以下に示す。また、本実施例に係る内視鏡用対物レンズの収差図を図 2 5 に示す。

本実施例の内視鏡用対物レンズは、第 3 レンズに正メニスカスレンズを用いている点において、実施例 1 と構成が異なる。

【 0 0 5 5 】

レンズデータ

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数
物体面		6 . 6 5 3 4	1 . 0 0 0	
1		0 . 2 9 1 8	1 . 7 6 8	7 1 . 7 9
2	1 . 1 8 8 3	0 . 2 3 3 5	1 . 0 0 0	
3		0 . 3 5 0 2	1 . 5 1 8	7 5 . 0 0
4		0 . 0 7 0 0	1 . 0 0 0	
5	2 . 2 5 2 6	0 . 4 7 2 7	1 . 7 5 0	3 5 . 3 3
絞		0 . 0 3 5 0	1 . 0 0 0	
7	- 4 . 4 6 7 6	0 . 6 4 9 4	1 . 9 3 0	4 5 . 0 0
8	- 1 . 1 3 2 5	0 . 0 5 8 4	1 . 0 0 0	
9		0 . 8 2 3 8	1 . 7 2 9	5 4 . 6 8
1 0	- 0 . 8 7 1 0	0 . 4 6 6 9	1 . 9 2 3	1 8 . 9 0
1 1	- 2 . 0 5 6 7	0 . 4 2 5 3	1 . 0 0 0	

40

50

1 2	0 . 6 4 2 0	1 . 5 1 6	6 4 . 1 4
1 3	0 . 0 2 3 3	1 . 5 1 0	6 4 . 0 5
1 4	0 . 4 6 6 9	1 . 6 1 1	5 0 . 4 9
1 5	0 . 0 0 0 0	1 . 0 0 0	
像面	0 . 0 0 0 0		

【 0 0 5 6 】

〔 実施例 1 3 〕

実施例 1 3 に係る内視鏡用対物レンズの構成を図 2 6 に、そのレンズデータを以下に示す。本実施例に係る内視鏡用対物レンズは、第 1 レンズから接合レンズまで、実施例 1 の内視鏡用対物レンズと同様の構成を有し、撮像素子の物体側に、光線を垂直方向に変換する光路変換素子 P が配置されている。

10

【 0 0 5 7 】

レンズデータ

面番号	曲率半径	面間隔	屈折率	アッペ数
物体面		1 0 . 3 4 2 7	1 . 0 0 0	
1		0 . 3 6 2 9	1 . 7 6 8	7 1 . 7 9
2	0 . 8 5 3 5	0 . 3 3 8 6	1 . 0 0 0	
3		0 . 5 4 4 4	1 . 5 1 8	7 5 . 0 0
4		0 . 1 0 8 9	1 . 0 0 0	
5	3 . 8 7 3 8	0 . 6 8 5 8	1 . 7 5 0	3 5 . 3 3
絞		0 . 0 5 4 4	1 . 0 0 0	
7		0 . 9 3 8 9	1 . 7 0 0	6 5 . 0 0
8	- 1 . 1 5 0 1	0 . 0 9 0 7	1 . 0 0 0	
9		1 . 0 9 0 1	1 . 7 2 9	5 4 . 6 8
1 0	- 1 . 2 0 7 6	0 . 5 4 4 4	1 . 9 2 3	1 8 . 9 0
1 1	- 3 . 1 9 7 2	0 . 4 5 9 5	1 . 0 0 0	
1 2		1 . 1 0 0 0	1 . 8 8 3	4 0 . 7 6
1 3 (反射面)		1 . 1 0 0 0	1 . 8 8 3	4 0 . 7 6
1 4		0 . 0 0 0 0	1 . 0 0 0	
像面		0 . 0 0 0 0		

20

30

【 0 0 5 8 】

表 1 に、実施例 1 から 1 3 における各パラメータ値および条件式 (1) から (3) の値を示す。

【 0 0 5 9 】

【表 1】

実施例	全系の 焦点距離	条件式 (1)			条件式 (2)			条件式 (3)		
		n3	$\nu 3$	$-\nu 3/12$ +5.5	f3	r3	f3/r3	df	lh	df/lh
1	1.000	1.7	65	0.0833	1.643	-1.1501	1.4286	1.6777	0.9399	1.7849
2	1.000	1.68	62	0.3333	1.6389	-1.1187	1.465	1.6819	0.94	1.7893
3	1.000	1.74	48	1.5	1.6036	-1.1926	1.3447	1.6755	0.9393	1.7837
4	1.000	1.73	54.68	0.9433	1.7898	-1.3051	1.3714	1.7902	0.9273	1.9305
5	1.000	1.7	65	0.0833	1.735	-1.2145	1.4286	1.7092	0.9395	1.8193
6	1.000	1.73	54.68	0.9433	1.7843	-1.3067	1.3655	1.7924	0.9285	1.9305
7	1.000	1.7	65	0.0833	1.6007	-1.1205	1.4286	1.5553	1.0341	1.504
8	1.000	1.73	54.68	0.9433	2.0065	-1.4631	1.3714	1.5486	0.8275	1.8713
9	1.000	1.67	47.23	1.5642	1.6888	-1.1315	1.4925	1.5211	0.9771	1.5568
10	1.000	1.59	61.14	0.405	1.9217	-1.1321	1.6974	1.4107	0.7297	1.9333
11	1.000	1.74	49.34	1.3883	1.8311	-1.3674	1.3391	1.346	0.7675	1.7536
12	1.000	1.93	45	1.75	1.4832	-1.1325	1.3096	1.1264	0.6046	1.8629
13	1.000	1.7	65	0.0833	1.643	-1.1501	1.4286	1.6777	0.9399	1.7849

10

20

30

40

(付記)

なお、これらの実施例から以下の構成の発明が導かれる。

(付記項 1)

物体側から順に、前群、明るさ絞りおよび後群からなり、前群が、物体側から順に、像側に凹面を向けた負の第 1 レンズと、物体側に凸面を向け像側に平面または凹面を有する正の第 2 レンズとを備えるとともに、フィルタを有し、後群が、物体側から順に、像側に凸面を向けた正の第 3 レンズと、平凸レンズ又は両凸レンズと負メニスカスレンズとからなる接合レンズを備え、以下の条件式 (1) を満足する内視鏡用対物レンズ。

$$(1) \quad n_3 > -3/12 + 5.5$$

ただし、 n_3 は第 3 レンズの屈折率、 3 は第 3 レンズのアッペ数である。

10

【0061】

(付記項 2)

物体側から順に、前群、明るさ絞りおよび後群からなり、前群が、物体側から順に、像側に凹面を向けた負の第 1 レンズと、物体側に凸面を向け像側に平面または凹面を有する正の第 2 レンズとを備えるとともに、第 1 レンズと第 2 レンズの間にフィルタを有し、後群が、物体側から順に、像側に凸面を向けた正の第 3 レンズと、平凸レンズ又は両凸レンズと負メニスカスレンズとからなる接合レンズとを備える内視鏡用対物レンズ。

【0062】

(付記項 3)

以下の条件式 (1) を満足する付記項 2 に記載の内視鏡用対物レンズ。

20

$$(1) \quad n_3 > -3/12 + 5.5$$

ただし、 n_3 は第 3 レンズの屈折率、 3 は第 3 レンズのアッペ数である。

【0063】

(付記項 4)

以下の条件式 (2) および (3) を満足する付記項 1 から付記項 3 のいずれかに記載の内視鏡用対物レンズ。

$$(2) \quad |f_3 / r_3| > 1.3$$

$$(3) \quad 2.0 > df / Ih > 1.5$$

ただし、 f_3 は第 3 レンズの焦点距離、 r_3 は第 3 レンズの像面側曲率半径、 df は第 1 レンズ凹面頂から明るさ絞りまでの面間隔距離と光学素子厚さの和、 Ih は最高像高である。

30

【0064】

(付記項 5)

後群が、正レンズを複数枚含む付記項 1 から付記項 4 のいずれかに記載の内視鏡用対物レンズ。

(付記項 6)

フィルタが、赤外カットフィルタおよび色補正フィルタに限らない光学フィルタである付記項 1 から付記項 5 のいずれかに記載の内視鏡用対物レンズ。

【0065】

(付記項 7)

第 1 レンズが、薬品耐性または滅菌耐性を有する材質からなる付記項 1 から付記項 6 のいずれかに記載の内視鏡用対物レンズ。

40

(付記項 8)

プリズム等の光路変換素子を備える付記項 1 から付記項 7 のいずれかに記載の内視鏡用対物レンズ。

(付記項 9)

付記項 1 から付記項 8 のいずれかに記載の内視鏡用対物レンズを備える内視鏡。

【符号の説明】

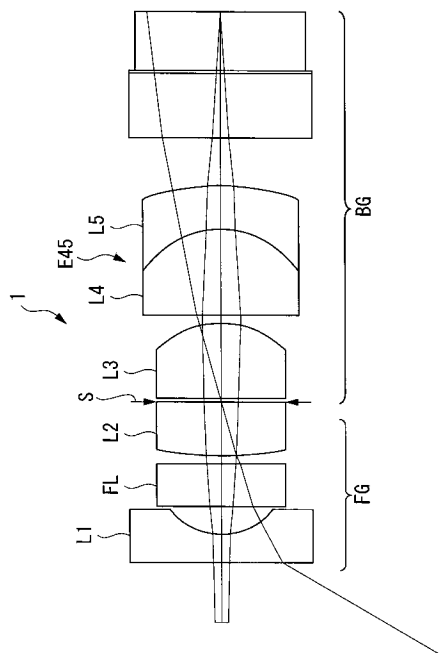
【0066】

1 内視鏡用対物レンズ

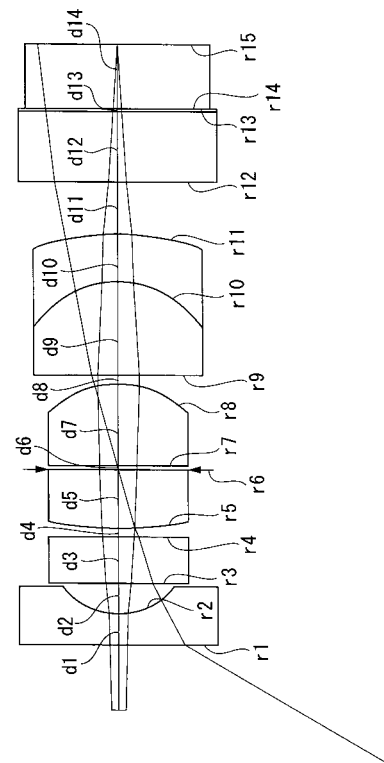
50

- F G 前群
 B G 後群
 F L フィルタ
 L 1 第 1 レンズ
 L 2 第 2 レンズ
 L 3 第 3 レンズ
 L 4 第 4 レンズ (平凸レンズ又は両凸レンズ)
 L 5 第 5 レンズ (負メニスカスレンズ)
 E 4 5 接合レンズ
 S 明るさ絞り
 P 光路変換素子

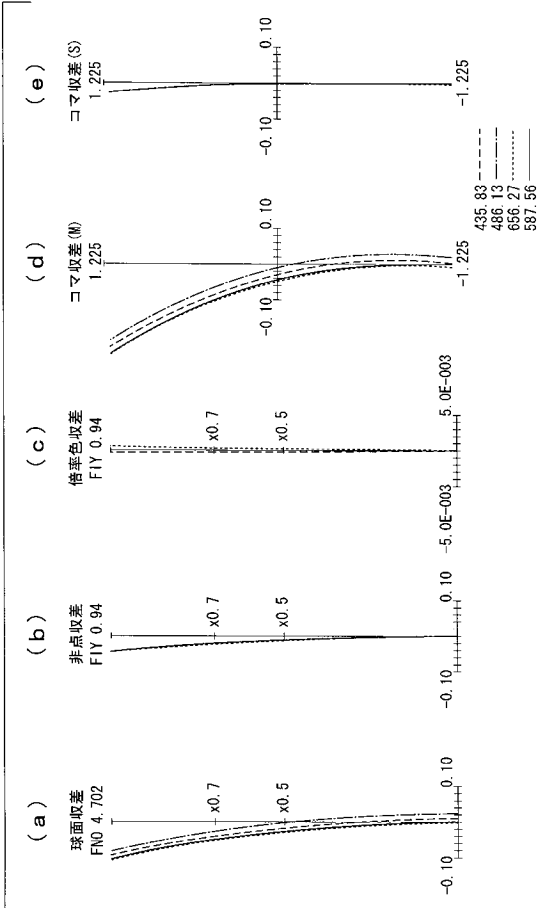
【 図 1 】



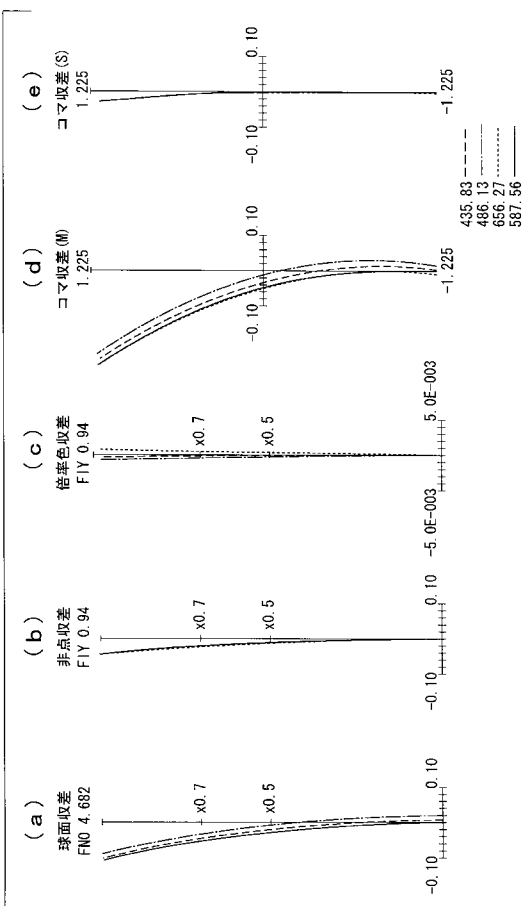
【 図 2 】



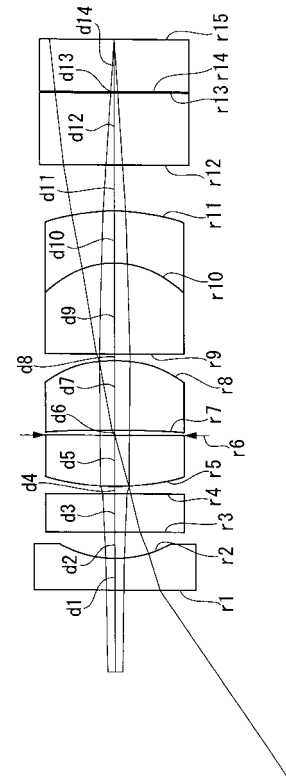
【図 3】



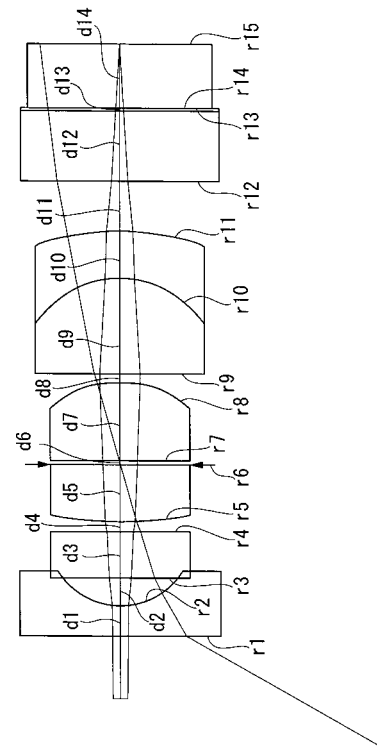
【図 5】



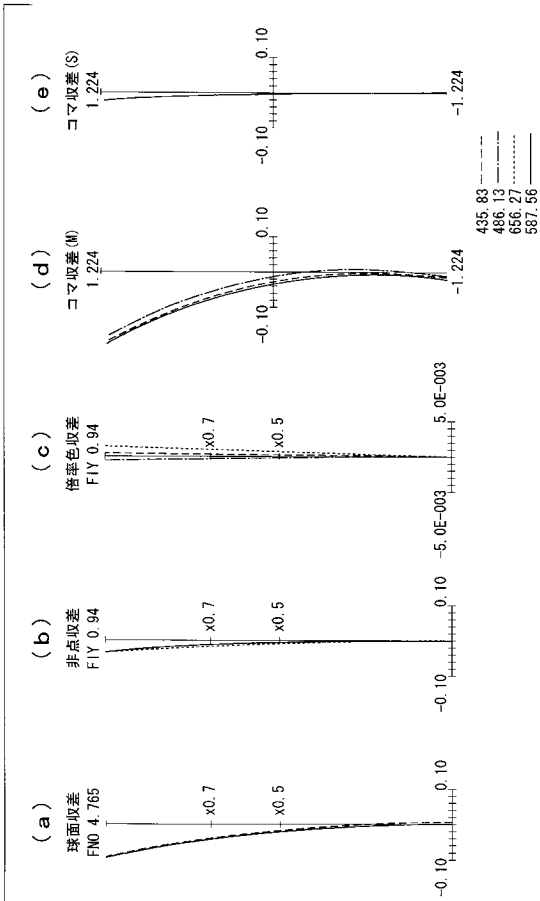
【図 4】



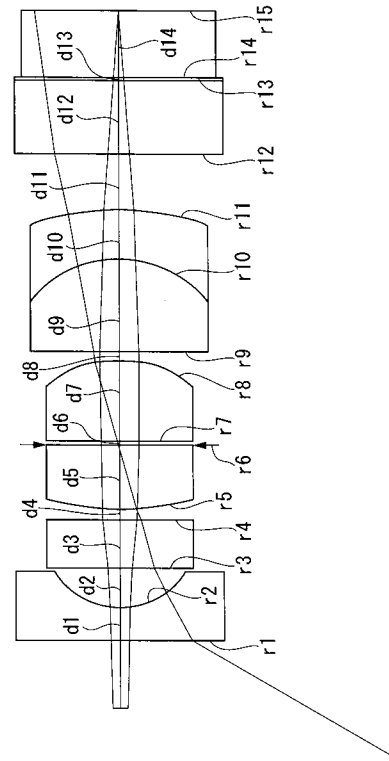
【図 6】



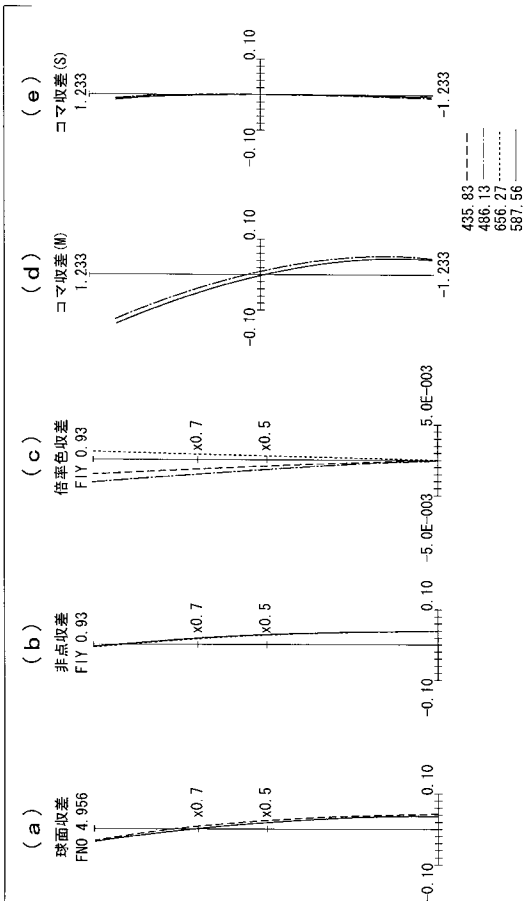
【図 7】



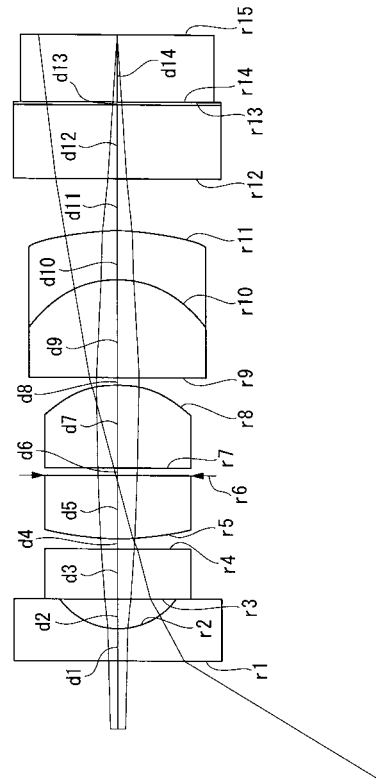
【図 8】



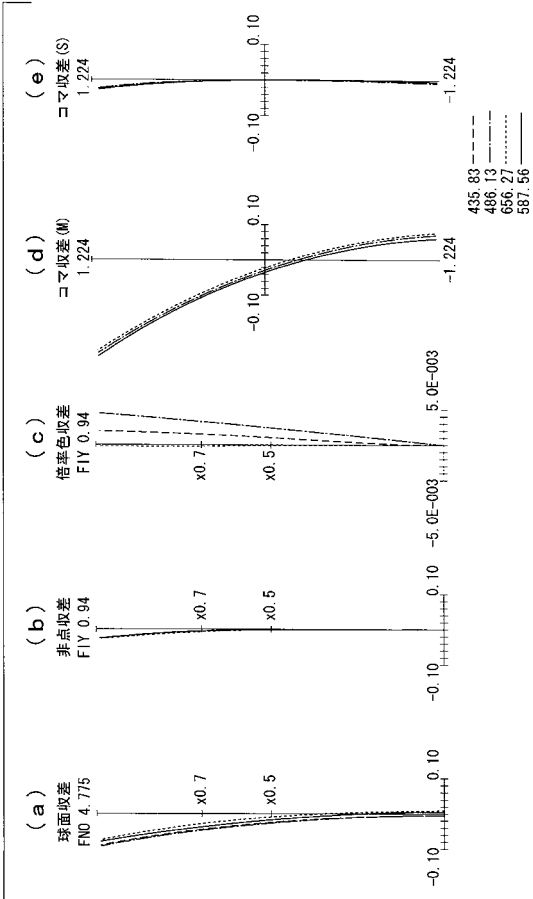
【図 9】



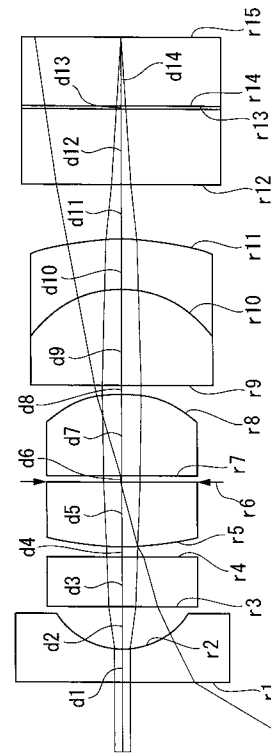
【図 10】



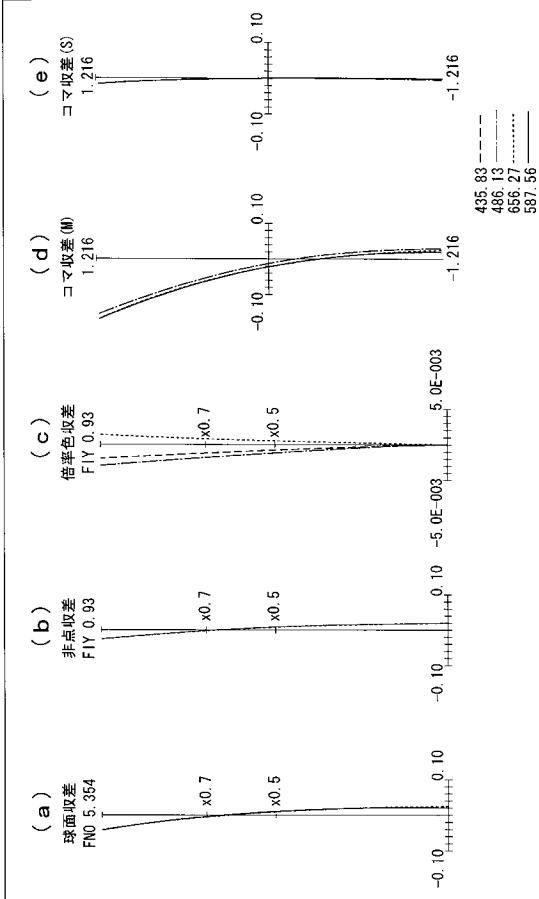
【図 1 1】



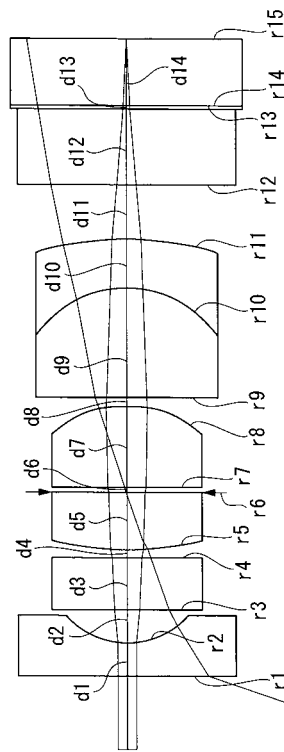
【図 1 2】



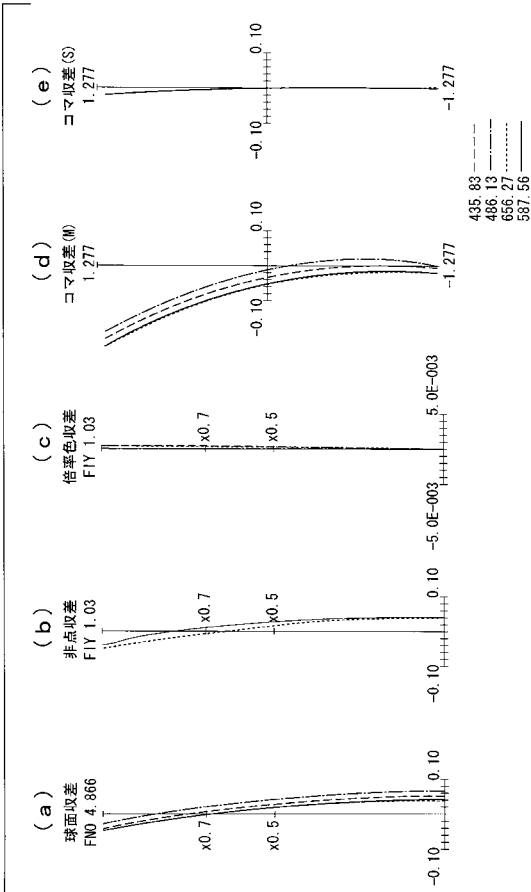
【図 1 3】



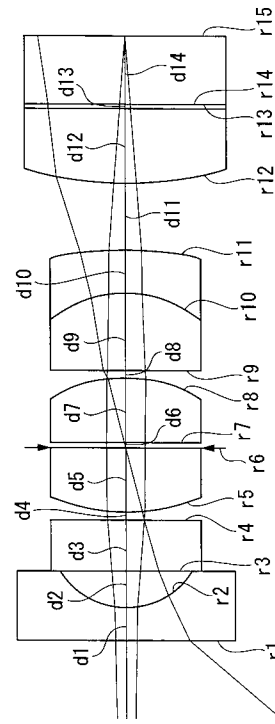
【図 1 4】



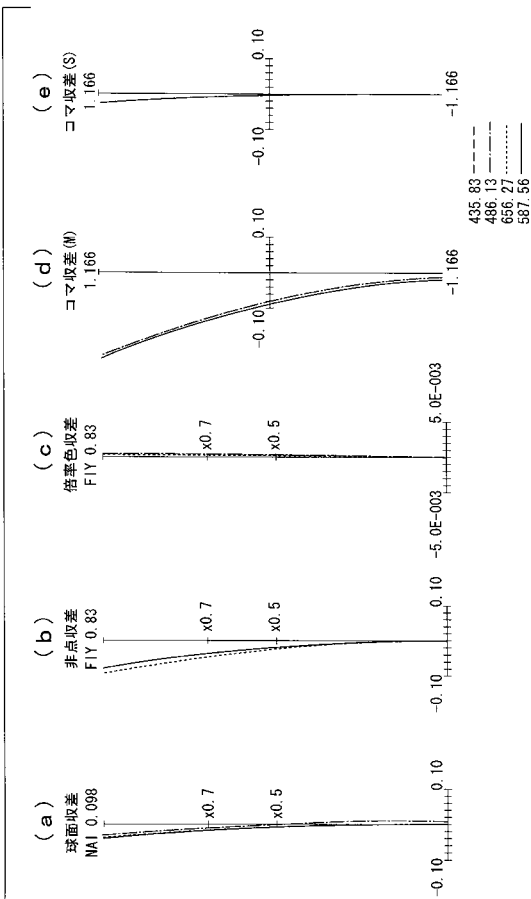
【図 15】



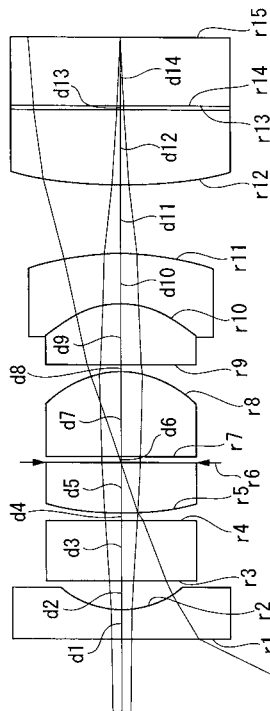
【図 16】



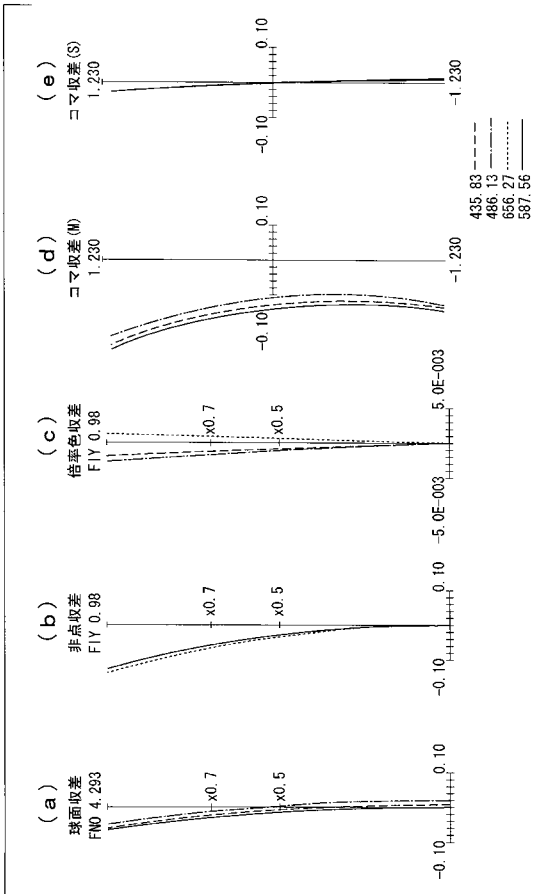
【図 17】



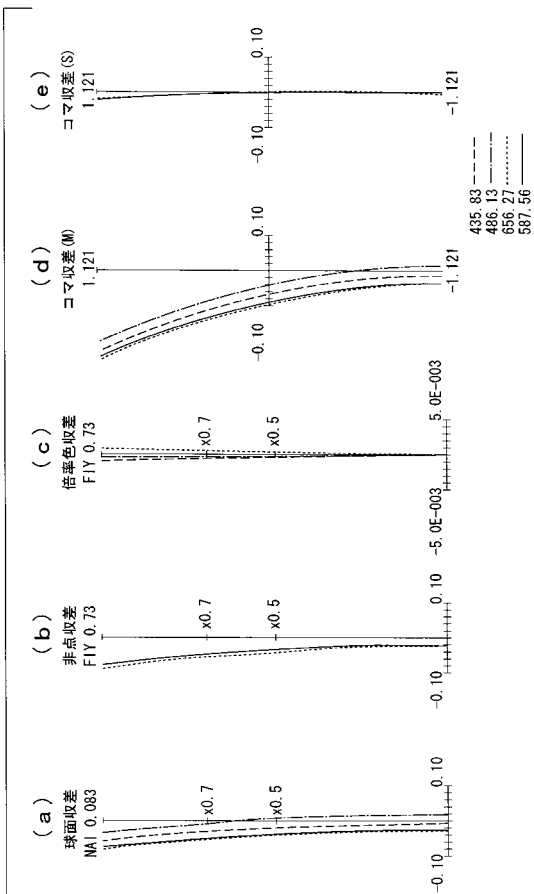
【図 18】



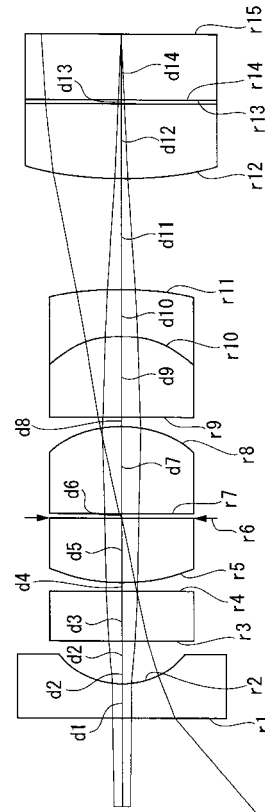
【図 19】



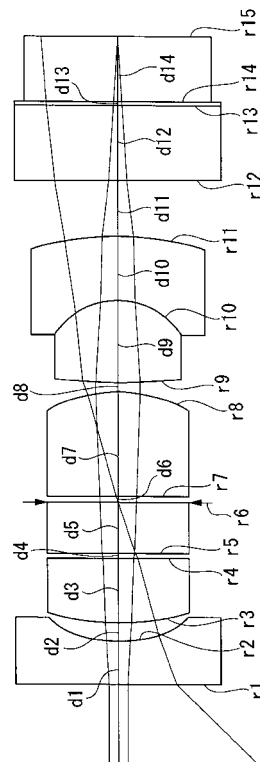
【図 21】



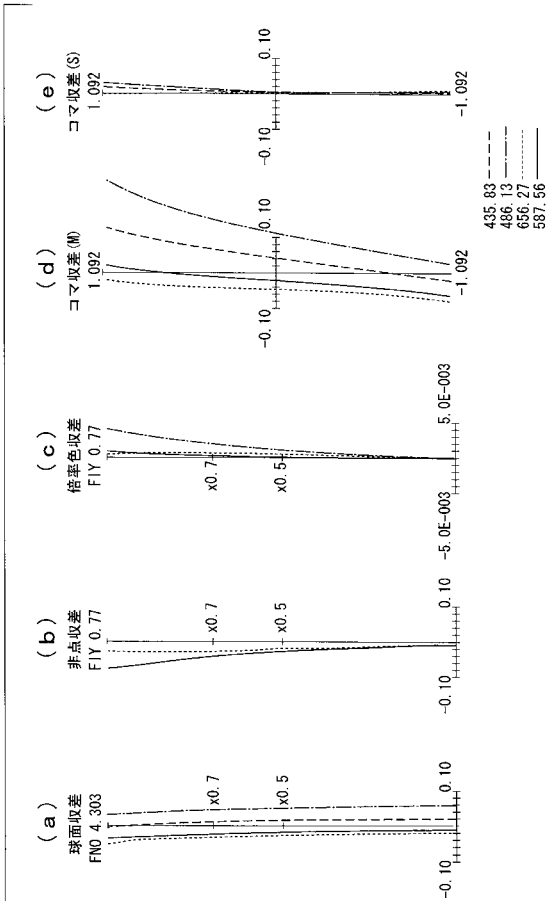
【図 20】



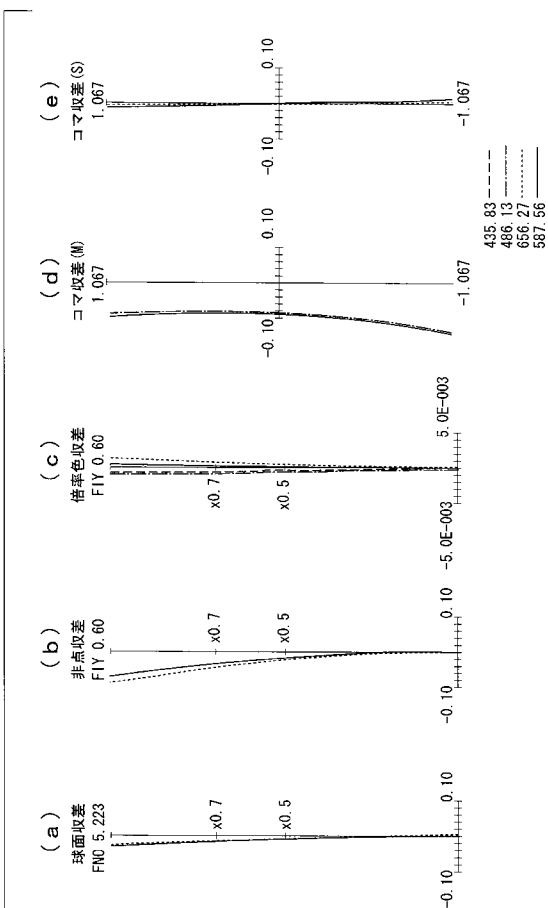
【図 22】



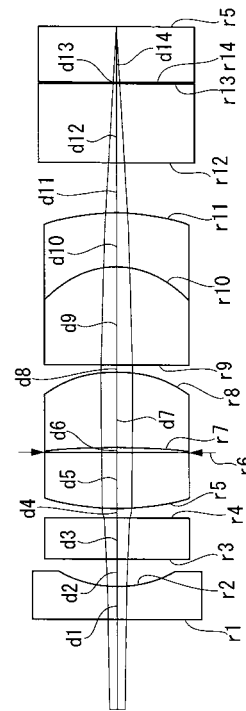
【図 2 3】



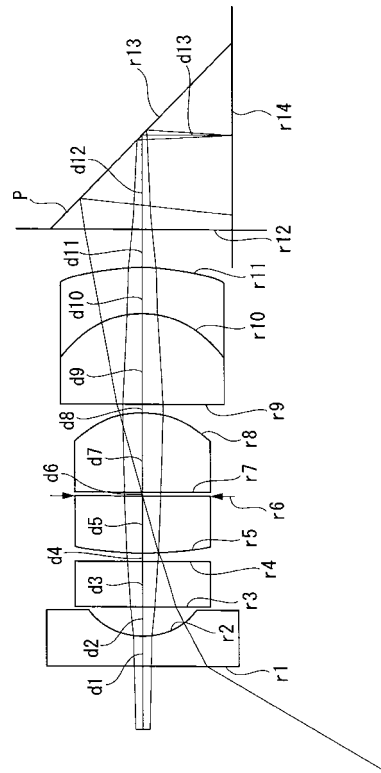
【図 2 5】



【図 2 4】



【図 2 6】



【手続補正書】

【提出日】平成23年12月27日(2011.12.27)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、前群、明るさ絞りおよび後群からなり、

前記前群が、物体側から順に、像側に凹面を向けた負の第 1 レンズと、物体側に凸面を向け像側に平面または凹面を有する正の第 2 レンズとを備えるとともに、前記第 1 レンズと前記第 2 レンズの間にフィルタを有し、

前記後群が、物体側から順に、像側に凸面を向けた正の第 3 レンズと、平凸レンズ又は両凸レンズと負メニスカスレンズからなる接合レンズとを備え、

以下の条件式 (1) および (3) を満足する内視鏡用対物レンズ。

$$(1) \quad n_3 > -3/12 + 5.5$$

$$(3) \quad 2.0 > df/Ih > 1.5$$

ただし、 n_3 は前記第 3 レンズの屈折率、 3 は前記第 3 レンズのアッペ数、 df は前記第 1 レンズ凹面頂から前記明るさ絞りまでの面間隔距離と光学素子厚さの和、 Ih は最大像高である。

【請求項 2】

以下の条件式 (2) を満足する請求項 1 に記載の内視鏡用対物レンズ。

$$(2) \quad |f_3/r_3| > 1.3$$

ただし、 f_3 は前記第 3 レンズの焦点距離、 r_3 は前記第 3 レンズの像面側曲率半径、である。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の内視鏡用対物レンズを備える内視鏡。

【手続補正書】

【提出日】平成24年4月27日(2012.4.27)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

上記目的を達成するため、本発明は以下の手段を提供する。

本発明の参考例としての一態様は、物体側から順に、前群、明るさ絞りおよび後群からなり、前記前群が、物体側から順に、像側に凹面を向けた負の第 1 レンズと、物体側に凸面を向け像側に平面または凹面を有する正の第 2 レンズとを備えるとともに、フィルタを有し、前記後群が、物体側から順に、像側に凸面を向けた正の第 3 レンズと、平凸レンズ又は両凸レンズと負メニスカスレンズとからなる接合レンズとを備え、以下の条件式 (1) を満足する内視鏡用対物レンズである。

$$(1) \quad n_3 > -3/12 + 5.5$$

ただし、 n_3 は前記第 3 レンズの屈折率、 3 は前記第 3 レンズのアッペ数である。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

本発明の参考例としての一態様によれば、小型で光学全長の短い内視鏡を得るために、光学素子の構成枚数を最小限とし、前群、明るさ絞り、後群の3群からなる簡素な構成とした。かつ、高画素撮像素子に対応し良好な画質を得るために、前群は物体側から順に、像側に凹面を向けた負の第1レンズと、物体側に凸面を向け像側に平面または凹面を有する正の第2レンズとを有し、後群は物体側から順に、像側に凸面を向けた正の第3レンズと、平凸レンズ又は両凸レンズと負メニスカスレンズとの接合レンズとを含む構成とした。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

本発明の第1の態様は、物体側から順に、前群、明るさ絞りおよび後群からなり、前記前群が、物体側から順に、像側に凹面を向けた負の第1レンズと、物体側に凸面を向け像側に平面または凹面を有する正の第2レンズとを備えるとともに、前記第1レンズと前記第2レンズの間にフィルタを有し、前記後群が、物体側から順に、像側に凸面を向けた正の第3レンズと、平凸レンズ又は両凸レンズと負メニスカスレンズからなる接合レンズとを備え、以下の条件式(1)および(3)を満足する内視鏡用対物レンズである。

$$(1) \quad n_3 > -3/12 + 5.5$$

$$(3) \quad 2.0 > df/Ih > 1.5$$

ただし、 n_3 は前記第3レンズの屈折率、 3 は前記第3レンズのアッペ数、 df は前記第1レンズ凹面頂から前記明るさ絞りまでの面間隔距離と光学素子厚さの和、 Ih は最大像高である。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0015】

本発明の第1の態様によれば、レーザー治療等に対応した内視鏡を得るため、レーザーカットフィルタや色補正フィルタなどの光学フィルタを第1レンズと第2レンズの間に配置する構造とした。これは、組立作業においてワレやカケなどフィルタ表面を傷つけるリスクを避けるためである。また、フィルタ等を明るさ絞りより物体側に配置することで、フィルタへの光線の入射角度が小さくなる。これにより効率的に色補正、若しくは赤外領域波長の光線をカットすることが出来るため、最良の形態である。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0016】

さらに、フィルタを前群に配置するためには、撮像素子サイズに対して前群に十分なスペースを確保する必要がある。条件式(3)は、最大像高に対する第1レンズ凹面頂から明るさ絞りまでの面間隔距離と光学素子厚さの和の比を規定したものである。条件式(3)の下限1.5を下回ると、フィルタ等を配置するスペースを十分に確保することが難しい。条件式(3)の上限2.0を上回ると、フィルタ等を配置するスペースを確保できるが、明るさ絞りの後ろから像面までの距離を長くする必要が生じる。その結果、像面入射

角が大きくなり、シェーディング現象が起こる可能性が生じる。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0017】

上記参考例としての一態様および第 1 の態様においては、以下の条件式 (2) を満足することが好ましい。

$$(2) \quad |f_3 / r_3| > 1.3$$

ただし、 f_3 は前記第 3 レンズの焦点距離、 r_3 は前記第 3 レンズの像面側曲率半径である。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0019】

本発明の第 2 の態様は、上記いずれかに記載の内視鏡用対物レンズを備える内視鏡である。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0020】

本発明の第 1 および第 2 の態様によれば、レーザー治療等に対応した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内視鏡用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。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0052

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0052】

〔実施例 11〕

本発明の参考例としての実施例 11 に係る内視鏡用対物レンズの構成を図 22 に示し、そのレンズデータを以下に示す。また、本実施例に係る内視鏡用対物レンズの収差図を図 23 に示す。

本実施例の内視鏡用対物レンズは、フィルタが第 2 レンズの後段に配置されている点、および、第 4 レンズに両凸レンズを用いている点において、実施例 1 と構成が異なる。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2010/072245
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G02B13/04(2006.01)i, A61B1/00(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G02B13/04, A61B1/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2011 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 62-173415 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 30 July 1987 (30.07.1987), entire text; all drawings & US 4806001 A	1, 5 2-4
X Y	JP 6-308381 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 04 November 1994 (04.11.1994), entire text; all drawings (Family: none)	1, 5 2-4
X Y	JP 9-80305 A (Fuji Photo Optical Co., Ltd.), 28 March 1997 (28.03.1997), entire text; all drawings & US 5777797 A	1, 5 2-4
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 12 January, 2011 (12.01.11)		Date of mailing of the international search report 25 January, 2011 (25.01.11)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/072245

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2000-330015 A (Fuji Photo Optical Co., Ltd.), 30 November 2000 (30.11.2000), entire text; all drawings & US 6327101 B1	1, 5 2-4
X Y	JP 2007-249189 A (Fujinon Corp.), 27 September 2007 (27.09.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1, 5 2-4
X Y	JP 2008-83316 A (Olympus Medical Systems Corp.), 10 April 2008 (10.04.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1, 5 2-4
X Y	JP 2009-080413 A (Fujinon Corp.), 16 April 2009 (16.04.2009), entire text; all drawings & US 2009/0086017 A1 & EP 2042908 A2 & CN 101396258 A	1, 5 2-4
Y	JP 2006-251272 A (Olympus Medical Systems Corp.), 21 September 2006 (21.09.2006), paragraphs [0027], [0083], [0088], [0093], [0099], [0107] & US 2006/0203361 A1	2-5
Y	JP 2008-224842 A (Olympus Corp.), 25 September 2008 (25.09.2008), paragraphs [0014], [0024] & US 2010/0046093 A & WO 2008/111386 A1 & DE 112008000632 T	2-5
Y	JP 2009-163256 A (Olympus Corp.), 23 July 2009 (23.07.2009), paragraphs [0069], [0071] (Family: none)	2-5

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2010/072245	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B13/04(2006.01)i, A61B1/00(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B13/04, A61B1/00			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2011年 日本国実用新案登録公報 1996-2011年 日本国登録実用新案公報 1994-2011年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
X Y	JP 62-173415 A (オリンパス光学工業株式会社) 1987.07.30, 全文、 全図 & US 4806001 A	1, 5 2-4	
X Y	JP 6-308381 A (オリンパス光学工業株式会社) 1994.11.04, 全文、 全図 (ファミリーなし)	1, 5 2-4	
X Y	JP 9-80305 A (富士写真光機株式会社) 1997.03.28, 全文、全図 & US 5777797 A	1, 5 2-4	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 12.01.2011		国際調査報告の発送日 25.01.2011	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JIP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 下村 一石 電話番号: 03-3581-1101 内線 3271	2V 3810

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2010/072245

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2000-330015 A (富士写真光機株式会社) 2000.11.30, 全文、全図 & US 6327101 B1	1, 5 2-4
X Y	JP 2007-249189 A (フジノン株式会社) 2007.09.27, 全文、全図 (ファミリーなし)	1, 5 2-4
X Y	JP 2008-83316 A (オリンパスメディカルシステムズ株式会社) 2008.04.10, 全文、全図 (ファミリーなし)	1, 5 2-4
X Y	JP 2009-080413 A (フジノン株式会社) 2009.04.16, 全文、全図 & US 2009/0086017 A1 & EP 2042908 A2 & CN 101396258 A	1, 5 2-4
Y	JP 2006-251272 A (オリンパスメディカルシステムズ株式会社) 2006.09.21, 【0027】、【0083】、【0088】、【0093】、【0099】、【0107】 & US 2006/0203361 A1	2-5
Y	JP 2008-224842 A (オリンパス株式会社) 2008.09.25, 【0014】、【0024】 & US 2010/0046093 A & WO 2008/111386 A1 & DE 112008000632 T	2-5
Y	JP 2009-163256 A (オリンパス株式会社) 2009.07.23, 【0069】、【0071】 (ファミリーなし)	2-5

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

Fターム(参考) 4C161 FF40 PP11

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	用于内窥镜的物镜和使用该物镜的内窥镜		
公开(公告)号	JPWO2011077972A1	公开(公告)日	2013-05-02
申请号	JP2011547470	申请日	2010-12-10
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社		
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	片平裕子		
发明人	片平 裕子		
IPC分类号	G02B13/04 G02B23/26 A61B1/00		
CPC分类号	G02B23/243 A61B1/00096 A61B1/00186 A61B1/00188		
FI分类号	G02B13/04.D G02B23/26.C A61B1/00.300.Y		
F-TERM分类号	2H040/CA23 2H087/KA10 2H087/LA03 2H087/PA04 2H087/PA18 2H087/PB05 2H087/QA01 2H087/QA05 2H087/QA07 2H087/QA18 2H087/QA21 2H087/QA25 2H087/QA33 2H087/QA37 2H087/QA41 2H087/QA42 2H087/QA45 2H087/RA32 2H087/RA41 2H087/RA43 2H087/UA02 4C161/FF40 4C161/PP11		
代理人(译)	上田邦夫 藤田 考晴		
优先权	2009292371 2009-12-24 JP		
其他公开文献	JP5031930B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种内窥镜用物镜和使用该物镜的内窥镜，其适合于与激光治疗兼容的小型且高像素的图像拾取装置。它从物侧开始依次由前组（FG），孔径光阑（S）和后组（BG）组成，而前组（FG）从物侧开始依次为负第一透镜，其第一凹面向向图像侧。在（L1）中，对于在像侧具有平坦面或凹面，且凸面朝向物侧的正的第二透镜（L2），且具有滤光器（FL），后组（BG）来自物侧。依次使用正凸第三透镜（L3）和凸透镜面对像侧，以及胶合透镜（E45）由平凸透镜或双凸透镜（L4）和负弯月形透镜（L5）组成，以下条件表达式为：提供一种满足（1）的内窥镜用物镜1。 n_3 是第三透镜（L3）的折射率， v_3 是第三透镜（L3）的阿贝数。

$$(1) \dots n_3 > -v_3 / 12 + 5.5.$$

【图1】

